

製造現場における技能教育のための デジタルコンテンツ制作ツール

峯慎吾[†] 阿倍博信[†] 奥村誠司[†] 中島宏一[†]

団塊世代の熟練技術者の大量退職による労働者不足への対策や、国内生産拠点の海外移転による現地技術者への教育の必要性増加等を背景に、製造現場では、熟練技術者の保有する技術やノウハウを、他の技術者に伝える“技能継承”が重要な課題となっている。従来、技能継承のための教育はドキュメント教材によって行われていたが、技能が伝わりづらいという課題があった。その解決策の1つとして、映像/音声/テキスト等を含むデジタルコンテンツを活用する技能教育がある。これら背景/課題を踏まえて、我々は、デジタルコンテンツ制作ツールの開発を行っている。本稿では、製造現場における技能教育の課題を、教育教材の制作、利用の観点から整理し、制作作業の容易化及び映像情報の高度な活用を要件とした、デジタルコンテンツ制作ツールについて述べる。

本ツールの特長は、次のとおりである。

(1)マウス中心の簡単操作及び、メディアの同期設定/コンテンツの更新作業/活用シーンに合せた制作を支援する機能により、デジタルコンテンツを簡単に制作できる。

(2)2ch 映像及びアノテーション(付加情報)を同期表示するデジタルコンテンツを制作でき、現場の複雑な作業を分かりやすく表現できる。

A Digital Content Authoring Tool for Skill Education in Manufacture Site

SHINGO MINE[†] HIRONOBU ABE[†]
SEIJI OKUMURA[†] KOUICHI NAKASHIMA[†]

In a manufacturing site, skill succession which passes skill and know-how from expert engineers to young engineers is an important problem. Because, expert engineers run short by retirement of the baby boom generation and the necessity for the education to local engineers by overseas relocation of a domestic production base is increasing. The conventional skill education was performed using document teaching materials. However, it was difficult to teach skill only using document teaching materials. As one of the solution, there is a method of using digital contents containing images / sounds / texts for skill education. Based on these backgrounds and the conventional problem, we are developing a digital content authoring tool. In this paper, First, we arranged the problem of the skill education of the manufacturing site from viewpoints of authoring and use of educational teaching materials. Next, we explain the digital content authoring tool. Requirements for this tool are being able to make content easily and being able to use video highly. Features of this tool are as follows.

(1) This tool can make digital contents easily by easy operation using a mouse, the function which updates content simply, and the function which makes the content suitable for a practical use scene.

(2) This tool can make digital contents which express complicated work intelligibly by 2ch video and annotation.

1. はじめに

団塊世代の熟練技術者の大量退職による労働者不足への対策や、国内生産拠点の海外移転による現地技術者への教育の必要性増加等を背景に、製造現場では、熟練技術者の保有する技術やノウハウを、他の技術者に伝える“技能継承”が重要な課題となっている[1][2][3]。

従来、技能継承のための教育はドキュメント教材によって行われていたが、技能が伝わりづらいという課題があった。その解決策の1つとして、映像/音声/テキスト等を含むデジタルコンテンツを活用する技能教育がある[4]。これら背景/課題を踏まえて、我々は、デジタルコンテンツ制作ツールの開発を行っている[5][6][7]。

今回、デジタルコンテンツ制作ツールを開発するに当たって、製造現場における技能教育の現状を把握するために、当社内の製造現場にて、技能教育方法やその課題について

ヒアリングを実施した。

ヒアリングの結果、製造現場では、主に、紙などのドキュメント教材や、単一の映像データを利用したビデオ教材が用いられており、「教材制作に費用や手間がかかる」、「文章や図、単一の映像だけでは、技能が十分に伝わらない」といった課題があることがわかった。これら課題を整理し、要求分析を行った結果、教材制作時の要件は、制作の簡易化であり、教材利用時の要件は、映像情報の高度な活用であることが分かった。

これら要件を踏まえて、以下の特長を持つデジタルコンテンツ制作ツールの開発した。

(1)マウス中心の簡単操作及び、メディアの同期設定/コンテンツの更新作業/活用シーンに合せた制作を支援する機能により、デジタルコンテンツを簡単に制作できる。

(2)2ch 映像及びアノテーション(付加情報)を同期表示するデジタルコンテンツを制作でき、現場の複雑な作業を分かりやすく表現できる。

[†]三菱電機(株)
Mitsubishi Electric Corporation

本稿の流れを簡単に述べる。まず、2章で製造現場における技能教育の課題と要件分析について述べる。3章で、デジタルコンテンツ制作ツールの設計指針や特長について述べ、4章で結論と今後の展開について述べる。

2. 技能教育の課題と要件分析

本章では、当社内製造現場でのヒアリング結果を基に製造現場における技能教育の課題と要件分析について述べる。

2.1 技能教育における教育教材の意義

一般的に、製造現場での技能教育としてOJT（オン・ザ・ジョブ・トレーニング）が行われている。OJTの場合、若手技術者が身につけなければならない職務遂行上の技術や能力を、現場の上司が実際に作業をし、若手技術者と試行錯誤を繰り返しながら伝えていく方法がとられる。

しかし、OJTによる技能教育だけでは以下の課題がある。

- (1) 団塊世代の熟練技術者の大量退職による労働者不足に早急に対応しなければならず、OJTによる教育だけでは間に合わない
- (2) 技能教育に時間がかかりすぎる
- (3) 教育担当者の負荷が大きい
- (4) 個々の熟練技術者が直接指導するため、継承すべき技能にバラツキが生じる
- (5) 通常の生産活動に影響するため、極力OJTを避ける必要がある
- (6) 長工期の製品では、技能教育の効率が悪い

そのため、製造現場では、技能継承をシステム化し、スムーズに進めていくために、技能の形式知化・デジタル化が図られている。具体的には、テキストや写真、図面、ビデオ映像等を用いて、熟練者の技術を形式知化・デジタル化し、技能継承のための教育教材を作成している。

2.2 教育教材制作の流れ

図1に一般的な教育教材制作の流れについて示す。

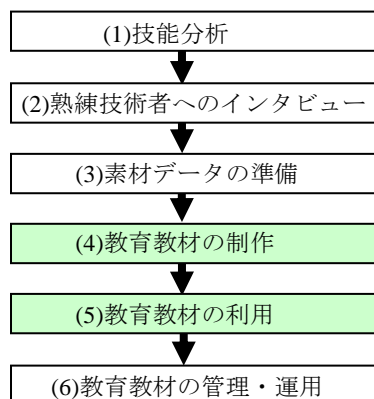


図1 教育教材制作の流れ

Figure 1 The flow of the teaching material authoring.

(1) 技能分析

対象とする作業の作業手順書を工程単位に分割し、工程ごとに学習者の視点に立って技能分析を行う。技能分析を行う際には、工程、主な作業内容、具体的な行動、行動のポイント・判断基準・数量化などについてリストアップする形で実施する。

(2) 熟練技術者へのインタビュー

(1)の分析結果を元に、熟練技術者へのインタビューを実施する。各工程を構成する行動ごとに、「なぜそうしたか」を問うことにより、熟練技術者の持つカン・コツをテキスト化する。

(3) 素材データの準備

(1)の分析結果を元に、工程ごとに熟練技術者の作業をデジタルカメラやビデオカメラ、録音機器等で記録し、撮影した画像や映像、音声データを素材データとして準備する。

(4) 教育教材の制作

(1)の分析結果を元に制作する教育教材の全体設計を行い、(2)のインタビュー結果や(3)の素材データを用いて教育教材の制作を行う。

(5) 教育教材の利用

(4)で制作した教育教材を、学習者が利用する。

(6) 教育教材の管理・運用

(4)で制作した教育教材を管理/運用したり、(5)で教育教材を利用した学習者の学習履歴を管理したりする。

2.3 製造現場における技能教育の現状

2.2でまとめた教育教材制作の流れのうち、本稿では、教育教材の制作、利用（図1の色付けした部分）に着目し、教育教材を活用した技能教育の課題について整理する。教育教材の制作、利用に着目した理由は、我々が専門とするマルチメディア技術を活用して、技能継承の効率化を支援できる可能性が高いためである。

まず、技能教育に活用している教育教材の種類について、当社内製造現場にヒアリングした結果、主に、紙などのドキュメント教材や、単一の映像データを利用したビデオ教材が用いられていることが分かった。そこで、本稿では、ドキュメント教材及びビデオ教材による技能教育を、従来手法に設定した。

2.4 従来手法の課題

当社内製造現場でのヒアリング結果を基に、従来手法の課題を整理した。表1では、教育教材の制作、利用のそれぞれの課題について、ドキュメント教材とビデオ教材に共通の課題、ドキュメント教材の課題、ビデオ教材の課題に分けて整理した。

表1 従来手法の課題

Table 1 The problem of the conventional technique.

(1)教育教材の制作

対象	課題
共通	<ul style="list-style-type: none"> 教材制作に費用や手間がかかる 製品の種類が多いので教材制作が大変 教材制作の時間が確保できない 教材を作る人がいない すぐに情報が陳腐化する 設計や作業手順の変更点をすぐに反映したい 情報の管理や更新がしづらい 制作を外部委託すると、費用が高い 外部業者から情報漏洩する可能性がある PC操作に不慣れな作業者が多い
ドキュメント教材	<ul style="list-style-type: none"> 熟練者の作業を文章や図で表現するのに手間がかかる 設計や作業手順の変更の度に、いくつもの資料ができてしまう 複数の資料を同時に見る場合に、見づらい 全て電子化したい 外国人に文章で技能を教えるのが大変
ビデオ教材	<ul style="list-style-type: none"> 映像上に図形やテキストを表示したい 映像データを直接編集すると、修正、追加に手間がかかる。 海外拠点で利用する場合、字幕作成や音声吹き替えの手間がかかる 映像を編集するためのスキルが必要

(2)教育教材の利用

共通	<ul style="list-style-type: none"> 従業員の素人化（パートなど）により、分かりやすい技術資料が求められている 教育期間を短縮したい 工場のラインや海外拠点で教材を利用したい
ドキュメント教材	<ul style="list-style-type: none"> 文章や図だけでは、技能が十分に伝わらない 文字や図だけでは、作業者の動きが分かりづらい 新人が内容を習得するのが困難 文章量が多く読むのが大変 複数の資料が必要になる場合、資料の準備や持ち運びが大変

	<ul style="list-style-type: none"> 資料を見る時間がない 資料がどこにあるか分からない
ビデオ教材	<ul style="list-style-type: none"> 映像だけでは、技能が十分に伝わらない 映像だけでは、どこを撮影して、何が目的か、何をしているかわからない カンやコツが伝わりづらい 作業を説明するテキストやナレーションを挿入したい 作業に関連する関連図面やドキュメントなどを参照できるようにしたい 手元が作業者の陰に隠れて見えない 手元映像だけでは作業者の姿勢がわからない

2.5 デジタルコンテンツ制作ツールの要件分析

表1の課題から、教育教材の制作、利用でのデジタルコンテンツ制作ツールの要件を分析した。

(1) 要件1：制作作業の簡易化

表1の(1)教育教材の制作の課題を見ると、費用や手間をかけずに簡単に教材を作りたいというニーズがあることが分かる。特に、教材制作を外部委託すると費用が高く、情報漏洩の可能性もあるため、自分たちで制作したいというニーズや、設計や作業手順の変更、新機種対応などにより、新しい情報が次々と出てくるため、簡単に教材を更新したいというニーズがある。

以上のことから、教育教材の制作におけるデジタルコンテンツ制作ツールの要件を、制作作業の簡易化とした。

(2) 要件2：映像情報の高度な活用

表1の(2)教育教材の利用の課題を見ると、わかりやすい教材を活用して教育を効率化したいというニーズがあることがわかる。特に、文章や図だけでは伝えづらい技能を、分かりやすく伝えたいというニーズや、単一映像だけでは伝えきれない技能を、複数映像や、テキスト、ナレーションなどの付加情報を活用して伝えたいというニーズがある。

以上のことから、教育教材の利用におけるデジタルコンテンツ制作ツールの要件を、映像情報の高度な活用とした。

3. デジタルコンテンツ制作ツールの開発

本章では、今回開発したデジタルコンテンツ制作ツールの設計指針及び特長について述べる。

3.1 設計指針

2章で、教育教材の制作におけるデジタルコンテンツ制作ツールの要件を、制作作業の簡易化とした。また、教育教材の利用における要件を、映像情報の高度な活用と

した。しかし、映像情報の高度な活用を実現するためには、多彩なメディアを活用する必要があり、デジタルコンテンツの制作負荷が高くなる。また、デジタルコンテンツ制作負荷を簡易化すると、簡単なデジタルコンテンツしか作れず、表現力が乏しいものとなる。

このように、制作作業の簡易化の要件と、映像情報の高度な活用の要件は、相反するものであるため、両者のバランスを考えながら設計していく。特に、以下の設計指針を設定した。

(1) マウス中心の簡単操作

誰でも簡単にコンテンツを制作できるように、マウス操作を中心とした簡単操作を設計指針として設定した。

(2) 多彩なメディア活用

映像情報の高度な活用の要件に対して、多彩なメディア活用を設計指針として設定した。2ch 映像や、テキスト、音声、図形などの各種アノテーションを活用することで、複雑な技能を分かりやすく表現し、熟練者のカンやコツ、作業の注意点などを学習者に伝えることができる。多彩なメディアを活用する場合、メディアの同期編集が複雑化してしまう可能性があるため、簡単に編集ができるように設計する。

(3) 更新の容易性

設計の変更や、図面の更新にすぐに対応できるように、更新の容易性を設計指針として設定した。特に、素材となるメディアを直接編集せず、重ね合わせや位置合わせの操作だけでコンテンツを制作することで、修正、追加の手間を軽減し、素材データを再利用しやすくする。

また、短い単位で制作したデジタルコンテンツを複数結合し、長いデジタルコンテンツを作成することで、編集作業が複雑化することを軽減し、更新された部分の差し替えや、コンテンツの組み換えが容易にできるように設計する。

(4) 活用シーンに合わせたデジタルコンテンツ出力

製造現場では、工場のラインや、海外拠点など様々なシーンで教材が活用される。その際、活用シーンが変わる度に、コンテンツを作り直すのでは手間がかかるため、1つのプロジェクトから、コンテンツ出力時に様々な用途向けに拡張できるように、活用シーンに合わせたデジタルコンテンツ出力を設計指針として設定した。特に、持ち運びやタッチ操作可能なタブレット PC 対応や、海外拠点で活用するための多言語対応を意識して設計する。

3.2 デジタルコンテンツ制作の流れと各機能の特長

図2に、本ツールによる、デジタルコンテンツ制作の流れについて示す。

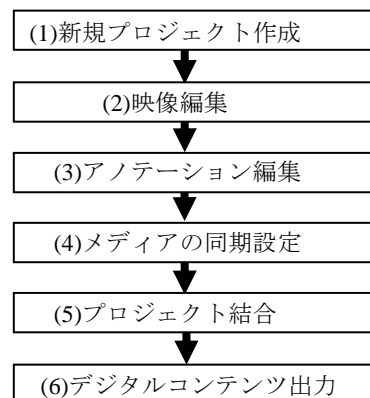


図2 デジタルコンテンツ制作の流れ

Figure 2 The flow of the digital content authoring.

図2のデジタルコンテンツ制作の各ステップに、2.5で述べた要件を満たすための機能を実装している。各ステップに実装した機能と、要件の関係を表2に示す。特に、映像情報の高度な活用のための機能は、制作負荷が大きくなるため、制作作業の簡易化の工夫を行っている。

表2 機能と要件の関係

Table 2 Relation between functions and requirements.

デジタルコンテンツ制作の流れ	機能	制作作業の簡易化	映像情報の高度な活用
(1)新規プロジェクト作成	なし	—	—
(2)映像編集	2ch 映像編集機能	○ マウス操作による編集, 更新の容易性	○ 2ch 映像の活用
	ドラッグ挿入機能	○ マウス操作による挿入	—
	トリミング機能	○ マウス/ボタン操作による編集, 更新の容易性	—
(3)アノテーション編集	インデックスアノテーション	○ マウス操作に	○ インデ

	ン編集機能	よる編集, 更新の容易性	ックスの活用
	テキストアノテーション編集機能	○ マウス操作による編集, 更新の容易性	○ テキストの活用
	音声アノテーション編集機能	○ マウス操作による編集, 更新の容易性	○ 音声の活用
	図形アノテーションの編集機能	○ マウス操作による編集, 更新の容易性	○ 図形の活用
(4)メディアの同期設定	同期設定支援機能	○ 同期設定の簡易化, 更新の容易性	—
(5)プロジェクト結合	プロジェクト結合機能	○ 更新の容易性	—
(6)デジタルコンテンツ出力	パブリッシャー機能	○ 活用シーンに合わせた出力	—
	デジタルコンテンツ	—	○ 2ch 映像とアノテーションを同期表示

以下に、デジタルコンテンツ制作のステップ毎に、本ツールに実装した機能の特長について述べる。

(1) 新規プロジェクト作成

制作作業の容易化及び、映像情報の高度な活用のための機能は、特に実装していない。

(2) 映像編集

①2ch 映像編集機能

デジタルカメラなどで撮影した映像データをツールに挿入して、編集する機能。映像データをタイムライン上に挿入し、表示時刻の調整をマウス操作で簡単に行うことができる。編集する映像画面数は、1ch か 2ch から選択することができ、2ch を選択した場合、2ch 映像を同期表示するデジタルコンテンツを制作することができる。

また、ピクチャインピクチャ機能などのように、映像デ

ータの中に、別の映像データを埋め込んで表示する方式ではなく、ブラウザで 2ch 映像を同期表示する方式とすることで、映像データの追加や削除、再利用をしやすい。

②ドラッグ挿入機能

エクスプローラからドラッグアンドドロップし、映像データをタイムライン上に挿入する機能。マウス操作で簡単に映像データを挿入することができる。

③トリミング機能

トリミング（再生位置をファイルの先頭以外の位置から開始する）操作を行う機能。マウス/ボタン操作で簡単に行うことができる。

また、編集画面でのトリミング操作の時点では、映像データに対してトリミングを行わず、デジタルコンテンツ出力時にトリミングを行うことで、トリミング位置を修正しやすい。また、デジタルコンテンツ出力時には、オリジナルデータをトリミングせず、コピーの映像データをトリミングして出力することで、オリジナルデータを再利用しやすい。

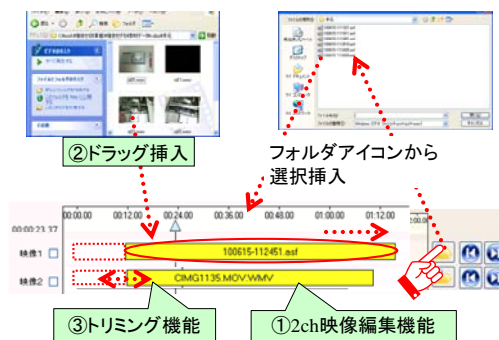


図 3 映像編集の機能

Figure 3 Video authoring function.

(3) アノテーション編集

①インデックスアノテーション編集機能

映像データに関連付けて、インデックス（チャプタの中で重要な箇所を指す索引）を編集する機能。テキストボックスに入力したインデックス情報をタイムライン上に挿入し、表示時刻の調整をマウス操作で簡単に行うことができる。

また、インデックスアノテーションは、映像データに直接埋め込まず、ブラウザで同期表示する方式とすることで、インデックスアノテーションの修正や追加、素材データの再利用をしやすい。

デジタルコンテンツ利用時には、インデックスをクリックすると、任意の場所から再生を開始することができる。

②テキストアノテーション編集機能

映像データに関連付けて、作業手順や注意点等を説明するテキストを編集する機能。テキストボックスに入力したテキスト情報をタイムライン上に挿入し、表示時刻の調整

をマウス操作で簡単に行うことができる。

また、テキストアノテーションは、映像データに直接埋め込まず、ブラウザで同期表示する方式とすることで、テキストアノテーションの修正や追加、素材データの再利用をしやすくしている。

デジタルコンテンツ利用時には、映像データの再生に合わせて表示されるテキストを見ながら、作業手順や注意点を学習することができる。

③音声アノテーション編集機能

映像データに関連付けて、異常音やアナウンス音声などの音声データを編集する機能。音声データをタイムライン上に挿入し、音声出力時刻の調整をマウス操作で簡単に行うことができる。

また、音声アノテーションは、映像データに直接埋め込まず、ブラウザで同期表示する方式とすることで、音声アノテーションの修正や追加、素材データの再利用をしやすくしている。

デジタルコンテンツ利用時には、映像データの再生に合わせて WMV 形式や WAV 形式の音声ファイルを再生する。適切なタイミングで異常音やアナウンス音声などを流すことで、学習者の理解を深めることができる。

④図形アノテーション編集機能

映像データに関連付けて、作業の注意箇所/エリアなどを示す図形を編集する機能。図形をタイムライン上に挿入し、表示位置の調整をマウス操作で簡単に行うことができる。また、映像/音声再生エリアの映像データ上にオーバーレイ表示され、マウスでのドラッグ操作により、位置や大きさを簡単に設定することができる (図 5)。

また、図形アノテーションは、映像データに直接埋め込まず、ブラウザで同期表示する方式とすることで、図形アノテーションの修正や追加、素材データの再利用をしやすくしている。

デジタルコンテンツ利用時には、映像データの画面上に、図形をオーバーレイ表示する。動画データ上に図形を表示して注意を促すことで、単に動画データを流すだけでは見落とししてしまうような技能も、正確に伝えることができる。

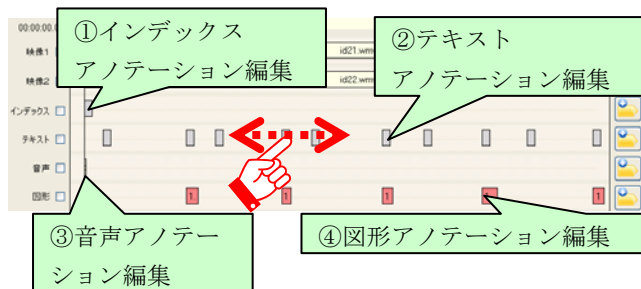


図 4 アノテーション編集
 Figure 2 Annotation authoring.

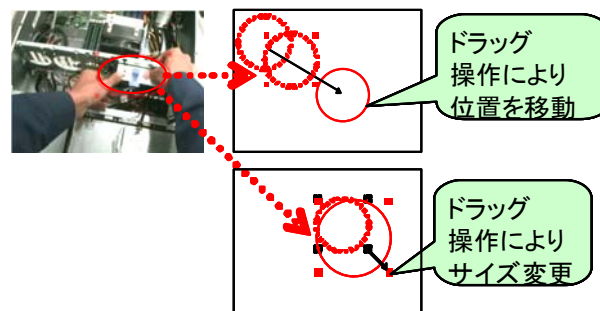


図 5 図形アノテーション編集
 Figure 5 Figure annotation authoring.

(4) メディアの同期設定

(2) で編集した映像に、(3) で編集したアノテーションに関連付けるために、メディアの同期設定を行う。多彩なメディアの同期設定は制作負荷が大きくなるため、同期設定支援機能として、以下のような機能を設けている (図 6)。

①アノテーション一括操作機能

複数のアノテーションのチェックボックスにチェックをつけると、関連情報を一括で操作可能となる。

②吸着機能

アノテーションの移動中、スライダコントロールから表示される補助線に、アノテーションの先頭(または最後尾)が吸着する(微調整作業の負荷を軽減)。

③タイムラインの拡大/縮小機能

タイムラインの拡大/縮小機能により、細かい同期設定作業を簡単に行うことができる。

④微調整機能

10ms 単位での高精度な時間調整(表示時刻あわせ)が可能である。

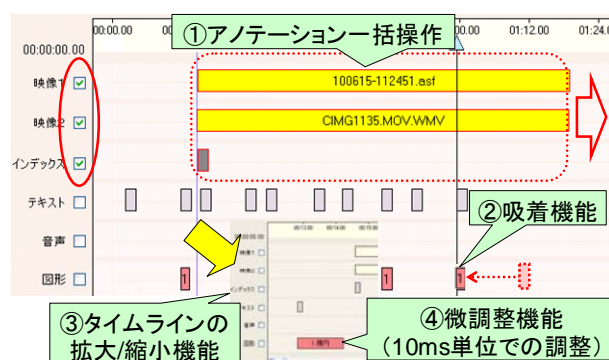


図 6 同期設定支援機能
 Figure 6 Synchronous setting support function.

(5) プロジェクト結合

①プロジェクト結合機能

作業工程毎に作成した短いプロジェクトを連結することで、長編のデジタルコンテンツを作成する機能。これにより、デジタルコンテンツ制作の複雑化を軽減することができる。

また、プロジェクトの差し替えや、組み換え、再利用が容易にできるため、デジタルコンテンツ更新時の作業負担を軽減することができる。

デジタルコンテンツ利用時には、各プロジェクトがチャプタ単位に分かれているため、長い作業工程でも見やすく管理することができる(図7)。

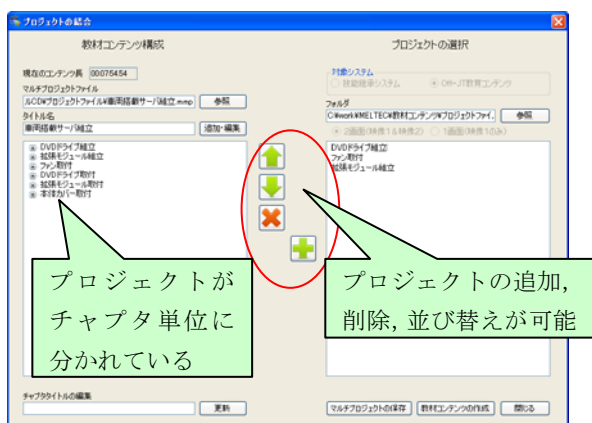


図7 プロジェクト結合機能
 Figure 7 Project combining function.

(6) デジタルコンテンツ出力

①パブリッシャー機能

デジタルコンテンツ制作ツールにて編集した結果をHTML形式に出力する機能。その際に複数のテンプレートを用意しておくことで、同じ編集結果から、2画面对応版、1画面对応版、ネットワーク対応版、スレートPC対応版、多言語対応版など活用シーンに合わせたデジタルコンテンツを出力することができる。

②デジタルコンテンツ

本ツールで作成したデジタルコンテンツは、Webブラウザ(Internet Explorer)上で動作し、作業映像とそれに関連するアノテーションを同期表示するメインフレームと、教材コンテンツの章立てをつリー形状で表示するインデックスフレームより構成される。特に、2ch映像を同期表示可能で、複雑な技能でも分かりやすい形で伝えることができる。また、映像に合わせてインデックスやテキスト、音声、図形アノテーションを同期表示可能で、作業手順や注意点等を正確に伝えることができ、学習者の理解を深めることができる(図8)。

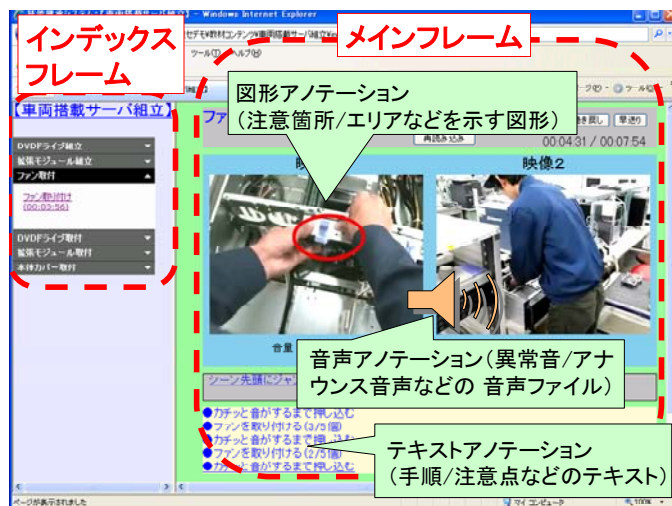


図8 デジタルコンテンツ
 Figure 8 Digital content.

4. おわりに

本稿では、製造現場における技能教育の課題を、教育教材の制作、利用の観点から整理し、制作作業の容易化及び映像情報の高度な活用を要件とした、デジタルコンテンツ制作ツールについて解説した。

今後は、以下の作業を行っていく。

(1) 本ツールの評価

今回開発したデジタルコンテンツ制作ツールを、製造現場にて活用してもらい、制作作業の容易化及び映像情報の高度な活用の観点から、各機能の有効性について評価していく。

(2) 最新プラットフォームへの対応

Windows7, 8や、IE9, 10, SilverlightやHTML5など、さまざまなプラットフォームが登場してきている。これらプラットフォームに対応するための方式について検討していく。

参考文献

- 1) 経済産業省, 2007年版ものづくり白書, 第2章 (2007)
- 2) 2007年問題と技能継承: 具体的企業調査を通して 修道商学 47 (2), 1-54, (2007)
- 3) 森和夫, 技術・技能伝承ハンドブック, JIPMソリューション (2005)
- 4) 長島孝, 横山淳一, 松田信一, 中平勝子, 福村好美: 高度技能伝承のためのマルチメディアコンテンツ開発 情報処理学会 研究報告 (2005).
- 5) 峯慎吾, 中島宏一, 阿倍博信, 奥村誠司: 映像コンテンツ配信における再生高速化のための再生方式と映像レート選択制御 情報処理学会 FIT2010 一般講演 (2010)
- 6) 峯慎吾, 中島宏一, 阿倍博信, 奥村誠司: 狭帯域ネットワーク環境における ユーザ認証と連動した セキュアな映像コンテンツ配信方式 情報処理学会 FIT2011 一般講演 (2011).
- 7) 峯慎吾, 中島宏一, 阿倍博信, 奥村誠司: 狭帯域ネットワークでのセキュアコンテンツ配信を特長とするマルチメディア技能継承システム 情報処理学会 第74回全国大会 一般講演 (2011)
- 8) 阿倍博信, 峯慎吾, 奥村誠司: マルチメディアを活用した技能継承システム 三菱電機技報 Vol.85 No.11 (2011)