

機械系新入社員の三次元C A D 教育とその評価

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

1. はじめに

企業が質とスピードを求められている昨今、革新的なオリジナル製品をつくり続けるには、真に力のある設計技術者を戦略的に育成してゆくことである。

機械系新入社員の三次元C A D 研修教育とその評価に関する内容を紹介する。

2. 三次元C A D について

数年前まで、機械設計用三次元C A D は機械設計において本当に役立つのかという疑問があり、なかなか企業に浸透しなかった。機械設計は部品の再利用が多く、かつ膨大な紙による図面のインプット作業が出るため、一時的にペースダウンすることが利活用を阻んでいた理由の一つである。

しかし、日本の製造業の国際競争力の強化と相まってますます競争の激化が進み、そのため海外製造拠点化、製品の短期ライフサイクル化、多種少量生産化が進み、日本での役割は企画、設計が主となり、三次元C A D を必然的に使用せざるを得なくなったのである。

さらに、三次元C A D にツールが変わったとしても、二次元の図面がなくなる訳ではないので、属性情報の記入などの製図作業そのものは存在しているのである。三面図にする作業は三次元C A D が行ってくれるが、機能的な設計、効率的な設計のような設計者の資質に依存する部分は、やはり設計者が判断して構成していくものである。

3. 研修システムのアウトライン

弊社の設計職種の概略を図1に示す。また、設計職種の人員構成を図2に示す。

意欲のある自主独立タイプ型、創造力豊かなオリジナリティを持つことができる設計者を期待している。

三次元C A D はあくまでも検証手段のひとつであり、設計目標を具現化するための設計仕様をどのように数値化していくか、設計目標を実現するための本質は何

かを考えられねばならない。さらに、寝る間も惜しんで設計に取り組み、設計の楽しさと苦しさを十分に味わうことも必要である。

図3に、研修項目に関する社内と客先のアンケート結果、図4は、機械系研修内容を示す。

研修に使用した主なソフトは、二次元C A D が Micro Cadam, AutoCAD. 三次元C A D は, Ideas, Catia, Pro-E, Solid Works である。

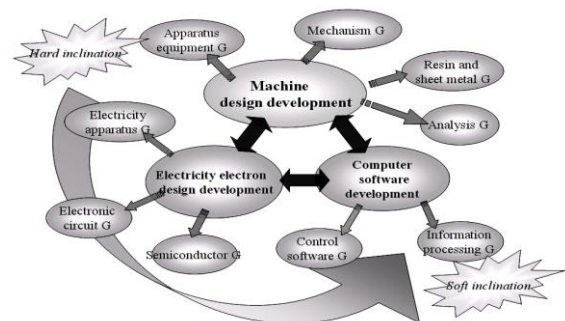


図1 Outline of design roles at Artner Co., Ltd.

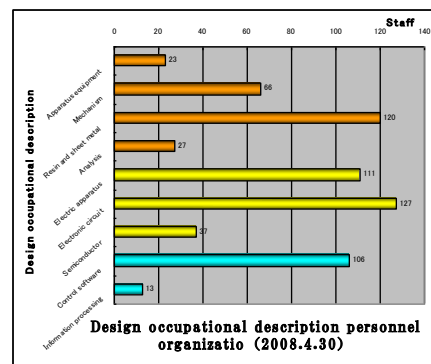


図2 Structure of personnel involved in design

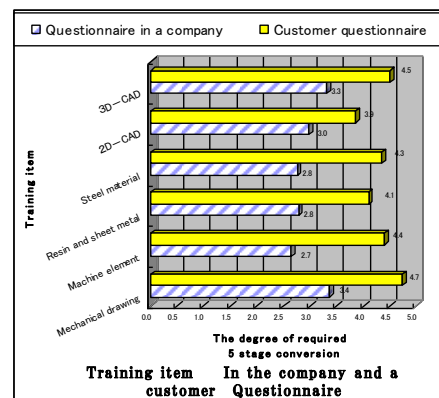


図3 Company and its customers

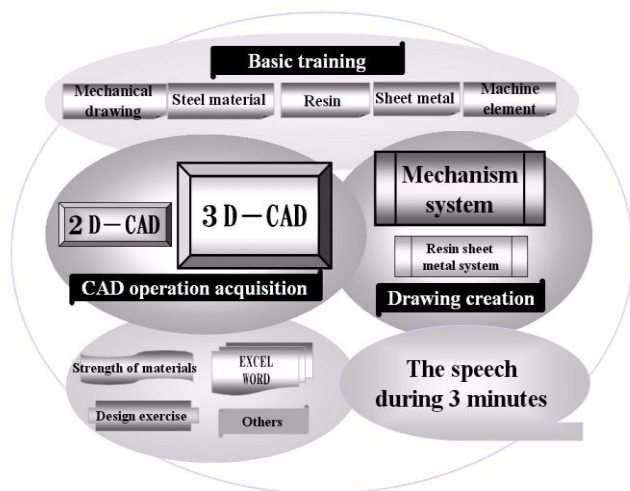


図4 Contents of the training related to machine design

4. スキルアップの一事例

4. 1 設計プロセス教育

三次元CADを操作することが重要なのではなく、設計のプロセスが重要なのだということを理解する。

- ① 仕様を明確にする。
- ② 仕様という目標値に基づいて具体的な形や機構を設計する。
- ③ 設計の結果を仕様に対して検証する。
- ④ 検証のツールとして三次元CADを活用する。

4. 2 モデリングテクニック教育

設計変更に要する時間を1/10程度に減少したり、出力してもトラブル（面のはがれや欠落）のないデータを作成できたり、といった実践的なモデリングテクニックを習得する。

- ① 設計変更（寸法、形状の付加や削除）が容易なモデルの作成方法。
- ② 家電製品や携帯電話の外装など、自由曲面形状のモデリング方法。
- ③ 変更履歴の残し方。
- ④ 部品表の構築。

4. 3 基本操作教育

一般的に行われている操作教育に相当する。

- ① 新規ファイルの作成と保存。
- ② 直方体や円柱の作成。
- ③ 図面の作成。
- ④ カムやリンクなどの動く部品を三次元CADで表現する方法。

図5は、弊社が独自に開発した基本操作モデリング

課題。図6に、三次元CADの基本操作モデリングマニュアルの教材を示す。

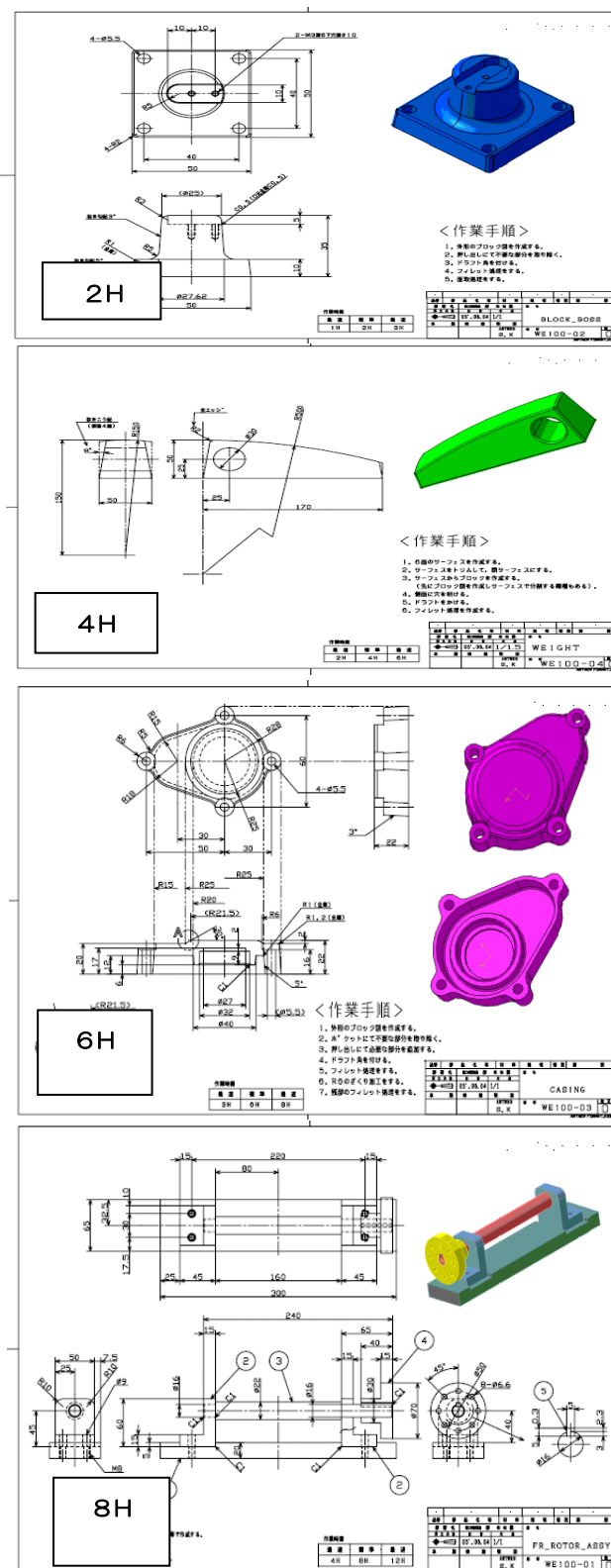
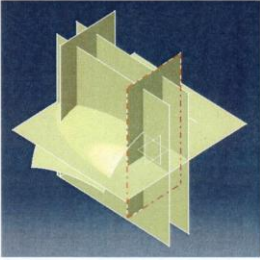
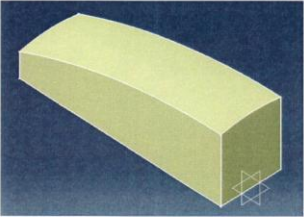
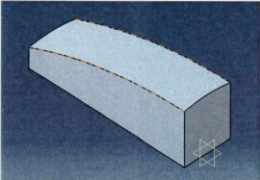


図5 Assignment of basic operation

5. 機械設計を行うための機械全般の基礎的知識内容の検討

Work	Screen	An used command	Bench
12. The Surface of the 6th page is displayed.			
13. The trim of the Surface of the 6th page is carried out, and an inner side creates the Surface of a cave.			
14. A Surface is closed and an inner side is made solid.			

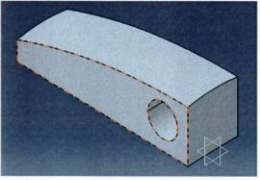
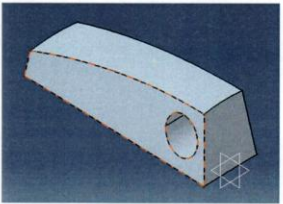
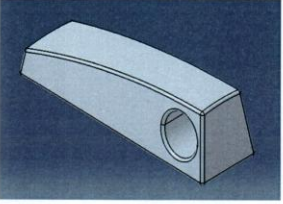
Work	Screen	An used command	Bench
15. A hole is made in the side.		   	
16. A draft is applied to the 4 sides.			
17. The angle of an edge part is rounded.			

図6 Manual of basic operation

基礎知識の内容は、若手機械設計技術者の自己のスキルアップを考慮してまとめられている。近い将来において地力のある優秀な設計技術者へと成長することが期待される。

- 第1章 三次元CAD：部品のモデリング，アセンブリ，図面化など
- 第2章 JIS製図法：製図関連規格，線の種類，投影図，断面図，寸法記入法など
- 第3章 精度設計：品質とバラツキ，バラツキの原因，公差と統計の取扱い方など
- 第4章 材料選定：金属材料の種類と使い方，プラスチック材料など
- 第5章 強度設計：力の種類と単位，応力とひずみ，引張り・曲げ・ねじり問題
- 第6章 信頼性設計：機械の寿命，故障の形態と原因，故障を未然に防ぐ設計法
- 第7章 要素設計：ねじ・歯車・軸受の設計法など

6. 設計力の向上を図る教育実例とその評価

CADを操作する前に仕様書作成，構想設計などの設計のプロセスを身に付けるため努力しなくてはならない。

6. 1 企画・概念設計の段階から

仕事を受注すると客先が提示した要求仕様があり，この顧客のニーズを満たしかつ予算内のものを製作し機能させることが設計の目的となる。はじめに，機械は何かの作業をするものであるからその動きを作動させるための工法・機構を考え創出する。それらは，既存技術や実績のある機構であったり，時にはドラスティックなアイデアおよび自然の事象にヒントを求めたりすることになる。

昨今は，設計作業の効率化とコストパフォーマンスを追及するがゆえに，新規要素試験が必要な技術より，既存技術を取り入れた類似設計が多く，設計をする上で試行錯誤することが少なくなり，より効率的な設計プロセスを優先する時代となっている。

6. 2 ポンチ絵による検討

この段階では，創造力や発想力が必要で，設計作業のなかで最も重要で楽しいステップである。具体的には紙の上に鉛筆でポンチ絵を描き発想を描きとめる。この絵を描く作業の中で思いをめぐらすと，ふと斬新なイメージが膨らんだりする。

アイデアをイメージすること，つまり絵と文字で表現することは仕事を進める上で，作業ブランチの可能

性を増幅し、情報を簡潔に伝達する最適な手法である。

白紙に気持ちを集中させ、思索をめぐらせながら、手描きで機構のアイデア図を描きあげる。設計アイデアの創出はすでに認知している形状、つまり今までに見て触った経験のあるモノの形を思い出しながら、それらに新たな発想を盛り込みつつ、新しい形を決定することかも知れない。ここまでは、三次元CADは使わなくてよいものと考えている。

6. 3 CAEの使い方は経験とセンス

設計対象は極めて多様であるが、モデル化の技法がある程度標準化しておかないと、解析結果の品質を保証することは困難である。さらに、同じツールを使っても設計者のスキルの違いによって設計品質に歴然とした差が出ているのが現状である。これは教育の問題として捉えることができる。すなわち、設計者は単にCAEの使い方を習得するのみではなく、経験とセンス（実験と理論的考察）に裏打ちされた、モノの挙動を正しく考究する判断力が要求される。

6. 4 教育とその評価

弊社の機械系新入社員の教育の柱は機械の一般知識と2D3DCADの操作と実践的設計である。CADの操作と設計教育は分離して行っている。CADの操作は、ガイドマニュアルに沿って失敗と成功を繰り返しながら操作を修得する。図5の3DCAD操作では最近の研修生のほとんどが標準時間より早くモデリングを完成させた。実践的設計教育は、簡単なポンチ絵と仕様のみを与え自由な発想で組立図・製作図と進めてゆく。この課題の合格ラインは、作成した図面を基に仮に加工し組立てた場合、円滑な動作を得ることが出来かどうかで判定している。そのレベルまで到達するまで粘り強く作業をさせる。例えば一軸のモーター駆動の昇降装置の課題では、ある研修生の作業時間は案出し3時間、計算24時間、組立図80時間、詳細図120時間と合計一ヶ月を費やす場合もある。このチェックと修正作業を繰り返す中で、生ずる疑問に対しヒントを与え思索させることで、図面情報の一つ一つの意味を深く理解することができ、それが最終的には研修生の自信になると考える。

7. 考察

設計業務のイノベーションには、組織の見直しが必要で次の5つのポイントがある。

- 1) 企画の在り方。
- 2) 設計上流段階での全プロセスにかかわる課題検討と設計への反映。

3) 試作レス、ものづくり量のミニマム化。

4) 製造、検査プロセスの機械化。

5) 情報共有と一元管理である。

現代は専門化の時代であり、設計者は、なにをにおいても自己の専門技術を習得しなければならないが、狭い学問範囲でとらえるのではなく、工業的問題として把握するのでなければ、敏活な設計者になれない。

さらに、設計者は常に問題を大局的に把握すると同時に、派生的な個々の問題について掘り下げて研究しなければならない。そして、しかもタイミングをはずすことなく敏速な決定ができなければならない。

また、常に現実的な思考から、抽象的な思考へ切替える思索が必要である。なぜなら、それは後者の思考過程によって飛躍的なヒラメキが生まれるからである。

こうして厳格な訓練と、訓練された頭脳によって秩序づけられた行動を通して、創造的な設計者になることができるのである。

8. むすび

全ての産業の原点である設計は、工夫と創造の世界でもあり、常に新しい感覚と技術の革新が求められている。時代のニーズに的確に対応する設計を行うために、設計者は不断の努力と研鑽が必要である。そして、柔軟でユニークな発想とそれを形にするチャレンジ精神を持つことである。

技術とアイデアで社会に貢献し、技術立国日本の中核を担う機械設計技術者として、広く活躍される日が来ることが望まれる。

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).
- 2) Institute of Practical methodology of design technology: Practical methodology of design technology, Science, Published by Aiwa, 2005.
- 3) Sozo Sekiguchi at all, The Development of Design Education Materials for Design Engineering Cultivating, Proc.5th JCCGE, 2005.
- 4) Sozo Sekiguchi at all, A study with regard to way of advancing of 3 dimension machine designs: Proc.12th ICGG, 2006.
- 5) Susumu KISE, Sozo SEKIGUCHI, Kazuya OKUSAKA and Shigeo HIRANO: Training on Three – Dimensional Computer-Aided Design For New Employees of Machine Design Department and Its Evaluation, Proc.13th ICGG, 2008.