OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	パーソナルコンピューターを用いた電算機言語教育：大阪電気通信大学コンピュータファクトリの実例について
Author(s)	対馬, 勝英
Citation	大阪大学大型計算機センターニュース. 1981, 40, p. 65-71
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/65473
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

パーソナルコンピュータを用いた電算機言語教育

——大阪電気通信大学コンピュータファクトリの実例について——

対　馬　勝　英（大阪電気通信大学）**）

序

現在、大，中型機を用いたバッチ処理形式の電算機言語教育が普及している。又対話型ターミナルを用いた対話型電算機言語教育もある程度は行われているが、飛躍的に普及してゆくには、コスト面，教育目的のたて方の面，運営面等に問題があり、今一つの段階である。

さて、我々の大学*はパーソナルコンピュータを用いた対話型電算機言語教育を、非常に早い時期より実施している。この実例を紹介し、それの持つ利点と問題点について触れ、この方式の持つ大きな可能性について述べてみよう。

1. パーコン教育事始め

我々は昭和５３年度より、パーソナルコンピュータ（以下「パーコン」）を用いた対話形式の電算機言語教育を開始した。***）

当時は、「パーソナルコンピュータ」という概念すら定着していない情況であり、その様なものを用いた教育はあまりに冒険的であるとの多くの反対があった。特に、従来の大型，中型機の概念で「パーコン」を批判する論議が多かった。「信頼性が低い」、「果して使いものになるか」、「オモチャと違うか」等の批判が、コンピュータを知っている人々の側から出されたが、その後の「パーコン」の飛躍的発展と教育への応用の拡大を見ると、我々のパーコンを導入した考え方は間違いではなかったようである。

2. 現状の紹介

次に、昭和５６年度１月現在の現状を述べてみよう。使用している６５台のパーコンは、コモドール社のＰＥＴであり、8～16Ｋbyteのユーザー領域を持ち、オーディオカセットを標準装備

---

*　大阪電気通信大学

**）工学部電子物性工学科助教授（大阪電気通信大学コンピュータファクトリ長）

***）本稿よりも詳しい内容を知るには、下記の文献を参照して下さい。

対馬、松田、加賀「ＰＥＴ２００１を計算機教育に使って①,②,③」bit，８～１０月号（'80）（共立出版）

（又は、付加）している。第１図に教育施設「コンピュータファクトリ」の構成図を示し、写真１に典型的なテーブルを示したが、学生がＣＲＴ，プリンタ，モニタＴＶの３つの情報源と対話できるハードウェアの環境が、我々の「ファクトリ」の特徴となっている。

3. 「ＰＣ方式」*と「ＴＳＳ方式」**

この方式であると学生は単にＣＲＴのみでなく、パーコンと直結したモニタＴＶ上の動的なデモを参照しつつ、プログラムの実行の過程や結果を読み取ることができる。又、ダイナミックなプログラムのデバッキング等対話型情報処理の基本的な技術を、動的な形で習得することができる。この機能は予め用意（プログラム）された教材の実行とは違い、教員の情況判断能力に依り、学生集団に対しより適切な教材を与え得る点で、いわゆるＣＡＩとは基本的に異なったフレキシブルな教育手段となっている。

又、学生は自らの実行したプログラムのリストや段階的デバックを行う際、以前の段階のプログラムのリストを複数枚数入手することができるので、それら複数枚の資料とＣＲＴを複合的に利用した立体的な学習を行う可能性が開けている。これはある意味で複数台のモニタＴＶを用意したことにもなり、学生のプログラムのデバッキング能力を著しく高める要因となっている。

勿論、学生がＣＲＴと対話することに依り９０分の演習を行うと、相当多量の情報が発生するが、これをプリンタに登録できる

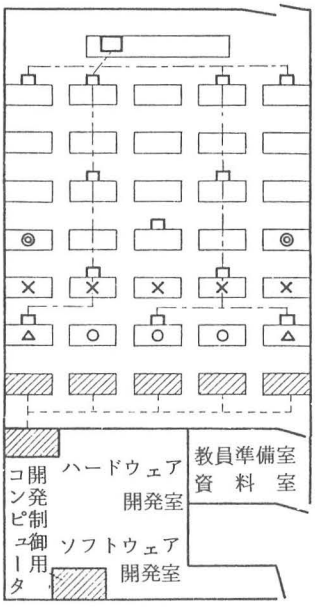


図１．コンピュータファクトリの構成図
各机に２台のＰＣと１台のプリンタが設置されている。

＊　「ＰＣ方式」とはパーソナルコンピュータを用いた教育方式のことである。

＊＊　「ＴＳＳ方式」とは大，中型機のＴＳＳ方式による教育方式のことである。

ことにより演習の効果を定着化させ、復習に利用できることや、提出するプログラムや処理結果のリストがとれるなど、プリンタの持つメリットは大きく、学生の手の届く所に専用プリンタを持つことの意義は、強調してもし過ぎることはない。

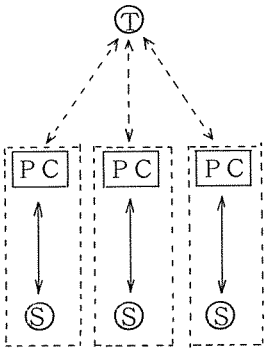
これらのファクターを大型電算機のＴＳＳ方式に依り実現することは、ハードウエア的にもソフトウエア的にも非常にコストが高くつき、実際的には実現しにくいと言わざるを得ない。

又、ＣＰＵのオーバーヘッドや教育の結果によるシステムの手直し等、きめの細い変更は、大型機においては実質上望めず、自主性のある教育を行うためには、「ＰＣ方式」が「ＴＳＳ方式」に勝ることは議論の余地の無い所である。*

4. 対話型電算機言語教育のすすめ方

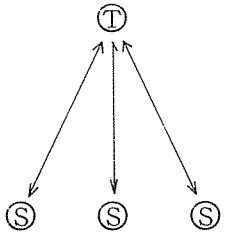
この「ファクトリ」を用いた電算機言語教育は、現在工学部２年生全員（約１０００名）を対象とし、「電子計算機基礎演習」（必修科目）として１年間の演習の形で実施している。又３年のカリキュラムの内、特に対話機能を重視する必要のあるものの一部も実施している。その体験を踏まえて、対話型電算機言語教育の進め方について考えてみたい。

第２図の様に、パーコンという多数のインテリジェントなＣＰＵが、各々の学生と個別的に対話している情況は、従来の教育（第３図）とは非常に異なるし、「ＣＡＩ方式」（第４図）とも非常



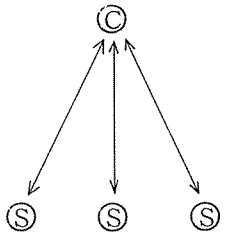
第２図　ＰＣ方式

ＰＣ（パーソナルコンピュータ）とＳ（学生）の対話をＴ（教員）が、ゆるい形で監視して介入する。ＰＣは擬似教員Ｔ′とも言える。



第３図　従来の教育

Ｔ（教員）とＳ（学生）達の間に対話が成立する。しかし、大低の場合、Ｔ→Ｓの方向の情報伝送に終わる。



第４図　ＣＡＩ方式

Ｃ（コンピュータ）とＳ（学生）達の間に対話が成立する。しかしＣがＴほど気の利かぬところが泣き所である。

＊　対話型電算機言語教育における「ＴＳＳ方式」と「ＰＣ方式」の詳しい比較は、次の論文を参照して戴きたい。対馬，松田，加賀「対話型電算機言語教育のすすめ方」第６回全日本教育工学研究協議会全国大会研究発表論文集（'８０），１０４（'８０）

に異なったものである。

各ＰＣ間に個有の時間と歴史があることになり、その全てを教員が把握することは難しい。又その全てが把握できる様なカリキュラムの運営を行うとすれば、このＰＣ方式の持つ発見法的な学習を行わせるという、大きな特徴が損われる危険性がある。従ってＰＣ方式でカリキュラムを運営することは、従来の教育環境では全く考えられなかった様な新しい教育方式に取り組んでいるのだという、教員の意識無しでは行えないものである。

教員が各ＰＣ－Ｓ間に介入する場合にも、なるべくＳがＰＣに教わるべきであることを強調した助言が望ましい。学生に「発見的」に疑問を解決させる習慣を付けることが、電算機言語教育という意味でも、更に広く、工学系の教育全体にとっても望ましいことである。我々は教材の与え方に工夫をもたすことにより、リアルタイムに各ＰＣ－Ｓの情況を把握しなくとも、学生の到達度を評価し得ると考えている。

又、既に述べた様に、擬似教員Ｔ′を持つこのシステムは、非常に自由度の高い個別的な教育を学生に与え得る可能性を持ったものであり、その可能性を生かすことが、対話型情報処理を身につけさすポイントであると考えている。

1. ＢＡＳＩＣを用いたアセンブラモニタの作成
2. 個人用データベースの設計
   - 図書目録
   - レコード
   - 学生の成績
   - 化学化合物の目録
3. ゲームのプログラムの作成
   - 兵隊将棋
   - 砲撃ゲーム
   - 海戦ゲーム
4. 簡易グラフィックス
   - コンピュータアート
   - 関数のグラフ表示パッケージ世界時計
5. 数値計算パッケージの作成
6. ＢＡＳＩＣを用いた「記号処理」
7. プリンタ上でのグラフィックス
   - リサージュ図形の作成
   - コンピュータアート
8. その他

第５図　中規模自由製作ソフトのテーマの例

5。 カリキュラム運営の側

演習の進度も進んだ１年間の教育の後半部分においては、ある程度規模の大きいテーマを与え、数Ｋｂｙｔｅ 程度のプログラムの自主開発を試みさせている。それの典型的なテーマの例を第５図に示した。教材の選び方も基本的には学生に選ばさせ、教員が方向付けのみを行うこととし、延べ１０数時間の時間を掛けて、目的のソフトウエアを作成させている。教員は、学生のシステム設計について種々の相談と批判を行うことに追われることとなるが、「物を創る」体験を与えることの重要性を痛感する毎日である。

従来の非常に枠にはまった教育と異なり、自らのアイディアをパーコン上に実現していくという創造的な喜びを与え得る点で、このシステ

ムの持つ特徴は電算機言語教育という枠を越えて、創造的技術者を育成するという教育目標に役立っていると言える。

演習は通常ＢＡＳＩＣの習得から始り、より規模の大きいソフトウエアシステムの設計に向うやり方と、ＢＡＳＩＣの習得後アセンブラを習得するやり方に、大別できる。

ＢＡＳＩＣを用いた教育は、ＢＡＳＩＣのインタープリタであることによる種々の長所（部分的実行ができる。実行後変数を見ることができる。修整後即座に結果を見れる。）と、エディティング機能（スクリーンエディト機能も含めて）の高さにより、殆んど問題を感じない。これはＢＡＳＩＣと対話型環境が、著しくマッチしていることを示すものと考えてよい。

しかし、アセンブラ教育を行う場合には、ＰＥＥＫ，ＰＯＫＥ，ＵＳＲなどＢＡＳＩＣよりメモリーと直接取り引きするステップを経由すべきかという問題を含めて、幾つかの問題点がある。幾つかの教育用ソフトウエアの作成により、アセンブラに対する閾値の高さを低くする努力を行っているが、習得できた者の比率がそれ程高くないことに、不満を感じている。ビデオＲＡＭを利用して、視角的にアセンブラの機能の理解をはかることなどを行っているが、この種の教育用ソフトウエアの作成に、非常に時間を費すこととなるので、考えたアイディアの$1/10$も実現できないことが悩みである。（これは、「ＴＳＳ方式」「ＰＣ方式」を問わず避けられぬものであり、「教育ソフトウエア流通センター」とでも呼べるべき機構を作り、大学の枠を越えた形で解決するしか方法が無いと思われる。）

6. 現方式の問題点

現在の方式の問題点について述べてみたい。

1）高級言語としてＢＡＳＩＣしか利用できない。入門的教育としては我慢できるとしても、特に構造化言語であるＰＡＳＣＡＬ，ＰＬ／Ｉ，ＬＩＳＰなどが利用できぬことが、大きな不満である。ＦＯＲＴＲＡＮが利用できぬことは大した問題ではなく、我々の作成した「Ｂ－Ｆトランスレータ」[*]などにより、これは解消できる。

2）記憶媒体がカセットであり、ファイルの取扱いなどが不便である。これは、我々が５６年度より実施するパーコンを連結する「情報伝送バス方式」か、後で述べるＣＰ／Ｍシステムの導入により解消するだろう。

3）各ＰＣ－Ｓ間への介入がやりにくい。教員の側と各ＰＣの間に「双方向マイク」を設置し、かつＰＣの画面を教員側の数ケのＣＲＴに伝送することにより、解消できる。この方式の可能性を

---

*）対馬「シミュレーションツール」，大阪電気通信大学研究論集　16，79（'80）

検討している。

4）アセンブラが特定のものしか使えない。これは他機種、例えば８０８０ のパーコン上でのシミュレータを作ることにより対応しているが、概してシミュレータは不人気である。

7. CP/M システム（次の想定機種）

6で現方式の欠点を解消する手段として、ＣＰ／Ｍシステムにふれたが、ＣＰ／Ｍシステムについては、センターニュース（Vol. 40, p.73）に詳しく述べたので、ここではそれの持つ教育的意義についてのみ述べたい。

1. 大型機以上に利用できる言語の数が豊富であること。
2. あまり多くの予備知識を必要とせずに、ファイル管理の実習が行えること
3. 機械語を用いて、種々の情報伝送の実習が実機上で行えること
4. 手ごろなサイズのＯＳの実習が可能であること
5. 完全な対話環境のもとで使用できること
6. 教育上の観点よりシステムの変更が容易であること

等の利点を考えると、大型機の端末１台と同じコストでＣＰ／Ｍ システムが購入できる現時点においては、教育手段として大型機とＣＰ／Ｍ システムを比較する迄もなく、後者の持つ教育的意義が大きいことは、読者にはお判り戴けると思う。

ある意味で、個人の能力でさわりうるサイズの限界にＣＰ／Ｍ が位置していることが、ＣＰ／Ｍを教育ツールとして重要なものとする点であると、筆者は考えている。現在のミニコンをそのまま教育ツールとして与えることには無理があり、まして大型のＯＳとハードウエアを学生個人に触らせ得たとしても、盲人が象を撫でる様なもので、教育的意義は殆んどない。

「適正な規模のソフトウエアとハードウエア」がＣＰ／Ｍ の特徴であり、又メーカーに依存しない形でシステムを変更していける点が、このシステムを教育的な配慮により、どの様にでも化けさせることができることを保障している。

この様にＣＰ／Ｍ システムは、教育ツールとして非常に好適なものであるが、これを実習において使用する場合、むしろ教員の側に問題が出てくる恐れがある。非常に多くの電算機言語を習得する必要があるし、種々の教育的ユーティリティーを作成するには、多大な努力と能力が要求される。従来の実習の延長で安易にこれに手を出すならば、収拾のつかない情況に陥る恐れがある。多分、このシステムに専従の教員を割り当てる必要があり、その行う教育努力を正当に評価するシステムを先に作らねば、この様な教育を成功させることは難しいであろう。

我々は、これを見越して「ファクトリ方式」を始めたが、教員は兼任であり、専従の技術員のみ

という組織なので自づから限界を感じている。

8. 展　望

１９８１年度においては、国産のパーコンのみで２０万台以上が生産される様である。これに外国系のパーコンを合わせれば、実に３０万台近いパーコンが１年間で市場に出廻るものと予測される。

１世代前のミニコンが、年間３０万台市場に出廻るという「恐るべき時代」（パーコン時代）が日本においても実現されたことは、最早疑う余地の無いことである。この情報処理における「第三の波」とも言うべき革命的変化に、果して大学は対応していけるかと我々は恐れている。

従来の様に、単なる自らの学識の高さや抽象的論議により、情報処理教育を行える「古き良き時代」は過ぎ去ったのである。教育の受け手が、情報処理手段を個人的に専有しているとの前提で、情報処理教育を行うべき時代にたち到ったのである。

大学で行える教育手段がバッチ処理であり、自宅に帰って行う処理が対話処理であって、大学での処理形態の不便を学生が嘆くという情況が既に出現し始めている。

この様なパーコン時代における大学での情報処理教育の特徴づけには、二つの方向が考えられる。一つは機種的に超大型機を利用させることにより、データベースや大きなＯＳを教えていくことであり、又一つは、発想の段階から処理、ドキュメントの段階に到る迄の問題解決の全てのプロセスを、対話処理環境の元で行う方式である。多分、前者は後者の段階を踏まずして実行することは無理があり、後者の方式の実現は最早避けられない事態にたち到っていると思われる。我々の方式は後者の方式の先駆的な試みであり、その意義は小さくないと思われる。

勿論、パーコンは電算機言語教育のツールであるのみでなく、広範な問題解決のためのツールであることは言う迄もない。理工科系の学部において行われている教育のうち、半分以上の科目においては、学生の情報処理能力を仮定するならば、教育の質を飛躍的に向上させ得るし、又発見法的な種々の試みの機会を学生に与えることもできる。

いわゆるパーコンによる「第三の波」は情報処理教育のみでなく、大学教育全体に対して、押し寄せていることに気付くべき時期が到来したと思われる。