



## 設計者教育とアウトソーシング

### 1. 本章の位置づけ

ものづくりにおいて、設計開発力の向上は良い商品をタイムリーに生み出す中核ともいえるテーマである。その中でも設計者の創造的活動はその源泉であり、これを度外視しては如何なる設備も手法も無用の長物となる。したがって、設計開発力の向上について論じるとき、創造的活動の中核である設計者教育はさけて通れないテーマである。

さて、ものづくりにおいて必要な技術は、基礎的な工学知識を始め、商品を基盤とした設計技術や生産技術、さらに、品質工学・CAD/CAEなど多岐にわたる。これらを、学校教育を皮切りに、新入社員教育やOJTを含む社員教育の中で習得していくわけであるが、これは決して容易なことではない。自己啓発や生涯教育が叫ばれる所以である。

特に、近年コンピュータの普及とともにCAD/CAEなどが急速に進み、また、グローバル化も拡大の一途をたどっており、設計者に求められるものが質量ともに急速に増大している。このような状況の中で、さらなる設計開発力の向上を一個人や一会社で担うのは難しくなっており、アウトソーシングの戦略的な活用も重要なテーマとなっている。

本章では、設計開発力の向上を目指して、設計者教育とアウトソーシングについて、関西EACで各企業から発表された報告を紹介しながら、現状とこれからの方向性を述べる。

### 2. 発表事例に見る設計者教育

最初に、設計者教育全般に関する発表テーマの一覧を示す(表6.1)。ここでは企業における設計者教育の目的や推進体制、カリキュラムなどが紹介されている。また、製図の基礎から「機械設計とは何か」などを会得する設計トレーニングなどの教育事例も発表されている。

表 6.1 設計者教育全般に関する発表テーマ一覧

年度	例会	テーマ	発表社(者)
1997	第 330 回	教育の原点から CAD 教育へ	近畿大学 肥田氏
1997	第 330 回	三菱電機の技術者教育制度と選抜教育について	三菱電機(株)
1997	第 330 回	設計品質向上を目指した技術者教育	中條設計技術研究所
2001	第 357 回	設計者教育(鉄道車両台車および部品の設計)	住友金属工業(株)
2004	第 382 回	派遣社員の教育	アルトナー(株)
2006	第 398 回	技術者教育	アルトナー(株)
2008	第 413 回	若手技術者育成の取り組み	(株)鶴見製作所
2009	第 421 回	大学における設計教育の紹介	京都大学 松原氏

次に、ここ十数年急速に進んだ IT 化への対応の教育に関する報告を示す(表 6.2)。この中では、もちろん 3 次元 CAD や CAE が大きなウエイトを占めている。3 次元 CAD の教育は黎明期を過ぎた 2000 年から始まり、約 10 年でブームは去り、定着していった。一方、CAE の方は CAD のようなブームはなく地道な教育が続けられている。ここでは教育を主に取り上げた発表のみリストアップし、CAD/CAE の技術的な内容の発表は別章に譲る。

表 6.2 設計者教育：IT 化に関する発表テーマ一覧

年度	例会	テーマ	発表社(者)
2000	第 352 回	CAD などの技術者教育推進事例の紹介	西菱エンジニアリング(株)
2000	第 355 回	実践的 3 次元 CAD 技術教育施策	三洋電機(株)
2002	第 365 回	設計者教育について (CAD, CAE)	オムロン(株)
2003	第 376 回	Pro/E の社内教育システム構築について	ダイハツ工業(株)
2004	第 379 回	設計者自ら扱う CAE への第一歩	松下ホームアプライアンス社(株)
2007	第 404 回	3 次元 CAD 設計技術のスキル認定制度	三菱電機エンジニアリング(株)
2009	第 419 回	品質確認を前倒しする CAE とその教育	コマツ

3 次元 CAD が一通り普及し、活用技術も一応の完成をみると、それらのデータに知識を付加するといったナレッジマネジメントが盛んになった。この頃、団塊の世代が退職期にさしかかり、技術蓄積と伝承が叫ばれるようになったこともその一因である。関西 EAC で発表されたテーマの一覧を表 6.3 に示す。

表 6.3 技術伝承に関する発表テーマ一覧

年度	例会	テーマ	発表社(者)
2004	第 380 回	モノづくり塾による技術の伝承	シャープ(株)
2007	第 408 回	設計技術の伝承に向けた取り組み	ササクラ(株)
2008	第 413 回	技術継承・ノウハウ活用の最新ソリューション	日本電気(株)

一方、JR 福知山線の脱線事故や回転ドアの事故が社会問題化し、製品安全についても設計管理の課題として避けて通れないテーマとなった。これらの安全に関する発表テーマの一覧を表 6.4 に示す。「安心・安全」の具体的な取り組みは別章を参照されたい。

表 6.4 安全に関する発表テーマ一覧

年度	例会	テーマ	発表社（者）
1999	第 347 回	製品安全のしくみと製品への織り込み	コマツ
2005	第 393 回	ドアプロジェクトから学ぶ	コマツ
2005	第 393 回	テクノロジーテラシーとは何か～巨大大事故を読む技術	関西大学 斎藤氏
2006	第 399 回	安全管理と設計技術	増田技術士事務所
2007	第 405 回	設計のための安全技術	増田技術士事務所

最後に、技術者自身の地位の向上とともに技術倫理の確立に向けた報告と発明報償についての報告を示す（表 6.5）。最近、技術者の倫理と共に地位の向上が提唱されるようになったが、これらは健全な技術の発展を目指すものであり、技術論を推し進める一翼を担うテーマでもある。また、職務発明の講演は青色ダイオードの裁判に端を発するものである。

表 6.5 技術者の資格と地位向上に関する発表テーマ一覧

年度	例会	テーマ	発表社（者）
2002	第 365 回	技術士試験の法規改正と受験案内	増田技術士事務所
2004	第 382 回	工学倫理と制度設計	関西大学
2005	第 388 回	特許管理の仕組みと発明報償について	コマツ
2005	第 388 回	職務発明の課題と対応	大阪工業大学 石井氏
2007	第 408 回	誇り高い技術者になろう	関西大学 斎藤氏

### 3. 設計者教育の体制と教育システム

設計者教育に限らず教育全体について、重要性は認められているが、その効果は中長期の中でしか表れないことと、その評価が難しいことから、企業における教育は中長期を見据えたしっかりした体制とカリキュラムの企画が必要である。ここでは、企業における教育の方針と体制、さらには、設計者教育のカリキュラムと具体的な教育方法について見ていく。

#### 3.1 自主参加型教育を目指さずM社の事例

企業における教育の方針と体制について、第 330 回例会でM社から発表された報告を紹介する。

まず、人材育成の基本方針を「仕事人が人を育て、人が仕事を拓く」とし、教育を「経営課題達成のため」と位置づけ、その上で、今後の人材育成の方向を「会社が与える教育から個人が求める教育への移行」としている。

つまり、ここでは技術者教育は会社がやってくれるのではなく、技術者自らが教育を求め、チャレンジしていくものと位置づけている。

M社では、技術者教育は技術研修所で担い、その機能と役割を図 6.1 に示す。ここでは、技術者教育の企画から運営・教材の開発など教育に必要な一連の機能を持っている。主要課題では、「自主性・創造性を持った技術者の育成」と、前述した「自主参加型教育への移行」がうたわれている。

- |   |
|---|
| <p><b>1. 技術研修所の機能</b></p> <p>(1)技術者教育企画・立案</p> <p>(2)「講師・講座の実施」・運営</p> <p>(3)教育手法・教育の開発・教育環境の整備</p> <p>(4)工学塾・技術部会の一元的運営</p> <p>(5)場所・関連企業への教育支援</p> <p><b>2. 今後の重点課題</b></p> <p>(1)環境変化</p> <p>①中堅・ベテラン層の比率増大→新分野修得による活性化</p> <p>②差別化技術による商品コンセプト構築力</p> <p>③事業本部主体の経営への移行</p> <p>(2)主要課題→自主性・創造性をもった中核技術者育成</p> <p>→自主参加型教育への移行</p> |
|---|

図6.1 技術研修所の機能と役割(M社「関西EAC例会」)

技術研修所は、技術部会・技術ゼミナール・工学塾の3つで構成される。

技術部会は社内技術分野ごとに技術者を全社横断的に結束した組織であり、社員が他の第一線の技術者との交流をつうじて、自主的・自発的に高度専門技術者としての自己啓発、相互研鑽を行う機会を提供する。その活動内容を図6.2に示す。

	内 容	発表者	参加者
研究会	研究討論 探索的テーマ	数人～十数人	
発表会	実施例 調査結果	社員数人	60人
講演会	先端技術	社外 技術権威	60人
部会誌	論文, 解説, 報告	(執筆者) 数人	(配布) 当該部会員
技ゼミ支援	企画協力 講師推薦	(講師数) 約1500人	

図6.2 技術部会の活動内容(M社「関西EAC例会」)

次に技術ゼミナールは、製品化技術の向上を図るため、各種の技術分野にわたる実践的要素技術教育・技術者スキル教育・複合技術教育を行う。図6.3に技術ゼミナールの内容を示す。定時後に自己啓発で実施する衛星通信を利用した教育システムが特徴的である。

3つめの工学塾は、高度開発型技術者の計画的育成を目的とし、自主技術開発力の強化とエンジニア集団としてのパワーアップを図る。この工学塾の概要を図6.4に示す。対象として、「製品開発・事業推進のリーダーとなりうる素養のあるもので30歳程度」とあり、単に技術レベルが高いだけでなく、まさにこれからの開発を担う人材を育成する姿勢がうかがえる。また、運営のポイントとして、ディスカッションの重視、小論文の作成と発表が設定されていて、知識の単なる習得ではなく、それを元にして自らが技術的見解を整理し、技術的創造の訓練をしていることが挙げられる。

	講座の特長・狙い	時間数
衛星講座	衛星通信システム利用 共通基礎技術中心 初級教育	3 時間 ×N 回
スキル講座	EWS、パソコンなど設備 機器を使用したスキル訓練 実践的実務遂行能力の向上	4 日間 (32HR)
一般講座	研修センター集合教育 FACE TO FACE の心の通った教育 事業所間の技術交流も狙う	4 日間 (32HR)
アドバンス講座	高度先端技術教育、システム教育 少数精鋭 指導的技術者の育成	3 日間 ×2 回

図 6.3 技術ゼミナールの内容 (M 社「関西 EAC 例会」)

<p>(1) 選抜方法 製作所長の推薦により、 塾長（人事部長）が決定する。</p> <p>(2) 対 象 高度開発型技術者として 製品開発・事業推進のリーダーと なりうる素養のあるもの 30 歳程度、20 名 / 期（年 2 回開講）</p>	<p>(3) カリキュラム 毎月 1 講座開講（1 週間の合宿研修） 1 年間にわたり 11 講座（600 時間）</p> <p>(4) 運営のポイント ・各講座長は、社内の第一人者 （人事部長が任命） ・自主運営 ・毎講座、小論文作成、発表 ・ディスカッション重視</p>
--	---

図 6.4 工学塾の概要 (M 社「関西 EAC 例会」)

以上のように、M 社の事例では全社の教育体制がしっかりと構築され、特に中堅社員・ベテラン社員の育成にウエイトが置かれている。技術部会による研究、技術ゼミナールによる一般研修、工学塾による討論と論文発表と、バランスのよい教育システムが構築されている。

### 3.2 設計の本質に迫る A 社の設計者教育の事例

次に、第 382、398 回例会で A 社から発表された「設計者教育」について紹介する。

機械設計は創造する行為であるので、単なる工学知識だけではなく、設計法を含め、それらを組み合わせて創造する行為といった暗黙知の部分も必要である。従って、企業において機械設計そのものを系統だてて教えることは非常に難しい。ここに紹介する報告は、この難しい教育を社内教育に取り入れた事例である。

まず、A 社の設計技術者教育のシステムは、

「入社前教育に始まり、新入社員教育では専門知識を掘り起こしフォローする。

技術研修には大きく分けると OFF-JT による集合教育と OJT による専門教育がある。」

(A 社「関西 EAC 例会」)

としている。その研修体制を図 6.5 に示す。新入社員から始まる基礎研修、応用研修、それに続く技術分科会と一連の教育システムがつけられている。

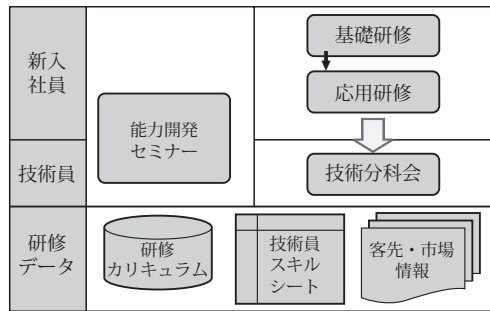


図 6.5 研修体制 (A社「関西 EAC 例会」)

これらの一連の研修のポイントとして次の 5 点を挙げている。

- ① 図面の読み書きの基本スキルの習得
- ② 2次元 CAD, 3次元 CAD の基本操作の習得
- ③ 強度・動力計算の基礎の習得
- ④ 幅広い設計の基礎知識の習得
- ⑤ 自発的な能力開発のトレーニング

(A社「関西 EAC 例会」)

図 6.6 に機械系基礎研修カリキュラム, 図 6.7 に機械系応用研修カリキュラムを示す。基礎研修は学校で学んだことの復習に近いが, 改めて企業からの視点で見直すことは有意義である。応用研修は機構系と樹脂成型 / 板金筐体に分かれ, それぞれの分野において実践的な製図と設計の力がつけられるように作られている。これらの基礎研修と応用研修の中に, 機械設計の実務において基礎となる内容がほぼ網羅されている。

これらの基礎と応用の研修が終わると, トレーニングを中心にした設計教育のカリキュラムが用意されている (図 6.8)。機械設計の基礎知識の習得から設計演習までの研修の流れに沿って, それに必要な研修資料と課題が示されている。

<p><b>機械製図:</b> 製図用語, ねじ, 溶接記号, 尺度, 幾何公差, 表面あらさ, はめあい寸法等の図面作成のための基礎知識</p> <p><b>各種材料:</b> 鉄鋼, 非金属などの各種材料の種類と特性の習得</p> <p><b>機械要素:</b> ねじ, 締結要素, 歯車, 軸継手, 軸受, 伝動等の特徴と使用方法の習得</p> <p><b>実習:</b> 二次元CADでの部品図作成 機構, 樹脂, 板金の組立図より部品図作成</p> <p><b>実習:</b> 三次元CADの基本操作 単品部品のソリッドモデル, サーフィスモデルの作成 WORD, EXCELの基本操作の習得 報告書の作成</p>
--

図 6.6 機械系基礎研修カリキュラム (A社「関西 EAC 例会」)

機 構	樹脂成形/板金筐体
部品図作成, 各種計算 及び機械・機構の選定 ・ 手書き部品図の作成 ・ 機構アセンブリ部品図作成 ・ 機構設計に必要な各種機械要素の選定を学習 ・ 伝動要素, アクチュエータや構造物の強度計算に対する知識の習得 ・ 実践的な設計計算, 選定方法を実務作業にて学習	部品図および組立図の作成 ・ 樹脂・板金部品の作成 ・ 組立図の作成 ・ 図面作成の基礎知識 ・ 高分子材料の基礎知識 ・ 樹脂・板金の各種二次加工の知識 ・ 金型と成形の基礎知識 ・ 成形不良対策 ・ 製品設計の基礎を学習

図6.7 機械系応用研修カリキュラム(A社「関西EAC例会」)

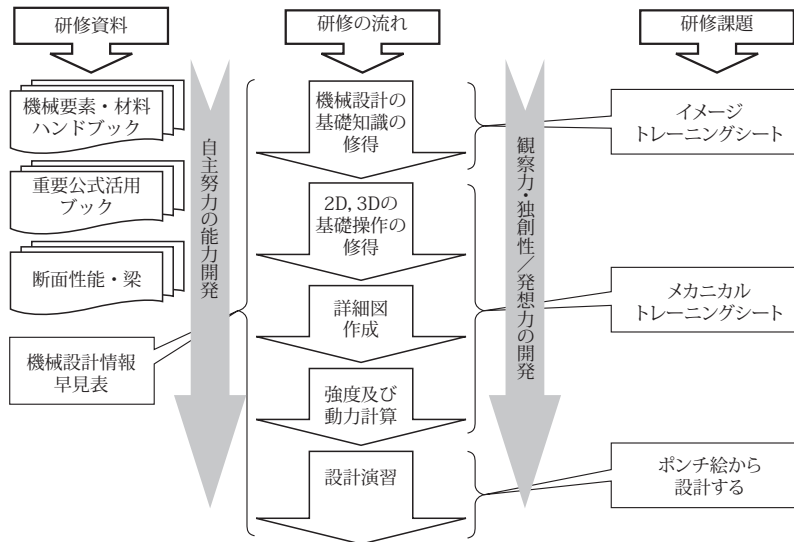


図6.8 各種研修資料と研修目的との位置づけ(A社「関西EAC例会」)

「イメージトレーニング」は、羅列された部品の名前を見て、その部品についての知識を問う。例えば、アンギュラ玉軸受について、その特徴や構造、形状などが思い浮かぶかを問うテストである。「メカニカルトレーニング」は、実務レベルの図面をもとに、ブランクの寸法を記入する課題である。単に寸法を記入するのではなく、各種設計資料を参考に強度・動力計算を行って寸法を決める。「ポンチ絵から設計する」トレーニングは、実務レベルの業務形態で設計を行い、自分流の設計法を確立することを目的としている。

以上は、学校で学ぶ機械設計法から実務レベルへ一歩踏み出した程度の内容であり、第一線の設計者としてはさらなる能力が要求される。それは創造性やセンスといった暗黙知に近い部分で、以下はそのトレーニングについて述べる。

図 6.9 に機構設計の業務フローと作業内容を示す。設計の初期に、しくみや機構・工法などを

決めていくとき、これらの知識と、これらを組み合わせる創造力が必要である。機械設計では決定すべき事項の中で、形状に関するものが大半であることと、さまざまな制約事項の中でこれらがトレードオフの関係にある場合が多い。そのような条件の中で、設計の初期段階ではバランスをとりながらパラメータを決めている。言い換えれば、すべてのパラメータを理論立てて決めるのではなく、感覚や感性で決める段階があるということである。このことをここでは「あいまい決定」と呼んでいる（図6.10）。このような「あいまい決定」を行う能力が設計の暗黙知と言われる部分であり、設計力の重要な要素である。しかも、その決定事項の多くは形状に依存しているため、このような能力を身につけるには、「形状認識力と形状創出力」が不可欠であるといえる。

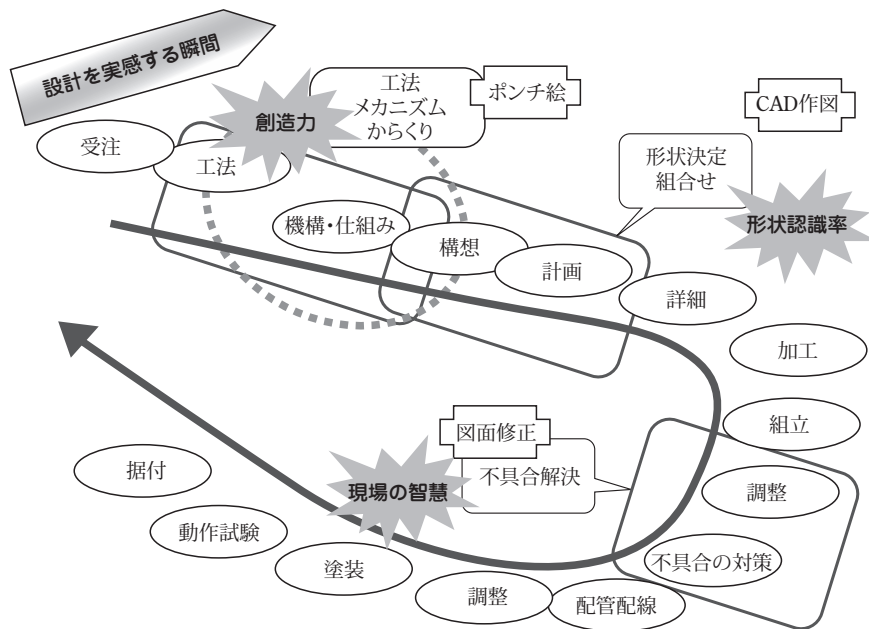


図6.9 設計の業務フローと作業内容(A社「関西EAC例会」)

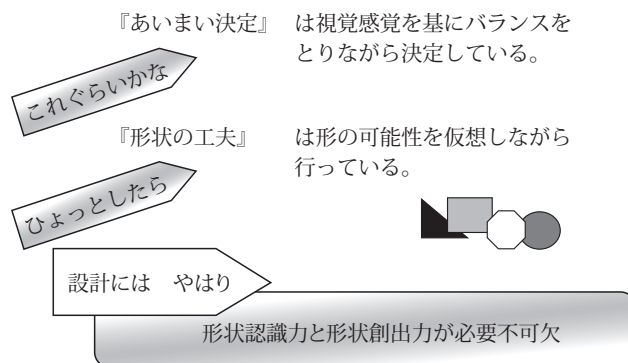


図6.10 あいまい決定と形状の工夫(A社「関西EAC例会」)



そこで、形状認識力と形状創出力を身につけるためには、まず「手書きで図を描くトレーニング」を行い、図面の読解力をアップさせる必要がある。図 6.11 に設計中に「手書き図面」が必要とされるさまざまな場面を示す。特に、左側の発想・アイデア・ひらめきから、ポンチ絵までの段階では手書き図面の必要性は大きい。図 6.12 にポンチ絵の例を示すが、このようなポンチ絵がかかる設計者が少なくなったようである。

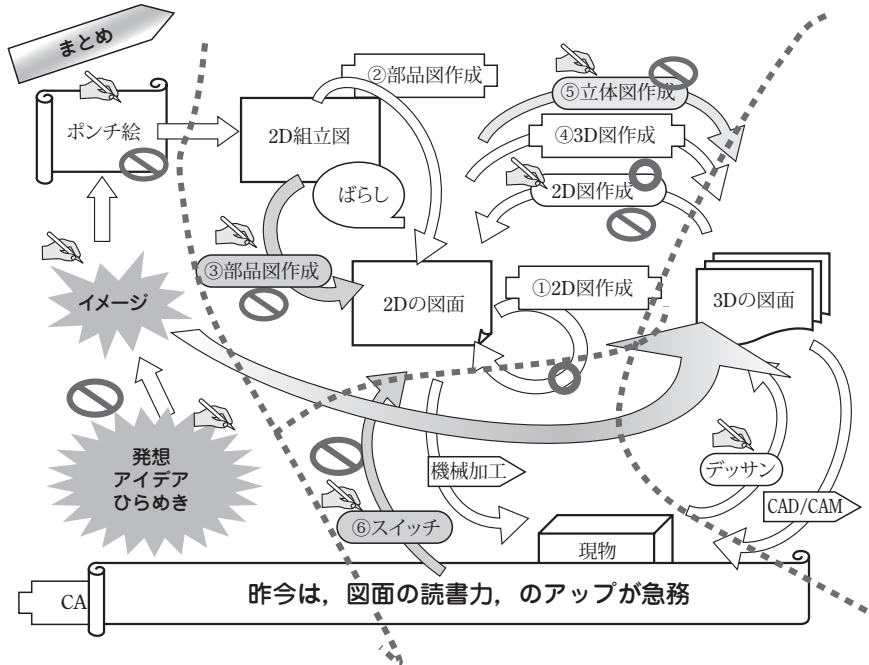


図6.11 手書き図が必要な場面（A社「関西EAC例会」）

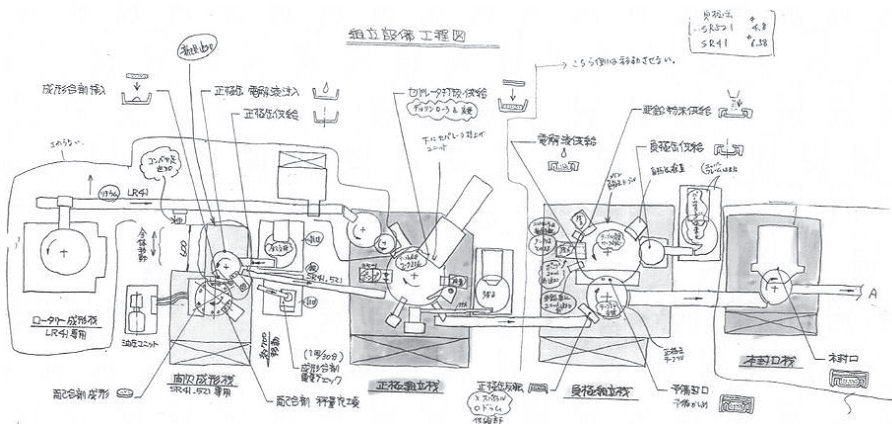


図 6.12 ポンチ絵の例（A社「関西EAC例会」）

以上、A社からの本報告は、機械設計について系統的に、しかも設計の本質である創造性までもカリキュラムの中に取り込まれ、設計者教育を進める上で大いに参考になる事例である。

## 4. CAD/CAE に関する教育

技術革新において IT の貢献ははかり知れない。機械設計においての IT 化はなんといっても CAD/CAE であろう。ここでは、その技術的内容は別の章にゆずり、3次元 CAD と CAE の教育について述べる。

### 4.1 設計プロセスの変革を目指す 3次元 CAD 教育

機械設計ツールが T 定規からドラフターへ、さらに 2次元 CAD から 3次元 CAD へと変遷してきた過程の中で、設計手法の視点から見ると 2次元 CAD から 3次元 CAD への移行が一番革新的であるといえる。それは、2次元 CAD はあくまで T 定規やドラフターで描いていた製図を IT 化したものであり、設計法としては大きな変化はなかった。それに対して 3次元 CAD は、構想設計から設計ツールとして用いるため従来の設計法の再検討が求められ、新たに 3次元 CAD を用いた設計法の確立が求められた。

それでは第 355 回例会で発表された S 社の 3次元 CAD 教育を見てみよう。

S 社では、まず 3次元 CAD 推進のコア人材の育成から着手した。図 6.13 に 3次元 CAD 導入初期の啓蒙時代における育成プログラムを示す。ここでは、社内で推進するコア人材の育成に目標をおいている。2ヶ月間の集合教育を設け、3次元 CAD のモデリング手法に 1.5ヶ月、設計現場での活用法に 2週間が充てられ、教育の多くの時間は設計法にではなくモデリングなどの 3次元 CAD の操作の習得に費やされた。その後、事業部での立ち上げ支援を行うとともに、社内での専門技術教育を行っていた。

#### コア人材の早期育成

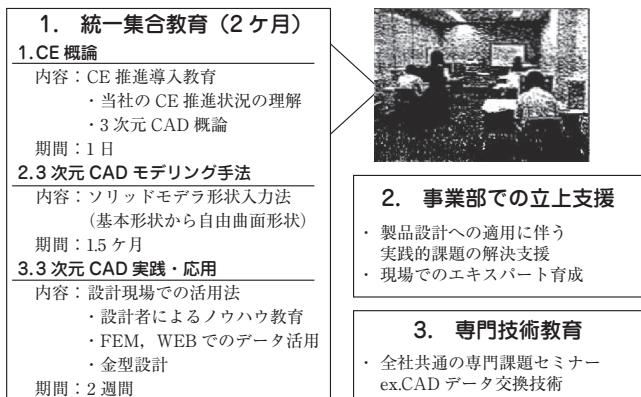


図 6.13 S 社の育成プログラム(啓蒙時代) (S 社「関西 EAC 例会」)

一方で、3次元 CAD を用いた設計を「3次元設計」と捉え、その3次元設計技術者に求められる能力を次のように設定した。

- ① 3次元形状モデリング能力
- ② 3次元データを用いた設計遂行能力
- ③ 3次元データの活用能力
- ④ 業務改革能力 (S社「関西 EAC 例会」)

この中で、3次元データを用いた設計遂行能力は、単に3次元形状のモデリングができるだけでなく、CADの機能とそのデータとを用いて設計思考やアイデア出しができる設計者の育成を目指した。さらに、項目③④では、それらのデータの活用能力と、そのデータを用いた業務改革能力を3次元設計技術者に求めた。

さて、このようにしてコア人材が育成される中で3次元 CAD の活用も定着時代に入る。定着時代の育成プログラムを図 6.14 に示す。ここでは、個々の製品毎に特化した教育が行われ、マニュアルやカリキュラムが作成される。また活用技術研究会が組織され、CADの教育は操作中心から実践的な活用技術へとウエイトがシフトし、3次元設計が実現していった。

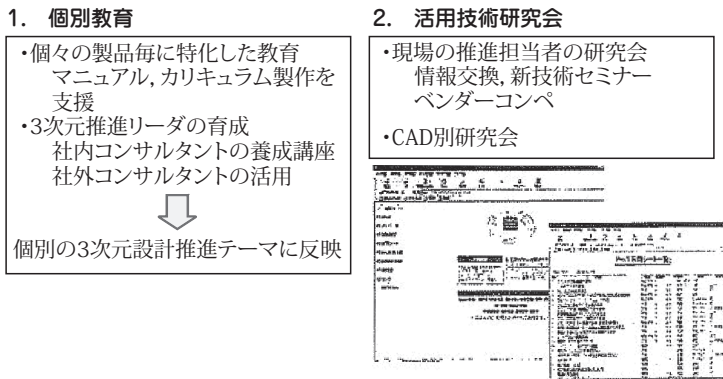


図 6.14 S社の育成プログラム(定着時代)(S社「関西 EAC 例会」)

育成プログラムが定着してくると、新入社員教育(図 6.15)や社内で資格認定制度が設けられ(図 6.16)、3次元設計が全社へ展開していった。

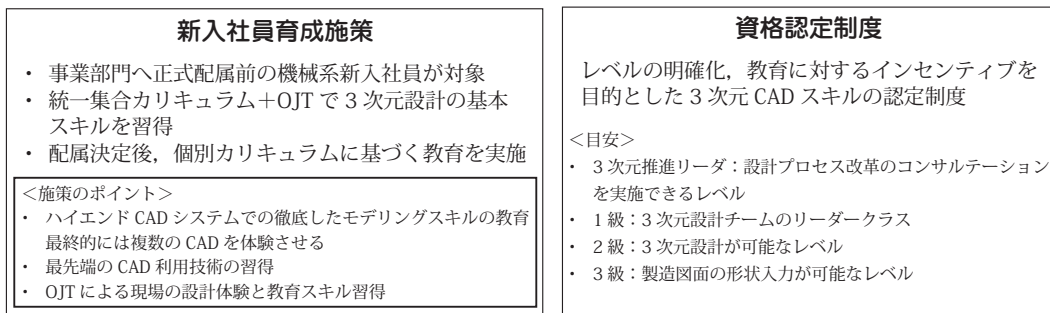


図 6.15 S社の新入社員教育(S社「関西 EAC 例会」) 図 6.16 S社の資格認定制度(S社「関西 EAC 例会」)

次に、第 365 回例会で発表された O 社からの報告を紹介する。

O 社においても、図 6.17 中の従来のコンセプトに示すように 10 日間の操作教育とコンサルによる OJT 型で実務を行っていたが、コマンド中心、操作中心の研修のため、3 次元設計の考え方未熟で開発効率は上がらず、設計者の負担の増大が問題となっていた（図 6.18）。それを図 6.17 の新しいトレーニングのコンセプトに示すように 3 日間で最低限のコマンドだけを教え、その後、2 日間の設計手法の研修、3 日間の上流設計の実習で、計 8 日間の教育カリキュラムとした。

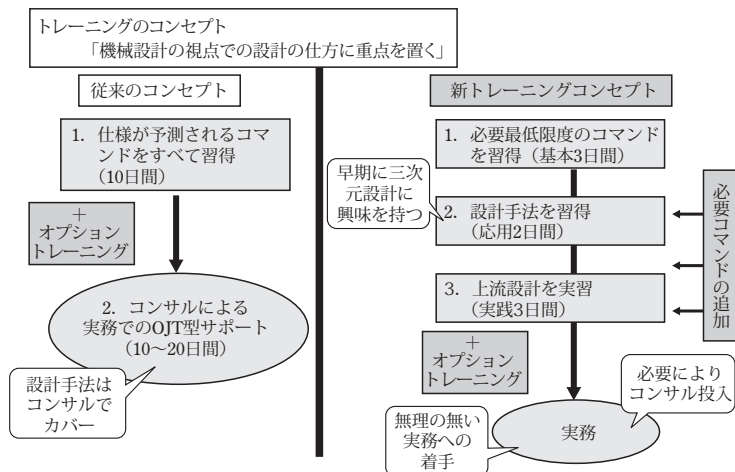


図6.17 O社の設計教育の取り組み（O社「関西EAC例会」）

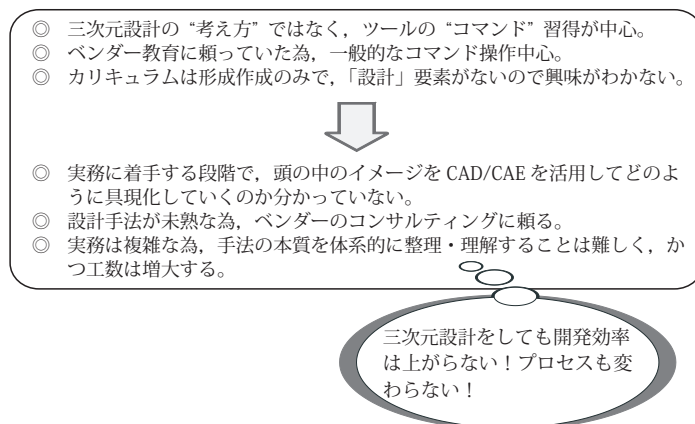


図 6.18 従来の教育の課題（O社「関西EAC例会」）

上流設計では、商品仕様の検討・確認から始め、アイデア出しと構想、ポンチ絵を作成し、機能ブロックへの分割と樹系図の作成を行い、3次元CADに向かうまでを体験する（図 6.19）。この研修で、設計のどの段階までペーパーの上で検討し、どの段階から3次元CADに向かうかなどを体験する。この間、要所要所でDRを行い、設計のセンスを磨くトレーニングも合わせて行った。

現役の設計者、および新人研修への 3 次元設計の教育がある程度定着してくると、3 次元データを活用したさまざまな設計プロセスの変更が必要となり、設計部門のマネージャへの研修が必要になった。特に、3 次元設計に合った設計プロセスと DR の方法の変更などは、3 次元設計の効果をより引き出すためにはぜひとも必要な取り組みである。図 6.20 にその取り組みのコンセプトを示す。

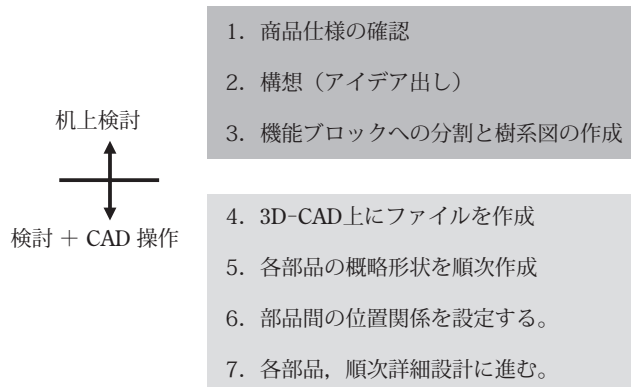


図6.19 O社の実践コースの流れ（O社「関西EAC例会」）

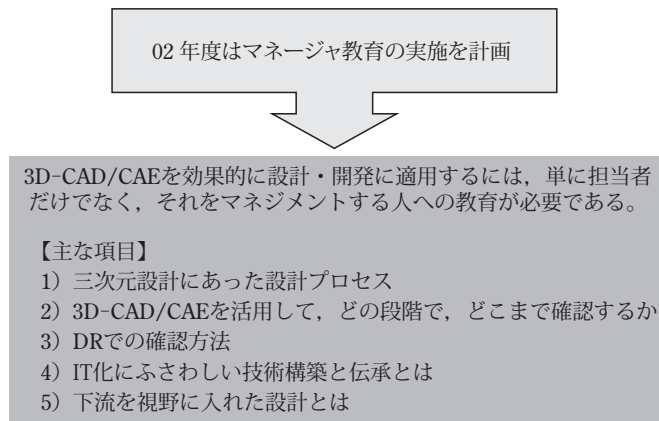


図6.20 O社の今後の取り組み（O社「関西EAC例会」）

以上のように、ドラフターから 2 次元 CAD への移行のときは、CAD の操作だけの研修でこと足りていたが、3 次元 CAD への移行には CAD の操作とともに構想設計からの設計法も含めて研修を行わなければならなかった。このことは、3 次元 CAD が設計手法を根本から変革できることを示唆しており、今後とも、さらなるプロセス革新の牽引役を担うツールとして期待される。

## 4.2 CAE—如何にして活用技術の向上を図るか

3次元CADがプロセス革新の牽引役であるのに対して、CAEはそれを工学から支える地味な存在である。CAEの導入や普及には、3次元CADのようなドラスティックな波はなく、設計・開発の必要に応じて徐々に普及してきた。しかし、ツールの方から見ると、3次元CADにリンクした「設計者向けCAE」が出現して、普及に加速がかかったようである。

まず、第379回例会でのM社の発表から紹介する。

どこの会社でも、技術検討をできるだけ設計の初期にもってきたいと思う。M社の報告においても、**図6.21**のCAEの活用のタイミングに示すように、金型試作段階の後に発覚する課題を構想設計段階で解決しておきたい。その手段としてCAEがあるとは思のだがなかなか上手く使えない。設計者にアンケートをとってみると、CAEが必要なのはわかっているが、CAE用にモデルを作る時間的余裕がないなどの声があった。そこに登場したのが3次元CADで、これでCAEのモデルを作る必要がなくなるので、3次元CADの導入を期にCAEの導入を始めた(**図6.22**)。

そこで、設計者のためのCAE推進を**図6.23**に示すように、3つのステップで進めた。

ステップ1では、3次元CADとリンクしたCAEを導入し、CAEが簡単に扱えることを知ってもらう。ステップ2では、**図6.24**に示すように、設計者にわかりやすく、とにかく使ってもらうことを目的とした勉強会を実施した。これらの活動によりCAEを使える設計者が増え、ステップ3では設計者自らがCAEを設計に使えるようになった。

活用できるようになった設計者からの気づきを**図6.25**に示す。当初、「CAE用にモデルを作成する時間的余裕がない、モデルを作るにはコツが必要のようだ」という設計者の声に対して、「解析特有のモデルは不要。設計者は何が解析したいか分かっているので、設計途中のラフモデルでよ

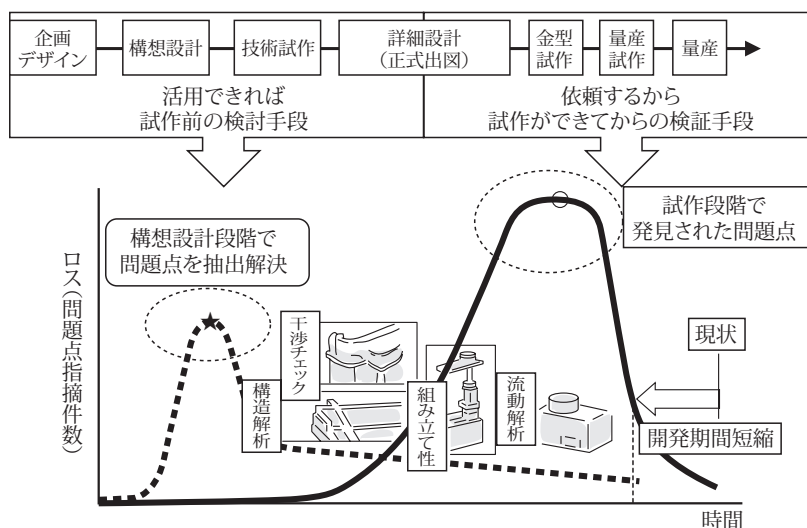


図6.21 CAE活用のタイミング (M社「関西EAC例会」)

設計者の本音をつかむ必要がある

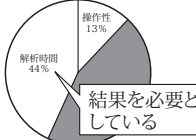
CAEが必要になるのは分かっているが、  
実態は活用できていない

設計者にアンケートを取ってみると…

- ① CAE 用に 2D から 3D モデルを創る時間的余裕がない  
CAE のモデルはコツが必要なようだ。
- ② CAE は分からない用語だらけで複雑そう。  
メッシュ？解析条件？…
- ③ CAE の精度に疑問 やはり現物でないかと心配

設計者へのアンケート

興味を持った内容は？



CEAはどの部署が利用すべき

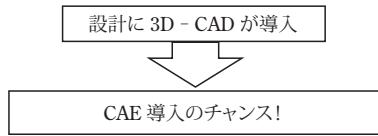
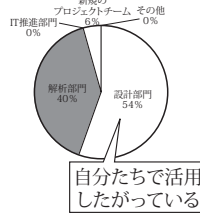


図6.22 3次元CADの導入とCAE (M社「関西EAC例会」)

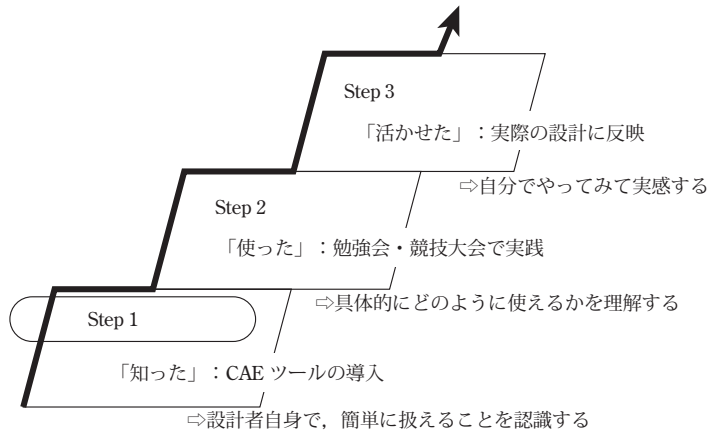


図6.23 CAE推進ステップ (M社「関西EAC例会」)

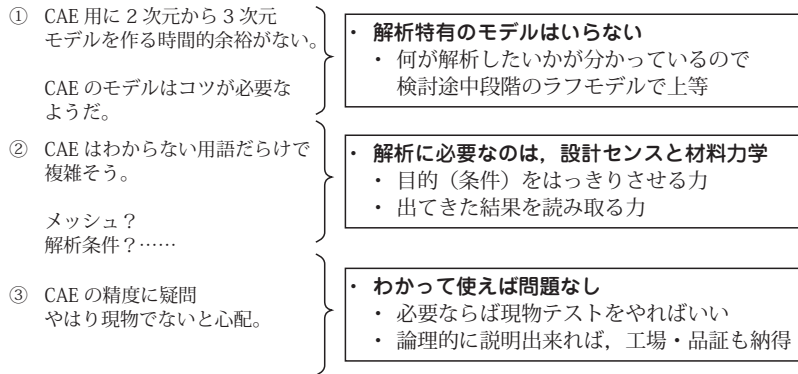
Step2「使った」とにかく勉強会の開催

- 教育方法は、設計者にわかりやすく  
とにかく CAE を触ってもらおう。理屈は後回し。
- 今までの教育方法 (講師は CAE 専門家)  
- 有限要素法とは? ⇒既に設計者には抵抗あり!  
- 材料力学とは? ⇒いつになったら CAE の操作が出てくる?  
- ……
- 今回の方法は? (独自の操作説明書に基づく)  
- 具体的なモデルの解析方法を説明  
- やりたいこととその操作方法が主体  
- 理屈は質問に応じて説明



図 6.24 CAE 勉強会 (M 社「関西 EAC 例会」)

Step3 「活かせた」設計者の気づき



CAE は設計者の向かうべき方向を導く手段

図 6.25 設計者の気づき (M 社「関西 EAC 例会」)

い」、また、「解析に必要なことは設計センスと材料力学、さらには目的をはっきりさせること、解析結果を読み取る力が重要である」という気づきがあげられた。最後に「CAE は、設計者の向かうべき方向を導く手段である」と報告している。

次に第 419 回例会での K 社の発表事例を紹介する。

まず、CAE 活用のための必須事項を図 6.26 に示す。なかでも特徴的なのは、「解析レポートを必ず書く」ことである。CAE 解析ができることは重要であるが、それと同じくらいレポートの作成は重要である。さらに、その報告書は CAE の担当者だけではなく設計者との連名にして設計の視点からの検討も含めてレポートされる。次に、精度は 50% でも良いから「解析の標準化」を行い、イントラネット Web で社内に公開することを求めている。

CAE 活用のためには下記が必須

1. 解析レポートを必ず書く 設計者と連名で発行 Web で公開
2. 実測と計算との照合
3. 解析の標準化 精度は 50 点でも OK Web で公開
4. 品質保証部門と仲良くする ・ 関所に（技術的根拠無きものは試験しない） ・ 設計資料の提供（クリティカルポイントを明示） Web で公開
5. 教育 (1) 1 年目 (CAD=2 ヶ月)+(FEM=13 日間) (2) 2 年目 実務 CAE 研修 (8 ヶ月)&発表 (3) 3~5 年目 CAE ネット塾 (1 ヶ月内) (4) OJT

図 6.26 CAE 活用のために必要なこと (K 社「関西 EAC 例会」)



CAE 教育の 2 年目は、実務 CAE 研修として 8 ヶ月で報告書にまとめて発表する。このときの評価項目を図 6.27 に示す。ここでは、単に CAE の解析ができたとか、実務に役立ったとかだけでなく、もっと広く設計・開発全体に渡って評価される。評価 1 では、「CAE の取り組みについて、テーマの設定や試験データの使い方などが適切であったか」を評価する。設計・開発における技術課題から CAE のテーマへの置き換えは重要であり、そのときに試験データをどのように採取・加工し、用いるかも重要である。評価 2 では、設計の実務に見合った解析モデルであったか否かを問題にしている。設計のリードタイムに沿った解析が求められるため、それにふさわしい解析モデルと規模の設定が必要である。評価 3 では、設計技術的な改善を問う。設計・試験のレベルアップができたか、解析技術をレベルアップさせることができたかなど。評価 4 では、適用効果の有無で、標準化・性能向上・コスト改善などがあったか否かの評価を行う。評価 5 では、発表内容について、論旨が明確になっているか、目的と結論が一貫していたかなどを評価する。

**評価 1) CAE の取り組み度合いは適切であったか (プロセス評価その一)**

CAE テーマ設定は適切か  
解析技術をうまく使えたか  
試験データは適切に処理したか

**評価 2) 設計の実務に見合った解析モデル規模、解析リードタイムであったか (プロセス評価その二)**

解析モデル規模は適切か  
解析リードタイムは適切か

**評価 3) 設計技術の改善はあったか (アウトプット評価その一)**

設計、試験のレベルアップができたか  
解析技術をレベルアップさせたか

**評価 4) 適用効果はあったか (アウトプット評価その二)**

標準化等はなされたか  
性能向上できたか  
コスト改善できたか

**評価 5) 発表内容**

論旨が明確になっているか  
目的、結論が一環しているか  
大きな声 (聞き取りやすい声) で話せたか  
発表資料は見やすかったか  
質問には適切に答えたか  
時間内にまとめる事が出来たか

図 6.27 実務 CAE 研修の評価 (K 社「関西 EAC 例会」)

以上のように、2 年目の実務 CAE 研修では、実務の中から CAE のテーマを切り出し設定する段階から、報告書の作成と発表までの一連のプロセスを習得する。

最後は、OJT による実務の遂行であるが、その手順を図 6.28 に示す。

問題が発生したとき、まず、その問題は CAE の結果を使って良否の判断が可能かどうかを問う。よくあるケースに CAE の結果が出てから、初めてその結果では判断できないことが分かることがある。それを事前に確認しておく。また、それは既存の計算式でできないのか検討する。例えば材料力学の公式などで対応できればあえて CAE を行う必要はない。次に CAE に取り組む場合、解析の種類や使用する要素について、その特徴などを踏まえて適正なものを選択していかなければならない。

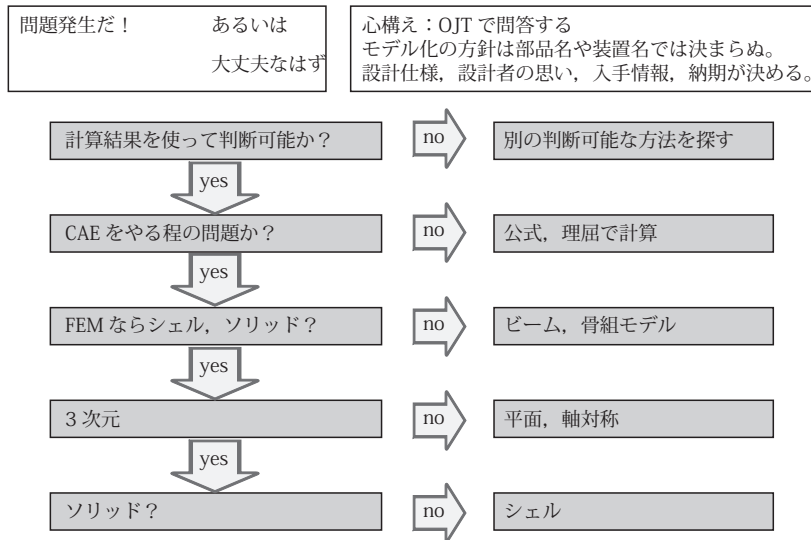


図 6.28 OJT による実務への対応手順 (K 社「関西 EAC 例会」)

このような問いかけをしながら OJT により，適切な CAE の活用法を習得する。

図 6.29 に OJT での解析事例を示す。パワーショベルのバケットの設計におけるリッププレート部の強度解析の事例である。一見，3次元モデルのソリッドかシェル要素で解析するような形状をしているが，ここでは，正面から見た2次元モデルで解析を行っている。これは，解析のモデル化は部品名や装置名から決まるのではなく，設計者が何を知りたいかで決まるといふ事例である。

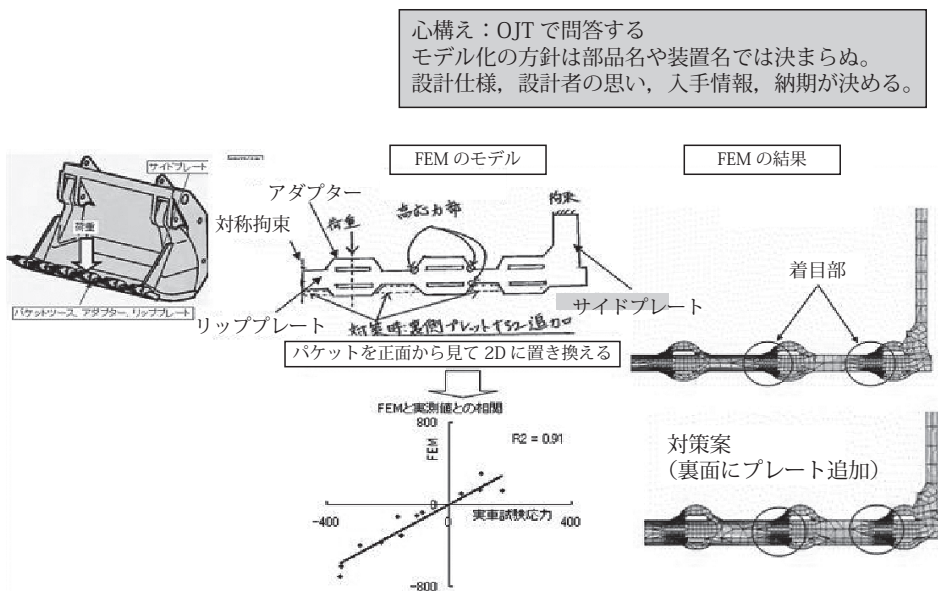


図 6.29 OJT での解析事例 (K 社「関西 EAC 例会」)

以上、2つの発表事例を見てきたが、3次元 CAD とリンクした CAE ソフトの出現により、操作性の向上と複雑な形状のモデリングが簡単にできるようになり、CAE の普及の一因であることは確かである。しかし反面では、材料力学の公式を使えば簡単に解ける問題を、膨大なメッシュを切って解析するような弊害も出てきている。また、CAE でよい解析結果が得られても、それを報告書に上手く書かなければその価値は半減する。コンピュータパワーの向上と CAE ソフトの発展によりツールはよくなった。問題は、それを上手く活用する技術が求められており、ここに取り上げた事例はそのよい参考になるであろう。

## 5. 大学における設計者教育

### 5.1 製図教育の重要性

設計ツールがドラフターから 2次元 CAD、さらには 3次元 CAD への変遷は、学校における設計教育のカリキュラムの変更も迫られることになった。しかし、限られた時間数の中で、製図教育と CAD/CAE の両方に十分な時間を充てることはできない。ここでは、大学における製図および設計教育について、関西 EAC での発表の中から検討する。

近畿大学の肥田昭教授が、関西 EAC330 回例会で製図と CAD の教育について次のように発表している。

#### ① 大学における製図教育

大学における製図教育は、手書き製図で、投影法、線の太さ、文字の大きさや傾き角度、はめあい、加工精度、幾何公差、断面法、寸法記入などの図面の基礎となることを指導すれば良いと考えてきた。

しかし、CAD 製図の時代に移りつつある現在、従来以上に絵描き道具として用いる傾向がある。これは指導者が現場経験を持たないため、加工とその他重要な事項が第二になってきているためとも考えられる。また、現物を脳で想像して立体感覚や全体の構想を知らなくても図は描ける。それがエスカレートすると、手書き図面の教育が不要で、しかも重要な項目も軽視する恐れがある。

…（中略）

本来、CAD 教育は手書きの図面を熟知した後で学ばばよい。

また、大学では図を読むことを教えるべきではないかと思う。

#### ② 3次元 CAD 導入について

元来、設計製図の技術者は、脳裏で立体図形を考え、製作を容易にするため断面を取り、寸法を記入して見やすくすることに心がけてきたように思う。

現在はそのような技術者の経験を基にして作られたハードやソフトを用いているので、

基本的には熟知していなくても図形は描ける。3次元 CAD などは単なる初心者向けの遊び道具で、製造を主とした図形を描く高級技術者の人材育成には役立たないと思う。

… (中略)

本来の製図教育として教えるなら、簡単な図面でも何が大切で、どこを基準面とするか、どうして加工するのか、その加工による公差はいくらぐらいが良いのかなど、図面本来のもつ内容を重視し、さらに機能性までも論じるべきである。

(肥田昭氏：近畿大学「関西 EAC 例会」)

## 5.2 3次元 CAD を使って、設計の本質に迫る

5.1 項では製図教育の必要性を主張された発表を紹介したが、ここでは、第 421 回例会で京都大学の松原厚教授から発表された 3次元 CAD を積極的に活用された教育の事例を紹介する。

図 6.30 にもものづくり系科目を示す。

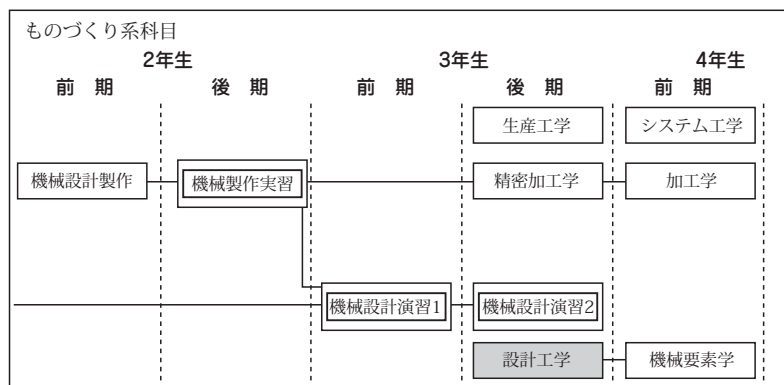


図6.30 ものづくり系科目(松原厚氏：京都大学「関西 EAC 例会」)

この中で、設計演習は 3 年生の 1 年間で、前期に設計演習 1 を、後期に演習 2 と設計工学を学ぶ。機械要素学は 4 年生の前期となっている。

機械設計演習 1 のカリキュラムを図 6.31 に示す。

共通課題として、標準製図法の習得をした後、バイスのスケッチと製図の演習を行う。それから、減速機・エンジン・モータースポーツの 3 つのクラスに分かれ設計計算書と設計図 (2次元 CAD) を作成する。これを担当した学外講師の意見を次に記す。

- ・題材 (機構) が難しかった。
- ・機械要素を知らない。
- ・学生は、ルールが敷かれていないのに戸惑っている。
- ・製図は習ってから演習しているが身につけていない。

(松原厚氏：京都大学「関西 EAC 例会」)

	A-Class	B-Class	C-Class
設計テーマ	減速機的设计 (遊星歯車機構)	乗用車エンジンの設計	モータースポーツ 商品の部品設計
課題	遊星歯車機構・出力 軸・ケースの 詳細設計図 計算書	ピストン・コンロッド の外形図 エンジン計画図 計算書	コンロッド・スタンドスプ リング・インペラー・アク スルシャフト等部品図 計算書
条件設定	個別に設定	班と個別に設定	班別に設定
共通課題	標準製図法 バイスのスケッチ と製図	標準製図法 バイスのスケッチ と製図	標準製図法 バイスのスケッチ と製図
最終提出日	7 月末	授業終了 1 週間後	最終授業日 (7 月末まで延長可)

図 6.31 機械設計演習 1 (前期) (松原厚氏: 京都大学「関西 EAC 例会」)

これらの指摘は、受験勉強からくる弊害だけではなく、製図の時間数が少なく習得が不十分なためと思われる。

設計演習 2 では、仕様の決定から構想設計を経て、3 次元 CAD による設計という一連の設計プロセスを体験する。その中で必要な技術計算には CAE を用いる。

この演習のねらいは「機構設計トレーニング」であり、次のことを目指している。

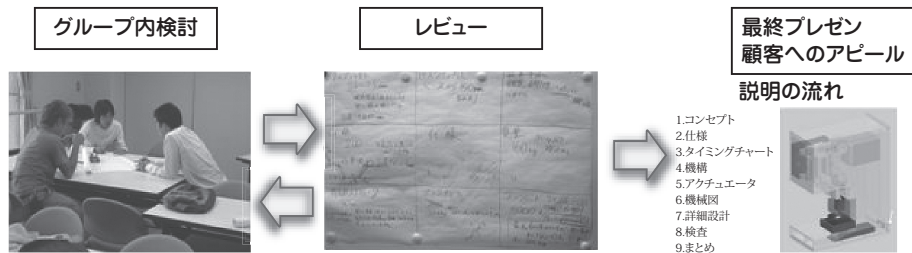
- ① 設計の本質をつかむ。
- ② チーム設計の手法を体得する。
- ③ 価値あるエンジニアになる。 (松原厚氏: 京都大学「関西 EAC 例会」)

ここで、設計の本質は、図 6.32 に示すように、目的と仕様を明確にして、その目的達成に向けて、アイデアをものづくりにつなげることであるとする。ここでは、編集設計ではなく、設計の本質を体験することを目指している。

設計の基本は「目的&仕様」の明確化  
ある機械を題材にして、  
「商品企画→仕様決め→機能設計→構想設計→詳細設計」  
を演習する中で、  
『目的達成に向けて アイデアを ものづくりにつなげる』  
という設計の本質を体得する。  
パラメータ編集設計 (チェンジニア) ではなく、エンジニアリング  
を目指す。

図 6.32 設計の本質(松原厚氏: 京都大学「関西 EAC 例会」)

図 6.33 に機械設計演習 2 の流れを示す。まず、グループ内で商品企画・仕様決めを行い、その結果を模造紙に書いてプレゼンテーションをする。教員・学生から、「なぜそのような考えなのか」



数時間の授業ごとに、グループ内検討結果をプレゼンテーションする。  
 なぜそのような考えなのかということの説明を求められる。  
 教員、学生から質問攻め!!なぜ?なぜ?なぜ?  
 このレビューを経験することで、検討の抜け、甘さなどを経験的に理解する  
 設計プロセスを体感する + プラス...

図6.33 機械設計演習2 (松原厚氏：京都大学「関西EAC例会」)

ということの説明を求められる。その結果をグループ内に持ち帰り、再検討を行い再度プレゼンテーションに向かう。このようなグループ内での検討とレビューを繰り返しながら、機能設計、構想設計へと設計を進めていく。このようなレビューを経験することで、検討の抜け、甘さなどを経験的に理解する。最終的には、作成された3次元モデルを基に、完成した商品説明のプレゼンを行う。図6.34に完成した一例を示す。

- ・コンセプト:  
自分の顔が彫られたアクセサリを、観光地やゲームセンターで、簡単にすばやく作れる工作機械→プリクラ機のような工作機械
- ・設計のキーポイント:  
2主軸による荒加工・仕上げ加工の高速化  
ワークの交換メカニズム
- ・CAE解析のキーポイント:  
主軸の自重によるコラムのたわみなど

図6.34 完成した例(工作機械) (松原厚氏：京都大学「関西EAC例会」)

### 5.3 学生と企業エンジニアを交えた設計教育

学生と企業のエンジニアが夏休みに3日間、3次元CAD/CAEを用いた設計セミナー(以下、夏休みセミナー)を開催された報告を紹介する。本報告は前項と同じ第421回例会で京都大学の松原厚教授から発表されたものである。

図6.35に夏休みセミナーの主旨と経緯を示す。また、その概要は図6.36を参照してほしい。セミナーの内容は項5.2の機械設計演習2とほぼ同じであるが、大きく違うのは、大学では半年かけて行われるが、夏休みセミナーでは3日間という短期であることである。また、企業の現役のエンジニ

アも加わることも違う点である。本セミナーの主旨は、設計の楽しさを味わうことと設計の本質を理解することである。この目的は達成されていることが、図 6.35 中の参加者の感想から伺える。

**学生と企業エンジニアを交えた設計教育  
(三次元CAD/CAEを用いた夏休みセミナー)**

セミナーの主旨＝経緯

- ・ 目的:設計の楽しさ, 設計の本質を理解する
- ・ 2001年からボランティア教育として有志により開催
- ・ これまで500名が受講
- ・ 学生・社会人を問わず

「設計の本質を理解することができた」  
「設計の重要性を認識することができた」

など, 前向きな感想を頂いている。

図6.35 夏休みセミナーの主旨と経緯（松原厚氏：京都大学「関西EAC例会」）

**セミナーのポイント**

- ・ 大学院生, 学部学生, エンジニアなどが 8 名程度の混成チームをつくり, 与えられた課題に取り組む。
- ・ 3日間, 設計に集中する。  
なぜ, どうして?を繰り返し, 設計が論理的に成立するまで繰り返す。
- ・ メンバー全員でチームの考え方を共有するため, 過程はすべて模造紙に書き込み, 考えたことはvisible(自分と他人)にする。  
CADは道具として割り切り, 基本的な操作しか行わない。  
(CAD初心者でも問題がないようにしている)
- ・ 各段階で感想文を絶対に書く。

**スケジュール**

初日:設計仕様や必要な機能を決定  
翌日:設計案を三次元CADでモデル化し,設計仕様を検証  
最終日:成果発表

図6.36 夏休みセミナーのポイントとスケジュール（松原厚氏：京都大学「関西EAC例会」）

この夏休みセミナーを実施してみると次のような想定外の効果がわかったと報告している。

「このセミナーは,当初,このように『学生に設計の楽しさを実感してもらおう』ことが目的であり,社会人には三日間で完成させるための「お手伝い」のつもりでした。しかしながら,社会人にとっても,日ごろの業務から離れ,設計を見つめ直す良い機会となっています。エンジニアといえども,ほとんどの参加者にとっては,このような構想段階を体験することが初めてであり,設計過程について改めて勉強する機会となっています。

さらには,チーム内では学生を指導する立場に位置づけられるために,指導者あるいはリーダーを体験する機会となります。限られた時間で成果を出すためには,時間配分,優先順位の決定などのリーダーシップが重要で,リーダーシップ育成としても有効な手段となっています。」

（松原厚氏：京都大学「関西 EAC 例会」）

以上、学校教育における事例を2つ紹介した。前者は製図の重要性に力点をおき、CADは、製図を習得してから、習得すべきであるという主張である。それに対して後者はCAD/CAEの演習を通じて設計の本質を体験させるという事例である。一見、相反する発表のように見えるが、前者は1997年の発表であり、3次元CADは黎明期で、2次元CADは普及していたものの編集設計などの問題も解決されていなかった。それに対して、後者は2009年の発表で、3次元CADは問題はあるものの普及期に入っている発表である。従って、学校教育の中にCAD/CAEを取り入れた設計演習が行われるのは自然の流れである。いまひとつは、学生がものづくりに興味を持つカリキュラムにすることも重要で、その手段としてもCAD/CAEを用いた設計演習は有益である。問題は、限られた時間の中で手書き製図とCAD/CAEの習得の両方をどう配分するかであろう。

また、夏休みセミナーでは、想定外の効果で述べられているように、学生だけではなく、エンジニアにとっても構想段階からの体験は貴重である。さらに学生とエンジニアの交流もお互いの研鑽にとって意義深いものである。

## 6. これからの設計者教育について

### 6.1 技術者の地位向上と技術倫理

設計者教育についてのまとめに入る前に、これまで技術者の地位の向上や技術倫理といった設計者自身の問題について触れてこなかったので、ここで簡単に述べる。

まず、1999年に日本技術者教育認定機構（JABEE：Japan Accreditation Board for Engineering Education）が設立され、高等教育機関（大学、高等専門学校など）の教育の改善の推進と教育プログラムの国際的な通用性を担保すべく活動している。その概要を次に示す。

JABEEの主要な活動は、高等教育機関で行われている教育活動の品質が満足すべきレベルにあること、また、その教育成果が技術者として活動するために必要な最低限の知識や能力の養成に成功していることを認定することである。（中略）各教育機関に独自の教育理念と教育目標の公開を要請し、新しい教育プログラムや教育手法の開発を促進し、日本や世界で必要とされる多様な能力を持つ技術者を支援するものである。

（JABEE HP）

JABEEの学士レベルの認定基準は6つあり、プログラムが認定されるには、全ての基準を満たさなければならない。そのなかで、基準1は「学習・教育目標の設定と公開」で、ここでは知識だけではなく、コミュニケーション能力や自己学習能力、とくに安全な社会を実現するのに不可欠な技術者倫理などに関する教育・学習目標の設定が要求されている。また、基準5は「学習目標の達成」で、ここでは全ての学習・教育目標を達



成した学生のみを卒業させることが要求されている。

(Wikipedia 日本技術者教育認定機構)

以上のように、JABEEの活動は大学を始め高等専門学校などの技術系高等教育の向上に大きく寄与するものであり、技術者の地位向上の一翼を担うものといえる。

次に、企業における技術者については、「技術者の地位向上を目指して一優秀な人材の確保による日本の技術創造立国のために一提案書（以下、提案書）」と題して、2008年に日本機械学会関西支部（代表：永井将，松久寛）から発表されている。この提案書では第7章で地位・処遇の具体策を次のように述べている。

地位向上については、1) 専門技術者の呼称認知の高揚，2) 技術者等有資格技術者の取得支援，増員と社会的認知の高揚を要請する。

報酬（賃金/給与）向上の具体策の議論のたたき台として、1) 一律初任給の是正，技術士・博士に対する報酬向上など現状での企業努力，2) 技術者の価値を上げるため，卒業条件の厳格化または/および入学定員の縮小に対する議論，3) 修士課程教育の改革による修士卒初任給ベースアップ，4) 技術士等の業務独占資格化による報酬向上，5) 産官学に人材流動におけるキャリアパスの評価システム導入等による生涯賃金に対する配慮を提案する。

(永井将，松久寛：技術者の地位向上を目指して，提案書)

ここでは、地位向上については「要する」としているが、報酬向上の具体策については「たたき台」として提案者自らが議論の余地を残している。ここで、報酬向上を取り上げているのは、若者の科学・技術離れの断トツ一位に「科学者・技術者の処遇が悪い」ということがあり、このことを抜きにして地位向上は語れないからである。この提案書では多くのデータとともに、ディスカッションと提案がなされており、これからの科学技術の発展と技術者の地位向上の1つの方向性を示すものと思われる。

日本技術士会では、技術士を次のように位置づけている。

「技術士」は、科学技術に関する高度な知識と応用能力が認められた技術者で、科学技術の応用面に携わる技術者に与えられる権威のある国家試験です。さらに、「技術士」は、「技術士法」により高い技術者倫理を備え、継続的な資質向上に努めることが責務となっています。

(日本技術士会 HP)

ここでは、資格としての権威を示すと共に、技術者倫理と継続的な資質向上に努めることを責務とするとしている。特に、資質向上について技術士会では、継続研鑽（Continuing Professional Development:CPD）を実施することにより、能力の向上と維持を確実にする活動を行っている。

以上見てきたように、技術者の地位向上については、技術者の能力と社会や企業からのニーズに

加え、最近ではグローバルな市場も関係して難しい問題が多い。上記の提案書についても議論の余地がたぶんにあると思う。振り返って、技術者の地位向上は何によって成立するかといえば、それは技術者を専門職（プロフェッション）と位置づけられるか否かであろう。関西大学の齊藤了文教授は専門職の概念と特徴を図 6.37、図 6.38 のように述べている。これによると、専門職とは高度な専門知識を必要とすること、社会的に重要な仕事をするなどがうたわれており、技術者が専門職と位置づけられる条件とも言えるであろう。

- ① 専門的知識と長期にわたる集中的な知的準備を必要とする知的専門職業
- ② 重要な職業・天職
- ③ そのような職業に従事する人びとの専門職能集団，組織

図 6.37 プロフェッションの概念(齊藤了文氏：関西大学「関西 EAC 例会」)

- ① 高度な専門的知識を必要とする
- ② 自律性を持つ
- ③ 特権・権威を持つ
- ④ 社会的に重要な仕事をする
- ⑤ 倫理綱領を持つ
- ⑥ 独自の価値観を持つ

図 6.38 プロフェッションの 6 つの特徴(齊藤了文氏：関西大学「関西 EAC 例会」)

さて、いままで技術者の地位の向上について見てきたが、ここで工学倫理について述べる。技術者の地位向上を目指すのであれば、プロフェッションの特徴の 1 つである工学倫理も避けて通れないものである。JABEE では認定基準 1 で要求しており、技術士においても技術者倫理を備える責務を表明している。

技術者が倫理観を持たなければならないことは、高度成長時代に公害などの負の側面が出始めた頃から叫ばれていた。しかし、かんばしい進展のないまま今日に至り、技術は益々高度化、巨大化、複雑化してきており、改めて技術者の倫理が求められるようになった。関西 EAC においても、技術者倫理についての発表やパネルディスカッションがなされた。ここでは、第 382 回例会で齊藤了文教授から「工学倫理と制度設計」のテーマで発表された内容から工学倫理について要点のみ紹介する。

まず、倫理とは「人に迷惑をかけない」ということをその規範の中心と考えるが、工学倫理では「エンジニアという専門家が、その行動で人に迷惑をかけないこと」を中心と考える（図 6.39）。ここで、エンジニアは人に直接関係しているのではなく、製品を介して、それを使う人や製造にたずさわると関係しているということである。そこで、事故や故障を起こすと製品を介してそういった人に迷惑がかかることになる。

倫理とは、「人に迷惑をかけない」ということをその規範の中心と考える。  
最小限、人間として守るべきものを、倫理という行動規範で取り上げる。

工学倫理とは、エンジニアという専門家が、その行動で人に迷惑をかけないこと。  
①エンジニアは、機械を相手にしていると思っているが、当然、その機械を使う人もおり、  
製造にたずさわる多様な人とも関係している。  
②事故、故障を起こすことが、その機械を使っている人に対する迷惑の中心となる。

「エンジニアという専門家が、その行動で人に迷惑をかけないこと」の意味  
・現に生きている人に対しては、「安全性」の問題  
・将来の人に対しては「持続可能性」、および、「事故調査」(知識の伝承)の問題

図 6.39 倫理と工学倫理(斉藤了文氏：関西大学「関西 EAC 例会」)

事故、故障を起こさないように設計すること。  
つまり、「正しい」設計をすることが、工学倫理の中心になる。  
依頼者だけを考えたものづくりでは足りない。  
第三者に対する被害が問題となる。

図 6.40 工学倫理とは(斉藤了文氏：関西大学「関西 EAC 例会」)

したがって、図 6.40 に示すように工学倫理とは事故・故障を起こさないように設計すること、つまり「正しい」設計をすることが工学倫理の中心になる。ここで、正しい設計とは依頼者だけ満足させるものづくりではなく、第三者に被害を与えないことも含まれているということである。

事例として、六本木ヒルズの回転ドアの事故をとりあげる。2004 年に 6 歳の男児が頭を回転ドアに挟まれ死亡するという痛ましい事故が起きた。そのドアの写真を図 6.41 に示す。このケースでは、センサーの位置を変更したことによる弊害が発生したこと、駆け込み防止の柵の高さが 1 m あり、はたして子供に対して有効であったか、ヒューマンインターフェースに問題はなかったか、管理組織は十分であったか、安全基準は守られていたか、など多くの問題が指摘された。特に、回転ドアは開発当初、1 トンであったが、設計変更を重ねるたびに重厚壮大になり、この回転ドアは 2.7 トンにもなっていた。設計変更は、その場・その時での最適化が行われるが、再度、全体的に見て正しい設計変更になっているかを見直す必要がある(六本木ヒルズ回転扉—斉藤了文教授：関西大学)。

技術者が地位向上を目指すなら、同時にその責務として工学倫理が求められる。そして工学倫理は設計者と無縁のものではなく、設計者が良い設計・正しい設計を実現できるための学問であるといえる。回転ドアの事例では、技術者としてはドアの設計の良否のみに着目しがちであるが、技術倫理の視点からみれば、ヒューマンインターフェースや管理体制など、ドアを取り巻くシステムとしてより広範囲に課題を捉えることができる。このように、技術が高度化複雑化し、またそれらを取り巻く社会環境も多様化、広域化してきている今日、工学倫理は益々重要なテーマになってきたといえる。



図 6.41 六本木ヒルズの回転ドア（関西大学斉藤了文氏提供）

## 6.2 ものづくりの状況とこれからの設計者教育について

産業が飽和化し、新製品の減少と短寿命化が進行し、開発効率が著しく低下している。このような状況から脱却するためには画期的な新製品の誕生が必要で、文科省では 2009 年度科学技術の振興に関する年次報告「価値創造人材が拓く新たなフロンティア」の中で「基礎研究は、人類の英知を生み知の源泉となる。さらにイノベーションの源泉となる知識を創出」するとして、基礎科学力の強化を挙げている。また大学の設計教育については、製造基盤白書の中で次のように述べている。

「イノベーションが重要となっている現在社会においては、前提条件が明確な、与えられた問題を解けるばかりではなく、革新すべき課題を明らかにできる「問題設定能力」が重要である。（中略）このため、大学の理工学部（中略）においては、ハウツーを教える知識伝達型の授業に加え、学生の主体的なものづくり教育に取り組むことができる人材養成を行う必要性が高まっている。」

（2003 年版製造基盤白書：経済産業省、厚生労働省、文部科学省編）

ここで、注意したいのは、ものづくり教育の重要性と共に、従来からの知識伝達型の基礎工学も重視していることである。基礎工学を系統的に理路整然と、しかもじっくりと学ぶことができるのは学校教育において他にない。企業では業務の必要に迫られたところだけを学ぶ程度しか余裕がないこと、また学会や社外の研修では基礎知識があるという前提で進められることが多く、基礎から講義がなされることはほとんどない。このことから、学校教育では基礎工学が重要であることがわかる。

しかし、この結果、設計演習の時間は限られ、図 6.30 のものづくり系の科目のように 3 年生の 1 年間だけにならざるを得なくなる。しかも製図は前期の一部に標準設計法があるだけであり、こ

ここで基準面や公差などの設計の基本から設計の本質までを習得するのは難しい。従って、このケースでは、設計の本質をつかむ教育は後期の3次元CADに頼らざるを得ないと思われる。1年間で、従来からの製図法や設計法、機械要素、さらに2次元CADや3次元CAD、CAEなどを教えるとするれば、よほどカリキュラムを工夫しなければならないだろう。注意しなければならないことは、CADの普及にともない製図法を軽んじる風潮を耳にするが、例え3次元CAD全盛の時代になっても製図法の必要性はなくなるのであろうし、いままでどおり必須の知識であり技術であり続けるであろう。

近年、ブロックなどを用いたものづくりの実習やロボットコンテストなど、ものづくりを体験する教育が出てきた。学生からの人気も高く良い評価がされている。また、商品コンセプト立案の重要性から、設定された要求仕様から商品コンセプトを創造し、概念設計までを体験させる研修なども試みられている。これらの研修は、確かに技術者にとって重要な創造力の訓練になり、学生にもものづくりの魅力を体験させられるであろう。基礎工学の講義のようにあらかじめ正解が用意されているのではなく、自らが創作した作品をその良否も含めて検討する体験は、ものづくりの実際に一步近づいたといえる。しかし、企業において実際のものづくりに必要な創造力とはかなり違い、あくまでもものづくりの体験であり、ものづくりの魅力を味わってもらいモチベーションをあげるためと位置づけるべきと思う。ちなみに、企業の現場で実務体験をするインターンシップが盛んになっているが、ものづくりの実務能力を高め、学生の学習意欲を向上させるためには大いに推進されるべきと思う。

企業での設計者教育については、製図を重視し、手書きの図面により構想を練る事例を取り上げた。ITの普及に伴いフリーハンドでポンチ絵が描ける人が少なくなった。このことは形状認識力と形状創出力が貧弱になり、設計センスの低下につながっている。従って、ポンチ絵を描くトレーニングは必要である。3次元CADを用いた設計においても、ポンチ絵までは手書きで構想を練るので、手書き図が描けることは必須である。

3次元CADの教育については、CADの操作は最低限にして、製図と同様に基準面・中心線・公差などを重要視し、見た目の形状にとらわれずに機能をつくりこむことが重要である。また、商品コンセプトや仕様の検討など商品の企画や製造・生産技術を考慮した教育も必要である。

CAEの教育の要点は、[図6.27](#)～[図6.29](#)に集約されている。CAEの解析ができるだけでなく、レポートを書くこと、解析の標準化をすること、CAEの結果を使って設計に役立つ結果が得られるか、などの教育も重要である。また、CAEは、理論計算や実験とは密接な関係があり、これらの技術の習得も必要である。最近、CAEと品質工学を組み合わせた手法が普及しつつあり、この手法の習得も興味深い。

これからの設計者には、グローバル化に対応できる国際感覚を身につけるとともに、設計者の地位向上のため、自らの資質を向上させる研鑽が必要であろう。技術士などの資格の取得も一方法である。さらに、技術が低迷している現在、これから進むべき技術の方向性を見出すために技術倫理や技術論についても関心を持つ必要があるだろう。

最後に、企業における設計者教育の推進体制について述べる。産業が飽和化し、新商品が減少し

ている現状を克服するためには、いままで以上に、基礎工学知識の深掘りと創造的な設計力の両方が求められている。これに応えられる設計者を育成するためには、短期間での効果をねらうのではなく、中長期的な視野での教育体系やカリキュラムの作成が必要である。成果主義と短期に成果を求められる風潮の中で、このような教育を実施するためには、中長期にわたって価値創造人材を育成できる、確固たる教育体制が必要である。

## 7. 設計開発におけるアウトソーシングの活用

### 7.1 アウトソーシングとは

1990年代から設計開発においても請負や派遣の活用が活発になり、いまやこれらの活用なしにはものづくりは成り立たないようになってきている。この背景には、グローバル競争の激化や製品の標準化などにより、商品に求められるものが納期・コストを含めて極めて厳しくなってきたからであろう。

一般的には、「アウトソーシング」とはリソース（資源）の外部調達のことであり、広義には購入部品の調達も含まれる。これに対して、本章で取り扱う「設計開発のアウトソーシング」は設計開発行為自体を外注するため、成果物は現物（製品）だけではなく、図面や技術資料などの知的資産や設計開発行為自体の役務提供も含まれる。その形態として、ODM（Original Design Manufacturer）と呼ばれる設計開発から製造まで外部リソースに委託するケースから、業務ピーク時に1週間だけ必要なリソースを人材派遣の形で受け入れる小規模なケースなど様々な場合がある。

こうした多種多様な形態で活用されているアウトソーシングは、発注者側にとって一定の効果が得られる一方で、社内技術力の低下や技術伝承の問題など中長期的には支障をきたす場合もある。

ここでは、設計開発のアウトソーシングの形態として一般的に用いられる設計技術者派遣と設計業務請負について、その活用と留意点などを関西 EAC での発表をもとに考えてみることにする。

### 7.2 アウトソーシングの目的

設計開発におけるアウトソーシング活用の目的は、メーカーにおける商品競争力の維持・拡大やその商品をジャストインタイムで市場投入するために、そのリソースを外部から補完することである。

そもそもアウトソーシングという概念は、1960年代の米国において、当事普及し始めた情報システム（IT）を扱う専門業者が誕生した頃に生まれた。その後1980年代にビジネスモデルとして確立されながら企業のコスト削減手法として急速に広まった。日本においてもITの発展とともにアウトソーシングの活用が盛んになり、活用範囲も拡大していった。

そのような中で、7項では「設計開発のアウトソーシング」にスコープし、その目的を詳しく見よう。

図 6.42 は、関西 EAC 第 382 会例会（2004 年 6 月）で発表された資料の抜粋であるが、本図の出展元である「中小公庫レポート」によると、日米ともにアウトソーシングの目的として、「コスト削減」と「本業の選択と集中」をあげる企業が多いことが窺える。

このレポートの特筆すべき点として、米国においては「本業の選択と集中」がトップであるが、日本国内においては「コスト削減」がトップであり、「本業への集中」は 4 位であることである。このことは、アウトソーシングの活用が発注者側の競争優位の戦略として活用されているのではなく、厳しいコスト競争の中における開発費用の削減の手段として活用されている事を示しているといえる。

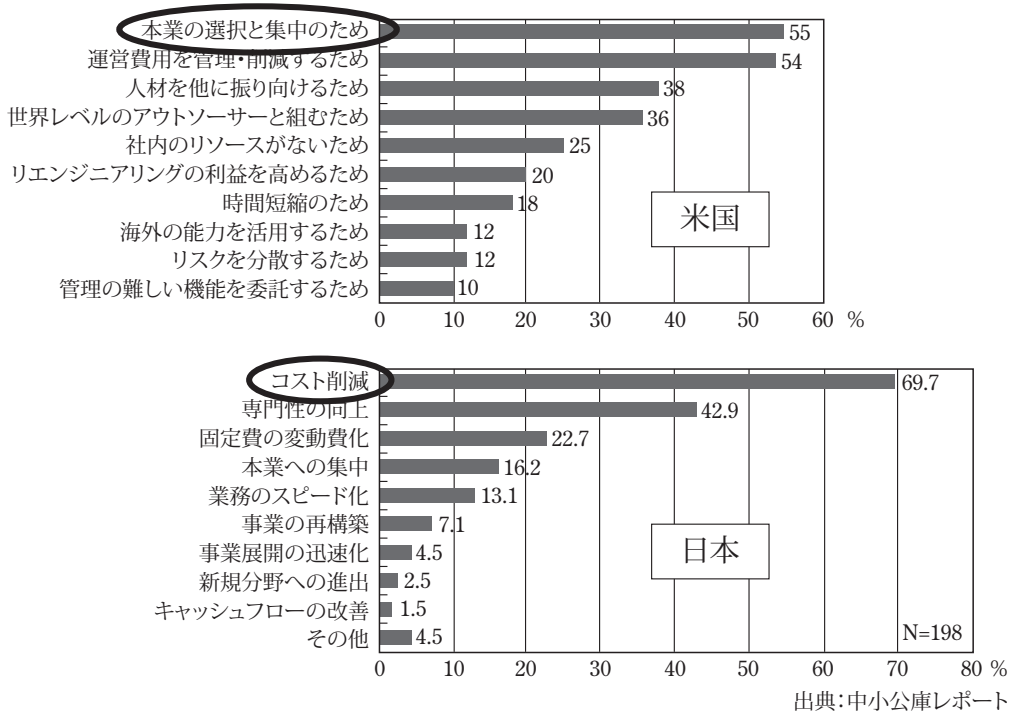
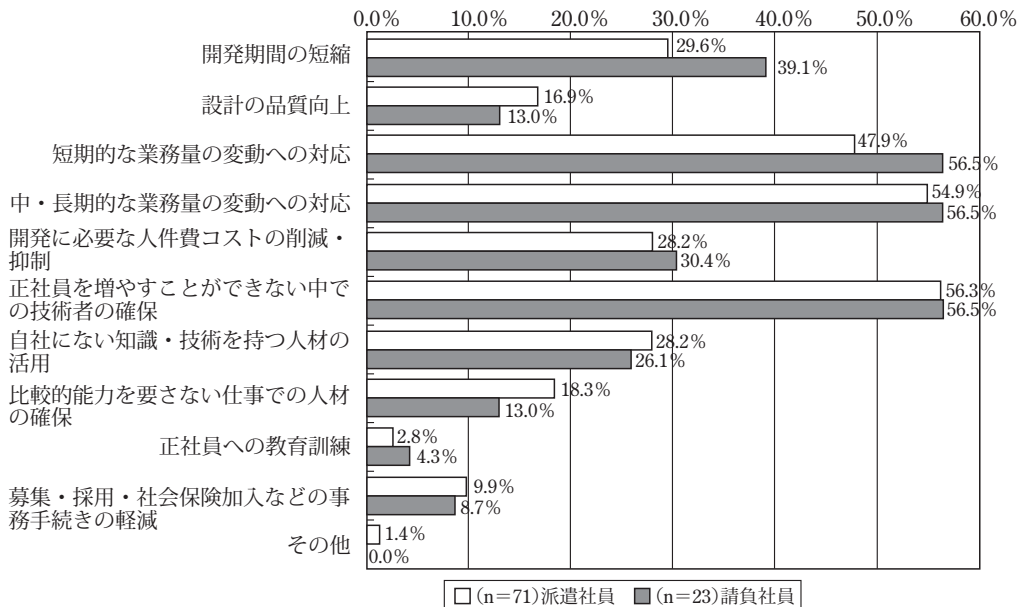


図 6.42 アウトソーシングの活用による中小企業発展の可能性

但し、図 6.42 は 2004 年の資料であり、データとしては古いため、最近のデータを図 6.43 に示す。これは 2010 年に厚生労働省から発表された「派遣労働者等に関わる能力開発・キャリア形成支援のための手引き等」に記載のアンケート結果（アンケート期間：2009 年 11 月～12 月）からの抜粋である。

これによると、「短期的な業務量変動への対応」「中・長期的な業務量の変動への対応」、「正社員を増やすことが出来ない中での技術者の確保」と答えた会社が多い。

この結果から、国内メーカーが、2004 年から 2009 年の間に「正社員を増やすことができない中での技術者の確保」のため、「中・長期的な業務量の変動への対応」と共に、正社員の削減と技術



出典：厚生労働省

図 6.43 派遣労働者等に関わる能力開発・キャリア形成支援のための手引き等

者の確保の両方を実現したと思われる。ちょうどこの時期は、リーマンショックによる景気後退局面のピーク時であり、いわゆる「派遣切り」が大きな社会問題となっていた時期に当たる。

この時期に多くのメーカーが人件費削減施策として大規模なリストラクチャリングや正社員採用の休止、アウトソーシングの契約終了などを実施した結果、設計開発部門における技術者数が減少したことで、「仕事はあるが、技術者が足りない」という状態が発生し、その対応策として、メーカーは以前のような正社員での確保ではなく、アウトソーシングのリソースで対応したのではないと思われる。

もし、今後もメーカーが技術者の正社員採用を控え、アウトソーシングで補完するのであれば、メーカーとアウトソーシング側が一緒になり、中長期視野での付加価値向上が図れる戦略を作成することが重要となる。図 6.44 にアウトソーシングの活用による中小企業発展の可能性を示すが、これによると、当初第 1 段階のアウトソーシングの活用目的であったコストダウンから、第 2 段階として専門化・付加価値創造型になり、更には第 3 段階として、価値創造・事業開発型と進んでいくべきと提案されている。しかし、一般論としてアウトソーサーの多くは流動性の高い人材で構成される場合が多いため、中長期戦略を共にコミットメントすることは難しいと考えられることから、現実には多くのメーカーで第 2 段階であるスペシャリストとしての活用に留まっているのではないだろうか。

また、図 6.45 は、2009 年 7 月の関西 EAC 第 413 回例会で発表された内容である。この発表の際に、例会参加者に対して「外注設計に対して何を求めているか」に挙手を求めた結果であるが、発注者側がアウトソーサーに求めるものとして、技術スキル、ヒューマンスキル、価格は何れも「中」



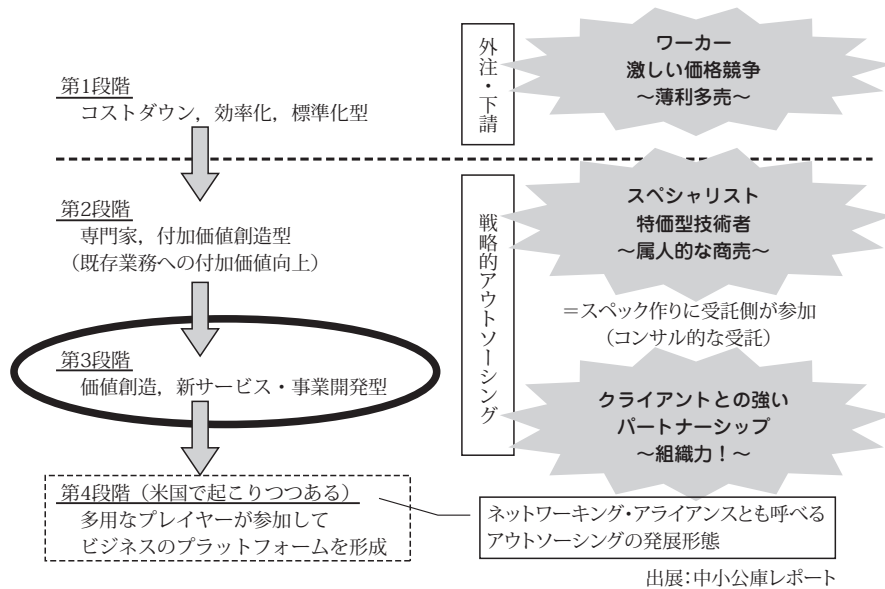


図 6.44 アウトソーシングの活用による中小企業発展の可能性

●弊社が捉えているニーズ

1. 技術スキル「中」、ヒューマンスキル「中」、価格「中」

2. 技術スキル「低」、ヒューマンスキル「低」、価格「低」
3. 技術スキル「高」、ヒューマンスキル「高」、価格「高」

1. プロバも外注も関係無く、一緒になって良い物を開発して行くんだ！

2. 自社にない技術やノウハウを提供してくれる。実際、居てくれないと困るし、頼りにしてるんだよ！
3. あくまでもテンポラリー。外注なんて変動費やし、いつでも契約終了できるわ！

ひと昔前に比べ、顧客から「オレが育ててやるう！」という声をよく頂くようになった。  
外注であっても中長期スパンで育成し、「自社戦力化」することが急務になっている。

その背景には？

- ・顧客先の開発予算削減, L/T 短縮, 技術者不足, 競争激化, 後継者不足...
- ・世間動向による少子高齢化, 工学系不人気, 先行き不透明感...

つまり、テンポラリーではなくなっている。

図 6.45 メーカーがアウトソーサーに求めるもの (K社「関西EAC例会」)

であり、その役割としては、設計開発チームの中の技術者の一人として、「正社員も外注も関係無く、一緒になって良い物を開発して行くんだ！」と考える発注者側の意見が一番多かったという結果を示している。

これらのことから、実際のメーカーにおけるアウトソーシング活用現場においても、その目的が従

来のコスト削減や人的バッファに加え、戦略的パートナーとしての関係を構築する期待が強まっていると言え、メーカー側もアウトソーサー側もそういった面から一緒になって戦略を検討すべき段階にきているのではないだろうか。

### 7.3 アウトソーシングの課題

では、アウトソーシングの戦略的活用には、こういった課題が存在するのであるだろうか。

改めて考えてみると、アウトソーシング活用の多くのケースは、資本関係も無い発注側と受託側の2社が、その企業文化や生業、更にはマネジメントスタイルも違う中で、“競争力のある商品の設計開発”を共通目的として協業することである。このように考えると、両者の間に様々な課題や認識のギャップが生じる事は当然であると言える。よって、アウトソーシングの課題を考えるにあたって重要な事は、課題やギャップの発生そのものよりも、その課題やギャップを両者がどう認識し、その解消にどう取り組むのか、或いは取り組まないのか、などを共有しておくこと、つまり両者で戦略までを共有しておくことではないかと考える。

以下、個別の課題について説明する。

#### (1) 発注側の課題

設計開発業務が知的労働である以上、そこには必ずそれを経験した個々人に蓄積されるノウハウや技術があり、アウトソーシングを活用している以上、それらは外部リソースであるアウトソーシング技術者個人に蓄積されることになる。これは当然の事であり、これ自体が課題であるとは言えないものの、それが長期に渡り、かつ、マネジメントされていない状況となると、大きな課題となる場合がある。

発注側は基本的に自社のリソースが不足しているためにアウトソーシングを活用するが、現在の多くのメーカーの状況を考えると、コストの問題やその他様々な問題により、アウトソーシングを活用してもなお、十分なリソースを充足されるまでには至っていない場合が多い。

そうした状況の中、アウトソーシングに求める業務範囲は当初想定よりも拡大され、それに対応するアウトソーサーは、その経験を通じて蓄積されるノウハウや技術力をもって、発注側の顧客で更に効率的な業務を行えるようになり、この結果、発注側の依頼事項の範囲は更に拡大する。このサイクルが有効である間、短期的には発注側の設計開発に効率化をもたらすが、長期的には必要以上、想定以上のノウハウが社外に蓄積される結果を生む。

これは、発注者側において自社技術者よりも外部技術者の方に製品固有工学知識が蓄積されることになり、これを続けた結果、その外部技術者が居なければ業務がまわらなくなったり、品質低下を招く、という状況を生む可能性が多分にある。

この結果について、アウトソーシングされる領域や深さがマネジメントされているものであれば問題無いが、“結果的にそうなった”という場合には、発注者側の技術の空洞化や競争力の源泉で

あるノウハウの外部流出を招くリスクがある。実際、自社社員でも経験やノウハウの蓄積に相当な時間が必要な事を考えると、その損失は担当する業務内容によっては、自社にとって相当大きいものになる可能性がある。


例えば、アウトソーシングが必要と判断した当初は、業務量の山谷に合わせた変動費化による開発コストの削減を狙いのひとつとしたが、ノウハウが外部リソースに蓄積された結果、“結果的に”費用は実質固定費化され、自社リソースよりも費用対効果が高くなってしまい、景気後退局面においても、自社リソースは削減するが、特定の外部リソースだけは残さざるを得ないという本末転倒な事態も発生している。逆に、どうしてもその外部リソースの契約を終了せざるを得ない状況となった場合には、そのノウハウは完全に自社内から消えてしまうことになる。

こうならないためには、ノウハウや技術力が外部に蓄積されようとも、同時に自社にも蓄積されるような仕掛けや、自社のコアとノンコア業務を切り分けたくえでの業務分担など、戦略的にマネジメントされている状況を構築すべきである。

### (2) 受注側の課題

(1)では発注者側視点での課題を見たが、他方、受注側ではどうであろうか。(1)の内容を受注側から見た場合、受注側はアウトソーシングというビジネス上の取引を通じて受注側技術者にノウハウや技術力の蓄積が行なわれる訳であり、それ自体が対象顧客に対して付加価値になることから、アウトソーシングの競合他社よりも優位性を生み出すことができる。多くの場合、これが価格交渉力をも持つことにも繋がる。

しかし、受注側にも課題が発生する。受注側であるアウトソーサー技術者は、担当する顧客先の製品固有工学知識が拡充されるにつれ、また、それが長期間になるにつれ、担当顧客に特化した技術の偏りが大きくなり、ともすればアウトソーシングとして必須である、基礎工学知識や設計工学知識などの汎用性を持った技術力が向上しないことに繋がる。

一般的にアウトソーシングでは、発注側から即戦力を期待されることが多く、一顧客、一部門の担当期間が長ければ長いほど、他に転用可能な技術力や応用領域が狭くなる傾向は否めない。このことを説明したものが、 6.46 に示す 2008 年 7 月の関西 EAC 第 413 回例会で発表された内容である。技術者派遣を前提にした場合、一顧客への派遣期間が長くなると、「商品による偏り」と「環境による偏り」が生じたまま経験を積み重ね、何らかの理由でその顧客の担当から外れた際、他の顧客や商品群の設計への対応が困難になる場合がある。

これがメーカーの自社技術者であれば、自社商品に特化した製品固有工学知識の深掘りやノウハウの蓄積が、より競争力の高い次の商品開発に向けた Input となり、自身が開発テーマを管理する立場に立った場合の効率化や良否判断の根幹にもなるが、アウトソーシングの多くは、顧客状況の変化や価格面など様々な理由から、ある時期で担当顧客を外れる可能性が高いため、そのノウハウを中長期的に有効活用する機会がどうしても少なくなる。

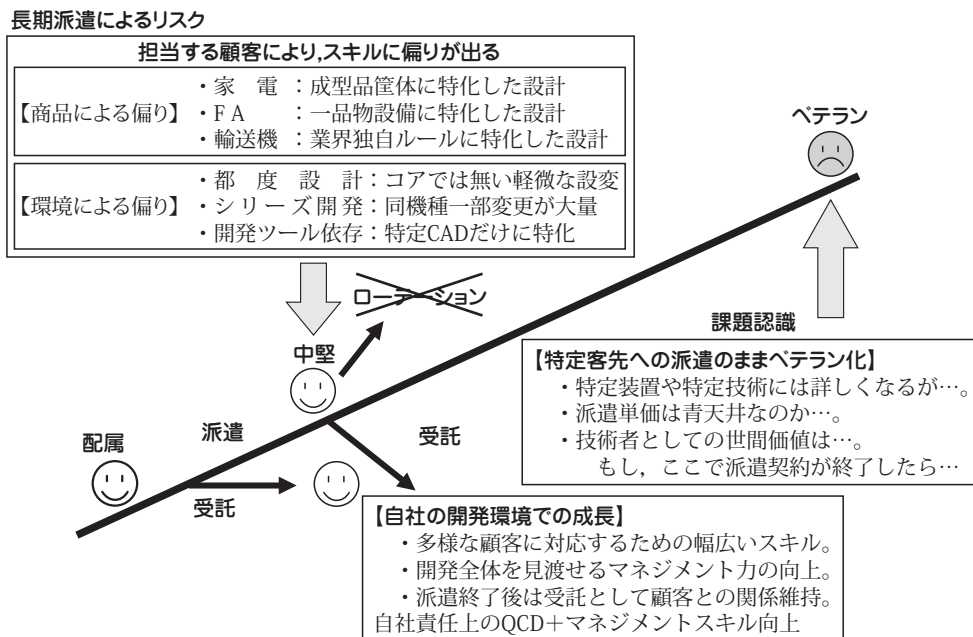


図 6.46 アウトソーサー【派遣】の現実とリスク（K社「関西EAC例会」）

#### 7.4 課題からみるアウトソーシングの本質

これまで見たように、アウトソーシングの持つ課題を技術やノウハウの蓄積にフォーカスした場合、「どこに蓄積されるのか」と「その蓄積されたものをどうやって活用するのか」ということを、メーカーとアウトソーサー両者がどう認識し、それら課題解決や認識のギャップ解消にどう取り組むのか、或いは取り組まないのか、などを両者が共有していくことこそ、アウトソーシングで考えるべき本質ではないだろうか。

もし、これらが両者で共有されたうえで共通目標のもと、それぞれの立場で戦略的にマネジメントすることが出来れば、両者にとってアウトソーシングの活用メリットを最大化することが出来るはずである。つまり、発注者側は外部に蓄積された技術やノウハウをうまく活用でき、受注者側はその蓄積された技術やノウハウを発注者側に逆提供すること自体をサービス化して恒久的に提供することも可能となる。これこそ、図 6.44 で述べた「アウトソーシングの第3段階」に近い考え方ではないだろうか。

2008年秋に発生したリーマンショックは、メーカーの多くに打撃を与えた。それに伴いアウトソーシング業界もまた多くの打撃を受け、いわゆる「派遣切り」や「請負契約解消」がメーカーの製造部門のみならず設計開発部門にまで波及し、多くの余剰技術者が発生した。

特に特定派遣<sup>(注)</sup>を行っている派遣会社や受託設計会社などでは次の受注を得なければ雇用の継

(注)：自社の正社員を派遣するため、派遣先との契約が無くなれば自社に戻る。

続すら危ぶまれる状況に直面し、余剰技術者の保有技術と顧客要求技術力のミスマッチによる非効率を承知しながらも、少しでも可能性のある顧客を見つけだして受注を得る事を最優先したアウトソーサーは多かったのではないだろうか。

その結果、景気が底打ちしアウトソーシング業界も緩やかな回復傾向となった2010年には、リーマンショック前に長年に渡り派遣していた技術者を再びその顧客に派遣することができないという状況がいたる所で発生した。リーマンショックでは業界全体で約30%から40%の契約終了が発生したと言われていることから、外部リソースに蓄積されていた発注者の技術やノウハウの相当数が完全に社内から消えてしまったことになる。また、受注側からすれば、その顧客で得た製品固有工学知識を付加価値として提供できる機会が無くなるとともに、経験の浅い異業種へのコンバートにより、自身の競争力や強みを減少化させることとなった。

これが国内製造業のほぼ全業種で発生したことは、アウトソーシングにおける発注側や受注側という一企業単位での課題に留まらず、日本のものづくり自体の技術力やノウハウの相当量が「お蔵入り」したことになる。

今後もリーマンショックのような有事は起こりえる。その際、「お蔵入り」される技術力やノウハウをできるだけ軽減させることが、日本のものづくりにとっての損失を防ぐことになる。そのためにも、受注側と発注側の戦略共有は有効な手段になるといえる。

### 7.5 アウトソーシング活用の留意点

そもそも設計開発のアウトソーシングはメーカーの商品のような有形のプロダクトではなく、無形のサービスであり、業種で分類するとサービス業となる。そして、そのサービスを提供するのは設計技術者という「人」であり、設計センスという創造性が必要なサービスは、標準化が難しいために、結果的に成果物の精度や顧客満足度はそのサービスを提供する「人」に依存してしまう部分が大きくなる。

メーカーにおける商品の精度や品質も結果的に人に依存するという議論もあるが、アウトソーシングの場合は、人および人の持つ技術力そのものが直接的なサービスであるため、一層その傾向が強くなるのである。

そのため、アウトソーシングをうまく活用しようとする場合、サービスそのものである技術力を「基礎工学知識」「設計工学知識」「製品固有工学知識」の3要素から正しく評価すると共に、サービスを提供する「人」との関係性を良好に保つ事に十分に留意し、その方法を検討しなければならないと言える。

逆に言うと、発注者側は受注者側との間で、生産性を向上する要素として、「人」との良好な関係構築をベースにOJTを通じた商品固有工学知識の向上を図るしくみをまわす環境を作ることが出来れば、想定コストの中で期待値以上の効果を得る事も可能であるといえる。つまり、発注者側は受注者側のスタンスやそこで実際にサービスを提供する「人」の見極めを行う力と、その関係を

維持向上できるしくみが必要となる。そして、実際に現場で協業しながら設計業務を進める発注者側と受注者側の担当者同士がいかにかその目的や効果を共有できるかがビジネスベースと同等に人ベースにおいても極めて重要となる。

これは、発注者側は受注者側に気を遣うべきだということでは決してなく、目標を共有することと、そのしくみを戦略的にまわすことは、人ベースの良好な関係構築にも良い影響を及ぼすということである。

## 7.6 アウトソーサーにおける教育の特徴

これまで見たように、技術・ノウハウの蓄積に偏りが発生する可能性を持ち、かつ、その中でサービスとしての技術提供を行うアウトソーシング企業は、社内教育による人材育成や技術伝承をどう進めるべきであろうか。実際には、7.3 項 (2) で述べたように、顧客先の業務を通じ OJT 的に教育される場面が多々あるが、それは多くの場合、製品固有工学知識であり、基礎工学知識や設計工学知識ではない。よって、これらはやはりアウトソーシング側の自社努力として教育すべき内容であると言える。

ここで、メーカーによる技術教育との大きな違いは、多種多様な顧客に対応するためのしくみと顧客に依存する技術の偏りに気を遣った教育システムの確立であると言える。図 6.47 は、アウトソーシングの偏りを防止する「ローテーション」が教育システムの中に組み込まれている企業の例である。また、特別研修として、担当する顧客先に関連した内容の研修も組み込まれており、顧客先での即戦性と偏り防止の両方の教育がシステム化されていることが伺える。更に図 6.47 とは別のアウトソーシング企業である図 6.48 の例では、顧客による技術の偏りを見える化させる一方で、汎用的な基礎技術力については、社内のベース技術に位置づけた教育体系を構築している。

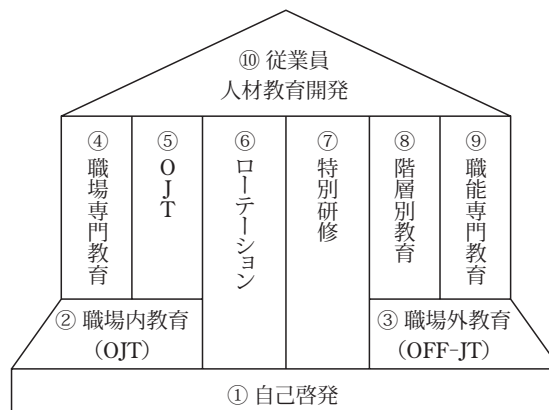


図 6.47 人材育成システムの構成 (A社「関西EAC例会」)

自立，自己学習支援のしくみ化  
 ・既存社員スキル把握面談の実施

ヒアリングと試験結果によるマッピング結果（※イメージです※）

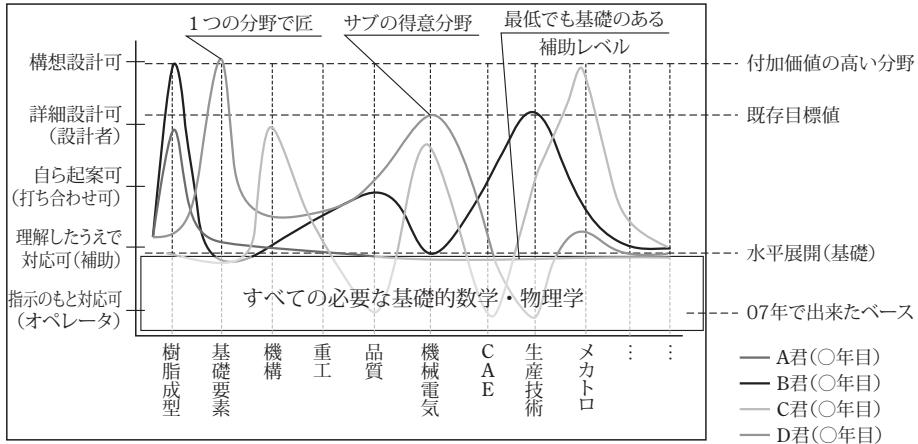


図 6.48 保有技術のマッピング (K社「関西EAC例会」)

以上のように，アウトソーシング企業は，技術の偏り防止や即戦力に関する教育を交えながら，社内の教育システムを組み立てていることが読み取れる。そして，それらの社内教育のカリキュラムや考え方によって，そのアウトソーシング企業が提供するサービスの価値観や強みが変わり，発注側のメーカーにとっては，その内容を吟味することもアウトソーシング活用の戦略立案や実行，或いは戦略を共有できるアウトソーサーの選択にも役立つものになるであろう。

7.7 まとめ—アウトソーシング活用の今後

冒頭で述べた様に，現在の製造業にとって，アウトソーシングの活用なしにものづくりが成り立たなくなっている現実がある。このこと自体が良い事なのか悪い事なのかは別の議論として，本項を通じ一貫して伝えたいことは，アウトソーシングの活用を単なるコスト削減手段のみから，中長期視点での戦略的活用手段として行くことが出来れば，メーカーとアウトソーサーの双方の利益向上につなげることが出来，かつ，リーマンショックの様な有事の際でも，技術やノウハウの「お蔵入り」による損失を軽減できる，という主張である。

現在，経済のグローバル化の加速とともにアウトソーシングの活用もグローバル化が進んでいる。中国をはじめとしたアジア諸国における大規模 EMS 企業の台頭や，技術者派遣企業の海外展開や外国人活用などである。

こういったグローバル観点でのアウトソーシングの活用には，これまでの様な国内常識や自社常識だけでは通用しない事も多く，その成功や失敗の規模も国内比では考えられないほど大きなものとなる可能性がある。

このような背景も鑑み、アウトソーシングの活用に際しては、今後益々戦略的な観点が重要となってくるものであると言えよう。

本項の内容をメーカー側、アウトソーサー側双方の立場の方にお読み頂き、今後のアウトソーシング戦略に少しでもお役立ちできれば幸いである。