

モノ創りと機械製図教育に関する一考察

Consideration about Creative Production Process and the Mechanical Drawing Education

○平野 重雄 (正, 東京都市大学 (株)アルトナー Shigeo HIRANO)
喜瀬 晋 (賛, 株式会社アルトナー Susumu KISE)
関口 相三 (賛, 株式会社アルトナー Sozo SEKIGUTI)
奥坂 一也 (正, 株式会社アルトナー Kazuya OKUSAKA)

1. はじめに

大学工学部に入学してくるからには、少なくともモノ創りへの興味を抱いているだろうし、そう期待したい。そして、学生にある目的を持ったモノを完成させる教育が必要かつ大切なことである。こうした教育の一環として製図教育は有用な学科目である。

工学教育の理想は、学生に学問をする喜びを与え、よいモノをつくりだす創造力と情熱を持たせることである。そのためには、常に研鑽してやまない努力が必要であることを骨身に染み込ませなければならない。大学における製図教育は、モノ創りの基幹であるのみならず、工学教育の主役でなければならないと考えている。

目的に適った機械や装置の全体像のイメージを思い描くことから設計は始まる。それから、ポンチ絵を描いて性能や強度のポイントをチェックする。良しとなって製図に取り掛かる。一本の線を引くときも、一つの寸法を決めるにも、いい加減は許されない。このとき始めて大学で学んだ学問が活かされるのである。

「大学で学んだことなど機械や装置の製作現場では何の役にも立たない」と広言して憚らない輩がいるが、それは活かす術を知らない不勉強者である。モノ創りの主役は、創造力、美的センス、工学的バランス感覚などとそれらをまとめる表現力（設計力）である。これらは、一朝一夕では身に付かない。多くの勉強と体験が要る。体験学習としての製図教育は最も効果的な方法のひとつである。

2. モノ創りの原点とものづくり哲学

わが国では、ものづくり、ものつくり、モノづくりという言葉が頻繁に使われているが、ここで筆者らなりに定義することにしたい。

まず、濁点が付くものづくりは生産、製造と直結す

る分野、ものつくりは生産に直接的には関係することなく、ロボット競技や小中学生のものづくり教室がこれに相当する。そして、カタカナのモノは商品とか製品を表し、発想からリサイクル、廃棄するまでの製品のライフサイクルの全てを含めたモノづくりと捉えている。

次に、づくり（つくり）を創り、作り、造りの3つの領域に分けて、創りはクリエイティブな領域、作りは小規模な作成の領域、造りは大規模な製作の領域という意味で使い分けている。特に生産時のコストダウンで利益をあげようとする場合は造りの領域での努力を指すことになる。さらに、一定基準の品質が確保できれば、もの造りの生産拠点は人件費が安い所に移動し、グローバル化した昨今では、海外に市場性がある場合は市場の近くに生産拠点をシフトすることは、最良であり有益となる。例えば、金型なども、ただ単に客先から三次元CADのデータを提供されてCAMで造るだけであるなら国内に居る必要はなく、海外の適切な所に移ることになる。

しかし、これからは、新しい付加価値を生み出す方策を考えなくてはならず、それは創りの領域で考えるべきことになる。例えば、型設計や型をつくるノウハウなどは非常に知識集約的業務で、それこそ創りの領域である。わが国は、この創りの領域で世界一を維持しなければならず、そのようにしないと今後X年にはわが国のものづくりは消滅してしまうと思っている（かも知れない）。

一方、わが国には、かつてものづくりを大切にする文化があった。いや、ものづくりの技術を持った人を大切にする文化があったと言うほうが正鵠かも知れない。刀鍛冶も名工には技術を持つ人として尊敬を集め、名誉と社会的地位が与えられた。ものをつくるという技術を持つ人は、社会に役立つ能力を持つ人だと評価されてきたのである。

ところが近代になって、ものをつくる人ともものを消費する人の立場が逆転し、お客様というユーザが市場の神となり、ものづくりをする人は、ものを使う人、

消費する人の僕と化してしまった様相がある。

技術は社会のためにある。社会は人の集合体であり、技術（それによってつくられた人工物を含む）によって福利を享受する。福利の享受は対価を伴うにしても、公平になされるべきである。福利を享受できない人が過渡的には存在するにしても、技術は、人々に危害を与えるものであってはならない。社会も社会技術により、道徳も心の技術により形成されるものであると言える。昨今の代表的な企業における様々な次元の技術トラブルは、ここに言う「社会技術の欠落」であると言い得る。

自然の理を応用して自然現象にないモノを創りだしてゆく知的行為は創造である。それは単に古いモノの代わりに新しいモノを受け入れるのではなく、逆に古いモノを学び尽くして新しいモノを付け加えてゆくことにより出発する心が第一になる。

わが国のものづくりの声、すなわち、時代に相応しい「ものづくり哲学」の確立が急がれる所以である。

3. モノ創りと製図 一時の流れー

3. 1 大学の技術教育：図面を手で描けますか (2005 年)

CADを利用した設計システムに条件を入力すると設計図は容易に出来あがる。よって、大学ではCADの使い方を教えても、手間隙かかる設計図の手描き演習・実習には力を入れない。CADが発達する前までは、モノ創りを目指す技術系学生・大学院生にとって設計図・製作図を手で描く訓練は、ある意味で必須であった。四苦八苦しながら手描きすることで、創造力がつきアイデアを形にする具現化能力も高まるのである。

- Aベルト：最近の技術系新入社員は図面が描けない。
- B工業：図面には知恵と経験が集積している。図面描きを体験して始めてCADが威力を発揮する。

CADは道具であることを忘れてはいけない。

- C工業：中国では、基礎教育に重点を置く大学が多い。基礎学力がついた学生を社内教育すると、その後の進歩が早い。日本もこの姿勢を学ぶ必要がある。
- Dスクリーン製造：基礎学力なくして画期的な発明なし。

その通りである。工業界は大学に先端技術教育と基礎教育を求める。しかし、大学4年間に大学院2年を加えても、学ぶことが多過ぎて、時間が足りないのが現実である。よって、教員は先端技術教育に力を入れることになる。先端技術を教えないと「遅れた教員と見られることを恐れているため」との見方から「企

業から研究費を獲得するために先端分野を研究し、それに学生・院生を手足のように使っている」という見方まで、業界から聞こえてくる。もしそうであるならば、教員が熱心に基礎教育に取り組める環境をいかに整備するかが重要になる。

3. 2 楽では無く楽しさを教えよう (2010 年)

小中学校の全国学力テストの結果によると、モノ創りの基本である図形認識力が数年前と比べ、格段に落ちていることが鮮明になった。これについて「授業時間の削減から、図形を表す式は教えても、実際の図形を思い描けるような指導まで手が回らなくなっている。子供たちが空間図形を認識する力を育てる積み木やあやとりなどの手を使った遊びが減ったことにも一因がある」との話がある。そして、生まれた時からデジタル社会の中に放り出されている環境で、このような現象は当然であり、教育界への警鐘である。

一方、手描き製図を止めた学校が、再び製図機械を導入し、モノ創りの基本の製図教育に力を入れている。また、ITの先端に行く大学でも、手描き製図機械を導入すると共に、模型工作や手を使った製作物の学習時間も復活して来っており、文部科学省の教育政策にも、職業人を意識した教育を初等中等教育方針に盛り込み、工業教育を基本から見直していく動きが出てきているのは、悦ばしいことである。

3. 3 創造力の向上と製図機械 (2011年, 2012年)

設計部門から「新しい発想が生まれない、発想が貧弱」と言った声が頻繁に聞かれる。そして、「組立図と部品図の連携が旨くいかない」など、様々な嘆きの声を聞く。また「新卒に図面を見せたら、全く読めず、とても設計や開発を担えない」といった創造力が極端に落ちているとの切実な声が年々高まって来ている。

2011年には、数年前に製図機械を廃棄したN電設工業が50台、O製作所研修所では30台、K本社で30台導入と手描き製図機械の導入の流れは続いている。そして、永年製図室を持たなかったK工業高校で、CADと一緒に製図機械を42セット導入や数年前に製図機械を廃止した大学が、再び製図機械を導入する動きもある。このような製図教育の見直しの流れが続いている。

これは何を物語っているのか。大学を卒業しても、肝心な創造力の基本が出来ていなければ、企業内で、製図・図学の再教育を行う必要があり、工業・工学基礎教育の大切さが見直されている証である。真のモノ創り人材を育成しなければならない。

3. 4 機械設計・製図を学んだ本 (2013 年)

読者の声。機械工学は基礎の講義を受けた程度であり、機械設計について専門的に学んだことはありませんでした。そして電気屋の立場から「それは機械屋の

仕事」という見方をしていたものでした。しかし、運命のいたずらで機械設計に携わることになり仕事として取り組まねばならなくなりました。

機械の要求機能と制約条件の明確化→それらを実現する機械の基本的なアイディアの検討→設計計算→機械設計という一連の流れは理解し、また、これらは一方向に流れるのではなく、途中のステップの内容によっては以前のステップに戻ってやり直しが必要なことは知識としては理解していました。しかし、具体的に自分の手でそれらをこなさなければならないとなって「どこから手をつけたらよいのだ」というのがその時の偽らざる気持ちで特に設計計算の部分がそうでした。

その時に私に光明をもたらしてくれたのが大西清著の「電動ウインチの設計製図-フローチャートによるシステム設計-」（1986年 理工学社）でした。私はソフトウェア開発もしていたことから「書名から電動ウインチを設計する人のための参考書かも知れないけれど、本文にフローチャートを取り入れて書かれているから、これだったら分かり易いかな」と本書を入手しました。

そして読み進めるうちに、書名は先入観を与えるだけのもので内容は全ての機械の設計に共通し、「このような手順で進めれば、機械の設計計算書や設計図・製作図を作成することができる」ということを理解することができました。実際、本書のお蔭で幾つもの機械設計と図面を作成することができました。若い同僚に「良い本だから」と手元にある本を渡したり、新たに購入して贈ったりもしました。私の機械設計と製図の原点はこの本にあるといっても過言ではありません。

理工学社は「私を育ててくれた」のです。また、私と同様、「理工学社の本に育てられた」という方も多いと思います。

理工学社の Web サイトで同社が 2013 年 7 月 20 日に会社解散となったことを知りました。「(略) 今まで出版して参りました大多数の書籍につきましては、株式会社オーム社様並びに他の出版社様のご協力により、今後も継続してお求めいただけることになりました。(略)」という記述から価値ある出版物が守られるという面では少し安心しましたが、先の見えない出版不況だけでなく、日本の第二次産業の置かれた厳しい経営環境が出版文化にも影響しているように思われ、ひどく寂しくなりました。

遅くなりましたが理工学社の皆様、お世話になりました。ありがとうございます。

3. 5 モノ創りと製図教育セミナー (2014年)

2010年8月より日本設計工学会主催の「製図教育セミナー」が開催されている(1970年代には連続して6年に亘り同様のセミナーを開催)。大学、高専などの教員

で手描き製図がうまく教えられない方々のための手描き製図機械を使つてのセミナーである(企業の方々の参加もある)。また、大学の中にも「創造工房教育」なるものが登場している。入学時からものづくりの基本から入り、卒業までに匠の技をしっかりと身につけさせるというものである。極端な発言としては、「学校教育にCADは要らない」とまで言う教員もいる。

これも、工業界からの声や実態を知り、モノ創りの基礎教育を真剣に考えてのことである。要は、学校教育の中で、手描き製図を通して考える力をしっかり養い、2D-CADで便利さを学び、3D-CADで構造・流動解析などを体験し、実際の出力物(図面・製作物)を作成する中で、喜びと創造力をどう養い、真の力を持ったモノ創り人材を工業界に輩出していくかが問われているからである。

4. 図面は何のために描くの

モノを造ろうとするとき、その形を頭の中に思い描くのが常道である。そのイメージから直ぐ実物が造れるのはよほど簡単なモノであろう。少し複雑になると、頭の中のイメージだけではモノにならない。そこで、人はそのイメージを、絵に描くか、図面に描くか、粘土の模型を作るかなどの方法で形に表すことを試みる。そして、推敲を重ねて手直しするにもこれらの形体は便利である。特に工業製品には寸法が不可欠であるから、図面が最適であるし普遍性がある。

図面には、情報伝達機能の他に思考支援機能がある。設計イメージを図面で表現することによって、詳細な検討が可能になる。製造可能であるか、部品が組み立つか、組み立て後の製品として要求された機能や精度を保証できるかなど、単に頭の中だけで考えていると見逃してしまうことも、図面を作成すると詳細が見えてくるのである。

私たちは図面を描く前に、必ずポンチ絵を描いてみる。全体の形状のバランスを見るにはポンチ絵の方がよい。建築家がパースと呼ばれる透視図を重視するのはそのためである。

良しとなれば図面を描く。絵から図面にするには実物の寸法が要る。ここが重要なところである。寸法を決めるには、計算しなければならない。すなわち、設計のための原理や理論による解析力がここでものをいうのである。

一本の線、一個の数字にもそれなりの意味がある。学生は、その意味が分からないので、製図をすることを馬鹿らしいと思ってしまうのである。図面を見てその製品の立体形状が見えてくるようになれば、図面が

読めると言える。図面が読めて初めてよい製品が造れるのである。

よい製品を造るにはよい図面が必要である。そのために図面を描くのである。よい図面は芸術的価値さえある。

5. 手描きの製図能力は必要だと思いますか

1994 年からここ 20 年近くで、機械設計の図表的表現方法は劇的に変わった。特に製作図を描く方法は、手描きの図面から CAD 図面になり、業務の中で手描き図面を作成する人は、一部では限られた人たちとなっているようである。

そこで、手描き製図能力は必要なのであるかということについて、設計実務に携わっている方々（職種は機構・装置設計：経験年数は初心者～3 年～12 名、4 年～7 年～8 名）と意見交換を行った（2014 年 5 月）。その意見を集約（順不同）すると、

○描く能力（知識）は必要であるが、手描きをする機会が少ない。

○手描きか、CAD かではなく、問題は、機械工学の基礎ならびに専門知識があって、自分で考えて設計できることが大切である。

○手描き製図能力がなければ、創案をポンチ絵で描き構想をまとめることもできないことになる。

○手描きができなければ、CAD でも図面化できないことになる。
などであった。

図面を手描きしていた時には、紙の図面が主体であり、当然寸法基準は明確である必要があった。三次元 CAD の時代になり CAD/CAM に象徴されるデータが主体になり、寸法基準は、手描きの時に比べ重要度が低くなっている。しかしながら、全て CAD とは言いながらまだ紙の製作図で部品を製作しているのが現状である。

寸法基準は設計において重要な要素である。CAD による作図はどこからでも寸法は入れられるし、図面配置も自由に変えられるので、手描きの際に、図面配置をどのようにすべきか、どこにどの寸法を入れるかをある程度想定しなければならなかったことから解放されたと言えないことはない。しかし、ここで忘れてはならないのは、CAD はコンピュータが自動設計するという謳い文句であるが、CAD はあくまでも手段・手法であって、設計をするのは設計者自身にあるということである。

ある一人の設計者（経験 5 年）の声として。

紙の図面は無くなる。私もそういった課題には苦勞しました。でも、なぜか今は名刺にエンジニアと入っています。製図はエンジニアの持つ力のひとつです。自分の頭の中のものを他人に伝える、これが重要です。そして、製図のルールは学ぶべきです。しかし、やはり伝わらなければ意味がありません。

何か設計したらどうですか。何でもいいです。自分のアイデアを図面にし、そして、ものをつくる。必ずうまくいかない点が出ます。製図のもののづくりの中での位置が再認識できます。

上司に言われました。設計者は、時には芸術家であり、似顔絵士であり、工場のおっさんでないといけない。学生諸君がんばってください。製図の得意な人はいませんよ。

6. むすび

よいモノ創りのため、設計と製作は不可分である。モノ創り力は一人ひとりの設計力に蓄積される。ここからよい設計が生まれ、よいモノ創りができるのである。

ハード面でもソフト面でも仕事をする環境は便利になる一方であるが、教育環境として見た場合は悪化する一方であると感じている。コンピュータが止まると学生の思考も停止してしまうように思われる。さらに、グローバルには理工系離れ、製造業離れの問題がある。5 年後、10 年後はどうなっているのかは予測もつかない。しかしながら、口先一つでわが国全体が生き延びける世の中になっているとは思われない。だからこそ大学教育においては、低学年からの人間味溢れる製図教育をもっと真剣に考えるべきであろう。

三次元 CAD 手法が縦横無尽に駆使されている。理屈は十分に分からなくても機械や装置の図面は描ける。せめて学生時代の製図教育は原理・原則に立ち帰って、手に汗して描くのが有意義なことである。会社に入ってから製図の原理・原則を学習することはできないのである。

参考文献

1. 大西 清, JIS にもとづく標準製図法, 理工学社 (2010 年).
2. 大西 清, 製図学への招待 第 4 版, 理工学社 (2004 年).
3. 大西 清, 基礎製図, 理工学社 (2013 年).