

# 3D CAD データを活用した製造装置開発の高度化

Enhanced Development of Manufacturing Equipment by Use of 3D CAD Data

高林 弘徳

大石 恭史

宮内 孝

■ TAKABAYASHI Hironori

■ OISHI Yasushi

■ MIYAUCHI Takashi

家電製品やテレビ、パソコンなどのデジタル機器の分野では、製品開発サイクルの短縮化とともに、モノづくりのグローバル化が急速に進んでいる。これに合わせて、製造装置の開発に対してもリードタイムの短縮とグローバル化が求められている。

東芝は、製品開発の短サイクル化とグローバルなモノづくりを加速するため、3D (3次元) CAD データを活用した製造装置開発に取り組んでいる。具体的には、仕様検討から、“解析・設計”、“加工・組立”、“デバッグ・調整”、“納入・立上げ”に至るまで3D CAD データを活用し、開発リードタイムを34%短縮した。3D CAD データは、海外技術者にも容易に設計情報を伝えることができるため、製造装置の開発での人的資源や必要設備などグローバルリソースの活用にも寄与できる。

Various challenges are being encountered in the manufacturing of home appliances and digital devices, including the shortening of development periods and rapid expansion of global production. In response to this situation, both the reduction of development lead times and global deployment of manufacturing equipment are required.

In order to accelerate the shortening of product development cycles and the realization of global production, Toshiba has been engaged in the development of manufacturing equipment using three-dimensional computer-aided design (3D CAD) in each development process from simulation and design to machining, assembly, debugging, and maintenance. Furthermore, as 3D CAD facilitates communication with overseas engineers, we are promoting more effective use of global resources such as human resources and facilities required for the development of manufacturing equipment.

## 1 まえがき

近年、洗濯機や冷蔵庫に代表される家電製品、及びテレビやパソコンなどデジタル機器の市場では、グローバル規模で競争が激化し、新製品は低価格と短サイクルでの市場投入が求められている。同時に、これらの製品の生産体制も急速にグローバル化が進んでいる。このような環境のなかで、新製品の市場投入を加速するには、製品開発のリードタイムに合わせた製造装置の開発とグローバルな開発体制が求められている。

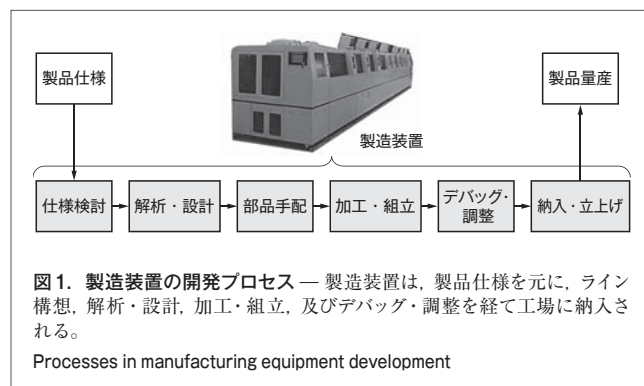
東芝は、製造装置の開発に要求されるリードタイムの短縮とグローバル化に対応するため、3D CAD データを、解析・設計プロセスだけでなく、製造装置の開発プロセス全体で活用した。これにより、従来の2D CADによる開発に比べてリードタイムを34%短縮した。また、3D CAD データは、今後の装置開発で、人的資源や必要設備などグローバルリソースの活用にも寄与できる。

今回、3D CAD データの活用による製造装置の新たな国内開発体制を構築したので、ここではその内容について述べる。

## 2 製造装置の開発プロセスと3D CADの導入

### 2.1 開発プロセス

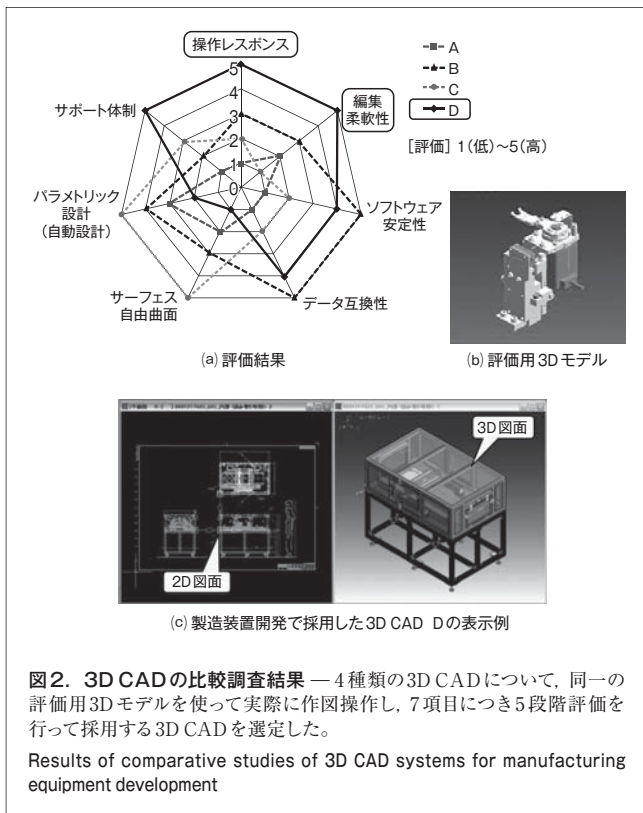
製造装置では、大量生産されるコンシューマー製品の場合



と異なり、それぞれの製品に合わせたカスタム開発を行うことが多い。製造装置の開発プロセスは、図1に示すフローで進められる。一般的な製造装置を構成する部品点数は1万点前後に達し、開発のリードタイムも、“解析・設計”から、“加工・組立”、“デバッグ・調整”までを含めると数か月に及ぶ。

### 2.2 3D CADの導入

3D CADは、自由曲面が多く、造形・意匠設計が中心の家電製品やデジタル機器などにはいち早く取り入れられてきた。具体的には、試作レスなどの開発プロセスの改善に効果を上げてきている。一方、製造装置では、部品点数が1万点前後と多く、3D CADを使おうとするとデータサイズが大きすぎて操作性が低下するなどの理由で、その適用が遅れていた。



このような背景の下、製造装置の開発に適した3D CADを選定するため、機械設計で実績のある4種類の3D CADについて独自に比較調査を行った。比較調査は、3D CADに要求する項目を装置設計者から集め、操作に対するレスポンスや編集の柔軟性など7項目を選定した。評価は、4種類の3D CADで同一の評価用3Dモデルを使って実際に作図操作を行い、それぞれの項目につき5段階で評価した。

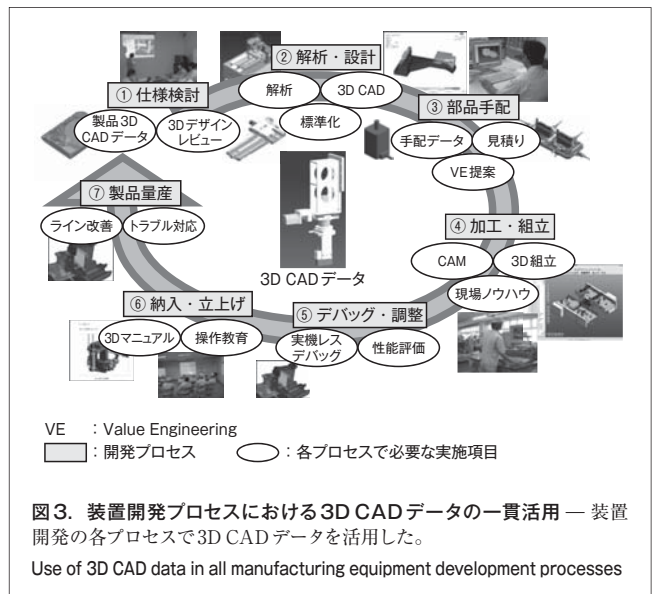
この結果、装置設計者からの要求度が高い操作に対するレスポンスと編集の柔軟性で、高い評価を得た3D CAD Dを採用することにした(図2)。Dは、自由曲面の表現は劣るが、直方体や円柱などの基本形状を組み合わせた形状表現を得意とする。このため、データ容量が小さくすみ、製造装置の設計に適している。更に、2Dと3Dのデータを一つのファイル上で扱うことができ、同時に表示することも可能である。

### 3 3D CADデータを活用した製造装置の開発

#### 3.1 3D CADデータの一貫活用

設計プロセスで作成した3D CADデータを、製造装置開発の各プロセスで一貫して活用する取組みを進めてきた。各プロセスにおける具体的な実施項目を図3に示す。

3D CADデータを一貫して活用する効果は、各プロセスのリードタイムの短縮と同時に、設計情報を容易に伝えられることである。これにより、装置開発全体でコミュニケーションロ

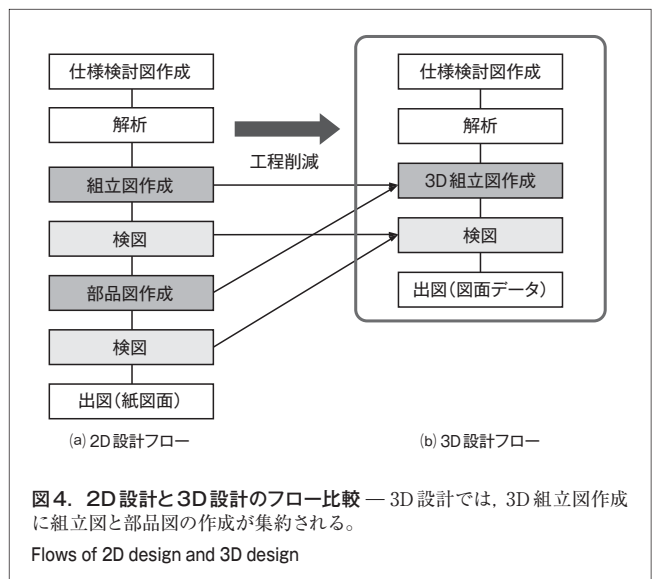


スの削減にもつながっている。図3に示した要件のうちで、代表的な解析・設計プロセス、加工・組立プロセス、及びデバッグ・調整プロセスへの取組みについて以下に述べる。

#### 3.2 解析・設計プロセスへの適用

3D設計を製造装置の開発に適用するために、設計フローの開発に取り組んだ。図4は、従来の2D設計フローと今回開発した3D設計フローを対比している。3D設計では、2D設計の組立図作成と部品図作成が3D組立図作成に集約されるため、設計フロー上の工程は削減される。

図4に示す設計フローを元に、3D設計を新規装置の開発に実際に適用した結果、解析工程では3D CADデータを直接、解析モデルに適用でき、時間の短縮につながった。ところが、3D組立図作成や検図の工程では、設計者の作業時間が膨大に増え、特に加工部品のモデリング、加工品質情報の入力、及



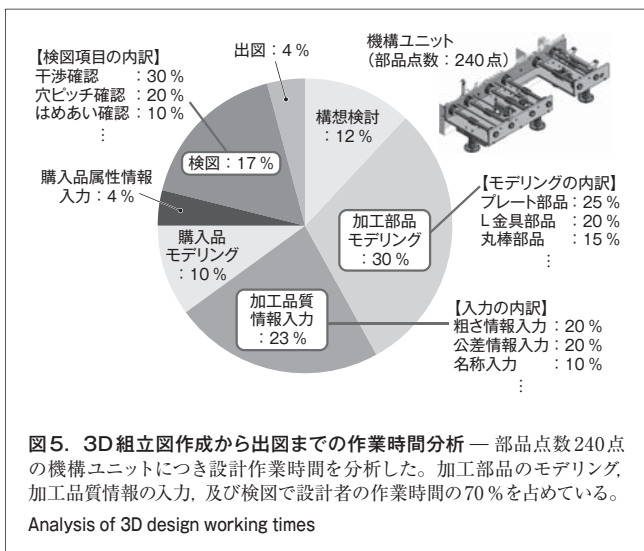


図5. 3D組立図作成から出図までの作業時間分析 — 部品点数240点の機構ユニットにつき設計作業時間を分析した。加工部品のモデリング、加工品質情報の入力、及び検図で設計者の作業時間の70%を占めている。  
 Analysis of 3D design working times

び検図の三つの作業で、設計者の作業時間の70%を占める結果となった(図5)。

この3D設計での問題を解決するため、3D CADをカスタマイズすることで、次の3点の作業を改善した(図6)。

- (1) 加工部品モデリング作業の効率化 形状や寸法を入力することで、使用頻度の高い加工部品の自動作図を可能にした。
- (2) 加工品質情報入力作業の効率化 粗さや公差の情報を一括で登録、編集できるようにした。
- (3) 検図作業の効率化 3D組立モデルの中で、検図に必要な箇所の詳細図や断面図を即座にビュー表示して確認できるようにした。

3D CAD導入とカスタマイズを行うことで、解析・設計プロセスのリードタイムを短縮した結果を図7に示す。3D CAD導入当初は、設計リードタイムが2D設計より長くかかっていた。しかし、3D CADをカスタマイズすることで、3D組立図作成や

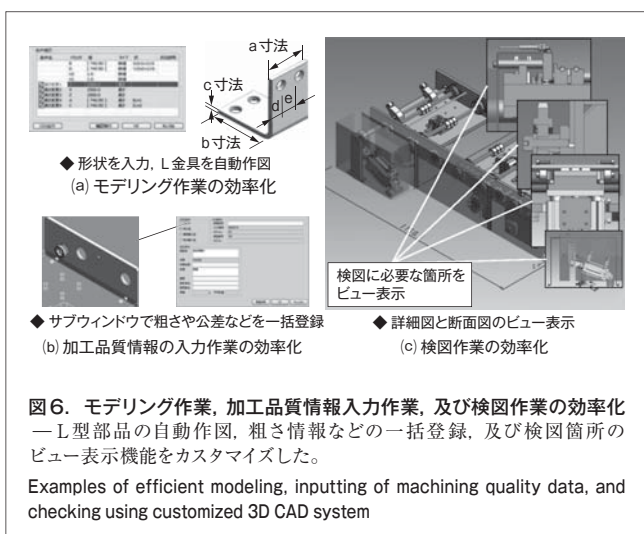


図6. モデリング作業、加工品質情報入力作業、及び検図作業の効率化 — L型部品の自動作図、粗さ情報などの一括登録、及び検図箇所のビュー表示機能をカスタマイズした。

Examples of efficient modeling, inputting of machining quality data, and checking using customized 3D CAD system

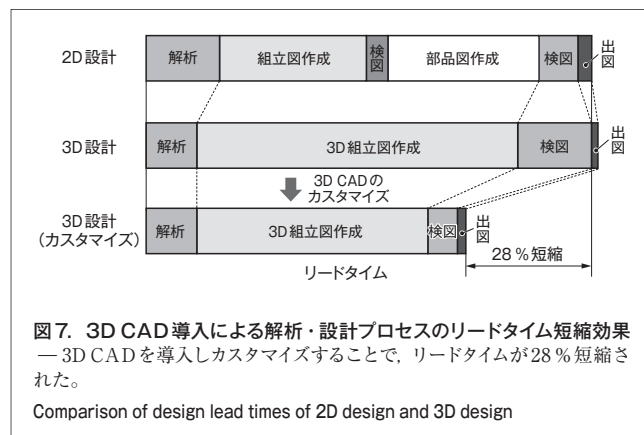


図7. 3D CAD導入による解析・設計プロセスのリードタイム短縮効果 — 3D CADを導入しカスタマイズすることで、リードタイムが28%短縮された。  
 Comparison of design lead times of 2D design and 3D design

検図のリードタイムが改善され、2D設計に比べて全体で28%短縮された。

### 3.3 加工・組立プロセスへの適用

設計プロセスで作成した製造装置の3D CADデータを、加工・組立プロセスにも適用するため、そのフローとツールの活用に取り組んだ。図8は、従来のフローと今回開発したフローを比較したものである。加工工程では、3D CADデータのモデル面を色分けして、粗さや公差などの加工品質情報を付加して活用することで、CAM (Computer Aided Manufacturing) モデリングや加工パス設定の作業時間を短縮した。また、組立工程では、従来、2Dの紙図面を読解して行っていた組立作業を、モニタ上で3D CADデータを見ながら行う作業にした。

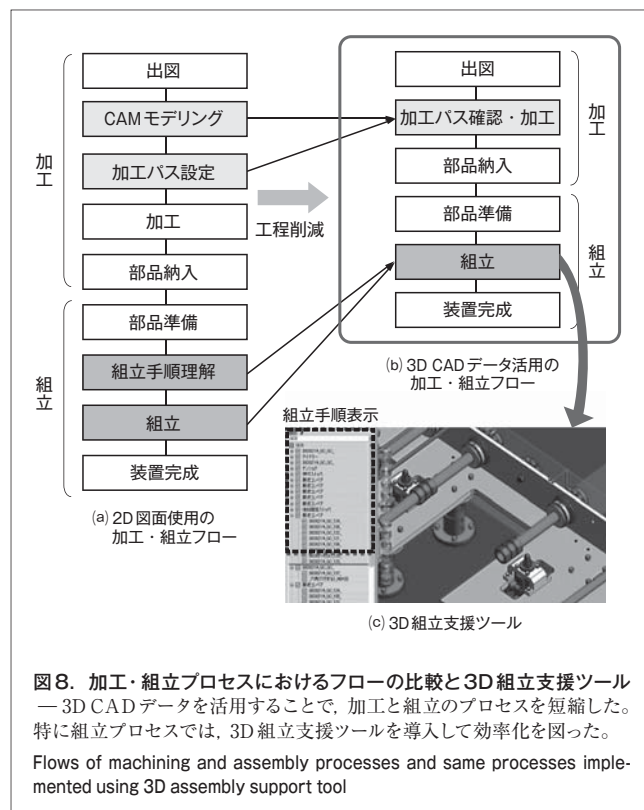
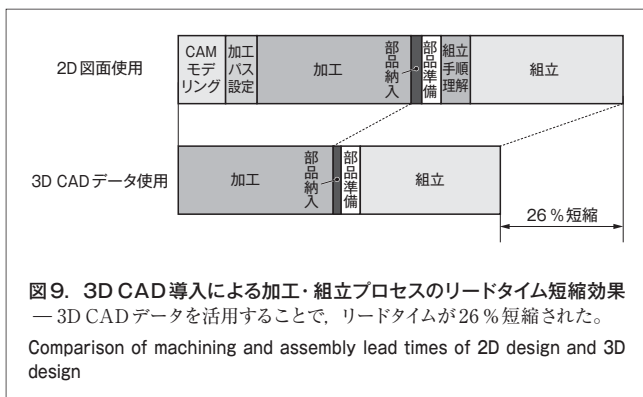


図8. 加工・組立プロセスにおけるフローの比較と3D組立支援ツール — 3D CADデータを活用することで、加工と組立のプロセスを短縮した。特に組立プロセスでは、3D組立支援ツールを導入して効率化を図った。

Flows of machining and assembly processes and same processes implemented using 3D assembly support tool



この3D組立作業では、モニタ上に3D CADデータを単純に映し出すのではなく、組立手順を表示して組立作業を支援する3D組立支援ツールを導入した。この支援ツールでは、組立履歴を確認することで作業者ごとの進捗管理が行え、更に、組立時の注意事項も記載できる。

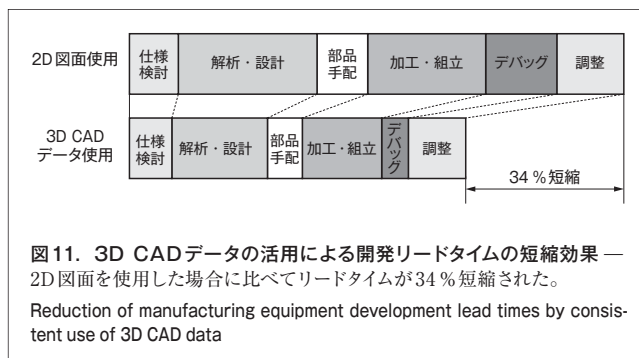
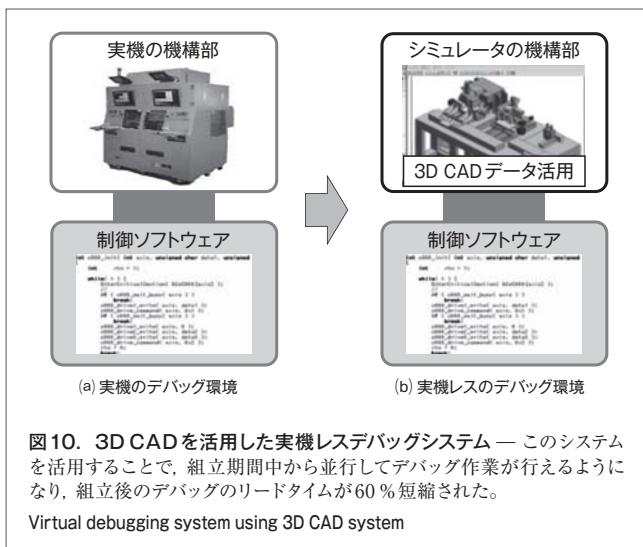
加工・組立プロセスに3D CADデータを活用した結果を図9に示す。2D図面を使用した場合のリードタイムに比べて26%短縮された。

### 3.4 制御ソフトウェアのデバッグ・調整プロセスへの適用

3D CADデータは、更に、デバッグ・調整プロセスの中の機構部などを制御するソフトウェアのデバッグプロセスにも適用した。従来、このデバッグ作業は、実機の組立が完了してから行っていたが、今回、新たに3D CADデータを活用して実機を仮想化し、組立が完了する前からデバッグ作業を可能にする実機レスデバッグシステム<sup>(1)</sup>を開発した(図10)。このシステムを活用することで、組立期間中から並行してデバッグ作業が行えるようになり、組立後のデバッグのリードタイムは60%短縮された。

### 3.5 3D CADデータ活用の効果

3D CADデータを一貫して製造装置の開発に適用すること



で、装置全体の開発リードタイムは、2D図面を使用した場合に比べて34%短縮された(図11)。特に解析・設計プロセスで28%、加工・組立プロセスで26%、デバッグプロセスで60%の短縮効果が得られた。その他にも、3D CADデータの活用で設計情報の伝達が容易になり、仕様検討プロセスで5%、部品手配プロセスで10%、調整プロセスで5%のリードタイムが短縮された。

## 4 あとがき

製品開発の短サイクル化とモノづくりのグローバル化に合わせて製造装置の供給体制を加速するため、国内での製造装置開発において、3D CADデータの一貫した活用に取り組んだ。その結果、3D CADデータを開発の各プロセスに導入することで、全体のリードタイムは34%短縮された。

今後は、グローバルリソースを活用するためにもこの仕組みの適用を拡大し、製造装置のグローバルな開発・供給体制の構築を目指していく。

## 文献

- (1) 宮内 孝 他、設備制御ソフトウェア開発の効率を向上させる実機レスデバッグシステムの適用。東芝レビュー。64, 5, 2009, p.10-13.



**高林 弘徳 TAKABAYASHI Hironori**  
生産技術センター メカトロニクス開発センター参事。  
メカトロニクス要素技術及び製造装置の開発に従事。精密工学会会員。  
Mechatronics Development Center



**大石 恭史 OISHI Yasushi**  
生産技術センター メカトロニクス開発センター主務。  
メカトロニクス要素技術及び製造装置の開発に従事。  
Mechatronics Development Center



**宮内 孝 MIYAUCHI Takashi**  
生産技術センター メカトロニクス開発センターグループ長。  
メカトロニクス要素技術及び製造装置の開発に従事。日本機械学会会員。  
Mechatronics Development Center