

機関番号：32639

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2007～2010

課題番号：19300268

研究課題名(和文) 算数・数学における表現力・読解力と到達度や態度との関係に関する研究

研究課題名(英文) A Study on the Relationships between Students' Representation and Reading Skills and Achievement and Attitudes in Mathematics

研究代表者

瀬沼 花子 (SENUMA HANAKO)

玉川大学・教育学部・教授

研究者番号：30165732

研究成果の概要(和文)：学力に関する国際調査である IEA の TIMSS 調査や OECD の PISA 調査の結果から、表現力等の向上が求められている。本研究では、TIMSS 調査における約 8800 名のわが国の児童・生徒の算数・数学の記述式の解答について、画像データの整理及びテキスト化等を行い、それらの実証的データに基づいて、算数・数学の表現力・読解力等の実態を明らかにした。さらに、国際データベースを基にした 2 次分析の手法を検討し、また、わが国と諸外国の違いやその背景、算数・数学教育の在り方について考察を行った。

研究成果の概要(英文)：Improving Japanese students' representation skill and their reading skill should be done based on the results of IEA' s TIMSS and OECD PISA Studies. Then, around 8800 Japanese students' answers shown in the mathematics test booklets were organized item by item and their data were putted into the text format. Based on these actual data, characteristics of students' representation and reading skills in mathematics were analyzed. In addition, methods of secondary data analysis of international databases were discussed and the differences between Japan and other countries and the backgrounds and methods of improvement were pointed out.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2008年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
2009年度	3,100,000	930,000	4,030,000
2010年度	3,900,000	1,170,000	5,070,000
年度			
総計	14,000,000	4,200,000	18,200,000

研究代表者の専門分野：数学教育学

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：数学教育、TIMSS、表現力、読解力、国際比較

1. 研究開始当初の背景

「OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA 2003 年調査)」において、わが国の生徒の読解力が国際平均並みと低かったため、また、「IEA 国際数学・理科教育動向調査 (TIMSS 2003 年

調査)」の算数・数学において、わが国の児童・生徒の記述式問題の正答率が選択肢問題の正答率よりも低かったため、算数・数学においても読解力の向上、数学的な思考力・表現力の育成のためにどのような改善案が考

えられるかが緊急の課題となっていた（例えば、中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会：第43回、平成18年8月11日）。

しかし、「OECD 生徒の学習到達度調査（PISA2003年調査）」においても「IEA 国際数学・理科教育動向調査（TIMSS2003年調査）」においても、国際結果・国内結果の公表は、時間的・予算的制約のため、参加国・地域間の算数・数学の成績や質問紙項目に関する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、算数・数学の記述式問題の詳細な結果についての分析は含まれなかった。

研究代表者の瀬沼は、前者の調査においては数学専門委員会国際コンソーシアムを務め、後者においては国内調査責任者を務める立場から、算数・数学の記述式のデータを2次分析する必要性を強く感じていたところである。

しかし国立教育政策研究所庁費で行われているこれらの研究においては、経費は調査用紙の翻訳・印刷、国内専門員会の旅費、学校での調査実施に関わる経費、採点、正答・誤答等のデータ入力費用にあてられ、読解力・表現力の実態を詳細に分析するための費用まで捻出できないのが現状であった。一方、理科教育の研究者は従来から科研費を得てデータの整備や2次分析を進めてきていた。

そこで、TIMSSの理科教育の研究者が科学研究費補助金を得て行っているのと同じように、TIMSS2007を中心に、算数・数学に焦点をあて記述式問題の詳細な分析を行うこととした。

2. 研究の目的

本研究は主として次の4つを目的としている。

(1) 「TIMSS2007」「TIMSS2003」「TIMSS1999」

（「国際数学・理科教育動向調査」；国際的にはアメリカのボストン・カレッジが中心となり行われており、わが国においては国立教育政策研究所が実施）の合計3回のわが国の記述式の画像データを整理し、わが国の児童・生徒の表現力・読解力の詳細な分析を行うこと。

(2) 記述式の解答と算数・数学の到達度や態度など諸要因間の関係について深く分析を行うこと。例えば、記述式の解答の特徴別にみた選択肢問題の解答の傾向や、記述式の解答の傾向と算数・数学の勉強に対する自信や楽しさ、希望の職業、日常生活と算数・数学との関連に対する意識など。

(3) 国際公開データを用いて、わが国と各国との表現力・読解力の比較を行うこと。

(4) 上述の分析結果について、国内及び国外で成果を発表し、また海外及び国内の研究者を招聘し公開シンポジウムを行い、研究成果を一般に広めること。

3. 研究の方法

研究代表者、研究分担者は全員が、そして研究協力者の多くは、TIMSS2007、TIMSS2003、TIMSS1999の算数・数学国内専門委員会のメンバーであり調査問題の開発・翻訳・分析や質問紙等の翻訳・分析に携わってきた経験を持つ。つまり調査全般や調査問題の構成など理解し、個人情報や非公開問題情報の秘密保持に精通している。

研究の目的を遂行するための、4年間の研究方法は、主として次のようであった。

(1) わが国の児童・生徒の数学問題に対するデータの整備

問題ごとに対応一覧表を作成し、過去との比較ができるようにする。児童・生徒の画像データを、分類・整理し加工する。算数・数学の記述式問題については、解答をテキスト形式で保存しておく。

(2) わが国の児童・生徒の算数・数学表現力・読解力を諸外国と比較するための「国際公開データ」（英語、PDFデータ）の加工及び翻訳

英語から日本語への翻訳を行う。PDFデータを、比較しやすいよう、エクセルデータに変換する。

(3) 算数・数学問題やそれに関する諸要因の分析手法の検討

理科教育の表現力分析の手法、諸外国の分析方法などを参考に、算数・数学ではどのような方法が考えられうるか、その可能性を検討する。

(4) 上記で作成したデータや方法論を活用した、表現力・読解力の比較

各自の研究仮説に基づいて、データの分析を行い、わが国の特徴を見つける。会合を開き分析したデータの特徴について検討する。成果を学会等で発表する。学会等で関連する資料を収集する。

(5) 海外の研究者の招聘

日本と諸外国の算数・数学の表現力・読解力の比較やその背景について考察する。公開シンポジウムとし、研究成果を普及させる。

4. 研究成果

(1) 研究の主な成果

① 理科の研究の手法と成果を聞く検討会を開き、記述式の解答の文字数による分析、特に男女差、データの取扱方法を学んだ。

② 「TIMSS2007」「TIMSS2003」「TIMSS1999」の合計3回のデータについて、問題ごとに対応一覧表を作成した。児童・生徒の解答の詳細な分析を行う上での基礎となる資料である。

③ わが国の児童・生徒の表現力・読解力の状況を把握するために、TIMSS2007問題の自由記述式の解答のテキスト化入力を行った。

④ わが国の児童・生徒の統計の学力について

て表現力・読解力の視点から学会発表を行った。(平成19年9月、神戸大学)

⑤テキスト化を行った「TIMSS2007」の自由記述式の資料をもとに、わが国の特徴的な回答の傾向について研究代表者・研究分担者で分析を行った。この分析結果の一部は平成20年12月に国際比較結果が公表された報告書『TIMSS2007 算数・数学教育の国際比較』(国立教育政策研究所)の算数・数学問題に関する章(pp.24-79)の参考データとして活用された。

⑥「TIMSS2003」と「TIMSS1999」の画像データベースの分析を研究代表者・研究協力者で行った。また分析ソフト等を用い、生徒の解答における特定の用語の出現度と正答誤答との関係について事例的に分析を行った。

⑦PISAやTIMSSにおいて成績上位の国であるオランダの中等教育の数学試験について、表現力の観点から分析を行い学会誌で発表した。(日本数学教育学会誌『数学教育』平成20年7月)

⑧「TIMSS2007」の記述式問題の分析にあたり、合計約8800名の児童・生徒別に分類されていた画像データベースについて、問題番号ごとに整理を行った。

⑨「TIMSS2007」「TIMSS1999」の代数の記述式問題について、これまでに作成・整理した画像データベース及び自由記述式のテキスト化資料をもとに、児童・生徒の解法の表現(図1)によって正答率に違いがあるかどうかを分析し、学会(日本科学教育学会年会、平成21年8月、同志社女子大学)(日本数学教育学会論文発表会、平成21年11月、静岡

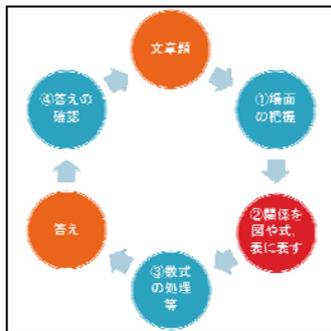


図1 算数・数学の問題を読んで正答に至るための段階

T1. あるクラブには86人が入っていて、女子の方が男子より14人多いそうです。男子の人数と女子の人数は、それぞれ何人ですか。答えとその考え方を説明しなさい。

$$\begin{aligned} (x+14) + x &= 86 \\ 2x + 14 &= 86 \\ 2x &= 72 \\ x &= 36 \end{aligned}$$

36人

図2 1文字の代数的表現の生徒は正答に至る割合が高い

生徒や場面の条件が全て分かるような図的表現をした生徒(図2)の正答率が高いことが明らかになった。

⑩平成21年2月にTIMSS国際研究センターであるアメリカのボストン・カレッジのサイトで公開された「国際公開データ」(PDFデータ)の「児童・生徒の問題反応率表」等についてデータの加工及び翻訳を行った。

⑪今まで作成した資料をもとに、「考えを書く力」と「問題を注意深く読む力」との関係、情報選択・整理・解釈する力と伝統的な問題解決力との関係、日本の中学校2年生の考え方と表現の変化等を分析し、学会(日本数学教育学会論文発表会、平成22年11月、宮崎大学)(全国数学教育学会、平成23年1月、愛媛大学)で発表を行った。

例えば、女子の人数に関する算数の文章題の解答644名分の画像データ(図3)とテキスト化データ(図4)を分析すると、解答の長さは最大159字(正答)から0字(無答)、平均は20字(図5)であり、この問題で答えは正しいが考え方を書いていないまたは間違えている児童は、図形のまわりの長さを問う問題で面積と誤答する割合が高い(図6)など、考えを書く力と問題を注意深く読む力は算数においてもかなり関係していることが明らかになった。

去年、第一小学校には92人の男子と83人の女子がいました。今年は、210人の子どもがいて、そのうち97人が男子です。今年の女子の数は去年の女子の数より何人多いですか。あなたの考えと答えを書きましょう。

20

答え: 30人

$$210 - 97 = 113$$

$$113 - 83 = 30$$

まず、今年の210人、そのうち97人が男子です。だから、210-97=113が今年の女子の人数です。去年の女子の人数は83人だったので、113-83=30で、答は30人多いになります。

図3 女子の人数に関する算数の文章題(M01-03)において、一番長かった解答:記述も論理も正確(小4、159字、正答)

No	コード	考え	字数	正答	字数
304	70	210-97=113 113-83=30 まず、今年の210人でそのうち97人が男子です。だから、210-97をすれば113が今年の女子の人数です。去年の女子の人数は83人だったので、113-83=30で、答は30人多いになります。	159	30人	3
150	20	210-97=113 210-97=113 113-83=30 今年で210人だから、そのうち97人が男子、だから210-97=113 女子は113人、でも、去年の人数とくらべて、113-83=30で、答は30人多いになります。	128	30人多い	5
389	79	92-83=9 去年女子9人 今年210人 97=113 今年女子113人 92-83=9 210-92=118 118-113=5 今年女子113人 去年女子9人 113-9=104	123	104人多い	6
132	20	210-97=113 113-83=30 今年、今年が210人でそのうち97人が男子と分かっているのだから男子の人数を引いて、あまった残りの人が今年の女子です。そして今年の女子と、去年の女子をひけば答えが出ます。	111	30人	3
208	79	113-83=30 97-83=14 210-97=113 113-83=30 今年で210人だから、そのうち97人が男子、だから210-97=113 女子は113人、でも、去年の人数とくらべて、113-83=30で、答は30人多いになります。	105	78人	3
459	11	210-97=113 113-83=30 今年210人から、男子の97人引いて113人、去年の女子は83人、だから113-83=30で、20人多い。	99	20人多い	5
236	20	まず今年210人のうち97人が男子、だから210-97=113人、去年の女子の人数は83人、だから113-83=30で、答は30人多いになります。	84	30人多い	5
464	11	今年210人、去年113人、だから210-113=97人、去年の男子は92人、だから97-92=5人多い。	83	20人	3

図4 女子の人数に関する算数の文章題(M01-03)の児童の解答のテキスト化(横一列1名のデータ、黄色は正答、白は誤答)

採点基準	人数	考えの文字数		答えの文字数	
		平均	範囲	平均	範囲
30人で考えも正しい	234名	32	9~159	4	2~20
30人	46名	3	0~36	4	2~15
考えは正しい	42名	33	13~99	4	2~12
誤答	294名	14	0~123	4	0~19
無答	28名	0	0~0	0	0~0
全体	644名	20	0~159	4	0~20

図5 女子の人数に関する算数の文章題 (M01-03)
正答の場合、式や言葉による表現が長いのか？

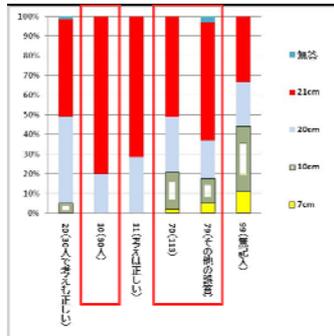


図6 女子の人数に関する算数の文章題 (M01-03) と図形まわりの長さを問う問題 (M02-07) との関係

⑫ドイツ・ハンブルグにある IEA データ処理研究センター研究分析部門長のユージン・J・ゴンザレス氏を招聘し、講演会及びコンピュータ利用のワークショップを開催し、国際データベースをもとにした 2 次分析の手法；IDB Analyzer と SPSS を用いた国際データの分析方法や事例、などを得た。(平成 23 年 1 月、玉川大学)

⑬ノルウェーにあるオスロー大学のリブ・シーセル・グロンモ教授を招聘し、表現力及びリテラシーに関する国際シンポジウムを開催しわが国及び諸外国の数学教育の在り方について考察した。(平成 23 年 1 月、文部科学省)

⑭以上の成果の主なものを研究成果報告書 (平成 23 年 3 月、478 頁) としてまとめた。

(2) 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト

前述したように、TIMSS の理科における表現力については、理科調査担当者が TIMSS に参加した児童・生徒各 5000 名の自由記述式の実際の解答をもとに詳細な分析を行ってきたが、算数・数学に関する部分については行われていなかった。

すなわち TIMSS の算数・数学の国際報告書、国内報告書とも、国際的に定められた正答及び誤答の 2 桁コードをもとに分類された数値の割合で比較を行っており、記述式問題の児童・生徒の解答 (文章や絵・図等) の詳細な 2 次分析、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や計算などの利用は皆無であった。

この点で、読解力・表現力の実態を明らかにしたことは、本研究の大きな成果であり、

この分析は、今後の教育課程の改訂や学習指導の改善の方策の重要な資料になると考えられる。

また当初の計画通り、外国の研究者を招聘し公開シンポジウムを行うことで、わが国と諸外国の比較をより深く広い視点から行うことができた。

(3) 今後の展望

科研費を得ての研究期間は終了しているが、本研究の研究成果をその内容と方法論の両面の発信を行う。

例えば、平成 23 年 7 月 30 日に、日本数学教育学会主催の第 93 回全国算数・数学教育研究 (神奈川) 大会の講習会において、研究代表者の瀬沼は、「PISA、TIMSS 国際データベースの利用法～興味ある項目を自分で分析し授業に生かす～」として、高等学校の数学教師に自分でデータを分析する方法を講習することになっている。国際データもデータベースもその使用法もすべて英語で表記されているので、日本人にはなかなか使いにくい。そこで使いやすいように補助資料を作成し普及に努める。

また今後は、本研究で示された成果と学校における算数・数学の指導との関連をより深めた研究を行う必要がある。

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 5 件)

- ① 瀬沼花子、富永順一、「考えを書く力」と「問題を注意深く読む力」との関係、日本数学教育学会論文発表会論文集、査読無、43、2010、pp. 475-476
- ② 伊藤祐介、池田敏和、瀬沼花子、情報選択・整理・解釈する力と伝統的な問題解決力との関係：TIMSS2007 問題の分析、日本数学教育学会論文発表会論文集、査読有、43、2010、pp. 433-434
- ③ 笠井健一、瀬沼花子、TIMSS 数学の記述式問題の解答に見る数値的・代数的・図的表現、日本数学教育学会論文発表会論文集、査読有、42、2009、pp. 517-522
- ④ 笠井健一、瀬沼花子、TIMSS1999 における数学問題「クラブにいる男女の数」の解法の表現、日本科学教育学会年会論文集、査読無、33、2009、pp. 435-436
- ⑤ 瀬沼花子、現実的な数学教育の背景と実際—オランダの数学試験、学力、授業—、日本数学教育学会誌『数学教育』、査読無 (寄稿)、第90巻第7号、2008、pp. 27-37

[学会発表] (計 3 件)

- ① 瀬沼花子、TIMSS1999、2003、2007 数学

問題における日本の中学校2年生の考え
方と表現の変化、全国数学教育学会第33
回研究発表会、2011年1月22日、愛媛
大学（愛媛県）

- ② 伊藤祐介、池田敏和、瀬沼花子、情報選
択・整理・解釈する力と伝統的な問題解
決力との関係に関する研究、全国数学教
育学会第33回研究発表、2011年1月22
日、愛媛大学（愛媛県）
- ③ 瀬沼花子、わが国の数学教育における統
計の扱いの現状と今後への提言、2007年
度統計関連学会連合大会、2007年9月7
日、神戸大学（兵庫県）

〔図書〕（計1件）

- ① 瀬沼花子（代表）、玉川大学、科研費研究
成果報告書「算数・数学における表現
力・読解力と到達度や態度との関係に関
する研究」、2011、478頁

6. 研究組織

(1) 研究代表者

瀬沼 花子 (SENUMA HANAKO)
玉川大学・教育学部・教授
研究者番号：30165732

(2) 研究分担者

長崎 栄三 (NAGASAKI EIZO)
静岡大学・大学院・教育学研究科・教授
研究者番号：50141982
長尾 篤志 (NAGAO ATSUSHI)
国立教育政策研究所・教育課程研究センタ
ー・教育課程調査官
研究者番号：00353392
永田 潤一郎 (NAGATA JUN-ICHIRO)
国立教育政策研究所・教育課程研究センタ
ー・教育課程調査官
研究者番号：30413909
銀島 文 (GINSHIMA FUMI)
国立教育政策研究所・教育課程研究センタ
ー・学力調査官
研究者番号：30293327
高須 亮平 (TAKASU RYOHEI)
国立教育政策研究所・教育課程研究センタ
ー・学力調査官（平成19-20年度）
研究者番号：60442505
（平成21年度は連携研究者）
笠井 健一 (KASAI KEN-ICHI)
国立教育政策研究所・教育課程研究センタ
ー・教育課程調査官（平成22年度）
研究者番号：20466600
西村 圭一 (NISHIMURA KEIICHI)
国立教育政策研究所・教育課程研究センタ
ー・総括研究官（平成22年度）
研究者番号：30549358

(3) 研究協力者

池田 敏和：横浜国立大学・教育人間科学

部・教授

伊藤 祐介：横浜国立大学・大学院生
岩崎 秀樹：広島大学附属福山中・高等学
校・校長
上田 雅也：甲府市立里垣小学校・教諭
太田 伸也：東京学芸大学・自然科学系・
教授
國次 太郎：佐賀大学・名誉教授
高 民犀：横浜国立大学・大学院生
（平成20-21年度）
小島 聡子：愛知教育大学・大学院生
（平成20-21年度）
近藤 裕：奈良教育大学・教育学部・准教
授
佐々木 徹郎：愛知教育大学・教育学部・
教授
清水 美憲：筑波大学・人間総合科学研究
科・教授
島田 功：成城学園初等学校・教諭
杉森 雅之：埼玉大学・長期研修生
相馬 一彦：北海道教育大学・旭川校・教
授
富永 順一：玉川大学・教育学部・准教授
二宮 裕之：埼玉大学・教育学部・准教授
日野 圭子：宇都宮大学・教育学部・教授
松島 充：静岡大学・大学院生
裕元 新一郎：静岡大学・教育学部・准教
授
山口 武志：鹿児島大学・教育学部・准教
授
山崎 純一：横浜国立大学・大学院生
（平成20-21年度）