

機関番号：52601
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20500819
 研究課題名（和文） 人材バンクを活用した学生の自主的な発想・行動力を伸ばす早期体験重視型技術者教育
 研究課題名（英文） Development of practical education program through cooperation between academies and industries
 研究代表者
 大貫 繁雄（OHNUKI SHIGEO）
 東京工業高等専門学校・電気工学科・教授
 研究者番号：30005483

研究成果の概要（和文）：

本研究では、技術者を目指す学生のモチベーションを向上させるため、15歳という低年齢から学生の意識を「頑張ること＝達成感を得るための第一歩」が「嬉しい(さらなる向上へ)」という状態に遷移させる仕組みを提案する。まず、現行の新入生専門導入科目「ものづくり基礎工学」の現状分析を学生意識調査により、入学当初から、複合・融合的視点を修得する意義を認識する学生が多いことが明らかになった。次に、社会ニーズ（環境やエネルギー等）の高い分野の基礎実験テーマを組み込み、社会で望まれる技術者像の理解向上を試みた。学生の意識調査から社会ニーズの高い分野への関心や社会で望まれる技術者像についても高い認識を持っていることが明らかになった。最後に、社会人技術者から構成される人材バンクを立上げ、外部教育力を活用して、「ものづくり基礎工学」の授業の一環として設計・製作物の発表会（競技会）、講演会等を実施し、学生の自発的な発想力や行動力向上のための新しい授業形態を検討した。学生意識調査から、現場技術者から実務能力について講演を受けることで、技術者意識について共感する学生が多い結果となった。

研究成果の概要（英文）：

In this paper, a summary of the student questionnaire for the course of the Fundamental Engineering Laboratory is reported. In the Fundamental Engineering Laboratory, there are 5 fields, i.e. the mechanical engineering field, the electrical engineering field, the electronic engineering field, the computer science field, and the chemical engineering field. Every freshmen student studies all fields in a year to increase their motivation to study fundamental engineering. It was found from the analysis of the questionnaire that a lot of students understand it is important to have interests in a variety of areas of engineering to become good engineers.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：カリキュラム・教育法開発，人材バンク，新入生導入教育，意識調査，体験重視

科学研究費補助金研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

近年、新入生の基礎学力は低下の傾向にある。原因は、小中学校での理科実験の体験不足や「読み・書き・計算」不足が一因と考えられる。

一方、実社会での製品開発では、特定分野の知識のみならず、様々な分野の知識を結集して作業を進めることが多い。従って、真の技術マインドを育成するには、幅広い分野の知識や技術の修得に意欲的に取り組める心構えを持つことが重要と言われている。

本校では、1年次を工学的基礎学力育成課程と位置づけ、平成17年度より新入生全員を対象とした共通教育を実施している(図1)。

本校では、新入生対象に技術全般を概観する科目「ものづくり基礎工学」を開講している。この科目を通じて、機械、電気、電子、情報、物質の幅広い技術に触れ、様々な技術の融合で製品が成り立っていることを理解できるよう工夫を試みている。

2. 研究の目的

本校では、5学科教員と技術職員が連携して、複合・融合的視点を持つ技術者に必要な基本的な素養を育成している。更なる教育効果向上を目標に、技術者を目指す学生のモチベーションを向上させるため、15歳という低年齢のうちから学生の意識を「頑張ること＝達成感を得るための第一歩」が「嬉しい(さらなる向上へ)」という状態に遷移させる仕組みを提案する。まず、本研究では、現行の「ものづくり基礎工学」の現状分析を学生意識調査により行い、様々な技術分野を学ぶ意義について学生の認識度を調査する。

また、社会ニーズ(環境・エネルギー)の高い分野の基礎実験テーマを組み込み、技術者像を学生に理解させる試みも行う。

最後に、社会人技術者から構成される人材バンクを立上げ、外部教育力を活用して、「ものづくり基礎工学」の授業の一環として設計・製作物の発表会(競技会)、講演会等を実施し、学生の自発的な発想力や行動力向上のための新しい授業形態を検討する。

3. 研究の方法

(1) 体験重視型新入生専門導入教育

①ものづくり基礎工学の概要

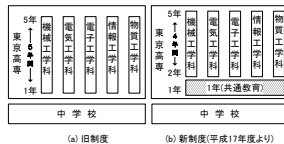


図1 新しい東京高専の教育体制

「ものづくり基礎工学」は、東京高専の5学科が各分野に関連する実験テーマを指導する形式で実施されている。実験・実習テーマは、工学系基礎学力育成の趣旨に配慮し、将

来どの学科に進んでも役立つ内容ように厳選した。各分野の基礎をしっかりと学習して修得する方が技術者マインドを育成する上で重要と考えたからである。また、「ものづくり基礎工学」では、各分野の基礎修得と同時に実験に向かう心構えや安全教育等を行うことも目標の一つと位置付けている。

実験・実習・演習テーマは、大別して機械工学、電気工学、電子工学、情報工学、物質工学の5分野からなり、1年生は各分野のテーマをクラス毎にローテーション形式で体験学習する。「ものづくり基礎工学」の実験の様子の一部を図2～図3に示す。

②授業アンケートの集計結果と考察

「ものづくり基礎工学」では、平成17年度より、クラス別・分野別に授業アンケートを行っている。アンケートは無記名形式で行った。他のクラスについてのアンケート結果も概ね同様な傾向となっている。

- >授業に熱心に取り組んでいる・・・約80%
- >授業への興味を示す学生・・・約80%
- >授業の重要性を認識している・・・約70%
- >授業レベルについては、

- 中程度と感じる学生・・・約60%
- 難解とを感じる学生・・・約25%
- 平易とを感じる学生・・・約15%
- >教員の熱意を感じる学生・・・約70%
- >説明がわかりやすい・・・約80%
- >授業スピードは中程度・・・約80%

という傾向が確認できる。これは、将来進む専門分野に関らず、新入生は早い段階から技術全般に興味があり、かつ、教員側も新入生の熱意に応えるべく、熱心に指導していると判断される。

また、「ものづくり基礎工学」では、実験室で講義と実験を融合した講義形式実験を採用している。

各実験テーマに関する難易度、関心の度合いを調査したところ、難易度の高いと感じたテーマ程、興味の度合いも高いという結果が得られた。これは、入学当初の段階から専門分野に高い関心を持つ学生が多いことを示している。電子工学分野以外についても、各分野のアンケート集計結果の傾向は同様で、

- ・ 全分野とも学生は熱心に取り組んでいる。
- ・ 新入生は当初から専門分野に高い興味を示している。
- ・ 教員側の熱意も学生全体に届いているように判断される。



図2 機械工学分野の実験



図3 物質工学分野の実験

(2) 受講学生の意識調査とその分析

① はじめに

小中学校の理科・数学の教育課程は年々変化しているため、入学した学生の予備知識に対応した授業実現のためには、定期的に受講学生の意識調査を行い、教職員の意図と学生の意識の違いを把握して授業改善を行う必要がある。こうした視点に基づき、平成20年1月下旬に「ものづくり基礎工学」を履修した全在校生(平成19年度1～3年生)を対象に授業に関する意識調査を実施した。本報告では、平成20年1月までに実施した学生意識調査とその考察について報告する。

② 授業改善の試み

(a) 授業の目的

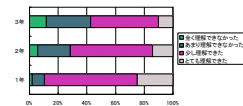
実験実習テーマは学科の枠を越えて必要とされる基礎技術を中心に選定した。この理由は、各分野の基礎をしっかりと体験に基づいて学習することが、中学卒業程度の予備知識しかない新入生が複合・融合的な視点で養う上で効果的と考えたからである。また、「ものづくり基礎工学」では、各実験に向かう心構え(安全教育も含む)について学ぶことも教育目標の一つと位置付けている。

③ 学生の意識調査とその分析

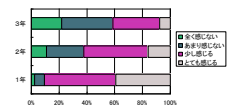
(a) 学生意識調査の集計結果

平成20年1月に実施した「ものづくり基礎工学」受講学生(在校の1～3年生)の意識調査の各設問と集計結果を以下に示す。

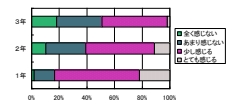
【設問1】ものづくり基礎工学の授業内容は理解できましたか(5分野について平均的に)



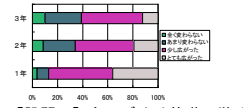
【設問2】ものづくり基礎工学で体験学習した第一希望学科の内容は、将来、専門学科の基礎を修得する上で役立つと感じますか。



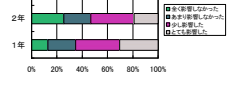
【設問3】ものづくり基礎工学で体験学習した5分野のうち、第一希望学科以外の分野の内容は将来役立つと感じましたか。



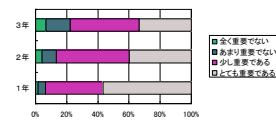
【設問4】ものづくり基礎工学を通じて、入学前よりも第一希望学科以外の分野の技術について知識や興味の幅は広がりましたか。



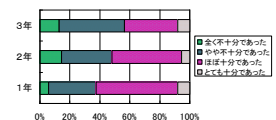
【設問5】ものづくり基礎工学は学科選択に影響を与えましたか。



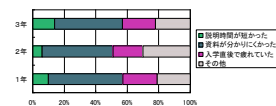
【設問6】複数分野の技術の基礎を学んでおくことは、将来、技術者として仕事をする上で重要と考えますか。



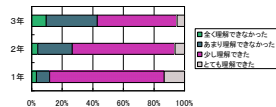
【設問7】(入学直後の校内オリエンテーションにおける)ものづくり基礎工学のガイダンスの説明は十分でしたか。



【設問8】設問7で『全く不十分であった』、『やや不十分であった』と答えた人に質問です。理由を教えてください。



【設問9】設問7で『ほぼ十分であった』、『とても十分であった』と答えた人に質問です。科目の到達目標は理解できましたか。



(b) 学生意識調査結果についての考察

設問1の集計結果から、年々、学生の理解度は向上している傾向が分かる。設問2の集計結果から、第1希望の学科の内容について、年々、学生は将来役立つであろうとの期待感を強めている傾向が分かる。設問3の集計結果では、第1希望の学科以外の内容について、学生は将来役立つであろうとの期待感を強めている傾向がみられる。この理由は、ガイダンスにおける科目の目的や意義の説明方法を毎年改善しているためと考えられる。設問3の集計結果のように、年々、第1希望学科以外の技術の重要性に気づく学生が増加傾向にあることは注目すべきことと考えている。また、設問2の結果とあわせて考えると、こうした結果の背景には、高専に入学する学生は、入学当初から専門科目や実験実習に高い関心を持っているという見方も出来る。設問4の集計結果は、第1希望学科以外の内容であっても、実体験を通じて、興味と関心を向上させる学生が年々増加傾向にあることを示している。この理由は、毎年、科目の目的や意義の説明方法を工夫していることが影響していると考えられる。設問5の集計結果は、年々、「ものづくり基礎工学」が学科選択に与える影響が大きくなる傾向を示している。設問6の集計結果から、複数分野の基礎修得は社会で役立つと考える学生が増加傾向にあることが分かる。設問7の集計結果は、ガイダンス説明に対する学生の理解度が増加傾向を示している。設問9の集計結果は、科目の到達目標を理解している学生が年々増加傾向にあることを示している。

(3) 社会ニーズを組込んだテーマ改訂

① はじめに

近年の地球温暖化の問題から、学生の二酸化炭素削減、エコ、エネルギーへの関心が高

まっており、これらへの関心を通して電気工学への興味を持ってもらうことは非常に重要である。

②実験内容

本章の「太陽電池の特性測定」では、太陽電池の動作原理や特性の理解を目的とし、1学年全5クラスにそれぞれ1回（5時間）実施している。

(a) 実験の解説

学生は、太陽電池や太陽光発電という言葉は知っているが、具体的な動作原理は知らない。まず、簡単なエネルギーバンド図を用いて、太陽電池の原理の説明し、実際の現象と結びつける。

次に、測定方法の説明を行う。太陽電池パネルに照射する光強度を変化させ、電圧、電流、照度の測定を行っていく。最後に、表・グラフの書き方の説明し、実験を開始する。

(b) 太陽電池の静特性に関する実験

「フィッシャーテック エコパワー作動キット」の太陽電池パネルに光を照射し、照射強度を変化させ、光強度に対する太陽電池の開放電圧、短絡電流をテストおよび照度計により測定する。(1) 照度対開放電圧、(2) 照度対短絡電流、(3) 開放電圧対短絡電流の関係を表にまとめグラフを作成する。実験は、図4のように可変単巻変圧器、ライト、太陽光発電キット、照度計およびテストを配線する。測定しやすいように図5のテスト台を太陽光発電キットに組み込み、A-A'間およびB-B'間にテストをクリップで接続して電流・電圧測定を行えるようにした。本実験ではA-A'間にテストを接続して測定を行う。モータは使用しないため、B-B'間へのテストの接続は行わない。



図4 実験装置

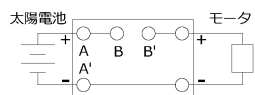


図5 テスタ台

(b) 太陽電池出力電圧と負荷の回転速度実験

太陽電池の出力電圧を変化させ、各出力電圧におけるモータの回転速度を計測する。太陽光発電キットには、予めモータの回転を介して縦方向に往復動作する掘削機を組み立て、掘削時間を計測する。

テストの接続は、図6のようにA-A'間に電圧計を、B-B'間に電流計を接続する。B-B'間にテストを接続して、負荷の変動によって電流が変化を測定し、出力電圧 vs モータの回転速度のグラフにまとめる。

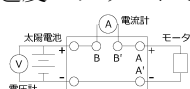


図6 実験2の電圧計、電流計の配線

(c) 表・グラフの作成

テストおよび照度計で測定したデータを表にまとめ、グラフにする。1年生対象の実験であるため、表の形式（、および、グラフの形式等はあらかじめタイトルや量記号、スケール線等を記入したものを使用させた。

③アンケート調査とその分析

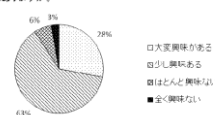
(a) アンケート調査の集計結果

教育的効果調査のために、1年生全員（216名）にアンケート調査を行った。各設問と集計結果を以下に示す。評価は4段階とした。これらのアンケート調査結果（以下の設問1～10）について考察する。

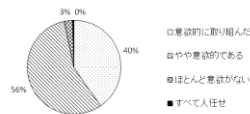
(b) アンケート集計結果の考察

まず、設問1については、大変興味がある、少し興味がある、を合わせると9割以上の学生がエネルギーや環境、エコ等に興味があることが分かった。ただ、設問3の集計結果から、半数の学生は事前に予習をせず、実験に臨んでいることが分かった。設問5の結果から、実験以前では6割～7割の学生が太陽電池の動作原理等を知らないと答えていたが、設問4の集計結果に示すように、多くの学生に太陽電池の動作原理についての解説を分かってもらい、実験後では設問6の集計結果のように、約9割の学生が太陽電池の動作原理を理解したと答えた。また、設問7の集計結果から、エネルギー・環境技術についてさらに詳しく勉強したいと答えた学生が9割近くにも及んだ。測定には照度計とテストを用いた。設問8に示すように、テストの使い方に関してはほぼ全員が適切に扱えるようになった。測定データのまとめ方、表・グラフの書き方に関しても、設問9から、一通り理解してもらえた。設問10については、半数弱の学生が難しかったと答えた。

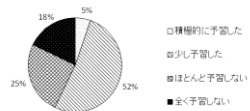
設問1 エネルギー・省エネ、地球温暖化、それらに関する技術に興味ありますか。



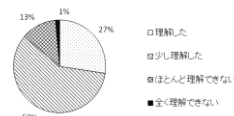
設問2 あなたはこの実験に意欲的に取り組みましたか。



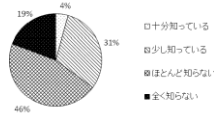
設問3 予習してきましたか(テキストを読んできましたか)。



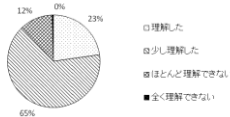
設問4 説明はわかりやすかったですか。



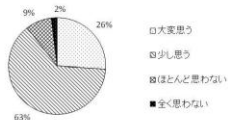
設問6. 太陽電池について、その動作原理等についてすでに知っていましたか。



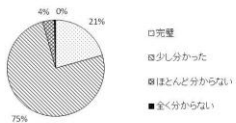
設問6. 実験を通して、太陽電池の動作原理について理解できましたか。



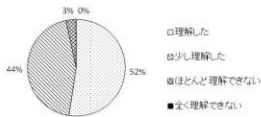
設問7. 太陽電池を含め、エネルギー技術に関して、さらに詳しく勉強したいと思いますか。



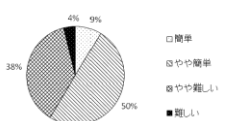
設問8. テスタの使い方(レンジの切り替え、目盛の読み方)を理解できましたか。



設問9. 測定データのまとめかたについて、表・グラフの書き方は理解できましたか。



設問10. 実験内容を難しと感じましたか。



(4) 卒業生技術者人材バンクを活用した試み①はじめに

5分野の内の機械工学分野では、機械製作実習を中心に、アルミ製自動車模型の製作を通して、ものづくりを体験させている。新たな試みとして、実習最終日のコンテストの際に、人材バンクに登録された卒業生で自動車部品メーカー勤務の技術者による講演会を開催した。学外教育力を活用し、学生の技術者像形成を目指した。

②ものづくり基礎工学機械工学分野

機械工学分野では図7に示すような一人1台の「自動車模型の製作」をテーマにしている。①CAD製図、②旋盤、③手仕上げ(ボール盤、タップ、ダイス等)、④フライス盤、⑤鋳造(木工)を順不同で輪番制で体験させ、自動車模型の部品製作を通して、ものづくり過程を学習する。最後に組立調整、評価(コンテスト)を実施する。



図7 模型自動車



図8 講演会風景

③人材バンクを活用した講演会開催

(a) 開催した講演会の概要

最終週である第6週の組立調整およびコンテストでは、定員40人のクラスを2班に分けて交替で、一方の班ではコンテスト等を実施し、他方の班では機械工学を紹介するビデオ視聴する。5クラス中の1クラスに対して、ビデオ視聴の代わりに東京高専卒業生の技術者の講演会を実施した。

(b) アンケート内容

主な3つのアンケート項目を次に示す。

- 設問1 講演を聴く前の技術者像は？
- 設問2 講演を聴いた後の技術者像は？
- 設問3 講演を聴いて技術者に対する印象は良くなった？

④アンケート結果および考察

設問1の「講演前の技術者のイメージ」の集計結果を図9に示す。「苦労が多そう」が最も多く、「社会的貢献度」および「発想力」が次点の回答数であった。「地味」、「天才」、「やりがいあり」が続いている。

設問2の「講演後の技術者のイメージ」を図10に示す。講演前と同様に最も多い回答は「苦労が多そう」であり、講演前よりも回答数が増している。また、「社会的貢献度が高い」が次点で多い。3番目の回答は「問題解決能力の高さ」である。「行動力がある」が次いで多くの回答を得ている。

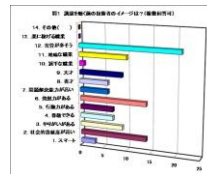


図9 講演前

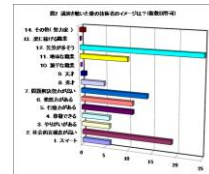


図10 講演後

設問3の回答より過半数の学生から改善の回答が得られた。

4. 研究成果

本研究では、まず、1年生共通専門導入科目「ものづくり基礎工学」の現状分析を行った。その結果、新入生は専門分野に高い関心を持ち、複数分野の技術修得が社会人技術者に必要と理解していることが確認された。また、社会ニーズのあるエネルギー・環境分野のテーマについて複合・融合的な視点で実験実習を行うことが重要と認識していることも確認された。更に1年生の自発的な発想力や行動力を向上するため、社会人技術者からなる人材バンクを立ち上げ、実際に外部教育力を活用した講演会を開催した。現場技術者と接することで、1年生が創造的・実践的技術者を正確に認識できることも確認された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3 件)

- ① 城石英伸, 清水昭博, 大貫繁雄, 大塚友彦, 西村 亮, 鈴木塔二, 藤野 宏, 降矢 司, 中村源一郎, 新田武父, 雑賀章浩, “「ものづくり基礎工学」における安全教育の推進とビジュアル教材の開発に向けた取り組み”, 東京高専研究報告書, 査読無, 第 42(2)号, pp.63-66, 3 月, 2011
- ② 大塚友彦, 大貫繁雄, 清水昭博, 加藤 格, 西村 亮, 城石英伸, 小坂敏文, 松岡 敏, 羽鳥広範, 雑賀章浩, 藤野 宏, 新田武父, 永吉真知子, “「ものづくり基礎工学」受講学生の意識調査とその分析”, 東京高専研究報告書, 査読無, 第 40(2)号, pp.63-66, 3 月, 2009
- ③ 清水昭博, 黒崎茂, 福田勝己, 斉藤純夫, 多羅尾進, 志村穰, “「ものづくり基礎工学」機械工学分野における自動車模型製作を通じた全学科新入生向け基礎教育”, 平成 20 年度高専教育講演論文集, 査読有, 8 月, pp. 127-130

〔学会発表〕(計 3 件)

- ① 清水昭博, 黒崎茂, 福田勝己, 角田陽, 降矢司, 北山光也, “ものづくり基礎工学機械工学分野で開催した先輩企業技術者講演会を通しての学生技術者像の変化”, 平成 22 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp. 380-381, 8 月, 2010, 東北大学
- ② 木村知彦, 玉田耕治, 土井淳, 新國広幸, 大貫繁雄, “低学年用学生実験へのエネルギー・環境テーマの導入 ―エネルギー・環境に関する体験型一貫教育の導入に向けて―”, 平成 22 年度全国高専教育フォーラム講演論文集, pp. 381-384, 8 月, 2010, 長岡技術科学大学
- ③ 大塚友彦, 大貫繁雄, 清水昭博, 西村 亮, 城石英伸, 松岡 敏, “高専 1 年生専門導入教育「ものづくり基礎工学」受講者の意識調査とその分析”, 平成 21 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp. 262-263, 8 月, 2009, 名古屋大学

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

○取得状況(計 0 件)

〔その他〕

特になし.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大貫 繁雄 (OHNUKI SHIGEO)
東京工業高等専門学校 電気工学科教授
研究者番号: 3 0 0 5 4 8 3

(2) 研究分担者

大塚 友彦 (OHTSUKA TOMOHIKO)
東京工業高等専門学校 電子工学科教授
研究者番号: 8 0 2 6 2 2 7 8

清水 昭博 (SHIMIZU AKIHIRO)
東京工業高等専門学校 機械工学科准教授
研究者番号: 9 0 1 4 9 9 1 4

城石 英伸 (SHIROISHI HIDENOBU)
東京工業高等専門学校 物質工学科准教授
研究者番号: 3 0 4 1 3 7 5 1

西村 亮 (NISHIMURA MAKOTO)
東京工業高等専門学校 情報工学科助手
研究者番号: 8 0 2 5 9 8 2 9

小坂 敏文 (KOSAKA TOSHIHUMI)
東京工業高等専門学校 情報工学科教授
研究者番号: 6 0 1 5 3 5 2 4

(3) 連携研究者

特になし.