

# 工学部基礎数学教育の改革によせて

津田光一\*

Kôichi TSUDA†

## 概要

We shall discuss introductory mathematical educations for freshmen of faculty of engineering. We shall start with surveying the present ones, and shall give brief overview about renewal ones.

*Key Words* : Differential Calculus, Linear Algebra, Mathematical Education

## 1 緒言

この論文の目的は、学問的な議論ではなく、この頃盛んに言われている専門外の人に分かるように自分のしている仕事を説明する (accountability という英語の方が「説明責任」という言葉よりも流行っているようだ) という意図で書かれている。従って、できるだけ、著者の拙い知識、教養を振り絞って、(旨く説明が出来ているかわからないが) 比喻も使いながら、数学のことをなにも知らない (あるいは、忘れてしまった) 方でも大筋は分かっていたるように執筆した。

## 2 今までの専攻別数学教育についての総括

### 2.1 平成8年以前

当職が赴任した翌年の昭和53年発行の学生生活の手引き [10] に載っている愛媛大学の入学定員を見ると、全学部の入学定員の総数は1290人、大学院はこの年、理学部に修士課程が出来、工学部と農学部の3学部のトータルで、その入学定員が152人となっている。ちなみに、授業料はこの年に値上げとなり、年間で(学部も大学院も)14万4千円(入学金は6万円)となっている。

一方、平成16年度(平成17年度のをこの2,3日必死に探しているのだがどこかにしまい忘れて出てこない)の発行の分 [11] のそれは、全学部が1770人、(博士課程を含めた)大学院の入学定員が472人となっている。ちなみに、授業料についての記載が [11] を何度探しても見つからなかったのが [77] を見ると、平成16年度のそれが年額52万8千円(入学金は28万2千円)である。

教官現員を見てみると、[10] では、教養部 教授21, 助教授20, 講師14, 計55名, 法文学部 教授16, 助教授15, 講師7, 助手5, 計43名, 教育学部 教授33, 助教授35, 講師18, 助手7, 計93名, 理学部 教授18, 助教授16, 講師2, 助手13, 計43名, 医学部 教授32, 助教授27, 講師24, 助手93, 計176名, 工学部 教授34, 助教授15, 講師11, 助手35, 計95名, 農学部 教授31, 助教授32, 講師2, 助手33, 計98名となっている。従って、教官の総員は、609名となる。

\*愛媛大学工学部 電気電子工学科

†Department of Electric and Electrical Engineering, Ehime University

一方、やはり [11] には該当するデータが見つからなかったので7年も前の古いデータではあるが平成10年5月のデータ [78, p.7 教職員数] によると、教養部は平成8年3月に解体されてすでになくなっている。法文学部 教授 67, 助教授 52, 講師 8, 助手 9, 計 136 名, 教育学部 教授 61, 助教授 47, 講師 8, 助手 7, 計 116 名, 理学部 教授 31, 助教授 28, 講師 3, 助手 18, 計 80 名, 医学部 教授 43, 助教授 41, 講師 39, 助手 138, 計 261 名, 工学部 教授 55, 助教授 35, 講師 17, 助手 38, 計 145 名, 農学部 教授 48, 助教授 36, 講師 2, 助手 21, 計 106 名となっている。

これに加えて保健管理センターをはじめとする4センターの教員数 教授 1, 助教授 4, 講師 1, 助手 2, 計 8 名を加えて、教官の総員は、844 名となる。

学生数の伸び率  $\frac{2242}{1442} = 1.55$  に対して、教員数の伸び率は  $\frac{844}{609} = 1.38$ 。その中で助手の伸び率は  $\frac{226}{186} = 1.21$ 。(少数第3桁以下は切り捨て)。

この数字は以外であった。つまりもっと学生数は増え、実感覚で言うと、この27年程の間で2倍近くなったのではないかと、それに対して教員の数は1.5倍くらいにはなっているのではないかと思っていたのである。助手の数は、医学部は1.4倍に増えているが、微増の学部が大半で、農学部では4割近い減となっている。これは農学部に限らず、新しい組織作りのために、助手の定員で振り替えを行って来たツケがたまった結果と考えられる。

それによって、不完全(つまり、教授、助教授、助手のいずれかが欠けた)講座の増加を招き、ひいては後継者不在、業務分担(つまり、うまく手分けをして仕事をこなしてゆくこと)が難しい状態を引き起こす原因の1つになっていると考えられる。

この論文には実際の数を掲載していないが、定員削減を事務官の数を減らすことで対応して来たツケも顕著に出て来ており、事務的な雑用ばかりで一日があつという間に終わってしまつて、この5, 6年は、なんのために大学に出てきたのだらうと考えてしまう日ばかりというのもまた偽らざる実感である。

これらのツケは数学教育にも、もろに影響を与えている。数学の基礎教育(つまり、微積分(一変数及び多変数)、線形代数(概ね、固有値、固有ベクトルまで))について言えば、平成8年の教養部解体までは、工学部1年(物理系学科)前期向けに週2コマ開講授業の一変数の微積分と週1コマ開講の線形代数I、及び、1年後期に多変数の微積分と線形代数IIをそれぞれ週1コマ授業の各学科2クラス開講という小人数教育が行われていた。また、1回生で単位を落とした学生用に、再履修クラスを1クラスだけではあるが、開講することができた年もあった。

これらは、教養部数学教官の担当クラスコマ数(40コマ)とほぼ同じクラス数の(40コマ)非常勤講師を任用することでどうにか維持できたことであつた。

平成18年度からは、高校の新しいカリキュラムで育ててきた学生が入学して来る[24]。彼らの学力は低下の一途をたどっていることからしても、これまでの時間数を増やして対応できこそすれ、減らしてその教育の実を挙げることは、まず不可能と言ってよいだろう。

## 2.2 平成8年～平成17年

前節の最後に述べたように、40コマも非常勤に依存する時間割の編成は大変だったが、平成8年に教養部が解体し各学部が、教養部に配分されていた教官定員を持ってゆくことに伴って導入された8コマルール(つまり、教養教官定員1名当たり、年間で8コマ分の旧教養枠の授業を提供すること)によって、工学部基礎数学は、平成8年以前の教養部数学教室が責任部局となって行っていたサービスを維持することができた。

つまり例えば、理学部数理科学科では、哲学の空き定員を取っていった(当然その定員で、数学の専門の人を取った)のだが、哲学に関する授業を提供する代わりに、基礎数学を8コマ分よけい

に負担することで8コマルールをクリアするといったことが、起こったわけである。同じようなことが（数学だけに限らず教養定員の配分を受けた）工学部内のあちこちの学科でも起こったのである。

数学についてだけ、具体的に言えば、教養部の数学の空き定員（教授ポスト）を取得した環境建設工学科では平成9年4月付けで、この定員を使って（勿論、数学の専門家ではない）助教授を教授に昇格させた。その代わりに、8コマルールを厳密に守って、数学の専門ではない先生方が8コマ教養の数学を教えている。また、細かいことは書けないが、学部入試の数学作問及び採点にも応分の負担をしてもらっている。この8コマルール厳守の方針は、他の学部が苦しくなって、8コマルールをやめてしまっただけから、（少なくとも数学教官分定員については）工学部では厳密に守られている。

非常勤の数が削減になればなる程、工学部の非数学教員の基礎数学担当コマ数が増えて行ったが、数学が工学部教育には不可欠である（特に最先端技術の習得には）という認識が高いことも相まって本年度（平成17年）まで、それぞれ当職に言わせてもらえば奇跡的に、前期週3コマ（うち2コマ、一変数の微積分、残り1コマ線形代数I）、後期2コマ（多変数微積分、線形代数IIそれぞれ1コマづつ）という水準を維持することができた。

愛媛大学と同程度の他の日本の大学では、せいぜい微積分が年間で2コマ、線形代数半期1コマという（愛媛大学工学部で言うと、化学系向けの）サービスにとどまっていることからすれば、他大学を1歩リードした（真の学生の為の）環境作りと言えよう（教養解体後に文部科学省によって行われた調査によっても、本学工学部の基礎数学教育は高い評価を受けているように聞いている）。

## 2.3 平成18年から

前節に述べた基礎数学のコマ数については、当然見直しがなされ、当職も何度もワーキンググループに参加し、いろいろな案作りにも参加した。その結果、今年の3月に工学部についてはほぼ現行どおりのサービスで落ち着いた。これから入学している学生のことなので、この論文では全体像から迫って見たかったが、論文の締め切りに間に合わなかった。そこで、一言だけ述べておくと、[56]のように「甘く」考えているととんでもないことになる、くらいに思っておいてよいのではないか。あまりに悲観的に考える必要はないが、日本人の国民性からしても、長年の学生の指導経験からしても、少し厳し目にこれからの状況を把握して丁度よいくらいである。安心してしまっただけで慢心と呼び、取り返しのつかないことになってはいけないと思うのである。

おまけとしてもう1つ付け加えるならば、医学部教育に対する日野原氏の発言 [55] は、専門を問わずにどの学部教育を考える上でも重要である。つまり、これからの学部段階の教育は教養に重点を置いたものにして、専門教育は、大学院で徹底的に行うというものであって、人生80年をにらんだ、学生が人間的に成長し、言わば成熟した学部卒業生に対して、医学教育に限らず、専門教育を集中的に行うことの方が、これからの大学教育としては効果的だとする意見である。

## 3 新しい専攻別数学教育に向けて

### 3.1 教員の対応

これから基礎数学を教えるに当たって担当教員が心得るべきことを述べておきたい。まず、当職が好きな言葉からはじめたい。

連合艦隊司令長官 山本五十六の言葉

やってみせ  
言ってみせ  
させてみせ  
誉めてやらねば  
人は動かじ

上の言葉は、教養教育だけではなく、人を教育する場合の（あるいはもっと広く共同で仕事をする場合にも）基本となる教えだと思っている。

最近、障害児教育の関係者とのネットワーク（無論、大々的なものではなく細々とした個人的なお付き合い程度であるが）を作って、いろいろ貴重な話を聞くことが多いのだが、「健常者にも正にこうあるべきだ」と膝をたたくといった経験をたびたびしている。その一つとして、次の松田忠昭氏の言葉 [63] を上げておく。

ぼくが生徒の頃、松山盲学校の運動場には、登ることの出来る木や登り棒があって、遊びの楽しさとスリルを満喫させてくれたものです。目の不自由な子供達にとって「目標を見つける環境、工夫する環境、努力する環境、目に見えない畑『心』を耕す環境」とは何か。そんなことについて、校内にティールームでも開店して、そこでお茶でも飲みながら気楽に話し合ってみては如何なものでしょうか。きっと素晴らしい発想が浮んでくることでしょう。

これからは、どんな教師像が求められるかという質問に対する答えはそう簡単には出てこないと思われるが、1つ当職が不思議に思っていること、そしてその不思議が解ければそこにこの問題の答えがありそうに思っていることを書いておきたい。

[28] の記事に出てくる佐々木重吉先生のことである。工学部を定年退官されてから非常勤講師をされていたが、当職が教養部に赴任すると入れ替わりに教養部の非常勤講師をやめられて、その研究室の引越しの時にいただいた文献が [13] で、そこに佐々木先生ご自身が（現在ではめったに目にかけられない）カタカナ書きで文章を寄せられている。

[28] は先生が亡くなられた後に奥さんが書かれたもので、この文章の最後にお墓の地図が載っている。この地図を書いたのは、奥さんではなく当職の現在在籍している学科のW先生で、さすがに作図はお手の物とあって上手に書かれている。ところが、W先生によるとこの地図は「改訂版」で、当職が教養部の数学教室でお世話になったT先生が以前この雑誌に書かれた地図に間違いがあったので、それを訂正したのだということであった。そこまで佐々木先生に引かれる教え子が、T先生やW先生だけではなくたくさん居られることが当職には不思議に思えるのである。

教師は、定年を迎えたら、その後は教え子とどれだけコンタクトがあるものかは、はっきりとは知らないが、お墓に入ってまでも、慕われている教師はまれではないだろうか。W先生などは東京に出ると今でも佐々木先生のお墓に寄ることがある由である。これほど慕われた方がこの工学部のそれも数学の先生に居たということが驚きであった。そして、それほど慕われた理由が知りたいと思っているのであるが、尋ねても、W先生は「すきだから」としか言わない。佐々木先生と言うともう1つ思い出す光景は、教養部で佐々木先生にお会いした時に佐々木先生が「Tは私の弟子だからなんでも分からないことがあったら聞くといい」と当職に紹介して下さったときに、T先生が、すっと背筋を伸ばし、さっと襟を正し、いかにも光栄ですという姿勢を取られたことである。これも当方には不思議な光景として目に焼きついているのである。

### 3.2 求められる教科書と e-learning 教材

奇をてらったような物はダメであるのは勿論であるが、なかなか「これこそ」という数学の教科書が少ない。これに業を煮やしたか、数学の専門以外の方がいろいろ教科書のようなものを出されているが、頭をひねらざるを得ない経験を多くする。例えば、失敗学の権威で、その方面についての発言にはすっかり納得するのだが、その方が書かれたという「直観うんぬん」という教科書もどきの書物は、もう一つ腑に落ちない。[53]の記事も前半はまことにごもつとも、と思うのだが、後半 (p.24 の「長年、」から先) は全然、納得がいかない。こうなると折角、納得していた失敗学も他の人の本も読んでみようと思ってしまう [A6]。

文化勲章を貰った有名な経済学者の本も、一般論は「ごもつとも」だが数学の教科書として見た場合に「厳密性」ということにもっと敏感であって欲しいと思うのである [7,8]。水道方式で有名な先生の本 [43] も、序章 (p.1-8) に書かれている文部省による教科書検定の歴史は一読の価値があるがその後に書かれている数学は月並み以外のなにものでもない。

理想の教科書という意味で、これは、いつどこで読んだのか、あちこち探してみたのだが結局分からなかったのが正確な引用ではないが、河合隼雄氏がどこかで書かれていたことだったと覚えている、理想の父親像についての次の発言は重要である。つまり、昔の「こわい」父親に代表される模範とされる父親がこの頃めったに居なくなったのではなく、これから現代に即した理想の父親を作ってゆくべきものなのだという意見である。

教科書についてもまったく同じで、現代の学生に即したものをこれから作ってゆくべき時に来ているのである。しかしながら当職の場合は、思うように執筆の時間が取れず、自分で気に入った教科書を作ることはなかなか難しいというのが、実情である。

### 3.3 結言

これまで当職がかかわってきた範囲で、工学部基礎数学教育（専攻別基礎科目の数学教育のこと）についての総括とこれからの展望を述べた。しかし、時間の制約があり（急にいろいろな用事が割り込んできて）書きたいと思っていることの半分もこの論文では述べるができなかったので、残りの部分は来年以降に持ち越しにしたい。[20, # 33 話]にある「うそは常備薬 真実は劇薬」という言葉で言うと、劇薬については何も書かないに等しい論文となってしまったが、常備薬の方の（数学教育での）「うそのつき方」についても、舌足らずな説明になってしまった。以下に上げた参考文献の中にある、およそ数学教育と関係があるように見えない文献についての説明と一緒に、次回以降の宿題としたい。

### 3.4 謝辞

本稿の執筆の機会を与えて下さった小野学科長を始めとする電気電子工学科の皆様および投稿のお世話をいただいた神野雅文氏に感謝します。

#### 参考文献

- [1] 足立その他編, 養老先生と遊ぶ, 新潮社, 2005.
- [2] 石浦章一, 東大教授の通信簿「業績評価で見てきた東京大学」, 平凡社新書 #263, 2005.
- [3] 伊藤裕子, 米国における数学と生命科学の研究協力促進のための科学技術政策, 科学技術動向 No. 49, 2005 年 4 月号, pp. 11-21.

- [4] 伊藤裕子, ワークショップ「数学の将来シナリオを考える」開催報告, 科学技術動向 No. 51, 2005年6月号, pp. 31-42.
- [5] 上野健爾, 誰が数学嫌いにしたのか - 教育の再生を求めて, 日本評論社, 2001.
- [6] 鶴川 昇, 子供を喰う教師たち, プレジデント社, 1999.
- [7] 宇沢弘文, 日本の教育を考える, 岩波新書 # 566, 1998.
- [8] 宇沢弘文, 好きになる数学入門 1~6, 岩波書店, 1998~2001.
- [9] 潮木守一, キャンパスの生態誌, 中公新書 # 822, 1986.
- [10] 学生生活の手引き, 昭和 53 年度, 愛媛大学.
- [11] 学生生活の手引き, 平成 16 年度, 愛媛大学.
- [12] 愛媛大学教育総合センター教育システム開発部 編, 愛媛大学FDハンドブック「もっと!! 授業を良くするために」 - シラバス作成から成績評価まで -, Faculty Development Handbook Vol. 1, 2004.
- [13] 愛媛大学工学部三十五周年のあゆみ, 同窓会記念誌 編集委員会編, 昭和 49 年.
- [14] 大田 肇, 選別主義を超えて-「個の時代」への組織革命 - 中公新書 # 1713, 2003.
- [15] 大野 晋, 上野健爾, 学力があぶない, 岩波新書 # 712, 2001.
- [16] 岡部恒治, 戸瀬信之, 西村和雄, 分数ができない大学生, 東洋経済新報社, 1999.
- [17] 尾木直樹, 「学力低下」をどうみるか, NHK ブックス #955, 2002.
- [18] 奥本大三郎, 東京美術骨董繁盛記, 中公新書 # 1794, 2005.
- [19] 荻谷剛彦, 日本の教育はどこに向かおうとしているのか ”危険社会”における”ゆとり”と”生きる力”のゆくえ - 特集 なぜ、(自然科学を)学ぶのか -, 科学 70 (2000), pp. 825 - 833.
- [20] 河合隼雄, こころの処方箋, 新潮文庫 # 6113, 1992.
- [21] 河合隼雄, 縦糸横糸, 新潮社, 2003.
- [22] 喜多村和之, 大学は生まれ変わるか, 中公新書 # 1631, 2002.
- [23] 教育をどうする, 岩波書店編集部, 岩波書店, 1997.
- [24] 高校の教科書 - 数学基礎、数学 I、数学 II、数学 III、数学 A、数学 B、数学 C、数研出版 及び、旺文社 及び、東京書籍 及び、実教出版, 2005.
- [25] 児玉光雄, - 頭のいい人、悪い人が判断できる - 最強右脳ドリル, 幻冬舎, 2005.
- [26] 小林良彰, 欧米大学レポート, 三一新書 # 942, 三一書房, 1983.
- [27] 斎藤貴男, 安心のファシズム - 支配されたがる人びと -, 岩波新書 # 897, 2004.
- [28] 薩摩順吉, 大学で数学をどう教えるか - 数学専攻でない学生への数学教育 -, 科学 57 (1987), pp. 496-502.
- [28] 佐々木 静子, 夫 佐々木重吉のソクメン, 愛媛大学工業会会誌 第 11 号 (1997), p. 14.
- [30] 志賀 浩二, 数学 30 講 (全 8 巻), 岩波書店, 1988~89.
- [31] 志賀 浩二, 数学が育っていく物語 (全 6 巻), 岩波書店, 1994.
- [32] 志賀 浩二, 新しい数学教科書の構想, 岩波書店, 2004.
- [33] 庄井良信、中嶋 博 編, フィンランドに学ぶ教育と学力, - 未来への学力と日本の教育③, 明石書店, 2005.
- [34] 鈴木孝夫, アメリカを知るための英語、アメリカから離れるための英語, 文藝春秋社, 2003.
- [35] 高橋哲哉, 靖国問題, ちくま新書 # 532, 2005.
- [36] 武田佐和子, 信仰の王権 聖徳太子, 中公新書 # 1165, 1993.
- [37] 田中長徳, デジカメだからできるビジネス写真入門, 岩波アクティブ新書 # 12, 2002.
- [38] 谷沢永一, 聖徳太子はいなかった, 新潮新書 # 0062, 2004.
- [39] 津田光一、津田 満, 教養課程における数学教育の総括と基礎教育としての数学教育の展望,

愛媛大学教養部紀要 22 (1992), 31-42 = 教育学論説資料集 第 1 2 号, 726-731(1992 年分) 採録, 論説資料保存会.

[40] 津田光一、深石博夫, 教養教育としての数学をどうするか?, 愛媛大学教養部紀要 26 (1993), 69-89.

[41] 津田光一、長谷川高陽, 数学を専門としない者に対する「教養教育」, 愛媛大学教養部紀要 27 (1994), 37-50.

[42] 津田光一、一変数微積分授業実践報告, 愛媛大学教養部紀要 28 (1995), 49-57.

[43] 遠山 啓, 数学の学び方・考え方, 岩波新書 # 822, 第 36 版 (2001).

[44] 野崎昭弘, 詭弁論理学, 中公新書 # 448, 1976.

[45] 野崎昭弘, 逆説論理学, 中公新書 # 593, 1980.

[46] 野崎昭弘, 数学的センス, 日本評論社, 1987.

[47] 戸瀬信之、西村和雄, 大学生の学力を診断する, 岩波新書 # 756.

[48] 朝永振一郎, 物理学とは何だろうか 上、下, 岩波新書 # 85, # 86, 1979.

[49] 中野孝次, わが体験的教育論, 岩波新書 # 303, 1985.

[50] 永井道雄, 日本の大学, 中公新書 # 61, 1965.

[51] 橋野 篤, 中学数学発展篇 図形, 文芸春秋社, 2005.

[52] 橋本 治, 「わからない」という方法, 集英社新書 # 0085C, 2001.

[53] 畑村洋太郎, 直観でわかるか? 数学, 図書 #676, 岩波書店, 2005 年 8 月号, pp.22-25.

[54] 林 道義, 父性の復権, 中公新書 1300, 1996.

[55] 日野原重明, ザ・メッセージ - 医療界の巨人 日野原重明との対話 - on air 2005.9.11. 9:00 AM - 9:48, BS Fuji.

[56] 広田照幸, 教育不信と教育依存の時代, 紀伊国屋書店, 2005.

[57] 藤沢秀行, 米長邦雄, 勝負の極北, クレスト社, 1997.

[58] 藤田英典, 教育改革 - 共生時代の学校づくり -, 岩波新書 # 511, 1997.

[59] 藤田 宏, 数学の知的な活用と思考力, 数学セミナー 8 月号 (1991), pp. 68 - 71.

[60] 藤原雅彦、小川洋子, 世にも美しい数学入門, ちくまプリマー新書 011, 2005.

[61] ピーター・フランクル, ピーター・フランクルのらくらく数学パズル塾, 朝日文庫, 1996.

[62] ベネッセコーポレーション, ベネッセが見た教育と学力, 日経 B P 社, 2003.

[63] 松田忠昭, 連載「木登り」, 氏間和仁 編, えひめの視覚障害教育情報紙「六ツ星」第 2 号 (メールマガジン版), 2004.

[64] 皆本晃弥, 大学生の数学力向上を目指したある取り組みと JABEE への対応について, 日本数学会秋季総合分科会 公私立懇談会 配布資料, 平成 17 年 9 月 21 日.

[65] 皆本晃弥, よくわかる数値解析演習 - 誤答例・評価基準つき -, 近代科学社, 2005.

[66] 三土修平, 靖国問題の原点, 日本評論社, 2005.

[67] 宮本 輝 編, 父のことば, 2005, 光文社.

[68] 三好信浩, 「日本における工業教育論の歴史的展開」, 第 44 回 日本工業教育協会年次大会 特別講演 II, 平成 8 年 7 月 25 日, 広島市.

[69] 三好行雄 編, 漱石文明論集, 岩波文庫, 1986.

[70] 森口 朗, 戦後教育で失われたもの, 新潮新書 # 129, 2005.

[71] 山本七平, 日本はなぜ敗れるのか, 角川 One テーマ 21, A-31, 2004.

[72] 養老孟司, まともな人, 中公新書 # 1719, 2003.

[73] 養老孟司, こまった人, 中公新書 # 1819, 2005.

[74] 芳沢光雄, 子どもが算数・数学好きになる秘訣, 日本評論社, 2002.

- [75] 読売新聞社会部, 日本の科学者最前線, 中公新書ラクレ # 17, 2002.
- [76] 読売新聞社会部, 教育再生, 中公新書ラクレ # 133, 2004.
- [77] 愛媛大学スーパーサイエンス特別コース学生募集要項, 平成 17 年度.
- [78] 愛媛大学庶務部庶務課 編, 愛媛大学概要, 1998.

## 付録

(まだ未読であるが、読まなければならないと考えている文献を上げておく)

- [A1] 新井紀子 監修, 数学にときめくふしぎな無限 - インターネットから飛び出した数学課外授業, ブルーボックス B-1468, 講談社, 2005.
- [A2] 伊原康隆, 志学 数学～研究の諸段階～発表の工夫～, シュプリンガー・フェアラーク東京, 2005.
- [A3] 入江曜子, 日本が「神の国」だった時代, 岩波新書 # 764, 2001.
- [A4] 内田 実, 清水 康敬 監修, 実践インストラクショナルデザイン - 事例で学ぶ教育設計, 東京電機大学出版局, 2005.
- [A5] 梅原利夫, 小寺隆幸 編, 習熟度別授業で学力は育つか, - 未来への学力と日本の教育②, 明石書店, 2005.
- [A6] 黒田 勲, 「信じられないミス」はなぜ起こる - ヒューマン・ファクターの分析 - 中災防新書 # 004, 2002.
- [A7] 佐伯, 黒崎, 佐藤, 田中, 浜田, 藤田 編, 現代の教育 (全 1 3 巻), 岩波書店, 1998.
- [A8] 志賀 浩二, 中高一貫教育用教科書 全 10 巻 岩波書店, 2004.
- [A9] 戸瀬信之, 数学力をどうつけるか, ちくま新書 # 490, 2004.
- [A10] 長谷川真理子, 科学の目 科学のこころ, 岩波新書 # 623, 1999.
- [A11] 波多野諄余夫, 稲垣佳代子, 知的好奇心, 中公新書 # 318, 1973.