

五感を通して“安全作業”を指導するマルチメディア教材の開発

A development of the multimedia teaching materials to teach
"Safety Practice" to through the five senses

中澤 剛、田中 好一、伊澤 悟、井手尾 光臣
矢島 直樹、木下 淳、原田 隆介

Tsuyoshi NAKAZAWA, Koiti TANAKA, Satoru IZAWA, Mitsuomi IDEO,
Naoki YAZIMA, Jyun KINOSHITA, Takayuki HARADA

1. はじめに

本校、ものづくり教育研究センターでは、機械工作実習や学生実験における学生指導をはじめ、卒業研究などに関する実験装置の製作から、テレビなどで取り上げられるロボットコンテスト用の部品製作まで、幅広い分野において教育と研究を行っている。特に“ものづくり”を意識しながら、時代の進歩に適応できる実践的な技術者の育成を目標としている。

“ものづくり”などの実体験型の工学・技術教育において“安全”は最優先のキーワードである。これまで、本校を含めたほとんどの大学や高専の安全教育は、“テキスト冊子”によるオリエンテーションとして年度当初などの時期に実施されてきた。しかし、テキスト冊子では伝えられる内容に限界があり、その場限りの指導となってしまうがちであった。

また、ものづくりの経験がほとんど無い入学生が増えてきており、学生の基礎的な技術力が年々低下してきていると感じられる。図1に、本校機械工学科の06年度新入生（40名）を対象に行った実態調査の結果を示す。学生の回答をしてみると、入学前にもものづくりを行った記憶がほとんど無い学生が約35%、学校の授業で経験した程度と回答した学生も35%もあり、学生の経験不足が伺える。ものづくりの経験が浅い学生達にとって、入学後の機械工作実習などで使用する様々な工作機械はまさに未知の存在であり、より綿密な安全指導が必要とされている。

2. 研究の目的

本校で実施している機械工作実習の様子を図2に示す。本研究では、このような機械工作の実習指導において、テキスト依存型の安全教育を一新

質問事項

①入学前の“ものづくり”経験

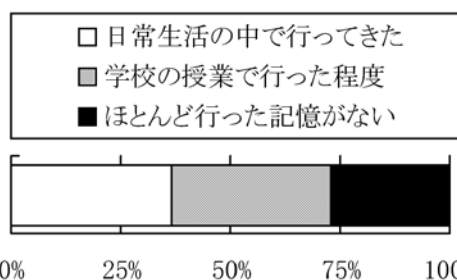


図1 ものづくりの経験(機械科新入生)



図2 機械工作の実習指導

し、ものづくりの経験が少ない学生にきめ細かい安全指導を行うため、ネットワークを介していつでも安全な作業方法を学習できる“安全教育システム”の開発を目的とした。具体的には、動画を中心に音声や静止画といった、視覚・聴覚など“五感”に訴える情報で構成された安全教材を開発し、ネットワーク経由で授業や学生の自主学習に利用できるようにした。

3. 研究の方法

本校では、“機械工作実習Ⅰ～Ⅲ”で、機械工学科の1～3年生に様々な工作機械の作業方法を学習させており、本教材はこの授業への導入を念頭

に開発した。機械工作実習は、毎週約3時間の通年授業であり、1学年約40人の学生は5グループに分かれ、各指導員が担当する5つの作業テーマを、ローテーションして学習する。学生8人に対し1人の指導員という計算になるが、指導者は説明時に、自分で機械を動かしながら説明しなければならず、指導が行き届かない点も出てくる。

また、授業の予習やレポート作成は図3に示したような、文字やイラスト中心のテキスト冊子を与えて行わせているが、機械工作作業において重要な“音”や“動き”といった、五感で感じ取るべき情報を学習するには限界がある。

実際の工作作業においては、機械や材料の音や動きから危険を察知することが重要になってくるが、文字やイラストでこのような内容を伝えるのは難しい。

3. その他の設備の作業

ものづくりセンターは、学内の共通設備であり、使用頻度が高く、さらに不特定多数が使用するため、点検・保全を怠ると事故・災害の要因を作ることになる。使用前・使用後の十分な安全点検が重要である。

3-1. ボール盤による作業

- 1) 手袋等は絶対に使用しない。(巻きこまれるおそれあり)
- 2) スリーブ等にゴミや傷がついてないか、ドリルの締め付けは完全か。(チャックハンドルの外し忘れに注意)
- 3) 工作物の固定は完全か。
- 4) 切りくずの除去に際し、手やウエスで行わずブラシ等で行い巻き込まれよう注意する。
- 5) 切りくずが眼に入らぬよう注意する。(切りくずが眼に入ってしまった時には、絶対にこすらないこと)



図3 文字を中心とした安全テキストの一例

そこで、作業のポイントを学生に効果的に説明するため、学生がいつでも音声や動画を使って安全な機械工作作業を学習できる教材を開発することにした。

さらに、この教材はネットワークを使って、いつでもどこからでも自由に利用できるようにした。機械工作実習を行っている“ものづくりセンター(実習場)”には無線LANネットワークを構築することで、授業中でいつでも説明用に教材を使用できるようにし、学生が自宅学習を行う際には、インターネットから教材にアクセスし利用できるようにした。

また、授業以外の卒業研究やロボットコンテストなどの課外活動において学生が機械工作を行う際にも、教材を利用して機械工作実習で学習した内容を再確認できるようにした。

4. 研究の内容

4.1 ボール盤

本校の機械工作実習では、様々な機械を使った工作作業について指導しているが、本研究ではその中でも新入生が最初に学習する工作機械のひとつである“ボール盤”について、教材を開発することにした。

図4にボール盤の写真を示す。ボール盤とはド



図4 ボール盤

リルを使って金属に穴を開ける基本的な機械で、機械工作実習はもちろんのこと、卒業研究や課外活動などで学生の使用頻度が最も高い機械のひとつである。同時に、ボール盤は、ドリルをむき出しにしたまま高速で回転させて使用する非常に危険な工作機械であり、ちょっとした作業の手違いや不注意で大きな事故につながるため、本教材を開発する意義は大きい。

4.2 教材の構成

まず、本校のこれまでの指導内容をもとに、ボール盤作業に関する文献などを調査し¹⁾、本教材で取り上げるべき内容を明確にしてまとめた。ボール盤の安全作業に関して指導すべき内容を表1に示す。本教材は学生に基本的な注意事項とボール盤の構造について理解させてから、安全な作業方法を習得させるため、

1. ボール盤作業の安全と服装
2. ボール盤の構造
3. 作業手順

の3部構成とした。さらに、2.ボール盤の構造は①～⑥、3.作業手順は①～⑩の指導項目に分かれる。これら合計17の指導項目について、音声や動画など五感に訴える情報からなる教材を作成した。教材の一例を図5に示す。

この教材では、機械の動かし方、金属板を削る時のドリルの動きなど、作業現場ではなかなかじっくり見られないところを、詳細に、かつクローズアップ動画でじっくりと観察できるようになっている。図5では、金属を削る際に、どのように内側が削れているのか、実写の脇に画像を表示して板の内部の様子を明確に示しながら音声で解説している。他にも、材料がドリルを貫通した瞬間にどのような力が働くのかといった説明をアニメーションで図解するなど、実写とアニメを組み合わせ、学生が実際の作業を目で見て、耳で聞き取りながら安全な作業方法を学習できるようになっている。

4.3 教材の作成手順

まずデジタルビデオカメラで作業の様子を撮影し、Video Studioで編集と説明に必要な画像・音声の追加を行った。また、穴の内部など撮影困難な部分については、Macromedia Flashで説明用アニメを作成している。最後に、完成した教材をホームページビルダーで、ネットワーク上に公開できる形にまとめた。完成した教材を図6に示す。

5. 研究の経過

2006年10月の段階で、教材と運用するためのネットワークシステムがほぼ完成したので、機械工学科1年生を対象とした“機械工作実習Ⅰ”に本教材を導入した。作業の前・後で、教材をスクリーンに投影しながら説明を行い、これまで説明不足になりがちだった内容についても、拡大された動画やアニメを使ってわかりやすく説明することができるようになった。

さらに、授業後は、学生が自宅から教材にアクセスし、作業の様子を再確認しながら復習とレポート作成が行えるようになった。教材を使用した授業の様子を図7に示す。

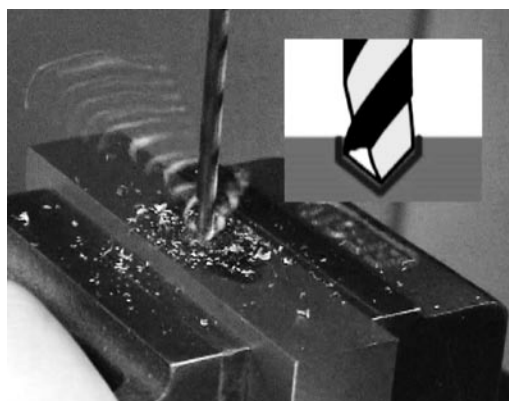


図5 製作した教材の一例



図6 完成した教材



図7 授業の様子

さらに、2007年度からは、機械工学科の1年生を対象とした機械工作実習のオリエンテーションでも本教材を使用している。

6. 教材の効果についての調査

本教材の授業への導入に伴い、教材視聴の事前・事後テストおよびアンケート調査を実施し、

表1 ボール盤作業の指導内容分析

指導項目	安全作業に関する主な指導事項
1. ボール盤作業の安全と服装	<ul style="list-style-type: none"> • 安全な服装をする • 帽子・作業着等をしっかり着用する • 軍手は使用しない • ドリルへの巻き込まれに注意
2. ボール盤の構造	<ul style="list-style-type: none"> • ベルトを使った動力伝達機構を理解する • ベルトによる変速機構を理解する
①ベルト(動力伝達機構)	<ul style="list-style-type: none"> • スイッチを入れると、モータと主軸が回転することを理解する
②電源スイッチ	<ul style="list-style-type: none"> • ハンドルによって主軸が上下することを理解する
③主軸上下ハンドル	<ul style="list-style-type: none"> • ドリルチャックの開閉機構を理解する
④ドリルチャック	<ul style="list-style-type: none"> • ドリルの径などの表示を知る • ドリルの刃先状態を点検する必要がある
⑤ドリル	<ul style="list-style-type: none"> • テーブルの上下機構を理解する • テーブルは使いやすい高さに調節できる
⑥テーブル	
3. 作業手順	<ul style="list-style-type: none"> • ケガキ針・ハイトゲージの刃先に注意する • ケガキ針の使い方を理解する • ハイトゲージの使い方を理解する
①ケガキ	<ul style="list-style-type: none"> • ポンチの打ち方を理解する
②ポンチ打ち	<ul style="list-style-type: none"> • ドリルをしっかりと固定する • チャックハンドルの外し忘れに注意する • ドリルがまっすぐ取り付けられているか確認する • ドリルの固定方法を理解する
③ドリルの固定	<ul style="list-style-type: none"> • 作業に適したベルト位置に調節する • ベルト位置の調節方法を理解する • ベルトの張りに異常がないか確認する
④ベルト交換	<ul style="list-style-type: none"> • 材料はバイスやシャコ万力で固定する • 材料は左手でしっかり押さえる
⑤材料の固定	<ul style="list-style-type: none"> • テーブルを適切な高さに調節し、しっかりと固定する • ドリル貫通時にテーブルに穴を開けないよう注意する
⑥テーブル高さ調節	<ul style="list-style-type: none"> • ドリルの先端位置と、ポンチ穴の位置を合わせる • 左手で電源スイッチを入れる • ドリルの回転や回転音に異常がないか確認する
⑦先端合わせ・スイッチON	<ul style="list-style-type: none"> • 穴あけの手順を理解する • 切削の状態によって、送りを調節する • 切りくずに注意し、適宜除去する • 貫通時の回転力に注意する
⑧穴あけ	<ul style="list-style-type: none"> • バリの危険性・悪影響を理解する • バリの取り方を理解する
⑨バリ取り	<ul style="list-style-type: none"> • 清掃の手順について理解する • ゴミは分別して捨てる
⑩清掃	

教材の教育効果の検証と学生の意識調査を試みた。その結果を以下に述べる。

6.1 事前・事後テストによる調査

2007年のオリエンテーションで本教材を使用した際に、事前・事後テストを実施したので、その結果を以下にまとめる。調査を行ったのは本校機械工学科1年生の41名である。新入生なので、スライドで簡単にボール盤について説明してから、教材視聴前に事前テストを行った。その後教材を視聴させ、視聴終了後にも同じ容についての事後テストを実施している。

教材を視聴する前後に行った事前・事後テストの内容を表2に示す。ボール盤作業について特に注意すべきと思われる6項目の内容について、学生に正誤判定させた。

途中正解は明らかにせず、教材を観る前後で同じ問題に回答させている。事前・事後テストの結果(正解率)を図8に示す。図8から、全ての問題で事前テストに比べ事後テストの正解率が向上していることがわかるので、本教材により学生の安全作業に対する理解が深まったと考えられる。

さらに、正解率を詳しく見てみると、事前テストにおいて、問1(服装)・問2(回転数)・問6(貫通時)の三項目の正解率が50%以下と、特に低くなっている。これらの項目は、直感的にわかりづらい内容であると考えられるので、機械工作実習の指導にもこの結果をフィードバックし、留意して指導するようにした。

表2 事前・事後テストの問題と解答

問題		回答
問 1 (服装)	軍手を使わず素手で作業したほうが安全だ	○
問 2 (回転数)	折れやすい細いドリルを使う場合はドリルの回転数を下げる	×
問 3 (材料固定)	材料は常に万力などでテーブルにしっかり固定した方が安全だ	○
問 4 (電源入れ)	ボール盤のドリルを回転させるスイッチは動かしやすい利き腕で入れると安全だ	×
問 5 (穴あけ)	穴を開けはドリルを一気に押し込まず入れたり戻したりしながら行う	○
問 6 (貫通時)	ドリルを押し込む力は作業開始から穴が完全に開け終わるまで一定にするとよい	×

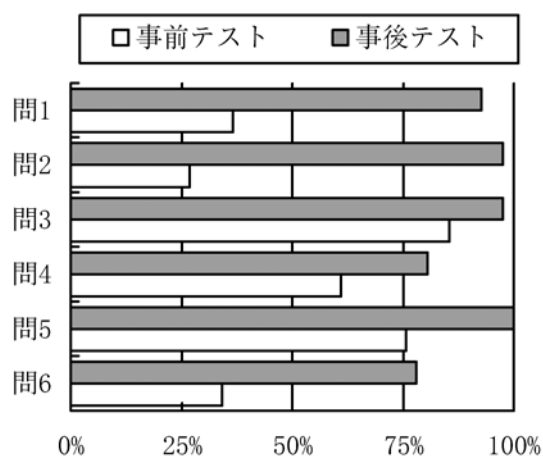


図8 事前・事後テストの結果(正解率)

6.2 アンケートによる意識調査

本教材を使用した授業の後に、学生が本教材どのように受け止めたか、アンケート調査を行った。その結果を図9に示す。調査対象は2006年度から2007年度に本教材を視聴した機械工学科の1年生57名である。

<アンケート質問事項>

- ①教材はわかりやすかったですか
- ②ボール盤の構造を理解できましたか
- ③ボール盤の安全で正しい使い方が分かりましたか
- ④教材によりボール盤作業に興味を湧きましたか
- ⑤このような動画教材を実習に取り入れて欲しいと思いますか

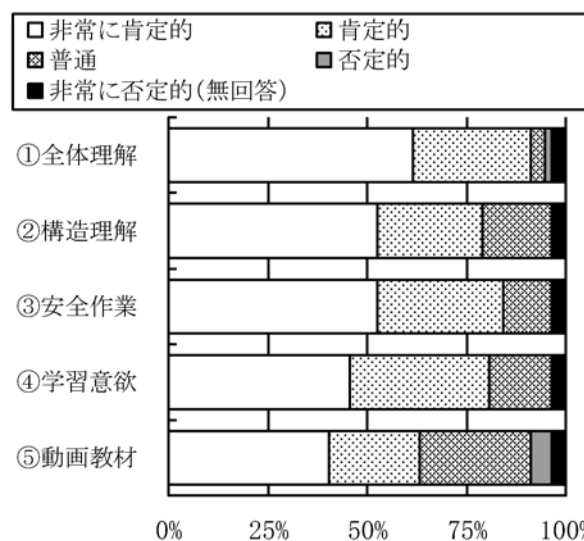


図9 アンケート調査における質問事項と結果

学生の教材に対する受け止め方について①~⑤の項目について調査を行ったところ、図3に示したようにほとんどの学生から肯定的な回答が得られた。

さらに学生のレポートにも
「テキスト（冊子）では分かりにくいところも、
動画教材だと理解しやすい」
「項目ごとに分かれていて非常に見やすかった」
「他の機械などにもどんどん導入して欲しい」
といった感想が寄せられた。この結果から学生が
本教材を肯定的に受け止めていることがわかる。
以上述べた事前・事後テストおよびアンケート
調査の結果から、学生は本教材を好意的に受け止
め、安全作業に対する理解を深めていると考える
ことができる。

7. まとめ

研究の成果を以下にまとめる。

- 音声や動画など五感に訴える情報で構成された
ボール盤作業の安全教材を開発し、ネットワー
クを使って、授業や学生の自主学習で自由に利
用できるようにした。
- 授業でこの教材を使用したところ、学生の反応
は好意的であり、安全作業に対する理解も深
まっていると推測された。

今後は、以下のような課題を念頭に研究を進めて
いく予定である。

- 本教材の改善のため、教材の効果と学生受け止
め方についてさらに調査する必要がある。
- 安全作業の科学的な背景を追加し、安全な作業
方法を学習する教材から、危険を予測して安全
な作業を行う力を育てる教材へと発展させる。
- ボール盤以外の工作機械についても同様な教材
を作成する。

謝 辞

本研究の経費の一部は、財団法人松下教育研究
財団第32回実践研究助成金および、小山高専平成
18年度重点配分経費によるものであることを記し
謝意を表します。

参考文献

- 1) 西田好光、他3名：技術科における安全教育-
卓上ボール盤作業を中心として-、日本産業技
術教育学会誌、30 - 3、pp.207 - 221、1988