

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 3月31日現在

機関番号：62601

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2012

課題番号：21300298

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経年変化研究

研究課題名（英文） Longitudinal Study on Expression Based on the Scientific and Logical Thinking

研究代表者

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・総合研究官

研究者番号：70178820

研究成果の概要（和文）：新しい学習指導要領において重視されている思考力や表現力の実態を探るために、TIMSSのデータを詳しく分析した。最新のTIMSS2011のデータ分析から、日本の小学生・中学生ともに推論領域問題の平均正答率が知識領域及び応用領域に比べて高く、また4年前の調査よりも得点が高くなっていることが明らかとなった。したがって、国際比較調査の結果からは、日本の小・中学生の推論を伴う思考力は伸びていると言える。一方で、論述問題の正答率も国際平均値を上回り、特に中学生の表現力については向上していることが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：In order to explore the actual condition of the ability to think and express oneself which are important in the new course of study, the data of TIMSS was analyzed in detail. The average percentage of correct answers of the reasoning domain problems among Japanese elementary and lower secondary school students became high compared with the knowledge domain and application domain, and it was cleared that the score was high rather than four years ago from the data analysis of newest TIMSS2011. Therefore, it can be said that the ability to think accompanied by reasoning of Japanese elementary and lower secondary school students was improved from the result of the international comparison study. On the other hand, the percentage of correct answers of the essay-type question was also higher than the international average, and especially the ability to express oneself in the lower secondary school students was improved.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,900,000	450,000	3,350,000
2010年度	2,700,000	360,000	3,060,000
2011年度	6,000,000	450,000	6,450,000
2012年度	2,700,000	345,000	3,045,000
総計	14,300,000	1,605,000	15,905,000

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：科学教育カリキュラム

## 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、平成 19 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依然として OECD 加盟国平均並のままであ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)および平成 18~20 年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B)(2)「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」(研究代表者・三宅征夫)によると、TIMSS1995 と TIMSS1999、また TIMSS2003 と TIMSS2007 では論述形式で出題された理科問題の正答率が国際的にみて相対的に低い

水準にあったわが国の中学生の結果が、TIMSS2007 では TIMSS2003 と同様、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、改訂された学習指導要領においては、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すこととした。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 TIMSS2011 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、学習指導要領が目指す科学的思考・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け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輸入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。

## 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 23 年 3 月実施の「国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2011)」の理科に関する論述形式問題の参加 63 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 21 年度から 4 か年計画で研究を進めた。

(3) 今回の TIMSS2011 調査では、1995 年に実施された TIMSS1995 での小学校 4 年と 8 年後の TIMSS2003 の小学校 4 年、12 年後

の TIMSS2007 の小学校 4 年, 16 年後の TIMSS2011 の小学校 4 年という 4 つの時点での同学年の比較, そして TIMSS1995 の中学校 2 年と 4 年後の TIMSS1999 の中学校 2 年, 8 年後の TIMSS2003 の中学校 2 年, 12 年後の TIMSS2007 の中学校 2 年, さらに 16 年後の TIMSS2011 の中学校 2 年という 4 年おき 5 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) 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 TIMSS2011 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) 2003 年と 2007 年の TIMSS において小・中生を対象として共通に出題された論述形式を含む自由記述式問題の解答に注目し, 各国の児童生徒の正答率や無答率を分析し, 学会で発表した。結果としては, 我が国の小・中学生の自由記述式問題の正答率や無答率は両調査に参加した成績上位国の平均値とほぼ同様であり, その傾向は 2003 年と 2007 年とでほとんど変化していないことが明らかとなった。

(2) 2003 年の TIMSS において小学生に対して出題された「日光の必要性」課題を分析したところ, 採点基準では誤答に分類されていても, 当該学年までの既習内容を用いた思考力という意味では評価に値するものが含まれていることが明らかとなった。

(3) 最新の TIMSS2011 のデータ分析から, 日本の小学生・中学生ともに推論領域問題の平均正答率が知識領域及び応用領域に比べて高く, また 4 年前の調査よりも得点が高くな

っていることが明らかとなった。したがって, 国際比較調査の結果からは, 日本の小・中学生の推論を伴う思考力は伸びていると言える。一方で, 論述問題の正答率も国際平均値を上回り, 特に中学生の表現力については向上していることが明らかとなった。

(4) これらの理由を解明するため, カリキュラム評価の観点から分析を行った。その結果, 意図されたカリキュラムとして全国学力・学習状況調査が実施され, 学習指導要領とともに達成すべき学力の具体像が示されたことが成績の伸びの要因のひとつとして考えられた。また, 学校間の学力格差は依然として小さく, 成績上位国と異なる状況であることも分かった。

(5) また, 小・中学校の教科書に書かれている「問い」を分類・整理し, 問いが規定する思考と表現について検討した。中学校理科教科書 5 社の分析結果からは, 物理・化学・生物・地学のすべての領域において「どんな」または「どのような」に関する問いが多く, これらの問いは, それに続く言葉によって内容が規定され, 物理領域と地学領域では「関係」が多く用いられており, 生徒は物事の関係性についての思考を促されていることが示唆された。化学領域と生物領域では「はい・いいえ」などの二者択一で答えることのできる, 仮説を含んだ問いが多く, これらの問いでは, 生徒が, 観察や実験の前に仮説を立てて, それによって問題点を明確にして思考・表現する学習が促されていることが示唆された。

(6) TIMSS の生徒質問紙の回答を用いて, 理科授業における日常生活との関連について整理し, 科学的リテラシーの観点から整理した。また, 収録した授業ビデオとトランススクリプトを用いて, 教師の発問とそれに対する生徒の応答を分析単位とした, 理科の授業分析を行った。また, TIMSS における日本の児童生徒の記述回答を, 独自の観点からデータベース化し, 分析を行った。加えて今年度は, 日本の小学校理科教科書の疑問文の表現形式の特徴について分析を行い, 結果を学会で発表した。そこでは, 名詞としての科学用語に関わる疑問文数が学年進行に伴って増えること, Yes/No タイプの疑問文と名詞を問う疑問文, 副詞・形容詞を問う疑問文の割合が大きく異なる学年が存在することが明らかになった。

(7) IEA の理科教育に関する国際比較調査における学力の捉え方の変遷を, 調査の枠組みから分析・検討した結果, 1995 年の TIMSS からは, それ以前の 1970~1980 年代の調査に

おける「知識，理解，応用」という認知的目標の形式から，「問題解決，分析，科学的方法の使用，自然界の探究」といった行動的目標へ，さらには最新の2007年のTIMSSでは「知ること，応用すること，推論すること」という思考操作に基づいて，「情報を解釈する」，「科学的説明をする」，「証拠から結論を導くための推論をする」という新たな行動的目標の形式へと変化してきていることが明らかとなった。PISAやTIMSSといった国際調査を推進している欧米のカリキュラムの改革動向は，我が国における全国学力・学習状況調査に追加教科として実施予定の理科の評価問題の在り方にも大きな影響を与えるであろうことを指摘した。

#### 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17件)

- ① 横山あゆみ・米村 彰・中山 迅・猿田祐嗣，TIMSS2003理科の論述式課題における児童・生徒の回答分析－「日光の必要性」課題に対する児童の考え－，宮崎大学教育文化学部附属教育実践総合センター研究紀要，18，93-108，2010，査読無し
- ② 猿田祐嗣，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(13)－TIMSSの調査枠組みから見た学力の捉え方の変遷について－，日本科学教育学会研究会研究報告，25(2)，65-70，2010，査読無し
- ② 猿田祐嗣，理科における学力を考える－TIMSS調査データからみた学力格差－，日本理科教育学会全国大会発表論文集，10，55-56，2012，査読無し

[学会発表] (計24件)

- ① 平野公一・隈元修一・中山 迅・猿田祐嗣，中学校理科授業において生徒の言語的表現力を高める手だての実践－中学校2年生「電流の性質」及び「物質が分かれる変化」の事例－，日本理科教育学会平成21年度九州支部大会，2009
- ② 中山 迅・野村法雄・猿田祐嗣，中学校理科教科書の記述における「問い」の類型－物理領域に注目して－，日本理科教育学会第61回全国大会，2011
- ③ Hayashi Nakayama，Yuji Saruta，Manabu Sumida，Analysis on questioning terms in the Japanese Primary School Science

Textbooks，ASERA2011 (Australasian Science Education Research Association)，2011

[図書] (計4件)

- ① 猿田祐嗣・中山 迅，東洋館出版社，思考と表現を一体化させる理科授業－自らの言葉で問いを設定して結論を導く子どもを育てる－，2011，128
- ② 猿田祐嗣，東洋館出版社，論理的思考に基づいた科学的表現力に関する研究－TIMSS及びPISA調査の分析を中心に－，2012，214

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

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・総合研究官  
研究者番号：70178820

(2) 研究分担者

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

石井 雅幸 (ISHII MASAYUKI)  
大妻女子大学・家政学部・准教授  
研究者番号：50453494

(3)連携研究者  
なし