

図面の文化とモノ創りに関する考察  
— 企業における三次元単独図の 2012 年の調査結果 —

- 平野 重雄 (東京都市大学 株式会社アルトナー)
- 喜瀬 晋 (株式会社アルトナー)
- 関口 相三 (株式会社アルトナー)
- 奥坂 一也 (株式会社アルトナー)

## 1. はじめに

長きにわたって、人類は図面を基礎とした設計システムによってモノを創り出してきた。設計組織、設計手法、設計の文化、さらには対象となる製品形状、製造方法においても、この設計システムの影響を受けている。昨今では三次元CADの技術の進化により、製品開発の効率向上を目指して、設計の高度化が各方面で行われている。

高度な生産に寄与した図面も、三次元CAD単独図の進展により変貌している。モノ造りの現場ではある種の戸惑いが認められるが、三次元CAD単独図の利点は、図面の文化に多大な影響を及ぼしている。本論では、三次元単独図の利用状況の実態調査を行い、従来の図面におけるモノ創りの在り方を検討するとともに、図面の文化そのものに一つの考察を行った。

## 2. 三次元単独図について

三次元単独図 (3D annotated models) とは、二次元図面を添付しない三次元データ主体の設計情報 (図面) のことである。その内容は、製品形状と製品特性 (注釈, 属性) を表した三次元モデルと、製品特性の注記および管理情報を三次元モデルから独立した情報として表した図面である。ただし、現行では、三次元データには精度・加工方法・適合が求められる規格や基準など、形状だけでは表現できない情報が盛り込まれていない。さらに、注記による形状指示やポイントとなる部位の拡大図や断面図など、より柔軟かつ適切に設計意図を伝達する術が不足している。

三次元の表現力を生かす情報伝達手段の模索として、CADの種類に依存しないガイドラインを作成すること、単に図面の情報を三次元データに反映させられるようにするのではなく、三次元データが持っている表現力を生かして、より効率的かつ他の人が理解し易い設計情報伝達の在り方を模索することである。

## 3. 調査対象とその回答結果

本調査は 2006 年より 2 年ごとに実施している。2012 年の調査は 9 月 20 日から 11 月 20 日かけて全てメール送受信により行った。調査対象企業を業種別に分類すると、機械 20 社、電気機器 8 社、輸送用機器 7 社、精密機器 4 社、その他工業 11 社の合計 50 社である。

三次元形状モデルを作成しても、これを二次元図面に作成しな例が多数ある。よって設計者の業務は従来と比較して負荷が増加している。この要因としては、製造部門に三次元CADの文化がまだ浸透しておらず、従来の二次元図面による製造体制となっている状況が挙げられる。これは、三次元形状モデルの情報を製造側に伝達するための標準化さ

れた手段がまだ確立されていないことによっている。

全体的な三次元CADデータの使われ方も変化し、特に製品設計におけるシステムの考え方・実施方法も改善されている。機械系の業種におけるコンカレントエンジニアリング形態は、機械設計がノウハウに基づく設計、類似設計が多いためにその普及が今一步の段階である。また、三次元CADの導入時期の遅れも影響しているものと考えられる。一方、他の業種においては、三次元形状データの活用が図られていることが確認できた。

図面様式の形態	①二次元図面	= 19社
	②二次元図面＋三次元モデル	= 15社
	③三次元モデル＋簡易二次元図面	= 5社
	④三次元モデル＋簡易二次元図面＋管理情報	= 7社
	⑤三次元単独図＋管理情報	= 4社

#### 4. 図面の役割

図面は出図すると後工程や関連部門に受け取ってもらえるが、三次元データではそれがかなわない場合がある。このような状況が生じるのは、図面には二つの役割があるからである（保存・保管は略）。①設計検討のための図面。②設計者の意図を他の人に伝える設計情報伝達としての図面である。①は、製品や部品の形状を実際に形に表してみることで設計内容を確認・検討できるようにするという役割である。②は、生産技術、金型設計・製造、部品加工、部品や製品の検査といった後工程に対し、寸法公差、幾何公差、表面性状、表面処理方法、材質といった形状だけでは表現できない設計意図を、読み手が即座に理解できる明示的な形で伝達するという役割である。

ここでの誤った認識は、三次元データも当然両者を兼ね備えたものになると思い込んだことにある。現実とは違っており、三次元データは、設計者の意図を生産技術や製造・検査部門などの担当者に伝える設計情報として不十分な面があった。その結果、図面より手間のかかる三次元データを作っても、必ず図面を作るといった状況が生まれたのである。

三次元単独図の利点は次の通りである。

- 1) 設計情報の伝達効率の向上：三次元モデル作成と同時に設計意図を示す情報を容易に付加することができる。三次元モデルのみで設計情報が参照可能。これにより設計業務の見える化、デザインレビューの早期化などが実現できる。
- 2) 情報管理業務の効率化：三次元モデル＋補完図によるデータ授受の際に発生する三次元モデルー補完図間の不整合の防止。
- 3) 他業務の自動化：機械加工、溶接、計測位置など従来二次元図面からではシステムが自動認識できない寸法、公差、位置情報を利用した業務自動化の実現。
- 4) 図面作成工数削減：三次元モデル作成および二次元図面作成で発生する重複作業の削減による図面作成工数の削減。

#### 5. 図面の文化

図は、最も基本的な認識の手段であると共に、最も貴重な情報伝達の媒体である。ある品物つくるときに、その形や大きさを示す図面を描く、その手段が製図である。したがって、当然ながらものを具現化する手段であるために、対象物それぞれがその標準的な図法

を持っている。一般的には製図は平面で表現されるが、対象物が立体であることから、立体物を平面に投影する図法によって製図の形式が決まる。その形式は、立体図学、絵画から図面へという発展への多大な歴史的知恵の結晶であった。これは設計という手段と製図という手法によって、ものづくりを根本的に支えてきたものである。

最近では、三次元CADによって立体はそのまま立体として、製図手法がそのまま設計から製造や生産にまで直結する時代になってきている。言うなれば、すでにこれまでの製図の歴史は終焉しようとしているとさえ考えることができるが、むしろ、製図が三次元CADの画面の中で、設計の表現図解であった時代から解放されようとしていると見なすべきだと考える。そしてこのことは、これまでの製図表現に遡及しなければならず、設計意図が製図から読みとれないとするならば、三次元CADであっても、その製図は設計が意図しての価値を持ち得ないものになるということである。新たな形態の製図方法が可能になっているということである。このように製図は、三次元CADによって大きな革新の時期にある。

設計の基本概念は、その仕様を満たし価格の最適化を図る、すなわち図面を描くことである。図面は品物の形状を示す図と寸法数値や表面性状などの加工情報から成立している。

製作側が忠実に製作した製品の機構・機能など仕様通りでなければ、その全責任は設計者にある。一般的に設計者と製作者は別人であるため、図的思考・表現を媒介とした対話による意志の疎通が必須であるという構造は、設計行為が人間の行為である以上、この対話こそが設計の属性と深く関わっているといえる。

三次元CADの普及とともに二次元CADが減少すると予測されていたが、実際には二次元CADも微増の傾向にある。この理由として、従来スタイルの設計業務環境の存在がある。既存の設計データ管理プロセスに合わせるため三次元設計した後に二次元図面化して管理するケースが多く、結果として二次元図面作成の需要が存在する。このように三次元化によるメリットは在るものの、二次元との共存を強いられるデメリットも存在している。このデメリットを享受するための活動が必要なことは言うまでもない。

三次元単独図は今後一段と普及する見込みであるが、その効果を最大に引き出すためには、三次元単独図に適した業務プロセスを構築し定着させることが重要である。

## 6. おわりに

設計・開発期間の短縮＝三次元CAD化という流れが主流になる一方で、モデリング機能のみの追及などの部分最適化により当初の目的から乖離した結果となることが多く報告されている。また、一部では、今後数年ほどの間に二次元図面による機械部品の記述は姿を消すとの暴言もある。二次元図面の無い設計とはどのようなものであろうか。設計において重要なことは、製品情報をどれだけ正確に伝達することができるかにある。

三次元CADは設計プロセスでのツールに過ぎず、実際に製品をつくるわけではない。今後、設計業務の革新において設計プロセスはほとんどがコンピュータによる自動化へと変革していくことが予測される。しかし、モノ創りを全てコンピュータに任せてよいのかという疑問も生じる。やはり、最も信頼できるのは人間の長年培ってきた勘、経験、技術ではないかと思う。設計業務の革新は確かに必要であるが、その方向性を間違っはいけない。