

# 学生が工作実習に積極的に取り組むためのテーマの工夫

山本桂一郎\*, 上野 孝行\*\*, 引地 力男\*\*\*

## A review of themes to enhance students' motivation in hands-on technical training courses

Keiichiro YAMAMOTO, Takayuki UENO, Rikio HIKIJI

### Abstract

Basic mechanical technologies learned in hands-on technical training classes are not only fundamental in all the areas of mechanical engineering but also applicable to advanced manufacturing. Therefore, it is important for instructors to encourage students to work positively on the course of training as well as courses of lectures. Recently, however, some students in the department of mechanical engineering have come to show little or no interest in doing basic tasks of machine operations. It is necessary to review the ways of hands-on technical training, so that many students may be more interested in science and technology. This study proposes some ways to stimulate students' active participation in practical trainings by linking it organically with lectures.

### 1. はじめに

工作実習で学ぶ基本的な工作法は、あらゆる機械工学の基礎となっており、最先端のものづくりに応用されている。そのため、学生が実習に積極的に取り組むことは、座学との関わりも強固になるため重要である。これまで工作実習は、NC工作機械や、CAD/CAMを導入することで、その時代の加工技術の動向に対応してきた。したがって、現状の実習は、長い時間をかけて高専の学生に適した内容に改良されてきており、かなり完成されているといえる。しかし、ここ数年、IT産業の急速な発展により、例えば日常生活環境から機械装置が小型化され、製造方法の高度化・高精度化もあいまって、ものづくりの工程が複雑かつ不透明な状況となっている。その結果、メカニズムや機械工作に興味を示す学生が年々減少してきている。

機械工学科においては、工作実習が、作業服を着て五感を研ぎ澄ませながら作業をしなければならないことから、きつく汚い作業というイメージが先行してしまい、ものづくりの本来のおもしろさや楽しさを知らない学生が多くなってきている。さらに、カリキュラム上の工作実習は学生の受け身のスタイルでおこなわ

れがちであり、ものづくり力を育成するためには学生が積極的に工作実習に参加するように授業を工夫しなければならない。

これまでの取り組みの例として、工作実習と設計製図や卒業研究とリンクさせた教育手法<sup>1)2)</sup>、ロボット製作を導入した例<sup>3)4)</sup>、および学生アンケートを分析して教育効果を図った例<sup>5)6)</sup>などが報告されている。また、鹿児島高専においても、座学と工作実習との有機的結合により、学生の工作実習に対する意欲の向上を目指した斬新な手法について検討してきた<sup>7)</sup>。

このような背景から、学生が機械を扱う喜びを体験できるような実習テーマを導入し、その実習の必要性、実習内容に関する基礎・基本の重要性、座学とのつながりについて理解させ、積極的に取り組めるような実習テーマを設ける必要がある。

本報告では、学生が積極的に実習に参加するように工作実習の内容を工夫し、工作機械やコンピュータ等、機器を使わず実用的でかつ簡単なテーマを採用することで学生のものづくりに対する関心度の向上を狙うために、以下の6項目について検討することを目的とする。

## 10 学生が工作実習に積極的に取り組むためのテーマの工夫

- (1) 身近な機器、製品類が、工作実習で実習する製造方法を応用したもので作られていることを理解させる。
- (2) 基礎・基本を土台として、新しい発想が生まれていることを学生に感じさせる。
- (3) 今後の高専における工作実習が活性化する内容とする。
- (4) 日常生活に役に立つ内容とする。
- (5) 低コストで実行可能な内容とする。
- (6) 担当者に負担のかからない内容とする。

## 2. 工作実習の実態

最初に、全国の高専における工作実習の実態について調査した。図1は、全国の高専のWebページより検索し、公開されているシラバスを調査し分類した結果である。機械系学科を有する全国の高専のうち46校のデータを得た。工作実習をおこなう学年が2学年のみが1校、1-2学年が16校、2-3学年が7校、1-2-3学年が21校、1-2-3-4学年が1校であった。ほとんどの高専では低学年で実習、高学年で実験という形式をとっている。また、3年以上連続しておこなう学校では、学年ごとに単位数を決定している学校もあり、おおよそ6~9単位分の時間を使って実施している。なお、「各種機械」は旋盤以外の汎用工作機械であり、ボール盤、フライス盤、形削り盤、研削盤などを示す。「NC」はNC旋盤、NCワイヤ放電加工機、NCフライス盤、マシニングセンタなどを示す。「塑性加工」は鍛造や板金などを示す。メカトロはシーケンス制御、ロボットの制御などを示す。「総合」は創作活動、創造設計などを示す。図より次のことがわかる。

1学年では旋盤、溶接、手仕上げ、鋳造、塑性加工など基礎的なテーマが多く、2学年ではNC、3学年では総合実習が増えてくる。しかし、超精密加工やナノ・マイクロ加工など最先端技術の実習テーマは見られない。これらのことは、平成15年9月の前回の調

査<sup>7)</sup>とほぼ傾向が一致しており、高専では基礎・基本の内容を中心に実習をおこなっているといえる。その中で、特に変化したことは、「安全」を1つのテーマとして取り入れ作業安全を重視している高専が増えてきていることである。これは、独立行政法人化され、国立高等専門学校機構となり、労働安全衛生法が適用されたことが多分に影響しているものと推察される。

鹿児島高専の工作実習は機械工学科と電子制御工学科でおこなわれており、テーマは図1の傾向に準じている。今回、本報告で対象とする学年は、機械工学科2学年とした。機械工学科では、1-2-3学年で工作実習をおこなっており、ちょうど中間の学年となる。実習形態は1クラス約40名の学生を10名ずつ4班に分けて、「円筒研削盤、平面研削盤、横フライス盤、ホブ盤」を1週おこなった後、「旋盤加工」、「溶接加工」、「鋳造加工」、「NCプログラミング、NC旋盤、熱処理」の4つのテーマについて各7週のローテーションで実習をおこなっている。1学年では、緊張感と興味を持って取り組み、3学年では「総合実習」として応用的な工作実習をおこなっている。したがって、2学年は、いわば中だるみに陥りやすい時期である。また、進路について悩む時期でもあり、少しでも機械工学について興味を持たせ、やる気を向上させる必要がある。

まず、学生のバックグラウンドを知るためにアンケート調査をおこなった。その結果を図2に示す。質問は、学校生活が満足かどうかを推し量るものとした。Q1, 2の結果より、機械工学科に入学してよかったと思っている割合がおおよそ70%、また、将来の進路はものづくりに関係する職業を考えているものが約80%と、本校のアドミッションポリシーの一つである「ものづくりが好きな人」に従った学生が入学し、その気持ちを維持しているものと考えられる。さらに、基礎・基本的なことが重要だということも十分理解しているようである。ところが、衝撃的なことに“どちらでもない”を含めて、30%程度の学生が機械工学科に入学してよ

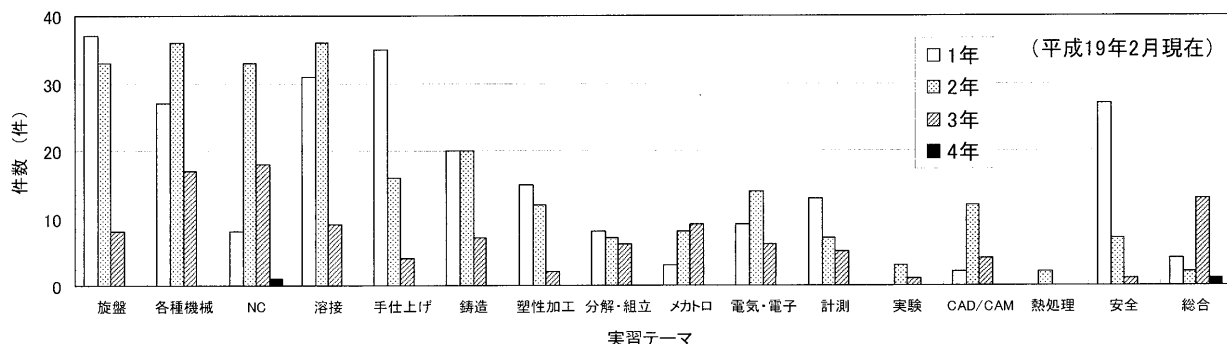


図1 工作実習のテーマ別分類

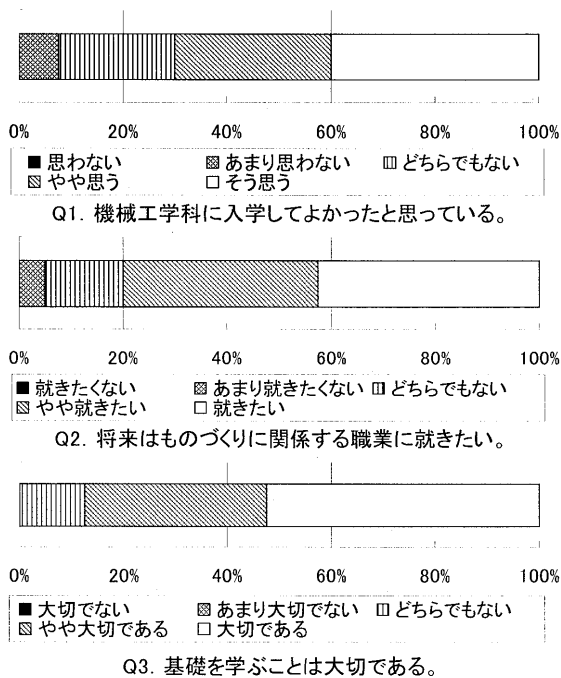


図2 アンケート結果(学校生活について)

かったと思っていないことが改めてわかった。さらに、2年目による慣れも生じており、一人でも多くの学生が積極的に取り組めるように、実習の内容を工夫する必要性が感じとられる。

### 3. 実習テーマの検討

1章で述べた6項目を具現化するために、工作実習

ではなるべく身近な題材を使う必要がある。学生の興味を引きそうな題材として、自動車のエンジン、ミニバイクなどが挙げられ、実際に多くの高専で採用されているが、今回の対象は2年生であるため、誰でも使ったことがある「自転車」を取り上げることにした。その調達については、校内の廃棄処分された放置自転車から調達することにした。幸いにも、自転車の各部品は多様な製造方法で製造されている。そのため、座学である機械工作法で学習した内容との関連が非常に強く、(1)の目的を達成するためには十分であった。また、その説明の際には、自動車の製造方法についての写真が多用されている資料<sup>8)9)</sup>を用いて、具体的な製造方法を視覚からの情報も加えて学生に説明することによって効果的な理解を試みた。実習資料(図3)を製作するにあたっては、まず、学生が理解しやすい内容と構成に重点をおき、(1)から(3)にかけての目的を達成できるように検討した。特に(3)の項目については、基礎・基本を理解すると、周辺のモノについての関心度が増していくため、最新の情報機器(携帯電話、ゲーム機等)の製造方法も考えさせるよう意識した。実際に手を動かす実習は、(4)の目的にあうようにパンク修理の実習とした。その中で分解作業や、リム、スポーク、タイヤなどの各部品の製造方法についても逐次説明をおこない、(1)の内容について繰り返し説明した(図4にその様子を示す)。1回150分の実習時

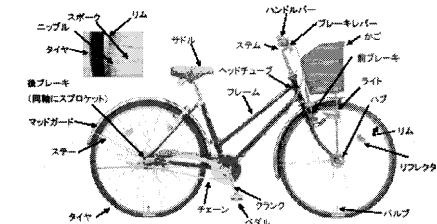
#### 2M 興味のもてるものづくり実習(自転車を通して)

- はじめに
  - この実習では、身近にある自転車を通して、ものづくりの基礎を学ぶ。自転車の形状、使われている部品の構造やその製造方法は、大変簡単であるが、簡単であるがゆえに、あらゆる機械工学の基礎となっている。そして、そのことを応用し、いろいろな最先端のモノが作られている。そして、自転車について細かく見ていくと、機械工作実習で実習する加工法や、講義で学習する、機械工作法(1~3年)、工業力学(3年)、材料学(3,4年)、機械学(4年)などのあらゆる分野に関わる内容のエッセンスが凝縮されている。本実習の目的は、これらの講義の理解度を向上させるとともに、さらに積極的なものづくりに参加することで、講義と実習とを有機的に結びつけることである。本実習は以下の手順で作業を進める。
- はじめに
- 自転車の各部名称
- 部品の製造方法
- 機械工学分野と自転車との結びつき
- パンク修理実習
- 最先端のものづくりとの結びつき

まず、自転車の発明者について、多くの発明品とは異なり、実は発明者がよくわかっていない。最初足で踏む乗り物から、ペダルを置くものに発展し、力を入れやすいように、チェーンで車輪と足が回転する中心に回転軸を構造へと発展していった。次に構造であるが、単純に軸を三角形に組み合わせたフレームが一般的である。これは、最も単純な形で、衝撃を吸収できるからである。現在でも三角形が一般的なフレーム形状である。それは、この形を超える形状(最も単純な形が三角形)がないからである。

最初に自ら乗る移動手段としての機械は自転車ではなからうか。交通の発展もまずは自転車から始まる。発展途上国の大量の自転車による交通ラッシュの映像は、皆さんも見たことがあると思う。それは、使用するエネルギーはほとんどゼロ近く、空気で多くも速い。いわば、第3の足となるからである。

#### 2. 自転車の各部名称



(a) 実習資料1項目(目的説明)

#### 4. 機械工学分野と自転車との結びつき

自転車は、さまざまな機械工学分野の科目と結びつきがあるが、まず、機械学に関することについて検討してみる。

- (1)ハンドルはどのようにして回るのか。
- (2)クランクはどのようにして回るのか。
- (3)進行中にペダルを止めると空転するのは、
- (4)ブレーキの仕組みは、

#### 5. パンク修理実習

- (1)4段階に分けて実習を行う。安全の心算に基づいて怪我をしないように十分に注意する。
- (2)必要なものをそろえる。  
スパンナ、スポーク押さえ、バッチ、紙ヤスリ、ゴム職、水を入れた洗面器、予備の虫ゴム、ウェス、空気入れ、赤マジック、ハンマ、プライヤ
- (3)まず、なぜタイヤの空気が漏れないか、その仕組みを把握する。
- (4)バルブの虫ゴムの老化が原因で空気漏れが生じる可能性があるため、分解前(バルブからの空気漏れを、石鹸水を用いるなどしてチェックする。



- (5)分解する。左写真のように、スパンナをを使ってバルブのナットをはずす。ボルトにスパンナをかける際は、必ず適合するサイズを選び、プライヤを使う場合はナットに傷をつけないように丁寧に扱う。
- タイヤをはずすときは、ブレーキワイヤをはずし、ブレーキゴムをリムから離すこと
- (6)チューブをリムからはずす。写真のようなスポーク押さえを使用する。一端にスポークを引っ掛け、もう一端のへらのところでタイヤのゴムをこじ開ける。この時、タイヤの裏側にあるチューブを傷つけないように十分注意する。
- (7)チューブをタイヤから引き出したら、バルブを組み入れ、空気入れで膨らます。次に、水を入れた洗面器の中に入れて泡が出る箇所を探す。
- (8)穴が見つかったら、マジック等でマーキングしたの周りを紙やすりで磨く(油分などの汚れの除去)。これによって、ゴム糊の接着能力が増す。ゴミや埃が残らないようにきれいにしておく。すこしのゴミでも接着能力が低下する。
- (9)ゴム糊を凹凸ができないように、人差し指で薄く丁寧に塗る。2分待ってから、バッチのセロハンをはがし、穴にである。このときこみや埃がつかないように注意する。

(b) 実習資料3項目(実習説明)

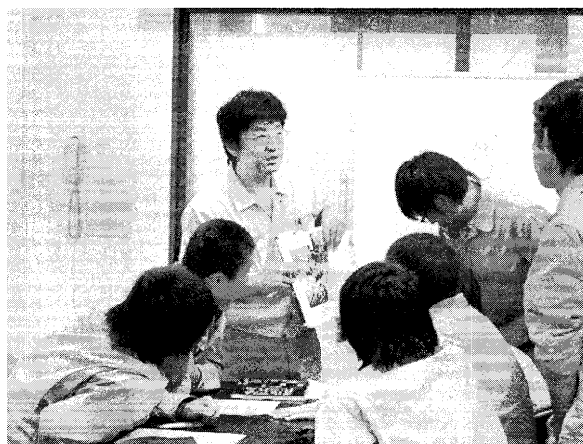
図3 実際に使用した実習資料の一例

間のうち、約50分間を資料の説明、約20分間を実習の説明、約60分間を実習、約20分間を、準備片付け、レポートの指導とした。実習終了後それらの内容のレポートを課した。さらに課題として、例えば、携帯電話のケースはどのようにして作られるかなど、復習もかねて各自身近にある興味のあるものについて自主的な調査を義務付けた。

#### 4. 試行の結果

実際に実習をおこなった後、この実習についてのアンケートを配布し課題とともに提出させた。その結果を図5, 6, 7に示す。図5より、約90%の学生がものづくりに関する実習は楽しいと感じており、80%を超える学生が、基本的なことを習う意義を理解しているようである。また、最先端の機器が、なぜそのような材料を用いるのか、なぜそのような加工法をおこなうのか、学生に対して理由を明確に示したので、現在の実習を基本とした製造方法で製作されたことが理解されたようである。また、図6より、1章で示した(1)

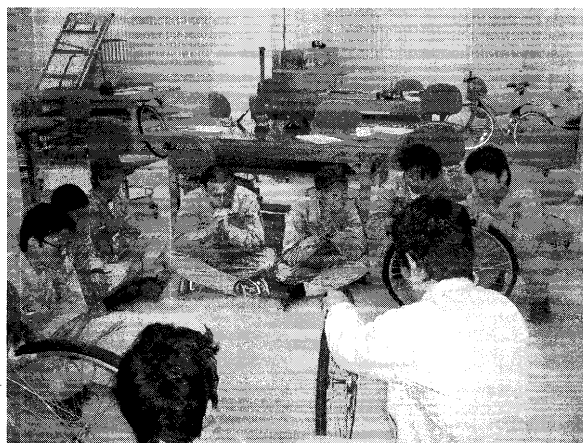
から(4)の項目について十分な効果が得られたことを示している。さらに図7より、この実習をきっかけに、より高度な実習内容を学びたいという積極的な意見がほとんどであることがわかるとともに、(2), (3)の項目について十分な効果が得られたことを示している。Q17の自由記述についても、消極的な意見は皆無であり、実習を受講した全員がテーマに対して積極的に取り組んだことを示している。このように、一見基本的で最先端ではないように感じられる実習テーマでも、目的を明確にし、座学との有機的な結びつきをはっきりと示すことにより、有効な教育方法となることがわかった。なお、本実習テーマにおいて新規に購入したものは、簡単な工具と虫ゴム、パッチ、ゴムのりなどの消耗品で、予算は1万円以内に納まった。しかも、一度揃えれば数年間は使用できるものばかりであり、他の実習テーマに比べて低コスト化が可能であり、新規に導入しても問題はない。また、工作機械やコンピュータ、特殊な機器を用いないので、準備やメンテナンスなど担当者への負担も少なく、オリジナルのテキスト



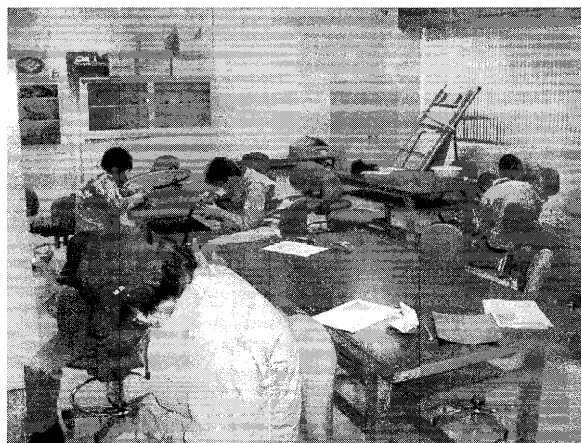
(a) 実習の目的説明



(c) 実作業の説明2



(b) 実作業の説明1



(d) 学生による実習

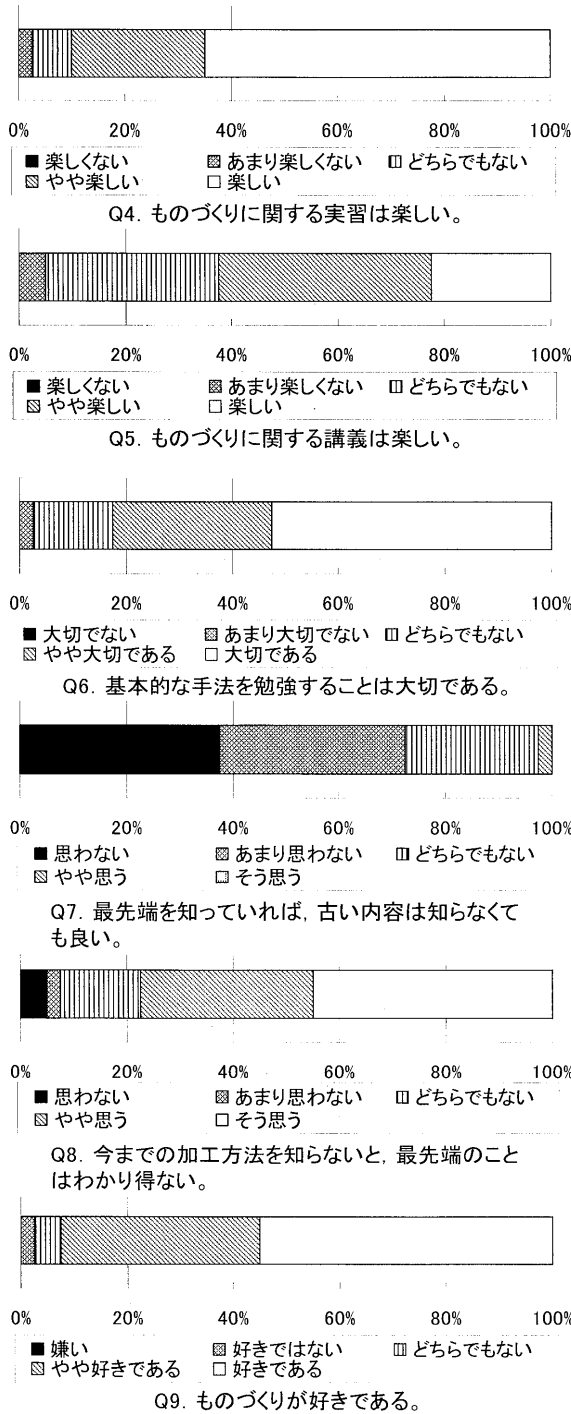


図5 アンケート結果（ものづくりについて）

を用いることで機械工作の専門的な知識をもたなくても実習指導が可能である。したがって、(5), (6)の項目についても満足することになる。

## 5. まとめ

学生が積極的に工作実習に取り組めるように、身近な機械である自転車を教材にして、機構学、材料学、加工学に結びつくようなテーマを提案した。そして、機械工学科第2学年の工作実習で試行した。その結果、

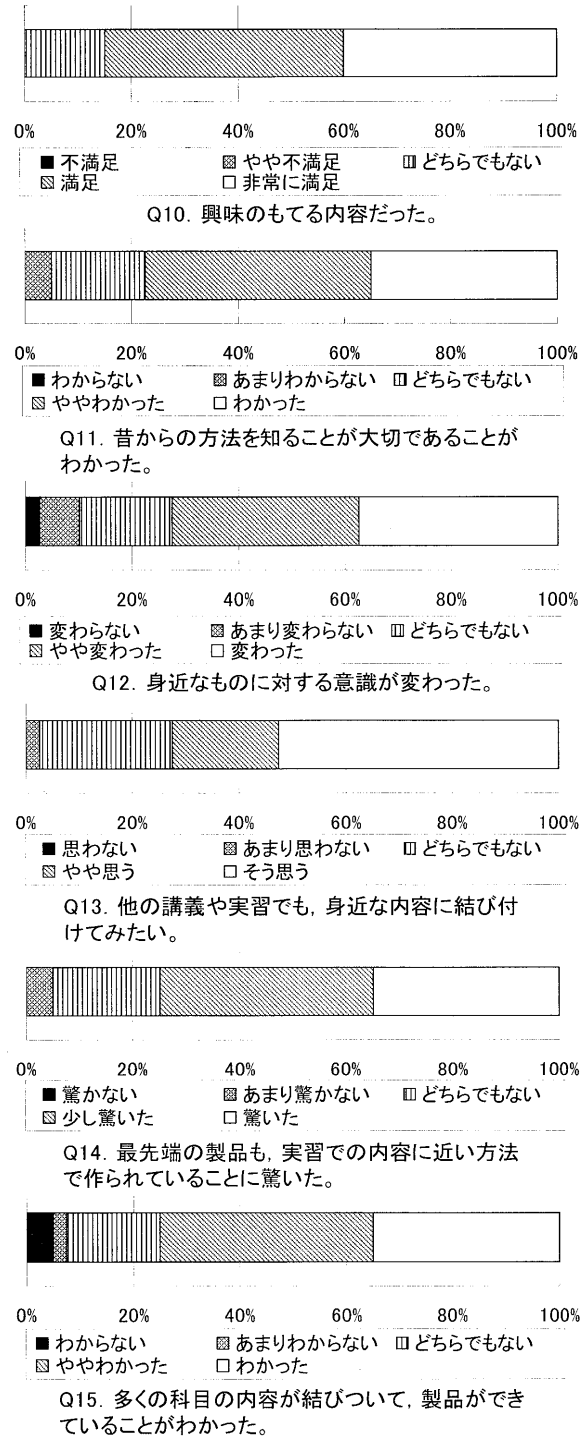


図6 アンケート結果（実習内容について）

学生は工作実習の基礎・基本の重要性を認識し、機械工学への興味が深まり積極的にものづくりに取り組むようになってきた。また、このテーマの内容は、日常生活で目にする身近で簡単な内容のため、学生は本実習の必要性を感じ取った。さらに、今回作成したテキストや実習プログラムを使用することによって専門以外の教職員による実習指導の可能性を示した。

本報告は、人事交流先の鹿児島高専での実践の一部をまとめたものであり、関係諸氏に感謝の意を表す。

Q16. 今回は自転車を教材としたが（4年生では実際のエンジン）、それ以外にどんな機械で実習をおこないたいか。

- ・ 音楽プレーヤ、ゲーム、パソコン、携帯、デジカメなどの最新のミクロの世界の機械。
- ・ 普段身の回りにある電化製品の仕組みが知りたい。
- ・ ラジコン、車、バイク、船、テレビ、ラジオを教材とした実習をおこないたい。
- ・ 稲刈り機、工作機械、ギャボックス、ボイラを教材とした実習をおこないたい。
- ・ バイクを教材とした実習をおこないたい。
- ・ 船のスクリュー部分、エンジン。
- ・ バイクのトランスミッション。

Q17. その他意見がありましたら自由に書いてください。

- ・ また機会があったら、別なもの作り実習をしてみたい。
- ・ バイクのパンク修理もしてみたい。
- ・ 自分のバイクの構造と重ね合わせたりして、とても楽しめる実習であった。
- ・ 今回みたいな、身近な機械の構造に関する実習のほうが楽しめる。
- ・ 主食の米づくりにかかわる機械を分解してみたい。
- ・ 今回のような実習をもっと増やしてほしい。
- ・ ボイラの資格の授業を取り入れてほしい。
- ・ 数回の実習で理解できるものではないので、エンジンの実習を今よりもっと増やしてほしい。

図7 アンケート結果（記述内容について）

## 参考文献

- 1) 村山和裕ほか6名：設計製図と工作実習の融合の試み，論文集「高専教育」，No.19，pp.164-171（1996）
- 2) 山中 昇ほか6名：総合実習と卒業研究を連携したFGM平板化圧延機の製作，論文集「高専教育」，No.22，pp.155-160（1999）
- 3) 岡 正人ほか2名：工作実習における「ミニロボットの製作」の導入，論文集「高専教育」，No.20，pp.249-256（1997）
- 4) 大東由喜夫ほか3名：時代変化に即した新たな工作実習手法の実践，論文集「高専教育」，No.26，pp.429-434（2003）
- 5) 杉谷洋一ほか6名：高専機械工学科における機械工作実習授業の役割（低学年次における継続的実施による教育効果），論文集「高専教育」，No.27，pp.281-286（2004）
- 6) 原野智哉，高岸時夫：学生の意識調査による工作実習とモチベーションに関する一考察，論文集「高専教育」，No.27，pp.465-470（2004）
- 7) 引地力男ほか3名：学生が能動的に参加するための工作実習の工夫，論文集「高専教育」，No.28，pp.291-296（2005）
- 8) 福野礼一郎：別冊CGクルマはかくして作られる，二玄社，（2001）
- 9) 福野礼一郎：別冊CG超クルマはかくして作られる，二玄社，（2003）