

卒 業 論 文

佐伯胖におけるコンピュータ教育論

総合教育科学科

基礎教育学専修 基礎教育学コース

伊 藤 歩 桂

佐伯胖におけるコンピュータ教育論

序章	… 1 頁
第 1 節 問題関心	… 1 頁
第 2 節 先行研究	… 1 頁
第 3 節 佐伯胖の経歴	… 2 頁
第 4 節 章構成	… 3 頁
第 1 章 「わかる」に関する考察と CAI システムへの支持における矛盾	… 4 頁
第 1 節 創成期の教育工学	… 4 頁
第 2 節 「わかる」とは何かに関する考察	… 5 頁
第 3 節 教育における CAI 利用への支持	… 8 頁
第 2 章 認知論を基盤とした「わかる」への理解の深化と CAI 批判	…13 頁
第 1 節 発展期の教育工学	…13 頁
第 2 節 認知論をもとにした「わかる」と CAI 批判	…14 頁
第 3 節 イメージを利用した「わかる」と LOGO システム	…17 頁
第 3 章 文化的実践への参加としての学びと教育でのコンピュータ利用	…19 頁
第 1 節 成熟期の教育工学	…19 頁
第 2 節 文化的実践への参加としての学び	…19 頁
第 3 節 正統的周辺参加による学び	…24 頁
終章	…29 頁

序章

第1節 問題関心

現在小・中・高等学校において、ICT教育が急速に進んでいる。ICT教育はICT機器を用いた教育のことであるが、これは工学技術を導入することで教育の方法を改善し教育効果を上げることが目標とする教育工学に端を発している。教育工学という言葉は1960年代から使われるようになり、その後情報技術の開発とともに、現在に至るまでその勢いを増してきたが、教育工学の歴史について研究したものは多くない。数少ない教育工学の歴史を研究したものでも、情報技術の進歩に焦点を当てたものが多く、学びとはどうあるべきかという視点で教育工学の歴史を捉えたものはない。そこで本論文では、佐伯胖という人物に注目する。佐伯胖は、もともと工学部出身で教育工学を推進していたが、学びとはどうあるべきか、わかるとは何かについて研究したことを経て、教育工学の進展を反省的に捉え、コンピュータ教育の負の側面を指摘しながらも、新しいコンピュータ教育の可能性を模索している人物である。佐伯の学び観やコンピュータ教育に対する意見の変遷を考察することで、教育工学の歴史を反省的に捉え直し、現在のICT教育のあり方に一石を投じた

第2節 先行研究

まず、教育工学の歴史に関する先行研究について整理する。教育工学の歴史を研究したものは多くないが、その数少ない研究においても、情報技術の発展やその当時の教育政策に照らし合わせて教育工学の歴史を研究するなど、客観的に事実を捉えるに留まっており、学びとはどうあるべきかという考察とともに反省的に教育工学の歴史を語ったものはない。

例えば、林向達の研究では、当時の情報技術や教育政策を参照しながら教育情報化の実態について詳細に述べられているが、経年的な事実確認に重きが置かれている¹。また、山西・赤堀・大久保はメディア、教育理念、学習形態などの関連に注目し、一斉授業の形態から、個別学習や協働学習の行き来が起きていると述べている²。具体的には、1970年代の学習形態は一斉授業であり、効率化をキーワードに、映像などを用いて学習が行われた時代である

¹ 林向達「日本の教育情報化の実態調査と歴史的変遷」『日本教育工学会研究報告集』第12巻第4号、日本教育工学会、2012年10月、139-146頁。

² 山西潤一、赤堀侃司、大久保昇『学びを支える教育工学の展開』ミネルヴァ書房、2018年。

一方で、1980年代になるとコンピュータを用いた個別学習が重要視されるようになり、さらに1990年代になるとインターネットの出現も影響し、協同学習が注目されるようになったとしている。この研究においても教育理念等の変遷は事実として客観的に語られ、その背景や原因等については研究されていない。

また、坂本昂も教育工学の歴史について述べている。坂本は教育工学者の一人として、教育工学の進展を、日本教育工学会の設立等の主な出来事とともに振り返っている。教育工学者たちにおける主流な考え方等も紹介されているため、本論文ではこれ以降、坂本の書籍や論文を参考に一般的な教育工学の発展の様子を確認していくこととする。

次に、佐伯胖に関する先行研究だが、佐伯が2000年代以降研究のテーマとしていた幼児教育の観点から論じられたものはあるが、コンピュータ教育という切り口で研究されたものはない。よって、佐伯胖の学び観を紐解き、佐伯のコンピュータ教育に対する思想を考察すること自体に本論文の独自性を認めることができるであろう。

第3節 佐伯胖の経歴

本節では鈴木宏昭らの論稿をもとに佐伯胖の経歴を確認する³。

佐伯胖は1939年岐阜県に生まれ、1959年に慶應義塾大学工学部管理工学科に進学する。管理工学を専門としながらも、人間と機械との関係を模索する中で、慶應義塾大学で教育学を研究していた村井実教授との出会いがあり、そこでティーチング・マシンなどの研究を行うこととなった。修士課程修了後、佐伯は1968年にワシントン大学大学院に進学した。そこで初めて心理学の授業を受けたことにより、認知心理学の道を進むことになる。

1971年に東京理科大学工学部経営工学科助教授として帰国し、アメリカ留学時代から取り組んでいた意思決定研究を進め、CAIを用いた教授理論を論文としてまとめている。またこの時期、佐伯は同僚の溝口文雄らとともに認知科学会の設立に向け精力的に活動を行い、1983年に日本認知科学会が設立された。1981年には東京大学教育学部に助教授として着任し、この時期に関して後に佐伯は、ひたすら日本での認知科学研究の振興の旗振り人として過ごしたと述べている。

1980年代の後半からは教育と認知科学の問題に深く関わるようになり、教育とコンピュ

³ 鈴木宏昭、高木光太郎「佐伯胖フェロー」『認知科学』第19巻、第4号、日本認知科学会、2012年12月、403-406頁。

一タの間の新しい関係性についても指摘している。さらに認知科学における「状況論」の展開とともに、学びにおける二人称的世界（YOU）の重要性を強調する「ドーナツ理論」や文化的実践への参加としての学びなど、佐伯独自の理論を提唱した。2000年には東京大学を定年退官し、青山学院大学文学部教育学科で、幼児教育学を専門に研究活動が続けることになる。2008年からは青山学院大学社会情報学部に移籍し、ヒューマンイノベーションコースを立ち上げ、2012年には公益社団法人信濃教育会教育研究所所長も務めている。2015年からは田園調布学園大学大学院人間学研究科子ども人間学専攻教授の任に就き、2021年に退職し現在に至っている。

第4節 章構成

以上のような先行研究と佐伯の経歴を受け、本論文では以下の2点における佐伯の思想の変遷に着目する。1点目は学ぶということをどう捉えていたのかについて、2点目は教育においてコンピュータがどのような役割を担うべきかについてである。以上のことを明らかにするべく、以下のように各章を構成する。

第一章では、1973年から1976年までの佐伯がCAIシステムに賛成している時代について検討する。知識の一貫性、学習時の自発的な問い、「おぼえる」と「わかる」の対比、の3点に着目しながら佐伯の学び観を読み解くとともに、CAIシステムの開発を行う佐伯の様子を確認し、その佐伯の2つの面において矛盾が存在することを考察する。

第二章では、1977年から1982年までの、佐伯が認知科学を基盤とし「わかる」ことについて考察し、CAI批判に転じた時代について検討する。「わかる」における問い直しの必要性、内発的動機づけの重要性、「おぼえる」段階の軽視の3点に着目し「わかる」ということを考察した上で、CAI批判に転じる様子を確認する。また、「わかる」におけるイメージの利用について考察し、LOGOシステムについても検討する。

第三章では1983年から1999年までの文化的実践への参加としての学びや正統的周辺参加による学びという重要な考えを提起した時代について検討する。佐伯がコンピュータの負の側面を指摘する一方で、表現のためにコンピュータを用いることや、インターネット等により共同体を形成することを肯定的に検討している様子を確認する。

そして終章では第1章から第3章までの論点を踏まえ、現在のICT教育のあり方を検討する。

第1章 「わかる」に関する考察と CAI システムへの支持における矛盾

第1節 創成期の教育工学

本章で扱う 1973 年から 1976 年に着目し、教育においてコンピュータがどのように捉えられ使用されていたのかについて確認する。本節で参考するのは坂本昂の研究である⁴。

遡ること 1968 年度、教育工学は科学教育に含まれる形で、文部省科学研究費による特定研究が行われるようになった。1971 年度からは特定研究の第 2 期が始まり、特定研究における研究項目として①中学校・高等学校教育における科学教育のカリキュラム、②教材・教具の開発と利用の最適化(集団反応機器関係を含む)、③コンピュータを利用した教育(CAI、CMI)、特にその基礎的研究及びソフトウェアの研究・開発、④科学教育の学習過程及び評価という 4 つが例示されるようになり、教育工学研究が学術の世界で公的に承認されることとなった。さらに同年、プログラム学習やティーチング・マシン、CAI (Computer Assisted Instruction) などを研究していた人々が中心となり、日本教育工学協会が設立されている。この頃の教育工学界においては、教育におけるシステム的研究の立場に立ち、マルチメディアやティーチング・マシン、CAI、CMI (Computer Managed Instruction) について研究したものが多数を占めていた。CAI はあらかじめ問題と答えが用意されたシステムにおいて、生徒の回答から適切な指示を出し、理解度に合わせた問題を選択できるようになっており、個別学習を可能にするものである。

1974 年度からの第 3 期においては、1971 年度は 4 班のみだった特定研究における教育工学関連の研究班が 23 班構成になり、特定研究全体の半数を占めるほどに成長していた。第 2 期までは中等教育を中心として研究が行われていたが、小学校にも対象を広げるなど発展が進み、教育工学が教育研究の分野として高く評価されるようになっていった。この頃の教育現場において情報機器を用いた教育といえ、まだ視聴覚機器を用いた映像による授業であったが、1975 年には試験的に公立中学校で CAI が導入されるなど、教育現場においても CAI への注目が進んでいった時代であったと指摘できるであろう⁵。

⁴ 坂本昂「日本における教育工学創設期の状況—日本教育工学会設立の経緯—」『日本教育工学雑誌』第 27 巻第 1 号、日本教育工学会、2003 年、1-10 頁。

⁵ 「先生はコンピューター 能力に応じ個別指導 来春本番 全国初、葛飾・常盤中」『読売新聞』1975 年 3 月 1 日、朝刊、第 17 面。

第2節 「わかる」とは何かに関する考察

前節では、1970 年台前半においてコンピュータが教育の世界でどのように捉えられていたのかを、教育工学や教育現場の視点から確認した。本節では、佐伯胖のコンピュータ教育に対する考えを考察する前に、まず心理学を学び始めた佐伯が、知識というものや「わかる」ということをどのように捉えていたのかを明らかにしたい。その際、着目したい点は、①知識の一貫性の重視、②学習時の自発的な問いの重要性、③「おぼえる」と「わかる」の対比、の3点である。また、それぞれの議論が CAI とどのように関係するかについても考察する。

佐伯は 1973 年に初めて教育に関して雑誌に寄稿して以来、知識の一貫性を重要視していた。例えば『児童心理』の「知的好奇心をころす授業」では、当時の授業の実態を批判しながら、授業において教師が行うべき知識のゲームに必要なルールの一つとして知識の一貫性を挙げ、以下のように説明している。

「知識」というものを、なんらかの問いに対する答えのように考える人がもしいたならば、これは大きな誤解と言わなければならない。(中略) ここで知識を特徴づけるならば、まず何よりも、それが一貫性(無矛盾性)をもった一種のシステムであることであろう。したがって教育の場においても、一番注意すべきことは、子どもが何よりも矛盾をなくすことに関心を向けているかということ、これに対する関心が失われたら、その時点でその子供は知識のゲームからそれていく。⁶

ここで着目するのは、佐伯の知識は「一貫性(無矛盾性)をもった一種のシステムである」ということである。佐伯はこのことを説明するのに、次のような例を挙げている。例えば $3425 - 1278 = 7234$ という式を見て、できる子は引き算をしているのに数が増えるわけがないという点を直ちに発見するが、できない子はもう一度計算し直してから間違いに気づく。つまり、引き算を単に手続きとしておまじないように暗記するのではなく、引き算には必ず数が減るというような一貫した構造が存在することに気づくべきだと佐伯は主張しているのである。以上の知識の一貫性の考えは CAI と相性が良いものではないが、必ずしも CAI システムと矛盾するものだと論じることはできないだろう。確かに CAI によって機械的に

⁶ 佐伯胖「知的好奇心をころす授業—子どもはきわめて意図的に、しかも理性的にバカになっていく—」『児童心理』第 27 巻第 8 号、金子書房、1973 年 8 月、71 頁。

学んでいくことで、生徒が結果ばかりに関心を持つやすくなることが予想され、一貫性を保つことへの関心は薄くなる可能性が否めない。しかし CAI によって知識の一貫性を全く感じられなくなることはなく、その使い方次第では知識の一貫性への関心を持つことが可能だと考えられる。

そして佐伯は学習時に自発的な問いを持つことも重要視している。学んでいくときに自ずから問うべき問いとして、①前提を問う、②アタリマエを問う、③意味を問う、④関連を問う、⑤役割を問う、という 5 つの問いがあると佐伯は説明している⁷。以上の中で特に③意味を問うと④関連を問うの二つの問いが、知識の一貫性に関連していると言えるであろう。「意味を問う」ことについては、「何か新しい知識を学んだら、それを自分の生活、自分の経験と照らしあわせ、どんな意味をもつかを問うてみる」ことであり、「関連を問う」については、様々な知識の「相互の関係は何か、今までに『明らかにされていない』けれどもたしかにそこに現存する未知の世界は何か、そこを照らすにはどんな方面の研究がありうるか、などについて問うてみる」ことだと佐伯は説明している⁸。つまり、知識を学んだ際は、まず今まで自分が学んできた知識と矛盾がないかを確認、自分が学んできた中にどう位置づけられるのかを問うのである。そして矛盾が存在すれば、その矛盾を解消するためにはどうすれば良いかを考えることが、次の学びとなり、また新たな知識を獲得する。この循環こそが学びのあるべき姿であると佐伯は考えているのであろう。以上の学習における自発的な問いに関する議論に CAI との矛盾が指摘できるであろう。CAI では、あらかじめ教師等が学習コースを設定しておく必要があり、生徒はそのレールの上を走らざるを得ない。CAI を用いて学習する生徒は、既習の知識と矛盾がないかを問うことはできるものの、矛盾を解消するためにはどうしたら良いかを問い、自分で次の学びに設定することは不可能であろう。

さらに佐伯は「わかる」について「おぼえる」と対比させて議論している。この議論においても知識の一貫性は重要である。佐伯は「わかる」と「おぼえる」の対比を心理学を基盤として行っているため、まず前提として心理学において長期記憶はエピソード的記憶と意味論的記憶の二つに分けられることを確認したい。佐伯は、エピソード的記憶はエピソードや事象の系列が生体のリズムを基調として記憶されているものであるとする一方、意

⁷ 佐伯胖『「学び」の構造』東洋館出版社、1975 年、195-202 頁。

⁸ 佐伯胖『「学び」の構造』東洋館出版社、1975 年、204 頁。

味論的記憶は事物の意味や法則などが網目として記憶されているものであるとしている。以上のことを踏まえ、佐伯は「おぼえる」とは一時的に短期記憶に貯蔵することと、エピソード的記憶に情報を入れる二つの場合があるとしている。後者に関して、佐伯はひもに例えて次のように説明している。

個々のエピソードは、時間・空間的な知覚感覚の連合系列として入っており、いわば一本のひものような形で入るのであるため、そのひもの糸口たるべき「標識」がよび出されないかぎり、二度と「思い出す」（短期記憶＝意識の中によびもどされる）ことはない。（中略）ここで注意したいことは、エピソード的記憶で問題にされうるのは、記憶の「正確さ」だけであり、その意味するところが真か偽かは問われない点である。⁹

一方で、「わかる」ことに関しては、主に意味論的記憶に関わりがあると佐伯は説明する。佐伯は日本人が「わかる」ということを本来の「わかる」ではなく「おぼえる」に近い形で理解している状況を批判し、「わかる」ことを網に例え、以下のように述べている。

知識というものは単なる「エピソード」ではない。それは、あらゆるものに「つじつま」をあわせてくれるし、あらゆる経験の「意味」を教えてくれるし、あらゆるできごとの「関連」をつけてくれる。/「わかる」とは、つまり、このことが「わかる」ことであろう。¹⁰

以上の引用を踏まえ、佐伯が「おぼえる」と「わかる」をそれぞれ、ひもと網目に例えて捉えていることを確認しよう。「おぼえる」はひも的記憶であり、長い一本のひもの連鎖として記憶されているのに対し、「わかる」は網目的記憶であり、様々な知識が互いの関連で相互に結びついている状態で、始まりの糸口が存在するわけではなく、どこからでもたぐり出すことができるものである。この意味の網目は分かっている事柄だけでなく、未だに分からない事柄が何かということも、空白として網目の中に位置づけられていると佐伯は説明する¹¹。以上のことは知識の一貫性と結びつけて説明できるであろう。「わかる」とは、知識が

⁹ 佐伯胖『「学び」の構造』東洋館出版社、1975年、60頁。

¹⁰ 佐伯胖『「学び」の構造』東洋館出版社、1975年、65頁。

¹¹ 佐伯胖「「わかる」における主観主義―「おぼえる」と「わかる」ことの違い―」

意味や関連をもたらすのだということがわかることであり、未だにわからない事柄が何であるかが、自分でわかっている状態であると佐伯は説明しているため、「わかる」とは知識に矛盾がないかを問い続けている状態であると論じることができるだろう。一方、「おぼえる」際には、意味の真偽は問われないとしていることから分かる通り、知識の矛盾を確認することはないといえよう。つまり、佐伯は学びにおいて、知識の一貫性を求めない「おぼえる」ことよりも、知識の一貫性を求めることそのものである「わかる」ことを重要視しているのである。

一方で、佐伯は「おぼえる」段階がなければ「わかる」段階に行くことができないという意見も肯定し、学習のつまずきのかなりの部分が「おぼえる」ことが上手くいっていないことが要因であるとも認めている。さらに「わかりやすい」授業においても、ひも的な意味ですじみちが明確で、使われている用語も明らかなであるというようなわかりやすいものと、網目的な意味で「思考の網目としての広がりや高まりの自覚をとまなう」わかりやすいものがあり、その双方が並行して存在しうると説明している¹²。以上から佐伯は「おぼえる」段階が学びにおいて必要な段階であると考えていると指摘できるだろう。しかし、当時の日本の教育現場では「おぼえる」ことが重視され、さらに「おぼえる」ことが単に作業として行われていたため、佐伯はその状況を批判し、知識の一貫性の必要性を持ち出しながら「おぼえる」はあくまでも「わかる」のために存在していることを意識する必要があると主張していたのであろう。

第3節 教育におけるCAI利用への支持

前節で検討した佐伯の学び観を踏まえ、本節では佐伯が教育におけるコンピュータの使用に対してどのように考えていったのかを明らかにし、最後に坂本昂ら教育工学者と佐伯の考えの相違点を考察する。本節で着目したい点は①教育目標の明確化、②「わかる」におけるCAIの利用、③CAI利用時の学習者の自発性、の3点である¹³。

佐伯がこの時代にCAIシステムを語るうえで最も重要視しているのは教育目標の明確化

『現代教育科学』第18巻第12号、明治図書出版、1975年11月、31頁。

¹² 佐伯胖「『わかる』における主観主義—「おぼえる」と「わかる」ことの違い—」

『現代教育科学』第18巻第12号、明治図書出版、1975年11月、37頁。

¹³ なお佐伯はCAIシステムを肯定していたが、これは個別学習を一定程度認めることになる。これは、広岡亮蔵の子どもの能力の個人差に応じて学習のテンポを変える必要があるため個別指導を行うべきだという意見を、佐伯が概ね支持していたことから読み取れる。

である。そもそも教育工学に関して、佐伯は以下のように述べている。

教育のプロセスを、「機械にだってわかるぐらいに」明確にしよう、というのが世に言う「教育工学」の本来目ざしていることであり、そのこと自体はきわめて「教育的」なことでもあり、決して「非人間的」なことではないであろう。¹⁴

なお、佐伯は以上のように教育工学は本来非人間的なものではないとしながらも、機械的な原理が固定化され、常に同じ発想・プロセスに閉じてしまった場合は、その工学を進めている人間が非人間化・非道徳化してしまっているだろうとも指摘している。佐伯のこの指摘が第二章以降で扱う情報化が進む世の中において、佐伯がCAI批判に転向する要因の一つだと考えられる。

教育目標の明確化の重要性は、ティーチング・マシンに関する議論においても指摘されている。ティーチング・マシンとはスキナーが行動主義心理学の考え方をもとに開発したことで有名となったものであり、これをコンピュータによって実現化したものがCAIシステムである。スキナーのティーチング・マシンには学習者行動の偶発的先行性、その即時強化、目的行動の系列化という三つの原則があると佐伯は説明する。佐伯はこの三原則のうち、目的行動の系列化すなわち目標の明確化は絶対に必要な条件であり、教育の目標は学習者の行動のことばで表現されるべきだと指摘している¹⁵。

以上の議論を踏まえ、CAIによって「わかる」ことはできるかについて検討したい。佐伯はシェフラーの分類を参照し、教えるべきものを命題、行為、スキルの三つに分けて、ティーチング・マシンの可能性について説明している。まず行為やスキルを教える場合は、教育目標は学習者の行動のことばで表すことができ、この場合がまさにスキナーがティーチング・マシンを用いて教えていたことであると佐伯は説明している。また、行為やスキルを教える場合とは前節で説明した「おぼえる」に対応した学習であり、「おぼえる」段階においてティーチング・マシンは有効な方法であると佐伯は説明している¹⁶。次に命題を教える場合だが、生徒が行うべき学習は「わかる」に対応しており、教育目標を

¹⁴ 佐伯 胖『「学び」の構造』東洋館出版社、1975 年、109 頁。

¹⁵ 佐伯 胖『「学び」の構造』東洋館出版社、1975 年、120-121 頁。

¹⁶ 佐伯 胖「「わかる」における主観主義—「おぼえる」と「わかる」ことの違い—」『現代教育科学』第 18 巻第 12 号、明治図書出版、1975 年 11 月、36 頁。

学習者の行動のことばで表すことは不可能であると佐伯は主張している。そして命題を教える場合においては教育目標を行動のことばで表現できないということをスキナーが認めていなかったことを佐伯は批判しつつ、「わかっている」状態の一つのあらわれである「兆候」に注目し以下のように主張している。

教師が生徒に（何らかの命題の学習で）「たとえば……という行為ができるようになってもらいたい」というねがいをもち、教師が目標としているのは生徒がある種の「わかる」状態になっているということであり、それを診断するために、「たとえば」として、仮りに設定した、「あらわれるべき兆候」をさしているのである。¹⁷

佐伯は命題を教える際に、教師は生徒が「わかる」ことを目標とするが、学習者の行動を一つの兆候として扱い、その表れるべき兆候を行動として明確化・系列化することが学習者の頭の中を確認する上で重要なのではないかと提案している。つまり、佐伯は「おぼえる」段階においてはもちろんティーチング・マシンは有効であり、さらに「わかる」段階においても学習者の行動を兆候として捉えることでティーチング・マシンによって学習することが可能なのではないかと主張しているのである。

ここで佐伯自らが行ったCAI開発の研究を確認しながら、CAI使用時の生徒の自発性について検討したい。まず1974年の東京理科大学での同僚であった溝口文雄との共同研究について確認する¹⁸。この研究以前のCAIシステムは学習者の理解度を学習履歴から判断し、予め教授者が設定していた方針通りに学習者が学習を進めていく形態をとっていたが、佐伯らは教授者側の決定だけでなく学習者側の決定も反映する構造を備えているCAIシステムを提案している。具体的には学習者が問題を解いた際に、その回答に応じて教師からアドバイスが与えられ、学習者はそれを参考にしながら自分で次のステップを決めるというものであり、このシステムを用いて学習した方が従来型のものより学習効果が高いことが示されている。以上の研究からCAI使用時の自発性についての示唆が与えられるだろう。一般的にCAIシステムに対しては自発性が失われるのではないかという批判があったが、佐伯は学習者の目的や関心に応じるという点では本に及ばないことを認めた上で、必ずし

¹⁷ 佐伯 胖『「学び」の構造』東洋館出版社、1975年、150頁。

¹⁸ 溝口文雄、佐伯 胖「CAI教授論理と学習者意志決定機構」『情報処理』第15巻第2号、一般社団法人情報処理学会、1974年2月、101-109頁。

も自発性を失わせるものではないのではないかと主張している。今回の研究では学習者の意志によって次の問題が決められるようになっているほか、学習者の目的・関心に応じてコースが生成されるCAIに関する別の研究もあり、佐伯はCAIシステムは必ずしも自発性を失わせるものではなく、その点だけでCAIシステムを否定することは適切でないと主張しているように読み取れる。しかし、ここでいう学習者の目的・関心に応じてコースが作成されるということは、あくまでも教師があらかじめ設定したものの中から、最も適切であろう問題が選ばれるということであるため、完全に生徒の目的・関心に沿ったものになるとは考えられず、前節で述べたような、学ぶ際の自発的な問いは、このようなCAIシステムでも不可能だと考えられる。

佐伯のCAI研究には、CAIを用いた教授コースの自動生成に関するものもある¹⁹。この研究では問題群の一般的な正答率の分布をもとに、学習者の理解度に応じて次に出す問題がふさわしい難易度のものになるよう計算機が自動で決定するシステムを提案している。さらに佐伯は以下のようにCAI研究がもたらす影響についても述べている。

教授コースの自動生成の研究は、計算機を「教師」になるべく近づけるようにする、という目的ばかりでなく、逆に、「本来、教授コースはいかなる原理で構成されるべきか」という問題にも答え、それによって、教師がCAI以外でコースをあらかじめ設定するときのヒントを提示する、という役割も果すであろう。²⁰

CAI研究がCAI以外の教育のあり方にも影響を及ぼす可能性に関して、佐伯は学校の先生に対しても呼びかけており、ティーチング・マシンを利用し、学習のプログラムを作ること、今まで考えていた教育目標というものがいかに曖昧なものだったか気づくだろうと訴えている。この時代の佐伯は、知識の一貫性や学ぶ際に自ずから問うことが重要だとしつつも、その考えと矛盾するティーチング・マシンやCAIが生徒の「わかる」のために有効的であると考えていた。また、教師がティーチング・マシンを使うことによって、教育目標の設定の仕方などの教育のあり方を変える可能性までも期待していたのである。

¹⁹ 佐伯 胖『学習者の理解度診断にもとづく CAI 教授コースの自動作成』東京理科大学理工学部、1976 年。

²⁰ 佐伯 胖『学習者の理解度診断にもとづく CAI 教授コースの自動作成』東京理科大学理工学部、1976 年、1-2 頁。

本章の結びとして、第1節で扱った坂本の考えと佐伯の考えの違いについて考察する。この時代において、両者ともCAIに注目している点や教育目標を明確化すべきだと考えている点は共通している。しかし、坂本を始めとする教育工学者は、そもそも学びとはどうあるべきかについての議論はしておらず、いかなる働きかけを行えば皆の学力を高めることができるかに着目し研究していたと考えられる。他方で、佐伯は学びのあり方について考えていたという特徴がある。佐伯は学習において知識の一貫性の希求や、新たに得た知識の意味や関連を問うことを重要視していたが、この佐伯の姿勢はCAIとの整合性がないものであり、坂本ら教育工学者と意見が異なるのは自明であろう。

つまり佐伯に特異的なものとして、CAIを用いるに際して教育とはどうあるべきかという前提に立ち返った点が指摘できる。CAIなどの教育機器は教育の効果を高めるためのものだが、教育の効果を高めることを生徒が問題を解けるようになることに単に置き換えて捉える人が多い中、佐伯は教育の効果を高めるためにはまず教育の目指すところを明確にしようとしたのである。技術の進展ばかりに目を向けるのではなく、前提に立ち返るということが着目すべき点だといえるであろう。

第2章 認知論を基盤とした「わかる」への理解の深化と CAI 批判

第1節 発展期の教育工学

本節では、本章で扱う 1977 年から 1982 年までにおいて、教育工学を取り巻く状況がどのようなものであったのかを、坂本昂の「日本における教育工学創設期の状況—日本教育工学会設立の経緯—」をもとに確認しておきたい。

前章で取り扱った時代においては、教育工学に関する研究が勢いを増していたものの既存の学会の学術論文誌に掲載されるような質の高い研究は行われていなかった。しかし 1976 年に『日本教育工学雑誌』という教育工学の専門学術論文誌が刊行され始めたことにより、教育工学に関する学術論文の掲載の場が確立した。また 1968 年度から続いていた科学教育研究費補助金特定研究科学教育が 1976 年度で終わり、その発展として 1977 年度から科学研究費補助金複合領域科学教育が始まったことで、受け皿として日本科学教育学会が設立された。この学会の 15 人の役員の中に、3 人の教育工学に関連した研究者も含まれており、教育工学研究は当時いわゆる科学教育研究に比べて大きな比重を占めていたようである。

また、坂本は『教育工学とはどんな学問か』の中で、1979 年に教育工学者が中心となってまとめた『新・教育の事典』で示された以下の教育工学の定義を引用し、教育工学について説明している。

- (1) 教育目標を効果的に達成するために、教育過程をシステムとして捉え、構成要素の適な組み合わせを追求する。
- (2) その効果と効率を上げるに役立つ技能、道具、仕組みを開発する。
- (3) これらの技術を体系化する。²¹

つまり、教育工学とはある決まった教育目標を効果的に達成するために、技術を利用しながら教育過程をより効果的なシステムにしていこうとする学問だと教育工学者たちは考えているのである。さらに、『日本教育工学雑誌』に寄せられた論文の内容を見ると、CAI 研究や生徒の反応の分析方法、OHP (Overhead projector) を用いた映像授業がテーマとなって

²¹ 坂元昂, 岡本敏雄, 永野和男『教育工学とはどんな学問か』 ミネルヴァ書房、2012 年、16 頁。

いることが多く、この時代においても CAI が教育工学の世界において重要なテーマであったと言えよう。

教育現場においては、1973 年以降、教育工学や CAI に関する新聞記事は見受けられなくなるが、1982 年に再び CAI を導入している学校の例が紹介されるようになっている^{22,23}。これは 1970 年代ではコンピュータは大型であり巨額な設備費が必要だったが、技術の進歩により比較的性能の良いパソコンが登場したことによって、費用面で現実的なものとなったことも要因であろう。

第2節 認知論をもとにした「わかる」と CAI 批判

前節では、教育工学が 1977 年から 1982 年においてどのように発展してきたか確認した。佐伯はこの頃から日本認知科学会の設立に向け精力的に活動をするとともに、認知科学を世に広めるために多くの書籍を出している。そこで本節では、認知科学について研究した佐伯が、「わかる」ことに関してどのように考えるようになっていったのかを明らかにしたい。佐伯による「わかる」ということを理解するために着目したい点は①「わかる」における問い直しの必要性、②内発的動機づけの重要性、③「おぼえる」段階の軽視の3点である。そして、以上の点を踏まえ佐伯が CAI 批判に転じる様子を検討し、最後に坂本ら教育工学者らとの違いについて考察したい。

最初に、佐伯が認知論をどのように捉えていたのかを確認する。佐伯は動物の実験を例にとり、認知論について以下のように説明している。

「認知的」というのは、わたしたちがどんな教育項目にせよ、どんな学習領域にせよ、どんな学習行動にせよ、ネズミのレバー押しであろうと探索行動であろうと、それらを見るときのまなざしの分類なのである。それを「外側からながめる」のではなく、「内側から」ながめるのである。²⁴

²² 「[先生！スイッチ・オン] 機器教育の最先端で＝2 黒板抜き授業（連載）」『読売新聞』1982 年 3 月 28 日、朝刊、第 11 面。

²³ 「[先生！スイッチ・オン] 機器教育の最先端で＝7 プログラム学習（連載）」『読売新聞』1982 年 5 月 3 日、朝刊、第 11 面。

²⁴ 佐伯胖「認知論と動機づけ-1-(講座)」『児童心理』第 32 巻第 11 号、金子書房、1978 年 11 月、2139-2140 頁。

つまり、佐伯が基盤としている認知論は学習者の立場に立って、その学習者から見た外界の認識について考察するのである。以上の考えを念頭において以降の佐伯の主張を追ってきたい。

佐伯は、論稿「"わかる"ということを学ぶ授業」の中で、「わかる授業」とは「“わかる”ということを学ぶ授業」だと説明している²⁵。そもそもまず「わかる」とは何かについて理解しなければならないが、佐伯は「わかる」について以下の2点の特徴を挙げている。1点目は、わかった気にならず、「わかる」ことには終わりが無いことを知っているということである。常にわからないことを認識し、問い直しをし続ける必要があるのだ。この問い直す必要性については、前章で考察した時代においても佐伯は言及している。2点目は、自分の力で分かり得るということを知っていることである。他人の説明を聞いて終わるのではなく、自分で納得できる説明を発見できなくてはならないのである。

「自分の力で分かり得る」ことに関連したものとして、動機づけの議論がある。佐伯は「考える」と「答えを出す」ことの同一視する考えを痛切に批判し、「吟味する」という過程に注目するよう主張している²⁶。しかし吟味することにおいても、個々の具体的な吟味過程を答えとするような教師の問いかけによって、強制的に生徒に吟味させることができるのではないかと批判があるだろうと佐伯は予想し、それに対し吟味を行う動機づけに注目して反論を行っている。動機づけを佐伯は外発的動機づけと内発的動機づけの二つに分けている。前者は、教師からの問いかけへの正解を出すこととして吟味を行う場合であり、後者は学習者が自分自身で自由に吟味を行う場合である。そして、吟味とは外発的動機づけの結果として行われるものではなく、内発的動機づけの結果として行われるべきものだとして佐伯は主張する。つまり、考える子とは「『結果』の成否に依存する心から完全に独立し、『考えること』自体の楽しさを知っている子ども」なのである²⁷。

また、佐伯は前述した「わかる」ことの特徴や内発的動機づけによって吟味が行われるべきであることを考慮し、教師が「説明する人」、生徒が「説明を聞く人」という構造を解体する必要があるのではないかと指摘している。

²⁵ 佐伯 胖「"わかる"ということを学ぶ授業」『児童心理』第35巻第12号、金子書房、1981年11月、1982頁。

²⁶ 佐伯 胖「考える」とはどういうことか」『児童心理』第34巻第11号、金子書房、1980年10月、1730-1737頁。

²⁷ 佐伯 胖「考える」とはどういうことか」『児童心理』第34巻第11号、金子書房、1980年10月、1737頁。

たくみな誘導尋問を綿密な授業計画案の下に用意し、生徒を「考えさせる」ことも必要だが、子どもがそれらによって文字通り「考えさせられる」のでは元も子もない。

「考えさせられる」のではなく、子どもが自分で「考える」ようにしむけたいなら、先生は授業の中で「考える」ことに熱中し、吟味してみることに楽しみを発見し、その中でハプニング的にわかることに素直に感動すべきだと思う。²⁸

以上の引用からは、認知論の立場からもわかる通り、教師が子どもの理解度を外側から見て確認するのではなく、子どもの立場に立って、子どもと一緒に学ぶことを楽しむ姿勢を佐伯が大切に考えていることが読み取れる。これは前章で扱った時代では見られなかった考えである。佐伯が生徒の主体性を重視するようになったことが窺え、この姿勢がCAI批判に転じる要因だと考えられる。

上記のことを踏まえ、佐伯のCAIに対する意見を検討する。佐伯は1982年に『学力と思考』の中で、「CAIの研究でのコンピュータは、あくまでも教材を提示し、反応を受容する装置として利用されたにすぎない」として、機械が子どもに答えさせる状態を批判している²⁹。子どもが内発的動機づけによって自らわかることが重要であると考えようになった佐伯は、コンピュータを使用する場合も子どもの方から反応を求めるようなものでなくてはならないと考えるようになったのだ。CAIにおける自発性に関しては、佐伯は1976年までにおいても生徒の興味関心に合わせてコースが生成されるようにするなど研究を進めていた。しかし、生徒の関心を反映できるものではあったが、もともと教師が設定した問題から機械が選択し問いかけているため、生徒が自ら問いながら学習するべきだという佐伯の学習観とCAIとの間には矛盾があることを前章で指摘していた。そして1977年以降、認知科学をもとに学習観を深めていった佐伯は、CAIシステムにおいて生徒の自発性を生み出すことの限界に気づき、CAIを否定するに至ったのであろう。

また、佐伯はこの時代において「わかる」ことや「わかる授業」を説明する際に、一度も「おぼえる」ことやその必要性について言及しなかったことに注目したい。佐伯は、1976年までは「おぼえる」段階を認めていたが、認知論の立場に立って「わかる」ことを

²⁸ 佐伯胖「「考える」とはどういうことか」『児童心理』第34巻第11号、金子書房、1980年10月、1735頁。

²⁹ 佐伯胖『学力と思考』第一法規出版、1982年、190頁。

考え直した結果、「わかる」という最終目標において「おぼえる」段階は必要ないと考えようになったことが読み取れる。CAIは「おぼえる」段階において特に有効であることから、この佐伯の考えの変化もCAIシステムを批判する一つの要因となったのであろう。

最後に、坂本ら教育工学者と佐伯のコンピュータ教育に対する意見の相違点について考察しよう。まず、CAIに対する姿勢が異なる点が明確な違いであろう。佐伯はCAIの批判に転じたが、坂本らはCAIの開発をより一層進めていた。さらに、教育目標についても差異が指摘できる。坂本らは教育目標というものが明確に定まっていることを前提として、その目標を効率的に達成するためにCAIが有効であるという考え方をしていた。一方、佐伯は「わかる」とは「わかる」ことに終わりが無いことを知っていることだとしていることや子どもの主体性を重要視していたことから、教育目標を子どもが学習する前から子どもの行動の形で記述することは難しいと考えていたのではないかと推察される。つまり佐伯に特異的なものとして、前章と同様に佐伯が教育のあり方に立ち返っている点は言うまでもないが、教育目標に関しても事前に明確に定めることを認めない姿勢が挙げられるだろう。

第3節 イメージを利用した「わかる」と LOGO システム

前節では、佐伯が「わかる」ことをどのように捉えているのかを確認した上で CAI 批判に転じる様子を考察した。本節では「わかる」におけるイメージの重要性について考察し、イメージを利用したものであり、教育におけるコンピュータ利用の新しい形である LOGO システムについて検討する。

本章で取り扱う時代において、佐伯は「わかる」においてイメージが重要であると主張している。従来の学習では、イメージは絵や図そのものとして捉えられ、個別化された状態で役割を終えているが、佐伯はそれは本来あるべきイメージではないと指摘する。

描き出されるイメージは必ずある視点、ある観点からの描写であるが、その視点や観点を明確に意識した瞬間、わたしたちはそれが「別の視点からだとどうなる」という認識も同時に得ているのである。同じことが「状況」についてもいえる。当面のイメージが主題とされている背景、文脈、目的、他との必然的關係、機能、前提、などが明らかにされると同時に、それらが変った場合の世界の可能性が見えてきて、当面の

イメージを単なる一例として位置づけるのである。³⁰

つまり、イメージとは個別的なものにとどまるものではなく、視点を変えそのイメージを少しずつ変形させることで、一般性の認識をもたらすものなのである。この思考過程こそが前節で述べた吟味にあたり、イメージ作りが吟味の楽しさをもたらすのだと佐伯は主張している。

ここで、佐伯がこの時代に提案している新しいコンピュータ教育のあり方とイメージとの関連について検討したい。佐伯が新たに提案したコンピュータ教育とは、LOGOシステムとマイクロ・ワールドのシミュレーションを用いたものである。LOGOとは、1967年にアメリカの数学者・計算機科学者・発達心理学者であるシーモア・パパートらによって、子どもの教育向けに開発されたプログラミング言語である。これはピアジェの「学習にとって最も大切なことは、子どもが自ら探究し、外界と活動的な相互作用を保つこと」であり、具体的事物の操作の熟達が人間の思考の原点であるとする考えをベースに作られたものだという³¹。LOGOはマイクロコンピュータ上で、カメを動かすことで図形を描かせることができ、一つのマイクロ・ワールドを形成することができる。命令は左を向かせるLEFTや、前に進ませるFORWARDなど非常に単純なものだが、それらを組み合わせることで複雑な図形を描くことが可能である。ここでいうマイクロ・ワールドとは子どもたちがコンピュータに命令し自由に試してみることで、コンピュータのなかに構成される知的探究の場のことである。以上のようなLOGOによる学習は、前節で述べた子どもの内発的動機づけによるものになり得ると考えられる。また、LOGOによるマイクロ・ワールドの形成は、先に説明したイメージによる学習を実現したものと論じることができるであろう。佐伯はイメージを変形していくことで一般化が行われると考えていると説明したが、LOGOでは引数の値を変えたりすることで、イメージの変形を容易に自分で行うことができるため、一般性の認識を抱きやすいことが推察される。

³⁰ 佐伯胖『考えることの教育』国土社、1982年、109頁。

³¹ 佐伯胖『学力と思考』第一法規出版、1982年、194頁。

第3章 文化的実践への参加としての学びと教育でのコンピュータ利用

第1節 成熟期の教育工学

本節では、本章で扱う 1983 年から 1999 年において、コンピュータがどのように教育界において捉えられていたのかを確認する。ここでは坂本昂らの『教育工学とはどんな学問か』を参考に確認していく。

1976 年に『日本教育工学雑誌』が刊行されて以来、多くの論文が掲載されるとともに、関連学会におけるシンポジウムや研究発表が行われ、教育工学に関する理論書も刊行されるなど、日本教育工学会設立の機運が高まり、ついに 1984 年 11 月に東洋を会長として日本教育工学会が 716 名の会員を得て設立された。1994 年には会員数は 1553 名となり、翌年は会費が見直されたことにより会員数は減少したものの、それ以外の年では会員数は増加し続けている。また、教育工学における研究分野も多岐に及び始め、日本教育工学会は 2000 年に教育研究領域の整理を行い、「認知」「メディア」「コンピュータ利用」「データ解析」「ネットワーク」「授業研究」「教師教育」「情報教育」「インストラクショナル・デザイン」「教育工学一般」という 10 の研究領域に分類している。以上の領域の中で特にコンピュータ利用に注目すると、1980 年代には CAI に引き続く形で、ITS(Intelligent Tutoring System)が開発されるようになった。ITS は、教材に関する知識ベース、教授戦略に関する知識ベース、学習者の理解状態を動的に表現する学習者モデルから構成されており、AI 技術を用いることによりインタラクティブな振舞いをするシステムである。1990 年代になると、インターネットが社会に大きな影響を与え、教育工学の研究にも「分散協調学習支援」や CSCW/L (Computer Supported Cooperative Works/Learning) 等の技術が教育の中に取り入れられるようになった。

教育工学の定義に関して、坂本は 2000 年に日本教育工学会が編纂した『教育工学事典』での定義を紹介しているが、その内容は前章で取り上げたものとほぼ変わらないものであり、教育工学はあくまでもある決められた教育目標を効果的に達成するためのものだと考えていることが窺える。

第2節 文化的実践への参加としての学び

前節では、1983 年から 1999 年までの教育工学の進展の様子を確認した。本節では、この時代以降、佐伯の学び観において根幹をなす考えである文化的実践への参加としての学びについて考察した上で、それを踏まえ佐伯がコンピュータ教育に対してどのように考え

るようになったのかを明らかにする。佐伯のコンピュータ教育に対する考えを明らかにする際に着目したい点は、①根源的表象性に注意した上での、表現におけるコンピュータの使用、②コンピュータの使用による非パーソナル化、③対抗教育としての情報教育、の3点である。

佐伯は1983年に『「わかる」ということの意味』の中で、文化的実践への参加としての学びについて提言している。まず、佐伯は文化的実践という言葉の意味を以下のように説明している。

- (一)「よい」とは本来どういうことなのかをさぐり（価値の発見）、
- (二)「よい」とされる価値を共有しようとし（価値の共有）、
- (三)「よい」とされるものごとをつくり出し（価値の生産）、
- (四)「よい」とされるものごとを多く残したり広めたりする技術を開発します（価値の普及）。

このような人間の営みによって生み出されるものを「文化」とよび、(一)(二)(三)(四)のような人間の活動を「文化的実践」とよびましょう。³²

そして佐伯は、このような価値の発見、共有、生産、普及という活動の前提として「わかる」活動があると説明する。さらに文化とは本質的には「わかりあい」だとし、教育とは大人が子どもたちへ向けて「文化的実践への参加」を呼びかけることであると佐伯は主張する。ここで「参加」という点に着目すると、佐伯は「参加する」ことはすなわち、自発的に価値の発見や生産、普及の活動に加わることでありとしている。しかし学校において、「参加」ではなく「伝達」が中心になっていると佐伯は指摘し、教師が生徒ともにわかろうとすることが重要であると述べている。

さらに佐伯は『わかり方の根源』において、「できる」と「わかる」について、文化的実践を踏まえながら考察している。佐伯は「できる」と「わかる」を明確に二分して考えることを否定し、それらは一体化して考えるべきことだと主張する。このことに関する例を一つ確認する。「できる」ことが「わかる」ことよりも重要だという主張は世に多くあり、その

³² 佐伯胖『「わかる」ということの意味—学ぶ意欲の発見—』岩波書店、1983年、204頁。

論拠の一つとして基礎学力の訓練重視があると佐伯は説明し、それに対し反論を行っている。佐伯は確かにものごとには「基礎的」なものがあると認めながら、それが基礎的である理由を文化的実践の文脈と結びつけて教えるべきだとしている。つまり「基礎的技能ができる」ことと「それが基礎的であることがわかる」ことは分けられるものではなく、一体化したものであると佐伯は主張しているのである。

また、佐伯は「おぼえる」ことについても再度言及している。第1章で1976年までの佐伯は「おぼえる」ということはひも記憶であると考えていたことを確認したが、1984年には『わかり方の根源』の中で、「おぼえる」ことに関して違う捉え方をしている。佐伯は、なぜおぼえる必要があるのか、どうおぼえておくとういのかを、状況や背後の文化、他人との相互交流のもので考えることによって、「おぼえる」内容を決定すべきだと述べ、さらに次のようにも説明している。

「おぼえる」ということは、このように、絶えず変化していくダイナミックなプロセスと考えなければなるまい。頭はつねに活動しており、とどまることがない。頭の中では、知識がつくり直され、穴が埋められ、関連づけられていくのである。³³

以上のような「おぼえる」に対する考え方は、1976年までのひも記憶の特徴には当てはまらないものであり、当時佐伯が述べていた「わかる」としての網目記憶の特徴に近いと指摘できるであろう。つまり佐伯は、1976年までのような単なる作業としての「おぼえる」活動は認めず、「わかる」活動の中で知識の一貫性を意識しながら「おぼえる」活動を行うべきだとしているのである。「おぼえる」ことは「わかる」と分けて考えられるものではなく、「わかる」の中に存在しているものだと読み解くことができるであろう。

ここで、佐伯の教育におけるコンピュータの使用に対する考え方を検討しよう。教育でのコンピュータの使用に関して、コンピュータ的発想を大切にし、シンボル操作的、形式操作的なものを高度にしていくことが重要だという意見と、そうではなく実感やリアリティー感覚を大切にし、生の経験をすべきだという意見とが対立している状況を佐伯は捉え、この両者を結びつけるような媒体の必要性を提案している。それは「表現」にコンピュータを用いるということである。

³³ 佐伯胖『わかり方の根源』小学館、1984年、103頁。

絶えず何通りも自分の実感に合うまで何度も何度も、もちろんかなりの抽象のレベルが高まって、いつでもそれがリアリティーではどうなるんだろうかということが読み取れるような形で情報をリプレゼン特する。それをグラフで表してみたり絵で表してみたり、あるいは何か動きで表してみたりというような、モデル化の道具としてコンピュータを使っていく。³⁴

以上のように、コンピュータを用いて何かのモデルを作成することは、そのモデルの対象となるものの価値を発見し、それを共有し普及しようとする活動だと論じることができるであろう。つまり先に述べた文化的実践としての学びを実現したものだと指摘できるであろう。

一方で、コンピュータをシンボル機械とみなし、何らかの世界を表象することに関して、佐伯は「根源的表象性」という概念を取り上げ、注意を促している。シンボルに根源的表象性があるというのは「シンボルが単なる指令や指示のマーク（たとえば道路標識やトイレの男女の標示マーク）としてではなく、ものごとの論理性、機能性、社会性の三次元から接近して、『原点にもどって』、すなわちモデルの世界や現実の世界の変形操作をしながら、吟味を深めていく手がかり」を含んでいるということである³⁵。従来コンピュータは根源的表象性のないシンボルの表示が得意で、見た目が明瞭ではあるものの、表面的な理解にとどまってしまうものであったと佐伯は指摘する。そこで、佐伯は教育実践例を踏まえながら、前章でも紹介した LOGO を用いて略図を書くことを提案している。前章と異なる点として、表面的な理解にとどまらないよう、以下のようにコンピュータを使うタイミングに注意する必要があると指摘していることが挙げられる。

何らかの現実世界について興味ある問題を発見し、コンピュータに「略図」を描いて（あるいは描き直して）記述してみたいとか、さらにさまざまな吟味をしてみたいという思いがつもりにつもるまでは、コンピュータから離れていることが大切なのである。³⁶

³⁴ 佐伯胖、村上陽一郎、村上善太郎「情報化の意味」『理想』第 617 巻、理想社、1984 年 10 月、234-260 頁。

³⁵ 佐伯胖『コンピュータと教育』岩波出版、1986 年、195 頁。

³⁶ 佐伯胖『コンピュータと教育』岩波出版、1986 年、214 頁。

さらに、佐伯はコンピュータの使用による別の負の側面も指摘している。それはコンピュータ使用による、人々の考えの非パーソナル化である。この非パーソナル化の特徴を佐伯は、①フラット・インポートランス、②観客化現象、③接面感覚の喪失、④ブラックボックス主義、⑤世界の三人称化、の5つ述べている。まず1つ目のフラット・インポートランスについてだが、佐伯はコンピュータの中では、どのようなものも重み付けが等しく扱われるので、それを使用する側の人間も全て等しい重要度で考えるようになってしまい、何が重要なものかの判断ができなくなってしまう懸念があるとしている。2つ目の観客化現象に関しては、メーカーが作った新しいものを次々の考える暇もなく享受するだけの存在になり、世界を変えていく生産側に立つことができないと指摘している。3つ目の接面感覚の喪失については、まず佐伯はコンピュータを使用する際に使用者とコンピュータが接する面を第一接面と呼び、コンピュータと外界が接する面を第二接面と呼んでいる³⁷。そしてコンピュータと人が関わる時、第一接面に関心が向きすぎていて、外界と接しているということ、つまり第二接面の存在を見失いがちであることを佐伯は指摘し、コンピュータを通して得られる擬似的情報だけで全てを理解したように錯覚してしまう可能性があるとし懸念している。4つ目のブラックボックス主義に関しては、コンピュータの操作をこうすればこうなるという手づきとして捉え、本来手段であるべきものの実行が目的化されてしまい、理由や意味を問わなくなってしまう現状を批判している。最後に5つ目の世界の三人称化については、佐伯はコンピュータによって作られた書類等は、見栄えが良くはあるが、『『一般の人』が『一般の人』に向けて、『一般受けのいい』ものを作っているだけのこと』であり、自分らしさへのこだわりが欠如していると指摘している³⁸。

これらの5つのコンピュータ利用による負の側面を踏まえ、佐伯は情報教育とは適応教育でなく、対抗教育であるべきだと主張する。

これからの情報教育を考えるならば、それは子どもたちを「情報化時代に適応させること」でもなければ、「高度情報化社会に生きるのに必要な、個人の基本的な資質として

³⁷ 佐伯胖、坂村健、赤木昭夫『コンピュータと子どもの未来』岩波書店、1988年、34頁。

³⁸ 佐伯胖「コンピュータで学校は変わるか」『教育社会学研究』第51巻、日本教育社会学会、1992年、44-45頁。

の情報活用能力の育成」ではないだろう。むしろ、「社会の情報化によって失われ、抑圧されている状況から脱却し、それらに対抗して、子どもの真の学びを回復するための教育」であるべきだ。つまり、情報教育とは本来、何か新しい状況に「適応」させる「適応教育」ではなく、むしろ、飲み込まれてしまいそうな状況に「対抗」できるようにする「対抗教育」であるべきだ、というのが筆者の主張である。³⁹

対抗教育としての情報教育において注目すべきものとして、佐伯はヒューマン・インタフェース研究、濃密なシンボル、状況論的認知科学の3つを挙げている。まずヒューマン・インタフェースとは機械が人間と交流を持つ側面のことで、ヒューマン・インタフェース研究においては、コンピュータは人間の頭脳の代行をするものではなく、人間が何かをしようとするときの手段となるべきだと考えられており、説明書を読まなくても人間の思うように機械が動作するような設計が研究されている。このヒューマン・インタフェース研究により、観客化やブラックボックス化を防ぐことができるのではないかと推察される。次に濃密なシンボルとはコラーズらが分節的シンボルの対義的なものとして導入したもので、複製したり切り取ることでできない記号のことである。最近のコンピュータははっきりとした意味を持つ分節的シンボルだけでなく、本人独自の意味づけを表現できる濃密なシンボルが処理できるようになってきた。この濃密なシンボルにより先に述べた、世界の三人称化を克服し得る可能性が指摘できるであろう。最後に状況論的認知科学においては、人間の思考とは人間が絶えず外界と相互交流を持ちながら、協同的に参加するものであるということが支持されていることから、協調的に作業を行う CSCW が盛んになってきている。佐伯はこれらを含めた対抗教育としての情報教育によって、学校やコンピュータ社会を変えていきながら、本当の教育を回復することすら可能なのではないかと提案している。

第3節 正統的周辺参加による学び

前節では、佐伯の文化的実践への参加としての学びという考えに注目し、それを踏まえて佐伯がコンピュータを表現のために用いるべきだとしていることや、コンピュータの負の側面を指摘し対抗教育としての情報教育を提案していることを確認した。本節では、文化的

³⁹ 佐伯胖「コンピュータで学校は変わるか」『教育社会学研究』第51巻、日本教育社会学会、1992年、45-46頁。

実践への参加としての学びを発展させる形で正統的周辺参加による学びについて考察していく佐伯の様子を確認し、それを踏まえコンピュータ教育に対する考えを明らかにする。その際着目したい点は、①インターネット等によって対話の場である共同体を作ること、②マルチメディアの利用により自ら表現すること、の2点である。そして最後に坂本ら教育工学者と佐伯のコンピュータ教育に対する考えの相違点を考察することで結びとする。

佐伯は1993年にジーン・レイヴとエティエンヌ・ウェンガーの著作である『状況に埋め込まれた学習—正統的周辺参加—』を翻訳して以来、正統的周辺参加による学びについて考察していくこととなる。正統的周辺参加論では、学習を「実践の共同体への周縁的参加から十全的参加へ向けての、成員としてのアイデンティティの形成過程」として捉えており、正統的周辺参加論は以下の点で従来の学習観を乗り越えていると佐伯は説明している⁴⁰。

(1)学習を個人の頭の中での知的能力や情報処理過程にすべて帰着させることなく、つねに外界や他者、さらに共同体(コミュニティ)との絶えざる相互交渉とみなす。

(2)学習者を知識獲得者としてではなく、全人格(whole person)とみなし、学習によって変わるのは獲得される特定の知識や技能ではなく、「一人前になる」というアイデンティティ形成とみなす。

(3)学習を成立させているのは、記憶、思考、課題解決、スキルの反復練習といった脱文脈化した認知的・技能的作業ではなく、他者とともに行う協同的で、しかも共同体の中での「手ごたえ」として価値や意義が創発的に返ってくるような、具体的な実践活動であるとする。

(4)学習を実践共同体への参加過程であるとし、そこから、学習者は必然的に新参者同士、古参者ら、さらには熟達者(一人前)らとの権力構造の制約を受けつつ、それらとのコンフリクトを通しての共同体全体の「再生産(つくりかえ)」と成員間の「置換(世代交代)」をもたらすものであるとする。

(5)学習を動機づけているのは、単純な「外的報酬」でもないし、「好奇心」や「効力感」のような「内在的(intrinsic)」な動因でもない。むしろ、学習者が実践共同体に全人格的に「参加」しつつある実感と、「今、ここに」何かしら共有の場が開かれているという予見によって、引き出され展開されていく実践活動の、社会的関係性そのものにある。

⁴⁰ 佐伯 胖「高度情報化と教育の課題」『情報とメディア』岩波書店、1998年、12頁。

(6)したがって、学習をつねに「進める」ものは、予見を可能にする共同体の十全的活動へのアクセスであり、学習者の参加の軌道に即しての、意味のネットワークの広がり、すなわち、「文化的透明性」にあるとする。⁴¹

正統的周辺参加による学びとは、前節で扱った文化的実践への参加としての学びの考え方と異なるものではなく、それを発展させたものであると言えよう。正統的周辺参加論では徒弟制度をモデルにしており、最初は周辺の参加、つまり何かしらの貢献ができればそれで参加とみなされるのである。またもう一つの特徴として、「物事、知識、あるいは心というものを個人の中のものとして見るのではなく、他者との関係の中で生まれたり変化するものとみなす」ということが挙げられ、これは分散知という考えに見て取れる⁴²。分散知とは、人間の「知」をいうものを、「個人の『頭の中』の情報処理ではなく、本質的に他者や人工物（道具、設備、シンボルなど）と『わかち持たれた』ものだ」とする考え方である⁴³。

以上のような正統的周辺参加としての学びや分散知の考えを踏まえて、佐伯のコンピュータ教育のあり方に対する考えを検討する。佐伯は学校でのコンピュータ活用の目的を「さまざまな知的資源を活用し、世の中の文化的実践にかかわり、参加して行くことを可能ならしめ、さらに、一人ひとりが自分らしさを表現し、活かすことを通して、他者と協同的に、知的な実践活動ができるということを支援する、知的資源と道具を提供すること」だと述べている⁴⁴。以上の目的を達成するためには、インターネットによって学習者同士や学校外の科学者との共同体を形成することや、マルチメディアを利用することで自分らしく表現できる環境が必要だと佐伯は主張している。インターネットによる共同体の形成は無論、正統的周辺参加論の考えに基づくものであろう。またマルチメディアも表現の道具として重要な役割を果たす。

ここで対話の場である共同体の形成やマルチメディアの利用について、1992年に荻宿俊文によって港区立神応小学校で行われた実践を紹介したい。この実践は6年生を対象に行われ、子どもひとりにノートパソコンが1台ずつ配布され、最終的に自分たちの地域を調

⁴¹ 佐伯 胖「高度情報化と教育の課題」『情報とメディア』岩波書店、1998年、12-13頁。

⁴² 佐伯 胖「認知科学の立場から（準備委員会企画シンポジウム2 学校教育とマルチメディア—人工知能、認知科学、教育工学における現状と課題—）」『教育心理学年報』第38巻、日本教育心理学会、1999年、10頁。

⁴³ 佐伯 胖『新・コンピュータと教育』岩波書店、1997年、184頁。

⁴⁴ 佐伯 胖「高度情報化と教育の課題」『情報とメディア』岩波書店、1998年、19頁。

べ、自分ならではの情報を盛り込んだ「こだわり地図」を作成し、発表するというものであった。教師はほとんどコンピュータの使い方等を説明せず、生徒自らがビデオカメラを用いて映像を撮影したり、資料をスキャナで取り込んだりしながら、コンピュータを用いて発表資料を作成し、発表まで行った。佐伯はこの実践に1年間、助言者という立ち位置で参加しており、この実践を通して教育におけるコンピュータ利用に対する考えを深めることとなる。

苺宿実践を通して、佐伯が抱いた教育におけるコンピュータ利用への意見を『教室にやってきた未来—コンピュータ学習実践記録—』を参考に確認する。苺宿実践においてコンピュータは一斉授業の効率を高めるものや教材を効果的に提示するためのものではなく、子どもが自分のためにデータを収集したり、アニメーション等を作成したりするためのものであった。子ども達は自発的にコンピュータを利用しており、苺宿実践においてコンピュータは教える道具ではなく、学びの道具として存在していた。そしてこの実践において、コンピュータは表現の道具でもあった。佐伯は表現する際における、ある要件を指摘している。それは、他者からの評価を気にせず、自分のこだわりを忠実に外に表すことである。苺宿実践では、コンピュータを使うことで、言葉以外の手段を用い、より自然な形で自分自身のこだわりを表現することができていた。そのこだわりを他者に伝える際、子どもは自分の本心を伝えることにも、相手の本心を示されることにも面白さを感じ、自然な形で対話が生じると佐伯は主張している。この対話は正しい意見を求めて話し合うこととは大きく異なるのである。対話というと単に他者と話し合うという印象が一般的なものであろうが、まずは自分のこだわりを突き詰め、表現することが、その後の対話においても重要だと佐伯は指摘しているのである。

これまでコンピュータを学びの道具として捉えてきたが、佐伯はその前にそもそも道具とは何かについて考えるべきだと主張しているため、最後に道具の条件について検討する。佐伯は道具の条件として、以下の三つを挙げている。

- (1)道具は人間の代用物ではないし、人間に「かくあるべし」とか「こうすべきだ」という価値判断の基準を示すものであってはならない（非・規範性）。
- (2)道具は人が何かの作業（当然それは道具の「外」の世界の仕事）を達成しようとしたとき、その達成を支援する手段として有効に機能してくれるものでなければならない（手段性）。

(3)道具はしばらく使っているうちに「使っている」という意識がなくなり、それを使って実行している作業そのものに集中できるものでなければならない（透明性）。⁴⁵

以上の条件はコンピュータを学びの道具として考えるにあたり、非常に重要な示唆を与えてくれるであろう。コンピュータを道具として用いるということは、(1)を踏まえると、人間がコンピュータによって行動を変えられてはならないことを意味する。また(3)から分かるように、コンピュータを使うことに関心を向けるのではなく、コンピュータを用いて自分がしたいことに目を向けるべきなのである。これは、コンピュータを使わなくてはいけない必要に迫られて、コンピュータで何ができるのかばかりを考えている現代社会への批判にもつながり得よう。

最後に、坂本ら教育工学者と佐伯との考えの違いについて検討したい。この時代、両者とも分散協調学習支援や CSCW/L を肯定的に捉えているという共通点がある。しかし、それに至った背景に差異が指摘できる。教育工学者たちが CSCW/L に至ったことは、教育工学においても基礎となる理論が行動科学から認知科学に変わった点も要因であろうが、インターネットという技術が登場し、それを教育の場でも用いようと検討した結果だと考えることもできる。一方、佐伯は学びを正統的周辺参加によるものだと考えるようになった結果、協同的な学びの形が重要だと考えるようになり、それにインターネットを使用することがふさわしいと考えるようになったのである。技術が先行して教育の形を変えようとすることを佐伯は認めておらず、その点に教育工学者たちとの大きな違いがあると指摘でき、この佐伯の主張は先の道具の条件の議論とも関連があると考えられる。

⁴⁵ 佐伯胖『新・コンピュータと教育』岩波書店、1997年、34頁。

終章

第1節 本論文の総括

本論文では、学びのあり方とコンピュータの教育における使用のあり方に対する佐伯の思考の変遷を検討してきた。第1章では1973年から1976年までの、佐伯がCAIを肯定していた時代について検討した。佐伯が学習する際に知識の一貫性の追求、自発的な問いが重要だと考えていたことを明らかにした。一方で佐伯はCAIシステムを肯定し自ら研究も行うなど、佐伯の中で矛盾が存在することも窺えた。続く第2章では、1977年から1982年までの、佐伯が認知科学に基づき「わかる」ことについて研究を深め、CAI批判に転じた時代について検討した。佐伯は前章で扱った時代よりさらに自発的な問いを持つこと、内発的動機づけによって学習が行われることを重要視するようになっていった。また、佐伯はそれ以前は「わかる」ために「おぼえる」段階の必要性を認めていたが、その「おぼえる」ことを軽視するようになった様子も窺えた。これらの学びに対する考えの変化により、佐伯はCAIによる受動的な学びを批判し、イメージを用いたLOGOシステムによる学びを提案するようになった。第3章では、1983年から1999年までの、佐伯が文化的実践への参加としての学びや正統的周辺参加による学びという重要な考えを提起した時代について検討した。佐伯は非パーソナル化といったコンピュータ利用の負の側面を指摘する一方で、以上のような学び観に基づき、表現のためにコンピュータを用いることや、インターネット等により共同体を形成することを肯定的に検討していた。

以上から佐伯が教育工学者らと異なっている点として、学びのあり方を徹底的に考えたことが無論挙げられる。その結果、表現にコンピュータを用いることで「わかる」を深めることができることを主張しており、これは情報技術が進歩しても変わることのない核となる考えだといえ、ある種普遍的な主張だと論じることができるだろう。

第2節 本論文の示唆と課題

本節では、佐伯のコンピュータ論に基づき現在のICT教育のあり方について検討した後、本論文の課題を提示したい。

現在のICT教育の方針として文部科学省は「新たに学校における基盤的なツールとなるICTも最大限活用しながら、多様な子供たちを誰一人取り残すことなく育成する「個別最適な学び」と、子供たちの多様な個性を最大限に生かす「協働的な学び」の一体的な充実が

図られることが求められる」と述べている⁴⁶。ここで個別最適な学びに着目してみたい。文部科学省は個別最適な学びとは、指導の個別化と学習の個性化から成ると説明している。指導の個別化とは「一定の目標を全ての児童生徒が達成することを目指し、個々の児童生徒に応じて異なる方法等で学習を進めることであり、その中で児童生徒自身が自らの特徴やどのように学習を進めることが効果的であるかを学んでいくことなども含」むもので、学習の個性化とは「個々の児童生徒の興味・関心等に応じた異なる目標に向けて、学習を深め、広げることを意味し、その中で児童生徒自身が自らどのような方向性で学習を進めていったら良いかを考えていくことなども含」むものだと言われている⁴⁷。以上の説明は一見すると佐伯の主張と合致したものに思われるが、中身を詳しく検討すると異なる点が存在すると指摘できる。学習の個性化は、まずは自分のこだわりを突き詰めるべきであるという第3章での佐伯の議論と類似したものと言える。一方で指導の個別化に関して、文部科学省はそれを実現するものとしてドリルソフトを挙げている。ドリルソフトはCAIを発展させたものだといえることができ、佐伯の主張とは大きく異なることが明らかであろう。佐伯は2003年に教育の状況に関して以下のように述べている。

「できる」中心主義が今日復活しつつあります。/ 学力低下問題などの議論の中で、「わかる」教育、「ゆとり」教育が学力を低下させたのではないか、やはり「できる」ことをちゃんと増やすことが学力なんだという見方が広がってきています。能力で学力、学ぶことをとらえる見方が、何の疑問ももたれずに受け入れられつつあります。/ e-Learningにおいても、「できる」ことをフィードバックしてコントロールしようというような受講履歴システムで構成されています。これは昔のCAIに逆戻りしている。⁴⁸

以上から、指導の個別化において皆がある一定の「できる」という目標を達成することが目指されていると指摘でき、それは本論文で検討してきた佐伯の「わかる」ことを学ぶ教育と

⁴⁶ 文部科学省「学習指導要領の趣旨の実現に向けた個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する参考資料」2021年3月 (https://www.mext.go.jp/content/210330-mxt_kyoiku01-000013731_09.pdf、2021年12月23日情報取得)、1頁。

⁴⁷ 同上、7-8頁。

⁴⁸ 佐伯胖、若林靖永「INTERVIEW 無心に遊べ！—『遊び心』を学びに取り戻そう 佐伯胖 CIEC 会長に聞く—」『コンピュータ&エデュケーション』第15巻、CIEC、2003年、4頁。

は大きくかけ離れたものであろう。

また、教師に対する ICT 活用指導力や ICT 機器を導入した場合に行いたい学習指導に関するアンケートを踏まえても、ICT 機器は教材提示、調べ学習、発表、ドリルに使われることが予想される。例えば、文部科学省の調査では、教員はコンピュータを使用の提示装置として用いることや生徒に情報収集させることに比べて、グループの話し合いにコンピュータを用いることに関して、自信がないことが示されている⁴⁹。また民間の調査においても、教師が ICT 機器を用いて行いたい学習指導として多く挙げているのは、生徒による情報収集、意見発表、計算等の反復的練習である⁵⁰。以上のようなコンピュータを用いた指導のあり方で、佐伯が理想とした、個人のこだわりを追求した上で、他者と共同体を形成し、こだわりの価値を分かち合うことが成立しうるとは考えにくい。調べ学習は単に設定されたテーマのことを調べ、まとめるだけになってしまうことが多いが、子ども自身が自発的に関心を持ち、自由に調べ表現できる環境を作ることが重要であろう。

さらに GIGA スクール構想によって一人一台端末が配られることが決定していることについても議論することができるだろう。一人一台端末を持つこと自体は良いことだと捉えられるが、環境が先に整備され、それを用いて何ができるかを後から考える学校が多いように思われる。この状況は佐伯の道具の条件の議論を踏まえると、情報機器端末が道具として使用されるのではなく、端末を使うことが目的化していると指摘することができるであろう。以上のような状況を変革するためには、教師が目先の技術や子どもの「できる」ことを増やすことばかりにとらわれず、佐伯のように学びとはどうあるべきかを立ち止まって考える必要があるのではないかとすることを提案したい。

最後に、今後の課題である。本論文では佐伯が教育工学を推進し続けるのではなく、学びとはどうあるべきかという議論に向かわせた要因を明らかにできなかった。佐伯の学生時代の師である村井実に関する考察を行うことで、当時管理工学を専攻していた佐伯にどのような教育観を与えたのかを明らかにできた可能性があるため、村井実の思想を追うことが今後の課題といえよう。さらに佐伯に多大な影響を与えた認知科学についても、認知

⁴⁹ 文部科学省「学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果」2020 年 10 月 29 日 (<https://www.e-stat.go.jp/>、2021 年 12 月 23 日情報取得)

⁵⁰ ベネッセ教育総合研究所「小中学校の学習指導に関する調査 2020」2021 年 3 月 12 日 (<https://berd.benesse.jp/shotouchutou/research/detail1.php?id=5558>、2021 年 12 月 23 日情報取得)。

科学者のコンピュータ教育に関する一般的な考えに関する議論が不十分であったため、その点についても考察を深める必要があるだろう。

参考文献

- 佐伯胖「知的好奇心をころす授業—子どもはきわめて意図的に、しかも理性的にバカになっていく—」『児童心理』第27巻第8号、金子書房、1973年8月、68-73頁。
- 佐伯胖「授業過程における考える力の育て方—「やり方」の教育から「問い直し」の教育へ—」『児童心理』第29巻第6号、金子書房、1975年6月、973-980頁。
- 佐伯胖「「わかる」における主観主義—「おぼえる」と「わかる」ことの違い—」『現代教育科学』第18巻第12号、明治図書出版、1975年11月、24-42頁。
- 佐伯胖『「学び」の構造』東洋館出版社、1975年。
- 佐伯胖『学習者の理解度診断にもとづくCAI 教授コースの自動作成』東京理科大学理工学部、1976年。
- 佐伯胖「意見 わかるはずのない授業」『児童心理』第30巻第4号、金子書房、1976年4月、599-602頁。
- 佐伯胖「提案 教え上手の条件」『児童心理』第30巻第11号、金子書房、1976年11月、1981-1991頁。
- 佐伯胖「認知論と動機づけ-1-(講座)」『児童心理』第32巻第11号、金子書房、1978年11月、2122-2141頁。
- 佐伯胖「「考える」とはどういうことか」『児童心理』第34巻第11号、金子書房、1980年10月、1730-1737頁。
- 佐伯胖「"わかる"ということを学ぶ授業」『児童心理』第35巻第12号、金子書房、1981年11月、1979-1983頁。
- 佐伯胖『考えることの教育』国土社、1982年。
- 佐伯胖『学力と思考』第一法規出版、1982年。
- 佐伯胖『「わかる」ということの意味—学ぶ意欲の発見—』岩波書店、1983年。
- 佐伯胖『わかり方の根源』小学館、1984年。
- 佐伯胖、村上陽一郎、村上善太郎「情報化の意味」『理想』第617巻、理想社、1984年10月、234-260頁。
- 佐伯胖『理解とは何か』東京大学出版会、1985年。
- 佐伯胖『コンピュータと教育』岩波出版、1986年。
- 佐伯胖、坂村健、赤木昭夫『コンピュータと子どもの未来』岩波書店、1988年。
- 佐伯胖「「教師になる」ということ—いま、先生に必要なもの・欠かせないもの—」『児

童心理』第43巻第16号、金子書房、1989年12月、3-10頁。

佐伯胖、汐見稔幸、佐藤学編『学校の再生を目指して3 現代社会と学校』東京大学出版会、1992年。

佐伯胖「コンピュータで学校は変わるか」『教育社会学研究』第51巻、日本教育社会学会、1992年、30-52頁。

佐伯胖『新・コンピュータと教育』岩波書店、1997年。

佐伯胖「高度情報化と教育の課題」『情報とメディア』岩波書店、1998年、3-45頁。

佐伯胖「認知科学の立場から（準備委員会企画シンポジウム2 学校教育とマルチメディア—人工知能、認知科学、教育工学における現状と課題—）」『教育心理学年報』第38巻、日本教育心理学会、1999年、9-11頁。

佐伯胖、若林靖永「INTERVIEW 無心に遊べ！—『遊び心』を学びに取り戻そう 佐伯胖 CIEC 会長に聞く—」『コンピュータ&エデュケーション』第15巻、CIEC、2003年、3-10頁。

坂本昂「日本における教育工学創設期の状況—日本教育工学会設立の経緯—」『日本教育工学雑誌』第27巻第1号、日本教育工学会、2003年、1-10頁。

坂元昂、岡本敏雄、永野和男『教育工学とはどんな学問か』ミネルヴァ書房、2012年。

鈴木宏昭、高木 光太郎「佐伯胖フェロー」『認知科学』第19巻、第4号、日本認知科学会、2012 年12 月、403-406 頁。

林向達「日本の教育情報化の実態調査と歴史的変遷」『日本教育工学会研究報告集』第12巻第4号、日本教育工学会、2012年10月、139-146頁。

ベネッセ教育総合研究所「小中学校の学習指導に関する調査2020」2021年3月12日
(<https://berd.benesse.jp/shotouchutou/research/detail1.php?id=5558>、2021年12月23日情報取得)。

溝口文雄、佐伯 胖「CAI 教授論理と学習者意志決定機構」『情報処理』第15巻第2号、一般社団法人情報処理学会、1974年2月、101-109頁。

文部科学省「学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果」2020年10月29日
(<https://www.e-stat.go.jp/>、2021年12月23日情報取得)

文部科学省「学習指導要領の趣旨の実現に向けた個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する参考資料」2021年3月 (https://www.mext.go.jp/content/210330-mxt_kyoiku01-000013731_09.pdf、2021年12月23日情報取得)。

山西潤一、赤堀侃司、大久保昇『学びを支える教育工学の展開』ミネルヴァ書房、2018年。

「先生はコンピューター 能力に応じ個別指導 来春本番 全国初、葛飾・常盤中」『読売新聞』1975年3月1日、朝刊、第17面。

「[先生！スイッチ・オン] 機器教育の最先端で＝2 黒板抜き授業（連載）」『読売新聞』1982年3月28日、朝刊、第11面。

「[先生！スイッチ・オン] 機器教育の最先端で＝7 プログラム学習（連載）」『読売新聞』1982年5月3日、朝刊、第11面。