

# 3次元イメージモデリングシステムの開発 ー産業機械デジタルエンジニアリングへの応用ー

原 俊 雄\* 執 行 正 博\*\*

## Development of Three-dimensional Image Modeling Systems

by Toshio HARA, & Masahiro SHIGYU

Three-dimensional digital data is becoming a standard in the machinery manufacturing industry. Ebara's new 3-D digital image system enables a swift and easy creation of 3-D image models from 2-D drawings and catalog manual data. A mother model is made by converting a mechanical 3-D/CAD model to an engineering 3-D/CAD model. The system's parametric auto generation function then creates a 3-D image model from this mother model. The resulting 3-D image model has various usage, and can be used for reviewing plant layouts, reviewing design factors of pipelines, or for maintenance support of training systems.

**Keywords:** Three dimensional engineering, Three dimensional model, Three dimensional image model, Parametric data, Design review, Digital engineering, Clay model, Super clay model, Hybrid model, Mother model

### 1. はじめに

プラントエンジニアリング産業及び産業機械の国際競争力を強化するには、デジタルエンジニアリングによるビジネス変革の推進が不可欠となっている。最近の状況をみるとエンジニアリング3D/CADシステムの高度化を背景として、プラントエンジニアリング企業は産業機械メーカーに対し設備機械の3次元モデルの提出を要望している。この対応策として、産業機械の2次元CAD図とカタログ・マニュアル情報をもとに3次元イメージモデルを短時間で簡便に作成する3次元イメージモデリングシステムを開発した。作成された3次元イメージモデルは、プラントエンジニアリング企業に提供すると共に、産業機械メーカーやプラント設備ユーザにおけるデジタルエンジニアリング業務に応用展開できる。

本稿では、3次元イメージモデリングシステムの開発に関して、3次元イメージモデル、3次元イメージモデリングシステム及びその応用分野について、産業機械を例として概説する。

### 2. 3次元イメージモデル

はじめに、メカニカル3D/CADとエンジニアリング3D/CADで作成した産業機械のイメージ形状をもつ3次元デジタルモデルを、3次元イメージモデルと定義する。通常、プラントエンジニアリング企業は、それぞれがもつエンジニアリング3D/CADを用いてプラント設備機械の3次元デジタルモデルを独自作成している。これに対してISO AP227, EnDIF T34では、エンジニアリング3D/CAD上で基本要素を組み合わせた3次元デジタルモデルをパラメトリック処理することで作成する方法が提案されている。今回開発した3次元イメージ形状をもつデジタルモデルは、更に複雑な構造表現が可能であることから産業機械のデジタルエンジニアリング分野の拡大に応用展開できるモデルである。

#### 2-1 3次元イメージモデル形状の種類

3次元イメージモデル(図1)は、一体型の簡易3次元形状をもつクレイモデルと、かなり実物に則した3次元形状でメンテナンス部品に分解できるスーパクレイモデル及び産業機械の組み立て・分解可能なハイブリッドモデルの3種類に分類される。エンジニアリング3D/CADで作成し使用されるクレイモデルは、比較的データ容量が小さいモデルで、プラントの構想設計に用いられる。

スーパクレイモデルは実物に即した外観形状と分解機

\* 風水力事業本部 エンジニアリング統括 ITシステムサポート室

\*\* (有)タクトエンジニアリング

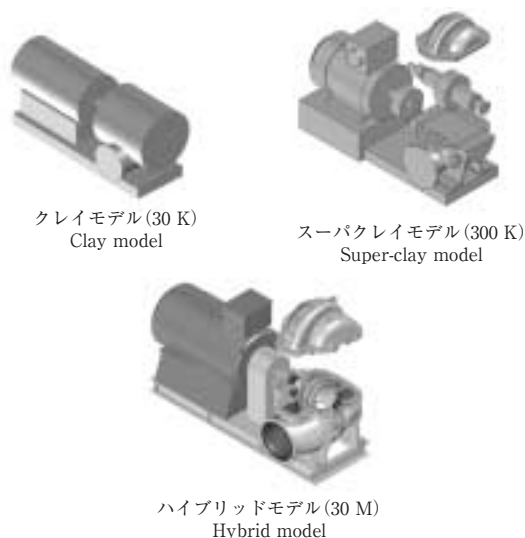


図1 3次元イメージモデル形状の種類  
Fig. 1 Variety of 3-D image models

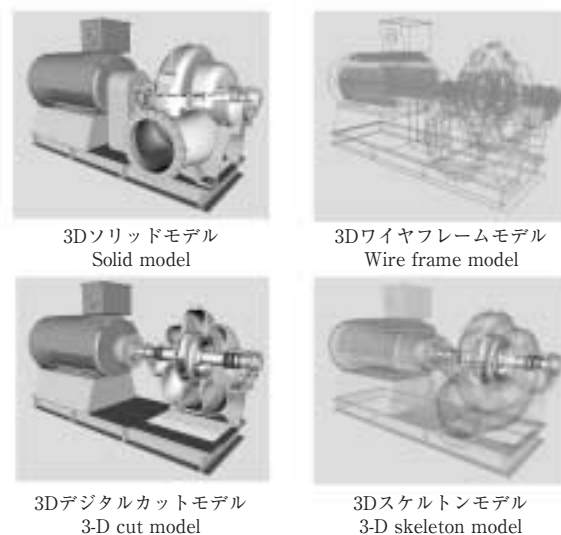


図2 3次元イメージモデルの表示形態  
Fig. 2 Types of 3-D image model illustrations

能をもつことから、プラントレイアウト、配管設計、建屋設計などの詳細設計に利用できる。一方、メカニカル3D/CADで作成し使用されるハイブリッドモデルは詳細組み立て部品で構成するデータ量が多いモデルで、産業機械メーカの製作指示書やプラント設備ユーザのメンテナンスやオペレーション業務に活用できる。

### 2-2 3次元イメージモデルの表示形態

3次元イメージモデルはメカニカル3D/CADとエンジニアリング3D/CADの両方で表示可能である。特に、メカニカル3D/CADで作成された3次元ハイブリッドモデルは、ソリッドモデル、サーフェスモデル、ワイヤフレームモデル、スケルトンモデル、デジタルカットモデルの5種類で表示できる(図2)。更に必要に応じた断面設定を行うことで、多彩な構造表現が可能である。これらの表示形態をデジタルマニュアル、トレーニングシステムや診断システムなどに利用することで、産業機械のデジタルエンジニアリング領域の拡大に応用できる。既に、自動車や家電産業ではカジュアル3Dと称して製品の3次元デジタルモデルをXVL (eXtensible Virtual world description Language)で軽量化することにより、WEB用のデジタルカタログやデジタルマニュアルに展開している。

プラントエンジニアリング産業でも、これらの先行技術を取り入れて3次元モデルのより早い普及が望ましい。

### 2-3 3次元イメージモデルの利用形態

3次元イメージモデルは、利用する3D/CADの種類と適用業務により利用形態が異なる。エンジニアリング企業では、構想設計時と詳細設計時にエンジニアリング

3D/CAD上でクレイモデルとスーパークレイモデルを利用する。産業機械メーカでは、設計、調達、製造、サービス業務に対してメカニカル3D/CAD及び3D/CADビューワでスーパークレイモデルとハイブリッドモデルを利用する。またプラント設備ユーザでは、プラント設備機械のオペレーション・メンテナンス業務に対して3D/CADビューワでスーパークレイモデルとハイブリッドモデルを利用する。

## 3. 3次元イメージモデリングシステム

3次元イメージモデリングシステム(図3)は、二次元CAD図から3次元イメージモデルを基本設計するひな型モデリングシステムと、作成されたひな型モデルを用いてジョブ3次元イメージモデルを自動作成するマザーモデリング・ジョブモデリングシステムとからなる。このプロセスは、既存の限られた二次元CAD図とカタログ・マニュアル関連情報をもとに、メカニカル3D/CAD上で対象機械のひな型モデルを作成する。このひな型モデルをエンジニアリング3D/CADに移行してマザーモデルを作成する。その後、パラメトリックデータベースを利用して要求するジョブ3次元イメージモデルを自動作成するシステムである。マザーモデリング機能とパラメトリックデータベース化機能を用いることで、少ない工数で3次元イメージモデルが自動作成される点に特長をもつ。

### 3-1 3次元ひな型モデリングシステム

3次元イメージモデルの基本設計は、既存の限られた二次元図とカタログ・マニュアル関連情報をもとに対象

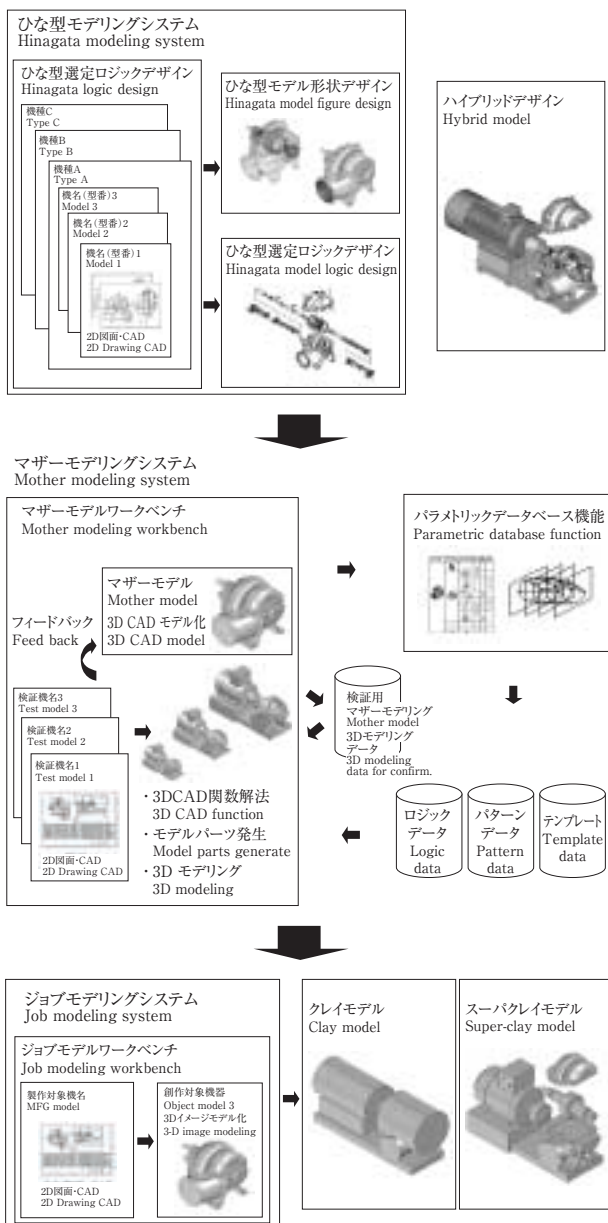


図3 3次元イメージモデリングシステム  
Fig. 3 3-D image modeling system

となる産業機械の形状、構成部品、組み立て・分解方式を分析し、定型、準定型、非定型パターンに分類する。これをベースに3次元メカニカル上で、形状デザインとロジックデザインを明確にした3次元ひな型モデルを作成する。ここで確定されたひな型モデルは、3Dひな型モデルファイルと形状、構成部品、組み立て・分解方式ファイルとしてマザーモデルに引き継がれる。

産業機械メーカーとプラント設備ユーザで使用されるハイブリッドモデルは、この3次元ひな型モデルを3次元メカニカル3D/CAD上で更に修正、加工して作成する

精密なデジタルモデルである。

### 3-2 マザーモデリングシステム

マザーモデリングシステムは、メカニカルで作成された産業機械の3次元ひな型モデルをエンジニアリング3D/CADに移行して、エンジニアリング3D/CAD上でクレイモデル、スーパークレイモデル用のマザーモデルを作成するシステムである。このシステムは、マザーモデルワークベンチ、パラメトリックデータベース、3モデリングデータベース、ロジックデータベース、パターンデータベース、テンプレートデータベースから構成される。これにより作成された3次元マザーモデルは、ジョブモデル作成用のマザーモデルライブラリー、ロジックデータベース、パターンデータベース、テンプレートデータベースに登録され、ジョブモデリングシステムに引き継がれる。

### 3-3 ジョブモデリングシステム

ジョブモデリングシステムは、エンジニアリング3D/CAD上で作成されたマザーモデルと要求された産業機械のパラメトリックデータを用い、ジョブ3次元イメージモデルを自動作成するシステムである。

カタログ等のラフな情報をもとにプラント構想設計用として作成するクレイモデルと、機械の詳細設計による情報からプラントデザインレビュー用に作成するスーパークレイモデルの2種類の3次元イメージモデルを自動作成する。このシステムは3D/CADジョブモデルワークベンチ機能、ジョブモデル配置機能、部品ライブラリー機能、発生モデル管理機能、発生パーツ管理機能、ジョブモデル作成機能で構成され、これまでの数分の一の工数で3次元イメージモデルの作成が可能となる。

### 3-4 ユーティリティシステム

3次元イメージモデリングシステムは、このほかにユーティリティシステムをもつ。エンジニアリング3D/CAD上にマザーモデル及びジョブモデルの構成状態やメンテナンス情報をビジュアルに画面上に表現させるシステムで、修正したジョブモデル形状をデータベースに登録する機能ももつ。このシステムはエンジニアリング支援機能、分解チェック機能、クリアランスチェック機能、属性チェック機能、エンジニアリングCAD修正機能で構成され作成したジョブモデルの部分修正にも使用される。

## 4. 3次元イメージモデルの応用

産業機械デジタルエンジニアリングへの応用分野は、エンジニアリング企業のプラントエンジニアリング業務

支援と産業機械企業の設計、調達、製造、サービス業務支援及びプラント設備ユーザ企業のオペレーション&メンテナンス業務支援が考えられる。3次元イメージモデルは、プラントエンジニアリングではクレイモデル・スーパークレイモデルを使用し、オペレーション&メンテナンスではハイブリッドモデルを使用することで、幅広いデジタルエンジニアリングへの活用が考えられる。

#### 4-1 プラントエンジニアリングへの応用

プラントエンジニアリング業務への応用として、エンジニアリング3D/CAD上でプラントレイアウト、配管設計、建屋設計等の構想設計と詳細設計に産業機械のクレイモデル、スーパークレイモデルを用いる。また、デザインレビュー・ユーザレビューにも利用できる。現在はエンジニアリング企業自身が、産業機械メーカーの2次元CAD図をもとに設備機器の3次元デジタルモデルを作

成しているが、今後は産業機械メーカーと協力して3次元デジタルモデルの標準化・ライブラリー化を進めることが望まれる。これにより3次元デジタルモデルが普及し、プラントエンジニアリング産業におけるデジタルエンジニアリング領域の拡大につながる(表)。

#### 4-2 機械設計・調達・製造・サービスへの応用

3次元イメージモデルは、産業機械メーカーの設計、調達、製造、サービス業務へ応用展開できる。例えば、デザインレビュー、技術情報管理、設計製作指示書への活用が考えられ、調達部門では仕様の把握、製造部門では製造指示書として、品質管理・検査部門ではデジタル品質管理マニュアルとしての利用が考えられる。また、サービス部門ではデジタルサービスマニュアルの形で、サービスマンへの指示、マニュアル、トレーニング、診断支援コンテンツとしての利用が考えられる。

#### 4-3 オペレーション・メンテナンスへの応用

3次元イメージモデルは、これまでのサービスマニュアルを補足するコンテンツとして、プラント設備ユーザのオペレーション、メンテナンス業務支援システムに利用できる。特に、マルチメディアトレーニングシステム、ヘルプディスク、診断システム等に利用することによりプラント設備ユーザの作業効率を上げることができる。

また、3次元イメージモデルとサービスパーツ用アイソメ図を併用したサービスマニュアルによるパーツ発注、在庫管理システムへの展開も期待できる。このほかにも、3次元イメージモデルは、産業機械の物流、現地工事、改造、再利用、廃棄等のライフサイクルにわたり、ビジュアル特性を生かした利用が期待できる(図4)。

表 3次元イメージモデル応用分野  
Table Application field of 3-D image models

	機器 クレイ モデル Equip. clay model	機器 スーパークレイ モデル Equip. super-clay model	機器 ハイブリッド モデル Equip. hybrid model
プラント構想・エンジニアリング 業務支援 Plant plan・Engineering support ・機器レイアウト計画/詳細 Equip. layout ・基礎・建屋計画/詳細 Foundation & building plan ・配管レイアウト計画/詳細 Piping layout plan ・ユーザデザインレビュー/詳細 User design review	○ ○ △ △	△ △ ○ ○	
機器メーカー業務支援 Equip manufacturer support ・技術情報管理 Tech inform MGR system ・設計指示書 Design doc. ・製造指示書 MGR doc. ・品質管理マニュアル Quality control ・サービスマニュアル Service manual		△ △ △ △ △	○ ○ ○ ○ ○
オペレーション・メンテナンス 業務支援 Ope.・Maint. support ・O&M 作業指示書 O&M doc. ・トレーニングシステム Training system ・ヘルプデスクシステム Helpdesk system ・診断システム Dyagnostic system		△ △ △ △	○ ○ ○ ○

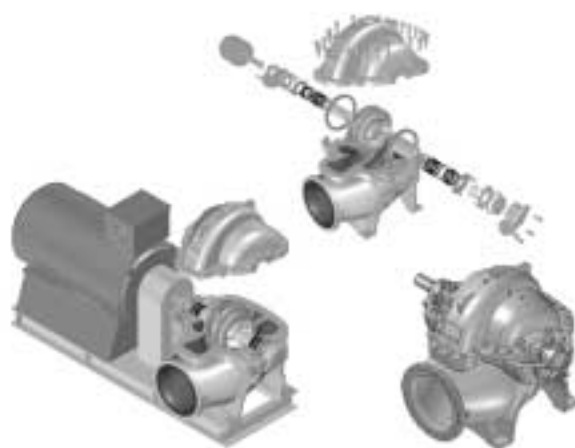


図4 産業機械ハイブリッドモデル  
Fig. 4 Hybrid model of industrial-machinery

## 5. まとめ

今回のシステム開発を通じて、産業機械の2次元CAD図から3次元イメージモデルを作成するロジック、モデル作成工数の短縮、メカニカル3D/CADとエンジニアリング3D/CAD間のモデル連携、3次元イメージモデル応用展開に対し一定の成果を得たと考えている。

既にコンサルタント企業とエンジニアリング企業の数社から、3次元イメージモデル実用化への評価とコメントを得ている。今後は、これらのコメントを参考に、モデルの曲面形状の自動作成機能の向上とパラメトリック処理機能の向上を行い、産業機械の3次元イメージモデ

ル・ライブラリーの整備、提供を進めていきたい。更に3次元CADが普及し始めている建築設備分野への普及、拡大を進めることができれば、この3次元イメージモデルを適用する3次元デジタルエンジニアリング領域の拡大につながるものと期待している。

### 参考文献

- 1) 機械学会誌, 2003年4月, Casual3Dを利用した企業プロセス変革
- 2) 配管技術, 第45巻第6号, プラント配管モデル化と標準化の動向
- 3) 機械学会誌, 2000年4月, 機械製造専業からLCS総合サービス産業
- 4) エバラ時報第188号, CALS IETMシステム実証研究

