

単線型概念形成モデルのCAIへの応用

松田 浩平

豊橋短期大学 秘書科

単線型CAIシステムによるヒトの学習を言語的Signの結合により、上位概念のASignをSignより生成する過程であると仮定した。よって、単線型プログラム学習とは呈示刺激である微少Signの集合を結合させ、より複雑なASignを生成することで定義できる。生成されたASignは、上位階層のSignとして新たなASignを生成すると考えた。以上の仮説に基づいて単線型Coursewareの最適化規準をSignからのASignの生成効率とすることを考えた。また、ヒトのSign→ASign生成学習を用いて結合過程を強化随伴性の観点から実験的に検討した。その結果、SignからASignへの結合は、生成された原始ASignに逐次的に微小Signが連鎖結合するものであった。

AN APPLICATION OF LINEAR CONCEPT FORMATION MODEL TO THE CAI SYSTEMS

Kouhei MATSUDA

Department of Secretary & Information

Toyohashi Junior College

20-1, Matushita, Ushikawa-cho, Toyohashi-city, Aichi, 440, Japan

It is assumed that human learning is the process of generating higher conceptual ASigns out of Signs by combining linguistic Signs. The linear programmed learning is defined by generating more complex ASigns with combining groups of slight Signs as presented stimulus. Generated ASigns are thought of regenerating new ASigns as Signs in higher hierarchy. Based on the above hypothesis, the optimal criterion of linear courseware is assumed to be the efficiency of generating ASign processes. Also, as the result from the examining unifying process experimentally in terms of contingency reinforcing with human Sign→ASign generation learning. Unifying ASign from Sign is found to be the generated primitive ASigns continually combined with slight Signs.

【序論】

Skinner, B. F. (1954)の提言に始まるプログラム学習法から発達したC A Iシステムは高度に統制された教授→学習過程を提供する。しかし、黎明期から最近に至るまで主に制御するComputer側の研究に殆どの研究者が興味を向けている。また1960~1970年代にかけて、Hull, C. L.やSpence, C. E.らの体系的行動理論にもとづく学習理論の研究も同時にC A Iの急速な普及と相応して展開していた。しかし、得られた仮説を学習理論をもちいて検証するには高度に環境を統制するの必要があり、近年になって認知心理学者と心理臨床学者双方からの批判を招いていた。心理学者にとってC A Iの研究とは、ある意味において黎明期から正当に評価すべき位置づけにはなかった。とくに、1970年代頃のC A Iと称されるものの大半は、プログラム学習書をただ単にComputerによって表示し解答を自動的に集計するだけのものが多く、学習者の側にとっては、紙筆法とくらべ装置が大がかりになることと、学習者がCourseware作成者の意図を理解しなければならないという新たな負担まで強いられること以外に変わりはない。

しかし、そのあいだ心理学者がC A Iに興味を示していなかった訳ではなく、プログラム学習法そのものに対する研究は進められていた。Bruner, J. S. (1964)は、プログラム学習法による概念の学習に関して『一群の知識を学習者に最も容易に把握できるように構造化する方法を示さなければならない。…(中略)…より大きい知識体系を生成させ使める命題の集合であり、その形成は特定の知識領域の進歩の状態に依存している。』と述べた。また、Holtzman, W. H. (1970)は、『学習行動の分析を正しく行なうには目標を詳しく操作的に記述すべきで、それには、1)学習者に刺激状況を定義する記述、2)要求される反応を記述する動詞を含んだ記述、3)反応の適切性の測定を定義する記述、が全て必要である。』と述べている。Estes, W. K. (1960), Atkinson, R. C. (1961, 1965), Hilgard, E. R. & Bower, G. H. (1966)らによる数学的記述による学習理論が、もっぱらC A Iの研究者によって、Coursewareの研究に積極的に導入される傾向にあった。しかし、その後のC A Iにおいても学習者に呈示する刺激(教材)に関してはComputerによって高度に制御・統制するが、学習者の反応の測定はかなりラフなものも少なくなかったと思われる。

もしも、C A Iシステムの管理下における学習を文章や記号・文字以外も含めた第2言語系の媒介過程と考えることができるなら、ここでの学習は、言語的Signの結合による上位の概念といえるSignからASignの生成と考えることができる。そこで、単線型プログラム学習における学習の過程を微少なルールの呈示による言語的Signの集合と考え、これらからより複雑なASignを生成することとして捉えた。そこで、より最適化されたCoursewareの規準をSignをもとにしてASignを生成する効率の高で規定しようと考えた。

さらに、実験的にきわめて単純なSign→ASign生成過程を再現し生成効率を強化随伴性から検討した。

【目的】

現在C A Iのコースウェア研究の大部分はプログラム学習法に関するものである。人間の問題解決の方略について考察が加えられる傾向にあるが、それらはC A Iに特有の問題ではない。むしろ、C A I環境下のヒトの学習の特殊性について考察を加えるべきと考えた。

本研究では、C A Iのコースウェアで最も基本的な単線型プログラム学習について実験的に学習成立までの過程について考察を加える。とくに、個々の学習フレームが結合して行く過程に注目し、単線型の概念形成モデルを実験的に数列生成学習に適用した。これによって、単線型C A Iの刺激呈示や強化のスケジュールに関する基礎的資料とすることを目的とした。

【実験I】

〔目的〕単純Key押し学習実験を行なった。学習形成の技法にはBrown, P. L. & Jenkins, H. M. (1968)らのAutoshapingを導入した。本実験では、『特定の反応を単独に強化してもSignからASignは生成されない。』との実験仮説を検証することを目的とした。

〔方法〕(1)実験環境:南向きで直射日光の差し込まない約12㎡の広さの静粛でよく清掃された被験者に清潔な感じを与える実験室を用いた。実験室内には高さ72cmで天板が61×91cmの淡い暖色系の机と座板の高さが調整できる事務椅子を設置した。実験の時間帯は、できるだけ午前中で、被験者が起床後2時間以上は経過するように設定した。

(2)刺激材料:8個のKeyを被験者の正面から前方40cmの位置に水平に並べた(図1)。Keyboardと同じテンプレートを被験者の正面に設置しCRT画面に表示し、画面上のkeyの見えの大きさが実際のキーと等しくなるように被験者調整

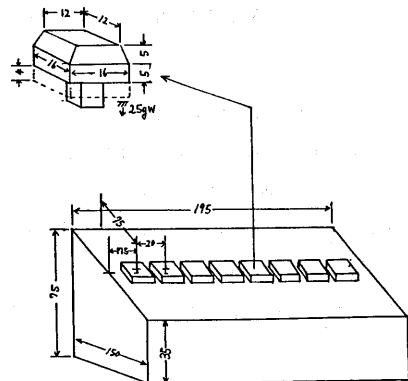


図1. 本実験で用いたKeyboardの概略図

法で配置した。強化子には、「ピッ」という感じに聴こえる、880Hzで約0.4secのビーブ音を使用した。

(3)被験者:心理学の実験に完熟した心理学専攻の大学院生8名(男子5名,女子3名)を被験者とした。年齢は、23歳から26歳までであった。また、学会や論文の締切などが逼迫しておらず比較的精神状態が平安であることを確認しておいた。ただし8名の被験者ともタイプライターやピアノなどのキーボードに関する特殊な訓練を受けた経験が無いことを確認した。

(4)実験手順:被験者が実験室に入ると実験者は、約15分程度にわたり被験者と実験には無関係な話題で談笑し、被験者の心的緊張の緩和をはかった。被験者には、画面上のkeyを反転表示させることで押すべきKeyをrandomに指示した。すべての反応について被験者が実際に押したkeyの種類と選択反応時間(Rt)を記録した。Rtは、被験者の指がKeyに触れた瞬間と、Keyを完全に押し込んだ瞬間を1ms単位で測定した。これはKeyの選択に要する時間と、Keyを物理的に押すために要した時間に分離して測定するためである。強化のスケジュールは、被験者の反応により自動的に変化させた。Sessionの初期段階は連続強化で、反応率の上昇に伴い変間隔強化に移行させた。その間隔は、連続強化からVR(5.0", 2.0")までKey押しの累積誤反応率に逆比例させた。さらに正反応率の変動が約2r/sに収斂したのち消去段階に移行した。

(5)教示:被験者に、『これから、ここにあるキーボードを用いて簡単なタイピングの練習を行なってもらいます。このように画面に反転表示(実例を見せながら)して指示されたキーをできるだけ迅速かつ正確に押してください。練習効果を上げるために、最初のうちは「ピッ」という音が鳴ることがあります。最初に、どのキーでも良いですから押すと実験が開始されます。それでは、私がこの部屋から退出した後、準備ができたなら初めてください。私はとなりの部屋にいます。』と教示して実験者は、被験者だけを実験室に残して退出した。実験終了後、被験者に対し面接し内省報告を求めた。

〔結果〕(1)6名の被験者において学習成立条件まで達することができた。

(2)各被験者の選択反応時間の推移をグラフに示した。図21-6に学習が成立した6名分をしめす。各Sessionの初期段階のRtは1000mSec程度であったが、中盤までには急激に減少している。さらに中盤からのSessionでは、Rtが550~450mSecまでなだらかに減少して学習成立に至っている。Key押しの単純選択反応時間は、およそ250~300mSecであるといわれているが、本実験では学習成立条件でも単純選択反応時間よりかなり多くなっている。

(3)また、すべての被験者について、選択反応時間は各被験者固有の一定値に向かって単調に斬滅しているが、一定値に落ちついた後には、Rtのrandomworkを認めている。

(4)表11-6に選択反応の前後2回の系列中で任意2回のKey押しについて押されたKeyの組合せを度数分布で示した。8×8全ての組合せのうち、ほとんどのKey押し反応順序の組合せについて度数分布は均一である。したがって、前後2回のKey押し反応の順序においては特定の反応パターンが生成されたという傾向は、表11-6表からは特に認められなかった。

〔考察〕特定のKey押しの順列に反応が集中する傾向は認められず、SignからASignは生成されなかった。よって、実験仮説は支持された。

また、実験後の内省報告により、2点ほど特徴的なことが認められた。第1は、同一Session内で被験者の実験に対するMotivationが変動することであった。第2には、学習の進行(推移)にともなう正反応率のランダムな確率的揺らぎがあった。学習により反応形成が進行する段階が終了した以後では正反応率が周期的な上下動を緩やかに繰り返した。したがって、正反応率が非常に高い状態まで反応の形成を行うことは不可能であった。

すなわち、最適な学習形成後では正反応率が必ずしも最高値にならないことは、ある程度の自由度としての誤反応が次の段階の学習を形成することを示したものと考えた。

実験後の内省報告は「指定された0~7の1文字を暗唱しKey押しをした。」が8名中6名であった。さらに「暗唱しなかった。」と内省報告した被験者の正反応率は「暗唱した。」と内省報告した被験者に比べてかなり低かった。単純なKey押し反応の形成でも言語的抽象化が媒介過程として存在するものと考えた。

表1: 被験者 No 1

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	3	0	0	2	0	3	3	3
1	4	2	2	1	3	3	3	2
2	0	2	2	1	2	3	1	2
3	0	2	2	1	2	3	1	2
4	2	2	2	1	2	3	1	2
5	2	2	2	1	2	3	1	2
6	2	2	2	1	2	3	1	2
7	2	2	2	1	2	3	1	2

表2: 被験者 No 2

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	3	2	1	0	2	1	1	1
1	2	2	0	2	2	3	0	1
2	0	0	1	2	2	3	0	1
3	0	1	0	2	4	0	0	2
4	0	1	4	1	1	1	4	0
5	1	5	0	1	1	1	4	0
6	1	0	1	0	2	1	1	1
7	1	0	1	1	1	1	2	1

表3: 被験者 No 3

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	3	1	1	1	4	2	2	0
1	3	1	1	0	2	2	1	0
2	0	2	0	0	3	0	3	2
3	1	0	0	2	0	0	0	0
4	2	0	2	2	0	0	1	2
5	2	1	1	0	0	0	1	0
6	2	1	1	0	0	0	1	0
7	1	3	1	1	0	0	0	0

表4: 被験者 No 4

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	3	4	2	1	0	2	3	3
1	2	2	1	1	3	2	3	1
2	0	2	2	2	3	3	1	2
3	0	5	1	3	1	0	4	2
4	2	1	2	1	3	3	2	2
5	1	2	5	1	1	3	2	3
6	1	2	1	1	1	3	2	3
7	1	2	1	1	1	0	3	1

表5: 被験者 No 5

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	3	2	1	0	1	1	1	1
1	2	2	3	0	1	2	2	0
2	0	1	0	1	2	3	0	0
3	0	1	0	1	2	4	0	2
4	1	4	1	1	1	1	0	2
5	0	1	1	1	1	4	1	1
6	1	1	0	1	2	0	1	0
7	0	0	1	1	1	1	1	1

表6: 被験者 No 6

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	3	1	4	1	2	0	0	3
1	1	0	0	2	2	1	0	1
2	0	0	0	3	1	0	1	0
3	1	2	0	0	0	0	2	0
4	2	2	0	0	0	1	1	0
5	0	2	2	0	0	0	1	0
6	2	1	1	0	0	0	0	0
7	1	3	1	1	0	0	0	0

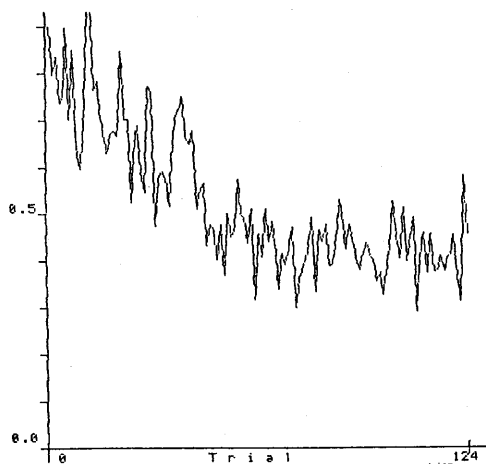


図2₁ 反応時間×試行数 (被験者 No 1)

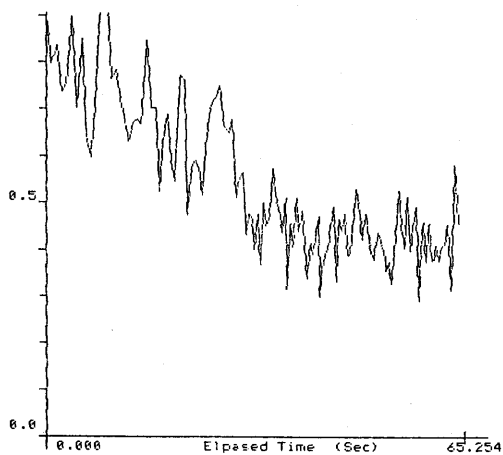


図2₄ 反応時間×試行数 (被験者 No 4)

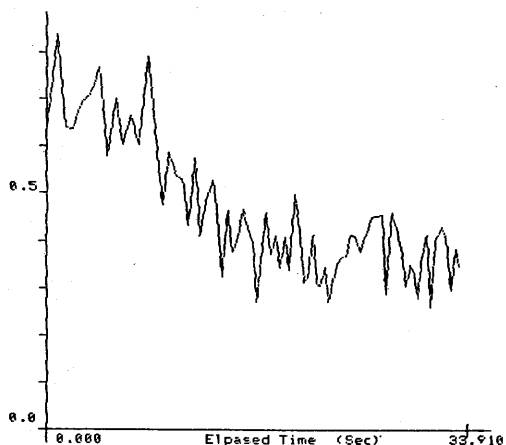


図2₂ 反応時間×試行数 (被験者 No 2)

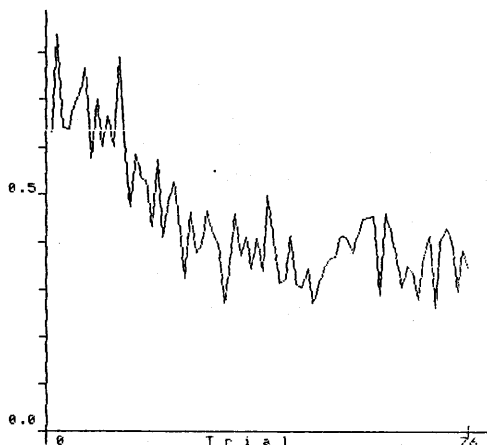


図2₅ 反応時間×試行数 (被験者 No 5)

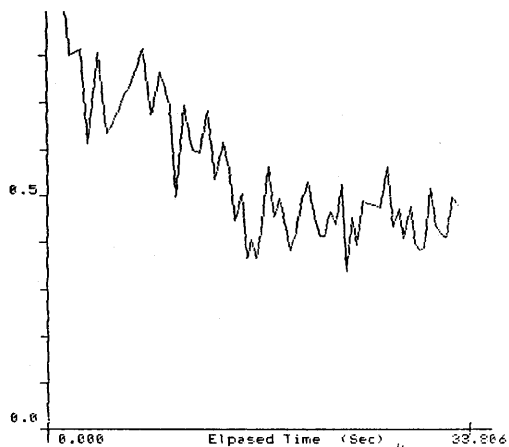


図2₃ 反応時間×試行数 (被験者 No 3)

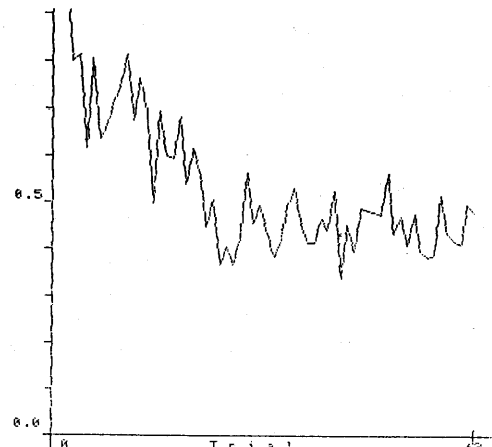


図2₆ 反応時間×試行数 (被験者 No 6)

【 実験Ⅱ 】

〔原理〕Pavlov, I. P. (1927)は言語を次の刺激を引き出す条件刺激としての第2信号系と考えた。さらに、言語を記号的に考察したものとして、Morris, C. H. (1946)は、記号に対する反応は実体に対する反応と異なるが、過去における実体への反応と同一の効果を持つと考え、反応傾性と呼んだ。さらに、Osgood, C. E. (1953)はMorrisの考えを詳細化し、記号への反応と実体への反応を媒介過程を含め機能的に独立させて考えた。Osgoodはそれら一連の反応傾性を媒介反応として考察した。媒介反応からの自己刺激が、記号に対する実際の行動を引き起すと考えた。すなわち実体:Oより反応Raが生じる。またSign: Ssからは媒介反応: r_mが生じ自己刺激: s_mを誘導し、最終的に s_mに対する反応として記号への観察可能な反応: Rxを生成する。さらに r_mはRaを同定する独自部分である。

しかしCAIにおける学習過程での反応は現実場面における反応とは異なり、筆者は反応: Rrの代理をするものとして、r_m→s_mの過程をAssign: ASで置換した。ASはRrと異なり自己刺激を含む。よってSsとの間に再帰的關係が生じる。また、概念構成が木構造ならSsの結合から生じたASは次の階層におけるSとなる。ゆえに、n回の結合すればAssignAsは、

$$\{As_n | As_{n-1}, Ss_n\} \dots\dots\dots (1)$$

と再帰的に定義できる。もし全ての任意のSS_iが階層的に同一のクラスタに属すなら仮説は明快である。すなわち、特定のSS_i間だけに結合の秩序を与えた場合のみAsが生成され、そうでない場合にはAsが生成されないことを確認すればよい。よって帰無仮説は、

$$\{As_n | Ss_1, Ss_2, \dots, Ss_n\} \dots\dots\dots (2)$$

$$\{Ss_i | Ss_1, Ss_2, \dots, Ss_n\} \dots\dots\dots (3)$$

である。(2)は再帰的結合を否定し、(3)はAssignの生成を否定する。よって、系列中任意の位置の前後2回の反応の組合せで、特定の組合せのみを強化した場合、もし(1)が成り立つなら、数列や語呂合わせなどのなんらかの結合されたルールが形成されると考えた。

〔目的〕SignからASignを生成する学習過程における概念化について考察することを目的とした。概念形成は、「微細なルールの結合を繰り返し、上位の階層のルールを生み出すことである。」と操作的に定義した。Signとして与えられる刺激要素間で結合を繰り返させ、新たに上位の階層に属するASignとしての構成要素を生成することを目的とした。ここでは、Key押し反応そのものではなく、Key押しのルール(順序)を強化することでSignからASignは生成されるとの実験仮説の検証を試みた。

〔方法〕数系列を学習材料として用いた。数系列を構成する最小のルールは、数系列に含まれる任意の2要素間の順序である。もし各要素がSs_iなら、系列はAsに該当する。そこで特定の2つのSs_i間だけにのみ強化を与えれば、Asが生成

され、Randomに強化すればAsが生成されないことを実験仮説とした。さらに都合の良いことに、実験Ⅰの結果は、実験Ⅱの帰無仮説に従属するものであった。

(1)実験環境:実験Ⅰと同じ。ただし、被験者の手配の都合もあり、09:00~16:00の間に設定し、あらかじめ被験者に希望の時間を予約させた。

(2)刺激材料:実験Ⅱでは、実験Ⅰで使用したKeyboardをそのまま使用したが、強化の方法が異なった。画面には被験者が押したキーをそのまま反転表示した。実験は数列の生成で、3, 5, 7桁の3条件を各4名、計12名に試行した。

(3)被験者:心理学専攻の大学学部生12名を被験者に用いた。ただし12名ともタイプライターやピアノなどのキーボードに関する特殊な訓練を受けた経験が無いことを確認した。実験Ⅰの被験者を経験した者は含まれていない。これ以外の詳細については、実験Ⅰと同様である。

(4)実験手順:Sessionの初期段階では2つの連続して押されたKeyが生成すべき系列に含まれる場合のみに、快い感じのする「ピッ」という音を与え、正反応率が0.71を10秒間以上連続して越えたのちは誤反応に対し「ビー」という不快な音を与えた。実験Ⅰと同様にkey押しの順序とRtを記録した。さらに実験終了後、3, 5, 7桁の3条件とも学習成立の1時間後に被験者を面接して、1)特定の数列が存在したと思うか。2)存在したと答えたなら、その数列を再生させた。3)被験者に正しい数列を示したうえで、内省報告を求めた。4)さらに、1週間後にも数列を再生させた。

(5)数示:実験Ⅰと同じ。実験Ⅰと同様に実験中は、実験者と被験者は同室しなかった。

〔結果〕(1)3条件すべてにおいて、全被験者とも学習成立条件まで到達した。

(2)実験後の面接では、すべての被験者が1時間後に数列を正確に再生できた。また、1週間後では10名が、実験で生成した数列を再生することができた。

(3)全被験者の反応を累積加算し検討した。典型的な1例を3条件についてを表2₁₋₃に示した。3条件とも各被験者毎に、実験Ⅰで作成した表と同様なものをSessionの前半と後半に分割してkey押し順序の組合せ表を作成し反応度数の分布を検討した。Sessionの前半では、特定の順位にのみ反応があまり集中していなかった。しかし、Sessionの後半では、実験条件にしたがって強化されたkey押し順序に、反応度数が半数以上集中していた。

(4)Sessionの経過時間を横軸とし縦軸に正反応率をとり、図示して正反応率の推移を検討した。その結果、正反応率は経過時間とともに上昇するが桁数が少ない3, 5桁条件の場合は不安定であった。しかし、7桁条件の場合は直線的な上昇を示した。紙面の関係で、各条件につき代表的な傾向を示した1名のみ結果を図3₁₋₃に示した。

(5)12名すべての被験者がおおむね、「とにかく最初はなんだかがわからなかったので適当にkeyを押していたら。あ

る組合せでkeyを押すとうまくいくので2桁の数列を思いついた。この数列に新たに1桁を加えていくとどんどんうまくいった。」と内省報告している。ただし、最初の2桁の系列は、3条件とも各被験者でまちまちであった。

〔考察〕実験Iの結果からすでに、特定のKey押しの順列に反応が集中する傾向は認められず帰無仮説が棄却されたことを確認できた。また結果(2)(4)からは、ASignが生成されていることを支持した。さらに、生成した数列を実験終了1時間後に12名全員が、1週間後には10名が再生できたことから、一時的な記憶ではないことが伺われた。

結果の(3)からは、表2₁₋₃に示した、被験者のkey押し反応パタンの度数分布の前半と後半の変化において後半に特定のボタンが出現したことより、SignからASignが生成されたことが支持された。

内省報告の結果(5)より、数列の形成ですべての被験者がとった方略は3条件の場合とも、まず最初に2桁の数列の形成が完了したなら、この数列に新たに1桁を加えるというもので式(1)を支持した。これは、SignとASignの再帰的な連鎖結合の連続を裏付けるものであった。

結果(4)から、特殊な1名の被験者以外の累積正反応曲線は単調増加傾向を示した。すなわち、正反応の連続としてのAsが漸増したことを意味する。

以上より、Ssの集合がAsであると考察することができた。またAsの大きさ(操作的に数列の桁数)の変化に対し、基本的に学習モデルの整合性は変化しなかった。しかも正反応率の揺らぎなしに学習による反応形成が進行した。

これらの結果より、Ss→Asの生成モデルは妥当であると考えた。

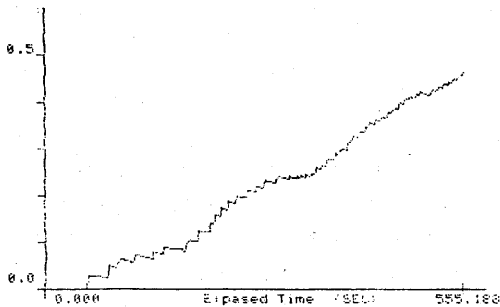


図3: 3桁の数列生成学習曲線 (Ss. 2)

表2: 3桁数列生成の反応組合せ度数表(左:前半、右:後半)

	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
1	2	0	4	5	3	3	11	0	1	1	0	6	1	3	27	1
2	2	3	0	4	3	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0
3	0	21	5	0	4	1	2	0	2	38	3	2	0	2	2	1
4	0	2	2	9	0	5	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5	0	0	0	9	5	0	2	0	0	0	0	6	0	0	0	0
6	2	0	1	2	4	4	0	3	0	0	0	26	0	1	0	1
7	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0

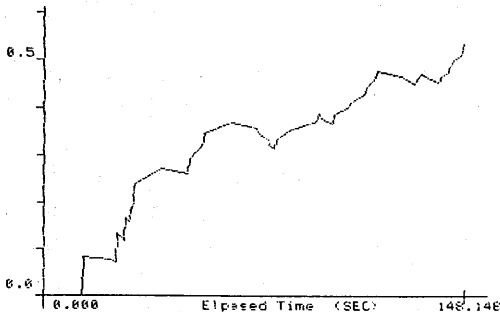


図3: 5桁の数列生成学習曲線 (Ss. 4)

表2: 5桁数列生成の反応組合せ度数表(左:前半、右:後半)

	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0	2	0	4	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	4	0
4	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
5	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	4	0	0	1	0
6	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	6
7	5	1	1	1	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0

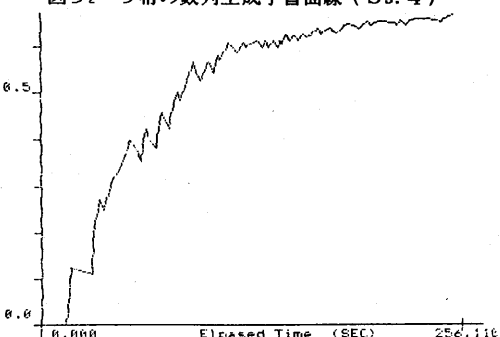


図3: 7桁の数列生成学習曲線 (Ss. 1)

表2: 7桁数列生成の反応組合せ度数表(左:前半、右:後半)

	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	3	1	1	1	5	0	1	0	0	0	0	0	11	1	0
1	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	5	0	0	0
3	11	0	2	0	2	0	0	2	12	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	3
5	0	2	1	0	2	0	0	0	0	1	5	0	1	1	1	6
6	0	0	0	14	0	0	0	1	0	0	0	12	0	0	0	2
7	0	0	0	0	0	0	15	2	0	0	0	0	0	0	12	2

【 結 論 】

現在まで無数に近い数のC A Iに関連した研究報告があるが、その殆どは教育心理学的な観点からは教材研究の域を脱してはいなかった。このことは、最近の知的C A Iの研究においても基本的に変わりはない。すなわち、いまだもってプログラム学習法の研究すなわちC A Iの研究である、といった考えが支配的である。確かに認知心理学などに影響され、人間の思考や問題解決について考察が加えられる傾向にあるが、それらはC A Iに限ったものではない。それよりも、いかに優れたコースウェアや教授プログラムを開発しようとも、情動や動機づけや実験的行動分析レベルの学習理論によって最終的な教授効果が決定されるものである。

本研究では、C A Iのコースウェアのうちでも最も簡便で数の上でも多数を占める単線型プログラム学習について実験的に考察を加えた。実験Ⅰでは、被験者に要素としての学習フレーム(1桁の数)に対する正反応を単純に強化しても数列などの特定の反応パターンは生成されないことを証明した。つづいて、実験Ⅱでは強化のスケジュールを一部変更し2つの反応の組合せが正しいときだけ強化し、学習フレームの連鎖的結合を円環状に行なわせ任意の数列を生成した。

これらの結果より、単線型のC A Iに多くみられる学習プログラムでは、学習者が単一のフレームに正しい反応をしたときに強化しても、個々のフレームの内容を組み合わせさせて新しい概念を形成することは困難であると考えた。そこで効率のよい概念形成学習のためには、相互に関連する複数のフレームを整理して順序をきめ、関連するフレーム間で連続した正答が得られるまで強化する必要があることを示唆している。ただ、周知のとおりヒトの学習では強化子の種類よりも学習者のmotivationと強化子の交互作用の方が大きな影響を持つ。学習材料に対するmotivationが高いときは、ごく僅かな正否を知らせるブザーの音で十分である。むしろ、成功報酬が重要である。しかし、学習材料に対するmotivationが低い場合には、給与や昇進などの社会的な強化子が必要となる。

すなわち、単独のフレーム単位に行なう強化では、そのフレームで学習したことが他のフレームに反映されない。そのため、特定の問題には解答できるが、応用的な能力を身につけさせることはむずかしいと思われる。このことは、いままでもプログラム学習法やC A Iに対して弊害として数多く指摘されてきたことと無関係ではないであろう。

【引用・参考文献】

- [01] Skinner, B. F., 1938 *The Behavior of Organism.*, Yew York, Appleton
[02] Skinner, B. F., 1954 *The Science of Learning and The Art of Teaching.*, Harvard Educational Review,

Vol. 24, pp. 86-97

- [03] Skinner, B. F., 1968 *Ice Cream for the Right Answer.*, Interview in Forbee, Vol. 102-3 pp. 46
[04] Bruner, J. S., 1966 *Toward a Theory of Instruction.*, Belkanp Press
[05] Holtzman, W. H., 1970 *Computer-Assisted Instruction Testing and Guidance.*, Happer and Row.
[07] 松田浩平 1988 C A Iのコースウェアに関する研究; 再帰的概念形成モデルの導入と検討, 豊橋短期大学研究紀要 第5号 pp. 97~106.
[08] Smallwood, R. D., 1962 *A Decision of Teaching Machine.*, Cambridge, Masss, MIT Press
[09] Atkinson, R. C., 1961 *Generalization of Sampling Theory.*, Psychometrika. Vol. 26 pp. 281-302.
[10] Bower, G. H., 1961 *Application of The Model to Paired-Associate Learning.*, Psychometrika. Vol. 26 pp. 255-280.
[11] Hirtgard, E. R., & Bower, G. H., 1966 *Theory of Learning 3dr Ed.*, New-York, Appleton Centry Crofts.
[12] Hull, C. L., 1952 *Principles of Behavior.*, New-York, Appleton Centry Crofts.
[13] Hull, C. L., 1952 *Behavior System.*, Yale Univ. Press.
[14] Morris, C. H., 1946 *Signs, Language and Behavior.* Ney-York, Prentice-Hall.
[15] Pavlov, I. P., 1927 林(訳) 条件反射学 創元社.
[16] 石原岩太郎 1958 コトバと学習理論 中山書店 ことばの科学3 コトバと心理 pp. 1-24.
[17] Osgood, C. E., 1953 *Method and Theory in Experimental Psychology.*, Oxford Univ. Press.
[18] Osgood, C. E. (Ed) 1953 *Psycholinguistics; A survet of theory and research proberms.*, J. of Abnormal & Social Psychology. Vol. 49 No. 4 Part 2.
[19] Brown, P. L., & Jenkins, H. M., 1968 *Auto-Shaping of Pigion's Key-Peck.* J. of Experimentatl Analysis o f Behavior. Vol. 11 pp. 1-8.
[20] Bitzer, D. L., & Braunted, P. G., 1962 *Description and Use of Compute-Controlled Testing System.* Proceedings of National Electronic Conf. pp. 787-792.
[21] Brudner, H. J. 1968 *Computer-Managed Instruction.* Science Vol. 1962 pp. 970-976.
[22] Godon, R. M., 1969 *Computer-Assisted-Instruction. Data-Mation.*, Vol. 15 pp. 37-44.
[23] Butcher, J. N., 1987 *Compterized Psychological Assesment.*, Basic Books, Inc.
[24] Norman, D. A., 1981 *Categorization of action slip.* Psychological Review, Vol. 88 pp. 1-15.