

機械製図の文化の変革に関する研究 ーモノづくりの伝統と三次元図面の効果と課題ー

- 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

工学分野における図の概念とは、他者への発信・伝達にある。自分だけの理解にとどまる図は、図の意義をなさないと言えよう。他の人が理解できる図を描くことによって初めて設計者としての義務が果たされるのである。

創造的過程において描かれた形状情報を伝達できなければ、そのアイデアさえも創造されたことにはならないと言える。設計者が描く図は、図を媒体とした情報伝達として他の人へ正確に伝達されなければならないのである。人の行為は、先入観、固定概念、経験則などの感覚に加え、体調、状況、制限などの環境を加味した上で、動作する直前に予め脳内にイメージあるいは描かれてから行動が開始されていることを考えれば、すべての行為において設計的とも言える。一方、設計において、効率を追求するがゆえに、設計者の図形・空間認識力の欠乏などの弊害を招く恐れが懸念されている。

これまで長い歴史の中で確立されてきた図面の文化が、三次元CADの普及によって今まさに進化の道を歩み始めている。さらに三次元図面（単独図）の標準化が進めば、設計側では補完用の図面をつくらずに済むようになるかも知れない。

本論では、モノづくりの伝統（技術の伝承）と図面の役割・本質について考究し、三次元図面（単独図）の効果と課題について論じる。

2. 図法幾何学から三次元CADの在り方

1991年に大学設置基準の大綱化の流れの中で、図法幾何学（図学）教育は、教養部の解体などによって廃止された大学も多い。しかし、機械製図などにおいて、図学をはじめ設計製図は、基礎的な役割を現在も果たしていることは周知の通りである。

図学とは、図による立体図形解析の学問であり、図法の歴史を辿れば1795年にガスパール・モンジュ(Gaspard Monge)によって創設され、以後、射影・微分幾何学などの教養・知識を加味しながら約200年の年月をかけて体系化されてきた。

近年、見た目の解り易さ、形状データとしての正確さ、プロセス全体のデータの連携、周辺環境との立体的な関係を明確にできるなどの利点に加え、ユーザとの相互関係における協調的伝達ツールとして、三次元CADが各企業に導入され、評価されていく一方で三次元CAD技術の認識に混乱があるようにも感じられる。しかし、設計における三次元CADは欠くことのできないツールであり、進展・普及していく中で利点だけの効率的な概念を追求するのではなく、ヴァーチャルマニュファクチャリングやコンカレントエンジニアリングをはじめ設計者への教育手法あるいは倫理観を養う点までを考慮した、大局的な見方の中において、三次元CADの在り方を考究し続けなければならない。

3. 設計者気質と熟練設計者による技術の伝承

最近の新人の仕事に対するマナーに驚かされる。例えば、設計課題を与えられて、理解できないことがあっても、自分から進んで先輩や上司に聞こうとしない。仕事の状況や進捗を尋ねられても、返事は要領を得ない。仕事に必要な知識は、会社が集合教育時間内に教えるのが当然と思っているなどである。これらの状況は企業規模の大小に関係なく、多くの職場で顕著に見られる傾向である。こうした新人に対し設計部門の仕事に必要なマナーを修得させるには、その心得と業務着手の原則・ルールを系統立てきちんと教育することが必要になる。

モノづくりの技術の伝承に関わることとして、自分で調べ考える姿勢、そして、設計の生涯教育が必要である。さらに、技術継承においては、技術の所在と動向の把握は大事である。つぎに、その技術を持つ熟練者が自分の技術の重要性について認識しなければならない。熟練者は継承、発展のために、自らが行動しなければならないことを認識するのである。技術継承の成否はここにある。

若手設計者の能力開発の可能性は限りなく広い。そして、会社が持つ技術の拡大・充実の可能性も無限であろう。しかし、これはある仮定が入っている。それは、人材がいること、人材の能力の発展速度が速いこと、会社が能力開発に熱意があることなどである。そこには学習意欲や優れた伝達方法がなければ効果的な技術の伝承はできない。技術継承の要件には、人材は学習に努め、会社には継承システムがあり、指導者は適切な技術伝達方法を持っていることが肝要である。

4. 設計者の行為と伝達の意義

設計者は、意志的、論理的な思考作業においてアイデアとしてその形状は、手描きあるいはコンピュータを介した三次元CADなどのツールによって表現されている。

当然のことながら人の行為で価値観が異なれば価値判断も異なり、一人ひとりの感性、着眼、創出方法においても同様に設計者の数だけ異なる。機械工学に限らないが、製図とは図面を描くという行為を意味し、設計とは模倣ではなく、設計者の創造作業であると認識できる。

設計者はイメージを概念化し、伝達するために定式化しなければならない。創造作業である以上、存在し得なかった形状情報を伝達しなければならず、特に設計者と製作者は他者同志であるため、図面を情報伝達媒体として共通認識が必須となってくる。図面はJIS規格に則って描かれていることから、図面の共通理解において境界線は存在しない。

手描き手法では、意志的に自在な幾つもの線、幾つもの四角形によって組織化され、図的に思考・表現することで、さらに、表現手段の可能性を追求することができ、複数の次元的な概念も芽生える。この修練の集積によって、自らの脳内に創出されたイメージと実際に描いたポンチ絵の差異がなくなり、簡潔な線、形、輪郭、構成など、抽象的ではあるが、手描き作図という基礎的な方法で視覚化することが可能となる。つまり、視覚的に表現できなければ存在する価値や次元などを考察することはできない。

5. 三次元単独図の効果と課題

機械技術の意思伝達には、図面が使用される。製品開発の効率化が求められ、設計の高

度化が各方面で行われている。各企業において三次元CADは従前にも増して浸透している。三次元CADにより図的表現技術は容易になり、協調伝達におけるツールとして有用である。

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（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（三次元形状）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。例えば、三次元データは色が使えるので面や線に色を付ければ、見た目にも分かり易く効果的な情報伝達手段となり得る。

6. おわりに

例え素晴らしい画期的な構想があったとしても、それを情報として伝達できない限り全く意味がない。さらに、構想がどんなに優れていても様々に練り考えられずに低い精度のままであり、情報が欠落しているのでは、それを実現することはできない。モノづくりの環境変化に対応した設計技術を支援する設計資料の構築、設計者の生涯教育が必要である。

そして、三次元CADは創造的な設計の思考過程のひとつに過ぎず、それ以上のものでもあり得ない。設計は、あくまでも設計者たる人間のインスピレーション、直観、ひらめき、勘あるいは想像・創造力を持ってなし得るものであり、設計した構想案を具現化するためには、図的思考における設計表現を概念化する必要がある。また、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。

最後に価値を生むのは人であり、問題は、如何に人が最大限の能力が発揮できるかであり、その環境の整備をつくりあげることが重要である。