

技術・家庭科におけるボール盤作業を題材とした マルチメディア教材の作成と活用

Development and Practical Use of Multi Media Teaching Material
on Drilling Machine Working at Industrial Arts and Home Making Subject

山本 利一/牧野 亮哉

日本教育情報学会誌「教育情報研究」
第12巻第2号 1996, p.33-39 別刷

技術・家庭科におけるボール盤作業を題材とした マルチメディア教材の作成と活用

Development and Practical Use of Multi Media Teaching Material
on Drilling Machine Working at Industrial Arts and Home Making Subject

山本 利一^{*1} / 牧野 亮哉^{*2}

中学校「技術・家庭科」における学習ソフトを、マルチメディアプレゼンテーションソフトウェア“Authorware Professional Ver2.0” (Macromedia社) を利用して作成し授業で活用した。題材として中学校で最も多く使用されている工作機械であるボール盤を選び、各種作業内容を文字、静止画、動画および音声による説明で行っている。そのソフトを中学生、技術科免許外教科担任教師に利用してもらい、その反応を調べた。全ての対象者において、学習内容について高い理解が得られた。

<キーワード>マルチメディア, CAI, 教育用ソフト, 教材・教具, ボール盤

1. はじめに

中学校「技術・家庭科」で学習する工作機械の中で、ボール盤は最も利用頻度の高い機械である。しかし、その操作方法を一つ間違えると大きなけがの原因となる。筆者(*1)の前任校(福井市明倫中学校)でも、一番けがの多い工作機械は、ボール盤であった。特に切りこの処理や材料の固定は、基本的知識がないと簡単に扱われやすい指導内容で、事故の原因となる。

また、近年生徒数の減少に伴って、中学校の技術科

担任教師の人数が2名から1名に減少している学校が増加している(福井市内の大規模校)。そのため1年生の木材加工などは、技術科の免許を持たない教師が担当することが多くなってきている。このようなときに注意しなくてはならないことは、学習指導と共に実習中の安全指導である。以上のことを踏まえ、ボール盤を適切に使用するためのCAIマルチメディア教材の作成を試みた。

2. CAIソフトの作成手順⁽¹⁾

今回、使用したソフト“Authorware Professional”による教材作成の手順を記す。まず、図1に示すようなアイコンパレット上にある各種アイコンの中から、所要のアイコンを図2に示すようなデザインウィンドウ

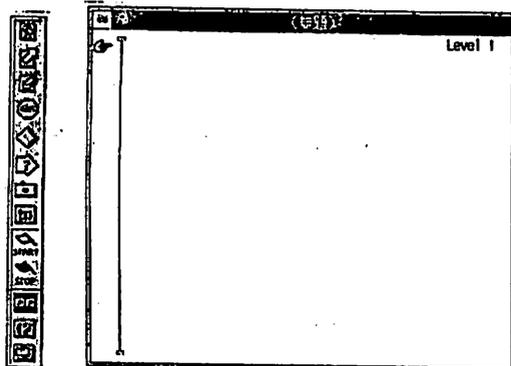


図1 アイコンパレット 図2 デザインウィンドウとフローライン

論文受理日：1996年10月11日

*1 YAMAMOTO, Toshikazu：福井県教育研究所 (〒910 福井県福井市福新町2505)

*2 MAKINO, Ryoya：福井大学教育学部 (〒910 福井県福井市文京3-9-1)

にあるライン（フローライン）上にドラックする。必要に応じて、ドラッグしたアイコンに名前を付け、次にそのアイコンをダブルクリックする。するとここで、テキストやグラフィックを描くためのプレゼンテーションウィンドウや、各種条件設定などのためのダイアログボックスなどが表示される。このプレゼンテーションウィンドウに学習内容を作り込んでコースを作成するものである。そのため、コンピュータの知識があまりない者でも、このソフトを利用すると比較的容易にCAIマルチメディアソフトを作成できる（今回作成した教材のフローラインを図3に示す）。

今回使用したハードウェア、ソフトウェアの一覧を示す。

- ・ パーソナルコンピュータ：NEC PC-9821Xs, CPU 486 (66MHz), メモリ 24MB
- ・ 高解像度モニタ：(17インチ, 1024×768 256色 16ドットで使用)
- ・ デジタルカメラ：カシオ QV-10
- ・ OS：Microsoft Windows Ver.3.1
- ・ コース作成ソフト：Authorware Professional Ver.2.0 for Windows (Macromedia社)
- ・ ビデオ取り込み・編集用ソフト：Video for Windows
- ・ 作図ソフト：花子 Ver.3.1

3. 作成上の留意点

(1) 目的的分析および学習順序

CAIソフトを作成するときには、特に注意すべきいくつかのポイントがある。一番最初に考慮することは、作成するCAIソフトは、どのような対象者が利用するかを明確にすることである。また、どのような学習形態で利用するか、学習内容を定着させる上でこのCAIソフトがどの段階（導入、展開、まとめ、確認）で使用するかを十分検討する必要がある。以上のような基本的目的を分析した後、コースウェア（シナリオ）の設計に入らなくてはならない。本ソフト教材は、中学校の1年生を対象とし、班ごとに利用する学習形態を取り、「木材加工」の作品製作の中でボール盤を使用することを想定して作成した。

つぎに、学習の順序であるが、初めて使用する場合は、教師側の指導手順に沿って学習するように作成してあるが、2回目からの使用においては、学習者自身の学習したい項目へ分岐できるように工夫してある（コースアウトラインを表1に示す）。

(2) 画面作成上の注意^{[2][3]}

①安易に色を使わない

1画面に、多くの色が使われているCAIソフト

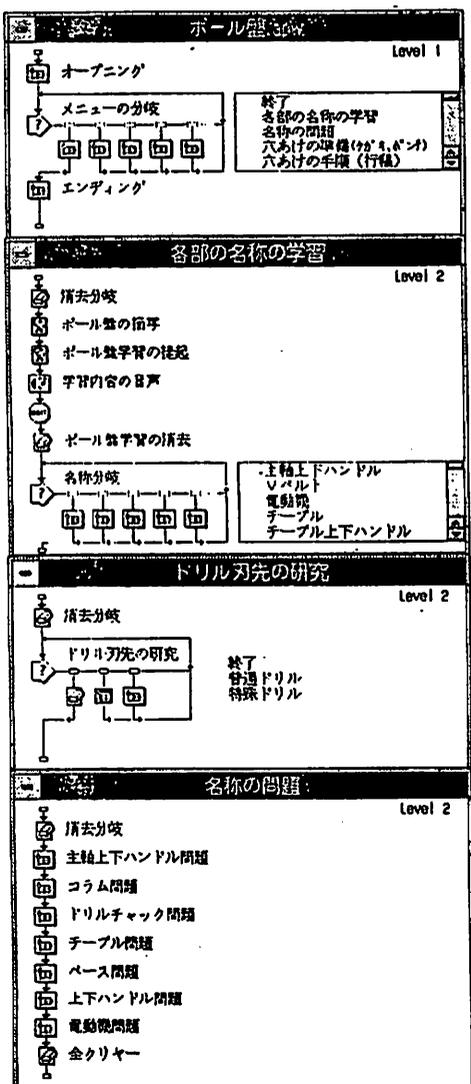


図3 本教材のフローチャート

表1 コースアウトライン

オープニング 音声とアニメーションによる学習課題の提示

学習内容選択メニュー は選択肢として表示されます

- 各部名称の学習** (ボール盤の写真を利用せずイラストでの学習)
 - 主軸上下用ハンドル
 - 電動機
 - コラム
 - テーブル
 - テーブル締め付け用ハンドル
 - ベース
 - ドリルチャック
- 名称の問題** (ボール盤の写真を利用して名称の確認をする。課題提示の順番が定まっている)
 - ✓ 主軸上下用ハンドル
 - ✓ 電動機
 - ✓ コラム
 - ✓ テーブル
 - ✓ テーブル締め付け用ハンドル
 - ✓ ベース
 - ✓ ドリルチャック
- 穴あけの準備** (文字と音声による説明)
 - けがきをする
 - ポンチによる印づけ
 - 機械万力への取り付け
 - まわり止めや、Cクランプによる固定
- 穴あけの手順** (説明→音声による説明→VTRによる説明 説明を段階に分けて学習の定着を図っている)
 - 材料の固定
 - ドリルチャックにドリルを確実に取付ける
 - 使いやすい高さにテーブルを調節する
 - ドリル先端が穴に合うようにしてスイッチを入れる
 - ゆっくりと主軸を下げ、穴あけをする
 - あけ終わったら、静かにドリルを引き上げ、スイッチを切る
 - 裏側に出たかえりを、鉄鋼ヤスリで削り取るによる
- 安全指導致** (文字と音声による説明)
 - ドリルを取り付けたら、必ずドリルチャックをはずす
 - 回転中には、顔や手を近づけない
 - 切りこは、回転を止めてブラシで掃除する
 - 作業中、振動や異常音が発生したら、送りハンドルを戻し、スイッチを切る
 - 材料は機械万力等で、しっかり固定する
- ドリル刃先の研究**
 - 普通ドリル (工業高校生、大学生対象の項目)
 - ランドの縁 (ランド幅)
 - 刃先の逃げ
 - みぞ
 - 逃げ面
 - 切れ刃
 - ねじれ角 20~30
 - 逃げ角 12~15度
 - 先端角 118度
 - マージン (マージン幅)
 - チゼル角
 - ドリル先端の仕組み
 - 特殊ドリル (文字、音声、動画による説明)
 - 木工用特殊ドリル
 - 割れが生じない理由
 - 自作VTR
 - 木工用特殊ドリル
- 潤滑油の働き** (工業高校生、大学生対象の項目)
 - 摩擦熱を減らす
 - 刃物の磨耗を減らす
 - なめらかな切削面に仕上げる
- 作業内容** (工業高校生、大学生対象の項目)
 - きりもみ
 - リーマ通
 - ねじ切り
 - 座ぐり
 - さらもみ
- 終了** 音声とアニメーションによるエンディング

を見ることがある。注意すべき内容は赤、メッセージは黄色、・・・のように機能ごとの意味を付けて使うことは分かるが、1画面に多くの色を表示する画面が続くと、学習者は色情報の意味が分からなくなる。その結果、強調したい時に色が使えなくなる恐れがある。大切なことは、表示して伝えたい内容が学習者に意図どおりに伝わるか否かである。その意味で、色の使い方には工夫が必要である。本ソフトにおける色使い分けの例を示す。

- ・キーワード：赤、(ただし、図中にある場合：黒文字に肌色のバックで表現)
- ・学習を定着させたい内容：黒文字に肌色のバックで表現
- ・正答：水色
- ・不正解：マゼンタ

以上の5色であるが、通常の1画面は3色までにしている(通常画面の文字色は2色)。

②文字サイズ、フォントの利用

画面に利用する色と同様に、文字サイズ、フォントも限定すべきである。画面のバランスにとらわれるだけでなく、強調したいときに用いるサイズとフォント、説明文のサイズとフォント、図式の中に入る文字のサイズとフォントの3種類程度を、適切な意味を持たせて利用すべきである。本ソフトにおける使い分けの例を示す。

- ・表題：24ポイント FAゴシック
- ・基本的単語：20ポイント FAゴシック
- ・説明文、図中の文字：16ポイント FAゴシック

以上の3種類を用い、フォントは変更していない(説明文は、明朝体に変更しても良いと考える)。

③マルチメディアデータ(イメージデータ、動画データ、音声データなどを、以後マルチメディアデータと呼ぶ)の取り扱い方

マルチメディアデータは大容量の記憶媒体を必要

とする。ハードディスクの無い環境では、フロッピーディスク2枚までが記憶媒体の最大限であり、ハードディスクにも限りがある。このようなハード的な制限も頭に入れて作成しなくてはならない。また、マルチメディアデータは、学習者に対して印象が強く、学習効果を上げることが期待ができる。しかし反面、その他の情報の印象が弱くなり、本来伝えたい情報を伝えられなくなる恐れがある。つまり、学習者に伝えたい内容のみを、マルチメディアデータで作成して提示する必要がある。本ソフト教材の例を以下に示す。

- ・「各部名称の学習」には、マルチメディアデータを用いず、ボール盤の略図で各部名称を提示する。各部名称の役割や働きは、確実に定着させたいので、音声と文字による提示を行っている。
- ・「各部名称の確認問題」は、ボール盤の写真(イメージデータ)を利用し、最初の図解説明を実物イメージに合わせて確認させている。
- ・「下穴の準備」は、手順(フレームの順序)に従って文字と音声による説明をしている。
- ・「穴あけの手順」は、最も大切な学習内容であるので、最初に文字と音声による説明を行い、確認の意味とより高い学習内容の定着をはかって、動画(VTR)による説明を入れている(写真1)。
- ・「安全に作業を進める方法」は、穴あけの手順の時にも簡単に説明してあるが、さらにフレームの



写真1 動画と文字による説明

順序に従って、文字と音声による説明をしている。

- ・「ドリル刃先の研究」は、普通ドリルと、特殊ドリル（普通ドリルの特殊ドリルの比較の学習内容も含んでいる）に分けてコースを組んであり、特殊ドリルについては、本ソフトの学習（中学1年生を対象として、木材加工で利用する）の中心であるので、最初に文字と音声による説明を行い、確認の意味とより高い学習内容の定着をはかって、動画（VTR）による説明を入れている。普通ドリルについては、主に工業高校生や大学生を対象の内容にしてある。刃先角 118° の一般鋼材用のドリルの、「各部名称」、「切削原理」の文字と図による説明を学習者の興味によって選択できるように作成してある。
- ・「潤滑油の役割」は、主に工業高校生や大学生を対象としているので、文字と図による説明で行い、音声や動画による説明はあえて避けている。
- ・「作業内容」（ボール盤で可能な加工作業）については、主に工業高校生や大学生対象なので、文字による説明を順次に提示しているだけである。

4. 学習のポイント

今回開発したCAIソフトは、中学校の1年生を対象の中心として（工業高校生や大学生を対象とした穴あけの仕組みを調べる内容も含んでいる）作成した。このCAIソフトで特に押さえない内容は、「穴あけの下準備」、「穴あけの手順」、「ボール盤の安全な使用方法」である。また、対象者が木材加工の学習中に利用することを踏まえて、普通ドリル（図4、5）と特殊ドリルの構造（図6）の比較をこのソフトの学習のポイントとした。ドリルの直径がある程度大きくなると、板材の裏面にささくれが生じる（写真2）。この現象を防ぐために、下板（あて木）を当てて穴あけをする必要がある。材料が薄いと、あて木を当ててもささくれが生じる。そのために外周部から削り落とすことができる、三つ目状の特殊ドリルが必要であること

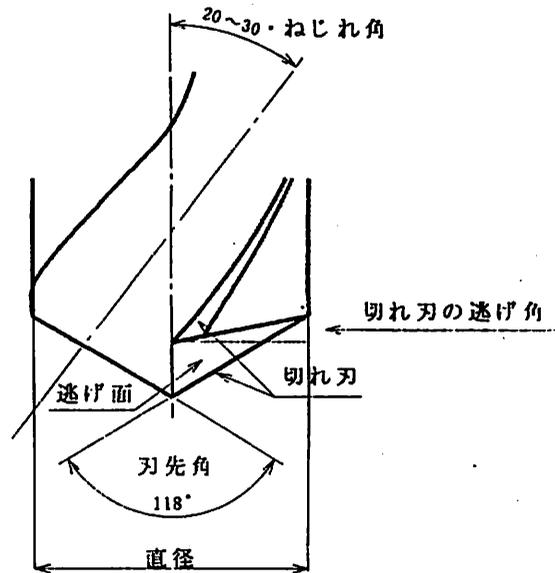


図4 普通ドリルの名称 (No.1)

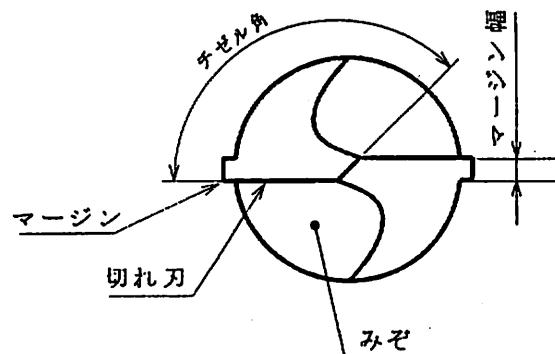


図5 普通ドリルの名称 (No.2)

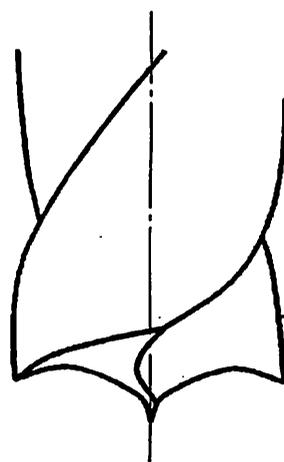


図6 特殊ドリルの形状

を学ばせたいと考えている。以上の学習の中心になる箇所は、VTR（動画）や音声による説明を使用し、

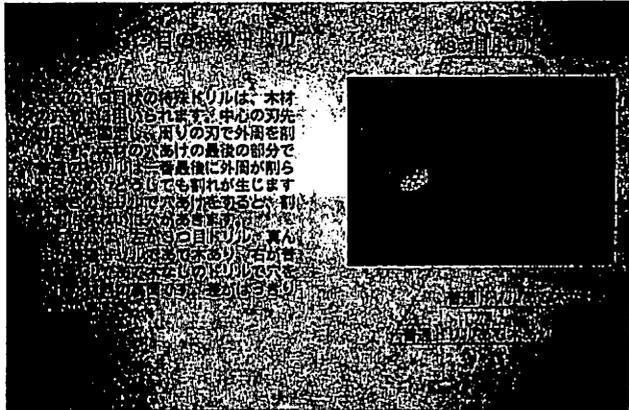


写真2 各種条件での穴あけ結果を示す教材画面

他の学習内容に対して重み付けを行っている。

本来は視覚から入った活字情報を、学習者自身が能動的に頭で整理することが望ましいと考える。そのためVTRや音声は、その内容の確認と学習内容のより高い定着を図るために用いている。

5. 授業実施結果

(1) 技術科免許外担任教師に対するの実践結果

1996年5月に福井県内における、技術科の免許外教科担任教師12名に対して本ソフトを用いてボール盤操作の研修を実施した。学習形態は、1人1台のコンピュータで各自のペースで学習を行い、アンケートを実施した。このアンケートから、学習内容に関する質問は高い理解率を示した。特に、「穴あけの作業手順」と「特殊ドリル」については、動画による説明が入っているため、分かりやすいと評判が良かった。しかし、VTRの画面が小さいことや、動きが不自然（1秒間に2コマ）であることなどの指摘もあった。アンケート結果を図7に示す。

(2) 中学生に対する授業実践結果

1996年6月、福井市社中学校の1年2組、4組の生徒74人を対象に授業実践を行った。学習形態は、4人から5人で1班を作り、コンピュータに向かって各自のペースで学習するものである。生徒たちは、釘の下穴

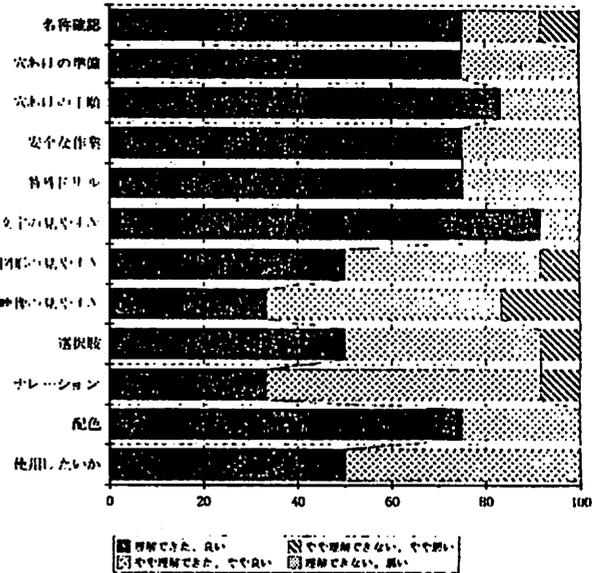


図7 免許外担任教師に対するアンケート結果

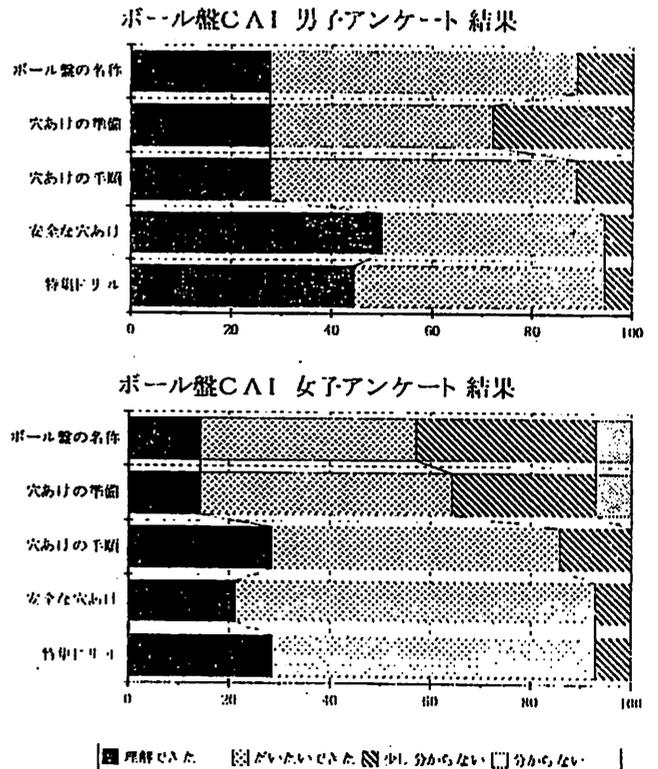


図8 授業実践におけるアンケート結果

や、引き出しの取っ手を取り付けるためにボール盤を使用する。そのために本ソフト教材で、木材加工の授業では必要性が薄い学習内容は省略するように指示

して学習を進めさせた。アンケート結果(図8)から、学習内容に高い理解率を示している。本教材ソフトの使った感想からは、「音がでるのがすごい。」「TV(VTR)のように画面が動くのでよく分かった。」「クイズみたいだ。」「早くボール盤を使ってみたい。」と好評の意見が多かった。しかし、免許外担任教師同様に「画面が見にくい。」「VTRの動きがガタガタしている。」「ナレーションの音が聞き取りにくい。」などの、ソフト作成上の問題点を指摘する声もあった。

6. おわりに

今回のCAIマルチメディア教材を作成するにあたっては、マルチメディアプレゼンテーション用ソフト“Authorware Professional Ver.2.0”を利用した。このソフトはマルチメディアに対応しており、GUI環境でコースが組めるものである。しかし、動画やフルカラーのデータをむやみに使うと、ソフトの容量が大きくなり、MOやCD-ROM等へ書き込まなくてはならないようになる(本ソフトは約18MB、映像ファイルは圧縮して約10MB、合計26MB)。現在の中学校のコンピュータ設備を考えると、まだフロッピーで利用する手段が一般的であるので、そのことも十分にふまえる必要がある。また、動画やフルカラーの静止画は生徒の目にも印象深く残るため、学習内容を定着させることに適したものである。しかし、その反面活字での情報を軽視する恐れがある。現に試作したCAIマルチメディア教材を生徒に利用させた結果は、動画に目がいき、活字での情報提示の時は、次の画面に行きたがる傾向を示した。また、音声による説明は、活字を

読まずに耳からの情報収集となり、学習者自身が受動的に学習内容を受けの傾向があるので、この使い方も十分な検討が必要である。テキスト画面の文字の大きさ、色の使い分けについても十分な検討がなされなくては、ただきれいな画面を見るだけで終わってしまう。このことについては、過去にCAIソフトを作成した教師からの反省でも同意見が多く見られる。このことも含めて、ソフトの開発には、コースアウトラインの設計、表示画面の効果を十分検討して作成する必要があると考える。

今後の課題として、CPU、解像度などのいろいろな理由から、VTR映像の取り込み時にいくつかのフレームが脱落して、スムーズな動きとして再生できなかったことが挙げられる。また、映像と同時に取り込んだ音声の音質が落ちたり、別々に取り込んだ映像と音声を同時に再生しても、音質が落ちたりしたことも挙げられる。1996年3月に“Authorware Professional”はバージョンアップされ機能が向上した。この新機能を生かして、さらに使いやすいソフトへと改善していきたいと考える。

参考文献

- [1] Macromedia社(1994)：Authorware Professional Ver.2.0 for Windows ユーザーズマニュアル
- [2] 堀口秀嗣(1988)：学習ソフトとコースウェア，教育と情報，No.368，pp.8-14
- [3] 山崎正吉他(1990)：CRTの背景色と文字の色が課題遂行に及ぼす影響，北海道教育大学付属教育実践センター紀要，No.9，pp.11-18