

Ⅵ 教育機器による学習

水 越 釀

Ⅰ 特 徴

解答を即座にフィードバックさせるから学習定着率がよく、教師による指導の徹底ができる。今までの授業は、たまのテストや質問がフィードバックで充分でなかった。

T.Mは質問することが多く、小ステップごとに生徒の学習結果を確認できるから、学習効率がよくなり、提示装置とその方法を工夫すれば、ヒント(OHPで各種のもの追加もできる)、追加情報を選択して与えることができるし、生徒一人に教師がとられる心配もない。

論理的思考・創造性・科学的態度・思考過程・複雑なもの・難かしいものに向う気力は、普通授業とTMでどちらがうだろうかと、本質的には差はないと考える。

TMを使うことにより、教師との接触が増す。また、ある日すばらしい授業ができて1年後に再び同じようにできるとは限らない。その授業を保存し、更により良く、改善するところに進歩発展がある。

機械自体は教育内容を創造する能力はなく、要はプログラムにあるわけで、これのできれば如何は学習効果を左右する。教師も案外機械的・形成的に陥ったりしてないか、反面、検討も必要である。

TM利用の考え方が、資料提示法、補説明、板書、生徒の反応、フィードバック等々に影響を与え、授業に進歩をもたらすものと考えられる。

CAIとCMIの2方向が考えられるが、それぞれ特質があり両論と考えられる。

Ⅱ パターン

パターンを使えば情報量を多く伝達できるし、思考を助ける。言語だと情報伝達量も少なく、理解してパターン化し、頭の中にえがくのに時間と能力がいる。

その能力は文量を読んで、分析、総合、帰納、演繹想像、再構成などが必要である。パターンばかりの利用に慣れると考える苦勞から遠ざかり、安易に情報のみを受け入れ考えたがらない人間を作る危険性がある。だから、パターンの使い方も、その時に応じて情報伝達として使うのか(情報補充、情報まとめ)、思考を助けるのか、適格に目的を持ち使用を誤らないようにすることが大切である。文章を読んでパターンを自分で書くようにすれば、分析、総合、再構成等々、思考力がついてよいと考えられる。これは問題を解く

時など最も必要であって、問題を読んで要素に分析して項目別にし、情報を整理し、予測するときなどである。だから、生徒に考えさせようとするとき、あまり、パターンを与えすぎてはいけない。(思考結果を与えることになる)思考の弱い、思考しない、情報を得て反射的に反応する人間となってしまう可能性がある。有効なパターンの使い方とは思考を円滑(いと口)にし、思考を助けたり(補充)、文章理解に使われる労力を他の考える方にまわすことにある時に有効であると考えられる。

板書にする図と、パターンを一度に見せるのとでちがってくる。板書では図を順次に構成されていく順序等を見ながら認識しているから(理解度が増す、思考過程がわかる)である。

Ⅲ 問題点

TMは無駄のない授業である。授業における有効な無駄をうまくとり入れる工夫が必要である。授業においては、話題を変えて気分転換をはかったり、学習を持続させるために興味をもたせたり、単調さを救うため、実物提示や、実験をしたり、学習方法をのべたり、科学者の伝記を聞かせたりして知的学習で得られないものを与えているのであろうと考えられる。説明の繰り返しや、生徒の反応を見ての強調の変化、また、質問で名前を呼んだり、説明に手ぶり、身ぶりが入ったり等からくる効果の問題がある。

直接経験では、代理経験(間接経験)による学習によって、不足な点が現われるであろう。それによる学習効果の問題も見逃がせない点である。音声の場合は直接口の動きを見ていないことからくる印象のうすれ、映像のときは、色、臭、多面的なとらえ、立体感の不足、大きさの把握、顔を動かしても異なった方向が見られない。写真にして多方向のものを並べたとしても充分でない。以上のことなどからくる把握の弱さが上げられる。また、触角に訴えられないこともある。

Ⅳ 指導方法

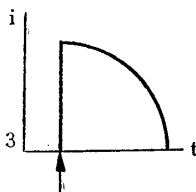
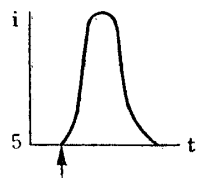
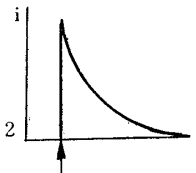
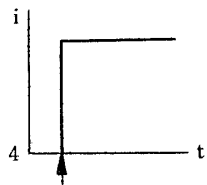
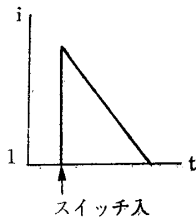
現在の教科書は結論が主で、それを記憶させる教え方が多い。基礎の把握と同時に、その論理的過程も大切に育てなければならない。そのプロセスが理解できていることが真の理解である。資料的部分もあるが生徒に考えさせるところは少ない。

教科書は結論のみのことが多い。従ってプログラム化するとき、推論するように組立てると知識伝達にならず、思考させることになり良い。

プログラムにおける問題作成には各方法があるから、その時に応じて変化させて用いる。解答の時間的変化を見るのは選択法の内容によって決定される。

問題例 正しい答はどれですか

- 回答ボタンを押しなさい
1. 4×10^4 (カロリー)
 2. 17475(カロリー)
 3. 1.7×10^5 (J)
 4. 7.4×10^5 (J)
 5. その他
- 回答ボタンを押しなさい。
1. 陽子
 2. 陽電子
 3. 電子
 4. -
 5. +
- 回答ボタンを押しなさい。



選択式は正答の時間的集団変化記録がわかる。

記入式 (ノートに)

$$n_{01} = \frac{\sin i}{\sin r_1} = \frac{c}{V_1}$$

$$n_{02} = \frac{\sin i_1}{\sin r_2} = \frac{c}{V_2}$$

$$n_{12} = \frac{\sin r_1}{\sin r_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

記録式 (ノートに)

水中での光の速さ

$$n_{01} = \frac{c}{V_1}$$

$$\frac{4}{3} = \frac{3 \times 10^8}{V_1}$$

$$V_1 = 3 \times 10^8 \times \frac{3}{4}$$

$$V_1 = 2.25 \times 10^8 (m/s)$$

記入式、記録式でも、できたら回答ボタンをおすとすれば時間的変化がわかる。(正誤に関係なし)ただし正答の内容はわからない。

このとき正答者はあらためて回答をとる必要がある。(このとき、間違っているでも正答を押す可能性もあるが)

1時間50分の授業で35分位をTMで進めるならば、10分位は補足説明や質問、成績表をもとに個別指導にあてる方法がよいと考えられる。

正しい解答を引き出す補助刺激としてヒント等を与えることがある。そのとき出す時機と方法を考慮する必要がある。たとえば、ほとんどの生徒が間違えないようなヒントでもいけない。

正しいことが分かると反応は強化されるから、強化刺激すなわち、フィードバックは問題も同時に再び与え、早い方がよい。

記憶すべき内容が多いときには、プログラムの中に冗長性を入れることにより疲労と興味の低下を救うことや、プログラムをあまり細かくすると面白くないし、大き過ぎても能力差に対する寛容度が減少する。ステップは教材を破損しない程度に細分化すれば個人の能力差に応じやすくなる。

手動式TMならば実験を取り入れられるし、自動TMならば(実験は前もって行なっておく)処理を取り入れることができる。

生徒の拡散的思考の結果をどのようにとらえるか。机間巡視とか、用紙に書かせ提出させる方法もある。問題をあまり細分化すると多様性、自由度が減少し、創造性のためによくない。多様性が予測されるときはステップを大きくする。

一つの重要な項を学習した後ではそれについて十分問題練習などで定着してから次の学習に移ることが大切である。これは次に学習すること、干渉して分たなくさせないために必要である。

プログラムとしては興味をもたせ、簡潔であり、内容、時間、遅速に変化をもたせ、あまりやさしすぎず、難かしすぎ(ステップ大きすぎ)ないよう工夫する。授業の始めに持ってくる内容は、他の部分の基本

であり、助けになるものであり、また他の部分からじゃまされやすいものを持ってくるとよい。プログラムの後の方には、他の部分の助けにならないものや、他の部分のじゃまし易いものを配置するとよい。知っているものから知らないものへ、簡単なものから複雑なものへ、興味あるものから複雑なものへと一般的には考慮されればよいと思う。

ノートをとる時間は指示して与えたり、ノートをとらざるを得ないように学習することも大切である。目と耳のみによる定着より、筆記による理解、記憶の強化と再思考の材料とすべきである。

能力差（知らなかった、忘れた）、は各ステップごとに、ヒント等で補足してうめていくことができる。思考時間は能力のある者が少なくともよいとは限らないが、時間を与え過ぎると効果がない。時間を制限した方が学習は早まる。

能力差は情報量の多少と思考力の差から出るが、同一歩調で集団指導にはヒント等で補助して足並をそろえる方向が考えられる。

更に、これによって落伍した者には、カセットやシートに録音しておいたものをきかせることによって復習させるか、質問等の方法による。

生徒の能力は、知識情報量、その整理のされ方、その使用能力、習慣化された性質、価値判断力、意志力など人間性全般にかかわりをもつだけに能力差に簡単に対応できない。

いかなる方法で（時によっては隣同士の相互補充も、相互誘発をさせてもよい。このとき能力が同じ位の者同士がよい、複雑な問題のときなど）いかなる内容をどんな順序で身につけさせるか分析が大切。受動的学習になりやすく心配であるが、授業の形態を問題把握や、考えさせる工夫をすれば自発性が発揮される。おしつけでなく、自然的なものとして必然的に学習させ、スモールステップにし抵抗を小さくしたならば、能率的に学習できる。集中して学習しなければならないことや、緊張しなければならない点は特徴である。

問題解決・発見的・帰納的学習では反応を喚起する情報を与えなければならないし、基礎知識、技術習得では反応を統制する情報を与えることがよいであろう。

日頃、黒板でもやっているが、パターンの提示には展開のときには連続的な系統をとり、強調のときは不連続的にし、例えばアンダーライン、わく、色をかえる等、刺激緩和のときには転換がよく、また再提出の方法もある。不連続性の利用は思考の中断、意外なことを示すなどは問題把握にも適する。

教材について概念か、事実としての知識か、技能か、説明か、定義か、帰納か、演繹か、ドリルか、把

握してプログラムを構成することが大切である。

実験、観察をTMにとり入れるには、装置を個別化して、小型化する必要がある。また、装置そのものもシステム化すべきである。

TMにより論理形式（思考形式）が画一化されてよくないという心配の声がある。

一つの論理形式を把握することは、十分な理解が得られるならば問題はない。この方法しか考えられないということではなく、能力がつけば他の方法も自力で解くことが可能になろう。別法があったならば、宿題にするとかして拡散的思考を促すことも大切である。

宿題とTM……TMによって殆んど完全に理解させるわけだが、定着度を更に深化させるために、家庭宿題を出すのがよい。この宿題としては計算練習により学習内容を再復習させることと、概念としての調査内容を出すことも必要である。これは自学を助長するためにも必要である。

V 生徒の感想

○ TM授業でわかるか

わかりやすくなった……I対Iで授業しているよう
でまじめにきく、集中しやすい、図解的である。重要な点ができる

わかりにくい……進み方が早い、くりかえし
きけない。

○ 疲れるか

疲れる……息ぬきできない。

○ 勉強のしやすさ

しやすい……黒板より見やすい、わかり
やすい

しにくい……二度言ってくれない、あせ
る、早い、図、文字が残っ
ていない

○ ノートのしやすさ

しやすい……要点が出る

しにくい……時間がかぎられる、書くこ
とが残っていない、時間が
少ない

○ 考えること

考えやすい……ヒントが出る、順を追って
考えていける、系統的、ど
うしても考えなければなら
ない

考えにくい……質問しにくい、時間制限

○ どんな授業内容に使うとよいか。

物、化、日本史、世界史、地理、まとめのとき、
考えに重きをおいたもの、問題の多いところ、英語
のhearing、公式が多いとき、内容複雑なとき、計

算のとき、復習のとき

○ その他

確認しながら進むのはよい。理解できるまでやる。わからないときバックする。

本人の解答のまま記録できるとよい。考える時間がほしい。

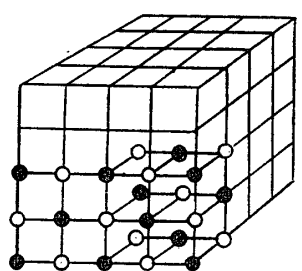
解答が出て、もう一度説明。自分の理解度がわかってよい。記録が出るのであせる。

机を大きく、リラックスできる。フニキをつくる。教師との対話。

テレビを見やすく。ヘッドホン両耳のものに。個人のものがあるとよい。

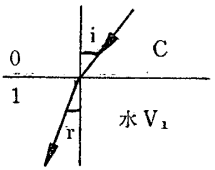
1人1人区切る。テレビをふやす。ヘッドホン軽く、いたくないように。タイプの音がじゃま。画面を大きく。

授業展開例 1.

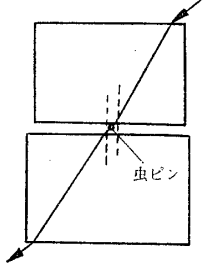
音 声	パ タ ー ン (A)	ヒ ン ト (B)								
<p>食塩の密度 2.17g/cm^3 であるとき、NaとClの原子間隔はどれだけか。 ($\text{Na}=23.0\text{u}, \text{Cl}=35.5\text{u}$) できた人から1のボタンをおしなさい。</p>	<p>食塩の密度 2.17g/cm^3 であるとき、NaとClの原子間隔はどれだけか。 ($\text{Na}=23.0\text{u}, \text{Cl}=35.5\text{u}$) できた人から1のボタンをおしなさい。</p> <ul style="list-style-type: none"> 1cm³中の(Cl)の数 $v = \frac{2.17}{23.0+35.5} \times 6.025 \times 10^{23}$ $= 2.23 \times 10^{22}$ 1m³中の原子総数 $N = 446 \times 10^{28}$ 1個の原子が占める体積 $V = \frac{1(\text{m}^3)}{4.46 \times 10^{28}} = 0.224 \times 10^{-28} \text{m}^3$ 原子間隔 $a\text{m}$ とすると $a = \sqrt[3]{v} = (2.24 \times 10^{-30})^{\frac{1}{3}}$ $= 2.81 \times 10^{-10} \text{m}$ <p>このようにできた人は5のボタンをおしなさい。このうち、ヒントを見た人は4のボタンをおしなさい。</p> <ul style="list-style-type: none"> 補充 <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">イオン結晶</td> <td>分子結晶</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">共有結晶</td> <td>水素結合結晶</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">金属結晶</td> <td>非結晶</td> </tr> <tr> <td></td> <td>高分子結晶</td> </tr> </table> 	イオン結晶	分子結晶	共有結晶	水素結合結晶	金属結晶	非結晶		高分子結晶	 <p>1ますにNa, Cl区別なく1個</p> <ul style="list-style-type: none"> 1cm³中のNa(Cl)の数を考えなさい 1m³中の原子総数を考えなさい 1個の原子が占める体積を考えなさい $a = \sqrt[3]{22.4} \times 10^{-10}$ $\log b = \frac{1}{3} \log 22.4$ $= 1.35 \times \frac{1}{3} = 0.45$ $b = 2.81$
イオン結晶	分子結晶									
共有結晶	水素結合結晶									
金属結晶	非結晶									
	高分子結晶									

例 2.

音 声	パ タ ー ン (A)	ヒ ン ト (B)
<ul style="list-style-type: none"> 問26を最後に考えましょう。 <p>水の屈折率は $\frac{4}{3}$ です。水中での光の速さはどれだけですか。できたならば4のボタンを押しなさい。 (1分)</p>	<p>水中での光の速さはただし水の</p> $n = \frac{4}{3}$ <p>真空中の光速 $3 \times 10^8 \text{m/s}$</p>	

<p>わからない人だけヒントを見なさい。(1分)</p>		
<p>えんぴつをおきなさい。(リセット) 次のようになりましたか。できた人は<u>5</u>のボタンを押しなさい。(ノート 30s)</p>	$n_{01} = \frac{C}{V_1}$ $\frac{4}{3} = \frac{3 \times 10^8}{V_1} V_1$ $= 3 \times 10^8 \times \frac{3}{4}$ $V_1 = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$	$n_{01} = \frac{C}{V_1}$
<p>。 空気中の波長 λ が 5000 \AA のとき水中では何 \AA ですか。できた人から <u>1</u> のボタンを押しなさい。(30s)</p>	<p>5000 \AA の光は水中で何 \AA か</p>	
<p>わからない人だけヒントを見なさい。(1分)</p>		$n_{12} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V \lambda_1}{V \lambda_2}$
<p>えんぴつをおきなさい。(リセット) 次のようになりましたか。 3750 \AA とできた人は <u>5</u> のボタンを押しなさい。(ノート 30s)</p>	$n_{12} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ $\frac{4}{3} = \frac{5000}{\lambda_2} = 3750 \text{ \AA}$	$= \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

例 3.

音 声	パターン (A)	ヒント (B)
<p>正解は 2 でした。 $n_{12} = \frac{n_{02}}{n_{01}}$ より、考えて小さくなる ことがわかります。(ノート 15s)</p>	$n_{12} = \frac{n_{02}}{n_{01}}$ <p>たとえば</p> $n_{12} = \frac{1.30}{1.50} = 0.86$	
<p>。 では、前の時間に行なった実験用紙を出しなさい。その表よりガラスの屈折率 n_{01}、ゼラチンの屈折率 n_{02}、相対屈折率 n_{12} を計算しなさい。(ものさし、直角三角定規、コンパス) 処理上の注意を示します。(5分)</p>	<p>ガラス $n_{01} =$ ゼラチン $n_{02} =$ 計算より</p> $n_{12} = \frac{n_{02}}{n_{01}} = \bigcirc \leftarrow$	
<p>。 計算結果を TP 紙に各列で記入しなさい。(3分)</p>	<p>測定では 比較</p> $n_{12} = \bigcirc \leftarrow$	

例 4.

電気湯わかし器に 20°C の水 0.5ℓ を入れ、 100 V につないだら 30 分後に水は沸とうして $\frac{1}{2}$ に減った。この電気湯わかし器の抵抗を求めよ。ただし発生した熱は全部水に伝わるものとする。

音 声	パターン (A)	ヒント (B)
<p>まず発生熱量全部をジュール単位で計算しなさい。 必要な人はヒントを見なさい。(1分)</p>		

ではえんぴつをおきなさい。解答ボタンを押しなさい。(4)

20秒

1. 4×10^4 (カロリー)
2. 17475(カロリー)
3. 1.7×10^5 (J)
4. 7.4×10^5 (J)
5. 7.4(J)

25

正解は4でした。

$$100^\circ\text{Cになるまで } 500(100-20) \times 1 = 40000(\text{cal})$$

$$\text{水蒸気になるのに } 250 \times 539 = 134750(\text{cal})$$

$$\text{総量 } Q = 40.000 + 134.750 = 174.750(\text{cal})$$

$$= 1.75 \times 10^5 \times 4.2 = 7.4 \times 10^5(\text{J})$$

ノート(30秒)

100°Cになるまで

$$500(100-20) \times 1 = 40000 \text{ cal}$$

水蒸気になるまで

$$250 \times 539 = 134.750(\text{cal})$$

総量

$$Q = 40.000 + 134750$$

$$= 174950 \text{ cal}$$

$$= 1.75 \times 10^5 \times 4.2$$

$$= 7.4 \times 10^5(\text{J})$$

26

つぎに仕事率を計算しなさい。

1分

必要な人はヒントを見なさい

30秒

えんぴつをおきなさい。解答ボタンをおしなさい。(4)

(4)

$$1. 4.1(\text{kw})$$

$$2. 0.41(\text{w})$$

$$3. 2.5 \times 10^4(\text{w})$$

$$4. 4.1 \times 10^2(\text{w})$$

$$5. 4.1 \times 10^2(\text{J})$$

28

$$P = \frac{Q}{t}$$

正解は4でした。

$$p = \frac{Q}{t} = \frac{7.4 \times 10^5}{30 \times 60} \times 10 = 4.1 \times 10^2(\text{w})$$

ノート20秒

$$p = \frac{Q}{t} = \frac{7.4 \times 10^5}{30 \times 60}$$

$$= 4.1 \times 10^2(\text{w})$$

29

最後に抵抗を計算しなさい。

1分30秒

必要な人はヒントを見なさい。

(30秒)

えんぴつをおきなさい。解答ボタンをおしなさい。(4)

(4)

$$1. 4.1 \times 10^4 \Omega$$

$$2. 4.1 \times 10^5 \Omega$$

$$3. 240 \Omega$$

$$4. 0.24 \Omega$$

$$5. 24 \Omega$$

31

$$P = \frac{V^2}{R}$$

正解は4でした。

$$p = \frac{V^2}{R} \text{ より } 4.1 \times 10^2 = \frac{100^2}{R} \quad R = 24(\Omega)$$

ノートしなさい。 ノート 20秒

$$P = \frac{V^2}{R} \text{ よりは}$$

$$410^2 = \frac{100^2}{R}$$

$$R = 24(\Omega)$$

32

○ 今日はジュール熱について学習しました。

$$Q = IVt$$

$$p = IV$$

これらの式はオームの法測で変形できます。

今日帰ってからと次の時間前に復習して下さい。

$$Q = IVt = \frac{V^2}{R} t = IVt$$

$$P = IV = \frac{V^2}{R} = I^2 R$$

33

参考文献

- ① 名古屋大学教育学部附属中・高等学校紀要 第15集教育方法の現代化 P21 (1969年度)
- ② 朝日新聞 1971年1月9日付
- ③ A.G.Korah 著 河辺広男・川村浩訳 脳生理学基礎(下) 岩波書店 P256 (1964.2)
- ④ ブルーナ編著 塩田芳久・田浦武雄訳 学習のための学習 黎明書店 (168)
- ⑤ 徳井輝雄 初歩的情報処理技術の導入 名古屋大学教育学部附属中・高等学校紀要第14集 P121 (1968年度)
- ⑥ 徳井輝雄 学習について 名古屋大学教育学部附属中・高等学校紀要第15集 P180 (1969年度)