

平成21年 3月31日現在

研究種目： 基盤研究 (B)
 研究期間： 2006～2008
 課題番号： 18300272
 研究課題名 (和文) 科学的・論理的思考に基づいた表現力に関する分析的研究
 研究課題名 (英文) Analytic Study on Expression Based on the Scientific and Logical Thinking
 研究代表者
 三宅 征夫 (MIYAKE MASAO)
 国立教育政策研究所・教育課程研究センター基礎研究部・部長
 研究者番号： 50000071

研究成果の概要：PISA 調査においても指摘されているように、わが国の児童・生徒の読解力や表現力は国際的にみて十分な状況にあるとは言えない。そこで、小・中学生の理科学力の国際比較調査である TIMSS において出題されている自由記述形式問題の結果を詳細に分析し、どのような点に問題があるのかを探ろうとした。その結果、4年前に比べ、自由記述形式問題の正答率は改善傾向にあるが、問題内容によっては改善すべき点もあることが明らかとなった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	3,800,000	0	3,800,000
2007年度	6,500,000	0	6,500,000
2008年度	3,900,000	0	3,900,000
年度			
年度			
総計	14,200,000	0	14,200,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学，科学教育

キーワード：科学的思考，論理的思考，表現力，分析，IEA，TIMSS，小学生，中学生

1. 研究開始当初の背景

(1) 国際教育到達度評価学会 (略称：IEA) が1994年度の学年末 (わが国は平成7年2月) に46か国・地域で実施した「第3回国際数学・理科教育調査」(略称：TIMSS，調査対象は小学校第3・4学年および中学校第1・2学年) では、わが国の小・中学生の理科の到達度は国際的にみて高い水準にあることが明らかとなった。しかしながら、わが国の中学生の問題出題形式別得点の結果から、選択肢形式問題の正答率は国際的に高いのに比べて、論述形式問題の正答率は相対的に低いという問題点が指摘された。また、IEAは

TIMSSの追調査として、「第3回国際数学・理科教育調査の第2段階調査」(略称：TIMSS-R，調査対象は中学校第2学年) を1998年度の学年末に38か国・地域で実施した。4年前のTIMSSとの共通問題等と比較した結果、中学生の理科の到達度は国際的に高い水準を維持している一方で、論述形式問題の正答率が相対的に低いという4年前と同様の結果が得られた。IEAでは参加各国・地域においてTIMSSおよびTIMSS-Rの結果が教育政策に与える影響が大きいことを再認識し、さらに4年おきに従来と同じ規模・手法による調査 (調査対象は小学校第4学年および中学校第

2 学年) を実施する計画を立て、名称もそれまでの「第 3 回国際数学・理科教育調査」から「国際数学・理科教育動向調査」と改め(略称も TIMSS に実施年を付加)、従来よりも短い間隔で理科教育の動向を探ることになった。

(2) わが国の学力低下の傾向が見られるとして話題となった TIMSS2003 は、従来の調査と同様、国立教育政策研究所が中心となって、全国の小・中学校から各 150 校を層化無作為抽出した約 5,000 名ずつの小・中学生を対象に平成 15 年 2 月に調査を実施し、平成 16 年 12 月に国際比較結果が公表された。その結果、中学校の理科の成績は過去 2 回とほぼ同じであったが、小学校の理科の成績が前回の TIMSS1995 に比べ低下したことが分かった。また、児童・生徒質問紙による結果では、「理科の勉強が楽しい」と思う小・中学生の割合が過去の調査よりも増えたが、依然として国際的には低い水準にとどまっている。

(3) 一方、同じく平成 16 年 12 月に国際比較結果が公表された OECD (経済協力開発機構) の「生徒の学習到達度調査 (PISA)」によると、高等学校 1 年生の読解力の成績が OECD 加盟国平均並に下がったことが報告されている。また、平成 15~17 年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B) (2) 「理科における論理的表現力に関する経年変化研究」(研究代表者・猿田祐嗣) によると、TIMSS1995 と TIMSS1999 では論述形式で出題されたわが国の中学生の理科問題の正答率は国際的にみて相対的に低い水準であったが、TIMSS2003 では論述形式問題の正答率が落ち込む傾向は国際的にみて同程度の水準であることが明らかとなった。

2. 研究の目的

(1) 文部科学省は、TIMSS、PISA や「教育課程実施状況調査」の結果を受けて、自らの考えで答えを導き出す論述力や表現力の向上を目指している。そこで、本研究では TIMSS の一連の調査で明らかとなったわが国の生徒の論述形式問題の正答率が、さらに 4 年後の TIMSS2007 においてどのような推移をたどるかを明らかにすることを目的とする。このことは、学習指導要領の目標である科学的思考・論理的思考や自分の意見・考え方を説明する表現力がどの程度身についているかを確かめるためにも重要である。

(2) TIMSS 調査では、参加国・地域間の理科の成績や質問紙項目に関するデータが公表されるが、数値データにもとづく第一次集計結果の公表にとどまり、理科の論述形式問題の詳細な結果についての分析は含まれない。

そこでまず、本研究において、わが国の児童・生徒の論述形式問題のすべての解答の文章等を入力したデータベースを作成する。そして、国際比較結果の公表と同時に利用可能となる各国の素データやわが国で新たに入力する解答の文章等のデータベースを利用して、国際本部から公表される国際比較報告書では扱わない、わが国独自の項目分析を行うこととした。

3. 研究の方法

(1) 研究代表者および連携研究者(研究分担者)が中心となり、大学教官、教育委員会の指導主事、小・中学校の教師からなる研究協力者を含めた専門委員会を組織し、研究計画・方法に対する助言を得たり、分析作業を行ったりするなど、研究プロジェクト方式で研究を推進した。

(2) 平成 19 年 3 月実施の「国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS2007)」の理科に関する論述形式問題の参加 57 か国・地域のデータを、わが国を中心として比較分析するものであり、平成 18 年度から 3 か年計画で研究を進めた。

(3) 今回の TIMSS2007 調査では、平成 7 年 2 月に実施された TIMSS1995 での小学校 4 年生と 8 年後の TIMSS2003 の小学校 4 年生、12 年後の TIMSS2007 の小学校 4 年生という 3 つの時点での同学年の比較、そして TIMSS1995 の中学校 2 年生と 4 年後の TIMSS1999 の中学校 2 年生、8 年後の TIMSS2003 の中学校 2 年生、さらに 12 年後の TIMSS2007 の中学校 2 年生という 4 年おき 4 つの時点での同学年の比較を、参加各国・地域のデータを用いて行うことによって、理科における論理的表現力の経年変化を国際的な視点から分析した。

(4) 特に、8 年後の TIMSS2003 の小学校 4 年生、12 年後の TIMSS2007 の小学校 4 年生という 3 つの時点での同学年の比較、そして TIMSS1995 の中学校 2 年生と 4 年後の TIMSS1999 の中学校 2 年生、8 年後の TIMSS2003 の中学校 2 年生、さらに 12 年後の TIMSS2007 の中学校 2 年生という 4 年おき 4 つの時点での同学年の比較を、参加各国・地域のデータを用いて行うことによって、理科における論理的表現力の経年変化を国際的な視点から分析した。

(5) 従来の研究から論述形式問題の解答を分析する際の視点としては、解答の文章等において児童・生徒が用いる語句(用語)、文章の論理的構造、説明に用いる絵や図などが挙げられるが、研究を進める中で、これらの視点をさらに検討した。

4. 研究成果

研究代表者・研究分担者・連携研究者を含む理科教育の専門家からなる専門委員会を開催し、分析の視点に関する吟味を行うとともに、小・中学生の解答データの分析結果について検討し、分析結果について、学会発表や論文発表を行った。

国際本部から提供されたTIMSS2007の参加各国・地域のデータを加えた分析を行い、研究成果報告書として刊行した。また、児童・生徒の自由記述解答画像データベースおよび検索システムを作成した。

次に、具体的な研究成果の一部について紹介する。

(1) TIMSS2003までは理科問題の解答形式については、選択肢形式が約6割に対して記述形式約4割と設定されていたが、TIMSS2007においては、全問題数に占める記述形式問題数の割合が小学校4年で47%、中学校2年で50%とほぼ半数に増えている。また、TIMSS2007においては、小学校4年に対してTIMSS2003との共通問題を76題出題し、そのうち記述形式問題は36題で47%を占めている。中学校2年に対しては、TIMSS2003との共通問題を94題出題し、そのうち43題(46%)が記述形式問題であった。

(2) 記述形式問題はさらに、穴埋めや短文などで解答する問題(以下、短答形式問題と略す)と、科学的証拠やデータを用いて理由や考えを述べたり論理的に説明したりする論述形式問題とに分けられ、小・中学校とも後者の論述形式がTIMSS2007の記述形式問題の約7割を占める。公表された問題のうち、記述形式で出題された小学校34題および中学校40題をさらに詳しく分類したところ、記述形式で出題された公開問題における短答形式と論述形式の割合はおよそ、小学校1:3、中学校1:4であった。

(3) TIMSS1995において特に論述形式問題の平均正答率の落ち込みが他の解答形式に比べて大きかったわが国の中学生のその後の状況を探るために、中学生だけでなく小学生についてもTIMSS2003とTIMSS2007とで共通に出題された同一問題の解答形式別平均正答率を調べることで、この4年間の変化を明らかにしようとした。

その結果、図1より小学校4年はわが国と国際平均値の傾向はよく似ており、選択肢形式と短答形式ではあまり差がないが、論述形式の平均正答率は10ポイント以上、低くなっている。図2より、中学校2年については、国際平均値では選択肢形式、短答形式、論述形式の順に約10ポイントずつ平均正答率が

低くなっていくが、わが国の中学校2年生は選択肢形式と短答形式とで平均正答率に差はみられない。選択肢形式問題からの論述形式問題の平均正答率の落ち込みはTIMSS2003では国際平均値とほぼ同程度で約20ポイントであるが、わが国の中学生は4年を経て実施したTIMSS2007では3ポイント改善して差は17ポイントとなった。

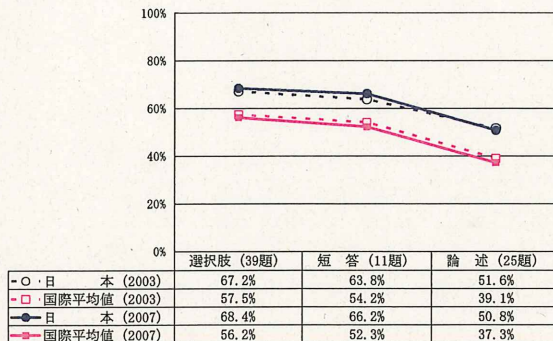


図1 共通問題における解答形式別平均正答率の推移(小4)

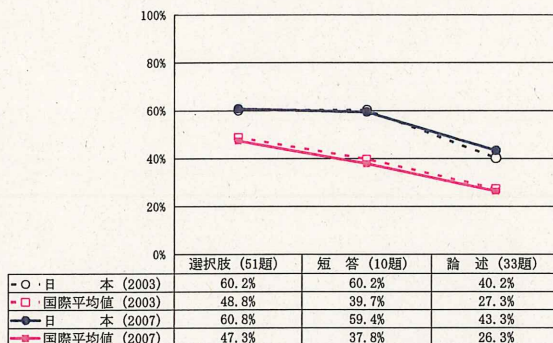


図2 共通問題における解答形式別平均正答率の推移(中2)

(4) TIMSS2003とTIMSS2007の小学校4年の共通問題について、論述形式25題、選択肢形式39題それぞれの平均正答率を両調査に参加した21か国・地域ごとに算出した。また同様に、中学校2年の共通問題について、論述形式30題、選択肢形式50題それぞれの平均正答率を両調査に参加した35か国・地域ごとに算出した。

その結果、全体的な傾向としては、小・中ともに成績上位の国の方が、論述形式問題と選択肢形式問題の平均正答率の差が小さい。逆に言えば、選択肢形式問題の平均正答率が低くなるにつれて論述形式問題との平均正答率の差が4つの選択肢から無作為に1つの回答を選ぶ確率25%に近づく、すなわち成績下位の国においては論述形式問題と選択肢形式問題の難易度は同程度であることを示すデータが得られた。

(5) 理科における論理的表現力に影響を与える要因を探るため、TIMSS2007の中学校2年生を担当する理科教師に対する質問紙の

中から、論理的表現力の育成に影響を与える可能性があると思われるものとして、教師の理科の指導に関する質問項目を取り上げ、分析した。

わが国は生徒実験・グループ実験の頻度が他の国に比べて多く、特に生徒実験の頻度がTIMSS2003に比べて倍増している。他の国・地域も生徒実験の頻度が大きく増えており、シンガポールやイングランドは約6倍に増えている。一方、演示実験についてはわが国の頻度が減っており、他の国・地域においても横這いか若干増えている程度である。理科問題得点で成績上位のシンガポールと韓国での生徒実験・グループ実験の頻度が比較的低いことは特筆に値する。

科学的探究の方法においては「自然現象を観察し、観察した結果を書く」「実験や調査の設計や計画を行う」という手続きについて、わが国は授業での頻度が多い方である。しかしながら、「実験や調査の設計や計画を行う」についてはTIMSS2003の51%から18%へと他の国・地域と同様、大幅に低下している。

また、「自然現象を観察し、観察した結果を書く」については、わが国の頻度は高く、シンガポールやイングランドの約2倍であるが、逆に「生徒が学んだことを説明させる」は28%で最も低く、他の国・地域は7~8割の頻度で実施している。これらのことに加えて、「生徒に事実や法則を覚えさせる」はわが国の頻度が高いことから、わが国では観察実験の結果をきちんと記載したり、事実や法則を覚えたりすることが重視されているのに対して、成績上位の国・地域においては何を学んだかを生徒に自分の言葉で説明させることが重視されていると言えよう。

「教科書や他の資料を読む」と「決まりきった課題を解くために、科学の公式や法則を使う」については、シンガポール、イングランド、アメリカに比べて、わが国と韓国の頻度が高く、欧米型とは異なるスタイルで授業を行っていると思われる。

「生徒が理科で学んだことを日常生活に結びつける」ことの指導は、他の国・地域の約半分程度の頻度と少なく、TIMSS2003と比べるとさらに低下している。このことから、いまだに純粋な科学的内容の指導を念頭においている教師の姿がうかがえる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計21件)

- ① 椎葉邦子・横山あゆみ・米村 彰・中山 迅・猿田祐嗣・三宅征夫、TIMSS2003 中学校理科に表れた思考力・判断力・表現力の問題点、日本教科教育学会全国大会論

文集、34、145-148、2008、査読無し

- ② 小侍祐一・米村 彰・横山あゆみ・中山 迅・猿田祐嗣・三宅征夫、TIMSS 理科課題に対する回答の正誤に隠れた中学生の考え、日本科学教育学会年会論文集、32、427-428、2008、査読無し
- ③ 猿田祐嗣・三宅征夫・中山 迅・隅田 学・隈元修一・日高俊一郎、TIMSS 理科の論述形式課題に対する回答に見る日本の児童・生徒の特徴、日本科学教育学会年会論文集、31、449-450、2007、査読無し

[学会発表] (計16件)

- ① 米村 彰・横山あゆみ・中山 迅・猿田祐嗣・三宅征夫、理科教科書の記述における問題解決の流れの分析、日本教科教育学会第34回全国大会、2008
- ② 猿田祐嗣・三宅征夫・中山 迅・隅田 学・隈元修一・日高俊一郎、TIMSS 理科の論述形式課題に対する回答に見る日本の児童・生徒の特徴、日本科学教育学会第31回年会、2007
- ③ 隈元修一・福松東一・中山 迅・猿田祐嗣、中学生の科学的記述学力の評価に関する研究、日本科学教育学会研究会、2006

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三宅 征夫 (MIYAKE MASAO)

国立教育政策研究所・

教育課程研究センター基礎研究部・部長
研究者番号：50000071

(2) 研究分担者

猿田 祐嗣 (SARUTA YUJI)

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

研究者番号：70178820

(3) 連携研究者

中山 迅 (NAKAYAMA HAYASHI)

宮崎大学・大学院教育学研究科・教授

研究者番号：90237470

隅田 学 (SUMIDA MANABU)

愛媛大学・教育学部・准教授

研究者番号：50315347