

大学1,2年生のための感性・創造実習やじろべ製作

Sensitivity and Creativity Training Program for the 1st and 2nd Grade Students

千田進幸^{*1} 松浦英雄^{*1} 福森勉^{*1} 松室昭仁^{*2}
Shinkoh SENDA Hideo MATSUURA Tutom FUKUMORI Akihito MATSUMURO

Practice course fabricating a metallic balancing toy-"Yajirobe" was created and implemented for 1st and 2nd grade students in mechanical engineering course. This course is harmonized with a lecture on materials processing for undergraduate students. The students fabricated the toy realizing their own design concept starting from a piece of metal sheet within 4 hours. The practice is categorized as introductory education. Students learn basic metal processing such as cutting and plastic deformation are learned through hand work. In addition, we expect that student's creativity and sensitivity that are necessary for the engineers are stimulated. Although the practice is not compulsory nor of any credit, 85% of the students took the course, and most of them were satisfied at the results.

Keywords : Education for Mechanical Engineer, Student, Training Program, Creativity, Hand-craft, Teaching Effectiveness

キーワード：機械系技術者教育，学生，実習，創造性，物作り，教育効果

1. まえがき

近年，工学におけるモノづくりを再評価しようとする機運が高まってきており，著者らは技術現場に従事する一人として喜ばしい風潮と感じている。更にいえば，工学を志した学生は入学後できるだけ早い時期に自分の手と体を使うモノづくり体験をしておくべきだと考えている。なぜなら工学の結晶である製品は他のどんな分野と比べても創造性，美しさ，ならびに実用性を兼ね備えていなければならないからである。それらを育むためにはパソコン画面上のバーチャルな対象の操作でなく，実際の体験学習が不可欠である。これまで，「たたら製鉄によるものづくり教育」¹⁾「マイクロプロセッサを用いたものづくり」²⁾などの取り組みが報告されている。これらは学生の興味を引きつける優れた企画であるが実習に要する設備とコストが高い。名古屋大学では，長年にわたり著者ら技術職員が比較的簡便な設備を使って低コストで実施できるモノづくり実習を学部1，2年生の希望者を対象に実施してきたが，学生の感覚への訴求性，授業内容との整合性などが低いという問題が議論されてきた。平成14年，教員である第4著者は，自ら担当する専門科目「材料加工学」の授業とリンクして加工理論教育を補完することを目的として，そのような実習テーマの考案を技術職員に依頼した。その前年の平成13年，工学研究科では従来の座学中心の教育に対して，あらたに体験型「モノづくり実習」を実施する目的で，創造

工学センターが設置された。著者らは，同センターの設備を利用して，専門科目授業にリンクした実習課題を企画・立案・実施した。技術職員と授業担当教員，創造工学センターの3者の協力によって実現した新しい試みの工作実習の内容と実施結果を以下に報告する。

本実習では機械系の大学1，2年生を対象とした導入実習として，金属板を使い，半日程度で自由な発想のデザイン画をもとにヤジロベを製作させている。製作過程は道具を使った手作業が中心で切削加工および塑性加工などの加工要素を学ばせている。大学へ入学間もない学生がこの実習を体験することで将来の技術者に不可欠な創造性・感性を培う教育効果を期待して企画した³⁾。実習は授業の出席と切り離して自主参加方式で実施したにもかかわらず，対象のほとんどの学生が参加した。

本論文では2年目を迎えたこのヤジロベ実習の実施経緯とその結果，さらに作品の紹介を通してこれまでの取り組みと教育効果について述べる。

2. 企画立案の背景

本学の機械工作実習は平成10年度から，技術職員が中心となって機械系学部4年生以上を対象に実施してきた。安全指導に重点を置きながら，毎年開催のたびに実習内容・課題を改善してきた。これまでに，文鎮，トースカン，豆ジャッキ，プラグゲージ，テーブルバイスの順で製作テーマを進化させ，実習に盛込む技術の多様性を増す，学生の達成感を向上する，などの点で内容を充実させた。

しかし，教員の講義カリキュラムの進捗と実習内容の

平成16年9月29日受付

*1名古屋大学全学技術センター

*2名古屋大学工学研究科

表1 ヤジロベ製作実習概要

実習の主旨	「材料加工学」加工理論の補完
製作課題	自由デザインによるヤジロベ
対象者	「材料加工学」受講者
講義受講者数	100名
参加人数	85名
実習時間	4時間
素材	銅板100×150×2 (mm)
加工方法	道具を使った手加工主体
接合方法	リベット接合
評価	作品展示評価会の開催

整合性が乏しいことと、実習レベルとして初級からアドバンストまで幅広い内容を如何に網羅していくべきかが課題になっていた。また、学生からはもっと早い時期に「モノづくり実習」を体験したいという要望が強かった。

このような背景の中、これまでの工作実習において加工系教員の立場から助言してきた第4著者から工作実習の依頼を受けた。それは教員が担当する学部2年生専門科目「材料加工学」の一環として加工理論を補完する内容をもつ工作実習の企画・実施である。それを受けてわれわれ技術職員が立案した実習のポイントは、座学だけでは実感を持って理解できない加工理論を体験を通して学生に学んでもらうことであった。金属材料を手に取り加工することによって、例えば、曲げによる加工硬化、切断による摩擦熱の発生を実感すること、さらに、前もって講義しておいた転位移動による結晶の塑性変形と加工硬化のメカニズムを、自分の手で実感として再確認することを目標に置いた。これに加えて、一連の加工プロセスでモノを作り上げ、学生たち自らがイメージしたものを形にしていく体験を重視した。自分の手と体を使うモノづくりを通して感性・創造性が育まれることを期待した。企画にあたり考慮した条件は以下の諸点である。

- (1) 受講生は学部2年生までを対象とする。
- (2) 「材料加工学」の中で講義される代表的加工法である切削加工および塑性加工（曲げ、鍛造、接合など）を取り入れた内容とする。
- (3) 機械工学の導入実習なので、手作業が中心で容易に取り掛かれる内容とする。
- (4) 工学を志す技術者として必要な感性・創造性を培う教育効果をもつ。

以上の要件を満たすテーマとして金属板を使った「ヤジロベ製作」を提案し、教員と協議し実施の了承を得た。

本実習のテーマは次のような特長を持っている。

- (1) やすりなど簡便な道具を使って金属のさまざまな加工工程を体験でき、材料コストも1人500円程度と低い。
- (2) 課題には「遊び心」と「動き」があり、学生が興味・関心をもってくれることを期待できる。
- (3) ヤジロベは力学的釣り合いを考慮する必要があり、簡単なようで工学の基本的なセンスを必要とする奥深いものがある。
- (4) 比較的短時間で完成させることができ、自分のイメージを形にする達成感が得られる。
- (5) 材料の選択、および素材寸法の自由度があり、将来に向かって継続的発展が期待できる。

3. 実施方法

表1に本実習の概要をまとめた。「材料加工学」を受講した学生を対象とし、講義時間外で他の授業のな

い午後の4時間程度で実施した。授業の中で概要説明を行い参加者を募集したが、あくまでも自主参加とした。実施場所は創造工学センター工作室であり、ここは学生たちがモノづくり体験学習のできる施設となっている。加工方法は道具を使った手作業を基本とし、補足する加工機として帯ノコ盤およびボール盤を使用している。課題のヤジロベは各自が表現したいテーマならびに重力バランスのとり方は自由設計とし、創意工夫を引き出している。ヤジロベの構想上の注意事項として、デザイン画はあまり複雑にすると加工が難しくなること、また、ヤジロベのバランスを上手くとるため、重心が支点より低く、支点との距離をなるべく大きくとるように指導している。指定材料と素材寸法は一定とし、銅板、100×150×2 (mm) である。参加希望者に対して事前に安全心得を含めた注意事項および実習の概説を行っている。また、素材寸法と同サイズの方眼紙を配布し、実習指定日までにデザイン画を作成しておくよう指示している。実習当日は指導者が図案確認を行った後、実際の作業に移り、輪郭の転写、切断、ヤスリがけ、曲げ、ペーパー仕上げ、リベット用穴あけ、リベット接合、バランス取り、支点のポンチ打ちを経て各自のヤジロベを完成させる。このように著者らが提案するヤジロベは1枚の金属板から多くの工程を経てヤジロベを完成させるもので学生たちは自らの手でさまざまな金属加工を体験できるプログラムとなっている。図1にヤジロベ製作手順を示す。

4. 学生終了コメント

実習には前述の講義を受けた学生100名のうち、85名が参加したので、8班に分け、週1回8週間をかけて実施している。図2はある週終了後の作品をもつ学生たちのようすであり、図のように女子学生も含め10名前後の学生が自らデザインしたヤジロベを完成させている。彼らは次のようなコメントを述べている。

「図面で考えたものと実際に作ることの違いを感じた」、「思っていたより楽しく、そして難しかった」、「重力を考えなかったため時間がかかった」、「切ったり、曲げたり、穴をあけたりが非常に精度良くできることに驚いた」、「作ったりいじったりするのは面白い」、「デザインする時に左右のバランスを考えるべきだった」、「曲げ



図1 ヤジロベ製作手順



図2 実習終了後に作品を持つ学生



図3 作品展示評価会のようす

加工は難しかったが上手くバランスした時は嬉しかった」,「銅板は案外軟らかく,加工しやすいものだった」,「バランスを取るのが難しい,またやってみたい」.

以上のような学生の声から彼らがモノづくりに奮闘し,この体験を通して将来,工学を広く深く学ぶための多くのことがらを考察していることが理解でき,著者らの企画のねらいが学生たちに浸透していることがわかる.

5. 作品展示評価会

全日程終了後,「材料加工学」の授業の中で,担当教員,技術職員,TA,および学生全員による作品展示評価会を次のようなスケジュールで開いている.

- (1) 画像による実習風景の紹介
- (2) 学生代表プレゼンテーション
- (3) 指導者代表コメント
- (4) 作品の展示評価会
- (5) 出席者全員による優秀作品の選出
- (6) 講義担当教員の総評



図4 評価会において選出されたベスト8作品

図3は作品展示評価会のようすを示している.このように学生たちが出展作品を見合い,相互評価し合うことはモノづくりに是非常に意義あることと考える.なぜならばモノを作るということは,多くの場合,その向こうに使う人が存在し,必然的に評価を受けなければならないからである.図4は評価会において選出されたベスト8作品を示す.全体会の終了後,著者ら指導者に.

る評価反省会を開き、前述の代表8作品を中心に各作品の指導者評価を行なった。各作品は次のようなキーワードで評価がなされた。それは「意外性」、「シンプルさ」、「題材の新鮮さ」、「バランス感覚の良さ」、「芸術性」、「ストーリー性」などであった。ヤジロベの意匠デザインは全く学生の創意工夫にゆだねるので、作品の結果は指導する教職員の予想を遙かに超えたものが多い。一枚の銅板を素材にする制約のなかから、多様な結果が得られるということから、学生の感性・創造性が発揮される余地が大きいテーマであると考ええる。

6. 本実習がもたらす教育効果

本実習は大学1、2年生を対象に実施するものであり、学生たちが今後、工学を学んでいくための導入教育としての役割を果たさなければならない。その意味においても、モノを作り上げていく過程で金属加工の実際を体験し、最後には自らが図面に起こしたものが形になったという「達成感」をもってもらうことの意義は大きいと考えている。本実習がもたらす教育効果を次の3つのタイプに分類し、評価を加えた。

(1) 分類Ⅰ：図案構想時の予想通りか、それを超える出来映えのヤジロベが完成したと自己評価した学生（事後指導）：やはりモノづくりには楽しいと感じ、今後、一層の工学に対する好奇心を伴いながら益々の向上心を育てよう認め励ましていく。

(2) 分類Ⅱ：自らが予想していたよりもヤジロベ製作はかなり難しく、労力や時間が予想以上にかかるものだと自己評価した学生

（事後指導）：モノを作ることの大変さ、作り手の苦勞を知り、設計時の姿勢の大切さ、あるいはモノを粗末に扱ってはいけないことを理解させる指導を重ねていく。

(3) 分類Ⅲ：自分の予想通りにヤジロベが完成しなかったか、失敗であったと自己評価した学生

（事後指導）：指導者は、一瞬落胆するかもしれない学生を再びチャレンジ精神が湧いてくるように導かねばならない。すなわち、学生が失敗した悔しさをバネにミスをした原因を考察し、何故そうなったかを自らが学ぶプロセスへと指導する必要がある。

著者らは「失敗を恐れない、その中から学ぶ」というモノづくりの体験学習の中に最も顕著な自学自習の教育効果があると考えている。本実習を受講した学生の多くがモノづくりの楽しさ、あるいは難しさについて体験を通して学び、初めは上手く作れなかった学生も最後にはモノを完成させたという達成感をもちた。

7. あとがき

大学1、2年生のための感性・創造実習ヤジロベ製作を企画・実施し、次のような成果が得られた。

(1) 本実習は自主参加方式にもかかわらず、講義受講者100名に対して85名の参加があり、著者ら企画者としてやりがいを感じている。多くの学生がモノづくりを習うのは中学の技術家庭科以来であり、また金属加工を初めて経験したという意見が多かった。本実習を通して、モノづくりの構想から仕上げ完成まで一連の加工工程を体験させることで楽しさや難しさを実感させることができた。

(2) 金属に自分の手で触れ、削ったり曲げたりといった行為によって、その材料の持つ特性、例えば展延性あるいは被削性なども直に肌で感じさせることができた。このような体験は工学の導入教育として不可欠であると考えている。

(3) モノをつくる過程で手を使い、そして視野に飛び込んでくるさまざまな現象から彼らの感性が呼び覚まされ、創造性が生まれ、最後には多くの学生が自由に斬新な発想のヤジロベを作りあげることができた。著者らの企画・立案のねらいが確実に学生たちに浸透したことが確認できた。

謝 辞

本実習の企画段階から適切な助言を頂き、さらに本稿の執筆に際しましては、懇切なるご指導を頂きました名古屋大学創造工学センター長・佐藤一雄教授に心から御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 桃野 正, 田湯善章, 湯口 実: たたら製鉄によるものづくり教育の実践, 平成14年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, (2003), 467-468
- 2) 原田康浩, 桑村 進, 曾根宏靖, 宮下一博, 戸田光洋, 渡部正騎: マイクロプロセッサを用いた「ものづくり教育」の試み, 平成15年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, (2003), 477-480
- 3) 松浦英雄, 千田進幸, 福森 勉, 齊藤 彰: 大学1、2年生のための感性・創造実習の企画立案と実践, 平成16年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, (2004), 89-90

著 者 紹 介

千田 進幸



1976年、名古屋大学技官。現在、全学技術センター・装置開発技術系専門技術職員。主として、機械工作を中心とした装置の設計製作。1998年より機械系学生を対象に工作実習の企画・実施。2002年より学内の創造工学センターにて実施。