

技術伝承システム用の複合コンテンツ開発

原 俊雄 赤金 喜久雄[†]

日本のものづくり産業の国際競争力は、グローバル化と少子高齢化が進む中で大きく衰退している状況にある。これまでの質の高い技術者・技能者の退職が2007年問題として大きな課題であったのに加え、今年3月の東北大地震により車産業、半導体産業に大きな打撃を受けるなど、深刻さがさらに深まっている。これに対する一つのソリューションとして、これまでの技術・技能ノウハウを体系化・構造化して承継可能なものにする共に、さらにこれらを新分野・新製品・新サービスに応用することが考えられる。従来形式知を主体とした技術伝承システムに対して、筆者達は、技術・技能ノウハウの領域を見える化・最適化・表示化する技術伝承システムの開発を進めて来た。特に、技術・技能ノウハウの抽出、伝承シナリオ、及び、使用する複合コンテンツがポイントと成ることから、技術伝承テーマに対して、複合コンテンツの特性、組み合わせ、配分、連携、検索機能などと、制作条件の明確化を考慮した技能伝承システムの開発を進めている。本稿では、技術伝承システムの概要、複合コンテンツの内容・意義・構成、及び、これまで開発してきた技術伝承システムと複合コンテンツの事例を紹介すると共に、他のものづくり業務への応用展開について概説する。

The development of Compound Contents For Technology Transfer system

Toshio Hara, Kikuo Akagane[†]
BIT solution Inc.

International competitiveness of Japanese manufacturing industry is in a situation where significant decline under the aging population and globalization. In addition to the problems by the retirement of high-quality technical skills since 2007 year the Tohoku great earthquake disaster of this March gave a serious impact to the industry including car industry of Japan.

One solution to this as well as to possible succession systematic and structured technical skills and know-how is considered to include new fields of application of these new products and services further. Instead of a technical education system mainly composed of the conventional formalized knowledge, authors have been developed as the educational tool for inheritance of the knowledge, technical knowhow existing in human brain as quasi-tacit knowledge or tacit knowledge. Therefore, we have studied the methods of visualization techniques (display for skill know-how), indication (extract and edit the knowledge) and optimization.

In particular, the technical inheritance, transfer scenario and the complex content is a point, along with

technical issues of technical inheritance, the characteristics of complex content, the combination has been developed to clarify the conditions around the development.

This paper provides an overview of technical inheritance system, structure - meaning - configuration of the complex content, and examples of mixed content and technology systems have been developed so far inheritance, and outlines the possibility of applying the other manufacturing business present Static

1. はじめに

石油・電力・鉄鋼プラント向け大型風力機械の設計を担当していた時期に、急激な円高による国際競争力の低下を経験した。その対応策として、1990年から3次元CADを用いた統合設計生産システム(CIM)の構築を目指した。次いで、1995年に経済産業省の提唱する“E”コマースによるCALSプロジェクト”への参加の機会を得て、製品ライフサイクルにわたる企業間連携システムの実証研究を行うことが出来た。これは、新しいものづくりのスキームを生み出すための官民一体となった開発実証事業であった。これらの研究開発経験を基に

ものづくり立国・日本”の復活に向けた技術・技能伝承とその活用に対する技術伝承システムの開発に取り組んでいる。また、そのシステムの中核を成す、技術・技能伝承の複合コンテンツの開発についても、平行する形で開発を進めた。

一般には、ものづくり技術・技能伝承は、製品の製造技術や技能に対して論議されることが多いが、ここでは、製品のものづくりライフサイクル業務全般にわたる、エンジニアリング作業に使われる技術・技能ノウハウの伝承システムを対象として考えている。

本稿では、高度伝承システムの概要、複合コンテンツの目的と制作ポイント、複合コンテンツを活用した技術伝承システムの事例について紹介する。

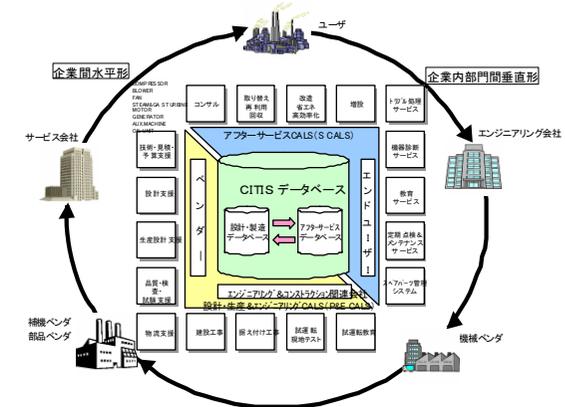


図1. 製品のライフサイクル業務

[†] 株式会社BITソリューションInc. デザインアーキテクト
BIT Solution Inc. Design architect

2. ものづくり技術伝承システム

ここでのものづくり技術・技能伝承は、開発・設計・生産・検査試験から、製品出荷・据付・試運転・運用、保守・改良・取替え・廃棄を含む、製品のライフサイクルに渡るエンジニアリング作業に対しての技術・技能伝承をテーマとしている。これらのエンジニアリング作業に対して、製品を上手く、早く、安く、的確に、設計・生産し、完成した製品を正確に保守・運用・サービスする作業の技術・技能ノウハウが対象となる。

一般的に、ナレッジマネジメントに於ける技術・技能ノウハウは形式知と暗黙知に大別して取り扱われている。

この区分に従う形で、開発した技術・技能伝承システムは、形式知の見える化・最適化・表示化システムとしての“技術ドキュメントデータベース”と、暗黙知の見える化・最適化・指示化システムとしての“ビジュアルドキュメント”システムで構成している。また、これらの技術・技能伝承情報を旨く活用する仕組みも必要となることから、技術ナレッジ・ナビゲーションシステムも開発している。

本章では、ものづくりライフサイクルにわたる技術・技能ノウハウを活用した技術伝承システムの概要と、そこで用いられる複合コンテンツについて述べる。

2.1 ものづくり技術・技能伝承の目的

2007年問題として脚光を浴びた、中高年技術者・技能者の退職によるものづくり産業力の低下対応策は、最近話題に上らなくなりつつある。しかしながら、世界に評価された工業立国としてのポテンシャルが失われつつある状況下では、技術・技能ノウハウの伝承と活用、及び、新ビジネスモデルを早急に生み出す必要がある。

ものづくり技術・技能伝承の目的は、いろいろな角度から定義することができるが、筆者達は、以下の7項目を主要な要素として考えている。

- ① 現場力の向上
- ② 保有技術・技能の喪失防止
- ③ 保有技術・技能の資産化・価値化
- ④ 技術・技能の自動化・ロボット化
- ⑤ 技術・技能のレベルアップ
- ⑥ アウトソーシング・グローバル化対応
- ⑦ 新製品の開発、新分野への応用

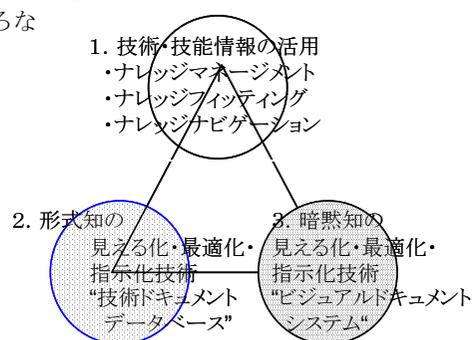


図2 技術伝承システム

2.2 技術・技能伝承の手段と領域

ものづくり技術・技能の伝承手段としては、技術マニュアル、ワークフロー、ビデオ、Eラーニングなどを中心として、様々な形の技術・技能ノウハウ編集システムやパッケージが販売されている。代表的なシステムとしては、トヨタケーラム社・指南車、アバシス株式会社・i.ADiCA、テンダー・D o j o、東洋エンジニアリング・ナレッジバンクなどがある。

これらのツールやシステムを含めて、技術・技能ノウハウの伝承手段として考慮すべき点は、作業手順・ロジックフロー、作業思考・判断基準、作業の段取り、作業ポイント、作業のやり方、作業の質・スピード・正確さ、作業リスク回避、トラブル対応、作業評価・指示、伝達方式などである。

また、技術・技能伝承で重要な点は、対象となるテーマに対して、適切な伝承手段とコンテンツの選定が重要で、これを決定する担当者の意図と経験とセンスに依存する部分がポイントである。

販売されている技術伝承システムの多くは、ユーザに活用されずに棚の中にとまわっているが、これがこの技術伝承システム構築の難しさの要因であると言える。

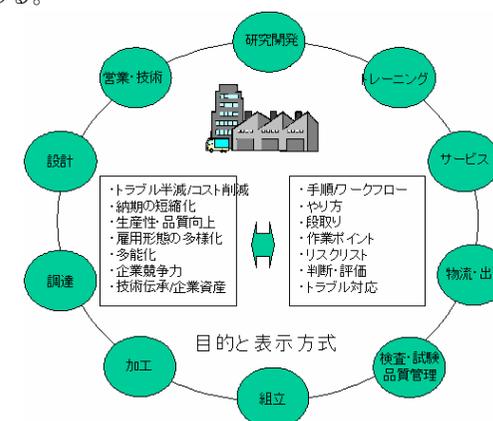


図3 技術・技能伝承の目的と手段

2.3 技術伝承システムと複合コンテンツ

従来の技術伝承システムでは、形式知を主体とした技術・技能ノウハウを、マニュアル、写真、ビデオを用いて伝承する仕組みであった。これに対して、難しいと言われてきた準暗黙知と暗黙知を抽出して表示する高度な技術・技能ノウハウの伝承を可能とする次世代型の技術伝承システムを開発した。

このシステムは、システムデザインシート、技術ノウハウ抽出システム、複合コンテンツ、技術伝承プログラムで構成している。従来の紙マニュアル、写真、ビデオに加え、アニメーション・3Dモデル・音声などのデジタルコンテンツを加えた複合コンテンツに特徴を持つ。IT技術を活用することで、五感に依存すると言われていた感覚的で微かな技術・技能ノウハウを抽出し伝達する仕組みが、これにより可能となった。

3. 技術伝承用の複合コンテンツ

従来の形式知を中心とするアナログ方式の技術伝承システムに対して、準暗黙知、暗黙知を見える化・最適化・表示化する技術伝承システムでは、アナログコンテンツとデジタルコンテンツを組み合わせた複合コンテンツを活用することで、暗黙知と呼ばれる難しい技術・技能の伝承が可能となる。ライフサイクル業務の技術・技能伝承に対して、この複合コンテンツの適正な要素の組み合わせと配分により、効果的な伝承システムを開発することができる。

本章では、複合コンテンツの定義、複合コンテンツの意義、及び、複合コンテンツの編集プラットフォームについて説明する。

右図は、技術伝承システムに於ける複合コンテンツの関係を示したものであるが、これ迄表示化ができなかった準暗黙知の見える化にポイントがある。また、対象テーマに従って、技術伝承システムのデザイン仕様の明確化と、技術ノウハウの抽出システムが重要となる。多くの技術伝承システムツールが販売されているが、あまり効果的に使われていない理由は、制作する技術伝承システムの基本仕様書への認識が不足している点にある。

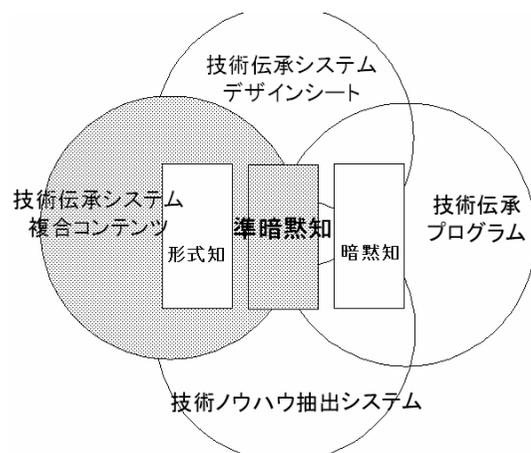


図4 技術伝承システムと複合コンテンツ

3.1 複合コンテンツ

現在の製品カタログや製品マニュアルは、紙形式のテキスト情報と写真・イラスト情報で構成されていることで、技術ノウハウの抽出と表示が難しく、技術の伝承や活用に限界があった。このため、市販されている技術伝承システムでは、ビデオが主体となるパッケージシステムが主流である。

これに対して、紙形式のテキストコンテンツをベースとして、3Dモデル情報、マルチメディア情報、計算機能、シミュレーション機能を追加・連携させることにより、これまで難しかった技術ノウハウの準暗黙知の抽出と表示が可能となり、技術ノウハウを有効的に表示できるシステムが開発できた。

コンテンツ	形式知			準暗黙知			暗黙知		
	見える化	最適化	表示化	見える化	最適化	表示化	見える化	最適化	表示化
1. 紙ドキュメント【マニュアル・手順書・他】	○	○	○	△	-	-	×	×	×
・テキスト文									
・リスト/グラフ/表									
・図/イラスト									
・写真									
・データベース/辞書									
2. ビデオ映像	○	○	○	△	-	-	×	×	×
・映像/ナレーション									
3. ITデジタルコンテンツ	○	○	○	△	△	△	△	△	△
PDF									
・アニメーション									
・2D, 2.5D, 3D CADモデル									
・デジタル画像・ビデオ									
・音声/デジタルデータ									
4. 複合コンテンツ	○	○	○	○	○	○	△	△	△
1+2+3コンテンツ統合編集									
(選択、配分、連携、リンク、検索)									
(計算、シミュレーション、評価)									

表1 複合コンテンツリスト

3.2 複合コンテンツの意義

高度技術伝承システムでは、技術進歩と時代の変化、ニーズに適応できかつ、自己学習できるだけの応用力を身につけることにより、従来の温存すべき技術・技能のみならず、今後の産業発展・変化に必要な技術・技能者を育成することにある。

このシステムは、準暗黙知（本来形式知化できるもので、テキスト表現されていないもの）を形式知化し、技術・技能を見える化（ここでは、存在する技術のうち、何がポイントであるのかを抽出・付加・削除・再編集して伝達することをいう）する機能がある。

また、複合コンテンツの意義は、CAD図、各種シミュレーション、音声、CG、テキスト（図表、数式を含む）などの各種形式の情報コンテンツを、技術・技能教育、技術開発、トラブル解決の目的に併せて、目的を達成するための道筋、方法、解決策を見出せるように、別の角度から言うと「明示的でなくとも暗示的な情報」を見える化する事により全体を俯瞰し、教育期間、開発期間、解決速度を劇的に短縮することである。

3.3 複合コンテンツの制作

技術・技能伝承する対象テーマに従って、初めに、複合コンテンツの構成要素と配分、及び、連携をデザインする。

これにより設定された構成要素のデジタルコンテンツを作成するが、特に、ビデオコンテンツ、3Dモデルコンテンツ、マルチメディアコンテンツの作成に時間がかかる。3Dモデルコンテンツは、2次元CAD情報をベースに、3Dモデルを制作しているが、目的に沿って技術ノウハウと作業工程とをうまく表現するとともに、作成効率の高い3Dモデルが必要となる。このため、3D CADオペレータの技術・技能に依存する点が大きいが、その品質と生産性の確保の為に、制作プロセスと編集プロセスをパターン化している。

また、マルチメディアコンテンツの制作では、どこをどのように撮影して、表示するかは制作仕様書で指示される。シナリオに沿った撮影と3Dモデルとの連携表示が重要なポイントとなる。撮影されたビデオは、1シーン3分程度の単位に編集したシーンコンテンツと、全体を20分ほどにまとめた全体コンテンツにするため、ビデオ編集を行い完成させる。要点を明確に出来ないまま長時間撮影したビデオコンテンツは、編集に多大な時間を要することから、シナリオに沿った撮影が重要であるが、製品の製造工程と撮影のタイミングを合わせる必要があり、この調整が難しい。

これらのデジタルコンテンツの各要素を編集プラットフォームで統合編集することにより、技術伝承用の複合コンテンツが完成する。

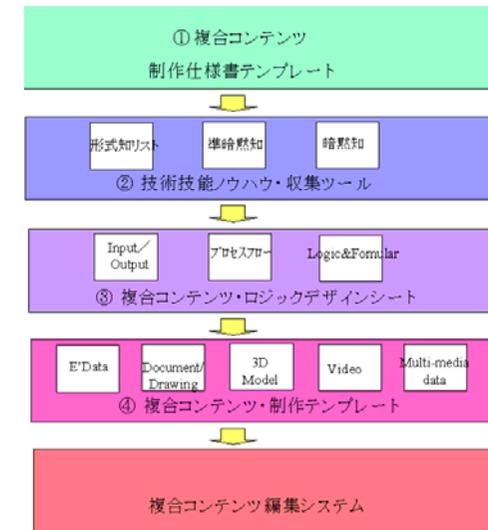


図5 編集プラットフォーム

4. 複合コンテンツ応用例

技術伝承システムは、3Dモデル、マルチメディア、PDF、アニメーション、アイソメ図、等のコンテンツと、計算とシミュレーションの機能で構成するため、対象となるシステムの開発には、かなりの時間と期間を必要とする。

実用システムでは、ユーザーの要望に合う価格、制作期間、品質が求められる事から、システムの開発手順と支援ツールの整備が必要となる。ツールの中で特に重要な仕組みは、開発デザインコンセプトを明確にするコンセプトシートと構成機能を明確に表わすロジックデザインシートである。これを基盤に、制作シナリオを作成して、3Dモデルとビデオコンテンツの同期化を図ることで、微妙な技術ノウハウの抽出と表示が可能となる。

本章では、開発した技能伝承システムと適用した複合ドキュメントに関して、代表的な事例を紹介すると共に、そのポイントを概説する。

	マニュアル	データベース	図	アニメーション	3Dモデル	映像	音声データ	性能機能計算	シミュレーション
製品技術電子カタログ	△	○	○	—	△	△	—	◎	—
製品設計電子マニュアル	◎	○	○	△	◎	○	○	○	○
製品生産技術マニュアル	◎	○	○	△	◎	○	○	○	○
技術トレーニングシステム	◎	○	○	○	◎	◎	○	○	○
サービス支援システム	◎	◎	○	○	◎	◎	○	○	○
ヘルプデスクシステム	◎	◎	○	—	○	△	○	△	○

表2 複合コンテンツ機能配分・連携

4.1 製品技術電子カタログ

産業機械の製品カタログでは、従来の紙形式のカタログに加えて、CDやWebで製品情報を提供する、電子カタログ方式が普及している。

これまで、カスタム製品である産業機械では、ユーザーに紙カタログを提供し、引き合い仕様書に沿って、ホストコンピュータで性能計算・機種選定して見積書を作成し、ユーザーに見積書を提出していた。このため見積書の提出には、約1ヶ月を要し、多くの作業ロスが生じていた。

顧客の引き合いを分析すると、基本計画フェーズと詳細計画フェーズに分類され、それぞれのフェーズで、メーカーに要求する引き合い技術情報に違いがあることがわかった。このため、そのフェーズに合わせて技術情報の提供を行う仕組みとして、製品技術カタログシステムが開発された。

製品電子カタログの提供機能として、企業情報、製品一般情報、性能技術情報、機種・機名選定、性能選定、機能選定を実装させている。また、計算結果は、画面表示と共に、その場でプリントアウトできる機能を持つ。この機能から、ユーザー自身が技術見積作業を行なうケースも出てきて、業務プロセスの変革につながりつつある。製品電子カタログの適用領域は、大型・特殊機器、高機能機器、等のカスタム製品が対象となる。

ロジックデザインシートには、画面・出力構成、作業フロー、機能表示、使用コンテンツ、等を、時系列で表示している。マイクロソフト社 VISIO は、図とテキスト情報をオブジェクトとして取り扱えることから、このロジックデザインシートを作成する便利なツールとして活用できる。

構成するコンテンツは、テキスト、図、表、アイソメ図、3Dモデル、写真、ビデオ、アニメーション、計算式、辞書、シミュレーションがある。各コンテンツは、デジタルコンテンツ制作テンプレートに従って仕様が明確になり制作される。対象のシステムテンプレートをベースとして、SEによりプログラミング作業で編集され、技能伝承システムとして完成する。

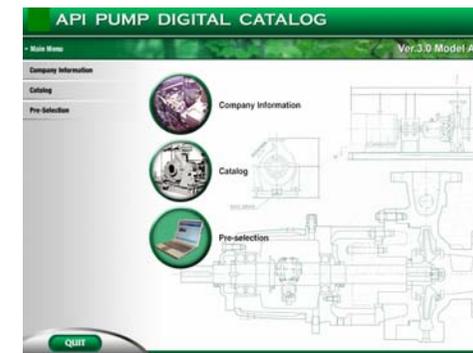


図6 技術電子カタログ Top 画面
(エバラ時報引用)

4.2 製品技術電子マニュアル

現在の産業機械の製品技術マニュアルは、紙形式で、内容はテキスト、イラスト、表、図、写真情報で構成している。一般的に、これを補足する仕組みとしてビデオが提供されている。しかしながら、現状の仕組みでは、暗黙知と言われている微妙な動作、微妙な判断、経験にもとづいた推察・応用などの技術ノウハウの表示は難しく、新しい仕組みが求められてきた。

これに対して、従来のマニュアル情報に機器の3Dモデル、マルチメディア情報、計算式、シミュレーション機能を加える事で、暗黙知と呼ばれてきた技術ノウハウが、かなりの高レベルで抽出、活用できる。

製品技術マニュアルで表現する機能が増える事から、高品質な技術ノウハウの取り込みが可能となる利点を持つ。

しかしながら、対象となる製品技術マニュアルに対して、何を、どのように、どの位で開発するかについては、別の課題と言える。

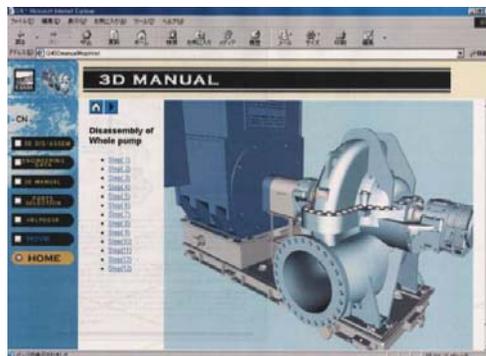


図7 製品技術電子マニュアル Top 画面
(エバラ時報引用)

対象となるマニュアルとして、技術マニュアル、製造マニュアル、サービスマニュアル、などがあげられる。これまで10種を超える製品技術電子マニュアルを開発した経験から、3Dアニメーション、3Dマニュアル、PDFマニュアル、ビデオコンテンツ、ヘルプデスク機能で構成したシステムが非常に有効であると考えている。

2007年問題として大きく取り上げられた、団塊世代の技術ノウハウの伝承課題は、明確な手段が見出せないまま雇用延長による技術ノウハウの継続で推移しているが、製品技術電子マニュアルの機能充実により、技術抽出、技術伝承、技術活用の実績を積むことができ、この課題の解決につながるものと期待している。

4.3 製品技術・電子トレーニングシステム

製品技術電子トレーニングシステムは、従来の紙とビデオを主体としたアナログコンテンツにデジタルコンテンツを加え、PC上でグループ学習、個人学習ができるシステムとして開発した。特に、形状情報を3Dイメージモデルで表示することで、製品形状と構成部品、組立・分解の手順が明確に表示できると共に、技術・技能ノウハウを視覚的に組み込めるシステムである。このほかに、トレーニング項目の選択、辞書機能、テスト機能、学習履歴記録、ヘルプデスク機能を持たせている。

複雑な技術・技能ノウハウを組み込むシステム構成ができることで、E-Learningシステムとして、自分で予習・学習が可能となり、従来、3年ぐらい必要とした技術トレーニングの期間を1/3程度に短縮できるメリットを持つ。

また、各自が自分用のトレーニングコンテンツを追加加工できる仕組みも用意していることから、自分にあった教育ツールとして拡張でき、体得する技術ノウハウのデータベースとして活用することも可能である。

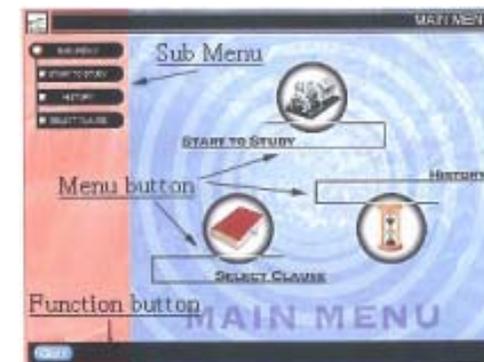


図8 製品技術トレーニングシステム
(エバラ時報引用)

4.4 高度技能者育成教育ツール

技術・技能教育において、人は言語、図形、数式などにより学習するのであるが、そのすべてを左脳、右脳が連携した状態で最もよく理解、習得することができるようにするのが、ここでいう複合コンテンツを用いた高度技術伝承システムのねらいである。人に技術・技能を修得してもらうに最も適した見せ方をこれらの手法を駆使して提供し、3DCAD、シミュレーション、あるいはCGグラフィックにより作成した教材を提供する。

例えば、機器の加工、溶接、組立て、ロボット用制御プログラムなどの基礎教育レベルにおいて、見える化することにより理解をして、頭にしっかりと定着させ、またそれにより知的に応用、拡張を可能とすることにより、技術の進歩に追随でき、新たな別分野、新たな技術の拡張に適用、進出が可能となる人材を育成することができる。

技術・技能の継承化の方法として、テンプレートにしたがって熟練技能を分析しデジタル化することにより、経験技術が熟練者でなくとも生かせるようにする方法が開発されている(注*)。テンプレートとしては、鋳造テンプレート、めっきテンプレート、熱処理テンプレート、切削テンプレート、金属プレステンプレートが用意されている。これは技術の維持・有効利用には必要かつ効果的で、経験者がいなくとも企業が製品を作れるということでは良いが、技術・技能がブラックボックス化することにより、人の頭脳レベルでの継承はできない。また、新しい分野への応用はきかず、知識をもった応用力のある人材はそのうち、いなくなるであろう。したがって、技術・技能教育の面では、背景となる現象(基礎的科学的)をイラスト的、イメージ的に画面

上で理解させながら、技能技術を学ぶことにより、まったく異なる新分野にたいしても、応用のできる技術・技能者を育成することができる。

4.5 開発・サービス業務などへの応用

今後の国内市場、海外展開の可能性、中堅・中小企業の活躍可能分野として、医療・介護関連ロボットが有望である。この場合においては、設備取り付けのシミュレーション、利用場面でのシミュレーションとアニメーション、あるいは、多目的ロボットの利用分野開拓、部分的カスタマイズの検討と利用範囲拡大などを目的としたシミュレーション、アニメーションに複合コンテンツが適用できる。

3D表現の画面上で、さらに、使用局面、作業局面でのシミュレーション、手順の発見、ハード開発での改良点発見、解決方法の工夫と発見、提案された解決方法を画面上で確認する、など共同、協業環境を構築する。これにより、サービス提供のビジネス展開の課題を見出し、問題解決にあたることができる。従って、CADのみならず、CGグラフィックスも活用する。また、技術・技能伝承のトレーニングツールとしても利用でき、製造やサービス事業を海外展開する場合における、外国人の技能者育成に活用できる。

5. まとめ

グローバル化と少子高齢化の時代を迎え、これ迄のものづくり立国としての日本の方向性は、大きな転換期を迎えている。高度な工作機械やロボットによる加工・組み立て作業により、職人的なものづくり技術を必要とする場面が少なくなってきた状況で、これからの差別化でできるものづくりの独自の方向性と技術・技能を生み出す対応が迫られている。

これ迄のものづくり技術・技能を整理・体系化して、新しい分野での技術・技能の確立を目指すには、技術伝承システムの確立と普及が不可欠である。この面から、技術・技能伝承システムに携わる関係者は、なぜ現在の技術・技能伝承システムが普及しないかを考え、その解決に向けた連携を進めるべきと考える。

PC機能と性能、アプリケーション、ネットワーク、ユーザーインターフェース、等における技術の飛躍的な向上により、3Dモデル制作、マルチメディアコンテンツ制作、計算ロジックと方程式の組み込み、プログラム開発、を含めてビジュアル表示が非常に容易となって来た。これにより、これまでは困難と言われた技術ノウハウの見える化、最適化、指示化を可能とする複合コンテンツの制作技術もレベルUPでき、ハイブリッドコンテンツとして広く応用することも可能となる。

技術ノウハウを資産とし、その活用による新分野への進出、新製品の開発、新サービス事業の創造に寄与できるよう、さらなる複合コンテンツの開発を進める。

参考文献

- 1) 原俊雄: CALS IETM システム実証研究, エバラ時報, 荏原製作所 Vol188, (2000).
- 2) 原俊雄: 3次元イメージモデリングシステムの開発, エバラ時報, 荏原製作所 Vol203, (2004)
- 3) 原俊雄: カスタムポンプ電子カタログシステムの開発, エバラ時報, 荏原製作所 Vol206, (2005)
- 4) 小林隆一: 仕事力がアップする! マニュアルの作り方・生かし方, PHP 研究所, (2006)
- 5) 経営創研究株式会社: 「技術・技能伝承」実践マニュアル, 中央経済社, (2007)
- 6) 矢萩保雄: 現場に強い人材育成に向けた「知」、「技」、「心」の継承, 月刊エネルギー, 日本工業新聞社, Vol40, No.5, (2007)
- 7) 技術・技能伝承に関する考察 職業網力開発大学校 海野邦昭
- 8) 原俊雄: ものづくり技術・技能伝承システム, 画像電子学会 (2011)
- 9) 岡部利光、服部光郎、松本則夫: 加工技術・技術継承支援ツール「加工テンプレート」開発 産業技術総合研究所・人口知能学会 SIG-KST-2007-02-03