

## TIMSS 1999 理科授業ビデオ研究の結果について

Results of the TIMSS1999 Science Lesson Study

小倉 康\*, 松原 静郎\*\*

OGURA Yasushi and MATSUBARA Shizuo

## Abstract

The TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) 1999 Video Study was conducted as an optional study of the TIMSS in 1999. It investigated eighth-grade science teaching in participating countries, including Australia, the Czech Republic, the Netherlands, the United States and Japan. Except for the United States, these countries have shown relatively high levels of science achievement in the TIMSS in 1995 and 1999, and thus were supposed to have approaches to teaching that led to high achievement in science. Schools were randomly selected in each country, and 439 science lessons were videotaped and analyzed in this study.

The results showed characteristics and patterns of science teaching and content in each country. There were different approaches in teaching science and different opportunities for learning science for students. Lessons were organized differently in terms of structure, content, and method to have students actively engage in learning science. As for the four high-achieving countries, although there was no single shared approach, their lessons were characterized by a core instructional approach that included a consistent instructional and content organization strategy that held students to a sort of high standard in terms of content.

Some of the main features of science teaching in Japan are:

A relatively high proportion of science lessons that include practical activities for students; interdisciplinary contents such as the nature of science, interaction of science, technology, and society, and environment are rarely taught in Japan at this grade level, while a significant portion of science lessons in other countries deals with such content; the proportional amount of time devoted to discussing real-life issues related to science is relatively small, with content focused more on the basic issues rather than challenging areas; conceptual links between learning content and student activities are relatively strong; and so on.

The authors analyzed the background and problems of these findings and suggested how they can be applied for an improvement of science teaching in Japan.

\* 教育課程研究センター基礎研究部総括研究官

\*\* 教育課程研究センター基礎研究部総括研究官

国際教育到達度評価学会 (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 略称: IEA) の「TIMSS 1999 授業ビデオ研究」(TIMSS 1999 Video Study) は、1999年に実施された「国際数学・理科教育動向調査」(TIMSS 1999) の付帯調査として行われた中学2年生(第8学年)段階の数学と理科の授業ビデオを用いた研究である。本稿は、アメリカ合衆国、オーストラリア、オランダ、チェコ共和国、及び日本の5か国が参加した理科授業に関する調査(以下、TIMSS 1999理科授業ビデオ研究と称する)の結果について、日本側代表機関としてこの調査の設計、実施と分析過程に加わった立場から解説を行うものである。本稿で取り上げる国際調査結果は、特に出典を記していないものはすべて2006年4月に米国教育省から公開された国際報告書<sup>1)</sup>に基づいている。また、本稿では取り上げないが、この調査で収録された5か国の理科授業ビデオに関して日本側が独自に分析した結果を紹介した研究報告書<sup>2)</sup>を公開しているので併せて参考にして頂きたい。

## 1. 研究の意義

授業は、いずれの文化や国においても、生徒の学習支援を目的とした複雑なプロセスである。どのような学習指導が実際に行われているのかを知ることは、生徒の学習機会を充実させ成績を向上させるための要因を明らかにすることに役立つ。

異なる文化間で授業を比較し、異なる指導法が認識されることで、教育者は自分自身の指導法を新鮮な観点で吟味し、反省することができる。また、自国における学習目標を達成するためにどのような指導法が最善かに関する議論を促すことができる。

また、授業ビデオを収録することで、教室での学習活動が記録され、じっくりと繰り返し観るとともに、複雑な学習活動を様々な観点から詳しく分析することが可能となる。

さらに、全国から無作為に標本を集めることで、例外的な事例でなく、幅広い状況におよぶ生徒の実体験に関する情報が収集される。全国的な一般的状況を把握することで、事実に基づいた施策の議論を進展させることができる。

## 2. 参加国

TIMSS 1999理科授業ビデオ研究に参加した5か国のTIMSS 1995, TIMSS 1999およびTIMSS 2003におけるこれらの国々の理科の平均点を表1に示す。日本の中学2年生の得点はこれらの国の中では常にトップクラスである。一方、アメリカ合衆国の生徒の得点は、常に低い水準に止まっている。理科授業を収録した年に行われたTIMSS 1999では、アメリカ合衆国以外の4か国は、統計的に有意な差が無い高い得点水準にあり、アメリカ合衆国のみが得点が低かった。したがって、参加した5か国の理科授業の分析を通じて、得点の高い国と低い国の授業を比較したり、得点の高い国の間での授業の共通性や差異性を検討したりすることができると考えられた。

表1 TIMSS 1999理科授業ビデオ研究に参加した国と、各国のTIMSS 1995、TIMSS 1999およびTIMSS 2003における理科の得点

| 国       | TIMSS 1995 |      | TIMSS 1999 |      | TIMSS 2003 |      |
|---------|------------|------|------------|------|------------|------|
|         | 平均点        | 標準誤差 | 平均点        | 標準誤差 | 平均点        | 標準誤差 |
| オーストラリア | 527        | 4.0  | 540        | 4.4  | 527        | 3.8  |
| チェコ共和国  | 555        | 4.5  | 539        | 4.2  | -          | -    |
| 日本      | 554        | 1.8  | 550        | 2.2  | 552        | 1.7  |
| オランダ    | 541        | 6.0  | 545        | 6.9  | 536        | 3.1  |
| アメリカ合衆国 | 513        | 5.6  | 515        | 4.6  | 527        | 3.1  |

### 3. 研究方法

TIMSS 1999理科授業ビデオ研究では、5か国で収録された計439件の理科授業が分析された。それらは、各国の第8学年の理科授業の全体像を代表するように無作為に抽出されたものであり、各授業は、1時限の授業全体をビデオ撮影したものである。各国の当該学年の1年間を通して行われた授業テーマや学習活動の範囲を把握することを目的として、その学年全体にわたって授業ビデオを収録した。日本では、全国の国公立の中学校から無作為抽出された95校について、1999年5月から2000年2月にかけて理科授業を収録した。収録直後には、授業者と生徒を対象とする質問紙調査も実施した。

授業ビデオの分析は、国際的な協力体制の下で、米国に設置された授業研究所 (LessonLab) にて統一的に実施された。まず、すべての授業の発話記録が英語に翻訳され、各国の学校教育に関する経験と知識の豊富な分析者のチームによって、授業ビデオを視聴しながら、授業ビデオに現れる事象を分類可能とする客観性の高いカテゴリーが開発され、さらに、そのカテゴリーを用いて授業ビデオを符号化する (コーディング) ための作業チームによってすべての授業ビデオが符号化された。そうして分類されたデータを用いて、授業における事象をさまざまなカテゴリーで分析して、その出現頻度を統計的に数量比較することが可能となった。信頼性を高めるため、各国を代表する統計量の計算には、各国での標本抽出法に即した重み付けと誤差の推定を行い、統計的有意差の検定は5%の有意水準で行われた。また、5か国間の統計量の多重比較検定の補正にはボンフェローニ法が用いられた。

国際報告書<sup>1)</sup>には、膨大な分析結果が掲載されているが、以下では、この研究で得られた主な結果とともに、日本の理科授業への示唆が大きいと考えられる結果を中心に報告することとする。

### 4. 主な結果

#### 4.1 すべての参加国に共通する全般的な特徴

##### (1) 授業の構成に関する共通性

一斉形態での非観察実験活動は、すべての国のほぼすべての理科授業に含まれていた。何らかの実際の活動 (演示実験や生徒実験、生徒のモデル作成など) は、国によって72%から90%の授業に含まれているが、これらの学習活動に費やされる時間は国によって異なっていた。

##### (2) 科学の内容に関する共通性

すべての国において、理科授業の84%以上が、「科学の正統的知識」、すなわち理科の世界の共通

認識である、一般的に受け入れられた事実、考え方、概念、および理論を取り扱っていた。「科学の本質」に対する意識喚起（その価値、性質、プロセス、政治的背景、歴史など）と、メタ認知（学習方略や学習プロセスの反省など）、および安全性については、いずれの国においてもクラス全体で話されている時間の2%以下に過ぎなかった。

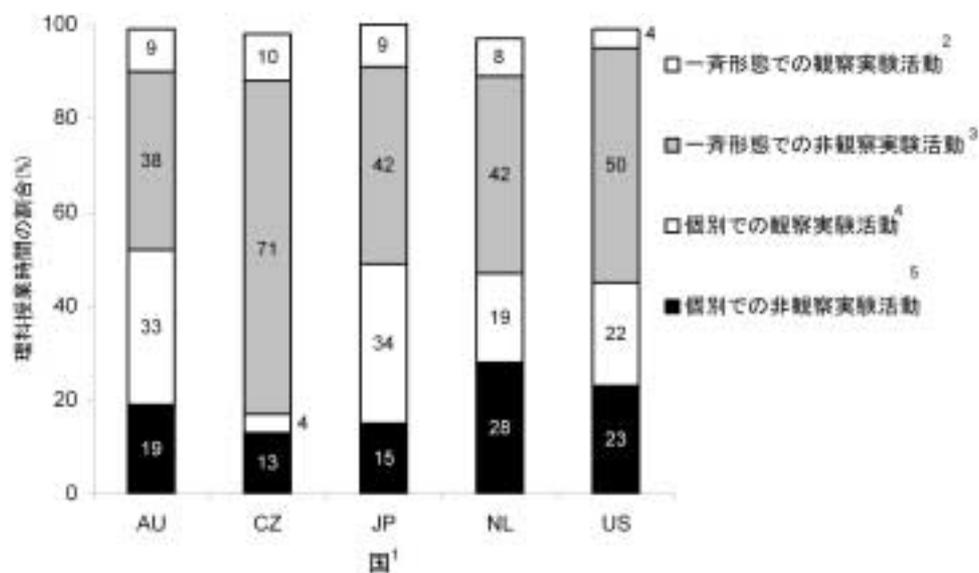
### (3) 生徒の学習活動に関する共通性

一斉形態での活動中は、すべての国において少なくとも81%の理科授業では、生徒が何らかの形で討論に参加していた。生徒による個別の観察実験活動に割り当てられる理科授業および指導の割合は参加国によって異なっていたが、すべての国の生徒は、現象の観察は頻繁に行っている一方で、モデルの設計や作成、詳しい分析や分類作業、あるいは条件を制御した実験などは少なかった。個別の観察実験活動において、生徒が自分自身の研究課題を見つけ出し、それを実際に調査する手順を計画した授業は、すべての国で10%以下であった。

## 4. 2 各国の理科授業の特徴

### (1) 授業の構成

図1に示されるように、チェコ共和国の理科授業では、一斉形態の授業時間の割合が平均81%（観察実験活動10%と非観察実験活動71%の合計）と他の国よりも有意に高かった。オーストラリアと日本の理科授業は、一斉形態あるいは個別での観察実験活動に割く授業時間の割合の合計が全授業時間の40%を超えており、他の3か国より高い傾向が見られた（統計的検定はされていない）。また、オーストラリアと日本では、個別での観察実験活動にチェコ共和国とオランダよりも有意に高い割合で授業時間を使っていた。オランダでは、読む、書くなど、個別で行う非観察実験活動にチェコ共和国や日本よりも有意に高い割合で授業時間を使っていた。



1 AU = オーストラリア, CZ = チェコ共和国, JP = 日本, NL = オランダ, US = アメリカ合衆国

2 一斉形態での観察実験活動: AU, CZ, JP > US.

3 一斉形態での非観察実験活動: CZ > AU, JP, NL, US.; US > AU

4 個別での観察実験活動: AU, JP, NL, US > CZ; AU, JP > NL

5 個別での非観察実験活動: NL > CZ, JP; US > CZ

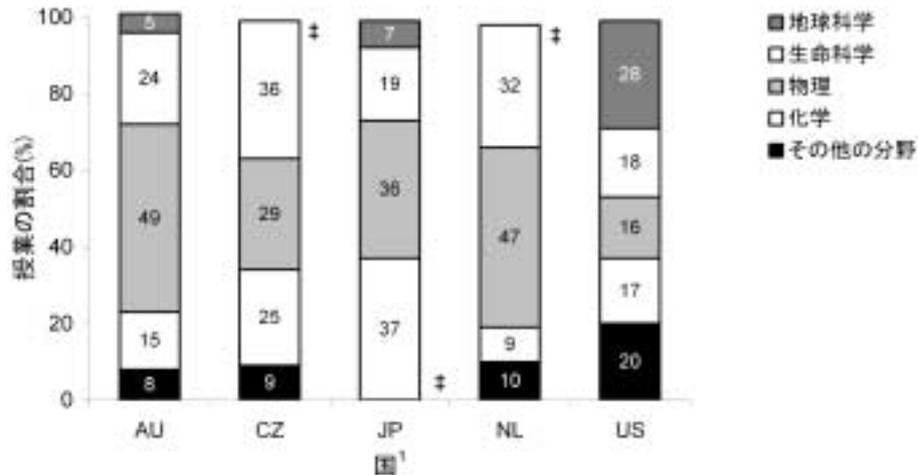
註: 割合の合計が100%でないのは、四捨五入のためと、学級を分割し一斉形態と個別形態を同時に進行させる授業（チェコ共和国が約2%、オランダで約4%、アメリカ合衆国で約1%）を、この図に表示していないことによる。また、本図を含めて以下の図表の脚注における JP > US などの不等号は、統計的有意差が認められたことを示す。

図1 第8学年の理科の授業において、授業形態と活動内容の各組み合わせに割り当てられる授業時間の国別割合 (%)

## (2) 科学の内容

## ア. 分野

図2に示されるように、アメリカ合衆国では、地球科学、生命科学、物理、化学、及び、その他の分野（科学の本質、科学の相互作用、テクノロジーと社会、環境および資源問題、科学的知識の性質、科学と数学の関係など）に割り当てられる理科授業の割合に大きな違いは見られなかった（統計的検定はされていない）。日本の理科授業は、その他の分野に割り当てられた授業が見られなかった。



† 報告数が不足し、推定値が報告できない。

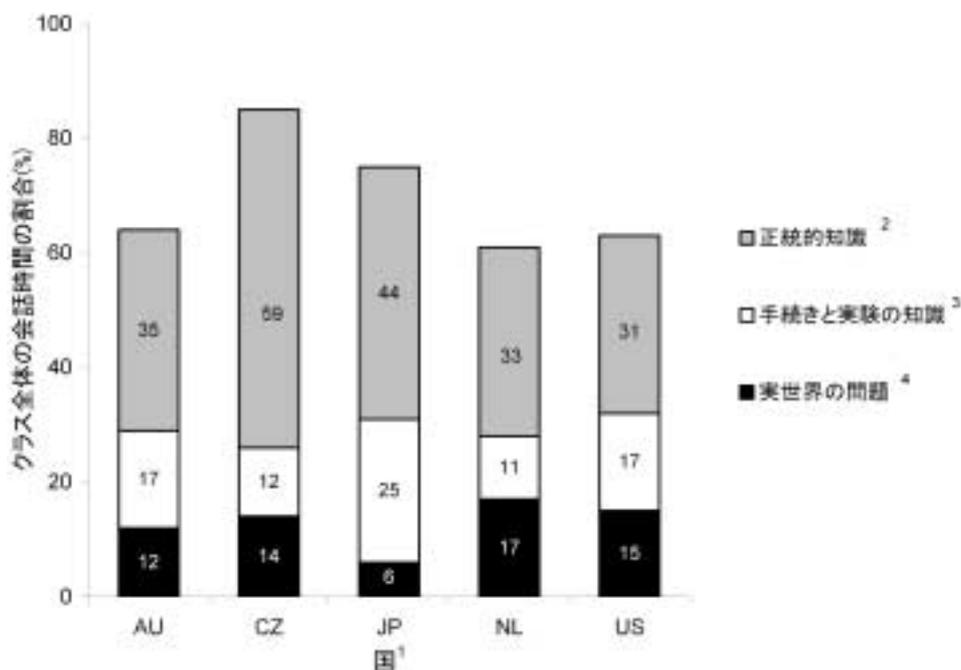
1 AU=オーストラリア, CZ=チェコ共和国, JP=日本, NL=オランダ, US=アメリカ合衆国

注：その他の分野には、科学の本質、科学の相互作用、テクノロジーと社会、環境および資源問題、科学的知識の性質、科学と数学などが含まれる。

図2 生命科学、地球科学、物理、化学、およびその他の分野に割り当てられる第8学年の理科の授業の国別割合（%）

## イ. 扱われる知識の種類

図3に示されるように、日本の理科授業は、クラス全体で話をする際に手続きおよび実験に関する知識が占める割合が他の国に比べて有意に高かった。また、日本では、科学関連の実世界の問題（社会問題や生徒の個人的経験など）をクラス全体で話し合う時間の割合が他の国よりも低かった（但しオーストラリアとの差は有意でない）。チェコ共和国の理科授業は、科学の正統的知識（一般的に受け入れられている科学的事実、考え方、概念、理論等）に関するクラス全体での会話時間の割合が他の国よりも有意に高かった。



‡ 報告数が不足し、推定値が報告できない。

1 AU = オーストラリア, CZ = チェコ共和国, JP = 日本, NL = オランダ, US = アメリカ合衆国

2 正統的知識: CZ > AU, JP, NL, US; JP > US

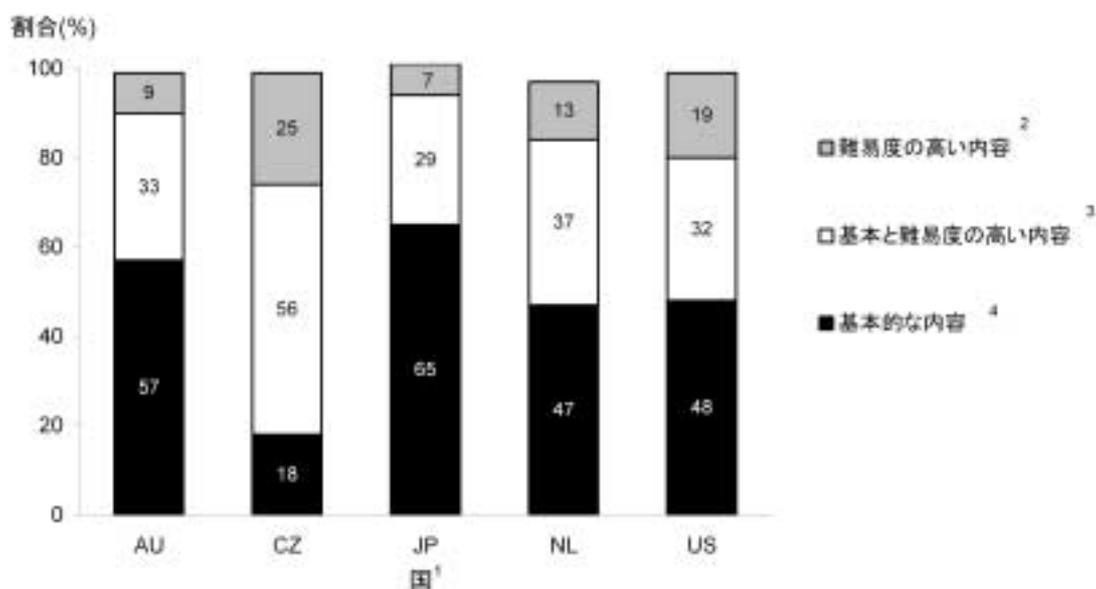
3 手続きと実験の知識: JP > AU, CZ, VL, US

4 実世界の問題: CZ, NL, US > JP

図3 第8学年の理科の授業における、クラス全体での会話時間に占める正統的知識、手続きと実験の知識、実世界の問題に関する会話時間の国別割合 (%)

#### ウ. 科学的内容の難易度

図4に示されるように、日本では65%の理科授業が、基本的内容のみを取り扱っており、その割合が最も高かった(但しチェコ共和国以外の3か国との差は有意でない)。対照的に、チェコ共和国では、56%の授業で基本的内容と難易度の高い内容を扱い、25%の授業でそのほとんどを難易度の高い内容に当てているなど、基本的な内容のみを取り扱っている理科授業の割合が、他の国よりも有意に低かった。



1 AU = オーストラリア, CZ = チェコ共和国, JP = 日本, NL = オランダ, US = アメリカ合衆国

2 難易度の高い内容: CZ > JP

3 基本と難易度の高い内容: CZ > AU, JP, US

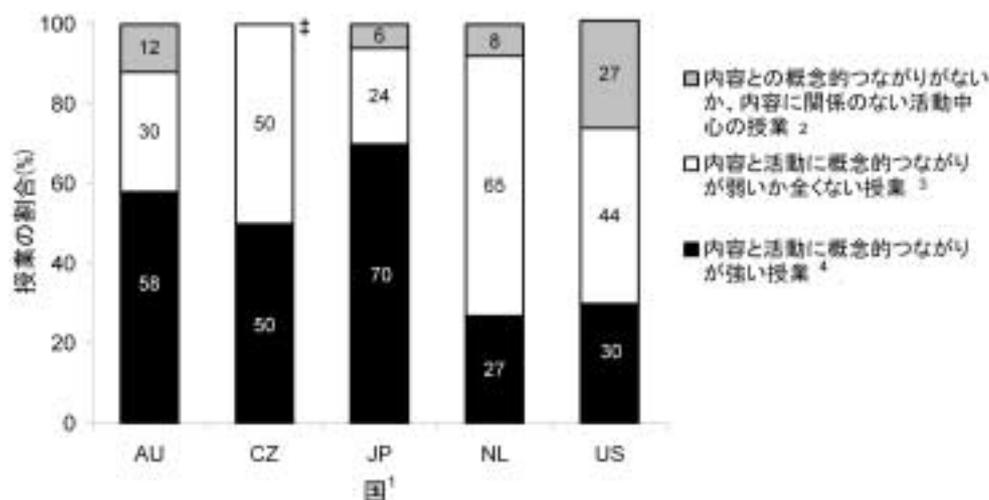
4 基本的な内容: AU, JP, NL, US > CZ

註: オランダの3%、及びオーストラリア、チェコ共和国、アメリカ合衆国の1%の授業は、難易度を特定するための正統的な知識の提示がなされなかったため、この図の分類に含まれていない。

図4 第8学年の理科の授業における、難易度の高い内容と基本的な内容およびそれらを組み合わせた内容を持つ授業の国別割合 (%)

## エ. 内容の一貫性

図5に示されるように、授業で扱われる内容と学習活動がいかに強く一貫性のあるものとなっているかについて、オーストラリアと日本の理科授業は、生徒が学習する内容と活動が高い割合で強い概念的つながりがあるものであり、その割合はオランダとアメリカ合衆国よりも有意に高かった。また、アメリカ合衆国の理科授業の27%は、内容と活動の間に概念的つながりがないか、内容に関係のない活動中心のものであり、その割合は日本とオランダよりも有意に高かった。



† 報告数が不足し、推定値が報告できない。

1 AU = オーストラリア, CZ = チェコ共和国, JP = 日本, NL = オランダ, US = アメリカ合衆国

2 内容と概念的つながりがないか、内容に関係のない活動中心の授業: US > JP, NL

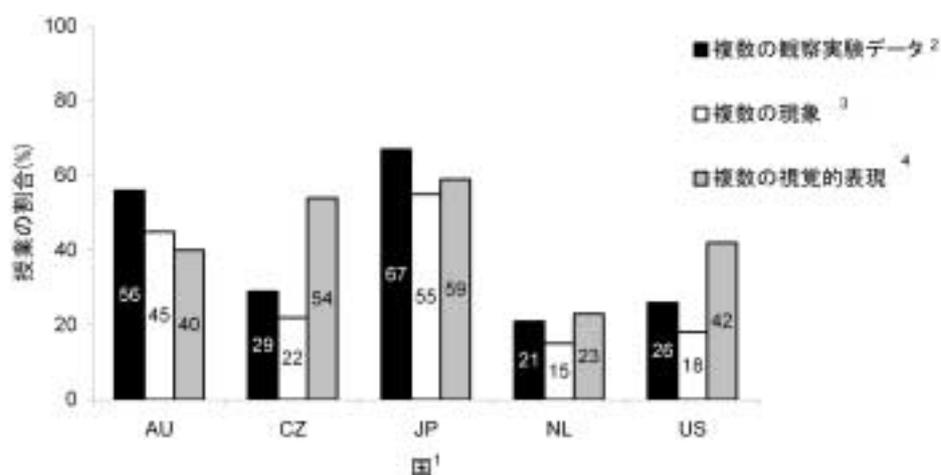
3 内容と活動に概念的つながりが弱いか全くない授業: CZ > JP; NL > AU, JP

4 内容と活動に概念的つながりが強い授業: AU, JP > NL, US; CZ > NL

図5 第8学年の理科授業を、扱われる内容と学習活動との一貫性の強さで分けた場合の授業の国別割合 (%)

### オ. 概念を裏付ける証拠

図6に示されるように、オーストラリアと日本の理科の授業は、複数の観察実験で得られたデータや複数の現象によって授業での主要な概念が裏付けられる内容となっていた。また、チェコ共和国と日本では、主要な概念を裏付ける複数の視覚的な表現が使用されていた授業の割合が他の国よりも高かった(但しオランダ以外の2か国との差は有意でない)。総じて、日本では、3つの種類の証拠のいずれに関しても、主要な概念が裏付けられる授業の割合が高い傾向が見られた(但し一部の国に対しては統計的に有意な差でない)。



1 AU = オーストラリア, CZ = チェコ共和国, JP = 日本, NL = オランダ, US = アメリカ合衆国

2 複数の観察実験で得られたデータ: AU, JP > CZ, NL, US

3 複数の現象: AU, JP > CZ, NL, US

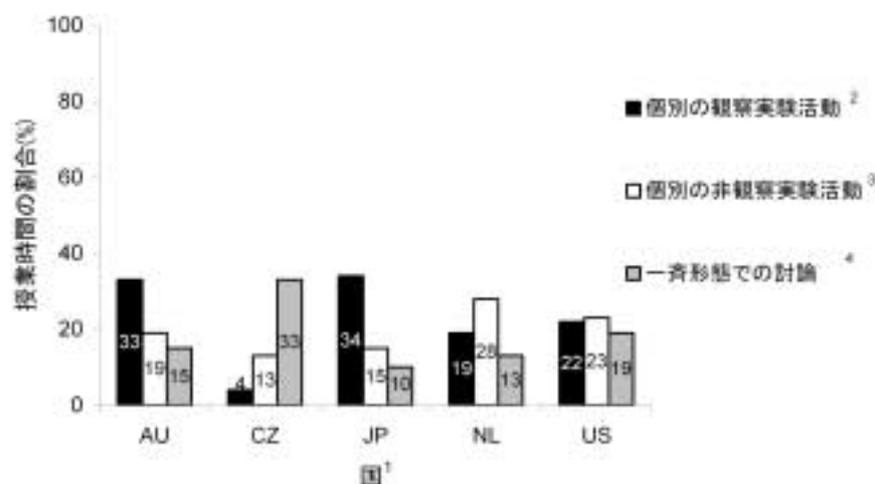
4 複数の視覚的表現: CZ, JP > NL

図6 複数の観察実験で得られたデータ、現象、および視覚的表現によって、主要な概念が裏付けられる第8学年の理科の授業の国別割合 (%)

## (3) 生徒の学習活動

## ア. 観察実験活動と非観察実験活動、および討論

図7に示されるように、オーストラリアと日本の指導は、個別での観察実験活動を中心としているのに対し、チェコ共和国の授業は一斉形態での討論を中心としており、オランダの授業は生徒に個別での非観察実験活動に取り組みせており、アメリカ合衆国の授業は生徒に多様な種類の活動を提供していた。



1 AU = オーストラリア, CZ = チェコ共和国, JP = 日本, NL = オランダ, US = アメリカ合衆国

2 個別の実際の活動: AU, JP, NL, US > CZ; AU, JP > NL

3 個別の非観察実験活動: NL > CZ, JP; US > CZ

4 一斉形態での討論: CZ > AU, JP, NL, US; AU, US > JP

図7 個別での観察実験活動、個別での非観察実験活動、および一斉形態での討論に割り当てられる第8学年の理科授業時間の国別割合 (%)

## イ. 科学的探究活動

表2は、個別での観察実験活動が行われる際に生徒によってどのような活動が行われているかを示している。日本の授業では、予測を立ててから観察実験を行う授業が比較的多く行われている。日本とオーストラリアの授業では、データや現象を解釈する活動、データを収集し記録する活動、および、教師や教科書に従ってデータを整理し処理する活動が、より多く行われている。しかし、日本とチェコ共和国では、データの整理と処理を生徒が独自に考えて行う授業は見られなかった。

表2 個別での観察実験活動の前・途中・後での生徒の異なる探究的活動のそれぞれをもつ第8学年の理科授業の国別割合(%)

| 生徒の活動                    | AU | CZ | JP | NL | US |
|--------------------------|----|----|----|----|----|
| 探究の課題を設定する               | 3  | ‡  | ‡  | ‡  | ‡  |
| 調査手順を計画する                | 10 | ‡  | 5  | ‡  | 5  |
| 予測を立てる                   | 11 | ‡  | 23 | 4  | 8  |
| データや現象を解釈する              | 56 | 20 | 43 | 24 | 33 |
| データを収集し記録する              | 62 | 8  | 59 | 29 | 31 |
| 収集したデータを独自に考えて整理し処理する    | 9  | ‡  | ‡  | 8  | 8  |
| 教師の指示や教科書に従ってデータを整理し処理する | 27 | 3  | 37 | 8  | 19 |

AU = オーストラリア, CZ = チェコ共和国, JP = 日本, NL = オランダ, US = アメリカ合衆国

‡ 報告数が不足し、推定値が報告できない。

探究の課題を設定する：統計的有意差は認められなかった。

調査手順を計画する：統計的有意差は認められなかった。

予測を立てる：JP > NL

データや現象を解釈する：AU > CZ, NL ; JP > CZ

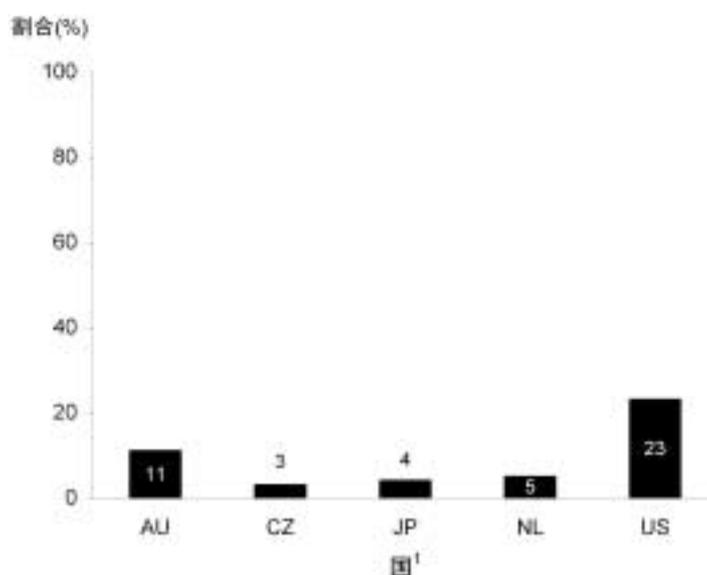
データを収集し記録する：AU, JP, NL, US > CZ ; AU, JP > NL, US

収集したデータを独自に考えて整理し処理する：統計的有意差は認められなかった。

教師の指示や教科書に従ってデータを整理し処理する：AU, JP > CZ, NL ; US > CZ

#### ウ. 動機付けの活動

図8に示されるように、アメリカ合衆国では、他の国よりも高い割合の理科の授業時間が、生徒の関心を喚起するための活動（ゲーム、パズル、劇的なプレゼンテーション、驚くような現象、競争的な活動、ロールプレイなど）に使われていた（但しオーストラリアとの差は有意でない）。



1 AU = オーストラリア, CZ = チェコ共和国, JP = 日本, NL = オランダ, US = アメリカ合衆国  
[US > CZ, JP, NL ; AU > CZ]

図8 生徒の動機付けに当てられる第8学年の理科の授業時間の国別割合 (%)

#### 4.3 各国の理科授業パターンのまとめ

##### (1) 日本のパターン：概念と証拠を関連づける

日本の理科授業は、主要な概念や結論を導き出すためにデータを収集し解釈する、探究重視の帰

納的な手法を通じて概念と証拠を関連付けることにより、物理や化学の少数の概念を構築させることに焦点を当てている。日本の理科授業は、データのパターンを特定し、概念と証拠を関連付けることを重視した、概念的の一貫性の高いものである。個別での観察実験活動は、主要な概念を導き出す上で中心的役割を果たしている。このような活動を行う前に、生徒は、予測を求められることも多い。観察実験活動の間とその後、生徒は教師や教科書に導かれながら、グラフやチャートへとデータを整理、処理し、その後でデータを解釈する。個別での観察実験活動後の討論は、通常、1つの主な結論、つまりその授業の主要な概念を導き出すことへとつながる。日本の理科授業で1時間に提示される正統的概念の数は少なく（分析結果は本稿に含めていない）、提示された正統的概念は、特に難易度が高いとも理論的だともみなされない基本的なものであった。しかし、日本の理科授業におけるすべての概念は、データまたは現象あるいはそのどちらも使用して導き出されていた。主要な概念は、複数のデータまたは複数の現象によってしばしば裏付けられていた。したがって、日本の理科の授業では導き出される概念の数は少ないが、それぞれの概念が裏づけとなる複数の証拠によって深められている。

#### (2) オーストラリアのパターン：主要な概念と証拠と実世界の諸問題とを関連づける

日本と同様、オーストラリアの理科授業は、概念と証拠を関連付けることによって、限られた数の概念を理解させることに焦点を当てる傾向がある。概念は、生徒が個別に行う観察実験活動においてデータを収集するための探究的で帰納的な手法を通じて導き出される。オーストラリアの生徒は、観察実験活動の途中と後にデータの整理と処理、およびデータの解釈を行うよう促されることが多い。オーストラリアの少なくとも45パーセントの理科の授業で、主要な概念は、データや現象によって裏付けられていた。

オーストラリアの理科授業では、少なくとも1種類以上の実世界の例（69%）と直接経験のデータ（56%）に裏付けされて科学概念が導かれる。また、オーストラリアの授業は、生徒が2つ以上の種類の活動（実世界の問題、個別での観察実験活動、関心を高めるための学習活動）を行う割合が高い（いずれの分析結果も本稿に含めていない）。したがって、オーストラリアの理科授業は、探究と帰納のプロセスを通じて概念を導き出すことを強く重視し、また、実世界の問題の例によって正統的概念を裏づけ、生徒の興味を引き出すような複数の種類の学習活動を盛り込むことを重視している。

#### (3) チェコ共和国のパターン：科学の内容を話して伝える

チェコ共和国の理科授業は、授業内容を正しく理解することに焦点を当てた、一斉形態の学習である。指導時間は、正統的な科学の知識の復習と評価と発展的理解を重視し、個別での観察実験活動に当てられる授業時間の割合は小さい。授業内容は、難易度が高く、1時間に扱われる正統的概念の数が多く、理論的で、事実や定義を中心として構成されている。主要な概念は視覚的な表現を使用して理解が深められることが多い。生徒は、主として一斉形態の討論を通じて学習に取り組む。生徒はまた教室の前に出てクラス全体に対して自分の学習を発表したり、科学的内容のクイズ形式の質問に答えたりする。

#### (4) オランダのパターン：個別に理科を学習させる

オランダの理科授業は、科学の内容を生徒が個別に学習することに焦点を当てている。個別の非

観察実験活動の中で、生徒は教科書を読み、質問への答えを記述する（答えを選択するだけではない）。通常宿題が課され、授業の個別での学習作業（授業中に宿題に取り組む）または一斉形態での学習作業（宿題を一緒に答え合わせする）が行われることが多い。オランダの理科授業に個別での観察実験活動が含まれる場合、活動の前に手順のガイドラインが示されるのみで、活動後にクラス全体で話し合いを行うことなく、ほとんどの授業の場合、自分自身で取り組むように指示される。オランダの生徒は、一斉形態での討論の際に、授業内容に関連した質問を発することによって、自身の学習上の義務を果たしている姿勢を示す。

#### (5) アメリカ合衆国のパターン：多様な学習活動を実施する

アメリカ合衆国の理科授業は、生徒に科学を学習させる様々な活動によって特徴付けられるが、これらの学習活動は科学の内容の概念の理解に関連付けることは重視されていない。生徒の学習活動という点で、アメリカ合衆国の理科授業は、個別での観察実験活動（直接体験、観察実験など）、個別での非観察実験活動（読む、書く、少人数での討論など）、および一斉形態での討論への生徒の参加をほぼ等しく重視しており、生徒は常に様々な活動のために多忙となっている。さらに、アメリカ合衆国の理科の教師は、実世界の問題や動機づけるための活動（ゲーム、パズル、ロールプレイなど）を使用することで、生徒の興味と積極的な参加を促そうとしている。アメリカ合衆国では、指導時間の23%は、関心を促すための活動のために使われていた。

理科で扱われる内容分野において、アメリカ合衆国の理科授業は多様性に富んでいて、地球科学、生命科学、物理学、化学、およびその他（科学の本質、テクノロジーと社会、環境および資源問題、科学的知識の性質、科学と数学など）の広い分野にわたっている。また、生徒は様々な形態（データ、現象、視覚的表現、および実世界の例）で証拠に触れることと並んで、法則や理論という形で、いくつかの難易度の高い授業内容に触れる機会を得ていた。しかし授業では、これらの様々な証拠の源を科学的概念と関連させて、科学の内容を一貫性と関連性を持たせて深く扱うことは多くなかった。たとえば、実世界の問題が、理科の授業内容の概念を導き出すための重要な部分としてよりは、興味を引く補足事項として言及されることが多い。授業の44%が、概念的関連性が弱いもしくは全く持たないものとして特徴付けられ、授業の27%は理科の授業内容の概念をまったく導き出さない学習活動の実施に終始した。

#### 4. 4 成績の高い4か国の共通点：高い水準の内容と授業内容に焦点化した指導法

成績のよい国々に共通の第一の点は、学習内容の水準および生徒の学習への期待値が高いことである。しかし、どのような学習内容が高い水準であるかについては、国によって異なっている。第二の点は、成績のよい国の理科授業では、生徒に様々な指導法や学習内容を経験させるのではなく、授業内容に的を絞った共通の指導法を普及させていた。

チェコ共和国では、学習内容の水準が、科学の概念の難易度と扱われる概念の数、ならびに科学の概念について一斉形態で行われる会話に焦点を当てた指導法の点で高くなっていた。オーストラリアと日本の学習内容の水準は、直接経験で得られたデータおよび現象という形の証拠によって裏付けられた概念の理解、および探究と帰納的なプロセスによる概念とデータの関連付けに焦点を当てた指導法の点で高くなっていた。オランダでは、理科の学習内容の期待値が、生徒が自分自身の個別の学習に責任を持つという点において高く、指導法は、教科書を中心とした読み書きの活動を重視した、個別の非観察実験活動で特徴付けられた。

## 5. まとめとわが国への示唆

TIMSS 1999理科授業ビデオ研究の結果は、参加各国における第8学年の理科授業における国特有のパターンを示し、成績の比較的良好な国々における学習内容と指導法の役割を浮き彫りにした。各国に共通する点もあるが、それぞれの国は、理科授業に対して異なったアプローチを採用しており、生徒に対して、理科を学ぶ様々な機会と、理科を学習することの意味について異なった展望を提供している。授業は、その構成上の特徴、内容的特徴、および生徒が理科の活動に積極的に参加する方法において異なっていた。したがって、成績優秀なすべての国が共有する1つの手法は存在しなかった。しかし、成績のよい国々の授業は、何らかの高い学習内容水準に生徒を保つ、一貫性のある指導方略と学習内容の構成方略を備えた中核的指導法を備えているという特徴があった。成績が高くないアメリカ合衆国の理科授業にも中核的指導法はあったが、その手法は一貫性よりも多様性を、すなわち授業構成の多様性、学習内容の多様性、活動の多様性を重視したものであった。

日本の理科授業に見られた主な特徴は、他国より高い割合で生徒の観察実験活動が実施されていること(図1)、科学の本質や環境やテクノロジーといった領域横断的な内容が指導されていないこと(図2)、科学関連の実世界の問題(社会問題や生徒の個人的経験など)をクラス全体で話し合う時間の割合が低いこと(図3)、難易度の高い内容を扱う授業の割合が低く、65%の授業は基本的内容のみを扱っていること(図4)、生徒が学習する内容と活動とが概念的に強く関連していること(図5)、複数の観察実験で得られたデータや複数の現象を証拠として、授業での主要な概念が裏付けられる内容となっていること(図6)、個別での観察実験活動により高い割合で授業時間を割いていること(図7)、予測を立ててから観察実験を行う授業がより高い割合で行われていること(表2)、データや現象を解釈する活動、データを収集し記録する活動、および、教師の指示や教科書に従ってデータを整理し処理する活動が、より高い割合で行われているが、データの整理と処理を生徒が独自に考えて行う活動は見られないこと(表2)、生徒を動機付けることに当てられる授業時間の割合が低いこと(図8)などである。

この結果から、1999年の調査時におけるわが国の中学2年段階の理科授業が、生徒による観察実験活動を重視し、具体的な証拠に基づいて基礎的基本的な概念を導き理解させるという特徴をもったものであることがわかる。このことは、わが国の学習指導要領で強調されてきたことである。しかし、生徒が収集したデータを独自に考えて整理したり処理したりすることや、科学を身のまわりや実世界の事象に関連づけること、領域横断的な内容(科学の本質、科学の相互作用、テクノロジーと社会、環境および資源問題、科学的知識の性質科学と数学の関係など)を扱うこと、生徒を科学の学習に動機付ける活動などの点では、指導が希薄になっていると言える。これらの問題点の改善が、今後のわが国の理科授業の在り方に関する直接的な示唆であると考えられる。

本調査研究の結果を解釈する際に留意すべき重要な点は、各国の教育課程における理科授業時数の違いである。TIMSS 1999の調査結果<sup>3)</sup>によると、参加5か国の第8学年の理科の年間授業時数(1単位60分に換算)は、オーストラリアが129時間、チェコ共和国が236時間、日本が94時間、オランダが181時間、アメリカ合衆国が144時間と、大きく異なっている。本研究では、約1年間にわたって収録された各国約100時間の授業を基に特定の授業事象の出現割合の国別の違いを比較したが、実際の各授業事象の出現頻度は、全体の授業時数の違いに比例する。つまり、わが国の理科授業時数が他の国と比べて顕著に少ないことは、わが国で強調されていた授業パターンは、その授業を受ける生徒の学習頻度では必ずしも他の国の生徒よりも多いことを意味していない。しかし、わ

が国で希薄となっている授業パターンについては、生徒の学習が他の国よりもさらに希薄な経験で止まっていることを意味しているのである。

したがって、授業時数の違いを考慮すると、わが国の理科授業が、観察実験活動を通して基礎的基本的な内容を学習させることを強調した特徴を持っていたことは、理科教師が、指導可能な授業時数の中で、扱うべき理科の内容と適用可能な指導法を選択してきた結果であるという解釈もできる。しかし、このような選択が生徒にとって適切だと言えるであろうか。わが国で指導が希薄となっている側面は、世界的な理科カリキュラム改革の中で、市民として社会生活を営む上ですべての生徒に習得が期待される科学的リテラシーの中身と重なる部分が多い（詳細については参考文献<sup>5)</sup>を参照のこと）。わが国の理科カリキュラムにおいて、こうした側面の指導をどうすべきかについて、今後議論が必要である。

また、具体的な指導法の改善に向けて、他の国での実践を参考にすることができる。TIMSS 1999理科授業ビデオ研究では、参加した5か国の理科授業の実際について、それぞれ5時間ずつの授業例（授業ビデオ、プリント等の資料、授業者の解説、研究者のコメントなど）を公開した<sup>4)</sup>。これを理科教師教育に有効に活用するために、現在、日本語化を進めており、今後、教材として提供していく予定である。

#### 参考文献

- 1) Roth, K. J., Druker, S. L., Garnier, H., Lemmens, M., Chen, C., Kawanaka, T., Okamoto, Y., Rasmussen, D., Trubacova, S., Warvi, D., Gonzales, P., Stigler, J., and Gallimore, R. (2006). Teaching Science in Five Countries: Results from the TIMSS 1999 Video Study. (NCES 2006-011). U.S. Department of Education. Washington, DC: National Center for Education Statistics. (Downloadable from <http://nces.ed.gov/>)
- 2) 小倉康 (研究代表者) (2004) 『わが国と諸外国における理科授業のビデオ分析とその教師教育への活用効果の研究：IEA/TIMSS-R 授業ビデオ研究との協調』平成12～15年度科学研究費補助金基盤研究 (A) (2) 研究成果報告書 (課題番号12308007), 国立教育政策研究所. (ダウンロード <http://www.nier.go.jp/ogura/>)
- 3) Gonzales, P., Guzman, J. C., Partelow, L., Pahlke, E., Jocelyn, L., Kastberg, D., and Williams, T. (2004). Highlights From the Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) 2003 (NCES 2005-005). Washington, DC: U.S. Government Printing Office. (Downloadable from <http://nces.ed.gov/>)
- 4) TIMSS 1999 Video Study (2006) Science Public Release Lessons. Pearson Education. (ISBN 1-4029-3106-9)
- 5) 小倉康 (研究代表者) (2006) 『科学的リテラシーと科学的探究能力』平成17年度科学研究費補助金特定領域研究(2) 研究報告書 (課題番号17011073), 国立教育政策研究所, pp.3-48. (ダウンロード <http://www.nier.go.jp/ogura/tokutei.html>)