

都立産業技術高専の資源を活用した中小企業技術者教育

Education of Engineers at Small and Medium-sized Companies Utilizing the Resources of Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

朝比奈奎一¹⁾ 大高敏男²⁾ 富永一利¹⁾

Keiichi ASAHINA, Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology, 1-10-40, Higashiohi, Shinagawa, Tokyo
Toshio OTAKA, Kokushikan- Univ., 4-28-1, Setagaya, Setagaya-ku, Tokyo
Kazutoshi TOMINAGA, Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

Among small and medium-sized companies, it is considered essential to activate the basic manufacturing industry supporting the advanced technologies of major companies (supporting industry). For this activation, reliance on skills is not enough; it is also necessary to develop unique technologies of high novelty based on the latest scientific knowledge by making effective use of existing technologies available to small and medium-sized companies. We consider that the key to this activation is the cultivation of new human resources.

The Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology (TMCIT) is located in the heart of the Keihin Industrial Area, where many small and medium-sized companies are integrated. By assuming future production based on digitization, the Production Systems Engineering Department of TMCIT adopted 3D CAD for design education from the beginning, and has been promoting an education system of digital production using these databases. With the consideration that the advanced facilities at TMCIT will contribute to local small and medium-sized companies, we have been cultivating new engineering talent for these companies since 2006. This report will introduce the content and effect of this education.

Key Words : 3D-CAD, Machining Education, Education of Engineers, Small and Medium-sized Companies

1. はじめに

東京湾を沿岸とした地域は古くから京浜工業地帯として発展してきた。特に都立産業技術高専（以下産技高専）の位置する大田、品川地域は京浜工業発祥の地として時代とともに工業の集積化が起り、戦後の高度成長期に併せて大企業の系列的な中小企業の需要が起り中小企業数は増大してきた。その後、地域の住宅化、商業化の波に押され大企業の大規模工場の地方進出や、海外進出によって中小企業の集積規模は頭打ちとなり、減少傾向に陥った。バブル崩壊後は大企業からの発注数量の減少の影響を受けて中小企業は危機的状況に見舞われた。このような逆境の中で中小企業は生き残りをかけた改革・改善を続けているが中国をはじめとする低賃金攻勢、大企業の生産拠点の海外シフト、少子高齢化等の環境悪化が続いている。

このような環境の中で、中小企業は大企業の先端技術を支えるものづくり基盤産業（サポイン：サポーティング・インダストリ）活性化が不可欠であると言われている。このためには技能に頼るだけでは不十分で、中小企

業が持つ既存技術を有効に生かしながら、新しい科学知識に基づく新規性の高い独自の技術を発展させる必要がある。この鍵を握るのは若手人材の育成であると考えられる。

一方、経済産業省中小企業庁では、地域の高等専門学校等が有する設備やノウハウを活用し、地域の中小企業のニーズに即した講座と実習を一体的に実施することで、中小企業の若手技術者育成を支援することを目的とした「高専等を活用した中小企業人材育成事業」を平成18年度から実施、提案募集を行っている。本校は先に述べたように中小企業の集積地に位置しているとともに、本校生産システム工学科においては、平成8年の創設依頼、将来のデジタル化によるモノづくりを想定して、設計教育に関しては早くから3次元CADを導入し、これらのデータベースにデジタル生産の教育システムを推進している^{1)~6)}。本校のこれら先端的設備を活用することで地域中小企業に貢献ができるのではないかと考え、産経省の事業に手を上げることにした。

本稿では産技高専で平成18年度から今年度も実施している中小企業の機械系若手エンジニアの人材育成事業の紹介をするとともに、学生教育と企業人教育の比較においてより効果的な指導体制はどうあるべきかについて経

1) 都立産業技術高専 ものづくり工学科

2) 国士館大学理工学部

験を踏まえて述べてみたい。

2. 人材教育プログラムの概要

(1) 人材教育プログラムへのニーズ調査

人材プログラムを編成するに当たって、近隣の中小企業に対してアンケートを実施した。その結果を図 1 に示す。高専に対して、技術分野については機械設計・加工、素材・材料、情報処理等の要望が多く、技術レベルでは基礎に関する要望が多いことがわかり、これらの結果はカリキュラム編成に当たって最大限反映するようにすることにした。

講義のみならず実験実習を多く取り入れ知識と技能の両方を修得させ、実践的な技術者としてのレベルアップ

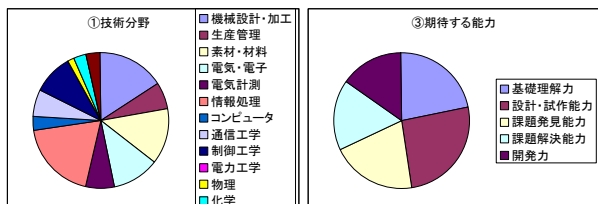


Fig.1 Results of survey in the 2006

を図る。さらに技術者としての基礎理解力から、問題発見能力、問題解決能力、開発力へとレベルを上げ、チャレンジ精神を製品を培うことで、開発・設計・製造現場のリーダーとして活躍できる人材育成を目指すものと位置づけた。

(2) 機械系技術者育成プログラム

都市集積型サポイン中小企業には、多様な技術者が活躍しており、彼らに対応できる育成プログラムを考えなければならない。機械製造業の職種と技術レベルを考慮して大きく以下の三つに分類して考えることにした。

① 基礎講座：機械製品の開発・設計から製品製造にいたる全工程に係る基礎的技術についての知識を座学と実習を通じてマスターする。

② 応用講座：機械製品の開発・設計から製品製造にいたるコンピュータ支援システムの活用方法について座学と実習によって理解する。

③ 発展講座：開発課題を決めて、研修を行う。

本稿では特に①と②について述べることにする。つまり今後のモノづくりは、固有技術をベースにコンピュータを有効に使いながら付加価値の高い製品や生産方法を指向していかなければ立ち行かなくなるという前提である。

(3) 対象受講生

講習会参加者の対象は、初級技術者および中級技術者の 2 水準を一応想定した。初級とは実際に担当している業務を、一通りこなすことができる工業高校等を卒業後に実務を 3～5 年程度経験しているものを指し、今後未経験な業務を順次覚えてもらいたい存在の技術者である。

中級とは、工場内ないし製造ライン全般にわたる業務を一通りこなすことができる工業高校等を卒業後に実務を 8～10 年程度経験しているもので、現在は現場のサブリーダー的な役割であるが、ここ 2～3 年のうちに新しいコンピュータ技術の知識を持って現場リーダーに育ってもらいたい存在の技術者である。

(4) 運営体制

人材育成支援事業を運営・遂行するにあたり、(財) 大田区産業振興協会が管理法人を務めることにした。当協会は高度な技術の集積を誇る大田区産業を将来に向けて発展させるために、構造的変化に柔軟に対応できる実施組織として設立された公益法人であり、かつて多くのサポイン支援事業を展開した実績を有している。

管理法人は都立産技高専の知的財産および施設・設備の活用を通じてサポイン企業の人材育成を推進することになる。このために大田区・品川区・荒川区の産業振興課、(財) 鮫洲会、NPO ものづくり品川宿、東京商工会議所、東京都中小企業家同友会、大田区産業プラザならびに産業界の諸団体の協力を得て、事業の普及と人材育成プログラムの充実を図るものとする。運営体制の全体像を図 2 に示す。

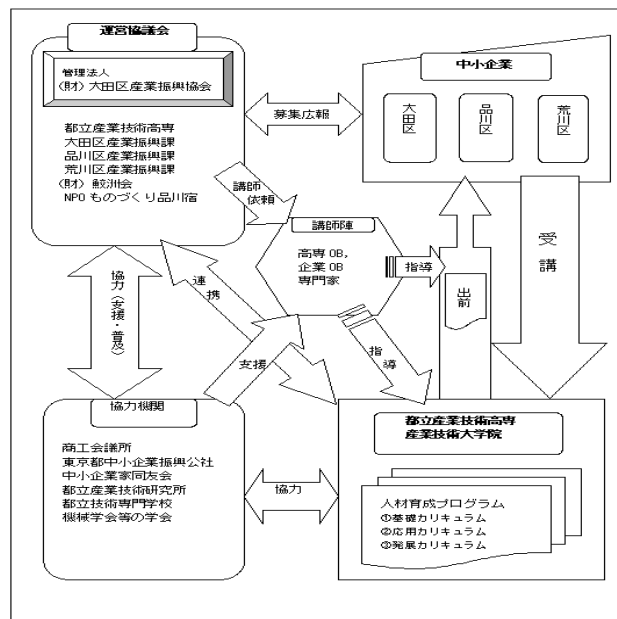


Fig.2 The administrative structure

3. 教育カリキュラムの内容

(1) 生産工程とカリキュラム

機械製造業のモノづくりプロセスと全体カリキュラムの関係を図 3 に示す。

基礎講座は「メカニカル・エンジニアリング I コース」と「メカニカル・エンジニアリング II コース」に分かれている。前者は特に設計・製図段階で必要となる基礎知識

を網羅しており、後者は製品製造の工程で不可欠な基礎知識に係る技術分野をカバーすることになっている。

応用講座はそれぞれのプロセスで必要となるコンピュータ活用技術であり、「コンピュータ活用モノづくりコース」と命名している。

(2) メカニカル・エンジニアリングコース

メカニカル・エンジニアリングコースの科目名と代表的な研修項目は図3に示すとおりであるが、それぞれの科目ごとに科目番号がつけられている。本コースは前期(7月~10月、週4回18:30~20:30)に実施された。全て1科目番号あたり16時間の研修時間であり、講義と実

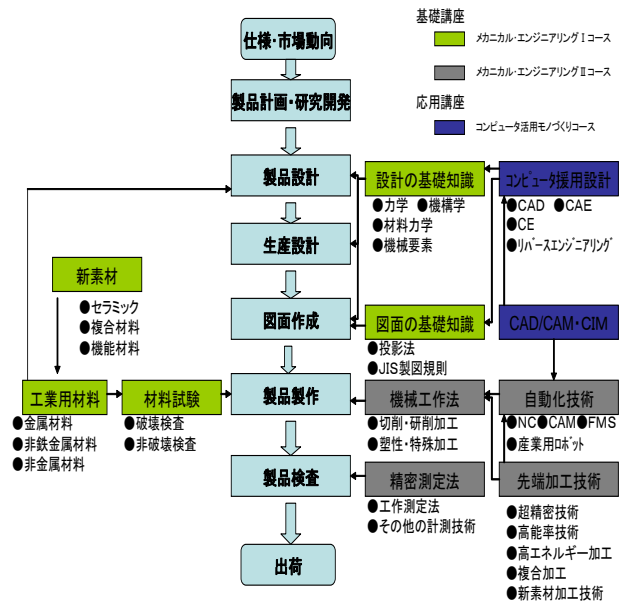


Fig.3 Flow of subjects in the mechanical engineering course

習が半々に組み込まれている。実習時間が比較的長く取られているのが特徴である。高専は大学における教育との差別化の中で実務型の実習・演習の授業時間を多く配置しており、これらの設備を活用することで可能となったもので、本人材教育プログラムの大きな特徴となっている。

実習内容は設計製図であれば投影法を始め製図の表示法を手書きで演習してもらう。材料科目では材料試験法や鋼の熱処理の実習を行い、加工科目では切削、プレス加工の実習や精密測定実習を行う。自動化実習ではPCによるシーケンス制御やフィードバック制御についてロボットの試作を通じて実施する。

(3) 講座の実施要領と応募状況

基礎講座として全ての科目を受講していただくことが本来の趣旨であるが、期間が長いことや業務内容ごとの参加希望もあり、科目ごと(科目番号ごと)に応募可能とした。定員は全て15名としている。本校の実習設備はおおむね10名1班を基準に構成されているが、応募者予想を考慮して+5名にしたわけである。科目によってはこ

れをオーバーする応募があり、早めに締め切りをしたり、講義のみ参加であれば可としたりの対策を行った。

4. コンピュータ活用モノづくり

応用講座はコンピュータ活用モノづくりに関してカリキュラムを用意した。この部分は本校生産システム工学科がいち早く他科または他校との差別化教育の柱として進めてきた3次元CADベース教育の実績を企業技術者にトランスファーできるよい機会となった。併せて人材教育プログラムの中核となる部分である。そこで、ここで実施される教育内容について少し詳しく解説を行いたい。(1)3次元CADを中核としたデジタル生産の現状

コンピュータで統合化された生産システムの全体像を図4に示す。かつてはCIM(Computer Integrated Manufacturing)と言われたが今はあまり使われない言葉となっているが、ここでは技術情報システム・管理情報システムという二つの情報システムと一つの生産制御システムから構成されている。これらの3つのサブシステムが有機的にリンクし、情報や信号のやり取りを行うことでモノづくりがすすめられるのである。全体システムの中で情報の中心となるのが3次元CADモデルデータということになる。

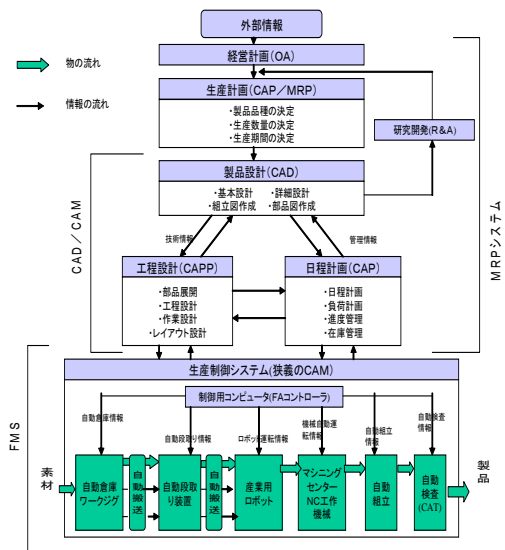


Fig.4 Production system overview

生産システムを別の視点で眺めた概念に、コンカレントエンジニアリングがある。これは上流工程の設計段階で作成した3次元形状データを合わせ持つプロダクトモデル(製品モデル)を生産のデータベースと位置づけ、各業務分野がこれにアクセスすることで、業務を並行的に進めるといえるものである。従来のように全体設計ができなければ、評価業務ができない、図面が出なければ加工が始められないといったシリアルなモノづくり方法を、コンカレントな姿に変革することで、開発から製品化への期間を短縮できるし、各部門での変更内容がダイレク

トに他部門に反映できることになる。さらに、現在は協力企業を巻き込んだ形でのインターネットを活用したコラボレーションによる設計・生産の実現にも一役買っている。

エンジニアリングの最上流業務は設計であるが、さらに川上の業務にスタイリングデザイン（意匠設計）がある。最近ではデザイナーとのマンマシンインターシブと自由曲面の対応を考慮したサーフェスモデルサポートのデザイン向き3次元CADが普及してきた。さらに、ソリッドモデルとの相性がすこぶる良い。これをスタイリングデザインで活用しC A S（Computer Aided Styling）が実践されている。また、意匠設計ではアナログモデルをデジタル化する技術であるリバースエンジニアリングの技術が利用されている。

3次元サーフェスモデルにしてもリバースエンジニアリングにしても、デザイン工程で創成されたデジタルモデルが、エンジニアリング工程に一貫して活用できることは、開発から製品化までの期間を短縮できるだけでなく、モデル変換の都度内包される誤差を排除できるため、精度のよいデータを確保できることになる。

(2) コンピュータ活用モノづくりコースのカリキュラム

上記のコンピュータ支援製造技術の実情を踏まえて、カリキュラムの作成を行った。その概要を表1,2に示す。ここでも、受講生が参加しやすいように設計部門（CAD,CAE）と製造部門（CAD,CAM,CAT）に分けた。

Table 1 Curriculum of AP-1

講座名	科目名	科目番号	項目と内容	レベル	時間数	開講日
応用AP1 コンピュータ活用モノづくりI -設計への活用:CAD/CAE-	CAD概要と実習	AP1-1	講義 コンピュータ活用モノづくりの概要 3次元CADの設計の中核とした情報化概要 CADの機能と用法	B	2 2	11/1(木) 11/2(金) 11/5(月)
			実習 2次元CAD実習 3次元CAD(ソリッド)実習	6 12	11/8(火) 11/8(木) 11/9(金) 11/20(月) 11/23(木) 11/25(金) 11/26(土) 11/29(月) 11/29(火)	
CAE・FEM概要とCAE実習	AP1-2	講義 CAE概要 FEM概要	CAEの機能と用法 FEMのしくみ	B	2 2	11/29(木) 11/29(金)
		実習 CAE実習	CAEによる構造解析実習		2 2	11/27(火) 11/28(水)

Table2 Curriculum of AP-2

講座名	科目名	科目番号	項目と内容	レベル	時間数	開講日
応用AP2 コンピュータ活用モノづくりII -製造への活用:CAD/CAM/CAT	CAD/CAM講義と実習	AP2-1	講義 CAD/CAM概要 NC工作機械の加工実習とCAM	B	2 2	12/3(月) 12/4(火)
			実習 3次元CADとCAMの加工実習 CAD/CAM実習	2 2 2 2 2 2	12/6(木) 12/7(金) 12/10(月) 12/11(火) 12/13(木) 12/14(金) 12/17(月)	
	CAT(3次元測定)講義と実習	AP2-2	講義 3次元測定機とCAT	B	2	12/18(火)
RPとRE(光造形、RE実習)	AP2-3	講義 RPとRE RP:ラピッドプロトタイプング RE:リバースエンジニアリング	デジタル製品の製造方法概要	B	2	1/7(月)
		実習 光造形実習 3次元プリンタ実習 リソグラフィ実習	光造形によるRP実習 粉体固化によるRP実習 3次元プリンタによるRE実習	2 2 2	1/8(火) 1/10(木) 1/11(金)	

(3) 実習内容の概要

本講座の特徴は実習、演習授業が多いことである。さらに製造業者のニーズ予測の中から、本校の設備に合わせて内容を決めている。CADに関しては、2次元・3次元ソリッド・3次元サーフェスの実習であるが、意匠設計も考慮してサーフェスモデルも取り入れた。CAE実習では3次元ソリッドモデルを解析モデルとして活用することで行い、コンカレントエンジニアリングのイメージを理解してもらうようにした。

加工に関してCAD/CAMシステムを中心に、測定は3次元測定機を対象にしたCAD/CAM/CATの実習を設定した。さらに新しいところでは光造形法と粉体固化法を用いたRP実習を、また3次元デジタルと3次元スキャナを利用したリバースエンジニアリングの実習も組み込んだ。これにより一通りのデジタル生産のしくみを身をもって体験できるコースに仕上がっていることになる。

5. おわりに（自立化計画にむけて）

昨年度、今年度の講座は、先に述べたように経産省の補助金事業として行っている。したがって、管理法人の経費から、本校の実施経費、講師謝金等すべて補助金が充当されている。もちろん受講生の参加も無料である。しかし、来年以降は自立化が求められている。このためには越えなければならない多くのハードルがある。対応策は一言で言えば、今まで以上に事業を企業・受講生にとり魅力あるものにする努力とアイデアが不可欠であることに尽きる。実現に向けて今後努めていきたい。

参考文献

- 朝比奈奎一：都立高専生産システム工学科における設計教育（3次元ベースのモノづくり教育）、設計工学、35、12(2000)、18
- 大高敏男、朝比奈奎一：都立高専における3次元CADを利用した設計教育、設計工学、39、5(2004)、17
- 朝比奈奎一、大高敏男：3次元CADを中核としたモノづくり教育（3次元CADによる加工実習）、平成16年度日本設計工学会春季研究発表講演会講演論文集、5(2004)、17
- 朝比奈奎一、大高敏男：3次元CADを中核とした設計教育のデザインステージへの拡張（サーフェスモデルとソリッドモデルの連携）、平成16年度日本設計工学会秋季研究発表講演会講演論文集、9(2004)、127
- 朝比奈奎一、大高敏男：3次元CADを中核とした設計教育のデザインステージへの拡張（ラピッドプロトタイプング実習）、平成17年度日本設計工学会秋季研究発表講演会講演論文集、8(2005)、19
- 朝比奈奎一、大高敏男：3次元CADを中核とした設計教育のデザインステージへの拡張（リバースエンジニアリングの活用）、平成19年度日本設計工学会春季研究発表講演会講演論文集、5(2007)、19