

ビジュアルドキュメントシステム

原 俊雄[†]

産業機械・プラント産業を対象に、ライフサイクルにわたって増え続ける技術ドキュメントの量の圧縮、コストの削減、作成時間の短縮を目的として、部門、工場、企業間を連携した技術ドキュメントシステムの開発と実証研究を行ってきた。この活動実績をベースに、3Dモデルとマルチメディアコンテンツを活用した次世代型の技術ドキュメントシステムの開発を目指してきた。一般的に、ものづくりで使用されるドキュメントは、事務系ドキュメントと技術系ドキュメントに大別できる。この技術系ドキュメントには、設計仕様書、購買仕様書などを中心として、技術情報の伝達を目的とするエンジニアリングドキュメントと、技術カタログ、設計マニュアル、製造マニュアル、サービスマニュアルなどを中心として、技術ノウハウの伝承を目的とする技術マニュアルがある。特に、技術カタログ・技術マニュアルに着目して、テキストと表と図で構成された紙形式の技術カタログや技術マニュアル(Static Document)に対して、テキストデータに加え、3Dモデル、マルチメディアコンテンツ、計算式を併用して連結したビジュアルドキュメントシステム(Dynamic Document)を開発した。本稿では、この概要と実用事例を紹介し、併せて、現在開発中のビジュアルドキュメントシステムの構築手法についても考察する。

The development of the visual document systems for the manufacturing industries

Toshio Hara[†]

For industrial machine/plant industry, the technology of a document system has been developed and verified which operates between divisions, factories and companies to reduce the quantity of the technical documents and because continual increase of the management cost in a life cycle, and increased needs of information sharing and reuse. Based on this result, I have been developing the technological document system of the next generation model using 3D models and multimedia contents. As for the document in the industrial machine/plant industry, it is classified roughly to the documents of the office work and the technical work. These technical documents are classified to the engineering documents for the purpose of the exchanges of the technical information (mainly design specifications and purchasing specifications) and the technology catalogues/manuals for the purpose of the instructions and exchanges of the technical

know-how (mainly technical catalogues, design manuals, production manuals and service manuals). Paying its attention to the technological catalogue/manual which will be used for education and utilization of technological know-how, a Dynamic Document (a visual document system which consists with 3D models, the multimedia contents, calculation formula as well as text data) has been developed to replace the present Static Document (paper documents consisting of technology catalogue and a technology manual with a conventional text, lists and figures). This report introduces a summary and the application examples and considers the construction of a visual document system developing now.

1. はじめに

産業プラントの完成時に納入される技術ドキュメントは、各機器メーカーで作成される数千ページの製品技術ドキュメントを含めて、10万ページを超える量であると言われている。さらにユーザーでも、プラント設備運用・保守に関するドキュメントも追加作成することから、ライフサイクルにわたって、技術ドキュメントの作成、維持、管理に膨大な時間を費やしている。

米国のIETMプロジェクトの取り組みに代表される、電子化技術を応用した新しい技術ドキュメントシステムの開発は、これまでの紙形式での技術ドキュメントのデジタル対応策として着目された。筆者は、このドキュメントの作成、維持、管理のシステム化に長年の間、取り組んできた。目指してきたのは、エンジニアリング作業の生産性と品質の向上、および、企業間連携でのデジタルエンジニアリングを支援するエンジニアリングドキュメントシステムであった。技術見積関連、設計関連、購買関連、生産関連、品質・試験関連、サービス関連の技術ドキュメントのうち、データシート、仕様書、手順書、マニュアル、取扱説明書などのドキュメントのシステム化を対象とした。これらの技術ドキュメントのシステム構築を考えて、作成ドキュメントの目的、内容、フォーマット、作成方法、連携、共有化、配布・履歴管理、セキュリティなど、実務ベースでの開発を進めた。

第2章では、エンジニアリングドキュメントシステム開発への取り組みを紹介する。第3章では、技術ノウハウの見える化、最適化、指示化(見える化、最適化し、さらにその結果に基づいて分析を行い、解を得る方向をナビゲートすること)を実現する次世代型のビジュアルドキュメントシステムの概要を説明、第4章でその構築手法を概説し、まとめとして、このシステムの効果を考察する。

[†] 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. エンジニアリングドキュメントシステム

本章では、大型産業機械メーカーにおける技術ドキュメントの整理、体系化、システム化への取り組みを紹介する。設計ドキュメントのシステム化から始めて、設計・生産統合システムの構築を目指した。技術ドキュメントの分類、体系化、システム化により、企業内連携ドキュメントシステムの構築である。次いで、産業機械の全ライフサイクルにわたるエンジニアリングドキュメントの企業間連携ドキュメントシステムを目指し、システム開発、および実証研究を行った CALS IETM システムの概要について紹介する。

2.1 エンジニアリングドキュメント

製品には、見積、設計、調達、製造、試験、設置、維持管理、廃棄の各ステージからなるライフサイクルがあり、それぞれのステージに担当部門がある。各部門では、多くのドキュメントを作成して製品に反映しているが、これらものづくりドキュメントは、事務系ドキュメントと技術系ドキュメントに大別される。

技術系ドキュメントには、ものづくりに関係するテキスト情報を部門間で伝達・利用する目的のエンジニアリングドキュメントと、技術ノウハウを伝承・活用する目的の技術マニュアルがある。大型産業機械では、設計・製造に約一年間を要し、設備機械としての保守・運用・廃棄は約 30 年と言われる長いライフサイクルを持つ点に特徴がある。このため、製品ライフサイクルを通じて、有効に利用されるエンジニアリングドキュメントの形式と連携が重要となる。(図 1 参照)

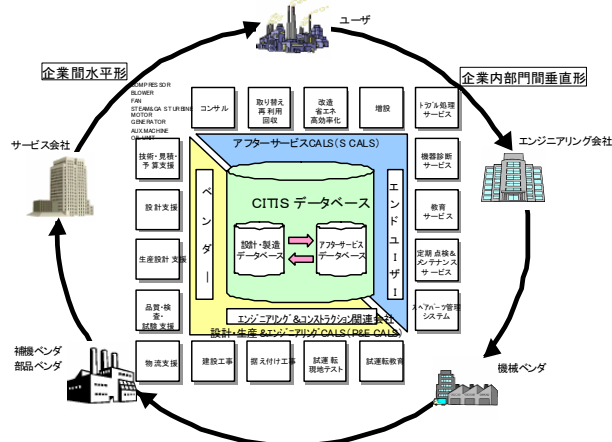


図 1 製品ライフサイクル

2.2 企業内連携技術ドキュメント

カスタマイズの大規模産業機械の設計・製造では、100 種類を超えるドキュメントが必要となる。これらのドキュメントには、客先情報、他部門情報、関連企業情報が含まれることから、設計・製造過程で多くの変更が生じる。その都度、関係するドキュメントの修正も必要となることで、膨大な作業時間を要してきた。この解決を図るには、設計工程と製造工程を分析して連動するシステムを構築する必要があった。これらのエンジニアリングドキュメントは、各ステージでの業務作業と密接な関係を持つため、業務ワークフローとドキュメントワークフローの同期化が重要となる。このため、設計エンジニアリングドキュメントの整理、体系化、標準化を行い、ドキュメントリストと標準フォーマットの準備を進めた。さらに、PC 処理が可能になったことから、部門内、部門間のドキュメント管理システムで、統合設計・生産システムの 1 モジュールとしてシステム開発を進めた。(図 2 参照)

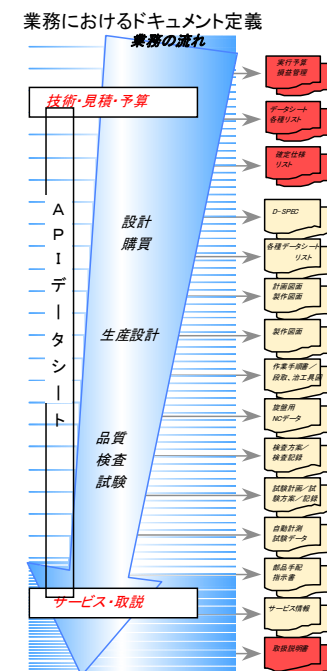


図 2 技術ドキュメント

2.3 企業間連携技術ドキュメント

1995年にスタートした日本におけるCALSプロジェクトは、ものづくり産業のデジタルエンジニアリングを目指す産学官共同の1大プロジェクトとして展開された。ライフサイクルドキュメントの開発を進めていた筆者は、このプロジェクトに強い関心を持って、開発メンバーとしてCALS-IETMプロジェクトに参画した。CALS-IETMシステムとは、CALS/ECにおける「製品ライフサイクルの全工程を通じて、作成、使用される技術ドキュメントを、ライフサイクルステージの特性に応じて企業間を横断する水平型、企業内の部門間での再利用を図る垂直型の両方向で、電子的かつ対話型に共同利用し、共有するシステム」であると定義づけ、企業間連携による統合技術ドキュメントシステムの構築を目指した。

実証研究では、産業機械・プラントエンジニアリング業界を対象とし、ポンプデータシートとポンプ取扱説明書をモデルに、時代の推移とともに増え続ける技術ドキュメントの「量の圧縮」、「コストの削減」、「作成時間の短縮」を狙いとするIETMシステムの開発とその実用化実証を行うことを目的として、プロジェクトを実施した。このシステム開発では、次の技術基盤の上にCALS IETMシステムを構築した。

- ・文書の表現にはXMLを使用する。
- ・XML文書の管理に適したデータベースシステムを構築する。
- ・システム開発言語には、XMLとも相性のよいJavaを使用する。
- ・処理の分散配置を可能にするために、CORBAを利用する。
- ・Webの技術を活用して、通常のWebブラウザで閲覧できるようにする。

実証研究の具体的な対象テーマとして、多企業間情報で構成される見積業務ドキュメントと取扱説明書のシステム開発を行った。

[見積業務支援システム]

産業機器の主要な技術仕様データは、引き合い/見積の段階で決定されるので、これをXMLによって構造化した電子データにして、受発注業務を効率化する仕組みを開発した。具体的には、ポンプユニットとして引き合いを受けた業者が、ポンプの見積を行うと同時に、ポンプユニットを構成するギアとモータの引き合いを連携して行うことができるシステムの開発を行った。

[取扱説明書作成支援システム]

取扱説明書の構成を標準化し、XML文書に変換して、データベースで管理する取扱説明書作成支援システムを開発した。

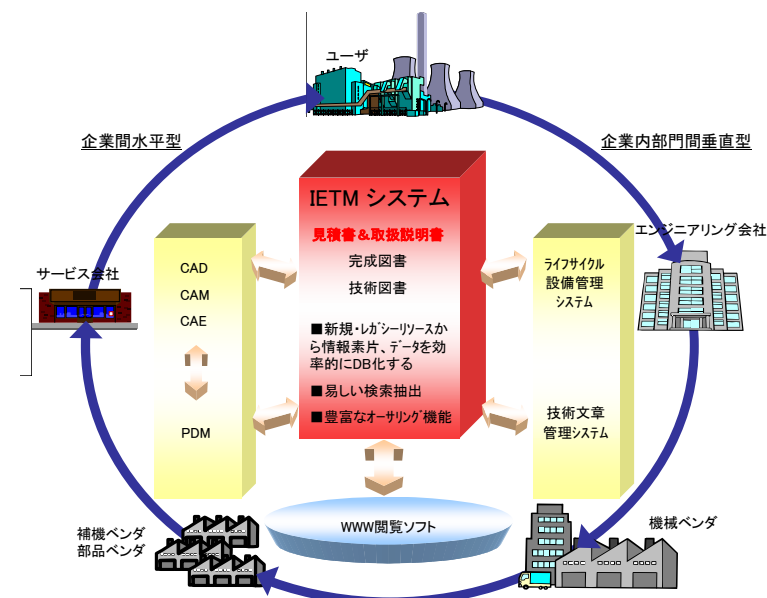


図3 企業間連携ドキュメントシステム

3. ビジュアルドキュメントシステム

CALS-IETMの実証研究後に、海外ユーザから大型産業機械の技術トレーニングシステムの開発依頼があった。その要求に対して、従来の紙形式の取扱説明書をベースとした次世代型の技術マニュアルの開発を検討した結果、ビジュアル機能を応用するシステムが有効である点に気がついた。そこで、製品の3Dモデルと製作ビデオを連携して表示するシステムをビジュアルドキュメントシステムと定義し、開発を進めた。

ここでの、ビジュアルドキュメントシステムとは、これ迄の紙形式のドキュメントを応用して、PC上で有効な情報を検索・抽出してデジタルドキュメントを作成し、必要な情報を紙形式で出力する仕組みと、技術マニュアルとしてPC上でビジュアルな制作、編集、伝達、計算、シミュレーションを行うシステムと、必要に応じて、文書形式で出力する仕組みから成るシステムである。特に、このシステムでは、これ迄

難しいと言われてきた暗黙知の技術ノウハウの抽出、見える化、最適化、活用に向けたナビゲーション効果が期待できる利点を持つ。

本章では、このビジュアルドキュメントシステムの概要と、開発した製品電子カタログ、及び、製品技術マニュアルの応用事例を紹介する。

3.1 ビジュアルドキュメント

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から、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る。このため、市販されている多くのビデオトレーニングシステムでは、デジタルビデオコンテンツを主体としたシステムとなっている。

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・連携することにより、これまで難しかった技術ノウハウの抽出と表示が可能となり、さらに技術ノウハウを有効的に表示できるシステムとなる。

開発するビジュアルドキュメントシステムでは、従来の技術マニュアルをベースに、3D モデル、マルチメディアコンテンツ、計算機能、などを組み合わせる事から、システム開発には、デザインや3D モデル、ビデオコンテンツ制作、プログラミングなどに、かなり多様な人材が必要となる。

ビジュアルドキュメントシステムの有効な領域としては、技術ノウハウの表示がポイントである技術マニュアル、技術トレーニングシステム、製品技術電子カタログ、ヘルプデスク、等が考えられる。

この他にも、製品技術プレゼンテーションシステム、地図情報と写真を組み合わせた顧客管理システム、写真とアイソメ図と履歴管理データをリンクさせた技術サービス支援システムなど、各種技術支援システムへの幅広いアプリケーションに応用できると考えている。(図4参照)

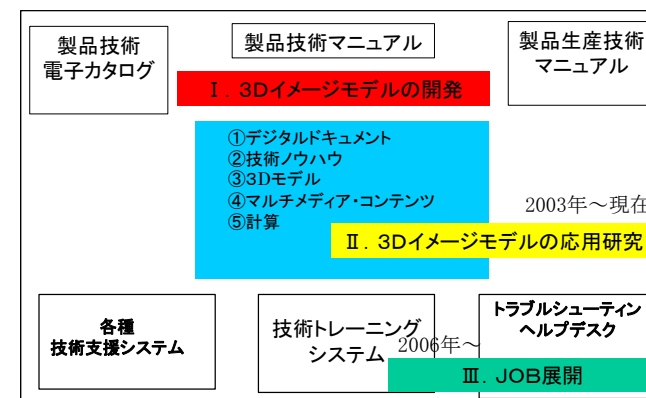


図4 ビジュアルドキュメントシステム適用領域

3.2 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 で提供する電子カタログ方式が普及してきた。

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る。このため見積書の提出には、約1ヶ月を要し、受注確立は10%程度である事から、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は、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、こ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。(図5参照)

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。ビジュアルドキュメントシステム方式で提供す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考えている。

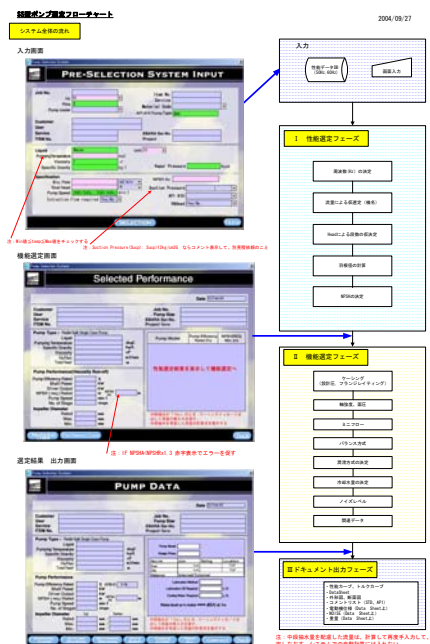


図5 カタログ画面&ロジックフロー図

3.3 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、かなりのレベルで抽出、活用できることになった。

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。

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、トレーニングマニュアル、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、これらは、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。(図6参照)。



図6 製品技術電子サービスマニュアル (エバラ時報引用)

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現在、推移している。本ビジュアルドキュメントシステムの機能充実により、技術抽出、技術伝承、技術活用の実績を積むことができ、この課題のソリューションとなると考えている。

4. ビジュアルドキュメントシステム構築手法

ビジュアルドキュメントシステムは、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が必要となった。実用化システムでは、ユーザーの要望に合う価格、制作期間、品質が求められることから、システムの開発手順と支援ツールの整備が必要となってきた。この支援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から、微妙な技術ノウハウの抽出と表示が可能となった。

本章では、開発デザインコンセプトの設定、システム開発手順と、コンテンツの制作技術を中心に、ビジュアルドキュメントシステムの構築手法を概説する。

4.1 ビジュアルドキュメントシステム設計

これまでに、製品技術カタログシステム、製品技術電子カタログ、及び、ビジュアルドキュメント業務支援システムを幾つか開発したが、それぞれがカスタマイズメイドのデザイン仕様であったことから、かなりの費用と期間を必要とした。このシステムの実用化を進めるためには、開発に対してかなり生産性を上げる必要がある。このため、開発プロセスと制作手順を記述する制作プラットフォームを作成し、開発支援ツールの整備を進めている。(図7参照)

システム設計工程では、システム開発のコンセプトを明確にして、システムの構成を定義し、使用するコンテンツの制作仕様書を作成する作業となる。

制作仕様書では、ユーザーの目的、規模、内容、使用場面、使用頻度、価格、期間、などをベースに、構成するシステム機能と性能を規定し、実装する各種コンテンツを設定して、開発仕様書の形にまとめる。

特に、ユーザーインターフェイスとなる画面設計と表示項目が、システム設計のポイントとなる。

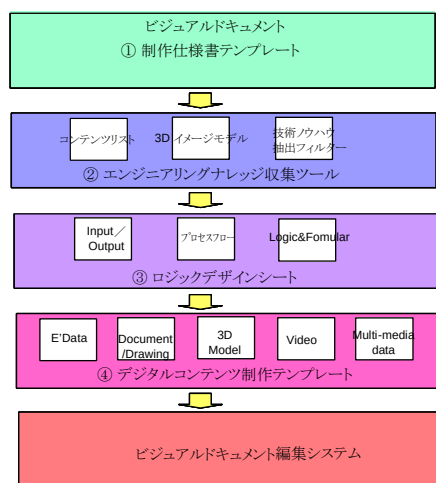


図7 制作プラットフォーム

ロジックデザインシートは、画面・出力構成、作業フロー、機能表示、使用コンテンツ、等を、時系列で表示したロジックデザインシートである。マイクロソフト社 VISIO ソフトは、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している。

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。ビジュアルドキュメントシステムは、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、ビジュアルドキュメントシステムとして完成する。

4.2 システム開発手順

ビジュアルドキュメントシステムの開発対象は、大型・特殊・高機能なカスタム製品が中心であることから、比較的オーダーメイドなシステム開発仕様となる。このため、ユーザー要望を取り入れたシステムに加えて、短期間で、効率が良い、高品質なシステムの開発が要求される。システム開発に当たっては、要望を的確に把握できるサンプルシステムをユーザーに提示する方式が有効である。また、システム開発手順の標準化と開発支援ツールの整備がポイントとなる。

この開発手順は、画面とロジックとコンテンツを組み立てる際に、制作プラットフォームを用いて全体設計を行う。次いで、システム関係者、コンテンツ制作者への指示と共に、ユーザーに対して、システム設計の承認を得てから開発を進めている。制作プラットフォームとして、以下の5ステップのプロセスと機能構成を考案した。

(1) 制作仕様書テンプレート

対象システムのコンセプトを明確にして、制作条件を加え、画面構成、機能構成を規定したものである。その他に、インターフェース条件、コンテンツ仕様、制作スケジュールなどの項目を記載している。

(2) エンジニアリングナレッジ収集ツール

技術の見える化ツールとして、表示する技術ノウハウ項目をナレッジフィルター方式で抽出し、その技術ノウハウの表示方式を明確にするツールである。

(3) ロジックデザインシート

技術の最適化ツールとして、3Dモデルを核とする3Dビジュアルマニュアルの表示プロセスと、表示する技術ノウハウ、及び、使用するコンテンツを統合記載したロジックフロー図である。

(4) デジタルコンテンツ制作テンプレート

使用する3Dモデル、アニメーション、ビデオコンテンツ、計算、PDF、構成部品アイソメ図、などの制作仕様を設定するテンプレートである。

(5) ビジュアルドキュメント編集システム

ビジュアルドキュメントシステムの編集支援ツールで、制作仕様書に従って各コンテンツのバランスをとり、システムプログラミングを支援する編集ツールである。

ビジュアルドキュメント構築手順と共に、システム、及び、コンテンツを開発する技術の整備も必要となった。特に、技術ノウハウの抽出・表示技術、システムの構造を設計するロジックデザインシート作成技術、3D モデルの制作技術、マルチメディアコンテンツの制作技術が、ビジュアルドキュメントシステムの開発を支える差別化技術といえる。

(1) 技術ノウハウ抽出・表示技術

これまで、暗黙知として難しいとされた技術ノウハウを明確にして、人から抽出し、見える化する、ナレッジフィルターの仕組みを構築中である。企業の保有する技術要素、客観的評価からの技術要素、周囲状況からの技術要素、製品技術競争力からの技術要素、新製品開発に必要な技術要素、等を、技術フィルターを通して技術課題リストの形で取り出すイメージの仕組みである。

各技術・技能項目に対して、問診の形でヒヤリングした結果を、データマイニング技法で、ワード化、要素化、明文化する。形式知として表示された技術ノウハウの特徴を定義すると共に、応用例を併記することで、その技術ノウハウの価値と適用分野情報を提供できる。

収集した技術ノウハウの使用場面を設定するロジックデザインシートを開発している。このシートは、エンジニアリング作業工程と、各作業に適用される考え方、計算式、情報などを、うまく整理し、レイアウトして、組み込む機能を持つ。

現在は、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モデル制作が必要となる。このため、3D CADオペレータの技能に依存するところが大きい、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。

(4) マルチメディア制作技術

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が、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。また、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。

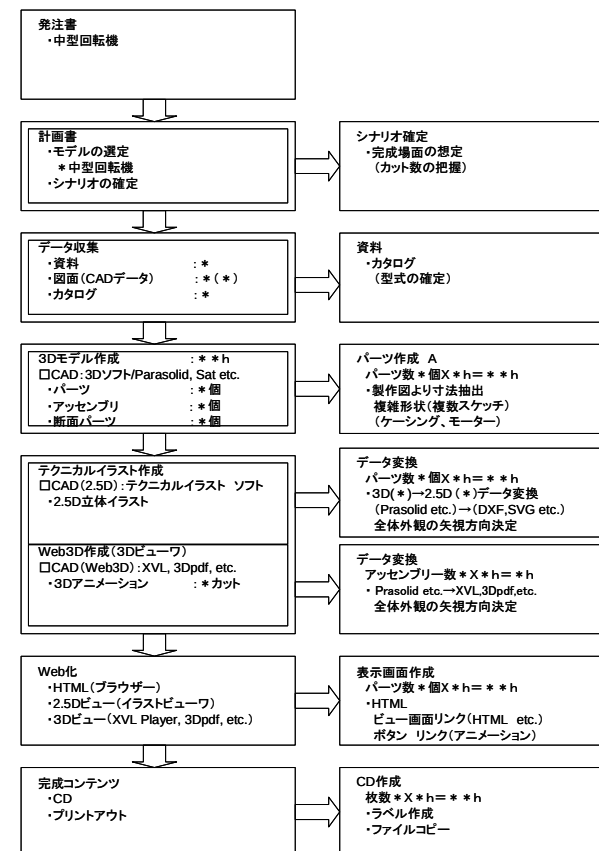


表 1 3D モデル作成手順

5. まとめ

これまでのテキストや数値データを中心に技術情報の伝達を目的とするエンジニアリングドキュメントと、技術ノウハウを伝承する技術マニュアルへの取り組みを紹介した。特に、暗黙知である技術ノウハウの見える化、最適化、指示化のテーマは、ナレッジマネジメントシステム、グループウェア、人工知能の領域において、長年にわたり研究・議論されてきた。

筆者は、ものづくり技術の伝承、活用、その教育システムに対して、IT 技術を活用することに関心を持った。これまでの機械設計と、IT システム開発の実務経験を生かして、次世代型のビジュアルドキュメントシステムの開発に取り組んでいる。

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、ビジュアル表示が非常に容易となっている。このシステム環境をベースとして、これまでは困難とい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システムの実用化を目指している。

ビジュアルドキュメントシステム開発の中でも、技術ノウハウの抽出、評価、活用方法を明確にする仕組みが重要なことから、技術ノウハウのナビゲーションシステム開発に着手した。ものづくり立国として、技術ノウハウを資産とし、その活用による新製品開発、新技術サービス事業創造、新技術トレーニングシステム構築に寄与できるよう、ビジュアルドキュメントシステムのさらなる技術向上を進める。

参考文献

- 1) 岸本朗佳:CALIS/EC の新しい展開, UNISYS 技報, 日本ユニシス, Vol18, No.1, (1998)
- 2) 原俊雄:CALIS IETM システム実証研究, エバラ時報, 荏原製作所 Vol188, (2000).
- 3) SANDRA PAKIN AND ASSOCIATES, INC. :ドキュメント作成方法論, 日経 BP 社, (1989)
- 4) 原俊雄: 産業機械メーカーにおけるエンジニアリングドキュメンテーションへの取り組み, 配管技術, 日本工業出版 Vol47, No.4, (2005).
- 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) 小林隆一:仕事力がアップする! マニュアルのつくり方・生かし方, PHP 研究所, (2006)
- 7) 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)
- 8) 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)
- 9) 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)