

コンピュータ教育実践に影響を与える 諸要因の分析

An Analysis of Influential Factors on Effects of Educational Computing

*1 牟田博光 / *2 坂尻敦子 / *3 松田稔樹

コンピュータ教育実践校の調査に基づき、コンピュータ教育の目標設定が遂行過程に、遂行過程が結果の評価に及ぼす影響について分析した結果、目標設定としては「学習の個別化」、遂行過程としては「チュートリアル」や「シミュレーション・問題解決方式のCAI」の実践度が重要であった。また、CAIの実践およびこれにかかわる組織化は教師の負担を増し、学校経営上の大きな問題となっていることが明らかになった。

〈キーワード〉

CAI、コンピュータ教育、教育工学、教育評価、学校経営、教育革新

1. はじめに

学校教育におけるコンピュータの教育利用は急速に拡大している。その中でも、小学校・中学校を中心とするCAIの導入は、児童・生徒の教育効果の向上を目的としたものである。コンピュータの導入を、こうした目的の達成へと結びつけるためには、その過程において相互に影響を及ぼしていると考えられる、さまざまな規定要因の作用を明らかにする必要がある。

本稿は、コンピュータ教育の導入・実践に際して効果的な運用を図るために考慮すべき規定要因を抽出、分類し、これらが児童・生徒の教育効果の向上という目的の達成に、いかにかかわっているかを明らかにする。

2. コンピュータ教育の効果

コンピュータ教育の効果は従来どのようにとらえられてきたのだろうか。教育におけるコンピュータの利用形式は、教育活動に直結するCAIのほか、CMI、コンピュータ・リテラシー教育などがある。

公立学校におけるコンピュータの保有率は年々目ざましい伸び率を示しており、昭和63年3月現在で、小学校13.5%、中学校35.5%、高校では実に93.7%の学校にコンピュータが設置されている（文部省昭和63年）。もっとも、この数字には1台でもコンピュータをもつ学校はすべて含まれている。また、校務処理のためのコンピュータも含まれているため、実際に学習指導のためにコンピュータを使用している学校はこれほど多くはないと思われる。

コンピュータ教育の教育効果を計量的に測定する方法としてはメタ・アナリシスが代表的である。これは、Glass (1976) によって提案されたもので、データ・ベースなどを用いて、教育効果に関する複数の研究結果を標準得点（効果サイズ）に換算したものを、調査標本と同様に取り扱い、これについて統計分析を行って全体の傾向を統計数値に変換しようとするものである。（Glass et al., 1981）。

表1は、メタ・アナリシスを用いて、CAIの教育効果を、伝統的な教授法と比較して測定した代表的な研究例を示したものである。表の中の効果サイズとは、伝統的教授法（統制群）と比較したCAI（実験群）の効果（テスト得点の伸び）を標準化したもので、CAI教育を受けたことによる学力の増分を標準偏差単位で表

論文受付：1989年10月6日

*1 MUTA, Hiromitsu：東京工業大学（〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1）

*2 SAKAJIRI, Atsuko：お茶の水女子大学大学院（〒112 東京都文京区大塚2-1-1）

*3 MATSUDA, Toshiki：東京工業大学（〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1）

著者	発表年	学年	研究数	効果サイズの平均
Hartley	1977	幼-高3	33	0.41
Kulik, Kulik, & Cohen	1980	大学	54	0.25
Burns & Bozeman	1981	小1-高3	39	0.34
Willett, Yamashita, & Anderson	1983	小4-高3	10	0.10
Kulik, Bangert, & Williams	1983	小6-高3	48	0.32
Kulik, Kulik, & Bangert	1984	小1-小5	25	0.48
Kulik, Kulik, & Shwalb	1984	大人	19	0.27

注：Shwalb, et al.(1986)表1、Glass(1984)表4より作成

表1 CAIの効果

している。

表1から明らかなように、個々の研究を総合的にみた計量的なレビューによっても、CAIが伝統的教授法と比較して効果があるという点ではほとんどの研究で一致しているが、著者によって、その大きさについての結論が異なっている。これはレビューによってカバーされた研究例が同一でないために、研究の対象やCAIを利用する時間などが個々の研究で異なっていることによる。さらに、一般に、雑誌に発表された研究は効果の高いものが多いのに対し、学位論文、学会発表資料など刊行されなかった論文では効果の少ないものが多いといった傾向があることも影響している。

この中で、比較的サンプル数（研究例）が多く、児童・生徒を対象にしたKulik et al. (1983)の研究結果を詳しくみたのが表2である。

表2から研究の種類によって効果サイズに違いがあるのわかるが、サンプル数が少ないため、それぞれの分類項目間で効果に有意な差があるものはほとんどない。その中でも、生徒の能力別にみれば特に能力の低い子どもに対してCAIが有効であることが明らかとなっている。また、学年や教科によってその効果は異なっているものの、平均的にはCAIの効果は算数や読

研究の分類	研究数	効果サイズ	
		平均	標準誤差
コンピュータの利用法			
学習管理	11	0.33	0.12
チュータリング	11	0.36	0.18
シミュレーション	5	0.49	0.33
プログラミング	8	0.20	0.08
練習問題	11	0.27	0.11
利用形態			
授業への追加	14	0.21	0.10
授業の代替	33	0.36	0.08
実験計画			
ランダム化	26	0.34	0.07
非ランダム化	18	0.32	0.12
教授者のコントロール			
異なった教授者	24	0.30	0.08
同じ教授者	16	0.28	0.10
テストの種類			
自作テスト	18	0.33	0.13
市販テスト	29	0.31	0.06
実験期間			
4週間以下	8	0.56	0.26
5～8週間	16	0.30	0.02
8週間以上	18	0.20	0.08
生徒の平均的能力			
低	11	0.45	0.13
中間	8	0.39	0.15
高	4	0.13	0.16
学年			
小6～中2	12	0.29	0.11
中3～高3	32	0.34	0.08
教科			
算数、数学	27	0.24	0.08
理科	11	0.31	0.15
その他	10	0.50	0.15

注：Kulik, et al. (1983) 表1 より作成

表2 分類別CAIの教育効果

み方の基礎技能では効果サイズ（標準化された得点の変化）で少なくとも0.25ぐらい（50人中25番の子どもが20番になる）である。

このような実験群と統制群の差がどの程度継続するかについては、実験後2～6カ月たってから、両群を比較した研究によると、効果サイズは0.17（標準誤差0.16、5例）であった（Kulik et al.,1983）。

CAIの教育効果に関する実験例としては、アメリカのETS/LAUSDが代表的である（Glass, 1984, pp35-63）。この実験では、小学校児童の読解力、言語能力、計算能力に関して、CAIの効果を測定すると同時に、その費用の評価も行われた。この結果、算数の計算問

題では1日10分のセッションを1年間続けると、小学2～3年で0.27、4～6年で0.26、20分のセッションではそれぞれ0.63、0.37の効果があつたが、概念や応用など内容の複雑なものでは大きな効果はみられなかつた。平均では0.12の効果があつた。読み方については4～6年では10分のセッションで語彙では0.23、理解力では0.20、20分ではそれぞれ0.23、0.45の効果があつた。平均では0.23である。これは表1の結果と比較しても、典型的な実験例であるといえるだろう。

一方、わが国では、アメリカに比較して教育情報データベースの整備が不十分であり、このようなCAIについての計量的研究はほとんど見られない。わが国における教育効果についての唯一のメタ・アナリシスによれば、それぞれの教授法の違いによる効果サイズの平均は、CAI 0.74、プログラム学習0.43、視聴覚教育0.49、マルチメディア教育0.27などとなっている(Swalb et al., 1986)。効果サイズが比較的大きいのは、研究例が東京大学教育学部と国立教育研究所が所有している雑誌や研究紀要などから採られており、学位論文や学会発表資料など、一般に効果の少ない事例が多い非刊行物が含まれていないためであると思われる。

以上のようにCAIを中心とするコンピュータ教育は、扱う研究事例によって差はあるものの、いずれもある程度の教育効果が認められている。それでは、こうした効果の差異には、いかなる要因が作用しているのだろうか。以下においては、コンピュータ教育の実践校を対象とした調査に基づいて、コンピュータ教育の教育効果と、これを規定するさまざまな要因との相互関係について検討を加える。

3. コンピュータ教育の効果と規定要因の相互作用

(1) 調査の目的と方法

本調査では、コンピュータ教育を1つの教育システムとしてとらえており、教育効果をシステムの評価要因と考えた際に、これを規定する要因は、目的要因、入力要因、および遂行要因として分類することができ

る。本稿では、このうち入力要因を除く各要因が教育効果をいかに規定しているかを明らかにすることを目的としている。

教育効果の測定方法については、他の要因との相互関係を調べる都合上、妥当な方法として、該当校の教師による自己評価によることとした。

コンピュータ教育実践校リストの中から、小学校、中学校、高等学校のバランスを考慮して、調査対象校を抽出した結果、標本校数は、小学校420、中学校334、高等学校248、合計1,002となった。アンケート調査の送付および回収の時期は、昭和63年12月、回答者はコンピュータ教育担当者(主として主任)である。その結果、回収数は、1,002校中559校、うち有効標本数は、小学校203、中学校189、高等学校114、校種不明44、有効回収率は54.9%であった(牟田他, 1989a)。以下の分析では、さらに教室および特別教室にコンピュータを設置している学校に限って行った。

(2) システムを構成する要因の分類

すでに述べたように、コンピュータ教育システムの要因は、目的、入力、遂行、および評価のいずれかに分類される。図1は、これらの要因の分類および相互関係を示したものである。

目的とは、コンピュータ教育を導入するにあたり、具体的に何を目指したのかということを示している。ここでは、教育効果を児童・生徒に対する効果に限定して論じているため、選択項目としては、1)学習の個別化を目指す、2)情報活用能力を育てる、3)学習意欲を高める、4)学力の向上を目指す、5)コンピュータそのものの理解を深める、6)創造力を発揮させる、という6項目について考察する。

遂行とは、コンピュータ教育を導入した際の、活用状況を表す部分であり、ここに含まれる要因は、コンピュータの導入年数、設置台数、利用形態による実践度、阻害要因などである。このうち利用形態による実践度については、1)ドリルCAI、2)チュートリアル形式のCAI、3)シミュレーション・問題解決方式のCAI、4)CMI、5)コンピュータ・リテラシー教育、の

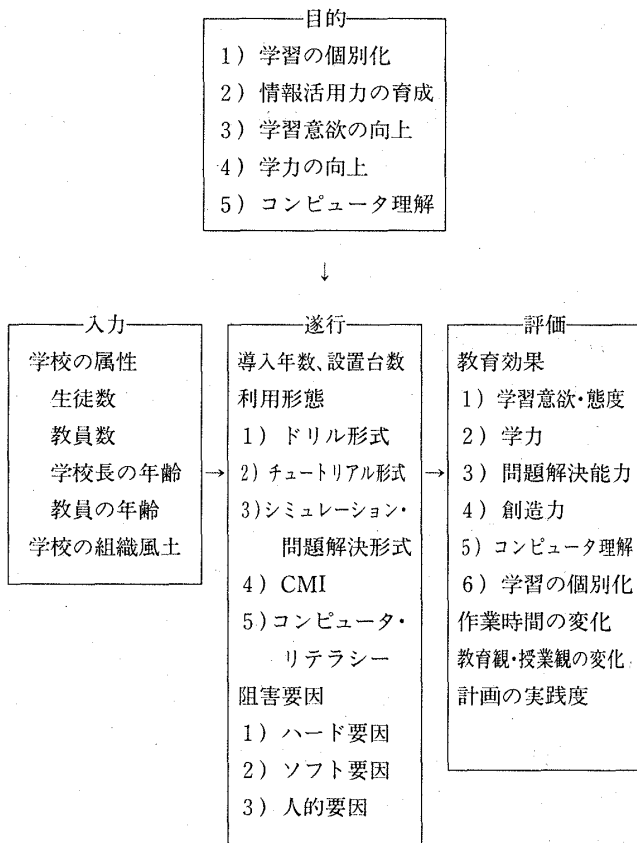


図1 コンピュータ教育の規定要因の分類

5つに分類している。また、阻害要因については、ハード面の要因として、1) コンピュータの不足、2) 周辺機器の不足、ソフト面の要因として、3) ソフトの不足、4) ソフト自作等の時間の不足、を設定したほか、従来あまり取り上げられなかった人的な要因も考慮し、5) 推進組織の編成等の問題、6) 研修機会の不足、7) コンピュータ教育の必要性の認識不足、の3要因も加えることにした。

児童・生徒に対する教育効果は、コンピュータ教育の評価として分類されるものであり、その内容は、1) 学習意欲・態度、2) 学力、3) 問題解決能力、4) 創造力、5) コンピュータ理解、6) 学習の個別化、の6項目である。さらに、教育効果以外にも評価に分類される要因がある。そこで、コンピュータ教育による教師の教育観および作業時間の変化度、当初の計画の実践度などが教育効果と共にいかに変化しているかについても同様に分析を行った。

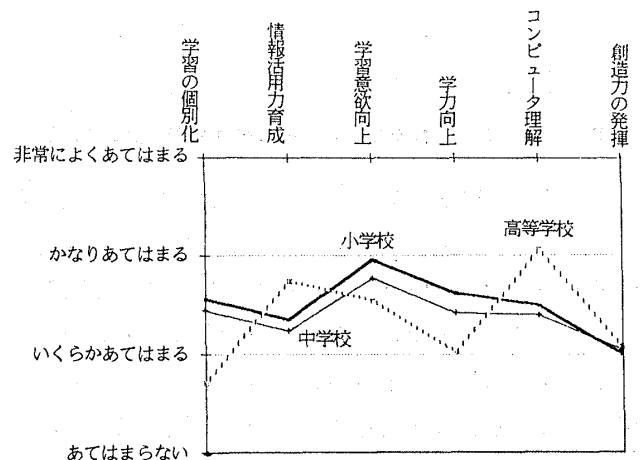
なお、入力要因としては、学校規模や教員の平均年齢といった、学校の属性や組織風土があげられるが、これらの構造分析はすでに行っているため(牟田他1989a)、ここでは取り上げない。

(2) 結果と考察

① 遂行要因を規定する目的過程の諸要因

図2は、校種別に見た導入時の目的である。これを見ると、小・中学校では「学習意欲の向上」、高校では「コンピュータそのものの理解」に重点が置かれている。一方、表3、表4、表5は目的要因が遂行要因に対していかなる規定力をもっているかを示した、重回帰分析の結果である。

これを見ると、小学校・中学校は共に「学習の個別化を目指す」が高い規定力を有しており、この目的が、ドリル形式やチュートリアル形式のCAIの遂行、並びにコンピュータの台数増加を推進していることがわかる。また、規定力はさほど大きくはないが、「創造性を発揮させる」目的が、シミュレーション・問題解決方式のCAIやコンピュータ・リテラシー教育の推進に影響を及ぼしている。さらに中学校では「情報活用力を育てる」が、コンピュータの導入年数を規定しており、情報化社会に対する対応の必要性を強く認識している学校ほど、コンピュータの早期導入がなされているといえる。



注：サンプル数は項目、校種によって異なるが、小学校 74~75、中学校 47~48、高等学校 49~50 である。

図2 コンピュータ導入の目的

説明変数	標準偏回帰係数					
	ドリルCAI (73)	チュートリアル CAI (66)	シミュレーション 問題解決 (70)	コンピュータ・ リテラシー (70)	設置台数 (73)	導入年数 (72)
個別化	0.511**	0.497**	0.090	0.237	0.352*	0.056
情報活用能力	0.105	0.174	-0.046	0.121	0.241	0.196
学習意欲向上	0.179	-0.028	0.098	-0.163	0.043	-0.079
学力向上	0.008	-0.044	0.178	-0.210	0.061	0.132
コンピュータ理解	-0.039	-0.155	-0.009	0.185	-0.043	0.037
創造性発揮	-0.068	-0.010	0.160	0.324*	0.009	-0.224
R ²	0.425	0.267	0.157	0.239	0.267	0.056
(自由度調整済)	0.373	0.192	0.077	0.166	0.200	0.000

** 1%水準で有意、* 5%水準で有意、() 内はサンプル数 Rは重相関係数

表3 遂行要因を規定する目的過程の諸要因 (小学校)

説明変数	標準偏回帰係数					
	ドリルCAI (44)	チュートリアル CAI (39)	シミュレーション 問題解決 (44)	コンピュータ・ リテラシー (45)	設置台数 (46)	導入年数 (46)
個別化	0.665**	0.480*	0.232	0.093	0.441*	-0.092
情報活用能力	-0.283	-0.135	0.019	-0.181	0.199	0.613**
学習意欲向上	0.247	0.094	0.218	-0.020	-0.050	-0.117
学力向上	0.079	0.064	-0.046	0.082	-0.234	-0.147
コンピュータ理解	0.139	-0.252	-0.160	0.048	0.078	0.029
創造性発揮	-0.082	0.218	0.363*	0.498*	-0.033	-0.287
R ²	0.479	0.450	0.405	0.230	0.239	0.236
(自由度調整済)	0.395	0.346	0.308	0.109	0.122	0.119

** 1%水準で有意、* 5%水準で有意、() 内はサンプル数 Rは重相関係数

表4 遂行要因を規定する目的過程の諸要因 (中学校)

説明変数	標準偏回帰係数					
	ドリルCAI (49)	チュートリアル CAI (46)	シミュレーション 問題解決 (48)	コンピュータ・ リテラシー (49)	設置台数 (49)	導入年数 (44)
個別化	0.388*	0.036	-0.048	-0.111	0.256	-0.097
情報活用能力	0.056	0.200	0.408*	0.349*	-0.018	-0.048
学習意欲向上	-0.264	-0.275	-0.174	-0.501	-0.122	0.194
学力向上	0.152	0.118	0.199	0.316	0.050	0.160
コンピュータ理解	0.091	0.245	0.075	0.039	0.449**	0.559**
創造性発揮	-0.029	0.178	-0.025	0.247	0.227	-0.379
R ²	0.179	0.099	0.169	0.174	0.325	0.271
(自由度調整済)	0.062	0.000	0.047	0.056	0.229	0.153

** 1%水準で有意、* 5%水準で有意、() 内はサンプル数 Rは重相関係数

表5 遂行要因を規定する目的過程の諸要因 (高等学校)

ところが、図2を見ると小学校では「学習意欲を高める」が目的要因として最も強調されており、規定力が最大の「学習の個別化を目指す」は、さほど明確に認識されているとはいえない。中学も同様の傾向を示しており、同じく規定力の大きい要因である「情報活用能力を育てる」も、実際には十分に認識されているとはいえない。

目的要因は各々が独立しているわけではなく、相互に関連し合っており、例えば、学習の個別化は意欲を

高めることにつながるだろうし、また、学習意欲の向上は学力向上へとつながっていく可能性がある。したがって、より効果的に高い評価に結びつくような遂行要因に対して大きな規定力を有するような目的要因を最初のステップとして導入目的に掲げることが、ひいては他の目的の実現にも寄与すると考えてもよい。どの要因がより有効であるかは②の「評価要因を規定する遂行過程の諸要因」を待たねばならないが、目的から遂行に移行する際には、「学習の個別化」が最も有効な要因であることは明らかである。

一方、高等学校の場合、情報教育を目的とする実業科および職業高校が多数含まれていることから、「コンピュータそのものの理解」を導入時の目的としている学校が多いのは当然である。表5を見ると、小・中学校に比較して、重相関係数の値が低く、説明力が小さいといえるが、目的要因のうち、「コンピュータそのものの理解」は、コンピュータの台数や導入年数に対して強い規定力を有している。これと同様に、「情報活用能力を育てる」ことも目標として強く認識されているが、この要因は遂行過程に対して、台数や年数ではなくて、シミュレーション問題解決方式のCAIやコンピュータ・リテラシー教育の遂行に影響を与えている。

すなわち、高校のレベルでは、コンピュータ導入の目的として「コンピュータ理解」が最も強く認識されており、次いで「情報活用能力の育成」となっているが、前者がコンピュータの導入を、後者がその活用を推進しているわけで、いわば、理想的な形で、目的から遂行への移行が行われているといえるだろう。ただし、このことはあくまで情報化社会に対応するための能力向上を教育目標とした場合に限った話である。より一般的な教育効果については、本調査のサンプルでは説明が困難だが、目的要因のうち、「学習の個別化を目指す」が、遂行要因「ドリル形式のCAI」に対してある程度の規定力を示していることから、コンピュータを導入する際に学習の個別化についての認識を明確化することが、CAIの実践につながっていくといえるが、図2からも明らかなように、高校では個別化についての認識が他の要因と比較して最も低くなっている。

② 評価要因を規定する遂行過程の諸要因

表6は、コンピュータ教育の教育効果の6つの評価要因（学習意欲・態度、学力、問題解決能力、創造力、コンピュータ理解、個別化）を総合的にとらえた場合の、遂行要因の規定力を示したものである。これを見ると小学校では、「シミュレーション・問題解決的CAI」と、ハード面での阻害要因の少なさの規定力が大きく、中学校では、「チュートリアル形式のCAI」が大きな規定力を示している。すなわち、これらの形態によってCAIを実践しているほど総合的な教育評価が高いということである。

この点については、表2のKulik, et al. (1983)によるCAIの教育効果についてのメタ・アナリシスの結果とも一致している。表2の場合、教育効果をテストなどで測定できる学力に限定している点が、本研究

説明変数	標準偏回帰係数		
	小学校 (59)	中学校 (32)	高等学校 (36)
導入年数	-0.153	0.167	0.200
ドリルCAI	0.211	0.088	-0.062
チュートリアルCAI	0.227	0.825**	-0.502*
シミュレーションCAI	0.325**	0.037	0.313
CMI	0.242*	0.170	0.038
コンピュータ・リテラシー	-0.024	0.063	0.192
設置台数	0.003	-0.177	0.317
阻害要因 (人的)	0.024	-0.146	-0.233
阻害要因 (ハード)	-0.296**	0.069	-0.213
阻害要因 (ソフト)	-0.063	-0.084	0.218
R ²	0.635	0.769	0.555
(自由度調整済)	0.559	0.659	0.362

** 1%水準で有意、* 5%水準で有意、()内はサンプル数 Rは重相関係数

表6 教育効果の評価を規定する遂行要因

とは異なるが、コンピュータの利用法の違いによる効果サイズの平均は、「シミュレーション」が0.49と最も大きく、次いで「チュートリング」の0.36となっている。

一方、高校の分析結果を見ると、「チュートリアル形式のCAI」が、教育効果に対して負の規定力を示しているが、これは、今回の調査では高校レベルで「チュートリアル形式のCAI」を行っている学校がきわめて少なく、また、実践校での教育効果が低いためであると考えられる。

6つの教育効果の評価要因の中には、質的に同等には扱えないものもある。そこで、これらの6つの要因に、「教師の作業時間の変化度」、「教育観・授業観の変化度」、そしてコンピュータを導入した際の目標がどの程度実践されたかを示す「計画の実践度」を加え、各々の評価要因に対する遂行要因の規定力について、改めて分析を行った。

表7、表8は小学校の分析結果である。表7は、以前と比較して現在のところどのように評価できるかを示しており、一方、表8は、現在と比較して将来はどうなるかという見通しを示している。

この表から明らかなのは、まず現在の評価について、「シミュレーション・問題解決方式のCAI」の規定力が大きいことで、学習意欲、問題解決能力、コンピュータ理解のそれぞれの評価に対して有意な値を示している。また、「チュートリアル方式のCAI」は、学習意欲の向上と学習の個別化に対して、「CMI」も、学習

説明変数	標準偏回帰係数									
	学習意欲・態度 (59)	学力 (59)	問題解決能力 (59)	創造力 (59)	コンピュータ理解 (59)	学習の個別化 (59)	教師の作業時間 (60)	教育観・授業観 (60)	計画の実践度 (60)	
導入年数	-0.200	-0.060	-0.083	-0.164	-0.127	-0.136	-0.004	0.017	-0.108	
ドリルCAI	0.148	0.300	0.138	0.144	0.125	0.197	0.090	0.141	0.155	
チュートリアルCAI	0.254*	0.244	-0.112	0.089	0.218	0.296*	0.227	0.429**	0.038	
シミュレーションCAI	0.337**	0.260	0.350*	0.270	0.279*	0.137	0.302**	0.149	0.347*	
CMI	0.439**	0.108	-0.004	0.204	0.258*	0.131	-0.155	0.055	0.054	
コンピュータ・リテラシー	-0.149	0.019	0.168	0.182	0.023	-0.112	-0.053	-0.032	-0.018	
設置台数	0.068	-0.086	0.039	0.028	-0.104	0.076	-0.028	0.112	0.447**	
阻害要因 (人的)	0.088	0.015	0.103	0.121	-0.040	-0.053	-0.418**	0.036	-0.082	
阻害要因 (ハード)	-0.097	-0.172	-0.347*	-0.074	-0.276*	-0.339**	0.092	-0.056	-0.078	
阻害要因 (ソフト)	-0.051	-0.061	0.053	-0.057	-0.044	-0.141	0.423**	0.094	0.040	
R ²	0.590	0.440	0.373	0.303	0.507	0.564	0.585	0.497	0.638	
(自由度調整済)	0.505	0.323	0.243	0.158	0.405	0.473	0.501	0.394	0.564	

** 1%水準で有意、* 5%水準で有意、()内はサンプル数 Rは重相関係数

表7 現在の評価を規定する遂行要因 (小学校)

説明変数	標準偏回帰係数					
	学習意欲・態度 (59)	学力 (58)	問題解決能力 (58)	創造力 (58)	コンピュータ理解 (58)	学習の個別化 (58)
導入年数	-0.284*	-0.365**	-0.376**	-0.214	-0.283*	-0.222
ドリル CAI	-0.029	0.011	0.005	0.098	0.146	0.196
チュートリアル CAI	0.426**	0.321*	0.122	0.101	0.218	0.374*
シミュレーション CAI	-0.064	-0.017	0.226	0.097	0.192	0.094
CMI	0.415**	0.286*	0.158	0.312*	0.455**	0.154
コンピュータ・リテラシー	0.050	0.075	0.324**	0.285*	0.131	0.087
設置台数	0.254	0.160	0.228	0.214	0.075	0.117
阻害要因 (人的)	0.143	-0.074	0.116	0.130	0.158	0.040
阻害要因 (ハード)	0.022	-0.098	-0.069	0.132	-0.083	-0.017
阻害要因 (ソフト)	-0.189	-0.049	-0.057	-0.170	-0.126	-0.011
R ²	0.404	0.438	0.471	0.311	0.505	0.403
(自由度調整済)	0.280	0.318	0.359	0.164	0.402	0.276

** 1%水準で有意、* 5%水準で有意、() 内はサンプル数 Rは重相関係数

表8 将来の評価を規定する遂行要因 (小学校)

意欲に対して規定力を有している。すなわち、CAIの実践はその利用形式によっては学習の意欲・態度といった情意的な面にも有効に作用するということであり、さらに「教育観・授業観の変化」や「教育の実践度の評価」に対する規定力も大きい。一方、コンピュータ理解や学習の個別化にあたっては、ハード面での阻害要因のなさが規定力を示しており、これらの要因については、コンピュータの施設・設備の整備が不可欠であるといえるだろう。

教師の作業時間の変化については、「シミュレーション・問題解決式 CAI」が実践され、ソフト面での阻害要因が大きいほど、また、人的な阻害要因が小さいほど、変化度が大きくなっている。コンピュータの導入によって教師の作業時間は増加しており、その時間を金額に換算すると、コンピュータ教育の必要経費のおよそ3分の1にも達する(牟田他、1989b)。

文部省と通産省が共同で設立した、コンピュータ教育開発センター(CEC=The Center for Educational Computing)の調査で指摘されている、学習指導でのコンピュータ利用の阻害要因は、①パソコンの数が少ない(66.6%)、②ソフトウェア購入予算が確保できない(54.0%)、③ソフトウェアを開発できる教師がない(53.0%)、④市販のソフトは通常の授業で使えない(40.9%)の順になっており、ソフト面での阻害要因がかなりのウェイトを占めていることがうかがえる(コンピュータ教育開発センター、1989)。

このように考えると、CAIの実践が進行すること自体が教師の負担を増加させているということになり、

よいソフトが不足したり、教師自ら作成したりすることが、これに拍車をかけることになっている。表8において、導入年数の長さが、各教育効果に対して負の規定力を示しているのは、コンピュータを導入しても効果的な利用が容易には持続しないこと、また、期待されたような効果が上がらず、将来の期待が低くなっていることを意味しており、その背景にはこうした問題があると思われる。

人的阻害要因とは、推進組織や研修機会、およびコンピュータ教育についての認識などの不足を指すものであるが、これらが少ないほど教師の作業時間が増加するということは、ソフト作成といった直接的な作業以外にも、コンピュータ導入によって時間を割かれることが多いことを意味している。こうした問題は学校運営の視点で検討しなければならないことであり、コンピュータ教育の導入が教育方法の改革にとどまらない、1つの大規模な教育革新としての性格をもっていることを示している。

次に中学校の分析結果を表9、表10に示す。表からも明らかのように、特に「チュートリアル方式のCAI」の規定力が大きい点が顕著であり、すべての教育効果の項目に対して非常に高い規定力を示している。中学校の場合、高校受験という現実的な課題を抱えているために、CAIの実践にしても、直接教育効果に結びつけようとする意識が強く、こうした高い値が得られたのだと思われる。将来の評価についてもこの傾向は変わらない。

「計画の実践度の評価」については、小学校同様コン

説明変数	標準偏回帰係数								
	学習意欲・態度 (32)	学力 (32)	問題解決能力 (32)	創造力 (32)	コンピュータ理解 (32)	学習の個別化 (32)	教師の作業時間 (32)	教育観・授業観 (32)	計画の実践度 (33)
導入年数	0.254	0.196	-0.010	0.066	0.066	0.182	0.154	0.147	-0.117
ドリル CAI	0.239	0.058	-0.201	-0.333	0.059	0.156	-0.405	-0.166	-0.314
チュートリアル CAI	0.565*	0.840**	0.737**	0.847**	0.663**	0.748**	0.024	0.484	0.239
シミュレーション CAI	0.006	-0.035	0.380	0.029	0.045	-0.193	0.175	0.300	0.107
CMI	0.429*	0.153	-0.082	0.200	-0.071	0.234	-0.121	-0.208	-0.127
コンピュータ・リテラシー	-0.038	-0.037	0.118	-0.032	0.207	0.016	0.271	-0.001	0.157
設置台数	-0.189	-0.390*	-0.073	-0.168	-0.219	0.080	-0.077	-0.182	0.500*
阻害要因 (人的)	-0.142	0.133	-0.008	-0.178	-0.402**	-0.121	-0.570**	-0.083	-0.190
阻害要因 (ハード)	-0.062	-0.092	0.230	-0.019	0.054	0.117	0.064	-0.109	0.024
阻害要因 (ソフト)	-0.148	0.002	-0.213	-0.143	0.165	-0.166	0.429	-0.109	-0.001
R ²	0.686	0.692	0.703	0.592	0.678	0.589	0.417	0.329	0.392
(自由度調整済)	0.536	0.545	0.562	0.397	0.525	0.394	0.139	0.009	0.115

** 1%水準で有意、* 5%水準で有意、() 内はサンプル数 Rは重相関係数

表9 現在の評価を規定する遂行要因 (中学校)

説明変数	標準偏回帰係数						
	学習意欲・態度 (32)	学力 (32)	問題解決能力 (32)	創造力 (32)	コンピュータ理解 (32)	学習の個別化 (32)	
導入年数	0.446*	0.347	-0.108	0.020	-0.038	0.108	
ドリル CAI	-0.111	0.188	-0.094	-0.208	0.118	0.146	
チュートリアル CAI	0.563	0.704*	0.431	0.696*	0.208	0.442	
シミュレーション CAI	-0.148	-0.231	0.455	-0.034	0.127	-0.174	
CMI	0.159	0.253	0.009	0.292	-0.189	0.391*	
コンピュータ・リテラシー	0.087	-0.207	0.077	-0.126	0.032	0.017	
設置台数	-0.281	-0.299	0.234	-0.030	-0.092	-0.009	
阻害要因 (人的)	-0.362	-0.264	-0.111	-0.306	-0.361	-0.116	
阻害要因 (ハード)	0.188	0.062	0.527**	0.229	0.088	0.180	
阻害要因 (ソフト)	0.129	0.039	0.313	-0.176	0.331	0.154	
R ²	0.452	0.573	0.646	0.578	0.401	0.597	
(自由度調整済)	0.190	0.369	0.477	0.377	0.116	0.405	

** 1%水準で有意、* 5%水準で有意、() 内はサンプル数 Rは重相関係数

表10 将来の評価を規定する遂行要因 (中学校)

ピュータの設置台数が有意な値を示しており、コンピュータの台数が多いほど評価は高いが、だからといってハード面での阻害要因の多さが特に計画の実践度や教育効果を規定しているということはない。また、教師の作業時間も、小学校と同様に、人的阻害要因の少なさが、変化に対して強い規定力を示しており、やはりコンピュータの導入に伴う教師の負担の大きさを物語っている。

表11、表12は高等学校の分析結果である。今回の調査校ではCAIの実践は、あまり積極的に行われていないが、行っているところでも、「シミュレーション・問題解決形式のCAI」を除いては、特に教育効果が得られているとはいえない。しかし、導入年数や設置台数は教育効果や教師の教育観の変化に対して影響力を示している。小学校とは違って、期待された効果がそれなりに上がっており、ハード面での施設・設備の充

実が有効であるといえる。これは、すでに述べたように、調査校の中に実業高校や職業科が多数含まれているためであると考えられる。

4. まとめと今後の課題

以上、目的設定から遂行過程、および遂行過程から結果の評価に至る段階における諸要因の規定力について検討した。分析結果から、小・中学校についてはCAIの実践が教育効果に結びついているが、高等学校の場合は調査対象の関係から、コンピュータ教育を一般的な教育効果に結び付けるのは困難であると考えられる。そこで、ここでは、特に小・中学校におけるコンピュータ教育に影響を与える要因について、総合的な視点から再検討することにした。

説明変数	標準偏回帰係数								
	学習意欲・態度 (35)	学力 (34)	問題解決能力 (34)	創造力 (34)	コンピュータ理解 (35)	学習の個別化 (35)	教師の作業時間 (38)	教育観・授業観 (38)	計画の実践度 (38)
導入年数	0.088	-0.013	0.418*	0.270	0.058	0.300	0.366	0.410*	0.257
ドリルCAI	-0.305	-0.256	-0.133	-0.323	-0.063	0.510	0.129	-0.044	0.277
チュートリアルCAI	-0.407	-0.370	-0.456*	-0.209	-0.456*	-0.298	-0.689**	-0.439	-0.284
シミュレーションCAI	0.485*	0.441	0.353	0.273	0.131	0.003	0.168	0.376	-0.042
CMI	0.004	-0.055	0.059	-0.152	0.339	-0.064	-0.037	0.216	0.345
コンピュータ・リテラシー	0.140	-0.001	0.278	0.202	0.250	0.080	0.024	0.186	0.320
設置台数	0.262	0.578*	-0.010	0.510	0.383	-0.005	0.420	0.107	-0.369
阻害要因(人的)	-0.292	-0.056	-0.127	0.193	-0.075	-0.154	0.251	0.033	-0.193
阻害要因(ハード)	-0.016	-0.114	-0.375	-0.110	-0.312	-0.193	0.179	-0.142	-0.319
阻害要因(ソフト)	0.186	0.023	0.205	-0.109	-0.083	0.393	-0.007	0.019	0.207
R ²	0.418	0.459	0.523	0.334	0.557	0.384	0.397	0.376	0.262
(自由度調整済)	0.176	0.224	0.315	0.045	0.373	0.127	0.174	0.145	0.000

** 1%水準で有意、* 5%水準で有意、()内はサンプル数 Rは重相関係数

表11 現在の評価を規定する遂行要因(高等学校)

説明変数	標準偏回帰係数					
	学習意欲・態度 (35)	学力 (34)	問題解決能力 (34)	創造力 (34)	コンピュータ理解 (35)	学習の個別化 (35)
導入年数	0.004	-0.114	0.052	0.212	0.126	0.217
ドリルCAI	-0.660**	-0.547*	-0.408	-0.361	-0.330	0.319
チュートリアルCAI	-0.362	-0.480	-0.354	-0.288	-0.478	-0.273
シミュレーションCAI	0.570**	0.352	0.269	0.280	0.301	0.135
CMI	0.039	0.261	0.214	0.148	0.223	0.113
コンピュータ・リテラシー	-0.134	-0.046	-0.012	0.081	0.136	-0.267
設置台数	0.492	0.529*	0.369	0.499	0.416	0.188
阻害要因(人的)	-0.216	0.068	0.071	0.195	0.018	-0.158
阻害要因(ハード)	0.017	-0.052	-0.141	-0.061	0.058	-0.095
阻害要因(ソフト)	-0.035	-0.194	-0.275	-0.147	0.085	0.240
R ²	0.522	0.519	0.298	0.311	0.320	0.438
(自由度調整済)	0.322	0.309	0.000	0.011	0.037	0.204

** 1%水準で有意、* 5%水準で有意、()内はサンプル数 Rは重相関係数

表12 将来の評価を規定する遂行要因(高等学校)

小学校については、すでに図2で示したように、コンピュータ導入の目的としては「学習意欲を高める」が最も重要視されているが、目的設定から遂行過程に移行する段階で、スムーズにCAIの実践に結びついていないとはいえない。このプロセスを効果的に評価過程につなげるためには、CAIの実践に対して規定力の大きい「学習の個別化」を目的として認識することが必要である。

表7からも明らかなように、「チュートリアル方式」および「シミュレーション・問題解決方式のCAI」の実践は、結果的には、本来の目的である学習意欲の向上に対して大きな規定力を発揮するからである。

一方、中学校でもほぼ同様の傾向が見られるが、小学校の場合と異なっているのは、CAIの実践が「学習意欲の向上」よりも、その他の教育効果をより強く規定している点である。その実践形態については、小学

校では「シミュレーション・問題解決方式」、中学校では「チュートリアル方式」のほうがそれぞれ有効である。

ところが、分析結果からも明らかなように、CAIの実践を推進することは、教師の負担を増加させることにつながっている。さらに皮肉なことに、コンピュータ教育推進のための人的組織作りが負担を助長する結果となっている。すなわち、本来ならば教師の負担を軽減し、コンピュータ教育の導入に関連する学校運営上の問題を解決するための施策であるべきものが、逆に教師に負担を負わせているのである。

教師の労働時間の増加は人的費用の増加を意味しており、仮に教育効果が向上しても、その費用効果が低下したのでは、コンピュータ教育の有効性は妥当なものとはならない。したがって、教育効果を規定する作業時間の変化の理由を明らかにしたうえで、それに対

する学校経営上の対策を講じ、教員の負担を取り除く配慮を行うことが必要である。また同時に現在のような本末転倒ともいえる人的組織のあり方を再検討し、コンピュータ教育の推進のみに焦点を当てるのではなく、コンピュータ教育の有効性を十分に生かせるような学校経営のあり方を構築していかなければならない。その意味で、今後の課題としては、コンピュータ教育の阻害要因を詳細に分析し、特に学校経営においていかなる施策が有効であるかについて、その教育効果との関係を明らかにすることが必要であると思われる。

本研究は、文部省科学研究費補助金（一般研究C課題番号62580238）の援助によって行われたものである。

参 考 文 献

- (1) Glass, Gene V. (1976) Primary, Secondary, and Meta - Analysis Research. Educational Researcher, 5 : 3-8
- (2) Glass, Gene V. (1984) The Effectiveness of Four Educational Interventions. Project Report No. 84 -A19, Institute for Research on Educational Finance and Governance, Stanford University
- (3) Glass, Gene V. ; McGaw, Barry ; Smith, Mary Lee (1981) Meta-Analysis in Social Research. Sage
- (4) コンピュータ教育開発センター(1989)『教育におけるコンピュータ利用状況調査』
- (5) Kulik, James A. ; Bangert, Robert L. ; Williams, George W. (1983) Effects of Computer-Based Teaching On Secondary School Students. Journal of Educational Psychology, 75(1): 19-26
- (6) 文部省編(1988)『我が国の文教施策』大蔵省印刷局・牟田博光、坂尻敦子、松田稔樹、野村嘉樹、坂元昂(1989 a)「コンピュータ教育の有効性を規定する学校組織風土の構造分析」『教育情報研究』第5巻2号
- (7) 牟田博光、坂尻敦子、坂元昂(1989 b)『コンピュータ教育の費用効果分析』、Educational Science and Technology Research Report, TIT. No. 89 J-4
- (8) Shwalb, Barbara ; Shwalb, David W. ; Azuma, Hiroshi (1986) Educational Technology in the Japanese Schools -a Meta-Analysis of Findings-. Educational Technology Research, 9(1・2): 13-30