

寄稿

現在の学問や職業で使われている算数・数学*

—「数学教育に関する研究者調査」の結果の分析—

長崎栄三** 國宗 進*** 太田伸也**** 長尾篤志** ほか15名*****

要約

わが国の小中高校の算数・数学科の指導内容についての現在の社会の考えを明らかにするために行われた、数学者、数学教育関係者、保護者、研究者に対する調査のうち、研究者を対象とする調査結果を分析した。研究者への調査は、2004年2月に行われ、文科系93名、理学・農学86名、工学58名、医学78名、複合領域101名、合計416名の研究者から回答があった。本稿では、わが国の現在の学問や職業で算数・数学が使われている場面や実例を事例的に明らかにするために、その調査結果のうち、それぞれの研究者が挙げた「算数・数学が使われている場面や実例」を、文科系、理学・農学、工学、医学、複合領域の研究分野ごとにまとめて整理し、分析した。これらの事例から、現在の学問や職業で使われている算数・数学について、次のような傾向があることが分かった。第1に、数学的な知識や処理だけではなく、それ以上に、論理的思考力などの算数・数学の能力・技能という陶冶的な価値に焦点を当てた記述が多く見られた。第2に、統計的な見方や考え方の事例や場面を挙げている記述が多く見られた。第3に、現象と数学のつながりを重視すること、すなわち、数学的モデル化を挙げている記述が多く見られた。

キーワード：算数・数学の実用性、職業、研究者、調査

1. 本稿の背景と目的

(1) 本稿の背景

算数・数学科で何を教えるのかは、いつの時代においても大きな課題である。そこで、算数・数学科の指導内容は、その時代における、数学の発展の状況、社会の状況、子どもの状況という大きな3つの要因によって規定されてくるとの考えのもとに、この3つの要因のうち、社会の状況に焦点を当て、それを数学者、教師、指導主事等、数学教育研究者、保護者、研究者への郵送による調査法によって調べ、その結果をまとめている（長崎編、2005）。この結果のうち、小中高校の算数・数学科の指導内容として、「将来を生きていくうえで、すべての子どもたちが共通に学ぶ」ものと「将来の学問や職業にとって必要な」ものについては、「算数・数学の内容」、「算数・数学の能力・技能」、「算数・数学の姿勢・態度」の3つの面か

ら、次のようにまとめられた（長崎ほか、2006）。

算数・数学科においてすべての子どもたちが共通に学ぶ必要性が高い指導内容としては、「算数・数学の内容」から見ると、数式については、整数・小数・分数・文字式の計算に加え、方程式などであり、図形については、図形の特徴や性質に加え、図形の調べ方などであり、数量関係については、グラフ・表、割合、比例・反比例に加え、関数、統計、確率などであって、戦後の小中学校教育が目指してきた算数・数学の内容が含まれている。「算数・数学の能力・技能」から見ると、計算をすることに加え、数や図形を使うこと、規則性などを見出すこと、式やグラフなどをかく・読む・伝えること、データに基づいて予測すること、およそで考えること、現実的な問題を解くことなど、計算力だけではなく広範囲な能力・技能が含まれている。「算数・数学の姿勢・態度」から見ると、考えることを楽しむようになること、簡潔・明確・能率的に考え説明しようとする、新しいこと

*平成18年1月17日受付、平成18年1月20日決定

国立教育政策研究所 *静岡大学 ****弘前大学
*****本稿未参照

を考えるようになること、論理的に考えるようになることなど、多様な姿勢・態度が含まれている。

(2) 本稿の目的

算数・数学科において将来の学問や職業にとって必要性が高い指導内容としては、工学と理学・農学では、現在のわが国の高等学校までのほとんどすべての数学を必要としている。医学では、関数、確率・統計が重視されていて、高等学校の数学を含む内容が必要とされ、文科系では、割合、統計が重視されていて、高等学校の集合・論理が入っている。

ところで、この調査では、算数・数学科において将来の学問や職業にとって必要性が高い指導内容を尋ねた調査の対象者、すなわち、理学、農学、工学、医学、文学、経済学などを研究している研究者に「算数・数学が使われている場面や実例」を実際に記述してもらっている。この記述は、生徒が将来出会うであろう学問や職業と算数・数学とが密接につながっていることを具体的に表していて、非常に興味深いものとなっている。そこで、この記述をできるだけ回答者の文章を生かしてまとめることにした。

本稿の目的は、わが国の現在の学問や職業で算数・数学が使われている場面や実例を事例的に明らかにすることである。

2. 分析の方法

本稿においては、わが国の現在の学問や職業で算数・数学が使われている場面や実例を事例的に明らかにするために、理学、農学、工学、医学、文学、経済学などを研究している研究者を対象とした調査のうち、その研究者たちによって「算数・数学が使われている場面や実例」として回答した記述を整理し、分析する。

(1) 分析の対象者

分析の対象とした研究者は、研究者の専門分野ごとに無作為抽出によって選ばれている。わが国の研究者が専門分野ごとに網羅されている『研究者・研究課題 総覧』（紀伊国屋書店刊、1996年版：8分冊）には、わが国の研究者約13万人が記載されている。それを使って、わが国の研究者を専門分野ごとに無作為抽出をして、調査対象とな

る研究者を選んだ。

この調査では、『研究者・研究課題 総覧』をもとに、専門分野を、大項目、中項目、小項目に分けている。大項目は、文科系、理学・農学、工学、医学、複合領域の5つであり、その大項目ごとの中項目、小項目（括弧内）は次の通りとした。

【文科系】哲学（哲学、美学・美術史）、心理学・社会学・教育学・文化人類学（心理学、社会学（含社会福祉関係）、教育学）、史学（日本史、外国史、考古学（含先史学））、文学（国語学・国文学、外国文学、言語学・文学一般）、法学（法学、政治学）、経済学（経済学、経営学、会計学）。

【理学・農学】物理学、地球科学、化学、生物学、人類学（含生理人類学）、農学、農芸化学、林学、水産学、農業経済学、農業工学、畜産学・獣医学、境界農学。

【工学】応用物理学・工学基礎、機械工学、電気電子工学、土木工学、建築学、材料工学、プロセス工学、総合工学。

【医学】生理、病理、社会医学、内科、外科、歯学、薬学、医学一般、看護学。

【複合領域】家政学、科学技術史、体育学、地理学、科学教育・教科教育学、統計科学、情報科学、社会システム学、社会システム学、プラズマ理工学、プラズマ理工学、環境科学、生物化学、基礎生物科学、神経科学（含脳科学）、実験動物学、医用生体工学・生体材料学、広領域。

それぞれの研究者の抽出は、専門分野の中項目ごとにまたは小項目のあるときは小項目ごとにその分野の研究者数の0.5%または10名のうちの大きい方の数の人数を無作為抽出した。これは、どの分野でも最少で2名の回答者を確保し、さらに回答率を少なくとも20%と想定したためである。その結果、文科系254名、理学・農学152名、工学115名、医学167名、複合領域191名、合計で879名無作為抽出した。なお、数学者、数学教育学者は別に独立して調査を行うので、理学からは数学を、科学教育・教科教育学からは数学教育学を除いた。

(2) 分析した調査項目

研究者には、算数・数学科の指導内容の重要性、数学観、算数・数学が使われている場面や実例などについて尋ねた。これらのうち、本稿では、

「算数・数学が使われている場面や実例」への回答を分析する。なお、このことに関する質問文は、次の通りである。

「あなたの専門において、算数・数学が使われている場面や実例を挙げてください。そのほか、算数・数学教育に関するご意見がありましたら、自由にお書きください。なお、算数・数学が使われている場面や実例の資料等がありましたら、そのコピー等を添付していただくと幸いです。」

本稿では、これに対する記述のうち、算数・数学が使われている場面や実例について整理し、分析する。

3. 分析の結果

(1) 調査の実際

研究者への調査は、2004年2月に行われ、研究者416名から回答があった。それぞれの専門分野の大項目ごとの回答者数と回答率（括弧内）は、

文科系93名（37%）、理学・農学86名（57%）、工学58名（50%）、医学78名（47%）、複合領域101名（53%）であり、この種の調査としては、非常に高い回答率であり、研究者の方々の算数・数学教育に対する関心の高さが伺われた。

(2) 専門分野別の回答

研究者の専門分野別の回答を大項目別にまとめて整理すると、表1から表5の通りである。それぞれの表では、回答を専門分野の中項目または小項目ごとにまとめ、1名の回答者の記述を1つの欄に割り当て、できるだけ回答者の文章を生かすようにした。なお、「あまり使っていない」などと場面・実例が明記されていない場合や、算数・数学教育に関する意見については、紙幅の都合上省略した。ただし、算数・数学教育に関する意見の中に算数・数学が使われている場面や実例が含まれている場合には、意見も含めて場面や実例を掲載するようにした。

表1 算数・数学が使われている場面・実例 - 文科系 -

専門	算数・数学が使われている場面や実例
哲学	カントの『純粋理性批判』は数学の原理を扱っています。論理学は数学なしには現在通用しません。現代哲学は、一方に数学や科学に徹していこうとするグループ（英米系）があり、他方に、数学や科学とは違った思考方法を求めるグループ（ドイツ、フランス、日本）があります。後者のグループも、そうは言っても、現代数学の発展を“鏡”としており、理想としている点から言えば、数学の存在なしに、哲学はありえません。数学の論理と文学の美しさ—これが哲学にとって大切だと西田幾多郎も言っています。
美学・美術史	音律の研究において。
心理学	データ解析や実験調査の結果をまとめる際に必須である。コンピュータを用いて、シミュレーション等も行う。
	データの分析に数学（統計）が使われている。
	データ解析。
社会学 (含社会 福祉関係)	社会福祉分野及び関連領域の統計資料は研究や講義によく使います。研究を進めていく際に調査の結果を数的に処理することはよくあります。
	統計調査（意識調査etc.）。フィールド調査の事例の傾向の分析。
	社会調査（質問紙法統計調査の場合）のデータの分析。多変量解析を用いることがある。記述統計も用いる。
	種々の調査を研究上しており、統計的に有意な差を求めたりすることが多いです。
	数学的抽象は具体的データや現象から法則、理論を導き出すときに用いられている。論理学は、社会現象に目を奪われがちな場面において正しく考えることを教えてくれる。公理からの演繹は、現実をさらに理論化しようとするときに用いられる。その他もちろん、統計学はデータの解析に、行列はその基礎として必要である。

	数理社会学, 計量社会学という分野がある。
	統計資料の読解。
教育学	(子どもの)人口の長期予測。保育の条件(子どもの数など)と保育の質の相関関係。保育に関する行政作成の統計値(保育所, 幼稚園(児)数とその歴史的推移, 保育者数の推移など)。観察研究, 大量傾向調査研究における, 数量的, 統計的処理。
	おおよそ表やグラフや図によってアンケートの結果をまとめるときに使います。
	調査データの統計的処理。
日本史	わかりやすく説明するための図表化。分布図。図形自体の意味。データベースの分析。人口, 年齢構成, 男女比, 租税・給与額の換算, 偏差。九九等の表記にみられる呪術性。
	私の専門分野では, 表・グラフ等の作成や分析の能力は必要とされるが, それ以外ではほとんど必要としない。
	収集史料の分析における, 統計的処理など。
	人口史, 社会史では数値により論を転換させる事が多い。
	論文を書く場合(史料の数量分析, 平易に図解表示する, 統計分析, 論理的記述など)。
外国史	歴史的なデータをグラフ化する。数量的なデータの傾向を読み取る。類型をつくる。
考古学 (含先史学)	グラフ, 図表の作成。三角関数に基く測量。
	データ処理。統計化。図表。グラフ作成と読み取り。測量調査に於ける簡単な幾何学的知識。
	自然科学的分析(参考文献同封, 省略)。
	発掘の現場。研究会での発表とその後の議論。
	平城宮第一次大極殿の瓦の色を, 出土資料から推定した。色彩の多様性はなく, 明度だけが問題となる。「分光測色計」を用い, 重量(破片になっているので)で量を示した。ただし, 屋根上, 落下後の風化によって, 明度が異なってしまうことがあるので, 計測資料を多くすることが必要となった。(参考文献同封, 省略) 数学の発想は, 普遍性を求める上で極めて重要であると思います。私は, 仕事柄, 門前ではありますが, 青少年に, 普遍性をもつ美しさを教えていただきたい, と期待しています。
国語学・ 国文学	方言学や語彙研究ではその語の使用頻度など計算し, 数値で示します。
	簡単な加減乗除程度。
	具体的に例示するのは難しいのですが, 論の組み立てや仮説の提唱時に, 数学的な考え方をしていることに気づきます。最近の学生の論文には, 例外を無視したり, 条件に矛盾があったり, 仮説の組み立て能力や論理的思考の欠如したと思わしき論の飛躍が多く, この傾向は共通一次, センター入試以降の文系論文の一つの特徴と感じられます。私の記憶では, 高校までうけた教育で論理性をもっとも大事にしたのは数学と生物でした。その当時覚えた数式や定義は全く覚えていません!。使うこともありませんが, 条件を細かく設定しないと答えが正しくならないというような考え方は, 今も意識して使っています。データ処理などは, 実際には専門の人に相談してソフトを組み立ててもらおうのですが, その際, どのようなことが可能か, どう説明すればこちらの要求するソフトが作れるのか, ということを考える時, 数学的知識を必要としますので, 理論も計算も一応は使っているようです。
	国語学の中で文法学を専門としております。1万例近い用例から帰納法で結果を, 導き出していくのを学生時代からやっておりました。このごろは, まとめの学問になってきました。
	数学は万国共通の言語である。従って現在の教育における扱いは軽すぎるように思う。国語と数学をもっと重く考えないといけないと考えている。
外国文学	作品中に用いられている語彙のデータ分析。たとえば暦の計算, 復活祭等々…月齢…の計算。コンピュータは必要。地域による日の出, 日の入の時刻の計算。表, グラフの作成。
	TOEICのテスト問題でたまにグラフを分析して, 正解を選択する設問がある。

現在の学問や職業で使われている算数・数学

	<p>研究としては、文学テキストを該当する項目について、頁・行（数）・単語レベルで出現頻度を調べ、作品解釈に資する。教育活動としては、外国語の試験において、配点、採点、そして表計算ソフトを利用して成績評価をつける。</p> <p>成績評価の際には、“計算”を中心にかなり使う。専門研究においては、コンピューターは資料整理等にいくらか用いている。（むろん、論文を書くのはコンピューターでやる）。高校までなら数学は、あくまで間接的にはあるが、文学論文を書くときに、思考上の整理、整とんに役立っていると感じている。数学を使った文学論文も、統計的方法などを含めて、書いてみたい気持ちはあります。</p> <p>文学や文化を解釈・理解し、自分の考えを立証しようとする際には、どうしても客観的資料として数字や表・グラフを使用することになる。ですから、数学の専門家や興味のある者ばかりではなくても、ある程度の数学の基礎学力をつけて欲しい。その為にはまず、数学嫌いの子どもをできるだけ少なくすることであり、小さい頃に数学コンプレックスを持たせない様、数学こそ（算数こそ）能力別指導が有効ではないかと思えます。御趣旨に沿うものかどうか分かりませんが、拙著内でグラフ・表などを使っている部分のコピーを同封致します。（「わらべうたとナーサリー・ライム」(晩聲社、参考文献同封、省略)</p>
言語学・ 文学一般	実験の処理、解釈に使用。統計処理。
	データから傾向をよみとること。相補分布。要素間の相関関係など。
	言語学・音声学分野における実験的接近法では数値、グラフ、図、式などが用いられます。特に音声学ではフォルマント周波数やピッチ (Fo) などを測定して、平均、差 (t-test, Anovaなど) の検定をしたりします。また、現代言語学では、S→NP+VPのように「文は名詞句と動詞句から構成される」というのを式で示したりもします。
	数学は論理的に物事を処理するのに必要であるが、物の考え方を数式化するのは望ましいとは思わない。
	論文を執筆するために必要になっていく発話データ統計 (SPSS等ソフトを用いた) 処理後の結果を分析するさいの、論理的な思考力と仮説から結論づける推理力。
法学	教育効果の測定について考えていますがまだ入口です。しかし、これは専門に直結とは云えないかも知れません。裁判の判決理由の計量を思いえがきますが方法論が考えつきません。
政治学	議会議席数の3次元グラフィックスの作成等にエクセル等を使っている。
経済学	データの統計処理。パソコン。
	経済学の原論 (ミクロ、マクロ経済学) および多くの実証分野でも。
	授業で統計資料から「事実」を発見する等の練習をしています。
	統計資料・データの活用。生産性、効率の計算、経済モデル。
経営学	伝票類の起票、チェック。郵便料金の計算。旅費計算。データを、表やグラフを使ってわかりやすくする。
会計学	減価償却費の計算方法。費用の繰り延べに関する記帳のルール。(簿記の教科書『新簿記〔1〕新改訂版』実数出版刊、161頁、201頁、参考文献同封、省略)
	引当金の設定。償却費の計算。利息の計算など。
	経営学の中で特に会計学、管理会計は、数学が必要な部分の学問領域である。例えばORにおけるLPは行列・ベクトルの知識が必要であり、ペイオフについては加えて確率・統計も必要である。
	簿記において簡単な計算に算数が必要である。

表2 算数・数学が使われている場面・実例—理学・農学—

専門	算数・数学が使われている場面や実例
物理学	専門 (理論物理, 計算物理) 自体が数学なしには考えられないので、実例等を挙げるときりがありません。知識の量より、論理的に物事を発展的に理解する能力を培って頂きたい。丸暗記で済むような学習 (例えば、大学入試の共通試験 (センター) を意図した) はほとんど定着しないようです。論理的思考を身につければ、知識の量はあとからでも十分間に合います。

物理学	固体物理学の分野なので、かなりの数学力が必要。
	数・数量を包括的に理解することで、自然発生的に、高度な内容を掌握する勉強方法が望ましい。
	数学の基礎なしでは専門(物理学)はできません。
	物理がわからないという学生の多くは、微分・積分や、ベクトル、行列、確率などの数学的知識が、よく訓練されておらず、問題を解けないことに起因している場合が多い。例えば、量子力学がわからないという学生の話聞いてみると、Schrödinger 方程式の偏微分方程式の解き方がわからなかったり、行列の固有値問題を理解していなかったりと数学的な知識が不十分である場合が多い。
	物理学にとって数学は必須であり、例を挙げたらきりが無い。
	理論物理学では数学は基本的言語である。しかし数学の発展をねらっているわけではなく、物理学の論理の中で数学を考えている。私のみならず、理論物理学の論文では数式の出でこない論文はまずあり得ない。どこかの理論物理学の研究室をたずねてみて下さい。
	理論物理ですので数学のかたまりです。
地球科学	化学分析の結果を図表に表わすことは必要不可欠であり、ほとんど全ての論文に使われている(特にデカルト座標)。
	ここで言う「算数・数学」の定義がわからない。加減乗除からはじまって高等数学まで含むとした場合、「いつも使われている」ともいえるし、「全く知識は役に立たない」ともいえる。
	元素の移動等のモデル計算の際に算数が使われています。
	地球化学的分析データの解析。モデル計算(熱力学を含む)。
	微分方程式の数値解法。
化学	得られたデータの整理。反応速度のデータ。分子軌道法(HOMO-LUMO)。
	元素分析値から化合物の組成を決める。線形および非線形最小二乗法によりデータを解析する。
	私の専門分野は有機合成化学です。医薬品やその他有用物質の効率的な合成法の開発を目指しております。そのような化合物の合成そのものに関しては、単純なかけ算、わり算だけで十分です。しかし、その反応の本質を知ろうと思えば指数関数や微分・積分等が必要となります。また合成した化合物の分析等は種々の機器を用いますが、その分析方法の原理を知るためにも数学の知識は必須です。ただし高校まで習った内容で十分理解できます。残念ながら大学で習った数学の内容はほとんど忘れてしまいました。
	数学そのものを専門にしていますが、数学は自然科学にとって世界共通の言語です。数学を理解し、展開しない化学は存在しないことは言うまでもありません。
生物学	イオンチャネル開閉の解析。データの統計処理。
	学生実習でのデータ解析に使っています。大腸菌は指数関数的に増殖するので、微分方程式を立てて積分し、増殖の関数を求め、実際に測定した値をプロットさせます。この点を最小自乗法で回帰させ、大腸菌が分裂する時間を求めさせています。紫外線照射をして死滅して行く様子も全く同じ考え方で解析させています。 これからはプログラムを作るといことも必要になって来ると思います。ただ、その時に、使用言語(または教える言語)にとらわれず(高校でBASICを習っても大学ではFORTRANやCを使うようになる)。アルゴリズムをきちんと立てられること、そしてフローチャートが書けることが非常に重要だと思います。プログラミング(アルゴリズムを組み立てる)は論理的な考え方がきちんと身につかないと作れないというのが私の実感だからです。つまりこれを通して論理的に物事を考えていく力を身につけて欲しいと思います。もう一つの点は、考え方の“モレ”を見つける力が身に付くという点です。プログラムが暴走したり無限ループに入ってしまうのは、入力ミスというテクニカルな面を除き、“ケーススタディ”がきちんとできていなかったことが多いというのが実感です。自分の論理の穴を見つけていくという作業には、このプログラミングのデバッグがとても良い勉強になると思います。

現在の学問や職業で使われている算数・数学

生物学	実験。調査計画の立案。データ解析。論文作成、プレゼンテーション。シミュレーション。モデルによる予測。
	実験データの解析：平均や標準偏差は誰れでもできるが、度数分布、中央値というものが、この2～3年理解できていない学生が増加。算数による計算値と実験が結びついていない。
	数値化したデータのまとめ。誤差計算。
人類学 (含生理人類学)	各種変異の分析に必要な統計学的処理や形態（三次元構造）の数理的解析のためのプログラムを作成する際に、数学は欠かせない道具である。
農学	実験から導いた結果の判断に用いる。
	実験データをグラフにして解析する。回帰分析など統計を利用する。水稻の収量をサンプルから計算する（比例）。（参考文献同封、省略）
	実験計画から評価（統計）まで各所に使われている。
農芸化学	化学反応の熱力学的解析、熱力学のほとんどは微積分である。（参考文献同封省略）。酵素反応の解析。
	化学の計算。微分方程式で現実の問題を解く。
	化学式等を用いた分子量計算や反応における変化量、収率計算、コンピューターを用いた分子軌道計算等。
	化学反応における収率、濃度計算、検量線作成、有意差検定、阻害率のグラフ化。
	実験に使用する試薬作製の濃度計算。分析値の算出。データの表やグラフの作製。統計値の計算（平均や標準偏差、t検定、回帰直線など）。
	人による腸管からの鉄吸収率（%） $= (1 - (E - kB / D - kC)) \times 100$ J. Nutr. Sci. Vitaminol. 38 (5), 435-449 (1992)
林学	生物材料の力学的性質評価、算出。グループ間の有意性の処理。データ解析、実験式、数学的モデル解析。水分、温度変化などによる材料の物理的性質評価、理論式の適応解析など。
	統計計算。測量。森林の調査。
	現象の解明を図化し、その関係式を求めたりする。分析の結果をグラフに表現することなど。
	材料力学、統計データ解析。
	森林の生態学的研究。
	地形測量、森林の蓄積調査など。データ解析にはコンピューターを使っている。
水産学	実験結果の統計的検定。時系列データ（魚の心拍変動）の周波数分析による魚の心理的緊張の推測。漁獲データの主成分分析、相互相関関数。魚の脳波成分に含まれる周波数成分を利用した聴音の判定。
	生物資源量の推定。
	実験データの計算、データ間の有意差検定、グラフ化による解析など日常的に算数、数学は使用されています。最近では、コンピューターの使用が不可欠です。
	微生物学を研究し、教育しているので、例えば、池の水の中の微生物数を顕微鏡で計数する際に、一部をサンプリングして全体の個数を計算する。また、その際に、有効な数字、誤差等の計算をする。日々、数字を扱っているが、多くの学生が無意味な差違を有意と認識する。
農業経済学	ブランド力がない場合の生産量の決定法。ブランド力がある場合の、利潤を最大化させる価格の設定法。
農業工学	水文流出と予測、カルマンフィルター。測量。水質変動、予測。気象。水理計算、水位や水量…
畜産学・ 獣医学	データ分析（解析）。グラフ、図形化、統計処理、薬物動態分析、薬用量、濃度計算など多くの面で重要。
	算数・数学はもはや道具です。コンピューターのインターネットではJAVAで数値を入れれば積分、微分の答えは得られます。数式や、公式をどのように自分の生活に活用できるかが重要だと思う。私の分野では病態発症の数理的解析に算数・数学が利用されています。

畜産学・ 獣医学	実験成績のまとめ。作図，偏差値計等
	各種刺激（投薬を含む）に対する生（動）物の反応態度や強さを客観的に把握するため，各種の統計手法（回帰分析・各種の分布検定など）を用います。反応量を積分値で示します。
境界農学	データの集計→加減算，演算。データ処理，プレゼンテーション→図形。細菌の殺菌の熱効率など→微積分。プログラミング→文字・記号の取扱い。経済理論，アンケート調査→図形，標本，確率，統計。
	現象のモデル化，シミュレーション，データ処理など。
	作物の生産過程のモデル化。土地生産力のモデル化。気象データベースの構築。実験結果の統計的処理。生物資源利用の多様性に関する多変量解析。農業生態系の多様度解析。

表3 算数・数学が使われている場面・実例－工学－

専門	算数・数学が使われている場面や実例
応用物理学・工学 基礎	2次元物体の周りの空気の流れにおいて，空気を非粘性，非圧縮性とすれば複素関数論できれいに流れの様子が解ける。非線型連立偏微分方程式の近似解法として，2次精度までの解法のいくつかが現に使われている。
	現場で騒音や振動を測定し，その結果を統計的に処理して騒音レベルや振動レベルを算出する。その値を基にして対策方法を検討する時や，模型実験のための模型を製作する時には図形の知識も必要となる。方程式を立てて，他の物理量との関連を推定したり，プログラムを作って将来の予測値を推定することもある。
	工学において算数・数学が使われていない場合の方がありません。
	専門の光工学の分野では，光の回折・干渉・伝播など，偏微分方程式の解法，ベクトル解析，積分方程式，フーリエ変換など，必須なツールになっている。学生にはそれぞれをツールとして使うだけでなく，それらの基本的な考え方を身に付けた上で利用するよう努めている。そうでなければ，新たな問題に直面したときに，どう考えたら良いのか，どのような数式化を行うべきか，といった発展性が身に付かないので。
機械工学	（参考まで）1年生に興味もってもらう為に実施。我々の生活空間にある物はすべて形を有している。それらの形は働き（機能）と強い関係をして決定されている。ここでは自ら移動することが出来ない植物に着目し，何故そのような形をしているのか？強さとの関係は？力学的バランスは？等をいろいろな植物を取り上げて考えてみる。例えば，花の形，葉の形，面積とつき方，茎の断面等を有効数字，誤差，標準偏差等を学びながらそれらを測定し，種々のグラフにすることにより実験式を最小二乗法で求め，なんらかの法則を見出してみる。さらに，それらの形をグラフソフトを用いて葉形の関数を求め積分とプランメーターとの誤差についても考察する。何気なしに見ている植物を通して数学が得意でない学生にも興味と関心を持ち，数学がより身近に感じてもらうこともねらいの一つである。
	1. 数学の基礎 有効数字と四則演算，科学的表記法と指数，測定と国際単位系，指数と対数，三角関数，組立単位，関数と逆関数，大きさの比較，数体系，工学のための数学基礎。
	2. 葉の形と面積，種々の茎の調査及び断面測定 葉脈と裏側，最長葉の形，葉の曲げ試験（紙で製作），葉の面積測定，葉が出る順序，中空の茎，中実の茎，三角形の茎，四角形の茎，多角形の茎，茎はどこで曲がるか？強度との関係は？
	3. グラフソフトにより葉形の関数を求める計算とプランメーターとの誤差 4. 枝や葉の分岐（一次，二次，分岐角の測定）の調査と解析（フォートンの法則）。
	温度分布計算。電磁界計算。応力計算。
	材料力学関連の専門ですので，数学は始めから終わりの段階まで，全てで使います。すなわち，現象を理解するためのモデルの作成，そのモデルから出てくる方程式の作成，解法です。また，実験をすればデータ整理のときに，確率，統計の知識が必要になります。
	圧力や応力などの計算とグラフ化。統計処理（実験データの）。
	機械要素部品の強度設計や形状設計及び加工や組立などすべての工程で数学が使われている。

現在の学問や職業で使われている算数・数学

電気電子工学	ほぼ全てにおいて、数学を用います。実例は、数多くありますので、添付しませんが、数学は、あくまでツールであると考えます。数式の物理イメージがなければ、工学は、やって行けません。
	私達、電気電子工学分野の悩みは、数学の基礎無しでは、スタートできない事です。したがって、学部 の1~2年生では、5~6科目の数学（微積分、線形代数、行列・ベクトル、関数論、統計）を必須と してスタートしています。これだけで、半数の学生が疲れてしまい、カンジんな、専門教育へ進めませ ん。数学を使わないで、電気電子工学の専門をスタートさせ、専門を学びながら、物理現象のふしぎを 学びながら、数学を使うと、理解し易い。数学の美学を知って、専門知識を身に付けてゆく、それが理 想と思います。数学ができないと専門に進めないと思うのは間違いと考えますが、なかなか教官に理解 されず、数学ばかりつめ込んでいるのが現状です。
	数学がわからなければ何もできません。プログラムを作ることも数学です。
	制御工学の講義ではラプラス変換と線形代数が主として利用されている。
	電子工学、電子機器工学。電子回路解析、電気磁気学現象の解析、計測データの処理、数値解析などに 幅広く使われている。
	特にこういう場面、と切り出すことが難しいほど数学は日常的に必要なものです。
土木工学	橋の設計。
	構造物の設計など。
	自然災害に対する対策立案。
建築学	建築構造物の設計に全面的に算数・数学が使われている。余り高級な数学ではないが、幾何（図形）を 含む基礎的数学の素養が必要である。日常の研究では、高度な数学を必要とする場面が多い。
	構造解析や地震・風応力解析などのための工業数学がある。統計解析とくに多変量解析などの利用はし ばしばあるが、実際には統計パッケージで計算してしまうので、厳密には数学とは言えないかもしれな い。積算など。換気、環境工学部門での熱力学的計算。
	建築図面の作成（CAD、CGなどによる）。
材料工学	実験データの可視化。データの数値計算、シミュレーション。（参考文献同封、省略）
	結晶学における群論。特に、空間群、点群における対称操作→美しさ。
	実験データ等を整理する際には多くの場合、数学を使う。また、新しい理論を構築する際にも数学を使 う。
	実験の条件を変えてデータを取ることが多く、条件の違いによる結果の違いを確率・統計の理論を基に 解析している。
	全ての面で基礎になっている。
プロセス工学	実験データの解析と式化。現象の数式モデル化。プロセス・シミュレーション。プロセス設計。プラン ト設計。
	実験結果の整理、解析、装置の設計。すべてに数学が関係します。但し、応用数学です。
	専門的には粉体技術の一環として粉粒体の物理値の測定として粉体と液体の接触角の測定方法に関する 統計的な処理方法により、コンピュータ解析法によって統計的処理で物性値の推測を行っています。
	当方の専門では、現象を何らかの数学モデルで表して、定量的取扱いを行います。（参考文献同封、省 略）
総合工学	海事流体力学、浮体運動学が専門のため、数学があらゆる場面で主体となる。
	物理法測に従って物理現象を数学モデル化し、現象を数値化することが専門にとっても学生の教育にとっ ても日常的仕事であります。

表4 算数・数学が使われている場面・実例－医学－

専門	算数・数学が使われている場面や実例
生理	データの解析, 統計処理など日常的に行っている。
	化合物の分子量から濃度を決定したり, 遠心による沈降係数により蛋白質の分子量を求めます。
	私の専門は解剖学です。簡単な所では, 電子顕微鏡写真が何倍で撮影されているかということから, 元の構造がどれくらいのサイズのものであるかを知るには比例の知識が必要です。また, 細胞の中にある構造物が量的にどのくらいあるかを電子顕微鏡写真を用いて計測する場合に使うポイントカウント法は確率に基づくものです。形態を量的に把握する際には, 計測結果を統計処理することになります。この場合も計測法, 統計処理法, 結果の妥当性を判断する上で数学は絶対必要です。
	身体など形態の多様性について, 図形を用いるとか, それを数量化して統計学的な結果から説明している。
病理	実験室で Butter を作ったり, 試薬を調整するときは, “割合とその使い方” が重要であるし, 論文を読む時には “グラフや表の意味を読みとること” が必要となっている。ある意味で全てのことが関係している。
社会医学	疫学には多くの数量表現があります。
	医療資源 (医療費や, 入院日数など) の集計や分析に使われています。また, アンケート調査なども多用されており, それらを統計学的に解析することなども行われています。
	疫学, 統計学を使った仕事である。手法の理解に数学は必要であるがそれがすべてではない。
	データの統計処理 (有意差検定等)。溶液作成時の濃度計算。コンピュータの操作。
	主に統計処理に使っております。有意差の検定などです。(参考文献同封, 省略)。
内科	医学統計。仮説の立てかた, 証明。実験試料の作成 (稀釈など)。
	有意差がないと論文になりにくい。“統計” をもっと取り入れた方が良い。人生においても, ベクトルや微分・積分より役立つはず。
	データの解析, 提示には数学は必須で統計学がもっとも重要と思います。ただ一般的な数学の計算もできないといけないのでそのことも必要でしょう (特に実験そのものには) コンピュータの使用は必須と思います。
	医学研究 (基礎系, 臨床系の両方にまたがる) であるため, データの解析, 統計, 論理性, 発展性が要求されます。
	医者では, 薬の投与量, 血液の流量, 血管抵抗, その他, 単純な計算に満ちあふれています。又, 公式を丸暗記するのは限界があり, ある程度理解して記憶を助けます。統計も重要で, 研究結果の発表を, 自分が行う時や, 他人のものを正しく評価するために, 欠かせないものです。
	疫学的研究などで, 統計, 確率を用いるが, 知識の不足を感じています。微・積分などよりも統計・確率などが医学には必要だと思います。
	我々医療の現場では, X線写真, CT/MRI などの画像診断や, 血液検査データの推移を洞察して診断したり, 投薬量の加減をしたりと, 常に病態の把握と治療効果判定を行なっています。そのため, 数学的思考能力, 洞察力は大変大事な能力であります。
	私は甲状腺内のヨウ素の代謝を研究していますが, 対照者と患者との甲状腺内ヨウ素濃度, 総ヨウ素量, 体積について数学を使って統計処理しています。またこれらの値から甲状腺モデルを使って, ヨウ素代謝を出そうとしています。
	疾患の診断時検査のdataを見て, 理論的に, 説明できる力。データの処理時 (統計etc) 疫学で使用。特に大学の教養的教育の課程において, 数学の応用である統計学についてもっと教育する必要があります。当然, 中学, 高校を通じて, 統計学の基礎的な部分の教育が必要です。

現在の学問や職業で使われている算数・数学

内科	<p>臨床現場においては新生児に対する輸液計算でとくにスピードと正確さを要求されます。小児薬用量の設定は、体重または体表面積当たりとなります。体重×身長平方根を60でわると体表面積(m^2)になりますので、ルート計算の可能な計算機を持ち歩いています。体重$1\text{kg}/1$分あたりに投与するmgの速度計算が必要な点滴静脈薬もかなりあります。</p> <p>研究現場では、2つの事例(参考文献 同封, 省略)が経験としてあげられます。</p> <p>(1) ある地方病院(小児科医は郡内に私一人の僻地です)勤務の時代に、麻疹(はしか: 死亡率の高い[7~8/1000患児]小児感染症)の流行があり、予防接種+自然感染効果による集団免疫(Herd immunity)が流行のサイズに及ぼす影響を検討しました。図5(省略)は保育園ごとの変化を示したものです。指導者もなく、日々の臨床の合間に行ったつたない解析ですが、数学が役に立ったと思います。</p> <p>(2) 最近大学で行った稀少疾患の遺伝子発現を統計的に解析したもので、表3(省略)は統計解析の専門家(共著者 名省略)にお願いしました。</p> <p>以上、どんな状況でも医者には数学は必要です。</p>
	論文作成上の統計処理(ソフトの使用で)。
外科	投与薬剤の計算(濃度, 体重等の計算)。実験データの統計処理。
	臨床試験における有意差の判定。
	研究(リサーチ)において(統計)。学会発表・論文作製(グラフ作製 e t c)。患者さんへのインフォームドコンセント。合併症の%など。
	データの解析に統計処理が用いられている。
	医学論文作成に必要。また理解するのもにも重要。
	医療収益の客観評価。研究データの解析と検証。疾病統計。
	学術論文や学会発表に使う。
	臨床統計, 治療成績の検定(有意差が有るか否か等)。
歯学	臨床のデータ処理に統計学が用いられる。
	生化学等の実習。歯列分析(臨床)。その他多数。
	標準自由エネルギー変化計算。濃度計算。データのグラフ化。有意差検定。統計学的データの処理。
	臨床データ, 実験データの統計処理。学会発表等のプレゼンテーションのために, 上記データをグラフ化。
	空間運動の測定器の設計や開発ならびにデータ処理。
	研究結果の統計学的解析, 予測。
	主として研究の発表。データの解析。研究発表にグラフは必需品。
	主に実験的研究のデータ処理, 試薬量の計算など。論理的に考えることを身に付けるために絶対に必要である。
色々な実験系において各群間の有意差の有無あるいは相関の有無の検討を行う。	
薬学	臨床で毎日使う。
	植物成分の分離・定量: 検量線作成, 定量計算, 信頼性評価等。化合物の構造決定の各プロセス。実験データのグラフ化, 評価 等々。
	スペクトル測定, 解析。化学反応速度。反応活性化エネルギー。分子軌道計算。分子間力。他。
	統計処理ぐらいでほとんど使わない。
	反応速度, PH計算, 立体化学での対称, 非対称性。
平均値やバラツキ。統計処理。	

薬学	薬品、試薬の調合、濃度計算、検量線の式(定量分析)、データ処理、統計、危険率、平均値の差の検定、標準偏差、相関、データのグラフ化、表作製、パターン分析(クロマトグラムの比較)、多変量解析、植物成分の季節変動、地域差、栽培条件による差など
	薬物動態学において、体内での薬の挙動を知るためには数学が必須です。
医学一般	生体情報計測とそのデータ解析及び評価において数学を使うことが多い。数学に関する専門ソフトウェアを活用することが多く、より数学に親しみやすい環境で研究を進めている。
	臨床・基礎的研究発表。 臨床検査の領域では、データの扱い方(統計処理、実験計画)が重要です。とくに臨床化学分析の場合は得られた数値をどのように役立てるかであり、実験の計画から結果の解析までが論理的に扱われる必要があります。医療統計や臨床疫学などEBM(Evidence Based Medicine)に必要なツールになっています。
看護学	点滴の滴下数の計算。
	保健行動に関連する要因分析。予測に数学的センスが必要。

表5 算数・数学が使われている場面・実例－複合領域－

専門	算数・数学が使われている場面や実例
家政学	女子短大生の着装態度、購買行動、ならびにライフスタイルについてアンケート調査を行い、調査項目別に単純集計ならびにクロス集計を行い、相互の関連性を χ^2 検定による有意差を求めて判定した。また、数量化Ⅲ類による分析を行い、さらにクラスター分析を行って、タイプ別に諸特性を明らかにする。服装イメージに関する研究において、イメージ測定値の因子分析等から被服形態や色との関連性を検討。なかでも一対比較を用いて、パンツシルエットの違いによる着装評価を検討した。図表例(参考資料同封、省略)
	栄養情報処理(教育)。
	家政系ですが、農芸化学を基礎としています。食育や、環境教育を扱う中では、まず、「栄養価計算」ができること、種々の実態調査の「統計処理」ができること、基礎的な「生態系モデルの式」を理解できること、それらを扱う「コンピューター実技能力」をもつこと、があげられると思います。
科学技術史	被服製作に必要な用尺、パターン作成など、数学が必要です。又研究面では、資料作成に関して、例えば史料中に服飾事項の出現頻度、割合などを分析する際、統計をグラフ化する際にも必要となります。
体育学	専門は天文学史であるから数学が必要であることは当然である。
	理想体重や肥満度計算。心拍数計算。ゲーム分析。トレーニング処方。
	アンケート結果の検定(カイ二乗)。多変量解析。最近、上記ソフトが市販されるようになった。その結果、その解釈をどのようにするかが、悩みである。つまり、社会現象の場合、実験室での統計量のような扱いは出来ないからである。(例、統計を用いた経済学者(ノーベル賞受賞)の理論とは逆の社会経済状況の現出。(貧富の拡大、テロ等))
	アンケート調査。実験データの分析。
地理学	データの収集・解析。
	データ処理をしてグラフ表示して、統計処理する。人間の様々なデータ(観測)を論理的に意味づけること、またスポーツにおいては、時間、距離、速さなど数字を知ってパフォーマンスの良し悪しを知ることが多い。数の情報を処理して体で理解することも重要。身体にかかわる数の情報から学ぶべき感覚(身体知)が、数学を基礎にもっと体験的に伝えられていくべきだと思う。
	数値データの図的表現。相関や回帰分析、数量化。
	算数、数学そのものよりも、ものの考え方は大切であろう。

現在の学問や職業で使われている算数・数学

科学教育・ 教科教育学	「項目反応理論」や「偏差値」といったものが、教育評価の必須項目として活用されているが、正式に習ったことがなく、教員生活25年で未だに自信の持てない分野となっている。
	資料を解釈する場。自然の事象のきまりを記録、考察する場。収集した調査データの整理や、その統計的処理の場など…。
	事象の解明、ものごとを構造的にとらえるという視点でグラフ理論やポロノイ図など新しい数学、数理科学、コンピュータ科学等の知見からのアプローチは、算数・数学教育に改革をもたらすと確信します。
統計科学	小生は科学教育学を専門としておりますので、あらゆる場面で数学が必要になります。アメリカでは、数学と理科（科学）をどう結びつけて教育するかに関する研究に多くの予算が出ておりました。
	小生は経済・経営に関する産業資料の統計解析（主として時系の列分析）を主分野としておりますので、大学・学部レベルの数学の使用は自明のことです。教育面では、Excel等の表計算ソフトを使用しますが、そのあまりの利便性・簡便性の故に、統計学の数理論理的内容の理解が疎かになるのでは（もちろん受講学生の基礎学力のレベルによって大きく異なるとは思いますが）と危惧する近年です。
情報科学	専門は（理系）統計科学です。
	CAD（幾何）。信号処理。暗号化、誤り訂正（代数、統計）。シミュレーション（解析、統計）。
	FFTなどのスペクトル分析・三次元CGや画像計測・音楽情報処理・心理実験等の評価・分析など、数学なしには成立しません。とても重要です。
	コンピュータの信頼性理論・コンピュータの暗号理論、などを考える時。
社会システム学	卒業研究におけるデータ解析等。
	問題の定式化。解法のアルゴリズム化。
	システムの故障発生論理の導出や発生確率等の導出。最適設計や保全計画等の最適化。
プラズマ 理工学	オペレーションズリサーチ。数学モデル（線形計画モデル）の作成。
	作業の分析を行ないデータを集計しグラフ化することで問題点や特徴が明確になる。作業を効率化するプロセス（問題解決のプロセス）の中でデータ収集、集計、整理、グラフ化の段階は科学的にもものごとを考える上で最も重要なステップであると思います。このプロセスの一例を添付致しました（参考文献同封、省略）。
	プラズマや高周波を使用した研究です。とくに私の所属は物理教室ですのでふつうに微積（複素積分などふくめて）が必要です。
環境科学	私は主に実験にたずさわりますが、算数は日常的に必要なである。暗算（自分がしていることが正しいかどうかとりあえずすばやく判断する必要上）も必要である。電卓もひんぱんに使用。実験結果の図式化も日常的作業、コンピュータも多用している。結果の解釈等では数学的なモデル化、数値計算等も必要になってくる。算数・数学は日常業務の一部と言えるであろう。
	日々の生活、仕事、数学、物理であり、場面、実例を挙げることはできません。（多すぎます。）
	環境中の有害因子の量（空气中濃度、摂取量など、Dose→Dとする）と生物影響（Yとする）との関係が、 $Y = \alpha D$ なのか、 $Y = \alpha D^x$ なのか、 $Y = \alpha D + \beta D^2 + \dots$ なのか、など。
生物化学	観測・実験データの統計的解析。シミュレーション。モデル化。
	試験問題作成、計算、理論の応用
	実験や観察で得られたデータの整理。
	統計的処理。指数関数（半減期測定など）。
生物化学	一般的な計算はもちろんのこと、統計的処理の必要度が増している。
	実験データと理論カーブのフィッティング。t-分布や分散の検定など。

基礎生物 科学	酸素反応の反応経路とその速度定数を決定。酸素の活性中心にておこる化学反応(電子移動)のメカニズムの解明。その他。
	コンピュータによるデータ分析とモデルの設定。
	日常的に行っているのは、試薬の分子量から必要とするモル濃度の溶液を調製するための計算や必要とする終濃度にするためには何倍に希釈する必要があるかを計算したりするといった単純計算が主。その他、データの解析や表やグラフの作成(主にプレゼンテーションのため)或いはコンピュータを利用した統計処理等。
神経科学 (含脳科学)	データの統計。関数での表現。データの画像化。
	Dataの数式化。
	実際の実験データを用いてのモデル化。モデルによるシミュレーション。
実験動物 学	実験データの統計処理。試薬等の濃度算出。
	動物実験に関連するデータのまとめ統計処理, 有意差検定, 表, グラフ等の作成。
医用生体 工学・生 体材料学	観測している系の数学モデル構築と, 実測およびシミュレーションによる結果の対比からのモデル妥当性評価。さらに, 当該モデルを実用的に利用する(計測法等の)方法の開発。
	交流電気を扱かう→複素数。電場を考える→ベクトル。ラプラス方程式を解く→微分, 積分。
広領域	船を舵角をとることによって, 旋回させその旋回圏を測定している。GPSから得られたデータを表にし, グラフ化して, その圏に対する, 値を求めること。この時, 紙上が始めに進出方向であるため, 真北から測定した時はよいが, その他の針路で開始した時は, 軸の回転をして表示しなければならない。GPSの緯度, 経度をメートルにすることの方法, そして軸を回転させて説明しやすくすることは数学から離れることはできない。パソコンは非常に有益で, 考え方はそれぞれに展開できる。(参考文献同封, 省略)

4. まとめ

わが国の現在の学問や職業で使われている算数・数学を, 文科系, 理学・農学, 工学, 医学, 複合領域の専門分野別に整理して, 事例的に明らかにした。これらの事例から, 現在の学問や職業で使われている算数・数学について, 次のような傾向があることが分かった。

第1に, 数学的な知識や処理だけではなく, それ以上に, 論理的思考力などの算数・数学の能力・技能という陶冶的な価値に焦点を当てた記述が多く見られた。たとえば, 文科系の研究者からは, 文章を書くときにも数学の力が関わっている等の指摘がなされている。算数・数学の社会での実用性という, 狭い意味での「内容」だけに焦点が当てられがちであるが, 社会では論理的思考力をはじめ多様な算数・数学の能力・技能が必要とされていると言えよう。

第2に, 統計的な見方や考え方の事例や場面を挙げている記述が多く見られた。これまでのわが国の数学教育における統計や確率の指導という,

統計や確率の知識の指導に傾きがちであったと言われるが, 社会では, 統計的な手法に乗せるまでの見方や考え方や, 統計的に表現されたデータの読み取りなど, 統計的な見方や考え方が必要とされていると言えよう。

第3に, 現象と数学のつながりを重視すること, すなわち, 数学的モデル化を挙げている記述が多く見られた。現象を数学に置き換え, 数学で考察し, さらにその考察した結果を現象の中で検証するという数学的モデル化の過程を踏むことによって, 現象の理解だけではなく, 数学の理解が深まり数学の手法が身に付くという指摘もあった。社会では, 現象と数学をつなげて考えることが必要とされていると言えよう。

算数・数学科の指導内容を考えるには, 文頭に述べたように, 少なくとも, 数学, 社会, 子どもの3つの観点から考える必要がある。算数・数学の社会での実用性という, これまでの中学校, 高等学校の数学教育では数学の入学試験の選抜機能だけに目が奪われがちであったが, これからの

数学教育を考える上では、この調査から得られたように、算数・数学の社会での実用性を多様に多面的に捉えてもっと注目する必要がある。

なお、算数・数学の社会での実用性については企業の立場からも考察されている(瀬沼, 2004)。いずれにしても、社会は多様な算数・数学を期待している。このことを中学生、高校生にもぜひ伝えたいものである。

また、最近では、科学者が、アウトリーチ活動として、社会に出て教育に関わり始めている(科学技術理解増進政策に関する懇談会, 2005)。今回の調査への研究者の方々の回答率も、非常に高かった。ぜひ、実際に数学を研究している数学者や、数学を道具として使ったりしている研究者に中学校や高等学校に来ていただいて、現代社会における数学の本質や数学の使い方などについての講演をしていただくことも積極的に進めたいものである。

本調査の実施に際しては、回答者を含め多くの方々のご協力を得ました。心より感謝申し上げます。なお、本研究は、科学研究費・特定領域研究(課題番号15020270)の成果の一部(長崎編, 2005)であり、研究メンバーは、次の通りである。長崎栄三、太田伸也、國宗進、長尾篤志、吉川成夫、五十嵐一博、牛場正則、小俣弘子、久保良宏、

熊倉啓之、島崎晃、島田功、榛葉伸吾、滝井章、西村圭一、藤森章弘、牧野宏、松元新一郎、森照明。

参考文献

科学技術理解増進政策に関する懇談会(2005)

『人々ともにある科学技術を目指して～3つのビジョンと7つのメッセージ～』文部科学省。なお、この報告書は、次のサイトで見ることができる。

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/gijyutu/006/houkoku/05072701.htm

瀬沼花子(2004)「企業の算数・数学への期待－データに基づく予測の強調と指導法の改善－」『科学教育学研究』Vol.28, No.1. pp.34-42.

長崎栄三編著(2005)『算数・数学では何をいつ教えるのか－算数・数学教育の内容と配列に関する調査報告書』国立教育政策研究所科研成果報告書。

長崎栄三、國宗進、太田伸也、長尾篤志ほか15名(2006)「社会から見た算数・数学科の指導内容の重要性－「算数・数学教育の内容とその配列に関する調査」の結果の分析－」『日本数学教育学会誌』Vol.88, No.2. pp.29-43.