

工業高校・大学（工学部）を一貫する教育課程の研究開発

－大学との連携を生かした工・大認定科目「機械工作」の教材開発と実践－

日本工業大学付属東京工業高等学校 機械科 松林 孝・真金 秀雄

本校は、実践的な体験を基礎に、豊かな人間性と創造力を育て、社会のニーズに対応する真のエンジニア育成を目標に、創立以来99年間技術教育を柱にした工業専一の高等学校である。昭和42年本校が母体となって日本工業大学を設立（埼玉県宮代キャンパス）、学校法人日本工業大学として法人組織され、附属中学・高校及び大学・大学院を有する学園を形成している。本校での設置学科は、多様化する生徒の進路希望を具体的に支援できるよう平成17年度より理数工学科特進コース・マスターコース、国際工学科、機械科、建築科、電子情報システム科の5学科に改編、附属中学からの中高一貫6年制課程を加えてそれぞれ特色ある教育課程により編成されている。

1. はじめに

学園の併設する日本工業大学へは毎年およそ半数の卒業生が進学している。このような環境のなか、日本工業大学の3学科〔機械工学科・建築学科・電気電子工学科〕と連携を強化して、「工業高校・大学一貫の工業教育推進に関する研究開発」を課題に取り組み、前期（平成12～14年度）は実践研究、後期（平成15～17年度）は大学での研究コース生の学習過程状況の調査と研究成果の一般化を主眼にした研究を実施した。

今回紹介するのは研究開発の取り組みのなかで実施された工・大認定科目「機械工作」の教材開発と授業実践についてである。工・大認定

科目は、工業高校・大学工学部の接続カリキュラムを検討し、工業高校在学中に大学単位を認定する科目で、「機械工作」は高校で学習する4単位と大学1年次で履修する「ものづくり概論」（2単位）の科目内容を精査するとともに工作理論と体験学習を融合して工業高校生が理解しやすく学習意欲を喚起できる内容とし、大学の教育課程との一貫性を検討して設定されている。大学教員とのTT授業やオリジナル教材の作成、実践授業のための「レクチャールーム」などを活用した工・大一貫授業の取り組みについて報告する。

2. 体験学習と理論を融合した工大科目「機械工作」（3年4単位）の実践

(1) 専門教科における資質教育の必要性

工業高校における専門教科は、「物を創る」ということを根幹に据えた授業展開が必要である。「工作Ⅰ／工作Ⅱ」の基礎はもちろん大切であるが、時数の制限があるからといって、工作機械の種類・切削工具の種類・回転数の計算等、個々の事柄だけで終わってしまうようでは、興味がいまひとつの授業内容になってしまう。

それは、単なるアイテム（道具）を覚えただけにしか過ぎない。問題は、そのアイテムを製品の加工工程（加工面）に合わせて、どう使い分けることが出来るかという能力を養うことこそ究極の目標とすべき教育である。そのための効率良い授業として、現場で体験できる「融合の授業」が必要になってくる。

即ち、図面を見て製品の完成形を想像する。そして、加工工程を考えながら切削工具や工作機械を自分の力で選定する能力を養う。ここに興味を持たせイメージを膨らませる楽しい授業の在り方があると思われる。

最終の定期試験は、そういった結果ともいえる能力を発揮する場であり、試験問題は3面図と、それを想像するレベルに合わせた立体図を組み込んだ形が望ましい。

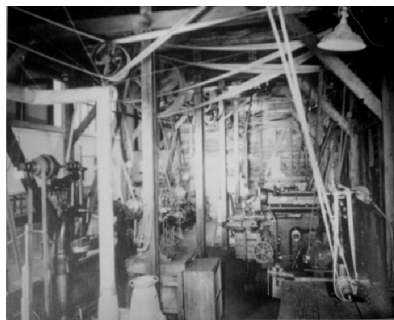
専門教科は、個々の事にあまり捕われず、授業のあり方を「資質教育」の方向に考えるべきではないか。

教科書は、日本工業大学との一貫教育ということで大学が現在使用している「機械工作」と高校側は、1, 2年次で使用した15年度文部科学省検定済み「新機械工作」を併用して授業を進める。

(2) 融合授業

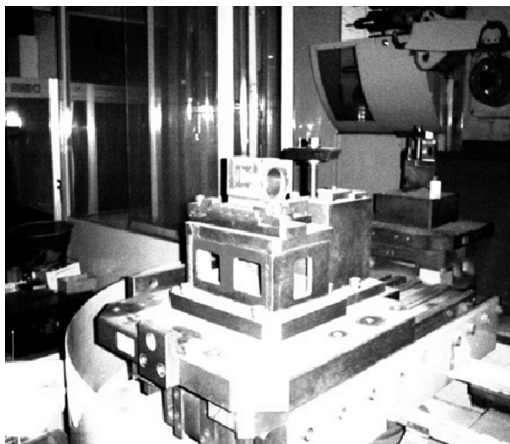
本校は昭和40年頃まで外部受注生産活動（卒業生からの）の仕事为数多くこなしていた関係で、往時の生産を向上するために設計製作され使用されていた治具・取り付け具が沢山あり、格好の教材になるため授業は「工作機械と生産」という項目から始め、生徒共々現場（機械実習室）を訪れては、質感量感を含めて実物に触れさせながら授業を進めた。

「機械のあゆみ」という項目では、戦前から使用していた本校の旋盤を、旧工場の写真で紹介した。



旧実習工場

このように「融合授業」を、加工だけでなく如何なるときもリアルタイムに行動しやす



治具・取り付け具例(横型MC)

くするため現場に隣接した『レクチャールーム』を確保し、体験学習を有効にする理論を展開することで教育効率の向上に配慮した。

とりわけ専門教科は、座学で教わったことを忘れないうちに、体感することに意義がある。即ち「百聞は一見にしかず」だと思われる。融合授業こそ正に効率の良い授業であると確信している。

① TT方式授業

日本工業大学の教員によるTT授業は出張授業でパワーポイントと教材を持参してもらい、高エネルギー加工（放電／電解）の視聴覚授業を展開した。また大学に向いて機械工作センターでの実技講義も実施した。



大学教員による視聴覚授業
(塑性加工／鋳造／高エネルギー加工「放電加工」
「電解研削」)

② 融合授業—溶接実習

前期の後半に、溶接の授業を融合授業で展開した。始めの1時間を座学的に講義し、後半の部分で現場に移動してガスボンベを前にしてガス漏れなどのガスに関する安全知識やアセチレンガスによる溶断や溶接を行った。



溶接実技を融合しながら講義

③ 融合授業—旋盤実習

座学的な講義のあと、実習室に移動して教えたばかりの知識をもとに旋盤加工実習に入る。旋削作業のハイライトとも言える「ねじ切り作業」ではM14×2の雄ネジを切るが、熟練した技術が必要なために、予め作成した本校製オリジナル教材CD「ねじ切り名人」を繰り返し見るイメージトレーニングを自宅のPCで行っておくよう指導した。ここで注意することは、実習時間がタイトであるために「ねじ切り」での失敗は即、最初まで戻らなくてはならないことに繋がるわけである。CDトレーニングの繰り返しを導入することで、本番での失敗を限りなく減らすことに成功した。

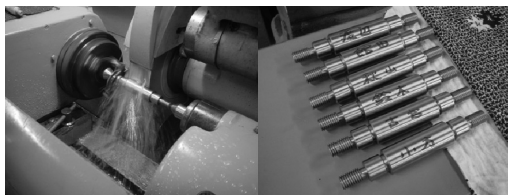
④ 融合授業—研削実習

旋盤での製作課題が後から行う研削作業に使



旋盤のねじ切り作業

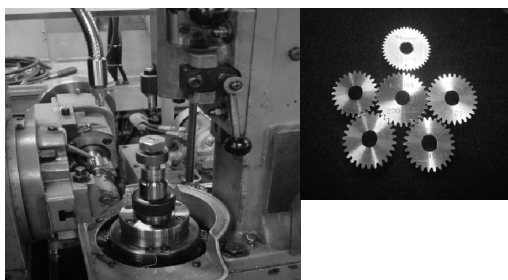
用するトラバース研削に最適な三次加工形状に設定してある。従って、砥石に関する知識と研削作業が体験できるわけである。



研削実習

⑤ 融合授業—歯切り実習

歯切り盤では、講義で歯車に関する知識と創成法、更に条件付オリジナルギヤーの設計（モジュールと歯数を自由設計）をさせて、歯車はアルミニウムを使用し、最終的に、日付と名前を彫刻機で彫って完成である。



オリジナルギヤーの設計・製作

⑥ 融合授業—マシニングセンター&段取り作業

MC（マシニングセンター）は、元々の母体がフライス盤なので、簡単なプログラミング実習を経てから、MCを最大限に活かす最も重要



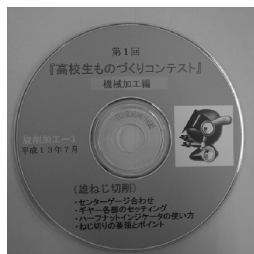
取り付け具

縦型MC実習風景

と思われる技術として「治具・取り付け具」がある。そこで、実際に「治具・取り付け具」の設計の基礎として重要な「段取り作業」を道具の名称から説明して、複雑な形状の工作物を用意して段取り実習を体験する。

(3) オリジナルテキストの教材開発

① 融合授業を効果的に生かすため「工大一貫機械工作専用テキスト」を作成した。内容は正に授業そのものであり、引用の教科書や使用した加工図面とデジカメ写真を盛り込んで、中には旋盤作業のハイライトである「ねじ切り作業」の加工手順から完成まで収録したCD「ねじ切り名人」を付録に付けた。



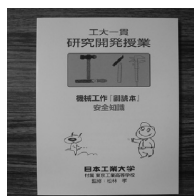
CD「ねじ切り名人」



機械工作オリジナルテキスト

② 「サブテキスト」安全知識を発行して、今までに不足していた部分である、安全教育を徹底した。

③ 更に、機械加工の充実を図るため加工テーマ（高校生ものづくりコンテストの題材）をもとに、完成までを収録したDVDビデオ「旋盤作業の全て」を作成した。DVD編集によるチャプターサーチが可能のため、オムニバスに学習でき、今後の授業に活用したい。



サブテキスト「安全知識」



DVD「旋盤作業のすべて」

(4) 融合授業の成果を問う定期試験

〈前期中間試験〉

考えて答えを案出するかたちの試験問題の内容にこだわる。

- ・機械工業のあゆみ／機械工作と生産
- ・塑性加工／工業材料

〈前期期末試験〉

融合実習を体験した部分での、初めての試験

- ・溶接／鋼の熱処理／切削理論

〈後期中間試験〉

融合実習を体験した部分での、旋削加工図面をメインとした2度目の試験

- ・旋盤作業／研削盤作業

〈後期期末試験〉

融合実習を体験した部分での、フライス加工図面をメインとした試験

- ・歯切り盤／マシニングセンター加工
- ・段取り用具／作業の基本

3. おわりに

本講座では、初めての試みでもあった「融合実習」に対する反応と授業展開について毎年同じ設問によるアンケートを実施した。受講生の反応は、高得点の試験結果である事もさることながら技能・技術の定着率を含めて、本科目に対する受講後の意識の変化と同時に、受講したことに大変満足してくれたことを確認した。

高校と大学が連携して教材開発した工大認定科目やTT指導、遠隔授業の研究成果は研究開発期間終了後も本校の教育課程編成に具体化することはもちろん、本研究が一学園に留まらず広く一般化されることで、工業高校生の大学進学への目的意識の向上や大学での研究目標を明確にするなど、微力ながら技術創造立国における人材育成に役立てればと考えている。