

# 開発型機械設計教育システム構築への一試行

近畿職業能力開発大学校  
附属京都職業能力開発短期大学校

長 嶋 喜一郎

佐々木 耕

松 岡 良 啓

藤 武 秀 司\*

大 柳 邦 夫

中 邑 重 夫

( \* 現、関東職業能力開発促進センター )

An Attempt to Establish Education of Development Type Machinery Design

Kiichiro NAGASHIMA, Kou SASAKI, Yoshiaki MATUOKA  
Shuuji FUJITAKE, Kunio OHYANAGI, Shigeo NAKAMURA

**要約** 進行する産業の空洞化に対しては、各企業の製品開発を改良型製品開発から開発型製品開発に移行する必要があると考えられる。本報文は、開発型製品開発を支える技術者の教育手法である開発型設計教育のシステム構築に向けた提案を行い、それに沿った実践事例を報告している。開発型製品開発技術者の育成は、基礎学力を確認した後に機械が製作されていく手順に沿って設計作業、加工作業、組立調整作業、完成図書の整備の順に進めることで可能であると考えられ、訓練科目と育成能力及び訓練のタイミングが示された。訓練中に自由に製品開発を構想する時間を設けること、すなわち思考訓練が、製品開発に必要な能力を育成するために最も重要であることが再確認された。他方、訓練に際しては、受講者の自由な発想を抑制しないよう留意することが必要であると見出された。

## はじめに

京都府の最北部丹後半島地域の産業には、ちりめん  
に代表される繊維関連産業と、繊維機械の製造、修理  
から発達してきた機械金属産業がある。しかし最近の  
繊維産業は、韓国、中国などの廉価な製品や、日本人  
の着物離れにより、最盛期出荷額の7分の1程度の生  
産規模に縮小した。その結果、丹後地区には多くの余  
剰人員が生まれた。しかし、地区全体の就業人口をみ  
れば、それほど多くの人口が流出したわけではない。  
それは、余剰人員の大部分を機械金属産業が吸収し、  
地区産業の新リーダーとして職場の提供に多大な貢献  
をしてきたことによる。しかし、その業務形態は一部  
に自社製品を有する開発型企業があるものの、多くは

下請け加工業に特化している。これらの企業は加工の  
高度化、効率化を図ってはいるが、海外との競争力の  
低下は例外ではなく、特殊加工などの例を除けば空洞  
化が避けられない状況にある。こうした中、丹後機械  
金属業界では、業界の将来を展望し活性化するため  
に、丹後機械工業ビジョン調査事業報告書<sup>(1)</sup>(以下、  
報告書と略す)を作成し、業界の進むべき方向を示し  
た。その中で、業務形態を加工業から脱し、より完成  
品を提供する業態に変化する必要があり、そのために  
自社製品を開発できる技術力を獲得強化する必要があ  
るとした。すなわちハイテク総合産地化を目指して、  
親企業が要求している製品の一括発注化の流れに対応  
するため、提示された仕様書に基づき機械の開発がで  
きる技術力の育成を早急に計ることとした。その仕上

がり像を、固有の専門分野で高い技術力を有する、市場のニーズになかった製品・技術を開発できる、研究・開発分野でも通用する、広い視野に立ち総合的に判断できる技術者、として育成することとした。

京都職業能力開発短期大学校（以下、京都短大と略す）生産技術科では、当地の高付加価値化構想の一環として、加工の高度化、機械設計教育の一端を受け持ってきたところである。そして今回、丹後機械金属業界からの要請を受け、機械の自主開発力の育成に焦点を当てた研修を実施することとした。

設計処理量は製品サイクルの短時間化に伴い年々増加してきた。しかし、企業内での設計技術者の育成は思いの外進まず、益々設計技術者不足を招いてきた。こうした中、企業内および教育訓練機関において、設計教育の効率化や創造性豊かな技術者育成の試みとして、創造性の育成に適した課題の設定や、体験的学習が試みられている<sup>(2)</sup>。著者らも、創造的な機械の設計法・手順を論述し、独創性の育成には思考訓練が重要であることを指摘してきた<sup>(8)(9)</sup>。また企業と連携した教育方法を提案し、製品開発の過程に沿った訓練の必要性を指摘してきた<sup>(3)</sup>。ただし、著者らが実施してきた在職者への設計教育は、構想図を作成するまでの範囲であり、実機を製作するには至っていなかった。そこで、設計教育に実機製作までを組み入れることにより、機械の開発過程が検証でき、創造性を発揮する場として討議による思考訓練や受講者間の構想の差異を調整する場面ができるなど、今までに実施してきた設計教育の不完全性が解決できると考えた。伏信らも、「実際に製造されないことによる図面の妥当性の欠如や問題点の把握が曖昧になることにある」<sup>(4)</sup>と従来の設計教育の不完全さを述べているが、創造性の方法論については言及していない。文献でも、教育訓練の中で製品開発までを実施しその教育効果及び創造性の発揮法を論述した研究報告はほとんど為されていないようである。そこで今回の研修は、開発型設計教育の試みとして、受講者の討議の下で設計課題を企画し製品開発に至る過程を確認し実機までを製作することとした。その結果、開発型機械設計教育のシステム構築について一定の成果を得たので、カリキュラムの概要と実施結果を報告する。

### 開発型設計教育の基本理念

設計の手法には、大きく改良型設計と開発型設計が

ある。改良型製品開発は、以前に開発した製品の機能、性能の伸張を目的とする。精度、信頼性、機能性の向上が重要な開発要素である。一方、開発型製品開発は、顧客の要望を優先した製品開発であり、前例が参考にならない場合がある。すなわち顧客の要望を実現するための試行錯誤を繰り返す中から生まれる製品である。新規の開発型製品にも競争力向上のための改良が加えられるが、その時の設計形態は改良型設計へ移行することになる。製品の性能が安定し少品種大量生産型製品に発展すると、人件費の高い日本では急速に競争力が落ちる。わが国の製造業に求められるのは、開発型・改良型製品であり、これを支える技術者に対する設計教育が求められているのである。

設計教育の方法としては、製造過程を体験させる訓練手法がとられ始めている<sup>(2)・(6)</sup>。従来の教育訓練では、設計の基礎知識の科目、設計製図科目及び機械加工実習科目を個別に実施し、科目間の相互関係の整理や統合を受講者にまかせてきた。これに対して実学融合教育は、教育訓練の中で個々の科目の統合化を目的とした、生産活動の体験を重視した教育訓練方式である。こうした体験型の教育訓練方式が訓練全体の理解を高めると考えられる。たとえば職業能力開発大学の応用課程で実施され、現場に即した訓練科目として成果が期待されている。しかし時間的な制約もあり、応用課程での実学融合教育の開発課題は、提示型、すなわち模範になる設計モデルを用意して、それに取り組む訓練になっているようである<sup>(7)</sup>。機械の自主開発力を育成するには、こうした提示型教育から思考訓練を重視した訓練方式に転換していく必要があると考えられる。そして思考訓練が自由な発想の素地を形成すると考えられる。このため、われわれが取り組む開発型設計教育でも体験型訓練を採り入れた思考訓練を重視すべきであると考えた。提示型教育において教育上不完全な面が残るのは、課題を分析的に討議すること、すなわち設計する機械の内容を隅々まで考察できないことにあると考えている。

このような設計理念を実現するため、今回の研修の具体的なテーマとして、設計の基礎知識、自由な発想と独創性の発揮方法、共同研究・作業の進め方、既存技術、を再確認することとともに、設計のおもしろさや、製品完成時の感動を味わうことの重要性に配慮して、設計の基礎知識の学習から実機の製品としての完成までの一貫した研修を実施した。とくに今回の研修は複数の受講者を対象にするものであるので、設計におけるチームワークによる討議を重

視し設計を分担したチームワークによる設計を実現した。

## 開発型設計教育のカリキュラム

### 1 取り組み課題、分別型缶プレス機

設計作業におけるチームワークの重要性に考慮し、設計の各段階において受講者全員による討議を繰り返し実施することで、より優れた製品を完成させる課程を体験させることとした。

今回実施した研修で取り組んだ開発型設計の課題は、受講者から出された企画を具体化した分別型缶プレス機である。この製品は、飲料用缶類の分別処理機になる。その機能の概要は、投入されたアルミ缶とスチール缶を25mmの厚みに圧縮加工するものであり、またピン類を異物として検知して装置外に排出するようになっている。課題の設定に当たっては実用的で新規性を備えるべく指導し、開発課程の全体像を俯瞰できるように、受講者が設計製作の全行程に関与できるように配慮した。また、納入先が確定した実際の製品開発設計では、納期を厳守し、性能を保証しなければならない。しかし、今回の研修での設計は、未知への挑戦を含むものであるから一定の失敗を許容している。こうした失敗とそれを克服する経験が、今後の技術力の向上に大きく寄与すると確信できるからである。そして、必ず製品を完成させることを、受講者、企業、研修担当技術者（著者ら）の3者で申し合わせた。すなわち研修の場面に、多企業から参加した技術者の模擬的な共同研究開発の場を設定したのである。

開発した機械、分別型缶プレス機を図1、2に示す。

### 2 受講者のプロフィール

この設計教育の対象技術者には高卒の新入社員を想定していた。しかし、実際の受講者の学歴は、高校機械科卒1名、大学機械工学科卒2名、大学化学工学科卒1名、大学院工学研究科機械系修了1名であった。また、研修開始時点の各受講者の業務担当分野は、設計2名、商品開発、鍛造加工、試作品の機械加工各1名、合計5名であった。また参加企業は、自社製品を持つ企業が1社（受講技術者3名）、主に特殊加工を得意とする企業1社（1名）及び加工・組立を主業務とする企業1社（1名）であった。丹後地区の多くの企業が設計部門を持たない中であって、いずれも設計部門を抱えている。参加企業は親企業から支給さ

れる組立図を部品図面に直すレベルの加工設計から、自社製品の開発ができる開発型設計への脱皮を図るための技術者育成を期待していた。



図1 分別型缶プレス機全体図



図2 分別型缶プレス機圧縮加工部

### 3 カリキュラムの構成

研修のカリキュラムは表1のように構成した。実施時間と実施内容を示す。それぞれの科目に十分な時間を配置できないにしても、強度計算等に必要な基礎工学の学習から始め、製作にかかる一連の工程を機械が製作されていく順に網羅的に実施した。カリキュラムの特徴は、外注仕様書、組立指示書作成など、設計者以外との意思疎通を図る場面を想定し充実したことにある。この目的は外部との意思疎通を図るための図書を整備する中で、設計意図、図面の妥当性などが明確になり、設計全体を把握できると考えたからである。

研修時間は、外注分を除き、技術者5人が1日6時

表 1 開発型設計教育カリキュラム

科目数	実施時間	内 容
数学	12	関数、微分、積分、微分方程式
工業力学	12	力の釣り合い、重心位置、質点の運動
材料力学	12	応用とひずみ、曲げ、梁のたわみ、座屈
機械力学	12	トラスの応力、運動方程式、角運動方程式、振動
機械材料	12	金属材料、熱処理、エンジニアリングプラスチック
機械加工法一般	6	各種機械、加工法の特徴紹介
機械要素設計	12	許容応力、安全率、各種機械要素とその設計法
設計の考え方	6	設計の進め方、一般的な設計手順、課題の仕様考察
機構部の設計	24	分別型缶プレス機の設計製図、組立指示書
制御部の設計	18	分別型缶プレス機の制御部設計製作
機械加工実習	12	旋盤、フライス盤加工実習
部品加工	36	部品加工、外部発注作業
組立調整	42	組立調整、仕様達成のための改善作業
完成図書	6	メンテナンス法、技術資料作成などのまとめ作業

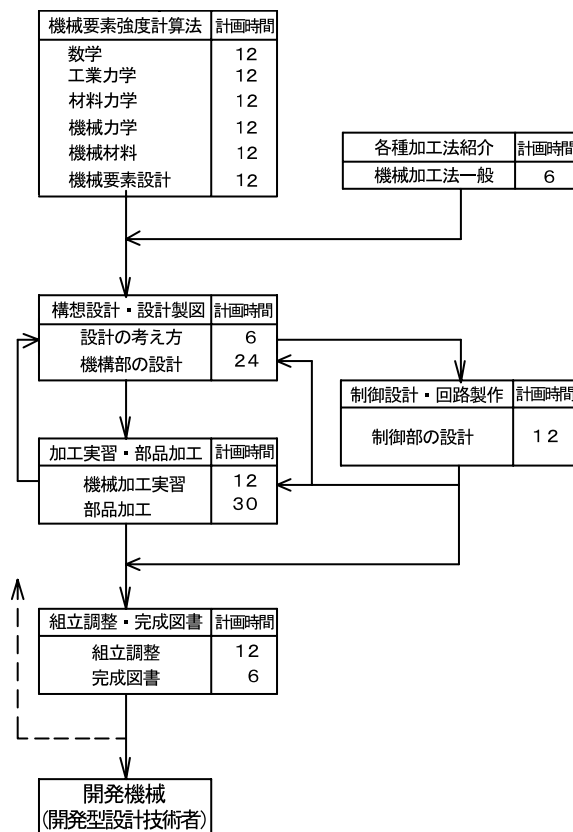


図 3 研修体系と機械開発過程の情報の流れ

間作業し、週 1 回ずつ 30 回（1 人の実働 180 時間）で計画した。しかし、設計変更、調整作業に多くの時間を必要としたことや、全員が揃わない回があったこともあり、結果的に 37 回の実施で一応の完成を見た。図 3 は今回試行した研修体系図である。各科目に対する訓練時間の配置計画と、図 3 上での科目の配置位置の上下をおおよそその研修順序として示し、実線で示した矢の方向によって機械の開発過程における情報の流れを示した。すなわち、設計作業、製作作業の各局面で訓練した知識のタイミングを示した。なお、時間を遡る矢は情報のフィードバックによって設計が改善されたことを示し、破線の矢は将来、機能・性能の向上に必要な情報の還流を示している。

#### 4 カリキュラムの意図及び実施

表 1 の「数学」から「機械要素設計」までの科目及び「機械加工実習」では、機械設計の前提となる知識を確認している。機械加工実習は、加工の可否を理解した上で設計するためにも重要である。これらの科目の実施によって、強度計算が行えること、基礎的な機械要素や部品が選択できること、設計した部品等の機械加工法の可否を判断できることなどの能力を

獲得できると期待される。

「設計の考え方」は、開発型設計教育の最も重要な科目の 1 つになる。新たな機械を構想できること、合理的な手順で設計できることの能力の獲得を期待している。とくに機械の開発における構想設計はその機械の機能、機械の作り易さなどを決めてしまう。そのため、設計者はこの段階に最も時間と知力をかけて、苦心するところである。今回の研修では、受講者が機械を企画することから検討を開始した。この構想を検討する作業に、「設計の考え方」、「機構部の設計」の時間を使い、分別型缶プレス機他、バトミントンのシャトル発射機についても討議を通して検討した。いずれも受講者にとって未知の機械のため、既存機械の技術に捉われることなく新たな機械を構想できたようである。また、合理的な設計の手順として、設計は最重要部位を第 1 にし徐々に設計の範囲を周辺に広げるようにすること<sup>(8)(9)</sup>などを指導した。ここでの自由な構想と討議が、新たな機械を開発する具体的な力に繋がることを期待した。

「機構部の設計」においては、製作図面を正確に描けること、チームワークにより設計できること、を目標とした。仕様・構想については受講者間で合意をしその合意に合わせて各受講者は担当した部位を設

計し検図した。ここでは、他の受講者の設計部位と歩調を合わせ、お互いの構想を組み上げながら設計を進めることでコンカレントな取り組みが実現できた。なお、「設計の考え方」及び「機構部の設計」に設定した時間は30時間であるが、他の科目と異なり研修時間外の研修活動、すなわち設計・製図作業を研修時間外に行うことが可能である。そのため研修時間の多くを討議に当てることができた。

「制御部の設計」では、制御系の設計と実装が行える、もしくは外注仕様書が作成できることを目的に実施した。ここでは受講者の電子技術的な知識、技術力が高くないことを考慮し、モータ駆動回路、センサ回路などの基本回路を製作し動作を実験した。このことで、機械のコントロール法を学習し、機械制御、電気回路設計に対する受講者の理解を促した。

「部品加工」においては、設計部品の加工性の良否が判ること、加工業者に発注ができることを目的として、設計部品を加工した他、発注作業を経験した。

「完成図書」は、完成した機械の仕様を初め、操作法、メンテナンス法などを記した納入先提出用図書を指し機械の全容が記録されている。ここでは、機械の操作法、メンテナンス法が書けることを目的にして、各受講者が担当した部位について部分的にはあるが作成し意図通りの設計ができたことを確認した。また、設計者の役割として、設計機械を詳述した技術資料の作成が必要である。修理・改造等の資料として用いられるもので、完成図書と同様一部をまとめた。これは技術を蓄積する意味で重要な資料である。

個々のカリキュラムは、過去京都短大生産技術科で実施してきた研修と同等である。そしてこれらの大部分は一般的な技術力として育成が可能である。しかし、個別に実施していた研修を1つの製品を作る目的で図3に示す体系のもと集約して実施したこと、渉外作業の実施によって外部との意思疎通を図り、完成図書作成作業によって設計意図を検証したことが機械設計への理解を深めたと思われる。製品の開発において、著者らは先輩技術者として設計や加工の可否の判断を助けた。

## 5 討議の進め方

今回の研修の特徴として討議を活用したことが挙げられる。討議を行う際は、著者らは受講者の相談的な役割に徹することが重要であった。システムの全体構想は受講者と指導者との討議により固めていった。そ

の際、1つの機能の実現においても各種の案が出た。それぞれの案について長所や欠点を確認し実現可能な案について集中討議した。しかし、両者の経験の差により、指導者は技術指導的な発言が強くなる傾向にあり、受講者は指導者の設計を追認する形に陥る傾向があった。このことが、自由な発想を制限し受講者の思考を減退させる原因になることも分かった。そこで、受講者の設計に戻すため、全員での討議は機能の実現が可能かどうかについて議論することとし、より具体的な設計案の検討においては、各受講者に担当の設計部位を任せ、受講者間での討議とした。

担当者は設計案を提出し討議のまとめをした。そして複雑な案の提出の際にはボール紙を用いた試作も実施した。担当者には、議論を参考に再考を求め、最終的な設計案を一定の時間において決断させた。独創性などの技術者の個性にも依存する面を有する技術は、繰り返し失敗することなどで育成されると考えられるが、一連の設計過程の中でその芽が獲得できると期待している。

## 6 その他

詳細な図面作成の段階では、加工手順、加工方法などについて具体的に指導した。また、長期研修にありがちな停滞、中弛みがあった。その原因の1つは、技術的な行き詰まりや何をどうしてよいか分からないことが起きることにある。この解決には、相談、議論ができる先輩技術者が必要であるし、著者らはその役割を果たした。また受講者に責任を持たせたことが、技術者としての自立を促すとともに開発力を育成し、学習意欲の向上に繋がったと思われる。そして、設計品が完成したことで受講者に達成感を与えた研修、開発型設計へのいとぐちに繋がる研修になったと考えられる。

## 開発型機械設計技術者養成講座 アンケート結果

今回の研修に対する受講者の評価を示す。問1、2については、企業と受講者の両者に、また、問3、4は受講者にアンケートを実施し評価を得たものである。以下その一部を報告する。

問1 学科と実技を一貫して実施した設計・製作作業の研修について  
企業の回答

- ・学科と実技の組み合わせ教育は、大変よい。受講者が替わるから継続的な実施を希望する。

受講者の回答

- ・今後も必要な研修。製品を作ることで総合力がつく。
- ・自分で考えて作る経験ができ、勉強になりおもしろかった。よい研修。
- ・必要な研修だ。大変よかった。学科も仕事のどこでどのように使うかがよく分かる。

学科と実技の組合せ教育について、企業、受講者両者の賛同を得た。また設計製作の際敬遠されがちな学科の必要性も理解された。

#### 問2 内容、レベル、時間の過不足等の具体的な研修改善について

企業の回答

- ・レベルはよかった。自らの手で課題を達成する実施内容もよかった。
- ・各科目とも時間が不足していたようである。もう少し時間を長くしてもよい。
- ・技術者が長期拘束されるが、会社を離れ研修に集中できるため、現状の Off-JT 方式の研修でよい。また時間不足については2年目として継続してもよい。

受講者の回答

- ・学習経験のない科目が多くレベルが高かった。
- ・講義時間に対し内容が濃く消化不良になった。
- ・1年をかけた研修としても、内容が多く、時間が不足する。今回の研修を2段階に分けてはどうか。
- ・内容はよい。時間が足りなかった。とくに組立調整時間が少なかった。
- ・機械加工実習の時間を多くしてほしい。
- ・加工実習より、設計上知る必要がある加工常識を知りたい。
- ・設計を細分化し、また設計に時間を多く使えば、結果的に加工、組立調整時間を短縮できるのではないかと。

研修内容について、受講者の意見は、授業レベルが高く、学習が遅れ気味になったことを告白し、また時間数の短さを指摘している。また、時間数の短さが教育を提示型にする傾向も指摘し、時間の短さへの対策案を提言している。なお企業側としては、少し高いレベルの訓練設定を望むことが分かること、また延べ

10ヶ月に及び技術者を拘束した研修にも拘わらず、企業から得た時間延長の回答は本研修への期待が窺える。

#### 問3 この研修のよい点、不満な点、研修はおもしろかったか。その点はどこか。

よい点

- ・設計から製作まで一連の作業ができたこと。
- ・自分で設計品を考えるとこころ。
- ・実習を通じて学習ができたこと。
- ・自分たちの考えたものが実際に作れたこと。
- ・パーツの見積もり・発注を経験したこと。
- ・設計製作を一貫して体験できた。製作を通じて機械加工が身近なものになった。

不満な点

- ・少しレベルが高かったこと。
  - ・ペースが速かったこと。
  - ・講義時間に対し内容が濃く消化不良になったこと。
  - ・もう少し機械加工について学びたかった。
- おもしろかった点
- ・作るもの考えたこと。意見を出し合えたことが楽しかった。
  - ・何を作るか考え製作できたことがおもしろかった。他社の技術者との討論が刺激になった。
  - ・自分たちで考え作ったこと。みんなで考え作っていく工程が楽しかった。
  - ・設計課題を自分たちで決定できる点が楽しかった。

自分で考えそれを製造するタイプの設計教育は受講者に作る楽しさと実際にできてくるものづくりの喜びを与えたことが分かる。しかし、一定レベルを確保すべく詰め込み型の指導をした面もあり、初級の段階としては”受講者の設計を受講者が作ること”に焦点を当ててもよいのではないと思われる。

自分たちで考えそして製作する経験は初めてでありまた失敗を許される経験も初めてであろう。少しハイレベルであると感じた訓練も、受講者の意見で機械が実現していく設計環境によって、受講者間の意見の相違や設計技術的ハードルを乗り越える活力になったようである。また共同作業の困難さと楽しさを経験し、他社技術者との交流に技術的な刺激を受けたことが分かる。

#### 問4 この研修を後輩に受講させたいか。それはなぜか。

- ・高卒の人にはぜひ受講してもらいたい。
- ・受けさせたい。他社の技術者の話が聞ける。
- ・全員協力して機械を製作するという経験を味わってほしい。
- ・受講を勧める。機械工学を学んでいない人は勉強になり、機械工学を学んだ人にはよい復習ができる。設計製作の難しさと完成したときの喜びを味わってもらいたい。
- ・改良は手を加えやすいので、もっと機能的に実用化されたところがみてみたい。

受講者の立場から後輩に受講させたいという意味表示もあり、今回の研修試行はカリキュラム、教育訓練手法について一定の評価を得、初期の訓練目的はおおむね達成できたと思われる。また、今回の研修で技術者として意見交換をし技術を獲得する欲求、技術者としての興味、自覚が発生し、仲間意識も芽生えている。他社技術者との技術交流、討論、共同作業体験は1つの教育目的でもあった。

## 考察

分別型缶プレス機は受講者の企画のもと技術力の集大成として完成された。製品としての完成度は未熟であるが、完成図書、技術資料までを作成し機械を分析的に評価することで開発型製品を開発する能力を獲得したと考えられる。

今回試行した教育システムを表2にモデル化し、訓練科目と習得能力を訓練順に示した。

表1のカリキュラムと教育手法が試行された結果、設計技術者としての基礎知識と機械の開発法が獲得され機械が開発された。すなわち製造過程に沿う形のカリキュラムと訓練手法は開発型機械設計教育システムとしての一定の成果を得たと考えられる。しかし、報告書の求める成熟した技術者の育成は今後の課題になる。

開発力は繰り返される思考訓練により育成されると考えられ、教育段階における指導者の関与度は発想的フォローアップでよいと考えられる。すなわち設計者の未熟な発想を抑制しないことであり、どうしても突破できない技術については共同開発的な指導をするシステムも必要になる<sup>(3)</sup>。

著者らは先輩技術者として活動した。しかし、現場経験に乏しい視点も多々あると思われ、経験豊かな先輩技術者との技術的交流を充実すればより成熟し

表2 開発型機械設計教育システムモデル

訓練順	訓練科目	習得が期待される能力
1	設計基礎知識 (数学～要素設計)	・強度計算が行える ・機械要素、部品の選択ができる
2	設計の考え方	・新機械を構想できる ・合理的な手順で設計できる
3	機構部の設計	・正確な図面が描ける ・チームワークによる設計ができる
4	制御部の設計	・制御系の設計ができる ・制御系の外注仕様書が書ける
5	機械加工実習	・加工法の特徴が判る ・加工の可否がわかる
6	部品加工	・加工性の良否が判る ・加工品の外注作業ができる
7	組立調整	・機構、制御法の良否が判る ・安全性、メンテナンス性の良否が判る
8	完成図書	・操作法等機械の管理法が判る ・改善資料が作成できる

た研修に繋がるものと思われる。

## おわりに

開発型設計教育を実施した結果、分別型プレス機が完成した。そしてその成果は表2にまとめられた。機械が完成したのは試行の成果である。他方、いずれも新入社員ではあるが、受講者に年齢差があり、リーダー格の人材に恵まれたことも挙げられる。

今回の研修実施上の留意点として、設計時間の関係もあり受講者に早めの決断を促したことがある。その点、受講者から検討時間延長が要求され、計画時間内において仕上がり像に効率よく近づけるための時間的整合性を図る必要性が課題として残った。このため設計の基礎知識に対する訓練時間は、強度計算、運動解析の際実施する科目であり、受講者の知識のレベルに合わせて圧縮し、設計と組立調整の時間を充実することとして、現在、京都短大生産技術科では4度目の開発型機械設計教育を実施している。

## [参考文献]

- (1) 丹後機械工業協同組合、丹後機械工業ビジョン調査事業報告書、1992年
- (2) 日本機械学会関西支部、フォーラム・ワークショップ資料集(どうすべきか設計製図教育 大学および企業サイドから見た設計製図教育の在り方)、1994年
- (3) 長嶋、岡安、段、企業と職業能力開発施設の連携

- による設計技術教育システムの提案、報文誌、  
1998年、第10巻、第1号、p15 21
- (4) 伏信他、新しい設計教育のひとつの試み、日本機械学会〔No.01 35〕第11回設計工学・システム部門講演会講演論文集、2001年、p286 288
- (5) 金田他、コンカレントエンジニアリングを目指したロボット設計製作教育、日本機械学会論文集、2001年、第67巻、第659号、p268 273
- (6) 雇用・能力開発機構、新たな事業展開を担う高度な人材育成の推進事業に関する報告書、2000年
- (7) たとえば、塩練他、グループ課題学習における自己評価について、近能大紀要、2001年、第9号、p17 19
- (8) 長嶋、卒業製作にみる機械設計教育の課題に関する一考察、報文誌、1994年、第6巻、第2号、p11 16
- (9) 長嶋、機械設計システムの教育法について、報文誌、1995年、第7巻、第2号、p99 104