一般社団法人電子情報技術産業協会三次元 CAD 情報標準化専門委員会での DTPD の取り組み*

Activities for Digital Technical Product Documentation of JEITA 3D CAD Information Standardization Committee

藤沼知久**

Tomohisa FUJINUMA

Key words 3D CAD, 3D annotated models, digital technical product documentation, MBD, MBE

1. 背景

一般社団法人電子情報技術産業協会（JEITA）三次元 CAD 情報標準化専門委員会（以下、専門委員会とする）は、2007 年 9 月に設立され、ツールに依存しない 3 次元 CAD 情報を有効に活用する産業界標準の確立と、関連業界内に広く普及させていくことで、設計・製造の革新と高度化を図り、わが国のものづくりの技術の進歩に貢献することを目的としている。およそ 10 年間の活動の中で、電機精密産業界の三次元 CAD 情報標準として、3DA モデル（3D Annotated Models: 3D 製品情報付加モデル）と DTPD（Digital Technical Product Documentation: デジタル製品技術文書情報）のコンセプトを打ち出し、電機精密産業製品の開発期間短縮と設計品質向上に向け活動した。その取り組みと成果と課題を紹介する。

2. 電機精密産業界の課題と解決施策

電機精密産業界の課題は三つある。

一つ目は 3D データ活用の限界である。専門委員会参加会社では製品設計の 90% が 3 次元設計をしており、金型加工、検査、CAE、電気設計など幅広く 3D データが活用されている。しかしながら、多くが 2D 簡略図と 3D データの併用で、3D データのみの直接利用は少ない。現在の 3 次元 CAD での設計情報表現方法として設計モデル（幾何形状）、PMI（製品製造情報）、属性データがある。幾何形状以外の設計情報は、PMI および属性データで表現することになる。幾何形状との連携が不十分であったり、表現内容に制限があったり、3 次元 CAD で表現ができない。

二つ目は製品開発プロセスの分断である。電機精密産業の製品開発は設計期間が短く、特定できないさまざまなサプライヤーと取引をし、電気／ソフトウェア設計との密接

な連携が必要不可欠である。設計者は短い時間の中で設計情報の作成・伝達・確認・変更対応に追われており、大きな負担になっている。製品開発プロセスの分断点では、設計者は設計情報を分断後の工程に合うように作り直している。

三つ目は 2D 簡略図の読解違いによる後戻り作業の発生である。2D 簡略図の読解は人でなければならず、しかも専門知識が必要である。人の介在で間違いが発生する可能性がある。3D モデルと 2D 簡略図での設計情報伝達方法は、各社で取り決められている場合が多く、サプライヤーは個別な読解ルールを使い分ける必要があり、混乱する。2D 簡略図の読解違いにより、部品の作り直し、設計者と製造担当者との調整打ち合わせといった後戻り作業が発生する。製品開発全体での期間短縮および設計品質向上に支障となっている。

これらの課題解決には、設計情報の表現と製品開発プロセス上の取り扱いに以下のような要件が必要になる。

- ① 設計情報をデジタルデータとして完全定義し、かつデジタルデータ間の関係を定義することで、設計情報はシングルデータベースとなる。
- ② 設計情報の作成方法がさまざまでも、最終的にシングルデータベースに記録される。
- ③ 必要に応じた媒体で設計情報を表現することができる。
- ④ 設計情報のデジタル化により所在と様式が明確になる。
- ⑤ 用途に応じたインタフェースを用意することで、製品開発プロセスの工程で自動的かつ正確に設計情報を利活用できる。
- ⑥ 設計情報の表現と製品開発プロセス上で取り扱いを標準化すれば、サプライヤーでの混乱も解決できる。

3. 3DA モデルと DTPD

専門委員会では、設計情報の表現と製品開発プロセス上の取り扱いに対して、3DA モデルと DTPD を考案した¹⁾²⁾。

*原稿受付 平成 29 年 4 月 19 日

**一般社団法人電子情報技術産業協会三次元 CAD 情報標準化専門委員会（東京都千代田区大手町 1-1-3 大手センタービル）

図 1 3DA モデルの定義

図 3 3DA モデル幾何公差表記事例集 (一部)

図 2 3DA モデルと DTPD の連携

3DA モデルは、図 1 に示すように、製品の 3 次元形状に関する設計モデルを中核として、寸法公差、幾何公差、表面性状、各種処理、材質などの製品特性と、部品名称、部品番号、使用個数、簡条書き注記などモデル管理情報とが加わった設計モデルである。3DA モデルにより設計情報の完全なデジタル定義と一元管理が可能になる。

DTPD は、図 2 のように、3DA モデルを中核として、製品製造に関連する各工程、例えば、解析、試験、製造、品質、サービス、保守等に関する情報が連携した製品製造のためのデジタルデータである。DTPD により 3DA モデルと各工程で必要なデータが有機的に結合して、製品開発プロセスの分断がなく、3DA モデルを各工程で直接利用できる。

最近の欧米のものづくりでは、MBD (Model Based Definition) と MBE (Model Based Engineering) のコンセプトで 3 次元設計が進められている³⁾⁴⁾。これは、完全にデジタル定義した設計情報を、解析、試験、製造、品質、サービス、保守等の企業活動で積極的に活用することである。MBD と 3DA モデル、MBE と DTPD は似ており、3DA モデルと DTPD の動きは日本だけでなくグローバルでの動きである。

図 4 幾何公差検証・測定例集 (一部)

4. 3DA モデルへの取り組み

専門委員会での 3DA モデルへの取り組みとして、設計情報の表記と幾何公差中心設計への取り組みを説明する。

3DA モデルへの設計情報表記は、データム系、座標系、設計モデル (形状モデルと補足形状)、製品特性、PMI (製品製造情報)、属性、モデル管理情報の指示方法および表記方法の実施例を専門委員会メンバーが持ち寄り、ガイドラインにまとめて公開している。3DA モデルは、設計業務の効率化と設計品質向上を目的に次の三つの特徴を持っている。

- ① データムと座標系の複数指示は、幾何公差や PMI などの指示をするときに合理的な設定を可能にするためである。
- ② 形状の簡略化は、ねじや歯車など形状を正確に定義することで不必要にデータ容量を大きくしてパフォーマンスの悪化を回避するためである。
- ③ 幾何公差中心の設計への切り替えにより設計意図を

5. DTPD への取り組み

電機精密産業製品の部品の3割が樹脂成型部品であることから、製品設計と金型設計・加工との連携は重要である。金型設計との連携（金型DTPD）の目的は、製品設計成果物（3DAモデル）を有効利用して、効率良くかつ高品質で金型設計・加工をすることにある。専門委員会では、製品設計と金型設計・加工の現状調査を行い、製品設計で織り込まれた金型要件が明確化されておらず、不明確箇所の確認や金型設計のやり直しといった後戻りの発生を

電機精密産業製品は、美しいデザインを実現するために、自由曲面を伴った部品が多い点も特徴である。これらの部品が設計意図どおりに作られているかどうかを確認するための検査も重要である。複雑な部品の検査が完了するまで、その製品の機能評価や生産などの次工程に移れず、製品開発が止まってしまうこともある。専門委員会では、**図 6** に示したように、自由曲面形状の測定を効率化するために非接触座標測定器を対象とし、製品設計から非接触座標測定に移行するプロセスでの自動化、非接触座標測定から測定結果を取り出す取り組み、測定結果より合格判定を行う取り組み、測定結果を製品設計に反映する取り組みの検討を進めている。3DA モデルには、設計モデルとデータ系と幾何公差が含まれている。CAT（コンピュータ支援測定システム）で 3DA モデルから測定データを作成することができれば、被測定物の設置、基準面の設定、測定方法の入力などの段取り作業を削減することが可能となる。また、3DA モデルは幾何公差および新しい幾何公差一括指示方式により自由曲面全体で公差値が指定されており、測定結果と組み合わせることで効率的な取り組みが

図7 電子組図

可能となる。専門委員会では各測定プロセスでの検証を進めており、順次成果をガイドラインにまとめていく予定である。同様な動きとして、ASMEの幾何計測標準コンソーシアム(DMSC)が計測標準規格QIF(Quality Information Framework Standard)の開発を進めている⁸⁾。3Dデータの定義、方法・測定器・測定点を取り込み、自動計測と結果の統計処理が織り込まれている。

組立作業との連携(組立DTPD)の事例として、電子組図を図7に示した。部品形状、部品構成情報、組立手順、生産製造への指示事項を合成して3Dアセンブリモデル(3Dモデルのアセンブリ)を作成して、生産技術者が組立作業に必要な組立ライン・治工具・リソース・部品棚・部品納品検査結果などから組立DTPDを作成する。具体的には、3Dアセンブリモデルを構成する3Dモデルの組立順番に応じて組立作業に必要な情報を付加して組立DTPDを作成する。組立現場には大型液晶テレビが設置されており、組立DTPDが表示されている。組立作業者は、ボタンやペダルの操作でシーンを進めて、自分が担当する工程の画面を表示する。担当者は必要な情報のみを見ればいいので、作業に集中できる。組立現場で不具合が発生した場合は、その箇所のイメージ図をスナップショットで撮影して、設計者にコメントを付けてフィードバックする。紙様式の組立図を廃止している事例もある。3Dモデルは、部品でもアセンブリでも同様に定義できている。可動部品や変形部品の取り扱い、PMIや指示の参照先、グリスや梱包ビニールなどの副資材の扱い、機構部品における部品構成と機能構成と性能の連携などの定義と標準化が必要になっている。3Dアセンブリモデルの標準化が進み、治工具データや組立検査などのデータ連携を促進することで、電子組図の適用範囲の拡大を図りたい。

専門委員会におけるDTPDの最終的な目標は、3Dモデルと各工程の必要情報を結び付けて、用途に応じたDTPDを自動的に作成することである。設計者は、3Dモデルを設計意図に応じてフィーチャー(形状特徴)を順番に組み合わせて作成する。これと同様に、PMIや属性も設計意図に応じて定義することができれば、その設計意図をDTPD作成時に利用できるのではないかと考えている。

図8 実証検証の事例

6. 実証実用活動による成果と課題

3DモデルおよびDTPDは専門委員会内だけでなく、さまざまな産業界で利活用されることが重要である。そのために、専門委員会では3DモデルおよびDTPDに関する公開ガイドラインの実証検証と教育普及も行っている。

ガイドラインの実証検証事例を図8に示す。この事例では、スイッチギヤボックスの樹脂成型筐体をガイドラインに従って製品設計、金型設計、金型製作と同様の切削加工、注型作成、成形品の計測評価を行った。検証のポイントは二つある。一つは、3Dモデル(樹脂成型部品)にガイドラインに規定された金型要件のランクと内容を盛り込むことで金型設計期間の短縮を実現する。これにより2D図面時の金型設計工数に対して25%削減できた。もう一つは、3Dモデル(樹脂成型部品)を活用し、接触測定と非接触座標測定を規定した測定フローに基づき部品測定することで、測定時間の短縮を実現する。これにより2D図面時の測定工数に対して45%削減できた。教育検証としては、毎年恒例の3次元CAD情報標準化セミナーを開催して、専門委員会の活動成果やガイドラインを発表している。公益社団法人日本設計工学会が主催する「設計コンテスト」に協賛し、参加する大学・高専の学生を対象に金型設計・幾何公差などの教育をしている。これに3DモデルおよびDTPDに関するガイドラインを利用している。

3DモデルとDTPDの今後の課題は三つある。一つ目は、3DモデルとDTPDの実現に向けた技術開発である。設計情報を格納し運用するデータスキーマの定義、設計情報の数学的な定義と情報処理方法の構築が必要である。二つ目は、3次元CAD・CAM・CAT・CAE・PLM・ビューワでの3DモデルおよびDTPDの作成機能が不足している点である。電機精密産業製品の製品開発の特徴的なユースケースを策定し、具体的な機能実現をベンダーと連携していく必要がある。三つ目は、3DモデルおよびDTPDの運用パフォーマンスが不明な点である。

実製品全体の製品開発では 3DA モデルと DTPD のデータは膨大になると考えられる。実業務として運用できるかどうかの確認と運用方法の検討が必要である。

参 考 文 献

- 1) JEITA 3DA モデル ガイドライン—3DA モデル作成及び運用に関するガイドライン—Ver. 3.0 (2013).
- 2) JEITA 規格 ET-5102 日本語 3DA モデル規格—データ系, JEITA 普通幾何公差, 簡略形状の表示方法について (2015).
- 3) MIL-STD-13000A, TECHNICAL DATA PACKAGES, (2013).
- 4) J.B. Herron, Re-Use Your CAD: The Model-Based CAD Handbook, Action Engineering, (2013).
- 5) JEITA : 3DAM 幾何公差表記事例集—3DAM における幾何公差表記のガイドライン—Ver. 1.0 (2012).

- 6) JEITA 幾何公差検証・測定例集 Ver. 1.0 (2017).
- 7) JEITA : 3DA モデル金型工程連携ガイドライン プラスチック部品編, Ver. 1.2 (2016).
- 8) DMSC, ANSI QIF 2.1, (2016).

藤沼知久

1983 年(株)東芝に入社し, 2012 年から東芝インフォメーションシステムズ(株)勤務。家電から重電機器まで 3 次元 CAD・CAE・PLM・設計プロセス改革に従事。技術士(機械部門), JEITA 三次元 CAD 情報標準化専門委員会副委員長, JSME, IE 協会に参加。