

## 中学技術科教材のビデオ化による学習促進 効果について — 切削のしくみ —

### (2) 教材と授業の評価

倉島 敬治\*・佐藤 恭三\*\*・竹田 紀男\*\*\*

The Learning Facilitation Effects of the Videotaped  
Teaching-Materials in High School Technology Education:  
Evaluation of Teaching Materials

Keiji Kurashima, Kyozeo Sato, and Norio Takeda

The videotaped teaching materials relating to the cutting mechanism were presented as a trial in the classes and the difference in the learning facilitation was compared: static materials, like figures and pictures were compared with dynamic materials like videotaped records in order to obtain some data available for the teaching-material improvement.

Subjects were the first and first and second grade Junior High School students and the Engineering students of Technical Senior High School.

The results suggest that as compared with the static materials, the dynamic materials (VTR) are more effective in learning motivation than learning facilitation.

The authors have to further discuss the data obtained in the whole teaching process including the method of model presentation.

### 目 的

新しく開発された中学技術科教材——切削のしくみ——を授業で実際に使用し、生徒に木材や金属の切削機構がより理解し易くなったか、又、理解を深めることがどの程度促進されたかを評価、検討するのが、この報告(2)の目的である。

特に、切削過程をVTRのマクロ(顕微鏡)撮影により拡大、視覚化した動的教材と、図解、写真・スライド等の静的教材と比較した場合、生徒の学習効果がどのように変わるのかを検討し、そ

の結果、得られた情報を更に教材の改善、改良にフィードバックしようと評価を行った。

### 手 続 き

授業対象、教材の提示順序、評価法は次の表1の通り計画した。

評価テスト 授業の内容、提示教材別理解度、切削のしくみについての実際の理解程度(問題)、感想と要望、から構成され、授業終了時に全員無記名で記入して貰った。内容は次表の通り。

\* 岩手大学教育学部附属教育工学センター

\*\* 岩手大学教育学部技術科

\*\*\* 岩手大学教育学部附属中学校



図 1

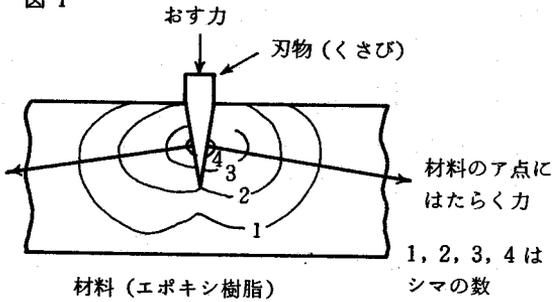
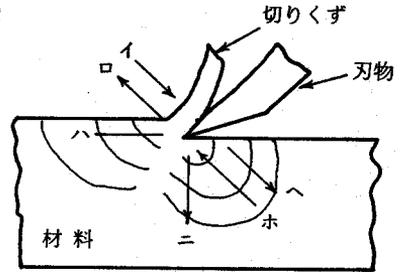
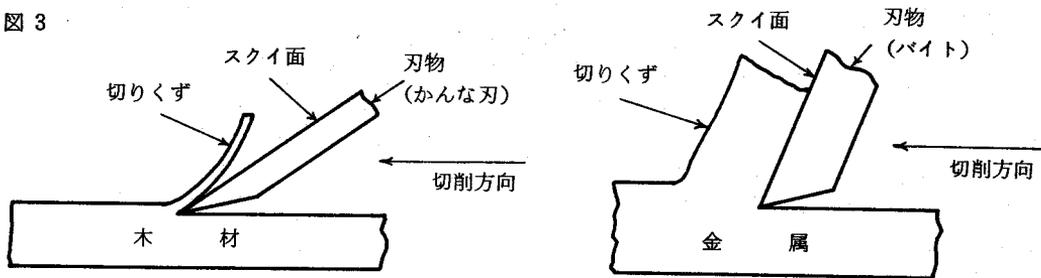


図 2



問 3 木材と金属の場合同じようにどんな方向に力がはたらいでいますか。矢印(←)で図3に記入してください。

図 3



問 4 何故その方向にはたらくとおもいますか。あてはまるものに○をつけてください。

- イ. 刃物の切る面(スクイ面)におよそ直角だから
- ロ. 切る方向と同じだから
- ハ. イロには関係ないから

4. 授業について感想と要望を書いてください。

試作した教材は、修正、改良のため岩手大学教育学部附属中学校で竹田紀男が担当し、授業を行いその結果更に手を加えていった。

授業者 協力校の技術科教諭

VTR教材、音入れ(音楽、ナレーション)はせず、VTR目次を作成しある程度の統一をはかったが、教師の自由度も確保しておいた。

### 結果と考察

授業はVTRに記録した時もあったが、教師が緊張するので中止した。それで主として評価テス

トによる学習促進(理解度)の効果について、配列順に従って報告する。

#### 1. 授業の内容について

全体的、総括的な内容についての理解度について自分の判断で回答したものであるが、次図の通りであった。(図1)

##### (1) 切削のしくみ

分布型はふつうを頂点にやや右寄りになっているが、促進効果があったとは言い難く、統計的にも有意差は認められない。各学年とも同型の分布を示し、高校ではいずれとも言えないふつうが最も多くなっている。理解度が増したとは主観的に

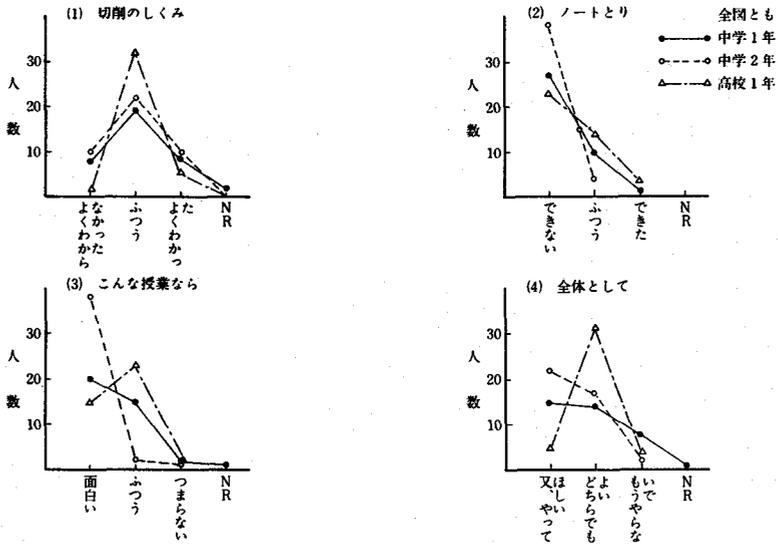


図1 授業の内容について

も受けとめられていない結果となった。

#### (2) ノートとり

一般に視聴覚教材の提示が多くなるとノートがとれなくなり、その為、学習内容の把持が悪くなる事が認められている。この教材による授業も生徒の筆記作業は殆ど出来なかったものと思われ各学年とも同様な傾向を示した。時間配分などに工夫が必要である。

#### (3) こんな授業なら

VTR教材を含んだ授業の学習促進効果は期待した程上がらなかったが、別の側面、学習への動機づけ効果はこの図を見る限り認められる。学習の成立と動機づけが両立すれば望ましい授業なのだが、動機づけ効果は中学生においてかなり高く高校生になるとふつうが最も多い山型分布となり動機づけ効果もそれ程強くなるようだ。

#### (4) 全体として

これも、傾向としては前図の分布型と同様なものとなり、高校生になると動機づけ効果は更に弱まっていることが判る。この動機づけ効果を高めるには音入れ(音楽, ナレーション)をすると良い……つまらないの理由に生徒自身が記載している。逆に、日常の技術科授業でこの種のVTR教

材が用いられていないので、新鮮な印象を与えているようで、高校になると多用されていてこの種の効果が減少しているとも考えられる。

#### 2. 提示教材の理解度

教材別に5段階評定をして貰い、尺度の等間隔性が保証されていないので、単純平均をして傾向が見られるように図示した。(図2)

同じ時間内に、説明だけ→黒板(図表)→スライド→テレビ→テレビとスライドの順に提示し、授業終了時に想起して回答するという方法をとった。レスポンスアナライザーを用いて、各教授法が終った時に即時に反応を求める方法と比べるとやや印象が薄れるという弱点はあるが、授業の流れが中断されないという利点はある。尺度の等間隔性が保証されていないことと、測定時点の即時性がないことを考慮して、おおよその傾向を知るための心理的内容分析にとどまっている。 $M = \frac{1}{n} \sum d(x_i - 3)$  で理解度ふつう=3を0点とし、単純加算平均を算出して図示してあるが、傾向ははっきり出ている。(図2)

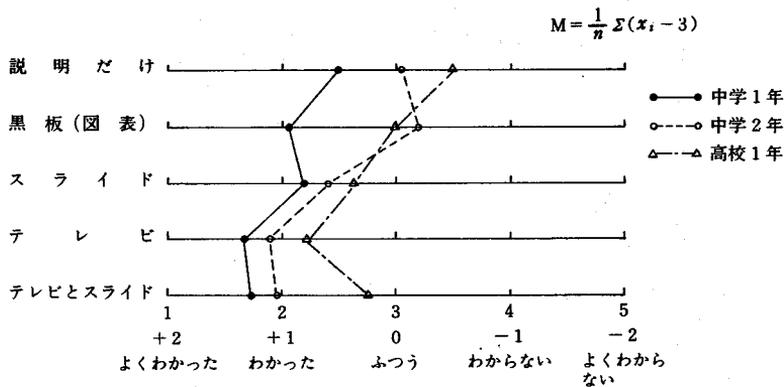


図2 提示教材別の理解度 (平均)

テレビ (VTR) を用いた授業についての心理的内容分析は、1 で述べたが、結果は必ずしも学習促進効果があるようにならなかったが、この提示教材別理解度では明らかにテレビだけ、テレビとスライド、が理解の促進に効果的なことを示している。この傾向は各学年とも共通しており、プロフィールは量的な差異は認められるにせよ、テレビだけが最も理解度が高く出ている。テレビ (VTR) がスライド併用時よりも高いのは、ビデオで静止、スローが鮮明に出るので、スライドの効果と同時に持ちうるためと考えられる。当初、併用時に最も高い学習効果 (理解度) を示すのではないかという仮説 (佐藤) はこのようなビデオの静止画像が得られる特性で代替えされたものと判断される。なお、統計的仮説検定は数値の持つ検定に耐える条件が揃わないので行わなかった。(せいぜい分布型の検定までで、尺度の精度から平均値の差の検定は無理と思われる。)

高校生が説明、黒板 (図表) で中学 1, 2 年生に比較して理解度が高いのは既習のためと工業高

校機械科所属で関連知識、技能をある程度持っているからと考えられる。

### 3. 切削のしくみについての実際の理解度

これまでは、主として学習者側の主観的、動機づけ (心理) 的理解度をみるという内容分析を行ってきたが、では実際に学習されているのかどうか、確認のための問題を出し、その学習の成立、定着率をみようとした。問題毎に結果を報告する。(表 3)

問題 1. 光弾性の場合、図 1 を見て、およそどれくらいの力が材料の A 点にはたらいていますか。

正解はロ (0.4) であるが、中学 2 年生が最も正解率が高く 71%、次が中学 1 年で 34%、高校 1 年が 18% と予想では高校 1 年が最も高いと思われていたが意外な結果になった。この力の大きさについてはその算出法は近似的数値計算にならざるを得ないが、専門家でも議論のあるところで、良く解釈すれば、高校生は知りすぎてかえって無回答や誤答が多くなったのではないとも言えるし素直にそのまま受け取れば理解していなかったの

表 3 光弾性の場合、はたらく力の大きさ

|        | イ. (0.1) | ロ. (0.4) | ハ. (1.0) | NR | 正答率 (%) |
|--------|----------|----------|----------|----|---------|
| 中学 1 年 | 23       | 13       | 1        | 1  | 34      |
| 中学 2 年 | 1        | 30       | 5        | 6  | 71      |
| 高校 1 年 | 8        | 7        | 13       | 12 | 18      |

だと言える。一般に、このようなベクトル計算を含む答えを要求するのは、中学高校段階では無理であるとされている。

問題2. 刃で切削する時に、図2を見て材料及び切りくずにはたらく力の方向はどちらでしょうか。(表4)

表4 材料及び切りくずにはたらく力の方向 (MA)

|      | イ | ㊦  | ハ | ニ  | ㊧  | へ  | NR | 正答率 (%) |    |
|------|---|----|---|----|----|----|----|---------|----|
|      |   |    |   |    |    |    |    | ㊦       | ㊧  |
| 中学1年 | 4 | 27 | 5 | 10 | 13 | 11 | 4  | 71      | 34 |
| 中学2年 | 3 | 32 | 9 | 6  | 29 | 8  | 1  | 76      | 69 |
| 高校1年 | 5 | 33 | 2 | 12 | 21 | 5  | 1  | 83      | 53 |

正答はロ、ホであるが、重複回答を許しているため、ロ、ホの正答率を算出して比較した。

ベクトルの力の大きさについては理解しにくいですが、方向についてはこの図表を見ても判るように理解度は向上している。力の大きさと方向の両者が確実に判って初めて学習が成立したと言えるのであるが、中学2年生がバランスよく学習されており、中学1年では力の方向がやや良く、高校生になると力の方向の方が著しく高く、力の大きさがかなり劣っている。これについては、今後、対象特性について追求、検討する必要があるが、今の段階では推測するしかない。更に誤答率がかなり高いので、正答率が高いと言っても、必ずしも

学習が正しく成立したとは言えない。誤答と正答との関連で分析する必要があるが、ここでは差し控える。

問題3. 木材と金属の場合、同じようにどんな方向に力がはたらいていますか。(←) 矢印で図3に記入してください。

更に理解度を掘り下げて調べるための設問で、図に記入する作業を付加した。問題1, 2で選択肢に応答する受身的なものから、能動的応答を要求するので、偶然に正答したかどうかチェックすることが出来る。多くの回答が記入されていたが正答及びそれに準ずるものとして表5の3つのパターン(表題)を採用した。(表5)

表5 木材と金属の場合、はたらく力の方向

| 学校   | 木 材  |    |   |   |    | 金 属    |    |   |   |    |        |
|------|------|----|---|---|----|--------|----|---|---|----|--------|
|      | 力の方向 |    |   |   | 計  | 正答率(%) |    |   |   | 計  | 正答率(%) |
| 中学1年 |      | 1  | 1 | 7 | 9  | 24     | 1  | 0 | 4 | 5  | 13     |
| 中学2年 |      | 13 | 2 | 5 | 20 | 47     | 11 | 3 | 4 | 18 | 43     |
| 高校1年 |      | 15 | . | 1 | 16 | 40     | 15 | . | . | 15 | 38     |

問題1, 2の正答率より低くなることが予想されたが、関係の深い問題2の正答率よりいずれの学年でも低下がみられた。かなり著しい低下率を示したのは中学1年、高校1年で、中学2年は最も低下率が少なかった。理解度もこの問題の水準まで正答すればかなり確かなものと考えられるがいずれの群でも50%を越えなかった。

この切削のしくみという単元の学習が難しいものであるという定評のあることから考えても、第1回目の授業での成果としてはもう少し正答率の高さが望まれるところである。

問題4. 何故その方向にはたらくと思いますか。あてはまるものに○をつけてください。

これは問題3で、それぞれ記入した矢印の裏付

けを更に追求し、選択肢であるが確認のために行った。

表6 木材と金属にはたらく力の方向（理由）

|      | イ. 切る面に直角 | ロ. 切る方向と同じ | ハ. イ,ロに関係ない | ニ. NR |
|------|-----------|------------|-------------|-------|
| 中学1年 | 13        | 15         | 5           | 5     |
| 中学2年 | 12        | 17         | 9           | 4     |
| 高校1年 | 16        | 15         | 6           | 3     |

正答は、イ. 切る面に直角、であるが、正答率はかなり低下している。問題3で正しく矢印の記入された者も、その理由となると誤ってしまうという食い違いが生じた。いろいろな角度からゆさぶりをかけて発問すると本当に学習し、理解したかとなると30~40%程度になってしまった。高校生が最も高いが、それ程目立って差違があるわけではなく、統計的にも有意差はない( $\chi^2=0.144 > p=0.1$ )。

学年進行によって学習効果が上昇するとは言えないが、逆に低学年、中学1年、2年には効果的な教材と言えるかも知れない。なお吟味検討が必要である。

#### 4. 授業についての感想と要望

新しく開発した教材を用いた授業についての感想はほぼ1の授業内容についてと同様な傾向を示している。ビデオ教材導入の動機づけの機能を歓迎するものが最も多く、学習(理解)のため役立ったというものがそれにつき、あとは教材の不備についての建設的意見が幾つかあった。要望については、感想に対応しており、面白かった、よかったからもう一度、どんどんビデオを取り入れて欲しい、説明よりよくわかった、などである。

従来の教授法に関連づける要望と教材そのものに対する注文があり、それは、音入れの要望で、音楽(心理的)を入れてというものから、ナレーション(説明)をきちんと入れて欲しいというものが特に高校生の方に多かった。理解度(学習促進)にどれ程効果をもつかは疑問ではあるが、教

師の説明がある程度、統一されて説明の差異からくる理解度の違いは少なくなろう。教材をして語らしめるといった教材優位の授業になり、教師の自由度が減り、個性も弱くなるおそれもあるが、これは是非完成、実現させたい。

#### 要 約

最近の到達度評価研究では、学習者の80~85%更には90~95%が目標行動(水準)に到達することを狙っているが、これから見れば、本研究の成果は到達度が50%未満であり、どう見ても成功したとは言えない。同時に標題の学習促進効果があったとは言いがたい。これについては、教材開発者授業者、授業研究者とも今後の研究方向の検討課題として認識している。

新課程、新指導要領では、この木材加工、金属加工における切削については1年次に習得するようになっている。

切削機構の基本的理解を切削のしくみという原理的教材を作成し、学習の成立、理解の深化を狙ったことは、企業内教育がどちらかという技能訓練に傾いている今日、学校教育では適切で妥当なものと考えられる。

新課程では、家庭・技術とも男女共習で必修になったことも考慮するこの種の教材の作成が、今後とも望まれ、そのための作成モデルとなりうるだろうと考えた。他の教科内容、例えば理科、中学1年では第1分野、(2)カア、力のはたらき~

ウ. 圧力 が扱われているが、ベクトルの基礎的内容、力の大きさ、方向を矢印で示す などは、この切削のしくみのビデオ教材は内的関連を持っているので、学習困難とは考えられない。

われわれは、次のような課題を要約設定した。

1) 教材そのものの改良, 工夫。光弾性素材のビデオ映像のより鮮明化をはかる。

2) 図2, 3で刃の押す力の方向は判り易いが刃がひっぱる力の方向が判り難いので、この問題を解決する方法を見出す。

3) 切削の運動は手動による低速状態であったが、高速切削についてもビデオ化をはかる。

4) 音入れ。音楽はともかく、ナレーション(説明)を簡潔明瞭に入れることで、どの程度、学習の効果があがるか試行する。

5) 学習到達度を少なくとも、動機づけ効果の比率まであげるよう、教授法、教材の提示法を改善していく。

例えば、ビデオ教材「切削のしくみ」の配列はル・レッジ法になっていて、原理(Rule)をまず光弾性素材で提示し、その後木材、金属の切削を配列し、学習者が法則を応用、般化することを期待していた。これを逆転し、レッジ・ル法で、木材、金属の切削状態を先に提示し、切削のマクロでの有様を観察し、その面白さ、不思議さをまず肉眼で見て、それではどのようなしくみになっているのか、力の方向、大きさなどを含めて、疑問と期待を持つようになってから、光弾性素材に入るように配列する。同じ教材でも、VTRの操作(フリーアクセス)を用いて提示順序は容易に変えられるので、すぐに試すことが出来る。

今回は新開発の教材 → 試行改良 → 実験授業 → 評価 → 教材の改良 → ……というサイクルの第1回目の報告である。

昨年3月にセンター施設が竣工し、最初に開発された映像教材がこの教材で、実際に授業で使ってみて、それを分析・検討し更に発展させるという循環が出来たことは、大変意味あるものと思われる。

われは考えている。

おわりに、授業を引き受けて下さった、厨川中学校 岸 正昭、上田中学校 三浦壮六、盛岡工業高校 大鷹正治、山口宏四郎、文献7, 8の提供と助言を受けた小野寺三夫教授、その他御協力戴いた先生方、生徒諸君、教材の整備運搬操作をして載いたセンター職員伊東秀光さんに深く感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

1. 佐藤恭三・倉島教治, 中学校技術科教材のビデオ化による学習促進効果 切削のしくみ 第15回国立大学教育工学センター研究協議会研究発表論文集 B-6 (1979)。
2. 清原道寿, 中学校技術科教育法, 国土社, 1971.
3. 元木健, 技術教育の方法論, 開隆堂, 1973.
4. Bloom, B. S., Hastings, J. T., Madaus, G. F. (梶田叡一ほか訳)。教育評価ハンドブック, 学習評価ハンドブック(上・下)。第一法規, 1973.
5. 梶田叡一・植田稔編著, 形成的評価による完全習得学習, 明治図書, 1976.
6. 秋山隆志郎, テレビ教育における効果研究, 日本教育工学雑誌 Vol. 2 (1), P 36~42. 1977.
7. 教員養成大学・学部教官研究会技術科教育部会編, 技術科教育の研究, 第一法規 1978.
8. 日本産業技術教育学会誌 同学会発行 Vol. 15~Vol. 21 (1973~1979)。