

# 情報処理教育システムA-TRAINの開発

(第3報 ポケットコンピュータを用いた  
情報処理教育用入出力システムの開発)\*

堀内 征治\*\*・堀内 泰輔\*\*\*

## 1. はじめに

前報<sup>(1)</sup>では、ポケットコンピュータ（以下、ポケコンという）を入力メディアとした、紙カード（パンチカードあるいはマークカード）にかわるパッチ処理用入力システムについて、その具体的方法と教育的意義について報告したが、その後更に改良を加えた結果、ホストコンピュータ（以下、ホストという）からの情報をポケコンへ取り込むことも可能になったのでここに報告する。

前報までのシステムでは複数台のポケコン情報がホストに入力された後、そのソースリストや実行結果はラインプリンタに出力されるシステム構成をとっていた。しかしポケコンの最終目標を簡易 TSS 端末に置いているため、ホストからの出力情報もポケコンに送る必要性がでてくる。このためにシステム全体を見直し、再検討を重ねた結果、いままでのパーソナルコンピュータを中心とした集中管理方式を、ボードコンピュータによる分散処理に変更することにより、主眼であるポケコンの簡易 TSS 端末化はもとより、システムの低廉化ならびにパフォーマンスの向上をも得られるという結論を得、ハードウェアの全面改訂を行った。

## 2. システムの概要

図1および写真1に、新しく開発したシステムの構成を示す。

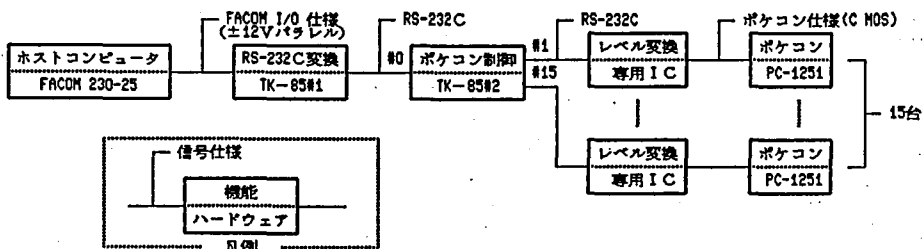


図1 システムブロックダイアグラム

\* 昭和59年8月 全国高等専門学校情報処理教育研究協議会において発表

\*\* 機械工学科助教授

\*\*\* 機械工学科助手

原稿受付 昭和59年9月29日

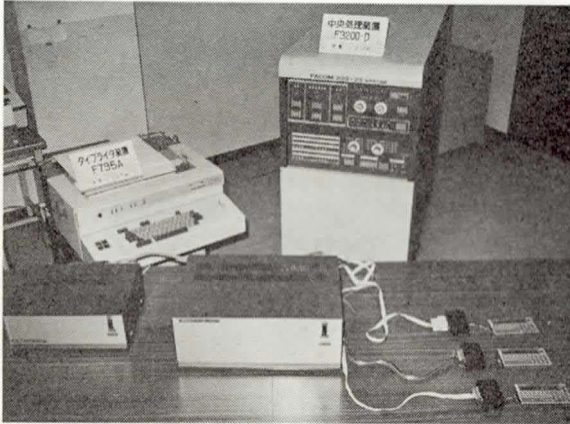


写真1 システム構成

これに見られるようにシステムの中心は2台のボードコンピュータ(TK-85)である。前段のそれ(以下、TK-85#1と略す)はホストと端末との情報転送を可能にするインターフェースであり、次段(以下、TK-85#2)はそれに連結される15台のポケコンを制御する機能をもつ。各ポケコンは、ホストに対して情報の送受信が可能であることとポケコン内にエディタを内蔵していることから、ホスト用簡易端末としての位置付けができる。

各学生はおのおののポケコンにソースプログラムを入力(この場合電源をオフしても入力された情報はメモリーバックアップ機能により保たれるため、ホームワークを課すことが可能な点で教育上有利なことは、前報で述べたところである)した後、最終段のレベル変換アダプタに接続する。そのポケコンを操作することにより送信要求がポケコン制御部のTK-85#2に出力されるので、この時点で当該ポケコンとの通信リンクが確立される。これによりポケコンからホストへの送信が開始された後、ホスト側におけるコンパイルがおこなわれる。コンパイル後エラーがあればエラー情報が、エラーがなければ実行後の結果が、いずれも当該ポケコンに送られる。

以上の1サイクルが終了すると、その時点で接続されている他のポケコンについて同様のサイクルを繰り返すことになる。このことから、ホスト側から見るとカードリーダーとラインプリンタを1台のポケコンに置きかえただけのパッチ方式に過ぎないように見えるが、ここでは、ホスト側システムを一切変更していないことに注目すべきである。この裏を返せば、ホスト側のオペレーティングシステムをTSS方式のものにとりかえれば旧態依然のパッチ方式をTSS方式に移行することが可能であることの証明になりうる。

なお、ポケコンの台数を15台とした理由は、ハードウェア上の便宜であり、最大23台までの増設が可能な設計とした。

### 3. ハードウェアシステム

ここでは、システム各部について詳細な説明を行う。

#### 3.1 ホスト用 RS232C インターフェース (TK-85#1部)

ホストである FACOM 230-25 はミニコン、パソコンでは常識となっている RS232C コネクタを装備していないため、純正以外の周辺機器の接続は一般に不可能である。そこで試行錯誤により専用タイプライタが接続されているコネクタの信号解析を行い、これをもとに RS232C 規格に適合させるためのインターフェースを作成した。この構成とボードを図2 および写真2に示す。これはワイヤードロジックでも可能であるが、拡張性や柔軟性を考え、CPU 制御方式を採用した。

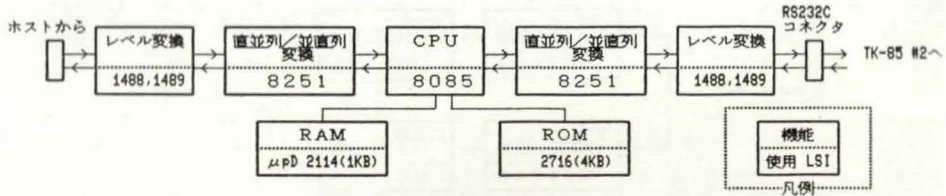


図2 ホスト用 RS232C 構成図

このインターフェースは本システムの一部として開発したものであるが、市販のパソコンを接続すれば、従来では不可能であったホストとパソコンの情報転送も実現できるため、多目的に利用できよう。

### 3.2 ポケコン制御部(TK-85 #2部)

本システムは15台までのポケコンを制御するために、このコントローラをTK-85上に製作した。本コントローラはCPU ボード1枚と、1枚当り8チャンネルのRS232Cを持つRS232C ボード2枚よりなっているため16個のRS232C コネクタのうち、1つをホスト、他を15台のポケコンと接続出来る。なお、このボードをもう一枚追加出来るように設計したため、ソフトウェアの若干の変更で最大23台まで拡張可能である。RS232C ボードを写真3に示す。ここでの構成図は図2において、右側の直並列/並直列変換とレベル変換およびRS232C コネクタを各15個並列にしたものに等しい。

ポケコンは直接RS232C信号を取り込めないで、間にレベル変換インターフェースを置く必要がある。これをTK-85#2部に内蔵することもできるが、パソコン等のRS232CとTK-85#2との直接接続をも可能にさせるためにこのような形式にした。このレベル変換ボードの構成とボードは図3および写真4に示した。

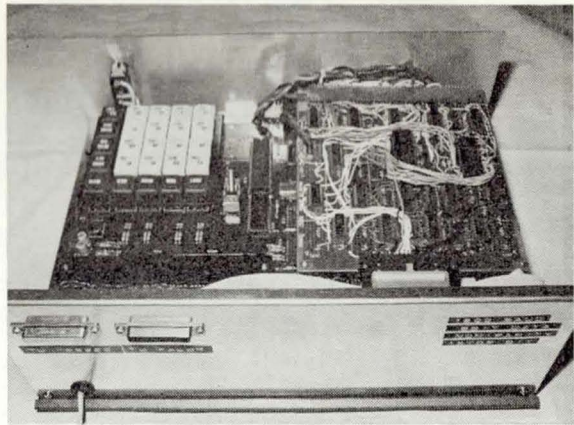


写真2 ホスト用 RS232C インターフェース

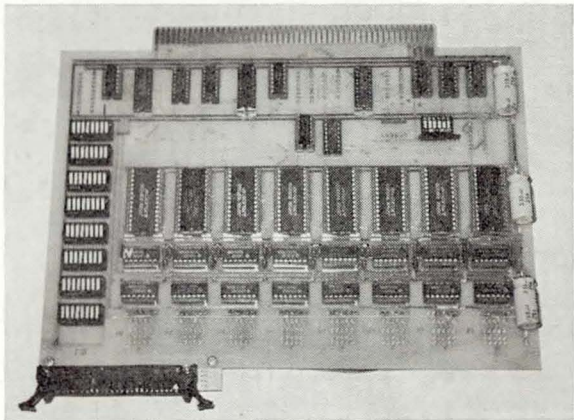


写真3 ポケコン制御用 RS232C ボード



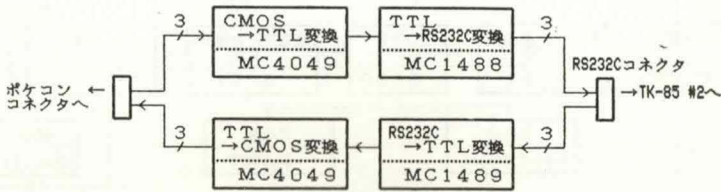


図3 レベル変換部構成図

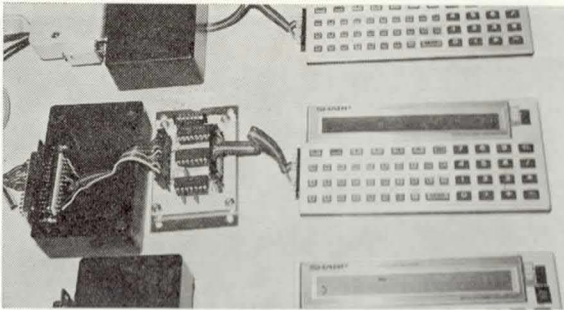


写真4 レベル変換部とポケコン

| 端子No.    |    |  |
|----------|----|--|
| ポケ<br>コン | 1  | (圧電ブザー制御)  |
|          | 2  | GND  |
|          | 3  | V <sub>99</sub> (-5V)                            |
|          | 4  | 2 bit パラレル信号出力<br>(Busy, Data out)               |
|          | 5  |  |
|          | 6  | FSK変調信号入力  |
|          | 7  | FSK変調信号出力  |
|          | 8  |  |
|          | 9  | 4 bit パラレル信号入出力<br>(Data input, Ack, Sel1, Sel2) |
|          | 10 |  |
|          | 11 |  |

図4 ポケコン側コネクタ解読結果

### 3.3 ポケコン部

ポケコン (PC-1200シリーズ) は独自のシリアルインターフェースを持っているが、通常はBASICによるカセットテープレコーダやプリンタの制御に限定されている。このため、ポケコン自体を、送受信を全2重で行なう端末として使用可能にするため、内部ROM (モニタ及びBASICインタプリタ) およびシリアルインターフェースのハードウェアの解析を行なった。これにより図4等の解析結果が得られた。なお、内蔵のCPUはCMOSのカスタムLSIであり汎用CPUでないため、解読には逆アセンブラ等の作成を含め、多くの時間を要した。

## 4. ソフトウェア概要

上記のハードウェアによればソフトウェア次第で、疑似 TSS システムも可能となるが、そのためには本システムのソフトウェア作成に加え

て、ホスト側の TSS 用の OS の採用が必須となる。しかしその OS の価格面、メーカーサポート面から考えて、現状では困難であり、かといってソフトウェアの自作もホストの現 OS の解析が必要のため短期間では無理であることから、今回はポケコン入力による FORTRAN のコンパイルと実行に重点を絞り、各ポケコンとホストとの情報転送 (双方向) をバッチ的に実現することに、当面の目標を置いた。

なおボードコンピュータ TK-85 のプログラミングは従来の機械語に替えて言語 "C" を利用した。これによりソフトウェア作成上の効率が上がったことを付記しておく。

4.1 ホスト側のソフトウェア

ホスト側ではポケコンから送られて来た情報を FORTRAN ソースとみてコンパイルしエラー情報または実行した結果をポケコンに送るためのカタログ(コマンドモジュール)を作成した。これを図5に示す。

| NO, | CATALOG STATEMENT      |
|-----|------------------------|
| 1   | *ASSIGN SYSIN/TW-C5    |
| 2   | *ASSIGN SYSRPT/TW-C5   |
| 3   | *FORTRAN NOTPAGE,LIST  |
| 4   | *EXEC                  |
| 5   | *CHECK                 |
| 6   | *EXEC ENDMES,LIB/DP-A1 |
| 7   | *CAT POCKET,LIB/DP-A1  |

4.2 TK-85#1 部のソフトウェア

ホスト側の信号はパラレルであるため、ハードウェアで並直列変換(受信時)および直並列変換(送信時)をおこない、シリアル信号の RS232C 規格にしている。

図5 ホスト側カタログ情報

よってソフトウェアでは送受信データを、全2重で双方向通信を行なう機能のみをサポートすればよいことになる。なおホスト側のコード系は EBCDIC であるが、ホスト側で EBCDIC-ISO 変換をしているため ASCII コードの変換はほとんどする必要がない。

4.3 TK-85#2 部のソフトウェア

15台のポケコンを順に走査して、送信要求があったチャンネルを選択し、他チャンネルはディスプレイとする。以下ホスト側よりジョブ終了のメッセージが返って来るまでこのチャンネルが占有して、双方向の情報転送を司る。

なおボードコンピュータの各プログラムは使用上の便宜を考慮し、すべて ROM 化し、電源投入時の自動起動が出来るようにした。

4.4 ポケコン側のソフトウェア

ポケコンへの入力方法は、前報同様、BASIC テキストエリアへの注釈文 (REM 文) として、BASIC のエディタを使用することとした。この場合、BASIC テキストに不可欠な行番号と注釈文を示す " 記号の入力は FORTRAN ソースにとって本質的でないし、手間もかかるため教育面からも問題となる。これを解決するために、行番号と " 記号の自動発生機能をもたせた。このほか、コード変換ルーチン・シリアル I/O ルーチンを機械語にて内部 RAM 上にファームウェア化した。

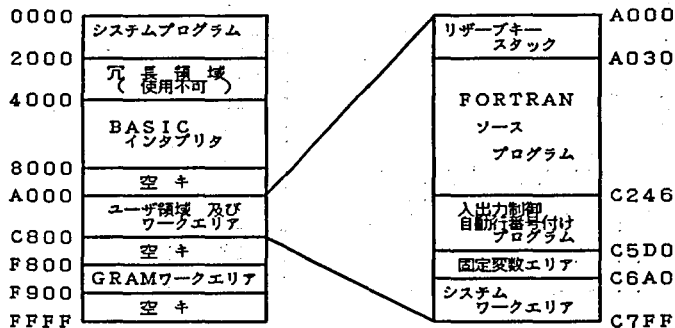


図6 ポケコンメモリマップ

図6にポケコンのメモリマップを今回作成したルーチン(C246 から C5CF 番地)とともに示す。

## 5. 実行例および評価

図7に、ポケコン内の FORTRAN ソースと、それをホストでコンパイルしてポケコンに返された情報とを実行例として示す。(a)はソース内に文法エラーがあった場合であり、(b)はエラーがなく実行がおこなわれた場合である。共にホストからの情報は /END 行(ソースの終りを示す)以後に注釈行として記憶されている。

本システムを評価するために、従来のマーク方式との時間的な比較をおこなってみた。入力時間については、マーク作業と比べて本システムのキーイン方式は2から3倍速い、とのデータを得た。特に修正作業においては、より顕著な差異が認められた。次に両者を比較する上で重要なのは、入力メディアからホストまでの情報転送速度である。本システムでは実用性、信頼性の観点から、ポケコンの転送速度を1200ボーに設定したため、実質的速度は960byte/sである(8ビット長、1ストップビットとして)。一方、マーク方式では、その機械的なリーダ部に制限され、実測平均では、約500byte/sであった。この点からもポケコン方式が有利であることが実証できた。

更に、パンチカードとの比較では、入力、転送時間ともほぼ同様の結果を得た。しかし、パンチカードの再利用がきかないこと、学生にとってミスパンチが頻繁なことなどから、経済性の面でポケコンの方が望ましいことは、議論を待たぬところであろう。

|                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 10:V*****               | 10:V*****               |
| 20:V* 1+3+5+7+....+99 * | 20:V* 1+3+5+7+....+99 * |
| 30:V*****               | 30:V*****               |
| 40:V*                   | 40:V*                   |
| 50:V M=0                | 50:V M=0                |
| 60:V DO 10 N=1;99,      | 60:V DO 10 N=1,99,      |
| 2                       | 2                       |
| 70:V N=M+N              | 70:V M=M+N              |
| 80:V WRITE(6,20)M       | 80:V WRITE(6,20)M       |
| 90:V 10 CONTINUE        | 90:V 10 CONTINUE        |
| 100:V 20 FORMOT<1H ,15  | 100:V 20 FORMAT<1H ,15  |
| )                       | )                       |
| 110:V STOP              | 110:V STOP              |
| 120:V END               | 120:V END               |
| 130:/ END               | 130:/ END               |
| 140:V                   | 140:V 1                 |
| STATEMENT NUMBE         | 150:V 4                 |
| R 00020 UNDEFINED       | 160:V 9                 |
| 150:V FT021Y 0006       | 170:V 16                |
| 160:V FT007Y 0009       | 180:V 25                |
| 170:V FT098Y 0010       | 190:V -                 |

(a) 文法エラー時

(b) 実行時

図7 システム実行結果

## 6. 結 び

本報では、情報処理教育用の新しい入出力メディアとしてポケットコンピュータを採用することを考え、これが言語教育の実習に有用であり、簡易データ端末としても充分利用可能なことを実証した。これにより、現在行なっている情報処理関連の授業への本システムの導入を来春から行なうべく目下準備を進めている。

現システムではポケコンを単にカードリーダーやラインプリンタに置き替えた時のバッチ処理システムにとどまるが、今後は、最近脚光を浴びている UNIX を搭載したマルチユーザーシステムへの適用により、本来の目的であるリアルタイム用の TSS 端末装置としての利用を課題としたい。

また、昨今のポケコンの機能強化、多機種化、低廉化に鑑み、ポケコンの多方面への有効利用、更には、次期導入汎用計算機への適用も併せて考えていきたい。

最後に、本研究の一部は本校機械工学科の卒業研究のテーマとして与えたものでもあり、情報研究室のメンバー（赤羽浩一、小沢正仁、金箱秀樹、田仲正和、矢花正敬）の諸君に、感謝の意を表す。

なお本研究は昭和58、59年度科学研究費補助金の助成を受けたものであることを付記する。

## 参 考 文 献

- (1) 堀内ら：情報処理教育システム A-TRAIN の開発。（第2報 ポケットコンピュータを用いた情報処理教育入力システムの開発）長野工業高等専門学校紀要 第14号（1983）
- (2) 益田弘司：PC-1250 内部解析。The BASIC B-NUMBER Vo 1. 2, 技術評論社