

# 木材加工学習における Flash を用いた学習支援教材の開発

飯塚 尊\*・白坂 高司\*\*

(2013年9月17日受理)

## Development of Learning Support Materials with Flash in Wood Working

Takashi IITSUKA and Takashi USUZAKA

キーワード:Flash, 広葉樹材, デジタルコンテンツ, 大学生, 木材加工

本研究は、木材加工学習において、大学生向けの Flash を用いた学習支援教材を開発し、その効果を検証することを目的としたものである。学習支援教材の開発にあたり、木材加工学習に関する知識・理解度を問う予備調査を行ったところ、広葉樹材の細胞構造について約7割の学生が理解できていないと感じていることが明らかになった。そこで、広葉樹材に関する内容を取り上げ、Web用アニメーション作成ソフトウェアであるFlashを用いて学習支援教材を開発した。次に、大学生に対して、開発した本教材とPDF教材、Web教材を使用してもらい、その効果を比較した。その結果、本教材は、PDF教材、Web教材に比べ高いユーザビリティを備えており、有効な支援が行えることが示された。

### 1. はじめに

清水ら(2008)は、文部科学省の委託を受けて学習指導での ICT 活用による効果について実証授業から明らかにし、教育の情報化が学力向上に結び付くと述べている<sup>1)</sup>。しかし、日本教育工学振興会は2012年に、授業での ICT 活用はまだ十分には進んでいないことを報告している<sup>2)</sup>。その原因として、授業準備に時間がかかること、パソコンや関連機器の不足、適するコンテンツやソフトウェアが少ないこと、支援人材が少ないことを指摘している。そのため、ハード面、ソフト面の両方から、教育現場を支援していくことが急務であると考えられる。

技術教育では、中学校技術・家庭科技術分野において、情報に関する基礎的・基本的な知識と技術を習得させる授業を中心にデジタルコンテンツを活用した授業が行われており、他教科に比べると学校現場での ICT 活用は進んでいる<sup>2)3)</sup>。しかし、技術教育における ICT 活用に関する研究は、中学校での指導を目的としたものであり、将来技術科の教員を志望する大学生（以下、技術科

---

\*北相馬郡利根町立利根中学校 \*\*茨城大学教育学部

大学生) を支援するための ICT 教材はほとんど報告されていない。

技術科大学生が、教員免許状取得のために学ぶ学習内容は工学、農学に関する専門的なものを含むため、必ずしも理解が容易ではないことが推察される。そこで ICT を活用した授業を行うことができれば、初学者が学習内容を視覚的に理解する手助けになると考えられる。

本稿では、木材加工学習において、技術科大学生向けの ICT を活用した学習支援教材を開発し、その効果を検証することを目的とした。

## 2. 予備調査

### 2.1 調査の方法

木材加工学習で学ぶ内容は範囲が広く、デジタルコンテンツを開発するにあたり、適切な学習内容を選定する必要があると考えた。そこで、技術科大学生が木材加工学習の講義において、どの内容を理解しづらかったのかを調べる予備調査を行った。

調査協力者は木材に関する講義を既に履修している某国立大学教育学部の技術科大学生 55 名である。これらの学生は、技術科大学生向けの参考書<sup>4)</sup>を用いて、通常の教授法による講義を受講している。

表1 各質問項目に対する得点平均

質問項目	平均
1. 木材の分類と種類について理解している。	2.79
2. 樹幹の構造について理解している。	2.72
3. 木材の3方向について理解している。	3.18
4. 木材の基本的な断面について理解している。	3.20
5. 年輪構造について理解している。	2.90
6. 早材と晩材について理解している。	2.93
7. 辺材と心材について理解している。	2.81
8. 木理ともくについて理解している。	2.03
9. 針葉樹の細胞の種類について理解している。	2.75
10. 広葉樹の細胞の種類について理解している。	2.63
11. 仮道管の特徴について理解している。	2.55
12. 軸方向柔細胞について理解している。	<u>1.98</u>
13. 放射組織について理解している。	<u>2.00</u>
14. 木部繊維について理解している。	2.35
15. 細胞壁の構造について理解している。	2.70
16. 異常組織と損害組織について理解している。	2.39
17. 比重について理解している。	2.78
18. 空隙率について理解している。	2.48
19. 木材の含有水分について理解している。	2.84
20. 木材の各種性質について理解している。	2.76
21. 合板の種類や特性について理解している。	2.48
22. 集成材の種類や特性について理解している。	2.41
23. 接着剤の種類について理解している。	2.51
24. 木材接着に関する条件について理解している。	2.11
25. 緊結材と家具金具について理解している。	2.55

※下線は得点が2.00以下を表す。

質問項目は、木材加工学習の講義で使用されている参考書<sup>4)</sup>を基に構成した。質問項目の選定は、講義を担当している教員を含む4名で協議を行い、最終的に25項目からなる質問紙を作成した。

作成した質問紙を用いて、調査を実施した。質問形式は「4：あてはまる」「3：ややあてはまる」「2：あまりあてはまらない」「1：あてはまらない」の4件法を用いた。分析を行う際は、各々の選択肢に対して、それぞれ4, 3, 2, 1点とみなして得点化し、項目ごとに平均点を算出した。

## 2.2 調査の結果

各質問項目に対する得点平均を示したものが表1である。表1より、設問8「木理ともくについて理解している。」(得点平均2.03)、設問12「軸方向柔細胞について理解している。」(得点平均1.98)、設問13「放射組織について理解している。」(得点平均2.00)の得点平均が特に低いことが分かった。これらは木材の細胞組織に関連した内容であり、大学の講義では様々な細胞組織について学ぶことから、学習者がそれぞれの名称や役割を理解することに対して難しく感じていることが推察できる。また、設問12、設問13については広葉樹材の細胞組織についての内容であり、針葉樹に比べ複雑な組織構造を持つことから、広葉樹材の細胞組織は学習者にとって他の学習内容よりも理解が容易でないことが考えられる。

## 3. 学習支援教材の開発

### 3.1 制作方法

予備調査の結果をふまえ、技術科大学生が十分な理解をしていないと感じている学習内容を支援できる教材開発を行う。教材開発には、Adobe社製のソフトウェア「Adobe Flash Professional CS6」(以後、Flash)を使用した。その理由は、利用者が難しい操作を必要とせずに使え、ほとんどのパソコンに初めからFlashを再生できる「Adobe Flash Player」がインストールされていることからである。さらに、Flashはファイルサイズが小さくてすむためダウンロードが容易という利点がある。

表1で見られたいくつかの低得点の項目の中、本研究では、得点平均が2.0以下であった広葉樹材の細胞組織の名称や役割に関する内容を取り上げ、学習者の理解を支援する教材を制作することとした。木材加工学習の授業で用いられる参考書<sup>4)</sup>の問題として、広葉樹材についての写真は情報量が多い点や、組織構造を一つの方向からでしか観察できない点などが指摘でき、これらが学習者の理解を困難にさせていると考えられる。そこで、広葉樹材の写真と模式化したイラストを用いて比較できるようにし、組織構造を多面的に観察できるように工夫した学習支援教材を制作する。

### 3.2 コンテンツの構成

#### (1) 広葉樹材の学習ページ

制作した広葉樹材の学習ページについて、コンテンツの構成を図1に示す。まず、Flashを開くとメニュー画面が表示される。このメニュー画面で広葉樹材のボタンをクリックすると、広葉樹材についての説明ページが表示される。このページでは、広葉樹材の画像と模式的なイラストを見比べることができるようになっている。マウスを各細胞組織(木繊維、道管、放射組織)の上に移

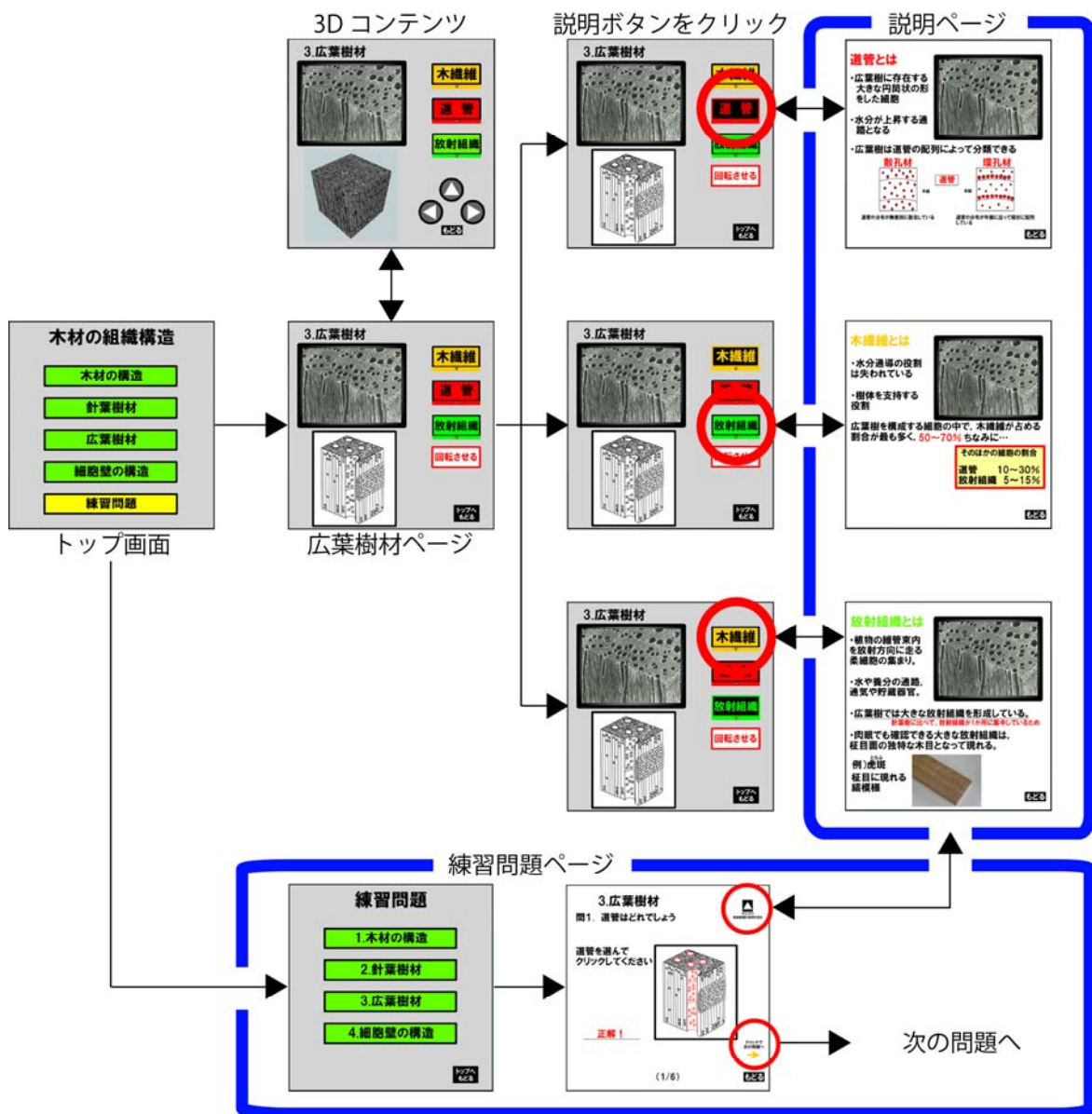


図1 コンテンツの構成 (広葉樹材の学習ページ)

動させると組織の色が変化し、組織の存在する場所を確認できる。

また、「回転させる」ボタンをクリックすると、矢印の方向へ広葉樹材の3Dモデルが回転するFlashコンテンツ(以後、3Dコンテンツ)が表示され、広葉樹材の断面を立体的に観察することができる。この3Dコンテンツは、走査型電子顕微鏡を用いて広葉樹材の各断面を撮影し、Google SketchUpという3Dモデリングツールを使用し制作した。

ページ右に存在する各細胞組織の説明ボタンをクリックすると、それぞれの説明ページを表示され、詳しい説明を読むことができる。

(2) 練習問題のページ

学習者が学んだ事項について復習できるよう練習問題を制作した(図1)。この練習問題では、問題を正解すると次の問題へ進めるボタンが現れるようになっている。そのため、学習者は正解しな

いと次の問題へ進めないが、もし行き詰った場合でも、ページ右上に問題に関する説明（ヒント）を表示するボタンを設け、学習の振り返りをした上で、再度練習問題を回答できるように工夫した。

制作した練習問題のページは、メニュー画面から「練習問題」ボタンをクリックすると表示される。問題は全部で6問あり、問1から問3は各細胞組織の場所を答える基本的なものである。問4から問6は細胞組織の特徴などを答える難易度が少し高い問題を設定した。

## 4. 効果の検証

### 4.1 調査の方法

開発した学習支援教材（以後、Flash教材）の効果を検証するために、既存の学習支援教材と比較を行った。比較する教材は、参考書④をもとに作成したPDF教材と、ウェブページの中から、特に広葉樹材の細胞組織に関する内容が詳しく説明されているものを探し、最も適切と思われるweb教材⑤を選定した。

調査協力者は某国立大学教育学部の技術科大学生48名である。

質問紙は教材に対する学習者の反応を把握するための尺度である「デジタルコンテンツに対する教材評価尺度」(市原ら 2005)⑥を参考に作成した(図2)。この尺度は、教材として利用したデジタルコンテンツに対して学習者がどの程度、「学びやすさ」を感じたかという教材のユーザビリティを把握するものである。本尺度は、教材の難易度や順序性、メニュー構成などのユーザビリティを把握する「コンテンツの構成」因子(設問番号11, 12, 13, 14, 15)、フォントサイズや色使い、箇条書きの様式などのユーザビリティを把握する「説明の表現」因子(設問番号1, 2, 3, 4, 5, 6)、動画や静止画の有無などのマルチメディアコンテンツのユーザビリティを把握する「マ

I この教材の内容について質問に対して思ったところに丸をしてください  
5.とてもそう思う 4.まあまあ思う 3.どちらとも言えない 2.あまりそう思わない 1.思わない

1 文字の色使いは適切である	5-4-3-2-1
2 箇条書きや表などを用いた情報の整理の仕方は適切である	5-4-3-2-1
3 文字の大きさはちょうど良いと思う	5-4-3-2-1
4 文章の中で、うまく要点が整理されている	5-4-3-2-1
5 画面の色使いや背景色、壁紙など、見た目の印象が良い	5-4-3-2-1
6 文字やイラスト、写真、図表などのレイアウト(配置)は見やすい	5-4-3-2-1
7 画像(写真、絵、図)の画質は十分である	5-4-3-2-1
8 簡単に画像(写真、絵、図)を表示させることができる	5-4-3-2-1
9 画像(写真、絵、図)の大きさは適切である	5-4-3-2-1
10 説明の中で、写真、絵、図表、などがうまく使い分けられている	5-4-3-2-1
11 この教材の中で見たいページや知りたい情報にすぐにたどり着くことができる	5-4-3-2-1
12 この教材のメニューの構成は、よく整理されている	5-4-3-2-1
13 この教材の学習内容のレベルはちょうど良い	5-4-3-2-1
14 この教材の学習内容に関連する資料の豊富さは十分である	5-4-3-2-1
15 この教材の学習内容の区切り方や関連付けは適切である	5-4-3-2-1

II 教材について感じたことなどを自由に記述してください

図2 作成した質問紙

ルチメディアの表現」因子（設問番号7，8，9，10）の3因子（以後，教材評価因子群という）で構成されている。さらに，この調査項目に自由記述欄を加え，質問紙を作成した。

調査では各調査項目について「5：とてもそう思う」「4：まあまあ思う」「3：どちらとも言えない」「2：あまりそう思わない」「1：思わない」から回答を求めた。なお，分析を行う際は，各々の選択肢をそれぞれ5，4，3，2，1点とみなして得点化した。

## 4.2 分析の結果

得られた回答より，教材評価因子群ごとに等分散性検定（Levene 検定）を行ったところ，等分散が認められなかったため，Kruskal-Wallis 検定を行った。その結果，すべての教材評価因子群において有意差が認められた。そのため，ボンフェローニの修正による多重比較を行った。その結果を表2，表3，表4に示す。すべての教材評価因子群において，Flash 教材はPDF 教材，Web 教材よりも得点平均が高く，5%水準の有意差が認められた。

自由記述では，制作したFlash 教材に対して，肯定的な意見が多かったが，改善を要求する意見も見られた。それらを以下に示す。

表2 「コンテンツの構成」の多重比較結果

①\②	(1)	(2)	(3)	得点平均
(1) Flash 教材				4.37
(2) PDF 教材	<			3.12
(3) Web 教材	<	>		3.63

表3 「説明の表現」の多重比較結果

①\②	(1)	(2)	(3)	得点平均
(1) Flash 教材				4.67
(2) PDF 教材	<			3.34
(3) Web 教材	<	>		3.84

表4 「マルチメディアの表現」の多重比較結果

①\②	(1)	(2)	(3)	得点平均
(1) Flash 教材				4.56
(2) PDF 教材	<			3.62
(3) Web 教材	<	>		4.15

※表2～4の不等号は①が左項，②が右項の場合の $p<0.05$ を表す。

### (1) 肯定的な意見

- ・ PC は苦手だが，簡単に操作できた。
- ・ 木繊維，道管，放射組織などコンテンツごとに色で対応していて見やすかった。

- ・説明が短くまとめられていて分かりやすく、要点をつかみやすかった。
- ・動きがあったので、楽しみながら学べた。
- ・クリックなどの操作をしながら学習を進められるので興味を持ちながら学習できた。
- ・練習問題で学習内容を復習できて良かった。
- ・視覚的にとらえることができ、頭に入りやすかった。
- ・印象に残りやすいイラストだったので簡単に理解することができた。

#### (2) 改善を要求する意見

- ・回転する画像がズームできれば面白いと思う。
- ・コンテンツの機能が分かりにくいものがあった。
- ・説明が少なく、細かい部分まで学習するのは難しい。
- ・虎斑などの画像が少し分かりにくい。

多重比較によりすべての教材評価因子群において、Flash 教材は PDF 教材、Web 教材よりも得点平均が高く、有意差が認められた。また、自由記述からも学習者が理解しやすさや面白さを感じたことから、制作した Flash 教材は高いユーザビリティを備えていることが推察できる。

しかし、自由記述に「説明が少なく、細かい部分まで学習するのは難しい。」という意見があるように、制作した Flash 教材の容量について不満を感じる学習者が見られた。これは、質問紙の設問番号 14「この教材の学習内容に関連する資料の豊富さは十分である」（得点平均 3.72）の得点平均が他の設問よりも低くなっていることから本教材の容量については改善の余地があることが読み取れる（表 5）。この点については今後の改善点として取り組んでいきたい。

以上から制作した Flash 教材は、授業の補助教材のような形で学習内容を考慮した上で使用することで有効な支援が行えるものであることが示唆された。

## 5. おわりに

本研究では、Flash を用いて広葉樹材に関する技術科大学生向けの学習支援教材を開発した。次に、調査協力者に対して、制作した Flash 教材と PDF 教材、Web 教材を使用し、その効果を比較した。開発した教材の特徴及び教材の効果に関する調査結果の要約を以下に示す。

#### (1) 教材の特徴

- ・Flash を使用して制作しているため、ほとんどのパソコンで再生することができる。また、ファイルサイズが小さいためダウンロードが容易である。
- ・広葉樹材の各細胞組織（木繊維、道管、放射組織）の場所を広葉樹材の画像とイラストを見比べながら確認することができる。
- ・1つの方向からしか観察できなかった広葉樹材の3つの断面を立体的に観察することができる。
- ・練習問題で学習内容の確認ができる。

#### (2) 効果の検証

- ・多重比較によりすべての教材評価因子群において、本教材は PDF 教材、Web 教材よりも有意に

表5 設問ごとの各教材の得点平均

設問番号	Flash 教材	PDF 教材	Web 教材
1	4.55	<u>3.30</u>	4.13
2	4.70	<u>3.45</u>	<u>3.91</u>
3	4.70	4.11	<u>2.87</u>
4	4.72	<u>3.30</u>	<u>3.91</u>
5	4.66	<u>2.91</u>	4.30
6	4.70	<u>3.00</u>	<u>3.91</u>
7	4.49	<u>3.79</u>	4.34
8	4.68	<u>3.36</u>	4.04
9	4.51	<u>3.98</u>	4.11
10	4.60	<u>3.36</u>	4.13
11	4.57	<u>2.26</u>	<u>3.40</u>
12	4.66	<u>2.94</u>	<u>3.83</u>
13	4.60	<u>2.96</u>	<u>3.96</u>
14	<u>3.72</u>	<u>3.94</u>	<u>3.26</u>
15	4.34	<u>3.53</u>	<u>3.74</u>

※下線は得点が4.0以下を表す。

得点が高い結果であった。

- ・自由記述では本教材の学習者が理解しやすさや面白さを感じたという記述が多かった。
- ・調査の結果から制作した Flash 教材は高いユーザビリティを備えていることが推察できる。
- ・質問紙の自由記述から本教材の容量量について不満を感じる学習者も見られた。

以上のことから、本教材は高いユーザビリティを備えており、有効な支援が行えるものであることが示唆された。しかしながら、本教材における学習内容については、まだ改善の余地があることが明らかになった。今後は、コンテンツ数、学習内容、操作性の改善を行い、より有益な学習支援教材を制作していく所存である。

## 5. 引用文献

- 1) 清水康敬・山本明弘・堀田龍也・小泉力一・横山隆光「ICT 活用授業による学力向上に関する総合的分析評価」『日本教育工学会論文誌』, 第 32 巻第 3 号, 2008, 293-303.
- 2) 日本教育工学振興会「学校での ICT 活用についての実態調査」, 2012, [http://www2.japet.or.jp/ict-chosa/ict\\_chosa\\_data.pdf](http://www2.japet.or.jp/ict-chosa/ict_chosa_data.pdf)
- 3) 市原靖士・上之園哲也・森山潤「技術科教育における学習者の認知的実態に即したデジタルコンテンツの教材利用に関する研究課題の展望」『学校教育学研究』, 第 22 巻, 2010, 93-101.
- 4) 山下晃功ほか『木材の性質と加工』(開隆堂出版, 1993)



- 5) 兵庫県立農林水産技術総合センター, <http://hyogo-nourinsuisangc.jp/17-zakkan/zakkan-2202.html>
- 6) 市原靖士・森山潤・松浦正史「技術科教育におけるデジタルコンテンツに対する教材評価尺度の構成と設計方略の検討」『日本産業技術教育学会誌』, 第 47 巻第 4 号, 2005, 297-306.