

## Mathematics for All に向けた数学教育研究の課題について

渡邊耕二

### Future Prospects of Research in Mathematics Education Focusing on Mathematics for All

Koji Watanabe

#### 1. はじめに

教育は、基本的人権の一つであると同時に社会経済開発においても重要な役割りを果たしている(黒田、p.1)。だからこそ「Education for All (万人のための教育、以下EFA)」が謳われるように、教育の普及とその質の向上は、国際社会や各国が果たすべき責務となっている。今日においては、開発途上国(以下、途上国)を中心に教育の量的拡大は一定程度の成果がみられるが、子どもの学習成果が十分には向上していないとされる(UNESCO、2008、p.108)。つまり教育の質を子どもの学力<sup>1)</sup>から捉えるならば、依然多くの課題が残されている。

現代社会において、子どもの社会・経済・文化的な背景などの社会的出自が、生徒の学力に何らかの影響を及ぼすことが、日本だけに限らず、実証された社会学的な事実として認識されている(荻谷・志水、2004)。つまり国、ジェンダー、民族、社会経済的地位(socio-economic status: 以下、SES)あるいは学校など、生徒が属する集団の違いによって、生徒の学習成果に差異が生じているのである。集団間に存在する学習成果の格差、言い換えると格差問題の縮小あるいは解消、そして教育の社会的公正(equity)の実現は、今日の教育が抱える主要な課題の一つである。格差問題に対しては、これまで教育社会学研究が大きな役割りを担ってきた。欧米を中心にした研究をみると、人種や民族の違いあるいは移民に焦点を置き、SESの階層差とともに格差問題が論じられてきた(e.g.、Grace & Jennifer、2003; Jennifer & Bryndl、2007; Kimberly & Yu、1999; Wiggan、2007)。またわが国においては、SESの階層差や学校間にみられる格差問題に焦点を置きながら「学習方略」あるいは「効果的な学校」などをキーワードに国際比較にまで対象を広げて考察されている(e.g.、金子、2004; 川口、2009; 近藤、2012; 須藤、2007)。

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も、上述のような集団間にみられる格差問題が議論されてきた。その契機は、1984年に開催された第5回数学教育国際会議(International Congress on Mathematics Education: 以下、ICME5)における課題研究テーマの一つであった「Mathematics for All (万人のための数学、以下MFA)」であろう。そこでは、数学教育研究で目が向けられつつある途上国、少数民族、ジェンダー、地域、経済状況などを集中的に取り上げ、社会的・文化的な側

面から数学教育を捉え直すという新たな観点が提起された (Damerow et al., 1985)。その主な背景には、数学教育の大衆化および数学教育現代化<sup>2)</sup>の流れを汲むカリキュラムが数学者を目指すエリートの生徒を主要な対象とし、大多数の生徒への対応が軽視されていたことを挙げられる。ICME5で提起されたMFAは、それまで学校教育を受けることが困難であった生徒や不適当な内容や方法で数学を学んでいた生徒に目を向け、全ての生徒にとって価値ある数学教育を模索する必要性を唱えたのである。

そこで本稿では、MFAの視座に立ち、今日的な数学教育研究の課題を提起する。それに向け、MFAに関する数学教育研究の枠組みを確認し、米国や日本の教育社会学研究に目を向けながら検討していく。

## 2. 先行研究

### 2.1. MFAからみた数学教育研究の枠組み

ICME5におけるMFAに関する議論は、その後のICMEにおいても継続的に取り上げられており (モーモーニェン、2006)、2012年に韓国で開催されたICME12では、ジェンダーや教授言語の観点から特に論じられている (e.g., Leder, 2012 ; Mamokgethi, 2012)。

Gates & Vistro-Yu (2003) は、表2.1に示したようにMFAに向けた課題をカリキュラムの内容、数学の教授・学習における文化的な価値、試験などの評価実践および社会的公正という視点から捉え直している。ここでは、先進国・途上国に共通する課題として、格差問題の緩和と数学の教授・学習に影響を及ぼす試験や調査の存在が取り上げられている。先進国と途上国を区別する枠組みでは、カリキュラムと文化的価値について触れられている。カリキュラムに関しては、欧米諸国を中心としたエリートの育成を目指すカリキュラムが途上国に広まったことを課題の一つに捉えている。そのため多くの生徒は、数学を学ぶことに不安あるいは拒否感を抱いている (p.34) とも述べ、数学に対する情意的な側面への働きかけを必要としている。また文化的側面については、先進国や途上国における少数民族などの各集団の固有性を重視し民族数学<sup>3)</sup>を取り上げている (p.38)。民族数学とは、MFAと同じICME5でブラジル人数学教育研究者D'Ambrosioによって導入され、第三世界における欧米で発展した数学を基盤とする数学教育に対して批判的な立場から論じる契機を与えた。これを背景に持つ馬場 (1998、1999、2001、2002) の一連の研究では、批判的数学教育との相互参照を通して民族数学の数学教育への適用を考察し、民族数学を数学的活動として捉えた動詞型カリキュラムの提案としてカリキュラム構成原理について検討している。これは、途上国の数学教育におけるカリキュラムの基盤を文化的な側面から捉え直し、再構築しようという試みである。また馬場 (2005) は、途上国の数学教育全体で重要な役割りを果たす教授言語をはじめとする言語的側面に関する研究の必要性を主張している。そしてGates & Vistro-Yu (2003、p.68) は、MFAが対象とする範囲は、非常に広く扱い切れない部分が生じるとしながらも、その研究を継続することの重要性を述べている。

表2.1 先進国と途上国におけるMFAの枠組み

	カリキュラム	文化的価値	評価実践	社会的公正
先進国	数学のエリート育成のための内容	欧米を中心とした文化的背景	数学の教授・学習に影響を与える試験や調査の存在	ジェンダー、民族間や先進国と途上国などの集団間における格差問題
途上国	先進国のカリキュラムの再生産	多様な文化的背景の軽視		

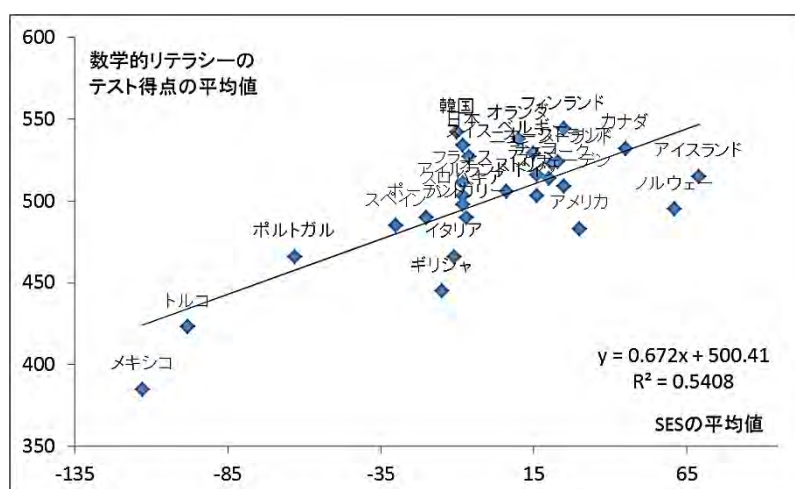
出典：Gates & Vistro-Yu (2003) をもとに筆者作成

## 2.2. MFAに関係する実証的な研究

経済協力開発機構 (Organization for Economic Cooperation and Development: 以下、OECD) が行う生徒の学習到達度調査 (Programme for International Student Assessment: 以下、PISA) や国際教育到達度評価学会 (International Association for the Evaluation of Educational Achievement: 以下、IEA) の国際数学・理科教育動向調査 (Trend in International Mathematics and Science Study: 以下、TIMSS) といった教育に関する調査 (以下、教育調査) では、生徒の学力に影響を及ぼす要因を国際比較を通じて調べている (e.g., OECD、2004、2007; IEA、2005、2008a、2008b)。例えばOECD (2004) では、PISAが規定する数学を活用する能力である「数学的リテラシー<sup>4)</sup>」に対して、学習への態度、ジェンダー、SESおよび学校の違いなどの影響を国際比較によって検討している。図2.1は、OECD加盟国におけるPISAで計算されたSESと数学的リテラシー得点の平均値の散布図である。この図から分かるようにSESと生徒の学力には、一定の相関関係が認められる。このような分析結果は、自国の特徴を国際的な視点から捉えるのに役立つ。

米国においては、コールマン・レポート (Coleman、1966) を皮切りにスパニック系、アフリカ系、住民系アメリカ人などの民族やジェンダーあるいは学校の違いにおいて、生徒の学力格差が早くから問題視され、1980年代から数多くの調査が行われてきた。それらの調査結果を受け、1989年に全米数学教師協会 (National Council of Teachers of

図2.1 SESと数学的リテラシー得点の散布図



出典：OECD (2004、p.358) をもとに筆者作成

Mathematics : 以下、NCTM) は、「学校数学のためのカリキュラムとその評価基準 (Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics) を発表している (NCTM、1989)。その後も1995年と2000年に同様な評価基準が作成され、社会的公正の実現を数学教育の目標として位置付けている。そのため、数学教育における社会的公正に関する実証的な研究が多くみられる (e.g., Jemes et al., 2008 ; Lucille, 1997 ; Michael et al., 2007 ; Thomas et al., 2008 ; William, 1997 ; Xin & Jesse, 2007) 。

これらの数学教育研究では、テストで測定した生徒の学力に対して、SES、学校、ジェンダー、民族、言語能力 (language proficiency) の影響あるいは実施された数学教育改善プログラムの効果といった観点で計量的な検証が行われている。例えばWilliam (1997) では、民族間にみられる学力格差は縮小傾向にあるが、ジェンダーにおいてはほとんど変化がないと報告している。またThomas et al. (2008) は、新しく導入したあるプログラムの効果がオープンエンドな問題や問題解決 (problem solving) の学習において確認され、生徒の学習意欲に対しても肯定的な影響を及ぼしたとしている。

他方でわが国では、説明責任を背景に学力と効果的な学校に関する研究が、教育社会学研究を中心に報告されてきた (e.g., 荻谷・志水, 2004 ; 川口, 2009 ; 須藤, 2010 ; 古田, 2012 ; 山崎・藤井・水野, 2009)。例えば荻谷・志水 (2004) は、生徒の学力に対するSESの階層差が及ぼす影響は拡大傾向にあると指摘している。その結果を受け須藤 (2010) は、学習方略と学力および階層差の関連性についてPISA2003の質問紙と数学的リテラシー調査のデータを活用し、階層差は学習方略にも影響を及ぼすと報告した。これを翻ると、学習方略への働きかけが学力格差の縮小に効果を生むことを主張できる。また川口 (2009) は、ある地方自治体が実施した教育調査のデータを分析し、わが国は学校間の学力格差は小さいが、生徒の学力を大きく伸ばす学校が存在することを示した。これは、学校教育が階層差の影響を軽減させる可能性を示唆している。これらは、わが国における格差問題の実態把握とその解消・縮小に向けて、数学教育に関係するデータを分析対象とした実証的な研究成果である。

### 3. Mathematics for Allに向けた数学教育研究の課題

#### 3.1. Mathematics for Allに向けた新たな3つの視点

わが国では2007年から、義務教育の機会均等とその水準の維持向上の観点から、日本国内の児童・生徒の学力と学習状況を実証的に把握する取り組みが進められている (国立教育政策研究所, 2012a, 2012b)。しかしながら米国を主とする動向と比べると、MFAに繋がる実証的な数学教育研究は少なく、それは教育社会学研究として報告されることが多かった。この背景には、数学が有する普遍性と単一民族・言語であり宗教による差別もほとんど存在しないという日本の社会・文化的な特徴が関係するものと思われる。しかし清水 (2012) は、今日的なわが国の数学教育研究について、

「今後は教育社会的な関心に基づく学力の外的要因 (例えば、保護者の収入の違い) が学力に及ぼす影響や、教育測定 (テスト) 理論に基づく標準化された調査結果分析

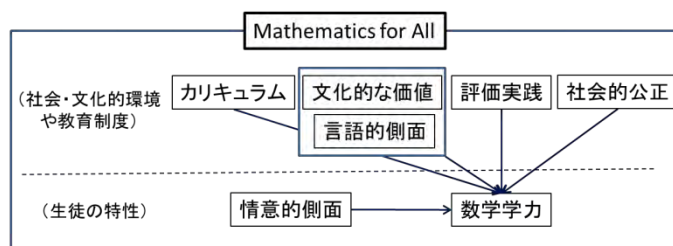
の報告など、教室における数学科の学習指導とはやや離れたところの議論も進められることになるだろう。・・・（省略）・・・教科の立場からは、学習指導要領に指導内容として示された数学的活動について、具体的な問題場面やそこではたらく数学的に考える力に特に焦点化して指導と評価の研究を進める必要がある。また、併せて子ども達の学力や学習状況の実態と学習指導の改善の方向性を探る努力を、一層積み重ねる必要がある。》

と述べている。つまり教育社会学研究を踏まえながら、測定されたデータを分析対象とする実証的な数学教育研究が今後増々求められるといえよう。

そこでGates & Vistro-Yu (2003) や馬場 (2005) によって提示された観点、具体的には、数学教育におけるカリキュラム、文化的な価値、評価実践、社会的公正、情意的側面および言語的側面を手掛かりに、数学教育研究が担うべき研究課題を整理したい。言語的側面を文化的な価値の一面として位置付ける (馬場、2005) ならば、図3.1のように生徒の学力育成に繋がる5つの観点を設定できる。これまではMFAに向けて社会的公正に軸足を置く研究が大半であったといえよう。しかしMFAに向けて、他の4つの観点からも考察が深められるべきと考える。

カリキュラムおよび数学に対する情意的側面への考察は、これまで数学教育研究の中で主として取り組まれた研究課題である (e.g.、今井、2010; 根本、2010)。教授言語の習得度合いなどに代表され得る言語的側面は、途上国を対象とした数学教育研究 (e.g.、内田、2011; 澁谷、2008、2010; 中和、2012; 馬場、2008) やMFAの議論 (Mamokgethi、2012) で頻繁に取り上げられてきた。それは日常生活でほとんど使用しない言語、つまり第二言語による数学教育においては、不十分な第二言語能力が阻害要因となり、数学の学習が望ましい形で進まないことを容易に想像できる。この観点は、日本では決して馴染み深いものではないが、国際的な視座に立てば、数学教育研究の主要な課題に位置付いている (e.g.、Barton & Barton、2005; Barwell et al.、2007; Jamal & Carol、2001; Máire & John、2009; Mamokgethi、2005; Mamokgethi & Jill、2001)。最後に評価実践 (assessment practice) では、数学の教授・学習が選抜試験や教育調査で高い成績を残すだけに行われてしまうことを案じている (Gates & Vistro-Yu、2003、p.45)。また選抜試験に使用されるテストの妥当性や信頼性がしばしば問題になる。教育調査において

図3.1 Mathematics for All における分析の観点



出典：Gates & Vistro-Yu (2003) と馬場 (2005) をもとに筆者作成

は、単純にテスト得点のみに目が向けられ、得られる情報が限定的になってしまうことも問題視される。しかしこのことは、数学教育研究の課題というよりもむしろ使用されるテストの質、つまりテスト学の側面との関係が強いと考える（e.g.、池田、2005；日本テスト学会、2010）。学力の育成とそれを評価する活動は不可分であるが、ここでは区別して取り扱いたい。

以上からMFAに向けた数学教育研究の課題が浮かんでくる。それは数学教育における社会的公正だけでなく、①カリキュラム、②情意的側面、③言語的側面の3つの視点に立つ研究を蓄積することである。そして「生徒の学力」を軸に社会的公正を教育調査のデータを通じて論じる教育社会学研究を考慮すれば、上記の3つの視点と「生徒の学力」を実証的に関連付ける試みが必要であろう。ゆえにMFAに向けて、提起した3つの視点と「生徒の学力」の関連性を教育調査のデータを用いて実証的に明らかにする取り組みを今日的な数学教育研究の課題として提起したい。

### 3.2. 数学教育研究における教育調査の活用に向けた課題

理数科科目を含む調査を中心にみると、TIMSSやPISAが全世界的に行われる大規模な教育調査として有名である。TIMSSは、1995年から4年毎に基礎学校第4学年（日本の小学校第4学年相当）および第8学年（日本の中学校第2学年相当）を対象に実施されており、またPISAは2000年から3年毎に15歳児（日本の高等学校第1学年相当）を対象に行われている。表3.1から分かるようにTIMSSやPISAに参加する国は、回を追う毎に増加する傾向にあり、国際的な指標を用いて自国の教育を把握する取り組みが普及しつつある。

また全世界的ではなく、地域を限定した教育調査も存在する。例えば、東南部アフリカ地域を対象に行われているジンバブエ教育省とUNESCOが企画した、教育の質測定のための東南部アフリカ連合の調査（Southern and Eastern Consortium for Monitoring Educational Quality：以下、SACMEQ）や、フランス語圏アフリカ諸国における学校教育システム分析プログラム（Programme d'Analyse des Systèmes Éducatifs des Pays de la Confemem：以下、PASEC）およびユネスコのラテンアメリカ・カリブ海地域事務所（Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe：以下、OREALC）によるラテンアメリカにおける教育の質評価研究（Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación：以下、LLECE）などが知られている（表3.2参照）。これ

表3.1 TIMSSとPISAの参加国数の推移

TIMSS		PISA	
年	国・地域数	年	国・地域数
1995	45	2000	43
1999	38	2003	41
2003	54(4)	2006	57
2007	67(8)	2009	74(3)
2011	78(14)	2012	64

注) ( )内は、州レベルでの参加数

出典：TIMSSおよびPISAのホームページより筆者作成

らの調査結果は、国際比較を通じて自国の教育を特徴付けるのに役立つ。

加えて教育調査は、国際的なものだけでなく、国内においても実施されている。米国では、全米学力調査（the National Assessment of Education Progress：以下、NAEP）と呼ばれる全米規模で行われる調査がある。その目的は、特定の個人についてではなく、アメリカ全体における生徒の学力やその変化の把握にある。そのために、社会や時代の変化に応じた教育課題に焦点を当てた調査（通称、メインNAEP）と英単語や四則演算のように、時代の変化に依らず必要とされる基礎的な能力の経年的な変化を捉える調査（通称、トレンドNAEP）および各州で行う調査（通称、州別NAEP）の3つがある。これらの調査結果は、様々なレベルで活用されており、米国の教育政策に大きな影響を与えている。

表3.2 SACMEQ、PASECおよびLLECEの参加国

SACMEQ(2007)	PASEC(2006)	LLECE(2006)
ボツワナ	ブルキナファソ	アルゼンチン
レソト	カメルーン	ブラジル
ケニア	コンゴ	チリ
マラウイ	マダガスカル	コロンビア
モーリシャス	セネガル	コスタリカ
モザンビーク	チャド	キューバ
ナミビア	ベナン	エクアドル
セイシェル	ガボン	エルサルバドル
南アフリカ	モーリタニア	グアテマラ
スワジランド		メキシコ
タンザニア*		ニカラグア
ウガンダ		パナマ
ザンビア		パラグアイ
ザンジバル**		ペルー
ジンバブエ		ドミニカ共和国
		ウルグアイ
		レオン***

注) \*は、タンザニア本土を意味する。

\*\*は、タンザニア・バンジバル島である。

\*\*\*は、メキシコにあるヌエボ・レオン州である。

( )内は、調査が実施された年。

出典：SACMEQとPASECのホームページおよびLLECE（2009）より筆者作成

わが国においては、学力低下という世論の高まりを受け2007年に「全国学力・学習状況調査」として教育調査が再開された。その目的には、児童・生徒の学力や学習状況の実態から教育施策の成果と課題を検証すること、教育に関する継続的な検証改善サイクルを確立すること、学校における教育指導の充実や学習状況の改善を図ることの3つが設定されている。調査内容は、国語と算数・数学における主に「知識」に関するA問題と「活用」に関するB問題の2つのテストを用いた学力および質問紙による児童・生徒の生活習慣や学校環境に関する調査である。

このように、国際的あるいは各国独自の指標を用いて教育の実態を把握する動きが先進国・途上国を問わず拡大している。それに伴いメインNAEPやトレンドNAEP、日本におけるA問題やB問題のように調査内容は多様化し、経年変化といった多面的な分析が行

えるように、その実施方法も高度になりつつある。

測定される学力が多様化するに伴い、いかに効率よく測定を行うかという技術的な側面は本質的である。ここではPISAを取り上げ、その実施方法を確認したい。対象とする学力を幅広く測定するには、多種多様な出題項目（以下、項目）を作成し、内容に偏りなく数多くの項目を組み込んだテストが望まれる。ところが各受験者が解答できる項目数には限りがあり、調査時間が長くなることは好ましくない。このような問題点を考慮して、PISAでは、「重複テスト分冊法」と呼ばれる実施方法が採用されている。これは、一人の受験者では解答しきれない多数の項目を大勢の受験者に割り当てながら解答してもらうように工夫された方法である。PISA2003では、数学的リテラシー85項目、科学的リテラシー35項目、読解力28項目、問題解決19項目の合計167項目をいくつかの項目群に分け、それらを組み合わせることで13種類のブックレット、つまり13種類のテストが準備されている（表3.3参照）。各項目群における解答時間は25問30分であり、各受験者は、13種類のブックレットのうちの一冊を合計2時間で解答する。それらを合算することで、全167項目に対するデータが収集される。

しかし13種類のテストが用いられるこの方法では、測定対象（例えば、数学的リテラシー）が統一され、テスト間で比較可能なのか、という疑問が生じる。表3.3をみると、ブックレット間には共通に含まれる項目群を確認できる。例えば、ブックレット1とブックレット2には、M2が共通に含まれ、ブックレット2とブックレット3には、M3が共通の項目群になっている。このような一定数の項目を共有させてテストを作成することを「共通項目計画」といい、それらの項目は「共通項目」と呼ばれる（豊田、2002 a）。この共通項目計画によるテスト間では、項目反応理論<sup>5)</sup>（Item Response Theory：通称、IRT）と呼ばれる現代テスト理論を適用すれば、テスト得点を同質のものとして扱える。

表3.3 PISA2003における13種類のブックレット（テスト）の構成

ブックレット 番号	項目群1 30分	項目群2 30分	項目群3 30分	項目群4 30分
1	M1	M2	M4	R1
2	M2	M3	M5	R2
3	M3	M4	M6	PS1
4	M4	M5	M7	PS2
5	M5	M6	S1	M1
6	M6	M7	S2	M2
7	M7	S1	R1	M3
8	S1	S2	R2	M4
9	S2	R1	PS1	M5
10	R1	R2	PS2	M6
11	R2	PS1	M1	M7
12	PS1	PS2	M2	S1
13	PS2	M1	M3	S2

注) M: 数学的リテラシー項目 (M1からM7の7項目群)  
 S: 科学的リテラシー項目群 (S1とS2の2項目群)  
 R: 読解力項目群 (R1とR2の2項目群)  
 PS: 問題解決項目群 (PS1とPS2の2項目群)

出典：OECD（2005）をもとに筆者作成



PISAでは、共通項目と含む重複テスト分冊法によってデータが収集され、項目反応理論を用いてテスト得点が算出され、国際比較可能な数値が公表されている。

教育調査は、国内外で盛んに行われ、測定対象は多様化し、その実施方法も高度化している。UNESCO (2000、p.66) が指摘するように、教育調査の需要が拡大するにつれ、テストの開発・実施・利用・管理に至るまでの「テストの専門家」が今後ますます重視されると思われる。特にPISAやTIMSSのような国際的な教育調査では、収集したデータ (raw data) を公開しており、もしこれらを二次分析するならば、共通項目計画を考慮し、原則的には、項目反応理論の適用が求められる。ところがわが国では、教育測定・統計といったテストに関する科目が大学の学部教育でほとんど扱われておらず、古典テスト理論や項目反応理論に関しては、独学で習得する者が少なくないと指摘されている (木村、2010)。また豊田 (2012) は、

「項目反応理論は、アメリカ合衆国はもとより、ヨーロッパの多くの国でもテスト理論のスタンダードとして不動の地位を築いています。中国や台湾など、アジア諸国の統一試験の運用にも使用されています。産業界にも浸透しています。・・・ (省略) ・・・しかし、現在、わが国のその他の関連学会には項目反応理論が、あまり普及していません。学会を飛び越えて、産業界にだけ普及してしまう現状は、たいへん奇妙です。同時に、学会の怠慢を示しています。・・・ (省略) ・・・尺度構成やテスト作成の領域で、わが国の学部生が項目反応理論を学習することが当たり前になる状況を願っています」 (p.1、下線部は筆者の加筆)

と述べ、項目反応理論の普及の必要性を説いている。このように、PISAやTIMSSで公開されたデータ (raw data) を効果的に分析する技術的な側面がわが国ではあまり普及していないといえるだろう。

実際、教育調査で頻繁に使われる科目の一つである数学を扱う数学教育研究に目を向けると、これまでのPISAやTIMSSといった大規模調査の結果を平均点などの単純な比較を超えて、生徒の学習状況や教育課程の課題をどう読み解くのか、に繋がる多面的な分析が求められている (清水、2006)。しかし長崎・萩原 (2004) では、日本の数学教育研究で項目反応理論を用いた研究が欧米と比べて少ないとし、その利用法を事例的に示している。また鈴川・豊田・川端 (2008) は、PISA2003の数学的リテラシー調査の公開データに項目反応理論を適用し、わが国の生徒は日常に近い状況とされた問題で数学を活用することに難があると指摘する中で、項目反応理論を有効に利用した数学教育研究の必要性を主張している。つまり清水 (2012) が述べるように、教育調査のデータを活用し、高い信頼性を確保した分析に向けて、項目反応理論といった新たな手法を導入することは、今日的な数学教育研究における課題として認識されるべきものである。

#### 4. まとめ

本稿では、MFAの視点から数学教育研究の課題に焦点を当てた。まずMFAに関する先

行研究から、数学教育研究の枠組みを確認した。また米国では、数学教育研究としてMFAに繋がる実証的な研究が古くから行われてきた。しかし日本では、数学教育に関するデータを用いた成果が教育社会学研究として報告され、数学教育研究の課題として目が向けられていないのが現状だろう。しかし、教室での学習指導からやや離れた教育社会学的な視点を踏まえた実証的な研究の必要性が指摘され、教育調査のデータを活用した考察が今後重視されると考える。

そこで本稿では、教育社会学研究に目を向けながらMFAの枠組みを踏まえ、数学教育における社会的公正だけでなく、①カリキュラム、②情意的側面、③言語的側面の3つの視点と「生徒の学力」の関係性を教育調査のデータを用いて実証的に明らかにする取り組みを今日的な数学教育研究の課題として提起したい。加えて、教育調査のデータを分析対象とする際には、公開データの構造から項目反応理論を用いることが求められる。しかし、数学教育研究で項目反応理論が利用されることは少ない。教育調査のデータを活用し、高い信頼性を確保した分析に向けて、項目反応理論といった新たな手法を導入することも併せて今日的な数学教育研究の課題の一つとして述べておきたい。

なお、指摘した課題に対する具体的な成果を示すことが必要である。その取り組みについては、今後の課題とする。

## 註

- 1) 「学力」という言葉は、定義が難解な用語である（荻谷・志水、2004；市川、2001）といわれるように、様々に議論されている。本章では、学習意欲やコミュニケーション力を含めた広い意味で「学力」という用語を用いるが、第2章以降では、学力の内的規定には注目せずに、その他の側面との外的な関係を取り上げるため、テストによって浮かび上がる測定可能な学習成果として「学力」を規定する。
- 2) 1957年に旧ソ連の人工衛星スプートニク1号の打ち上げ成功を発端に、世界的に広まったカリキュラム改革運動を指す。
- 3) 民族数学とは、文化、地域、民族、職業、年齢などの共通した目的や習慣を持つ集団において実践される数学のことを意味する（D' Ambrosio、2006）。
- 4) PISAの「数学的リテラシー」は、「数学が現実で果たす役割を見つけ、理解し、現在及び将来の個人の生活、職業生活、友人や家族や親族の社会生活、建設的で関心を持った思慮深い市民としての生活において確実な根拠に基づき判断を行い、数学に携わる能力」と規定されている（国立教育政策研究所、2004）。
- 5) 項目反応理論について、芝（1991）、大友（1996）、豊田（2002a、2002b、2012）、村木（2011）および植野・荘島（2010）などが詳しい。項目反応理論の概要を述べるならば、この理論は、各項目の特性を項目反応モデルを用いて同定し、受験者の能力特性を推定するために開発されたテスト理論の一つである。項目反応モデルとは、測定の対象となる能力特性を独立変数として持つその項目に正答する確率を表現するための数理モデルである。一般の項目反応モデルには、困難度や識別力などの母数を含んで定義される。母数の困難度は、その値が大きいほど難易度の高い項目を表わす。

また識別力は、その値が大きいほど能力特性を識別するのに効果的な項目であることを意味する。項目反応理論の特質すべき点は、①どんな異なったテストを用いても共通の尺度で能力特性を測定できること、②どんな受験者集団においても出題項目の特性（困難度や識別力）を共通に表現できることに集約され、項目反応理論の不変性と呼ばれる（大友、1996）。しかしこの不変性の利点を利用するためには、「等化」という過程を踏む必要がある。なお等化の方法については、様々なものが提案されている。その詳細については、豊田（2012）が詳しい。

#### 引用・参考文献

- Barton, P. N., & Barton, B. (2005). The Relationship Between English Language and Mathematics Learning for Non-native Speakers, *Teaching & Learning Research Initiative*, UNITEC: New Zealand.
- Barwell, R., Barton, B., & Mamokgethi. S. (2007). Multilingual issues in mathematics education: introduction, *Educational Studies in Mathematics*, Vol.64, pp.113-119.
- Coleman, J. S., (1966). *Equality of Education Opportunity*, Government Printing Office, Wanshington: US.
- Damerow, P., & Westbury. (1985). Conclusions drawn from the experience of the New Mathematics Movement. In P. Damerow, M. E. Dunkley, B. F. Nebres & B. Werry (Eds), *Mathematics for All*, Division of Science and Technical Environmental Education (Science and Technology Education Document Series No.20), UNESCO: Paris.
- D'Ambrosio, U. (2006). *Ethnomathematics; Link between Traditions and Modernity*, Sense Publishers: The Netherlands.
- Gace, K., & Jennifer, S. T. (2003). Racial and Ethnic Stratification in Educational Achievement and Attainment, *Annu. Rev. Sociol*, Vol.29, pp.417-442.
- Gates, P., & Vistro-Yu, C. P. (2003). *Second International Handbook of Mathematics Education*. In A. J. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick & F. K. S. Leung (Eds), *Is Mathematics for All?* (pp.31-73), Kluwer Academic Publishers: UK.
- IEA. (2005). *IEA's TIMSS2003 International Report on Achievement in the Mathematics Cognitive Domains*, IEA and Boston College.
- IEA. (2008a). *TIMSS2007 International Mathematics Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*, IEA and Boston College.
- IEA. (2008b). *TIMSS2007 International Science Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*, IEA and Boston College.
- Jamal, A., & Carol, L. (2001). The Language Factor in Mathematics Tests, *Applied Measurement in Education*, Vol.14, No.3, pp.219-234.
- James, E. T., Robert, E. R., Barbara, J. R., Óscar, C., Jffrey, S., & Steven, J. O. (2008). The

- Impact of Middle-Grades Mathematics Curricula and the Classroom Learning Environment on Student Achievement, *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol.39. No.3, pp.247-280.
- Jennifer, E. G., & Bryndl, H. M. (2007). Academic Performance of Young Children in Immigrant Families: The Significance of Race, Ethnicity, and National Origins, *International Migration Review*, Vol.41, No.2, pp.371-402.
- Kimberly, G., & Yu, X. (1999). Educational Expectations of Asian American Youths: Determinants and Ethnic Differences, *Sociology of Education*, Vol.72, pp.22-36.
- LLECE. (2009). *Reporte Técnico Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo*, OREALC/UNESCO: Santiago.
- Leder, G. C. (2012). Mathematics for All? The Case for and against National Testing, *ICME12 Pre-proceedings*, pp.522-542.
- Lucille, C. (1997). *1997 Yearbook of the National Council of Teacher of Mathematics*. In T. Janet (Eds), *Mathematics for All Students: Access, Excellence, and Equity* (pp.1-9), NCTM: USA.
- Mamokgethi, S. (2005). Teaching Mathematics in a Primary Multilingual Classroom, *Journal for Research in Mathematics*, Vol.36, No.5, pp.447-466.
- Mamokgethi, S. (2012). Mathematics Education and Language Diversity: Background, Findings and Future Research Directions, *ICME12 Pre-proceedings*, p.41.
- Mamokgethi, S., & Jill, A. (2001). Between Languages and Discourses: Language Practices in Primary Multilingual Mathematics classroom in South Africa, *Educational Studies in Mathematics*, Vol.43, pp.243-269.
- Michael, R. H., Thomas. R. P., Maeda. Y., Arnold. L. C., Edwin. A., & Jeremy. A. K. (2007). Standards-Based Mathematics Curricula and Secondary Students' Performance on Standardized Achievement Tests, *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol.38, No.1, pp.71-101.
- Márie, N. R., & John, O. (2009). The relationship between performance on mathematical word problems and language proficiency for students learning through the medium of Irish, *Educational Studies in Mathematics*, Vol.71, pp.43-64.
- OECD. (2004). *Learning for Tomorrow's World: First Results from PISA2003*, OECD: Paris.
- OECD. (2005). *PISA2003 Technical Report*, OECD: Paris.
- OECD. (2007). *Learning for Tomorrow's World: First Results from PISA2006*, OECD: Paris.
- Thomas, R. P., Michael, R. H., Jon, D. D., Maeda, Y., Arnie, C., Edwin, A., Jeremy, A. K., & Ke, W. N. (2008). Standards-Based Mathematics Curricula and Middle-Grades Students' Performance on Standardized Achievement Tests, *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol.39, No.2, pp.184-212.
- UNESCO. (2000). *Assessing Learning Achievement*, UNESCO: Paris.
- UNESCO. (2008). *Overcoming Inequality: Why Governance Matters*, UNESCO: Paris.

- Wiggan, G. (2007). Race, School Achievement, and Educational Inequality: Toward a Student Based Inquiry Perspective, *Review of Educational Research September*, Vol.77, pp.310-333.
- William, F. T. (1997). Race-Ethnicity, SES, Gender, and Language Proficiency Trends in Mathematics Achievement: An Update, *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol.28, No.6, pp.652-679.
- Xin, M., & Jesse, L. M. W. (2007). Mathematics Coursework Regulates Growth in Mathematics Achievement, *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol.38, No.3, pp.230-257.
- 馬場卓也. (1998). 「民族数学を基盤とする数学教育の展開 (2) —批判的数学教育と民族数学の接続—」, 『数学教育学研究』, 第4巻, pp.29-35.
- 馬場卓也. (1999). 「民族数学を基盤とする数学教育の展開 (3) —数学教育における基礎的活動の動詞による分析—」, 『数学教育学研究』, 第5巻, pp.17-25.
- 馬場卓也. (2001). 「民族数学を基盤とする数学教育の展開 (4) —ケニア国初等教育における学習指導要領の動詞による分析—」, 『数学教育学研究』, 第7巻, pp.7-17.
- 馬場卓也. (2002). 「民族数学を基盤とする数学教育の展開 (5) —動詞型カリキュラムにおける測定活動の記号論的分析—」, 『数学教育学研究』, 第8巻, pp.11-18.
- 馬場卓也. (2005). 「開発途上国における民族数学を基盤としたカリキュラム構成原理の研究」, 『数学教育学論究』, 第83巻, pp.17-24.
- 馬場卓也. (2008). 「教育開発研究における教室からの視点—理数科教育の位置付けと課題—」, 澤村信英編『教育開発国際協力研究の展開—EFA (万人のための教育) 達成に向けた実践と課題—』, 明石書店, pp.67-88.
- 古田和久. (2012). 「高校生の学校適応と社会文化的背景—学校の階層多様性に着目して—」, 『教育社会学研究』, 第90集, pp.123-144.
- 池田央. (2005). 「「日本テスト学会」に期待される課題と役割」, 『日本テスト学会誌』, 第1巻 第1号, pp.3-14.
- 今井敏博. (2010). 「情意」, 日本数学教育学会編『数学教育学研究ハンドブック』, 東洋館出版社, pp.318-325.
- 市川伸一. (2001). 「学力低下論争の構図と『もう一つの学力低下論』」, 中井浩一編『論争・学力崩壊』, 中公新書ラクレ, pp.209-231.
- 金子真理子. (2004). 「学力の規定要因—家庭背景と個人の努力は、どう影響するか—」, 荻谷剛彦・志水宏吉編『学力の社会学』, 岩波書店, pp.153-172.
- 荻谷剛彦・志水宏吉. (2004). 『学力の社会学—調査が示す学力の変化と学習の課題』, 岩波書店.
- 川口俊明. (2009). 「マルチレベルモデルを用いた「学校の効果」の分析—「効果的な学校」に社会的不平等の救済はできるのか—」, 『教育社会学研究』, 第84集, p.165-184.
- 木村拓也. (2010). 「日本における「テストの専門家」を巡る人材養成状況の量的把

- 握」, 『日本テスト学会誌』, 第6巻 第1号, pp.30-49.
- 国立教育政策研究所. (2004). 『生きるための知識と技能2—OECD生徒の学習到達度調査PISA2003年調査国際結果報告書』, ぎょうせい.
- 国立教育政策研究所. (2012a). 『全国学力・学習状況調査の4年間の調査結果から今後の取組が期待される内容のまとめ—児童生徒への学習指導の改善・充実に向けて—(小学校編)』, 教育出版社.
- 国立教育政策研究所. (2012b). 『全国学力・学習状況調査の4年間の調査結果から今後の取組が期待される内容のまとめ—児童生徒への学習指導の改善・充実に向けて—(中学校編)』, 教育出版社.
- 近藤博之. (2012). 「社会空間と学力の階層差」, 『教育社会学研究』, 第90集, pp.101-121.
- 黒田一雄. (2005). 「国際教育協力の潮流」, 黒田一雄・横関祐見子編『国際教育開発論—理論と実践—』, 有斐閣, pp.1-13.
- モーモーニエン. (2006). 「数学教育におけるEquityの視点に関する研究」, 『日本教科教育学会誌』, 第29号 第2号, pp.39-48.
- 村木英治. (2011). 『項目反応理論』, 朝倉書店.
- 長崎栄三・萩原康仁. (2004). 「算数到達度の項目反応理論による比較」, 『数学教育論文発表会論文集』, 第37号, pp.103-108.
- 中和渚. (2012). 「本質的学習環境 (SLE) に基づく数学科授業開発研究 (4) —ザンビア共和国で実施した授業開発の視座と教材の再構成の視点—」, 『数学教育学研究』, 第18巻 第1号, pp.15-22.
- 根本博. (2010). 「カリキュラム論」, 日本数学教育学会編『数学教育学研究ハンドブック』, 東洋館出版社, pp.45-62.
- 日本テスト学会. (2010). 『見直そう、テストを支える基本の技術と教育』, 金子書房.
- 大友賢二. (1996). 『項目反応理論 言語テスト・データの新しい分析法』, 大修館書店.
- 芝祐順. (1991). 『項目反応理論 基礎と応用』, 東京大学出版会.
- 澁谷渚. (2008). 「本質的学習環境 (SLE) に基づく数学科授業開発研究 (1) —ザンビア基礎学校における生徒の活動の分析—」, 『数学教育学研究』, 第14巻, pp.187-197.
- 澁谷渚. (2010). 「ザンビアにおける本質的学習環境 (SLE) に基づく数学科授業開発研究 (3) —第5学年児童が行った『数の石垣』の学習過程への着目—」, 『数学教育研究』, 第16巻 第2号, pp.71-79.
- 清水美憲. (2006). 「OECD・PISAの「数学的リテラシー」論からみた日本の算数・数学教育」, 『日本数学教育学会誌』, 第88巻 第3号, pp.44-53.
- 清水美憲. (2012). 「評価問題作成における数学的なプロセスへの焦点化—全国学力・学習状況調査 (中学校数学) の動向と課題—」, 『日本数学教育学会誌』, 第94巻

第9号, pp.30-33.

清水美憲. (2012). 「評価問題作成における数学的なプロセスへの焦点化—全国学力・学習状況調査(中学校数学)の動向と課題—」, 『日本数学教育学会誌』, 第94巻第9号, pp.30-33.

須藤康介. (2007). 「授業方法が学力と学力の階層差に与える影響—新学力観と旧学力観の二項対立を超えて—」, 『教育社会学研究』, 第81集, pp.25-44.

須藤康介. (2010). 「学習方略がPISA型学力に与える影響—階層による方略の違いに着目して—」, 『教育社会学研究』, 第86集, pp.139-157.

鈴川由美・豊田秀樹・川端一光. (2008). 「わが国の数学教育は数学を日常の中で活用する能力を重視しているか—PISA2003年調査のDIFによる分析—」, 『教育心理学研究』, 第56巻 第2号, pp.206-217.

豊田秀樹. (2002a). 『項目反応理論 [入門編]—テストと測定の科学—』, 朝倉書店.

豊田秀樹. (2002b). 『項目反応理論 [事例編]—新しい心理テストの構成法—』, 朝倉書店.

豊田秀樹. (2012). 『項目反応理論 [入門編] (第2版)』, 朝倉書店.

内田豊海. (2011). 「ザンビア算数科における文章題の診断的評価法開発研究—ニューマン法の限界を乗り越えて—」, 『数学教育学研究』, 第17巻 第2号, pp.95-102.

植野真臣・荘島宏二郎. (2010). 『学習評価の新潮流』, 朝倉書店.

山崎博敏・藤井宜彰・水野考. (2009). 「学級規模と指導方法が小学生の学力に及ぼす影響: 共分散構造分析とマルチレベルモデル分析の適用」, 『広島大学大学院教育学研究科紀要』, 第三部 第58号, pp.9-16.

#### 参考・引用ホームページ

PASEC <http://www.confemen.org/>

PISA <http://www.oecd.org/pisa/>

SACMEQ <http://www.sacmeq.org/>

TIMSS <http://timss.bc.edu/>