

CAIコースウェア「情報処理電子計算機概論」の メタアナリシスを用いた教育効果の評価

Meta-Analysis of the educational effect of the CAI-courseware
[Introduction of Computer Information Processing]

山口 晴 久 (技術教室)

Haruhisa YAMAGUCHI

ABSTRACT

I produced a CAI-courseware[Introduction of Computer Information Processing] for biginers on information processing. CAI courseware is hard to estimate by the objective testing methodds.

In this papper, educational efficiency of this CAI-courseware, which is examined in school lessons, are analysed by meta-analysis, which is produced by Glass and is proposed to estimate CAI-lesson-grade by the objective view points.

The conclusion is that CAI-courseware[Introduction of Computer Information Processing] is ,in effective-used case, to some extent effective in school computer lessons.

key words: CAI, コースウェア, 教育効果, メタアナリシス

1. はじめに

Authoring Systemを用いたCAIコースウェア「情報処理電子計算機概論」は、著者が、昭和61年度より開発を進めてきたCAI教材である。本ソフトウェアは主として中学校、高校、専修学校や企業での情報処理教育に活用し、情報処理入門者の知識定着の向上、および情報処理教育の合理化を図ることを目的としている。このコースウェアの概要は一昨年の本学紀要に発表した⁽¹⁾。本報はこのソフトウェアを用いた指導による指導効果の報告である。本報は、現段階で入手可能なデータに基づいて、講義形式での学習結果とCAIコースウェア「情報処理電子計算機概論」による学習結果を比較することにより、本システムの教育効果を分析し、今後の評価方法、および効果的な活用方法を探求することを目的としている。CAI教育評価の問題点について論究するとともに、分析方法として「有効効果係数」の概念を用いたメタ・アナリシスによる教育効果分析を行った。

2. CAIコースウェアの評価

CAIにおける教育効果の有効性を客観的に結論づけることは容易ではない。

教育効果追試の結果の一致性、客観性を高めるためには、実験要因の十分な統制や測定方法の標準化が必要であるが、教育現場のようないわゆるフィールド研究に関する研究方法の整備は容易でなく、1960年代に入ってからようやく準実験計画(=quasi-experimental design)の体系化がはじめられた。準実験計画の大きな特徴は、実験要因の統制が不十分なことと、被験者の要因への割付がランダムでないことである。たとえば、CAIを使う群と従来の講義型授業だけの群を比較する場合、授業者に対してあまり細かい注文はつけられないから、学習者や教師の各要因への割付も研究者の希望通りにはできないことが多い。結局、厳密に統制できたのは、単にCAIを使うか、使わないかという基本的な要因だけであるという受動的な研究しかできないことが多い。つまり教師や生徒の特性や学習環境などの重要な要因の統制までは実施できないのが客観評価を困難にしている原因である。

また、フィールド研究では、人間的諸原因のために実験条件にノイズ、バイアスが生じることもある。もっとも古い時期にCAIの効果を精密に測定しようとしたSuppes & Morningstar (1972)⁽²⁾は、統制群(CAIを使わない群)に指定されたある学校の教師たちが、自分たちの授業がコンピュータと比較されることに不満をもち、その分野の授業を1年にわたって自主的に1日25分の補習を実施したという教員側の要因を報告している。この場合、CAI群に比べて、統制群の方が高い成績を記録したことは言うまでもない。これは極端としても、教育についてのフィールド研究では人間的な原因によって、測定結果にバイアスが生じ、それが研究の信頼性を不安定にすることは古くから指摘されてきた。ホーソン効果とかヘイロー効果、近年ではピグマリオン効果などが統制困難な要因として話題になっているが、従来のたいていの教育効果研究では、これらの要因は統制されていないのが現状である。

これらの点を踏まえて、本研究ではメタアナリシスという方法を導入し教育効果の評価を行う。

3. メタアナリシス (メタ分析)

教育研究の評価を統計学的に統一的立場から定量的に実現しようとする一つの方法はメタアナリシス(meta-analysis)である。この方法は、Glass (1976)が、The American Educational Research Associationの講演で提案したのが最初である⁽³⁾。彼は、分析の分析analysis of analysesという意味のメタ分析という用語を作った。

メタアナリシスは、問題とする事項に関する資料、データ、論文をできるだけ多く集めることが第1である。次に、それらの論文について、処理群(実験群)と統制群が設定されているか否か、また、結果の報告が数量的か否かによって、論文の取捨選択がなされる。この場合、両群の平均値と分散が報告されていることが望ましいが、それが欠如していても、検定値や相関関数から推定することもある。次に、各研究の測定の基準を統一化する

ために、各研究ごとに、処理群と統制群の平均値の差を標準化する。処理群と統制群の平均値の差は、処理群の効果の大きさを示しているから、この値は効果量 (Effect Size; ES) とよばれている。ESとは、

$$ES = (\text{処理群の平均値} - \text{統制群の平均値}) / \text{標準偏差}$$

この場合、標準偏差としては両群の群内標準差が使用される。

ESは、教育現場で使われる偏差値のような標準得点であり、各研究ごとに異なっている測定単位が共通化されているから、ESの平均を算出したりすることが可能になる。したがって、たとえば、高学年と低学年の学習者に対するCAIの効果量をそれぞれのESの平均値によって比較することができる。

ESが表現する意味の一つは、両群の分布の重複の程度の指標である (Hedges, 1986)。たとえば、ES=0.5とは、統制群の中では平均値の個体が、処理を受けることによって69パーセント相当に変化することを意味する。CAIの効果量 (ES) が0.5であったとすると、普通の授業で成績が平均値 (50パーセント) の学習者は、CAIを使うことによって、69パーセントにまで成績が上昇すると考えられる⁽⁴⁾。

Cohen (1977)⁽⁵⁾は、つぎのようにESの大きさの目安を示している。

ES=0.2前後の場合、効果は小さい (59パーセント)

ES=0.5前後の場合、効果は中程度である (69パーセント)

ES=0.8前後の場合、効果は大きい (79パーセント)

わが国でも、メタ分析は注目されつつあり、橘⁽⁶⁾、吉田⁽⁷⁾は、ESと統計的検定の関係について興味深いデータを発表しているメタ・アナリシスによる「有効効果係数」の計算については次の点が指摘される。

求められた個々の研究結果はメタ段階用の「有効効果係数」に変換される。メタ・アナリシスは、複数の研究結果を「有効効果係数」に換算したものについて、統計分析を行うものである。ほとんどのメタ・アナリシスで使われる有効効果係数の指標は、実験群と統制群の差を標準偏差で割った値である。すなわち、標準偏差スコアで表現された平均の差で、テストの難易度や採点基準などによらない値である。

標準偏差として何をを用いるかは研究者や研究例によって異なっている。最も多く用いられている指標は統制群の標準偏差である。これは実験群の標準偏差は実験によって影響を及ぼされており、実験群と統制群の差の大きさを基準化する値としては、実験によって影響を受けていない統制群の標準偏差を用いた方がよいとの考え方による。この方法では、一つの統制群に対し、複数の実験群があり、それらの標準偏差が異なっている場合でも、それぞれの実験群と統制群の一対比較で同じ有効効果係数を求めることができる⁽⁸⁾⁽⁹⁾。

しかし、このような方法では、実験群と統制群とから得られた標準偏差の情報の一部分しか使わないことになり、サンプリング誤差が大きくなる。そこで、差を基準化する標準偏差として、実験群と統制群のそれぞれの標準偏差の平均を用いる場合もあるが、この他に、サンプリング誤差を最小にする方法として、級内標準偏差 (分散分析で得られる級内分散の平方根) を用いる方法がよく使われる。多くの研究例では分散分析の結果やt検定の結果が示されており、必要な情報を得ることも困難ではないからである。これらの有効効果係数は多くの統計量に容易に変換でき、また、研究例の総合化も容易に行える。

Hedges et al.⁽¹⁰⁾は、メタ・アナリシスに妥当性の一般化の考え方を持ち込み、有効効果

係数からサンプリングやその他に起因する誤差を取り除き、真の効果を測定する方法を提案した。有効効果係数を求めるのに、どの標準偏差を用いるのが良いかについては議論の分かれるところであり、ケース・バイ・ケースであろう。本研究では、主としてHedges et al.の方法に基づき議論を展開する。有効効果係数は容易に t 値、 F 値、点双列相関係数に再変換できる。

4. 教育効果分析とメタ・アナリシス

コンピュータを利用した教育に関する研究は、アメリカを中心にこれまで多くの研究がある⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾。しかし、それぞれの研究は各々その視点、目標、CAIに対する発想が異なり、また異なった教材や学年などを対象にしており、実験設定も異なっている。

実験群（通常はCAI群）と統制群（通常は伝統的な講義形式の授業）のポストテストの平均値間の差を求めた研究例を沢山集めたからといって、それを一般化することは、容易ではない。またその効果の評価がテスト得点の比較で測定され計算化されているものであっても、研究結果相互の比較もできないといってもよい状況にある。プラスの方向に有意な研究だけを見たときでも、差の大きさはさまざまである。その理由の一つは、研究によって使用する評価のテストバッテリーが異なることによる。従来の研究例のレビューのやり方で最も古くからある方法は、多くの文献について、その結論を概説するものである。Aではこう言っているが、Bではこう述べられている、と言うものである。文献の数が多い場合には、その結論を一般化することはほとんど不可能に近い。

Glass（前述）は数多くの教育効果の研究を計量的にレビューする方法として、データ・ベースなどを用いて、できるだけ多くの研究例を網羅的に捜し出し、教育効果に関する複数の研究結果を標準得点（有効効果係数）に換算し、これらを調査標本と同様に取り扱い、統計分析をおこなって全体の傾向を統計数値に変換した。個々の研究におけるCAIの効果分析の方法としては、学力、事前知識等が同質の学生を実験群と統制群に分け、一定の授業の後に、理解度を確かめるポストテストを行い、その両群におけるテスト結果を比較することによって、実験群が統制群と比較して良い結果を示すかどうかをみる。実験群と統制群の平均値の差を求め、 t 検定を行うこと、両群の不偏分散の比を求め、 F 検定を行うこと、ダミー変数を用いて、群とテスト得点等の間の相関変数（この場合、一方が2分法的な属性を持つため、点双列相関関数となる）を求めることなどがあげられる。しかし、メタ・アナリシスに対しては問題も指摘されている。推測統計法の基礎になっているサンプリング標本と母集団の関係がメタ・アナリシスでもあてはまるのか、質の違う研究をすべて有効効果係数という一つの尺度に単純に換算して比較して良いのか、といった基本的問題から、有効効果係数の測り方、一つの研究から複数の有効効果係数を算出することによりデータの独立性が損なわれることの問題、など技術的な問題まで、研究者の間で完全な合意があるわけではない⁽¹⁴⁾。しかし、従来からのように、選択基準のはっきりしない少数の研究結果から一般的傾向を結論づけようとする定性的方法と比べて、その利点は明らかであり、データ・ベースの発達、普及にともない、このメタ・アナリシスの方法を用いて教育研究の多くの分野で計量的な文献レビューがさかんに行われるようになってきた⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾。これまでの研究例としては、Niemic & Walberg (1985)⁽¹⁷⁾は、小中学生の教育にコ

コンピュータを利用した場合の効果（成績の上昇の程度）を測定した論文（数は明記していないが、234論文と推定される）をメタ分析して、8要因中6要因が統計的に有意であることを見出した。中等教育におけるCAIの効果は、Bangert-Drowns, Kulik & Kulik (1985)⁽¹⁸⁾によって分析、総合されている。対象になった論文数は42であり、それらを通してのESの平均は、0.26であった。中高生の場合、小学生の場合よりも、コンピュータ利用の効果は低いと思われる結論を出している。Shwalb, Shwalb, & Azuma (1986) (19)は、コンピュータ利用も含めて、日本における教育工学的方法の効果をメタ分析した。対象論文は104件であるが、 χ^2 検定の結果、各種教育工学的方法を使用した授業の成績（学力）上昇が伝統的授業より多いことが0.1%水準で有意であった。

5. CAI コースウェア「情報処理電子計算機概論」利用の教育効果分析

5.1 実験条件

分析を行った学校は計5校で、いずれも高等学校への入学したばかりの1年生である。表1に示すように、これらの学校のうち、「情報処理電子計算機概論」使用クラスと座学みのクラスの試験結果の比較調査は、合計6回行われており、研究例は合計で16、サンプル数の総計が実験群、統制群併せて、814名となっている。実施年度は昭和63年度が10例、平成元年度が6例であり、学校ごとにみると、両者を含むものが2校ある。C校を除いては、「情報処理電子計算機概論」使用クラスはいずれも同年度に行われたものである。

表1 コースウェア利用条件

		実施年度	CWを利用した授業時間(分×回数)	使用した状態
A校	テスト1	平成元年	90×2	座学授業後
	テスト2	平成元年	90×2	座学授業後
B校	テスト1	昭和63年	90×1	座学授業後
	テスト2	昭和63年	90×1	座学授業後
C校	(*)	昭和63年	総計8時間	すべてCWで
D校	テスト1	昭和63年	90×4	すべてCWで2回
	テスト2	昭和63年	90×2	座学授業後
	テスト3	平成元年	90×2	座学授業後2回繰り返す
	テスト4	平成元年	90×3	座学とCWの混合
	テスト5	平成元年	90×3	プログラム学習後
E校	テスト1	昭和63年	90×2	COBOL学習後
	テスト2	平成元年	90×1	C入門学習後
	テスト3	平成元年	90×1	システム開発と運用
	テスト4	平成元年	90×2	座学とCWの混合
	テスト5	平成元年	90×2	座学とCWの混合
	テスト6	平成元年	90×2	CWを主、座学従

注：* 座学クラスは62年度、CAIクラスは63年度のデータを使用

5.2 分析方法

「情報処理電子計算機概論」の効果分析は、以下の方法で行った。本分析においては、実験群がCAI（「情報処理電子計算機概論」）を使用したクラス、統制群が座学のみクラスとなるが、まず、各研究例の実験群および統制群を、総合（全サンプル）、上位グループ（全サンプルの内、得点の多いものから数えた半数）、および下位グループ（同じく得点の少ない者から数えた半数）に分類し、それぞれについて平均点、標準偏差、点双列相関係数（ $r(PB)$ ）、および実験群と統制群のサンプルサイズの差を調整した点双列相関係数（ $r(C)$ ）を求め、両群の相互関係を調べた。上位グループと下位グループとの分ける際、全サンプル数が奇数の場合には、下位グループを1名多くしている。

実験群、統制群それぞれについて、あらかじめ適性検査、学力検査を行ったものもあるが、両群の平均値間に5%水準で有意に差のあるものはなかった。

さきに示した方法により、総合、上位グループ、下位グループのそれぞれについて、得点上昇有効効果係数（ d ）を求めた。この際、試験の得点率が7割以上の学生の数「情報処理電子計算機概論」を使用することによってどのように変化したかを見る、「70%得点率」についても同様に有効効果係数を求めた。これにより、クラス全体のレベルアップの度合を見ることが出来る。さらに、サンプリング誤差の測定値（ $\delta(e)$ ）を求め、最終的にサンプリング誤差を調整した真の標準偏差の推定値（ $\delta(\delta)$ ）を求めた。

以上の計量的分析結果を深めるために、実践報告書の内容分析も合わせて行い、現場での評価、判断も分析結果の解釈に利用した。

表2 CW利用による平均点および標準偏差の変化（総合）

		CAI(CW)を利用した授業			座学による授業		
		サンプル数	平均点	標準偏差	サンプル数	平均点	標準偏差
A校	テスト1	46	78.00	14.99	146	75.00	20.48
	テスト2(*)	46	56.40	18.11	146	51.10	25.19
B校	テスト1	50	64.80	23.75	47	63.60	23.41
	テスト2	50	75.72	20.96	50	73.88	20.05
C校		83	65.30	13.25	83	62.80	17.24
D校	テスト1	45	48.71	24.12	44	57.09	25.46
	テスト2	44	77.73	12.20	36	84.58	12.77
	テスト3	47	70.91	17.18	48	66.65	22.33
	テスト4(**)	48	51.00	14.96	49	47.45	17.84
	テスト5	48	85.46	22.02	48	76.44	21.18
E校	テスト1	53	69.30	12.97	52	68.10	18.88
	テスト2	50	74.62	9.32	48	74.56	10.96
	テスト3	51	75.39	11.02	51	72.27	18.50
	テスト4	48	44.60	24.72	49	55.53	21.49
	テスト5	51	66.94	18.66	52	68.08	19.37
	テスト6	53	69.32	13.09	52	68.08	19.37

5.3 実験結果と考察

5.3.1 「情報処理電子計算機概論」利用による平均点、標準偏差の変化

表2は、各研究例について、「情報処理電子計算機概論」を利用した場合と座学のみによる場合の平均点と標準偏差を示したものである。個々の研究例での効果を求めるには「情報処理電子計算機概論」の授業による平均点と座学による平均点とを比較すれば良いが、研究相互間の比較をするには標準化が必要である。16例のうち、13例は「情報処理電子計算機概論」群の方が標準偏差が小さく、成績が均等化されていることが明らかである。

表3は点双列相関係数を求めたものである。総合的には係数の最大が0.20、最小が-0.27であり、群間のサンプルサイズの違いによる誤差を調整してもこの値はほとんど変わらない。この値を見る限り、「情報処理電子計算機概論」の使用による学習効果は見られたり、見られなかったりして、はっきりした結論は出せないということになる。しかし、これを上位グループと下位グループとに分けて分析すると、点双列相関係数が負になっているものが、前者で11例もあるのに対して、後者では3例のみであり、総合と比較しても点双列相関係数はかなり大きくなっている。すなわち、「情報処理電子計算機概論」の使用による学習効果は特に成績が下位の者に対して有効であるということになる。

5.3.2 「情報処理電子計算機概論」利用による得点上昇有効効果係数の比較

これをより詳しく見るために、次に、各グループにおける有効効果係数を比較してみる。表4は、「情報処理電子計算機概論」を使用した際の得点上昇有効効果係数を示したものである。これを見ると、総合、および上位グループと比較して、下位グループに対する効果が高くなっていることが分かる。しかしながら、標準偏差が大きいことからわかるよ

表3 グループ別点双列相関係数

		総合		上位グループ		下位グループ	
		r(C)	r(PB)	r(C)	r(PB)	r(C)	r(PB)
A校	テスト1	0.08	0.07	-0.11	-0.09	0.25	0.21
	テスト2	0.11	0.10	0.02	0.02	0.30	0.03
B校	テスト1	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03
	テスト2	0.06	0.06	0.20	0.20	0.07	0.07
C校		0.08	0.08	-0.05	-0.05	0.36	0.36
D校	テスト1	-0.17	-0.17	-0.32	-0.32	-0.22	-0.22
	テスト2	-0.27	-0.26	-0.38	-0.38	-0.39	-0.39
	テスト3	0.11	0.11	-0.05	-0.05	0.33	0.33
	テスト4	0.11	0.11	0.07	0.07	0.29	0.29
	テスト5	0.20	0.20	0.52	0.52	0.29	0.29
E校	テスト1	0.04	0.04	-0.05	-0.05	0.34	0.34
	テスト2	0.00	0.00	-0.16	-0.16	0.18	0.18
	テスト3	0.10	0.10	-0.13	-0.13	0.27	0.27
	テスト4	-0.23	-0.23	-0.31	-0.31	-0.50	-0.50
	テスト5	-0.03	-0.03	-0.15	-0.15	0.03	0.03
	テスト6	0.04	0.04	-0.28	-0.28	0.33	0.33

注：r(C)調整済点双列相関係数，r(PB)点双列相関係数

表4 CAI利用の上昇有効効果係数

		得点上昇効果サイズ					70%得点率効果サイズ			
		総合	サンプル数	上位グループ	サンプル数	下位グループ	サンプル数	サンプル数	サンプル数	
A校	テスト1	0.16	192	-0.21	96	0.50	* 96	0.37	* 192	
	テスト2	0.22	192	0.05	96	0.63	** 96	0.24	192	
B校	テスト1	0.05	97	0.08	48	0.05	49	0.14	97	
	テスト2	0.11	100	0.40	50	0.14	50	0.08	100	
C校		0.22	166	-0.10	82	0.76	** 84	0.10	166	
D校	テスト1	-0.33	89	-0.66	x 44	-0.43	45	-0.35	x 89	
	テスト2	-0.54	x 80	-0.81	x 40	-0.83	x 40	-0.58	xx 80	
	テスト3	0.21	95	-0.10	47	0.68	* 48	0.28	95	
	テスト4	0.21	97	0.13	48	0.59	* 49	0.12	97	
	テスト5	0.41	* 96	1.18	48	0.60	* 48	0.43	* 96	
E校	テスト1	0.07	105	-0.10	52	0.70	* 53	-0.20	105	
	テスト2	0.01	98	-0.31	49	0.35	49	-0.02	98	
	テスト3	0.20	102	-0.26	50	0.55	52	-0.04	102	
	テスト4	-0.47	x 97	-0.65	x 48	-1.14	xx 49	-0.42	x 97	
	テスト5	-0.06	103	-0.29	51	0.05	52	-0.10	103	
	テスト6	0.07	105	-0.56	x 52	0.68	* 53	-0.21	105	
総サンプル数			1,814		901		913		1,814	
効果サイズの平均		0.065		-0.124		0.313		0.033		
効果サイズの標準偏差 $\sigma(d)$		0.237		0.425		0.524		0.269		
誤差 $\sigma(e)$		0.188		0.267		0.266		0.188		
調整済標準偏差 $\sigma(\delta)$		0.144		0.331		0.451		0.192		

注：*， x 5%水準で有意；**， xx 1%水準で有意

うに、研究例によるバラツキが激しいのも確かである。すなわち、同じ下位グループでも、かなり効果が上がっている場合と、逆に効果がマイナスになっている場合があるということである。

図1は、得点上昇有効効果係数の散布図である。横軸が上位グループの有効効果係数、縦軸が下位グループの有効効果係数である。これをみると、主に第1、第2象限にサンプルが集中しており、第4象

限には皆無である。すなわち、下位グループのみ、あるいは上位、下位の両グループに対して効果を上げている場合は多いが、逆に上位グループのみに対して効果を上げているものはないということになる。

メタ・アナリシスだからといって、手にはいるどんなデータでも必ず使わなければならないということはない。むしろ伝統的な文献

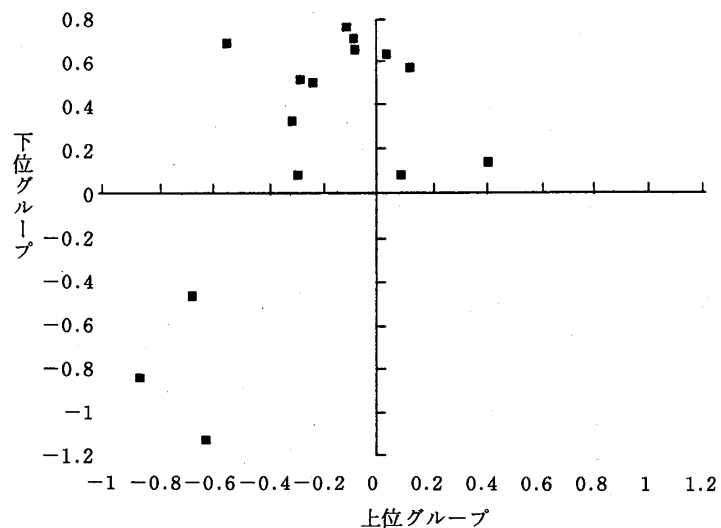


図1 得点上昇効果サイズの位置

表5 各要因別の効果サイズ

要 因		得点上昇効果サイズ			70%得点率
		総 合	上位グループ	下位グループ	効果サイズ
絶対値最大2抜き	総サンプル数	1,637	813	824	1,637
	効果サイズの平均	0.126	-0.060	0.454	0.089
	標準偏差 $\sigma(d)$	0.153	0.396	0.309	0.216
	調査済標準偏差 $\sigma(\delta)$	0.000	0.296	0.161	0.112
上下2つつ抜き	総サンプル数	1,349	669	680	1,349
	効果サイズの平均	0.092	-0.164	0.419	0.043
	標準偏差 $\sigma(d)$	0.142	0.260	0.330	0.207
	調査済標準偏差 $\sigma(\delta)$	0.000	0.000	0.192	0.085
D校	総サンプル数	457	227	230	457
	効果サイズの平均	0.016	-0.013	0.163	0.004
	標準偏差 $\sigma(d)$	0.358	0.706	0.610	0.375
	調査済標準偏差 $\sigma(\delta)$	0.290	0.641	0.534	0.311
E校	総サンプル数	610	302	308	610
	効果サイズの平均	-0.024	-0.361	0.214	-0.162
	標準偏差 $\sigma(d)$	0.208	0.188	0.630	0.132
	調査済標準偏差 $\sigma(\delta)$	0.064	0.000	0.564	0.000
昭和63年度	総サンプル数	637	316	321	637
	効果サイズの平均	-0.021	-0.160	0.180	-0.094
	標準偏差 $\sigma(d)$	0.260	0.384	0.560	0.252
	調査済標準偏差 $\sigma(\delta)$	0.174	0.267	0.488	0.160
平成元年度	総サンプル数	1,177	585	592	1,177
	効果サイズの平均	0.111	-0.105	0.384	0.101
	標準偏差 $\sigma(d)$	0.208	0.445	0.488	0.252
	調査済標準偏差 $\sigma(\delta)$	0.097	0.359	0.412	0.172

レビューの良さを取り入れて、質のよい研究結果だけを積極的に選んで、用いるべきだとする考え方もある。この場合困難な問題はどんな基準でサンプルを選ぶかである。

まず、より明確な分析結果を得るために、極端な結果を示す例を除いた分析を試みる。総合の有効効果係数の絶対値が最も大きい2例を除いて再計算すると、表5に示すように、下位グループに対する効果がより明確に表れる。上位グループの有効効果係数もわずかながら上昇している。ところが、ここで除いた2例は、いずれも有効効果係数がマイナスであり、それを考えれば、上位、下位の両グループの有効効果係数が上昇したのは当然の結果であるともいえる。

そこで、恣意的にならないように、プラスの効果を示すものと、マイナスの効果を示すものそれぞれについて、総合の有効効果係数の絶対値が大きい順に2つつ取り除いて再計算する。総合および上位グループについては、研究例間のバラツキが小さくなり、標準偏差がかなり小さくなっている。また、有効効果係数の平均は総合で0.092、上位グループで-0.164である。このことから、全体的には「情報処理電子計算機概論」を使用することで、少しは効果が上がる可能性があるが、成績上位者については、現状ではあまり効果が期待できないといえる。

一方下位グループについては、有効効果係数は0.419と極めて大きくなっており、標準偏差も他のグループほどではないがかなり小さくなっている。すなわち、「情報処理電子計算機概論」の使用は、成績不振者に対しては有効である。

以上の分析から、以下の3点が明らかとなった。第1に、「情報処理電子計算機概論」を利用することによって、ある程度の教育効果がみられること。第2に、「情報処理電子計算機概論」の利用は、特に成績不振者にとって比較的有効であること。そして第3に、「情報処理電子計算機概論」利用の効果は、研究例によりかなり大きなバラツキがあることである。こうした結果は「情報処理電子計算機概論」の教育効果に多様な要因が影響を与えていることを示唆している。換言すれば、「情報処理電子計算機概論」の教育効果に影響を与えている要因を明らかにすることで、より効果的な利用が可能になるということである。そこで、以下においては、得られたデータが許す範囲で、考えられる要因に基づいた分析を行う。

(1) 「情報処理電子計算機概論」の利用方法について

時間的には授業中に限らず、課外の使用を行っている学校も多く、理解の遅い学生の補習として有効に利用されているといえる。学生の理解度を把握することは、CAIを実施していく上での大きな課題であるが、これに対して、要所要所でチェックテストを行うなどの努力をしている学校もある。また、学生間の進度の調節は教師の指示による学校が多く、こうした対処が行き届かない場合には、途中で集中力を欠いたり、時間を持て余す学生が出てくる危険性がある。程度の差はあるが、いずれの実践校でも座学および実習とCAIを組み合わせで使用している。しかしながら、カリキュラム計画を考慮して、コースウェアの内容に応じた組合せを行っているというよりは、CAIを基盤として、これを補う意味で座学や実習を行うといった傾向が強い。

(2) 「情報処理電子計算機概論」利用の利点および改善点

「情報処理電子計算機概論」利用の利点と改善点は、大きく、学習効果に関するもの、学生の学習意欲・態度に関するもの、「情報処理電子計算機概論」の内容そのものに関するもの、およびCAI学習の本質に関するものの4つに分けることができる。このうち、利点については、学生の学習意欲・態度に関するものが多く、改善点については、「情報処理電子計算機概論」の内容に関するものが圧倒的に多かった。すなわち、内容的に改善がなされれば「情報処理電子計算機概論」をより有効に活用し、学習効果を高めることができる可能性が高いということである。それぞれの報告において指適されている点を整理すると以下ようになる。学習効果については、特に成績不振者に対して効果が大きいことが強調されている。また学習者の底上げが図れることから、理解度の格差を縮小することができる点も重要である。学生の学習意欲・態度に関する利点としては、授業に変化が加わり、学生の興味が増加することや、各自のペースに合わせて学習できることがあげられている。しかし一方では改善点として、単調で飽き易い、疲れる、集中力が持続しないといった指摘がなされている。これらの利点と改善点はいわば表裏一体であり、的確な配慮がなされれば、改善点は容易に解消されるが、惰性に流されると、利点が容易に改善点になってしまう危険をはらんでいる。

CAI学習の本質に関しては、利点は教育の標準化が図れる、個別指導が可能になること、改善点は画面学習の限界といった点があげられている。

以上のように「情報処理電子計算機概論」の使用による教育効果は各校とも認識しており、さらにかなり具体的に内容についての改善点を指摘していることから、これらが解消されれば、さらに効果が向上すると確信していることは明らかである。内容が改善され、

さらに先に述べたような観点に基づいて効果的な利用がなされれば、より幅広い能力の学習者への対応が可能となるであろう。「情報処理電子計算機概論」の内容については、数多くの改善点があげられている。コースウェアの充実、画面表示の改善、ヒントの改善など、いずれも具体的な指摘であり、かつ対処可能なものがほとんどである。また利点としては、練習問題が豊富な点が評価されている。これらについてはさらに改良してゆくつもりである。

6. 結 論

「情報処理電子計算機概論」の教育効果について以下のようにまとめることができる。第1に、成績中位下位者に対しては一定の教育効果が見られ、平均的な到達度分布を持つクラス全体の平均的水準の底上げに一定の有用性を持つ。

第2に、教授カリキュラムとコースウェアの内容の適合を図ることが有用性を高めることである。どんなに優れたコースウェアを使用しても、教授カリキュラムと範囲がずれていたり、使用のタイミングを誤ったり、用語や概念が不一致であったりするならば、十分な学習効果には結びつかない。両者を適合させるためには、始めからコースウェアを組み入れることを念頭にいた上で、不適合を調整して、教授カリキュラムを作成することが必要である。そのためにはコースウェアを使う教育システムの構造化を計ることが重要だといえる。

第3に、教育効果の大きさは、「情報処理電子計算機概論」の使用 방법에大きく影響される。効果の相違は、指導者の使用方法による効果の相違であるということが出来よう。有効に活用されれば、さらに教育効果は高まると考えられる。

有効な使用法としては、以下の3点をあげることができる。第1に、「情報処理電子計算機概論」を従来の座学による講義および演習と併用することである。CAIと座学とを効果的に組み合わせるには、各コースウェアの具体的な内容を吟味した上で、各々に適合した方式を模索することが必要である。

第4に、学習者の進度を的確に把握し、その管理を図ることである。CAIの最大の特長は、個々の学習者の能力およびペースに合わせた個別学習が可能となる点にある。しかしながら、単に各自の主体性に任せるだけでは、平易すぎて時間を持て余す者もいれば、途中でつかえて先に進めない者や、集中力が持続せずに学習に取り組めなくなるものもいるというように、CAIの特長を十分に生かすことが出来ないのが現実である。こうした事態に対処するためには、学習者の実態を把握する努力が必要である。学習者の進度を把握することによって、明らかにされた実態に対処するために、講師は的確な判断と高度な教授技術を求められる。有能な講師はCAIの有効な活用のための大きな鍵である。多様な学習者のニーズに応えるためには、コースウェアの内容を充実させることが重要であることは当然であるが、より迅速な方法としては、副教材を効果的に活用することが考えられる。

(参考文献)

- (1) 山口晴久：C A I コースウェア「情報処理電子計算機概論」の設計と制作，和歌山大学教育学部紀要第40集（教育科学），pp75-86，1991
- (2) Suppes, P. & Morningstar, M. : Computer-assisted instruction at Stanford, 1966-68. Academic Press, 1972
- (3) Glass, G, V : Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational Researcher*. 10, 3-8, 1976
- (4) 今栄国晴：メタ分析による授業効果の判定。梅本あき夫(編)「教育心理学の展開」p p.145-152.新曜社，1985
- (5) Cohen, J. : Statistical power analysis in behavioral sciences. Academic Press, 1977
- (6) 橋 敏明：医学・教育学・心理学にみられる統計的検定の誤用と弊害，医療図書出版，1986
- (7) 吉田寿夫：メタ分析.森敏昭・吉田寿夫(編)「心理学のためのデータ解析テクニカルブック」,pp.272-274.北大路書房，1990
- (8) Glass, G. V. : Primary, secondary, and meta-analysis research, *Educational Researcher*, No.5, pp.3-8, 1976
- (9) Glass, G. V. : Integrating finding: the meta-analysis of research, *Review of Research in Education*, Vol.5, Shulman, L. S. (ed.), F. E Peacock Publishers, pp .351-379, 1977
- (10) Hedges, L. V. and Olkin, I. : Meta-analysis: a review and a new view, *Educational Researcher*, Vol.15(8), pp.14-21, 1986
- (11) Kulik, J. A. et al. : Effectiveness of computer-based college teaching: a meta-analysis of findings, *Review of Educational Research*, Vol.50(4), pp.525-544, 1980
- (12) Kulik, J. A. et al. : Effects of computer-based teaching on secondary school students, *Journal of Educational Psychology*, Vol.75(1), pp.19-26, 1983
- (13) Shwalb, B. et al. : Educational technology in the Japanese schools—a meta-analysis of findings—, *Educational Technology Research*, Vol.9(1・2), pp.13-30, 1986
- (14) Brown, R. : The issue of Independence of Effect Size in Meta-analysis, Paper presented at the AERA Conference, 1986
- (15) Bangert-Drowns, R. L. : Review of developments in meta-analytic methods, *Psychological Bulletin*, Vol.99(3), pp.388-399, 1986
- (16) Hedges, L. V. : Issues in Meta-Analysis. *Review of Research in Education*, Vol. 13, pp.353-398, 1986
- (17) Niemic, R. P. & Walberg, H. J. : Computers and achievement in the elementary schools. *Journal of Educational Computing Research*, 1(4), 435-440, 1985
- (18) Bangert-Drowns, R. L. , Kulik, J. A. & Kulik, C. L. C. : Effectiveness of computer-based education in secondary schools, *Journal of Computer-Based Instruction*. 12(3), 59-68, 1985
- (19) Shwalb, B. J. , Shwalb, D. W. , & Azuma, H. : Educational technology in the Japanese schools: A meta-analysis of findings. *Educational Technology Research*. 9(1/2), 13-30, 1986