

初等・中等教育において算数・数学を学ばせる意味

および社会的, 生活的状況の事例の研究

鹿児島大学教育学部 安井 孜(Yasui Tsutomu)
Faculty of Education
Kagoshima University

1. 研究の趣旨と背景

なぜ算数・数学を学校で教えるのか? 算数はともかく, 数学は学校教育で必要か? いつの頃からかわからないが, 気がつけば, (特に教員養成系大学・学部) に所属する) 数学者はこの問題を無視できない状況になっていた. 教科書が黒表紙から緑表紙に変わった 1936 年(昭和 11 年), 遠山[36, p. 238] によれば, 菊池寛は次のように書いた. 「私は一生を振り返ってみて, 中学校で教わった学課の中, 数学だけは何の役にも立っていない.」 1990 年(平成 2 年)には当時教育課程審議会会長の三浦朱門は「学校卒業以来二次方程式の根の公式など使ったことがない」(から学校で教える必要はない) という有名な作家の言葉を紹介している[49, p. 112]. 国語にこのような問題があったらどうか. 理科離れはあっても, 理科の存在は問題になっていない.

このような問題は, 教育学者は考えないだろう. なぜなら, 彼らの専門とは違うから. 彼らは教育一般について考え, なぜ教育をするのか, どのように教育するのがよいのか, またその方法を採用する根拠は何か, などを研究対象としている.

では, 数学教育学者はこの問題を考えるか. やはり否だろう. 彼らの関心は主として「どのように教えれば, 児童・生徒がよく理解してくれるだろうか?」である. 彼らは主として, 何をどこまで教えるかという指導の目標(到達点), 教育内容を考察し, 学習指導要領及びその解説に反映させたり, 学習指導要領とその解説を理解し, 教材を開発したり教材を分析したり, 現場教師の間に生じた問題を吸い上げ, その研究成果を以て, 現場の教師への指導・助言を含め, 社会への還元を図ったりする.

数学者はこのような問題を考え, 発言してきたであろうか? 1990 年以前は極めて少数の数学者, それも声の大きい数学者の発言がある. 20 世紀前半では, A. N. ホワイトヘッド[94], 小倉金之助[95], 時には, アンチテーゼとして, たとえば, 1968 年から導入された「数学教育の現代化」に反対する

フィールズ賞受賞者ルネ・トム[61, pp. 32-56, 「現代」数学, それは教育学的, 哲学的誤りか], 小平邦彦[62], 水道方式を提唱した遠山啓[96], [97], [98] は特に有名である. 大部分の数学者は, 国際的に通用する研究論文を発表し, 後進の育成を主たる任務と考え, 実行してきた. この考えは間違っているとは思わないが, 結局, 多くの数学者はこのような問題を深刻な問題として心の片隅には置きながらも, 真剣に考えてはこなかった, あるいは, 考えたけれども, 声を大にして発言することはほとんどなかったと思われる.

ところが, 数学教育に対する社会の不满(受験科目としてしか役に立たない), たとえば, 1990年, 当時の文化庁長官三浦朱門の二次方程式に関する発言[56, p. 181]の他にも, 「すぐれた工学者である糸川英夫氏さえまったくくいらぬといわれるピタゴラスの定理(三平方の定理)を, なぜすべての子供が学習せねばならないのか」という発言がある[60, p. 34]. 他方, 数学者の間でも1990年代の後半, 大学に入学してくる学生の学力低下の問題が初年次生担当の大学教員の間で問題となってきた. 日本数学会も組織的に活動をはじめた. 科学研究費を獲得して調査・報告[8], [9]をしたり, 1996年から発行を始めた「数学通信」で積極的にアピールしたりした[1]-[7]. いずれも数学者内部への報告であり, どのくらい多くの数学者が読んだかは定かでないが, 中央教育審議会向けのアピールは一定程度の影響を与えたようである[2, p. 22]. 年2回の大会においては, 日本数学会主催で市民講演会, 同教育委員会主催でシンポジウム・学習会等を主催し, 数学の有用性, 数学教育の重要性や問題点を指摘している. 数学教育学会もシンポジウムで取り上げている[54], [55].

このような状況の中, 2001年から実施された指導要領の元となる1996年中教審第1次答申で, 「ゆとり」教育のなかで「生きる力」の育成と「週5日制」が発表になるや, 学力低下の問題が社会的にも認知され, 岡部らの一連の著書「分数ができない大学生」[93]ほかにより, 学力低下はすでに起きており, 「ゆとり」教育により, さらに促進されるのではないかという危惧をマスコミも取り上げるようになった.

教員養成系大学・学部にも所属する数学者にとってもことは深刻であった. 「ゆとり」により教育現場で単に時間数が減っただけではなく, 免許法上の数学の単位数が, 40単位から20単位へと半減したからである. 卒業し, 教員となってゆく学生の数学の学力低下を招き, 特に中等教育において, 数学の知識の欠如が, 教材の評価, 開発等, 指導力の欠如を招くのではないかと, 危惧するものである.

免許法の数学の単位を増やせと主張しても学科エゴと判断されては, 効果は薄い. 「なぜ算数・数学を学校で教えるのか」という根源的問題も, 教員養成系大学・学部の数学教科専門の仕事として考えてみたい. 今回の報告も, 読者は

数学者が大部分なので、社会へのアピールにはならないが、数学者一般へのアピールとなり、教員養成系大学・学部における教育（教員養成）上の問題の理解の一助となれば幸いである。

2. 算数・数学を学ばせる意味, 目的

(1) 教育の目的

以下、本論では、学校教育として、小学校から大学の一般教育までを対象とする。

教育の目的は、いろいろな人がいろいろな表現をしているが、「人格の形成、そのために（学校では）知識の活用法を体得させること」と表現してもよいだろう。

(以下資料)

- 1) 教育とは知識の活用法を体得させること. ホワイトヘッド[43, p. 6]
- 2) 適当な制限のもとでは、一般的な陶冶は教育の真の目的である. 小倉[30, p. 104], ([15]の抄訳から)
- 3) 中等教育の目的が、近き将来における国民の養成. 小倉[29, p.277]
- 4) すべての子供を賢く健やかな人間に育てること, 遠山[36, p. 12]
- 5) 教育というのは文化の伝承にある, あるいは、それを発展させていくことにある. 和田[40, p.16]

機能的教育は人間形成にとって、もっとも大事なものである. 和田[40, p. 8]

(注: 遠山と和田について: 和田は昭和18年から昭和28年まで文部省に籍を置き, その後, 東京教育大学に戻る. その後も, 教材等調査研究会委員を昭和39年まで務めた. 昭和26年(1951年)の学習指導要領(試案)は自分が携わったと全集の中で述べている. 一方, 遠山は, 上記の指導要領を批判し, 昭和42年の学習指導要領で導入された「new mathematics(数学教育の現代化)」を批判した. 水道方式の提唱でも有名である. 1940年代の後半から数学教育に関し, 積極的に発言し, 戦後の生活単元学習を批判している[35].)

6) 知識を獲得する方法を獲得する問題が重要 (中略). 具体的には, 探究心や批判的, 論理的思考能力の養成, 多様なコミュニケーション能力・表現能力の養成[69, p. 260], (cf. [16])

7) 基礎的な知識を身につけるのはとても重要なことである.

そもそも教育とは, 過去の知識を教えることで, それを踏み台にして新しい知識を作れる若者を作り出すことだ. 以上, 原田[83]

8) 人格の完成(教育基本法[17],[18]第1条から. 従って, これは日本国の国家としての目的と言える)

真理と正義を愛し (中略), 心身ともに健康な国民の育成 ([17]教育基本法第

1条から)

アメリカの考え方は日本のそれよりもっと実利を求めている。

9) 教育は社会の物質的豊かさの第1の原動力である。

教育は多元的社会を一つにつなぐ共通の絆。以上[66, p. 26]

10) 教育こそが競争力を保つための重要な要素である。[67, p. 155]

(2) 算数・数学教育の目的

では、主題目の、数学教育の目的は何であろうか。何を教えるか、どのような方法で教えるかという問題に関しては、数学教育学者、小・中・高の教師の間で頻繁に議論されるし、数学者も教科専門の立場から発言してきたが、なぜ算数・数学を教えるのかという問題に対しては触れられることは少なかった。教育学者として世界的に有名な、J. デューイ、J. H. ペスタロッチ、M. モンテッソーリらも算数・数学教育に関しては何ら発言していない。M. モンテッソーリは結果的には算数に関する教材は開発しているが、算数教育を意識して開発されたものではない。算数・数学教育の意義、目的に関して発言しているのはやはり数学者の範疇に入る人たちであった。当然いろいろな発言がある。

教育の目的に即して考えれば、多くの数学者が言うように、数学教育は、算数・数学を通して人間形成するものである。言葉は明確だが、意味の不明確な人間形成として、数学教育に何が求められているであろうか。

(資料)

○19世紀

1) 数学を学ぶことは、

- ・正しい推論の能力を養う、
- ・前提から結論を導く筋道に確信を与える、
- ・集中してものを考える習慣をつける、
- ・自然科学を理解することを可能にする。森[55, pp. 95-96]はDyer[64]を引用。

2) 人間の精神は、(中略)といった実態能力からなりたち、その能力を陶冶するのに、古典語と数学の学習訓練こそが有効である。[77, pp. 33-34] (潮木[76]による「イエール・レポート、1828年」の訳より引用)

3) 算術ハ日常ノ計算ニ習熟セシメ兼ネテ思想ヲ精密ニシ傍ラ生業上有益ナル知識ヲ与フルヲ以テ要旨トス [20, 第五条]

明治政府は、欧米の文明に追い付くために、高等教育には教育ある若いヨーロッパ人を採用した。初等教育では、社会で生きてゆくための基本は、「読み、書き、そろばん」がまずあり、「そろばん」の部分が算数教育の要旨としている。

算数教育は、ほとんどこの形で1936年（昭和11年）まで続いた。

○1945年まで

1) 算数・数学教育の目的は、算数・数学の知識の活用法を体得させること。ホワイトヘッド[43, p. 6]の「教育」を「算数・数学教育」に置き換えればこのような言い方ができる。

2) 数学教育の意義は科学的精神の開発（後では、養成と言っている）にある。小倉[29, p. 112, p.286]

3) 数学教育の目的は通常つぎの三つに分たれる。(1) 実用的, (2) 陶冶的, (3) 教養的。小倉[30, p.103]

数学を教える第一の目的は、われわれの周囲を洞察支配し、かつ種々の方面における文化の進歩を評価するに必要な、数量および空間の関係を理解し分析する能力を発達させ、個人生活上に有効な思考と作業の習慣を養うにある。小倉[30, p. 106], (以上, [15, Reorganization of mathematics in Secondary Education]の抄訳から。)

○1946年以降

1) すべての子供を賢くてすこやかな人間に育てること、遠山[32, p. 12]

2) 正邪を見分ける判断力, 不正や虚偽を憎み, これと妥協しない強固な性格, 困難と戦いこれを征服する忍耐力を子供たちの中に形造るうえには, 数学のもつ正確さと激しさが役立つだろう。遠山[33, p. 78], (cf. [53, p. 164])

3) 数学教育は(中略)一般国民の数量的・空間的認識の基礎を作ることを主要な目標としなければならない。遠山[34, p. 90]

4) 和田[40, pp. 16-19]を要約すると, 文化の伝承と発展が教育のねらいと述べた後で, 数学をなぜ教えるかと言ひ, 以下のように述べている:

1. Mode of thought(思考の様式), 2. 有用性, 3. 美しさ。

5) 数学教育において最も大切なことは, 数学的思考能力を養うことであり, 同時に新しい問題に直面したときにその解決のために数学を使うことができる能力を養うことである。森[55, p. 96], (cf. [59])

6) 学校で教える科目の中で, 数学ほど国の将来に重要なものはない。(イギリス教育科学省, 1982) [79, p. 261]

7) Cockcroft レポート(1982年)及びその後発表された Her Majesty's Inspector のレポートに数学の必要性, 数学教育の目的が書かれていると黒木[53, p. 42, p. 45]は報告している。

8) ほんとうに役立つと思うのは, 数学そのものではなくて, ああいうものを通した考え方だと思う。[82, p. 27, 茅野健の発言]

9) 学習指導要領から

昭和22年度(試案): 日常の色々な現象に即して, 数・量・形の概念を明らかにし, 現象を考察処理する能力と, 科学的な生活態度を養うことである。[22, pp. 3-4]

昭和26年度(試案)には, 算数・数学教育の目的の記載はなく, 目標のみとなるが, 事実上, 目的も記述がある。例えば, 数学科の一般目標 1. 数学の有用性と美しさを知って, . . . [23, p. 1]

昭和31年, 高校学校学習指導要領には目的は書かれていない。それでも, 次のように述べている。「高等学校の目標は(中略)一般的な教養を高め, 専門的な技能に習熟させることにある。」[24, p. 2]

昭和31年以降の指導要領は, 算数・数学教育の目標(到達点)から始まり, 「なぜ算数・数学を教えるか」について, 答えていない[25], [26]。算数・数学教育を考えるのは教師の仕事ではないと暗に言っているように思われる。

○この15年位

日本の数学者は「なぜ算数・数学を教えるのか」という問いに積極的に答えるようになってきた。広く社会からその存在理由の説明を求められたからであろう。説明には2つの流れが見受けられる。一つには, 数学は空気のようなもの気がつきにくい, そこで, その空気の役割を説明するもの。二つ目は, いかに今, 生きている社会で役に立っているのかを示そうとするものである。論理性や, 科学の基礎を強調するのは前者である。社会における, 目に見える形の有用性を, 実例をあげて説明するのは後者である。

(資料)

1) 数学はすべての学問の基礎

数学を通して物事を論理的に考える能力を身につけさせること, これこそが数学教育の最大の意義です。(中略)そして最終的には, ひらめきや発想を育む, というのが数学教育の意義なのです。以上, ピーター・フランクル[52, pp. 52-53]

2) しっかり考えて適切な判断を下す力が役立つ。野崎[50, p. 108]

3) ■ 教育は将来生きてゆくための準備として行われること。

■ その人の生き方により, 勉強すべき数学の種類や程度は変わること。

■ 小学校で学ぶ算数は社会生活をするのに不可欠であること。

■ 数学は自然科学の基礎となっていること。

■ その他にも, 数学はいろいろと役立つこと。森田[45, p. 6]

4) 学校教育はもっと広いトータルな意味での「知」(むしろ「智」の字の方が相応しいかもしれない)を学ぶところであり, 数学教育はこのより広い意味での「知」を考えることにより, 初めてその意味が分かってくるということであ

る。それを端的に示すのは、「数学は『考える』ことを学ぶ教科であるという命題だろう。浪川[49, p. 114]

5) 初等中等教育の重要な役割は、世界市民として活躍することのできる基礎をつくる手伝いをする事。上野[57, p. 18]

一方で、文系を含め、数学とは異なる分野の人たちからも、数学の有用性、存在意義が発信されるようになってきた。

1) 数学は諸科学の基礎となる科学である。そのため、数学の進歩を他の分野に還元することは他の分野の更なる発展の可能性を産み出し・・・, 細坪ほか[27, p. 3]

2) 実は、世の中の多くの事象は数学が活用されて成り立っているわけです。(中略) いろんな分野で研究の基礎として使われています。広田[78, pp.16-17] (広田は教育社会学者)

3) 不確実な状況の中で、必要な情報を集めて理解し、それに推論を加えて意見を組み立てるという能力は、学校教育によって培われる「学力」スキルにはほかなりません。「専門的な知識」と「論理的に考える力」が車の両輪。上島[78, pp. 100-102] (上島は経済学者)

4) 「素養」の欠如。(中略) 一般の仕事の中で使われる素養、それは数学学習の体験があって初めて無意識に身に付くものである。根岸[85, p. 12]

5) 日産の社長のゴーン氏の言っているように、これからの経営者に必要なものは、通常の経営の知識以上に数学と言語が必要なのである。森脇[47, p.53]

6) 科学技術の根本は数学であることは勿論である。が、労働者も経営者も、最新の技術に追い付き、使いこなすためには数学を自由自在にしておく必要がある。小室[70, p. ii] (小室は数学出身の法学者兼経済学者)

7) 日本が数学力を失ったらどうなるか。経済成長は止まり、国防すら危うくなることは間違いない。小室[71, p. 1] (軍事上の意義に関しては、9頁でナポレオンの言葉を紹介するが、[66, p. 16]にもある。)

8) 科学技術の正しい理解と応用のために、数学が、そして十分な数学教育が必要である。時弘[65, p. 127] (時弘は数理物理学者)

著者自身が持っている情報はアメリカとイギリスだけであるが、外国の事情も分かっている範囲で紹介する。イギリスに比べ、アメリカの報告はよりプラグマティックである。

1) ●Mathematics as a means of communicating quantifiable ideas and information.

●Mathematics as a tool in activities arising from the developing needs of

engineering, technology, science, organization, economics, sociology, etc.

●Mathematics as a study in itself, where development of new techniques and concepts can have economic consequences akin to those flowing from scientific research and development.

●Mathematics as a training for discipline of thought and for logical reasoning. 以上, [13, 3 Why mathematics still counts]は Dainton[14]の報告(1968年)を引用

2) 時代が必要としている職業の約90%が高校卒業程度の読み書きの能力, および数学の知識を必要としている. [67, p. 155]

自分たちの仕事や, 家庭や社会, そして国が直面している問題について論理的かつ批判的に考えることができる財界指導者, (中略), 有権者が国家に必要なのである. [67, p. 158] は Christian Science Monitor を引用

一般的に言って, すべての生徒が難しい数学と理科の水準を達成することは, 個人, 企業, 社会に有益なのである. [67, p. 164]

今日, 自動車, 建設産業の顧客に「完全な」仕事を提供し続けるためには, チームワーク, 知力, そして14年生程度の数学能力が必要である. [67, p. 166]

3) 大学を卒業していない高校卒業者が, 現代の雇用市場において給料の高い良い職につくには特定の「基礎知識」が必要と述べている. この「基礎知識」には, 最低でも9年生レベルの数学の技法とその概念の理解が含まれている. [69, p. 258]

アメリカの国際競争力を維持するには, 数学に関する能力を持つ労働者が必要となる[69, p. 258]

3. 数学が用いられる社会的, 生活的状況の事例

数学の有用性について, この15年くらい, 数学者は積極的に発信するようになったが, 他の分野の支援がなければ, どうしても学科エゴと判断されてしまう. 近年は, 数学以外の世界の人たちからも数学の有用性について, 事例とともに報告されるようになってきた.

(1) 通常は意識されない空気のようなもの

1) 日常生活に必要な「算数」・「数学」の学習成果はあまりに基本的であるために, ちょうど水や空気のように, 通常はその必要性さえ意識されることはない. 数学教育小委員会[4, p. 56]

2) 数学の役立ち方は大変見えにくい. 上野[56, p. 203]

3) 学んだことが, 習った人に役立つまでに時間がかかる. 森田[45, p. 6]

4) 数学は強力無比な思想的武器である.

数学とはハイテク製品における巧妙無比な理論的部分である。以上、佐々木 [46, p. 11]

(cf. High technology is mathematical technology, と [13, p.7] は David, Jr, E. E. [81] を引用している.)

5) 私たちの日常生活は、数なしでは成り立たない。バターワース [79, p. 14]

こうした数はすべて、何らかの体系の中に組み込まれている。同上 [79, p. 13]

6) すぐれた工学者である糸川英夫氏さえ全く知らないといわれるピタゴラスの定理 (三平方の定理) を、なぜすべての子供が学習せねばならないのか。平林一栄は [60, p. 34] で紹介している。

7) 菊池寛は 1936 年に、つぎのように書いている。私は一生を振り返ってみて、中学校で教わった学課の中、数学だけは何の役にも立っていない。遠山 [35, p. 238] (それよりも 100 年以上前に、ナポレオンは「数学における習熟と卓越が、最後にはその国の繁栄を決する」と言っている。バターワース [79, p. 261]

8) 三浦朱門の二次方程式に関する発言は、浪川 [49, p. 112], 上野 [56, p. 181] でも引用されている。(一方、ホワイトヘッドは、なぜ二次方程式の解法を教えるのか、を [43, pp. 8-12] で述べている。

(2) 目に見える有用性の事例について

ちょっと意識すると、身の回りに数学があふれていることが分かり、その有用性も理解してもらえらると思うのだが、意識してもらおうのが難しいようである。以下、事例の載っている報告、論文、著書等を紹介する。

○報告に現れた事例がある。

1) 日本数学会発行の「数学通信」から。森田康夫「数学と社会」[45], 佐々木建昭「『数学が何の役に立つの?』と言われているが」[46]

2) 報告集, アメリカの教育改革 [100] にある 8 編の報告のうち, パート 1 [66], パート 5 [67], パート 6 [68], パート 7 [69] はそれぞれ多数の事例を含む。中には軍事上の有用性の記述もある [66, pp. 16-17], ほか。さらに, 日常生活における有用性の事例を紹介するビデオもある [67, p. 190]

3) 細坪ほか, 忘れられた科学—数学— [27] には, 将来飛躍的に発展しそうな分野における数学の発展の必要性が述べられている。

3) 日本数学教育学会誌のうち, 総会特集号の高専・大学部会の報告に多数ある。

4) 数学教育学会誌臨時増刊, 発表論文集の中の, 大学における数学教育分科会報告に多数。

(上記, 2 誌の中でも, 高専や文系の大学生向けの授業を担当する数学者の報告に特に多い)

- 5) 日本数学協会発行の数学文化にも事例が多い。
- 6) 上野ほか編, 数学の教育をつくろう[101]の中に多数ある。

○著書

- 1) 小倉金之助著作集[95]に多数ある。
- 2) 遠山啓の数学教育論シリーズ[96], 数学論シリーズ[97], 教育論シリーズ[98]に多数ある。
- 3) 数学者, 数学教育学者によるもの: 丹羽[90], 四方[91], 芹沢[92], 石橋[88], M. Stephens・柳本[89]
- 4) 数学者以外: 広田・川西編[78] (教育社会学, 工学, 他を含む), 合原編[86] (数理工学, 数学者らを含む), 九州大学[87] (数学者, 民間の工学, 金融学, 情報科学, 生物学らを含む)

○論文, 記事等

- 1) 吉本[73], 森脇[47], 時弘[65], 長谷川[48], 以上, 数学の教育をつくろう[101] から
- 2) 合原編[86]から, 合原, 諏訪, 今野, 新井らの報告。
- 3) 丸谷[74]は数学が野球を楽しく観戦させてくれることを書いている。
- 4) 広田・川西[78] から, 広田, 佐藤, 田辺, 上島, 鎌田, 平松, 川西らの報告。ここでは, 高校数学で理解できる例が多い。

1999年度から免許取得のための必修科目として, 総合演習が導入された。2004年度(平成16年度)より, 現職教員に対する10年研修が導入され, 平成20年度からはさらに教員免許更新講習も導入された。出前授業という名の学校現場における授業もこの10年間, 盛んになっている。従って, 大学教員は, 算数・数学の教科書の内容と関連する事例を蓄積している。その中には, 上記の題目に関するものも含まれているはずである。故に, 上記題目に関する事例は集約すれば大きな資料になると思われる。あいにく, そのような計画は聞かない。さらに, テレビの番組の中にもあることが予想されるし, この主題に沿ったビデオもあることが知られている[67, p. 190]。小学校・中学校・高等学校の総合学習の中にもあるかもしれない。

小学生・中学生・高校生にも理解できる, 目に見える一つのモデルとして, 携帯電話を数学的に分解するのは興味深いと思う。今や, 携帯電話は電話機能のほかに, テレビ, カメラ, 計算機, 辞典, GPS 等, 多機能を備えているので, 数学的にも多様な分野が理論的部品として使われている。

参考文献

目を通した文献とそれに引用されている文献を挙げる。目通していない文献には番号の右肩に「*）」を付けた。

I. 主として数学教育の目的に関するもの
学会関係

- [1] 日本数学会, 中央教育審議会「審議のまとめ」に対する意見および今後の審議に対する要望, 第1巻, 第2号(1996), pp. 15-19
- [2] 日本数学会, 中央教育審議会第2次答申に対するコメント, 第2巻, 第2号(1997), pp. 22-23
- [3] 日本数学会, 教育課程審議会への意見書—「中間まとめ」に対して—, 第2巻, 第4号(1998), pp. 30-31
- [4] 日本学術会議数学研究連絡委員会附置, 数学教育小委員会, 「算数」・「数学」はなぜ学校教育に必要なのか, 第8巻, 第1号(2003), pp. 56-57
- [5] 理数系諸学会, 理数系諸学会からの, 教育課程等教育に対する改革の提案, 第10巻, 第1号(2005), pp. 98-104
- [7] 教員養成系大学・学部懇談会, 「国立の教員養成系大学・学部の在り方に関する懇談会」へのまとめ(概要)(案)に対する意見書, 数学通信第6巻第1号(2001), pp. 46-48
- [8] 日本数学会・大学数学基礎教育WG, 教授法研究班, 大学での数学の教え方いろいろ, 2001年1月
- [9] 浪川幸彦, 大学数学基礎教育の改善に向けて, 科学研究費研究成果報告書(研究課題「大学数学基礎教育の改善についての総合的研究」, (課題番号 09304006), 平成12年(2000)3月
- [10] 数研連・数学教育小委員会, 大学での数学教育の現状に関するアンケート報告書, 2004年(平成16年)3月
- [11] 日本経済調査協議会, これからの大学を考ええる～21世紀知識社会・グローバル化の中で～, 2004年6月
- [12]*¹⁾ Cockcroft, W(Chairman), Mathematics Counts—Report of Committee of Inquiry into the Teaching of Mathematics in Schools—, Her Majesty Office, London, 1982
- [13] London Mathematical Society et al, Tackling Mathematics Problem, October 1995
- [14]*¹⁾ Dainton, (Lord)Dr. F.S. Enquiry into the flow of candidates in science and technology into higher education, 1968, HMSO, London

- [15]*⁾ Mathematical Association of America, The National Committee on Mathematical Requirement, 1922
- [16]*⁾ Portland State University, University Studies 1994-1995, A Progress Report, 1998

文部科学省関係

- [17] 教育基本法（昭和22年3月31日法律第5号）
- [18] 教育基本法（平成18年12月22日法律第120号）
- [19] 学校教育法（抄）昭和22年3月31日法律第26号，一部改正：平成19年6月27日法律第96号）
- [20] 小学校教則大綱（抄）（明治24年11月17日文部省令第11号）
- [21] 小学校令施行規則（抄）（明治33年8月21日文部省令第14号）
- [22] 学習指導要領算数科数学科編（試案）昭和22年度
- [23] 中学校高等学校学習指導要領数学科編（試案）昭和26年(1951)改訂版
- [24] 高等学校学習指導要領数学科編 昭和31年度改訂版
- [25] 小学校学習指導要領（平成20年3月）
- [26] 中学校学習指導要領（平成20年3月）
- [27] 細坪護拳ほか，忘れられた科学—数学，文部科学省技術政策研究所，2006年5月
- [28] 大竹 暁（文部科学省研究振興局基礎基盤研究課長），社会への諸問題へ応えうる数学への期待—諸科学との連携協力を，数学通信，第13巻，第4号(2009)

数学者及び数学教育学者

- [29] 小倉金之助，数学教育の根本問題，小倉金之助著作集4，勁草書房，1973年10月
- [30] 小倉金之助，数学と教育，同上 5，1974年12月
- [31] 小倉金之助，数学教育の歴史，同上 6，1974年5月
- [32] 遠山啓，数学教育への招待，著作集数学教育論シリーズ0，太郎次郎社，1979年12月
- [33] 遠山啓，数学教育の展望，同上 1，太郎次郎社，1980年3月
- [34] 遠山啓，数学教育の現代化，同上 8，太郎次郎社，1980年10月
- [35] 遠山啓，数学教育の改革運動，同上 13，太郎次郎社，1981年10月
- [36] 遠山啓，数学への招待，著作集数学論シリーズ0，太郎次郎社，1980年1月
- [37] 遠山啓，数学と文化，同上 6，太郎次郎社，1980年10月
- [38] 遠山啓，教育の理想と現実，著作集教育論シリーズ1，太郎次郎社，1980

年 7 月

- [39] 和田義信, 著作集, 著作・講演集 1, 東洋館出版社, 1997 年 12 月
- [40] 和田義信, 講演集 (1), 同上 3, 東洋館出版社, 1997 年 12 月
- [41] 絹川正吉, 館昭編著, 学士課程教育の改革, 東信堂, 2004 年 1 月
- [42] M. クライン, 数学文化史, 河出書房新社, 1962 年 5 月
- [43] A. N. ホワイトヘッド, 教育の目的, ホワイトヘッド著作集 第 9 卷, 松籟社, 1986 年 5 月
- [44] A. N. ホワイトヘッド, 科学哲学論集 (上), 同上 第 14 卷, 松籟社, 1987 年 9 月
- [45] 森田康夫, 社会と数学, 数学通信 第 9 卷, 第 2 号(2004), pp. 5-10
- [46] 佐々木建昭, 《市民講演会》「数学が何の役に立つの?」といわれているが..., 同上, pp. 11-19
- [47] 森脇淳 (京都大学, 数学者), 教育について思うこと, 数学の教育をつくろうよ, 2002 年, pp. 50-54
- [48] 長谷川浩司, 地震と数学, 同上, pp. 138-146
- [49] 浪川幸彦, 人々はなぜ学校で数学を学ぶのか? 同上, pp. 111-119
- [50] 野崎昭弘, 《数学のエッセンス》を教えるために. 同上, pp. 103-110
- [51] 広中平祐, 雑誌 Wedge, 2007 年 7 月号
- [52] ピーター・フランクル, 僕の大好きな日本よ! 数学を取り戻そう, 数学教育への提言, ILLUME(イリューム), Vol. 17, No. 2, 第 34 号(2005), pp. 43-58
- [53] 黒木哲徳, イギリスにおける数学教育改革の概要—Cockcroft レポートと統一カリキュラム—, 福井大学教育学部紀要第 IV 部教育科学第 51 号(1996), 37-51
- [54] 松本幸夫, 数学は役に立つか, 数学教育学会誌, 2004 年度数学教育学会春季記念会発表論文集(2004), pp. 93-94
- [55] 森正武, 基盤的数学と専門的数学, 同上, pp. 95-97
- [56] 上野健爾, 誰が数学嫌いにしたのか, 日本評論社, 2001 年 4 月
- [57] 上野健爾, 岡部恒治編, こんな入試になぜできない, 日本評論社, 2005 年 4 月, pp. 13-30
- [58] 新井紀子, 計算力として培うべき力, 数学文化, 第 5 号, 2005 年 12 月, pp. 31-39
- [59] 村上温夫, Teaching mathematics to Students not majoring mathematics, Proc. Int. Cong. of Math. Kyoto, Japan, 1990, pp. 1673-1681
- [60] 杉岡司馬, 片桐重雄, 坂間利昭編, 改訂小学校学習指導要領の展開, 明治図書, (1977),
- [61] R. ジョラン編, 何のための数学か, 東京図書, 1975 年 5 月

[62] 小平邦彦, 怠け数学者の記, 岩波書店, 1986年5月

理系(数学以外)の有識者(括弧は専門を表す)

- [63] 益川俊英, 学問の府としての大学の役割, 経済, 2004年4月号(物理学)
- [64]*) Henry Dyer, Professional education of Engineers, Kobu-Daigakkou 1879(工学)
- [65] 時弘哲治, 物理から見た数学の教育, 数学の教育をつくろう, 日本評論社, 2002年, pp. 120-127(数理物理学)
- [66] アメリカ教育省, 危機に立つ国家(1983年4月26日), アメリカの教育改革, 京都大学学術出版会, 2004年7月, pp. 3-44
- [67] 教育のためのビジネス連合, 成功のための公式(1997年), 同上, pp. 153-202
- [68] アメリカ教育省・アメリカ科学財団, 数学・理科成績向上のための活動戦略(1998年), 同上, pp. 203-246
- [69] アメリカ教育省, 数学により広がる将来のチャンス, 1997年, 同上, pp. 247-277

文系有識者

- [70] 小室直樹, 数学嫌いな人のための数学, 東洋経済新報社 2001年10月(経済学, 法学)
- [71] 小室直樹, 数字を使わない数学の講義, 東洋経済新報社 2005年5月
- [72] 矢野茂樹, ジョン・ロックへ, 数学教育をつくろう, 日本評論社, 2002年, pp.86-92(哲学)
- [73] 吉本佳生, 数学ほど生活の役に立つ知識はない, 同上, pp. 24-32(経済学)
- [74] 丸谷才一, 日本人と野球から, 朝日新聞 2004年8月3日(作家)
- [75] 有本・山本編著, 大学改革の現在, 東信堂, 2003年9月(社会学, 教育学等)
- [76]*) 潮木守一, アメリカの大学, 講談社, 1997年(教育学)
- [77] 絹川・館編著, 学士課程教育の改革, 東信堂, 2004年1月(教育学等)
- [78] 広田照幸, 川西琢也編, こんなに役立つ数学入門, ちくま新書, 2007年4月(社会学, 工学, 農学, 法学, 理学, 行政学, 経済学)
- [79] ブライアン・バターワース, なぜ数学が「得意な人」と「苦手な人」がいるのか, 主婦の友社, 2002年1月(心理学)
- [80]*) 平野葉一, Notes on Ethnomathematics, from the view points of history of mathematics, 2000, Int. Conf. Beijing(科学史)
- [81]*) David, Jr, E. E. Renewing US mathematics: critical resource for the

future, National Academy Press, 1984

企業関係

- [82] 座談会「企業は数学に期待する」, 数学セミナー創刊号, 1962年4月, pp. 25-31
- [83] 原田泰, 教育現場の「知識軽視」の風潮がもたらす悲劇, BIZ+PLUS 第20回(2005)
- [84] 賀川能明, 企業における「数学」役割を考える, 数学の教育をつくろう, (2002), pp.33-40
- [85] 根岸秀孝, 企業の立場から見た数学学習経験の大切さ, 数学文化, 創刊準備号, 2002年12月, pp. 12-14

II. 主として, 数学の目に見える有用性に関するもの (Iで挙げたものは除く)

- [86] 合原一幸編著, 社会を変える驚きの数学, ウェッジ, 2008年6月
- [87] 九州大学大学院数理学研究院, 九州大学産業技術数理研究センター, 技術を支える数学, 日本評論社, 2008年8月
- [88] 石橋康徳, 算数学 学習材と理論, 日本評論社, 2006年8月
- [89] Stephens, M. 柳本哲, 総合学習に生きる数学教育, 明治図書, 2001年6月
- [90] 丹羽敏男, 数学は世界を解明できるか, 中央新書 1999年5月
- [91] 四方義啓, 数学をなぜ学ぶのか, 中央新書, 2003年5月
- [92] 芳沢光雄, 数学でわかる社会のウソ, 角川書店, 2007年5月
- [93] 岡部恒治, 戸瀬伸之, 西村和雄編, 分数ができない大学生, 東洋経済新報社, 1999年6月,

III. 全集, 報告集等

- [94] A. N. Whitehead, ホワイトヘッド著作集 (全15巻), 松籟社, 1980年11月~1989年7月
- [95] 小倉金之助, 小倉金之助著作集(全8巻), 勁草書房, 1973年7月~1975年5月
- [96] 遠山啓, 遠山啓著作集数学教育論シリーズ(全14巻), 太郎次郎社, 1979年~
- [97] 遠山啓, 同上数学論シリーズ(全8巻), 同上, 1980年1月~
- [98] 遠山啓, 同上教育論シリーズ(全5巻), 同上, 1979年2月~
- [99] 和田義信, 和田義信著作・講演集(全8巻), 東洋館出版社, 1997年12月

- [100] アメリカ教育省他, アメリカの教育改革, 京都大学学術出版会, 2004年7月
- [101] 上野健爾ほか編, 数学の教育をつくろう, 数学セミナー増刊, 日本評論社, 2002年10月
- [102] 講座「21世紀の大学・高等教育を考える」(全4巻), 東信堂, 2003年9月～2004年7月