

理科教育の内容とその配列に 関する総合的研究

(課題番号：15020269)

平成15～16年度科学研究費補助金(特定領域研究(2))研究成果報告書

平成17(2005)年3月

研究代表者 猿田 祐嗣

(国立教育政策研究所教育課程研究センター基礎研究部 総括研究官)

は し が き

私どもは、平成 15～16 年度文部科学省科学研究費特定領域研究(2)として、「理科教育の内容とその配列に関する総合的研究」(課題番号 15020269, 研究代表者: 猿田祐嗣)を行ってきた。

新しい教育課程は、平成 14 年度から実施された。現段階における児童・生徒に最も適切な教育課程として示されたものである。学問の進歩や社会状況の変化に応じて、これまでも約 10 年に 1 回の割合で教育課程の改訂が行われてきた。新しい教育課程が実施に移されると、次の教育課程改訂に向けて準備を始めなければならないのが実情である。

国民に納得のいく教育課程を提示するために、教育課程実施状況調査だけでなく、その他の多くの実証的なデータを参考に改訂作業が進められる。研究者は、改訂作業を後押しすべく、質の高い実証的なデータを数多く提供する必要がある。基本的には、小・中・高等学校を通じ、どの学年でどのような内容を指導するのが最も効果的なのかを示すことが重要であろう。

本研究の目的は、今後のわが国の理科の教育課程における指導内容とその配列を決定する諸要因を実証的に調べるとともに、指導内容の選択や配列の基本モデルを作成し、今後の理科の教育課程における指導内容とその配列について提言を行うものである。そのためには数年にわたって研究を継続して行う必要があり、平成 15・16 年度は平成 14 年度に収集・整理した基礎的・実証的データ(平成 14 年度文部科学省科学研究費特定領域研究「理科教育の内容とその配列に関する基礎的・実証的研究」成果報告書, 平成 15 年 3 月)をもとに、次の二つの研究をさらに進めた。

- (1) 諸外国の理科カリキュラム内容の比較研究
- (2) わが国の新しい理科カリキュラムの中で児童・生徒の理解が困難な内容を明確にし、どのような指導法が効果的であるかに関する研究

本報告書は、上記二つの研究の成果をまとめ、理科の内容配列について若干の提言を試みたものである。

なお、(1)の研究に関しては研究代表者の猿田祐嗣が主に担当し、(2)の研究に関しては研究分担者の三宅征夫が主に担当した。とりわけ(2)の研究では小・中学校の教員および大学の教官に多大なるご協力を仰いだ。ここに記し、衷心よりお礼申し上げます。

平成 17 年 3 月

研究代表者 猿田 祐嗣

研究組織

研究代表者：

猿田祐嗣（国立教育政策研究所 教育課程研究センター 基礎研究部 総括研究官）

研究分担者：

三宅征夫（国立教育政策研究所 教育課程研究センター 基礎研究部長）

鳩貝太郎（国立教育政策研究所 教育課程研究センター 基礎研究部 総括研究官）

松原静郎（国立教育政策研究所 教育課程研究センター 基礎研究部 総括研究官）

田代直幸（国立教育政策研究所 教育課程研究センター 研究開発部 教育課程調査官）

研究経費

平成15年度 3,200千円

平成16年度 3,800千円

合計 7,000千円

目 次

はしがき	
研究組織・研究経費	
第 部 研究成果の概要	
-1 研究の目的	1
-2 研究の計画・方法	
-2-1 「わが国の理科の教育課程の特徴を明確にする研究」の研究計画・方法	1
-2-2 「理科における児童・生徒の理解度やつまずきの実態等を把握する研究」 の研究計画・方法 ...	2
-3 研究の主な成果	
-3-1 「わが国の理科の教育課程の特徴を明確にする研究」の主な成果	2
-3-2 「理科における児童・生徒の理解度やつまずきの実態等を把握する研究」 の主な成果 ...	12
-4 総合的考察	
-4-1 諸外国との比較からみたわが国の理科の教育課程の特徴	20
-4-2 児童・生徒の理解度やつまずきの実態からみたわが国の理科の教育課程の特徴 ...	21
-4-3 国際的な位置づけや児童・生徒の理解度・つまずきの実態にもとづく現場 教師の提案 ...	21
-4-4 理科の内容配列における適時性について	21
-4-5 新世紀型の理科教育について	22
第 部 「わが国の理科の教育課程の特徴を明確にする研究」に関する資料	
-1 諸外国の理科カリキュラム内容の比較	23
-2 オランダの初等教育到達目標	73

第 部 「理科における児童・生徒の理解度やつまずきの実態等を把握する研究」に関する資料	
-1 わが国の小・中学校の理科の内容に対する理解度やつまずきの実態	113
-1-1 わが国の小学校の理科の内容に対する理解度やつまずきの実態	113
-1-2 わが国の中学校の理科の内容に対する理解度やつまずきの実態	119
-2 理科の新教育課程・指導法等に関する意見・提案等	125
-2-1 新しい理科学習の内容配列についての提案	126
-2-2 中学校理科学習指導要領改善のための内容と配列についての具体的提案	220

第 I 部 研究成果の概要

I-1 研究の目的

本研究の目的は、今後のわが国の理科の教育課程における指導内容とその配列を決定する諸要因を実証的に調べるとともに、指導内容の選択や配列の基本モデルを作成し、今後の理科の教育課程における指導内容とその配列について提言を行うものである。

平成 14 年度は、まず準備研究として、(1)諸外国の理科カリキュラム内容の比較研究、及び(2)わが国の新しい理科カリキュラムの中で児童・生徒の理解が困難な内容を明確にし、どのような指導法が効果的であるかに関する研究の 2 つを行った。

平成 15・16 年度は 2 か年計画で、上記 2 つの研究により収集したデータをさらに整理し、諸外国と比較分析することによって、わが国の理科の教育課程の特徴を明らかにするとともに、理科の内容に対する児童・生徒の理解度やつまづきを明らかにし、その結果をもとに指導内容とその配列についての提言を行う。

I-2 研究の計画・方法

本研究は、平成 14 年度の準備研究を経た 3 か年に渡る研究プロジェクトとして、次の 2 つの側面から研究を行った。

(1)「わが国の理科の教育課程の特徴を明確にする研究」

(2)「理科における児童・生徒の理解度やつまづきの実態等を把握する研究」

最終的には、これら 2 つの研究の成果をまとめた報告書を刊行し、理科の教育課程における指導内容とその配列について提言を行うが、研究の計画および方法は上記 2 つの研究ごとに策定した。

I-2-1 「わが国の理科の教育課程の特徴を明確にする研究」の研究計画・方法

平成 14 年度は、主要 10 か国の全国的あるいは州や地域レベルのカリキュラムにおける「科学の内容」についての配当学年、配列の順序等のデータを収集する。

平成 15 年度は、TIMSS1995 におけるカリキュラム調査と同じ手法を用いて、主要各国の最新のカリキュラムにおける理科の内容の配当学年や配列の順序等に関する調査を、TIMSS2003 の各国調査責任者に対して再調査した最新のデータを入手する。

平成 16 年度は、平成 14～15 年度にかけて収集した主要 10 か国の「科学的な内容」についての配当学年、配列の順序等のデータを、わが国を含めた主要 10 か国における理科の内容項目の履修学年と取扱いの程度が比較可能な表として作成するとともに、TIMSS2003 の調査結果報告書およびデータを入手し、小・中・高等学校の主要 10 か国の理科カリキュラム内容について分析を行う。

I-2-2 「理科における児童・生徒の理解度やつまずきの実態等を把握する研究」の研究計画・方法

平成 14 年度は、年度末に無作為に抽出した全国の中学校 500 校の理科主任またはこれに代わる方に対して「生徒の理解度及びつまずき調査」を実施する。

平成 15 年度は、平成 14 年度末に実施した中学校に対するアンケートの第一次集計を行うとともに、年度末に無作為に抽出した全国の小学校 500 校の理科主任またはこれに代わる方に対して、中学校同様の「児童の理解度及びつまずき調査」アンケートを実施する。

平成 14～15 年度にかけて、研究代表者・分担者及び所内外の研究協力者合計 14 名からなる「理科カリキュラム委員会」を設け、委員会を開催し、平成 12～15 年度に全国の小学校教師及び中学校理科主任を対象に実施した「児童・生徒の理解度及びつまずき調査」の結果の分析を行う。

平成 16 年度は、以上の調査研究のまとめを行う。

I-3 研究の主な成果

I-3-1 「わが国の理科の教育課程の特徴を明確にする研究」の主な成果

(第Ⅱ部Ⅱ-1 参照)

(1) 諸外国の理科カリキュラムにおける内容の重要度の経年比較

国際教育到達度評価学会 (IEA) が 1970 年、1983 年、1995 年に実施した第 1 回から第 3 回までの「国際理科教育調査」(第 3 回は「国際数学・理科教育調査 (TIMSS) 」) においては、参加国の理科カリキュラムの内容について比較調査を行った。第 1 回調査と第 2 回調査においては、理科の内容を 53 項目に分類し、その内容の重要度について参加各国/地域の調査責任者を対象として調査を行い、1960 年代後半から 1980 年代前半にかけての各国の理科カリキュラムの重要度の経年変化を明らかにしている¹⁾。この調査からは、調査対象学年である 10 歳児 (第 4 学年)、14 歳児 (第 8 学年)、大学進学直前の高等学校での理系科目履修者の 3 つの時点のみのデータしか得られないが、参考データとして十分価値がある。第 3 回調査では、同じく参加各国/地域の調査責任者を対象として理科の内容 78 項目について中等教育終了までの全学年で調べている²⁾ が、わが国を中心とした詳細な分析は行われていない。そこで、それらのデータをもとに、わが国を中心とした詳細な分析をすることとした。主な結果を次に示す³⁾。

¹⁾ Keeves, J.P.(ed.), *The IEA Study of Science III: Changes in Science Education and Achievement: 1970 to 1984*, Pergamon Press, 1992.

²⁾ Schmidt, W.H., et al., *Many Visions, Many Aims Vol.2, A Cross-National Investigation of Curricular Intentions in School Science*, Kluwer Academic Publishers, 1997.

³⁾ 詳しいデータ等については、「理科教育の内容とその配列に関する基礎的・実証的研究」平成 14 年度文部科学省科学研究費特定領域研究成果報告書 (代表者・猿田祐嗣, 課題番号 14022257), 2003.

1) 1960年代後半から1980年代前半における各国の理科カリキュラムの内容の重要度

IEAの第1回調査と第2回調査で共通に調査した53項目の重要度を両調査に参加した主要10か国/地域について比較するとともに、物理・化学・生物・地学の4領域の内容ごとの平均値の推移を調べた。その結果、わが国における理科の各内容項目についての重要度は各国とほぼ同様であったことが分かった。領域別に見ると、物理領域の内容は各国同様、小学校から割と重要視され、1980年代前半には各国が同じような扱いをする傾向があった。化学領域の内容は1960年代後半では10歳児及び14歳児の時点であり扱われない内容であったが、1980年代前半には14歳児で各国とも重要な内容へと変化した。生物領域の内容は、わが国では変化がそれほどでもないが、その他の国は化学領域同様に1980年代前半になって重要とみなすようになる傾向があった。地学領域の内容については1960年代後半のデータが不備である国が多いため明言できないが、1980年代には低学年の時点から重要な内容であるという認識がなされていた。特徴のある国をあげると、アメリカは内容ごとの平均値が各領域ともに高く、すべての領域を重要視していること、また、イギリス及びオーストラリアは1980年代以降、理科の内容の重要度が高まっていることがデータから読みとれる。

2) 1990年代前半における各国の理科カリキュラムの内容の重要度

1995年の第3回調査(TIMSS)の際に調査した78項目(表1-1~表1-3参照)について、初等・中等教育段階の全学年において取扱いの有無と程度のデータ⁴⁾を精査した。わが国の理科カリキュラムと比較のために取り上げた国/地域は、TIMSS調査に参加したカナダ、フランス、ドイツ、イタリア、韓国、ロシア、シンガポール、アメリカであった。なお、ドイツは州によってカリキュラムが異なるため、代表としてノルトライン-ウェストファーレン州のデータを掲載している。また、シンガポールは中等教育段階で「速習/特別」コースと「普通」コースに生徒を分け、異なるカリキュラムで指導しているため、データも別個に扱っている。なお、わが国のデータは昭和52・53年度告示の学習指導要領のもとでの理科カリキュラムにもとづくものである。

表1-1~表1-3にはわが国のデータのみを示したが、これらのデータを見ると、「物質の分類」「物質の物理的特性」「物質の化学的特性」「熱と温度」「音」「光」「電気」「磁気」「物理的变化」「生物の成長サイクル」「生殖」「惑星」について、わが国では小学校から中学校にかけて複数学年で主要な内容として扱われる内容であることが分かる。韓国の内容の扱いはわが国によく似ているが、わが国ほどのスパイラル式での取扱いは行っていない。

IEAの第1回から第3回までの3回の調査結果から言えることは、内容をスパイラル式で学校段階をまたがって扱うことは、わが国だけでなく、内容によって他の国にもみられること、物質の性質や電磁気、光、音など基本的な内容については、初等教育段階から中等教育後期段階まで取り扱う期間が長いことが明らかとなった。

⁴⁾ GTTM reports (TIMSSにおける理科の内容の重要度に関するデータ)は <http://ustimss.msu.edu/> から入手可能。

表 1-1 わが国の昭和 52・53 年度告示学習指導要領のもとでの理科カリキュラムにおける
内容の指導学年

(+印: 主要内容として指導, -印: 該当学年での指導)

1.1 地球科学

内容項目	学年	P1	P2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.1.1.1 構成(地殻, マントル, 核および金属や鉱物の分布)																+
1.1.1.2 地形(山地, 峡谷, 大陸)																+
1.1.1.3 水圏(海洋, 湖, 湖沼, 海底, 河川)																+
1.1.1.4 大気圏の空気の層(電離圏, 成層圏, 等)																
1.1.1.5 岩石, 土壌(土壌の種類, 土壌形成, 土壌のpH, 岩石分類, 特殊な岩石およびその用途)																+
1.1.1.6 氷河の形成(氷河, 氷山, 南極地方)																
1.1.2.1 天気と気候(天気図, 天気予報, ハジケーン, 四季)																+
1.1.2.2 物理的循環(岩石の循環, 水の循環)																+
1.1.2.3 造成と破壊(プレートテクトニクス, 地震, 火山)																+
1.1.2.4 地球の歴史(地質時代, 化石燃料と鉱物資源)																+
1.1.3.1 太陽系の地球(地球・太陽・月の系, 夜・昼, 潮の干満, 北半球と南半球, 季節)																+
1.1.3.2 太陽系の惑星(惑星の特性, 太陽系の惑星の順序)																+
1.1.3.3 太陽系の外部(銀河系, ブラックホール, 準星, 恒星のタイプ, 星座)																+
1.1.3.4 宇宙の進化(宇宙の起源・歴史・未来)																+

1.2 生命科学

内容項目	学年	P1	P2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.2.1.1 植物(植物の種類と菌類の種類)																+
1.2.1.2 動物(動物の種類)																+
1.2.1.3 その他の動物(微生物の種類)																+
1.2.1.4 器官, 組織(循環系, 植物の葉, 運動系, 目, H)																+
1.2.1.5 細胞(細胞膜, 細胞核, ミトコンドリア, 液胞)																+
1.2.2.1 エネルギーの代謝(エネルギーの獲得, 貯蔵, 変換—光合成, 呼吸作用, 生合成[タンパク質, 炭水化物, 脂肪等], 消化, 排泄)																+
1.2.2.2 感覚と反応(バイオフィードバック, 慣性性[ホメオスタシス], 感覚系, 刺激に対する反応[例: 神経系と脳])																+
1.2.2.3 細胞の生化学的プロセス(細胞機能の調節, 代謝, タンパク合成, 酵素)																+
1.2.3.1 生活環(植物, 昆虫などの生活環, 成長, 発生, 生殖, 分散, 老化, 死, 細胞分裂, 細胞分化)																+
1.2.3.2 生殖(植物・動物の生殖, 無性・有性生殖)																+
1.2.3.3 変異と遺伝(メンデル・非メンデル遺伝学, 数量遺伝, 集団遺伝学)																+
1.2.3.4 進化, 種分化, 多様性(進化の証拠, 進化の効果, 進化の過程[例: 適応, 自然選択], 種の本質, 家畜化, 多様性の意義)																+
1.2.3.5 遺伝生化学(遺伝子の概念, DNA, RNA, 遺伝形質発現, 遺伝子工学)																+
1.2.4.1 生物圏と生態系(ツンドラ, 雨林, サバンナ, 湿地, タイプール)																+
1.2.4.2 生息地と生態的地位(絶滅寸前の種の生息地, 種の生態的地位)																+
1.2.4.3 生物の相互依存性(食物網・連鎖, 共生関係, 人間の影響)																+
1.2.4.4 動物の行動(鳥の渡り, 配偶選択, 育児, 動物の群生[例: ミツバチの巣, 象の群])																+
1.2.5.1 栄養摂取(食物中のビタミンおよびミネラル)																+
1.2.5.2 疾病(疾病の種類, 原因, 防止)																+

表 1-2 わが国の昭和 52・53 年度告示学習指導要領のもとでの理科カリキュラムにおける
内容の指導学年

(一印: 主要内容として指導、二印: 該当学年での指導)

1.3 物質科学

内容項目	学号	P1	P2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.3.1.1 物質の分類(均一物質と不均一物質、元素、化合物、混合物、溶液)														+	+	+
1.3.1.2 物理的特性(質量、質量、物質の状態、金属の属性、硬度、形状)														-	-	-
1.3.1.3 化学的特性(周期表、酸性度、反応性、原子ス、分子、有機・無機)														-	+	+
1.3.2.1 原子、イオン、分子(さまざまな物質の主成分としての原子、イオン、分子)														-	+	+
1.3.2.2 巨大分子、結晶体(ポリマー)、生物学的分子の形状・機能、結晶構造)														+	+	+
1.3.2.3 原子構成粒子(電子、陽子、中性子)														+	+	+
1.3.3.1 エネルギーの種類、エネルギー源、エネルギーの変換(位置エネルギーと運動エネルギー、化学的エネルギー、原子力、化石燃料、水力発電)														-	-	-
1.3.3.2 熱と温度(温度目盛、エネルギーの形態としての熱、熱と温度)														-	+	+
1.3.3.3 波動現象(波の性質、波の種類(例:IR,UV)、波の相互作用)														-	+	+
1.3.3.4 音と振動(音の伝達、音響学、高周波)														-	+	+
1.3.3.5 光(光の性質、光学、光度、反射、屈折)														-	+	+
1.3.3.6 電気(静電気、電界、交流と直流、電気回路)														-	+	+
1.3.3.7 磁気(磁石と磁界、磁気特性)														-	+	+
1.3.4.1 物理的变化(気体の法則、物質の状態変化、混合)														-	-	-
1.3.4.2 物理的变化の説明(沸騰、凝固、溶解等の一般の説明)														+	-	-
1.3.4.3 運動理論(分子論)														+	+	+
1.3.4.4 量子論と基本粒子(光の量子的性質、光電効果)														+	+	+
1.3.5.1 化学変化(化学変化の定義、反応の様式(例:置換、酸化還元等))														-	+	+
1.3.5.2 化学変化の説明(イオン結合・共有結合、電子構造、電気陰性度)														-	+	+
1.3.5.3 変化速度と平衡(触媒濃度、反応条件、動的平衡)														+	+	+
1.3.5.4 エネルギーと化学変化(活性化エネルギー、発熱反応と吸熱反応)														+	+	+
1.3.5.5 有機的・生化学的变化(有機化合物の種類、有機反応、生化学)														+	+	+
1.3.5.6 核化学(核分裂、核融合、アイソトープ、半減期、質量変換・エネルギー変換)														+	+	+
1.3.5.7 電気化学(一次電池・二次電池、電解、酸化還元反応)														+	+	+
1.3.6.1 力の種類(重力、摩擦力、遠心力)														+	-	-
1.3.6.2 時間、空間と運動(時間測定、運動の種類(直線・回転)、運動の説明(等速運動、加速度、運動量、運動の基準系))														-	+	+
1.3.6.3 運動力学(つり合った力とつり合わない力、作用・反作用、運動量と衝突)														-	+	+
1.3.6.4 相対性理論(質量・エネルギー・速度の関係、光速の説明、光速における旅行と時刻との関係(双子のパラドックス))																
1.3.6.5 流体の運動(水力学、ベルヌーイの定理、気体力学)																

表 1-3 わが国の昭和 52・53 年度告示学習指導要領のもとでの理科カリキュラムにおける
内容の指導学年 (＋印: 主要内容として指導、－印: 該当学年での指導)

1.4 科学と技術と数学

内容項目	学年	指導学年															
		P1	P2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1.4.1 技術の本質・概念(ニーズと機会についての認識、設計起家、設計と作製、評価)																	
1.4.2.1 科学における数学、技術の影響(科学的思考の発展および科学的実用における数学と技術の貢献に関する情報、例えば新しい数学および技術により、新しい問題を研究し、また新しい方法でデータ分析を行うことを科学において可能にする)																	
1.4.2.2 数学や技術における科学の応用(数学および技術の発展と実用における科学的貢献に関する情報、例えば、微積分、伝統的機械工学、工業のプロセス、単純な機械・測定器・温度計、ガイガーカウンターなどの発展)																	
1.4.3.1 科学と技術の社会への影響(科学技術的進歩による社会的、経済的、倫理的影響、例えば、科学的概念のダーウィニズムなど社会思想に及ぼす影響、コンピュータの生活様式への影響)																	
1.4.3.2 社会の科学技術に及ぼす影響(科学技術の方向や発展に及ぼす社会の影響に関する情報、例えば、遺伝子工学研究に関する倫理、研究での動物の使用)																	

1.5 科学技術史(有名な科学者、古典となった実験、科学的思考の歴史的展開、産業革命、古典的発明)

内容項目	学年	指導学年																	
		P1	P2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
1.5 科学技術史(有名な科学者、古典となった実験、科学的思考の歴史的展開、産業革命、古典的発明)																		+	+

1.6 科学に関わる環境および資源問題

内容項目	学年	指導学年																	
		P1	P2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
1.6.1 汚染(酸性雨、熱汚染、地球温暖化)																			
1.6.2 土地、水、および海洋資源の保全(多雨林、老木林、水資源)																			
1.6.3 材料資源およびエネルギー資源の保存(化石燃料と代替エネルギー資源、アルミニウムのリサイクル)																			
1.6.4 世界の人口(人口統計、動向:世界人口増加の影響、例えば、世界飢饉、伝染病)																			
1.6.5 食糧生産、貯蔵(農耕法、食糧の需要供給)																			
1.6.6 天災の影響(ハリケーン、台風、火山、干ばつなどの環境破壊)																			

1.7 科学の本質

内容項目	学年	指導学年																	
		P1	P2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
1.7.1 科学的知識の本質(科学的方法、検証しなければならない知識、変化する可能性のある知識)																			
1.7.2 科学的世界観(倫理規範と意志決定、職業的交流、科学者専門集団、大規模研究プロジェクトにおける陣容と研究過程)																			

1.8 科学と他の分野

内容項目	学年	指導学年																	
		P1	P2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
1.8.1 科学と数学(科学カリキュラムにおける数学の指導)																			
1.8.2 科学と他の教科(科学カリキュラムと言語学、社会学、美術との合科、例として、塗装についての化学の取入れ、音楽や美術を使った科学概念の表現や図解、他文化における科学の役割についての学習、科学概念を図解する修辞法として物語の制作)																			

(2) 現在の諸外国の理科カリキュラムにおける内容 (第Ⅱ部Ⅱ-1 参照)

また、最新の「国際数学・理科教育動向調査の 2003 年調査(TIMSS2003)」においては、小学校 32 項目および中学校 44 項目(表 2 には共通項目を統一した 69 項目にまとめ直したものを掲載)の理科の内容について履修学年と小学校 4 年あるいは中学校 2 年の調査対象学年における実際の実施率について各国の状況を調べている⁵⁾。

それらのデータを検討した結果、理科カリキュラムで規定された指導学年は、内容項目によって、国によってばらつきが異なる。また実際の実施率にもばらつきがみられる。理科得点が高かったシンガポール、台湾、韓国、香港は、わが国と異なり、ほとんどの内容項目を特定の学年で指導することになっている。他では理科得点が高かったエストニアはわが国と同じように幅広い学年で指導する傾向がある。調査対象学年でのわが国の履修率が国際平均値よりも 30 ポイント以上高い内容項目をあげると、小学校 4 年では「磁石」「電気および電気回路の一般的な利用法」、中学校 2 年では「光の基本的性質と作用」「音の性質」「電気回路および電圧と電流の関係」「永久磁石と電磁石の性質」であり、いずれも物理領域の内容項目で国際平均値を大きく上回っている。

逆に、国際平均値よりも 30 ポイント以上低い内容項目をあげると、小学校 4 年では、「物理的特性による物質や材料の分類」「混合物の生成と分離」「化学的変化と物理的変化」「物体を動かす力」「人間や他の生物の主な身体構造とその機能」「外部環境や活動に応じた身体反応」「生態系における相互作用」「環境の変化」「伝染病の伝染の仕方」「食生活や運動など健康を維持する方法」「岩石、鉱物、土、土壌」「空気」「地球の景観の一般的特徴と人間による利用との関係」「地球の天然資源の利用と保全」「地球の水循環」「気象条件の日々の変化と季節変化」であり、健康、病気、環境など実用的な内容項目で国際平均値を大きく下回っている。

中学校 2 年では「物質の状態と変化」「エネルギーの種類、源、変換」「力と運動、距離・時間グラフの利用」「身近な化学変化の分類」「細胞の構造と機能」「生殖と遺伝、遺伝形質と獲得形質」「種の生存・絶滅における変異と適応の役割」「自然界での物質の循環」「一般的な感染症」「予防医学の方法」「地球の水循環」「地球上の現象の説明」「地球の物理的特徴」「恒星としての太陽」「人口の変化と環境への影響」「天然資源の利用と保全」「環境の変化」が国際平均値を 30 ポイント以上下回っている。履修率が低かった理由は、これらの項目のうち大部分が中学校 3 年で扱う内容であり、未履修であったことが考えられる。

表 3-1～表 3-3 には、69 項目にまとめ直した理科の内容項目について各国の調査責任者に尋ねた指導学年の結果を、データが不備な国を除いた 13 か国について集計した表を掲載している。網掛けを施した学年において 4 分の 1 以上の国が履修していることを示し、さらにわが国の履修学年は太字で示した国数に含まれている。これらの表から、わが国は各内容項目の指導学年が広い範囲に散らばっている国として特徴的である。

⁵⁾ Martin, M.O. et al., *TIMSS 2003 International Science Report*, Boston College, 2004.

表2 理科の内容項目

物理・化学(30項目)	生物(21項目)	地学(18項目)
1)物理的性質に基づいた物体や材料の分類	31)生物の種類、特徴および分類	52)岩石、鉱物、土、土壌
2)物質の分類と構成	32)人間や他の動物の主な身体構造とその機能	53)地球の構造と物理的特徴
3)金属の特性と用途	33)外部環境や活動に応じた身体反応	54)地球上の水
4)混合物の生成と分離	34)体内環境の恒常性維持のために機能するシステム	55)空気
5)溶液の性質	35)細胞の構造と機能	56)地球の大気
6)物質の構造	36)光合成と呼吸	57)地球の景観の一般的特徴と人間による利用との関係
7)水の特性と利用法	37)身近な生物の一生における一般的な段階	58)地球の天然資源の利用と保全
8)一般的な酸とアルカリの性質と用途	38)生物の一生(人間、植物、鳥類、昆虫を含む)	59)地球の水循環
9)化学的変化と物理的変化	39)植物と動物の生殖	60)岩石の循環過程と岩石の形成
10)化学変化	40)生殖と遺伝、遺伝形質と獲得形質	61)気象条件の日々の変化と季節変化
11)一般的な酸化反応での酸素の必要性	41)種の生存・絶滅における変異と適応の役割	62)気候データと天気図、気候パターンの変化
12)身近な化学変化の分類	42)植物と動物の身体的特徴、行動、生存	63)数十億年にわたる地質学的プロセス
13)物質の状態とその物理的性質の違い	43)生態系における相互作用	64)動物や植物の化石
14)加熱と冷却による水の状態変化	44)生態系における生物の相互作用	65)化石と化石燃料の形成
15)物質の状態と変化	45)自然界での物質の循環	66)地球上の現象の説明
16)融解、凝固、蒸発、凝縮の過程	46)人口の変化と環境への影響	67)地球の物理的特徴
17)一般的なエネルギー源・形態と実際の利用法	47)環境の変化	68)太陽系
18)エネルギーの種類、源、変換(熱移動を含む)	48)伝染病の伝染の仕方	69)恒星としての太陽
19)熱の流動と温度	49)一般的な感染症	
20)熱膨張と体積や圧力の変化	50)予防医学の方法	
21)一般的な光源と関係のある現象	51)食生活や運動など健康を維持する方法	
22)光の基本的性質と作用		
23)音の性質		
24)電気と電気回路の一般的な利用法		
25)電気回路および電圧と電流の関係		
26)磁石		
27)永久磁石と電磁石の性質		
28)物体を動かす力		
29)力と運動、距離・時間グラフの利用		
30)密度や圧力の効果		

表3-1 理科の内容項目に対する各国の履修学年—物理・化学領域— (TIMSS2003)

内容項目	各学年で履修する国の数(13か国/地域中)												
	注)網掛けは13か国中4か国以上(25%以上)が履修している学年であることを示し、灰色は4~6か国(25%以上50%未満)、茶色は7か国以上(50%以上)を示す。わが国の履修学年は太字で示した学年に言及されている。												
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1)物理的性質に基づいた物質や材料の分類	1	4	4	5	5	2	3	2	3	2	1	1	1
2)物質の分類と構成	1	1	1	2	2	4	4	5	5	4	1	1	1
3)金属の特性と用途		1	2	4	4	1	3	2	4	3	1	1	1
4)混合物の生成と分離			1	4	2	3	2	4	4	1	1	1	1
5)溶液の性質						3	4	5	5	3	1	1	1
6)物質の構造						1	2	5	5	4	1	1	1
7)水の特性と利用法			1	4	5	2	2	5	5	1	1	2	2
8)一般的な酸とアルカリの性質と用途							3	3	4	4	3	1	1
9)化学的変化と物理的変化		1		1	3	5	4	4	3	2	1	1	1
10)化学変化				1		2	3	4	4	4	2	1	1
11)一般的な酸化反応での酸素の必要性							2	3	4	4	3	2	1
12)身近な化学変化の分類							1	2	4	3	4	1	1
13)物質の状態とその物理的性質の違い			1	4	5	1	2	3	1	1	1	1	1
14)加熱と冷却による水の状態変化		1	4	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1
15)物質の状態と変化	1	1				1	3	4	4	2	1	1	1
16)融解、凝固、蒸発、凝縮の過程					1		2	5	5	3	2	2	1
17)一般的なエネルギー源・形態と実際の利用法		1	1	1	1	2	4	3	1	1	2	1	1
18)エネルギーの種類、源、変換(熱移動を含む)						2	3	4	4	5	2	2	1
19)熱の流動と温度		1	2	4	5	4	1	1	2	1	1	1	1
20)熱膨張と体積や圧力の変化					1		1	4	4	1	2	2	2
21)一般的な光源と関係のある現象	1		2	4	3	2	2	2	4	2	1	1	1
22)光の基本的性質と作用	1	1	1	1		2	5	4	4	3	1	1	1
23)音の性質	1		1	1	1	1	3	4	6	2	1	2	1
24)電気と電気回路の一般的な利用法		2	2	5	5	2	1	2	4	2	1	1	1
25)電気回路および電圧と電流の関係		1		2	1	2	2	2	4	3	1	1	1
26)磁石		1	3	5	1	1	1	1	3	1			
27)永久磁石と電磁石の性質			1	2	1	4	4	5	5	4	1	1	1
28)物体を動かす力	1	2	2	3	2	1	4	4	4	2	1	1	1
29)力と運動、距離・時間グラフの利用	1	1		1		3	4	4	4	4	2	1	1
30)密度や圧力の効果					1			6	6	2	1	2	1

表3-2 理科の内容項目に対する各国の履修学年—生物領域— (TIMSS2003)

内容項目	各学年で履修する国の数(13か国/地域中)												
	注:網掛けは13か国中4か国以上(25%以上)が履修している学年であることを示し、灰色は4~6か国(25%以上50%未満)、黄色は7か国以上(50%以上)を示す。わが国の履修学年は太字で示した学年に言及している。												
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
31)生物の種類、特徴および分類		4	4	5	6	6	6	6	2	1	1	1	
32)人間や他の動物の主な身体構造とその機能	1	2	3	4	4	4	4	4	5	2	2	1	
33)外部環境や活動に応じた身体反応		2	4	5	3	3	3	3	3	2	1	1	
34)体内環境の恒常性維持のために機能するシステム		1	2	1	1	4	4	4	2	2	1		
35)細胞の構造と機能				1	4	5	5	1	3	2	2		
36)光合成と呼吸			1	2	4	4	4	1	2	1	1		
37)身近な生物の一生における一般的な段階		1	3	6	3	4	4	3	3	1	1	1	
38)生物の一生(人間、植物、鳥類、昆虫を含む)		1	4	4	4	5	4	2	2	1	1		
39)植物と動物の生殖		2	4	5	4	4	4	4	2	2	1		
40)生殖と遺伝、遺伝形質と獲得形質			1	3	3	5	5	4	3	2	1		
41)種の生存・絶滅における変異と適応の役割				3	4	5	5	3	3	2	1		
42)植物と動物の身体的特徴、行動、生存	1	1	3	5	2	5	2	1	2	1	1	1	
43)生態系における相互作用			3	4	2	5	3	3	2	1	1	1	
44)生態系における生物の相互作用				3	6	6	6	2	2	1	1		
45)自然界での物質の循環			1	2	6	6	6	3	1	1	1		
46)人口の変化と環境への影響				1		1	2	4	2	3			
47)環境の変化		2	1	3	6	4	5	4	5	3	1	1	
48)伝染病の伝染の仕方	1	1	2	3	3	4	2	3	2	1	1	1	
49)一般的な感染症	1	1	2	1	2	4	3	5	5	3	2	2	1
50)予防医学の方法	1	1	2	1	2	3	4	4	4	3	2	1	1
51)食生活や運動など健康を維持する方法	1	2	3	3	6	2	1	2	1	1	1	1	

表3-3 理科の内容項目に対する各国の履修学年—地学領域— (TIMSS2003)

内容項目	各学年で履修する国の数(13か国/地域中)												
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
52)岩石、鉱物、土、土壤			4	4	4	3	2	4	2		1	1	1
53)地球の構造と物理的特徴						1	4	4	3	2	1	1	1
54)地球上の水		1	5	5	4	5	5	5		1	1	1	1
55)空気			2	5	3	4	3	2	1	1	1	1	
56)地球の大気				1	1	4	5	6	2	1	1	1	
57)地球の景観の一般的特徴と人間による利用との関係	1	2	6	5	2	1	2	1	1		1	1	1
58)地球の天然資源の利用と保全			3	4	2	5	5	5	5	4	1	1	
59)地球の水循環			5	5	5	2	4	3			1	1	1
60)岩石の循環過程と岩石の形成					1	1	5	3	1	2	2	1	
61)気象条件の日々の変化と季節変化	2	4	5	2	2	2	2	1			1	1	1
62)気候データと天気図、気候パターンの変化				1	2	4	5	5	1	1	1	1	
63)数十億年にわたる地質学的プロセス					1		5	6	2		1	1	1
64)動物や植物の化石		1	2	2	1	2	2	4			1	1	1
65)化石と化石燃料の形成					1	5	5	4	1	2	1	1	
66)地球上の現象の説明	1	1	1	4	3	5	2	5	2	2	2	1	
67)地球の物理的特徴					1	1	1	4	3	2	2	1	
68)太陽系	2	3	4	5	4	2	1	2	1	1	1	1	
69)恒星としての太陽			1		2	2	1	6	2	1	2	1	

1-3-2 「理科における児童・生徒の理解度やつまずきの実態等を把握する研究」の主な成果 (第Ⅲ部参照)

(1) わが国の小学生の理科の内容に対する理解度やつまずきの実態 (第Ⅲ部Ⅲ-1 参照)

平成 15 年度末に全国から無作為に抽出した小学校 500 校の理科主任あるいは教師に対して、現行の学習指導要領における小学校理科の内容について教師の指導の難易や児童の理解の難易等にアンケート調査を実施した。回収率は 48%であった。

その結果、表 4 に示すように、児童の理解が困難な内容は、「月や星の特徴や動き」「物の運動」「天気の変化」「電流の働き」「土地のつくりと変化」であった。これらのうち、B 領域を除く C 領域の「月や星の特徴や動き」「天気の変化」「土地のつくりと変化」は 20%以上の教師が児童の理解が困難な内容としてあげている。

(2) わが国の中学生の理科の内容に対する理解度やつまずきの実態 (第Ⅲ部Ⅲ-2 参照)

平成 12 年度末に全国から無作為に抽出した中学校 500 校の理科主任に対して、旧学習指導要領における中学校理科の内容について教師の指導の難易や生徒の理解の難易等にアンケート調査を実施した。回収率は 40%であった。主な結果を次に示す。

1) 生徒の理解が困難な内容

表 5 に示すように、生徒の理解が困難な内容は、「熱と温度」「圧力」「電流と電圧」「惑星と太陽系」「原子と分子」「電気分解とイオン」「仕事とエネルギー」「電流の働きと電子の流れ」である。これらは、30%以上の教師が生徒の理解が困難な内容としてあげている。第 1 分野の内容がほとんどである。

現行の中学校学習指導要領では、「熱と温度」「電気分解とイオン」「仕事とエネルギー」の内容はほとんど全部削除され、「圧力」「電流の働きと電流の流れ」は部分的に削除されている。

逆に、生徒の理解が容易な内容として、「動物の仲間」「植物の生活と体のつくり」「気体の発生」「植物の仲間」「生物と細胞」「動物の生活と体のつくり」「生物界のつながり」を 60%以上の教師があげている。第 2 分野の内容がほとんどである。これらの内容は現行の学習指導要領でも一部を除きほとんど残されている。

表4 小学校教師の指導の難易、小学生の理解の難易の割合（％）

新課程 平成15年度末実施 回収率48% (239校)		理科の内容	教 師 の 指 導 の 難 易 の 割 合	小 学 生 の 理 解 の 難 易 の 割 合
第3学年	A. 生物とその環境	(1) 昆虫や植物のつくりと種類	6	2
	B. 物質とエネルギー	(1) 光の進み方と性質	3	2
		(2) 電気の回路	7	9
		(3) 磁石の性質	3	3
C. 地球と宇宙	(1) 日陰と日なた	5	2	
第4学年	A. 生物とその環境	(1) 動物の活動や植物の成長	13	3
	B. 物質とエネルギー	(1) 空気と水の性質	1	3
		(2) 金属、水、空気の性質	2	5
		(3) 電気の働き	3	8
	C. 地球と宇宙	(1) 月や星の特徴や動き	44	29
(2) 温度と水の変化		2	5	
第5学年	A. 生物とその環境	(1) 植物の発芽	3	1
		(2) 動物の発生と成長	9	3
	B. 物質とエネルギー	(1) 物の溶け方	1	3
		(2) てこの働き	1	5
		(3) 物の運動	8	10
	C. 地球と宇宙	(1) 天気の変化	21	15
(2) 流水の働き		17	6	
第6学年	A. 生物とその環境	(1) 動物の体のつくりと働き	5	2
		(2) 生物と環境	11	4
	B. 物質とエネルギー	(1) 水溶液の性質	5	9
		(2) 燃焼のしくみ	3	2
		(3) 電流の働き	6	10
	C. 地球と宇宙	(1) 土地のつくりと変化	37	13

2) 教師の教えにくい内容

教師の教えにくかった内容は、「熱と温度」「光と音」「圧力」があり、教師の 20%以上がこれらを教えにくい内容であると答えている。「力」「原子と分子」「惑星と太陽系」も比較的教えにくい内容となっている。

逆に、「気体の発生」「動物の仲間」「生物と細胞」「化学変化」「植物の生活と体のつくり」「動物の生活と体のつくり」「植物の仲間」「水溶液」「物質の状態変化」は 70%以上の教師が教えやすかった内容としてあげている。

3) 工夫した指導法のある内容

生徒の理解が困難な内容項目に関して特別に工夫した指導法を持っているものは、「電流と電圧」「惑星と太陽系」「原子と分子」「電気分解とイオン」「光と音」「電流の働きと電子の流れ」が多く、教師の 10%以上がこれらの工夫した指導法を持っていると答えている。

また、旧学習指導要領と新しい学習指導要領における中学校理科の内容について教師の指導の難易や生徒の理解の難易等を比較するために、平成 14 年度末に無作為に抽出した全国の中学校 500 校の理科主任またはこれに代わる方に対して「児童・生徒の理解度及びつまづき調査」を実施した。平成 12 年度末の調査よりも回収率が高く、約 250 校のデータ(回収率 5 割)を集計した結果、表 4 に示すように、前回に比べて今回は、生徒の理解が比較的困難な内容(30%以上の教師が回答)としてあがった項目数が 8 項目から 3 項目に減った。今回も 30%を超える教師から生徒の理解が困難であると回答があったのは、「力と圧力」「電流」「天体の動きと地球の自転・公転」の 3 項目であり、前回も 30%を超える教師から回答があった内容である。なお、前回の調査で比較的理解が困難であるとされた「熱と温度」「電気分解とイオン」「仕事とエネルギー」は中学校から高等学校へ移行している。

表5 中学校教師の指導の難易、中学生の理科の難易の割合 (%)

指導者		指導の難易	中学生の理科の難易
中学校理科教師 (n=20)		ア	イ
(2)身の回りの物理現象	ア 光と音	21	17
	イ 熱と温度	29	48
	ウ 力	19	24
	エ 圧力	20	45
(1)身の回りの物質とその変化	ア 水溶液	5	8
	イ 物質の状態変化	5	4
	ウ 気体の発生	1	2
(4)電流	ア 電流と電圧	8	43
	イ 電流の働きと電子の流れ	15	30
(3)化学変化と原子、分子	イ 原子と分子	18	34
	ア 化学変化	2	10
(6)運動とエネルギー	ア 力の働き	11	17
	イ 物体の運動	10	15
	ウ 仕事とエネルギー	15	33
(5)化学変化とイオン	ア 電気分解とイオン	12	34
	イ 酸・アルカリ・塩	6	26
(6)運動とエネルギー	エ 科学技術の進歩と人間生活	10	2

指導者		指導の難易	中学生の理科の難易
中学校理科教師 (n=20)		ア	イ
(1)身近な物理現象	ア 光と音	14	22
	イ 力と圧力	32	42

(2)身の回りの物質	ア 物質のすがた	2	4
	イ 水溶液	7	6

(3)電流とその利用	ア 電流	8	38
	イ 電流の利用	13	26

(4)化学変化と原子、分子	ア 物質の成り立ち	4	11
	イ 化学変化と物質の質量	7	19

(5)運動の規則性	ア 運動の規則性	8	15
-----------	----------	---	----

(6)物質と化学反応の利用	ア 物質と化学反応の利用	9	7
---------------	--------------	---	---

(7)科学技術と人間	ア エネルギー資源	13	2
	イ 科学技術と人間	15	3

(1)植物の生活と種類	ア 植物の生活と体のつくり	3	0
	イ 植物の仲間	2	1

(6)大地の変化と地球	イ 地層と過去の様子	13	5
	ア 火山と地震	4	3

(3)動物の生活と種類	ア 動物の生活と体のつくり	2	1
	イ 動物の仲間	0	1

(4)天気とその変化	イ 日本の天気	4	6
	ア 天気の変化	10	19

(5)生物のつながり	ア 生物と細胞	1	0
	イ 生物の殖え方と遺伝	6	8
	ウ 生物界のつながり	3	2

(2)地球と太陽系	ア 身近な天体	14	24
	イ 惑星と太陽系	18	36

(6)大地の変化と地球	ウ 地球と人間	6	2
-------------	---------	---	---

(1)植物の生活と種類	ア 生物の観察	2	0
	イ 植物の体のつくりと働き	1	1
	ウ 植物の仲間	4	3

(2)大地の変化	ア 地層と過去の様子	15	5
	イ 火山と地震	4	6

(3)動物の生活と種類	ア 動物の体のつくりと働き	2	2
	イ 動物の仲間	5	1

(4)天気とその変化	ア 気象観測	10	7
	イ 天気の変化	6	12

(5)生物の細胞と生殖	ア 生物と細胞	2	0
	イ 生物の殖え方	6	6

(6)地球と宇宙	ア 天体の動きと地球の自転・公転	22	37
	イ 太陽系と惑星	5	8

(7)自然と人間	ア 自然と環境	4	1
	イ 自然と人間	7	1

(3) 理科の新教育課程・指導法等に関する意見・提案等（第Ⅲ部Ⅲ-2 参照）

小学校および中学校における理科のカリキュラムや指導法の改善に役立てることを目的として、平成14年度から施行された現行の理科の教育課程の内容について、移行・削除されたことにより、児童・生徒の理解が困難になったり、指導しにくくなったところはないかどうかを学校現場の教員の意見から探った。

具体的には、いくつかの地域ごとに小・中学校の教員に研究協力者としてお集まりいただき、理科カリキュラム検討委員会を組織し、小学校と中学校の各部会に分かれて、予め各人が準備したレポートをもとに、意見交換を行い、まとめていくという方法をとった。研究協力者の所属・氏名は次の通りである（敬称略、平成16年3月31日現在）。

小学校		中学校	
鹿児島県総合教育センター	尾場 瀬優一	鹿児島県総合教育センター	芝原 睦美
福岡県糟屋郡宇美町立桜原小学校	稲垣 浩俊	鹿児島市立伊敷中学校	河瀬 雅之
長崎大学教育学部附属小学校	楠本 正信	鹿児島県笠沙町立笠沙中学校	大迫 俊浩
鹿児島大学教育学部附属小学校	平 千力	琉球大学教育学部附属中学校	島村 一司
大分県臼杵市立市浜小学校	東 徹哉	延岡市立熊野江中学校	里岡 亜紀
佐賀県神埼町立西郷小学校	馬原 俊浩	官崎大学教育文化学部附属中学校	隈元 修一

次に、小学校と中学校に分けて、理科の内容配列を考える際の視点と提案事項を紹介する。詳しくは、本研究の成果報告書をご覧ください。

1) 小学校における理科の内容配列を考える際の視点と提案事項（第Ⅲ部Ⅲ-2-1 参照）

小学校部会では、各研究協力者が準備したレポートをもとに、理科の内容配列を考える際の視点の洗い出しと検討を重ね、下記の①に掲げた6つの視点にまとめなおし、それぞれの視点に立ったレポートの再作成を行った。そして、それらの中から重要な事項を②に掲げた8つの提案として抽出し、「新しい理科学習の内容配列についての提案～新しい学力観に立つ理科学習の現状と新たな方向性から～」として最終的にまとめた。

① 小学校の理科の内容配列を考える際の視点

理科教育の存立基盤、目的から問題の所在を探る

- ・ 理科教育がねらいとしてきたこと、今後、ねらいとすべきことから問題になっていることはないか。
- ・ これまでの理科の目的の見直し
- ・ 追いつけ、追い越せ時代の理科教育と現在の理科教育
- ・ 今後どのような理科学習が望まれるか。

児童の分かりという観点から問題の所在を探る

- ・ 現行の学習指導要領の指導の実際から探る。
- ・ 実際の学習指導を通して、問題になっていることはないか。
- ・ その問題の生まれる背景、根拠をどうとらえるか。

育てるべき資質・能力という観点から問題の所在を探る

- ・ 理科教育のねらいという観点からみたとき、考えなければならないことはないか。
- ・ 生きる力という観点から考えなければならないことはないか。
- ・ 児童の「科学的思考力」についての実態調査の結果から見直す。
- ・ ものづくりで育てる資質・能力の洗い出し
- ・ 中央教育審議会の答申にみる科学的素養
- ・ 問題解決能力と科学的思考力の関係
- ・ 新しく加えたい能力としての、モデル形成の能力、創造的思考、推論

納得、実感の深まりという観点から問題の所在を探る

- ・ より深く理解させるという観点から、付加させるべき事柄はないか。
- ・ スパイラルな内容配置と今回の配置の問題
- ・ 納得実感させる方法の問題（ものづくり、日常生活との関連、自然災害）
- ・ ものづくりの位置付けの根拠

生活との関連（生きる力）という観点から問題の所在を探る

- ・ 現代社会を生きるという観点から見直すべきことはないか。
- ・ 過去の内容を洗い出す。
- ・ 過去の内容と社会情勢との関連をみる。

教師の指導力、具体的な学習指導という観点から問題の所在を探る

- ・ 平成元年度からの「新しい学力観」に立つ理科学習の在り方 理想
- ・ その理想を、実現できているのかという観点から、理科学習の在り方を見直す。
- ・ 「見通しをもって」の意味やその問題点
- ・ 理科専科制度、教員養成の問題

② 小学校の理科の内容配列についての提案事項

提案1

児童の納得・実感して分かるという観点から内容を見直す必要がある。
 ー現在の内容では、納得・実感できないようになっているものがある。

提案2

児童にとっての学びの必要観、納得・実感という観点から、内容の見直しや配列の順序を見直す必要があるのではないか。
 ー児童が、生活科や総合的な学習の時間で学び取っているものとの関連をも考慮する。

提案3

生きる力としての問題解決能力を育成する観点から、現行の学習指導要領の各学年で育む資質・能力の妥当性の検討から内容を見直す必要がある。
 ー各学年で育てる資質、能力を、3年「比較」、4年「関係付け」、5年「推論」、6年「条件制御」とするのが望ましいのではないか。

提案4

問題解決の能力の育成を考えると、科学する楽しさを味わわせる必要がある。
 ーそこで、子どもの有能性としての創造的思考を生かし、大学や関係機関と連携し、子どもがアイデアを創造し、大人がその実現に図るという「あれこれ考える楽し

さを味わう内容」を取り入れることはどうか。

提案5

現代社会を「生きる力」という観点から、内容を見直す必要がある。

－生きる力の中核は、問題解決能力であると考え、同時に、現代社会を生きる知恵に関する内容も挙げなければならない。

提案6

科学概念の形成発達を考える上で、科学概念の高まりを考慮し、スパイラルに学習内容を構成することも必要ではないか。

提案7

人間形成、問題解決の能力を育成するという観点から、新しい理科学習のスタイルを提案する。

－演繹的な思考や、創造的な思考を重視した学びの過程

提案8

児童の主体的な学びとするために、観察の理論負荷性を考慮し、「追究のポイント」を明確にした学習の在り方を考える。

2) 中学校における理科の内容配列を考える際の視点と提案事項(第Ⅲ部Ⅲ-2-2 参照)

中学校部会では、まず、中学校学習指導要領改善のための具体的な内容や配列について検討を行い、学習指導要領改善の視点を①のように定めた。そして、それらの視点を基に、具体的な対策として②の14プラス1個の提案を考え、「中学校理科学習指導要領改善のための内容と配列についての具体的提案－基本的な考え方と研究の概要－」として最終的にまとめた。

① 中学校の理科の内容配列を考える際の視点

(ア) 1分野、2分野で育てるべき概念を明確にする。

○1分野→3年間を通じて、「エネルギー概念の育成」を中心に置く。

マクロなものからミクロなものへ

○2分野→3年間を通じて、「時間・空間概念の育成」を中心に置く。

ミクロなものからマクロなものへ

→ 構造化、
総合化

(イ) (ア)に基づいて、物理、化学、生物、地学でどのような概念や見方・考え方を育てるかを明確にする。

○物理→事象の定量化、法則化などの手法の習熟を図る。

基本量を基に、自然を解釈する見方や考え方を育てる。

事象をエネルギーの移り変わりとしてとらえられるような見方や考え方を育てる。

○化学→物質概念、粒子概念の育成を図り、事象を粒子の挙動としてとらえる見方や考え方を育てる。

物質の変化を、エネルギーの移り変わりとしてとらえられる見方や考え方を育てる。

○生物→生物の形態の多様性や共通性から、長い年月をかけて、生物が環境に適応してきたり（進化）、種の保存のために変化したこと（生殖）などを考察させ、望ましい生命観を育てる。

○地学→身近な事象から、長い年月、地下の莫大なエネルギー、広大な空間など大きな視点から、自然界で起こっていることを論理的に推測することのできる見方や考え方を育てる。

② 中学校の理科の内容配列についての提案事項

提案 1

「身近な物理現象」の中の「光と音」は、中学校では学習せず、小学校で現象面を、高等学校で理論面を学習した方がよい。

提案 2

「天気とその変化」で、高等学校に移行された「日本の天気の特徴」は中学校で学習した方がよい。

提案 3

「大地の変化」の中の「地層と過去の様子」において、地層の観察は必ずしも必要でなく、地層のでき方や重なり方の規則性は空間的な広がりについての扱いは軽くし、褶曲や断層を取り扱うべきである。また、「火山と地震」においては、火成岩は6種類取り扱うべきであり、地震の揺れの伝わる速さは削除すべきである。

提案 4

「植物の生活と種類」では「花の咲かない植物」を、「動物の生活と種類」では「無脊椎動物」を生物の進化と絡めながら取り扱うべきである。「生物の細胞と生殖」では「遺伝の規則性」を軽く扱う。

提案 5

削除された「イオン」については、中学校指導要領で取り扱うべき内容である。そのためには、併せて「電子」も扱う。

提案 6

第1分野の配列を、化学→物理→・・・にする。

提案 7

「物質と化学反応の利用」で扱っている「酸化・還元」は「化学変化と原子・分子」で扱う。

提案 8

「身近な物理現象」で「水圧」を取扱い、水圧と関連付けて大気圧を理解させる。

提案 9

「力の合成・分解」、「仕事」の取扱いは、基本的には現行学習指導要領程度とし、一直線上に働く2力の合成、分解、落下運動を付加するとともに、位置エネルギーを定量的に扱うようにする。

提案 10

天体の空間概念と時間概念は、金星でなく月で押さえる。

提案 11

単位は現行学習指導要領どおり国際単位系に、基本量についてはその意味までしっかり押さえる部分と、総量で比較させる部分をはっきり区別し、定量的にとらえさせる部分を増やす。

提案 12

定量的にきまりを見付けさせる内容を充実させ、科学的な思考力を育てる。

提案 13

選択理科の内容について、もう少し具体的な方向性を学習指導要領で示し、内容の充実を図る。

提案 14

選択教科の内容面だけでなく、時数設定の上でも弾力的に取り扱う例を示し、選択履修幅を広げる可能性に触れる。

プラス 1

基本量を基に考える単元を新設してはどうか。

I-4 総合的考察

I-4-1 諸外国との比較から見たわが国の理科の教育課程の特徴

IEA の国際理科教育調査による各国の理科カリキュラムにおける内容の比較から、1960年代から現在に至るまでのわが国の理科の教育課程の特徴を明らかにすることができた。それは、次のようにまとめることができよう。

- ① 1960年代後半から1980年代前半にかけては、各国の理科カリキュラムにおいて、従来どちらかという軽視してきた小学校の内容を充実させる傾向があるのに対して、わが国は従来より小学校低学年から理科を履修させ、また内容領域もバランスのとれたものにしよう配慮されてきた経緯があり、内容の重要度も各国と比べて安定した推移を示していた。
- ② 1990年代前半におけるわが国の理科の教育課程の特徴は、「物質の部類・特性」「熱と温度」「音」「光」「電磁気」「生物の成長や生殖」「惑星」という内容は、小学校から中学校にかけて複数学年で主要な内容として扱われるというスパイラル式の内容配置がとられていた。ただし、内容をスパイラル式で学校段階をまたがって扱うことは、わが国だけでなく、内容によっては他の国にもみられること、「物質の性質」や「電磁気」、「光」「音」など基本的な内容については、多くの国で初等教育段階から中等教育後期段階まで取り扱う期間の幅が広いことが明らかとなった。
- ③ 現在のわが国の理科の教育課程の特徴は、国際比較調査で理科得点が高かったアジアの諸国が理科の内容項目のほとんどを特定の学年のみで指導することになっているのに対して、学校段階をまたがった複数学年で指導するように内容配列されたスパイラル式を依然として採用していることである。

1-4-2 児童・生徒の理解度やつまずきの実態からみたわが国の理科の教育課程の特徴

小学校および中学校の理科主任や教師を対象としたアンケート調査の結果から、次のようなことが明らかとなった。

- ① 小学校においては、C領域の「天体の運動」「天気の変化」「土地のつくりと変化」という空間的にも時間的にもスケールの大きな事象に対する児童の理解や教師の指導が、現行の学習指導要領のもとでも依然として困難であった。
- ② 中学校においては、「力と圧力」「電流」といった第1分野の物理領域の内容や「天体の運動」という第2分野の地学領域の内容が依然として生徒が理解しにくく、また教師も指導が困難な内容であることが分かった。
- ③ 中学校では、上記の理解困難な内容について特別に工夫した指導法を考案している教師が多く、生徒のつまずきを克服させるための努力が払われていることも明らかとなった。

1-4-3 国際的な位置づけや児童・生徒の理解度・つまずきの実態にもとづく現場教師の提案

上記1および2の国内外の状況をもとに現場教師を中心とした理科カリキュラム検討委員会からの提案は、次のようにまとめられる。

- ① 小学校では、「新しい学力観」に立った理科教育の目的の見直しを行うことが重要であり、内容配列においては、児童の納得や理解、学ぶ必要性、資質・能力の妥当性、問題解決能力の育成、現代社会を生きる力、科学概念の形成発達を促すスパイラル的構成、演繹的思考・創造的思考の重視、児童の主体的な学び、などを考慮する必要がある。
- ② 中学校では、育てるべき概念を明確にし、3年間を通して、第1分野は「エネルギー概念の育成」、第2分野は「時間・空間概念の育成」を中心に置く。具体的には、物理領域では基本量をもとに、事象をエネルギーの移り変わりとしてとらえられる見方や考え方を育てる。化学領域では物質概念・粒子概念の育成を図り、物質の変化をエネルギーの移り変わりとしてとらえられる見方や考え方を育てる。生物領域では生物の形態の多様性や共通性から、進化や生殖について考察させ、望ましい生命観を育てる。地学領域では地下の膨大なエネルギーや広大な空間など身近な事象を大きな視点から論理的に推測することができる見方や考え方を育てる。

1-4-4 理科の内容配列における適時性について

IEAの国際調査から見えてくる成績上位のアジアの諸国の理科カリキュラムにおける内容配列の特徴としては、わが国のようなスパイラル式の内容配置ではなく、特定の学年のみで指導する内容項目がほとんどであることを挙げることができる。たとえば、物理領域の内容である「光の基本的性質と作用」は、わが国では現行の学習指導要領において小学校3年、中学校1年、高等学校物理で指導することになっているが、諸外国をみると、韓

国、スコットランドなどでは第7学年で、台湾、シンガポールなどでは第8学年で、香港などでは第9学年で指導することになっている。主要国の例外は、イングランドの第K, 2, 5, 6学年であるが、旧東欧圏諸国を含め、ほとんどの国において前期中等教育段階の指導内容となっている。このスパイラル式内容配置という理科教育におけるわが国の伝統的特徴は、ある科学概念を現象的な理解から理論的な理解へと発展させながら定着させるだけでなく、主要な科学概念を題材に観察・実験を通して科学的思考や科学的態度を育成するために、学校段階を貫いて配置するという目的を含んでいるものと考えられる。小学校および中学校の理科教師に対するアンケート調査の自由記述回答にも、スパイラル式の内容配置を要望する声が多いものの、反対意見はみられない。したがって、基本的な内容についてはスパイラル式の内容配列が今後も検討されるべき事項であると思われる。

また、科学概念の系統性を考慮する必要性があることはもちろんであるが、理科教育で育成すべき資質・能力の面からの内容配列を考える必要性が現場でのアンケート調査の結果からも指摘されている。観察や実験から得られる事実にもとづいた科学的なものの見方や考え方を軸として、論理的思考、問題解決能力などを育成するために適した内容を選び、どの学年に配置するかを考えることが必要であるという考え方である。この考え方に立てば、さまざまな科学的事項を網羅的に教育内容とするのではなく、科学的な見方・考え方を育成するために必要な科学概念に絞ることが肝要となろう。

I-4-5 新世紀型の理科教育について

前項でも述べたように、科学的内容の系統性を考慮する以外に、科学的なもの見方や考え方を育成するという目的に応じた内容配列の必要性が今後のキーポイントであろうと思われる。そこには、理科教育を通して育成された資質・能力を新しい場面に生かして、より良く解決することができるような「生きる力」につながる能力の重要性が指摘される。

この能力としては、PISA 調査において「自然界および人間の活動によって起こる自然界の変化について理解し、意思決定するために、科学的知識を使用し、課題を明確にし、証拠に基づく結論を導き出す能力」として定義されている科学的リテラシー⁶⁾に近いものがある。今後の理科教育において、この種の応用力を育成するには、基本的な知識を基盤として習得させるとともに、環境問題やエネルギー・資源問題などの科学の諸領域を複合的に含んだ内容を理科教育で取り上げ、科学的な根拠をもとに新たな課題を解決していく問題解決能力、そして、その基盤となる科学的思考力や論理的思考力を育成することが必要になってくるであろう。

⁶⁾ 国立教育政策研究所「生きるための知識と技能2」ぎょうせい、2004

第Ⅱ部 「わが国の理科の教育課程の特徴を明確にする研究」に関する資料

Ⅱ-1 諸外国の理科カリキュラム内容の比較

国際教育到達度評価学会（IEA）が1970年、1983年、1995年に実施した第1回から第3回までの「国際理科教育調査」（第3回は「国際数学・理科教育調査（TIMSS）」）においては、参加国の理科カリキュラムの内容について比較調査を行った。その結果については、第1部に概要を、詳細なデータは平成14年度成果報告書¹⁾において述べているため、ここでは最新の調査である「国際数学・理科教育動向調査の2003年調査結果（TIMSS2003）」における理科カリキュラム調査の結果について詳しいデータを紹介する。

2003年に実施されたTIMSS2003においては、表1-1と表1-2に示した小学校32項目および中学校44項目の理科の内容について履修学年と小学校4年あるいは中学校2年の調査対象学年における実際の実施率について各国の状況を調べている²⁾。

表1-1 理科の内容項目－小学校4年－（TIMSS2003）

物理・化学(13項目)	生物(10項目)	地学(9項目)
(1)物理的性質に基づいた物体や材料の分類	(14)生物の種類、特徴および分類	(24)岩石、鉱物、土、土壌
(2)金属の特性と用途	(15)人間や他の生物の主な身体構造とその機能	(25)地球上の水
(3)混合物の生成と分離	(16)外部環境や活動に応じた身体反応	(26)空気
(4)水の特性と利用法	(17)身近な生物の一生における一般的な段階	(27)地球の景観の一般的特徴と人間による利用との関係
(5)化学的変化と物理的変化	(18)植物と動物の生殖	(28)地球の天然資源の利用と保全
(6)物質の状態とその物理的性質の違い	(19)植物と動物の身体的特徴、行動、生存	(29)地球の水循環
(7)加熱と冷却による水の状態変化	(20)生態系における相互作用	(30)気象条件の日々の変化と季節変化
(8)一般的なエネルギー源・形態と実際の利用法	(21)環境の変化	(31)動物や植物の化石
(9)熱の流動と温度	(22)伝染病の伝染の仕方	(32)太陽系
(10)一般的な光源と関係のある現象	(23)食生活や運動など健康を維持する方法	
(11)電気および電気回路の一般的な利用法		
(12)磁石		
(13)物体を動かす力		

1 「理科教育の内容とその配列に関する基礎的・実証的研究」平成14年度文部科学省科学研究費特定領域研究成果報告書（代表者・猿田祐嗣，課題番号14022257），2003。

²⁾ Martin, M.O. et al., *TIMSS 2003 International Science Report*, Boston College, 2004.

表 1-2 理科の内容項目－中学校 2 年－ (TIMSS2003)

物理(10項目)	化学(8項目)	生物(12項目)	地学(11項目)	環境科学(3項目)
(1)物質の状態と変化	(11)物質の分類と構成	(19)生物の分類	(31)地球の構造と物理的特徴	(42)人口の変化と環境への影響
(2)融解、凝固、蒸発、凝縮の過程	(12)溶液の性質	(20)人間と他の生物の主な器官系	(32)地球上の水	(43)天然資源の利用と保全
(3)エネルギーの種類、源、変換(熱移動を含む)	(13)物質の構造	(21)体内環境の恒常性維持のために機能するシステム	(33)地球の大気	(44)環境の変化
(4)熱膨張と体積や圧力の変化	(14)水の特性と利用法	(22)細胞の構造と機能	(34)地球の水循環	
(5)光の基本的性質と作用	(15)一般的な酸とアルカリの性質と用途	(23)光合成と呼吸	(35)岩石の循環過程と岩石の形成	
(6)音の性質	(16)化学変化	(24)生物の一生(人間、植物、鳥類、昆虫を含む)	(36)気候データと天気図、気候パターンの変化	
(7)電気回路および電圧と電流の関係	(17)一般的な酸化反応での酸堿の必要性	(25)生殖と遺伝、遺伝形質と獲得形質	(37)数十億年にわたる地質学的プロセス	
(8)永久磁石と電磁石の特性	(18)身近な化学変化の分類	(26)種の生存・絶滅における変異と適応の役割	(38)化石と化石燃料の形成	
(9)力と運動、距離・時間グラフの利用		(27)生態系における生物の相互作用	(39)地球上の現象の説明	
(10)密度や圧力の効果		(28)自然界での物質の循環	(40)地球の物理的特徴	
		(29)一般的な感染症	(41)恒星としての太陽	
		(30)予防医学の方法		

表 2-1 から表 2-3 および表 3-1 から表 3-5 には、G 8 諸国および理科の成績が良かった国を抜粋し、小学校 4 年は参加国 25 か国／地域のうち 17 か国／地域、中学校 2 年は参加 46 か国／地域のうち 20 か国／地域の結果のみを示した。

それらのデータを検討した結果、理科カリキュラムで規定された指導学年は、内容項目によって、国によってばらつきが異なる。また実際の履修率にもばらつきがみられる。理科得点が高かったシンガポール、台湾、韓国、香港は、わが国と異なり、ほとんどの内容項目を特定の学年で指導することになっている。他では理科得点が高かったエストニアはわが国と同じように幅広い学年で指導する傾向がある。調査対象学年でのわが国の履修率が国際平均値よりも 30 ポイント以上高い内容項目をあげると、小学校 4 年では「磁石」「電気および電気回路の一般的な利用法」、中学校 2 年では「光の基本的性質と作用」「音の性質」「電気回路および電圧と電流の関係」「永久磁石と電磁石の性質」であり、いずれも物理領域の内容項目で国際平均値を大きく上回っている。

逆に、国際平均値よりも 30 ポイント以上低い内容項目をあげると、小学校 4 年では、「物理的特性による物資や材料の分類」「混合物の生成と分離」「化学的変化と物理的変化」

「物体を動かす力」「人間や他の生物の主な身体構造とその機能」「外部環境や活動に応じた身体反応」「生態系における相互作用」「環境の変化」「伝染病の伝染の仕方」「食生活や運動など健康を維持する方法」「岩石、鉱物、土、土壌」「空気」「地球の景観の一般的特徴と人間による利用との関係」「地球の天然資源の利用と保全」「地球の水循環」「気象条件の日々の変化と季節変化」であり、健康、病気、環境など実用的な内容項目で国際平均値を大きく下回っている。

中学校2年では「物質の状態と変化」「エネルギーの種類、源、変換」「力と運動、距離・時間グラフの利用」「身近な化学変化の分類」「細胞の構造と機能」「生殖と遺伝、遺伝形質と獲得形質」「種の生存・絶滅における変異と適応の役割」「自然界での物質の循環」「一般的な感染症」「予防医学の方法」「地球の水循環」「地球上の現象の説明」「地球の物理的特徴」「恒星としての太陽」「人口の変化と環境への影響」「天然資源の利用と保全」「環境の変化」が国際平均値を30ポイント以上下回っている。履修率が低かった理由は、これらの項目のうち大部分が中学校3年で扱う内容であり、未履修であったことが考えられる。

また、表5-1から表5-35には、小学校と中学校とで共通の内容項目をまとめ直した表4に示す69項目の理科の内容項目について、各国の調査責任者に尋ねた指導学年の結果をG8諸国および成績の良かった国である13か国についての履修学年を示している。

さらに、表6-1から表6-3には、13か国の履修学年を集計した表を掲載している。網掛けを施した学年において4分の1以上の国が履修していることを示し、わが国の履修学年は太字で示した国数に含まれている。これらの表から、わが国は各内容項目の指導学年が広い範囲に散らばっている国として特徴的である。

表 2-1 理科の内容の指導学年と第 4 学年における履修率（物理・化学領域：13 項目）

国/地域	(1)物理的性質に基づいた物質や材料の分類		(2)金属の特性と用途		(3)混合物の生成と分離		(4)水の特性と利用法		(5)化学的变化と物理的变化	
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)
日本	3-12	26 (3.7)	3,4,6-12	48 (4.1)	5-7,10-12	5 (1.8)	4,7,10-12	65 (3.9)	4-12	6 (2.0)
台湾	3-4	49 (4.1)	4	30 (4.0)	8	28 (3.4)	3-4	90 (2.5)	5	42 (4.0)
香港	1	58 (5.4)	9	59 (5.3)	7	24 (4.7)	3	85 (3.9)	4	77 (4.7)
シンガポール	3-4,6	99 (0.5)	3,6	63 (3.8)	-	21 (3.3)	4	90 (2.5)	6	26 (3.5)
オーストラリア	-	55 (4.4)	-	21 (3.9)	-	26 (4.3)	-	69 (4.7)	5	33 (4.4)
ニュージーランド	2-5	74 (3.1)	4-5	30 (3.3)	2-5	46 (3.4)	4-5	68 (3.2)	4-5	43 (3.5)
イングランド	K-4	95 (2.2)	-	78 (3.7)	3	70 (4.7)	4	80 (4.1)	-	48 (5.0)
スコットランド	-	57 (4.9)	-	19 (3.9)	-	29 (4.2)	-	73 (4.3)	-	13 (3.3)
イタリア	3,6-8	76 (3.3)	6-8	43 (3.6)	3,6-8	64 (3.3)	3,6-8	95 (1.7)	4-8	65 (3.7)
ベルギー(フラマン語圏)	5	17 (2.8)	7	3 (1.3)	7	3 (1.2)	-	70 (4.1)	7	16 (2.4)
オランダ	-	24 (4.3)	-	14 (3.4)	-	6 (2.3)	-	65 (4.6)	-	28 (4.5)
ノルウェー	1	20 (3.3)	1-3	11 (2.6)	5	7 (2.3)	3	83 (2.9)	1	48 (4.4)
ハンガリー	2	86 (2.7)	2	49 (4.5)	7	28 (4.1)	2	93 (1.7)	7	41 (4.3)
ラトビア	8-9	- -	8-9	- -	8-9	- -	8-9	- -	8-9	- -
リトアニア	1-4	68 (3.4)	3-4	51 (3.6)	3-4	21 (2.8)	3-4	98 (0.9)	3-4	73 (3.6)
ロシア	3-4	- -	8	- -	8	- -	3-4	- -	6-7	- -
アメリカ	-	74 (2.9)	-	35 (2.6)	-	31 (2.5)	-	71 (2.7)	-	56 (3.3)
国/地域	(6)物質の状態とその物理的性質の違い		(7)加熱と冷却による水の状態変化		(8)一般的なエネルギー源・形態と実際の利用法		(9)熱の流動と温度		(10)一般的な光源と関係のある現象	
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)
日本	4,7,10-12	61 (4.1)	4,7,10-12	65 (4.1)	9-12	37 (4.5)	4,9-12	77 (3.6)	3,7,10-12	33 (4.0)
台湾	6	67 (4.0)	3-4	75 (4.0)	6	89 (2.2)	4	77 (3.7)	8	76 (3.5)
香港	7	85 (3.8)	3	90 (3.3)	5	64 (5.5)	2	66 (5.1)	3	70 (4.6)
シンガポール	4	96 (1.6)	4	98 (1.1)	6	83 (3.2)	4	95 (1.4)	4	81 (2.9)
オーストラリア	-	39 (4.2)	-	72 (4.0)	-	70 (3.7)	-	33 (4.6)	-	30 (4.4)
ニュージーランド	2-5	53 (3.6)	2-3	79 (2.7)	6-7	56 (3.5)	4-5	40 (3.3)	2-5	50 (3.5)
イングランド	4	94 (1.9)	4	95 (2.0)	-	43 (5.1)	3	45 (4.7)	K,2	69 (5.3)
スコットランド	-	48 (5.3)	-	76 (4.4)	-	51 (4.6)	-	27 (5.1)	-	49 (4.8)
イタリア	3,6-7	89 (2.4)	3,6	94 (1.8)	5,8	48 (3.4)	6-8	49 (3.8)	6-8	34 (3.4)
ベルギー(フラマン語圏)	6	28 (2.8)	-	69 (3.8)	-	52 (3.5)	-	73 (3.4)	5	22 (3.1)
オランダ	-	22 (4.2)	-	65 (4.7)	-	64 (4.4)	-	41 (4.5)	-	23 (4.2)
ノルウェー	3	42 (4.6)	3	88 (2.3)	10	70 (3.8)	3,5,8	61 (4.8)	6	58 (4.4)
ハンガリー	3	89 (2.4)	3	95 (1.4)	7	67 (4.8)	5	73 (4.2)	5	49 (4.1)
ラトビア	8-9	- -	8-9	- -	-	- -	-	- -	8-9	- -
リトアニア	3-4	55 (3.5)	3-4	87 (2.2)	1-4	97 (1.4)	1-4	92 (2.0)	3-4	73 (3.6)
ロシア	3-4	- -	3-4	- -	6-7	- -	3-4	- -	8-9	- -
アメリカ	-	74 (2.9)	-	80 (2.6)	-	68 (3.2)	-	53 (3.1)	-	40 (2.9)
国/地域	(11)電気と電気回路の一般的な利用法		(12)磁石		(13)物体を動かす力		(注)			
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)				
日本	3-4,8,10-12	81 (3.3)	3	91 (2.6)	5,7,9-12	5 (1.8)	1 理科カリキュラムでの指導学年は各国調査責任者へのカリキュラム質問紙による。 2 児童の履修率は教師質問紙に基づく。教師の担当している児童数で重み付けた数値を示す。 3 ()内は標準誤差(SE)を示す。履修率は小数点以下を四捨五入した整数値で示す。 4 「-」はデータが該当しないか不十分であることを示す。			
台湾	3-4	67 (4.3)	2	74 (3.8)	6	56 (4.1)				
香港	4	93 (2.4)	1	72 (5.5)	6	27 (4.7)				
シンガポール	5	31 (4.1)	3	83 (3.0)	6	18 (3.4)				
オーストラリア	-	32 (4.7)	-	53 (5.3)	-	58 (5.0)				
ニュージーランド	2-5	56 (3.7)	2-3	55 (3.7)	2-3	51 (3.4)				
イングランド	1,3	85 (3.6)	2	83 (4.0)	K,1,3	77 (4.4)				
スコットランド	-	42 (5.2)	-	38 (4.9)	-	51 (5.1)				
イタリア	6-8	11 (2.1)	6-8	14 (2.1)	6-8	30 (3.3)				
ベルギー(フラマン語圏)	7	9 (1.8)	7	16 (2.7)	6	13 (2.2)				
オランダ	-	12 (4.4)	-	26 (4.2)	-	20 (3.9)				
ノルウェー	7,9	11 (2.6)	5	30 (4.0)	4	58 (4.5)				
ハンガリー	8	21 (3.5)	3	74 (4.0)	7	26 (3.8)				
ラトビア	8-9	- -	8-9	- -	8-9	- -				
リトアニア	1-4	77 (3.2)	3-4	51 (4.0)	1-4	29 (3.2)				
ロシア	3-4	- -	8	- -	7	- -				
アメリカ	-	61 (3.1)	-	67 (2.7)	-	68 (3.0)				

表 2-2 理科の内容の指導学年と第 4 学年における履修率（生物領域：10 項目）

国・地域	(14)生物の種類、特徴および分類		(15)人間や他の動物の主な身体構造とその機能		(16)外部環境や活動に応じた身体反応		(17)身近な生物の一生における一般的な段階		(18)植物と動物の生殖	
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)
日本	3-12	83 (4.6)	3-12	80 (2.8)	4,6,8-12	78 (2.7)	3-12	85 (2.7)	5-9,12	74 (4.3)
台湾	3	91 (2.3)	3-4	92 (2.3)	3-4	69 (2.6)	3-4	76 (2.3)	5	43 (2.7)
香港	2	74 (4.6)	4	87 (2.4)	6	87 (2.3)	2	62 (4.6)	5	34 (4.2)
シンガポール	3	97 (1.4)	3-5	98 (1.3)	6	83 (2.3)	3	60 (2.5)	5	63 (4.2)
オーストラリア	-	85 (3.0)	-	70 (4.2)	-	76 (3.2)	-	90 (2.2)	-	44 (4.9)
ニュージーランド	1-4	87 (2.4)	2-3	77 (3.4)	2-3	63 (2.7)	2-3	88 (2.0)	6-11	44 (3.5)
イングランド	1,3	64 (3.5)	K,4	86 (3.5)	3-4	82 (3.7)	4	85 (3.4)	4	67 (4.6)
スコットランド	-	83 (3.4)	-	73 (4.0)	-	89 (4.4)	-	74 (4.5)	-	32 (4.7)
イタリア	4-6	97 (1.5)	4-7	71 (2.1)	4-6	50 (3.3)	4-7	92 (1.7)	4-7	71 (2.8)
ベルギー(フランス語圏)	-	49 (3.9)	5	40 (4.0)	5	56 (4.2)	6	70 (3.4)	6	40 (4.0)
オランダ	-	71 (4.8)	-	72 (4.0)	-	72 (4.0)	-	72 (4.1)	-	48 (4.3)
ノルウェー	1,4-5,8	60 (4.0)	3-10	70 (3.6)	2-10	63 (4.4)	3-5	67 (4.2)	3	31 (4.4)
ハンガリー	2	95 (1.8)	2	89 (2.1)	7	86 (2.7)	4	89 (2.2)	4,8	74 (3.7)
ラトビア	-	-	-	-	-	-	6-9	-	6-9	-
リトアニア	1-4	93 (1.4)	3-4	98 (1.3)	5-6	86 (0.6)	1-4	99 (0.8)	3-4	95 (1.5)
ロシア	3-4	-	6-9	-	6-9	-	6-9	-	6-9	-
アメリカ	-	83 (2.4)	-	71 (2.4)	-	69 (2.7)	-	80 (2.4)	-	53 (2.0)

国・地域	(19)植物と動物の身体的特徴、行動、生存		(20)生態系における相互作用		(21)環境の変化		(22)伝染病の伝染の仕方		(23)食生活や運動など健康を維持する方法	
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)
日本	3-12	55 (3.9)	3-12	40 (2.7)	3-12	81 (2.8)	3-12	72 (2.4)	-	40 (2.7)
台湾	6	77 (2.3)	5	41 (2.2)	6	82 (3.1)	7	42 (4.0)	7	67 (2.6)
香港	6	39 (5.3)	6	28 (4.9)	5	56 (4.5)	5	60 (5.0)	4	95 (2.3)
シンガポール	6	52 (2.2)	6	39 (4.4)	6	69 (4.2)	-	15 (2.0)	-	51 (2.8)
オーストラリア	-	73 (4.1)	-	80 (3.3)	-	79 (2.9)	-	46 (4.3)	-	92 (2.3)
ニュージーランド	4-5	75 (3.0)	6-9	80 (2.6)	4-5	70 (3.0)	K-12	52 (2.2)	K-12	97 (1.1)
イングランド	3	65 (4.7)	-	60 (4.6)	-	45 (4.4)	-	39 (4.8)	4	92 (2.4)
スコットランド	-	49 (5.2)	-	52 (4.4)	-	45 (4.7)	-	36 (4.6)	-	87 (4.0)
イタリア	4-7	85 (2.0)	3-8	95 (1.5)	3-8	80 (2.2)	5-8	27 (2.6)	-	49 (2.4)
ベルギー(フランス語圏)	6	58 (2.7)	5	66 (3.3)	-	69 (3.7)	6	55 (3.6)	6	85 (2.7)
オランダ	-	64 (4.6)	-	66 (4.0)	-	66 (4.7)	-	35 (4.3)	-	85 (3.6)
ノルウェー	3-4	38 (4.0)	3-4	74 (4.6)	1,4	72 (3.8)	2	72 (3.8)	2	62 (2.1)
ハンガリー	4	81 (3.8)	4	89 (2.6)	4	92 (2.2)	3	85 (2.5)	4	97 (1.5)
ラトビア	-	-	-	-	-	-	5	-	5	-
リトアニア	1-4	94 (1.9)	3-4	96 (0.6)	1-4	96 (1.4)	3-4	93 (1.9)	1-4	96 (1.7)
ロシア	6-8	-	6-8	-	3-4	-	3-4	-	3-4	-
アメリカ	-	82 (2.4)	-	67 (2.3)	-	78 (2.5)	-	55 (2.3)	-	79 (2.8)

- (注) 1 理科カリキュラムでの指導学年は各国調査責任者へのカリキュラム質問紙による。
 2 児童の履修率は教師質問紙に基づく。教師の担当している児童数で重み付けした数値を示す。
 3 ()内は標準誤差(SE)を示す。履修率は小数点以下を四捨五入した整数値で示す。
 4 「-」はデータが該当しないか不十分であることを示す。

表 2-3 理科の内容の指導学年と第 4 学年における履修率（地学領域：9 項目）

国・地域	(24)岩石、鉱物、土、土壌		(25)地球上の水		(26)空気		(27)地球の景観の一般的特徴と人間による利用との関係		(28)地球の天然資源の利用と保全	
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)
日本	4-7,10-12	5 (1.6)	5,8,10-12	34 (8.0)	4,7,10-12	27 (6.8)	4,7,10-12	75 (18.9)	4-12	5 (1.3)
台湾	7	27 (3.5)	9	71 (15.6)	3	71 (15.5)	9	43 (14.2)	7	79 (12.9)
香港	-	29 (4.2)	3	38 (4.5)	4	96 (12.3)	4	67 (14.6)	5	56 (4.2)
シンガポール	-	5 (1.6)	-	45 (12.9)	-	84 (12.7)	-	7 (1.8)	6	43 (14.2)
オーストラリア	-	36 (15.0)	-	57 (14.3)	-	43 (14.2)	-	66 (14.4)	-	65 (14.0)
ニュージーランド	2-5	43 (15.6)	4-5	65 (13.6)	3-9	41 (12.5)	2-3	64 (12.7)	8-9	61 (12.9)
イングランド	2	66 (14.4)	4	64 (14.1)	4	66 (14.6)	1-4	42 (14.5)	-	37 (14.5)
スコットランド	-	15 (13.5)	-	54 (12.4)	-	33 (14.2)	-	51 (14.6)	-	35 (14.4)
イタリア	3-8	68 (13.8)	3-7	85 (12.4)	4,6-7	87 (12.5)	3-6	76 (12.0)	4,6-8	63 (12.4)
ベルギー(フラマン語圏)	6	6 (1.7)	-	59 (13.6)	-	30 (12.3)	6	39 (12.6)	6	30 (12.5)
オランダ	-	31 (14.6)	-	69 (15.0)	-	47 (14.6)	-	71 (14.4)	-	34 (14.8)
ノルウェー	2	16 (15.0)	4	62 (14.5)	8	56 (14.2)	3-4	62 (14.3)	3-4	57 (14.5)
ハンガリー	6	53 (14.6)	5	78 (12.6)	5	65 (12.3)	5	92 (12.4)	8	54 (14.7)
ラトビア	3-4	-	3-4	-	-	-	-	-	-	-
リトアニア	7-8	66 (13.4)	3-4	96 (11.1)	5-6	87 (12.2)	3-4	90 (12.4)	3-4	77 (12.1)
ロシア	2-4	-	2-4	-	6	-	3-4	-	3-4	-
アメリカ	-	76 (12.8)	-	82 (12.2)	-	62 (12.9)	-	86 (12.0)	-	80 (12.7)

国・地域	(29)地球の水循環		(30)気象条件の日々の変化と季節変化		(31)動物や植物の化石		(32)太陽系	
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)
日本	5,8,10-12	41 (10.0)	5,8,10-12	29 (7.2)	5,7,10-12	4 (1.0)	4,8-12	80 (12.0)
台湾	7	77 (16.1)	7	81 (15.4)	8	11 (12.5)	7	46 (12.8)
香港	3	80 (12.8)	2	64 (12.5)	7	7 (12.9)	8	19 (12.7)
シンガポール	4	87 (12.2)	-	28 (12.7)	-	4 (1.1)	5	26 (12.6)
オーストラリア	-	70 (14.2)	5	78 (14.1)	-	30 (15.4)	5	69 (14.1)
ニュージーランド	4-5	70 (12.3)	6-7	75 (12.0)	2-3	41 (12.5)	1-5	80 (12.6)
イングランド	4	86 (15.1)	2	79 (12.5)	-	30 (14.8)	4	83 (14.1)
スコットランド	-	73 (14.9)	-	76 (14.5)	-	10 (12.8)	-	59 (14.2)
イタリア	3,6	95 (11.1)	3,6	84 (12.5)	4,8	62 (12.4)	5,8	27 (12.2)
ベルギー(フラマン語圏)	-	88 (12.4)	-	93 (11.7)	6	13 (12.6)	6	39 (12.0)
オランダ	-	79 (14.0)	-	72 (14.4)	-	26 (12.9)	-	18 (12.6)
ノルウェー	3-4	79 (13.1)	3	96 (11.6)	8	30 (12.7)	4,8	97 (11.2)
ハンガリー	5	94 (12.1)	1	91 (12.4)	8	17 (12.2)	6	67 (14.0)
ラトビア	-	-	3-4	-	-	-	2-4	-
リトアニア	3-4	96 (11.4)	1-4	98 (11.1)	5-8	64 (12.7)	1-4	92 (12.4)
ロシア	3-4	-	2-3	-	3-4	-	3-4	-
アメリカ	-	80 (12.5)	-	80 (12.5)	-	58 (12.2)	-	74 (12.6)

- (注) 1 理科カリキュラムでの指導学年は各国調査責任者へのカリキュラム質問紙による。
 2 児童の履修率は教師質問紙に基づく。教師の担当している児童数で割り付けた数値を示す。
 3 ()内は標準誤差(SE)を示す。履修率は小数点以下を四捨五入した整数値で示す。
 4 「-」はデータが該当しないか不十分であることを示す。

表 3-1 理科の内容の指導学年と第8学年における履修率（物理領域：10項目）

国・地域	(1)物質の状態と変化		(2)融解、凝固、蒸発、凝縮の過程		(3)エネルギーの種類、源、変換(熱移動を含む)		(4)熱膨張と体積や圧力の変化		(5)光の基本的性質と作用	
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)
日本	6-7	53 (3.0)	10-11	81 (2.8)	9-12	8 (0.2)	8,7,10-12	68 (3.8)	3,7,10-12	68 (3.0)
韓国	7	78 (2.2)	7	88 (2.7)	5,9-10	46 (3.9)	4	64 (4.0)	7	67 (3.4)
台湾	6	99 (0.7)	8	99 (0.9)	9	60 (4.1)	8	75 (3.5)	8	95 (1.9)
香港	7	66 (3.6)	7	65 (3.2)	7	87 (3.4)	7	73 (3.6)	9	12 (2.3)
シンガポール	8	89 (1.8)	9	76 (2.2)	7	82 (2.1)	7	73 (2.9)	8	90 (2.0)
オーストラリア	-	85 (3.5)	11	91 (3.0)	11	65 (3.2)	-	43 (3.8)	-	19 (3.5)
ニュージーランド	8-9	86 (3.8)	8-9	92 (3.6)	8-9	76 (4.4)	11-12	38 (3.5)	8-9	71 (3.0)
イングランド	K,1,6	97 (1.0)	4,6	-	6-8	96 (1.8)	7	82 (4.0)	K,2,5-6	97 (1.1)
スコットランド	7	89 (2.3)	7	90 (2.4)	8	97 (1.0)	8	66 (3.9)	7	56 (4.4)
イタリア	6-7	95 (1.5)	6	94 (1.7)	5-8	80 (3.0)	6-7	85 (2.6)	6-8	38 (3.5)
ベルギー(フランドル圏)	-	43 (4.6)	-	60 (4.9)	-	32 (3.2)	-	25 (3.3)	-	20 (2.6)
オランダ	-	68 (3.3)	-	84 (3.7)	-	76 (3.0)	10	18 (4.0)	-	76 (4.8)
ノルウェー	8	86 (3.1)	10	61 (3.2)	9-10	25 (3.8)	10	46 (4.4)	1,6	3 (1.3)
スウェーデン	8	82 (3.5)	8	88 (2.6)	9	46 (4.0)	8	48 (3.5)	8-9	49 (3.7)
ハンガリー	7	98 (1.1)	7	91 (2.0)	7	94 (1.5)	7	93 (2.2)	8	33 (3.7)
エストニア	1,7-8,10	82 (3.2)	1-2,5,9-10	39 (4.5)	5,7-9	50 (3.0)	7,9-10	45 (4.9)	8	97 (2.2)
ラトビア	8-9	100 (0.6)	8-9	62 (3.6)	8-9	60 (3.7)	8-9	70 (3.1)	8-9	100 (0.6)
リトアニア	5-8	83 (3.5)	7-8	12 (3.0)	5-8	51 (4.6)	7-8	24 (4.1)	5-8	44 (2.2)
ロシア	7	-	7-8	-	7-8	-	7-8	-	8	-
アメリカ	-	66 (2.1)	-	84 (2.2)	-	76 (2.6)	-	68 (2.1)	-	63 (2.6)

国・地域	(6)音の性質		(7)電気回路および電圧と電流の関係		(8)永久磁石と電磁石の性質		(9)力と運動、距離・時間のグラフの利用		(10)密度や圧力の効果	
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)
日本	3,7,10-12	78 (3.8)	3-4,10-12	106 (2.8)	3,5,10-12	68 (3.7)	5,7,9-12	5 (0.6)	4,7,10-12	85 (3.8)
韓国	7	57 (3.7)	8	87 (2.8)	6	26 (3.3)	8	90 (2.3)	7	77 (3.3)
台湾	8	95 (1.9)	8	41 (3.9)	9	16 (2.9)	9	25 (3.6)	8	75 (3.2)
香港	8	64 (3.2)	8	98 (1.2)	8	61 (4.1)	10	77 (3.4)	7	55 (4.6)
シンガポール	8	85 (1.4)	8	95 (1.0)	3-9	52 (2.3)	7	62 (2.5)	7	61 (2.3)
オーストラリア	-	28 (3.4)	-	43 (4.4)	-	58 (4.1)	-	48 (3.8)	11	22 (3.1)
ニュージーランド	6-7	26 (4.1)	8-9	16 (2.6)	6-9	14 (3.2)	6-9	40 (3.0)	9	21 (4.2)
イングランド	K,4,6	94 (2.2)	1,3,5-6,8	-	2,5,7	96 (1.5)	K,1,3,5-6,8	94 (2.2)	8	85 (3.4)
スコットランド	7-8	58 (4.7)	8	90 (2.5)	8	53 (4.7)	9-10	63 (3.2)	6	36 (3.5)
イタリア	8	37 (2.8)	8	54 (3.8)	8	44 (3.7)	6-7	87 (2.4)	8	61 (3.5)
ベルギー(フランドル圏)	-	0 (0.0)	-	34 (3.7)	-	3 (1.2)	-	27 (4.1)	-	12 (2.7)
オランダ	-	57 (3.2)	-	65 (3.0)	-	20 (4.4)	-	41 (4.7)	9	18 (3.6)
ノルウェー	2,7	5 (1.9)	7,9	8 (2.6)	5,7	4 (1.5)	-	39 (4.2)	8	31 (3.2)
スウェーデン	8-9	51 (3.2)	7	84 (3.0)	8	65 (3.4)	7	71 (3.5)	7-8	57 (3.9)
ハンガリー	11	32 (2.8)	8	98 (0.7)	6	93 (1.6)	7	97 (1.3)	7	76 (3.4)
エストニア	8,11	31 (4.3)	3,9,11	6 (2.1)	3,9	5 (1.9)	2,7-8,10	96 (2.4)	8	95 (2.4)
ラトビア	8-9	96 (2.1)	8-9	11 (3.7)	8-9	9 (2.7)	8-9	46 (3.8)	8-9	62 (3.2)
リトアニア	5-8	51 (4.6)	5-6	10 (3.2)	5-8	6 (2.3)	5-8	93 (3.7)	7-8	85 (3.6)
ロシア	9	-	8	-	8	-	7	-	7	-
アメリカ	-	56 (2.9)	-	55 (3.0)	-	57 (3.0)	-	77 (3.6)	-	77 (2.7)

- (注) 1 理科カリキュラムでの指導学年は各国調査責任者へのカリキュラム質問紙による。
 2 生徒の履修率は教師質問紙に基づく、教師の担当している生物数で重み付けした数値を示す。
 3 ()内は標準誤差(SE)を示す。履修率は小数点以下を四捨五入した整数値で示す。
 4 イングランドは単校実施率が国際基準を満たしていないため、参考データとして示す。
 5 「-」はデータが該当しないか不十分であることを示す。

表 3-2 理科の内容の指導学年と第 8 学年における履修率（化学領域：8 項目）

国・地域	(1)物質の分類と構成		(2)溶液の性質		(3)物質の構造		(4)水の特性と利用法		(5)一般的な酸とアルカリの性質と用途	
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)
日本	8-12	88 (2.2)	6-7, 9-12	87 (2.2)	8, 10-12	88 (2.2)	6, 7, 10-12	86 (2.2)	6-7, 10-12	85 (2.2)
韓国	8	89 (2.7)	5	90 (2.4)	12	40 (4.0)	7	46 (4.2)	10	16 (2.0)
台湾	6	100 (0.0)	8	99 (0.7)	8	99 (0.7)	8	98 (1.1)	9	35 (4.2)
香港	9	67 (4.7)	7	83 (2.7)	9	56 (4.7)	7	86 (2.5)	8	95 (2.0)
シンガポール	7	87 (1.7)	7	85 (1.2)	8	88 (2.0)	4	71 (2.7)	7	81 (2.2)
オーストラリア	-	90 (2.7)	7	84 (2.8)	-	67 (4.0)	11-12	72 (3.2)	9-10	46 (4.2)
ニュージーランド	8-9	94 (1.9)	8-9	76 (4.8)	8-9	77 (3.9)	8	75 (2.3)	8-9	32 (3.1)
イングランド	K-7	-	5-6	-	7	-	4	-	6	-
スコットランド	6	94 (1.6)	7	93 (1.6)	7	78 (2.7)	8	79 (2.2)	8	90 (2.0)
イタリア	6	94 (1.4)	6-7	87 (2.1)	6-7	95 (1.6)	6	93 (1.8)	6-8	63 (2.5)
ベルギー(フランダース語圏)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
オランダ	-	47 (5.6)	-	35 (4.3)	-	23 (4.1)	-	71 (2.5)	-	20 (4.3)
ノルウェー	5,7	42 (4.6)	-	41 (4.5)	9	30 (4.1)	3,7	88 (2.6)	8,10	-
スウェーデン	7	96 (1.5)	7	87 (2.7)	7-9	67 (3.4)	7	94 (2.0)	8	83 (2.3)
ハンガリー	7	100 (0.0)	7	100 (0.0)	7	99 (0.7)	7	99 (1.0)	8	93 (2.1)
エストニア	1.5,8-11	99 (1.1)	1.5,7-10	77 (4.1)	1,8-10	100 (0.0)	1-2,5,7-10	93 (2.5)	8-11	83 (2.3)
ラトビア	8-9	-	8-9	-	8-9	-	8-9	-	8-9	-
リトアニア	5-8	99 (0.7)	5-8	94 (2.3)	5-8	98 (1.1)	5-8	21 (3.3)	-	5 (2.3)
ロシア	8	-	9	-	7-8	-	7-8	-	6	-
アメリカ	-	65 (2.7)	-	72 (2.0)	-	88 (2.4)	-	84 (1.7)	-	66 (2.3)

国・地域	(16)化学変化		(17)一般的な酸化反応での酸素の必要性		(18)身近な化学変化の分類	
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)
日本	6-12	91 (2.0)	6, 8-12	75 (2.7)	9-12	36 (4.2)
韓国	9	28 (3.2)	11	22 (3.6)	12	21 (2.8)
台湾	8	99 (0.3)	8	97 (1.4)	8	95 (1.3)
香港	10	22 (3.6)	10	41 (4.5)	10	25 (4.2)
シンガポール	8	77 (2.1)	8	55 (2.8)	10	53 (2.7)
オーストラリア	-	67 (3.2)	10-11	23 (3.1)	10	19 (2.4)
ニュージーランド	8-9	64 (4.5)	8-9	28 (4.8)	10	22 (4.4)
イングランド	6,8	-	8	-	-	-
スコットランド	7	71 (3.2)	7	59 (2.3)	7	38 (3.2)
イタリア	6-8	62 (3.6)	6-7	82 (2.3)	6-8	61 (2.8)
ベルギー(フランダース語圏)	-	-	-	-	-	-
オランダ	-	11 (3.3)	-	47 (5.2)	-	11 (3.3)
ノルウェー	3,5,9	19 (3.2)	8-9	36 (4.7)	-	15 (2.5)
スウェーデン	7-9	50 (3.7)	8-9	61 (3.2)	8-9	18 (2.8)
ハンガリー	7	96 (1.6)	7	91 (2.2)	7	94 (2.1)
エストニア	7-11	91 (3.8)	5,7-11	92 (2.3)	7-10	38 (5.0)
ラトビア	8-9	-	8-9	-	8-9	-
リトアニア	7-8	84 (3.1)	7-8	70 (4.1)	9-10	63 (4.4)
ロシア	8	-	8	-	8	-
アメリカ	-	73 (3.0)	-	58 (2.4)	-	60 (3.1)

- (注) 1 理科カリキュラムでの指導学年は各国調査責任者へのカリキュラム質問紙による。
 2 生徒の履修率は教師質問紙に基づく。教師の担当している生徒数で重み付けした数値を示す。
 3 ()内は標準誤差(SE)を示す。履修率は小数点以下を四捨五入した整数値で示す。
 4 イングランドは学校年度が国際基準を満たしていないため、参考データとして示す。
 5 「-」はデータが該当しないか不十分であることを示す。

表 3-3 理科の内容の指導学年と第 8 学年における履修率 (生物領域: 12 項目)

国・地域	(19)生物の分類		(20)人間と他の生物の主な器官系		(21)体内環境の恒常性維持のために機能するシステム		(22)細胞の構造と機能		(23)光合成と呼吸	
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)
日本	3-12	97 (2.0)	3,5,10-12	99 (0.7)	3,10-12	99 (2.0)	3-12	97 (2.0)	3,5,10-12	99 (2.0)
韓国	6	38 (3.9)	7	78 (3.9)	8	77 (3.4)	7	85 (2.2)	8	89 (2.0)
台湾	7	-	7	-	7	-	7	-	7	-
香港	7	85 (3.3)	4	72 (3.9)	9	35 (3.3)	10	84 (3.4)	8	99 (3.8)
シンガポール	8	76 (2.4)	11	90 (1.5)	9	83 (2.3)	7	85 (2.2)	8	86 (1.6)
オーストラリア	-	82 (2.0)	-	57 (4.0)	-	42 (3.4)	-	82 (2.3)	10	70 (3.3)
ニュージーランド	2-7	72 (3.3)	2-9	39 (3.0)	9-11	20 (2.3)	10-12	69 (4.2)	8-9	74 (4.0)
イングランド	1,3,5-6	96 (3.1)	K,4,6,8	-	4,7-8	-	6,8	99 (3.4)	7-8	97 (3.3)
スコットランド	7	94 (1.5)	7	78 (3.0)	7	47 (3.5)	7	95 (1.1)	8	83 (2.7)
イタリア	4-6	99 (3.0)	4-7	100 (0.0)	6-7	93 (1.9)	6	100 (0.5)	4-7	99 (0.7)
ベルギー(フラマン語圏)	-	81 (4.1)	-	97 (1.0)	-	95 (1.3)	-	80 (2.6)	-	90 (2.5)
オランダ	-	82 (4.2)	-	100 (0.0)	-	97 (1.5)	-	72 (3.1)	-	87 (3.4)
ノルウェー	4-7	34 (3.9)	3,5	19 (3.3)	2,4-5,9	10 (2.4)	-	50 (4.7)	6	56 (4.4)
スウェーデン	7	81 (3.3)	8	79 (2.8)	8	64 (4.2)	8	75 (2.4)	8	90 (2.6)
ハンガリー	7	88 (2.7)	8	95 (1.7)	8	78 (2.6)	8	90 (1.9)	8	86 (2.3)
エストニア	2,4,6-8	95 (1.9)	2,4,7-9,12	35 (3.6)	4,7,9,11-12	32 (3.3)	4,7,9,11	74 (3.2)	4,7,9,11	88 (3.6)
ラトビア	6-9	86 (3.2)	9	48 (3.2)	9	62 (3.7)	7-8	69 (3.9)	7-8	98 (1.5)
リトアニア	5-8	91 (2.6)	5-8	72 (4.4)	7-8	63 (4.4)	5-8	85 (3.3)	5-8	84 (3.6)
ロシア	7-8	-	6-9	-	9	-	6-8	-	7-8	-
アメリカ	-	87 (2.1)	-	88 (2.1)	-	88 (2.3)	-	92 (1.7)	-	88 (2.2)

国・地域	(24)生物の一生(人間、植物、鳥類、昆虫を含む)		(25)生殖と遺伝、誘起形質と獲得形質		(26)種の生存・絶滅における変異と適応の役割		(27)生態系における生物の相互作用		(28)自然界での物質の循環	
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)
日本	3-12	99 (2.0)	3,9-12	97 (2.0)	3-12	99 (2.0)	3-12	99 (2.0)	3-12	99 (2.0)
韓国	3-4	27 (3.9)	9	44 (3.9)	9	20 (2.3)	8	20 (3.2)	11-12	27 (3.5)
台湾	7	-	7	-	7	-	7	-	7	-
香港	10	40 (4.6)	7	78 (4.0)	6	54 (4.8)	8	86 (4.4)	8	79 (3.4)
シンガポール	3-6	51 (2.5)	8	81 (1.7)	-	50 (2.6)	8	73 (2.2)	8	69 (2.0)
オーストラリア	7	49 (4.2)	7	26 (2.7)	10	40 (4.2)	-	62 (3.7)	-	47 (4.2)
ニュージーランド	2-3	43 (3.7)	8-9	28 (3.1)	9-11	38 (3.0)	8-9	73 (3.9)	8-9	58 (3.3)
イングランド	4,6-7	-	4,6	-	5-6,8	-	5-8	-	9	-
スコットランド	7	60 (2.7)	7	81 (2.6)	8	53 (3.3)	7	79 (3.4)	7	53 (2.5)
イタリア	4-7	97 (1.5)	8	83 (2.8)	8	69 (3.5)	5-8	83 (2.5)	4-8	91 (2.0)
ベルギー(フラマン語圏)	-	49 (3.7)	-	86 (2.7)	-	21 (2.7)	-	79 (3.1)	-	41 (4.4)
オランダ	-	78 (4.6)	-	83 (4.4)	-	40 (5.0)	-	37 (3.5)	-	40 (5.5)
ノルウェー	3	39 (4.1)	5-6,10	15 (3.1)	5,8	73 (3.9)	6-7	42 (4.2)	6-7	54 (4.6)
スウェーデン	8	74 (3.5)	8	33 (2.5)	9	25 (2.6)	8	74 (3.1)	8	82 (2.2)
ハンガリー	8	89 (2.5)	8	59 (4.1)	7	67 (3.8)	7	91 (2.4)	8	95 (1.9)
エストニア	2,4,7-8,11	95 (1.8)	2,4,9,11	24 (4.6)	2,4-5,8-9,12	26 (4.8)	3,6,8,11-12	77 (3.6)	2,5-6,11-12	52 (3.2)
ラトビア	7	87 (4.0)	9	57 (3.0)	7-9	77 (4.5)	6-7	76 (3.4)	6-8	51 (3.9)
リトアニア	5-8	86 (3.3)	5-8	73 (4.1)	5-8	31 (4.2)	5-8	78 (3.8)	5-8	52 (3.3)
ロシア	7-9	-	7-11	-	6-8	-	6-8,10	-	8-8	-
アメリカ	-	88 (2.1)	-	82 (2.5)	-	83 (2.4)	-	90 (2.0)	-	88 (2.3)

国・地域	(29)一般的な感染症		(30)予防医学の方法	
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)
日本	3-12	99 (2.0)	3-12	99 (2.0)
韓国	11-12	30 (3.2)	11-12	52 (3.6)
台湾	7	-	7	-
香港	5	16 (2.0)	5	23 (2.8)
シンガポール	10	48 (2.1)	10	35 (2.2)
オーストラリア	11	18 (2.1)	-	35 (2.7)
ニュージーランド	K-12	11 (2.0)	K-12	24 (3.9)
イングランド	7	-	8	-
スコットランド	8	21 (3.1)	8	26 (3.5)
イタリア	5-8	89 (2.1)	6-7	94 (1.8)
ベルギー(フラマン語圏)	-	57 (3.7)	-	88 (2.5)
オランダ	-	66 (5.5)	-	93 (3.9)
ノルウェー	2,4,8	58 (3.9)	2,6,8	44 (4.3)
スウェーデン	8	55 (4.0)	8	65 (2.7)
ハンガリー	8	72 (3.9)	4	86 (3.0)
エストニア	2,4,8-9,11-12	71 (3.4)	1-2,4-7,9-10,12	63 (3.6)
ラトビア	9	30 (3.0)	9	34 (3.4)
リトアニア	5-8	47 (4.3)	5-8	48 (4.6)
ロシア	9	-	9	-
アメリカ	-	77 (2.9)	-	81 (2.5)

(注)

- 1 理科カリキュラムでの指導学年は各国調査責任者へのカリキュラム質問紙による。
- 2 生徒の履修率は教師質問紙に基づく。教師の担当している生徒数で重み付けした数値を示す。
- 3 ()内は標準誤差(SE)を示す。履修率は小数点以下を四捨五入した整数値で示す。
- 4 イングランドは学校実態等が国際基準を満たしていないため、参考データとして示す。
- 5 「-」はデータが該当しないか不十分であることを示す。

表 3-4 理科の内容の指導学年と第 8 学年における履修率（地学領域：11 項目）

国・地域	(31)地球の構造と物理的特徴		(32)地球上の水		(33)地球の大気		(34)地球の水循環		(35)岩石の種類と岩石の形成	
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)
日本	7,10-12	89 (9.9)	5,6,10-12	33 (9.9)	7,10-12	61 (9.9)	8,10-12	31 (9.9)	7,10-12	82 (9.9)
韓国	7	76 (9.9)	7	65 (9.9)	7	71 (9.9)	9	51 (9.9)	7	76 (9.9)
台湾	9	-	9	-	9	-	8	-	9	-
香港	8	8 (9.9)	8	21 (9.9)	8	46 (9.9)	8	58 (9.9)	11	2 (9.9)
シンガポール	7	13 (9.9)	7	14 (9.9)	7	23 (9.9)	7	35 (9.9)	7	8 (9.9)
オーストラリア	-	63 (9.9)	-	43 (9.9)	-	57 (9.9)	-	57 (9.9)	-	56 (9.9)
ニュージーランド	8-9	23 (9.9)	4-5	18 (9.9)	8-9	35 (9.9)	4-5	53 (9.9)	10	16 (9.9)
イングランド	-	-	6-7	-	-	-	4	-	7	-
スコットランド	6	44 (9.9)	8	32 (9.9)	6	64 (9.9)	8	70 (9.9)	6	45 (9.9)
イタリア	8	81 (9.9)	6-7	86 (9.9)	4,6-7	85 (9.9)	3-6	90 (9.9)	8	59 (9.9)
ベルギー(フламンド語圏)	-	38 (9.9)	-	16 (9.9)	-	12 (9.9)	-	34 (9.9)	-	28 (9.9)
オランダ	-	89 (9.9)	10	73 (9.9)	10	67 (9.9)	-	74 (9.9)	-	37 (9.9)
ノルウェー	8	85 (9.9)	8	58 (9.9)	8	78 (9.9)	7-8	57 (9.9)	-	48 (9.9)
スウェーデン	6	-	5	-	7-8	-	8	62 (9.9)	9	-
ハンガリー	6	65 (9.9)	6	78 (9.9)	6,8	64 (9.9)	8	83 (9.9)	5	91 (9.9)
エストニア	3-4,7-8,11	100 (9.9)	2,5,7,11	99 (9.9)	2,5,7-8,11	100 (9.9)	2,5,7-8,11	98 (9.9)	4,7,11	100 (9.9)
ラトビア	6	-	8-7	-	6	-	7	-	7	-
リトアニア	5-8	98 (9.9)	7-8	96 (9.9)	5-8	98 (9.9)	5-8	98 (9.9)	7-8	98 (9.9)
ロシア	6-8	-	6-8	-	7	-	7	-	6-8	-
アメリカ	-	90 (9.9)	-	88 (9.9)	-	86 (9.9)	-	90 (9.9)	-	84 (9.9)

国・地域	(36)気候データと気候図、気候パターンの変化		(37)数十万年にわたる地質学的プロセス		(38)化石と化石燃料の形成		(39)地球上の現象の説明		(40)地球の物理的特徴	
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)
日本	8,10-12	58 (9.9)	7,10-12	49 (9.9)	8-7,10-12	48 (9.9)	8,10-12	6 (9.9)	9,10-12	5 (9.9)
韓国	9	30 (9.9)	8	89 (9.9)	8	80 (9.9)	9-10	45 (9.9)	9	56 (9.9)
台湾	9	-	9	-	9	-	10	-	10	-
香港	8	6 (9.9)	8	3 (9.9)	7	41 (9.9)	6	10 (9.9)	-	14 (9.9)
シンガポール	7	10 (9.9)	7	11 (9.9)	-	32 (9.9)	-	15 (9.9)	-	9 (9.9)
オーストラリア	-	25 (9.9)	-	43 (9.9)	10	46 (9.9)	-	69 (9.9)	-	66 (9.9)
ニュージーランド	6-7	26 (9.9)	8-9	12 (9.9)	6-7	11 (9.9)	1-9	67 (9.9)	8-9	67 (9.9)
イングランド	7	-	-	-	-	-	4,6,8	-	-	-
スコットランド	-	11 (9.9)	-	24 (9.9)	6	63 (9.9)	7	38 (9.9)	6	36 (9.9)
イタリア	6-8	61 (9.9)	8	77 (9.9)	8	65 (9.9)	8	71 (9.9)	8	67 (9.9)
ベルギー(フламンド語圏)	-	70 (9.9)	-	22 (9.9)	-	17 (9.9)	-	17 (9.9)	-	8 (9.9)
オランダ	-	81 (9.9)	-	82 (9.9)	-	30 (9.9)	-	57 (9.9)	-	32 (9.9)
ノルウェー	4,7	46 (9.9)	8	66 (9.9)	8	59 (9.9)	5,9	87 (9.9)	8	82 (9.9)
スウェーデン	7-8	-	9	-	8-9	44 (9.9)	5-9	62 (9.9)	7-9	45 (9.9)
ハンガリー	6,8	94 (9.9)	5	96 (9.9)	6	82 (9.9)	6	82 (9.9)	9	44 (9.9)
エストニア	1-2,6-8,11	100 (9.9)	4,7,11	99 (9.9)	4-5,7,9,11	89 (9.9)	4,7	99 (9.9)	7	85 (9.9)
ラトビア	7	-	7	-	6	-	-	-	-	-
リトアニア	5-8	99 (9.9)	7-8	99 (9.9)	5-8	81 (9.9)	5-8	95 (9.9)	5-8	88 (9.9)
ロシア	7	-	7-8	-	7-8	-	5,11	-	11	-
アメリカ	-	80 (9.9)	-	86 (9.9)	-	82 (9.9)	-	87 (9.9)	-	86 (9.9)

国・地域	(41)恒星としての太陽	
	指導学年	履修率(%)
日本	8-12	8 (9.9)
韓国	9	86 (9.9)
台湾	8	-
香港	6	20 (9.9)
シンガポール	3	11 (9.9)
オーストラリア	-	63 (9.9)
ニュージーランド	8-9	74 (9.9)
イングランド	-	-
スコットランド	2	39 (9.9)
イタリア	8	67 (9.9)
ベルギー(フламンド語圏)	-	4 (9.9)
オランダ	10	28 (9.9)
ノルウェー	8	61 (9.9)
スウェーデン	9	39 (9.9)
ハンガリー	8	41 (9.9)
エストニア	4,7	76 (9.9)
ラトビア	-	-
リトアニア	5-8	91 (9.9)
ロシア	5,11	-
アメリカ	-	87 (9.9)

- (注) 1 理科カリキュラムでの指導学年は各国認定責任者へのカリキュラム質問紙による。
 2 生徒の履修率は教師質問紙に基づく。教師の担当している生徒数で割り付けられた数値を示す。
 3 ()内は標準誤差(SE)を示す。履修率は小数点以下を四捨五入した整数値で示す。
 4 イングランドは学校実施率が国際基準を満たしていないため、参考データとして示す。
 5 「-」はデータが該当しないか不十分であることを示す。

表 3-5 理科の内容の指導学年と第 8 学年における履修率（環境科学領域：3 項目）

国・地域	(42)人口の変化と環境への影響		(43)天然資源の利用と保全		(44)環境の変化	
	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)	指導学年	履修率(%)
日本	-	9 (4.0)	6-12	2 (0.2)	8-11	2 (0.2)
韓国	11	20 (2.0)	11	22 (2.0)	10	27 (2.3)
台湾	9	-	8	-	9	-
香港	6	26 (4.5)	5	60 (5.0)	6	65 (5.0)
シンガポール	8-10	27 (2.3)	8-10	57 (2.6)	8-10	60 (2.6)
オーストラリア	-	25 (2.2)	-	46 (3.9)	-	40 (4.1)
ニュージーランド	-	18 (2.4)	8-9	42 (5.6)	8-9	31 (4.4)
イングランド	-	-	7-8	-	7-8	-
スコットランド	-	23 (3.0)	8	60 (2.4)	8	41 (3.5)
イタリア	-	40 (3.0)	8	68 (3.9)	8	68 (3.9)
ベルギー(フランダース)	-	-	-	-	-	-
オランダ	-	-	-	-	-	-
ノルウェー	4,8,10	21 (4.0)	6-10	33 (4.4)	8-10	40 (4.6)
スウェーデン	8	24 (4.1)	7-9	43 (4.2)	7-9	37 (4.2)
ハンガリー	10	-	10	-	8	-
エストニア	2,8-9	-	5-7	-	6-11	-
ラトビア	-	-	-	-	-	-
リトアニア	7-8	-	5-8	-	5-8	-
ロシア	7-8	-	7-8	-	7-8	-
アメリカ	-	62 (3.4)	-	73 (3.6)	-	71 (3.3)

- (注) 1 理科カリキュラムでの指導学年は各調査責任者へのカリキュラム質問紙による。
 2 生徒の履修率は教師質問紙に基づく。教師の担当している生徒数で重み付けた数値を示す。
 3 ()内は標準誤差(SE)を示す。履修率は小数点以下を四捨五入した整数値で示す。
 4 イングランドは学校実施率が国数基準を満たしていないため、参考データとして示す。
 5 「-」はデータが該当しないか不十分であることを示す。

表4 理科の内容項目－小学校4年および中学校2年－(TIMSS2003)

物理・化学(30項目)	生物(21項目)	地学(18項目)
1)物理的性質に基づいた物体や材料の分類	31)生物の種類、特徴および分類	52)岩石、鉱物、土、土壌
2)物質の分類と構成	32)人間や他の動物の主な身体構造とその機能	53)地球の構造と物理的特徴
3)金属の特性と用途	33)外部環境や活動に応じた身体反応	54)地球上の水
4)混合物の生成と分離	34)体内環境の恒常性維持のために機能するシステム	55)空気
5)溶液の性質	35)細胞の構造と機能	56)地球の大気
6)物質の構造	36)光合成と呼吸	57)地球の景観の一般的特徴と人間による利用との関係
7)水の特性と利用法	37)身近な生物の一生における一般的な段階	58)地球の天然資源の利用と保全
8)一般的な酸とアルカリの性質と用途	38)生物の一生(人間、植物、鳥類、昆虫を含む)	59)地球の水循環
9)化学的変化と物理的変化	39)植物と動物の生殖	60)岩石の循環過程と岩石の形成
10)化学変化	40)生殖と遺伝、遺伝形質と獲得形質	61)気象条件の日々の変化と季節変化
11)一般的な酸化反応での酸素の必要性	41)種の生存・絶滅における変異と適応の役割	62)気候データと天気図、気候パターンの変化
12)身近な化学変化の分類	42)植物と動物の身体的特徴、行動、生存	63)数十億年にわたる地質学的プロセス
13)物質の状態とその物理的性質の違い	43)生態系における相互作用	64)動物や植物の化石
14)加熱と冷却による水の状態変化	44)生態系における生物の相互作用	65)化石と化石燃料の形成
15)物質の状態と変化	45)自然界での物質の循環	66)地球上の現象の説明
16)融解、凝固、蒸発、凝縮の過程	46)人口の変化と環境への影響	67)地球の物理的特徴
17)一般的なエネルギー源・形態と実際の利用法	47)環境の変化	68)太陽系
18)エネルギーの種類、源、変換(熱移動を含む)	48)伝染病の伝染の仕方	69)恒星としての太陽
19)熱の流動と温度	49)一般的な感染症	
20)熱膨張と体積や圧力の変化	50)予防医学の方法	
21)一般的な光源と関係のある現象	51)食生活や運動など健康を維持する方法	
22)光の基本的性質と作用		
23)音の性質		
24)電気と電気回路の一般的な利用法		
25)電気回路および電圧と電流の関係		
26)磁石		
27)永久磁石と電磁石の性質		
28)物体を動かす力		
29)力と運動、距離・時間グラフの利用		
30)密度や圧力の効果		

表 5-1 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

物理・化学領域 (その1)

1)物理的性質に基づいた物質や材料の分類	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)網掛けは義務教育期間を示し、灰色は初等教育、濃色は中等教育を示す。また、[-]は当該内容を履修しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア										●					第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

2)物質の分類と構成	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)網掛けは義務教育期間を示し、灰色は初等教育、濃色は中等教育を示す。また、[-]は当該内容を履修しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア										●					第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

表 5-2 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

物理・化学領域 (その2)

3)金属の特性と用途	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合科目を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)網掛けは義務教育期間を示し、灰色は初等教育、黄色は中等教育を示す。また、[]は当該内容が履修しないことを示す。</small>														
	K	L	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア											●				第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-6学年:地理, 第7-6学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

4)混合物の生成と分離	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合科目を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)網掛けは義務教育期間を示し、灰色は初等教育、黄色は中等教育を示す。また、[]は当該内容が履修しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア											●				第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

表 5-3 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

物理・化学領域 (その3)

5) 溶液の性質	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注) 記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>
	<small>(注) 黒字は義務教育期間を示し、灰色は初等教育、青色は中等教育を示す。また、[] は当該内容を履修しないことを示す。</small>													
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
日本											●	●	●	
台湾														第7学年: 生物, 第8学年: 物理, 化学
香港														
シンガポール														
オーストラリア														
ニュージーランド														
イングランド														
イタリア														
ノルウェー														
ハンガリー														第7-8学年: 物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア									●					第6-8学年: 生物, 第8学年: 物理, 化学
リトアニア														第5-6学年: 総合科学「自然と人間」, 第6-8学年: 地理, 第7-8学年: 物理, 生物, 第8学年: 化学
ロシア														第6-8学年: 生物, 地理, 第7-8学年: 物理, 第8学年: 化学

6) 物質の構造	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注) 記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>
	<small>(注) 黒字は義務教育期間を示し、灰色は初等教育、青色は中等教育を示す。また、[] は当該内容を履修しないことを示す。</small>													
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
日本											●	●	●	
台湾														第7学年: 生物, 第8学年: 物理, 化学
香港														
シンガポール														
オーストラリア														
ニュージーランド														
イングランド														
イタリア														
ノルウェー										●				
ハンガリー														第7-8学年: 物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア									●					第6-8学年: 生物, 第8学年: 物理, 化学
リトアニア														第5-6学年: 総合科学「自然と人間」, 第6-8学年: 地理, 第7-8学年: 物理, 生物, 第8学年: 化学
ロシア														第6-8学年: 生物, 地理, 第7-8学年: 物理, 第8学年: 化学

表 5-4 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

物理・化学領域 (その4)

7)水の特性和利用法	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本					●						●	●	●		
台湾															第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア												●	●		
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア										●					第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

8)一般的な酸とアルカリの性質と用途	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本						●					●	●	●		
台湾															第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー											●				
ハンガリー															第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア										●					第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

表 5-5 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

物理・化学領域 (その5)

9)化学的变化と物理的变化	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)黒塗りには高等教育期間を示し、灰色は初等教育、白色は中等教育を示す。また、[-]は当該内容を履修しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本					●	●	●				●	●	●		
台湾						●									第7学年:生物,第8学年:物理,化学
香港					●										
シンガポール															
オーストラリア						●									
ニュージーランド					●	●									
イングランド															
イタリア					●	●									
ノルウェー	●														
ハンガリー								●							第7-8学年:物理,化学,生物,地学
ラトビア									●						第6-6学年:生物,第8学年:物理,化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理,第7-8学年:物理,生物,第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物,地理,第7-8学年:物理,第8学年:化学

10)化学変化	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)黒塗りには高等教育期間を示し、灰色は初等教育、白色は中等教育を示す。また、[-]は当該内容を履修しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本					●	●	●				●	●	●		
台湾															第7学年:生物,第8学年:物理,化学
香港											●				
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー	●									●					
ハンガリー															第7-8学年:物理,化学,生物,地学
ラトビア									●						第6-8学年:生物,第8学年:物理,化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理,第7-8学年:物理,生物,第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物,地理,第7-8学年:物理,第8学年:化学

表 5-6 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

物理・化学領域 (その8)

11)一般的な酸化反応での酸素の必要性	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>		
	<small>(注)黒抜きは初等教育期間を示し、灰色は初等教育、青色は中等教育を示す。また、L-1は当該内容を履修していることを示す。</small>															
	K	L	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12	13
日本												●	●	●		
台湾																第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港												●				
シンガポール																
オーストラリア													●			
ニュージーランド																
イングランド																
イタリア																
ノルウェー												●				
ハンガリー																第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア												●				第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア																第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア																第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

12)身近な化学変化の分類	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>		
	<small>(注)黒抜きは初等教育期間を示し、灰色は初等教育、青色は中等教育を示す。また、L-1は当該内容を履修していることを示す。</small>															
	K	L	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12	13
日本												●	●	●		
台湾																第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港												●				
シンガポール																
オーストラリア																
ニュージーランド																
イングランド																
イタリア																
ノルウェー																
ハンガリー																第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア												●				第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア																第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア																第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

表 5-7 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

物理・化学領域 (その7)

13)物質の状態とその物理的性質の違い	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド			●	●	●										
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア											●				第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

14)加熱と冷却による水の状態変化	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド			●	●	●										
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア											●				第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

表 5-8 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

物理・化学領域 (その8)

15)物質の状態と変化	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>注)記号のない場合は、中等教育前期まで一設理科あるいは総合理科履修していることを示す。</small>				
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13			
日本															●	●	●	
台湾																		第7学年:生物,第8学年:物理,化学
香港																		
シンガポール																		
オーストラリア																		
ニュージーランド																		
イングランド	●	●																
イタリア																		
ノルウェー																		
ハンガリー																		第7-8学年:物理,化学,生物,地学
ラトビア																		第6-6学年:生物,第8学年:物理,化学
リトアニア																		第5-6学年:総合科学「自然と人間」,第6-8学年:地理,第7-8学年:物理,生物,第8学年:化学
ロシア																		第6-8学年:生物,地理,第7-8学年:物理,第8学年:化学

16)融解,凝固,蒸発,凝縮の過程	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>注)記号のない場合は、中等教育前期まで一設理科あるいは総合理科履修していることを示す。</small>						
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13					
日本																		●	●	●
台湾																				第7学年:生物,第8学年:物理,化学
香港																				
シンガポール																				
オーストラリア																				●
ニュージーランド																				
イングランド																				
イタリア																				
ノルウェー																				●
ハンガリー																				第7-8学年:物理,化学,生物,地学
ラトビア																				第6-8学年:生物,第8学年:物理,化学
リトアニア																				第5-6学年:総合科学「自然と人間」,第6-8学年:地理,第7-8学年:物理,生物,第8学年:化学
ロシア																				第6-8学年:生物,地理,第7-8学年:物理,第8学年:化学

表 5-9 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

物理・化学領域 (その9)

17)一般的なエネルギー源・形態と実際の利用法	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)調剤は理科教育期間を示し、灰色は初等教育、黄色は中等教育を示す。また、「-」は当該内容が履修されていないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー											●				
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア															第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

18)エネルギーの種類, 源, 変換(熱移動を含む)	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)調剤は理科教育期間を示し、灰色は初等教育、黄色は中等教育を示す。また、「-」は当該内容が履修されていないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア												●			
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー											●	●			
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア											●				第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

表 5-10 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

物理・化学領域 (その10)

19)熱の流動と温度	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>
	<small>注)網掛けは義務教育期間を示し、淡色は初等教育、濃色は中等教育を示す。また、[-]は当該内容を履修しないことを示す。</small>													
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
日本				●						●	●	●	●	
台湾				●										第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港		●												
シンガポール				●										
オーストラリア														
ニュージーランド				●	●									
イングランド			●											
イタリア							●	●	●					
ノルウェー			●		●				●					
ハンガリー					●									第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア														第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア	●	●	●	●										第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア			●	●										第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

20)熱膨張と体積や圧力の変化	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>
	<small>注)網掛けは義務教育期間を示し、淡色は初等教育、濃色は中等教育を示す。また、[-]は当該内容を履修しないことを示す。</small>													
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
日本				●				●			●	●	●	
台湾									●					第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港								●						
シンガポール								●						
オーストラリア														
ニュージーランド												●	●	
イングランド								●						
イタリア							●	●						
ノルウェー											●			
ハンガリー								●						第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア									●	●				第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア								●	●					第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア								●	●					第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

表 5-11 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

物理・化学領域 (その11)

21)一般的な光源と関係のある現象	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド	●														
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア															第5-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

22)光の基本的性質と作用	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本												●	●	●	
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド	●														
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア															第5-8学年:生物, 第6学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

表 5-12 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

物理・化学領域 (その12)

23)音の性質	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本				●							●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド						●	●								
イングランド	●				●	●									
イタリア															
ノルウェー			●												
ハンガリー												●			第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア									●						第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア						●	●	●	●						第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

24)電気と電気回路の一般的な利用法	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	K	1	2	3-4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
日本				●	●						●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド						●	●	●							
イングランド	●			●											
イタリア															
ノルウェー										●					
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア									●						第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア						●	●	●	●						第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

表 5-13 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

物理・化学領域 (その13)

25)電気回路および電圧と電流の関係	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一貫してあるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)網掛けは義務教育課程を示し、灰色は初等教育、白色は中等教育を示す。また、(注)は合計科目を意味しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド	●	●	●	●	●	●	●	●	●						
イタリア															
ノルウェー										●					
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア										●					第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

26)磁石	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一貫してあるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)網掛けは義務教育課程を示し、灰色は初等教育、白色は中等教育を示す。また、(注)は合計科目を意味しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本				●											
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド	●	●	●	●	●	●	●	●	●						
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア										●					第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

表 5-14 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

物理・化学領域 (その14)

27)永久磁石と電磁石の性質	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>注:記載のない場合は、中等教育前期まで一貫理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>注:黒色は義務教育期間を示し、灰色は初等教育、淡色は中等教育を示す。また、[]には当該内容を履修しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア															第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

28)物体を動かす力	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>注:記載のない場合は、中等教育前期まで一貫理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>注:黒色は義務教育期間を示し、灰色は初等教育、淡色は中等教育を示す。また、[]には当該内容を履修しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本															
台湾															第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア															第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

表 5-15 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

物理・化学領域 (その15)

29)力と運動、距離・時間グラフの利用	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本					●						●	●	●		
台湾															第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港											●				
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド						●									
イングランド	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア											●				第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-6学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

30)密度や圧力の効果	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本					●							●	●	●	
台湾															第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア												●			
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア											●				第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

表 5-16 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

生物領域 (その1)

31)生物の種類、特徴および分類	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況					
	注) 網掛けは義務教育期間を示し、灰色は初等教育、黒色は中等教育を示す。また、()は当該内容を履修しないことを示す。													注) 記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。					
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					
日本															●	●	●		
台湾																		第7学年: 生物、第8学年: 物理、化学	
香港																			
シンガポール																			
オーストラリア																			
ニュージーランド																			
イングランド																			
イタリア																			
ノルウェー																			
ハンガリー																		第7-8学年: 物理、化学、生物、地学	
ラトビア																		第6-8学年: 生物、第8学年: 物理、化学	
リトアニア																		第5-6学年: 総合科学「自然と人間」、第6-8学年: 地理、第7-8学年: 物理、生物、第8学年: 化学	
ロシア																		第6-8学年: 生物、地理、第7-8学年: 物理、第8学年: 化学	

32)人間や他の動物の主な身体構造とその機能	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況					
	注) 網掛けは義務教育期間を示し、灰色は初等教育、黒色は中等教育を示す。また、()は当該内容を履修しないことを示す。													注) 記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。					
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13					
日本																			
台湾																		第7学年: 生物、第8学年: 物理、化学	
香港																			
シンガポール																			
オーストラリア																			
ニュージーランド																			
イングランド																			
イタリア																			
ノルウェー																			
ハンガリー																		第7-8学年: 物理、化学、生物、地学	
ラトビア																		第6-8学年: 生物、第8学年: 物理、化学	
リトアニア																		第5-6学年: 総合科学「自然と人間」、第6-8学年: 地理、第7-8学年: 物理、生物、第8学年: 化学	
ロシア																		第6-8学年: 生物、地理、第7-8学年: 物理、第8学年: 化学	

表 5-17 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

生物領域 (その2)

33)外部環境や活動に応じた身体反応	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド			●	●											
イングランド				●	●										
イタリア					●										
ノルウェー			●	●	●	●				●	●				
ハンガリー									●						第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア															第6-8学年:生物, 第3学年:物理, 化学
リトアニア						●	●								第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第6学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第6学年:化学

34)体内環境の恒常性維持のために機能するシステム	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第6学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド											●				
イングランド					●										
イタリア															
ノルウェー			●	●	●					●					
ハンガリー									●						第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア									●						第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

表 5-18 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

生物領域 (その3)

35)細胞の構造と機能	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物,第8学年:物理,化学
香港											●				
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド												●	●		
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理,化学,生物,地学
ラトビア															第6-8学年:生物,第8学年:物理,化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理,第7-8学年:物理,生物,第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物,地理,第7-8学年:物理,第8学年:化学

36)光合成と呼吸	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況		
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	
日本												●	●	●		
台湾															第7学年:生物,第8学年:物理,化学	
香港																
シンガポール																
オーストラリア																
ニュージーランド																
イングランド																
イタリア																
ノルウェー																
ハンガリー															第7-8学年:物理,化学,生物,地学	
ラトビア															第6-8学年:生物,第8学年:物理,化学	
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理,第7-8学年:物理,生物,第8学年:化学	
ロシア															第6-8学年:生物,地理,第7-8学年:物理,第8学年:化学	

表 5-19 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

生物領域 (その4)

37)身近な生物の一生における一般的な段階	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>注:記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>注:網掛けは義務教育期間を示し、灰色は初等教育、濃色は中等教育を示す。また、「-」は当該内容を履修しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
台湾				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
シンガポール				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
オーストラリア				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
ニュージーランド				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
イングランド				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
イタリア				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
ノルウェー				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
ハンガリー				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

38)生物の一生(人間, 植物, 鳥類, 昆虫を含む)	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>注:記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>注:網掛けは義務教育期間を示し、灰色は初等教育、濃色は中等教育を示す。また、「-」は当該内容を履修しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
台湾				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
シンガポール				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
オーストラリア				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
ニュージーランド				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
イングランド				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
イタリア				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
ノルウェー				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
ハンガリー				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

表 5-20 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

生物領域 (その5)

39)植物と動物の生殖	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)黒抜きのセルは教育期間を示し、白色は初等教育、灰色は中等教育を示す。また、(・)は当該内容が履修していることを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド													●		
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア															第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

40)生殖と遺伝、遺伝形質と獲得形質	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)黒抜きのセルは教育期間を示し、白色は初等教育、灰色は中等教育を示す。また、(・)は当該内容が履修していることを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本															
台湾															第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア															第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

表 5-21 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

生物領域 (その6)

41)種の生存・絶滅における変異と適応の役割	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)黒抜きは義務教育期間を示し、灰色は初等教育、黄色は中等教育を示す。また、上・下は当該内容を履修しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド											●				
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア											●				第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

42)植物と動物の身体的特徴、行動、生存	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)黒抜きは義務教育期間を示し、灰色は初等教育、黄色は中等教育を示す。また、上・下は当該内容を履修しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア															第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

表 5-22 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

生物領域 (その7)

43)生態系における相互作用	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一貫してあるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)黒塗りには初等教育期間を示し、灰色は初等教育、白色は中等教育を示す。また、「-」は当該内容を履修しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本										●	●	●			
台湾															第7学年:生物,第8学年:物理,化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理,化学,生物,地学
ラトビア															第6-8学年:生物,第8学年:物理,化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」,第6-8学年:地理,第7-8学年:物理,生物,第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物,地理,第7-8学年:物理,第8学年:化学

44)生態系における生物の相互作用	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一貫してあるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)黒塗りには初等教育期間を示し、灰色は初等教育、白色は中等教育を示す。また、「-」は当該内容を履修しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本										●	●	●			
台湾															第7学年:生物,第8学年:物理,化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理,化学,生物,地学
ラトビア															第6-8学年:生物,第8学年:物理,化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」,第6-8学年:地理,第7-8学年:物理,生物,第8学年:化学
ロシア										●					第6-8学年:生物,地理,第7-8学年:物理,第8学年:化学

表 5-23 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

生物領域 (その8)

45)自然界での物質の循環	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア															第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

46)人口の変化と環境への影響	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本															
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー											●				
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア															第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

表 5-24 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

生物領域 (その9)

47)環境の変化	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>				
	<small>(注)黒字は義務教育期間を示し、灰色は初等教育、白色は中等教育を示す。また、「-」は当該内容を履修しないことを示す。</small>																	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13			
日本															●	●	●	
台湾																		第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港																		
シンガポール																		
オーストラリア																		
ニュージーランド																		
イングランド																		
イタリア																		
ノルウェー																		
ハンガリー																		第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア																		第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア																		第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-6学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア																		第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

48)伝染病の伝染の仕方	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>				
	<small>(注)黒字は義務教育期間を示し、灰色は初等教育、白色は中等教育を示す。また、「-」は当該内容を履修しないことを示す。</small>																	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13			
日本																		
台湾																		第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港																		
シンガポール																		
オーストラリア																		
ニュージーランド																		
イングランド																		
イタリア																		
ノルウェー																		
ハンガリー																		第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア																		第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア																		第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア																		第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

表 5-25 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

生物領域 (その10)

49)一般的な感染症	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況		
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	
日本																
台湾																第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港																
シンガポール																
オーストラリア																
ニュージーランド	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
イングランド																
イタリア																
ノルウェー																
ハンガリー																第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア																第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア																第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア																第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

50)予防医学の方法	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況		
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	
日本																
台湾																第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港																
シンガポール																
オーストラリア																
ニュージーランド	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
イングランド																
イタリア																
ノルウェー																
ハンガリー																第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア																第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア																第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア																第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

表 5-26 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

生物領域 (その1)

51)食生活や運動など健康を維持する方法	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(点)記述のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>		
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	
日本																
台湾																第7学年:生物、第3学年:物理、化学
香港																
シンガポール																
オーストラリア																
ニュージーランド	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
イングランド																
イタリア																
ノルウェー																
ハンガリー																第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア																第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
トアニア																第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア																第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

表 5-27 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

地学領域 (その1)

52)岩石、鉱物、土、 土壌	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記号のない場合は、中等教育前期まで一総理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)黒字は義務教育期間を示し、灰色は初等教育、黒色は中等教育を示す。また、「-」は当該内容が履修しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア															第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

53)地球の構造と物 理的特徴	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記号のない場合は、中等教育前期まで一総理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)黒字は義務教育期間を示し、灰色は初等教育、黒色は中等教育を示す。また、「-」は当該内容が履修しないことを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本															
台湾															第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア															第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

表 5-28 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

地学領域 (その2)

54)地球上の水	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)黒字は義務教育期間を示し、灰色は初等教育、黄色は中等教育を示す。また、「○」は当該内容が履修されていることを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア															第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

55)空気	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記載のない場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	<small>(注)黒字は義務教育期間を示し、灰色は初等教育、黄色は中等教育を示す。また、「○」は当該内容が履修されていることを示す。</small>														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物, 第8学年:物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア															第6-8学年:生物, 第8学年:物理, 化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」, 第6-8学年:地理, 第7-8学年:物理, 生物, 第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物, 地理, 第7-8学年:物理, 第8学年:化学

表 5-29 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

地学領域 (その3)

56)地球の大気	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記号の付く場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>
	<small>(注)網掛けは義務教育期間を示し、灰色は中等教育、黒色は中等教育を示す。また、○は当該内容を履修しないことを示す。</small>													
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
日本											●	●	●	
台湾														第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港														
シンガポール														
オーストラリア														
ニュージーランド														
イングランド														
イタリア														
ノルウェー														
ハンガリー														第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア														第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア														第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア														第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

57)地球の景観の一般的特徴と人間による利用との関係	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>(注)記号の付く場合は、中等教育前期まで一般理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>
	<small>(注)網掛けは義務教育期間を示し、灰色は中等教育、黒色は中等教育を示す。また、○は当該内容を履修しないことを示す。</small>													
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
日本											●	●	●	
台湾														第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港														
シンガポール														
オーストラリア														
ニュージーランド														
イングランド														
イタリア														
ノルウェー														
ハンガリー														第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア														第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア														第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア														第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

表 5-30 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

地学領域 (その4)

58)地球の天然資源の利用と保全	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況	
	注: 黒色は義務教育期間を示し、灰色は初等教育、白色は中等教育を示す。また、「-」は当該内容を履修しないことを示す。														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本												●	●	●	
台湾															第7学年: 生物, 第8学年: 物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー												●	●		
ハンガリー															第7-8学年: 物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア															第6-8学年: 生物, 第8学年: 物理, 化学
リトアニア															第5-6学年: 総合科学「自然と人間」、第6-8学年: 地理, 第7-8学年: 物理, 生物, 第8学年: 化学
ロシア															第6-8学年: 生物, 地理, 第7-8学年: 物理, 第8学年: 化学

59)地球の水循環	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況	
	注: 黒色は義務教育期間を示し、灰色は初等教育、白色は中等教育を示す。また、「-」は当該内容を履修しないことを示す。														
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本												●	●	●	
台湾															第7学年: 生物, 第8学年: 物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年: 物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア															第6-8学年: 生物, 第8学年: 物理, 化学
リトアニア															第5-6学年: 総合科学「自然と人間」、第6-8学年: 地理, 第7-8学年: 物理, 生物, 第8学年: 化学
ロシア															第6-8学年: 生物, 地理, 第7-8学年: 物理, 第8学年: 化学

表 5-32 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

地学領域 (その6)

62)気候データと天 気図、気候パターンの 変化	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況				
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13			
日本															●	●	●	
台湾																		第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港																		
シンガポール																		
オーストラリア																		
ニュージーランド																		
イングランド																		
イタリア																		
ノルウェー																		
ハンガリー																		第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア																		第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア																		第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学 年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア																		第6-6学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

63)数十億年にわた る地質学的プロセス	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況				
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13			
日本															●	●	●	
台湾																		第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港																		
シンガポール																		
オーストラリア																		
ニュージーランド																		
イングランド																		
イタリア																		
ノルウェー																		
ハンガリー																		第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア																		第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア																		第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学 年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア																		第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

表 5-34 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TIMSS2003)

地学領域 (その8)

66)地球上の現象の 説明	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>注) 記載のない項目は、中等教育前期まで一貫理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾											●				第7学年: 生物, 第8学年: 物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド	●	●	●	●	●	●	●	●	●						
イングランド					●	●	●	●	●						
イタリア															
ノルウェー					●										
ハンガリー															第7-8学年: 物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア															第6-8学年: 生物, 第8学年: 物理, 化学
リトアニア						●	●	●	●						第5-6学年: 総合科学「自然と人間」, 第6-8学年: 地理, 第7-8学年: 物理, 生物, 第8学年: 化学
ロシア												●			第6-8学年: 生物, 地理, 第7-8学年: 物理, 第5学年: 化学

67)地球の物理的 特徴	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況 <small>注) 記載のない項目は、中等教育前期まで一貫理科あるいは総合理科を履修していることを示す。</small>	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾											●				第7学年: 生物, 第8学年: 物理, 化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド	●	●	●	●	●	●	●	●	●						
イングランド					●	●	●	●	●						
イタリア															
ノルウェー					●										
ハンガリー															第7-8学年: 物理, 化学, 生物, 地学
ラトビア															第6-8学年: 生物, 第8学年: 物理, 化学
リトアニア						●	●	●	●						第5-6学年: 総合科学「自然と人間」, 第6-8学年: 地理, 第7-8学年: 物理, 生物, 第8学年: 化学
ロシア												●			第6-8学年: 生物, 地理, 第7-8学年: 物理, 第6学年: 化学

表 5-35 理科カリキュラム内容に対する履修学年 (TINSS2003)

地学領域 (その9)

68)太陽系	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア															第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア															第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

69)恒星としての太陽	内容の履修学年													中等教育前期までにおける理科の分科科目の状況	
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
日本											●	●	●		
台湾															第7学年:生物、第8学年:物理、化学
香港															
シンガポール															
オーストラリア															
ニュージーランド															
イングランド															
イタリア															
ノルウェー															
ハンガリー															第7-8学年:物理、化学、生物、地学
ラトビア															第6-8学年:生物、第8学年:物理、化学
リトアニア															第5-6学年:総合科学「自然と人間」、第6-8学年:地理、第7-8学年:物理、生物、第8学年:化学
ロシア												●			第6-8学年:生物、地理、第7-8学年:物理、第8学年:化学

表 6-1 理科の内容項目に対する履修学年—物理・化学領域— (TIMSS2003)

内容項目	各学年で履修する国の数(13か国/地域中)												
	注)網掛けは13か国中4か国以上(25%以上)が履修している学年であることを示し、淡色は4~6か国(25%以上50%未満)、黄色は7か国以上(50%以上)を示す。わが国の履修学年は太字で示した学年に含まれている。												
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1)物理的性質に基づいた物質や材料の分類	1	2	2	2	2	2	3	2	3	2	1	1	1
2)物質の分類と構成	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
3)金属の特性と用途		1	2	2	2	1	3	2	2	3	1	1	1
4)混合物の生成と分離			1	2	2	3	2	2	2	1	1	1	1
5)溶液の性質						3	2	2	2	3	1	1	1
6)物質の構造						1	2	2	2	2	1	1	1
7)水の特性と利用法			1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2
8)一般的な酸とアルカリの性質と用途							3	3	2	2	3	1	1
9)化学的変化と物理的変化		1		1	2	2	2	2	3	2	1	1	1
10)化学変化				1		2	3	2	2	2	2	1	1
11)一般的な酸化反応での酸素の必要性							2	3	2	2	3	2	1
12)身近な化学変化の分類							1	2	2	2	2	1	1
13)物質の状態とその物理的性質の違い			1	2	2	1	2	3	1	1	1	1	1
14)加熱と冷却による水の状態変化			1	2	2		1	1	1	1	1	1	1
15)物質の状態と変化	1	1				1	3	2	2	2	1	1	1
16)融解、凝固、蒸発、凝縮の過程					1		2	2	2	3	2	2	1
17)一般的なエネルギー源・形態と実際の利用法		1	1	1	1	2	2	3	1	1	2	1	1
18)エネルギーの種類、源、変換(熱移動を含む)						2	3	2	2	2	2	2	1
19)熱の流動と温度		1	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1
20)熱膨張と体積や圧力の変化					1		1	2	2	1	2	2	2
21)一般的な光源と関係のある現象	1		2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	1
22)光の基本的性質と作用	1	1	1	1		2	2	2	2	3	1	1	1
23)音の性質	1		1	1	1	1	3	2	2	2	1	2	1
24)電気と電気回路の一般的な利用法		2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1
25)電気回路および電圧と電流の関係		1		2	1	2	2	2	2	3	1	1	1
26)磁石		1	3	2	1	1	1	1	3	1			
27)永久磁石と電磁石の性質			1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1
28)物体を動かす力	1	2	2	3	2	1	2	2	2	2	1	1	1
29)力と運動、距離-時間グラフの利用	1	1		1		3	2	2	2	2	2	1	1
30)密度や圧力の効果					1			2	2	2	1	2	1

表 6-2 理科の内容項目に対する履修学年—生物領域— (TIMSS2003)

内容項目	各学年で履修する国の数(13か国/地域中)													
	注)網掛けは13か国中4か国以上(25%以上)が履修している学年であることを示し、灰色は4～6か国(25%以上50%未満)、黄色は7か国以上(50%以上)を示す。わが国の履修学年は太字で示した学年に言われている。													
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
31)生物の種類、特徴および分類										2	1	1	1	
32)人間や他の動物の主な身体構造とその機能	1		2								2	2	1	
33)外部環境や活動に応じた身体反応			2		5	3		3	3	3	2	1	1	
34)体内環境の恒常性維持のために機能するシステム			1		2	1	1				2	2	1	
35)細胞の構造と機能						1				1	3	2	2	
36)光合成と呼吸					1	2				1	2	1	1	
37)身近な生物の一生における一般的な段階		1	3			3	4	4	3	3	1	1	1	
38)生物の一生(人間、植物、鳥類、昆虫を含む)			1		4	4	4	5		4	2	2	1	1
39)植物と動物の生殖				2			4	4	4		2	2	1	
40)生殖と遺伝、遺伝形質と獲得形質					1	3	3	5	5	4	3	2	1	
41)種の生存・絶滅における変異と適応の役割						3		4	4	3	3	2	1	
42)植物と動物の身体的特徴、行動、生存		1	1	3	4	2	5	2	1	2	1	1	1	
43)生態系における相互作用				3	4	2	5	3	3	2	1	1	1	
44)生態系における生物の相互作用						3				2	2	1	1	
45)自然界での物質の循環					1	2	5	5		3	1	1	1	
46)人口の変化と環境への影響					1		1	2		2	3			
47)環境の変化		2	1	3	5	4	5	4		3	1	1	1	
48)伝染病の伝染の仕方	1	1	2	4	3	4	2	3	2	1	1	1	1	
49)一般的な感染症	1	1	2	1	2	4	3	5	5	3	2	2	1	
50)予防医学の方法	1	1	2	1	2	3	4	4	4	3	2	1	1	
51)食生活や運動など健康を維持する方法	1	2	3	3	4	2	1	2	1	1	1	1	1	

表 6-3 理科の内容項目に対する履修学年—地学領域— (TIMSS2003)

内容項目	各学年で履修する国の数(13か国/地域中)												
	注)網掛けは13か国中4か国以上(25%以上)が履修している学年であることを示し、淡色は4~6か国(5%以上50%未満)、黄色は7か国以上(50%以上)を示す。わが国の履修学年は太字で示した学年に含まれている。												
	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
52)岩石、鉱物、土、土壌			2	2		3	2	2	2		1	1	1
53)地球の構造と物理的特徴						1	2	2	2	2	1	1	1
54)地球上の水		1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
55)空気				2	2	3	2	3	2	1	1	1	1
56)地球の大気					1	1	2	2	2	2	1	1	1
57)地球の景観の一般的特徴と人間による利用との関係	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1
58)地球の天然資源の利用と保全			3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
59)地球の水循環			2	2	2	2	2	2	2		1	1	1
60)岩石の循環過程と岩石の形成					1	1	2	2	3	1	2	2	1
61)気象条件の日々の変化と季節変化	2	2	2	2	2	2	2	1		1	1	1	1
62)気候データと天気図、気候パターンの変化				1	2	2	2	2	1	1	1	1	1
63)数十億年にわたる地質学的プロセス					1		2	2	2	2	1	1	1
64)動物や植物の化石		1	2	2	1	2	2	2		1	1	1	1
65)化石と化石燃料の形成					1	2	2	2	2	1	2	1	1
66)地球上の現象の説明	1	1	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1
67)地球の物理的特徴					1	1	1	2	2	3	2	2	1
68)太陽系	2	3	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1
69)恒星としての太陽			1		2	2	1	2	2	1	2	1	1

II-2 オランダの初等教育到達目標

本研究の一環として、研究代表者の猿田、研究分担者の三宅および鳩貝は、平成 16 年 11 月 7 日から 11 月 12 日にかけてオランダに出張し、エンスヘーデ市にあるトウェンテ大学経営学部講師の Heidi Knipprath 女史のご尽力のもとに、エンスヘーデ市内の Bonifatiuschool (初等学校) およびエンスヘーデ市近郊の Het Assink Lyceum (中等学校) を訪問し、授業参観するとともに施設を見学したり、学校関係者の話を聞くことができた。さらに、Heidi 女史からは、オランダの教育事情について説明を受けるとともに、オランダ教育・文化・学術省が発行した初等教育の到達目標 (オランダ語では中核目標) を紹介いただいた。内容の概要に関する説明を受け、その重要性を感じ、本研究に資するところが大きいと判断し、全文を和訳することにした。

オランダ語から日本語への翻訳がそもそも困難である上に、また教育制度の大きな隔たりから適当な訳語を選ぶのが至難の業であるが、幸いにも Heidi 女史の夫君である上西秀明氏が元外交官という経歴からオランダ語に精通され、Heidi 女史の教育制度や学校経営の知識を合わせて、非常に的確な日本語訳をしていただいた。上西氏および Heidi 女史ご夫妻には、クリスマス・年末年始にも関わらず翻訳に時間を割いていただき、多大なるご協力には深甚なる感謝を申し上げる次第である。

翻訳に際して、上西氏には教科名等、主要なオランダ語を残していただくとともに、日本語への訳出が難しい場合には、該当する英語訳 (訳注として斜体の *eng.*) を添えていただいた。また、オランダの事情に疎い我々のために解説を適宜加えていただき、内容の理解を容易にするにあたって大いに役立つものとなった。

次ページから、「1998年初等教育における中核目標」の全文を掲載する。

1998年初等教育における中核目標 (kerndoelen: *eng. core targets*)

(カパー裏表紙：※「科目横断的中核目標」の色分け列举。詳しくは「てびき」第三段落をご参照)

- * 作業態度
- * 計画に沿う活動
- * 相互に異なる学習戦略の利用
- * 自己像
- * 社会的態度
- * 新しいメディア

はじめに(p. 3)

教育は目標なしにはありえない。われわれはこのことに同意する。これは、そこに広範な可能性が存在していることを意味する。それは科目(*leergebied*)ごとの認識的中核目標(*cognitieve kerndoelen: eng. cognitive core goals*)に関するものであり、また、態度(*gedrag: eng. behaviour*)と自己像に至る目標、作業態度(*werkhouding: eng. working attitude*)に関係する目標、技能(*vaardigheden: eng. skills*)習得に関係する目標などでもある。これら後者の諸目標は科目横断的目標(*leergebiedoverstijgende doelen: eng. cross-subject targets*)である。

作業(*werken: eng. work*)、学習(*leren: eng. learn*)、教授(*doceren: eng. teach*)といった通常の方法に科目横断的諸目標を統合することは大きな挑戦である。これらの諸目標について語られ、紙上に掲載されるようになったのは新しいことである。こうしたことは教職にある者や保護者、そして子供の発達に関わるその他の人々によりどこを提供する。中核目標は学校による独自の充填(*invulling: eng. filling in*)のための余地を残すように定義されたものである。

この新しい諸目標とは、突然新しい科目を付加することを意味するものではない。社会感情的な諸目標(*sociaal-emotionele doelen: eng. social-emotional core targets*)は科目として教えることはできない。それらは教育内容決定段階(*het inrichten van het onderwijs: eng. the establishment of education*)において役割を担うものであり、集団や個々の子供の取り扱いのために操縦桿を供する。ある目標は「事物科目 *zaakvakken* (※本書における造語と思われ、ここでは恐らく「人間と世界に関する指導科目」を指すと考えられる)」教育においてより重きを置かれ、また、他のものは体育において、あるいはまた他のものは言語と算数、または表現科目(*expressievakken: ※これも恐らく「芸術指導科目」を指すものと考えられる*)において重きを置かれる。

私は、この新しい中核目標が活力ある時宜に適った教育に寄与することを希望し、期待する。

Karin Adelmund カーリン・アードルミュント
教育・文化・学術担当副大臣

目次(p. 5)

手引き Leeswijzer	7
(※文字通りの訳語としては「しおり(<i>eng. bookmark</i>)」ですが、日本での一般的用法に倣い、「手引き」とした)	
なぜ中核目標なのか?	9
科目横断的中核目標	17
科目特殊的中核目標	25
○オランダ語(<i>Nederlandse taal: eng. Dutch</i>)	26
○フリース語(<i>Friese taal: eng. Frisian</i>)	32
(※現在北部フリースラント州でオランダ語と並んで話されているゲルマン言語の一種)	
○英語(<i>Engelse taal: eng. English</i>)	38
○算数/数学(<i>Rekenen/wiskunde: eng. calculate/mathematics</i>)	40
○人間と世界に関する指導科目(<i>Oriëntatie op mens en wereld:</i>	46
<i>eng. orientation on people and world</i>)	
- 地理(<i>Aardrijkskunde: eng. geography</i>)	48
- 歴史(<i>Geschiedenis: eng. history</i>)	54
- 社会(<i>Samenleving: eng. society</i>)	58
- 技術(<i>Techniek: eng. technology</i>)	60
- 環境(<i>Milieu: eng. environment</i>)	62
- 健康的・自助的態度(<i>Gezond en redzaam gedrag:</i>	64
<i>eng. healthy and self-management behavior</i>)	
- 自然科学(<i>Natuuronderwijs: eng. science</i>)	68
○体育(<i>Lichamelijke opvoeding: eng. physical education</i>)	72
○芸術指導科(<i>kunstzinnige oriëntatie: eng. artistic orientation</i>)	78
- 絵画と工作(<i>Tekenen en handvaardigheid: eng. drawing and crafts</i>)	80
- 音楽(<i>Muziek: eng. music</i>)	84
- 演技と言語使用の推進(<i>Spel en bevordering van het taalgebruik</i>)	88
<i>eng. play and promotion of the use of language</i>)	
- 運動(<i>beweging</i>)	

手引き (p. 7)

本書の中で皆様は、1998年6月に法的に定められた諸中核目標の文字通りの複製を目にすることとなります。そこでは科目横断的中核目標が科目に先に来る形となっています。この複製は右側のページに連続する文章となっています。

左側のページでは多く実例を目にすることとなるでしょう。つまり、ときにかなり抽象的に表現された科目横断的目標が、現在どのように科目内で具体的充填がなされているか？ということです。これに対して、左のページの枠内で、例を挙げる形で回答が示されます。

以上と並んで、公的テキストの隣に正方形として、全ページにわたり科目横断的諸目標にも触れることとなります（※右ページの余白部分に六色に色分けされた正方形が縦に配置されている。各正方形が科目横断的目標を意味し、カバー裏表紙に名称が列挙されている）。そして、この諸目標のいずれかから科目の特殊な下位パート（※後に見られる、科目ごとに数字がふられた記述）へとたびたび線が引かれます。この線は次のことを意味しているにすぎません。すなわち、この科目横断的目標のパートはこの下位パート内で適当な位置を占めることができる、ということです。

最後に、本書は表紙の絵を除き、黄金画筆賞受賞者 (*goudenpenseelwinnaars: eng. Golden paint brush price winners*) の挿絵によって装飾されています。過去の多くの受賞者がこの冊子に貢献してもらえよう依頼されました。こうした挿絵のいずれもが既存の出版物から選ばれました。挿絵はどれも完全な形で収録され、続くページに「切り取る」ように掲載されました。もちろん挿絵の出典は明記してあるところです。

なぜ中核目標なのか？ (p. 9)

小学校に通う子供たちの教育内容に関しては常に多くの議論がなされているが、ほとんど何も取り決めがなされていない。学校現場では算数、言語、地理、歴史、絵画、音楽、その他いくつかの科目について教育が提供されねばならなかった。しかし、算数や言語として、あるいは地理や歴史として何を実際しなければならないのかは、これまで規定されたことはなかった。それを自身で決める自由が認められていた。そして、それらに関する教授方法でも、出版社が望むところのものを記述する自由が認められていたのである。

子供たちに教えるために選択できたものは次第にあまりにも複雑かつ広範になり、学校は様々な選択を行うようになった。新しい教科も加わり、あなた方は計画を実施し、教授方法は豊富になった。こうしたことは混乱をもたらすことになる。ある学校から別の学校へ転校した生徒は容易に参加の道を見出せなくなった。プログラムはしばしばあまりに前校とは異なるものであった。中等教育も、小学校で何が教えられていたかを既に完全に明確には知り得なかった。小学校のプログラムに見られる相違のため、中等教育への参加が困難を来すようになっていた。

1993年：最初の中核目標

こうしたことから、1993年に中核目標が導入された。これは小学校で生徒が何を学ぶかを記述したものである。学校は現場での教育を、中核目標に記述されたものへと調整しなければならなくなった。突然それを行う必要はなかった。ただ、学校がそうした働きかけを行うことが重要なのであった。学校がどのようにそれを行うかは独自の選択によった。そのときから、全ての子供たちが多くの部分で共通の教材を与えられることが保証されるようになっていく。もちろん、優秀な生徒に特別な教材を提供する余地は残されている。他方で、供給されたものに追いつけない生徒も出て来るであろう。しかし、学校はこの定められた内容を提供する努力を行わねばならない。

その間、5年が経過した。中核目標は、それがまだ十分なものであるかどうか判断するために検証された。結局のところ、社会は早いテンポで変化している。つまり、いずれかの変革が求められることは十分考えられることである。加えて、現在中核目標を使って職務を行うという最初の経験が存在する。

1998年：改訂中核目標

社会における新たな強調点、科目内の変化、そして最初の中核目標での経験がこれら目標の修正へと至った。学校現場、社会、教育内容分野の専門家による詳細な助言の後、新たな中核目標が確定された。これらは1998年8月をもって実施され、再び、少なくとも五年間有効なものとなった。この五年の後、それらが再び修正の必要ありとなることも十分考えられるところである。つまるところ、初等教育は動いているのあり、この動きがその目標に反映するのである。

ところで、言語と算数のための中核目標はこの時点では1993年時のものと同じである。この分野での変化は修正を必要とするものではなかった。ただ、この分野での中間目標が開発される。これは、小学校の異なる期間において、どのように段階的に中核目標実現に取り組むかを明らかにする目標である。言語と算数における経験によっては、他の科目のための中間目標が登場することも十分考えられるところである。

中核目標は学校に動きをもたらし、質への働きかけを行うための道具である。実際に教育を操縦するために中核目標を利用すべきではない。中核目標は教育提供について考える、定期的な「思考の休息」へと招くものである。

中核目標は教育の質を改善する方策でありうる。中核目標は小学校教育をより明確にする。しかし、それは道具である。何を変革し、それをどのように、いつ行うかは自らの決定による。

いつ中核目標に出会うか？

*チーム会合(*teamvergadering: eng. team meeting*)の間

例えば、貴校における教育提供は中核目標に一致するか？チーム協議の中で、現在どの中核目標が提供され、どれがされていないか確認できる。こうした議論の後、これが来る数年のための優先順位をもたらし、学校計画の中で、来る数年にどの中核目標に取り組むかを述べることができる。

*方法(methode: *eng. teaching method*)の選択時

恐らく、あなた方は近いうちにある科目に向けた新しい方法を選択するだろう。そのときも中核目標をこの選択過程時に利用することができる。新たに提供された方法は中核目標を十分満たしているか？算数/数学のための新たな計算方法選択の際、手助けとなるガイドが既に存在する。その方法が中核目標を満たすかどうかということが、基準の一つである。

*保護者からの質問時

もし保護者が、子供がどのような教育内容を与えられたか知りたがるなら、これを説明するために中核目標を利用することができる。なぜある教育内容が提供され、他のものが提供されないのかについて尋ねるときも、中核目標に関連させて回答することができる。

*方法において

授業で教育内容を直接提供するために、特に学校教科書製作者は中核目標を利用することができる。新たな方法開発のため、中核目標は重要である。方法の中で、どのような内容を学校教科書製作者が採用し、あるいは採用してはならないのか？中核目標は方法内容の確定のための指針である。再版される予定となっている既存の方法にとっても、方法内容を調整するため、学校教科書製作者は中核目標を利用するだろう。

現在全ての学校が同じなのか？

中核目標は大まかなラインで小学校における教育提供について記述している。実際の教育を実現するにはまだ多くのことが必要とされる。それゆえ、中核目標中にあるものは方法の中に実現されねばならない。これは様々なやり方で実施されることが可能で、また、様々なやり方で実現されるであろう。教師はそうした教授方法で、また、ある下位パートに対しては、しばしば教授方法不在で教育を施す。教師はそのための訓練を受け、様々なやり方で中核目標の内容を魅力あるように子供に提供できる。教師が中核目標を教育へと転換するやり方に関しては、何も規定はない。学校、教師は独自の選択を行う。学校で起こる全てのことが中核目標中に規定されてはいるわけではない。中核目標は、ともかくにも取り扱うべきことを記述している。それと並んで、学校には独自の、特殊な教育提供のための余地が残されている。学校はつまり、絶対的には全て同じものとはならないのである。ただ、子供が学習するものは、中核目標によって相互によく似たものとなるのである。

8月から全てが変化するのか？

1993年以来、学校はその教育の中で中核目標の導入に従事できた。1998年8月1日をもって、改定中核目標が法的効力を得る。8月には教育提供は全て調整されるべきなのか？答えは否であり、チーム会合における確定後、あなた方が教育提供が改定中核目標を満たしているかどうか報告する。あなた方は学校計画の中にどのような時期にどのような変更が導入されるか盛り込む。全てが同時であることは可能ではないし、その必要はない。中核目標は教育提供について絶えず思考するよう刺激せねばならない。中核目標は教育提供の主要ラインを記述する。実施の詳細はあなた方が決定する。

変更

1993年の中核目標は、初等教育法(Wet op het basisonderwijs)内の科目構造に従って記述された。それはかなり多いものである。その上、それは全て個別の科目に関するものとの印象があった。改定中核目標は大部分が整理された。現在次の中核目標が存在する。(※1993年の中核目標は法律の記述に沿って各科目ごとに目標が設定された、かなり詳細なものであったようである)

*オランダ語、英語およびフリース語

*算数および数学

*人と世界に関する指導科目

*体育

*芸術指導科目

人と世界に関する指導科目には次のものが含まれる：地理、歴史、社会、技術、環境、健康的・自助的態度、そして自然である。芸術指導科目には絵画と工作、音楽、演技/言語使用の推進、および運動が含まれる。

新しい中核目標は数的に削減された。また、それらはより均等に定式化された。最初の中核目標では、その精緻さにおいて多くの相違が存在した。つまり、英語に関する中核目標で子供が知り、使うべき単語さえ指定されていた。これらの単語は音楽、コンピュータと宣伝広告の影響によりかなり変化する。従って、現在ではコミュニケーションと関連するテーマの指定で十分となっている。

科目横断的中核目標が存在することも新しい点である。これらの中核目標は言語、算数、あるいは地理といった個別の科目に関連するものではない。これらの中核目標は一般的に応用可能な知識、理解、そして技能に関するものである。例えば、それは計画に沿って作業をこなすことや、自己の可能性と限界を知ることなどである。当然、これらの目標は学校教科の枠内で実現される。

削除と延期

中核目標における提供が実際にも生徒に提供されるものの本質であるか否かは、いかなる場合も批判的に検討されてきた。社会の最も若い参加者に教育する価値があると見なされるものは多々存在する。しかしながら、利用可能な教育時間は選択と優先順位の設定を迫る。中核目標は生徒と教師にとって実現可能なものでなくてはならない。従って、ときにある内容が削除され、そして基礎教育(basisvorming:※中学校の1～3年生に相当するオランダ教育内のカリキュラム。現在は'onderbouw: eng. foundation' と称されている)の中核目標へと移管される。

その他の要点

多くの場合、社会における発展は他の要点を必要不可欠とする。つまり、例えば新しい中核目標の中で、技術に対しては以前にも増して強い関心が払われている。変わらぬ点は、中核目標が記述され、整理された方法は、あなた方が教育を構築するやり方については何も語らないということである。選択はあなた方に残されている。当然、教育内容間の関連

を生徒に明らかにすることに成功するとき、あなた方の教育はより意味のあるものとなる。

この冊子の中で

以降のページでは、一般行政措置(Algemene Maatregel van Bestuur)に定められたような中核目標を目にされるであろう。多くの中核目標では、どのようにこれらの中核目標が解釈され、理解されうるかの具体例が左側のページに見出される。こうした事例は実際の中核目標に帰属するものではない。それらは教育実践を垣間見せるものである。また、例は特定の中核目標やその下位パートが意味するものを明確にしうるイラストとして意味を有する。

中核目標(p. 14)

初等教育のためには二つの中核目標がある：

科目横断的中核目標

これは一般的技能の発達や進歩に向けられた中核目標であり、従って、特殊科目へと持ち込まれてはならない。これらの目標は小学校の教育提供全般と関係する。それは六つのテーマにまとめられる：

- * 作業態度(Werkhouding: *eng. working attitude*)
- * 計画に沿う活動(Werken volgens plan: *eng. work in accordance with a scheme*)
- * 相互に異なる学習戦略の利用(Gebruik van uiteenlopende leerstrategieën: *eng. use of various learning strategies*)
- * 自己像(Zelfbeeld: *eng. self image*)
- * 社会的態度(Sociaal gedrag: *eng. social behavior*)
- * 新しいメディア(Nieuwe media: *eng. new media*)

科目特殊的中核目標

これは特定の科目と関係する中核目標である。

次の六つ(+1)の科目に分類される。

- * I オランダ語(Nederlandse taal)
- * I+ フリース語(Friese taal) (フリース語はフリースラント州の学校に適用される)
- * II 英語(Engelse taal)
- * III 算数/数学(Rekenen/wiskunde)
- * IV 人間と世界に関する指導科目(Oriëntatie op mens en wereld)
- * V 体育(Lichamelijke opvoeding)
- * VI 芸術指導科目(Kunstzinnige oriëntatie)

「人間と世界に関する指導科目」は次のように下位分類される：地理(Aardrijkskunde)、歴史(Geschiedenis)、社会(Samenleving)、技術(Techniek)、環境(Milieu)、健康的・自助的態度(Gezond en redzaam gedrag)、自然科学(Natuuronderwijs)

「芸術指導科目」は次のように下位分類される: 絵画と工作 (Tekenen en handvaardigheid), 音楽 (Muziek), 演技と言語使用の推進 (Spel en bevordering van het taal gebruik), 運動 (beweging)

これらの科目は以下のように詳細化される:

- * 特徴付け (*typering: eng. characterization*): ここでは初等教育における科目に関して述べられる。
- * 中核目標 (*kerndoelen*): ここでは全ての生徒に提供されねばならない科目内容が述べられる。
- * 分野 (*domeinen: eng. domains*): 科目内で関連する中核目標はここで集合名称下にまとめられる。

科目横断的中核目標 (p. 19)

初等教育法の中の第8条には、教育は生徒の広範な発達を意図するとされている。これは、教育が生徒の情緒的・知的発達、その創造性の発展、社会的、文化的、身体的技能獲得を指向すべきものであることを意味する。中核目標は全てこの広範な教育に表現を与えるものでなければならない。

認知的、文化的、身体的発達という分野に関する知識と技能は、特定の科目に属する中核目標の中で上手く翻訳されることが可能である。しかしこれと並んで、全ての科目に関連性を有するため、特定の科目にそれを盛り込むには有意味ではない一般的技能も存在する。こうした理由から、これらの中核目標は個別のカテゴリーとして、「科目横断的中核目標」下に盛り込まれている。

ある一般的技能は科目特殊的中核目標にとって基礎を成すことから、両方タイプの目標の中にいくつかの要素が見出せるように思われる。

科目横断的中核目標は以下のテーマにまとめられた。

- 1 作業態度
- 2 計画に沿う作業
- 3 相互に異なる学習戦略の利用
- 4 自己像
- 5 社会的態度
- 6 新しいメディア

作業態度

- 1 生徒は彼らを取り巻く世界に対する関心を有し、以下のことを調べるように動機付けられている。
 - a 生徒は適切な質問をすることができる。
 - b 生徒は関係した情報を探し、利用することができる。
 - c 生徒は新たな事柄の学習を楽しむ。

- d 生徒は直接成功に至ることがないときでも、継続することができる。

計画に沿う作業

- 2 生徒は計画を立て、それを扱うことができる。
 - a 生徒は目標を言葉にすることができる。
 - b 生徒はテーマに方向を定めることができる。
 - c 生徒は簡単な問題について、原因と結果が何であるかを理解できる。
 - d 生徒は上記のcから結論を導くことができる。
 - e 生徒はより大きな活動を一つ一つ分類し、詳細化することができる。
 - f 生徒は後に彼らの計画が良いものであったか評価することができる。
 - g 生徒は彼らの作業の結果を説明、発表、レポート、展示の形で表現できる。

相互に異なる学習戦略の利用

- 3 生徒は学習活動において相異なる学習戦略と技能を利用することができる。
 - a 生徒は人々に適切な質問を向けることができる。
 - b 生徒は意見から事実を区別することができる。
 - c 生徒は辞書、世界地図帳、記録といった他の出典から関係した情報を探し出し、処理することができる。
 - d 生徒はともに解答へと至るために互いに協力し、話し合うことができる。
 - e 生徒は彼らの戦略が良いものであったか事後に評価できる。

自己像

- 4 生徒は自己の可能性および限界と付き合うことを学ぶ。
 - a 生徒は自信を持つ。
 - b 生徒は行動の衝動をコントロールすることができる。
 - c 生徒は自身と他者を擁護することができ、その勇気がある。

社会的態度

- 5 生徒は集団内で積極的な貢献をなす。
 - a 生徒は十分な敬意を払って他者と付き合う。
 - b 生徒は一般的に受容可能な規範や価値に従って行動する。
 - c 生徒は世界観と文化の相違に敬意を払う。
 - d 生徒は集団内で自らの視点を表明する勇気がある。
 - e 生徒は他者の感情と願望に配慮する。
 - f 生徒は集団内で、異なる視点を持つ誰かにも支持を示す勇気がある。
 - g 生徒は与えられた課題に対して責任を持つ。

新しいメディア

- 6 生徒は新しいメディアを含むコミュニケーションの手段を、適切かつ目的意識を持って利用する。
 - a 生徒はコンピュータのワープロソフトを用いて文章を作成し、加工することができる。
 - b 生徒は(デジタル)情報メディアがどのような可能性を持っているか大まかに知っている。
 - c 生徒はコンピュータを用いてデジタル教材を利用することができる。

科目横断的中核目標の実例 (p. 18)

状況

ヤン・リヒトハルト校(Jan Ligthartschool)のグループ8(※「グループ」とはオランダの学年単位で、グループ8は日本の6年生に相当)は漁業プロジェクトに従事している。集団討議の間、漁師が望むだけ多くの魚を獲って良いかどうか質問が出される。誰かが「漁獲割当」という言葉を口にする。

誰もがそれを興味深い質問だと同意したので、そのグループは正確にそれがどういうものなのかを調べることを決定する。しかし、どのように正しい答えに行き着くのであろう。

グループの何人かの子供はたくさんの特殊な質問を出し、答えに至る可能性をまとめる。

続いて、誰が何を、いつ、どのような方法で調べるかについて約束が交わされる。

生徒たちは仕事に取りかかり、すぐに調査の結果に関する報告がもたらされる。

下位パート：科目横断的中核目標：1. 作業態度

「漁獲割当」というテーマへの関心は、可能な解答について考えるとき、大きく膨らむ。

「はい、個々の漁師は望むだけ多くの魚を獲ってもよいです。」では、誰もがそう考えるなら、その結果(魚の数にとって、漁師にとって)はどのようなものであろう。

「いいえ、誰もが決められた量の魚のみを獲ってもよいです。」このとき、魚の量と漁師にとっての結果はどのようなものであろう。

子供は、出された質問への答えを発見する実質的な可能性が存在することに気付くとき、そのテーマにより深い関与を持って作業を行う。

「メディア図書館で『漁獲割当』というテーマに関してきっと何かを発見できる」「私たちは海岸の近くに住んでいる。漁師さんに情報を尋ねることができる。」

教師：「私は海洋生物学者の電話番号をあげましょう。彼はきっとあなた達の質問に答えてくれるでしょう。」

下位パート：科目横断的中核目標：2. 計画に沿う活動：目標の表明

グループ8の子供たちがあらゆる事柄を調べる前に、正確に何に到達したいかについて約束がなされる。この場合、次の質問の答えを探すことである。

- 誰もが望むだけ魚を獲ってよいのか？
- 「漁獲割当」という語は何を意味するのか？
- 誰がどれだけの魚を獲ってよいのか決めるのか？
- 漁業制限は全ての種類の魚に適用されるのか？

グループ全体に報告が発表される際、ともかくこれらの質問に答えようと試みるはずである。

下位パート：科目横断的中核目標：2. 計画に沿う活動：より大きな活動の分類と取り組み

グループでは役割分担がなされる。全ての子供が「漁獲割当」のテーマに取り組むわけではない。三人のボランティアが名乗りを上げ、教師が第四の生徒の協力を求める。この

四人組は適した調査方法について考える。三つの選択肢がある。

a)メディア図書館で適した文献を探す。

b)それを知っているであろう人物や機関(省庁、海洋生物学者、漁師)に電話をする。

c)ニシン漁船の船長にインタビューをする。

a)とc)が採用される。まず文献調査がなされ、それからインタビューの約束がされる(どのような質問?いつ?どこで?どのようにインタビューを記録するか?)。

この段階でグループに発表する方法についても考えられる。

下位パート：科目横断的中核目標：3. 学習戦略：事実と意見の区別

アレイダ号(Aleida)のcock (Kok)船長がニシンの漁獲割当についてインタビューされる。インタビュワーは既に文献調査によって、いくらかそのテーマについて知っている。cock船長は彼の持つ情報を提供し、一般的なニシン漁にとっての結果と、特殊な彼の仕事にとっての結果を話す。彼はニシン漁を制限する規則をどう思っているかについても話す。インタビュワーはこのテーマに関する意見が様々に異なることに気付く。

下位テーマ：科目横断的中核目標：3. 学習戦略：学習過程の判断と評価

四人組は全ての特殊な質問に対する満足のいくる答えを手にした。彼らは幸運であったと認識している。偶然にも彼らの学校は海岸近くの町にある。また、誰でも、こんなに多くを知り、多くを話したがるインタビューの受け手を得るわけではない。さらに、事前に特殊な質問を書き留めておいたのは非常に明晰な判断だと気付いている。十分な準備もしなければならぬ。もし、テーマについてまず何かを読んでいるなら、後により良い質問ができる。

下位パート：科目横断的中核目標：3. 自己像

グループ8のヤナ(Janna)は四人のインタビュワーの一人である。彼女は話が上手で、インタビューではつい他の人より先に話す傾向がある。四人組は互いに誰が何を質問するか約束している。ヤナは実際、自分が船長にあらゆる難しい質問をするのに最も適した人物だと考えているが、その約束を守る。

下位パート：科目横断的中核目標：6. 新しいメディア

「デ・アウトホフ De Uithof (※恐らく、この学校のメディア図書館のことだと思われる)」はインターネットに接続している。四人の漁獲割当調査班員は農林水産省(Ministerie van Landbouw en Visserij)のウェブサイトを訪れ、漁獲割当に関する情報をそこで見つける。彼らはEメールで他校の生徒に、もっと多くの情報を提供する手助けができないか尋ねる。

科目特殊的中核目標(p. 25)

オランダ語(p. 26)

分野の特徴付け(p. 27)

オランダ語教育は次のことを目指す：

- －日常生活で生じる状況の中で、生徒がこの言語をふさわしく利用する能力を発展させる；
- －生徒は言語の意味、利用、形態に関する知識と理解を得る；
- －生徒は言語の使用と考察を楽しむ。

中核目標

A 口頭言語能力領域(Domein mondelinge taalvaardigheid: *eng. domain oral language skill*)

- 1 生徒は人が様々な目的を持って聞き、話すことを知る。
- 2 生徒は次のことができる。
 - －彼らに対して話されることの内容と意味を理解する；
 - －彼ら自身が選択したテーマについて情報を集めるために質問をする；
 - －報告をする；
 - －何かを説明する；
 - －彼らの経験、意見、肯定的評価あるいは不賛成を個人的な方法で表現することができる；
 - －公式議論に参加できる。
- 3 生徒は前述のことを実現する際、生じる状況の中でコミュニケーションの道具を用いることができる。

B 読書能力領域(Domein leesvaardigheid: *eng. domain reading skill*)

- 4 生徒は人が様々な目的で読むことを知る。
- 5 生徒は次のことができる。
 - －情報や主張を含む文章、物語、詩、放送劇、人形劇、演劇のための会話を区別できる。
 - －彼らの読み方を、彼ら自身や教師によって立てられた読者目的に調整することができる。
 - －情報を含む文章の要点を描き出せる。
 - －主張を含む文章において、主張の主要ラインを示し、彼らの意見が文章内の意見とどのように関係するか描き出すことができる。
- 6 生徒は一般的に利用される、書面の情報源を扱うことができる。

C 筆記領域(Domein schijfvaardigheid: *eng. domain writing skill*)

- 7 生徒は様々な目的を目指して書かれることを知る。
- 8 生徒は
 - －彼らの考え、経験、感情、そして意図を、例えば物語、詩、放送劇、人形劇、演劇の会話形式で表現することができる；
 - －彼ら自身の経験、意見、肯定的評価や不賛成を明確に表現する文章を書くことができる；

- 一般的に通用する慣例に沿って手紙を書くことができる；
- 自身の知識と観察を基に、あるいは得られた情報を基に作品を作ることができる；
- 彼ら自身にとっての考え、経験、感情、意図を整理するための手段として記述を応用することができる。

9 生徒はスペルの読みやすさ、手書きの読みやすさ、文の構造、レイアウト、イメージ的要素や色に注意を払うことによって、彼らの文章のデザインや表現を手直しすることができる。

D 言語考察領域 (Domein taalbeschouwing: *eng. domain language consideration*)

10 生徒は例によって、次のことを示すことができる

- 言語と言語変種がどのように人々の関係を決定することが可能で、その関係がどのように文化的類似と相違に関連するか；
- 表現の意味が、その状況、形態、暗黙の意図、姿勢、顔の表情および身振りによって影響を受けること；
- 言語あるいは言語変種が様々な方法で利用されうること；
- 口頭と筆記コミュニケーションが規則によって成り立つこと。生徒はこのような規則が機能する状況の例を示すことができる。

11 生徒は多くの言語学的原則と規則を知る。

- 生徒は文中で主語と動詞的語句、およびその語句の部分を区別することができる。
- 生徒は
 - ⊕ 動詞のつづり方のための規則を知っている；
 - ⊕ 動詞以外の単語のつづり方の規則を知っている；
 - ⊕ 句読点の利用のための規則を知っている。

12 生徒は言語について考え、話すことを可能にする諸観念を扱うことができる：

- 意味、暗喩、字義通りおよび比喩的言語使用、表現、ことわざ、格言、同義語、言外の意味、象徴、beeldtaal (※辞書には掲載されていない、恐らく本書での造語と思われる。意味的には暗喩に近いものを指すものと考えられます)、絵文字；
- 母語、第二言語、外国語、方言、多言語的、会話規則、公式および非公式言語使用
- スペル、発音、文の主語、人称形、動詞的語句、分詞、動詞の名詞化、動詞、現在形、過去形、単数形、複数形；
- 詩、詩歌、物語、ドラマ、演劇、青少年文学、モノローグ、会話；
- 章、段落、節、文、アクセント、音節、コンマ、ピリオド、セミコロン、疑問符、感嘆符、コロン、引用符。

オランダ語における実例

中核目標 2 において (p. 28)

グループ 1 / 2 (※日本の幼稚園に相当)の観察、輪の中での紹介

子供たちは輪になって座っている。輪の中心には黒白のウサギが檻の中におり、その周りにたくさんの集められたぬいぐるみが置かれている。子供たちは自分のぬいぐるみを素早く上手に置くために、また、ウサギに視線を向けるために、まだ行ったり来たりをして

いる。教師もその輪の中に加わる。がやがやいう音が静かになる。教師はパペットとしてハリネズミを手にし、膝の上にも何かが置いてある。

「私がどれだけ柔らかいか感じましたか？」とハリネズミのパペットが高い声で、教師の隣に座っているヨス(Jos)に尋ねた。

「いいえ、まだです」と、このときヨスが首を振った。

「では感じてみなさい。柔らかいでしょう？あなたもぬいぐるみを持ってきましたか？」と、ハリネズミのパペットが尋ねた。

「僕は本物のウサギを連れてきたんだ」と、ヨスは自慢げに話した。

「それもこんなに柔らかいの？」とハリネズミのパペットは知りたがる。それからパペットの注意は教師の膝の上へと移る。そこではディッキー・ディック(Dikkie Dik: ※オランダの子供に人気の猫のキャラクター)が重々しい声でヤマアラシに、なぜ彼が柔らかくなくて、刺々しく感じるのかを話す。「でも僕はとにかく柔らかいぬいぐるみのお友達を捜しているんだ」と、ハリネズミのパペットは言う。

輪の中では、柔らかい、ざらざらした、刺々しい感じのものについての議論が起こる。子供たちは互いの服の感じを確かめ、何人かは非常に慎重にウサギを撫でることを許される。

中核目標 10 と 12 において

オランダの中央に位置する小学校のグループ 4 (※日本の小学校二年生に相当)は輪になって話し合いをしている。マルタ(Martha)は週末にフローニンゲン(Groningen: ※オランダ北部の街)のおじいさんとおばあさんのところにいたことを話す。「おお、フラウニンゲン」と、イェルン(Jeroen)が言う。「そごにはみんなバカな農民がずんでいて、ごんなじゃべりがたをずるんだ」「いいえ、フリューニンゲンって言わなくちゃ。テレビの広告でもそんな風に言ってるよ」とカスパール(Casper)が教える (※標準オランダ語とは違ったオランダ語が話されているということを表すため、敢えてそれが分かるように奇妙な邦文訳とした。文意は原文通り)。自分の祖父母は決してバカではないし、農家に住んでいるのでもない、とマルタは抗議する。さらに、農民はバカではないと。

教師がこの出来事を取り上げ、オランダの他の言語—地方と都市の方言や、トルコ人やモロッコ人といった外国人の言葉についての話し合いをさせる。方言や外国語の話し手に対する偏見(「バカな農民」)について、差別について、外国語とは対照的に、限られた地域でのみ話される地方語の事実について話し合われる。何人かの子供は、同じ言葉あるいは方言を話すことが人々に互いに所属し合う感情を与えることに気付く。ふとしたことから、音の違い、単語の意味、文章構造といった、いくぶん「技術的な事柄」が議論になる。

フリース語 (p. 33)

分野の特徴付け

フリース語教育は次のことを目指す：

- 日常生活で生じる状況の中で、生徒がこの言語をふさわしく利用する能力を發展させる；
- 生徒は言語の意味，利用，形態に関する知識と理解を得る；
- 生徒は言語の使用と考察を楽しむ。

中核目標

A 口頭言語能力領域

- 1 生徒は人が様々な目的を持って聞き，話すことを知る。
- 2 生徒は次のことができる
 - 彼らに対して話されることの内容と意味を理解する；
 - 彼ら自身が選択したテーマについて情報を集めるために質問をする；
 - 報告をする；
 - 何かを説明する；
 - 彼らの経験，意見，肯定的評価あるいは不賛成を個人的な方法で表現することができる；
 - 公式議論に参加できる。
- 3 生徒は前述のことを実現する際，生じる状況の中でコミュニケーションの道具を用いることができる。

B 読書能力領域

- 4 生徒は人が様々な目的で読むことができることを知る。
- 5 生徒は次のことができる
 - 情報や主張を含む文章，物語，詩，放送劇，人形劇，演劇のための会話を区別できる；
 - 彼らの読み方を，彼ら自身や教師によって立てられた読者目的に調整することができる；
 - 情報を含む文章の要点を描き出せる；
 - 主張を含む文章において，主張の主要ラインを示し，彼らの意見が文章内の意見とどのように関係するか描き出すことができる。
- 6 生徒は一般的に利用される，書面の情報源を扱うことができる。

C 筆記領域

- 7 生徒は様々な目的を目指して書かれることを知る。
- 8 生徒は
 - 彼らの考え，経験，感情，そして意図を，例えば物語，詩，放送劇，人形劇，演劇の会話で表現することができる；
 - 彼ら自身の経験，意見，肯定的評価や不賛成を明確に表現する文章を書くことができる；
 - 一般的に通用する慣例に沿って手紙を書くことができる；
 - 自身の知識と観察を基に，あるいは得られた情報を基に作品を作ることができる；
 - 彼ら自身にとっての考え，経験，感情，意図を整理するための手段として記述を応用することができる。
- 9 生徒はスペルの読みやすさ，手書きの読みやすさ，文の構造，印刷レイアウト，イ

メージ的要素や色に注意を払うことによって、彼らの文章のデザインや表現を手直しすることができる。

D 言語考察領域

10 生徒は例によって、次のことを示すことができる

- 言語と言語変種がどのように人々の関係を決定することが可能で、その関係がどのように文化的類似と相違に関連するか；
- 表現の意味が、その状況、形態、暗黙の意図、姿勢、顔の表情および身振りによって影響を受けること；
- 言語あるいは言語変種が様々な方法で利用されうること；
- 口頭と筆記コミュニケーションが規則によって成り立つこと。生徒はこのような規則が機能する状況の例を示すことができる。

11 生徒は多くの言語学的原則と規則を知る。

- 生徒は文中で主語と動詞的語句、およびその語句の部分を区別することができる。
- 生徒は
 - ◆ 動詞のつづり方のための規則を知っている；
 - ◆ 動詞以外の単語のつづり方の規則を知っている；
 - ◆ 句読点の利用のための規則を知っている。

12 生徒は言語について考え、話すことを可能にする観念を扱うことができる：

- 意味、暗喩、字義通りおよび比喩的言語使用、表現、ことわざ、格言、同義語、言外の意味、象徴、beeldtaal（※オランダ語の場合と同じくです）、絵文字；
- 母語、第二言語、外国語、方言、多言語的、会話規則、公式および非公式言語使用
- スペル、発音、文の主語、人称形、動詞的語句、分詞、動詞の名詞化、動詞、現在形、過去形、単数形、複数形；
- 詩、詩歌、物語、ドラマ、演劇、青少年文学、モノローグ、会話；
- 章、段落、節、文、アクセント、音節、コンマ、ピリオド、セミコロン、疑問符、感嘆符、コロンの引用符。

英語 (p. 39)

分野の特徴付け

小学校における英語の提供は、一方で子供たちに早期に外国語に慣れさせることを目的とする。また他方で、これによって重要な国際言語としての英語の役割に関心が向けられる。生徒はオランダ語における借用語の源泉として英語を認識する。生徒は、日常的状況から生じる英語を話し、読むための基礎を築く。生徒はそのために、語彙の獲得、文章構造における理解を獲得すること、および、言葉の意味をつきとめることができるようになることから始める。

中核目標

A 口頭言語能力領域

- 1 生徒は日常的状況についての簡単な、話された文章を理解する。
- 2 生徒は、個人データ、食べること、飲むこと、住環境および時間を指し示すことに関して、話された報告を把握するのに十分な英単語を理解している。
- 3 生徒は日常の状況について、互いに話をするができる。生徒はその際、分かりやすい発音を操ることができる。

B 読解領域

- 4 生徒は簡単な書かれた文章の要点を理解する。
- 5 生徒は辞書を利用し、言葉の意味をつきとめることができる。

算数／数学(p. 41)

算数／数学教育は次のことを目指す：

- －生徒は算数／数学教育と日常生活世界との間の繋がりを持つことができる；
- －生徒は基本的能力を獲得し、簡単な数学言語を理解し、実際の状況に応用できる；
- －生徒は自身の数学的作業について詳しく考え、その結果を正しくチェックすることができる；
- －生徒は簡単な関連、規則、パターン、構造を探し出すことができる；
- －生徒は自分の言葉で探求・推論戦略を書き表し、利用することができる。

中核目標

A 技能領域(Domein vaardigheden: *eng. domain skills*)

- 1 生徒は変化する単位を用いながら数え、また、数え直すことができる。
- 2 生徒は 10 までの足し算表と九九の表を暗記している。
- 3 生徒は簡単な暗算課題を即座に計算することができ、その際、様々な演算を理解しながら応用できる。
- 4 生徒は結果を大まかに決定しながら、分数と小数点を用いても結果予測的に計算できる。
- 5 生徒は整数の構造と十進位取り記数法を理解する。
- 6 生徒は電卓を使うことができる。
- 7 生徒は簡単な、非数学言語で出された問題を、自身で数学的用語に置き換えることができる。

B 計算領域(Domein cijferen: *eng. domain calculate*)

- 8 生徒は足し算、引き算、掛け算、割り算といった演算を標準的手続き、あるいはその変種に従って実行し、これらを簡単な状況で応用できる。

C 割合・百分率領域(Domein verhoudingen en procenten: *eng. domain proportions and per cent*)

- 9 生徒は割合を比較することができる。
- 10 生徒は簡単な割合の問題を解くことができる。
- 11 生徒は「百分率」の観念を知り、簡単な状況で実際の百分率の計算を行うことができる。

きる。

12 生徒は割合、分数、小数の関連を理解する。

D 分数と小数領域(Domein breuken en decimale breuken: *eng. fractions and decimals*)

13 生徒は様々な方法で分数と小数に意味を付与することができることを知る。

14 生徒は分数と小数を数直線上に位置づけ、分数を小数へ置き換えるとともに、電卓を用いてもそれを行うことができる。

15 生徒は簡単な応用状況で、モデルを利用して簡単な分数と小数を比較し、足し算、引き算、割り算、掛け算をすることができる。

E 測量領域(Domein meten: *eng. domain measure*)

16 生徒は時計を見て、時間の計算ができるとともに、カレンダーを用いてもこれを行うことができる。

17 生徒は日常の状況の中でお金の計算ができる。

18 生徒は最も重要な量とそれに属する測量単位の間関係を理解する。

19 生徒は長さ、面積、体積、時間、速さ、重さ、温度についての現在の尺度を知り、これを簡単な応用状況の中で扱うことができる。

20 生徒は簡単な表とグラフを読むことができ、簡単な状況の中で、自らの測定を基にこれらを書き上げることができる。

F 幾何学(Domein meetkunde: *eng. domain geometry*)

21 生徒は簡単な概念と観念を自由に使い、それを用いて空間を幾何学的に整理し、記述することができる。

22 生徒は空間的に推理することができる。生徒はその際、構造物、平面図、地図、写真や場所、方向、距離、縮尺に関するデータを使用する。

23 生徒はシルエットを解釈し、図を組み立てることができ、規則正しい物体の切り抜き絵をデザインし、認識することができる。

算数/数学における事例(p. 42)

グループ4では算数・数学の授業中、毎日の計算練習と続く学年の算数・数学の授業のため、基本的な数学的能力(basale gecijferdheid: *eng. basal numeracy*)に基礎が置かれている。グループ4ではミンケ(Minke)先生が以下のような中核目標の展望の中で仕事をしている。

子供たちは

- 1 変化する単位を用いながら数えることができる。
- 2 10までの足し算表と九九の表を暗記している。
- 3 生徒は簡単な暗算課題を即座に計算することができ、その際、様々な演算を理解しながら応用できる。
- 4 結果予測をしながら計算することができる。
- 5 生徒は簡単な、非数学言語で出された問題を、自身で数学的用語に置き換えることができる。

浴室のタイル

この水曜日に教師は今週の問題として、タイルを数えるという測量課題を与える。ミンケ先生は小さなプロジェクトを作った。彼女は子供たちを計画された浴室改装のパートナーにする。彼女は姉から約 100 枚のタイルを受け取った。ミンケは手押し車を押しながら教室に入り、子供たちは実際にもこのタイルを目にする。

あるグループの子供たちはその手押し車のところへ群がり、何人かが他の子供たちに見せるためにタイルを取り出すことを許される。先生は深刻な顔をして、彼女の浴室のタイル貼りに 100 枚のタイルで十分か自問する。子供たちは、100 枚より多く、あるいは少なく必要かどうか推理する（「見積もる *schätzen*: *eng. estimate*」とミンケは言う）。彼女は答を黒板上にリストアップする。さらに、「みんなの家の浴室がどんな風になるか試してみましよう」と続ける。それぞれの子供が一枚ずつタイルを家に持って帰る。翌日、ほぼ全ての保護者が子供とその課題にかかわったことが明らかになる。重要な問いはもちろん、100 枚より多くか、少なくか、誰が上手く推理したかである。先生は解答を概観する。しかし、彼女はどのようにして子供たちがその答にたどり着いたかも知りたいがる。このとき、一つ一つ数えるものから、 13×27 という掛け算をする（グループ 4 で!!：※日本の小学校二年生相当の子供の計算ということで、これは驚きの感嘆符でしょうか）というものまで反応は非常に様々で、答は 50,000 枚というものまでである。この最後のものは、自分がどれだけ大きな数字を知っているかを見せたいだけの、にこやかに微笑む男子から出されたものである。ミンケはこれを黒板に書くのをためらわない。他の子供たちはそれを気にとめていない。ほとんど例外なく、子供たちは浴室の壁にほとんど見逃すことなく目に入る格子構造を、数える際に便利に利用した。そして、これがまさしく先生がその課題で到達したがっていたものである。教室の前にあるマジックボードの上では、小さな四角が浴室タイルを表す。先生はいろいろな子供たちの数え方の取り組みを図式化した。子供たちには、家庭での、恐らく保護者の監督下での数える作業を、まだ言葉で表すことが求められる。グループ 4 の子供たちにとっては 100 という数字は非常に大きいと言われるかもしれないが、100 枚のタイルはあまりにも少ないことが明らかとなる。先生が三人の子供のグループに、教室の前で 10×10 のタイルの床を敷かせるなら、子供たちはさらにこのことがよく分かる。「見てご覧なさい、私はそれでは少なすぎるとすぐに分かっていたのよ」とミンケは勝ち誇って言う。

人間と世界に関する指導科目

分野の特徴付け (p. 47)

この科目では初等教育法第九条の第一項および第二項に挙げられた知識分野、および「交通での態度といった社会的自助性」や「健康的な態度の推進」が取り扱われる。この科目で、それらは「地理」「歴史」「社会」「健康的・自助的態度」「自然教育」として分類される。さらにこの科目には「技術」と「環境」が含まれる。

地理

分野の特徴付け(p. 49)

地理では、生徒は近くと遠くから彼らを取り巻く世界に方向を定める。生徒は、人々が例えば家、耕地、放牧地、工場、オフィス、商店、道路、運河、鉄道、祈りの場所、スポーツ広場など、いたるところで周囲を整備してきたことを知る。同時に、こうした整備的要素は、ある決まった方法で広がってきたこと（空間的拡大）を知る。

生徒は彼ら自身の環境との相違点と類似点について議論があることに気付く。

生徒は異なった縮尺レベル（自分たちの周囲、オランダ、ヨーロッパ、世界）での空間的整備と拡大が、人間活動と自然のプロセスとの組み合わせの結果であることを学ぶ。人間活動は、経済的、社会的、政治的、文化的本質によって非常に様々であり得る。生徒は以下と関係する問いの助けによって、空間的整備と拡大の中で自らを捉えることを試みる。

* 観察と記述（私は何を見るのか？私はそれをどこで見ると見えるのか？それはどのように見えるのか？）

* 認識（私はそれをどこか別の場所でも見たことがあるか？私はそれをよく見かけますか？）

* 説明（どうしてそうなのか？なぜそこなのか？なぜそこではそうなのか？）

* 評価（私はそれをどう思うか？他の人はそれをどう思うか？それは違ったものであり得るか？）

生徒は彼らの探索の結果を表すため、最も重要な援助の道具として地図とアトラスとつきあうことができる。

中核目標

A 地理的展望領域(Domein geografisch perspectief: *eng. domain geographic perspective*)

1 生徒は、あらゆる社会現象（例えば、消費の増大）が周辺への結果（商店や交通量の増加）を持つことに気付く。生徒は、人々がこのような結果を互いに異なって評価していることを理解する。

2 生徒は現象（の空間的結果）を地図に示し、拡大のパターンを指摘することができる。生徒はその際、縮尺、凡例、座標、記録、風向き、および距離といった概念を利用することができる。

B 空間整備の領域(Domein ruimtelijke inrichting: *eng. domain special arrangement*)

3 生徒は、風景、居住、労働、交通、行政、世界観に関する自己の周辺において、整備要素を観察し、記述し、説明することができる。

4 生徒はオランダで採用されている/採用されていた、水害の脅威にさらされた地域の居住を可能にする措置を知る。

5 生徒は、オランダにおける海洋粘土、河川粘土、砂、黄土、高層湿原および低層湿原といった地質の分布を記述することができる。生徒はこれらの地質の上にどのような

な風景が生じるか知っている。

- 6 生徒は、オランダとヨーロッパの主要国の鉱業、農業/漁業、産業およびサービス部門主要点と重要な発展を記述することができる。
- 7 生徒は、オランダにおける発展が、大抵はそれぞれ別個独立して生じるのではなく、より広い関係の中にあることを理解する。少なくとも、次のことが議論となる：
 - －オランダへの、また、オランダからの現在と過去における移民；
 - －欧州連合；
 - －東ヨーロッパ。
- 8 生徒はどのような観点でオランダの日常生活（例えば居住、労働、交通、行政、世界観）が、以下の地域の国々と一致し、あるいは、相違するか記述することができる：
 - －北アメリカ/オーストラリア/ニュージーランド；
 - －中央・南アメリカ；
 - －アジア；
 - －サハラ以南のアフリカ；
 - －北アフリカを含むアラブ世界。
- 9 生徒は次の分布を記述することができる：
 - －地球の最も重要な気候。生徒はこれらの気候を温度や降水の特徴に従って分類し、人々、植物、動物、風景にとってどのような結果となるか示すことができる；
 - －山岳地域の風景要素。生徒は、人々、植物、動物にとっての起伏と高さの重要性を知る。

C 地誌と地図領域 (Domein topografie en kaartbeeld: *eng. domain topography and map*)

- 10 生徒は自身の周辺、オランダ、ヨーロッパ、および世界の地図についてイメージすることができる。これらの地図は次の地誌的要素を含む：
 - －自身の周辺の地図：重要都市、村落、湖沼、および部分地域；
 - －オランダの地図：州、重要都市、湖沼、および部分地域；
 - －ヨーロッパの地図：国家、重要都市、湖沼、山岳、および部分地域；
 - －世界の地図：世界の部分、重要国家、重要都市、湖沼、山岳、および部分地域。これら重要国家の中には少なくとも次のものが意味されている：世界で大きな政治的重要性を持つ国家、およびオランダへ多くの住民がやって来る国家。

地理の中核目標 1 と 2 における事例

バカンスで！ (p. 48)

今日の地理の授業はバカンスについてである。子供たちは、バカンスが彼らの周辺にとって持つ結果を、自身の目でどのように見ることができるか考える。彼らはホテル、バンガロー公園、キャンピング、旅行会社、ANWB 営業所（※全国オランダ・サイクリスト連盟 *Algemene Nederlandsche Wielrijders-Bond* の略称で、現在では日本の JAF に相当する活動を行う団体）、テント・キャラバン会社、観光名所などについて思いを巡らせる。

バカンスの目的地に到着するためにどのような設備が必要か？もし車かバスで行くなら、高速道路、ガソリンスタンド、レストランのある、あるいは無いパーキングエリアな

ど。もし電車で行くなら、まず駅へ行き、そこから鉄道で旅をする。そして、もし非常に遠くへ行くなら、恐らく飛行機で旅行するであろうし、そのときはスキポール空港から出発する。

もしイギリスへ、車で行きたいなら、フェリー・ポートか電車（海峡トンネルを通過して）を使う。スカンジナビア諸国のどこかへ行くのにも、フェリー・ポートを利用するだろう。

人々はバカンスでどこへ行きたがるだろう？

国内で人気のあるバカンスの行き先は、北海の海岸、ワッデン島、フリースラントの湖、南リンブルクの丘陵地、Veluwe, Drente, Twente の森や荒涼地帯、そして Achterhoek である。

多くの人々が向かう外国のバカンス先はどこか？教師はバカンスの行き先の国「トッブテン」が掲載された新聞の切り抜き記事を持っている。そこには次のように見える。

スペイン	19%
フランス	13%
オランダ	11%
ギリシア	9%
ドイツ	5%
ベルギー	5%
イタリア	5%
ポルトガル	4%
トルコ	4%
アメリカ	3%

二人ずつのグループに分かれて、子供たちは世界地図のコピーの上でこれらの国に印を付ける。国ごとに二つの目的地を示している。子供たちは、教師が集めた旅行ガイドや旅行会社のパンフレット類からそれらを取り出してくる。子供たちはこれらの（20の）目的地を一つの表にまとめ、それぞれの目的地の後ろに次のことを記す。

*それがどれだけ遠いか（絶対的距離）；子供たちはそのために地図の縮尺を利用する。

*どのようにそこへ行くか（自動車、バス、電車、飛行機）；

*そこまでどれくらいの時間がかかるか？

皆が完了したとき、互いに彼らの答について話し合う。こうして、何気なしのように、子供たちは「相対的距離」という概念の意味を見つけ出す。

最後に、教師は、このバカンスの行き先国トッブテンの分布にパターンを発見したかどうか尋ねる。徹底的な話し合いを通じて、子供たちは六カ国が地中海地域にあることを発見する。これらの国は夏だけでなく、冬も魅力的な気候を備える。アメリカはトッブテンの中で唯一、非常に遠くにある国である。しかし、それが（初めて！）トッブテンに入ったという事実は、（ヨーロッパ外の）より遠くに離れたところに位置するバカンス先の人気傾向を反映している。このことを説明するために、教師は遠くのエキゾチックなバカンス先への特別価格満載のページを土曜日の新聞から持ってきた。皆はコピーを手にし、同じグループでアトラスを利用して、そのバカンス先の10カ所を探す。

地理の中核目標 8 における実例

木綿の歌

グループ 8 では、地理の授業はアフリカについてである。平均的なアフリカの国における日常生活を描き出すため、教師は、第三世界の国々に住む子供たちに関するビデオ・フィルム「世界のボート」の放送を見せる。この放送分ではマリについて放映され、「木綿の歌」と題されている。主人公は父、母（彼女の父親は二人の妻を持つ）、祖父母とともに、マリ南部の村 Missango に住むシャフィアトゥ・ディアラ (Safiatou Diarra) である。フィルムの筋は首都 Bamako での歌謡選手権である。サフィアトゥは彼女の親友ジェネバ (Djéneba) とそれに参加したがっている。彼女はそれを禁じられることから、それがあらゆる混乱をもたらす。この間、私たちは彼女の日常生活のイメージを手にする。家族は木綿栽培で生活している。木綿はマリの最も重要な輸出品である。私たちはディアラ家が木綿畑で収穫しているのを見る。摘み取りは手で行われる。木綿は続いて中央倉庫へ移され、そこで乾燥させられ、大きな機械で種が取られる。木綿の大部分がマリ自体では加工されず、輸出される。ごくわずかだけ、天然のままの木綿の糸と織物生地への加工がマリで行われる。私たちはサフィアトゥがどんな服を着ているかを見る。女性はゆったりとしてカラフルなワンピースを、男性はズボンの上に長くて幅広のシャツを着ている。多くの人々が中古のジーンズとシャツ（あるいはTシャツ）といった「西洋風の」服を身に着けている。

木綿の摘み取り手は暑い太陽の下での重労働を軽減するため、仕事に木綿の歌を唄う。彼らはリズムを与える太鼓に伴われる。その歌はマリの伝統の中で、常に非常に重要な役割を演じている。

サフィアトゥは二人の母と一人の父を持つ。こうしたことはオランダでは起こり得ないが、マリではある。当然ながら、サフィアトゥの生物学的な母親は二人の女性の内の一人である。彼女は他方の女性をおばさんと呼ぶ。彼女の祖父母も彼らの下で暮らしている。祖父母から孫、そして、おじさんたちとおばさんたちなど、様々な世代の家族と一緒に暮らすこうしたことを私たちは大家族と呼ぶ。

マリでの最も重要な宗教はイスラム教である。これと並んで、日常生活にはアニミズムからのあらゆる習慣が見出せる。

フィルムでは、女性がどのように食べ物を用意し、そのためにたくさん働かねばならないことも分かる。彼女たちは小さなかまどの上か、たき火の上で料理する。一日は朝の五時に始まる。まず最初に井戸で水が汲まれる。ディアラ家のためのこの井戸は、家からおよそ 800 メートル離れている。その後、彼女たちは砂糖入りキビ粥の朝食を用意する。朝食の後、七時頃にその日の三回の食事のためのキビつきが始まる。そして、室内の掃除と洗い物が終わると、ほとんどの時間—約三時間—は座りながら皮をむいたキビの粉への加工と昼食の準備となる。乾期には、彼らはこの昼食を家で食べ、雨期には、女性はそれを畑へ持って行く。

昼食後、乾期には休息、教育、個人的な用事のための時間がある。しかし、四時頃には

再び夕食の準備が始まり、その後、後片づけと新たな水汲みが待っている。雨期には人々は午後に畑仕事をし、シアを集める。それを彼女たちはシアバターへと加工し、市場で売る。これと並んで、いわゆる雨期には自分の土地で仕事をし、ピーナッツ・バターを作る。一月から四、五月までの月には、女性は多くの時間を乾燥した木を集めたり、糸を紡いだり、布を織ったり、服を作ったりに費やす。

フィルムを見た後、教師は生徒と話し合う。彼は教師用指導書に記述されている木綿、文化、家族、食料といった四つのテーマに関してそれを行う。その後、彼は全ての生徒に「綿毛からジーンズまで」という練習帳をコピーする。

歴史

分野の特徴付け(p. 55)

歴史教育では、生徒は現在と関連する過去と向き合う。生徒が生きる現在の状況は、過去における現象、事件、発展および人物の結果である。現在についてより多くを理解するために、生徒は過去のある側面に深くかかわり、それが特定の歴史的現象と関係のある、また一般的な歴史的現象とも関係のある知識や理解へと至る。過去はもっぱら間接的に、その過去に関する資料によって研究されうることから、歴史的知識と理解においては、それは基本的には想像することになる。その際、できる限り歴史的事実に一致するイメージを目指す努力がなされる。現在と過去に関する知識と理解は、はじめは断片的で散漫なものであり、徐々に完全で複雑なものとなる。生徒は、社会的現実の文化的、政治的、社会的、経済的側面を知る。このとき、生徒は、自身の生活と社会の歴史における継続と変化の観念を発展させる。生徒は歴史を上手くイメージさせてくれる能力を利用することを学ぶ。つまり、生徒は歴史的資料を利用して、過去に関する情報を探し、整理することができる。こうした資料とは書き記された文献であることもあり、映像資料、音声テープ、人々の話であることもある。生徒は様々な資料からの情報を相互に比較し、これら資料の見解の間にある相違を解釈することができる。生徒はその中の原因と結果を区別し、現在と過去との間にある類似と相違が何かをつきとめることができる。生徒は彼らの探求の結果をレポートで表現することができる。

中核目標

D 歴史的観念の領域(Domein historisch besef: *eng. domain historical notion*)

- 11 生徒は自らの生活および歴史から、期間と出来事を年表の上に位置づけることができ、その際、日、週、月、季節、年、世紀、紀元、時代といった時間と時代区分を指し示すことができる。
- 12 生徒は歴史的資料を参照することができる。これらの資料では、いずれも次のことに関係する：
 - 「関与した人々」の話；
 - 自身の周辺、写真、家系図、歴史地図からの痕跡；

一文章、イラスト、掛け絵、児童文学、オーディオビジュアル・メディア。

13 生徒は歴史的資料が矛盾する、あるいは互いに異なりうることを理解する。生徒は、いずれの資料も時代、場所、見解に結びついた独自の物語を語ることを認識する。

E 歴史的な事件、現象、発展および人物の領域 (Domein historische gebeurtenissen, verschijnselen, ontwikkelingen en personen; *eng. domain historical events, phenomena, developments, personages*)

14 生徒は大まかに次の重要な現代および歴史的な事件、現象、発展および歴史上の人物を知る：

- 一 家族および周辺史；
- 一 先史西ヨーロッパにおける遊牧社会；
- 一 先史西ヨーロッパにおける農耕社会；
- 一 オランダにおけるローマの影響；
- 一 西ヨーロッパの中世社会；
- 一 中世後期以降のヨーロッパ文化の発展；都市と交易の発展、学問・技術の分野での発展、ヨーロッパの膨張、植民地主義、宗教改革；
- 一 80年戦争；オランダ国家の成立；オランダの黄金世紀；フランス革命；
- 一 産業化社会；
- 一 オランダにおける危機の時代と第二次世界大戦；
- 一 福祉国家の発展を含む、オランダにおける戦後社会；
- 一 今日のヨーロッパと世界の関係、そこには次のものが含まれる：1945年以降の多文化社会の発展；欧州連合；東欧の変革。

歴史教育の中核目標 12 の実例 (p. 56)

グループ 4 では子供たちは輪になって座っている。彼らはアネミーク (Annemiek) のおじいさんとおばあさんを待っている。彼女のおじいさんとおばあさんは昔のことについて話をしに来る。現在のグループ 4 の子供たちと同じくらいの年齢だった頃の時代についてである。

子供たちはその話のために十分準備をした。彼らはどんな質問をするか約束をしていた。子供たちは大きな紙にテーマを書いていた。

そこには例えば次のようなものがある：「昔はどんなおもちゃで遊びましたか？」「あなたの家はどんな風でしたか？」「人々はどんな仕事をしていましたか？」「あなた方は何人兄弟でしたか？」「学校で何を習いましたか？」「どうやって学校へ行きましたか？」「どんなスポーツをしましたか？」「どんな遊びをしましたか？」アネミークのおじいさんとおばあさんは上手く準備をしていたことが明らかである。彼らは話をするだけでなく、ものを見せたりもする。教科書、レポート、ペン、家の写真、ビー玉、蒸気機関のおもちゃ、石筆と石盤、近所にあった以前の紡績工場の写真、体操教室の写真。

これら全てのものが学校に置かれることになる。

生徒は他のグループの子供たちのために、小さな展示会をする。

分野の特徴付け

生徒は社会の様々な側面に関心を持ち、それについての知識を広げる。これは十分な敬意を払われ、社会的に適切な行為を求められる批判的人物形成に貢献する。

中核目標

- 15 生徒は労働という社会現象のいくつかの側面を記述することができる。そこには、とりわけ以下のことが含まれる：
 - －職業の種類および訓練と性別に関係する職業展望；
 - －有給および無給の労働と所得差；
 - －社会保障における給付金という現象。
- 16 生徒は私たちの社会における集団のいくつかの側面を記述することができる。そこには、とりわけ以下のことが含まれる：
 - －年齢単位の特徴、その類似と相違；
 - －集団的行為のいくつかの形態とそれに対する決定的な要因；
 - －エスニック集団間の類似と相違；
 - －差別と寛容；
 - －解放
- 17 生徒は、オランダの多文化社会において重要な役割を演じているいくつかの宗教について、そのいくつかの側面を指摘することができる。それはいわゆる、生活習慣や祝祭・記念日といったものである。
- 18 生徒は国家機構についてのいくつかの主要点とそこでの市民の役割を知る。それは、とりわけ次のものに関するものである：
 - －市町村行政；
 - －国家行政：政府、第一・第二院（※第一院は日本の参議院、第二院は衆議院に相当します）
 - －オランダ王政の意味
 - －オランダ王国
 - －ヨーロッパ行政
 - －警察
 - －裁判所

社会の中核目標 18 における事例 (p. 58)

法の名の下に！

教師はグループ8の授業のために、窃盗、小さな強盗や公共物破壊を報道する、たくさんの新聞からのニュースを選ぶ。これらの記事は、小さな犯罪についての記事が豊富な地方、あるいは地域の新聞から持ってきたものである。

教師はこれらの記事について子供たちと話し合う。何が起こったか？その泥棒は捕まったか？その泥棒の追跡は誰が引き受けるか？その後何が起こったか？その泥棒は警察に判

決を下されるのか？誰がこれをするのか？誰がその被告人を弁護するのか？誰が彼の刑を宣告するのか？

教師は、事件の一つを扱う小さなソシオドラマを演じさせる。そこには以下に付随するような指示がなされた役割がある。

- －被告人：審理中は一貫して黙っていなければならない。原告、弁護人あるいは裁判官が、裁判中に質問を求めるなら、裁判官の前に登場しなければならない。
- －原告（司法官吏）：被告人を起訴する人。警察の調書によると、被告人は明らかに実行者である。証人のみならず、被告人自身を呼び出すことができ、彼らに質問することができる。あなたは事実を求めて質問し、従って、明確に適切な質問をする。
- －弁護人（弁護士）：被告人を弁護する。裁判官の被告人に対する刑をできる限り有利なものとなるよう試みる。事実を整理しようとし、証人の意見と予断が事実として書き留められることのないよう気を配りなさい。
- －判決を下す独立した人（裁判官）：裁判官は審理の終了時に判決を下し、刑量を決定する。審理中、訴訟を上手く進行させる責務も負う。裁判官は被告人と証人に質問をしてもよい。また、証人が客観的事実を述べることに注意しなくてはならない、意見や考えは、誰かが何かをしたかどうかの証拠にとって重要ではない。裁判官は訴訟の終了時にどのような判決を下すか話し合う。
- －それを見た人（目撃者）：警察への発言に基づいて、被告人に有利、あるいは不利な証言をするために呼び出される。このとき、知っていること全てを話すことができるが、真実のみを話さねばならない。もし、意識的に真実でないことを話すと、それは偽証を意味する。偽証は投獄になる。
- －独立した情報を提供する人（証拠の専門家）：研究者（警察関連の専門家、医者）といった重要な情報を提供できる専門家で、それによって訴訟における明快さをもたらすことができる。

新聞のニュースを基に、教師は前もって裁判について考えておいた。

七人の子供たちが役をもらう（裁判官は二人）。

クラスの残りは傍聴席の傍聴人となる。彼らは終了後、裁判の役と進行を評価する。

技術 (p. 61)

分野の特徴付け

技術は、生き残り、存在を容易にし、豊かにするための道具といった、人が作り、そして今も作り続けているものに関する科目である。それは新旧の技術に関するものである。次の二つの側面が重要である。それは設計し、製作し、使用するという技術的プロセスとその技術的産物の多様性である。

小学校では、自身の生活世界における次の技術的分野の初歩的な理解と技能を目指す。

- －構造物（橋、ビル、道路、家具、機械、器具、梱包など）
- －輸送（車両、陸、海、空の輸送、管、パイプ、ケーブルを介した輸送など）
- －コミュニケーション（情報化社会の現在の知識と情報・コミュニケーション技術の応

用可能性など)

ー生産物(日用品、トイレ製品、消費財など)

小学校の技術教育は、することと考えることの組み合わせの性格を実現する、内容と作業方法について、この分野は自然科学教育および絵画/工作と特別な関係がある、技術的理解と並んで、それは自然科学的知識(物質、エネルギー、情報の知識)の応用に関するものであり、同時に、生産物の設計に関するものでもある。

中核目標

- 19 生徒は技術問題において、解決法を設計、製作、利用することができる。生徒はそれの際、次のようないくつかの初歩的な技術的理解を扱うことができる。構造原理(資材利用、強度、接合)、運動・伝達原理(てこ、滑車、歯車)。
- 20 生徒は彼らのレベルで、機能性、資材利用、設計に関して、自らの生活世界から多くの技術的生産物を調べることができ、その働きを説明することができる。その生産物は構造、輸送、コミュニケーション、生産といった諸分野からの例に関係するものである。

技術における中核目標 19 の事例(p. 60)

梱包

グループ7の子供たちはなぜ梱包が必要か議論している。子供たちは、ものを一つにまとめるために必要だと考える。例えばハーヘルスラッハ Hagelslag (※パンにかけるチョコレートのふりかけ)。梱包はまた、人々が例えば他の製品よりも先に買うように、魅力的かつ見分けやすくするためにも利用される。

梱包はものを壊さないためにも必要である。あるものは非常に壊れやすい。例えば玉子など、そのためには独特の玉子入れが設計され、スーパーから自宅へ玉子を持って帰ることができる。もちろん落としたりしてはいけない。

軽い衝撃にもっと上手く耐えられる玉子用の梱包を考えることができるだろうか? 学校の最上階の窓から玉子を壊さずに落とすことができるような梱包を?

環境

分野の特徴付け(p. 63)

環境に関する教育では、身の回りへの子供の配慮を刺激することが試みられる。子供たちは、他者や自然との直接的接触の中でこのような感情を発展させる。これと並んで、子供たちは正直に分ち合うという公平原理を理解する。子供たちは相異なる見通しと利害を区別することを学ぶ。彼らは価値や規範を基礎として立場を取ることを学ぶ。これによって、子供たちは彼らが直面する自然・環境問題で意識的な選択を行うことができる。

中核目標

- 21 生徒は人と自然の間の相互作用を説明することができる。生徒はこれに関し、一方で、オランダとその他の世界における人にとっての環境の意味の例（美しさ、健康、安らぎ、食料やエネルギーの源泉）を、他方で、人の環境への介入の例（生活の糧、交通、インフラ）を挙げることができる。生徒は、相互作用が汚染、腐食、枯渇といった環境問題へと至る状況の例を挙げることができる。
- 22 生徒は注意深く自然とつきあい、環境が本質的役割を演じるような選択を行うことができる：
- －自らの生活習慣の分析に基づいて、環境にやさしい態度のための実現可能なヒントを互いに与え合う；
 - －教室や学校で食料、紙、水、ゴミ、エネルギーと慎重に付き合う用意を態度で示す；
 - －人々が水、空気、土地、エネルギーとどれほどネガティブに、あるいはポジティブに付き合っているかの具体例を描き出す。

健康的・自助的態度

分野の特徴付け

健康的・自助的態度の推進の教育は、生徒が、彼ら自身と彼らが育つ環境に適した健康的・自助的態度に関する知識、理解、技能を得ることを指向する。

そのまま一般的に有効な規則を学ぶことは多くの場合、望まれざることであり、また、効果的でないことが明らかである。ある人にとっては健康的で自助的であることが、他の人にとってもそうであるとは限らない。そのための人々の特徴、環境、考えは異なりすぎる。子供たちの状況から出発することで、子供たちに既にある知識、感情、考えと結びつけることができ、既に存在するポジティブな態度が支持され、態度や状況のどこに改善が望まれ、可能か、そして、何が必要かが心に描けるようになる。

この科目での学習は、特に経験・行為指向的である。持っている知識はこのとき、支援的な役割「しか」果たさない。子供たちが学ぶものを、彼らは応用できなければならない。しばしば、毎日の学校での出来事は、道具を安全に使う、他の人に配慮する、環境にやさしい資源の利用など、「練習状況」を提供する。しかし多くの場合、別の授業時間が必要である（例えば、横断歩道をわたること、いじめについての集団討議、ソシオドラマ）。

中核目標

- 23 生徒は、自らの健康の維持と推進にどのように貢献できるかを述べることができる。これは彼らが次のことを知っていることを意味する：
- －食事、運動、休息、新鮮な空気、衛生に関して、体はどのようなケアを必要としているか；
 - －たばこやアルコールの使用といった常習的態度が、健康にとってどのような危険を持つか；
 - －学校の中や周辺で、危険をもたらすような状況とどのように適切に付き合うか；
 - －健康に害をもたらさない周囲や環境と、どのように付き合うことができるか。

- 24 生徒は、彼ら自身や他の人々が社会的、情緒的必要があることを知る：
- －生徒は自分を擁護できる；
 - －生徒は他者に配慮することができる。
- 25 生徒は、もし自身や他者が病気になったとき、あるいは事故に遭い、鼻血や軽い火傷のような小さな怪我を負ったとき、何ができるか知っている。
- 26 生徒は製品の購入者として、サービスの受容者として、次の技能を手にする：
- －販売促進技術の認識と、それとの付き合い；
 - －お金との付き合い；
 - －製品の成分と利用についての情報の活用；
 - －価格と品質の比較。
- 27 生徒は交通ルールと交通標識の意味を知り、交通に参加する際に、その知識を応用することができる。
- 28 生徒は、歩行者、自転車運転手、そして、公共輸送の独立した利用者として、安全な方法で交通に参加することができる。

健康的・自助的態度における中核目標 26 の事例 (p. 64)

お金との付き合い（何かを買うときの権利と義務）

この授業で子供たちは、小売店主と客の権利と義務とは何かについて学ぶ。

生徒は、小売店主が何をしなければならないか、何をしてもよいのか、また客が何をしなければならないのか、何をしてもよいのかに関してまとめたコピーから質問を受ける。彼らはこれについて二人ずつで答える。生徒たちは互いに話し合い、彼らなりの正しい答を書き留める。その後、その答について皆で討論する。教師はその際、実際の答も与える。それは以下のようなものである。

1 期待にそぐわない品物は交換してもよいか？何故か？

原則的にはできない。しかし、多くの小売店主は商売上のサービスの一つとして客に交換させる。しかし、そのことがレシートに記されているか、商店に貼り出されているなら、それは義務となる。

2 もし、交換してもらえらるなら、望むときに要求してもよいのか？

もし、交換してもらえらるなら、そのための期間がある。大抵、それは八日間となっている。これはレシートに記されているか、商店に貼り出されている。さらに、包装が閉じられたままであるか、その製品が未使用でなければならない。

3 もし、商品が気に入らなければ、お金を返してもらえらるか？

原則的にはできない。購入は購入である。多くの店は八日以内であれば交換してくれるか、同額の商品引換券をくれるが、大抵の場合、返金はいくつかの大規模店舗でサービスの一環としてのみ起こる。

4 壊れた腕時計を修理する（修理させる）ことは小売店主には義務なのか？

保証が切れるまでは、イエス。

5 壊れた水鉄砲を修理することは小売店主の義務なのか？

ノー。こうしたものはすぐに壊れ、保証がない。

6 例えば、もしウォークマンのようなものが上手く動かないなら、新しいものを要求する権利はあるか？

ノー。もし、クレームがあっても、小売店主は新しい機械を客に与える必要はない。小売店主は2～3週間以内にそれを修理するよう試みなければならない。さもなければ、小売店主は新しいウォークマンを提供するか、お金を返さなければならない。

7 修理されている間に機械を借りる権利はあるか？

ノー。自発的にこうしたことを行う小売店主はいるが、そうする必要はない。

8 あなたの機械は既に二回修理された。今また壊れてしまった！どうしますか？

もし、こうしたことになれば、別の機械を要求してもいいし、もし、これができないなら返金を求めてもよい。しかし、もし小売店主がこれをしたくないとき、自分の正当性を勝ち取るため、あなたは裁判所へ訴えましょう。

自然教育

分野の特徴付け (p. 69)

自然教育では生きている自然、生きていない自然との接触を扱う、これは、子供たちが生物、物質、物体、現象との経験を得ることを意味する。自然教育は、子供たちが発見しながらたずさわる場を手にする事に向けられる。自身の調査によって、子供たちは自分で言葉にした質問の答を発見しようと試みる。身の回りにあるものとの関わりから、現実の関連への理解が育つ。自然教育の内容は現実と、人々が発見した関連とによって決定される。

そのため、自然教育は調査的態度、および、隣人と周囲に対する責任と配慮についての理解に基礎を置く。

自然教育活動では、屋外作業が重要な役割を演じる。自然教育では、プログラムの体系と自発的に子供たちに従事させるものとの間のバランスが求められる。

中核目標

F 人々、植物、動物の分野 (Domein mensen, planten en dieren: *eng. domain people, plants and animals*)

29 生徒は人々の身体構造、および、知覚、呼吸、移動、生殖のための内的・外的身体部分の形と機能を記述することができる。生徒は、知覚、呼吸、移動に関して、脊椎動物の身体構造とのいくつかの類似と相違を述べることができる。

30 生徒は次のことができる：

— 年齢に応じたレベルで、植物と動物を体系的に分類できる；

— 地域でよく目にする植物や動物を挙げ、どのような生活圏（例えば、運河、森、牧場）にそれらが属するか述べることができる；

— 動物や植物の世話ができる。

31 生徒は、生物が周囲、食料の可能性、季節に最も適応したことが明らかな特徴の例（例えば、保護色、冬眠）を挙げるることができる。

32 生徒は次のことができる：

- －生物が生殖を行う様々な方法を挙げること；
- －植物の構造を大まかに記述し、最も重要な部分の形と機能を述べること；
- －様々なタイプの生物が食物連鎖の中でどのような役割を演じているか述べること。

G 物質と現象の領域(Domein materialen en verschijnselen: *eng. domain materials and phenomena*)

33 生徒は次のことができる：

- －光、音、力、磁力、熱といった現象の調査；
- －様々なエネルギー源がどのような特徴を持つか調査し、どのエネルギー源が加熱、照明、運動（化石化した鉱物、風力・水力・太陽エネルギー）のために利用されるか述べること。

34 生徒は天気の記事の際、降水、気圧、風速、風向、雲、温度といった諸側面を利用することができ、年齢に応じたレベルで、構成された天気予報を読み、理解することができる。

35 生徒は地球が太陽系の一部であり、他の惑星とともに太陽の周りに軌道を描いていることを知る。生徒はこの情報の手助けにより、昼夜のリズムと季節の変化といったいくつかの自然現象を説明することができる。

自然教育における事例

中核目標 34(p. 70)

庭のオランダ王立気象庁 KNMI (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut)

子供たちは校庭に気象観測所を建てる。彼らは2シーズンの間、測量を行う。子供たちは測量データを表とグラフで表す。季節による相違を明らかにできるようにこれを行う。子供たちはまた、自身で天気予報を行う。その際、温度、風、気圧、日照時間といった概念を利用する。彼らの天気予報の中では、それらの関連が記述される。

体育

分野の特徴付け

体育は、生徒が責任ある方法で運動文化に参加するのに必要な知識、認識、技能を獲得することを目指す。

これは運動・遊戯活動の広範な提供に関連する。様々な運動状況への参加で楽しみを体験することが中心となる。一般的には、子供から出される動機付けは問題とはならない。幼い子供たちが自由に外遊びをするのを目にするとき、彼らが喜んで多くの運動をしているのを見る。体育の授業では、こうした積極的な態度をさらに発展させることができる。スポーツは青少年を強く魅了する遊戯・運動活動を提供することができる。教育におけるスポーツの影響は、体育の授業が提供される施設の設計（スポーツ器具や道具）などにお

いて顕著である。運動文化において、近年多くの変化が観察される。組織化されたスポーツよりも、より義務ではなく、より個人的参加の運動活動などが見られる。同時に、より異質な集団（年齢、性別）で実践される生涯スポーツ活動の傾向もある。小学校に通う生徒が成人の運動文化に参加する準備をするとき、魅力ある、年齢に合わせられた遊戯・運動形態（例えば、調整されたルールや器具）でそれは行われる。

初等教育では、まずそれは広範な運動技能を持ち込むことであり、その際同時に、適切かつ相互に配慮を払いながら運動することを可能とするために必要な技能や知識に多くの注意が注がれる。継続的な参加のために、生徒は様々な運動文化に方向を定めることが重要である。さらに、生徒は遊戯形態とその価値についての意見を形成できなければならない。これは次のような要因と関連する。つまり、どのような遊戯形態を優先し、遊戯のルールはどのようであり、その遊戯をどのようにして安全に行い、他者とどのように共同作業ができるか？である。

中核目標

A 体操と運動競技の領域 (Domein gymnastiek en atletiek: *eng. domain gymnastics and athletics*)

- 1 生徒は次のような運動形態を実践することができる：
 - 安定した底面、細い底面、不安定な底面の上で、様々な器具を持ってバランスを取ることができる；
 - 様々な形態の跳躍を行うことができる：自由跳躍と用具から、あるいは用具を越えての支え跳躍；
 - 様々な形態の回転とでんぐり返りができる：前転と後転、用具の上やその周囲で；
 - 用具をよじ登ることができる；
 - 用具の上で揺れることができる。
- 2 生徒は高跳びと幅跳びができる。短距離走や持久走のように走ることができる。投擲用具を遠くへ、方向を定めて投げるができる。
- 3 生徒は体操と運動競技において、自らと他者の運動能力を評価し、必要ならば、共同で実践することができる。生徒は危険の認識、運動状況の安全化への協力、および援助の提供とによって、自らと他者の安全に貢献することができる。

B 遊戯領域 (Domein spel: *eng. domain play*)

- 4 生徒は次の遊戯形態を実践することができる。鬼ごっことドッジボール、ゴール競技、野球やかけっこ、プロレスごっこ、ネットとコートが必要な遊び
- 5 生徒はボールや他の遊具を使って、投げる、捕まえる、打つ、狙う、遊戯をする、前進するといった基本的技能を自由に使える。
- 6 生徒は遊戯状態内で様々な役割をこなし、他者と共同で安全な遊戯状況を作り出し、また、維持し、他の参加者への敬意を持って緊張、勝利、敗北といった要素と付き合うことができる。

C 音楽に合わせた運動領域 (Domein bewegen op muziek: *eng. domain move on music*)

- 7 生徒は演奏されるリズム（タンパリンやトムトム）、あるいは、現代的または伝統的音楽に合わせて運動することができる。生徒はこのとき、

- 正しいテンポで動き、正しいテンポで動作（進む、走る、びよんびよん飛び跳ねる）を始めることができる；
- ダンスの間合い取りとダンス・ステップを行うことができる；
- その際、他者の動きに合わせて動くことができる。

遊戯領域の実例

ティーネン(Tienen) (p. 74)

「ティーネン」という競技は、ゴール競技（例えば、コーフボール（※オランダ起源のバスケットボールに似たスポーツ）、ハンドボール、バスケットボールなど）の前段階として行うことができる。この競技は初等教育とともに、それに続く教育でも取り扱われる。

「ティーネン」とは何か？

できるだけ長く、協力しながらボールを自分のチームに保持しようと試みなさい。

ティーネンは 10 個のボールに由来する（※オランダ語で 10 は 'tien' で、競技名は 10 個のボール 'tieten' となることを表している）。これは途切れることなく 10 個のボールをパスすることです。ここに記されている引用符（※ここでは「」にあたります）は、それが 10 よりも多くても少なくともよいことを述べている。

状況 A における競技：

- 体育館の三分の一の広さ（つまり、三つのフィールドがある）
- 四人からなる二つのチーム
- 二人の中立的プレーヤー（説明参照）
- フィールドの二つのサイドに防御地域（説明参照）
- 一つの発泡スチロールのボール。

状況 B における競技：

- 教室の半分（つまり、二つのフィールドがある）
- 五人からなる二つのチーム
- プラス一人の中立的プレーヤー
- 三つのサイドに防御地域
- 発泡スチロールのボール、バレーボール、ハンドボール、あるいはラグビーボール。

競技のルール

前もって二つのルールだけが決められている：

- ボールを持っている人は移動してはならない（走ってはいけない/ドリブルしてはいけない）
- ボールを他のプレーヤーの手から取ったり、叩いたりしてはいけない。

解説

はじめに、一人または複数の中立プレーヤーが、ボールを持っているチームと一緒に競

技する。中立プレーヤー自身はチームを構成しないが、ボール保持者のための特別なパス可能性に仕える。この中立プレーヤーが競技する地域を防御地域と呼ぶ。他のプレーヤーはフィールドのこの部分に進入してはいけない、この防御地域内ではボールを横取りできないし、してはいけない。

この二つの措置によって、ボール保持がより簡単に維持できることになる。状況 B は防御地域が大きい、パス可能性が少ないので、状況 A より難しい。

生徒はそこから何を学ぶか？

パスをすることの経験（理解）と利用（ボール保持者が私に容易にボールを投げることができるためには、どこにいるのが一番良いか？）。強調点 accent ; ボールの通り道スペース作り。

中立プレーヤーとボール保持の継続を保証するものとしての防衛地域の利用。ボール保持者（この人はボールを持って移動することができない）が共同プレーヤーに依存していることを理解する。言い換えれば、ボールを持っていない人は継続的に動き回り、その人のディフェンダーをかわさねばならない。

芸術指導科目

分野の特徴付け (p. 79)

この科目では、初等教育法の中でいうところの表現活動が議論となる。それは絵画と工作、音楽、演技と言語使用の推進、運動に関するものである。

絵画と工作

分野の特徴付け

絵画と工作の教育では、子供たちは自身をイメージで表現するための様々な可能性を知る。それと並んで、子供たちは他者のイメージ的表現を理解し、イメージ的作品を楽しむことを学ぶ。

これは、子供たちが彼らの考え、感情、観察、経験に、個人的な方法でイメージ的作品への形の付与を学ぶことを意味する。これは主に具体的テーマによって起こる。自らの認識と想像から、子供たちはテーマについての概念を作り、作業を行いながら、この概念を絵画や作品といった目に見えるものとする技能を発展させる。

絵画と工作では、子供たちは日常的周囲における画像の機能と意味を認識し、その価値を評価することも学ぶ。子供たちは適切な観察、および作り上げられた周囲、インテリア、モードや衣服、日用品、絵画芸術といったイメージ作品や今日的イメージ文化に由来する要素への反応によってこれを学ぶ。これは同時に、子供たちが、人々が自己を表現する様々な方法に敬意を払うことを学ぶことを内容とする。

絵画と工作の教育は子供たちに、彼らの文化的遺産への最初の方向付けを提供する。こ

の方向付けにおいて、この遺産がオランダ社会で出会う文化集団を反映したものであるとの配慮がなされる。

イメージ的作品を自ら作り、周囲のイメージ的製品をよく眺めるということは相互に影響し合う。内容と作業方法に関しては、手作業は技術と関係する。イメージ的作品の設計では技術的理解が応用される。

中核目標

A 設計領域(Domein vormgeven: *eng. domain design*)

1 生徒は作品を作ることができる:

- 適切な観察を基礎に;
- 記憶、想像あるいは認知から、テーマの内的概念を基礎に;
- コミュニケーション的機能や利用機能によって(例えば、おもちゃ、ポスター、マスク)。

2 生徒は色、形、スペース、テクスチュア、構成といったイメージ的側面を目的に向かって作品の中で利用することができる。

3 生徒は材料のイメージ的可能性を調査し、これらを自身の作業の中で応用する。このとき、生徒は安全な方法で道具を使用する。

B 考察領域(Domein beschouwen: *eng. domain consider*)

4 生徒は自身の作品を、出された課題、および他者によるこの課題の達成と比較できる。

5 生徒は画像的作品を記述することができ、次の側面とその関連を基に比較できる:

- 意味(それは何か?何を意図しているか?);
- 設計(どのようなイメージ的側面がその設計を決定しているか?);
- 材料(どのような材料が使用されているか?);
- 技術(どのような技術的原理が利用されているか?);
- 場所と時間(どこで、また、いつそれが作られたか?)。

6 生徒は、人々がイメージ的製品(宣伝、メディア、衣服、芸術)によって様々な意見とアイデアを明らかにし、これらのアイデアが人格、文化、時代と結びついたものであることを知る。

絵画と工作における事例

中核目標 1, 2, 3における展望(p. 80)

グループ 1-2は水族館を作る

子供たちは輪になって座っている。ユフ・インゲ(Juf Inge)は水中めがねをして、まるで水中を泳いでいるかのように装っている。彼女は子供たちに、水中で何を見ているかを話す。長く連なってゆっくりと行ったり来たりするつるのような植物、素晴らしく彩られた魚たち、平らのものや長いもの、厚いものや丸ぼちゃのもの、大きなものや小さなもの、縞模様や斑点模様の魚、そして、あらゆる異なった尾鰭を持つ魚たち。

この水中旅行の後、彼女は子供たちに大きな水族館の絵を見せる。彼女は、子供たちが水族館と魚に関して何を知っているか尋ねる。彼女は魚の絵のついた地図を持っている。ソフィ(Sofie)は水中めがねをかけ、魚の絵を手に取り、そこに何があるかクラスに話してもよいことになる。インゲ(Inge)が魚の色と形、皮膚の模様に関する質問をして、ソフィを手助けする。縞模様がありますか、それとも斑点模様ですか？ソフィの後、何人かの子供が水中めがねをかけ、魚を表現する。インゲは、クラスの皆と一緒に水族館を作ること話す。いろいろなグループに分かれて、子供たちは作業を始める。

最年長のグループは、ボール紙の上に尾鰭のない魚体を描き、この形を切り取り、それを細長いものや斑点状の吸い取り紙の紙片と一緒に貼り付け、カラフルな鰭と尾鰭をそこに付け加える。最年少の幼児のグループは、薄い紙の水草を切り、この植物を四枚の強い紙の上に貼る。これらの紙から後に水族館が作られる。

魚のいる水族館は輪の中に置かれ、それぞれの魚にペーパークリップが着けられた。磁石のついた釣り竿で、子供たちは魚釣りをしてもよい。子供たちは一緒に収穫について話し合う。魚がどのように飾られ、尾鰭がどのように作られているかについて質問がされる。釣り竿は関心が衰えるまで何回か手渡される。

音楽

分野の特徴付け(p. 85)

子供は、自分たちの青少年文化からの音楽、非西洋的文化からの音楽、古い、あるいは今日の音楽、くつろぎの音楽など、多くの音楽が響く社会の中で育つ。音楽はこのとき、子供に何かを行う。子供はある雰囲気に至り、そこで体を動かし、それを楽しむ。

子供も音楽で何かを行う。彼らは一生懸命に歌を唄い、楽器を奏でる。子供たちは、聴くために自らの音楽を選択し、互いに音楽やアイドル、好きなグループについて話し合う。小学校での音楽は、生徒がオランダの現在の音楽文化に参加できるようになるために、彼らの持つ音楽的可能性を発見し、十分な知識、理解、技能を獲得することでさらに発展させることを目指す。

中核目標

C 音楽製作領域(Domein muziek maken: eng. domain make music)

- 7 生徒は自身の文化と他の文化からの歌をグループで唄うことができる。生徒はこのとき、明瞭さと演奏スタイルに注意する。
- 8 生徒は簡単な音楽を学校の楽器で、記譜法の補助あるいは補助なしで演奏することができる。
- 9 生徒は音楽を考案し、与えられたメロディー、リズム、物語、調子で実践することができる。

D 音楽鑑賞(Domein muziek beluisteren: eng. domain musical listen)

- 10 生徒は音楽を聴く際、次のようなものを区別し、指摘することができる：
一音響の特徴(長さ、高さ、音色、強さ)；

一形の原則（繰り返し、コントラスト、バリエーション）

一意味（調子、雰囲気）と機能

一利用される楽器と音声の種類

11 生徒は聴きながら次のことができる：

一地理的・文化的出自に従って音楽を分類できる；

一音楽の音響、形、意味を動きとともに表現できる；

一歌、あるいは曲の進行を楽譜や他の画像的表記法の助けを借りて読むことができる。

音楽における実例

中核目標 10 における展望 (p. 84)

子供たちは遊技室の地面に座っている。先生が持ってきた箱にはいろいろなものが入っている。しかし、それらはまだ箱から出されていない。先生はお話を始める。

ここから離れた村のどこかに人形作りの職人が住んでいます。この職人は普通の人形は作りません。彼はあまりにも上手なため、人形に本物の耳と本当に動かすことができる足と手を与えます。人間のようなものではありませんが、ほとんど本物です。人形は、あなたが彼らのために音楽を奏でると動きます。

話している間、先生は箱から金槌、のみ、布片といった道具を取り出します。お話の最後に、きれいな人形が登場します。お話はさらに続きます。

村の二人の子供がその人形たちにとても好奇心を持ちます。彼らはある晩、人形職人の家へ忍び寄り、カーテンの開いているところから覗き込み、全部の人形が床の上で物音一つ立てずに座っているのを見ます。ちょうどあなたたちと同じように。人形たちは皆、人形職人を見つめています。人形職人は人形たちと訓練を始めます。彼がこの音（木琴）を聞かせると、全部の（左）手がゆっくりと持ち上がります。一緒に！人形が再び同じ音を聞くと、全ての手が再び下ろされます！そう、上手く行っています、と人形職人は考えます。彼はもう一方の手のために、別の音色を選択します。（・・・）これも上手く行っています！

先生は二つの異なった木琴で「演奏」を開始します。間に休みを入れたり、同時にしたり、速く、ゆっくりと。退屈するので、長すぎないようにします。彼女は、人形職人が人形を歩かせることもできたと話します。もちろん、人形なのでふらふら歩きます。彼らは「鍵がかかっている」ので、小さな歩幅です。そうして、そこに手打ち太鼓が来ます。太鼓と木琴の交代が上手く行くと人形たちは頭を素早く前後に揺らすことも学ぶことができます（ハンドベル、タンバリン）。そして、トライアングルで皆が座ります！

演技と言語使用の推進

分野の特徴付け (p. 89)

「演技と言語使用の推進」分野では、声、言語、態度、動き、身振りといった表現力とコミュニケーション能力を学び、応用することに関連するものである。演技では、生徒は

感情、考え、出来事、人物を表現し、役割の演技手としての技能を習得する。生徒はこのとき、自身の演技と他者のそれを評価することを学ぶ。

中核目標

E 演技技能の領域(Domein spelvaardigheid: *eng. domain the ability to play*)

12 生徒は：

- －役割、状況、物語の要素についての情報を基に、演技を即興で演じることができる；
- －演技において、声、言語、態度、動き、身振りを意識的に利用することができる；
- －彼らの役、演じられる状況、共演者、演技場、観客に向けて注意を維持することができる；
- －何かを演奏することができる；
- －舞台装置、小道具、衣装、メーキャップを利用することができる。

F 考察領域(Domein beschouwen: *eng. domain consider*)

13 生徒は：

- －演技と日常の現実とを関係づけることができる；
- －自身の演技と他者のそれを関係づけることができる。

運動(p. 91)

分野の特徴付け

「運動」分野は、生徒が自身の文化といくつかの異文化における運動の意味と認知について知る、表現活動に関係するものである。しばしば、それはダンスに関するものである。この活動は、経験、認知、考え、感情、状況、出来事を表現し、形を与える生徒の動機付けに貢献する。一人で、あるいは他者と共同で、生徒は動きに内容、表現力、文脈を与える時間、力、空間といった要素を利用する。これと並んで、生徒は動きの表現力を支え、強化する音楽、補助道具、ものを利用する。

中核目標

G 運動技能領域(Domein bewegingsvaardigheid: *eng. domain the ability to move*)

14 生徒は：

- －様々な文化からの限られたレパートリーの遊びの歌と民族舞踊、現代ダンスを実践することができる；
- －経験、感情、状況、出来事を互いに運動とダンスの中で再現することができる。

H 考察領域(Domein beschouwen: *eng. domain consider*)

15 生徒は踊る方法について話すことができる。

第Ⅲ部 「理科における児童・生徒の理解度やつまずきの実態等を把握する研究」に関する資料

Ⅲ-1 わが国の小・中学校の理科の内容に対する理解度やつまずきの実態

第Ⅰ部において、小・中学校におけるアンケート調査の主な結果について述べているため、ここでは平成14年度成果報告書に掲載しなかった新教育課程のもとの平成15年度未実施の小学校の調査および平成14年度末実施の中学校の調査について詳しく紹介する。

Ⅲ-1-1 わが国の小学生の理科の内容に対する理解度やつまずきの実態

1. 調査の目的

平成14年度から実施された新しい学習指導要領のもとの理科カリキュラムの改善や理科のよりよい指導法に役立てることを目的に、「児童の理解の困難な内容」「先生の教えにくい内容」「工夫した指導法」などについて調べた。

2. 調査の実施

調査は、平成16年3月11日から平成16年4月10日の1か月間に行った。無作為に抽出した全国の小学校500校の理科主任または教師を調査対象にした。回収率は48%（239校）であった。

3. 調査の主な結果

(1) 調査対象者が大学等で専攻した主たる分野

調査対象者が大学等で専攻した主たる分野は、次のとおりである。

	教育学	理科教育	理科以外の教科教育	自然科学	その他 (心理学など)
割合	19.7	25.9	36.4	9.6	7.1

理科主任に回答をお願いしたため、大学等で理科教育あるいは自然科学を専攻した回答者が35.5%と、小学校教員全体に占める理科専攻の割合よりも多くなったものと思われる。

(2) 小学校理科の内容に関する主な結果

その結果、表1に示すように、児童の理解が困難な内容は、「月や星の特徴や動き」「物の運動」「天気の変化」「電流の働き」「土地のつくりと変化」であった。これらのうち、B領域を除くC領域の「月や星の特徴や動き」「天気の変化」「土地のつくりと変化」は20%以上の教師が児童の理解が困難な内容としてあげている。

表1 小学校教師の指導の難易、小学生の理解の難易の割合(%)

			教師の指導の難易			児童の理解の難易			
			教えやすかった割合	教えやすさが中間の割合	教えにくかった割合	児童の理解が容易な割合	児童の理解が中間の割合	児童の理解が困難な割合	
第3学年	A. 生物とその環境	(1)	昆虫や植物のつくりと種類	60	31	6	69	27	2
	B. 物質とエネルギー	(1)	光の進み方と性質	63	33	3	55	41	2
		(2)	電気の回路	66	25	7	47	42	9
		(3)	磁石の性質	82	13	3	69	26	3
C. 地球と宇宙	(1)	日陰と日なた	65	28	5	64	32	2	
第4学年	A. 生物とその環境	(1)	動物の活動や植物の成長	42	44	13	58	38	3
	B. 物質とエネルギー	(1)	空気と水の性質	81	17	1	67	29	3
		(2)	金属、水、空気の性質	71	26	2	53	41	5
		(3)	電気の働き	64	32	3	41	49	8
	C. 地球と宇宙	(1)	月や星の特徴や動き	7	48	44	14	56	29
(2)		温度と水の変化	71	26	2	58	36	5	
第5学年	A. 生物とその環境	(1)	植物の発芽	68	28	3	61	37	1
		(2)	動物の発生と成長	36	54	9	46	50	3
	B. 物質とエネルギー	(1)	物の溶け方	78	20	1	63	33	3
		(2)	てこの働き	77	21	1	56	38	5
		(3)	物の運動	59	32	8	47	42	10
	C. 地球と宇宙	(1)	天気の変化	31	48	21	33	51	15
(2)		流水の働き	35	49	17	47	46	6	
第6学年	A. 生物とその環境	(1)	動物の体のつくりと働き	47	47	5	49	49	2
		(2)	生物と環境	34	54	11	53	43	4
	B. 物質とエネルギー	(1)	水溶液の性質	77	17	5	52	38	9
		(2)	燃焼のしくみ	80	17	3	70	28	2
		(3)	電流の働き	58	36	6	39	50	10
C. 地球と宇宙	(1)	土地のつくりと変化	17	46	37	28	58	13	

4 アンケート用紙

次ページから調査に用いたアンケート用紙(4頁)を掲載する。

平成 16 年 3 月 8 日

学校長 殿

国立教育政策研究所
教育課程研究センター基礎研究部内
「理科内容配列総合」研究プロジェクト
研究代表者 猿田 祐嗣

「小学校理科の指導内容に関するアンケート」のお願い

先生方には、小学校における教育活動のため、日々ご尽力なさっておられることに敬意を表します。

さて、私どもでは、平成 15～16 年度文部科学省科学研究費特定領域研究「理科教育の内容とその配列に関する総合的研究」（研究代表者・猿田祐嗣）におきまして、今後の理科教育を充実させるために、教育課程における理科の指導内容とその配列について基礎的・実証的なデータを収集してまいりました。その研究成果は、研究母体である特定領域『新世紀型理数科系教育の展開研究』のホームページ (<http://risuka.ei.tohoku.ac.jp/rsroot/mmedit.html>) に紹介されておりますが、中学校の理科主任に実施したアンケート調査の結果から、中学校の理科において、学習指導要領改訂後もあいかわらず、「電流」「力」「天体」の分野で中学生の理解が困難であることが明らかとなっております（別添資料を参照ください）。

このたび、本研究プロジェクトの一環として、小学校の理科の先生を対象としたアンケート調査を企画いたしました。学習指導要領改訂後の小学校理科の指導内容に関して、指導のし易さや児童の理解し易さをお尋ねし、その分析結果をもとに今後の教育課程における理科の指導内容やその配列について提言しようとするものです。

つきましては、年度末のご多忙のところを恐縮ですが、趣旨をご理解いただき、学校全体について、理科主任の先生にご回答くださいますよう、お願いいたします。理科主任の先生がいらっしゃらない場合は、理科に詳しい先生あるいは教務主任の先生にご回答いただければ幸いです。

ご回答いただいたこの調査票は、そのまま同封の返信用封筒に入れて、下記宛て、4月10日頃までに、ご返送ください。なお、回答結果は統計処理しますので、個人の回答を取り上げて公表することはありません。この調査に関してのご質問がありましたら、下記にお願いいたします。

問い合わせ先 〒153-8681 東京都目黒区下目黒 6-5-22

国立教育政策研究所 教育課程研究センター 基礎研究部
総括研究官 猿田 祐嗣

Tel. 03-5721-5078, Fax 03-3714-7073, E-mail saruta@nier.go.jp

回答される方ご自身について、お尋ねします。該当する番号を○で囲んでください。

(1) あなたのお立場は、次のどれですか。

1. 学校長 2. 教頭 3. 教務主任 4. 主幹 5. 理科主任
6. その他 (_____)

- (2) 性別 1. 男性 2. 女性
- (3) 年齢 1. 20代 2. 30代 3. 40代 4. 50代 5. 60代以上
- (4) これまでの教職経験年数
1. 5年未満 2. 5年以上10年未満 3. 10年以上20年未満
4. 20年以上30年未満 5. 30年以上
- (5) 大学等で専攻した主たる分野 (1つだけ)
1. 教育学 2. 理科教育 3. 理科以外の教科教育
4. 自然科学 5. その他 (_____)

学校での理科の指導について、お尋ねします。該当する番号を○で囲んでください。

- (6) あなたの学校では、理科で発展的な学習(学習指導要領に示す内容の理解をより深める学習を行ったり、さらに進んだ内容について学習を行ったりするなどの学習)を行っていますか。
1. 全学年で行っている
2. ある学年で行っている (具体的な学年 _____)
3. 行っていない 4. その他 (_____)
- (7) あなたの学校では、理科で補足的な学習(学習指導要領に示す基礎的・基本的な内容の確実な定着を図るために行う学習指導)を行っていますか。
1. 全学年で行っている
2. ある学年で行っている (具体的な学年 _____)
3. 行っていない 4. その他 (_____)
- (8) あなたの学校では、理科でT・T(ティーム・ティーチング)を実施していますか。
1. 実施している 2. 実施していない
- (9) (8)で「1. 実施している」と回答された方のみにお尋ねします。どの学年で実施していますか。
1. どの学年でも行っている
2. 特定の学年においてのみ行っている (具体的な学年 _____)
3. その他 (_____)
- (10) あなたの学校では、理科は専科の先生が指導していますか。
1. 専科の教師が指導している (具体的な学年 _____)
2. 学級担任の教師が指導している

(11) 次に学習指導要領に示されている小学校理科の内容項目をあげています。各項目についてそれぞれの質問にお答えください。

内 容 項 目			教師が、 教え易い項目に○ 教え難い項目に× その中間に△ をつけてください。	児童の理解が、 容易な項目に○ 困難な項目に× その中間に△ をつけてください。
第3学年	A. 生物とその環境	(1) 昆虫や植物のつくりと種類		
	B. 物質とエネルギー	(1) 光の進み方と性質		
		(2) 電気の回路		
		(3) 磁石の性質		
C. 地球と宇宙	(1) 日陰と日なた			
第4学年	A. 生物とその環境	(1) 動物の活動や植物の成長		
	B. 物質とエネルギー	(1) 空気と水の性質		
		(2) 金属、水、空気の性質		
		(3) 電気の働き		
	C. 地球と宇宙	(1) 月や星の特徴や動き		
		(2) 温度と水の変化		
第5学年	A. 生物とその環境	(1) 植物の発芽		
		(2) 動物の発生と成長		
	B. 物質とエネルギー	(1) 物の溶け方		
		(2) てこの働き		
		(3) 物の運動		
	C. 地球と宇宙	(1) 天気の変化		
(2) 流水の働き				
第6学年	A. 生物とその環境	(1) 動物の体のつくりと働き		
		(2) 生物と環境		
	B. 物質とエネルギー	(1) 水溶液の性質		
		(2) 燃焼のしくみ		
		(3) 電流の働き		
	C. 地球と宇宙	(1) 土地のつくりと変化		

現行の小学校理科の教育課程の理科の内容について、削除されたことによって、あるいは配列の順序が変わったことによって、児童の理解が困難になったり、教えにくくなったりしたところはありませんか。また、それらを改善するご提案やご意見があれば下に記述してください。

お忙しい中ご回答いただき、誠にありがとうございました。

Ⅲ-1-2 わが国の中学生の理科の内容に対する理解度やつまずきの実態

1. 調査の目的

平成 14 年度から実施された新しい学習指導要領のもとでの理科カリキュラムの改善や理科のよりよい指導法に役立てることを目的に、「生徒の理解の困難な内容」「先生の教えにくい内容」「工夫した指導法」「生徒実験、演示実験、野外学習」などについて調べた。

また、旧学習指導要領のもとで平成 12 年度末に実施した同様の調査との比較を行うことを目的とした。

2. 調査の実施

調査は、平成 15 年 3 月 15 日から平成 15 年 4 月 15 日の 1 か月間に行った。無作為に抽出した全国の中学校 500 校の理科主任またはこれに代わる方を調査対象にした。回収率は 50% (250 校) であった。

3. 調査の主な結果

表 2 に示すように、平成 12 年度末の前回調査に比べて今回は、生徒の理解が比較的困難な内容 (30%以上の教師が回答) としてあがった項目数が 8 項目から 3 項目に減った。今回も 30%を超える教師から生徒の理解が困難であると回答があったのは、「力と圧力」「電流」「天体の動きと地球の自転・公転」の 3 項目であり、前回も 30%を超える教師から回答があった内容である。なお、前回の調査で比較的理解が困難であるとされた「熱と温度」「電気分解とイオン」「仕事とエネルギー」は中学校から高等学校へ移行している。

表2 中学校理科教師の指導の難易、中学生の理解の難易の割合(%)

		教師の指導の難易			生徒の理解の難易			生徒の理解が困難な項目で特別に工夫した指導法を持っている割合
		教えやすかった割合	教えやすさが中間の割合	教えにくかった割合	生徒の理解が容易な割合	生徒の理解が中間の割合	生徒の理解が困難な割合	
身近な物理現象	ア 光と音	49	36	14	29	47	22	13
	イ 力と圧力	26	40	32	10	46	42	9
身の回りの物質	ア 物質のすがた	67	29	2	59	35	4	5
	イ 水溶液	63	27	7	49	42	6	7
電流とその利用	ア 電流	55	33	8	12	45	38	15
	イ 電流の利用	34	48	13	11	57	26	6
化学変化と原子、分子	ア 物質の成り立ち	55	36	4	33	50	11	7
	イ 化学変化と物質の質量	57	31	7	27	49	19	8
運動の規則性	ア 運動の規則性	47	40	8	27	52	15	5
物質と化学反応の利用	ア 物質と化学反応の利用	46	40	9	29	57	7	6
科学技術と人間	ア エネルギー資源	41	40	13	54	37	2	3
	イ 科学技術と人間	36	42	15	50	39	3	2
植物の生活と種類	ア 生物の観察	76	21	2	83	15	0	7
	イ 植物の体のつくりと働き	74	24	1	74	23	1	4
	ウ 植物の仲間	63	32	4	66	28	3	2
大地の変化	ア 地層と過去の様子	36	47	15	29	63	5	6
	イ 火山と地震	51	41	4	34	55	6	7
動物の生活と種類	ア 動物の体のつくりと働き	65	28	2	62	31	2	4
	イ 動物の仲間	66	24	5	74	20	1	3
天気とその変化	ア 気象観測	45	40	10	39	48	7	6
	イ 天気の変化	44	44	6	27	55	12	6
生物の細胞と生殖	ア 生物と細胞	74	19	2	75	18	0	3
	イ 生物の殖え方	47	42	6	42	45	6	3
地球と宇宙	ア 天体の動きと地球の自転・公転	28	45	22	16	42	37	17
	イ 太陽系と惑星	51	38	5	46	39	8	5
自然と人間	ア 自然と環境	49	41	4	55	37	1	2
	イ 自然と人間	43	43	7	51	41	1	2

4 アンケート用紙

次ページから調査に用いたアンケート用紙(3頁)を掲載する。

第二分野		教えやすかった項目に○を、教えにくかった項目に×をつけてください	生徒の理解が容易な項目に○を、困難な項目に×を、中間に△をつけてください	生徒の理解が困難な項目で特別に工夫した指導法をお持ちの場合は○をつけてください
植物の生活と種類	ア	生物の観察		
	イ	植物の体のつくりと働き		
	ウ	植物の仲間		
大地の変化	ア	地層と過去の様子		
	イ	火山と地震		
動物の生活と種類	ア	動物の体のつくりと働き		
	イ	動物の仲間		
天気とその変化	ア	気象観測		
	イ	天気の変化		
生物の細胞と生殖	ア	生物と細胞		
	イ	生物の殖え方		
地球と宇宙	ア	天体の動きと地球の自転・公転		
	イ	太陽系と惑星		
自然と人間	ア	自然と環境		
	イ	自然と人間		

(5) 理科の時間に野外学習をどの程度行いますか。

1. 1ヶ月に1回程度 2. 1学期に1～2回程度 3. 1年に1～2回程度
4. その他

(6) 発展的な学習（学習指導要領に示す内容の理解をより深める学習を行ったり、さらに進んだ内容について学習を行ったりするなどの学習）をどの程度行っていますか。

1. どの単元でも行っている 2. 1学期に1～2回程度 3. 1年に1～2回程度
4. 時間の余裕ができたときにのみ 5. 行っていない 6. その他

(7) 補充的な学習（学習指導要領に示す基礎的・基本的な内容の確実な定着を図るために行う学習指導）をどの程度行っていますか。

1. どの単元でも行っている
 2. 1学期に1～2回程度
 3. 1年に1～2回程度
 4. 時間の余裕ができたときのみ
 5. 行っていない
 6. その他
- (8) 理科でT・T（チーム・ティーチング）をどの程度実施していますか。
1. 年間を通して
 2. 指導が困難な単元のみ
 3. 理科教員の授業時間に余裕があるとき
 4. 加配が付いたときのみ
 5. 行っていない
 6. その他
- (9) 選択教科理科を実施していますか。
1. 実施していない
 2. 高校入試を意識した問題練習を中心に行っている
 3. 教師の指導で教科書にはない内容・テーマで指導している
 4. 生徒中心の課題研究や自由研究を行っている
 5. 毎回テーマを決めて観察、実験などを行っている
 6. 補充的な学習を中心に行っている
 7. その他

現行の中学校理科の教育課程の内容について、削除されたことによって、あるいは配列の順序が変わったことによって、生徒の理解が困難になったり、教えにくくなったりしたところはありませんか。また、それらを改善するご提案やご意見があれば次に記述してください。

Ⅲ-2 理科の新教育課程・指導法等に関する意見・提案等

小学校および中学校における理科のカリキュラムや指導法の改善に役立てることを目的として、平成14年度から施行された現行の理科の教育課程の内容について、移行・削除されたことにより、児童・生徒の理解が困難になったり、指導しにくくなったところはないかどうかを学校現場の教員の意見から探った。

具体的には、いくつかの地域ごとに小・中学校の教員に研究協力者としてお集まりいただき、理科カリキュラム検討委員会を組織し、小学校と中学校の各部会に分かれて、予め各人が準備したレポートをもとに、意見交換を行い、まとめていくという方法をとった。研究協力者の所属・氏名は次の通りである（敬称略、平成16年3月31日現在）。

小学校		中学校	
鹿児島県総合教育センター	尾場瀬優一	鹿児島県総合教育センター	芝原 睦美
福岡県糟屋郡宇美町立桜原小学校	稲垣 浩俊	鹿児島市立伊敷中学校	河瀬 雅之
長崎大学教育学部附属小学校	楠本 正信	鹿児島県笠沙町立笠沙中学校	大迫 俊浩
鹿児島大学教育学部附属小学校	平 千力	琉球大学教育学部附属中学校	島村 一司
大分県臼杵市立市浜小学校	東 徹哉	延岡市立熊野江中学校	里岡 亜紀
佐賀県神埼町立西郷小学校	馬原 俊浩	宮崎大学教育文化学部附属中学校	隈元 修一

次ページから、小学校、中学校の順に、理科の内容配列を考える際の視点と提案事項に関するレポートを掲載する。

Ⅲ-2-1 新しい理科学習の内容配列についての提案

～新しい学力観に立つ理科学習の現状と新たな方向性から～

九州各県の小学校教師グループ

鹿児島県総合教育センター	尾場瀬優一
佐賀県神埼町立西郷小学校	馬原 俊浩
鹿児島大学教育学部附属小学校	平 千力
長崎大学教育学部附属小学校	楠本 正信
大分県白杵市立市浜小学校	東 徹哉
福岡県糟屋郡宇美町立桜原小学校	稲垣 浩俊

○ はじめに

平成元年に出された学習指導要領では、新しい学力観という言葉が前面に出された。そこでは、知識や技能を重視する学力観から、意欲や思考力を重視する学力観へ転換が行われた。そして、教育観の見直しが行われた。

なぜ、意欲重視の学力観に転換されたか。それは、とりもなおさず認知心理学の研究によるところが大きい。誤解を恐れつつ端的に述べるならば、「学ぼうという意欲がなければ何もできない」ということである。見ようとしなければ、同じ物を見ても見えないし、考えようとしなければ考えることもできない。覚えようとしなければ覚えることもできない。そういったことである。

学習効果を高めるためには（基礎・基本の定着を図るとするならば）、意欲を形成することが重要であるとする考えである。そこでは、学習への動機付けが問題とされ、外発的動機付けとともに内発的動機付けの重要性が叫ばれた。また、子どもは自ら学ぶ存在であるという考えに立ち、子どもの主体的な学びを尊重し、学びを支援するようになった。

また、認知心理学の研究の成果により、人間は本来自ら学ぶ存在であるということが明らかになった。さらには、状況の中でこそ人は豊かに学ぶということも分かってきた。

認知心理学の研究成果により、「人が本来もっている学びを生かそう」ということで、新しい教育の在り方を訴えているのである。

教育は、教える側に立つ「教師」の視点から、学ぶ側の「子ども」の視点に転回され、進められるようになる。そこでは、主体的に学ぶ子どもの学びを教師が支援するという学習の在り方が大きく打ち出された。それこそ、新しい学力観に立つ授業の姿である。

また、平成 11 年度の改訂では、生きる力の育成という観点から、新しい学力観に立つ学力の育成という観点から、内容の大幅な削減を行い、問題解決のための意欲と能力の育成を行おうと考えて改訂が行われた。また、子どもの主体的な学びとするために、理科の目標に「見通しをもって」、「目的意識をもって」という言葉が付加された。

その結果、意欲や能力が高まったか。

教育課程実施状況調査においても、国際的な学力の調査においても、ますます「意欲」が低下しているというデータが出されている。

それらのことを踏まえ、現状をしっかりと見つめつつ、理科がねらっていることを見失わ

ないようにしながら、理科の内容配列の在り方について検討を加えた。

1 平成元年度の改訂の概要 ～育てるべき資質・能力から内容を検討する～

平成元年度の改訂では、自ら学ぶ意欲と社会の変化に主体的に対応できる能力をもち、心豊かでたくましく生きる人間の育成を目指している。改訂の基本方針は次の4点である。

- (1) 豊かな心をもち、たくましく生きる人間の育成
- (2) 自ら学ぶ意欲と社会の変化に主体的に対応できる能力の育成
- (3) 基礎的・基本的内容の重視と個性を生かす教育の充実
- (4) 国際理解の増進と我が国の文化と伝統を尊重する態度の育成

理科の目標の改善は次の3点であった。

- 観察・実験・飼育・栽培などの直接経験を重視し、それらの活動を通して自然に親しみ、自然に接する意欲や心情を高めるようにする。
- 理科学習の特質が、自然にかかわる問題解決活動にあることを考慮し、問題の発見から結論に至る一連の活動を主体的に体験し、問題解決の能力が身に付けられるようにする。
- 自然にかかわる基礎的・基本的な内容の学習を通して、自然事象についての特性やきまりをとらえ、自然についての科学的な見方や考え方を育てるようにする。

特に、平成元年度は、問題解決の意欲や能力の育成を強調し、改訂を行った。そこでは、児童が学習を通して、誤りを含む見方、考え方から、より客観的で、科学的な見方や考え方に変えていくようにすることが、理科の目標であるという考え方に立っている。

したがって、内容の精選に当たっても、育てるべき科学的な見方や考え方の育成を目指して構造化している。

第3学年	五感等を通して自然の事物・現象を外側から観察してその特性をとらえ、事象の特性についての見方、考え方をもつようにする。
第4学年	対象のもつ特性や変化は、対象に対して外的な条件や目に見える条件、目に見えない条件が関係しているという見方がまとまることを想定して内容を配当する。
第5学年	物の変化は条件と結果との関係によって引き起こされ、全体的に見れば、条件を変化させると、結果も変化し、しかもその間には量的な関係があるという見方が作られることを期待して内容を配当する。
第6学年	物の変化にはその質的な変化を伴うという見方がまとまることを期待し、内容を配当する。

- 関連性のあるものを可能な限り1か所にまとめ、集中的に内容を扱うようにする。
- 内容としては価値があるけれどもやや扱いにくいとか、理解が困難であるというような内容や、内容の発展性等が乏しいものを削除する。
- 生活科の新設に伴い内容の再構成を行う。
- 日常生活との関連を重視する。

2 平成11年度の改訂の概要 ～「見通しをもって」を目標に加える～
平成11年度の改訂の基本方針は次の4点である。

- (1) 豊かな人間性や社会性、国際社会に生きる日本人としての自覚を育成すること。
- (2) 自ら学び、自ら考える力を育成すること。
- (3) ゆとりある教育活動を展開する中で、基礎・基本の確実な定着を図り、個性を生かす教育を充実すること。
- (4) 各学校が創意工夫を生かし、特色ある教育、特色ある学校づくりを進めること。

なお、教育課程審議会において出された改善の基本方針は次のとおりである。

- ・ 知的好奇心や探求心をもって、自然に親しみ、目的意識をもって観察、実験を行うようにする。
- ・ 科学的に調べる能力や態度を育てるとともに、科学的な見方や考え方を養う。
- ・ 自然体験や日常生活との関連を図った学習を一層重視する。
- ・ 自然環境と人間との関わりなどについての学習を一層重視する。
- ・ 児童生徒がゆとりをもって観察、実験に取り組めるようにする。
- ・ 問題解決の能力や多面的、総合的な見方を培う。

理科の改訂に当たっては、身近な自然について、児童が自ら問題を見だし、見通しをもった観察、実験を通して、問題解決の能力を育てるとともに、学習内容を日常生活と一層関連付けて実感を伴った理解を図り、自然を愛する心情と科学的な見方や考え方を養うことを重視し、次のような内容改善の視点を明らかにしている。

- 児童が事象を比べたり、変化にかかわる要因を抽出したり、計画的に観察、実験を行ったり多面的に考察したりするなどの問題解決の能力を育成するとともに、ものづくりや自然災害など日常生活と関係の深い内容などを充実する
- 児童の興味・関心に基づいた学習を一層充実したり、地域の実態に即して、地域にある事物や現象を生かした指導ができるようにするため、特に、高学年において課題選択を導入する。

そして、次の3点から改善を行った。

- ① 見通しをもって観察、実験、栽培、飼育を行うなど、児童の自然の事物・現象への意図的な働き掛けを重視する。
- ② 事象を比べたり、変化と関係する要因を抽出したり、計画的に観察、実験を行ったり多面的に考察したりするなど問題解決の能力の育成を重視する。
- ③ 日常生活との関連を一層重視することによって、児童が主体的な問題解決の活動を通して事物・現象の性質や規則性を実感するとともに、科学的な見方や考え方を自ら構築できるようにする。

(1) 各学年の目標と育てる資質・能力と見方や考え方 (○は活動)

各学年で育てるべき資質や見方や考え方を整理すると下表のようになる。

学年	育てる資質	育てる見方や考え方	キーワード
3年	○ 見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動		
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 違いに気付く資質や能力 ・ 比較する資質や能力 (一つの視点を設定して二つの事象を対比する操作的な能力) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自然の事物・現象に見られる共通性や相互のかかわり、物質の性質や特徴、関係などに関する見方や考え方 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 違いに気付く ・ 比較 ・ 共通性 ・ 差異性
4年	○ 見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動		
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事象と要因を関係付ける資質や能力 ・ 要因を抽出する資質や能力 (対象を時間と空間の中に位置付け、その変化を調べ、変化するものと変化させるものという関係性を抽出する能力) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 動植物の成長や活動と環境を関係付けた見方や考え方。 ・ 物の性質や働き、動きや変化に関する見方や考え方。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 要因 ・ 要因抽出
5年	○ 見いだした問題を計画的に追究する活動		
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 要因を制御する資質や能力 ・ 観察や実験を計画的に実行する資質や能力 (制御すべき要因と制御しない要因とを区別しながら計画的に観察・実験を行う能力) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生命の連続性についての見方や考え方 ・ 自然の事物・現象の変化の規則性についての見方や考え方 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計画的 ・ 条件制御 ・ 振り返り ・ 情報活用
6年	○ 見いだした問題を多面的に追究する活動		
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生きた問題解決の能力 ・ 多面的な考察 (比較、要因抽出、条件制御などを問題解決の一連の過程に位置付け、結論を導く意図的な働きかけ、多面的な考察) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生物の体の働きや環境との関わりについての見方や考え方 ・ 物の性質や働きについての見方や考え方 ・ 土地のつくりと変化のきまりについての見方や考え方 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多面的な考察

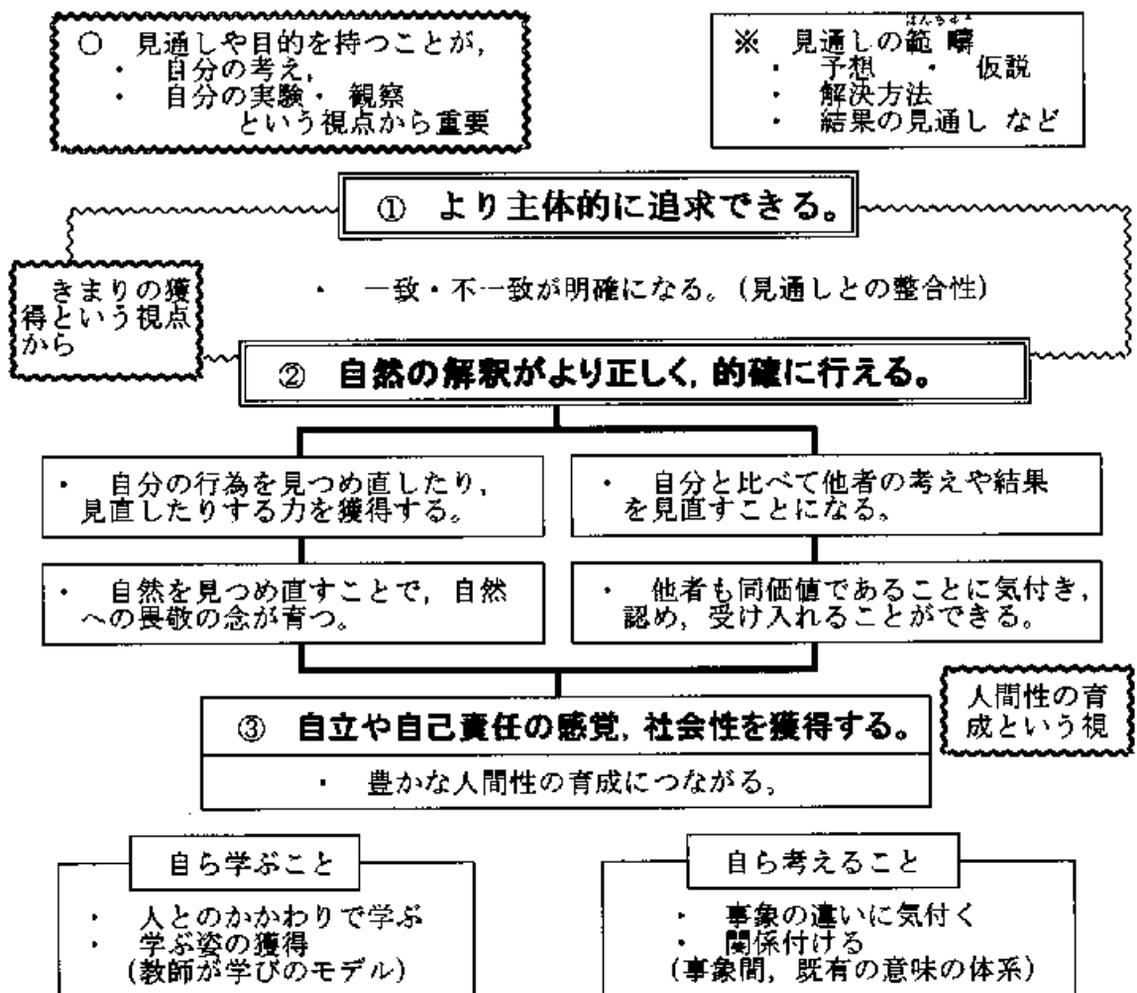
(2) 「見通しをもって」の意味

「見通しをもって」とは、児童が無目的に観察、実験などを行うのではなく、問題に対して予想や仮説、構想をもち、それらのもとに観察、実験などの方法を工夫し、実際にそれを行うことであると、小学校学習指導要領解説理科編（平成11年5月）には述べられている。その意味は、次のように整理されている。

- ① 児童が自己の責任において問題を解決していく活動や場を保障することになる。
- ② 予想や仮説、構想と、観察、実験の結果の一致、不一致が明確になることである。
- ③ 自然の性質や規則性、真理などの特性に対する考え方の転換である。

これらのことを整理すると、次のようにまとめることができる。

図 「見通しをもって」の意味の構造



これまで述べてきたことから考えると、理科で育てる「生きる力」は何なのかを明らかにし、それを確かに身に付けさせるものであるかという観点から、内容の見直しを図る必要があると考える。

3 新しい学力観に立つ学習のもたらした誤謬

現在、「新しい学力観に立つ学習」の問題点が数多く指摘されている。それは、おおむね基礎学力の低下ということを受けての指摘である。果たして、新しい学力観に立つ学習は、基礎学力の低下を引き起こす教育論であったのだろうか。

このことについての詳細はあとの項に譲るとして、現状をまとめると次のようになる。

【現在の理科学習が抱える問題点】

「新しい学力観に立つ理科学習」の真の意味を理解できず、また、理解できても、それを実現することができず、正しく「新しい学力観に立つ学習」が展開されていない。

① 「子ども中心の教育」についての誤解

- ・ 教育活動であるにもかかわらず、教師の思いや願いより、子どもの思いや願いが重視され、教師が、明確な目的をもたなくなった。

個性の重視という考えが、教育の結果責任という感覚を鈍くし、個に応じることの大切さを認識させるまでには至らなかった。

② 「子どもの思いや願いを生かすこと」についての誤解

- ・ 分かる授業を構成するために、意欲を喚起するために子どもの思いや願いを生かすはずだったのに、子どもの興味・関心を大事にし、一部では、「楽しく取り組んでいるか」が評価の基準になっている。

③ 「子どもの学びを支援する」ということについての誤解

- ・ 豊かに学ぼうとする子どもの学びを推し進めるために「支援」という言葉が使われたのに、単に黙って見ているだけの教師が増えた。

④ 「意欲重視」についての誤解

- ・ 意欲は、基礎・基本の確実な定着を求めて大事にしようとしたのに、単なる興味関心のレベルでとらえられてしまった。

⑤ 「分かる授業」についての誤解

- ・ 基礎・基本の定着に向け、記憶の研究の成果から分かる授業が求められたのに、学習の定着を図ることが忘れられた。

⑥ 子どもの思いや願いを生かし、意欲を重視した学習の難しさ

- ・ 子どもの思いや願いを生かして学習を構成しようとする、教師の意図しない方向に学習が展開されたり、教師にとって、一見都合の悪い情報を手に入れることになり、学習のまとめでは、子どもの追究活動とその結果を、意味付け、関係付けることができず、かえって意欲を奪ってしまう。

⑦ 見通しをもった理科学習を形成することの難しさ

- ・ 見通しをもつためには、考えるための情報を手に入れることが必要になる。そういったことを考えることなく、従来の学習活動が展開されているために、子どもは、考えることができずに困っている。その結果、学習意欲を形成できなくなっている。

4 新しい理科学習の内容配列見直しの方向

理科学習の内容配列見直しのために、今、何をなすべきか考えてみたい。

大きくいうと、3つの方向性があるように思われる。その一つは、原点に戻り、理科の目標の見直しから行うという方法である。理科とは、何を求めている教科なのかという視点である。そのためには、小学校令に「理科」が登場したときの教育大綱や、戦後の教育改革の時の学習指導要領草案、さらには、現在の学校教育法の目的の確認が必要である。

○ 通常の天然物及現象の観察を精密にし、其相互及び人生に対する関係の大要を理解せしめ兼ねて天然物を愛するの心を養う。 (教育大綱より)

○ 学校教育法第18条

六 日常生活における自然現象を科学的に観察し、処理する能力を養うこと。

これを見ると、科学的に考察し、処理する能力を高めることが目的となっており、決して科学概念を身に付けさせることが第一義になっていないことが見えてくる。

次に、検討を要すると考えるのは、現在の小学校理科の目標の見直しである。現在の目標は下記のとおりである。

自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。

ここでは、目標の文章の途中で、「問題解決の能力」という言葉が出ている。これは、現在の認知心理学の考え方からいうと、指導要録の4観点をすべて含む用語である、あるいは、生きる力の核になるものである。

したがって、「心情」や「理解」、あるいは「科学的な見方や考え方」との包含関係等を見直す時にきていると考える。そして、育てるべき「科学的な見方や考え方」から内容の生み出しを考える必要がある。

もう一つは、現在置かれている内容の実施状況の分析である。教師の力量という問題も関係するが、どんなに重要な内容であっても、子どもの学びと成り得なければ見直しを行わなければならないからである。また、精選によってある一部の内容が削除され、そのために納得して、実感をもって学び取っていない内容があるとするれば、「記憶」(=基礎・基本の定着)という観点からも、生きて働く知識とする観点からも問題であると考えられるからである。

最後に、考えなければならないのは、現在ねらいとされている「生きる力」からの分析である。

求める「生きる力」とは何なのか。「理科で育てる生きる力」は何なのか。そういったことについて分析を行い、それを身に付けさせるという観点からの見直しも必要になってくる。ここでは、「科学概念の形成」と「生きる力の育成」という両面を考えて行う必要があると思われる。

そこで、私たちは、次のように仕事分担を行い、小学校理科の内容配列を考えることとした。

小学校理科の内容配列を考える作業の分担と内容

- 1 理科教育の存立基盤、目的から問題の所在を探る (馬原) pp.144 ~ 155
 - ・ 理科教育がねらいとしてきたこと、今後、ねらいとすべきことから問題になっていることはないか。
 - ・ これまでの理科の目的の見直し
 - ・ 追いつけ、追い越せ時代の理科教育と現在の理科教育
 - ・ 今後どのような理科学習が望まれるか。
- 2 児童の分かりという観点から問題の所在を探る (平) pp.156 ~ 163
 - ・ 現行の学習指導要領の指導の実際から探る。
 - ・ 実際の学習指導を通して、問題になっていることはないか。
 - ・ その問題の生まれる背景、根拠をどうとらえるか。
- 3 育てるべき資質、能力という観点から問題の所在を探る (楠本) pp.164 ~ 173
 - ・ 理科教育のねらいという観点からみたとき、考えなければならないことはないか。
 - ・ 生きる力という観点から考えなければならないことはないか。
 - ・ 児童の「科学的思考力」についての実態調査の結果から見直す。
 - ・ ものづくりで育てる資質、能力の洗い出し
 - ・ 中央教育審議会の答申にみる科学的素養
 - ・ 問題解決能力と科学的思考力の関係
 - ・ 新しく加えたい能力としての、モデル形成の能力、創造的思考、推論
- 4 納得、実感の深まりという観点から問題の所在を探る (稲垣) pp.174 ~ 185
 - ・ より深く理解させるという観点から、付加させるべき事柄はないか。
 - ・ スパイラルな内容配置と今回の配置の問題
 - ・ 納得実感させる方法の問題 (ものづくり、日常生活との関連、自然災害)
 - ・ ものづくりの位置付けの根拠
- 5 生活との関連(生きる力)という観点から問題の所在を探る (東) pp.186 ~ 193
 - ・ 現代社会を生きるという観点から見直すべきことはないか。
 - ・ 過去の内容を洗い出す。
 - ・ 過去の内容と社会情勢との関連をみる。
- 6 教師の指導力、具体的な学習指導という観点から問題の所在を探る (尾場瀬)
 - ・ 平成元年度からの「新しい学力観」に立つ理科学習の在り方 理想 pp.194 ~ 219
 - ・ その理想を、実現できているのかという観点から、理科学習の在り方を見直す。
 - ・ 「見通しをもって」の意味やその問題点
 - ・ 理科専科制度、教員養成の問題

分担に基づいて、私たちは作業を行い、その結果を持ち寄り、各人の考え方を確認し、一つのまとめを作成することになった。なお、時間の都合で、十分審議を尽くせなかったものもあるので、詳細については、各人のまとめをご覧いただきたい。

5 審議の過程で共通理解したことなど

審議の過程で、常に問題となったのは、「教師」の問題である。どのような理想的な学習が提案されても、そのことを実現できる教師の存在が不可欠であるからである。

(1) 理科の目標について

理科の目標は、理科における人間形成の側面と科学概念の獲得の二面で考えるのが妥当であろうということになった。さらには、人間形成の核となるものは、「真なるものを求める力」であり、そのために重要になってくるものは、「問題解決の能力」であるということになった。その後、この両面から内容の配列を見直すかという段階で、科学概念の獲得の過程で、問題解決的な学習を展開するならば、「真なるものを求める心」も「問題解決の能力」も育成することができるのではないかと考えるに至った。

(2) 現在の理科教育の現状と課題について

このことについては、昨年度のとめを基に、今年度、新たに本研究に参加した平を中心に見直しを行った。

学年別に簡潔に述べると、3年生では、理科学習を展開するための「原体験」の不足が問題を大きくしていることを確認した。

4年生では、関連ある内容が一緒に置かれ、納得、実感するという観点から有効であるという論と複雑すぎるという論が出された。

5年生では、条件制御の学習が難しいことや、選択学習がうまくいかないなどの問題点が多く出された。

6年生では、意味理解という点で、概念の欠落があることや、単なる調べ学習になってしまうなどの問題が出された。(詳細については、平の論文を参照)

基本的には、児童が、納得・実感するという観点から見直すべき内容を見出すことができた。

また、科学概念の高まりという観点から、スパイラルに内容を配置することの価値も見出すこととなったが、時数との関係で、どのように具体化するかについては今後検討が必要である。

(3) 育てるべき資質・能力について

理科における生きる力を問題解決力であるという基本理念に立ち、現在置かれている、科学的思考力の学年配置が妥当であるかについて、質問紙を作成し、調査を行い、検討を加えた。その結果、条件制御の能力を付けることが難しいとか、3年生と4年生、4年生と5年生には、能力的に大きな隔りがあるという、日常感じていることを明確にし、学年の中核として育てるべき科学的思考力を見直すこととなった。

(4) 今後の理科学習の在り方について

科学の楽しさを味わわせるという観点から、学習の在り方の見直しを行う必要があることも話題に上がった。

より「見通しをもった」、理科で育てる能力を確かに身に付けることのできる理科学習とするために、新しい理科学習の在り方について考えることができた。また、子どもの創造性を生かした学習の提案もできた。次項では、確認した提案について簡潔に述べる。詳細については、各人の論文をお読みいただきたい。なお、各人の論文には、全体で確認できていないが、個人として主張したいことについては、記載するという方向で進めている。

6 理科の内容配列についての提案

提案 1

児童の納得・実感して分かるという観点から内容を見直す必要がある。
現在の内容では、納得・実感できないようになっているものがある。

(1) 理由

実際の学習指導を通して、児童の納得・実感して分かるという観点から内容配列が問題になっているものを述べる

- 概念を構成するために必要な内容が削除されたり、逆になったりしているものがある。
- 限定条件が多く、複数の事例を扱うべきなのに扱えない。
- 何のためにそうなっているのかといった内容が扱えなくなっており、科学の楽しさを味わうことができない。
- 子どもの素朴概念を科学的な概念に高めることなく扱っている部分があり、理解を深めることができない。
- 子どもにとって見えない世界を見える形にできていないために納得させることができないまま学習を終了している。
- 科学の概念形成から考えるとき、例外に近い内容が入り、一般的な概念形成が難しいものがある。
- 選択の内容は全く次元が異なると思われ扱いにくい。
- 観察・実験の技能が十分身に付かない。 ※ 詳細については平論文参照

(2) 基本的な認識

- ・ 納得、実感するためには、多くの情報を関係付けることが必要である。その中に、統一的な見解を得ることが必要である。
 - ・ 確かに分かるためには、単位にきまりが分かる観察、実験だけでなく、そうでない観察、実験が必要である。
 - ・ 見出したきまりを、日常の自然現象と関係付けたり、見出したきまりを生かしてものづくりを行ったときなどに、きまりを実感することができる。
- ※ 納得、実感した時には、自分の言葉で語れるようになる。その際には、現象を説明するイメージが形成できているのではないか。

(3) 具体的な対策案

- きまりを見出す内容だけでなく、それと対比させ、理解を深めることのできる内容を付加する。
- 子どもが納得・実感してないときには、子どもの概念を構成する内容を付加したり、単元を分けたり、学習する順序を変えたりする。
- 限定条件を可能な限りなくし、複数のものを扱うことできまりを見つけやすくし、一般化を図れるようにする。
- きまりの発見にとどまらず、その意味を考えさせる。
- 子どもの日常知と科学概念のギャップをなくすために、単にきまり獲得のための観察、実験だけでなく、きまりに関連する誤概念を形成している日常知を見直す内容を付加する。
- モデルを構成する力を育成することが科学を理解するために有効である。

- 科学の限界を子どもたちにどう伝えるか考える必要がある。
- 選択学習は、両方扱うようにし、内容の関連付けを行いより深い理解となるようにする。
- 観察・実験の技能を培うために学年の最初で、実験用具の技能を培うトピックス単元を配置する。
- A領域（生物とその環境）では、植物と動物、そして人を関連付けて学び取るようにする。
- 納得・実感という観点から、初めての単元については、原体験となる活動を位置付ける必要がある。

— 提 案 2 —

児童にとっての学びの必要観、納得・実感という観点から、内容の見直しや配列の順序を見直す必要があるのではないか。

児童が、生活科や総合的な学習の時間で学び取っているものとの関連をも考慮する。

(1) 理由

- 平成元年度に低学年理科が廃止され、そのために3年生の内容の見直しが大きくなされた。それは、低学年理科で扱っていた内容を学ばないまま、あるいは、3年生で扱いつつ、それまで3年生の学習に置かれていたものを学ぶようにするという方法である。
- そのために、原体験がなくなり、問題解決の学習が難しくなっているものも見られる。
- 生活科や総合的な活動の時間に、栽培活動を行っていたり、季節をとらえる活動を行っており、暖かい頃、寒い頃の生き物の様子を大まかにとらえることができている。
- それにもかかわらず、環境との関係（特に気温）を加味するという形で、4年生に季節と生き物の学習が置かれているが、児童にとって学ぶ必要性を感じることができない。
- 6年生の、光合成の学習は、光合成することのみ学習するようになり、そのことの意味を考える学習になりにくい。そのように考えると、5年生の植物の成長の条件の学習で、日光が必要である訳とつないで学習を形成するとうまくいくと考える。
- 自然界での水の循環の学習を豊かにするためには、流れる水の働きとの学習と関係付けることが有効であると考えられる。

(2) 具体的な対策案

- 4年生の季節と生き物の学習の中の、季節の違いを学ぶ内容を削除する。あるいは、3年生に置く。しかしながら、季節感を科学的にとらえることのできる「ヘチマの育ち方」のような学習をのみ扱う。
- 植物の成長の条件の学習は、光合成の学習と連動させて扱う。
- 天体の学習は、夜間に観測することが重要である。したがって、そのための素地となる「天体観測の仕方」について太陽を利用して学ぶようにする。
- Aの生物とその環境の学習は、植物、動物、人の学習が関連付けられて納得・実感を得ることができると考える。したがって、それぞれの内容を関連付けて扱えるように内容の配列を考える。
- 6年生の、人と環境の学習は、科学的な方法によって環境を調べる内容を付加し、環境を調べる科学的な手法を学べるようにする。手法を学ぶという観点から考えると、5年生に配置を変えることも考える。

提 案 3

生きる力としての問題解決能力を育成する観点から、現行の指導要領の各学年で育む資質・能力の妥当性の検討から内容を見直す必要がある。

各学年で育てる資質、能力を、3年「比較」、4年「関係付け」、5年「推論」、6年「条件制御」とするのが望ましいのではないか。

(1) 理由

- 現行の指導要領においては、各学年の児童に育みたい資質、能力として「比較」「関係付け」「条件制御」「関係付け」を設定している。この資質、能力について、児童の実態調査を行い、その結果から妥当性について分析した。実態調査の大まかな内容と方法は下記の通りである。

調査方法 質問紙による（選択及び自由記述）

調査内容（対象とした資質、能力）

・比較（1対1比較、1対複数比較） ・関係付け ・論理的な思考
・三段論法 ・推論 ・条件制御 ・実験計画 ・多面的な判断

この調査結果よりわかったことは下記の通りである。

- ① 比較する力は、3年生にも十分に育てることができている。
- ② 関係づける力は、学年が上がるごとに身に付いてきている。
- ③ 条件を制御する力は、6年生でも身に付けることが難しい。
- ④ 多面的な力は、各学年の差が顕著には表れない。
- ⑤ 推論する力は、中学年と高学年で大きな差がある。

したがって、

- 各学年で育む核となる資質、能力のうち、3年生「比較する力」4年「関係付ける力」については、児童の実態に適していると判断している。
- 多面的な力については、各学年の差があまりなく、他学年の学習においても取り扱うことができる。
- 5年生の条件制御の能力、6年生の多面的な見方の位置付けは見直す必要がある。
- したがって、調査結果から、現行の各学年で育む資質、能力は必ずしも適しているとは言い難く、見直す必要があると考える。 ※ 詳細については楠本論文参照

(2) 具体的な対策案

- 条件制御の力は、児童にとって高度な力である。しかも、何らかの条件制御と考えると、主体的な問題追究には不可欠な力であり、児童に育みたい能力である。
したがって、条件制御の能力については、段階的に身に付けさせるように配置し、最終的には6年生のねらいに設定してはどうか。
- 推論は、演繹的な思考であり現行の指導要領のポイントでもある「見通し」の場面において発揮されるものである。この推論の力は中学年と高学年において大きな隔たりがあり、5年生より指導することで大きな成果が期待されると考えた。
そこで、各学年の核となる資質、能力を下記のように提案する。

3年「比較」 4年「関係づけ」 5年「推論」 6年「条件制御」

提 案 4

問題解決の能力の育成を考えると、科学する楽しさを味わわせる必要がある。

そこで、子どもの有能性としての創造的思考を生かし、大学や関係機関と連携し、子どもがアイデアを創造し、大人がその実現に図るという「あれこれ考える楽しさを味わう内容」を取り入れることはどうか。

(1) 理由

- 「サイエンス」とは、分からないことを分かるようにする活動である。対して、「テクノロジー」とは、できないことをできるようにする活動である。これは、いずれも人間の本来もっている欲求に基づく、楽しい活動である。
- したがって、子どもが、多くの情報を収集し、収集した情報を基に、きまりを見出したり、ものを作ったりする活動が十分に可能かという観点から見直しを行う必要がある。
- 自分が学んだことをいろいろなものに適用して考えることや類推する楽しさが科学をする楽しさにはあると考えられるが、身の回りのことに重点を置きすぎて、帰納的に偏り、演繹的な学習内容が少ないのではないかと考える。
- ものを作るということは、自分が理解したこと試し、活用すると言うことで意味があると考え、そこで、ものづくりが取り入れられたが、それまでの内容理解を軽視し、単に作っている作業になってしまい、学んだ自然のきまりを活用し、ものづくりを行っているとは言えない。
- 科学する楽しさを感じることでできるものづくりが、学んだ結果を生かすことのみに使われており、作りながら学ぶことや作るために学ぶなどの児童の興味や関心、内容の特性を考えないで行われている。
- 科学する楽しさの中には、自分が発見したことを生活の中で使うことが考えられる。しかし、限定条項や特別な状況下で見られる内容などで制約がかかり、児童は自分で学んだことを生活に返しにくくなっている。
- 児童の自由な活動(遊び)の中にも、科学する楽しさが十分に含まれているが、学年が上がるに連れて、自由な発想で活動できるような内容が含まれていない。
- 科学する楽しさを味わうためには、科学的な技能や手法を身につける必要がある。
しかし、技能的な内容の系統性や技能面を取り扱うような内容がないために、児童は十分な科学的な技能や手法を身につけることができず、楽しさを味わえていない。あるいは、見通しを形成する際に、調べる方法を考えることができない。

(2) 具体的な対策案

- ものづくりに関して、物質の特性を生かすだけでなく、科学的な見方や考え方を高めるためのものづくりの視点を加えて、新しいものづくりに取り組んでいくべき方向性を出す。
- 新しい物を作るという観点から考えると、創造的な思考は、大人よりも子どもの方が有能ではないか。その有能性を生かし、子どもの学びを活性化するために、新しい物を作るためのアイデア作りの学習を導入することはどうか。
そういったことのために、大学や企業など、高度な技術を持った機関との連携を図り、児童の創造的な活動をバックアップできるような体制の充実を図るような取り組みを入れる。
- 空気鉄砲の学習など、遊びながら学びが存在できるような内容を取り入れ、充実を一層図り、活動する科学を取り入れる方向性も考える。

- 科学的な技能や手法を学ぶための時間設定、内容設定を行う。内容的には、その学年で使うであろう技能を、トピック的な学習(例:この石の体積はいくらだろうか など)として学年の最初に位置付け、学び取らせるようにする。
- 学習内容の中に、(帰納と演繹)という科学の考え方の視点を取り入れるた内容構成を考える。

提 案 5

現代社会を「生きる力」という観点から、内容を見直す必要がある。

生きる力の中核は、問題解決能力であると考えるが、同時に、現代社会を生きる知恵に関する内容も挙げなければならない。

(1) 理由

現代社会を生きていくために、理科教育で育てるべきサイエンスリテラシーとは何か。現代社会を「生きる力」という観点から見直しを図ると2つに分けられる。科学的に生きる上での問題解決能力の見直しと、生きるために必要な科学の概念の内容の見直しである。現代社会をいきるために必要なものの構成要素として、具体的な対策案としての内容の見直しをあげる。

(2) 具体的な対策案

- 現代社会を生きるために必要なものの構成要素
 - ・ 空気の性質と働き (弾性, 膨張, 燃焼, 呼吸)
 - ・ 水の性質と働き (変化, 液性, 生命維持)
 - ・ 太陽エネルギーのめぐみ (光合成, 光, 熱)
 - ・ 体のつくりと働き (消化, 吸収, 排泄, 循環, 細胞)
 - ・ 生物と環境とのかかわり (生物相互の関連, 環境問題)
 - ・ エネルギーの変換と活用 (熱, 光, 音, 運動, 位置, 電気, 磁気, 光合成, 保存)
 - ・ 生物の巧みさの理解 (生物のつくりと働き)
 - ・ 生命の連続 (受粉, 発生, 成長, 物質代謝)
 - ・ 力と仕事 (てこ, バネ, 滑車, 斜面)
 - ・ 物質保存 (変形と保存, 溶解と保存, 化学変化と保存)
 - ・ 遺伝子問題 (遺伝の法則)
 - ・ 天気情報の活用 (天気の変化)
 - ・ 動物の飼育 (発生と成長)
 - ・ 植物の栽培 (発芽と成長)
 - ・ 食品の保存 (細菌, 腐敗, 食品の加工)
 - ・ 危険な薬品の使用 (水溶液の性質, 物質の分離)
 - ・ 土地のつくり (地層, 自然災害)
 - ・ 運動 (ふりこ, 衝突, 慣性, 加速)
 - ・ 生物の進化の理解 (分類)

(3) 配慮すべき点

- 現時点では、上記の内容を義務教育の期間に行うことが必要であると考える。私たちの見直し作業では、ほとんどの内容が現行の学習指導要領に盛り込まれていることが判明した。不足している内容は、環境に関する内容、最新の科学技術に関する内容のようである。

- 一般的には、具体的な構成要素の学習を行う過程で、問題解決的な学習が行われ、問題解決能力を育成できるものと考えられる。

しかしながら、下記のような環境問題に関する内容などについては、問題解決学習にはそぐわないことが考えられる。したがって、そのような内容については、現代社会を生きる知恵としてトピック的な扱いという方法で、内容に付加する必要があると考えられる。

- ・ 有害物質（ダイオキシン、オゾン層とフロンガス、環境ホルモン など）
- ・ 最新の科学技術（発光ダイオード、風力発電 など）

提 案 6

科学概念の形成発達を考える上で、科学概念の高まりを考慮し、スパイラルに学習内容を構成することも必要ではないか。

(1) 理由

- 平成元年以降の理科の学習指導要領においては、生活科の新設によって低学年理科が廃止された。同時に、育てる資質・能力を明確にし、昭和 33 年以来系統的だった内容配列は、スパイラル型から、コンセントリック型の内容配列へと変わった。
- 平成 11 年度は、基礎的・基本的事項の厳選ということから、スパイラルの良さを理解しつつも、そのような構成をすることができなかった。
- 科学概念の形成ということ考えたとき、低次なものから高次なものへと学習内容を積み上げることで理解が確実に身に付き、うまくいくと考える。
- A 区分においては、能力の枠組みで内容の配列を考えつつも、3 年生が「外側のつくりと働き」、4 年生が「環境との関係」、5 年生が「生命の連続」、6 年生が「内部のつくりと働き」といった枠組みが残されており、関連付けた学習ができて有効である。
- B 区分を七つのスコープ（水溶液・空気と燃焼・力と重さ・電気、磁気・光・音・熱と温度）で検討すると、その枠組みがはっきりしない。
- 平成元年度の改訂前までは、質量保存の概念を考えるとき、1、2 年の学習で、重さを感じる原体験となる活動があり、その上で、4 年生に、「形を変えても、分けても重さは変わらない」（物の重さとてんびん）、5 年生に、「物は水に溶けて見えなくなっても重さは保存される」（食塩と水）、中学校で酸化反応で、化学変化が起きても総量は同じ…と置かれているが、現在は、そういった概念形成の構造が明確でなくなっている。（形を変えても…など欠落している内容がある）

(2) 具体的な対策案

- 資質・能力の育成という観点とともに、概念の形成という観点からも内容を見直す必要がある。そのときに、どのような枠組みで考えるかを検討する必要がある。
- 枠組みの一つには、科学の原理という観点からの、「エネルギー保存」、「質量保存」、「固有性と多様性」などの科学概念で考えることができる。
- そのような分析を行い、資質・能力の高まりを考慮しつつ、科学概念の高まりを加味して内容を決定する必要がある。
- その場合には、エネルギー概念がどのように高まっていくのか、それがどの学年で学習可能であるかについて、分析を行う必要がある。

- そのように考えたとき、多くの構成要素が出ず、学年の高まりに配置できない場合が考えられる。
- したがって、別の方法として、学びの対象から考える方法がある。その対象の構成要素を明らかにし、配列を考える方法がある。
 - ・ A区分は「植物」「動物」「環境」の3つのスコープで考える。
「植物」、「動物」の学習は、全体的・直覚的（3年）なものから表面的・部分的（4年）、内部的・組織的（5・6年）へと植物や動物の見方・捉え方を発展させる軸で考えることが有効ではないか。
 - ・ B区分のシーケンス表は、先ほどの7つのスコープ（水溶液・空気と燃焼・力と重さ・電気、磁気・光・音・熱と温度）から考える方法がある。
 - ・ C区分は、「気象」、「天体」、「土地のつくり」のスコープを置き、学習は、身近な存在・現象から遠くの存在・地球規模の現象へと発展させる軸で考えるのはどうか。
- ※ このことについては、審議の時間の関係で、詳細の検討まで行うことができなかった。稲垣の論文に、稲垣の案が示されている。

提 案 7

人間形成、問題解決の能力を育成するという観点から、新しい理科学習のスタイルを提案する。

演繹的な思考や、創造的な思考を重視した学びの過程

(1) 理由

- 理科教育が設置された当時までさかのぼって、目標分析を行った結果、理科教育は、自然科学の学習を通して、科学的に考え、生きる人間の形成をねらっていることが分かる。
つまり、「よりよい生き方を求める心」、別な言い方をすれば「真なるものを求める心」の育成まで、理科教育で考えるが必要である。
- よりよいかという見方を育てるためには、きまりを見出すだけでなく、見出したきまりをそれで良いかと思直す活動を取り入れることが必要である。
- そのためには、まずきまりを見出す活動において、豊かな情報を収集し、それに基づいて帰納的に考える活動が重要であると考え。その際に、それは確かなデータであるかという見方をすることが必要であろう。
- さらには、きまりを見出すには十分なデータであるかと思直が必要になってくる。このことのためには、内容の限定条項を外す必要がある。
- もう一つは、見出したきまりを確認する、演繹的な思考による確かめの活動である。このことについては、これまでの理科教育においては、あまり重視されてこなかったと言える。
- そのように考えたとき、日本の理科教育においては、帰納的な学習は十分に行われているが、演繹的な活動が十分に行われているかと思直すると十分であるとは言えない。
- このことが、日本人の創造性を育成するために必要であると思直。

(2) 具体的な対策案

- 平成11年度の改訂で、「見直しをもって」という項が理科の目標に加えられたが、学習活動そのものはあまり変わっていないように感じる。

- 見通しをもつためには、考えるための基になる情報を手に入れることが必要である。そういった意味で、問題解決の過程の「問題をもつ」段階と「予想する」段階の間に、「予想するための情報を集める」という過程を付加することを提案する。
- その過程では、単にいろいろな情報源から情報を収集するという活動ではなく、そのことについて、あれこれと観察、実験を行うことを推奨する。
- そういった、まずはやってみるという活動を通して、主体的な、積極的な人間の形成にもつなげると考える。
- この過程では、あまり厳密な条件制御を要求しない。そのことで、短時間に多くの情報を収集できるばかりでなく、見通しが形成できたときの、自分の考えを確かめるための観察、実験の際に、どのような条件の制御が必要であるかについても明確にできるようになり、「見通しをもった」活動が行われるようになるものと確信する。
- さらに、きまりを学び取った後で、そのきまりを確認するための活動の設定を提案する。そこでは、演繹的な思考を生かし、新たな考えを生み出し、そのことを確認するための観察、実験を行うことも考えられる。
- あるいは、見出したきまりを使ってものづくりを行い、きまりの確認をするという方法も考えられる。
- このような活動を設定することで、学びが、真に子どもの主体的なものとなり、納得、実感をもったものになると考える。
そして、「真なるものを求める心」の育成につながるものと考えられる。

提 案 8

児童の主体的な学びとするために、観察の理論負荷性を考慮し、「追究のポイント」を明確にした学習の在り方を考える。

(1) 理由

- なぜ、児童が、理科学習を主体的に展開することができないのか、あるいは、見通しを形成できないのかと考えると、どのように追究すればよいのかというポイントや方向性を手に入れることができないからであると考えられる。
- このことを、認知心理学では、「観察の理論負荷性」と呼ぶ。見るための視点や考えるための視点を手に入れることができなければ、見ることも、考えることができないということである。
- 学習においては、「教師の教えたことを教えるはならない。子どもの学びたいものに変えることである。(吉本均)」ということがある。
つまり、見る視点、考える視点を与えることは重要であるが、子どもが学び取るべきである原理まで与えることはできない。

(2) 具体的な対策案

- 追究の視点として、「生き物の巧みさを探ろう」とか、「磁石の力を探そう」とかの追究のポイントを設定することが考えられる。
- あるいは、それぞれの学年で育てるべき能力を考えて、「比べて考えよう」とか、「そのデータは確かか」といった追究のポイントや方向性を決めて学習を展開することで、主体的な学びが形成できるのではないかと考える。

○ 終わりに

審議の過程で、何度も出てきたのが、「教師」の資質・能力の問題であった。どんなに内容配列を変えようと、教師の育成なしには成功に導くことはできないということである。

新しい学力観についてもそうである。認知心理学の成果を生かした、すばらしい教育論であるが、その素晴らしさを真に理解した教師、それを具現化できる教師の育成が十分でなかったためにうまくいかなかったと考える。

教員養成の時点での、理科教師の育成の在り方、現職研修としての理科教師の育成の問題など考えなければならないことが山積している。

生きる力の育成が叫ばれるが、理科は、まさしくそのことを求めてきた教科であることを再認識し、内容の見直しについての研究会を進めることができた。

2回の会合で、ここまでまとめることができた。詳細の検討は十分にはできなかったが、新しい理科教育の内容配列を考える際の視点を定めることができたと考える。

また、各自のまとめた論文も素晴らしいとよくできていると考える。詳細を知るためにも、各人の論文も読んでいただきたい。

(文責 尾場瀬優一)

I 研究の要約

1. 研究の目的

今回の小学校理科の指導要領を改訂するためのデータとして、理科教育の存立基盤、目的から現行の指導要領の問題点は何であるのか明らかにして、今後の理科の目標はどのように見直すかこれまでの理科教育の流れを基に探った。

2. 研究の内容と方法

- (1) これまでの、理科教育の流れを明確にし、理科教育が目指してきたものは何であるのか整理し、明らかにする。
 - ア 明治期、理科創設期から現行学習指導要領までの、流れを整理してその特色、目指したものを明らかにする
 - イ それぞれの代表的な時代の社会的な背景や理科教育論を整理し、社会的な背景や理科教育論が小学校の理科教育に与えてきた影響を明らかにする
- (2) これまでの流れを受けて、現在の問題点を探り、新しい方向性を探る。

3. 研究の成果

- (1) 小学校理科教育に求められているものが明らかになった。
 - ア 科学を生活の中で活用することのできる、科学的な精神を身につけさせる。
 - イ 身近な自然・事象を対象にして、実験・観察をもとにして学習を行わせる。
 - ウ 自らの問題解決を行うことのできる力を身につけさせる。
 - エ 科学的な知識を身につけさせる。
 - オ 自然と自分との関わりを考え、自然に対しての畏敬の念をもたせる。
 - カ 人間形成も意識して、真理を求めるようにさせる。
- (2) 社会的背景が大きな影響を与えてきた。
 - ア 理科創設期から、第二次世界大戦以前までは、西洋の自然科学教育の流れを追いかけ、科学的な精神の基礎を養うことを目指していた。
 - イ 国家の必要感に応じて、概念習得が強く出されたり、体験学習が重視されたりして理科の目的を支える方法が変更されたために、目標の解釈にバラつきが見られた。
 - ウ 体験重視と知識重視という科学的素養の考え方の動きが、歴史の中で繰り返されている。
- (3) これからの理科の目標づくりをする際の課題が明らかになった。
 - ア 基礎学力の向上が言われ、知識を重視する傾向が社会的背景として強くなっている。
 - イ これからの日本の状況を考えると、創造的な問題解決を取り入れていく方向性が必要となっている。
 - ウ 人間形成を打ち出す必要がある。問題解決能力に含まれると思われるが、科学的概念の育成と人間形成が別ものとして受け取られてしまう可能性があるので、整理する。
 - エ 問題解決力をもう一度、見直し定義を再考して、科学的な見方・考え方との関係を見

直す。

Ⅱ 研究の実際

新しい理科教育を考えていくにあたって、今日の理科教育を見直すときに、理科教育がどのような目的で作られ教育の中に位置づけられてきたのか、今一度再考する必要があると考える。

そこで、明治以来、日本の学校教育において位置づけられた理科教育の目的を分析し、理科という教科がもつ独自性、特質を明らかにしていく。

1. 理科教育の目標に見る考え方の変遷

年度	目 標	特 色
明治 元	<p>(窮理図解) 福沢諭吉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・かりそめにも、人としてこの世に生まれれば何事にも大小軽重にかかわらず、先ずそのものを知りその理を窮め、一事一物も捨置くべからず。 ・人との人たる所以を知らば、惜しげもなく、身を役し、はばかりもなく、心を勞し、徳ぎを修め知識を開き、精心は活発、身体を強壯にして、真に万物の靈たらんことを勉べし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・あらゆるものの中で、もっとも優れた生き物として物事の道理・真理をきわめる学問を行う必要があることを伝え、西洋の文化を学ぶことの必要性を訴えている
19	<p>小学校令施行規則第七条第二項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・尋常小学校においては、植物、動物、鉱物及び自然の現象に就き主として児童の目撃し得る事項を授け、特に重要な植物、動物、鉱物の名称、形状、効用及發育の概要を知らしめ、また、通常の物理化学上の現象及び人身生理の初歩を授くべし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・中等校の植物、動物、物理、化学と同意義の物理学初歩、動物学入門の特色が残ったままになっている。 ・知識の伝達色が強いものになっている。
19	<p>理科の誕生 小学校の学科及其程度</p> <ul style="list-style-type: none"> ・理科は果物・穀物・菜蔬・草木・人体・禽獸・虫魚・金銀銅鉄等、人生に最も緊切の関係あるもの。日・月・星・空気・温度・水蒸気・雲・露・霜・雪・霧・氷・雷・風・雨・火山・地震・潮汐・燃焼・錆・腐敗・ポンプ・噴水・音響・辺響・時計・寒暖計・晴雨計・蒸気器械・眼鏡・虹・槓杆・滑車・天秤・磁石・電信機等、日常児童の目撃し得る所のもの 	<ul style="list-style-type: none"> ・自然科学教育の内容の大幅な縮小と実物教育に徹する方向 ・明治初年の自然科学教育が理想的すぎたことや、自然科学を教える教員の数が少なく、実験設備もなかった。また、海外でも、初等教育から自然科学教育に力は入れられていなかった。 ・自由民権運動における、道徳教育の重視が言われ出していた。 ・「読書」「読本」の内容として目に見えない自然科学内容を移行した。
24	<p>小学校教則大綱</p> <ul style="list-style-type: none"> ・理科は通常天然物及現象の観察を精密にしその相互及人生に対する関係の概要を理會せ 	<ul style="list-style-type: none"> ・事物現象の羅列をやめた。児童の目撃し得る内容と言うことで、目に見えないもの(明治初年にさかんだった、原子分子

しめ、兼ねて天然物を愛する心を養うをもって要旨とす。

- ・最初は主として学校所在の地方に於ける植物・動物・鉱物及自然の現象に就きて、児童の目撃し得る事項を授け、就中、重要な植物・動物の形状・構造及び生活発育の状態を観察せしめて其大要を理会せしめ、又、学校の修業年限に応じ、更に植物・動物の相互及人生に対する関係、通常物理上・化学上の現象、通常児童の目撃し得る器械の構造・作用等を理会せしめ、兼ねて人身の生理及び衛生の大要を授くべし。
- ・理科に於いては、務めて農業・工業其他人民の生活上に適切なる事項を授け、殊に植物・動物等を授くる際これをもって製する重要な人工物の製法・効用等の概略を知らしむべし。
- ・理科を授くるには、実地の観察を基き若くは標本・模型・図画等を示し、又は簡単なる試験を施し、明瞭に理会せしめんことを要す。

小学校令施行規則

- 3 3
- ・理科は、通常天然物及自然の現象に関する知識の一斑を得しめ、其の相互及び人生に対する関係の大要を理会せしめ、兼ねて観察を精密にし自然を愛する心を養うをもって要旨とす。
 - ・理科は、植物・動物・鉱物及自然現象に就き主として児童の目撃し得る事項を授け、特に重要な植物・動物の名称、形状、効用及発育の大要を知らしめ、又学校の修業年限に応じ、更に通常物理化学上の現象、重要な元素及化合物、簡易なる器械の構造、作用、人身の生理衛生の大要を授け、兼ねて植物・動物・鉱物の相互及人生に対する関係の大要を理会せしむべし。
 - ・理科に於いては、務めて農事、水産、工業、家事等に適切なる事項を授け、特に植物・動物等に就き教授する際には、これをもって製する重要な加工品の製法・効用等の概略を知らしむべし。

3 7 1904年～1910年

生徒用理科教科書の使用禁止

論、エネルギー論)を排除しようとする内容になっている。

理科とは、児童にとって身近な事項についての博物的な知識を実物の観察を中心に児童に教える教科としての位置づけがなされた。

図画などにおいても、理科学的な内容が取り入れられ緻密な観察が奨励された。

- ・知識の伝達を重視し、知識の教育であることを全面に出してきた。
 - ・内容についても、学校所在の地方という限定条項をはずした。
- 内容の面においても、知識の部分が前面に出されている。これまでの、観察重視、現物重視の教育にブレーキをかけるような内容になっている。
- ・また、初めて学年ごとの教育内容を定めた。

高等小学校

- 1～2年「植物・動物・鉱物及び自然の現象」
- 3～4年「通常物理・化学上の現象・元素及び化合物、簡易なる器械の構造・作用、人身生理・衛生の大要」
- 「植物・動物・鉱物の相互及人生に対する関係」
- ・「理科は実物を観察する教科だ」という考え方の具現化されたものであった。
- しかし、多くの教科書でない児童図書が

・理科は児童用教科書の使用禁止、教師用教科書は検定制度を残す。

この時代までは、義務教育期間の尋常小学校では、教えられることにはなっていなかった。

40 小学校令と小学校令施行規則の改正

義務教育年限を4年から6年に延長
理科教育が義務教育に、物理化学教材も小学校で教えるように改正された。

昭和 国民学校令

16 ・理数科は、通常の事物現象を正確に考察し処理する能を得しめ、之を生活上の実践に導き合理創造の精神を涵養し、国運の発展に貢献する素地に培うをもって要旨とす。

(特質)

国防が科学の進歩に負う所大なる所以を知らしめ、国防に関する常識を養うべし。

・理数科理科は、自然界の事物現象及び自然の理法と其の応用に関し、国民生活に須要なる普通の知識技能を得せしめ、科学的処理の方法を会得せしめ、科学的精神を涵養するものとする。

・自然に親しみ、自然より直接学ぶ態度を養う

・自然界における事物、現象の全体的関連の理解に努め、すすんで自然の妙趣と思恵を感得する。

・動植物の飼育栽培により、生物愛護の念を培う。

・科学的技能の修練に努め、日常生活に実践させるように努める。

・発見創造の喜びを感じさせながら、その過程で科学する心、創造的、合理的精神の涵養を図る。

・機械器具の使用に習熟する。創意工夫の訓練を与える。

・資源の開発と、それを国運興隆に効果的に活用する。

・健康な身体をつくるために、身体の構造や機能をよく理解する。

(指導の主旨)

・観察・栽培・飼育によって、生物愛育の念を

出版された。

日本の子どもたちみんなが、小学校で理科教育を受けることになっていなかった。

日本の子ども全員が理科教育を受けることになった。

・理数科理科は、皇国民としての戦時色を考えなければ、現在の理科教育の基礎として考えることができる。

・欧米諸国の理科教育を学んできた日本にとって、日本独自の理科教育の基礎を作った。

・戦後の理科教育に対しても大きな影響を与えたものになっている。

「自然の観察」の創設(低学年理科)

対象

考察・処理の対象は自然界の事物現象並びに製作物

考察・処理

(観察)

感覚的直感を根基とする。

全体的直感的な把握をする。

動態の短時間に於ける全体的観察

比較観察の初歩

変化するものの継続的観察

(思考)

直感的に観察する

対象を自分たちと同様に考えて判断する

(処理)

整理・整頓、飼育・栽培、採集・分類の初歩、測定・記録の初歩、簡易な工作

(指導の主旨)

・自然に親しませ、自然の中で遊ばせつつ自然に対する目を開かせ、考察の初歩を指導する。

・植物の栽培、動物の飼育をさせ、生物愛育の念を養うと共に、観察・処理の初歩を指導する。

養いながら、生物を正確に考察・処理する能
を養い、生命ある物の真実のすがたをつきと
めさせる。

- ・人体の構造・機能を明らかにさせ、保健・衛
生の実践を指導し、国民体位の向上を図る。
- ・自然界の物質現象を正確に考察・処理する能
を養い、物質現象を貫く理法をきわめさせ、
その真実のすがたをつきとめさせる。
- ・自然物に人工を加えた物を考察させ、その構
造・機能を明らかにすると共に、その活用にな
れさせ、尚、これを通じて理法をきわめさせ
ると共に、新たなものを工夫創造させる態
度を養う。

2 2 学習指導要領・理科編（試案）

・すべての人が合理的な生活を営み、いっそう
よい生活ができるように、児童・生徒の環境
にある問題について次の三点を身につけさせ
るようにすること。

1. 物ごとを科学的に見たり考えたり取り扱っ
たりする能力
2. 科学の原理と応用に関する知識
3. 真理を見出し進んで新しいものを作り出す
態度
であり、この目標はさらに次の通りに分けら
れる。
 1. 自然に親しみ科学的な作品に興味を持つ態
度
 2. 自然界の物と現象とを観察する能力
 3. すじ道の通った考え方をする能力
 4. 機械や器具を使う能力
 5. 生きものをかわいがり育てる態度
 6. 健康を保つ習慣
 7. ねばり強く、助け合い、自ら進んで科学的
な仕事や研究をする習慣
 8. 真理にしたがい、進んで未知のものを探ろ
うとする態度
 9. やさしい科学の本を読む能力
 10. 身のまわりの物ごとの間の関係や性質を知
るための科学の主な原理と応用に関する知識
 11. 自然の調和、美しさ、恵みを知ること
 12. 科学者の仕事の尊さを知ること
 13. 更に進んだ理科学習への準備と職業上必要

・玩具の製作をさせ、工夫考案の態度を養
い、技能の修練をする。

・低学年理科、初等理科の性格が明らかに
され、系統性がつくられている。知識の
伝達にとどまらず、飼育・栽培から、創
造的な工作まで含まれている。

・科学的の体系的な知識の伝達・教授より
も、児童が生活の中で直面する自然の事
物現象を、児童の興味関心もとにしなが
ら、主体的な学習をすすめていく生活経
験主義的な「生活理科」に傾倒している
児童が、生活に真に生きてはたらく知識
能力、態度の育成や問題解決の方法とし
ての科学の方法の習得に重点が置かれて
いる。

・内容は単元制がとられ、それに基づいて
教材の選定・配列が行われた。

なものの準備

2.7 学習指導要領・理科編（試案）

1. 自然の環境についての理解を拓げる
2. 科学的合理的なしかたで、日常生活の責任や仕事を処理することができる
3. 生命を尊重し、健康で安全な生活を行う
4. 自然科学の近代生活に対する貢献や使命を理解する
5. 自然の美しさ、調和や恩恵を知る
6. 科学的方法を会得して、それを自然の環境に起る問題を解決するのに役立たせる。
7. 基礎になる科学の理法を見だし、これをわきまえて、新しく当面したことを理解したり、新しいものを作り出したりすることができる。

3.3 学習指導要領

1. 自然に親しみ、その事物・現象について興味をもち、事実を尊重し、自然から直接学ぶうとする態度を養う
2. 自然の環境から問題を見だし、事実に基づき、筋道を立てて考えたりくふう・処理したりする態度と技能を養う
3. 生活に関係の深い自然科学的な事実や基礎的原理を理解し、これをもとにして生活を合理化しようとする態度を養う
4. 自然と人間の生活との関係についての理解を深め、自然を愛護しようとする態度を養う

4.3 学習指導要領

- ・自然に親しみ、自然の事物、現象を観察、実験などによって、論理的、客観的にとらえ、自然の認識を深めるとともに、科学的な能力と態度を育てる。

このため、

1. 生物と生命現象の理解を深め、生命を尊重する態度を養う
2. 自然の事物・現象を互いに関連づけて考察し、物質の性質とその変化に伴う現象やはたらきを理解させる
3. 自然の事物・現象についての原因・結果の關係的な見方、考え方や定性的、定量的な処理の能力を育てるとともに、自然を一体として考察する能力を養う

・基本的には、前回の指導要領の内容を踏襲している。科学的な能力や態度の明確化を図り、非常に細かい説明がなされている。

・これまでの生活単元的学習的理科の見直しが行われた、理科における基礎学力の向上を目指して、科学の体系的知識の伝達・教授を重視する科学主義・内容主義的理科への傾斜が強まった。

・背景

「理科教育振興法」の制定

基礎学力の低下が問題化し、指導要領の見直し

・探求や科学の基本的概念の教授に代表される理科教育改革運動が世界規模で行われた。

内容が生物とその環境、物質とエネルギー、地球と宇宙の3領域が精選された。

観察・実験を通して自然を探究し、科学的能力、態度の育成などを目指しながら、自然の事物・現象に対する論理的認識・理解を深めることや、科学の基本的概念の学習を強調したものになっている。

生活経験主義的理科教育が完全に姿を消したことになる。

平成	5 2 学習指導要領 ・観察・実験などを通して、自然を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図り、自然を愛する豊かな心情を培う。	・産業の発展に伴う、環境問題や生活の豊かさに対する見直しが行われた。 楽しい理科、直接経験の重視、豊かな創造性の育成が強調された。
元	学習指導要領（低学年理科の廃止） ・自然に親しみ、観察、実験を行い、問題解決の能力と心情を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う	・自然に関わることが重視され、楽しい理科、直接経験の重視から、科学の基本概念的な学習を目指したものになった。
1 0	学習指導要領 ・自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。	・新しく見通しを持つこと、問題解決能力の育成を図ることが明記された。

2. 目標の変遷に見る問題点

小学校における理科教育の目標の変遷を考えたとき、明治初期に西洋の文明を取り入れ自然科学教育を行おうとしてきた時代より、現在にいたるまで、大きく分けて次のような変化を遂げているように考えることができる。

- (1) 知識の獲得
- (2) 生活経験主義
- (3) 科学の概念の獲得

これらは、それぞれの時代背景や社会の要請により変化をしてきている。しかし、共通にねらってきたことも存在している。

共通点	児童の身近な自然の事物現象を対象に、観察・実験を通して、児童が自ら問題を持ち、調べて考えて進める問題解決することのできる力の育成を根底にもっている。
問題点	目指すべきものが、目標よりは教育内容により変化しているために、実際の学習の中で児童に対して教育の方向性が変わっているようになってしまっている。 創造性や工夫をいれながら、一律的な目標設定となっているために個別に対応した教育が行えない状況がある。人間形成も目指してきたはずにもかかわらず、科学的な認識論に傾倒してしまっている。

3. 理科教育目標の背景にある科学論

日本における理科教育を見直すときに、これまでの自然科学論の流れも確認していく必要がある。それぞれの時代において、社会的な背景や科学論により理科教育の目標が影響を受けてきたことは間違いない。それらの流れも踏まえていくことでこれからの理科教育の進むべき方向も明らかになってくると思われる。ここでは小学校令以降、理科という教科が存在した時期より考

	科学論	時代背景
理科教育成立期	<p>今泉祐善編述 「理科教授法」 博文館 1893 (明治26) 3月</p> <ul style="list-style-type: none"> 理科は公平にして、遠大なる世界の観念を涵養するに欠く可らざる資料たるのみならず、児童の精神を発達訓練する上にも、社会世業上に直接なる功益を与えうる上にも、自然の美を知らしむる上にも、至大の功德を有するを以て、教育上必須の学科たるをしるべきなり。 <p>棚橋源太郎・樋口勲次郎共著 「小学理科教科書(教師用) 金港堂書籍 1900 (明治33) 10月</p> <ul style="list-style-type: none"> 理科教授の目的は、自然を以て複雑なる一団の共同生活体として、理解せしむるにあり。 	<p>日本の理科教育が翻訳的な段階を脱しつつあった。理科教育は、欧米特にドイツの理科教授法の強い影響下にあった。</p> <p>国定教科書の児童用教科書の使用禁止が出される(明治37~43年)</p> <p>国定理科書・児童用書の国定化(明治44年)</p>
第一次世界大戦直後	<p>棚橋源太郎著 「新理科教授法」(大正2年)</p> <ul style="list-style-type: none"> 欧米の諸国を通じて今日の理化教授法は、生徒に実験させ、それを教授の基礎にする方法である。是がために、理化講義室以外、特に生徒実験室の整備が必要である。 <p>大島鎮治著 「欧米晩近の学校教育と理科教授」 博文館 1917 (大正6) 6月</p> <ul style="list-style-type: none"> 科学的卓越には一も近道なし、唯自発的に進歩を為すべきのみ。人の発見を学ぶのみが科学の学生の仕事にあらず、新知識を得る方向如何を訓練するは其重要なものなり云々。(フレミング教授) <p>和田八重造著 「小学理科教育改善私見」 1919 (大正8)</p> <ul style="list-style-type: none"> 観察思考力を練るのも、研究心独創力を養うのも自然を愛好、畏敬せしむるのも、理科的知識を与えるのも、生活の改善に必要なが為にするのであることを忘れてはならん」と言う。 	<p>戦争が起こったことにより、日本の輸出の停止と光学工業や自然科学の高度な発展を基礎とした工業製品の輸入の停止。財界、産業界、政界で化学や物理学の立ち後れが痛感された。</p> <p>日本の科学技術の水準を高めるために役立つことはなんでもやる。</p> <p>「理化学実験を奨励する」訓令 「理化学・理科教育振興運動」</p> <p>第一次世界大戦終了後、日本の経済が不況になりブームは去る。</p> <p>理科教育界の地道な改革運動が始まる。</p>
第二次大戦	<p>松原惟一著 「理科教育の根本問題」 玉川学園出版部 1931 (昭和6年) 10月</p> <ul style="list-style-type: none"> 思想善導と理科教育 人間教育としての理科教育 職業的陶冶と理科教育 	<p>日本精神作興運動により科学教育の冷遇世界恐慌を「欧米の物質崇拜の行き詰まり」として、精神教育にの重要性が言われる。</p> <p>低学年理科特設運動が展開されている</p>

<p>前 臨 戦 態 勢 下 ・ 戦 時</p>	<p>神戸伊三郎「我が国現時の理科教育当面の実際問題」 「新興日本の理科教育」1936（昭和11）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・精神作興と偏知教育の問題 ・理科の実用性と役に立つ教育の問題 ・生活理科と総合的取り扱いの問題 ・実践常道の理科教育の建設 <p>橋田邦彦 「科学する心」 「教学業書」1940 （昭和15年）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・それが五十年百年の後になって本当の日本のためになるべきことと思うのは、科学ということをもっと徹底的に日本人が理解し、又それに伴って科学というものが本当の姿に於て日本で発展するようにすることであると思うのであります。 	<p>国定小学理科書の全面改訂</p> <p>国民学校理科教科と自然の観察の成立</p> <p>国家総動員、国民精神作興と科学国策</p>
<p>戦 後</p>	<p>藤岡由夫 「科学教育論」 1947（昭和22）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・明治以来の科学の輸入は単に表面上の技術の輸入に止まった。そしてその背後にある科学思想を理解しなかった。国民の民主革命を正しく導き、社会における科学的の思想を高めること。 <p>文部省 「新教育指針」 1946（昭和21）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本国民は合理的精神にとぼしく科学的水準が低い。 ・真実を愛する心がいかに必要であるか。 ・科学的精神とは 合理的精神、実証的精神、自然科学と社会科学 ・科学的水準を高めるためにどうしたらよいか。 日常生活に科学的精神をはたらかせること、自由の精神を奮い起すこと、 ・日本国民の科学的水準が低いのはなぜか。 日本に於いては科学の歴史がまだ浅い、科学教育に対するあやまった考えがあった、生活の科学化が不十分であった、日本国民性の欠陥が科学の進歩を妨げた。 	<p>科学教育局の創設 アメリカ統治下による科学的精神を養うための教育の推進</p> <p>学習指導要領（試案）</p> <p>朝鮮戦争を契機として産業界・経済界が活性化し、科学・技術振興の気運を生み理科教育振興の要請も高まった。そして、理科教育振興法が設立された。基礎学力低下が大きな問題となってきた。</p> <p>ソ連スプートニクショックで、理科教</p>

現在	・「新しい学力観」による、意欲、興味・関心を大切にした新指導要領 ・新学習指導要領で内容の3割削減	育改革運動が世界的に広がる。 興味・関心を大切にした授業が勘違いされ、楽しい学習だけが重視された。 基礎学力の低下、学力の低下が言われ指導要領の一部改正
----	--	--

以上のように、時代に応じた様々な考え方が出されてきている。しかし、注目すべきはどのような時代背景があろうとも、理科教育の目指すべきものは絶えず変わらず言われ続けている。理科が作られた意味は残り続けている。時代に翻弄されることなく理科の精神は残り続けているのである。変わったのは、時代に合わせた目標の書き方や内容、教授方法が変わってきたにすぎないのである。また、指導すべき教員の資質の変化も影響を受けていることも事実として考えられる。

4. これまでの理科教育とこれからの理科教育の方向性

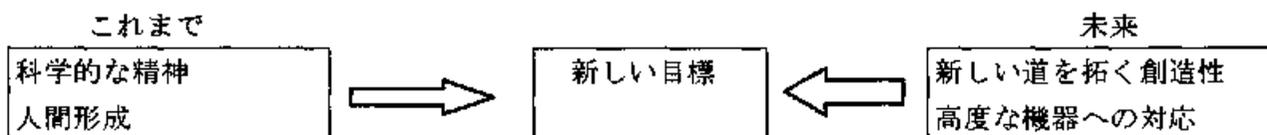
これまでの理科教育は、諸外国の影響を受けながらも日本独自の科学としての発展を遂げてきている。そして、日本人全体として高度な教育の成果として、一様の科学的知識や見方・考え方を身につけていると言っても過言ではない。

しかし、これからの日本において重要なこととして新しく創造することのできる力を育成する必要がある。西洋の先進国に追いつく時代においては、一律に程度の高い教育を実現することが必要であったが、現在、日本に求められる科学とは創造的な面である。さらに、理科が創設された当初には自分と自然、生き方と自然など人間形成としての理科教育の面が重視されていたにもかかわらず、技術や知識の方向が重視され、ないがしろになっているように見える。つまり人間形成につながる理科教育を前面に押し出して行く必要がある。

この2つのことは、決して別々のことを言っているのではない。現在言われている問題解決能力の中には、人間形成を含んだ、創造性が含まれていることは間違いない。つまり、問題解決能力を育てるということは、創造性も人間形成も育てるということになる。

しかし、実際には知識に偏った理科教育に傾倒してしまっている。そこで、もっと踏み込んだ形で、問題解決能力にある創造性と人間形成を前面に押し出す必要があると考える。そして、その能力を支える理科における資質・能力、内容の配当を考えていかななくてはならない。

さらに、現在の高度な機器の発達に対応できる態度や知識の獲得も考える必要があると思われる。これらを考えたときに、これからの理科教育の目標として重要なことは、昔への回帰と未来への展望の融合した姿ではないかと考える。本来の理科教育が求めていたものを再度整理し直して、理科の目標を構築していく必要がある。



基礎学力低下が叫ばれてより、理科の場合も知識・理解面が重視され始めている。これは実際の実験・観察をよりどころにした理科学習が阻害されていく危険性がある。理科で重要な要素である身近な自然のきまり見つめる科学的な見方や考え方が不十分になってしまう。つまり、知識・理解が記憶によってしまえば、思考する力が落ちてくると思われる。

理科の「理」の部分が、弱くなってしまふ。

5. 現在の目標の分析とこれからの目標の姿

自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。

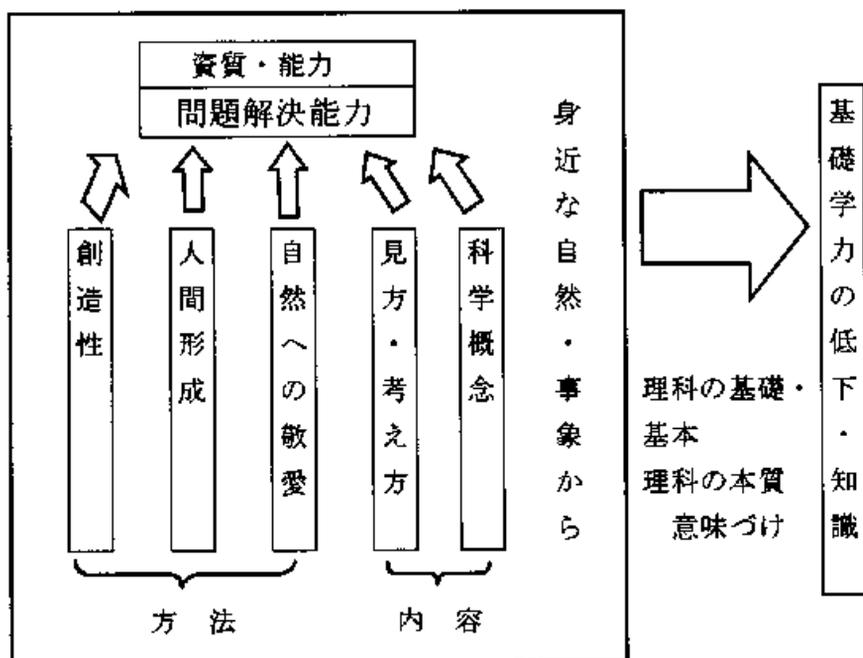
<理科の目的に存在する矛盾点>

- 問題解決の能力 … 認知心理学の考えでは、4観点になる。
- 科学的な見方や考え方 … 科学的に考察し、処理する能力とその結果得られた概念。
 - ・ 自然の事物・現象についての理解や科学的な見方や考え方が含まれる。
 - ・ 最終目標が科学的な見方や考え方にならない。
 - ・ 文科省の目標は「生きる力」であり、その中核は、「問題解決能力」である。
 - ・ 科学的な見方や考え方は、狭義の問題解決能力と知識理解の絡まりになり、自然を愛する心情が含まれない。

問題解決能力が狭義の意味として教材の解釈の過程となり、科学的な見方や考え方が一定の状況を説明できる知識としてとらえられてしまっている。つまり、見通しや自然を愛する心情が落ちてしまって理解されている可能性がある。

Ⅲ 結果の整理

○これからの目標の構造



言葉の定義の順序、意味の定義を明確にして整理しなおす。目的と方法、内容の整理

問題解決力を広義にとらえれば、最終目的を問題解決能力におき、その前提条件として、方法としての創造性、自然への敬愛、人間形成を入れ、内容として、科学概念、科学的な見方・考え方

として整理するしたらよいのではないか。

理科教育を知識・理解だけにとどめることなく、能動的な自分で試し、確かめる帰納的、演繹的な学習活動を進める方向性が必要と思える。そのためにも、現在、見落としがちになっている、見通す力、自然を愛する心情を今一度強調し、問題解決能力の育成に重点をおいてほしいと強く願う。

参考文献

- 寺川智祐 編 「理科教育学」 福村出版 1990年
板倉聖宣・永田英治 編著 「理科教育史資料」第1巻 どうほう
神戸伊三郎著 「理科教授学」 成美堂 昭和11年
学習指導要領・理科編（試案） 文部省 昭和22年
学習指導要領・理科編（試案） 文部省 昭和27年
学習指導要領・理科編 文部省 昭和33年
学習指導要領・理科編 文部省 昭和43年
学習指導要領・理科編 文部省 昭和52年
学習指導要領・理科編 文部省 平成元年
学習指導要領・理科編 文部省 平成10年
福沢諭吉著 「福沢諭吉全集 窮理図解」 慶應義塾大学出版会 2002

児童の分かりという観点から内容配列問題の所在を探る

鹿児島大学教育学部附属小学校 平 千 力

・・・・研究の要約・・・・

1 研究の目的

今回の小学校理科の学習指導要領を改訂するためのデータとして、実際の学習指導を通して、内容配列が問題になっているもの及びその問題が生まれる背景、根拠をどうとらえるか。また、内容配列の問題点をどう見直すかを子どもの姿から探ってみた。

2 研究の内容と方法

(1) 学習指導要領改訂に伴う内容配列の問題点を次の観点で問題の所在を探る

- ア 現行の学習指導要領の指導の実際から探る。
- イ 実際の学習指導を通して、子どもの反応から問題になっていることはないか探る。
- ウ その問題が生まれる背景、根拠をどうとらえるか分析する。

(2) 現行の学習指導要領の問題点をどう見直すか改善策を研究する。

3 研究の成果

(1) 現行学習指導要領の課題

- ア 概念を構成するために必要な内容が削除されている。
- イ 概念形成上、逆にしたり、まとめたりした方がよいのではないかと思われる。
- ウ 限定条件が多く、きまり、一般化を図るためには複数の事例を扱うべきなのに扱えない。
- エ 何のためにそうなっているのかといった内容が扱えなくなっており、科学の楽しさを味わうことができない。
- オ 子どもの素朴概念を科学的な概念に高めることなく扱っている部分があり、理解を深めることができない。
- カ 子どもにとって見えない世界を見える形にできていないために納得させることができないまま学習を終了している。
- キ 科学の概念形成から考えると、例外に近い内容が入り、一般的な概念形成が難しいものがある。
- ク 選択の内容は全く次元が異なると思われ、扱いにくい。
- ケ 観察・実験の技能からの問題

(2) 検討事項

- ア 現行指導要領では、単元をまとめたりしたものがあり、情報量が多すぎて子どもが混乱してしまう。単元を分けたり、学習する順序を再検討する。
- イ きまりの発見にとどまらず、その意味を考えさせることが重要である。
- ウ 粒子概念を学ぶことが科学の現象を理解するために有効である。
- エ 科学の限界性を子どもたちにどう伝えるかを考える必要がある。
- オ 選択学習は両方取り扱うことで内容の理解が深まる。
- カ 子どもが必要を感じる場面で観察・実験をさせその技能についても高めていく。
- キ A区分の内容は観察・実験がうまくいかなかったときにやり直しができにくい。また、各学年で取り扱うことにより概念をつないでいく内容もあるので、内容をスパイラルに配置する必要性がある。

(3) 改善

- ア 子どもの思考の流れに沿った学習する内容という観点に立つと、概念を構成するために必要な内容が削除されている物が多い。子どもが納得していないときは、概念を構成する内容を付加する。
- イ 限定条件を可能な限りなくし、一般化を図っていく。
- ウ 子どもの日常知と科学概念とのギャップをなくすために、日常知を見直す内容を付加する。
- エ 科学的な方法や手続きを獲得するための内容を付加する必要がある。

1 はじめに

鹿児島県の理科を教えている教師約50名に「理科好きな子どもとはどのような子どもなのか」というアンケートをとってみた。すると、

- ・ 「なぜだろう」という知的好奇心を常にもっていたり、その知的好奇心をもとにすぐ行動に移したりできる子ども、また、知的好奇心を持続でき子ども
- ・ 「わかった」という成功経験があり、少々困難にぶち当たっても納得するまで知的探究心を持続でき追究することをやめない子ども
- ・ 「何のためにそれをやっているのか」「その結果どうなるのか」「その事実から何がいえるのか」等の見通しをもって実験・観察ができる子ども

などがあがってきた。

日頃の子どもの様子から考えても、子どもは本来、自然が大好きであり、追究することも好きなことがわかる。それは、いったん不思議だと思ったことは自分が満足するまで追究することをやめようとしないうちからわかる。子どもは「もっと知りたい」「もっとわかりたい」という願いをもち、自分なりの見方や考え作り出せる存在なのである。理科があまり好きでない子どもたちの傾向を見てみると自然体験が少なく、知的好奇心・探究心が低いことがあげられる。理科の授業においては、確かな問題設定ができないため、見通しをもてないまま観察・実感をする場合が多い。また、子どもの見方や考え方と、教材のもっている特性の間にずれが生じるために、思考の流れに沿って学習することができにくく、学習する内容を納得するまで追究できにくい問題もある。学習する内容は自然のきまりをよりよく理解することができるものである必要がある。

そこで、今回、現行の学習指導要領を子どもの分かりという観点から内容配列問題の所在を探ることとした。

2 研究の実際

(1) 概念を構成するために必要な内容が削除されている。

	単元名	問題点	根拠・背景	どう見直すか
3年生	草花を育てよう	挿し木でふえる植物の内容が削除	中学校へ移行された	5年生の植物の発芽と成長に関係付けているいるな植物を知る。
		根、茎、葉などの植物のつくりと働きを関係付けてとらえられない	比較を中心として学習している。固有性を追究するときに子どもは問題にする。	根の働きに注目させる。そうすることにより植物のもつ巧みさに気付く
4年生	昆虫の体のつくり	触角なども昆虫の体の特徴であると答える	体の節と足の数で判断している	体のつくりを学習するときに取り扱う
		月と星	空間の認識や観察の方法など、子どもに習熟させるのに時間がかかる。	野外活動が困難
5年生	水の姿と行方	水蒸気の湯気	水蒸気が冷やされて見える湯気になることはわかるが、湯気が再び見えなくなることは取り扱わない。	子どもたちは問題にするので、「なぜ、空気が水浸しにならないのだろうと発問し、バランスや温度の関係について考えさせる
		物の溶け方	物の保存を学習する前に形を分けても重さが保存されているという内容がない。	5年生「重さは同じでも、体積の違う物がある」の内容が削除されている。保存概念のステップが踏めない。

気温の変化と 天気	基礎的・基本的な見 方や考え方の低下。 雲の動きからの天気 の変化では、情報不足	太陽高度、雲、風の 学習の削除。 天気の変化をインタ ーネットなどの雲の動 きだけでは理解困難	太陽高度、雲、風、 湿度の学習を付加する。 自分の見上げた空の 様子とオンタイムで一 致させる。
川の流れの働 き	野外活動が困難	映像や資料などによ る調べ活動が中心とな る。	可能な限り見学学習 をする。
植物の発芽 と成長	川の浸食作用を実感 させる手だて 雄花・雌花、おしべ、 めしべの取り扱い	地上から見て削られ ている部分で判断 アブラナの取り扱い (5年)が削除	川底を問題にすると 実感できる どのように受粉が行 われるか、顕微鏡など を使っておしべやめし べを観察させる。
	インゲンマメやジャ ガイモのでんぷん	ヨウ素反応だけで判 断	顕微鏡ででんぷんの 数を観察する活動を取 り入れる
てこのはたら き	実用てこから実験用 てこに移行する際にの 思考の流れに無理があ る	支点が中心にくるこ との必要性を実感させ ることが必要	棒の重さだけでおも りが持ち上がることを 実感させる。釣り合う ためには真ん中に支点 を持ってこないといけ ないという必要性を感 じさせる。
	押す力の問題	棒を押す力を数量化 する際、友だちによっ て同じ所を押しても押 す力が違うと考えてい る。	てんびんによって、 釣り合ったときと同じ 力になることを理解さ せる。
命のつながり	メダカの雄雌のちが いをあげさせると、尾 びれなども違うという	個体差と性差の区別 が付きにくい	一緒に飼って卵を産 んだ時点で雄雌の違い を判断する
6年生	植物の体のつ くり	日光を当てた葉ので んぷんを調べるだけで は、でんぷんを作るこ とと成長との関係が結 びつかない。	でんぷんは糖に分解 して植物全体に回るこ とを、植物のいろい ろな場所で糖の存在を調 べさせる(尿糖試験紙 ・蒸発等)
	根で吸い上げた水が どこを通過していくの かについて触れていない。	水をやらなかった植 物が枯れることから、 水が必要であることを 考えるだけでは、水と 成長の関係が結びつか ない。	水は植物全体に回る ことを、茎を切って調 べたり、着色した水を 吸わせたりして、葉の 隅々まで水や肥料が細 い管を通過して行きわた っていることを調べさ せる。
人と環境	食物連鎖には触れな いことになっている。	人との営みも入れる 必要がある	社会科と同時期に学 習し、共通単位として 時数を折半してはどうか。 あるいは、総合的

水溶液の性質	中和の内容を取り扱わないことになっている。	リトマス紙だけで調べていた	な学習に含める。
人と動物の体の働き	腸での栄養分の吸収についての学習が不十分	教科書や資料のみで学習している。	でんぷんはろ紙を通らないが、でんぷんはろ紙を通る。 動物（豚や羊）の腸による吸収の実験を取り入れる。 腸は、体内の体外という考えを作る デンプンやビタミンCが吸収されていることを、ヨウ素溶液やジクロロインドフェノール溶液で調べさせる。
土地のつくりとはたらき	土地のでき方を根拠をもって推論できない。	「土と石」（3年）が削除され、身近な自然を実感したり、好奇心をもつ機会が減少。 「火成岩」（6年）が中学校へ移行	「土地の構成物」の学習を3年生に戻すか、5年「流れる水の働き」に付加する。
	野外活動が困難	映像や資料などによる調べ活動が中心となる。	可能な限り見学学習をする。
電流の働き	発熱の疑問	発熱の学習が削除	電流を流すと発熱する事実を取り上げる。

(2) 概念形成上、逆にしたり、まとめたりした方がよいのではないかとと思われる。

	単元名	問題点	根拠・背景	どう見直すか
4年生	水の姿と行方	水の姿と行方、水の三態変化が同じ単元になっている	循環のことを理解させるために三態変化を学習している	別単元として取り扱う。その際、三態変化は、必ず水の姿と行方の前に取り扱う。
4年生 5年生	水の姿と行方 流れる水の働き	「流れる水の働き」を扱わないで、「水の循環」を扱うことになっている。		流れるの働きを4年生で学習する
4年生 5年生 6年生	月と星 流れる水の働き 大地のつくり	空間概念として取り扱いが逆	月と星は神秘さを考えさせる意味で4年始めに配置している。結果的に宇宙から地上への順になっている	空間概念から考えると、地上の変化から宇宙への図ではないか
5年生 6年生	植物の発芽と成長 植物の体のつくり	光合成の取り扱い	5年生の発芽から成長の学習の中で光合成を取り扱う方が植物の生の営みとしては都合がよい	5年生の学習の中に6年生の光合成の内容を付加。その際、実を付けるまで継続観察をさせるのが前提。

(3) 限定条件が多く、きまり、一般化を図るためには複数の事例を扱うべきなのに扱えない。

	単元名	問題点	根拠・背景	どう見直すか
3年生	植物の育ち	夏生一年生の双子葉植物のみを扱うこと、固有性が認めにくい	厳選のため	数をあたるようにする。教師が育てる植物を故意に混ぜて育苗しておき、子どもに比較する活動を行わせる。
	植物の育ち 昆虫の育ち	2, 3種類を扱うことになっている。固有性が認めにくい	厳選のため	数をあたるようにする
4年生	季節と生き物	夏生一年生のみを扱うことになっている。固有性が認めにくい	厳選のため	数をあたるようにする
	月と星	2種類の形の月のしか扱えない。 二つ又は三つの星座を扱うことでは曖昧。		

(4) 何のためにそうなっているのかといった内容が扱えなくなっており、科学の楽しさを味わうことができない。

	単元名	問題点	根拠・背景	どう見直すか
6年生	植物のつくりと働き	葉ででんぷんを作るということは教えるが、それが何のためであるのかは教えない。		植物は何のためにでんぷんを体に蓄えているのか考える学習を取り入れることで、葉でできた養分が茎を通ることを調べる実験が有効になってくる。
	土地のつくりとでき方	地震は取り扱うが、地震が起きるわけは扱わない		

(5) 子どもの素朴概念を科学的な概念に高めることなく扱っている部分があり、理解を深めることができない。

	単元名	問題点	根拠・背景	どう見直すか
5年生	おもりのはたらき	重い物ほど早く落ちるといふ日常知の解決を図らないまま学習している。		上ら物を落として、重さが違う物でもほとんど落ちる速さは変わらないことを理解させる実験を行う。

(6) 子どもにとって見えない世界を見える形にできていないために納得させることができないままに終わっているものがある。

	単元名	問題点	根拠・背景	どう見直すか
4年生	ものの温まり方	水そのものの対流を見ており、熱の移動を見ていない		
	水の姿と行方	見えなくなった物の	形を分けても重さが	形を分けても重さが

		保存	保存される学習が削除されている。	保存される学習を水の姿と行方の前に位置付ける
5年生	物の溶け方	見えなくなった物の保存	形を分けても重さが保存される学習が削除されている。あるかなら学習は成立するが、有り様を問題にする	有り様については、味、色、ろ過の後に蒸発させるなど総合的に判断する学習を取り入れる。
その他	モデル	見えないものを表現するためにモデル化する必要があるがなかなかできない。	モデル化をする機会が少ない	モデル化を4年生の「空気と水」の学習から取り入れていく。

(7) 科学の概念形成から考えると、例外に近い内容が入り、一般的な概念形成が難しいものがある。

	単元名	問題点	根拠・背景	どう見直すか
3年生	昆虫の体のつくり	体の分かれがはっきりしないものがある	教科書には蝶が例示されており体の分かれがはっきりしているが、子どもたちはカブトムシなど体の分かれがはっきりしない物も問題にする。	お腹の報から観察するなど胸の取り扱いを重視する。その際、胸が3つに分かれている物もあることや足が出ている所が胸であることをとらえさせる。
	磁石の性質	磁石に付く物は鉄であるというまとめにならない。	色紙や、鉛筆の芯、石なども磁石に付く	磁石に付く物、付かない物というまとめとする。
4年生	水の姿と行方	水は100℃で水蒸気、0℃で凍ると思いきむ。	自然の事象を忘れ教科書の内容をそのまま教え込んでいる。	自然の現象はいろいろな物が絡み合っていることを話す。
	電気のはたらき	光電池の直列並列のつなぎ方の取り扱い	子どもたちは、光電池を使って速く走らせたいときに、乾電池のように直列につなごうとする。光電池は乾電池のように直列につないでも速くならない。	内部抵抗の問題を話しても良いがあまり理解できない。並列になくよりも光の当て方を問題にしていく。
6年生	水溶液の性質	酸性の水溶液は金属を溶かすと確認したいが、アルミニウムを金属として扱おうと水酸化ナトリウムでも溶ける		
		アルカリ性水溶液の特性について、一般化できにくい。		

(8) 選択の内容は全く次元が異なると思われ、扱いにくい。

	単元名	問題点	根拠・背景	どう見直すか
5年生	人の誕生 魚の誕生	内容的に異なる。	両方扱ってこそ内容理解が深まる	命という観点からどちらも取り扱う。メダ

	おもりの働き	内容的に異なる。	身につける資質・能力で配置している	力を扱った後に人を扱う。 条件制御の能力を培うのであれば、振り子の学習だけで十分である。
--	--------	----------	-------------------	---

(9) 観察・実験の技能からの問題

	顕微鏡	取り扱いが限られているため、操作技能を習熟する機会が少ない。	「水の中の小さな生き物」(5年)の学習が削除され、「植物の花粉の働き」(6年のみとなった)	観察・実験の操作技能を、追究活動で生かしていく。例えば5年生「植物の発芽」のインゲンマメのでんぷん調べなどでも使用できる。(※(1)の欄参照)
	解剖顕微鏡	5年生の選択学習によって、扱わない子どもたちも出てくる	以後の学習において有効に扱えない子どもが出てくる	※ 選択学習の参照
	上皿てんびん	取り扱いの時間不足	4年生の学習では時間不足 「物の溶け方」では、溶ける量の扱いが「さじ何倍分」「電子てんびん」等でもよくなった。	上皿てんびんを扱う機会をふやし、観察・実験で操作・技能を習熟させる。
	電流計	5アンペアより小さい端子の取り扱い	実際にそのような場面がなく、知識として覚えている。	
3年生	チョウを育てよう	アオムシコマユバチにアオムシがやられる 生きている物の観察はしにくい	穴のあいた容器を使用している。又は、幼虫を採取している 動いてしまっても細かい観察ができにくい	卵から観察する。観察の際は密封した容器に入れる。 小さな透明な容器に入れると観察しやすい。標本の効果的な利用も考えられる。
	日なたと日陰	陰の動きを調べるときに木や建物などで調べるとわかりにくい	幅のあるものの記録を取るとわからなくなる	細い棒を使って、いろいろな場所で観察させる。
4年生	空気と水	押し返す力が空気では実感できない	今までは押し縮めるときの手応えで良かったかどのくらいということを問題にする。	注射器を使って、その押し返す力で物をとばすゲームを行うと数値のデータができる。
5年生	植物の発芽と成長	発芽の条件を整理できにくい	子どもたちが自由な条件で観察するとまとめの段階で情報が多すぎて整理できない	表を使って整理していく
	植物の成長	ヘチマやキュウリでは、地域によっては夏休み中に受粉してしま	教科書に載っている植物を栽培しようとしている。	例えば鹿児島を例にとると、受粉を夏休み前に学習したいのなら、

		う。	受粉を学習する際に地域に応じた植物を栽培しなければならない。	スイカやカボチャを栽培させる。夏休み後の学習ならば、ニガウリを栽培させる。
6年生	電流のはたらき	鉄心の大きさや幅などが磁力に影響すると考えている	鉄心の幅や大きさで付く物の量が変わってくることから、鉄心の大きさや幅を磁力が強くなる理由にする。	電流が流れると磁力が起きることを理解させる必要がある。一本のホルマル線に電流を流して磁力が起きることを確かめさせる。

(1.0) その他の問題点

	単元名	問題点	根拠・背景	どう見直すか
3年生	磁石の性質	磁石遊びをしていないのに磁石を学習しないといけない	生活科で磁石遊びをしていない子どもが多い。	単元の初めに磁石遊びの活動を取り入れる。
4年生	水の姿と行方	水の循環と水の三態変化の取り扱いがはっきりしていない。	循環のことを理解させるために三態変化を扱っている。	※(2)の項参照
5年生	てこの働き	5年生のてことてんびんの取り扱いがはっきりしていない。	てこの特別な形としててんびんを扱っている	
その他	ものづくり	市販の教材に頼っている	教材開発などが不十分	教材開発を進める
	人体	生命の学習はスパイラルに積み上げていくのがよい	「人の体」(3年)が中学校に移行、「人の脈拍や体温の運動」が削除	従来のように、「生命」の学習をスパイラルに積み上げていく内容を配置する。
	電気	スパイラルに積み上げていく	5年生で電気の学習が抜けていて、6年生で「回路の概念」を新たに学習し直す	5年生にも電気の内容の学習を配置しスパイラルに積み上げていく
	学期の壁	季節の区分から学期によっての学習が窮屈	学期の時数や評価の問題	天気や学習や地層の学習など学期や学年の枠を越えて設定する

3 おわりに

次回の小学校理科の学習指導要領を改訂するためのデータとして、実際の学習指導を通して、内容配列が問題になっているもの及びその問題が生まれる背景、根拠をどうとらえるか。また、内容配列の問題点をどう見直すかを子どもの姿から探ってみた。その結果、いろいろな面から学習している内容に付加したり、内容配列を考慮したりする内容が出てきた。子どもが、見通しをもって、「なぜだろう」という疑問を解決しやすい、思考の流れに沿った内容にするべきである。そのため、日頃の授業の子ども姿から今後も研究を進めていきたいと考える。

小学校理科で育む科学的思考力について考える

長崎大学教育学部附属小学校

楠本 正信

1 はじめに

現行の指導要領理科編では、各学年で育む科学的な思考力を、3年「比較する力」4年「関係付ける力」5年「条件を制御する力」6年「多面的に判断する力」と設定している。科学的な探究の際に必要な思考力を分析し、各学年の発達段階に応じて設定しており、そのことから各学年の理科学習において育む資質や能力が明らかにされている。

しかし、この4つの科学的な思考力は、児童の実態に即しているのだろうか。また、児童に科学的な問題解決能力を身につけさせるという視点に立ったとき、この4つの思考力よりも適したものは無いのだろうか。

これら2点について各学年の児童に実態調査を行い、分析した結果をもとに考察を試みたい。

2 実態調査について

(1) 実態調査の形態

具体的な問題場面を設定し、選択および自由筆記で回答する質問紙法により調査した（下記問題参照）

(2) 対象人数および調査時期

実態調査者数 3年32名 4年41名 5年42名 6年39名
平成16年1月実施

(3) 調査内容（対象とした資質、能力）

・比較（1対1比較、1対複数比較）	・関係付け	・論理的な思考
・三段論法	・推論	・条件制御
・実験計画	・多面的な判断	

3 調査の実際と結果

実態調査は、2の（3）に示す内容を質問紙で問うたが、実際には下記に示す内容、および判断基準で調査を行った。調査の結果については、グラフで示す。

<実態調査 NO1>

A 太郎君は、野原を歩いていたらバッタを見つけました。さっそく、先生のところにもっていったら、「それはバッタではなくイナゴだよ。」といわれました。バッタとイナゴのちがいはどこでしょう。下のスケッチを見て、同じところ、ちがうところをいくつでも書いてください。

バッタ



イナゴ



ちがうところ

おなじところ

① 質問紙の内容および判断基準

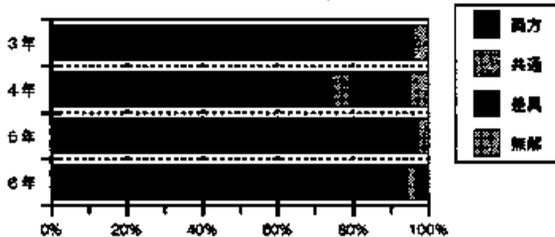
No1では、「比較」の力、具体的には共通点と差異点を探す力をみようと考えた。回答は、自由筆記であり、箇条書きでも、文章でも可とした。単なる体の部位、例えば共通点として「足」とだけ記述しても不可とした。

体の部位に加え比較の視点がわかるものだけに正解とした。また、今回は、比較する視点の数よりも、共通点や差異点を見つけることができてるかに焦点化しているため、結果の集計には視点の数を反映させていない。

② 結果

表示文字列

No1 比較



<実態調査 NO2>

B うき草のふえ方について調べるために、次のような実験をしました。

①  うき草 池の水を入れて、 うき草を5本入れる。	②  池のどろ 池の水と池のどろ を入れて、うき草 を5本入れる。	③  メダカ 池の水とメダカ2 匹を入れて、うき 草を5本入れる。
---	---	---

1 よく日の当たる場所に2週間置き、うき草の数がどうなるか調べました。その結果、①は8本にふえ、②はなんと15本にふえました。

どうして①より②がたっくさんふえたのでしょうか。あなたの考えを書いてください。

2 さて、③のうき草の数はどうなったと思いますか。あなたの考えを書き、そのわけを書いてください。

考え	
----	--

<わけ>

① 質問紙の内容および判断基準

No2では、問題1で「関係付け」の力、問題2で「論理的思考」の力をみようと考えた。1の回答に例えば「土があるから」という記述があったら、土があることと無いことを比較しているわけであり、根拠を比較という視点で見ていることが判断できる。

また、「土があるから栄養があり、増える」という記述があった場合には、関係付けて考えることができていると判断できる。その立場で集計した。問題2については、自分なりの根拠をもとに回答しているかで判断した。

② 結果



<実態調査 NO3>

C あるえきに、とかしたり、出したりして物の強さを調べる方法を見ました。

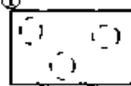
①のように○をとかしたえきに△を入れると、なぜか△がとけ、○が出てきます。

しかし、②のように、△をとかしたえきに○を入れても何も起きません。

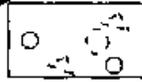
次に、△と□でやってみました。

△をとかしたえきに□を入れると、□がとけ、△が出てきますが、□をとかしたえきに△を入れても何も起きません。このように、強い物がとけて、弱い物が出てきます。

① △△を入れる。
△を入れる。

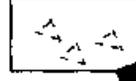


○が出てくる。



②

○を入れる。



○はとけない。
△も出てこない



※ ○がとけたとき()になる。 △がとけたとき△になる。

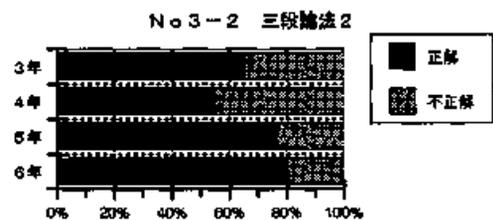
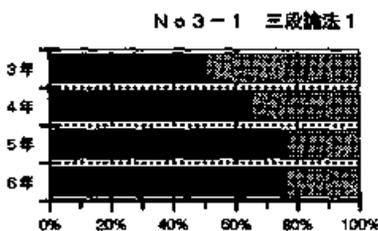
○をとかしたえきに□を入れるとどうなると思いますか、あなたの考えを書きなさい。

□をとかしたえきに○を入れるとどうなると思いますか、あなたの考えを書きなさい。

① 質問紙の内容および判断基準

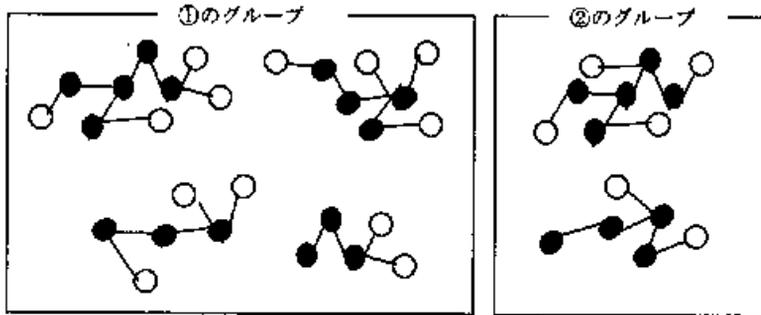
No3では、「三段論法」の力、をみようと考えた。三段論法を行う場合は、前提となる事実を把握し事実に基づいて論理的に思考するわけであり、いわゆる演繹的な思考の力ということもできる。この質問紙により、演繹的な思考の力と発達段階の関係をみることもできると考えたのである。回答では、△と○と□の強弱関係についての理由を記述できているかで判断した。

② 結果



<実態調査 NO4>

D 田中はかせは、新しくくすりの研究をしていました。
 研究の中でできたものの形を調べると次のようなものがありました。
 くすりとしてきき目があるか調べてみると、①のグループはくすりとしてき
 き目 があるが、②のグループはきき目がありません。



1 きき目があるところは、くすりのどのぶふんだと思いますか、図の関係あるところを○でかこみなさい。また、なぜそう考えたか、わけも書きなさい。

<わけ>

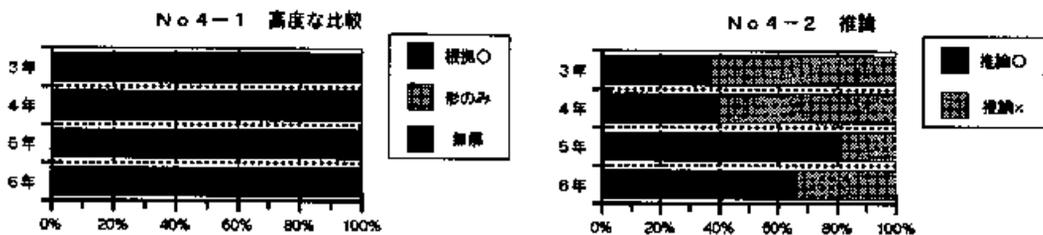
2 このじっけん結果から、いちばんくすりとしてのきき目のある形はどんなふうになるとと思いますか。あなたの考える形を下に書き、よこにりゆうを書きなさい。

<りゆう>

① 質問紙の内容および判断基準

No4では、「比較」の力、および「推論」の力をみようと考えた。問題1は、1対複数比較であり、1対1比較の力をみたNO1より高度な比較の力を要求される。回答で薬効部分を見つけることができているかで判断した。問題2は、「推論」を行う必要がある。「推論」は、演繹的な思考力が必要であり、その力の発達段階との関係もみることが出来る。

② 結果



<実態調査 NO5>

E 夏休みの自由研究に太郎君はカビの研究をすることにしました。まず、カビはじめじめしたところに生えやすいのかを調べるために、食パンを次の二つの場所におき、1週間後にどうなるかしらべました。

① 日のよく当たる南がわのまどの所 ② 日の当たらない家のうら

この実験から、カビはじめじめしたところに生えるということが言えますか。自分の考えに○を付け、そのわけを下に書いてください。

ア 言える イ 言えない

<わけ>

カビを生えにくくするためにウメボシを近くにおくといいということをおばあさんから聞きました。そのことをしらべるためにパンのよこにウメボシをおいて実験をしたいと思います。そのときには、そのパンをどこにおきますか。自分の考えに○を付け、そのわけを書いてください。

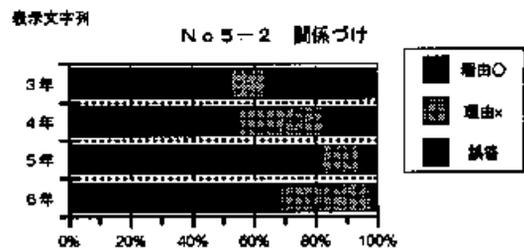
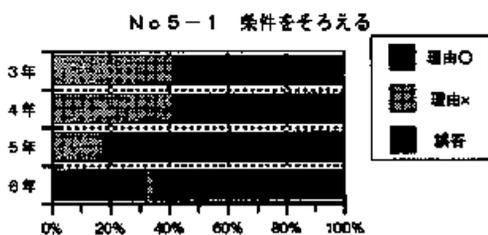
ア 日の当たる南がわのまどの所 イ 日の当たらない家のうら

<わけ>

① 質問紙の内容および判断基準

No5では、「条件制御」の力、「関係付け」の力をみようと考えた。問題1は、高度な条件制御の力が必要とされる。条件制御の力が確かに身に付いているかが判断できると考えた。問題2においては、問題1の結果との関係付けをする必要がある。回答の根拠の欄に「日向においては、梅干しの影響かどうか判断できない」ということを記述できているかで判断した。この結果は、No2とともに、「関係付けの力」の分析に活用した。

② 結果



<実態調査 NO6>

1 湿度が下がるとカビが生えにくいのか調べたいと思います。そこで、パンをれいぞうこに入れて調べました。

そのけっか、カビの生え方はずいぶん少なくなりました。
しかし、これでは、太陽の光も当たらないので、カビが生えないのが温度のせいか、光のないせいなのか分かりません。この問題をかいけつするために、あなたはどんな実験をしますか。
あなたの考える実験を下に書きなさい。

2 キノコはカビの仲間です。おじさんは、キノコのさいばいをしようと考えました。さて、おじさんは、下のどの土地をかりたでしょう。自分の考えに○を付けてください。

ア 広々としたきれいな畑

イ 山と山の間の木がしげっている所



なぜ、おじさんは、そちらのほうがキノコのさいばいがしやすいと考えたのでしょうか。わけをかいいてください。

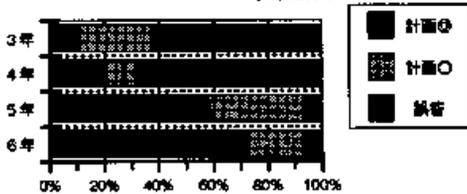
① 質問紙の内容および判断基準

No6では、「条件制御」の力と「多面的な判断」の力をみようと考えた。問題1では、条件を考えながら実験計画にその考えを反映できるかを判断できる。回答は、様々であるが、条件が制御できているかで判断した。問題2はカビに対するNo5の問題で得た事実等をもとに「多面的に」考える必要がある。回答に「光」「湿度」「温度」などの複数の根拠を示しているかで判断した。

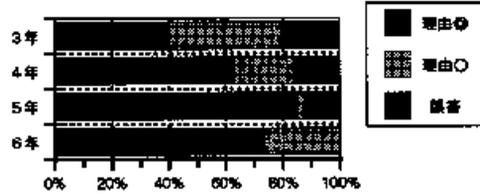
② 結果

表示文字列

No6-1 実験計画



No6-2 多面的に判断

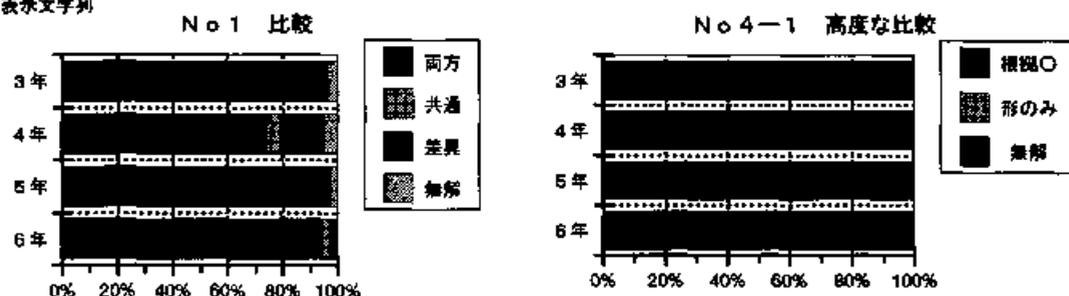


4 考察

結果をもとに現行の指導要領に示されている各学年で育む科学的な思考力の適性を考察したい。

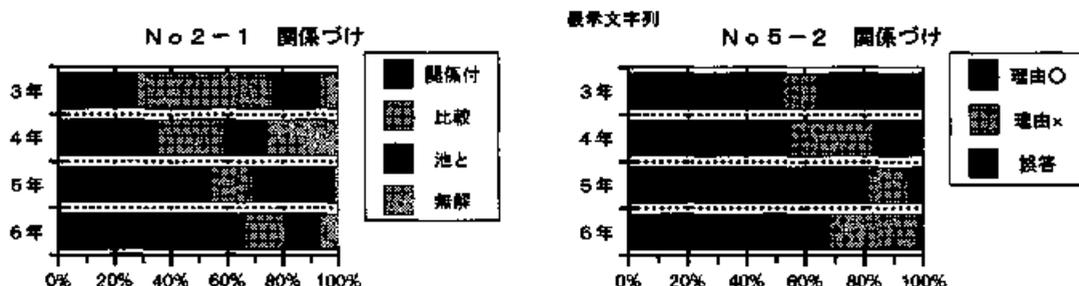
まず「比較」についてであるが、比較に関する問題は、N○1とN○4の問題1であり、その結果は下記ようになる。

表示文字列



この結果からわかるように、1対1比較では、全学年ともほとんど適切な回答がなされている。理科の導入期である3年生でも9割弱の子供が差異点も共通点も見つけることができている。1対複数比較においては、中学年で約4割、高学年で6割強の正答率であった。この結果から「比較する」力は、第3学年において育む資質、能力として適していると判断できる。ただし、1対複数比較のように高度になる場合は、児童の実態に応じることが肝要であろう。

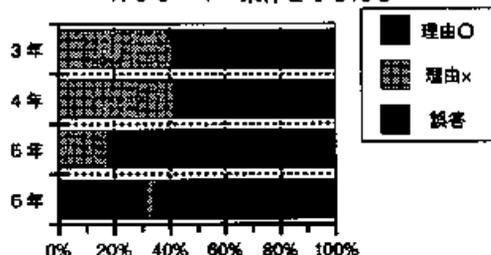
次に「関係付け」であるが、関係する問題は、N○2の問題1とN○5の問題2である。



グラフにも現れている通り、「関係付け」の力は、発達に応じて身に付いていく力であると判断できよう。3年生と4年生はほとんど差がないように見えるが、N○2の結果に目を向けると、ある事実が見えてくる。N○2の結果のオレンジの色で示した部分つまり、成長の違いを「比較」の視点から納得する子供の割合に注目したい。3年生では、単純比較（例えば、土が入っているから浮き草が増えたなど）の視点から根拠を述べている児童が多いのである。この結果から、3年生と4年生の発達段階には、壁があるように思えるのである。現行のように3年生は「比較」を中心に、そして4年生から「関係付け」という力の育成を核にした教育内容の編成が望ましいと考える。

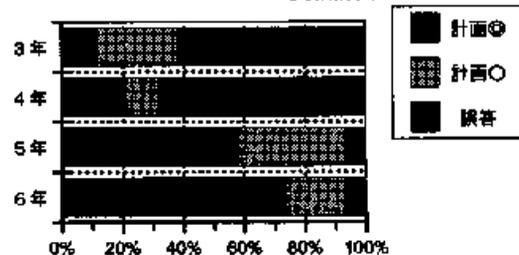
「条件制御」の力については、No 5の問題1とNo 6の問題1の結果から考察する。

No 5-1 条件をそろえる



表示文字列

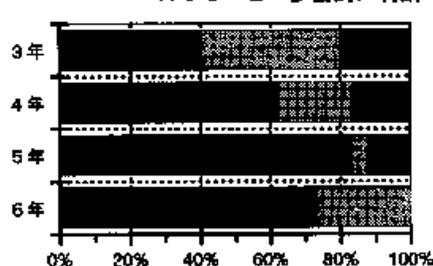
No 6-1 実験計画



No 5の問題1については、3年生から5年生まではほとんど正解していなかった。6年生になって若干正解者が出てくる。条件制御の力を育むことの難しさを示している。全体的な正解者の低さから、再度問題を改善する必要もあるかもしれないが、No 6においても約5割であり、5年生の核となる科学的な思考力を条件制御とする根拠とはなり得ないと考えた。むしろ6年生からが効果的であると判断できる。

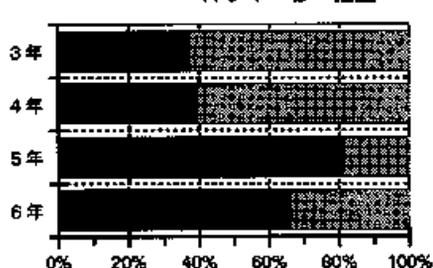
最後に、「多面的な判断」の力についてであるが、関係する問題はNo 6の問題2である。この結果は下記のようになる。

No 6-2 多面的に判断



この結果から判断すると、必ずしも高学年でのみ身につけることのできる力ではないことが伺える。4年生でも6割の児童が正解しており、理由こそ不十分だが正答という児童の数をあわせると、3年生でも8割弱になる。6年生の核となる科学的な思考力としての設定を裏付けるような結果にはならなかった。

No 4-2 推論



さて、ここで、No 4の「推論」する力についての調査結果に目を向けたい。その結果は下記のようになる。この結果を見たとき、「推論」の力は、高学年になると身に付いてくるということが判断できる。3年生と4年生間では、ほとんど変化がないが、4年生と5年生では大きな壁がある。5年生という発達段階との関わりが予想される結果となった。

この結果から高学年で育む力として「推論」を盛り込むことの大切さを感じるのである。

5 終わりに

今回、現行の指導要領理科編に示されている各学年で育む科学的な思考力について児童の実態調査を元に分析した。その分析を通して明らかになったことは、下記の5点である。

- ① 比較する力は、3年生にも十分に育てることができている。
- ② 関係付ける力は、学年が上がるごとに身に付いてきている。
- ③ 条件を制御する力は、身につけることが難しい。
- ④ 多面的な力は、各学年の差が顕著には表れない。
- ⑤ 推論する力は、中学年と高学年で大きな差がある。

調査結果から、現行の各学年で育む科学的な思考力は必ずしも適しているとは言い難く、特に5年生、6年生については改善する必要があると考える。改善する場合には、児童の問題解決能力を育むという視点と実態調査の結果から判断すると、

3年「比較」	4年「関係づけ」	5年「推論」	6年「条件制御」
--------	----------	--------	----------

と設定した方がよいと考える。「生きる力」の育成において理科が担う「問題解決能力の育成」。その実現に向けて、より児童の実態に即した指導要領となるためにも大切な改善ではないかと考えるのである。

納得、実感の深まりという観点から問題の所在を探る

福岡県糟屋郡宇美町立桜原小学校 稲垣 浩俊

〔研究の要約〕

納得、実感の深まりという観点から現行の学習指導要領の問題点を探ると、「科学概念」というキーワードが浮かんでくる。その科学概念の形成においては、学習のスパイラル構造が重要になってくる。そこで、過去の学習指導要領を検討した結果、この科学概念の系統性が失われてきていることが明らかになった。

また、納得、実感を得るためには、「より深い理解」が必要である。しかし、実際には、この「より深い理解」を妨げる問題点が多く先生から挙げられていた。これを整理すると、次の二点が明らかになった。

○高次の概念の獲得には、それに関連する低次の概念が必要であるが、その個別な内容が削除されている内容項目がある。

○スパイラル型ではなくコンセントリック型になったために、認識の発達や技能の習得の面での学習の積み上げが不足している。

そこで、スコープとシーケンスの考え方をもとに昭和 53 年、平成元年、平成 10 年の B 区分の学習内容の配列を検討し、次の学習指導要領の学習内容の配列を作成した。

1 はじめに

納得、実感の深まりという観点から現行の学習指導要領の問題を探ると、「科学概念」というキーワードが浮かんでくる。

科学概念¹⁾とは、自然科学において使用される概念であり、様々な科学用語や理論・法則などの科学的な知識などが挙げられる。この科学概念は、多くの科学者の研究活動によって生み出されたものである。そして、概念は階層構造を有しており、下位の概念はより上位の概念に包含され、最も上位の概念を基本的な概念として獲得すれば、それによって広範な事象を関連づけ、統一的に理解することが期待される。基本的科学概念としては、物質概念、エネルギー概念、時間概念、空間概念、生命概念、進化概念、平衡概念などが取り上げられている。これらの基本的科学概念は、それぞれ特定の学年や単元で完全に形成されるものではなく、理科学習を通じて繰り返し具体的な事象について経験、学習していく中で、次第に形成されていくものである。

このように、科学概念の形成は科学的能力や態度と合わせて重要なもので、この科学概念というキーワードから、納得、実感の深まりについて考察していきたい。

2 科学概念の系統性の問題²⁾

昭和 33 年学習指導要領の内容は、系統学習と呼ばれる。それは、戦後の生活単元学習に対する批判と体系的な科学知識を重視する教育への傾倒から改訂が進められた。この改訂は、教育課程審議会の答申で掲げられていた「道徳教育の徹底、基礎学力の充実及び科学技術教育の向上」といった改訂の基本方針を受けて抜本的、全面的に行われ、これまでの教育の批判から学習内容を精選して基本的な事柄に絞り、子どもの発達に即して知識技術を学習させるように最低基準として作成されたのである。

しかし、昭和 43 年の小学校学習指導要領では、国民の生活や文化の向上、科学技術や

社会の情勢のめざましい発達に伴い、系統学習における問題点が表面化し、教科理科が人間形成の上からどのような役割を果たし、どのような性格を持ったものであるかを明確にしておくことが必要になった。教育課程審議会は昭和42年10月に「具体的な事物や現象についての直接的な経験を深め、自然認識の基礎となる科学的なものの見方や考え方を育成するものであることを明確にすること」を答申し、系統学習は探究学習へと移行していった。しかし、探究学習へ移行したにもかかわらず、学習内容はほとんど減らず、教育現場ではその消化に困難を感じていた。

昭和52年改訂の学習指導要領の理科の目標では、これまでの科学的能力や態度の育成及び科学的概念の形成に加えて、観察・実験などの直接経験が重視され、自然を愛する心情の啓培が掲げられた。そして、低学年理科では、区分性が廃止され、高学年では週1時間の時数が削減された。しかし、表1に示す昭和52年度版の教科書³⁾の内容を見る限りでは、明確に系統性が残っている。

表1 大日本図書³⁾の教科書に見られる学習内容及び区分

(A1:植物 A2:動物 B1:力 B2:物質と変化 B3:光・音 B4:電気・磁気 C1:気象 C2:天体 C3:土地のつくり)

年	1年	2年	3年	4年	5年	6年	
4	花壇の草花 花壇の草花 花壇の草花 花壇の草花	A1 花壇の草花 A1 花壇の草花 A1 花壇の草花 A1 花壇の草花					
5	身近な植物 身近な植物 身近な植物 身近な植物	A1 身近な植物 A1 身近な植物 A1 身近な植物 A1 身近な植物	B1 身近な植物 B1 身近な植物 B1 身近な植物 B1 身近な植物	C1 身近な植物 C1 身近な植物 C1 身近な植物 C1 身近な植物	C2 身近な植物 C2 身近な植物 C2 身近な植物 C2 身近な植物	C3 身近な植物 C3 身近な植物 C3 身近な植物 C3 身近な植物	C4 身近な植物 C4 身近な植物 C4 身近な植物 C4 身近な植物
6	身近な動物 身近な動物 身近な動物 身近な動物	A2 身近な動物 A2 身近な動物 A2 身近な動物 A2 身近な動物	B2 身近な動物 B2 身近な動物 B2 身近な動物 B2 身近な動物	C1 身近な動物 C1 身近な動物 C1 身近な動物 C1 身近な動物	C2 身近な動物 C2 身近な動物 C2 身近な動物 C2 身近な動物	C3 身近な動物 C3 身近な動物 C3 身近な動物 C3 身近な動物	C4 身近な動物 C4 身近な動物 C4 身近な動物 C4 身近な動物
7	力 力 力 力	B1 力 B1 力 B1 力 B1 力	B2 力 B2 力 B2 力 B2 力	B3 力 B3 力 B3 力 B3 力	B4 力 B4 力 B4 力 B4 力	B5 力 B5 力 B5 力 B5 力	B6 力 B6 力 B6 力 B6 力
8	物質と変化 物質と変化 物質と変化 物質と変化	B2 物質と変化 B2 物質と変化 B2 物質と変化 B2 物質と変化	B3 物質と変化 B3 物質と変化 B3 物質と変化 B3 物質と変化	B4 物質と変化 B4 物質と変化 B4 物質と変化 B4 物質と変化	B5 物質と変化 B5 物質と変化 B5 物質と変化 B5 物質と変化	B6 物質と変化 B6 物質と変化 B6 物質と変化 B6 物質と変化	B7 物質と変化 B7 物質と変化 B7 物質と変化 B7 物質と変化
9	光 光 光 光	B3 光 B3 光 B3 光 B3 光	B4 光 B4 光 B4 光 B4 光	B5 光 B5 光 B5 光 B5 光	B6 光 B6 光 B6 光 B6 光	B7 光 B7 光 B7 光 B7 光	B8 光 B8 光 B8 光 B8 光
10	電気 電気 電気 電気	B4 電気 B4 電気 B4 電気 B4 電気	B5 電気 B5 電気 B5 電気 B5 電気	B6 電気 B6 電気 B6 電気 B6 電気	B7 電気 B7 電気 B7 電気 B7 電気	B8 電気 B8 電気 B8 電気 B8 電気	B9 電気 B9 電気 B9 電気 B9 電気
11	気象 気象 気象 気象	C1 気象 C1 気象 C1 気象 C1 気象	C2 気象 C2 気象 C2 気象 C2 気象	C3 気象 C3 気象 C3 気象 C3 気象	C4 気象 C4 気象 C4 気象 C4 気象	C5 気象 C5 気象 C5 気象 C5 気象	C6 気象 C6 気象 C6 気象 C6 気象
12	天体 天体 天体 天体	C2 天体 C2 天体 C2 天体 C2 天体	C3 天体 C3 天体 C3 天体 C3 天体	C4 天体 C4 天体 C4 天体 C4 天体	C5 天体 C5 天体 C5 天体 C5 天体	C6 天体 C6 天体 C6 天体 C6 天体	C7 天体 C7 天体 C7 天体 C7 天体
13	土地のつくり 土地のつくり 土地のつくり 土地のつくり	C3 土地のつくり C3 土地のつくり C3 土地のつくり C3 土地のつくり	C4 土地のつくり C4 土地のつくり C4 土地のつくり C4 土地のつくり	C5 土地のつくり C5 土地のつくり C5 土地のつくり C5 土地のつくり	C6 土地のつくり C6 土地のつくり C6 土地のつくり C6 土地のつくり	C7 土地のつくり C7 土地のつくり C7 土地のつくり C7 土地のつくり	C8 土地のつくり C8 土地のつくり C8 土地のつくり C8 土地のつくり

12	植物の生長と環境との関係 石けん分と界面活性剤 水に溶けるものと溶けないもの	B:2 B:4 B:4 B:4 B:4 B:4	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	O:2 O:2 A:1 A:1 A:2	B:4 B:4 B:4 B:4 B:4 B:4	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	C:2 C:2 B:1 B:1 B:1 B:1
1	磁石の性質 磁石の付く金属の付かない金属 磁石の引きつけ方	B:4 B:4 B:4 B:4 B:4 B:4	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	B:4 B:4 B:4 B:4 B:4 B:4	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	C:2 C:2 B:1 B:1 B:1 B:1
2	磁石のはたらき 磁石の付く金属の付かない金属 磁石の引きつけ方	B:4 B:4 B:4 B:4 B:4 B:4	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	B:4 B:4 B:4 B:4 B:4 B:4	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	C:2 C:2 B:1 B:1 B:1 B:1
3	磁石のはたらき 磁石の付く金属の付かない金属 磁石の引きつけ方	B:4 B:4 B:4 B:4 B:4 B:4	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	B:4 B:4 B:4 B:4 B:4 B:4	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	B:2 B:2 B:2 B:2 B:2 B:2	C:2 C:2 B:1 B:1 B:1 B:1

つまり系統学習が批判されたのちも、スコープとシーケンスというカリキュラム構成の考え方は尊重され、スパイラル構造は大切にされてきたといえるであろう。

しかし、平成元年度学習指導要領より「生活科」が新設され、その系統性が不明確になっていった。さらに、平成10年改訂の学習指導要領では、3割近い内容の削減と精選が行われ、授業時数の削減と合わせて、基礎基本的知識の不理解と学力低下が問題化してきた。この改訂により、学習内容は、各学年の単元ごとに集約された配列となり、「コンセントリック型」⁴⁾の構造へと変化してきた。

よって、昭和53年度まで明確だった内容配列を検討し、科学概念の系統性を次なる改訂における一つの見直しの視点とすべきであろう。

3 より深く理解させることを妨げる問題

(1) 「より深い理解」とは

子どもたちは、問題に出会い、主体的に検証し、結論を導き出す。その探究過程を通して、手続的な知識や宣言的な知識を獲得する。しかし、その知識は、断片的なことが多い。その獲得した知識は、それに関連する様々な事象に適用したり新たな発見と結びつけたりすることを通して、断片的だった知識は意味ネットワークとして構造化される。そして、その適用や再発見の体験こそが、その知識の価値を実感させるのである。評価観点である「知識・理解」を獲得した状態とは、まさにこの知識の価値を実感できた学習者の状態であろう。よって、「より深い理解」とは、「知識・理解」として十分に満足した状態であり、科学概念が学習者にとって実り豊かな(Fruitfulness)ものとして価値づけられることである。

森一夫は、子どもが「わかる」という状態を三段階で表現している。最初の段階は、何かで読んだり人から聞いたりして、自然をただ「知っている」(I see とか I know)レベルである。次の段階は、自然を「理解する」(I understand)レベルであり、最後の段階として、自然の妙趣を「感得する」(I appreciate とか I make out)レベルとなる。そして、子どもが自然を「感得する」レベルに達するためには、科学的自然観が身につけていなければならないと指摘している。この科学的自然観とは、「科学的な見方」であり、「科学的な考え方」とは区別されるものである。物や現象を「比較する」という科学的な思考を通して「多様な物があるが、物にはどれも決まった性質がある」という見方ができるようになったり、要因と変化の「関係づけ」を考えさせながら「いろいろな現象や変化には、きまりがある」という見方を身につけさせるのである。

この森の言う科学的自然観を身につけさせるためには、自然事象に対してより多くの働きかけが必要であり、これが「より深い理解」への条件となるであろう。

しかし、現在、削除・移行された内容のために、この「より深い理解」へと高まっていくことを妨げている事項もある。そこで、「理科教育の内容とその配列に関する基礎的・実証的研究」（課題番号：14022257，平成14年度科学研究費補助金（特定領域研究）研究成果報告書）の中に見られる、「より深い理解」へと高まっていくことを妨げている問題点をいくつか主なものを整理しておく。

(2) より深く理解させることを妨げている問題点

① A区分

- ・植物体の養分・水分の通り道が削除され、ジャガイモの養分貯蔵が理解できない。
- ・人間の感覚や恒常性機能といった人体の基礎的内容は必要である。
- ・「卵生」と「胎生」を同価値の課題として扱うことに無理がある。

② B区分

- ・電流計や上皿天秤の操作技能が習熟しない。
- ・第5学年に「電気」の学習がないための連続性が途絶える。
- ・「振り子」と「衝突」は選択にせず、両方とも経験させることが条件制御の資質能力の定着につながる。
- ・「てことてんびん」の学習は、重さや釣り合いの学習後にてこの仕組みを学習すべきである。

③ C区分

- ・「太陽高度や雲、風」が削除され、気象に対する基礎的な見方が低下する。
- ・「地層」の学習は野外観察が困難である。
- ・「星や月」（4年）では、空間の認識や観測の方法の習熟に時間が必要である。
- ・「土地の構成物」の学習が「土地のでき方」の科学的な根拠に必要である。

ここには主なものを挙げたが、問題点を二つにまとめると、

○高次の概念の獲得には、それに関連する低次の概念が必要であるが、その個別な内容が削除されている内容項目がある。

○スパイラル型ではなくコンセントリック型になったために、認識の発達や技能の習得の面での学習の積み上げが不足している。

4 スパイラルな内容配置の問題

(1) スコープとシーケンスの捉え方

蛭谷は、教科とは教材の最適化を具体的な活動として組織したものであり、文化の内容としての知的体系と方法を支える価値の体系とをもって、教材の機能を具体的に提示するものであるとしている。（蛭谷米司「教科教育学の成立と文化(2)」広島大学教育学部紀要 第1部第25号 pp.121-128, 1976）この言葉から考えると、理科という教科は、文化の内容としての知的体系である科学概念と、自然に働きかける方法としての価値体系である問題解決の資質能力の両面から理科を組織する必要があるということである。言い換えれば、自然科学という文化の伝達・伝承と、その文化の創造・変容という両軸が、理科のカリキュラムの構成にとって必要不可欠な要素であるということである。

松本も、理科教育を組織するに当たっては、「学習者の人間形成として、ことに自主的、主体的、創造的な文化の生産能力の形成に重きを置いた豊かな人間性の育成を期待する観点から、単に自然や自然科学についての知識・理解という知的体系を深めるというものだけでなく、人間としての生きがいや幸福や生き方などに対する望ましさの価値判断や意志決定の仕方となる価値体系の形成を目指す」べきであると指摘している。

カリキュラムの構成は、この学習内容の範囲（スコープ）の設定の仕方と、それらを各学年ごとに積み上げていく累積の系列（シーケンス）のとり方の二者によって性格づけられる。

初等理科教育のスコープの設定は、昭和 43 年のわが国の小学校学習指導要領の改訂以来、「生物とその環境」「物質とエネルギー」「地球と宇宙」という三区分で構成する考え方をとっている。自然の事物・現象は、その存在や変化の特徴である不可逆的変化、非等質と全体性・個性性、動的平衡、開放系、相互適合性などの自然の事物・現象を認識する際の存在様式の特徴から、生命体と非生命体に区別される。生命体を中心とした自然の事物・現象のまとまりが「生物とその環境」という区分であり、非生命体を中心としたまとまりが「物質とエネルギー」という区分である。そして、非生命体である宇宙や地球の存在の認識や変化の認識は、長大な時間意識と巨大な空間意識、生命体の変化に対する不可逆的変化や動的平衡という認識が必要で、「物質とエネルギー」と区別して「地球と宇宙」というもう一つの区分が設定されたのである。

シーケンスの設定では、学習内容にスパイラル（螺旋）構造の階層性をとり、学年間の累積性が重視されるものである。この設定には、知識構造の捉え方が大きく関係している。それは、経験や知識は新たな経験を累積するたびにそれまでの経験や知識とその新たな経験とが統合され、それらの経験や知識に質的な変容を生じ、その変容の質と変容のスピードに累積効果があるとするスパイラル構造の捉え方である。経験の積み重ねとして類似の内容をもつ経験の繰り返しに累積効果が認められるのである。このスパイラル構造は、ブルナー（Bruner, J.）が彼の著書「教育の過程」（1961）において、「適切な指導の順序さえ考慮すれば、子どもにさらに高度な知識を与えることができる」と述べ、彼が指導の構造化の理論としてこのスパイラル構造を用いて以来、強い注目を集めたとされる。

(2) 学習指導要領改訂に伴う内容配列の変遷⁵⁾

松本は、このスパイラル構造について、少しずつ異なる類似の内容を繰り返し積み上げるので、学習の広がりや深まりを保障することができるが、その積み上げ方や回数、間隔などの配列問題については科学的な説明は明確でなく、経験則に頼らざるを得ないのが現状であると指摘している。

彼は、B 区分に限定して表 2、表 3 に示すように、昭和 52 年改訂と平成元年改訂の学習指導要領に示されている学習内容からシーケンス表を作成した。スコープとしては、「水溶液」「空気と燃焼」「力と重さ」「電気と磁気」「光」「音」「熱と温度」の七つに分けている。筆者はさらに、表 4 に示すように平成 10 年改訂の学習指導要領の学習内容からシーケンス表を作成した。この三つの表を比較して言えることは、中山玄三が指摘しているスパイラル型からコンセントリック型へと構造が変化してきていることを裏付ける結果である。なぜなら、「水溶液」の単元は、高学年に集中し、力学単元や「熱や温度」の学習も、1 つの学年に集中している。また、光学単元も中学年に集まっていて、三つの学年に唯一位置付いている「電気と磁気」の学習も、5 年生では学習していないという現状である。

表2 昭和52年改訂のB区分のシーケンス (松本勝信氏が作成した表を引用, 1992)

	水溶液	空気と燃焼	力と重さ	電気と磁気	光	音	熱と温度	
6年	水溶液の性質 ・気体に溶けた水溶液 ・酸性、中性、アルカリ性 ・金属を溶かす水溶液	炎と燃焼 ・炎の色、明るさ、温度 ・炎と燃焼 ・炭と燃焼 ・炭と燃焼 ・木炭と燃焼する気体	てこ ・てこのはたらき ・力の大きさと物の重さやばねの伸び ・おもりの位置とてこを傾ける働き ・てこのつりあい ・力の方向や大きさ	磁石 ・巻き線と鉄心の磁化 ・電流の向きと極の変化 ・磁石の強さと電流の強さ、巻き線 ・電流の強さと電流計				物の温まり方 ・金属の温まり方 ・物による熱の伝わり方の違い ・空気や水の温まり方 ・温度による体積変化と重さの保存
6年	水溶液の濃さと重さ ・濃さの保存 ・濃さの違いと重さの違い ・溶ける量の限度 ・蒸発乾固	空気と燃焼 ・燃焼と空気 ・炭素と燃焼 ・空気と酸素 ・植物体の燃焼と酸素、二酸化炭素 ・空気と二酸化炭素			光の進み方 ・直進 ・反射、屈折 ・凸レンズと焦点 ・日光と物の温まり方	音の出方と伝わり方 ・音の伝わり方 ・物による音の反射の違い ・音の強さと物の震え		
4年	水温による物の溶け方 ・物の水の中での広がり方 ・水温と溶ける量、析出		てんびん ・つりあいと支点からの距離 ・おもりの形、位置、水の長さ ・物の重さと分銅の重さ ・物の重さとばねの伸び	豆電球の明るさ ・豆電球、乾電池の数とつなぎ方と明るさ ・電流と方位磁針 ・乾電池の消耗と明るさの変化			温度による空気や水の変化 ・温度変化と体積変化 ・水、水、水蒸気	
3年		空気の弾性 ・空気の押し縮みとつかさ、手応え、物を動かす働き ・空気と水の押し縮み	風車 ・風の強さと風車の回り方 ・風車の働きとゴムやばねの伸び、おもりの重さ	磁石のはたらき ・異極、同極 ・磁石と南北 ・磁石と鉄の磁化	鏡や虫めがねと日光 ・鏡の向きと反射の向き ・日光の集まりと明るさ、暖かさ ・虫めがねの大きさと日光の明るさ、暖かさ			
2年	溶ける様子と溶かし方 ・物と水の変わる様子 ・水温と溶ける速さ	空気の存在 ・空気の閉じ込め ・水中での泡	おもりで動くおもちゃ ・おもりの重さと動き方 ・おもりの位置と動き方	乾電池、豆電球、導線 ・つなぎ方と点燈 ・電気を通す物、通さない物		音 ・音のでている物と震え ・音を伝える物		
1年	植物の葉、花、果の汁 ・汁の色、匂い、手ざわりなどの特徴		動くおもちゃ ・風の動き ・ゴムの動き	磁石 ・付く物、付かない物 ・磁石のはたらき	日光と影のでき方 ・影の向き ・物と影の形、濃さ			

表3 平成元年改訂のB区分のシーケンス (松本勝信氏が作成した表を引用, 1992)

	水溶液	空気と燃焼	力と重さ	電気と磁気	光	音	熱と温度
6年	(1)水溶液の性質 ・酸性、中性、アルカリ性 ・気体に溶けた水溶液 ・中和 ・金属を変化させる水溶液	(2)燃焼と空気 ・植物体の燃焼と酸素、二酸化炭素 ・植物体の燃焼と炭 ・金属の燃焼		(3)磁石と電流の働き ・電流の方向と磁石の極 ・磁石の強さとモーター ・電熱線と電流の強さ			
5年	(1)水の温度や量による物の溶け方 ・溶ける量の限度と重さの保存 ・水の温度や物による溶ける量と溶けている物の取り出し方 ・蒸発乾固		(2)てこの仕組みと動き ・おもりの位置とてこの傾き ・支点、力点、作用点 ・釣り合いのきまり (3)おもりと物の動き ・おもりの周期と糸の長さ	(3)乾電池や光電池と電気(光)の働き ・電池の数と豆電球の明るさ、モーターの回り方 ・光電池とモーターの回り方	(3)光電池と光(電池)の働き ・光電池とモーターの回り方		
4年			(2)てんびんと物の重さ ・釣り合いと支点からの距離、物の重さ ・物の重さと体積	(3)乾電池や光電池と電気(光)の働き ・電池の数と豆電球の明るさ、モーターの回り方 ・光電池とモーターの回り方	(3)光電池と光(電池)の働き ・光電池とモーターの回り方		(1)温度による金属、水、空気の変化 ・金属、水、空気の体積変化 ・金属、水、空気の温まり方の違い ・水、水、水蒸気の変化
3年	(1)空気、水の性質 ・空気の集め方とつかさと手ごたえ ・空気と水の押し縮みと物の動き			(3)電気、磁気と物の性質 ・電気を通す物、通さない物 ・磁石に付く物、付かない物 ・異極、同極	(2)物の性質と光(音) ・光と物の明るさや暖まり方	(2)物の性質と音(光) ・音の出方や伝わり方と物の震え	

表4 平成10年改訂のB区分のシーケンス

	水溶液	空気と燃焼	力と重さ	電気と磁気	光	音	熱と温度
6年	水溶液の性質 ・酸性、中性、アルカリ性 ・気体に溶けた水溶液 ・金属を変化させる水溶液	ものの燃え方と空気 ・物の燃え方と酸素 ・物が燃えるときに起こる変化		電磁石のはたらき ・電流の方向と電磁石の極 ・電磁石の強さとキーター			
5年	ものの溶け方 ・水溶液と水溶液の重さ ・水に溶ける量 ・溶かした物の取り出し方		てこものの重さ ・てこの仕組みや働き ・てこを利用した道具 ・てんびんの釣り合い 〔遷状〕 ふりこの動きとおもりのはたらき ・振り子の動き ・おもりのはたらき〔衝突〕				
4年		閉じ込めた空気と水 ・空気と水の押しこみと手応えの違い		乾電池のはたらき ・乾電池の数とはたらき	電池のはたらき ・光電池のはたらき		ものの温度とかさ ・空気、水、金属の温度とかさ ・空気、水、金属の凝まり方 自然の中の水 ・水、水、水蒸気の变化
3年				豆電球にあまりをつけよう ・豆電球が点灯するつなぎ方 ・電気を通す物、通さない物 磁石で調べよう ・磁石に付く物、付かない物 ・磁石の性質	太陽の光のはたらき ・光の反射と直進 ・光を当てた物の暖かさと明るさ ・虫めがねを使った光集め		

ここまで、B区分だけで検討してきたが、C区分でも同様であった。また、A区分についても、「人体」の学習は全く行われず、どの区分においても、系統性という観点から見れば学習配列に問題があることは明らかである。

(3) 新しく提案したいA・B・C区分の学習配列

そこで、筆者なりにこれまでの学習指導要領をもとに、表5に新しく提案したいB区分のシーケンス表を作成した。スコープはこれまで通りとし、シーケンスは資質能力で階層化した。あくまでの案であるので、時数や細かな内容にまでは踏み込んでいない。しかし、問題点を解消するために次の点に留意している。

- ・力学単元は、重さの概念から釣り合い、てこの働きに発展させる。
- ・水溶液単元は、溶かす物による違いから定量実験、性質へと発展させる。
- ・水溶液単元の4・5年、力学単元の4年で、上皿天秤の使い方を習熟させる。
- ・「電気と磁気」の学習は、毎学年に位置づけ、高学年で電流計の使い方を習熟させる。
- ・「熱と温度」の学習では、4・5・6年でアルコールランプの使い方を習熟させる。
- ・「衝突」と「振り子」は、選択学習にしない。
- ・エネルギー教育を入れた。
- ・無くなっていた「音」の単元を再配置した。
- ・「流れる水のはたらき」と「自然の中の水」を関連づけた。
- ・3年生は、五官を使った活動中心単元とし、4年生からは理科室中心の実験・観察活動に重点を置く。

さらに、合わせて表6、表7にA区分、C区分についても提案したい。

表5 筆者の考えるB区分のシーケンス表

	水溶液	空気と燃焼	力と重さ	電氣と磁気	光	音	熱と温度
6年	水溶液の性質 ・酸性、中性、アルカリ性 ・気体に溶けた水溶液 ・金属を変化させる水溶液	ものの燃え方と空気 ・物の燃え方と酸素 ・物が燃えるときに起こる変化	てこのはたらき ・てこの仕組みや働き ・てこを利用した道具	乾電池のはたらき ・電流の方向と電磁石の極 ・強い電磁石の条件	光・風のエネルギー ・光電池 ・風力発電		ものの溜まり方 ・空気、水、金属の溜まり方
	多面的に分析	多面的に変化を捉える	多面的に道具性し	強い電磁石の条件	ものづくり		多面的に熱移動を捉える
5年	ものの溶け方 ・温度と溶け方 ・水の量と溶け方 ・溶かす物と溶け方 ・溶かした物の取り出し方		物の動き ・振り子 ・衝突	乾電池のはたらき ・直列つなぎと並列つなぎ ・回路に流れる電流			自然の中の水 ・氷、水、水蒸気の変化
	実験制御		条件制御	実験計画			状態変化と温度測定
4年	もつと溶かそう ・水溶液と水溶液の重さ	閉じ込めた空気と水 ・空気と水の圧し縮みと手応え	重さとてんびん	磁石の性質 ・極同士の関係 ・いろいろな磁石の極と磁力の働く場所 ・割れた磁石の極磁化	日光と色		ものの温度とかさ ・空気、水、金属の温度とかさ
	溶かした量と重さの関係	圧力と体積変化の関係	重さと釣り合いの関係	2つの磁力の関係	色と溜まり方の関係		温度と体積変化の関係
3年	いろいろなものを溶かそう ・味の違い ・量の違い ・色の違い			豆電球や磁石で調べよう ・豆電球が点灯するつなぎ方 ・電気を通す物、通さない物 ・磁石に付く物、付かない物	太陽の光のはたらき ・光の反射と直進 ・光の明るさ ・ゆめがねを使った光集め	手づくり楽器 ・音の対象の違い ・音の高低の違い	
	違いで見分ける五官を通した活動			2つに分ける分類活動	明るさの違い	振動の違い	

表6 筆者の考えるA区分のシーケンス表

	植物	動物	環境
6年	生き物と養分 ・植物の葉と日光 ・水分や養分の通り道	からだのつくりとはたらき ・体のつくり(骨格・感覚器官) ・人や他の動物の呼吸と肺のつくり ・人や他の動物の食べ物と消化、吸収、排泄 ・血液の循環 ・拍動と脈拍	わたしたちをとりまく環境と生活 ・人の生活と自然環境 生き物のくらしと自然環境 ・空気、水、食べ物と生き物 生き物と無生 ・生命の尊重 ものをつくり出す空気 ・種類による大気の違い 水と水の性質 ・使った製品の処理 ・許容性 ・不衛生の分類、検査
5年	発芽と養分 ・発芽と水、空気、湿度 ・発芽と種子の中の養分 植物の成長と肥料・日光	メダカのはたらき ・魚の産卵 ・魚の発生や成長 メダカの食べ物(水の中の小さな生き物) 人のたんじょう ・母体内での成長と誕生	生命のつみか 生命のたんじょう ・生命の尊重 ・生命の連続性 凍れる水のはたらき ・生命の尊重
4年	植物を調べよう ・植物の体のつくりの巧みさ (へちまのつる、雑花・雑花、葉の付き方、実のつき方) 植物の実や種子のつき方 ・花のつくりと受粉、結実	昆虫を調べよう ・昆虫の食べ物 ・昆虫の体のつくり(特徴)と食べ物の関係 ・昆虫の食べ物とすみかとの関係	季節と生き物 昆虫をしらべよう ・生命の尊重 ・生命の連続性 ・植物や動物の成長と環境(気温)とのかかわり 電池のはたらき ・資源やエネルギーの有様性
3年	植物を育てよう ・植物の成長の順序 ・植物の子葉と葉の様子 ・葉、茎、根のつくり(3つの部位) ・種類による特徴(季節ごとの比較)	昆虫を育てよう ・昆虫の成長の順序(完全変態) ・昆虫の成長の順序(不完全変態) ・昆虫の体のつくり(3つの部位) ・昆虫の種類(季節ごとの比較)	植物を育てよう そのことを育てよう ・生命の尊重 ・生命の連続性 ・生物多様性 太陽の光のはたらき ・太陽エネルギー しじょうしてつくりよう ・空気をきれいにする

※「植物」、「動物」の学習は、全体的・直覚的(3年)なものから表面的・部分的(4年)、内部的・組織的(5・6年)へと植物や動物の見方・捉え方を発展させる軸で考えている。

表7 筆者の考えるC区分のシーケンス表

	気象	天体	土地のつくり
6年		星 ・星の明るさや色 ・星の動き（基本的な観察方法の定着）	土地のつくり ・橋樑橋の見える土地（堆積物の種類） ・岩石や火山灰でできた土地 土地の変化（選択） ・火山による土地の変化 ・地震による土地の変化
6年	天気の変化 ・天気の変化とその予想 ・天気と気温 ・台風の動きと天気の変化 ・日本の天気（春・夏・梅雨・秋・冬の天気）		流れる水のはたらき ・水の流れる変化と働き ・雨上がりの地面の様子 ・川の水のはたらき（川の内外の流遷） ・流れる水と変化する土地（川の蛇行） ・洪水を防ぐ工夫
4年	自然の中の水 ・水の蒸発 ・水の三態変化によって起こる自然現象	月 ・昼間に見える月の動き（基本的な観察方法） ・満月・半月・三日月の見える方位	
3年	日なたと日陰 ・日なたと日陰の地面の明るさと暖かさ ・日なたと日陰の地面の濡り具合	太陽の動きとかげの動き ・太陽の位置と日陰の関係 ・太陽の動きと影の向き（大まかな観測方法）	

※「気象」、「天体」、「土地のつくり」の学習は、身近な存在・現象から遠くの存在・地球規模の現象へと発展させる軸で考えている。

5. 納得、実感させる方法の問題

(1) 納得、実感させる方法とは

子どもが納得・実感するためには、その前段としてそれに至るまでの心的状態の高揚が必要であることは言うまでもない。自然事象に対峙した子どもが、それに関心を示さなければ、学習は始まらない。まず、導入における「選択的注意（興味関心）」や「必要感」の喚起が学びの出発点となるべきであろう。そして、解決したいという欲求が確かな見通しをもたせ、「期待感」を高揚させるであろう。この心的なエネルギー⁶は検証活動に没頭させ、結論を導出させる。それによって、動因は低下し、「達成感」を感得させるであろう。これが、「納得」の状態である。つまり、納得とは一連の目標志向的行動の結果として導き出される心的な状態であると考え、この目標志向的行動の一連の流れは、E.L. デシの自己決定の系列⁷やD.P. オズベルの動機づけの系列⁸を参考している。

また、ポスナーらは、次の条件によって、学習者は自分の概念生態系の中で新しい概念の地位を向上させ、逆に競合する概念の地位を低下させるとしている⁹。

- ①学習者が保持する既存の概念に対して不満(Dissatisfaction)をもたせる。
- ②学習者にとって新しい概念がわかりやすく(Intelligible)なければならない。
- ③新しい概念はまことしやか(Plausible)に見えなくてはならない。
- ④新しい概念は実り多い(Fruitful)可能性を示唆しなければならない。

これらの4つの条件から「納得」について考えると、②～④の条件は重要になる。学習者は検証を通して既存の概念に不満をもち、新しい概念を獲得する。しかし、その新しい概念は、学習者にとって説明可能で、絶対真なるものと信じることができ、他へも適用可能なものでなければならない。これまでは、条件の①については実際の学習において認知的葛藤という言葉で盛んに取り入れられてきた。②～④の条件には、あまり注目されてこなかったと感じる。つまり、「納得」ということは、この①～④の4つの条件を満たすことであると考え。

情意面や認知面から納得について検討したが、子どもが納得するためには、学びの必然性と追究意欲の喚起・継続、さらには、獲得した概念の有用性の実感が必要なのである。

納得と実感を区別することは難しい。しかし、あえて学習場面で考えると、概念獲得の段階で納得が得られ、概念の応用・適用の段階で実感が得られると考える。

尾場瀬は、鹿児島県教育センターの指導資料の中で、次のようなことを述べている¹⁰⁾。「児童がきまりを実感し、納得してとらえるためには、そのきまりをとらえることのできる実験だけでなく、事象に関する児童の素朴な誤った考えを修正させる実験を行う必要があることが分かる。また、児童の素朴な誤った考えを容認させる実験を行うだけでなく、きまりと児童の考えをつなぐための実験を行うことも、きまりを実感する理科学習を創造するために必要である。」

この尾場瀬の言葉を借りれば、誤概念の修正や素朴概念の再構築が「納得」の段階であり、その納得したきまりを様々な事象に適用し、理解したことを事例に当てはめて考える事例化¹¹⁾(Instanciation)が「実感」の段階である。

この事例化の一つが、ものづくりである。しかし、前掲した科研費成果報告の中にも、製作技能の問題や時間数の不足が指摘されている。つまり、納得・実感させるための事例化は、時間確保が大きな障害になっていることは確かである。

(2)教科書に見られる「納得・実感させる方法」の分析

納得・実感させる方法として、「ものづくり」「日常生活との関連」「自然災害」の3つの事例を教科書には導入している。そこで、平成14年度版の大日本図書「楽しい理科」の教科書からその主な事例(挿し絵や学習に直接関係する内容以外)を抜き出し、尾場瀬が考えた「納得・実感の四観点」に「科学への興味関心」を加えて分析を試みた。それが、表8である。

納得・実感について評価する五つの観点は、以下のようなものであり、表中には、このア～オの記号で評価してみた。

- ア：きまりの理解が深まっているか
- イ：生活と理科学習をつないでいるか
- ウ：科学の有用性、人間の知恵のすばらしさに気づけるものか
- エ：科学することの良さ、きまりの良さを実感できるか
- オ：科学への興味関心が膨らんだか

この結果から考えて、納得・実感させることに効果の大きい事例は、やはり「ものづくり」であった。しかし、その「ものづくり」が工作的活動で終わったり短い時間で子どもに不満が残った状態であったりと理想的な「ものづくり」が実施されていない現状があった。

また、教科書には日常生活との関連を図った事例が多数紹介されていた。しかし、いくら日常生活との関連を意識して教科書の中に多くの資料を入れていても、それに対して事例化していかなければ長期的な効果は望めず、興味関心の観点から考えても個人差は大きく、理科好きな子どもとそうでない子どもの二極化が浮き彫りになると考えられる。よって、日常生活との関連をより一層充実させるためには、日常生活の中にある典型的な事例をまず追究させ、それに関連する様々な事例にアプローチする経験を多く積み重ねていくことが大切であろう。

さらに、自然災害は科学と密接に関わっている。現代社会でも、この自然災害を学習に取り入れることは意義深いことは確かである。しかし、身近な問題としての実感度という点から考えて地域差があることや、そのメカニズムまで踏み込めないためによほど印象的な映像資料などを準備しない限りは実感へは高められないであろう。

このように、教科書には学習指導要領に明記されている「ものづくり」「日常生活との関連」「自然災害」を積極的に取り入れているが、それほどの効果が出ていないと言える

であろう。

	ものづくりの事例		日常生活との関連の事例		自然災害の事例	
6年	電磁石を使ったおもちゃ	アイ ウ エ オ	わたしたちをとりまく環境 資料「火を使う時の工夫」 資料「物を燃やすことと地球の環境変化」 資料「ボーリング調査」 資料「エベレスト山と化石」 資料「火山灰のがけ」 資料「火山の噴火予知と地震予知」 資料「化石は過去からのメッセージ」 資料「リトマスこけ」 資料「酸性雨と空気の汚れ」 資料「電磁石の働きを利用した機械や装置」 資料「生き物に含まれる水の割合」 使われた水のゆくえ	イ ウ イ ウ オ イ ウ オ イ オ イ オ	火山 地震	イ イ
5年	てんびん	アイ ウ エ オ	資料「気象観測」 資料「天気についての言い習わし」 資料「植物（野菜）の成長とわたしたち」 資料「子宮の中のかんきょう」 資料「植物の実を作る工夫」 資料「台風の被害と被害を防ぐ工夫」 資料「科学者の話（アルキメデス・ガリレオ・ニュートン）」	イ オ イ イ オ イ ウ オ	台風・高潮 洪水	イ イ
4年	電気で動くおもちゃ 空気でっぼう	アイ ウ エ オ ア エ オ	資料「光電池の利用」 資料「七夕の話」 資料「プラネタリウム」 資料「渡り鳥」 資料「ばたと動く一円玉」 資料「身の回りのもののかさの変化」 資料「温められて上がる空気の利用」 資料「星座の話」 資料「宇宙を調べる」 資料「蒸発と乾燥」 資料「自然の中の氷」	イ ウ オ オ イ ウ イ ウ オ イ オ		
3年	日時計を作ろう じしゃくのおもちゃ	アイ ウ エ オ アイ ウ エ オ	資料「役に立つ太陽の光」 資料「役立つじしゃく」	イ ウ イ ウ		

表8 教科書に見られる事例の納得・実感に対する評価（平成14年度用「楽しい理科」大日本図書）

(3) 「納得・実感させる方法」の提案

「ものづくり」を始め、「日常生活との関連」や「自然災害」も、学習の中に位置づけることは大切であると誰もが認識している。しかし、筆者はあえてそれらを区別せず、限定条項もはずし、「実感するための活動」の中に事例として自由に位置づけるべきだと考える。堀は、ボトムアップ・トップダウンの学習法を提案¹²⁾しているが、筆者は「納得するための学習活動（トップダウン・演繹的学習）→実感するための活動（ボトムアップ・帰納的学習）」の二段階教授法を提案する。一段階目は、日常生活では誰もが理解可能な典型的な事例で学習し、二段階目に、一段階目で獲得した概念（枠組み）を適用して多様な事例にアプローチしていく学習である。

一段階目の学習活動の特徴は、教師が大いに関わり、子どもが「腑に落ちる」納得をさせる誘導型の枠組み教授である。もちろん、子どもが「腑に落ちる」前提条件は、学びの必然性や解決への欲求を高めた状態が必要であることは言うまでもない。そして、二段階目は、子どもが主体となり、獲得した枠組みを様々な事象に自由に適用させる事例化の活動である。この事例化に「ものづくり」「日常生活との関連」「自然災害」を事例として

位置づけることで、科学の有用性や自分で適用できた有能感や自律感を感得することができるであろう。

おわりに

最後に、筆者の理科教育観を述べたい。

理科教育は、自然科学を対象として人間形成を行う唯一の教科である。そこには、大きな二本の柱が存在する。一本は、文化の伝達・伝承であり、もう一本は科学の方法の習得である。この両者のバランスが均衡することが、豊かな人間形成につながるはずである。そこで、文化の伝達・伝承にウエイトを置いた学習と科学の方法の習得にウエイトを置いた学習を併用したカリキュラム構成を期待したい。

文化の伝達・伝承にウエイトを置いた学習は、枠組み教授・事例化学習ともいうべきもので、学習の早い段階で教師の誘導のもとで子どもたちが枠組みを共有し合い、その共有し合った枠組みを大いに適用して事例化していこうとするものである。この学習は、明らかに子どもの誤概念が強く混乱を招きやすい目に見えない自然事象の場合などは有効であろう。もう一方は、仮説-確証・反証型の学習である。この学習では、ある程度きちんとした仮説や実験方法が設定でき、結果が1つに収束できるような場合に有効であろう。これらは、型にはめた学習であるが、もう一つ伸び伸びと自由に自然事象にアプローチさせるミッシング・アバウト的な学習があってもよいであろう。

人間形成から考えれば、枠組み教授・事例化学習と仮説-確証・反証学習、そして、発見的学習の3つが子どもの発達に合わせて、時には、学校の特色に合わせて、理科教師の理想に合わせて、給食の栄養の三要素のようにバランス良く味わえるようにすることが、子どもを人間性豊かに成長させる源となるであろう。

-
- 1) 武村重和・秋山幹雄編、「理科 重要用語 300 の基礎知識」, 明治図書, p.29, 2000
 - 2) 柴一実編, 「初等理科教育学」, 協同出版, pp.38-46, 2002
 - 3) 昭和 52 年度教科書 教師用指導書, 小学 1 年～6 年, 1977
 - 4) 「理科教育の内容とその配列に関する基礎的・実証的研究」(課題番号: 14022257, 平成 14 年度科学研究費補助金(特定領域研究)研究成果報告書), p.60, 2003
 - 5) 日本理科教育学会編, 「理科教育講座 第 2 巻 発達と科学概念形成」, 東洋館出版社, pp.256-303, 1992
 - 6) 中村重太・稲垣浩俊, 「「学びの心的エネルギー」に関する基礎的研究(1)」, 福岡教育大学紀要, 第 53 号, 第 4 分冊, pp.349-360, 2004
 - 7) E.L. デシ(石田梅男訳), 「自己決定の心理学-内発的動機づけの鍵概念をめぐって-」, 誠信書房, pp.96-136, 1985
 - 8) D.P. オースベル・F.G. ロビンソン(吉田章宏・松田彌生訳), 「School Learning 教室学習の心理学」, 黎明書房, pp.461-518, 1984
 - 9) 日本理科教育学会編, 「これからの理科教育」, 東洋館出版社, pp.146-151, 1998
 - 10) 尾場瀬優一, 「きまりを実感する理科授業の創造」, 鹿児島県総合教育センター指導資料理科 第 218 号, 2003
 - 11) 佐伯胖, 「学びを問いつづけて」, 小学館, p.165, 2003
 - 12) 日本理科教育学会編, 「これからの理科授業実践への提案」, 東洋館出版社, pp.12-15, 2002

1. 戦後学習指導要領の流れ

(1) 昭和22年版、27年版

昭和22年の学習指導要領は、戦後急いで作られたために不十分なところがあったとして、昭和26年に改訂作業が行われている。この時代の学習指導要領では、「問題解決学習」「生活単元学習」と呼ばれる教育方法がとられ、小学校、中学校、高等学校をとおしてアメリカの教育学者ジョン＝デューイの「経験主義」が強く反映された。27年版においては、例えば、1年生で「元気で安全に遊ぶ」2年生で、「親や医者への役割」3年生で「食事・運動・休息」4年生で「ケガや病気の応急処置」5年生で「住まいや着物の健康に対する影響」、6年生で「伝染病や寄生虫」など、子どもの生活経験を重視した内容が含まれていた。これらの内容は、体育科や家庭科で取り扱われている子どもの健康や生きることについての理解が含まれていた。

しかし、生活関連の内容ばかり取り上げていては体系的な知識を学習できないとして、「這い回る経験主義」「基礎学力の低下を招いた」と批判され、問題解決学習や生活単元学習は、次の改訂以降学習指導要領から姿を消した。

(2) 昭和33年版、43年版

こうした問題を受け、我が国独自の立場で作成した33年版の学習指導要領では、系統性を重視した内容で構成されている。昭和33年の改訂では、科学的思考を重視し、内容が増やされている。これらの「系統学習」は、教師の努力に浸透していったが、基礎的・基本的事項についてはかなり記憶しているが、その理解は表面的であり、より深く理解したり、事象を関連づけて考えたりする力が不足しているとして、昭和43年の改訂では、実験や観察、データの処理を重視した「科学の方法」を大幅に取り入れ、「物質」「エネルギー」を軸として単元が構成されるように内容が構造化された。その結果内容は、約2割削減された。この改訂は、ジェローム・ブルーナーの著書、『教育の過程』に代表されるアメリカ新科学教育運動の影響を強く受けたものであった。

(3) 昭和52年版以降

昭和52年度改訂では、「ゆとりの教育」の方針により授業時間数は大幅に減少した。平成元年度改訂では、教科全般の授業時間数は変化しなかったが、理科についてはさらに減らされることになった。

「理科離れ」が社会問題化したこともあり、理科関係の教育関係者が学習指導要領の改善を求めようになった。しかし、平成10年度改訂により「学校5日制」の完全実施、総合的な学習の時間の創設により教える内容の3割削減が決まり、学力低下を懸念する意見が大学を中心に высалされる事態となった。

2. デューイとブルーナーの教育論

(1) デューイの教育論

戦後導入されたデューイの「経験主義」は、現在では、過去のものとして取り扱われてしまっているが、社会や生活との関連を重視した教育、生徒の興味関心を重視した教育という考え方は、現在でも十分に通用するものであると思う。しかし、今日では、経験主義という考え方は、アメリカにおいても、日本においても相当な誤解をされてきたことが指摘されている。

19世紀の終わり、アメリカでは、進歩主義（革新主義）運動と呼ばれる改革運動が各地で起

こっていた。「進歩主義教育運動」は、伝統的な学校のあり方に異議を唱える立場から行われた教育運動であった。当時、シカゴ大学に「実験学校」を設立し、教育理論の検証を行っていたデューイを理論的な支柱として、多くの進歩主義的な学校が設立された。進歩主義学校は、伝統的な教育を革新する強い情熱に支えられていたが、反面行き過ぎた児童中心主義に陥ってしまう傾向があった。デューイの教育論は、実践を重視ながらも哲学的な側面を強く持っていた。それが現代でも十分通用する一般性を持った教育論を可能にしたわけだが、難解な文章、よく理解されないまま実践に移される事も多かつたらしい。

多くの進歩主義学校に影響を与えることになったデューイの初期の著作『学校と社会』(1899)、『子どもとカリキュラム』(1902)は、児童中心主義を全面に押し出したものであったが、『経験と教育』(1938)『今日の教育』(1940)では、進歩主義学校の行き過ぎた児童中心主義を鋭く指摘している。デューイは実験学校や進歩主義学校の現状を見てきた経験から、発展途上の児童・生徒に対して過度の信頼を置くことには批判的だったのである。しかし、当時なされた多くの教育実践や試行錯誤は、その後のアメリカ教育に多くの示唆を与えることになった。

経験主義思想は、戦前から日本に入ってきたが、本格的なものは、前に述べたように戦後GHQによるものである。ただ、理科に関しては、学習指導要領作成は、基本的には日本主導で行われた。しかし、戦争直後という極めて混乱した状況の中、経験主義教育を教育課程に反映させることは簡単ではなかった。当時のアメリカでの実践がそうであったように、生活単元学習、問題解決学習を中心とした経験主義教育は、日本においても行き過ぎた児童中心の傾向が強かったことは否めない。また、当時法的拘束力はなかったとはいえ、教師にとってそれらはいくまで上から与えられた教育方法だった。教育実践の中で教師が問題を感じるようになると、生活単元学習、問題解決学習だけでなく、経験主義教育そのものが批判の対象とされてしまった。経験主義は、基礎学力を低下させるもの、という認識はかなり強く教育界にのこってしまい、現在でも継続している。

しかし、考えてみると、先ほど述べたように当時アメリカにおいても教育方法の模索は続けられたのである。戦後すぐに作られた教育課程は大幅な改善が必要であったことは事実である。しかし、比重や取り扱いの問題はあるにしても、教育課程において「経験主義」と「系統主義」は両方とも含まれていなければならないだろうか。実際、昭和33年度改訂の小学校理科指導書の中には、次のように書かれている。「教科の目標1については、ごく身近な自然の事物・現象を見たり、扱ったりさせることによって、自然に親しむ態度を養うとともに、事実即したものの見方・考え方を育て、主客未分化的な見方からはやく脱皮させるようにし、学年が進むにつれて自然環境をしだいに広げ、事物・現象の観察や処理を通して客観的なものの見方・考え方ができるようにする。目標2については、低学年では自然の環境から疑問を見だし、これを解こうとしてそのしかたを考えたり、これを実際に行って確かめたりすることができるようにし、学年が進むにつれてはっきりした問題をとらえ、これを分析したり総合したりして考察することに慣れさせ、筋道の通った考え方でくふう・処理することができるようにする。目標3については、低学年では、自然の事物・現象についての観察を広め、その中から自然科学的な事実を意識するようにし、新しいことがらに出あったときに、これを前の経験と結びつけていけるようにする。学年が進むにつれて、多くの経験の中から自然科学的な事実や基礎的な原理を理解させ、生活に応用してこれを合理化しようとするようにする。目標4については、低学年では、飼育栽培から始め、生物を愛護するようにし、学年が進むにつれて、その気持を自然物一般に広げ、自然と人間の生活との関係を考慮し、自然の保護や利用のしかたについての関心を深め、自然科学の進歩が生活を豊かにするのに役だつことを認識させるようにする。

(2) ブルーナーの教育論

昭和 33 年の学習指導要領では、基本的には系統主義をとりながらも、生徒の経験を重視する教育課程が編成された。しかし、昭和 44 年の改訂では、その方針があっさり変更されてしまう。

この時期、日本では高度経済成長の時期に入っていた。科学技術は人々の生活を向上させるものとして、大きな期待を背負うようになっていた。また、世界では東西冷戦構造の中、アメリカとソビエトの間で核開発競争が続けられていて、経済だけでなく軍事的な側面から科学技術が重視されるようになった。その中、1957 年ソビエトが人類初の人工衛星スプートニク 1 号の打ち上げに成功し、西側諸国がその技術力に衝撃を受けた。いわゆるスプートニクショックである。

1959 年、アメリカの自然科学教育についておよそ 35 名の学者がウッツ・ホールに集まって会議を開き、それに基づいて 1960 年議長ブルーナーが『教育の過程』を出版した。この中でブルーナーは「物理を学習している生徒はいわば物理学者なのであって、その生徒にとっては、物理学者がするように物理を学習することのほうが、ほかの何かをするよりも容易なのである。」

「どの教科でも知的性格をそのままにたもって、発達などの段階のどの子どもにも効果的に教えることができるという仮説から始めることにしよう。これは、教育課程というものを考える上で、大胆で、しかも本質的な仮説である。」とのべ、教科を「構造化」し、「教育の方法」「探求の過程」を重視することによらべてすべての子どもに科学の本質を教えることが可能であるとした。

アメリカでは、「PSSC 物理」など、多くのカリキュラムが作られ、昭和 44 年度改訂で日本の理科教育に全面的に取り入れられた。

しかし、これは、あまりうまくいかなかったと見るのが一般的である。「探求の過程」と「構造化」一色になった教育課程で、経験主義の要素は更に失われ、科学と生徒達の生活経験に距離ができるようになってしまった。理科嫌いが増えたのもこの時期だと言われている。

教育において心理学などを活用していくのであれば、実践において常に検証が行われるべきである事は言うまでもない。特にブルーナーは大胆で、しかも本質的な仮説を提示した上で教育方法を論じているのだから、仮説の検証は必須のものであるはずである。実際アメリカでは、現代化の流れはわずか 10 年ほどで姿を消した。しかし、日本ではいじめや校内暴力、登校拒否などの教育問題で学校教育のあり方が問われたときにも、「ゆとり教育」の一環として教育内容が削減されることはあっても、ブルーナーや学習指導要領が提示した教育方法そのものが見直されることはなかった。

戦後の学習指導要領の変遷を見ると、生活中心から、学問的な系統性へ、比重を移していく連続的な過程であったと言える。日本の高度な経済の発達が、一部教育の成果であったことを考えれば、これを理科教育が現代的に変化してく自然な流れだったと捉えることができるだろう。しかし、現在の理科教育の現状を見れば、こうした方法を見直すべき時が来ているのではないかと思える。

3. 現代社会を生きるという観点から見直すべきこと

(1) 「生きる力」として必要な4つの知識(幹)

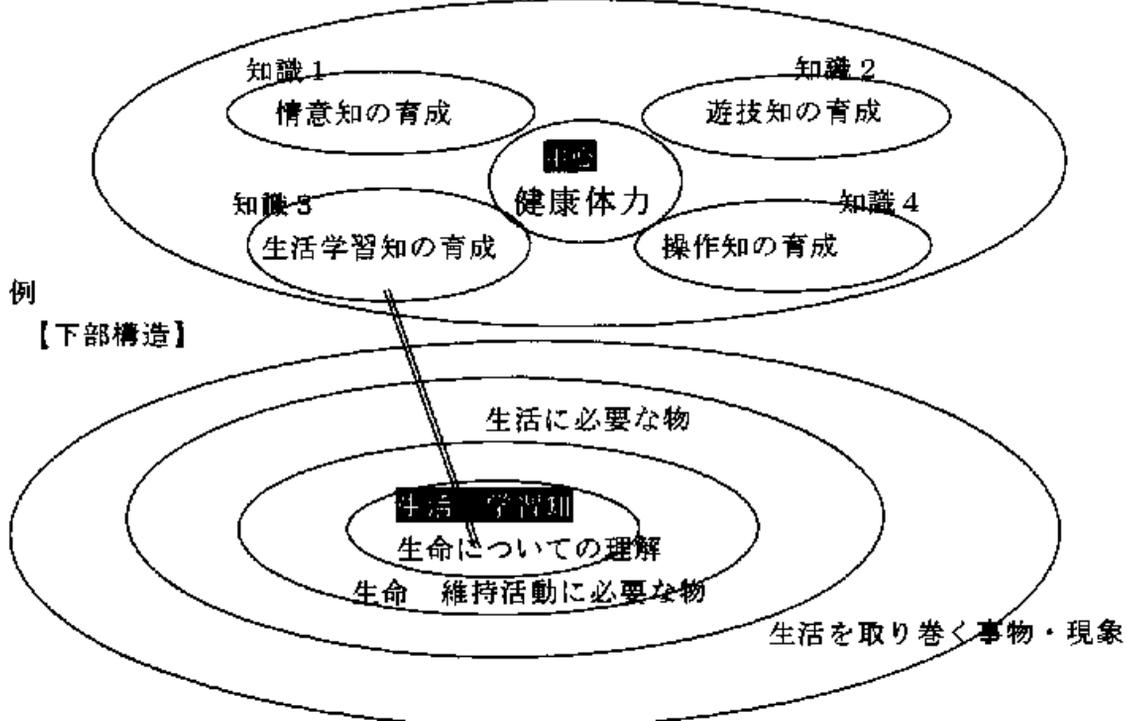
			幹	比喻
☆ 健康	☆ 知的好奇心や探究心	(興味、関心、意欲)	情意知	例 CPU キャッシュ
	☆ 向上心	(達成意欲、目的探索)		
	☆ 愛する心	(人・自然・社会・文化)		
	☆ 遊ぶ力	(創造、破壊、再生)	遊技知	
☆ 体	☆ 生命についての理解	(仕組み、物質代謝、遺伝、)	生	例

力を統合する能力	☆ 生命維持活動に必要な物 (空気, 水, 温度, 光, 他の生物) (病気については?)	活学 習知	HDD ROM
	☆ 生活に必要な物 (食品の加工, 様々な物質の特性, エネルギー)		
	☆ 生活を取り巻く事物・現象 (気象, 自然災害, 天体, 大地のつくり)		
☆ コミュニケーション能力 (言語, 探求行動, 表現, 交流)	操作 知	例 RAM 入力者	
☆ 情報活用能力 (総じてメディアリテラシー)			
☆ 科学的な問題解決の能力 (比較, 要因抽出, 要因制御, 多面的な追求)			

現代社会を生きていくために、理科教育で育てるべきことは何か。戦後の学習指導要領の改訂を一覧表にまとめたところ、そこにヒントを得て、現代社会を生きるという観点から、見直すべきことを大きく5つに整理してみた。

①人間性 ②遊ぶ心 ③生活経験 ④問題解決能力 ⑤健康・体力

【本構造】 全て「知識」へ帰結すると捉えた場合、人間力における「4つの知識(幹)」、当たり前のように考えられがちな「健康や体力」を中心にする。



(2) 生きるために必要なもの(幹から枝へ)

1つめの幹「生活学習知」

- ☆ 生命についての理解 (仕組み, 物質代謝, 遺伝)
 - ・ 生物の体のつくりと働きについて正しく理解し, 健康に生活できる。
 - ・ 生命の連続性や進化についての理解ができ, 生物を愛護する。
- ☆ 生命維持活動に必要な物 (空気, 水, 温度, 光, 他の生物)
 - ・ 空気や水など生物が活動するために必要な物の性質や働きが理解できる。
 - ・ 食料生産として, 植物の栽培の方法や動物の飼育法が分かり, できる。
 - ・ 食品の加工や保存についての正しい知識をもち, 正しく活用できる。

- ・ 生物相互の関連が分かり、生物を愛護する。
 - ・ 生物と環境との関連が分かり、自然を大切にする。
 - ☆ 生活に必要な物 (食品の加工, いろいろな物質の特性, エネルギー)
 - ・ いろいろな物質の特性が分かり、適切に活用することができる。
 - ・ いろいろなエネルギーの存在や変換が理解でき、エネルギーの有効活用ができる。
 - ・ 力や運動などのきまりがわかり、よりよく使うことができる。
 - ・ 危険な生物や薬品等が理解でき、正しく扱うことができる。
 - ☆ 生活を取り巻く事物・現象 (気象, 自然災害, 天体, 大地のつくり)
 - ・ 気象変化のきまりや気象情報の見方が分かる。
 - ・ 天体の動きの規則性を理解し、時間や暦などに活用することができる。
- (3) 生きるために必要なものの構成要素 (枝から構成要素を拾い出す)
- ・ 空気 (性質, 働き, 環境維持)
 - ・ 水 (性質, 働き, 環境維持)
 - ・ 体のつくりと働き (消化, 吸収, 排泄, 循環, 細胞)
 - ・ 生物と環境とのかかわり (生物相互の関連, 環境問題)
 - ・ エネルギーの変換と活用 (熱, 光, 音, 運動, 位置, 電気, 磁気, 光合成, 保存)
 - ・ 生物の巧みさの理解 (生物のつくりと働き)
 - ・ 生命の連続 (受粉, 発生, 成長, 物質代謝)
 - ・ 力と仕事 (てこ, バネ, 滑車,)
 - ・ 物質保存 (変形と保存, 溶解と保存, 化学変化と保存)
 - ・ 遺伝子問題 (遺伝の法則)
 - ・ 天気情報の活用 (天気の変化)
 - ・ 動物の飼育 (発生と成長)
 - ・ 植物の栽培 (発芽と成長)
 - ・ 食品の保存 (細菌, 腐敗, 食品の加工)
 - ・ 危険な薬品の使用 (水溶液の性質, 物質の分離)
 - ・ 土地のつくり (地層, 自然災害)
 - ・ 運動 (ふりこ, 衝突, 慣性, 加速)
 - ・ 生物の進化の理解 (分類)

【参考文献】

- 教育事情研究会『中央教育審議会答申総覧』ぎょうせい, 平成4年
- 学習指導要領・理科編 文部省 (試案) 昭和22年
- 学習指導要領・理科編 文部省 (試案) 昭和27年
- 学習指導要領・理科編 文部省 昭和33年
- 学習指導要領・理科編 文部省 昭和43年
- 学習指導要領・理科編 文部省 昭和52年
- 学習指導要領・理科編 文部省 平成元年
- 学習指導要領・理科編 文部省 平成10年
- 文部省検定済教科書・理科 大日本図書, 昭和29年
- 文部省検定済教科書・理科 大日本図書, 昭和37年
- 水原克敏『現代日本の教育課程改革』風間書房(1992)
- 小西一也「戦後学習指導要領の変遷と経験主義」数研出版(2001)

資料 戦後日本の学習指導要領の内容の比較

【A 生物とその環境】

	デューイ 生活中心カリキュラム 児童中心主義・経験主義・単元学習	ブルーナー 学問中心カリキュラム 系統型学習始まり	「おちこぼし」対策時代 学問中心から人間中心カリキュラム 「ゆとりと充実」	「総合」と「教科」 「生きる力」			
配当 学年	試案 昭和22年	試案 昭和27年	科学的思考の重視 昭和33年	教育課程の現代化 昭和43年	ゆとり時代 昭和53年	平成元年	平成11年
1年	○動物の生活 飼育、観察 特徴 ○植物の生活 植物ままごと おし花 入学記念樹 種まき	○植物の成長・栽培 ○動物の種類や生活 ●体や着物を清潔 ●元気で安全に遊ぶ ●食べ物や食べ方に 気をつける	○草花の栽培と世話 ○動物の飼育・観察 ○天気や土地の様子 ○日なたと日かげ ○	○草花の特徴 ○動物の特徴	○花と実 ○虫さがし	生活科への移行	生活科への移行
2年	○動物の生活 飼育、観察 季節だより 甲虫類集め 動物と季節の関 係 ○植物の成長 季節だより 栽培・観察	○植物の成長と栽培 ○動物の成長と飼育 ●元気で安全に遊ぶ ●体や着物の清潔 ●親や医者役割	○草花の栽培と観察 ○四季・山の観察 ○虫の観察 ○魚(海)・虫・貝 の活動の様子 ○自分の歯	○植物の成長 ○動物の生活	○草花のそだち ○虫をさがそう	生活科への移行	生活科への移行
3年	○動物の生活 ○植物の生活	○季節と生物のくら し ○動物の生活・運動 ○動物の成長 ○植物の成長 ●体や着物や住ま いを清潔に ●食事・運動・休息 ●交通や遊びにつ いて、安全	○植物の成長と季節 ○季節による生物の 種類と変化 ○鳴く昆虫の種類・ 生活 ○カエルの成長 ○草花・実の汁 ○人体・器官	○植物の成長と季節 ○動物の成長と季節	○花のつくり ○季節と生き物	○植物のつくりと育 ち方 ○動物のつくりと育 ち方 ○人のつくりとはた らき	○昆虫のつくりと育 ち方 ○植物の作りと育ち 方
4年	○ジャガイモとサ ツマイモ(でんぷ ん) ○種まき ○イネの研究 ○ウサギの世話 ○いろいろな虫の 生活(昆虫) ○小川の貝 ○渡り鳥	○身近な生物の特徴 と類別 ○季節や地域の特徴 ある生物 ○生物の一生の変化 ●自分の体と健康 ●ケガや病気 ●ケガや病気の応急 処置	○いもやまめの育 ち方 ○動物の育ち方と習 性 ○川や池の水草 ○昆虫の一生 ○か・ハエの一生 ○海辺の植物・貝と 潮汐 ○生物の冬越し ○人体のはたらき ○植物の栄養素	○植物の成長と体 ○植物の成長と温度 ○動物の活動と温度	○いもの育ち方 ○虫の育ち方	○植物のくらし ○動物のくらし ○人の生活と環境	○植物の成長と季節 ○動物の活動と季節
5年	○菊の世話 ○キュウリと草花 ○花とミツバチ ○蚕と桑 ●夏の衛生 カビ、石けんの 作り方 ●甘酒とアルコール	○生物相互の関係と 自然の調和 ○生物愛護の見識 ●食べ物や食べ方の 健康に対する影響 ●住まいや着物の健 康に対する影響 ○生物への理解と生 物の保護協力	○イネの栽培と環境 ○種子と発芽・昆虫 との関係 ○病原体と寄生虫 ○	○植物の発芽と生長 ○魚の成長 ○人の特徴と環境	○植物の発芽と成長 ○植物のつくりと成 長 ○魚の成長	○植物の発芽・成長 ・結実 ○動物の発芽と成長 ○人の発芽と成長	○植物の発芽・成長 と結実 ○動物(人・魚)の 発芽や成長
6年	○麻と綿 ○山と水 ○麻の刈り取り ●着物(干し方)	○生物が変化してき た様子 ○人体の構造やはた らき ●自然科学の研究と 健康な生活 ●伝染病や寄生虫	○植物のつくりとは たらき ○森林の生物 ○きのこやかび ○人体のつくりとは たらき	○植物のつくりとは たらき ○植物どうしのつな がり ○動物の発芽 ○人体のつくりとは たらき ○水中の微生物	○植物どうしのつな がり ○花から実へ ○体のつくりとはた らき	○植物体の働き ○動物体の働き ○人の特徴と環境	○人や動物の体のつ くりと働き ○生物の 環境の関わり

● 現在、体育科・家庭科教育で取り扱われている内容の領域

【B 物質とエネルギー】

配当 学年	試案 昭和22年	試案 昭和27年	昭和33年	昭和43年	昭和53年	平成元年	平成11年
1年	○じしゃく ○ポンプ・エンジン等の機械の観察 ○電気で動く物 ○ころ ○てこ	○おもちゃや簡単な道具のはたらき ○身近にある機械や道具の役立ち	○風で動くおもちゃ ○はねの飛び方 ○噴水の上がり方 ○鏡のはたらき ○水の性質 ○磁石遊び ○砂鉄集め	○草花の汁遊び ○砂や小石の重さ ○じしゃく遊び ○かけ遊び	○風の動くおもちゃ ○ごむで動くおもちゃ ○じしゃく遊び	生活科への移行	生活科への移行
2年	○機械と道具のはたらき 凸レンズ、虫眼鏡、鏡、磁石、精米器、製粉機、小型モーター	○おもちゃの仕組みや動かし方 ○道具のはたらきや仕組み ○身近にある機械や道具の役立ち	○水車の回り方 ○水に浮く物 ○コマの回り方 ○やじろべえとおもり ○落下さん ○音の出方 ○シャボン玉	○空気をあつめてみよう ○水にとかしてみよう ○流水や風で回るおもちゃ ○おもりで動くおもちゃ ○あかりをつけよう ○音を出そう	○空気をあつめよう ○水にとかしてみよう ○音を出してしらべよう ○おもりで動くおもちゃ ○あかりをつけよう	生活科への移行	生活科への移行
3年	○機械と道具のはたらき じしゃく、電氣、機械、てこ	○おもちゃなどのしくみや力の伝わり方 ○道具のはたらきや仕組みを知り、使うことができる ○身近にある機械や道具の役立ち	○ゴムやバネを利用したおもちゃ ○空気と水の性質 ○音の伝わり方 ○鏡・写り方 ○虫眼鏡のはたらき ○水の温度をはかる ○水を作ろう ○空気中の水 ○じしゃくの性質 ○豆電球にあかりをつけよう ○物のとけ方 ○光と感光紙	○ホウ酸と水 ○空気のはたらき ○風の方と風車 ○豆電球にあかりをつけよう ○じしゃくの性質 ○光をあててみよう	○風の方と風車 ○光あつめ ○空気のはたらき ○じしゃくのはたらき	○空気・水の性質 ○物の性質と光・音 ○物の性質と電氣・磁氣	○光の性質 ○電氣の回路 ○磁石の性質
4年	★私たちの研究 ○電話遊び ○紙玉鉄砲 ○起きあがりこぼし ○コンロとゆわかし	○火や熱の利用の仕方 ○電氣と乾電池 ○簡単な機械や道具のしくみやはたらきの理解と利用	○物の膨張・縮小 ○物の体積変化 ○乾電池と豆電球 ○でんぷんと油の性質 ○水と油 ○物のとけ方	○物のとけ方 ○水・空気の体積変化 ○物の体積と浮力 ○でんぷん・油の性質 ○てんびんのつりあい ○乾電池と豆電球 ○日光と虫眼鏡	○ホウ酸と水 ○温度と空気・水 ○てんびんと重さ調べ ○乾電池と豆電球	○金属・水・空気の温度 ○物の重さ ○電氣や光の働き	○空気や水の性質 ○ものの温まり方とかさ ○電氣の働き
5年	★私たちの研究 ○写真機(光、レンズ、鏡) ○油しぼり ○ポンプ ○琴・笛・太鼓 ○火と空気	○日常生活における電氣の効用と電氣器具の使い方 ○光や音についての理解、機械、道具が使用できる ○機械や道具のしくみやはたらきを理解する。	○物の運動と摩擦 ○物のすわり ○音の高低と強弱 ○音の伝わり方 ○光の直進・反射・屈折 ○熱の移り方 ○電磁石のはたらき ○水溶液の性質 ○燃焼と空気 ○石けんのはたらき	○水溶液の性質 ○気体の性質 ○てこのはたらき ○電流による発熱 ○音の伝わり方 ○光の進み方 ○物の温まり方	○光の進み方 ○音の伝わり方 ○食塩水のこささと重さ ○火と空気	○物の溶け方 ○てこ ○物の運動	○ものの溶け方 ○てこのはたらき ○おもりのはたらき
6年	○自転車(修理・構造とはたき・安全運転・機械にも生命を認め、これを愛護する念) ○電灯 ○金物 ○メッキ ○電信機と電鈴 ○電動機 ★私たちの研究	○交通機関のしくみやはたらき ○機械や動力や電氣に関する自然科学の進歩と近代生活	○振り子の振れ方 ○ばねのはたらき ○宙車やベルトのはたらき ○てこ・輪軸・滑車のはたらき ○シソのはたらき ○モーターのはたらき ○電流の発熱作用 ○家庭の電氣の配線・器具の扱い方 ○金属の性質 ○はんだ・合金の性質 ○感磁の性質	○燃焼と空気、熱 ○水溶液の性質 ○金属のさび ○つるまきバネ ○滑車・輪軸 ○電流と電磁石 ○凹面鏡 ○日光による物の温まり方	○もののあたたまり方 ○燃焼と空気 ○てこのはたらき ○電流と電磁石	○水溶液の性質 ○燃焼と空気 ○電流の働き	○水溶液の性質と働き ○燃焼 ○電磁石

【C 地球と宇宙】

相当 学年	試験 昭和22年	昭和27年	昭和33年	昭和43年	昭和53年	平成元年	平成11年
1年	○天気 ○太陽と月 ○一番星(金星) ○水の蒸発	○太陽と月・星 ○いろいろな天気 ○自然界の現象	○影踏み・影遊び ○水・雪	○日なたと日かげ ○石ころあつめ	○雨の日 ○石ころあつめ ○かげづくり ○水をさがそう	生活科への移行	生活科への移行
2年	○天気 ○太陽 ○月 ○風 ○水 ○土地	○太陽、月、星 ○雨水の行方、川の 流れ ○天気の変化 ○季節の特徴のある 現象	○天気の変化と温度 ・風 ○雨水の行方 ○水のしみこみ方 ○太陽の動き ○月の形・動き	○太陽の動き ○曇と雨・雨水	○日なたと日かげ ○すなと土	生活科への移行	生活科への移行
3年	○空と土の変化 季節、天気、気 象、地球への日 照、星座	○太陽・月・星の童 話的な説明と事実の 区別 ○岩・石・土 ○天気の変化 ○季節と自然変化	○季節の天気 ○水のしみこみ方 ○川原の石 ○月の形や位置	○月の動き ○土や水・空気の温 度 ○水のしみこみ方	○土や水・空気の温 度 ○流れる水の動き	○石と土 ○日なたと日かげ	○日なたと日かげ
4年	○春の天気 数量的な測定	○太陽・月・地球・ 星の實體や動き ○太陽と地球の関係 ○土地の形や岩石と 流れる水のはたらき ○季節と天気 ○身近にある資源	○気温・地温・水温 ○流れる水のはたら き ○湧の水のはたらき ○雨水のはたらき ○土地のつくり ○星座の観察 ○水の三体	○星の動き ○空気の温度の変化 (一日、天気、季節) ○流れる水のはたら き	○流れる水のはたら き ○太陽と月	○流水の動き ○自然界の水の行方	○月と星 ○自然界の水の行方
5年	○夏の天気 ○秋の天気 ○冬の天気 ●家 風通し、日当た り、窓への見方、 考え方	○太陽・月・地球・ 星の運動 ○宇宙の広さや秩序 ○天気の変化と天気 予報	○風の向きや強さ ○地層を作る岩石・ 化石・地下水 ○石炭と石油 ○太陽・地球・月 ○	○北天・雨天の動き ○天気と気温の変化 ○地層	○星の動き	○天気と気温の変化 ○太陽と月	○天気の変化 ○流れる水の動き
6年	○海と船(ABC の総合領域) ○砂と石 ○私たちの体 ○凧あげ	○季節の変化がおき る道筋 ○暦の利用 ○地球の表面や内部 変化 ○天然資源と自然の 恩恵	○空気の湿り気 ○雨曇や積雪量 ○火山と火成岩 ○鉱物の性質 ○太陽の運行と季節 変化	○宇宙 ○季節の温度変化 ○地層・土地のつく り	○気温の変化と太陽 ○地層	○星とその動き ○土地のつくり	○土地のつくり

新しい理科学習の内容配列を考える前に配慮すべきこと ～新しい学力観に立つ理科学習の現状と新たな方向性から～

鹿児島県総合教育センター 尾場瀬 優一

1 新しい学力観についての基本認識

平成元年に出された学習指導要領では、新しい学力観という言葉が前面に出された。そこでは、知識や技能を重視する学力観から、意欲や思考力を重視する学力観へ転換が行われた。そして、教育観の見直しが行われた。

なぜ、意欲重視の学力観に転換されたか。それは、とりもなおさず認知心理学の研究によるところが大きい。誤解を恐れつつ端的に述べるならば、「学ぼうという意欲がなければ何もできない」ということである。見ようとしなければ、同じ物を見ても見えないし、考えようとしなければ考えることもできない。覚えようとしなければ覚えることもできない。そういったことである。

学習効果を高めるためには（基礎・基本の定着を図るとするならば）、意欲を形成することが重要であるとする考えである。そこでは、学習への動機付けが問題とされ、外発的動機付けとともに内発的動機付けの重要性が叫ばれた。また、子どもは自ら学ぶ存在であるという考えに立ち、子どもの主体的な学びを尊重し、学びを支援するようになった。

また、認知心理学の研究の成果により、人間は本来自ら学ぶ存在であるということが明らかになった。さらには、状況の中でこそ人は豊かに学ぶということも分かってきた。

その一例を挙げるとこうである。

生後3ヶ月から3歳ぐらいまでの子どもを用いた実験である。二人の大人が同時に実験を見せる。1つは、レーンの上を走る2台の車を準備し、後ろの1台を手で押して前の車にぶつける。すると、当然前の車が飛び出すというものである。もう一つの実験は、車に強力な磁石が仕込まれており、ぶつかる前に飛び出すというものである。繰り返し行われる二つの実験を同時に見た子どもはどうか。なんと、ほとんどの子どもが、磁石を組み込んだ実験に近寄っていくのである。その姿に、自分の知っている事象と違うことを認知し、それを解明しようとする「学習」が生まれていると、認知心理学者は考えるのである。

もう一例を挙げる。メキシコの路上での話である。貧しい子どもたちが路上でバナナのたき売りをして生活を送っている。彼らは何ら教育を受けていないのであるが、仕入れから、値付け、販売までを自力でやっているのである。しかも、買いに来た大人が何割まけろとか言うので、即座に計算を行い、どれだけまけたらどれだけ儲けになるから良いとか悪いと計算を即座に行うのである。さて、その状況を算数の問題にし、メキシコの上流学校の同年代の子どもにさせるとどうか。ほとんどできないのである。人はなぜ学ぶかの原点が見えてくる。認知心理学のこれらの研究成果が、「人が本来もっている学びを生かそう」ということで、新しい教育の在り方を訴えているのである。

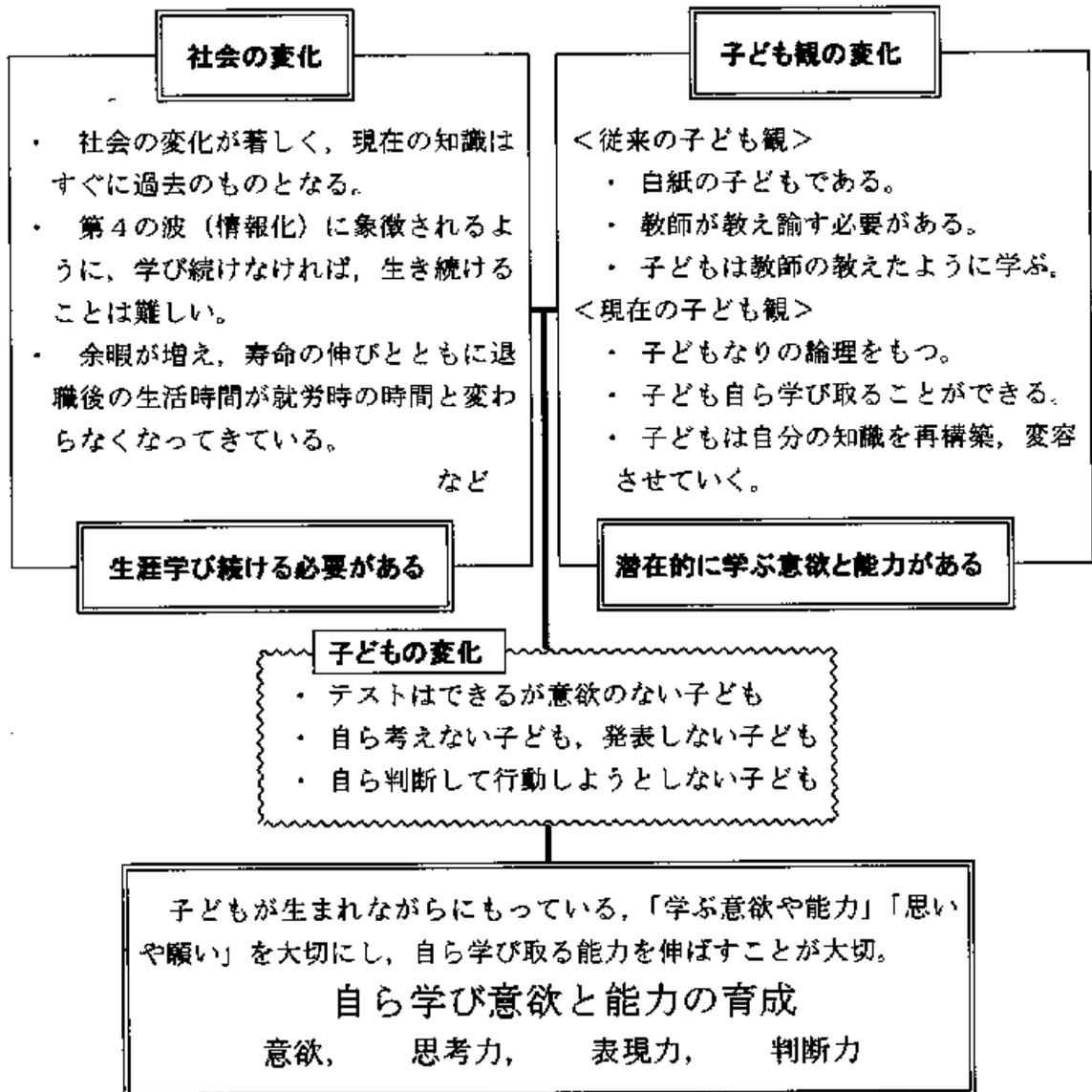
教育は、教える側に立つ「教師」の視点から、学ぶ側の「子ども」の視点に転回され、進められるようになる。そこでは、主体的に学ぶ子どもの学びを教師が支援するという学習の在り方が大きく打ち出された。それこそ、新しい学力観に立つ授業の姿である。

認知心理学の研究の結果、明らかになったことを簡単にまとめると、次のようになる。

学習効果を高めるためには、学習意欲を形成することが基盤であり、学習の必要感を高めることが重要である。

- ・ 意欲がなければ、認知することも思考することも、記憶することも難しい。
- ・ 現実的必要性、知的好奇心、分りたいという思いがあると有能に学ぶ。
- ・ 知識があるから、新たな知識を獲得することができ、学習対象の意味理解が可能となり、記憶しやすい。
- ・ 文化や状況の中では有能に学ぶ。

認知心理学の成果を加味し、新しい学力観の背景を構造化すると下図のようになる。



2 平成元年度の改訂の概要 ～育てるべき資質・能力から内容を検討する～

平成元年度の改訂では、自ら学ぶ意欲と社会の変化に主体的に対応できる能力をもち、心豊かでたくましく生きる人間の育成を目指している。改訂の基本方針は次の4点である。

- (1) 豊かな心をもち、たくましく生きる人間の育成
- (2) 自ら学ぶ意欲と社会の変化に主体的に対応できる能力の育成
- (3) 基礎的・基本的内容の重視と個性を生かす教育の充実
- (4) 国際理解の増進と我が国の文化と伝統を尊重する態度の育成

理科の目標の改善は次の3点であった。

- 観察・実験・飼育・栽培などの直接経験を重視し、それらの活動を通して自然に親しみ、自然に接する意欲や心情を高めるようにする。
- 理科学習の特質が、自然にかかわる問題解決活動にあることを考慮し、問題の発見から結論に至る一連の活動を主体的に体験し、問題解決の能力が身に付けられるようにする。
- 自然にかかわる基礎的・基本的な内容の学習を通して、自然事象についての特性やきまりをとらえ、自然についての科学的な見方や考え方を育てるようにする。

特に、平成元年度は、問題解決の意欲や能力の育成を強調し、改訂を行った。そこでは、子どもが学習を通して、誤りを含む見方、考え方から、より客観的で、科学的な見方や考え方に変えていくようにすることが、理科の目標であるという考え方に立っている。

したがって、内容の精選に当たっても、育てるべき科学的な見方や考え方の育成を目指して構造化している。

第3学年	五感等を通して自然の事物・現象を外側から観察してその特性をとらえ、事象の特性についての見方、考え方をもつようにする。
第4学年	対象のもつ特性や変化は、対象に対して外的な条件や目に見える条件、目に見えない条件が関係しているという見方がまとまることを想定して内容を配当する。
第5学年	物の変化は条件と結果との関係によって引き起こされ、全体的に見れば、条件を変化させると、結果も変化し、しかもその間には量的な関係があるという見方が作られることを期待して内容を配当する。
第6学年	物の変化にはその質的な変化を伴うという見方がまとまることを期待し、内容を配当する。

- 関連性のあるものを可能な限り1か所にまとめ、集中的に内容を扱うようにする。
- 内容としては価値があるけれどもやや扱いにくいとか、理解が困難であるというような内容や、内容の発展性等が乏しいものを削除する。
- 生活科の新設に伴い内容の再構成を行う。
- 日常生活との関連を重視する。

3 平成 11 年度の改訂の概要 ～「見通しをもって」を目標に加える～

平成 11 年度の改訂の基本方針は次の 4 点である。

- (1) 豊かな人間性や社会性、国際社会に生きる日本人としての自覚を育成すること。
- (2) 自ら学び、自ら考える力を育成すること。
- (3) ゆとりある教育活動を展開する中で、基礎・基本の確実な定着を図り、個性を生かす教育を充実すること。
- (4) 各学校が創意工夫を生かし、特色ある教育、特色ある学校づくりを進めること。

なお、教育課程審議会において出された改善の基本方針は次のとおりである。

- ・ 知的好奇心や探求心をもって、自然に親しみ、目的意識をもって観察、実験を行うようにする。
- ・ 科学的に調べる能力や態度を育てるとともに、科学的な見方や考え方を養う。
- ・ 自然体験や日常生活との関連を図った学習を一層重視する。
- ・ 自然環境と人間との関わりなどについての学習を一層重視する。
- ・ 児童生徒がゆとりをもって観察、実験に取り組めるようにする。
- ・ 問題解決の能力や多面的、総合的な見方を培う。

理科の改訂に当たっては、身近な自然について、児童が自ら問題を見だし、見通しをもった観察、実験を通して、問題解決の能力を育てるとともに、学習内容を日常生活と一層関連付けて実感を伴った理解を図り、自然を愛する心情と科学的な見方や考え方を養うことを重視し、次のような内容改善の視点を明らかにしている。

- 児童が事象を比べたり、変化にかかわる要因を抽出したり、計画的に観察、実験を行ったり多面的に考察したりするなどの問題解決の能力を育成するとともに、ものづくりや自然災害など日常生活と関係の深い内容などを充実する
- 児童の興味・関心に基づいた学習を一層充実したり、地域の実態に即して、地域にある事物や現象を生かした指導ができるようにするため、特に、高学年において課題選択を導入する。

そして、次の 3 点から改善を行った。

- ① 見通しをもって観察、実験、栽培、飼育を行うなど、児童の自然の事物・現象への意図的な働き掛けを重視する。
- ② 事象を比べたり、変化と関係する要因を抽出したり、計画的に観察、実験を行ったり多面的に考察したりするなど問題解決の能力の育成を重視する。
- ③ 日常生活との関連を一層重視することによって、児童が主体的な問題解決の活動を通して事物・現象の性質や規則性を実感するとともに、科学的な見方や考え方を自ら構築できるようにする。

(1) 各学年で育てる資質・能力と見方や考え方 (○は活動)

各学年で育てるべき資質や見方や考え方を整理すると下表のようになる。

学年	育てる資質	育てる見方や考え方	キーワード
3年	○ 見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動		
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 違いに気付く資質や能力 ・ 比較する資質や能力 (一つの視点を設定して二つの事象を対比する操作的な能力) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自然の事物・現象に見られる共通性や相互のかかわり、物質の性質や特徴、関係などに関する見方や考え方 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 違いに気付く ・ 比較 ・ 共通性 ・ 差異性
4年	○ 見いだした問題を興味・関心をもって追究する活動		
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事象と要因を関係付ける資質や能力 ・ 要因を抽出する資質や能力 (対象を時間と空間の中に位置付け、その変化を調べ、変化するものと変化させるものという関係性を抽出する能力) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 動植物の成長や活動と環境を関係付けた見方や考え方。 ・ 物の性質や働き、動きや変化に関する見方や考え方。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 要因 ・ 要因抽出
5年	○ 見いだした問題を計画的に追究する活動		
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 要因を制御する資質や能力 ・ 観察や実験を計画的に実行する資質や能力 (制御すべき要因と制御しない要因とを区別しながら計画的に観察・実験を行う能力) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生命の連続性についての見方や考え方 ・ 自然の事物・現象の変化の規則性についての見方や考え方 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計画的 ・ 条件制御 ・ 振り返り ・ 情報活用
6年	○ 見いだした問題を多面的に追究する活動		
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生きた問題解決の能力 ・ 多面的な考察 (比較, 要因抽出, 条件制御などを問題解決の一連の過程に位置付け, 結論を導く意図的な働きかけ, 多面的な考察) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生物の体の働きや環境との関わりについての見方や考え方 ・ 物の性質や働きについての見方や考え方 ・ 土地のつくりと変化のきまりについての見方や考え方 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多面的な考察

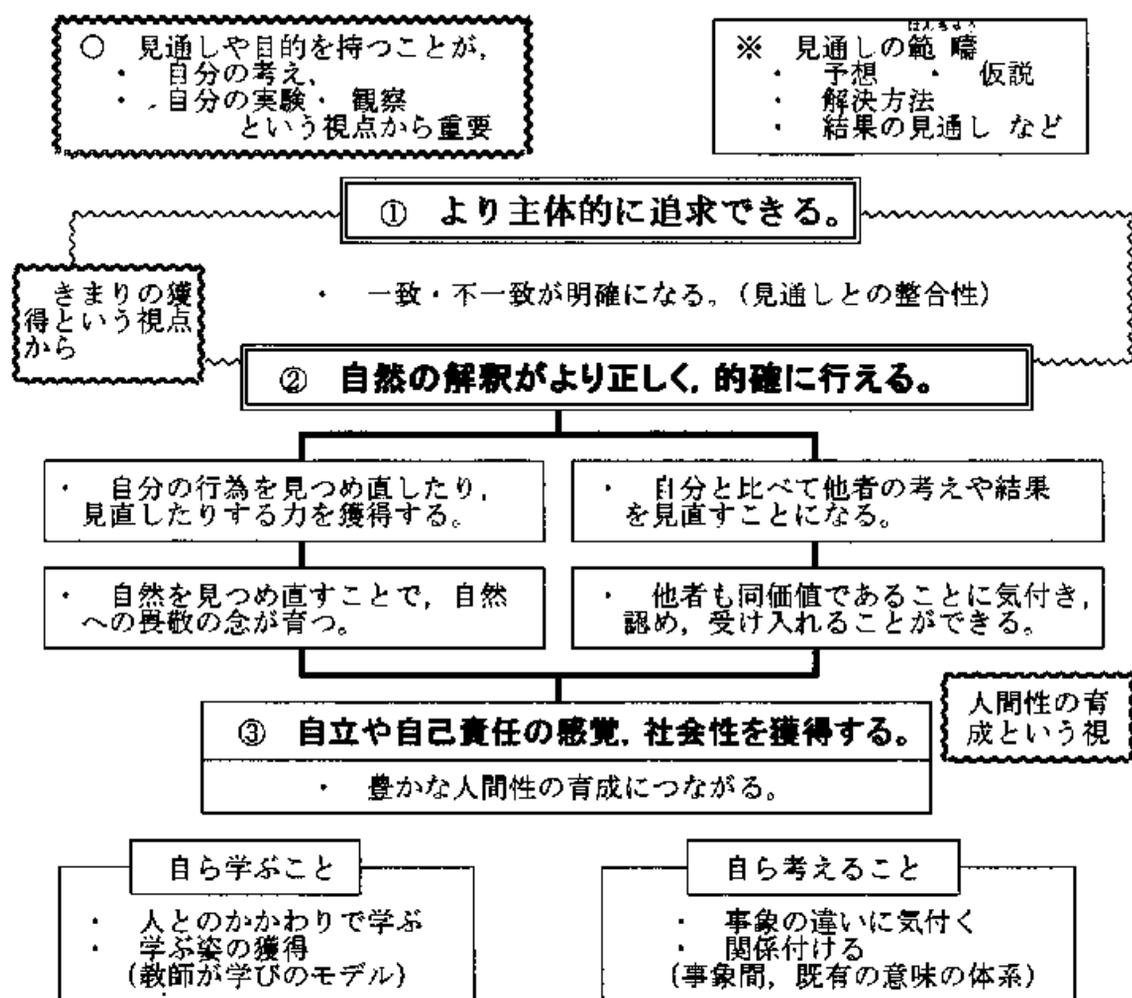
(2) 「見通しをもって」の意味

「見通しをもって」とは、児童が無目的に観察、実験などを行うのではなく、問題に対して予想や仮説、構想をもち、それらのもとに観察、実験などの方法を工夫し、実際にそれを行うことであると、小学校学習指導要領解説理科編（平成11年5月）には述べられている。その意味は、次のように整理されている。

- ① 児童が自己の責任において問題を解決していく活動や場を保障することになる。
- ② 予想や仮説、構想と、観察、実験の結果の一致、不一致が明確になることである。
- ③ 自然の性質や規則性、真理などの特性に対する考え方の転換である。

これらのことを整理すると、次のようにまとめることができる。

図 「見通しをもって」の意味の構造



これまで述べてきたことから考えると、理科で育てる「生きる力」は何なのかを明らかにし、それを確かに身に付けさせるものであるかという観点から、内容の見直しを図る必要があると考える。

4 新しい学力観に立つ学習のもたらした誤謬^{ごびやう}

現在、「新しい学力観に立つ学習」の問題点が数多く指摘されている。それは、おおむね基礎学力の低下ということを受けての指摘である。果たして、新しい学力観に立つ学習は、基礎学力の低下を引き起こす教育論であったのだろうか。

このことについて、現状をまとめると次のようになる。

【現在の理科学習が抱える問題点】

「新しい学力観に立つ理科学習」の真の意味を理解できず、また、理解できても、それを実現することができず、正しく、「新しい学力観に立つ学習」が展開されていない。

① 「子ども中心の教育」についての誤解

- ・ 教育活動であるにもかかわらず、教師の思いや願いより、子どもの思いや願いが重視され、教師が、明確な目的をもたなくなった。

個性の重視という考えが、教育の結果責任という感覚を鈍くし、個に応じることの大切さを認識させるまでには至らなかった。

② 「子どもの思いや願いを生かすこと」についての誤解

- ・ 分かる授業を構成するために、意欲を喚起するために子どもの思いや願いを生かすはずだったのに、子どもの興味・関心を大事にし、一部では、「楽しく取り組んでいるか」が評価の基準になっている。

③ 「子どもの学びを支援する」ということについての誤解

- ・ 豊かに学ぼうとする子どもの学びを推し進めるために「支援」という言葉が使われたのに、単に黙って見ているだけの教師が増えた。

④ 「意欲重視」についての誤解

- ・ 意欲は、基礎・基本の確実な定着を求めて大事にしようとしたのに、単なる興味関心のレベルでとらえられてしまった。

⑤ 「分かる授業」についての誤解

- ・ 基礎・基本の定着に向け、記憶の研究の成果から分かる授業が求められたのに、学習の定着を図ることが忘れられた。

⑥ 子どもの思いや願いを生かし、意欲を重視した学習の難しさ

- ・ 子どもの思いや願いを生かして学習を構成しようとする、教師の意図しない方向に学習が展開されたり、教師にとって、一見都合の悪い情報を手に入れることになり、学習のまとめでは、子どもの追究活動とその結果を、意味付け、関係付けることができず、かえって意欲を奪ってしまう。

⑦ 見通しをもった理科学習を形成することの難しさ

- ・ 見通しをもつためには、考えるための情報を手に入れることが必要になる。そういったことを考えることなく、従来の学習活動が展開されているために、子どもは、考えることができずに困っている。その結果、学習意欲を形成できなくなっている。

5 新しい学力観に立つ学習の意味と現状

新しい学力観に立つ学習のもたらした誤謬^{ごびやう}の項で、要約して述べたことについて、具体例を入れて述べたいと思う。

このことについての理解が十分に得られなければ、どんな内容が置かれたとしても、その教育効果を高めることができないと考えるからである。

(1) 新しい学力観についての誤解

① 「子ども中心の教育」についての誤解

現在の教育学、教育心理学の立場からは、新しい学力観に立つことは極めて自然であり、重要であると考えられる。しかし、そのことの正しい理解のためには、認知心理学の成果を正しく理解することが必要であったと考える。しかしながら、学校現場では、そのようなことについての学習はなかなか行われず、ただ単に、「子ども主体の教育を行う」、「子どもの学習を支援する」という方策だけが浸透することになった。

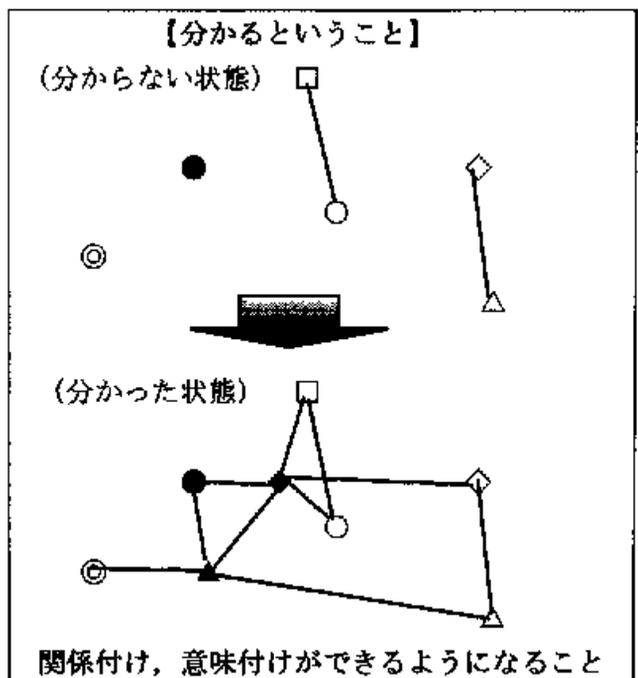
その結果、「新しい学力観」の意味するところを深く見つめることなく、子どもを大切にしておけば間違いがなかるうということになり、教育はすべからず子ども中心となり、極端にいうと子どもの思いや願いで教育活動が運営されるようになってしまった。ただ子どもに任せればよいといった教師不在の教育論も起きてしまったように考える。そうならないまでも、真に支援できない教師がどう支援すべきなのかが分からず露頭に迷う状況も出てきている。

② 「子どもの思いや願いを生かすこと」についての誤解

子どもの思いや願いを生かすことは、興味・関心、意欲を高めることであるとだけ考えられていたのではないだろうか。子どもの学びを生かすことは、意欲を重視するだけでなく、納得、実感して分かる学習とするために極めて重要である。

分かるということ、を、脳科学の研究成果を加味して考えると、知識の構造が豊かになること、関連付けがしっかりしてくることであると考えることができる。そのように考えたとき、同じ実験をたくさんの子どもが行い、同じ結果を得ることができたとき知識の構造に加わる情報は、はたしてたくさんであろうか。そうではなく、たった一つである。決して意味が深まるとは考えられない。

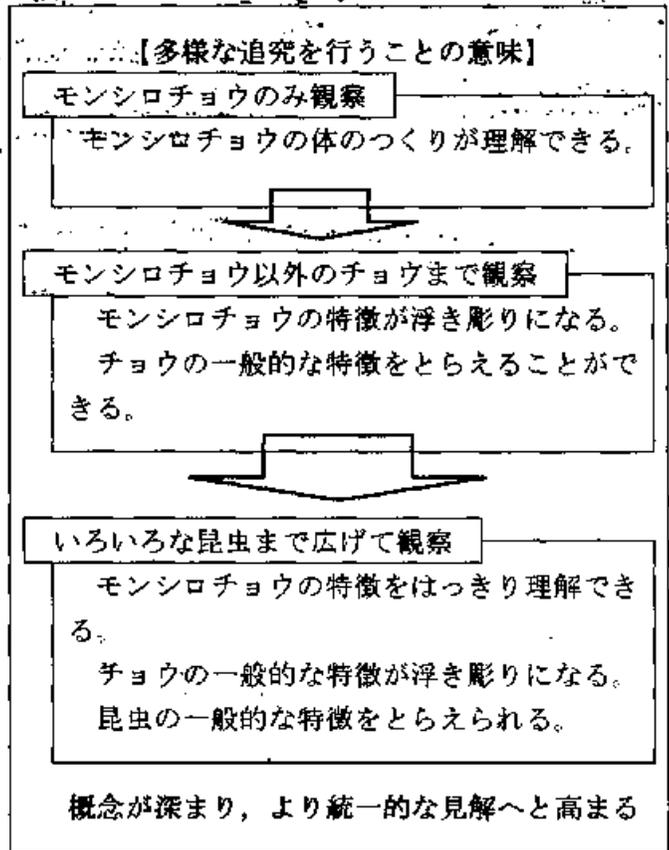
逆に、多くの子どもが、多様な実験を行い、似たような結果を得た場合はどうだろうか。きっと、それぞれのデータを関係付け、意味付けて理解を深めることが考えられる。そして、多くのデータの中に潜むきまりを見出し、納得、実感を得るものとする。



たとえば、モンシロチョウだけを集めてきて、その体のつくりを調べた場合、モンシロチョウの体のつくりは分かるだろうが、チョウの一般的な体のつくりの特徴の中でのモンシロチョウの体のつくりの特徴まではとらえることはできない。したがって、モンシロチョウ以外のチョウについても調べることが有効になる。

さらには、チョウ以外の昆虫の体のつくりまで調べるとどうだろうか。今度は、先ほどよりもさらにチョウの体のつくりの特徴を明確にすることができるとともに、他の昆虫の体のつくりと比較し、昆虫の体のつくりの一般性まで理解することになる。

そうやって、昆虫の体のつくりのきまりをとらえることになり、昆虫についての科学的な見方や考え方を手に入れることができる。



③ 「子どもの学びを支援する」ということについての誤解

認知心理学の成果により、子どもは自ら学ぼうとする存在であることが明らかになった。

その結果、子どもの学びを支援することが大切であることが叫ばれた。教師は、子どもの学びを単に見つめ励ましさえすれば良いということになってしまった。その結果、分からない子どもがいても、励ましさえすればきっと子ども自身が学び取ると信じ、具体的な指導、援助をしない場合が多く見られた。

なかには、教師が進めるべき学習指導のプランを示している「学習指導案」さえも「学習支援案」という名前に変えてしまうという滑稽な姿が見られた。あるいは、「教師の指導」を「教師の支援」と名前を変えるだけで、新しい学力観に立ったと考える向きも見られた。

④ 「意欲重視」についての誤解

「意欲重視」とは、見ようとしなければ見えない、考えようとしなければ考えることができない。あるいは、覚えようとしなければ覚えることができないという認知心理学の成果を受けての考えである。つまり、学習効果を高めるためには、「意欲」の形成を忘れて、厳しく、繰り返し詰め込むだけではいけないという従来の教育の反省からきていた。それは、決して基礎的・基本的事項の確実な定着を捨てたのではなく、それを求めてのことだったわけである。さて、学校では、そのことがどう受け止められ、どのような教育活動が展開されたか。「意欲」を高めるといよりは、「興味、関心」に訴える学習が展開されていたのではないだろうか。「意欲」は、困難に出会ったときにそれを乗り越える大きなエネルギーとなっていくものであると考えるが、実際の学校では、「つまらなくなったら別の学習に移る」ことが容易に認められていたように思われる。

つまり、「子どもの思いや願い」の質を検討することもなく、あるいは、「子どもの思いや願い」の質を高めるのが教育であるという考えを確立することもなく、子どもに好きなことをさせるという、「子どもの思いや願い」を生かす教育が実践されたのではないだろうか。

その結果、「意欲」を形成するどころか、ますます「意欲」をもてない子どもを生み出してきているような気がしてならない。国際的な調査に於いても、「学習意欲」の無さや「学習時間」の少なさなどが問題になってきている。

④ 「個によって異なる」ことについての誤解

認知心理学の研究の成果、同じ物を見ても、同じようにとらえることはできないとか、同じようには考えないという個による違いが明確になった。その結果、教育の成果が個によって違うのは当たり前であると考え、「個性」としてとらえ、教師が結果責任を負わなくなってしまったのではないかと考える。

当然、同じ刺激Sを与えても反応Rは個によって違う。しかし教育の営みはある一定の教育成果を手に入れる（基礎的・基本的事項の定着を図る）ことが目標とされなければならない。

したがって、個によって結果が違うことを認めるのではなく、違いが生まれるから、それに応じて、さらに個に応じた指導を行う必要がある。それらの考えの基、「指導と評価の一体化」や「個に応じた指導の充実」ということが叫ばれたのであるが、果たしてそうになっていたであろうか。

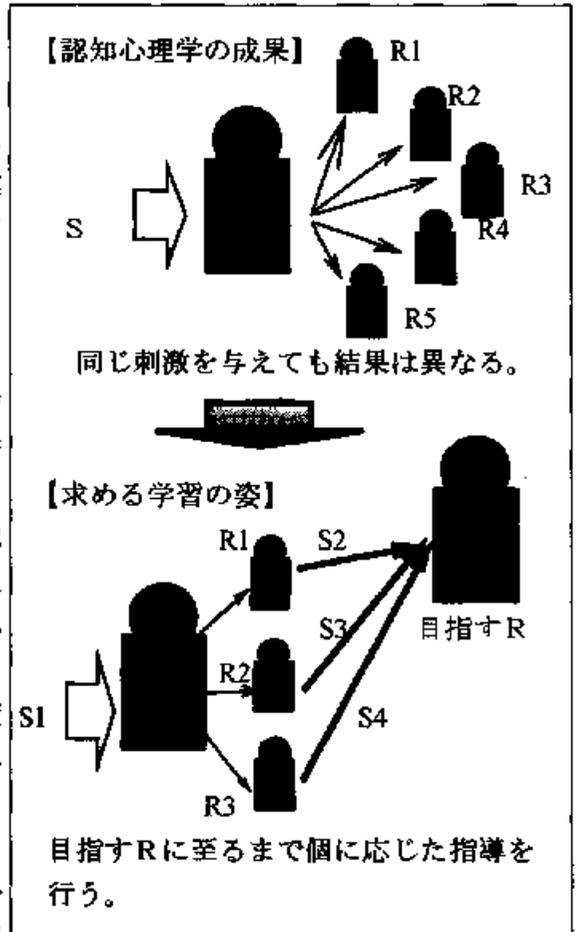
⑤ 「分かる授業」についての誤解

新しい学力観に立つ授業が叫ばれたとき、「分かる授業」の重要性が訴えられた。それは、認知心理学の「記憶」の研究によるところが大きい。

脳科学の立場から、基礎学力はどのようなものかと考えると、「記憶」として脳に保持されているものであるという考えが成立する。そのように考えたとき、いかにすると「記憶」しやすいかということを考える必要がある。

認知心理学の研究の成果では、感情を伴ったものは記憶しやすい、体験を通したものは記憶しやすい、繰り返し学んだものは記憶に残りやすいなどの研究の成果がある。その中に、「納得して理解したものは記憶しやすい。」ということがあり、さらには、一つの意味のまとまりが1チャンクという形で記憶されるということが明らかになっている。

つまり、「分かる授業」は基礎学力の定着を目指したものであったのである。ところが、そういったことを正しく理解して、「分かる授業」を求めることもなく、学力の違いを個性として認め、基礎・基本の確実な定着を図る学習を忘れてしまったのではないかと考える。



(2) 新しい学力観に立つ授業の難しさ

これまでの整理から、児童生徒の基礎学力の向上を目指しての「新しい学力観に立つ学習」の意味やその価値を理解することができたのではないかと考える。

しかしながら、そういった理想的な学習を実現するためには、教師の努力を要する部分が多い。その部分についての理解が不足したために、あるいは、具現化ができなかったために、「新しい学力観に立つ学習」をうまく行うことができずに、現在の批判が生まれているのではないかと考える。そのことについて、いくらか触れてみたい。

① 子どもの思いや願いを生かし、意欲を重視した学習の在り方

意欲というと、「動機付け」という考え方が出てくる。外発的動機付け、内発的動機付けなどの考えがあるが、理科学習における意欲は何によって形成されるかということ、「解決したいという強い問題意識」と「確かな見通し」と考えると考える。何とかして分かるようになりたい、できるようになりたいという願いが強くなることで「意欲が高まった状態」と考えることができる。

しかしながら、その問題を解決する見通しが形成されないと、学習意欲は低下してしまう。したがって、どのようにして問題意識を形成するかということと、どのようにして見通しを形成するかということについて考えなければならない。

ア 問題意識の形成の在り方

問題を明確にするためには、自分なりの見方や考え方との矛盾、ずれ、抵抗などに出会わせることが大切である。そのために、次のような方法が考えられる。

問題意識の形成の在り方	☆ 自分の考えでは説明できない事象に出会わせる。 (事象、資料)
	☆ 自分の方法ではうまくいかないことに気付かせる。 (試しの活動)
	☆ はっきり分からないということを意識させる。 (問いかけ)
	☆ 友達の考えとずれていることに気付かせる。 (話し合い)

とにかく、児童が自分の考えを全て出し合い、その結果、よく分からないとか、友達のと違ふといった状況に追い込むことができなければ、問題意識の形成はできない。そういった状況に追い込むためには、教師があらかじめ、子どもがどのような認識をしているのか、どのように解決しようとするのかについて知っておく必要がある。そして、学習の最初に出会う事象や教師の問い掛けの在り方を吟味する必要がある。そう考えたとき、授業の導入は、個によって、あるいは学級によって変わるはずであるが果たしてどうだったのか。新しい学力観に立つ授業を具現化するための方策の吟味が不十分だったのではないだろうか。

イ 確かな見通しのもたせ方

学習問題が明確になったとしても、それをどのように解決したらよいのか見当がつかないと子どもの学習意欲は低下してしまう。この部分の指導がなかなか難しいのではないかと考える。なぜなら、解決の見通しを形成するためには、考えるための基になる情報とそれを関係付けたり推論したりする科学的な思考力が必要だからである。

少なくとも、解決のためには、解決する内容と解決する方法の二つを明確にする必要がある。①どんなこと（分かることと良いこと）を調べるか、②どんな方法で調べるかの2点がそれである。

したがって、追究の方法を考えさせる際には、教師は、「何が分かればよいのか」、ある

いは、「どんな方法で調べるのか」と問う必要がある。そして、最終的に子どもから考えが出てこなければ、教えることも必要になってくる。

たとえば、「そこにある白い粉は何か」と問われたとき、白い粉を一つも知らなければ全く予想することができない。さらには、白い粉として食塩を知っている場合には、白い粉を食塩と予想することになる。しかし、食塩がどのようなものであるかが分かっていないと確かめる方法は出てこない。顕微鏡で見れば分かるという子どもの考えは、食塩が立方体の粒であることが分かっているから出てくるのである。

したがって、子どもが考えられない場合には教える必要があるが、新しい学力観に立つ学習ということで、「支援」が間違っていると見えられ、教師が教えることに躊躇したことも問題を大きくした要因であると考えられる。

ウ 子どもの学習を支援する授業の形態

新しい学力観に立つ学習が行われるようになって、極めて多くなったのが、分岐型の学習であった。そこには、学習は個によって変わるもの、あるいは個性を認めることの必要性が大きく謳われたからであると考えられる。一人一人の子どもの中に明確な問題意識が存在するかどうかといったことではなく、形式上個別になっていることが求められてしまっていたように思われる。

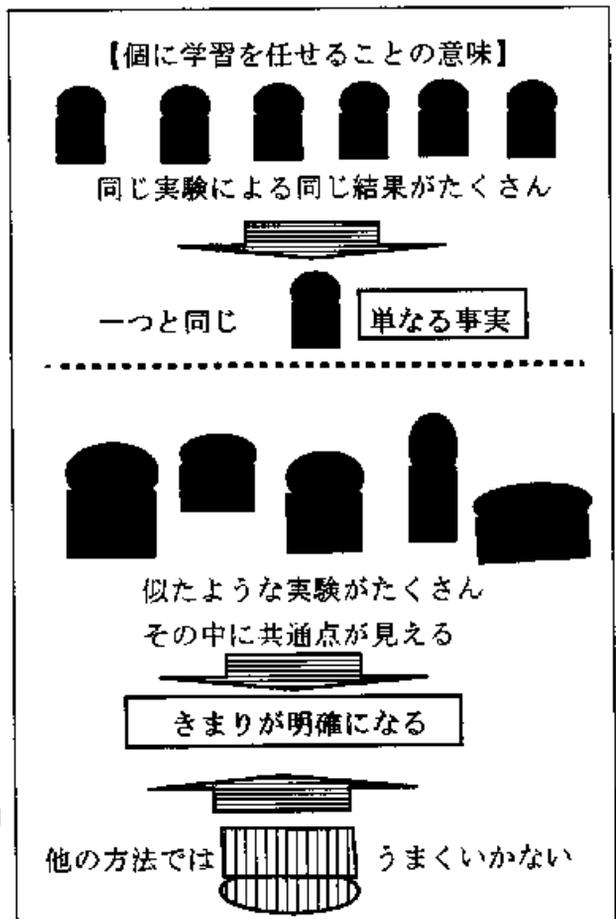
学習が一律ではあっても、一人一人に明確な問題意識が形成されてるならば学習は個別化しているという考えをもつ教師は少なかったように思う。

また、個別に展開することの価値も十分に考えられていなかったように思われる。同じ実験を多くの子どもが同じ結果を得た場合、理解は深まるのであろうか。それとも、異なる実験を行って、同じような結果を得た場合はどうであろうか。あるいは、異なる実験を行い、異なる結果を得た場合はどうだろうか。

きっと子どもは、それらのデータの中に潜む統一的なきまりを見出し、納得するであろう。また、そうでない方法ではうまくいかないことをとらえ、きまりを、より納得してとらえるであろう。

さらには、たくさんのデータを関係付け、その中に潜む統一的な見解こそ理科学習が求めている「科学的な見方や考え方」である。

したがって、子どもの問題意識や解決方法についての考えを十分に生かして学習を構成する必要がある。そして、出てきた結果を関係付け、そのことを基に考えを整理していく必要がある。はたして、そういった子どもの考えを生かした理科学習を展開すると、子どもの理解は深まり、学習への意欲を高めることにつながるのか、次項で考察を加えてみたい。



② 子どもの思いや願いを生かし、意欲を重視した学習のもつ問題点

ア 意欲を重視し、意欲を削ぐ

子どもの思いや願いを生かし、意欲を重視した学習を展開することは極めて簡単である
と考える。しかしながら、そういった学習を、何ら対策を立てずに展開すると、かえって
意欲を低下させることになってしまう。

たとえば、第5学年の「物の溶け方」の学習で、食塩が水に溶けて見えなくなったとき、
「溶けても食塩は水の中にあるか、」という学習問題が設定される。そのとき、あるかな
いかの予想が子どもから出され、その後、食塩の存在の有無を確認する方法が出される。

それは、①虫眼鏡で見る、②顕微鏡で見る、③濾過して分離する、④水を蒸発させる、
⑤前後の重さを比べるなど多様である。そして、それぞれの考えで、子どもは実験を行う。

すると、どうなるか。虫眼鏡で調べた子ども
は、「溶けると水の中には無くなる」という結
論を導き出すことになる。同様に、顕微鏡で調
べた子どもや濾過で調べた子どももそういう結
果を得ることになる。

しかしながら、水を蒸発させて調べた子ども
や味で調べた子ども、重さの増加を調べた子
どもは、「水に溶けても無くなっていない」とい
う結果を得ることになる。

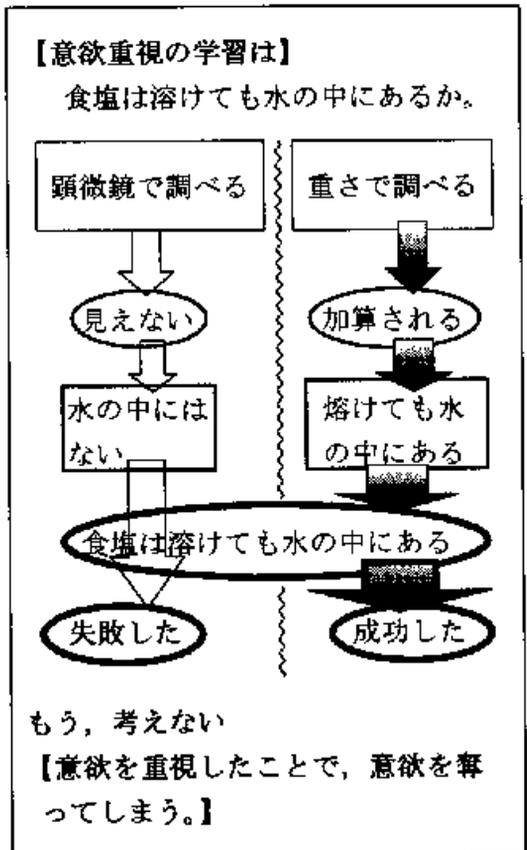
そういった結果を基に、まとめの活動を行う
とどうなるか。虫眼鏡組は「実験に失敗した」
と考えるであろう。しまったと思い、下を向い
てしまう。そして、次回からは、賢い友達が考
えた方法で調べようとするようになり、自ら
考えなくなるのである。

新しい学力観が訴えられるまでは、①、②、
③の実験では、溶けて無くなるという考えを生
み出す危険性をはらんでおり、困った事態にな
るので実験をさせないということが行われたで
あろう。

あるいは、子どもの思いを大切にする教師は「今日は、この実験の準備をしなかったの
でごめんね。」とか言いながら、実験をさせようとはしないであろう。間違いをさせない
ことが、まとめを楽にすることであり、教育にとって大切だと信じられているから。

しかし、新しい学力観に立ち、子どもの興味関心、意欲を大事にし、子どもに任せる教
師はどうなるか。すべての実験をさせるのである。その結果、①、②、③の子どもも自分
の考えを確かめることの喜びを感じ、生き生きと実験を行うであろう。そして、「溶ける
と無くなる。」という明快な論を持ち、まとめの学習に入る。しかし、「溶けても水の中
にある。」というデータが他の追究グループから出され、自ら学ぶ意欲を失っていくので
ある。あろうことか、教師が意欲を大事にしたために。

そういった、学習が、多く実践されたのではないかと、私は考えている。そのように理



解すると、昨今の、国際的な調査における我が国の子どもの学習意欲が低下していることの意味を理解することができる。

イ 子どもの思いや願いを生かすとねらいから外れてしまう

子どもの思いや願いを生かすとなると、子どものそれが教師のねらいと合わなくなることが考えられる。

単元の導入において、ある事象を見せたとしても、そこから出てくる問題は多様である。

例えば、先ほどの「物の溶け方」の例で考えてみよう。溶解度の問題に目を向けさせたいと考え、食塩のシュリーレン現象を見せるとする。すると、子どもはどのような問題意識をもつだろうか。子どものもつ問題意識は次のとおりである。

子どものもつ問題意識	<ul style="list-style-type: none">・ どろどろは何だろう。もやもやは何だろう。・ どうしてどろどろが出るのだろうか。・ 食塩が溶けるとどろどろになるのだろうか。
------------	---

これでは、溶解についての問題は生まれるが、溶解度の問題とはならない。しかも、児童のもつ問題を子どもが自らの力で解決することはできない。

したがって、理想的な「子どもの思いや願いを生かす学習」を実践することはできず、子どもの思いや願いは聞いても、教師の設定した学習問題の解決を図るという従来の学習が行われてしまうことになる。

③ 子どもの思いや願いを生かした学習の進め方

それでは、新しい学力観に立つ学習は成立しないのだろうか。個の思いや願いを生かした学習は、単なる「理想」なのだろうか。そうではない、どの子どもの追究結果も生かすことのできる教師が存在するならば、真に価値ある学習となるのである。

ア 意欲を重視し、意欲を高め、理解を深める

先ほどの「食塩」を例に考えよう。まとめの段階で、①、②、③の子どもが落ち込んでいる時に、こう切り返すとどうだろうか。「食塩は水の中に在るのに、なぜ見えなかったのだろうか、なぜ出てこなかったのだろうか。」

すると、子どもは「水の中にある」ことと「顕微鏡では見えないこと」、「濾紙にはかからない」ことを関係付けて、「とても小さくなって、水の中に存在する」と意味付けることになる。単に存在するというだけでなく、存在の仕方まで理解を深めることができる。そこで、「では、とても小さくなってということを教えてくれた実験はどれだ。」と問い掛けるのである。そうすることで、すべての子どもの学びを生かすとともに、より深い理解へと高めることが可能になるのである。

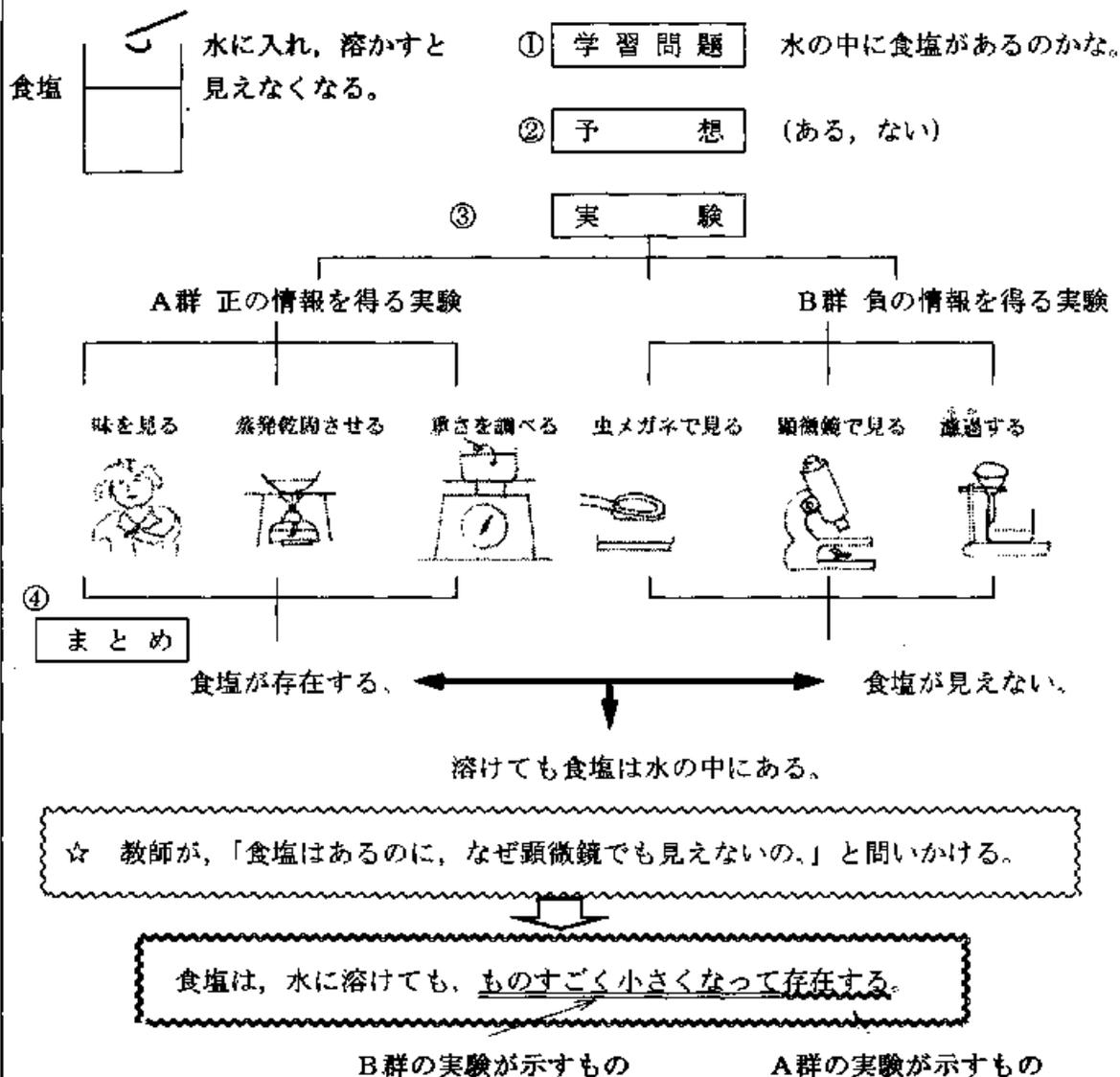
理科の実験結果に間違いはないのである。新しい学力観に立つ理科学習を進めるには、子どもが獲得するであろうすべての結果を関係付け、意味付け、価値付けることのできる教師の存在が必要になってくるのである。そこに、この学習を展開する際の難しさがある。

さらには、子ども中心に学習を展開するならば、学習は多岐になり、教師の意図しない活動も生まれ、教師が対応できなくなることも考えられる。したがって教師は、いろいろな子どもの反応をあらかじめ予想し、それに対応する方法を考えておく必要がある。そういった教材研究を深めつつ教育活動を行うことにより、子どもの姿が見えてくるとともに、よりよい対応の仕方が分かるようになってくる。

以上のことをまとめると次のようになる。

【意欲を重視し、意欲を高め、理解を深める学習の例】

5年生の単元「物の溶け方」



このように、子どもの思いや願いを生かした学習を行った場合、学習のまとめの際に、きまりを見出した後、「どうしてこんな結果が出てきたのか。」と問い掛けることが重要である。

そうすることで、意味の深まりを得ることができ、個に学習をまかせること、多様な追究をさせることの意味が見えてくる。

なお、この場合に気を付けておかなければならないのは、間違った実験結果をもったまま、まとめに参加しないように必要がある。溶ける前後の重さを測定して食塩があるかを調べた時に、水滴をこぼし、溶けるといっくらか無くなると思っている子どもがいると、まとめの活動は混乱することになってしまう。

イ 教師の願う方向に学習を向ける

教師の意図しない問題意識が形成されることが起きないようにするためには、子どもの出会う事象の吟味や、教師の問い掛けの吟味が必要になってくる。

(7) 実態調査を生かした事象、教材の選択

教師は、学習に入る前に、子どもの認識の実態を的確に捉え、教材の吟味を行う必要がある。

実態調査においては、知識の量（できる、できない等）ではなく、どのように理解しているかという理解の質を問うことが大切になる。具体的には、次のような内容である。

- ・ ねらいに対してどこまで到達しているか。
- ・ その内容について、どのような興味・関心があるか。
- ・ どのように学習を展開しようとするか。（方法、手続き）

その際には、子どもの実態が分からないから調査するというより、子どもは〇〇という認識をしているのではないかという自分の考えを確かにするための調査を行うことが大切である。自分なりの考えをもって実態調査を行うことで、調査結果の考察が容易にでき、学習をどのように展開するかについての方向性を得ることになる。

(4) 対比する事象の提示

平成 12 年度の鹿児島県総合教育センター長期研修者である生田国一は、子どもの思いや願いを生かしつつ、教師の意図する方向へと向かわせるための理科学習の在り方について研究を行った。その結果、次のような知見を獲得している。

○ 問題意識や問題意識の方向性をもたせる事象提示

児童に問題意識をもたせるためには、児童の考えと矛盾する事象や児童が説明できない事象を提示するのが有効である。また、対比する事象を提示すると、その違いに目が向き、問題意識のもち方に方向性をもたせることができる。

5年単元「ものの溶け方」を例に説明を加える。先ほども述べたように、食塩のシュリーレン現象のみを観察させた場合、多様な、しかも児童の解決できない問題が生まれる。

しかし、食塩だけではなく、ミョウバンも同時にシュリーレン現象を観察させると良いというものである。

食塩は、勢いよくもやもやが出るが、ミョウバンはかなり時間が経ってから、1本の細い糸のようなものが出てくる。このことにより、食塩とミョウバンの溶け方の違いに目が向き、溶解度の違いについての問題意識が生まれるというものである。

このような対策を講じて、教師の意図する方向に学習を向ける必要がある。



食 塩

ミョウバン

④ 見通しをもった理科学習を形成することの難しさ

見通しというと、すぐに頭に浮かんでくるのは、「問題に対する予想、仮説」である。見通しをもたせるとは、予想をさせることと考えがちである。予想をするためには、考えるための情報が必要になってくる。さらには、それらの情報を関係付け、意味付ける科学的思考力が必要になる。

一般に、小学生では、考えるための情報が不足し、予想できないことが多い。理科学習の各過程の好感度についての調査でも、「予想する」という過程が最も嫌われている。したがって、考えようにも考えられない子どもに、考えを強要し、理科を嫌いにしているととっても過言ではない。そこで、小学校学習指導要領解説理科編では、「見通しをもって」の説明の中で、次のような注釈が加えられている。

なお、児童が見通しをもった観察、実験などを行うことが大切であるからといって、必ずしも、児童がもつ見通しを常に授業の中で発表させるような形式的な問題解決の活動は行うべきではない。特に、中学年の児童では、彼らの見通しは行動の中に潜在している場合が多い。したがって、教師は行動の中から児童のもつ見通しを読み取るようにすることが大切である。

さらには、見通しの意味することは、「問題に対する予想、仮説」だけではない。これから行おうとする「自分の行動の結果についての予想」も含まれている。

⑤ 見通しをもった理科学習を形成するために

見通しをもつためには、考えるための情報の獲得が重要になってくる。

したがって、学習の導入部分では、予想をするための情報を獲得する場を設定する必要がある。そうして、考えるための情報を十分に獲得してから考えさせるように、学習過程や単元の構成を考える必要がある。

さらには、考えるための情報を獲得しやすいように、子どもたちの日常生活との関連深い内容を置くことが重要になってくる。あるいは、生活科や総合的な学習の時間における体験活動との連携を図ることが重要になってくる。

以上、現在の理科学習が抱える問題点を要約すると次のとおりである。

【現在の理科学習が抱える問題点】

新しい学力観に立つ理科学習の真の意味を理解できず、また、それを実現することができず、正しく、新しい学力観に立つ学習が展開されていない。

- ① 「子ども中心の教育」についての誤解
- ② 「子どもの思いや願いを生かすこと」についての誤解
- ③ 「子どもの学びを支援する」ということについての誤解
- ④ 「意欲重視」についての誤解
- ⑤ 「分かる授業」についての誤解
- ⑥ 子どもの思いや願いを生かし、意欲を重視した学習の難しさ
- ⑦ 見通しをもった理科学習を形成することの難しさ

したがって、新しい理科の内容を考える際には、子どもが主体的に問題に取り組み、多くの情報を関係付け、意味付けることが可能であるかという視点からも見直す必要がある。

6 新しい理科学習の内容配列について

理科学習の内容配列見直しのために、今、何をなすべきか考えてみたい。

大きくいうと、3つの方向性があるように思われる。その一つは、原点に戻り、理科の目標の見直しから行うという方法である。理科とは、何を求めている教科なのかという視点である。そのためには、小学校令に「理科」が登場したときの教育大綱や、戦後の教育改革の時の学習指導要領試案、さらには、現在の学校教育法の目的の確認が必要である。

○ 通常の天然物及現象の観察を精密にし、其相互及び人生に対する関係の大要を理解せしめ兼ねて天然物を愛するの心を養う。 (教育大綱より)

○ 学校教育法第18条

六 日常生活における自然現象を科学的に観察し、処理する能力を養うこと。

これを見ると、科学的に考察し、処理する能力を高めることが目的となっており、決して科学概念を身に付けさせることが第一義になっていないことが見えてくる。

次に、検討を要すると考えるのは、現在の小学校理科の目標の見直しである。現在の目標は下記のとおりである。

自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。

ここでは、目標の文章の途中で、「問題解決の能力」という言葉が出ている。これは、現在の認知心理学の考え方からいうと、問題解決を行うための力であり、「興味・関心、意欲」「科学的思考、判断」、「技能、表現」、「知識、理解」という指導要録の4観点をすべて含む用語である。したがって、「心情」や「理解」、あるいは「科学的な見方や考え方」との包含関係等を見直す時にきていると考える。そして、育てるべき「科学的な見方や考え方」から内容の生み出しを考える必要がある。

もう一つは、現在置かれている内容の実施状況の分析である。教師の力量という問題も関係するが、どんなに重要な内容であっても、子どもの学びと成り得なければ見直しを行わなければならないからである。また、精選によってある一部の内容が削除され、そのために納得して、実感をもって学び取っていない内容があるとすれば、「記憶」(＝基礎・基本の定着)という観点から問題であると考えられるからである。

最後に、考えなければならないのは、現在ねらいとされている「生きる力」からの分析である。

求める「生きる力」とは何なのか。「理科で育てる生きる力」は何なのか。そういったことについて分析を行い、それを身に付けさせるという観点からの見直しも必要になってくる。そのことを解明しない限り、新しい教育の向く方向に理科教育が向かないことになる。

ここでは、まず、理科教育における「生きる力の育成」を考えてみたいと思う。

最後に、それらを踏まえ、新しい理科学習の在り方について、私の現在の考えをまとめてみたい。

7 「生きる力」からの内容の見直し

(1) 理科で育てる「生きる力」

現在、教育は、「生きる力」をキーワードに、自ら学び、自ら考える力を育成することが求められている。では、理科で育てる「生きる力」とは何だろうか。それを明確にする必要がある。

平成9年6月から8月に、全国の附属小学校の理科部員、H9年度ソニー中央特別研修会参加者並びにH9年度ソニー九州・山口特別研修会参加者、合計52名にアンケートを取った結果では次のような結果が得られている。

○ 「生きる力」の育成が叫ばれていますが、どのような力を育てるべきであると考えますか。

問題解決能力	38
判断・思考力	10
自己教育力	9
人間関係構成員	9
好奇心	9
豊かな人間性、思いやりの心	10
忍耐力 責任感 精神力	7

○ 科学立国日本を支えるために、キーワードを挙げるなら、どんな言葉になりますか。

感性	22
直接経験	21
科学的な見方や考え方	22
探求心	9
情報活用能力	6
創造力	11

データからも、理科学習で育てる「生きる力」を問題解決能力とすることには異論はないものとする。そのように考えたとき、理科学習において、あれこれと考えをめぐらし、多くの情報を獲得しつつ、それらを関係付け、意味付けながらきまりを見出していくことのできる内容を選択することが重要であるとする。

実際には、そのようなことも踏まえて、平成11年度の小学校理科の学習指導要領では、時間の削減1割に対して、内容の3割削減を行っている。

しかし、果たして理科で育てる「生きる力」としての「問題解決の能力」とは何なのだろうか。問題解決能力に関する科学的思考力だけで良いのだろうか。知識や技能に関する事柄の中で、「生きるために必要なもの」は無いのだろうか。それらのことも加味して考える必要があると思う。

○ 各教科で育てる「生きる力」とは何ですか。

理 科	人 数
問題解決力	21
感性	15
科学的思考力	5
探求心	4

※ 他教科については省略

<考察>

生きる力として、大きくクローズアップされているのは、「問題解決能力」である。

角度を変えると、「方法知に関する事項」や「意欲に関する事項」が大きく出されている。

したがって、子どものもつ全知、全能を働かせて問題解決を図ることができるような内容を選択することが重要になってくる。

(2) 豊かに問題解決活動を行うために

どのような児童が、豊かに問題解決活動を展開するかについて考えてみる。

これまで、見たことのない生物に出会ったとする。その場合、児童はどのような行動をとるだろうか。単に驚くだけでは、豊かに問題解決活動を行うとは言えない。未知の生物について追究活動を行うとするとどのようなことが起きるだろうか。

足の数を調べる、体の分かれ方を調べる…といった形態を調べることもあるだろう。何を食べているか、どのように動くかといったその生き物の活動を調べることも起きるだろう。そういった活動は、何故生まれるのであろうか。きっとそこには、これまでの知識や経験が働くものと考えることができる。足の数が6本であれば昆虫であるとか、草食であれば草むらに住んでいるとか…そういった追究を豊かに行うために、生物関係であれば、「生き物は環境に適応し巧みに生きている」といった見方や考え方を手に入れているならば様々な追究が可能になると考える、その過程で、比較するとか、関係付けるとか、数量化を行うとか、条件を制御するなどの科学的な追究の方法が使われるものと考えることができる。

つまり、追究するためには、比較や関係付けるといった科学的思考力だけでは何もできないのである。これまで手に入れた知識や経験を基に、それらと比較したり、関係付けたりして考えているわけである。

そのように考えたとき、理科のねらいに置かれている、「科学的な見方や考え方」を育てるといふ考えは、まさに要を得ていると考えることができる。

(3) 科学的な見方や考え方という観点からの内容の見直し

理科の目標である、「科学的な見方や考え方」とは、自然の事物・現象について自ら得た情報の内容を単純化し、統一的に整理してまとめる仕方およびまとめられた概念であるとされている。まとめる仕方が、科学的思考力であったり、科学の方法、手続きであると考えることができる。

まとめられた概念とは、科学概念であると考えるが、それらを統合するものとして、「物質保存の原理」、「エネルギー保存の原理」、「物質の固有性と一般性」、「生物の環境適応性」などの科学の原理があるのではないかと考える。

平成11年度の改訂では、問題解決能力としての「科学的思考力」の高まりを縦軸に置き、内容の配列が考えられている。

そのように考えたとき、「まとめる仕方」からの内容の見直しが図られたと言える。これについては、前回置いた、3年生…比較、4年生…要因の抽出、5年生…要因の制御、6年生…多面的な見方が、児童の発達特性、発達課題という観点からこれでよいのか検討が必要であろう。

では、「まとめられた概念」からの見直しはどのようにすると良いか。これについては、先ほど拾い上げた科学の原理を基に考えるという方法もある。しかしながら、現在社会を生きるために必要な概念という観点からの見直しも必要であると考え。理科学習が、本当に子どもたちの生活の中にある問題を解決しているかということでもある。日常生活と理科学習との関係を深めるといふ観点からも必要であろう。そのことは、子どもと理科学習を近付ける重要な要因でもある。これまでの学習指導要領を振り返っても、その時代の「科学の成果を豊かに享受する」といふ観点から内容が選択されていることが見える。

現在話題になっているダイオキシンの問題 やオゾン層の破壊の問題、あるいは酸性雨や

排気ガスなどの問題をどのように扱うかということも考えなければ、科学の恩恵を十分に受けながら、それをうまく生かし、よりよい生き方を自ら考え、行動するといった人間の形成を望むことができない。

また、科学の原理から内容を産み出す際には、子どもの発達特性を加味し、概念の深まりを考えて整理する必要がある。

たとえば、「質量保存」の概念を身に付けさせることが重要であると考え、質量保存の概念の高まりを想定する必要がある。それは、下記のように分析することが可能であろう。

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">① 物質にはすべて質量（小学校では重さ）がある。② 物質は、形を変えても、分けても質量は変わらない。③ 物質は、水に溶けて見えなくなっても質量は変わらない。④ 物質は、化学反応を起こしても全体の質量は変わらない。 |
|---|

それでは、上記の①から④までの概念の形成は、どのような学習によって可能となるか考えてみる。よく考えると、①の概念形成はなかなか難しい。「すべて」という言葉にたどり着くには、かなり多くの物の重さを調べる必要があるからである。

②は、てこやてんびんの学習の際に、変形や分離の可能なおもりを利用することで可能になると考える。

③は、溶解の学習で取り扱うことができる。④は、酸化反応などの学習にて可能であろう。そういった、概念の高まりも加味して考える必要があると考える、このことについては、小学校、中学校、高等学校の学習を並べて、同時に見直しを図る必要があるように思われる。

この際に、考慮しなければならないのは、概念形成の高まりを重視したために、内容が大幅に増えないようにすることである。現行の学習指導要領でも、溶解概念の形成と質量保存の概念を同時に達成するようになっている。このように、概念の絡まりを考える必要もある。

以上、どのような観点で内容の見直しを行うべきかについて、私なりの考えをまとめてきた。その根本的な認識について、再度整理する。

- ・ 理科学習のねらいは、「生きる力」の育成である。
- ・ 理科学習で育てる「生きる力」は、問題解決の能力である。
- ・ 育てるべき問題解決の能力は、理科学習のねらいである「科学的な見方や考え方」である。
- ・ 「科学的な見方や考え方」は、科学的な追究を行うための科学の方法とともに、科学の概念の絡まったものである。

これらを踏まえ、何をどのように教えることで、現代社会を「生きる力」を与えることになるのか検討を行うことが重要である。そういった意味で、内容見直しの原理を明確にし、整理する必要がある。

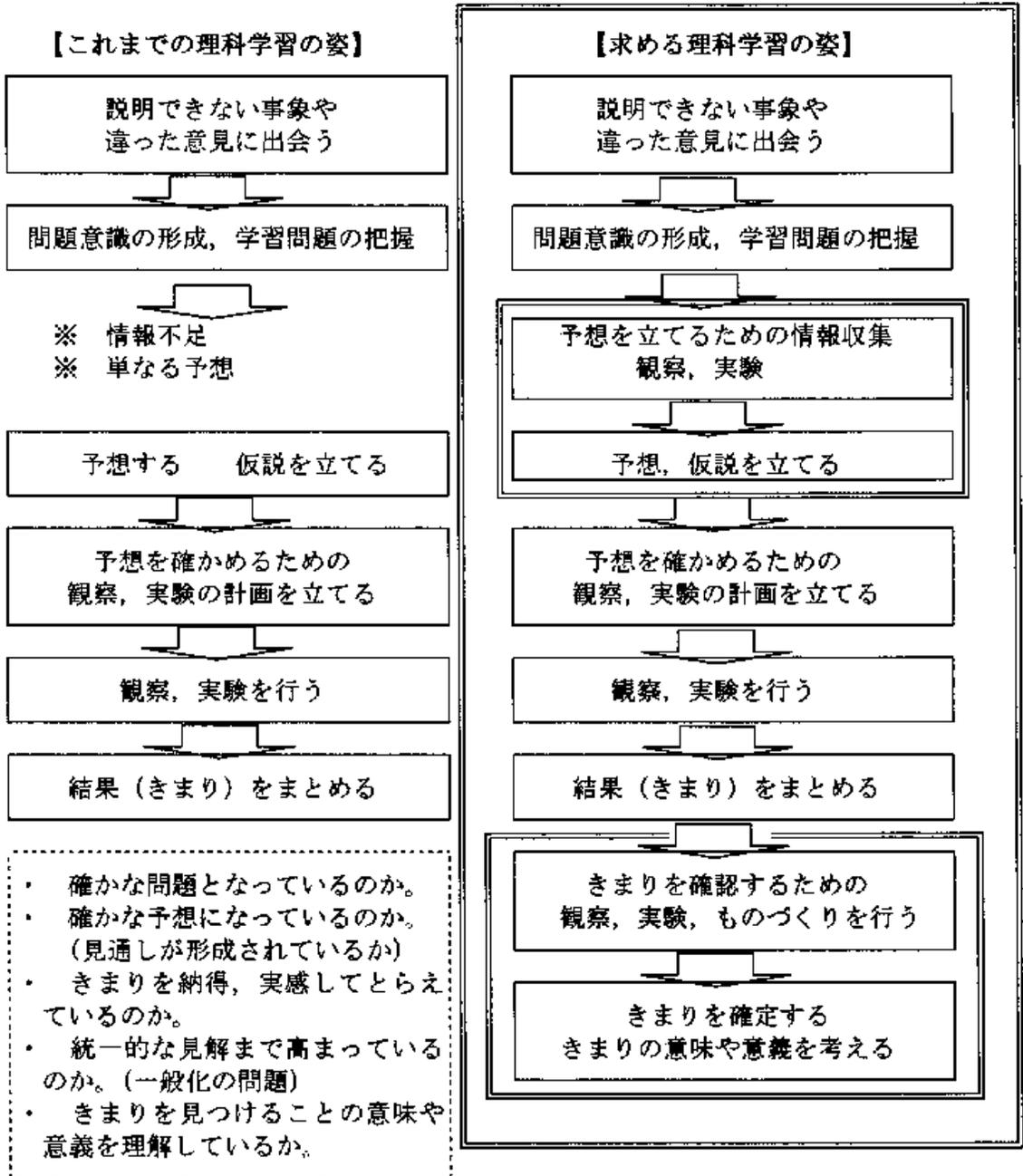
そういったことを考えるとき、現行の小学校理科の学習指導要領は、おおむね良くできていると、私は考える。しかしながら、学力の問題等様々な批判が出ている。これについては、学習指導の在り方の問題でもあろうと考える。

そこで、私の考える理科学習論について、次項で述べる。

8 子どもの学びを生かした理科学習のあり方について

子どもの学びを生かした学習を構成するためには、問題を明確にしてから、予想を立てるまでの間に、考えるための情報を獲得する時間を設定する必要があると考える。また、演繹的な思考の力を育成するためにも、きまりを見出したら終わるという理科学習ではなく、見出したきまりを使って、考える、そして考えたことを確かめるための観察、実験を行う、あるいはものづくりをすることが必要ではないかと考える。

そのような学習を構成することで、真に、生きる力としての問題解決の能力が育つのではないかと思う。そういった考えを実現するための学習のモデルを、これまでの理科学習の流れと対比して示すと次のとおりである。

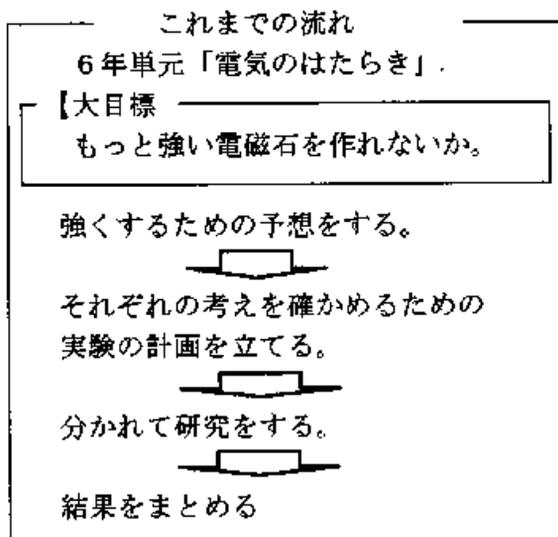
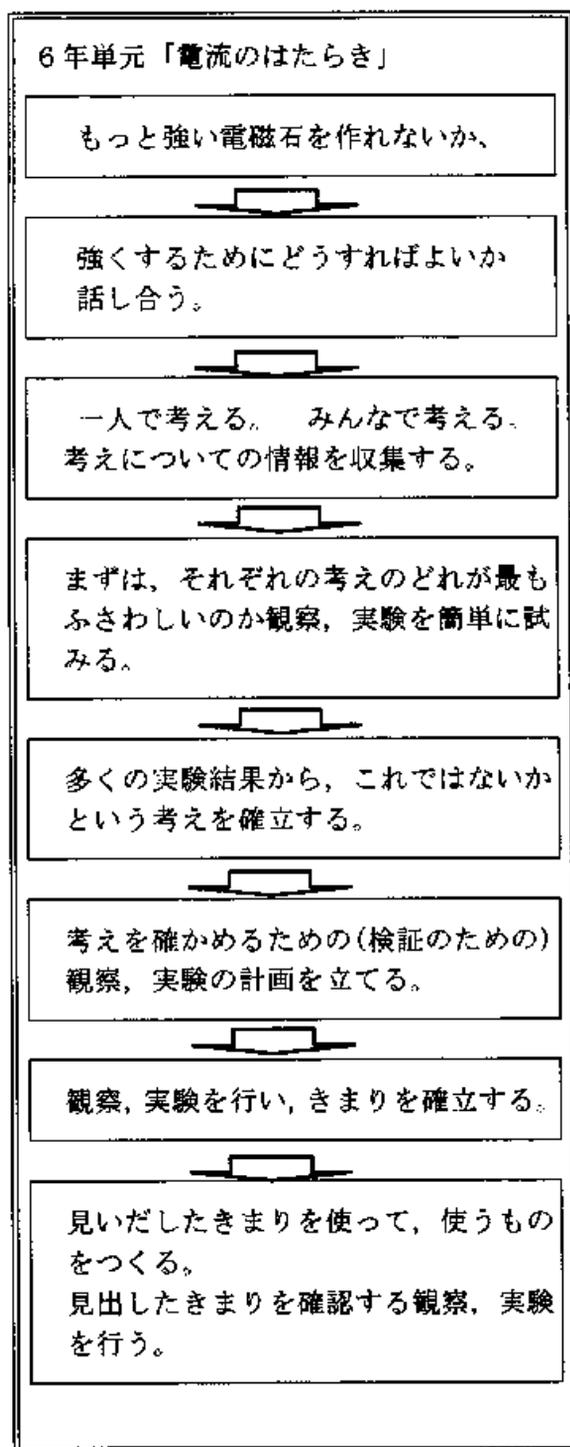


こういった学習を可能とするためには、時間を十分かけて、寄り道をしながら、どの子にも

分かる喜びを与えることができるように、精選することが必要になってくる。

つまり、求める理科学習は、これまでの理科学習に比べて、長いスパンの、大きなくくりの中での問題解決の学習となる。このことによって、理科学習がねらいとする、「より良いか」、「より正しいか」などの真なるものを求める心の育成につながるものと考ええる。

理想的な学習を、6年単元「電流のはたらき」の学習に当てはめると、次のようになる。



- 試しの活動を設定することにより、あれこれと考える楽しさを味わうことができる。つまり、理科教育がねらっている「人間形成」の大きな働きが生まれる。
 - ・ 事実に基づいて考える。
 - ・ よりよいものを求めて考える。
- 試しの活動により、より確かな見通しが形成できる。
- 試しの活動により、検証の実験のための条件制御の要因を明確にすることができる。
- 確かめのための観察、実験こそが、「よりよいものを求める人間形成」に向かう資質や態度を形成する。
- 見いだしたきまりを使ってものを作る活動を位置付ける。あるいは、見出したきまりを再確認するための、観察、実験を行う。

※ このような学習を構成することで、情報に基づいて繰り返し考えることになり、自ら問題を見出し、自ら考え、自ら判断し、自ら行動する力＝生きる力の育成が可能になると考ええる。

9 新しい理科の内容についての提案

ここでは、理科の内容を産み出す観点からというより、こういった学習も取り入れてみたらどうだろうかという思いを基に、2つの提案を行う。

(1) 知的財産を創造する学習の位置付け

これまで、子どもの学びを見てきたとき、子どもの学びの、特に発想の素晴らしさを強く感じている。でも、その発想を実現できるかと考えるとなかなか難しい。

しかしながら、今後、科学技術立国日本から、科学技術創造立国日本への転換を考えるとき、知的財産を産み出す学習活動を理科学習に位置付けることの重要性を感じている。

子どもが、こんなものがあったらいいな、こんなものを作れるといいなとアイデアを提案するのである。できれば、小・中学校と大学や高等専門学校、あるいは産業界がタイアップし、その夢を具現化し子どもに返すという学習を構成するならば、子どもは、アイデアを提案することの価値を見だし、創造する喜びを見出すことができるのではないかと考える。

また、産業界にとっても新しいアイデアを獲得することができ、かなり大きな成果を得ることができるのではないかと考える。また、そういった子どもと大人の交流が、学びの必要性を子どもに実感させたり、子どもの素晴らしさを大人に実感させたりすることで、日本の将来にとっても価値あるものになるのではないかと考える。

現時点での障害は、子どもの学びを支える機関が近くにあるかということであろう。

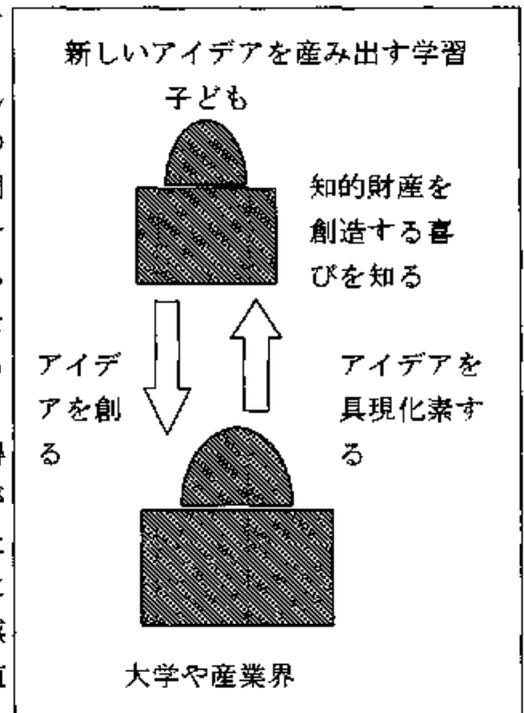
(2) 環境に関する学習の位置付け

確かに、現在の小学校6年生の理科学習においても、「人と自然」という形で環境の学習が存在する。しかし、その学習は、動物としての人と環境の関わりについての科学的な学習のみであり、人の生活と環境の関わりまで学習しているとはいえない。

現在の環境問題は、人々の日常生活との関連が深くなってきており、そのことについての学習の必要性を感じている。

学校によっては、そのことについて総合的な学習の時間でも行っていることは予想される。しかしながら、科学的に探求する方法を獲得できず、調べ学習に終わっているのではないかと考える。

そこで、子どもの学習を深めるためにも、理科学習において、科学的な環境調査の方法や環境保全の方法について具体的に学ぶ必要があるのではないかと考える。



10 理科教師の育成について

これまで述べてきたように、どんなに理想的な学習ができるように配慮したとしても、それを実現に移す教師の育成を怠っては、これまで同様の失敗に終わる危険性が高い。そういった意味で、理科の教員養成は重要になってくる。このことについて最後に触れて終わりにしたい。

たとえば、小学校の教師のほとんどは、高校時代には文系の進学希望組に入っている。その結果、理科の学習を深く学んではいない。しかも、大学においてもそうである。おまけに、高等学校の理科学習は、選択制が大きくなり、物理、化学、生物、地学のすべての基礎を学ぶことは難しくなっている。しかしながら、小学校の理科学習では、それが重要になってくる。たとえば、「空気を温めると膨らむ」と小学校では教えるが、実際には、ブラウン運動が激しくなり内圧が上がるので膨らんだように見えるのである。そのことを理解していないと、子どもの「空気が暑くて暴れ出した」という論を簡単に間違いと決めつけてしまうことになる。小学校の教員を目指す人は、理系の学習もすべて学ばせる必要がある。

なお、現在は、小学校低学年理科がなくなり、さらには、専科制度があり、理科の学習指導を行う教員が減っている。そのために、多くの学校では、理科の学習指導の在り方について相談したり、協議したりして教員の資質の向上を図る機会が激減している、このことも見直す必要があると考える。

また、理科の専科制度が、理科教育についての専門性を生かす制度としてではなく、教務主任の時間確保や指導力不足教員の逃げ場所として活用されているという報告もある。

「生きる力」の項で触れた理科教員の52名のアンケート結果（平成9年6月～8月）では、理科離れの原因を次のようにとらえている。

<理科教員の考える理科離れの原因>

項 目	人 数
・ 実験・観察、直接経験の不足	19
・ 教師の準備の大変さ、そのための時間、教材等の不足	14
・ 問題解決の難しさ	13
・ 知識の詰め込みすぎ、内容の難しさ	12
・ 理科学習の楽しさ体得の不足	11
・ 教師の力量、意識等の問題	10
・ 子どもの生活との遊離、関連の不足	6
・ 自然の破壊、自然の不足	5
・ 子どもの学習に対する必要性、興味関心の欠如	4
・ 大学での教師育成の制度の問題	1

データをみて驚くことは、子どもの理科離れではなく、教師の理科離れが大きく出ているということである。やはり、教員養成の段階での問題解決を図ることが必要であると考えられる。

教師の理科離れが、子どもの理科離れを産み出していると考えられることもできる。教師自身が理科の楽しさを実感していない限り、子どもの理科に対する興味や好奇心を高めることはできないのである。

また、教員養成の段階ですべてがうまくいくことは考えられない。そのように考えたとき教員の現職研修が必要になってくる。

このことについての、先ほどの理科教員のアンケートを基に探してみる。

<理科教員の考える理科教師育成のために必要なこと>

内 容	人 数
・ 予備実験、観察などの実技研修	33
・ 理科の楽しさを味わわせる	13
・ 教師の授業準備のための時間の確保、予算措置など物的環境づくり	9
・ 教師の意識改革、感性等を磨く研修	7
・ 教師の専門性を高める科学研究、先端の知識についての研修	6
・ 補助教員等の人的環境づくり	5
・ 子ども理解の研修	4
・ 学習内容を減らし、ゆとりを生み出す	4

ここでは、まず、学習指導のための予備実験等の実技研修が出されている。

さらには、現職研修は、理科をどう教えるかという方法的な研修だけでなく、最先端の科学を学ぶ研修、実験観察、自然観察等の生きた研修を位置付け教師が科学する楽しさを味わえるようにする必要がある。

特に、理科を教えることは、科学者が見いだしたきまりを伝えるということではなく、きまりを見いだす楽しさ、ワクワク感を伝えることが必要であると考え。そのように考えたとき、教員が最先端の科学の場で起きていることを理解する必要があると考える。

<おわりに>

とにかく、今、急がねばならないのは、「生きる力」の育成である。したがって、理科で育てる「生きる力」とは何ぞやという研究を行い、内容の配列を考える必要があるように思われる。

併せて、新しい学力観に立つ学習がうまく展開できなかつた反省に立ち、認知心理学の成果を踏まえ、どのように学習を展開する必要があるのかについても詳細について検討を加え、学習指導要領に示すようにし、理想とする学習が全国の学校で目指されるようにする必要があると考える。

そういった考えに立ち、今回、私の考えを整理することができたことに感謝したい。

Ⅲ-2-2 中学校理科学習指導要領改善のための内容と配列についての具体的提案

－ 基本的な考え方と研究の概要 －

九州各県の中学校教師グループ

鹿児島県総合教育センター	芝原	睦美
鹿児島市立伊敷中学校	河瀬	雅之
鹿児島県笠沙町立笠沙中学校	大迫	俊浩
琉球大学教育学部附属中学校	島村	一司
延岡市立熊野江中学校	里岡	亜紀
宮崎大学教育文化学部附属中学校	隈元	修一

1 前年度の研究

平成14年度「理科教育の内容とその配列に関する基礎的・実証的研究」を受け、鹿児島県の芝原、河瀬、大迫、宮崎県の里岡、隈元、沖縄県の島村、計6人で、中学校学習指導要領改善のための具体的な内容や配列について検討を行った。

平成14年度の研究において、学習指導要領改善の視点を次のように定めておいた。

(1) 1分野、2分野で育てるべき概念を明確にする。

○1分野→3年間を通じて、「エネルギー概念の育成」を中心に置く。

マクロなものからミクロなものへ

○2分野→3年間を通じて、「時間・空間概念の育成」を中心に置く。

ミクロなものからマクロなものへ

— 構造化、総合化

(2) (1)に基づいて、物理、化学、生物、地学でどのような概念や見方・考え方を育てるかを明確にする。

○物理→事象の定量化、法則化などの手法の習熟を図る。

基本量を基に、自然を解釈する見方や考え方を育てる。

事象をエネルギーの移り変わりとしてとらえられるような見方や考え方を育てる。

○化学→物質概念、粒子概念の育成を図り、事象を粒子の挙動としてとらえる見方や考え方を育てる。

物質の変化を、エネルギーの移り変わりとしてとらえられる見方や考え方を育てる。

○生物→生物の形態の多様性や共通性から、長い年月をかけて、生物が環境に適応してきたり（進化）、種の保存のために変化したこと（生殖）などを考察させ、望ましい生命観を育てる。

○地学→身近な事象から、長い年月、地下の莫大なエネルギー、広大な空間など大きな視点から、自然界で起こっていることを論理的に推測することのできる見方や考え方を育てる。

(3) 上述のような見方や考え方を育てるためには、どのような内容を扱えばよいのかについて検討する。さらに、それらの学習を成立させるために必要や知識や技能は何か

を洗い出す。このような観点で、過去の学習指導要領の内容も含めて内容の配列を検討する。

2 平成15年度の研究の概要

本研究においては、全国の中学校理科教師から集められた学習指導要領改善のための意見を分類するとともに、上述した改善のための視点を基に、具体的な対策を考えた。

本文においては、全国から寄せられた意見をどのような考えで分類したかを示した。その上で、そのように考えた「理由」を述べ、「配慮すべき点や具体的な対策」において、内容の取り扱い方や配列で留意すべきことを述べた。

研究の過程においては、様々な意見が出されたが、前回の学習指導要領、今回の学習指導要領ともに、[生きる力]を育成するために必要な内容は網羅していると考えている。その中で、更に限られた時間の中で、[生きる力]の中心となる問題解決能力を育成するために必要な内容は何かを検討してまとめたものが今回の報告書である。

3 学習指導要領改善に向けた14の提案+1

小学校学習指導要領においては、資質や能力の育成が全面に押し出されている。そこには「動的科学観」の考えが根底に流れ、「子どもなりの見方や考え方を大切にし、その変容を試みるのが理科の授業である」とする精神がみて取れる。このことは、中学校理科においても今後重視されるべきことである。中学校理科学習と日常生活が掛け離れているように生徒に感じさせていた主たる原因は、このことの軽視であると思われる。

しかし、中学校理科のもう一つの大切な役割は具象と抽象をつなぐことである。近代的科学論は、五感で読み取れる事象の意味をつなぎ、目に見えない抽象世界を論理的に整合性のあるものにしたことによって発達したものである。ただし、具象を抽象の世界で考えるためには、抽象の世界の正しさを実証的、再現的に示す事象が必要である。そのために、中学校理科の観察、実験がマニュアルどおりになされてきた傾向があり、そのことは現学習指導要領でも指摘されていることである。

中学校において問題解決能力を育て、抽象的な思考を育てるためには、教師の授業における工夫だけでなく、中学校教師が共通して納得でき、それに向かつて教材研究に力を注げるような環境が必要であると考え、研究を進めた。

その結果、14の提言と新たな単元の創設を提案するに至った。

4 14の提案+1の意義

我々が提案するのは次の14点である。「配列等」については「配慮すべき点や具体的な対策」において、内容の取り扱い方や配列で留意すべきことを述べている。

- (1) 「身近な物理現象」の中の「光と音」は、中学校では学習せず、小学校で現象面を、高等学校で理論面を学習した方がよい。
- (2) 「天気とその変化」で、高等学校に移行された「日本の天気の特徴」は中学校で学習した方がよい。
- (3) 「大地の変化」の中の「地層と過去の様子」において、地層の観察は必ずしも必要でなく、地層のでき方や重なり方の規則性は空間的な広がりについての扱いは軽くし、

褶曲や断層を取り扱うべきである。また、「火山と地震」においては、火成岩は6種類取り扱うべきであり、地震の揺れの伝わる速さは削除すべきである。

- (4) 「植物の生活と種類」では「花の咲かない植物」を、「動物の生活と種類」では「無脊椎動物」を生物の進化と絡めながら取り扱うべきである。「生物の細胞と生殖」では「遺伝の規則性」を軽く扱う。
 - (5) 削除された「イオン」については、中学校指導要領で取り扱うべき内容である。そのためには、併せて「電子」も扱う。
 - (6) 第1分野の配列を、化学→物理→・・・にする。
 - (7) 「物質と化学反応の利用」で扱っている「酸化・還元」は「化学変化と原子・分子」で扱う。
 - (8) 「身近な物理現象」で「水圧」を取り扱い、水圧と関連付けて大気圧を理解させる。
 - (9) 「力の合成・分解」、「仕事」の取扱いは、基本的には現行学習指導要領程度の扱いとし、一直線上に働く2力の合成、分解、落下運動を付加するとともに、位置エネルギーを定量的に扱うようにする。
 - (10) 天体の空間概念と時間概念は、金星でなく月で押さえる。
 - (11) 単位は現行学習指導要領どおり国際単位系に、基本量についてはその意味までしっかり押さえる部分と、総量で比較させる部分をはっきり区別し、定量的にとらえさせる部分を増やす。
 - (12) 定量的にきまりを見付けさせる内容を充実させ、科学的な思考力を育てる。
 - (13) 選択理科の内容について、もう少し具体的な方向性を学習指導要領で示し、内容の充実を図る。
 - (14) 選択教科の内容面だけでなく、時数設定の上でも弾力的に取り扱う例を示し、選択履修幅を広げる可能性に触れる。
- (+1) 基本量を基に考える単元を新設してはどうか。

100mを何秒で走るかの世界に生きている生徒たちにとって、単位量を基準に考えることの有効性はなかなか実感できない。単位量を基準に考えることの良さを我々教師は、単に公式を覚えることとして指導していなかっただろうか。速さ・道のり・時間の関係を、み/は・じで覚えなさいと指導するだけでよしとしていなかっただろうか。そう考えると、密度や速さの意味を学ばせる単元を創設することで、中学校理科教師の意識を変えることができるのではないかと考える。かなり、突拍子な提案であるが、いずれにしても基本量の意味を大切にすべきである。基本量を基に比較する能力を育てるべきであるということを実現するために、敢えて提言するものである。

※ 別表は、現行学習指導要領に基づいて我々の考えを整理したものである。網掛けの部分は、互いの考え方は理解できるが合意が得られなかった部分である。

1 はじめに

平成14年度科学研究助成費補助事業として行われた、理科教育の内容とその配列に関する基礎的・実証的研究では、全国の多数の教師から、現行学習指導要領の問題点や、指導法について多くの意見が寄せられた。その中には、中学校で指導する者の声として、多くの共通する意見や、具体的な解決策についての内容が見られた。これらの意見を整理し分析することは、新教育課程の在り方について考える上で、大変有意義であると考える。

そこで、多くの意見を幾つかの枠組みに分類しまとめるとともに、幾つかの改正案を示すことにした。

2 まとめる視点

寄せられた意見を次のような視点でまとめることにした。

(1) 250名余りの意見を次の五つの枠組みで分類する

① 論理的な思考など、能力育成に必要な要素についての問題点

② 日常生活との関連を図れる内容が削除されたもの

③ 概念形成に関する問題点

- ・ 単元配列に問題があり概念形成が難しくなっているもの
- ・ 概念形成に必要な要素が欠落したもの
- ・ 概念形成のための素材が適切でないもの

④ 発達段階を考えた上での問題点

⑤ 基本量概念が軽視されていると感じる場面

(2) 意見の中で、学習指導要領に関係のある物と関係のないものを整理し、関係のない意見は消す。

(3) 意見が多数の意見なのか、少数意見なのかも分かるようにする。

(4) 分析結果から、改善すべきかどうか総合的に考え、改善するべきと結論付けた内容については、その問題点を明確に示すとともに、問題解決のための具体的方策を案として示す。その際厳選の趣旨に配慮し、学習量が極端に増えすぎないようにする。

3 中学校からの意見の実際（現行学習指導要領の問題点について）

寄せられた意見を、五つの枠組みで分類すると以下ようになった。なお、本分科会で、改正の必要を特に感じる項目は◎、改正した方がよいが、前項ほど緊急性のない項目は○、意見が分かれる項目は△、現行のままがよい項目には×で区別した。その根拠については改善に向けた具体的な提案の中で述べる。

(1) 論理的な思考など、能力育成に必要な要素についての問題点

（難しいということが理由で削られた内容など）

◎ イオンを復活させるべきである。(22名)

- 身近な物理現象の内容はそれぞれの事象の関連が弱く、思考力を育てることができない。(光、音は削除してもよい) (1名)

(2) 日常生活との関連をはかれる内容が削除されたもの

- ◎ 日本の天気を復活させてほしい。(14名)
- ◎ 金星の満ち欠けは身近でない。見かけの形の変化が実感できる月を素材として扱うべきである。(1名)

- × 単位N (ニュートン) は、重力加速度を学んでいないのになぜNなのか。これまでのg重の方がよい (12名)
- × 熱量はJでなくてcalの方が身近で理解しやすい。(2名)
- × 電力量を復活させてほしい。(2名)

(3) 概念形成に関する問題点

① 単元配列に問題があり概念形成が難しくなっているもの

- ◎ 化学変化と原子分子の単元の中で酸化・還元を連続して扱うべきである(14名)
- ◎ 化学→電気の順で配列すべき 粒子概念→電子という思考の流れを重視(1名)
- ※ 静電気の学習も冬場が望ましい。

- 化学変化を学習した後に生物の体の仕組みを学習すべきである (3名)
(現行の電気→化学変化の配列ではそれが不可能)
- × 細胞を生物領域の始めに扱う。(1名)
- × 大気圧は気象の単元で押さえる。(1名)

② 概念形成に必要な要素の欠落

- ◎ イオンを復活させてほしい (29名)
- ◎ 原子価の概念についても簡単に触れるようにする (1名)
※教科書で水の電気分解により発生する気体の体積比を扱っていない根拠は何か。
(原子価の概念を復活させ、体積比についてもきちんと押さえる。)
- ◎ 電子の復活 (9名)
- ◎ 火成岩を6種類取り扱う (2種類では概念形成のための情報不足) (2名)
- ◎ 生物の多様性、共通性を理解させる上で、種子植物以外の植物、せきつい動物以外の動物にも軽くふれるべきである。(7名)
- ◎ 進化の復活 (種の多様性と共通性を理解させる上で重要) (3名)

- × 隆起、沈降の復活 (2名)
- × 天気図を描かせる作業の復活 (天気図を理解させるために) (2名)
- × 遺伝の法則の復活 (4名)
- × 仕事率の概念の復活 (力とエネルギーの混同が生じるため) (8名)
- × 力の分解の復活 (2名)

③ 概念形成のための素材が適切でない

- ◎ 天体の空間と概念と時間概念を押さえる上では、金星の満ち欠けを扱うよりも月の方が適切である。(3名)

※月と金星をセットで考えさせる(1名)

(4) 発達段階を考えた上での問題

- ◎ 金星の満ち欠け → 削除(1名)

金星の満ち欠けは太陽と金星の位置関係の他、地球との距離、位置の関係が複雑に絡んでくるため理解しにくい。また、月と比べ日常生活との関係が薄い。

- ◎ 1年生の1分野の配列を、化学→物理の順にする(1名)

光や音は現象としては身近であるが、理論的には難しい、1年生の最初の学習としては適していない。

- 光 → 削除

中1の最初の段階で光についての理論的な理解は難しい(1名)

理論面を削り、現象面は小学校へ

- 地層 → 取扱いを簡単に

1年生で岩石について扱うのはよいが、地層の連なりなど、地層のでき方の考察を通して、時間的空間的概念を身に付けさせることは難しい。配列を考えたときに他の場所に動かす事は難しいので、理論面は割愛し、現象面を残す。(1名)

- 地震 → 取扱いを簡単に

上と同様、地震についてもそのメカニズムを扱う程度にとどめる。地震波の速度を求めることは3年生の速さの計算よりも難しいので削除してよい。(1名)

(5) 基本量概念の軽視

- ◎ 公式が減り、分かりにくくなった。単位の意味をしっかりと教える(1名)

- ◎ 定量的に決まりを見付けさせる部分が減った。(3名)

- ◎ 定量的に決まりを見付けさせる部分が時期的に集中している。(1名)

- ◎ 密度の単位、計算の復活(3名)

- 濃度の計算を復活させる。(1名)

(数学でも扱うが、理科で扱った方が実感を伴う。)

(6) その他の意見

- ◎ 概念形成に時間をかける部分と教え込みの部分に軽重を付ける。(3名)

※ 量は2倍にし、選択幅を広げるという意見もある。理想としてはよいが、教

師の質、能力とも大きくかわり、現実的には厳しいのではないか。

◎ 野外観察は強制せず、比較考察できる資料の充実を図る。(3名)

※ 野外観察を行い観察記録を基に地層の成り方を考察し、重なり方の規則性を見いだすとあるが、単一の露頭観察だけではその目的を達成できない。ここでは、比較、考察させることが絶対に必要である。そのことと、学校の近くで露頭を見付けることが困難な現状を合わせて考えると、野外観察は必ずしも必要とはいえない。

○ 他教科との配列の関係

反比例なしで圧力と面積との関係を扱うことになる。(1名)

数学の三平方の定理はもう少し早めに学ばせたい。(1名)

△ 必修理科の総時数を増やす(5名)

× 中途半端な扱いをするのであれば、圧力、天体なども全削除(1名)

× 縦に長い日本列島では地域の気候の特徴に合わせて配列の順序に弾力性をもたせてほしい。(2名)

→ 現行でも1, 2分野の順序を変えることにより対応可能ではないか。

4 考察

以上のような要望をまとめると、前学習指導要領から削除された内容の復活を求める意見が多いことが分かる。しかし、厳選された趣旨から考えると、地滑りのように内容の復活を求めることは、現実的でない。単純に復活を求めるのではなく、厳選された意味を検討し、かつ概念形成等の角度からどうしても復活させなければならないと考えた内容に絞り、その理由と改善策をまとめることにする。

意見の中には教科書の内容配列の問題と、指導要領の問題とを混同しているものも多く見られた。また、学習指導要領では、同一分野での単元の入れ替えはできないことになっているが、単元内の配列についてもそのとおりの順番で教えなければならないという誤解が多く見られる。そのような意見についてはここでは取り扱わないこととする。

以下表に、今回のアンケート調査に見られた意見結果のまとめを示す。

表 現行学習指導要領への意見(まとめ)

	枠組 *1	分野	領域	分類 *2	キーワード	内 容	度数 *3
改善すべきであると判断した内容	3-2	1	化	復活	イオン	イオンを復活させる	29
	1	1	化	復活	イオン	イオンを復活させる	22
	2	2	地	復活	気象	日本の天気を復活させる	14
	3-2	1	化	復活	電子	電子を復活させる	9
	3-2	2	生	復活	進化	進化の復活	3
	5	1	物	復活	力	フックの法則	1
	3-2	2	生	補強	生物分類	種子植物、せきつい動物以外の生物の復活	7
	3-2	2	地	補強	火成岩	火成岩は6種類扱う	2
	5	1	化	補強	濃度	濃度計算の復活	1
	5	1	物化	補強	単位	単位の意味をしっかりと教える	1
	5	1	物	補強	位置エネルギー	位置エネルギーの測定を復活	1
	5	1	物	補強	密度	密度計算の復活	1
	3-1	1	化	配列	酸化還元	酸化・還元は原子・分子の単元の中で	14
	3-1	12	化生	配列	動物の体	動物の体は化学変化学習後に	3
	3-1	1	化物	配列	電気	電気は化学変化の学習後に	1
	4	1	物化	配列	化学	1分野のスタートは化学から	1
	3-3	2	地	変更	金星	金星の満ち欠けは扱わず月で	4
	2	2	地	変更	金星	金星の満ち欠けは扱わず月で	1
	4	1	物	削除	光	光・音の削除	1
	4	2	地	削除	地層	地層の考察の削除	1
4	2	地	削除	地震	地震の計算の削除	1	
現行のままの方がよいと判断した内容	3-2	1	物	復活	仕事	仕事の復活	8
	3-2	2	生	復活	遺伝	メンデルの法則の復活	4
	3-2	2	地	復活	隆起	隆起沈降の復活	2
	3-2	2	地	復活	天気図	天気図の復活	2
	3-2	1	物	復活	力の分解	力の合成分解の復活	2
	2	1	物	復活	電力量	電力量の復活	2
	5	1	物	復活	重さ	重さと質量の違いを押さえる	1
	3-1	12	物地	配列	大気圧	大気圧は気象の単元で	1
	3-1	2	生	配列	細胞	細胞を生物領域の始めに	1
	2	1	物	変更	単位	$N \rightarrow g \text{ 重} / \text{cm}^3$ $J \rightarrow \text{cal}$	7

*1 枠組 1 論理的な思考など、能力育成に必要な要素についての問題点

2 日常生活との関連を図れる内容が削除されたもの

3 概念形成に関する問題点

3-1 単元配列に問題があり概念形成が難しくなっているもの

3-2 概念形成に必要な要素が欠落したもの

3-3 概念形成のための素材が適切でないもの

4 発達段階を考えた上での問題点

5 基本観概念が軽視されていると感じる場面

*2 分類 復活・・・現行の学習指導要領で削られた内容の中で復活させたい内容

補強・・・取り扱う内容が削られ、内容的に補強が必要であるという意見

配列・・・取り扱う内容の配列見直しを求めた意見

変更・・・取り扱う素材を変更した方がよいという意見

削除・・・現行の学習指導要領の中にあるが、今後削っても良い内容

*3 度数 その意見をあげていた回答の数

5 学習指導要領の改善に向けた14の提案

提案 1

「身近な物理現象」の中の「光と音」は、中学校では学習せず、小学校で現象面を、高等学校で理論面を学習した方がよい。

(1) 理由

ア 「光と音」を中学校で取り扱わず、小学校で現象面を、高等学校で理論面を学習すべきである理由を、中学生の発達段階の面、理科で育成すべき資質や能力の面から述べると次のようになる。

- 中学校において、物理領域を苦手とする生徒は多い。他の領域よりも概念や法則の学習が多いことが原因であると考えられる。したがって、理科で育成する資質や能力の面から考えると、概念の形成を前面に押し出すのではなく、身近な物理現象に潜む規則性や法則を観察、実験を通して見いだしていく、関心・態度や能力の育成を重要視すべきである。なぜならば、ある基本概念は他の多くの基本概念と密接に結び付いているため、単独では真の理解を得たとは言えないからである。

そこで、基本概念は、様々な物理現象の観察や実験の結果、初めて形成されると考え、中学校ではそこへ至るまでの途中の段階とみなし、物理現象に対する関心や態度の育成を図るとともに、現象を調べていく基本的な技能を身に付けていくことが大切である。

- 「光と音」について、その現象は生徒の日常生活と関連した身近な事物・現象ではあるが、その規則性や法則を考えるためには、台形ガラスや半円形ガラス、プリズム等を用いて光を屈折させたり、凸レンズを用いてできる像を観察したり、オシロスコープ等を用いて音の波形を調べたりしなければならない。生徒にとって、直接自分の目と耳で感じることができ、身近であった「光と音」が、これらの様々な媒体を用いた観察、実験を行うことによって日常生活とかけ離れた事物・現象になってしまう。また、その規則性や法則を見いださせるためには論理的に高度な思考が必要であり、中学校1年の生徒にとって負担が大きい。

イ 現行学習指導要領で取り扱っている具体的な内容との関連で述べると、次のようになる。

- 「身近な物理現象」の中の「光と音」と「力と圧力」は、それぞれの事物・現象の関連が弱く、系統的な思考力を育てることができない。
- 「光と音」の学習は、「動物の体のつくりと働き」の目や耳のつくりにつながるものであるが、「光と音」で学ぶ内容は、「動物の体のつくりと働き」の学習の成否に大きくかかわるものではない。

(2) 配慮すべき点や具体的な対策

生徒たちは、「光」の学習は小学校3年で行い、「音」の学習は全く行わないまま

中学校に入学してくる。そして、理科の第1分野の学習の始めに、「光と音」の学習をする。この単元は、光や音の現象については身近であり、観察しやすく、生徒も興味・関心をもって観察、実験に取り組むが、その規則性や法則は直接観察することができず、因果関係を把握しにくい。そこで、「光と音」の現象面を小学校で学習し、理論面は高等学校で学習させるには、次のような点に留意する必要がある。

- 小学校での学習においては、ものが見えるということと光の進み方とを関係付けて学習は高度であるので、その現象面にのみ重点を置き、光の進み方の学習は凸レンズによる焦点のみを取り扱う。
- 高等学校では、「波」の単元で、現在中学校で扱っている「光と音」の理論面から学習する。

提案 2

「天気とその変化」で、高等学校に移行統合された「日本の天気の特徴」は中学校で学習した方がよい。

(1) 理由

ア 「日本の天気の特徴」を、中学校で取り扱うべき理由を、中学生の発達段階の面、理科で育成する資質や能力の面から述べると次のようになる。

- 改善の基本方針に、「自然体験や日常生活との関連を図った学習及び自然環境と人間とのかかわりなどの学習を一層重視する」とあるが、「日本の天気の特徴」は、春夏秋冬による気候の違い、梅雨、台風など、身近で問題を見いだしやすく、それまでの学習で得られた「気象観測」や「天気の変化」の知識を、生活にすぐ役立てることができる。この中単元の削除は、身近な自然現象から問題（課題）を発見するという問題（課題）解決学習のスタート地点を失った感があり、生徒の自然体験や日常生活との関連が希薄になった。
- 「日本の天気の特徴」は、自然の事物・現象の中に問題を見つけ考えたり、その解決に当たっても、いろいろな立場や視点をもち、広く情報を収集して公正にとらえ、合理的に判断する「多面的、総合的な見方」を重視するのに適した単元である。つまり、理科で育成していかなければならない資質や能力を最も育成できる単元である。
- イ 現行学習指導要領で取り扱っている具体的な内容との関連で述べると、次のようになる。
 - 4気団の動向により、日本の四季の特徴が科学的に説明できる。
 - 大単元「天気とその変化」で「日本の天気の特徴」を学習することが、大単元「自然と人間」の「自然と人間」で自然がもたらす恩恵や災害を調べやすくし、自然と人間のかかわり方について考察しやすくする。

(2) 配慮すべき点や具体的な対策

「日本の天気の特徴」を「天気とその変化」で学習するためには、次のような点に

留意する必要がある。

- 日本の春夏秋冬の天気の特徴を理解するには、日本の天気を支配する高気圧の学習が不可欠である。そこで、系統的な概念形成を図るために、「天気の変化」の中で気圧配置や風の吹き方も前学習指導要領と同程度に学習した上で、「日本の天気の特徴」を学習させる。
- 日常生活との関連を図ることを考えれば、「日本の天気」の中単元を創設し、その中で天気の特徴だけでなく、テレビやラジオの気象情報で出てくる降水確率の意味や注意報と警報の違い等も学習した方がよい。そうすると、生徒は興味をもって学習を進めることができると考える。

提案 3

「大地の変化」の中の「地層と過去の様子」において、地層の観察は必ずしも必要でなく、地層のでき方や重なり方の規則性は空間的な広がりについての扱いは軽くし、褶曲や断層を取り扱うべきである。また、「火山と地震」においては、火成岩は6種類取り上げるべきであり、地震の揺れの伝わる速さは削除すべきである。

(1) 理由

中学生の発達段階の面、理科で育成する資質や能力の面から述べると次のようになる。

- 「地層と過去の様子」に関して、「野外観察を行い、観察記録を基に、地層のでき方を考察し、重なり方の規則性を見いだす」とあるが、単一の露頭観察だけではその目的を達成するのは困難である。そこには、比較、考察させることが絶対に必要である。地理的に野外観察を実施することが困難な地域もある現状を合わせて考えると、野外観察は必ずしも必要とは言えない。
- 地層のでき方や重なり方の規則性に関して、地層の形成の時間的变化や地層の空間的な広がり、中学校1年にとって高度な概念であり、それをすべての生徒に身に付けさせることは困難である。
- 褶曲や断層は、それによって地球内部のエネルギーの大きさを実感(想像)でき、プレートテクトニクスの認識を深めることができる。
- 「火山と地震」に関して、火山岩及び深成岩をそれぞれ1種類扱うだけでは体系化して学習ができず、造岩鉱物の種類やそれらの含まれている割合によって、火成岩の色やマグマの粘性が異なるなどの概念形成を図るためには情報不足である。
- 地震の揺れの伝わる速さに関して、前学習指導要領では、中学校1年時に、数学で比例の式を学び、比例定数の計算を行った。そして、理科で、力の大きさとばねののびが比例することを学んだ。地震の揺れのP波、S波の2本の比例グラフの学習は、中学校3年で行っていた。現学習指導要領では、中学校1年時に、数学で比例の学習をした直後、あるいは比例の学習と並行してP波、S波の2本の比例グラフ学習しなければならず、その伝わる速さを推定することは、生徒にとって負担が

大きいと考える。

(2) 配慮すべき点や具体的な対策

- ア 「地層と過去の様子」において、地層の観察を行わない場合は、次のような点に留意する必要がある。
- 地層の重なり方の規則性やその広がりなどを見いださせるには、多くのサンプルの観察から一般化を図る必要がある。そのためには、地域の地層の写真やボーリング資料、岩石、化石など、多くの資料を多くの地域で収集し、生徒に観察させる必要があり、それらの資料の充実を図る必要がある。
 - 地層のでき方や重なり方の規則性には地域による特徴が見られ、野外で観察した事実のみからその成因や広がりを考察させることは困難である。よって、一般的な整合の地層を取り扱い、一つの柱状図から地層のでき方や重なり方の規則性を考察させ、地層の調べ方の習得を目指すべきである。
- イ 「火山と地震」において、火成岩を6種類取り上げ、地震の揺れの伝わる速さを取り扱わない場合は、次のような点に留意する必要がある。
- 火成岩の組織や造岩鉱物の違いによる種類の同定は、生徒がマクロ的な視点からミクロ的な視点へと移行していくのに適した教材である。そこで、6種類の火成岩の分類を通して探究的な活動を行い、探究の技法も習得させたい。
 - 地震の揺れの伝わる速さに関して、地震波は取り扱わない。

提案 4

「植物の生活と種類」では「花の咲かない植物」を、「動物の生活と種類」では「無脊椎動物」を生物の進化と絡めながら取り扱う。「生物の細胞と生殖」では「遺伝の規則性」を、簡単に扱う。

(1) 理由

- ア 中学生の発達段階の面、理科で育成する資質や能力の面から述べると次のようになる。
- 花の咲かない植物については、その存在を指摘する程度なので、種子植物の優位性や植物の発達の中で、何がどのように合理的になってきているのかを理解させることができない。また、無脊椎動物についてもその存在を指摘する程度なので、脊椎動物との比較ができず、脊椎動物の特徴が鮮明にならない。つまり、一つのまとまりとして構造化されるべき概念が形成されず、知識が分断されて、長期記憶として定着しない。
 - 普段、何気なく見ている自然の中に問題を見付けさせ、生物の多様性、共通性や差異性について考察させることで、生徒は生命の巧みさや尊厳を感じ取り、自然の調和を大きな視野で考えることができるようになる。身の回りの自然の一部を無理矢理切り取ってしまうと、学習が日常から離れ、「生物は暗記科目」というイメージを強く植え付けてしまうことになる。

- 従前も、有性生殖を理解させるには、減数分裂を扱わざるを得なかった。そのため、現行学習指導要領で減数分裂が加えられたことは大変よい。しかし、「遺伝の規則性」がなくなったため、「無性生殖では、親とまったく同じ形質をもつ子が代々生じて変化しないこと」と「有性生殖では受精に際し両親の形質をいろいろな組み合わせで受け継ぐため、必ずしも親と同じ形質をもつ子が生じるとは限らないこと」を比較して考察していくという理論的な概念形成ができなくなった。
- 「生物の進化」に関して、動物や植物の分類を行う場合や示準化石を用いて地層の生成年代を推定する場合に、『生物の進化』の視点は欠かせない。科学の本質をとらえていない内容となっており、スムーズな概念形成ができなくなっている。
- イ 現行学習指導要領で取り扱っている具体的な内容との関連で述べると、次のようになる。
 - 理科において育てるべき【生きる力】の中心は、生命尊重の精神と自然と調和した人間の生き方への自覚、さらにそれらを主体的に身に付けていくための資質や能力である。植物全体や動物全体、遺伝の規則性、生物の進化を学習しないと、生命の連続性について系統的に考察できなくなり、【生きる力】を身に付けるための根幹となる「生命についての理解」が図りにくい。

(2) 配慮すべき点や具体的な対策

- ア 「植物の生活と種類」で「花の咲かない植物」を、「動物の生活と種類」で「無脊椎動物」を学習する場合は、次のような点に留意する必要がある。
 - 前学習指導要領の内容のまま「花の咲かない植物」を学習すると、当然授業時数が不足する。そこで、シダ植物、コケ類に関しては、なかまの殖やし方や維管束の違いに軽く触れる程度とし、進化の過程と絡めながら、植物の環境への適応や多様性についての認識を深めさせる。
 - 「無脊椎動物」も同様で、節足動物や軟体動物等の身近な生物について簡単に体のつくりについて学習し、共通性や差異性を認識させる。その上で、進化の過程と絡めながら、動物の環境への適応や多様性についての認識を深めさせる。
- イ 「生物の細胞と生殖」で「遺伝の規則性」を学習する場合は、次のような点に留意する必要がある。
 - 「遺伝の規則性」は、無性生殖と有性生殖の違いを理論的に概念形成させるため、簡単な遺伝の規則性は理解させたい（たとえば、親として赤い花のマツバボタン同士を掛け合わせたら、子に赤い花と白い花の両方のマツバボタンができるなど）。ただし、出現率の割合は取り扱わない。
 - 生物の学習の総まとめとして、生物の進化を扱い、38億年前の地球で水中に生物が誕生し、それが地上へと進出して活動範囲を広げ、同時に体のつくりも発展させてきたという程度の学習は行いたい。

提案5

削除された「イオン」については、中学校学習指導要領で取り扱うべき内容である。そのためには、併せて「電子」も扱う。

(1) 理由

「イオン」、「電子」を中学校理科で取り扱うべき理由を、理科で育てるべき資質や能力育成の面、育てるべき概念の面から述べると次のようになる。

○ 目に見えない世界を推論し、その考えを様々な事象に適用しながら探究する学習活動を構成しやすい内容であり、生きる力の中心といえる問題解決能力を育てるのに適している。

○ 化学領域における中心概念である粒子概念を育てるためには、不可欠な学習内容である。

現行学習指導要領で取り扱っている具体的な内容との関連で述べると、次のようになる。

○ 中和や電池の現行学習指導要領における取扱い方では、単に現象の確認のみで終わってしまい、生徒にとっては覚えなければならない内容となっている。現象を科学的に深く考察したり、理解したりするためにイオンは不可欠な情報である。

イオンを扱わないのに、中和や電池を扱うのなら、中和や電池も削除すべきであるという意見もある。

○ 主として「化学変化と原子・分子」の単元で粒子モデルを扱うことになっているが、粒子概念を育てるためには不十分である。イオンは、粒子モデルを用いて事象を考察することができ、変化を粒子モデルで考えることよさを実感させ、納得させることができる有効な教材である。

○ 「電流とその利用」では、見いだした規則性から電圧や電流、抵抗、発熱などをモデル化する際に、電子の考え方は有効であるが、必ず必要というものではないと思われる。

しかし、電気を帯びた原子としてイオンを扱うとなると、電子の考え方は不可欠であり、そのために電子を取り扱う必要がある。

(2) 配慮すべき点や具体的な対策

イオンや電子を扱うためには、単元構成や単元配列において、次のような点に配慮すべきである。

○ 中和は、現行学習指導要領では「身の回りの物質」で扱うことになっており、第1学年で学習している。中和をイオンの挙動として考察させるためには、原子・分子、電子を学習した後に配列しなければならない。

○ イオンの存在を実感させるには、水溶液の電気分解を扱う必要がある。中和の学習の前に塩化銅水溶液や塩酸などの電気分解を扱う。

電解質、非電解質については、エタノールやブドウ糖などの分子が出てくる高等学校で扱うこととする。

- イオンが電気を帯びた原子であるということを理解させるためには、原子の構造を扱う必要があるが、前学習指導要領程度の扱い（イオンは、物質の溶解による電子のやり取りによって生じる）とする。
ただし、「化学変化と原子・分子」で、原子価について触れておき、それと関連付けることは必要である。
- 電池については、電気分解と混同してしまう生徒が多いので、現行学習指導要領程度の扱いに、片方の金属が溶けることからイオンが関係していることを付加する程度にする。
- 電子を「電流とその利用」の導入として扱う。その際、放電、陰極線を扱い、それと関連付けて静電気にも触れる。したがって、イオンは「電流とその利用」の後に配列しなければならない。

提案 6

第 1 分野の配列を「化学→物理→……」にする。

(1) 理由

第 1 分野の配列を「化学→物理→……」にすべき理由を、概念形成に関する問題点、発達段階に関する問題点から述べると次のようになる。

- 身近な現象という観点から考えると、確かに物理現象の方が身近である。しかし、光、音、力、電流、運動、エネルギーなどの概念は、身近すぎるが故に生徒が誤った概念を強固にもっている場合が多い。また、中学校段階では、それぞれの概念を結び付けて理解させることが難しい。（断片的な知識になりがちである。）

それに対し化学は、教師が 3 年間の見通しをもって意図的に指導すれば、現象を粒子の挙動やエネルギーとの関連で理解させやすい。化学の学習で養われる粒子のイメージやエネルギーのイメージを生かしながら、物理の学習を進める方が有効である。

- 生物、地学においても、化学で育てられる物質概念と結び付けて学習させる方が有効である。

現行学習指導要領で取り扱っている具体的な内容との関連で述べると、次のようになる。

- 光と音における、規則性を見付けるための観察、実験はそれほど難しいものではない。しかし、その規則性を身近な現象に当てはめるためには、次のような難しきがあり、第 1 学年 1 分野のスタートの単元としては難しい。
 - ・ 光の反射や屈折の規則性と、鏡に映る像やレンズによってできる像などとの関係を結び付けるには、目に見えない光の進み方について考察しなくてはならず、1 年生にとっては難しい。また、「途中で光が屈折していても、最終的に自分の目に直進してきた光の延長上に物体が見える」という考え方は、1 年生にとっては極めて難しいと思われる。
 - ・ 音が空気中などに生じる疎密波によって伝わっていくことを見せることは不可

能で、オシロスコープなどの波形を見せることによって、よけいに誤った概念を植え付けてしまう。波の概念は、1年生にとっては極めて難しいと思われる。

- 力と圧力において、空気に重さがあることを理解させるには、物質の状態変化や気体の性質などを学習しておく必要がある。
- 2分野と並行履修する場合、「植物の体のつくりと働き」の光合成、呼吸、蒸散などを化学の学習と関連付けて理解させたり、「動物の体のつくりと働き」の消化や呼吸などを化学の学習と関連付けて理解させたりすることができ、有効である。
- 1分野と2分野を交互に履修する場合、季節の関係で2分野を先に学習させると、どうしても生物と化学の学習時期が離れてしまい、前述のような有効性がなくなってしまう。
- 1分野と2分野を並行履修した場合でも、交互履修した場合でも、静電気の実験を行う時期が湿度の高い時期になってしまい、実験がうまくいかない。
- 「提案5」のように、「電流とその利用」で電子を扱うためには、「化学変化と原子・分子」を先に配列しなければならない。
- 数学で「比例・反比例」を学ばせた後に、圧力と物体が接する面積との関係について学ばせる方が効果的である。現在の配列では不可能である。

(2) 配慮すべき点や具体的な対策

第1分野の単元配列を変更するためには、次のような点に配慮する必要がある。

- 「内容の取扱い (1) 内容の(1)から(7)については、この順序で取り扱うものとする」は、維持する。

学習指導要領が、「概念形成の過程、資質や能力の高まりに配慮して内容を配列している」のであれば、配列を自由に変更できるようにするとその趣旨が生かされなくなる。

学校においては、年間指導計画を作成する際に、地域の気候などを考慮して1分野と2分野を並行履修させるのか、交互履修させるのか、交互履修させる場合、1分野と2分野の単元を1年間でどう配列するかを決める必要がある。

- ・ 交互履修のパターン ① 1分野→2分野→1分野→2分野
② 2分野→1分野→2分野→1分野
③ 1分野→2分野→2分野→1分野
④ 2分野→1分野→1分野→2分野
⑤ 1分野→1分野→2分野→2分野
⑥ 2分野→2分野→1分野→1分野

※ 1分野の配列を「化学→物理……」にする趣旨を考慮すると、①～④のいずれかになる。

提案 7

「物質と化学反応の利用」で扱っている「酸化・還元」は、「化学変化と原子・分子」の中で取り扱う。

(1) 理由

「酸化・還元」を「化学変化と原子・分子」で取り扱うべき理由を、理科で育てるべき資質や能力育成の面、育てるべき概念の面から述べると次のようになる。

- 分解、化合、酸化、還元などの事象を比較したり、関係付けたりすることによって、目に見えない世界を推論し、モデル化していく能力を育てるためには、「酸化・還元」を分解や化合とセットで学ばせる方が有効である。
- 分解や化合の学習によって培われていく原子・分子の考え方を、酸素の挙動に注目して学習させる「酸化・還元」に適用することによって、化学変化を粒子の挙動で考えること（微視的な見方や考え方）の有効性を更に実感させることができ、化学領域における中心概念である粒子概念の定着に有効である。

現行学習指導要領で取り扱っている具体的な内容との関連で述べると、次のようになる。

- 「化学変化と原子・分子」では、分解と化合を扱うことになっている。授業で取り扱える分解や化合は、酸素の絡むものがほとんどで、実質上は「化学変化と原子・分子」で酸化（燃焼）を扱っていることになる。
 - ・分解→炭酸水素ナトリウムの熱分解、酸化銀の熱分解、水の電気分解
 - ・化合→鉄と硫黄の化合、水の合成（水素の酸化）、炭素の酸化、マグネシウムや鉄や銅の酸化
- 現行学習指導要領では、「物質と化学反応の利用」で「酸化・還元」を取り扱うことによって、人間生活との関連を強め、「科学技術と人間」で扱う省資源や省エネルギーへのスムーズな接続が図られている。

しかし、上述したように「化学変化と原子・分子」で、実質上、酸化を扱い、酸素原子の挙動で考察させるので、同時期に還元も取り扱った方が生徒にとっても理解しやすいと考える。

(2) 配慮すべき点や具体的な対策

「酸化・還元」を「化学変化と原子・分子」で扱うようにするためには、次のような点に留意する必要がある。

- 「化学変化と原子・分子」は、第2学年で取り扱われると考えられる。そうすると、第2学年の内容が多くなる。提案5で述べたように、「身の回りの物質」の中から、中和を「化学変化と原子・分子」以降に配置したり、提案1のように光や音を削除したりするならば、「化学変化と原子・分子」の中の一部の内容を、「身の回りの物質」に移動させる必要が生じる可能性がある。（化合を移動するか？）
- 化学反応と人間生活、省資源、省エネルギーと関連付けさせるための観察、実験としては、手回し発電機による電気分解程度を扱うことにする。それ以外は、読み

物資料的な扱いでよい。

提案 8

「身近な物理現象」で「水圧」を取り扱い、水圧と関連付けて大気圧を理解させる。

(1) 理由

「水圧」を取り扱うべき理由を、日常生活との関連、概念形成との関連から述べると次のようになる。

- 水泳などの経験から、生徒は大気圧に比べ水圧の方を日常生活で実感している。
- 水圧の実験を通して、水圧が物体のすべての面に垂直に働いていることを理解させた上で、それと関連付けて大気圧を取り扱う方が理解が深まる。

(2) 配慮すべき点や具体的な対策

「水圧」を取り扱い、水圧と関連付けて大気圧を理解させるには、次のような点に留意する必要がある。

- 水圧が水の深さ(=水の重さ)に関係することと関連付けて、大気圧は空気の重さによることを理解させるには、状態変化や気体の重さ、空気の組成などを学んでおく必要があり、「身の回りの物質」を「身近な物理現象」の前に配置する必要がある。
- 水圧や大気圧が物体の四方八方から働くということをイメージさせるためには、「身の回りの物質」で粒子概念を導入すべきである。
- 水圧や大気圧については、定量的な扱いはしない。(第1学年で扱うには、難しい。)

提案 9

「力の合成・分解」、「仕事」の取扱いは、基本的には現行学習指導要領程度の扱いとし、一直線上に働く2力の合成・分解、落下運動を付加するとともに、位置エネルギーを定量的に扱うようにする。

(1) 理由

現行学習指導要領における「力の合成・分解」、「仕事」の削除については、批判的な意見も多い。その理由として、次のようなものがある。

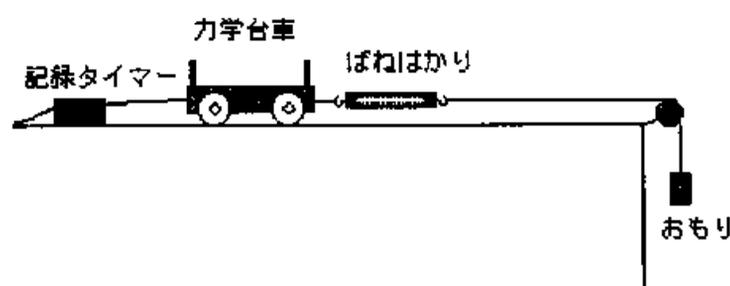
- 斜面を下る物体の速さの変化を調べる実験で、斜面方向の力が一定であるということを示すためには、力の分解が必要である。
- 綱引き、物を二人で持つなど、力の合成・分解に関する事象は日常生活で多い。
- 生徒は力とエネルギーの概念が未分化なので、エネルギーを理解させるためには仕事の概念が必要である。

これらの指摘は全くそのとおりであるが、従前の内容をそのまま取り扱うとなると、

当然、時間が不足することになる。現行学習指導要領程度の扱いの中で、問題解決能力や基本概念を育てる方が良いのではないかと考える。その理由は、次のとおりである。

- 生徒は日常生活の感覚を基に、物体が斜面を下るとき、物体に働く力は「大きくなる」又は「小さくなる」と考えており、ほとんどの生徒は一定の力が働いているとは思っていない。「物体に一定の力が働いているとき、物体の速さは変わらない」と思っているのである。この考え方は強固であり、物体の重力を分解して斜面方向の力が一定であることを示しても、生徒はなかなか納得しない。

その後の力学の学習に、大きな影響を与えるであろうと思われる、このような生徒の力に対する誤概念を変換させることがここでは大切である。生徒の誤概念を生かした徹底した問題解決的な学習を展開して、生徒自らの力で自分の概念変容が図れるようにする必要がある。例えば、次のような実験を付加する。



ばねはかりは一定の値を示し、記録タイマーの記録は斜面を下る物体と同じ、等加速度運動になる。「一定の力が働くと、速さは変わらない」と思い込んでいる生徒たちは、考えを変更せざるを得な

くなるのである。

このように、概念の変容が図られない限り、力の分解は問題解決のための有効な道具にはなり得ない。

- エネルギーの概念を育てる場合、仕事の概念を使うと便利である。しかし、もっと本質的な理解の上に、仕事の概念は導入すべきであると考え、

高い位置にある物体が運動をして、他の物体を動かす（仕事をする）場合を考えてみる。質量の同じ二つの物体が低い位置と高い位置にあり、それぞれが落下して他の物体を動かすとしよう。高い位置にあった物体の方が、相手の物体をたくさん動かすことができることは、生徒も容易に理解する。しかし、生徒はたくさん動いた理由を、「高い位置にあった物体の方が、強い力で押した」と考える。

ここで、等加速度運動の学習を想起させる。落下している物体に働いている力は一定であったはずである。このことから生徒は、「高い位置にあった物体の方が相手をたくさん動かしたのは、落下してきた物体に働いている力以外の何らかの要因（速さ一元々の高さに違い）がある」ことに気付く。このような思考の流れがあって初めて、エネルギー概念を受け入れることができるのである。

このような思考の流れを考えると、ここにわざわざ仕事の概念をもち込んでくるより、他の物体に作用する能力としてエネルギーをもち込んだ方が、生徒にとっては理解しやすいと言える。

(2) 配慮すべき点や具体的な対策

上述したような理由で、「力の合成・分解」、「仕事」の扱いを大きくする必要はな

いと考えるが、現行学習指導要領の扱い方では、生徒は力やエネルギーを感覚的にとらえてしまう可能性がある。そこで、現行学習指導要領に次のような内容を付加する必要がある。

- 「運動の規則性」で、2力が釣り合っている場合も等速直線運動をすることを扱う。しかし、日常生活では加速や減速など、様々な運動を生徒たちは経験している。そこで、「身近な物理現象」で一直線上に働く2力の合成・分解までは扱うべきである。
- エネルギーについては、(1)で述べたように落下運動を取り扱い、物体に働いている力と物体がもっているエネルギーの本質的な違いに気付かせた上で、位置エネルギーは高さや質量に比例することを定量的に見いださせるようにする。

提案10

天体の空間概念と時間概念は金星でなく月で押さえる。

(1) 理由

- ① 金星は地球との位置関係により満ち欠けをするだけでなく、その見かけの大きさが大きく変化したり、夕方又は明け方の空でしか観察できないなど複雑な要素を含んでおり、概念形成のための素材としては適切でない。
- ② 金星は肉眼で見てもその満ち欠けの様子は観察できず、日常生活との関係が薄く、身近な素材と言えない。
- ③ 月は生徒にとって身近な存在であり、その満ち欠けの様子も経験的に理解している。

現行学習指導要領には、「金星の観察を行い、その観察記録や資料などから、金星の形と見かけの大きさなどに基づいて金星の公転と地球の位置関係を考え、このことから太陽系の構造について考察させる」とある。

これまでは、天体の空間概念、時間概念は、月と地球の位置関係及びその観察結果を基に行い、さらに金星の学習では内惑星の満ち欠けという、一歩進めた思考を押さえる2段階の構成になっていた。これが今回の改正により、月は小学校で現象のみの学習にとどめ、中学校では金星のみを扱い、理解させることになった。

改正前の指導においても、惑星の空間的概念については理解させることが難しく、モデル等を活用しながらその理解を図ってきたが、中学校1年生という発達段階ではその理解が難しいとの理由から、3年次の取扱いとなったと思われる。

しかし、3年次の取扱いであっても、いきなり金星の観察を基に天体の空間概念や時間概念を押さえるとなると、満ち欠けを押さえるだけでなく地球との位置関係による見かけの大きさの変化や、内惑星の性質上、夕方又は明け方の空でしか観察できない点を同時に押さえなければならなくなる。概念としても難しい内容である上に、学ぶ要素が複雑な事象を素材とすることは、厳選の趣旨に反(はん)しているのではないだろうか。ここでは、月のみを扱った空間概念の形成が適していると考えられる。

(2) 配慮すべき点や具体的な対策

① 小学校段階では月の満ち欠けについては現象面だけを扱うことを確認する。

今回の改訂で月の取扱いは小学校へ現象のみの扱いとして移行したが、小学校の問題を見てみると、単なる現象面にとどまらず、空間概念まで足を踏み入れたものがしばしば見られる。これは全く改訂の趣旨にそぐわないものであり、問題である。中1段階での理解も難しかった内容が、小学校段階へ下りてしまっているのである。その問題については、小学校との連携により解決していかなければならない部分である。

提案11

単位は現行学習指導要領どおり国際単位系に、基本量についてはその意味までしっかり押さえる部分と、総量で比較させる部分をはっきり区別し、定量的にとらえさせる部分を増やす。

(1) 理由

- ① 単位は国際単位系で押さえるのが時代の流れである。
- ② 単位量の意味をしっかり押さえることは科学概念形成の上で、根幹となる基礎基本的技能である。
- ③ すべての単位を単位量で押さえるのは生徒の発達段階を考えると無理がある。

単位Nの扱いについて、「重力加速度を学んでいないのになぜNなのか」、「これまでのg重の方がよい」、また「熱量をJでなくcalで押さえた方がよい」という意見が多く寄せられた。このことは日常的な単位であるkg重なしで、力をいきなりNで教えたり、熱量をJで押さえたりすることに対する教師側の不安が根強いことを表している。

ここでは力や熱量を単位量で比較するのではなく、総量で比較することにその意義を置けば、扱う単位がNやJであっても全く支障はないと考える。実際、生徒の力に関する概念がまっさらな状態から、体感させながらNという単位を扱うと、その後の生徒の思考はスムーズにつながっていった。もちろん、重力加速度の概念を中学校段階にもち込み、単位量として力を押さえることには生徒の発達段階から見ても無理があり、その必要はない。

一方、同様の考えの基に、現行学習指導要領では、単位量の考え方が省略され、総量の比較に置き換えられた部分が少なくない。「濃度の計算」、「密度の計算」「圧力の押さえ方」などがその例である。単位面積当たり、単位体積当たり、単位時間当たりという考えは、概念形成の道具として大切な部分であり、中学校段階でしっかり押さえておきたい部分である。前述した力の単位は比較量として押さえるにしても、密度や圧力は実験を通して単位量を身に付けさせることが容易である部分でもある。是非、単位量概念の基礎を身に付けさせる部分として位置付けたい。

このように、基本量については、その意味までしっかり押さえる部分と、総量で比

較させる部分をはっきり区別すべきである。

(2) 配慮すべき点や具体的な対策

- ① 濃度の計算は数学だけでなく理科でも押さえる。
- ② 密度、圧力の単位は単位量で押さえるようにする。さらに密度は定量的に扱う。
- ③ なぜ、力や熱量の単位をkg重、calではなくN、Jで扱うのか、その意義が分かるようにしっかり解説すべきである。

提案12

定量的にきまりを見付けさせる内容を充実させ、科学的な思考力を育てる。

(1) 理由

- ① 定量的にきまりを見付けさせる部分が減り、基礎学力を身に付けさせる上で不十分である。
- ② 定量的にきまりを見つけさせる部分が時期的に集中している。

定量的に規則を発見させる場面が、現行の学習指導要領では、電流・電圧の測定、化学変化前後における物質の質量保存、化学変化にかかわる物質どうしとその生成物の質量比の学習程度しか残っていない。この過程は、理科を学ぶ上で最も重要な基礎学力の一つである。

フックの法則を1年の理科で扱うことは、グラフの書き方等の基礎を学ぶ上でも適切な教材である。この素材を通して、誤差の概念も身に付けさせることができる。

電流の単元は、ただでさえ生徒がつまずきやすい部分であるのに、そこにこれらの要素まで一度に詰め込むのには無理がある。

フックの法則、位置エネルギーの測定を復活させれば、各学年に定量的な思考を高める部分が発達段階ごとに設定できる。

(2) 配慮すべき点や具体的な対策

- ① フックの法則を定量的に導き出させるようにする。
- ② 位置エネルギーを定量的に扱うようにする。ただし単位量(Nm)は扱わない。
- ③ 圧力は、気圧だけでなく水圧にもふれ単位量で押さえる。

圧力を学ぶ際、気圧を扱い、Pa(N/m²)という単位で考えるという点に問題を感じる。N/m²という単位は実験により実感しにくい。気圧を体感的に感じさせることは可能であるが、この現象から圧力を考える上での中心概念である、「単位面積あたりに垂直にかかる力の大きさ」を実感的に理解させることはできない。気象の単元の内容とのつながりを図る上で、水圧でなく気圧を用いた意図は理解できるが、ここはむしろ水圧(N/cm²)で押さえることが適切であると考えられる。単位PaについてはN/cm²から変換できるだけでよい。

6 今後の選択教科の在り方について

提案13

選択教科の内容についても、もう少し具体的な方向性を学習指導要領で示し、内容の充実を図る。

- ① 選択教科の学習内容、指導計画などの例を示す。
- ② 生徒主体の選択コース開設を促す。
- ③ コースを選択するまでのガイダンスの充実を図る。

選択教科に関しては、履修幅の拡大が行われたのみならず、指導内容もこれまでの課題解決的な内容に加え、補充的な学習、発展的な学習が加えられた。このことは大きな変更点ではあるが、その指導内容は各学校に任せられている。内容面の充実という視点からみた学校での現状はどうだろうか。

文部科学省が行った平成14年度公立小・中学校における教育課程の編成状況等の調査結果によると中学3年次の選択理科で、補充的な学習のみを扱っている学校が15.0%、発展的な学習のみを扱っている学校が11.8%であり、課題解決的な内容まで扱っている学校は29.7%にすぎない。「生徒の特性等に応じた多様な学習活動が行えるよう各学校において適切に定めるものとする」とした学習指導要領の趣旨から考えると、これら三つの内容がバランスよく取り入れられるべきであるが、現状ではそれが十分でないことがうかがえる。

生徒の選択の仕方によっては必修教科の時数にも迫る場合がある。選択教科の内容についても、指導計画の例を挙げるなど、もう少し具体的な方向性を学習指導要領で示し、学校間の取組の差を無くすとともに、内容の充実を図るべきである。ただし、その際には、学校の独創的な取組に制限を付ける内容にならないようにする。

また、教科を選択する際には、生徒の希望を極力かなえることが大切である。学校によっては、生徒を第2希望第3希望の教科にまわすということが普通に行われているようであるが、これは選択教科の趣旨から考えればおかしな話しである。決してそのようなことがないように、学習指導要領にも一文盛り込むべきである。生徒が、本当に自分に合った選択ができるかをサポートするためのガイダンスの充実についても触れてほしい。

提案14

選択教科の内容面だけでなく、時数設定の上でも弾力的に取り扱う例を示し、選択履修の幅を広げる可能性に触れる。

- ① 時数面でも選択教科の時間を弾力的に運用している例に触れる。

選択履修幅の拡大は、選択のコマ数を増やすことだけでなく、選択の取扱い時数を変

えることによっても実現できる。

鹿児島市立伊敷中学校では、1コマ当たり35週の年間時数を8時間ごとの4期に分け(合計32時間=残り3時間はガイダンス)、選択教科のコースを3年生で年間100コース以上開設している。そのうち理科は14コースである。内容は、①基礎補充コース(例:コペルニクスコース=天体の日周運動と年周運動を理解させるコース)、②応用発展コース(例:気象予報士コース=天気図の描き方や日本の天気の特徴を学び、気象データを分析したり、天気予報ができるようになるコース、バイオコース=微生物の培養をスタートに細胞や遺伝の学習をするとともに、未来の医療技術の可能性にふれるコース)、③課題解決コース(自ら学習課題を設定し、観察実験や調べ学習を通して問題を解決するコース)などを設定している。

8時間という時間設定は、学習のひとまとまりを学習するのに適した時数であると考えた。すなわち、8時間で目的を達成できる内容をコース内容として開設するのである。もし、8時間では深められない内容であれば、2期連続履修の16時間をひとまとまりとして考えることも可能である。

生徒は、この多様なコースの中から10コースを選び履修することになっているが、理科は、学習指導要領の上限である最大70時間まで履修可能である。また、生徒の希望の多いコースについては、複数回開設することにより(例えば1期と3期に実施)、生徒の希望に答えている。このようなシステムの導入により、ほとんどの生徒が第1希望とするコースを履修できる。

この考え方を導入すれば、規模の小さな職員数の少ない学校でも、各教科複数のコースを開設することが可能になる。

鹿児島市立伊敷中学校の選択教科のシステム

生徒それぞれのニーズに対応するため、100余りのコースを開設している。(3年生)

生徒はその中から10コースを選択する。その内容を大別すると次の三つのコースになる。

- | |
|---|
| 1 基礎基本コース・・・授業で学習した内容を十分に理解するため再度学習するコース
(50分コース) |
| 2 応用発展コース・・・応用力を伸ばしたり、一部中学校の内容を越えた内容を学習するなど、より進んだ内容を学習するコース(50分コース) |
| 3 課題解決コース・・・自ら課題を設定し追究するコース(100分コース) |

選択教科の目的

- | |
|--|
| (1) 自分の課題について、自ら計画を立て、最後まで自分の手でやり遂げる力を養う。
・・・(自ら学ぶ力の育成) |
| (2) 自らの特性を知り、その力を一層伸ばせる分野を選択する力を養う。
・・・(選択する力の育成) |
| (3) 能力・適性、興味・関心等に応じた学習を通して個性を伸ばす。
・・・(個性の伸長) |

選択教科のシステム（3年生の例）

3年 時間割 [週間あたり4コマの選択授業]

科目	月	火	水	木	金
1					
2					
3					
4					
5					
6					

50分コース
→ 基礎・基本、
応用、発展

100分コース
→ 課題解決的内容

	1学期	2学期
1コマ	3時間	3時間
1期	8時間	8時間
2期	8時間	8時間
3期	8時間	8時間
4期	8時間	8時間

35時間
× 2

100分コースは2時間連続で実施、前期と後期に分けるため、生徒は全教科18のコースから、2コースを履修します。

前期	後期
70時間	70時間

50分コースは週2コマ実施、1コマを4期に分けるため、生徒は100あまりの多様なコースの中から8コースを履修します。

【3年】50分コース

教科	番号	月曜日4校時				火曜日2校時				コース名
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	
国語	11	○	○		○					ことばの森コース3
	12		○						○	ことばの旅コース2
	13									読解の鍵さがし
社会	21				○				○	日本地理復習コース
	22				○				○	世界地理復習コース
	23								○	郷土もの知りコース
数学	31	○								1年の総まとめコース
	32							○	○	2年の総まとめコース
	33							○	○	式と計算・平方根 コース(基礎)
	34									1次方程式、2次方程式 コース(基礎)
	35	○	○							比例、反比例、1次関数 コース(基礎)
	36								○	平面図形コース(基礎)
理科	41	○		○						エレキコース (基礎)
	42							○		モーター&ダイナモ コース(発展)
	43	○	○							原子・分子コース(基礎)
	44							○		気象予報士コース(発展)

34の方程式のコースをとりたいが、同じ時間の13の読解の鍵さがしコースもとりたい。そんな生徒の願いにも対応。

希望の多いコースは、年に数回同じ内容が開設される。

数学は特に平面図形が苦手という生徒のために、

苦手な単元をポイントを絞って学習できる。

気象予報士にあこがれる人に、

苦手教科だけでなく、得意教科をさらに伸ばせるコースも準備。

選択教科の指導計画（例）

学 年	3 年	50	分コース	基 礎	総時数 8時間
教科名	理 科	100		発 册	
コース名	気象予報士コース				
 気象予報士ってどんな資格か知っていますか。年2回の検定試験に、毎回全国から約4000人が挑戦し、200名程度が合格している気象予報のための国家資格です。このコースでは、中学生でもわかる範囲で気象予報の基礎知識を学び、将来の気象予報士の卵を育てます。					

学習計画

ねらい	① 雲のでき方を初めとする、気象現象の仕組みを理解する。 ② 地上天気図がかけられるようになり、天気図を見て簡単な天気予報ができるようになる。 ③ 天気図から様々な情報を読み取り考察することができるようになる。	
教材	『日本の天気』 地上天気図、ゴーズ衛星画像（赤外線画像、可視光画像、水蒸気画像）、アメダスデータ（過去10年分）、テレビの気象情報解説等	
時	目 標	学習内容（活動）
1	○気象現象を科学的に捉え、分析しようとする意欲を持つ。	<ul style="list-style-type: none"> ・診断的評価（雲のでき方について知っていることをまとめる） ・アンケート（このコースに望むこと） ・気象通報を聞き天気図の描き方の概要を知る。
2	○大気の構造について理解する。 ○飽和水蒸気量と湿度の関係、雲ができる仕組みを理解する。	<ul style="list-style-type: none"> ・気象現象とは（大気の構造について知る） ・霧、雲のでき方（飽和水蒸気量と湿度）について確認する。
3	○雲ができる原因について理解する。 ○天気図の描き方の概要を知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・天気図と気象衛星のデータを比較し雲のできやすい場について考える。 ・低気圧、前線と雲の関係を確認する。 ・天気図の描き方学び実際に描いてみる。（完成は宿題）
4	○天気図を描く技能を確実なものにする。 ○天気図を基に季節の天気の特徴を知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・描いた天気図を互いに比較し、天気図作成上の約束がきちんと押さえられているかどうか評価し合う。（模範解答との比較） ・描いた天気図と同じ日の衛星画像を探す（選んだ理由を考察し互いに意見を交換させる。）
5	○1か月の気象データを基に、課題を解決する方法を考える。	<ul style="list-style-type: none"> ・季節の天気の特徴を知る。 ・各季節の特徴を表す天気図と気象衛星画像をサンプルの中から見つけ出す。
6	○計画を基にデータを解析し、気象データから、気象現象を考察する力を身に付ける。	<ul style="list-style-type: none"> ・課題を与え、その課題に対する考察を過去1か月間の天気図や衛星画像などのデータを基に行う計画を立てる。 ・気象データから課題に対する答えを導く。
7	○自分の考えを、筋道を立てて発表することができる。 ○データを分析することにより、翌日の天気及び1週間の天気を予想できる。	<ul style="list-style-type: none"> ・データから考察したことを交流させる。（気象予報士による評価） ・過去3日間の天気図及び気象情報を基に、これまで学習した知識を活用しながら、明日の天気及び、今後1週間の天気を予想する。（専門家による評価）
8	○予想と実際を比較するとともに、専門家の子想と比較し、自己評価をする。	<ul style="list-style-type: none"> ・前回の予想と実際の天気を比較する。 ・総括的評価問題を解く。 ・自己評価

8 おわりに

(1) 現行学習指導要領のかかえる問題

中学校理科教育の目指すものは科学的な概念を形成する力を身につけさせることである。概念形成といっても、すべての内容で概念を意識する必要はないが、1つの概念を時間をかけて追究するという経験はとても大切である。現行の学習指導要領では、1つの概念を形成していく際の道具となる知識が厳選の名のもと大きく削られてしまった。道具なしでは、科学的な思考の広がりには期待できない。

また、各領域の量的なバランスを意識しすぎたため、酸アルカリの内容など、内容が現象面だけに限られ、取り扱いが中途半端になってしまっている部分も多い。課題追究させながら概念形成をしていく部分と、ある程度読み物資料的なもので教え込むなど、広い知識にふれさせるといふ部分もあってよいのではないか。おぼろげなものであっても多くの思考の材料があつてこそ柔軟な思考は生まれる。現行の学習指導要領で示す内容ではこの点が弱いと考える。どこを残す、どこを加えるという議論の前に、どこで課題追究をさせるかということ、発達段階と、領域をバランスを考えながら配置していくことが必要である。

(2) 厳選の意味について

重点的に思考させる場面と、ふれる程度の部分があつてよい。ふれた程度の知識がいつか開花するときもある。厳選の名のもと、ふれた知識が希薄なものになればそこから発展的な思考は生まれにくい。厳選とは内容を減らすというものでなく、取り扱い方に強弱をつけるということであると考えられる。

(3) 各領域での中心概念

各領域の中心概念は何か検討し、その柱をしっかり押さえる必要がある。例えば生物領域は、全て進化を中心に構成していくことが考えられる。「環境への適応と進化」という視点で、生物どうしの構造上の違い、各器官の仕組みとはたらき、生物の多様性や種の保存、生物どうしのつながりなど全ての内容を関連付けて説明することができる。

他の領域についても関連づけの基となる中心概念を設定することは可能である。さらに各領域の学習内容が、領域を超えたさらに大枠での中心概念に結びついていくという構成も考えられる。たとえばエネルギー概念を柱にする構成。光合成にしても、呼吸にしても、燃焼にしても、その他の化学変化にしても、エネルギー概念で結びつけることができる。物体の運動にしても、大気の循環や風向きにしても、天体の運動にしても、さらには地球の活動にしてもエネルギー概念との結びつきは深い。概念が網目状につながっていくような構成になれば、たとどこかの概念が欠落していても、他がそれを補い、十分所期の目的を達成させることは可能であると考えられる。そのような視点で厳選を捉え直してみてもはどうだろうか。

また、学習内容がすべて、中心概念に結びつくような構成にしていくことで、反復学習し、すべての生徒に押さえるべき基礎基本を身につけさせることができると考える。

(4) 新単元設定の提案

概念形成のために、段階的な思考のつながりを重視し、時間をかけて問題を追及していく部分と、ある程度教えこみをする部分とを明確に区別する必要があることについては先に述べたが、そのための具体的な提案として、1分野の最初に、「基本量をおさえる新単元を設定」することを提案する。単位体積当たりの質量（密度）、単位面積当たりの力の大きさ（圧力）単位時間当たりの移動距離（速さ）、などをまとめて押さえることにより、単位量という概念を確実に身に付けさせるとともに、それらを求めるための測定技術、器具の取扱などについても集中して学ばせる。そこで身に付けた基礎基本が、その後の課題解決的な学習にも生かされ、より確実な理解へと高まっていくと考える。

小単元名	課題	改善類
(1) 身近な物理現象		
ア 光と音	凸レンズを通る光の作図の意味がわからず興味を失う生徒が多い。	
	音を振動として考えることは良いが、その振動がどのように伝わるかについては、生徒が疑問をもつところであり、説明する必要がある。	
イ カと圧力	フックの法則を1年の理科で扱うことは、グラフの書き方等の基礎を学ぶ上でも適切な教材である。この教材を通じて、調査の概念も身に付けさせることができる。質量の単位は、ただでさえ生徒がつまづきやすい部分であるのに、そこにこれらの要請まで一度に詰め込むには無理がある。	フックの法則を定量的に導き出させるようにする。
	同一縦線上の力だけを受けても身のまわりの力による現象を説明ができない。	
	水圧の実験をしなかった場合、「眼の上だけにその空気の重さに等しいだけ力加わり、履板のあるところでは空気の力はそんなに受けない」という誤った大気圧の概念(眼の上の空気の分だけ圧力がかる)を形成しやすい。やはり、水圧の実験も同時に行い、実験を通して、水圧が物体のすべての面に垂直に働いていることを理解させた上で、それと関連付けて大気圧を取り扱う方が理解が深まる。水圧や大気圧については、定量的な扱いほししない。(第1学年で扱うには、難しい。)	
力や質量を単位量で比較するのではなく、質量で比較することにその意味を置けば、扱う単位がNやJであっても全く支障はないと考える。実際、生徒の力に關する概念がまさるな状態から、体感させながらNという単位を要すると、その後の生徒の思考はスムーズにつながっていった。生徒の意見を注意して聞いてみると、「1Nは100gだったよわ?」とよく生徒同士で聞きあっている。彼らの力の量的概念はいまだに「kg」なんだなと思う。	日常生活の中で慣れ親しんでいる単位を科学の世界で使われる単位へと変換する方法を習得させる必要があると考える。繰り返される計算過程で数量の概念も形成されると考える。	

(3) 電流とその利用

ア 電流	静電電を扱うことは大切であるが、電子を扱うことで生徒の概念や科学的思考が育成される。電子を扱わなければ、現象面だけにしか注目できず、静電電の起こし方の説明しかできない。いわゆる本オ科学的なものになってしまう。	電子を探い、電流を学習し、いろいろな電流という形で扱うか、静電電から電子→電流とするなど系統的な学習の流れが必要である。
イ 電流の利用	電力量は日常生活の中でよく耳にするので、口頭で触れる程度にする。	電力量は扱わない。
	」(ジュール)とeVが混在し、そこでつまづいたり、思考できない生徒がいる。	熱量の扱い方でジュールを用いることは良いことである(現象から物象化への足がかりとなる)ので、積極的に推進すべきである。

(5) 運動の規則性

ア 運動の規則性	「仕事」の取扱いは、基本的には旅行学習指導要領程度の扱いとし、落下運動を付加するとともに、位置エネルギーを定量的に扱うようにする。仕事は扱わない。 ○エネルギーについては、落下運動を取り扱い、物体に働いている力と物体がもっているエネルギーの本質的な違いに気付かせた上で、位置エネルギーは高さや質量に比例することを定量的に見いださせるようにする。	高い位置にある物体が運動をして、他の物体を動かす(仕事をする)場合を考えてみる。質量の同じ二つの物体が低い位置と高い位置にあり、それぞれが落下して他の物体を動かすしよう。高い位置にあった物体の方が、相手の物体をたくさん動かすことができることは、生徒も容易に理解する。しかも、生徒はたくさん動いた理由を、「高い位置にあった物体の方が、強い力で押した」と考え、ここで、毎秒速度運動の学習を要請させる。落下している物体に働いている力は一定であったはずである。このことから生徒は、「高い位置にあった物体の方が相手のたくさん動かさせたのは、落下してきた物体に働いている力以外の何らかの要因(速さ→元々の高さ)の違いがあることに気付く。このような思考の流れが初めて、エネルギー概念(エネルギー=力)に気づく(速度程度)を受け入れることができるのである。このような思考の流れを考えると、ここにわざわざ仕事の概念をもち込んでくるより、他の物体に作用する能力としてエネルギーをもち込んだ方が、生徒にとっては理解しやすいと思われる。
----------	---	--

(2) 身の周りの物質

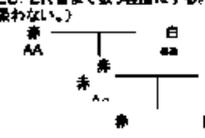
ア 物質のすがた	生徒(1年生)の概念における物質は感覚を通じた物質で、必ずしも科学的な客観性・再現性を持ったものではない。この単元は体験的に育まれてきた感覚を大事にしながらも、客観性・再現性を持った科学的概念へ移行させていきたいところである。そのためにも、生徒の既習の知識を基とし、概念的に導くこととよいと思う。	この単元は概念的な形でもまとめた理科の世界から、客観性や再現性を神たせ、これまでの知識を生かして仮説を立て、概念的に導く科学的の世界を体験させる大事な入り口である。この時期に「正確に!」「丁寧に!」を繰り返しておく必要がある。それと同時に、「密度」を求め実験や計算もやはりここでやり、単位量概念の基礎を身に付けさせる部分として位置付けると同時に、前述した客観性・再現性(測定や沸点と同様に)を体験させたい。
		状態変化は体験的な学習のみで閉じるのではなく、物質を物質の最小単位(分子・原子)の集まりとして捉え、その粒子の運動の状況(熱エネルギー)の移動により物質の状態が変化するという概念を育んだほうがよいと思う。

	<p>濃度については、生徒自身が濃度の求め方を要求してくる。この要求は受験のための受験知識の獲得要求ではなく、結核に生徒自身の知的欲求によるものと取られる。なぜなら、彼らの発言の中に、「どれが、どれのくらい濃いか知りたいさ！」ということが多めに聞かされた(どのクラスでもこの声が上がった)。濃度を求める式はここで指し出したほうがよいと思う。実験的ニクラスで濃度を求せてみたら(数学でやったというので)、ほとんどの生徒が「濃度=(溶質/溶液)×100」で出してきた生徒が30名近くいた。やはり、理科という教科の中で実験で確認しながら濃度も取り扱うことが望ましいと考える。また、単位換算当たり、単位体積当たり、単位時間当たりという考えは、概念形成の道具として大切な部分であり、中学校段階でしっかり押さえておきたい部分である。講述した力の単位は比喩として押さえるにしても、密度や圧力は実験を通して単位量を身に付けさせることが重要である部分でもある。</p>	<p>客観性・再現性を保つためにも、また、濃度の意味を知るためにも「濃度」を計算で出させる必要があると考える。</p>
イ 水溶液	<p>イオンの概念もなく中和を指導することは現象のみを捉えさせて、科学的な思考を育めない。中和や塩化の現行学習指導要領における取扱い方は、単に現象の確認のみで終わってしまい、生徒にとっては覚えなければならぬ内容となってしまう。現象を科学的に深く考察したり、理解したりするためにイオンは不可欠な情報である。主として「化学変化と原子・分子」の単元で粒子モデルを扱うことになっているが、粒子概念を育てるためには不十分である。イオンは、粒子モデルを用いて現象を考察することができ、変化を粒子モデルで考えることのできる重要な概念である。納得させることができる有効な教材である。</p>	<p>イオンの概念として、例えば「塩酸は水素イオンという酸と塩化物イオンという塩にわかれているんだよ！」というように、「イオンとは」とは教えずに、粒子のひとつとして捉えさせ、後に(3年生で)イオンについて学習することも大事だと考える。中和は、現行学習指導要領では「身の回りの物質」で扱うことになっており、第1学年で学習している。中和をイオンの挙動として考察させるためには、原子・分子、電子を学習した後で記列しなければならない。</p>
	<p>理解度を定量的に測うことはしないがあるが、濃度を定量的に扱うことにより、質量や体積の正確な測定や実験器具の取り扱いの技術をも総合的に単元である。</p>	
	<p>密度の単位は単位量として押さえるようにする必要がある。</p>	<p>鉄や鉛、アルミニウムの3種でもいいので、その質量と体積を測定させ、密度を求めさせる。単位量あたりにする考え方は、比較するときには非常に大切な考え方である。そのときの計算を道具として活用することによって、思考も深まることと考える。</p>

<p>(4) 化学変化と原子・分子</p>		
	<p>物質の分解を取り扱った後に、原子や分子に入っているが、これは逆に、原子・分子を先にやる方が生徒の理解を早めることができる。</p>	<p>生徒らは既に「原子・分子」については情報として得ており、「物質を細かくして行く」と思えば、「」に対しては、原子になると書える生徒が多い。それからすると、単元の始めに必ず原子・分子を解説し、そこで、せめて原子には固有な性質として質量(原子量)があることと少なくともプラスの電気を持つ性質や、マイナスの電気を持つ性質やすくらは融れておく必要があると考える。そうすると、「化学・分解」、「酸化・還元」へもスムーズに渡れる。(ただし、導入として必ず化学が分解の反応実験を行う)</p>
	<p>「物質と化学反応の利用」で扱っている「酸化・還元」は、「化学変化と原子・分子」の中でセットで取り扱うほうが物質の出入りやくっ付いたりはなれたり、より理解しやすいと考える。</p>	<p>分解、化合、酸化、還元などの現象を比較したり、関係付けたりすることによって、目に見えない世界を推測し、モデル化していく能力を育てるためには、「酸化・還元」を分解や化合とセットで学ばせる方が有効である。分解や化合の学習によって得られていく原子・分子の考え方を、濃度の挙動に注目して学習させる「酸化・還元」に適用することによって、化学変化を粒子の挙動で考えること(概念的な見方や考え方)の有効性を高めることができ、化学領域における中心概念である粒子概念の定着に有効である。「化学変化と原子・分子」では、分解と化合を扱うことになっている。授業で取り扱う分解や化合は、既習の極むものがほとんどで、実質上は「化学変化と原子・分子」で酸化(燃焼)を扱っていることになる。</p>
イ 化学変化と物質の質量	<p>「物質の成り立ち」と「化学変化と物質の質量」が独立していることが生徒の理解にも負の影響を与えていると考える。</p>	<p>化合、酸化の実験に、質量の測定も始め、原子・分子の考え方を適用しながら考察させる。そのことを準備から、質量保存の法則へと結び付けていく。</p>
<p>(5) 物質と化学反応の利用</p>		
ア 物質と化学反応の利用	<p>総合的に化学をまとめるとしたら、上記の(1)、(2)を総論し、この単元では、質量保存やエネルギー保存が日常生活の中でどのように利用されているのかの具体的な事例として扱った方がよいと考える。</p>	<p>上記(1)、(2)を総論し、生活の中でこれらの化学反応がどう利用されているのか、科学的なメカニズムとして理解させて行くことが必要と考える。具体的には、化学反応と日常生活では蓄電池、省エネルギーと関連付けさせるための観察、実験として、手回し発電機による電気分解程度を扱うことにする。</p>

(1) 植物の生活と種類		
ア 生物の観察	「生物が様々な場所で生活していることを見出すこと」、「観察器具の操作や記録の仕方などの技術の習得」だけでなく「どんなところにどんなのがいて…」など生徒らは記憶に留るところが多く、「覚えることが多い！」などの感想が多い。	単純に「どこに何がいるの…」ではなく、「植物と動物との関係」や「生活環境と植物の種類」に繋げる。
イ 植物の体のつくりと働き	種子植物(被子植物)に限定して、花一葉一茎と進んでいくことに興じては買成である。しかし、被子植物のみを扱うため、「進化」という時間軸を強調としたストーリーが作れず、単純に記憶するのみに終わってしまう。	学習の進めそのものはいらないと思うので、各種葉(花・葉・茎・根)で、いろいろな植物(コケ類・シダ類・裸子植物等)との比較をすることで、次の「植物の仲間」で「進化物語」というストーリーを際の中で作り上げることができるのではないかと考える。
ウ 植物の仲間	植物の形態分類に於いては、体のつくりと進化の過程とは切っても切り離せないものである。特に、水の吸収に根を伸べていても、水生の藻類-コケ類-シダ類-裸子植物-被子植物(裸子植物-被子植物)のどの段階も切り離せない。	植物の体のつくりと働きのとこで、いろいろな植物(コケ類・シダ類・裸子植物等)との比較を通して、量的に植物の形態を比較しながら仲間分けを行う。そうすることによって、環境による植物の多様性について理解することができると思われる。

(3) 動物の生活と種類		
ア 動物の体のつくりと働き	生物の学習を進化という視点で捉えた場合、やはり無脊椎動物は取り扱う必要があると考えられる。また、心臓の形態も進化を考慮するのに適している。心臓と心臓の数の比較をするだけでも、魚類-両生類-爬虫類-…と進化していく過程で、体のつくりの変化と環境への適応という概念を育くめると考える。	動物プランクトンや身近な無脊椎動物を扱う必要がある。特に、日ごろ食卓で目にするタコやイカ、牧草でよく飼育できるカサツクリや夏虫などの無脊椎動物と脊椎動物の比較から入り、その形態の違いから動物の多様性を学ばせるほうが、その後の脊椎動物の形態分類にも繋がりがよいためと考える。そして、ここで外見的な形態での分類に陥れ、さらに観察による仲間分けの難しさを引き起こさず、脊椎動物の仲間分けをさせるほうがより理解が深まると考える。
	消化のところで、でんぷん・脂肪・タンパク質が最終的にブドウ糖・脂肪酸とグリセリン・アミノ酸に分解されることは指摘するが、それがその後どのように利用されるのかまで踏み込んだほうがよいと考える。	吸収された消化物質が体の中でどのように利用されるのか学習することにより、日常生活の中の食事と体の中の働きとの関連ができて、より意識的になり、理解も深まる。
イ 動物の仲間	ここでの分類は、形態的な分類が主になるので、最終にまとめるよりも、形態の学習をしているときに「類縁性」や「親縁性」を見出す力をはくむほうがよいと考える。	ここでは、すでに学んだ形態分類的なところから、動物の進化と形態の変化を関連付けさせて、ストーリーとしてまとめさせる。

(5) 生物の細胞と生理		
イ 生物の進化	有性生殖を理解させるには、減数分裂を扱わざるを得なかった。そのため、現行学習指導要領で減数分裂が加えられたことは大変よい。しかし、「遺伝の規則性」がなくなったため、「有性生殖では、親と全く同じ形質をもつ子が代々生じて変化する」と「有性生殖では、環境に同じ形質をいれるような組み合わせで受け継ぐため、必ずしも親と同じ形質をもつ子が生じるとは限らないこと」を比較して考察していくという理論的な必要形成がでなくなりました。	ここで取り扱う遺伝の規則性は、優性遺伝のみとし、2代目まで扱う程度にする。(出現率は扱わない。)  <pre> 赤 白 AA aa +-----+ 赤 白 Aa Aa +-----+ 赤 白 AA aa </pre>
出現率は扱わない。		
ア 自然と環境	自然界の仕組みを知る単位である。選択にするのではなく、必修で位置づけたい。	内容的にはよいと思うが、選択にはしてはくれない。なぜなら、生物を国の立場で学習してきた生徒たちが、弊害を認識し、細々の農作り(農産物の調わり)を考えるととても大事な単元だからである。ここを踏まえて、エネルギーと地球環境との関わりに触れなければ、単なる記憶する学習になりかねない。

〔2〕 大地の進化		
ア 地層と過去の様子	地層が1年で取り扱うようになったことはいいことだと思う。実際に地層そのものを観察し、地層状況や時間的・空間的な流れや広がりも十分に理解できる。しかし、褶曲や断層に関しては、身近に観察できる場所もあり、それを観察することによって、地層の持つエネルギーの大きさを実感(直観)できるので、ぜひ、取り扱ってほしい。ただし、正断層や逆断層の仕方には触れなくてよいと考える。	褶曲や断層は身近に観察できるので、学習内容にはぜひ取り上げて行くべきだと考える。それによって地球の持つエネルギーの大きさも実感できる。さらに、読解力が困難な地域もあるので、「観察もしくは資料等を活用し」と言う文面を挿入する。
イ 火山と地震	「火山と地震」に際して、火山岩及び深成岩をそれぞれ1種類扱うだけでは体系化して学習ができず、造岩鉱物の種類やそれらの含まれている割合によって、火成岩の色やマグマの粘性が異なるなどの概念形成を図るためには情報不足である。地震の揺れのP波、S波の2本の比例グラフの学習は、中学校3年で行っていた。真学習指導要領では、中学校1年時に、数学で比例の学習をした直後、あるいは比例の学習と並行してP波、S波の2本の比例グラフ学習しなければならず、その振れも速さを推定することは、生徒にとって負担が大きいと考える。	溶岩の粘性と成分との関係をしっかりと押さえておく必要がある。岩石の種類も前回のよう火山岩、深成岩とも3種づく扱うことがより理解を深めて行くと考え、地震の揺れの伝わる速さは取り扱わない。
〔4〕 天気とその変化		
ア 気象観測	特になし。実行でよいと考える。	
イ 天気の変化	日本の天気は天気の学習の総合的な学習と考える。特に南北に長いだけでなく、東西にも広がりを持つ日本という国の特徴を捉えさせるためにもやはり必要である(特に、四季の変化に伴う気象の変化は天体の運動とも関連して行くので)。単元内容として、取り扱うほうがよいと思う。	「天気とその変化」で、高等学校に移行統合された「日本の天気の特徴」は中学校で学習した方がよい。4気団の動向により季節が変わることを取り扱う。

〔5〕 地球と宇宙		
ア 天体の動きと地球の自転・公転	3年生に移動したのはよいが、3年生にまとまって懇話と出題するような印象を受け、小学校からのプランクも大きい。	地球の自転と公転
イ 太陽系と惑星	天体の空間概念と時間概念は金星でなく月で押さえる。	金星は地球との位置関係により誤ち欠けをただでなく、その見かけの大きさが大きく変化したり、夕方又は明け方の空でしか観察できないなど複雑な要素を含んでおり、概念形成のための資料としては適切でない。 金星は肉眼で見てもその消ち欠けの様子は観察できず、日常生活との関係が薄く、身近な資料と言えない。 月は生徒にとって身近な存在であり、その消ち欠けの様子も体系的に理解している。
その他		
	身近な現象という観点から考えもど、確かに物理現象の方が身近である。しかし、光、音、力、電流、運動、エネルギーなどの概念は、身近すぎるが故に生徒が誤った概念を強固にもっている場合が多い。また、中学校段階では、それぞれの概念を結び付けて理解させることが難しい。(断片的な知識になりがちなため。)それに対し化学は、教師が3年間の見通しをもって意図的に指導すれば、現象を粒子の運動やエネルギーとの関連で理解させやすい。化学の学習で得られる粒子のイメージやエネルギーのイメージを生かしながら、物理の学習を進める方が有効である。 生物、地学においても、化学で育てられる物質概念と結び付けて学習させる方が有効である。	第1分冊の記列を「化学→物理……」にする。
	選択教材の内容が学校任せなので、入試対策や進級試験で終わってしまい、もったいない感じがする。	選択教材の内容についても、もう少し具体的な方向性を学習指導要領で示し、内容の充実を図る。選択教材の内容面だけでなく、時限設定の上でも弾力的に取り扱う例を示し、選択教材の幅を広げる可能性に触れる。

平成 15～16 年度科学研究費補助金（特定領域研究(2)）研究成果報告書
理科教育の内容とその配列に関する総合的研究

平成 17 年 3 月 31 日 発行

発行者 153-8681 東京都目黒区下目黒 6-5-22
国立教育政策研究所
猿田 祐嗣

印刷所 (株) マステック
