

## 練習問題演習用「正誤判定機」の改良

遠 矢 守

(1981年10月15日 受理)

### Improvement in the Markers for Drill

Mamoru TOYA

#### 〔I〕 は じ め に

学校での演習時間に、わら半紙に多数の問題を印刷したものを学習者に配布すると、彼等はそれらを見ただけで辟易してしまい、やる気を無くしてしまうことが普通である。そこで、この演習問題をやる気をもってやらせる方略と技法として、「ヤルキーズシステム」が東京工業大学教育工学開発センタのグループによって開発されてきている<sup>1)2)3)4)5)</sup>。

このシステムでは、図1のように、学習者は問題卓に用意された問題を解き、解けると一題ずつ教壇上の採点機（正誤判定機）の所まで行き正誤判定を受ける。自分の答が正答と知った時は、次のカードを持ち帰って解き、一方誤答であれば自分の席にすぐもどり再び問題を解き直すことになる。このように、本システムでは、自分の席→正誤判定機→自分の席→……という学習者自身の“動き”によって、彼等の相互刺激を生じさせ各自の学習意欲を増大させる特長を持っている。さらに、このシステムでは次の大きな特長がある。すなわち、問題の正誤判定、記録など機械が処理可能なことは機械にまかせ、機械では困難なことこそを人間教師が学習者に施すことができることである。たとえば、教室の中の学習者は必ずしも等質ではなく、学習について行けないもの、または逆に、学習内容程度に満足していない者がいるはずである。このような場合、教授者は机間巡視などをしながら、それらの学習者を励げましたり、個別指導したりして、従来の方式と比べてより適切な指導助言を施せうるものである。

ところで、このシステムを実際に試行して、それなりの効果が得られたのであるが、文献(2)、(3)の方式（以下、それぞれA方式、B方式と呼ぶ）については、使用される正誤判定機が現段階では比較的高価で入手しにくいものであった。また、文献(4)の方式（以下、C方式と呼ぶ）については、高価な機器を使用するかわりに紙製カードで正誤を教えるという単純性のため、学習者に与えるKR (Knowledge of Result) の効果は前二者に比べると少ないものであった。さらに、筆者らは文献(5)で上記のヤルキーズシステム用正誤判定機として、今までものよりは安価で容易に自作できるように改良したのであるが（以下、D方式と呼ぶ）、問題カードが消耗品であるため、授業毎に問題カードを補充する手数が相当要り、さらに、カードの大きさに限度があり必然的に選択肢数も5個程度に限られていた。

本稿では、このような種々の問題点について改良した2機種（1号機，2号機）を報告する。すなわち、本稿の正誤判定機の特長としては次のとおりである。

- (1) 問題用紙の作成・配布の手数が従来の方法と比べてそれ程増加しない。
- (2) 学習者に KR を瞬時に与えることができる。
- (3) 学習者が正答したか否かを記録できる。
- (4) 選択肢数を従来より大きくとることができる。
- (5) 選択肢問題であれば教科を問わなく使用できる可能性がある。なお、改良2号機の場合、必ずしも選択肢方式にすることはない。
- (6) 1号機については、入手容易な材料を用いており安価に自作できる。
- (7) 2号機については、パーソナルコンピュータをそのまま利用するのでハード面で自作する必要は皆無であり、ソフトウェア面のみ作成すればよい。
- (8) 両機について機械的部分が少ないので、学習者の乱雑な取扱いに対してもかなり耐えるものである。
- (9) 複式学級用として使用できる。
- (10) Learning by Doings の効果が期待できる。

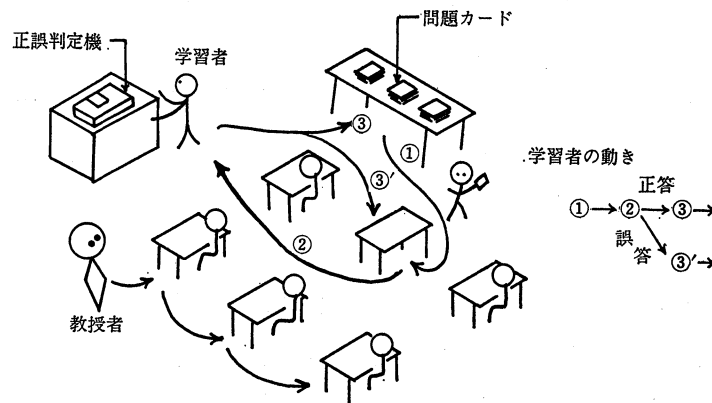


図1 ヤルキーズシステム

## 〔II〕 改良1号機

### § 1. 改良構想

序言で述べたように、今までに開発してきた正誤判定機にいくつかの問題点があり、改良1号機では次のように仕様変更することにより改良を試みた。

(a) 「問題カード」と選択肢の記入してある「選択用紙」とを別紙にする

B, D方式の場合、一枚の回答カードに問題内容とその選択肢が記入されているため、カードの大きさから選択肢数が限られており、学習者はまぐれ当りで正答する可能性が大きかった。そこで、改良機では、これらを別々に学習者に配布する（すなわち、問題数だけの問題カードと選択す

べき答の記入してある選択用紙1枚を配布する)ことで、選択肢数を最大40(0~39)とすることにした。

(b) スタンプ機構を取付ける

A, C方式の場合、教授者が学習者に与える問題が選択肢方式をとる必要がないという優れた特長をもつのであるが、両方式ともハードウェア面での簡易化という考え方で、スタンプ機構をはじめとする種々の付加機構を取付けなかった。これにより所期の目的を達成することはできたが、この場合、学習者が正答したとしても教授者は後日、学習者の回答カードをみても正答したのか否かの判明が困難なものとなってしまった。これに対してB方式では電動タイプライターのようにインクリボンを用いた小型電動機で送るという印字機構であり、さらに学習者の回答カードも自動的に正誤判定機内に挿入されるという複雑な構成のため、簡易性の観点からこの改良が望まれていた。

そこで、改良機では、広く市販されている「朱肉の要らぬ」印鑑を利用して、これを小形プランジャ(ソレノイドコイル)によって押印する機構を取付けることにした。こうすることにより、ハード面での簡易性が満足される上に、検印された回答カードを学習者の手元に返却することにより、一層効果的なKRを与えることが可能となる。

(c) 正答設定部を固定化することにより、繰り返し使用可能なものとする

A, C方式に比べてB, D方式の場合、回答カード(問題と選択肢が記入されており、このカードを機器にかけることにより正誤判定される)を作成する手数は教授者にとって現状ではかなりの負担となるものであった。すなわち、問題を作成印刷した後、これに正答設定のための作業(教授者の設定した正答の選択肢に応じて、B方式の場合 導電性筆記具で所定位置にマークを記入する作業、一方、D方式の場合 パンチで穴あけする作業)が必要であった。こうして作成したカードも一回の授業(問題演習)で使用されてしまえば、再使用は困難なものであった。

そこで、この点を解決するため改良機では、後述のようなアクリル板製の「回答ケース」の外枠部に正答設定部を仕組むことにより、正答設定部が固定化され、何回でも繰り返し使用を可能なものにした。この回答ケースは教授者の与える問題数と 少なくとも 同数だけ用意されており、この中から学習者は自分の解いた問題番号と同じ回答ケースを選び出し、このケース内にその問題カードを挿入してから、これを正誤判定機にかけることにより、正答であれば正答のスタンプ(教授者の名前あるいは丸印)が問題カードに押印されることになる。

このようにすると、B方式のように回答カードが自動的に吸い込まれるという簡便な操作性がなくなり、学習者自身がカードを挿入、回答設定するなど手動操作が多くなった。しかし、実際に試用した結果をみてもこの程度で学習者がその操作にとまどったり、面倒がったりすることはなく、かえって、その操作を楽しむようでもあり、機器を全自動化させて学習者に単調性を感じさせてしまうよりは、このようにある程度までは学習者の手足を動かさせるような構造にした方がよいと考えられる<sup>6)</sup>。

さらに、正答設定部が固定化されたことは、教授者にとってみれば正答設定作業は選択用紙を作

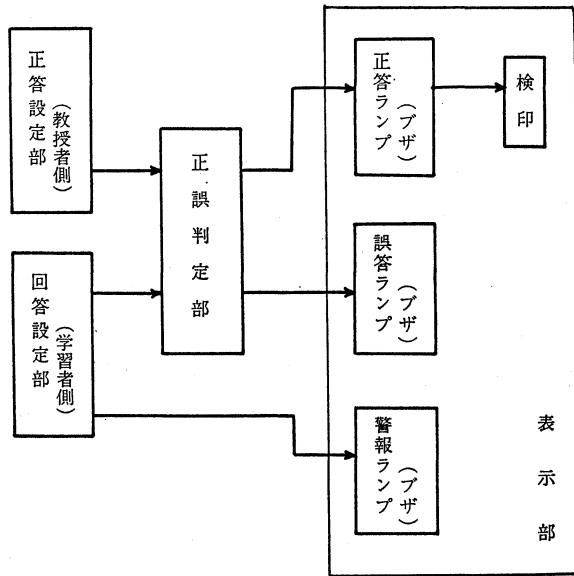


図2 ブロック図

成するだけでなく、B、D方式に比べると手数は格段に減少したことになる。また、一旦、これらのものを作成すれば、あとは選択用紙、問題カードの印刷と簡単なカッター作業だけで、繰り返し使用可能となる。なお、これに使用される用紙も印刷できるものであれば何んでもよく、B、D方式のように計算機用カードを使用する必要はなく消耗品についても改善できる。

## §2. 改良1号機の製作

前節の方針で設計した改良1号機をブロック図で示すと、図2のように、正答設定部（教授者側）、回答設定部（学習者側）、正誤判定部、

### (1) 正答設定部

これは個々の問題に対して教授者側が正答である選択肢を設定する部分である。改良1号機の場合、その正答設定部は図4のように、アクリル板で作成した回答ケース（図のA部）に仕込まれている。後述のように、このケースに問題カードが挿入されるのであるが、このケースの内形寸法はA4版の用紙を4等分したものが入るようにしてある（すなわち、A4サイズで印刷しこれをカッターなどで4等分すれば、そのまま4題分の問題カードとなる）。なお、このカードの片隅は図4のように切り落として、回答ケースに挿入しやすくする。

正答設定を読み取る方法として、B方式の場合、鉛筆で黒く塗りつぶしたマークをカードリーダーで読みとる方式のため、結果的に複雑で高価なものになってしまっているが、改良機では安価で入手しやすいフォトプラ（TLP 507）を用いた光学方式とすることにした。設定できる選択肢数を前述した40とするため、BCDコードを用いてこのフォトプラを図5のように6組配置することにした。たとえば、回答ケースの正答設定部（穴の開閉）が同図のようになっていれば、 $(010010)_2$ 、すなわち $(12)_{10}$ と正答選択肢が設定されているわけである。

このように、正答設定は回答ケースに固定的に設定されているため、繰り返し使用が可能となる反面、学習者は回答ケースの正答設定部（図4のA部）の穴の配置を見れば正答番号が分ってしまう可能性がある。しかし、この回答ケースの幅は約90mmに対して、正答設定のための穴の直径は3mmであるので、ダミーをいくつか設ければその恐れは無くなるものと思われる。（附属小学校で試用した際は、学習者は2進数について未学習であるとしてダミーは加えてない）なお、回答ケースの正答設定部Aが透明アクリル板を使用している場合、光検出部の動作を確実にするため

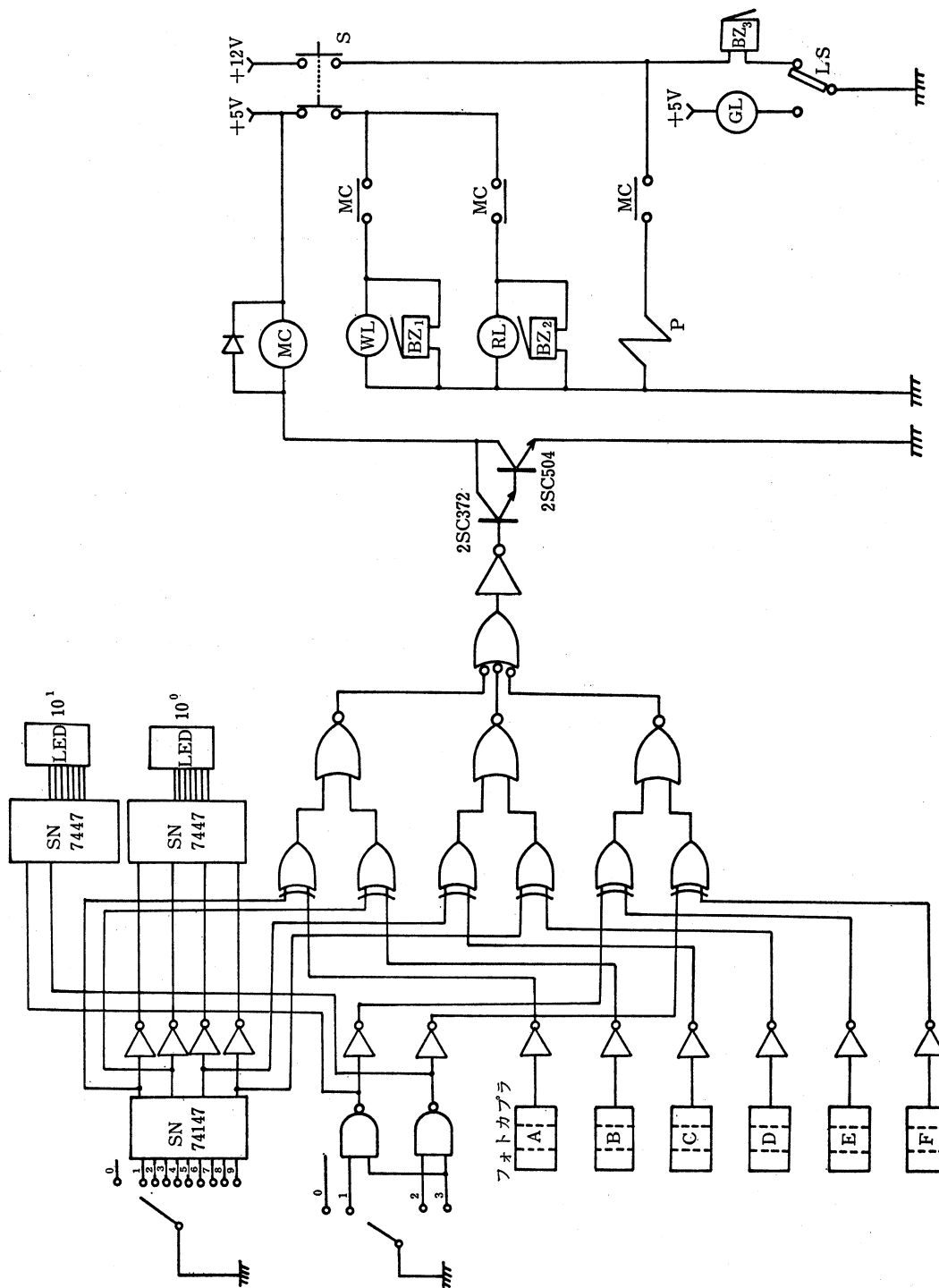


図 3 改良 1 号機回路図

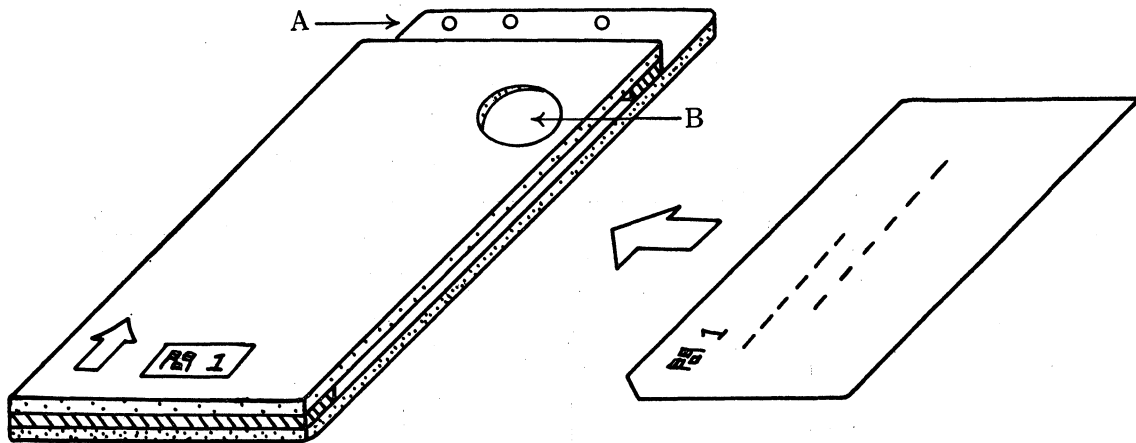


図4 回答ケース(左)と問題カード(右)

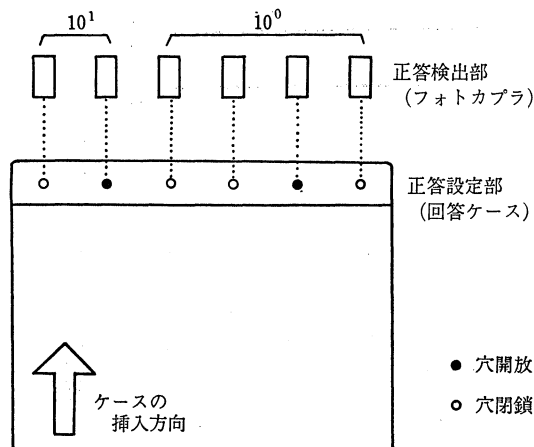


図5 正答検出部と正答設定部

に、その部分を黒色ペイントで塗るか、あるいは、黒ラシャ紙でおおう必要がある。

#### (2) 回答設定部

これは学習者が与えられた問題に対して、これを解き、選択用紙の中から選んだ選択肢番号を正誤判定機に設定する部分である。このための方式としてはいくつか考えられるが、改良機の場合、ロータリースイッチを回すことにより選択肢番号を判定機に入力する方式をとった。40通りの表現が必要となるため、 $10^0$ の位には10接点のもの、 $10^1$ の位用には4接点のロータリースイッチ

を使用することにした。なお、学習者が入力した番号はエンコーダによってBCDコードに変換し、正誤判定機へ送ると同時に7セグメントLEDにより表示する。 $10^0$ の位についてはSN74147をそのまま使えばよく、 $10^1$ の位については0, 1, 2, 3の4通りなのでNAND回路2個で図3のように構成する。

#### (3) 正誤判定部

この部分で教授者が設定した正答番号と学習者が入力した回答番号が同一であるかどうか判断を行う。改良機の場合、桁数が6のため6個の一致回路を用いればよく、各桁についてこれらの論理和を正答出力となるように論理構成すればよい。なお、実際の回路を組む上では、図3のように不一致回路とNAND回路を用いている。

#### (4) 表示部

学習者の解いた答が正答であるか否かを目と耳で知らせるための部分で、誤答であればNOランプRL(赤色)が点灯しブザーBZ<sub>2</sub>(ブー)が鳴り、一方、正答であればOKランプWL(白色)が点灯しブザーBZ<sub>1</sub>(ホロホロ)が鳴り、問題用紙が押印される。なお、学習者が回答ケ

