

Development of Teaching Materials on the Education of CAD/CAM in Mechanical Engineering

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/23288

機械系CAD/CAM教育における教材開発

広瀬 幸雄・廣坂 由美*・田中 純夫**

Development of Teaching Materials on the Education of CAD/CAM in Mechanical Engineering

Yukio HIROSE, Yumi HIROSAKA and Sumio TANAKA

緒言

今日、高度情報社会と言われるほど電気通信分野や情報処理分野は急激に発展を遂げている。これはコンピュータの小型化、低価格化による普及のためであり、産業界の至る所でコンピュータの使用による自動化が進められている。例えば、OA (Office Automation) 化として、パーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ等の導入による事務作業の自動化が進められ、また、FA (Factory Automation) 化としてNC (Numerical Control) 工作機械や産業用ロボット及び無人搬送システム等の導入による製造の自動化が進められている。

特に工業界のFA化は著しく、それらの機械や設備を使いこなせる人材育成が必要となってくるため、企業内教育は勿論のこと、学校(大学工学系学部、工業高等学校)教育にもその影響が及んでいる。平成元年の高等学校学習指導要領¹⁾の改訂により、工業高等学校教育には必修科目として「情報技術基礎」が新設される等、様々な改善が図られた。その結果を反映して、工業高等学校ではコンピュータ利用による自動化の学習として、必修科目「製図」において自動製図システムを用いCAD (Computer Aided Design) 教育を行い、必修科目「実習」においてCNC (Computerized Numerical Control)

工作機械等を用いCAM (Computer Aided Manufacturing) 教育を行っている。

しかし、工業界では設計部門で作成されたデータを製造部門で使用できるようにすることで、今まで個々に発展・普及してきたCAD、CAMを有機的に結合し、体系的に発展させたCAD/CAMにしようとしているのが現状である。

以上のことより、単にCAD、CAMの実習を別々に行わせるのではなく、より現状に即したCAD/CAMの実習を行わせることで、自分で何かしたという満足感・達成感を持たせるとともに、コンピュータへの興味を深めさせ、もう少し深く知りたいという知的好奇心を与えたいと考えた。そこで本研究ではまず、特に発展・普及の著しい機械系CAD/CAMの教育用教材を設計し、製作した。次に、実際に工業高等学校で授業を実施し、その有用性について検討を行った。

I 教材の開発

1 CAD/CAMの概念

図1にCAD/CAM²⁾³⁾の概念を示す。CAD/CAMとは、広義には図1に示す設計から製造までの一連の工程をコンピュータ利用により一貫して行うことであり、狭義には図1に示す工

平成3年4月15日受理

* 金沢大学大学院教育学研究科

** 金沢大学大学院自然科学研究科

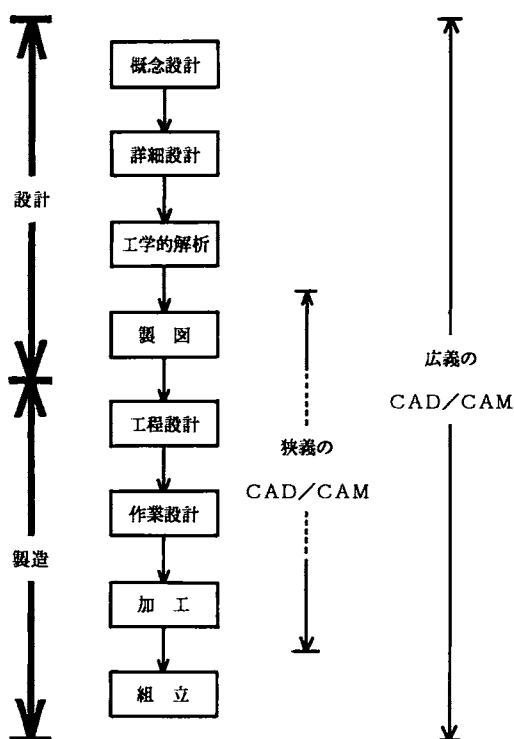


図1 CAD/CAM の概念

程のうちの製図(Drawing)と加工(Machining)を直結してコンピュータ利用を行うこと、つまり、コンピュータ利用により図面を描いて加工データを作成し加工することである。なお、現在の工業界では主に狭義のCAD/CAMが普及している。

2 教材の設計仕様

開発する教材(CAD/CAMシステム)は、現在の工業界に主に普及している狭義の(機械系)CAD/CAMを学習できるものとした。以下に、教材の設計仕様を列挙する。

- ① 2次元の製図が可能で、図面をプリンタに出力する。
- ② 軸対称物の加工が可能で、木材を旋盤で削る。

3 教材(CAD/CAMシステム)の構成

図2に教材の外観を、図3及び表1に教材(CAD/CAMシステム)の構成を示す。表1

に示すように、本教材は2つのサブシステムより構成されるが、ハードウェアのコンピュータ:PC-9801とソフトウェアのオペレーティングシステム:日本語MS-DOS及びプログラム言語:N88-日本語BASICは両サブシステムとも共通である。

CADサブシステムは、共通ハードウェア・ソフトウェアの他、プリンタ:PC-PR201,プログラム:2次元製図プログラム⁴⁾より構成される。このサブシステムでは、キーボードよりデータを入力し、プリンタに図面を出力することができる。

CAMサブシステムは、共通ハードウェア・ソフトウェアの他、工作機械:ミニ木工旋盤⁵⁾⁶⁾,インターフェイス:OP-98, BS-7301⁷⁾, BS-7303⁸⁾(一部改良),プログラム:軸対称物加工プログラムより構成される。このサブシステムでは、CADサブシステムで作成したデータを入力とし、ミニ木工旋盤を数値制御することにより木材を旋削することができる。

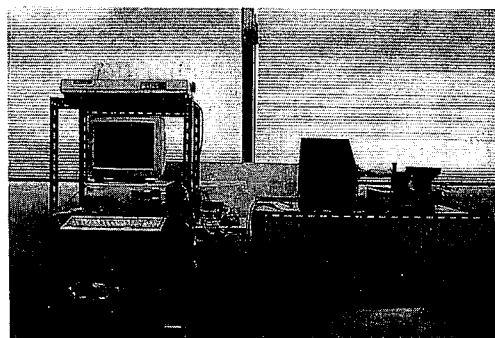


図2 教材(CAD/CAMシステム)の外観

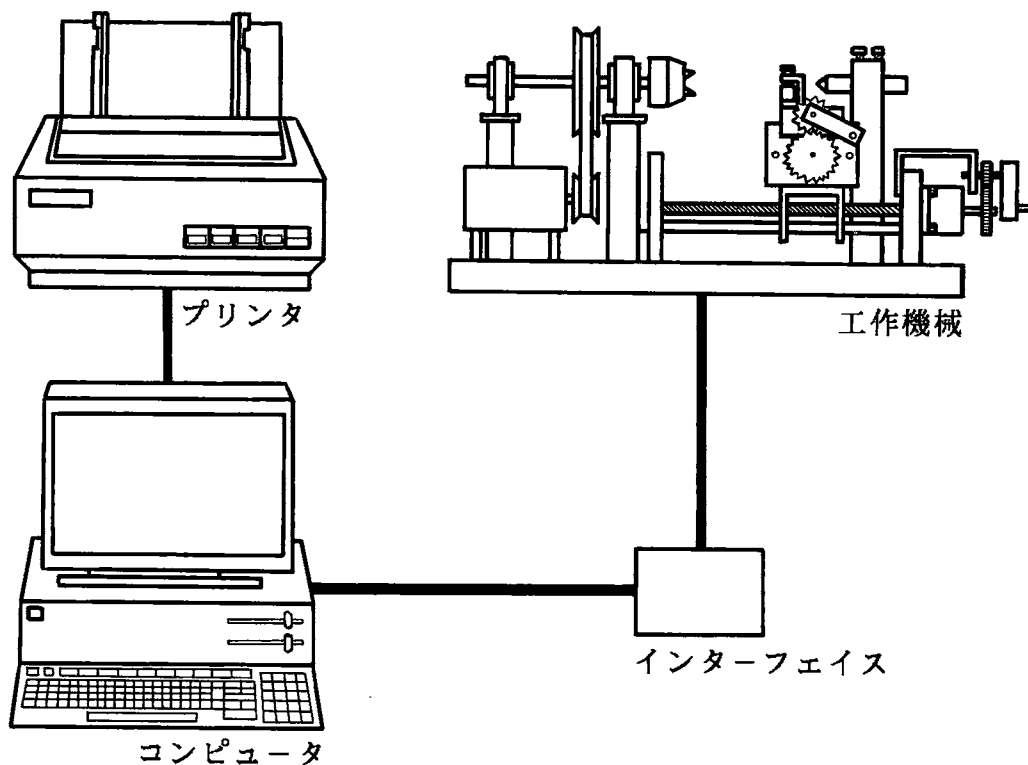


図3 教材 (CAD/CAM システム) の構成

表1 教材 (CAD/CAM システム) の構成

	CADサブシステム	CAMサブシステム
ハードウェア	コンピュータ： 日本電気㈱製 PC-9801RX21 プリンタ： 日本電気㈱製 PC-PR201TH	コンピュータ： 日本電気㈱製 PC-9801RX21 工作機械： ミニ木工旋盤* インターフェイス： 嘉穂無線㈱製 OP-98, BS-7301, BS-7303(一部改良)
ソフトウェア	オペレーティング システム： 日本電気㈱製 日本語MS-DOS Ver.3.30B プログラム言語： 日本電気㈱製 N88-日本語BASIC Ver.5.0 (MS-DOS版) プログラム： 2次元製図プログラム	オペレーティング システム： 日本電気㈱製 日本語MS-DOS Ver.3.30B プログラム言語： 日本電気㈱製 N88-日本語BASIC Ver.5.0 (MS-DOS版) プログラム： 軸対称物加工プログラム

* 広瀬, 守山ら製作

II 検討方法

本教材の有用性を検討するために、研究授業を行うことにした。授業実施に先立ち、対象とする生徒のコンピュータに対する意識やその使用状況について知るために、授業前にアンケートをとった。また授業後にもアンケートをとり、さらに感想文を書かせた。そして、それらによりコンピュータに対する意識の移り変わりなどについて検討した。その他、CADの実習の成果として課題の「こま」の図をプリントアウトさせ、その図面を基にして、目標の1つである自動製図システムを用いて製図法に則して図面が描けたかどうかを評価した。

1 授業計画

研究授業の対象を、石川県立工業高等学校機械システム科の1年生とした。そのため、今回の授業では、CAD/CAMの概念などの知識習得よりも、パーソナルコンピュータを用いた本教材で実習を行い、実際に自分で何かしたという満足感・達成感を与えることで、コンピュータやコンピュータ利用による自動化について興味・関心をどの程度高めさせることができるか、また、どの程度知的好奇心をわかせるられるかをねらいとした。

授業計画は以下の通りである。

対象生徒：石川県立工業高等学校1年生

生徒数：13名

科目：工業基礎

時間：3時間

目標：

- ① 木工旋盤を通し、生産手段の自動化の概要として、NC工作機械、CNC工作機械およびCAM、CAD/CAM等を知る。
- ② 自動製図システムを用い、製図法に則して製図ができる。

2 授業構成

授業構成を表2に示す。授業では、まずコンピュータの利用方法について考えさせた後、CAD、CAM、CAD/CAMとは何のことであるか、またCAMとCAD/CAMの違いについて教えた。次にCAD/CAMの師範として、今回の実習課題「こま」と同じものを削ってみせた。図4にその図面を、図5にその製品を示す。その後、CAD、CAD/CAMの順に実習を行わせた。なお、授業で用いたテキストを図6に示す。

表2 授業構成

学 習 内 容	時 間
1. コンピュータの利用方法 ・CAD, CAM, CAD/CAMとは何のことであるか知る。 ・CAMとCAD/CAMの違いについて知る。	10分
2. CAD/CAMの師範	10分
3. CADの実習 (1) 操作方法 ・本自動製図システムの基本操作について学ぶ。	20分
(2) 製図 ・製図手順を考えながら、製図法に則して図面を描く。	100分
4. CAD/CAMの実習	10分

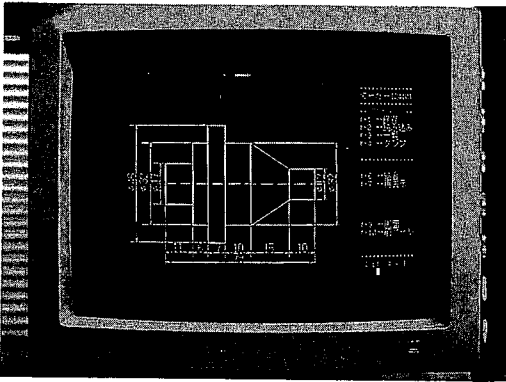


図4 図面「こま」(CRT画面)

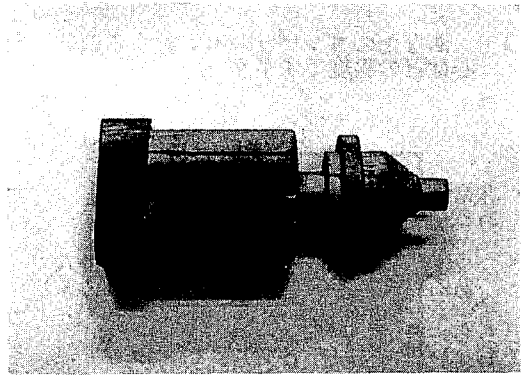


図5 製品「こま」

I. コンピュータの利用

事務 (OA)	製造 (FA)	家庭 (HA)
ワードプロセッサ	CNC工作機械	ビデオの録画
オフィス	産業用ロボット	予約システム
コンピュータ	自動倉庫管理システム	電話回線を利用した風呂の自動湯沸しシステム
ハンドヘルドコンピュータ		

II. 本日の教材について

- CAD: (Computer Aided Design)
 - ・コンピュータを利用して行なう設計のこと
 - ・設計のうちの製図のみを指す場合が多い。
 - ・図1参照
- CAM: (Computer Aided Manufacturing)
 - ・コンピュータを利用して行なう製造のこと
 - ・製造のうちの加工のみを指す場合が多い。
 - ・NC, CNC工作機械などもこれらの一程に含まれるがこれは製作図などをもとにG言語でプログラムを組まなければならない。
 - ・図2参照

●CAD/CAM

- ・コンピュータを利用して一貫して行なう設計・製造のこと
- ・今まで別々だったものをコンピュータで判断・変換処理することによって一つにしたもの
- ・図3参照

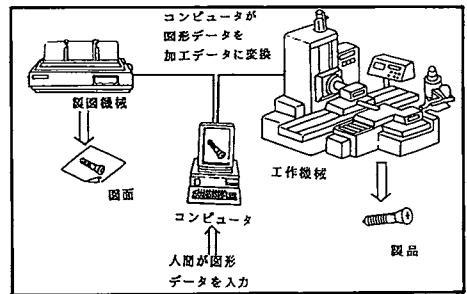


図3 CAD/CAM

本日使用するのはCAD/CAMシステムです。これは、コンピュータを利用して図形を描くだけで、つまりNC工作機械の加工データや、CNC工作機械のプログラムなどを作成しなくても加工できるシステムです。

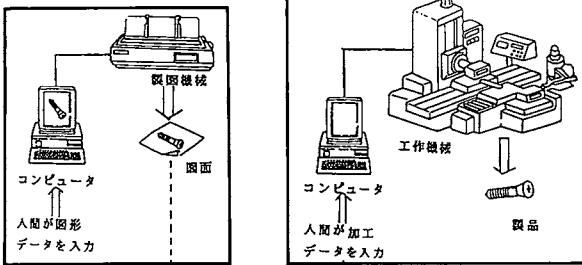


図1 CAD

図2 CAM

人間が図形データを加工データに変換

図6 研究授業に使用したテキスト

III 検討結果

1 授業前アンケート結果

授業前アンケートの結果を図7～図10に示す。それらの図から対象とする生徒のコン

ピュータに対する意識として、以下のことがわかった。

- ① 生徒の67%がコンピュータに、何らかの興味・関心を持っていた。

(図7参照)

Q1. あなたのコンピュータに対する興味・関心はどの程度ですか？

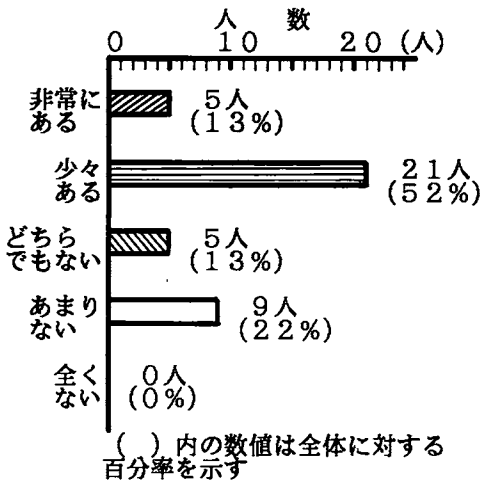
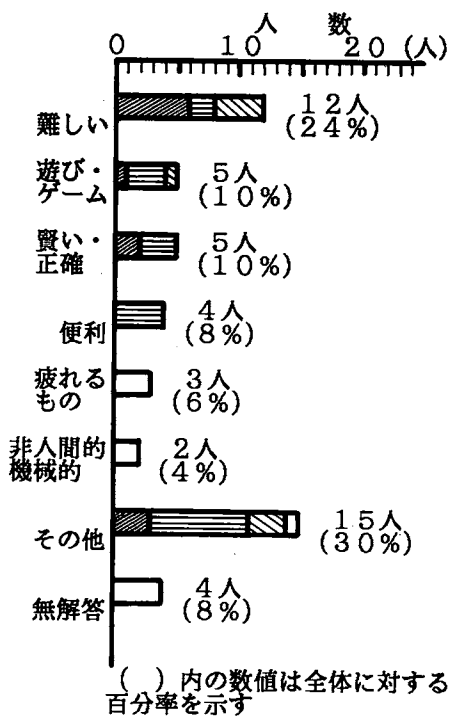


図7 授業前アンケート結果 (1/4)
—コンピュータへの興味・関心—

Q3. あなたはコンピュータというとどんなイメージを持ちますか？



興味・関心が非常にある
 興味・関心が少々ある
 興味・関心がある、ないのどちらともいえない
 興味・関心があまりない

図9 授業前アンケート結果 (3/4)
—コンピュータに対するイメージ—

Q2. コンピュータをどの様に使用したとき楽しく感じましたか？

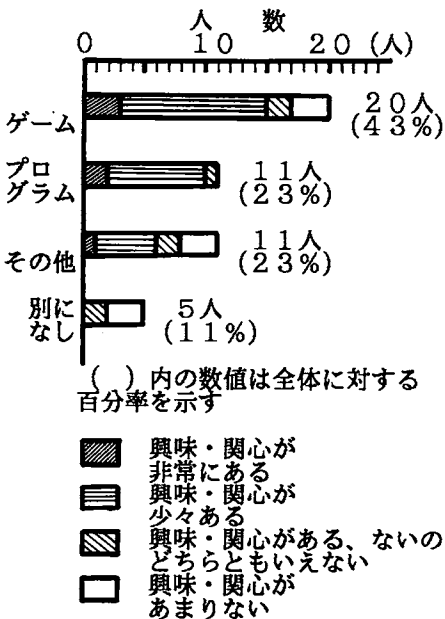


図8 授業前アンケート結果 (2/4)
—楽しく感じるコンピュータの使用方法—

② コンピュータを使用して楽しく感じる時は、「ゲームをしている時」と「プログラムが動いた時」に大別された。

(図8 参照)

③ コンピュータに対するイメージは、「難しい」が最も多く、全体の約25%の生徒が解答していた。次いで「遊び・ゲーム」、「賢い・正確」、「便利」であったが、その他「疲れるもの」、「非人間的・機械的」という解答をしていた生徒もいた。

(図9 参照)

Q4. コンピュータが使用される場合、どの様に使用されているか？

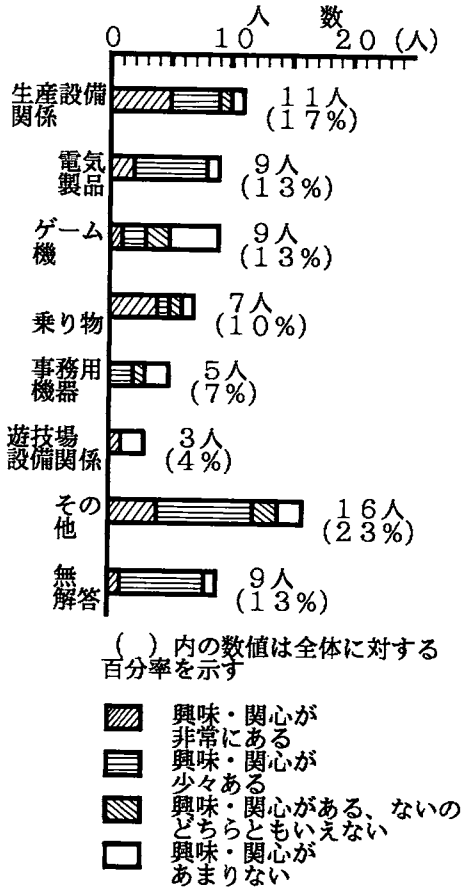


図10 授業前アンケート結果 (4/4)
—既知のコンピュータ使用方法—

④ コンピュータの使用方法に関する質問に対しては、NC 工作機械やロボット等の「生産設備関係」が最も多く、次いで「電気製品」、「ゲーム機」等の解答が挙げられている。(図10参照)

また、コンピュータに興味・関心が「非常にある、少々ある」と解答した生徒の傾向は、以下のものであった。

- ① コンピュータを使用して、楽しく感じる時は「プログラムがうまく動いた時」と「ゲームをしている時」であるとしていた。
- ② コンピュータに対し「難しい」が、「便利・

正確」であるというイメージを持っている生徒が多いようであった。

③ コンピュータの使用方法については、NC 工作機械やロボット等の「生産設備関係」や「電気製品」を解答している生徒が多かった。

一方、コンピュータに興味・関心が「どちらでもない、あまりない」と解答した生徒の傾向は以下の通りであった。

- ① コンピュータを使用して、楽しく感じる時は「別れない」または「ゲームをしている時」であるとしていた。
- ② コンピュータに対し「疲れるもの」、「非人間的・機械的」というイメージを持っている生徒が多いようであった。
- ③ コンピュータの使用方法の質問に対して「ゲーム機」や、パチンコ、バッティングマシン等の「遊技場設備関係」等、遊び道具としての使用方法を挙げた生徒が多かった。

2 授業風景及び授業の成果

CADの実習の授業風景を図11に、CAD/CAMの実習の授業風景を図12に示す。

また、図13に CAD 実習の成果を示す。これは13名中11名、すなわち、全体の約85%の生徒が課題の「こま」の図を製図法に則して完全に描ききったことを示しており、残りの2名に関しては、寸法補助記号 ϕ を描き残しただけであった。

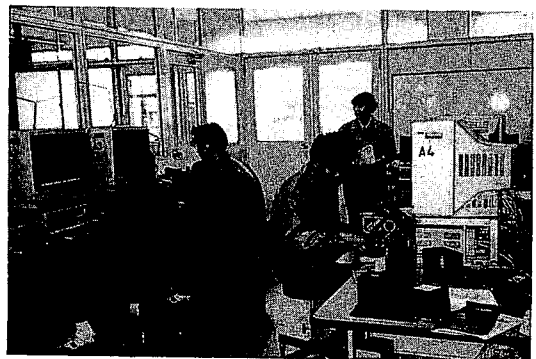


図11 CADの実習の授業風景

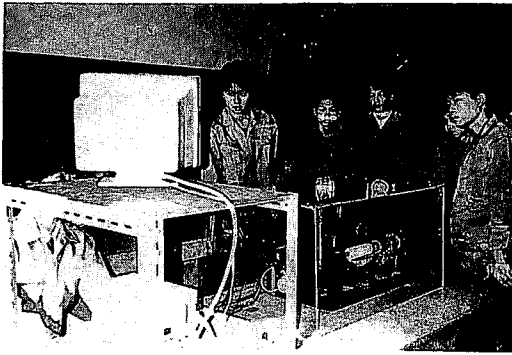
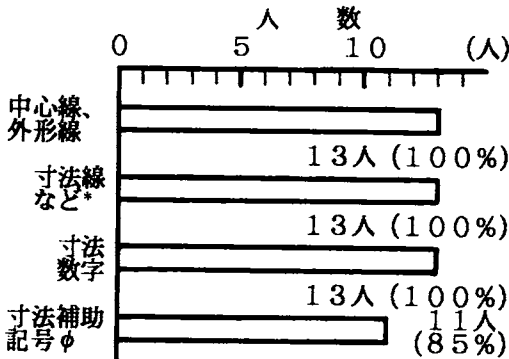


図12 CAD/CAMの実習の授業風景



()内の数値は全体に対する百分率を示す

* 寸法線及び寸法補助線を示す

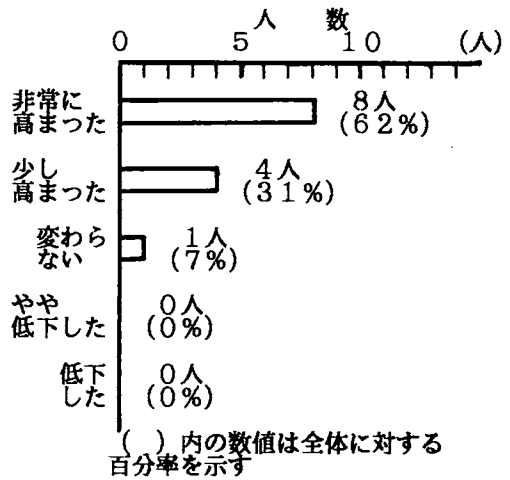
図13 CADの実習の成果

3 授業後アンケート結果等

授業後アンケートの結果を図14～図16に示す。図14から対象生徒のコンピュータへの興味・関心が非常に高まったことがわかった。1名だけ「変わらない」と解答した生徒がいたが、理由としてもともとコンピュータへの興味・関心が「非常にある」であったと書いてあった。

また、図15では「機会があれば本日のような授業を受けてみたいと思いますか」という質問に対して13名全員が「Yes」と解答している。その内容として「CADで難しい製図をしてみたい」や「自分自身で様々な方法で加工してみたい」、その他「CADやCAM等についてもっと様々な知識を得たい」等を挙げていた。

Q1. 本日の授業を受けてみて、以前よりコンピュータへの興味・関心が高まりましたか？

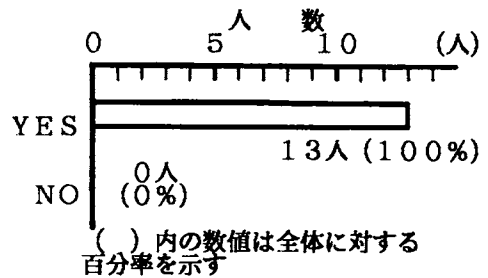


()内の数値は全体に対する百分率を示す

図14 授業後アンケート結果 (1/3)

—コンピュータへの興味・関心の変化—

Q2. あなたは機会があれば、また本日の様な授業を受けてみたいと思いますか？



()内の数値は全体に対する百分率を示す

受けた学習内容	人数
CADの実習	6人
CAMの実習	6人
知識習得 (プログラミング、 利用方法全般等)	4人

図15 授業後アンケート結果 (2/3)

—授業に対する好感度—

図16の「コンピュータを今後どのようなことに使ってみてみたいですか (複数解答)」という質問

Q3. コンピュータを今後どのようなことに使ってみたいですか？

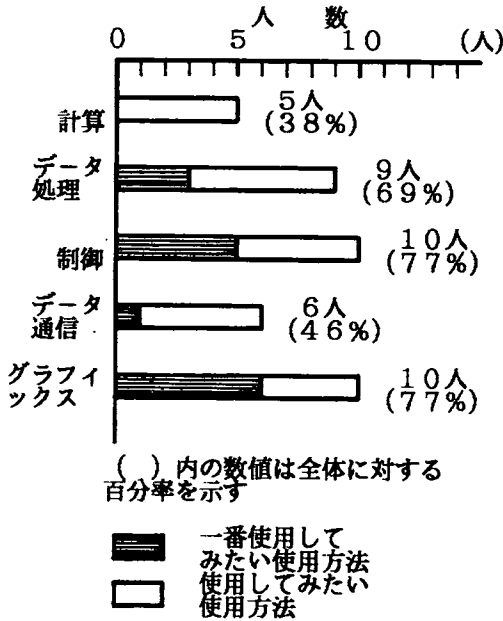


図16 授業後アンケート結果 (3/3)
—今後希望のコンピュータの使用法—

に対して、解答が多かったのはグラフィックスと制御であった。これは全体の約77%の生徒が使用してみたいと解答したことになる。

その他、授業終了後には感想文を書かせたが、その要旨を表3に示す。これからは次のようなことが読み取れた。

- ① 「面白い・楽しいとする」学習の満足感を得た。
- ② 「驚いた・知りたい・作りたい」などの知的好奇心がわき起こった。
- ③ 「わかった」という学習に対する達成感を得た。
- ④ 「今後勉強していきたい」とする学習に対する向上心が高まった。
- ⑤ 「今後活用したい・役に立てたい」とする将来への意欲がわいた。
- ⑥ コンピュータに少し強くなったという自信がついた。

表3 感想文

- 生徒A
- ・思ったより内容は簡単で、面白かった
 - ・今日教わった技術は会社でも通用しそうなのでいいことを教わったと思った
 - ・コンピュータを利用して、絵を描くだけで工作機械が動くなるとすごいと思った
 - ・今日習ったことは、今後コンピュータを学校、会社で使用する時に活かしていきたいと思った
 - ・コンピュータはなんでも出来るということがわかった
- 生徒B
- ・コンピュータによる実習の楽しさがよくわかった
 - ・授業時間が短かったのが残念だった
- 生徒C
- ・予想していたものよりわかりやすく、簡単だった
 - ・いろいろな機能がついていたけど、すべて使えなかったのが残念だった
 - ・マウスが使えたらよかった
 - ・わかりやすく、面白かったので、ぜひもう一度してみたいと思う
 - ・プログラムについても説明して欲しかった
- 生徒D
- ・自分でもこの様なプログラムを作ってみたいと思った
 - ・これからも今日の実習を参考にして、勉強したいと思う
- 生徒E
- ・コンピュータを利用して前よりも、興味が深まった
 - ・機会があれば、また授業を受けてみたいと思った
 - ・コンピュータを使って、自動で旋盤作業ができるのにびっくりした
 - ・コンピュータについてよくわかった
- 生徒F
- ・CADについて知った
 - ・コンピュータを使うと自分で描いたものより、正確に、きれいに製図出来た
 - ・今後機会があれば、もっと難しい図形を描いてみたい
 - ・CAMについても勉強してみたい
- 生徒G
- ・面白かった
 - ・この様なものを扱っている会社に入社したい
- 生徒H
- ・CADの基礎的な勉強になった
 - ・今回勉強したことは、将来就職したときに役に立つと思う
 - ・授業前と授業後を比べると、コンピュータに少し強くなり興味を持つようになったと思う
 - ・自分でプログラムを作っただけでもすごいのに、パソコンと接続して制御するなんて感心した
- 生徒I
- ・面白かった
 - ・コンピュータにデータを入力するだけで機械が木を削る事ができるなんてすごいと思った
 - ・自分の思いどおりにプログラムを実行してみたいと思った
- 生徒J
- ・コンピュータの授業と聞いていたので、難しいかと思っていたが、CAD/CAMシステムの授業は面白かった
 - ・CAD/CAMシステムのプログラムについても説明して欲しかった
 - ・中学校でも授業は出来ると思う
- 生徒K
- ・CAD、CAMなどのコンピュータ利用による自動化についてもっと詳しく知りたいと思った
 - ・マニュアルがわかりやすかった
- 生徒L
- ・プログラムを自分で作ったなんてすごいと思った
 - ・パソコンで製図をするのは面白かったし、またしてみたいと思った
 - ・旋盤でもっと早く削れたらよかったのと思った
- 生徒M
- ・知識が増えたので、勉強になったと思う
 - ・楽しかった
 - ・理解しやすかった

4 考察

授業前アンケートの結果のうち、特にコンピュータへの興味・関心が「どちらでもない、あまりない」と解答した生徒の傾向より、もっと手軽で遊び感覚を含む教材や課題を与え、もっと様々なコンピュータの使用方法を体験させたら、興味・関心がますます高まるのではないかと考えられた。

また、授業後アンケートに対する解答や感想文で前節のような結果が得られたのは、コンピュータ利用による製図に楽しさを感じ、コンピュータ利用による加工に興味・関心を持ったからであると考えられる。さらにそれらの結果から、以下のことが言える。

- ・コンピュータの利用により、製図や加工など様々な分野で自動化が行われていることを身をもって知った。
- ・学習の満足感を得るとともに知的好奇心がわき起こった。
- ・学習への向上心が高まるとともに、将来への意欲がわいた。

その他、授業の成果から、目標の1つである

- ・自動製図システムを用い、製図法に則して製図ができた。

ことが言える。

以上のことから、本教材はコンピュータ及びコンピュータ利用による自動化についての興味付けなどにおける有用性が高いと言える。

IV 結言

本研究では、以下のことを行った。

- ① コンピュータに興味を深め、もう少し深く知りたいという知的好奇心を与えるために、特に発展・普及の著しい機械系CAD/CAMの教育用の教材を設計し、製作した。
- ② 設計・製作した教材を用いて、実際に石川県立工業高等学校機械システム科の1年生を対象に授業を行った。その後、授業前アンケートの結果と、授業後アンケートの結果及び感想文を比較し、検討した。その結果から、コンピュータの利用により、製図や加工など

様々な分野で自動化が行われていることを身をもって知り、「驚いた、知りたい」等の知的好奇心がわいたことがわかった。

- ③ 同様にそれらの結果から、製図を描きあげ、学習の満足感を得たことにより、学習への向上心が高まるとともに、将来への意欲がわいたことがわかった。

以上の事から本教材は機械系CAD/CAM教育における有用性が高いと言える。

また今回の授業においては、CAD/CAMの概念等の知識習得は重視しなかったため、今後の課題として、「機械工作」における機械加工の能率化と生産方法の学習領域に、工作機械の自動化の変遷を中心とした知識を習得し、その発展の動向を把握させることや、ミニCNC木工旋盤は1台しかなく、加工の実習において十分に活用できなかったことから、1人につき1台使用できるようにすることが挙げられる。

最後に本研究授業を行うに当たり御助言御協力を賜りました、石川県立工業高等学校金曾賤男校長、宮前憲弥教諭ならびに羽咋工業高等学校守山匠教諭に厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 文部省：高等学校学習指導要領解説 工業編，P26～56，1989
- 2) 北郷薫：設計工学シリーズ1 設計工学基礎，丸善株式会社，P20～P30，1972
- 3) 岩田一明：コンピュータ設計・製図Ⅲ—CAMとCAEの考え方—，共立出版株式会社，P166～P175，1988
- 4) 佐藤義雄：実習グラフィックス，株式会社アスキー，P192～P290，1986
- 5) 広瀬幸雄，守山匠：コンピュータ制御の学習における教材，教具の開発，「金沢大学教育学部教科教育研究」第25号，P67～P78，1989
- 6) 守山匠：メカトロニクス技術を基盤とした技術教育について—昭和63年度産業教育内地留学研修報告書，P17～P42，1989
- 7) 前原一典，竹田仰ら：ベーシック・マイコン編
 - ① インターフェイス，嘉穂無線株式会社エレホ

ビー事業部, P99~P117, 1986

- 8) 竹田仰：ベーシック・マイコン編③ステッピング
モータ, 嘉穂無線株式会社エレホビー事業部,
P75~P88, 1986