

記 録

文書番号	SCJ 第 22 期 260902-22600300-039
委員会等名	日本学術会議数理科学委員会数学教育分科会
標題	グローバル化社会における日本の 算数・数学教育への提言に向けて
作成日	平成 26 年（2014 年）9 月 2 日

※ 本資料は、日本学術会議会則第二条に定める意思の表出ではない。掲載されたデータ等には、確認を要するものが含まれる可能性がある。

日本学術会議数理科学委員会数学教育分科会

委員長	藤井 齊亮 (連携会員)	東京学芸大学教育学部学教授
副委員長	真島 秀行 (連携会員)	お茶の水大学人間文化創成科学研究科教授
幹事	二宮 智子 (連携会員)	大阪商業大学客員教授
会員	森田 康夫 (第三部会員)	東北大学教養教育院総長特命教授
	今泉 忠 (連携会員)	多摩大学経営情報学部教授
	河内 明夫 (連携会員)	大阪市立大学特任教授
	重松 敬一 (連携会員)	奈良教育大学名誉教授
	清水 静海 (連携会員)	帝京大学教育学部教授・初等教育学科長
	竹村 彰通 (連携会員)	東京大学大学院情報理工学系研究科教授
	長崎 栄三 (連携会員)	国立教育政策研究所名誉所員
	中西 寛子 (連携会員)	成蹊大学名誉教授
	宮本 雅彦 (連携会員)	筑波大学数理物質系教授

報告書及び参考資料の作成にあたり、以下の方々に御協力いただきました。

渡辺美智子	慶應義塾大学大学院健康マネジメント研究科教授
西村 圭一	東京学芸大学教育学部准教授

はじめに

この「記録」は、日本学術会議数理科学委員会数学教育分科会の審議結果を取りまとめ公表するものである。当初は「提言」を出すことを目指していたが、分科会内での議論を集約し、共通の提案に達するまでには至らなかった。そこで、今期は「記録」としてまとめ、次期に審議を引き継ぐこととした。

なお、初等教育段階のカリキュラムについては、知識技能の習得だけでなく問題解決力の充実を目指すべきなど、活発な意見交換がなされたが、統計内容に焦点化し、それ以外の諸点については、「記録」内に反映させるまでには至らなかった。

次期委員会では、この「記録」からさらに議論を積み上げ、初等教育から中等および高等教育全体を視野に入れた「提言」として結実すると確信している。

目 次

1. グローバル化社会における算数・数学の学びの構築	1
(1) 算数・数学の学びの再検討	1
(2) 今後の算数・数学教育の目標	2
2. 初等・中等教育段階の算数・数学科カリキュラム	4
(1) 算数・数学科における統計内容の充実	4
① 統計を取り巻く背景	4
② 統計教育で育む資質と能力	5
③ 次期の学習指導要領の改訂に向けて	7
(2) 高等学校カリキュラム	8
① 現在の高等学校の数学教育	8
② 高等学校数学科改善の提案	9
3. 教員養成と現職教育	12
(1) 教員養成系のカリキュラム	12
① 教科の専門的力量的向上	12
② 数理科学教育のための教員養成カリキュラム	12
(2) 授業研究・研修のあり方	15
① 授業研究の概念規定	15
② 授業研究のフロントランナーとしての自覚と自信	16
③ 問題解決型授業の価値	17
4. グローバル化社会における学校教育内外での理数教育の一層の強化	17
(1) 学校教育内において－SSH事業－	17
① SSH事業の現状	18
② SSH事業の課題と改善	18
(2) 学校教育外において－「市民の数学」として－	19
5. 他分野との連携－技術科・情報科を例に－	21
(1) 中等教育前期の数学科教員が教える利点	21
(2) 中等教育前期の数学と高校情報科との関係	22
(3) 数学科でプログラミングを教えることの数学科での位置づけ	23
(4) 数学科授業の範囲とその教育効果	23
6. グローバル化社会における評価	25
(1) グローバル化社会における算数・数学科における評価のあり方	25
(2) TIMSS、PISA で見えてきた課題と示唆	25
<参考文献>	30
<参考資料1>	32
<参考資料2> 数理科学委員会数学教育分科会審議経過	42

1. グローバル化社会における算数・数学の学びの構築

(1) 算数・数学の学びの再検討

初等・中等教育における算数・数学教育は、文化としての数学を通して、児童・生徒の発達を促すとともに、社会や文化の発展に寄与するものである。それは、教育という意図的な活動であり、児童・生徒の学びが中心となっている。そして、初等・中等教育においても、すべての児童・生徒を対象とした算数・数学教育と、算数・数学に特に興味・関心を持ち将来数学を創ったり積極的に使ったりする児童・生徒を対象とした算数・数学教育が考えられる。

算数・数学教育の目的は、大きくは、人間形成的目的（または陶冶的目的）、実用的目的、文化的目的の3つの目的から語られ、それに基づいて、算数数学教育の目標、内容、方法、評価が論じられる（日本数学教育学会編（2010））。そして、それらの背景には、世界観、数学観、教育観などがある。すなわち、算数・数学教育は、このような世界観、数学観、教育観そして時代の関数であり、そのため、世界にはそれぞれの社会・文化の状況に応じた多様な算数・数学教育が実現されている。それだけに算数・数学教育では国際比較や歴史的考察が意味を持つ。

日本では、20世紀末から21世紀初めにかけて、理数系の学力低下論が大きな社会問題となった。当時の算数・数学の学力低下論は、平成10年・11年告示の学習指導要領の小・中・高等学校の算数・数学の内容の削減と、大学の大衆化に伴う大学生の数学の基礎技能の剥落への不安からなっていた。前者は平成20年・21年告示の学習指導要領の改訂における削除内容の復活で回避され、後者は大学教育でのFD活動の活発化や大学生への中等数学の補習教育などの教育的処遇で対処され、社会は一応の平穏を取り戻しているようである。

さらに、2つの国際数学学力調査の結果が学力低下の不安を一層解消した。2012年末に発表された国際教育到達度評価学会（IEA）による国際数学理科教育動向調査（TIMSS2011）の結果、及び、2013年末に発表された経済協力開発機構（OECD）による生徒の学習到達度調査（PISA2012）の結果によると、日本の中・高校生は、国際的に数学学力が高い水準にあり、とりわけ主要8か国（G8）の中では一番高いことが示された。そして、日本の過去の得点との比較においても、調査時の高校生の数学の得点は遜色がないことが示された（国立教育政策研究所編（2013ab））。

しかしながら、TIMSS2011やPISA2012から、中高生の数学の学びをより深く探ると、これまでと同様に、数学を学ぶ意義についての意識や数学を学ぶ意欲が国際的に低いことが明らかである（資料6-2-5）。数学を学ぶ意義、とりわけ、数学の社会的有用性についての意識が国際的に低く、数学を学ぶことと将来の職業との関係もつかめないでいる（参考資料6-2-6）。さらに、国内調査である全国学力・学習状況調査の結果も含めてみると、数学本来の探究的な学びに参加していない生徒が多くいることが伺える。例えば、PISA2012からは、「直接的な推論を行うだけの文脈において場面を解釈し、認識できる」というレベル2以下の生徒の割合が約4分の1に達している。中等教育の数学教育は、数学問題の平均得点という面では高い水準にあるが、数学の学習の意義や意欲の面では大きな問題を抱え、

そして、かなりの生徒が数学の探究的な学びに参加していない。

算数・数学の学びについては、1924年に発刊された小倉金之助による有名な『数学教育の根本問題』（イデア書院）が思い出される（小倉金之助、1924）。そこでは、冒頭の部分で「何故に生徒は数学で苦しめられるのか、何故に学校を出れば忘れてしまふのか、何故に数学は殆んど生活と没交渉なのか、何故に学校では能率の上がない数学を教へるのか」（p. 4）と述べられている。これは、国際的な数学教育近代化運動の先駆けとなった1901年のイギリスにおけるJ. ペリーの講演『数学の教育』を引き継いだものであった（ペリー、クライン著（丸山哲郎訳）（1972））。時代は変わり、図形での公理系の扱いなど生徒の学びに即するように改善されてきたものの、実世界を重んじること、難問主義を排すること、試験のための数学から脱却することなどは、現代でも通用するようである。学校で出会う数学が、人間を選別する「篩としての数学」（ハウスン他、1987）から脱却し、数学を学ぶことが、人間にとって、社会にとって、そして文化にとって意義があるようにすることが求められている。

算数・数学の学びを考える上では、数学の捉え方が変わってきていることにも注目する必要がある。日本学術会議数理科学委員会数理科学分野の参照基準検討分科会は2013年に出した『報告 大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 数理科学分野』においては、これまでの大学の数学は純粋数学に偏りがちであったものを、数学と実世界の関係を見直し、数学に加え、統計学、応用数理をも含めて「数理科学」としている。

このようなことから児童・生徒の学びを考えると、これからの算数数学教育を考える上では、次の点を考慮する必要がある。算数・数学を学ぶ意義を人間形成的目的、実用的目的、文化的目的の3つの目的をもとに明示的に述べる。算数・数学のカリキュラムを考える上では、算数・数学と実世界とのつながりを正當に扱う。しかも、これらのことを、すべての児童・生徒を対象とした算数数学教育と、算数・数学に特に興味・関心を持ち将来数学を創ったり積極的に使ったりする児童・生徒を対象とした算数数学教育において考える。

(2) 今後の算数数学教育の目標

日本の今後の算数数学教育の目標を考えるには、児童・生徒が生きていく日本の社会の将来像を考え、そこにおいて必要とされる算数・数学を考える必要がある。日本の社会の将来像を考える大きな前提として、持続可能な社会と民主主義的な社会がある。とりわけ、2011年3月11日の東日本大震災と福島原発事故とそしてそれに続く状況は、地球の持続可能性や日本の民主主義のあり方について考えられるものである。さらに、グローバル化や高度情報化社会も同様な視点から重要である。特に、情報技術の発展は急激であり、情報の取り扱いをどのようにするかが問われている。また、日本特有なものとして少子高齢社会という人口構造の急激な変化がある。さらに、先程の3.11は、社会やその基盤であるはずの科学技術の不確実さを如実に表すとともに、リスクに目を向けさせる。これらの将来の社会像を念頭に置くと、一人一人の人間に自ら考えることが迫られてきていることが分かる。

このような社会の急激な変化に対応する教育の必要性の顕在化は1960年代に遡る。1960年代、ユネスコでは、諸変化の加速などから生涯教育が提唱され、学ぶことを学ぶなどが重視された。その後、ユネスコは1996年には『学習:秘められた宝(ドロール報告書)』において、生涯学習の4本柱として、「知ることを学ぶ」、「為すことを学ぶ」、「共に生きることを学ぶ」、「人間として生きることを学ぶ」を挙げた(ユネスコ「21世紀教育国際委員会」編(天城勲監訳)(1997))。21世紀に入ると、このような社会の変化に対応する教育の目標として、社会で必要とされる「能力」(スキル、コンピテンシー)の重要性が叫ばれ始めている。OECDは、2000年にPISAの数学的リテラシーを提唱し、2003年には、人生の成功と正常に機能する社会のために必要なキー・コンピテンシーとして、相互作用的に道具を用いる(読解力、科学的リテラシー、数学的リテラシーを含む)、異質な集団で交流する、自律的に活動する、の3つを挙げている。その中核には、批判的思考があるとされている(ライチェン、サルガニク編著(立田慶裕監訳)(2006))。

最近では、国際的にも国内的にも、教育目標として、これからの社会で生きていくための種々の能力が提案されている。例えば、先に挙げた日本学術会議数理科学委員会数理科学分野の参照基準検討分科会『報告 大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 数理科学分野』において、大学学部の数理科学分野の教育において、数理科学分野に固有の能力とともに、ジェネリックスキルとして、数字を批判的にとらえる思考力と感覚、本質を見極めようとする態度、抽象的思考、物事を簡潔に表現し、物事を的確に説明する能力、誤りを明確に指摘する能力、未知の問題に積極的に立ち向かい、冷静に分析し対処していく態度を挙げている。最近のより一般的な文脈においては、このような批判的思考、論理的思考、抽象的思考、創造的思考、分析的思考に加え、コミュニケーション能力、協働的学習能力、ICT活用能力なども重視されている。このような能力には、より一般的な場面で使えるものと、より数学に固有な場面で有効なものがある。

初等・中等教育における算数数学教育では、20世紀の後半から、国際的に、教育内容として数学的な内容とともに数学的な方法が着目されるようになってきた。1979年にユネスコから出された『*New Trends in Mathematics Education*』(数学教育国際委員会(ICMI)編(数学教育新動向研究会訳)(1980))では数学的モデル化の重要性が、1980年にアメリカの全米数学教師協議会(NCTM)から出された『*An Agenda for Action*』(National Council of Teachers of Mathematics(1980))では問題解決の重要性が、そして、1982年にイギリスのcockcroft委員会から出された『*Mathematics Counts*』(W. H. Cockcroft(1982))ではコミュニケーションの重要性が謳われ、いずれも世界的に大きな影響を与えた。このような数学の方法面への着目は、学校数学のカリキュラムにも反映するようになり、イギリスの教育省から1989年に出された数学の『*National Curriculum*』(Department of Education and Science and Welsh Office(1989))では「数学を利用し応用すること」が内容領域となり、そこでは問題解決、コミュニケーション、数学的推論の3つが内容項目となった。また、アメリカのNCTMが2000年に出した『*Standard 2000*』(National Council of Teachers of Mathematics(2000))では内容基準とプロセス基準が挙げられ、後者は、問題解決、推論と証明、コミュニケーション、つながり、表現からなっていた。日本では、

昭和 30 年代の高等学校の学習指導要領数学科編で一般教養としての数学的な考え方に対応する方法論的内容として「中心概念」が導入されたが次の改訂で消滅し、小・中学校の学習指導要領に算数的活動・数学的活動が入ったのは平成 20 年であった。

今後の算数数学教育の目標を考える上では、数学の内容の理解・習得に加え、数学の方法の理解・習得をも考慮する必要がある。すなわち、算数・数学を学ぶことで、これからの社会で生きていくためのどのような能力を習得できるのかを明示する必要がある。もちろん、このような数学の内容と方法は不即不離なものであり、学習指導においては総合的な問題解決場面で一体として学ばれる。今後の算数数学教育の目標は、日本の将来の社会像を念頭に置いて、数学だけでなく統計学と応用数理を含めた数理科学の全体像を考え、とりわけ、算数・数学と実世界のつながり¹を視野に入れて、現在の算数数学教育の内容を再検討するとともに、そのような内容の学習を通して、どのような能力が身についていくのかを明示していく必要がある。

(文責：長崎栄三)

2. 初等・中等教育段階の算数・数学カリキュラム

(1) 算数・数学科における統計内容の充実

① 統計を取り巻く背景

現行の学習指導要領において理数教育の強化に伴い、算数・数学科における統計領域が約 30 年振りに拡充され、現在、小中高のすべての校種で指導要領に沿った統計の授業実践が行われているところである。しかし、統計教育に関する日本および国際社会の動向をみると、2010 年あたりから顕在化した『ビッグデータ』の社会的需要を背景に更に大きな展開を見せている。

政府は、2013 年 6 月 14 日に、「世界最先端 IT 国家創造宣言」を閣議決定し、その中で、「民間や政府・公共機関が保有する多岐にわたる膨大なデータは、全く新しい知の源泉であり、経営資源である。デジタル化されたデータの利活用を通じ、新産業・新サービスを創出するとともに、既存産業及び事業並びに地域の活性化を行っていくことが、成長の実現に不可欠である。また、データの公開と利活用を可能とする環境の構築は、グローバル社会の一員としてプレゼンスを確立する我が国の使命である。」と述べ、その基盤として、人材育成と教育の重要性を指摘している。これを受け文部科学省は 2013 年から 2021 年にかけて、ビッグデータ・オープンデータ利活用人材（データサイエンティスト等）の育成を工程表に掲げている。また、総務省の第Ⅱ期基本計画（2014 年 3 月閣議決定）においても、統計教育の拡充の今日的重要性に鑑み、各府省に対して、地方公共団体の協力も得て、小中学校・高校を対象に統計データを用いた実践的授業の推進を図り、教員研修の拡充や教育関係者のニーズに応じた研修内容の充実等の取り組みを進めることを求めている。

海外では 1990 年代からデータに基づく問題解決力育成に向け統計教育改革を始めた国々が、これまでも数期の改革を通して学校教育における統計内容の拡充を続けている。

¹ 欧米では、既に教科書化もされている。例えば、米国 Core-Plus Mathematics (Glencoe/McGraw-Hill)、For All Practical Purposes : Mathematical Literacy in Today's World (W H Freeman & Co (Sd))

とくに米国で 2011 年に発表された全米共通コアカリキュラム (数学科) では更に大幅に統計内容が拡充され、現在高校で実施されている Advanced Placement の統計内容および大学の初等統計学相当の内容が、第 6 学年から 12 学年にかけて含まれ、その達成度評価の準備も進んでいる。同時に、2012 年 3 月 29 日のオバマ政権による「ビッグデータ研究・発展イニシアティブ」によってもデータサイエンス・統計教育分野の人材育成と教育の推進が行われ、大学・大学院等の高等教育と同様に高校でも「データサイエンス」の新コース展開が高大連携によって始まっている。

ビッグデータを一部では IT 領域のバズワードと捉えている節も日本ではあるが、米国のビッグデータ研究・発展イニシアティブの中では、ビッグデータはこれからインターネットと同規模の社会変革をもたらすほどの重要性で位置付けられており、単なる一過性の現象と考えるべきではない。また、これをビッグデータを活用する一部の専門職能 (データサイエンティスト) の需要とみるのではなく、データのサイズや適用する問題の規模が必ずしもビッグではなくても、データリテラシーを含むデータ活用 (データサイエンス) の能力自身がひろく一般の国民に涵養されるべき基礎能力になったと考えるべきである。そのため、国民のデータ活用能力のレベルを引き上げ、グローバル社会における合理的な意思決定力の向上に向けた教育行政の舵取りを戦略的に進め、教育の力で社会全体をより良い方向へ変えていく必要がある。

②統計内容で育むべき資質と能力

世界の統計教育は、1992 年の米国数学協会 (MAA) によるカリキュラムアクションプロジェクト (Cobb, 1992) で、統計量の計算やグラフ作成の方法を教授し、単純に知識を蓄積させる教育から、統計的探究のプロセスと概念を理解し、身の回りの仕事や研究の問題解決に統計データを活用する力を育成する教育へと転換する方向性が示され、その後、カリキュラムや教育方法論の変革と実践が積み重ねられてきた。この目指すべき方向性を踏まえた上で、改めて 21 世紀、社会の不確実性が増大し見做すべきモデルや最適解が何かわからない時代に、統計教育で育むべき資質や能力およびそれを育むために必要な指導の観点を以下にまとめる。

ア 統計を使ったコミュニケーション力を鍛える教育の必要性

算数数学教育の中では、ただコミュニケーションすることに比べて、数を使ってコミュニケーションする方が客観性や論理性が増しより説得力がある会話ができることを児童・生徒に理解させ、そのような意識付けと経験の場を用意していることと思われる。これは統計教育でも同様で、個別の特性を表す唯の数値から一步進んで、統計数値を使ってのコミュニケーションの大切さを理解させるとともに、その訓練の機会を意図的に設ける必要がある。統計への理解が進むほど、会話の内容が、個別のことから集団レベルの傾向、それを根拠に、個別の状況を再考察する力や予測力が向上していくのである。統計数値は直接、計測等で得られるものではなく、集団の傾向を見るために意図的・計画的にデータを収集し、集計・分析した結果として求められたものである。集計・分析の段階だけではなく、データ収集の設計の段階から、無作為化という高度な確率の概念を含む数学が使用されて

いる。基礎リテラシーがなければ、その内容を批判的に理解もできなければ会話にも付いていけない。海外諸国が統計教育を年々強化している現状では、グローバルコミュニケーションのツールとして、統計教育の充実が図られる必要性がある。英語教育だけではグローバル化には対応できない。

イ 身の回りの統計情報とその活用場面への興味喚起を促す教育の必要性

統計が活用されている身近な事例・社会的事例・自然科学的事例（野球の打率、内閣の支持率、性別・年齢別人口構成、学校・病院の数、降水確率、災害確率、疾病原因別死亡率、自動車事故率、百貨店売上高など）を発達段階に応じて適時、文脈を個人の身の回りから家族、学校、地域、国、地球、自然など、徐々に視線を広く高くしながら与え、興味喚起を促す必要がある。これは算数・数学以外の他科目や総合的な科目領域にまたがる内容ではあるが、だからこそ、算数数学教育の中で、共通する「統計」という概念（集団レベルの傾向を表す数値であること）およびその作成には、数学的な処理がプロセスとして施されていること、解釈には数学的仮定や前提の妥当性を踏まえなければいけないことを具体的な事例とともに、しっかり教える必要がある。個別教科の中でのみ、そこに関連する統計数値を教えても、転用可能な知識や批判し創造する力とはならないからである。

ウ 不確実性と意思決定、リスクとその評価に対する教育の必要性

現実の意思決定は常に不確実性を伴う。不確実性に対処するための数学的な道具としての統計の役割を理解させることが大切である。同時に、統計は集団を形成する個々の要素を100%記述するものではないため、統計に基づく意思決定にはリスクを伴うこと、リスクは数学的に評価すべきものであることを理解させる必要がある。このためには、確率と確率分布への概念理解およびそれに繋がる「資料の活用」段階での経験分布（ヒストグラム）の指導が基礎となる。具体的に、相対度数や累積相対度数と統計的確率、ヒストグラムの形状と確率密度関数とを理解の段階に応じて関連付ける指導が必要となってくる。

エ 統計的問題解決のプロセスを理解し活用力を育成する教育の必要性

統計教育が海外で拡充された背景は、統計的な問題解決の有用性が産業界や社会でひろく認識されたからである。これは、医療、経営、行政、教育等、あらゆる領域における質保証のための世界共通のマネジメント方式として定着している。統計的問題解決のサイクルは、主に日本企業で採用されている Plan-Do-Check-Act の PDCA サイクル、欧米企業が採用する Define-Measure-Analysis-Improve-Control の DMAIC(シックスシグマ)サイクル、カナダ・アメリカ・ニュージーランドの学校教育で指導される

Problem-Plan-Data-Analysis-Conclusion の PPDAC サイクル、イギリスのナショナルガイドラインにおける Plan-Collect-Process-Discuss の Problem Solving Approach サイクルなどがあるが、いずれも課題（あるべき姿と現実とのギャップ）を指標（アウトカム）で捉え、その変動の要因を特定し、因果ルールの考察・発見に基づいて介入策を定め、その介入策の効果を確認した上で現状の問題の改善や解決を図る方式である。この問題解決の枠組みは、統計的な分析が適切であれば、つまり、グループ間の比較分析や相関分析・要因分析・因果分析などが適切であれば、アウトカムの改善に効果を発揮する。そのため、

問題解決型の統計教育では、全体の問題解決の枠組みを先に学び、どの場面でどの統計量やグラフ・分析手法を用いればよいのか、その対応付けと系統付けを目的的に学習する。個々の統計手法の学習も必要ではあるが、最初に決める指標が改善の方向性を決めるという枠組み自身の特徴や限界も同時に理解できるようにしておかなければならない。指標や指標を定める数式は与えられるものではなく、個別具体的な領域毎のその時代認識に即した品質という概念に沿って創り上げるもので、一意に定まるものではないことを十分に教育しておかないと、統計的マネジメント方式を志向しそのための教育を標準化しているグローバル社会で議論もできないし、生き残れない。

オ ビッグデータとデータサイエンス教育の必要性

上記の問題解決の肝は原因分析なので、その成否はアウトカムに影響を与える要因をいかに多く過去に遡ってデータとして取り込めるかにかかってくる。ビッグデータは、データの数が増えているだけではなく、1つのデータに対してその背景の履歴データもかなり深い次元まで取られていて、データ行列自身のサイズが横にも縦にも大きくなっている現象である。高次元のデータ処理の方法とコンピュータ処理のスキルも必要であるが、統計的問題解決の枠組み(ストーリーの立て方)を理解していないと分析のための仮説をたてることができない。学校教育のなかでの問題解決型の統計学習は、ビッグデータ時代を支える重要な位置付けとなってきた。

③次期の学習指導要領の改訂に向けて

現行の学習指導要領では、活用が目的化され、実データに基づく分析が奨励されており、量的データの記述的側面に関しては系統的に分析するスキルが配置されている。その一方で、現実社会は製造業から金融・サービス業に比重がシフトし、データもモノの特性値を計測する量的データだけでなく、アンケート調査を中心にヒトの気持ちを測る質的データや金融・経済活動の推移を計測する時系列データに比重がシフトし、そのための分析スキルが社会で要求されている。新聞紙上をみても、この種の統計情報の方が圧倒的に多い。また、大学・大学院等の研究内容もこのタイプのデータに基づく実証研究が重要視される学部・学科も少なくない。しかし、現行の学習指導要領ではこのための基礎的な内容が全くと言っていいほど扱われておらず、海外のカリキュラム内容との乖離も大きい。緊急に改訂時に補強すべきと思われる。

例えば、質的データの分析の系統化では、小3：棒グラフ(数量の棒グラフと数え上げた度数の棒グラフ(分布)の違いを意識付け、高い・低いと起り易い・起り難いの区別、最頻カテゴリーの読み取り、ドットグラフの活用。小4：2次元表の読み取り、小3での1次元分布の複数(条件付き分布同士)の比較として読み取り方を指導。小5：円グラフ(数量と度数の円グラフの違い)、2次元表を複数の帯グラフにして、分布の比較を指導、行%、列%、セル%の導入と解釈指導。中1：パレート図(最頻カテゴリー、並び変え、相対度数、累積相対度数)→問題解決、リスクリテラシーの基礎、相対度数を統計的確率の素地として指導)。2：2次元表の分析、2変数の関係性を意識し、行%、列%、セル%の活用を指導。そして、高2、3：2次元表の分析(連関、オッズ比)などが案として考

えられる。

時系列データに関しては、小学校4年の折れ線グラフ指導時に、横軸が時間軸（等単位性）に対応する時系列グラフか時間軸以外の折れ線グラフかの区別を意識付けし、時系列グラフであれば、時間軸に沿った変化の読み方や予測を最初はインフォーマルに、段階を追って、中学校では変化の割合や当てはめた直線の傾き、指数などの数学を使っての解釈、高校では当てはめる関数の種類を増やすことや季節調整の初歩的な方法と概念の学習機会が望まれる。

不確実性の数理やリスクリテラシーの観点の基礎教育のためには、推測統計の概念理解として、確率に対する感覚を身につける教育と標本誤差の概念理解も必要となる。確率に対する感覚においては、起こる可能性があるかないかだけでなく、どの程度の起りやすさなのかを感覚的に身につけるとともに、その数量的評価として確率と結びつけることが大切である。米国の数学コアカリキュラムでは、中学段階の標本調査単元で、インフォーマルインファレンスの指導事項として、標本誤差に基づいて2標本の比率や平均の比較を考察することが含まれている。日本の資料の活用領域でも、標本調査が取り扱われているが、標本誤差の素地指導としては数学的内容が薄い。ランダムネス、乱数、標本変動、標本誤差などを高度な数学的厳密性にこだわらず、シミュレーション等を活用して概念そのものを学ぶ必要がある。

最後に、推測統計への橋渡しとして量的変数の分布を記述するヒストグラムの指導の見直しが望まれる。等間隔の区間での集計を基にしたヒストグラムのみでの取り扱いでは、ヒストグラムの縦軸の意味や、ヒストグラムにおける確率や割合の本来の意味が理解されない。ヒストグラムの縦軸は確率密度であり、確率や割合は面積として示されるものである。海外では、区間幅が異なる集計表で度数に加えて度数密度の概念を導入し、この素地指導としている。小学校のヒストグラムと中学校のヒストグラムの区別として導入することやドットグラフでの密度と対応させることで、最頻値がとれない状況で平均値や中央値の位置付けも学ぶと代表値の役割と限界も理解できる。

上記以外にも、統計教育を進める上で、どのような数学的概念や要素が新しく入ってきているのか、それが実社会とどう関わってくるのかなど、次期改訂に際して、内容に関する更なる検討および十分な時間数の確保が期待される（渡辺 2014）。

（文責：渡辺美智子）

（2）高等学校カリキュラム

①現在の高等学校の数学教育

高等学校数学科の目的は、中学校数学科で学習した知識・技能を基礎として、より高度な数理的リテラシーを身につけさせると共に、大学を目指す人に対し、大学教育を受けるために必要な知識・技能を修得させることにある。

現行の高等学校数学科の科目名・標準単位数とその内容は、

数学Ⅰ（3単位）：数と式、図形と計量、二次関数、データの分析

数学Ⅱ (4 単位) : いろいろな式、図形と方程式、指数関数・対数関数、三角関数、
微分積分の考え

数学Ⅲ (5 単位) : 平面上の曲線と複素数平面、極限、微分法、積分法

数学A (2 単位) : 場合の数と確率、整数の性質、図形の性質

(3 単元から 2 単元を選択履修する)

数学B (2 単位) : 確率分布と統計的な推測、数列、ベクトル

(3 単元から 2 単元を選択履修する)

数学活用 (2 単位) : 数学と人間の活動、社会生活における数理的な考察

となっており、このうち「数学Ⅰ」のみが必履修となっている。このため、大学を目指さない人の場合には、「数学Ⅰ」のみを履修する人が多い。また、大学を目指す人に対しては、ほとんどの高等学校で1年次終了時に「理数分け」を行い、文系の大学を目指す場合には、多くの高等学校で「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」、「数学A」、「数学B」の4科目を履修させ、理系の大学を目指す場合には、多くの高等学校でさらに「数学Ⅲ」を含めた5科目を履修させている。しかし、大学を目指す場合でも、推薦入試やAO入試で大学に入学する人については、これらより少ない科目しか履修しない人も多く、その結果、大学での履修が困難となる例も少なくはない。²

なお、「数学A」については、3単元から2単元を履修することが標準と定められているが、入学試験で3単元すべてから出題する大学が多いことから、3単元すべてを履修させている高等学校が多い。

②高等学校数学科改善の提案

まず、現行課程の「数学活用」を「数学活用Ⅰ」と名前を変更した上で、「数学Ⅰ」と「数学Ⅱ」を履修した後に履修する新しい科目「数学活用Ⅱ」を新設することを提案する。

現在の高等学校数学科の教育内容では、いろいろな公式を覚え、それを使って計算する能力を身につけることに重点が置かれているが、計算する訓練を少し減らしても、公式などの意義と導き方を今より丁寧に見えることを提案する。これにより、公式の意味は分からないが、決まった手順にしたがって計算しているという人を減らし、論理力・理解力・発想力などの強化を目指す。

次に、科学技術の進歩と情報化の進行により、日本社会で主体的に行動するために必要な数理的リテラシーや、日本社会で知的な仕事をする場合に必要とされる数学に関する知識・技能は、今までよりさらに高度になっており、大学を目指さない場合でも、「数学Ⅰ」

² 国立教育政策研究所プロジェクト研究『中学校・高等学校における理系進路選択に関する研究』では、文系・理系のコース分けについて、次のような実態が報告されている。

①高校の3校に2校(66%)では、文系・理系のコース分けを実施している。コースを選択させる時期は、第1学年の10~12月が最も多い。コースに分かれる時期は、大半が第2学年の4月からであるが、第3学年の4月からという学校も少数見られる。

②文系・理系のコース分けについては、大学志願者割合の高い高校でより実施されている傾向が見られる。

③高校3年の理系コースで履修する生徒の割合は22%(男子27%、女子16%)、文系コースで履修する生徒の割合は45%(男子38%、女子54%)である。

また、高校の文系コースの数学の各科目の履修状況については、資料2-1の通りである。

だけではなく、「数学Ⅱ」または「数学活用Ⅰ」を履修することが好ましい。そのため、
ア 「数学Ⅰ」と
イ 「数学Ⅱ」または「数学活用Ⅰ」
の双方を必修とすることを提案する。

また、日本では「大学の文系学部では、数学に関する知識はほとんど必要がない」と誤解している人が多いが、経済活動の高度化により、経済学部では理系学部とほぼ同様の数学に関する知識・技能が必要とされている。また、その他の文系学部でも、社会現象を分析するために統計学を使うことが多く、科学技術の高度化と相まって、今までより多くの数学に関する知識・技能が必要となっている。このため、大学教育を受ける場合には、「数学Ⅰ」、「数学Ⅱ」、「数学A」、「数学B」を必ず履修することが必要であり、高等学校学習指導要領の中にそのことを明記することを提案する。また、大学で文系学部に進学する場合には、「数学活用Ⅱ」を学習することにより、「数学Ⅱ」までで学習したことが持つ社会的意義を理解できるようにしたい。

大学で理工系の学部に進学する場合には、極限や微分・積分について「数学Ⅱ」の範囲を超える知識・技能が必要となることが多い。そのため、これらを履修せずに大学に入学した場合には、入学後に補習などの形で極限や微分・積分について学修することが必要となる。また、生命系の学部では統計学的な知識・技能が基本となり、統計学を正しく使うためには、「数学Ⅲ」の範囲の微分・積分学の履修が必要となる。これらのことも、高等学校学習指導要領の中に明記することを提案する。

さて、現行課程の高等学校数学科では、旧課程にあった「行列」に関する単元がなくなった。しかし、理系の学部や経済学部などでは、線形代数学は不可欠である。ところが、線形代数学は行列式やベクトルの独立性などの理解が難しく、大学における線形代数学履修を容易にするために、旧課程で教えていた程度の行列に関する知識・技能を高等学校で修得させることが望ましい。しかし、現行課程の内容の他に、行列に関する内容を数学Ⅲに追加すると、数学Ⅲが単位数に比べて内容が過大となるので、現行の数学Ⅲの一部の内容を削減することが必要となる。

そこで現行の数学Ⅲの内容を見てみると、

(1) 平面上の曲線と複素数平面

ア 平面上の曲線

- (ア) 直交座標による表示
- (イ) 媒介変数による表示
- (ウ) 極座標による表示

イ 複素数平面

- (ア) 複素数の図表示
- (イ) ド・モアブルの定理

(2) 極限

ア 数列とその極限

- (ア) 数列の極限

- (イ) 無限等比級数の和
- イ 関数とその極限
 - (ア) 分数関数と無理関数
 - (イ) 合成関数と逆関数
 - (ウ) 関数値の極限
- (3) 微分法
 - (ア) 関数の和・差・積・商の導関数
 - (イ) 合成関数の導関数
 - (ウ) 三角関数・指数関数・対数関数の導関数
- (4) 積分法
 - ア 不定積分と定積分
 - (ア) 積分とその基本的な性質
 - (イ) 置換積分法・部分積分法
 - (ウ) いろいろな関数の積分
 - イ 積分の応用

と4つの単元からなっており、単位数は5である。

ほとんどの大学の理系学部では、大学入学後に微分積分学を学修し直させていることを考えると、大学で学習する可能性の高い「媒介変数による表示」、「合成関数と逆関数」、「合成関数の微分法」、「置換積分法・部分積分法」、「積分の応用」の中の「曲線の長さ」などを削除し³、現行の単元(2)–(4)の番号は1つずつ繰り下げた上で、新しい単元として、

- (2) 行列と一次変換
 - ア 行列
 - イ 一次変換

を設け、行列のスカラー倍・和・積⁴、サイズ2の正方行列の行列式と逆行列、及び、サイズ2の正方行列による一次変換を教えることを提案する。

なお数学Aについては、前述のように、本来3単元から2単元を選択履修すべきところで、3単元すべてを履修するということが行われているので、現行の

- (1) 場合の数と確率
- (2) 整数の性質
- (3) 図形の性質

の3単元の内容から、現行の「(2) 整数の性質」の「イ ユークリッドの互除法」を削除し、さらに、現行の「(3) 図形の性質」の「ア 平面図形」の中にある「(ウ) 作図」を削除し、3単元すべてを履修させることを提案する。

(文責：森田康夫)

³ 対数関数の微分は、逆関数の微分を使うのではなく、 $h \rightarrow 0$ とするとき $(1+h)^{1/h} \rightarrow e$ となることを使って直接求める。

⁴ 行列のサイズは、3より小さな場合に限る。

3. 教員養成と現職教育

(1) 教員養成系のカリキュラム

① 教科の専門的力量的の向上

第二次世界大戦以前、教員は師範学校において主に養成されていたが、戦後は大学において必要な課程を履修した者が教師の資格を得られるようになった。いわゆる開放制の教員養成で、それは大学において高度な専門的な学問を修めることにより、とりわけ中等教育の教師たるに必要な、教科の専門的力量的を高めるという点で極めて有利であると考えられた。しかし、徐々に教科の専門的科目の必要単位数は減らされ、1998年の教育職員免許法改定で、小学校教育職員免許（以下、教員免許）取得に必要な教科に関する単位が専修免許および1種免許についてはそれ以前の18単位から8単位に、中学校及び高等学校教員免許取得に必要な教科に関する単位が専修免許および1種免許についてはそれ以前の40単位から20単位に、減少した（別紙の表3-1-1、3-1-2、3-1-3参照）。

これでは、小学校教員免許を取得できる大学生が学ぶ教科に関する科目が偏ってしまうことは避けられないし、中学校や高等学校の教員免許取得に必要な教科の単位数減少は高度な専門性涵養に支障をきたすことにつながると危ぶまれている。

本来は、小学校教員養成の段階で十分な教育を施し、算数・理科も正しく教えられる教員に育てるべきであるし、中学校や高等学校の教員養成においても高度な専門性が身に付けられるようにすべきである。実際、資料3-1-4のように学習指導要領の改訂時期と重ね合わせてみると、若手の教員、およびこれから教員になろうとする者は、高等学校以下で理科や算数・数学の授業時間が十分にとれていないために、教員としての基本的な知識が不足しがちな教員・学生として位置付けられるからである。

② 数理科学教育のための教員養成カリキュラム

今までも、算数数学教育は数理思想の涵養を掲げていたが、日本学術会議数理科学委員会数理科学分野参照基準検討分科会では「数理科学 (Mathematical Science) は数学とその関連する学問分野の名称であり、大きく分けると、数学 (Mathematics)、統計学 (Statistics)、応用数理 (Industrial and Applied Mathematics) の三分野と、数学史や数学教育などの他分野との境界分野からなっている。」と述べており、これからの数学教育については、数学をより広く、上の意味の数理科学を意識して、すなわち、1 (1) に述べたように「算数・数学のカリキュラムを考える上では、算数・数学と実世界とのつながりを正當に扱う」ことを考えるべきである。また1 (2) に述べたように「今後の算数・数学教育の目標は、日本の将来の社会像を念頭に置いて、数学だけでなく統計学と応用数理を含めた数理科学の全体像を考え、とりわけ、算数・数学と実世界のつながりを視野に入れて、現在の算数・数学教育の内容を再検討するとともに、そのような内容の学習を通して、どのような能力が身についていくのかを明示していく必要がある」ので、このようなことに対応できる教員養成カリキュラムが不可欠となる。

『報告 大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 数理科学分野』の「6 市民性の涵養をめぐる専門教育と教養教育との関わり」および「7 専門基礎教

育及び教養教育としての数理科学教育（1）専門基礎としての数理科学教育」を参考として、小中高の教師の教員養成カリキュラムを考えることにするとき、やはり、基礎的な内容としては、線形代数学と微分積分学が考えられる。

「線形代数学」は無次元空間の理論までは踏み込まなくて有限次元空間の扱いに留めてよいであろう。小学校教員養成課程の場合など三次元や四次元以下の場合に限ってもよいであろう。

「微分積分学」は詳細な議論を要する事柄が多数存在するが、そのようなことがあるという認識に留めるのでよいだろう。小学校教員養成課程にあつては、1変数の場合のみでもよいだろう。

各大学の個別の状況があろうからそれに応じて独自のシラバスを作成し教えることになるろう。これらの科目は数理科学の規則訓練という性格を持ち、十分予習・復習させ、演習を課し、問題を解かせ知識を使いこなせるようにさせたい。一方では、論理や集合・写像などの基本的なことを、他方では、具体的な応用例に言及しながら、丁寧に教えるべきである。

中学校・高等学校数学科教員養成課程では、統計学（データを整理し統計量を計算する記述統計と、確率分布の性質とデータから統計モデルの性質を推測する推測統計）、複素数変数の微分可能な関数を扱う複素関数論、線形微分方程式などを扱う微分方程式論、離散的な対象を扱う離散数学、計算機を使い問題を解決するための数値解析、ベクトル解析などが考えられる。さらに、数学史、例えば、数の歴史と代数方程式の解法の歴史（自然数から実数、複素数までの数の拡張の歴史と現代的な認識を代数方程式の解の公式の有無、従って、アーベルの定理やガロア理論の概要なども含めて）、円周率の歴史（円周率計算の歴史、無理数であること、超越数であることなど）、三角関数の歴史（天体観測の必要性から生まれ、中世には軍事目的の測量に応用されていくこと、熱方程式や波動方程式がフーリエ級数で解を求められることなど）、複素関数論の歴史（複素数変数関数として微分可能な関数、整級数展開可能な関数、実2変数の2成分関数としてコーシー・リーマンの方程式をみたす関数、コーシーの積分定理が成り立つような関数であることなど、の複素解析性の同値な定義から、流体力学への応用など）、など現代数学の基礎的部分を学び、代数、幾何、解析、統計など数学のある面の誕生から発展と応用を概観し、典型例を学ぶということが良いのではなかろうか。

小学校教員養成課程では、数の歴史と代数方程式の解法の歴史として自然数から実数、複素数までの数の拡張を4次方程式の解の公式の発見の歴史とともに学ぶ科目、円周率を正多角形の辺の長さの極限として求めようとした歴史・天体観測の必要性から生まれ中世には軍事目的の測量に応用され三角関数の歴史を学ぶ科目など、解析の知識が少なくとも学べる科目を用意したい。

また、かなり高度であつた和算の応用としては天文・暦学程度で発展に限界があつたこと、幕末・明治時代に西洋の科学・技術を学ぶために和算を棄て洋算を学校数学として採用したことなどは、西洋科学を学ぶために西洋の数学を学んだという明確な証拠として教員となろうとする者は学んでおくとよいだろう。

なお、統計学の本質が次にあることを認識しておくことも必要であろう。「統計学の考え方の大きな特徴は、その科学的な推論の第一段階において、帰納的推論を行うことにある。すなわち、与えられたデータに基づいて、仮説やモデルのいくつかを選び出す規則を作り出すことである。さらに、そのような規則によって特定の仮説が選ばれたときの不確実性の程度を計算し、誤った決定の割合または誤りによる損失を最小にするような規則を見つけ出す（不確実性の数量化）。この後者の過程、すなわち、問題を最適な決定を行う問題として定式化してしまった段階からは、演繹的推論に基づいて確率計算や数理的な解析を行うことになる。

このように、統計学の本質は、帰納的推論の中に演繹的論理の過程を導入することにより科学的な結論を導く点にある。」「(「統計学分野の教育課程編成上の参照基準」統計関連学会連合理事会及び同統計教育推進委員会、平成22年8月20日)

初等・中等教育段階の教員は数理科学を本質的に用いることはなくとも、数理科学の概要を語れるような力を持っている必要がある。以下、「報告 大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 数理科学分野」の「4 数理科学分野を学ぶすべての学生が身に付けることを目指すべき基本的な素養」に専門として数理科学を学ぶ学生が持つべき素養に準じて、教員養成課程で学ぶ学生の持つべき素養を挙げると次の通りである。

- ・まず、上に述べたような数理科学の知識が必要である及びジェネリックスキルとして次の能力を持つこと。
 - 世の中に氾濫する数字に対して、本質を見抜き、数字を批判的にとらえる思考力と感覚
 - 問題を整理分析し、その本質を見極めようとする態度、習慣や因習に隠された諸前提や、推論に含まれる問題点を見出す力
 - 抽象的思考に強く、物の本質をとらえようとする態度、既存の事柄を一般化したり類推したりして、新しい局面を切り拓く能力
 - 論理展開の訓練から、物事を簡潔に表現し、物事を的確に説明する能力、及び、反例を挙げたり、反証したりして、誤りを明確に指摘する能力
 - 未知の問題に積極的に立ち向かい、冷静に分析し対処していく態度
- 中高教員養成課程では、次の力ももつべきである。
- ・数理科学を学ぶことによって、汎用的な問題解決能力、すなわち、前提を明確に把握する力、筋道立てて物事を理解する力、状況を整理・分析し論理的に推論して結論を導く力、その結論をもとに応用・展開する力などを持つ必要がある。
 - ・数式を理解し、数式で書き表す能力、様々な数学的概念を用いて物事を考える能力、いくつかの概念から共通する性質を抽象化し一般化する能力、逆にある概念を具体例で表現する能力
 - ・数学の体系を理解した上で数量や図形の知的な操作が行えるようになること。

また、言うまでもなく、教員養成課程で学ぶ学生は、小学校・中学校・高等学校のそれぞれの学校段階において、児童・生徒に身に付けさせるべき素養を持つとともに、その指導や評価に関する知識を持っている必要がある。

なお、小学校教員の出身学部専攻の文系化が進む背景、また、中学校・高等学校の数学教員の数学学力の低下の背景には、教員採用試験問題の算数・数学問題のレベル低下も指摘できよう。教員採用試験問題の適正化が望まれる。

(文責：真島秀行)

(2) 授業研究・研修のあり方

① 授業研究の概念規定

授業研究は明治時代から実践されている日本独自の教師主導の活動である (Makinae, 2010)。授業研究が今世界の注目を集め、各国で模倣され、実践されている。その契機の一つとなったのが、TIMSS ビデオスタディの結果を集約した The Teaching Gap (1999) の出版であった。TIMSS ビデオスタディは日米独の中学校第二学年の数学授業を比較文化的視点から分析したもので、そこでは日本の数学授業の質の高さが顕在化されている。だが、それだけではなく、The Teaching Gap の第 7 章で授業研究が Lesson Study と訳され、授業改革と教師の職能開発の切り札として詳細に紹介された。授業研究は瞬間に全米に広がり、英国やスウェーデンなどヨーロッパ諸国やオーストラリア、タイなどの東南アジア諸国、そしてアフリカ諸国でも実践されている (藤井齊亮, 2013)。

しかし、その一方で授業研究には多くの暗黙の前提や機能がありそれが諸外国の研究者や実践者に必ずしも十分に理解されていない実態がある (藤井齊亮 2013)。本家である日本でも「授業研究」と「研究授業」を混同するなど、授業研究の概念規定が曖昧な実態が散見される。我われ日本人にとって、授業研究は文化に埋め込まれ、教育現場において日常化されているからであろう。そこで、先ず、本報告書で授業研究をどのようにとらえているかを記しておくことにする。

授業研究を米国に積極的に紹介した研究者のひとりである C. Lewis は授業研究の過程を四段階としているが (Lewis, 2002, 2011)、ここでは急所となる活動がより明確になるように、五段階として示す。まず、第一段階は、教育目標と児童生徒の実態を考察し研究主題、すなわち「問い」を立てる段階である。講習会や研修会と授業研究が本質的に異なる特徴がここにある。すなわち講習会や研修会では、主催者が「答え」を用意しており、いわば「答え」から出発するが、授業研究は教師集団自らが立てた「問い」から出発するのである。第二段階は、研究主題の授業への具現化を志向する段階であり、具体的には詳細な学習指導案の作成・検討である。これはふつう、複数の教師の協同的な活動として展開される。第三段階は研究授業の実施である。「授業研究」＝「研究授業」という誤解も散見されるが、研究授業は授業研究を構成するひとつの要素である。第四段階は研究授業直後に行われる研究協議会である。この第三、四段階が諸外国に最も注目されている部分である。そして、第五段階は、総括と反省およびそれらを踏まえた研究紀要等の執筆である。授業研究は校内研究として実施されるレベルから、市町村や県レベル、そして全国レベルのものまであるが、基本的な過程は同じである。各学校レベルの授業研究は年度を単位として展開されることが多いであろう。

②授業研究のフロントランナーとしての自覚と自信

授業研究 (Lesson Study) をいち早く試行した米国では、その機能と価値が極めて高く評価されている。実際、米国連邦教育局が先頃出したレポートでは「幼稚園から高等学校レベルの数学教師教育に関するプロジェクト643のうち、2つだけが有効な成果が認められ、そのうちの 하나가授業研究によるものだ」とされている (Gersten, R., Taylor, M. J., Keys, T. D., Rolffhus, E., & Newman-Gonchar, R. (2014)。授業研究の世界的普及と高い評価に伴い、日本の教師集団が授業研究のフロントランナーとして注目されているが、当事者である日本の先生方には、その自覚がなく、また、授業研究の価値と特徴を十分に理解しないままに実践している実態がある。例えば、第三段階の研究授業は実施するが、第四段階の研究協議会を実施しないことがあり、その割合は小学校で6%、中学校で11%、高等学校では22%である。また、学習指導案はその作成・検討が教師の資質向上に重要な役割を果たすとされるが、学習指導案の記載内容を「教材観」「児童生徒観」「本時の位置づけ」「本時の目標」「本時の課題」「主要な発問」「予想される児童生徒の反応」「評価基準・評価規準」「板書計画」の9項目としたとき、これらの一部が欠落している学習指導案が見いだせる。8割を目安とした場合、小学校では「板書計画」以外の項目、中学校では「主要な発問」「板書計画」以外の項目が8割を超えているが、高等学校で8割を超えているのは「本時の位置づけ」「本時の目標」のみである。校種間の差が大きいのは、「予想される児童生徒の反応」「本時の課題」「板書計画」であり、「予想される児童生徒の反応」が明記されていない学習指導案が、小学校で10%、中学校で19%、高等学校では62%も見いだせる (西村圭一他、2013)。

算数・数学と実世界のつながりを考えて、現在の算数・数学教育の内容を再検討し、これからの授業研究を構想するとき、各学校レベル、市町村や県レベル、そして全国レベルの何れにおいても、そこでの授業研究の第一段階の焦点がこれまでのものとは異なることに注意が必要である。なぜなら算数・数学教育が数学だけでなく統計学と応用数理を含めた数理科学の全体像を考え、その目標・内容・方法が再検討されるからである。数学だけでなく統計学と応用数理を含めた数理科学の全体像を考えるとということは、これまでの算数・数学教育観ではなく、新しい算数・数学教育観に立つということである。この点を自覚した授業研究の推進が望まれる。

授業研究の価値を高く評価したスティグラーらは「日本に関して最も印象的なことは、日本文化が、教師が知り、学び、工夫することに正真正銘の価値を与え、教師の考えを評価し、取り上げ、専門職の知識ベースの中に集積し、共有する仕組みを育ててきたことにあります」(スティグラー&ヒーバート著湊三郎訳『日本の算数・数学教育に学べ』p. 123)と述べている。授業研究は、授業改革・教師の職能開発の切り札として注目されたが、授業研究の最も重要な特徴は、教師集団が主体的かつ継続的に活動する点にあり、自己向上機能を内在していることである。この点を明確に自覚した上での授業研究の実践が望まれる。さらに、米国と異なり日本では学習指導の専門職化が実現しており、教師は専門職者であるとしている。日本の先生方はもっと自信と誇りをもって授業研究を推進すべきであろう。

③問題解決型授業の価値

世界が注目している点は研究授業を中核にした授業研究のシステムだけではなく、算数・数学、特に算数の授業が問題解決型であるということである。問題解決型授業とは、「問題の提示」「自力解決」「比較・検討」「まとめ」の四段階からなる授業であり、ふつう、一時間の授業で解く問題はたった一題である。この特異性が世界の注目を集め、授業研究を模倣・実践している国々では算数・数学の研究授業を問題解決型授業として実施している。だが、誤解も多く、その典型は問題を解くこと自体が問題解決型授業の目標であるという誤解である。問題解決型授業は問題を解くことが目標ではなく、問題解決を通して物の見方、考え方、態度を育成することを目指している。日本においても研究授業の成果を「指導技術・スキルの向上」と捉えている傾向があり、その背後には、価値の陶冶を軽視している実態があると思われる（西村圭一他、2013）。問題解決型授業の本来の意義を自覚し、研究授業後の研究協議会においても、授業における陶冶価値の実現自体の様相を具体的に議論すべきである。そして、そのことを通して、児童・生徒に必要な能力の育成とその評価を実証的に明示していくのである。

諸外国において、日本の授業研究を導入しようとする際に見いだせる困難点は、裏を返せば、日本特有の文化的前提・土台そのものといえるのではないか。しかも、この文化的前提・土台は、我われ日本人にとっては当たり前すぎて、自覚されないのである。さらに授業研究において鍵となる要素についても我われは無自覚である。これは要注意である。なぜなら、価値のあることをしていても、その価値を自覚していないと、それをあっさり捨ててしまったりするからである。

授業研究の鍵要素の中には、英訳が困難なものがある。「発問」「板書」「机間巡視（指導）」「まとめ」「教材研究」などである。これらの背後にある概念・態度等を顕在化させることができれば、授業研究の諸外国への普及・展開も容易になろう。ここに日本として世界に貢献できる重要な視点が見いだせる。特に算数・数学は、普遍性が高く、算数・数学の授業研究を通して、世界各国の学習指導の改善に積極的に貢献すべきと考える。

（文責：藤井斉亮）

4. グローバル化社会における学校教育内外での理数教育の一層の強化

(1) 学校教育内において－SSH 事業－

山中伸弥氏の iPS 細胞の発見の折りなどにみることができるようになり、マスコミなども急に科学的成果やその課題などを追いかけることがあるが、普段はマスコミなども理数研究の成果にあまり関心がなく、多くの国民にとっても、理数の成果やその利用はブラックボックスで、注目されることが少ない。そのためもあるのか、理数系博士課程修了者等の将来の就職や生活保障すら困難になっている。最近になって、ようやく保険業界などへの理数系博士課程修了者等の就職が見直されてきたが、この動向が安定的なものとなり、応用数理や統計分野に限らず、広く理数系分野への関心を維持するためにも、学校教育での継続的な理数教育の強化が必要といえる。と同時に、裾野の広い理数に対するリテラシー教育や文理融合教育も求められている。

①SSH 事業の現状

理数教育強化の事業として、文部科学省は、平成 15 年からスーパーサイエンスハイスクール SSH 事業を開始している。

平成 14 年 4 月に本体通常枠 26 校 3 年間指定でスタートした事業は、平成 17 年 4 月から 5 年間指定、高大連携重視、海外連携と拡大され、平成 21 年度コア SSH 指定の追加、さらに、平成 24 年 9 月改定により人材育成の側面がより強調され、コア SSH が科学人材育成重点枠となり、地域の中核としての役割、海外連携等のテーマでの特色化が図られ、本体通常枠も 201 校の指定となった。

この事業の目的は、高等学校及び中高一貫教育校（中等教育学校、併設型及び連携型中学校・高等学校）（以下「高等学校等」という。）における先進的な科学技術、理科・数学教育（以下「理数系教育」という。）を通して、生徒の科学的能力及び技能並びに科学的思考力、判断力及び表現力の習得を培い、もって、将来国際的に活躍し得る科学技術人材等の育成を図ることが目的とされ、事業内容として、文部科学省は、上記の目的の達成に必要な高等学校等の理数系教育に関する教育課程等の改善に資する実証的資料を得るため、理数系教育に関する教育課程等に関する研究開発（実践的な研究を含む。以下同じ。）を行う高等学校等をスーパーサイエンスハイスクールに指定した。併せて、理数系教育に係る高大接続の在り方についても研究開発を行うとされている。

SSH 事業の具体的な事業としては、教養科目の開発、専門基礎科目の開発、専門科目の開発、プロジェクト科目（研究方法知）の開発、国際性開発、課題研究の開発等が実施され、疑似科学者としての体験が重視され、高校での事業だけでなく、幼稚園、小学校、中学校との連携、地域の理数教育との連携、大学や研究等機関との連携、海外との連携が追究され、可能なら英語で議論できる疑似科学者の人材育成が求められている。また、そのための教材の開発などが行われている。

その過程において、より理数に長けた人材育成だけでなく、裾野の広い理数に対するリテラシー教育の開発や文理融合教育のあり方が求められている。

②SSH 事業の課題と改善

上記のように、それぞれの事業の開発が行われているとしても、人材育成のプロセスとしての興味関心の喚起、科学的思考力の育成、探究力の育成、表現力の育成、コミュニケーション力の育成へどのようにつながるのか、その人材育成の評価はどうするのかなど、確実なプロセスの確定までには至っていない。

さらに、事業の課題としては、大学との連携・接続のあり方、成果の公表のあり方、広域なコミュニケーションのあり方、大学入試指向の通常授業の改善、高校での運動系クラブなどとの競合など、具体的に指摘されている。

中でも、数学や応用数理に長けた人材開発にはより一層の課題があるように思われる。数学を課題研究とした成果報告にあっては、理科や工学等に比べて可視的であることが少なく、人材育成の結果が見えにくい点が多い。一言で言えば、どうすればより数学や応用数理に長けた人材育成が可能なのかのシステムが不透明だと言える。数学に長けた生徒に

対して、促成的な人材育成に否定的な雰囲気がある中で、促進的な方策を含めた人材育成へのより強いサポート体制が可能かどうかの問題が一層検討される必要があるように思われる。

課題の改善のために、学会会議から関係学協会や大学等研究教育機関への協力体制を一層促す必要がある。そうでなければ、SSH 事業への組織的なサポートと言うよりも、個別の学校や個人的な協力体制に今後とも依存することとなる。

また、理数系に強く、好きな児童生徒の育成のためには、日々の算数・数学や理科の授業の改善や、身近なところで、「できるだけ実物を見せて興味・関心を持たせること」、「科学は将来、役に立つと感じさせること」、「科学が社会とどうつながっているかを具体的に伝えること」などの学校や家庭、社会の協力によって、次代の子どもたちに科学のよさをみせることも大切である⁵。

そのためにも、日本として、トップダウン型の理数教育の強化というよりも、ボトムアップ型の理数教育の強化が図られている施策に対して、教育課程の改善とともに、より一層の学会会議をはじめとする諸機関の協力と連携が必要だといえよう。

(2) 学校教育外において－「市民の数学」として－

最近、算数や数学の学び直しやクイズ等の本を多く見かけるようになった。これは、社会での算数や数学の内容や発想・考え方の大切さや必要性が見直されていることの現れともいえる。その背景には、ビッグデータなど統計的処理が多く求められるようになり、渋滞などの社会的課題を数理的モデルによって解決するなどの社会的なニーズが意識されるようになったからであろう。しかし、それを自分事として意識し、学校卒業後の数学の学びのあり方の改善として意識される国民の数は決して多くない。実際、日米理数教育比較研究会（日米カルコン）による日米比較調査においても明らかにされたが、日本での理数系博物館の利用は、小学校の時は見学など多いが、中学校、高等学校と進むに従って減ってくる。アメリカなどでは、逆に、年齢を経るに従って利用が増加するなど、社会での学びの機会を有効に活用している。

本稿では、「学校数学」だけでなく、学校を卒業した後にも、生涯を通して、「学校音楽」と音楽会やカラオケ、「学校美術」と展覧会などと同じように、数学と付き合い続ける「市民の数学」のあり方を手がかりに、学校教育外での理数教育の強化を提案してみたい。

ここでの「市民の数学」は、高等学校における公開講座を事例として考えてみたい。

「市民の数学」の目標は、市民の立場に立ったより具体的な事象を数学的に考察することを通して、「数学を学ぶことの楽しさや思考する楽しさを感じ、学びの仲間を増やすなど、心豊かな生き方ができるようにすること」だと考えられる。

公開講座の学習段階には、次の三段階が考えられる。

第一段階 講座を受講するだけ

⁵ 文部科学省科学技術・学術審議会の下に設置された「数学イノベーション委員会」では、中学生・高校生を視野に入れた啓蒙事業を展開している。http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu17/002/

第二段階 講座を受講する者同士で討議したり結論を話し合えたりする

第三段階 講座を受講していない家族や周りの人に講座の内容を説明したり、ともに受講することを勧めたりする

また、講義にあたっての留意点としては、次のようなことが考えられる。

(ア)受講生のいろいろな考え方に共感すること

(イ)受講生のいろいろな考え方を発表する時間を十分に取ること

(ウ)受講生の思いつきが少し間違っている点があっても良い点があればそれを評価し発展させるようにすること

(エ)明らかに間違っていることでも具体的な反例を示し「このような場合はうまくいかないの
で、もう少し広げて考えてみてはどうだろう」と言うような話し方をして、受講生にダメージを与えるような言い方をしないこと

(オ)提示しておいた課題を考えてきた人には、十分な時間を取って発表してもらうこと。家族で話し合ったことなども発表してもらうこと

(カ)少人数のグループで話しあって結論を出したり、ともに相談して実験ができるようにしたりすること

(キ)講座の終わりには家族で考えられるような課題を提示しておくこと

その上で、教材選択にあたっては次のような視点を大切にしたい。

分類1 (生活の中の数学を知る) 日常生活の中で「初めて気が付いた」と受講生に驚きを起こすような導入で、知りたいと思う興味付けができるもの、例 ねずみ講の恐ろしさ

分類2 (自分で試して数学を知る) 実験実習ができ、受講生が自分で確かめたいという意欲を起こさせるもの、例 田畑の広さを巻き尺で測る

分類3 (工夫の歴史を知る) その時代の科学的な考えとその時代の実験道具で実験したとき、多くの工夫があったことが分かるもの、例 いろいろな方法で円周率を求める

分類4 (理論の歴史を知る) 考え方や理論の進歩が分かるもの、例 暗号を解こう

分類5 (役立っている数学を知る) 現在の社会で活用されている具体的事例が分かるもの、例 どちらの値段が高いかを調べる

分類6 (生涯を通じて学習する数学を知る) 学んだ事柄をさらに発展させるとどのようになるかという発展方向が分かるもの、例 フィボナッチ数列、葉序、黄金分割

分類7 (協力しながら学習する数学) グループで互いに助け合いながら実験や実習をし、グループ間で討議しながら楽しく学習できるもの、例 求積の考え、ダム
の貯水量を求める

分類8 (自己の思考を高める数学) 探究的課題で自らが思考を深めていくもの、例 正多面体、準正多面体作り

分類9 (家族と考える数学) 家族で考えられるもの、例 江戸の数学

「市民の数学」から「学校数学」を見直したとき、話題的な数学の学びから系統的な数学の学びへの学び直しの可能性が示唆される。その中では、数学の内容の構造的な学びによるよき生産者や公務員の育成のための数学教育だけでなく、メタ認知の育成などを含めて、数学の方法の理解と習得や応用指向的な学びが考えられなければならないかも知れない。

その一方で、「学校数学」から「市民の数学」を展望したときには、「学校数学」での教科書調査⁶にみられたように、数学と生涯にわたる職業の関連に関する話題が少ないことなどが改善され、文化的な目標をもっと大切にした教育課程などの検討が求められる必要があるだろう。

さらに、民間による算数・数学関係の検定やコンクールや算数・数学オリンピックなどの学校外の数学の学び直しや新たな学びの効果も検討する必要があるだろう。

(文責：重松敬一)

5. 他分野との連携についてー技術科・情報科を例にー

研究としての数学と他分野との協力については、色々な組織で言及しているので、ここでは教育という観点からの意見を述べたいと思う。特に、中等教育の数学教員による他分野教育も含めた数学教育を考えている。ここで述べる他分野との連携とは、一緒になるといった融合とか、数学教育の為に他分野を利用するとか、他分野の為に数学教員の労力を提供するといった片方だけの利益になるという考えではなく、数学以外の他分野の教育もしながら数学教育に多いに役に立つものがあることを紹介する為に、情報分野のコンピュータープログラミング教育を一つの例として紹介する。

提案は、

「中等教育前期に、簡単なコンピュータープログラミング指導を数学教員による数学授業に組み込み、それを利用して、生徒に自由な関数や数学の式を表示するプログラムを書かせることを通して、生徒の主体的活動を促し、同時に、関数を初めとする数学の内容の視覚化、空間の数値化、現代の諸現象の数値化をさせ、理解を深めさせる」

というものである。

なぜ、中等教育前期でおこなうのか。どうして、プログラミング指導を数学の授業の範囲で行うのか、授業内容例や教育効果としてどのようなものがあるのかなどの疑問に対しては、これから答えていく。

(1) 中等教育前期の数学科の教員が教える利点

現在、中等教育前期に対して、色々な分野から、「社会に直結している」教科を教えた方が良いとの要求がなされている。例えば、子供にローン等の経済的な知識を教えるべき

⁶ 例えば、第3期科学技術基本計画のフォローアップ「理数教育部分」に係る調査研究における「理数教科書に関する国際比較調査結果報告」がある。

であるとか、コンピュータープログラミングを教えるべきだといった要求がある。しかし、学校での学習時間は一定であり、このような新しい要求に対して、新教科を新設し、それよりの教員を準備すれば、かなりの時間数を使うことになり、その結果として重要な教科の時間が減少し、科学技術立国を目指すにも関わらず、国際競争力に直結する重要な教科の時間数が海外と比較しても少なくなってしまうといった問題が発生する。また、教科とせず、総合科目の1単元とした場合でも、その為の教員を採用するわけにはいかず、専門的知識の少ない教員による授業となり、教員の負担を考えると、教育効果は期待できない。

しかし、上記の分野からの要求は、現代の時代を考えると、その重要性を考慮する必要性はある。それほど無理なく実現させる為の方法を考えてみると、これらの分野が中等教育前期教育に期待しているものは、その分野の単純な知識ではなく、経済では、身の回りの問題に触れ、それを自分で正確に判断する思考力の育成であり、プログラミング教育で求めているのは、プログラムに触れ、それを完成させるという思考プロセスを論理的に厳密に行う能力の育成である。また、このような提案の重要な理由として、「社会に直結している」ことであるが、これはすでに生徒達が感覚として持っているものである。教育する立場からは、実社会では自らの判断で行動していかねばならないことを考えると、社会に直結していることを意識させつつ、客観的な論理展開力や判断力を鍛えるべきである。これらを教育するのに一番適した教科は数学科である。それゆえ、生徒達の知識レベルや技能レベルを冷静に考えた時、数学科の授業として組み込み、客観的論理力を教育することになった数学教育者によって、これらの授業を担当させることが最も効率的であり、若干の時間増加だけで、必要な技能レベルを身につけさせることが可能となる。

(2) 中等教育前期の数学と中等教育後期情報科との関係

コンピュータープログラミングを考えるならば、中等教育後期情報科における教科情報がある。この教科の目標は大きく分けて、3つあり、最初の2つは、一般的に情報社会での実践力アップと、情報への理解力の向上を目指すこと、3番目の目標は、情報機器の利用を目的としており、画像処理などを扱っている。最初の2つは一般的な知識であり、最後は専門技術をつかったもので、技術者や工芸、芸術的な要素が多くなり、専門的なものとなっている。これらの3つの目標を生かすためにも、その基礎となる思考力の教育が欠かせないが、これは、数学的思考、あるいは客観的論理思考である。このような思考力の基礎をプログラミングに触れながら中等教育前期で学習することは、中等教育後期情報科における情報科の学習にとっても意味がある。

中等教育前期では、

- (2-1) 情報社会全体を捉える必要はなく、
- (2-2) より少ない知識の範囲でコンピュータ利用を扱うことができ、
- (2-3) 社会における情報というより、児童にとって重要な価値を持つ学校生活における数学のような教科を対象とすることで、扱うデータを少なくし、プログラム技術は簡単な範囲で教えることが可能である。これにより、

(2-4) 生徒の自主的な活動を促すことができ、コンピュータ教育としても有意義なものとなる。

(3) 数学科でプログラミングを教えることの数学科での位置づけ

数学や理科の重要性はこれまでと変わりがなく、現在では、コンピュータ機器を使って曲線を見せるなどして内容の理解をより深めようとしている。しかし、ややもすれば、生徒は機器の能力に感心するだけで、教科の内容の深い理解に繋がらない可能性がある。そのため、機器の利用だけではなく、プログラミングを通じてそのプロセスも理解させることで、素材によっては生徒が自主的に操作を行うことまでも期待され、数学科・理科の内容理解の一層の助けにもなると考えられる。

(4) 数学科授業の範囲とその教育効果

この問いの答えは、この単元に関する授業時間数がどの程度増えるかに依存するのは明らかである。ここでの提案は、1 単元 60 時間程度の増加を期待しているが、ほとんど授業数が増加しない場合も一応述べておこう。

[4-1] 時間の増加がほとんどない場合

この場合、Basic 程度のプログラミングを指導し、プログラミングが出来るようになった生徒に対して、中学2年次における関数教育の場面で、

(A-1) 好きな数字 a 、 b 、 c を選ばせて、曲線 $y=ax^2+bx+c$ を表示させる。これにより、2次式を V 字型と誤解することがなくなる。(このような題材に関しては、教員の方々から色々紹介されているのでそれを参考にしたい。)

(A-2) 生徒に係数を色々に変えさせ、値の変化を観測することにより、係数と図形の意味を理解させる。

(A-3) 因数分解型の2次式を与えることで、意味を理解させる。

(A-4) 3次以上の式を勝手に表示してもらい、生徒達の感想を聞くなどして、数学を楽しむ。

(A-5) 自宅で色々な例を作ってもらうことにより、自宅学習を促す。

[4-2] 1 単元 60 時間程度増加した場合

提案としては、こちらを考えている。その理由を説明する。日本における理工学分野全体を考えた場合、一世代前と異なり、単純な製造業の産業にしめる割合は大きく減少しており、それに従ってその分野に就職する学生の比率も大きく減少している。そのような社会の変化に対応する為には、すでに製造業の比率が大幅に減ったアメリカ合衆国と同じように、より将来的な専門分野を切り開く応用理学などの領域を拡大していかなければならない。実際、『学術の動向』(2013年3月、pp. 78-81)で橋口公一氏が述べているように、理工系における理学の比率は、アメリカでは4割にもなるのに、日本では1割しかいない。それゆえ、拡大すべき応用理学や応用数学とは、日本で少数派となっている応用理学や応用数学ではなく、アメリカで大きな分野となっている広い意味での応用理学である。

このような分野に、ただでさえ少ない理学系研究者を回すのではなく、新しい人材を育成する必要があるのは明白である。そのような人材を中等教育前期の段階から育成するためには、客観的論理思考、数学的思考を持ち、自ら進んで行動を起こすような生徒達を多数育てることが必要であり、日本の教育の基盤として、これらを目標とした授業を増やすことが重要となっている。今回の提案はそれを踏まえたものである。

1) プログラム言語として、時間が充分あれば Java (それが難しければ maxima) を想定
理由は、無料で手に入ること、また、生徒たちの自宅のパソコン等に依存しないで利用可能なことである。また、将来的にも利用度は非常に高く、生徒たちに直結しているスマートフォンなどの機器と中学校の数学との授業数が直接結びついていることが認識できる。中等教育前期でのプログラミング技能の教育は、決してプログラミングを完全に教えることではなく、数学の題材を図示する程度の簡単なプログラムを教えることである。

2) プログラム技術習得のために、初期に行う数学対象

(B-1) 平面図形の作図、空間図形の作図 (動く図形を作らせる。)

(B-2) 関数の記述 (適当な数値を利用した関数の作成、自主的に任せる)

(B-3) 統計表の作図 (データの並べ方)

など、中等教育前期のすべての分野で利用することが可能となる。

3) プログラム技能を習得して、それらを利用することで、

(C-1) 関数概念の把握

(C-2) 図形概念の把握

(C-3) 多量のデータ処理

など、中等教育前期における数学科の重要な目標の達成に効果が期待できる。さらに、それらを応用して、環境問題や地球温暖化問題など、通常の中学校での授業では難しいと考えられている問題までも、数学とコンピュータの融合により、数学の問題として生徒に示すことができる。

また、数学的帰納法は生徒にとって理解することが難しい内容であるが、その思考パターンをプログラミング作成において使われる。例えば、1回だけの利息計算は中等教育前期の範囲で教えることができる。プログラムでそれを書かせれば、その繰り返しは簡単であり、複利の意味が理解でき、経済の教育を行うと同時に、高校で学ぶ指数関数を観測させることができる。このような内容の教育は、経済を卒業した教員よりは、中等教育前期の生徒に対しては、数学科教員が指導するほうが適任となる。数学教育にとっても、実社会の基盤を作っている数学を生徒が主体となって視覚として捉えるということで、非常に良い効果を上げると期待できる。また、利点の一つとして、プログラム作成は、自宅での学習が可能であり、自宅での数学学習時間を増やすことが期待できる。それゆえ、学習指導要領数学の目的である学習意欲の増大に対しても効果が期待できる。

(文責：宮本雅彦)

6. グローバル化社会における評価

(1) グローバル化社会における算数・数学科における評価のあり方

これまで述べてきたようにグローバル化社会における算数・数学教育では、算数・数学の内容の理解・習得に加え、数学の方法や能力面の習得を考慮する必要がある。後者は、本来、中・長期的に育まれるものであり、また、学年や学校段階の区切りで、すべての児童生徒が同程度に習得することが期待できるものではないと考えられる。したがって、従来とは異なる評価の検討が要請される。すなわち、現在の内容に依存した形での思考・表現の評価規準とは別に、数学の方法や能力面の中・長期的な水準を設定し、それに照らして児童生徒の習得の状況を把握するような評価方法の構築が求められる。このことに関しては、教育評価の専門家と、数学及び数学教育の専門家が協働して開発していくことが不可欠である。

実際、このような能力面の評価は、既に、大学入試センター試験に代わる「達成度テスト・発展レベル（仮称）」でも検討が進められているところである。しかし、重大な影響をもたらすテストにおいては、次のようなリスクが伴うことに留意する必要がある。それは、第一のリスクは、ペーパー試験で測定可能なのはそれらの能力の一側面にすぎないにも関わらず、高等学校で、その一側面だけに焦点を当てる授業が展開されることである。第二のリスクは、逆に、高等学校の授業において、それらの能力を高める学習が確立されていないと、非明示的な学習を通してそれらの能力を習得できる一部の優秀な生徒だけが得をすることになり、それ以外の生徒の学習意欲の低下をまねくことである。

なお、現在小学校6年生、中学校3年生に対して実施されている全国学力・学習状況調査は、都道府県や市町村、学校毎の平均得点やその順位ばかりが一人歩きし、教育行政職員や一部の教員にとって重大な影響をもたらすテストとなってしまうている。このことは調査のための「練習」をさせるという状況を招いているだけではなく、実際には能力や技能は向上しないのに調査問題に慣れた結果、点数だけが上昇する現象や、ある程度の正答率が見込まれる問題が出題されることから学習目標自体を低く設定しまう弊害、学習場面や活動をペーパー上に再現できるものに矮小化してしまう弊害等があることも指摘されている。また、主として「活用」に関する問題（B問題）がどのような能力を測定できているのかや、調査時にそれらの能力を習得していなかった児童生徒が、その後、いつ、習得していくのか（あるいはそのままなのか）等についての検証もなされていない。したがって、テスト理論の専門家と数学及び数学教育の専門家が協働し、教育行政的な視点と切り離して、テスト設計自体を含めて検証する必要がある。その際には悉皆調査で実施する必要性の検討も行うべきであるが、他方で上述の問題点は単に国際調査等で利用されている項目反応理論を用いさえすれば解決できるようなことではないことにも留意する必要がある。

(2) TIMSS、PISA で見えてきた課題と示唆

IEA（国際教育到達度評価学会）・TIMSS2011には小4は50か国／地域、中2は42か国が参加した。算数・数学の調査問題は、内容領域（小4が数、図形と測定、データの表現、

中2が数、代数、図形、データと確からしき)と認知的領域(小・中とも、知ること、応用すること、推論すること)の2つの次元からなる枠組みによって構成されている。(国立教育政策研究所、2013a)

OECD・PISA2012には、65か国/地域が参加した。義務教育修了段階の15歳の生徒が、それまでに身に付けた知識や技能を、実生活の様々な場面で直面する課題にどの程度活用できるかを測ることを目的としている。2012年調査は、2003年調査から9年ぶりに数学的リテラシーが中心分野であった。(国立教育政策研究所、2013b)

これらの国際調査の結果は、とかく平均得点の順位が話題にされがちだが、参加国の人口規模等を鑑みると、日本の算数・数学教育は国際的に見てトップレベルの質を保っていると言える。しかし、社会構造の転換により、知識やICTを使いこなし何が正解かわからない問題でよりよい道を探り出すような高スキル業務が増加する反面、やり方がわかっている問題に対処する低スキル業務はICTに代替されたり、新興国にアウトソーシングされたりしている現在、日本の算数・数学教育の「強み」をいかに一層高めていくかが課題となっている。このような視座から、本項では、これらの2つの国際調査の結果から見えてくる改善の視点を提起する。(以下では、日本と同様にTIMSS2011とPISA2012の両調査に参加した国や地域を中心に比較することにする。)

ア 「下位層」を減らし「上位層」を増やす

TIMSS、PISAともに、項目反応理論により算出される得点に基づき、児童・生徒の水準を設けている。TIMSS2011では、4水準中の最上位に達した小学校4年生は30%、中学校2年生は27%であり、またPISA2012では、6水準中の上位2つに達した高等学校1年生は24%であった(表6-2-1)。(参考資料6-2-1、6-2-2)いずれもシンガポールや韓国、香港等に比べて低い割合であるとともに、高等学校1年生は、表6-2-1の欧州や豪州諸国との差が10ポイント未満となっている。各学級、学校における上位層を増やすことが日本の算数・数学教育の課題となっていることがわかる。両調査に基づけば、具体的には、以下のような児童・生徒を増やすことである。

小4：比較的複雑な場面において、理解したことや知識を応用でき、自身の行った推論を表現できる

中2：情報を基に推論して結論を導いたり、一般化を行ったりすることができ、一次方程式を解くことができる

高1：複雑な場面で制約を見つけ出し、仮定を明確にしながら、モデルを発展させ使うこと。これらのモデルに関連した複雑な問題に対処するために問題解決方略を選び、比較し、評価すること。広く十分に発達した考え方や推論の技能、適切に結び付けられた表現、記号や公式による特徴づけ、これらの場面に付随する洞察を用いて、戦略的に問題に取り組むこと。

他方で、例えばPISA2012において、「直接的な推論を行うだけの文脈において場面を解釈し、認識できる」というレベル2またはそれに達していない生徒が28%おり(参考資料6-2-2②)、この割合を減らすことも重要な課題である。

表 6-2-1 TIMSS2011、PISA2012 における「上位層」の割合 (%)

	TIMSS 小 4 625 点以上	TIMSS 中 2 625 点以上	PISA 高 1 607 点以上
日 本	30	27	24
シンガポール	43	48	40
韓 国	39	47	31
香 港	37	34	34
台 湾	30	49	37
アメリカ	13	7	9
フィンランド	12	4	15
イングランド/イギリス	18	8	12
ドイツ	5	---	18
オランダ	5	---	19
チェコ	4	---	13
オーストラリア	10	9	15
ニュージーランド	4	5	15

このように下位層を減らし上位層を増やすためには、現在の学習内容をベースに、より発展的に学んだり応用したりする機会を増やす必要があり、そのための授業時間の確保や科目設定が求められる。中学校 2 年生の数学の授業時間数は 105 時間で、年間総授業時間数に占める割合 10%は、TIMSS2013 参加国の中で下位である。(参考資料 6-2-3)

イ 統計の学習を充実させる

それぞれの調査において、内容領域別に平均得点が算出されている。図 6-2-1、6-2-2 は、中学校 2 年生、高等学校 1 年生について、領域ごとに、日本の平均得点と各国の平均得点との差を表したものである。(参考資料 6-2-4) 中学校 2 年生では、「図形」が多くの国に対して「強み」になっている一方、シンガポール、韓国、香港、台湾に対して「数」が弱く、また欧州・豪州諸国に対しては「データと確からしさ」が「強み」になっていない。また、高等学校 1 年生では、「空間と形」が多くの国に対して「強み」になっている一方、「量」が強みとなっていない、また欧州・豪州諸国に対しては「不確実性とデータ」が「強み」となっていない。身近なデータや、割合を含む統計量や指標を解釈し結論を伝え合う統計の学習を充実させることで改善されることが期待される。

エ 算数・数学の授業における ICT 活用に関する教員研修を充実させる

TIMSS2011 では、算数・数学の授業におけるコンピュータの使用状況を調査している。(参考資料 6-2-7) 少なくとも月 1 回、算数・数学の授業で、コンピュータによる活動を行わせている教師の指導を受けている児童生徒の割合は、国際的に見て極めて低い(表 6-2-2)。

表 6-2-2 算数・数学の授業におけるコンピュータの使用状況 (TIMSS2011) (%)

	小 4			中 2			
	原理・概念の探究	アイデアや情報を調べる	技能や手順の練習	原理・概念の探究	アイデアや情報を調べる	データの処理や分析	技能や手順の練習
国際平均値	27	26	34	22	23	21	24
日本	5	9	10	3	5	6	1

また、PISA2012 では、コンピュータ使用型の「デジタル数学的リテラシー」調査が実施されている(32 か国/地域が参加)。筆記型の問題との大きな違いは、問題を解くために、表のソート、グラフの作成・操作等、いわゆる ICT リテラシーに関するスキルを用いる点である。日本のデジタル数学的リテラシー調査の平均得点や習熟度レベル別の生徒の割合は、筆記型とほぼ同様の傾向だった。(参考資料 6-2-8) また、両調査の相関は高い(図 6-2-3)。

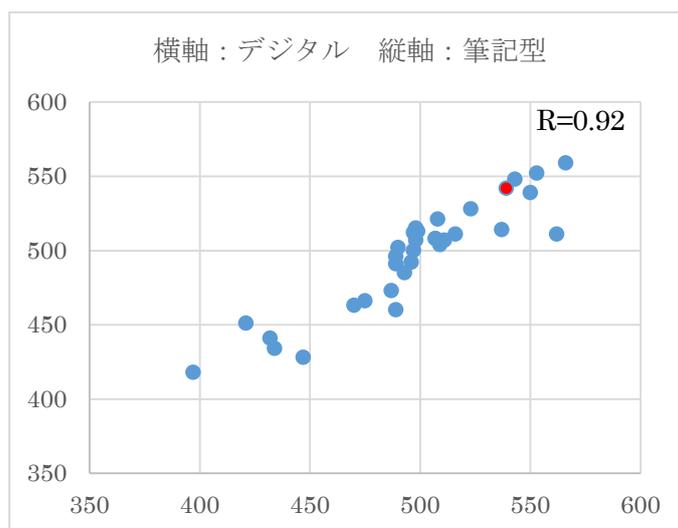


図 6-2-3 デジタル数学的リテラシーと筆記型数学的リテラシーの平均得点 (PISA2012)

算数・数学の授業におけるコンピュータの利用がほとんどなされていない実態を考えると、日本の算数・数学の授業においてコンピュータ等を積極的に利用することで新たな「強み」を創出できることが期待できる。そのための教員研修の充実が求められる。TIMSS2013 によれば、IT を算数・数学に取り入れることに関する研修に参加した教師の指導を受けている児童生徒の割合は、小 4、中 2 とともに 23%で、国際平均よりそれぞれ 10 ポイント、25 ポイント低い。(参考資料 6-2-9)

(文責：西村圭一)

<参考文献>

<和文>

- [1] 小倉金之助 (1924) 『数学教育の根本問題』 イデア書院、p. 4
- [2] 国立教育政策研究所 (2013) 『中学校・高等学校における理系進路選択に関する研究』平成 24 年度プロジェクト研究調査研究報告書
- [3] 国立教育政策研究所編 (2013a) 『算数・数学教育の国際比較 国際数学・理科教育動向調査の 2011 年調査報告書』 明石書店
- [4] 国立教育政策研究所編 (2013b) 『生きるための知識と技能 5 OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2012 年調査国際結果報告書』 明石書店
- [5] 重松敬一、吉田明史、橋本勇一郎(2008) 「生涯学習としての「市民の数学」－実践事例の分析と考察－」 奈良教育大学教育実践総合センター研究紀要第 17 号、pp. 223-228
- [6] 重松敬一他 (2005) 「米国の理数教育における学校と社会の連携に関する現状と課題」長崎栄三他『理数教育に関する日米比較研究』 第 3 年次報告書、pp. 343-364
- [7] 数学教育国際委員会 (ICMI 編) (数学教育新動向研究会訳) (1980) 『世界の数学教育－その新しい動向』 共立出版株式会社
- [8] 高橋昭彦 (2006) 「算数科授業研究の類型とそれぞれの特性に関する考察」 日本数学教育学会誌 88(8)、 pp. 2-14
- [9] 西村圭一、松田菜穂子、太田伸也、高橋昭彦、中村光一、藤井斉亮(2013) 「日本における算数・数学研究授業の実施状況に関する調査研究」 日本数学教育学会 第 95 巻、第 6 号、pp. 2-11
- [10] 日本学術会議数理科学委員会数理科学分野の参照基準検討分科会(2013) 『報告 大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 数理科学分野』
- [11] 統計関連学会連合理事会及び同統計教育推進委員会 (2010) 『「統計学分野の教育課程編成上の参照基準』
- [12] 日本数学教育学会編 (2010) 『数学教育学研究ハンドブック』 東洋館出版社、pp. 24-29
- [13] ハウスン他 (島田茂他監訳) (1987) 『算数・数学科のカリキュラム開発』 共立出版、p. 52
- [14] 橋口公一 (2013) 「我国の大学制度の抜本的改善に向けて」 『学術の動向』、pp. 78-81
- [15] 藤井斉亮、松田菜穂子 (2013) 「授業研究の鍵要素とその構造に関する一考察－ウガンダ・マラウイにおけるフォローアップ調査を踏まえて－」 日本数学教育学会 第 95 巻、数学教育学論究 臨時増刊、pp. 305-312
- [16] ペリー、クライン著 (丸山哲郎訳) (1972) 『数学教育改革論』 明治図書
- [17] 文部科学省 (2008) 『小学校学習指導要領』 『中学校学習指導要領』
<http://www.mext.go.jp/>
- [18] 文部科学省 (2009) 『高等学校学習指導要領』 <http://www.mext.go.jp/>
- [19] ライチェン、サルガニク編著 (立田慶裕監訳) (2006) 『キー・コンピテンシー 国際標準の学力をめざして』 明石書店

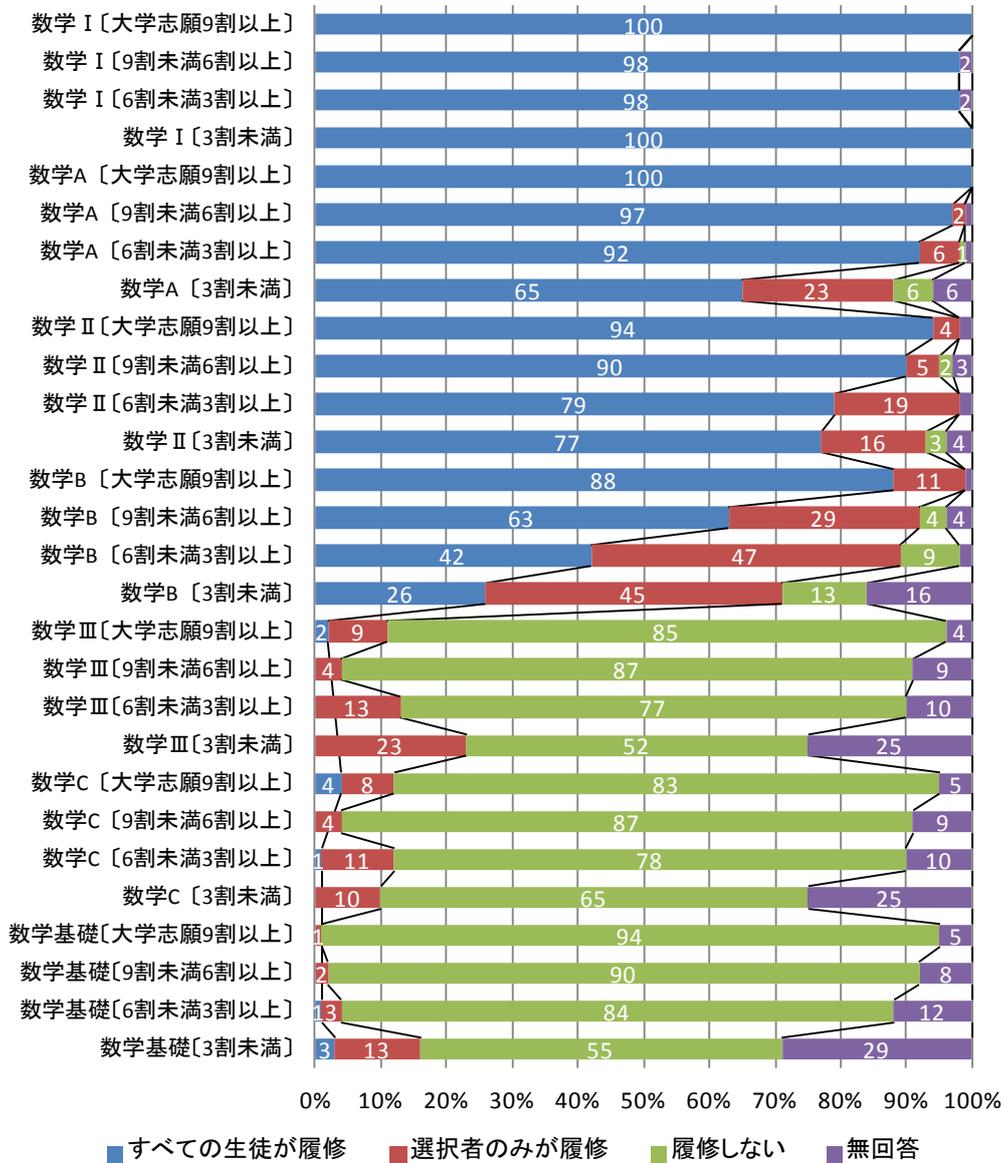
- [20]ユネスコ「21世紀教育国際委員会」編（天城勲監訳）（1997）『学習：秘められた宝
ユネスコ「21世紀教育国際委員会」報告書』ぎょうせい
- [21]渡辺美智子(2014)「不確実性の数理と統計的問題解決力の育成—次期学習指導要領の改訂に向けて—」日本数学教育学会 第96巻、第1号、pp.2-6

<英文>

- [1] Cobb, G. W. (1992). Teaching statistics, in *Heeding the Call for Change: Suggestions for Curricular Action* (MAA Notes No. 22), edited by Lynn A. Steen, 3–43.
- [2]Committee of Inquiry into the Teaching of Mathematics in School under the Chairmanship of Dr. W. H. Cockcroft(1982)*Mathematics counts*. Her majesty’s Stationary Office.
- [3].Department of Education and Science and Welsh Office(1989)*Mathematics in the National Curriculum*. Her majesty’s Stationary Office.
- [4] Gersten, R. Taylor, M. J., Keys, T. D., Rolhus, E., & Newman-Gonchar, R. (2014). Summary of research on the effectiveness of math professional development approaches. (REL 2014–010). Washington, DC: U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences, National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Regional Educational Laboratory Southeast. Retrieved from <http://ies.ed.gov/ncee/edlabs>.
- [5] Lewis, C. (2002) *Lesson study: A handbook of teacher-led instructional improvement*. Philadelphia: Research for Better Schools.
- [6] Lewis. & J. Hurd (2011). *Lesson Study Step by Step: How Teacher Learning Communities Improve Instruction*. HEINEMANN Portsmouth, NH.
- [7] Makinae, N. (2010). The Origin of Lesson Study in Japan. Paper presented at the The 5th East Asia Regional Conference on Mathematics Education: In Search of Excellence in Mathematics Education, Tokyo.
- [8] National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (1980) *An Agenda for Action Recommendation for School Mathematics of the 1980s*. NCTM.
- [9] National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000) *Principles and Standards for School Mathematics*. NCTM.

<参考資料 1 >

【資料 2-1】 高校の文系コースの数学の各科目の履修状況 (国立教育政策研究所、2013)



【資料 3-1】 教員養成系のカリキュラムについて

表 3-1-1 小学校教育職員養成課程における単位数の改定時期

改正年度	1954[昭和 29]年	1988[昭和 63]年	1999[平成 11]年
現在の凡その 教員層	40～50代	20 代後半～30代	20 代前半から半ば
教科の関する科目	24	18[2 種は 10]	8[2 種は 4]
教職に関する科目	25	41[2 種は 27]	41[2 種は 31]
教科または教職に関 する科目		24[2 種は 31]	10[2 種は 2]
その他の科目 ・要件	日本国憲法2 体育2 教養科目36	日本国憲法2 体育2	日本国憲法2 体育2 外国語コミュニケーション2 情報処理2 介護等体験1
合計 [教養科目除く]	53	87	68

表 3-1-2 中学校教育職員養成課程での単位数の改定時期

改正年度	1954[昭和 29]年	1988[昭和 63]年	1999[平成 11]年
現在の凡その 教員層	40～50代	20 代後半～30代	20 代前半から半ば
教科の関する科目	30	40	20
教職に関する科目	26	19	31
教科または教職に 関する科目		24	16
その他の科目 ・要件	日本国憲法2 体育2 教養科目36	日本国憲法2 体育2	日本国憲法2 体育2 外国語コミュニケーション2 情報処理2 介護等体験1
合計 [教養科目除く]	60	87	68

表 3-1-3 高校教育職員養成課程での単位数の改定時期

改正年度	1954[昭和 29]年	1988[昭和 63]年	1999[平成 11]年
現在の凡その 教員層	40～50代	20 代後半～30代	20 代前半から半ば
教科の関する科目	30	40	20
教職に関する科目	20	19	23
教科または教職に関 する科目		24	8
その他の科目 ・要件	日本国憲法2 体育2 教養科目36	日本国憲法2 体育2	日本国憲法2 体育2 外国語コミュニケーション2 情報処理2 介護等体験1
合計 [教養科目除く]	54	87	68

表 3-1-4 教育職員養成課程における単位数の改定時期（学習指導要領の改定時期との対応付き）

改正年度	1954[昭和 29]年	1988[昭和 63]年	1999[平成 11]年
現在の凡その 教員層	40代～50代	20代後半～30代	20 代前半から半ば
学習指導要領の改 訂時期、小学校で の実施開始年を記 載	1951 年、1956 年（高 等学校のみ）、 1961 年（系統性重 視）、1971 年（現代化 カリキュラム）	1980 年（所謂“ゆとり カリキュラム”で学習 内容削減）	1992 年（新学力観、学習内 容のさらなる削減）、2002 年（学習内容の大幅削減）

【資料 6-2-1】 TIMSS2011 水準とその分布

① TIMSS2011 の水準

	400 点	475 点	550 点	625 点
問題の難易度	易しい	やや易しい	やや難しい	難しい
水準	低い水準	中程度の水準	高い水準	より高い水準
児童の主な特徴	何らかの基礎的な数学的知識を持っている。	簡単な場面において、基礎的な数学的知識を応用できる。	知識や理解したことを応用して問題を解くことができる。	比較的複雑な場面において、理解したことや知識を応用でき、自身の行った推論を表現できる。
生徒の主な特徴	整数、小数、演算、基礎的なグラフについて、ある程度の知識を持っている。	簡単な場面において、基礎的な数学的知識を応用できる。	比較的複雑な場面において、理解したことや知識を応用できる。	情報を基に推論して結論を導いたり、一般化を行ったりすることができ、一次方程式を解くことができる。

② TIMSS2011 小学校 4 年生の分布

	400 点未満	400 点～	475 点～	550 点～	625 点～
国際中央値	10	21	41	24	4
日本	1	6	23	40	30
シンガポール	1	5	16	35	43
韓国	0	3	17	41	39
香港	1	3	16	43	37
台湾	1	6	23	40	30
イングランド	7	15	29	31	18
アメリカ	4	15	34	31	13
フィンランド	2	13	36	37	12
オーストラリア	10	20	35	25	10
ドイツ	3	16	44	32	5
オランダ	1	11	44	39	5
チェコ	7	21	42	26	4
ニュージーランド	15	27	35	19	4

③ TIMSS2011 中学校2年生の分布

	400点未満	400点～	475点～	550点～	625点～
国際中央値	25	29	29	14	3
日本	3	10	26	34	27
シンガポール	1	7	14	30	48
韓国	1	6	16	30	47
香港	3	8	18	37	34
台湾	4	8	15	24	49
イングランド	12	23	33	24	8
アメリカ	8	24	38	23	7
フィンランド	4	23	43	26	4
オーストラリア	11	26	34	20	9
ニュージーランド	16	27	33	19	5

注：TIMSS2013の算数・数学問題の、日本のカリキュラムとの一致度は、小4で69%、中2で89%である。
全問題に対する平均正答率と一致している問題のみの平均正答率は、それぞれの小4で70%と74%、64%と66%である。

【資料6-2-2】PISA2012 習熟度レベルとその分布

① PISA2012 習熟度レベル

習熟度レベル		できること
1	358点以上 420点未満	情報がすべて与えられ、問いも明確な見慣れた場面で、問いに答えること。指示が明らかな場面においてそのまま指示に従うことによって、情報を見つけ出し、決まりきった手順を実行すること。明白で与えられた刺激に従うだけの活動を行うこと。
2	420点以上 482点未満	直接的な推論を行う以上のことは要求しない文脈において、場面を解釈し認識すること。情報源が1つのときに関連する情報を引き出し、1つの表現様式で利用すること。基礎的なアルゴリズム、公式、手順、規約を用いること。直接的な推論と結果の文字どおりの解釈を行うこと。
3	482点以上 545点未満	連続的な計算などの明確に述べられた手順を実行すること。簡単な問題解決の方法を選び、適用すること。異なる情報源を基に表現を解釈し、用い、それらから直接推論すること。自分の解釈、結果、推論を伝えるために、簡単な説明を行うこと。
4	545点以上 607点未満	制約がある、または仮定を設定する必要があるかもしれない、複雑だが具体的な場面で、明示されたモデルを効果的に使うこと。異なる表現を直接に実世界の場面に結び付ける記号表現を含めて、異なる表現を選び統合すること。このような文脈においてある種の洞察を持って、十分に発達した技能を活用し、柔軟に推論すること。
5	607点以上 669点未満	複雑な場面で制約を見つけ出し、仮定を明確にしながら、モデルを発展させ使うこと。これらのモデルに関連した複雑な問題に対処するために問題解決方略を選び、比較し、評価すること。広く十分に発達した考え方や推論の技能、適切に結び付けられた表現、記号や公式による特徴づけ、これらの場面に付随する洞察を用いて、戦略的に問題に取り組むこと。
6	669点以上	複雑な問題場面において探究やモデル化を基に、情報を概念化し、一般化し、利用すること。異なる情報源や表現を結び付け、それらを自由に変えること。高度な数学的思考と推論を行うこと。この洞察や理解を記号による形式的な演算や関係に適用し、見たことのない場面に取り組むための新しいアプローチや方略を発展させること。結論、解釈、議論、元の場面に対する適切さに関して、自分の活動や反省的思考を定式化し、正確に伝えること。

② PISA2012 15歳児の分布

レベル	1未満	1	2	3	4	5	6以上
OECD 平均値	8.0	15.0	22.5	23.7	18.2	9.3	3.3
日本	3.2	7.9	16.9	24.7	23.7	16.0	7.6
シンガポール	2.2	6.1	12.2	17.5	22.0	21.0	19.0
韓国	2.7	6.4	14.7	21.4	23.9	18.8	12.1
香港	2.6	5.9	12.0	19.7	26.1	21.4	12.3
台湾	4.5	8.3	13.1	17.1	19.7	19.2	18.0
イギリス	7.8	14.0	23.2	24.8	18.4	9.0	2.9
アメリカ	8.0	17.9	26.3	23.3	15.8	6.6	2.2
フィンランド	3.3	8.9	20.5	28.8	23.2	11.7	3.5
オーストラリア	6.1	13.5	21.9	24.6	19.0	10.5	4.3
ドイツ	5.5	12.2	19.4	23.7	21.7	12.8	4.7
オランダ	3.8	11.0	17.9	24.2	23.8	14.9	4.4
チェコ	6.8	14.2	21.7	24.8	19.7	9.6	3.2
ニュージーランド	7.5	15.1	21.6	22.7	18.1	10.5	4.5

【資料 6-2-3】 授業時間数の比較 TIMSS2011

	小4			中2		
	総時間数	算数	%	総時間数	数学	%
国際平均値	897	162	---	1031	138	---
日本*	980	175	18	1016	105	10
シンガポール	1012	208	21	1106	138	12
韓国	789	121	15	1006	137	14
香港	1059	158	15	1026	138	13
台湾	989	133	13	1153	166	14
イングランド	970	188	19	992	116	12
アメリカ	1078	206	19	1114	157	14
フィンランド	779	139	18	934	105	11
オーストラリア	1008	230	23	1039	143	14
ドイツ	863	163	19	---	---	---
オランダ	1074	195	18	---	---	---
チェコ	782	163	21	---	---	---
ニュージーランド	925	168	18	959	141	15

*現在の値を示した。(日本は、調査時は新学習指導要領移行措置期間だった。)

【資料 6-2-4】 領域別の平均得点

① TIMSS2011 小学校4年生

	数	図形と測定	データの表現
日本	584	589	590
シンガポール	619	589	588
韓国	606	607	603
香港	604	605	593
台湾	599	573	600
イングランド	539	545	549
アメリカ	543	535	545
フィンランド	545	543	551
オーストラリア	508	534	515
ドイツ	520	536	546
オランダ	543	524	559
チェコ	509	513	519
ニュージーランド	483	483	491

② TIMSS2011 中学校2年生

	数	代数	図形	データと確からしさ
日本	557	570	586	579
シンガポール	611	614	609	607
韓国	618	617	612	616
香港	588	583	597	581
台湾	598	628	625	584
イングランド	512	489	498	543
アメリカ	514	512	485	527
フィンランド	527	492	502	542
オーストラリア	513	489	499	534
ニュージーランド	492	472	483	513

③ PISA2012 15歳児

	変化と関係	空間と形	量	不確実性とデータ
日本	542	557	518	528
シンガポール	580	579	568	559
韓国	559	573	538	538
香港	564	567	565	553
台湾	561	592	544	549
イギリス	496	475	494	502
アメリカ	488	463	477	488
フィンランド	521	507	527	519
オーストラリア	509	496	500	508
ドイツ	516	508	518	509
オランダ	518	507	532	532
チェコ	499	499	505	488
ニュージーランド	501	491	499	506

【資料 6-2-5】『数学に価値を置く程度』 TIMSS2011 中学校 2 年生

	置く	やや置く	置かない
国際平均値	46	39	15
日本	13	50	38
シンガポール	43	47	10
韓国	14	52	34
香港	26	49	25
台湾	13	41	46
イングランド	48	43	10
アメリカ	51	38	11
フィンランド	15	45	40

【資料 6-2-6】『数学における道具的動機付け』 PISA2012 15 歳児

	指標
OECD 平均	-0.03
日本	-0.50
シンガポール	0.40
韓国	-0.39
香港	-0.23
台湾	-0.33
イギリス	0.32
アメリカ	0.14
フィンランド	-0.01

【資料 6-2-7】算数・数学の授業におけるコンピュータの使用状況 TIMSS2011

少なくとも月 1 回、算数・数学の授業で、コンピュータによる活動を行わせている教師の指導を受けている児童・生徒の割合

	小 4			中 2			
	原理・概念の探究	アイデアや情報を調べる	技能や手順の練習	原理・概念の探究	アイデアや情報を調べる	データの処理や分析	技能や手順の練習
国際平均値	27	26	34	22	23	21	24
日本	5	9	10	3	5	6	1
シンガポール	54	46	54	38	26	24	34
韓国	14	19	13	32	30	25	28
香港	25	22	25	14	15	14	10
台湾	27	27	30	8	6	5	4
イングランド	55	41	60	34	27	24	38
アメリカ	43	37	53	25	20	21	27
フィンランド	23	20	50	12	15	14	27
オーストラリア	60	56	70	49	34	40	53
ドイツ	29	27	46	---	---	---	---

【資料 6-2-8】 デジタル数学的リテラシー調査の結果 PISA2012

① デジタル数学的リテラシー調査の分布

レベル	1未満	1	2	3	4	5	6以上
OECD 平均値	6.9	13.1	22.7	26.3	19.7	8.7	2.6
日本	2.4	6.6	16.3	26.5	26.9	14.8	6.6
シンガポール	2.0	5.7	12.4	19.7	24.7	21.2	14.4
韓国	1.8	5.4	14.3	23.9	26.9	18.7	9.0
香港	2.6	5.2	12.1	24.5	30.3	18.7	6.7
台湾	2.8	7.5	16.2	25.0	26.4	16.1	6.0
アメリカ	5.9	12.4	24.7	26.9	19.3	8.2	2.5
オーストラリア	5.0	11.6	22.1	26.8	20.9	10.2	3.4
ドイツ	6.5	11.4	19.7	25.3	21.7	11.5	4.0

② デジタル数学的リテラシーの平均得点と筆記型数学的リテラシー調査との差

	デジタル	筆記型との差
OECD 平均値	497	3
日本	539	3
シンガポール	566	-7
韓国	553	-1
香港	550	-11
台湾	537	-23
アメリカ	498	17
オーストラリア	507	1
ドイツ	509	-5

【資料 6-2-9】 研修に参加した教師の指導を受けている児童生徒の割合 TIMSS2011

① TIMSS2011 小学校4年生

研修内容	算数の内容	算数の教授法 ／指導法	算数の カリキュラム	IT を算数に取り 入れること	算数における 評価
国際平均	44	46	41	33	37
日本	54	59	24	23	23
シンガポール	68	82	58	57	63
韓国	32	40	47	10	31
香港	66	81	53	56	53
台湾	45	42	50	41	34
イングランド	54	71	46	30	59
アメリカ	68	55	68	49	53
フィンランド	9	20	3	9	3
オーストラリア	66	65	62	51	49
ドイツ	55	44	33	5	27

② TIMSS2011 中学校2年生

研修内容	数学の内容	数学の教授法／指導法	数学のカリキュラム	ITを数学に取り入れること	数学における評価	生徒の批判的思考や問題解決力の向上
国際平均	55	58	52	48	47	43
日本	66	70	41	23	26	33
シンガポール	67	79	55	68	48	58
韓国	51	61	53	27	32	46
香港	70	68	71	51	49	63
台湾	73	61	67	71	33	42
イングランド	60	73	62	48	53	51
アメリカ	73	73	78	68	61	61
フィンランド	9	21	6	16	8	5
オーストラリア	52	65	55	69	48	39

<参考資料 2> 数理科学委員会数学教育分科会審議経過

平成 24 年

1 月 5 日 数理科学委員会数学教育分科会 (第 22 期・第 1 回)

○審議事項

- ・委員長、副委員長、幹事の互選
- ・21 期からの引き継ぎ事項の確認
- ・国際数学連合数学教育分科会総会への代表・藤井齊亮氏の派遣の決定
- ・数理科学分野の参照基準作成についての意見交換
- ・高等学校新課程についての意見交換

9 月 7 日 数理科学委員会数学教育分科会 (第 22 期・第 2 回)

○審議事項

- ・「記録」「報告」あるいは「提言」作成内容の検討
- ・会議の持ち方についての意見交換

○報告

- ・国際数学連合数学教育分科会総会の報告
- ・分野別参照基準作成についての経過報告

平成 25 年

11 月 29 日 数理科学委員会数学教育分科会 (第 22 期・第 3 回)

○審議事項

- ・「記録」「報告」あるいは「提言」に向けた主要論点の検討

○報告

- ・分野別参照基準についてのシンポジウム開催についての報告

平成 26 年

1 月 24 日 数理科学委員会数学教育分科会 (第 22 期・第 4 回)

○審議事項

- ・「報告」についての主要論点整理

4 月 3 日 数理科学委員会数学教育分科会 (第 22 期・第 5 回)

○審議事項

- ・「報告」か「記録」についての審議
- ・主要論点整理

5 月 16 日 数理科学委員会数学教育分科会 (第 22 期・第 6 回)

○審議事項

- ・「記録」についての主要論点整理
- ・23 期への引き継ぎ事項の確認