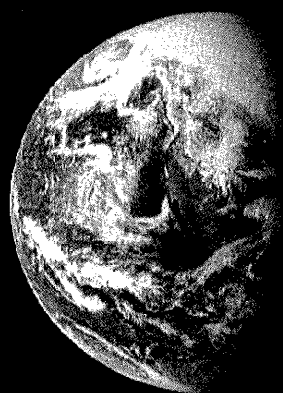


SCIENCE IS A STUDY OF EARTH



© NASA

# 学習のネットワークを利用して 生徒が意欲的に学ぶ 科学教育システムに関する研究

研究代表者 **五島 政一**

(国立教育政策研究所 教育課程研究センター 総括研究官)

平成**16**年**3**月

国立教育政策研究所



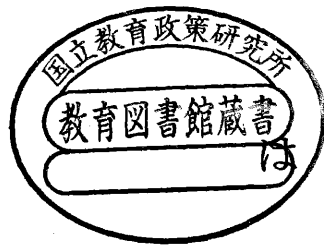
041204384

(課題番号 13680220)

平成13年度～15年度科学研究費補助金(基礎研究 C(2))研究成果報告







## は し が き

我が国は、科学技術創造立国を目指し、理科教育の振興に力を入れてきた。IEA（国際教育到達度評価学会）の調査や OECD-PISA（経済協力開発機構の生徒の学習到達度調査）によると、子どもの成績や科学的リテラシーは国際的には上位にあるものの、大人になると科学的リテラシーが低いものになってしまっている。このような状況の中で、子どもたちの「知離れ」や「理科離れ」が憂慮されて久しい。現在、新しい学力観や「生きる力」を育成することによって、自ら学び、自ら考え、主体的に判断して、行動することによって、問題をよりよく解決する力を身に付けていることが求められている。そのためには、子どもが生き生きと意欲的に理科を学習する具体的な教育システムの開発が必要とされている。

そのような理科教育は、実際の体験を重視し、生活と関連した学習を行い、そして探究的な学習を展開する為に、地域や社会の施設・人材を積極的に利用することが望ましい。アースシステム教育(Earth Systems Education: ESE)は、そのような目標をもった総合的な科学教育である。日本の目指している科学的素養を育成しようとする理科教育と、ほぼ同じ目標をもったアースシステム教育の研究は、我が国の現状に適した「学習のネットワークを利用して生徒が意欲的に学ぶ科学教育システム」を構築するための参考になると考えられる。

2002年から実施されているわが国の新教育課程では、子どもたちの「生きる力」を育てるために、自然体験や探究的な活動、問題解決的な学習が一層重視されている。それらの基盤になるのは「体験学習や野外学習」である。新教育課程では、理科や総合的な学習の時間などで実施できる枠組みが用意されている。しかし、博物館などを利用した体験学習や地域を利用した野外学習がイベントだけで終わらないようにするためには、各学校や各教科でしっかりとした教育理念に基づいてカリキュラム（教育課程）を作成し、そのカリキュラムを実施するための学校と学校外の施設とのネットワークを構築する必要がある。現状では、そのカリキュラムやネットワークが新教育課程の主旨を十分に生かしたもののばかりとは言い難い。その原因の一つには、例えば教師がカリキュラムを構築するための教育理念や経験をもっていないことや、学校外の施設・人材などを組織的・効果的に利用した経験がないことにあると考えられる。アースシステム教育は、それらに対応できるカリキュラム作りやネットワーク構築の基盤を提供することができると思われる。

アースシステム教育は、明確で具体的な指導方法と7つの理解目標を持っている。その指導方法の中で、「科学教育は学校教育の枠を越えて行うべきである。」を大項目として挙げている。それは、社会の施設・人材を単発的に利用するのではなく、学校と学校外のネットワークのシステムを構築して科学教育を創造することを目指している。現在、そのようなシステムを構築できる能力をもった教師が求められている。そのネットワークを構築して、アースシステム教育を展開する具体的なカリキュラムを作成・実施することは、「生きる力」を育てる教育の具体例を示すことになる。

この研究の目的は、①社会の施設・人材を利用したアースシステム教育のカリキュラムを開発し実践を通じてその教育効果について研究する、②生徒の学習の成果（作品・レポートなど）を、地域の学校や公民館などで発表・展示して地域に公開することで地域との交流を計り、その教育的効果について研究することである。

本報告書は、主として①に関するもので、一部②の内容を含んでいる。この報告書の中に含まれるアースシステム教育カリキュラムは、計画段階のものからすでに実施されたものまで含まれている。今後、これで提案されたカリキュラムが、総合的な理科を実施するカリキュラムの開発や、学校外の社会施設・人材を有効に利用するシステムの開発に際して少しでもお役に立つことを願うとともに、本報告書に対する各方面の識者からのご指導やご意見を頂ければ幸いである。

最後に、報告書を作成するために、研究分担者・協力者、研究協力校の先生方をはじめ多くの方々にご協力いただいたことに厚く感謝申し上げる次第である。

平成 16 年 3 月

研究代表者 五島 政一

## 研究組織

- 研究代表者 五島 政一 (国立教育政策研究所 教育課程研究センター 総括研究官)
- 研究分担者 小出 良幸 (前神奈川県立生命の星・地球博物館 主任研究員) (平成 13 年度)
- 研究分担者 下野 洋 (星槎国際大学 設立準備室長) (平成 15 年度)  
(前国立教育政策研究所 次長) (平成 13・14 年度)
- 研究分担者 鳩貝 太郎 (国立教育政策研究所 教育課程研究センター 総括研究官)
- 研究分担者 平田 大二 (神奈川県立生命の星・地球博物館 企画普及課長)
- 研究協力者 五十嵐 徹 (神奈川県教育庁三浦湘南教育事務所 指導主事)
- 研究協力者 栗木 雄剛 (神奈川県教育庁中教育事務所 指導主事)
- 研究協力者 川地 啓文 (神奈川県藤沢市立教育文化センター 指導主事)
- 研究協力者 加瀬 良一 (横浜国立大学附属鎌倉中学校 教諭)
- 研究協力者 関谷 育雄 (横浜国立大学附属鎌倉中学校 教諭)
- 研究協力者 渡邊 進武 (岐阜大学附属中学校 教諭)
- 研究協力者 谷 圭司 (神奈川県小田原市立橘中学校 教諭)
- 研究協力者 長山 高子 (前神奈川県小田原市立白山中学校 教諭)
- 研究協力者 服部 純子 (神奈川県逗子市立逗子中学校 教諭)
- 研究協力者 斉藤 篤 (神奈川県平塚市立春日野中学校 教諭)
- 研究協力者 神崎 洋一 (神奈川県藤沢市立藤が岡中学校 教諭)
- 研究協力者 野村 道佳 (神奈川県藤沢市立湘洋中学校 教諭)
- 研究協力者 益田 孝彦 (神奈川県三浦市立三崎中学校 教諭)
- 研究協力者 渡邊 雅人 (関東学院中高等学校 教諭)
- 研究協力者 後藤 史朗 (横浜高等学校 教諭)
- 研究協力者 大場 敏裕 (横浜中学校 教諭)
- 研究協力者 葛 蔵造 (横浜中学校 教諭)
- 研究協力者 田崎 清文 (横浜中学校 教諭)
- 研究協力者 辻井 典子 (横浜中学校 教諭)
- 研究協力者 羽野友紀子 (横浜中学校 教諭) (平成 13 年度)
- 研究協力者 吉田 英夫 (横浜中学校 教諭)
- 研究協力者 吉野 昌彦 (横浜中学校 教諭)
- 研究協力者 高地 國盛 (横浜女学院 教諭)
- 研究協力者 青木理恵子・赤木 恭子

### 研究組織 (アースシステム教育)

- 研究分担者 市川 智史 (滋賀大学 教育学部 助教授)
- 研究分担者 熊野 善介 (静岡大学 教育学部 助教授)
- 研究分担者 田代 直幸 (国立教育政策研究所 教育課程研究センター 教育課程調査官)  
(平成 15 年度)
- 研究協力者 小玉 秀史 (国立教育政策研究所 教育課程研究センター 教育課程調査官)  
(前千葉県総合教育センター 指導主事) (平成 14 年度)
- 研究協力者 品川 明 (学習院女子大学 教授) (平成 14・15 年度)
- 研究協力者 堀 義行 (神奈川県総合教育センター 指導主事) (平成 14・15 年度)

## 研究協力校

神奈川県三浦市立三崎中学校

横浜中学校

## 研究経費

平成13年度 1,500 (千円)

平成14年度 800 (千円)

平成15年度 1,000 (千円)

## 研究発表

- (1) アースシステム教育とグローバルサイエンスリテラシーと拡張的有機的学習 (21世紀の地学教育) 『全国理科教育センター研究協議会並びに研究発表会・地学部会 (第39回) 実施要項』 pp1-6, 全国理科教育センター研究協議会、五島政一、2001年11月、岐阜県総合教育センター
- (2) Implementing Earth Systems Education Curricula: An International Perspective, 『2002 NARST International Conference』 Final Program and Abstracts, p39, Victor Mayor, Sylke Hlawatsch, Masakazu Goto, Hyongyong Lee, Chun-Yen Chang, Chris King, National Association for Research in Science Teaching、2002.4
- (3) アースシステム教育とグローバル・サイエンス・リテラシー育成のための教材教具の開発 『日本理科教育学会、第52回全国大会』 p326, 日本理科教育学会、五島政一、下野 洋、熊野善介、市川智史、平田大二、2002年8月
- (4) 野外学習を中心とした探究的な学習 (アースシステム教育) の評価方法 (評価基準) の開発、 『日本理科教育学会、第52回全国大会』 p244, 日本理科教育学会、益田孝彦、五島政一、2002年8月
- (5) 科学的探究心を育成する理科教育の実践とその成果 (内閣総理大臣賞受賞など) - 自然体験的学習を中心としたアースシステム教育の具体例 -, 『平成14年度全国地学教育学会研究大会、日本地学教育学会第56回全国大会、山口大会』, pp114-115、日本地学教育学会、益田孝彦・五島政一、2002年8月

## 研究著書

- (1) 生涯学習時代の理科教育と地学教育におけるコンピュータの役割、 『神奈川県博物館調査研究報告 (自然科学第11号)』, pp73-81、神奈川県立生命の星・地球博物館、五島政一、2002年9月
- (2) 地域資源を生かした学校づくり③-地域教材の活用-, 『学校を取り巻く環境の把握と地域協働』 教職研修総合特集チェックポイント学校評価 No.3、 pp49-52、教育開発研究所、五島政一、2003年8月
- (3) 地域教材の活用、 『学校を取り巻く環境の把握と地域協働』 教職研修総合特集チェックポイント学校評価 No.3、 pp198-201、教育開発研究所、五島政一、2003年8月
- (4) 直接体験を重視した中学校理科カリキュラム、 『中学校理科教育実践講座理論編1』 pp59-64、ニチブン、五島政一、2003年9月

## 研究の概要

### 研究目的

今の教育の問題の一つとして、生徒の学習が受け身で自分の能力を積極的に使おうとしない現状があります。教室中心の学習活動の中では、生徒は積極的に能力を活用して総合的な学習を行ったり、他とのコミュニケーションをとることもありません。そこで、生徒が意欲的に学習するシステムは、どのような教材・教具、教師の姿勢、ネットワークが必要なのか具体的に研究する必要があります。

私はこのような問題を解決するために、今まで10年間、生徒が生活している地域の自然を利用して、野外学習を中心にすえたカリキュラムの開発と、生徒が意欲的に学習するための指導法について研究をかさねてまいりました。その中で、野外で生徒が発見したことを探究的に学習させることや、博物館などを利用させることで、生徒が意欲的に学習するようになることがわかりました。また、野外学習を、グループで行うことで、生徒が仲間作りをしたり、協力しあったりすることもわかりました。身近な自然と社会施設を利用して、野外学習を中心にすえたカリキュラムを通じて、教室中心の学習にはない意欲的な学習態度を育成することができる可能性を見出しました。しかし、生徒が意欲的に学習するシステムやネットワークを確立して、組織的な指導を行うまでには至っていませんでした。

生徒が発見した課題を探究的・拡張的に学習できるための施設や人材のネットワークを確立し、それを学校教育に導入することで、生徒は自然にコミュニケーションの輪を広げ、自分の持てる能力を十分に発揮し、意欲的に学習を展開するはずなのです。

この研究の特徴は、学校が中心になって、博物館など地域の施設や人材のネットワークをつくり、そのネットワークを学校教育の中に位置付けて教育実践を行うところ、また、生徒の作品などの学習成果を積極的に地域に公開したり、Web ページを作成し交流を広げて行くところです。その中で、教師の役割は、知識を教え込む事だけではなく、生徒の探究的な学習を支援したり、社会施設や人材とのコーディネーターとしての役割を演じることが必要となるはずです。このような学習ネットワークのシステムを作って、組織的に理科教育の実践や研究をした例は今まで国内にはほとんどありません。

具体的には、次の2つの研究を行いたいと思います。

- (1) 社会の施設・人材を利用したアースシステム教育のカリキュラムを開発・実践しその教育効果について研究する。
- (2) 生徒の学習の成果（作品・レポートなど）を、地域の学校や公民館などで発表・展示して地域に公開することで地域との交流を計り、その教育的効果について研究する。

これらの研究を通して生徒が意欲的に学ぶための場となる学校中心の学習ネットワークの構築による教育的効果、又ネットワークを利用した科学教育システムの問題点や必要な条件が明らかにされる。また、アースシステム教育は学校外の施設や人材などを積極的に利用することを奨励する理科教育であるので、この研究をアースシステム教育のカリキュラム開発やその実践の研究とタイアップして行なうことで、生涯学習・国際化時代に向けた学校の従来の枠組みを越えた新しい中学校理科教育の在り方も具体的に提案することができる。

## 研究経過

### 【平成 13 年度】

- (1) 研究代表者、分担者、協力者で会議を行い、研究の方針を確認した。その後、学習のネットワークの構築について 3 回の研究会を行った。
- (2) 横浜中学校で 4 回の研究会、三浦市立三崎中学校で 5 回の研究会を開催した。
- (3) 北コロラド大学から招聘した William Hoyt 教授が三崎中学校で講演を行い、外部専門家による授業の教育的効果について研究した。
- (4) 4 回の学習のネットワーク構築とアースシステム教育関連の学会発表を日本とアメリカで行った。
- (5) 研究代表者が研究協力者の学校を訪問し、カリキュラム開発や指導方法について助言を行なった。

### 【平成 14 年度】

- (1) 研究代表者と分担者と研究協力者で学習のネットワーク構築のためのアースシステム教育の会議を行った。
- (2) キール大学から招聘した Chris King 教官が三崎中学校で講演を行い、外部専門家による授業の教育的効果について研究した。
- (3) 研究協力者会議を開催し、学習のネットワーク構築のためのアースシステム教育のカリキュラム開発に関する会議を行った。
- (4) 横浜中学校で 5 回の研究会、三浦市立三崎中学校で 5 回の研究会を開催した。
- (5) 6 回のアースシステム教育関連の学会発表を行った。
- (6) イギリスの博物館のアースシステム教育や博物館と学校との連携について調査を行った。
- (7) 研究代表者が研究協力者の学校を訪問し、カリキュラム開発、指導方法、評価方法、学習のネットワーク構築について助言を行なった。

### 【平成 15 年度】

- (1) 研究代表者と研究協力者で学習のネットワーク構築のためのアースシステム教育の会議を行った。
- (2) オハイオ州立大学から招聘した Victor J. Mayer 名誉教授が三崎中学校で講演を行い、外部専門家による授業の教育的効果について研究した。
- (3) 研究協力者会議を 2 回開催し、学習のネットワーク構築のためのアースシステム教育のカリキュラム開発に関する会議を行った。
- (4) 研究代表者が研究協力者の学校を訪問し、カリキュラム開発、指導方法、評価方法、学習のネットワーク構築について助言を行なった。

## 今まで開発された教材教具（総合的な理科教育・総合的な学習を展開する教材教具）

- (1) 「三浦の地層」（中 3 用）：野外地層観察用ガイドブック
- (2) 「三浦の自然」（中 1 用）：野外観察用ガイドブック
- (3) 「三浦半島植物ガイド」（中 1～中 3 用）：三浦半島の植物観察に適したフィールドと季節の植物の紹介
- (4) 「Plants Encyclopedia on The Miura Peninsula」（中 1～中 3 用）：三浦半島の春の植物を中学生にわかる英語で解説した本

- (5) 「Our Native Place Miura」(中3用)：地域の自然や地理・歴史・社会について説明した英語の副読本
- (6) 「生成文法理解への道」「新しい文法理論による英語教育」(英語指導者用指導書)：科学的な文法理論による中学校英語教育の指導
- (7) 「日本の河川の実物岩石標本」(中3用)「学校植物実物図鑑」(中1用)など
- (8) 「The Adventure in the mixed forest」：自然観察をテーマにした英語副読本

## ESE 教育の成果

アースシステム教育研究協力校の三崎中学校(益田孝彦教諭)で理科のカリキュラム開発と生徒の探究的な活動について以下の教育成果がみられた。

- (1) 三崎中学校の理科の授業実践が「特色ある授業実践校事例」として神奈川県教育委員会から推薦され、国立教育政策研究所のデータベースに紹介された。
- (2) 生徒の探究的な活動の成果
  - 2001年度「城ヶ島の地層に迫る」日本学生科学賞内閣総理大臣賞受賞  
(平成13年度)「オゾンの研究」日本学生科学賞神奈川大会科学教育振興委員会賞受賞  
「地球の水」神奈川県科学作文コンクールTVKテレビ賞受賞  
サイエンスグランプリ2001佳作1点入賞
  - 2002年度「植物の乳液に迫る」「カイワレの研究2」「蒸散について」「ウツボカズラは食虫  
(平成14年度)植物!？」以上4点日本学生科学賞神奈川大会科学教育振興委員会賞受賞  
「アリの研究2」木原記念こども科学賞最優秀賞受賞  
「音の研究」旺文社全国学芸科学コンクール自然科学部門金賞受賞
  - 2003年度「ありの研究3」旺文社学芸科学コンクール銀賞  
(平成14年度)「コイルの研究」神奈川県科学作文コンクール東京電力賞  
「塩害について」木原子ども科学賞奨励賞

## 研究報告書の概要

本研究報告書は、次の10章で構成されている。

### 第1章「新しい理科教育の創造—アースシステム教育—」

アースシステム教育は、物理・化学・生物・地学の学習内容を地球のシステムの中で総合的に学習していく総合的な科学教育である。アースシステム教育の目標、指導方法、評価方法、そして地球的な規模の視野をもった国民を育てるために必要とされているグローバルサイエンスリテラシーなどについて説明する。その指導方法では積極的に学校外の施設や人材を利用することや学びのネットワークを構築することを奨励している。そして、日本でアースシステム教育の具体的実践方法やその意義などについても解説する。

### 第2章「地域資源を生かした学校づくり」

学校を中心とした学習のネットワークの構築において、地域の教材化が重要なカギとなる。教師が児童・生徒に学ぶ意義を実際の学習で示すためには、地域の教材化はかかせない。教師が地域の教材化を行うには、まず学校周辺の地域環境を理解することが不可欠である。地域の環境を教材化する段

階で、地域の人々との交流も生まれ、地域とどのように協働するかも具体的にわかってくる。一人の教師が地域の資源を利用するだけでなく、すべての教師(教科)が利用することで、その地域を利用した総合的な学習を展開するための資源の発掘に繋がり、教師間(教科間)のネットワーク(クロスカリキュラム)や学校と地域のネットワークが自然に構築されてくる。そして地域の教材化によって、その地域の特色を生かした創造的な学校づくりが行われる。そのネットワーク構築の理念作りにアースシステム教育は利用できる。

### 第3章「博物館における「知」と「学び」のネットワークづくり」

知識社会の生涯学習システムの中で、神奈川県立生命の星・地球博物館における教育普及活動(展示、講演会・シンポジウム・講座・観察会等、学校連携、ライブラリー、博物館ボランティア、博物館友の会、博物館情報システム、出版物)を例にして、博物館をとりまく「人と学びのネットワーク」構築の必要性について述べた。

### 第4章「中学校1年アースシステム教育カリキュラム」

#### (1)「物理・化学分野の融合カリキュラム案」(70時間扱い)

中学校1・2年の物理と化学の内容「身のまわりの現象、物質のすがた、電流とそのはたらき、運動とエネルギー、化学変化」を融合した独自のオリジナルカリキュラム案である。目標は、おもに人間の生活と活動をテーマとして、グローバルな環境、地域的な環境および人間の営みと密着したシステム科学の教育をおこない、生徒の主体的、創造的な学習態度を育てる。調べ学習、実験実習とレポート、研究発表、知識の補填とまとめ、および評価(筆記試験を含む)より構成する。教師が学習指導要領に縛られずに、日常生活と関連したアースシステム教育を行う場合の具体例の提案である。

#### (2)「光」(7時間扱い)

日常の自然現象をなるべく見せ、教科書の内容と自然現象(地球のシステム)を関連付けた「光」の実践例である。アースシステム教育と学習指導要領の評価軸(光・音の単元)の開発を行い、評価するためのテストを作成をする視点も示した。参考に生徒のノートも貼付した。

#### (3)「力と圧力」(9時間扱い)

力および圧力の規則性について理解させるとともに、日常生活と関連付けて科学的に考える態度を養う。地球には重力や大気圧があり、日常生活のいろいろな場面で、力や圧力が利用されていることに気づかせる。写真や絵を使って力を見つけさせたり、バネの実験でグラフソフトを利用したり、アルミ缶つぶしやマグテンブルグ半球の実験を行い、大気圧を実感させる。「力と圧力」のバランスシートを利用して指導を俯瞰的に眺め、Hyongyong Lee 評価表を利用して実践の分析・評価を行った。

#### (4)「身のまわりの現象」と「物質のすがた」の融合カリキュラム

身のまわりの事物・現象について観察、実験を通して、光、音、熱、および力の法則性について理解させるとともに、科学的な見方や考え方を養う。できる限り日常生活に密着した題材(簡易カメラ製作、糸電話、チューブ電話など)と関連付け、実験実習を数多く取り入れ、さらにレポートや発表などの表現能力を高める訓練を行い、生徒の主体的、創造的な学習態度を育てることに努める。新しい評価として ESE の Hyongyong Lee の評価表を利用し分析・評価を行った。

#### (5)「植物の生活と種類」

学校研究のテーマ「21世紀を切り拓く学力」がアースシステム教育の理念と近いと考えて、学校の理科の構想と ESE の関連を示した事例である。アースシステム教育の理念は、多くの理科の教師



が本来持っている理念や考え方と近いので、多くの教師がその理念や哲学に共鳴する点が多いことを示す例でもある。学習指導要領の4観点と ESE の7つの理解目標をクロスさせて生物の単元で具体的な評価規準を示した。普通の授業を ESE を参考にして見ることで、実践者は自分の実践を俯瞰的に見ることができる。新しい視点に気づいたり、ESE が実践を支える理念として参考にできることを理解できる。

#### (6) 「わくわくする理科授業・植物」

生徒が「わくわくする授業」を一貫して展開していくカリキュラムを構築するためにアースシステム教育の理念をどのように利用できるか示した実践例である。ESE を利用することで、整理された形で授業展開できるようになった。「自由研究部」という部活動を指導の経験を生かし、教科内容を「教え込まれてしまう授業」より、生徒が自らが調べたり判断できたりする「推論・調査ができる授業」を工夫した。E S E理解目標バランスシート (ESE 学習活動アイディア表) を利用してどのようにカリキュラムを構築するか具体的に解説している。宇宙開発事業団の職員が「宇宙教室」を開催したり、実物植物標本を作製させる。評価規準や観点別評価の具体例も示している。わくわくする授業として、探究的な学習「鑑識学 (証明方法)」を指導し、その評価を分析した。また、その指導方法を教師教育にも利用し、参加教師の評価も分析した。最後に、生徒の自主的な自由研究を指導し、生徒が学校外部の評価を受けた例もあげている。

#### (7) 「大地とその変化」(19時間扱い)

火成岩や堆積岩の成り立ちの違いを理解するだけでなく、地元の火山灰や海岸の砂からの鉱物の採集や、化石や地層の学習を通して、鉱物・岩石の美しさに気づかせ、地域の自然の成り立ちを理解させる。また、地震に関する学習を通し、地震のメカニズムを理解するとともに、地域で起こりうる地震に対する防災意識を高めることを目標とするカリキュラムである。指導上の工夫として、ITコンテンツ・副読本の活用、実物・実体験の重視、地域の教材化、外部講師を活用、現地城ヶ島巡検を実施などがある。事前・事後アンケートなどを利用してカリキュラムの教育効果についても説明している。

#### (8) 「大地の変化」(13時間扱い)

アースシステム教育を意識して、生徒が意欲的に学ぶ理科教育をめざした。具体的には地域の教材を生かすことと、「県立生命の星・地球博物館」などの社会施設と関連させて学習のネットワークを広げ教師だけでなくみんなで生徒を育てる科学教育システムを考えたカリキュラムである。火山や地震と地域の防災を関連付けた。博物館の学芸員や教材の利用、インターネットで博物館サイトの利用など、授業の中で積極的・有機的に博物館を利用している。利用するだけでなく博物館の恐竜展に展示物を出したり、子どもエコクラブに参加して、学習成果の発信も行なった。

### 第5章「中学校2年アースシステム教育カリキュラム」

#### (1) 「電流とのはたらき」(32時間扱い)

実験や観察を通して電流のはたらき、オームの法則、電流と磁界についての基本的な法則を理解させる。電磁気と人間文明や自然現象との深いかかわりに気づかせる。モーター、発電機、電球などのしくみを理解させ、どの法則がいかに活用されているのか考えさせる。発電所や家庭の電気利用について調べさせ、エネルギー問題に関心を持たせる。グラフソフトで測定結果をまとめたり、放電・静電気・簡易モーター作りの実体験学習、発展的な学習として電子工作が含まれる。Hyongyong Lee の評価表の利用、カリキュラムや指導方法をバランスシートで自己分析を行なった。その他に、学校全

体の取り組みとして、夏休みに、科学新聞作り（調査・研究テーマはESE理解目標を利用する）、博物館ツアー、科学の本の感想文など科学リテラシー育成を意識した課題を出し、多数の教師で公平に評価する工夫が見られる。

#### (2) 「火起こし実習」(理科と美術のクロスカリキュラムの例)

他教科とのクロス・カリキュラムの実践として、化学変化の自由研究として『火起こし実習』をテーマとして取り上げ、美術科に協力を依頼した。美術科では火起こし器の製作、理科では実習を行なった。このような教科間のクロス・カリキュラムは、アースシステム教育の理解目標である”人間の活動”や”科学技術の発達”に関連付けられる教材として、また総合学習の教材としても利用できるものである。

#### (3) 「化学変化と原子分子」(20時間扱い)

化学変化について観察、実験を通して、化合、分解などにおける物質の変化やその量的な関係について理解するとともに、これらの事象を原子、分子のモデルと関連づけてみる見方や考え方を養う。アースシステム教育の総合的な7つの視点から原子・分子や化学変化に関連する授業内容を学び、日常生活や身近な自然と原子・分子や化学変化との関連を理解し、理科に対して興味関心を深める。生徒は飛び出す絵本を利用した授業を受けることで、実験をイメージする(思い出す)とはどのような事か具体的に理解し、実験を細かく観察できるようにする。この事例では、ESE学習指導題材アイデア表を個人で利用して、授業内容をどのように構成するか示した。また、ESEの生徒のノートの実例も示してある。

#### (4) 「動物たちの世界」(24時間扱い)

身近な動物について観察、実験を通して、動物の体のつくりと働きを理解させるとともに、動物の種類やその生活についての認識を深める授業内容である。動物に関する総合的・多面的な理解ができるよう、ESEの7つの理解目標の視点からアイデア表のまとめ(第9章)を参考にして発展的・拡張的な授業内容を加え、発展的な学習を行い生徒の動物に対する興味・関心を高めた。また、生徒にとって授業を面白いものにするために、教師がシュバイツァーやメンデルに変装して授業を行なう工夫をしている。

#### (5) 「天気の変化」(20時間扱い)

大気中で起きている現象や天気の変化について考えながら、地球上の全ての生物は大気と密接に関係していることに気づかせる。また、大気や天気、作成した天気図などをより身近な情報源として捉え、これらが単に知識としてではなく日常生活に応用できる知恵となることを目標とする。これは、普段の授業に少しESEの視点を導入した事例であり、初めてESEを実践する人にとっての参考となる。乾湿球湿度計の製作、露点の測定、空き缶つぶしなど実体験や、いろいろなWebsiteを利用した授業でITの利用したESEの事例である。

#### (6) 「気象」(22時間扱い)

授業を構成する羅針盤としてアースシステム教育をどのように利用できるか具体的に示した事例である。大きな地球のエネルギーの流れや、その中で自然の一部としての生命体として生きている人間というイメージを喚起する大きなインパクトがあり、学びが単なる個々の現象の理解にとどまるのではなく、子供たち一人ひとりそれぞれの自然観を形作っていくためのもととなるような理科を展開したいと思う教師にとっては、参考になる事例である。地域の自然「海と気象」をテーマにして、野外学習とコンピュータやインターネットを上手に利用し(ICTの利用)、生徒が自主テーマを持って課題を解決し、最後に美しい気象の写真コンテストを行なった。また、実践に対する評価も行なっている。

## 第6章「中学校3年アースシステム教育カリキュラム」

### (1)「ESE を視野に入れた化学分野の単元融合カリキュラム」(15 時間扱い)

物質と化学反応に関する事象の観察、実験を通して、物質と化学反応の利用について原子の考えで理解させるとともに、これらの事象を日常生活と関連づけて科学的な見方や考え方を養う。エネルギー資源の利用と環境保全との関連や科学技術の利用と人間生活とのかかわりについて認識を深めるとともに、日常生活と関連づけて科学的に考える態度を養う。空き缶で炭作り、もののけ姫と多々良製鉄、人間電池・化学電池、ペットボトルの酸性雨実験、ペットボトルから繊維取り出し実験、インターネットで京都市環境家計簿やゴミ情報を利用など生徒の興味を深める工夫を行なった実践である。ワークシートやテストそして授業実践者自身のホームページも紹介している。

### (2)「科学技術と人間」(15 時間扱い)

エネルギー資源の利用と環境保全との関連や科学技術の利用と人間の生活との関わりについて認識を深めるとともに、日常生活と関連付けて科学的に考える態度を養う。石油や石炭などの化石燃料の実物資料を使ったり、β線計測器「はかるくん」を放射線計測協会より借用し校舎の内外や博物館から借用した鉱物標本などの放射線量を測定した。原爆・原子炉のしくみ、被爆による人体への影響、レントゲンや CT スキャンでの放射線の利用、がんの放射線治療や植物の品種改良への利用など、放射線の正負の両面を扱った。環境省の啓発推進事業によって燃料電池車の貸出を受け、実車を学校に持ち込んで授業を行った。

### (3)「地球と宇宙」(15 時間扱い)

天体の日周運動と自転の関連を知り、星座・四季・南中高度・昼夜の長さなどから、公転や地軸の傾きを学習する。さらに太陽系の星の学習を通し、惑星や恒星の特徴を学習する。尚、天体領域は正確なシミュレーションができるほど正しい理解が得られるので、領域全般を通して科学技術振興事業団が監修したデジタルコンテンツソフト「天体シミュレーター」(LOD)を授業で活用していく。生徒のアンケート調査から、このカリキュラムの評価を行なった。

### (4)「地球と宇宙」(18 時間扱い)

身近な天体の観察を通して、地球の運動について考察させるとともに、太陽の特徴及び太陽系についての認識を深める。レーザーディスク『映像の先駆者/チャールズ&レイ・イームズの世界~Powers of Ten』や『Powers of Ten』(日経サイエンス社)で宇宙の中での地球を意識付ける。本単元への興味を喚起したり、授業を魅力あるものとするために、直径130cmにふくらませたゴム風船、月の石と同じ成分の斜長岩と玄武岩の標本、隕石の標本(博物館所蔵)、皆既日食のスライド、オーロラのスライド、NHK CD-ROM『宇宙デジタル図鑑~太陽系編』、CD ホルスト作曲組曲『惑星』、アストロアーツ『ステラナビゲータ Ver.6』などを利用してカリキュラムを構成した。

### (5)「金星」(1~2 時間扱い)

惑星の一つである「金星」をテーマにアースシステム教育(ESE)7つの理解目標に基づいた授業を構成する。アースシステム教育学習題材アイディア表を利用して、ESEを1時間だけ行なってみる例として参考にてできる。ESE理解目標シールの利用の仕方や生徒のノートの場合も示した。

### (6)「火星」(1~2 時間扱い)

惑星の一つである「火星」をテーマにアースシステム教育(ESE)7つの理解目標に基づいた授業を構成する。読売新聞の朝刊(2004年1月26日)を参考資料として授業の教材を考え出した例である。生徒のノートの例も示した。

#### (7) 「大地とその変化」(19時間扱い)

火成岩や堆積岩の成り立ちの違いを理解するだけでなく、地元の火山灰や海岸の砂からの鉱物の採集や、化石や地層の学習を通して、鉱物・岩石の美しさに気づかせ、地域の自然の成り立ちを理解させる。また、地震に関する学習を通し、地震のメカニズムを理解するとともに、地域で起こりうる地震に対する防災意識を高めることを目標とする。副読本「三浦の自然」、科学博物館貸しだし標本、地震波演示実験器、レーザーディスク教材とコロラドの地層スライドなど教材教具を利用したり、外国人専門家(海洋学者)の特別授業の実施など興味深い授業を構成している。生徒の野外学習のレポートの観点別評価を行ない客観的に評価できるよう工夫した。テストの実例、実物鉱物標本、鉱物標本評価表、生徒のレポートやノートの実例を示した。

#### (8) 「地球と人間」(6時間扱い)

人類をはじめとする多くの生物が生活する地球の環境が、かけがえのないものであることを気づかせ、その中で人間の便利な生活が地球環境にさまざまな影響を及ぼしていることを認識させる。また、科学技術のあり方や自然とのかかわり方について地球に生活する一人としての責任を自覚させる。バイルシュタインテスト、酸性雨の調査キット、レッドデータブックなどを活用したり、コンピュータ(IT)を利用して世界の国立公園について検索した。アースシステム教育バランスシートを利用して授業指導の方法を俯瞰的に示した。

### 第7章「中学校1・2・3年共通アースシステム教育カリキュラム」

#### (1) 選択理科「自由研究理科」

アースシステム教育では指導方法に学校外の施設・人材を利用して理科教育を展開することや理解目標7では専門家との出会いを奨励している。アースシステム教育研究協力校として、理科授業の組み立ての大きな柱の一つに、学校外の教育力を積極的に取り入れてカリキュラムを構成した。その実際の展開の対象として、通常の理科授業及び選択教科「自由研究理科」の中で、各メディアを上手に組み合わせながら、幅広い理科授業を展開した。「自由研究部」という部活動を通して、研究活動を十分にサポートし、「外部の教育力」を生徒に提供し、生徒の理科に対する興味関心や、探求心を育ててきたか、その実際の様子と教育成果(内閣総理大臣賞受賞など)を紹介した事例である。

#### (2) 選択理科「大地とその生い立ち」(35時間扱い)

地球とはどのような形、どのくらいの大きさをしているのかを予想しながら、広い視野を持って地球について考えさせる。その後、生徒の興味関心の高めるために、手で触れることのできる岩石や鉱物、化石を足がかりに、その美しさに気づかせ、世界、日本、神奈川、自分たちの住む藤沢の大地へ目を向け、郷土の成り立ちを理解することを目標とする。そして、博物館や教育センターの標本を利用したり、インターネットで情報を集めたりする授業を展開するカリキュラムである。Hyongyong Leeの評価表を利用して授業評価分析を行なった。

#### (3) 総合的な学習・特別活動・道徳・理科の融合「学年行事：キャンプ」(9時間+2泊3日)

逗子中学校は、キャンプのプログラムに理科学習(野外観察)を位置づけることで、単発の行事としてのキャンプでなく、普段の授業や学習の延長上のキャンプにすることを模索していた。理科教師がアースシステム教育と出会い、その理科教育理念がまさに現在の自然体験が少ない子供に必要なものであると考え、ESEの理念で総合的な学習を構築した事例である。この自然体験学習プログラムは、事前指導(約2時間)、外部専門家によるアースシステム教育に即した自然観察の方法の講演(1時間)、事前学習テーマ調べ(1時間：最初の2時間の続き)、西湖自然観察道での自然観察学習(4時間)、

自然観察のまとめ（2 時間）と発表会（1 時間）で構成され、延べ時間は9時間である。その後、道徳教育と連携させて、自然を愛護し美しいものに感動する豊かな心を持つという主題で、研究授業「自然を大切にすることとは…」を行い、理科学習・総合的な学習を全人教育として位置づけた事例である。

#### （4） 選択理科「自然と人間」（18 時間扱い）

自然環境の中で人間が調和のとれた生活をおくるために、生徒に実物を通して感動体験をして、自然に親しむ態度や、自然にふれ自然を感じる感性や、自然を科学的に探究する技能と態度を身につけることを目標とする。また、世界的な規模で環境問題を考えるために、それを地球環境のサブシステムの循環の1つとしてとらえ、現在の自分たちの生活や学校での教科や総合的な学習などでの学んだこととのつなげるなど、関係性や発展性などを主体的に考えていけるような基礎作りをするカリキュラムである。この実践では、選択理科（深化発展）での活動をアースシステム教育（ESE）理解目標を関連づけ、中核に、フルブライトメモリアル基金マスターティーチャープログラムによるニューヨークとの交流学習を位置づける。国際交流の中で、バグズプロジェクト及びソイルプロジェクト、さらにデイリーコミュニケーションによる気温・天候等の情報交換を行ったり、国際教育週間における「鳥のくちばしの共同学習」によって、ESE の理解目標につなげた内容で構成されている。

#### （5） 総合的な学習「アースシステム教育と総合学習」（2 単位：50～60 時間扱い）

総合学習の中学1・2年次の「国際理解」「福祉」に続いて中学3年次に行ったアースシステム教育に基づく「地球環境」の実践記録である。地球環境問題は、科学、文化、政治、経済などが複雑に関係し合っているため、複数教科の合科による指導が必要であり、その指導にあたって、どの教科がその中核を担うかが大きな問題である。実験・観察などの実体験学習が容易な理科を中心に、（特に地学）教員2名が担当し、アースシステム教育の理解目標や指導目標に基づいて総合的な学習を構成したカリキュラムである。博物館の標本を利用、フィールドワーク、テーマに基づいた探究的な調べ学習、成果発表会で構成され、評価はアンケート分析で行なった。

#### （6） 発展コース「藤沢の自然の教材化と ESE」（30 時間扱い）

15年度の1年間、隣接する大清水中学校3年生の選択履修「理科発展コース」を外部講師（藤沢教育文化センター指導主事）が1年間担当した事例である。大清水中は学級数13、生徒数400人弱の小規模校であるが、職員も生徒も生き生きと活動しており、3年生は3クラスに選択履修9コース用意された。9名の生徒が外部講師が授業を行う理科発展コースを希望し、授業は毎週水曜日の3校時にセンター理科室で行われた。教育研究所として機能している教育文化センターが、この取り組みを試行した目的は①センター理科室で開発した理科教材についての実践的検証、②大清水中の地の利（同じ敷地内）を活かしたカリキュラム研究（ESE 研究）、③開かれた学校のための地域連携等であり、学習ネットワークの構築のユニークな事例である。

#### （7） 総合的な理科「神奈川の岩石・三浦の地層と地震」（23 時間＋半日・1 日扱い）

地域の教材化（三浦の地層や神奈川県内の岩石を利用・副読本「三浦の地層」の利用）して、岩石・地層・地震の科学的理解だけでなく、郷土愛も育てる。地域の火山灰層や海岸の砂からの鉱物の採集や、地域の化石や地層の学習を通して、鉱物美しさに気づかせ、岩石・地層のできる悠久の時間を感じさせ、地域の自然の成り立ちをイメージを持って理解させるために特殊相対性理論を教えた。目的の異なる5回の野外学習を通して、実物実体験で科学的な探究する方法を学ばせる。地震の指導では、自作教材を使ったり、地域の災害にも触れ防災意識を高め、地震発生時に命を守るための地学的な知識を身につけることを目標とする。また、造岩鉱物の採取と標本作りの授業を英語で行なってクロスカ

リキュラムを編成したり、生徒の作品を公民館に展示したり、地学への興味関心が高い生徒には特別に指導して地域の地層についての研究を行なわせ学生科学賞（学生科学賞神奈川県知事賞、青少年センター長賞など受賞）などに応募させる。生徒と教師で研究した成果（作品や標本など）を理科室に展示して学校博物館を造った。IT の利用としては、コンピュータを使って、世界の火山や国立公園などの美しい地学的な自然を見つけさせたり、地震などについて災害の様子や証拠を調べたりさせる。

## 第8章「アースシステム教育の評価について」

### （1）「アースシステム教育を利用した学習指導要領の評価規準表の作成」

理科学習指導要領では評価の観点は4観点であるが、アースシステム教育では7つの理解目標やその指導方法の特徴により、評価の観点を従来の4観点から7観点まで多様に評価できるよう工夫してみた。また、評価の観点（4～7観点）と7つの理解目標の視点をクロスさせて、俯瞰的に評価を行える評価表を開発した。

### （2）「2年アースシステム教育7つの理解目標の4観点の評価「気象」

アースシステム教育の理念を活用し、4観点の中に7つの理解目標が振り分けられると、「自然観を豊かにする」項目がこれまでの4観点でみる評価よりバランスよく見取ることができる。試験的に、学習内容関連表を7つの理解目標に振り分けた結果、例に示すように項目が当てはまらない枠ができることが分かった。今後、この点を検討し問題点を改善していくことにより、豊かな自然観をバランスよく見取する方法が確立できると考える。

### （3）「アースシステム教育の多様な評価例」

平成14年度から実施されている学習指導要領下で必修となった野外学習の評価やコミュニケーション能力を測定する評価など多様な評価の具体例も幾つか示した。

### （4）「Dr. Hyongyong Lee のアースシステム教育評価表」

Hyongyong Lee 博士が、アースシステム教育のために開発した評価表の一部の例を示した。アースシステム教育研究協力者は、授業実践の評価を行なう時に、この評価表を参考にして評価表を作成し利用した。

## 第9章「アースシステム教育学習題材アイデア表の利用」

アースシステム教育学習題材アイデア表の利用して短時間で教師の潜在的な能力を引き出し、その成果を教師集団が共有できるような、教材のアイデア創出のための教師教育プログラム（ワークショップ）を開発した。そしてワークショップで得られた ESE カリキュラム開発のためのアイデアの具体例を單元ごとにまとめた。これを利用して、普段の理科授業から ESE の理科授業を展開したり、ESE のカリキュラムを開発することができる。

## 第10章「アースシステム教育実践校の感想」

アースシステム教育実践校の三浦市立三崎中学校の学校長による3年間のアースシステム教育実践の教育効果について感想、横浜中高等学校の教師による授業作りへの意識の変化と実践を振り返っての感想をまとめた。

### （1）アースシステム教育の学校作りへ

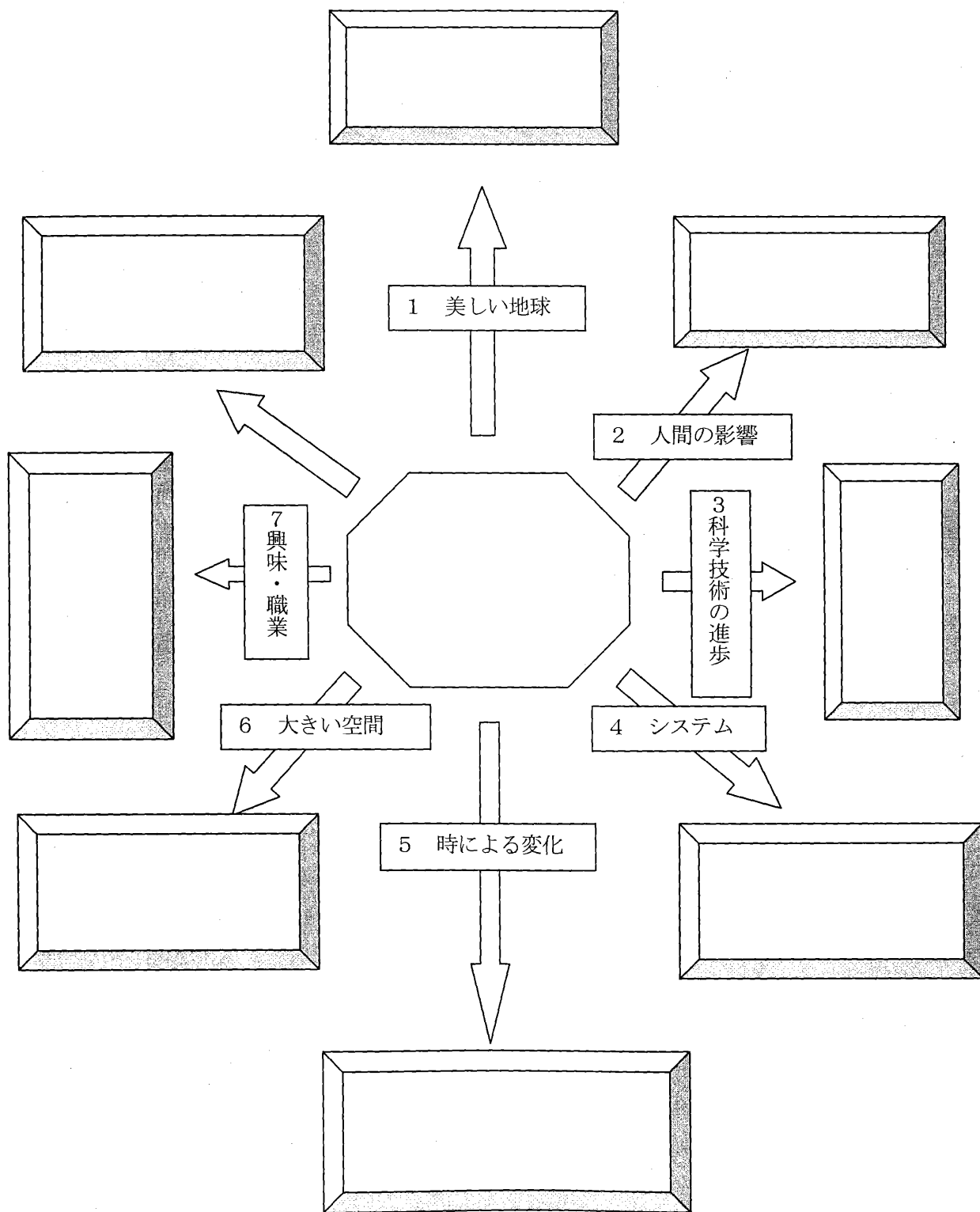
### （2）アースシステム教育実践教師の感想

資料

(1) アースシステム教育「学習指導題材アイデア表」(開発された教材)

教師は、指導する題材について、このアイデア表でアースシステム教育の7つの理解目標と関連した指導内容を考案する。

### アースシステム教育学習指導題材アイデア表



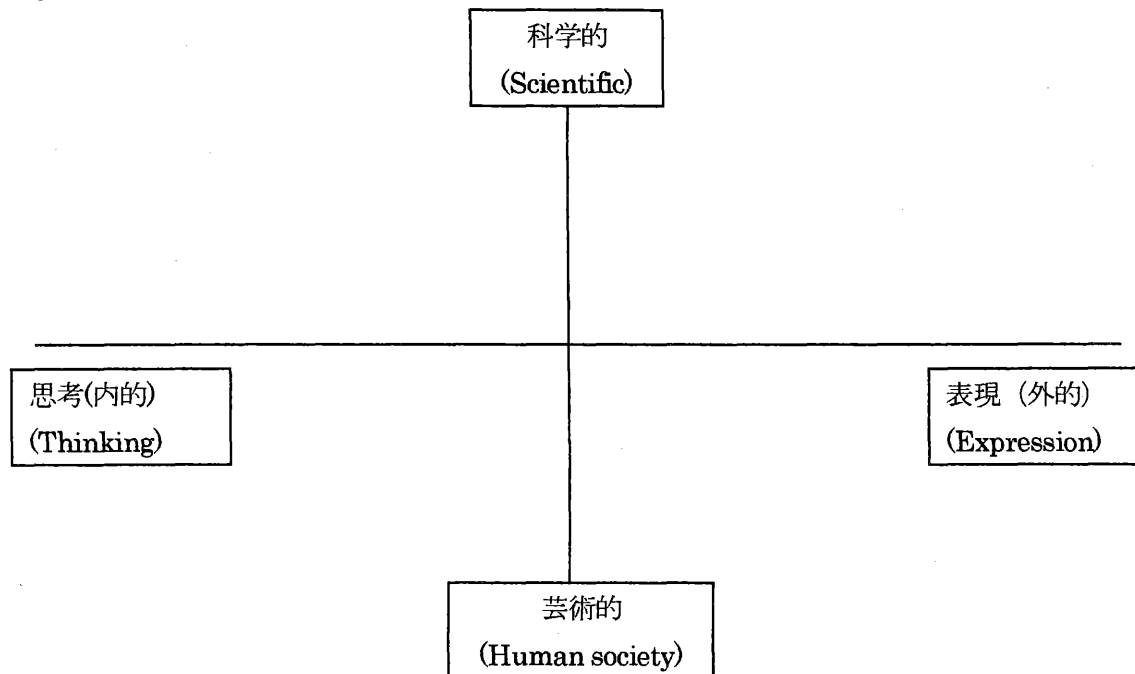
## 資料

(2) アースシステム教育基準軸「バランスシート」(開発された教材)(具体例 P54,P125,P246)

教師は、指導方法(X軸)や指導内容(Y軸)がどのようなバランスで行われているか自己評価でき、指導方法や指導内容の改善に生かすことができる。

X軸:科学的・芸術的のバランス(指導内容のバランス):生徒の思考や表現が科学的か情意的(芸術的)かなどのバランスを見る。

Y軸:思考・表現方法のバランス(指導方法のバランス):生徒の活動が思考中心か表現中心か配慮する。




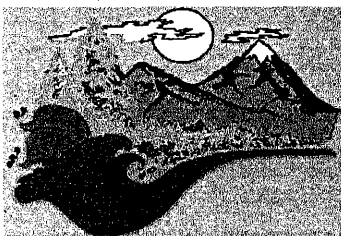
この他、基準軸として(学習内容のバランス)「地域レベルー地球レベル(X軸)、自然ー社会的な内容(Y軸)」、(学習方法のバランス)「教師中心ー生徒中心(X軸)、探究的ー理解中心(Y軸)」、(理科と他教科のバランス)「地域レベルー地球レベル(X軸)、理科ー他教科(Y軸)」、(学習施設のバランス)「地域(学校)レベルー地球レベル(X軸)、理科ー他教科(Y軸)」などが開発された。

(3) アースシステム教育学習シール(開発された教材)

教師は、生徒に学習後このシールをノートに貼らせ、学習内容がアースシステム教育の7つの理解目標とどのように関連しているか意識させ、思考させ、表現させることができる。(具体例 P139, P234)

アースシステム教育理解目標





1. 美しい星・地球
2. 人の影響
3. 科学と技術の発展
4. 自然界の関わり合い
5. 46億年の進化
6. 宇宙の小さな存在
7. 自然に関する興味・仕事

1. 美しい星・地球
2. 人の影響
3. 科学と技術の発展
4. 宇宙のシステム
5. 150億年の進化
6. 宇宙の小さな存在
7. 自然に関する興味・仕事



Dr. William Hoyt



講演後も生徒たちに囲まれるホイット教授  
|| 三浦市立三崎中学校

米国の北コロラド大の海洋学者が十日、三浦市立三崎中学校(同市城山町、橋本弘幸校長)を訪れ、「アメリカの地質」をテーマに講演した。同校の三年生約百人が参加、コロラド州・グランドキャニオンに代表される峡谷の地層など、大自然にはくまられた特徴的

# コロラドの地質学ぶ

## 三崎中で 3年生 米学者が魅力を講演

な地質の一端に触れた。講演したのは、ウイリアム・ホイット教授(左)。文部科学省・国立教育政策研究所の内閣総理大臣賞を

所の招きで来日し、日本の高校を視察しながら教壇にも立っている。三崎中学校は本年度、同研究所の進める「アースシステム教育」の実践研究協力校に指定されており、地元城ヶ島の地層研究を行うた生徒グループが日本学生とその魅力を紹介した。生徒たちは、美しい風景に魅せられながら「なぜ恐竜は絶滅したの」などと質問。ホイット教授は「科学を知るには多面的なアプローチが必要。我慢強くこつこつと研究を積み重ねることが大切だ」とアドバイスした。(塩野 圭太)

毎日新聞 (朝刊) 平成 14 年 7 月 10 日



コーラ瓶を使って説明するキング教官 (中央)

大官 英国キール大 キング

# ダイヤモンドを講義

## 三浦市立「夢あり面白かった」三崎中生徒

三浦市立三崎中(橋本 弘幸校長)で9日、英国キール大のクリス・キング教官(52)が「ダイヤモンドと火山」をテーマに特別授業を行った。同中は国立教育政策研究所(東京都目黒区)の地球規模の問題を考える「アースシステム教育」の協力校となっている。来日したキング教官が三浦半島の地層を視察に来たのを利用して授業となった。

2年生92人を前に、キング教官はアフリカでダイヤモンドを発掘した経緯をもとに、地球上の地層について45分間話した。コーラ瓶を振ると吹き出るコーラで、噴火の仕組みを分かりやすく説明した。熱心に聞いていた椎名仁美さん(13)は「ダイヤモンドの発掘は夢があり、面白かった」と話した。同校は城ヶ島の地質研究で1月に日本学生科学賞の総理大臣賞に輝いている。地質学に関心を持つ3年生10人余にもコーラを交え講義した。橋本校長は「理数系離れと言われる中で、世界のトップレベルの学者の話に刺激を受け、さらに関心を高める生徒が出てくれば」と期待している。

【網谷利一郎】

Mr. Christopher King

# 太古のロマンをかき立て

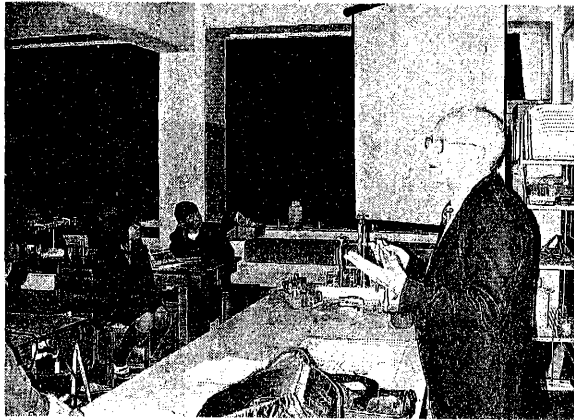
## 三崎中で「恐竜授業」

米・北コロラド大 地質学教授 生態などを解説

気分はまるでジュラシックパーク。米国の大学教授による恐竜をテーマにした特別授業が十三日、三浦市立三崎中学校(同市城山町、橋本弘幸校長)で開かれた。科学教育に熱心な同校は昨年一月から国立教育政策研究所(東京・目黒)の協力で外国の科学者による特別授業を行っており、今回で三度目。生徒たちは、日頃の授業とは一味違ったユニークな講義を受け、刺激を受けていた。

(高野 学)

### 生きた科学と英語学ぶ



講師を務めたのは米・北コロラド大学のリー・シユロップサイヤ教授だ。同教授は地質学が専門だが、この日は二年生と一年生の計約百十人に古生物学の「恐竜」をテーマにスライドを使いレクチャーした。まず、コロラド州内には約一億年から六千五百万年前に多数の恐竜たちが生息していたという映画「ジュラシックパーク」の世界を紹介。同校内で世界で初

て化石が発見されたステゴザウルスなど各恐竜の生態や化石の発掘方法、博物館での展示法などをユーモアを交えながら易しく解説した。子供たちは、米国の大学で授業を受けているような感覚で生きた科学と英語を学ぶ喜びを味わった。このユニークな授業をサポートしたのは国立教育政策研究所・教育課程研究センターのスタッフ五島政一さん。五島さんは地学関連の教育システムを研究しており、三崎中学校はその実践研究協力校。研究目的のため招いた海外の科学者に日本の教育事情を知ってもらおうと、同校での特別授業を依頼している。昨年七月の英国の科学者に続いて三度目の講義となった。授業を終えた同教授は「日本の子供たちと触れ合えて楽しいひととき」と話しながら米國も同様だが、理科を楽しく教えられる先生が少ないうちが子供たちの理科離れを招いている」と日米の教育事情の問題点も指摘していた。

果 取 登

Dr. Lee Shropshire

### オハイオ州立大 名誉教授が講演 三浦・三崎中で

### 「恐竜絶滅は隕石が原因」

三浦市立三崎中(橋本 母親5人に約1時間、ス弘幸校長)で13日、ピク ライドを交えて講演した。 ター・マイヤー米オハイ オ州立大名誉教授(70)が 「隕石衝突と恐竜絶滅」 究所の「アースシステム をテーマに1年生74人と 教育」の実践校になり、



地球の環境、成り立ちを学んでいる。マイヤー教授は「6500万年前に恐竜が滅んだのは、メキシコ・ユカタン半島に落ちた巨大隕石が主原因で解説した。三浦半島の地層にも、隕石落下を示すイリジウム層が見つかるという。同研究所の五島政一さん(48)が通訳し、下里光さん(12)は「絶滅のナゾを知りたかった」と楽しそう。塩川しのぶさん(19)も母親も参加し「親子で著名な教授の話が聞けるなんて面白い」と熱心に耳をかたむけた。

【網谷和一郎】

神奈川新聞 (朝刊) 平成 15 年 3 月 13 日

Dr. Victor J. Mayer

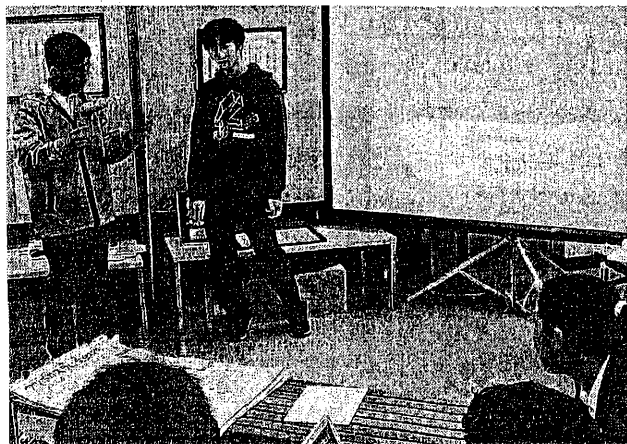
# 羽ばたけ未来の科学者

## 三浦の三崎中自由研究部

### ユニークな成果披露

ノーベル賞の小柴さん、田中さんに続け。三浦市立三崎中学校（三浦市城山町、橋本弘幸校長）の自由研究部の研究発表展がこのほど、市青少年会館で開かれた。子供たちの理科離れが懸念される中、同部はこれまで全国レベルの科学コンクールで数々の輝かしい実績を残してきた。初めて開いた発表展では、父母や地域住民を前に目ぐるの物理、地学、生物など科学全般にわたったユニークな研究成果を披露し合った。

（高野 学）



### 音やアリの生態調査

三崎中の自由研究部は三浦市立三崎中学校の山下友教さんが部長を務め、部員は運動部などとの掛け持ち組も含め約三十人。顧問の益田孝彦教諭らの指導の下、科学全般にわたって個人、グループで目ぐるから熱心に自由研究を続けている。

これまでの成果を資料やパネル展示した会場では、部員たちが研究内容について発表し合った。

二年生の本間保貴さんと小畑良太さんは昨年、「音の研究」で全国コンクール（旺文社主催）の日本科学技術財団会長賞を受賞。持つ位置を変えながらアルミの棒の先を木づちでたたいたときの振動の変化や、長さの違うアルミ管を床に落下させることでドレミの音階をつくれることを実演した。

自由研究部の発表展で「音の研究」の成果を披露する本間さん（中央）と小畑さん

三浦市青少年会館

城ヶ島の地層をテーマにした研究で二〇〇一年の日本学生科学賞・内閣総理大臣賞に輝いた同部地学調査隊員たちの研究内容も紹介

した。

ほかにも、食虫植物のウツボカスラを校舎屋上の簡易温室で育て捕虫袋の液性の酸性度を丹念に調べた研究や、数多くの昆虫記にも記述がないアリの不思議な生態など中学生とは思えない研究成果が次々と披露された。

# 城ヶ島の地層に迫る

神奈川県三浦市立三崎中学校 地学調査隊

3年 石井美穂 畑尾智之

市川明彦 大井慎也 山下憲佑

2年 谷場絵里 筒井恵美

## 1 研究の目的とその方法

地元城ヶ島をより理解するために、特徴的な地形をモデル化してみる。そしてその過程から対象とした地形が、どうやってできたかを考え直してみることを目的とした。

具体的な研究方法は、

- (1) 5組のプロジェクトチームを編成して、特徴ある地形ア～オの調査とモデル化を試みる。ア、差別侵食・イ、海岸段丘・ウ、風洞エ、火炎構造・オ、スランプ構造（褶曲）
- (2) 現地調査を数回実施して、現場ででき方を話し合い、個人レポートとしてまとめる。
- (3) 研究結果を基に、そのできあがり方を全員で論議、自分たちの結論を出す、である。

## 2 使用した素材

素材の基本は「身近に手に入る泥と砂」  
＜今回の実験の素材の目玉＞

- (1) 片栗粉：水の量次第でダイラタンシー（急な力に対しては固体、ゆっくりとした力には液体のように振る舞う現象）を示す。
- (2) 現地火炎構造の実際の岩：現地の岩石を採集して、生成当時の環境をリアルに再現することを目指した。

## 3 実験結果

ア、A-差別侵食モデル実験（担当：畑尾）  
ダンボールに、土と砂で層を作った。水を使わないで固めた実験は失敗に終わり、水で固めると思った以上に差別侵食を再現できた。



写真1 完成した差別侵食モデル画像

B-差別侵食の理由追求（担当：畑尾・市川）  
現場で突出している岩と深く削られた岩をハ



写真2 現地写真（風洞・差別侵食）

ンマーで同じ位の大きさにして、缶でシェイクした。予想どおり固いと予想された岩の方が残り、もう片方は粉々にくだけることが確認できた。後日再確認のため城ヶ島を訪れ、突出している岩と削られた岩を採集してきた。この時削られた側の岩とはいえ、出っ張っている部分を取ってきた。すると再現実験では削られた側の岩が勝ち残ってしまった。

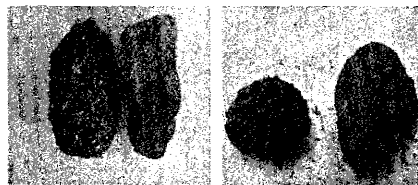


写真3 岩のかたさで削られ方が違う

イ、海岸段丘モデル（担当：市川・大井）  
隆起という現象を海水面の位置の変化に見立てて、片栗粉の斜面上、下順に坂道とスポートで、水をあてるという作業を地道に繰り返した。この侵食の結果、授業で習った海岸段丘とはほぼ同様なものを実際に完成できた。三浦市の特徴である「坂道を上ると平らな段丘面」が実験でもしっかり作れて嬉しかった。



写真4 成功した海岸段丘モデルと風洞装置

ウ、風洞モデル（担当：石井）  
短期間で結果を出すためにプロアという送風機を用いた。しかし岩に対して実験してみてもほとんど変化が見られない。他のグループが使っている片栗粉の壁にも風を吹き付けてみたが、再現実験は失敗に終わってしまった。  
エ、火炎構造モデル（担当：谷場・筒井）  
まず火炎構造はダイラタンシーという性質を持っていたと仮説を立てて実験した。



写真5 火炎構造の実際の写真

### A-予備実験

- (1) 火炎構造の上下の岩石の密度測定  
＜結論＞下側の白い岩石の密度は2.0、上側の黒っぽい岩石の密度は2.3だった。
- (2) 火炎構造部はダイラタンシーを示すか  
＜結論＞ダイラタンシーは示さない。

### B-片栗粉による火炎構造モデルづくり

- (1) ダイラタンシーを示す片栗粉の上に火炎構造の上の地層の岩を砕いて置いてみる  
＜結果＞片栗粉の上の岩はある程度は沈むものの、現場の構造とは違うように感じた。
- (2) 使った岩石より重いビー玉で挑戦する  
＜結果＞ビー玉が次第に途中まで沈み、ある高さで止まるという現象は確認できた。

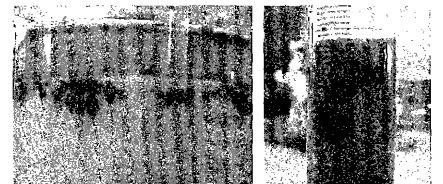


写真6 片栗粉実験

実物予備実験成功

### C-実物同士（現物）で火炎構造が作れるか

- (1) メスシリンダーによる予備実験  
＜結論＞火炎構造を再現できそうと分かる。
- (2) 2リットル大型ビーカーで再現実験  
現場から上下の地層を沢山採集し半日かかりで砕き、細かい粉を沢山用意して、海底を想定した現物による大型実験に挑戦した。

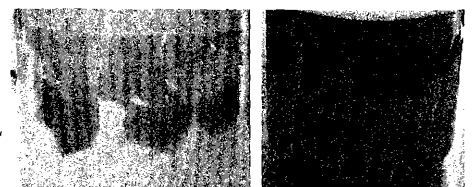


写真7 火炎構造再現成功

再確認も成功

＜結論＞白い下側の層に、上側の岩石を砕いたものに乗せるだけでは火炎構造はできなかつたが、地震を想定して振動を与えたら、液状化のような現象を起こしながら、火炎構造と呼べそうな構造を得ることができた。揺ら

し方の強度が弱かったり、何層も積み上げてしまうと火炎構造はできなかった。

**(3) エキジョッカーでの類似実験**

「エキジョッカー」で液状化・噴砂現象を確認することにした。級化構造で大きい粒順に沈んだボトルを強くはじくと、下の層の大きな粒が最小の粒層の中に吹き上がってくる。

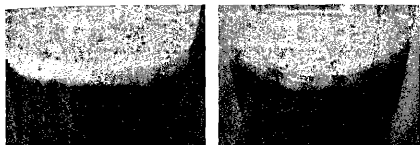


写真8 エキジョッカーでの噴砂実験

**D顕微鏡による粒子構造の確認**

大昔下側の白い層は、ダイラタンシーを示したのか、顕微鏡で謎を解明した。「ダイラタンシーを示す粒は、球状形の粒子構造を持つ」という情報を先生が仕入れてくれたからだ。＜結論＞片栗粉は球状形の粒子の集まりだったが、逆に白い層の粒子は、目が細かいが、球形構造とはいえず、火炎構造を作った層がダイラタンシーを示したとは考えられない。

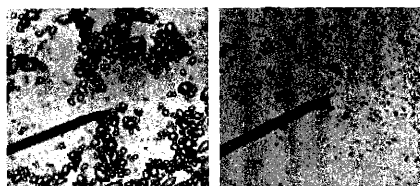


写真9 片栗粉と層粒子の顕微鏡写真150倍

**オ、スランプ構造 (担当: 山下)**

**A-褶曲タイプづくり**

木の箱を2つに切り、両サイドに透明塩ビ板をはめ、庭の土、城ヶ島の関東ローム層を順にしき4層つくった。そして両側から木の板を足で押してみた。しかし結果はうまくいかず、ただ崩れて混ざってしまうだけであった。

**B-観光橋にあるスランプ構造レポート**

各個人レポートでも分かるが、できた理由としては、水を多く含んだ層が揺れとともに、水分の移動を起こし、通り道にあった層がくちやくちやにされたと考えている。

**4 考察**

**【1】再実験で缶カラ作戦が失敗した理由**

- (1) へこんだ岩の出っ張った部分を砕いて持ってきたこと。つまりへこんだ岩の一番固い部分を選んでしまった点が、最大の失敗理由と考えている。
- (2) 岩が削れる理由には、海水の影響もあるはずで、その影響までは考慮していないこと。削る力は、波や他の岩などもあるはず。

**【2】海岸段丘ができる理由**

海岸段丘ができる理由は、「やはり隆起が引き起こしている」と考えたい。下の段では、海食された削られた土砂が、海底面に平らに堆積する現象も確認できた。そして、海食崖は急な斜面になることも確認できた。

**【3】段丘モデルに片栗粉を用いたこと**

水気が多いと流れるけど、水気が少ないとある程度堅さを維持し、形が変わらない片栗粉の性質は、モデルづくりに最適だったと思う。

**【4】風洞実験が失敗した理由について**

風の強さの調節が非常に難しく、理想的条件は作り出せない。何日も粘ったがあきらめた。何千何万年という月日が作った風洞を、短時間で作り出すことは難しいことだった。

**【5】風洞ができる理由**

風で洞中の石が動いて削ったのだと思う。同じ風洞が、ガムのスターサンドビーチの崖にもあるそうで、風当たりの強い崖に見られる現象だ。穴のあいた理由は穿孔貝とも考えられる。風洞の地層は褶曲して90度近くに切り立っている。そのため風が当たる面は一樣な同じ地層面であることも重要だと思う。

**【6】火炎構造はどうしてできたか**

現地研修で「下の白い層に上の地層がどさどさと乗っかってきて下の地層が飛び散るように火炎構造を作った」といった感じの紹介があった。でも今はそのでき方は違うと考える。僕たちは火炎構造の再現化に成功した。やり方は海底での堆積を想定し、まずピーカーに白い層を堆積させ、その上に静かに上の黒い層を堆積させる。上の層の密度が下の層より大きい沈みはしない。上にきちんと堆積していった。ところがピーカーを横に揺らすと上の層がまとまって沈み込み、たくさんの水分をふくんだ白い層が液状化現象のように水を上に逃がそうとして、火炎のように上るのである。だから僕たちは現実的に火炎構造ができた時点で大地震の発生を想像している。



写真10 大きな揺れが火炎構造を作る

**【7】スランプ構造モデルがなぜ失敗したか**

これも、急ぎすぎたことが原因だ。本来柔らかい地層がもっと時間をかけてゆっくりと押され褶曲したのだろうけど、僕たちの実験は、早すぎたのだと思う。乾いた状態では盛り上

がりはしたが、崩れてしまいきれいにできない。水気をふくませると層同士が混ざった感じになってしまい、きれいな褶曲なんてできはしなかった。風洞実験と同じく、何千何万年という月日が作った褶曲を短時間で作り出すということ自体が難しいことだと感じた。

**5 実験を通しての新たな見聞**

**【1】ダイラタンシーは化石の宝庫?**

もし大昔、球状の粒からできた泥沼があったとしたら、そこは底なし沼である。恐竜がそこにはまったらどうなるだろう。恐竜はほぼ完全な形で化石化してしまうのではないだろうか。完璧な形の化石が泥岩から発見された例がもしあれば、僕たちはその泥の粒を顕微鏡で見たい。球状をしていれば僕たちの仮説が当たりといえるだろう。

**【2】どんな揺れが火炎構造を作ったのか**

火炎構造は非常に珍しい構造である。他にこんな例が少ないことからそれが分かる。再現実験からも、よほど条件が整わないと火炎構造は作れないことが分かった。火炎構造が作れる条件を整理すると、(1) 下の層には十分な水分が含まれていること。(2) 上の層は下の層よりも比重が重いこと。(3) 上にとっている層は1層ぐらいで、下の層が動けるぐらいに、ふんわりととっていること。(4) 多少の揺れではだめで、ものすごい揺れがこの地層を揺らすこと——。「きっと関東大震災に比ベマグニチュードが桁外れの地震がこの地層を揺らした」のだろう。ピーカーでやってみるとそのことがよく分かる。現実だったらいったいどんな揺れ?と思うような揺れでないと火炎構造は現れない。

**6 おわりに**

共同研究を通して三崎や城ヶ島はすごい地学的歴史を持った場所だと分かり、考察を進める時とても楽しかった。とくに火炎構造については新しい発見があって感激した。最後に指導やアドバイスを下さった五島政一先生・川上義孝先生そして研究を支えてくれた益田孝彦先生に心から感謝したい。

**<参考文献>**

- 三浦の自然 三浦市教育委員会
- 青少年のための科学の祭典2001実験解説書 エキジョッカー解説書工業技術院地質調査所

# 第45回 日本学生科学賞

## 中学の部入賞作

### 共同研究

#### 文部科学大臣 奨励賞(基礎)

「江川周辺の野鳥生態実態調  
査Ⅳ」  
埼玉県桶川市立桶川中3年  
藤津亜季子、亜弥子

一九九六年から続けてきた姉妹の継続研究。五年間延べ百九十日間の観察記録を基に、野鳥八十二種の出現率などを一覧表にまとめた。また、「コサギ、ダイサギなどの飛来数の変化をグラフにし、要因を考察した。加えて、今年度のテーマとして、ホオジロ、オオヨシキリ、カッコウの縄張りを地図上に記入し、相互のかかりを考えた。さらにキジの繁殖期に縄張り調査を行い、自然環境の変化による影響も追究した。

#### 文部科学大臣 奨励賞(応用)

「セミの抜けがらの調査・研究Ⅲ」  
富山県水見市立北部中科学部  
一昨年から続けるセミの抜けがら研究の第三弾。今年、地上四、五羽で羽化するアブラセミに対し、ニイニイセミはなぜ五十羽と低い場所で羽化するの

かを調べた。羽化前のアブラセミとニイニイセミの幼虫の特徴を比較し、ニイニイセミの幼虫はアブラセミの半分ほどしか移動しない、脚の先端にあるカギツメが短く羽化場所が限られることなどを確認。それら複数の理由から、ニイニイセミは低い場所で羽化すると結論つけた。

#### 環境大臣賞

「水質の季節変化と水質浄化に関する研究」  
群馬県甘楽町立第一中科学部  
水質班

地域の飲料水の水源である大塩湖、荒船湖、白倉川の水質の

# 自由

季節変化を十六項目について調査し、降雨による影響や夏場の水質悪化などが判明。また、下水を使った実験では、水草に浄化作用があり、石や砂などと組み合わせると効果が増すことを確認し、主水源の大塩湖で行われている「浮遊性植物の育成」

### 内閣総理大臣賞

## 城ヶ島の地層再現

「城ヶ島の地層に迫る」

神奈川県三浦市立三崎中地学調査隊  
自分たちの暮らす城ヶ島の地形を、かたくり粉を使ってのモデル作りなどを通し、なぜそのような地形ができたのかを調べた。五組のチームごとに、海岸段丘や風洞など特徴のある五つの地形の再現を試み、うち三つの構造について成功を収めた。地層の境界面が、炎のような形になっている珍しい構造である火災構造を再現する実験では、実際に火災構造となっている地層の岩を採取。それを細かく砕いて粉状にしてビーカーに入れ、激しく揺らすことで火災構造ができることを確認した。そこから、火災構造の誕生には、相当大きな地震の発生が必要だと結論つけた。



三崎中地学調査隊のメンバーと研究を指導した益田孝彦教師(右から4人目)

中学、高校生の優れた理科研究をたたえる第四十五回日本学生科学賞は、応募作三千三百七十七点の中から入賞作二十六点、入選作八十点が決まった。また、昨年から設けられた「指導教諭賞」には、今年は一入の教諭が選ばれた。中央表彰式は来年一月二十一日、東京・新宿の京王プラザホテルで行われる。内閣総理大臣賞など各賞の入賞作品の概要と、入選作品・入選者名、選評を紹介する。  
(敬称略)

### 指導教諭賞

▽岡山県立玉野高・宮崎武史  
(「シダ類のアレロパシー」  
入選3等)

▽千葉市立天戸中・古市直彦  
(「紙風船」学校賞2位)  
※カッコ内は指導作品名と賞

# 目 次

第1章「新しい理科教育の創造ーアースシステム教育ー」	1
第2章「地域資源を生かした学校づくり」	23
第3章「博物館における「知」と「学び」のネットワークづくり」	29
第4章「中学校1年アースシステム教育カリキュラム」	39
(1)「物理・化学分野の融合カリキュラム案」	41
(2)「光」	45
(3)「力と圧力」	51
(4)「身のまわりの現象」と「物質のすがた」の融合カリキュラム	59
(5)「植物の生活と種類」	71
(6)「わくわくする理科授業・植物」	81
(7)「大地とその変化」	93
(8)「大地の変化」	99
第5章「中学校2年アースシステム教育カリキュラム」	119
(1)「電流とそのはたらき」	121
(2)「火起こし実習」(理科と美術のクロスカリキュラムの例)	133
(3)「化学変化と原子分子」	135
(4)「動物たちの世界」	141
(5)「天気の変化」	149
(6)「気象」	153
第6章「中学校3年アースシステム教育カリキュラム」	177
(1)「ESEを視野に入れた化学分野の単元融合カリキュラム」	179
(2)「科学技術と人間」	189
(3)「地球と宇宙」	197
(4)「地球と宇宙」	205
(5)「金星」	213
(6)「火星」	215
(7)「大地とその変化」	217
(8)「地球と人間」	235
第7章「中学校1・2・3年共通アースシステム教育カリキュラム」	239
(1)選択理科「自由研究理科」	241
(2)選択理科「大地とその変化」	261
(3)総合的な学習・特別活動・道徳・理科の融合「学年行事：キャンプ」	269
(4)選択理科「自然と人間」	289
(5)総合的な学習「アースシステム教育と総合学習」	299
(6)発展コース「藤沢の自然の教材化とESE」	315
(7)総合的な理科「神奈川の岩石・三浦の地層と地震」	321



第8章「アースシステム教育の評価について」	327
(1)「アースシステム教育を利用した学習指導要領の評価規準表の作成」	329
(2)「2年アースシステム教育7つの理解目標の4観点の評価「気象」	339
(3)「アースシステム教育の多様な評価例」	341
(4)「Dr. Hyongyong Lee のアースシステム教育評価表」	345
第9章「アースシステム教育学習題材アイデア表の利用」	347
第10章「アースシステム教育実践校の感想」	365
(1) アースシステム教育の学校作りへ	367
(2) アースシステム教育実践教師の感想	369



# 1. 新しい理科教育を創造する「アースシステム教育」

—学校と学校外の施設・人材のネットワークを構築する理科教育—

五島政一（国立教育政策研究所）・下野 洋（星槎大学）・Victor J. Mayer(OSU)

## 1. はじめに

日本は、2002年に学習指導要領を改訂した。この学習指導要領では、その内容が最低基準であることが明示された。今後、理科教師は学習指導要領に記載された内容を満たすだけでなく、生徒・学校・地域の実情に応じて内容を豊かにして行く必要がある。それによって、教師は新たに自ら授業内容を開発・構成する能力を求められることになる。

アースシステム教育（Earth Systems Education）<sup>1)</sup>は、システム科学概念に基づいて、教師自らが生徒・学校・地域の実情に応じて教材・内容・カリキュラムを開発・構成する方法を提供する。アースシステム教育はその目標と指導方法については明示しているが教材・内容については規定していない。アースシステム教育は、現学習指導要領が求めている理科教育を実施する上で一つの具体的な方法の例となるので、この時期に紹介することは意義深いことであると考えられる。

研究代表者（五島）は、理科の教師を16年間勤める中で、「子どもが生き生きと主体的に理科を学習する理科教育の創造」を目指して実践や研究を行ってきた。それは、科学的な見方・考え方を育て、豊かな感性を身につけさせることなどを目標にした全人教育的な理科教育であった。その成果として開発された教育システムとアースシステム教育の求める教育システムは共通する部分が非常に多かった。この研究で、アースシステム教育の研究を進める目的は、アースシステム教育をただ単に模倣することにはない。学校外の施設・人材を組織的に利用することを奨励するアースシステム教育には、子どもが主体的・意欲的に理科を学ぶ理科教育を構築するヒントがたくさんあるので、それを利用して研究や実践を行い、「子どもが意欲的に学ぶ理科教育」を開発することにある。ここで開発された理科教育は、アメリカで開発されたアースシステム教育を超えるものになる可能性も秘めている。ここでは、アースシステム教育の概要、グローバルサイエンスリテラシー、日本へのアースシステム教育の具体的導入方法やその意義などについて説明する。

日本の「理科教育」は自然科学の領域を中心とし、日本の独自の自然観を含んでいる。それに対し、アメリカの「科学教育」は科学・技術・社会の関連を扱い、科学的リテラシーの育成を目標にしている。これらは互いの文化的な背景の違いを含んでいるので、この資料では日本の「理科教育」とアメリカの「科学教育」を区別して表現した。

以下の第2節と第3節の文章は、「アースシステム教育(Earth Systems Education)」について Victor Mayer 博士の文章を基にその概要を紹介する。

この章の文章は、「新しい理科教育を創造する「アースシステム教育」」（平成13年～16年度科学研究費補助金（基盤研究B(2)）アースシステム教育の国際比較に基づいた教育システムの開発に関する実証的研究）を基に加筆修正したものである。

## 2. アースシステム教育の概要

### (1) 「アースシステム教育」誕生の経緯

アメリカでは、冷戦以来、カリキュラムの再構築にはそれほど力が注がれてこなかった。今、科学教育

スタンダードにみられるように、21世紀の科学カリキュラムの目標や目的を再検討する時期に来ている。特に、科学のカリキュラムの再構築は、中等教育段階で必要であり、過去の科学の応用に頼るのではなく、新しい科学の奨励に目を向けなければならない。それは中等教育段階でシステム科学の手法を用いた科学教育の導入である。惑星としての地球のシステムを中心概念にすえることで、現在の教科(分野)別の科学でなく、新たな考え方に基づいた科学カリキュラムの創造を提案する。それは、惑星としての地球のシステムに基づいた概念を中心とする中等教育段階の科学教育である。

冷戦の終了と民主主義の広がりによって世界は、過去の破壊的な戦争や経済戦争とは対照的に平和協力の時代に入っている。そのような時代の科学教育は、地球温暖化、森林破壊、オゾン層破壊など地球規模の環境問題を解決するような地球全般を視野に入れた科学的リテラシー<sup>2)</sup>(グローバルサイエンスリテラシー)を提供するような国際協力の時代の教育を構築する役割を担う必要がある。そのような問題を解決できるシステム科学に基づいた科学教育が21世紀の科学教育カリキュラム開発の中心になり得るものと考えられる。

カリフォルニア州選出の下院議員 George E. Brown Jr. は長い間科学立法に関する指導的立場にあった人である。彼は、国家の最優先する科学、つまり冷戦時代に残された多くの国々の主要な問題の解決に効果的に貢献する科学に焦点を当てる必要性を述べている。「戦争の20世紀の政治的な要請を満足させる破壊的な技術の開発に重点をおいた科学の代わりに、科学はその背景に残された問題に向けられなければならない。」(Brown, 1993)

世界市民の将来に利益をもたらす科学を確立することによって、環境破壊や社会悪の問題は解決できる。これによって科学はすべての民主国家が直面している問題や将来の課題に対応することができ、市民から役に立つと認識され、彼らの支持を受けることができる科学となれるのである。

「民主的な国家のすべての市民が科学の再構築に参加しなければならない。」この Brown によって提案された挑戦に対応するような全地球的な科学的リテラシーに対する考え方は、冷戦時代の科学の再構築を試みている多くの科学者の努力を支持するものである。同時に、科学は、世界平和の維持、環境破壊の危機をとめる産業の創造、世界の民主主義に属する市民にとって効果的なコミュニケーションのメカニズムを提供するものである。

アメリカの連邦科学局は、幾たびか国の補助金を受けて地球科学研究の本質を再編成する努力をしてきた。再編の委託を受けた委員会は、この成果として「アースシステム科学」という学問の概念を定義した(アースシステム科学委員会 1988)<sup>3)</sup>。

それは、アースシステム科学は、「地球は相互作用するサブシステムで構成されるシステムである」という概念で捉え、それを研究する学問であるというものである。つまり、アースシステム(地球のシステム)は、そのサブシステムとなる大気圏、生物圏、水圏、岩石圏などの相互作用で構成されている。そしてアースシステムは、太陽系や宇宙のシステムのサブシステムであると考えている<sup>3)</sup>。アースシステム科学は、いまや地球科学研究の主要なパラダイムの一つとなっている。

アースシステム科学の研究方法は、物理・化学・生物・地学など分化された(専門)分野のアプローチではなく、物理学者、化学者、生物学者、地質学者、そして社会科の分野など違った分野の科学者が、地球の各システムがどのように働き、またそれらが相互作用するか、そして人間がそのシステムにどのような影響を与えるのかを理解する特別な知識や技能を用い、協力して仕事をする学際的なアプローチをとる特徴を持っている。

物理・化学などの物質科学は、自然のプロセスや物質の研究を行うとき、還元的な方法論をとった。それは、因果律や真実を発見することを期待して、制限された実験環境で、プロセスや地球物質を細切りに

して分析的に調査するものである。その還元的なアプローチは、技術の発展と特別の目的のための生産物を提供することでは成功をおさめた(Mayer1996)。物理・化学を中心とする還元的な科学は、原爆や化学兵器などの製造など軍事的な利点や、コンピュータや電子機器や多様な化学製品など経済的利益を生んできた。しかし、還元的な科学は人間中心の科学であり、それが環境問題など地球環境や我々の生活に悪影響を残したことも事実である。

アースシステム科学の具体例は、三葉虫の進化、大陸の成長、海洋底の拡大、地球温暖化の理解などである。それは「還元的な科学のアプローチ」のように経済的、軍事的利点を生じるものではない。アースシステム科学は、人間のサブシステムを含む多様なアースシステムや、その相互作用を理解する方法として、科学の本質についてより総合的な理解を提供するものである。過去に還元的な科学に向けられた比較的膨大な政治的、財政的支援は、歴史的、記載的手法をとった「システム科学」へのそれとは劇的に対照的である(Lazlow, 1972)<sup>4)</sup>。

それらシステム科学の方法論を用いて導かれた知識は、我々人類の知的、文化的生活に対してずっと影響を与えてきた。それは、地動説による太陽系、広がる宇宙、有機的進化、地質学的時間(deep time)、プレートテクトニクス、最近では、地球の気象変動などを含んでいる。それらの科学は、世界の中で人間の存在に対して哲学的な場を提供する。それは、もはや人間は世界の中心ではなく、広大で複雑な宇宙の一要素であることを認識させるものである。これらの概念を通して、我々は一市民として、地球は我々のために作られたのではないということに気づくようになる。また、我々は、複雑多様なアースシステムの中で物質的なシステムと相互作用する生命システムの一要素であると理解することができるようになるのである。そしてアースシステムも太陽系の中では物理的にも時間的にも一つの小さい要素であり、太陽系さえもまた広大な宇宙の小さい要素であるということを我々は理解するようになるのである。

歴史的にみても、自然の中で人間の地位の認識を劇的に変えてきたのは、物理など還元的な科学でなく、システム科学など総合的な(holistic)科学である。それは太陽を中心とした宇宙を定義したコペルニクスによって実践され、また、進化論を考案したダーウィンによって実践されたものである。また、この地球の将来の気候システムについて現在の人間の介在する潜在的な影響を説明できるのはアースシステム科学に代表されるようなシステム科学である。

現在、世界的に科学カリキュラムの方法論的な部分で焦点が当てられている還元的な科学だけでは、地球規模の複雑な環境変動を教えることはできない。しかし、アースシステム科学は、われわれのかけがえない惑星・地球の将来の環境について予測することを可能にすると思われる。

このようにアースシステム科学に代表されるシステム科学的な総合的な見方や考え方は、市民が正しい自然観を身につけるために必要であると思われる。しかし残念なことに、従来行われてきた物理・化学・生物・地学など分化された専門分野の科学教育カリキュラムの開発に比べ、このシステム科学(systemic science)を中心とする総合的な科学教育カリキュラム開発は、今まで中等教育段階で非常に遅れていた。また、それは科学教育カリキュラムの中心に置かれてこなかった。

## (2) 「アースシステム教育」による新しい科学教育の創造

アースシステム科学教育の中等教育段階の科学教育を「アースシステム教育(Earth Systems Education : ESE)」と定義する。アースシステム教育は、1991年にアメリカで誕生した。それは新しい概念「システム概念」に基づく科学教育の理念である。アースシステム教育は、科学の基本的概念を地球のシステムを中心に展開することで生徒がたえず変化しているアースシステムを学習する総合的な科学教育である。それは、生徒が身近な地域の自然で野外学習を展開し、地球規模でアースシステムに関する情報を収集するよ

うな科学教育を奨励している。それはオハイオ州立大学と北コロラド大学で開発された全米レベルの科学教育で、その開発の中心人物は、オハイオ州立大学名誉教授 Victor J. Mayer 博士である。

アースシステム教育は、地球規模の科学的リテラシーの習得を目指した総合的な理科教育であり、1980年代後半のアメリカ科学教育界において、「科学教育の危機」を打開する動きの中で、惑星としての地球に焦点を絞り、科学の概念やプロセスの枠を広げ、地球規模でとらえる試みとして開発されたものである。

開発に先立ち、アメリカ航空宇宙局(NASA)、アメリカ海洋大気局(NOAA)、アメリカ地質調査所(USGS)など著名な地球科学者と教育者の会議で「高等学校卒業までに地球について知っておかなければならないこと」をまとめた報告書<sup>9)</sup>が作成され、その中で目標や概念、重点課題などのアースシステム教育の基盤が提示された。

重点課題は、以下の8つにまとめられている。

1. 幼稚園から6歳までの教育を重視する
2. ハンズオンや調査的なアプローチが必要である
3. 学習過程で、少数や女性を励ましたり、意見を取り入れる
4. 多様な科学の教科を統合し、地理学の考え方も重要視する
5. 数学やコンピュータなど、新しい技術をもっと組み入れる
6. 課題解決的なケーススタディを開発する
7. 保護者や社会を巻き込む
8. 惑星地球についてわくわくするような面白い学習を心がける

目標は、以下の4つにまとめられている。

1. 科学的思考(scientific thought)：市民は、物質科学の分析的・還元的な方法と地球科学の歴史的、記載的、実験的な方法の両方を用いて科学的探究の本質を理解することができる。
2. 知識(knowledge)：子どもは、地球上で起こっている過程や特徴を記述したり説明したりして、地球の変化を予測できる。
3. 地球の管理保全(stewardship)：市民は、環境や資源問題について学習した科学的方法で対応することができる。
4. 鑑賞(appreciation)：市民は、地球の美しさ・不思議さを鑑賞できる。

概念は、以下の10項目にまとめられている。

1. 地球システムは、巨大な宇宙の中にある太陽系の小さな一部分である。
2. 地球システムは、水、大地、氷、大気、生物の相互作用するサブシステムから構成されている。
3. 地球のサブシステム(水、大地、氷、大気、生物)は、自然の過程やサイクルを通して連続的に生み出され、変化し、相互作用している。
4. 地球の自然の過程は、数十億年という長い時間から、わずか数秒という短い時間までの周期で起こる。
5. 地球のサブシステムの多くは、限りがあり、使いすぎや誤った使い方など人間活動によって変化を受けやすい。そのような資源の例として、化石燃料、鉱物、淡水、土壌、動植物があげられる。
6. サブシステムをよりよく理解するほど、資源をよりよく管理できるようになる。人類は、鉱物や水などの地球資源を使用している。
7. 人間の活動は、意識するしないにかかわらず、アースシステムに対して影響を与えている。
8. よりよくサブシステムを理解することで、より深く美しさを鑑賞できるようになる。
9. 技術の発達によって、地球を理解する能力は高まってきた。そして、今後も高まり続けるであろう。

10. 地球科学者は、地球のサブシステムの起源やプロセス、進化を研究する人である。彼らは、資源を見つけるのに専門知識を用い、将来の出来事を予測する。

アースシステム教育は、この報告を受けて構築されたもので、そのカリキュラムモデルは、科学界と科学教育界の勧告に基づいている。アースシステム教育は、報告書の重点課題を指導方法としてまとめなおし、その教育目標と基本的な概念をまとめて、7つの理解目標を設定したものである。それは、観察・実験などの体験を通して地球システムを理解し、その相互作用の説明、その変化についての予測、科学的な情報に基づいて環境や資源問題への対応、地球の不思議さ偉大さ美しさといった美的価値を認め、科学やその職業に関心を持つという地球科学リテラシーをもった市民の育成することを目指した総合的な科学教育である。

アースシステム教育では（日本の学習指導要領のように具体的な指導内容は明示していないが、）その理解目標と指導方法については以下のように明示している。

### (3) 「アースシステム教育」7つの理解目標<sup>6)</sup>（改訂版）

アースシステム教育には惑星としての地球のシステムに関連する7つの理解目標があり、その7つの理解目標はそれぞれより具体的な下位目標によって構成されている。

1 地球はユニークで、たぐいまれな美しさを持ち、大変価値のある惑星である。

- その地球の美しさと価値は、文学や芸術を通して表現される。
- 人は地球のサブシステムをよりよく理解することによって、惑星地球に関する鑑賞力を高めることができる。
- 人は地球のサブシステムに対する責任ある行動を通して、鑑賞力を明確化することができる。

2 人間の活動は、集団的なものであれ個人的なものであれ、またそれを意識するしないにかかわらず、アースシステムに対して影響を与えている。

- 地球は傷つきやすく、その資源には限界があり、浪費や誤った利用によって悪影響を受けやすい。
- 継続する人口増加は天然資源の枯渇や他の生物の環境の破壊を加速させる。
- 天然資源の利用を考えると、人間はまず生活スタイルを再考し、そして消費を削減し、再使用やリサイクルを行う必要がある。
- 産業化の副産物は、大気、土地、水の汚染であり、その影響はその場所だけでなく地球規模になる可能性がある。
- 我々は地球をよりよく理解するほど、その資源をよりよく管理することができ、そして世界的な環境への影響を削減することができる。

3 科学的思考力や科学技術の発達は、地球や宇宙空間を理解したり利用したりする人間の能力を伸ばしている。

- 地球や宇宙科学の研究者だけでなく、生物学者、化学者、物理学者もアースシステムの研究に多様な方法を使う。
- 直接観察、簡単な道具、現代技術によって、アースシステムの変化を示し、説明し、予測するモデルや理論を創造でき、そしてそれをテストしたり、改善することに利用される。
- 歴史的、記載的、経験的研究は、地球や宇宙について学習する重要な方法である。
- 科学的研究が技術革新を進める。
- 技術がどんなに進んでも、それは我々のすべての問題を解決することはできない。
- 技術の使用は、利益や予期しない副作用をもたらす。

- ・ 科学の進歩によって、物理学や化学などの還元科学が体系化され、それによって自然を体系的に理解することができる。
- ・ 人間は還元科学を応用することで、日常生活の事物（道具）や現象をよりよく理解できる。
- ・ 科学と日常生活との関連を常に意識し、科学を身近なものとする。

4 アースシステムは水、氷、岩石、大気、生物（水圏、地圏、大気圏、生物圏）のサブシステムの相互作用で構成される。

- ・ サブシステムは常に自然のサイクルやプロセスを通して変化している。（地球上の物質や生物は地球のシステムの要素（サブシステム）であり、循環や相互作用している。）
- ・ 力、運動、エネルギー変換によって、サブシステム内やその間の相互作用が起こる。（エネルギーの循環で、地球のシステムの循環を考察できる。）
- ・ 太陽は、地球とその付近の多くのシステムやサブシステムの相互作用を導く主要な外的エネルギー源である。
- ・ アースシステムの各要素は、サブシステムの相互作用によって変化する特徴的な性質や構造や組成をもっている。
- ・ プレートテクトニクスは、地球内部の力やエネルギーが地球内やその表面で連続的な変化を起こす原理を説明する理論である。
- ・ 風化、侵食、運搬、堆積は地球の表面を絶えず変形する。
- ・ 生物の存在は、他のサブシステムに影響を与える。

5 地球は40億年以上の歴史があり、そのサブシステムは絶えず変化している。

- ・ 地球のサイクルや自然のプロセスは、1秒以下から何十億年の時間間隔で起こる。
- ・ 地球を構成する物質は何回もリサイクルされてきた。
- ・ 化石は、生物が地質学的な時間を通して進化してきた証拠である。
- ・ 進化は、どのように生物が変化してきたか説明する理論である。

6 地球は、太古より広がる巨大な宇宙の中にある太陽系の小さいサブシステムである。

- ・ 生物を含む宇宙のすべての物質は、同じ要素で構成され、同じ物理法則で動いているらしい。
- ・ 地球を含む宇宙空間のすべての天体は、太陽系や宇宙に作用する力に影響されている。
- ・ 地球を含む9つの惑星は、ほぼ円軌道で太陽の周りを公転する。
- ・ 地球は小さく第3番目の惑星であり、唯一の明確に知られた惑星のシステムである。
- ・ 地球の自転によって、昼夜が決定する。

7 多くの人々が、地球の起源やプロセス、進化等に興味を抱き、これらに関わる仕事に携わっている。

- ・ 地球を研究する教師、科学者、技術者は、学校、産業ビジネス界、政府機関、国公立研究所で雇用されているか、または独立して仕事をしている。
- ・ 地球を研究する科学に関する職業には、フィールドで標本やデータを収集したり、実験室で分析や実験を行うことが含まれる。
- ・ 世界中の科学者は、口頭、文書、電子などの伝達手段を利用して共同研究をする。
- ・ 地球を研究する科学者や技術者の中には、資源の位置を確定したり、アースシステムの変化を予測するのに特別な理解をしている人がいる。
- ・ 多くの人々が、地球の物質とプロセスに関連した副業を求めている。
- ・ 多くの人々は、自然や科学、そして日常生活の事物・現象に興味を持っている。

(4) 「アースシステム教育」指導法<sup>7)</sup> (改訂版)

その指導方法は、Project2061(AAAS, 1989)で提案されている方法に基づいている。それは、物理・化学・生物・地学の4領域の境界を取り去り、教科内相互の関連を重視する。生徒が学ぶ内容は以前の科学教育の内容より少なくし、アイデアを出したり、思考する事に重点が置かれ、専門用語の暗記については重点がおかれていない。科学的リテラシーを身につけることを目的とした指導法は、科学的探究の方法や科学的価値観と一貫していなければならないとしている。答えの用意されている問題よりは、ある自然現象に関する疑問や発見で学習を始め、仮説を立てて、証拠を集め、調査を企画するような、生徒の興味や創造性を喚起する事に重点を置いたアプローチでなくてはならない。(知識・理解は科学を学ぶ上で必要であるが)知識・理解だけに重点を置くのではなく、科学的な態度や科学的プロセスを体験することや身につけることを重視している。知識・理解は、そのようなプロセスを経て、より強化され、より定着するものと考えている。指導する場合、知識・理解、科学的思考、技能・表現、興味・関心・態度の重点の置き方は、教師が子どもの実情を配慮しながら、子どもの可能性を伸ばすように、それらのウエイトをバランスよく設定することが大切である。

1 指導法は科学的研究の性質と一貫している。

- a.自然に対する疑問で始めさせる。(興味・関心・態度)
- b.生徒の活動を活発にする。(態度)
- c.証拠の収集や利用を中心に置かせる。(技能・科学的思考)
- d.時間軸での変化、歴史的視点を配慮させる。(科学的思考、理解)
- e.明確な表現をするよう心がけさせ、発表方法を工夫させる。(表現)
- f.グループ研究を奨励する。(態度、科学的思考、理解)
- g.知る事と発見する事を分離しないようにさせる。(興味・関心・態度、知識・理解)
- h.専門用語の暗記は重視しない。(知識・理解)

2 科学の指導法は科学的価値を反映させる。

- a.好奇心を歓迎する。(興味・関心・態度)
- b.創造性を賞賛する。(興味・関心・態度)
- c.疑問を持つ精神を奨励する。(興味・関心・態度)
- d.独断を避けさせる。(科学的思考、理解)
- e.美しさや不思議さに感動する心を育てる。(興味・関心・態度)
- f.科学的思考力、判断力を育成する。(科学的思考)
- g.科学的な学習に基づいて、行動させる。(態度)
- h.科学的な研究を展示する。(表現)

3 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。

- a.課題解決に成功した経験をつませる。(態度、技能)
- b.道具の使用について十分な経験をつませる。(技能)
- c.科学において女性や少数派の役割を支持する。(態度、科学的思考)
- d.グループ学習を強調する。(態度、科学的思考、理解)

4 科学教育は学校教育の枠を越えて行うべきである。

- a.博物館など学校外施設・人材・教材を積極的に活用させる。(興味・関心・態度、技能)
- b.子どもの学習成果などを校外に示す。(表現)

5 教育には十分時間をかけるべきである。

- a.科学的なプロセスを重視する。(科学的思考、技能)  
(仮説、観察・実験、情報処理、結果、考察、一般化など)
  - b.理科の授業以外にも学習できる時間を確保する。(興味・関心・態度)
  - c.観察・実験など科学的研究をできる時間を確保する。(技能、科学的思考)
  - d.TT など複数の指導者による指導、他教科との関連を奨励する。  
(クロスカリキュラム、拡張的有機的学習)
- (5) 「アースシステム教育」カリキュラム開発と評価方法

アースシステム教育で、教師は7つの理解目標のアースシステムフレームワークを利用してカリキュラムを開発する。アースシステム教育に基づいたカリキュラムモデルは、生徒の身近な自然に関するテーマ学習を中心に展開されることが多い。生徒が地域の自然(身近なアースシステム)で課題を発見し(野外学習)、その課題をグループで協力して探究する学習(探究学習・グループ学習)を展開し、その課題に関する資料や情報を収集したり、それを解決するために、地域の学校外の施設や人材を利用したり、コンピュータなど情報機器を利用したり、インターネット利用して地球規模で考察する学習などを奨励している。また評価方法については正統的な評価方法を推奨している。それは、ペーパーテストでは評価できない生徒の多様な能力を、ルーブリック評価表による評価、概念地図による評価、生徒のレポートなど作品の評価、野外学習などグループ学習での技能・コミュニケーション能力の評価、研究発表など表現力の評価、自己評価、他者評価、博物館などの専門家による外部評価などを利用して、多面的・総合的に評価しようというものである。

### 3. アースシステム教育によって身に付けられる科学的リテラシー「グローバルサイエンスリテラシー」<sup>8)</sup>

1991年にアースシステム教育が開発されたとき、それは生徒が7つの理解目標を身に付けることを目的としていた。Mayer 博士は、その後、1996年に日本の兵庫教育大学で研究を行い、科学教育とグローバル教育の目標を融合することによって「グローバルサイエンスリテラシー」という概念を確立し、それをアースシステム教育で育成する科学的リテラシーとした。

科学者達によって行われた思考や問題解決のプロセスによって獲得された自然(我々の身近な世界)に対する情報は、あらゆる国家や文化の生徒に共通の知識を提供する。それら共有された知識は自然や科学や技術に関する情報である。科学の方法やプロセスは、あらゆる文化の間で共有でき、異文化交流のメカニズムを提供することができる。だから、科学は我々の世界について共通の考えを提供し、世界のあらゆる文化と関連したコミュニケーションの手段となれる。

あらゆる国の子どもたちは、天気、川の流れ、岩石などを環境の一部として体験している。彼らは、日没の美しさ、嵐の力、鳥のさえずり、山の静けさ、川の流れの音、秋の紅葉の美しさを観察している。生徒を取り巻く自然環境であるアースシステムは、世界市民の共通の関心ごとである。

世界の各文化は、その特別な環境の思考や活動の局面に埋め込まれている。それゆえ地球システムは、国際的な関心や視野をもち、文化的に特別な意味がある。それは、世界の各文化にとって意義があり、また総合的な科学カリキュラムに対して科学知識の基礎を提供する。そのようなカリキュラムに組み込まれる科学の方法論は、学校の子どもたちにコミュニケーションや問題解決の普遍的な方法を提供することになる。それゆえ、科学カリキュラムの組織的な焦点としてアースシステムを使うことで、生徒が自分自身や他の文化の地球規模の(グローバルな)理解や展望を身に付ける手助けをするために、他の教科のカリキュラムとの関連の中で、科学に重要な役割を与えることになる。



グローバル教育は、生徒に異文化理解やグローバルな展望を養成する要素をふくむカリキュラム開発へのアプローチを目的としたものである。それは、あらゆる年代の生徒や次の学習のあらゆる教科に向けられたカリキュラムを構成する。

- ・ 人類を空間と時間でつながれた単体として（人間を宇宙の構成物：物質の定義）
- ・ 地球を人類の生態的宇宙的基地として（地球は家：物質の定義）
- ・ グローバルな社会構造を人間の社会組織の一つのレベルとして（地球を一つの国：機能の定義）
- ・ 自分自身を人類の仲間として、惑星地球の住民として、そしてグローバルな社会の参加者として（人間を地球という一つの国の住民：機能の定義）

(Anderson, 1992) <sup>9)</sup>

グローバル教育の幾つかの目標は、すでに地球やそのシステムを扱うアースシステム教育に含まれていると見ることができる。ある地域の社会的・文化的な行為はその背景となる地域の自然環境(アースシステム)と関連しているので、その地域の自然環境を理解することは、その地域の社会や文化を理解することにつながることになる。

科学プロセスは、異なった言語や文化の人々の対話を可能にするモデルを提供する。よってグローバル教育は学校カリキュラムの横糸となるべきである。それとは別に、科学は学校のグローバル教育プログラムの重要な要素となるべきである。ある意味で、学校カリキュラムの中で科学は、科学教師や社会科教師の共有できるの場所となることができる。アースシステム教育によって科学は、カリキュラムの分野間をつなぐ道となることができ、そして学際的な授業計画の機会を提供する。社会科と理科の教師が協力することで、将来の指導者や有権者が世界の人々の相互関連を理解し、我々の生活が地球やその資源にどのように影響を与えているか理解することを援助することができる(Mayer, 1990)。これはグローバル教育の基本的な目的であるばかりでなくアースシステム教育の目標の中心にも位置していることである。

今日、アースシステム教育は異文化理解(グローバル教育)の目標を融合させた科学的リテラシー「グローバルサイエンスリテラシー」育成することを目標としている。

#### 4. アースシステム教育の展開

アースシステム教育は全米の選ばれた学校であらゆる学年で実施されてきた。小学校プログラムはアラスカ、コロラド、フロリダで実施された。中学校プログラムはオハイオの3学区やオレゴンで、高等学校プログラムはコロラド、オハイオ、ニューヨークで実施された。この実施に伴い、全米各地から200人の教師が集められ、全米科学財団(the National Science Foundation)の補助金によるアースシステム教育リーダー養成プログラム(the Program for Leadership in Earth Systems Education)に参加した。その200人のリーダーが各地で約1000人の教師にアースシステム教育のプレゼンテーションを行った。これらの活動の中から、アースシステム教育、総合的な理科カリキュラムを教師が開発できるようリソースガイド(教材)が開発された(Mayer 他, 1995)。日本における例としては、三浦市立南下浦中学校<sup>10)</sup>で紹介されている。

#### 5. 日本におけるアースシステム教育の実践の意義

理科教育の現代化運動の時代に比べると、それ以後、理科教育のカリキュラムの再構築にはそれほど力が注がれてきていない。日本の理科教育は、物理・化学・生物・地学と分科された内容を指導するものが主体であった。中学校の理科教育の内容は、分科された内容が均等に配列されている。高等学校の理科教育は分化された科目が主体であり、高等学校にかつて導入された「理科I」や「総合理科」は、自然の総合的な見方や考え方を育成することを目指す科目であったが、その中心となる明確な理念が具体的に示さ

れていなかった。理科離れが叫ばれている今日、生徒の生活や身近な自然と関連した総合的な理科カリキュラムを構築する理念を必要とする時期に来ている。アースシステム教育は、生徒がシステムという概念を中心として自然を理解することで、総合的な見方や考え方を身に付けていくという具体的な理念を提供している。それは、日本に21世紀の総合的な理科教育を実践するための一つの有効な具体的モデルとなると考えられる。

## 6. 日本の学習指導要領<sup>11,12)</sup>とアースシステム教育理解目標及び評価項目の比較

日本でアースシステム教育を実践するために、日本の学習指導要領の内容がアースシステム教育のどの理解目標に対応するのか検討した(付録参照)。その結果、学習指導要領の指導内容は、ほとんど理解目標4、5、6に対応した。理解目標2は環境教育に関するもので、理解目標3は科学と技術に関するものであり、新しい学習指導要領の内容に対応するところがある。理解目標7は、教師が意識して科学と関連する職業を紹介する事で網羅できる。理解目標1の内容は、学習指導要領では特に目標としていないので、意識的に理解目標1を達成できるような内容を扱い指導をしてゆく事で達成できる。それによって、日本の学習指導要領下の理科教育の中でも、アースシステム教育の目指しているものを達成できる。

アースシステム教育の基盤となる報告書<sup>9)</sup>の教育目標は4つに分類されている。その内容は、日本の教育評価項目と1対1対応するわけではないが、枠組みは基本的には、それほどずれていない。例えば、日本の評価項目の1. 興味・関心・態度は、アースシステム教育の基盤となる教育目標の4. 鑑賞と3. 地球の管理・保全(地球に対する責務)に対応する。1の態度は、ESEでは地球の管理・保全と関連がある。3の技能・表現は、ESEの3. 地球の管理・保全と4鑑賞に関連している。それらの大まかな対応を以下に示した。

アースシステム教育の基盤となる教育目標	日本の理科教育の評価項目
1. 科学的思考	2. 科学的思考
2. 知識	4. 知識・理解
3. 地球の管理・保全	3. 技能・表現
4. 鑑賞	1. 興味・関心・態度

## 7. 日本におけるアースシステム教育の実践の方法

日本では、初等・中等理科教育の学習内容は学習指導要領で規定されているが、アメリカでは、学習内容を学校や教師の裁量で決められる自由がある。アメリカにおけるアースシステム教育実践校において、理科カリキュラムの内容は様々であるが、教師は7つの理解目標のアースシステムフレームワークを利用してカリキュラムを開発する。それは、「科学は地球やその環境についての学習である」という考え方に基づいている。その基礎となる物理、化学、生物の概念は、学習者にとって意味ある文脈の中、つまり生徒の生活場所で学習が展開される。よって生徒の身近な自然から学習を展開する野外学習は、アースシステム教育の典型的な実践例となる。生徒はグループで自分たちの課題を見つけ、他の生徒とコミュニケーションを通して学習に関する情報を共有し学習を展開して行く。また、野外学習だけでなく、インターネットやコンピュータを利用して地球についての現代科学のデータ収集を行う事や、CD-ROM、映像、その他の手段を利用して地球についての実際の科学情報源などを利用する方法で、この学習が展開される。

アースシステム教育は、指導内容や配列を自由に決定できるアメリカで開発されたものであるため、そのまま日本の学校理科教育で導入するには工夫が必要である。アースシステム教育の哲学や目標を日本の中学校の理科教育に取り入れる場合、次の4つの方法が考えられる。

## (1) 従来の理科の枠組みの授業で展開する場合

従来の理科の授業内容にアースシステム教育を意識した内容を付加することでアースシステム教育を導入できる。その具体例として中学2年化学分野の化学反応の例で説明する。

化学変化「塩酸+炭酸カルシウム→二酸化炭素+塩化カルシウム+水」の場合：

従来の理科の授業では、生徒が実験室で化学変化の実験を行い、その結果を科学的に理解するというものであった。つまり化学変化の内容は、化学分野の知識として理解することで完結していた。アースシステム教育で生徒がこの酸(HCl)と炭酸塩(CaSO<sub>4</sub>)から二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)が発生するという内容を学習する場合、上のような学習だけでなく、その化学反応が生徒の日常生活や地球システムとどのような関連があるのかということも一緒に学習し、地球システムの一部として理解する。つまり生徒の生活の文脈のどこで起きているかなども一緒に学習するというものである。

具体的には、この化学変化は、自然界(地球システム)の岩石圏と水圏の中に位置付けることができる(ESE4)。それは、石灰岩の山が酸を含んだ水によって溶かされ、鍾乳洞や特殊な景観ができるという自然現象と関連する。現代では酸性雨(ESE2)などがより大きい影響を与えている。その化学反応で発生した二酸化炭素は大気圏に取り込まれ(ESE4)、植物に吸収され生物圏での炭素や酸素の循環の一役を担うこととなる(ESE4)。この化学変化の結果できた美しい鍾乳洞や山並みは、長い地球の歴史の中で形成されたものである(ESE5)。生徒は秋吉台のカルスト地形や鍾乳洞、中国の桂林の石灰岩地形などその化学変化で造られた世界の景勝地(ESE6)も鑑賞し、自然の美しさに興味を持つ(ESE1)ところまで学習していくのである。また、酢(酢酸)に卵を入れると卵の殻が溶けて気体(CO<sub>2</sub>)が殻に付着するなど、身近な日常生活でその化学変化の見られる現象を取り上げたりもすることで生徒の化学変化への興味関心を深めるのである(ESE7)。

## (2) 選択理科の授業で展開する場合

選択理科では、単元学習やテーマ学習などが自由に展開できるので、アースシステム教育を実践することが可能である。単元例としては、地域の自然、日本庭園、都市と地方の野生動物、日本の景観の形成、海の資源、森林や農業環境、都市の科学、台風と気象、火山と地震などが考えられるが、ここでは「台風」を例に説明する。

テーマ「台風」を学習する場合(トピック学習やテーマ学習の場合)

中学2年の地学分野「気象」のところで、生徒は「台風」を熱帯低気圧として学習していた。アースシステム教育では、その地域性を利用したテーマ学習を推奨している。台風はまさに日本の日常生活で経験できる自然現象であるので、テーマ学習の例としては最適である。テーマ学習「台風」では、台風をトピックにして、台風に関係する物理、化学、生物、地学領域の内容、およびアースシステム教育の理解目標にあげている感性的な理解(美的理解)や台風と災害など環境教育の視点、台風に関連する職業なども生徒は学習する。

テーマ「台風」の学習の導入で、台風に関わる芸術(富嶽三十六景)や詩・短歌や音楽などの日本の文化に関する内容を生徒が学習することで、台風に関する興味関心を喚起させられる。その後、生徒は、台風の形の説明として地球の自転やコリオリ力に関する地学の内容、台風の発生の説明として水の状態変化に関する化学の内容、断熱膨張、熱機関など熱現象に関する物理の内容を学習する。台風の経路で貿易風や偏西風、台風の発生する地域の気象など地学の内容を学習し、そこに生息する動植物を生物の内容として学習する。つまり、生徒は台風に関するアースシステム(生物圏・岩石圏・大気圏・水圏)のすべてを

学習していくものである。

また、台風の雨の酸性度や台風のもたらす災害や恩恵などによって生じる現象、台風の進路の予測などに使われる科学技術、気象関連の仕事を学習するなど、生徒は科学を中心として総合的に学習するプログラムで学習を展開することになる。以上によって生徒は台風に関する科学的な学習だけでなく、それに関わる文化など総合的に台風を学習することができるようになる

### (3) 野外学習を中心とした理科カリキュラムの授業で展開する場合

アースシステム教育の指導方法として、地域の自然（身近なアースシステム）から学習を展開する野外学習を奨励している。つまり、アースシステム教育の理解目標や指導方法を参考にして身近な地域の自然を利用した探究的な野外学習を実践すれば、それはまさにアースシステム教育の理想的な指導例となる。その具体的事例は、「8. アースシステム教育の実践例」の項で述べる。

### (4) 総合的な学習の時間で展開する場合

総合的な学習の時間のねらい「(1)自ら課題を見付け、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、よりよく問題を解決する資質や能力を育てること。(2)学び方やものの考え方を身に付け、問題の解決や探究活動に主体的、創造的に取り組む態度を育て、自己の生き方を考えることができるようにすること。」や配慮事項「(1)自然体験やボランティア活動などの社会体験、観察・実験、見学や調査、発表や討論、ものづくりや生産活動など体験的な学習、問題解決的な学習を積極的に取り入れること。(2)グループ学習や異年齢集団による学習などの多様な学習形態、地域の人々の協力も得つつ全教師が一体となって指導に当たるなどの指導体制、地域の教材や学習環境の積極的な活用などについて工夫すること。」は、アースシステム教育の指導方法のねらいとほとんど一致している。指導内容と指導時間を学習指導要領によって規定されている理科の授業時間だけで、アースシステム教育を実施することには限界がある。アースシステム教育を基に地域の自然環境を利用したカリキュラムを組織すると、それは他教科を融合した総合的な学習に発展する。つまり、地域の自然環境を利用した学習は、理科を中心とした総合的な学習の時間の「環境、国際、情報など」を含むことができる。理科を中心とした総合的な学習を展開する上で、アースシステム教育はその哲学的背景を提供できると考えている。その具体例として「8. アースシステム教育の実践例」を参考にすることができる。

## 8. アースシステム教育の実践例「野外学習を中心とした理科カリキュラムの授業で展開する場合」<sup>10)</sup>

神奈川県三浦半島南端に位置し自然に恵まれた地域にある南下浦中学校の例を紹介する。そこで地域の自然（身近なアースシステム）を教材化し、中学校1年理科の生物分野の授業で、学習指導の中心に目的の異なる5回の野外学習をおき、生徒が自然を探究しながら自然に対する興味・関心を高めるようなカリキュラム(図1)を開発した。このカリキュラムのもう二つ特徴は、図2に示したように理科を中心として他教科(国語・美術・家庭・英語・社会など)との融合をはかっている点、そして学校外の社会施設・人材を有機的に利用する点である。

このカリキュラムで学習する生徒は主としてグループで学習し、野外学習と教室での学習内容を常に関連付ける。図2の様に、学習内容を他教科と関連付けて、理科を中心とした総合的な学習を行い、図3の様に、学校を中心として学びの場を博物館や野外観察会など学校外の施設・人材を利用して学習するなど、学習内容・方法を有機的・拡張的に広げていく。この図1の学習指導は2ヶ月半で修了するが、この学習

を基にして2・3年に行う野外学習や他教科と連携した学習へと広げるための基盤となっている。このカリキュラムの特徴について次に詳しく解説をする。

### (1) 目的の異なる5回の野外学習

野外学習を適切な方法で指導すると、生徒は段階的に野外学習に関する知識や技能やコミュニケーションの能力を発展させていく。5回の野外学習の内容と学習方法を以下に説明する。

#### 第1回野外学習：校内の植物調査、グループ学習（6人で1グループ）

6人のグループで、各生徒が分担場所の植物の種類とその生育環境（日照度、温度、湿度、土の硬さなど）について調査を行う。この野外学習で植物図鑑の利用方法やグループで協同学習を行う方法について学習する。調査の後、まとめをして発表会を行う。生徒は、自然を調査・まとめ・発表をするという科学的研究のプロセスを学習する。

#### 第2回野外学習：学区におけるタンポポ調査、個人調査と全生徒の調査のまとめ

生徒は、野外調査の知識と技能の応用として、家の回りでタンポポの種類を調査する。その全生徒の調査結果を一枚の地図に描きこみ、学区のタンポポの種類と環境について考察する。

#### 第3回野外学習：市内のタンポポと植物の調査、グループ調査と全グループの調査のまとめ

生徒は学年行事のオリエンテーリングを利用して、学区から市内全域に広げてタンポポ調査と植物調査を行い、市内全域のタンポポ分布と植物分布を作成し、市内の自然環境(植生)を考察する。

#### 第4回野外学習：自由課題の野外学習、個別学習又はグループ学習

生徒は、自分で興味あることや発見したことを探究する動植物に関する自由テーマの野外学習を3～4時間かけて行う。ほとんどの生徒は学校内の森で、野外学習用の道具を利用して野外で観察・実験・調査を行う。この野外学習で、生徒は今まで身につけた野外学習に関する知識や技能を総動員して観察・調査を展開して行く。

#### 第5回野外学習：植物分類標本づくり、個別学習

これは最後の野外学習で、生徒は今まで学習した植物の分類の知識を応用して、学校内の植物を利用して実物植物分類標本を作成する。採取した植物を同定・分類し、その特徴を画用紙にまとめ実物植物分類標本を作成する。

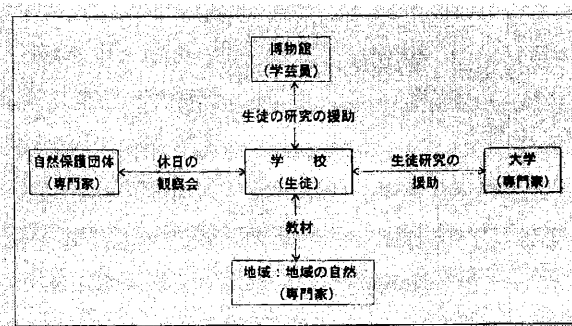
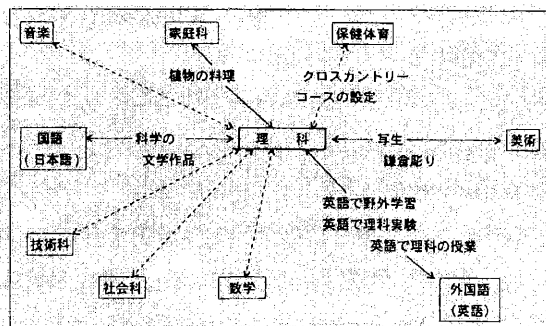
### (2) 理科を中心として他教科と関連をつける学習

地域の自然を利用した野外学習では、生徒の興味関心が理科だけでなく他教科に広がる(図2)。具体的には図2のように、①地域の文化・歴史に関心を示す(社会)、②植物・動物を調査するだけでなく、それを料理して食べたりすることでより生物への関心を深める(家庭)(図1(B))、③美術の授業で野外の自然のスケッチやお盆の作品作り(お盆の彫刻のモチーフに植物を使う)で生物に関する野外学習の調査の経験(植物をよく観察するし特徴を捉えることができる)が生きる(図1(C))、④国語の教科書に野鳥に関する科学文を読み実際に野外で観察することで、文章を理解したり味わう能力を引きだす(図1(A))、⑤野外学習を英語で行うことで、生徒は実際の学習の文脈の中で英語を楽しんで使える(英語)などがあげられる。

### (3) 学校を中心とした学びのネットワークの構築

地域の自然で野外学習を行うと、生徒は色々なものを発見する。生徒が興味を持って発見したことの中には教師がわからないことが沢山ある(ウラシマソウのつり竿の様にながしいものは何のためにあるのかは、

専門家でもわからない)。生徒が発見したことを探究的に学習を展開するためには、教師自らが生徒と共に博物館や大学などの社会施設・人材を利用した学びを体験する必要がある。これによって生徒に学ぶ姿勢を示すことになる。また、そのような学習を続けていると教師と専門家とのネットワークが自然に構築され、そのために生徒が専門家から学ぶ機会も増えてくる。具体的には、野外学習の後に、土曜日の放課後を利用して博物館や大学の専門家から動植物の同定をしてもらう。また、地域の自然に興味を深めた生徒を博物館や自然保護団体などの休日の観察会に参加させ、社会施設を利用した学習を体験させるなどの指導を行った。



(図2)理科を中心とした教科間のネットワーク

(図3)学校を中心とした学びのネットワーク

#### (4) 理科室の博物館化と生徒の研究成果・作品の公民館での展示

地域の自然を調査した研究成果を積み重ねると色々な標本や研究成果が蓄積される。それはまさに生徒による地域の文化の創造である。それを理科室に展示して、理科室を博物館化して、生徒が理科室で学習するのを楽しみにするよう工夫する。理科の学習環境を整備することは、生徒の理科への興味関心を高めることにつながる。また定期的に、地域の公民館を利用して地域の自然に関する展示会を行い、学校での学習成果を地域に公開し学校と地域との交流を図る。生徒は、自分の研究を地域の人に説明したり、教えたりする。そのような教える立場の経験は、生徒の学習意欲を高めるきっかけとなった。今後、学校のホームページで生徒の研究成果を公表したり、インターネットを利用して世界と交流することなどが期待される。

#### (5) 地域の学習教材・教具の開発<sup>10)</sup>

地域の自然を利用した学習を10年間展開する中で次のような教材・教具が開発された。「三浦半島植物ガイド」(中1～中3用)：三浦半島の植物観察に適したフィールドと季節の植物の紹介、「三浦の地層」(中3用)：野外地層観察用ガイドブック、「Plants Encyclopedia on The Miura Peninsula」(中1～中3用)：三浦半島の春の植物を中学生にわかる英語で解説した本、「Our Native Place Miura」(中3用)：地域の自然や地理・歴史・社会について説明した英語の副読本、「生成文法理解への道」「新しい文法理論による英語教育」(英語指導者用指導書)、「日本の河川の実物岩石標本」(中3用)「学校植物実物図鑑」(中1用)などである。アースシステム教育では、地域の自然を利用した学習を奨励しているので、教師が上のような教材教具を開発することが望まれている。

#### (6) 理科を中心とした総合的な学習の展開の必要性

この実践を行った当時は「総合的な学習の時間」などなく、生徒が生き生き主体的に学習する教科教育の在り方や学びのネットワークを求めらる中で自然と行き着いた実践である。このカリキュラムは、今後実

施される「総合的な学習の時間」を利用すれば、もっと充実したものになると考えられる。理科の面白さを伝え、また実力を身につけさせるには十分な時間をかけた指導が必要である。野外学習を展開するには時間が必要であり、野外学習が総合的な学習になりやすい特徴と現学習指導要領での理科の授業時数削減を考慮すると今後積極的に「総合的な学習の時間」の利用を考えた理科指導を模索することが必要である。さらに地域の文化の中心的な発信地としての学校の創造が求められ、教師手作りの教育は子どもに夢を与えると考えられる。

#### (7) カリキュラムとアースシステム教育理解目標・指導法との関連

##### (1) 野外学習の基礎

ESE1：身近な自然の中の美しいものや不思議なものを発見する。

ESE2：学校内の植物が人間の影響を受けたものが多いことに気づく。

ESE4：植物だけを観察するのではなく、周りの環境（気温、湿度、明るさ、土など）と関連づけて植物を調査する。

指導法：1-a, b, c, e, f, g, 2-a, c, e, 3-a, d, 5

##### (2) 学校の中や周りの植物

ESE1：ルーペでタンポポの花びら、めしべ、おしべ、花粉などミクロの世界の美しさを知る。

ESE4：タンポポの生育環境を地球システム（生物圏・大気圏・水圏・生物圏）の文脈で理解する。

指導法：2-e, 3-b

##### (3) 野外学習 2

ESE2：タンポポの種類で人間の影響が理解できることを学ぶ。

ESE4：タンポポの生育環境を地球システム（生物圏・大気圏・水圏・生物圏）の文脈で理解する。

ESE6：タンポポの学区の分布図を作成する。

指導法：1-b, c, f, g, 2-a, c, d, 3-a, d 4, 5,

##### (4) 微生物の観察

ESE1：微生物を観察することで微生物の美しさや不思議に気づく。

ESE3：科学技術の発展によって顕微鏡などの器具ができたことで自然をよりよく理解できることを理解する。

指導法：2-a, c, e, 3-b,

##### (5) 野外学習 3

ESE2：市内のいろいろなタンポポの分布を調査することで、タンポポの種類が人間の自然への影響の指標になることを体験を通して学ぶ。

ESE6：タンポポの市内の空間的分布を理解する。

指導法：1-b, c, e, f, g, 2-a, c, d, e, 3-a, d, 4, 5,

##### (6) 植物の体のつくりと働き

ESE4：花のつくりは虫などに関連していて、そこには不思議な自然の仕組み（システム）が発見できることを理解する。

ESE5：植物の体のつくりと働きを進化の視点からも理解する。

指導法：2-a, c,

##### (7) 拡張的な学習

ESE7：博物館の学芸員から直接学ぶことで研究者の仕事に興味・関心を深める。

指導法：4, 5

(8)葉のつくりと働き

ESE1：葉の造形美に気づく。植物の細胞の美しさ（ミクロの世界）に気づく。

ESE4：光合成の仕組みを太陽から始まるエネルギーの流れを考慮に入れ、大気、水、生物、土壌（の栄養分）の相互作用として理解する。

(9)根・茎のつくりと働き

ESE4：根・茎のつくりと働きを植物の個体維持システムに位置づけて理解する。

(10)花の咲かない植物

ESE4：コケやシダの特徴を理解し、その生育環境を地球システムの位置づけで理解する。

ESE5：コケやシダの進化の歴史を説明して、生物の進化の視点からも理解する。

指導法：1-d

(12)野外学習4

ESE1：学習で得た知識を利用して、身近な地域の自然の美しさや不思議さを発見する。

ESE2：身近な自然環境に人間の影響が現れていることを、自然環境の調査を通して理解する。

ESE3：いろいろな道具を利用して、身近な自然について探究的に学習する。

ESE4：地域の自然で地球システムを理解できる。

ESE7：発見や課題を探究する中で、専門家などに会い、自然に対する興味・関心を深める。

指導法：1-a, b, c, d, e, f, g, h, 2-a, b, c, d, e, 3-a, b, c, d, 5, (身近な自然から植物に関連する課題や問題を発見し、それについて探究的に学習するように指導する。)

(13)植物の仲間

ESE4：実物標本を作製する過程で、地球のシステムを再度確認する。

ESE7：標本を調査するとき、専門家に同定などについて質問する。

指導法：1-b, c, e, g, 2-a, b, d, 3-a, b, 5,

(14)地域の自然観察

ESE1：地域の自然の美しさに気づき、自然を保全する心情や郷土愛を身につける。

ESE2：地域の自然を調査する中で、人間の自然環境への影響に気づき理解できる。

ESE3：地域の自然を調査する中で、いろいろな道具やコンピュータやインターネットを利用し、その恩恵を理解する。

ESE4：地域の自然を調査して、地域の自然のシステムを理解し、更に地球規模の地球システムへの関心を深める。

ESE5：地域の自然を調査する中で、地域の自然環境の時間的変化を理解する。

ESE6：地域の自然を調査を通して、地球規模の自然に理解を広げたり、興味関心を深める。

ESE7：地域の自然を調査する中で、いろいろな専門家と出会い、自然を鑑賞する人生の楽しみ方（趣味など）を知り、自然に対する興味・関心を深める。

指導法：1-a, b, c, d, e, f, g, 2-a, b, c, d, e, 3-a, b, c, d, 4, 5,

(総括的目標) 地域の自然に興味をもち、自然を科学的に理解し、自然保全や郷土愛を育み、心豊かな人格を育む。理科学習を通して学ぶ楽しさを知る。

(8)教育効果・成果

①野外学習を中心とした学習指導を行うことで、地域の自然に興味を持ち、積極的に自然を観察・研究す



る生徒が育った。また、理科好きの生徒や郷土に愛着をもつ生徒が増えた。

②グループで調査のまとめ・発表を行うという研究の方法を理解させた。またグループ活動主体の活動で生徒間のコミュニケーションの場を作り、よい人間関係形成に役立った。

③野外学習セットを使った野外学習で、生徒を意欲的に活動させることができた。また、2・3年の野外学習では、積極的に身近な道具を利用していた。

④いろいろな動植物に興味を持ち、専門家に質問する機会を作ることで、自然には解明されていない不思議なことがたくさんあることに実体験を基に気づかせることができた。それによって生徒が自然に対する興味を持つきっかけになった。

⑤（部活動について）自然科学部の生徒は、顧問や博物館などの専門家の指導のもとで3年間研究し、「三浦半島の植物と小網代の森の自然環境の研究」という研究で、学生科学賞神奈川作品展で県知事賞を受賞した。

⑥（施設やネットワークについて）長年の地域を利用した野外学習指導によって、生徒の研究作品が蓄積され、学校の理科室を地域の自然博物館とすることができた。生徒は休み時間に理科室博物館で、自然や理科に対する興味を深めた。地域の自然に関する学びのネットワークを構築できた。

⑦（教材教具について）地域の自然を利用した指導を行うために、「（5）地域の学習教材・教具の開発」で紹介した多様な教材・教具を開発できた。

⑧（カリキュラム開発について）総合的な学習が導入される以前に、地域の特性を生かした総合的な学習のカリキュラムの枠組みを作成できた。

## 9. おわりに

外国における科学教育の良い例の一つとして、ここでアースシステム教育を紹介するのに3つの理由がある。第一は、アースシステム教育は「地域の自然（身近なアースシステム）の教材化」を中心に展開するという科学教育を奨励し、その理論的背景がシステム科学にあり、実践的で総合的な科学教育である。本物の身近な地域の自然で理科教育（野外学習）を展開したいと考えている理科教師にとっては、アースシステム教育はカリキュラムや教育実践の理論的枠組みとして参考にできるものである。更に、アースシステム教育は、子どもが地域の自然で学習を展開しインターネットなどを利用して地球規模で情報を収集し考察するという「地域で活動し地球規模で考える（Act locally and think globally）」科学教育である。学習方法として直接体験とIT（情報技術）の利用を融合させることを奨励するが、それは情報化時代において望まれている教育である。

第二には、アースシステム教育は自然を科学的に理解するだけでなく、美的な視点で鑑賞することを第1理解目標としているからである。それは、自然の科学的な側面とは異なる芸術的な側面を導入することで、事実と想像、論理と感情（理性と感性）を混同することではない。芸術的な側面を科学教育に導入することで、自然に対する興味・関心をより深め、豊かな人間性の育成に役立つと考えているからである。さらにグローバルサイエンスリテラシーという概念を生徒が身に付けることを目的とする科学教育に発展したことで、アースシステム教育は、科学を中心とした総合的な教育を創造する哲学的側面を持っているからである。

日本の理科教育は、TIMSSやOECD PISAなどの国際理科テストの分析で、成績はよいが理科への興味関心が低いとか、職業への関心が低いなどの問題点があげられている。アースシステム教育は、それらの問題に対応している。それは、アースシステム教育の理解目標の1と7が自然や理科への興味関心を高めることや、科学に関する職業を積極的に紹介することを重点目標としているからである。よって、アースシ

ステム教育は、日本の理科教育の抱えている問題や課題を解決する一助となれる可能性がある。

第三には、アースシステム教育は指導方法の5つの柱の1つとして、学校を中心とした社会施設や人材を積極的に利用することや、学びのネットワークを組織する教育を奨励しているからである。今後、問題解決的な学習や探究的な学習が展開された場合、生徒の疑問や発見を価値付けたり、解決する為には専門家などによる助言や指導が必要になる。それによって生徒の可能性を最大限伸ばすことができるのである。

それらの理由により、アースシステム教育は日本における新しい理科教育の一つの基盤となれるだけでなく、現学習指導要領の特徴である「総合的な学習の時間」の環境や国際理解などを構成する基盤を提供できる理科教育である。

アースシステム教育に関する日本語の詳しい情報は、国立教育政策研究所教育課程研究センター総括研究官(地学教育担当)五島政一のホームページ<http://www.nier.go.jp/masakazu/Myweb/index.htm>で紹介されている。

#### 【参考・引用文献】

- 1) Mayer, V. J. 1988. *Earth systems education: A new perspective on planet Earth and the science curriculum*, Columbus: The Ohio State University Research Foundation.
- 2) Mayer, V. J. 1990. Teaching from a Global Point of View. *The Science Teacher*, The National Science Teachers Association. Washington, D.C. January 1990
- 3) Earth System Science Committee. 1988 *Earth System Science*. Washington, D.C.: National Aeronautics and Space Administration
- 4) Lazlow, Ervin. 1972. *The systems view of the world*. New York: George Braziller, 131pp. システム科学：歴史的、記載的手法をとる科学 (Lazlow, 1972)。それは、地動説太陽系、有機的進化、プレートテクトニクス、地球気象変動などを含んでいる。人間は世界の中心ではなく、広大で複雑な宇宙の一要素であることを認識させるような科学である。
- 5) Mayer, V. J. and Armstrong, Ronald E. 1990. What Every 17-year old should know about Planet Earth: A report of a conference of educators and geoscientists. *Science Education* 74(2): 155-165
- 6) Mayer, V. J. 1991. Earth systems education: Origins and Opportunities, Columbus: The Ohio State University Research Foundation: 8-9
- 7) 五島政一、下野洋. 1996. アースシステム教育と野外学習、『1996年日本科学教育学会20周年記念論文集』、pp157-164、日本科学教育学会、1996年7月、
- 8) Mayer, V J and Tokuyama 1997 Science Literacy in a global era. *Hyogo University of Teacher Education Journal*, 17, 3, 75-89
- 9) Mayer, V. J. 1989. Earth Appreciation. *The Science Teacher*, The National Science Teachers Association. Washington, D.C. March 1989
- 10) 五島政一 1997 地域の自然(植物・動物)を使った野外学習を中心とする学習指導方法の開発、『平成8年度東レ理科教育賞第28回受賞作品集』、pp34-37、東レ科学振興会、1997年6月
- 11) 文部省 1999 中学校学習指導要領解説—理科編—
- 12) 文部省 1999 高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編
- 13) 五島政一 2001 正しい科学概念(自然観)を身に付ける方法(理科教育)—システム科学的な理科教育「アースシステム教育」—『楽しい理科授業11月号』Vol. 38. NO. 421, pp58-61、明治図書、2001年10月

- 14) 五島政一 2001 正しい科学概念（自然観）を身に付ける方法（理科教育）（その2）—グローバルサイエンスリテラシーの育成と地域の自然を利用した総合的な理科教育の創造—『楽しい理科授業12月号』Vol. 39. NO. 422、pp58-61、明治図書、2001年11月
- 15) 中野佳昭 大隈紀和 1993. 今後の理科カリキュラムの展望、『第17回年会論文集』;123-124
- 16) Mayer, V. J. 1991. Earth-systems science. *The Science Teacher*, 58(1), 34-39 The National Science Teachers Association. Washington, D. C.
- 17) Mayer, V. J. 1991. A Framework for Earth Systems Education. *Science Activities*, 28(1), 8-9
- 18) 下野 洋 1998 いま、地学教育に求められるもの—体験学習・野外学習の必要性—、*地学教育* 51(5)、pp. 201-212、地学教育学会
- 19) 下野 洋 1993 地球環境の理解を深める理科教育課程の編成の視点、『21世紀を展望する新教育課程編成の提案』日学選書3、pp. 200-210、
- 20) Mayer, V. J. & Rosanna W. Fortner 1995. *Science is A Study of Earth. : A Resource guide for science curriculum restructure* The Ohio State University & The University of Northern Colorado
- 21) Rosanna W. Fortner & Mayer, V. J. 1993. *Activities for the Changing Earth System: Curriculum Activities for teaching about global environmental changes*. The Ohio State University. Columbus OH
- 22) Mayer, V. J. 1995. Using the Earth System for integrating the science curriculum. *Science Education* 79(4) :375-391
- 23) Yoshisuke Kumano. 1997. The Significance of Earth Systems Science (Education) in the Curricula of Japan and other Asian Countries. *Second International Conference on Geoscience Eduaction: Learning About the Earth as a System Conference Proceedings*; 34-45
- 21) 山本美由紀 1999 新しい科学教育の枠組みに基づいた地学教育モジュールの開発と実践。『静岡大学教育学部 卒業論文』
- 22) 坂田尚子 2002 幼児を対象とした科学教育のビジョンの構築に関する研究—Global Science Literacyを基盤として—平成13年度修士論文、静岡大学大学院教育学研究科理科教育学専攻

**〔付録〕学習指導要領「中学校理科」・高等学校学習指導要領「基礎理科」・「理科総合A」・「理科総合B」の目標とアースシステム教育の理解目標の比較一覧表**

学習指導要領「中学校理科」の目標	ESSE 理解目標
自然に対する関心を高め、目的意識をもって観察、実験などをを行い、科学的に調べる能力と態度を育てるとともに自然の事象・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う。	
第1分野(目標)	
(1) 物質やエネルギーに関する事象・現象に対する関心を高め、その中に問題を見だし意欲的に探究する活動を通して、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる。	理解目標 3-4
(2) 物理的な事象・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を考察して自らの考えを導き出し表現する能力を育てるとともに、身近な物理現象、電流とその利用、運動の規則性などについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。	理解目標 3-4
(3) 化学的な事象・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を考察して自らの考えを導き出し表現する能力を育てるとともに、身の回りの物質、化学変化と原子、分子、物質と化学反応の利用などについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。	理解目標 3-4
(4) 物質やエネルギーに関する事象・現象を調べる活動を通して、日常生活と関連付けて科学的に考える態度を養うとともに、自然を総合的に見ることができるようになる。	理解目標 3-4
第1分野(内容)	
(1) 身近な物理現象 身近な事象・現象についての観察、実験を通して、光や音の規則性、力の性質について理解させるとともに、これらの事象を日常生活と関連付けて科学的にみる見方や考え方を養う。	理解目標 3-4 理解目標 4 理解目標 4
ア 光と音 イ 力と圧力	理解目標 4 理解目標 4
(2) 身の回りの物質 身の回りの物質について観察、実験を通して、固体や液体、気体の性質、物質の状態変化について理解させるとともに、物質の性質や変化の調べ方の基礎を身に付けさせる。	理解目標 3-4
ア 物質のすがた イ 水溶液	理解目標 4 理解目標 4
(3) 電流とその利用 電流回路についての観察、実験を通して、電流と電圧との関係及び電流の働きについて理解させるとともに、日常生活と関連付けて電流と磁界についての初歩的な見方や考え方を養う。	理解目標 3-4
ア 電流 イ 電流の利用	理解目標 4 理解目標 4
(4) 化学変化と原子、分子 化学変化についての観察、実験を通して、化合、分解などにおける物質の変化やその量的な関係について理解させるとともに、これらの事象を原子、分子のモデルと関連付けてみる見方や考え方を養う。	理解目標 3-4
ア 物質の成り立ち イ 化学変化と物質の質量	理解目標 4 理解目標 4
(5) 運動の規則性 物体の運動やエネルギーに関する観察、実験を通して、物体の運動の規則性やエネルギーの基礎について理解させるとともに、日常生活と関連付けて運動とエネルギーの初歩的な見方や考え方を養う。	理解目標 3-4
ア 運動の規則性	理解目標 4
(6) 物質と化学反応の利用 物質と化学反応に関する事象の観察、実験を通して、物質と化学反応の利用について理解させるとともに、これらの事象を日常生活と関連付けて科学的にみる見方や考え方を養う。	理解目標 3-4
ア 物質と化学変化の利用	理解目標 4
(7) 科学技術と人間 エネルギー資源の利用と環境保全との関連や科学技術の利用と人間生活とのかかわりについて認識を深めるとともに、日常生活と関連付けて科学的に考える態度を養う。	理解目標 2-3-4
ア エネルギー資源 イ 科学技術と人間	理解目標 2-4 理解目標 2-4
第2分野(目標)	
(1) 生物とそれを取り巻く自然の事象・現象に対する関心を高め、その中に問題を見だし意欲的に探究する活動を通して、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる。	理解目標 3-4
(2) 生物や生物現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を考察して自らの考えを導きだし表現する能力を育てるとともに、植物や動物の生活と繁殖、生物の細胞と生殖などについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。	理解目標 3-4-5
(3) 地学的な事象・現象について観察、実験を行い、観察・実験技能を取得させ、観察、実験の結果を考察して自らの考えを導きだし表現する能力を育てるとともに、大地の変化、天気とその変化、地球と宇宙などについて理解させ、これらの事象に対する科学的な見方や考え方を養う。	理解目標 3-4-5-6
(4) 生物とそれを取り巻く自然の事象・現象を調べる活動を行い、自然の調べ方を身に付けるとともに、これらの活動を通して自然環境を保全し、生命を尊重する態度を育て、自然を総合的に見ることができるようになる。	理解目標 2-3-4
第2分野(内容)	
(1) 植物の生活と種類 身近な植物についての観察、実験を通して、生物の調べ方の基礎を身に付けるとともに、植物の体のつくりと働きを理解させ、植物の種類やその生活についての認識を深める。	理解目標 3-4
ア 生物の観察 イ 植物の体のつくりと働き ウ 植物の仲間	理解目標 4 理解目標 4 理解目標 4
(2) 大地の変化 大地の活動の様子や身近な地形、地層、岩石などの観察を通して、地及	理解目標 3-4

に見られる様々な事象・現象を大地の変化と関連付けてみる見方考え方を養う。 ア 地層と過去の様子 イ 火山と地震	5 理解目標 4-5 理解目標 4
(3) 動物の生活と種類 身近な動物についての観察、実験を通して、動物の体のつくりと働きを理解させるとともに、動物の種類やその生活についての認識を深める。 ア 動物の体のつくりと働き イ 動物の仲間	理解目標 3-4 理解目標 4 理解目標 4
(4) 天気とその変化 身近な気象の観察、観測を通して、天気変化の規則性に気付かせるとともに、気象現象についてそれが起こる仕組みと規則性について認識を深める。 ア 気象観測 イ 天気の変化	理解目標 3-4 理解目標 4 理解目標 4
(5) 生物の細胞と生殖 身近な生物についての観察、実験を通して、細胞のレベルで見た生物の体のつくりと生殖について理解させるとともに、親の形質が子に伝わる現象について認識させる。 ア 生物と細胞 イ 生物の殖え方	理解目標 3-4 理解目標 4 理解目標 4
(6) 地球と宇宙 身近な天体の観察を通して、地球の運動について考察させるとともに、太陽の特徴及び太陽系についての認識を深める。 ア 天体の動きと地球の自転・公転 イ 太陽系と惑星	理解目標 3-4-6 理解目標 4-6 理解目標 4-6
(7) 自然と人間 微生物の働きや自然環境を調べ、自然界における生物相互の関係や自然界のつくりかたについて理解し、自然と人間のかかわり方について総合的に見たり考えたりすることができるようにする。 ア 自然と環境 イ 自然と人間	理解目標 2-3-4-5 理解目標 2-4 理解目標 2-4

学習指導要領「理科基礎」の目標	ESSE 理解目標
科学と人間生活とのかかわり、自然の探究・解明や科学の発展の過程について、観察、実験などを通して理解させ、科学に対する興味・関心を高めるとともに、科学的な見方や考え方を養う。	
(1) 科学の始まり 道具や火の使用、自然の観察とその積み重ね、自然の中に見られる帰巢性や法則性の発見など、科学の始まりと人間生活とのかかわりについて考えさせる。	理解目標 3-7
(2) 自然の探究と科学の発展 自然への疑問や興味に基づく客観的な観察と新しい発想が科学を進展させ、自然の見方を大きく転換し、展開させたことについて理解させる。 ア 物質の成り立ち (ア)原子、分子の探究	理解目標 3-4-5 理解目標 4

(イ)物質の合成への道 イ 生命を探る (ア)細胞の発見と細胞説 (イ)進化の考え方 ウ エネルギーの考え方 (ア)エネルギーの考え方の形成 (イ)電気エネルギーの利用 エ 宇宙・地球を探る (ア)天動説と地動説 (イ)プレートテクトニクス説の成立	理解目標 4 理解目標 4 理解目標 4-5 理解目標 4 理解目標 4-5 理解目標 4 理解目標 4-5 理解目標 4-5 理解目標 5
(3)科学の課題とこれからの人間生活 様々な自然認識の展開による科学の成果についての学習を踏まえて、現在及び将来における科学の課題と身近な人間生活とのかかわりについて考察させる。	理解目標 2-3-4-5-6-7

学習指導要領「理科総合A」の目標	ESSE 理解目標
自然の事物・現象に関する観察、実験などを通して、エネルギーと物質の成り立ちを中心に、自然の事物・現象について理解させるとともに、人間と自然とのかかわりについて考察させ、自然に対する総合的な見方や考え方を養う。	
(1)自然の探究 身近な自然の事物・現象についての観察、実験などを通して、それらの基本的な方法を習得させるとともに、エネルギーや物質について考察させ、自然を探究する力を養う。 ア 自然の見方 自然をエネルギーや物質の変化と変換などでとらえ、自然に対する総合的な見方や考え方を養う。 イ 探究の仕方 具体的な事例についての観察、実験などを通して、探究の進め方を体得させる。	理解目標 3・4 理解目標 3・4 理解目標 3
(2)資源・エネルギーと人間生活 人間生活にかかわりの深い化石燃料、原子力、水力、太陽光などの利用の際見られる現象は、エネルギーという共通概念でとらえられることを理解させる。 ア 資源の開発と利用 (ア)エネルギー資源の利用 蓄積型の化石燃料と原子力及び非蓄積型の水力、太陽エネルギーなどの特性や有限性及びその利用などについて理解させる。 (イ)その他の資源の開発と利用 金属、非金属資源の特性や有限性、資源探査の方法や開発、再利用について理解させる。 イ いろいろなエネルギー (ア)仕事と熱 電流による発熱や仕事など、熱と仕事を中心としてエネルギーの基礎について理解させる。 (イ)エネルギーの変換と保存	理解目標 4 理解目標 2・3・4 理解目標 4 理解目標 2・3・4 理解目標 4 理解目標 4 理解目標 4

他の惑星との比較において、生命を生み出す条件を備えた地球の特徴について理解させる。 (イ)地球の変動 プレート運動による世界の大山脈の形成などの大地の変動について理解させる。 イ 生物の移り変わり (ア)生物の変遷 地球上の光合成生物の誕生から生物が陸上に進出し現在の生物に至るまでの変遷について理解させる。 (イ)遺伝の規則性 生物には親から子へ形質を伝える遺伝現象があり、そこには遺伝子の存在という共通性があることを理解させる。	理解目標 4 理解目標 4・5 理解目標 4・5 理解目標 4 理解目標 4・5
(3)多様な生物と自然のつり合い 地球上の様々な自然現象は、変化するとともに、その過程で平衡が保たれ、そこで多様な生物が生活していることについて理解させる。 ア 地表の変と大気 (ア)多様な景観 現在の地球上の陸地、島弧、海洋底などの景観の特徴とその成因について理解させる。 (イ)大気と水の循環 地球規模の大気と水の循環や運動について理解させ、地球上では熱の移動が行われ、熱的平衡が保たれていることを認識させる。 イ 生物と環境 (ア)生物の多様性 地球上には多様な生物が存在していること及びそれらの生活の多様性について理解させる。 (イ)生物の環境とのかかわり 生物とそれを取り巻く環境は種々の生態系としてとらえることができること及び生態系における生物と環境とのかかわりを理解させる。	理解目標 4 理解目標 1・4 理解目標 1・4 理解目標 4 理解目標 2・4 理解目標 2・4 理解目標 2・4
(4)人間の活動と地球環境の変化 生物とそれを取り巻く環境の現状と課題について考察させ、人間と地球環境とのかかわりについて探究させる。	理解目標 2・3・4

※選択理科を除く

太陽エネルギーは仕事に変えられたり生物のエネルギー源になったりすること及びエネルギーは変換されるがその総量は保存されることについて理解させる。	
(3)物質と人間生活 身の回りの物質は原子、分子、イオンから成り立ち、それらの粒子の結びつきの変化で物質の性質が変わることやエネルギーの出入りがあることを理解させる。 ア 物質の構成と変化 (ア)物質の構成単位 原子、分子、イオンとの結合についての基礎を理解させる。 (イ)物質の変化 物質の状態変化及び化学変化における原子、分子、イオンの状態をエネルギーと関連させて理解させる。 イ 物質の利用 (ア)日常生活と物質 人間生活にかかわりの深い物質の特性と利用及び物質の製造にエネルギーが必要であることについて理解させる。 (イ)生物をつくる物質 生物が有用な物質をつくること及び生物体内の化学反応の精妙さについて理解させる。	理解目標 4 理解目標 4 理解目標 4 理解目標 4 理解目標 2・4 理解目標 2・4 理解目標 4
(4)科学技術の進歩と人間生活 科学技術の成果と今後の課題について考察させ、科学技術と人間生活とのかかわりについて探究させる。	理解目標 2・3

学習指導要領「理科総合B」の目標	ESSE 理解目標
自然の事物・現象に関する観察、実験などを通して、生物とそれを取り巻く環境を中心に、自然の事物・現象について理解させるとともに、人間と自然とのかかわりについて考察させ、自然に対する総合的な見方や考え方を養う。	
(1)自然の探究 身近な自然の事物・現象についての観察、実験などを通して、それらの基本的な方法を習得させるとともに、生物とそれを取り巻く環境について考察させ、自然を探究する力を養う。 ア 自然の見方 自然を多様性と共通性、変化と平衡などでとらえ、自然に対する総合的な見方や考え方を養う。 イ 探究の仕方 具体的な事例についての観察、実験などを通して、探究の進め方を体得させる。	理解目標 3・4 理解目標 3・4・5 理解目標 3
(2)生命と地球の移り変わり 生命の足としての地球の変遷をたどり、生命の出現と生物の変遷は地球環境の変化とかわっていること及び生物は遺伝という共通の性質をもち、親の形質を子に伝えていることについて理解させる。 ア 地球の移り変わり (ア)惑星としての地球	理解目標 4・5 理解目標 4・5・6



## 2. 地域資源を生かした学校づくり

—学校を中心とした学習のネットワークの構築—

五島 政一（国立教育政策研究所）

この章は、「地域資源を生かした学校づくり③—地域教材の活用—」と「地域教材の活用」を引用し、アースシステム教育（ESE）と関連づけて文章を再構成したものである。

### 要点

- ・ 地域資源には、社会的資源、文化的資源、生態的資源、地形的資源などがある。ESE では、これらの学校外の資源を利用した教育を展開することを奨励している。
- ・ 地域の教材化は地域の学習に留まらず地球規模の学習と関連している。
- ・ 地域資源の利用の仕方には、地域や施設の利用、人材の利用などがある。
- ・ 地域を教材化する過程で、教師（教科）間の交流ができるだけでなく、学校と地域の交流が生まれ、学校と地域のネットワークを構築する。
- ・ 学校に地域の教材を保存する場所（学校博物館など）を設置し、学校が地域の自然や文化の中心的な役割を演じ、積極的にそれらを発信・交流することがESE では望まれている。

学校を中心とした学習のネットワークの構築において、地域の教材化が重要なカギとなる。教師が児童・生徒に学ぶ意義を実際の学習で示すためには、地域の教材化はかかせない。教師が地域の教材化を行うには、まず学校周辺の地域環境を理解することが不可欠である。地域の環境を教材化する段階で、地域の人々との交流も生まれ、地域とどのように協働するかも具体的にわかってくる。一人の教師が地域の資源を利用するだけでなく、すべての教師(教科)が利用することで、その地域を利用した総合的な学習を展開するための資源の発掘に繋がり、教師間（教科間）のネットワーク（クロスカリキュラム）や学校と地域のネットワークが自然に構築されてくる。そして地域の教材化によって、その地域の特色を生かした創造的な学校づくりが行われる。

### 1. 地域の教材化のための地域資源

#### (1) 地域を教材化するための地域資源の分類

教材化を行う上で、教材を俯瞰的に体系的に位置づける軸が必要である。

平面軸としては人為的なものと自然的なもの、生物的なものを非生物的なもので2次元(平面的な)軸が考えられる。そして縦軸に系統的なものか部分的なものかで軸をとれる。これらを3次元の軸で教材を俯瞰的に位置づけられる。更に時間軸（大きい時間（deep time）と小さい時間）を加えて4次元にすることで教材の歴史性を位置づけられる。更に空間的な広がり考察する軸を入れること（大きい空間と小さい空間）で5次元（5つの軸で5元的に）で教材を位置づけることができる。教材をこれらの軸で位置づけることで、すべての教材を体系的・俯瞰的に示すことができる。地域の教材化を考えると、扱う教材がこのようなシステムの何処に位置づけるのか意識して、教育課程やカリキュラムを構成することが大切である。ここでは紙面都合上平面的な位置づけを行うが、それについては、佐藤晴雄が「学校の環境把握と地域の協働経営」（『これからの学校と組織マネジメント』p36(教育開

発研究所)、2003年)に示した地域環境の分類図(図1)を参考にできる。

図1 地域環境の分類

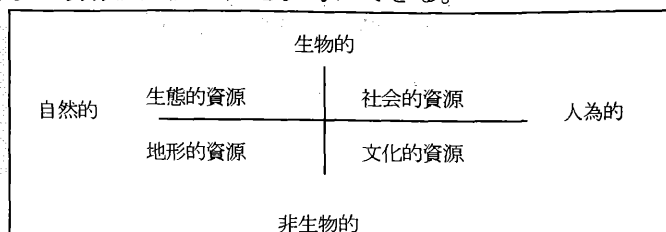
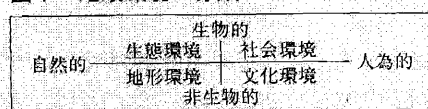


図2 地域資源の分類

図1を参考にして、地域資源を図2のように示すことができる。資源を自然的なものとな為的なものに分け、また生物学的なものとな非生物学的なものに分けることで、図2に示したような4つの資源に分類できる。俯瞰的に地域資源を利用し、色々な教科のバランスの取れた教材化が大切である。

社会的資源は社会生活・経済・政治などの資源、文化的資源は文学・芸術・歴史などの資源、生態的資源は植物・動物などの生態系などの資源、地形的資源は大地・河川・海洋・気象など非生物学的資源に便宜上分類できる。生態的資源と地形的資源は自然的資源の要素であり、社会的資源と文化的資源は人為的資源の要素であり、自然的資源とな為的な資源は地球システムの資源の要素である。地域の教材化では、それらの資源を地球システムの資源の要素という視点で俯瞰的に配置しバランスよく利用することが必要である。つまり各教科で地域の教材化を行い、地球システムの資源をバランスよく教材化することで、地域の全体像を児童・生徒に理解させることができる。

また、地域の教材化で地域について具体的な教材(実物)で学習することは、児童・生徒が、体験学習に基づいて学習内容を具体的に理解やイメージすることができ、実体験に基づいて地球規模で考える *act locally and think globally* の教育を実践する上での基盤となる。そのような学習を ESE では奨励している。

## (2) 地域の教材化のための地域資源(環境)の把握

地域教材を利用するといっても、簡単に地域教材を利用できるわけではない。まずは、教師が学校周辺の地域についてよく知らなければ、地域を教材として利用することはできない。第一に必要なことは、教師自身が地域についての自分の教科に関連した知識をもつことである。一部の教師が、地域の情報を収集するのでは、限界がある。すべての教科の教師が地域について情報を集め、それをまとめる担当を校務分掌に位置づけることで、組織的に地域の情報を集めることができ、地域の情報を共有化することもできる。そして、その過程で教師間(教科間)の交流ができ、地域の教材を利用したクロスカリキュラムや総合的な学習などを行うことが容易になっていくのである。地域の教材化のためには地域の実態に応じた現職教師教育の充実が鍵である。

## 2. 地域を教材化する上での地域との連携

地域の教材化を行っていく過程で、地域の情報に詳しい人々との交流も生まれてくる。地域に博物館など社会施設があれば、そこで働く学芸員や専門家などは、地域について詳しい情報を持っている。また、地域にはアマチュアであるが地域の情報に詳しい人々がいる。地域の教材化の過程で、それらの人々との交流が自然と生まれてくる。地域の教材化を行う初期段階では、教師は地域について知識や情報も余り持っていないため、地域の人々から指導を受ける立場であるが、地域の教材化や共同研究を行っていくうちに、地域について詳しくなっていく。そして教師自身が地域について専門的な知識を持つように成長することが大切である。その段階で、地域の教材化で、教師と地域の人々との協



働関係が生まれることになる。教師の役割は、生徒に授業を教えるティーチャー(Teacher)としての役割だけでなく、地域と連携をとるコーディネーター(Coordinator)やファシリテーター(Facilitator)的な役割も必要になる。

### 3. 地域教材の活用と学校づくり

教師が地域について学ぶことや地域の人々の協力で、地域の教材が開発される。それらの教材を利用して、教師はカリキュラムを開発し、地域を利用した教科教育や総合的な学習などを展開することができる。教師や地域の人々によって開発された教材は、学校教育だけでなく地域の社会教育や生涯教育などにも積極的に利用されることが望ましい。

総合的な学習の時間(中学校学習指導要領 第1章 総則 第4、小学校学習指導要領 第1章 総則 第3)のねらいには

(1) 自ら課題を見付け、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、よりよく問題を解決する資質や能力を育てる

(2) 学び方やものの考え方を身に付け、問題の解決や探究活動に主体的、創造的に取り組む態度を育て、自己の生き方を考えることができるようにするとある。その配慮事項には

(1) 自然体験やボランティア活動などの社会体験、観察・実験、見学や調査、発表や討論、ものづくりや生産活動など体験的な学習、問題解決的な学習を取り入れること

(2) グループ学習や異年齢集団による学習などの多様な学習形態、地域の人々の協力も得つつ全教師が一体となって指導に当たるなどの指導体制、地域の教材や学習環境の積極的な活用などの工夫すること

とある。

総合的な学習はまさに地域を教材化して問題解決的な学習や探究的な学習を展開することを求めている。その学校の総合的な学習は、学校の特色を反映したものとなる。学校教育法や社会教育法の改定がなされ、学校は一層体験活動を導入し、教育委員会は体験活動の機会の提供や支援を強化することが求められている。ESEは、理科を中心とした総合的な学習を構築する上での理念となることができる。

### 4. 地域の教材化の成果

地域の教材化による第一の成果は、児童・生徒は、普段の教科学習が地域と関連することで、その学習と日常生活との関連を見いだしたり、その教科に興味や関心を深めたり、そして地域に対する愛着や誇りを培ったりする。それによって、普段の教科学習や総合的な学習の意義も見出せる。

第二の成果は、教材や施設の整備である。地域の教材化を長い間行っていくと、地域について情報や資料・標本などが蓄積されていく。地域の自然、文化、社会、芸術などに関連した副読本などの教材も製作される。それらを保存・展示して、学校の教室を地域の博物館にすることが可能である。それは、学校教育という狭い目的のためだけでなく、学校を地域の自然や文化の資源の中心的な施設として位置づけ、地域以外への発信基地とすることができる。学校の特色化が求められている今日、地域の教材化は学校づくりに非常に重要である。

第三の成果は、地域を教材化することによって、学校と地域とのネットワークが構築され、学校と地域の協働の場が作られ、地域に開かれた学校になってゆくのである。学校博物館などを地域の人々に公開することで、学校と地域の交流が深めることができる。

## 5. 地域教材活用の基本的視点

平成 14 年度から実施された学習指導要領では「生きる力」を育成することや「開かれた学校づくり」を促し、特色ある学校づくりが求められている。「学校が地域に開かれる」「子どもが生きる力を培う」ためには、地域の環境を把握し地域の教材化と地域人材の活用、そしてそれを通して地域との協働が必要である。学校はそのような目的を達成するために効果的なシステムを開発することが大切である。

総合的な学習では、子どもの興味・関心に基づいたカリキュラム開発や学校の特色を生かしたカリキュラム開発が求められる。そこでは体験的な学習を展開することが必要であり、地域の教材化は欠かせない。

地域の教材化には、まず教職員の意識（学ぶ姿勢）が問題になる。教職員が地域の教材化を行なうことにより子どもの学習を彼らの生活と関連付ける事ができ、それによって子どもが学ぶ意義を実感できる。地域の教材化では、子どもは課題を地域から発見でき、実体験に基づいて学習ができ、学習の後、地域に対する愛着や誇りをもつことができることが地域教材を利用した学習の特色である。そのような学習を展開するには、まず教職員が地域を知り、それを教材化し、そしてカリキュラム開発を行うことが必要である。そのためには、管理職が中心になって組織的に地域の教材化のためにシステムを構築する必要がある。教職員の研修や地域人材の情報の収集など組織的（システムの）に行うことで、より効果的に地域教材の利用をすることができる。

地域の教材化の最終目的は地域の教材化をする過程で、色々な教職員が地域の教材化で共有する場（内容）や時をもつこと（教職員（教科）間のネットワークの構築）、地域とのネットワークをつくること、そして学校を地域に開いたものにして地域文化の中心的な位置づけを確立することである。それはまさに学校の教育システムを確立し、教育の地方分権化につながるものである。そのような基本的な視点をもって地域教材を開発し利用してゆくことが大切である。

## 6. チェックポイント

以下に地域の教材化のチェックポイントをあげた。

### <教職員の意欲>

1. 教職員は地域教材の活用の意義を共有化しようとしているか。
2. 教職員は地域環境の実態や特性を理解しようとしているか。
3. 教職員は地域住民との交流を持とうとしているか。
4. 教職員は地域資源を活用しようとしているか。
5. 教職員は学校と地域のネットワークを構築しようとしているか。

### <地域資源の把握>

1. 地域の自然・文化・歴史・産業を把握しているか。
2. 行政機関、公共施設(博物館・研究所など)などの目的や組織を把握しているか。
3. 地域・学習内容に関連する専門的知識や技能のある人材(住民)を把握しているか。
4. 学芸員、民生委員、児童委員などの仕事や組織を把握しているか。
5. 地域の活動団体やボランティア団体について把握しているか。

### <地域教材(資源)の活用>

1. 地域の自然・文化・歴史・産業を教材として活用しているか。

2. ボランティアや地域社会に関する知識や情報を得て活用しているか。
3. 生徒の学習の場が地域の中に位置付いているか。
4. 地域の教材やそれを利用した学習成果を展示する場（地域の学校博物館）を整備しているか。
5. 地域の自然・文化・歴史・産業について開発した教材を地域に還元しているか。

#### <研修と受け入れ態勢>

1. 地域の教材化を学校の目標にいれ、研修を行っているか。
2. 地域の教材化について教職員の合意が形成されているか。
3. 地域人材の受け入れに教職員の合意が形成されているか。
4. 地域住民は学校で行われている教育活動を理解しているか。
5. 教職員と地域住民の合同研修の機会や交流の場が設定されているか。
6. 学校の地域住民の受け入れ態勢(研修室、控え室、資料・教材の保存室など)が整備されているか。

#### <教育効果>

1. 生徒が地域を利用して意欲的に学習を行ったか。
2. 生徒が地域について愛着やほこりを持つようになったか。
3. 生徒が地域を活用した学習で地域の人々と交流ができたか。
4. 生徒の地域研究が積み重ねられ、その成果を学校や地域で公表したか。

#### <取り組みの成果>

1. 教職員は地域について専門的知識を増やせたか。
2. 教職員は地域を活用した教材開発やカリキュラム開発を行った。
3. 総合的な学習などで学校や地域の特色を出せたか。
4. 地域住民は学校に関心を持つようになったか。
5. 地域住民は学校をよく訪問したり、協力するようになったか。
6. 地域による学校の評価は改善されてきたか。

#### <協働の場の設定(ネットワークの構築)>

1. 学校の教育の目標を共有することができたか。
2. 地域を活用した教材開発やカリキュラム開発に関して学校と地域の役割を明確化しているか。
3. 活動費や交通費や保険などについて明確化しているか。
4. 地域住民と教職員が教材開発やカリキュラム開発について十分に意見交換できる場があるか。
5. 学校と地域の交流のネットワークが構築されているか。

## 7. チェックポイントの考え方

チェック票は、学校が地域の教材化を行う一連の流れを示している。<教職員の意欲>では、教職員の実態を把握する。<地域資源の把握><地域教材(資源)の活用>では地域の教材化を行う上での一連の流れを確認できる。<研修と受け入れ態勢>では管理職が地域の教材化について教職員が全体で取り組めるシステムが整備しているかを把握できる。<教育効果>では児童・生徒が地域の教材化の学習を通してどのような成長があったかを把握することができる。そして<取り組みの成果><協働の場の設定(ネットワークの構築)>では地域の教材化によって教職員や学校のシステムがどのように変容したか確認できる。このチェック票は教職員の意識から教育成果の評価まで地域の教材化の一連のプロセスを把握することができるような構造になっている。なお、チェックポイントについては、佐藤晴雄(2003)と廣瀬隆人(2003)のチェックポイントを参考に作成した。

## 8. 地域教材化の課題

地域教材を利用した学びは多面的で総合的な学習に総合的な学びになりやすいので総合的な学習の時間では積極的に地域教材を利用した学習が展開されるべきである。また、最近問題化している子どもの自然体験・社会体験・文化体験・生活体験の不足を補うために地域教材の利用は大切である。生きる力を育成する上で地域教材の効果的な利用が必要である。

地域を実体験で知ることは地域の特色やアイデンティティを具体的に理解することができるだけでなく、他の地域や世界との比較ができ、**act locally and think globally** の教育につながる。子どもはもちろん、教職員や地域住民も地域に愛着と誇りを持ち、地域を生涯に渡って学ぶ楽しさを知り生涯学習の基盤を培うことになる。

しかし現状では、地域の教材化や地域との連携・協働は一部の教職員が行っているに過ぎない。管理職は、恒常的に地域の教材化や地域とのネットワークが構築されるように、学校に地域教材化の校務分掌に位置づけるような学校システムを開発する必要がある。そして多面的・総合的な地域の教材化を目指して努力することが課題である。また地域教材の開発で開かれた学校づくりをどう推進すればよいかなども課題である。

ここでは学校単位での地域の教材化について解説したが、地域教材の利用は、学校単位だけでなく、地域単位（教育委員会単位）で組織的に行い、その地域の教材を調査・保存・利用方法の指導などを体系的・組織的に行っていくことが課題である。その課題を克服したとき、学校・地域の特色を生かした学校づくり地域づくりが可能となるであろう。現在、それが必要とされている。その教育システムの構築にアースシステム教育は一役を担えようとする。

### 【引用・参考文献】

- 1) 五島政一(2003)：地域資源を生かした学校づくり③ー地域教材の活用ー、『学校を取り巻く環境の把握と地域協働』教職研修総合特集チェックポイント学校評価 No.3、pp49-52、教育開発研究所
- 2) 五島政一(2003)：地域教材の活用、『学校を取り巻く環境の把握と地域協働』教職研修総合特集チェックポイント学校評価No.3、pp198-201、教育開発研究所
- 3) 佐藤晴雄（2003）：学校の環境把握と地域との協働経営、『これからの学校と組織マネジメント』pp36-41、教育開発研究所

### 3. 博物館における「知」と「学び」のネットワークづくり

—神奈川県立生命の星・地球博物館の教育普及活動を例にして—

平田大二（神奈川県立生命の星・地球博物館）

#### 1. はじめに

近年の生涯学習社会の本格的な到来は、従来の「教育の枠組み」に根本的な改革をもたらし、画一的で定型的な学校中心の教育から、生涯にわたっての多様で個性的な「生涯学習システム」に軸を移したといわれる。このことは、当然のことながら生涯学習施設としての博物館にも大きな影響を与えている。すでに欧米の博物館ではコレクション機能（収集、保管、調査研究）を基盤とする公共サービスの重視の方向性を打ち出し、公共サービスの中心に「教育をおく」路線が明確にされた。それは、知識社会の具体化としての生涯学習システムのなかにも、新時代の博物館の存在基盤があると判断したからであるという（日本博物館協会編，2001）。国内においても、21世紀にふさわしい新しい博物館がいかにあるべきかについて文部科学省の委嘱を受けた財団法人日本博物館協会において調査が行われ、その報告として「21世紀にふさわしい『望ましい博物館』とは、『知識社会』における新しい市民需要に応えるため、『対話と連携』を運営の基礎に据え、市民とともに新しい価値を創造し、生涯学習活動の中核として機能する、新時代の博物館である」という提言がなされた（日本博物館協会編，2001）。『対話と連携』は、博物館内部においては個々の博物館の活力を高め、博物館相互においては博物館全体の活力を飛躍的に増大させる。そして博物館の外部、すなわち家庭、学校、地域、関係諸機関とにおいては、博物館の活力にとどまらず、家庭、学校、地域の教育力を強力にパワーアップすることに繋がることを期待されている。

本報告集の研究課題である「学習のネットワークを利用して生徒が意欲的に学ぶ科学教育システムに関する研究」（研究代表者：五島政一）の目的は、学校が中心となって、博物館など地域の施設や人材のネットワークをつくり、そのネットワークを学校教育の中に位置づけて教育実践を行なうこと、また、生徒の作品など学習成果を積極的に地域に公開して交流を広げ、学習ネットワークのシステムをつくるような理科教育の実践研究をおこない、その教育的効果について研究することである。この研究課題における「博物館の位置づけは、まさしくこれから望まれる博物館の姿のひとつであり、博物館における教育実践を行うための様々なレベルの学習ネットワークの構築が重要な課題となってくる。

そこで、本稿では筆者が勤務する神奈川県立生命の星・地球博物館（以後、当館とよぶ）における教育普及活動を例にして、博物館をとりまく「人と学びのネットワーク」構築の必要性について述べる。

#### 2. 博物館における教育普及活動

博物館における教育普及活動について考えるためには、あらためて「博物館とは何か」、そして「博物館における教育普及活動とは何か」を再認識する必要がある。

まず、「博物館とは何か」であるが、日本博物館協会（2001）は博物館の定義について、博物館法第2条を基本として、「博物館は、芸術、歴史、民族、産業、自然科学に関する資料を収集、保管し、展示して教育的配慮の下に一般公衆の利用に供し、その教養、調査研究、レクリエーション等に資す

るために必要な事業をおこない、あわせてこれらの資料に関する調査研究をすることを目的とする機関」としている。

博物館の特徴は、長年にわたって蓄積された膨大な資料と、それに付随する各種の情報を保管していること、そして、それらの資料と情報を専門的に扱う学芸員がいることである。つまり、博物館は資料と情報という「知の蓄積」と、それらを活用した展示・普及・学習支援などの「知の発信」、そして資料と情報に付加価値をつける調査研究という「知の創造」が行われている場所である。そして、博物館の利用者は、園児から小中高生・大学生、20代から老年まで各年齢層があること、また年齢とは別に知識の習得度による階層もあり、初心者から専門家まで幅広いことが、学校や他の機関と大きく異なる特徴である。

次に、「博物館における教育普及活動とは何か」である。倉田（1995）は、博物館教育とは、博物館でなければできない教育行為（内容と方法）がなければならず、「資料を中心とし、視ること（展示）を最も有効な手段」とした教育、すなわち実物資料や補助資料を用いた、展示を中心とした教育活動がその本質にあると述べている。展示こそ、他の教育機関に見られない独自の方法であり、博物館がモノを見（出来たら触らせ）体験的に学習する場であり、視覚を中心とした教育手段であることを再認識すべきであるとしている。そして、展示とは学芸員の思想や研究を、資料や補助資料を媒介として表現することであり、提示し、伝達し、それらを見ることで知識を確かめ、自ら考えることを促すものでなければならないとしている。また、金山（1997）は博物館における教育普及活動には、展示、講演会、体験学習、出版など多様であるとしている。しかし、その目的については学校教育の補完的な教育をしたり、一般の知的需要を満たしたり、知的好奇心を刺激することもあるであろうが、博物館本来の教育機能はもっと幅広く、社会教育に限らず社会的分野にも関連した幅広い視点から議論すべきであるという。たとえば、知的向上心を育む学習の動機づけの達成を目的とする、市民の精神文化の質的向上を目的とする、自然環境保護の考え方を普及するなどのように、状況に応じて多様な目的を設定すべきであり、その目的は将来にとって、有益なものでなければならないとしている。両者の意見をも含めて考えると、博物館における教育普及活動とは、博物館の「知の蓄積」と「知の創造」を市民や社会に情報提供し共有するための、展示を中心にして講演会、講座、体験学習、出版物など様々な方法で展開する「知の発信」行為であるといえる。

### 3. 神奈川県立生命の星・地球博物館における教育普及活動

先に述べた博物館における教育普及活動の考えに沿って、当館の2002年度の活動（神奈川県立生命の星・地球博物館，2003）を概観する。

#### 1) 入館者と利用者

ここでいう入館者とは、展示室への入場者の意味である。博物館の利用者には、展示室への入場者だけでなく、講演会や観察会、研究会などの行事参加者、ライブラリー利用者、レファレンス利用者、友の会やボランティアで活動している人など、博物館の施設、設備、資料、職員などの各機能を活用した人すべてが含まれる。入館者も利用者の一部であるが、その数が他の利用者に比べて多いのは当然である。

当館は、首都圏に近い観光地である箱根の入口に立地する。2002年度の年間入館者は267,625人、その内訳の割合は園児7%、小学生27%、中学生4.5%、高校生2.7%、成人36.6%、65歳以上12.3%であった。団体の利用は1531件、約8万5千人で総入館者の中での割合は32%である。団体のうち、学校は851件、約6万1千人で、団体数では55.6%、団体入館者数では71.2%を占める。この傾向は、

開館以来ほぼ同じである。1995年の開館から2004年1月までの総入館者は、290万人を越えた。

潜在的利用者として、神奈川県民が約850万人、周辺都県を含めば2000万人以上いることを考えると、さらに利用数を増やすことができると考えられる。また、利用するには遠距離であったり、開館日や開館時間など時間的な束縛条件があったり、利用したくても利用できない潜在的利用者もかなり存在することも事実である。健常者だけでなく、各種の障害を持った人も利用者である。また、直接来館する利用者だけでなく、手紙や電話・FAX、電子メールなどを使つての質問、ホームページなどを見て間接的に利用する非来館型も多い。

## 2) 展示

当館の常設展示は、「生命の星・地球」を基本テーマとして、「地球」、「生命」、「神奈川」、「共生」のストーリー性のある総合展示室と、実物標本を系統分類、コレクション、個別テーマなど項目ごとに分けて展示した実物百科事典としてのジャンボブック展示室がある。展示物は、可能な限り実物を用いること、また露出展示にすることで、展示ストーリーを理解してもらうとともに、実物資料のすばらしさを体感してもらうことを意図した演出となっている。さらに、研究成果の公表や所蔵資料の紹介など、期間を限って開催する特別展や企画展なども随時開催している。

来館者の多くは、展示室の見学が目的である。その目的は、当然のことながら階層や来館する際の状況により異なり、学習のため、レクリエーションのため、観光のついでなど様々である。目的別の来館者数は観光が一番多く、ついで学習、研究の順である。しかし、程度の差こそあれ、展示室で何かを感じていくはずである。展示を理解するためのものとして、展示解説書、小中学生向け展示案内書、各テーマを詳細に解説したミュージアムブックレットなどの印刷物を発行している。しかし、展示ワークシートや資料解説などはまだ整備されていない。なお展示室では、2002年度よりボランティアによる展示解説を不定期ではあるが始めている。

不特定多数の来館者と博物館の接点は、展示である。であるからこそ展示の重要性を再認識して、展示をとおしてどのような教育普及活動ができるかを検討する必要がある。来館者は、間接的であるが展示資料や解説文、展示解説書等の印刷物を介して、学芸員とのインタラクションを行なうことができる。疑問や質問については、ライブラリーのレファレンスカウンターにて受け付けており、学芸員が直接対応することもある。

## 3) 講演会・シンポジウム・講座・観察会等

博物館は生涯学習機関であるので、利用対象者はあらゆる階層である。生涯学習ニーズに応えるために、自然科学講演会や各種の講座を開催し、学習支援活動を展開している。館長をはじめ学芸員21人を中心として、友の会会員、博物館ボランティアの協力により実施している。

2002年度は、特別展や企画展に関連した内容のシンポジウムや講演会を4回実施した。講演者は大学や研究機関の研究者、小中学校の教員、博物館の学芸員、IT関連企業の社員などで、多種多彩である。講演内容も、それぞれのシンポにより分野が異なる。参加者は一般で、人数は345人であった。講師は、外部16人と、当館学芸員5人があつた。当館主催行事だけでなく、他の博物館や自治体、関係団体との連携行事も12回行なつた。内容はさまざまであり、講演者もさまざまである。参加者は一般対象で、総数1255人の参加を見た。講師は外部21人、博物館学芸員13人で対応した。これらは、他博物館や外部研究機関、研究者とのネットワークにより、達成できるものである。行事参加者は、直接研究者や学芸員から情報をえることができ、交流を図ることができる機会となっている。

学校5日制対応した講座として、土日に開催する小中学生向けの野外観察会を行なつた。回数は5回、参加者総数は133人であった。定員140人のところ、応募者は831人であった。対応した学芸員

は、延べ12名である。また、博物館スクールとして土曜日や日曜日に開催する連続講座を行なった。野外観察と室内実習を伴うものである。10講座、述べ16日間、定員は185人、応募総数は774名、参加者数は延べ262名であった。対応した学芸員は延べ30人と友の会スタッフである。これら二つの講座は、児童・生徒向けのものである。

高校生以上の一般を対象として、専門的な内容の研究テクニック講座を9講座、延べ15日開催した。総定員182名のところ応募者は217名、参加人数は延べ204人、対応した学芸員は延べ23人であった。また、神奈川の自然を歩くと称して、一般を対象にした県内の自然観察ポイントの探訪会を開催。5講座8日間で、定員130人のところ応募者198人、参加者は延べ188人、対応した学芸員は延べ28人であった。さらには、身近な自然発見講座として、一般を対象にした博物館周辺での野外観察会を実施した。定員はなく、当日申込み制の観察会である。計5回、参加者は180人、対応した学芸員は延べ15人であった。

#### 4) 学校連携

自然史を対象としている当館が想定する学習支援の主な対象者は、小・中・高の児童・生徒である。年間入館者は267,625人で、そのうち小学生は71,091人、中学生は12,992人、高校生は7,014人であり、入館者全体の中での比率は、小学生26.6%、中学生4.9%、高校生2.6%であった。これら数字は、小・中・高の児童・生徒の利用が多いことを裏付けている。展示見学の団体利用が多いが、教科の学習や、総合的な学習など個別の対応も行っている。

理科等の教科学習、講義への対応として、18件を対応した。館内の展示解説や収蔵資料の紹介、野外での観察、学校での講義など内容はさまざまである。対応した学芸員は延べ22名であった。対象は、中学、高校、大学と盲学校があった。また、総合的な学習への対応として、33件あった。対応した学芸員は延べ33名。対象は、小学校6校、中学校24校、高校が3校であった。館内や学校、野外での対応が行なわれた。数字を示したものは、事前に申込があったもので、それ以外に生徒が個別に来たものについては実数を把握できていない。さらに、インターンシップの受け入れとして、高校生、大学生、専門学校生、大学生などの就業体験実習を受け入れていた。2件9名の申込があった。

児童生徒だけでなく、教員の研修受け入れ対応として、24件を受け入れた。内容は教職経験者研修、カリキュラムの検証及び教材開発支援、新採用研修、野外研修、総合的な学習に関する研修、理科資料作成支援などであり、依頼先は県立総合教育センター、各小学校、中学校、各教育研究会などである。

博物館は生涯学習施設であるが、小中学校など学校教育との連携も重要な要素であり、今後の博物館の活性化を図るためにも、その連携のあり方を真剣に検討する必要がある(福留, 1989: 大堀, 1993: 丹青総合研究所, 1993: 高田, 2003 など)。最近では、「学社連携」から「融合」へと表現が変わりつつもあり、様々な積極的な取り組みが各地の博物館施設で行われている(例えば、麻田, 2003: 古口, 2003: 村野, 2003: 長島, 2001: 中川, 2001 など)。

平岡(2003)は、学芸員による学習支援プログラムを開発し実践を行っている。しかし、まだ博物館の特徴を十分に活かした利用をしているケースは少ない。これは、学校側と博物館側が博物館の利用について、もっと議論すべきことであろう。博物館を学校教育における道具の一つのとして考え、目的を明確にして利用することが望ましい。佐藤(2003)は、博物館を使いこなす力として「ミュージアム・リテラシー」を提唱し、その育成が必要であると説いている。博物館には、資料と情報があり専門家(学芸員)がいるが、これらのどのように使うかを考えるのは学校側であろう。道具の使い方は千差万別、多様である。そのためには、十分な事前の打ち合わせが重要である。学校教育と博物館教



育とは、それぞれ異なる特性をもつ。学校の教育課程の延長線上で博物館をとらえることは、博物館教育の幅を狭める恐れがある。また逆に、博物館教育を学校教育に一方向的にあてはめて考えるのも、学習指導要領やカリキュラムの制約からみて無理がある(大嶋, 2003 など)。学校教育側からみれば、博物館をどのように活用したらよいか、博物館と活用の仕方を協議検討し、その成果の評価など相互の情報交換が必要である。

学校連携においては、現場の教師との交流が不可欠である。イギリスでは、学校教育のナショナル・カリキュラムが博物館の学習プログラムに組み込まれている。そのため、教育部門の専門スタッフが配置され、学校との連携が行われている。日本では茨城県自然博物館の例(中川, 2003)があるが、まだ教育専門職員が存在する館は少ない。

#### 5) ライブラリー

ライブラリーは無料空間であり、開館時間中は自由に利用できる。開架と閉架の両方式で保管している図書・雑誌類は約12000冊、約2500タイトルにおよぶ。2002年度のライブラリー利用者は103,086人であった。司書2名で対応している。また、ライブラリーにはレファレンスカウンターがあり、利用者の質問や相談に学習指導員が対応している。学習指導員は、学校現場の豊かな経験を活かし、児童・生徒をはじめ一般の方々からのレファレンスに関する業務や学習支援、学校をはじめ各種団体利用者のサービスに関する業務を行っている。児童・生徒の質問を受け付けたり、自由研究等へのアドバイスをしたり、課題解決のための学習支援も行っている。なお、電話、電子メール、FAX等によるレファレンス利用者の数は未調査であるが、実際にはかなりの数に上ると思われる。

#### 6) 博物館ボランティア

当館ではボランティア活動を、生涯学習の一環として学習支援事業に位置づけ実施している。各種博物館資料の整理や展示、調査研究など、様々な活動に協力していただきながら、ボランティア自身の自己研鑽と社会貢献に努めていただいている。当館のボランティア体制は、資料の整理や調査研究、標本作成、標本データ入力など学芸員に協力して活動をする「学芸ボランティア」、ライブラリーや友の会の支援など博物館の学習支援活動に協力して活動する「館運営ボランティア」、展示室での解説や視覚障害者の誘導を行う「展示解説ボランティア」の3種類で構成されている。2002年度のボランティア登録者は246名、年間活動は延べ2510人であった。ボランティアの構成は、小学生から大学生までの生徒・学生、主婦、社会人、定年退職者など実に多様である。また、知識についてもまったくの初心者から専門知識をもつ人までいる。多種多様な人が集っていて、そこで新たなコミュニケーションが生まれ、学習のネットワークが形成されている。なお、当館のボランティア活動の現状と課題については、奥野(2003)、田中(1996:1998:2003)により詳しく報告されている。また、神奈川県内の博物館におけるボランティア活動の事例と課題については、神奈川県博物館協会(2003)に紹介されている。ボランティアと博物館のコラボレーションにより、新たな知が創造され、知の情報発信が行われているかをあらためて認識することができる。博物館利用者のなかでも、内容と量においてかなり高いレベルに位置づけられる。

#### 7) 博物館友の会

当館の友の会は、博物館を広く活用し、博物館活動を支援するとともに、会員相互の交流を図ることを目的として1999年に発足した。現在の会員数は約550人である。友の会通信の発行、オープンラボ、昆虫観察会、自然倶楽部、植物観察会、地学グループなど、いくつかの行事グループが結成され、それぞれに活動を展開している。2002年度は24行事、延べ72日、延べ1642人の参加者であった。友の会全体の運営は役員会でおこない、各行事グループの運営は各グループの幹事が行っている。

各行事には、学芸員や外部の専門家がそれぞれ協力している。友の会の活動においても、新たなコミュニケーションが生まれ、博物館をとりまく人と学びのネットワークが芽生えつつある。博物館利用者のなかでも、ボランティアについて利用頻度が高い。

## 8) 博物館情報システム

コンピュータを活用したシステムも、利用者にとっては重要な設備である。当館では、高度情報化における自然の情報センター、映像・画像資料等新しい形態の資料の収集・保存と活用の拠点、他の博物館・学習文化施設・大学・研究機関等とのネットワークの拠点、となる新しい博物館を目指し、博物館情報システムを整備した。新しい博物館のあり方を、利用者の疑問に答え頼りになる博物館、研究を活かす博物館、センター機能を果たす博物館、人的交流の接点となる博物館、共同研究機関としての博物館であり、博物館情報システムはそれを支える基盤システムである。学習支援の推進、研究活動の高度化の推進、博物館活動の活性化と効率化の推進を図るため8つのサブシステムの構築を目指している。現在は「収蔵管理システム」と「展示情報システム」が稼働している。その効果は、来館者等の学習意欲に対応した学習支援、研究活動への質の高い情報の提供、各種情報の効率的かつ多面的な活用の実現などにあらわれている。

さらに、インターネット上には博物館ホームページを開設し、様々な情報を提供している<<http://www.city.odawara.kanagawa.jp/museum/g.html>>。ホームページへのアクセス数は2002年度に約12万件あった。1995年10月より開設し、年々アクセス件数が増加している。2002年3月までの総アクセス数は33万件を超えるまでとなっている。

## 9) 出版物

博物館の印刷物も、「人と学びのネットワーク」構築に重要な役割を果たす。当館の印刷物は、展示解説類、普及刊行物類、調査研究報告類などに分けられる。展示解説類としては常設展示の展示解説書、小中学生向けの展示案内、テーマ毎に細かく解説したミュージアムブックレット、特別展図録などがある。普及刊行物類としては、博物館だよりとしての「自然科学のとびら」や地元出版社と協力して作成した自然ハンドブックシリーズ地球物語、神奈川の自然図鑑シリーズ、新聞連載記事の単行本などがある。調査研究報告類としては、研究報告、調査研究報告、資料目録などがある。これらは、いずれも様々な利用者に活用されるべく出版されているものである。これらの利用者の数は把握できないが、不特定多数になることは間違いない。

## 10) 博物館連携

博物館同士の連携も、人と学びのネットワークをつくることに必要不可欠である。個別の館同士もあるし、地域ごとに複数の館が連携する場合もある。神奈川県では、県全域の博物館施設を対象とした神奈川県博物館協会、西部地域の施設を対象とした神奈川県西部地域ミュージアムズ連絡会などがあり、それぞれ情報交換や共同作業が展開されている。また、それぞれの館の友の会やボランティア同士の交流が図られている場合もある。

以上に記した当館の事例は、多少の違いはあるとしても多くの博物館に共通するものであろう。つまり、博物館は年齢や経歴に関係なく、興味関心を持った人が利用できる生涯学習機関である。実物資料をはじめとして系統だった資料や情報が集積されていて、利用者の能動的な姿勢で利用され、学習内容を束縛するものがなく自由である、時間的な束縛がないなどが特徴である。様々な活動を実施することにより、それぞれの場面でレベルの異なる教育普及活動が展開されている。特に最近の特徴は、博物館側だけの活動ではなく、博物館を利用する人、博物館をとりまく人との連携と共同作業に

より、活発な活動が展開されていることである。博物館と博物館をとりまく人々の「知」と「学び」のネットワークが、博物館を活性化させることができる（若宮，2003）。

#### 4. 新しい展開－「知」と「学び」のネットワークづくり－

「いつでも、どこでも、だれでも、いくらでも」の思想（小出ほか，2002）にもとづけば、博物館はあらゆる年齢層（幼児から成人、老人まで）、あらゆる階層（初心者から専門家まで）、あらゆる人（障害者から健常者まで、日本人から外国人まで）を対象にして、博物館内（展示室、ライブラリー、収蔵庫、研究室等）、博物館外（電話、電子メール、メーリングリスト、HPなど）において様々な活動を展開することが重要となる。

加藤（2002）は連携による共同作業は、地域、学校の教育力をパワーアップする大きな戦力となり、館内外の連携活動を通じて、博物館が生涯学習社会に不可欠な教育・学習機関としての存在意義を明確に打ち出し、地域文化の拠点として機能するべきであるとしている。これからの博物館と利用者の関係は、博物館から利用者への一方向性ではなく、博物館と利用者の双方向性へと変わるであろう。そして、さらには博物館と利用者多数を含めた多方向性への発展し、博物館をとりまく「人」と「資料」と「情報」のネットワークが形成され、博物館が活用されていくと思われる。あらゆる階層の利用者が、自分の可能な時間に、自分の可能な場所で、自分の好きなことを自由に選択でき、限りなく学習することができるようになることが理想である。

#### [参考文献]

- 麻田明生，2003. 神戸市立博物館における学校との連携活動－その概要と「出前授業」の取り組みを中心に－. 博物館研究, 38(2):28-32.
- 福留 強，1989. 生涯学習と博物館. 季刊・ミュージアム・データ, (10):1-6.
- 古口紀夫，2003. 未来志向に立って考える－栃木県立博物館の場合－. 博物館研究, 38(6):4-7.
- 平岡 健，2003. 学芸員による学習支援プログラムの開発について. 博物館研究, 38(11):8-13.
- 神奈川県博物館協会編，2003. 特集「博物館におけるボランティア活動」. 神奈川県博物館協会会報, (74), 133pp.
- 神奈川県立生命の星・地球博物館編，2003. 神奈川県立生命の星・地球博物館年報(8), 94pp. 小田原. 金山喜昭，1997. 博物館の特別展とその教育普及課に関する研究（前編）－ソーシャル・マーケティングに基づく新しい行動戦略－. 国学院大学博物館紀要, (21):103-121.
- 加藤隆志，2002. 本館における教育普及活動の展開と課題－民俗講座「フィールドワーク・村を歩く」を例として－. 相模原市立博物館研究報告, (11):33-56.
- 小出良幸・平田大二・山下浩之，2002. 研究の総括. 「博物館での新しい地学教育－インターネットによる新しい教育法のケーススタディ. 神奈川県立博物館調査研究報告（自然科学）, 11, 5-17, 神奈川県立生命の星・地球博物館.
- 倉田公裕，1995. 博物館を再考する－結集、討議の薦め－. ミュージアム・データ, (29):1-6, 丹青研究所.
- 村野隆男，2003. 新生！上杉博物館－博学連携の－コマー. 博物館研究, 38(7):3-5.
- 長島雄一，2001. 博物館と学校～出前授業の実践から～. 季刊ミュージアム・データ, (52):4-5.
- 中川 修，2003. 学校教育と博物館. 博物館研究, 38(2):16-19.
- 中川志郎，2001. 博物館と学校～博学融合への取り組み～. 季刊ミュージアム・データ, (52):1-3.

- 日本博物館協会編, 2001. 「対話と連携」の博物館—理解への対話・行動への連携—【市民とともに創る新時代博物館】. 文部省委嘱事業「博物館の望ましいあり方」調査研究委員会報告(要旨), 27pp.
- 奥野花代子, 2003. 神奈川県立生命の星・地球博物館のボランティア活動—博物館ボランティア活動の概要と「展示解説ボランティア」の導入について—. 神奈川県博物館協会会報, (74):27-41.
- 大堀 哲, 1993. 教師に対する博物館理解促進の試み—Teacher's Center の現状と課題—. 季刊ミュージアム・データ, (21):1-4.
- 大嶋貴明, 2003. 学校と美術館—連携と融合の可能性. 博物館研究, 38(2):8-11.
- 佐藤優香, 2003. ミュージアム・リテラシーを育む—学校教育におけるあらたな博物館利用をめざして—. 博物館研究, 38(2):12-15.
- 高田浩二, 2003. 博学連携が博物館を活性化する. 博物館研究, 38(2):4-7.
- 田中徳久, 1996. 生命の星・地球博物館のボランティア. 自然科学のとびら, 2(3):10. 神奈川県立生命の星・地球博物館.
- 田中徳久, 1998. 生命の星・地球博物館の博物館ボランティア. 神奈川県博物館協会会報, (69):53-66.
- 田中徳久, 2003. ボランティアは博物館資料の整備に重要な役割を果たせるのか?—生命の星・地球博物館における実践例とその成果、課題まで—. 神奈川県博物館協会会報, (74):43-53.
- 丹青総合研究所・文化空間研究部, 1993. 学校と博物館の関係. 季刊ミュージアム・データ, (21):5-9.
- 若宮崇令, 2003. 生涯学習から生涯活動へ. 博物館研究, 38(12):3-6.

# アースシステム教育カリキュラム

## アースシステム教育カリキュラム内容情報一覧表

第4章から第7章までは「アースシステム教育カリキュラム」の具体例を示している。下の表は、そのESEカリキュラムの内容、学習指導要領との関連、ITの利用、学校外の人材や施設・教材の利用、フィールドワーク、学校外部での生徒の学習成果や作品の発表、そして評価について一覧表にまとめたものである。

研究報告書の概要とこの一覧表を利用して、ESEカリキュラムについての情報が簡単に理解できるように工夫した。

	第1分野	(1)身近な物理現象	(2)身の回りの物質	(3)電流とその利用	(4)化学変化と原子、分子	(5)運動の規則性	(6)物質と化学反応の利用	(7)科学技術と人間	第2分野	(1)生物の生活と種類	(2)大地の変化	(3)動物の生活と種類	(4)天気とその変化	(5)生物の細胞と生殖	(6)地球と宇宙	(7)自然と人間	総合的な学習	道徳	特別活動	他教科	ITの利用	学校外の人材	学校外の施設の利用	博物館など学校外施設の利用	外部機関の教材・教具の利用	学校外でのフィールドワーク	学校外で成果・作品などの発表	評価表		
1年																														
(1)物理・化学分野の融合カリキュラム案		○	○	○			○	○											○		○				○	○				
(2)光		○																											○	
(3)力と圧力		○																											○	
(4)「身の回りの現象」と「物質のすがた」の融合		○	○																						○	○				
(5)生物の生活と種類										○																		○	○	
(6)わくわく理科授業・植										○											○							○	○	
(7)大地とその変化											○											○	○	○	○	○	○	○	○	
(8)大地の変化											○											○	○	○	○	○	○	○	○	
2年																														
(1)電流とそのはたらき				○																		○							○	
(2)火起こし実習					○														○										○	
(3)化学変化と原子分子					○																								○	
(4)動物たちの世界												○										○				○				
(5)天気の変化													○									○							○	
(6)気象													○						○		○	○			○	○	○	○	○	
3年																														
(1)化学分野融合							○	○														○	○	○	○	○				
(2)科学技術と人間								○														○	○	○	○	○				
(3)地球と宇宙															○							○							○	
(4)地球と宇宙															○							○							○	
(5)金星															○							○							○	
(6)火星															○							○							○	
(7)大地とその変化(旧)											○								○	○									○	
(8)地球と人間																○						○				○				
学年共通																														
(1)自由研究理科		○	○							○	○	○	○	○	○	○						○	○	○	○	○	○	○	○	○
(2)大地とその変化											○	○	○	○	○	○						○	○	○	○	○	○	○	○	○
(3)学年行事										○	○	○	○	○	○	○						○	○	○	○	○	○	○	○	○
(4)人間と自然																○						○							○	
(5)アースシステム教育と総合学習																	○						○	○	○	○			○	
(6)藤沢の自然の教材化とESE								○		○	○											○	○			○			○	
(7)神奈川の岩石・三浦の地層と地震										○						○						○	○	○	○	○	○	○	○	

#### 4. 中学校1年アースシステム教育カリキュラム

- (1) 「物理・化学分野の融合カリキュラム案」
- (2) 「光」
- (3) 「力と圧力」
- (4) 「身のまわりの現象」と「物質のすがた」の融合カリキュラム
- (5) 「植物の生活と種類」
- (6) 「わくわくする理科授業・植物」
- (7) 「大地とその変化」
- (8) 「大地の変化」





中学校1・2年アースシステム教育カリキュラム

物理・化学分野の融合カリキュラム案

辻井 典子 (横浜中学校)

1 単元名

身のまわりの現象、物質のすがた、電流とそのはたらき、運動とエネルギー、化学変化

2 目標

おもに人間の生活と活動をテーマとして、グローバルな環境、地域的な環境および人間の営みと密着したシステム科学の教育をおこない、生徒の主体的、創造的な学習態度を育てる。調べ学習、実験実習とレポート、研究発表、知識の補填とまとめ、および評価(筆記試験を含む)より構成する。

ESE理解目標：1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

3 指導学年、総指導時間数：中学1, 2年生対象, 理科の総時間数の3分の2程度

4 カリキュラム (指導計画) :

	題材	授業の内容	指導の工夫・留意点	理解目標
1章 身の回りの生活	(1) ライフラインを考えよう!	電気, ガス, 水道, 通信(電話, ケーブル, 電波)などのライフラインのフィールドワークをおこなわせ, 地図を作らせる。 現在の快適な生活がどのように支えられているのか考えさせる。	まず自宅や学校の電気の引込み線, 配電盤, 水道の元栓, ガスのメーター元栓を場所の確認し, 各メーターが読めるようにする。 発電所, 変電所, ガスタンク, 下水処理場, ケーブル TV などの施設を見学する。	2,3
	(2) もしライフラインが切れたらどうする?	水, 熱源, 電気の供給を考えさせる。 工夫していろいろな道具を作ることを通して, 生活の知恵をつけるトレーニングさせる。	・火をおこす。(火起こし器) ・電気をつくる。(備長炭電池, 果物電池, ボルタ電池) ・きれいな水を作る。(ろ過, 活性炭による吸着実験) ・湯をわかす。(太陽光なべ, ペットボトルレンズの利用)	2,3 4
2章 人類の文明の足跡	(1) 金属を手に入れる	人類が道具の材料として金属を手に入れた過程を実験で再現させる。 現代にいたるまで金属の歴史について, インターネットや資料を使ってまとめさせる。	酸化銅の還元, 青銅の合金づくり, 酸化鉄の還元の化学実験をおこなう。 銅器, 青銅器, 鉄器と進化していき, 近年は金属の新素材が開発されていることを確認する。	4,5 7

	(2) 建物を作る	ころ, てこ, 滑車, 斜面などの道具を使って, 仕事とエネルギーの概念を理解させる。 力のつりあい, 力のモーメントについて理解させる。	ピラミッドやピサの斜塔など古代の建造物はどのように作られたのか調べ学習をおこなう。 古代人の知恵を学び, 現代生活にも適用できるものはないか話し合う。	2,3 4,7
	(3) 乗り物を作る	物質の状態変化(空気の熱膨張や蒸気機関)を利用した装置を作らせる。 また燃料として, 化石燃料の利用状況, 埋蔵量などを調べる。 原子力や太陽光などのクリーンエネルギーの利用を考えさせる。  電磁気の学習から発電機やモーターについて理解させる。 電気製品を分解して内部を調べさせる。電気製品について, 電流のはたらきや構造的な工夫などを学習させる。	蒸気機関, 自動車, 電気機関車, 熱気球, グライダー, ホバークラフト, 潜水艦など陸海空の乗り物についてメカニズムを調べる。  ・ミニ四駆を使って運動を観察する。 ・黒のビニル袋で熱気球を作る。 ・気圧を利用したペットボトルロケットを作る。	2,3 4,7
	(4) 生活を楽しむ	科学と芸術の交わりを考えさせる。 人間と自然との関わりについて考える時間を持たせる。	楽器を作り演奏する。 カメラを作り写真をとる。 絵画や美術品を鑑賞する。	1,2 4,6
	(5) 宇宙でくらす	人類の重力圏からの脱出の歴史を調べさせる。  地球に関する物性調べ(自転速度, 公転速度, 重力加速度, 地磁気など)を行なわせる。 博物館やビデオ教材を利用し, 最新の宇宙科学技術を調べさせる。 太陽系惑星の物性をまとめさせる。	ロケット製造の技術や宇宙飛行士の訓練などを示す。 スペースシャトルの運行から運動の法則を教える。 ロケット燃料から燃焼反応を説明する。 人工衛星や宇宙ステーションが現在どのような状況にあるのか調べ, 惑星への移住の可能性考える。	3,5 6,7
3章 地球の ゆくえ	(1) 文明の恵み と功罪	科学技術の進歩の速さや人口の増加を縦軸にとった年表を作る。 酸性雨, オゾン層の破壊, 温暖化, 環境ホルモン, 大気汚染, 海洋汚染など, 種々の環境問題の実態を調査する。	科学技術の進歩を何を基準にして算出するか考える。車の台数, 二酸化炭素や窒素酸化物の増加量など基準について話し合う。 ごみ処理場, リサイクルセンターを見学する。	1,2 3,5
	(2) 私たちに できること	なぜ文明が環境を破壊したのか, 自分たちは今何をすればいいのか考えさせる。	中学生として実践できるボランティア活動につなげていく。将来の進路について話し合う。	1,2 7

(授業計画) と ESE 目標と関連メモ

- 1章-(1) : ESE7 発電所などの施設に働く人たちの仕事をインタビューして調べさせる。  
-(2) : ESE4 阪神大震災のような災害時に電気, ガス, 水が使えなくなったとき, どうするかグループで話し合わせ, 防災対策を学校や家で実践させる。
- 2章-(1) : ESE3 数種類の金属の見本を用意しておき, 実物に触れさせる。  
どの金属のどの性質がどのように活用されているのかを考えさせる。  
またどのような新しい金属があればいいと思うか, 問いかける。  
-(2) : ESE2 人類がどのように自然と戦いながら文明を築き上げてきたのか考えさせる。  
建造物の芸術性については美術の授業に協力をお願いしたい。  
-(3) : ESE2 石油, 石炭, 天然ガスについて分布図を作る。日本や近隣のアジア諸国のエネルギー資源の管理について考えさせる。石油会社などの企業人にエネルギー問題について講演を依頼する。  
ESE2 : ワークシートで各家庭の電力調べを行い, 省エネについて考えさせる。  
-(4) : ESE1 アルト, ソプラノ, テナー, バスの各リコーダーを演奏してみせる。  
リコーダーの長さによって音域がまったく異なることから気柱の振動の法則について触れる。  
凸レンズを使った簡易カメラを製作して写真をとる。  
-(5) : ESE6、ESE7 : 毛利さんのビデオ(NHK 製作, スペースシャトルの無重力のようす)やNHK スペシャルの最新のビデオを見せる。
- 3章-(1) : ESE2 宇宙にも衛星の軌道上にスペースデブリとよばれるゴミがあり, その危険性が指摘されている。人類が常に環境の破壊者であることを強く認識させたい。

## 5 指導方法

アースシステム教育の指導方法に基づいて、このカリキュラムの指導法を以下のようにまとめた。

- 1 指導法は科学的研究の性質と一貫していること。
  - a. 自然に対する疑問で始める (身の回りの現象に目を向けさせる)。
  - b. 生徒の活動を活発にする (物づくりに多くの時間をとる)。
  - c. 証拠の収集や利用を中心に置く (図書室やインターネットを活用させる)。
  - d. 歴史的視点を配慮する (古代文明や科学者の人物史について調べさせる)。
  - e. 明確な表現をするよう心がけさせる (レポートを書かせる, 議論させる)。
  - f. グループ研究を奨励する (グループで小テーマを決め, 調べさせる)。
  - g. 知る事と発見する事を分離しないようにさせる (自分で発見した内容を探究させる)。
  - h. 専門用語の暗記は重視しない (生徒の言葉で語らせる)。
- 2 科学の指導法は科学的価値を反映させること。
  - a. 好奇心を歓迎する (放課後, 実験室を利用させる)。
  - b. 創造性を賞賛する (休み中の自由工作を奨励する)。
  - c. 疑問を持つ精神を奨励する (よい質問を誉める, できるだけ質問に答えるよう心がける)。
  - d. 独断を避けさせる (実験結果について議論させる)。
  - e. 美的反応を促進する (古代の遺跡や建造物を鑑賞させる)。
- 3 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。

- a. 成功に基づいて築かせる（実験実習は必ず完成させる）。
  - b. 道具の使用について十分なる経験をつむようにする（火おこし器などの物づくりを楽しませる）。
  - c. 科学において女性や少数派の役割を支持する（掃除や食事づくりなど家庭の中で工夫されている生活の知恵に気づかせる）。
  - d. グループ学習を強調する（グループ実験を行わせる）。
- 4 科学教育は学校教育の枠を越えて行うべきである（博物館を利用させる，専門職にある保護者に協力をお願いする地域の利用する）。
  - 5 教育には十分時間をかけるべきである（放課後や夏休みなどに指導を行う）。
  - 6 その他（コンクールなどに応募させることによって意欲を高める）。

## 6 教材・教具(実物実体験(実験・観察)・IT の利用など)

- (1) 金属の見本 (2章-1)
- (2) 大型のころ，てこ，滑車などの道具一式 (2章-2)
- (3) 古代遺跡や建造物の写真 (2章-2)
- (4) ホーバークラフトやグライダーの模型 (2章-3)
- (5) ソプラノ，アルト，テナー，バスのリコーダー；メロディーパイプなど (2章-4)
- (6) 太陽系や宇宙技術に関するビデオ教材 (2章-5)

## 7 評価(または評価の工夫)

主たる評価のポイントとアースシステム教育目標との関連

1章-(1)自分の家の周辺のライフラインの地図を作りなさい。

友達の地図と比べてみなさい。どのようなことがわかりますか。(ESE2)

-(2)太陽光や地熱，風，波など自然から直接エネルギーを取り出す装置にはどのようなものがありますか。(ESE4)

2章-(1)鉄，銅，アルミニウム，ウランを含む鉱石の名前と，その主な産出国をあげなさい。(ESE2)

-(3)いろいろな発電所について発電のしくみと，環境におよぼす影響について説明しなさい。県下の発電所の種類とそれぞれの発電量を書きなさい。(ESE3)

-(5)重力がなかったり，地球とは異なる重力の星では，どのようなことで困るでしょうか。考えられる可能性をすべて書き出しなさい。(ESE1、ESE6)

3章-(1)環境破壊の中から1つのテーマを選び，現在おこなわれている対策を述べなさい。他に何かよい方法があれば書きなさい。(ESE2、ESE7)

## 中学校1年アースシステム教育カリキュラム

### 「光」

益田 孝彦（三浦市立三崎中学校）

#### 1 単元名 光

#### 2 目標

身近な光の現象についての観察、実験を通して、光の規則性について理解させると共に、これらの現象を日常生活と関連付けて科学的にみる見方や考え方を養う。

#### 3 指導学年、総指導時間数：中学1年生対象、総指導時間7時間

#### 4 カリキュラム（指導計画）：題材が実験を含む場合には2時間扱いである。

アースシステム教育を意識した光の性質の授業：日常の自然現象をなるべく見せ、教科書の内容と自然現象（地球のシステム）を関連付ける。

	題材	授業時間数	指導の工夫・留意点	理解目標
1	光の直進	1時間	(3)のESEを意識した授業内容参照	2,4,7
2	光の反射	1時間	同上	1,4
3	光の屈折	5時間	同上	3,4,7

#### 1 光の直進

##### (1) 授業の構成と指導の工夫

- (1) 25分：光の直進についての説明・板書
- (2) 5分：板書内容についての演示実験
- (3) 10分：板書をノートに記入、机間巡視と個人指導
- (4) 5分：授業内容についてESEシールに今日の授業のポイントの記入

##### (2) 板書の内容

ノートのコピー（資料参照）

##### (3) ESEを意識した「光の直進」の授業内容

- ① 陽炎の話：均質な場所でないと光は直進していない現象として説明：直進する光は、太陽によって暖められた大気が揺らいでいる場所では、光は曲げられる。そのため、実際にはない場所に物体が見える蜃気楼がみえたり、陽炎の現象がみえる。(ESE4：太陽の熱、大気、水、大地が光の直進に影響を与えている。：陽炎や蜃気楼は、大気・水・大地・光（サブシステム）の相互作用で説明できる。)
- ② ストープの側を光が通るとき揺らぐ話：均質な場所でないと光は直進していない現象として説明。熱せられた大気と光の関連で説明できる。(ESE4：光と大気の相互作用で説明できる。)
- ③ ピンホールカメラ：光の直進でピンホールカメラの像が逆さであることを実感できる。(ESE7：

光の現象に対する興味関心)

- ④ 沈む太陽が赤いわけ：地上近くの大気は、微細なごみで汚れているため、波長の長い（赤い光）光しか通過してこれず、よっていろいろな光を出している太陽（黄色っぽく見える）であるが、赤い光が観察者に届く。（ESE2：人間による大気汚染）（ESE4：大気と光の関連）

## 2 光の反射

### (1) 授業の構成と指導の工夫

- (1) 鏡面を利用して反射を導入（10分）
- (2) 鏡面に映る像を説明（10分）
- (3) 乱反射を説明（10分）
- (4) ESEに関する紹介授業とまとめ（20分）

### (2) 板書の内容

ノートのコピー（資料参照）

### (3) ESEを意識した「光の反射」の授業内容

- ① 夕焼け：光の直進と反射、そして日本の天気は偏西風によって西から変わってくる。夕焼けが見えるのは、西に雲がなく、沈む太陽光が雲に反射して東側に届く現象である。（ESE4：大気の大循環と夕焼けの関連）
- ② 光を通すはずの水だって光を一部反射する。それが一番身近に起こっている現象が、海や湖・池で光が反射してみえることである。湖に逆さ富士などが映ると景色としても美しい。（ESE1：美しい地球）
- ③ 虹の外側にさらに虹が見えるのも水滴での1回反射2回反射がその主たる理由でみえる（ESE1：美しい地球、ESE4：自然の仕組み）

## 3 光の屈折

### (1) 授業の構成と指導の工夫

- (1) ①レーザー光の光路を確認させ屈折に気づかせる（導入10分）
  - ②台形ガラスを用いての屈折の確認（展開20分）
  - ③板書でのまとめ（20分）
- (2) ①前時の丁寧な確認（10分）
  - ②水面から光が出ていくレーザー光の光路の確認（10分）
  - ③全反射の確認（20分）
  - ③水ファイバー・光通信の確認（10分）
- (3) ①レンズの導入（10分）
  - ②レーザー光での光路の確認（10分）
  - ③原則の確認と作図（30分）
- (4) ①作図の再確認（20分）
  - ②光学実験台での確認（30分）
- (5) ①倒立実像のまとめ（5分）
  - ②焦点距離内の虚像の作図・実験での確認（30分）

③ESEに関する話題提供（15分）

(2) 板書の内容

ノートのコピー（資料参照）

(3) ESEを意識した「光の屈折」の授業内容

- ① 水槽の魚の位置の話：水槽の中の魚は実際より大きく見え、またいる場所も違う。漁師が海や川で魚を釣るときは、見掛けの位置より近い位置に釣を打つ。水族館のラッコやイルカは場所がずれてみえたりして2匹にみえたりする。(ESE4：光の進みかたは、水や大気や物質の影響を受ける。光の進み方は、物質の影響を受ける。)
- ② レンズ付カメラ：焦点があることを示す。これは光の直進と屈折を説明することができる。屈折によって焦点距離が決まることを説明できる。カメラの原理：レンズ付カメラの応用として、市販のカメラの説明をする。(ESE3：科学技術の進歩)
- ③ ガリレオ・ガリレイの望遠鏡：16世紀にガリレオはレンズの組み合わせで望遠鏡を開発し、木星の惑星を発見した。(ESE7：科学者ガリレオの話)
- ④ 虫眼鏡の利用：虫眼鏡と紙を使い、虫眼鏡の一方に紙を置くと反対側の景色が逆さに写ったり、正立の像が写ったりするようすや、像の大きさや像の鮮明度を見せる。(ESE7：興味関心)

アースシステム教育と学習指導要領の評価軸（光・音の単元）

自然（光と音）の事物・現象＝地球のシステム（事物・現象）

	関心・意欲・態度 (A)	科学的な思考 (B)	観察・実験の技 能・表現 (C)	知識・理解 (D)
1 美しく不思議な自然現象 (対象) 逆さ富士・虹・やまびこ・空震・音叉の共鳴	湖に映る『逆さ富士』など光の反射が作る美しさに関心が持てる。 虹の外側に虹ができる美しさに関心が持てる。 音叉の共鳴に興味もてる 1 2 3 4 5	水玉内の光の屈折・反射を作図したとき、1回の反射と。2回の反射があることを予想し虹の外側に色が逆の副虹ができることを予想できる。 1 2 3 4 5	光や音の反射をふまえ、校庭でのこだまを利用した音速の測定を実施し、およその音速を報告できる。 1 2 3 4 5	やまびこの現象を理解して、その往復にかかる時間を求めることができる。 大島の際三浦半島で起こった『空震』現象の背景や理由が理解できる。 1 2 3 4 5
2 人間の影響 (対象) 犬笛		人には聞こえない音でも犬には聞こえる超音波の音域があることが理解でき、応用が考えられる。 1 2 3 4 5		
3 科学技術の進	科学技術の進歩	光通信を活かす		

<p>歩 (対象) 光通信・ 光ファイバー・音 による騒音の消 音</p>	<p>の一つである光 通信に関心を持 てたか。</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>ためには光ファ イバーが不可欠 であることが分 かる。 音を音で消す技 術が生まれてき ていることも知 る</p> <p>1 2 3 4 5</p>		
<p>4システム・日常 生活との関連 (対象) かげろ う・ゆうやけ・水 族館のずれ・レン ズとカメラ・モリ で魚取り・音の強 弱、高低・真空実 験・雷鳴(花火)・</p>	<p>虹のようすなど から可視光線は 色が混ざってい ることに興味を 持ち、夕焼けが屈 折の違いで赤い 光しか届かない ことから起こる ことに関心が持 てる。</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>光が直進できる のは均質なもの の中であること が分かった上で、 かげろう等を把 握できる。水族館 では実物と像が 大いにずれるこ とが把握できる。 宇宙空間では音 が聞こえないこ とが真空実験か ら類推できる。</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>レンズを通しての 光の行路を正しく 作図でき、きれい な実像や虚像がみ える1と見え方を 作図上で表現でき る。 モノコードやギタ ーを用いて、音の 強弱や高低を決め る要素を実験から 確認できる。</p> <p>1 2 3 4 5</p>	<p>光と音の事物・現 象について、基本 的な概念や原理・ 法則を理解し、知 識を身に付けてい る。 とりわけ、池の魚 を見たとき、その 見え方を総合的に 正しく把握でき る。</p> <p>1 2 3 4 5</p>
<p>5時間概念 (対象) 光年</p>	<p>星空に興味を持 ち、何年も前の光 を見ていること に関心を持てる か。</p> <p>1 2 3 4 5</p>			
<p>6空間概念 (対象) 天体との 距離</p>	<p>光年を導入して もなおかつ広い 宇宙空間に興味 がもてる。</p> <p>1 2 3 4 5</p>			
<p>7興味、職業 (対象)</p>	<p>共鳴現象に興味 を持ち、その延長 にある調律に関 心が持てる。音楽 家の演奏には倍</p>			



	音による深みや、 倍音を利用する 演奏技法がある ことに興味をも てる。 1 2 3 4 5			
--	---	--	--	--

### 【評価するためのテストを作成する場合の視点】

1 - (A)

光が作り出す景観の美しさに興味を持てるか

音叉の共鳴の不思議を楽しめるか

1 - (B)

屈折と反射の応用で虹の外側の副虹の存在が想像できるか

1 - (C)

音速の測定ができ、その測定値を提示できるか

1 - (D)

やまびこの応答時間をも止められるか

人の可聴領域を知り、低すぎる音は振動を感じるだけだと理解できるか

2 - (B)

人には聞こえない超音波で動物に司令が出せることが分かるか

3 - (A)

光通信に興味深く受け止められるか

3 - (B)

光通信を活かすには光ファイバーが不可欠だと見抜けるか

音を音で消す理屈がのみこめるか

4 - (A)

光の加色混合や夕焼けの仕組みに興味もてるか

4 - (B)

かげろうの理屈がのみこめるか

水族館では像がずれることが予想できるか

真空実験から宇宙空間では音が聞こえないことが類推できるか

4 - (C)

鏡・レンズの光の行路を正しく作図できるか

実験から音の強弱・高低を決める要素を確認できるか

4 - (D)

池の魚の見え方を総合的に把握できるか

5 - (A)

星空は何年も前の光を見ていることに興味もてるか

6 - (A)

光年をふまえ天体との距離感に興味もてるか

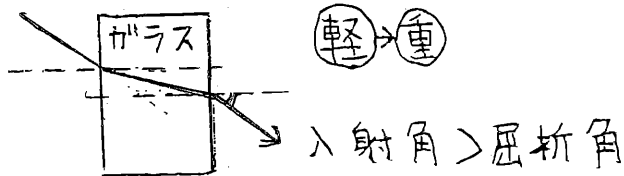
7-(A)

共鳴による調律という職業に興味を持てるか  
音楽家は倍音を上手に出す技法を持っているか

【資料】

5/9 (金)

まじめ



軽 → 重

重 → 軽

入射角 < 屈折角

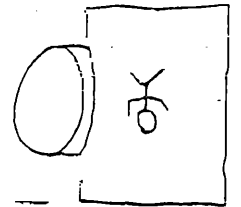


このことを守ると  
光は外に出れなくなる

時間が遅くなる

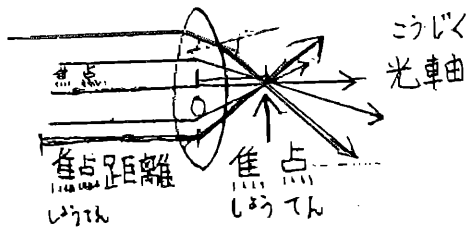
全反射

5/13 火

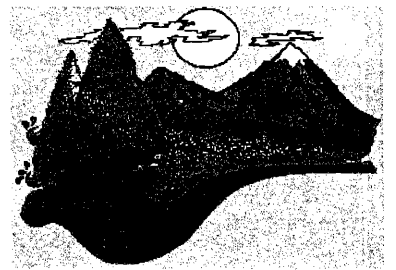
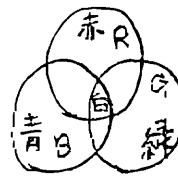


レンズの裏には  
レンズを通った光が  
像をつくる  
ではきれいな  
像はどこに  
出来るだろう

凸レンズの仕組み



5/22 (木) ☆ ESE 自然解説



アースシステム教育理解目標

1. 美しい星・地球
2. 人の影響
3. 科学と技術の発展
- ④ 自然界の関わり合い
5. 46億年の進化
6. 宇宙の小さな存在
7. 自然に関する興味・仕事

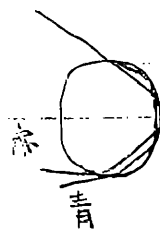
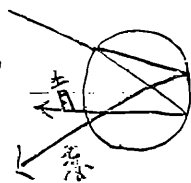


(2) 虹は

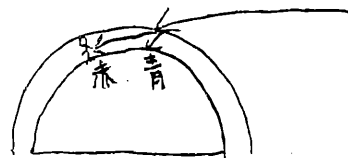
水滴



虹光 →



(3)



夕焼け

## 中学校1年アースシステム教育カリキュラム

### 「力と圧力」

田崎 清文 (横浜中学校)

#### 1 単元名 力と圧力

#### 2 目標

身のまわりの事物、現象について観察、実験を通して、力および圧力の規則性について理解させるとともに、日常生活と関連付けて科学的に考える態度を養う。地球には重力や大気圧があり、日常生活のいろいろな場面で、力や圧力が利用されていることに気づく。

ESE 理解目標：1, 2, 3, 4, 6, 7

#### 3 指導学年、総指導時間数：中学1年生対象 総指導時間9時間

#### 4 カリキュラム (指導計画)

		学習活動	指導上の留意点	理解目標
(1)	力のはたらき	身近なところから力を探し出し、どのようなときに力のはたらいているのか考える。	身の回りには多くの力のはたらいており、力のはたらきは、変形、重さの支持、運動状態の変化にまとめられることを理解させる。	3,4,7
(2)	いろいろな力	「力のはたらき」で見つけた力には、いろいろな種類の力があることを理解させる。	それぞれの力を演示しながら、力には、弾性力、摩擦力、磁力、静電気力、重力などがあることを理解させる。	4,6
(3)	重さと質量	重さは重力の大きさであり、重さと質量の違いについて理解させる。また、ニュートンを力の単位に用いることを理解させる。	地球、月面上、無重量状態、それぞれの場所で、重さと質量の違いを見つける。また、人類が月に行った話や、力の単位であるニュートンについても話をする。	1,3,6,7,
(4)	ばねの性質	おもりの重さとばねの伸びの関係からばねの性質について理解する。	測定結果をコンピュータを用いてグラフ化し、重さと伸びの関係を調べる。	3,4
(5)	力の表し方	力には大きさ、向き、作用点があり、矢印によって図示できることを理解させる。	近接力では接しているところから、重力は物体の中心から力の図示を行い、力の大きさは矢印の長さに比例することを伝える。	3
(6)	力のつりあい	物体にはたらく2力のつりあいについて理解させる。	2つのばねばかりを用いて実験を行い、2力がつりあうとき、向きが逆で、大きさが等しく、作用線が一致していることを見つけ出させる。	3,7

(7)	圧力のはたらき	力の効果は力の大きさと、力がはたらく面の面積によることを見いだす。	剣山を手に乗せてもそれほど痛くない。ハイヒールで踏まれるときと、靴で踏まれるときの痛さの違いや、並べられた卵や電球の上に乗ることができる理由には圧力が関係している。	2,4,7
(8)	水圧	水圧はあらゆる向きにはたらいており、深くなればなるほど、水圧が大きくなることを、実験を通して理解していく。	潜水艦の構造や、深海魚の話を変えながら、水中では深くなるほど大きな圧力がかかっていることを理解させる。	4,7
(9)	大気圧	空気の重さと大気圧を関連させてとらえられるようにする。	実験と自分の経験（山に登るとポテトチップスの袋が膨む。飛行機に乗ったら耳がおかしくなった）など、身近なところから大気圧について考えていく。	4,7

授業内容と ESE 目標の関連メモ：

- (1) ESE 7：スポーツの写真や絵などから、力を見つけさせる。
- (2) ESE 4：さまざまな力を無意識のうちに使っていることに気づかせる。  
ESE 6：地球が太陽の周りを回っているのは万有引力が働いているためである。
- (3) ESE 3：アポロ 11 号（アームストロング船長）が初めて月に行ったことなどを話して、科学技術の進歩を考えさせる。  
ESE 1：それを踏まえて、宇宙から見た地球の美しさについて話す。  
ESE 6：スペースシャトルの映像をみせる。無重量状態の様子などがわかる。
- (8) ESE 3：深海魚の話や、潜水艦の構造をについて、水圧の大きさを考えさせる。  
ESE 7：このような分野を研究している科学者がいることに気づかせる。
- (9) ESE 7：山に登るとポテトチップスの袋が膨らむこと、飛行機に乗ったら耳がおかしくなったことなど、身近な話題から大気圧について考えさせる。

## 5 指導方法

アースシステム教育の指導方法に基づいて、このカリキュラムの指導法を以下のようにまとめた。

- 1 指導法は科学的研究の性質と一貫していること。
  - a. 自然に対する疑問で始める（身の回りの現象から自然科学について考える）。
  - b. 生徒の活動を活発にする（ばねの性質の実験、マグデブルク半球を用いた大気圧の実験）。
  - c. 証拠の収集や利用を中心に置く（図書室やインターネットを活用させる）。
  - d. 歴史的視点を配慮する（過去の偉大な科学者について考えさせる）。
  - e. 明確な表現をするよう心がけさせる（レポートを書かせる。）。
  - f. グループ研究を奨励する（実習、実験を行う）。
  - g. 専門用語の暗記は重視しない（生徒の言葉で語らせる）。
- 2 科学の指導法は科学的価値を反映させること。
  - a. 好奇心を歓迎する（質問を誉められる）。
  - b. 創造性を賞賛する（実験工夫を行う）。
  - c. 疑問を持つ精神を奨励する（個人テーマ、グループのテーマを持つ）。
  - d. 独断を避けさせる（実験を行い、みんなで話し合いをする）。

- 3 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。
  - a. 成功に基づいて築かせる（実験をやり遂げる）。
  - b. 道具の使用について十分なる経験をつむようにする（実験・観察をたくさん行う）。
  - c. グループ学習を強調する（実験・観察から、話し合いの時間を多くとらせる）。
- 4 科学教育は学校教育の枠を越えて行うべきである。  
（自然を利用する。また、科学博物館へ行き、専門家の意見を聞く）
- 5 教育には十分時間をかけるべきである。  
（放課後の指導や、夏期講習を行い、実験の場を提供する）

## 6 教材・教具(実物実体験(実験・観察)・ITの利用など)

アースシステム教育では、教科書だけでなく、多様な教材・教具を利用した指導を推奨している。このカリキュラムのために特別に用意された教材教具について説明する。

- (1) 力を見つけ出すための写真や絵：スポーツの写真や絵などから、力を見つけさせる。（カリキュラム1, 2）
- (2) 力学ばねとおもり：おもりとばねの伸びの関係を知る。（4）
- (3) グラフソフト：おもりとばねの伸びの測定結果をパソコンでグラフ化する。（4）
- (4) 水圧デモ実験装置：プラスチック円筒にゴム膜を取り付けたもの。深さに比例してゴムのへこみが大きくなる。（8）
- (5) アルミ缶つぶし：迫力のある実験で生徒に人気がある。（8）
- (6) マグデブルク半球：大気圧の大きさを実感させる。（9）

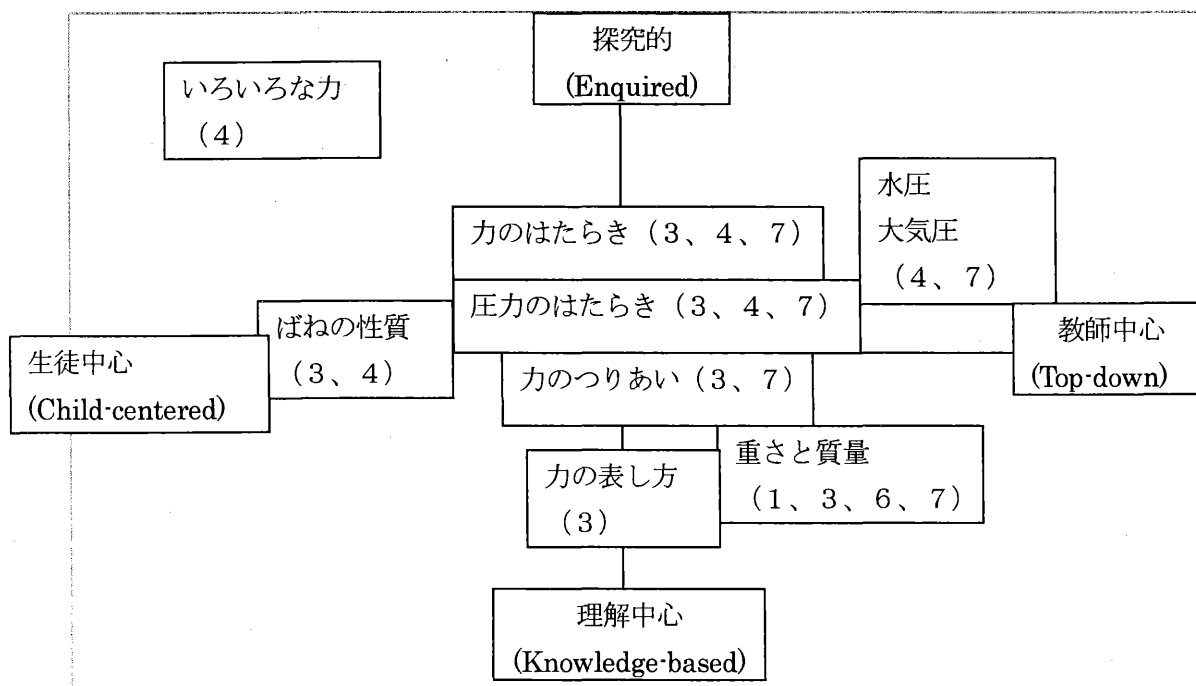
## 7 評価（または評価の工夫）

主たる評価のポイントとアースシステム教育目標との関連

- (1) スポーツを見て、どのような力が利用されているか理解できたか。（ESE3、ESE4）
- (2) レポートの作成や、グラフソフトでのグラフ化ができ、質量とばねの伸びの関係が理解できたか。（ESE3）
- (3) 地球が太陽の周りを回っている理由を説明できるか。（ESE6）
- (4) 潜水艦はどのような工夫がされて作られているか。（ESE3）
- (5) 高いところへ行くと、耳が痛くなったり、ポテトチップスの袋が膨らむ理由を説明できるか。（ESE4）

・「力と圧力」のバランスシート

これらの指導を俯瞰的に見るために、x軸に授業形態、y軸に理解中心の受身か、探究的、積極的な活動かを示した。



中学1年『力と圧力』についての評価表

身の回りの現象や科学技術との関わりについて考えるとき、「力と圧力」の単元を学習することは重要だと考えるか。また、「力と圧力」について現在どれだけ理解しているか。単元に入る前と単元終了後の2回にわけ、理解度、重要度についてのアンケートを行った。

下の学習項目についてどのくらい理解していますか(できましたか)、またそれがどのくらい重要だと思いますか。それぞれ1~6までの番号の中から1つ選び○をつけて下さい。

「理解している」や「重要である」を6、「理解していない」や「重要でない」を1として答えてください。

知識						トピック	重要度					
理解していない			理解している			問題	重要でない			重要である		
1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	力のはたらきについて (E S E 3)	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	力の種類について (E S E 4)	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	重力について (E S E 3)	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	重さとばねの伸びの関係 (E S E 3)	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	力の表し方 (E S E 3)	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	力のつりあい (E S E 3)	1	2	3	4	5	6

1	2	3	4	5	6	力と重力の関係 (ESE3)	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	圧力 (ESE4)	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	水圧と水深の関係 (ESE4)	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	空気との関わり (ESE4)	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	大気圧と高度の関係 (ESE4)	1	2	3	4	5	6

・アンケート結果 (回答数 事前アンケート 166 名、事後アンケート 170 名)

・理解度

(事前)

学習項目	理解 1	理解 2	理解 3	理解 4	理解 5	理解 6
1 力のはたらきについて	22	26	46	38	23	11
2 力の種類について	17	32	42	44	19	12
3 重力について	21	21	45	50	23	8
4 重さとばねの伸びの関係	19	32	39	36	24	16
5 力の表し方	40	40	47	23	14	2
6 力のつりあい	29	43	48	25	14	7
7 力と重力の関係	40	47	44	22	10	3
8 圧力	40	50	31	29	13	3
9 水圧と水深の関係	49	27	42	32	11	5
10 空気との関わり	40	23	28	40	24	11
11 大気圧と高度の関係	61	32	31	25	12	5

(事後)

学習項目	理解 1	理解 2	理解 3	理解 4	理解 5	理解 6
1 力のはたらきについて	5	6	24	56	61	21
2 力の種類について	2	8	34	47	51	28
3 重力について	2	13	30	52	47	26
4 重さとばねの伸びの関係	5	15	32	46	40	32
5 力の表し方	9	16	29	53	35	28
6 力のつりあい	2	18	27	56	40	27
7 力と重力の関係	5	16	47	48	36	18
8 圧力	11	21	32	47	39	20
9 水圧と水深の関係	11	27	36	40	35	21
10 空気との関わり	9	29	34	43	30	25

11 大気圧と高度の関係	21	28	31	40	37	13
--------------	----	----	----	----	----	----

・重要度  
(事前)

学習項目	重要度 1	重要度 2	重要度 3	重要度 4	重要度 5	重要度 6
1 力のはたらきについて	24	23	35	38	29	17
2 力の種類について	27	35	40	34	18	12
3 重力について	19	26	42	25	26	28
4 重さとばねの伸びの関係	36	30	34	32	20	14
5 力の表し方	25	34	39	30	21	17
6 力のつりあい	13	23	30	33	37	30
7 力と重力の関係	11	20	32	29	41	33
8 圧力	15	14	28	42	26	41
9 水圧と水深の関係	13	21	28	32	35	37
10 空気との関わり	14	21	25	30	36	40
11 大気圧と高度の関係	21	21	28	30	26	40

(事後)

学習項目	重要度 1	重要度 2	重要度 3	重要度 4	重要度 5	重要度 6
1 力のはたらきについて	7	13	39	39	36	36
2 力の種類について	8	33	22	39	34	34
3 重力について	9	8	19	36	43	55
4 重さとばねの伸びの関係	19	19	31	44	33	24
5 力の表し方	11	18	35	33	29	44
6 力のつりあい	8	16	33	51	30	32
7 力と重力の関係	7	15	32	33	42	41
8 圧力	6	13	16	35	45	55
9 水圧と水深の関係	8	19	33	33	28	49
10 空気との関わり	3	13	28	41	42	43
11 大気圧と高度の関係	6	17	24	38	37	48

・重要度について、事前、事後アンケートの比較・分析

アースシステム教育を導入することによって、生徒たちが、身の回りの現象や科学技術との関わりについて、「力と圧力」を学習することがどれだけ重要だと考えているか、%表示でグラフに表した。

「1. 力のはたらきについて」「2. 力の種類について」「3. 重力について」

事後アンケートの方で重要だと考える生徒が大幅に増えている。これは日常生活の中には様々な力があり、摩擦力がないと人は歩くことができないこと、重力がないと球技などのスポーツがなりたないこと等、普段気にかけていない力が、実は重要な役割を果たしていることに気づいた結果だと考え



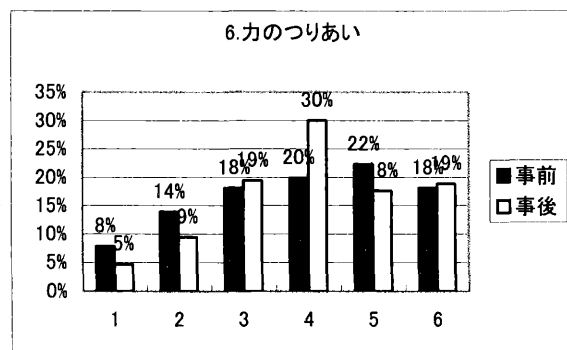
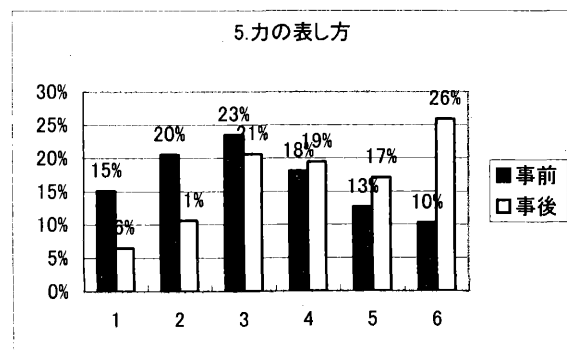
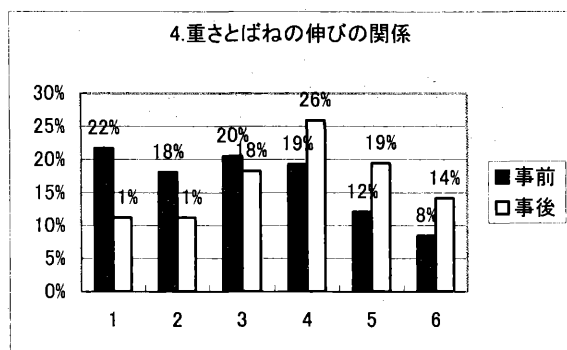
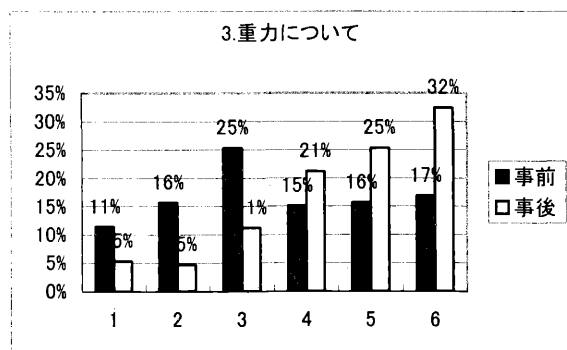
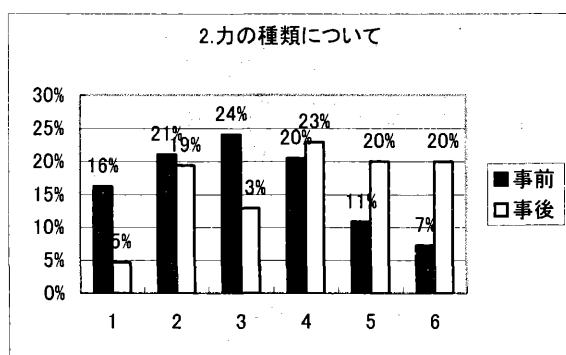
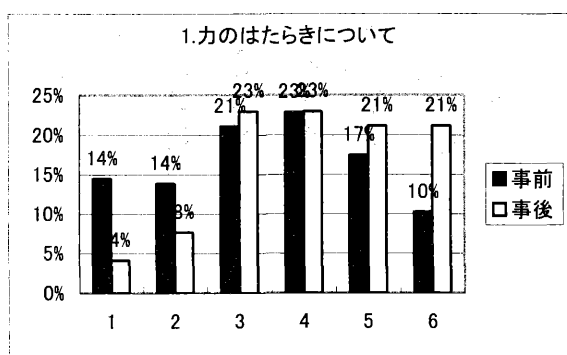
られる。

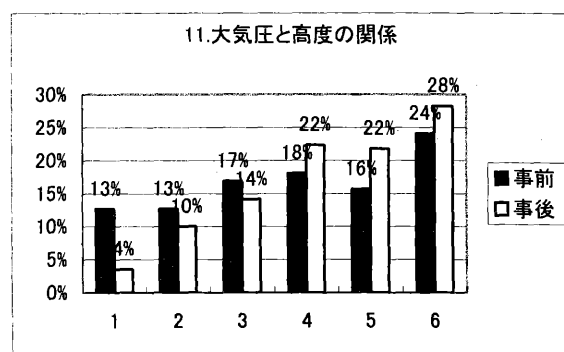
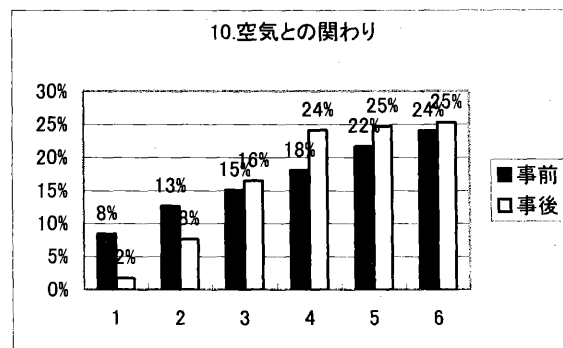
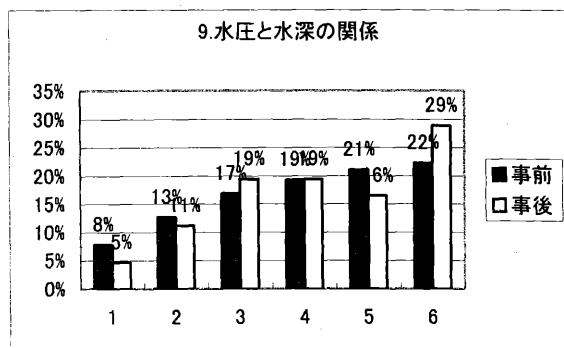
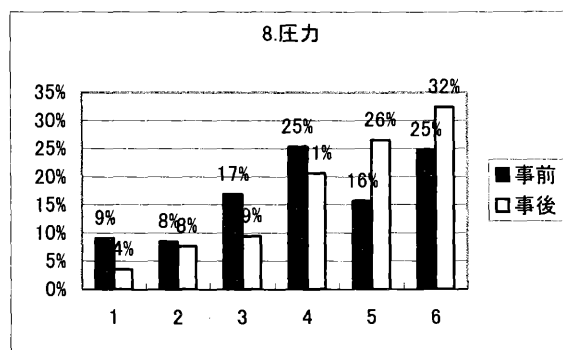
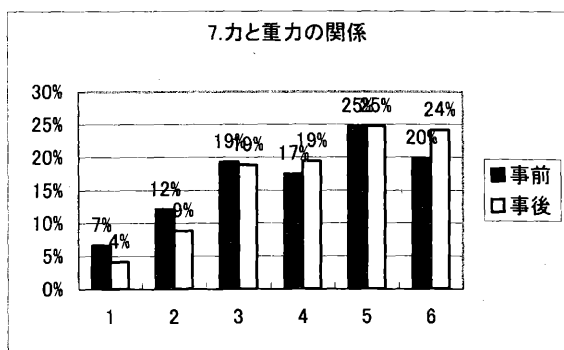
「5. 力の表し方」

力は目に見えないものであり、その力を図示することは、物体の運動を考えたり、どこにどれだけの力がはたらいているのかを知る手段として、力の表し方は重要だと考える生徒が増えている。

「8. 圧力」「9. 水圧と水深の関係」「11. 大気圧と高度の関係」

この3項目に関しては事前アンケートから重要と思う割合が高かった。水圧や大気圧は身近なものであるので、生徒たちも重要だと考えていたようである。水圧の実験やマグデブルク半球を使った大気圧の実験を行うことにより、潜水艦の構造や、大気圧の大きさを知り、このような分野を研究している科学者がいることに気づくことができたと考えられる。





## 8 単元実施後の教師のふりかえり（自己評価）

「力と圧力」の単元では、昨年度から新しい単位が導入され、生徒にとっては非常に理解しにくい単元となった。それだけでなく、水圧や大気圧は理解しにくい部分である。力だけでも単元に苦勞する生徒がでてくるのに、圧力の計算では単位面積あたりの力として考えなければならないので、アンケートでも水圧、大気圧の項目で理解できない生徒の割合が目立っている。しかし、マグデブルクの半球を用いた大気圧の実験や、深海魚や潜水艦の構造の話をする、生徒たちは理解できないながらも重要なことなのだと感じてくれたように思う。

逆に、重さとはばねの伸びの関係の項目では、比較的理理解しやすい分野で、よく理解していることが、アンケートの結果からも見てとれる。しかし、重要だと思っている生徒の割合は低かった。これは、アースシステム的なアプローチを行わず、ただ実験を行っただけで、重さとはばねの伸びの関係を理解させるだけになったためだと考えられる。

アースシステムの考え方を取り入れることによって、教科書だけでなく、いろいろな資料や道具を使って授業を行うことができた。重力や水圧の授業ではアースシステムにも大きく関わってくるので、アースシステムを意識して授業をすることができた。

中学校1年アースシステム教育カリキュラム

「身のまわりの現象」と「物質のすがた」の融合カリキュラム

辻井 典子, 田崎 清文 (横浜中学校)

1 単元名 「身のまわりの現象」と「物質のすがた」

2 目標

身のまわりの事物・現象について観察, 実験を通して, 光, 音, 熱, および力の法則性について理解させるとともに, 科学的な見方や考え方を養う。物質についての観察, 実験を通して, その性質や状態変化について理解させて, 物質の調べ方の基礎を身に付けさせる(学習指導要領)。

実践にあたっては, できる限り日常生活に密着した題材と関連付け, 実験実習を数多く取り入れ, さらにレポートや発表などの表現能力を高める訓練を行い, 生徒の主體的, 創造的な学習態度を育てることに努める。

ESE理解目標: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

3 指導学年、総指導時間数: 中学1年生対象、総時間数 60時間

4 カリキュラム (指導計画) :

新課程のカリキュラムの中に旧課程の削減部分を補って作成した。

\*印のついている小単元が旧課程のものである。

	題材	授業の内容	指導の工夫・留意点	理解目標
(1)	光の性質	光の直進, 反射, 屈折  鏡, 板ガラス, プリズム, 光学水槽を用いた演示実験。	なぜ目で色が見えるかを説明する。 バックミラー, 潜望鏡, 万華鏡などを見せる。光の屈折, 全反射の演示実験を通して光の進み方を見せる。 ダイヤモンドの輝きを全反射から説明する。光ファイバーを紹介する。	1,4,6,7
(2)	凸レンズのはたらき	凸レンズの性質の理解。 凸レンズの作る像の作図法。 実像と虚像の違い。 凸レンズによる像のでき方の実験。	虫眼鏡を使って紙を焦がす実験を行い, 焦点について理解させる。 凹レンズと比べる。 実際に光学ベンチとレンズを使って像の観察をさせる。メガネのしくみについてふれる。	1,3
(3)	簡易カメラの製作	凸レンズを用いた簡易カメラの製作と撮影。 カメラや顕微鏡, 望遠鏡などのし	実際に簡易カメラを1人1台ずつ作らせて, 印画紙を使い撮影させる。	3,7

		くみの理解。		
(4)	音の伝わり方  音の速さ	音は、気体、液体、固体を振動させることで伝わること。 音さを用いた実験。  音速が毎秒 340m であること。 光と音の速さの違い。 超音速とマッハ。	鳴っている音さで水をはじいてみせる。共鳴音さ(2 個組)を用いて音が空気中を伝わることを示す。 花火や雷は光と音がずれて伝わることを説明する。 超音速旅客機の紹介する。	3
(5)	音の性質	音の高さと大きさが、振動数と振幅によること。 超音波の説明。	振幅や振動数の違いで音が変わることをギターを鳴らして示す。 オシロスコープや音の教材ソフトで音の波形を見せる。	1,3,4
(6)*	熱と温度	熱と温度の関係。 熱量の単位として[cal]の導入。 1cal は 1g の水の温度を 1℃ だけ上げるのに必要な熱量。	熱はエネルギーであることを説明する。温度と体積の異なる 2 種類のお湯を使ってどちらの熱量が多いかを考えさせる。	3
(7)*	比熱	物質の種類による温まりやすさの違い。 比熱の定義。 水の比熱が大きいこと。	水はもつとも温まりにくく冷えにくい物質であることを教える。氷枕や湯たんぽを例にするとよい。 陸と海の比熱の違いが気候に与える影響について説明する。	4
(8)	力のはたらき	力とは何か。  いろいろな力の紹介。 食塩水で卵を浮かす実験やストローや定規を使った静電気の実験。	オリンピックなどの運動シーンの写真集やビデオを見せる。 重力、摩擦力、静電気力、浮力などの具体的な力の例を挙げる。	3
(9)*	ばねの性質	ばねののびとおもりの重さの関係を調べる実験。 フックの法則。	測定結果はグラフソフトを用いてグラフ化する。ばねを直列や並列に接続して、ちがいを調べる。 ばねを利用した道具について調べる。(ボールペンなど)	3
(10)	力の表し方	力の矢印 (力のベクトル)。  力の単位として[N] “ニュートン” の導入。	写真や絵を用いて、図の中に力を矢印で描き入れる練習をさせる。 ニュートンのエピソードを話す。 [kg 重]の単位も補足的に教える。	7
(11)*	重さと質量	重さと質量のちがい。  無重量状態の説明。 万有引力の法則。	地球、月面、無重量状態において、重さは変化するが、質量は変化しないことを理解させる。 スペースシャトルの運行の話をして、太陽系のしくみを万有引力の法則から説明する。	1,6,7
(12)	圧力	圧力の定義。 圧力の単位として[Pa] “パスカル” の導入。 圧力の算出法。	同じ大きさの力でも受ける効果の違いがあることを示す。ハイヒールとスニーカーで踏まれた時の痛さの違いや、雪の上での雪のへこ	4,5

			み方などの具体例で説明する。 岩石のでき方についてふれる。	
(13)*	水圧	水圧は水中のあらゆる方向から かかり、また深くなるほど大き くなること。 水圧の演示実験。  海底や海溝底の水圧の計算。	ゴム膜のついた管を水中に沈ま せ、ゴム膜のへこみ方を見せる。 数個の穴をあけたペットボトルに 水を満たし、水の飛び出し方を見 せる。 水圧の大きさは $1\text{cm}^2$ あたりにか かる力[kg 重]で実感させる。	3,4,7
(14)	大気圧	圧力の単位として[Pa]「パスカル」 の導入。 缶潰しの実験。 マグデブルグの球の実験。	水圧のときと同様に空気の重さによ って圧力が生じることを理解させ る。 マグデブルグ球の中に風船をいれ て減圧すると風船がふくらむよう すを見せる。	3,4
(15)	物質の性質	有機物と無機物の分類。  金属の性質。	身近な物質を見せて、その性質や 区別する方法を話し合う。 鉄、銅、鉛、アルミニウムなどの 金属板の実物を見せて、名前を当 てさせる。どのような金属が産業 で利用されているか調べ学習を行 なう。	3,7
(16)	実験の基本操 作	バーナーの使い方。 砂糖、食塩をそれぞれ加熱する実 験。	実験器具の基本操作を身につけさ せる。時間があればガラス細工を させる。	3
(17)	密度	密度の定義。 物質によって固有の密度を持つ こと。  物体の密度を求める実験。	水と油の分離のようすを見せる。 ドレッシングの話をする。 氷を水やエタノールに入れたとき の浮き沈みを見せる。ウイスキー の中で氷は沈まないなど具体的な 話をする。 立方体や円柱の物体の体積と質量 を測って密度を求めさせる。	4
(18)	物質の状態 とその変化	固体、液体、気体の性質。 状態変化によって、物質の種類は 変わらないこと。  状態変化の利用。	水や二酸化炭素を用いて物質の三 態について説明する。液体窒素の 中に風船を入れてしばませ、風船 内の空気が液体になったことを示 す。 昇華の例として、ドライアイスや 防虫剤などを挙げる。 ワットの蒸気機関の話をする。	3,4,7
(19)	融点と沸点	融点、沸点の定義。 純粋な物質と混合物における融 点、沸点の違い。 蒸留操作。  パルミチン酸の融点測定とデー	蒸留の例で石油の精製の話をする。 赤ワインの蒸留実験をとり入 れる。 融点や沸点で加熱温度が一定にな る理由を考えさせる。 結果をパソコンを用いてグラフに	2,3,5, 6,7

	融点測定	夕のグラフ化。	表す。	
(20)	気体の性質	気体の種類と性質。 気体の発生方法。  地球環境に影響を及ぼす気体について。	ふくらし粉,オキシドール,入浴発泡剤のような身近な物質から取り出せる気体を調べる。 卵の殻から二酸化炭素を発生させて,その性質を調べる。 有毒ガスや爆発性のあるガスについて注意を促す。	2,3
(21)	水溶液の性質	溶質と溶媒。 水溶液の重量%濃度の計算。 ろ過操作。	硫酸銅が水に溶けていく様子を見せる。 浄水場の仕事について教える。排水を汚さない工夫について考えさせる。	2,3,7
(22)	再結晶	ミョウバンの結晶化の実験。	塩田や岩塩の採掘など塩の歴史について話をする。	3,7
(23)*	溶解度	溶解度の定義。 溶解度曲線の読み取りと計算練習。	いろいろな溶媒の溶解度の差を利用して薬が精製されていることを紹介する。	3,7
(24)	酸とアルカリ	酸とアルカリの性質。 水溶液の調べ方の実験。 酸性雨について。	身の回りにある酸やアルカリについて説明する。十円玉にソースや酢をかけるときれいなことを見せる。	2,3
(25)	中和	塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和実験。	虫刺されの薬のような中和の応用例を考える。 大気汚染や水質汚染へのとりくみについて調べ学習を行なう。	2,3,7

(授業計画) と ESE 目標と関連メモ: ( )の数字は小単元の番号を示している。

- (1): ESE1 地球に昼と夜があることを光の直進性から説明する。  
 天気の良い日にできる影, 木漏れ日などの例から日光との関わりに気づかせ, 観察力を高める。  
 ESE6 太陽光線が平行光線と見なせる理由を生徒に発問して考えさせる。  
 太陽と地球との距離や地球の大きさについて認識する題材となる。  
 ESE4 農作物の発育と日光の関係, 光のエネルギー変換など人間がどのような太陽光の恩恵を受けているのかを考えさせる。  
 ESE7 人工的な光(レーザー光線, プラズマ発光など)の利用について調べさせる。
- (2): ESE1 教室にひいた暗幕の小さな穴から差し込む光線によって, 教室の中に外景の像をダイナミックに映し出して, ピンホールカメラの原理を教えることができる。また細いすきまから差し込む光線の前にプリズムを置くと, 虹のように光が分散する様子を見せることができる。
- (4): ESE3 真空装置を使って真空では音が伝わらないことを示す。  
 宇宙空間では音が聞こえないことに気づかせる。  
 ESE3 長い糸電話を作って遊ばせる。糸のかわりにばねやチューブやハンガーなどを使っている  
 いろいろな糸電話を作らせる。
- (5): ESE1 アルミ棒を音階に合わせていろいろな長さに切断して, 音階の順番に長さのちがうアルミ棒を上から落とすことによって簡単なメロディーを演奏してみせる。

ソプラノ、アルト、テノール、バスのリコーダーについて筒の長さと言の高さの関係を聞かせる。

ESE3 超音波の利用として、潜水艦のソナー、魚群探知機について説明する。

胎児の超音波診断や内臓の超音波診断の映像などをビデオ教材などで見せる。

生活の中で超音波が利用されている例をさがす。

ESE4 動物が認識したり、利用している音についての話をする。例えば、いるかが超音波を発すること、こうもりや犬が超音波を聞く能力があることなどを教える。

(7) : ESE4 水の比熱が大きい為、海が存在が地球の気候に影響をもたらすことを教える。

ローカルには陸風と海風、地球規模では内陸と島国での気候の違いについてふれる。

(8) : ESE7 スポーツへの関心が強い生徒が多いので、サッカー、野球、水泳などを題材にして力話を進めていく。トレーニングで身体の一部に無理な力をかけ続けると骨や筋を痛めることを教える。

(11) : ESE1,6,7 スペースシャトルの運航中のビデオを見せると、無重量状態のようすを具体的にわからせることができる。

ESE1『宇宙からの帰還』（立花隆著）の本から抜粋した教材で、地球が太陽系の中でも奇跡的に特殊で恵まれた環境をもつ惑星であることの科学的根拠を示す。

(12) : ESE4,5 大理石やダイヤモンドがどれほどの圧力や温度のもとで作られたのか話をする。

(13) : ESE3,4,7 高い水圧でも耐えられるような潜水艇(しんかい)の写真やビデオを見せる。深海で圧縮した発泡スチロール容器などを見せる。ダイバーに海にもぐるときの話をしてもらう。

(14) : ESE3,4 山の上では、水の沸点が下がってご飯がうまく炊けないこと、飛行機の着陸時に急な圧力変化で耳の鼓膜が痛むことなど、大気圧の存在をしめす実例を示すとよい。

(15) : ESE3,7 理科の資料集を使って金属の種類を調べて、磁石にくっつくもの、密度の大きいもの、電流を通しやすいものなどのベスト3を挙げさせる。

また実物の金属を与えて実験させ、金属の理解が暗記で終わることがないようにする。

(17) : ESE7 密度の考えを使った例として、アルキメデスが王冠の金に混ぜ物があることを見抜いた話をする。

(19) : ESE2 蒸留の利用例として石油の精製のことを扱うとよい。精留塔の写真やしくみの図を見せて説明する。脱硫装置など環境問題への取り組みについてもふれる。

ESE3 ナイロンやプラスチックなどの石油製品を紹介する。

ESE5 石油ができた時代の古環境や、現在の化石燃料の埋蔵分布を調べ、エネルギー問題について考えさせる。

ESE7 真夏の戸外で水撒きをすると気温が下がることは水の蒸発熱を利用しているということなど、実際の生活上の工夫と関連付ける。

(20) : ESE2 有毒ガス(塩素など)や爆発性のあるガスの危険性について正しい認識を持たせる。二酸化炭素、硫黄酸化物、窒素酸化物など環境を大きく変えている気体の問題を取り上げる。

(22) : ESE1 硫酸銅、食塩、雪の結晶などを観察させて、自然の美に気づかせる。

(24) : ESE2 胃酸が塩酸として消化や殺菌作用に関わっていること、灰から石鹼が考案されたことなど、身近な生活と深い関係のある化学という観点で教える。

## 5 指導方法

アースシステム教育の指導方法に基づいて、このカリキュラムの指導法を下のようにまとめた。

1 指導法は科学的研究の性質と一貫していること。

- a. 自然に対する疑問で始める（身の回りの現象と科学の関わりを考えさせる）。
  - b. 生徒の活動を活発にする（実験実習の時間を多くとらせる）。
  - c. 証拠の収集や利用を中心に置く（図書室やインターネットを活用させる）。
  - d. 歴史的視点を配慮する（科学者の人物史にふれさせる）。
  - e. 明確な表現をするよう心がけさせる（レポートを書かせる、板書させる）。
  - f. グループ研究を奨励する（2～4名のグループ実験を行わせる）。
  - g.
  - h. 専門用語の暗記は重視しない（生徒の言葉で語らせる）。
- 2 科学の指導法は科学的価値を反映させること。
- a. 好奇心を歓迎する（放課後、実験室を利用させる）。
  - b. 創造性を賞賛する（実験を工夫させる）。
  - c. 疑問を持つ精神を奨励する（授業中の発問を奨励する）。
  - d. 独断を避けさせる（実験結果について議論させる）。
  - e. 美的反応を促進する（楽器を演奏する。結晶を観察する）。
- 3 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。
- a. 成功に基づいて築かせる（実験実習は必ず完成させる）。
  - b. 道具の使用について十分なる経験をつむようにする（生活の中で応用させる）。
  - c.
  - d. グループ学習を強調する（グループ実験を行わせる）。
- 4 科学教育は学校教育の枠を越えて行うべきである。  
（博物館を利用させる、専門職にある保護者に協力をお願いする）
- 5 教育には十分時間をかけるべきである。  
（放課後の指導、夏休みなどに補習を行わせる）。

## 6 教材・教具(実物実体験(実験・観察)・ITの利用など)

アースシステム教育では、教科書だけでなく、多様な教材・教具を利用した指導を推奨している。このカリキュラムのために特別に用意された教材教具について説明する。

- (1) 光ファイバー、レーザーポインタ：光の屈折や全反射を見せる。(単元 1) 光学水槽
- (2) 光学ベンチとレンズの実験セット：像のでき方を調べる。凸レンズで日光を集光して紙を燃やしてみる。(単元 2)
- (3) 簡易カメラ製作のセット：レンズと像の関係について理解を深める。(単元 3)
- (4) 糸電話、チューブ電話、ばねやハンガーを使った糸電話：音の伝わり方を示す。(単元 4)
- (5) 共鳴音さ(2個組)：音の伝わり方や振動の様子を示す。(単元 4)
- (6) 『初音』都立高島高校の北村先生のソフト：音の波形を見せることができる。(単元 5)
- (7) オリンピックの写真集またはハイライトシーンのビデオ：力のはたらき方を見せる。(単元 8)
- (8) 力学ばねとおもりの実験セット：フックの法則を調べる。(単元 9)
- (9) グラフソフト(自作)：パソコンで測定結果をグラフ化する。(単元 9), (単元 19)
- (10) スペースシャトル運航のビデオ, 月や火星に関するビデオ：万有引力や無重力についての理解を助ける。(単元 11)
- (11) NASA のホームページ：ロケットの運航や惑星についての情報を調べる。(単元 11)
- (12) 水圧実験装置(プラスチック円筒にゴム膜を取り付けたもの)(単元 13)



- (13) 小さな穴をいくつかあけたペットボトル：穴の高さによる水の飛び出し方のちがいを見せる。(単元 13)
- (14) アルミ缶つぶしとマグデブルグの球による大気圧の実験。(単元 14)
- (15) 金属板のセット(鉄, 銅, 鉛, 亜鉛, ニッケル, アルミニウムなど)：金属の性質の違いを調べる。(単元 15)
- (16) 密度の測定実験セット：立方体や円柱の金属やプラスチックの密度を求める。(単元 17)
- (17) 「タイタニック」の映画のビデオ：氷山の映像を見せる。(単元 17)
- (18) 液体窒素とジュワー瓶：空気の体積が縮むようすを見せる。(単元 18)
- (19) ワイン(ミリン)の蒸留実験セット(単元 19)
- (20) パルチミン酸の融点測定の実験セット(単元 19)
- (21) 二酸化炭素の発生実験セット：(単元 20)
- (22) ミョウバン, 硫酸銅, 食塩の大きな結晶：(単元 22)
- (23) 酸とアルカリの実験セット：(単元 24), (単元 25)

## 7 評価(または評価の工夫)

主たる評価のポイントとアースシステム教育目標との関連

- (1) 夏休みの課題…自然科学の分野の中で自分の興味あるテーマについて、観察や観測を行ったり、本、雑誌、インターネットなどで調べ学習を行なって、科学新聞(A3用紙)としてまとめなさい。博物館を見学して調べてきたことを、博物館ツアー(A3用紙)としてまとめなさい。科学分野の本を読んで感想文(400字詰め原稿用紙3枚以上)を書きなさい。(ESE1~7)
- (2) カメラの撮影の時のシャッタースピードと絞りの関係を調べてみなさい。(ESE7)
- (3) 水の比熱が大きいことは、地球の気候にどのような影響をもたらすか説明しなさい。(ESE4)
- (4) バットやラケットでボールを打つとき、どのような力が加えられているか考えなさい。また硬球、サッカーボール、ラグビーボール、ゴルフボールなど形状や材料にどのような工夫がなされているか調べなさい。(ESE3)
- (5) コンピューターで処理した実験データのグラフから、ばねののびとおもりの重さにどのような関係があるか答えなさい。ばねを直列につないだときと並列につないだときとではグラフにどのような違いが見られますか。(ESE3)
- (6) 太陽系の図を描きなさい。太陽や惑星はそれぞれ地球の何倍の重力を持っているか答えなさい。隕石や彗星が太陽系に入ってきたとき、地球の外側にある惑星の万有引力につかまって地球に衝突しにくくなっていることが証明できますか。(ESE6)
- (7) 大理石やダイヤモンドがどのように形成されたのか説明しなさい。圧力や温度と形成される岩石との関係について答えなさい。(ESE4)
- (8) 海洋底および海溝底ではどれほどの水圧がかかっているのか計算しなさい。潜水艇になされている工夫について説明しなさい。(ESE3, ESE4)
- (9) 水の三態について説明し、われわれの生活圏での水の循環の図を描きなさい。(ESE4)
- (10) 大気汚染や環境変化に大きく関わっている気体の名前をあげなさい。それぞれの気体について現在の科学技術でなされている対処法をインターネットで調べなさい。(ESE2, ESE7)

次に生徒に実施した評価表の一例をしめす。この評価表は Hyongyong Lee (オハイオ州立大学) の評価表を参考に、本校の指導計画に合わせて開発したものである。

『身の回りの物質と現象』についての評価表（平成15年3月実施）

この1年間の理科の授業をふりかえって、以下の質問に答えてください。

1. 学習内容についての理解と興味

下の学習項目についてどのくらい理解できましたか、またどのくらい興味がありますか。それぞれ1～5までの番号の中から1つ選び○をつけて下さい。

「よくわかる」や「おもしろい」を5、「ふつう」を3、「わからない」や「つまらない」を1として答えてください。

学習項目	よくわかる ← わからない →					おもしろい ← つまらない →				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1. 光 光の性質と利用法を調べる。レンズを使ってカメラを作る。	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
2. 音 音を波として表して、音の高さ・強さ・音質について考える。	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
3. 力と圧力 力にはどんな種類があるか調べる。圧力の計算をする。水圧、大気圧を体感する。	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
4. ばねの性質 ばねののびは引く力に比例する。	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
5. 重さと質量 万有引力の法則について考える。重さと質量は本質的にちがうものである。	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
6. 状態変化 多くの物質は気体⇄液体⇄固体と状態を変えており、この変化は物質に固有のものである。	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
7. 気体 水素、酸素、二酸化炭素などの気体を作る。気体の性質と利用法を調べる。	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
8. 水溶液の性質 溶解度のグラフを読みとる。ミョウバンの再結晶をおこなう。	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
9. 酸アルカリ 酸とアルカリのちがいを調べる。塩酸と水酸化ナトリウムが中和すると塩化ナトリウムができることを確かめる。	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1

2. 実験実習についての自己評価

この1年間におこなった実験実習をふり返って、全般的にみてどうであったか自己評価してください

い。それぞれ1～5までの番号の中から1つ選び○をつけて下さい。

もしおもしろかった実験とつまらなかった実験があれば、具体的に書いてください。

自己評価のポイント	できた ← できなかった →					大事である ← 大事でない →				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1. 成功するよう頑張った	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
2. 班の皆で協力した	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
3. レポートを作成した	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
4. 教科書や便覧で調べた	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
5. インターネットを活用したり先生や専門の人にたずねた	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1

6. おもしろかった実験実習があれば書いてください。	
7. つまらなかった実験実習があれば書いてください。	

### 3. 理科の役割

下には身の回りの現象、環境、科学技術や進路・職業について書いてあります。それぞれの記述を考えると、理科で学習したことが役立つと思いますか。あるいは理科と関係が深いと思いますか。「役立つ」を5、「ふつう」を3、「役立たない」を1として答えてください。

※ただし中学理科でこれまで学習したことには次のようなものがあります。

光や音や力でみる世界、物質のすがたとその変化、植物のくらしとなかま、活きている地球

	役立つ ← 役立たない →				
	5	4	3	2	1
1. 月の満ち欠けや雷雨のような自然現象に関心をもつ。	5	4	3	2	1
2. 植物や虫、動物に興味を持つ。植物やペットを自分で育てる。	5	4	3	2	1
3. 洗剤・薬などの化学製品の扱いに注意をはらう。 ダイオキシンなど有害物質に関心をもつ。	5	4	3	2	1
4. 水の循環、大地のなりたち、大気と気象、生物の知識を集めなければ、地球全体の理解はできないと思う。	5	4	3	2	1
5. エネルギー問題と資源のリサイクルは重要な課題だと思う。	5	4	3	2	1
6. 大昔からの人間の営みが、地域の環境のみならず地球全体の環境に大変な影響をおよぼしている。	5	4	3	2	1
7. 問題を解決するのにコンピュータや電子機器の科学技術を利用することができる。	5	4	3	2	1
8. 倫理や道徳を考えなければこれ以上の科学技術の進歩には危険性がある。	5	4	3	2	1
9. 科学者や技術者から新しく専門的な話をきいてみたいと思う。	5	4	3	2	1
10. 将来の進路を決めたり、自分の仕事を決めるときの参考	5	4	3	2	1

にしたい。					
11. 社会、技術、家庭科などの教科についても理科と関係のある事柄が含まれている。	5	4	3	2	1
12. 地球は美しい唯一の惑星であり、一人一人が大切にしなければならないと思う。	5	4	3	2	1

## 8 単元実施後の教師のふりかえり (自己評価)

- (1)アースシステム教育の考え方を指導計画に取り入れることによって、より「生き生きした理科」「使える理科」を意識するようになった。単元が計画どおりにうまく展開できたと思える授業は生徒からもよい反応が返ってきた。しかし、アースシステム教育の色合いを濃くするほど、教員の個性や考え方の差が強くなるため、担当者が代わると授業内容も著しく変わるという欠点がある。また教科としての評価も点数化が難しい。私学では一貫した受験指導が求められており、横並びのクラスに均一な質の授業を提供しなければならない。学年の成績順位も出されている。十分な学力が伴ってこない、この新しい教育法についての学内や父兄からの理解は得にくい状況である。
- (2)昨年度(平成14年)は新教育課程の初年度のとりにくみとなった。いかにして学習内容の質を落とさずに混乱を招かずに導入できるかが問題となった。本校では新課程の単元の順番に従って削減部分を補いながら授業をすすめた。熱と温度、ばねの性質、水圧などの小単元(6), (7), (9), (11), (13), (23)は削減部分である。また酸とアルカリ(24), (25)は旧課程の内容からイオンを除いたものであり、新課程で3年次から1年次に移行している。授業の内容は盛り沢山となり1年間で消化するには厳しい状況となった。
- (3)新課程では力の単位としての[kg 重]が姿を消して、初めから[N]ニュートンが導入されている。また圧力の単位としての[kg 重/cm<sup>2</sup>]のかわりに[Pa]パスカルが導入されている。このため水圧の理解がきわめて困難な状況となっている。日常生活で馴染みのない単位をこの時期に導入することには疑問がある。水圧の単位をとばして気圧を理解させるのは強引に思える。また中学段階で浮力を教えるタイミングを無くしてしまうことになる。私たちは旧単位も教えることにより、力や圧力の大きさのイメージを具体的につかめるように配慮した。2種類の単位を同時に教えることとなったが、生徒たちの間には特に大きな混乱は見られなかった。ただし試験では『10N=1kg 重』というように[kg 重]と[N]の単位の換算係数をこちらで与えるようにしている。しかしながら力や圧力について新教科書を使つての指導は難しくなっている。
- (4)教科書に書かれていない部分の教材の準備が追いつかなくない年度であった。理解力を高めるためにノート指導を行っているが、書くことを面倒がる生徒が増えてきているようで対応に苦慮している。問題集については削減部分を補充した独自のテキストを編集中である。教科書についても削減部分が補充された副教材の必要性を強く感じている。1つの選択肢として、日本の風土や文化で編集されたアースシステム教育の教材(科学技術の発展と利用に重きを置いたもの、富士山を始めとする山地や河川、地震や台風など)の開発を望む。

## 9 評価表の集計と分析

生徒の評価表については、全単元が終了した平成15年3月の授業時に生徒全員(1クラス約30名×5クラス)に対して実施した。以下に集計結果を示している。1分野を9つの学習項目に分けて、それぞれの項目について、理解の度合い(5~1)と興味の度合い(5~1)を生徒に選ばせた。評価表は無記名としてできるだけ率直な評価が得られるよう配慮した。”理解 5”がもっともよく理解できたこと、”興味 5”がもっとも興味が

あったことを表している。一方、「理解1」「興味1」はそれぞれ、わからなかったこと、つまらなかったことを表している。

中学1年 学習項目別の理解の度合い

学習項目	理解5	理解4	理解3	理解2	理解1
1 光	25	55	52	15	4
2 音	16	43	62	25	5
3 力と圧力	30	36	53	25	7
4 ばねの性質	47	47	44	8	5
5 重さと質量	20	39	65	19	8
6 状態変化	55	50	33	9	3
7 気体	70	44	28	8	1
8 水溶液の性質	41	47	45	10	8
9 酸とアルカリ	49	37	44	14	7

中学1年 学習項目別の興味の度合い

学習項目	興味5	興味4	興味3	興味2	興味1
1 光	71	34	26	10	10
2 音	18	33	57	25	18
3 力と圧力	29	29	45	24	23
4 ばねの性質	31	38	53	11	17
5 重さと質量	22	22	61	27	17
6 状態変化	42	42	40	12	10
7 気体	59	39	39	8	6
8 水溶液の性質	49	30	50	13	7
9 酸とアルカリ	43	31	50	15	12

表の数値は生徒総数(151名)のうちの人数を表す。

集計結果を%表示でグラフに表したものを以下に示す。

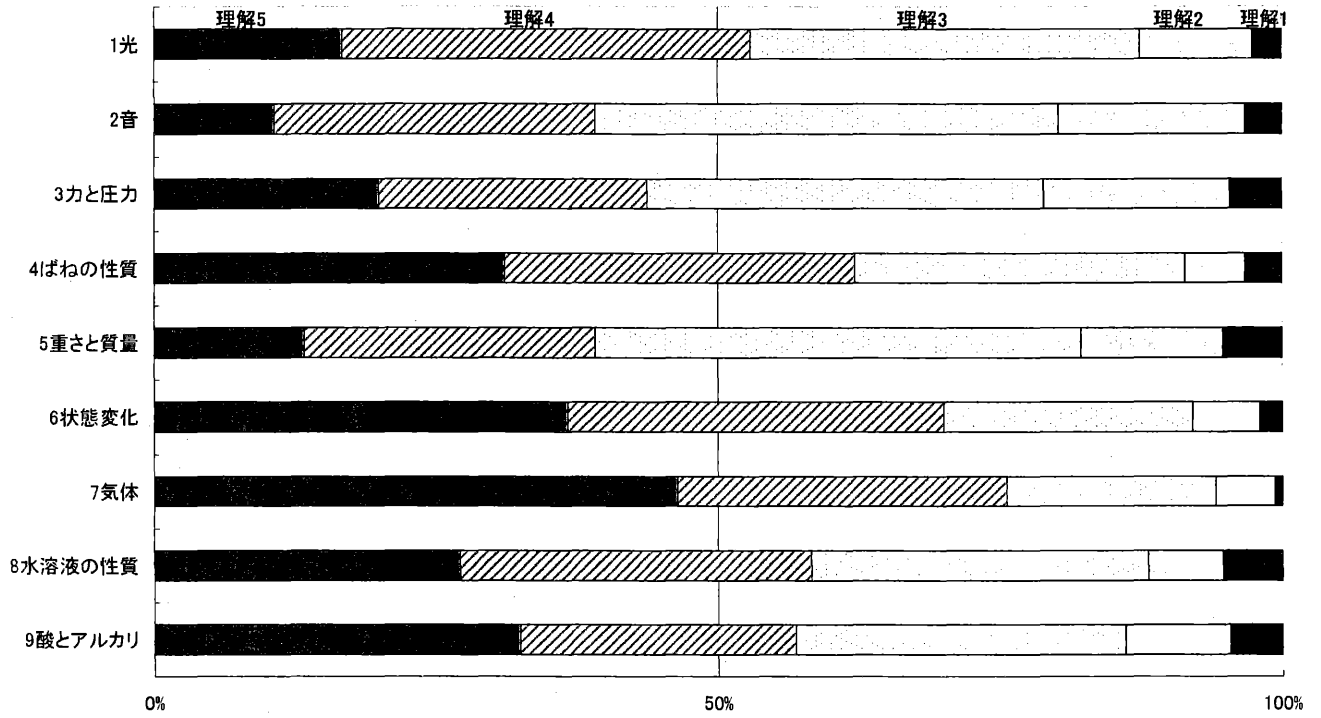
5段階のポイントが5と4を選んだ生徒数に注目すると、全項目にわたり半数若しくはそれ以上の生徒が理解し、興味を持っているとみることができる。中でも「光」についての興味は最も高く、レンズの実験やカメラの製作、撮影など十分に実習をおこなったことによる結果と考えている。これに対し、「音」については時間的な制約も受けて実験も不徹底に終わった感がある。来年度の課題としたい。

化学分野の理解、興味も概ね良好といえるが、その中で「気体」の興味が高かったのは意外であった。酸アルカリについても教科書にはない探求的な実験を実践することによって生徒の関心を高めていきたい。

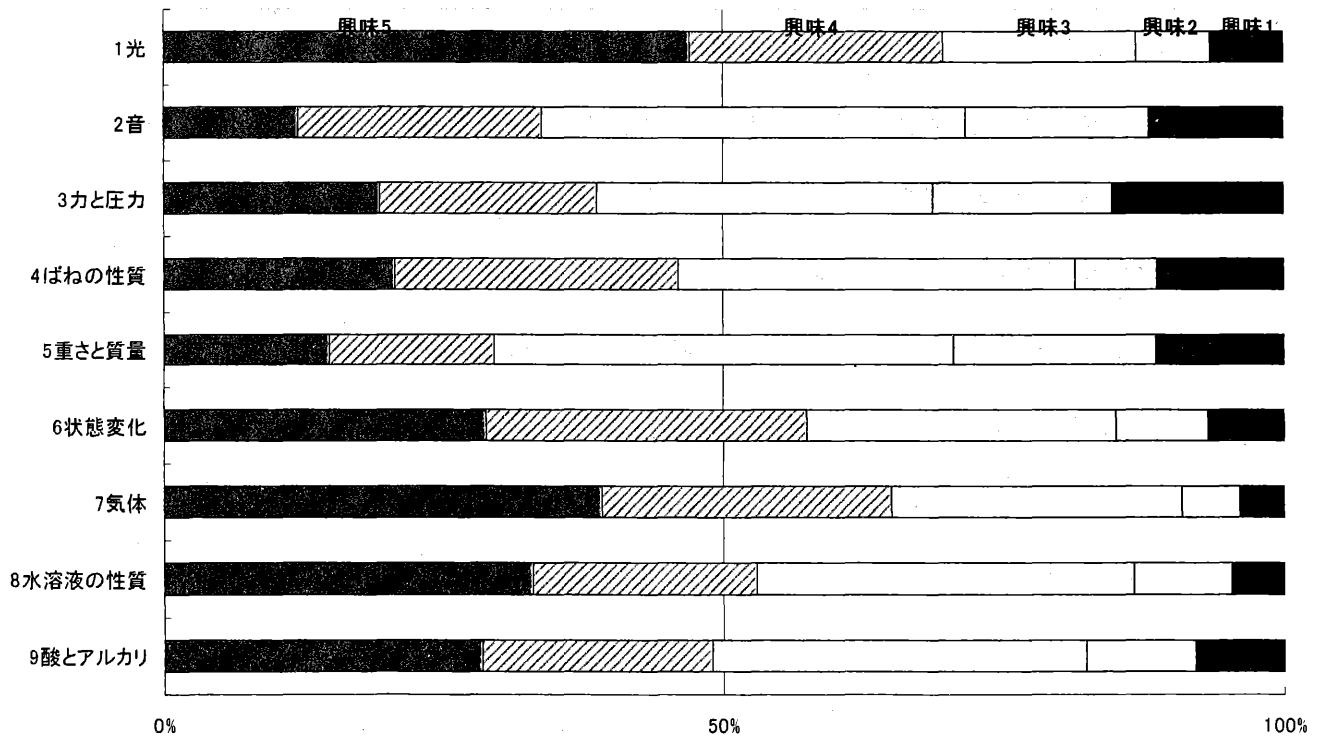
最後に新課程で懸念していた「力」の単元についてであるが、理解と興味の双方で数字の落ち込みが見られる。とくに「重さと質量」の評価が一番低くなっている。実際に、重さと質量の概念を中学1年(13歳)という発達段階で把握させるのは難しい。もっと博物館、スペースシャトル、宇宙ステーションの映像など、わかりやすく面白い教材を取り入れる必要を感じている。

今回初めて評価表を作ってみたが、この結果と指導計画を比較することによって1年間の授業内容を十分に振り返ることができた。評価表のデータについては今後の授業にフィードバックしていき、授業の質を高めていきたいと思う。

### 中学1年 学習項目別の理解の度合い



### 中学1年 学習項目別の興味の度合い



中学校1年アースシステム教育カリキュラム  
「植物の生活と種類」

加瀬 良一(横浜国立大学附属鎌倉中学校)

1. 日時・学級・場所 平成15年6月18日(水) 第4校時(11:40~12:30)  
第1学年2組(男子21名, 女子21名, 計42名)  
第1理科室

2. 単元

2-1. 単元名 植物の生活と種類

2-2. 単元観

本単元は、自然界で重要な役割をしている植物について、からだのつくりとはたらきを理解させ、植物の種類や生活についての認識を深めることをねらいとしている。植物は、身近な生物として観察しやすく、観察・実験をとおして、生物の調べ方の基礎を身につける上で最適な題材である。植物のからだのつくりを花(種子)・茎・葉・根に分け、それぞれのつくりとはたらきの詳しい観察を行い、光合成をとおしてそのつながりを考える。今回、植物のからだのつくりの学習の発展として、身近な植物の種子(鞘等を含む)を観察し、種子散布の仕方の多様性に気づくという課題解決学習を設定した。1時間目は、校庭や中庭で春に観察したいろいろな植物の種子を採取し、採取した種子をなるべく多く観察することにより、種子に対する興味を高めさせた。2時間目は、その中からもう少し深く調べてみたいという希望が多かった植物の種子5種類を題材に取り上げ、種子の観察方法などを検討した。

本時は、植物のからだや種子のまわりに仕組まれた種子の散布の工夫を、観察を通して考えさせる。その思考力を活性化させる原動力として、種子散布について興味・関心をもち、内発的な学習意欲を持たせることが重要であると考えた。

種子散布は、種子のまわりのつくりや植物のからだのつくりに関わっている。それらを、生活環境や分布と結びつけて考え出すことは容易ではない。そこで、アドバイスを与え支援しながら、そのしくみに生徒自らが気づき、迫ることを期待したい。

本単元と中学校での学習内容との関連については、中学校での2分野の学習は、1年次-植物の生活と種類(本単元)、2年次-動物の生活と種類、3年次-細胞と生物のふえ方・自然と人間を行う。その学習をとおして、生命誕生→多様な種の進化・性の誕生等→種の保存→生命存続の可能性を模索させ、人間は、地球上の生命体が共に生きるという視点から地球環境を考えていく姿勢が必要であることを学ばせたい。

2-3. 単元の学習目標 (I: 自然事象への関心・意欲・態度, II: 科学的な思考,  
III: 観察・実験の技能・表現, IV: 自然事象についての知識・理解)

I: 身近な生物(特に植物)の生活環境や体のつくりについて興味を持って調べ、自然の多様性や精妙さに気づき、共生の視点で生命を尊重しようとする。

II: 身近な生物(特に植物)の観察を通して、生きるためのしくみという視点で植物の体のつくりとはたらきを関連づけて考えることができる。

Ⅲ：ルーペや顕微鏡などを正しく使い、身近な生物（特に植物）のつくりを調べることができる。また、観察や実験の目的を正しく理解し、観察した結果をポートに分かりやすくまとめ発表することができる。

Ⅳ：身近な生物（特に植物）の名前が分かるとともに、植物のからだのつくりとはたらきを説明することができる。また、植物をその特徴ごとに分類することができる。

## 2-4. 単元の指導計画

※太枠は本時

時数	題 材	主 な 学 習 活 動
2	いろいろな植物と生えている場所を調べよう	第2グラウンドに生えている植物を観察し、植物の種類と生えている場所の特徴を調べる。レポート作成。
2	顕微鏡を使って、水中の微小生物を観察しよう	サンプル6種類の水中微小生物と第2グラウンド西側の小さな池の中の微小生物を顕微鏡で観察、スケッチする。
3	花のつくりとはたらきを調べよう	身近な植物(ツツジ、カラスエドドリ)の花の観察、スケッチを行い、花のつくりとはたらきを調べる。カラスエドドリは、種子ができる過程を間隔を空けて調べる。
6	植物体内の水の通路を調べよう	身近な植物(ヤブガラシ、ユキカ)の茎・葉・根の観察、スケッチを行い、それぞれのつくりとはたらきを調べる。蒸散から根・茎・葉のつながりを考え、それぞれのつくりの組合せから植物の分類基準を見いだす。
5	植物はどのようにして養分をつくりのたろうか	ワカガモの葉緑体の観察、スケッチを行い、光合成の行われている場所を確認する。光合成のはたらきをデンプンの生成や気体の出入りから、呼吸と関連づけて調べる。ヨウ素液、BTB溶液、石灰水の使い方、対照実験の方法を知る。
4	いろいろな植物の種子のつくりを調べよう	身近な植物の種子の採取(1) 身近ないろいろな種子を調べる(2)
	種子散布のしくみを調べる	身近な植物(セイヨウカボチャ・カラスエドドリ・ヤブガラシ・コバノソウ・マダガスカイナ)の種子を使い、その散布のしくみを調べる。(3)
	種子散布のしくみを共有する	それぞれのグループで調べ、個人でまとめた内容をグループ内で発表し、それを参考に再度個人の考えをまとめる。(4)
2	種子をつくる植物を分類しよう	根・茎・葉のつくりや子葉のようすから被子植物が分類できることを知る。花のつくりから被子植物と裸子植物の分類を知る。

## 3. 本時の授業

### 3-1. 本時の学習課題

「種子散布の工夫」

種子や植物のからだのつくり、生育環境、分布状況をもとに、種子散布のしくみを考える。

### 3-2. 本時の学習目標(Ⅱ:科学的な思考)

Ⅱ：植物が生きるためのしくみという視点で、種子散布の工夫に気づくことができる。種子散布のしくみを調べるための観察方法を根拠を持って考え、実行しようとする。

種子や植物のからだのつくり、生育環境、分布状況を総合し、種子散布の工夫を考えようとする。

### 3-3. 本時の流れ

※太枠は、本時の中心となる発問と学習活動

時間	指導内容	生徒の学習活動	留意点	形態
5	本時の学習課題の把握	本時の目標となる課題を把握する。	課題をはっきり捕らえさせる。	一斉



分	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>種子の散布にはどのような工夫があるのでしょうか。</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>ねらい（全体への発問：本時の課題の投げ掛け）</p> </div>											
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">セイウタンポポのグループ</td> <td style="width: 20%;">カラスノエンドウのグループ</td> <td style="width: 20%;">オヤブジラミのグループ</td> <td style="width: 20%;">コバンソウのグループ</td> <td style="width: 20%;">マメゲンバイナズナのグループ</td> </tr> <tr> <td>なぜカントウタンポポより増えたのでしょうか。</td> <td>さやから種子が出てくる条件は何でしょうか。</td> <td>なぜくっつくのでしょうか。</td> <td>からだのつくりの工夫は何でしょうか。</td> <td>からだのつくりの工夫は何でしょうか。</td> </tr> </table> </div>	セイウタンポポのグループ	カラスノエンドウのグループ	オヤブジラミのグループ	コバンソウのグループ	マメゲンバイナズナのグループ	なぜカントウタンポポより増えたのでしょうか。	さやから種子が出てくる条件は何でしょうか。	なぜくっつくのでしょうか。	からだのつくりの工夫は何でしょうか。	からだのつくりの工夫は何でしょうか。	
セイウタンポポのグループ	カラスノエンドウのグループ	オヤブジラミのグループ	コバンソウのグループ	マメゲンバイナズナのグループ								
なぜカントウタンポポより増えたのでしょうか。	さやから種子が出てくる条件は何でしょうか。	なぜくっつくのでしょうか。	からだのつくりの工夫は何でしょうか。	からだのつくりの工夫は何でしょうか。								
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>ねらい（グループへの発問：科学的な思考力を引き出す）</p> </div>											
30分	種子散布のしくみ	はじめは、植物のからだ・種子のつくりの観察を自らの計画にしたがって行う。 教師のアドバイスを参考に、観察方法を考えて観察を行う。	最初は生徒の発想を大切にしながら机間巡視をする。 各グループ毎にアドバイスカートを配布し、思考が深まるようにする。	グループ								
10分	まとめ	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>種子や植物のからだのつくり、生育環境や分布状況を考え合わせ、種子の散布にどのような工夫をしているかまとめよう。</p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p>ねらい（個人への発問：科学的な思考力を引き出す）</p> </div>										
		観察の結果や生育環境・分布状況等の関連を考え、散布の工夫をまとめる。	個々で考えさせる。	個人								
5分	次時の連絡片付け	次回、グループ内でお互いの考えを発表しあい、それを参考に再度自分の考えをまとめる。 後かたづけ		一斉								

### 3-4. 本時の評価

○種子散布のしくみを根拠をもって考えることができていたか。

○自然観を豊かにするという観点で、種子散布の工夫を考えるのに本時の授業は有効であったか。

※3-5別ファイル（本時の中心となる学習活動について） 3-6. 3-7代田T?

## 4. 研究の視点

### 4-1. 理科の研究の構想

#### 4-1-1. [21世紀を切り拓く学力] のとらえ（研究紀要第25集より）

学習指導要領理科編に掲げられた目標は、以下の通りである。

自然に対する関心を高め、目的意識をもって観察・実験などを行い、科学的に調べる能力と態度を育てるとともに、自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う。

本校全体でとらえた[21世紀を切り拓く学力]とは、「柔らかな感性に基づき、共生の視点から総合的に考え、主体的に行動し、自己評価することで、よりよい自分や社会を実現していく能力」であると定義している。これを上記理科の目標と照らし合わせ、とらえ直すと次のようになる。

#### 【柔らかな感性に基づき】

自然の美しさや偉大さ、精妙さについて、常に新鮮に感じとっていこうとする心をもつことにより、身のまわりの様々な事象に気づき、新たな発見をすることができる。理科では、このような柔らかな感性を持ち続けることが、自然についての理解を深めていくことにつながると考える。

#### 【共生の視点から総合的に考え】

21世紀において、科学は、自然の克服（自然の支配）に用いるのではなく、自然と調和し、自ら自然の一員であり、共に生きる存在であるという見方や考え方で用いる必要がある。

#### 【主体的に行動し、自己評価して】

生徒は学習に際して、自ら目的意識をもつことが重要と考えられる。生徒が目的意識をもって学習を進めれば、学習の結果として何が獲得され、かつ理解できるようになったかを自覚し、自ら評価することができ、一連の学習が自分のものとして完結するものと期待される。

#### 【よりよい自分や社会を実現していく】

激しい変化が予想される21世紀の社会の中で、主体的・創造的に生きていくためには、高い科学的な思考力や判断力、表現力が求められる。そのためには、将来、生徒が会おうであろう未知の問題に対して、科学の方法や科学的な思考力をもって、自ら解決していく能力を高めることが大切である。

以上より、本校理科では[21世紀を切り拓く学力]を[自然に対する基礎・基本を確実に身につけ、自然界に共生する立場で考え、科学的に自然の事物・事象についての理解を深め、自ら問題を解決していく能力]と考えた

※~~~~~は、後述アースシステム教育の理解目標に関わる内容

#### 4-1-2. 基礎・基本（研究紀要第25集より）

理科の基礎・基本は、紀要第23集からのとらえを踏襲した。

##### 【基礎】

- ・自然や身の回りの事象への興味・関心
- ・知的好奇心・探究心
- ・科学的な思考力

##### 【基本】

- ・科学の方法：自然を調べる際に用いられる観察、実験、測定、記録、データ処理、予想、推論、仮説、モデル 形成、検証など
- ・課題を探究するための技能
- ・学習内容にかかわる用語・概念

ただし、すべてが同じ価値の次元にあるわけではなく、基礎では「科学的な思考力」が、また、基本では「科学の方法」の習得がより高次な内容であるとする。

以上をふまえ、理科の視点より [21世紀を切り拓く学力] を以下のように考えた。

自然に対する基礎・基本を確実に身につけ、自然界に共生する立場で考え、科学的に自然の事物・事象についての理解を深め、自ら問題を解決していく能力

#### 4-1-3. 理科が果たす役割

昨今の科学技術の進歩や高度情報化社会の到来により、人々は便利さと物質的な豊かさを持つことができるようになった。このような急激な社会・経済状態の変化にともない、生活や社会活動等の面で直接的な体験の場が減少し、人としての生き方にも少なからずよくない影響をもたらしている。また、地球規模での環境問題や生命倫理に関わる未だかつて経験したことがない難題と向き合うことにもなった。

今、人々は自然や社会の環境に支えられて生きており、自然界に共生しているという考え方に立って生きていく必要がある。そのためには、グローバル（地球的規模）な視点で物事を考えられる人間を育てることが理科に科せられた急務であろう。また、それが、押しつけではなく自ら自然にわき上がるような学びである必要がある。

これからの理科は、内発的な動機により生徒が主体的に自然や身の回りの事象へはたらきかける体験的学習を通し、その中に潜む「知りたい」という好奇心を喚起させることが問題解決能力の向上とともに、生徒の持っている自然観を豊かにし、さらに生きる力を高めることにつながると考える。

#### 4-1-4. アースシステム教育について

アースシステム教育（ESE：Earth Systems Education）は、科学の基本的概念の中心を地球に置き、惑星としての地球における時間と空間の概念を重視しながら、変化している地球のシステムを総合的に学習しようという試みとして生まれたものである。一般にシステムとは、相互

作用し合うサブシステムから構成されたまとまりのある全体を指して用いられる。ここでは、地球をいくつかのサブシステム（例 大気圏、生物圏、岩石圏等）からなるまとまりとして捉え、それらが相互作用していくなかで、様々な現象が生じていると考える。この構想は、アメリカ航空宇宙局（NASA）、アメリカ海洋大気局（NOAA）などの地球科学者と科学教育学者によってまとめられた。生徒がシステムという概念を中心として自然を理解することで、総合的な見方や考え方を身につけていくという具体的な理念を提供している。これは、21世紀の総合的な理科教育を実践するための一つの有効な具体的モデルとなると考えられる。

現在、オハイオ州立大学のVictor Mayer教授や国立教育政策研究所の下野・五島氏、岐阜大附属中の渡辺氏を中心に実践が試みられ、下記の7つの理解目標が抽出されている。また、その7つの理解目標はそれぞれより具体的な下位目標によって構成されている。

#### アースシステム教育の7つの理解目標

##### **ESE1 美しい地球 [地球はとても美しく、そして、大変価値のある惑星である]**

- ・その地球の美しさと価値は、文学や芸術を通して人々によってまたは人々のために表現される。
- ・人々は地球のサブシステムをよりよく理解することによって、惑星地球に関する鑑賞力を高めることができる。
- ・人々は地球のサブシステムに対する責任ある行動を通して、鑑賞力を明確化することができる。

##### **ESE2 人間の影響 [人間の活動は、集団的なものであれ、個人的なものであれ、また、意識しようが無意識であろうが、惑星地球に重大な影響を与えている。]**

- ・地球は傷つきやすく、その資源には限界があり、浪費や誤った利用によって影響を受けやすい。
- ・継続する人口増加は、天然資源の枯渇や他の種を含んだ環境破壊を加速させる。
- ・天然資源の利用を考えると、人間はまず生活スタイルを再考し、そして消費を削減し、再利用やリサイクルを行う必要がある。
- ・産業化の副産物は、大気、土地、水の汚染であり、その影響はその場所の近くだけでなく地球規模になる可能性がある。
- ・我々は、地球をよりよく理解するほど、その資源をよりよく管理することができ、そして世界的な環境への影響を削減することができる。

##### **ESE3 科学技術の進歩 [科学的思考や技術の進歩によって、地球や宇宙を理解したり利用したりする力を増大させることができる]**

- ・地球や宇宙科学の研究者だけでなく、生物学者、科学者、物理学者もアースシステムの研究に多様な方法を使う。
- ・直接観察、単純な道具、現代技術は、アースシステムの変化を表したり、説明したり、予測するモデルや理論を創造したり、テストしたり、変形することに利用される。
- ・歴史的、記載的、経験的研究は、地球や宇宙について学習する重要な方法である。
- ・科学的研究が技術革新を進める。
- ・技術がどんなに精巧になろうとも、それは我々のすべての問題を解決することはできない。
- ・技術の使用は、予期しない副作用や利益をもたらす。

##### **ESE4 システム [地球システムは、水・大地・氷・空気・生命などが相互作用しているサブシステムからなっている]**

- ・サブシステムは、常に自然サイクルやプロセスを通して変化している。
- ・力、運動、エネルギー変換は、サブシステム内やその間の相互作用を導く。
- ・太陽は、地球やその付近での多くのシステムやサブシステムの相互作用を動かす主要な外的エネルギー源である。
- ・アースシステムの各要素は、サブシステムの相互作用によって変化する特徴的な性質や構造の構成をもっている。
- ・プレートテクトニクスは、内的な力やエネルギーが地球内やその表面で連続的な変化を起こす方法を説明する理論である。
- ・風化・侵食・堆積は地球の表面を絶えず変形する。
- ・生命の存在は、他のサブシステムの特徴に影響を与える。

**E S E 5 時間による変化** [地球は40億年以上の年齢であり、サブシステムは継続的に変化し続けている]

- ・地球のサイクルや自然のプロセスは、秒以下から何十億年の時間間隔で起こる。
- ・地球を構成する物質は、何回もリサイクルされている。
- ・化石は、生物が地質学的な時間を通して相互作用し進化してきた証拠である。
- ・進化は、どのように生物が変化してきたか説明する理論である。

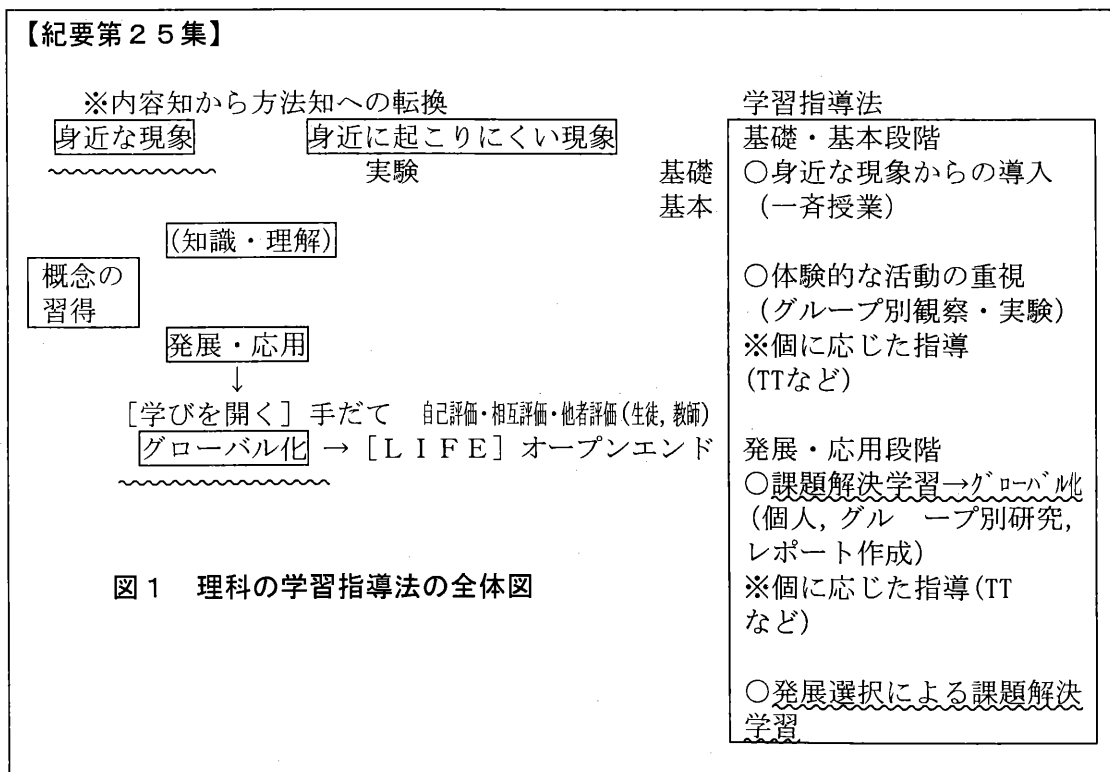
**E S E 6 広大な空間** [地球は、巨大で太古から宇宙にある太陽系の、小さなサブシステムである]

- ・生物を含む宇宙のすべての物質は、同じ要素で構成され、同じ物理法則で動いているらしい。
- ・地球を含む宇宙空間のすべての天体は、太陽系や宇宙に作用する力に影響されている。
- ・地球を含む9つの惑星は、ほぼ円軌道で太陽の周りを公転する。
- ・地球は小さく第3番目の惑星であり、明確に知られた唯一の惑星のシステムである。
- ・地球の自転によって、昼夜が決定する。

**E S E 7 興味・職業** [地球の起源、変化の過程、進化の研究にたずさわっている多くの人々がいる]

- ・地球を研究する教師、科学者、技術者は、ビジネス、産業、政府機関、公立私立研究所で雇用されているし、また独立して仕事をしている。
- ・地球を研究する科学に関する職業には、フィールドで標本やデータを収集したり、実験室で分析や実験を行うことが含まれる。
- ・世界中の科学者は、口頭、文書、電子などの伝達手段を利用して共同研究をする。
- ・地球を研究する科学者や技術者の中には、資源の位置を確定したり、アースシステムの変化を予測するのに特別な理解をしている人がいる。
- ・多くの人が、地球のプロセスと物質に関連した副業を求めている。

**4-1-5. アースシステムと本校理科の構想との関連**



平成10年度（紀要第23集）は、豊かな自然観を育むことを主題として、体験的学習を重視した研究を行ってきた。そこでは、自然観を豊かにするには、「体験的学習を通じて、自然のとらえ方（＝生命や物質、時間や空間、エネルギーなどに関する見方や考え方、感じ方や接し方）を多様で深いものとしていくこと」とした。しかし、研究後の課題として①生徒個々の「自然観」の育ちを適切に把握する手だてを確立すること②適切な体験的学習の開発と学習機会の増大を図ること③他教科との連携の是非を検討するとともに、よりよい連携の在り方を探ること。等が挙げられた。そのため、平成11年度（紀要第24集）以降は具体的に見取ることができるであろう「問題解決能力」に焦点をあて研究を進めてきた。

アースシステム教育は、上記（特に〰線）で課題となっていた「豊かな自然観」の具体的なイメージを体系的・俯瞰的に整理したりまとめたりする上で有効であると考えた。また、25集で提示した理科の学習指導法にも合致すると考えた。下記（特に〰線）

よって、本研究においては、新しい理科の視点として「21世紀を切り拓く学力」を以下のようにする。

自然に対する基礎・基本を確実に身につけ、自然界に共生する立場で考え、科学的に自然の事物・事象についての理解を深め、豊かな自然観を養っていく能力。

以上の点を踏まえ、本次研究のテーマを次のように考えている

内発的な学習動機を高め、豊かな自然観を養う学習指導法と評価法

#### 4-1-6. アースシステム教育の7つの理解目標を4観点の評価に利用する

アースシステム教育の理念を活用し、4観点の中に7つの理解目標が入れると、「自然観を豊かにする」項目がこれまでの4観点でみる評価よりバランスよく見取ることができると考えられる。試験的に、学習内容関連表を7つの理解目標に振り分けた結果、下記の例のように項目が当てはまらない枠ができることが分かった。また、アースシステム教育の中で[ESE4]の本来の意味するところと学習内容関連表の内容とが一致しないことが見えてきた。今後、これらの問題を改善していくことにより、豊かな自然観をバランスよく見取る方法が確立できると考える。

《例》1年生物の単元

	関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の技能・表現	知識・理解
[ESE1] 美しい地球	○身近な植物などの美しさに関心をもち、鑑賞する。 ○身近な環境に興味を持ち、進んで調べようとする。	○中庭にはえているいろいろな植物を観察し、育ち方の違いと環境条件の関係に気付くことができる。	○正確なスケッチをとることができる。 ○発表内容を分かりやすく表現することができる。	○植物の美しさや不思議さなどについて、基本的な知識を身につけている。
[ESE2] 人間の影響	○人間の営みによって植物などの生育環境が変わることに関心をもち、意欲的に探求する。	○植物などの生育環境への人間の影響を見だし、それを論理的に考えたりして問題を解決しようとする。	○植物を観察した結果を植物地図で表し、人の営みとの関連で発表することができる。 ○植物などの生育環境への人間の影響を科学的に探求	○人間の営みと植物の生活に密接な関係があることを例をあげて説明できる。 ○人間の営みによって、植物などの生育環境が変わることを説明することができる。

			<p>する方法を身につけ、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。</p>	(知識を身につけている)
[ESE3] 科学技術の進歩	<p>○観察の方法や観察器具の使い方に関心を持ち、学習内容を科学技術との関わりで見ようとする。</p>		<p>○正確なスケッチをする方法を身につけている。○花を解体し、整理しながら標本にすることができる。 ○ルーペや顕微鏡や双眼実体顕微鏡の操作に習熟している。 ○プレパラートの作り方に習熟している。 ○植物の特徴によって分類し、図鑑やコンピュータで検索することができる。</p>	<p>○観察器具の名称や操作方法を説明することができる。(知識を身につけている)</p>
[ESE4] システム	<p>○水中にすむ微小な生物に興味を持ち、自ら採取し、観察しようとする。 ○種子植物の花のつくりやはたらきについて興味を持ち観察しようとする。 ○葉のつくりや茎へのつき方について興味を持って観察しようとする。また、光合成や呼吸、蒸散について調べようとする意欲を持つ。 ○根や茎につくりに興味を持ち、観察しようとする。 ○種子のしくみに興味を持ち、観察しようとする。 ○種子植物のからだの特徴に関心を持ち、いくつかの観点に基づいて比較しようとする。また、名前の分からない植物について図鑑やコンピュータなどを用いて調べようとする。</p>	<p>○観察・実験を通して、花の基本的なつくりを理解し、その役割と関連づけて考えることができる。 ○観察や実験結果を光合成や呼吸、蒸散といった植物のはたらきと関連づけて考えることができる。 ○観察で分かった根や茎のつくりを光合成や呼吸と関連づけて考えることができる。 ○種子植物のからだのつくりを整理して考えることができる。</p>	<p>○ルーペや顕微鏡や双眼実体顕微鏡の操作に習熟し、目的に合った観察をすることができる。観察結果をスケッチするなど、正しく記録し発表することができる。 ○プレパラートの作り方や顕微鏡の操作に習熟し、目的にあった観察をし、記録に残すことができる。 ○葉の切片からプレパラートをつくり細部まで観察し記録することができる。また、葉の茎へのつき方について観察結果をモデル化することができる。 ○根や茎の切片をつくり顕微鏡を正しく使い観察することができる。 ○種子に仕組まれた工夫をわかりやすく他の人に伝えることができる。</p>	<p>○代表的な微小な生物について指摘し、その特徴について説明できる。 ○種子植物と裸子植物の花のつくりの違い、および受粉から結実までの過程を説明できる ○光合成や呼吸について物質の出入りを中心に説明できる。また、葉のつくりと茎へのつきかたについて、そのはたらきと関連づけて説明できる。 ○根や茎のつくりを説明できる。維管束のはたらきを光合成と関連づけて説明できる。 ○種子に仕組まれた工夫を、植物の特徴や生活環境と関連付けて説明できる。 ○単子葉類・双子葉類の身体の特徴について説明できる。また、観察した植物について、名前や何の仲間であるかを指摘できる。</p>
[ESE5] 時間による変化	<p>○植物は長い間には増減を繰り返しながら、種のバランスを保っていることに。</p>			
[ESE6] 広大な空間	<p>○植物は、広い地域にまたがり生育し、</p>			

	種を存続させようと工夫している。			
[ESE7] 興味・職業				



## 中学校1年アースシステム教育カリキュラム

### 「わくわくする理科授業・植物」

益田孝彦（三浦市立三崎中学校）

#### はじめに

理科教諭の方々は理科の授業の成果として、どんな生徒が出てくることを期待して授業されているでしょうか。教科内容をよく覚えてくれることを期待する教師は多くいらっしゃると思います。でも私の場合は、結果的にそうなれば申し分ないけれど、そこを目指すのではなく、観点別評価で言えば「知識・理解」以上に他の3つの観点を授業で伸ばしたいと考えています。とりわけ、自然や実際に起こることに目を向けることなく、知識だけ習得して「理科が出来る」と思っているのは間違えて、それは「テスト」ができるだけだと思っています。本当に理科が出来る生徒なら、自然に対して関心を持っていたり、実験の技術はきちんと持っていたり、地球上の生命は皆相互作用的に関連していて、決して人間だけのものではないことも感じられるはずだと思います。

では、その思いを実際の授業の中で筋道を失うことなく、一貫して展開していくにはどうしたらよいのでしょうか。幸い私は、「わくわくする授業」というキーワードと、ESE（アースシステム教育）という教育に出会うことが出来、整理された形で授業展開できるようになりました。今回この論文を通して、その教育実践の実際と成果を報告させていただきたいと思います。

#### 【1】わくわくする授業を目指す

「わくわくする授業」というキーワードに出会ったきっかけは、同名の教育番組を製作するディレクターの方から「先生はわくわくする授業をなさっているのでは？」と声をかけられ、私の授業を1日中見て頂いた頃から始まります。一体、「わくわくする授業」とはどんな授業なのでしょう。

手がかりの一つは、生徒が主人公の授業か？という観点にあると考えています。私自身の経験談をお話しさせていただければ、私はおそらく全国でもめずらしい「自由研究部」という部活動を指導しています。その中で、自分の研究テーマに真の興味を持っている生徒は、一通りの結果が出るまでおそらく何時間とかかると分かっているにもかかわらず、嬉々として対象と向き合える生徒が出てきます。実際、「待っているの辛くないか？」と質問してみても、「全然です。楽しくてわくわくする。」と答えてきた生徒がおり、そのことを周りの先生方に「たいした者だ」と話したことを思い出します。

このことから私が導き出した一つの結論は、教科内容を「教え込まれてしまう授業」より、自らが調べたり判断できたりする、「推論・調査ができる授業」の方が圧倒的にわくわくするということです。従って、現在の自分の授業カリキュラムを構成するに当たっては、この「わくわくする授業」という観点を目指すことにしています。

#### 【2】アースシステム教育（ESE）との出会い

私が勤務する三崎中学校はアースシステム教育（ESE）の実践校です。ESEはまだ耳慣れた教育法ではないと思いますので、その特徴を紹介します。

ESEには特別な教科書も、指導要領のようなカリキュラムもありません。ただ生徒に育てていきたい観点（ESE理解目標）とESEの指導方法には特色があります。

ESEが目指す生徒に育てていきたい観点は次の7つのESE理解目標に集約されています。

1. 地球は、ユニークでまれな美しさを持ち、偉大な価値をもった惑星である。
2. 人間の活動は、それが集団的または個人的、意識的または無意識的（無関心）であっても、アースシステムに対して影響を与えている。
3. 科学的思考力や科学技術の発達は、人間が地球や宇宙空間を理解したり使用する能力を増加させる。
4. アースシステムは水、岩石、氷、大気、生命のサブシステムの相互作用で構成される。
5. 地球は40億年以上の歴史があり、そのサブシステムは絶えず変化している。
6. 地球は莫大な太古の宇宙の中で、太陽系の小さいサブシステムである。
7. 地球の起源、プロセス、進化に関する研究に関係のある仕事や興味を持った沢山の人がいる。

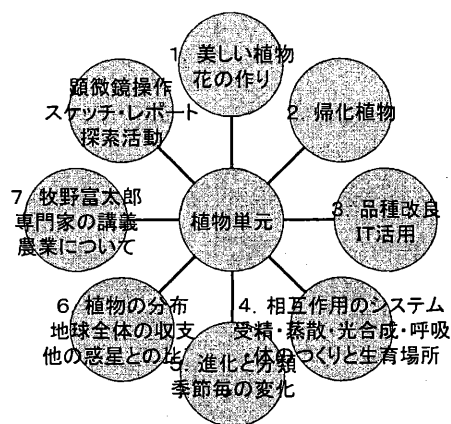
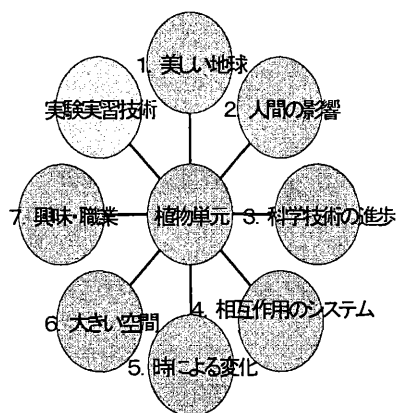
この理解目標を教育現場で受けとめると、次のような印象でくくられます。『日々実践している指導要領の内容は、ほぼ理解目標の4に関わることを「あまり相互作用的なシステムとして捉えないで」各論的に知識として教えているのかもしれない。』ということです。

理科の教師でありながら、自然科学の一面を教えているだけでよいだろうか？自然科学をもっとバランス良く捉えて、しっかりとした構成で生徒に教えていきたいと考えたとき、7つの視点を持つESEは私を上手にフォローしてくれる教育理論になっているのです。

### 【3】「わくわく授業」とESEとの接点

ありがたいことに私が着かれた「わくわく授業」はESEの指導方法の実践を通して、十分に達成していくことが出来るのです。ここで、ESEの特徴的な指導方法を5つの特徴で紹介していきましょう。

- 1 指導法は科学的研究の性質と一貫していること。
  - a.自然に対する疑問で始める
  - b.生徒の活動を活発にする
  - c.証拠の収集や利用を中心に置く
  - d.歴史的視点（地域の自然史）を配慮する
  - e.明確な表現をするよう心がけさせる
  - f.グループ研究を奨励する
  - g.知る事と発見する事を分離させない
  - h.専門用語の暗記は重視しない
- 2 科学の指導法は科学的価値を反映させること。
  - a.好奇心を歓迎する
  - b.創造性を賞賛する（実験の開発を行う）。
  - c.疑問を持つ精神を奨励する
  - d.科学的に証明する研究を行わせる
  - e.美的反応を促進する
- 3 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。
  - a.課題を解決させる事で自信をつけさせる
  - b.道具の使用について十分なる経験をつむようにする
  - c.グループ研究を奨励する
- 4 科学教育は学校教育の枠を越えて行うべきである。  
(社会施設・地域・外部の専門家の利用をする)
- 5 教育には十分時間をかけるべきである。  
(放課後の指導、夏休みなどの指導など、生徒が十分学習できる場所・時間・教材を提供する)



先ほど私は「わくわくする授業」のために「推論・調査ができる授業」を目指したいと述べました。この目指す方向性が、ESEを実践していく上での具体的指導方法と見事に一致していることに気付いていただけることと思います。従って私の役割は、この指導方針を受けて、「わくわくする授業カリキュラム」を設計することができるかにかかってくる。

#### 【4】カリキュラムの自主編成の手法

##### (1) カリキュラム設計上の方針

今回は1学年理科で実践する植物領域のカリキュラム作りの実際を紹介したいと思います。カリキュラムを設計していく際に私が立てた柱は以下の5つの方針です。

1. ESE 理解目標を上手に組み込む
2. 現地・実物を主軸に据える
3. 検索・難しい実験・理解の深化はIT活用
4. 副読本の活用
5. 自由研究的構成（生徒の発想・活動の重視）

なぜこのような柱をたてたかを最初に説明しておきましょう。

方針1は、授業で伝える教科内容のバランスをよりよくするためのものです。方針2はESEは自然を、実物を対象にする教育法なので、その方針に沿って日常の授業で実現を目指そうとしたものです。方針3は、ESE理解目標3とも連動していますが、自然科学を理解していくために科学技術も十分に活用していこうというものです。方針4は、三浦市教育研究会理科部会の方針と一致させ、理科部会で作成した副読本「三浦の自然」を積極的に授業活用していこうというものです。最後に方針5は、「わくわくする授業」を構成するため「教え込み授業」にならないように留意し、カリキュラム設計を仕上げようと意図したからです。

##### (2) 植物単元の題材の洗い出し

植物単元の題材を指導要領のみにとらわれることなく、以下に示すESE理解目標バランスシートを利用して、広がりを持たせて洗い出します。ただしこの際に一点工夫をしています。それは柱の一つに「自分がたてたESE目標」を加えることです。ESEの理解目標以外の柱を単元の中に設定したいときにこの手法をおすすめします。今回は、植物単元を通して「実験実習技術」を身に付けさせる項目を独自に設定しています。

左のバランスシートが完成した後、植物単元で扱いたい題材を思い付くまま洗い出していきます。その

最初の様子が上のものです。

(3) 題材を配列し指導計画を完成させる。

- ①実際に扱いたい題材を選択します。(この時、ESEにこだわり従来より間口を広げます。)
- ②授業の流れを構成します。ESEの指導法を重視すると、教え込みを避ける構成を目指します。
- ③判断基準に「生徒がわくわくするか」を用います。
- ④まずは、指導要領も考慮して題材を配列してみます。以下の表が基本構想です。

	学習項目	ESE目標	現地	実物	実体験	IT活用	副読本
1	花の作り	4	△	○			配布
2	双眼実体・花・スケッチ	1・8	○	○	○		○
3	光学・微生物・スケッチ	8		○	○		
4	未発見植物を見つけよう	3・8	○	○	○	○	○
5	種子のできかた	2・4					
夏	未発見植物探索・自由研究		○	○	○	○	○
6	根・茎・維管束	4		○	○		
7	葉のつくり	4		○	○		
8	維管束・気孔・蒸散のシステム	4			○		
9	光合成	4		○	○		
10	呼吸	4		○	○		
11	光合成と呼吸・オカガミ実験	4・8		○	○		
12	システムのまとめ	3・4・6				○	
13	体のつくりと進化	4		○			
14	専門家のお話	1・4・7				○	
15	進化と分類	4・5					
16	分類実践標本作り	4・5・6	○	○	○		○
17	ESE的補足 農業・システム美・生育場所・季節変化・環境	2・3・4・5・6・7					

その表においても、方針の柱が成立しているか確認します。

左記が基本構想です。授業4は、「三崎中未発見植物を見つけよう」という授業です。三浦市の副読本「三浦の自然」には三浦市の中学校4校の校地で発見された植物が一覧表として載っています。今回の課題は、「三崎中にはない」とされる植物を見つけだそうという授業で、検索の仕方・名前の同定の仕方を押さえました。

そして夏休み自由とその発展学習として、探索活動に取り組みさせたものです。授業14は宇宙開発事業団の職員に「宇宙教室」を開催して頂き、その中で植物の話を意識的に組み込んで頂いた授業です。授業16は、植物の分類を教えた後、樹形図の分類表に実物の植物を貼って提出させるものです。

	学習項目	ESE目標	現地	実物	実体験	IT活用	副読本
1	花の作り	4	△	○			配布
2	双眼実体・花・スケッチ	1・8	○	○	○		○
3	光学・微生物・スケッチ	8		○	○		
4	未発見植物を見つけよう	3・8	○	○	○	○	○
5	種子のできかた	2・4					
夏	未発見植物探索・自由研究		○	○	○	○	○
6	植物は何をしているか 推理	4					
7	鑑識技術学校	8		○	○		
8	鑑識技術学校	8		○	○		
9	鑑識学のまとめ	4		○	○		
10	実験計画・仮説の設定	4・8			○		
11	実験	4・8		○	○		
12	実験の分析	4・8					
13	システムのまとめ	4		○			
14	専門家のお話	1・4・7				○	
15	進化と分類	4・5					
16	分類実践標本作り	4・5・6	○	○	○		○
17	ESE的補足 農業・システム美・生育場所・季節変化・環境	2・3・4・5・6・7					

基本構想はこれで完成ですが、このままでは「実物実体験」は体現していませんが、生徒がわくわくするような「推論・調査ができる授業」にはなっていません。ESEの指導法の特徴を十二分に活かしたカリキュラムとは言えないのです。このことを受けて、授業6～13の構成を改良することを考えました。その結果が左のものです。

(4) 評価計画も同時に立てます

①授業の規準に対しては、A基準突破者だけ押印し、ノート点検時その成績をカウントする。

毎回の授業における規準の達成度を残すのは大変なことです。私は、特別に用意された規準に対し、十分な回答をよせた生徒（A基準達成者）のノートの該当箇所にスタンプを押印しています。ノート点検時各個のノートに押されたスタンプを点検すると、生徒が授業内で何回A基準に達していたかを測定できるのです。

②基本的には提出された作品に対し、規準を設け、その成績を測定する。

成績の中心となるのは提出物に対する細やかな観点別評価の結果です。

③成績対象資料をあらかじめ設定する。

生徒には事前に対象資料が何であるか紹介されます。

☆観点別評価の構成（評価計画）

- 1／双眼実体植物スケッチ（技・関）
- 2／光学微生物スケッチ（技・関・思）
- 3／未発見植物探索（関）と提出物（技・思）
- 4／植物活動立証創作実験（思・技・関・知）
- 5／発表能力（A基準のみ測定：技。他己評価）
- 6／分類標本（関・思・技・知）
- 7／講演会（A基準のみ測定：関・思）
- 8／ノート（技） 9／テスト（知） 10 自己評価（関）
- 11／授業規準A突破記録数（関・技・思・知）

④定期テストを有効に、柔軟に活用します。

## 【5】実際の授業展開

(1) 理科室に来ること自体が楽しくなる設定を演出します。

生徒に対し、「わくわくするような授業」をやろうとしていることを宣言します。そして次のプリントの文章で、ムードをつくってみました。

(2) 既存の知識・感覚からテーマを設定させます。

生徒に「動物がしていそうなこと」「植物がしていそうなこと」の順で自由に発言させ、では「植物が絶対にしていそうなこと」に絞り込みをかけていきました。その結果、

①光合成をしている。②呼吸をしている。③水を根から吸っている。④植物の体（葉）から水を出している。という4点が絞られてきました。この4点のいずれかを証明することが生徒一人一人の課題となりました。

(3) 鑑識学（証明方法）の徹底修得を目指します。

上記テーマの絞り込みを受けて、3コマの時間をかけて、鑑識学（証明方法）の事前学習を行います。「推論・調査ができる授業」においては、「推論・調査」を支える実験技術自体はしっかり身に付けている必要があります。ここがおろそかだと組み立て自体が崩壊してしまいます。

今回の実験では推論を組み立てるために、「光合成をすると、二酸化炭素が減少して、酸素が増える。」「光合成の証拠として、デンプンで確認ができる。」「呼吸をすると、酸素が減少して、二酸化炭素が増える。」「色水を吸わせると水の通り道が確認できる。水の確認は塩化コバルト紙で。」という基本も充分徹底した上で、鑑識学を学習させました。

名探偵『コナン』はてまた、迷探偵『コンナン』への道

あなたはこの1年生でどの位の腕を上げることができるでしょうか？

センスと勘のいい捜査一課の刑事

証拠を見つけだす鑑識課や、監察医

総合的な能力の高さで警察をもビックリさせる名探偵

この人達を支えるのは、その身に付けた技術や能力です。さあ君もこの理科室（訓練学校）を優秀な成績で卒業できるように、技術・能力・知識を身に付けてくれたまえ。

2学期の訓練項目

植物が何をしているかつきとめる。 岩・地面の現象をつきとめる。

そう2学期は『自然』が相手です。

自然「植物」は

植物は何をしているか（捜査学1）

その証拠を挙げるために必要な技術を身に付ける（鑑識学1）

鑑識学をもとに、捜査（実地訓練1：実験、実地訓練2：鑑識実験）

捜査をもとに、昇任試験（報告発表）

してもらいます。地学は終わったらまた連絡します。諸君の健闘を祈る。

鑑識学のまとめに使った再確認用の生徒プリントの内容を紹介します。（別添資料1）

(4) 実験計画・仮説の設計させます。

いよいよ各班で実験計画を立てさせる段階です。以下の項目で実験を設計させました。

捜査実習表

組 班メンバー ( ) ( ) ( ) ( ) ( )

(B4版から項目だけ抜き書きしたものです)

【1】何を捜査したいか？

【2】具体的捜査方法

【3】必要な機材・物品（道具がそろったら○をする）

【4】仮説（どうなることが予測されるか）

【5】捜査結果

【6】判定

仮説を証明できたか1・2・3・4・5 総合評価 D/C/B/A レベル

生徒は【1】～【4】までをしっかりとてて実験に入ります。

## 【6】生徒実験の様子とその評価の実際

### (1) 生徒実験の選択状況一覧

	捜査対象	捜査方法	仮説	実験結果	生徒評価	教師評価
1組1班	呼吸しているか	BTB緑液に水草を入れ暗室におく	BTB液は植物の呼吸の結果黄色くなる	黄緑色になった。	4 プレゼン上手	5 対照実験がよい。
2班	酸素が発生したか	インジゴカーミン液に水草を入れ暗室・光の当たるところにおいた	明るいところは青くなり、暗室の方は変化しない	仮説通り。暗室は上部が少し青。	3 数日後の報告が不要	4 良い実験結果と認められる
3班	光合成と呼吸	BTB緑を3本用意。2本に水草を入れ、暗室と明所においた	暗室の方は呼吸で黄色くなり、明所の方は二酸化炭素が減り青くなる	明所のははっきり青くなり、暗室のはやや黄色くなった	4 1班と同様な結果。出だしの緊張が残念	5 1班の拡大実験として成功している
4班	水草は呼吸しているか	水草がつくった泡に線香を近づけて見る。石灰水に水草を入れ明所・暗室に置き、白くなるか調べる	お線香が炎を上げる。暗室においた水草の方の石灰水は振ると白くにごってくる	お線香の火が強まった石灰水暗室は振ると白くにごった	3 プレゼンはうまいが内容が理解されな	3 発表内容に混乱がありやや正確でなかった
5班	蒸散と水の通り道	メスシリンダーに色水を入れて、袋を被せる	水の通り道が葉の筋まで分かりそう。袋には水滴が付き、おそらく水。	袋の液体は水だった。50ccの水を吸い上げ葉まで来ていた。	5 結果に恵まれいいプレゼンだった	5 授業に活用できる結果を多く出していたキャベツで成功。
6班	光合成と呼吸について	鉢植え（ジーニア）に袋を被せ、明所と暗室におく。たたくしと検知管で調査する	明所の葉にデンプンが多くある。明所の酸素が増え、暗室は二酸化炭素が増える	暗室はデンプンなし。明所がひからびて失敗。暗所は二酸化炭素増。明所微増。酸素は予想と違い変化なし。	4 発表内容が一番高度なので、完全に把握できたかどうか疑問。	5 良い発表。結果も正確。事実を正しく公表し好感持てる。呼吸を使わなかった点での失敗だ。
7班	水草の光合成	水草を入れたペットボトルにたまった泡を線香で調査。	お線香が炎を上げて燃える	穴を開くタイミング失敗。	2 結果が出なかった ×	3 結果残念
8班	植物の蒸散	色水を土を取ったジーニアにすわせビニール袋で包む	ビニールに水滴がたまり、水の通り道も分かる	袋は水が沢山たまっていて。根を切ると青いところが分かるが茎はよく分からない	5 結果は5班ほど明瞭でないが、意欲が伝わり好印象	5 意欲的な取り組み。キャベツならもっと成功していたらろう
9班	植物の呼吸	袋に空気を入れ、校地の植物の葉を沢山入れ暗室におく	石灰水が白くにごり二酸化炭素がでたと分かる	みんなの前でやってみるが失敗	2 結果が出なかった ×	2 やや補助が必要。自立不足。

生徒を生徒が相互評価するという手段を取ったが、植物は何をしているか確実に学習していない時点で、相互の実験結果を評価するのは、結果の解釈が難しいときにはやりにくい行為でした。生徒はおそらくプレゼンの上手下手を評価していたものと考えられます。

逆に教師の評価は、実験準備から実験途中の意欲や、結果や、プレゼンの技術等を総合的に判断してつけたグループ評価値を紹介しています。

### (2) 操作訓練学校と称した授業への生徒のアンケートの結果

1年1組37名の回答結果

- 自分たちなりの実験を計画できましたか 146点 (3.9)
- 自分たちなりの実験を実施できましたか 129点 (3.5)
- 予想をしっかりと立てることが出来ましたか 152点 (4.1)
- 実験結果はよかったですか 117点 (3.2)
- 事実を教えられる前に実験したことは・・・

この方がいいと思う34人、何をすべきか分からないので良くないと思う2人、他1人

- 調べたいことの確認方法（鑑識学）は身に付いたと思いますか。

120点 (3.2)

- あなたが主人公だという感じがいつもよりしましたか？

97点 (2.6)

内訳 4:6人

8. 「わくわくする」授業だったと思いませんか？

126点 (3. 4)

内訳 1:0人 2:9人 3:10人 4:12人 5:6人

(3) 生徒アンケートへの結果について

おおむね良好な結果であると考えています。特に「わくわくする授業だったか」の質問に対し、18名の生徒が「わくわくしながら」授業を体験していったことが嬉しく思います。なお、生徒に対して「主人公か？」と聞いてしまうと、自分より主人公だと思う相手がいると正直に「違う」と答えてきてしまうことがよく分かりました。やはり、質問8の答えに注目したいと思います。また、教科としてのねらいである質問6が3以上の結果であることも一定の成功を収めたと判断して良いと考えています。

### 【7】三浦半島教育研究集会での実践

平成15年10月11日(土)に私は、三浦半島の小・中学校の教諭に対して、「ESE授業を体験してみよう」と題し、講演を開く機会を与えて頂きました。理科教育に関心のある小学校18名中学校7名の総勢25名の方々(含む運営役員5人。実質参加者20名)を迎え、実は生徒に展開した先述の植物授業を体験して頂いたのです。その時の先生方の反応もとても参考になるのでここで紹介したいと思います。

(1) 先生方の実験選択状況一覧

当日はあいにくの曇天でしたが、実験時間40分で結果が出る実験を目指して、7つの教師グループが楽しく実験に取り組みました。特に「ドキドキした」先生もいたようですが、自らが発表者になる企画は先生方にも貴重な体験のようでした。

(2) ESE体験植物実験授業への参加教諭のアンケートの結果

参加20名のアンケート結果

- |                         |            |
|-------------------------|------------|
| 1. 自分たちなりの実験を計画できましたか   | 80点 (4. 0) |
| 2. 自分たちなりの実験を実施できましたか   | 83点 (4. 2) |
| 3. 予想をしっかりと立てることが出来ましたか | 86点 (4. 3) |
| 4. 実験結果はよかったですか         | 69点 (3. 5) |
| 5. 事実を教えられる前に実験したことは・・・ |            |

この方がいいと思う 18人 何をすべきか分からないので良くないと思う 0人

無回答2人

6. 調べたいことの確認方法(鑑識学)は身に付いたと思いますか。

80点 (4. 0)

7. あなたが主人公だという感じがいつもよりしましたか？

76点 (3. 8)

内訳 1:1人 2:3人 3:4人 4:3人 5:9人

8. 「わくわくする」授業だったと思いませんか？

83点 (4. 2)

内訳 1:0人 2:1人 3:4人 4:6人 5:9人



	捜査対象	捜査方法	仮説	実験結果	相互評価 実験がう まくいっ たと思う か	益田評価
1班 小学 校教諭3名	光合成を行 うと二酸化 炭素が使わ れ酸素がで きることを 証明したい	二酸化炭素を溶かした BTB黄色液に水草を 入れ、強い照明・曇り の太陽光・暗室に置き 色の变化を見る。	強い照明が早く緑にな る。曇りの試験管はゆっ くりか変わらず、暗室は 変化しない	曇りの太陽 光が一番青 緑。照明は やや緑。暗 室は変化な し。	5 全員 支持 合 格	5 結果以 上に、プレ ゼンが良か った。
2班 中学 1名 小学 校教諭2名	デンプンの 存在を確認 する	草・樹木・水草につい てたき出し法でデ ンプンを確認する	たたき出したものに直接 か、水洗いし、ヨウ素液 をかけると黒くなる	ほとんどが 変化なかつ た。使用し たる紙や紙 がヨウ素反 応することに 気付いた	2 うま くいっ たの評 価は3名	3 プレゼ ンは上手だ が、実験は 成功とは言 い難い。紙 がヨウ素反 応することは 貴重な報 告
3班 中学 1名 小学 校教諭1名	二酸化炭素 の多い部屋 では光合成 で酸素が多 く出るか	二酸化炭素の濃度を呼 気と空気で変え、光合 成させたとき30分後 もう一度酸素と二酸化 炭素濃度を測る(袋に クズの葉45枚)	二酸化炭素が濃い方が酸 素が出る量が多くなる	二酸化炭素 が濃い酸素 17→18% 空気の方の 酸素 21→20.8%	5 全員 支持 合 格	4 控えめ なプレゼン だが結論が 良く伝わっ た。条件整 理良し。
4班 小学 校教諭3名	水草から光 合成で酸素 が出ている のか	光合成しやすいように 二酸化炭素を溶かした インジゴカーミン液に 水草を入れ光を当て 光合成させる。	泡が出れば(光合成)溶 液が青に変わる。	40分ほど の後観察す ると、溶液 が青くなっ ていた	5 全員 支持 合 格	4 対照実 験がほしか ったが、明 確な結果を 提示できた
5班 中学 1名 小学 校教諭5名	ソメイヨシ ノの葉のデ ンプン量調 査。柿の種 のデンプン 調査	ソメイヨシノの葉をた たき出し法で漂白剤も 利用して調査。 校地にある渋柿の実に デンプンがあるかも調 査。	紅葉した葉にはデンプン はない。緑の葉にはあ る。柿は実にも種にもデ ンプンがある。	緑の葉はデ ンプン反応 あり。紅葉 の葉はない 柿は実に少 しデンプン 反応。種は 一切デンプ ンがなかつ た	5 多数 が支持 合格	4 二人で 分担して発 表したが上 手な発表で あった。意 外な結果に 出会ったと きどう対応 するか?課 題となった
6班 中学 1名 小学 校教諭2名	植物の光合 成の確認	ペットボトルにインジ ゴカーミン液と水草を 入れプロジェクターの 光で光合成させる	光合成で酸素が出るはず なのでインジゴカーミン 液が青色になる。	変化がなか った。亜二 チオン酸ナ トリウム の入れすぎか	3 支持 6名	4 熱変性 か何かで失 敗している プレゼンは 引きつけた
7班 中学 2 小学校 教諭1名	葉から水が 蒸散してい ること	ニチニチソウの鉢植え にビニールを被せ出 てくる液を集める	空気だけの対照実験は変 化なく、ニチニチソウは 水滴で曇る	塩化コバル ト紙に反応 予想通り	5 全員 支持 合 格	4 失敗の ない実験を 選択した

### (3) 教師アンケートへの結果について

これもまたかなり良好な結果であると考えています。特に構成方法についての質問に対し、18名の  
方が、「この方がよい」と評価して下さったことに意義を感じています。苦勞が報われたなど言う感  
じでホッとしました。そして、今回の発表が、理科をただ単に教え込みの授業時間にしないで、生徒に

育てたい観点を持って構成すれば、よりよい授業を作れる可能性があることを参加者の先生方と共有できたことが良かったなと感じています。

## 【8】自由研究の指導

ESEの指導方針2・3・5といった柱を具体化するには、日々の授業実践だけでは後一步足りないところが出てきてしまいます。本当に興味関心を持って、自然科学に向き合おうとする生徒が出てくると、日々の授業時間だけでは、その意欲や実力を伸張してあげることがなしかれないのです。そのため、夏季休業中の生徒の自主的な自由研究にしっかりとつきあって上げる時間を確保することが必要になってくるのです。

幸い私は「自由研究部」という部活指導の指導者なので、自分の許すだけの時間を生徒の自由研究の保証時間に当てています。生徒がこの夏通ってきた状況を別添資料2で紹介いたします。

この結果おおむね以下のような自由研究作品が出来上がりました。

2003年度 自由研究コンテスト応募状況

1. 木原記念こども科学賞 7点12名
2. 第21回 全国小・中学生作品コンクール 1点6名
3. 第47回全国学芸科学コンクール 1点1名
4. 旺文社サイエンスグランプリ 86点101名
5. 日本学生科学賞神奈川大会 1点2名
6. 神奈川県科学作文コンクール 4点9名

この実践を通して、個人に関してのその能力の伸張に寄与できていると考えています。別添資料に示したような時間を保証すると、自ら疑問を持ち、意欲を持って研究する生徒は、劇的な理科的成長を自由研究を通してしてくれることを私は感じています。ここには「わくわく研究」に取り組む生徒達がいると表現できていると思っています。

さらにこんな効果も見逃せません。それは、生徒が進める研究につきあうと、指導者としても日々発見があり、結果的には自分自身の研鑽にもなっていることです。生徒の研究につきあって損したと感じたことが私にはないのです。

## 【9】本研究のまとめ

この論文を通して、「わくわくする授業」とアースシステム教育が非常になじみの良いものであることをお伝えすることに成功したでしょうか？私達授業者はたまには、授業を受ける生徒の立場に立ってみる必要があると思います。ただ単に教え込まれるだけの受け身の授業では、よほど目標があって、テストの点にこだわられる生徒でない限り、正直つまらない授業に飽きが来ってしまうはずで、学習放棄した生徒でなければ、誰もが「わくわくするような」のめり込める授業を基本的には望んでいるのではないのでしょうか。私達は出来ることなら、日々の実践に改良を加えて、そんな声に答えられる授業を展開したいものです。

私は今回、単元のカリキュラム作りの手法を中心に私の実践を紹介いたしました。そのやり方は、『①従来より広い視点で単元題材を選び、配列してみる。②その時、「生徒の疑問」が授業進行上の核となるように、「推論・調査できる授業」を意識的に構成する。』というものでした。では何故この手法で授業を展開した方がよいのでしょうか。その理由は、授業の様子が劇的に変化するためです。授業の主役は教師から「生徒一人一人」に取って代わります。そのことが、生徒が「わくわくしながら」授業を迎える姿になって現れてくるのです。これは、理科室に集まってくる生徒の表情・全員がそろっている

時間の早さなどからも簡単に見て取ることが出来ます。

私が提示したのは、幸い手法なので、1分野・2分野を問わず、その単元を組んでみようというときに応用が利くと考えています。この「わくわく授業」への手法が一人でも多くの先生方の目にとまることを期待しつつ、この論文を閉じたいと思います。

尚 E S E については<http://www.nier.go.jp/masakazu/Myweb/GSL/WelcometoEarthSystemsEducationJapan.html> を

三崎中学校の理科授業実践の報告としては、

NICER 教育情報ナショナルセンターの『e-Case みんなで作る教育実践事例』を開き、「三崎中学校」或いは「アースシステム教育」で検索すると、特色ある授業実践例で紹介されています。どうぞご参照下さい。



## 中学校1年アースシステム教育カリキュラム

### 「大地とその変化」

益田 孝彦（三浦市立三崎中学校）

#### はじめに

本單元については、初めてESEに取り組んだ経験がある。しかし当時の対象学年は中学校3年であったものが、現在は1学年に移行しており、当然カリキュラムの見直しが必要であった。今回はESE敵手法にも慣れてきたことを背景に、1年次に楽しく地学分野を経験してもらえるように、いくつかの工夫を加えて構成を試みた。主たる工夫の柱は、ESE的手法を活かした「わくわくする授業」作り、及びITコンテンツの有効利用である。

#### 1 単元名 大地とその変化

#### 2 目標

火成岩や堆積岩の成り立ちの違いを理解するだけでなく、地元の火山灰や海岸の砂からの鉱物の採集や、化石や地層の学習を通して、鉱物・岩石の美しさに気づかせ、地域の自然の成り立ちを理解させる。また、地震に関する学習を通し、地震のメカニズムを理解するとともに、地域で起こりうる地震に対する防災意識を高めることを目標とする。

ESE理解目標：1, 2, 3, 4, 5, 6, 7及び実験実習技能（8）

#### 3 指導学年、総指導時間数：中学1年生対象、総指導時間 19 時間

#### 4 カリキュラム（指導計画）：

	題材	授業の主たる内容	指導の工夫・留意点	理解目標
(1)	学習目的提示 火山、火山の噴出物、地球と火山	日本の火山、噴出物と地球の断面での把握	クラフト夫妻監修のレーザーディスクを利用する。	1, 4, 7
(2)	火山の形、マグマが作る岩石	マグマの性質と火山の形との相関。火成岩の学習	実際の火山での話を織り込み、実物モデルを扱う。 粘性のあるシロップで演示実験	4
(3)	火成岩、三浦市に火成岩はあるか	火成岩学習、三浦市に影響を与える火山の割り出し。調査方法。	鑑識学の伝授	4, 6, 8
(4)	三浦の土地の起源を探る	採集した土地の傾向を記録させる	現地・実物調査	8
(5)	火成岩の色と鉱物	鉱物学習、調査方法	鑑識学の伝授	1, 4, 8
(6)	◎実験実習	鉱物標本づくりのための必	分類のコツを実際の探索を通し	1, 4, 8

## 5 指導計画構成上の留意点（方針）

①ITコンテンツを活用する ②副読本を活用する ③実物・実体験を主軸に据える ④地域の教材化をはかる ⑤外部講師を活用する ⑥現地城ヶ島巡検を実施する

## 6 「わくわくする授業」を構成するにあたって

前半の授業については、「教え込み授業」にならないように、第3回目の授業以降、「鑑識学」（科学的捜査・調査）の基本となる手法を丁寧に教え、その手法を手がかりに、自らが謎を解き明かす主人公になれるような構成を目指した。とりわけ、三浦市に実際にある地質構造を題材に、その成因を追求させることで、興味の深化や、地域の自然に対するより正しい認識がはかられるように留意した。

その具現化は、授業No.（9）のグレーディングの授業で行った。（別添指導案参照）

## 7 カリキュラム実施後の評価

（1）授業前の状況

「大地とその変化」事前アンケート

	調査項目と評価基準 1:興味がない(全然知らない・すごく嫌い) 2:あまり興味がない 3:ふつう 4:けっこう興味がある 5:すごく興味がある(すごく知っている・すごく好き)	評価					平均値
		1	2	3	4	5	
1	三崎や城ヶ島の地層や岩石に興味がありますか？	16	14	23	14	2	2.6
2	三崎や城ヶ島の地層や岩石について知っていますか？	34	18	16	1	0	1.8
3	三崎や城ヶ島の自然の生い立ち(歴史)に興味がありますか？	12	18	26	12	1	2.6
4	三崎や城ヶ島の自然の生い立ち(歴史)について知っていますか？	34	20	14	1	0	1.7
5	砂や土に興味がありますか？	19	13	20	13	4	2.6
6	理科は好きですか？	6	16	23	15	9	3.1
7	自然観察(地層や岩石や砂などを観察すること)は好きですか？	13	9	17	19	11	3.1

（分析）1から5番までの項目が平均の3を下回っている。

特に知識に関しては1点台と低調で、これから授業を行う必要性が十分に感じ取れるものであった。救いは、興味に関しては3問とも2.6点を示し、全く無関心というわけではないのがよい。授業の構成次第では、この辺の数字を高くしていくことも可能と考えられる。

（2）授業No.（9）の公開授業での途中の評価。（別添指導案参照）

①「グレーディング上下判定法が身に付いたか」について、80%（28人）以上の挙手があったか 〔→全員の手が上がる。〕

②「城ヶ島粘土モデルで城ヶ島が押されて曲がったことが分かりましたか」について80%以上の挙手があったか 〔→80%ぐらいの挙手〕

③「楽しくわくわくしながら授業に参加できましたか」について5段階評価で4点近くの評価

	「宝石プレパレート」	要な手順を学習	学ばせる。	
(7)	堆積岩を覚えよう ◎実物に挑戦 (かがり)	礫岩、砂岩、泥岩、凝灰岩、石灰岩、チャートの学習	座学で押さえ、実物班対抗戦で楽しく盛り上げていく。神奈川の岩石を使う。	4
(8)	地層の復習、なぜ1枚の層の粒がそろうか	レキ・砂・泥の導入と思考実験からの知識獲得	実際になぜレキの上に泥がつもるかなどを理解させる。	4
(9)	地層のトピックス	グレーディング	城ヶ島の例で説明する。上下判定の要領を学習させる。	4, 5, 8
(10)	地層から歴史の読みとり	柱状図と鍵層の学習・示相化石・示準化石・地殻変動の学習	化石・褶曲・断層・鍵層などを押さえボーリングと建築の関係を地盤の強さから想起させる	3, 4, 5, 6, 7
(11)	三崎の地質構造をつくってみよう	差別侵食・火災構造・断層・ラミナをつくってみよう	現実はどこにあるかを指摘しながら体験させる	5, 7, 8
(12)	海岸段丘のできかた (等高線をなぞる) 三浦市の成因に迫る	海岸段丘の成因の実習 (等高線をなぞる) 地図作業や風化侵食	副読本「三浦の地層」の導入部を利用する。	4
(13)	地震	地震の揺れ方。バネによる縦・横波の観察実体験	授業の初発に初期微動と主要動が分かるような演示で、教壇を迫真の演技で揺らす。バネで興味引く。地震波演示装置活用でまとめを行う。IT活用	3, 4
(14)	地震の復習	初期微動継続時間と揺れ方。震源距離と揺れ方。	十分に定着をはかる。IT活用	3, 4
(15)	震源の見つけ方、震度とマグニチュード	マグニチュード6.6、7.6、8.6の差を学習	震度0やMが印象的に捉えられるよう工夫する。IT活用	3, 4
(16)	地震のメカニズム	震央・火山の世界的分布	ノートとる時間を削減するために世界地図のプリントを配布する。IT活用	3, 4, 6
(17)	地震のメカニズム	日本の例の解説。断層地震の理屈の学習。	2つの地震原因を説明する。IT活用	3, 4, 7
(18)	◎地震防災学習 地震が起こす災害	南関東地震への備えはどう考えるべきかの学習	阪神大震災から防災について学ばせる。副読本・Aボトムマップ利用する。横断的な授業実践。	4, 7, 8
(19)	地学総合学習 外部講師の講演	オーストラリアの地質・エアーズロックのお話を含む総合学習と質疑応答	質疑が深まるように留意する 12月16日実施 (1学年全員聴講)	1, 4, 5, 6, 7
(20)	城ヶ島巡検 (有志の参加)	現地での実習 講師3名によるチームティーチング	外部講師・副読本利用 12月25日実施参加生徒数 2年19名1年17名計36名	1～8

が出たか [5:26人 4:8人 3:1人] 平均4.7点

(分析) ESEを意識した地域の教材化をはかった授業であったが、目的を十分に達し、「わくわくする授業」が展開できたことが分かる。生徒が地学教材を好きになる授業と言えそうである。

(3) 授業 No. (19) の地学講演会を終えての評価

	1	2	3	4	5	平均
(1)あなたは理科は好きですか	2	10	28	16	13	3.4
(2)「オーストラリア・アメリカ・中国の岩石・地層」の授業で理科についての興味を持ちましたか。	3	5	20	24	18	3.7
(3)この授業で、世界の地層・岩石を研究する人がいることが理解でき、その様な仕事に興味を持ちましたか。	4	8	29	19	11	3.4
(4)今日の五島先生、中村先生、益田先生の授業は、理解できましたか。	1	8	20	22	19	3.7
(5)今日の五島先生、中村先生、益田先生の授業は、面白かったですか(興味がありましたか)。	1	5	16	21	27	4

(分析) 地学教材を展開する中、時期を追って理科好きが増えていることが分かる。(4)(5)といった設問から、さらに興味を深めた生徒がいたことが数字の上からも分かる。

(4) 授業 No. (20) の城ヶ島地学巡検参加者アンケート評価

	評価項目と1学年参加者17名の回答	1	2	3	4	5	1年平均	全体平均
1	三崎や城ヶ島の地層や岩石、そして生い立ち(歴史)に興味を持っていましたか?		2	3	5	7	4	3.4
2	三崎や城ヶ島の地層や岩石、そして生い立ち(歴史)について理解していましたか?		3	6	6	2	3.4	3.1
3	今日の野外学習で三崎や城ヶ島の地層や岩石、そして生い立ち(歴史)に興味を持ちましたか?			7	4	6	3.9	3.7
4	今日の野外学習で三崎や城ヶ島の地層や岩石、そして生い立ち(歴史)について理解できましたか?		1	10	5	1	3.4	3.2
5	砂や土に興味がありましたか?	1	3	1	5	7	3.8	3.4
6	今日の野外学習で砂や土に興味を持ちましたか?			3	6	8	4.3	3.9
7	理科は好きですか?		2	3	7	4	3.6	3.3
8	野外学習(地層や岩石や砂などを観察すること)は好きですか?		1	2	5	9	4.3	3.8
9	今日の野外学習は楽しかったですか?			5	5	7	4.1	4
10	今日の野外学習の実験は、三崎や城ヶ島の地層や岩石やその生い立ち(歴史)について理解するのに役立ちましたか?			2	10	5	4.2	4

(分析) 1学年はESE授業を展開した学年であり、12月後半に地学分野を終えたばかりで、12月16日に地学講演を受けて意識が高かったこともあり、全般的に2学年より数値が高い。野外学習で変わったと言うより、野外学習を楽しみにしている生徒集団が、その良さを満喫した感が強い。ただ、現地での学習は、その理解を強化したことは間違えない。

一方2学年の示すその数値は、非常に平均的なもので、分析すれば、野外学習の効果を証明したものになっていると考えられる。ここではあえて、ESE的なカリキュラム学習は、地学好きな生徒を作れる可能性が高い方に注目しておくことにする。



評価項目と2学年参加者19名の回答		1	2	3	4	5	2年平均	全体平均
1	三崎や城ヶ島の地層や岩石、そして生い立ち(歴史)に興味を持っていましたか?	1	4	9	5		2.9	3.4
2	三崎や城ヶ島の地層や岩石、そして生い立ち(歴史)について理解していましたか?		8	6	5		2.8	3.1
3	今日の野外学習で三崎や城ヶ島の地層や岩石、そして生い立ち(歴史)に興味を持ちましたか?		1	8	9	1	3.5	3.7
4	今日の野外学習で三崎や城ヶ島の地層や岩石、そして生い立ち(歴史)について理解できました		2	15	2		3	3.2
5	砂や土に興味がありましたか?	2	4	7	5	1	2.9	3.4
6	今日の野外学習で砂や土に興味を持ちました		1	10	6	2	3.5	3.9
7	理科は好きですか?	2	5	5	6	1	2.9	3.3
8	野外学習(地層や岩石や砂などを観察すること)は好きですか?		2	10	6	1	3.3	3.8
9	今日の野外学習は楽しかったですか?			7	10	2	3.7	4
10	今日の野外学習の実験は、三崎や城ヶ島の地層や岩石やその生い立ち(歴史)について理解するのに役立ちましたか?			6	10	3	3.8	4

(5) 授業後の状況

「大地とその変化」事後アンケート

	調査項目と評価基準 1:興味がない(全然知らない・すごく嫌い) 2:あまり興味がない 3:ふつう 4:けっこう興味がある 5:すごく興味がある(すごく知っている・すごく好き)	評価					平均値
		1	2	3	4	5	
1	三崎や城ヶ島の地層や岩石に興味がありますか?	6	9	42	11	5	3
2	三崎や城ヶ島の地層や岩石について知っていますか?	16	31	22	4		2.2
3	三崎や城ヶ島の自然の生い立ち(歴史)に興味がありますか?	4	16	30	22	1	3
4	三崎や城ヶ島の自然の生い立ち(歴史)について知っていますか?	18	31	21	3		2.1
5	砂や土に興味がありますか?	6	16	25	17	9	3.1
6	理科は好きですか?	2	18	27	15	11	3.2
7	自然観察(地層や岩石や砂などを観察すること)は好きですか?	3	11	24	21	14	3.4

(分析) 実施前のデータと授業後のデータを比較すると以下のような表になる。

	実施前4	実施前5	実施後4	実施後5	実施前平均値	実施後平均値
(1)	14	2	11	5	2.6	3
(2)	1	0	4	0	1.8	2.2
(3)	12	1	22	1	2.6	3
(4)	1	0	3	0	1.7	2.1
(5)	13	4	17	9	2.6	3.1
(6)	15	9	15	11	3.1	3.2
(7)	19	11	21	14	3.1	3.4

比較表から分かるように、いずれのデータも向上が見られる。

(6) 番：理科が「すごく好き」と答える生徒が2人増えたこと。(1)(7) 番：地層や岩石、野外観察がどちらも「すごく好きになった生徒」が3人、「やや好き」になった生徒が2人増えた点は特筆される。また授業を通して、地元三崎の自然の生い立ちに「けっこう興味がある」生徒が10人増えた点や、(5) 番：「砂や土に興味を持った」生徒も4が4人、すごく興味を持った生徒が5人増えた点も授業の成果と言える。

これらの数字を追いかけると、おそらくこの分野自体に興味関心付けされた前向きな生徒が10名ほどハッキリと育ったことが結論できそうである。

(総括的分析) 事前に意図して仕組んだ「わくわくする授業」「地学講演」「現地地学巡検」といった企画はいずれも功を奏したと考えられる。「理科好きな生徒」が少しずつではあるが増えている点が評価できると思う。この他、授業のサポートに利用したITコンテンツも生徒には好評であったし、地震に対する防災学習も真剣な内容で定着したと捉えている。今回再編成したカリキュラムは、3年生時のような深みはなかなか生まれにくい面もあるが、1年生時に理科が好きになるという点での授業構成は十分に達成できると考える。

# 中学校 1 年アースシステム教育カリキュラム

## 「大地の変化」

長山高子（前小田原市立白山中学校）

### 1 はじめに

アースシステム教育を意識して、生徒が意欲的に学ぶ理科教育をめざした。具体的には地域の教材を生かすことと、「県立生命の星・地球博物館」などの社会施設と関連させて学習のネットワークを広げ教師だけでなくみんなで生徒を育てる科学教育システムを考えておこなった。

### 2 単元名 「大地の変化」

### 3 目標

最終目標は「地球を理解しよう」このために、身近な自然から始めた。箱根火山の新期軽石流台地の上に立てられた白山中学校。丹沢の山をけずり、箱根火山をけずって流れる酒匂川。ここにある石から、昔何が起こったのかを推測させる。中学1年生では、フィリピン海プレートのすべり込みによる付加体の追加のほんの初歩しか考えつかないかもしれないが、3年間、いや一生涯の疑問となればいいことである。幸いなことに、市内に県立生命の星・地球博物館があるし、箱根火山には大涌谷の自然館があり、丹沢には西丹沢自然教室があるので、拾った石を持って行って標本と照らし合わせて調べたり、プレート移動のことや、地球内部のことなどについて個人的あるいは総合的な学習として発展していくことを狙っている。また、こういう調査を危険を携いながらも仕事としている博物館の学芸員の方を紹介し、調べ方やまとめ方、そしてわかったこと。加えて、その仕事を選んだ理由やそれに向かう情熱などについて伺い、進路学習としても発展させたい。

### 4 指導学年、総指導時間数 中学1年生、総指導時間 13 時間

### 5 学習指導計画

#### (1) アンケートを採る

[ESE 理解目標 4・7]

生徒に興味・関心をもたせる意味で、今何に関心を持っているかを調査し、授業の中で解決していく（アンケートは別紙参照）

- ・ 「小田原の地形・地質の中で、今一番疑問に思っていることはどれですか」という質問に対しては、火山と地震とについての関心が高かった。
- ・ 「どういうことを知りたいですか」という質問に対しては、
  - ①火山については、火山はどのようにして噴火するのか？ 箱根の山は噴火するのか、その時小田原ではどのくらいの被害が出るのか？ 富士山が噴火するとされているが現在の火山活動はどうなっているのか、噴火したら小田原はどうなるのか？
  - ②地震については、どのようにして地震がおこるのか？ 小田原に大きな地震が来ると言われているがいつ来るのか？ 地震予知はできるのか？ 小田原で予想される被害はどれくらいか？
  - ③地層については、地層はなんで層ごとに色や入っているものが違うのか？ 大昔の小田

原がどんな様子だったのかを、地層を観察して調べたい、動物などを発見したい。化石を掘って、いつごろのものかを調べたい。総合的な学習で地震についてやっているので、断層などを調べたい。

- ・ 「次の中でやってみたいことがありますか、仕事としてでも趣味としてでもかまいません」という質問に対しては、18項目中平均7項目を選んでいった。多かったのは、(ジュラシックパークのように生物のDNAから絶滅した生物を再現してみたい)と、(星を観察し流星や新しい星に自分の名前をつけたい)であった。この質問はESE理解目標7の地球に関する仕事の例を紹介する意味で出した。

## (2) 酒匂川の石の分類

【ESE理解目標1・4・7】

酒匂川から特徴のある石を6種類以上拾ってくることを宿題にしておく。科学部の生徒に500個程の石を拾って来てもらい資料とする。

- ・ 気に入った石を自分の基準で分類させる。(ワークシート1)
- ・ 次に班での基準を決めて分類させる。(ワークシート1)
- ・ 分類の基準は、石の成因の違いであり、これからの授業で理解する内容につながることを伝える。
- ・ これらの石が、丹沢山地・足柄山・箱根山からけずられてきたこと、富士山の噴火で飛んできたことを伝える。
- ・ この単元を通して、「現在の小田原付近の地形がいつ頃からどのようにして出来てきたかを推測してもらいます」と、この単元を通して考えるテーマを設定する。
- ・ 小田原付近の地図に石を置かせる。
- ・ 現在の地形を知るために、普通の地図より見やすい鳥瞰図を紹介する。これを考えた人が、博物館の新井田学芸員であることを紹介する。「高い所を飛んでいるランドサットからうつした写真を使って工夫したらいい。作り方に興味を持ったら、総合的な学習の時間などを利用して調べたり、質問をしに博物館に行ったりする」と投げかけておく。

## (3) 火山

【ESE理解目標1・4・7】

- ・ 丹沢山地と箱根山と富士山の石は、地下のマグマ(溶岩)が冷えて固まった石であることを伝える。マグマのことについてまず学習することを伝える。
- ・ 噴火のモデル実験と、コーンが鍋の熱でポップコーンになる実験を教師の演示で行う。このことから、岩石でもプレートが沈み込んだりして地下に入ると高温のマントルなどで溶かされて状態が変化し、1200-1600℃のマグマになって上昇すること。溶岩が噴火すると、地表に出て冷えて状態が変化して岩石になることなどに気付かせるための導入である。
- ・ 「富士山噴火予知」のビデオを見て、低周波地震が起こっていることから地下のマグマの状態を推測させる。(ワークシート2)
- ・ 火山噴出物を観察させる。

## (4) 火成岩の特徴

【ESE理解目標1・4】

丹沢の石と箱根火山の石と富士火山の石を比較して、自分の基準で分類させる。班で討議させる。それに、火成岩の代表的な6種類の標本を加えて観察させる。キラウエア火山、大島、普賢岳や有珠山など有名な火山の石も加えて比較させる。

- ・ 深成岩と火山岩のちがいを気付かせる。結晶のでき方のモデル実験を行う。
- ・ 花崗岩と閃緑岩とハンレイ岩の違いに気付かせる。

- ・流紋岩と安山岩と玄武岩の違いに気付かせる。
- ・安山岩質マグマと玄武岩質マグマの粘性の違いと関連付けて、火山の形・活動の様子をまとめる。
- ・丹沢と箱根火山の富士火山のでき方を確認する。

(5) 露頭の観察

【ESE 理解目標 1・2・4】

安山岩質マグマが噴火した箱根火山の新期軽石流台地の上に建てられた白山中学校。テニスコートの端が軽石流台地の縁。隣の幼稚園の駐車場は軽石流の露頭。以上のことを理解させる。

- ・鳥瞰図で学校の位置を確認してから、露頭5カ所を観察し、スケッチをさせる。  
(ワークシート3)
- ・火山灰や軽石を採取させる。

(6) 造岩鉱物の特徴

【ESE 理解目標 1・4・7】

露頭から採取してきた軽石や火山灰を洗い出し、造岩鉱物を双眼実体顕微鏡で観察させる。ただしこの軽石は粘土質が多いので、博物館から超音波洗浄機を借用し、生徒が洗い出した後に数回それで洗浄させる。

- ・造岩鉱物の標本と照らし合わせて同定(名前を調べる)させる。
- ・造岩鉱物標本を自作させる。(ワークシート4)

箱根火山に少ない鉱物は、これから旅行をして「この山は火山だ」と気付いたら、まわりのスコリアや軽石やロームを拾ってきて洗って採集することをすすめる。石を割っても取り出せるし砂からも拾えることを伝える。その際、石の本もたくさん出ているが、県立生命の星・地球博物館をインターネットで検索すると「大地の生い立ち」や「地球のからくり」の中に、図入りで紹介されているし、実物を博物館に持って行って展示標本と比べてみるとわかるし、石について研究している平田学芸員・山下学芸員に聞いてみるのもいい。その時は紹介してあげて伝える。

- ・造岩鉱物の代表6種類の他にもマグマの成分である鉱物は4000種類もあり、きれいなものがあることを長山コレクションや博物館借用の鉱物で紹介する。博物館の一階にもっとたくさん展示してあることを紹介する。

(7) マグマの湧き出し

【ESE 理解目標 1・4・7】

- ・現在でもマグマが地表に出てくる場面を、ホットスポットやプレートのすべり込みで説明する。地球の内部構造やプレートテクトニクスに関するビデオを博物館からお借りして見せる。
- ・プレートの沈み込みによる付加体の追加は、平成11年度博物館の特別展示「海から生まれた神奈川」に前任校の酒匂中学校科学部で製作し展示した「プレートの沈み込みによる付加体の追加模型」を使って説明する。
- ・ユーラシアプレートとフィリピン海プレートの境界面である小田原付近の地形を丹沢の石・足柄山の石から推測させる。
- ・参考に、博物館で製作された丹沢のビデオ「サンゴ探検隊」を見せる。
- ・国府津－松田断層が現在の2つのプレートの境界面だからおこっている現象だということもつけ加える。

(8) 地震による地殻変動

【ESE 理解目標 1・4・7】

ホットスポットやプレート境界面で地殻が振動すると、地球全体に振動が伝わり各地で地震

として観測されることを説明する。この内容を含めて、小田原付近の地震と防災について解説しているビデオを小田原防災対策課から借用して見せる。地表近くでは、その振動による力によって断層ができたり、水分の多いところでは液状化が起こることを模型や実験で理解させる。断層は平成 11 年博物館の特別展に製作し展示した国府津中の四つの断層模型をお借りし、液状化は同時に展示した白山中の模型を動かして見せる。

(9) 地震波

【ESE 理解目標 4】

- ・ バネを使って2つの地震波の演示実験を行い、地表に立っている人の感じ方に気付かせる。
- ・ 地震波演示実験器で地震波の演示実験を行う。震源・震央・震源距離・P波とS波について説明する。
- ・ 地震計のしくみを理解させる。
- ・ 地震計の波形から、震源地からの距離や震度について理解させる。
- ・ マグニチュードと震度の違いを確認させる。

(10) 防災

【ESE 理解目標 2・3・4・5・7】

- ・ 小田原市教育委員会出版の「もし地震が起きたら」と神奈川県教育委員会出版の本を参考にしながら、次のことをおさえる。
  - ① 小田原付近に震源地があると予想されている地震が3つあることを認識させる。
  - ② 家庭や学校の防災はできているのかを考えさせる。
  - ③ 災害時自分が何をするのかをイメージさせる。

(11) 地層を調べよう

【ESE 理解目標 4】

- ・ 小田原市教育研究所出版の「小田原の自然」、小田原市郷土文化館出版の「小田原の市史」、その他小田原市東部で見られる地層の写真から、地層のでき方を考察し重なり方の規則性を見出させる。

(12) 地層をつくる岩石とその中の化石を手がかりに過去の環境と年代を推定する

【ESE 理解目標 4・5】

- ・ 次の3つの堆積岩の標本を配って粒の大きい順に 礫岩・砂岩・泥岩 で分類させる。また、堆積した当時の環境を推定させる。
- ・ 次の3つの堆積岩の標本を配って 凝灰岩・石灰岩・チャートで分類させる。また、堆積した当時の環境を推定させる。
- ・ 示相化石と示準化石を紹介する。堆積当時の環境と年代を推定させる。

(13) 小田原付近のでき方を推測する

【ESE 理解目標 4・5・7】

- ・ 副読本「小田原の自然」と中村原で掘り出した化石から小田原付近のでき方を推測させる。(ワークシート 5)
- ・ 国府津山や曾我山の沢の地層は、ほぼ同じ方向に傾斜していることや、その沢の石が同じ方向に割れていることなどから小田原付近のでき方を推測させる。(ワークシート 5)
- ・ 酒匂川の石も含めて推測させる。(ワークシート 5)  
この際、地域性を考えて、丹沢の変成岩を軽くあつかう。推測する時には鳥瞰図を見ながら行う。
- ・ 「1996年に「小田原の自然」を出版した時、地球博物館の学芸員の方ともよく話して推定したものをのせたが、現在ではさらに調査が深まっている。みんなも興味があったら、

個人でも、総合的な学習でもよいので、石や地層や地形などから推測してみてもどうか。地球博物館の他にも箱根火山には大涌谷の自然館があり、丹沢には西丹沢自然教室があるので、拾った石を持って行って、標本と照らし合わせて成因を調べたりプレート移動のことや、地球の内部のことなどについて調べられる。自分なりの説を出してみてもどうか。」と投げかける。

- ・ 「旅行したら、小田原と違うこと、箱根山と違う火山の様子などに注目して火山のことをもっと深めていくのもいい。」と投げかける。
- ・ 科学部では地球博物館からローンキッドとして「中津層の化石」を借りて化石を掘り出し、よい化石を博物館登録をしていることを紹介し、掘り出したい人は一緒に掘ることを勧める。

## 6. 展開の概要

題材・授業の主たる内容	指導の工夫・ESE との関連
1. アンケート	ESE4 知りたいことを記入させ興味関心を高めさせる ESE7 地球や宇宙に関する仕事に興味を持たせる
2. 酒匂川の石の分類 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自分の基準で分類する</li> <li>・ 班で分類し、発表する</li> <li>・ 単元を通じたテーマを設定</li> <li>・ 地図上に、石が流される前にあった場所に石を置く</li> <li>・ 鳥瞰図の上に石を置く</li> </ul>	ESE1 自分の基準で分類し、美しさと歴史的意味に気づかせる (話し合い活動) ESE4 共通テーマ「小田原市付近の地形のでき方を推測する」を設定する (説明) 小田原市付近の地形を把握させる ESE7 博物館作成の鳥瞰図を使用する
3. 火山 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 丹沢山地・箱根山・富士山の石の共通点を考える</li> <li>・ ポップコーンづくりを見る</li> <li>・ ビデオ「富士山噴火予知」を見る</li> <li>・ 火山噴出物を観察する</li> </ul>	(テーマにせまる) 3つの石をひとまとめに分類した生徒の意見から聞き、共通点を「粒がある」とする (説明) 粒は鉱物。鉱物はマグマに含まれ、冷却時に結晶する ESE1 岩石の熱による状態変化を連想させ地球の不思議に関心を持たせる ESE4・7 アンケートで多くの生徒が知りたがっていた「火山のしくみ」を一部解決するとともに現在低周波地震が起きていることから地下のマグマの状態を推測させる (観察) 火山弾などを観察させる
4. 火成岩の特徴 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 丹沢と箱根と富士の石を自分の基準で分類する</li> <li>・ 班で分類する</li> <li>・ 火成岩の代表的な 6 標本を加える</li> <li>・ 有名な火山の石も加える</li> <li>・ 深成岩と火山岩の違いに気づく</li> <li>・ 冷却条件による再結晶の違いを実験する</li> <li>・ 花崗岩と閃緑岩とハンレイ岩の違いに気づく</li> <li>・ 流紋岩と安山岩と玄武岩の違いに気づく</li> <li>・ 安山岩質マグマと玄武岩質マグマの火山の形・活動の違いに気づく</li> <li>・ 丹沢・箱根・富士がどうしてできたかを推測する</li> </ul>	(観察) 分類の基準を考えさせる (話し合い活動) ESE4 深成岩と火山岩の実物から気づかせる (観察) 花崗岩(深成岩)と安山岩(火山岩)をスケッチさせ分類の基準を考えさせる (演示実験) サルチル酢フェニルを使い、冷却時間の違いと結晶の大きさの違いを演示する (観察) 分類の基準を考えさせる (観察) 分類の基準を考えさせる (観察) 有名な火山をマグマの成分から分類する ESE1 丹沢は噴火していないが箱根と富士は噴火したことを推測させ、さらにそれぞれの形成年代を提示して小田原付近のでき方を推測させ、地球の壮大さに興味を持たせる



<p>5. 露頭の観察</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鳥瞰図で白山中の位置を確認する</li> <li>学校のまわりの露頭を観察する</li> <li>地形の利用を観察する</li> <li>火山灰や軽石を採集する</li> </ul>	<p>(説明) 箱根火山の新期軽石流台地の端に白山中が建てられていることを確認する</p> <p>(観察) 五百羅漢保育園の駐車場の火山灰と軽石層</p> <p>(観察) テニスコートのローム層</p> <p>(観察) コナカ前の道路わきの崖の火山灰と軽石</p> <p>ESE1・4 露頭の観察で地球の壮大さに気づかせる</p> <p>ESE2 大地を削って人が住みやすくした変化に気づかせる</p>
<p>6. 造岩鉱物の特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>造岩鉱物を観察する</li> <li>標本と比較して同定する</li> <li>造岩鉱物の標本を作る</li> </ul>	<p>ESE1 採集してきた火山灰や軽石を洗わせ、博物館から借用の超音波洗浄機でさらに洗わせ、双眼実体顕微鏡で観察させて鉱物の美しさに気づかせる。磁鉄鉱を探すために磁石も用意する</p> <p>(同定) 標本・資料集・教科書・本などと比較して同定させる</p> <p>ESE4 同定できたものを1つまみボンドで固定して標本を作製させ、これから地球を楽しむ道具にさせる</p> <p>ESE7 「箱根火山に少ない鉱物でも他の火山にはあるはず。旅行したら火山灰をとっておいで。博物館には多数あるから実物を持って行って標本と見比べてごらん。他にもきれいな鉱物が展示されている。ダイヤモンドを研究している学芸員を紹介してあげよう」などと博物館を紹介する</p>
<p>7. マグマのわき出し</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地球内部やプレートテクトニクスについて理解する</li> <li>プレートの沈み込みによる付加帯の追加を理解する</li> <li>丹沢サンゴの化石があるのはなぜかを考える</li> <li>国府津－松田断層がなぜ出来たのかを考える</li> </ul>	<p>ESE4 博物館から借用のビデオでプレートテクトニクスの考えを理解させる</p> <p>ESE4 酒匂中科学部で製作した模型で御坂・丹沢・伊豆の付加帯を説明する</p> <p>ESE1 博物館のビデオ「サンゴ探検隊」で丹沢に化石がある意味を考えさせ、地球の壮大さに興味を持たせる</p> <p>ESE1 石や地形からプレート境界面で隆起していることを考えさせ、地球の壮大さに興味を持たせる</p> <p>ESE7 小田原市教育委員会の観察会でここを案内することを紹介する</p>
<p>8. 地震による地殻変動</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>プレート境界面で地震が起こるわけを理解する</li> <li>小田原付近の地震と防災について理解する</li> <li>地震によって起こる断層と液状化について理解する</li> </ul>	<p>ESE4 地球内部構造と火山・地層分布との関連をスポンジモデルで説明する</p> <p>ESE4 小田原市防災対策課から借用のビデオで、アンケートで多くの生徒が知りたがっていた「地震のしくみ」を一部解決させる</p> <p>ESE4 国府津中学校科学部より借用の断層模型で説明する</p> <p>ESE4 白山中学校科学部の液状化模型で説明する</p> <p>ESE1.7 中学生が製作したことに関心を持たせ、それを特別展で展示・解説したことで博物館を身近に感じさせる(模型) 防災科学研究所で紹介された液状化模型で説明する</p>

<p>9. 地震波</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ P波とS波を理解する</li> <li>・ P波とS波をさらに理解する</li> <li>・ 地震計のしくみを理解</li> <li>・ 震源地の決め方を考える</li> <li>・ 地震波から震源地との距離を推定する</li> <li>・ マグニチュードと震度の違いを理解する</li> </ul>	<p>ESE4 バネで縦波(P波)と横波(S波)をつくり、地面に立っている人の感じ方を認識させる (演示実験) 国立教育政策研究所で紹介されている地震波演示実験器を製作し、P波とS波の違いを演示して考えさせる (説明)</p> <p>ESE4 地震波の性質から考えて作図させる (思考) 距離とゆれはじめの時刻・初期微動継続時間・振幅などとの関係を考えさせる (説明)</p>
<p>10. 防災</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 小田原付近に震源地があると予想される3つの地震について理解する</li> <li>・ 家庭や学校の防災を考える 災害時にすることを考える</li> </ul>	<p>ESE2. 3.4. 5.7 小田原市教育委員会の冊子「もし地震が起きたら」と神奈川県教育委員会の冊子を参考に、アンケートで多くの生徒が知りたがっていた「小田原に大きな地震が来ると言われているわけと、その時取るべき行動」を一部解決させる</p>
<p>11. 地層を調べよう</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地層の重なり方の規則性を理解する</li> <li>・ 小田原の露頭から地形の出来方を推測する</li> </ul>	<p>ESE4 粒の大きさや重さの違いから規則性を考えさせる</p> <p>ESE4 小田原市教育研究所出版の「小田原の自然」と小田原市郷土文化館出版の「小田原の市史」それにあちこちの露頭を写した写真から地層のでき方を推測させる</p>
<p>12. 地層をつくる岩石とその中の化石を手がかりに過去を推測</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 礫岩と砂岩と泥岩の違いを理解する</li> <li>・ 凝灰岩と石灰岩とチャートの違いを理解する</li> <li>・ 示相化石と示準化石を理解する</li> </ul>	<p>ESE4 石の違いを実物から気づかせる (観察) 分類の基準を考えさせる</p> <p>(観察) 分類の基準を考えさせる</p> <p>(説明)</p> <p>ESE5 ビデオ「地層と過去の様子・堆積」で神奈川県の化石の出る地層の過去の環境変化に興味を持たせる</p>

<p>13. 小田原付近のでき方を推測</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 中村原の貝化石から推測する</li> <li>・ 国府津山や曾我山の沢の地層が同じ方向に傾斜していたり、石が同じ方向に割れていることから推測する</li> <li>・ 酒匂川の石から推測する</li> <li>・ 1996年に「小田原の自然」に掲載した小田原付近のでき方を一応理解する</li> <li>・ 個人や総合学習で自分なりの説を出そうとする</li> <li>・ 中津層の化石についてと掘り出し方を理解する</li> </ul>	<p>ESE4.5 化石・地層・川原の石から小田原付近のでき方を推測させる</p> <p>ESE 5 [小田原の自然] を使用して、おおまかなプレートの滑り込みによる小田原付近の地形の変化を紹介する</p> <p>ESE7 調査して自分なりの「小田原付近のでき方の説」を出すことを勧める。その際、博物館の学芸員などの協力者を紹介する。</p> <p>ESE7 発展で、博物館のローンキッドの化石を科学部と一緒に掘り出さないかと誘う</p>
--	---

## 7 評価方法

ワークシートを関心・思考・実験・知識の4観点で評価した。学年末テストも観点別に評価した。野外学習などグループ学習での技能・コミュニケーション能力の評価、研究発表などの表現力の評価などを利用して、生徒の能力を多面的・総合的に評価した。

## 8 単元実施後の教師のふりかえり（自己評価）

アースシステム教育の7つの理解目標に基づいてカリキュラムを組んだ。地域の自然（身近なアースシステム）に関するテーマ学習を中心に展開した。そのテーマは「小田原付近の地形のでき方を推測する」で、教師から全員に提案した。このテーマをグループで協力して探求する学習（探求学習・グループ学習）だが、最終的には個人の理論を出して、発表してもらうことにした。このテーマに関する資料や情報を野外観察や実験から収集した。岩石や鉱物そして地形などについてはインターネットで県立生命の星・地球博物館から検索できるようにした。

白山中学校のそばを流れている酒匂川は丹沢山地と箱根山から流れ出し足柄平野を作っている。科学部が30年間、毎月水質検査を行って環境を見守り続けている。生徒にとっては幼い頃から遊んでいた河原の石を改めて拾って分類するところから入った。どこから流れたり飛んできたりした石かを理解し、それを手がかりに自分が住んでいる小田原付近の地形のでき方を推測することは、とても好奇心にかられる授業だと生徒は意欲的であった。おりしも富士火山と箱根火山では低周波地震が多発し、水蒸気が勢いよく出ている時期であったので真剣であった。まして、神奈川県で想定される5大地震のうち2つの震源地が小田原市内に、1つが小田原の近くに想定されている私たちにとっては、地震発生メカニズムを理解し、自分が立っている地面の下で現在までに何が起こり、これからどう動くのかを知りたいという気持ちに駆られ、授業中も授業後も1日中、質問したり話題にする生徒が多かった。また授業で、小田原市教育委員会の冊子をもとに、小田原市が災害時に中学生に対して出している見解を伝え、その時何をしてほしいかを伝えると、大人の顔になっていた。小田原市防災地図で地盤が固い地域や川に近い液状化地域などを

見て、自分の家の建っている土地を真剣に確認していた。

野外学習は河原の石拾いに加えて箱根火山の新期軽石流台地の露頭を観察した。露頭だけでなく、付近の地形は誰が見ても沖積平野に軽石流が流れて来てここで止まったことが明らかにわかる地形である。その斜面を削って小田急線と大雄山線が通り、道路ができています。また、私たちが乗っているプレートが神縄・国府津―松田断層帯に徐々に近づいていることにも驚き、生きている地球への関心を高めていった。

拾った石に見られる粒々が地下のマグマに溶けている鉱物で、元は宇宙を飛んでいる隕石や隕鉄の成分であり、約 4000 種類もあることにも非常に興味を示し、拾ってきた軽石を念入りに洗い、双眼実体顕微鏡やルーペで覗いて「きれい」「きれい」を連発し、自分だけの鉱物標本作りに興じていた。

こんな中で、県立生命の星・地球博物館から借用した超音波洗浄機を何に使うのか、鉱物標本を誰が作っているのか、鳥瞰図やそれを作った学芸員やボランティアさん達のこと、危険を顧みず地球中を調査して真実を見つけようとしている学芸員や科学者のことなどを話し、「将来この仕事を引き継ぎ、地球環境を守ることを誰かやってくれないかな」と投げかけ続けた。「大地の変化」を終わっての感想の中に、自分がオゾン層を修復するとか、自分が砂漠に植物を植えるなど力強い文がたくさんあったことが教師としてうれしいことである。

博物館には EPACS と呼んで「誰でも、いつでも、どこでも、いくらでも利用できる博物館」をテーマに 4 年間おこなってきた研究があるが、この夏の特別展「人と大地と Wonderful Earth」で一応終了した。期間中毎週日曜日に「地球を楽しむ大実験」を行っていた。そこで 8 月 23 日に中学生を対象に 1 日で全部の実験を行っていただいた。小田原市内の 4 校の中学生 24 人が参加し無邪気に楽しんでいた。白山中学校の科学部は昨年からは全国こどもエコクラブに加入して地球のことを知り、地球環境をよくすることをテーマにしている。平成 13 年度は県立環境科学センターと地球博物館で調べたことをクイズ形式でアピールしたり、学区内の大気汚染と水質検査をおこなった。省エネロボットと省エネ恐竜を製作し、地球博物館の恐竜展と小田原で開催されたこどもエコクラブの全国大会に参加した。平成 14 年度は国立科学技術館で調べたことをクイズに加えた。学区内の大気汚染と水質検査は継続し、省エネ車を製作した。文化祭ではこれらに加えて「地球を楽しむ大実験」を行った。カルメ焼きとミョウバンの再結晶と化石掘り出しも加えて、地球 46 億年の歴史をたどった。楽しく地球に関心を持ってもらいたいという願いがこもっている。自分で作った物は持って帰れるというので参加者が多くごった返した状況になった。「楽しかった」という感想がほとんどだったが、地学的な意味がわかったかどうかは疑問である。テーマは「地球の美学」で、地球は美しいこれからはよく見ながら生活していこうと思ってくれたら充分である。

## 9 アースシステム教育を導入後の地学教育と導入前との比較

- (1) 「生徒が知りたかった事を探求していく。それを先生が手助けをする」という流れのカリキュラムにしたので授業が進むにつれて興味・関心が盛り上がってきた。

- (2) 新しい資料が提示されるごとに、意見を交換し、自分の知りたかったことに近づいていくことに興奮していた。その証拠に授業外の時にも質問したり話題にしていた。
- (3) 毎時間、理科室に入るとベニヤ板に積まれた500個の河原の石から気に入った石を数個拾い、鳥瞰図の上の、拾った石の起源の場所に置くという作業を楽しそうにやっていた。きれいな石を欲しがる生徒や、いい石を拾ってきて追加する生徒などがいた。
- (4) 露頭や地形を観察したり、石や鉱物を手で触って見比べているうちに、日頃目に入っていたもしっかり見ていなかったものを認識し、美しさに気づき、大切にすることを意識が現れてきた。
- (5) そのことだけを考えると不思議なことでも、宇宙や地球の誕生から現在までの変化や進化を考えれば必然的なことに気づき、地球を大切にすることが出てきた。
- (6) 授業の発展として知りたいことが出たら、実物や資料を持って博物館に行って調べようという気になってきた。学芸員の仕事を紹介したり、友の会活動やボランティア活動で年齢や性別に関係なく地球の変化や生物の進化を楽しく探求している人々が沢山いる事も紹介した。
- (7) 現在の便利さは科学技術の進歩に命をかけた先輩たちのおかげだということに気づき、自分も「プロジェクトX」に取り上げられるような仕事がしたいと考える生徒が増えてきた。
- (8) 何を造りだすにも1人ではできない。いろいろな分野の専門家が意見を出し合い、仕事を分担して出来るものだと考える生徒が増えてきた。
- (9) 自分が立っている大地がどんな歴史を持っているのかに興味を持ち、おりにふれて考えようとする気持ちが出てきた。そういう意味で「大地の変化」を1年生が履修するようになった事に私は賛成である。

## 10 指導方法

アースシステム教育の指導方法に基づいて、このカリキュラムの指導方法を以下の様にまとめた。

- (1) 指導方法は科学的研究の性質と一貫していること。
  - a. 自然に対する疑問ではじめる(アンケートに知りたいことを書く)
  - b. 生徒の活動を活発にする(探求活動や標本作りそれにワークシートに熱中する)
  - c. 証拠の収集や利用を中心に置く(野外での観察や少量の資料採集を行う)
  - d. 歴史的視点を配慮する(小田原付近の地形がいつ頃からどのようにして出来てきたかを推測することをこの単元を通して考えるテーマとして設定する)
  - e. 明確な表現をするよう心がけさせる(議論とワークシートを製作する)
  - f. 専門用語の暗記は重視しない(生徒の言葉で語る)
- (2) 科学の指導法は科学的価値を反映させること。
  - a. 好奇心を歓迎する(質問を誉められる)
  - b. 創造性を賞賛する(石を基準を考えて分類する)
  - c. 疑問を持つ精神を奨励する
  - d. 美的反応を促進する(造岩鉱物の美しさを鑑賞する)

- (3) 科学教育は学習の課題・問題を解決する事を目的とすべきである。
- a. 成功に基づいて築かせる（課題を解決させる事で自信をつける）
  - b. 道具の使用について十分なる経験を積むようにする（実験・観察をたっぷり行う）
  - c. グループ学習を強調する（グループ研究を奨励させる）
- (4) 科学教育は学校教育の枠を越えて行うべきである。
- （ 県立生命の星・地球博物館で学校を中心に富士山まで入っている鳥瞰図を 50 部製作していただく。超音波洗浄機・標本・ビデオを借用する。展示の見方や学芸員の研究に関心を持つ。
- 平成 11 年度に地球博物館の特別展【海から生まれた神奈川】に 4 校の中学生が模型を製作・展示・解説した実物で理解する。
- 人家にある露頭を地域に方の協力で観察させてもらう。）
- (5) 教育には十分時間をかけるべきである。
- （小田原市教育研究所主催の観察会などに参加する）

### 【参考資料】

1. アンケート
2. ワークシート
3. ワークシート 1 酒匂川の石を分類しよう の解答例
4. ワークシート 5 小田原付近の地形がどうやってできたか の解答例
5. 神奈川県で想定される 5 大地震
6. 自然災害の科学教室—地盤液状化現象の科学手品『エッキー』—
7. ワンダフルアース —地球を楽しむ大実験—
8. 科学部のポスター①
9. 科学部のポスター②
10. 理科フェアの様子
11. 県立生命の星・地球博物館製作の鳥瞰図

## アンケート

2002.1.15

「大地の変化」の単元で、私たちが住んでいる地域のことを理解しながら美しい地球について調べていきたいと思います。みんなが地域の地形・地質の中で何に興味を持っているのかを知りたいので、次のアンケートに協力して下さい。

1. 小田原の地形・地質の中であなたが今一番疑問に思っていることはどれですか。次のア～ウの3つの中から1つ選び、記号を書いて下さい。

ア 地震           イ 地層           ウ 火山

2. あなたが選んだことについて、どういうことを知りたいのかを具体的に書いて下さい。

3. 次の中でやってみたいことがありますか。仕事としてでも、趣味としてでもかまいません。いくつでも選んで記号を書いて下さい。

- ア 化石を掘り出すなど、その土地の生い立ちや地球の歴史を考えたい
- イ 宇宙や宇宙開発について調べたり、宇宙旅行をしてみたい
- ウ ジュラシックパークのように、生物の DNA から絶滅した生物を再現してみたい
- エ 温泉や石油や金鉱石などをほりあててみたい
- オ 滝の音・波の音などから音楽を作ってみたい
- カ 獣医さんとかペットショップとか動物をかわいがって友達になりたい
- キ 絶滅しそうな植物や動物を守りたい
- ク 地震・火事・風水害などについて調べたり、人々を守りたい
- ケ きれいな鉱物や石を見つけ、装飾品や建造物に利用したい
- コ クジラやイルカなどの野生動物の写真が取りたい
- サ 人工臓器や遺伝子組み換えなどを医学治療に役立てたい
- シ 砂漠に植物を植えて人が住める場所にしたい
- ス 気象観測やお天気キャスターなど、天気予報に関することをしたい
- セ 大気や川や海の環境を守りたい
- ソ 医者や看護婦さんのように人が元気になることをしたい
- タ 自然を題材にした詩や文を書きたい
- チ 地球にやさしい方法で、電気を作ってみたい
- ツ 星を観察し、流星や新しい星に自分の名前をつけたい

## 解答欄

1	
2	
3	

1年 \_\_\_\_組 \_\_\_\_番 氏名 \_\_\_\_\_

## 解答欄

1	
2	
3	

1年 \_\_\_\_組 \_\_\_\_番 氏名 \_\_\_\_\_

ワークシート1 酒匂川の石を分類しよう

- g. 石を1人5種類以上集めよう。
- h. 集めた石を観察し、グループに分けよう。
- i. グループごとにスケッチをし、特徴を書こう。

j. 分類の基準を書こう。

k. 他の班員や、他の班の基準をメモしよう。

関心		思考		実験		知識	
----	--	----	--	----	--	----	--

( )月( )日( )曜日

1年( )組( )番( )

ワークシート2 VTR「富士山噴火予知」を見よう

VTR「富士山噴火予知」を見て、記入してください。

1. わかったこと

2. 感想

3. 疑問

関心		思考		実験		知識	
----	--	----	--	----	--	----	--

( )月( )日( )曜日

1年( )組( )番( )



露頭の観察

露頭を観察して記入しよう。

1. 五百羅漢保育園の駐車場の崖  
スケッチ メモ

2. 白山中学校テニスコートの崖  
スケッチ メモ

3. コナカ前の道路わきの崖  
スケッチ メモ

4. 白山中学校の校舎が建てられている箱根火山の新期軽石流台地の利用状況を断面図に表してみよう。次の場所を番号で記入しよう。

箱根火山 酒匂川

- ① 小田急線 ② 五百羅漢保育園の駐車場 ③ 道路 ④ 五百羅漢保育園 ⑤ 白山神社 ⑥ 白山中学校校舎  
⑦ 白山中学校テニスコート ⑧ 大雄山線

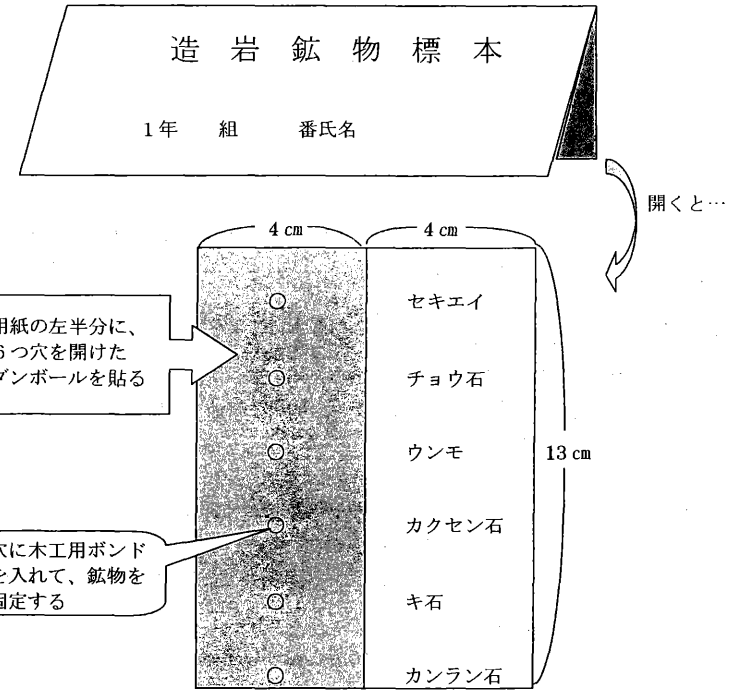
関心		思考		実験		知識	
----	--	----	--	----	--	----	--

( ) 月 ( ) 日 ( ) 曜日

1年 ( ) 組 ( ) 番 ( )

造岩鉱物標本を作ろう

露頭で採取した箱根火山の新期軽石流台地の火山灰や軽石をわんがけて洗い、博物館から借用した超音波洗浄機で洗う。双眼実体顕微鏡で造岩鉱物を観察し、形のよいのをボンドで接着して、自分の造岩鉱物標本をつくる。



判断基準を書きましょう

- セキエイ \_\_\_\_\_  
 チョウ石 \_\_\_\_\_  
 ウンモ \_\_\_\_\_  
 カクセン石 \_\_\_\_\_  
 キ石 \_\_\_\_\_  
 カンラン石 \_\_\_\_\_

関心		思考		実験		知識	
----	--	----	--	----	--	----	--

( ) 月 ( ) 日 ( ) 曜日

1年 ( ) 組 ( ) 番 ( )

「大地の変化」を終わって

6. あなたは小田原付近の地形がどうやってできたと考えていますか。

2. 「大地の変化」でわかったこと、もっと知りたいことなど感想を書いてください。

関心		思考		実験		知識	
----	--	----	--	----	--	----	--

( )月( )日( )曜日

1年( )組( )番( )

多い分類基準から記載する。

- ① 色の違い
- ② 模様がある石とない石
- ③ つるつるしている石とザラザラしている石
- ④ かたい石とたたくと簡単に割れたり傷がつく石
- ⑤ いろいろな種類の粒々が集まっている石とそうでない石
- ⑥ 穴のあいている石とあいていない石
- ⑦ 割れたとき角がとがっている石とそうでない石
- ⑧ 磁石につく石とつかない石
- ⑨ 匂いがある石とない石

小田原付近の地形がどうやってできたか の解答例

- ① プレートどうしがぶつかって、隆起して陸になった。
- ② 火山島がついているフィリピン海プレートがユーラシアプレートにもぐりこんで、間の海底が上がってきた。その後、川などで山が崩れて土砂で平らになった。
- ③ プレートどうしがぶつかって何度も地震が起きて海底が盛り上がってきた。
- ④ マグマの押し上げる力が原動力になってプレートが動き、地震が起こり、山が出来、陸が出来た。その他にも風・川の手で風化したり、流水で削られたり運ばれたりして出来た。
- ⑤ 昔海だったがプレートがぶつかって隆起して陸になった。掘れば貝があると思う。掘り出したい。
- ⑥ 今も自分たちが立っているプレートが動き、国府津—松田断層で沈んでいるとわかったら、次に起こる地震や地殻変動がこわい。

## 神奈川県で想定される5大地震

### 東海地震

駿河トラフを震源域とするM8クラスの地震。(大規模地震対策特別措置法)で発生の予知が可能とされている地震で、その発生の切迫性が指摘されている。

### 南関東地震

相模トラフを震源域とするM7.9の地震。1923年の関東大震災の再来型で、今後100年から200年先には地震の発生の可能性が高い。

### 神奈川県西部地震

神奈川県西部を震源域とするM7クラスの地震。南関東地域直下の地震の1タイプとして、地震発生の切迫性が指摘されている。

### 神奈川県東部地震

神奈川県庁直下を震源域とするM7クラスの地震。南関東地域直下の地震の1タイプとして危機管理的に想定した地震である。

### 神縄・国府津—松田断層帯地震

同断層帯とその海域延長部を震源域とするM8クラスの地震。現在を含む今後数100年以内に発生する可能性があると考え、今回、仮の地震モデルを独自に設定したものである。

## 自然災害の科学教室

### —地盤液状化現象の科学手品『エッキー』—

問い合わせ先 〒306-0006 つくば市天王台3-1  
防災科学技術研究所 管理部企画課 『エッキーの素』係

500ccの炭酸飲料用ペットボトルに約0.2mmくらいの粒の大きさのそろった砂100ccと頭の直径が10mmの市販のマップピン(画鋸)数個を入れ、気泡がボトルに残らないように水をいっぱいに満たしてふたを閉めます。逆さにしても倒れないように紙コップをかぶせてエッキーのできあがり。

できあがったエッキーを逆さにして、テーブルの上においてください。砂が沈殿するまで振動を与えずにそっとしておきます。

砂が沈殿するとマップピンも砂の中に埋まって見えません。ここで、ボトルを指先でコツンと1回叩いてみましょう。沈んでいたマップピンが砂の表面に浮かんできます。

再び、ボトルを逆さにしてテーブルの上におけば何度でも同じことができる。

### ◎今日の実験

1. ペットボトルの砂時計づくり
2. 砂の地図づくり
3. きれいな石を磨こう
4. 地層と化石を手で見よう
5. みんなで地図をつくろう

### ◎今日のスケジュール

10:00

作業1 実験①ペットボトルの砂時計の準備(砂ふるい、接着まで)(30分)

作業2 実験②砂の地図づくり(20分)

作業3 実験③きれいな石を磨こう(20分)

作業4 実験④ペットボトルの砂時計の完成(20分)

お昼休み 各自で特別展示見学

12:45

作業5 実験④地層と化石を手で見よう(40分)

作業6 実験⑤みんなで地図をつくろう(40分)

作業7 アンケート

15:00 終了

### ◎今日の参加者

白山中学校・城山中学校・千代中学校・泉中学校:

生徒さん24人、湯川清子先生・長山高子先生

学芸員:

佐藤武宏さん、山下浩之さん、平田大二さん、田口公則さん、新井田秀一さん

オブザーバー: 五島政一さん(国立教育政策研究所の人)

## 理科フェア—2002!

### 「自然の美学」

展示期間 : 11月 5日, 6日, 8日の放課後

展示場所 : 第1, 第2 理科室

#### 展示内容

#### 《 第1理科室 》

科学部の発表! 今回のテーマは  
自然の美学。

発表内容は…

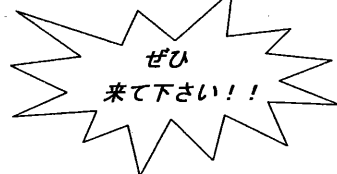
1. カルメ焼きの実験
2. ミョウバンの再結晶の展示
3. 石を磨くと?
4. オリジナル砂時計を作ろう
5. 「白山の自然」
6. 水質検査をしてみよう
7. 貝の化石の展示

#### 《 第2理科室 》

夏休みの自由研究の優秀作品の  
発表と選択理科の発表。

#### 《 渡り廊下 》

省エネ車を動かす



ぜひ

来て下さい!!

## 理科フェア—2002!

### 「自然の美学」

理科フェアで遊んで、地球46億年の歴史を体験しよう。

#### 1. カルメ焼きの実験

約40億年前、マグマオーシャンが冷えて地球の表面に地面ができました。1200~1600度の溶岩が冷えて固まる時に、含まれていた気体が出てきて石に穴があきました。それは、熱く溶けた砂糖水が冷える時、混ぜた重曹(炭酸水素ナトリウム)が分解してできる二酸化炭素が出て穴があくのに似ています。

#### 2. ミョウバンの再結晶

溶岩が冷えて固まる時、同じ種類の鉱物が集まって結晶を作りました。その数は約4000種類もあります。それは、ミョウバンの再結晶を作るのに似ています。ゆっくり冷やせば大きな結晶ができます。

#### 3. 石を磨くと?

石は川で削られて、海に来たときには丸くなっています。紙やすりで削るとさらにでこぼこが取れてきれいになります。宝物になります。

#### 4. オリジナル砂時計を作ろう

砂の定義は大きさが0.6mm~2.0mm。サハラ砂漠の砂をふるって砂粒の大きさを3段階用意しました。ドリルの刃も3種類用意しました。気に入った形のペットボトルで自分の砂時計をつくりましょう。

#### 5. 「白山の自然」

白山中学校付近の自然をデジカメで撮って本にまとめます。今年度は創刊号なのでページ数は少ないけれど、これから充実させていきます。

#### 6. 水質検査をしてみよう

毎月第3土曜日に久野川と穴部排水路と酒匂川の水質検査をしています。pHとDOとCODを調べていますが、今日はpH測定を体験してください。

#### 7. 貝の化石

神奈川県では貝や魚の化石が出てきます。昔海だった頃の生物です。科学部では大磯層の化石と中津層の化石を掘り出しました。今日は中津層の化石を掘ってみてください。

# 小田原市立白山中学校科学部「理科フェア」



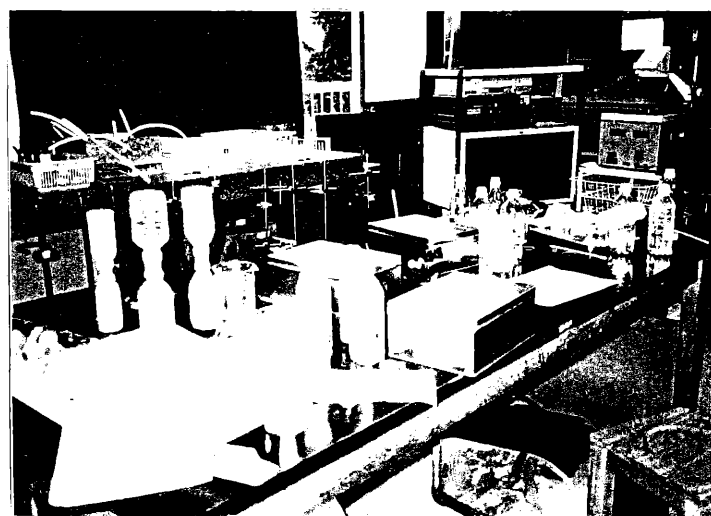
カルメ焼きの実験



ミョウパンの再結晶



石を磨くと?



オリジナル砂時計を作ろう



「白山の自然」



省エネ車を動かそう



## 5. 中学校2年アースシステム教育カリキュラム

- (1) 「電流とそのはたらき」
- (2) 「火起こし実習」(理科と美術のクロスカリキュラムの例)
- (3) 「化学変化と原子分子」
- (4) 「動物たちの世界」
- (5) 「天気の変化」
- (6) 「気象」





中学校 2 年アースシステム教育カリキュラム

「電流とそのはたらき」

辻井 典子 (横浜中学校)

1 単元名 電流とそのはたらき

2 目標

実験や観察を通して電流のはたらき，オームの法則，電流と磁界についての基本的な法則を理解させる。電磁気と人間文明や自然現象との深いかかわりに気づかせる。モーター，発電機，電球などのしくみを理解させ，どの法則がいかに活用されているのか考えさせる。発電所や家庭の電気利用について調べさせ，エネルギー問題に関心を持たせる。

ESE 理解目標：1，2，3，4，5，6，7

3 指導学年、総指導時間数：中学 2 年生対象、総指導時間数 32 時間

4 カリキュラム (指導計画)：

	題材	授業の内容	指導の工夫・留意点	理解目標
(1)	電流と電圧のはかり方	電流と電圧の概念を把握する。 電流計，電圧計を使い，簡単な電気回路の測定する。	雷や静電気など実生活での関わりから電流の導入をおこなう。	3, 7
(2)	オームの法則	すべり抵抗器を使って，電流と電圧の関係を調べる。シャープペンシルの芯や固定抵抗器などの電気抵抗を測定する。	測定結果をパソコンを使ってグラフ化させる。 自然を支配している法則がいかに整然としているかを伝える。	3, 7
(3)	ジュール熱の発生	電流によって発熱することを見る。利用例を考える。 発熱量と電力との関係を理解する。	抵抗の異なる 3 種のクリア電球を使い，電力と電球の明るさの関係を調べさせる。	3, 4
(4)	電力と電力量	電力と電力量が電気エネルギーに相当する量であることを理解する。 ワークシートで電力量調べを行ない，電気の計算を練習する。	省エネ，環境問題について考えさせる。	2
(5)	電子の流れと放電現象	誘導コイルと放電管を使い，放電現象を見る。 電流の正体は何かを考える。	落雷やオーロラなどの実際の映像を見せる。自然の大きさを感じさせる。	1, 6
(6)	静電気とは何	バンデグラフによる静電気の発生	静電気のたまったプラスチック	1, 4

	か	を見る。髪の毛が逆立ったり、小さな蛍光灯が放電するようすを観察する。	ック定規で水を曲げてみせる。 静電気の利用例(空気清浄機, 均一なラップの製法など)を紹介する。	
(7)	磁界の性質	地球自体が大きい磁石であることを理解する。 磁石のまわりの磁界のようすをマグチップを用いて調べる。	磁鉄鉱を見せ, いろいろな磁石にまつわる話をする。 磁石の着磁, 消磁を見せる。	4, 5 6
(8)	モーターと発電機のしくみ	電磁力や電磁誘導の法則を理解する。  簡易モーターを作る。 手回し発電機を使ってみる。	電流が磁界を作ることを示し, 電磁石やモーターの原理を説明する。 人間の知恵は, 自然の法則をどのように活用したのか話をする。	2, 3 7
(9)	直流と交流	直流と交流のちがいを理解する 感電やショートなど電気の基礎知識について学ぶ。	ダイオードと豆電球を使って直流と交流の違いを示す。	3
(10)	発展学習	2バンドラジオの製作	電子工作のトレーニング	3, 7

授業内容と ESE 目標の関連メモ :

- (1) : ESE3, ESE7 フランクリン、エジソン、ファラデーのエピソードを話して、過去の偉大な発明や発見にいかになされたのか興味を持たせる。
- (2) : ESE3 コンピューターを利用して実験データをグラフ化させる。
- (5) : ESE1, ESE6 落雷やオーロラなど電磁気に関わりのある自然現象をビデオ映像やコンピューターの画像で鑑賞させる。  
太陽系の中の地球の位置付けについても確かめさせる。  
(太陽の活動期にあるので、黒点観測と合わせて教えれば効果が上がる。)
- (7) : ESE3 超導電体を使ったマイスナー効果を見せ、科学技術の進歩の一端を紹介する。  
ESE1 地磁気が太陽風(危険な放射線)をさえぎる盾となって生命を守っていることを理解させる。
- (8) : ESE3 昔の人たちが自然の法則をどのように活用して、発電機やモーターなど現在の電気文明の土台を築き上げたのかを調べさせる。
- (8) : ESE7 発電所の見学を行ない、併設の博物館で発電のしくみとそこで働く人々の仕事について調べさせる。発電所のもたらす弊害についても考えさせる。
- (8) : ESE2 電気、ガスのライフラインについて、自分たちの住んでいる地域のフィールドワークを行わせ、ライフラインの地図を作らせる。

## 5 指導方法

アースシステム教育の指導方法に基づいて、このカリキュラムの指導法を下のようにまとめた。

- 1 指導法は科学的研究の性質と一貫していること。
  - a. 自然に対する疑問で始める(身の回りの現象と科学の関わりを考えさせる)。
  - b. 生徒の活動を活発にする(実験実習の時間を多くとらせる)。
  - c. 証拠の収集や利用を中心に置く(図書室やインターネットを活用させる)。

- d. 歴史的視点を配慮する（科学者の人物史にふれさせる）。
  - e. 明確な表現をするよう心がけさせる（レポートを書かせる、板書させる）。
  - f. グループ研究を奨励する（2~4名のグループ実験を行わせる）。
  - h. 専門用語の暗記は重視しない（生徒の言葉で語らせる）。
- 2 科学の指導法は科学的価値を反映させること。
- a. 好奇心を歓迎する（放課後、実験室を利用させる）。
  - b. 創造性を賞賛する（実験を工夫させる）。
  - c. 疑問を持つ精神を奨励する（授業中の発問を奨励する）。
  - d. 独断を避けさせる（実験結果について議論させる）。
  - e. 美的反応を促進する（オーロラや虹の美しさを鑑賞させる）。
- 3 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。
- a. 成功に基づいて築かせる（実験実習は必ず完成させる）。
  - b. 道具の使用について十分なる経験をつむようにする（生活の中で応用させる）。
  - d. グループ学習を強調する（グループ実験を行わせる）。
- 4 科学教育は学校教育の枠を越えて行すべきである。  
（博物館を利用させる、専門職にある保護者に協力をお願いする）
- 5 教育には十分時間をかけるべきである。  
（放課後の指導、夏休みなどに補習を行わせる）。

## 6 教材・教具(実物実体験(実験・観察)・ITの利用など)

アースシステム教育では、教科書だけでなく、多様な教材・教具を利用した指導を推奨している。このカリキュラムのために特別に用意された教材教具について説明する。

- (1) グラフソフト(自作)：パソコンで測定結果をグラフ化する。(カリキュラム2)
- (2) クリア電球(10W, 60W, 100W)の直列・並列回路実験器(自作)：電力の説明に使う。(3)
- (3) 電気調べのワークシート：各家庭の電気利用状況を調べ、省エネ対策を考える。(4)
- (4) 放電管、クルックス管、バン・デ・グラフ：放電や静電気の実体験学習を行う。  
落雷やオーロラの映像のビデオや写真：ダイナミックな自然現象を見る。(5)
- (5) 磁界の観察実験材料、着磁・消磁：磁石から地磁気まで統一的に理解する。(7)
- (6) 簡易モーターの製作材料：全員が1つずつ製作し、電磁力を実証する。(8)
- (7) 電子工作(2バンド ラジオキット)：電気に慣れるトレーニングを行う。(11)

## 7 評価(または評価の工夫)

主たる評価のポイントとアースシステム教育目標との関連（具体的な作品と評価については参考資料参照）

- (1) 夏休みの課題…自然科学の分野の中で自分の興味あるテーマについて、観察や観測を行ったり、本、雑誌、インターネットなどで調べ学習を行なって、科学新聞(A3用紙)としてまとめなさい。博物館を見学して調べてきたことを、博物館ツアー(A3用紙)としてまとめなさい。科学分野の本を読んで感想文(400字詰め原稿用紙3枚以上)を書きなさい。(ESE1~7)
- (2) 実験データのグラフからオームの法則を導き出し、電気抵抗を求めなさい。(ESE3)
- (3) 電気調べのワークシートから1ヶ月の消費電力量をもとめなさい。夏と冬での差を調べなさい。

い。電気を節約する方法を考えなさい。(ESE2)

(4) 電気製品を1つ選んで、そのしくみとはたらきを簡単に説明しなさい。また、どのような法則が活用されているのか答えなさい。(ESE3)

(5) いろいろな発電所について発電のしくみと、環境におよぼす影響についてまとめなさい。(ESE3)

以下には生徒に実施する評価表の一例をしめす。

『電流とそのはたらき』についての評価表

「電流とそのはたらき」の単元を学習してきた皆さんに質問します。

下のトピックや問題についてどのくらい理解できましたか、また重要であると考えますか。

それぞれ1~6までの番号の中から1つ選び○をつけて下さい。

知識 理解していない	理解している					トピック 問題	重要度											
	1	2	3	4	5		6	重要でない	重要である	1	2	3	4	5	6			
1	2	3	4	5	6	電流と電圧のはかり方 (ESE3)	1	2	3	4	5	6						
1	2	3	4	5	6	電流と電圧が比例する (ESE4)	1	2	3	4	5	6						
1	2	3	4	5	6	測定結果をPCを使ってグラフ化できる (ESE3)	1	2	3	4	5	6						
1	2	3	4	5	6	電流が流れると発熱する (ESE4)	1	2	3	4	5	6						
1	2	3	4	5	6	省エネについて考える (ESE2)	1	2	3	4	5	6						
1	2	3	4	5	6	放電現象は電子の流れである (ESE4)	1	2	3	4	5	6						
1	2	3	4	5	6	静電気はなぜ生じるか (ESE4)	1	2	3	4	5	6						
1	2	3	4	5	6	静電気の利用 (ESE7)	1	2	3	4	5	6						
1	2	3	4	5	6	落雷、オーロラなど自然現象と電磁気の関係 (ESE1)	1	2	3	4	5	6						
1	2	3	4	5	6	磁界のようす (ESE3)	1	2	3	4	5	6						
1	2	3	4	5	6	地磁気のはたらき (ESE4)	1	2	3	4	5	6						
1	2	3	4	5	6	モーターと発電機のしくみ (ESE3)	1	2	3	4	5	6						
1	2	3	4	5	6	発電所の利点と弊害 (ESE2, ESE7)	1	2	3	4	5	6						
1	2	3	4	5	6	直流と交流のちがい (ESE3)	1	2	3	4	5	6						

実験実習についてのふりかえり

できない	できた					質問	重要度											
	1	2	3	4	5		6	重要でない	重要である	1	2	3	4	5	6			
1	2	3	4	5	6	実験がうまくいった	1	2	3	4	5	6						
1	2	3	4	5	6	実験の目的が理解できた	1	2	3	4	5	6						
1	2	3	4	5	6	班の皆で協力できた	1	2	3	4	5	6						

1	2	3	4	5	6	レポートが書けた	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	理科便覧や教科書を活用した	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	専門の本やインターネットで調べた (ESE3)	1	2	3	4	5	6

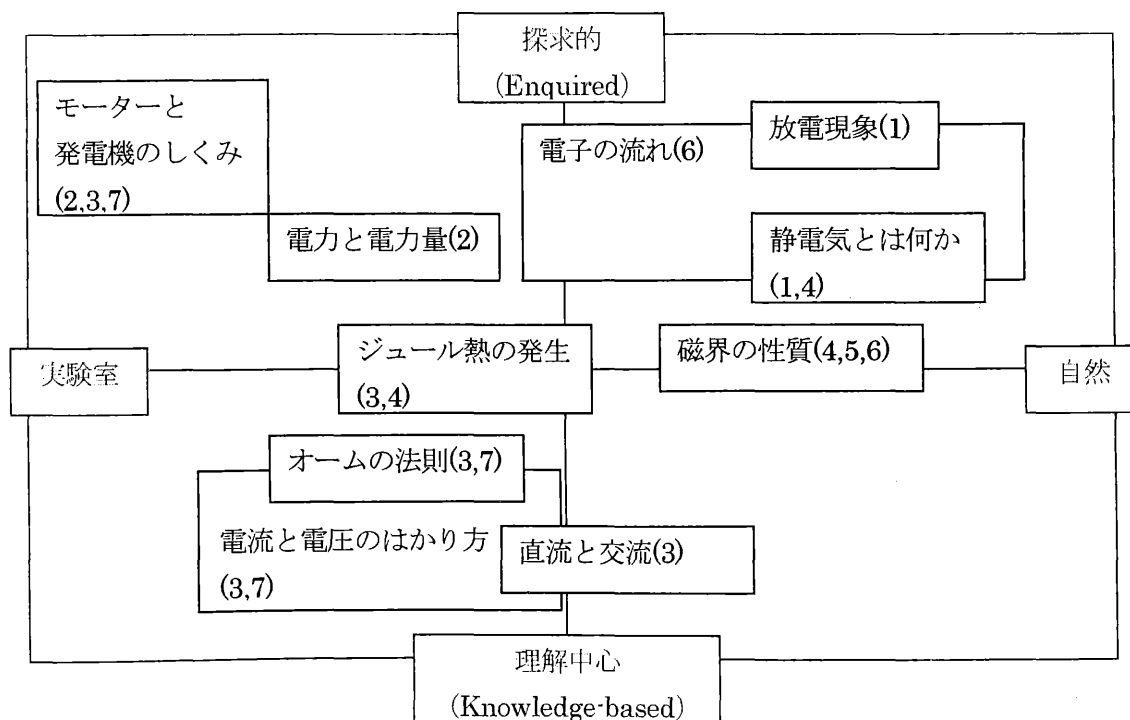
下には地球のシステムに関連した質問が書かれています。

皆さんは賛成できますか。1から6までの番号の一つに○をつけてください。

	不賛成	賛成
1. 地球は美しい唯一の星である	1 2 3 4 5 6	
2. 地球を理解するためには科学の基本的な知識が必要である	1 2 3 4 5 6	
3. 水、岩石、氷、大気、生物のサブシステムを学習することによって、地球についてよりよく理解することができる	1 2 3 4 5 6	
4. 地球についての問題を考えるとき、科学者や技術者からの情報が必要である	1 2 3 4 5 6	
5. 地球の限られた資源をどのように活用するか、資源をリサイクルするかについて学習したい	1 2 3 4 5 6	
6. 理科の授業の結果として、人間活動がどのように地域の環境や環境問題に影響を与えているか気づいた	1 2 3 4 5 6	
7. 理科の授業の結果として、身の回りの自然現象に注意をするようになった	1 2 3 4 5 6	
8. 理科の授業の結果として、問題を解決するのにコンピュータや他の技術をより利用できるようになった	1 2 3 4 5 6	
9. 理科の先生が作成した学習用教材やプリントは、教科書より役立った	1 2 3 4 5 6	
10. 理科で学習したことが、地球の温暖化などの地球の環境問題について将来仕事をするとき役に立つと思う	1 2 3 4 5 6	

「電流のはたらき」のバランスシート

( )内には ESE 理解目標の番号を示している



バランスシートを作ることにより、自分自身で単元の内容を拡張していけることがわかった。例えば「電流と電圧のはかり方」については、単なる計測の実験と計算練習だけではなく、もっと探求的で実生活に生かせる教材の必要性を感じた。また「放電現象」ではクルックス管や誘導コイルによる空中放電など興味本位だけで終わらぬよう、電子について理解が一層深められるような科学的なものの見方を徹底させたい。

## 8 単元実施後の教師のふりかえり（自己評価）

(1) 「電流のはたらき」は従来、理科嫌いをひきおこしやすい単元であったが、実験実習を多く取り入れることによって、以前の指導時よりは生徒の学習意欲は高められたように見える。しかし、客観的に比較するデータがないので、今後生徒にアンケートを実施し、年毎の意識調査を行いたい。

(2) 新課程の教科書の内容にとらわれず、教室での講義と実験実習をはっきりと切り分けて授業のメリハリをつけるように心がけた。講義の際には、生徒の興味をひきおこすためにアースシステム教育の教材が役立った。(例えば地磁気やエジソン電球の話など)

(3) 夏休み課題については、今年度はテーマの範囲の広がりが見られた。博物館や職業に関する作品など徐々にではあるがアースシステム教育の浸透が感じられた。来年度はコンクールへの参加も検討したい。

## 9 その他

以下に2002年度の理科夏休み課題についての報告書を紹介する。

### 平成14年度 中学理科夏休み課題についての報告

大場敏裕, 葛蔵造, 田崎清文, 辻井典子, 吉田英夫, 吉野昌彦 (横浜中学校)

#### 1. はじめに

本校においては夏休み課題として科学新聞を書かせている。提出された新聞をすべて理科室前のろうかに貼り出して、生徒や教員、来訪した保護者が自由に観覧できるようにしている。今回で4年目になり、本校の2学期の風物詩になりつつある。

アースシステム教育では、テーマを自由に選び探求的な学習を行うことが勧められており、本校においても全学年共通の課題として、形式にとらわれない自由な作品をもとめている。

#### 2. 実施の方法

生徒には、夏休みに入る前にプリントで課題の趣旨を説明し、前年の作品の見本を見せた。これまでは、自然科学の中で興味あるテーマについて観察、観測や実験をおこなったり、本やインターネットで調べ学習を行ってA3用紙1枚に新聞としてまとめるものであった。今年はさらに、博物館を訪問して博物館ツアーとしてまとめる、科学関連の本を読んで感想文を書く、自由工作にとりくむ、また実験や観察をレポートにする、など課題の形式の自由度を増して、いずれか1つの形式を選択して実施させるという方法をとった。

また夏休み課題を点数化して2学期の評定に加えることも予め生徒に伝えてある。

全作品は11月3、4日の文化祭のときに理科室と理科室前の廊下に展示した。壁に貼り出した新聞については11月の末まで約1ヶ月の間、展示した。

#### 3. 提出状況

作品の出展数は以下のとおりである。

作品総数は360点であった。全校生の83%が提出していることになる。

	中学1年	中学2年	中学3年	合計
科学新聞	118	89	85	292
レポート	9	19	4	32
感想文	3	5	2	10
自由工作	20	3	3	26

#### 4. 評価の方法

今年度はじめて観点別評価法を取り入れて、作品の評価を試みた。理科担当の教員6名で5項目の観点を決め、各項目についての担当者がそれぞれ作品についての採点をおこなった。

観点は以下の5項目とした。

i) 題材、着眼点のユニークさ    ii) テーマの難易度    iii) 内容の深さ、専門性 iv) 努力、丁寧さ、真面目さ    v) 仕上がりの美しさ、デザインのよさ、読みやすさ

採点は1つの項目について0点(ふつう)、1点(良い)の2段階でおこなった。全部で5項目あるので合計で5点満点となる。また、感想文やレポート、自由工作については、上記5項目の観点到準じて、同様の5点満点の採点をおこなった。

評価表の一例を下に示した。(年・組・番号は実在の生徒のものとは異なる。)  
この評価は学期末評定の中に約5%の割合で算入した。

年	組	番号	氏名	観点別					総合評価
				題材のユニークさ (A先生)	テーマの難易度 (B先生)	専門性 (C先生)	努力 (D先生)	デザイン (E先生)	
1	1	1	A	1	0	1	0	1	3
1	1	2	B	1	1	1	0	1	4
1	1	3	C	0	0	0	0	1	1
1	1	4	D	1	1	1	0	1	4
1	1	5	E	0	0	1	0	0	1
1	1	6	F	0	0	1	1	1	3
1	1	7	G	1	1	1	1	1	5
1	1	8	H	0	0	1	0	1	2
1	1	9	I	1	0	1	0	0	2
1	1	10	J	1	0	1	1	1	4

観点別の評価を合計した点数 (5点満点)

## 5. 概評

今度の新テーマである博物館ツアーの作品が予想以上に多く、全体で42点あった。中でも「世界最大の恐竜博2002」についてのものが多かった。他に県立博物館、国立博物館、気象庁、東京ガス環境エネルギー館、東京電力の史料館、目黒寄生虫館など多方面に積極的な取り組みが見られた。関東は博物館、資料館に恵まれた地域であることを改めて認識した。

休み中ならではのテーマとしては旅先での自然とのふれあいがある。富士登山、屋久島、沖縄のダイビング、西表島のマングローブ、カナダのコロンビア大氷原やホエールウォッチングなど写真と簡単な添え書きだけでも十分に感動が伝わってくる。またカナダのRBC博物館や天童市の将棋資料館での「つげの話」などユニークな題材もあり、見る者の目を楽しませるような作品が見られた。それぞれ小作品であるが、個性のあるものとなっている。

また毎年多数取り上げられるテーマは、天体、気象、環境問題、新技術に関するものである。良い作品もあるが、一般的には、常識的なもの、情報をただコピーしたものも多いのが実情である。テーマの掘り下げや表現の工夫についての指導が必要であろう。

横浜市の大気汚染の調査や相模川や多摩川流域の水質や魚などの調べものは環境問題が身近に捉えられており、良い取り組みであった。少数ではあるが、気象予報やガラス細工など職業に関連したもの、ノーベル賞学者やガリレオについての新聞も興味をひいた。今後伸ばしていきたいテーマである。

最後に自由工作について、ラジオなどの電子工作、モーターを使ったおもちゃが展覧された。風力発電機は父親との共同作品であった。青色発光ダイオードを用いた海をイメージしたオブジェ(波の音もきこえる)が作品中1番好評であった。

### 「夏休みの課題」テーマ

ESE1: 「屋久島新聞」「沖縄・海の生物」



ESE2：「大気汚染調査」「SOS！地球温暖化」「自然保護新聞」「相模川について」「地球温暖化のなぞ」

ESE3：「海洋科学技術センター（地球情報館）」「電気の資料館」「気象庁」「火力発電のしくみ」

ESE4：「植物と地球環境について」「マングローブ」「身近な水の鉄分、PH」「鳥の種類とシャモ」

ESE5：世界恐竜博「セイモレポート」「生命と地球の歴史」

ESE6：「ザ太陽」「冥王星について」「ブラックホール」

ESE7：「釜鳴り」「アブラゼミの羽化の観察」「生命の星・地球博物館」「ズッキーニ新聞」「ガリレオ」

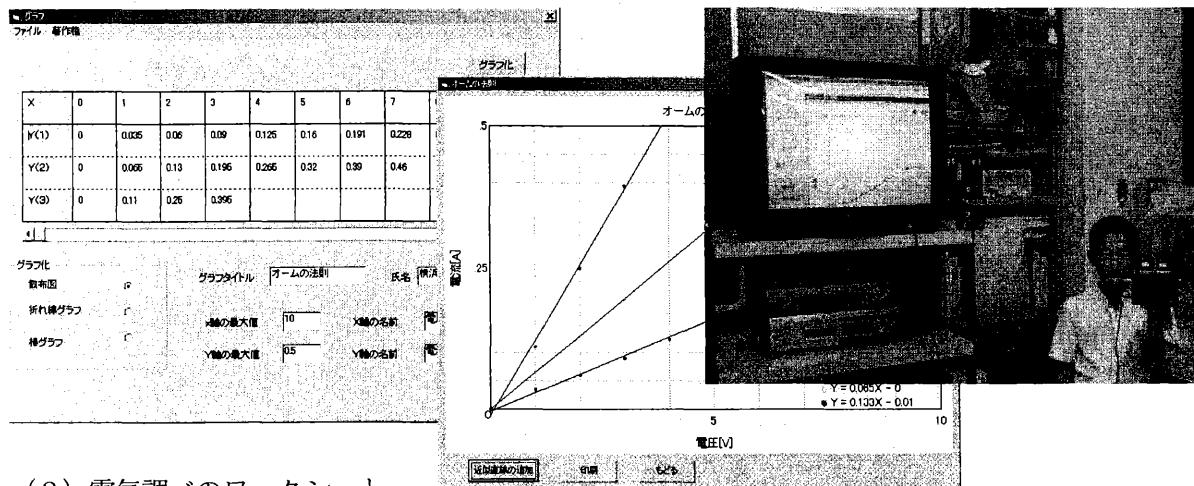
## 6. まとめ

夏休み課題の実施によって、博物館を訪れたり、自然に目を向けたり、何か工作を作る1つのきっかけとなれば、その意義は充分にあると思われる。また作品の展示期間中に、友達の商品を見たり、自分の作品と見比べることも生徒にとって良い刺激となる。博物館ツアーをみて、そこを訪れたくなった者が出てくれば幸いである。

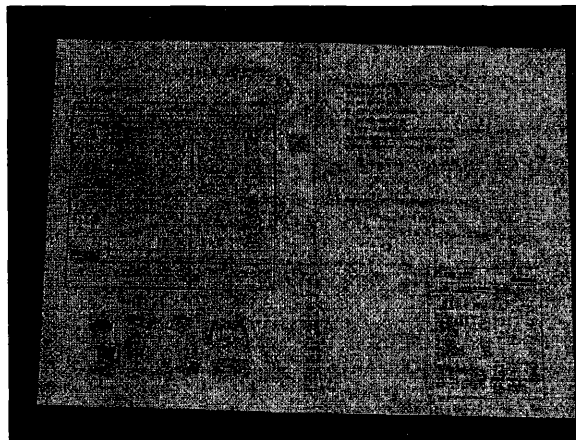
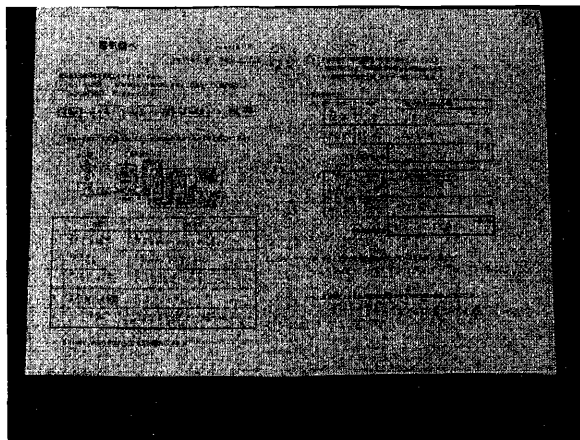
評価法については、1つの作品を複数の教員が異なった観点で行うことによって、より公平な評価ができたのではないかと思う。しかし完成度を追求して厳しい採点をするとう作品のおもしろさが軽減される可能性があり、今後さらに検討していきたい。

### 【参考資料】

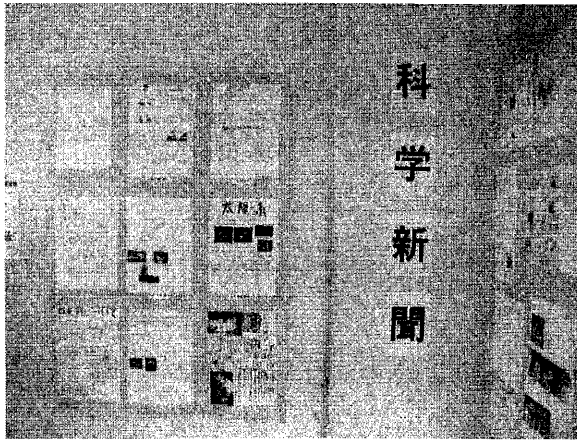
#### (1) グラフソフトと理科室テレビへの接続



#### (2) 電気調べのワークシート

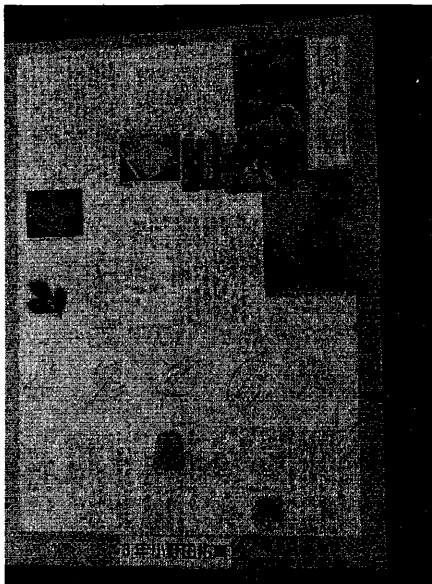


(3) 夏休み課題

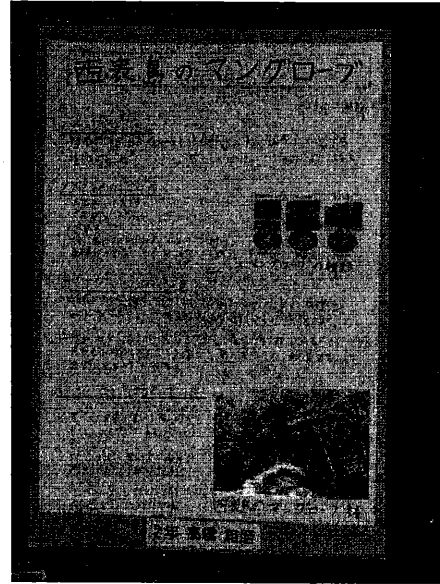


科学新聞「将棋と駒」

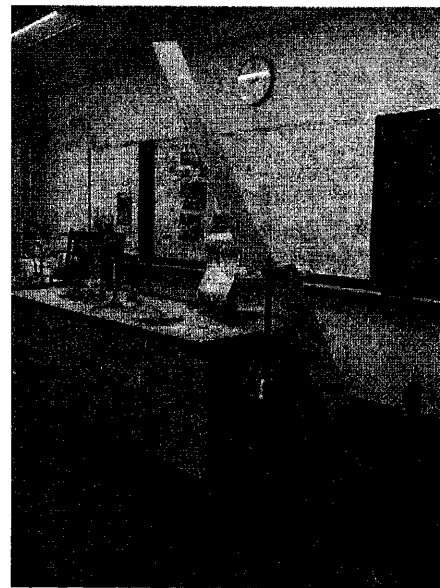
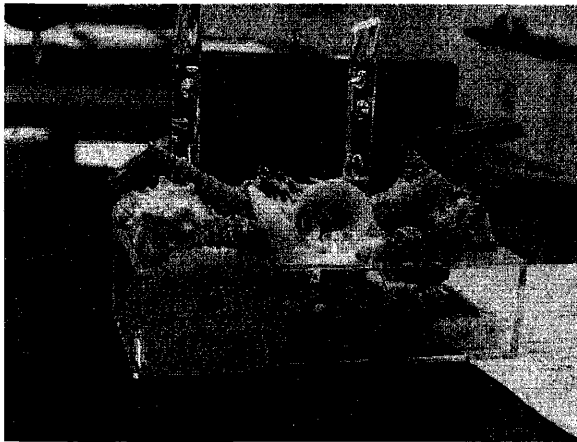
科学新聞「西表島のマングローブ」



自由工作「青色発光ダイオードの海」



自由工作「風力発電機」



## 2002 年度理科夏休み自由研究

次の 1~4 の課題の中から 1 つをえらんで完成して、必ず全員が提出のこと。  
課題は今年度の文化祭に展示して、2 学期の評価に加算します。  
ホームステイに出かける生徒についてはカナダで見つけたテーマも歓迎します。  
早めに計画的にすすみましょう。

×切り 9 月 2 日始業式に理科担当の先生の所まで

- 1 博物館ツアー：** 夏休み中に 1 つの博物館を見学して、調べてきたことをまとめる。  
(A3 用紙 1 枚) タイトルは自分で決め、学年、組、氏名を書き入れること。  
細字のサインペンかボールペンで書く。図や写真は中に貼りこむこと。  
(裏面参照)
- 2 科学新聞：** テーマをいくつか選び、それについて調べたり観察や観測を行って新聞を作る。  
(A3 用紙 1 枚) インターネット、新聞、本、テレビを利用するのもよい。  
新聞のタイトルは自分で決め、学年、組、氏名を書き入れること。  
細字のサインペンかボールペンで書く。図や写真は中に貼りこむこと。  
色を使って見やすい新聞に仕上げてください。

(テーマ例)

- ① 異常気象 (温暖化、エルニーニョ現象など)
- ② エネルギー問題、新エネルギーの可能性
- ③ アイデア実験室のコーナー
- ④ 超電導、新素材など新しい技術
- ⑤ 動物、植物に関すること  
(ホエール・ウォッチング、絶滅の危機にある生物、観察日記など)
- ⑥ 気象、地震、火山活動と災害
- ⑦ 太陽、月、星座の観測、天文のトピックス
- ⑧ ゴミのリサイクル、環境問題など
- ⑨ 氷河、海岸など各地の地形
- ⑩ 地球に関することなど…

- 3 感想文：** 科学分野の本を読んで、感想文を書く。(400 字詰め原稿用紙 3 枚以上)  
最初に本の題名、学年、組、氏名を書き入れること。  
原稿用紙は各自で用意してください。

- 4 自由工作や実験レポートなど：**  
紙に学年、組、氏名と簡単な説明をつけて、作品と一緒に提出してください。

(テーマ例)

- ① モーターや太陽電池を使ったアイデア工作
- ② 食塩やミョウバンなどの結晶づくり
- ③ メダカの観察記録など

### 博物館ツアーの資料

ホームページで博物館の検索をしてさがしてみよう

	住所・電話	開館時間	観覧料
青少年のための 科学の祭典 2002	科学技術館 東西線「九段下」から 徒歩 7 分 Tel (03) 3212-8447	8 月 1 日～8 月 5 日 9:30～16:50 1 日～3 日に横高の北村	無料

	<a href="http://ppd.jsf.or.jp/s/hinko/f1.htm">http://ppd.jsf.or.jp/s/hinko/f1.htm</a>	先生がB-111で出展	
<b>世界最大の恐竜博 2002</b>	幕張メッセ国際展示場 9ホール JR「海浜幕張」から 徒歩5分 Tel (043) 296-0111 <a href="http://www.dino-expo.jp/gaiyou/index2.html">http://www.dino-expo.jp/gaiyou/index2.html</a>	7月19日～9月22日 9:30～17:30  会期中無休	大人 2500円 中高生 1600円 小学生 1000円 図書室に100円割引券あります
<b>県立生命の星・地球 博物館</b>	小田原市入生田499 Tel (0465) 21-1515 (地図あり) <a href="http://www.city.odawara.kanagawa.jp/museum/g.html">http://www.city.odawara.kanagawa.jp/museum/g.html</a>	9:00～16:30  休館日/月曜日 (祝休日は開館)	20歳以上 510円 高校生以下 無料
<b>神奈川県立自然保 護センター(自然環 境保全センター内)</b>  バードウォッチング	厚木市七沢657 Tel (046) 248-6682 (地図あり) <a href="http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/05/1644/main.html">http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/05/1644/main.html</a>	9:00～16:30  休館日/月曜日 (祝休日は開館)	無料
<b>電気の史料館</b> 東京電力技術開発 センター隣接	横浜市鶴見区江ヶ崎町 JR「尻手駅」から 徒歩15分 Tel (045) 613-2400 (地図あり) <a href="http://www.tepco.co.jp/rd/shiryokan/home-j.html">http://www.tepco.co.jp/rd/shiryokan/home-j.html</a>	10:00～17:00 休館日/毎週月曜日 (祝日の場合は翌日)	大人 500円 中高生 300円 小学生 200円
<b>ガスの科学館</b> 東京ガス企業PR	地下鉄有楽町線「豊洲駅」 から車で5分(送迎バスあ り) Tel (03)-3534-1111 <a href="http://www.gas-kagakukan.com/">http://www.gas-kagakukan.com/</a>	9:15～16:30 休館日/日祝祭日  個人でも必ずホームページ で予約すること	無料
<b>国立科学博物館</b>	JR上野駅から徒歩5分 Tel (03) 3822-0111  <a href="http://www.kahaku.go.jp/">http://www.kahaku.go.jp/</a>	9:00～16:30 休館日 月曜日 (祝休日は開館)	一般 420円 小中高生 70円

## 中学校2年アースシステム教育カリキュラム

# アースシステム教育教材として『火起こし実習』についての報告

### —理科と美術科とのクロス・カリキュラムの実践例—

辻井典子(横浜中学校)

#### 1. はじめに

国立教育政策研究所の五島政一先生の下で始動したアースシステム教育の実践は、はや3年目を終えつつある。当初は教科の中で教員同士の話し合いを活発に行い、教科書のカリキュラムに沿った単元の内容を拡充し、実験実習時間を多くとり、生徒へのアンケート調査で成果を検討してきた。さらに今回は新しく、他教科とのクロス・カリキュラムの実践を試みた。化学変化の自由研究として『火起こし実習』をテーマとして取り上げ、美術科に協力を依頼した。美術科では火起こし器の製作、理科では実習を行なったので、この結果について報告する。このような教科間のクロス・カリキュラムは、アースシステム教育の理解目標である”人間の活動”や”科学技術の発達”に関連付けられる教材として、また総合学習の教材としてもよく適用できるものである。

#### 2. 実施方法

実施対象は横浜中学校2学年の生徒150名(30名×5クラス)である。授業担当は、本校美術科の角田教諭、村社教諭と理科の田崎教諭と私の4人で行なった。授業時間の配当は、火起こし器の製作2時間、実習1時間、講義1時間とした。昨年11月から製作に入り、12月の定期試験終了後に実習を行なった。

火起こし器の製作にあたっては、舞hiri式火起こし器のキットを購入して用いた。火起こし器の板の平らな部分にハンダごてで模様を焼きつけることによって完成させた。各生徒に縄文人になった気持で自由な発想でパターンを考えさせて、模様を焼き付けを行なわせた。

実習については、火きり板のくぼみに火きり棒をあてて回転させ、その摩擦により火種をつくり、新聞に火をうつすことを試みさせた。

講義では、まず火をつくることの難しさから始め、燃焼と消火の話、温度と熱のちがいが(新課程での削減項目)、摩擦から熱へのエネルギー変換の話を行なった。

#### 3. まとめ

科学の原点ともいえる古代人の知恵と工夫については学ぶべきものが数多くある。“火起こし”という一見単純に見える実習にも、マニュアルのある教科書実験にはない色々なこつが必要となる。この予想外の難しさ故に、また人類の不変の火への恐れ故に、学内外での体験コーナーやワークショップで圧倒的な人気を持つテーマであり続けていると思われる。

今回の実習においても、“火起こし”のこつをつかむために1人で試行錯誤する者、成功している者のようすを観察して取り入れようとする者、うまく操作できない生徒にやり方を教えてやる者など、様々な取り組みが見られた。通常の実験実習に比べて、はるかに積極的、意欲的、探求的なようすが見て取れた。

摩擦された火きり棒の先が熱くなっているのに気づかず、指先に軽いやけどをしたり、力を入れすぎて火きり棒が折れて切り傷をつくったりと、日頃からあまり工作をしない現代っ子の弱点が垣間見

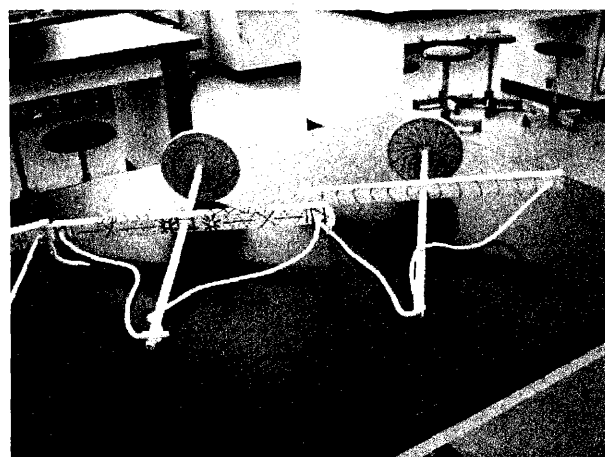
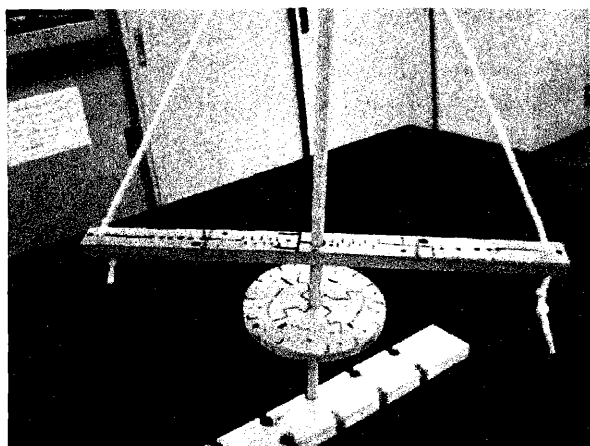
える場面もあった。しかし、小さなけがにもめげず、是が否にも火をおこそうと根気強く奮闘する生徒たちの姿をみて、実習の成功を実感した。

評価については、美術作品としての評価と実習のレポート評価の2つの評価が可能であるが、今回は時間的な制約もあったので残念ながら行なっていない。しかしこの実践を参考にして、今後も美術科のみならず、情報科や社会科と理科などのさまざまなクロス・カリキュラムの可能性を検討していきたいと考えている。

最後にアースシステム教育に理解と多大な協力をいただいた美術科の角田俊也教諭、村社千晶教諭に心より感謝申し上げます。

#### 4 参考資料

ハンダごてで焼き模様をつけた火起こし器



火起こしの実習のようす



## 中学校2年アースシステム教育カリキュラム

### 「化学変化と原子分子」

五島 政一（国立教育政策研究所）

#### 1 単元名 化学変化と原子分子

#### 2 目標

化学変化について観察、実験を通して、化合、分解などにおける物質の変化やその量的な関係について理解するとともに、これらの事象を原子、分子のモデルと関連づけてみる見方や考え方を養う。アースシステム教育の総合的な7つの視点から原子・分子や化学変化に関連する授業内容を学び、日常生活や身近な自然と原子・分子や化学変化との関連を理解し、理科に対して興味関心を深める。飛び出す絵本を利用した授業を受けることで、実験をイメージする（思い出す）とはどのような事か具体的に理解し、実験を細かく観察できるようになる。

#### 3 指導学年、総指導時間数：中学2年生対象、総指導時間20時間

#### 4 カリキュラム（指導計画）：題材が実験を含む場合には2時間扱いである。

	題材	興味深い授業にするためにESEの視点で附加する内容
(1)	原子、分子	ボーアの原子モデル(ESE1,3)と惑星モデル(ESE6) アトム（原子）を考えたドルトン(ESE7) 宇宙の中で原子の種類(ESE3)
(2)	炭酸水素ナトリウムの分解（実験）	ふくらし粉でカルメ焼き作りのお楽しみ実験(ESE7) 飛び出す絵本(ESE7)
(3)	水の電気分解（実験）	H字管の製作(ESE3) H字管の電極（白金）の値段 発生した水素（宇宙で一番多い原子）の宇宙での量(ESE6) 太陽の核融合（水素→ヘリウム）とエネルギーの話(ESE6) 核融合の技術開発(ESE3)
(4)	酸化銀の熱分解（実験）	本物の銀のおみやげ(ESE7) 自然の中で銀の存在、金属鉱床（金、銀、銅など）と火山(ESE4) 天然銀を含む岩石を見せる(ESE4,7) 鉱山開発(ESE3)と鉱山労働者と災害の話(ESE7,2) 飛び出す絵本(ESE7)
(5)	塩化銅の電気分解（実験）	美しい塩化銅とその溶液(ESE1) 五色沼の写真(ESE1,4)
(6)	原子記号と化学式	原子・分子の概念発達史、科学技術史の話(ESE5)
(7)	化学反応式	これまでの化学変化を式で示す（粒子概念）(ESE3)

(8)	化合	
(9)	鉄と硫黄の化合 (実験)	硫化水素と温泉(ESE4)
(10)	銅と酸素の化合 (実験)	10 円玉の錆(ESE7) 銅像の錆 (大気、水、金属の相互作用) (ESE4)
(11)	単体と化合物	
(12)	質量保存法則 塩酸と石灰石の実験 鉄と酸素の化合実験	桂林と秋吉台の景観と化学反応(ESE1,4,6) 酸化鉄 (錆) : 釘、鉄橋などの錆 (大気と金属の相互作用) (ESE4) 鋼の製作(ESE3)
(13)	定比例の法則 酸化マグネシウムと酸化銅の化合実験	
(14)	まとめ 原子、分子、化学反応でみる世界、宇宙	錬金術の話 (化学史) (ESE5) フロンの環境への影響と化学式(ESE2) ビックバンと宇宙の原子(ESE5,6) 放射性元素(ESE3) 原爆とその痕跡(ESE2,3) アインシュタイン、オペンハイマー原爆の父(ESE7)

【ESEの7つ視点のバランスとその振り返り】

授業内容でESEの7つの視点をどれだけ入れて構成したか、視点の出現回数を以下にまとめた。

ESE1 : 4回、ESE2 : 3回、ESE3 : 8回、ESE4 : 4回、ESE5 : 1回、ESE6 : 5回

ESE7 : 5回

授業内容の7つの視点のバランスを考えると理解目標5 (ESE5)の視点が一番少ない。

もし、少ないESE5の視点を付け加えるとしたら、例えば、最後の(14)で、高速で飛ぶ宇宙線の話、その速さでの時間の進み方 (特殊相対性理論)、神尾カンデや小柴博士の話などを入れればよい。

【指導上のポイント】

生徒が目的意識を持って観察実験を行えるように、工夫する。

授業が教師からの説明主体の授業にならないように、生徒が積極的に発言できるようインターアクティブな授業にするよう心がける。

## 5 アースシステム教育学習指導題材アイデア表の利用

アースシステム教育学習指導題材アイデア表を利用して、「原子・分子」と「化学変化」というテーマについて授業内容のアイデアを出した。授業を生徒にとって興味あるものにするために、その中から適当なものを選び出し、カリキュラムの内容を構成した。以下にアイデアを列挙した。

### テーマ「原子・分子」

理解目標1 (ESE1)「美しい地球 (原子・分子の世界)」

- ① シンチレーション効果 (原子炉の青い光)
- ② 原子モデル
- ③ 五色沼 (イオン)

理解目標2 (ESE2)「人間の影響 (人間への影響も含めて)」



- ① 原子爆弾
- ② チェルノブイリ、スリーマイルアイランドの事故
- ③ 核廃棄物の処理

**理解目標 3 (ESE3) 「科学技術の進歩」**

- ① 放射性元素を利用した原子力発電
- ② 宇宙船のエネルギー (原子力発電)

**理解目標 4 (ESE4) 「システム」**

- ① 原子の崩壊
- ② 星の一生
- ③ 原子の周期律表
- ④ 質量保存の法則、定比例の法則
- ⑤ 原子核、素粒子、クォーク
- ⑥ 化学変化とエネルギー

**理解目標 5 (ESE5) 「時による変化」**

- ① ビックバン
- ② 放射性元素の崩壊時間
- ③ 宇宙線の時間
- ④ 原子の寿命
- ⑤ 相対性理論

**理解目標 6 (ESE'6) 「大きい空間」**

- ① 太陽系惑星モデルと原子モデル
- ② 原子の大きさ、宇宙の大きさ

**理解目標 7 (ESE7) 「興味・職業」**

- ① ボーア
- ② 湯川秀樹
- ③ アインシュタイン
- ④ ハイゼンベルグ
- ⑤ ワトソン・クリック
- ⑥ キュリー
- ⑦ 長岡半太郎
- ⑧ ドルトン

**テーマ 「化学変化」**

**理解目標 1 (ESE1) 「美しい地球 (原子・分子の世界)」**

- ① 花火の燃焼

**理解目標 2 (ESE2) 「人間の影響 (人間への影響も含めて)」**

- ① 化学製品
- ② 窒素問題 (公害) 水俣病、イタイイタイ病、四日市喘息など
- ③ 酸性雨、フロンガス

### 理解目標 3 (ESE3) 「科学技術の進歩」

- ① 鋼の作り方
- ② 大仏の製造
- ③ プラスチックの製造
- ④ セメント

### 理解目標 4 (ESE4) 「システム」

- ① 酸素と地球の歴史
- ② 石灰岩 (桂林) の化学反応
- ③ 風化
- ④ フロン
- ⑤ 二酸化炭素の排出と地球温暖化

### 理解目標 5 (ESE5) 「時による変化」

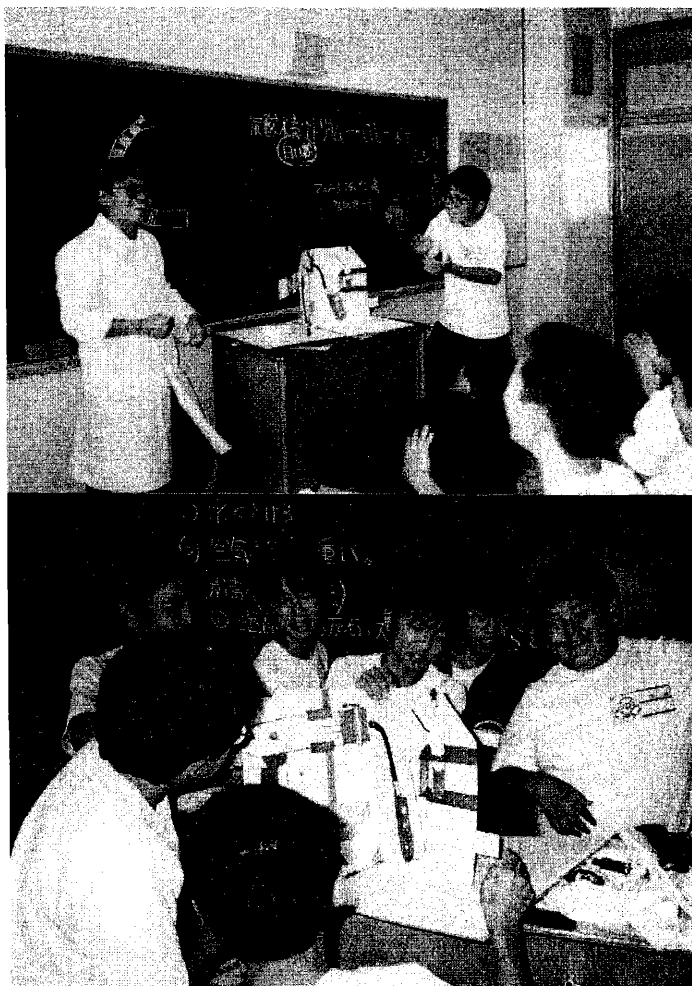
- ① 化学反応の時間
- ② 太陽の寿命
- ③ 錬金術の歴史

### 理解目標 6 (ESE6) 「大きい空間」

- ① 太陽の化学反応 (核融合)
- ② オゾン層の破壊

### 理解目標 7 (ESE7) 「興味・職業」

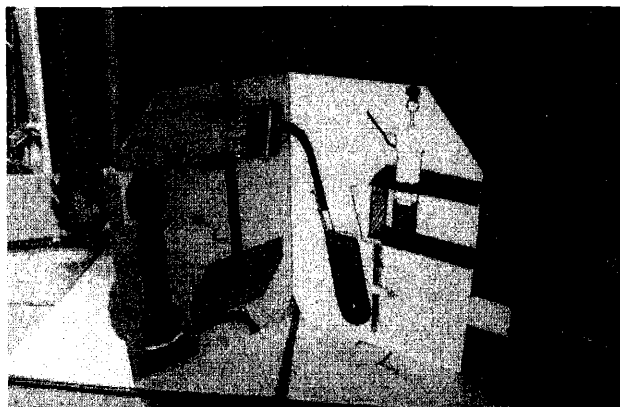
- ① カルメ焼き作り
- ② パン屋さん：発酵
- ③ 野依博士、白川博士



飛び出す絵本に夢中になる生徒

## 6 飛び出す絵本の開発

実験後、実験内容の復習を行なった時、生徒が実験内容や操作の仕方をきちんと記憶にとどめていないことに気づいた。生徒に、実験内容を細かく観察させるために、実験を再現する「飛び出す絵本」を製作し、実験の復習の授業で利用した。その後、生徒は具体的に実験を細かく観察するとはどのようなことか、また実験を思い出す (イメージする) とは、どのようなことか理解し、動的に知識の定着させることができた。この飛び出す絵本は生徒の興味関心を深めるのに一役を担った。生徒のほとんどが飛び出す絵本の工夫に驚き、集中して授業を受け、授業が盛り上がった。



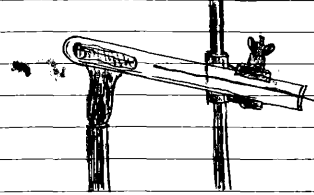
炭酸水素ナトリウムの分解実験の飛び出す絵本

【参考資料】生徒のノート

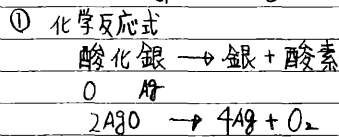
No. ....  
Date. ....

4 酸化銀の分解

実験日 5月11日(木)  
5時間目



- ① 黒い酸化銀が白くなってきたら、線香を入れる  
線香に火が着いた。(線香が燃えた。) ホツヒな、で激しく燃えた
- ② その後、少し熱し続け完全に白になったら火を消す  
はいはい。
- ③ 電流が流れるか  
流れる(少しだけど、明るい)
- ④ 試験管の底でこする  
光。(色)(全部は光らなかった。ス。)
- ⑤ 紙の上におき、手でこする  
手さありは、ふつふつと音がする(少しゴキッとした音)  
(何々?! 何か変化あるの?!) 固まるけど、くずれやすい  
ま と め

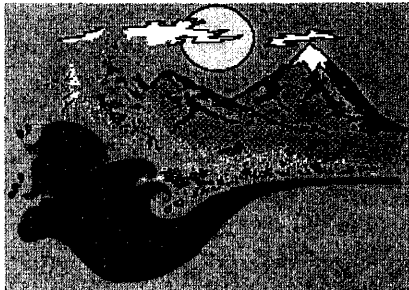


② 分解 1つの物質から他の2種類の物質に分かれる

- ③ 金属の特徴
- 1 みかくと光る
  - 2 電流を通す
  - 3 たたくとびる

以下の理解目標のいくつかの項目を授業で扱えばよい。

アースシステム教育理解目標



1. 美しい地球・物質
2. 人の影響
3. 科学と技術の発展
4. 自然界の関わり合い
5. 46億年の進化
6. 宇宙の小さな存在
7. 物質に関する興味・仕事

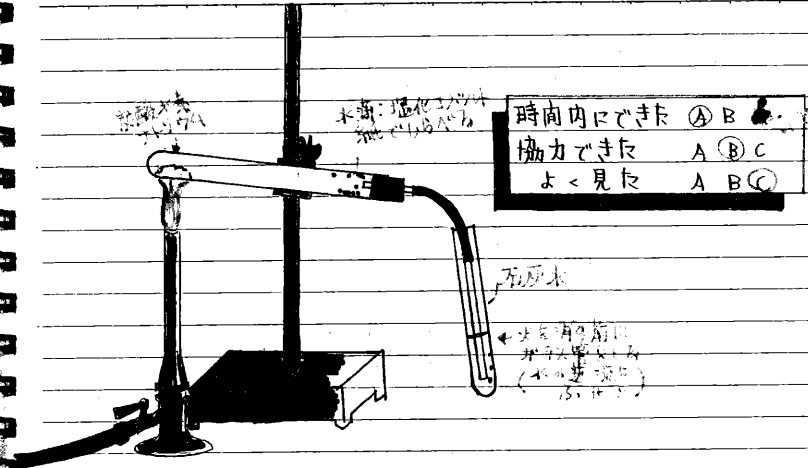


- ESE1: 銀、純金の美しさ、銀の結晶形
- ESE2: 水銀は人間に毒(シンジャ)、大仏の製造で人が死んだ
- ESE3: 錬金術(青銅器、製鉄、製銅)
- ESE4: 火山の金鉱脈、金属鉱床、金と銀の取引
- ESE5: 銀のタイピンのさびる時間
- ESE6: 日本の銀の分布、石見銀山
- ESE7: 銀メダルの金額、オリンピック

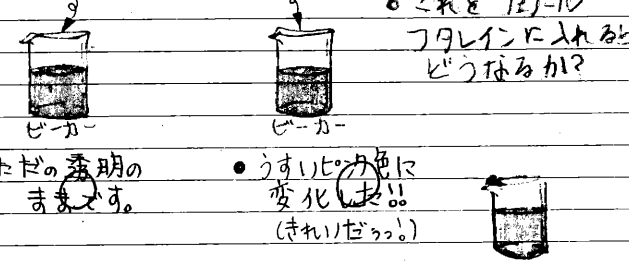
【参考資料】生徒のノート

No. \_\_\_\_\_  
Date \_\_\_\_\_

5 炭酸水素ナトリウムの分解



1. 石灰水はどうか。  
白くにごる(よく見て) また透明になったか?
2. 試験管の口の所はどうか。  
水滴が付く。塩化コバルト紙が赤色に変化した。
3. 実験前の白い粉と後の白い粉を水にとけかす

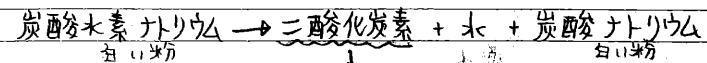


ESE1: フェノールフタレイン液の美しさ  
ESE3: 今日の実験器具

ESE4: 石灰水 (水酸化カルシウムと二酸化炭素の反応で炭酸カルシウムができて沈殿したが、それがまた溶けた。)

ESE7: カルメ焼きを膨らし粉でやって面白かった。おいしかった。

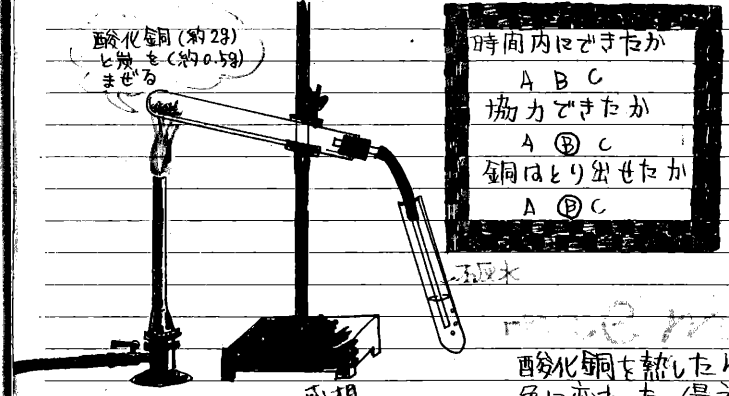
No. \_\_\_\_\_  
Date \_\_\_\_\_



石灰水 (塩化コバルト紙)  
白くはな 青  $\rightarrow$  赤

フェノールフタレイン液  $\rightarrow$  アルカリ性が赤になる  
炭酸ナトリウムも、赤になったので、アルカリ性!

6. 酸化銅の還元実験 95.5.26(金)



とび出す紙本の感想  
アノ子で火をつける所が、エニカでよかったです。フェノールフタレインがピンク色になる所はない。何か、好きだな。火(炭素)が青くなっていく時、お火が白く変化していく所が、こまめでいい。やはり、実験も、楽しみながら復習できるから、いいわ。これからは、新しいしわざを考えて、かんはってね。先住品(以上) (深層学習してね?)

酸化銅を熱したら、赤い色に変わった。(最初は黒) 赤になっことは、銅になったことなのかな? っことは、熱した後の方が、重さは軽いんだ。まじ!! (石灰水は、この前の実験と同じく、白くにごる。また透明になった。) 銅は、うまくとれたがた。

## 中学校2年アースシステム教育カリキュラム

### 「動物たちの世界」

五島 政一（国立教育政策研究所）

#### 1 単元名 動物の生活と種類

#### 2 目標

基本目標として、身近な動物について観察、実験を通して、動物の体のつくりと働きを理解させるとともに、動物の種類やその生活についての認識を深める。そして、動物に関する総合的・多面的な理解ができるよう、E S Eの7つの理解目標の視点からアイデア表のまとめを参考にして発展的・拡張的な授業内容を加え、発展的な学習を行い生徒の動物に対する興味・関心を高める。

ESE理解目標 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

#### 3 指導学年、総指導時間数：中学2年生対象、総指導時間24時間

#### 4 カリキュラム（指導計画）：下表の指導計画の番号は1～2時間で構成されている

	題材	授業の基本的な内容	指導の工夫・留意点 発展的な内容の指導	理解目標
(1)	多様な動物	様々な動物の生活や活動の様子を通して、動物の世界を概観し、この単元の学習の見通しをつける	TV番組「野生の王国」またはビデオを見せる(ESE1,7)	1, 7
(2)	動物の飼育と観察	動物のからだや生活のようすを観察し、レポートをまとめる。 セキツイ動物の運動の様子を観察し骨格や筋肉のつくりを関連づけて理解する。	生徒がまとめるレポートの動物の観察の視点としてE S E 7つの理解目標の視点(ESE1,2,3,4,5,6,7)を入れさせる。 生徒が動物の骨格と筋肉の関連(ESE3,4)に興味関心を高めるためにセキツイ動物の絵と骨格のスケッチ(ESE7)を自作する。 (写真1)	3, 4, 7
(3)	からだの動くしくみ	セキツイ動物は背骨を中心に動いていることを理解する。 ヒトの骨と筋肉のはたらきから体を動かす仕組み	体を動かす筋肉と骨のしくみ（システム）について、各器官が相互作用している視点から説明する。 科学技術の進歩として開発されたレントゲン写真を見せ(ESE3)、レントゲン(学者)	3, 4, 7

		を理解する。	(ESE7)について説明する。	
(4)	動物の外界の様子に対する反応	メダカやドジョウを使って、刺激（外界の様子）に対する反応の実験を行なう。	班で実験ができるようにする。 視覚、臭覚、聴覚、触覚など多様な実験を行なわせる。 地域のメダカとヒメダカを例に、地域の環境変化の変遷と生物の絶滅について(ESE2,5)、遺伝子によるメダカの種類(ESE3)について説明する。生物の多様性と絶滅危機の生物について簡単に説明する。	2, 3, 5
(5)	ヒトの目、耳、鼻などの感覚器	ヒトの感覚器のつくりとはたらきを理解する。	感覚器の刺激がどのようなシステムで伝えられるかの視点で説明する(ESE4)。 動物の優れた感覚器（コウモリの超音波、犬の臭覚、タカの視覚、コウモリの聴覚など）について説明を加え、動物の特殊な能力に興味を持たせる(ESE7)。	4, 7
(6)	神経系と反射	中枢神経・末梢神経など神経系のつくりとそれを介して行なわれる行動について理解する。 条件反射と無条件反射と大脳・セキツイの関連について理解する。	生徒自身に刺激と反応の例を挙げさせる。 ヒトの反応時間の実験（物差し落とし、手をつないでの実験）を行なわせる。 神経系の刺激の伝達を人間の器官のシステムとして理解させる(ESE4)。	4
(7)	動物の種類と歯	動物は種類によって食べものが異なり、そのために歯のつくりが違うことを理解する。  動物は草食動物、肉食動物、雑食動物に分けられることを知る。	歯医者者の服装をして授業を展開し、動物の頭の絵や骨格・歯のスケッチを用いて生徒にわかりやすく興味深く説明する。(ESE7) 歯の形は食物との相互作用で決まることを説明する(ESE4)。 食う食われるという食物連鎖について簡単に説明する。(ESE4) 実物骨格標本を見せ興味を深めさせる。	4, 7
(8)	消化	唾液がでんぷんを糖に変える実験を行なう。	唾液の分解実験(ESE3)を班ごとに行なわせ、消化液に対して興味を持たせる(ESE7)。	3, 7
(9)	消化器	消化器官と消化液・消化酵素のはたらきについて理解する。 消化された物質は小腸で吸収されることを理解する。	食物が消化器官から出る消化液で分解されて小腸で栄養として吸収されるシステム(ESE4)を理解できるように工夫する。 NHKのTV番組「驚異の小宇宙・人体」(ESE3)や実物の胃・肝臓・肺・腎臓などを利用して生徒に生命の不思議さ	1, 3, 4, 5, 6, 7

	呼吸器	動物は呼吸によって体内に酸素を取り入れ二酸化炭素を（細胞レベルでも）排出していることを理解する。 肺のつくりを理解する。 肺のモデル実験を行なう。	(ESE1,7)に感動させるよう工夫する。 呼吸に関して、個体レベル、細胞レベルで酸素と養分を利用してエネルギーを得て二酸化炭素と不要物を排出するシステムについてマクロとミクロのレベルで理解させる(ESE4)。 太陽を含めた光合成の復習を簡単にして光合成と呼吸を二酸化炭素と酸素の循環システムとして理解させる(ESE4)。 消化器の柔毛と呼吸器の肺胞の形と表面積の関連と役割について関連させて理解させる(ESE6)。	
	循環器	体内の物質の運搬は血液の働きであること、体循環と肺循環について理解する。 ヘモグロビンの役割や組織液について理解する。	血液の循環システムと物質運搬のシステムについて、生命維持のシステムの視点から総合的に理解させる(ESE4)。  各器官の説明をするときに細胞レベル・器官レベル・個体レベルの生命のシステムとしての視点から理解させることを心がける。	
(10)	血液の流れの観察	メダカやドジョウの血液の流れを観察する。	メダカやドジョウなどを殺さないように工夫して観察を行なうよう指導する。	3
(11)	セキツイ動物の分類	動物が印刷された資料（プリント）を利用して動物の分類を行なう。	教室をジャングルにデザインして、シュバイツアーに扮して授業を行ない、彼の仕事やアフリカの動物について語る(ESE1,7)。 配布プリントにはセキツイ動物だけでなく無セキツイ動物も入れておく。 地球上の生物の多様性(ESE4)について説明する。 プリントに色を塗らせたりしてきれいな作品に仕上げさせる(ESE1,7)。 絶滅動物や遺伝子操作やクローンの話をして興味関心を高める(ESE2,3)。 (※遺伝子のお話をするのでメンデルに扮して授業を行なっても良い。)	1, 2, 3, 4, 7
(12)	セキツイ動物の特徴	セキツイ動物の皮膚の	セキツイ動物の特徴を分類表にまとめ体	4, 5,

	徴	様子、子孫の残し方、呼吸器、体温などの観点から5グループに分けられることを理解する。 産卵数と生活様式について理解する。	系的に特徴を理解させる。 進化の視点を生徒にわかるレベルで解説して生物の系統性・連続性について解説する。 動物の多様性を地球システムの進化の歴史から考察できるよう工夫する(ESE4)。 ダーウィンやフォッシー等動物に関連した研究を行なった学者の話をして、科学に関する職業に興味を持たせる。(ESE7)	7
(13)	まとめ	生命の星・地球の美しさやすばらしさについて理解する。	ガラパゴス諸島など地球の動物の進化を見られる場所や生物の多様性などを理解できるビデオなどを見せて、かけがいのない地球について環境を大切にすることを生徒が養えるような工夫をする。 身近な地域の自然の動物の調査を行なわせて地域の動物について理解するだけでなく、自然に対する興味を深めさせる。 (選択課題) アラスカの動物写真家(星野道夫)動物写真家(岩合光昭)などの写真を見せる。	1, 2, 4, 5, 7

## 5 指導方法

アースシステム教育の指導方法に基づいて、このカリキュラムの指導法を以下のようにまとめた。

### 1 指導法は科学的研究の性質と一貫していること。

- a. 自然に対する疑問で始める(最初の授業で見せる映像で動物に対する関心・疑問を生徒がもてるよう良い教材を選ぶ)。(1)(2)
- b. 生徒の活動を活発にする(消化の実験と血液の観察を入れる)。(4)(10)(13)
- c. 証拠の収集や利用を中心に置く(地域の動物を調査させる)。(13)
- d. 歴史的視点を配慮する(動物の進化について説明を加える)。(12)(13)
- e. 明確な表現をするよう心がけさせる(動物観察のレポート制作させる)。(2)
- f. グループ研究を奨励する(グループごとに実験・観察させる)。(4)(10)
- g. 知る事と発見する事を分離しないようにさせる(生徒が自分で観察して知ることを授業に入れる)。(2)
- h. 専門用語の暗記は重視しない。

### 2 科学の指導法は科学的価値を反映させること。

- a. 好奇心を歓迎する(実物の器官に興味をもつことを歓迎する)。(9)
- b. 創造性を賞賛する(観察実験方法を工夫させる)。(2)(4)
- c. 疑問を持つ精神を奨励する(質問を誉める)。
- d. 独断を避けさせる(実験観察などデータを利用して説明させる)。
- e. 美的反応を促進する(自然や動物の美しさを鑑賞させる)。(1)(13)



- 3 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。
  - a. 成功に基づいて築かせる（レポートで良い作品を作らせたり、実験観察を成功させる）。(2)(4)(10)
  - b. 道具の使用について十分なる経験をつむようにする（実験・観察で道具を使いこなさせる）。

#### 【システム的なアプローチで生物・生命の階層を意識した指導】

アースシステム教育はシステム的な見方・考え方を生徒が身につけることを目標としている。この単元では、いろいろな階層（レベル）でのシステムを考えることができる。細胞レベル(9)、器官レベル(6)(7)(8)(9)、生物個体レベル(4)、種レベル、生物レベル、地球レベル（生物・水・岩石・大気の集合体）など（この単元では太陽系レベル、宇宙レベルまでは必要ない）の多様な階層のシステムを意識や区別して、指導することが大切である。

#### 【動物のからだや生活のようすの観察記録のレポート(2)】

生徒が「ヤモリ」のレポートをかく時、目的、観察場所、方法、結果、考察、感想などの項目で従来作成していた。観察、方法、まとめなどの視点として、E S Eの7つの理解目標の視点を参考にし、俯瞰的にまとめる

### 6 教材・教具(実物実体験(実験・観察)・ITの利用など)

アースシステム教育では、教科書だけでなく、多様な教材・教具を利用した指導を推奨している。このカリキュラムのために特別に用意された教材教具について説明する。

- (1) 歯医者 of 服装、シュバイツアー of 服装、メンデル of 服装、ダーウィンの服装、教室をジャングルに変える絵や道具
- (2) メダカとドジョウ、カエル
- (3) 実物の内臓器官（豚の心臓、豚の肺、豚の胃、豚の腸、牛の目玉、）と頭蓋骨標本（豚、牛、鳥）
- (4) インターネット

### 7 カリキュラム開発に利用したアースシステム教育アイデア表

従来の授業でアースシステム教育を実践する簡単な方法として、従来の授業内容に7つの理解目標の視点を加える方法がある。複数の人で単元やテーマについて、7つの理解目標の視点で多様なアイデアを出し合い、それをヒントにしてカリキュラムを編成するのである。ここでは、この単元「動物の生活と種類」について12人でアイデアを出し合ったものを利用して上のカリキュラムを編成した。カリキュラムを構成する上でヒントになった下のアイデアの項目は（ ）で授業番号との関連を示している。

#### テーマ「動物の生活と種類」

##### 理解目標1「美しい地球（動物・細胞・器官など）」

- ① イルカや魚の動物写真
- ② 野生の王国（自然）(1)
- ③ 心臓の動き、消化のしくみ（NHKビデオ）：しなやかなポンプ、消化吸収(1)
- ④ 生物のデザイン
- ⑤ 生命を誕生させるための…

- ⑥ 細胞、臓器
- ⑦ 昆虫と花の共存の写真
- ⑧ くちばしの形と餌
- ⑨ 細胞の顕微鏡写真（拡大することで驚きと幾何学模様の美しさ）、骨格標本(3)
- ⑩ 形の追及（鳥の翼、チーターの流線型）、骨格をつくってみよう(3)
- ⑪ 鯨の泳ぐ姿のVTR、珊瑚礁を泳ぐ魚たち・エイ・ウミガメのVTR、熱帯雨林の動物たちのVTR(1)
- ⑫ 様々な環境の下で生活する動物

#### 理解目標2「人間の影響（人間への影響も含めて）」

- ① 動物の絶滅（マンモスの絶滅）、飼育・品種改良（観賞用動物・食用動物）
- ② ズーストック計画（食や衣への活用）
- ③ 生物濃縮、食糧問題と人口爆発
- ④ 外来動物による在来種の減少(4)
- ⑤ 家畜、ペット、品種改良、自然界の食物連鎖の破壊
- ⑥ 呼吸・環境・消化など
- ⑦ 絶滅動物の話(4)、どうやって助けるか
- ⑧ なし
- ⑨ 生態系の汚染、環境ホルモン、家畜
- ⑩ ヒトは動物のどこの部分を食べているか。飼い慣らすと言うことはどういうことか。
- ⑪ アマゾンの森林伐採(1)(4)、南の島の水没、珊瑚の死滅（水の汚れ）
- ⑫ 絶滅危惧動物、保護の現状

#### 理解目標3「科学技術の進歩」

- ① 遺伝子操作(4)、飼育技術、天敵の利用、ミバエの絶滅、不妊バエ放射能
- ② クローンなどの技術
- ③ 遺伝子操作(4)
- ④ トキ復活、ウリミバエ根絶と沖縄の農作物
- ⑤ クローン(11)
- ⑥ 病気の治療法、クローン(11)、ワクチン
- ⑦ クローン牛（その賛否についても考える）(11)
- ⑧ DNAの抽出(4)
- ⑨ バイオテクノロジー(11)、品種改良(11)、医学
- ⑩ 翼の研究
- ⑪ DNA比較、骨格標本（化石も含めて）
- ⑫ 医学、スポーツの道具

#### 理解目標4「システム」

- ① 細胞をシステムとして考える。食物連鎖(2)、共生、動物と植物の共生、進化(12)、四季の昆虫の生態(12)、食草（花粉）、形と形態、農業、宇宙での骨の成長・変異
- ② うんこの形と食べ物、経済の流通
- ③ 遺伝(4)、食物連鎖(2)(7)、呼吸(8)、光合成(2)(9)、神経系(6)、反射・動きのしくみ(6)
- ④ 適応放散（環境適応により形態を変化させる）

- ⑤ 食物連鎖、生態系(2)(4)(11)、生命を生みだした奇跡的な地球環境(13)
- ⑥ 遺伝(4)
- ⑦ 地域による生物の多様性(4)、熱帯の動物の色の鮮やかさ(1)、擬態(葉のような虫、海藻のようなたつのおとしご)、北欧の人(メラニンの不足、シルバーの髪)、遺伝(4)
- ⑧ アクアリウム(ミジンコ、ミカヅキモ、田圃の土)
- ⑨ 生態系、食物連鎖、体を制御している脳、神経系
- ⑩ なぜ空を飛べるか、なぜ動けるか、軽量化への工夫
- ⑪ 海の中、森の中の昼と夜の生態の違い
- ⑫ 生命の誕生、原始地球の下で生化学変化、生化学反応

#### 理解目標5「時による変化」

- ① 進化(12)、食物連鎖と変化(2)(4)、適応
- ② 遺伝子によるつながり、小さな時計
- ③ 体のしくみ(3)、進化、動物の足先、歯(7)、目(5)
- ④ 生存競争、有袋類とほ乳類、進化論(12)
- ⑤ 進化による淘汰や変化、絶滅生物の想像と創造
- ⑥ 医学の進歩
- ⑦ 動物の進化
- ⑧ 成長の記録(2)
- ⑨ 進化、キリンの首、ダーウィンフィンチ、生きている化石(カアプトガニ、シーラカンス等)
- ⑩ 進化の道筋(類人猿→ヒト)、環境適応
- ⑪ 化石になった生物たち→現代までの生物のいろいろVTR、化石発掘体験、復元の体験
- ⑫ 進化、ガラバゴス諸島(13)

#### 理解目標6「大きい空間」

- ① 深海底の生物、高山、アリの分布、動物の広がり(4)
- ② すみか、世界分布(4)、宇宙で住めるか
- ③ 他の天体に生物はいるか
- ④ 大陸移動による生物の隔離
- ⑤ どんな生命(動物)なら他の惑星での生存が可能か?火星での生命は?
- ⑥ なし
- ⑦ 動物が宇宙で暮らすことの可能性、重力の問題・気圧の問題
- ⑧ 渡り鳥の移動
- ⑨ 渡り、鯨の回遊
- ⑩ なし
- ⑪ 海洋を回遊する魚たち、深海から高山、地中までの動物を見る
- ⑫ 同種の生物の地域差、クマ(マレーグマ、ホッキョクグマ:アジアゾウ、アフリカゾウ)

#### 理解目標7「興味・職業」

- ① 植物学者、農業、狩猟、動物写真家
- ② 農家、獣医
- ③ 星野(13)
- ④ 生物写真家、生物学者

- ⑤ 化石から復元を作る職業、画家
- ⑥ 医療系従事者、医療器械をつくる物理科、健康づくり課の仕事
- ⑦ 畜産農家の仕事の体験
- ⑧ ブリーダー(犬など)
- ⑨ 医者、探検家、飼育係り
- ⑩ 動物を育てる職業をしている人にコツを聞く(飼育方法)
- ⑪ 水族館の裏方(学芸員)、海洋生物学者
- ⑫ 医者、獣医、進化論ダーウィン

【参考資料】



(11)教室をジャングルにしてシュバイツアーに扮して授業



(11)メンデルに扮して授業

中学校2年アースシステム教育カリキュラム

「天気の変化」

大場 敏裕 (横浜中学校)

1. 単元名：天気の変化

2. 目標：大気中で起きている現象や天気の変化について考えながら、地球上の全ての生物は大気と密接に関係していることに気づかせる。また、大気や天気、作成した天気図などをより身近な情報源として捉え、これらが単に知識としてではなく日常生活に応用できる知恵となることを目標とする。

ESE 理解目標：1、2、3、4、5、6、7

3. 指導学年、総時間数：中学2年生対象、総時間数20時間

4. カリキュラム (指導計画)

	題材	授業の内容	指導の工夫	理解目標
(1)	気象要素	晴れと曇りの違い。手軽に観測できる気象要素(気温、湿度、雲量、風向、風力)をあげてみる。	晴れと曇りはどこで区別するのか。実際に空を見てその日の天気は何か考えさせる。 自作の乾湿計で演示。	1、3
(2)	気圧	大気圧とは。1気圧=1013hPa (=760mmHg)、気圧の高度補正。	気圧計で校舎の1階と4(3)階での気圧差を測定してみる。 火星の大気は地球の0.6%。	1、6
(3)	空き缶つぶしの実験	空き缶が潰れるときにどのようなことが起きているか考える。	大気圧の大きさを体感させる。 水蒸気が水になったときの体積変化。	1、4
(4)	等圧線と気圧配置	等圧線、気圧配置、高気圧、低気圧。	高気圧、低気圧は1013hPaよりも高い(低い)ではない。 気象衛星の雲画像。	1、3
(5)	気圧の差と風	気圧の差と風、気圧と天気、等圧線と風向。	風は気圧の差によって生じ、等圧線に対して傾いてふく。	4
(6)	気温の差と風	気温差と風(海風・陸風、風)、季節風	気温の差によっても風が起きる。	4
(7)	湿度	湿度に用いる単位。 湿度(g/l <sup>3</sup> )、飽和水蒸気量。湿度(%)とその計算。	缶ジュースの内容量で「g表示」と「ml表示」がある。→水の温度による体積変化→温度によらず一定量を表すには、単位はlでなくgを使う。	7

(8)	露点	露点とは。気温と湿度の関係。	風呂や冬の窓など、水滴が発生する場面を列挙させ、水滴ができる場所を思い出させる。	2
(9)	露点の測定	金属缶の中の水を氷冷して、教室の露点を測定する。	露点の測定をし、気温のデータから教室内の水蒸気量を計算する。	3、4
(10)	霧のでき方	霧のでき方。放射冷却による気温の低下。	飽和水蒸気量や露点についての理解度を確認しながら。	4
(11)	雲のでき方	雲のでき方。断熱膨張と上昇気流による温度低下。	丸底フラスコとピストンを用いて断熱膨張と雲発生への演示。	4
(12)	雨のでき方 水の循環	雨のでき方。降水。あられとひょうの違い。水の循環。	暑い夏にひょう(氷)が降るしくみ。雪の結晶の写真。 液体の水は他惑星にはない。	1、3 5、6
(13)	気団	気団とは。日本付近にできるおもな気団。	各気団の性質と、気団ができる場所との関係を地球システム的に考察、理解させる。	4
(14)	前線	前線面・前線、前線の種類(4つ)、天気の特徴。	暖気と冷気の接する様子を立体的にイメージさせる。	4
(15)	天気図の書き方	等圧線の書き方。天気図の作図の演習。	天気図にある等圧線や前線などが持つ意味を理解させながら実習を行う。	
(16)	季節と天気	夏・冬の気圧配置の特徴。 四季の天気、移動性高気圧、梅雨、秋雨、台風	四季の変化は、暖気と冷気の勢力や位置関係の変化によって起きる。 地球の公転とのかかわりについて理解させる。	2、6
(16)	天気の変化と予測	天気の移り変わり、天気予報。	日本付近の天気変化と偏西風との関係を理解させる。	3、7

#### (授業計画) と ESE 関連メモ

- (1) ESE1 : 空の美しさに気づかせる。  
ESE3 : 温度計や気圧計のしくみについて考えさせる。
- (2) ESE1 : 空気には重さがあることを認識させる。  
ESE6 : 大気があること、地球の大切さについて気づかせる。
- (3) ESE1 : 自分たちにかかっている空気の重さを実感させる。  
ESE4 : 水蒸気が水になったときの体積変化の大きさを気づかせる。
- (4) ESE1 : 渦を巻いた雲の美しさに気づかせる。  
ESE3 : 上空から撮影する気象衛星について考えさせる。
- (5) ESE4 : 大気圧や重力が場所によって変化することに気づかせる。
- (6) ESE4 : 海岸に近い場所では、昼と夜で風向きが変わることに気づかせる。
- (7) ESE7 : 充填時の温度により g 表示と ml 表示を区別していることに気づかせる。
- (8) ESE2 : 自宅の風呂の窓などが結露することに気づかせる。

- (9) ESE3：露点の測定を行い、気温から飽和水蒸気量を求めて教室内の空気に実際に含まれる水蒸気量を計算してみる。
- ESE4：空気中には水分が含まれていることを確かめさせる。
- (11) ESE4：断熱膨張すると雲ができることを気づかせる。
- (12) ESE1：雪の結晶の写真を見せて、その美しさに気づかせる。
- ESE3：ネット上で雪結晶のような模様を作り、自然の造形の複雑さに気づかせる。
- ESE5：原始地球には液体の水はほとんど存在しなかったことを理解させる。
- ESE6：地球は太陽系の惑星で唯一、多量の液体の水が存在することに気づかせる。
- (13) ESE4：大陸や海洋の上にある空気は比較的安定していることに気づかせる。
- (14) ESE4：前線の通過による悪天候がなぜ起きるのかを理解させる。
- (16) ESE2：近年の猛暑・暖冬・冷夏などの異常気象と温暖化との関係を考えさせる。
- ESE6：日本の四季は大気の外に、地軸の傾きや太陽からの熱などの影響があつて初めてできていることに気づかせる。
- (17) ESE3：アメダスや気象衛星など最新の観測体制について考えさせる。
- ESE7：アメダスのデータや雲画像などを見せ、実際の気象予報がどのように行われているかを理解する。

## 5. 指導方法

アースシステム教育の指導方法に基づいて、このカリキュラムの指導法を下のようにまとめた。

- 1 指導法は科学的研究の性質と一貫していること。
  - a. 自然に対する疑問で始める（身の回りにある事象と天体の関わりを考えさせる）。
  - b. 生徒の活動を活発にする（実験実習の時間を多くとらせる）。
  - c. 証拠の収集や利用を中心に置く（インターネット等を活用させる）。
  - d. 明確な表現をするよう心がけさせる（板書させる）。
  - e. 専門用語の暗記は重視しない（生徒の言葉で語らせる）。
- 2 科学の指導法は科学的価値を反映させること。
  - a. 好奇心を歓迎する（放課後、実験室を利用させる）。
  - b. 創造性を賞賛する（実習・模擬体験を工夫させる）。
  - c. 疑問を持つ精神を奨励する（授業中の発問を奨励する）。
  - d. 独断を避けさせる（実習・観察結果について議論させる）。
  - e. 美的反応を促進する（衛星写真や雪の結晶の写真を観察する）。
- 3 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。
  - a. 成功に基づいて築かせる（実習・観察は完成させる）。
  - b. 道具の使用について十分なる経験をつむようにする（生活の中で応用させる）。
- 4 科学教育は学校教育の枠を越えて行うべきである。  
（博物館を利用させる、専門職にある保護者に協力をお願いする）
- 5 教育には十分時間をかけるべきである。

(放課後の指導などを行う)

## 6. 教材・教具（実物実体験（実験観察）・ITの利用など）

アースシステム教育では、教科書だけでなく、多様な教材・教具を利用した指導を推奨している。このカリキュラムのために用意された教材教具等について説明する。

(1) 温度計とフィルムケース、ガーゼ等を用いた自作乾湿球湿度計(カリキュラム1)

(2) 空き缶つぶしの実験(カリキュラム3)

(3) スチール製の空き缶を利用して露点測定(カリキュラム9)

(4) 丸底フラスコとピストンを用いた雲発生装置(カリキュラム11)

(5) 下記サイトより得た雪の結晶の写真(カリキュラム12)

”SNOW CRYSTALS” (<http://radar.sci.hokudai.ac.jp/crystal/gallery.html>)

(6) 雪の結晶のような形を自分で作れるサイト(カリキュラム12)

“Make-a-Flake” (<http://snowflakes.lookandfeel.com/>)

(7) 人工衛星の位置をリアルタイム表示できるサイト(カリキュラム4、17)

“J-Track 3-D” (<http://science.nasa.gov/Realtime/JTrack/3D/JTrack3D.html>)



## 中学校2年アースシステム教育カリキュラム

### 「気象」

野村道佳（藤沢市立湘洋中学校）

#### 1. はじめに

「アースシステム教育」という言葉を初めて耳にしたのは、4月の藤沢市教育文化センターの研修案内でした。その言葉には、内容はわからなくとも、大きな地球のエネルギーの流れや、その中で自然の一部としての生命体として生きている人間というイメージを喚起する大きなインパクトがあり、大変興味を引かれました。私自身も、これまで私生活の中で少しばかり自然と関わる機会を得てきたものですから、理科の教師として、学び



が単なる個々の現象の理解にとどまるのではなく、子供たち一人ひとりそれぞれの自然観を形作っていくためのものとなるような、そのような理科を展開したいと思うようになってきていました。そんな期待を込めて研修に参加させていただいたのが、この「アースシステム教育」との出会いでした。

第1回の研修でお話を伺った時は、その内容について興味がわいたのと同時に、自分の理解不足による戸惑いもあり、特に「7つの理解目標」（後に説明します）について、そうでなければならぬ理由がわからなかったり、また、学習の中にその目標を当てはめていくことが教師サイドの一方的な思いこみにつながらないかという心配があったりして、そのまま素直に受けとめていきにくいものを感じました。しかし、「アースシステム教育」では、あくまでも子どもたちの自主的な課題設定が重視されていること、また、「7つの理解目標」は押し被せるものではなく、学習を作っていくバックボーンとして存在していることなどが、川地先生や五島先生からお話を

伺ったり、三浦市立三崎中学校の益田先生の授業を見せて頂いたりする中で、少しずつわかってきて、私にも「アースシステム教育」を理解していこうとする気持ちが生まれ、また自分なりに理解していく事が出来るようになりました。特に五島先生が「今まで授業の中で、何となく大事ではないかと思いながらやってきたことが、きちんと裏付けられ、整理されている。その哲学を持った理科という考えをしていくとよいのではないのでしょうか。」とお話をして下さったこと



ことが印象に残っています。

もちろん、今までの理科授業の中でも、単なる現象についての追究にとどまるのではなく、大きな流れの中におけるその現象の存在、人の営みとの関わり、科学技術との関連や貢献した人に

ついてなど、様々な観点からその学習を広げていくことは、実際行ってきたことです。大上段に構えなくとも、やり方次第でいくらかでも、大きな自然の営みを意識する理科、一人ひとりの自然観を組み立てる基礎を培う理科を行うことは十分に可能なことだと思います。しかし、受験勉強を代表として、どうしても細かな知識の修得、またテストを中心とした評価などにいまだに子どもたちの関心が向いてしまう現状をみても、こちらは何をどの重さで取り入れて学習の見通しを立てていくかが、あやふやになりがちなときがあります。それを支えてくれる羅針盤として、「アースシステム教育」の考えを取り入れて行こうというのが、今回の実践でした。

## 2. 湘洋中学校における「アースシステム教育」

「アースシステム教育」の考え方を取り入れた学習を実践することに際してまず大切にしたいのは、子どもたちの自然な興味関心に従って学習が展開する様に組み立てることと、湘洋中学校の置かれている地域的な特色を出来るだけ取り入れることでした。

担当学年が2学年で、また湘洋中に赴任してきたばかりであったことから、電気の単元をスムーズに乗り越えるために、始まりを2分野の生物単元としたこと、また同じ理由で「アースシステム教育」を取り入れた学習の実践は、1学期はまだ余裕がなかったこと、などから、実施は2学期になってからの気象の単元を中心に行うのが適切と考えました。また、地域を特色づける湘南海岸やそこに生まれると海の文化との関わりを持ちつつ学習を展開し、日々移り変わる気象の変化や、そのたびに変わった様相を呈す海の気象との関係を立体的・連続的にとらえさせるためには、教科書の配列通りに進める事に困難があると考えたため、教科書の学習内容は変えることなく、配列を柔軟にし、全体として学習の流れを再構成していくことにしました。実施する上で大切にしたことなど、詳しくは次に述べます。

### ◎「アースシステム教育」の理念と7つの理解目標をバックボーンにおく

「アースシステム教育」の7つの理解目標を大切に、その7つの理解目標がこの単元の中にどのように位置付くかを検討し、不足するものは補うように学習内容を置くことにしました。この洗い出しの結果と、それぞれの理解目標がどの学習内容に該当するかということについては、6.「学習計画」で示してあります。7つの理解目標については、夏休みの自由研究の課題の視点として子どもたちに提示し、なじみを持たせておきました。また、学習を進めていく中で、折に触れて気象のさまざまな姿やそれに関わるひと、もの、ことについて、広く話題を提供し、大きな視点で気象をとらえられるように努めました。

### ◎子どもたちの興味関心に沿った自然な学習を展開する

最初に細かな現象についての実験や理論が並び、後にまとめて気象観測や予測についての事柄が並べられている教科書の配列をそのまま使うことは、日々移り変わる気象の様子とその中で起こる現象という関係を捉えるには少々不適切であると考えたため、出来るだけ気象の实地観測を中心に据えて学習を進めることが出来るよう（いわばライブ感覚を味わえるように）配列を変えました。また、その中でも、実施時期における湘南海岸地方の代表的な気圧配置とその時の気象の様子を4つほど選び、一番よいときにその気象の様子を観測できるように、予定している配列にも柔軟性を持たせました。

### ◎課題を子どもたちから引き出す

学習を続けていく中で、子どもたちが自ら課題を持つような働きかけを折に触れてしました。

ひとつは必修課題として行わせている継続的な気圧配置図写しとそれに伴う気象観察の中で見つける自主課題（冬休みの研究のテーマにつなげるもの）、もうひとつは、人間の活動によって起きている影響を調べようという、今日的な問題に関するテーマ選択です。本来、学習課題は子どもたち一人ひとりの探求心によって自ずと生まれるもので、強制的に持たせるべきものではないのですが、クラスの学習テーマを考えるなど、みんなで学習課題を練り上げる時間的余裕がない現状では、その一番大切な部分をショートカットして、いきなり課題を持つという働きかけからスタートします。「アースシステム教育」指導法の中にも「5. 教育には十分時間をかけるべきである。」とあるように、課題を持つことそのことにこそ大きな時間を持たなければならないと思う中で、ここは苦しいところです。それを埋めるものとしては力不足ですが、せめてもの方法として、この単元を組み立てる前に、子どもたちに事前にアンケートを採り、大まかな子どもたちの希望、関心の在処をリサーチし、それを学習の組み立てに生かしました。また、子どもたちが望む「野外での授業」を、晴れの日に限らず、嵐の日も風の日も、出来るだけ行い、子どもたち自身が実際に気象にふれる機会を少しでも多く設けています。

#### ◎「海」と気象の関わりを見つめる

「アースシステム教育」に限ったことではありませんが、その土地ならではの話題や、教材を対象にした学習は、子どもたちに学習をより身近に意識させるうえで、大切にすべきことであると考えます。この気象の



単元で、私は湘洋中学と国道一本隔てて広がっている、湘南海岸とその「海そのもの」のようすを学習対象に含めることにしました。子どもたちが何かというときたがる海岸ですが、その「海そのもの」については、家族や地域の方の影響でサーフィンをはじめとするマリンスポーツを行っている一部の子どもたち以外は意識していないのが現状です。この気象の単元の中で、湘洋中学が置かれている地域の特性の大きな部分である「海そのもの」に視点をあて、気象の影響を大きく受けるすがたを空や遠い気圧配置の変化とともにとらえることは、子どもたちが波や海のようすを詳しく観察し、成り立ちを知るようになるのと同時に、大きな気象の世界を理解することにもつながり、地球の大きなエネルギーを感じ湘洋中学らしい学習としてとらえられるはずだと思ったからです。

#### ◎地域の「人」から学ぶ

湘洋中学校の置かれている地域は、温暖な気候の湘南海岸。寄せてくる波、美しい景観、おいしい魚など、さまざまな自然に恵まれています。と同時に、ここに住まいこの自然の恵みを享受し、地域を愛する方々のなかで作られた独特の文化が、醸成されてきつつあります。そこには、この地域の自然、気象、海を愛し、生活の中に取り入れ、海と共に生き、自然の中に生かされている人間としての存在を謙虚に受け止める精神文化を持つ方々もおられます。単なるスポーツやレジャーでなく、生き方や人生観そのものを、海との関係の中に持っているすばらしい方々。その方々の生き方にふれ、この地で生きることのすばらしさを子どもたちなりに感じていくことが出来たら、その経験は子どもたちにとっての心の財産となり、また「アースシステム教育」の根本的な願いにも直結するものであろうと考えました。一見住宅地と人工の植林や公園ばかりで、海岸以外に特徴のなさそうな湘洋中学校の周辺ですが、その海と人の関係が作り出した新たな「見

えない大切なもの」が存在することが、この地域の大きな特徴でもあります。気象を学ぶと同時に、その中で「生きて」おられる方々から学ぶことは、理科の学習から始まるものであるがゆえになおさら、大切にしたいと考えました。

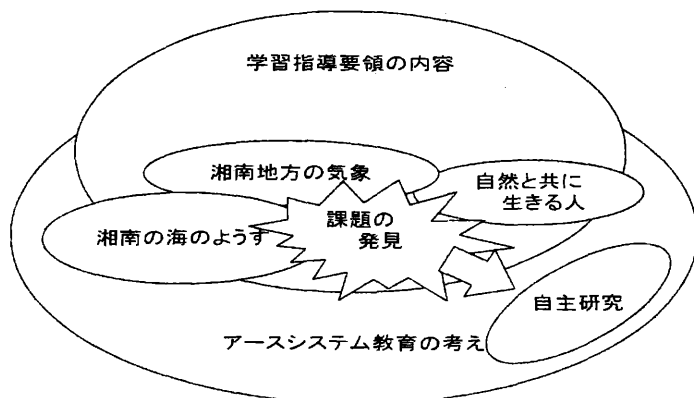


◎ITを積極的に活用する

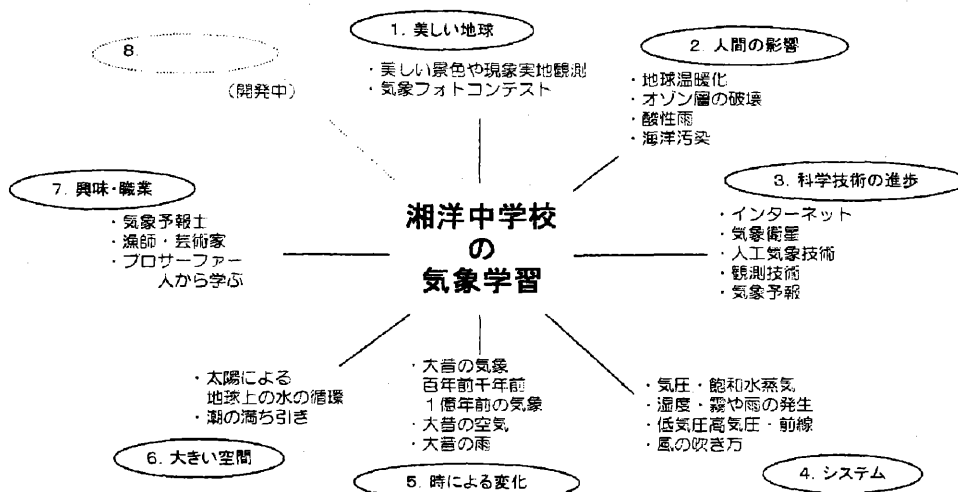
学校のパソコン室で得られるインターネット情報は、天気図から波のようす、スポット予想などあらゆる気象データをリアルタイムで送ってくれます。まさに気象データの宝庫ともいえるインターネットの世界を、子どもたちに出来るだけふれられるよう、パソコン室での授業を多くし、昼休みや放課後の使用にも対応するようにつとめた、自宅での情報収集も奨励しました。

◎その他

これはいうまでもないことですが、多方向に学習が向かう分、もれがないように、教科書の内容（学習指導要領の内容）をきちんと押さえることを、大切にしました。また学習の成果を共有出来る発表の場を設けること、自主的に評価できるように、時期をみて区切りごとに自己評価を行わせることなどを意識しました。



4. アースシステム教育理解目標とこの単元の学習内容とのかかわり



## 5. 単元の目標

- ◎気象やそれに関わる様々な現象について、自ら課題を見つけ、解決する中で、気象についての基礎的な事項を理解する。
- ◎気象やそれに伴って起こる様々な現象をみつめ、美しい地球を感じる。
- ◎人の営みによって起こる自然への影響を調べ、理解するとともに、人の生き方と自然との調和やバランスについて考える。
- ◎科学技術の発展とそれによって広がる可能性について考え、また自ら体験する。
- ◎気象の変化を大きな地球の営みの中で起こる現象としてとらえ、人間もまたその大きな流れの中で生きているものであることを、自分なりとらえ、考える。

## 6. それぞれの学習の具体

### ◎気象の学習に関するアンケート（実施前）

電流の学習を後3週間で終わるといふ頃に、その次の単元として気象分野の学習があることを紹介し、また生徒たちの意識をあらかじめひろってみることにしました。これによると生徒の期待は、「天気予測できるようになりたい」また、「外で授業をしたい」などに多く現れ、そして、「気象と何らかの関わりを持っている場所としての海」や、海との関わりとしてのサーフィンなどにも関心を持っていることがわかりました。これは家庭的にも海との関わりを持つ方の多い、湘洋中学校の特性の一つであるようです。

その結果を受け、授業の方向についても、「日毎の気象の変化を連続してとらえつつ、実地観測を重視し、海と空との両方を見ながら進めていこう」という基本線を作っていくことにしました。

### ◎オリエンテーション（1時間目）

気象の学習の第1時間目は、オリエンテーションとして印刷物を用意しました。ここでは改めて真正面から「アースシステム教育の7つの理解目標」を提示し、できるだけ大きなとらえのなかで気象学習を行っていきたいという教師側の姿勢を示しました。

<生徒に配布したプリントより>（略）この学習については、教科書の内容はもちろんだが、発展を含めて、湘洋中らしい気象の学習を少し加えて進められたら、より充実するのではないだろうか、そんなことを考えている。

で、何が湘洋中らしい学習か、とういわけだが、それを組み立てるための根拠は、ひとつは生徒である君たちの希望や関心、もう一つはこの湘洋中が立っている立地条件にある。つまり、この間とったアンケートが、この学習を始めるための1つのステップになっていると思うほしい。あのアンケートで、君たちは、気象に関して興味を持っていることや、出来るようになりたいと思っていることを、書いてくれた。それを授業の中に組み入れて、気象の授業をつくっていききたいのだ。

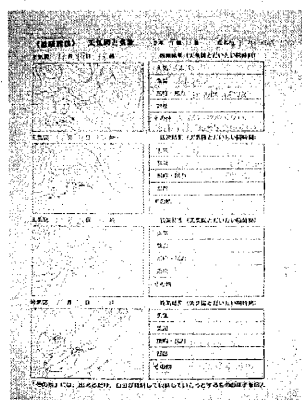
君たち希望の中で圧倒的に多かったのは、「天気予測が出来るようになりたい」というものであった。また、湘洋中学の付近で気象と密接な関係を持っている場所や、君を含めてここ

生活する人達の場所として、「湘南海岸」をあげた人が非常にたくさんいた。「外でやりたい」も多かった。つまり、君たちが何かという行きたい、海岸。そこに広がる砂浜や海の様子を、気象と関連づけて学んでいこうというのが、今回の学習で大切にしたいところである。

(中略) 気象を学ぶためには、新聞やインターネット、テレビなどを初めとする気象データの収集、それと、実際の観測が、必要となる。学習の場所は、教室や理科室だけでなく、海岸に広がり(雨や風の日も)、また時に、帰ってからの自宅にも広がると思う。時間も、理科のある日だけではなく、それ以外の日に行くことも必要になってくる。そんなわけで、基本はあくまでも教科書の内容だが、手もとだけでなく、大きな気象の世界を学んでいこうというのが、この学習を始めるにあたって、伝えたいことである。なお、教科書をやる順番もその日の気象条件等に合わせて若干前後することと思うが、混乱のないようにやっていくので、ご心配なく。

### ◎天気図写真について(2時間目以降3週間実施—基本的に自宅学習—)

天気図記号と等圧線、高気圧低気圧などの簡単な説明を行い、新聞やテレビの気象情報、インターネットなどで得た天気図を毎日転記し、あわせて同日同時刻における天気や風の様子を記録するように指導しました。これによって、天気を、気圧配置の変化による大きな流れの中でとらえていくことができ、部分としての地域の気象でなく、広い地球の自然現象の流れの中のものとして実感することもできると考えたためです。天気図は生徒にとっていきなりの経験ですが、テレビの気象情報などの中でよく目にするものでもあり、簡単な説明で概要は理解できるものにとらえたので、気象の学習の始まりにあわせて実施することにしました。なお、実施期間は3週間とし、その間に、天気と関わる自分なりのテーマを見つけて、それもあわせて継続記録し、後の自由研究に活かせるように指示しました。



また、天気図とその日の天気との相関関係をつかむことは、生徒が求めている「天気の予測」にも直接つながるものであるとも考えたので、各授業の最初には必ずその日の最新天気図を拡大して提示し、天気との関係について2~3分程度の簡単な解説を加えながら進めていきました。

### ◎気象観測(3時間目以降6時間)

晩秋から冬にかけての湘南海岸の代表的な気象と気圧配置(移動性高気圧・南岸の低気圧通過・台風・日本海低気圧通過・西高東低冬型)を想定し、その日の授業時間がその気象条件に合うと外(海岸)に出かけて、実際にその気象を体験してやることにしました。

授業ははじめパソコン室に入り、インターネットでその日の最新天気図を検索してプリントに記録した後、その日の気圧配置とその気象が起こる仕組みについての簡単な説明を行って、外に出発します。よく晴れた気持ちの良い日もあれば大嵐の日も強風の日もあり、生徒は様々な気象を直接体験しながら、気象観測をしてきます。プリントには「美しい景色」を記録する欄も設けて、さまざまな景色の中に「美しさ」を求める視点を常に持たせるようにしました。



また、この観測に合わせて、気象についてのミニ知識や教科書の補足プリント、海の波の出来

方や波の形と風向き、砂浜にできる風紋のようすなどの解説を適時に行い、その時に起こる気象と海の様子との関わりについて、理解を深めるようにしていきました。

その日の気象に合わせて授業を組んでいくライブ感覚は確かに楽しいものでありましたが、6クラスを同時に受け持っている



くことが大変煩雑であったり、またその気象条件がいつ来るのかと心配しなければならなかったりと、気を使う場面が結構ありました。実際、台風などのように一回来ただけで、巡り会いの機会を逸してしまったクラスなどもありました。

なお、できるだけ定点での観測を基本としたかったのですが、常に湘洋中学から海に伸びている134号線をまたぐ歩道橋と、その先の砂浜で観測をしたのですが、アメダス観測地点が徒歩10分の辻堂海浜公園内にあるので、その見学に出かけたこともありました。

#### ◎教科書の学習（3時間目以降8時間）

気象についての基本的な理解事項について、教科書を中心とした学習を行いました。ただ、気象観測の間に柔軟に配置しなければならないため、単発でも理解に影響がないような内容ごとにまとめて、講義は講義中心、実験は実験中心としながら、配列を変え、教科書のページは前後に跳びながらも、最終的に漏れがなく、すべての内容が学習できるように工夫しました。補足すべき説明などは、気象観測の日にとちょっとプリントで説明など、隙間を埋めていきました。

#### ◎人との関わり（冬休み前1時間）

気象の様々な姿についてひととおりに体験させ、また毎日のように海を見させていると、ここでもう少し広がりをもたせたいのは、人とのかかわりについての部分です。ということで、前述のとおり、気象にかかわる仕事、生活をしている方々のお話も聞けたらと思い、見通しを立てました。学区にお住まいの方で、地域の自然に深い関心と理解を持ち、この地域を愛しながら生活をされている方々から、海や気象についてのお話をいただけたら、生徒たちもより豊かな視点をもてるのではないかと思ったのです。いろいろとご紹介をいただいて具体的な方のお名前も挙がり、実際にお願ひもしてみたのですが、今ひとつ具体的なイメージが湧かないということで、残念ながら今回はご協力を得ることができず、見送りとなりました。学校でクラス事にお話をし



ていただく時間的精神的ご負担は、考えてみれば大きなもので、きちんとしたお話のイメージを自分自身で絞りきれなかったことに大きな原因があったように思いました。

人とのかかわりを求めるならば、生徒が何らかのテーマについてそれぞれに調べ、それについてお話を伺うために訪問させて頂くなどの方法をとった方が、より自然な流れの中でおこなえるため、よかったのかもしれない。しかし、そのためにはより一層の時間を必要とし、生徒と共にじっくりと学習を練り上げていくゆとりがなければならならず、いずれにせよ今回は少し難しい課題でした。

ただいずれにせよ、これはまたの機会に何らかの形でぜひ実現したいことのひとつであり、この単元が終わっても何らかのかたちで人との関わりを求め続けていきたいと思っています。

なお、その代わり、にはならないのですが、「魅惑の水の世界」というビデオで、波乗りをするプロ人たちの言葉を集めた番組を視聴しました。自然を敬い大切に作る心や、自然とともにあり無理をせず自分を作っていくとすることの姿勢、また自分で工夫し時には挑戦して、より深く海とのかかわりをもっていく様子など、波と深く関わる人達の哲学が紹介されているものです。

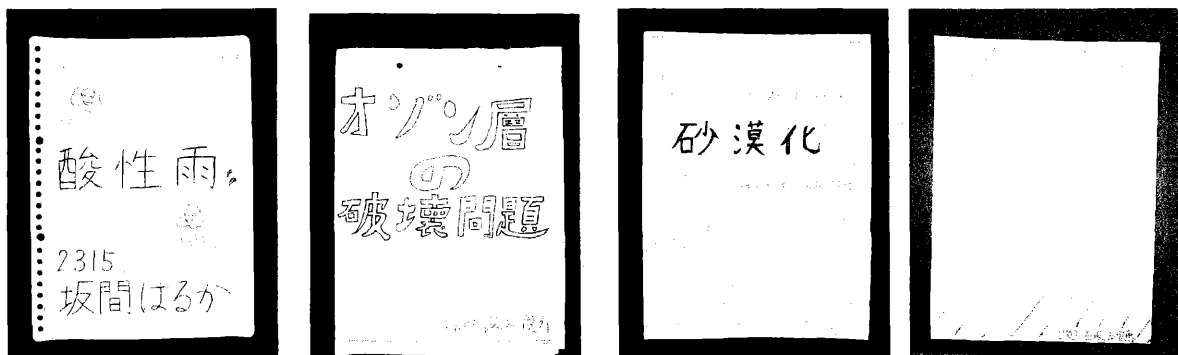


◎「人が気象や空気に対して影響を及ぼしていることについて」レポート（冬休み前3時間）

地球温暖化、オゾン層の破壊、酸性雨など今日的で情報を得られやすい内容であり、レポートは比較的容易に作成できると見込んだので、ここで実施しました。

しかし学期末の短縮にかかり、実際には3時間に満たなかったクラスもあって、厳しい時間の中での実施となりました。そこで集めた資料だけでもレポートとして提出可にしました。

<生徒に配布したプリントより>～ひととおりの終わったところで、1学期末に動物で行ったように、個人課題のレポートを作成する。ただし、テーマは「人が気象や空気に対して影響を及ぼしていることについて。」に限定する。授業でとれる時間は3時間程度になるので、そのときになって資料収集しては間に合わない。よって、そろそろこのことについての資料集めをして置いてほしい。新聞記事でも、地元の図書館の本でも、インターネットのプリントアウトでもよし。適当な資料がなければ、相談にも乗るので、遠慮なくどうぞ。



◎個人テーマ自由レポート（冬休みー自宅学習ー）

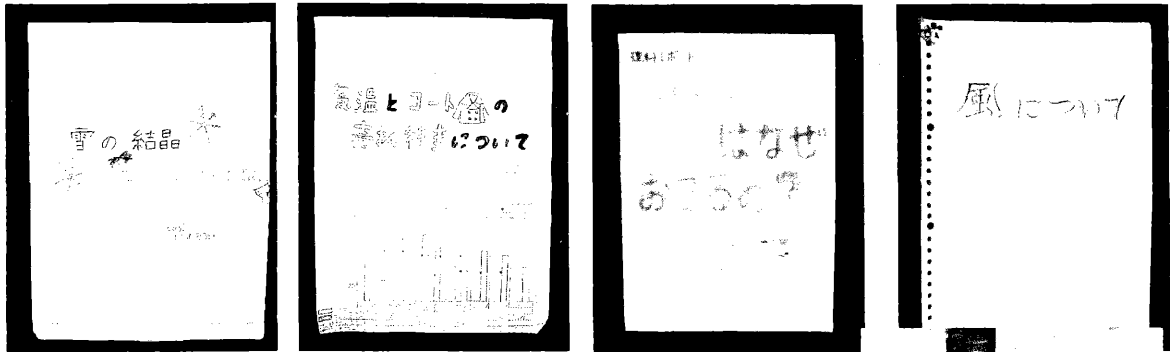
天気図をつけながら自分で見つけた課題について、自分でまとめる事を課題としました。それが難しい生徒には、夏休みの課題に引き続き、正面からアースシステム教育の7つの理解目標に基づいて課題を提示しました。またイメージを引き起こしやすくするために、それぞれの目標について具体的な研究課題例を示しました。

<生徒に配布したプリントより>短い冬休みであるが、気象についてはいろいろな題材が多い



季節でもあり、見逃せない。是非「気象との関わり」を君のものにしよう。

継続観察でつけた「その他」と「気象」の関係について、レポートをまとめる。どうしてもそれでレポートがかけない人は、夏休みと同じように、気象について次の視点で書く。枚数は1～3枚。年末の新聞には今年のニュース、また正月の新聞には未来の気象についてなど、気象分野のこともいろいろまとめてあるはず。それを活用しよう。(以下略)



#### ◎個人テーマレポートの発表（冬休み明け2時間）

タイトル、簡単な内容の紹介、感想の3点を中心に。2時間構成で実施しました。折りしも学級閉鎖になりかけで、各クラスとも10人前後休みの状態の中で行いました。発表の仕方になれている生徒とそ



うでない生徒との間に、発表するポイントのとらえの差はありましたが、それぞれの発表に熱心に耳を傾けていました。

#### ◎気象フォトコーナー（冬休み明け掲示）

冬休みの課題その2として出した「気象が起こした美しい現象や景色についての写真」一覧できるように掲示しました。

<生徒に配布したプリントより>

気象が起こした「美しい現象や景色」についての写真を一枚撮影。

○フィルムカメラ、デジカメ、携帯なんでもOK!

○ただし、他の人が撮った写真や、新聞、ほんの切り抜き、インターネットから引っ張ってきたものではなく、あくまでも自分が撮ったもの。

○撮影場所、日時を記録する。

○サービスサイズ（いわゆる普通の写真の大きさ）以上にプリントして持ってくること。



優秀作品を表彰するコンテストにしようかどうか迷いましたが、今回は美しさをそれぞれ表現したものであるという点を大切に、それぞれを鑑賞することにしました。実際湘洋中学校の周りにはこのような美しい景色があるのかと、見とれてしまうような写真が多く集まりました。

#### ◎ふりかえりとアンケート（最終時）

単元をまとめるにあたって、ふりかえりを行いました。

## 7. 学習計画

時数	授業で扱う学習内容	自宅課題など	主なESE目標との対応							
			1 美しい地球	2 人間の影響	3 技術の進歩	4 システム	5 時の変化	6 大きい空間	7 興味・職業	
1	気象の学習を始めるにあたって		○							
2	天気図写しと気象観測について				○					
3	<実験>水蒸気の凝結				○					
4	<野外>アメダス観測地点見学				○					○
5	<実験>露点の測定				○					
6	湿度について	2学期末までの見直し			○					
7	<野外>移動性高気圧下		○		○					
8	<実験>大気圧	乾湿計の使い方			○					
9	低気圧と前線について				○					
10	<野外>低気圧南岸通過		○		○					
11	<実験>空気膨張と雲の発生	大気の流れ			○					
12	<野外>低気圧日本海通過	波のでき方1	○		○					
13	<野外>冬型気圧配置		○		○					
14	<野外>台風の大波	波のでき方2	○		○					
15	ビデオ視聴(魅惑の水の世界)	レポートの書き方	○	○	○					
16	テーマ学習(自然への影響)		○	○	○					
17	テーマ学習(自然への影響)		○	○	○					
18	テーマ学習(自然への影響)	冬休みの課題	○	○	○					
19	自然とともに暮らす(未実施)		○	○	○					
冬季休業	冬休み課題									
	1. 自分のテーマ研究 2. 気象のきれいな写真を撮る		○	○	○					
20 21	研究課題の発表	美しい気象の世界 フォトコンテスト	○	○	○					
22	意見交換 ふりかえり		○	○	○					

8. 評価計画

時数	授業で扱う学習内容	自宅課題など	評価項目				
			関心・意欲	科学的思考	技能・表現	知識・理解	
1	気象の学習を始めるにあたって						
2	天気図写しと気象観測について						
3	<実験>水蒸気の凝結	<p>この期間 観測好機を優先し 柔軟な配列で実施(基本は上から)</p> <p>天気図写しと気象観測(3週間)</p> <p>自主研究のテーマ探し</p> <p>任意継続</p> <p>自主研究</p> <p>発表</p>					
4	<野外>アメダス観測地点見学		2学期末までの見直し				
5	<実験>露点の測定		乾湿計の使い方				
6	湿度について		大気循環				
7	<野外>移動性高気圧下		波のでき方1				
8	<実験>大気圧		波のでき方2				
9	低気圧と前線について		レポートの書き方				
10	<野外>低気圧南岸通過		冬休みの課題				
11	<実験>空気膨張と雲の発生						
12	<野外>低気圧日本海通過						
13	<野外>冬型気圧配置						
14	<野外>台風の大波						
15	ビデオ視聴(魅惑の水の世界)						
16	テーマ学習(自然への影響)						
17	テーマ学習(自然への影響)						
18	テーマ学習(自然への影響)						
19	自然とともに暮らす(未実施)						
冬季休業	冬休み課題						
	1. 自分のテーマ研究 2. 気象のきれいな写真を撮る						
20 21	研究課題の発表	美しい気象の世界 フォトコンテスト					
22	意見交換 ふりかえり						

※思考と知識は主に小テスト・定期テストなどで評価

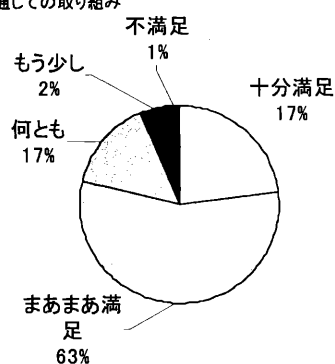
## 9.学習のふりかえりと、そこからみえるもの

◎「全体を通しての自分の取り組みはどうだったか」の問いに対して

1. 全体を通しての取り組み

	十分満足	まあまあ	何とも	もう少し	不満足	計
1組	3	22	5	1	0	31
2組	7	20	2	0	1	30
3組	10	13	5	2	0	30
4組	7	17	5	2	1	32
5組	6	16	9	1	0	32
6組	10	15	2	3	1	31
全体	43	103	28	9	3	186

1. 全体を通しての取り組み



質問が具体的でなかったため、生徒もどうとらえて良いのかわからなかったようで、「まあまあ満足」という曖昧な回答が半数以上でした。ただ、グラフを見てわかるとおり、全体的な取り組みとしては満足がいくものが多かったように思います。

後に詳しく述べますが、楽しいと思える部分が多く、またレポートなど自分で追求すること、実感していくことを重視したので、それについての満足感が大きかったようです。一方、実体験や観測を重視したため、時間の関係上、学習内容を板書でまとめてノートに写させるような場面をとらなかったため、重要事項は教科書に書き込むとかアンダーラインを引くなどして確認していきました。この単元の前までは親切に(?)教師側がノートまとめをしてあげていたため、この単元でそれがなくなって、自分が理解すべきものをきちんと把握しているかどうかについて、曖昧なものを感じている生徒もいたようです。また、提出物などが多かったため、それについての仕上がりなども気になるようでした。

○「十分に満足」または「まあまあ満足」の回答の例

- ・内容も充実していたし、楽しみつつ「気象」をそのまましっかり感じ取ることができた。
- ・気象観測等も、しっかりやって、冬休みのレポートも、インターネットを使って詳しく調べられたと思う。
- ・全体的に最初に目的とした、次の日の天気を予想できるようになりたい、ということがほぼ出来るようになったし、天気に関係するいろいろな知識がついたのでよかったです。
- ・気象といったら、雨とか曇りとか天気のことだけだと思っていたけど、海(波)や人間(の起こしたこと)や空気(汚染)など、とって身近なものだったことも気象の学習を通して感じられたと思います。
- ・何事にも頑張ったし、レポートも天気図も自分なりに一生懸命やりました。
- ・たまにしか復習していなかったため、忘れていたところもあるので、その分復習しておきたいです。気象を初めてやってとって興味をわいたし、これからも自分で気象のことを調べてみたいです。

○「何とも」の回答の例

- ・一部で自分の納得のいくものが出来なかったこともあったので、もう少し、ちゃんとやっておけば良かったなと思います。
- ・良かったところ、だめだったところがあったので、プラスマイナス0。

・まじめに取り組んだけど、提出物などをぎりぎりで行ったこともあったので。

○「もう少し」または「不満足」の回答の例

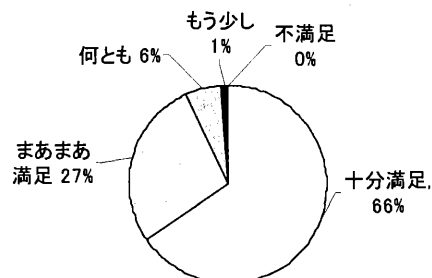
- ・たまに提出物などが遅れることもあった。
- ・テスト勉強の時、気象はあまり勉強しなかったから。
- ・あまり満足いかない

◎「楽しく学習できたか」の問いに対して

2. 楽しく学習できたか

	十分満足	まあまあ	何とも	もう少し	不満足	計
1組	21	9	1	0	0	31
2組	20	10	0	0	0	30
3組	23	6	1	0	0	30
4組	17	8	5	2	0	32
5組	18	11	3	0	0	32
6組	23	7	1	0	0	31
全体	122	51	11	2	0	186

2. 楽しく学習できたか



これは、十分満足、またまあまあ満足という回答が多くを占めました。授業で外に行く機会がこれまであまりなかったためか、外に出るということだけで、十分に楽しく感じていたようです。「外にいて自分の目で空を見たり体験できてよかった。自分で見たもの、やったことは忘れない」という言葉が、その気持ちを代表していると感じました。また、学習が深まっていく中で徐々に楽しさが増してきたという回答も多く寄せられました。なお、観測は強風の日、大雨の日などにも出かけて、ずぶぬれになった日もあり、それについての感想はそれぞれといった感じでした。

○「十分に満足」または「まあまあ満足」の回答の例

- ・やっぱり教室で座っているより、自分で得ることが出来る方が何万倍も楽しいものだなと思いました。
- ・地球の大切な宝物が少しわかった気がした。
- ・台風の時には滅多に外に出られないのに、理科の授業で台風の時海に行ったので、今までにないことを味わえたりしたのでとても楽しかったです。うねり波に感動しました。
- ・毎日空が変化していくのを見るのがとても好きでした。
- ・海に行っている自然を見れたし、大雨の時は寒かったけれど、いろんな天気の時、そのとき、そのときの特徴が見られてよかった。美しい景色も見られてよかった。
- ・色々実験できたり、外にいて自分の目で空を見たり体験できてよかった。自分で見たもの、やったことは忘れないと思う。

○「何とも」の回答の例

- ・海に行くと波や空の景色を見れて良かった。楽しく取り組みが出来たと思う。
- ・雨の日の海はもう行きたくありません(笑)。でも天気ってすごいなって思いました。
- ・楽しかったけど気象を本当にくわしく学ぶのは難しかった。

○「もう少し」または「不満足」の回答の例

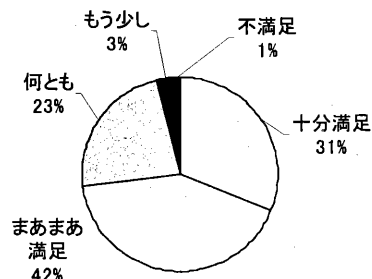
- ・あまり自分が好きな単元じゃなかったの・・・。

◎「関心を持って様々な気象現象への理解や実験に取り組むことが出来たか」の問いに対して

3. 関心を持って気象に取り組めたか

	十分満足	まあまあ	何とも	もう少し	不満足	計
1組	12	12	3	3	1	31
2組	8	9	13	0	0	30
3組	11	15	4	0	0	30
4組	7	16	9	0	0	32
5組	12	14	5	1	0	32
6組	8	12	9	1	1	31
全体	58	78	43	5	2	186

3. 関心を持って気象の学習に取り組めたか



気象分野で、実験室で実験をする機会がやや少なく、グループの中で常にイニシアチブをとれる生徒と、そうでない生徒との間に満足度の差が出たように思います。これはこの単元ゆえのものではなく、日頃の実験のあり方にも改善の必要を感じるところです。ただ、行っていたにせよ見ていたにせよ、ひとつひとつの実験そのものには、興味を持って取り組んでいたようでした。

○「十分に満足」または「まあまあ満足」の回答の例

- ・実験とか結構楽しかったし、今までで一番真剣にやったかも知れません。
- ・露点などの実験の時、自分から進んで出来たのでとてもよかったです。後、雲の種類などを覚えたのでとてもよかったですと思います。
- ・雲を作るのは実際に自分でやらなかったけれど、他のものは全部自分で出来たので良かったです。
- ・レポート発表のために、インターネットなどで調べたときに、レポートに書いていないことにも関心が持てた。
- ・特にレポートがとっても楽しくできました。数少ないレポートを書く機会をこれからも楽しみにしています。
- ・気象の現象、つまりいろいろな季節の風景などを見るのが楽しかったです。
- ・たくさんの気象を目にすることが出来て、満足している。しかし、全部気象への理解が完璧に出来た訳じゃないから、じっくり復習する機会を持ち、取り組もうと思っている。
- ・様々な気象の現象にすごいと驚かされたり、感動できて、ちゃんと取り組むことが出来た。
- ・自分的には関心を持って取り組めたので良かった。
- ・いろいろな天気の時外へ出たり、天気図の見方を理解したりして、いろいろ学ぶことができて良かったです。

○「何とも」の回答の例

- ・実験はグループの人がやっているのをぼうっとしているだけだった。次からは積極的にやろうと思った。
- ・もう少し実験がしたかった
- ・興味は持てたけど、自分なりには理解が足りなかったです。でも実験が楽しかった。
- ・関心は持っていたけど、十分に理解が出来ていたかどうか、少し不安。

○「もう少し」または「不満足」の回答の例

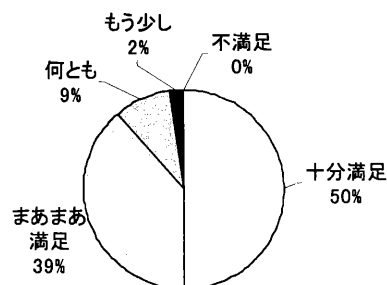
- ・やるところが少し難しく感じることもあった。
- ・実験は取り組んだが進んで取り組もうとはしなかった。

◎「野外観察でのとりくみはどうだったか」の問いに対して

4. 野外観察への取り組み

	十分満足	まあまあ	何とも	もう少し	不満足	計
1組	16	9	4	2	0	31
2組	16	11	3	0	0	30
3組	14	14	1	1	0	30
4組	15	13	4	0	0	32
5組	13	16	3	0	0	32
6組	19	9	2	1	0	31
全体	93	72	17	4	0	186

4. 野外観察での取り組み



既に述べましたが、これについては圧倒的に満足度が高かったようです。実際、観測日になると生徒達は非常にうきうきしていました。かなりの悪天候であっても、そのこと自体を体験するために外に出ることは、生徒にとって新鮮なものらしく、いやがる「ムード」はありませんでした。(決して高圧的に連れて行ったわけではありません。) また、後に述べますが、実際に海岸に出て空と海とのつながりを目の当たりにすることは、生徒達にとって相当な印象を与えるらしく、気象と海とのつながりや地球規模での広いとらえの実感に、即結びついていくものになっていたようです。

この場面は、今回の単元でもっとも大切にした部分であり、生徒にも満足がいくものであったことはうれしい限りでした。

○「十分に満足」または「まあまあ満足」の回答の例

- ・教室の中だけの授業じゃなくて、外に出て勉強するのが楽しかったです。その天気を自分の目で見るのも非常に天気に興味を持てたひとつでした。
- ・夏休み以外、あまり海岸に行く機会がなかったから、冬の海の様子を見れてよかった！！
- ・風が強くて大変だった日も、いい砂の模様がみれてよかったです。
- ・砂のあとや、富士山やその近くの山々の変化を見ることが出来た。サーファーがあまりいない日もあったし船が全くない日もあって、一日一日が気象と関わっているんだと思った。
- ・始めて海とかで授業が出来て、とても楽しかった。海もとてもきれいだった。
- ・あの天気観察記録も、とっても楽しかったし、天気図の流れもだんだんわかってきて、すごく楽しかったです。終わってもたまたま新聞に載っている天気図を見て、「明日はこんな天気なんだ」と興味がわきました。
- ・誰も発見していない何か(美しい場所・状態)を探すぞ！！と一生懸命やった。
- ・アメダスを見に行けてよかったです。海浜公園にアメダスがあるなんて知りませんでした。あとうねりなども見れたよかったです。実際に見たことでわかることができました。
- ・雲の種類、いろいろな雲を実際に見ることができ、気象と海との関係も少しわかった。

○「何とも」の回答の例

- ・うれしくなって少しふざけすぎてしまったかも。でも楽しかった。
- ・友達とおしゃべりしてしまった。

○「もう少し」または「不満足」の回答の例

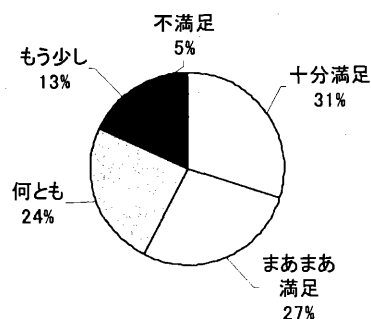
- ・記録があまりちゃんと出来なかった。

◎「天気図写しなどの学習がていねいに出来たか」の問いに対して

5. 天気図写しへの取り組み

5. 天気図写しの取り組み

	十分満足	まあまあ	何とも	もう少し	不満足	計
1組	8	7	8	6	2	31
2組	11	11	6	2	0	30
3組	10	8	8	3	1	30
4組	11	9	4	5	3	32
5組	9	5	14	4	0	32
6組	7	11	5	5	3	31
全体	56	51	45	25	9	186



「ほんとのこと言うとめんどくさかったけど、天気図を毎日写していくうちに、次の日の天気  
 がなにげにわかったりするようになった」から、「よかったし、いいチャンスだった。」と  
 思える生徒と、面倒くさくなってしまった生徒との間に、満足度の差が出たようです。天気図を  
 見慣れないうちから、決して楽ではない作業に3週間も強制的にとり組ませたことが、やはり重  
 たかったのだと思います。ここで「満足」と感じた生徒は、天気図から天気の詳細が出来るよ  
 うになったと実感できた生徒のかずとほぼ等しく、満足度は、この取り組みの結果と直結してい  
 ます。

○「十分に満足」または「まあまあ満足」の回答の例

- ・がんばりました。天気の移り変わりがとてもよく分かってうれしいです。大変だったけど結果が出て良かったです。
- ・最初の法はあんまりやりたくなかったけど、ずっとつけていると次の日の天気とかがいろいろ分かってきて楽しかったです。
- ・満足しているけど、もう少しゆっくり書ければていねいに書けたかなと思います。でも次第に3分や5分くらいで書けるようになってすごくうれしかったです。
- ・正確に！を心がけたけど、たまに移すのを忘れてしまったことがありました。だけど寒い朝に気温などを測ることは頑張りました。
- ・何度も何度も書いてくうちに、だんだん慣れてきて、天気図を書くのが楽しくなりました。
- ・高気圧や低気圧の動きがどういう風に動いていくかがよく分かりました。
- ・写していくうちに明日の天気は晴れだろうとか、予測が出来るようになりました。
- ・ほんとのこと言うとめんどくさかったけど、天気図を毎日写していくうちに、次の日の天気がなにげにわかったりするようになったからよかったし、いいチャンスだった。

○「何とも」の回答の例

- ・天気図は位置とか結構ずれていたかも知れません。
- ・雑、みにくい、重なってる、ずれてる、濁ってるなど、ていねいにしようと心がけていたが汚くなってしまったのが悩み。
- ・やるのを忘れてしまった日があったりして、自分でも少し残念だった。

○「もう少し」または「不満足」の回答の例

- ・授業中は出来たけど、家に帰るとだめだった。
- ・ていねいに写せたが、「その他」のところ工夫して記入できなかった。
- ・雑になってしまった。

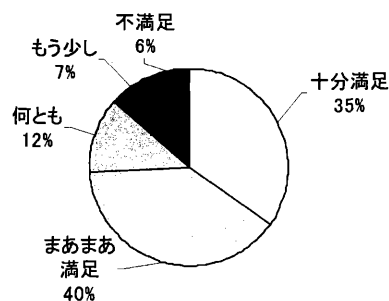


◎「気象が起こす美しい景色の写真」への取り組みはどうだったか」の問いに対して

6. 写真の取り組み

	十分満足	まあまあ	何とも	もう少し	不満足	計
1組	11	12	4	4	0	31
2組	7	20	2	0	1	30
3組	12	10	4	2	2	30
4組	10	13	5	2	2	32
5組	12	8	8	3	0	31
6組	13	9	0	2	7	31
全体	65	72	23	13	12	185

6. 写真への取り組み



写真については、それぞれとても興味を持ってとり組んだようで、満足度も高かったようです。また、具体的に何が満足であったのかという記述もバラエティに富んでおり、美しい気象を探し続けた自分の行為に対して満足であった生徒、またよい写真が撮れたという結果に対して満足であった生徒、また素晴らしい美しさに出会えたということそのものに満足を感じた生徒など、さまざまでした。実際、冬休みがあけた今でも、良い景色を見ると写真に撮りたいという生徒が多く、野外観測に行くとその声も必ず聞くようになりました。一方、満足できなかった生徒の理由もはっきりしており、思い通りの写真が撮れなかったというのが大半でした。これなどは、いくらでも発展させて、このことそのものを学習にしていけるものかと思いますが、いかんせん時間が足りずに、授業ではじっくり取り組めないのが、少々歯がゆさを感じるようです。

○「十分に満足」または「まあまあ満足」の回答の例

- ・いろいろな場所に行って撮っていたら、地球ってすごいなあと思った。またしたいです。
- ・地球が、地球だけが持っている美しい景色とふれあう（少しちがうかな？）ことができてよかった。
- ・ちょっと空を見上げるだけで、たくさんのきれいなものが見えて、それを写真にのせたのが良かった。
- ・何日も空を見て、珍しそうな雲が通るのを待っていた。
- ・何を撮ろうかずっと迷っていて、ふと上を見上げたとき、雲が光っていたので、これだと思い撮った。
- ・朝早く撮りに行ったり、毎日毎日空をよく眺めていたので、いい写真が撮れたと思う。
- ・夕日の一番きれいな時をねらって海岸で撮りました。ステキな写真が撮れたと思います。
- ・日が沈むのをサイクリングロードでじっと待っていたかいがあって、よい写真が撮れた。
- ・いっぱい写真を撮ったけど、うまく撮れている写真がなくて、もう一回写真をいろいろなところで撮ってみたら、自分の気に入った写真が撮れたので良かったです。
- ・実はこの写真、海に2日間行ってやっと撮った写真なんです。1日目はあまりきれいではなかったので、行き直しました。でも、もっときれいな写真を撮れたのでは、という気持ちがあり、頑張りました。楽しかったです。
- ・デジカメで撮り、全部で100枚くらいになったのですが、選ぶのが大変でした。
- ・何枚か撮って2番目にいいものを出しました。自然を撮る乗って結構面白いし、楽しかったです。

○「何とも」の回答の例

- ・「青〜い空」だけの写真を撮りたかったけれど、写真屋さんに「まちがい写真だ」と思われて現像されなかった…。焼き増ししてできあがった写真も「どんより空」にみえ、イメージしていたのと違った。もっと何枚も撮るとかの対策が必要だった。
- ・そのときは美しい景色だと思ったけど、写真は思った通りに撮れていなかった。けど、まあいい写真だと思いました。
- ・すごくいい景色があったのに、カメラを持っていなくて撮れなかったのが悔しい。
- ・ピンぼけしてしまったり、上手に撮れなくて、もうちょっときれいに写ってたのがあればと、ちょっと悔しいです。
- ・提出期限を守れなかったのだ。
- ・とりいが…ちょっと勘違いって感じで空だけじゃなくて鳥居も撮っちゃった。

○「もう少し」または「不満足」の回答の例

- ・自分がとりたかったものとできあがり全然違ってショックでした。本当は夕方空が赤〜青に変わっているところをとったのに、全然見えませんでした。
- ・月が大きく写らなかった。
- ・すごくいいそいで撮ったから良い写真が撮れなかった〜！！
- ・まだ学校に提出していない。ちゃんと期限までに持ってくれば良かったと思っている。

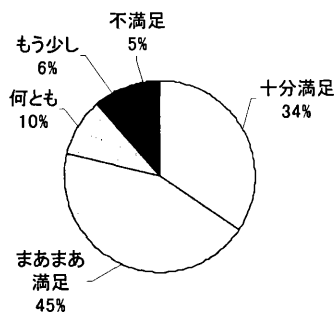
◎「冬休みのレポートへの取り組みはどうだったか」の問いに対して

レポートは、大変関心高く取り組み、自分の思い思いのテーマで行ったこともあり、概ね満足度の高いものよう

7. 冬休みレポート

	十分満足	まあまあ	何とも	もう少し	不満足	計
1組	7	16	2	4	2	31
2組	7	20	2	0	1	30
3組	12	12	2	2	2	30
4組	13	11	4	2	2	32
5組	10	12	6	1	3	32
6組	15	11	3	2	0	31
全体	64	82	19	11	10	186

7. 冬休みレポートへの取り組み



でした。ただ、オリジナルのテーマで気象との関わりをレ

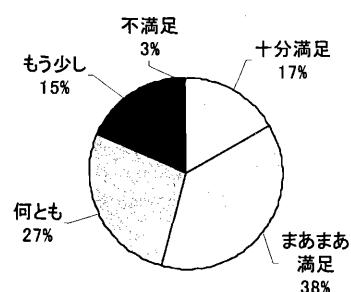
ポートできた生徒は少なく、そのあたりに練り上げの甘さが残ってしまったと、反省しています。休み中に負担をかけないようにと、3枚以内を原則としたことが、意欲のある生徒にはかえって中途半端で表面的なレポートの仕上げになった感を与えてしまったようです。(もっともはじめからその指定を気にせずのびのびとレポートを書いてきた生徒もいましたが・・・) なお、インターネットは「何でも教えてくれる辞典」ではなくて、あくまでもレポートの1つの資料に過ぎないという感覚を持たせておく事が大切だと思います。「私のうちにはインターネットがなく、図書館へ行ったのですが、あまりいい資料がなくて、内容がちゃんとしないうちにレポートになってしまいました。」や「インターネットで調べてそれを自分でうつしただけだったから。」などの回答に、その必要を強く感じます。

◎「天気図を見てその日の天気の予測が出来るようになったか」の問いに対して

8. 天気図を読んで天気の予想

	十分満足	まあまあ	何とも	もう少し	不満足	計
1組	4	14	7	6	0	31
2組	7	20	2	0	1	30
3組	4	13	5	7	1	30
4組	4	6	14	6	2	32
5組	5	8	13	6	0	32
6組	7	9	10	3	2	31
全体	31	70	51	28	6	186

8. 天気図からの天気の予測



「半分あたれば大満足」という人間と「完全に当たらないと不満」という人間との性格の差が、満足度の差に表れているかも知れません。しかし、正確に当たる当たらないにかかわらず、傾向としての天気の移り変わりは多くの生徒に実感できているようです。

○「十分に満足」または「まあまあ満足」の回答の例

- ・レポートや授業の中で何回もやっているうちに自然と分かるようになって自分でもびっくりです。
- ・前は新聞の天気図を見て何がなんだか全くわからなかったのに、今は何となくわかるようになって、「明日はこの天気図だからどういう一日になる」というのがだいたい予測できるようになりました。
- ・3週間くらい天気図を書き取っていたら、天気図を見て何となくわかってきた。予想するのも楽しい。

○「何とも」の回答の例

- ・天気図写しは頑張った。が、やる前よりはわかるようになったが、絶対○○だ！とまではいえない。悲しい…。
- ・天気図だけではまだ不安。

○「もう少し」または「不満足」の回答の例

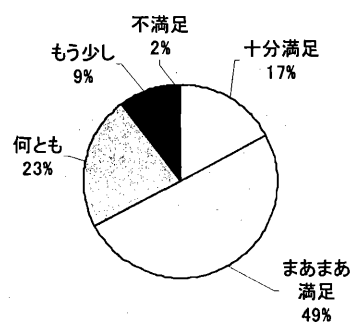
- ・だいたい（微妙）予測は出来るかな。でも、ん～って感じ。

◎「気象についてのひとつひとつの事柄や教科書の内容がよく理解できたか」の問いに対して

9. 教科書の事柄の理解

	十分満足	まあまあ	何とも	もう少し	不満足	計
1組	4	15	6	6	0	31
2組	7	20	2	0	1	30
3組	4	17	6	2	1	30
4組	4	18	7	3	0	32
5組	7	10	13	2	0	32
6組	6	13	8	3	1	31
全体	32	93	42	16	3	186

9. 教科書の事柄の理解



先に述べましたが、やはり教師側からの「ノートまとめ」をしてあげていないこと、また、細かな評価問題などをまめに実施して、理解を確認する時間を十分にとっていないこと、などが、生徒の「十分理解できた」という実感につながっていないようでした。テストの出来によって理

解度を実感する部分も大きいようです。「まあまあ」という曖昧な表現が半数を占めているのはまさに、このあたりの弱さを表しているものといえそうです。また、教科書の配列は理解に支障がないように変えたのですが、やはり戸惑いもあったようで、反省すべきところです。しかしこれは、ある意味一昔前の学習形態、または教科書に完全に沿うことに安心感を覚えるという気持ちにも起因すると言えないこともなく、新しい学習観にもとづく教育の中であって、生徒の感覚を少しずつ変えていくことにも、時間をかけなければならないという事だとも考えます。今後とも、生徒の学びの追求や実体験の重視と、理解の実感を共に大切にしていこうと思っています。

○「十分に満足」または「まあまあ満足」の回答の例

- ・ノートをとらない授業だったので、よくわからないところもあったけど、教科書をたくさん読んだり、先生の面白い説明があったので、分からないところがよくわかった。
- ・飽和水蒸気量のあたりが最初はわからなかったけど、教科書を読んだり、他のところで出てきたりしたのでわかるようになった。
- ・気象の分野は特に難しいことがなかったので、すごくよくわかった。

○「何とも」の回答の例

- ・授業はしっかり聞いて教科書の内容は理解しているが、本当に内容がわかっているかどうかは問題を解いてみないとわからないので心配。
- ・飽和水蒸気量の計算の問題が苦手だから。

○「もう少し」または「不満足」の回答の例

- ・家でもう一度読んだところはたぶん大丈夫ですがあとは…。
- ・気象は教科書の内容が意外と難しかった。

◎「君の中で『気象と海』はどのようなつながりを持つようになったか。」の問いに対して

海を見つめることで、気象が起こす現象の1つとしてその変化をとらえ、ひいては地球の営みの大きな流れを実感することを大切にしたい今回の単元でしたが、回答からは大きな流れの中にある気象と海との関わりを何となくとらえた雰囲気的なもの>とく具体的に、気象に関するさまざまな事柄が海に影響を及ぼしているという事実の認識によるかかわりをとらえたもの>とがあるように思われました。私はそのいずれも優劣はつけられないものと考えています。関わりを感じられれば、それで十分に学習の成果はあったと考えています。

- ・さまざまな気象の変化とともに、海の景色も気象に応じて変わって、「気象と海」は、「気象という鏡」と「海という鏡」を向かい合わせた「合わせ鏡」のようなものだという考えを持ちました。
- ・天気によって波が違ったり、その日その日で海の違いが違ったりだなぁと思った。自然はつながりがないようであるんだなと感じた。
- ・気象で海が動いたりするってすごいなと思った。当たり前だけど、自然って全部つながっているんだと思った。
- ・海に立っている波は、実は風が吹き付けて、発生する仕組みになっているのが始めてわかりました。それまで海自体に何か波を起こす仕組みがあると思っていたので、思わぬところで海と風がつながりました。

◎「『海』に対しての想いや感じは、この学習を通してどう変わったか。」の問いに対して

「海」に対して君が思うことや感じることを、つまり「自分と海」という個人的な関わりについて

での回答は、さまざまでした。だいたいまとめた順に上から整理しますと、

<地球や自然の一体感や海と気象の関わりの実感>

<海と気象の織りなすさまざまなシーンについての美しさの発見>

<海や気象を学んだことで、自分の中に新しい関心や関わり方が生まれたという認識>

<海のはたらきや価値についての再認識>

<何でもない海、嫌いだった海が興味や好きなものになっていったという価値の転換>

などなどということになるのでしょうか。いずれにせよ、このような、海との関わりの実感を、生徒一人ひとりが持ってくれたことは、大変うれしく思いました。もちろん「最初から海が好きだし、この学習をしたから変わったというほどのことは特にない」という生徒もいました。

- ・海は素晴らしいもので、海で起こっていることは陸で起こっていることとも関係がある。その事は地球が一体になっていることがわかった。
- ・海で起こっている現象は不思議だと思っていたが、気象を学んで、現象の起こる理由などがわかって、自然というのはすべて関わりがあるのかなあと感じた。
- ・とてもきれいだと思う。ある時は海から湯気が出ていたり、またあるときはキラキラと光っていたりしているので、とてもきれいだと思う。
- ・海はキレイだったけど、海だけじゃなくて、海の表面に太陽の光が当たって、キラキラしたり、「美しいもの」は、2つのものがあわさってつくられるもんなんだなど、実感しました。
- ・気象によって、いつもはきたない海もすごく美しくなると思う。気象が海を変える。海は気象によって姿が変わる。
- ・やっぱりゴミとかを片づけてキレイにしなければと思いました。せっかくきれいな湘南の海を台無しにしてると思った。
- ・この辺の海のイメージは「きたない」だったけど、太陽の光が反射しているとき（昼間でも夕方でも）や波の様子をよく見ていると、ハワイの海にも負けないくらいきれいだなあって思うようになりました。
- ・これまでは何も考えないで海を見ることが多かったが、最近は「この海の間から高気圧や低気圧が少しずつ近づいてきているのかな」とか、そういうことを考えるようになった。
- ・今、海に行くと、うねりが静かだなあ〜とか、すごく観察します。前はぼ〜っと見てただけで。すごい変わりました。
- ・前から海は好きだったけど、理科で学習して好き（遊ぶ場所として）だけじゃなくて、興味を持つようになった。
- ・海はただあるだけじゃなくてきちんと仕事をしていた。
- ・前までも海は大好きだったけど、今は色々知ることが出来て、もっと大好きになりました。
- ・今まではこんなに海に近いところにいるのに、何も思わなかった。でも今は、こんなに良いところにいるのに今までもったいなかったな〜。もっと活用しようと思えます。
- ・海に対して、「きれい」とかしか思ったことがなかったけれど、時にはとってもこわいものであり、単純に一言ですませられない奥の深いものばかりなんだなって思った。
- ・この学習をするまでは、海が嫌いで「何で海についてやるんだろう、気象と関わりなさそ

うなのに」と思ってたけど、結構調べたり授業をしていくうちに、その関わりが見えてきて、海のことを学ぶのも楽しくなってきました。

- ・海は、今まで過去にある出来事があったりすごくこわく見えていたけど、理科の授業をしていくうちに、海って素晴らしいと思った。

◎「湘洋中学校の近くの海や、海と関わる様々な現象や事柄について学ぶことは、君にとってどんな意味があるだろうか。」の問いに対して

生徒の心の中に、愛校心というのか、学習に対する愛着というのか、地域に対する愛着というのか、自分たちだけの学習が出来ることに対する喜びや誇りといった感覚が生まれた事が、なんと言っても意外でうれしい効果でした。

しかし、これはまだまだ「海の近くの学校」の学習であって、湘洋中の学習としてのアイデンティティーは確かなものになっていません。この先どういう味付けをしていけば、それが実現できるのか、まだまだ工夫の余地は多いと考えます。今回はやはり「人」との関わりが実際にもてなかつたことが悔やまれます。

また、近い割には海の素顔に向き合ったことがあまりない生徒も多かつたようで、そういう意味で、改めて地域を見直すという目を持つことにはなつたかなと思っています。地域的に海との関わりは、サーフィンをはじめとするレクリエーションの場として、また時に台風など深刻な被害を想定しなければならない場として、さまざまです。濃いうすい、良い悪いに関わらず、この地域と海との関わりは、やはり切っても切れないものであり、生徒それぞれに、この海を学習の中に取り入れることは、自分の住んでいる地域、この湘洋中学校がある地域を意識する大きな意味があると考えます。そして、ここが出発点になって、さらに学習を深め、広げていくこともまた可能になると考えています。

- ・今まで以上に「湘南に住んで学んでいるんだ！！」と自信を持って言えるようになったこと！自然や自分たちの住んでいる湘南を大切にできるようになったと思います。
- ・神奈川県湘洋中の誇りだと思う。海に近い学校ならではの学習法！！もちろん、このことだけでなく、海に興味を持つようになった。(私自身が)
- ・海をあらためて見て、すごくキレイだったので、海の近くに学校があるということは幸せだなあと考えた。
- ・教科書を見て重要なことを覚えるだけが勉強ではないと思う。自然と協和して感じることをそのまま書いたりするのが本当の学習だと思うようになった。
- ・僕にとっては、海の本物の顔や気象との関わりについて知ったことにより、海をもっと大切にしなければという気持ちが出てきた。ずっと前に海のゴミ拾いをしたことは、とってもいいことをしたなあとあらためて思った。
- ・「海」を考えるチャンス。もっと身近に海を感じて、「きれい」だったらさらに奥深い「きれい」を考える意味があると思う
- ・同じ地球にいるのだから、知っていた方がいいと思う。
- ・自分にとって身近な地球の一角と、地球にいることを実感させてくれた。
- ・天気の変化や海との関わりがすごくわかりました。地球はやっぱりとっても不思議だと思いました。調べたくなりました。
- ・私にとって、いいことです☆。時々海に行ってボディボードやったりするんで♪あと、犬と一緒に海まで散歩したりもするので。

- ・今までサーフィンするときは天気を気にしないで波しか見てなかったけど、天気によって波も変わってくるのがわかって、天気を気にしながら波も見れるようになったのでよかった。
- ・自分たちの身近にある海を、さらに身近に感じることができ、とても有意義な勉強だった。
- ・これからも海についてもっと知りたくなった。自然はスゴイ不思議なことばかりだから、スゴイおもしろい。学校でこのことを学んだのがスタートラインになったらいいと思う。

## ◎その他の課題

今まで述べてきたものとは違う視点から、この実践を通して見えてきた課題をあげてみると、次のようなものが考えられるように思います。

### ○自ら学習テーマを発見し創造していくこと

アースシステム教育の方法でも重視されているとおり、学習を行う中で新たな学習課題を発見、創造し、それに向かってさらに追究を進めていくという方向性を持たせたかったのですが、今回は、大部分の生徒がテーマを「生み出す」のではなく、「選ぶ」ことになってしまいました。理想的には日々の授業、気象の観測を行う中で、一人ひとりが持ち得る課題について考え、練っていく場面を持つ必要があったのですが、やってみると時間的にもなかなか難しく、生徒に任せてしまった感があります。

### ○学びを共有していくこと

個々の学習課題を設定するための根拠として、クラス単位、またはグループ単位での興味関心の共有ができればと願い、その機会も伺っていたのですが、この練り上げにも十分な時間が取れませんでした。「うちのクラスの学習」というものにまでテーマを絞っていきたいところでした。実現できれば、おそらくお互いに刺激が高まりあい、より突っ込んだテーマ学習が出来たはずではないかと思えます。やはり時間的にめいっぱいの中で実施したことが、そのあたりにまで行きつかなかった原因だと思えます。

### ○総合的に体系化・再構築していくこと

気象と海との関わり、気象の流れ、また水蒸気や気圧の関係など、それぞれの項目についてはそれぞれにつながりを持ち、関係をつくっていることがわかっていると思いますが、もうひとまわり大きな視点に立ち、それらひとつひとつを全体的な地球の営みのなかに関連して位置づけるところまで、実感させたいところでした。ふりかえりからは、一部にそのような実感を持った生徒からの言葉も見えていますが、まだまだ少数派といった感じです。「アースシステム」の言葉通り、生徒一人ひとりの心の中に、「地球の中の関わり」が作られて行って欲しいと願っています。

### ○他の単元・教科などさまざまな領域にひろげていくこと

生徒のふり返りに「ここがスタートライン」という言葉がありました。うまくいかなかったこと、途中で興味がわいてきたこと、もっと調べたいこと・・・、この学習の中には、そこから派生して深く追究していけば大変興味深く学習を展開していくことのできるだろうと思われるものとの出会いがたくさんありました。アースシステム教育の理念の中にも、いわゆる科学の4領域を自由に行き来することの大切さが説かれてありましたが、まさにそうしていきたいところでした。必要なものを総合的に学んでいく、この学びこそ、生徒にとって意味のある学習といえるのだと思っています。

## 10. おわりに

学習を進めていくうちに、いつしか生徒一人ひとりが、地球のなかでの大きなつながりや地球の営みについて、何らかの意識を持ちはじめたということが、アースシステム教育の考えを取り入れた成果なのではと思いました。、反省点、より工夫していくべき点など今後に向けた課題も多く出てきましたが、まずは生徒にとっても、私にとっても、大変興味を持って楽しく学習でき、地球を意識する大きな学習として意義があったと、実感しました。

単元を終わってみれば、ふつうに気象の単元の学習を行ってきた、そんな感じがします。もともこの単元は、大きな視点をもって気象をとらえる分野でもあり、どこから先がアースシステム教育をベースとしたことの効果なのか、はっきりとはわかりません。しかし、授業を組み立て、折に触れ話をしたり、ここが足りないここは十分という判断を元に学習内容を補充する根拠には、常にアースシステムの考え方が基本になっていたのは事実で、バックボーンとしての存在には大きなものがあつたのではないかとふり返ります。

この先、様々な単元でいかに実践していくか。それがこれからの課題であり、また、私が期待し楽しみにしているところでもあります。これをスタートラインとして、より充実した学習づくりをしていきたいと、思っています。



・神奈川県湘南中の誇りだと思う。海に近い学校ならではの学習法！！もちろん、このことだけでなく、海に興味を持つようになった。

・地球の大切な宝物が少しわかった気がした。

・自分にとって身近な地球の一角と、地球にいることを実感させてくれた。

・さまざまな気象の変化とともに、海の景色も気象に応じて変わって、「気象と海」は、「気象という鏡」と「海という鏡」

を向かい合わせた「合わせ鏡」のようなものだという考えを持ちました。

・海は夏、時には冬でもその地域の人々に親しまれている自然の一つです。その海が地球の気象とこんなに深く関わっているというのが、なんだか不思議だなあと思いました。

・この辺の海のイメージは「きたない」だったけど、太陽の光が反射しているときや波の様子をよく見ていると、ハワイの海にも負けない位きれいだなあって思うようになりました。

・やっぱりゴミとかを片づけてキレイにしなければと思いました。せっかくきれいな湘南の海を台無しにしていると思った。

・これからも海についてもっと知りたくなった。自然はスゴイ不思議なことばかりだから、スゴイおもしろい。学校でこのことを学んだのがスタートラインになったらいいと思う。

・「誰かのためにある」海でなく、「海があり命が生まれた」という事に、確信が持てるようになった。「ただ自身の存在のためにある」というのが、「自然」と結びついた。やっば、凄い！

・今まで以上に「湘南に住んで学んでいるんだ！！」と自信を持って言えるようになった！自然や自分たちの住んでいる湘南を大切にできるようになったと思います。



## 6. 中学校3年アースシステム教育カリキュラム

- (1) 「ESE を視野に入れた化学分野の単元融合カリキュラム」
- (2) 「科学技術と人間」
- (3) 「地球と宇宙」
- (4) 「地球と宇宙」
- (5) 「金星」
- (6) 「火星」
- (7) 「大地とその変化」
- (8) 「地球と人間」



## 中学校3年アースシステム教育カリキュラム

### ESEを視野に入れた化学分野の単元融合カリキュラム

齋藤 篤 (平塚市立金旭中学校)

#### 1 単元名 物質と化学反応の利用 科学技術と人間の生活

#### 2 目標

物質と化学反応に関する事象の観察、実験を通して、物質と化学反応の利用について原子の考えで理解させるとともに、これらの事象を日常生活と関連づけて科学的な見方や考え方を養う。エネルギー資源の利用と環境保全との関連や科学技術の利用と人間生活とのかかわりについて認識を深めるとともに、日常生活と関連づけて科学的に考える態度を養う。

ESE理解目標 1, 2, 3, 4, 5, 7

#### 3 指導学年、総指導時間数：中学3年生対象、総指導時間15時間

#### 4 カリキュラム (指導計画)：

	題材	授業の主たる内容	指導の工夫・留意点	理解目標
(1)	金属・水素・炭素の酸化	マグネシウム・水素の酸化 化学反応式	演示実験：マグネシウムの酸化・水素爆発をする。	3
(2)	有機物の酸化	水素・炭素の酸化から有機物の酸化を類推	演示実験：松の炭作り、水の確認をする。	1, 3
(3)	◎実験 酸化銅の還元	酸化銅を炭素粉末で還元	石灰水で二酸化炭素も確認させる。	3
(4)	酸化物から金属	実験のまとめ 酸化銅を水素で還元	演示実験：水素で酸化銅を還元する。 読み物：ものもけ姫とたたら製鉄を読ませる。	1, 3, 7
(5)	◎実験 カイロを作る	鉄粉・活性炭・食塩水でカイロ作り	おだやかな酸化でも熱が出ることに注目させる。	3, 7
(6)	化学変化で熱エネルギー	実験のまとめ 吸熱反応の実験	演示実験：塩化アンモニウムの溶解・再結晶をさせる。	1, 3
(7)	◎実験 化学変化で電気エネルギー	金属板・食塩水で電池を作り 電圧計の値を測定	演示実験：ステンレスとアルミの鍋と人間で電池を作って見せる。	3

(8)	◎実験 身近な材料で電池 (個人・グループで 探求)	自宅にあるスプーン・アルミ 箔・ジュースなどを利用して 電池作り 電子オルゴールなどを動作	補助資料を配付し予想が 立てられるようにする。 活性炭や電圧計も用意し 発展的な実験をさせる。	3, 7
(9)	くらしとエネルギー	火力発電・原子力発電・水力 発電とエネルギー源の移り変 わり	電気を生み出しているエ ネルギーに注目させる。	3, 5
(10)	エネルギー利用の問 題点	限りあるエネルギー資源・化 石燃料の利用と大気汚染・原 子力の利用と環境	◎実習 家庭の二酸化炭素排出量 を評価する。	2, 3, 4, 5
(11)	酸性雨	酸性雨の被害とメカニズム・ 身近な物質と原子	物質を構成する原子の種 類に着目させる。	2, 3, 4, 7
(12)	◎実験 酸性雨を作る	ゴミを燃やして雨を作り、pH を測定	ペットボトルの中のもの を燃やし、水蒸気を入れて 雨を作らせる。	2, 3, 4
(13)	ダイオキシン	ダイオキシンの分子・毒性	演示実験：バイルシュタ インテストを見せる。	1, 2, 3, 4
(14)	ゴミ問題	市の分別収集や資源再生ゴミ (インターネットを利用)	演示実験：ペットボトル から繊維を取り出す。	2, 3 4
(15)	環境にやさしいエネルギ ー	地熱・風力・太陽・水力エネルギ ーなど	演示実験：燃料電池を使った 実験をする。 ハイブリッドカーについて 説明する。	2, 3, 4

授業内容とESE目標の関連メモ：

- (1) ESE3：化学反応を化学反応式で考えさせる。
- (2) ESE1：松の炭の美しさに気付かせる。  
ESE3：有機物が炭素や水素の化合物であることに注目させる。
- (3) ESE3：比重で銅を選別したり、二酸化炭素を石灰水で調べさせる。
- (4) ESE2：たたら製鉄のは多量の森林が必要であり、自然破壊があったことに注目させる。  
ESE3：製鉄の技術が発達することで、武器や農具が変わったことに気づかせる。  
ESE7：物語に興味を持たせる。
- (5) ESE3：直接体験をさせる。  
ESE7：身近なものを使って、興味を持たせる。
- (6) ESE1：雪のような結晶の形や神秘的な動きに注目させる。  
ESE3：化学変化で熱が出入りすることに注目させる。
- (7) ESE3：電圧計で電池の性能を調べるさせる。
- (8) ESE3：直接体験をさせる。  
ESE7：身近な材料を使って興味を持たせる。

- (9) ESE3: 発電の仕組みを考えさせる。  
ESE5: エネルギー源の変化を歴史的に捉えさせる。
- (10) ESE2: 化石燃料の使用によって二酸化炭素や有害な物質が排出される。  
ESE3: 技術の使用は予期しない副作用をもたらす。  
ESE4: 水や大気汚染を考える。  
ESE5: 過去の公害などの歴史を考えさせる。
- (11) ESE2: 車や工場など排気ガスなどが酸性雨の原因である。  
ESE3: 酸性雨の仕組みを理解させる。  
ESE4: 原子の種類に着目して原因を考えさせる。  
ESE7: 酸性雨や大気汚染を調査している人に着目させる。
- (12) ESE2: ゴミを燃やすと酸性雨の原因になることがある。  
ESE3:   
ESE4: 原子の種類に着目して原因を考えさせる。
- (13) ESE1: 炎色反応の緑色に注目させる。  
ESE2: ゴミを燃やすとダイオキシンが発生する可能性があることを気づかせる。  
ESE3: 技術の進歩によっていろいろな物質が存在することに気づかせる。  
ESE4: 原子の種類に着目して原因を考えさせる。
- (14) ESE2: ゴミは地球環境に影響を与える。  
ESE3: 再利用の技術を考えさせる。  
ESE4: 資源として再利用できることに注目させる。
- (15) ESE2: 地球環境に優しいエネルギーを考えさせる。  
ESE3: 最先端の技術について調べさせる。  
ESE4: リサイクル可能なエネルギーに注目させる。

## 5 指導方法

アースシステム教育の指導方法に基づいて、このカリキュラムの指導法を以下のようにまとめた。

- 1 指導法は科学的研究の性質と一貫していること。
  - a. 自然に対する疑問で始める（できるだけ身近な問題や素材を使って学習させる）。
  - b. 生徒の活動を活発にする（実験による直接体験を増やす）。
  - c. 証拠の収集や利用を中心に置く（実験やインターネットの利用して調べさせる）。
  - d. 歴史的視点を配慮する（資料として提示する）。
  - e. 明確な表現をするよう心がけさせる（レポート製作させる）。
  - f. グループ研究を奨励する（グループごとに違う試料で実験させる）。
  - g. 知る事と発見する事を分離しないようにさせる（グループ内で討議させる）。
  - h. 専門用語の暗記は重視しない（生徒の言葉で語らせる）。
- 2 科学の指導法は科学的価値を反映させること。
  - a. 好奇心を歓迎する（発展的な実験や疑問を奨励する）。
  - b. 創造性を賞賛する（実験方法を工夫させる）。
  - c. 疑問を持つ精神を奨励する（質問を誉める）。
  - d. 独断を避けさせる（インターネットを使って分からないことを調べさせる）。

- e. 美的反応を促進する（結晶や炎色反応の美しさを鑑賞させる）。
- 3 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。
- a. 成功に基づいて築かせる（課題を解決させる事で自信をつけさせる）。
  - b. 道具の使用について十分なる経験をつむようにする（実験・観察を増やす）。

## 6 教材・教具(実物実体験(実験・観察)・ITの利用など)

アースシステム教育では、教科書だけでなく、多様な教材・教具を利用した指導を推奨している。このカリキュラムのために特別に用意された教材教具について説明する。

- (1) 空き缶で炭作りの実験を行う。（カリキュラム2）  
空き缶の中に松ぼっくりを入れてアルミ箔でふたをして加熱する。
- (2) 試験管の中で銅線を使って酸化銅を水素で還元する実験を行う。（4）  
試験管に塩酸とマグネシウム入れて水素を発生させ、そこに熱した銅線を入れる。
- (3) 読み物資料：「もののけ姫」の関連テーマを考えさせる。（4）  
●「たたら」の歴史について  
<http://www.asahi-net.or.jp/~hn7y-mur/mononoke/monolink04.htm#book3>
- (4) 塩化アンモニウムの溶解熱・再結晶の実験の実験を行った。（6）
- (5) 人間電池：片手にアルミの鍋、もう一方の手にステンレスの鍋を持つと電池ができる。（7）
- (6) 化学電池の補助資料を作成し探求実験で使用した。（8）
- (7) 京都市環境家計簿 二酸化炭素排出量評価：  
<http://student.eprc.kyoto-u.ac.jp/~suzuki/cgi-bin/kkco2.htm>  
インターネット上で電気・ガス・水道などの使用量をもとに二酸化炭素の排出量を表示する。（10）
- (8) ペットボトルを使った酸性雨実験装置：底を切ったペットボトルの中で身近な物質を燃やし、蒸気を送って生じた水滴のpHを測定する。（12）
- (9) バイルシュタインテスト：塩素の化合物かどうかを調べる実験である。熱した銅線をプラスチックなどに付けてから再び炎に入れて銅の炎色反応が出れば、塩素の化合物であることが分かる。（13）
- (10) ペットボトルから繊維を取り出す実験：ペットボトルの小片を穴をあけた空き缶に入れ、回転させながら熱すると、綿のような繊維ができる。（14）
- (11) 市の分別収集や資源再生ゴミをインターネットで調べる。インターネットで調べることで、疑問に思ったこともその場で調べられる。（14）
- (12) 燃料電池UC-083（中村理科工業）：薄膜を使った技術で、電解質溶液を使わずに水素と酸素から簡単に電流を取り出すことができる。（15）

## 7 評価

主たる評価のポイントとアースシステム教育目標との関連（具体的な作品と評価については参考資料参照）

- (1) 身近な物質で電池を作り、電子オルゴールなどを動作できたか。（ESE3,7）
- (2) 実験を通して酸性雨の原因物質を調べることができたか。（ESE2,3,4）
- (3) 観察や実験に意欲的に取り組めたか。

- (4) インターネットなどで調べた内容をまとめられたか。(ESE2,3,4)

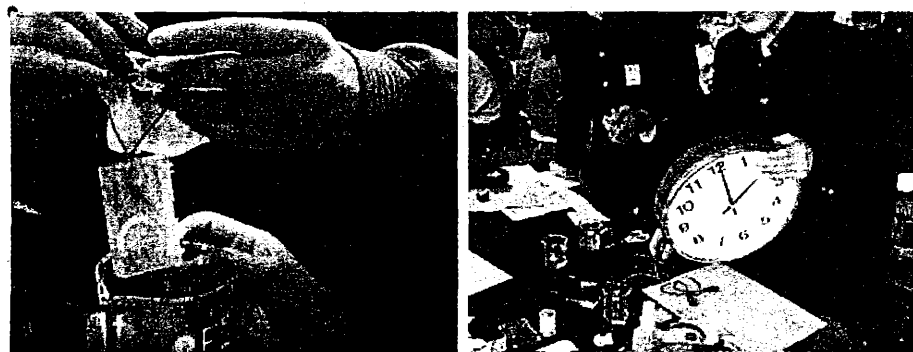
## 8 単元実施後の教師のふりかえり

- (1) 今年度の3年の化学分野の授業は、内容的には、ほぼこの指導計画に従って行ったが、学習する順番が入れ替わったり、指導方法の一貫性についても十分に検証できたとは言えない。
- (2) 身近な材料を用いて化学電池や酸性雨で実験を行った。化学電池では、まずスプーンで簡単な電池を作ることで、新たな発見があり、そこから身の回りの物質で試してみようという学習意欲に結びついてきたと思われる。酸性雨やダイオキシソでは、身近なプラスチックなどがその原因であることを実験で確かめ、「ゴミの減量や分別・リサイクル」などの重要性に気付き、新たな問題意識を持った生徒が多かった。身近な材料を使った体験をすることで新たな「驚き」があり、単なる知識だけでなく、自然のしくみに対する概念が少しずつ変容してくると思われる。(ESE2,3,7)
- (3) 化学電池の授業では、表面積と電流、金属の組み合わせと電圧などの関係を資料として提示したことで、既習の学習で足りない部分を補足し、論理的に予想を組み立てながら実験できたことは、新たな「課題」へのステップになるであろう。酸性雨やダイオキシソの実践では、前時に身近な物質がどんな原子でできているか資料として示したことで、既習の化学変化の基礎的な知識をもとに予想を立てながら実験に取り組むことができた。このように学習した基本的な内容を活用して、身近な物質に目を向けさせ、予想を立てて実験をするためには、適切な補足資料を用意することは有効な手段であると思われる。(ESE3)
- (4) ESEの理解目標を化学分野に当てはめるには、はっきり区別できない部分もある。しかし、地球は物質であるし、地球をシステムとして考える上で、化学的な考えは不可欠である。生徒の感想に、「酸性雨は、意外と身近なものから発生することがわかった。自分たちが、ちゃんとゴミのリサイクルや分別をしっかりとやらなければいけないと思う。」「酸性雨の原因が、ゴミなどを燃やして出る煙だったことや、その正体がN、C、S、Clだったことがわかった。」等の意見があった。また、「酸性雨を発生させないためには、どうすればよいか。」との問いに対しては、「ものを燃やすときにはよく考えて。」「電気製品のつけっぱなしをしない。」「ゴムやプラスチックでできているものを必要以上に使わない。」等の意見が出され、酸性雨についての関心が高まり、酸性雨を発生させる体験を通して、その原因物質やメカニズムを探究しようとする態度が育ってきているようである。このように化学を学習するときに、身近な物質や地球に目を向けさせるところにESEの意義があると思われる。

【参考資料】

1 授業の様子 (写真など)

(1) 化学電池の探求実験の様子 (カリキュラム7・8)



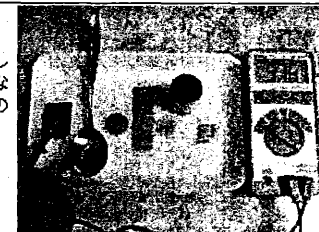
試行錯誤をして電池を作る生徒 (ESE3,7)



人間電池でしくみを説明

■何でも電池① (いろいろな金属と電池)

金属の組み合わせを調べるために、食塩水をしみ込ませたティッシュペーパーの上にいるるるな金属を並べ、デジタルテスターの電極を2種類の金属に当てて電圧を調べました。



金属の組み合わせと電圧		電解質水溶液 = 飽和食塩水 (単位はV)						
一極	十極	備長炭	スプーン	10円	鉄板	1円	亜鉛	マグネシウム
備長炭								
スプーン (アルミ?)	0.37							
10円玉 (銅)	0.48	0.10						
鉄板	0.61	0.29	0.17					
1円玉 (アルミ)	0.98	0.63	0.51	0.32				
電池の缶 (亜鉛)	1.22	0.86	0.76	0.56	0.26			
マグネシウム	1.86	1.48	1.39	1.18	0.88	0.62		

生徒に示した電池の資料の一部

1班	スプーン・アルミ・お酢&はさみ・アルミ・お酢を直列で電子オルゴール アルミ・ステンレス・人間 3人直列についでデジタルテスター (0.8mA)
2班	亜鉛・炭素棒・お酢 1組で目覚まし時計
3班	亜鉛・10円・しょう油 1組で電子オルゴール
4班	アルミ・10円・お酢+レモン水 1組で電子オルゴール
5班	炭素棒・アルミとお酢 (またはレモン水・ミカン汁・アスコルビン酸) で電子オルゴール・モーター
6班	スプーン・アルミ・ワイン 1組で電子オルゴール
7班	備長炭・アルミ・お酢&スプーン・活性炭・アルミ・お酢を直列でモーター・液晶ゲーム
8班	10円・アルミ・発泡酒で電子オルゴール
9班	活性炭・アルミ・お酢&弾丸・アルミ・お酢を直列で大形の時計

生徒が作った化学電池

【生徒の感想：化学電池】

- どんなにやってもモーターがまわらなかったのでもやしい。
- 持ってきたものでは、電流が流れず、結局、お酢でオルゴールだけを鳴らせた。
- いろいろな水溶液や物で電池を作ることができた！！
- モーターが回ったとき、本当に電池ができてすごいと思った。
- けっこう電子オルゴールぐらいなら鳴っていたけど、モーターとなるとなかなか動かなかった。やっぱり10円だと面積が小さいから電流が小さいと思った。
- オルゴールしか鳴らなかったのが悔しかった。
- ちょっと (お酢) 臭かったけど、自分の持ってきたもので電池を作ることができて、モーターを回すことができたので面白かった。




(2) 酸性雨の授業 (カリキュラム11・12)

**硝酸(しょうさん)**

硝酸は、強い酸性を示します。  
硝酸には、窒素(N)原子があります。

pH 1★……7………11

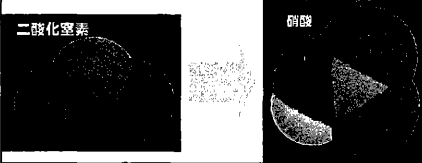
酸性 ←中性→アルカリ性



**硝酸は？**

車の排気ガスから硝酸がで、「酸性雨」ができます。

二酸化窒素



生徒に示した資料の一部



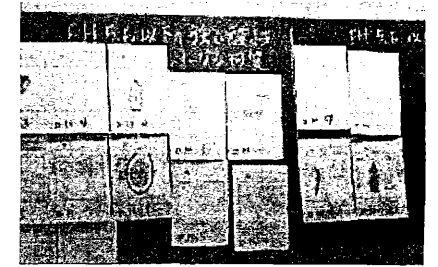
授業の様子

調べたもの	実験数	平均pH	最小	最大
サランラップ	3	1.0	1	1
バンドエイド	4	1.0	1	1
ビニールテープ	4	1.0	1	1
消しゴム	11	1.6	1	4
セロハンテープ	1	2.0		
硫黄	6	2.2	1	3
段ボール(カラー)	2	4.0	4	4
糸	1	4.0		
ゴム磁石	1	4.0		
輪ゴム	9	4.1	2	6
スポンジ	6	4.3	3	6
タイヤのゴム	2	4.5	3	6
クラフトテープ(紙)	3	4.7	4	6
重油	3	4.7	4	5
原油	4	5.0	4	6
ゴム風船	3	5.0	4	6
スズランテープ	1	5.0		
ストロー	1	5.0		
ストロー	8	5.3	4	7
発泡スチロール	3	5.3	5	6
木工ボンド	4	5.5	4	7
排気ガス	2	5.5	5	6
ゴム風船	2	5.5	5	6
ビニール	3	5.7	5	6
ペットボトル	5	5.8	5	7
紙ヤスリ	3	6.0	5	7
ちり紙	2	6.0	6	6

生徒の測定結果

【生徒の感想：酸性雨】

- ・いつも降っている雨が酸性雨だとは思わなかった。しかも、お酢と同じくらい強い酸性雨が降っているなんて驚いた。
- ・ゴミを燃やしたり、ゴミを分別しなきゃいけないんだなーと思った。
- ・ゴム製品やプラスチックなど、身近になる物を燃やすことにより酸性雨になってしまうことが分かった。
- ・ゴム類を燃やすと有害な気体が出てくるなんて、初めて知った。
- ・これは、強い酸性ではないだろうと思っていたものが、強い酸性でビックリした。
- ・こんなに身近に使っていた、消しゴム・輪ゴムなどのゴム製品が、こんなに有害だったとは思わなかった。pH1までいったのは驚いた。
- ・たくさんの雨が降っているときより、少ない雨の方が酸性雨が多いということを初めて知った。
- ・ものを燃やすと、ゴムとかは、結構「有害」だっていうことが分かった。
- ・よく使っている消しゴムが、酸性雨の原因だと知った。
- ・意外な物質が、酸性雨になってしまうことが分かった。少し降っている雨の方が酸性雨の確率が高いことが分かった。



## 2 ワークシート

### 酸性雨のワークシート (カリキュラム11・12)

今、危険がない!

#### 身近な物質と環境

##### ■ 酸性雨とは?

・木が枯れる。  
・金属やコンクリートが溶ける。  
・湖の魚が死ぬ。

これは強い( )の雨が降ったから

##### ○ 酸性の強さとpH

- 酸性の強さをあらわすのに、( ) (ピーエイチ) というものさしを使います。
- 中性が (pH ) でこれより、数字が小さいと ( ) です。
- (pH ) より強い酸性の雨を「酸性雨」と言います。

##### ○ 平塚の雨は?

- 平塚で最近降った10回の雨で、「酸性雨」は何回? 予想( )回

平塚では、過去10回の雨のうち、酸性雨は( )回ありました。酸性雨とは、いったい何なのでしょう? 詳しく調べていきましょう。

##### ■ 酸性雨のしくみ

酸性雨の中には、( )、( )、( )と  
言う強い酸が含まれています。



- 塩酸: HCl 水素と( )の化合物  
→ 塩素原子を含む( )を燃やしたりすることによって発生



- 硫酸: H2SO4 水素・酸素と( )の化合物  
→ 硫黄を含む( )や石炭が燃えると発生



- 硝酸: HNO3 水素・酸素と( )の化合物  
→ 車の( )から発生

##### ■ 酸性の雨を作ろう

酸性の雨は、いろいろなものを燃やしたときに出てくる気体が、水に溶けて雨になって降ってくるものである。いろいろなものを燃やし、酸性の雨を降らせてみよう。

##### 【実験】酸性雨を作る

##### 1 目的

いろいろなものを燃やし、水漬に溶かして酸性の強さ(pH)を調べ、酸性雨の原因となる物質を探る。

##### 2 準備

- 酸性雨測定装置・針金・エタノール・pH試験紙
- やかん・コンロ・燃やすもの

##### 3 方法

- まず、やかんに水を5分の1くらい入れてお湯を沸かす。沸騰したら火を弱めろ。
- 試験管に水を8分目くらい入れ、ペットボトルに差し込む。
- 燃やすものを針金の先に付ける。有毒ガスが発生することもあるので少量にする。
- 針金の先にエタノールを付けて、火を付けやすくする。
- ペットボトルの底を少し持ち上げて、中で試料を燃焼させる。
- 板を少しずらし、やかんの口に近づけて蒸気を3~5秒間中に入れる。
- 試験管を取り出し、pH試験紙に付ける。
- 試験紙の色をカードと比較し、一番近い数字を記録する。これがpHの値で酸性の強さが分かる。



##### 4 結果

##### <自分の班の測定結果>

燃やしたもの	pH	燃やしたもの	pH

##### ■ いろいろなものと原子

燃やしたり水に溶かしたりして、強い酸ができるには、塩素や硫黄、窒素などの原子が必要です。

品物の名前	炭素	水素	酸素	塩素	硫黄	窒素	備考
消しゴム							
ビニールの袋							
ストロー							
発泡スチロール							
輪ゴム							
ビニールテープ							
車の排気ガス							
紙							
砂糖							
原油							
硫黄							
エタノール							

##### 【考えてみよう】

どんなものを燃やすと、塩酸・硫酸・硝酸のような強い酸ができるのでしょうか。上の表の備考に酸性雨の原因と思われるものに印を付けよう。

##### 【今日の授業の課題や疑問】

##### <みんなの班の測定結果>

pH 5.6以下の強い酸性になったもの	pH 5.6以上になったもの

##### 5 考察

結果から、( )を燃やすと、強い酸性の雨が降ることが分かった。  
理由は、( )

( )であると考えられる。

##### ■ どうしたら酸性雨がでないようになるか?

##### 酸性雨の原因になるものは?

- 1 消しゴムなどのゴミを燃やす
- 2 落ち葉でたき火をする
- 3 車に乗って買い物に行く
- 4 エアコンをつける
- 5 ランニングをして汗をかく

○酸性雨をなくすために、あなたにできることは何ですか?

##### 【今日の授業の課題や疑問】

### 3 テスト問題 (抜粋)

#### 2 酸性雨について次の間に答えなさい

- (1) 酸性雨の被害として正しい文を2つ選び記号で答えなさい。  
ア、森の木々が枯れる  
イ、奇形児が生まれる  
ウ、金属やコンクリートが溶ける  
エ、頭がはげる
- (2) 酸性雨はpHで何以下の強い酸性のことですか。pHの値を答えなさい。
- (3) 酸性雨の原因になる原子は何ですか。原子記号で3つ答えなさい。
- (4) (3)の原子を含むとどんな酸ができる可能性がありますか。酸の名前を2つ書きなさい。
- (5) 酸性雨の原因になる物質を次のア～エから2つ選び、記号で答えなさい。  
ア、消しゴム イ、発泡スチロール ウ、砂糖 エ、車の排気ガス



#### 3 右の図はダイオキシンの一種の分子模型である。

- (1) 右の図の分子に含まれる原子の種類を原子記号で4種類答えなさい。
- (2) ダイオキシンについて次のア～エから正しい文を2つ選び、記号で答えなさい。  
ア、ダイオキシンは毎日少しずつ体内に入ってくる。  
イ、ダイオキシンは大気中には存在しないので安心である。  
ウ、ダイオキシンは発ガン性や胎児の死亡や先天的な異常に影響がある。  
エ、ダイオキシンが体内にはいっても、しばらくすると体内で分解される。
- (3) 焼却場で塩素を含むプラスチックなどを燃やすとダイオキシンが発生する可能性があることが分かってきました。次のア～エで塩素を含む物質を2つ選び、記号で答えなさい。  
ア、サランラップ イ、ペットボトル  
ウ、ポリエチレンの袋 エ、消しゴム
- (4) プラスチックに塩素が含まれているかどうかを調べる方法に、熱した銅線をプラスチックに付け、再び炎の中に入れて炎の色をしらべるバイルシュタインテストがある。このとき、塩素が含まれているときの炎の色は次のア～エのどれですか。記号を1つ選びなさい。  
ア、赤色 イ、青緑色 ウ、薄い青色 エ、オレンジ色

#### 4 平塚市では、ダイオキシンや酸性雨などを減らすために分別収集が行われています。

- (1) ペットボトルについて次のア～エから正しい文を2つ選び、記号で答えなさい。  
ア、ペットボトルから繊維を取り出し、カーペットや衣服の材料に再利用する。  
イ、ペットボトルは酸性雨の発生原因の一つである。  
ウ、ペットボトルは塩素を含まないがダイオキシンの発生原因の一つである。  
エ、ペットボトルは人体に有害なプラスチックである。

## 4 ホームページの利用

高蔵の部屋3(理科) - Microsoft Internet Explorer

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

アドレス http://asaitou-web.hp.infoseek.co.jp/

移動 Norton AntiVirus

物理分野	結晶作り	神奈川理科サークル
<ul style="list-style-type: none"> <li>★体感・大気圧の実験</li> <li>音の実験・キョーボセンサー</li> <li>ヘロンの自動ドア</li> <li>★人が入るシャボン玉お勧め</li> <li>自作ホークラフト</li> <li>熱気球と挑戦</li> <li>ミニ熱気球</li> <li>★ソノラー(ソノラー(ゴミ袋熱気球))</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★簡単な結晶作りお勧め</li> <li>第一章</li> <li>第二章</li> <li>第三章</li> <li>第四章</li> <li>おわりに</li> <li>シヨウバン結晶作り生徒用</li> <li>★シヨウバンの結晶作り98</li> <li>★きれいな結晶作りin经典お勧め</li> <li>★尿素で雪の結晶</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>理科サークル 1998.1例会</li> <li>理科サークル 1998.2例会</li> <li>理科サークル 1998.3例会</li> <li>理科サークル 1998.4例会</li> <li>理科サークル 1998.5例会</li> <li>理科サークル 1998.6例会</li> <li>理科サークル 1998.7例会</li> <li>理科サークル 1999.2例会</li> <li>理科サークル 1999.3例会</li> <li>理科サークル 1999.10例会</li> <li>理科サークル 1999.11例会1</li> <li>理科サークル 1999.11例会2</li> <li>理科サークル 1999.11例会3</li> <li>神奈川の理科教育を考える会99</li> <li>理科サークル 2000.1例会</li> <li>理科サークル 2000.2例会</li> <li>理科サークル 2000.3例会</li> <li>理科サークル 2000.4例会</li> <li>理科サークル 2000.5例会</li> <li>理科サークル 2000.9例会</li> <li>理科サークル 2000.10例会</li> <li>理科サークル 2000.11例会</li> <li>1億倍の分子模型作り</li> <li>理科サークル 2001.5巡検NEW</li> <li>理科サークル 2001.6例会NEW</li> </ul>
<p><b>化学</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>★簡単な結晶作りお勧め</li> <li>第一章</li> <li>第二章</li> <li>第三章</li> <li>第四章</li> <li>おわりに</li> <li>シヨウバン結晶作り生徒用</li> <li>★シャボンファイヤーの点火&amp;七色のたしほ</li> <li>★おもしろカルメ焼きNEW/お勧め</li> <li>欲習習学習会98</li> <li>シヨウバンの結晶作り98</li> <li>★気体の演示実験集</li> <li>★気体の個別探求実験98</li> <li>★きれいな結晶作り</li> <li>★身近な物質で電池を作ろう</li> <li>液体窒素の実験</li> <li>★化学電池で探求実験</li> <li>尿素で雪の結晶</li> <li>★簡易ピュレットの制作</li> <li>★個別探求実験</li> <li>電子オルゴールの制作</li> <li>★ダイオキシンとは?</li> <li>★ペットボトルから繊維を作る</li> <li>★定型文を使った実験レポート指導</li> <li>★1億倍の分子模型作り</li> <li>★理科のQ&amp;A集NEW/お勧め</li> <li>★たまたみに挑戦 その2NEW</li> <li>パソコンで分子模型NEW</li> </ul>	<p><b>シャボン玉</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>★人が入るシャボン玉お勧め</li> <li>YACクリスマス会でシャボン玉</li> <li>文化祭・科学部</li> <li>★シャボン玉整生装置 1号NEW</li> <li>生涯学習館でシャボン玉pdfNEW/お勧め</li> <li>★シャボン玉の干渉膜の厚さと色NEW/お勧め</li> </ul> <p><b>化学電池</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>★身近な物質で電池を作ろうお勧め</li> <li>化学電池で探求実験</li> <li>★個別探求実験</li> </ul>	<p><b>自然のアルバム</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>花水川の野鳥</li> <li>海岸沿いの花</li> <li>4月の花と虫</li> <li>アゲハの幼虫</li> <li>★富士山の生き物たち</li> <li>神奈川と自然</li> <li>秋のたより</li> <li>里山の秋・湘南平・高麗山</li> <li>★ハマのたわし&amp;キヌのはやしにえ</li> <li>★水中の微小生物</li> <li>★水中の微小生物2</li> <li>★日溜まりの春(2月の花)</li> <li>早春の花畑</li> <li>桜の開花情報</li> <li>春の花(3月)</li> <li>春の花ピンゴ1</li> <li>春の花ピンゴ2</li> <li>春の花ピンゴ3</li> </ul>
<p><b>生物</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>花水川の野鳥</li> <li>海岸沿いの花</li> <li>4月の花と虫</li> <li>アゲハの幼虫</li> </ul>	<p><b>環境問題</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>水質調査学習会98</li> <li>★ダイオキシンとは?お勧め</li> <li>★ペットボトルから繊維を作る</li> </ul> <p><b>探求実験</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>★気体の個別探求実験98</li> <li>★身近な物質で電池を作ろう</li> <li>★化学電池で探求実験</li> <li>★個別探求実験</li> </ul>	

インターネット

ホームページを立ち上げ、工夫した教材や実践した内容を中心に少しずつまとめて情報を発信していった。初めの目的は、自分のメモであったが、生徒や一般の方も見るようになり資料としても利用されるようになってきた。授業では、生徒が課題を見つけたり、さらに探求したりするときの情報の一部として利用されるようになってきた。

参考

http://asaitou-web.hp.infoseek.co.jp/



中学校3年アースシステム教育カリキュラム

「科学技術と人間」

谷 圭司 (小田原市立橋中学校)

1. 単元名 『科学技術と人間』

2. 目標

エネルギー資源の利用と環境保全との関連や科学技術の利用と人間の生活とのかかわりについて認識を深めるとともに、日常生活と関連付けて科学的に考える態度を養う。

ESE 理解目標：1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

3. 指導学年、総指導時間数：中学3年生対象、総指導時間15時間

4. カリキュラム

時数	題材	授業の主な内容	指導の工夫・留意点	ESE理解目標
1	エネルギーは世界でどの位消費されているのだろうか？ エネルギーはどうやって作られているのだろうか？	○ エネルギー消費の現状とエネルギー資源の割合について	統計資料 資料集	2
		○ 火力・原子力・水力各発電方法の長所・短所を比較	石炭・原油など化石燃料の資料	5
2	原子力発電とはどんな方法なんだろうか？	○ 原子力発電の仕組みについて ○ 原子力発電の発電量について ○ 原子力発電所の事故について (スリーマイル島・チェルノブイリ) ○ 原子力発電所の安全対策について	参考図書 館野淳「原子爆弾から原子力発電まで原子力のことがわかる本」数研出版(2003)	3 3 2 3
3	放射能をはかってみよう！	○ 放射能について ○ 「はかるくん」を使った放射線の計測 ・ 教室内及び校内各所 ・ 岩石鉱物標本(花崗岩・閃緑岩・石英・黒雲母など) ・ 放射性鉱物(閃ウラン鉱・モナズ石・灰ウラン雲母など)	β線計測器「はかるくん」 放射性鉱物(県立生命の星・地球博物館より借用)	7 6 4

4 5	原子力エネルギーは必要なのか、専門家に聞いてみよう！	○講演「原子力エネルギーは必要か」 (1) エネルギー利用の現状 (2) 原子力とはどのようなエネルギー源なのか (3) 原子力の利点は？ (4) 原子力発電は安全なのか (5) 新エネルギーの研究開発（将来的展望） (6) エネルギー利用と地球環境問題	講師：小川 順子氏（日本原子力発電株式会社）	7       2
6	原子力は発電以外に、こんなことに使われている！	○ 原子爆弾と原爆症について ○ 放射線医療や年代測定について	長崎原爆資料館 資料 CT 写真	2  7
7 8 9	環境にやさしいエネルギーは何だろう？	○ 新エネルギーについて（調べ学習） ・ パソコンによるインターネット検索 ・ 図書による調べ学習と発表準備 ・ 発表会	インターネット 図書 グループ発表	4 3
10	エネルギーの消費量を減らす工夫	身の回りの電気製品の消費電力を調べ、どのように使うのが効果的で無駄がないか検討し、発表し合う。	ドライヤー、ポット、テレビ、照明器具など様々な電気器具	2
11	リサイクルは省エネか？	省資源の立場から、リサイクルについて考える。 ○ 省エネルギーとして有効な例…アルミ、鉄など ○ 省エネルギーにならないリサイクルの例…ペットボトル、紙類など	資料VTR  ボーキサイト 鉄鉱石	2
12 13 14	環境に配慮した科学技術	講師：伊東・大塚氏（小田原市環境保全課） ○ 小田原市の環境問題と対策について ○ 低公害車の種類と特徴について ○ 燃料電池車の実車による説明 ○ ハイブリッド車のしくみについて ○ ハイブリッド車の実車による説明	燃料電池車（ホンダ FCX） ハイブリッド車（ホンダ インサイト）	7 2 3 4
15	地球環境を守るには、どうしたらよいのだろうか？	○ 学習のまとめ ・ 環境に配慮した国際的な取り決めの例として、京都議定書の内容を紹介する ・ 学習事項を踏まえ、エネルギー問題と今後の生活のあり方について、各自の考えをレポートにまとめる ・ 時間的に余裕があれば、意見を発表し合う	「気候変動に関する国際連合枠組条約京都議定書（和文）」 レポート 意見発表	7

## 授業内容とE S E目標の関連メモ：

- (1) E S E 2：エネルギーの消費は、様々な形で環境への負荷をもたらしている。  
E S E 5：人類は化石燃料を利用することで、日常生活を便利なものになっている。
- (2) E S E 3：人類は原子力の発見によって、日常生活を便利なものになっている。  
E S E 2：原子力の事故によって、自然界では類を見ない生物界への大きな影響が起り得る。  
E S E 3：原子炉が安全に運転されるように、何重にも厳重な安全への配慮と管理体制が行われている。
- (3) E S E 7：放射性元素の発見は、キュリー夫人など多くの科学者の苦労や努力があった。  
E S E 6：宇宙からやってくる放射線は、地球の中を突き抜けて進む。その意味では、地球は宇宙空間の一部を占めている。  
E S E 4：身の周りにも放射能を出す物質があり、目に見えない原子の力が大きなエネルギーを生み出す。
- (4) E S E 7：原子力の持つ長所を理解し、活用していこうと積極的に取り組む技術者がいる。
- (5) E S E 2：エネルギーの利用によって、地球環境に対して負荷がかかっている。
- (6) E S E 2：原子力は兵器として用いると、地球環境を破壊してしまうほど大きな破壊力を持つ恐ろしい武器となる。  
E S E 7：放射線は、医療や年代測定、非破壊検査など、様々な分野で活用されている。
- (7) E S E 4：太陽光・風・波・熱など、自然の持つエネルギーをうまく利用することで、環境負荷～の少ないクリーンなエネルギーを取り出すことができる。
- (9) E S E 3：科学技術の進歩によって、今まで不可能だったものからエネルギーを取り出したり、効率よくエネルギーを取り出すことが可能になった。
- (10) E S E 2：自然のもたらしたエネルギー資源を利用するとき、どのように使えば無駄なく有効に使うことができるのか、消費の削減を考える。
- (11) E S E 2：資源によっては、再使用やリサイクルをすると、エネルギーの消費を減らすことができるものがある。
- (12) E S E 7：市（地方自治体）では、環境の保全について考え、対策として様々な取り組みを試みている。  
E S E 2：自動車を取り巻く問題には、燃料である石油の枯渇と排気ガスによる大気汚染など、エネルギー問題と環境問題の二面性がある。
- (13) E S E 3：燃料電池の登場によって、石油を使わず、二酸化炭素を排出しない地球環境にやさしいクリーンな自動車できた。
- (14) E S E 4：ハイブリッド車では、減速時に失われる運動エネルギーを電気エネルギーに変えて蓄えることで、エネルギーの損失を減らし、燃料の消費を減らすことができた。
- (15) E S E 7：地球環境を守るために、世界中の人々が協力し合い、努力しようとする試みが行われている。  
E S E 1：かけがえのない地球環境の素晴らしさと大切さを実感する。

## 5. 指導方法

アースシステム教育の指導方法に基づいて、このカリキュラムの指導法を以下のようにまとめた。

### 1 指導法は科学的研究の性質と一貫していること。

- a. 自然に対する疑問で始める（自ら抱いている疑問から自分のテーマを発見する）。

- b. 生徒の活動を活発にする（探究活動とレポートの製作に熱中する）。
  - c. 証拠の収集や利用を中心に置く（科学的な考察の基となる証拠集めを行う）。
  - d. 歴史的視点を配慮する（科学の発達と環境問題との関係を学習する）。
  - e. 明確な表現をするよう心がけさせる（議論とレポート製作する）。
  - f. グループ研究を奨励する（研究のまとめを協同研究で行う）。
  - g. 知る事と発見する事を分離しないようにさせる（自分で発見した内容を探究する）。
  - h. 専門用語の暗記は重視しない（生徒の言葉で語らせる）。
- 2 科学の指導法は科学的価値を反映させること。
- a. 好奇心を歓迎する（疑問から出発する）。
  - b. 創造性を賞賛する（実験の開発を行う）。
  - c. 疑問を持つ精神を奨励する（個人テーマやグループのテーマを持たせる）。
  - d. 独断を避けさせる（科学的に証明する研究を行わせる）。
  - e. 美を鑑賞する能力を促進する（地球環境の美しさを鑑賞させる）。
- 3 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。
- a. 成功に基づいて築かせる（課題を解決させる事で自信をつけさせる）。
  - b. 道具の使用について十分なる経験を積むようにする（実験・観察をたっぷり行う）。
  - c. 科学において少数派の役割を支持する（異なる考え方も平等に扱う）。
  - d. グループ学習を強調する（グループ研究を奨励する）。
- 4 科学教育は学校教育の枠を越えて行うべきである。
- a. 博物館など学校外施設・人材・教材を積極的に活用させる（博物館資料の活用）。
  - b. 子供の学習成果などを校外に示す。
- 5 教育には十分時間をかけるべきである。
- a. 科学的なプロセスを重視する。
  - b. 理科の授業以外にも学習できる時間を確保する（図書室・パソコン教室の開放）。
  - c. 観察・実験など科学的研究をできる時間を確保する（放課後の理科室開放）。
  - d. IT など複数の指導者による指導、他教科との関連を奨励する（統計資料・国際関係・気候などとの関連）。

## 6. 教材・教具

- (1) 火力発電の燃料として重要な石油や石炭などの化石燃料の実物資料。それらは何からできているのか、太古の生物の遺骸であり、有限ですぐには作り出せるものではないことを理解させる。また、原油から様々な石油製品が作られ、大変有用であることに気付かせたい。
- (3) 宇宙線など自然界にある放射線に気付かせるため、β線計測器「はかるくん」を放射線計測協会より借用し、各班で校舎の内外や鉱物標本などの放射線量を測定した。また、神奈川県立生命の星・地球博物館より放射性元素を含む鉱物の標本（閃ウラン鉱・灰ウラン雲母・モナズ石など）を借り、他に比べて著しく放射線量が高いことを確認した。これらの鉱物を精錬して放射能を高め、核燃料にすることが実感として理解できるようにする。
- (6) 原爆による被害の凄惨さについては社会科などでも学習して理解しているが、爆薬を使った爆弾と何が違うのか、被曝した場合生命（特に人体）にどんな被害があるのか、また、原子炉のしくみとどのように違うのか、正しい認識を持ってもらいたいため、ネガティブなイメージではあるが、敢えて導入した。正しい理解が平和教育とリンクさせたり、原子炉の安全性を考える上で重要であ



- る。また、放射線がレントゲンや CT スキャン、がんの放射線治療や植物の品種改良、機械や文化財などの非破壊検査、遺跡の出土品の年代測定など、様々な用途に使われていることを紹介する。
- (10) 様々な電気器具を前に、どの器具がどの位電気を使うのか、定格 W 数で比較する。また、それらを用いるとき、効率よく使用できる方法がないか、無駄を省くことはできないか、グループ毎に話し合い、結果を発表し合う。小さな心がけ1つで節電ができることに気付かせたい。
- (11) アルミは地上で3番目に多い元素とされているが、そのほとんどが造岩鉱物の中に取り込まれており、アルミとその鉱石であるボーキサイトとは著しく外見が異なり、生徒の反応も意外性を隠せない。鉄鉱石では、手に持たせると密度が高いため、予想以上に重たく、びっくりする。地球規模での鉄鉱石の成因として、27億年前のシアノバクテリア(ストロマトライト)の酸素放出により、海水から沈殿してできた縞状鉄鉱層の産状について触れることも可能である。
- (12) 小田原市が環境省の啓発推進事業によって燃料電池車の貸出を受けたため、「燃料電池車の学校キャラバン(出前講座)」を希望し、実車を学校に持ち込んで授業を行うことができた。小田原市環境保全課の職員から市の環境対策と、市の公用車として導入している低公害車の種類と特徴についての講話を聞いた。燃料電池車については、さらに実車でしくみや構造を説明し、実際に何人かの生徒に試乗してもらい、校庭を走らせた。実車を見ると、写真で見る印象より大きな車であったこと(3ナンバー枠)、音が静かであったこと、加速がよいこと、排気ガスが水しか出ないことなどが実際に確認でき、ガソリンエンジン車との違いをはっきりと感ずることができた。
- (14) ハイブリッド車は普及し始め、実車を見る機会も多くなった。メーカー側に講師を要請する方法もあるが、今回は教師が実際に使用している実車でユーザーの立場で説明を試みた。トヨタとホンダでは方式は異なるが、どちらもガソリンエンジンとモーター(発電機)との併用でガソリンの消費量を減らす点では共通している。実車を見ることで、普通車には無いモーターや蓄電池などの組み込まれている様子がわかる。また、インサイトの場合、車体をアルミで作ることで徹底して軽量化したり、形を流線型に近づけることで空気抵抗を減らすことも燃費の向上に大きく寄与しているという。その他、排気ガスから有害物質を少なくする工夫や、内装材に PET 樹脂の再生材を使ったり、全面に UV カットガラスやオゾンセーフエアコンを用いるなど、環境に対して可能な限りの対策を盛り込んでいる。
- (15) 世界中の人々が協力し合って地球環境を守るための取り組みを行っている。「気候変動に関する国際連合枠組条約京都議定書」では、温室効果をもたらす気体のリストアップと国毎にその目標排出量を決めている。発展途上国には余裕を持たせながら、工業先進国には一定の削減目標を課す。生徒たちはその議定書について、どのような意見を持つだろうか。エネルギー消費量の削減が地球環境の保全につながる例として紹介し、討議の題材とする。

## 7. 評価

- 人類は、文化的な生活を営むために、エネルギー資源を大量に消費していることに気付く (ESE 2)。
- エネルギー資源として重要な石油・石炭などの化石燃料は、過去の生物の遺骸で、有限であり再生が困難であることがわかる (ESE 5)。
- エネルギーの消費は、様々な形で環境への負荷をもたらしていることに気付く (ESE 2)。
- 原子力発電の仕組みについて理解できる (ESE 3)。
- 身のまわりに放射能が存在することに気付く (ESE 6)。
- 原子力を取り巻く様々な問題を理解し、自分の意見を持つことができる (ESE 2)。
- 原子力の様々な利用法を知り、その特性について理解する (ESE 7)。

- 環境負荷の少ない、再生可能エネルギーによる発電方法が色々と考えられていることを学び、そのうちの1つについて仕組みや長所・短所、実例などについて調べる (ESE 4)。
- わずかな注意や努力で電力の消費量を減らすことができることに気付き、実践しようと努力する (ESE 2)。
- リサイクルの現状について理解し、リサイクルが省エネに有効な資源があることを理解する (ESE 2)。
- 市の環境問題とその対策について講話を聴き、理解する (ESE 7)。
- 科学技術を活かし、様々な低公害車が考えられ、環境負荷を減らす試みが実践されていることに気付く (ESE 3)。
- 自動車の中にも、環境に対して様々な配慮や対策を考えた科学技術が使われていることに気付く (ESE 3)。
- 地球環境を守るには、個人や国を越えて、人類全体が未来を考えて協力し合うことが必要であることを理解する (ESE 7)。

## 8. 単元実施後の教師のふりかえり (自己評価)

- (1) 1分野の最終章である「科学技術と人間」は、今までの学習した知識を基に考えることが必要であるばかりでなく、2分野の最終章の「自然と人間」とも密接に関わっている。人類の文明社会を支えているエネルギーの問題について考えるとき、化石燃料等の資源枯渇の問題と、エネルギー消費によって生じる大気汚染や地球温暖化などの環境負荷への問題とが、表裏一体として存在することに気付かせることを念頭に置いた。
- (2) 中学校の学習の中では、物質を分子・原子のレベルまでで考えているので、原子力の仕組みを理解するにあたって、身のまわりの放射線を計測する観察から始めた。計測器に感知される目に見えない未知の力に、生徒たちは大変驚いていた。
- (3) 原子力発電は日本の発電量の1/3を担う二酸化炭素を放出しないクリーンなエネルギーであるが、安全性の点で発電所や関連施設の設置が社会問題となっている。生徒の学習前の原子力に対するイメージも「原爆」や「放射能汚染」など、ネガティブなものが過半数だった。そこで、「なぜ設置が社会問題となるのか」「発電所では安全のためにどのような配慮がされているのか」「原子力発電に頼る以外に方法はないのか」日本原子力発電株式会社より講師を招いて、実際に従事する専門家の話を聴き、様々な角度から考え、生徒ひとり一人が自分の意見を持てるようにした。
- (4) 電気器具を使う場合、電力の無駄遣いがないか電気器具を調べながら話し合った。その結果、テレビがいつも付けっぱなしになっているので見ないときは消す、ドライヤーは髪をタオルでよく拭いてからかけると短時間で済む、使わない部屋の明かりは消す等の意見の他、電球と蛍光灯とどちらが得か、待機電力は1日どの位になるのか、電気ポットは保温のままにしておくのとその都度沸かすのとどちらが電力が必要か等の疑問も出た。時間に余裕があれば、実際に実験を行えるとよかった。
- (5) 生徒たちは、リサイクルをすると何でも省エネルギーになると考えがちである。紙も再生紙の方が高いという事実を知らない生徒も多い。アルミや鉄などではリサイクルして再使用することで精錬して作るよりエネルギーがかからないことは理解できるが、PET ボトルや紙などは回収のための輸送コストや分解するためのエネルギー、再処理のためのエネルギーが必要で、むしろリサイクルをすると余計にエネルギーを消費してしまう場合もあることに留意させた。PET ボトル

の場合、ドイツなどガラス瓶同様に洗浄して再使用する国や、オーストラリアのある州のようにデポジット制を導入している地域、中国のように非常に薄く材料を節約して使う国など、国や会社によって様々な考え方があっても紹介した。

- (6) 環境に配慮した技術が盛り込まれた最も身近な例の1つとして、自動車を取り上げた。ハイブリッド車、電気自動車、メタンガス車、燃料電池車など、様々な技術によって、ガソリンを使わず大気を汚さない方向で研究が行われ、実用化されていることを、実車に接することで実感できるようにした。特に、燃料電池車では外見だけではわからない、音や加速、排気ガスなどの違いを理解することができた。
- (7) 観察や実験から真理を導き出す通常の理科とは異なり、資料を基に論理的に考える授業形態となった。京都議定書の全文は28条にわたり大変長い内容なので、インターネットより概要を読み込んで資料とし、コピーを生徒に配布した。このような条約が出てきた経緯や目的について説明を加えた。二酸化炭素以外にも、メタン・一酸化炭素・フロンなども温室効果があることを知り、身の回りの生活や産業を改めて見直そうとする意見が出た。このような取り決めが話し合われたことを知り、ほとんどの生徒はすばらしいことだと賛同の意を表したが、削減目標を達成するためには、国の産業形態を改善したり、国民一人一人の意識や努力が不可欠であるなど、大変な努力が必要であること、また、国によってとらえ方もまちまちで積極的に取り組もうとする国もあれば、削減目標を無視する国もあり、実現するには乗り越えなければならない大きな障壁が存在することを説明した。「こんなにいいことなのに…」と残念がる生徒の姿が印象的だった。単なる理想に終わらせることなく、将来的に一人一人がかげがえのない地球環境のすばらしさを理解し、人類の未来や地球環境の保全を意識できるように指導していくことが、理科教育の究極の目標ではないかと感じた。

## 9. その他

「科学技術と人間」の単元は、今まで学んだ科学の現象や知識を駆使し、地球の中の一部として人間の存在を意識した、まさにアースシステムの考え方そのものを学習しているといえるのではないだろうか。今回のカリキュラムを通して感じた点をまとめる。

- (1) エネルギー問題＝環境問題である。エネルギーの消費によって資源の枯渇だけが取り沙汰されがちだが、消費に伴う環境負荷を忘れてはならない。これからは環境に配慮した人間社会のあり方が問われるのではないだろうか。
- (2) 省エネは単に節約のためではない。石油や石炭などのエネルギー資源は有限である。それらはかつて太陽の恵みを受けた太古の生物の遺骸であり、分解されずに蓄えられた有機物である。それらはエネルギーの貯金にも喩えられるのではないだろうか。原子力についても使用済み核燃料の保管という付けを将来に残すこととなる。エネルギーを浪費することは、地球の財産を食いつぶすことになる。同時に、省エネは環境負荷も軽減でき、地球に優しいということも忘れてはならない。
- (3) リサイクルをするためにもエネルギーが必要である。極力ゴミを出さない努力が有効である。ものを大切に使い、捨てるときはできる限り再利用を図る。不法投棄で環境を汚すことのないよう、モラルの面での教育も重要である。
- (4) 科学技術を、エネルギーを節約し、地球環境を保全するために使うべきである。自動車の例に見るように、ガソリンを使わず二酸化炭素を排出しないなど、科学技術を駆使することで環境に配慮する工夫ができる。身のまわりにあるあらゆるものを、このような視点で見つめ直すべきで

ある。

- (5) エネルギー問題・環境問題は、自分たちにできる身近な取り組みも大切だが、地球規模で世界中の人々と協力して取り組むことも必要である。一人でできることは小さなことでも、人類全員が行えば大きな力となる。目先の利害だけにとらわれず、広く世界全体、地球の未来まで洞察できる広い視野に立った視点が必要である。
- (6) エネルギー問題・環境問題は、理科だけにとどまらない内容である。(5)の広い視野にたつて事象を考えるためには、社会科、技術・家庭科などと横断的に取り組むと、より高い学習効果が期待される。「総合的な学習の時間」などを有効に使って、この問題を取り上げるとよいのではないだろうか。

中学校3年アースシステム教育カリキュラム

「地球と宇宙」

益田孝彦（三浦市立三崎中学校）

1 単元：地球と宇宙

- 2 目標：天体の日周運動と自転の関連を知り、星座・四季・南中高度・昼夜の長さなどから、公転や地軸の傾きを学習する。さらに太陽系の星の学習を通し、惑星や恒星の特徴を学習する。尚、天体領域は正確なシミュレーションができるほど正しい理解が得られるので、領域全般を通して科学技術振興事業団が監修したデジタルコンテンツソフト「天体シミュレーター」（LOD）を授業で活用していく。

E S E理解目標：万有引力と遠心力の関係から基本的な公転運動を理解する。太陽系の構成を理解する。地球の自転と公転の組み合わせから来る現象を正しく把握する。満ち欠けを通し立体的時間的空間把握力を付ける。

1. 3. 4. 5. 6. 7

3 指導学年、総指導時間数：中学3年生対象、総指導時間 15 時間

4 カリキュラム（指導計画）

	題材	授業の内容	指導の工夫・留意点	理解目標
(1)	万有引力 遠心力	「万有引力って何？なぜ月は落ちてこないのか？」を知り、太陽系の公転軌道を学習する。	惑星の公転を紹介する。地球が太陽に落ちない理由を押さえる 公転軌道は楕円軌道が多いことに触れてもよい。	3 4 6 7
(2)	惑星のタイプ 公転の様子 自転の様子	地球型惑星・木星型惑星、公転スピードの特徴、各惑星の自転の様子等を学習する。	燃えていない星惑星自身や、太陽系全体の動きを、LODを導入しながら指導する。	3 4 6
(3)	恒星太陽 恒星の広がり 夜空の星	燃えている星・恒星太陽 恒星の広がり、銀河系、星雲 星空の見え方、天の川。天球スクリーンでの地球から見た星座の形の意味あいを知る。	核反応して燃える星太陽を紹介光年を導入する。銀河系や星雲の広がり を基にした星空の見え方の板書 学習の後、オリオン座の見え方を体験させる。	4 5 6
(4)	宇宙の広がり とその見え方	公転と星空の変化（太陽の影響）を学習する。 次回（5）の予告を受ける。	地球の公転は季節とともに太陽の影響で星座を変えることを押さえる。 LODを活用する。	3 4 6

(5)	日周運動 地球の自転	「なぜ昼と夜があるのだろうか？地球は何をしているのか？東・西を説明できるか？」等の天体の動きを体で再現する	答えを教師側からはいわない。班毎に説明ができるようになったら教師に対し説明させる。実技試験を実施する。	4 6
(6)	地球の自転と その表現	前回の再確認。地球の自転をモデルでノートに表現する。	自転を表すモデル図を導入する。丁寧な導入を心がける。	4 6
(7)	自転の表現Ⅱ 太陽・月の自転	北極星の方から見た表現、斜めの宇宙視点で見た様子、日の出・南中・日の入り・真夜中の位置の確認、太陽の自転・月の自転等を学習する。	公転による年周運動を地軸の傾きはまだ導入しないで、モデル表現に習熟させる。黒点観測で分かる事柄を紹介し、月は公転1周につき自転1回だと演示、確認させる。LODを活用する	3 4
(8)	地球儀の観察 地軸の傾き	地軸の傾きもたらすものは何か（候補：南中高度・夏至冬至春分秋分・白夜・昼夜の長さ）を班で考える。	選択肢を用意しておく。班毎に説明できるものを教師の前で説明させる（白夜ができればよい）。Hintを出してあげる。	4 6
(9)	夏至・冬至等の 習熟	南中高度・白夜・昼夜の長さ等をノートで確認する。	温度計入り黒箱の傾きと温度上昇を導入。LODを活用する。	3 4 6
(10)	内惑星金星の 満ち欠け	「明けの明星・宵の明星はどれか？その満ち欠けはどうなるか？」LODで実際の見え方を確認する。	約3ヶ月ずれた4枚の複合図で位置関係の変化をつかませる。候補から宵の明星を選ばせる。どんな形の金星が見えるか、満ち欠けはLODを活用する。	3 4 6
(11)	星空エトセトラ （日周運動）	北極星って何。東西南北の天体の動きを確認し、星座絵付きシミュレートを楽しむ。	星の動きの特徴、日周運動をLODを活用して押さえる。南半球の星・太陽の動きも紹介する	4 6
(12)	星空エトセトラⅡ	太陽の大きさ・温度、月の様子、日食・月食、南中高度の問題を学習し、まとめていく。	12月4日の皆既日食の話題から導入していく。南中高度に関する入試問題的扱いに補足解説を加える。（主として受験対策）	4 6
(13)	お話	ノーベル賞とニュートリノ、小柴・田中氏の学習。小柴氏の受賞内容について学習する	ESEの総合的まとめ 「子どもの科学」「ニュートン」の記事から解説する。	1 3 4 5 6 7
(14)	実習 アンケートも 実施	「金星を昼に肉眼で見つけよう！見えるとしたら・・・」予測してから観察する。	天体望遠鏡も導入（2台） 昼にも肉眼で見えることに気付かせる。	1 3 7
(15)	希望者実習	夜間天体観測 惑星・星雲を見てみる	職員会議での承認を基に、地元の天体望遠鏡愛好家の協力で実施予定している。	

## 授業内容とE S E目標の関連メモ：

- (1)ESE3・4・6：万有引力と遠心力の相互作用を理解し、公転という基本動作を把握する。また科学史の発達の中で太陽系惑星が見つかってきたことを知る。
- (2)ESE3・4・6：惑星を比較する。天体シミュレーターLODの導入を受ける。
- (3)ESE4・6：太陽系と同じシステムは銀河や他の星雲にもあり、宇宙はとてつもなく広がりがあるのだということを知る。
- ESE5・6：光年を学習する。今見ている星の光はいつのものかを知る。オリオン座モデルから、天球に張り付いて見える星達への距離はバラバラだという事実を確認する。
- (4)ESE4・6：天体の広がりや公転と星座の移り変わりから理解する。
- ESE3：LODを活用し理解を深める。
- (5・6)ESE4・6：自転を天体のシステムとして捉えられる。
- (7)ESE3・4：地球・太陽・月の自転を理解できる。LODを活用し理解を深める。
- (8)ESE4・6：地軸の傾きを見抜き各現象の基本要素だと捉えられるか。
- (9)ESE4・6：地軸の傾きを見抜き各現象の基本要素だと捉えられ、公転と自転を複合して天体のシステムとして捉えられる。
- ESE3：LODを活用し理解を深める。
- (10)ESE3・4・6：金星の満ち欠けの基本を習い、満ち欠けの実際を予想したあと、シミュレーションで確認していく。
- (11)ESE3・4・6：星の日周運動を板書で学習する。シミュレーションで確認していく。
- (12)ESE4・6：天体現象をいくつか補足的に学習していく。
- (13)ESE1・5：超新星爆発のきらめきを通し、天体の持つ美しさに気づけるか
- ESE3：技術の発達による天体のシステムの理解が促進されている事を知る。
- ESE4・6：ニュートリノ天文学の一端を知ることができる。
- ESE7：天体の研究に尽くした科学者がいて、その業績が評価されていることを知る。
- (14)ESE1：地球や天体の持つ美しさに気づくことができる。
- (15)ESE1：地球や天体の持つ美しさに気づくことができる。

## 5 指導方法

アースシステム教育の指導方法に基づいて、このカリキュラムの指導法を以下のようにまとめた。

- 1 指導法は科学的研究の性質と一貫していること。
  - a. 自然に対する疑問で始める（何故かという発問を投げかける）。
  - b. 生徒の活動を活発にする（実体験や実技試験を実施する）。
  - c. 証拠の収集や利用を中心に置く（オリオン座のモデルで星の距離が違うことを実感させたり、昼の金星が見えることに注目させる）。
  - d. 歴史的視点を配慮する（惑星発見等の天文史を学習させる）。
  - e. 明確な表現をするよう心がけさせる（東西の概念、満ち欠けの形を明確にさせる）。
  - f. グループ研究を奨励する（班別で課外解決学習させる）。
  - g. 知る事と発見する事を分離しないようにさせる（流星群の実体験を奨励する）。
  - h. 専門用語の暗記は重視しない（驚きや感動を重要視して指導する）。

- 2 科学の指導法は科学的価値を反映させること。
    - a. 好奇心を歓迎する（生徒の知りたいことになるべく寄り添って指導する）。
    - b. 創造性を賞賛する（星座名や南半球の天体運動を鑑賞させる）。
    - c. 疑問を持つ精神を奨励する（質問を歓迎する）。
    - d. 独断を避けさせる（シミュレーションでなるべく事実に近いことを見せる）。
    - e. 美的反応を促進する（天体の持つ美しさを鑑賞させる）。
  - 3 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。
    - a. 成功に基づいて築かせる（実技試験は何度でも受けさせて、合格させる）。
    - b. 道具の使用について十分なる経験をつむようにする（天体望遠鏡を導入する）。
    - c. グループ学習を強調する（班別活動を前半の基本活動に設定する）。
  - 4 科学教育は学校教育の枠を越えて行うべきである。  
（天体シミュレーター、地域の天文家の援助を利用する、ノーベル賞を紹介する。）
  - 5 教育には十分時間をかけるべきである。  
（興味のある生徒には放課後の利用・指導を可能とし、十分学習できる場所・教材を提供する。）
- 6 教材・教具(実物実体験(実験・観察)・ITの利用など)**
- (1) 科学技術振興事業団監修「IT 活用のためのデジタルコンテンツ・天体シミュレーター (LOD)」：(カリキュラム2, 4, 7, 9, 10, 11)  
デジタルコンテンツ「天体シミュレーター」について  
文部科学省では、学校教育に関わる情報化について「ミレニアム・プロジェクト」(平成11年12月19日付内閣総理大臣決定)の「教育の情報化」として、平成17年度までに全ての学級のあらゆる授業において、コンピュータ等を活用できる環境を整備することとし、各種事業を展開している。「ITの開発・活用による革新的な科学技術・理科教育の展開」は、教育現場に整備、構築される学校教育の情報基盤やデジタル教材の開発手法を活用しながら、最先端の研究開発成果に基づく教材を科学技術・理科教育の現場に提供することを目的として、平成12年度から科学技術振興事業団によって開始されたプロジェクトである。その一例として開発された LOD は、現在まだ「天体シミュレーター」までしか開発されていないが、「天体シミュレーター」1作品を取り上げただけでも、その価値は計り知れない。生徒も、たまたま参観された教師・保護者も一様にその教育的価値と面白さに感動したコンピュータソフトである。本作品は、平成14年6月20日日本科学未来館でお披露目された「特別賞」受賞作品である。現在の入手方法は、科学技術振興事業団科学技術理解増進室に問い合わせることになっているが、将来は教育関係機関であればWEBからダウンロードして入手できるようになる。
  - (2) オリオン座を意識した糸付き発泡スチロール球と暗幕による実体モデル：(3)
  - (3) 地球儀を改良した太陽・月：(2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12)
  - (4) 「子供の科学」「ニュートン」のノーベル関係の記事：(13)
  - (5) 「太陽・月・星の暦」天体カレンダー：通年
  - (6) 昼の金星・双子座流星群と言った現実の天体現象：14

## 7 評価

- (1) 班毎に取り組む課題学習で思考を自分のものとして獲得できたか。



- (2) 空間的・時間的に重ね合わせたモデル図を正しく理解して天体をモデル化できるか。
- (3) 地球や天体の持つ視覚的・運動的美しさに気付くことができるか。
- (4) 宇宙は太陽系のようなサブシステムの集合体だと理解できたか

### 8 単元実施後の教師のふりかえり（自己評価）

- (1) 単元実施中は特に天文カレンダーと「子どもの科学」を日々活用して、天体イベントがあることを紹介し、直接体験をできる機会を多く与えるように留意した。  
今回注目した天体イベントは、
  - ① 11月18日：しし座流星群の極大
  - ② 12月4日：皆既日食（南半球）ニュースに注目
  - ③ 12月7日：明けの明星最大高度、火星と並ぶ
  - ④ 12月14日：ふたご座流星群の極大 であつた。
 生徒から数多くの実体験報告が上がってきており、成果として捉えている。
- (2) 天体シミュレーター（LOD）の活用が難しい天体現象を見事に再現し、生徒の理解を従前にまして圧倒的に深めていたと判断している。前年度実施の単元理解度アンケートとの差が出ることを現時点で予感している。
- (3) 知識理解中心の単元になりがちな「天体領域」が体験的・体感的領域として学習できたことは非常に意味深い。
- (4) ESE理解目標を意識させる手段としてシール活動を途中より導入したが、目標を意識できる生徒が現れ、効果があつたと考えている。

(参考資料1)	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ
	成績よかつた	よく分かつた	興味深かつた	計算が好きだつた	暗記が楽だつた	実験観察面白い	その他・好印象	成績悪かつた	分からなかつた	つまらなかつた	計算がいやだつた	暗記がいやだつた	実験観察つまらない	やつて覚えてない
38 地球と太陽系	2	6	35	0	1	2	0	4	24	2	0	7	0	8
39 星空と公転・自転	2	12	26	0	1	0	0	2	28	4	0	6	0	10
40 夏至・冬至、南中高度と白夜	2	6	21	0	2	0	1	3	36	5	2	5	0	9
41 月の満ち欠け	2	14	19	0	0	5	0	1	31	4	1	6	0	7
42 内惑星や外惑星の見え方	3	12	16	0	0	1	0	1	40	4	1	4	0	9
43 恒星	4	11	25	0	2	0	0	2	26	5	1	1	0	14

- (5) カリキュラムの自主編成の効果：上の表（参考資料1）はESEを導入する以前の、従来の単元構成での生徒評価である。生徒の天文領域の回答結果は、「分からない」が最大の理由

で、すこぶる不評であることがこの時点で分かっていた。これを受けて、今年度はE S E指導案として、生徒の思考と興味を重視した形で、思い切った単元構成の変更を試みた。その結果を、全員が回答し回収できた3年1組の例を中心に集計したものを(参考資料2)、学年全体の結果を(参考資料3)に示す。授業前の生徒回答が授業後にどう変化したかが分かる形になっている。アンケートを分析すると、学習内容の定着や理解が基本となる項目4, 5, 6と言った項目で、回答値の上昇として効果が反映されているのが分かる。さらに、具体的感想等からも今回の指導計画案が、好感を持って受け入れられ、従前にまして十分に効果を上げたことが分かっている。

(参考資料1) 3年1組で見たアンケート項目とその結果

天体学習における ESE アンケート調査用紙(最初と最後にこのアンケートをしてもらいます)

3年1組 番氏名 30人

	良く知っている	全く知らない
	強くそう思う	全くそう思わない
	よく分かった	全く分からない
1. 地球や天体は美しいと思いますか	5・4・3・2・1	
<u>事前132点(4.4) 授業後137点(4.6)</u>		
2. 人間の活動が地球に影響を与えている	5・4・3・2・1	
<u>事前125点(4.2) 授業後131点(4.4)</u>		
3. 科学技術の発達が地球や天体の理解を深めている	5・4・3・2・1	
<u>事前99点(3.3) 授業後117点(3.9)</u>		
4. 万有引力と遠心力が天体の動きの基本である	5・4・3・2・1	
<u>事前68点(2.3) 授業後106点(3.5)</u>		
星は自転をしているものばかりだ	5・4・3・2・1	
<u>事前64点(2.1) 授業後93点(3.1)</u>		
自転・公転・地軸の傾きの3つで作る現象がある	5・4・3・2・1	
<u>事前59点(2.0) 授業後103点(3.4)</u>		
5. 星は誕生したり消滅してしまったりしている	5・4・3・2・1	
<u>事前74点(2.5) 授業後111点(3.7)</u>		
6. 星(天体)の広がりはとてつもなく大きい	5・4・3・2・1	
<u>事前124点(4.1) 授業後139点(4.6)</u>		
地球は沢山の星の中の小さな惑星として存在する	5・4・3・2・1	
<u>事前110点(3.7) 授業後125点(4.2)</u>		
7. 多くの人が天体に興味を持ちその研究している	5・4・3・2・1	
<u>事前104点(3.5) 授業後122点(4.1)</u>		
(あなたが天体で好きだったり・興味を持っていることが何かあったら書いてください)		
・星座、星を見ること ・望遠鏡で土星・木星を見ること ・ブラックホール		
・流れ星 ・月のこと ・宇宙の広がり etc.		
(授業最後のアンケートで答えてください。:星や天体の授業の印象を聞かせて下さい)		
・すごいと思う ・星は美しい We have to 大切に the earth!! ・楽しかった、星はきれいだ		

から興味を持てた ・宇宙がとても広いことがさらに分かった ・すごく楽しく学習できた ・すばらしいいいいい… ・楽しい宇宙はとても広いと思う。宇宙人に会いたい ・四季の変化が太陽との関係がすごくあったのが印象に残った ・むずかしい ・今までの授業より本格的だった ・金星を見てみたかった金星はみちかけをするっっ！今までの授業の中で一番面白かった!! ・星座をもっと知りたかったです。コンテンツを見るのが楽しかったです。絵が多いのがつらかったけど天体は面白かったです。 ・光の速さで何年かかるとか、宇宙が予想以上に広いものだってことを目の当たりにしてさらに頭がこんがらがった。 ・おもしろかったけど季節のところがよく分からなかった。その辺以外は分かった。 ・LOD への好印象多数。 他

(参考資料3) 学年全体で見たときのアンケート結果

	1	2	3	4-①	4-②	4-③	5	6-①	6-②	7
1組30人	132	125	99	68	64	59	74	124	110	104
2組27人	111	111	111	91	65	58	92	115	111	87
3組23人	87	99	77	43	56	47	67	78	78	80
平均	4.1	4.2	3.6	2.5	2.3	2.1	2.9	4.0	3.7	3.4
1組授業後	137	131	117	106	93	103	111	139	125	122
2組授業後	123	119	98	101	81	90	104	123	118	111
3組授業後	100	100	92	86	93	88	88	97	94	91
平均	4.5	4.8	3.8	3.6	3.3	3.5	3.8	4.5	4.2	4.1

※未回収アンケートのほとんどが、きちんと書いて提出したいという生徒の持ち帰りの結果分析日に間に合わなかったものである。



## 中学校3年アースシステム教育カリキュラム

### 「地球と宇宙」

谷 圭司 (小田原市立橋中学校)

#### 1. 単元名 地球と宇宙

#### 2. 目標

身近な天体の観察を通して、地球の運動について考察させるとともに、太陽の特徴及び太陽系についての認識を深める。

ESE理解目標：1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

#### 3. 指導学年、総指導時間数：中学3年生対象、総指導時間18時間

#### 4. カリキュラム

	題材	授業の主な内容	指導の工夫・留意点	ESE理解目標
1	宇宙についてのアンケート 『宇宙とは?』	宇宙についての疑問点を見出す 宇宙の大きさについて考える	レーザーディスク版 “POWERS OF TEN”により地球外の視点を意識付ける	1, 6
2	地球	大きさ・形 岩石圏, 水圏, 大気圏	球であることの証拠 どうやって大きさを測るのか	7 4, 2
3	月	大きさ・距離 地球との関係 (成因) 地球との比較	縮小したモデルで確認する 斜長岩と玄武岩の標本から月面のようすを推測する	5, 4 1
4	太陽	大きさ・距離 太陽表面の活動	日食・オーロラのスライドによって説明する	1, 4
5	太陽系 I	太陽系を構成する惑星や彗星について	『宇宙デジタル図鑑～太陽系編』を参考に各天体の特徴をまとめる	1, 6 3
6	太陽系 II	太陽系の大きさ  音楽で表現された惑星	モデルによって太陽系のスケールを把握する ホルスト組曲『惑星』の一部を紹介する	1
7	太陽の日周運動	透明半球による観測		
8	地球の自転	日の出・日の入り・真	同時的な現象として時差	6

		夜中・南中	についてふれる	
9	星の観察の説明	星座早見の制作	星の観察の説明と星座早見の作成	
10	星の日周運動	観測結果の発表	長時間露光写真や天体シミュレーションソフトを使って確認する	6
11	四季の星座の移り変わり	地球の公転と黄道十二星座について	モデル実験を通して太陽が黄道上を通過するように見えることを確かめる	6
12	季節の変化はなぜ起こるのか	地軸の傾きと南中高度の変化について	モデル実験や作図によって太陽の南中高度の変化を確認し、季節の変化と関連付ける	4
13	惑星の見え方	内惑星・外惑星の見え方の違い	モデル実験を通して他の惑星も太陽の周りを公転していることを確かめる	6
14	宇宙についての疑問に答えてⅠ 地球の誕生①	現在の地球はどのようにしてできたのか	VTR『地球大紀行』を視聴し科学者が地球の誕生をどのように考えているのか確認する	5, 7
15	宇宙についての疑問に答えてⅡ 地球の誕生②	隕石の観察 石質隕石・石鉄隕石・鉄質隕石・テクタイト	隕石の実物標本を観察し、地球の誕生の様子や地球の内部の様子について推測する	1, 6
16	宇宙についての疑問に答えてⅢ 宇宙の果てはあるか 恒星の一生 ブラックホールとは	ビッグバンと深宇宙 星の誕生と死(超新星爆発) ブラックホールと重力レンズ効果	ハッブル宇宙望遠鏡で捉えた天体写真を基に星の一生やブラックホールについて説明する	1, 6
17	宇宙についての疑問に答えてⅣ 宇宙人はいるのか	SETI計画	インターネットから地球外知的生命体を探す研究について紹介する	7
18	まとめ	確認問題		

授業内容とESE目標の関連メモ：

- (1) ESE1：宇宙から見た地球の美しさに気付かせる。  
ESE6：宇宙の広がりや宇宙の中の地球を意識させる。
- (2) ESE7：大航海時代、マゼランの航海によって地球が丸いことが立証されたことを説明する。  
ESE4：海洋や大気の間も地球の一部であることに気付かせる。  
ESE2：海洋や大気の間は固体地球に比べると量が少なく、汚染が心配であることに気付か

- せる。
- (3) ESE5 : 地球と月の岩石の類似性から、月の成因と初期の地球の姿が推測されることを説明する。  
 ESE4 : 潮汐など、月の引力が地球に大きな影響を与えていることに気付かせる。  
 ESE1 : 地球は大気や水があることで生命活動に満ちていることに気付かせる。
- (4) ESE1 : 皆既日食の神秘性やオーロラの美しさに気づかせるとともに、観測時の体験を伝える。  
 ESE4 : 太陽の黒点活動がオーロラの出現に関係することから、太陽の活動が地球に大きな影響を与えていることに気付かせる。
- (5) ESE1 : 鮮明な写真から、惑星とその衛星の特徴や美しさに気付かせる。  
 ESE6 : 他の惑星の特徴を調べ地球と比較することで、地球との相違点を考えさせる。  
 ESE3 : ボイジャーやマーズ・パスファインダーなどの探査衛星を紹介し、それを支えている科学技術について紹介する。
- (6) ESE6 : 太陽系の中での地球の大きさと位置について意識させる。  
 ESE1 : 惑星をテーマに、イギリスの作曲家ホルストによって作曲された音楽を紹介し、一部を鑑賞する。
- (10) ESE6 : 地球の自転によって、星々が動いているように見えることに気付かせる。
- (11) ESE6 : 地球の公転によって、太陽が黄道に沿って年周運動をして見えることに気付かせる。
- (12) ESE6 : 季節の変化は、太陽の南中高度の違いによるもので、地軸が公転面に対して傾いていることが原因であることに気付かせる。
- (13) ESE6 : 他の惑星も地球と同様に太陽の周りを公転していることに気付かせる。
- (14) ESE5 : 科学的な証拠に基づいて、地球の誕生の様子について考えさせる。  
 ESE7 : 隕石などを手がかりに、地球の誕生について研究している科学者がいることを紹介する。
- (15) ESE1 : 地球上で見られる岩石と隕石を見比べ、その違いや特徴に気付かせる。  
 ESE6 : 隕石の標本を観察し、惑星の原料となった微惑星や鉄質隕石の成因などについて考えさせる。
- (16) ESE1 : ハッブル宇宙望遠鏡による天体写真から、様々な銀河や恒星の美しさに気付かせる。  
 ESE6 : ハッブル宇宙望遠鏡による天体写真が星の一生の様々な段階を示していることを説明する。
- (17) ESE7 : 地球外に知的生命体を探す研究を通して、生命の誕生の可能性についてつきとめようとしている科学者がいることを紹介する。

## 5. 指導方法

アースシステム教育の指導方法に基づいて、このカリキュラムの指導法を以下のようにまとめた。

- 1 指導法は科学的研究の性質と一貫していること。
  - a. 自然に対する疑問で始める（自ら抱いている疑問から自分のテーマを発見する）。
  - b. 生徒の活動を活発にする（探究活動とレポートの製作に熱中する）。
  - c. 証拠の収集や利用を中心に置く（科学的な考察の基となる証拠集めを行う）。
  - d. 歴史的視点を配慮する（科学の発達と宇宙観の変化を学習する）。

- e. 明確な表現をするよう心がけさせる（議論とレポート製作する）。
  - f. グループ研究を奨励する（研究のまとめを協同研究で行う）。
  - g. 知る事と発見する事を分離しないようにさせる（自分で発見した内容を探究する）。
  - h. 専門用語の暗記は重視しない（生徒の言葉で語らせる）。
- 2 科学の指導法は科学的価値を反映させること。
- a. 好奇心を歓迎する（疑問から出発する）。
  - b. 創造性を賞賛する（実験の開発を行う）。
  - c. 疑問を持つ精神を奨励する（個人テーマやグループのテーマを持たせる）。
  - d. 独断を避けさせる（科学的に証明する研究を行わせる）。
  - e. 美的反応を促進する（惑星や恒星、星雲などの美しさを鑑賞させる）。
- 3 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。
- a. 成功に基づいて築かせる（課題を解決させる事で自信をつけさせる）。
  - b. 道具の使用について十分なる経験を積むようにする（実験・観察をたっぷり行う）。
  - c. 科学において女性や少数派の役割を支持する（異なる考え方も平等に扱う）。
  - d. グループ学習を強調する（グループ研究を奨励する）。
- 4 科学教育は学校教育の枠を越えて行うべきである。
- a. 博物館など学校外施設・人材・教材を積極的に活用させる（博物館資料の活用）。
  - b. 子供の学習成果などを校外に示す。
- 5 教育には十分時間をかけるべきである。
- a. 科学的なプロセスを重視する。
  - b. 理科の授業以外にも学習できる時間を確保する（図書室・パソコン教室の開放）。
  - c. 観察・実験など科学的研究をできる時間を確保する（観察の期間として冬休みを利用）。
  - d. TT など複数の指導者による指導、他教科との関連を奨励する（関連する文学・絵画・音楽などの紹介）。

## 6. 教材・教具

- (1) レーザーディスク『映像の先駆者/チャールズ&レイ・イームズの世界～Powers of Ten』および『Powers of Ten』（日経サイエンス社）：宇宙の中での地球を意識付け、本単元への興味を喚起する。始めに本で意味を説明してから映像を視聴する。（カリキュラム1）
- (2) 直径130cmにふくらませたゴム風船：1000万分の1の地球のモデルとして、海洋の深さや大気の厚さなどを考え、イメージできるようにする。（カリキュラム2）
- (3) 直径13cmの地球儀と直径3.4cmの月の模型：1億分の1のモデルとして大きさを比較し、3.8mの距離に置くと実際の割合に等しくなる。多くの生徒は、地球と月との距離はもっと近いと思っている。（カリキュラム3）
- (4) 斜長岩と玄武岩の標本：月の白っぽい部分と黒っぽい部分に対応する。標本から月面のようすを推測し、成因についても考える材料とする。（カリキュラム3）
- (5) 皆既日食のスライド：1988年3月18日小笠原沖洋上で観測撮影した皆既日食の際に見えたコロナやプロミネンス、ダイヤモンドリングなどについて体験を含め説明する。（カリキュラム4）
- (6) オーロラのスライド：イエローナイフ（カナダ）で実際に撮影したオーロラの写真を基に、



太陽の核融合反応によって放出される荷電粒子や黒点活動との関係と地球の磁場や大気上層部の様子について説明する。(カリキュラム4)

- (7) NHK CD-ROM『宇宙デジタル図鑑～太陽系編』: 惑星とその衛星の様子やボイジャーやマーズ・パスファインダーなどの探査衛星などについて紹介する。(カリキュラム5)
- (8) 30億分の1の太陽系の模型: 太陽と惑星を30億分の1で作り、実際の割合で距離を考える。冥王星の軌道は半径約2kmになる。(カリキュラム6)
- (9) CD ホルスト作曲組曲『惑星』: 太陽系の惑星をテーマとした曲として一部を紹介する。(カリキュラム6)
- (10) アストロアーツ『ステラナビゲータ Ver.6』: 星の日周運動や年周運動、惑星の見え方などについて、天体シミュレーションを使って確認する。(カリキュラム10, 11, 13)
- (11) NHK 『地球大紀行①水の惑星奇跡の旅立ち』: 地球の誕生が科学的にどのように考えられているのかを紹介し、実際に隕石を観察するための導入として用いる。(カリキュラム14)
- (12) 隕石の標本: 神奈川県立生命の星・地球博物館より石質隕石、石鉄隕石、鉄質隕石、テクタイトの標本を借り、観察する。(カリキュラム15)
- (13) ハッブル宇宙望遠鏡による天体写真: HSTの写真には星の誕生(M16)や死(超新星爆発)、ブラックホールによる重力レンズ効果などを捉えた鮮明な写真が数多い。原版はNASAのホームページで見ることができるが、できる限り鮮明に大きく伸ばして生徒に見せることを考えると、『HSTハッブル宇宙望遠鏡がとらえた宇宙』(誠文堂新光社)や『宇宙美術館』(朝日出版社)などの写真をカラーコピーする方がきれいに見ることができる。(カリキュラム16)
- (14) SETI計画ホームページ <http://www.planetary.or.jp/setiathome>: 地球外知的生命体探査の取り組みについて紹介する。(カリキュラム17)

## 7. 評価

- ☆ 宇宙から見た地球の美しさに気付く。(ESE1)。
- ☆ 宇宙の広大さをイメージできる(ESE6)。
- ☆ 大気も水も生物も地球の一部であることに気付く(ESE4)。
- ☆ 月の大きさや距離、地球への影響などが理解できる(ESE4)。
- ☆ 太陽の表面活動の様子やエネルギーの大きさが理解できる(ESE4)。
- ☆ オーロラなどから光以外にも地球に影響を与える粒子があることに気付く(ESE4)。
- ☆ 太陽を中心として動く惑星や彗星などの天体があることに気付く(ESE4)。
- ☆ 地球が自転していることが理解できる(ESE6)。
- ☆ 地球が公転していることが理解できる(ESE6)。
- ☆ 地軸が傾いていることが理解できる(ESE4)。
- ☆ 恒星にも一生があり、誕生や死の瞬間がとらえられていることが理解できる(ESE6)。
- ☆ 隕石から地球誕生の様子や惑星内部の様子が推測できることに気付く(ESE6)。
- ☆ 宇宙に生命が誕生し文明を持つまで進化するには、多くの要因が関係することが理解できる(ESE5)。

## 8. 単元実施後の教師のふりかえり(自己評価)

- (1) 「地球と宇宙」の単元が3年生に移行したことで、中学校における理科の総まとめとして、従来に比べ中身のある学習内容を盛り込むことができるようになった。
- (2) 1000万分の1の地球のモデルや、1億分の1の地球と月のモデル、30億分の1の太陽系のモデルなど、目的に応じて適切な大きさのモデルを使い分けることで、生徒の視点を変えることができ、イメージを持たせやすかった。
- (3) 実物標本に乏しい本単元の中で、月と同じ岩石(斜長岩と玄武岩)や隕石とテクタイトなど、実物を観察することは大変効果的であり、重要性を感じる。
- (4) 実際に夜空の星を観察することを冬休み中の課題とした。各自で星座早見盤を作成し、使い方を説明し、オリオン座を中心とする冬の代表的な星座の探し方を説明して臨んだ。しかし、オリオン座と冬の大きな三角形は多くの生徒が確認できたが、それ以上はごく一部の生徒に限られた。これは、庭に出ても住宅密集地では視野が限られたり、光害のため明るい星しか見えず星座の形が結べなかったことや、寒さのため長時間外で観察を続けることが困難であったためのようである。時間を置いて観察をし、日周運動が確認できた生徒は少なかった。惑星については、星座早見盤上で位置がわかると明るいので、見つけることは比較的容易だったようだが、観測によって背後の星座との位置関係の変化に気付いた生徒は残念ながらいなかった。しかし、感想の中には「星の瞬きがこんなにきれいだと初めて知った」「こんなに本気で星を探したのは初めて」「自作の星座早見盤を使って星が見つけれられてうれしかった」「時間がたつのを忘れて星空に見入ってしまった」など、改めて星を観察したという感動の声も多く、「天体望遠鏡を買うことにした」と強く興味を持った生徒もいた。
- (5) 自転や公転をモデルを使って表現することは容易であるが、それを実際の見え方と結びつけるのは難しく、工夫が必要である。視点をモデルの地球上に置くことができればベストだと思う。
- (6) 生徒の疑問に答えて、地球の誕生、星の一生、ビッグバンやブラックホール、地球外生命などについて、現在考えられている新しい情報を提供した。これらにより、さらにこの単元への興味関心が増し、学習事項の進化につながるものと期待される。

## 9. その他

この単元を扱う場合、モデルや資料が大がかりとなり、どうしてもVTRなど既製の番組に頼ってしまうことが多いのではないだろうか。実際に観察を行おうとすると、大変時間もかかり、太陽以外は夜間でなければ観察ができず、多大な困難が伴う。そこで工夫したいいくつかの点をまとめる。

- (1) 星の観察の機会として、冬休みを利用する。その理由は、①半月の間時間的な制約が少なく自主的に観察が可能である、②全天中最も見つけやすいオリオン座が観察に適した時間帯に見られる、③年越しや初日の出など異なる時間で星空と接する機会がある、などである。理解を助けるため、天体シミュレーションソフトも使用するが、実際に星空を観察しなければ、8.(4)のように本当の感動は味わうことはできないだろう。
- (2) 空間概念が把握しやすいように、様々なモデルを用意する。目的に応じて適切な大きさのモデルを使い分けることで、生徒の視点を変えることができ、イメージを持たせやすくなる。どうしても板書や図だけでは不十分で、三次元でなければ伝わらないところがある。
- (3) できる限り実物資料を多用する。今回神奈川県立生命の星・地球博物館のご厚意により、隕石の標本をお借りし、授業で観察を行った。生徒たちにとって、地球外の天体と接する好機と

なり、宇宙を身近に感じて観察していた。折しもスペースシャトル・コロンビアの事故が起こり、隕石の表面の焼けた跡を見て、大気との摩擦熱のすさまじさを痛感したようである。石質隕石は、惑星の材料となった微惑星の一部として、石鉄隕石や鉄質隕石はマグマオーシャンによって分化・成長した惑星の中心部の例として、テクタイトは隕石衝突時の衝撃の大きさを表す例として説明を加えた。貴重な資料で取り扱いに注意を要すが、効果はとても大きい。将来的に、ローン・キットとして貸し出し環境が整うことを希望したい。また、月の石も大変貴重な資料で手にすることは難しいので、地球にある同種の岩石を使って説明を行った。玄武岩は容易に採集が可能であるが、斜長岩も博物館等から借用しなければ入手が難しいかもしれない。斜長岩は、マグマオーシャンが凝固したときのように現在よりもマグマの温度が高かった時代に形成された岩石で、ジャイアント・インパクト説では、巨大隕石の衝突によってマグマオーシャンの一部がちぎれて月になったと考えられる根拠となっており、地球の歴史をふり返る上でも意味のある標本である。生徒に驚きや感動が伝わるような標本を用意したい。

- (4) できる限り教師が先行体験を持つ。皆既日食やオーロラでは、授業者自ら実際に観察に行き、撮影した写真と体験を基に説明できるように努力した。最近では各旅行社でツアーが企画され、世界のどこでも手軽に行くことができるようになった。皆既日食を見ることのできる機会はそう多くないが、一体どのように見えるのか、刻々と太陽が欠けていくときの周囲の明るさの変化や、皆既となったときの神秘的な光景、淡いコロナの輝きやプロミネンスの鮮やかさ、ダイヤモンドリングのまばゆい輝きなど、体験がなければ感動を伝えることは難しい。オーロラの場合も、イメージばかりが先行しがちだが、実際にどのように見えるのか知りたくて、イエローナイフ（カナダ）まで観察に行き、オーロラの明るさや色、動きなど具体的に観察し、写真を撮影してきた。自分自身が感動し魅せられた体験と併せて、北極圏に近いツンドラ地帯の自然や生活の様子、 $-30^{\circ}\text{C}$ での体験、糸で吊した棒磁石を使って磁北極が近く伏角が大きいことなどを実験した様子などを写真で伝えると、身の回りとは異なる地球環境について、生徒たちの理解にもつなげることができる。生徒に地球の美しさや素晴らしさを伝えるには、先ず教師自身がそれに興味を持ち、深く理解していることが必要であると考え。



## 中学校3年アースシステム教育カリキュラム

### 「金星」

五島 政一 (国立教育政策研究所)

#### 1 授業：金星

- 2 目標：惑星の一つである「金星」をテーマにアースシステム教育(ESE) 7つの理解目標に基づいた授業を構成する。

ESE理解目標：1. 2. 3. 4. 5. 6. 7

- 3 指導学年、総指導時間数：中学3年生対象、指導時間1～2時間

#### 4 カリキュラム (指導計画)

以下のアースシステム教育7つの理解目標のいくつか入れて授業を構成する。

##### テーマ「金星」

理解目標1(ESE1)「美しい地球(原子・分子の世界)」

- ① 宵の明星、明けの明星の写真、または観察

理解目標2(ESE2)「人間の影響(人間への影響も含めて)」

- ①

理解目標3(ESE3)「科学技術の進歩」

- ① 金星の探査機バイキング

理解目標4(ESE4)「システム」

- ① 金星の気体の構成

- ② 二酸化炭素が多いので温室効果が高く昼間は灼熱の惑星、夜は凍てつく寒さの惑星

- ③ 太陽系の惑星

理解目標5(ESE5)「時による変化」

- ① 金星の年代(45億年)

理解目標6(ESE6)「大きい空間」

- ① 金星までの距離

理解目標7(ESE7)「興味・職業」

- ① NASA

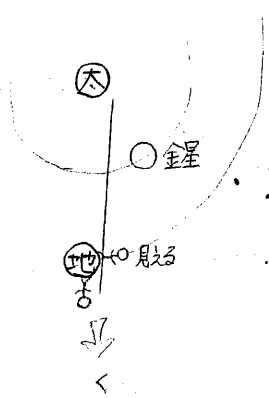
- ② Venusの名前の由来；美の神

- ③ ガリレオ、ケプラー、プトレマイオス

⑥ 内惑星のみちづけ 例: 金星のみえ方

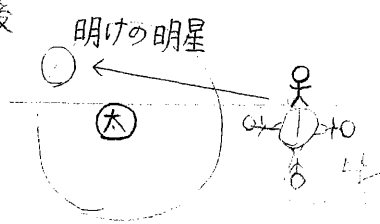
金星は月と同じようにでも少しちがった満ち欠けをします

ある時

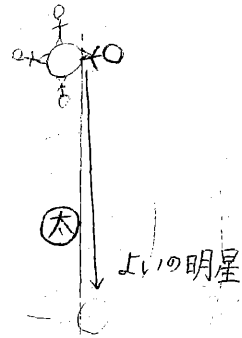


見える人は日の出前  
↓  
明けの明星  
みけのぼし

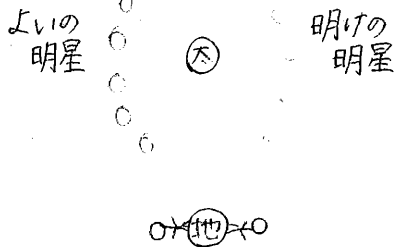
3ヵ月後



6ヵ月後



まとめ



アインシュタイン教育理解目標



1. 美しい星・地球
2. 人の影響
3. 科学と技術の発展
4. 自然界の関わり合い
5. 46億年の進化
6. 宇宙の小さな存在
7. 自然に関する興味・仕事



ESE 3: バイキングの話は  
科学技術のすごさを感じた

ESE 4: 金星のみちづけは  
太陽、金星、地球の位置  
A<sup>③</sup> (システム)による。

ESE 6: 金星までの距離は \_\_\_ Km  
ずいぶん遠い

## 中学校3年アースシステム教育カリキュラム

### 「火星」

五島 政一 (国立教育政策研究所)

#### 1 授業：火星

- 2 目標：惑星の一つである「火星」をテーマにアースシステム教育(ESE) 7つの理解目標に基づいた授業を構成する。

ESE理解目標：1. 2. 3. 4. 5. 6. 7

- 3 指導学年、総指導時間数：中学3年生対象、指導時間1～2時間

#### 4 カリキュラム (指導計画)

以下のアースシステム教育7つの理解目標を入れて授業を構成する。読売新聞の朝刊(2004年1月26日)を参考資料として授業の教材を考え出した。

テーマ「火星」

理解目標1(ESE1)「美しい地球(原子・分子の世界)」

- ① 赤い星
- ② 火星・金星・木星の接近の写真

理解目標2(ESE2)「人間の影響(人間への影響も含めて)」

- ① ロケットなどの廃棄物
- ② 人間の住める可能性

理解目標3(ESE3)「科学技術の進歩」

- ① マルス(ソ連)、マリナー(64年アメリカ)、バイキング(75年アメリカ)、マーズ・パスファインダー(96年アメリカ)、のぞみ(98年日本)、マーズ・オッドセイ(01年アメリカ)、スピリット(03年アメリカ)、マーズ・エクスプレス(03年欧州)、オポチュニティー(03年アメリカ)
- ② 探索車(ロボット地質学者)
- ③ 熱放射分光器
- ④ 人間の住める可能性

理解目標4(ESE4)「システム」

- ① 現在は低温で乾燥しているが40億年前は温暖で湿潤であったと推定
- ② オリンポス山、マリネリス溪谷
- ③ 火星の気温、自転との関係

理解目標5(ESE5)「時による変化」

- ① 1960年ソ連のマルスからオポチュニティーまで36機の火星探索
- ② 現在は低温で乾燥しているが40億年前は温暖で湿潤であったと推定
- ③ 巨大な溪谷と河川の地形はかつての水の流れ

④ 昔は海、今は極にだけ水

⑤ 天動説・地動説

理解目標6(ESE'6)「大きい空間」

① グセフ・クレーター

② オリンポス山(海拔2万m)、マリネリス溪谷

③ 地球から火星までの距離

理解目標7(ESE7)「興味・職業」

① NASA

② Mars の名前の由来：戦いの神

③ ガリレオ、ケプラー、プトレマイオス

【参考資料】生徒のノート



## 中学校3年アースシステム教育カリキュラム

### 「大地とその変化」

益田 孝彦（三崎中学校） 五島 政一（国立教育政策研究所）

#### 1 単元名 大地とその変化

#### 2 目標

火成岩や堆積岩の成り立ちの違いを理解するだけでなく、地元の火山灰や海岸の砂からの鉱物の採集や、化石や地層の学習を通して、鉱物・岩石の美しさに気づかせ、地域の自然の成り立ちを理解させる。また、地震に関しての学習を通し、地震のメカニズムを理解するとともに、地域で起こりうる地震に対する防災意識を高めることを目標とする。

ESE 理解目標：1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

#### 3 指導学年、総指導時間数：中学3年生対象、総指導時間 19 時間

#### 4 カリキュラム（指導計画）：

	題材	授業の主たる内容	指導の工夫・留意点	理解目標
(1)	火山、火山の噴出物、地球と火山	日本の火山、噴出物と地球の断面での把握	クラフト夫妻監修のレーザーディスクを利用する。	1, 7
(2)	火山の形、マグマが作る岩石	マグマの性質と火山の形との相関。火成岩の学習	実際の火山での話を織り込み、実物モデルを扱う。 粘性のあるシロップで演示実験	4
(3)	◎実験実習 火山岩・深成岩はどれ	双眼実体顕微鏡を用いた安山岩、花崗岩の探索	溶岩、砂岩、泥岩を混ぜた資料から2種類の岩石を見付けさせ、スケッチさせる。偏光顕微鏡写真で美しさにも気付かせる。	1, 3
(4)	◎実験実習とまとめ 組織の黒板図の導入	実際にそうなっているか自分自身の実感を検証	効果的にまとめていくように留意する。	1, 3, 4
(5)	火成岩の色と鉱物	有名な造岩鉱物学習。火成岩の成分表の学習。	実物に強い関心が集まるように科博貸し出し標本を利用する。	
(6)	地震	地震の揺れ方。バネによる縦・横波の観察実体験	授業の初発に初期微動と主要動が分かるような演示で、教壇を迫真の演技で揺らす。バネで興味引く。地震波演示装置活用でまとめを行う。	4
(7)	地震の復習	初期微動継続時間と揺れ方。震源距離と揺れ方。	十分に定着をはかる。	4
(8)	震源の見つけ方、震度とマグニチュード	マグニチュード6.6、7.6、8.6の差を学習	震度0やMが印象的に捉えられるよう工夫する。	
(9)	◎地震防災学習 地震が起こす災害	南関東地震への備えはどう考えるべきかの学習	阪神大震災から防災について学ばせる。副読本・アポドマップ利用する。横断的な実践をする。	2, 3, 4, 5

(10)	地震のメカニズム	震央・火山の世界的分布	ノートとる時間を削減するために世界地図のプリントを配布する。	3,4,5,6,7
(11)	地震のメカニズム、水準測量	日本の例の解説。断層地震の理屈の学習。	2つの地震原因を説明する。長い年月での隆起沈降を掴ませる。	3,4,5,7
(12)	海岸段丘のできかた(等高線をなぞる)	海岸段丘の成因の実習(等高線をなぞる) 地図作業や風化浸食	副読本「三浦の地層」の導入部を利用する。	4
(13)	地層	地層についての特徴を押さえ堆積岩の学習	堆積岩の成因や地層の特徴を把握させる。	4,6
(14)	◎実験実習「宝石プレパラート」	鉱物標本づくりのための必要な手順を学習	分類のコツを実際の探索を通して学ばせる。	1,3,4,7
	続実習		やる気のある生徒が必死に探すよう自主実習のムード作る。開放された理科室で任意に取り組ませる。	1,3,4,7
	①城ヶ島副読本巡検 ②自由研究地学の支援 ③理科室の開放	①講師と城ヶ島学習 ②自由研究で地学支援 ③自由研究希望者指導	①希望者による参加を募る。 ②選択教科履修者で実施する。 ③個々に対応した実験を開発させる。	1,2,3,4,5,6,7
(15)	地層の復習、なぜ1枚の層の粒がそろうか	レキ・砂・泥の導入と思考実験からの知識獲得	実際になぜレキの上に泥がつもるかなどを理解させる。	4
(16)	地層のトピックス	グレーディング・柱状図と鍵層の学習	城ヶ島の例で説明する。上下判定の要領を学習させる。	4,6
(17)	堆積岩を覚えよう ◎実物に挑戦(かがり)	礫岩、砂岩、泥岩、凝灰岩、石灰岩、チャートの学習	座学で押さえ、実物班対抗戦で楽しく盛り上げていく。神奈川の岩石を使う。	
(18)	地層から歴史の読みとり	示相化石・示準化石・地殻変動の学習	化石・褶曲・断層・不整合を把握させ、順序例題も実施する。	4,5,6
(19)	地学総合学習 外部講師の講演	オーストラリアの地質・エアーズロックのお話を含む総合学習と質疑応答	質疑が深まるように留意する	4,5,6,7

授業内容と ESE 目標の関連メモ：

- (1) ESE1：レーザーディスクの火山画像を通しその美しさに気づかせる。  
ESE7：クラフト夫妻に焦点を当てる。
- (3) (4) ESE1：偏光顕微鏡画像の鉱物の美しさに気づかせる。  
ESE3：偏光顕微鏡を使う。
- (9) ESE2：地震災害の増大の原因は何か考えさせる。  
ESE3：地震予知の可能性の説明をする。  
ESE5：地震のサイクルを考えさせる。
- (10) (11) ESE4：プレートテクトニクスの考えを理解させる。
- (14) ESE1：宝石のような美しい鉱物に気付かせる。  
ESE3：直接観察することから、体験的深化をはかる。  
ESE7：採集が職業の一要素になっている人もいることを示す。

- (18) ESE5：化石は進化の証拠であることを示す。  
(19) ESE7：この分野を楽しく研究する学者がいることに気づかせる。

## 5 指導方法

アースシステム教育の指導方法に基づいて、このカリキュラムの指導法を以下のようにまとめた。

- 1 指導法は科学的研究の性質と一貫していること。
  - a. 自然に対する疑問で始める（野外学習で自分のテーマを発見する）。
  - b. 生徒の活動を活発にする（探究活動とレポートの製作に熱中する）。
  - c. 証拠の収集や利用を中心に置く（野外での証拠集めを行う）。
  - d. 歴史的視点を配慮する（野外学習で地域の自然史を学習する）。
  - e. 明確な表現をするよう心がけさせる（現地での議論とレポート製作する）。
  - f. グループ研究を奨励する（研究のまとめを協同研究で挑戦する）。
  - g. 知る事と発見する事を分離しないようにさせる（自分で発見した内容を探究する）。
  - h. 専門用語の暗記は重視しない（自分の言葉で語る・表現する）。
- 2 科学の指導法は科学的価値を反映させること。
  - a. 好奇心を歓迎する（質問を誉めてもらえる）。
  - b. 創造性を賞賛する（実験の開発を行う）。
  - c. 疑問を持つ精神を奨励する（個人テーマを持つたり、グループのテーマを持つ）。
  - d. 独断を避けさせる（できれば科学的に証明できる研究を行う）。
  - e. 美的反応を促進する（造岩鉱物の美しさを鑑賞する）。
- 3 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。
  - a. 成功に基づいて築かせる（課題を解決させる事で自信をつける）。
  - b. 道具の使用について十分なる経験をつむようにする（実験・観察をたっぷり行う）。
  - c. 科学において女性や少数派の役割を支持する。（個人的な見解を否定せず認めてもらえる）。
  - d. グループ学習を強調する（グループ研究を奨励される）。
- 4 科学教育は学校教育の枠を越えて行うべきである。  
（科学博物館の標本を利用する、地域を利用する、外部の専門家（地質学者）の利用する）
- 5 教育には十分時間をかけるべきである。  
（放課後の指導、夏休みなどの指導などをうけられる。十分学習できる場所・時間・教材を利用させてもらえる）

## 6 教材・教具(実物実体験(実験・観察)・ITの利用など)

アースシステム教育では、教科書だけでなく、多様な教材・教具を利用した指導を推奨している。このカリキュラムのために特別に用意された教材教具について説明する。

- (1) 副読本「三浦の自然」：三浦市発行の野外学習の本を利用する。（カリキュラム 12）
- (2) 科学博物館貸し出し標本：実物・顕微鏡写真・解説のそろったセットである。（5）
- (3) つるまきバネ・地震波演示実験器：生徒に人気のある自作実験器である：（6）
- (4) 神奈川県 of 岩石：自分で採集した岩石を利用する。（17）
- (5) 地域の地層（城ヶ島の地層）：地域の教材化を大切と考えている。
- (6) レーザーディスク教材とコロラドの地層スライド：地域の地層で実体験し、世界の地層を知

ることで、生徒は興味を広げる。(1, 19)

## 7 評価 (または評価の工夫)

主たる評価のポイントとアースシステム教育目標との関連 (具体的な作品と評価については参考資料参照)

- (1) 鉱物プレパラートに積極的に取り組めたか (ESE1,3,4)
- (2) 防災意識を高めることができたか (ESE2,3)
- (3) 実際の巡検に意識を持って参加できる
- (4) 自由研究で地学調査をすることができるか
- (5) 外部講師のまとめを楽しく聞けるか (ESE7)

授業全体の運営は上記が達成されているかどうかで進められた。

尚、それに対し、各個人の評価は、「自然に対する関心意欲」「科学的な思考」「実験・表現の技能」「知識理解」の4観点について、提出された評価資料を基に、観点別絶対評価をつけた。地学領域で主に利用された評価資料は、

- ① 鉱物プレパラート (全員提出課題) : 関心意欲、科学的思考、実験表現技能
- ② 城ヶ島巡検レポート : 関心意欲、科学的思考、実験技能・表現技能
- ③ 定期試験 : 知識理解
- ④ 資料集参照可の期末試験 : 関心意欲、科学的思考、実験表現技能

等である。各資料は右図のように観点別に採点した。テスト問題としては異色の④資料集参考試験は、「資料活用能力や地域の自然に関する興味関心態度や知識・理解を見る」ものである。

<b>関心意欲</b>		
1	選択したテーマに積極的に迫っているか	5 5
2	何か発見しようとする意欲を見せたか	5 5
3	現地や実物や実験に迫っているか	3 3
4	質的な作業をこなしたか	10 7
5	日常生活との関連に着目できたか	2
6	環境との関連に着目できたか	2
7	科学技術の利点と欠点に着目できたか	2
		関心意欲計30
		22
<b>実験技能</b>		
1	情報活用能力	4 2
2	適切な用語・記号・単位を扱っているか	2 2
3	適切な図表・グラフを使用して自分の考えを表現しているか	2 2
4	表現が的確・上手であるか	4 2
5	安全性を考慮して道具や実験手法を選択できているか	2
6	何回観察・測定が必要か判断を決定できる	2 2
7	信頼性を高めるために十分な関連した観察・測定ができるか	4 2
8	作業したとき手順を明確適切に記録に記したか	4 2
9	質的・量的なデータを明確に提示できているか	2 2
10	実験・分類の正確性は確保しているか	4 2
		実験技能計30
		22
<b>科学的思考</b>		
1	ひらめきを実験に結びつけることができるか	2 2
2	考慮すべき要因を自ら抽出できたか	3 2
3	一つの要因を変化させる影響を分離できたか	1 1
4	何回観察・測定が必要か判断を決定できる	1 1
5	実験の条件として実験に妥当性があるか判断できる	3 1
6	適切な精度の観察・測定を行う	1 1
7	結果の傾向やパターンに気づけるか	1 1
8	結論を導くために結果を使ったか	3 2
9	仮説を立てた場合、結果が仮説を支持するか決定できる	1
10	確実な結論を導くのに十分な証拠かどうか考察できる	2 1
11	観察・測定の際にも考察し、可能な場合それらを説明する	2 2
12	使用される方法の改善を考察する	2
13	日常生活との関連に考察が深慮したか	1 1
14	環境との関連を考察できたか	1
15	科学技術の利点と欠点を考察できたか	1
16	科学的な考えが社会でどう使われているか理解できる	1
17	オリジナリティーを持っているか	4 3
		科学的思考計30
		18
		ボーナス計10
		2

以下2001年度1学期期末試験の構成内容も紹介する。

【1】資料集の一番前にはさんである「私たちの身近な自然・神奈川県版」より出題します。

- (1) ハコネサンショウウオは幼生の時何年間エラ呼吸しますか。また、成体になった時、一番重要な呼吸法は何呼吸ですか。
- (2) 神奈川県の天然記念物になっているウミウの生息地はどこですか。
- (3) 横須賀天神島の自生地が日本の北限である県の天然記念物は何という植物か。
- (4) 三浦市の海外町にある地層がクニャッと曲がった構造を何構造と言いますか。
- (5) 神奈川県版11Pの □1被害想定において 南関東地震に比べて火災や死傷者の予総数が少ない理由はズバリ何ですか。
- (6) 1979年～1994年のAMeDAS (アメダス) 観測所の極値記録において、海老名・小田原・三浦・横浜の4都市を比べた時、一番高い気温を出した場所と一番低い気温を出した場所をそれぞれ一つずつ書きなさい。
- (7) 神奈川県版15Pの「緑地率の推移」を見て下さい。1992年に3年前より緑地率が向上したのは葉山町と何市ですか。また、昔から緑地率がわりといい(50%～70%)ままなのが逗子市です。逗子市の緑化率がいい理由を教えてください。

【2】自分で探し出して各問いに答えなさい。

- (8) 溶解度についての出題です。80℃100gの水に150gの硝酸カリウムを溶かした時の、質量パーセント濃度は何%ですか。
- (9) その溶液を20℃まで冷やすと、何gの結晶が析出(せきしゅつ:出てくること)しますか。
- (10) 犬笛(人には聞こえない高い音を出す笛)は、何Hz～何Hzの音であるはずですか。資料集の数値をふまえて答えなさい。
- (11) 金200cm<sup>3</sup>は何gですか。またその固まりは水銀の池に浮かびますか。
- (12) 銅を1000℃にした時と、2000℃にした時の状態を、固体か液体か気体で答えなさい。
- (13) ホウセンカ・ツラメメ・ツユクサ・コムギのうち1cm<sup>2</sup>当たりの気孔の数が一番多いのはどれか。また、葉の表側の方が裏側より気孔の数が多いのはどれか。
- (14) 次の中で葉緑体を持っていない微生物はどれか。  
アオミドロ・ボルボックス・ウチワヒゲムシ・ミドリムシ・ツリガネムシ
- (15) 昼の長さが一番長い日を何と言いますか。またその日の、三浦市の緯度を北緯35度とした時の、三浦市での南中高度はズバリ何度ですか。
- (16) 日本では太陽の南中高度が一番高い日と一番低い日との差は何度でしょうか。
- (17) もしも地球の地軸が傾いていなければどうなりますか。ア～エをうめなさい。  
①太陽の通り道はいつも(ア)。 ②南中高度はいつも(イ)。  
③昼と夜の長さはいつも(ウ)。 ④日本に四季は(エ)。
- (18) 1000hPaの等圧線の半径が500kmで、中心気圧が915hPaの台風は、気象情報では「大型で(ア)台風」とされる。アに当たる語句を書きなさい。また、台風の月別コースを見た時、三浦市への接近が予想される時期は次のどれか。①6月頃②8～9月③10月以降。①～③より番号を選びなさい。
- (19) 皮膚の感覚点の内、平均した時、一番数が多いのは、温点・冷点・圧点・痛点のどれですか。
- (20) 赤血球のだいたいの寿命と作られる場所を答えなさい。
- (21) 乾球の温度28℃、湿球の温度22.5℃の時の湿度は何%ですか。
- (22) この時の露点は約何度か。この空気を11℃まで下げると、1m<sup>3</sup>当たり何gの水滴が出てきますか。
- (23) 「地球と生命」の章にのっている表「世界のエネルギー資源」を見て、1996年現在、石油が最も多く確認されている地域はどこでしょう。また、石油はあと何年採掘可能と考えられているのでしょうか。
- (24) カクセン石とキ石の成分を比べた時に、相手にはなく、カクセン石に特徴的な原子名と、キ石に特徴的な原子名をそれぞれ一つずつ書いてください。
- (25) 人間の体を作っている様々な原子の中で、一番重さの占める割合が多いのは何という原子でしょう。その原子記号を答えなさい。また、その原子が一番多く占める理由を述べなさい。

3年 組 番氏名

/100

各問4点×25問です。理由などの文章については、別にボーナスの対象と見えています。

アンケート 時間は、余った・まあちょうど良いくらい・少し足りない・全然足りない

難しさは、わりと簡単な方・うまく資料集が使えない・さっぱりできない

(感想をどうぞ)

☆時間がすごく余った人だけ答えなさい。

資料集118Pを見て、F<sub>1</sub>層(電離層)付近の気温は約何度くらいであるか答えなさい。この時、その熱圏の中を飛んでいるスペースシャトルから、なぜ宇宙飛行士が外に出て船外活動ができるのか説明してみてください。

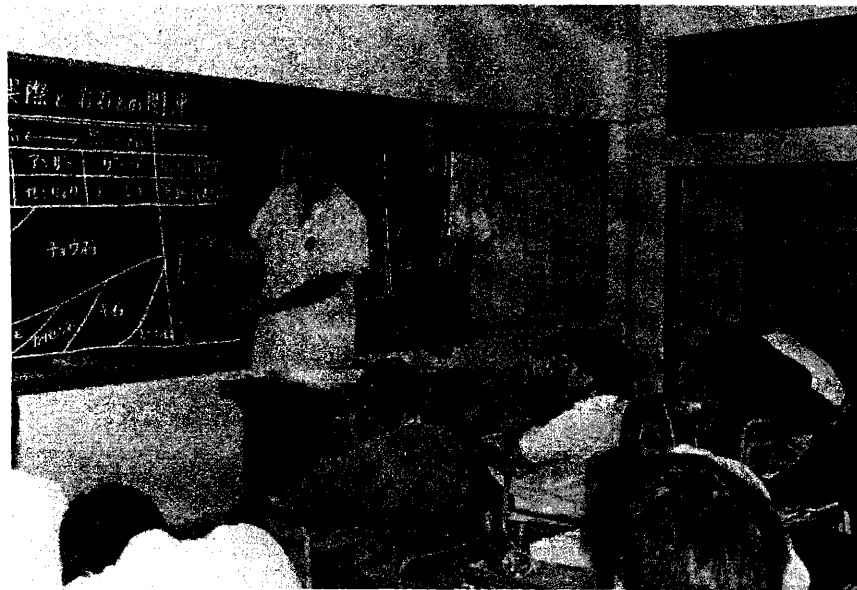
## 8 単元実施後の教師のふりかえり（自己評価）

- (1) 今年度の地学授業は過去の自分の実践の中でも、以下に示す具体的な事象から、もっとも質の高い納得のいく物となった。
- (2) 副読本「三浦の自然（三崎の地層編）」は、授業（9）（12）で利用した。さらに、3学年の生徒を中心に、7月19日の城ヶ島巡検16人、7月24日の城ヶ島巡検40人の生徒が、本副読本を片手に研修に参加している。城ヶ島研修に関する自主レポートも20を超え、本書が大いに利用されていた。
- (3) 授業の節目で、国立教育政策研究所の五島先生に第3学年の全クラスが、鉱物採集方法を習ったこと。および地学最終講義として価値の高い地学講演を聞かせていただいたことで、非常に深みのある総合的な学習経験をすることができていた。
- (4) 「宝石プレパラートづくり」はよほど生徒の心をとらえたのか、類を見ないほどの盛り上がりを見せて、休み時間・放課後・そして夏期休業中多くの生徒が理科室で楽しく活動していた。その結果が反映されて、提出された作品も目を見張るような力強い力作がそろっていた。
- (5) 防災学習とリンクした地震学習も、その可能性の判断と、起こったときに自分たち世代はどういった活動をしていくべきなのか、準備・対処・復興活動まで捉えた、深い意味で実践力を育てた総合的な授業展開だったと判断している。
- (6) 一つの成果として、生徒たちの共同研究「城ヶ島の地層に迫る」が、日本学生科学賞において内閣総理大臣賞を受賞するなど、生徒たちの地学に対する探求心が評価される機会を得ることができた。その生徒達を中心に、地学という分野に本音で興味を示せる生徒が作れた可能性がある授業展開だったといえると思う。

【資料】カリキュラムの授業の具体的な内容

このカリキュラムのポイントとなる授業について、写真や資料を交えて説明する。

1. 授業の様子の写真（カリキュラム（5））



ESE マスターティーチャー益田先生の授業

2 造岩鉱物標本の授業（カリキュラム(14)）



ゲストティーチャー（地質学者）が鉱物分類を指導（ESE理解目標7）

造岩鉱物標本を作る生徒

名前	学年	学年	学年	学年	学年
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...

生徒の造岩鉱物標本の作品

私はたくさん鉱物とりにいって、いろいろ所に大きいのがあるとか、おもしろい。そして鉱物にはとくにたかのいろいがあることにびっくりしました。そして白と黒とが色あって、これが同じ鉱物だと思つてびっくりしました。とくちよ、ぜんぜんちがって同じ珪石でも風化した珪石とでは、見た目がぜんぜんちがらうとことにびっくりしました。

あと私はこの鉱物に時間をとりました。初物は、ぶつたてたフィルムケースにいはいにした、なんかとおもしろい。おもしろい。たかか、の鉱物を見つけることができた。たかが宿題、おもしろい。宝物さがしてみたいな、かんかくてきました。け、その年のし、宿題、たかか、の鉱物、おもしろい。

生徒の感想

生徒の作品評価（造岩鉱物標本評価）

生徒の実験・観察や鉱物を同定する技能・表現、科学的な思考、そして興味・関心・態度を主として評価する。イギリスのナショナルカリキュラムの評価項目を洗い出しそれを元に益田教諭が作成した（ESEでは多様な評価を奨励している）。

興味関心		
1	選択したテーマに積極的に迫っているか	5
2	何か発見しようと言う意欲を見せたか	6
3	現地や実物や実験に迫っているか	3
4	量的な作業をこなしたか	10
5	日常生活との関連に着目できたか	2
6	環境との関連に着目できたか	2
7	科学技術の利点と欠点に着目できたか	2
興味意欲計30		22
実験技能		
1	情報活用能力	4
2	適切な用語・記号・単位を換えているか	2
3	適切な図表・グラフを使用して自分の考えを表現しているか	2
4	表現が的確・上手であるか	4
5	安全性を考慮して道具や実験手法を選択できているか	2
6	何回観察・測定が必要か範囲を決定できるか	2
7	信頼性を高めるために十分な関連した観察・測定ができるか	4
8	作業したとき証拠を明確適切に記録に残せたか	4
9	質的・量的なデータを明確に提示できているか	2
10	実験・分類の正確性は確保しているか	4
実験技能計30		29
科学的思考		
1	ひらめきを実験に結びつけることができるか	2
2	考慮すべき要因を自ら抽出できたか	3
3	一つの要因を変化させる影響を分離できたか	1
4	何回観察・測定が必要か範囲を決定できるか	1
5	実験の条件と比べて実験に妥当性があるか判定できる	3
6	適切な精度の観察・測定を行う	1
7	結果の傾向やパターンに気づけるか	1
8	結論を導くために結果を使えたか	3
9	仮説を立てた場合、結果が仮説を支持するか決定できる	1
10	確実な結論を導くのに十分な証拠かどうか考察できる	2
11	観察・測定の場合を考察し、可能な場合それらを説明する	2
12	使用される方法の改善を考察する	2
13	日常生活との関連に考察が発展したか	1
14	環境との関連を考察できたか	1
15	科学技術の利点と欠点を考察できたか	1
16	科学的な考えが社会でどう扱われているか理解できる	1
17	オリジナリティーを持っているか	4
科学的思考計30		18
ボーナス計10		2

造岩鉱物標本評価表

(益田先生のコメント) 評価のつける基準作りについて

全員提出課題	97人中79人	提出者平均	全体平均	最高点
興味関心	16.7	13.7	26点	
実験技能	14.2	11.7	24点	
科学的思考	6.2	4.9	19点	
ボーナス	3	1.8	8点	
総合計	40.1	31.6	71点	

興味関心において平均点を獲得した生徒は、必須7種目の他に「作業を通し独自に見つけた資料を報告」(提示生徒例は「風化」)したり、資料を探して自ら現地に行ったり、作業をねばり強く進め豊富な鉱物を採集した生徒たちである。また、メモや作品裏面の感想を読むと、分析項目5・6・7を測定できる生徒も少数であるが発見できる。実験技能に用意した10項目の判定は判定基準作りがし易く、根拠を持って性格に測定できる。逆に科学的思考は判定を安定するため3回つけ直した。ボーナスは結晶面のきれいなすごい結晶鉱物等を見つけた場合などに付けた。

興味関心

- 1: 7つの必須課題と達成しているか。一つ足りないごとに1点減点。
- 2: 指定資料から洗い出しで雲母を探し出した者が満点。
- 3: 自分で現地でサンプルを取ってきたか。

実験技能

- 1: 資料集の絵や写真を判定の根拠に使っているか。
- 6: 正確なサンプルを適量収集できたか。
- 9: 見やすく提示したり、袋に入れたり工夫している。

科学的思考

- 少ない記述から読み取るので3回くらい採点して調整した。
- ボーナス: 宝石のような完璧な結晶系の鉱物を発見できた場合などにつけた。カンラン石の豊富に含む砂を発見した生徒には、ボーナス点をつけた。

3 野外学習(カリキュラム(14))

教室で学習した「大地の変化」についての内容を身近な地域の地層を利用した学習を指導することで、生徒が学習した知識が日常生活で役立つことを理解させたり、身近な地域の地層(自然)に興味関心を深めるきっかけを作る。生徒は、地域の地層に興味を深めるだけでなく、地域の自然に対する愛着を深め、地域の環境問題へと関心を深めていく。

アースシステム教育の指導法の中核をなす、身近な地球から学習を展開するとは、まさに身近な地域の自然から学習を展開することである。



専門家と地域の地層を野外学習(ESE7)

実験室で身につけた鉱物分類技術を野外で応用する生徒(学校外の施設利用: 拡張的学習)

生徒の野外学習に関する感想

現地地層ヶ島巡検参加者は、3学年の生徒を中心に、7月19日のヶ島巡検16人、7月24日のヶ島巡検40人の生徒が、「三浦の自然」(副読本)を片手に研修に参加している。ここでは、生徒から集めた5段階アンケートの結果と具体的コメントを紹介する。

◎地学の専門家(五島先生)に案内していただいた、野外学習は楽しかったですか。

→5段階 3.98(回答数46)最高評価5の生徒数(15)

◎その野外学習は教室で習った理科の内容を理解する上で役立ちましたか。

→5段階 4.07(回答数46)最高評価5の生徒数(16)

・私たちに大地の変化を一生懸命教えてくれたことが、とても印象に残っている! まじめすぎないで野外授業を受けられたこと。暑かったけど、とても楽しかった。私たちの身近に、こんなに多くの古い日本があったとは思わなかった。何気ない岩や崖も、五島先生の解説を聞くと奥が深い。

・三郎がけの穴には驚いた。炎のような構造がすごい。私は重さの偏りによって炎のようになったと考えます。

・城ヶ島にこんなものがあるとは思わなかったし、こういう機会にチャレンジできてとてもよかった。ホテル下のスランプ構造。なにげなくうえをあるいていただけ、いろんなことが起きてきたと知ることができてとてもよかった。

・城ヶ島は隆起や断層など沢山あることが知らず、身近な場所にあることがビックリした。

・普段見ているものがけっこう奥深い。例えば地面がどっちに傾いたか。自分では分からなかったけれど理由付きで説明できた人がいた。層とか見るとちょっと考える。それに理解したあとだと同じところでもおもしろい。



・レポートにも書いたけど、とにかく暑かった。もう少し涼しかったらいい。でも、五島Tの説明はすごくわかりやすく納得しっぱなしだった。自分の地元がこんなにすごいところだとは思わなかった。

・五島先生が海岸のデコボコシタ地形をバームクーヘンにたとえたりして、わかりやすく教えてくれたこと。

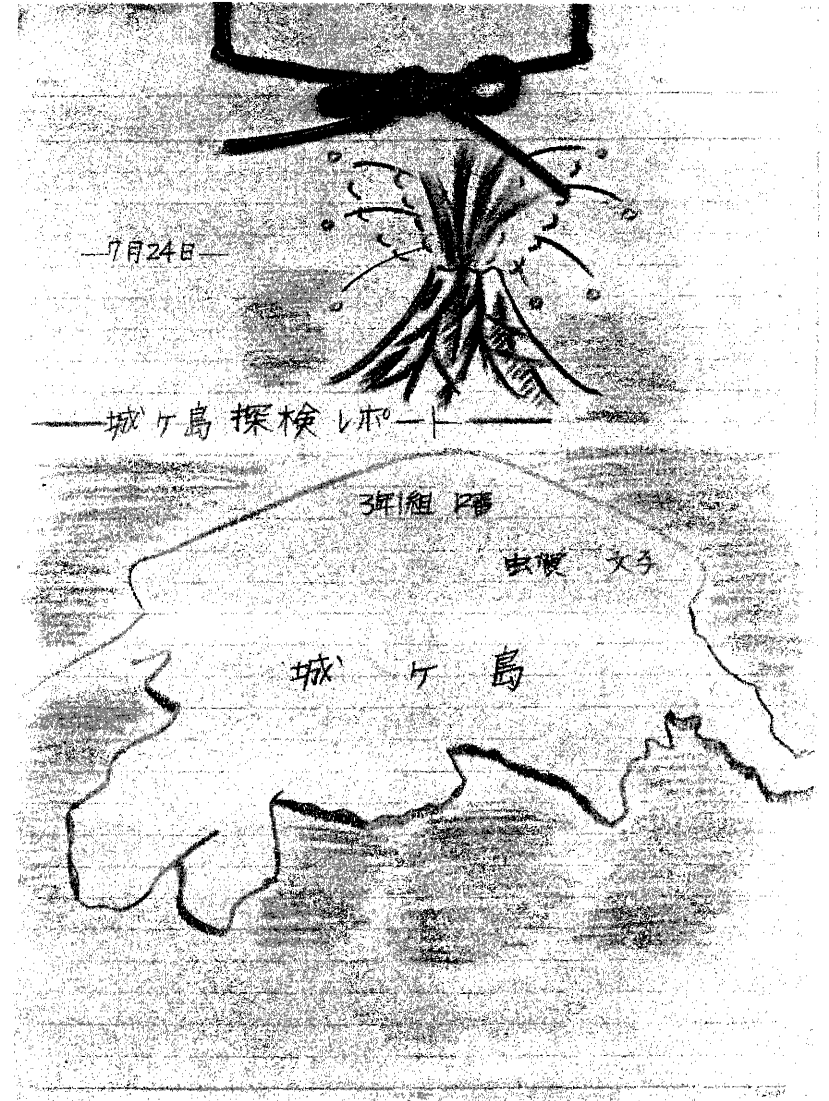
・層の中に一つだけ真っ白い層があって、それを高いところから見ると、いろいろなところに散らばっていて、「城ヶ島はこんなにいっぱい大きな地震が来たのにすごいなー」って思った。夏休み中に、いとこと通り矢の海に泳ぎに行ったら、城ヶ島の時と同じような白い地層を見かけました。もしこれが同じものだとしたら、とてもすごいと思います。是非先生も見に行ってください。いつでも案内します。

さらに、卒業期にとった別のアンケートで生徒がどんな印象を持っていたか詳しくアンケートしたところ、現地地学研修を好印象で捉えているものが47名。マイナス印象で捉えているものが9名であった。詳しい解答は「成績がよかった2名」「よく分かった6名」「興味深かった25名」「実験が楽しかった13名」「その他 Good 1名」「よく分からなかった4名」「つまらなかった3名」「暗記がいやだった1名」「実験がつまらなかった1名」となっている。

7月24日が学校説明会と重なり、16人の生徒が7月19日に益田教諭による現地研修を受けることになったが、やはり実物の持つ魅力は大きいものがある。両日も暑い中での実施だったにもかかわらず、生徒の感想・評価は十分に実施意義を感じるものとなった。

#### (資料) 生徒の野外学習のレポート

生徒は野外学習で学んだことについてレポートを作成する。そのレポートは、生徒の総合的な能力を評価できるような視点に基づいた評価基準（ESE理解目標1, 2, 3, 4, 5, 6, 7を測定するような基準）を作成している。



生徒のレポート作品の表紙

城ヶ島 ポイント①-1 三郎山のかけ



Q どうして穴があいているのか

☆ 考えられること

- 1) 貝が穴をほって住んでいた。
- 2) 水や波による水圧。
- 3) 風や嵐による風圧。
- 4) 人の手によってけずられた。

☆ 結論

可能性はあるが、どこにも貝が残っていない。

昔から海があるで可能性はる。貝がこの形の穴をほった可能性はる。

風や嵐の穴をほることは可能。でも、その風力を利用すれば、

何のためにほったのか考えられる。

A. 3) の風力を利用した

副読本「三浦の自然」の質問に対するまとめ

城ヶ島 ポイント② 白い火災構造



地層の傾きは  
12°

Q 穴があいたのはどうして

A 穴があいたのは

- 白い地層の上に
- 灰色の土の層が
- あまじかた。
- つりてはれは
- てはれは
- ☆ 穴があいたのは
- 穴があいたのは

↓

証 考  
☆ ホットした穴は  
つりてはれは  
いらは  
灰色の土の層  
上の地層は  
白い地層になる



☆ 白い地層はクレタセーの原料になる

乱堆積した地層の成因を考察するレポートの一部  
(この成因を探究して学生科学賞で内閣総理大臣賞を受賞した生徒がでた)

城ヶ島 ポイント① 岩場をおりたときの羽衣

6. 小さな穴がいくつかある。どうして

A. 穿孔貝が穴をほって住んでいる

この地層は、大きな地震を3回あって隆起した。

また、そこからけん嶺小の方まで続いている。

感想

私達の一番身近にあるはずの城ヶ島貝が、知らないところから入ってきた。色々な地層があって、それができるまでの経過も様々な理由がある。だから、その理由は貝が貝を見かけただけではない。貝が、私達も色々な考えを持つことが出来る。それは、とても楽しいことだ。貝が生き残った時からと暮らしている三浦について、もっと知るべきことはいくつかあると思う。少なくとも、そんなにおもしろい地層がいっぱいある三浦は、私の自慢となった。とても楽しく勉強することができた。

レポート作成後の生徒の感想

野外学習レポート評価

4領域のすべてを総合的に評価する。イギリスのナショナルカリキュラムの探究的な学習の評価項目を応用して作成した。(ESEは多様な評価を推奨している)

(益田先生：この評価基準の作成についてコメント)

野外学習参加者には「できれば提出してください」とレポート提出を呼びかけた。

自主的提出レポート 97人中29人 提出者平均 全体平均 最高点

興味関心	14.7	4.43	23点
実験技能	16.7	5.03	25点
科学的思考	9.07	2.74	20点
ポーンナス	5.46	1.59	10点
総合計	45.8	14.3	73点

興味関心・実験技能・科学的思考ともに右側に示した具体的判定基準を用いれば、ほぼ安定して採点

できる。高得点を得た作品は、写真資料や考察文の多い非常に質の高い優れた作品である。

分析観点をそそえたので、異質の鉱物作品と同じような総点で採点できたことが目を引く。

あなたの作品への評価  
得点  
名前

興味関心			
1	選択したテーマに積極的に迫っているか	5	5
		T	
		T	
		T	
2	何か発見しようと言う意欲を見せたか	6	6
		T	
		T	
3	現地や実物や実験に迫っているか	3	3
		T	
		T	
4	量的な作業をこなしたか	10	6
5	日常生活との関連に着目できたか	2	1
6	環境との関連に着目できたか	2	2
7	科学技術の利点と欠点に着目できたか	2	2
	関心意欲計30		23
実験技能			
1	情報活用能力	4	4
		T	
		T	
		T	
2	適切な用語・記号・単位を扱えているか	2	2
3	適切な図表・グラフを使用して自分の考えを表現しているか	2	1
4	表現が的確・上手であるか	4	3
		T	
		T	
5	安全性を考慮して道具や実験手法を選択できているか	2	
6	何回観察・測定が必要か範囲を決定できる	2	
7	信頼性を得るために十分な関連した観察・測定ができるか	4	4
		T	
		T	
8	作業したとき軌道を明確適切に記録に残せたか	4	4
		T	
		T	
9	質的量的なデータを明確に提示できているか	2	2
10	実験・分類の正確性は確保しているか	4	3
		T	
		T	
	実験技能計30		22
科学的思考			
1	ひらめきを実験に結びつけることができるか	2	2
2	考慮すべき要因を自ら抽出できたか	3	3
3	一つの要因を変化させる影響を分層できたか	1	1
4	何回観察・測定が必要か範囲を決定できる	1	1
5	実際の条件と出して実験に妥当性があるか判定できる	3	
6	適切な精度の観察・測定を行う	1	
7	結果の傾向やパターンに気づけるか	1	
8	結論を導くために結果を使ったか	3	2
9	仮説を立てた場合、結果が仮説を支持するか決定できる	1	
10	確実な結論を導くのに十分な証拠かどうか考察できる	2	
11	観察・測定の例外を考察し、可能な場合それらを説明する	2	
12	使用される方法の改善を考察する	2	
13	日常生活との関連に考察が発展したか	1	1
14	環境との関連を考察できたか	1	1
15	科学技術の利点と欠点を考察できたか	1	
16	科学的な考えが社会でどう扱られているか理解できる	1	
17	オリジナリティーを持っているか	4	4
	科学的思考計30		17
	ポーンナス計10		8

地学レポート

MAX 5	設問全てに答えているか	3
	写すだけでなく独自に考えているか	2
	工夫をして迫っているか	1
	解説に意欲を見せているか	2
	他のところもいったか	1
	独自に考えているか	2
MAX 3	写真利用	2
	図表利用	2
	実物利用	2
	頁÷3、切り上げ、密度+α	

MAX 4	三浦の自然	1
	写真	2
	実物	1
	他の資料	1

	的確な表現か	2
	解釈の関連はないか	1
	上手な説明か	1

MAX 4	図表で説明できるか	2
	写真等で深めているか	2
	他の場所・話題を扱ったか	1

	現地での活動を記載できたか	2
	現地での特別実験を記録したか	2
	レポート力	2

	解釈は正しいか	2
	記載は正しいか	2

	何らかの工夫があるか	2
	ポイントを押さえてレポートしたか	3
	応用したか	1
	十分なレポートである	1

	正しいレポートといえるか	1
	メッセージ性ある結論を出せたか	3

	別の地点まで行ったか	2
--	------------	---

生徒の野外学習のレポートの評価基準

3 観点の得点を同じ (30 満点) にするために、項目の得点の最高点を制限している。例えば、興味関心の 1 は細項目で 6 満点になるが、この項目は 5 点に抑えた。

#### 4 夏休みの課題

生徒が授業で学習したことを、夏休みに自分で復習しまとめることを奨励している。夏休みの選択課題の一つとして、生徒はノートレポート (学習した内容のまとめレポート) を作成する。益田教諭は、生徒のまとめる能力を総合的に評価 (生徒の興味・関心・態度・技能・表現、科学的な思考を評価) できるように、生徒のレポートの評価基準を作成した。次に、生徒のレポートの内容の一部と、益田教諭が作成した評価表で評価した実例を示す。

## ② 塩化銅水溶液の電気分解

実験

左の図のようには回路をつくり、塩化銅水溶液に電流を流し、両極と陰極での変化を観察す。

陰極 (-) 陽極 (+)

結果  
電流は流れた!!

＋極では... 水と対峙したため...

－極では... 赤茶色... 銅と特有の金属光沢がある

これらの事をまとめると...

＋極では... が発生した。

塩化銅 → 銅 + 塩素 =  $CuCl_2 \rightarrow Cu + Cl_2$

あなたの作品への評価

得点  
名前

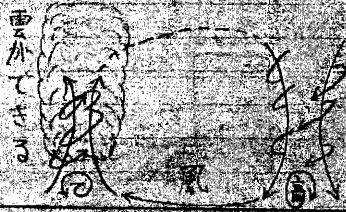
興味関心			
1 選択したテーマに積極的に迫っているか	5 (5)	2	
		2	
		2	
2 何か発見しようと言う意欲を見せたか	5 (5)	1	
		3	
		2	
3 現地や実物や実験に迫っているか	3 (3)	2	
		2	
4 量的な作業をこなしたか	12 (5)	2	
5 日常生活との関連に着目できたか	2 (7)	2	
6 環境との関連に着目できたか	2 (7)	2	
7 科学技術の利点と欠点に着目できたか	1	2	
	関心意欲計30	(22)	
実験技能			
1 情報活用能力	8 (7)	3	
		2	
		1	
		1	
2 適切な用語・記号・単位を扱えているか	2 (2)	1	
3 適切な図表・グラフを使用して自分の考えを表現しているか	2 (2)	1	
4 表現が的確・上手であるか	12 (12)	4	
		4	
		4	
10 実験・分類の正確性は確保しているか	8 (7)	4	
	実験技能計30	(27)	
科学的思考			
1 ひらめきを実験に結びつけることができるか	5 (5)	4	
4 何回観察・測定が必要か範囲を決定できる	5 (5)	4	
6 適切な精度の観察・測定を行う	4 (4)	4	
13 日常生活との関連に考察が発展したか	4 (4)	4	
14 環境との関連を考察できたか	4 (4)	4	
15 科学技術の利点と欠点を考察できたか	4	4	
17 オリジナリティを持っているか	4 (4)	4	
	科学的思考計30	(28)	
	ボーナス計10	(1)	

ノートレポート

領域	3
丁寧さ	2
整理の良さ	2
色遣い	1
膨らませ方	3
努力	2
参考にしたか	2
工夫があるか	2
÷6切り上げ	
参考図書	3
参考データ	2
色遣い	1
その他	3
レイアウト	4
色遣い	4
まとめ方	4
まとめ方のうまさ	
構成員企画力	
正確性	
考察力	
考察力	
考察力	
努力量	

# 気圧と風のまとめ

気圧 (1013hPa) ← 約1kg/cm<sup>2</sup>



- ×雲が上層気をはわ!!
- ① 雨雲は低層気
  - ② 雨雲は低層気
  - ③ 雨雲は低層気
  - ④ 雨雲は低層気

低気圧の回車は...地球の自転のため遅く!!



気圧線の間隔が  
おもしろい!!

風の表示

(天気記号)

晴	曇	雨	雪	雷	霧
晴	曇	雨	雪	雷	霧
晴	曇	雨	雪	雷	霧

例) 北風 風速 10m/s

風向 風力

天気

あなたの作品への評価  
得点  
名前

ノートレポート

興味関心			
1 選択したテーマに積極的に迫っているか	5	(5)	
2 何か発見しようと言う意欲を見せたか	5	(5)	
3 現地や実物や実験に迫っているか	3	(3)	
4 量的な作業をこなしたか	12	(12)	
5 日常生活との関連に着目できたか	2	(2)	
6 環境との関連に着目できたか	2	(2)	
7 科学技術の利点と欠点に着目できたか	1	(1)	
	関心意欲計30	(30)	
実験技能			
1 情報活用能力	8	(8)	
2 適切な用語・記号・単位を扱えているか	2	(2)	
3 適切な図表・グラフを使用して自分の考えを表現しているか	2	(2)	
4 表現が的確・上手であるか	12	(12)	
	実験技能計30	(30)	
10 実験・分類の正確性は確保しているか	6	(6)	
	科学的思考		
1 ひらめきを実験に結びつけることができるか	5	(5)	
4 何回観察・測定が必要か範囲を決定できる	5	(5)	
6 適切な精度の観察・測定を行う	4	(4)	
13 日常生活との関連に考察が発展したか	4	(4)	
14 環境との関連を考察できたか	4	(4)	
15 科学技術の利点と欠点を考察できたか	4	(4)	
17 オリジナリティを持っているか	4	(4)	
	科学的思考計30	(30)	
	ボーナス計10	(10)	

領域	3
丁寧さ	2
整理の良さ	2
色遣い	1
膨らませ方	3
努力	2
参考にしたか	2
工夫があるか	2
→6切り上げ	
参考図書	3
参考データ	2
色遣い	1
その他	3
レイアウト	4
色遣い	4
まとめ方	4
まとめ方のうまさ	
構成力企画力	
正確性	
考察力	
考察力	
考察力	
努力量	

3観点の得点を同じ (30 満点) にするために、項目の得点の最高点を制限している。

自主的提出レポート 97人中49人 提出者平均 全体平均 最高点

興味関心	15.7	8.02	29点
実験技能	18.3	9.31	30点
科学的思考	10.4	5.33	27点
ボーナス	3.86	0.89	10点
総合計	48.2	24.1	95点

興味関心・実験技能・科学的思考ともに右側に示した具体的判定基準を用い、安定して採点できた。



80点以上の作品は4点しかない中、90点代をとった3名は、皆学生科学賞で全国・県入賞している。ノートレポートも他の評価資料作品と同じような総点で採点できたことが目を引く。

5 外部講師の導入 (カリキュラム(19)) (ESE 理解目標 7)

このカリキュラムでは 3 回の外部講師を導入している。造岩鉱物の分類と世界の岩石・地層の講演、コロラドの地層の講演である。ESE では理解目標 7 で専門家との出会いの大切さを説いている。



外部講師 (北コロラド大学教授 Bill Hoyt 博士) の「コロラドの地層」の講演



コロラドの地層の話をする Hoyt 先生と通訳の五島氏 真剣に講演を聞く生徒



講演終了後生徒が Hoyt 博士に個別に質問

三崎中学校橋本校長と Hoyt 博士

2002年(平成14年)1月1日 金曜日

# コロラドの地質学ぶ

三崎中で 3年生 米学者が魅力を講演

米の北コロラドの海 講演した。同校の3年生約 100人が参加。コロラド州・ 崎中学校(同市城山町)橋本校長が司会を務めた。本校 本部長(橋本)を助けて、2ア される峡谷の地層を、大 米の地層」をテーマに 自然ははるかに神秘的

講演後も生徒たちが囲まれる Hoyt 教授  
三崎市立三崎中学校

横須賀 気品漂う姿ずらり  
15日 洋風展 25点を紹介、教室も

所の地層を来日して、日本の 愛蔵書などを、地層への関 心が高まっている。 中・高校を掲載しながら教 壇にも立っている。 三崎中学校は今年度、同 写真を扱いながら、河川に 肝煎の進める「サイエンス 発表された大規模地層学 2ア」教育の発展研究 化が顕著に現れている。地 力役を担っている。地 元地層の地層研究を行っ た。生徒が、この地層学 科学の発展に大いに寄 生徒たちは、美しい風景

「コロラドの地層」の講演 付で遊手乗舟青年会講所 理事長に秘した。「ち ではない。但し、橋本校長、 密で配慮をかけた。この 亡の周知の報に追加し、

か、寄せられる期待も 大きい。 活動では「地層学」 亡としての知識を持つため

「コロラドの地層」の講演を取材した神奈川新聞 (2002.1.9)

7. 生徒の授業ノート

生徒のノートを見れば、その教師の指導の様子を垣間見ることができる。ここでは、益田教諭が指導した授業の生徒のノートの一部を示す。

まじでヤバ  
おいて、それがあるんだよ。  
そんなの、あるさー!!

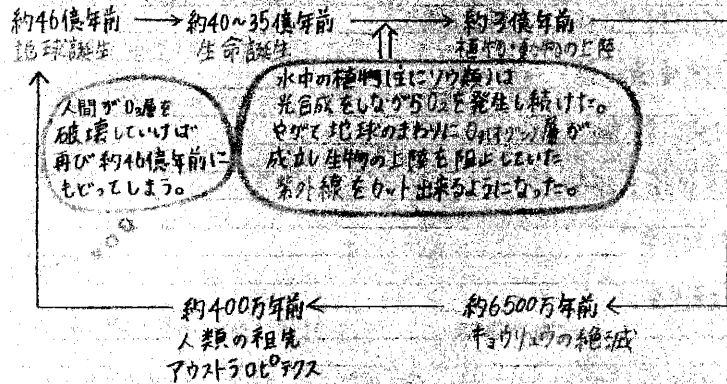
植物	ワウ類	→	ワケ類	→	ワケ植物	→	種子植物
場所	水中				陸上		
維管束			ない				ある
増え方			花の咲かない				種子

入試によく出るよ

動物	魚類	→	両生類	→	爬虫類	→	鳥類	→	哺乳類
呼吸法	エラ呼吸		④ エラ呼吸 ⑤ 肺呼吸				肺呼吸		
体温			変温動物				恒温動物		
産み方			卵生				胎生		

入試によく出るよ

★進化の流れ(地球の歴史)



★生きた生物で進化をみつけるなら  
相同器官での比較が有利。

入試にあまよく出るよ

進化論

ラマルク	1774 ~ 1829	用不用説
ダーウィン	1809 ~ 1882	自然選択説
ド・フリース	1848 ~ 1935	突然変異説

①生物間のつながり

食べる、食べられるの関係を食物連鎖という。



②食物連鎖のバランス

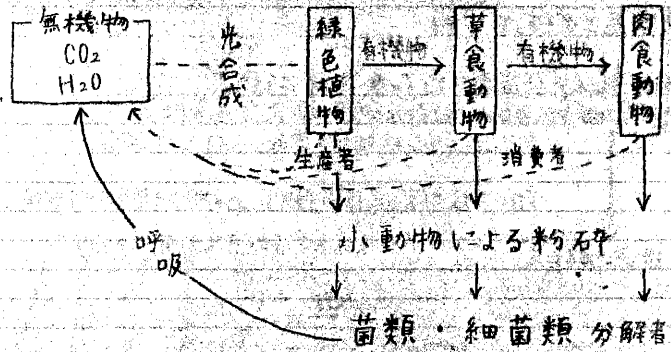
※生産者(緑色植物)が作った有機物を  
利用している動物を消費者という。

※光エネルギーを使い無機物(CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O)から  
有機物を作り出す植物を生産者という。

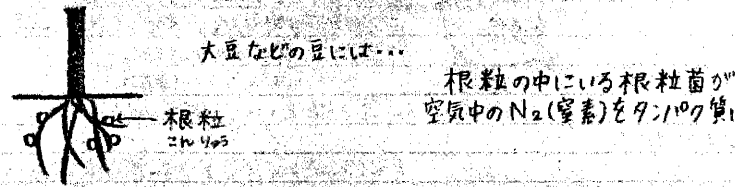
例外) クビ、キノ  
(細菌類, 菌類)

ESE 理解目標4の内容を扱うノート

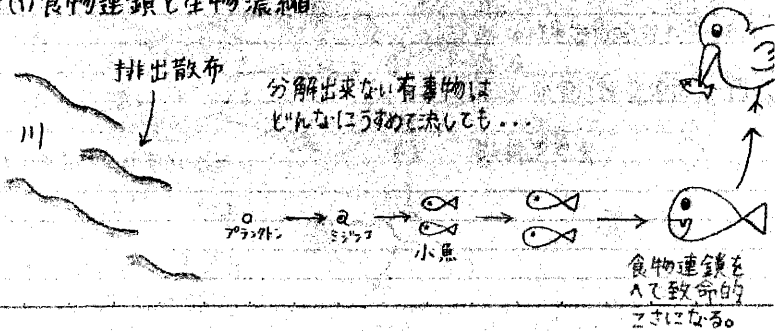
1/3 日食物連鎖のまとめ



★窒素やタンパク質の流れ...

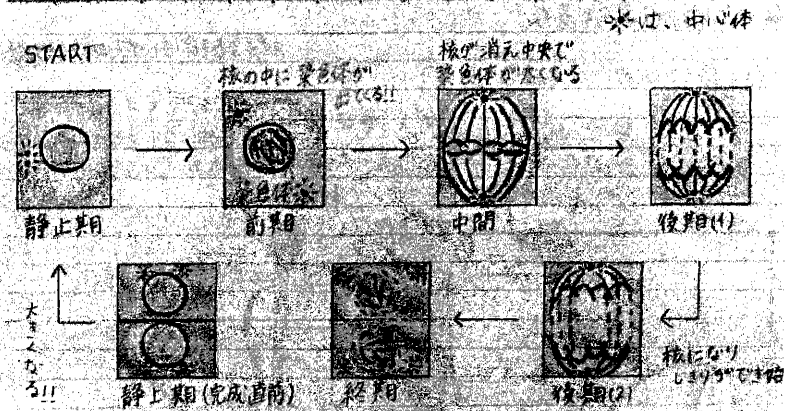


★(1)食物連鎖と生物濃縮



ESEの理解目標4を意識して指導できる分野

～細胞分裂の順序～



～まとめ～

- 成長は
- 1) 数が増える
  - 2) 大きくなること
- である。

～余談(おまけ)～

この前まで人の体は、何個の細胞から出来たのか、おたが質問ありましたよ。ちとと質問しました!!

人の体は、最初たった1個の受精卵ですが、母親の胞内で細胞分裂を繰り返して、生まれる時には約1兆個の細胞になっていきます。その後、細胞分裂で成長を続け、大人の体は約40～60兆個の細胞が集まって出来ています。



板書のまとめ方の工夫を奨励する。この生徒は教師の板書をそのまま写さず自分で工夫してストーリー性のあるノートを作成している。



なめくじ

?ナメクジに塩をりけると死ぬの??

ナメクジに塩をふりかけると体が溶けると言われているが、これは浸透圧の関係で体内の液が外に出て体が縮んだあけで、溶けたのではない。

塩をかけることにより死ぬこともあるが多くはそのままにしておくこと逃げたものの駆除には集めて焼くのが良いらしい。

～ナメクジの種類～

コウナメクジ → 体長7cm、体幅1cm。1825年に北アメリカのフィラデルフィアで発見その後1920年、日本の神戸・奈良・東京・京都で発見された。体色は灰黄色で暗色の雲状斑がある。

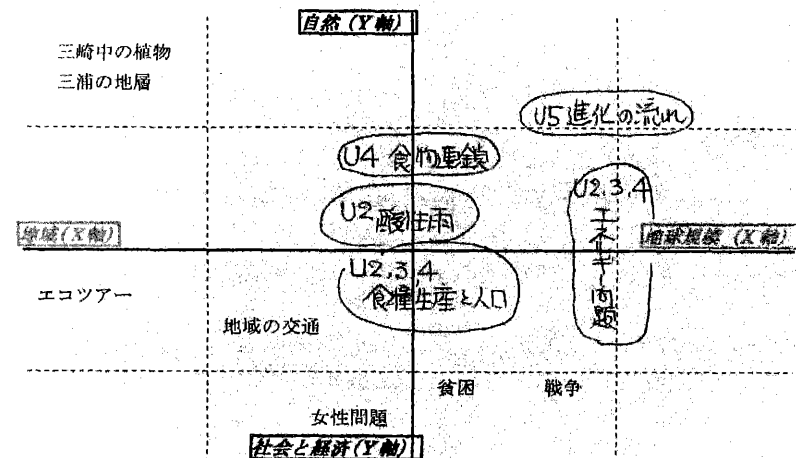
フコウナメクジ } のっていませんでした。  
マダラコウナメクジ }

ヤマナメクジ → 体長10cm 体色は濃い。とても大きい。大物種。

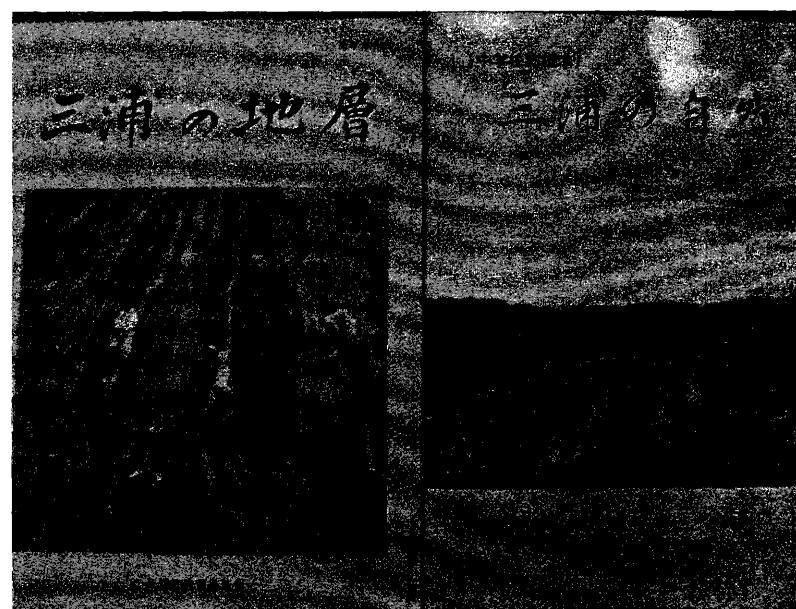
日々、調べたい事

私的の考えは、カタツムリの殻はヤドかみたいに殻の引っこはしないのか?というの  
調べたいが、私はしないと思う。また、陸では海の中かたいに貝がないし、カタツムリは、肝臓とか肺とかあるので引っこは出まないと。カタツムリは殻と一緒に成長すると思う。ウレ気になるので調べたいです。益田先生知っていますか?

教師が板書したことだけでなく、それを元に探究的に生徒自身で調べることを奨励する。だから、ノートに生徒の自己学習を記述させ、評価する。



生徒にE S Eの理解目標を意識させる図 (アースシステム教育を導入した場合のノートの例)



三浦市教育委員会では1992年に地学の副読本「三浦の地層」を作成し、その後2回の改訂を経て、2001年には地学と生物の副読本「三浦の自然」を作成した。



## 中学校3年アースシステム教育カリキュラム

### 「地球と人間」

吉野昌彦（横浜中学校）

#### 1. 単元：地球と人間

2. 目標：人類をはじめとする多くの生物が生活する地球の環境が、かけがえのないものであることを気づかせ、その中で人間の便利な生活が地球環境にさまざまな影響を及ぼしていることを認識させる。また、科学技術のあり方や自然とのかかわり方について地球に生活する一人としての責任を自覚させる。

#### 3. ESE 理解目標：1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

#### 4. カリキュラム（指導計画）

	題材	授業の内容	指導の工夫	理解目標
(1)	かけがえのない地球	地球が生物の生存にとって唯一の天体であることを理解させる。また、地球上で生物が生活できる場所は、ごく限られた狭い範囲であることを知らせる	世界の国立公園を検索させる。また、その写真をもとに動植物や地形・天気の特徴などを調べさせる。	1
(2)	エネルギー資源	エネルギー消費の急増とエネルギー資源の有限性を知り、クリーンエネルギーの開発と省エネルギーの必要性を理解する。	私たちの生活の中でエネルギーを節約できるところはないか話し合わせる。	2、3
(3)	その他の資源の利用	鉱物資源や生物資源の大量消費による環境への影響を知り、リサイクルや品種改良について考えさせる。	バイルシュタインテスト	2、3
(4)	物質の循環と人間の生活	人間の生活によって排出されるごみの量と質の変化を知り、これまで調和の取れていた地球の物質の循環が乱れ始めていることを理解する。	森林の面積の変化の資料を示す。 エルニーニョ現象やオゾン層破壊の説明。	2、4、5
(5)	水や空気の汚染	人間の活動によって水中や空気中に有害物質が含まれるようになり、生物に被害を与えていることを理解させる。	酸性雨の調査。	6
(6)	自然環境の保全	自然環境の保全が人類の今後の生活にとって大切であることを理解するとともに、これからの科学技術のあり方を考えさせる。	レッドデータブックの紹介。 水の浄化施設や排ガスの出ない車の開発についての説明。	7

#### （授業計画）と ESE 関連メモ

- (1) ESE 1 地球の美しい姿を調べさせ、生物学的または地学的に発展させる。
- (2) ESE 2 私たちの生活が、どれだけ無駄があるのかを考えさせる。
- (3) ESE 3 バイルシュタインテストで環境に悪影響を与える塩素を含んでいるか身の回りのものをチェックする。

- (4)ESE 5 森林の面積の変化を説明する。
- (5)ESE 6 住宅地や工業地帯などの地域と酸性雨の関係を調べる。
- (6)ESE 7 レッドデータブックなどを紹介して、人間のこれからの自然に対しての役割を考えさせたい。

### 5. 評価

- (1) 生物が生存するためにはどのような条件が必要ですか。(ESE1)
- (3) 石油から、身の回りにあるものでどのようなものがつくられていますか。(ESE3)
- (4) 地球上における炭素の循環を説明しなさい。(ESE4)

### 6. 教材教具

- (3) バイルシュタインテスト
- (5) 酸性雨の調査キット
- (6) レッドデータブック

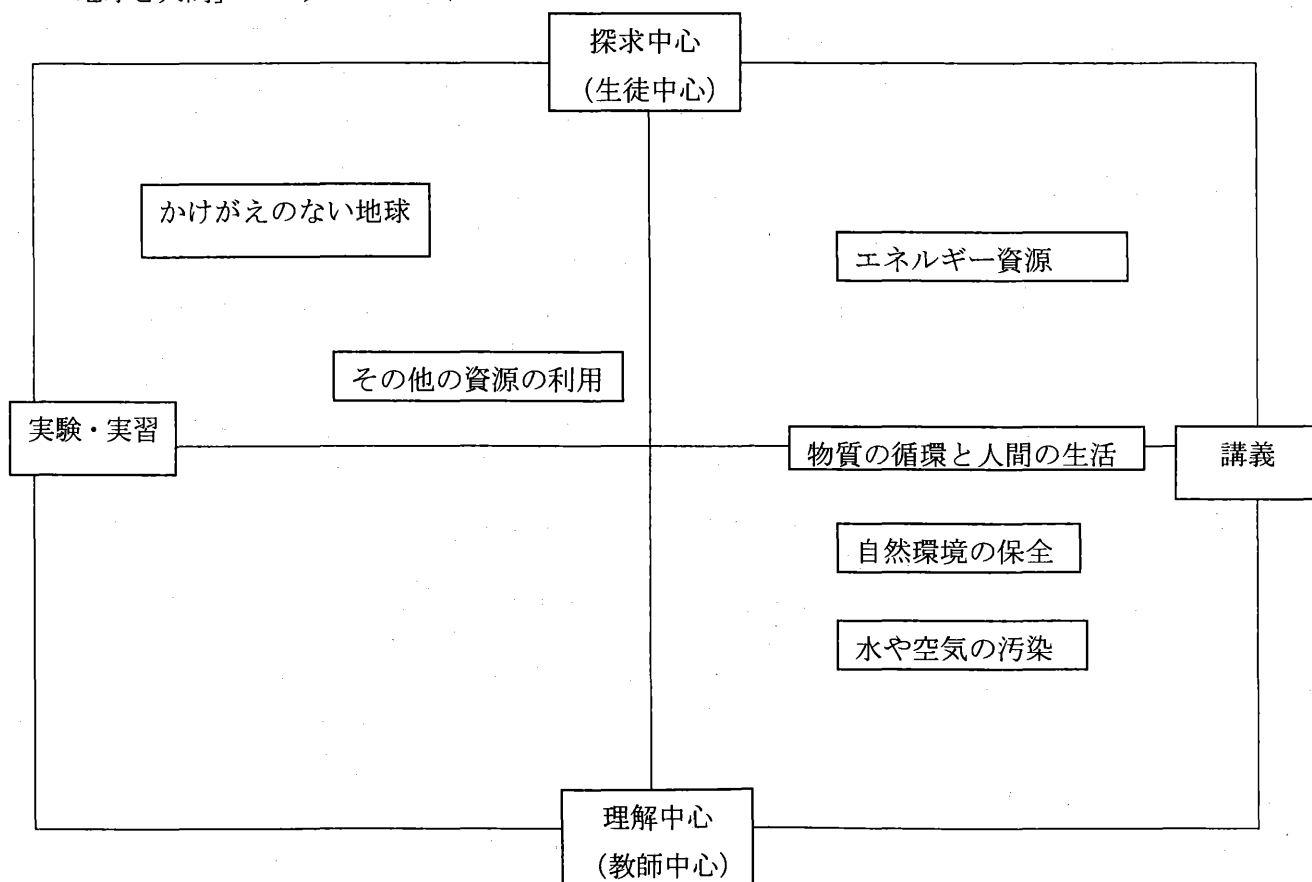
### 7. 実物実体験（実験観察）

- (3) バイルシュタインテスト
- (5) 酸性雨の調査

### 8. IT の利用

- (1) 世界の国立公園について検索する。

「地球と人間」のバランスシート



## 9. 単元実施後の教師の振り返り（自己評価）

- (1) 横浜中学校ではこの単元に入るころインフルエンザが流行し、学級閉鎖のクラスがあり、私自身も体調を崩すことがあり大変な時期にあたってしまった。よって、すべてのクラスにこのカリキュラムを実施することができなかった。また、酸性雨の調査においてはまったく実施できなかった。
- (2) 「かけがえのない地球」では、世界の国立公園を検索させることにおいて熱心に活動していた。また、そこで今まで学んだ気候なり、動植物の特徴を調べさせたが発展性がなかった。もう少し時間を与えるべきであった。
- (3) 「エネルギー資源」では、話し合いの場面で積極的なクラスと消極的なクラスで2つに分かれてしまった。
- (4) 「その他の資源の利用」におけるバイルシュタインテストは、ほとんどの生徒たちにとって驚きや発見があり積極的に取り組んでいた。また、レポートもしっかりと考察されていた。
- (5) 「物質の循環と人間の生活」においてはエルニーニョ現象やオゾン層破壊について触れ、生徒からの質問も引き出すことができた。
- (6) 「水や空気の汚染」は講義形式で終えて、教員側で工夫をしなかった。
- (7) 「自然環境の保全」について、レッドデータアニマルの本を授業中に回したところ、熱心に呼んでいる生徒が多く、私たちが自然とのかかわり方について考えさせることができた。
- (8) 高等学校段階ですぐに実施する県テストに向けての演習をする時間も確保しなければならなかったので多少制限はあったが、目標をある程度達成することができた。



## 7. 中学校共通アースシステム教育カリキュラム

- (1) 選択理科「自由研究理科」
- (2) 選択理科「大地とその生い立ち」
- (3) 総合的な学習・特別活動・道徳・理科の融合「学年行事：キャンプ」
- (4) 選択理科「自然と人間」
- (5) 総合的な学習「アースシステム教育と総合学習」
- (6) 発展コース「藤沢の自然の教材化と ESE」
- (7) 総合的な理科「神奈川の岩石・三浦の地層と地震」





## 中学校1・2・3年アースシステム教育カリキュラム

### 選択理科「自由研究理科」

#### 学校外の教育力を活用して、生徒の理科の力を伸ばす方法

益田 孝彦（三浦市立三崎中学校）

三崎中学校では通常の理科授業と共に、選択理科として「自由研究理科」という教科も設定している。2002年度は3年の選択理科で、8人（学年の9%）の生徒、本年度は29人（32%）の生徒が履修している。

アースシステム教育では指導方法に学校外の施設・人材を利用して理科教育を展開することや理解目標7では専門家との出会いを奨励している。本校はアースシステム教育研究協力校として、理科授業の組み立ての大きな柱の一つに、学校外の教育力を積極的に取り入れてカリキュラムを構成している。その実際の展開の対象として、通常の理科授業及び選択教科「自由研究理科」の中で、各メディアを上手に組み合わせながら、幅広い理科授業を展開している。さらに全国に於いても珍しいと思われる「自由研究部」という部活動を通して、研究活動を十分にサポートしている。本論文では、具体的にどのような「外部の教育力」を生徒に提供し、生徒の理科に対する興味関心や、探求心を育ててきたか、その実際の様子と効用を紹介したいと思う。

#### 1 本年度までの選択理科の概要

##### (1) 2000年度 三崎中第2学年「自由研究理科（選択理科）」について

2000年度三崎中は2学年全員履修の「自由研究理科」という選択教科を実施し、その成果として68点92名が自由研究作品を提出した。個々の受賞にとどまらず、東京電力主催旺文社協賛「サイエンスグランプリ2000」学校賞を受賞した。

##### (2) 2001年度 三崎中第3学年「自由研究理科（選択理科）」について

2001年度は、国語・技術・家庭科・音楽・美術が加わり、6コースの選択教科が開設される中、「自由研究理科」を2年連続選択する者が22名いた。22名の生徒は、前年度の経験をふまえて、自ら課題を設定し、その課題を自力で調査し、その成果を他者に伝わるような報告書にまとめていった。

##### 《選択理科の成果》

##### ①日本学生科学賞内閣総理大臣賞「城ヶ島の地層に迫る」（地学調査隊7名）

学生科学賞神奈川県審査会において神奈川県教育長賞を受賞し、日本学生科学賞では、最高賞の内閣総理大臣賞を受賞した。

##### ②学生科学賞神奈川県科学教育振興委員会賞「オゾンの研究」（虫賀文子）

##### ③小中学校作品コンクール全国中学校理科教育研究会会長賞「水溶液の謎」（土井昇）

##### ④神奈川県科学作文コンクール TVKテレビ賞「地球の水」（水上光）

##### 《成果の発表》

##### (1) 卒業を祝う会（学年集会）での優秀な研究作品の発表

##### (2) 他校での発表

①3月4日5日の2日間地元の三崎小6年90人南下浦小30人に対して、「城ヶ島の地層に

迫る」の成果発表と片栗粉の実験等のミニサイエンスショーを受賞生徒と引率の益田で実施。好評を博す。

②3月16日神奈川県内の数校が横浜国立大学附属横浜中学校に招待され、各学校の優れた科学研究の発表会を行った。三崎中学校は以下の研究発表を行った。

「城ヶ島の地層に迫る・カイワレの成長と金属・サビの研究・脱色について」の4作品

## 2 2002年度の選択理科の年間指導実践

月日	授業内容	授業のねらい	外部教育力の活用計画
4月下旬	刈エンターション		
5月	コンピュータ操作練習	デジカメ画像を取り込んでの文書作成練習	
6月 6月10日	テーマ選択 研究相談	研究テーマを決定する 研究の指針を確立する	学芸員さんの招聘、相談会・記念講演会
6月22日	実習「ウニの卵割」	研究希望者の研究援助	油壺東大臨海実験場での臨海実習会参加
7月9日	地学講演会	地学の面白さにふれる 専門家との出会い	国際地学教育学会会長クリス・キング記念講演
7月	調査研究本格開始	自分の研究の推進	
夏休み	調査研究	試行錯誤と研究の深化	
9月8日	博物館見学会・研究相談会	博物館の活用、自分の研究の疑問を相談する	横須賀自然博物館表側裏側見学会・研究相談会
9月	報告書作り	支援活動レポート作り	
10月 10月9日 10月19日	作品作り 作品提出締め切り 実習「ホヤの卵割」	研究をまとめ上げさせる 研究希望者の研究援助	油壺東大臨海実験場での臨海実習会参加
10月31日	鉱物標本贈呈式記念講演	一般の専門家のお話を聞かせていただく	鉱山で働いていた石立氏の鉱物記念講演の実施
後期選択理科	理科の総復習	実験を含む楽しい復習	科学技術振興事業団・宇宙少年団「科学館一学校連携強化資料の開発・普及」事業開発作品の利用
11月～12月	熱気球作り	開発作品利用1	地域天文愛好家の協力
1月	生物進化すごろく	開発作品利用2	
2月	天体観測会	実物実体験の重視	
3月	自由研究発表会 小学校での発表 自由研究発表交流会	入賞作品をプレゼン 次年度の構想を深める	対外的な発表を通して、発表能力を高める。 校外発表・小学校での発表・横国大での交流発表

### 3 外部教育力の活用の詳細

様々な興味関心を見せる生徒の感性や才能・資質を伸ばすためには、教員一人の努力では充分とは言えない。その足りない部分を補ってあまりあるものが、学校外の教育力の利用ではないだろうか？昨年度は「学校外の教育力の利用」の実例として次の1～6の実践

- (1) 博物館学芸員の招聘と博物館の訪問
- (2) 大学教官の活用
- (3) 近隣大学施設の利用
- (4) 一般の専門家の活用
- (5) 「科学館－学校連携強化」開発作品の活用
- (6) 自分の研究成果の対外的な発表

を行ったので、その実際を報告する。

#### (1) 学芸員の教育力の活用事例

ア) 1回目：博物館学芸員の招聘、研究相談と記念講演の実施

<解説>

「自由研究理科」は、三崎中学校が指定を受けて研究協力している「アースシステム教育」の授業展開例として推奨される授業形態の一つである。本年度もアースシステム教育の一環として「自由研究理科」を実施している。

アースシステム教育ではその7つの理解目標の中に「地球の起源、プロセス、進化に関する研究に関係のある仕事や興味を持った沢山の人がいる。」ことを掲げている。三崎中の実践においても、この目標に近づけるため「専門家との出会い」を目的とした授業を組み込んでいる。

今回は「専門家との出会い」「地域の博物館施設の利用と連携」「自由研究への貴重なアドバイスの提供」をねらいとして、横須賀市人文自然博物館の学芸員さんに生徒一人一人の研究に対し、アドバイスを頂き、必要においては本館へ出向いての指導を受けることをねらっている。

1回目：当日の指導案の実際（選択理科指導案）を利用して紹介する

1. 日時 2002年6月10日（月） 5限
2. 場所 三崎中第一理科室を基地とする活動範囲
3. 対象 第3学年選択理科履修者8名 男子4名女子4名
4. 生徒の実態

選択理科を履修した8名の構成は大きく2タイプに分かれる。男子4名は、研究をまとめる不安を若干抱えつつも、理科の領域に興味を持って参加している。女子4名は理科が得意で今回かなり大きな希望（研究の入賞）をもってこの授業に参加している。開講当初は「共同研究」に向かうかと思われた生徒たちであったが、「自分のやってみたいことを追求したため」結果的にすべてのメンバーが「個人研究」を選択している。

#### 5. 本時の指導目標

本時の指導目標は大きく以下の4つある。

- ア) 各自自由研究方針の確立
- イ) 博物館学芸員との出会いと連携
- ウ) 各自の研究をすすめる。
- エ) 学芸員の講演「ヒマラヤの植物」を聞く。

## 6. 本時の流れ

- ①課題取り組みの確認：相談順を決定；各自研究に入る
- ②研究の流れと質問事項の確認
- ③研究の相談・支援
- ④講演を受ける

## 7. 評価

- ①手際よく相談順を決め、待ち時間の指示が出せたか？
- ②研究の流れを完成させてあげることができたか？

## 8. 参考資料<生徒の研究の概要>

### E/T：「食虫植物2」

昨年度の先輩の研究を引き継ぎ、「ウツボカズラ」の分析を通して、食虫植物と言われている「ウツボカズラ」が本当に食虫植物か検証しようとする。また、「ハエトリソウ」を研究し、その特性を明らかにしようと考えている。

### E/T：「シダやこけの研究」

気孔の研究を通し、相同器官として見つめたときにシダやこけの進化の様子が明らかにならないか研究する。また、胞子嚢というシステムを持ちながら、葉裏に気孔が多い一見矛盾する点を詳しく解き明かそうとするもの。

### N/I：「植物の乳白色液に迫る」

植物で乳白色液を出すものがあるが、その共通性を見つけだしたり、その乳液の特性を調べ、動物で言う白血球のような防衛システムがあるのか研究しようと言うもの。

### S/N：「蒸散を研究する」

常緑樹の蒸散の特徴と、落葉樹の蒸散の特徴を調べ、その特徴がどこの起因するものか考えようと言う研究。

### A/F：「光合成の原料を科学する」

選んだ植物の葉をビニール袋で包み1週間の変化を観測する。それをもとに、ビニール袋の中身を「二酸化炭素のみ」「二酸化炭素と酸素」「酸素のみ」「窒素のみ」と言った袋で実験してその結果を考察する。

### S/I：「ウニの発生・卵割」

ウニの卵割の調査方法を習って、三崎中で実際にできるか挑戦する。また、できるものなら一卵性双生児が作れるか試してみる。

### K/K：「城ヶ島お魚MAP」

城ヶ島で自ら捕まえたことのあるお魚の文献・インターネット調査と、漁業関係者である親族や地元から城ヶ島の周りでどこで何がとれやすいか調査し、MAPを作る。そして分布の特徴の理由を考えていく研究。

### S/U：「シーバスとブラックバス」

釣り好きを生かし、ブラックバスとシーバスのしぐみのちがいを調査したり予想したりする。実際に実物をGETしたら様々な調査をして研究にまとめる。

## 9. 当日の生徒アンケート結果（5段階）

1回目:三崎中での質問会・講演会	S/I	A/F	K/K	S/U	E/T	S/N	N/I	E/T	
学芸員さんに質問してみたいことが事前にあった	3	2	3	3	2	4	4	4	3.1
学芸員さんから研究について何かアドバイスをもらった	2	4	2	1	3	5	5	5	3.4
学芸員さんと上手にお話できた	5	3	2	1	3	4	3	4	3.1
お話しするには少し準備が足りなかった	2	2	3	3	5	4	3	3	3.1
講演会での「ヒマラヤの植物」のお話は興味をもてた	4	4	3	3	4	4	5	5	4
お話は楽しかった	3	4	3	4	4	3	5	5	3.9
お話は自分にとって役に立ったと思う	2	4	3	3	4	2	4	5	3.4
お話が自分の自由研究に役に立つと思う	4	3	3	2	3	3	3	4	3.1
ヒマラヤの植物や自然に興味を持った	4	4	4	4	5	2	4	4	3.9
学芸員さんの話が聞け相談できたのはとても良い経験だ	4	4	3	4	5	4	4	5	4.1
学芸員さんという仕事に少し関心を持った	3	4	3	4	5	3	4	4	3.8
	3.3	3.5	2.9	2.9	3.9	3.5	4	4.4	3.5

※植物に関する学芸員なので具体的アドバイスについては「魚」関係の生徒はなかったようである。

イ) 2回目: 博物館への訪問、学芸員さんへの研究報告、博物館資料保存庫裏側見学

2回目: 自由研究研修会の配布文書の実例を利用して紹介する。

1. 時 9月8日(日) 1時 横須賀中央駅モアーズ側口集合

2. 場所 横須賀自然博物館 24-3688: 改札口から益田が引率

3. 目的 研究を見ていただいている大森学芸員さんに中間報告するとともに気になることを質問して、疑問解消の一助にする。また、館内を見学して研究を深める。

4. その他 解散は博物館。全員でまとまって中央駅で解散。

交通費は自分持ち。(中央～三崎口往復540円。)

解散予定時間 中央駅3時半

## 5. アンケートの調査結果

自然博物館見学会質問会	S/I	A/F	K/K	S/U	E/T	S/N	N/I	E/T	
学芸員さんに質問してみたいことが事前にあった	1	1	1	5	5	5	5	4	3.4
学芸員さんから研究について何かアドバイスをもらった	1	1	1	5	5	5	5	5	3.5
学芸員さんと上手にお話できた	1	2	2	5	4	5	3	4	3.3
お話しするには少し準備が足りなかった	1	1	3	4	5	4	4	3	3.1
自由研究に役に立ったと思う	1	4	3	5	5	5	5	5	4.1
見学は楽しかった	5	5	4	5	5	4	5	5	4.8
見学を通して興味のあるものに出会えた	5	5	3	5	4	3	3	3	3.9
貴重なものを見ることができた	5	5	4	5	5	4	4	5	4.6
自分の自由研究に生かせるものがあった	5	4	3	5	3	3	3	5	3.9
今回の見学相談会はとても良い経験だと思う	5	5	3	5	5	4	4	5	4.5
博物館や学芸員さんという仕事に関心を持った	3	5	4	3	4	3	4	4	3.8
	3	3.5	2.8	4.7	4.5	4.1	4.1	4.4	3.9

※ 1度の企画でなく2度にわたる経験を積んだことで、自由研究にのめり込んだデータの4人目(男子)をはじめ、データの5人目以降の女子4名全員が皆、アンケート結果に深まりを持っている点が注目される。(すでに作品を作り終えた3人は相談自体をほとんどしていない。逆に魚の学芸員さんを紹介してもらえた4番目の生徒の数値が高いところが注目できる。)

※ ご厚意で急遽決まった博物館の裏側収蔵庫の見学は参加者任意としたが、全員が興味を持って、予定時間を過ぎても楽しく飽きずに見学できていた点が注目される。

### (2) 大学教官の活用事例：

指導案の実際(国際地学教育学会会長クリス・キング氏の地学に関する来校記念講演)を利用して紹介する。

1. 行事名 クリス・キング国際地学教育学会会長三崎中来校記念講演

2. 日時 7月9日

第一部：10時50分～11時40分(講演30分、質疑応答15分)

対象；三崎中学校第2学年 92名 <大人数に対する講演>

第二部：11時50分～12時40分(講演30分、質疑応答15分)

対象；三崎中学校第3学年有志希望者 <少人数に対する講演>

3. 場所 三崎中学校管理棟2階第一理科室にて

4. 行事の目的

①地球科学の面白さを専門家から学ぶ

②専門家との出会い

③中学校における教科横断的（総合的な）学習の実験的試み

④外部講師の学校教育への導入

## 5. 行事实施の背景

①三崎中学校は、国立教育政策研究所の五島政一氏らが進める「アースシステムに関わる教育システムの開発」研究の実践研究協力校である。本校では1月に米国教授による記念講演が実施され、好評だったことはもちろん、生徒に多大な教育効果をもたらすことに成功している。今回もその成果をふまえ、研究の一環で日本に招聘された英国教官の現地校視察において、単なる視察に终えず、三崎中においては2度目となる、教官自身による記念講演を再び企画してみることにした。

②公立中学校におけるこの驚くべき画期的な企画は、「アースシステム教育」の教育目標自身の中に、「専門家と出会い、自然科学の研究に没頭する人がいることを知る。」という、大目標があることが最大の成立要因である。さらに今回の通訳も、英語に堪能だけでなく、自ら「NHK 自然観察ビデオ」等で画面に登場した、生徒に大きな信頼を得ている地学の専門家の五島氏であるという幸運を得て、この企画が成立している。

③なによりも有志の3年生は、本校の日本学生科学賞での内閣総理大臣賞受賞に触発され自由研究等自然科学への興味を深めての参加であること。そして2学年は全体像として「理科や自然科学」に大きく興味を示し始めている状況がある点の実現した理由の一つである。新教育課程で地学領域をすでに1年時に履修した者に対する講演としても注目されることである。

## 7. 講師について

クリス・キング Chris King 教官（47歳）

英国キール Keele 大学教官 国際地学教育学会会長

専門 . . . . .地質学

中学生世代などに対しても教育経験が豊富でお話がおもしろいことで有名。

## 8. 講演内容

大人数に対しては「ダイヤモンド鉱山の話」。少人数に対しては アクティビティーを含む「地学の面白さと世界の火山・地層」の予定。

## 9. その他

日本でも類を見ない公立中学校における画期的な2度目の実験です。

興味のある方はぜひお越しください。

参加・取材希望の方は、三崎中学校（TEL 0468-81-5165 FAX 0468-81-5166）

事務担当 理科教諭 益田孝彦までご一報ください。

## 10. クリス教官地学記念講演に関する選択理科履修者8名アンケート結果

1. 講演会を通して自然の美しさを感じましたか 4

2. ダイヤモンドを得るため人間は自然に影響を与えてきた 4

3. 鉱物資源を探すための地道な研究は日々進歩している 4. 3

4. ①水流が作る砂の波紋（ラミナ）が水流の向きを教えてくれることに驚いた 3. 8

②ろうそくのロウでマグマが地表に上昇してくることが説明できる実験に驚いた

3. 8

- ③ダイヤモンドは地殻の分厚いアフリカ大陸などでないと見つからない 3. 4
5. 地表の変化で鉱物のある鉱脈が露出するときがある 3. 4
6. 他の天体でも同じように鉱物があると考えられる 3. 4
7. ①地学を生徒に教えるのは面白そうだ 3. 6
- ②ダイヤモンド探しは興味深い職業の一つだ 4. 4
- ③クリス教官の生き方に興味を持ってお話が聞けた 4
- (講演会という企画について)
1. 講演会はとても楽しかった 3. 9
2. 講演会はとてもためになった 3. 6
3. こういった勉強も身につけて良いと思う 4
4. 上手にわかりやすくお話ししてくださった 3. 9
5. 参加してすごく良かったと思う 3. 9
6. 五島先生の通訳もすばらしかった 3. 6
7. 講演時間は長すぎる 2. 3
8. またこんな機会があったら是非参加してみたい 4. 1
9. お話を聞く前よりか地学に興味を持ったと思う 3. 9

## 11. 講演会の評価

学年全体で聞いた2学年も有志で聞いた(アンケート分析例示)3年も興味を持って講演会に参加できていた。ユニークなアクティビティを伴う講演会だったのでもっと聞いていたいと思っていたようだった。ESE理解目標7が十分に達成できた講演会であった。

尚、3学期にはリー・シュロップサイヤ教授を招いての講演会も実施された。対象は選択履修者ではなく、授業を教えていない1学年全員と教科担当している2学年1クラスの2回講演であったのだが、参考までにアンケートの結果のみ紹介する。

### シュロップ・サイヤ教授地学記念講演参加者アンケート

次のアンケート項目において「強くそう思うものに5、まったくそう思わないに1」の5段階評価で答えて下さい。

- | (ESEアンケート)                   | (1学年全体) | 「2年1組」 |
|------------------------------|---------|--------|
| 1. 講演会を通して自然の美しさを感じましたか      | (4. 1)  | 「4. 7」 |
| 2. 人間は自然に影響を与えてきた            | (4. 2)  | 「4. 4」 |
| 3. 恐竜の化石を探すための地道な研究は日々進歩している | (4. 2)  | 「4. 6」 |
| 4. ①コロラドの自然の歴史について理解できましたか   | (3. 7)  | 「4. 4」 |
| ②自分で化石などを採集してみたいと思いますか       | (4. 1)  | 「4. 4」 |
| ③地球の長い歴史について理解できましたか         | (3. 7)  | 「4」    |
| ④地球の長い歴史について興味を持ちましたか        | (3. 9)  | 「4. 3」 |
| 5. 地表の変化で貴重な恐竜の化石が露出するときがある  | (3. 7)  | 「3. 9」 |



6. 他の天体にも同じように恐竜の化石があるとはいえない (3. 6) 「3. 5」
7. ①地学を生徒に教えるのは面白そうだ (3. 7) 「4. 1」  
 ②恐竜の探索・研究は興味深い職業の一つだ (4. 0) 「4. 1」  
 ③シュロップ・サイヤ教授の生き方に興味を持ってお話が聞けた (4. 1) 「4. 6」

(講演会という企画について)

1. 講演会は楽しかった (4. 3) 「4. 9」
2. 講演会はためになった (4. 3) 「4. 8」
3. こういった勉強も身について良いと思う (4. 4) 「4. 7」
4. 上手にわかりやすくお話しして下さった (4. 5) 「4. 9」
5. 参加してすごく良かったと思う (4. 4) 「4. 8」
6. 五島先生の通訳も分かりやすかった (4. 3) 「4. 9」
7. 講演時間は長すぎる (2. 4) 「2. 4」
8. またこんな機会があったら是非参加してみたい (4. 3) 「4. 6」
9. お話を聞く前よりか地学に興味を持ったと思う (3. 9) 「4. 1」
10. 将来、恐竜関係や地学関係の仕事がしたいと思う (3. 0) 「3. 2」
11. あなたは理科が好きですか (3. 1) 「3. 6」
12. あなたは野外観察が好きですか (3. 9) 「4. 3」
13. あなたは実験が好きですか。 (4. 1) 「4. 1」
14. あなたは観察が好きですか。 (3. 4) 「3. 5」
15. コンピュータを使って恐竜や地学について調べたいですか。 (3. 7) 「3. 8」

### (3) 大学施設の活用事例

2002年度になり三浦市教育委員会に対し、地元油壺にある東大臨海実習場から中学生に対し施設利用の手段がないか相談が持ちかけられた。これを受けて三浦市中学校理科部会は興味がある生徒が「生物の発生」といったテーマで「臨海実習会」に参加できるように要望。協議は成立し、実施の運びとなった。三崎中学校で希望者を募ったところ、第一回に5人、第二回に5人(うち3名連続受講)の受講希望者があり、大学施設の利用を経験した。選択理科の生徒8名中のべ3名(実質2名)がその受講者であり、その様子を報告する。

ア) 第1回臨海実習会「ウニの卵割」: 以下にその内容を簡単に報告し、参加者アンケート結果を詳しく紹介する。

実施内容: 実習時間、朝9時～午後4時。簡単な学習会の後、新鮮なバフンウニを採集。採卵・採精子の手法を見せてもらったあと、未受精卵に精子を加え受精の瞬間を観察。その後受精卵の卵割を観察していった。また、前日・前々日準備して頂いた発生段階が進んだものも観察した。最後に施設見学会を実施。

#### ◎臨海実習会参加者アンケート結果

次のアンケート項目において「強く思うものに5、まったくそう思わないに1」の5段階評価で答えて下さい。

(ESEアンケート) 回答者3年参加者3名

- |                                |      |
|--------------------------------|------|
| 1. ①「ウニの卵割」を生で見て自然のすごさに感動した    | 4. 3 |
| ②「顕微鏡の中の自然の世界」は美しかった           | 4. 7 |
| 2. ①「ウニの卵割」のような研究が科学を進歩させている   | 4    |
| ②人間は自然にいろいろ影響を与えている            | 4. 3 |
| 3. ①「ウニの卵割」のような研究は科学の進歩に大切である  | 4. 3 |
| ②顕微鏡テレビなど科学的な技術もどんどん進歩している     | 4. 7 |
| 4. どの細胞も同じように卵割していくシステムができている  | 4    |
| 5. システムが崩れると正常な卵割が進行しなくなる      | 4    |
| 6. 他の生物も同じようなシステムで卵割していくことができる | 3    |
| 7. ①大学の研究所の研究設備はしっかりしている       | 5    |
| ②こういった研究をしていく職業は大切な職業の一つだ      | 4. 3 |
| ③自分もこんな施設で研究活動してみたい            | 4. 3 |

(外部施設を利用することについて)

- |                               |      |
|-------------------------------|------|
| 1. 実習会はとても楽しかった               | 4. 3 |
| 2. 実習会はとてもためになった              | 4. 7 |
| 3. こういった勉強も身について良いと思う         | 4. 3 |
| 4. 大学施設は中学校のものより良くそろっていてありがたい | 4. 7 |
| 5. 上手にわかりやすく教えてくださった          | 5    |
| 6. 参加してすごく良かったと思う             | 4. 7 |
| 7. ここまで来るのは大変であり来たくない         | 2. 7 |
| 8. 実際に卵割をみられたことはすばらしい         | 5    |
| 9. その他の施設見学も参考になった            | 4. 3 |
| 10. 実習時間が長すぎる                 | 1. 7 |
| 11. またこんな機会があったら是非参加してみたい     | 4. 7 |
| 12. 参加する前よりか生物に興味を持ったと思う      | 4. 7 |
| 13. その他何かありましたら自由にどうぞ         |      |

・すごく楽しいからみんな来た方がいいと思う。・すごく楽しかった。ほぼ1日中見ていたけどけっこう疲れなかった!!またやりたい。

イ) 第2回臨海実習会「ホヤの卵割」: 以下にその内容を簡単に報告し、参加者アンケート結果を詳しく紹介する。

実施内容: 実習時間、朝9時～午後4時。ホヤが脊椎動物直系の先祖であることを簡単に学習した後、新鮮なホヤを採集。採卵・採精子の手法を見せてもらい、未受精卵に精子を加え受精の瞬間を観察。その後受精卵の卵割を観察していった。2度目を迎え、興味や技術習得が進んでいる生徒に対しては、ホヤの解剖等も実施。事前準備して頂いた発生段階が進んだものも観察した。

◎臨海実習会2参加者アンケート

次のアンケート項目において「強くそう思うものに5、まったくそう思わないに1」の5段階評価で答えて下さい。

(ESEアンケート) 回答者3年1名1年3名(うち2名が2回連続受講)

- |  |      |
|--|------|
| 1. ①「ホヤの卵割」を生で見て自然のすごさに感動した  | 4    |
| ②「顕微鏡の中の自然の世界」は美しかった   | 4    |
| 2. ①「ホヤの卵割」のような研究が科学を進歩させている   | 4. 5 |
| ②人間は自然にいろいろ影響を与えている  | 4. 3 |
| 3. ①「ホヤの卵割」のような研究は科学の進歩に大切である  | 4. 5 |
| ②顕微鏡テレビなど科学的な技術もどんどん進歩している   | 4. 5 |
| 4. どの細胞も同じように卵割していくシステムができています   | 4. 3 |
| 5. システムが崩れると正常な卵割が進行しなくなる  | 4. 5 |
| 6. 他の生物も同じようなシステムで卵割していくことができる   | 4. 3 |
| 7. ①大学の研究所の研究設備はしっかりしている   | 5    |
| ②こういった研究をしていく職業は大切な職業の一つだ  | 5    |
| ③自分もこんな施設で研究活動してみたい  | 4. 3 |
| (外部施設を利用することについて)  |      |
| 1. 実習会はとても楽しかった  | 5    |
| 2. 実習会はとてもためになった   | 5    |
| 3. こういった勉強も身につけて良いと思う  | 4. 8 |
| 4. 大学施設は中学校のものより良くそろっていてありがたい  | 4. 8 |
| 5. 上手にわかりやすく教えてくださいました   | 5    |
| 6. 参加してすごく良かったと思う  | 4. 8 |
| 7. ここまで来るのは大変であまり来たくない   | 2. 5 |
| 8. 実際に卵割をみられたことはすばらしい  | 4. 5 |
| 9. その他の施設見学も参考になった   | 4. 3 |
| 10. 実習時間が長すぎる  | 2. 5 |
| 11. またこんな機会があったら是非参加してみたい  | 4. 8 |
| 12. 参加する前よりか生物に興味を持ったと思う   | 4. 3 |
| 13. 今回が2度目の人はそのことについて何か感想を書いてください。<br>・2回とも行って良かった。・1度目はウニ、2度目はホヤでとても生物について知識を学びました。 |      |
| 14. その他何かありましたら自由にどうぞ<br>・また機会があったら誘って下さい(2連続の生徒)。・また次にやる機会があったらやりたいです。              |      |

#### (4) 一般の方の専門家の活用

本年度三崎中学校の2学年・他学年有志対象に実施された英国クリス・キング国際地学教育学会会長の記念講演が7月に新聞紙上で大きく報じられた。このことがきっかけとなり、三浦半島に在住の篤志家から、三崎中学校に鉱物標本を是非寄贈したいという申し出を受けることになった。この時にも、ただ贈呈を受けるのではなく、講演会を引き受けていただけないか相談し、快諾を得たので贈呈式兼記念講演の実施にこぎつけた。聴講者は、自由研究部員と3年選択理科履修者を中心に、その他希望者の参加を認め実施した。さらに、一般の専門家にご支

援頂く同様の企画を天体観測会にて3月2日実施した。

鉱物標本贈呈式記念講演会についての実施要項を活用して、その実際を紹介する。

1. 日時 2002年10月31日(木) 3時50分～
2. 場所 三崎中学校管理棟二階 第一理科室
3. 内容 記念講演：寄贈していただける鉱物の特徴の紹介  
および、長年にわたって採集されてきた思い
4. 寄贈(講演)者 石立敏男様  
県立横須賀高校第一期生  
住友金属鉱山株式会社にてご活躍の後勤務満了され現在に至る
5. その他  
・聴講者は基本的には、「選択理科履修者および自由研究部部員」と考え参加を呼びかけておりますが、その他でも希望がおありの場合は生徒・保護者にかかわらずお申し出下さい。以下の参加申込書を担当の益田までご提出頂ければ受付と致します。
6. 参加者のアンケート調査の項目とその結果

#### ◎鉱物標本贈呈式記念講演会参加者アンケート結果

次のアンケート項目において「強くそう思うものに5、まったくそう思わないに1」の5段階評価で答えて下さい。

(ESEアンケート) 回答者24名

- |                             |      |
|-----------------------------|------|
| 1. 鉱物を生で見て自然の美しさを感じましたか     | 4. 8 |
| 2. 鉱物資源を得るため人間は自然に影響を与えてきた  | 3. 9 |
| 3. 鉱物資源を得るため科学技術は日々進歩している   | 4    |
| 4. ①鉱物には様々な原子がいろいろな形で含まれている | 4. 0 |
| ②1種類の原子だけが集まって存在することはめったにない | 3. 8 |
| 5. 地表の変化で鉱物のある鉱脈が露出するときがある  | 4. 2 |
| 6. 他の天体でも同じように鉱物があると考えられる   | 4. 1 |
| 7. ①石や鉱物を集めることは面白そう         | 4. 6 |
| ②鉱山での鉱物探索は大切な職業の一つ          | 4. 4 |
| ③石立さんの生き方に興味を持ってお話が聞けた      | 4. 8 |
| (講演会という企画について)              |      |
| 1. 講演会はとても楽しかった             | 4. 3 |
| 2. 講演会はとてもためになった            | 4. 8 |
| 3. こういった勉強も身につけて良いと思う       | 4. 5 |
| 4. 上手にわかりやすくお話しして下さった       | 4. 5 |
| 5. 参加してすごく良かったと思う           | 4. 4 |
| 6. 実際の鉱物に触れられたことはすばらしい      | 4. 4 |
| 7. 講演時間は長すぎる                | 2. 7 |

8. またこんな機会があったら是非参加してみたい 4. 5  
 9. お話を聞く前よりか地学に興味を持ったと思う 4. 4  
 10. 寄贈者である石立さんに何かありましたら自由にどうぞ

・キレイな石が生で見られて良かったと思った。・お話ありがとうございました。この後も鉱物などに興味を持ってみたいです。・すごくキレイでよかったです！ありがとうございました。・こんな体験をさせてくれてありがとうございます。・色々な鉱物を見たり、直にふれたりよかったです。沢山の鉱物などありがとうございました。ためになりました。・もともとこういう石（たぶん鉱物）を集めたりしていたのでもっと集めたいと思いました。・僕も石は好きなので楽しくめました。・今日はお忙しいところありがとうございました。とても分かりやすい説明でした。ありがとうございました。・鉱物に前よりも興味をもてることができました。どうもありがとうございます。（他多数）

続いて天体観測会の実施要項を利用して、同様の活用事例の報告を行う。

#### 第1回三崎中学校天体観測会のお知らせ

1. 日時 2002年3月1日（土）夕方6時職員玄関前集合  
曇天の場合は翌2日（日）に延期。遅くとも8時半頃までには終了予定です。
2. 場所 管理棟4F屋上及び集会室
3. 目的
  - (1) 開講の目的: 学校外の専門家の方を招聘して、学校の教員だけではどうしても足りなくなる「生きた学習の機会」を生徒に提供する。
  - (2) 天体観測会自体の目的:
    - ①天体望遠鏡の扱いに習熟する。
    - ②星の像を捕らえ続けるため、公転にあわせた駆動モーターの活用方法を知る。
    - ③惑星の代表である木星・土星を実際に見て、その情報を学習する。
    - ④最新の先端技術のITコンテンツ天体シミュレータを活用し場所による夜空の違いを体感する。
4. 指導者 天体観測の名人である地元の杉山さんと、PTA副会長（次期会長）秋本さん。（三崎小学校での天体観測会でご活躍のベテラン指導員の方々です。その他管理者として学校側の教師が数名立ち会う予定があります。）
5. 諸注意
  - ①屋上という限られた場所で行うため、申し込み人数が多い場合は学年で区切っての入れ替え制（45分学習；時間帯は事前通知）にする場合があります。1度にあまり多いと効果が小さいと思っています。
  - ②警備体制にある休日の校舎への立ち入りなので、決められた場所以外への移動は認めません。
  - ③あくまでも学習が目的なので、目的意識のない生徒の参加は認めません。必ず保護者承認の「参加申込書」を提出してください。参加申込書が出ていない生徒は当日校舎に入れません。
  - ④服装は自由です。保護者・ご家族の方の参加は歓迎いたします。授業の一環と考えますので、観測会参加中のお菓子類の飲食はご遠慮下さい。
  - ⑤詳しくは、三崎中学校 理科担当：益田孝彦まで 881-5165

(分析) 雨天順延の末、39名の生徒と5名の家族・保護者の参加を得て、初めての天体観測会がもたれた。前半はLODでの今日の夜空の事前学習を実施。木星・土星や北極星・昴等を観望した。実態は観望会であったが、参加者は夜空(実物の様子)に感激しており、ESE1とESE7が十分に達成できたと考えている。好評で、今年度も実施して欲しいという要望が高い。

#### (5) 「科学館—学校連携強化」開発作品の活用

ア) 神奈川県立青少年センターの紹介で、11月下旬選択理科の授業内で、宇宙少年団開発の「熱気球」の製作とそのうち上げを3回に分けて実践した。

①第一回目 指導要領外であるが浮力についての総合的学習を実施。その後、2人組4パーティになって気球製作を開始。

②第二回目 気球製作と体育館での仮打ち上げ。天井まで軽々と無事上がる。

③第三回目 気球整備と校庭での打ち上げ。晴天だが風が思いの外強く、それ程高くまでは揚げられなかった。

生徒は製作から始まる一連の作業を楽しく実践し、理科としても重要な「実体験」を十分に味わっていた点で、評価できる取り組みであった。

イ) 名古屋市科学館の紹介で、「生物進化すごろく」が送られてきた。この作品については、3学期授業の1コマにおいて実施。生徒にかなり好評であった。示準化石の时期的な広がりをもより正確に把握したり、生物の大絶滅が何回か生じているという観点も、ゲームを楽しみながら身につけたようで、取り組みは成功していた。

#### (6) 自分の研究成果の対外的な発表

ア) 三崎中学校自由研究発表展

ここ数年間にわたる三崎中生徒の自由研究作品を 3月1日～2日の2日間  
三浦市青少年会館 1階入り口ロビーにて パネル展示を行った。

展示時間は 1日 開館時間から閉館時まで

2日 開館時間から閉館1時間前まで。

展示作品は 「蟬の研究」：サイエンスグランプリ99神奈川グランプリ作品

「城ヶ島の地層に迫る」：日本学生科学賞内閣総理大臣賞作品

他：学生科学賞神奈川県科学教育振興委員会賞入賞5作品

「音の研究」：旺文社学芸科学コンクール金賞作品

「アリの研究2」：木原記念こども科学賞最優秀賞作品

その他学校に残っている過去の入賞作品や現役自由研究部員の本年度作品等である。

同時に、現役三崎中生徒による本年度自由研究のプレゼンテーション(発表会)を行った。

実施時間は、天体観測会の日程にあわせ、1日(土)の3:00～であった。

プレゼン作品(○印が選択履修者)

「植物の乳液に迫る：3年岩澤○」「蒸散について：3年永村○」「ウツボカズラは食虫植物!?:  
3年筒井○」「城ヶ島の地層に迫る2：地学調査隊2○」「音の研究：2年小畑」「アリの研究2：

2年湊」の6作品であった。

(成果) 準備において自分の作品をコンピュータ上でプレゼン作品に変えていく必要があり、各個人の資質がさらに向上する結果となった。発表当日は、PTAの方・家族・部員・友達、そして取材の新聞記者や教員に対して、自分の成果報告をしていくわけであり、上手にできた者・うまく伝えられなかった者といった差が若干あったものの、初めての発表会としての成果は十分あげていた。

イ) 自由研究発表交流会横浜国立大学大会

2003年度の研究成果を交流し合うため、横浜国立大学に於いて、プレゼンテーション交流会を実施した。本校からも12名(5作品発表者6名)が参加して、他校との意見交換を通して、そのプレゼン能力を磨く良いきっかけを得ていた。

4 外部教育力導入の効果(どんな生徒が育ったか)

(1) 選択授業「自由研究理科」があげた今年度の成果

ア) 選択理科履修生徒8名の作品出品状況

- ①日本学生科学賞神奈川大会 3名が出品。
- ②神奈川県科学作文コンクール 2名が出品
- ③サイエンスグランプリ2002 2名が出品
- ④木原記念こども科学賞 1名が出品

イ) 三崎中自由研究部を主体とした自由研究理科全体の具体的成果

夏休みなどに、理科室解放などを通し、選択理科履修生徒と一緒に研究した自由研究部員等の生徒作品を含む学校全体の成果は以下の状況である。

①第46回旺文社全国学芸科学コンクール金賞

科学技術振興財団会長賞受賞 「音の研究」

②木原記念こども科学賞最優秀賞受賞 「アリの研究2」

③日本学生科学賞神奈川県大会 科学教育振興委員会賞受賞4本

○印は選択理科履修生徒の作品

○「蒸散について」

○「植物の乳液に迫る」

○「ウツボカズラは食虫植物!?!」

「カイワレの研究2」

(2) 選択理科履修者8名のアンケートに見る成果

理科は理解できる。

良くできる だいたいできる あまりできない まったくできない

1人

6人

1人

自分がそう思うところに○をしてください。

あなたの意見に最も近い物を選びなさい	その通り	どちらかというとそう思う	どちらかというとそう思わない	まったくそう思わない
(1)理科はおもしろいと思います。	1	5	2	
(2)理科は学ぶ内容が多すぎます	1	2	5	
(3)いま理科で学んでいることがなぜ必要なのかわかりません		2	6	
(4)理科の読み物や図鑑、テレビやラジオの科学番組が好きです。	1	2	4	1
(5)理科は計算があるとむずかしいです	2	3	1	2
(6)理科の学習で、実験があると楽しいです。	4	3	1	
(7)理科の学習で、屋外の生物を観察したり地層を観察することが好きです。	1	7		
(8)理科の学習は、毎日の生活に役立ちます。		6	2	
(9)理科の勉強は、テストの点が悪いと嫌いになります。	7		1	
(10)理科を勉強すると、探求心がつくと思います。	1	6	1	
(11)将来、科学者になりたいと思います。	1	1	6	
(12)学校で学んだ理科の知識や考え方は将来の職業に役立つと思います。	2	3	2	1
(13)理科の学習は、自然や環境の保護のために必要です。	5	2	1	
(14)博物館や科学技術館に行くことが好きです。		5	3	
(15)科学は、国の発展にとって非常に重要なものです。	1	5	2	
(16)科学関係にお金を使うことは、十分に価値のあることです。	1	3	4	
(17)地域の自然に興味をもっています。	1	3	2	2
(18)人間の生活は、自然に対して影響を与えていると思います	5	2	1	
(19)専門家に会うことが理科を理解したり興味を持つために必要(重要)だと思う。	6	1	1	

今年の選択理科での出来事を5段階評価してください。(5が一番良いにします)

- |                         |      |
|-------------------------|------|
| ① 一太郎で初めて文書を作ったはじめの頃の授業 | 3. 1 |
| ② 自由研究の中身を決めていた計画中の自分   | 2. 6 |
| ③横須賀自然博物館の大森先生の講演       | 3. 3 |
| ④クリス・キング先生の講演           | 4. 3 |
| ⑤夏休みの自由研究を経験した自分        | 4    |
| ⑥横須賀自然博物館に行ったこと         | 3. 9 |
| ⑦自由研究を作品として完成させる作業      | 3. 9 |



⑧自分としての自由研究のできばえ（作品点：自己評価）	3. 4
⑨コンクール等でのあなたの作品に対する評価の感想	3. 3
⑩石立さんの鉱物贈呈記念講演会	3. 1
⑪気球製作体験	3. 8
⑫生物進化すごろく体験	3. 9
⑬自由研究発表展への期待感（実施前にアンケート）	2. 9
⑭天体観測会への期待感（実施前にアンケート）	3. 8
⑮試験対策勉強会	3. 4
⑯自由研究理科という選択授業を選択したこと	4. 5
⑰選択理科で体験できたことへの総合的評価	4. 4
⑱後輩へのおすすめ度	3. 6

アースシステム教育E S Eを受けているのかなあと感じた内容があれば①から⑱よりいくつでも良いから選んでください。

①2人 ③4人 ④6人 ⑥1人 ⑩1人 ⑪3人 ⑫3人 ⑭2人 ⑯1人

E S Eの理解目標で好きなものがあれば1～7の番号で答えてください。（黒板横のポスターに書いてあるからね。）

①1人 ②3人 ③2人 ④2人 ⑤1人 ⑥3人 ⑦1人

（分析）E S Eを1年間体験してきた生徒達だけあって、理科に対して前向きな考え方を普通に行っているところに特徴がある。とりわけ自由研究理科を選択したことについて、学校の学習が苦手な生徒が混じっていたにもかかわらず、良好な回答（平均4. 5）が出ている点に注目したい。そして、なじみのなかったE S E理解目標をいつの間にか概念として捉えられるようになっていく点にその成果が見られると考える。

（参考）三浦私立三崎中学校の理科の授業実践については、国立教育政策研究所の教育情報ナショナルセンター（N I C E R）のホームページ(<http://www.nicer.go.jp/>)の Topics!の「みんなで作る e-Case 教育実践事例」を開き、「全文検索」において「アースシステム教育」と検索文字を入力してください。『アースシステム教育を取り入れた理科授業実践』というタイトルで詳しく紹介してあります。

### （3）生徒達の進路に見る影響

進学希望先において選択理科での豊富な経験が影響したと思われる事例を挙げると、1名の生徒が「自由研究の深化」を目指して、県立神奈川総合高等学校個性化コースに進学した。また、魚の研究を通して、県立水産高校へ進学した生徒が2名、自然への興味付けが動機となって、県立農業高校園芸科学科志望の生徒が1名出た。他3名は神奈川総合高校等、進学校へ進学したが、いずれも理科での経験を生かすことも考えている状況である。

### （4）どんな生徒を育てることが出来るのか

教師が行う授業だけで生徒の理科に対する能力を引き上げるのは難しい。たとえ自由研

究部指導等で生徒との時間を多く共有してあげることが出来るかもしれない。或いは上手な授業で生徒の教科書の内容に対する理解力を伸ばして上げることは出来るかもしれない。しかし、ここで紹介したような、理科（自然科学）が持つさまざまな要素に触れさせて上げることは難しい。

自然に対する関心意欲や科学的な思考の深まりを押し進めるには、生徒に提供する学習機会も実体験に基づく幅広いものであることが望まれる。実際にそれをプロデュースしていくことは多少なりとも手間のかかることではあるが、「本当に理科が好きで、力を持っている」生徒を育てることが出来ることを実感して以来、手間以上に効果の大きいこの手法を手放すわけにはいかなくなっている。

ありがたいことであるが、自分自身が、今年受け持っている生徒の口から「(試験が出来なくても)理科が好き」という声を受け取ることに勇気を持って日々の授業実践を続けられる点も見逃せない効果である。

## 5 2003年度の選択理科の実施状況

2002年度の様子を詳しく紹介したので、2003年度の報告は簡単に行う。

### (1) 授業実践での外部教育力の利用状況

- ① オハイオ州立大学教授マイヤー教授の記念講演
- ② 宇宙開発事業団職員渡戸氏による「宇宙の日」記念講演
- ③ 東大臨海実習会参加
- ④ 資源エネルギー庁の燃料電池実験キット活用
- ⑤ 「科学館—学校連携強化」開発作品「オイルバイヤー」等活用
- ⑥ PTA講演会に於いて自由研究発表会5作品プレゼンテーション実施
- ⑦ 今後 地学講演会(国立教育政策研究所五島氏)・天体観測会 予定中

### (2) 本年度の現時点で分かっている主たる自由研究の成果

- ①第47回旺文社全国学芸科学コンクール入賞の知らせあり 「アリの研究3」
- ②木原記念こども科学賞努力賞 「塩害の研究」
- ③神奈川県科学作文コンクール東京電力賞 「コイルの研究」

## 6 外部教育施設活用の意義・可能性について

### (1) 外部施設活用の意義

実施してみて、言うまでもないことだが、その意義は大きい。教師一人の持つ専門性では到底及びようもない教育内容を生徒に提供できるのである。その成果は生徒の専門性を高め、高校での学習姿勢に影響を与えることができるほどにもなりうるのだ。結果的には生徒を支える目が増える効果もあり、重ねて言うことになるがその意義は大きい。

### (2) 外部施設活用の可能性

今回の大学施設の活用や科学館施設との連携に見るように、現在外部教育施設側も積極的に学校現場との連携手段を模索している状況にある。「熱気球」の事例に見るように、無償で機材の提供を受けられる例も注意していれば意外に多くある。事実、昨年三浦市理科部会は

12月に発表された「資源エネルギー庁の燃料電池実験キット無償配布」にも応募している。これもまた価値の高い教材の入手事例といえるであろう。非常に価値の高い教材の無償提供を受け、本年度の生徒に還元することが出来ている。学校周辺の外部施設の「学校教育」に対する関心は従前にもまして明らかに高くなっている状況なのである。

三崎中が取った手法を簡単に紹介すると、

- ①横須賀自然博物館・学芸員との連携；同様な試みは、学校の教師が博物館に相談を持ちかける形でスタートすべきであろう。館や学芸員の姿勢にもよるが、どの地域でも始まっておかしくない有効な連携である。三崎中はこの連携を継続させたいと考えている。
- ②大学教官の活用；2年間同様の活用ができたのは、国立教育政策研究所のアースシステム教育実践指定校という立場が、可能にしてくれた側面が大きい。従って簡単には実現しないケースとも思えるが、幸い三崎中では、③で紹介する大学施設との連携から、東大の教授の方々との関係が作れるようになり、「学校で講演してもよい」といった申し出を受けることができ、自力でその道を作り出せる状況が出てきている。
- ③大学施設の活用；東大臨海実習会は従来高校生以上に対してだけ開かれていた道であったが、昨年度から地元中学生に対し、その門戸を開放してくれたことは、タイムリーであり、見逃す手はない。本年度以降も年3回ペースで開かれていくと予測されるこの研修会が、三崎中で希望者を選抜して連れて行くような状況になれば本物だと考えている。市中学校理科部会と東大臨海実習場の連携を緊密に保っていく必要があると思われる。
- ④地元の専門家の活用；鍵は教師自身がどんなアイデアを持って、どれくらい前から企画立案する能力や意欲を持つにかかっている。いずれにしても最大の鍵が職員会議に通す準備をしたか否かであるからだ。そこさえ突破できるのなら、このスタイルが一番動きや幅の大きな実践に育つと思われる。学校は、現在学校現場で始まった「総合的な学習」の実践を通し、様々な専門家の支援を要請していく手段を模索している途中でもあると思う。その流れの一つとして、理科学分野における地元専門家の活用が育つことを期待する。
- ⑤国家の施策的に見て、今一番学校現場と連携を取りたがっている施設に、「科学館・博物館施設」が上げられると思う。しかし、学校現場職員の出向が割と多くある科学館ですら、学校教育との結びつきは、学校側の施設利用が一般的で、それ以上のものはあまり作れていない状況にある。学芸員の場合はその関係性が0に等しい状況に近いのではないだろうか。その状況の中で人と結びつくなら先述の①が基本となる。  
一方、「科学館—学校連携強化」開発作品といったキットを介しての交流なら現在沢山の道筋が生まれようとしている。館側もキット利用ユーザーを求めている状況にあり、よいアンテナを張ってさえいればキットの提供といった形で外部教育力を活用できる状況がある。
- ⑥「自由研究発表展」や「自由研究発表交流会」といった自由研究の発表の場を設けることは、その生徒の総合的な力を引き出す上で、欠くことのできない企画と考える。学校自ら切り開く道ではあるが、対外的な交流は意識したいところである。

## 7 理科教育指導者として

今まで述べてきたさまざまな外部教育力の導入には、実際にやってみると「工夫しない場合」と

比べれば、必要以上の時間や能力、そして手間がかかってしまうのは事実である。しかし、生徒に対して「私の授業」だけしか提供できないとしたら、やはり本格的に自然科学に対して目を見開いて飛び込んでくれる生徒を育てることは難しいものになってしまうであろう。ここ数年独自に自由研究を支援していくうちに、私は私なりに「生きる力」というか「生きた本物の学習」に目覚めた生徒を育ててきているような実感を得て、それが理科指導者としての喜びになっている。

幸い私はひとたび学校という現場を離れると、サイエンスレンジャーという別の役所で、全国の小中学生に理科の楽しさを伝えるサイエンスショーを、休日を中心に伝えるチャンスも頂けている。三崎中の生徒も、全国の児童生徒も、科学の面白さやその学び方を知れば、「自然科学の世界に飛び込んでみたい」という思いに駆られる場合が十二分にあるのだ。私たち教師の使命は、そんな可能性を大切に育て大きく花開かせてあげることではないだろうか。

私自身はこれからも、「外部教育力の導入は、手間だとか大変だ」という思いにとらわれるのではなく、「その価値を十分に引き出しながら活用すべきだ」と捉え、地域の先生方と協力し合いながら、地域全体の教育実践を充実したものにしていきたいと思う。

## 中学校2年アースシステム教育カリキュラム

### 選択理科「大地とその変化」

神崎 洋一（藤沢市立藤ヶ岡中学校）

#### 1 単元名 大地とその変化（地球から身近な地域の大地）

2 目標 地球とはどのような形、どのくらいの大きさをしているのかを予想しながら、広い視野を持って地球について考えさせる。その後、生徒の興味関心の高い手で触れることのできる岩石や鉱物、化石を足がかりに、その美しさに気づかせ、世界、日本、神奈川、自分たちの住むふじさわの大地へ目を向け、その成り立ちを理解することを目標とする。

ESE 理解目標 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

3 指導学年、総指導時間数：中学2年生対象、総指導時間数34時間+1時間（オリエンテーション）

#### 4 カリキュラム（指導計画）

	題材	授業の主たる内容	指導の工夫・留意点	理解目標
(0)	オリエンテーション ○実習・観察 火山灰中のきれいな鉱物	火山灰の洗い出しと双眼実体顕微鏡で観察する	茶色の土塊から、宝石のような鉱物が見いだされることに主眼をおき、種類には触れない。	1
(1)	地球 地球の表面	地球の大きさを予想する	仮説実験授業の授業書「地球」を使用し、1m30cmに膨らませた風船を地球の模型として利用する。	1 2 3 6 7
(2)	地球の形	地球の本当の形は球と言えるのか考える	地球の凸凹が模型のどのくらいになるかを考えさせる。	3
(3)	◎実験 地球の重さ	石英、黄鉄鉱の密度から地球の密度を予想し、地球の重さを推定する	器具で測るだけでなく、手で持った密度の違いを感じさせながら、実験を行わせる。	3 4 7
(4)	地球の中味	地球の内部のしらべ方を考える	中の見えない箱を振り、地球は地震動によって解明されてきたことを理解させる。	3
(5)	世界の大地 ○実習・観察 地球の地殻を作るもの（世界の砂）	世界の4カ所の砂を地図に貼り、双眼実体顕微鏡で観察する	世界の4カ所の特徴ある砂を使うことで、興味関心を高める。	1 4
(6)	○実習・観察 化石とは （化石のレプリカ作り）	先カンブリア、古生代から新生代までの化石の概観を理解し、化石レプリカを作成する	化石の雌型から化石レプリカを作らせる。	1 4 5
(7)	○実習・観察 つづきと彩色	作成した化石レプリカに彩色する	彩色の際、写真や図版を見て化石をよく観察させる	1 4 5
(8)	○実習 化石の型どりの原理（指のレプリカ）	化石はどのようにしてできるのか理解を深める	化石がどのようにできるか、自分の指の型どりから考えさせる。	4
(9)	○実習 恐竜の卵	石こうと風船で恐竜の卵の模型を作成する	ナショナルジオグラフィックを利用し恐竜の卵化石の写真を見せる。	4 5 7
(10)	○実習 恐竜の卵		1回では完成できなかったため、もう一度挑戦させる。	

	題材	授業の主たる内容	指導の工夫・留意点	理解目標
(11)	◎野外実習 大磯海岸で化石採集	神奈川県でも自分たちで化石を見つけることができることを体験し、知る	夏休みに希望者のみで実施し、引率する。	2 4 5 7
(12)	○実習・観察 石灰岩中の化石	化石の入った石灰岩を磨き、石灰岩はどのようにしてできたのかを理解する	磨くときれいにフズリナ等の化石が見えてくる石灰岩を使用する。	1 4 5
(13)	○実習・観察 つづき		ピカピカになるまで磨かせる。	1 4 5
(14)	○実習・観察 つづき		ルーペや双眼実体顕微鏡で観察させる。	1 4 5
(15)	神奈川の大地 日本・神奈川の岩石と地層	日本の地質を概観し、神奈川の地質を考える	日本の地質図を利用する。	1 3 4 7
(16)	◎野外実習 岩石園	藤ヶ岡中の岩石園で岩石を観察し、神奈川の地質を考える	「ふじさわの大地」をテキストに利用する。	1 3 4 7
(17)	○実習 神奈川の地質白地図に色塗り	白地図に地質別に色を塗り、神奈川の地質の分布を理解する	神奈川県地質図を模式化したものを利用し、大まかな分布の様子を解説する。	1 3 4 7
(18)	○実習・観察 かわらの石で岩石標本の作成	かわらの石で標本を作りながら、火成岩とたい積岩の違いや神奈川の成り立ちを理解する	事前に細かく砕いておくか、ハンマーで割る際は破片が飛び散らないように気をつける。	1 2 3 4 5
(19)	○実習・観察 黄鉄鉱	渋沢峠鉱山の泥の中から黄鉄鉱を洗い出し観察する	泥のまま採集して試料に利用する。	1 2 3 4 5
(20)	○実習・観察 ガーネット	火山灰を洗い出し、ガーネットを観察する	中津層の MK18 火山灰を使用する。	1 2 3 4 5
(21)	○実習・観察 鉱物標本	上記の二つの鉱物とその他の鉱物標本を作り、観察する	多くの種類の鉱物を用意し、鉱物の多様性と美しさに気づかせる。	1 2 3 4 5 7
(22)	○実習・観察 火山岩のできかた (カルメ焼き)	カルメ焼きを作り、熔岩の粘性の高さや気泡のできかたの違いを理解する	興味関心の高いカルメ焼きで、温度と熔岩の粘性や気泡の違いに気づかせる。	3
(23)	○実習・観察 つづき	温度を考え、成功するまでがんばる	うまくできるまで、再挑戦させる。	
(24)	○実習・観察 化石探し	岩石や土砂の中から化石を探す	露頭に出かけなくても化石採集のできる中津層ローンキットを利用する。	1 4 5
(25)	化石の鑑定とまとめ	見つけた化石の正体を探る	専門家に鑑定を依頼する。	7
(26)	ふじさわの大地 ◎野外実習 関東ローム	藤ヶ岡中学校周辺の関東ロームの露頭観察する	赤土や軽石層を採取させる。	2 4 5
(27)	○実験実習 火山灰の洗い出し	採取した火山灰の洗い出しをする	「ふじさわの大地」をテキストにして行う。	1 4 7
(28)	○実験実習 火山灰鉱物標本作り	洗い出した火山灰から鉱物標本作り	顕微鏡観察用台紙を用意する。	3 4 5
(29)	◎野外実習 藤沢砂泥互層	藤ヶ岡中学校周辺の藤沢砂泥互層の露頭観察をする	関東ロームとの違いに注目させる。	2 4 5
(30)	○実験実習 有孔虫を探す	江ノ島の砂浜の砂から有孔虫を探す	化石との類似点や相違点に気がつかせる。	1 4 5
(31)	大地と人とのかかわり 勾玉と石	勾玉の由来、歴史などを考える	人類が石を加工する技術を工夫していたことを知らせる。	1 2 3
(32)	○実習 勾玉作り	パリン石を磨き、穴をあけ、勾玉を作る	石を磨く、穴をあける技術を工夫していたことを知らせる。	1 2 3
(33)	○実習 つづき		完成できなかった生徒は放課後または家庭で続きを行う。	1 2 3
(34)	まとめ	今までの授業を振り返る		

## 授業内容と ESE 目標の関連メモ：

- (0) ESE1：土のような火山灰中の鉱物の美しさに気づかせる。
- (1) ESE1：地球の美しさに気づかせる。
  - ESE2：地球にある大気と水の少なさに気づかせる。
  - ESE3：宇宙技術の発達によって解明されてきた地球の姿を認識する。
  - ESE6：生命がいる唯一の惑星であることに気づかせる。
- (2) ESE3：地球の凸凹を粘土で考えさせる。
- (3) ESE3：器具を使って密度を測定することで、体感と比較させる。
- (4) ESE3：バネで地震波をイメージさせる。
- (5) ESE1：砂の多様性と美しさに気づかせる。
  - ESE4：砂は周囲の地質を反映していることを理解させる。
- (6) ESE5：化石の多様性と進化の証拠を理解させる。
- (9) ESE7：恐竜の研究者が数多くいることに気づかせる。
- (11) ESE4：化石は堆積、風化・浸食によって、地表に現れることに気づかせる。
  - ESE7：地域の地質を研究している研究者がいることに気づかせる。
- (12) ESE1：化石の幾何学模様の美しさに気づかせる。
- (16) ESE7：岩石園が当時の教師や保護者、地域の方々の協力でできたことに気づかせる。(17)
- ESE7：地質図は多くの研究者たちの集大成であることに気づかせる。
- (18) ESE4：川原の石は上流の地質を反映していることに気づかせる。
- (19) ～(21)ESE1：鉱物の結晶としての美しさに気づかせる。
  - ESE3：双眼実体顕微鏡の操作方法に習熟させる。
- (22) ESE3：熔岩をカルメ焼きと比較して考えさせる。
- (24) ESE1：土の中から見つかる化石の美しさに気づかせる。
- (25) ESE7：化石を学芸員の方に鑑定してもらい、それを仕事にしている人がいることに気づかせる。
- (26) (29) ESE2：人の営みによって過去の地層が現れ、露頭が作られることに気づかせる。
  - ESE4：火山の噴火によって作られた地層が、現在藤沢で見られることに気づかせる。
- (27) (28) (30) ESE7：「ふじさわの大地」を調べた人が身近にいることに気づかせる。
- (31) ～ (33) ESE1：太古の人々も石の美しさに気づいていたことを感じさせる。
  - ESE3：人々の技術の発達によって、石の加工が行われてきたことに気づかせる。

## 5 指導方法

アースシステム教育の指導方法に基づいて、このカリキュラムの指導法を以下のようにまとめた。

- 1 指導法は科学的研究の性質と一貫していること。
  - a. 自然に対する疑問で始める（野外学習や実物から疑問を見つける）。
  - b. 生徒の活動を活発にする（探究活動と実習に熱中する）。
  - c. 歴史的視点を配慮する（地域の自然史を学習する）。
  - d. グループ研究を奨励する（協同で実験実習に取り組み議論を深める）。
  - e. 専門用語の暗記は重視しない（生徒の言葉で語る）。
- 2 科学の指導法は科学的価値を反映させること。
  - a. 好奇心を歓迎する（質問を誉められる）。

- b. 創造性を賞賛する（実験やものづくりの工夫をする）。
  - c. 独断を避けさせる（科学的に証明する実験を行う）。
  - d. 美的反応を促進する（鉱物や化石の美しさを鑑賞する）。
- 3 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。
- a. 成功に基づいて築かせる（実験観察はできるまで行う）。
  - b. 道具の使用について十分なる経験をつむようにする（実験観察を何回も行う）。
- 4 科学教育は学校教育の枠を越えて行うべきである。  
 （教育センターの標本を利用する、地域を利用する、博物館の学芸員を利用する、ネットを利用する。文化祭で展示し発表する。）
- 5 教育には十分時間をかけるべきである。  
 （夏休みに野外観察を行う。完成するまで挑戦する。）

## 6 教材・教具(実物実体験(実験・観察)・ITの利用など)

アースシステム教育では、教科書だけでなく、多様な教材・教具を利用した指導を推奨している。このカリキュラムのために特別に用意された教材教具について説明する。

- (1) 火山灰、フズリナ石灰岩、かわらの石、黄鉄鉱、ザクロ石、江ノ島海岸の砂：自分で採集、収集した試料を利用する。(0、3、7～10、12～14、18～20、27～29)  
<http://www.geocities.jp/citorin/touge/touge.htm>
- (2) 仮説実験授業 授業書「地球」、1m30cmの風船：仮説実験授業研究会の成果を利用する。(カリキュラム1～5)
- (3) 世界の砂、化石のレプリカ型、鉱物標本、石器づくりの道具：神奈川県立総合教育センター試料研修で使用しているものを借りる(5～7、19～21)  
<http://citorin.hp.infoseek.co.jp/reprica/rist/rist.htm>
- (4) 指のレプリカ、恐竜の卵、カルメ焼き：生徒が興味関心の高い楽しい実習教材を利用する。(8～10、22、23)  
<http://www.geocities.jp/citorin/kyoryuta/kyoryuta.htm>
- (5) 藤が岡中学校岩石園：学校内に集められた神奈川県内の代表的な岩石標本を利用する。(16)  
<http://www.geocities.jp/citorin/fujigaoka02/gansekien02/020401.htm>
- (6) 岩石園解説、火山灰の洗い出し：藤沢市教育文化センター資料 ふじさわの自然4「地質編」を利用する。(16,27)  
<http://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/kyobun-c/sub8.htm>
- (7) 神奈川県地質図：神奈川県立生命の星・地球博物館の資料「神奈川の岩石・鉱物・地層」を利用する(17)  
<http://citorin.hp.infoseek.co.jp/kana01/kana01.files/frame.htm>



- (8) 岩石標本、鉱物標本：生徒が持ち帰りできるように工夫した実習を行う(18～21)

<http://citorin.hp.infoseek.co.jp/ganseki/kasei.htm>

- (9) 中津層化石ローンキット：神奈川県立生命の星・地球博物館で配布した化石が含まれている岩石と土を利用し、野外で化石採集をするのと同じ体験ができる。(24. 25)

<http://www.geocities.jp/citorin/fujigaoka02/sentakub/kanagawa/gannseki.htm>

<http://www.geocities.jp/citorin/fujigaoka02/sentakub/shark/shark.htm>

- (10) 関東ローム層、藤沢砂泥互層：学校周辺の露頭を利用する。(26、29)

<http://www.geocities.jp/citorin/fujigaoka02/sentakub/fujisawa/fujisawa.htm>

- (11) 勾玉づくり：神奈川県立埋蔵文化財センターの夏期講座から学ぶ。(31～33)

<http://www.geocities.jp/citorin/fujigaoka02/sentakub/magatama/maga.htm>

## 7 評価

	題材	授業の主たる内容	楽しさ度 (5 4 3 2 1)	理解度 (5 4 3 2 1)
(1)	地球 地球の表面、地球の形	地球の大きさを予想する 1m30cmに膨らませた風船	5 4 3 2 1 0 4 5 1 2	5 4 3 2 1 0 1 6 3 2
(3)	○実験 地球の重さ	地球の密度を予想し、地球の重さを推定する	5 4 3 2 1 1 2 4 3 2	5 4 3 2 1 1 0 7 3 1
(4)	地球の中味	箱の中味を当てる	5 4 3 2 1 0 1 7 3 2	5 4 3 2 1 0 0 8 4 1
(5)	世界の大地 ○実習 (世界の砂)	世界の4カ所の砂を地図に貼り、 双眼実体顕微鏡で観察。	5 4 3 2 1 4 3 4 1 0	5 4 3 2 1 3 3 5 1 0
(6)	○実習 化石とは (化石のレプリカ作り)	先カンブリア、古生代から新生代 までの化石の概観	5 4 3 2 1 9 3 1 0 0	5 4 3 2 1 7 6 0 0 0
(8)	○実習 化石の型どりの原理 (指のレプリカ)	化石はどのようにしてできるのか	5 4 3 2 1 8 3 2 0 0	5 4 3 2 1 5 5 2 1 0
(9)	○実習 恐竜の卵	石こうと風船で恐竜の卵の模型 を作成	5 4 3 2 1 8 4 1 0 0	5 4 3 2 1 5 4 4 0 0
(11)	◎野外実習 大磯海岸で化石採集	神奈川県でも化石が見つかる	5 4 3 2 1 1	5 4 3 2 1 1
(12)	○実習 石灰岩中の化石	石灰岩はどのようにしてできたのか。 石灰岩を磨く	5 4 3 2 1 3 3 6 1 0	5 4 3 2 1 2 3 8 0 0
(16)	神奈川の大地 ◎観察 岩石園の観察	藤ヶ岡中の岩石園から神奈川の 地質を考える	5 4 3 2 1 1 2 4 4 1	5 4 3 2 1 0 3 4 5 0
(17)	○実習 神奈川の地質白地図 図に色塗り	神奈川の地質を理解する	5 4 3 2 1 2 1 3 6 2	5 4 3 2 1 0 4 6 4 0
(18)	○実習 かわらの石で地質 岩石標本の作成	川は上流から石を運んでくる 火成岩とたい積岩の違い	5 4 3 2 1 3 3 4 2 2	5 4 3 2 1 3 3 6 1 1
(19)	○実習 泥から黄鉄鉱の洗い出し	変成作用	5 4 3 2 1 3 5 3 1 1	5 4 3 2 1 1 6 5 1 0
(20)	○実習 ガーネット探し		5 4 3 2 1 2 6 3 0 1	5 4 3 2 1 2 6 4 0 0
(21)	○実習 鉱物標本づくり	上記の二つの鉱物とその他の鉱物 を観察	5 4 3 2 1 5 3 4 0 2	5 4 3 2 1 4 2 8 0 0

(22)	○実習 火山岩のできかた (カルメ焼き)	粘性の高い熔岩、低い熔岩。 気泡のできかた	5 4 3 2 1 14 0 0 0 0	5 4 3 2 1 10 4 0 0 0
(24)	○実験実習 化石探し	中津層のローンキット	5 4 3 2 1 8 1 2 1 1	5 4 3 2 1 5 3 3 1 1
(26) (29)	ふじさわの大地 ◎野外実習	藤ヶ岡中学校周辺の露頭観察	5 4 3 2 1 4 4 2 1 1	5 4 3 2 1 3 2 4 0 1
(27)	○実習 火山灰	火山灰の洗い出し 火山灰鉱物標本作り	5 4 3 2 1 2 3 5 0 2	5 4 3 2 1 1 2 5 1 1
(30)	○実習 有孔虫を探す	江ノ島の砂浜の砂から有孔虫を 探す	5 4 3 2 1 1 2 6 0 3	5 4 3 2 1 2 0 6 0 2

アースシステムの教育目標に基づいた調査結果 2003.3.14 出席13名

1. 今までの授業を受けて、自分の考えで一番近いものに○をつけてください。

(1) 地球やその構成物(岩石、鉱物、化石など)は美しいと思いますか。

5 すごくそう思う 4 思う 3 わからない 2 思わない 1 全くそう思わない  
2 3 4 4 0

(2) 人間の活動が地球に影響を与えていると思いますか。

5 すごくそう思う 4 思う 3 わからない 2 思わない 1 全くそう思わない  
4 7 2 0 0

(3) 科学技術の発達が地球や大地の成り立ちの理解を深めていると思いますか。

5 すごくそう思う 4 思う 3 わからない 2 思わない 1 全くそう思わない  
1 5 6 1 0

(4) 地球やその大地は大気や水、岩石、生命などによって変化していると思いますか。

5 すごくそう思う 4 思う 3 わからない 2 思わない 1 全くそう思わない  
4 6 2 1 0

(5) 地球は40億年以上の歴史があり、変化していると思いませんか。

5 すごくそう思う 4 思う 3 わからない 2 思わない 1 全くそう思わない  
8 5 0 0 0

(6) 地球は宇宙の中のひとつの星であると感じましたか。

5 すごくそう思う 4 思う 3 わからない 2 思わない 1 全くそう思わない  
4 5 3 1 0

(7) 多くの人が地球や大地に興味を持ち研究していると思いますか。

5 すごくそう思う 4 思う 3 わからない 2 思わない 1 全くそう思わない  
1 6 1 3 2

2. 地球や大地のことで、あなたの興味のあることはなんですか。

化石2、ブラックホールは本当にあるのか、水はどうやってできるのか、カルメ焼き、海、地球滅亡、火山2、地震、津波、鉱物、石、なし3

3. 地球や大地についての学習で、3学期にやってみたい事があつたら書いてください。砂漠に行きたい、地球のできかた、化石、水、外に出かける、カルメ焼き2、べっこう飴、宝石はどうやってできたのか、隕石、なし2

## 8 単元実施後の教師のふりかえり（自己評価）

- (1) 選択授業での実践は、普通の授業と違い、岩石・鉱物・化石の実物を多用し、その美しさに気づかせることに比重をかけた。また、多くの研究者の成果を生徒に紹介して展開した。
- (2) カリキュラムは地球を惑星の一つとしてとらえ、世界から日本、神奈川へと、グローバルからローカルな身近な地域に目が向くように工夫した。
- (3) 生徒自身が手を使って行う実習に時間をかけ、納得するまで、完成するまで時間を確保した。
- (4) 選択授業のため、少人数で取り組むことができたため、ひとりひとりに教材が行き渡り、自分自身で持ち帰ることのできる標本も作成でき、かなりの集中力が見られた。
- (5) 反面、多様な意見交換が行われず、知識の定着が不完全で、じっくり考えを進めていくことが不足してしまった点が反省点である。

## 9 その他（独自の項目）

- (1) 神奈川県立総合教育センターの地学教室には、教材の借用や資料等の利用でたいへんお世話になった。
- (2) 藤沢市教育文化センター発行の「ふじさわの自然4（地質編）」は、身近な地域の情報が掲載されていて、利用価値が高かった。
- (3) WEB 上で、教師仲間とカリキュラムのアイデアや疑問を相談し、岩石・鉱物・化石の専門家とのやりとりを生徒に還元した。
- (4) 自分個人のHPに実践を掲載し、掲示板を使って生徒との意見交換を行うことができた。  
シトリンの部屋 <http://www.geocities.jp/citorin/index.htm>



## 中学校2年アースシステム教育カリキュラム

### 総合的な学習・特別活動・道徳の融合「学年行事」

－西湖キャンプ場での逗子中学校の「自然観察学習プログラム」－

服部 純子（逗子中学校）・五島 政一（国立教育政策研究所）

#### 1. はじめに

逗子中学校の服部教諭（理科担当）は、キャンプのプログラムに理科学習（野外観察）を位置づけることで、単発の行事としてのキャンプでなく、普段の授業や学習の延長上のキャンプにすることを模索していた。服部教諭は、アースシステム教育に関心を示し、五島研究官から説明を受けた。そして、服部教諭は、このような理科教育理念がまさに現在の自然体験が少ない子供に必要なものであると考えた。アースシステム教育は、自然の美しさに気付かせたり、不思議なことを発見して探究したり、また自然への畏敬の念を育てるなど、今日の子供に必要な教育理念であると確信し、学校行事のキャンプで自然体験学習（理科）をアースシステム教育に基づいて野外学習プログラム構成した。

この自然体験学習プログラムは、服部教諭による最初の事前指導（約2時間）、五島研究官によるアースシステム教育に即した自然観察の方法の講演（1時間）、事前学習テーマ調べ（1時間：最初の2時間の続き）、西湖自然観察道での自然観察学習（4時間）、自然観察のまとめ（2時間）と発表会（1時間）で構成されている。延べ時間は9時間である。その後、道徳教育と連携させて、自然を愛護し美しいものに感動する豊かな心を持つという主題で、研究授業「自然を大切にすることとは…」を行った。服部教諭は、理科学習を全人教育と考えて、アースシステム教育を利用し、それを普段の授業や道徳教育などと関連を持たせた実践を行ったので、以下にその概要を報告する。

#### 2. 4月25日（土）事前打ち合わせ1時間20分：五島家

服部教諭がアースシステム教育を行事「総合学習」に導入するために、今後の進め方を五島研究官と相談した。

事前学習：まず、自然の見方（7つの理解目標）を事前授業で服部教諭が生徒に説明する。服部教諭が事前学習資料を作成し、配布・説明（インターネットで現地の先生が作成した資料を利用）する。

事前指導全体会：五島がESEの視点の2ポイントで自然の説明し、生徒に7つの理解目標のどれか当てさせる。個別に7つの理解目標を意識して指導する。生徒にアースシステム教育の自然の見方の7つの視点を理解させるためのプレゼンテーション用のスライドを作成する。

事後学習：発見のまとめ、7つの視点でまとめを行う。教師は7つの視点ごとに掲示をする。事後評価を7つの視点の偏りで行う。来年度計画への示唆をする。

服部先生は、キャンプを総合的な学習と位置づけ、生徒のレポート作成で終わるのでなく、その後の道徳教育までを意識した全人教育にアースシステム教育に利用することを考えている。

#### 3. 4月下旬～5月上旬：1時間～2時間のキャンプ理科学習のための授業（服部先生）

内容：資料P37で、アースシステム教育の7つの自然観察の視点を説明し、その後〔学習の方法〕を利用して、生徒に仮テーマを設定させ、それを探求する文献などを調べさせる指導を行った。調べ学習では、図書館司書（長谷先生）とのチームティーチングを行った。図書だけでなくインターネ

ットを利用して調べ学習を行うよう指導した。

服部先生は、アースシステム教育学習指導題材アイデア表を生徒に自然観察の視点を示すすぐよい資料と評価して、テーマにアースシステム教育のシールを貼って資料を作成した。生徒が事前学習のテーマと当日の学習テーマを状況に応じて変更することができるように指導した。

#### 4. 5月7日（水）ESE 自然観察事前指導 13:25～14:15（50分）

13:25～14:10 五島研究官の「自然観察の仕方とアースシステム教育」の講演常にな生徒を指名し、質問に答えさせるインタラクティブな講演であった。

14:10～14:15 今日の講演のアンケート記入



#### 【アンケートの内容】

### 逗子中学校 西湖キャンプ事前理科学習

\_\_\_\_\_ 組 氏名 \_\_\_\_\_

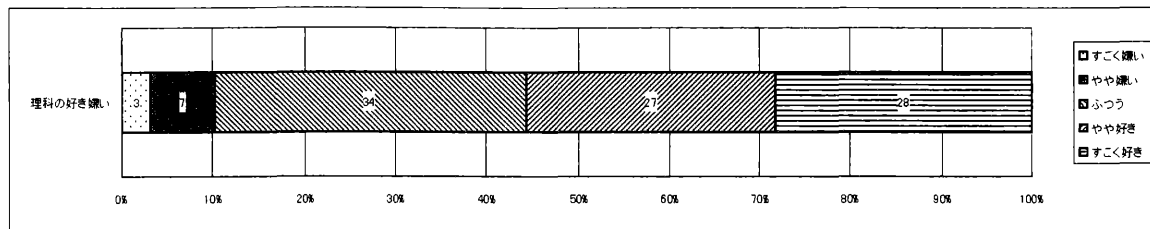
1. アースシステム教育の話はわかりましたか？

1 ぜんぜんわからない 2 あまりわからない 3 ふつう 4 よくわかった 5 すごくよくわかった

(評価)「けっこうおもしろかった」以上が 61%、「ふつう」以上が 91%で、平均が 3.7 である。この講演は、比較的生徒がおもしろかったと評価している。

### 5. 理科は好きですか？

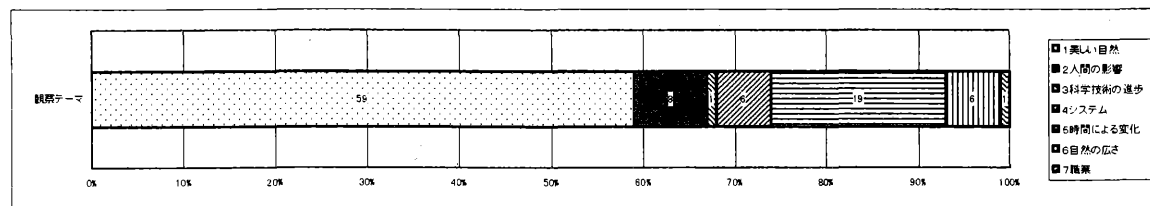
1 すごく嫌い    2 やや嫌い    3 ふつう    4 やや好き    5 すごく好き



(評価)「すごく好き」が 28%、「やや好き」以上が 55%で、平均が 3.7 である。「ふつう」以上が 9割であり、生徒は比較的理科が好きである。

### 6. あなたは、自然観察で、アースシステム教育の何番を調べたいですか？

1 美しい・不思議な自然    2 人間の影響    3 科学技術の進歩    4 地球のシステム (自然のかかわり合い: 生物・土 (岩石)・大気・水)    5 時間による自然の変化    6 自然の広がり    7 自然に関連した職業



(評価) 59%の生徒が観察目標を「1 美しい自然」においている。2 番目の観察目標が「5 時間による自然の変化」で 16%でしかない。当日の観察目標を多様化させる指導が必要である。多くの生徒が「1 美しい自然」をあげ、また多くの生徒が感想に「きれいな自然のスライドでわかりやすかった」とあげていることから、スライドが生徒に美しい自然を印象付けるものであったと思われる。

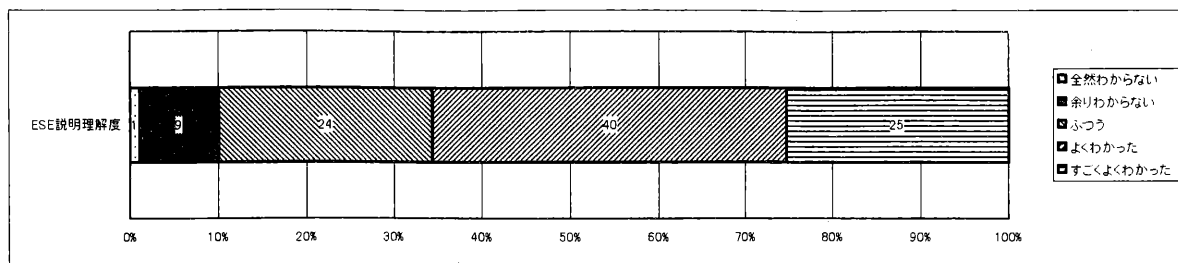
### 7. 今日の話の感想

理科への興味の高い生徒や低い生徒、講演の話の理解度の高い生徒や低い生徒、講演を面白いと思った生徒や思わなかった生徒など、多様なレベルの生徒の感想を例示した。この講演は、多くの生徒に美しい自然に対する鑑賞の仕方や意義、7つの視点で見ることの大切さ、自然保護の大切さ、自然観察の楽しさなど伝えることができた。この講演の内容は、生徒にアースシステム教育とは何かを示す上で有効なものであり、また指導方法もアースシステム教育に対応して Interactive (相互交流的)であったことが生徒に好感をもたれていることが下の理解目標についての感想と指導方法についての感想からわかる。この講演は、中学校で生徒にアースシステム教育とは何であるかを示すプレゼンテーションとして、今後教師が利用できる可能性がある。生徒の評価や感想のいくつかを表 1 に示した。

#### 【理解目標についての感想】

以下に生徒の感想とアースシステム教育の理解目標との関連をカッコ内に示した。

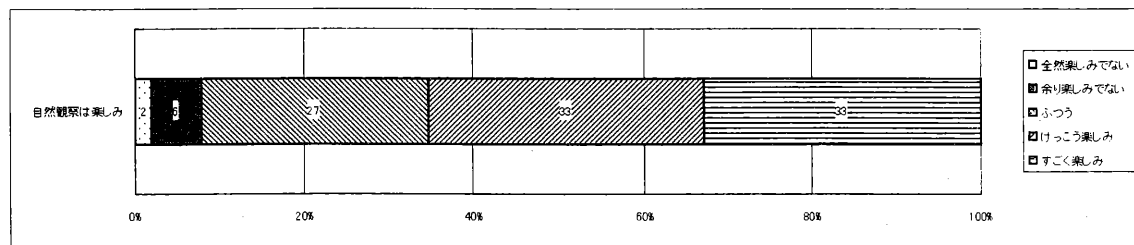
- ・ 7つのテーマでみることは大切だと思った。(7 understandings)
- ・ 自然の美しさについて話したこと (ESE1)



(評価)「よくわかった」以上の生徒が 55%、「ふつう」以上の生徒が約 90%で、平均が 3.8 である。

## 2. 自然観察は楽しみですか？

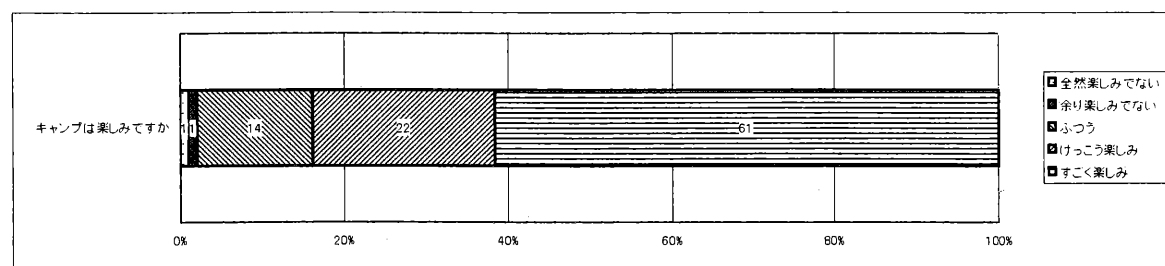
1 ぜんぜん楽しみでない 2 あまり楽しみでない 3 ふつう 4 けっこう楽しみ 5 すごく楽しみ



(評価)「けっこう楽しみ」以上が 66%、「ふつう」以上が 92%で、平均が 3.9 である。生徒は自然観察を比較的楽しみにしている。

## 3. キャンプは楽しみですか？

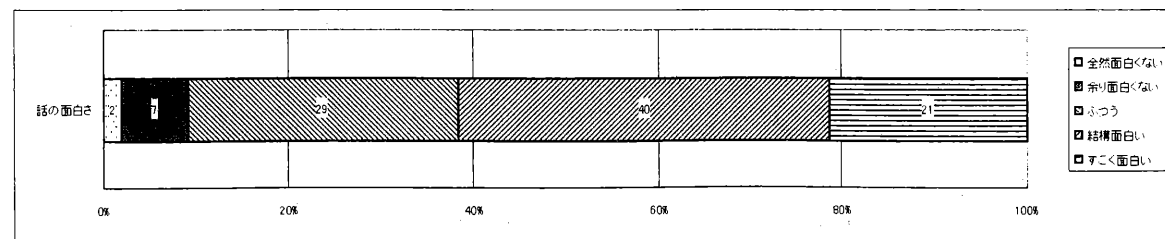
1 ぜんぜん楽しみでない 2 あまり楽しみでない 3 ふつう 4 けっこう楽しみ 5 すごく楽しみ



(評価)「すごく楽しみ」が 61%、「けっこう楽しみ」以上が 83%で、平均が 4.3 である。約 8割の生徒はキャンプを楽しみにしている。

## 4. 今日の話はおもしろかったですか？

1 ぜんぜんおもしろくない 2 あまりおもしろくない 3 ふつう 4 けっこうおもしろかった 5 すごくおもしろかった





- ・ 景色をいろいろな視線で見て、きれいだとか大きいとか思うことは大切なんだ。(ESE1)
- ・ 富士山は遠くで見るときれいだけど、近くで見ると空き缶やビニールぶくろなど、ゴミがたくさん落ちている写真があったので、富士山も入れて、自然は大切に、キレイに扱えたらいいなと思いました。植物なども、どんな植物がはえているか、調べてみたいと思いました。(ESE2)
- ・ 野鳥を見つけて、きれいだなとか、すごいなとか思うだけじゃなくて、その鳥はどんな物を食べるのかとか、他にはどこにいるのかとか調べたいです。(ESE4)
- ・ この間はいろいろなお話、ありがとうございました。考え方や理科的なはなしなど、いろいろ勉強になりました。火山のようがんみみたいなのが、なんで、どうくつになって、こおりができるのか話がまだわからないです。(ESE4)
- ・ キツツキがこんな木に巣をつくるのは天てきからわからないからじゃないかな？(ESE4、Interactive)
- ・ アメリカのグランドキャニオンのことが印象に残っています。大昔は川でだんだんけずられていて今のすがたがあるなんてすごいと思いました。(ESE5)
- ・ 風景を見た時に「きれいだな」と思うだけでなく、この山は何kmなんだろう。何年前にできたんだろう。と思って調べることが大切だという話が印象に残りました。(ESE5&6)
- ・ きつつきの巣はなぜ木がまがった内側に作るかがとても印象に残りました。結局最後まで教えてもらわなかったのがよけい印象深くなりました。(ESE7)
- ・ 先生はどうしてこの仕事をやることにしたんですか？どうもありがとうございました。(ESE7)
- ・ 五島先生はいろいろな視点から自然を見るから面白いと思った。(ESE7)

#### 【指導法についての感想】

以下に生徒の感想とアースシステム教育の指導方法との関連をカッコ内に示した。

- ・ こういう自然学習や理科の勉強に本当に必要なのは「なぜ？」と科学する心なんだなと思いました。フツと気になった小さなものを見逃さない目から、大きな発見が見つかったりするんだ、パソコンの画像を見ながらそう感じました。(ESE 指導法)
- ・ 「きれい、すごいを感じ、そこから疑問を持ち、その疑問をついきゅうし理解する」という言葉が印象に残った。(ESE 指導法)
- ・ 今日はいろいろおしえていただいてありがとうございました。先生からいろいろな人にあてていく時は、ドキドキしました。キャンプでは、五島先生の話をしてくださったことをさんこうにして、調べます。(interactive)
- ・ 今は自然はかいが問題になっていて地球にはばらしい自然があるのにその自然がなくなっているなんて悲しい、自分にできることはやりたいです。(stewardship)
- ・ 五島先生の話聞いて、たくさんのが分かりました。私にとっても、もっともっと、自然を大切にしていこうという気持ちももてましたし、自然というのは「すばらしい」ということが良くわかりました。(stewardship)



残念ながら天気が悪く、富士山など遠方の景色が見えなかった。野外観察指導を行った五島研究官は、生徒と散策し、適時自然観察のポイントとアースシステム教育の理解目標の視点を示した。生徒は班別行動で自然観察を行った。

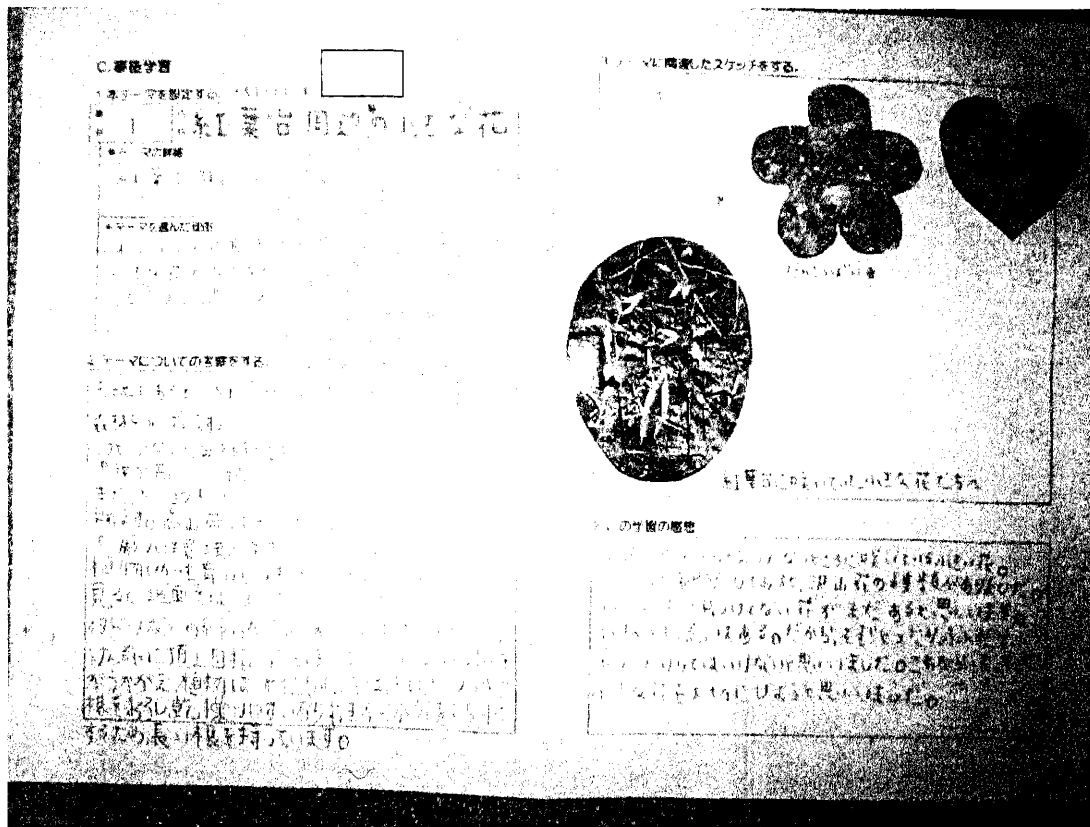


体育の先生から植物について指導を受ける生徒

野鳥を観察する生徒

## 7. 発表カードの作成 (2時間)

7つの理解目標のテーマを各生徒がもち、それについてB4版のケント紙に自然観察についてのまとめを行った。生徒は、写真を貼ったり、スケッチを描いたり工夫して、すばらしい作品(発表カード)が製作した。生徒の発表テーマとアースシステム教育理解目標との関連は以下の通りである。



理解目標1「美しい自然」

C. 事後学習

1. テーマを設定する。

2. 2 富士山


\*テーマの詳細  
富士山は、日本の大抵の山の中で最も高い山である。

\*テーマを選んだ理由  
富士山は、日本の大抵の山の中で最も高い山である。また、富士山は、日本の大抵の山の中で最も美しい山である。

2. テーマについての考察をする。

富士山は、日本の大抵の山の中で最も高い山である。また、富士山は、日本の大抵の山の中で最も美しい山である。富士山は、日本の大抵の山の中で最も重要な山である。富士山は、日本の大抵の山の中で最も有名な山である。

3. テーマに関連したスケッチをする。



2. この学習の感想  
この学習を通して、富士山について多くのことを学びました。富士山は、日本の大抵の山の中で最も高い山である。また、富士山は、日本の大抵の山の中で最も美しい山である。富士山は、日本の大抵の山の中で最も重要な山である。富士山は、日本の大抵の山の中で最も有名な山である。

理解目標 2 「人間の影響」

C. 事後学習

1. テーマを設定する。

2. 5 時による変化


\*テーマの詳細  
富士山の歴史とその変化

\*テーマを選んだ理由  
富士山は、日本の大抵の山の中で最も高い山である。また、富士山は、日本の大抵の山の中で最も美しい山である。富士山は、日本の大抵の山の中で最も重要な山である。富士山は、日本の大抵の山の中で最も有名な山である。

2. テーマについての考察をする。

富士山は、日本の大抵の山の中で最も高い山である。また、富士山は、日本の大抵の山の中で最も美しい山である。富士山は、日本の大抵の山の中で最も重要な山である。富士山は、日本の大抵の山の中で最も有名な山である。

3. テーマに関連したスケッチをする。

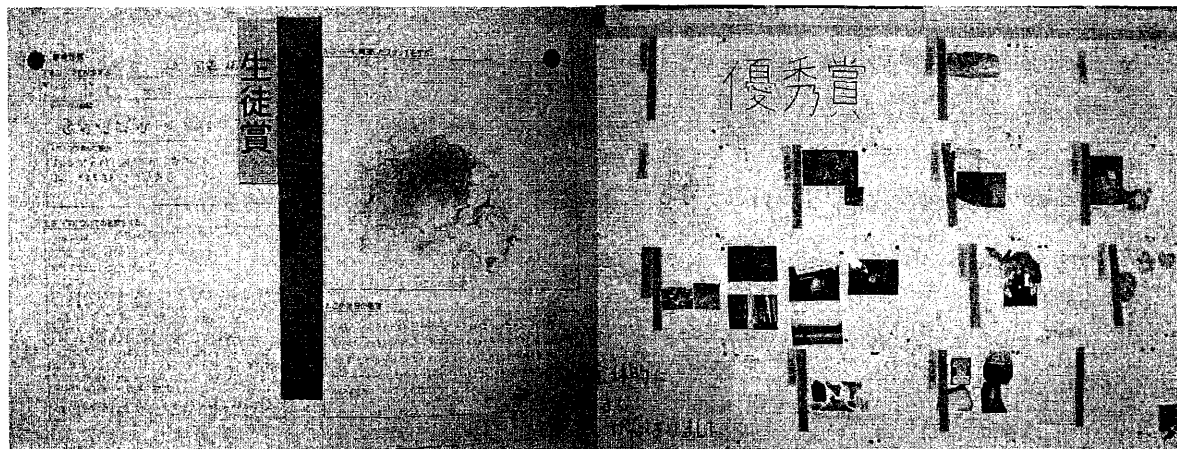


2. この学習の感想  
この学習を通して、富士山について多くのことを学びました。富士山は、日本の大抵の山の中で最も高い山である。また、富士山は、日本の大抵の山の中で最も美しい山である。富士山は、日本の大抵の山の中で最も重要な山である。富士山は、日本の大抵の山の中で最も有名な山である。

理解目標 5 「時間概念」

## 8. 生徒の発表した作品の評価について

服部教諭は、生徒の作品をいろいろな視点で評価することで、生徒の多様な能力を引き出す評価を目指した。外部講師の五島研究官はアースシステム教育の視点で生徒の作品を評価する、美術教諭の五島和子教諭は美術の教科の視点で生徒の作品を評価する、情報教育担当の長谷教諭は調べ学習の視点で評価する、そして英語教諭の岩田教諭の視点で評価する、そして生徒同士の相互評価など生徒の作品を評価する視点と人材を多様化することで、生徒の多様な能力を引き出すことを心がけた。また、添付資料の自己評価カード「環境教育学習評価表」で生徒に自己評価させた。



発表作品の課題別評価と観点及び、評価責任者

賞名	責任者	賞の対象の視点
最優秀賞	五島政一先生	次の観点において鋭い洞察力が感じられるか システム、観察力、発見
優秀賞	五島政一先生・服部先生 (理科)	全体的によくまとまっているか
情報教育賞	長谷先生(情報担当)・岩 田先生(英語)・服部先生	文献やインターネットを適切に利用しているか
イラスト賞	五島和子先生(美術)	イラストが発表に効果的に利用されているか
生徒賞	生徒	生徒が学年全員から3人を選び集計し、2票以上の 指示を得た作品
フォトグラフ賞	岩田・服部先生	被写体とテーマとの関連、及び、アングル・シャッ ターチャンスはどうか
努力賞	服部先生	課題に対しての努力する姿勢が顕著に表れているか
特別テーマ賞	生徒の要望	自然と人間との特殊な関わりに注目し、生徒にイン パクトを与えたか

## 9. 道徳の授業について

地域の人材を活用した道徳指導案

指導者 服部 純子

1. 日時 2003年 6月4日(水)
2. 学級 2年C組 男子17名 女子14名 計31名
3. 地域講師 国立政策研究所 五島 政一先生
4. 主題名 3 - (1) 自然愛護, 自然に対する畏敬の念
5. 主題設定の理由

56期生は小学校やご家庭で基本的な生活習慣は大変よく学習してきており、情緒も安定した学年である。しかしながら、入学時より言葉での傷つけ合いや、他者に対する排他的集団行動もまれに見られ、学級担任中心にご家庭との連携を図りながら粘り強い指導を続けてきた。一連の生活指導の中で言動は改善の方向へ進んできているものの、生徒一人ひとりの心の中に自他の尊重という考え方が浸透するまでには及んでいないと判断し、昨年11月に、『この世に受けた命は1つしかないものであり、かけがえのないものである。そして、自分という1つの生命は、家族やまわりの多くの人々によって祝福され、支えられ、守られて生かされている。』さらに、『生きる喜びと生き続けられることへのまわりに対する感謝の気持ち』という2つの主題について道徳の授業を行った。

今回は2年に進級し大きな成長はみられたのかかわらず、心の中からの優しさには至っていないと判断し、総合学習の一環として行われたアースシステム教育に基づく自然観察学習で生徒が制作した発表カードを資料に用いた道徳の授業を計画した。

#### 6. 授業計画と地域講師の役割

##### 総合学習

- |        |   |
|--------|---|
| 1時間目   | アースシステム教育に基づく仮個人テーマの設定<br>全体テーマ～地球的視野で富士の自然を探求する～ |
| 2時間目   | 仮個人テーマについての調べ学習(図書室)                              |
| 3時間目   | 地域講師 五島先生による学年一斉授業<br>全体テーマ～地球的視野で富士の自然を探求する～     |
| 4～7時間目 | キャンプ野外観察(三湖台から氷穴・風穴)<br>地域講師 五島先生は現地にて生徒にアドバイス    |
| 8～9時間目 | 発表カードの作成  |
| 10時間目  | クラス内発表と相互評価, 自己評価                                 |

##### 道徳

- 1時間目 地域講師 五島先生と共に考える道徳の授業

(本時) 生徒の発表カードを資料に用い、授業のテーマ「～自然を大切にすることとは・・・」について考える。

##### 五島研究官の授業の自己評価(最高5, 最低1): 2

服部先生の指導案にそって授業は順調に進んだが、五島研究官に服部先生から振られたところ(「ゴミを捨てた人は自己中心的である」と生徒から正当な意見が出たときに)で、五島研究官は「本当にみんなゴミ捨てたことないの」と生徒の意見や発言に揺さぶりをかけるべきだった。すんなり正当な意見で通すと葛藤がなく、現実との狭間を揺さぶり、生徒の本心に迫れない。まとめの話で、用意していた玄武岩の中のペリドット(宝石)の話をして、外見だけでなく中まで見抜く力を自然を通して身に付けることが、人間の中身を見ることに迫ることと関連することの話をしたが、生徒から「1本足のないアリの生きる姿」の話が出たので、それに関して、「アリのような小さな生物のけなげな努

力する姿から頑張ることを学んだ」と関連して、「オオイヌノフグリのような小さい花や砂や太陽の美しさに感動することができる心（普通の自然に感動する心）があれば、自然を大切にするとし、またそのような心はきっと友達や人を大切にする気持ちにつながっているのでは」と最後の落しどころを逃した。いちばん悪いのは、チャイムがなっても話していいこと。話が生徒の心に入っていれば、途中でやめても、休み時間に話が盛り上がる。話しすぎてしまった。私は、以前から道徳の授業が下手であり、今が変わっていないと反省した。この授業で、一つよい点は、生徒から「次世代（子ども）のため、孫のために自然を大切にすることがある」という意見に対して、「その意見を評価し、それをアースシステム教育の理科学習目標5（時の変化）とさらっと（ひっこくなく）結びつけて、アースシステム教育が理科だけのものだけでなく全人教育の一部である」ことを示せた点である。

### 生徒の自己評価

道徳の授業で使用したプリントに自己評価項目を入れて生徒に自己評価させた。ほぼ全員の生徒が自己評価で最高点のAを付けている。

	A (最高)	B	C (最低)
自然が人間にとってかけがえのないものであるという考えに共感できたか。	25	1	0
自然を大切にするために1人の地球人としての役割を実行しようとする気持ちをもつことができたか。	24	2	0



### 10. まとめ

この逗子中学校の事例は、自然観察などの総合学習の1つのモデルとして利用できる。事前指導3時間、自然観察4時間、事後指導3時間で総時間10時間のプログラムは普通の学校でも利用しやすい長さである。服部教諭は、最後に道徳教育を関連付けたことで、理科教育を全人教育の一環と位置づけている。このカリキュラムは、総合学習の事例としてすばらしいものである。アースシステム教育は総合的な理科教育であるばかりでなく、総合的な学習の理念としても利用できることを示した。今後、アースシステム教育の理念を利用した総合的な学習のいろいろな事例が開発され、総合的な学習が意欲的に開発されることを望むものである。



(資料1)

2003. 6. 1.

### 地域の人材を活用した道徳指導案

指導者 服部 純子

1. 日時 2003年 6月4日(水)
2. 学級 2年C組 男子17名 女子14名 計31名
3. 地域講師 国立政策研究所 五島 政一先生
4. 主題名 3-(1) 自然愛護, 自然に対する畏敬の念
5. 主題設定の理由

56期生は小学校やご家庭で基本的な生活習慣は大変よく学習してきており、情緒も安定した学年である。しかしながら、入学時より言葉での傷つけ合いや、他者に対する排他的集団行動もまれに見られ、学級担任中心にご家庭との連携を図りながら粘り強い指導を続けてきた。一連の生活指導の中で言動は改善の方向へ進んできているものの、生徒一人ひとりの心の中に他者の尊重という考え方が浸透するまでには及んでいないと判断し、昨年の11月に、『この世に受けた命は1つしかないものであり、かけがえのないものである。そして、自分という1つの生命は、家族やまわりの多くの人々によって祝福され、支えられ、守られて生かされている。』さらに、『生きる喜びと生き続けられることへのまわりに対する感謝の気持ち』という2つの主題について道徳の授業を行った。

今回は2年に進級し大きな成長はみられたのにかわらず、心の中からの優しさには至っていないと判断し、総合学習の一環として行われたアースシステム教育に基づく自然観察学習で生徒が制作した発表カードを資料に用いた道徳の授業を計画した。

#### 6. 授業計画と地域講師の役割

##### 総合学習

- |        |   |
|--------|---|
| 1時間目   | アースシステム教育に基づく仮個人テーマの設定<br>全体テーマ～地球的視野で富士の自然を探求する～ |
| 2時間目   | 仮個人テーマについての調べ学習(図書室)                              |
| 3時間目   | 地域講師 五島先生による学年一斉授業<br>全体テーマ～地球的視野で富士の自然を探求する～     |
| 4～7時間目 | キャンプ野外観察(三湖台から氷穴・風穴)<br>地域講師 五島先生は現地にて生徒にアドバイス    |
| 8～9時間目 | 発表カードの作成  |
| 10時間目  | クラス内発表と相互評価, 自己評価                                 |

##### 道徳

- |      |                      |
|------|----------------------|
| 1時間目 | 地域講師 五島先生と共に考える道徳の授業 |
|------|----------------------|

(本時) 生徒の発表カードを資料に用い、授業のテーマ ～自然を大切にすることは・・・～について考える。

#### 7. 指導目標, ねらい

##### ①豊かな心の育成(道徳的価値の深化)

自然が人間にとってかけがえのないものであるという考えに共感できる心を育てる。

##### ②道徳的実践力の育成

自然を大切にするために1人の地球人としての役割を履行しようという気持ちと育てる。

#### 8. 授業形態・教室の配置

地域講師の先生・・・授業者横にお座りいただく

生徒・・・通常の座席より横2列増やし、後ろを空ける(横8列, 縦4列)

#### 9. 授業の展開

	生徒の活動	講師の活動	教師の活動	留意点
導 入 5 分	ワークシートに記入 生徒回答例1. [否定的] ・自分には関係ない ・自然は破壊されても良 い [肯定的] ・大切にしなければならない ・守るべきである	挨拶する  生徒の発言を聞き、曖昧な発言に対しては質問をする。	講師の紹介と本日のテーマについて示唆をする。 資料P. 1から2の紹介  発問1. 自然はどのようにしなければならないと自分は考えますか?	・資料の配付 ・ワークシートの配布 ・何人かを指して発表させる ・必要なら板書する
展 開	生徒回答例2. ・K・Aさんは自然が破壊されそうになっている証拠を提示している等。 生徒回答例3. [利己的な考え] ・自分がゴミを持ち帰るのがめんどうだから ・フロンガスを撒き散らしても自分がおしゃ	生徒の発言を聞き、曖昧な発言に対しては質問をする。	資料P. 3から4の紹介 発問2. では、現実はどうだろう?  発問3. では、先ほど多くの皆さんが『自然は大切に・・・』と答えたのにかわらず、どうしてそんなことをする人たち	



	生徒の活動	講師の活動	教師の活動	留意点
展 開 40	<p>れしなかったから等 〔無関心な考え〕</p> <p>・自分がしたことがどうなるかなんて考えてないから</p> <p>・自然がどうなろうと興味がないから等</p> <p>生徒回答例4. 〔否定的〕</p> <p>・どうでもよいと思ってる等</p> <p>〔肯定的〕</p> <p>・自然は大切にしなければならぬ</p> <p>生徒回答例5. 〔共存共栄の観点〕</p> <p>・酸素を供給</p> <p>・氷穴は冷蔵庫代わり</p> <p>〔いやしの観点〕</p> <p>・心が安らぐで自分も優しくなれる</p> <p>・感動できる</p> <p>〔論しの観点〕</p> <p>・ちっぽけな自分の存在、システムの1人としての存在に気づかされ、謙虚になれる</p>	<p>→自分だけの利益であることを確認</p> <p>共存共栄の意見がでたら、 →人間だけが得をするのではなく、自然に酸素をもらったら、すぐに自分に利益がなくても、自然に人間もお返し、『自然を大切にする実践』をしなければならない。そうすることで長く酸素を供給してもらえ。このような考え方が、共存共栄である。</p>	<p>がいのだろう。</p> <p>発問4. K・Aさんはこのテーマに取り組んだ感想として、どのように感じているだろうか？</p> <p>発問5. 今、『自然は大切に・・・』にと答えてくれたが、では、なぜ、自然は大切にしなければならぬのですか？ 近くの友だちや先生方にも聞いてみましょう！</p>	<p>自分の利益だけを考えてるといふ意見を引き出すまで時間をかける</p> <p>挑発するように『自然がなくても困らないんじゃないの？』</p> <p>・さりげなくいう</p>
	<p>→自分1人の利益でなく、人間の幸福、さらに地球全体の未来の繁栄まで含めて考えられることが、『地球人的視野』を持つということ。今回の総合学習のテーマ。</p>			

	生徒の活動	講師の活動	教師の活動	留意点
ま と め 5			<p>発言・人それぞれいろいろな思いがあるにせよ、それぞれのにとって自然が必要であることがわかったと思います。</p> <p>発問6. さて、あなたにとって自然を大切にすることは・・・？</p> <p>講師の先生にご挨拶いただく お礼の言葉を誘導する。</p>	
	<p>お礼の言葉と大きな拍手でお見送りをする。 ワークシートの感想・評価欄に記入する</p>	<p>自分の思いを語っていただき、終わりの挨拶とする</p> <p>→自然を大切にすることは、人間を大切にすることに通じると信じていることことを伝える</p>	<p>指導目標とはしていないが、講師・授業者はここが分かって欲しいと考えている ワークシートの感想・評価欄に記入させる</p>	

10. 評価の方法と観点

I. 方法

- ・授業内に発問に沿ったワークシートに記入させる。
- ・授業終了時に感想と自己評価をさせ、提出させる。

II. 観点

①豊かな心の育成（道徳的価値の深化）

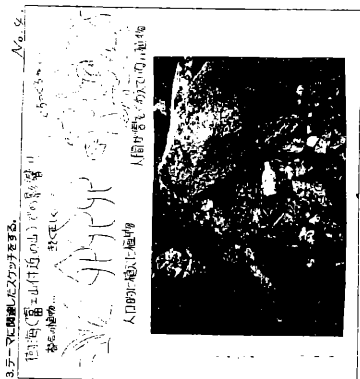
自然が人間にとってかけがえのないものであるという考えに共感できる心を育てることができたか。

②道徳的実践力の育成

自然を大切にするために1人の地球人としての役割を実行しようという気持ちを育てることができたか。



目標	自然の素晴らしさを見つけ、その中で自ら課題を設定し、解決し、発表する。			学年の目標	左に同じ		自分の目標
活動計画				活動報告書			
活動日	時間	活動内容	自分が活動で学習したいこと	活動場所	今回の活動でわかったこと	本時の感想	自己評価
1段階	2	仮テーマの設定と調べ学習	テーマに沿った文献やインターネットで調べた	図書室	(今回は評価の日程まで含めた総合的な感想を書きましょう！)		
2段階	1	五島先生の授業	地球人的視野での自然の見方を学んだ	体育館			
3段階	3	野外観察	自然を探求し本テーマを決定し	西湖付近			
4段階	2	発表カード作成	写真やスケッチを利用して作成	教室・図書室			
選んだカードのテーマ	評価できるところ			活動の自己評価			A B C
作者名					1. 自分の課題をしっかりと設定できたか。		A B C
作者名					2. 学習計画を目標にあわせてたてることができたか。		A B C
作者名					3. 学習計画どおりに、意欲的に活動することができたか。		A B C
作者名					4. 友達と協力し、互いに高めあいながら学習することができたか。		A B C
作者名					5. 学習することがらを、上手にまとめ発表することができたか。		A B C
作者名				6. 自分の生き方や価値観について考える1つの機会となりえたか。		A B C	
作者名				友の評価	(必ず記入してもらうこと)		
作者名				先生	保護者		
作者名	ベスト3の人の出席番号を						



2. この学習の感想

五島先生の授業は、とても勉強になりました。地球人的視野での自然の見方を学べたのは、とても良かったです。先生の話が面白くて、授業が楽しくなりました。先生の話が面白くて、授業が楽しくなりました。先生の話が面白くて、授業が楽しくなりました。

5. どうして、自然は大切にしなければならぬのか・・・。(ただし、講師の先生、担任の先生等の意見)

6. 自分にとって自然を大切にすることとは、

7. この授業の感想

8. 自己評価 (3段階評価に○をつけよう！)

①自然が人間にとってかけがえのないものであるという考えに共感できたか。 A B C

②自然を大切にすることで、自然が人間としての役割を履行しようという気持ちを持つことができたか。 A B C

C. 事後学習 A 25

1. 本学習で学んだことを発表する。

2. 7 問の学習

3. テーマの発表

品山氏の自然に人間がどのように影響しているか。

西村の森林に、自然の恵みを感じよう。

2. テーマについての感想を述べる。

品山氏の自然に人間がどのように影響しているか。

西村の森林に、自然の恵みを感じよう。

道徳ワークシート 1 組 番名前

～自然を大切にすることは・・・～

この資料は2学年の仲間が作った資料です。一緒に考えましょう！

1. これらの富士の自然の資料より、(自分の考え)

自然は

2. では、現象はどうだろうか・・・。(Kさん、Aさんの資料より)

Kさん

Aさん

3. どうしてそんなことをする人たちがいるのだろうか。

4. K、Aさんはこのテーマに驚いた感想として、どのような感想を持っているのだろうか。

## (資料3)

	ESE 理解 目標	内容	テーマの 詳細	選んだ理由	テーマについての考察	学習の感想
Mさん	4	システム	雨のしくみ	当日雨が降っていて、興味を持ったから	・雨は雲つぶがくっついた雨つぶです。雨つぶは5mmが限界で1cmの雨はありません。・雨になれなかったくも。すべての雲が雨になれるわけではない。雨つぶのまま雨になれなかった雲はそのまどこかで蒸発してしまいます。・雨のふるしくみ(冷たい雨)①いちばん上の氷晶雲の中から氷晶が落下します。②氷晶が過冷却の雲の中を通ると雲つぶから蒸発した水が氷晶にこおりついて、どんどん大きくなります。③0℃以上の下層の雲に入り、氷はとけて雨に粒になります。④さらに途中で他の雨つぶと合体して大きくなっていきます。⑤雨として地上に降ります。	キャンプ当日雨が降って残念でしたがテーマをちゃんと決めることができよかったです。このときふった雨は大きなつぶもあつたと思います。(おるふっていた)いままで知らなかった雨の降るしくみがわかってよかったです。でも、あまり時間がなくて、あわただしかったです。雨の写真をとっていなくて、少し悲しいです。
Sさん	5	時による 変化	富士山の 歴史とそ の変化	富士山はどの ようにできた のか、その歴 史を知りた かったから。	富士山はほぼ100年毎に噴火している富士山が300年間噴火していないのは、なぜか。富士山は以前まで言われていた「休火山」ではなく立派な「活火山」であるということを確認し、普段から防災体制をとっておくことなのです。200年終盤の深部低周波地震増加のような現象が起こって初めて行動を起こすのでは遅いのです。なぜかという富士山の周囲は、大観光地や工業都市、東海道大動脈を抱え、またジェット気流の風化にあたるころには、首都圏があり、備えなくては日本は噴火後日本は機能停止することもありえないことではありません。一時、話題となった「深部低周波地震」は、山頂の北東側約15kmの深さで起こった、ゆったりとした地震で地下のことは、まだ分かっていません。これが直ちに噴火につながると言われています。もし噴火の前兆であるとすれば、通常の火山性地震や火山性微動が発生したり、火山帯が膨張したりといったことが起こると思われます。しかし、こ	この学習をして、富士山のことが良くわかりました。とくに、富士山を見るとすごくきれいですが、よく調べてみると、富士山はいつ噴火するかわからにないし、こわいなと思いました。でも、そう思うと、もっと富士山のことを調べてみたいなと思いました。
Kさん	5	富士山の 歴史	富士山の 歴史とそ の変化	富士山の歴史 が知りたかつ たから	噴火の歴史(西暦年代:富士山、出典・備考)(八世紀中頃:噴火?(噴煙)、万葉集)(七八一:天応元年噴火、続日本記)(八〇〇~八〇二:延暦一九~二一年噴火、日本後記)・・・(一七〇七:宝永四年噴火、伊東志摩日記)	富士山がさかんに火山活動していた時代(九世紀、十世紀のころ)は、二・三十年ごとに噴火の現象が見られたことになる。ということがわかった。
N君	2	富士周辺 絶滅機動物	富士周辺 絶滅危機動 物	富士周辺は自然が都会とちがって多いのに絶滅危機動物がでてくるか不思議に思ったからで	オオムラサキは、日本の国蝶に指定されている。雄の翅表面は青銅色味をおびた暗褐色で、紫の輝きをもつ。雌は褐色で、紫色の輝きを欠く。雌雄とも前翅の裏面は黒褐色で、白斑をもち、先端が淡い灰緑色をおびる。後翅の裏面では淡い灰緑色で翅の基部には青白い斑紋とピンク色の斑紋がある。オオムラサキは都会に住んでいたが自然がなくなってきたためにオオムラサキが少なくなって絶滅危機動になっているということがわかりました。	富士周辺の自然がなくなったらオオムラサキの住む場所がなくなって絶滅してしまうから富士周辺の自然をこのままのこしてほしいです。

# 逗子中学校におけるアースシステム教育を軸とした総合的な 学習の時間、学校行事、道徳の総合的学習展開について

栗木 雄剛（神奈川県教育庁中教育事務所）

最近、「基礎基本の確実な定着」という名の元に、従来からの専門的な教科に特化する指導の優位性が強調される傾向がある。

学習の内容によっては、そうした指導が適している場合も考えられるが、本来、学びは総合的な活動の中で生まれ、問題に気づき、それを明確化し、追求していく力が真の学力であり、学校教育はそうした力の育成を目指さなければならないことは変わらない。

確かに、「活動」はあるが「学び」がない総合的な学習や、「子どもの興味や気づきを大切にする」と言いながら、ただ時間だけを浪費する教科学習が時に見られることがある。

しかし、だからと言って総合的な学習や子どもの興味や気づきを大切にする学習が無意味なわけではない。

むしろ、総合的な学習の時間の実践研究はもっと進められなければならないのは勿論、教科学習の中でも、「真の学び」の追求がなされなければならない。

そうした一環として、教科横断的な学習展開は重要である。

逗子中学校の試みは、総合的な学習の時間と学校行事、道徳をアースシステム教育を軸に再編成したものであり、注目すべき試みと思う。

総合的な学習の時間と学校行事のリンクは、中学校の場合多くの学校でおこなわれているが、従来为学校行事の横滑り的なものが多く見られる。

多少改変し、学習の側面を前面に出している場合もあるが、なぜその学習をしなければならないのかが弱く、やはり行事があるので実施しているという観が拭えない。

道徳と総合的な学習の時間のリンクもしばしば見られるが、1時間の道徳の時間が真に生徒の心を耕し、総合的な学習の時間の活動へと結びついているのか疑問に思うケースが多い。

逗子中学校の実践は、アースシステム教育の目標が、総合的な学習の時間、学校行事、道徳のそれぞれ固有のねらいを繋ぐことで、一つの単位としたまとまった学習の流れを作り出す可能性を示してくれた。

## ○ 逗子中学校の実践を基にした授業プラン

逗子中学校の授業実践を基に平塚市の中学校で実践した場合の授業プランを考えてみたい。

### 1 学習のねらい

今回の一連の学習活動を一つの単元とした場合、単元全体のねらいは、自然界の巧妙なシステムについて理解し、その美しさに対する感動する豊かな心を育むとともに人間が自然界のシステムに与える影響の大きさについて考えさせることで、自然環境保護の重要性について理解させ、そのために自分自身の行動の見直しをさせることにある。

アースシステム教育指導の観点からは、次のことを押さえる。

- ① 環境破壊の現実と未来への危惧
- ② 環境破壊が日々の我々の生活による結果であること
- ③ 自然（地球）には巧妙なシステムがあり、生物が生存できる環境が維持されていること
- ④ 人間も地球のシステムの一部であり、人類は今まで自然と共生してきたこと

総合的な学習の時間としての時間のねらいとしては、「学び方を学ぶ」にあることは勿論だが、特に、「問題を見つけ、それを明確化する」ということが最も重要である。

また、学習の内容面でのねらいは、アースシステム教育の指導の観点がそのままねらいとなる。

学校行事としてのねらいは、集団の中で望ましい生活のあり方や公衆道徳を学ぶということであり、これはキャンプという学習形態をとることで達成される。

道徳のねらいは、次ことにおく。

まず、自然環境を愛護する姿勢を育成するとともに、社会に奉仕する喜びを知って公共のために役立つことをすることの大切さに気づかせる。

また、公德心をもって法やきまりを守り、自他の権利を大切にし、進んで義務を果たす意識をもたせる。

※関係する指導の観点

3 - (1) 自然を愛護し、美しいものに感動する豊かな心を持ち、人間の力を超えたものに対する畏敬の念を深める。

4 - (3) 公德心及び社会連帯の自覚を高め、よりよい社会の実現に努める。

道徳の場合、学習活動全体の中での位置づけにより、付加される意味合いが異なってくる。

道徳の位置付けとしては、導入部分、終末部分の2つのケースが考えられる。それぞれの部分での位置付けについて考えたい。

導入部で道徳を位置づける場合、単元全体のねらいを理解させ、その後の

自然観察の方向を明確化させるとともに、学習活動への意欲化を図る。

終末部に位置づける場合は、自然観察当で感じたり、学んだりした自然の美しさへの感動や、巧妙なシステムとそれに対する人間の影響への気づきを生徒一人一人の中で明確化させ、定着を図る。

## 2 具体的な構成

### (1) 導入部分で行う場合

#### 【2時間扱い】

- 1-① 現在問題になっている環境問題はどのようなものがあるかあげさせる。  
(5分)
- 1-② 「自然をなぜ守らなければいけないのか」「人間にとって自然とはどういう存在なのか」というテーマについて班で話し合う。(15分)
- 1-③ 各班の発表をおこなう(20分)。
- 1-④ 環境問題についてビデオや写真を交え紹介する。(10分)
- 2-① 環境保護に関わっている方から話を聞く。(45分)  
(平塚市で実施する場合)  
里山を守る会・・・人と自然の共生  
企業もしくは市のISO担当者・・・企業の責任
- 2-② 学習の振り返りとしてワークシートに記入する。(5分)

生徒は、自然の破壊について一定の知識を持っており、自然を守らなければならないものだという事は理解している。

しかし、自然破壊がどのくらい深刻な問題であるのか、われわれの身近な問題であるのかは、十分に理解していない。

道徳では、これらのことについて整理し、自然環境を守ることの大切さへの意識を高めさせる。

また、環境問題に取り組む人々の話を聞くことで、よりよい社会の実現に取り組むことの大切さに気付かせる。

この学習を通じて、自然と人間の関係についての感心を高め、以降の学習に繋げる。

単元の導入としておこなった場合、ここで扱った方向が今後の生徒が設定する研究主題を方向付けることとなる。今回の場合、環境問題に特化する。

### (2) 終末部分で行う場合

#### 【2時間扱い】

- 1-① 班で自分たちが体験時感じた、西湖の自然について「美しいと思った瞬間」「すごいなと思った瞬間」「面白いと思った瞬間」について話し合う。その時、次の3点を明確にする。
  - ・何に対して(対象)
  - ・どんなところが(具体的内容)

・ どうして（理由）（20分）

1-② 3点を明確にして発表する。その際、調査活動時収集した写真や絵を利用し視覚的にもわかるように発表する。（20分）

1-③ 各班の発表内容に触れつつ、自然の美、自然のシステムの巧妙さ、そのシステムと共生してきた人間の営み、それを破壊しつつある現在の状況について、生徒達が調べた内容を取り上げながら話す。（10分）

2-① 環境保護に関わっている方から話を聞く。（30分）

（平塚市で実施する場合）

里山を守る会・・・人と自然の共生

企業もしくは市のISO担当者・・・企業の責任

2-② 身近な環境破壊とそれへの取組みについて具体的に話す。

（10分）

2-③ 学習の振り返りとしてワークシートに記入する。（5分）

生徒は、すでに自然を題材として様々な調査活動を行い、彼らなりの気付きをしている。

そうした気付きについては、すでに総合的な学習の時間で発表をしている。

ここでは、自然のすばらしさに焦点をあて、自然観察等の活動の中で気付いた自然への感動を漠然ときれいだったとかすばらしかったと言った言葉で終わらせることなく、自然のすばらしさを明確なものにすることによって定着化を図る。

道徳を導入部に位置付けた場合と異なり、自然破壊や保護と言った部分は直接的に扱う必要性がないため、単元の導入部では、単に西湖の自然を満喫することに焦点をあて、幅広い生徒の活動を期待したい。

そうした場合、むしろ自然破壊については少ないのではないかと思われる。

自然破壊や保護については、自然のすばらしさを確認することによって、生徒一人一人の心の中に育んでいく形が理想である。



## 中学校3年アースシステム教育カリキュラム

### 選択理科「人間と自然」

渡辺進武（岐阜大学教育学部附属中学校）

#### 1 単元名 「人間と自然」

#### 2 目標

自然環境の中で人間が調和のとれた生活をおくるために、生徒に実物での感動体験による自然に親しむ態度や自然にふれ、自然を感じる感性や自然を科学的に探究する技能と態度を身につけることを目標とする。また、世界的な規模での環境問題が、地球環境のサブシステムの循環の1つとしてとらえ、現在の自分たちの生活や学校での教科や総合的な学習などでの学んだこととのつながりなど、関係性や発展性などを主体的に考えていけるような基礎作りをする。

ESE 理解目標：1, 2, 3, 4, 7

#### 3 指導学年、総指導時間数：中学校3年生対象、総指導時間18時間

#### 4 カリキュラム（指導計画）

この実践では、選択理科（深化発展）での活動とアースシステム教育（ESE）理解目標を位置づけ、中核に、フルブライトメモリアル基金マスターティーチャープログラムによるニューヨークとの交流学习を位置づけ、国際交流の中で、バグズプロジェクト及びソイルプロジェクト、さらにデイリーコミュニケーションによる気温・天候等の交流、国際教育週間における「鳥のくちばしの共同学習」によって、アースシステム教育における理解目標にむけたカリキュラムを作成した。

活動	題材	授業の主たる内容	指導の工夫・留意点	理解目標
(1)	自作ビデオ「母なる水を守る」	アースシステムの理解目標について、授業で学んだ内容や自作ビデオ「母なる水を守る」などを視聴し感想を交流する。	アースシステム教育の理解目標を知り、これからの学習の視点をもたせる。	1 2
(2)	「光る泥だんご」	土にふれ、土の物理的な性質を学ぶ学習経験などを生かし何カ所かの場所の土を使って「光る泥だんご」をつくる。	自らの手で自然の中で自然の素材に触れ、自然を感じとらせていく。	1 4
(3)	ニューヨーク市の公立中学校との共同理科学習	トリのくちばしのつくりとその食べ物との関係の学習を行う。	文化のちがいや言語のちがいを越えて自然認識の共通性や相違性について気づけるように指導する。	3 7
(4)	デイリーコミュニケーション	地球の別の場所での気温や天候、メッセージをweb場で交流する。	地球観測の継続的な交流により、空間的時間的な見方や考え方を育てる。	2
(5)	自然環境調査	実際に周辺の自然環境の中で、学校周辺	自然と人間との調和を視点	1

		等の環境と人間との生活との調和から見た環境調査を行い、仲間と評価を交流する。	に、多様な見方を交流する中で、より高い環境認識を培っていく。	2
(6)	環境教育プロジェクトアクティビティ：「ああしか！（Oh Deer !）」	環境教育プロジェクトアクティビティ：「ああしか！（Oh Deer !）」を行い、食物連鎖の条件と数量の変動についてゲームを通して実際にシュミレーションをしながら、数量グラフで考察する。	自然界の食物連鎖において、ひとつの動物に注目し絶えず変化する生態系内での個体群に影響を及ぼす要素について考えるさせる。	2 4
(7)	ソイルプロジェクト	ミミズのすみか作りとミミズによる残飯から土づくりと植物の成長を調べる。	ミミズのコンポストで、その中の生態系と物質の循環を考えさせる。	4
(8)	未来都市計画	シムシティ 3000 を使った未来都市計画と廃品を活用したモデルを製作する。	環境に優しい都市作りのシミュレーションを行う。	2
(9)	G I S（地理情報システム）	G I S（地理情報システム）を活用したデータを分析しその中で環境の変化を調べる。	地図情報を用いて自然環境との関係を見いだす。	3
(10)	「地球を調べる仕事」	インターネットなどの情報から「地球を調べる仕事」を調べ交流する。	地球に関する仕事の多様性と重要性について学ぶ。	7

#### 授業内容と ESE 目標の関連メモ：

- (1) ESE 1：サブシステムに対する鑑賞力を身につけさせる。  
ESE 2：人間の活動への影響を考えさせる。
- (2) ESE 1：サブシステムに対する鑑賞力を身につけさせる。  
ESE 4：相互作用を感じとらせる。
- (3) ESE 3：科学的思考力を培う。  
ESE 7：共同作業を行う。
- (4) ESE 2：人間の活動の環境への影響を考えさせる。
- (5) ESE 1：サブシステムへの鑑賞力を身につけさせる。  
ESE 2：人間の活動の環境に対する影響を考えさせる。
- (6) ESE 4：サブシステムの相互作用を考えさせる。  
ESE 2：人間の活動の環境への影響を考えさせる。
- (7) ESE 4：サブシステムのサイクルと相互作用を考えさせる。
- (8) ESE 2：人間の活動の環境に対する影響に気づかせる。
- (9) ESE 3：科学的思考力を培う。
- (10) ESE 7：地球に関する職業の多様性と重要性に気づかせる。

## 5 指導方法

アースシステム教育の指導方法に基づいて、この選択理科（補充発展）カリキュラムの指導法を以下のようにまとめた。

- 1 指導法は科学研究の性質と一貫していること。

- a. 自然に対する疑問で始める（人間の活動と自然環境の関わりの中から事象についての疑問を課題にする）。
  - b. 生徒の活動を活発にする（自然に対する探究活動と生徒どうしのコミュニケーション活動を多く取り入れる）。
  - c. 証拠の収集や利用を中心に置く（課題に対する自分の仮説をもち、その仮説立証のための事実を集める探究活動過程を大切にする）。
  - d. グローバルな視点に配慮する（地球規模の環境認識の共通点や相違点に注目できる題材を準備する）。
  - e. 明確な表現をするよう心がけさせる（自分の考えが人に伝わるように事実をもとにしながら議論したりレポート製作をしたりする）。
  - f. グループ研究を奨励する（小グループにおいて考えの交流や研究のまとめを行う）。
  - g. 知る事と発見する事を分離しないようにさせる（疑問や課題について目的意識にしながら、事実の蓄積を行い、調べたことと発見できたことをまとめておく）。
  - h. 専門用語の暗記は重視しない（事実の詳細のなかでカテゴリー化を行ったり、共通点や相違点から抽出された生徒の言葉でまとめておき、後でテクニカルタームによる置き換えを行う）。
- 2 科学の指導法は科学的価値を反映させること。
- a. 好奇心を歓迎する（感動や疑問をどんどん認め、意見や質問を促すような問いかけを行う）。
  - b. 創造性を賞賛する（課題に対する考えや方法に対する発想を認め励まし、仲間に広めていく）。
  - c. 疑問を持つ精神を奨励する（事実や考察から生じる疑問をその生徒の思考が連続できるように大切にし、新たな個人テーマや、グループの共通テーマが持てるように促す）。
  - d. 独断を避けさせる（客観的、実証的、再現性などの科学的な追究に心がけ、事実で語る姿勢を身につけさせる）。
  - e. 美的反応を促進する（自然認識の感動や自然相互の関わりなど美しさや巧みさなどについて鑑賞できる機会を多く取り入れる）。
- 3 科学教育は学習の課題・問題を解決することを目的とすべきである。
- a. 成功に基づいて築かせる（事実に基づいた探究活動による課題解決により、達成感や成就感から自信をつけるものにする）。
  - b. 道具の使用について十分なる経験をつむようにする（基礎操作や方法を身につけ、観察や実験を繰り返し行うことで、手足のように道具を使えるようにする）。
  - c. 科学において女性や少数派の役割を支持する（考えの多数派に迎合せず、少数派の考えをじっくり聞きながら素朴概念を抽出し議論を進めたり、女性と男性の混合の小グループを形成し、観察や実験の役割分担を明確にする）。
  - d. グループ学習を強調する（仲間と共に観察や実験を行ったり、議論を行う良さを体感させる）。
- 4 科学教育は学校教育の枠を越えて行うべきである。  
（地域への実地踏査を行い、自然環境のみならず社会環境などとの相互関連等を行う。）
- 5 教育には十分時間をかけるべきである。  
（授業時間だけでなく、家庭学習や休み時間などの時間においても）
- 6 高度情報ネットワークをツールとして活用する。  
（自然環境の交流を2カ国間によるテレビ会議やインターネットによる交流を行い、環境認識の共通性を深めるツールとする）

## 6 教材・教具(実物実体験(実験・観察)・ITの利用など)

アースシステム教育では、教科書だけでなく、多様な教材・教具を利用した指導を推奨している。このカリキュラムのために特別に用意された教材教具について説明する。

### (1) 自作ビデオ「母なる水を守ろう」

R. Carson, 1998, The Sense of Wonder, Harper Collins Publishers・カリキュラム活動(1)

### (2) 光る泥だんごのweb(光る泥だんご協会) <http://www2.ocn.ne.jp/~tutimizu/>

NHK 人間ドキュメント「光る泥だんご」

加用文夫「光る泥だんご」ひとなる書房 2001・・・カリキュラム活動(2)

### (3) トリのくちばしに見立てた道具(スプーン、ブラシ、ペンチなど)とトリのエサに見立てたもの(ゼリー、砂、スパゲッティなど)、交流に使ったツールとして、テレビ会議システム、CUSeeMe、メーラー、MSN コミュニティなど・・・カリキュラム活動(3)

### (4) 温度計、デジタルカメラ、サイバーテキストツール、マイクロソフトエクセル、サーバーシステムなど・・・カリキュラム活動(4)

### (5) デジタルカメラ、温度計、記録表・・・カリキュラム活動(5)

### (6) CEE (Council for Environmental Education) 米国環境教育協議会、プロジェクトワイルド「Oh Deer」1999・・・カリキュラム活動(6)

### (7) ミミズ飼育器、エサ加工器、土とミミズ・・・カリキュラム活動(7)

### (8) シムシティ3000日本語WINDOWS版、廃品・・・カリキュラム活動(8)

### (9) GIS(地理情報システム)、デジタルカメラ・・・カリキュラム活動(9)

### (10) 統計資料、大学で地球について調べている外部講師・・・カリキュラム活動(10)

## 7 評価の工夫

このカリキュラムにおいて、評価のポイントとアースシステム教育目標との関連を次のように考えた。

- (1) 地球環境のシステムをサブシステムとの関連や循環という視点で捉えることができる。(ESE1,2)
- (2) 実際の土にふれながら、土の粒子の大きさや粘りけなどの着眼し、自然の中で泥だんごを作ることができる。(ESE1,4)
- (3) 言語の違いや空間や時間的な隔たりを超えて、自発的に「トリのくちばしとエサ」の関わりを実験した事実をもとにして交流できる (ESE3,7)
- (4) 毎日の2国間の天気や気温と共に自己紹介の分や文化や関心などの英文と本人と服装の画像を交流できる (ESE3,7)
- (5) 自分の足で近くの自然環境(河川や木々、交通量、音など)にふれ、理由をもって環境評価でき、仲間と交流できる。(ESE1,2)
- (6) 自分の役割を理解して、追いかっこを積極的に行える。(ESE2,4)
- (7) ミミズの生態に興味をもち、毎日の飼育について記録しながら世話を行える。(ESE4)
- (8) シムシティ3000を環境に配慮しながら製作し未来都市を創り上げることができる。(ESE2)
- (9) GISを使って、自然環境とのかかわりを考え予測することができる。(ESE3)
- (10) 外部講師や統計資料から地球に関する仕事の重要性やその可能性に関心を持ってまとめる。(ESE7)

## 8 単元実施後の教師の自己評価

- (1) 「環境教育指導資料—中学校・高等学校編—」(文部省 1992)のころから「Think Globally, Act Locally」に向て、理科などの教科そして総合的な学習において、素材や方法が多様になり、体系的に体験的に扱われてきた。その結果、問題解決の方法を知り主体的に学ぶ姿が見られるようになった。
- (2) 環境問題の情報収集を行い環境問題に対する問題発見をしていけ、自分たちができることを探して具体的な行動をしていくなどすばらしい子どもたちが育っている。
- (3) アースシステム教育の理解目標にあるような、感性を大切にしながら、事実と多様な見方や考え方から環境認識をもち、サブシステムの循環や変化、関連性などの知識や探究の方法を学び主体的に環境にはたらきかける生徒の育成ができてきている。
- (4) 選択理科(深化発展)において、活動を位置づけたが、個々の活動はどれもアースシステム教育の理解目標にむけた意味のある活動となった。これらの活動は総合的な学習においても、必修理科においても利用可能であった。
- (5) 同じ探究活動をしながら、速い遅いの時間での比較や条件の統一の重要性を認識するとともに、まとめでの「くちばしの絵」の交流では、日米ともに同じ工夫された絵が示され、共通性を感じ取ることができた。また、知識や経験の差などによる認識の違いも明らかになった。
- (6) 自然環境の人間との生活との調和についての認識を、お互いに違った認識の仕方があることを学ばせるためにも、仲間や教師とのコミュニケーションが必要である。その中で、いろんな事象の見方や考え方を知り学ぶことになる。生徒とともに、野外に出かけ、その場所で、1-10の10段階で、環境を評価しその理由を交流しあう。人工物や自然との調和、ごみ、におい、音にはじまって多様な理由で、自分ありの評価をするが、何箇所か何回も交流しあううちに、正しい知識をえようとしたり、自分なりの見方や考え方をもちいこうと工夫したりするようになっていった。
- (7) 自然界の食物連鎖において、ひとつの動物に注目すると適切な生息地の重要性や絶えず変化する生態系内での個体群に影響を及ぼす要素について、実際にシュミレーションをしながら、気づき考えることができた。
- (8) より系統的に位置づけることでよりいっそうアースシステム教育の理解目標が定着することは検証していない。今後、定着可能にむけたより効果的な系統性を考えたカリキュラムを考えたい。

## 9 参考文献

- 渡辺進武「栽培学習における科学的リテラシーの研究—土の教材化とコミュニケーションによる認知面と情意面の変容—」1998,岐阜大学大学院修士論文
- 下野洋「野外学習プログラムの評価に関する実証的国際比較研究」2000
- 渡辺進武「「環境についての視点」を育てる理科学習の一実践」2002,日本理科教育学会編「理科の教育」通巻599号

【参考資料】

(1) カリキュラム3 「トリのくちばしとエサとの関係」の学習について



米田からのライブ映像を見ながら交流する生徒たち。岐阜市加納大平町の岐阜大付属中。

年末の書き入れ時。十八日までの二日間

ニューヨークのマットホール中学校との理科学習の交流をテレビ会議システムを使って行った。

14 時間の時差と言語のちがいを越えて、ニューヨークの生徒たちと本校の生徒 55 人がマットホール理科教師 (susan 先生) と私 (susumu 先生) の援助のもと、理科学習を行った。以下に、そのとき行った学習の概要を示す。

- a、Objective: To enable students to develop an understanding of the relationship between physical forms and adaptation functions in animals.
- b、Materials : At least two spoons, pliers, 1 1/2inch or 4 cm wide brushes, chop sticks, and scoops. At least ten measuring cups - these can be paper cups. At least 500 grms of sand, uncooked macaroni, jelly, uncooked spaghetti in 10cm lengths and corn flakes

b、活動内容



### NYの中学生と授業

岐阜大付属中学校  
付属中 TV会議システム利用

岐阜大付属中学校 (岐阜市加納大平町) の一、二年生が十七日、米ニューヨークのマットホール (Mott Hall) 中学校の生徒たちと、テレビ会議システムを使って生映像を交換しながら、珍しい共同授業に挑戦した。

両校は、三年前に教師間の交流が始まり、九月の米中樹同窓会直後には、付属中の生徒がM.H.中のために下羽づるを折るなど、生徒同士の友好も深まっている。

付属中の生徒五十五人は午前七時半すぎに集合。「鳥のくちばしの形がえさの形状にあわせてどのよに選別・進化したか」をテーマに、めんやゼリーなど板チョコのペンチやはさみでつまむ実験に取り組み、画面を通して意見を交わし流した。今後ほか教科でも交流したい」と話していた。

一年の戸野部可奈さんは「盛で実験すると楽しい」、二年の小野並君は「生徒同士も授業中には交流するな」と話していた。

早本子知雅子さんの出席で、全国の成年男女干が関心する中、女性が大半を占める。面接方式で実施。早になること賛成の人がた。有効回数は88・85%と半数を超え、反対は皇室の基本法である皇

「鳥のくちばしの形がえさの形状にあわせてどのよに選別・進化したか」をテーマに、めんやゼリーなど板チョコのペンチやはさみでつまむ実験に取り組み、画面を通して意見を交わし流した。今後ほか教科でも交流したい」と話していた。

## 女性天皇賛成55%

一人は一割以下となった。単純で、天皇は男子皇族とが、時事通信社が七日限りと規定されている。にまとめた世論調査結果で、継承の在り方に關して「女性が天皇になること」が明らかになった。調査は九月から十七日、賛成を聞いたところ、賛

00:00 [time in minutes and seconds] <Beginning>

The director [in New York] will confirm that both sides are ready. Then the director will signal the start of program.

00:20 <Introduction>

The teachers will briefly introduce their classes to each other with a camera pan of each group.

01:00 Susan will begin the process of describing form, function and adaptation by showing some images of bird wings, bodies, etc. [perhaps an eagle, a stork and a penguin] to illustrate different adaptations.

03:00 Susumu will illustrate the ideas of opportunistic resource use and intensive resource use. This is the difference between a quick consumption of readily available resources (r selection) and the slow steady consumption of renewable resources. (K selection) This can be illustrated by squirrels rushing to gather nuts in the fall and cows or sheep grazing on grass.

06:00 Susan will then introduce the materials for use in the beak experiment.

These include both the materials for making beaks [pliers, spoon, scoop, paintbrush 1 1/2 inch or 4cm width and chopsticks] the measuring cup stomachs and the "food" materials [jelly, sand, uncooked macaroni, corn flakes and 10cm or 4 inch lengths of uncooked spaghetti. Students can combine these implements in any way

they see fit to simulate a beak.

10:00 Susumu will introduce the idea of fast eater and thorough eater groups.

Students in each country will be divided into these groups, others will serve as observers and artists.

14:00 Students start experimenting with the different types of beak forms. A student will use the camera to observe the experiments.

30:00 Students and teachers will measure and compare results for the different beaks and feeding methods. They should then rate the best beaks in terms of efficiency.

45:00 While these activities have been going on the students artists should have finished up their drawing of new types of birds based on the observations they have made. Two from each country should present their pictures at this time with short explanations.

50:00 The teachers should review the lesson and the concepts that have been learned from it.

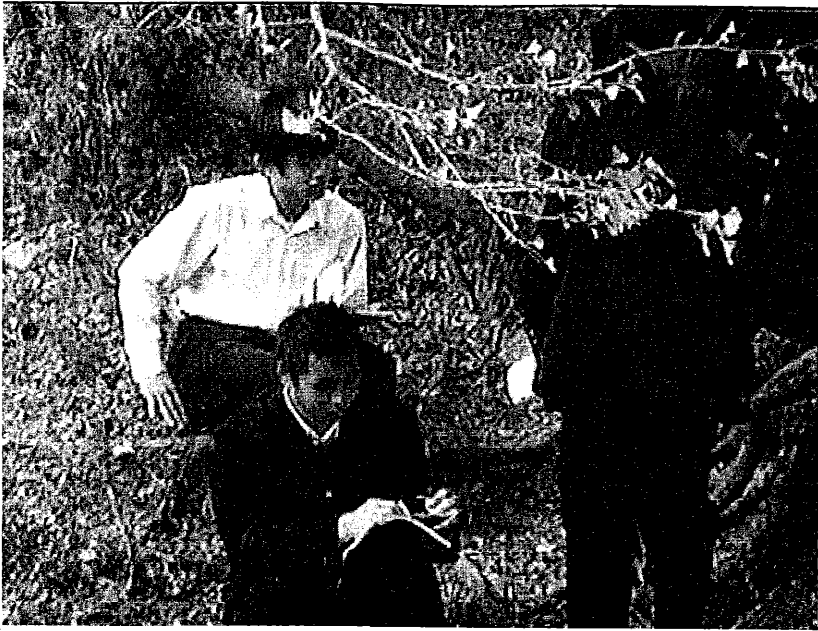
55:00 Closing greetings and pan shots of the groups, beaks and pictures.60:00<Finish>



(2) 環境教育プロジェクトアクティビティ:「ああ しか! (Oh Deer!)」の学習展開

	学 習 活 動	指 導 援 助
導 入	<p>&lt;疑問&gt;</p> <p>○ シカの生きていくために必要なもの(要素)は何ですか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ エサ ・水 ・すみか ・その他</li> </ul> <p>○ シカが、ほしいものが手に入ったら、シカの数はどうなりますか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 仲間増やして(繁殖して)数は増える。</li> </ul> <p>○ もし、シカがそのどれかが必要なのに、手に入れることができなかつたら、シカの数はどうなりますか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シカが死んで、数は減る。</li> </ul>	<p>減る原因になる文化的な要素についてもふれておく。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・病気 ・捕食者 ・季節による気候条件の影響(早霜、豪雪、洪水、干ばつなど)、事故、環境汚染、生息地の破壊、生息地の質の低下など。</li> </ul>
予 想	<p>課題 毎年、シカの数、要素によってどのように変化するか。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要なものがとれないと、どんどん減っていき絶滅することもあるのではないか。</li> <li>・どんどんエサとかとっていき、とるものがなくなって、やはり絶滅することもあるのではないか。</li> </ul>	<p>&lt;シミュレーションについての注意&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・自分のほしいサインや自分を示すサインを途中で変えたりしないように注意する。</li> </ul>
実 験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エサが豊富になると死ぬことはなくどんどん増え続けるのではないか。</li> </ul> <p>○環境教育プロジェクト「ああ しか! (Oh Deer!)」を行う。</p> <p>分担1:シカ-ほしいものを決めて(その時間中に変更できない)、そのものを時間内に捕獲する。</p> <p>分担2:食料(口) 分担3:水(のど) 分担4:すみか(あたま)</p> <p>時間内にシカに捕獲されたら、その要素は次のゲームで、分担1のシカになる。(繁殖したことになる)</p> <p>時間内にシカが捕獲できなかったら、次のゲームでは、分担2-4の</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・すべての生徒がすみかになったときは、水もエサもない状態であり、「干ばつ」という状態であることを考えさせる。</li> </ul> <p>&lt;一斉指導&gt;</p> <p>○科学性の育成の視点から(実証性・再現性・客観性)認め・励まし・方向付ける。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・目的意識をもった確かな結果の考察</li> <li>・事実と考えを結びつける思考力</li> </ul>
結 果	<p>どれかになる。(死んで、環境の一部に変化したことになる。土に還る。)</p> <p>ゲームごとに、シカの数、数を数え、グラフに記録する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・目的意識を持って粘り強く探究していく姿勢</li> </ul>
考 察	<p>○グラフの結果から気づいたことを発表する。</p> <p>○グラフの結果から、どんなことがいえるか。</p>	<p>○事実と考察を区別しながら、発表できるような言葉がけをする。(事実の共有)</p> <p>○事実から体験などから説明できるように、事実を共有できるような言葉がけをする。(実証性)</p>
ま と め	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シカの数、要素の極端な変化がない限り、自然のプロセスで変動し続ける。自然のバランスが数の上でも取れている。</li> </ul>	<p>&lt;評価&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・事実を仲間と共有する中で、考えと事実を結びつけながら事実を説明しているかどうか。</li> </ul>
評 価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・もし、環境の急激な変化や人為的な変化がある場合には、生物の絶滅することもありうる。</li> </ul> <p>まとめ 生物の数は、その要素などの影響によって、たえず変化しながら、バランスを保っている。急激な変化がある場合には、絶滅のこともありうる。</p>	





環境評価を行う生徒



泥だんごを製作する生徒



中学校3年アースシステム教育カリキュラム  
総合的な学習「アースシステム教育と総合学習」

渡邊 雅人（関東学院中学校）

【本 論】

1. はじめに
2. 学習のグループと授業形態
3. 指導カリキュラムの基本的な考え方
4. 学習の概要（月別内容）
5. 総合学習の評価
6. 一年間の総合学習を通して
7. 中高6年一貫教育とアースシステム教育について

【参考資料】

- (1) 石レプリカの製作  
スケッチ・レプリカ作品・評価
- (2) 砂の観察
- (3) 野外観察 [城ヶ島巡検]
- (4) 第一回発表会 [地球の歴史]  
発表風景、グループ活動自己評価シート
- (5) ノートの指導  
生徒のノート・評価
- (6) 私たちの身近な環境問題  
使用テキスト・ビデオ鑑賞シート・感想
- (7) ゴミとリサイクル  
使用ワークシート
- (8) 環境に影響を与える分子 ～分子模型製作～  
分子模型製作ワークシート・生徒作品
- (9) 第二回発表会 [身近な環境問題]
- (10) 生徒提出論文  
論文作品・評価シート
- (11) アンケート実施結果



渡邊教諭

## 【本 論】

### 1.はじめに

本研究は、本校総合学習の中学1・2年次の「国際理解」「福祉」に続いて中学3年次に行ったアースシステム教育に基づく「地球環境」の実践記録である。

地球環境問題は、科学、文化、政治、経済などが複雑に関係し合っているため、複数教科の合科による指導が必要であり、その指導にあたって、どの教科がその中核を担うかが大きな問題である。本校では実験・観察などの実体験学習が容易な理科を中心に、(特に地学) 教員2名が担当し、次の目標のもと、指導にあたった。以下その経過を説明する。

#### <目 標>

##### アースシステムの理解目標

1. 地球は、ユニークで、たぐいまれな美しさを持ち、大変価値のある惑星である。
2. 人間の活動は、集団なものであれ、またそれを意識するしないにかかわらず、アースシステムに対して影響を与えている
3. 科学的思考力や科学技術の発達は、地球や宇宙空間を理解したり利用したりする人間の能力を伸ばしている。
4. アースシステムは水、岩石、氷、大気、生命のサブシステムの相互作用で構成される。
5. 地球は40億年以上の歴史があり、そのサブシステムは絶えず変化している。
6. 地球は太古より広がる巨大な宇宙の中にある太陽系の小さなサブシステムである。
7. 多くの人々が地球の起源やプロセス、進化等に興味を抱き、これらにかかわる仕事に携わっている。

##### その他の目標

- ・ 生徒自ら問題意識を持ってテーマを定める。
- ・ 図書館・情報処理室・博物館などによる資料集めや資料整理の方法を学ぶ。
- ・ テーマを調べる実験を計画し、遂行する方法を学ぶ。
- ・ 生徒が今までに習ったことを自ら有機的に結合させ、各教科学習へ還流させる。
- ・ 調べたことを論文に記載する方法を学ぶ。
- ・ 発表などを通して、人にもものごとをわかりやすく伝える方法を学ぶ。

### 2. 学習のグループと授業形態

- ・ 中学3年生258名(男女共学、1クラス43名、6クラス編成)
- ・ 1クラスを2コースに分けて、2人の教員が担当する。必要に応じて、コースを合体させてTT(ティームティーチング)を行う。
- ・ 授業は週1回、2時間続き、クラスごとに実施する。
- ・ 普段の授業は理科室で行い、必要に応じて資料閲覧のため司書教諭等の協力を得て、図書館や情報処理室使用することもある。また、理科室にも各種参考図書やコンピューターを配置し、学習の便宜をはかった。

### 3. 指導カリキュラムの基本的考え方.

アースシステム教育の教育目標のもと、1学期は徹底して自然観察から自分なりの地球観もつこと。2学期は、今の地球がどんな状況にあるかを知ること。3学期は、これからの地球についてわたしたちはどう責任を負っていくか（どのように関わっていくか）を考えること。以上3点を授業の柱にすえることにした。

そして、生徒には、ただ文献を写したり、他人が言ったことをそのまま受け入れるのではなく、「自分だったら、どう考えるか」を主張できるように指導していこうと考えた。

### 4. 学習の概要

アースシステム教育目標対照表

月・内容	アースシステム教育目標	資料ページ
4～5月 化石スケッチ・レプリカの製作	ESE： 1, 4, 5, 6, 7	2
6～7月 地球を構成する岩石・鉱物・地層	ESE： 4, 5	3～4
7～9月 第一回発表会 [地球の歴史]	ESE： 3, 7	5～6
10～11月 私たちの身近な環境問題	ESE： 1, 2, 3, 4	7～11
12～1月 第二回発表会 [身近な環境問題]	ESE： 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	12～14
2月 エネルギー問題	ESE： 2, 3, 4	

4月～5月：46億年におよぶ地球の歴史について説明を聞き、標本観察、化石の精密スケッチ、化石レプリカの作成により自分なりの地球感をつくる。

**ESE 教育目標：1, 4, 5, 6, 7** 資料P2～3

- ① ビデオで地球の歴史を学習する。※NHKの地球大紀行等を編集して使用  
地球とはどのような惑星であるか。また、初期の地球において、地球の生成、大気と水がどのように作られたかを理解する。(2時間) →ESE1,4,6
- ② 46億年の地球の歴史を年表にして、地球環境の変化(地殻変動や気候変動)や生物の進化などをまとめていく。この中で、太平洋炭鉱で取れた石炭(約4500万年前)標本で石油や石炭などのエネルギーの生成や国立科学博物館の貸出用化石標本で生物の進化を説明した。  
(2時間) →ESE1,5
- ③ ④⑤地球の歴史を振り返り、「時代の生き証人」である化石を通して、地球の歴史の一コマをまとめる。化石のスケッチと石膏でのレプリカ作り(6時間)  
1回目：好きな化石の精密スケッチ ※学校で所有している化石・科博の化石を使用  
精密スケッチを通して、化石の特徴をつかませる。  
時間が足りない場合は、放課後理科室を利用。(資料P2) →ESE1,7  
※ テーマとなる化石を選び、その化石の展示説明とそのときの地球環境について調べ、レプリカをつくる。  
2回目：予め、スケッチに使用した化石のレプリカ(教師が予め製作した石膏製レプリカ)

にアクリル絵の具で生徒に色を塗らせる。(資料 P2) →ESE 7

※ かたどり、石膏の流し込みは、教師と有志生徒で理科室にて放課後行なった。

3回目： 図書館・情報処理室などでその化石が生きた時代の地球について、自らの視点で

調査し、レプリカを入れたディスプレイ (B5 の大きさの画用紙) を作る。

(資料 P 2) →ESE5,7

<担当者の振り返り>

地球 46 億年の歴史を駆け足で、ビデオや標本を使って説明し、生徒も地球の歴史に興味・関心を持って取り組めた。説明は、様々な時代の化石とその時の地球環境に着目してまとめる

ように指示したが、図書館の文献等ではなかなか環境についての記述を見つけることが難しかったようだ。

6～7月： 自分達が住んでいる大地がどのようにして形作られたか、今までにどんな大地の変動が起こったかを考える。

**ESE 教育目標： 4, 5** 資料 P 3～4

⑥ ⑦⑧地球を構成する岩石・鉱物や地層の調べ方を学び、地域調査に役立てる。(6時間)

1回目：TVK 製作の中学校理科ビデオを使用。地層スケッチの仕方、ルートマップの読み取り方、クリノメーターの使い方を実習する。 →ESE4

2回目：さまざまな岩石と鉱物の特徴について標本を見せて説明 (2時間) →ESE4,5

- ・火成岩の観察し、その成因を考える ※県内で産出する岩石を使用
- ・双眼実体顕微鏡による砂の観察

県内の砂 (茅ヶ崎海岸、七里ガ浜、稲村ヶ崎、真名瀬海岸、大浦海岸など)、日本各地の砂 (三宅島、八重山諸島の星の砂、小笠原父島など)、世界各地の砂 (ハワイ、サハラ砂漠、南極など) を観察する。一方で、ゴミや海洋浮遊物などを見つける。

3回目：三浦半島城ヶ島を例に地域調査のし方を学ぶ。(2時間) →ESE4,5

協力：国立教育政策研究所五島政一氏 (ゲストティーチャー) (資料 P3)

<担当者の振り返り>

実物岩石標本の観察と双眼実体顕微鏡を使った鉱物の分類・標本づくりで、わかったことや発見したことをノートに記録させた。ゲストティーチャーの五島氏による鉱物の観察の仕方のレクチャーで生徒も夢中になってより綺麗な結晶を探そうという意欲が出たようだ。

⑨一回発表会 (9月) への話し合い (2時間) →ESE7

<生徒に示した発表課題と教師の対応>

次のA, Bいずれかについて、グループで話し合い、役割分担を決めて夏休み調査研究を行い、9月に研究成果を発表させた。

A：博物館や図書館を利用して、地球の歴史の一部を調べて説明する。

B：地域の自然（大地の成り立ち、自然と人間のかかわり等）の調査研究

担当教師が夏休みに2日（7月に1回、8月に1回）相談日を設けて生徒の質問に対応した。  
また、8月に三浦半島城ヶ島で調査を行う生徒のために8月に2回ほど担当教師による巡検を実施した。（資料P4）

9月：1学期～夏休みで調べたことを模造紙にまとめて発表する。

**ESE 教育目標 3,7** 資料P5～6

⑩ 発表準備（2時間）

模造紙に添付資料（写真や岩石サンプル）を貼る。発表練習を行う。 →ESE3,7

⑪ クラス発表会（2時間）

→ESE 7

発表時間5分、質疑応答3分。

※生徒の発表テーマの例

「城ヶ島の地層」、「アンモナイトの絶滅」、「七里ガ浜の砂」、「恐竜について」、「地球大気がなぜ出来たか」、「真名瀬海岸の砂に含まれる有孔虫」、「石炭と石油」など

⑫ 全体発表会（1時間）

→ESE 7

優秀なグループを選び、学年全体へ向かって発表する。教員が審査をして優秀賞を決定し、発表作品を実験室に掲示する。

<担当者の振り返り>

生徒も発表までの準備に、かなり苦しんだ様子が伺えた。野外調査をまとめるところで、図鑑や教師の助言などを手がかりに原稿をつくる作業で行き詰まるグループが多かった。文献調査に頼りきって、いつの間にか丸写しに近いものになったグループもあった。9月に入って、自分達の主張をきちんと原稿へ入れる話し合いをする時間が充分取れなかったように反省している。

10～11月：地球汚染と消費活動についてビデオやテキストを使用して現状を知り、問題点を列挙して意見をまとめる。  
**ESE 教育目標：1, 2, 3, 4** 資料P7～8

※横浜市環境保全局発行テキスト「美しい地球のために」を使用した。

⑬⑭⑮環境ビデオ観賞（6時間） 資料P8

・「地球汚染」NHK 1989年制作

第1集大気に異常が起きている →

ESE2,3,4

第2集海はひそやかに警告する →

ESE2,3,4

・「地球環境白書」NHK 2000年制作 大量消費との決別 →

ESE1,2,3,4

→小論文作成（資料P8～9）

⑯ ⑰⑱ゴミの分別と処理のしくみ（講義・実験） 資料

- ・横浜市のごみ処理（1時間） →ESE2,3,4  
 ※ 自分が住んでいる地域のごみ収集の仕方をどの程度知っているか、また消費生活についての意見を交換する → ワークシート（資料 P9）
- ・紙と金属ゴミについて（1時間） →ESE2,3,4  
 ※ なぜ紙のリサイクルが必要か？ 新聞紙や空き缶回収を例に森林保護、地球温暖化、資源の枯渇などとのつながりを理解する。 → ワークシート（資料 10）
- ・リサイクルしにくいゴミ（2時間） →ESE2,3  
 ※ 代表的なプラスチックの燃焼、バイルシュタインテスト（ダイオキシンを発生させる物質かどうかを判定）を行ってプラスチックの性質を理解する。  
 → ワークシート（資料 P10）
- ・ 環境に影響を与える分子（2時間） →ESE2
- ・ → 発泡スチロール製分子模型製作（資料 P11）

<担当者の振り返り>

10月からいよいよ身近な環境問題へ入ったが、まず地球の現状を紹介するビデオを見せた。地球が置かれている状況に、生徒もショックになったようだ。環境問題をまずグローバルに捉えさせて、そして身近なゴミ問題へと話を移して行った。プラスチックについて、分子模型を作りながら考えることは生徒には評判がよかった。

12月： 第2回発表会（1月）に向けて、テーマを決めて情報収集・調べ学習をする。

**ESE 教育目標 1,2,3,4,5,6,7** 資料 P12

①⑨ テーマ設定と調べ学習（図書館を利用） 2時間

「身近な環境問題」について論文（A4紙10枚以上）にまとめて、各自1月の発表前に提出する。冬休みまでにテーマを決めて文献調査・実験を行う。教員は夏休み同様、12月と1月に相談日を設けて、生徒の質問に対応した。

②⑩ 調査計画と調べ学習（情報処理室を利用） 2時間

②⑩※発表計画シートを作らせて、冬休み～発表までの計画を立てさせた。

②⑩<担当者の振り返り>

3～4人で4月からグループを作らせているが、うまく活動ができるグループとそうでないグループがはっきりしてきた。今回は、グループで大きなテーマを設定し、そのテーマのもとに一人一人が小テーマを決めて調べ論文にまとめ、さらに一人一人がその論文内容を持ち寄り、グループ発表する形にした。したがって、グループの大テーマを慎重に決めることが重要であった。テーマ決定のために図書館と情報処理室を利用したものの、最後まで決まらないグループもあった。

1月： クラス発表準備とクラス発表を行い、論文提出をする。難しい用語をかみ砕いていかに分かりやすく人に伝えるかを工夫する。 **ESE 教育目標**

**1,2,3,4,5,6,7**

②⑪発表準備（発表原稿作成） 2時間 資料 P12

②⑪発表練習（2時間）

②⑪クラス発表会（2時間） 資料 P13



生徒の発表テーマの例：

ダイオキシン、野生動物の減少、食品添加物、リサイクルの未来、水道水の安全性、ごみを減らすには

酸性雨調査、界面活性剤、ごみの減量化、オゾン層、地球温暖化、戦争と環境破壊、

※ 論文提出締め切り 2月19日 資料P13

<担当者の振り返り>

クラス発表会は、第一回同様に各グループとも発表時間5分、質疑応答1分で行った。今回は、聴衆をいかに説得するかを指導した。ただ暗記してきたことを棒読みするだけではなく、図表を使って説得することを要求し、また、事前に発表原稿を一人1分30秒ほどにまとめて、しっかりと要点を書かせることにした。この指導の結果、発表は殆どのクラスがスムーズに進み、中には模型を使って環境ホルモンなどを説明した班もあり、聞いていた人を楽しませてくれた。当然のように質問も多く出て、規定の時間を超えても議論が続いた。第一回の発表では、質問するのは担当の教師・見学に来ていた教師が主であったが、今回はほとんど生徒たちだった。このことから、生徒たちの成長が伺えた。

2月： エネルギー消費の現状・原子力について学習し、今後の自分たちの生活の仕方を考える。

ESE 教育目標 2,3,4

㊸人間がどのようにしてエネルギーを獲得してきたかを考える。(2時間) → ESE2,3,4

※ビデオ「ルーシーの見たエネルギー100万年の歴史」を使用

㊹映画「キューリー夫人」観賞(2時間) → ESE2,3

※キューリー夫妻の生き方についてどう考えるか。また放射能・放射線、放射性元素とその性質についても学ぶ。

㊺原子力の平和利用と広島原爆とチェルノブイリの事故についての講義(2時間)

→ ESE2,3,4

<担当者の振り返り>

いままでに、環境問題は多くの科学的・社会的な要素が絡み合っていることを生徒は学んできた。総合学習の一年の締めくくりとしてエネルギー問題を通して、私たちの今後の生活の仕方を考えさせた。人間の歴史は、ある意味でエネルギー獲得の歴史であり、その中で多くの自然破壊・戦争等の行為がなされてきた。一方で人は、度重なるその試練を乗り越える度に科学を進歩させてきた。このように『科学的思考力や科学技術の発達は、地球や宇宙空間を理解したり利用したりする人間の能力を伸ばしている』文字通りアースシステム教育目標3は、総合学習の最終目標であると私は考えている。実際、十分な時間は確保できなかったが、原子力についても触れることができた。特に原子力発電と原爆の根本原理は同じであることなど生徒にとっては驚く内容であったようだ。他にも、今のように快適な生活を続けることがいいのかという疑問を持つ生徒も多い。

## 5. 総合学習の評価

この学習では、生徒の様々な作品・活動について常に「A」「B」「C」の評価をつけている。また、学期ごとに、「A」「B」「C」の総合評価を評価を通知している。

<総合評価の観点>

### ①グループ活動について

- ・グループ学習への参加度・役割分担・学習の計画性 → 自己評価シート（資料 ）
- ・教師による発表内容評価

### ②個人作品

- ・記録ノートの評価 ※毎回の作業の様子、感想等をノートに記録させている。
- ・スケッチ、レプリカ等の作品の評価
- ・論文（3学期提出）

以上①、②を合計して評価を与えた。

「A」：自らの役割をよく自覚し、積極的にグループ活動を行っている。グループ内の連携も良く取れている。発表内容・個人作品も優れている。

「B」：グループ活動においては、まだ努力する余地がある。個人作品の出来は総合的に判断して、合格点といえる。

「C」：グループ活動が十分機能しているとはいえない。発表内容・個人作品も努力が必要である。構成員どうしの参加度を高め、お互いの役割分担を明確できるよう頑張ってもらいたい。

## 6. 一年間の総合環境学習を通して

1学期、生徒は地球という星がどのように誕生し、多くの生物がいかに誕生・進化・絶滅をしたかを学んだ。また地球が長い時間かけて大変動してきたことを地層から読み取ったり、地球を構成する物質を砂の観察を通して研究した。これらの学習の中で生徒は、地球が有限のものであることを改めて実感したようである。人間活動で汚している空気や大量のエネルギー消費で消える石炭・石油が気が遠くなるような長い時間と地球とその上に住む生物の営みの中で形作られていることなどを知ることにより、生徒の中には、ますますこの考え方が固まっていったと考えられる。

2学期には1学期の学習をふまえ、生徒には、自分達の消費活動と環境破壊を食糧問題・ごみ問題・大気汚染・海洋汚染・エネルギー問題・温暖化などの多くの問題を整理・統合させて発表へと発展させた。また、環境問題のあるテーマを調べるために、図書館・情報処理室・博物館を利用して情報を集めて、ポートレート方式で発表レポートをまとめていく方法を指導した。その結果、2回目の発表では前回に比べて、とても整理された発表になった。3学期の最後の「これからの地球とともに生きるにはどうしたらよいか」は、十分な時間を生徒に与えて考えをまとめさせることは出来なかった。生徒にしても、まだ十分な結論はだせないと思われる。今後の高等学校での学習に期待したい。

## 7. 中高6年一貫教育とアースシステム教育について

今回実践した総合学習は中学3年生を対象としているが、本校では、中学1年生～3年生の理科で、発表学習を取り入れている。生徒に自ら疑問に思っていることや不思議に感じていることをテーマとして選び、実験や文献調査、専門家への質問を通して論文を作り発表させている。その集大成として、中3の総合学習を位置付けている。また、この総合学習は、高等学校における自然科学科目の選択を考えさせる側面も持っている。つまり総合学習は、高校で物理・化学・生物・地学のどの科目を選んだらよいか、強いては、自分はどんな分野へ進んだらよいかといった

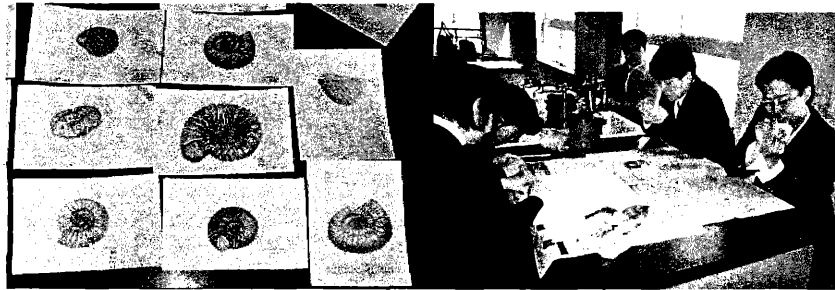
進路を考えさせることに大きな影響力をもっているといえる。アースシステム教育は、地球・宇宙に存在する物質やその上で繰り広げられる現象を7つの目的に照らし合わせながら科学とその背景分野を学習するものであるが、前にも述べたことであるが最も重要な目標はE S E 3であると私は考える。E S E 3は生徒自ら学んだ科学がその可能性として、自分たちの生活や社会をどのように変えることができるかを考えさせることになる。本校の高等学校では、この総合学習を生かした科学教育プログラムを現在作成中であり、アースシステム教育の精神は、つねに6年間のプログラムの中に生きていくといえる。



城ヶ島調査研究（生徒と渡邊教諭と国立教育政策研究所五島政一氏（ゲストティーチャー））

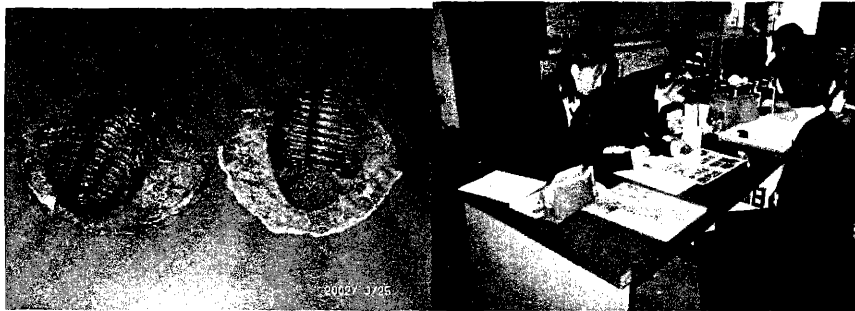
【資料編】

(1) 化石のスケッチとレプリカの製作



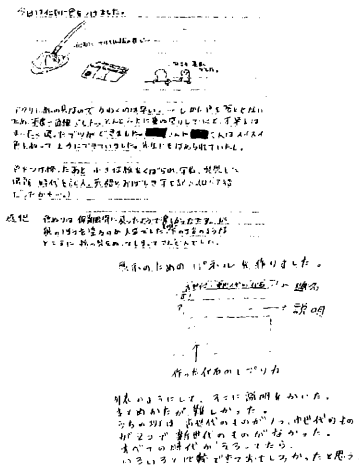
スケッチ作品

レプリカ(石膏)製作作業

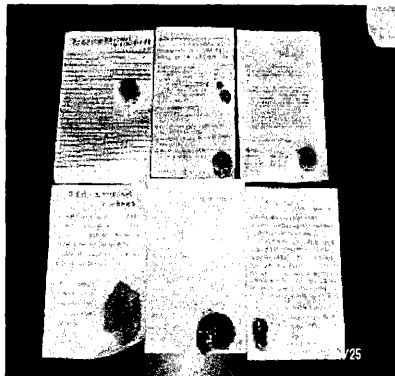


化石レプリカ作品

レプリカの説明を描いているところ



生徒のノートから



説明書(台紙)を付けて完成

<スケッチの評価>

- 興味・関心： 意欲をもって最後まで作品を仕上げることができたか …… 3点(中途は1点)  
 技能： 的確に化石の特徴をとらえることができたか …… 4点  
 [模様・形状 2点, 立体的(濃淡) 1点, バランス・大きさ 1点]  
 科学的思考： 新しい発見を見つけようと努力したか …… 3点(中途は1点)  
 ※ アンモナイトの巻き方の比率などを定規などで測定して、線を引いている生徒もいた。このような工夫をスケッチの裏に記入させて評価した。
- A段階(7点以上) …… 17.3%  
 B段階(4点以上) …… 61.6%  
 C段階(3点以下) …… 21.1%  
 提出者平均 6.3点 / 10点満点

<レプリカの評価>

- 興味・関心： テーマにそって、積極的に調べることができたか …… 1点  
 文章を丸写しにしていないか …… 1点  
 レプリカの出来の丁寧さ …… 1点  
 技能： 構成・デザインわかりやすいものかどうか …… 1点  
 主張が明確で、文章表現が適切であるか …… 1点  
 適切な図表を入れて説明しているか …… 1点  
 科学的思考： レプリカと説明の間に科学的な妥当性があるか …… 3点(妥当性が薄い1点)  
 現在との環境との比較がなされているか …… 1点
- A段階(7点以上) …… 22.8%  
 B段階(4点以上) …… 73.8%  
 C段階(3点以下) …… 3.4%  
 提出者平均 7.1点 / 10点満点
- 評価 A段階(21点以上) , B段階(12点以上) , C段階(12点以下)

(2) ゲストティーチャーによる指導 (砂の観察)



ゲストティーチャーが砂の中の鉱物を指導

鉱物標本を作成している生徒



<発表の評価>

発表の段階	発表の回数	発表の回数	発表の回数	発表の回数	発表の回数
グループ発表	1	2	3	4	5
個人発表	6	7	8	9	10
発表の回数	11	12	13	14	15
発表の回数	16	17	18	19	20
発表の回数	21	22	23	24	25
発表の回数	26	27	28	29	30

**グループ活動の評価**  
 (生徒の自己評価) 100点  
 右の評価シートを使い生徒自身が自己評価を行う。  
 生徒得点 x 点 (平均 74.0 点)

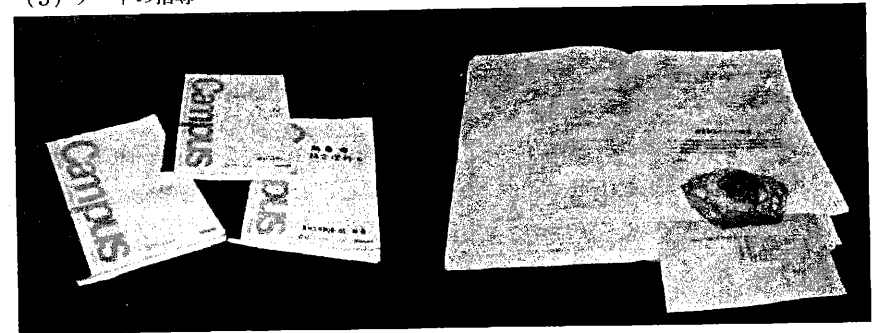
**教師による発表時の評価 10 点**

- 主張が明確かどうか... 2点
- 発表内容に工夫が見られたか (模造紙・模型の使用等)... 3点
- 時間配分... 1点
- オリジナリティがあるか... 2点
- 聞いている人を巻き込んでいるか... 1点
- チームワーク... 1点

生徒得点 y 点 (平均 5.2 点)

発表の総得点 x/10 + y 点 (合計 20 点)

(5) ノートの指導



生徒のノート

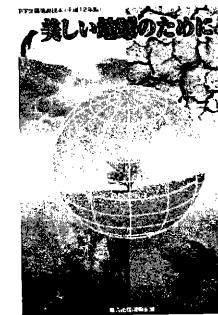
<ノートの評価 (10 点満点)>

- 興味・関心: 日常の作業記録をきちんとつけているか... 2点
- 新しい発見・驚きを記述しようとしているか... 1点
- 自らの考えが記載されているか... 1点
- 技能: 情報収集・活用能力... 2点
- 整理・構成... 1点
- 科学的思考: 実験・観察における精度... 1点
- 結論を導く過程に科学性が見られるか... 2点

7月提出時 12月提出時

A 段階 (7 点以上)	13.6%	18.7%
B 段階 (4 点以上)	56.3%	62.1%
C 段階 (3 点以下)	30.1%	19.2%

(6) 私たちの身近な環境問題



地球および地球の歴史を学んだ後、2 学期から身近な環境問題について学習を開始した。学習のテキストとして、横浜市環境保全局が毎年発行している『美しい地球のために』を使用した。

また、生徒への動機付けに地球環境に関する次のビデオ作品を視賞し、ワークシートにまとめさせた。

- ①『地球汚染 ～海はひそやかに警告する』 NIIK1989 年
- ②『地球汚染 ～大気に異常が起きている』 NIIK1989 年
- ③『地球環境白書 ～大量消費との決別』 NIIK2000 年

※グループ活動自己評価シートは、国立教育政策研究所の五島政一氏が作成された野外観察用自己評価シートをもとに筆者が作成したものである。

中学校3年アースシステム教育カリキュラム  
発展コース「藤沢の自然の教材化と ESE」

—中学校選択履修理科での実践—

川地 啓文（藤沢市教育文化センター）

15年度の1年間、隣接する大清水中学校3年生の選択履修「理科発展コース」を1年間担当した。大清水中は学級数13、生徒数400人弱の小規模校であるが、職員も生徒も生き生きと活動しており、3年生は3クラスに選択履修9コース用意された。9名の生徒が理科発展コースを希望し、授業は毎週水曜日の3校時にセンター理科室で行われた。

教育研究所として機能している教育文化センターが、この取り組みを試行した目的は

- ① センター理科室で開発した理科教材についての実践的検証
- ② 大清水中の地の利（同じ敷地内）を活かしたカリキュラム研究（ESE 研究）
- ③ 開かれた学校のための地域連携等である。

1 年間指導計画と実施状況

年度当初以下のような指導計画をたてたが変更もあった。

○実施 ●時間がなく実施できず ◎計画外で実施

1 学期	○オリエンテーション（1時間） ○自然観察と地域の植物のプレゼンテーション作り（ESE1.3）（7時間） ●境川水質調査(ESE2.3.4)
2 学期	○目の錯覚工作（2時間） ◎俣野遊水地での化石採取と標本作製（ESE1.2.4.5.6.7）（8時間） ○炭酸水素ナトリウムの熱分解とカルメ焼の科学（5時間） (総合かがく展への参加協力と小中交流授業)
3 学期	○ティラノサウルスの復元画づくり（ESE4.5.）（7時間）

週に1時間の授業であり、学校行事なども重なってなかなか計画通りには進まなかったが、生徒たちは嬉々として取り組んだ。10月にセンターで開催された総合かがく展では、会場設営や撤収、さらに期間中に恒例で行っている大清水小中のかがく展記念交流授業でも大いに活躍してもらえた。ここでは ESE に関わりのあった2つの単元について簡単に報告する。

2 実践報告

①自然観察と地域の植物のプレゼンテーション作り（ESE1.3）

この単元では身近な春の植物をとりあげ、その美しさを感じる（ESE 1）と共にセンター理科室の資料を活用しての植物の同定、さらにプレゼンテーションソフト（PowerPoint）を利用したコンピューターリテラシー（ESE 3）を行った。

## A オリエンテーション



オリエンテーションをかねて行った野草のテン普拉作り。  
身近な雑草のすばらしさを味覚で感じた。

テンプラはうまかった。ハルジオンとヒメジオンの違いを見分けるのがおもしろかった。自然の葉が食べられるとは予想もしなかった。でも僕は食べなかった。毒じゃなければ基本的に何でも食べられることがわかった。

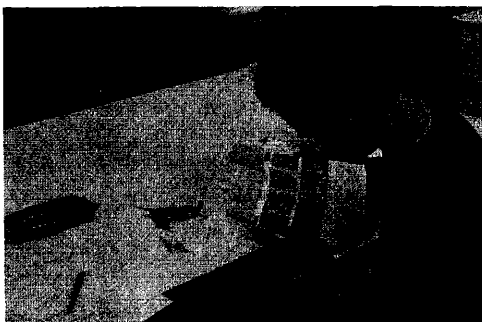
## B 観察



双眼実体鏡を使って花の観察とスケッチ。

カラスノエンドウは葉の先端にトゲがあり、茎にはなかった。カタバミは甘い匂いがする。春なのにクワの実が赤く色づいていた。サンショはにおいがよく、おいしかった。ムラサキツユクサの雄しべの毛の原形質流動はすごかった。

## C 調べる



センター発刊の副読本藤沢の自然「身近な草・きのこ」を使って植物の同定。

サンショの資料がなかなか見つからなかった。自然は見れば見るほど楽しくなる。外に出ているいろいろなものを見つけておもしろかったが蚊にかまれてとてつもなくかゆかった。なかなか見つからなくていやになった。

## D パソコンリテラシーと制作

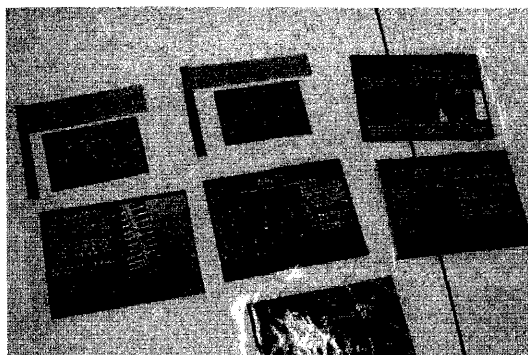


自分で同定できた植物をデジカメで映しパソコンを使ってのプレゼンテーション作り

本の丸写しにならないようにするのがたいへんだった。パソコンを打つのは疲れる。学名の意味を調べるのはおもしろかった。自分で作るとすごく楽しい。楽しかった。もっとやりたかったけど時間がなかった。



## E できあがったプレゼンテーション



## F 野外観察発表会



自作のプレゼンを使って野外での本番のプレゼンテーションを行った。自分の五感で感じた植物の特徴を発表できるよう指導し、評価を行った。

最初に調べた植物が、2ヶ月たつとなくなっていたり驚くほど成長している見分けがつかなかった。自分で調べた植物は忘れない。

※参考) この単位の中で生徒たちが自己評価した理解目標の延べ数。

ESE1 (16) ESE2 (9) ESE3 (13) ESE4 (3) ESE5 (8) ESE6 (3) ESE7 (5)

本単位では ESE1.3 を念頭に展開した。身近な春の植物の命の芽生え(野外観察や顕微鏡観察)、生産者として生きる緑色植物の姿(テンプラなどで料理することにより食物として摂取できる)を通して、地球に誕生した生命の美しさをできるだけ五感を通して直に感じさせることを意図した。生徒は1年次に植物単元を履修しているが、学習指導要領に謳われている基本的な花の構造などの知識はあっても、植物名やなぜその名前がついたかの理由、食物として摂取できること等々、自分で調べていくことで新たな発見に喜びを感じ意欲的に学習に取り組んだ。

また、プレゼンテーションソフトを作ることは、そのリテラシーにかなりの時間が必要だったが、センターにあるパソコンをフルに利用し、上達も早かった。ESE3 の科学技術の発達、学習意欲を喚起する結果となっているように伺えた。

上記の数字は、毎回授業終了後 ESE の理解目標を提示し、その時間に自分自身が感じたことと関わりがあるものにチェックを入れさせたトータルの数字である。これらの数字が意味するものについてはあまり深く考察する必要はないと考えるが、こちらが意図する1と3にやや数字が集まったことから、本単元の評価を行う資料となる。

## ②俣野遊水池での化石採取と標本作製 (ESE1.2.4.5.6.7)

境川治水のための県の土木工事で藤沢砂泥互層(15万年前)上部泥層から大量の貝化石が産出した情報を得た。場所はセンターから車で10分程度の距離にある俣野遊水池工事現場である。急いで市内近隣の学校に情報を流し、県土木事務所の許可を得て野外観察授業を計画した。たまたま小学校6年生の地層の学習の時期と重なったため、近隣4校の小学校6年生もこの場所を利用しての野外学習を行った。

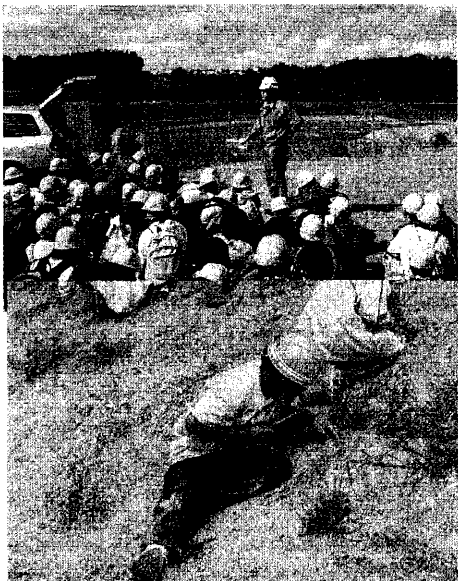
### A 岩石ハンマーの使い方



岩石・地層の学習への動機付けとして、岩石ハンマーの使い方の練習を行った。大きな方解石の固まりや火成岩をハンマーで割り、形のよい方解石の結晶形を取り出したり黄鉄鉱を取り出したりした。岩石に対して「石ころ」という感覚しかなかった生徒たちにとって石を割る作業は新鮮だったようである。

岩石が思い通りに割れるのは、なんだかすっきりして気持ちがいい。火成岩の中から、水晶や黄鉄鉱が出てくるのがすごく不思議だった。マグマは神秘的だと思った。

### B 俣野遊水池観察と化石掘り (写真は小学生の野外観察授業)



神奈川県土木事務所荒井さんから遊水池の機能についての説明を受ける。写真は授業で訪れた八松小学校の6年生児童。

地層の説明の後、化石採取の作業に入る。ウラカガミ、ツメタガイ、アカニシ、カキ、サメの歯など80種類を超える種類が採取できた。



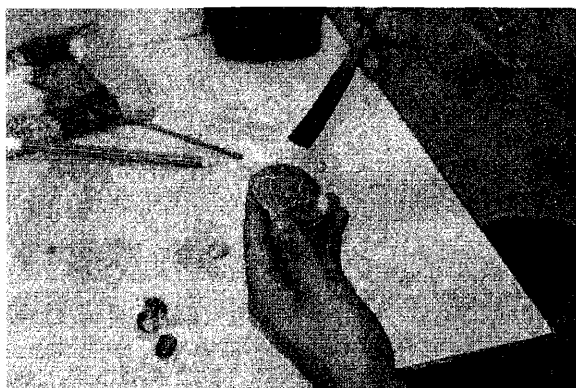
大きなアカニシを採取して喜ぶこどもたち。工事現場に特別な許可をもらって入るため、神奈川県が特別にヘルメットの貸し出しをしてくれた。藤沢市の生涯学習課が主催する生涯学習大学でも、この場所で野外観察が行われた。

### C 化石の洗い出しと標本作製

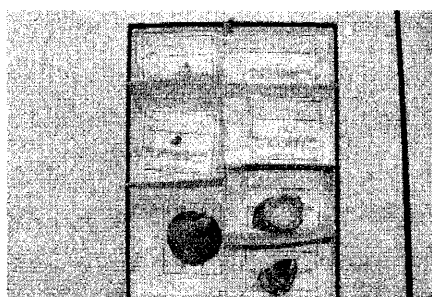


泥の中に小さな化石も隠れている。水につけて泥を洗い流し、ていねいに化石を見つけていく。

化石をこわさないように洗うのがむずかしかった。小さな化石でもちゃんとした形を持っているのに驚いた。貝の奥の方まで泥が詰まっていた。貝がらは15万年の時間を感じさせないくらいしつかりしていた。



←バラロイド樹脂を塗って標本とする。  
↓ラベルを付けて、できあがった標本



この取り組みでは、ESE 理解目標に合致する観点がたいへん多いと感じた。

理解目標	観 点
ESE1	鉱物や地層、貝化石の輝きや美しさ、遊水地の景観
ESE2	遊水地の機能と治水、
ESE4	藤沢砂泥互層の堆積環境や、化石から想像できる当時の生態系
ESE5	15万年前の化石と地層
ESE6	藤沢市が浅い海底であった事実
ESE7	遊水地土木工事に関わる多くの人々の職業

※参考) この単元の中で生徒たちが自己評価した理解目標の延べ数。

ESE1 (7) ESE2 (4) ESE3 (2) ESE4 (11) ESE5 (10) ESE6 (2) ESE7 (6)

飛び込みで入れた単元であったが、生徒の化石に対する興味関心は非常に高いものを感じた。

貝化石の種類を調べると、現在江の島などで見つかる貝の種類とそうではないものが混在していた。アカニシやマガキ・イトカケガイなどはすでに藤沢ではほとんど見られない。また、ネズミザメ目の歯を発見した児童の喜び様はすばらしかった。ESE4.5の目標はサブシステムの相互作用を謳っている。指導の中に、「ヒトが誕生する以前の藤沢の海が地殻変動や温暖な気候で海水面が上昇し、今では想像もできない豊かな生物相を育てていたことを感じてみよう」ということを強調した。そんな意味で生徒たちはESE4を選択したと思われる。いずれにせよ思わぬ情報から新しい藤沢の自然を垣間見ることができた。



## 中学校3年アースシステム教育カリキュラム

### 「神奈川の岩石・三浦の地層と地震」

五島 政一（国立教育政策研究所）

#### 1 単元名 大地とその変化

#### 2 目標

地域の教材化（三浦の地層や神奈川県内の岩石を利用・副読本「三浦の地層」の利用）して、火成岩や堆積岩の成り立ちの違いを理解するだけでなく、郷土に対する郷土愛を育てる。地域の火山灰層や海岸の砂からの鉱物の採集や、地域の化石や地層の学習を通して、鉱物美しさに気づかせ、岩石・地層のできる悠久の時間を感じさせ、地域の自然の成り立ちを理解させる。目的の異なる5回の野外学習を通して、実物実体験で科学的な探究する方法を学ばせる。地震の指導では、自作教材を使い生徒が興味を持って学習ができるよう工夫し、地震のメカニズムを理解するとともに、地域の災害にも触れ防災意識を高め、地震発生時に命を守るための地学的な知識を身につけることを目標とする。また、造岩鉱物の採取と標本作りの授業を英語で行なってクロスカリキュラムを編成したり、博物館から標本を借りたり学芸員から指導を受けたり、生徒の作品を公民館に展示したり、地学への興味関心が高い生徒には特別に指導して地域の地層についての研究を行なわせ学生科学賞などに応募させる。ITの利用としては、コンピュータを使って、世界の火山や国立公園などの美しい地学的な自然を見つけさせたり、地震などについて災害の様子や証拠を調べたりさせる。

ESE理解目標：1，2，3，4，5，6，7

#### 3 指導学年、総指導時間数：中学3年生対象、総指導時間23時間＋半日・1日

#### 4 カリキュラム（指導計画）：

【ESEの7つ視点】

- (1)ESE7：生徒は興味関心のある地学的事象を発見し、それをカリキュラムを通して解明してゆく。
- (2)ESE1・3：ビデオやインターネットで美しい火山地形を見る。ESE4：火成岩の成因を岩石サイクルの中で系統的に理解する。ESE5：岩石のできる悠久の時間を理解する。ESE7：岩石を研究する地質学者について知る。
- (3)ESE3：地層をボーリングで調査できることを知る。地層の年代測定の方法について知る。ESE4：堆積岩のできるシステムについて理解する。ESE5：地層のできる長い時間について知る。
- (4)ESE6：野外学習を通して地層・断層の立体的広がりを理解する。
- (5)ESE1：造岩鉱物の美しさに感動する。英語で授業を行ないクロスカリキュラムを実施する。
- (6)ESE4：河原の岩石について風化・浸食・運搬などの岩石と大気と水との相互作用のシステムを理解する。ESE6：河原の岩石の広がりとその岩石のとれる路頭との距離を知る。
- (7)ESE3：地震の震源を調べる科学技術や地震測定器、防災のための科学技術について知る。ESE4：地震の起きるシステムをプレートテクトニクスで説明できる。ESE7：地震学者、地球物理学者について興味を持つ。面白い地震波演示装置やたのしいモデル実験で地学についての興味を高める。

(8)ESE3：土地を測定する三角測量などの技術を知る。ESE4：土地の隆起・沈降を地球のシステムで理解する。ESE5：地層の変形や地学変動のは長い時間を理解する。ESE6：鍵層の広がりについて知る。ESE7：古生物学者や恐竜学者など楽しい職業に興味を持つ。

(9)ESE1：野外学習を通して地域の自然の美しさを発見する。ESE2：地域を調査するとき地域のごみや生物に対する人間の影響について知る。ESE3：地学調査で利用する技術(道具など)を知る。ESE4：地域の自然を地球システムの視点から理解できる。ESE5：地域の自然が常に変化していること、地層などは悠久の時間をかけて変化してきたことなどを理解する。ESE6：興味ある地層を追跡して地層の広がりを理解する。ESE7：地質学者など専門家から指導をうける。

(10)ESE1：地域の自然の美しさや鉱物・岩石・生物などの美しさに気づく。ESE2：人間が長い間に地域の自然を変化させてきたことを知る。ESE3：相対性理論やロケットを造る技術に興味を持つ。ESE4：自然を総合的・システムの的にみることを理解する。ESE5：地域の自然史について理解する。ESE6：三浦の広さ、地球の広さ、宇宙の広さについて理解する。ESE7：アインシュタイン、ウエグナー、ニュートンなどの科学者に興味を持つ。

### **The Integrated Science Learning Locating The fieldwork At The Center Of the Curriculum On The Basis Of The Philosophy Of Earth Systems Education & Global Science Literacy**

GOTO Masakazu(National Institute for Educational Research of JAPAN)

#### **1. Abstract**

Global Science Literacy seeks to broaden students understanding of the nature of science. The Earth Systems Education(ESE) is the education on the basis of Global Science Literacy(GSL). Its basic thesis is that science is the process that we as humans use to understand the world we live in and its environments in space. Therefore all science instruction should start with some aspect of the system(biosphere, solid earth, atmosphere and hydrosphere), and expand to the solar system, or the universe. As we live on earth, the central and important subject for science teaching should be the earth, particularly our familiar natural environments. We should start with study our familiar environments and expand our study organically from local natural environments to such wider areas as national environments, global environments and at last universal environments. GSL & ESE focus on the science knowledge that will enable the world's citizens to understand the need for global efforts at environmentally sustainable economic and social development. They also think highly of the outdoor education and the fieldwork that provide an important basis for learning about the Earth Systems. Since the Earth Systems must be the focus of science education for a sustainable future, outdoor education(fieldwork) must be a focus of science education efforts, not just something extra to be "added-on" to school curricula if convenient(Mayer, 1998). Therefore I think that the fieldwork program can be central to efforts to accomplish the goal for the future science education.

I developed the curricula(in the 9<sup>th</sup> grades) which addressed the integrated learning at whose center the fieldwork(outdoor learning) was located. Because the fieldwork is originally related with local nature and many subjects, which really becomes the practical integrated learning which

is related with student's daily life. We can associate students' learning with their daily life through the fieldwork.

The instruction in these curricula start with students' experiences with local nature. Students find out their own task in the fieldwork and inquire it later. They can spend the ample time and scope for the inquiry task ,the research task and the field work which take more time. The integrated learning includes not only science but also, Japanese languages(scientific essay and story related with earth science), social study(which is learnt from a local field work), technology(its contents related with science) and English(students enjoy using English in the field work and scientific observation & experiment). I cooperated and collaborated with some teachers with other subjects in order to coordinate and facilitate students' learning these curricula better. By the collaboration with the other teachers, we could educate students better.

Considering the real purpose of education at school, teachers should think more highly of improving students' various abilities in addition to the ability to answer questions and solve problems. Teachers must make students foster the ability, interest and attitude, and skill to continue to learn through their life. These integrated curricula and student-centered instruction are good examples to make students more interested in science. In order to make my curricula much better I had a plan to make use of the social facility in the lesson, invited an instructor out of school and designed to exhibit the research work of students out of school. Teachers must show that learning is not only for the entrance examination but also for enrichment of our life through our daily lessons. Learners(both Students and teachers) expand their world through learning, find out their identity and how to live ,and enjoy their life. I insist that learning at school be needed to develop the base to enrich and enjoy the life, and such learning be needed for the lifelong learning society. This contributes the democracy which is supported and sustained by the Global Science Literate people.

I would like to propose the following proper science education with fieldwork centered and education system(network). In this curriculum I have made use of the social facility like the museum and the social personnel(curator on geology), and made opportunities to exhibit students' works in their local facility and made students communicate their research tasks and works with many students and people out of their school. Now I am trying to let students communicate their works with students in other schools and people out of school through the Internet for further development and improvement of school learning system. Students will expand their learning organically from school to native place, from school to the world in the end. They will make organic use of various networks and develop their learning expansively. Therefore Such a method of science learning as this is defined as "The Expansive and Organic Learning on the basis of the principle of Global science literacy"

The expansive and organic learning thinks highly of the learning network. The learning network has many hierachies(levels). For example, the network of subjects, the network of students' communication, the network of school and facilities out of school(the school centered network), and so on.

## **2. The reason of the field work centered curriculum**

- (1) Students like field works.
- (2) Students can develop their inquiry task according to their ability level in the field work.
- (3) Many people (adults) have their habit related with nature. Children and adults can share their habit in the nature. Therefore the field work has something to do with lifelong learning.
- (4) The field work has much to do with many subjects. Therefore the network among subjects can be easily established.
- (5) Students can easily be assisted their study by the curator and specialist in the local museum.
- (6) The field work is related with our daily life and can be developed with the collaboration of the local people.
- (7) Students can access such many networks as (5) & (6) with relation to the field work.
- (8) Students investigate flora and fauna, and geological aspects in their local area and develop their learning to the world by comparison.
- (9) The real experiences and real matters (like hands-on) is important in the education instead of reading books and watching pictures.

## **3. Teaching Method**

- (1) Team teaching if possible
- (2) Expansive and Organic learning method

## **4. Teacher's role**

- (1) Holding the interesting lesson
- (2) Assisting the student's research
- (3) Coordinating between students and specialists

## **5. The Developed Curriculum**

### **9<sup>th</sup> grade level science: the curriculum of geological aspects**

The character of this curriculum: (Fig. 1)

- ① Five times fieldwork (outdoor learning) with different objectives (reference to the figure 4)
  - 1<sup>st</sup> fieldwork: Free theme fieldwork to identify students' findings on geological aspects in the school
  - 2<sup>nd</sup> fieldwork: Collaborative fieldwork to investigate the spatial expansion of the layers and the active fault
  - 3<sup>rd</sup> fieldwork: Individual or collaborative fieldwork to collect minerals from the layers and make up the mineral specimens
  - 4<sup>th</sup> fieldwork: Field excursion to the local district half a day
  - 5<sup>th</sup> fieldwork: Integrated fieldwork in the summer vacation to make up the paper on the local geological aspects (Individual or collaborative)
- ② The curriculum locating the fieldwork at its center and related with other subjects (Fig. 2)

The relation with English: Students enjoy using English in the lesson of (5) Mineral collection.



They communicate and help each other in order to make up the real mineral specimens. Some students explain and describe about the mineral in English.

③ Making use of the social facilities and personnels(staffs)(Fig.3)

The relation with the museum: Some students join the field excursion to find out the fossil in the nature. They have the opportunity to know how specialists investigate and study. My students found out the most important fossil(the 10cm shark tooth) and it is exhibited in the museum. They can enjoy finding out fossils together with curators and professors.

④ Development of teaching materials:

- a) Fieldguide on The Geology in The Miura City
- b) Ken's Adventure in The Wonderland of The Miura Peninsula

**6. The Established Networks**

- (1) Interdisciplinary curriculum network in school(The curriculum locating the fieldwork at its center and related with other subjects)(Fig.2)
- (2) School-centered network(The network between school and out-of-school)(Fig.3)

**7. Educational Effect**

- (1) Students get more interested in the local nature and science in their daily life.
- (2) Integrated learning can make students understand the relationship among the subjects in such real situations as their curriculum and daily life.
- (3) More students get interested in science and science lesson.
- (4) Students and teachers cooperatively hold the special exhibition in the city hall in order to show and exhibit their investigative works on the local nature and other works related with fine art and Japanese lesson. This exhibition give the opportunity that students and local people communicate through their works. It contributes to civic understanding of the school education. Parents also are proud of their children's work in the city hall and understand the school education much better.
- (5) The Science Lab was changed very much to the school museum by being decorated with students' works and many teaching materials and tools.
- (6) Some excellent students were awarded the governor's prize of the Kanagawa Prefecture with their excellent research on the local nature.

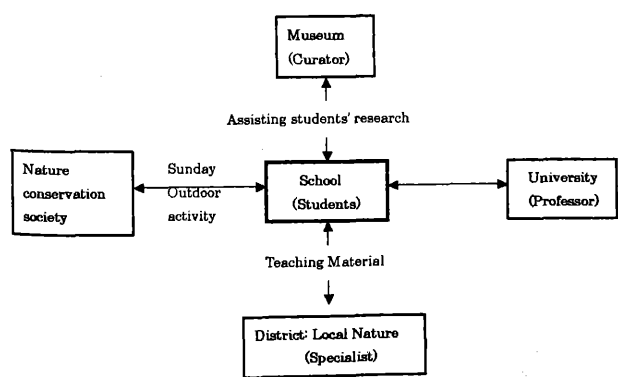


Fig.3

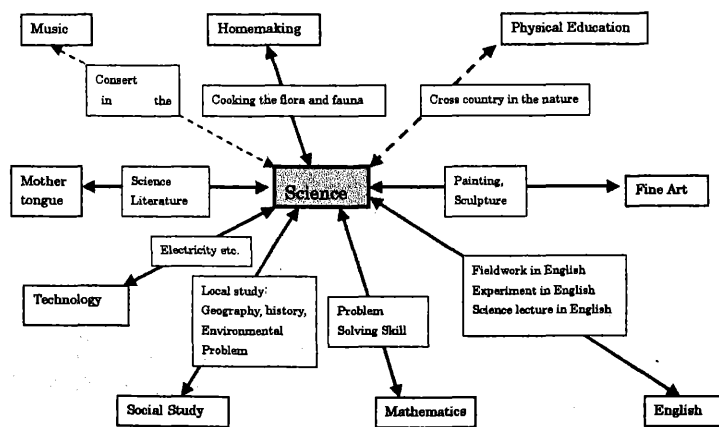


Fig.2

# 岩石・地層のカリキュラム

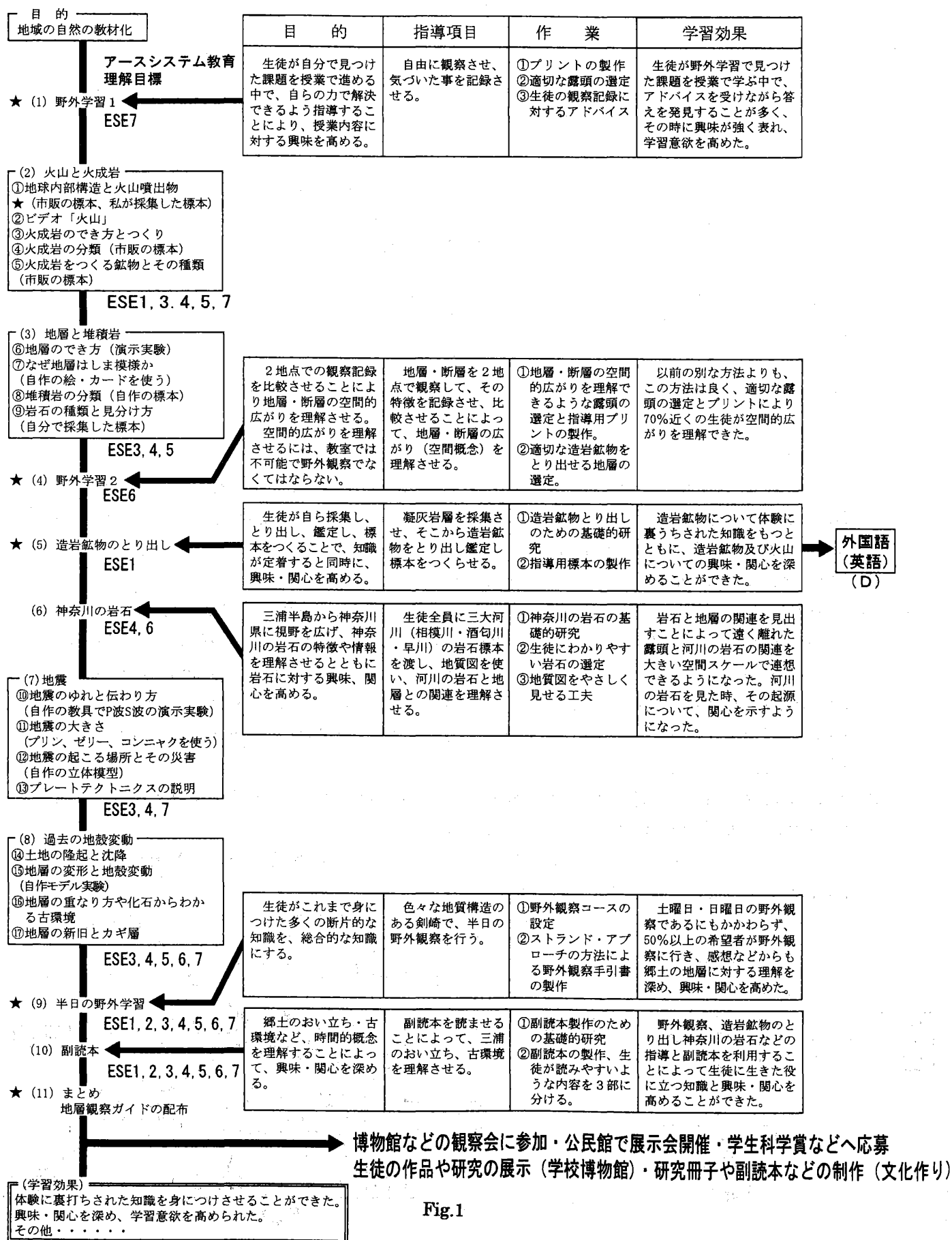


Fig.1

## 8. アースシステム教育の評価について

- (1) 「アースシステム教育を利用した学習指導要領の評価規準表の作成」
- (2) 「2年アースシステム教育7つの理解目標の4観点の評価「気象」」
- (3) 「アースシステム教育の多様な評価例」
- (4) 「Dr. Hyongyong Lee のアースシステム教育評価表」



## アースシステム教育を利用した学習指導要領の評価規準表の作成

五島 政一（国立教育政策研究所）

平成 14 年度から実施されている学習指導要領下での評価について、平成 12 年 12 月の教育課程審議会答申を受け、目標に準拠した評価が一層重視されることとなった。国立教育政策研究所教育課程研究センターは、新しい学習指導要領の実施に向け、平成 13 年度 1 月から評価規準、評価方法等の研究開発を進め「内容のまとまりごとの評価規準」及び「内容のまとまりごとの評価規準の具体例」を示した。それらには、各学校が評価規準の作成、評価方法の工夫改善を行なう際の参考として役立つように、理科学習指導要領の目標、学年（分野）別の目標や内容、評価の観点、観点別学習状況の評価の総括及び評定への総括についての考え方が示されている。

理科学習指導要領の評価の観点とアースシステム教育の評価の視点については、第 1 章で概要を述べている。この章では、各学校・各教師が教育課程研究センターで示された評価規準やその具体例を参考にしてアースシステム教育の多様な評価を行なう場合の参考資料を提供する。理科学習指導要領では評価の観点は 4 観点であるが、アースシステム教育では 7 つの理解目標やその指導方法の特徴により、評価の観点を従来の 4 観点から 7 観点まで多様に評価できるよう工夫している。評価の観点（4～7 観点）と 7 つの理解目標の視点をクロスさせて、俯瞰的に評価を行える工夫も模索している。幾つかの事例を示したので参考にして頂ければ幸いである。

アースシステム教育と学習指導要領の評価軸（物理分野）

自然の事物・現象＝地球のシステム（事物・現象） 1～5はその観点での到達のレベルを表す。

	関心・意欲・態度 (A)	科学的な思考 (B)	観察・実験の技能・表現 (C)	知識・理解 (D)
1 美しく不思議な自然現象	自然の事物・現象の美しさ・不思議さなどに関心をもち、鑑賞する。 1 2 3 4 5	美的な感性を身に付け、心情的な共感ができる。 1 2 3 4 5	自然の事物・現象の美しさを表現する方法を身に付け、研究成果を美しく表現する。 1 2 3 4 5	自然の事物・現象の美しさ・不思議さなどについて、基本的な知識を身に付けていて、理解できる。 1 2 3 4 5
2 人間の影響	自然の事物・現象への人間の影響について関心をもち、意欲的に探究する。 1 2 3 4 5	自然の事物・現象への人間の影響を見いだし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。 1 2 3 4 5	観察・実験の基本操作を習得するとともに、自然の事物・現象への人間の影響を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	自然の事物・現象への人間の影響について、基本的な概念を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5
3 科学技術の進歩	科学技術の進歩について関心をもち、意欲的に探究するとともに、学習内容を科学技術との関わりでみようとする。 1 2 3 4 5	科学技術の進歩について問題を見いだし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。 1 2 3 4 5	観察・実験の基本操作を習得するとともに、自然の事物・現象と関連する科学技術の進歩を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	自然の事物・現象に関連した科学技術を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5
4 システム・日常生活との関連	自然の事物・現象について関心をもち、意欲的に探究するとともに、自然の事物・現象を人間生活との関わりでみようとする。 1 2 3 4 5	自然の事物・現象の中に問題を見いだし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えた 1 2 3 4 5	観察・実験の基本操作を習得するとともに、自然の事物・現象を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自ら 1 2 3 4 5	自然の事物・現象について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5

	る。	り、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。	の考えを的確に表現する。	
	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
5 時間概念	地球のシステム（事物・現象）の変化について関心をもち、意欲的に探究するとともに、システムの変化を人間生活との関わりでみようとする。 1 2 3 4 5	地球のシステム（事物・現象）の変化の中に問題を見いだし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。 1 2 3 4 5	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム（事物・現象）の変化を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	地球のシステム（事物・現象）の変化について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5
6 空間概念	地球や宇宙のシステム（事物・現象）の広がりについて関心をもち、意欲的に探究する。 1 2 3 4 5	地球や宇宙のシステム（事物・現象）の広がりの中に問題を見いだし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。 1 2 3 4 5	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球や宇宙のシステム（事物・現象）の広がりについて科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	地球や宇宙のシステム（事物・現象）の広がりについて、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5
7 興味、職業	自然の事物・現象について関心をもち、意欲的に探究するとともに、自然の事物・現象に関連した職業に示す。 1 2 3 4 5		自然の事物・現象に興味を持ち、自然の事物・現象と関連した職業を調べ、そこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	自然の事物・現象に関連した職業を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5

「光・音の単元」評価基準

益田 孝彦 (三浦市三崎中学校)

自然 (光と音) の事物・現象＝地球のシステム (事物・現象)

1～5はその観点での到達のレベルを表す。

	関心・意欲・態度 (A)	科学的な思考 (B)	観察・実験の技能・表現 (C)	知識・理解 (D)
1 美しく不思議な自然現象	光と音の事物・現象の美しさ・不思議さなどに関心をもち、鑑賞する。 1 2 3 4 5	美的な感性を身に付け、心情的な共感ができる。 1 2 3 4 5	光と音の事物・現象の美しさを表現する方法を身に付け、研究成果を美しく表現する。 1 2 3 4 5	光と音の事物・現象の美しさ・不思議さなどについて、基本的な知識を身に付けていて、理解できる。 1 2 3 4 5
2 人間の影響	光と音の事物・現象への人間の影響について関心をもち、意欲的に探究する。 1 2 3 4 5	光と音の事物・現象への人間の影響を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。 1 2 3 4 5	観察・実験の基本操作を習得するとともに、光と音の事物・現象への人間の影響を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	光と音の事物・現象への人間の影響について、基本的な概念を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5
3 科学技術の進歩	科学技術の進歩について関心をもち、意欲的に探究するとともに、学習内容を科学技術との関わりでみようとする。 1 2 3 4 5	科学技術の進歩について問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。 1 2 3 4 5	観察・実験の基本操作を習得するとともに、光と音の事物・現象と関連する科学技術の進歩を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	光と音の事物・現象に関連した科学技術を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5
4 システム・日常生活との関連	光と音の事物・現象について関心をもち、意欲的に探究するとともに、光と音の事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。 1 2 3 4 5	光と音の事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。 1 2 3 4 5	観察・実験の基本操作を習得するとともに、光と音の事物・現象を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	光と音の事物・現象について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5

	ともに、光と音の事物・現象を人間生活との関わりでみようとする。 1 2 3 4 5	験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。 1 2 3 4 5	的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	識を身に付けている。 1 2 3 4 5
5 時間概念	光と音に関する地球のシステム (事物・現象) の変化について関心をもち、意欲的に探究するとともに、システムの変化を人間生活との関わりでみようとする。 1 2 3 4 5	光と音に関する地球のシステム (事物・現象) の変化の中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。 1 2 3 4 5	観察・実験の基本操作を習得するとともに、光と音に関する地球のシステム (事物・現象) の変化を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	光と音に関する地球のシステム (事物・現象) の変化について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5
6 空間概念	光と音に関する地球や宇宙のシステム (事物・現象) の広がりについて関心をもち、意欲的に探究する。 1 2 3 4 5	光と音に関する地球や宇宙のシステム (事物・現象) の広がりの中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。 1 2 3 4 5	観察・実験の基本操作を習得するとともに、光と音に関する地球や宇宙のシステム (事物・現象) の広がりについて科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	光と音に関する地球や宇宙のシステム (事物・現象) の広がりについて、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5
7 興味、職業	光と音の事物・現象について関心をもち、意欲的に探究するとともに、光と音の事物・現象に関連した職業に関心を示す。 1 2 3 4 5	光と音の事物・現象に興味を持ち、光と音の事物・現象と関連した職業を調べ、そこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	光と音の事物・現象と関連した職業を調べ、そこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	光と音の事物・現象に関連した職業を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5

アースシステム教育と学習指導要領の評価軸（生物（植物）分野）

1～5はその観点での到達のレベルを表す。

	関心・意欲・態度 (A)	科学的な思考 (B)	観察・実験の技能・表現 (C)	知識・理解 (D)
1 美しい地球	花や昆虫の美しさ・不思議さなどに関心を持ち、鑑賞する。 1 2 3 4 5	美的な感性を身に付け、心情的な共感ができる。 1 2 3 4 5	花や昆虫の美しさを表現する方法を身に付け、研究成果を美しく表現する。 1 2 3 4 5	花や昆虫の美しさ・不思議さなどについて、基本的な知識を身に付けていて、理解できる。 1 2 3 4 5
2 人間の影響	地球のシステム（事物・現象）への人間の影響について関心を持ち、意欲的に探究する。 1 2 3 4 5	地球のシステム（事物・現象）への人間の影響を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。 1 2 3 4 5	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム（事物・現象）への人間の影響を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	地球のシステム（事物・現象）への人間の影響について、基本的な概念を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5
3 科学技術の進歩	科学技術の進歩について関心を持ち、意欲的に探究するとともに、学習内容を科学技術との関わりでみようとす。 1 2 3 4 5	科学技術の進歩について問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。 1 2 3 4 5	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム（事物・現象）と関連する科学技術の進歩を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	地球のシステム（事物・現象）に関連した科学技術を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5
4 システム・関連性	地球のシステム（事物・現象）について関心を持ち、意欲的に探究するとともに、システムを人間生活との関わりでみようとす。 1 2 3 4 5	地球のシステム（事物・現象）の中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。 1 2 3 4 5	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム（事物・現象）を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	地球のシステム（事物・現象）について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5

	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
5 時間概念	地球のシステム（事物・現象）の変化について関心を持ち、意欲的に探究するとともに、システムの変化を人間生活との関わりでみようとす。 1 2 3 4 5	地球のシステム（事物・現象）の変化の中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。 1 2 3 4 5	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム（事物・現象）の変化を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	地球のシステム（事物・現象）の変化について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5
6 空間概念	地球や宇宙のシステム（事物・現象）の広がりについて関心を持ち、意欲的に探究する。 1 2 3 4 5	地球や宇宙のシステム（事物・現象）の広がりの中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。 1 2 3 4 5	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球や宇宙のシステム（事物・現象）の広がりについて科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	地球や宇宙のシステム（事物・現象）の広がりについて、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5
7 興味、職業	地球のシステム（事物・現象）について関心を持ち、意欲的に探究するとともに、システムに関連した職業に関心を示す。 1 2 3 4 5		地球のシステム（事物・現象）に興味を持ち、システムと関連した職業を調べ、そこから導き出した自らの考えを的確に表現する。 1 2 3 4 5	地球のシステム（事物・現象）に関連した職業を理解し、知識を身に付けている。 1 2 3 4 5

評価項目の問題・課題

1 - (A)

花や昆虫の美しさ・不思議さなどに関心を持ちましたか。

1 - (B)



花や昆虫の美しさ・不思議さは何ですか。

1 - (C)

花や昆虫のスケッチを描きなさい。

1 - (D)

たんぼの花とバッタの絵を描きなさい。

2 - (A)

いろいろな種類のたんぼの分布を調べなさい。

2 - (B)

西洋タンポポの分布と人間の影響について述べなさい。

2 - (C)

いろいろなたんぼとオオバコの分布を調査し、まとめなさい。

2 - (D)

関東たんぼと西洋たんぼの区別法について述べなさい。

次のたんぼの名前は？

3 - (A)

微生物の観察に興味を持ちましたか。

3 - (B)

顕微鏡の仕組みについて科学的に考察できる。

インターネットを利用して微生物について調べる。

3 - (C)

顕微鏡を使って微生物を調査し、生息環境についてまとめる。

3 - (D)

顕微鏡を発明したフックについて知っている。

4 - (A)

たんぼや他の生物の生育環境に興味を持ち、調べる。

4 - (B)

たんぼや他の生物の生育環境を地球のシステムの視点で考察できる。

4 - (C)

たんぼや他の生物の生育環境をいろいろな道具を利用して調べ、その結果をまとめる。

4 - (D)

たんぼの生育しやすい場所に印を付けなさい。昆虫の多い場所について印を付けなさい。

5 - (A)

季節の変化による植物の変化に興味を持っている。

5 - (B)

季節ごとに、たんぼや他の生物の生育環境を地球のシステムの視点で考察できる。

5 - (C)

季節ごとに、植物の変化を調べ、その結果をまとめる。

たんぼの花が咲いてから種を飛ばすまでの様子と日数を調べ、まとめなさい。

5 - (D)

季節ごとの代表的な植物を知っている。

6 - (A)

関東たんぼと西洋たんぼの分布に興味を持っている。

6 - (B)

植物の分布から、地域の自然環境を考察できる。

6 - (C)

地域の代表的な植物の分布を調査して、結果をまとめる。

6 - (D)

次の地図に関東たんぼの分布を黒で塗りなさい。

7 - (A)

たんぼを利用して遊んだり、料理して食べてみる。

7 - (C)

植物と関連した職業について調べ、まとめる。

7 - (D)

農家の仕事や牧野富太郎や南方熊楠の業績について知っている。

アースシステム教育と学習指導要領の評価軸（地学分野）

	関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の技能・表現	知識・理解
1 美しい地球	地球の美しさ・不思議さなどに関心をもち、鑑賞する。	美的な感性を身に付け、心情的な共感ができる。	地球の美しさを表現する方法を身に付け、研究成果を美しく表現する。	地球の美しさ・不思議さなどについて、基本的な知識を身に付けていて、理解できる。
2 人間の影響	地球のシステム（事物・現象）への人間の影響について関心をもち、意欲的に探究する。	地球のシステム（事物・現象）への人間の影響を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム（事物・現象）への人間の影響を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	地球のシステム（事物・現象）への人間の影響について、基本的な概念を理解し、知識を身に付けている。
3 科学技術の進歩	科学技術の進歩について関心をもち、意欲的に探究するとともに、学習内容を科学技術との関わりでみようとする。	科学技術の進歩について問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム（事物・現象）と関連する科学技術の進歩を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	地球のシステム（事物・現象）に関連した科学技術を理解し、知識を身に付けている。
4 システム・関連性	地球のシステム（事物・現象）について関心をもち、意欲的に探究するとともに、システムを	地球のシステム（事物・現象）の中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム（事物・現象）を科学的に探究	地球のシステム（事物・現象）について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に

	人間生活との関わりでみようとする。	行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。	する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	付けている。
5 時間概念	地球のシステム（事物・現象）の変化について関心をもち、意欲的に探究するとともに、システムの変化を人間生活との関わりでみようとする。	地球のシステム（事物・現象）の変化の中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム（事物・現象）の変化を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	地球のシステム（事物・現象）の変化について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。
6 空間概念	地球や宇宙のシステム（事物・現象）の広がりについて関心をもち、意欲的に探究する。	地球や宇宙のシステム（事物・現象）の広がりの中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球や宇宙のシステム（事物・現象）の広がりについて科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	地球や宇宙のシステム（事物・現象）の広がりについて、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。
7 興味、職業	地球のシステム（事物・現象）について関心をもち、意欲的に探究するとともに、システムに関連した職業に関心を示す。		地球のシステム（事物・現象）に興味をもち、システムと関連した職業を調べ、そこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	地球のシステム（事物・現象）に関連した職業を理解し、知識を身に付けている。

新しいアースシステム教育評価表1

	関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の技能・表現	知識・理解	コミュニケーション(能力)	意思決定(力)(価値判断)と行動(力)
1 美しい地球	地球の美しさ・不思議さなどに関心を持ち、鑑賞する。	美的な感性を身に付け、心情的な共感ができる。	地球の美しさを表現する方法を身に付け、研究成果を美しく表現する。	地球の美しさ・不思議さなどについて、基本的な知識を身に付けている、理解できる。	地球の美しさ・不思議さなどについて、他者にわかりやすく説明できる。	地球の美しさ・不思議さなどに関心を持ち、その保全・保護に関して意思決定ができ、行動できる。
2 人間の影響	地球のシステム(事物・現象)への人間の影響について関心を持ち、意欲的に探究する。	地球のシステム(事物・現象)への人間の影響を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム(事物・現象)への人間の影響を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	地球のシステム(事物・現象)への人間の影響について、基本的な概念を理解し、知識を身に付けている。	地球のシステム(事物・現象)への人間の影響について、他者にわかりやすく説明できる。	地球のシステム(事物・現象)への人間の影響について関心を持ち、その保全・保護に関して意思決定ができ、行動できる。
3 科学技術の進歩	科学技術の進歩について関心を持ち、意欲的に探究するとともに、学習内容を科学技術との関わりでみようとする。	科学技術の進歩について問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム(事物・現象)と関連する科学技術の進歩を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを	地球のシステム(事物・現象)に関連した科学技術を理解し、知識を身に付けている。	科学技術の進歩について、他者にわかりやすく説明できる。	地球のシステム(事物・現象)に関連した科学技術に関心を持ち、科学技術の発達・発展について意思決定ができ、行動できる。

4 システム・関連性	地球のシステム(事物・現象)について関心を持ち、意欲的に探究するとともに、システムを人間生活との関わりでみようとする。	地球のシステム(事物・現象)の中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム(事物・現象)を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	地球のシステム(事物・現象)について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。	地球のシステム(事物・現象)について、他者にわかりやすく説明できる。	地球のシステム(事物・現象)について関心を持ち、その保全・保護に関して意思決定ができ、行動できる。
5 時間概念	地球のシステム(事物・現象)の変化について関心を持ち、意欲的に探究するとともに、システムの変化を人間生活との関わりでみようとする。	地球のシステム(事物・現象)の変化の中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム(事物・現象)の変化を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	地球のシステム(事物・現象)の変化について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。	地球のシステム(事物・現象)の変化について、他者にわかりやすく説明できる。	地球のシステム(事物・現象)の変化について関心を持ち、その保全・保護に関して意思決定ができ、行動できる。
6 空間概念	地球や宇宙のシステム(事物・現象)の広がりについて関心を持ち、意欲的に探究する。	地球や宇宙のシステム(事物・現象)の広がりの中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球や宇宙のシステム(事物・現象)の広がりを科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそ	地球や宇宙のシステム(事物・現象)の広がりについて、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。	地球や宇宙のシステム(事物・現象)の広がりについて、他者にわかりやすく説明できる。	地球や宇宙のシステム(事物・現象)の広がりについて関心を持ち、その保全・保護に関して意思決定ができ、行動できる。

		論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。	こから導き出した自らの考えを的確に表現する。			
7 興味、職業	地球のシステム(事物・現象)について関心を持ち、意欲的に探究するとともに、システムに関連した職業に関心を示す。		地球のシステム(事物・現象)に興味を持ち、システムと関連した職業を調べ、そこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	地球のシステム(事物・現象)に関連した職業を理解し、知識を身に付けている。	地球のシステム(事物・現象)に関連した職業について、他者にわかりやすく説明できる。	地球のシステム(事物・現象)に関連した職業について関心を持ち、それらの職業の意義を理解し、将来その職業を目指して努力する。
8 その他						

コミュニケーション(能力)に「いろいろな方法で」がない。

#### 新しいアースシステム教育評価表 4

活用=収集と編集

	関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の技能・表現	知識・理解	情報活用(能力)	コミュニケーション(能力)	意思決定(力)(価値判断)と行動(力)
1 美しい地球	地球の美しさ・不思議さなどに関心をもち、鑑賞する。	美的な感性を身に付け、心情的な共感ができる。(※反科学的な思考)	地球の美しさを表現する方法を身に付け、研究成果を美しく表現する。	地球の美しさ・不思議さなどについて、基本的な知識を身に付けていて、理解できる。	地球の美しさ・不思議さなどについて、いろいろな方法で情報を収集、編集し活用できる。	地球の美しさ・不思議さなどについて、いろいろな方法で他者にわかりやすく説明できる。	地球の美しさ・不思議さなどに関心をもち、その保全・保護に関して意思決定ができ、行動できる。
2 人間の影響	地球のシステム(事物・現象)への人間の影響について関心を持ち、意欲的に探究する。	地球のシステム(事物・現象)への人間の影響を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム(事物・現象)への人間の影響を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	地球のシステム(事物・現象)への人間の影響について、基本的な概念を理解し、知識を身に付けている。	地球のシステム(事物・現象)への人間の影響について、いろいろな方法で情報を収集、編集し活用できる。	地球のシステム(事物・現象)への人間の影響について、いろいろな方法で他者にわかりやすく説明できる。	地球のシステム(事物・現象)への人間の影響について関心を持ち、その保全・保護に関して意思決定ができ、行動できる。
3 科学技術の進歩	科学技術の進歩について関心を持ち、意欲的に探究するとともに、学習内容を科学技術との関	科学技術の進歩について問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム(事物・現象)と関連する科学技術の進歩を科学的に	地球のシステム(事物・現象)に関連した科学技術を理解し、知識を身に付けている。	地球のシステム(事物・現象)に関連した科学技術について、いろいろな方法で情報を収集、	科学技術の進歩について、いろいろな方法で他者にわかりやすく説明できる。	地球のシステム(事物・現象)に関連した科学技術に関心をもち、科学技術の発達・発展について意思決

	わりでみようとする。	に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。	探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。		編集し活用できる。		定ができ、行動できる。
4 システム・関連性	地球のシステム(事物・現象)について関心を持ち、意欲的に探究するとともに、システムを人間生活との関わりでみようとする。	地球のシステム(事物・現象)の中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム(事物・現象)を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	地球のシステム(事物・現象)について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。	地球のシステム(事物・現象)について、いろいろな方法で情報を収集、編集し活用できる。	地球のシステム(事物・現象)について、いろいろな方法で他者にわかりやすく説明できる。	地球のシステム(事物・現象)について関心を持ち、その保全・保護に関して意思決定ができ、行動できる。
5 時間概念	地球のシステム(事物・現象)の変化について関心を持ち、意欲的に探究するとともに、システムの変化を人間生活との関わりでみようとする。	地球のシステム(事物・現象)の変化の中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球のシステム(事物・現象)の変化を科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	地球のシステム(事物・現象)の変化について、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。	地球のシステム(事物・現象)の変化について、いろいろな方法で情報を収集、編集し活用できる。	地球のシステム(事物・現象)の変化について、いろいろな方法で他者にわかりやすく説明できる。	地球のシステム(事物・現象)の変化について関心を持ち、その保全・保護に関して意思決定ができ、行動できる。
6 空間概念	地球や宇宙のシステム(事物・現象)	地球や宇宙のシステム(事物・現象)	観察・実験の基本操作を習得するとともに、地球や宇宙のシステム(事物・現象)の広がりについて、科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	地球や宇宙のシステム(事物・現象)の広がりについて、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。	地球や宇宙のシステム(事物・現象)の広がりについて、いろいろな方法で情報を収集、編集し活用できる。	地球や宇宙のシステム(事物・現象)の広がりについて、いろいろな方法で他者にわかりやすく説明できる。	地球や宇宙のシステム(事物・現象)の広がりについて関心を持ち、その保全・保護に関して意思決定ができ、行動できる。

	現象)の広がりについて関心を持ち、意欲的に探究する。	の広がりの中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行うとともに、それを実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決する。	もに、地球や宇宙のシステム(事物・現象)の広がりについて、科学的に探究する方法を身に付け、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	現象)の広がりについて、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。	現象)の広がりについて、いろいろな方法で情報を収集、編集し活用できる。	物・現象)の広がりについて、いろいろな方法で他者にわかりやすく説明できる。	の広がりについて関心を持ち、その保全・保護に関して意思決定ができ、行動できる。
7 興味、職業	地球のシステム(事物・現象)について関心を持ち、意欲的に探究するとともに、システムに関連した職業に関心を示す。		地球のシステム(事物・現象)に興味を持ち、システムと関連した職業を調べ、そこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	地球のシステム(事物・現象)に関連した職業を理解し、知識を身に付けている。	地球のシステム(事物・現象)に関連した職業について、いろいろな方法で情報を収集、編集し活用できる。	地球のシステム(事物・現象)に関連した職業について、いろいろな方法で他者にわかりやすく説明できる。	地球のシステム(事物・現象)に関連した職業について関心を持ち、それらの職業の意義を理解し、将来その職業を目指して努力する。
8 その他							

新しいアースシステム教育は「生徒が生きていきと主体的に理科を学習する」ことを目指した理科教育である。

日本の学習指導要領の内容を網羅し、多面的な総合的な発展的な(拡張的・有機的な)学習を奨励している。

アースシステム教育は理科の概念的な総合化(システム的な)を目指した科学教育であるが、新しいアースシステム教育は理科の総合化を基にした総合的な学習を視野に入れた拡張的な理科教育である。その内容は多様なクロスカリキュラムを奨励する。

指導方法は、実物を用いた実体験に基づいた(本物を使った)指導に重点をおく。インターネットやコンピュータなどの利用も奨励している。

評価する視点としては、学習指導要領の4観点の他に、情報の活用、コミュニケーション能力、判断力(意思決定)と行動力に力点を置いた指導を行う。それらの視点を評価項目として新たに付け加える。(従来の学習指導要領にもそれらの内容が含まれていると思われるが、重点項目として評価項目を新たに付け加える。)



## 2年アースシステム教育7つの理解目標の4観点の評価「気象」

関谷 育雄（横浜国立大学附属鎌倉中学校）

アースシステム教育の理念を活用し、4観点の中に7つの理解目標が振り分けられると、「自然観を豊かにする」項目がこれまでの4観点でみる評価よりバランスよく見取ることができると考えられる。試験的に、学習内容関連表を7つの理解目標に振り分けた結果、下記のように項目が当てはまらない枠ができることが分かった。今後、この点を検討し問題点を改善していくことにより、豊かな自然観をバランスよく見取する方法が確立できると考える。

### 《例》2年気象の単元

	関心・意欲・態度	科学的な思考	観察・実験の技能・表現	知識・理解
[E S E 1] 美しい地球	○身近な気象現象の美しさに関心を持ち、鑑賞する。 ○身近な自然環境に興味を持ち、進んで調べようとする。			○気象現象の美しさや不思議さなどについて、基本的な知識を身につけている。
[E S E 2] 人間の影響	○酸性雨と雲のでき方との関係に関心を持ち、その原因を探究しようとする。 ○地球温暖化の成因に関心を持ち、その原因を探ろうとする。	○地球温暖化や酸性雨など生物の生育環境への人間の影響を見だし、それを論理的に考えたりして問題を解決しようとする。	○酸性雨調査を行い、その結果を人の営みとの関連で発表することができる。 ○地球温暖化や酸性雨など生物の生育環境への人間の影響を科学的に探究する方法を身につけ、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。	○人間の営みと気象現象及び自然環境には密接な関係があることを理解し、知識を身につけている。
[E S E 3] 科学技術の進歩	○観察の方法や観察器具の使い方に関心を持ち、学習内容を科学技術との関わりで見ようとする。  ○天気図や衛星画像などに関心を持ち、資料を用いて実際の天気の変化のようすを調べようとするとともに、日常生活に生かそうとする。		○雲の観察を行い、雲量や雲の種類などを記録することができる。 ○観測を通して、正しい観測器具の使い方や観測記録のとり方を身につけ、観測データをグラフなどに表すことができる。 ○温度計や金属コップなどの器具を適切に操作し、露点を正確に測定することができる。 ○湿度を計算によって求めることができる。 ○雲を発生させる実験装置を操作し、気圧や温度の変化と雲の発生のようすを観察することができる。	○気温、湿度、気圧、風向、風力の測定の方法や表し方を理解し、知識を身につけている。 ○天気図や衛星画像のもっている情報について理解し、知識を身につけている。
[E S E 4] システム	○天気の変化について関心を持ち、気温、湿度、気圧、風などの気象要素を意欲的に探究しようとする。 ○霧や露などの現象に関心を持ち、空気中にふくまれる水蒸気について探究しようとする。 ○雲が上空や山頂にできやすいことに関心を持ち、その原因を探究しようとする。	○観測結果から、天気、気温、湿度、気圧、風などを相互に関連づけて考える事ができる。 ○気温、湿度、気圧、風の観測記録にもとづいて、それらと天気の変化との関連を見出す事ができる。 ○雲や霧などの発生を気温、飽和水蒸気量、露点、湿度などを相互に関		○気温、露点、飽和水蒸気量、湿度などについて理解し、知識を身につけている。 ○気圧の変化による雲のでき方について理解し、知識を身につけている。 ○上昇気流によって、空気が膨張し気温が下がることにより雲ができることを理解し、知識を身につけている。 ○前線のつくりや記

	<p>○霧や露などの現象に関心を持ち、雲や霧のでき方を調べようとする。</p> <p>○前線について関心を持ち、前線のでき方について探究しようとする。</p> <p>○高気圧、低気圧、前線などに関心を持ち、それらと天気の変化の関係を積極的に調べようとする。</p> <p>○前線と天気の変化に関心を持ち、観測結果や資料をもとに前線通過時の天気の変化を意欲的に探究しようとする。</p>	<p>連づけて考えることができる。</p> <p>○雲の発生を気圧の変化と関連づけて考えることができる。</p> <p>○実験結果からフラスコの中で起こる現象を気圧、気温、湿度の変化と雲の発生を関連づけてとらえることができる。</p> <p>○前線のつくりを性質の異なる気団が接し合う現象と関連づけてとらえることができる。</p> <p>○高気圧や低気圧の付近の大気の流れと雲の発生・消滅とを関連づけてとらえることができる。</p> <p>○各気象要素の観測データの時間変化から前線の通過の時間を推定する事ができる。</p> <p>○低気圧や前線の動きと天気、気温、風などの変化と関連づけて考える事ができる。</p>		<p>号について理解し、知識を身につけている。</p> <p>○高気圧や低気圧での風向や気流の関係について理解し、知識を身につけている。</p> <p>○低気圧とそれともなう前線について理解し、知識を身につけている。</p> <p>○温暖前線と寒冷前線のつくりや前線通過時の天気の変化などについて理解し、知識を身につけている。</p> <p>○日本付近の低気圧や前線の動きと天気の変化の関係を理解し、知識を身につけている。</p>
[ESE5] 時間による変化	<p>○大陸移動や太陽の熱放射の変化、人間の営みのなどにより、長い間に気象は大きく変化し、地域の環境が変化していくことに関心を持ち、意欲的に探究する。</p>	<p>○大陸移動などのデータと気象変動のデータとの関連を見だし、それを論理的に考えることができる。</p>	<p>○データから時間による気象変動と大陸移動などとの関連を科学的に探求する方法を身につけ、それらの過程や結果及びそこから導き出した自らの考えを的確に表現する。</p>	<p>○大陸移動や太陽の熱放射の変化、人間の営みのなどにより、長い間に気象は大きく変化し、地域の環境が変化していくことに理解し、知識を身につけている。</p>
[ESE6] 広大な空間	<p>○気象現象は、狭い地域と広い地域でそれぞれ相互に作用しあっていることに関心を持ち、意欲的に探究する。</p>	<p>○狭い地域と広い地域の気象データとを比較して関連を見だし、それを論理的に考えることができる。</p>		<p>○気象現象は、狭い地域と広い地域でそれぞれ相互に作用しあっていることを理解し、知識を身につけている。</p>
[ESE7] 興味・職業	<p>○気象を研究したり仕事に携わっている人に関心を持ち、気象に対して興味・関心を高める。</p>			



# アースシステム教育の多様な評価例

五島 政一 (国立教育政策研究所)

平成 14 年度から実施されている学習指導要領下で必修となった野外学習の評価やコミュニケーション能力を測定する評価など多様な評価の具体例も幾つか示した。現学習指導要領を実施するときの評価の参考にして頂ければ幸いである。

南西部市立学校群 (South-Western City Schools)  
公園通り中等学校 (Park Street Middle School)

## ポートフォリオ評価

1993~1994年度

学習者:

月日:

5 = 卓越した努力、4 = 良く努力、3 = 平均的な努力、2 = 平均より努力が足りない、

1 = 努力不足、0 = 努力なし、NA = 評価できず

ポートフォリオ評価	証拠	コード
観察するための能力を演示する		
良い測定技能の証拠を示す		
仮説や予想をしたことの証拠を示す		
地球はユニークで美しい場所である証拠を示す (ESE 1)		
人間の活動が深刻に地球に影響を与えている証拠を示す (ESE 2)		
科学技術を使用することはわれわれが地球を理解することに役立つ証拠を示す (ESE 3)		
地球は相互作用する下位システムで構成される k との証拠を示す (ESE 4)		
地球とその下位システムは連続的に進化したり変化したりする証拠を示す (ESE 5)		
地球は広大な古代の宇宙の中で、太陽系の一部である証拠を示す (ESE 6)		
地球・その下位システムやプロセスの研究に関わっている職業をしている人が沢山いるという証拠を示す (ESE 7)		
プロジェクト:		
ノート:		

このポートフォリオはアースシステム教育に基づいた理科教育を実践している学校に付いてのものである。だからポートフォリオの評価はアースシステム教育の理解目標に従って行われる。各学校では、学校教育目標・理科教育目標に従ってポートフォリオ評価の項目を独自に決定することになる。

## グループメンバー評価表

生徒名：

グループ名：

あなたのグループが最高の仕事をするためには、メンバー全員がグループの仕事に対して公平な分担をしなければなりません。メンバーの中に貢献しない人がいると、グループ全体の成績が下がります。あなたのグループが責任や仕事を公平に分担していることがわかるように、グループのメンバーの貢献を評価するのにこの表を利用しなさい。研究をしている毎時間、各グループのメンバーを評価しなさい。次の評価基準を使いなさい。(最高点は4点、最低点は0点)

評点	基準
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>→能力の最大限まで参加する</li> <li>→役立ちそして協力している</li> <li>→仕事に従事している</li> <li>→必要とされる研究や宿題で素晴らしい仕事をした</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>→活発に参加するが、もう少しできるはずである</li> <li>→協力している</li> <li>→通常仕事をしている</li> <li>→必要とされる研究や宿題でよい仕事をした</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>→幾分参加しているが、もっとするべきである</li> <li>→ほぼ協力している</li> <li>→時々仕事から離れる</li> <li>→必要とされる研究や宿題で公平な仕事をした</li> </ul>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ほんの少し参加する</li> <li>→だいたい協力している</li> <li>→かなり仕事から離れる</li> <li>→必要とされる研究や宿題で不十分な仕事をした、または何もしない</li> </ul>
0	<ul style="list-style-type: none"> <li>→参加していない</li> <li>→ほとんど仕事をしていない</li> <li>→クラスやグループの他の生徒の邪魔をする</li> </ul>

生徒名	第1日	第2日	第3日	第4日	第5日	合計点

グループ活動達成度評価評定表

	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5
グループ 共同学習 (計画 立案)	野外学習の計画を立てるとき一人で考えた。	半数以上の人々が計画を立てるときに自分の意見を述べた。	班の中で大体の人が意見を出し、計画を立てた。	班員全員が計画を立てるとき意見を出し合い参加して協力して計画を立てた。持ってくる物や役割分担も大体決めた。	班員全員が計画を立てるとき意見を出し合い役割分担や持ってくる物もしっかり決められた。調べるテーマに付いても事前準備をしていた。
(10)	6	7	8	9	10
野外学習 コミュニケーション	野外学習を一人きりでやる。班員の協力もほとんどない。	野外学習で何人かの中心的な人が1・2人で頑張っていた。周りの人は見ていただけである。	班員がお互いにある程度観察中に話し合ったりできた。しかし協力はまだ十分でない。	野外学習で班員は協力して観察できた。少なくとも3/4以上の班員が活発に野外学習に参加した。	班員全員が熱心に野外学習に参加していた。班の中で仕事の分担ができていて、お互いに協力し、信頼し合って観察ができた。観察中に色々意見交換や話し合いが盛んだった。
(30)	14 15 16 17	18 19 20 21	22 23 24	25 26 27	28 29 30
知識 理解 技能	野外学習中、観察する物がほとんど分からなかった。	野外学習中、観察する物がよく分からなかったが、図鑑を使ったり、先生に聞いて調べようとした。	野外学習中、図鑑を使い調べる物の名前を調べた。半分くらい名前や特徴が分かった。	野外学習中、図鑑を使ったり、先生に聞いたりして観察した物の名前をほぼ理解した。	野外学習中、図鑑などを使ったり、先生に聞いたりして、観察した物のほぼすべて名前を理解した。観察した物について居場所や環境について詳しく調べた。
(10)	6	7	8	9	10
興味 関心	野外学習はつまらなく自然観察はほとんどしなかった。	多少興味関心を持って観察できた。少し調べたが1時間は長く感じられ途中であきてしまった。	興味関心を持って楽しく野外学習ができた。	興味関心を持って集中的に野外学習ができた。新しい発見があり、持って詳しく調べてみたくなった。	興味関心を持って野外学習ができ、1時間が短く感じられもっと詳しく調べてみたくなった。自分で観察のため色々な道具などを持ってきて観察できた。
(20)	12 13	14 15	16 17	18	19 20
科学的 思考力	野外学習で海の生物についてほとんど理解ができなかった。	とにかく色々調べたが研究テーマをしぼりきれなかった。	研究テーマに付いて調べる事ができ、ある程度海の自然の様子(貝の分布、海藻の分布、かきの様子など)がわかった。	テーマを持って研究し、きちんと調べる事ができた。本当の自然の様子(貝の分布、海藻の分布、かきの様子など)も理解でき、今までに習った事が実証できた。	野外学習を通して自然の仕組みをしっかりと理解した。新しい発見もあり海の自然に付いて科学的に考える事ができた。
(10)	6	7	8	9	10
グループ 共同学習 まとめ	一人でまとめの用紙を作った。班内の協力もあまりなかった。	班の半分くらいの人々が協力して、まとめの用紙を作った。	レイアウトや記事などを工夫し、班の大体の人が仲良く作品作りに参加した。班内のコミュニケーションや協力もまずまず。	班員全員で協力しコミュニケーションも十分取って作品を仕上げた。本や資料を使ったり、まとめのレイアウトや記事を色々工夫した。	班員全員で協力し、まとめの分担をして素晴らしい作品を仕上げた。まとめの上で色々工夫した。班員が作品を作るため意欲的に参加した。より詳しく調べるために本を調べたり、専門家に聞いたりした。
(20)	8 9 10	11 12 13	14 15 16	17 18	19 20

まとめの作品の評価 (80)

1年 4組 19番 6班 氏名

## グループ活動達成度評価評定表

	Level 1: 最低レベル	Level 2: 基本レベル	Level 3: 中級レベル	Level 4: 上級レベル	Level 5: 最高レベル
評価 グループ・ 共同学習 (40点)	一人きりでほとんど交流がない。会話もほとんどない。生徒の中には阻害されて興味を失っている者もいる。  24 25 26 27	何人かの中心人物に強く依存している。たつた1人2人が活動的に参加している。ときどき交流がある。会話は完全にトピックを中心とした者ばかりである。  28 29 30 31	相互に交関する事がある程度できる。少なくとも半数以上が会議に参加したり、アイデアを提示できる。生徒は互いにコミュニケーションを通して考えられる。しかしまだ改良する余地がある。32 33 34 35	生徒は共同作業(相互交流)に精通している。少なくとも3/4の生徒が活発に参加する。作業に対して生きた議論ができる。  36 37	ほとんどすべての生徒が熱心に参加する。生徒は仕事に対して責任を分担でき、よい仕事をするためにお互いを信頼し合っている。  38 39 40
科学的 思考力 (10点)	トピックについてほとんど理解していなかったり、限定された理解しかしていない。  6	トピックについて一時的な理解だけをしている。1つの事実や問題に焦点を当てる。与えられた情報だけを扱い、研究はほとんど行われない。  7	問題について一般的な理解を示す。文書に書いてある主要なポイントを使い、研究によって知識を深めようとする。  8	少なくとも2つの中心の問題について明確な理解を示し、文書から主要なポイントやトピックを提示する時に、関連した一貫性のある個人的知識を使用する。  9	問題や関連する問題の細部にまで明確で正確な理解を示す。  10
コミュニ ケーション (交流) (30点)	提案は簡便である。最低限の必要条件を満たしていない。すべての生徒が十分参加していない。作業や問題に対して全体的見通しが明確でない。  18 19 20	半数が提案をする。提案は明確ではなく、また十分組織化されていない。生徒間で科学の内容についてコミュニケーションが有効に働いていない。  21 22 23	受け入れられる提案をする。提案の長さや研究に対する基本的条件を満たされている。他のグループと科学の内容についてコミュニケーションし始める。し  24 25 26	少し間違いはあるが十分組織化された提案をする。主要な問題を取り扱う。組織内やグループ間で沢山の交流をする。計画は明確である。  27 28	科学的に正しく十分組織化された提案をする。トピックについて深い理解を示し交流も行う。十分考えられたアイデアを提案する。  29 30
科学的 知識と 科学の 利用 (20点)	概念や問題を極端に狭く、漠然と扱う。与えられた情報に頼りすぎる。  12 13	ある程度正確に基本的な事実だけを扱う。一般的用語で少なくとも1つの問題や概念を説明する情報を述べる。主として与えられた情報に頼る。  14 15	かなり正確に基本問題の主要な事実だけを関連づける。かなり正確に前の科学的知識から一貫的なアイデアを利用する。  16 17	文書について正確な分析を提案する。関連する主要な問題について事実を提案できる。  18	情報や問題について正確に分析する。関連する主要な問題や概念を説明するために色々な事実を提案できる。  19 20

生徒名 \_\_\_\_\_ クラス \_\_\_\_\_ 月日 \_\_\_\_\_  
合計点 \_\_\_\_\_ 点 評価

### 成績表 生徒の個人レポートとプレゼンテーション

	レベル1 最低達成度	レベル2 初歩的達成度	レベル3 賞賛的達成度	レベル4 優秀な達成度	レベル5 最高達成度
科学的思考 (内容)  40点	課題の理解に欠けている。たとえあるにしても、ほとんど研究ができていない。科学用語も不正確に使用する。  0 5 10 15 20	課題の理解が貧弱である。研究が不十分で、科学用語をほとんど使用していない。  21 22 23 24 25	課題はまずまず理解している。十分な明確な研究であり、引用文献もきちんとしている。科学用語を十分利用している。  26 27 28 29 30	課題を良く理解している。十分研究をしている。多様な利用文献や引用文献がある。科学用語や専門用語を十分使用している。  31 32 33 34 35	課題を完全に理解している。幅広い研究がされ、一次・二次的な使用・引用文献が多様にある。科学用語や専門用語を適切に有効に使用している。  36 37 38 39 40
口頭発表  30点	貧弱なプレゼンテーション。科学の内容を仲間に伝達できない。  0 5 10 15	プレゼンテーションは明確さや組織に欠けている。科学の内容を仲間に伝達することが有効でない。  16 17 18	まずまずのプレゼンテーションである。科学の内容を仲間に伝達することが何とかが有効である。  19 20 21 22	十分組織化され、興味深く、自信のあるプレゼンテーションが多様な感覚器補助で行われる。科学的内容が仲間に伝達される。  23 24 25 26	明確で簡潔で献身的なプレゼンテーションが多様な感覚器補助で行われる。科学的内容は仲間に有効に伝達される。  27 28 29 30
展示と表示  30点	展示の割付が組織的でなく、理解することが困難である。貧弱で有効でない教材の使用をしている。  0 5 10 15	割付の組織化が改良の余地がある。教材がより良いものを選ぶべきである。  16 17 18	展示の割付はまずまず。教材は適切に使用されている。  19 20 21 22	論理的で簡潔な割付であり容易に理解できる。展示で使用されている教材は適切で有効である。  23 24 25 26	展示割付は自己説明的であり、多様な感覚器アプローチをうまく組み合わせている。創造的な教材の使用をしている。  27 28 29 30

## Dr. Hyongyong Lee のアースシステム教育評価表

五島 政一 (国立教育政策研究所)

Hyongyong Lee 博士は、オハイオ州立大学で Rosanne Fortner 博士の指導の基で、「A CASE STUDY OF SCIENCE CURRICULUM INTEGRATION : EARTH SYSTEMS APPROACH」という博士論文を完成させた人である。私が在外研究員としてオハイオ州立大学でアースシステム教育(ESE)について研究をしていた時(平成 12 年)、彼と同じ部屋(Fortner 研究室)で過ごし、アースシステム教育についてよく議論をした。当時、Hyongyong Lee 氏は、アースシステム教育の基盤となる理科や環境に関するアメリカと韓国の生徒の理解度や意識(重要度・関心度)について国際比較研究を行っていた。その国際比較研究を行なうために、彼が開発した評価表の一部を次のページに示してある。

現在、日本では、ペーパーテスト以外の多様な評価の開発が求められている。アースシステム教育研究協力者は、自分で開発したカリキュラムの評価を行なうときに、この Hyongyong Lee 博士の開発した評価表を基に、授業評価表を開発した。その開発した評価表は、ESE カリキュラムの中(第 4 章(3)(4)、第 5 章(1)、第 7 章(2))に紹介されている。

この紙面と通して、Hyongyong Lee 博士に、彼の開発した評価表の利用の許可を頂いたことに感謝申し上げます。

## Questionnaire to Survey Middle School Students' Understanding About Earth System Concepts (or Topics) and Earth Systems Education

This questionnaire is designed to investigate how well middle school students understand earth system concepts (or topics) and earth systems education. Please answer all of the questions and return it to me (or the teacher) directly. Your information is used only for our study and **NO ONE** can see your answers or find out what you tell us. We greatly appreciate your assistance.

### PART I

1. By circling one of the six numbers, please indicate **how knowledgeable** you think you are about each of the following earth systems related topics (or issues), and indicate **how significant** you think each of the following topics is.

Knowledge	Problems	Significance
Not Very knowledgeable at all		Very Very trivial significant
1 2 3 4 5 6	Acid rain	1 2 3 4 5 6
1 2 3 4 5 6	Air pollution	1 2 3 4 5 6
1 2 3 4 5 6	Deforestation	1 2 3 4 5 6
1 2 3 4 5 6	Water pollution	1 2 3 4 5 6
1 2 3 4 5 6	Global warming	1 2 3 4 5 6
1 2 3 4 5 6	Introduced species	1 2 3 4 5 6
1 2 3 4 5 6	Loss of biodiversity	1 2 3 4 5 6
1 2 3 4 5 6	Oil spills	1 2 3 4 5 6
1 2 3 4 5 6	Ozone hole	1 2 3 4 5 6
1 2 3 4 5 6	Pesticides in agriculture	1 2 3 4 5 6
1 2 3 4 5 6	Soil erosion	1 2 3 4 5 6
1 2 3 4 5 6	Trash disposal	1 2 3 4 5 6
1 2 3 4 5 6	El Niño	1 2 3 4 5 6

Copyright: Dr. Hyongyong Lee

Reference to P268 of A CASE STUDY OF SCIENCE CURRICULUM INTEGRATION : EARTH SYSTEMS APPROACH (Hyongyong Lee 2002)

## 9. アースシステム教育学習題材アイデア表の利用

—教師の潜在的な教材開発能力を短時間で引き出す方法—

五島 政一（国立教育政策研究所）

### 1. はじめに

人間は学習能力の高い脳を持っているために多様な可能性を保有している。どのような能力をどの程度引き出せるかは、当然、本人の努力に大きく依存するが、周到に用意された教育システムはその効果をより大きくする。教師の潜在的な教育力を如何に効果的に開発するかが、今後の教育にとって非常に大切な課題である。大学を卒業して教師になった時の能力を、定年までに如何に伸ばしてゆくのかが、正に教師自身が生涯学習を実践しなければならない。また、現職教員研修機関の課題としては、効果的な教師教育プログラムをどのように開発してゆくのかが問われている。教師教育、つまり教師の能力開発には、短期的なものから長期的なものまでいろいろ考えられるが、ここでは短時間で教師の潜在的な能力を引き出し、その成果を教師集団が共有できるような、教材のアイデア創出のための教師教育プログラムを開発したので報告する。

### 2. アースシステム教育

筆者らは、数年間、総合的な理科教育であるアースシステム教育の実践的な研究を行うなかで、教材や教師教育プログラムの開発を行ってきた。アースシステム教育（Earth Systems Education: ESE）は、1991年にアメリカで誕生し、新しい概念である「システム概念」に基づく科学教育の理念である。それは、科学の基本的概念を地球のシステムを中心に展開することで、生徒がたえず変化しているアースシステムを学習する総合的な科学教育である。アースシステム教育は、オハイオ州立大学と北コロラド大学で開発された全米レベルの科学教育で、その開発の中心人物は、オハイオ州立大学名誉教授 Victor J. Mayer 博士である。その教育目標と基本的な概念をまとめて、以下の7つの理解目標を設定している。教師は7つの理解目標のアースシステムフレームワークを利用してカリキュラムを開発する。

- 1 地球はユニークで、たぐいまれな美しさを持ち、大変価値のある惑星である。
- 2 人間の活動は、集団的なものであれ個人的なものであれ、またそれを意識するしないにかかわらず、アースシステムに対して影響を与えている。
- 3 科学的思考力や科学技術の発達は、地球や宇宙空間を理解したり利用したりする人間の能力を伸ばしている。
- 4 アースシステムは水、岩石、氷、大気、生命のサブシステムの相互作用で構成される。
- 5 地球は40億年以上の歴史があり、そのサブシステムは絶えず変化している。
- 6 地球は、太古より広がる巨大な宇宙の中にある太陽系の小さいサブシステムである。
- 7 多くの人が、地球の起源やプロセス、進化等に興味を抱き、これらに関わる仕事に携わっている

アースシステム教育に基づいたカリキュラムモデルは、生徒の身近な自然に関するテーマ学習を中心に展開されることが多い。生徒が地域の自然で課題を発見し、その課題をグループで協力して探究する学習を展開し、その課題に関する資料や情報をインターネットで世界から収集したり、コンピュータを利用した学習などを奨励している。それは、また、観察・実験などの体験を通して地球システ

ムを理解し、その相互作用の説明、その変化についての予測、科学的な情報に基づいて環境や資源問題への対応、地球の不思議さ偉大さ美しさといった美的価値を認め、科学やその職業に関心を持つという地球科学リテラシーをもった市民の育成することを目指した総合的な科学教育のためカリキュラムである。

評価については正統的な評価方法を推奨している。それは、ペーパーテストでは評価できない生徒の多様な能力を、ルーブリック評価表による評価、概念地図による評価、生徒のレポートなど作品の評価、野外学習などグループ学習での技能・コミュニケーション能力の評価、研究発表など表現力の評価などを利用して、生徒の能力を多面的・総合的に評価しようというものである。

### 3. アースシステム教育で開発した教材と教師教育プログラム

我々、アースシステム教育研究グループは、総合的な理科カリキュラムを開発するために学習題材アイデア表を開発した。それは、ある単元やテーマについてどのようなアイデアが考えられるのかを、アースシステム教育の7つの理解目標を参考にしてアイデアを誘導するものである。このアイデア表には、設定されたテーマについて総合的な視点から教材を開発するために、8つの軸（視点）を配置している。アースシステム教育の7つの理解目標を視点とし、さらに、開発者が独自の視点を自由に導入することで、他教科とのクロスカリキュラムや総合的な学習の教材開発のために利用できるように8番目の視点を加えた。そのアイデア表を利用して、短時間で総合的な理科カリキュラム開発能力を引き出すプログラムも開発し、それに基づいて教員研修も行った。研修参加者はアイデア表を利用して、あるテーマについて8つの視点で教材のアイデアを考え出し、それらを集めることで、他の参加者と同じアイデアを共有することができる。この研修で、あるテーマについて教材を多面的・総合的な視点で開発し、カリキュラムを組織するための know-how を参加者は得ることができる。

#### 【研修参加者の感想の例】

- ① 自分では思いつかないようなことを考えるきっかけになった。
- ② 対象が違って何でも考え方、対処の仕方は共通性があることにまた一つ面白みが広がったと同時にまた興味の対象が増えました。
- ③ 1つのテーマからたくさんの要素や魅力を引き出していくことが楽しかった。
- ④ 様々な角度でものを見ることができるので、そのもの以外の情報を読みとることができるので楽しい。
- ⑤ 発想が柔軟になると思った。
- ⑥ これならテーマを中心として探究的に学習をする題材探しになるし、総合的な学習の時間のテーマや内容なども構成するときに利用できる。
- ⑦ 理科がこんなにいろいろな内容を含んでいるとか、日常生活と関連しているとか、学ぶことのおもしろさや広がりを感じることができると思う。

### 4. 開発したアイデアのまとめの例

アースシステム教育の研究の中（2003～2004年）で、アースシステム教育学習指導題材アイデア表の活用して各地で「アイデア出し、まとめ、共有」のワークショップを行ない、アースシステム教育のカリキュラムを開発するきっかけを模索してきた。そのワークショップの中で出されたアイ



ディアや題材を以下にまとめた。ご協力頂いた方々に感謝申し上げます。

## 第1分野

- (1) 身近な物理現象 (協力者)
  - ア光と音
  - イ力と圧力 (サークル)
- (2) 身の回りの物質
  - ア物質のすがた
  - イ水溶液 (横浜中学校)
- (3) 電気とその利用
- (4) 化学変化と分子原子 (三浦市理科部会)
- (5) 運動の規則性
- (6) 物質と化学反応の利用
- (7) 科学技術と人間 (小田原理科部会)
  - アエネルギー資源
  - イ科学技術と人間

## 第2分野

- (1) 植物の生活と種類 (藤沢教育文化)
- (2) 大地の変化 (三重県中高校)
  - ア地層と過去の様子
  - イ火山と地震
- (3) 動物の生活と種類 (協力者)
- (4) 天気とその変化 (大気圧: 横浜中学) (天気と気象: 小田原理科部会)
  - ア気象観測
  - イ天気の変化
- (5) 生物の細胞と生殖
- (6) 地球と宇宙 (三浦市理科部会)
- (7) 自然と人間 (横浜中学校)

## テーマ「身近な物理現象」(光・音・力・圧力)

### 理解目標1「美しい地球」

○木漏れ日、水滴の中の風景、万華鏡、虹、花火(五島)

- ① 水の状態変化(水蒸気、雲、雷、雨、雪、虹、氷河、川、海)(谷先生)
- ② 虹・教室の暗幕を張り、暗室化した教室でのプリズムを使った虹・ピンホールカメラ、万華鏡、蜃気楼、火山の空震、投げ落とし楽器の演奏の美しさ・金属棒の縦振動と倍音3倍音(益田)
- ③ 丸底フラスコに入れた沸騰石が水を入れると見えなくなる。(屈折)
  - ・ 水槽に入れた1個のおもちゃが何個も見える。(反射)
  - ・ 水槽越しに見る友達の顔が大きい。(凸レンズ)
  - ・ 水槽に棒を指すと水面で曲がって見える。(屈折)
  - ・ 光は水中も空気中也ガラス中もまっすぐ進んでいる。(直進)
  - ・ 水滴に移っている景色は逆さまだ。(凸レンズ)
  - ・ 太陽の光をレンズで集めると黒い紙が燃える。レンズの形で場所がちがう。(焦点)
  - ・ ろうそくとレンズの位置関係で像が変わる。(凸レンズ)
  - ・ 楽器もそれ以外の物体も音が出る。どうすれば出るのか。(振動)
  - ・ スピーカーの上に置いた沸騰石が踊る。(振動)
  - ・ 向え合わせに置いた同じ太鼓の片方をたたけば、もう片方も鳴る。(共鳴)
  - ・ 1m間隔に1列に並んで、前でピストルを撃つと並んだ順番に聞こえる。(音速)
  - ・ 2つの力がつりあっている状態を作ろう。(つりあい)
  - ・ 物体に働く力を分類しよう。(変形する力・支える力・動かす力)
  - ・ ドラム缶に入れた少しの水を沸騰させてふたをしたらつぶれた。(空気の圧力)
  - ・ 置き方によって下のスポンジのへこみ方が違う。(圧力)

これらは教師が用意する最小限の器具と生徒が持参した器具と、要望のある班に貸し出す器具で自由に遊んでいるうち、「美しい、きれい、不思議、面白い」と発見の興奮に浸りながら、「なぜ」と議論をして出てきたものである。(長山)

- ④ 美しい風景写真(斉藤)
- ⑤ いろいろな太陽の写真(夕日、光環、ブロッケン現象、太陽柱、木漏れ日など)から地球環境の中での太陽の見え方について紹介する。蜃気楼や虹の写真も使える(辻井)
- ⑥ 数学的な調和、ピュタゴラスの世界、自然の音、やわらかい光(渡辺進)

### 理解目標2「人間の影響(人間への影響も)」

○太陽の沈むとき赤い色、

- ① ヒートアイランド現象、汚染物質の拡散(水質汚染、大気汚染)、(もしも重力がなかったら-無重力状態での現象について考える)
- ② なし
- ③ なし
- ④ 目の仕組み
- ⑤ 騒音による聴力の障害、CRTモニターによる視力の低下など身体の健康に関連付ける
- ⑥ 光と熱、騒音、

### 理解目標3「科学技術の進歩」

○光ファイバー、レーザー光線、カメラ、音さ、スピーカー、ピストルと音速、ギター、オシロスコ

ープ、深海6500、磁石、電気、作用反作用(ロケットの飛ぶ原理)

- ① カメラ、投影機、テレビなどのリモコン、光ファイバー、立体視、3D
- ② 光ファイバーと光通信、「しんかい」の技術開発
- ③ 顕微鏡、望遠鏡、からだの内視鏡
- ④ 望遠鏡
- ⑤ 眼とレンズの関係(近視、遠視、乱視)、超音波診断
- ⑥ 太陽発電、太陽エネルギー

### 理解目標4「システム」

○空の色、南中の太陽の色・沈む太陽の色、花火の色と炎色反応、音の伝わる仕組、作用反作用、地球上の磁極移動、人間の体内の電気、

- ① 光、熱、音の伝わり方、状態変化(原子・分子モデル)
- ② 媒体・空気存在がないと音は伝わらない、光の直進・反射・屈折・レンズ、力の表現、2力のつり合いとその条件、圧力・大気圧
- ③ 光の直進・反射・屈折・凸レンズ、音の振動・共鳴・速さ、力のつりあい・力の種類、圧力・空気の圧力
- ④ カメラの原理を考える
- ⑤ 月の満ち欠けと潮の関係(カナダのファンディ湾の大潮の映像などあればよい)
- ⑥ 熱循環、熱量保存、熱効率、

### 理解目標5「時による変化」

○光速と時間

- ① 南極の氷の中の大気、鍾乳洞と鍾乳石(溶解と晶出)
- ② なし
- ③ 今見ている星の中にはもう崩壊している星があるかもしれない。
- ④ 昔の古い写真
- ⑤ 大理石やダイヤモンドなどの形成の話、人工ダイヤモンドの作り方の映像もおもしろい
- ⑥ 気温のゆるやかな変化、沸騰融解における

### 理解目標6「大きい空間」

○光速、音速と光速(花火)

- ① 光年(光の伝わる速さ)、重力レンズ、宇宙の水平線、なぜ月は地球の周りを回っているのか(天体の運動)
- ② 深海底の圧力とすんでいる生物:海洋科学技術センターのデジタルコンテンツの利用、無重量地帯
- ③ 宇宙では音は聞こえない。宇宙では光は見える。
- ④ 太陽や宇宙の写真
- ⑤ スペースシャトルの運航の映像、無重力状態での実験に注目
- ⑥ 温室効果、海面上昇、氷河融解、

### 理解目標7「興味・職業」

○ピンホールカメラ、レンズ付きカメラ、水レンズ、フラスコレンズ、虫眼鏡で服を焼く、線香花火を作る、山彦・雷、ガラスコップで演奏、ペーターベン、レーザーで自分の声を波形にする、圧力(多数の卵に折る、紙コップに乗る、剣山にのる)、ドラム缶潰し、10mの高さにポンプでくみ上げられ

- ⑨ 種無しスイカ・ぶどう、バイオテクノロジー
- ⑩ 品種改良、青クビダイコン
- ⑪ 生産性をあげるため実をでかくすること

#### 理解目標4「システム」

- ① (ワカメ) 日照、塩分、水温、魚、とこぶし
- ② (薬草) 植物の周りにいる生き物、
- ③ (花粉) 花粉を運ぶ方法 (昆虫・風・くつつく実など)
- ④ (小麦) すずめ対策、病虫害対策、生産できる場の生育条件
- ⑤ (テンジソウ：四葉のクローバ) シダ植物はどうなっているか、絶滅種の生物は
- ⑥ オクラに関するもの
- ⑦ 生態系、米のこのむ環境
- ⑧ 野菜・植物を食べる動物のシステム
- ⑨ 春に出てくる虫と植物の関係、どんな虫が卵を産むか。木の花・新芽を食べる野鳥

#### 理解目標5「時による変化」

- ① (ワカメ) 成長過程
- ② (薬草) 育つ様子
- ③ (花粉) 突然変異
- ④ (小麦) 原種
- ⑤ (テンジソウ：四葉のクローバ) 胞子から育ててみよう
- ⑥ 輸入
- ⑦ 原種調べの原産地
- ⑧ 植物の進化
- ⑨ 湿原の植物が何万年で作られるか
- ⑩ 種から結実まで
- ⑪ 季節による姿の変化、年数による林の変化
- ⑫ 農地、耕地の減少
- ⑬ 四季の変化

#### 理解目標6「大きい空間」

- ① (ワカメ) 世界のワカメ分布、水深の限界
- ② (薬草) 風に運ばれる種、独特の風土と植物
- ③ (花粉) 種による形の違い
- ④ (小麦) 世界の小麦粉、うどん・スパゲティ・ラーメンなど
- ⑤ (テンジソウ：四葉のクローバ) 恐竜時代の形態
- ⑥ オクラ畑
- ⑦ 大陸による植物の違い
- ⑧ 植物分布
- ⑨ 世界の全植物数における植物種の割合、海の植物プランクトン
- ⑩ ジャングルの分布
- ⑪ フィールドビンゴ

#### 理解目標7「興味・職業」

- ① (ワカメ) 漁師の生活と収入
- ② (薬草) 薬屋さん、アロマセラピー、お灸屋
- ③ (花粉) メンデル研究
- ④ (小麦) 農家、うどん屋
- ⑤ (テンジソウ：四葉のクローバ) ガーデニング、造園
- ⑥ 専門家と出会い
- ⑦ 農家、種稲店
- ⑧ 薬膳料理と如何に食べるか
- ⑨ 植物学者
- ⑩ おいしい野菜と果物をつくるための研究者、食品会社の農業者

## 神奈川理科サークル「力と圧力」

### 理解目標 1 「美しい地球」

- ① めがね橋
- ② ベイブリッジやゴールデンゲートブリッジ
- ③ グランドティートンの断層の山並み
- ④ 化石や宝石
- ⑤ ダイヤモンド (高压高温でできる)
- ⑥ サン・アンドレス断層
- ⑦ 火山の噴火エネルギー
- ⑧ 惑星の形・星の形 (万有引力)
- ⑨ 氷山 (浮力)
- ⑩ 電気力と磁力 (オーロラ)

### 理解目標 2 「人間の影響 (人間への影響も)」

- ① 潜水病
- ② 高山病
- ③ 人工ダイヤモンド

### 理解目標 3 「科学技術の進歩」

- ① 竹籤バネで車のおもちゃを動かす
- ② バネをPCでグラフ、エクセルでグラフ化
- ③ 浮沈子
- ④ 真空ポンプと風船 (大気圧)、スペースシャトルが海に浮く船、
- ⑤ 深海 6500 のチタン合金
- ⑥ 宇宙のロケット噴射は一回で進む
- ⑦ てこの原理、滑車
- ⑧ 圧力釜
- ⑨ 車用ジャッキ
- ⑩ 潜水艦

### 理解目標 4 「システム」

- ① バネばかりと上皿天秤
- ② エレベーターの中での重さの比較、豚は月へいっても豚に代わりはない、しかしバネではかると値が違う
- ③ 重さと質量
- ④ カップラーメンの小さな現象、水圧 6500m の場所でカップメン入れ、水圧の 4 つの実験、水にPVAを溶かした液の中に入れ気泡を出して気泡の大きさを比較する
- ⑤ 水圧から大気圧へ
- ⑥ ペットボトルに雲を作る：断熱、膨張、圧縮
- ⑦ 断層・しゅう曲のでき方
- ⑧ 深海の生物 (形、色など)、深海のアコウダイを吊り上げたとき
- ⑨ 風の吹く原因 (空気圧の差)、大気の大循環
- ⑩ 高山で水の沸騰温度の下降

### ⑪ 太陽風とオーロラ

### 理解目標 5 「時による変化」

- ① 潜水病・高山病
- ② 断層としゅう曲
- ③ 光の速度近くでの物体の重さと時間の進み方

### 理解目標 6 「大きい空間」

- ① 空気に重さがある。ゴム版で板を基あげる実験
- ② 大気圧の厚さ
- ③ 深海 11000m での水圧
- ④ 宇宙の膨張と収縮

### 理解目標 7 「興味・職業」

- ① ご飯の茶碗を二つ重ねた中にご飯を入れておむすびを作る
- ② ガラスのたわみ、ひずみ
- ③ 電気力：電気くらげ、ストローでティッシュをこする、フランクリンモーター
- ④ 磁石の力：踊るマッチ棒
- ⑤ 生卵に載る、剣山、教材：ゴミ袋エアージャッキ、紙コップに載る、鉛筆の先と後ろ、足の面積を測定し体重から圧力を計算する、象と比べる、 $\alpha$ ゲル、卵と新聞紙でつつむ、おとす
- ⑥ ティーバック熱気球
- ⑦ 瓶の中の空気を抜く：風船、お湯、
- ⑧ ペットボトルに雲を作る：断熱、膨張、圧縮
- ⑨ マルデブルグ球
- ⑩ 空気に重さがある：中村理科の雲発生器、空気を加圧して質量変化を見る
- ⑪ 高山のポテトチップスの袋
- ⑫ やじろべい
- ⑬ 高山での耳鳴り、耳のガス抜き
- ⑭ お風呂のおならの形 (丸でない)
- ⑮ 摩擦力のない所では歩けない

## 「水溶液」についてテーマ別アースシステム教育活動表

### 理解目標1「美しい地球」

- ① 結晶、天日による製塩、岩塩、海の多い地域の写真、五色沼
- ② 温泉、五色沼、川の働き、鍾乳洞、カルスト地形、地球、岩塩
- ③ 海水から析出したNaClの結晶、海、硫酸銅の結晶、塩化銅の水溶液の色
- ④ 水晶、鍾乳洞、さまざまな結晶、水に溶けやすいもの溶けづらいもの
- ⑤ 水の惑星、水晶、NaCl、生命の源、岩石の浸食（造形）、イエローストーンの温泉の色
- ⑥ 黒湖の美しい青さ、ミョウバン過飽和実験のスノーダスト（結晶析出）

### 理解目標2「人間の影響（人間への影響も）」

- ① 水質汚染、川の中和、公害（水俣病、イタイイタイ病）、酸性雨、リンの洗剤による汚染
- ② 赤潮、公害
- ③ 金属イオンの怖さ（水俣病・イタイイタイ病）川は湖沼の富栄養化の問題が發せしている（赤潮、アオコの発生）、酸性雨、米のとぎ汁
- ④ 金属イオン六価クロム、酸性雨
- ⑤ 小さい容器で実験（環境に優しいフィルムケース実験）、酸性雨の調査
- ⑥ 排水、海洋汚染、地下水、温泉の成分
- ⑦ 味噌汁を排水するとき環境に影響を与えないためには風呂桶一杯の水が必要、実験廃液の少量化

### 理解目標3「科学技術の進歩」

- ① 化学反応、再結晶（人工水晶）、濃度の調節と生命現象、金の生産
- ② 電気分解、電気分解銀メッキ、下水処理、蒸留実験（原油の蒸留）、電子レンジは水（水分）に加熱する
- ③ 燃料電池、バッテリー、溶解熱(CaO)、硝酸ナトリウム（吸熱反応?）
- ④ 浸透圧を考えた清涼飲料水、電池、薬品の開発、水と発熱、電気分解
- ⑤ 海水を蒸発させて食塩を取り出す技術、溶解度（ココアの温水と冷水のとける量）
- ⑥ 機械による食塩精製、電池、蒸留、エイビアンとボルビック（ミネラルウォーター比較）、塩田、溶剤（水以外）
- ⑦ 炭酸ジュース、ボルタの電池、発熱反応（お酒沸かし）（生石灰→消石灰）、吸熱反応（スポーツで怪我を冷やすもの）、ボルタの電池、クリーニング（漂白剤など）

### 理解目標4「システム」

- ① 岩石→風化のサイクル、物質を移動させるもと、有用物質を生み出す仕組み
- ② 細胞液（生理食塩水）、温泉、海洋深層水、胃液、塩酸
- ③ 赤潮、アオコ、胃液、アルカリイオン水の体への影響
- ④ 生物も体内にNa,Kを持ち浸透圧がある。血液にも色々な栄養が溶けている、アオコ、赤潮、胃液は塩酸
- ⑤ 身体に存在する塩分、汚水、海水
- ⑥ 軟水（お酒がおいしい）と硬水（Ca & Mgの含有量）、下水処理
- ⑦ 血の中の塩分、羊水と海水、金鉱脈と地下水（温泉鉱床）、日本は軟水、花崗岩をとった水はおいしい、水の惑星・地球、血液中の物質の運搬（物質を移動させる水溶液）、さんご礁のエメラル

ドグリーンとコバルトブルーの海の色と海の深さとさんご礁の色、岩塩の取れる場所は昔海だった

### 理解目標5「時による変化」

- ① 富士山の雪解け地下水が柿田川にでるまでの時間、物質が均等に溶けるまでの時間
- ② 海に酸素が作り出された（光合成）
- ③ 結晶の成長、鍾乳洞・カルスト地形、食塩水の自然蒸発で作る食塩の結晶
- ④ 海の塩分の変化、水溶液から生まれた生命、化学反応の場
- ⑤ 岩塩、死海
- ⑥ Salt lakeの干上がる時間、

### 理解目標6「大きい空間」

- ① 他の惑星にない
- ② 海

### 理解目標7「興味・職業」

- ① スポーツドリンク（人体への影響）、清掃（クリーニング）酸で溶かす、布の染色
- ② 炭酸ジュース、過飽和、石鹼が泡立たない硬水
- ③ 水質検査、化学者、生物学者、物理、豆腐・酒
- ④ 塩作り、飲料水、循環器医者、染色家
- ⑤ プールの水の塩素量、水槽生物用カルキ抜き
- ⑥ ホカロン、ヒヤロン、下水処理場職員
- ⑦ 温泉、ココア（砂糖）の溶解度、砂糖・食塩を溶解度まで溶かす挑戦

「化学変化と原子・分子」についてテーマ別アースシステム教育活動表

理解目標 1 「美しい地球」

- ① 炎色反応、周期律表、軌道遠心力、面心立方格子、体心立方格子
- ② 化合物の美しさ（結晶）、電子顕微鏡の分子写真
- ③ 太陽系・銀河系など外から見ると美しい形と原子の形や配列など良しにしている。美しい地球を貫く地球のでき始めはガス、チリ、隕石の衝突による熱と物質の変化から始まっている。
- ④ 水、水溶液
- ⑤ 炎の色や様子、進化による多様な生物
- ⑥ 美しい原子配列
- ⑦ 花火、発光、結晶
- ⑧ 原子モデルと太陽系、オゾン層
- ⑨ 細胞の美しさ、オゾンホール
- ⑩ 原子構造、酸化銀の実験、五色沼、太陽の核融合、周期律表、DNA 二重螺旋構造

理解目標 2 「人間の影響（人間への影響も）」

- ① 原子を作る（ランタノイド、アクチノイド）
- ② 電池、還元の利用、炎色反応、花火
- ③ 自然界にない物質（ダイオキシン、フロン）を作り出してしまう
- ④ 遺伝子組み換え
- ⑤ 遺伝
- ⑥ 公害
- ⑦ 公害、医療
- ⑧ 公害、化学物質の危険性、化学兵器
- ⑨ 公害
- ⑩ 酸化水銀の公害（イタイイタイ病）、人工物質（ポリエチレン、アルミニウムなど）の公害

理解目標 3 「科学技術の進歩」

- ① ダイナマイト（ハーバー法）、電気分解、電池
- ② 原子構造の解明
- ③ ミクロな世界が宇宙を理解する
- ④ 核融合
- ⑤
- ⑥ 電子顕微鏡で分子を見ることができる
- ⑦ 化学物性（繊維、プラスチック）、新素材
- ⑧ 人工ダイヤモンド、新素材の開発、新薬の開発
- ⑨ 水の浄化、水素自動車
- ⑩ 水の分解実験で酸素を作る、化学電池、人工ダイヤと黒鉛、ペットボトルの化学式

理解目標 4 「システム」

- ① 質量保存の法則、定比例の法則、共有結合、イオン結合、水素結合
- ② 定比例の法則、質量保存の法則からのシステムへの気付き
- ③ フロン、ダイオキシンによる生物とのつながりがこわされる
- ④ 原子配置

- ⑤
- ⑥ 周期表、質量保存の法則、化学反応式
- ⑦ 周期表、原子構造
- ⑧
- ⑨
- ⑩ 化学物質の腐らない問題（自然サイクルで消費されない）、原子構造と宇宙の構造、

理解目標 5 「時による変化」

- ① 半減期、さび黄金マスク、金属疲労
- ② 急激な反応と緩やかな反応（反応速度）
- ③ 酸化、さびなど
- ④
- ⑤ 成長
- ⑥ 激しい酸化、おだやかな酸化
- ⑦ さび
- ⑧
- ⑨
- ⑩ 半減期、宇宙線と原子崩壊、ミクロな時間、化学反応速度

理解目標 6 「大きい空間」

- ① 宇宙線（原子の隙間）
- ② 原子レベルのサイズに立って我々のサイズの空間に置き換える
- ③ 原子核と電子の距離と大きさによる何も無い空間（トンネル効果）
- ④ 宇宙は何でできているか
- ⑤
- ⑥ 核反応により光る天体たち
- ⑦
- ⑧ ビックバン
- ⑨
- ⑩ 宇宙を構成する原子の種類、マゼラン星雲から来るニュートリノ、

理解目標 7 「興味・職業」

- ① ニュートリノ天文学、精錬（多々良製鉄）、錬金術師
- ②
- ③ 科学の発達、原子力発電、チレンコフ
- ④ 塩作り、飲料水、循環器医者、染色家
- ⑤
- ⑥ 学者
- ⑦
- ⑧
- ⑨ 洗剤

## 「科学技術と人間（エネルギー資源）」についてテーマ別アースシステム教育活動表

### 理解目標1「美しい地球」

- ① 気象衛星からの映像、動画ひまわり画像、リニアモーターカー、
- ② 宇宙から地球の映像、
- ③ 砂漠の緑化、建造物、乗り物の形、人工ダイヤ、宇宙ステーションと地球、ピラミッド、流線型
- ④ ソーラーカー、自然の美しさと人工的景観
- ⑤ 造形美、流線型の乗り物、街並み、ダイヤモンドなどの鉱物
- ⑥ 発電機（風力発電の風景）、アジサイの花
- ⑦ NASA、ピラミッド、宇宙ステーション、さんご礁の写真（グレートバリアリーフ）
- ⑧ 火星大接近、スペースシャトルから見た地球、環境に優しい車など問題、造形美（炭素）
- ⑨ 建築物の自然との対比との関わりに於けるデザイン、自然エネルギーを利用した風景、オランダの風車

### 理解目標2「人間の影響（人間への影響も）」

- ① 体力低下、大気汚染、温暖化、PCB、BHC
- ② エネルギーの枯渇、ヒートアイランド、無重力
- ③ 環境問題、公害、立ち枯れる松（丹沢山）
- ④ 原子力発電、環境問題
- ⑤ 住みやすい環境への変化、くらしやすいライフスタイル、石炭発掘状況
- ⑥ エネルギー危機、エネルギーの種類増加、品種改良、地球温暖化、ヒートアイランド現象、遺伝子組み換え、環境ホルモン
- ⑦ 汚染物質、地球温暖化
- ⑧ 環境破壊、便利な生活（吸水ポリマー、紙おむつ）
- ⑨ 健康・体力づくりとの関わり、公害

### 理解目標3「科学技術の進歩」

- ① 携帯電話発明、クローン技術、遺伝子組み換え食品、情報の共有化
- ② 効率のよいエネルギー利用、スペースシャトル
- ③ 電化製品、スペースシャトル、リニアモーターカー
- ④ コンピュータ、移動手段の進歩とエネルギー消費量
- ⑤ 移動時間の短縮、情報化社会、発電技術、CO<sub>2</sub>の発生
- ⑥ CO<sub>2</sub>発生量、飛行機・電車の速度、電気自動車、発電技術、追跡センサー、エネルギー減少電化製品
- ⑦ 車、飛行機、産業技術
- ⑧ 新素材、リサイクル、消えるインク
- ⑨ 医療機器との関わり、太陽電池で動く自動車

### 理解目標4「システム」

- ① ビオトープ、エコシステム、
- ② 水力発電、風力発電、通信システム
- ③ インターネットなどのネットワーク、生物界の頂点となった人間とまわりの動物、水力発電
- ④ エネルギー変換、生活を支える技術とエネルギー
- ⑤ エネルギーの使われ方（発電・燃料）、発電の仕組み、リサイクルなど

- ⑥ 食物連鎖、水力発電、風力発電
- ⑦ 核分裂、風力発電、エネルギー循環
- ⑧ 環境とのかかわり、水力発電
- ⑨ どのように電気を起こしたか

### 理解目標5「時による変化」

- ① 発明の歴史、通信、
- ② 科学技術進歩の歴史、ロケットの歴史
- ③ 車の歴史、人間は将来どう進化するか
- ④ エネルギーの利用の仕方発電の仕組み、エネルギー消費の変化、宇宙開発の歴史
- ⑤ 石炭がどうやってできたか
- ⑥ エネルギーの変遷（石炭、風力、火力、原子力）
- ⑦ 一夜城の石積み（土木技術）、生活様式の変化とエネルギー使用量
- ⑧ 地球の地下資源、小型化、携帯化、エネルギー変化、一夜城
- ⑨ 科学史、エネルギー利用の変遷

### 理解目標6「大きい空間」

- ① UFO、地上絵
- ② 一夜城の土木、人工衛星
- ③ 宇宙開発、月・火星の資源、地球や月の地下資源
- ④ ビックバン、1人あたりのエネルギー消費量分布 CO<sub>2</sub>発生量の分布
- ⑤ 太陽エネルギー、世界のエネルギー埋蔵量、宇宙
- ⑥ 発電方法の違いの世界分布、埋蔵量、月や地下資源
- ⑦ ダム（世界）、宇宙への進出旅行
- ⑧ 月・火星への資源開発
- ⑨ 地球規模の環境

### 理解目標7「興味・職業」

- ① インターネット、NASA、
- ② エンジニア、毛利さん
- ③ 携帯電話、医療、MRI
- ④ 科学者・技術者の人生（光と影）
- ⑤ 新しい資源の開発、エネルギーの効率化、発電所の仕事、レントゲン
- ⑥ MRI、電力会社
- ⑦ 技術は力なり、スーパーカムイオカンデ、研究者、エンジニア
- ⑧ 医療技術（MRI）、新素材の開発
- ⑨ 東洋医学と西洋医学との関わり、エジソン、ファラデー、モータ作り

「植物」についてテーマ別アースシステム教育活動表

理解目標1「美しい地球」

- ① 海洋（ゆれるワカメ）
- ② 人の意思に関係なく咲くきれいな花、いいにおいいっぱい
- ③ 花粉を顕微鏡で見せる
- ④ 小麦の花、
- ⑤ スケッチテンジンソウ（水生シダ）、小川、原っぱの美しさ
- ⑥ 原種、いろいろな国のオクラの花
- ⑦ 大根の花、キャベツ・菜の花
- ⑧ 湿原のワタスゲ
- ⑨ 花粉（形と色）
- ⑩ 写生
- ⑪ 新緑の山
- ⑫ 身近な草
- ⑬ 花
- ⑭ 里山のクヌギ・コナラの新緑、シュンジュの春の芽吹き、エノキ、ケヤキ

理解目標2「人間の影響（人間への影響も）」

- ①（ワカメ）人間の乱獲で最近とれない
- ②（粟草）植物の改良（丈夫でたくさんつくれる）
- ③（花粉）植林、杉花粉症
- ④（小麦）遺伝子組み換え
- ⑤（テンジンソウ：四葉のクローバ）絶滅した植物、水辺、川岸
- ⑥ 花見、盆栽、紅葉狩り
- ⑦ 食べ方
- ⑧ 帰化植物、自然破壊
- ⑨ バラなどの新種
- ⑩ 里山の保全のために昔の人がしてきたこと
- ⑪ 工芸、園芸
- ⑫ 食べられる野草の減少
- ⑬ 花粉症
- ⑭ 農業

理解目標3「科学技術の進歩」

- ①（ワカメ）バイオ、生産量の変化遺伝子組み換え
- ②（粟草）精製、商品化
- ③（花粉）果樹園、人工授粉
- ④（小麦）石臼、コンバイン
- ⑤（テンジンソウ：四葉のクローバ）農場の変化、水田耕作
- ⑥ 野菜の品種改良
- ⑦ 品種改良、
- ⑧ 遺伝子組み換え

- ⑨ 種無しスイカ・ぶどう、バイオテクノロジー
- ⑩ 品種改良、青クビダイコン
- ⑪ 生産性をあげるため実をでかくすること

理解目標4「システム」

- ①（ワカメ）日照、塩分、水温、魚、とこぶし
- ②（粟草）植物の周りにいる生き物、
- ③（花粉）花粉を運ぶ方法（昆虫・風・くつつく実など）
- ④（小麦）すずめ対策、病虫害対策、生産できる場の生育条件
- ⑤（テンジンソウ：四葉のクローバ）シダ植物はどうなっているか、絶滅種の生物は
- ⑥ オクラに関するもの
- ⑦ 生態系、米のこのむ環境
- ⑧ 野菜・植物を食べる動物のシステム
- ⑨ 春に出てくる虫と植物の関係、どんな虫が卵を産むか。木の花・新芽を食べる野鳥

理解目標5「時による変化」

- ①（ワカメ）成長過程
- ②（粟草）育つ様子
- ③（花粉）突然変異
- ④（小麦）原種
- ⑤（テンジンソウ：四葉のクローバ）胞子から育ててみよう
- ⑥ 輸入
- ⑦ 原種調べの原産地
- ⑧ 植物の進化
- ⑨ 湿原の植物が何万年で作られるか
- ⑩ 種から結実まで
- ⑪ 季節による姿の変化、年数による林の変化
- ⑫ 農地、耕地の減少
- ⑬ 四季の変化

理解目標6「大きい空間」

- ①（ワカメ）世界のワカメ分布、水深の限界
- ②（粟草）風に運ばれる種、独特の風土と植物
- ③（花粉）種による形の違い
- ④（小麦）世界の小麦粉、うどん・スパゲティ・ラーメンなど
- ⑤（テンジンソウ：四葉のクローバ）恐竜時代の形態
- ⑥ オクラ畑
- ⑦ 大陸による植物の違い
- ⑧ 植物分布
- ⑨ 世界の全植物数における植物種の割合、海の植物プランクトン
- ⑩ ジャングルの分布
- ⑪ フィールドビンゴ



## テーマ別アースシステム教育活動表「大地の生い立ち」

### 理解目標1「美しい地球・宇宙」

- ① 地球型惑星の金星火星地球の比較
- ② 月のクレーター
- ③ ヒマラヤ、山頂付近の大きなアンモナイト
- ④ 野島断層の立体写真
- ⑤ 滝、鉱物の結晶、鍾乳洞
- ⑥ 学校の周りの地形（河岸段丘、鈴鹿山脈、養老山地）
- ⑦ 段々畑
- ⑧ 荒川3山の山の景色の写真
- ⑨ 志摩リアス式海岸
- ⑩ 黒雲母をはがしたり、かんらん石をみてる
- ⑪ 火山灰の噴火のビデオ
- ⑫ 屋上の高台からの遠景
- ⑬ 宇宙からみた地球、海の役割
- ⑭ 山（私が登った）や海、草花、昆虫の写真

### 理解目標2「人間の影響」

- ① 川の堆積、チグリスユーフラテスの大地の野生種の麦を見つけた文明を気づいた。モソポタミア、ナイル川、インダス川、黄河
- ② 人工島（ポートアイランド）建設、山がなくなった
- ③ 黄砂現象
- ④ 道の建設による地形の変化
- ⑤ 酸素、水、二酸化炭素、生物への影響などの性質、研究
- ⑥ 護岸工事
- ⑦ みかんつみ
- ⑧ 海岸線の変化（明治、現在）
- ⑨ 野島断層と明石大橋のケーソンを並べる
- ⑩ スモッグ、海の汚れ、森林伐採
- ⑪ 気候による食生活
- ⑫ 関西・淡路大震災の写真と体験
- ⑬ 川の流れの蛇行、縄文遺跡の場所、平野にすむ工夫。堤防工事は人のためだが自然のためか？
- ⑭ 航空写真で見た日本、海岸性が埋め立てで凹凸が自然の海岸との比較
- ⑮ 貝塚

### 理解目標3「科学技術の進歩」

- ① ランドサットからの衛星写真、
- ② 東海地震予測
- ③ 地震予知、観測法
- ④ 火山予知
- ⑤ 獅子座流星群
- ⑥ ストンヘンジ、天体観測でナイルの氾濫を予測した、ケプラーの法則で火星探査ができる

- ⑦ 宇宙から教えてもらうGPS
- ⑧ 石油科学工場、便利なものであふれる生活、整備された道路
- ⑨ 人工物質の人間への影響
- ⑩ 品種改良、高層ビルの構造、地下資源の利用と技術の歴史
- ⑪ 自然による大地の輪廻、六甲山地の土砂と六甲アイランド、ポートアイランド

### 理解目標4「システム」

- ① 火山噴火、岩石の形成、火山体の浸食
- ② 海岸侵食、
- ③ 地球を取り囲む周囲の環境、気候の変化
- ④ 地殻変動、地層の走向と化石の出現
- ⑤ 日本がハワイにくっつく（プレートの運動）
- ⑥ 生態系における物質の循環
- ⑦ 肥料の話
- ⑧ 地動説、宗教裁判
- ⑨ 月食、日食

### 理解目標5「時による変化」

- ① 神話に描かれる世界
- ② 海岸地形の変化、地層の褶曲
- ③ 過去の地形、アンモナイトとイカの類似、進化
- ④ 地球の誕生、生命の誕生
- ⑤ 月のクレータ山脈
- ⑥ 一秒の長さ、
- ⑦ 光の速さの測定、
- ⑧ ミカンの品種改良
- ⑨ 昔の日本列島、未来の日本列島
- ⑩ 太古の頃から現在までの変遷
- ⑪ 人工衛星の果たす役割（気象、軍事、数、静止衛星になるための条件、大気圏脱出、寿命、静止衛星から送られる情報の伝達方法

### 理解目標6「大きい空間」

- ① 1光年を1cmとして宇宙の広がりを図示する
- ② 地球と太陽の比較
- ③ 養老山地東側→濃尾平野→日本の地形
- ④ 大陸移動
- ⑤ インドとユーラシアの衝突を地形から読む
- ⑥ 生物の進化、遺伝子DNAの変化
- ⑦ 地球のように大きい星になる確率
- ⑧ 日本から世界の果物へ、その逆

### 理解目標7「興味・職業」

- ① 建築家、
- ② モホ面に届くボーリング調査

- ③ 水ロケット
- ④ 古生物学、分子生物学など、環境ホルモンのDNAへの影響研究
- ⑤ イカのいろいろな料理を作って食べる
- ⑥ 温泉を掘り当てる
- ⑦ 金やダイヤモンドをどうとるか
- ⑧ 石油堀
- ⑨

理解目標8「その他」

- ① 音楽、グロフェの「グランドキャニオン」鑑賞
- ② 星空を見て詩を作る
- ③ 今と昔の違い（川の水がすくない、雪が降らない）
- ④ ファーストコンタクト、スピルバーグのET、未知との遭遇
- ⑤ オデオン（北欧神話）について、ギリシャ神話に対する他の神話
- ⑥ 宗教の宇宙観、曼陀羅
- ⑦ 大地の生い立ちをガンダム（宇宙空間に浮かぶフォンブラウン計画）、大地の生い立ちをスタートレック（宇宙開拓、異文明との外宇宙から、太陽をみたりしている）を通して教える。

五島からアースシステム教育についてのプレゼンテーション(30分:アイデアだし15分、理解目標4発表10分)

テーマ「動物の生活と種類」

理解目標1「美しい地球」

- ① イルカや魚の動物写真（後藤）
- ② 野生の王国（自然）（渡辺進）
- ③ 心臓の動き、消化のしくみ（NHKビデオ:しなやかなポンプ、消化吸収(益田)
- ④ 生物のデザイン(辻)
- ⑤ 生命を誕生させるための…(川地)
- ⑥ 細胞、臓器(長山)
- ⑦ 昆虫と花の共存の写真(辻井)
- ⑧ くちばしの形と餌(斉藤)
- ⑨ 細胞の顕微鏡写真（拡大することで驚きと幾何学模様的美しさ）、骨格標本（神崎）
- ⑩ 形の追及（鳥の翼、チーターの流線型）、骨格をつくってみよう(渡辺雅)
- ⑪ 鯨の泳ぐ姿のVTR、珊瑚礁を泳ぐ魚たち・エイ・ウミガメのVTR、熱帯雨林の動物たちのVTR（堀）
- ⑫ 様々な環境の下で生活する動物(谷)

理解目標2「人間の影響（人間への影響も）」

- ① 動物の絶滅（マンモスの絶滅）、飼育・品種改良（観賞用動物・食用動物）
- ② ズーストック計画（食や衣への活用）
- ③ 生物濃縮、食糧問題と人口爆発
- ④ 外来動物による在来種の減少
- ⑤ 家畜、ペット、品種改良、自然界の食物連鎖の破壊
- ⑥ 呼吸・環境・消化など
- ⑦ 絶滅動物の話、どうやって助けるか
- ⑧ なし
- ⑨ 生態系の汚染、環境ホルモン、家畜
- ⑩ ヒトは動物のどこの部分を食べているか。飼い慣らすと言うことはどういうことか。
- ⑪ アマゾンの森林伐採、南の島の水没、珊瑚の死滅（水の汚れ）
- ⑫ 絶滅危惧動物、保護の現状

理解目標3「科学技術の進歩」

- ① 遺伝子操作、飼育技術、天敵の利用、ミバエの絶滅、不妊バエ放射能
- ② クローンなどの技術
- ③ 遺伝子操作
- ④ トキ復活、ウリミバエ根絶と沖縄の農作物
- ⑤ クローン
- ⑥ 病気の治療法、クローン、ワクチン
- ⑦ クローン牛（その賛否についても考える）
- ⑧ DNAの抽出
- ⑨ バイオテクノロジー、品種改良、医学

- ⑩ 翼の研究
- ⑪ DNA比較、骨格標本（化石も含めて）
- ⑫ 医学、スポーツの道具

#### 理解目標4「システム」

- ① 細胞をシステムとして考える。食物連鎖、共生、動物と植物の共生、進化、四季の昆虫の生態、食草（花粉）、形と形態、農業、宇宙での骨の成長・変異
- ② うんこの形と食べ物、経済の流通
- ③ 遺伝、食物連鎖、呼吸、光合成、神経系、反射・動きのしくみ
- ④ 適応放散（環境適応により形態を変化させる）
- ⑤ 食物連鎖、生態系、生命を生み出した奇跡的な地球環境
- ⑥ 遺伝
- ⑦ 地域による生物の多様性、熱帯の動物の色の鮮やかさ、擬態（葉のような虫、海藻のようなたつのおとしご）、北欧の人（メラニンの不足、シルバーの髪）、遺伝
- ⑧ アクアリウム、(ミジンコ、ミカツキモ、田圃の土)
- ⑨ 生態系、食物連鎖、体を制御している脳、神経系
- ⑩ なぜ空を飛べるか、なぜ動けるか、軽量化への工夫
- ⑪ 海の中、森の中の昼と夜の生態の違い
- ⑫ 生命の誕生、原始地球の下で生化学変化、生化学反応

#### 理解目標5「時による変化」

- ① 進化、食物連鎖と変化、適応
- ② 遺伝子によるつながり、小さな時計
- ③ 体のしくみ、進化、動物の足先、歯、目
- ④ 生存競争、有袋類とほ乳類、進化論
- ⑤ 進化による淘汰や変化、絶滅生物の想像と創造
- ⑥ 医学の進歩
- ⑦ 動物の進化
- ⑧ 成長の記録
- ⑨ 進化、キリンの首、ダーウィンフィンチ、生きている化石（カブトガニ、シーラカンス等）
- ⑩ 進化の道筋（類人猿→ヒト）、環境適応
- ⑪ 化石になった生物たち→現代までの生物のいろいろVTR、化石発掘体験、復元の体験
- ⑫ 進化、ガラパゴス諸島

#### 理解目標6「大きい空間」

- ① 深海底の生物、高山、アリの分布、動物の広がり
- ② すみか、世界分布、宇宙で住めるか
- ③ 他の天体に生物はいるか
- ④ 大陸移動による生物の隔離
- ⑤ どんな生命（動物）なら他の惑星での生存が可能か？火星での生命は？
- ⑥ なし
- ⑦ 動物が宇宙で暮らすことの可能性、重力の問題・気圧の問題
- ⑧ 渡り鳥の移動

- ⑨ 渡り、鯨の回遊
- ⑩ なし
- ⑪ 海洋を回遊する魚たち、深海から高山、地中までの動物を見る
- ⑫ 同種の生物の地域差、クマ（マレーグマ、ホッキョクグマ：アジアゾウ、アフリカゾウ）

#### 理解目標7「興味・職業」

- ② 植物学者、農業、狩猟、動物写真家
- ③ 農家、獣医
- ④ なし
- ⑤ 生物写真家、生物学者
- ⑥ 化石から復元を作る職業、画家
- ⑦ 医療系従事者、医療器械をつくる物理科、健康づくり課の仕事
- ⑧ 畜産農家の仕事の体験
- ⑨ ブリーダー(犬など)
- ⑩ 医者、探検家、飼育係り
- ⑪ 動物を育てる職業をしている人にコツを聞く(飼育方法)
- ⑫ 水族館の裏方(学芸員)、海洋生物学者
- ⑬ 医者、獣医、進化論ダーウィン

#### その他

- ① なし
- ② アルプスのハイジ、フランダースの犬、トリマー、ペット、同和問題
- ③ なし
- ④ 生理システム（目、耳…）、動物を細かく分ける分類学、カンメラーのサンバ、ガエルの論
- ⑤ なし
- ⑥ 動物愛護
- ⑦ なし
- ⑧ なし
- ⑨ 料理(肉食)、ゲテモノ食い、解剖
- ⑩ なし
- ⑪ なし
- ⑫ 運動能力、スポーツ

## テーマ「大気圧」

### 理解目標 1 「美しい地球」

- ① 宇宙から見た地球の写真で薄い大気の層や雲などの写真を見せる。地球の青さは大気の色。
- ② 夕焼けの理由として、大気中の塵の話。
- ③ ユングフラウの空の色：青と言うより紺色は、もっと上空で空を見れば暗い色になる（宇宙に近づく）。
- ④ 流れ星：燃えるのは大気による。
- ⑤ オーロラ：極近くで大気分子と衝突し電子を出す。その電子が戻るとき光がでる。いろいろな色がある。
- ⑥ 火星・金星の写真を見せて地球の特徴(大気の成分と量)を考えさせる。金星は 400 気圧の大気、火星の大気は地球の 10 分の 1。

### 理解目標 2 「人間の影響（人間への影響も）」

- ① 高橋尚子の高地トレーニングの話。
- ② 高山病、潜水病など大気圧の急激な変化と身体の話。
- ③ 人間の呼吸などの活動でどれだけ大気に変化するか。人間の出す空気とはく空気の成分の違い。人間がどれだけ空気を 1 日、1 年間にすうか。人間の出す二酸化炭素の量は。
- ④ 地球の表面積に 1 kg 重をかけると地球の大気の重さが出る。

### 理解目標 3 「科学技術の進歩」

- ① ガリレオの水くみポンプ（10m以上みずをすいあげられない）から、大気圧の発見。その後トリーチェリが水銀の実験（地上とアルプスの山で比較）。パスカルの気圧計。現代の気圧計の原理はパスカルと同じ。
- ② 大気が薄い火星に人間が移住するには、どのようにすればよいか。宇宙基地構想。NASA では石から水や空気を取り出す。
- ③ 熱気球（理解目標 7）
- ④ 水銀で実際に気圧計を作る。身近な気圧計。
- ⑤ 高知大学のウェブサイトの利用。コンピュータの利用。

### 理解目標 4 「システム」

- ① 気団、台風の話。台風は巨大なエンジン(熱機関)で水蒸気が水になるとき熱が出る。それが上昇気流を加速する。
- ② 空気は 1 モル 29 g、水蒸気は 18 g なので、大気圧は水の影響より空気の影響が大きい。
- ③ 大気の大循環、そして偏西風、貿易風の話。小さいシステムとして陸風、海風の話。
- ④ ヒートアイランドで夕立ちがおきる(都市型集中豪雨)（理解目標 2）
- ⑤ ペットボトルロケットの中の曇りと普通の雲の関連。
- ⑥ 風の流れと太陽熱の気体の膨張と水の循環の関連。
- ⑦ 地層が海底で固くなるのは、すごい圧力(水圧)がかかっている。

### 理解目標 5 「時による変化」

- ① 46 億年での地球上の大気組成の変化。
- ② オゾン層のできた時代とそれによる人間への影響（理解目標 4）。オゾン層が破壊されたら、白内障や皮膚ガンが増える。
- ③ 地球の上空温度に 3 つのカーブができる理由。もしオゾン層がなかったら、紫外線がそこで吸収

されないで、1 つのカーブの曲線になる。上空ほど温度が高いのは太陽からの粒子が衝突するので熱が出るから、また地上付近がその少し上空より温度が高いのは地上からの反射のため。そのため 3 つのカーブの曲線になる。（理解目標 6）

### 理解目標 6 「大きい空間」

- ① 上空ほど気圧が低くなる。ポテトチップやお米が硬く炊ける例。
- ② 天気と高気圧・低気圧の関連。気団の大きさ。
- ③ 惑星地球の大気を Web で調べる(理解目標 3)、他の惑星との比較。
- ④ 人間の頭の上の空気はすごい重さ。1 N/平方 m (1 パスカル)、大気圧は約 1 0 0 0 hPa = 100000 N/平方 m = 10000 kg 重 = 10 トン = 武蔵丸 50 人分

### 理解目標 7 「興味・職業」

- ① ガリレオ、トリーチェリ、パスカル
- ② 登山者(酸素ボンベ)、宇宙服、潜水服、気象予報士のテスト問題の利用
- ③ ヘリウム・水素風船（水素の発生(化学反応)）
- ④ 飛行機でつばを飲む。

「天気と気象」についてテーマ別アースシステム教育活動表

理解目標1「美しい地球」

- ① 雷の放電現象（積乱雲の発達）
- ② 雲の形
- ③ 四季による雲の変化の写真、富士山と笠雲
- ④ 雲の変化
- ⑤ 富士山の笠雲
- ⑥ 衛星による雲画像、四季の変化、雲

理解目標2「人間の影響（人間への影響も）」

- ① オゾンホール
- ② 農作物
- ③ 酸性雨、大気汚染
- ④ 台風の被害、ジェット気流
- ⑤ 夕焼けの赤が濃くなったこと、
- ⑥ ヒートアイランド現象、大気汚染、公害

理解目標3「科学技術の進歩」

- ① ひまわりが引退してゴースが代役
- ② 人工衛星
- ③ 気象レーダー、観測技術の変遷
- ④ 気象衛星、コンピュータ
- ⑤ 気象衛星データの収集法、気象予報
- ⑥ 天気予報、人工衛星、気象観測システム

理解目標4「システム」

- ① 大気の大循環
- ② 水と大気の大循環、海洋での水の循環、天気と植物、住み人との関係、地球の自転を風の関係、それによる気候の変化

③

④

⑤ 大気の大循環

⑥ 大気の大循環、雨が降る

理解目標5「時による変化」

- ① 地球規模の空気の動きの一年間変化
- ② 天気予報の歴史
- ③ q
- ④ 地球温暖化
- ⑤ 乱層雲の発達、朝露が消える
- ⑥ 気温、気圧、湿度の変化、気象変動

理解目標6「大きい空間」

- ① インド洋の気象の変化が日本まで影響している
- ② 世界の気候

③ 他の天体に天気はあるか

④

⑤ 水の循環

⑥ 地球規模での大気の大循環

理解目標7「興味・職業」

① 芸能人もなれた気象予報士

② 気象予報士、人工衛星の開発

③ 漁師

④ 気象予報士

⑤ 気象予報士

⑥ 天気予報、気象予報士

## 9人の教師が考えた「地球と太陽系」における7つの理解目標一覧

### 理解目標1「美しい地球・宇宙」

- ① 天の川、惑星の写真、水の惑星地球の写真を見せる。
- ② 自然のすばらしさ、ガガーリンの青い地球、水の惑星、砂漠化
- ③ インターネットで宇宙と地球の画像を見せる。
- ④ 星座の写真、日の出、夕焼けを見せる。
- ⑤ 宇宙飛行士の話、地球の写真
- ⑥ 9つの惑星
- ⑦ 地球の地域による自然環境の違い
- ⑧ 恒星や銀河などの望遠鏡映像を見せる。
- ⑨ 視聴覚教材、コンピュータ活用、フィールドワーク、気象天文現象システム理論としての美しさ

### 理解目標2「人間の影響」

- ① 地球外で生活するとしたら太陽は大きな核発電所、宇宙観の発達の歴史
- ② 砂漠化、夜の地球の光、人工衛星の多さ（地球の周りはゴミだらけ）、夕日と信号の赤の関係、東京の夕日・朝日は紫色
- ③ 宇宙ステーション計画、宇宙空間での汚染の心配
- ④ 地球環境、人間が他の惑星に行くには？
- ⑤ 人工衛星のゴミ
- ⑥ オゾン層、隕石
- ⑦
- ⑧ 昔の人はなぜこんなに正確に天体観測したのか
- ⑨ オゾン層、酸性雨、温暖化、種の絶滅、

### 理解目標3「科学技術の進歩」

- ① スイングバイ航法、太陽系シュミレーター（南半球の星座の動き）
- ② 天動説・地動説（昔話、ギリシア神話）、スペースシャトル、ボイジャー、コンピュータ
- ③ 宇宙観の変化
- ④ アポロ11号、小説「火星探検」から火星まで行くには？
- ⑤ 宇宙船、ボイジャー計画
- ⑥ 天体望遠鏡の発明
- ⑦ 月着陸は本当か
- ⑧ 火星に住める日は来るのか
- ⑨ 宇宙旅行、文明の発生、学問の発見

### 理解目標4「システム」

- ① 万有引力、遠心力、自転と水星の表面温度、公転と星座の移り変わり、公転と自転と地軸の傾き
- ② 海、川、雨、森、土の関わり、太陽に依存、深海→太陽光届かない→生物の多様性
- ③ 太陽系の惑星や衛星、運動の全体像
- ④ 太陽の寿命（地球が飲み込まれる）、光合成の源は太陽（光合成、食物連鎖の始まり）
- ⑤ 地球と太陽との距離1億5千万kmの奇跡
- ⑥ 自転、公転、原子の構造（ボーアの話）（五島E.S.E.7）

- ⑦ 太陽系の動きを見かけの状態と体系的なものと考えてみる。

- ⑧ 自転と公転の証拠は？

- ⑨ 閉じた系とは何か、リサイクル、地球の生命の相関

### 理解目標5「時による変化」

- ① 地球上のCO<sub>2</sub>はどこに？、金星の満ち欠け、恒星の運命、ハレー彗星の運命（ハレー（五島E.S.E.7））
- ② 宇宙の始まり、ビックバン、ブラックホール、ホワイホール（ガモフ（五島E.S.E.7））、ホーキングの宇宙理論
- ③ 地球から見た惑星、月、太陽の動き
- ④ 1光年の考え方、火星の往復で1年以上かかる、他の恒星に行くには
- ⑤ ビックバン、太陽系の誕生
- ⑥ 古代人の見た星空（星を結んで何に見える）、現代人はどのように見えるか。
- ⑦ 宇宙の広がり、宇宙開発（ハッブル望遠鏡のすごさと宇宙の大きさを写真で見せた）
- ⑧ 1光年離れた星から見える光は1年前のもの
- ⑨ 地質時代の化石、絶対年代と核崩壊、過去から未来を予想する

### 理解目標6「大きい空間」

- ① オリオン座の星同士の距離感、光年、宇宙の広がり、惑星の紹介
- ② 地球と太陽の比較（グランドで傘地球、バレーボール月）、太陽系、銀河の大きさ、原始モデルとの比較
- ③ 太陽のサイズ、太陽までの距離
- ④ 銀河系の大きさから見た太陽系、そして宇宙全体、ちっぽけな地球、そこに生きる我々人間、
- ⑤ 北極星まで500光年（500年前の光）
- ⑥ 1光年、銀河系、島宇宙
- ⑦ 宇宙の広さ、太陽系の大きさ（グランドで大きさを実感）
- ⑧ 太陽系の大きさや銀河の位置、さらに銀河団など
- ⑨ 太陽系の外部世界、ミクロの世界とマクロの世界、惑星の個性、物質とは何か、存在とは何か

### 理解目標7「興味・職業」

- ① 小柴教授の話、カミオカンデ、天文ファン（名付け）
- ② 科学者、NASA、原子力核融合
- ③ 宇宙飛行士、天文学者、ロケット技師、ペットボトルロケット製作者
- ④ 生徒なりの宇宙観
- ⑤ 宇宙飛行士、天文学者、星占い、双眼鏡
- ⑥ 無重力での生活、宇宙飛行士
- ⑦ アインシュタインの相対性理論（五島製作の本を読ませた）
- ⑧ 宇宙飛行士になるには
- ⑨ 地質学・古生物学は金にならない。金になる学問、学問とテクノロジー

### 理解目標8「その他」

- ① 「」真昼に金星を見せよう。黄道と星座、他の天体に生物はいるか？
- ② 「楽しみ」理科や科学の楽しみ
- ③ 「生命・生存環境」地球というたくいまれな環境について

「自然と人間」についてテーマ別アースシステム教育活動表

理解目標 1 「美しい地球」

- ① スペースシャトルの写真を見せる。地球の写真や海の写真など。
- ② 俳句を読んで美しさに感動をしたものから、当時の状況をイメージさせる。また地球の美しさについて俳句を作らせる。
- ③ 森林、海などの写真。極地・深海に生物が生きていることを調べさせる。
- ④ 美しい環境の写真、砂漠、田畑などでも美しい環境を見せる。
- ⑤ 世界の国立公園を紹介する。

理解目標 2 「人間の影響（人間への影響も）」

- ① ヒマラヤの頂上まで酸素ポンベのゴミ、タンカーの油の汚染などの写真を見せる。オゾンホールが今年小さくなって回復されつつある現状を示し、フロンガスの排出の現象との関連を説明する。
- ② 大気汚染、水質汚染、酸性雨、オゾンホールなどの説明をする。
- ③ 人間は地上に現れてから地球環境を破壊してきた歴史を説明する。ダイオキシンなど
- ④ 森林破壊に対して植林の対策やケナフから紙を作る、砂漠に紙おむつのポリマーを入れて保水力を高める対策など。
- ⑤ 夜中の地球の人工光の写真を見せる。焼き畑農業などの森林破壊。ゴビ砂漠にポプラを植える。

理解目標 3 「科学技術の進歩」

- ① 太陽熱を使った波力、風力発電など。燃料電池の車の話をする。
- ② 微生物を使った水の浄化施設（污水处理施設）の話をする。コンポストでもいい。
- ③ リモートセンシングに関わる人工衛星打ち上げの技術、汚水ポリマーで植物を育てる実験など。
- ④ エネルギーの利用と物質の生産がある。今まではエネルギーを利用するとCO<sub>2</sub>を発生する。これからはCO<sub>2</sub>を出さないエネルギーを考える。
- ⑤ 化学薬品で癌を治すのではなく、生物を利用して癌を治す方法の開発など。
- ⑥ 今までの科学技術は環境への配慮は少なかった。今後は、今まで道であったおものを利用して科学技術を作っていく。環境への影響を少なくした有機的な科学技術が今後必要である。

理解目標 4 「システム」

- ① 自然システムに環境を戻すこと。運河、ダムなどをつぶして元の川に戻す。雑木林を復活させる。
- ② 地球生成の頃のCO<sub>2</sub>が岩石になっている。CO<sub>2</sub>の循環を説明する。生態系のバランスなども説明する。
- ③ 鮭が遡上できる工事、鮭の森林の活性化などへの影響、表を炭酸化させると炭素の量を推測、人がどれくらいCO<sub>2</sub>を出しているのか。
- ④ 歴史的にCO<sub>2</sub>の循環をみてゆく。CO<sub>2</sub>が増えている現状と温室効果、新しい化学物質は循環ができないことを教える。オゾン層、エルニーニョと漁獲量・干ばつ（気候）との関連、など。
- ⑤ 岩石サイクル、水のサイクル、生態系のサイクルの話を中心に扱う。

理解目標 5 「時による変化」

- ① 山の崩壊のことを話す。
- ② 森林が壊されたときに、再生するまでの時間がどれくらいかかるか（植物遷移）。そこから環境を考えさせる。
- ③ 進化、化石など古生物から入る。地球上で繁栄したものが食物連鎖に影響を与えた例と人間は食べる以外で自然を変えてきた内容を説明する。

- ④ 気候変動の話をする。昔は3年に1回は凶作になるのは当たり前である。江戸時代は村の3分の1が餓死した話をする。我々の生活は気候変動の影響をものに受けることを説明する。

- ⑤ 地球46億年の進化の歴史の説明をする。

理解目標 6 「大きい空間」

- ① 宇宙まで汚れてきた。スペースデブリの話、使えなくなった衛星の多さ。
- ② 工業地帯と酸性雨の地域との関連を説明する。
- ③ 宇宙のゴミ問題、地球と火星の比較して地球環境ができた偶然性の話をする。
- ④ 太陽と地球の関係で、ミランコビッチ説（10万年で太陽の活動が変わる）、2.5億の氷河期の周期と銀河系の周期の関連性、大陸の移動と気候変動の関連、
- ⑤ 宇宙150億光年の広さ、ビックバンの話をする。

理解目標 7 「興味・職業」

- ① ゴミにならない製品を作る。植林の話。
- ② レッドデータブックの紹介をする。
- ③ 環境問題と環境保全型職業について触れる。
- ④ 環境への影響を調査する職業（研究者）が必要、対策する技術者が必要である話題を取り上げる。
- ⑤ 宮沢賢治、寺田寅彦、ハッブル、ガモフの紹介する。





## 10. アースシステム教育実践校の感想

- (1) アースシステム教育の学校作りへ
- (2) アースシステム教育実践教師の感想



## アースシステム教育の学校作りへ

橋本 弘幸（三浦市立三崎中学校長）

一般に理科の授業への関心度は7・5・3とも言われている。7割（小学校）、5割（中学校）、3割（高校）、上級学校に進むにしたがって理科への関心度がうすれている今日、本校では理科授業の組み立ての大きな柱の一つに、学校外の教育力を積極的に取り入れていこうという姿勢がある。

その実際の展開の対象として、通常の理科授業及び、選択教科「自由研究理科」の中で、各メディアを上手に組み合わせながら、幅広い理科授業を展開している。さらに全国に於いても珍しいと思われる「自由研究部」という部活動を通して、研究活動を十分にサポートしている。

本校は「アースシステム教育に関する教育システムの開発研究」の実践協力校として、2000年度よりアースシステム教育の理解目標7つの中の「地球の起源、プロセスと進化に関する研究に関係のある仕事や興味を持った沢山の人がいる」ことを掲げていることに近づけるため「専門家との出会い」を目的とした授業実践を積極的に組み込んできた。

何回かの実践のポイントは、①地球科学の面白さを専門家から学ぶ、②専門家との出会い、③中学校における教科横断的（総合的）学習の実験的試み、④外部講師の学校教育への導入をふまえて実践したことは好評だったことはもちろん生徒に多大な教育効果をもたらすことに成功した。特に、「理科や自然科学」に大きく興味を示し始めている状況がある点は注目される点である。

アースシステム教育全般を通して、確かに生徒の自然を見る目が育ってきている。日々の授業実践だけでは足りないところは、夏休みの野外学習を通して、生徒が地域を知ることに関与した。自分たちの生まれ育った場所が、すばらしい自然の宝庫であり、またそれを研究する楽しさや自信が現れてきた。地域の自然の研究も実践するにしたがってより充実した活動になってきました。

そして、日本学生科学賞内閣総理大臣賞「城ヶ島の地層に迫る」を初め、いろいろな賞を頂いたことや、著名な研究者を招いて特別授業を行ったことで、生徒が理科や地域への興味関心を深め、またそれらを研究し認められた自信と誇りを持つようになった。

また、学校だけでなく地域の人々が生徒の研究を通して地域のPRがされたことで、自分達の地域への誇りを持つようになった。「おらが子どもが、城ヶ島を日本中に宣伝してくれた」という誇りが、地域と学校とのよい関係作りに役立った。

このように、アースシステム教育を本校に導入することで、生徒だけでなく地域への良い影響を与えたことは確かである。



## アースシステム教育実践教師の感想

横浜中学校では、理科教師全員にアースシステム教育の研究にご協力頂いた。その感想を以下に紹介する。

### アースシステム教育との出会いと抱負（1年目）

辻井典子（横浜中学校）

私の専門は物理化学であり、より単純で理想的な固体表面系でのモデルを扱ってきた。残念ながら地球科学とは無縁であった。自分の子育て、夫の転勤を機に研究を断念したが、子供たちのために何か面白い教育をしてみたいとの思いから 8年前、遅まきながら教師に転身した。

しかし、自然科学のすばらしさを生徒たちと分かち合い、実力のある人材を育てていきたいという当初の甘い夢は、あっさりと破られてしまった。想像力の低下？ 知的好奇心の欠如？ 精神的な幼さ？ いったい何が原因なのだろう。一般的にみて概念の把握が苦手で、応用力がないのだ。子供たちをとりまく生活環境が急速に自然から人工に移ってきていることを肌身に感じ取った。学校や塾での机上の知識、テレビゲームのようなバーチャルリアリティの世界、加えて自然との関わりの脆弱さ、・・・その変化は数え切れないだろう。

また今春スタートする新教育課程では、新しい教科書の内容は学ぶべき最小限のものとなり、学校はそれぞれ独自の教育の責任をも背負うことになりそうだ。しかし大学の入試改革が進んでいない今、このやり方で教育現場は混乱しないだろうか。もはや公立校ではエリートは育てられないのだろうか。子供を1人前の社会人として育てるには何が必要なのだろう。

このような状況の下で1998年9月に、国立教育研究所の五島先生よりオハイオ州立大学のMayer先生を紹介された。Mayer先生のグローバル・サイエンス・リテラシーは、教科の枠を越えたプロジェクト学習の形をとっており、その考えは斬新で刺激的であった。私も自分の専門分野の知識や経験を生かし、身のまわりの生活と深く関連付けた“生きた理科教育”をすすめたいと強く考えた。この2年後、思いもかけず五島先生の下で、本校においてもアースシステム教育の開発、実践にむけた共同研究が始めらることになったのだ。

研究の初年度は、従来の学習指導案の中にどれだけアースシステムの教材を組み入れることができるかが試された。グループ実験やワークシート学習、科学新聞、電子工作など実験実習や調査を多く取り入れるよう努力してきた。実際にスタートしてから2ヶ月に1回のペースでミーティングが行われたが、このことを通じて学年、分野、さらに学校を越えた情報の交換が活発になり、現場は大いに活性化されたと思う。

本校では1年入学時に親子でコンピューターを組み立てるなど、積極的なコンピューター教育が進められており、国語科と英語科ではオリジナル教材での運用も始められている。今後は理科での活用が課題となるだろう。現在でも、融点測定や電流測定などデータのグラフ化、インターネットでの調べ学習、分子の3次元映像モデルでのイメージ化、簡易カメラで撮った写真のスキャナーでの取り込みなど、多方面に利用を進めている。来年度はオーロラなどリアルな映像をデ

ディスプレイで見せていきたいと考えている。また理科のテーマ別に分類された良質のホームページを提供できるリンク集が望まれる。

今後取り組みたい課題としては、生徒の調査技術と発表能力のトレーニングがある。皆が関心を持っている問題について自然科学的な手法で分析していく。たとえば環境問題(大気・海洋汚染、化学物質の氾濫、放射能汚染)や自然災害(地震、水害、火山活動など)について、ビデオや博物館の利用、実験、観測、インターネット検索などあらゆる手段で研究調査し、まとめあげ、レポートに仕上げ、さらにスライドやOHPを使った研究発表や、ネット上での公開まで完成できたら素晴らしいと思う。

『まず自分たちの住んでいる地球の実態について学ぶ。自分たちでいろいろな問題点を見つけ出し、それらを分析し、解決方法を考え、自分たちのこれからの生き方を決定していく……』アースシステム教育の目標は、まさに生徒の自立とバランスのとれた全人教育にあるのだろう。微力ながらお役に立てればと思う。

## アースシステム教育の2年目を終えて

辻井典子(横浜中学校)

アースシステム教育にとりくんで早2年、教科書から離れて独自の教材を考えるようになった。自由に気楽に見えるが、実は一層の勉強と責任が必要となった。特に実践の指針となる7つの理解目標を指導案に込めていく作業にいつも頭を悩ませている。化学反応や力学・電気の単元で理解目標をバランスよく達成するのは意外に難しいのだ。科学史や雑誌、新聞、ビデオなどから情報を収集しているが、自分自身の視点が随分変わってきたことを実感している。

ところで、1986年スペースシャトル・チャレンジャーの爆発事故は、今では古い記憶となってしまった。これは燃料ブースターのOリングが $-8^{\circ}\text{C}$ という異常低温で劣化して燃料もれがおこったためだ。実は初歩的なトラブルだったのだが、科学技術の粋を集めたNASAで優秀な技術者たちのシミュレーションではわからなかったという。多くの人々が何か重大な危うさを感じたろう。

中学の実験で、鉄やアルミニウムの立方体の密度を求めさせた時のことだが、定規を使って一辺の長さを測り立方体の体積を計算することができない生徒がいた。机上では全員ができるはず。数学の先生をもがっかりさせた。別の実験では気体の水上置換を正しく行えた者がわずかであった。図で描いたとおりに行うことすらままならない子供たちに、独自の工夫を要求するのは酷ではなからうか。

近年子供たちの中に、考えることと行動とのバランスの崩れが目立ってきている。企業では想像力の豊かな自立型人間を切に求めているようだが、まず思考と実行が結びつかなければ、何をするにせよ物事の真の理解は困難だろう。この点アースシステム教育のように自発的に探求していく学習方法はよいトレーニングになる。

放課後に理科室にきた生徒たちと沖縄の珊瑚からあふれ出る二酸化炭素を観察したり、生徒が2、3ヶ月かかって作った食塩の大きな単結晶に感動したりと、ささやかな実験での交流が自分に

とっての喜びである。

また本校で毎年実施している夏休み課題においても、少なくとも二つの進展が見られた。まず生徒自身が理科のテーマを多様化していったことがある。新鮮なテーマの作品からは逆に教材のヒントをもらった。二つ目は家族と一緒に楽しんでいる作品が多数見られたことだ。理科離れの時代とは言われていても、皆どこかで科学する心がくすぶっているのだろう。

古代人類の大遠征のルート Great Journey を、関野吉晴氏は自らの手と足で踏破した。私にはこのような大冒険はまったく未知なる世界だが、せめて授業を通して、人類の文明の辿った Great Journey を生徒たちと共に歩んでみたいものだとしさやかながら夢をふくらませている。さしあたって火おこし器や青銅鏡を作ることが頭の中をよぎっている。

## アースシステム教育との出会い

田崎 清文（横浜中学校・高等学校）

理科教育の目的には知識を得ることのほかに、科学的な考え方を身につけるということがある。科学的な考え方を身につけるためには、「正しい（とされている）物理現象の理解」は必要ない（と、言い切っているのかわからないが）。物理現象を見て、自分の持っている知識の中から自分自身の力でどう説明を組み立てられるかが重要なのである。それが結果的に間違っているようでも成功である。なぜなら間違いはいずれ解決できるからである。

大学時代に韓国人の留学生から、「魚を捕ってあげるのではなく、捕る方法を教えてあげよう」、という諺を聞いたことがある。これは、学びにおいて、特に科学の学習においてとても大事なポイントではないかと思う。魚を捕ってあげると、ただ一回だけの助けにしかならないが、捕り方を教えてあげれば、その人にとって一生役に立つことになるからである。つまり、知識よりも「考え方」を身につけていた方が、その人の問題解決能力、人格形成の上で「役に立つ」はずである。とくに中学、高校で学ぶ子供たちは全員が理科の道に進みたいと思っているわけではない。全員に教える理科教育とは「知識よりも考え方」を身につける教育ではないか考える。

現在、科学技術の最先端ばかりでなく一般社会にあっても、環境・エネルギー・資源など、どの問題一つとっても、理科の広い領域の素養がますます求められるようになってきている。このような問題を解決していくためには、我々の住んでいる地球についての理解が必要となる。この地球についてよく理解していく方法として、理科学習の中でアースシステム教育の導入が必要であり、そのアースシステム教育が重要な役割を果たしていくものだと考えられる。

私は大学時代、教師になったら、知識を詰め込むだけの授業ではなく、概念形成や、科学的リテラシーの育成を目指した授業を行いたいと思っていた。しかし、実際教師になって、そのような授業を行おうと思っても、毎日毎日その日の授業を行うのに精一杯で、結局、形式的な授業になってしまう。中学校においては、まだ、実験・観察を行うことができるが、高校ではまったくと言っていい程、先に述べたような授業はできていない。今回、アースシステム教育と出会って、もう一度理科教育に対する姿勢を見直すことができた。一番大きな収穫だったのは、自分

の行った授業の単元を鳥瞰図にまとめることで、自分がどのような授業を行っているのかを知ることができたことだ。これをもとに、次の授業ではどのようなアプローチをしていけばよいかが見えてくると思う。

アースシステム教育を少しずつ取り入れてはいるが、切羽詰ってくると、その時間にやるべき内容（知識）だけを教える授業を行ってしまう。もっとゆとりを持った授業が行えるように勉強していかなければならない。自分の授業の道具としてアースシステムを取り入れていくことができれば、教師としてまたひとつ成長できると考えている。

## アースシステム教育を取り入れた授業と今後

吉野 昌彦（横浜中学校）

アースシステム教育に参加をして1年以上経過した。私自身、ちょっときついなあと思った時期もあったが、ますます理科を教えるのが好きになってきたことは確かである。一方、生徒たちはどう変わったか。理科が好きになったのか、変化しなかったか。内容の理解はどうか。はっきりとわからないが、間違いなく私の授業の中身は変わった（はずだ・・・）。少なくとも私の理科の授業に対する心構えが変化した気がする。7つの理解目標を柱にいろいろと発展するヒントを与えてくれているのが私の授業においては本当に助かっている。また、会議を通して参加された先生方からのアドバイスもとても参考になる。さらに、授業の合間での理科の教員同士のコミュニケーションもかなり増加した。

今までの授業は教科書どおりに授業を展開するだけであった。知識においては、授業分増えることは間違いなが理科を好きにさせることは難しい。アースシステム教育は、理科を面白くする可能性を教えてくれた。生徒にとってもプラスになるはずだ。そして、もっとわくわくすることを自分でもしたいし生徒たちにも示していきたい。中間試験や期末試験があるから学習するのではなく、関心を持って授業を聞くことができ、理科の授業を楽しみに待ってくれると最高である。さらに、生徒たち自身の生活の中で疑問をもったことを自ら調べるような実力がついてくれたらさらによいだろう。

一方で考えさせられることもある。たとえばアースシステム教育を取り入れた授業を展開するのは私という1人の人間だ、ということである。せっかくやろうと思っていたことや伝えようと思ったことが、クラスによって、また、気分屋の生徒たちによってうまくいかない日もある。いかに組み立てたものを最大限に伝えていくか今後の大きな課題である。生徒に対する伝え方も今後伸ばしていかなければいけないだろう。

さらに、私が教えている学校が私立中学校であるという壁もある。ある程度進学実績も考えていかなければいけない。このような条件の中で、いかにアースシステム教育を取り入れていくか。また、どのように活用していくかは今後の課題となっている。進学実績に結びついてくれると取り入れやすいのだが・・・。

アースシステム教育は、いくらでも発展していくという性質を持っている。教員のほうである



程度ブレーキをかけていかないと時間（授業の準備や授業）がいくらあっても足りなくなっていく。部活動指導や生徒指導・校務分掌などうまく折り合いをつけていかなければならない。体を壊してしまったら困るのである程度でやめる勇気も必要だ。しかし、自分なりのカリキュラムができれば、その年ごとや生徒の様子に合わせて多少アレンジをしていけばよいので、逆に楽になるのではないだろうか。ただ今はまだその段階にいかないのについていくのに少々息切れをしている状態である。しかし、この先にはきっと今の自分にとって最高の授業（計画？）ができるはずだという信念を持って続けていくつもりである。前向きに取り組んでいきたい。

## これからの理科教育とアースシステム教育

大場敏裕（横浜中学校）

今回、国立教育政策研究所の五島先生を通じて「アースシステム教育」を知るところとなり、個人的にいろいろな発見や気づきがある。少なくとも自分自身の理科に対する姿勢や考え方を振り返る大きなきっかけとなっている。

これまでの学校教育では、評価や判断基準の多くが“問題がとけるかどうか”におおてきた。この基準が「学歴社会」などと言われて大学入試が過熱しだした頃から始まり、現在まで受け継がれてきたことは容易に想像できる。事実、私自身の中学・高校時代の授業理解の判断基準も同様に“問題がとけるかどうか”であった。

この基準は、「大学入試で出題される問題をいかに解答できるようにするか」ということを目標にして授業や教育が行われていれば、至極当然のものであろうし、また同時に点数化しやすいという点でレポートを1冊1冊読んで内容を判断するよりも教員の負担が減って楽であるとも考えられる。この2点から見れば“問題がとけるかどうか”は、入試をやる大学側や教員側の都合から生まれた評価基準であるといえる。

しかし“問題がとけるかどうか”という基準で授業を行った場合、どうしても知識先行になりがちで、結果的に“問題は解けるが、現実にある自然現象などの本質が理解できていない”生徒を生み出すという副作用を持つことになる。これに関しては私自身も例外ではなく、学生時代に実験が少なかったせいか問題が解くことに目を向けてしまいがちで、新しい実験を組み立てるだけでも四苦八苦している有り様である。アースシステム教育に出会い、自分が想像以上に知識先行、問題が解けることを基準にして理科に接してきたこと、体験的・実験的な理科教育を経験していないかったことに改めて気づかされた思いである。

ただ、本校は私立学校であるために、大学への進学実績は意識せざるを得ない状況があり、“問題を解く力”を高めていくことは不可欠である。しかし自然や現象、環境、地球などの本質を理解するには、体験や実験を行ってそれについて彼ら自身に考えさせ、理解させるという手法をもっと積極的に取り入れていく必要があると感じている。その最も身近な具体例が「アースシステム教育」であろうと思う。

アースシステム教育のような理科教育の捉え方は、今までの自分の中には存在しなかったもの

であり、体験や実験を通して文字通り“地球を知る”という大きなテーマに沿って進めて行く点で、理科教育の方法として私には魅力あるものとして映っている。

今後は、自分自身が持っている理科や自然に対する捉え方と、アースシステム教育の考え方を比較しつつ、自分の中で理科や科学、自然、地球に対する考え方や捉え方を考え直し、再構築する必要性を感じている。同時に、“ミニマム・スタンダード”の考えに従えば、教科書の内容に必ずしもとらわれることなく、自分たちの日常生活に関係している自然や地球をより身近に理解する意味で、博物館などの社会施設や様々な公共施設、大学などの上級学校、あるいは一般企業などとも関わりを持ち、あるいは連携し、利用することを考えていくべきなのではないかと思う。

これらのことを考え合わせ、より現実に即した形で実際の授業にアースシステム教育のエッセンスを取り入れて行きたいと考えている。

## アースシステム教育の研究に期待する

後藤史朗（横浜高校）

### 生徒の情報処理過程に注目して

私は、私立横浜高校で30年間2年生と3年生に物理を教えてきた。生徒達に教科書の内容を伝えるという作業はそれ程困難なことではなかった。しかし、彼らが物理の知識を使って物事を考えられるように鍛え上げる、という目標には常に困難を感じ、挫折感を味わってきた。

25年ほど前から、この状況を改善するために、生徒達の脳の中で行われている情報処理の過程を追跡する作業を続けてきた。この作業から、次の2点が明らかになった。

(1) 多くの生徒達が記憶している情報は「考える」という作業に都合がよい形態になっていない。考えることが上手な生徒は、与えられた情報を非常にコンパクトに加工し、全体像を構成するように配置し、それらを関連付けている。しかも、彼らは表現にかかわる情報を重視しているのである。

(2) 考えることが上手な生徒達の情報操作の過程は非常に複雑であるが、情報処理の過程の節々で自らの脳に「問いかけ」を行っていることがわかった。この「問いかけ」は7つのパターンに分けられる。彼らは、この「問いかけ」を駆使することで非常に複雑な情報処理を行っている。問題を解く能力が低い生徒達は、単純な「問いかけ」しかしていない。

この知識をもとに、物理の授業を次のように再構成した。

(1) 物理の授業内容を、「現象をどのように表現するのか」という情報を中心に構成し直した。生徒に与える情報は常にコンパクトにし、単元の最後にその単元の情報の全体像を把握できるようにした。

(2) 問題を解くとき、自らの脳に「この部分の意味は?」「どんな問題なのか?」「何を答えればよいのか?」「何についての問題か?」「どう表現すればよいのか?」という問いかけをすることを奨励した。

20数年前から、上記のような指導を行っている。まじめに取り組む生徒達には大きな効果を

もたらしてきたこの指導法が、最近通用しなくなってきた。学習意欲はあるのだが、この指導が通用しないほど基礎的な諸能力が未発達なのである。

### 情報処理過程から見た教育の問題点

私は情報処理能力の発達という視点から、中位レベルの生徒について日本の初等・中等教育の成果を定点観察してきたのである。今、私は生徒達の学力の状態に極めて強い危機感を持っている。この危機感は、試験を通じて学力を統計的に分析するという方法では感じることはできない。情報処理能力の未発達を情報の暗記や問題に対する訓練で補うことができるのである。中学校までマスキングされていた情報処理能力の未発達な状態は複雑な情報処理を必要とする高校の数学や理科を学習する過程で露呈してくる。複雑な情報処理を必要とする理系科目の学習に対応できなくなるのである。これが理系科目の学力低下、理系離れという現象の主要因である。

親や子供、そして学校や塾の教師がそれぞれの立場で努力しているのに、なぜ、このような状況になるのだろうか。子供達は、学校教育を受けるようになってから卒業するまで、親や教師、仲間など、周囲から絶えず「テストの点にこだわりを持つ」ように助言され続ける。この結果、子供達の心に芽生えた「点へのこだわり」は、子供達の行動に様々な影響を与えている。

この「点へのこだわり」の影響は、子供達の学習行動に最もはっきり表れる。子供達は「テストで高得点を取る」ことを目的にして、試行錯誤を繰り返しながら、効率よく高得点をとれる学習行動を身につけていく。小・中学校のテストの多くは、出題範囲が狭く出題内容が予測できるものである。これに対して最も効率的な学習行動は、テストの直前に出題内容を徹底して記憶し、問題練習することである。学年が進み、様々な理由で授業に参加しない子供が増加してくると、教師は授業の体裁を整えるために、板書事項からテストの内容を出題するようになる。このため、子供達の興味は授業の内容から板書事項をノートに写すことに移り、子供達にとってテスト直前の勉強は益々重要な意味を持つようになる。このようにして、多くの子供達は「記憶しやすいように加工された情報」を記憶するという学習行動を突出させるようになる。それと引き替えに、新しいことを知る、解らないところを解るようにする、できないことをできるようにする、という学習内容に対して様々な情報処理を行わなければならない自発的な学習をしなくなる。このため子供達の学習時間は減少する。

そればかりでなく、子供達の情報処理能力を育成する場面が、学校教育から激減しているのである。残念ながら、子供達の多くは学校教育の中で自分の持つ様々な知的能力を封印し、情報を記憶するという作業だけを突出させている。皮肉なことに、彼らは学校の教科と無関係な情報には、自分のもてる能力を発揮し生き生きと対応しているのである。暗記に偏った学習行動が長く続くと、学習内容そのものへの興味を失い、情報処理能力の低下を招くことになる。

### アースシステム教育の研究に期待する

今、「子供達の学習時間が減少している」という統計の背景には、上記のような深刻な問題が横たわっている。今の高校生の情報処理能力は、昔の高校生の情報処理能力に比べて遙かに未発達であるが、この状況の改善は容易なことではない。親や子供をはじめ社会全体が漠然と持っている「高学力＝高得点を取る能力」という極めて単純な学力観を変更させる必要があるからである。

すでに文部科学省はこの点に気づき、人間が本来持っている学習力を重視した「新しい学力観」を打ち出しているが、社会に浸透するには至っていない。学力観は学習に関する行動を支配しているが、自分の学力観を明瞭に説明できる人は少ない。多くの人には潜在意識として存在し、時にはその存在すら意識することがないほど不明瞭なものを変更するのは難しいのである。このため、子供達の学習形態を変えるには長期にわたる取り組みが必要になる。

このような状況の中で、アースシステム教育の研究には、次のあげる理由で大きな意義があるように思う。

(1) アースシステム教育の根底にある学力観は、子供達に生き生きとした学習を展開させるために、文部科学省が打ち出している「新しい学力観」と同じ種類のものである。

(2) 子供達の学習形態を変えるためには、子供達に様々な知的活動をさせる教育を長期にわたり一貫したシステムで受けさせる必要がある。アースシステム教育は子供達が将来どのような能力を持たなければならないのか、そのために何をどのように教えるべきなのか、生徒に目的通りの学習をさせるためにはどのような評価をすればよいのか、この教育を実施できる教師をどう育てるのか、と言う点について十分に検討された教育システムである。(3) アースシステム教育は、日本の新指導要領と比較し得る内容を持つ。その内容には共通点も多く、アースシステム教育を研究する課程で、日本の新しい教育に寄与する情報の創出が期待できる。

1日も早く、子供達が知ることを喜び、考えることを楽しみながら学習できるような教育環境が整うことを期待する。

科学研究費・研究成果

学習のネットワークを利用して生徒が意欲的に学ぶ  
科学教育システムに関する研究

基盤研究(C)(2)

13680220

平成16年3月 発行

研究代表者 五島 政一  
国立教育政策研究所 教育課程研究センター  
〒153-8681 東京都目黒区下目黒 6-5-22

印刷所 チヨダクレス株式会社