

# 設計技術の暗黙知を形式知化する方策に関する一考察

○喜瀬 晋 (賛, (株)アルトナー)  
関口 相三 (賛, (株)アルトナー)  
奥坂 一也 (正, (株)アルトナー)  
平野 重雄 (正, 武蔵工業大学工学部)

## 1. はじめに

設計部門が保有する技術情報は多岐であり、かつ大量である。例えば、現在までに携わった製品に関する設計技術、製品設計に必要な試験・実験に関する技術などがある。これらを効果的に活用する方法ならびに内容について考察を行い一提案を紹介する。

## 2. 技術伝承の難しさ

伝統ある技術をいかにして後世に伝えて行くか。その一例として、伊勢神宮の20年に一度の神宮式年遷宮は、建物すべてを新造するもので、伝統工芸の技術伝承の典型的な例といわれる。

知識には、知覚や感覚で習熟し言葉では表しにくい暗黙知と、言葉で明確に表して文献や図面に記載された形式知がある。暗黙知はアナログ知、現場知ともいえる、形式知はデジタル知、マニュアル知とも言える。知識は共同化（暗黙知の共有・創出）→表出化（暗黙知の形式知化）→結合化（情報の活用）→内面化（新たな暗黙知として理解）というサイクルを回る。

最近、製品品質の改善をしなくては行けないと考えている人たちが増えている。それは、性能が高い、品質が高いなおかつコストが低いという製品設計を実現しなければいけないということである。

とにかく、この現状をどうにかする、それには、従来の想定を超えた設計環境が必要だと考えている。

現場の力や熟練者の知識やノウハウ、経験などをデータベース化し、標準化するシステムの構築を行わなくてはならない。

## 3. 技術伝承のステップの提案

技術の伝承は具体的な方法を指す。つまり、指導する場面を想定しているのが技術伝承である。よって、技術伝承は方法を明らかにしていないと成果は挙げられない。また、技術伝承には一定の手続きが必要になる。

いくらやる気があっても実際にはどう進めてよいか

明確にされていない例を多く見受ける。技術の伝承はシステムとすると、その正否は方法に依存する。技術伝承の大切さが認識されていても、具体的に伝承を展開させる方法が見えていないと実践できないし、成果も挙げられない。

ここで提案するシステムは一定のステップで確実に実施していけば実現できる方法である。これは技術伝承を推進する企業ではすでにこの方法と同様の方法で実践し成果も挙げている。

第1ステップ：経営戦略の明確化。今後の自社の展開方向を確認する。

→ここで問題になることは、活動に対する認識レベルである。成果を出すためには全社的なコンセンサスを獲得することにある。経営方針や経営戦略上で技術・技能伝承が位置づいているほど成果が見え、結果に結びつくと言える。建前上の賛同はいつでも得られるが実質的なアクションとなると一定の認識レベルがないと動きがとれないことはよくあることである。また、利益に貢献する技術・技能分野を読みとり、実際に役立つ取り組み、仕組みにする。この段階で経営戦略の明文化と技術・技能マップ作成、現状の評価、伝承計画の策定という基本的なラインを確立する時期にあたる。

第2ステップ：自社にある技術・技能の整理（技術・技能マップの作成）。自社の人的資源（例えば、経験年数など）を明らかにする。

第3ステップ：現状の評価（不足点の明確化。第1と第2ステップの結果を用いて現状を評価し、開発すべき技術・技能や伝承すべき技術・技能を明確にする。

第4ステップ：技術・技能マニュアルの作成。技術・技能伝承の準備活動として大切。

第5ステップ：教育訓練計画の立案と実行。技術・技能マニュアルを用いた教育を立案し、実行する。自己開発を中心にOJT、Off-JT、自己啓発を併用する。

→効果的な指導への準備をどの程度行えるかが問題となる。安易に流れれば、従来と同じ形が有るよう形のないOJTになり、これまで利用していた作業標準書で代用することでよしとすることになる。OJT

とは部下に仕事をさせることではなく、部下を教育目標に向けて育てることである。

第6ステップ：教育評価と認証。成果を検証し、必要があれば認証する。

→養成した後継者の力量水準を判定し、社内での実質的な処遇、配置を適正に行うことである。

#### 4. 設計技術の暗黙知を形式知に

##### 1. 製品の品質改善について

品質といえば生産技術だと思込んでいる人たちが多い。このような考え方による設計・生産プロセスでは、作業の負荷が後工程に多くなってしまふ。そして、要求される納期が短くなっているため、負荷はさらに後工程に掛かることになる。

例えば、コンカレントエンジニアリングにより設計期間を短縮したといった報告を聞くが、その中身を見ると、設計・生産プロセスを変えずに、単に工程（時間）を無理やり圧縮しているだけのことである。品質を決めるのは設計の上流にあることを再確認したい。現場の力から設計の力にシフトしていく、これが設計・生産プロセスを変えるということである。品質は、設計されるべきもので、検査されるべきものではない。

##### 2. 図面の寸法公差について

寸法公差の設定を尋ねると決まって返ってくる言葉は、過去からずっとこの公差を使ってきたがある。10数年前と比べ生産する設備も材料も違っているため、指定する公差も見直さなくては行けないのである。さらに、表面性状、表面処理はどうやって表現したらよいかの問題も解決しなければならない。

##### 3. 実験で検証

設計時点で不明確なことは、実験で検証することになる。しかし、実験結果の誤差はかなり大きく、再現性がないものである。また、できることにも限界がある。例えば、部品内部のねじれ具合や応力まで正確に測定して数値化することは時間がかかるものである。そこで、部品の表面にひずみゲージを張り測定して数値をサンプルし、それを基に関数を駆使して予測するのが限界である。そして、実際の使用環境に合わせた検証実験をすることにも限界がある。少しでも実験結果の再現性をとろうとするために、数多くのサンプルを使って実験すれば、当然、その分コストがかさむことになる。

##### 4. CAD/CAEにおける暗黙知を形式知に

設計現場では、CADで形状を決めてから、CAEによる解析を行う。つまり、形状の寸法が決定したらほとんど変更せず、材料の板厚と定数ぐらいしか変更しない。例えば、ある力を加えたときに、この式を解

けば、変位が分かり、それを微分して速度を算出する。ひずみや応力も、そのように計算する。そのデータから、設計した形状の強度が分かるということになる。

設計時にCAEを使いながら、最適な速度や加速度、変位ができるようにする、つまり、製造に最適な強度や精度で製造できる形状を決めるべきである。当然、材料のばらつきも、組立てによる誤差も見込んで設計する必要がある。

##### 5. 解析テンプレートについて

過去の実績や解析技術者によるデータを基に解析テンプレートをつくり、それを社内で共有化する。そうすることで、解析や統計に詳しくない設計者でも、解析や統計的処理を行うことができるようになる。設計者は、テンプレートを使うことにより解析を行うが、やがて、テンプレートに込められた知識そのものも吸収する。

さらに、解析業務の改善がある。あり得ない動きをしたときに装置が壊れるが、CAEはそこまで考慮してくれない。この感覚を理解していないと、CAEを正しく操作したとしても、誤った判定を行う恐れがある。例えば、一瞬の衝撃で壊れるのか、疲労によってじわりじわり壊れるのかも判断できない。また、現状の三次元データも、正確に力学物性を判定する要素を完全に盛り込んでいるとはいえない。そのようなCAEの性質もしっかり理解したうえの運用を設計現場に周知させなければならない。

##### 6. 設計者とイノベーション

従来の設計手法にとらわれず、イノベティブな発想を設計業務に取り入れる。そのためには設計技術のみではなく、解析技術や統計論もきちんと認識して設計する、あるいは生産を考えていくべきである。

どうすれば、イノベーションができるか、それは、設計・生産現場も、マネジメントも、そしてトップも、全てをひっくるめた企業全体が一丸となって問題に取り組んでいくようにする必要がある。

## 5. むすび

一定レベル以上の熟練者がいないと問題が顕在化する。そして、製造業では、グローバル化の進展により競争が激しくなっている。このような環境で企業が存続・発展していくためには、他社が真似のできない製品を創出し提供し続けることが不可欠になる。そのためには、熟練者の技術を後輩に伝承し、自社のものづくり力を向上させることが重要になる。

### 参考文献

- 1) 平野重雄, 関口相三編著:モノ創り&ものづくり, コロナ社 (2007).