低コストマイクロコンピュータによる 教育システムと教材作成作業効果

Education system used Low-cost Micro-Computer
and Draw up operation effects of Teaching material

刈 屋 公 明^{*} 高 山 茂^{**}

Komyo KARIYA Shigeru TAKAYAMA

ワーキングメンバー：林 実，谷村敬造，平山広宣^{***}

This study has been continued since 1983. In the last report, an education method using Low-cost micro-computer was reported. This report lays emphasis on the necessity of an unified computer aided education method and an intuitive and image learning method. And then it is suggested that Low-cost handy type computer be developed so that all students can carry it in their bags as well as their text books.

This report deals with an education system using Low-cost micro computer and Draw up operations of teaching materials. The problems of the harmony among computer aided education method and visual education method and effective operation method to construct education materials are particularly introduced.

本研究は1983年より継続されている。前回の報告（第33巻第3号）では低コストマイクロコンピュータを使用した一つの教育方法を報告した。この報告ではユニファイドしたコンピュータ利用教育と直観的および描写的（イメージ的）教育方法の必要性を強調した。そしてすべての学生が教科書と同様にバッグに入れて持つことのできる低コストコンピュータの開発を提案した。

今回は低コストマイクロコンピュータを用いた教育システムと教材の作成作業を報告する。とくにコンピュータ利用教育と視聴覚教育との調和問題および教材の効果的な作成方法を紹介する。

^{*} 立命館大学理工学部電気工学科教授
Department of Electricity,
Faculty of Science and Engineering,
Ritsumeikan University
^{**} 立命館大学大学院理工学研究科電気工学専攻博士課程
Graduate Course of Department of Electri-

city, Faculty of Science and Engineer-
ing, Ritsumeikan University
^{***} 立命館大学理工学部刈屋研究室60年度大学院生およ
び卒業研究生
昭和60年度工業教育研究講演会（1985-12-7）にお
いて発表

1. はしがき

本誌第33巻第3号で、個人持ハンディタイプマイクロコンピュータ、すなわち教科書化コンピュータを実現させることを前提条件として、MSX規格による低コストマイクロコンピュータ程度の機能で実現できる簡単なグラフィックスを用いて教育効果を高める直観的教育方法の検討結果を報告した¹⁾。

本報は、そこで示した教育方法を現時点で比較的多く使われているビデオシステムを中心とする視聴覚教育方法に組み込むための教員のグラフィックス作成作業システム、および教室のトータルビジュアルシステムについて報告し、教員の作る直観的・動的グラフィックスのハードコピーを用いた講義教育との調和のとれた教科書作成作業について紹介する。

前報の後、わずか1年の間にもマイクロコンピュータを利用する教育は、小学校から大学に至るまで、さらに専門学校や塾においても普及を見てきた。またコンピュータを利用する教科書、参考書も多数出回ってきた。その大方は中程度のマイクロコンピュータやパーソナルコンピュータを利用する学習対話式ソフトウェアに基づくもので、今後のソフトウェア開発がコンピュータ利用教育(CAI-Computer Assisted Instruction)の発展と普及の「カギ」を握ることはほぼ確実と思われる。文部省も「情報社会に対応する初等・中等教育の調査研究協力者会議」を設けて、生徒や学生に及ぼす心理的ストレスに対して慎重な配慮を示しながらも、コンピュータ利用教育のモデル校の設置、教具としての積極的利用によるコンピュータアレルギーの解消、未来の高度情報社会に対処できる資質の養成など、一定の見解を示している²⁾。さらに、視聴覚機器もコンピュータとの連動を含めて変りつつある現状である。

一方では文部省の見解にもあるように、真の教育、心を育てる教育からの逸脱が心配されている。このような状況の中で、著者らの検討しているコンピュータ利用教育は、

1. 低コストマイクロコンピュータを利用し、近い将来に教科書と同様にコンピュータを考えることが可能になるので、学生(生徒)に低コストで供給ができ、体の一部になり得る点、
2. 使いやすいMSX規格ベーシックを基本とするので、教員も学生も親しみやすく、コンピュータアレルギーをおこさない点、

3. 教員が授業や講義の前に簡単なグラフィックス機能を用いた直観的動画面を作りやすい点、および教育効果を見ながらその動画面を修正しやすい点

などから長年培われてきた講義教育の中に、調和のとれた形で組み込むことができ、真の教育、心を育てる教育が助長できるものと考えている。

2. 低コストマイクロコンピュータによる教員の直観的・動的グラフィックス作成作業を含むトータルビジュアルシステム

コンピュータの教育への適用には3つの方向がある。すなわち、

1. コンピュータそのものの教育(C L: Computer Literacy)
2. 成績処理その他の事務処理(C M I: Computer Managed Instruction)
3. コンピュータ支援学習(C A I / C A L: Computer Assisted Instruction/Learning)

である^{3), 4)}。本報告に示す教育方法は3.に属するが、なるべくユニファイドできる方法を確立してゆくことが望まれる。すなわちコンピュータの機種を更新によって操作を勉強しなおしたり、ソフトウェアを組み変えたり、また家庭学習に使う機種と学校で使う機種が違ったりすることは普遍性に乏しく、学習以前の時間の労費となるからである。なお、現時点においては、コンピュータの発展のスピードからある程度の更新はやむを得ないとしてもシステム上での更新にとどめるべきであり、これらの点を十分配慮したシステムを確立してゆくべきである。

図1は教員が直観的・動的グラフィックスを作成し、教科書やプリントと共に敏速に1授業単位ごとや1学期ごとに学生に供給できるシステムであり、学生のもつコンピュータ、従来から使われている視聴覚機器との関係も含むトータルビジュアルシステムである。このシステムは前報¹⁾で報告した低コストマイクロコンピュータによる直観的教育方法の理念に基づいて構成された。

ブロックAは教員が準備室を含めてワークデスクに持つシステムであり、フロッピーディスク化、ハードコピー化、カセットテープ化、およびビデオテープ化が可能な低コストマイクロコンピュータシステムを構成している。ここでは直観的・動的グラフィックスの編集と保管、教科書の作成作業とその学

生への供給，動的グラフィックスの学生への供給，視聴覚用ビデオフィルムの教員への供給が実行される。

ブロックBは教室に設置する視聴覚設備の構成例である。この形態は学校の予算や規模に応じてフレキシブルに考えることができるが，教卓内に収納するのが望ましく，ブロックDの教室モニタやビデオプロジェクトを含めて学校教室設備となる。

ブロックCは学生が個人で持つハンディタイプマイクロコンピュータ（教科書化コンピュータ）であって，ブロックB中の教員用マイクロコンピュータも同一のものである。

ここに示したシステムは多目的に利用できる点で特徴があり，直観的・動的グラフィックス（教育メニュー）はビデオシステムを用いても，マイクロコンピュータシステムを用いても，また両者を併用しても学生に提示することができる。これに加えてビューアを用いて補足資料の提示も可能である。また将来は教員用のコンピュータと学生のコンピュータとの間を無線で通信できるように検討中である。さらにプリンタとコピー装置とを連結すれば授業中に新たに構成したグラフィックスを即学生に配布することも可能である。

3. 直観的・動的グラフィックスを利用した教材作成作業効果

前報¹⁾で直観的・動的グラフィックスを作成する「仕様書」の例，その仕様書に基づく実現グラフィックスおよび基本—展開—応用グラフィックスから成るグラフィックス構成法を示して「仕様書のはたす役割」について説明した。その役割は学生の直観性に訴え得る重要事項とその動点を的確に与えることである。

本研究では3回生までに学生が学んだ電気系12科目の教育内容を教員の作った仕様書に基づいて4回生の卒業研究生と大学院院生及び教員が協力してグラフィックスを構成する作業をおこなっているが，4回生の卒業研究生は学んだ内容を復習する立場にあり，それまでにあまり良く理解できなかった内容を教員の作った仕様書を基に学生レベルで理解できるように，動点の選び方，速度の与え方，動点の運動と同期する音声の加え方，カラーの与え方，キャラクターの選び方などを興味をもって修正しており，教員レベルと学生レベルとの理解の行き違いが是正され，学生の直観性にきわめて良く適合したグラフィックスが順次構成されていっている。

図1 低コストマイクロコンピュータによる教育のシステム化

一般に教科書は教員が教える立場で書かれるが、本研究では学生が学ぶ立場で教材作成に参加するので、実際の教育現場で下記の過程を経て作られた教材(直観的・動的グラフィックス)を使ったとき、学生に親しみやすく受け入れてもらえる理解度の高

↓ DISPLAY SCREEN

図2 直観的・動的グラフィックスによる教材の一つの作成例

い教材であるという評価を得ている。この評価は専門科目の内容を動画面で与えることと学生自身が教材作成に参加する点で非常に良い参考になると思われる。

図2は直観的・動的グラフィックスによる教材の一つの作成例(信号のスペクトルの意味を理解させるグラフィックス=ハードコピーの結果とディスプレイ画面一本来はカラー画面一の写真)であるが、本論文では動画面効果を示しにくい。そこで図3と図4に動画面の1コマ、1コマを順次追跡できるように配列した例を示しておく。

図3は著者らの大学のシンボルが1つの点を動かしながら順次構成されてゆく例であり、大学の校歌を音声化して、校歌が終了すると同時にシンボルが構成され終る。この動画面は学習の始めに学生の学習意欲を喚起させるために使用している。

図3 直観的・動的グラフィックスの動画面効果(その1)

MEANING OF CORRELATION FUNCTION

$$R^{xy}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} x(t)y(t-\tau)dt$$

図4 直観的・動的グラフィックスの動画面効果(その2)

図4は学生がなかなか理解してくれない相関関数の意味を効果的に理解させるための動的グラフィックスである。式

$$R^{xy}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} x(t)y(t-\tau)dt$$

は相互相関関数であるが、信号 $x(t)$ に矩形波を、信号 $y(t)$ に三角波を与えて、矩形波を固定しておき、三角波を左から右に動かしていき(式中の τ を動かす)、矩形波と三角波が囲む面積値をグラフにプロットしていくと、相互相関関数 $R^{xy}(\tau)$ となることを示している。学生にこの動画面を提示すると相互相関関数が一方の波形をずらしていくとき、ずらす時間ごとに変化する面積値の変化であることを直ちに理解してくれるので、教育効果が非常に高まる。

本教育システムの教材作成作業は大別して4つの段階に分けられる。すなわち、

1. 直観的・動的グラフィックスの仕様書作成作業
2. 仕様書に基づくグラフィックス(ソフトウェア)作成作業、その結果のカセットテープ化(フロッ

ピディスキ化)とビデオテープ化作業

3. グラフィックスのハードコピー化作業
4. ハードコピーと調和のとれた教科書原稿(プリント)の作成作業、すなわち教科書化作業である。このうち1と4は教員の作業でなければならないが、その他は少し訓練されたオペレータで十分である。これらの作業はいずれも図1のブロックAで行われ、教科書と共にカセットテープ(またはフロッピディスキ)として学生に供給される。またビデオテープは教員用に供給される。これらの供給機構を今後どのようにするかは一つの課題であり、教員、教科書出版社・書店などの連繋した機構が必要になるものと思われる。一方で学生の個人持ハンディタイプマイクロコンピュータの供給についてはコンピュータ企業と書店とのコンビネーションが必要になってくるであろう。

図5は動的グラフィックスのハードコピーを使用した教科書原稿の作成例である。この作業は図1のブロックAのコンピュータのワードプロセッサ機能

(またはワードプロセッサ専用機)を用いることと、著者らが開発した低コストコンピュータ用ハードコピープログラムを用いることによって効率的に進められる。

4. むすび

本報では前報¹⁾と合わせて低コストマイクロコンピュータを教科書化することを前提として、動的グラフィックスによる直観的教育方法についての検討結果を示した。コンピュータ利用教育の講義教育との調和のとれた方法が実現できる見通しを得たが、残る問題は学生のライフコストに見合う個人持ハンディタイプマイクロコンピュータの提供問題である。薄型カラーディスプレイの低コスト実現がそのキーポイントになるが、その実現への努力をおこない

ながら、さらに動的・直観的グラフィックスを増やしていく考えである。

参考文献

- 1) 刈屋公明：直観的教育方法と小型コンピュータ，工業教育，第33巻 第3号(1985)，pp. 18～25。
- 2) 朝日新聞記事：コンピュータの可能性，教育現場にどう生かす，1985年8月15日(朝刊)。
- 3) 高橋賢：パーソナルコンピュータによる学習 - CALとLogoを中心に -，電気学会誌，第105巻第10号(1985)，pp. 959～962。
- 4) Komyo Kariya: Computerized Education and an Example on Measurement, IMEKO (International Measurement Confederation) TC-7 Symposium, 1986年6月(Jena-DDR) 招待講演論文。

図5 直観的・動的グラフィックスのハードコピーを使用した教科書原稿の作成例