

# マイクロコンピュータを用いた リアルタイム入力カードパンチマシンの開発\*

堀内 征治\*\*・堀内 泰輔\*\*\*

## 1. はじめに

最近の電子計算機利用形態は、パーソナルコンピュータ・OA 機器の発展に伴い、インテリジェント端末やキーボード・CRT ディスプレイを入出力装置として用いる会話型処理システムが、その低コスト・高パフォーマンスのため主流となりつつある。しかし教育用に設置されている電子計算機においては、依然として従来からのカードベースによるバッチ処理が多く、この場合最も問題となる点は、その入力方式である。一般に、入力媒体としてパンチカードを使用するならば、高額なカードパンチマシンの多数台の設置が必須条件となり、またマークカードにしても、低効率なマーク作業が学生に余計な負担をかけ、ひいては教育効率の著しい低下をひきおこす。本校の場合、専任のパンチャーあるいはオペレータがいないため、クローズド方式のパンチシステムは実施不可能であり、カードパンチマシンの設置台数も少ないため、多人数教育においてはオープン方式も無理な状態にある。このことから、マークカード方式を採用しているが、はなはだ入力効率が悪いことが判明している。

この問題を解決するために、安価で入力効率のよい装置に蓄積した情報を、間接的にカードパンチマシンにカードイメージで出力させる、というシステムが考えられる。ここで入力装置として、最近市販されるようになった安価な携帯用電卓型コンピュータ（ポケットコンピュータ（以下、ポケコンと略す。））に着目すると、それは前述の入力装置としての条件を具備しているように思われる。

本研究では、マイクロコンピュータを用いて、従来のオフラインカードパンチマシン（以下、パンチマシンと略す。）のキーボード自体をソレノイドで機械的に制御することにより、ポケコンへの入力情報をパンチカードへ媒体変換させるシステムを開発したので報告する。

## 2. システムの概要

システムブロックダイアグラムを図1に示す。ユーザーはパンチすべき情報をポケコン上のフルキーボードより入力する。この場合、キーインされた情報は、内部メモリに格納されると同時に液晶ディスプレイに表示されるので、情報の確認ができる。また、ポケコン内蔵のBASICインタプリタの入力ソース型式を、入力フォーマットとして流用しているため、入力情報の追加、修正、削除等の編集が容易である。加えて、入力情報は、メモリがバッテリバックアップされているため、電源をオフしても維持される。この点と、ポケコンが

\* 昭和56年8月 全国高専情報処理研究協議会情報処理研究発表会において発表

\*\* 機械工学科講師

\*\*\* 機械工学科助手

原稿受付 昭和56年9月30日

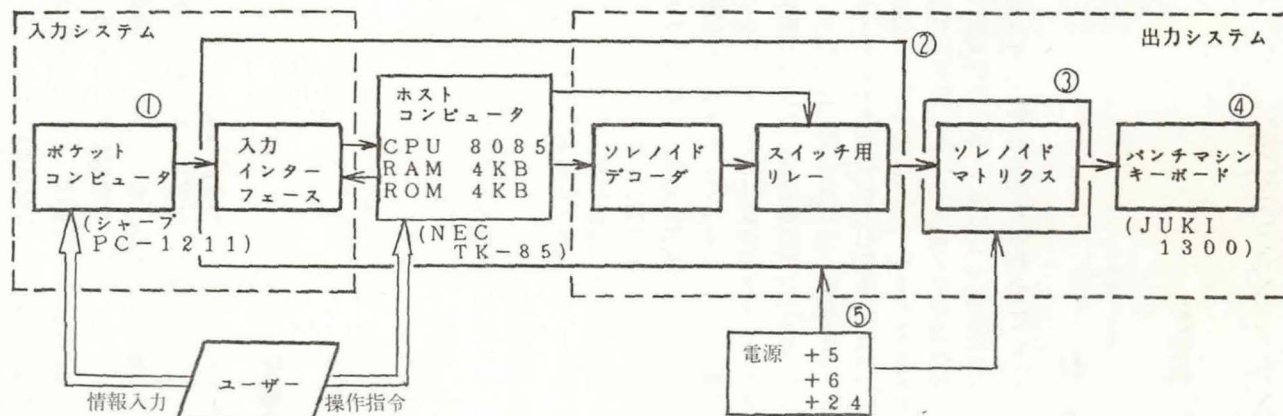


図1 システムブロックダイアグラム



写真1 システム全景 (①～⑤は図1に対応)

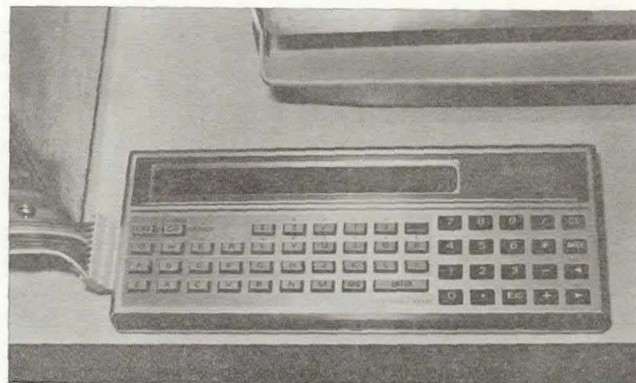


写真2 ポケットコンピュータ

小型軽量 (175×70×15mm, 170g) なことから、時と場所を選ばぬリアルタイム入力が可能になっている。なお、メモリ容量は約1400文字で、FORTRAN ソースプログラムイメージで50～80枚に相当し、教育用としては一応満足できると思われる。

ポケコンメモリ内の情報は、入力インターフェースを経てホストコンピュータに取り込まれ、バッファリングのちコード変換がソフト的になされ、駆動すべきソレノイドに対応したコードが出力される。

出力側では、これをハード的にデコードして、スイッチ用リレーマトリクスを経てソレノイドが駆動され、最終的にポケコン入力情報に対応したパンチキーが打鍵される。

以上の流れは、ユーザーの操作上の負担を軽減するため、ホストコンピュータのLED表示装置を駆使した会話形式で進められる。

### 3. 入力および出力システム

#### 3.1 入力システム

入力装置については、当初、フルキーボードと表示用LEDを用いた専用装置を設計したが、そのコスト・大きさ等の点で、ポケコンを採用する方がメリットが大きい、との結論に達した。ポケコンは写真2のような外観で、フルキーボードと表示装置（液晶・24桁・5×7ドットマトリクス）をもつ。外部記憶装置として市販のカセットテープレコーダが使用できることから、外部への情報出力が可能である。

ポケコンのプログラミング言語としては、BASIC が採用されている。ポケコンを入力装置として使用するために留意すべきことは、任意の入力情報をいかにしてそのメモリ内に収容するか、という点である。この方法として、まず、ポケコン内部に、任意文字列をメモリに入力してそれを外部に出力するプログラムを作成する方法が考えられる。また、BASICのREM文を流用してプログラム中に任意文字列をコメントとして書き込み、プログラムの内容を外部へ出力するコマンド(CSAVE)により、ホストコンピュータ側で有意情報のみを選択することも考えられる。この両者は、入力の容易さと有効メモリ量の点で背反するが、入力情報量を少しでも多くできる、後者の方法を採用した。入力フォーマットの詳細は図2に示す。

英数字および特殊記号の場合

```

*1 *2
10" C *** PUNCH ROBOT SYSTEM *** (1981NTC)
      *3
      └──────────────────────────────────────────┘
      有意情報

```

カナ文字パンチを含む場合

```

*4 *4
20" DATA √C+.F-M GJ∫KANA-MOJI NO REI

```

\*1 カード番号。1～999の任意整数。カードの順番を示す。

\*2 REM文を表す文字で有意情報に先立って必ず入れる。

\*3 一枚当たり76文字まで有効。

\*4 カナシフト設定/解除を表す。

図2 ポケコン入力フォーマット

次に、ポケコンのキー種がパンチマシンのそれを満足しているかを考察するために、両者の文字種を比較すると、次の点で異なる。

i) ポケコンキーボードにはカナ文字がない。

(パンチマシンキーボードにはカナの専用キーはないが、マルチパンチを使用することにより、カナ文字パンチ可能。)

ii) ポケコンキーボードだけにある文字として、 $\sqrt{\quad}$ ,  $\pi$ , \$, Exp,  $\wedge$ がある。

iii) パンチマシンキーボードだけにある文字として、@, —, 082, |, &,  $\neg$ ,  $\blacktriangledown$ がある。

i) については、ソフト的なカナシフト方式を採用することにより、カナの入力を可能にした(図2参照)。また、iii)の文字のうち、ひんばんに使用されるものはii)の文字で代用できる。これらの文字変換表を表1に示す。

次に入力システムのハードウェアについて述べる。

表1 文字変換表

(変換すべき文字のみを示す)

入力	出力	入力	出力	入力	出力	入力	出力
$\sqrt{\quad}$	・	I	サ	C	ハ	2	ル
$\pi$	l	O	シ	V	ヒ	3	レ
\$	&	P	ス	B	フ	-	ロ
EXP	-	A	セ	N	ヘ	0	ワ
$\wedge$	$\neg$	S	ソ	M	ホ	・	ン
$\sqrt{\quad}$	ア	D	タ	SPC	マ	EXP	〃
(	イ	F	チ	7	ミ	+	。
)	ウ	G	ツ	8	ム	*1	@
Q	エ	H	テ	9	メ	/	~
W	オ	J	ト	/	モ	/	082
E	カ	K	ナ	4	ヤ		
R	キ	L	ニ	5	ユ		
T	ク	=	ヌ	6	ヨ		
Y	ケ	Z	ネ	*	ラ		
U	コ	X	ノ	!	リ		

\*1 入力不可能を示す。

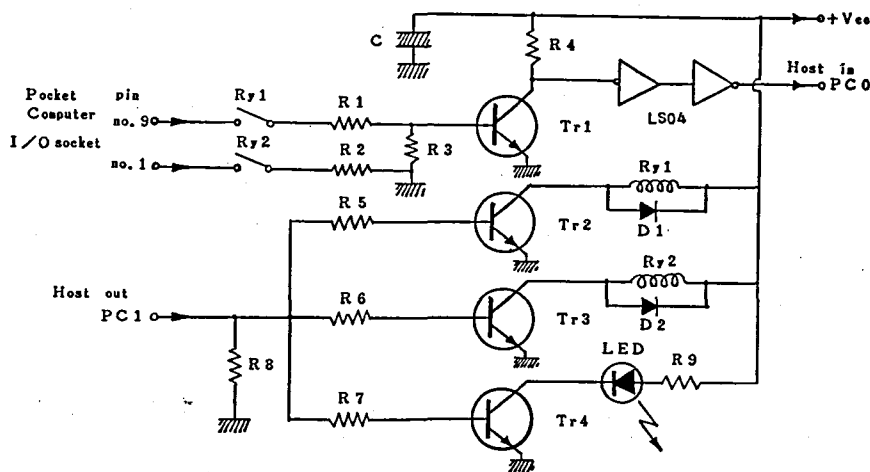


図3 入力インターフェース回路図

ポケコンとホストコンピュータとのインターフェースは、当初、ポケコン専用カセットインターフェース(CE-121)を用いて、D/A変換された音声信号をデジタルコンバータによって逆変換することによりホストコンピュータに入力する方法<sup>(1)</sup>を採った。しかし、カセットインターフェースとデジタルコンバータ間のタイミングのマッチングが不良で、信頼性が低い。これを改善するために、ポケコンの出力信号を直接ホストコンピュータに入力す

るためのインターフェースを作成した。この回路図を図3に示す。この回路はMOSとTTL間のレベル変換を主として行っている。また、出力システム中のソレノイド駆動時のノイズ対策のため、2つのリレーを用いている。これにより、試作当初の、ソレノイドノイズによりポケコンメモリ内の情報が破壊される現象が克服された。

入力インターフェースによる被変換信号は、一定のフォーマットによるシリアル形式でホストコンピュータに取り込まれるので、ソフトウェアにより直並列変換を行う必要がある。またホストコンピュータからポケコンへのフィードバックはできないため、一般的な入出力技法は適用できず、ホストコンピュータに入力された情報は逐次バッファリングされるべきであり、それが全部完了してのち、出力システムに移行せねばならない。

### 3.2 出力システム

通常、電子計算機用周辺機器とホストコンピュータとを結ぶには、電気的インターフェースによるのが一般的であるが、本システムにおけるパンチマシンとのインターフェースでは、次の理由により、ソレノイドによる機械的インターフェースを採用した。

- i) カードパンチマシンの機種が古いいため、リレー等の機械的部品が多く使用されており、電気的インターフェースがとりにくい。
- ii) カードパンチマシン全体の回路が公表されていない。
- iii) パンチマシンのキーボードを直接制御するようにすれば、異なる機種であっても、キーピッチを一致させるなど、ソレノイドの物理的位置の変更や、パンチマシン動作の相違に伴う若干のソフトウェアの変更（データテーブル変更など）により、適用可能である。

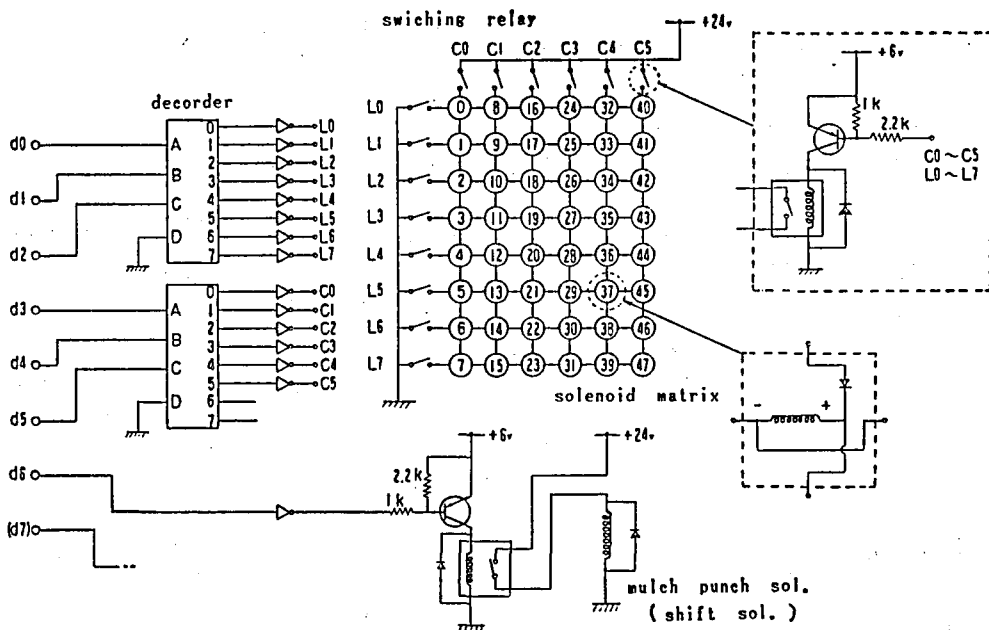


図4 出力システム回路図

パンチマシンのキーボードを考察すると、そのコピー機能・プログラム機能などを除くと、43個の文字キー（FEED と RELEASE の2つの機能キーを含む.）、1個のシフトキーおよび1個のマルチパンチキーの3つに大別できる。このうち前者は、2つ以上同時に押されることのない性格をもち、後二者は、前者とともに同時操作されることがわかる。このことから、これらキーに対応したソレノイドを制御する場合、種類の多い文字キーに対してはマトリクス制御方式を、後二者については独立制御方式を採用することが、ホストコンピュータの出力ポート減少につながり有利である。マトリクス制御のために必要なハードウェアがソレノイドデコーダであり、これはホストコンピュータからのソレノイドコードをデコードして、駆動すべきソレノイドのX軸・Y軸を指定するリレーを選択するものである。ここでリレーをトランジスタに置きかえることもできるが、信号のアイソレートおよびコストの観点より、リレーを採用した。出力システムにかかる回路図を図4に示す。

最終段のアクチュエータとしてのソレノイドについては、パンチキーの必要圧力やストロークの測定により、ソレノイドの吸引力、温度上昇、ストロークなどの諸特性や形状、コストなどを考慮して選定を行った。

#### 4. ホストコンピュータまわり

ホストコンピュータとしては、開発期間、価格、機能、デバッグの容易さなどの点から、ボードコンピュータである NEC の TK-85 を採用し、入力データのバッファ用に RAM の増設を行った。操作用キーと、状態やメッセージ表示のためのディスプレイは、付属のものを流用している。入出力ポートについては、既設のポートをフルに活用したため、増設の必要はない。図5には入出力ポートの割り付けを示す。

またソフトウェアはすべて ROM によるファームウェア化をはかり、ユーザーの操作上の負担を軽減した。図6には、概略のフローチャートとメモリマップを示す。

ソフトウェア作成上留意した点は、ユーザーの操作を簡便にするためのパワーオンリセット機能、ポケコン情報のうち途中からパンチ出力させる機能、および各種エラー処理などである。

プログラムはハンドアセンブル方式で行い、ROM 化にかかるリロケート作業もマニュアルで行った。プログラム長は約 2.5KB（各種テーブルを含む。）である。

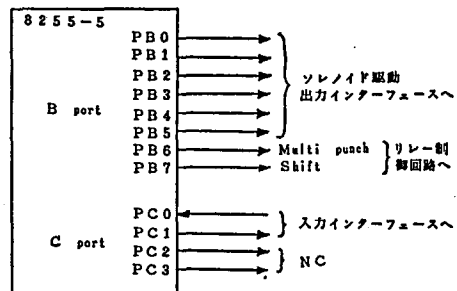


図5 入出力ポートの割り付け

#### 5. システムの評価

図7には、本システムの実行例として、ポケコン入力情報とこれによるパンチカード出力とを示す。これには、パンチ可能なすべての文字を含んでおり、1枚目は英数字および特殊記号、2枚目はカナ文字の各セットである。

このシステムでは、カードパンチ速度がその重要なポイントになるが、実験では、カード

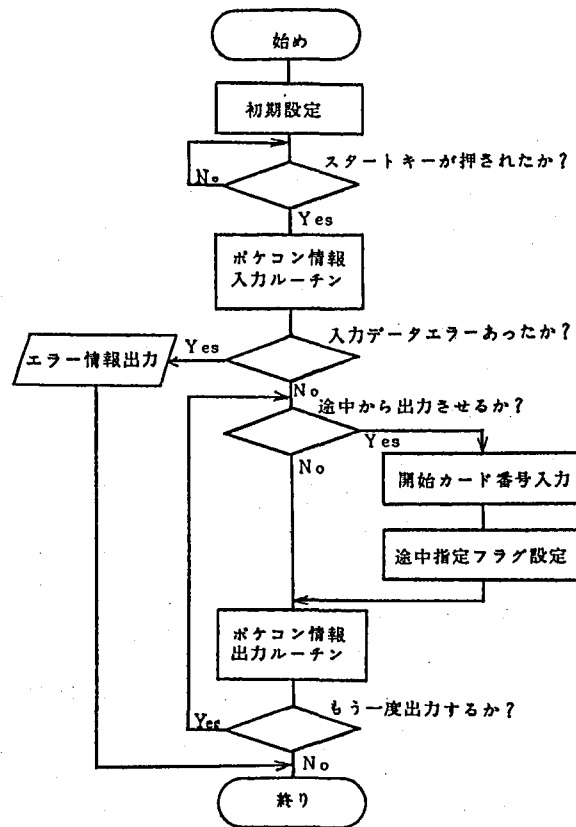
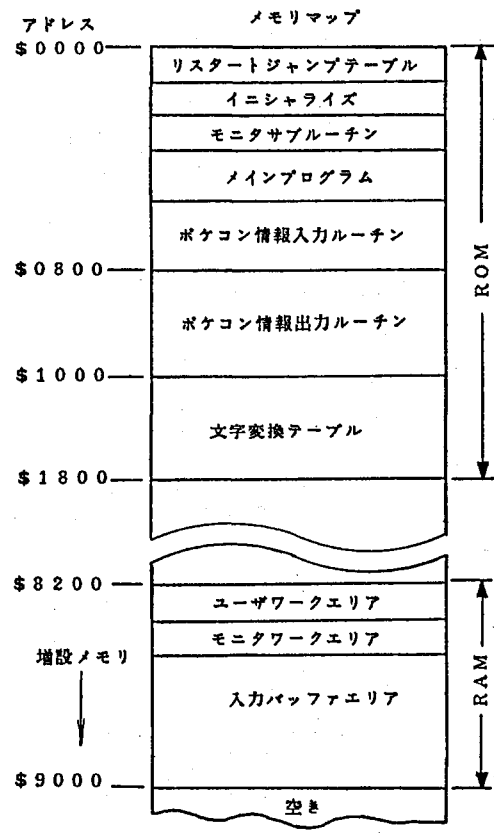


図6 メモリマップと概略フローチャート

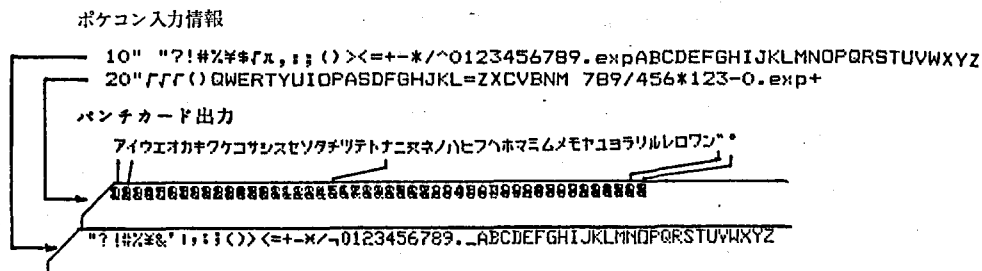


図7 本システム利用例

表2 キー種別時間パラメーター一覧

(単位ms)

キー種別	押込持続時間		復帰待ち時間	
	限界値*	設定値	限界値*	設定値
文字キー	23	25	48	50
シフトキー	20	25	40	50
マルチパンチキー	20	25	40	50
フィードキー	23	25	1300	1500
リリースキー	23	25	2300	2500

\*実測値

表3 入力速度の比較

(単位:字/秒)

入力方法 文字種	パンチカード使用	本システム利用	(キーパンチャー)
シフトなし	0.5~3.0	13.3	4.0~5.0
シフトあり	0.5~2.5	6.7	3.0~4.0
カナ文字	0.1~0.5	2.2~3.3 <sup>*1</sup>	3.8~4.0 <sup>*2</sup>

\*1 文字により異なる

\*2 カナシフト時

パンチマシンのキーボード特性限界をも上回るパンチ速度を記録した。キー種別のキー押込持続時間と復帰待ち時間のおおのの限界値と設定値を表2に示すが、この限界値はリレー、ソレノイド両者の動作・復帰時間特性によるものでなく、パンチマシン側がそのキー入力に追従できないことによることは実験上明らかになった点である。但し、キーボードとの機械的インターフェースによっているために、パンチマシン本体の穿孔速度限界(高速複写にて20欄/秒)を上回ることはできない。これを実現するためには電気的インターフェースを用いることにより、キーボードと完全に切り離せねばならないが、現システムがパンチ速度の点で十分に満足できることは表3からも認められよう。

最近のパンチマシンは、バッファを内蔵しているため、一枚のカード内での修正、変更ができるものが多いが、教育機関等で使用されている多くのものは、入力バッファをもたず、打鍵により即時にして穿孔されるため、初心者にあってはきわめてカードのむだ使いが多い。しかし本方式によると、ポケコン入力時にディスプレイを見ながら自由に編集できるため、パンチミス事前に防止できる点は大きなメリットとしてあげられる。一方、このシステムをバッファ方式のパンチマシンに適用した場合でも、入力データを、目で見て確認できるため、ミスパンチをより防止できることから、この点のメリットはあると考えられる。

次に、今回用いたパンチマシンは、カナ文字パンチについては、多数キーの打鍵が必要なマルチパンチを強いられ、はなはだ効率が悪い。しかしこのシステムでは、カナシフトにより、カナパンチが比較的容易であることも特長の1つに数えられる。但し、カナ文字入力時は、ポケコンの性格上カナ文字がディスプレイされないため、この点は、例えばローマ字方



式を採るなどの改善が必要であろう。

本システムのねらいである、情報入力にかかる学生の負担をどのくらい軽減できるかを評価するために、本システムと、従来の入力方式であるマーク方式およびパンチ方式との比較測定を行なった。本校学生のうち、パンチ経験者と未経験者、両者にこのシステムを同一条件のもとで使用させ、更に同一の入力情報をマークおよびパンチさせ、これらの時間を測定した。図8にはこの測定結果とそれ際用いた入力情報を示す。

これによると、まず、マーク方式に比較して、本システム方式は、システム説明の時間を含めても格段に速い。これは、特にパンチ未経験者において顕著である。このことから、このシステムの目的は達成されているといえよう。

次に、従来方式のパンチとの比較では、本方式は経験者にとっては比較的時間がかかることが目につく。しかし、本システムのパンチマシン占有時間3'22"に比較すると、従来のパンチ方式では約4～11分とかなり長いことから、本システムはサービス率の点でも従来にくらべて良好なことは明白である。

パンチ時間が、経験者と未経験者とは差が大きいのに対し、ポケコン入力時間はそれほどでもない。これは、日常生活の中で電卓を使う機会が多いため、電卓のイメージの強いポケコンの方が入力効率が良いためと考えられる。従って、電卓の延長であるポケコンの方が、パンチマシンにくらべて、上達が速いことが予想される。

本システムは、スタンドアロン製品として、写真1のような物理的構成を図った。ここで入力装置であるポケコンは本体と分離して使用する必要があるため、本体のコネクタはワンタッチで接続および取りはずしできるものとした。

電源については、ローコスト化のために自作し、本体とは分離して外付けとしたが、これ

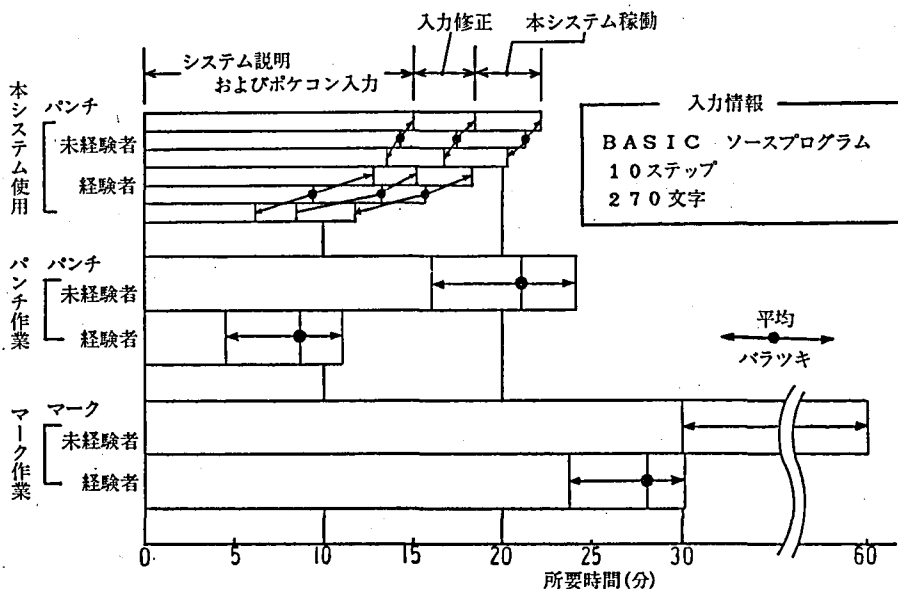


図8 入力方式別所要時間

を市販のスイッチングレギュレータ等の小型電源に置きかえれば、本体内蔵も可能である。

本体は、ホストコンピュータの裏側に、各入出力インターフェースをすべて積層する形にしたため、放熱やノイズの点が懸念されたが、連続8時間のエージングにおいて支障は認められなかった。

アクチュエータとしてのソレノイドは、当然、パンチマシンキーボード上に装着されるべきであるので、取り付けや取りはずしが簡単なように、キーボードカバー上にあらかじめセットされたナット状部品に、アクチュエータ筐体内付属のボルトをのせるだけの単純な着脱方式を採った。

また、ソレノイドの発熱が懸念されたため、筐体内のソレノイド動作による温度上昇と、ソレノイド自体の温度の測定を行なった。それによると、過酷な条件（ワの字を76文字ごとに1.5秒の間隔をおいて打つ。）180分間の連続運転試験では、頻度の高いマルチパンチ用ソレノイドに異常な温度急上昇が観測された。しかし、通常条件（各ソレノイドを20回づつ順次駆動）においては、熱上昇がソレノイド側の制限（周囲温度40°C以下、ソレノイド温度65°C以下）をはるかに下回ったので、通常の使用には影響がないものと判断される。

ソレノイド動作時の騒音測定結果としては、従来のパンチ騒音80dBをわずか3～5dB増すのみであり、パンチ室という比較的騒音の多い環境では、ソレノイド自体の騒音はほとんど無視できる。

## 6. あ と が き

本稿では、教育用電子計算機への入力方式に着目し、従来の諸方式より効率的と思われる、リアルタイム入力の形態をとる新システムを開発し、その有用性を記述した。

本報告の範囲では、入力機器として特定のポケコンを対象にしてシステム開発を行ったが、入力インターフェースのハードウェア部分を除けば、メモリの空領域に入力用プログラムおよびコード変換テーブルを加えるだけで、データ出力機能とフルキーボードを具備するものであれば、どのようなものでも適用できる。このことは、これから類似機種が増えることが十分予想されるため、今後の改良点としたい。

このシステムの応用分野を考えた場合、教育面のみならず、一般の事務処理への適用も可能である。パンチカードベースでソフトウェアの蓄積が多いとき、従来の伝票やデータシートのかわりにポケコンを利用すれば、転記やパンチの手間が省け、時間的・价格的メリットは増大すると思われる。しかし、これを実現するためには、ポケコンのメモリ容量がネックとなろう。よって、大容量で標準的な入出力インターフェースを備えたポケットコンピュータの開発を含めて、本システムの展開を図りたい。

また、本研究の副産物として、ポケコンと汎用マイコンとの直接的なインターフェースが実現できた。このことは、ポケコンをポータブルなコンピュータ用入力装置として利用できることを意味するものであり、最近、オフコンやミニコンにかわって台頭してきたパーソナルコンピュータの使用と相まって、データ収集やPOS端末の置き替えとして、新しいデータ入力システムが実現可能になるとと思われる。

最後に、ソレノイドをはじめとする部品選択において資料の提供を賜った、(株)長野小森電機の矢花豊秋氏、キーパンチャーに関するデータの提供を賜った(株)オリオン機械の山岸

順一氏，および共に製作にあたった，本校機械工学科学生田中秀幸，堀 久満，北沢昭俊の諸君に深く感謝の意を表する。

### 参 考 文 献

- (1) 竹石，ポケットコンピュータ PC-1211 とマイコンをつなぐ，ASCII，5，2，Feb.，1981
- (2) JUKI，JUKI 1300/2300 シリーズカード穿孔機／検孔機取扱説明書
- (3) SHARP，SHARP ポケットコンピュータ・ピタゴラス PC-1211 取扱説明書