

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 29 日現在

機関番号：37603

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26885120

研究課題名(和文) 国際学力調査を用いた数学学力の国際比較研究

研究課題名(英文) An International Comparison of Mathematics Achievement: Focusing on International Educational Survey

研究代表者

渡邊 耕二 (Watanabe, Koji)

宮崎国際大学・教育学部・准教授

研究者番号：30736343

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 800,000円

研究成果の概要(和文)：PISAやSACMEQといった国際比較を意図する学力調査のデータを用いて、日本をはじめとする先進国および途上国における数学学力の特徴を読解力といった言語的な立場から調べた。SACMEQのデータ分析から、国内における読解力との関連性の大きさと数学学力の水準は正の相関関係にあること、読解力の正方向の関連性が大きい国は難しい項目の識別力が高く、小さい国はその逆であることが分かった。PISAのデータ分析から、読解力と数学学力の関連性が大きい国は、数学学力の水準が高く、逆に小さい国は数学学力の水準が低いこと、先進国は途上国よりも、特定の項目において読解力の水準の違いが現れやすいことが示された。

研究成果の概要(英文)：This study investigated the characteristics of some developed countries including Japan and developing countries. The results of the analysis of SACMEQ data indicate that there is a positive correlation not only between mathematics and reading achievement level but also between mathematics achievement level and the size of regression coefficient in different countries and between item discrimination of difficult items and the size of regression coefficient in different countries. In the result of the analysis of PISA data, in the countries have gotten higher level mathematics literacy, the students' mathematics and reading performance are more related domestically than in lower performed countries. In addition, the differences of the level of reading literacy test score in higher performed mathematics literacy countries come to a head markedly on a particular item.

研究分野：数学教育

キーワード：PISA SACMEQ 国際比較 途上国 数学学力

1. 研究開始当初の背景

グローバル化に伴う学力観の変化や教育施策の説明責任の普及を背景に、今日では、自国の教育の実態を探ろうと国内外で学力調査が盛んに行われている。数学は、多くの学力調査で用いられる主要な調査科目の一つである。しかしながらわが国の数学教育研究では、調査結果に対し、調査実施機関が公刊する報告書の数値を読み解き、解釈する方法が一般的であり、報告書の範囲を超えた多面的な検証は、必ずしも充実していなかった。近年では、社会学的な関心に基づく数学学力の外的要因の影響や教育測定(テスト)理論による検証の重要性が指摘されているように、数学教育研究におけるデータに基づく実証的な検証は、今後増々目を向けるべき研究領域である。

国際的な指標を用いて数学学力を測定する調査としては、経済協力開発機構(OECD)が実施する生徒の学習到達度調査(PISA)や国際教育到達度評価学会(IEA)の国際数学・理科教育動向調査(TIMSS)がよく知られている。日本は、これらの調査に継続的に参加しており、公開されるデータを活用して、わが国の特徴を明らかにされることが期待される。その一方でPISAやTIMSSには、日本のような先進国だけでなく、いくつかの途上国も参加している。

途上国に目を向けると、一般に数学学力の水準は低い。これを背景に今日では、国際協力機構(JICA)を中心に国際理数科教育協力が盛んに行われている。途上国に関する数学教育研究をみると、国際的な学力調査からは、低い学力水準という実態が強調されてしまい、学力向上に繋がる有益な情報が得られにくいとされてきた。しかしこのような見解は、公刊される報告書の数値を単純に比較し、読み解く方法を主としている。なお途上国に対しては、東南部アフリカ連合(SACMEQ)が行う国際比較を意図する学力調査など、途上国が位置する地域に限定した調査が存在する。これらの調査の結果について、各調査実施機関は報告書を公刊しているが、日本の途上国に関する数学教育研究では、PISAやTIMSSと同様に、データが公開されているにもかかわらず、報告書にある数値を読み解く方法を主としている。

つまり、PISAやTIMSSあるいはSACMEQといった国際的な教育調査の公開データは、これまで数学教育研究でほとんど活用されていないと状況といえる。また途上国に関する数学教育研究を踏まえると、報告書にある内容を超えて実態を探るために、データに基づく実証的な研究を充実させる必要がある。このように、公開データを活用した実証的な数学教育研究は、焦点を当てるべき研究課題の一つである。

2. 研究の目的

文化的あるいは言語的な側面に依存しな

いとされる数学を扱う数学教育において、今日では、教室における学習指導のみならず、数学学力に対する外的要因などの検証が求められている。例えば、米国においては、計量的な方法による分析が古くから行われている。しかし、わが国の数学教育研究では、そのようなデータに基づく実証的な検証が十分になされてこなかった。

日本では、国内の教育調査のデータはほとんど公開されておらず、一般に入手することは難しい。しかし、わが国が参加している国際的な学力調査の生データは、ウェブ上で公開されており、それを活用した分析は可能である。

そこで本研究では、国際比較可能な学力調査の公開データを分析対象とし、わが国の生徒が有する数学学力の特徴を国際比較の立場から実証的に明らかにする。そして、そこで得られる知見を低い数学学力と称される途上国の数学教育の実態を捉える視点として活かし、途上国の数学学力向上に繋がる示唆を獲得する。

3. 研究の方法

研究目的の達成に向けて、先行研究などと照らし合わせながら、いかに有用なデータセットを作成するか、は本質的である。本分析で使用するデータの枠組みは、数学学力と読解力を測定するテストデータ、生徒の学習方略と情意的側面および社会経済的地位に関する質問紙データである。研究の流れとしては、テストデータと質問紙データにおける生徒の解答・回答パターンを各国で確認しながら、それらの関連性を日本を含めた主要先進国および主要先進国と途上国に焦点を合わせ、国際比較を行う。

まず、先行研究を整理し、国内における議論と国際的な議論を纏めた。これを通じて、性別などの数学教育研究の文脈で不可欠な他の変数を選択したり、特に焦点を当てるべき分析上の留意点を把握した。なおPISAとTIMSSでは、テストで測定する対象が数学と共通するが、それらの評価の観点は異なり、直接比較できない別々の尺度である。それぞれのテストが本来持つ特性を調査実施機関が公刊するテクニカル・レポートをみながら把握し、測定する構成概念(数学的リテラシーといった認知面や自己効力感などの情意面など)やデータの構造について理解を深めた。

次に、それぞれの実施機関のウェブサイトからデータをダウンロードし、本研究に必要なデータ処理を施した。例えば2009年度のPISAでは、全体で約50万人が参加し、データに含まれる調査項目も膨大である。そのため、分析に対して過不足がないように慎重に処理を行った。なお、本研究で分析対象としたデータは、PISAにおいては、2003年から2012年までの4回分、TIMSSでは、2003年から2011年までの3回分、SACMEQでは2002年

と 2007 年の 2 回分である。

続いて、作成したデータセットを用いて、データ分析を行った。分析の観点、テストデータと質問紙データの解答・回答パターンの国際比較、およびそれらの関連性である。解答・回答パターンは、項目反応理論や因子分析あるいは数量化 Ⅱ 類といった方法を用いた。また関連性については、入れ子構造を持つデータ分析に有効な階層線形モデルや共分散構造分析による多母集団比較を主として用いた。

4. 研究成果

2002 年と 2007 年に実施された SACMEQ の公開データを用いて、東南部アフリカ地域に位置する 14 カ国の数学学力と読解力の水準を平均値を用いて検討したところ、それらは正の強い相関関係が認められた。

しかしながら平均値に焦点を当てるだけでは、各国国内でそれらがどの程度関連するのかまでは把握できない。そこで 14 カ国の国内における数学学力と言語的な側面の関連性を調べるために、階層線形モデルによる分析を試みた。級内相関係数や国別分散の減少率などから、SACMEQ と SACMEQ とともに数学学力の国別の差異に対して、言語的な側面から考察する有効性を確かめた。データとの適合が最もよかったモデルを用いて、各国国内における数学学力と言語的な側面との関連性を回帰係数に注目して検討した。その結果 14 カ国全てにおいて、読解力は数学学力に対して正方向に一定の大きさの関連性を有することが分かった。そして、得られた関連性の大きさの指標と数学学力の水準の間には、正の相関関係があることが明らかになった。

続いて SACMEQ のデータセットを対象として、出題項目の識別力を算出し、14 カ国の解答パターンを検討した。クラスター分析を用いて解答パターンの類似性を調べたところ、数学と読解力の水準が下位層にある国および調査で使用された言語が英語でない国では、それぞれ解答パターンが類似することが分かった。次に、出題項目の難易度を全受験者を対象として得られる各項目の困難度と規定し、それとの対比を通じて各国の解答パターンを考察した。その結果「易しい項目」と「難しい項目」の識別力に対して、数学学力の水準と読解力との関連性の大きさは、決して小さくない相関関係にあることが分かった。加えて SACMEQ と SACMEQ における数学と読解力の平均値の散布図や SACMEQ における級内相関係数や国別分散の減少率、あるいは SACMEQ と SACMEQ の各国の回帰係数の相関係数 0.880 から、経年変化は決して大きくないと掴んだ。

2002 年と 2007 年の SACMEQ の公開データの二次分析から得た主な結果として、次の 2 点が挙げられる。それは、数学学力と読解力の水準だけでなく、国内における数学に対する

読解力の正方向の関連性の大きさと数学学力の水準は正の相関関係を有すること、読解力の正方向の関連性が大きい国は難しい項目の識別力が高く、逆に小さい国は易しい項目の識別力が高いという特徴である。から、数学学力の水準が高い国の背景には、国内における読解力との高い関連性を主張できる。ゆえに高い数学学力の国には、それを担保する読解力の存在を肯定的に捉えるべきと考える。これを翻れば、マラウイやザンビアといった低い数学学力の国では、数学学力の向上に向けて読解力が十分ではないと理解できるだろう。このことは、馬場（2008）や内田（2011）および澁谷（2008）が指摘するように、読解力の乏しさに起因する低い数学学力の実態を国際比較というマクロな視点から実証したと考える。

2003 年と 2012 年に実施された PISA の公開データを用いた分析では、SACMEQ と同じような読解力を言語的な側面の一つとして位置付け、数学学力との関連性を調べた。なお PISA2003 と PISA2012 では、それぞれ 38 カ国と 67 カ国を分析対象とした。

その結果、読解力の水準が高い国は、数学学力の水準もまた高いことを確かめた。また PISA2003 と PISA2012 の間で数学学力の水準が目立って変化する国はみられないことも分かった。とはいえ、学力の水準を表わす平均値に相関関係が認められても、読解力といった言語的な側面が各国国内でどの程度数学学力と関連するかは把握できない。そのため、階層線形モデルによる分析を試みた。級内相関係数や国別分散の減少率などから、PISA2003 と PISA2012 とともに、国別の数学学力の差異に対して言語的な側面、特に読解力の視点から分析する有効性が確認された。そして、最もデータとの適合が良いと支持されたモデルに含まれたランダム効果に着目して分析を進めた。その結果全ての国において読解力は、数学学力に正方向の関連性を有するが、その大きさは、各国で一様でないことが分かった。

そこで、各国の数学学力の水準を表わす平均値と読解力との関連性の大きさ表わす回帰係数の関係をみたところ、それらの間に決して小さくない正の相関関係が確認された。つまり、読解力と数学学力の関連性が大きい国は、数学学力の水準が高く、逆に小さい国は、数学学力の水準が低いことが浮かび上がった。なお階層線形モデルによる分析を総合して、PISA2003 と PISA2012 の間に目立った経年変化はみられないと判断した。

続いて 20 カ国に分析対象を絞り、PISA2003 と PISA2012 における読解力の水準の違いによる解答パターンの差異を出題項目の難易度に着目して検討した。その結果、日本と香港の上位層のように同程度の数学学力の水準間よりも、国内においてより解答パターンは類似する傾向を捉えた。その傾向の中で各国における出題項目の困難度差を調べたと

ころ、PISA2012の先進国では、途上国とは異なり、読解力の水準の違いによって特定の項目に偏って難易度が高くなるとともに、半数以上の項目の難易度が低くなることが分かった。

以上を整理すると、本分析の主要な結果として、次の2点を挙げられる。読解力と数学学力の関連性が大きい国(日本を含む)は、数学学力の水準が高く、逆に小さい国は、数学学力の水準が低いこと、先進国は途上国よりも、特定の項目において読解力の水準の違いが現れやすいとともに、水準が高くなると全体的に難易度が低くなるとことである。PISAのように文章題を用いて数学学力を測定する場合には、当然ながら一定の読解力が求められる。もし問題文を正しく読み解く段階に難点を有するならば、特定の項目に際立つ困難度差がみられるとは考えにくい。結果は、いくつかの先進国において、特定の項目に目立った困難度差がみられることを示している。ゆえにそれらの国では、項目の内容と不可分に読解力の水準の違いが現れると考えられる。逆に途上国では、特定の項目に目立った困難度差が確認されなかったため、項目の内容というよりはむしろ問題文を読み解く段階に難点を有すると思われる。

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)

渡邊耕二・「数学教育開発における大規模教育調査の二次分析に関する研究：PISA調査を事例として」、日本数学教育学会誌『数学教育学論究』、第101・102巻、pp.17-25. 査読無

渡邊耕二・「途上国における数学的リテラシー調査の解答パターンについて PISA2003の二次分析による先進国との比較から」、宮崎国際大学教育学部紀要『教育科学論集』、第2号、pp.14-22、2015年. 査読無

https://meilib.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=480&item_no=1&page_id=24&block_id=45

渡邊耕二・「数学学力と読解力に着目した言語的な側面の関係性に関する国際比較 PISA2003とPISA2012の二次分析から」、全国数学教育学会誌『数学教育学研究』、第21巻第2号、pp.73-87、2015年. 査読有

渡邊耕二・「Mathematics for Allに向けた数学教育研究の課題について」、宮崎国際大学教育学部紀要『教育科学論集』、創刊号、pp.11-25、2014年. 査読無

https://meilib.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=472&item_no=1&page_id=24&block_id=45

[pository_view_main_item_detail&item_id=472&item_no=1&page_id=24&block_id=45](https://meilib.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=472&item_no=1&page_id=24&block_id=45)

渡邊耕二・「東南部アフリカ諸国における数学学力と言語的な側面の関連性について 読解力に焦点を当てた SACMEQ の二次分析から」、『国際教育協力論集』、第17巻第1号、pp.1-15、2014年. 査読有

<http://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/00036702>

[学会発表](計3件)

Koji Watanabe. “An International Comparison of the Relationship between Mathematics and Reading Achievement: Focusing on PISA2003 and PISA2012”, the International Group for the Psychology of Mathematics Education, July 17 2015, Tasmania (Australia).

渡邊耕二・高阪将人、「PISA2006からみた数学と理科の関連性について 途上国に着目して」、全国数学教育学会、平成27年6月14日、鹿児島大学.

渡邊耕二・「数学学力と言語的な側面の関連性の国際比較 PISAを用いた実証分析から」、全国数学教育学会、平成27年2月1日、広島大学.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡邊 耕二 (Watanabe Koji)

宮崎国際大学・教育学部・准教授

研究者番号：30736343