

技術科教育の学習効果に関する実証的検討

「木材加工」学習へのコンピュータの導入について

大迫靖雄*・竹下英希**

横田耕一***・辻野智二*

Practical Research on Leading Effect in Industrial Arts On Application of Teaching Materials on Computer in Woodworking Technology Education

Yasuo OHSAGO, Hideki TAKESHITA

Kouichi YOKOTA and Tomoji TUJINO

(Received September 30, 1992)

はじめに

今日の科学技術の進歩はめざましく、それによって物質的な豊かさを生むとともに、情報化、国際化、価値観の多様化、高齢化など社会の種々の面での技術的な進歩をうながしている。そのなかでも、特に情報化は近年急激な進歩を示しており、いたるところに情報機器であるコンピュータが導入、活用されるようになった。今後、このような情報化はますます進展して行くと予想される。

このような社会状況を反映して、昭和62年に示された教育課程審議会の答申¹⁾に沿って改訂され、平成元年3月に公示された学習指導要領²⁾においても、小学校から高校に至る普通教育の中に情報教育が導入されることになった。中学校技術・家庭科においても「情報基礎」領域が新設され、そのなかで情報教育の指導を行うこととなっている。その目標は、情報機器の一つである「コンピュータの操作等を通して、その役割と機能について理解させ、情報を適切に活用する基礎的な能力を養う³⁾」というものである。しかしながら、この目標を達成するためには、必ずしも「情報基礎」領域にこだわる必要はない。むしろ、コンピュータを各領域の枠を超えて技術科教育の中で有効に活用することによって、よりその

教育的効果が高められることが考えられる。筆者らは、このような考えからコンピュータを「情報基礎」領域に限定して扱うのではなく、1つの教育メディアとして授業の中に取り入れ、技術科教育の教育効果を高め、かつ技術科教育の特徴である生徒の「自己学習力」の育成ができる学習方法を模索中である。

ところで、学習指導要領の改訂にともなって、技術科教育をはじめ、多くの教科において授業にコンピュータを活用する方法に関する種々の研究が行われている。その内容は多様であるが、コンピュータを活用した授業における教育効果は、用いられるハードウェア、ソフトウェアの種類や授業形態、コンピュータの使用台数などの要素によって左右される。一方、コンピュータを使用した教育方法に関する研究にコンピュータを使用する例も多くみられる。その中でも、授業分析にコンピュータを用いる方法の開発も行われている。この方法は従来の授業分析と比較して、適当なソフトウェアがあれば比較的容易に、しかも客観的な授業分析が行えるという利点がある。また、分析データの保管や他方面への利用が可能であるという利点もある。

本研究では、技術科教育の中にコンピュータを取り入れた授業の学習効果について検討する。その研究手段として、授業分析にコンピュータを用いた。その際、授業分析用として、小南が開発したパソコンプログラム⁴⁾をベースとして、改良を加えたプログラムを用いた。

* 技術教育

** 熊本大学教育学研究科大学院

*** 熊本県阿蘇郡阿蘇町立阿蘇北中学校教諭

研究方法

測定対象

本研究の対象とした授業は、平成3年11月に熊本県で開催された全国中学校技術・家庭科研究大会の木材加工部門の研究授業として、A中学校の1年生に対し実施されたものである。授業の題材は木材加工領域（新課程：35時間取扱）の「木の性質」であるが、本授業にかかわる木材加工に関する授業計画は表1に示す。なお、本研究の対象としたクラスの生徒の構成は、男子19名、女子17名の合計36名である。また、本研究で分析の対象とした授業のほかに、予備調査として、本授業に関連した研究授業について、2つの異なる公立中学における授業分析も行った。

授業内容

本時の授業内容は、表2に示すが、内容としては踏台の座板を設計するための予備知識をつけるため、板の幅や厚さの違いによる曲げ強度の違いについて、

表1 指導計画

指 導 内 容	時 間
1 木材と私たちの生活	1時間
2 木製品の設計	16時間
(1)木材の性質	(6時間)
①ペン立ての製作をしよう	2時間
②木材の断面を観察しよう	1時間
③木材の強さを調べよう	2時間 (本時2/2)
④木材の変形を調べよう	1時間
(2)木製品の製作	(10時間)
①作りたいものの機能を考えよう	1時間
②丈夫な構造を工夫しよう	2時間
③設計をまとめよう	7時間
3 製作	17時間
①加工法を考えよう	1時間
②材料取りをしよう	5時間
③部品を加工しよう	6時間
④組立をしよう	2時間
⑤塗装をしよう	2時間
⑥製作のまとめをしよう	1時間
4 木材の利用と役割	1時間

自作の簡易材料試験機を用いて試験片による実験を行い、自分が作る踏み板の座板の厚さを設計しようというものである。この授業において、コンピュータは、生徒が設計した踏み板の厚さの妥当性を検討するために使用された。この場合、厚みを入力すると入力値の適性が○か×かによって示され、生徒の設定した値の妥当性を判断するようになっている。

授業の観察

授業は、技術教室で実施されたが、測定時における教室の状況は図1に示す。授業の測定は、技術教室後方の図中に固定したビデオカメラ（SONY CCD-V8AF）で1時間にわたって連続撮影した。

授業分析用プログラム

今回、授業分析に用いたパソコン用プログラムは前述したように小南の開発したパソコンプログラム³⁾をベースとして、本分析に適合させるため若干の改良を行った。

小南は、2種類の授業分析プログラムを開発している。その1つは項目を並列に入力する「並列キー入力」であり、この方法は設定した分析項目が同時刻に発生しても入力できるもので、並列発起が可能なものである。もう1つは、ある項目の発起中に次の項目が発起すると、前の項目が終了してしまう「キ

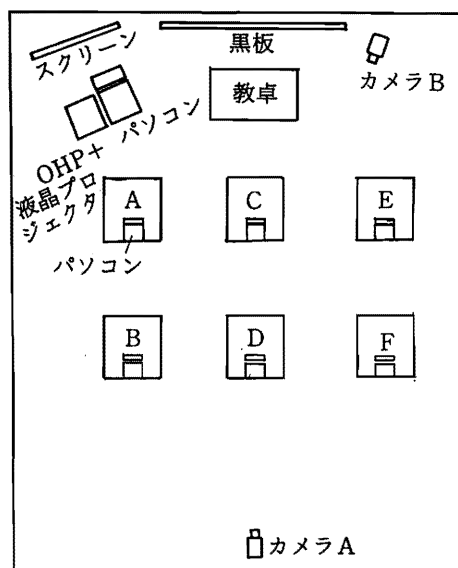


図1 教室の配置状況とカメラの設置位置

表2 授業の展開

過程	時間	学習事項	学習の流れ	指導上の留意点	資料
課題を把握する 課題解決の方法を知る	3	1. 木材の曲げ強さ	はじめ ↓ 課題の提示	(一斉) ・踏台のつまずき例を参考に課題を把握させる	踏台のつまずき例
	10	2. 板幅の違いによる木材の曲げ強さ	木材強度試験① ↓ 測定値の記入 ↓ 終わったか	(一斉) ・強度試験①(板幅による違い) 曲げの強さの順位と各々の測定値を予想させ、学習プリントに記入させる (一斉) ・木材強度(曲げ)試験を師範する ・安全面に配慮する ・測定値は学習プリントに記入させる ・測定値をパソコンに入力する	試験片 学習プリント 簡易材料試験機 試験片 学習プリント パソコン 表計算ソフト
課題の解決をする	20	3. 板厚の違いによる木材の曲げ強さ	木材強度試験② ↓ 測定値の記入 ↓ 補説	(班別) ・強度試験②(板厚による違い) 曲げ強さの順位と各々の測定値を予想させ、学習プリントに記入させる ・安全面に配慮させる ・机間巡視をする ・測定値はプリントに記入させる ・測定値をパソコンに入力する	簡易材料試験機 試験片 学習プリント パソコン 表計算ソフト

一入力切り替え方式」である。これらのうち、本研究では、前者の方が適当であると判断し、並列キー入力方式を採用した。

また、小南の開発した授業分析用プログラムは、富士通製 FBASIC 用であったが、当研究室では日本電気製 PC9801 シリーズを使用するため、N88BASIC 用に変換を行った。

プログラムの改良点として特徴的な点は、発起項目が番号だけでディスプレイに示されていたものを、分析項目を表示し発起中の項目は赤で表示するようにしたことである。

授業分析

授業分析の視点としては、以下の5項目とした。

過程	時間	学習事項	学習の流れ	指導上の留意点	資 料
学習内容のまとめをする				<p>(一斉)</p> <ul style="list-style-type: none"> 測定値をグラフ処理し、投影してみせる <p>(個別)</p> <ul style="list-style-type: none"> 気が付いたこと、考えたことを学習プリントにメモさせる <p>(班別)</p> <ul style="list-style-type: none"> メモしたことを班毎にまとめさせ、発表させる <p>(一斉)</p> <ul style="list-style-type: none"> 班毎の発表をもとに曲げ強さの学習のまとめをする 	<p>パソコンプロジェクタ</p> <p>学習プリント</p>
学習内容を広げる	12	4. 踏台における座板厚みの検討		<p>(個別)</p> <ul style="list-style-type: none"> 踏台に必要な座板の厚みを考えさせ学習プリントに記入させる <p>(一斉)</p> <ul style="list-style-type: none"> パソコンを使用して自分が考えた板厚で座板の検討をさせる 	<p>学習プリント</p> <p>パソコン 自作ソフト</p>
	5	5. 本時のまとめ		<p>(一斉)</p> <ul style="list-style-type: none"> 学習プリントにまとめさせる 	<p>学習プリント</p>

1. 各作業要素の内容と、その所用時間及び総所用時間
2. 作業台における滞留時間
3. 各作業台における主な作業内容とその回数
4. 各作業台との連絡回数
5. 作業者の動線の算出

以上の項目について、前述した1時間の授業をビデオカメラで連続撮影する。撮影したテープを再生

しながら、各項目ごとの行為時間をパソコンに入力し、入力終了後にプログラム上で計算・処理を行い、フロッピーディスクに保存したのち、プリンターに出力した。

特に本研究の分析は、生徒の自己学習について検討するため、授業中における生徒の雰囲気(緊張度)に注目する。ただ、人間の緊張度は簡単に判断できるものではないので、ある程度測定者の主観的なも

表 3 分析項目

	教師の行動		生徒の行動		全体の流れ		緊張度
1	準備	11	準備	21	準備	31	弱
2	口頭説明	12	説明を聞く	22	導入	32	やや弱
3	板書	13	発表（発言）	23	説明	33	普通
4	実物提示	14	プリント記入	24	実験準備	34	やや強
5	パソコンで説明	15	実験準備	25	実験	35	強
6	材料配布	16	実験	26	プリント記入		
7	実験	17	質問	27	パソコン操作		
8	発問	18	パソコン操作	28	まとめ		
9	机間巡視	19	提示物を見る				
10	まとめ	20	まとめ				

表 4 授業分析項目総時間

項 目			時 間 sec (%)	項 目			時 間 sec (%)
全 体 の 流 れ	21	準備	63 (2.0)	教 師 の 行 動	1	準備	66 (2.1)
	22	導入	192 (6.1)		2	口頭説明	872 (27.6)
	23	説明	192 (6.1)		3	板書	307 (9.7)
	24	実験準備	536 (17.0)		4	実物提示	273 (8.7)
	25	実験	605 (19.2)		5	パソコン説明	278 (8.8)
	26	プリント記入	460 (14.6)		6	材料配布	341 (10.8)
	27	パソコン操作	652 (20.7)		7	実験補助	0 (0.0)
	28	まとめ	378 (12.7)		8	発問	121 (3.8)
項 目			時 間 sec (%)	項 目			時 間 sec (%)
生 徒 の 行 動	11	準備	0 (0.0)	緊 張 度	31	弱	322 (10.2)
	12	説明を聞く	1,017 (32.2)		32	やや弱	1,241 (39.3)
	13	発表（発言）	164 (5.2)		33	普通	708 (22.5)
	14	プリント記入	600 (19.0)		34	やや強	874 (27.7)
	15	実験準備	249 (7.9)		35	強	0 (0.0)
	16	実験	530 (16.8)				
	17	質問	0 (0.0)				
	18	パソコン操作	324 (10.3)				
	19	提示物を見る	227 (7.2)				
	20	まとめ	83 (2.6)				

授業総時間数3,153(sec) ※ () 内の数字は授業総時間数に対する割合

のと考えられる。そこで、本研究においては、各項目及び緊張度の入力者を同一人物として判断の統一化をこころがけた。その際、個人の行動に注目するより教室全体の緊張度に着目するようにこころがけた。

授業分析に用いた具体的な項目は、表3に示すように1.教師の行動、2.生徒の行動、3.全体の流れ、4.教室の雰囲気(緊張度)の4群に対応した項目番号35(項目数33)までとした。

結果及び考察

授業の分析

本報で研究の対象とした「木材加工」に関する授業の中で、コンピュータを教育メディアの1つとして使用した。この場合の教育効果を見るため、前章で述べた方法で授業分析を行った。これらの結果を表4に示す。

表4に示す数字は各項目の行為が行われた時間を秒で示したもので()内の数字は全体の授業時間総計(3,153秒)に対する各項目の発起時間の割合を示している。「全体の流れ」の群において、時間数の合計が3,078秒と全授業時間数よりも少なくなっており、()の数字も100%とならない。これは授業中、各項目に該当しない部分が生じることと、コンピュータに項目を入力する際にビデオを見ながらの作業となったため、キー入力時に若干時間的なロスが生じたためである。また、教師の行動と生徒の行動は時間数の合計が3,350秒と総計の授業時間よりも多くなっているが、これは今回用いた授業分析プログラムが並列キーによる入力であり、異なる項目が同時に発起したためである。

授業の特徴

表4から全体の流れについてみると、「教師の説明」が6.1%であるのに対し、「実験」が19.7%、そして「パソコンの操作」が20.7%となっており、生徒の実験・実習が授業の約40%を占めている。この結果は、本授業が生徒の実習中心のものであったことを示している。このような実習主体の授業は、技術科教育の最も大きな特徴であり、その意味で本授業は技術科教育の特徴を示すものといえる。さらに、教師の行動の実験補助という項目が0秒となっている。このことは、本授業で行われる実習作業の多くが、生徒の主体的な活動によって行われていることを示している。技術科教育の教育目標としては、自己学習力の涵養がある。これらの延長上に創造的

思考能力の育成がある。元来、技術科教育の学習方法は、ペスタロッツ等が提案した帰納法的教授法⁴⁾⁵⁾であり、具体的、特殊の方法から入り、一般的、抽象的方法に至る教育方法が取られる。その意味で、本授業のスタイルは、技術科教育の典型的な形といえる。

また、技術科教育の特徴は、創造的思考能力の涵養となる。J. P. Guilford⁶⁾によると、創造性とは流暢性、柔軟性、独創性の3要素があるとされる。したがって、本研究の目的である創造的思考力を涵養するためには、柔軟性、独創性に注目した授業が必要と考えた。そこで、本報では学習時における緊張度に注目した分析を行う。

緊張度と自己学習力

緊張度を示す雰囲気については、前述したように、授業時の全体的な緊張度を5段階に分けて入力した。その結果、表4に示したように緊張度が「強い」というのはなく、「やや強い」までであった。授業全体としては「やや弱い」が1,241秒(39.3%)と最も多く、本授業が比較的リラックスした雰囲気の授業で行われたことを示している。

次に、授業の中の雰囲気の時間的変化について考察するため、本授業の分析グラフィック図を図2に示す。

本図は、縦軸に表3の分析項目1から20に対応する項目を示している。横軸には発起項目の時間を表している。図は各項目の時間帯での発起状態を示している。例を示すと、項目1に示す「教師の準備」は、授業開始(チャイムがなった)直後に数十秒間だけ発起することを示しているが、その後は授業終了時まで発起していない。項目2の「教師の口頭説明」は、教師の準備の発起が終了すると同時に発起し、しばらくして停止、また発起、停止を繰り返していることを示している。今回特に注目した雰囲気活発度(緊張度)は項目の17と18の間より出ている階段状のグラフによって示されている。今回の分析では表4から明らかなように緊張度は「やや強い」から「弱い」までの4段階となっている。図中の各授業時間での緊張度は、縦軸の上になるほど強い値を示している。

図2から雰囲気の変化と教師及び生徒の行動との関係についてみる。まず、緊張度が最も高いことを示す「やや強い」の時間帯が2箇所生じている。すなわち、授業が始まった直後と時間軸の7Dから9Dにかけてである。この時の教師の行動と生徒の

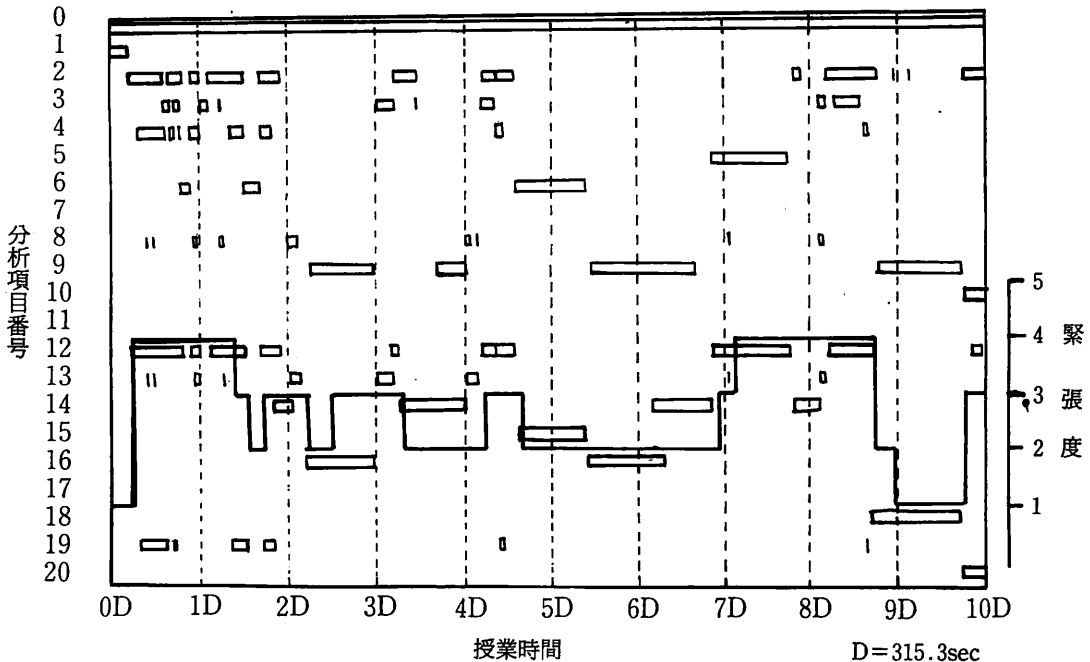


図2 授業分析グラフィック図

緊張度：1.弱い，2.やや弱い，3.普通，4.やや強い，5.強い

行動をみると、生徒の行為は「説明を聞く」と「発表」となっており、教師の行為としては「口頭説明」や「板書」が両方の共通な行動として発起している。このことから、生徒の緊張度が高いときは、教師の教授活動が主体となっていることを示している。その時間帯での生徒の行動は受動的行為状態にあり、自己学習力と関連する能動的学習に関する要素が少ないことを示している。

そこで、生徒の自己学習力と関連する能動的要素が最も強くなると考えられる緊張度の最も「弱い」時間帯をみる。図2から「弱い」は授業中において2箇所発起している。すなわち、授業開始直後と時間のほぼ9Dの時間帯となっている。この場合、前者は、授業は開始したが、まだ授業内容に入っておらず、教師が授業の準備を行っているときで、生徒は自分の席に着席はしていたものの、授業を受ける態勢に入っていない。すなわち、この時間帯は授業中というよりはまだ休み時間の延長といった雰囲気、生徒達は非常にリラックスしていた。後者での生徒の行動をみると、項目18の「パソコン操作」となっている。このときの教師の行動は、項目9の「机間巡視」であり、教師主体の教授活動は行われておらず、生徒が主体的能動的な活動を行っている。このことは生徒の行動が能動的であるとき、緊張度が

低くなるということを明らかにしたといえる。

コンピュータを使用した授業の特徴

コンピュータを授業に取り入れた授業の特徴をみるため、生徒の行動の「パソコン操作」の時間帯の直前についてみると、項目12の「説明を聞く」となっている。そのときの緊張度は「やや強い」となっている。その後、教師がパソコンを操作するように指示を出すと、緊張度は急激に低下し「弱い」に移行する。ただ、「パソコンの操作」に入っても、緊張度は直ちに「弱い」とならず、「やや弱い」の状態となっていた。これは「パソコンの操作」のはじめにおいて、生徒はプログラムの操作などに慣れておらず、周囲のグループの様子や操作方法などをうかがいながら、多少緊張して操作をしていたためと思われる。その後、プログラムなどの操作方法が理解できると、緊張度は「弱い」となり、各班とも積極的にパソコンを操作する行動がみられた。このことは、「パソコンの操作」のはじめにおいては、生徒はやや受動的行為を行っているが、慣れるにしたがって能動的態度となることを示している。

授業における自己学習力の育成

授業中において最も多かった生徒の緊張度は「や

や弱い」状態であることが示されている。すなわち緊張度が「やや弱い」状態が授業時間帯で5回生じている。そのときの生徒の行動や教師の行動は多様であるが、その中の授業時間4.5D～7Dに注目してみる。この時間帯の生徒の行動は、試験機での繊維方向の違いによる曲げ強度測定の実験であった。その間、教師の行動は机間巡視となっており、生徒主体の活動すなわち、生徒にとって能動的活動状態にあるといえる。しかし、緊張度は「やや弱い」という状態であり、前述したパソコンの操作を行っているときよりも緊張度が高い値を示している。これは、曲げ強度試験は各々の生徒に慣れないものであり、それなりの緊張があった結果を示しているものと思われる。これに対して、コンピュータの操作実習では比較的簡単なソフトウェアが使用され、日常的に使用する比較的身近な作品の製作を仮定し、なじみやすい数字（各人の体重）を用いた。したがって、コンピュータ操作に生徒が親しみやすかったため、緊張度が低くなったことが考えられる。また、実験前の説明における生徒の緊張度は「普通」となっており、他の場面での教師による説明の緊張度「やや強い」とは異なっている。これは、実習にかかわる説明の特徴を表したと考えられ、具体的な行動にかかわる説明は、生徒の緊張度を下げることが示しているといえる。このことは、生徒の授業への柔軟性を持った対応が推定され、創造的思考力の育成のために注目すべき点といえよう。

以上、生徒の緊張度変化と特徴について述べた。これらの結果は、同じ行動をしていても、必ずしも緊張の度合いが一致するとはいえないことを示している。しかし、実習等生徒の活動が主体となるとき、生徒の緊張度が低くなり、生徒の行動は能動的なものとなっている。また緊張度が高くなっているときには、「教師の説明」を聞いているなど、教師が主体となった活動を行っているときであり、受動的な行動であるといえる。これらの結果から、自己学習力の育成に有効な授業形態を推定できる。

授業の技術科教育的評価

技術科教育においては帰納法的学習方法⁵⁾を導入することが有効であり、そのためには、まず具体的、特殊的な事項（例えば実験、実習）から入ることが重要である。したがって、授業形態は実験や実習が中心となる。その結果、生徒自身が自ら進んで学習しようとする、つまり授業中生徒が能動的な行動をとり、「自己学習力」を育成することが重要となって

くる。今回は、木材加工領域の授業における生徒の緊張度を分析することによって、生徒の能動的行為の状況を捉えることを試みた。授業内容としては、実験と、演習的要素を含むコンピュータを用いた学習であった。この両者に対する生徒の対応を生徒の緊張度という点からみると、生徒はコンピュータを用いた実習において、緊張度がより低く、リラックスした状態で活動している。さらに、生徒の興味の場合もコンピュータの操作時に高いことが観察された。以上のことは、木材加工領域にコンピュータを導入することによって、生徒の緊張度を弱いものとし、能動的活動を活発にし、生徒自らが進んで授業に参加する傾向を示しているといえる。このことは、生徒の自己学習力の立場につながると考えられる。

なお、今回授業分析を行ったのは、木材加工領域にコンピュータを導入した場合であったが、今後は、木材加工領域でのさらに効果的なコンピュータの利用法や他の領域でのコンピュータの活用などについて研究を進めていく予定である。

さらに、今回の授業においては、作品の設計の段階に、コンピュータを導入した。その指導の際、生徒には、設計において考慮すべき必要事項、すなわち材料選択において、材料の特性、特に強度特性の考慮が必要なことを認識させている。このことは、日常的に使用される作品の設計はデザインのみに注目するのではなく、作品の機能性を考慮することが必要なことを教授することを示している。このような物の製作には、機能性に関連した科学的データの必要性を「考える」ことが重要であることを認識させるための支援的な手段として、コンピュータが有効であることを示したものと見える。さらに、本報で取り上げられた授業は、「情報基礎」領域の教育目標の基礎となっている「コンピュータの操作を通して、その役割と機能について理解させ……」²⁾の多くの部分を満たしているといえる。

総 括

本報では、技術科教育のうち、中学校技術・家庭の「木材加工」領域にコンピュータを導入することによる教育的効果について、コンピュータを用いた授業分析によって検討を加えた。その結果、以下のような点が明らかとなった。

- (1) 自己学習力と関連すると思われる生徒の緊張度に注目した授業分析によって、授業中における生徒の雰囲気活発度（緊張度）は、教師、生徒の授業活動の種類と関係することが明らかとなった。

- (2) 教師が主体的に教授活動を行っているとき、すなわち生徒の行動が受動的であるとき、生徒の緊張度が高いことが明らかとなった。一方、生徒が主体的に授業に参加するとき、すなわち、生徒の行動が能動的であるとき、緊張度が低いことが明らかとなった。
- (3) 本研究の対象とした授業には、生徒が主体的活動を行うものとして、コンピュータを用いた実習と強度にかかわる実験の2つが含まれている。これらを比較した場合、生徒の緊張度はコンピュータを用いた実習の方が低く、生徒はリラックスしていたことが明らかとなった。この理由として、コンピュータ教材に対応する興味や使用した数値が身近なものであったなどが考えられる。
- (4) コンピュータを用いた実習では、生徒が積極的にコンピュータを操作するという光景がみられ、技術科教育の目標である「自己学習力」の育成が、他の実験等と比較して高いことが明らかとなった。以上のことから、技術科教育の木材加工領域にコンピュータを教材として導入することは、生徒の緊張度を低下させ、リラックスした状態で授業に参加できることが明らかとなったといえる。また、生徒自らが学習しようとする意欲が授業においてみられ、「自己学習力」の育成に効果があることが推定され

た。さらに、技術科教育の中に、コンピュータをメディアとして導入することによって、情報基礎の目的である「コンピュータの操作等を通じて……」²⁾の多くの部分を満足するといえる。

本報では、木材加工領域にコンピュータを導入することの教育的効果について検討を行ったが、今後さらに技術科教育の中にコンピュータ教材を導入することの妥当性について検討を加えていく予定である。

最後に、本研究を遂行するにあたり、授業の観察等にご配慮いただいた益城町立木山中学校松本正文教諭、甲佐町立甲佐中学校糸山常利教諭をはじめとした諸氏に深く感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 教育課程審議会答申, 1987
- 2) 中学校 学習指導書, 技術・家庭編, 文部省, 1989
- 3) 小南光夫, 授業分析パソコンプログラム, 「技術科教育におけるパソコンの利用とその学習効果」, 昭和59年度文部省科学研究費一般研究(B)報告書(代表 盛政貞人), 49 (1985)
- 4) 細谷俊夫, 教育方法(岩波全書), 岩波, 1985, pp20~21
- 5) 吉本均編, 現代授業研究大事典, 明治図書, 1987, p178
- 6) J. P. Guilford, Creativity, Am. Psychologist, Vol. 5, 445 (1950)