

機械工作実習および卒業研究におけるモノ作りと創成型教育

○ 正 中津正志 (苫小牧高専) 正 池田慎一 (苫小牧高専) 藤川 昇 (苫小牧高専)

要 旨

機械工作実習におけるモノ作り (各加工分野における製作、自由課題製作) や卒業研究におけるモノ作り (卓上型F Aシステム) 教育の現状を報告し、問題点の検討や創成型教育について考える。また PBL (Problem Based Learning) を取り入れたモノ作り教育の計画についても述べる。

1. 緒 言

専攻科の設置、高専の独立法人化、JABEE 認定のための教育目標、教育方法の見直し、本校将来計画の中での学内組織、機構の見直し、実習工場の改修計画、など、高専は大きなターニングポイントに立たされている。文部科学省の諮問を受けた検討会の中間報告を見るまでもなく、高専はモノ作り教育の基盤技術を支える実践的技術者の育成に大きな役割を果たしてきた。中学校卒業後の早期の段階から、ものづくりの現場感覚を育み、創造力を涵養するにはどのような「ものづくり」教育を目指せばよいのか検討した。

2. 工作実習におけるモノ作り

2-1 工作実習における製作課題

表1に工作実習の中で学生に製作させている製品の一例を示す。広範囲の加工作業を広く習得できるように工夫している。しかし加工技術の習得にはよいが、これで創造

表1 工作実習における製作物

加工部門	製作物
鋳造	ヤゲン台、平歯車、丸ハンドル、文鎮
鍛造	杭、タガネ
溶接	円筒容器、溶接曲げ試験片
旋盤	軸、プシュ、引っ張り試験片
機械仕上	四角棒、組み合わせ部品、ブロック
手仕上	四角プレート、おけ型容器、ローラー
NC	ハンコ、軸、小物

性が育つかといえば、残念ながら否と答えざるを得ない。実習における問題点を列記すると、①まず始めに実習は、製作に要する実習作業が決まっており、その作業範囲内で課題をこなす方式をとっている。これは40人の学生を同時に効率良く、平等に実習するためである。そこには学生の自由な発想、工夫の入り込む要素は少ない。②時間内に作業し、結果はレポート提出で終わる伝統的実習スタイルをとっているが自分で作業した内容をまとめて述べるプレゼンテーションの場が実習にも必要と考える。③テキストを使って無駄のない作業方法、失敗しないような作業方法や作業手順を丁寧に教えていたが、これが知らず知らずのうちに失敗の経験不足をまねく結果につながった。失敗を工学的に捕らえ活用する指導が望まれる。④技術が発達するにつれ、要求される実践的技術の範囲は広がり、かつ高度になってきており、限られた時間、施設設備、指導人員のなかでは教えきれない。実習方法に大幅な変更、工夫、改善が必要である。

2-2 問題解決型製作の試み

写真1は生卵パッケージコンテストを行った時の作品の一例である。解決しなければならない問題として設定したのは、「生卵を地上5mの位置から落としても割れないパッケージを製作せよ」「パッケージの大きさは縦、横、高さが100mm以内で材質、構造は自由」である。

学生は課題を正しく認識し問題がどこにあるか考えなければならない。課題の問題点をあげ、要因を分析し、工学的な検討を加えパッケージの設計を行う。製作技術も結果に影響してくる。落下実験の結果39人中13人が卵が割れたり、ひびが入り失敗した。

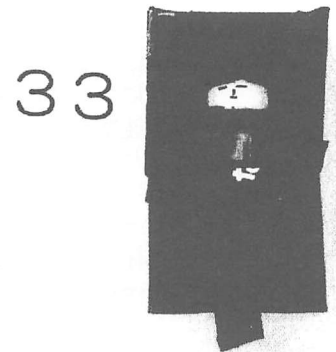


写真1 生卵パッケージ

卵が割れないパッケージは色々考えられるし、この課題は問題解決型であるとともにこれは正解の無い、又は多様な解を取り得るいわゆる「Open-Ended Problem」である。

2-3 自由課題による製作

学生には固定した実習課題よりも、自由に工夫して何かを作りたいという欲求が強い。そこで学生のモチベーションを高め、創造力を涵養するために、自由課題を設定し、2人1組で計20種を製作させた。

その結果、①機能を重視し仕上げ程度が悪い。②図面不備のため、寸法精度が悪い。③計画図と作品が大きく違う。④専門知識が活用されていない。⑤創造力が劣り、発想が貧困である、など多くの課題が見えてきた。この試みの結果は、指導者側にも多くの失敗、反省点を残しているが、課題に取り組む学生の意欲と、指導している技官の熱心さがすべてのマイナスをカバーしており、失敗が多いことが、実は一番の教育成果であったのではないかと考えている。

3. 卒業研究におけるモノ作り

3-1 空き缶つぶし機の製作

卒業研究のテーマとして、「人力」で空き缶を簡単につぶし収納する簡易小型機械の製作をさせた。その結果として、①学習した工学知識をそこに活用出来ない。②構造、機構を考え、それを力学モデルに変えて設計計算することが苦手、③何が問題でそれを解決するにはどうしたらよいか考

える力が劣っている。ことを学生に感じた。

3-2 卓上型FA実験システムの製作

卓上で素材の供給、搬送、検査、加工、検査、搬送、製品格納までを行うFAシステム(写真2)を卒業研究で製作させた。

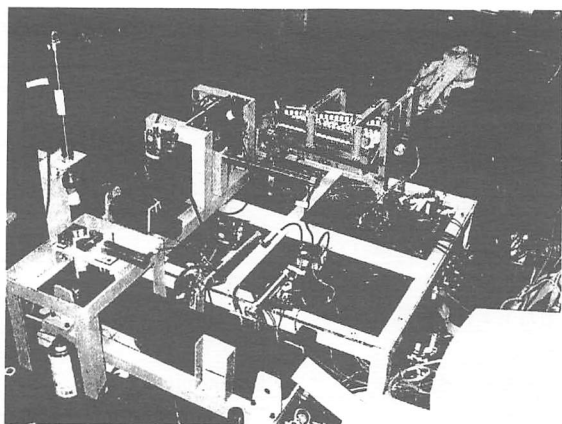


写真2 小型FA実験システム

その結果、機械工学科学生の不得手としている制御技術の向上には良かったが、新しく作ったり、改善や改良の時のアイデアが少ない。独創的アイデアはまず他人の工夫、改善の跡をなぞり連想することから始まる。

4. 創成型教育に向けて

現状を見直し、創成型教育を実習やモノ作り教育に必要な事柄を列記すると、

第1に、計画、設計、製作、検査までを「ものづくりのプロセス」として習得させるには固定メニュー実習では限界がある。自分で製作プロセスを考え課題にアプローチしていく能力が必要である。特に企画や計画、発案する力が不足なので、オズボーンの自問法が有効と思われる。

第2に「失敗を恐れない勇気と、工学的に失敗の構図を勉強させる」道筋のない道を学生に歩ませることが必要である。

第3に創造性を養う方法として、正解が一つでない課題(Open Ended Problem)を与えることにより問題解決や開発への意欲を持たせる。コンテスト方式で競わせるのもよい。

第4に創造性を引き出す問題設定解決型学習方法のPBL(Problem Based Learning)を採用し、実際の問題や課題について、グループで取り組ませ、考えるプロセス、アプローチの方法、グループ作業での共同作業のやり方を学習させる。これによって、固定した課題、手順が決まった加工方法、皆同じ製品製作と同じ経験というドグマからの転換がはかれる。そこではアイデアを出すためのブレインストーミングなどの手法も使える。

第5に共同作業の経験をさせる。エンジニアリングとはチームワーキングにあるといわれている。リーダーを決めそのもとで分担して作業を進める。実習は班単位で行うのが好都合である。

第6にプレゼンテーション能力の養成も大事である。自分で考え、設計し、制作した一部始終を、皆の前で発表するのは大切な経験であるし、学生も皆の前で苦労したこと、工夫したことを話したいはずである。

第7にディベート(Debate: 討論)の導入である。相手を説得する経験は従来の授業に決定的に不足していたことである。質疑応答やディベートの中で製作物を決め、方針を決め、役割分担を決め、結果を評価する。

5. PBLを取り入れた新しい実習計画

PBLを取り入れた実習計画として、あらかじめ実習についての趣旨、概略の計画を学生にガイダンスする。次に解決してもらいたい「モノ作り問題」をいくつか提示する。クラスを5グループに分け各グループごとに、以下のプロセスを設けて進める。班内や教官との情報交換にはイントラネットを活用したり、特許や実用新案のチェックもさせる予定である。

(1) 問題設定検討

問題を解決するにはどうするか、どのように(発想ツールとしてブレインストーミングの実施)製作するか、学生一人一人が考え、発案、提案させ、次に、製作にあたっての問題点、加工上の問題点、それを解決するための方法を討議させる。提案された中から話し合いによって、2つ(5人で1つ)に絞り込む。

(2) 計画準備作業

製作物や解決の方法が決まったら、リーダーを決め、準備に何が必要か、設計、作業手順、グループの役割分担、日程計画を立てる。班をさらに2グループ(5人)に分け競わせることも考えている。実習や実験において、お膳立てされることに慣れてしまった学生に「準備」の大切さと時間がかかることを経験させたい。

(3) 製作実施

製作には予定通り進まずに、様々な問題、障害が発生する。それらをチームで如何に解決して行くかが貴重である。学生が各ワークショップに別れて整然と実習するのと異なり、一カ所に学生が集まったり、手待ちの学生がブラブラしたりなどする指導上の問題が予想されるが、指導者にとっても未知の経験であり、学生と同じようにPBLしなければと考える。

(4) まとめと検討

計画に照らして、その結果がどうであったか、実習の最後の時間に自分の考えをまとめて「プレゼンテーション」し、それについて質疑応答(プレゼンテーション、ディベート能力開発)させる予定である。

6. 結 言

15歳からの学生の「ものづくり」の感動、驚き、失敗、成功の経験は、一生彼らの心に残っている。卒業後の思い出に残ることの筆頭は、実習経験である。実習は実技を通じた人間教育としての教育効果が大きく、それだけに重要な科目である。「モノ作り」教育の重要性と効果は誰も認めるところであり、担当者として更なる教育向上のための努力をしていきたい。

参考文献・参考図書

- 1) 「ものづくり」教育の未来に向けて、苫小牧高専、2003
- 2) 「ものづくり」教育のための機械工作実習関係論文再録集、苫小牧高専、2003
- 3) モノづくり教育体系調査報告、精密工学会、1999
- 4) モノ作り教育の現状と課題、精密工学会北海道支部、1998