

# D 会 場

# 講義・演習連携資料を用いた3学年「有機化学Ⅱ」 における授業改善

(八戸工業高等専門学校) ○菊地康昭

## 1. まえがき

ここ数年、高等専門学校や大学において本格的な教育改善活動が行われてきている。高等専門学校はもともと教育を重視した教育機関であるが、入学者の学力低下や日本技術者教育認定機構（J A B E E）の認定プログラムへの対応<sup>1)</sup>、大学評価・学位授与機構による認証評価への対応<sup>2)</sup>等により、より良い教育方法への改善が継続的に行われるようになり、この一環として、個々の授業はもとより、シラバスの充実や学生による授業評価などが行われている。

一方、高等専門学校は高等学校3年と大学2年の学齢の合計5年間の本科教育にその特徴を持っている。特に学科における専門分野では、低学年時から大学と同等の教育を行っており、社会でもいまだに高い評価を得ている。この低学年時の専門教育の成果がその後の高学年教育あるいは専攻科教育に大きな影響を与えているため、学生の理解度を高めるための工夫が必要とされる<sup>3, 4)</sup>。

ここでは、物質工学科3学年で行われている専門科目である有機化学Ⅱにおいて、平成12年度より逐次実施してきた教育改善について報告する。

## 2. 有機化学Ⅱについて

有機化学Ⅱは、物質工学科の専門基礎科目として3学年において通年(2単位)で行われる科目で、アルカン・アルケン・アルキン等を学ぶ2学年の有機化学Ⅰに接続する科目である。本科目の授業時間と内容の概要は表1に示す通りである。また、本科目は4～5学年の有機化学Ⅲや有機合成化学、高分子化学等の有機系科目に連携していく科目であり、高学年あるいは専攻科での教育を有効に行うためにも重要な役割を担っている。しかしながら、有機化学Ⅱで使用している教科書<sup>5)</sup>は、大学で使用される水準の教科書であるため、高校生と同学齢である低学年にも分かりやすく理解させるための工夫が必要とされる。そのため、学生の理解度を高めるために教科書を補助する講義資料およびそれに連動した演習資料を作成し、授業で活用して、教育効果を高めてきた。

表1 有機化学Ⅱの授業内容の概要

時間数*	授 業 内 容
10	1. 芳香族化合物について 求電子置換反応、求電子置換反応機構、 配向性とその機構、配向性を利用した合成
6	2. 立体異性について 分類、キラリティ、立体配置、投影式、 命名法、エナンチオマーの性質
14	3. 有機ハロゲン化物について 定義、分類、命名法、置換反応の種類、 置換反応の機構、脱離反応とその機構、 置換と脱離の競合、多ハロゲン化物
16	4. アルコールとエーテルについて 定義、分類、命名法、物理的性質、酸性度、 アルコールの置換・脱水・酸化の各反応、 エーテルおよびエポキシドの合成と反応
14	5. アルデヒド・ケトンについて 定義、分類、命名法、合成方法、 各種求核付加反応、アルドール縮合

\*時間数は50分を一単位時間としている。週2時間の講義。

## 3. 講義・演習連携資料について

以下に表1の各項目について説明するが、アルコールとエーテルについては省略する。

### 3.1 芳香族化合物における資料

芳香族化合物については、2学年時の有機化学Ⅰにおいて一部終了しているため、芳香族化合物の反応から行っている。資料名とそれに対応した講義のポイントを表2に示す。一部の資料を図1と図2に示す。なお、この項目は講義5回(10時間)で説明しており、3回の小テストを入れて学生の理解度を高めている。項目は、(1)ベンゼンに対する求電子置換反応問題、(2)配向性に関する問題、(3)配向性を利用した二置換ベンゼンの合成経路問題、である。

### 3.2 立体化学における資料

立体化学については、不斉炭素が1個の異性体のみ取り扱い、その表示方法はDL命名法のみ行っている。資料名とそれに対応した講義のポイン

トを表3に示す。なお、この項目は講義3回（6時間）で説明しており、2回の小テストを入れて学生の理解度を高めている。

表2 芳香族化合物における資料

1. 講義用	ベンゼンに対する求電子置換反応のまとめ 各反応の基本的なパターンを理解する。特に、求電子試薬の部分がベンゼンと結合すれば生成物になるというパターンを理解させる。
2. 演習用	アルケンによるベンゼンのアルキル化 (図1) アルケンの場合、その構造によって生成物が異なるが、中間体の炭素陽イオンを書ければ簡単に解けるため、2年次で習ったアルケンに対するハロゲン化水素や水の付加反応を解いて、炭素陽イオンの形を復習する。その後、同じアルケンによるベンゼンに対するアルキル化反応の問題を解く。
3. 講義・演習用	求核置換反応の反応機構と演習 各反応機構を説明する資料、および塩素化、プロピレンによるアルキル化、塩化アセチルによるアシル化の反応機構を解く問題、触媒により求電子試薬が生成することを理解させる。
4. 講義・演習用	置換基による配向性と演習 配向性のパターンとそれぞれの配向基の一覧を説明する。また、配向性が係わる求電子置換反応を解く。その際、どこに何が反応するのかを意識させて演習する。
6. 講義・演習用	配向性に関する反応機構について 配向性を生ずる理由についての説明資料であるが、その中に共鳴構造を記入する演習問題も入れておき、解きながら配向性を生ずる理由を理解させる。
7. 演習用	配向性を利用した合成経路の演習 (図2) ベンゼンから配向性を利用して二置換体を合成する経路を、パーツ化された反応式を組み合わせることで解く。

表3 立体化学における資料

1. 講義用	異性体についての解説 序論として異性体の分類と実例を示す。これまでに学んだ構造異性体と立体異性体（幾何異性体）の復習も兼ねる。
2. 演習用	光学異性体について キラル又はアキラルな分子の分類、立体図の見方を演習。
3. 演習用	偏光に対する性質とDL命名法 キラルな化合物が偏光に対してどんな性質を示すのかの穴埋め問題、Fischerの投影式とDL命名法についての演習。

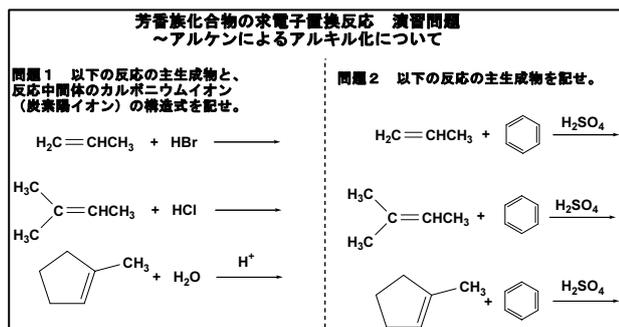


図1 アルキル化演習問題

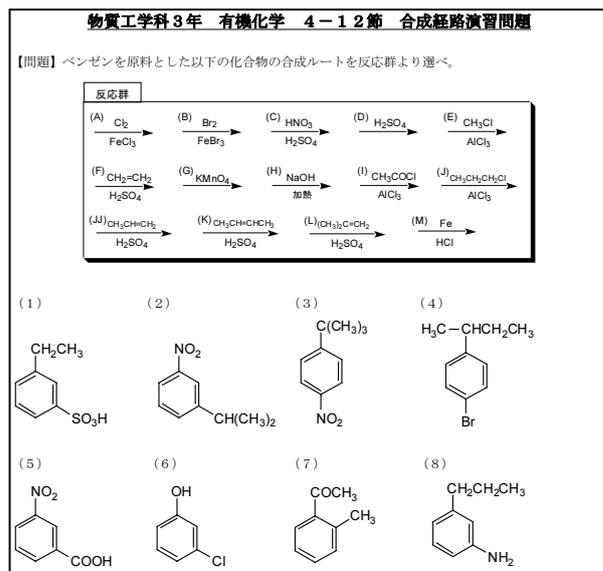


図2 合成経路演習問題

### 3.3 有機ハロゲン化物における資料

有機ハロゲン化物については、求核置換反応と脱離反応という重要な反応様式が出てくる。また、求核置換反応には色々な種類があり、反応機構についても説明するため、授業効率の高さと学生の理解度の高さが要求される。資料名とそれに対応した講義のポイントを表4に示す。なお、この項目は講義7回（14時間）で説明しており、5回の小テストを入れて学生の理解度を高めている。項目は、(1)有機ハロゲン化物の命名、(2)求核置換反応、(3)求核置換反応機構、(4)脱離反応、(5)置換と脱離の競合、である。

表4 有機ハロゲン化物における資料

1. 講義・演習用	有機ハロゲン化物の命名法と演習 国際名と基官能名についての説明と対応した演習問題を解く。基官能名では代表的なアルキル基等の名称を覚える。
2. 演習用	求核置換反応の演習問題 各種の求核置換反応の演習問題を解く。その際、求核試薬の形を書かせて、反応をパターン化して理解させる。
3. 講義・演習用	求核置換反応の反応機構と演習 $\text{S}_{\text{N}}1$ および $\text{S}_{\text{N}}2$ の反応機構について説明と対応した演習問題を解く。最初、各機構の特徴、次いで速度論・立体化学・ハロゲン化物の反応性について各機構の違いを演習問題を解きながら理解する。
4. 演習用	脱離反応の演習問題 ハロゲン化物の脱離反応の演習問題を解く。その際、Saytzeffの法則について理解する（Hofmann則は本科ではやらない）。
5. 講義・演習用	置換反応と脱離反応の競合 置換反応と脱離反応の競合を、理論を取り入れながらパターン化して説明。そのパターンを使って、実際の演習問題を解く。その際、 $\text{S}_{\text{N}}1$ , $\text{S}_{\text{N}}2$ , E1, E2のどの機構が主になるかも理解する。

### 3.4 アルデヒド・ケトンにおける資料

アルデヒド・ケトンでは、カルボニル基に対する求核付加反応という重要な反応様式が出てくる。また、求核付加反応には色々な種類があり、時間が限られているため、求核試薬とカルボニル基との反応をパターン化して授業効率を高めている。資料名とそれに対応した講義のポイントを表5に示す。一部の資料を図3に示す。なお、この項目は講義7回(14時間)で説明しており、3回の小テストを入れて学生の理解度を高めている。項目は、(1)アルデヒド・ケトンの命名法、(2)カルボニル基の反応A、(3)カルボニル基への反応B、である。

表5 アルデヒドとケトンにおける資料

1. 講義・演習用	アルデヒドとケトンの命名法と演習
国際名と基官能名、慣用名についての説明と対応した演習問題を解く。基官能名では代表的なアルキル基等の名称を覚える。	
2. 講義・演習用	アルデヒドとケトンの反応と演習
基本はカルボニル基に対する求核試薬の求核付加反応であることを、反応をパターン化して理解させ、これに対応する反応問題を解く。なお、アルデヒドの銀鏡反応も説明する。	
3. 講義・演習用	アルドール縮合の反応機構と演習(図4)
アルドール縮合の反応機構を説明する。求核付加反応と同じパターンであることを理解させ、これに対応する問題を解く。	
4. 講義・演習用	アルドール縮合を利用した合成経路と演習
アルドール縮合→脱水→還元のパターンで各種アルコールを合成する経路を理解させ、これに対応する合成問題を解く。	

到達度チェックリストを作成し、学生の勉学に役立てている。本科目での例を図4に示す。チェックリストの書式には何種類もあり、各科目担当者が適した書式を使用しているが、本科目ではチェック項目を細かく設定し、学生が自分の理解度を詳細に確認出来るようにしている。

有機化学・前期中間・到達度チェックリスト		
番号	項目	評価
1	求電子置換反応(1) 塩素化と臭素化	
2	求電子置換反応(2) ニトロ化	
3	求電子置換反応(3) スルホン化	
4	求電子置換反応(4) ハロゲン化アルキルによるアルキル化	
5	求電子置換反応(5) アルケンによるアルキル化、Markovnikov 則の適用	
6	求電子置換反応(6) アシル化	
7	反応機構(1) ベンゼノニウムイオンの共鳴構造式	
8	反応機構(2-1) 求電子試薬の生成段階 塩素化と臭素化	
9	反応機構(2-2) 求電子試薬の生成段階 ニトロ化	
10	反応機構(2-3) 求電子試薬の生成段階 スルホン化	
11	反応機構(2-4) 求電子試薬の生成段階 ハロゲン化アルキルによるアルキル化	
12	反応機構(2-5) 求電子試薬の生成段階 アルケンによるアルキル化	
13	反応機構(2-6) 求電子試薬の生成段階 アシル化	
14	反応機構(3-1) 第3段階 触媒的に作用する(再生利用される) ケース 塩素化、臭素化、アルキル化	
15	反応機構(3-2) 第3段階 触媒的に作用しない(再生利用されない) ケース ニトロ化、スルホン化、アシル化	
16	オルト-パラ配向基とそうなる理由(1) アルキル基のケース	
17	オルト-パラ配向基とそうなる理由(2) 非共有電子対を有する官能基のケース	
18	メタ配向基とそうなる理由	
19	配向性を利用した合成 2つのオルト-パラ配向基が、オルト位あるいはパラ位にある場合	
20	配向性を利用した合成 2つのメタ配向基が、メタ位にある場合	
21	配向性を利用した合成 オルト-パラ配向基とメタ配向基が、オルト位あるいはパラ位にある場合	
22	配向性を利用した合成 オルト-パラ配向基とメタ配向基が、メタ位にある場合	
23	ニトロ基の還元によるアミノ基の生成(ニトロベンゼン→アニリン)	
24	スルホン酸基のアルカリ融解による水酸基の生成(ベンゼンスルホン酸→フェノール)	
25	メチル基の過マンガン酸塩酸化によるカルボキシ基の生成(トルエン→安息香酸)	
26	ナフタレンに対する求電子置換反応は、2位よりも1位の方に起こる	
27	同一炭素に4種類の異なる置換基が結合するとキラルな分子となる	
28	同一炭素に4種類の異なる置換基が結合した炭素原子が不斉炭素となる	
29	色々な有機化合物がキラルかどうか、またキラルならばどこが不斉炭素かわかる	
30	適当な分子式からキラルな化合物とアキラルな化合物を分類できる	
31	旋光性(右旋性・左旋性)をキーワード(偏光や光学活性など)で説明できる	
32	エナンチオマー(対掌体)の化学的性質と物理的性質を説明できる	
評価合計値		
平均値=評価合計値÷32×2		
評価欄について: おおよそ理解した=2、半分程度理解した=1、おおよそ理解していない=0 平均値が、1.2ポイント以上が最低到達度。		

図4 有機化学Ⅱ 前期中間でのチェックリスト

**有機化学Ⅱ アルドール縮合解説資料・演習(1)**

【反応例1】アセトアルデヒドのアルドール縮合について  
アセトアルデヒドは、塩基性下、アルドール縮合によってアルドールを生成する。この反応の生成物を見ると、アルデヒド・ケトン特有の「求核付加反応」と同じパターンであることが分かる。  
つまり、生成物のアルドールには、原料であるアセトアルデヒドに相当する部分が2箇所あり、その1つは求核付加反応を受けた部分、もう1つは求核付加反応した部分(求核試薬の部分)である。

$$2 \text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{H} \xrightarrow{\text{HO}^-} \text{CH}_3\text{C}(\text{OH})(\text{H})\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{H}$$

aldol (3-hydroxybutanal)

求核付加反応を受けた部分  
求核付加反応をした部分(求核試薬の部分)

求核反応した部分は、下式のようにアセトアルデヒドのα位の水素(厳密にはα位の炭素に結合した水素のこと)で、単にα水素ということもある)が、プロトン(水素カチオン)とアニオンに解離した形になっている。このアニオンのことを特にエノラートアニオンと呼ぶ。

$$\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{H} + \text{HO}^- \rightleftharpoons \text{CH}_2=\text{C}(\text{O}^-)\text{H} + \text{H}_2\text{O}$$

図3 アルドール縮合の解説

### 3.5 学生による達成度チェックリスト

これまでは、講義・演習連携資料について述べてきた。このような教育改善は、科目担当がそれぞれの科目の特性を生かして各自で行っているが、八戸高専全体として平成16年度より、各科目で

## 4. 教育改善の結果と考察

これまで述べてきた教育改善によって、どのような成果が得られたのかについて以下に述べる。

### 4.1 成績評価の推移

有機化学Ⅱの成績評価は、4回の定期試験(前期中間・前期期末・後期中間・後期期末)が90%、小テストや課題等が10%で行っている。図5に、平成10年度から18年度までの学年総合成績評価の平均点の推移を示す。これを見ると平成12年度の平均点が平成11年度よりも明らかに向上しており、講義・演習連携資料の効果が現れたことが明らかとなった。また、講義・演習連携資料は、年度により学生の雰囲気や学力等も変動するため、それに合わせて継続的な改良を重ねており、その結果、平均点が平成12年度以降も向上を続けていることが分かる。また、学生による達成度チェックリストを始めた平成16年以降はさらに平均点が

向上する結果となった。

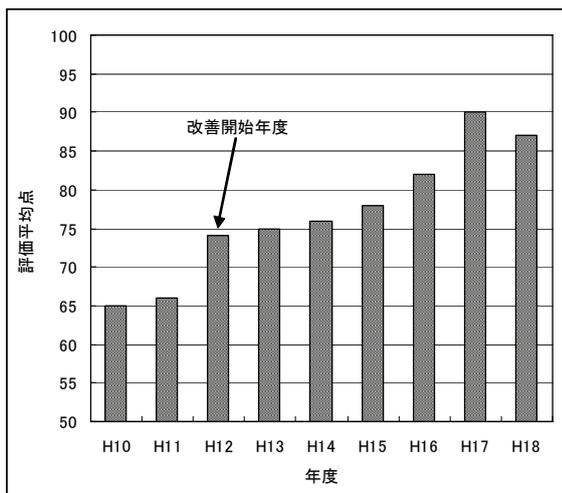


図5 有機化学Ⅱの成績評価の推移

#### 4.2 学生による授業評価の推移

八戸高専では、平成14年度より科目ごとに学生によるアンケート評価を行い、その結果を各自の授業に役立ててきた。行っているアンケート項目は表6の通りである。なお、授業形態によってアンケート項目は異なる。

表6 授業アンケート質問項目

A. 学生自身の授業への取り組みについて	
1	積極的に取り組みましたか。
2	予習や復習は、行いましたか。
3	課題やレポートなどにきちんと取り組みましたか。
4	シラバスなどからこの授業の到達目標と評価方法を理解していますか。
5	全体として授業の内容を理解できたと思いますか。
B. 教員の授業内容・方法について	
6	授業の内容は、「シラバス」と一致していますか。
7	先生は授業の準備や工夫を十分していますか。
8	先生の講義の声は良く聞き取れますか。
9	板書の文字等は読み取りやすいですか。
10	説明はわかりやすいですか。
11	定期試験以外に授業の理解を深めるため小テスト・演習・宿題は何回ありましたか。
12	授業中または時間外でも、質問したとき先生はていねいに説明してくれますか。
13	先生は学生の理解度を把握して授業を進めていますか。
14	成績評価(方法)は適切であると思いますか。
19	この授業には全体として満足できましたか。

学生は、表6の各項目について5段階評価を行う。評価点は5が最も高く、1が最も低い。有機化学Ⅱにおけるアンケート評価の項目Bについて、平成14年度から17年度までの評価の変遷を図6に示す。これを見ると、全体的に評価平均値が高く、学生の評価が良好であることを示している。また、全般的に見ると年度が進むほど評価が向上していることが分かる。これまで述べた教育改善が継続的に行われてきたことを如実に物語っている。

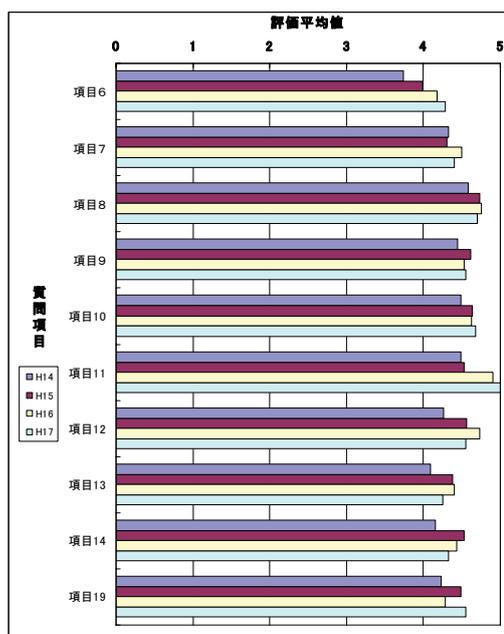


図6 有機化学Ⅱの授業評価の推移

#### 5. あとがき

本報告では、教科書を補助する講義資料と連動する演習資料を授業で活用し、教育効果を高めてきた。このような教育改善は、成績評価にも非常に有効に働き、学生の満足度も極めて良好であることが示された。ただし、良いシステムを構築するだけでは不十分であり、実行する教員が授業をしっかりと行うことが最も重要である。小テストや授業中に行う演習問題の解答状況、学生の雰囲気等の状況をよく感じ取り、変化する学生に適合するやり方を現場で実施することが必要である。このような丁寧な教育が高専の特徴であり、今後も行っていくべき方向であると考えている。

#### 参考文献

- 1) 日本技術者教育認定機構 <http://www.jabee.org>
- 2) 大学評価・学位授与機構 高専機関別認証評価 [http://www.niad.ac.jp/n\\_hyouka/index.html](http://www.niad.ac.jp/n_hyouka/index.html)
- 3) 三浦靖一郎, 安藤守, 丹野拓海, 渡辺博: 「JABEE教育プログラム履修前までの専門基礎教育の提案と実践」, pp. 5-8, 平成18年度高専教育講演論文集(2006)
- 4) 青木優介, 須賀政彦, 嶋野慶次: 「木更津高専環境都市工学科における建設材料学の授業改善への取り組み」, pp. 277-280, 平成18年度高専教育講演論文集(2006)
- 5) H. ハート, L. E. クレーン, D. J. ハート, 「ハート基礎有機化学」(訳本), 三訂版, 培風館(2002)

# 卒業研究発表を充実させた創造性教育

(福島工業高等専門学校) ○佐東信司、松本匡以、松尾忠利、高橋 章

## 1. はじめに

高専教育は地域に密着した教育を重視しており、実践性を重んじて地域企業との連携が可能な研究課題を取り入れた卒業研究を目指している。

卒業研究は、4年次までの座学・工学実験等による知識と応用力教育の集大成として位置付け、創造性・課題探求型・問題解決型教育の向上を目指す最も重要なPBL教育である。

機械工学科では4年次に工学セミナー(2単位)を設けているが、この科目は卒業研究の前段階の専門基礎教育を担っているため、卒業研究の配属先を4年次に決定している。学生は学問的に興味を抱く研究領域、未知への挑戦、人間関係などを考慮するが、研究室配属は3年次の成績上位から順に決定する方式で行っている。

また、卒業研究の充実を図る教育システムとして中間発表を3回行い、研究意欲の向上を目指した取組を実施している。特に、研究背景・目的・達成目標・実験計画などを十分に把握させる。さらにはオーラルおよびポスター発表による質疑応答型教育で学生の理解度の浅い領域を指摘されることで、その問題を解決するために自分で考え・新たなものを生み出す創造性を育成している。この中間発表会は高等教育機関の中でも充実した発表会と自負している。

## 2. 卒業研究の必要性

卒業研究を選択科目にしている大学もあるが、卒業研究の必要性や発表形態に関する報告は少なく、研究内容に関する報告は多くある<sup>1-2)</sup>。

研究は殆どが「未知の世界」であり、研究目的と到達目標を明確にすることで、学生は能力を發揮し、目標を達成するための実験手法や工程等を考案し、自ら研究へ邁進するものである。

特に、高専教育では「実践的技術者」を目指しているため、課題探求型で問題解決のできる人材

を育成するには卒業研究におけるPBL教育の充実が重要な役割を担っているといえる。

また、卒業研究の中間発表を含む発表会では専門分野外の研究者からも質問され、知識の拡大・より深い専門知識の探求などが要求されるため、「質疑応答型教育」を実践する好機となっている。そして、社会が求めているプレゼンテーション能力の向上も担っており、卒業研究は創造性教育に重要な役割を果たしている。

## 3. 継続的研究体制の確立

研究を実施する上での重要課題は、学生が研究意欲を持続して研究することができるかである。従来から、中間発表会等の直前になって慌てて実験することは良くあることであるが、これは目的意識の不足であり、指導教員の現状把握不足でもある。このため、学生は研究背景を十分に理解し、目的を把握することと研究スケジュールの立案および目標達成への予測をさせることが研究初期過程では重要なこととなる。

学生の研究進捗状況を把握するためには、日頃からの討論や報告会が最も重要となるが、全学生を一同にチェックできる定期的な中間発表会も重要となってくる。機械工学科では、研究水準を向上させるための方策として、中間発表を3回導入し、充実した卒業研究発表計画を構築した。研究発表日程は第1回目を5月、第2回目を9月、第3回目を12月、最終発表を2月に設定した。

## 4. 発表会の実施内容

卒業研究発表会の実施計画を表1に示す。発表会は4回実施するため反復学習で、研究内容も十分に把握でき、複眼的視野による創造性豊かな研究推進が可能となる。特に、3回の中間発表会では質疑応答型教育を実施し、創造性を育む内容としている。また、発表会の様子を図1に示す。

第1回中間発表



第2回中間発表



第3回中間発表



研究成果最終発表会(午前:プレゼンテーション+午後:ポスターセッション)



プレゼンテーション



ポスターセッション



ベストポスター賞

図1 発表会の様子

表1 卒業研究の発表について

	発表形式	発表時間	質疑
第1回中間	オーラル	1人3分	なし
第2回中間	ポスター	60分	あり
第3回中間	オーラル	グループ 8~16分	あり
最終 発表会	オーラル	1人3~4分	なし
	ポスター	80分	あり

#### 4.1 第1回中間発表会

第1回目の中間発表会は、研究の背景と目的、目標を達成するための卒業研究の年間スケジュール、期待される成果を発表し、早期に研究計画全体を把握させるため5月初旬に実施している。この結果、学生は卒業研究への取組みについて明確な目標を持つことができると共に、卒業研究の内容を十分に把握することで、就職試験や進学時面接において的確に答えられるように心がけている。

発表実施方法は、プレゼンテーションソフトを用いた口頭発表であり、複数による共同研究でも考え方の個人差があるため、各自が独立して発表する形態で行っている。この発表会では質疑応答を行わず、研究発進への所信表明的要素を全面的に出している。参加者は機械工学科の教職員と4, 5年生である。

#### 4.2 第2回中間発表会

9月下旬にポスターセッションによる第2回目の中間発表会を実施している。この時期に設定しているのは、夏期休業中を有効に活用して、卒業研究にどれだけ取り組んだかを評価するため、学生は、ポスター発表が初めての経験となる。ポスターは、研究題目ごとに1m×2mのパネルを用い、タイトルと指導教員・学生名の他にA4サイズ用紙で14枚にまとめて表示する。また、15枚目の用紙は教員および学生からの質問を受けるたびに質問者欄にサインをする。発表を前半の部と後半の部に分け、発表時間はそれぞれ60分としている。サインする人数は10人の教員のうち5人以上の教員で、十分な質疑応答を義務づけている。専門外の先生と多く討論することで、研究の方向付け・解釈・探求力などについて新たな発見をすることができ、次の発表までの指針を得ることができる。このため、幅広い知識をもった人々と質疑応答型教育を行うことは学問・研究への向上の重要な役割を担っていると確信している。

#### 4.3 第3回中間発表会

3回目は12月中旬に実施している。実施方法は口頭発表で、第2回目の発表を踏まえて、その後に研究してきた内容を把握するため、質疑応答の時間を割いている。発表時間は研究題目あたり、1人での研究の場合には8分、2人の場合には12分、3人の場合には16分で、各5分間の質疑応答

時間を設けている。これまでの発表経験によって、発表時間はほぼ完璧に守っており、質疑応答でも的確な対応ができるように成長してきていることを実感できるようになる。

#### 4.4 研究成果最終発表会

最終発表会では、成果を十分に発揮させて悔いの残らない発表を実現させるため、午前中にプレゼンテーション、午後にはポスターセッションを実施している。プレゼンテーションは、1人あたり4分間(複数での発表は1人あたり3分間)で行ない、ポスターセッションでは、奇数番号と偶数番号に分けて、前半と後半の部でそれぞれ80分の発表としている。参加者には3年生も含め、5人以上の教員との質疑応答を義務付けている。これまでの発表の疑問点や研究の進捗状況を再確認し、全教員が評価する。また、分かりやすいポスターを作成し、見やすく整理されたポスターにベストポスター賞(1名)を授与している。ポスター賞を狙う学生は中間発表時の図面等の作成にも熱心で、指導教員の熱意も反映されており、卒業研究の全てにおいて成績優秀者が該当していることが多い。

### 5. 学生のアンケートによる評価

卒業研究発表会に対する学生の意識調査を目的として、平成15～18年度卒業生にアンケート調査を実施した。なお、第1回目の調査は平成17年度に実施し、平成17～18年度卒業生には卒業時にアンケート調査を実施した。アンケートの回収状況を表2に示す。

表2 アンケートの回収状況

	15年	16年	17年	18年
卒業生数	37	39	34	37
回答数	9	14	33	37
回収率%	24.3	35.9	97.1	100

#### 5.1 中間発表会実施について

中間発表の有無について質問した結果、図2が得られた。全ての年度において、ほぼ100%の学生が中間発表会を実施した方が良いと回答している。

#### 5.2 中間発表会の回数について

発表回数の調査結果を図3に示す。平成14年度までは最終発表のみであったが、中間発表を3回導入した平成15年度は、前年度聴講した発表会よりも負担度を実感し、2回実施を希望した学生が

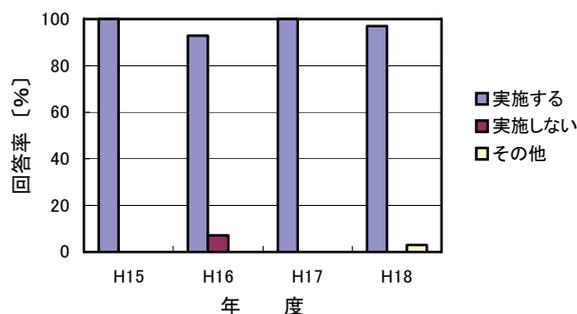


図2 中間発表会の実施

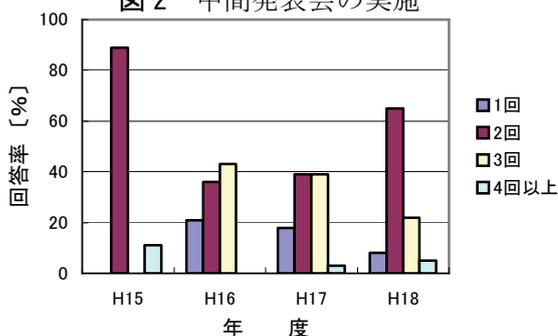


図3 発表会の回数

多かった。しかし、16年度からの3年間では3回以上と回答した学生が27%現れたのも驚きであり、有益な発表であると実感している。

#### 5.3 中間発表会の形態について

発表形態の結果を図4に示す。ポスターセッションは約60%、口頭発表は約80%の学生が希望しており、両方とも重要であることを認識している。特に、口頭発表は必ず実施しなければならない発表形態であることが再認識できた。

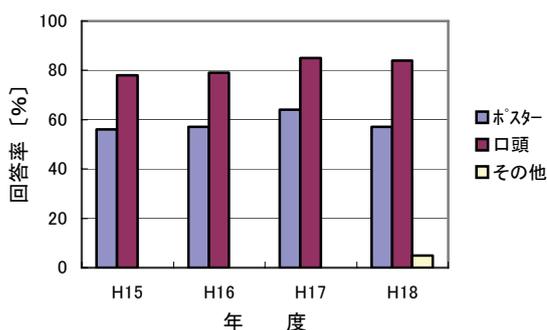


図4 中間発表会の形態

#### 5.4 中間発表会の効果について

中間発表の効果についての結果を図5に示す。効果がなかったと回答した学生は1名のみで、他の学生は中間発表による効果が得られたと実感していることが分かった。

#### 5.5 ベストポスター賞について

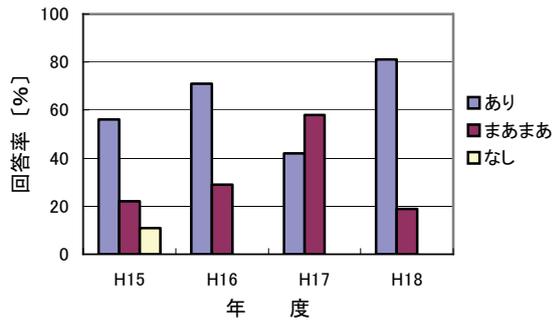


図5 中間発表会の効果

ベストポスター賞が研究の励みになったかとの質問に対する結果を図6に示す。ベストポスター賞を積極的に励みにした学生は平成18年度で20%である。この結果は、初めから諦めている学生が多く存在することを示しており、ポスターの表現力の育成に努力する必要性を示唆した結果と言える。特に、指導教員の影響によるところが大きく、対象となる研究室が固定されがちである。

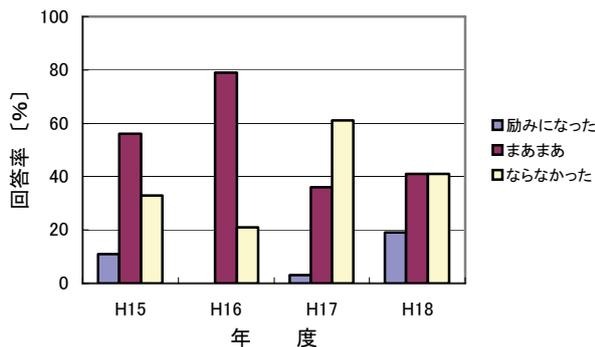


図6 ベストポスター賞

### 5.6 卒業研究発表会を通して得られたこと

卒業研究によって修得可能な11項目を設問し、実感された項目を選択してもらった。

- ①卒業研究の目的や意義を早い時期に理解できた
- ②計画に基づき行動できるようになった
- ③プレゼンソフトの使い方をマスターできた
- ④ポスター等の資料作成技術が向上した
- ⑤プレゼンテーションが上手になった
- ⑥人前であがらなくなり、話せるようになった
- ⑦時間や締切りの大切さを理解できた
- ⑧他人を理解させる大切さや難しさを体得した
- ⑨発表後の達成感が感じられた
- ⑩卒業研究の理解が深まった
- ⑪就職や編入学の面接に役立った

各年度においてもほぼ同様の結果であったが、特に効果の上がった項目は③、④、⑦、⑧などで

あり、発表の繰り返し効果による創造性能力や理解度が向上したと考えられる。一方、効果の低かったのは、⑥、⑪である。機械工学科では3年生から多くの機会に自己主張や発表を行なわせており、そのため予想以上の新たな効果が得られなかったと判断される。

## 6. 教員による評価

中間発表の効果があったと全ての教員が回答し、発表回数では2回と3回が同数であった。また、多く得られた回答として、①卒業研究の目的や意義を早期に理解できた、ポスター等の資料作成技術が向上した、理解が深まった、②プレゼンテーションが上手にできた、就職や進学の面接試験に役立った、③時間や締め切りの大切さを理解した、うまく話せるようになった、などの効果をあげている。

学生が卒業研究を十分に行ったかとの質問では、学生の実力を70~80%しか引き出せなかったとの反省が多かった。その理由として校務の多さによる影響があげられている。

総合的には中間発表の3回の導入によって教育効果は向上したことを認識し、発表による創造性・探究心・書類作成・発表方法などがスパイラル教育効果を示し、教育向上が図られたことを評価することができた。今後も現状維持での発表会を継続することとしている。

## まとめ

卒業研究は常日頃からの指導と計画的な実施方針が重要である。このため、中間発表を3回導入した結果、研究意欲の向上・発表内容など多くの点で教育効果が得られ、本システムの有効性が立証できた。教員の校務等による仕事が増す中で、充実した教育を行うための一方策として多くの高等教育機関で実施して頂けることを願っている。

## 参考文献

- 1) 英 崇夫、日下和也；卒業研究のプレゼンテーション評価とその展開、工学教育、51巻、2003、42-50
- 2) 山田 実、高宮三郎、金川秀也、北側卓夫；卒業研究達成度評価の実施、工学教育、51巻、2003、51-54



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。各分野のテーマとその概要を以下に示す。

## 2.2 機械工学分野

表1. 機械工学分野の実習内容一覧

テーマ名	概要
CADによる作図	自動車の部品製作図をCADで作成する。
旋盤によるタイヤ部分の加工	アルミの丸棒にタイヤ痕を付け、4個を「突っ切り」で切断する。
フライス盤による本体部分の溝加工	アルミ本体の軽量化のため溝加工を行う。
ねじ切りと穴開け加工	ボール盤による穴開け加工と、タップやダイスによるねじ加工。
鋳造工程体験	自動車車室部の木工加工及び鋳物製作。
組立、調整、コンテスト	組立と調整の後、性能コンテストを実施。



図2. 機械工学分野の実習の様子

機械工学分野の実習では、実習工場における「ものづくり加工」について、各種工作機械を扱いながら設計から製作・評価までの一連の流れを体験学習する。製作する課題は、「自動車モデル」の製作となっている。材料はアルミニウムを用い、一人1台の自動車モデルを製作している。製作品は、1年生が各自持ち帰ることができる。表1の5部門の加工製作を体験学習し、最終回(M5)に製作品の走行コンテストを実施し、性能を競う。機械工学分野の実習の様子を図2に示す。

## 2.3 電気工学分野

電気工学分野の実験では、電気工学に関連した基本事項(ハンダ付け技術、テスタによる電圧・電流・抵抗の測定技術、オームの法則、マイコン制御、プログラミングの基礎)を身につけるため、

表2. 電気工学分野の実験内容一覧

テーマ名	概要
ロボットの組み立てとプログラミング	LEGOロボットを組み立て、その動作のプログラミングを行う。
テスタの製作と測定①	テスタを製作し、その校正を行う。また、製作したテスタを用いて電流・電圧・抵抗の測定を行う。
テスタの製作と測定②	
PICマイコンを用いた電子工作①	PICマイコンを用いて、LED点灯、スイッチ入力、モータ駆動等の基本的なプログラミングを行う。
PICマイコンを用いた電子工作②	
PICマイコンを用いた電子工作③	



図3. 電気工学分野の実験の様子

表2のような3項目の「ものづくり」体験を通じた実験を行っている。電気工学科の実験の様子を図3に示す。

## 2.4 電子工学分野

電子工学分野の実験では、電子工学の基礎として直流回路の法則、電子デバイスの仕組みを学びながら、基本的な電子計測技術、測定結果の整理方法(グラフの書き方など)を学ぶ。ここでは、表3の6項目について各種計測機器に触れながら体験学習する。

図4は、電子工学分野の実験テーマで、「電波と無線通信のしくみ」の実験の様子を示したものである。電子工学分野では、中学卒業間もない学生にも出来るだけ理解を深めてもらうため講義形式実験を取り入れ、説明したその場で実験を行って学んだ知識を確認できるよう工夫している。

## 2.5 情報工学分野

情報工学分野の実験・演習では、表4のようにコンピュータグラフィックス(CG)及びマイクロコンピュータ(マイコン)を題材としたプログラ

表 3. 電子工学分野の実験内容一覧

テーマ名	概要
マイコンを用いたものづくり実習	PICマイコンを用いた電子オルゴールや7色発光装置のものづくりを通じ、コンピュータの仕組みを学ぶ。
直流回路の性質(1)	直流回路の法則を学び、抵抗や電圧降下の測定法を修得する。
直流回路の性質(2)	電流の測定方法、直列回路の電圧降下測定法、ダイオードの性質を理解する。
オペアンプ波形観測	オペアンプを使って増幅回路の基礎を学び、交流電圧波形の観測法を理解する。
電波と通信のしくみ	ラジオ放送の仕組みを学び、電波の性質を理解する。
光エレクトロニクス	ものづくり体験や光通信実験を通じ、光エレクトロニクスの基礎を学ぶ。

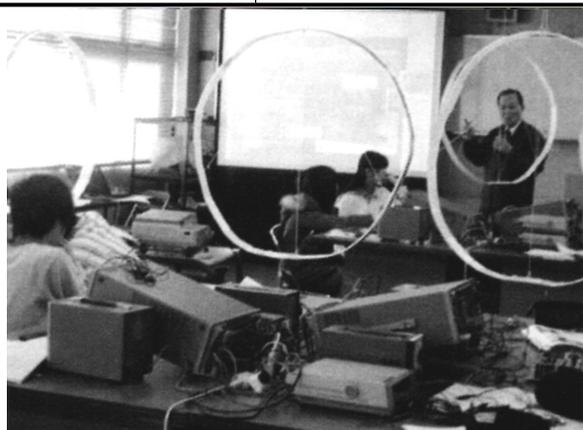


図 4. 電子工学分野の実験の様子



図 5. 情報工学分野の実験の様子

ミング入門を行う。プログラムを通じた様々なものづくりを体験すると共に、プログラミング一般に通じる考え方を修得する。情報工学分野の実験・演習の様子を図5に示す。

表 4. 情報工学分野の実習内容一覧

テーマ名	概要
情報工学とものづくり	卒業研究の見学を通じて、情報工学分野におけるものづくりと研究内容の概要を知る。
プログラミングの基本	CGを題材として、プログラミングの基本となる考え方について学ぶ。
変数を用いたプログラム	変数を用いたCGのプログラムを作成し、プログラミングに特有な考え方的一端に触れる。
繰り返しを用いたプログラム	繰り返しを用いたCGのプログラムを作成し、複雑な処理を簡潔に記述できることを学ぶ。
マイコンプログラミング	マイコンを用いて、組込機器用のプログラミングを体験する。
マイコンによるモータ制御	ロボコンを想定して、モータを制御するプログラミングを体験する。

## 2.6 物質工学分野

物質工学分野の実験では、基本的な化学的知識や考え方を理解するために、物質の生成、化学反応を体験する。また日常生活にも化学が密接に結びついていることについて、実験を通して理解し、その原理を追求する。物質工学分野の実験の様子を図6に示す。

表 5. 物質工学分野の実験内容一覧

テーマ名	概要
炭化水素とエステル合成	メタン、アセチレン、酢酸イソペンチル、酢酸エステルを合成する。
物質の分離と精製	ろ過、蒸留、再結晶、抽出の操作、ガスバーナーの使用法を体験する。
代表的な金属の反応	主な金属特有の反応を体験する。
コンピュータ化学/反応熱	コンピュータが化学でどのように使われるかを体験する。反応熱を測定し、ヘスの法則が成り立つことを理解する。
酸塩基と中和反応	pHの関心を深め中和反応について理解する。
酸化還元反応	酸化剤と還元剤の反応を体験する。

## 3. 授業アンケート調査の分析・評価

「ものづくり基礎工学(電子工学分野)」では、開講当初の平成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

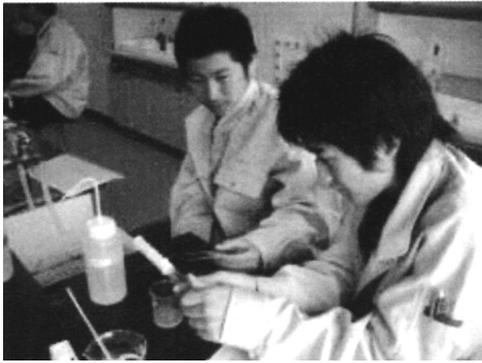


図6. 物質工学分野の実験の様子

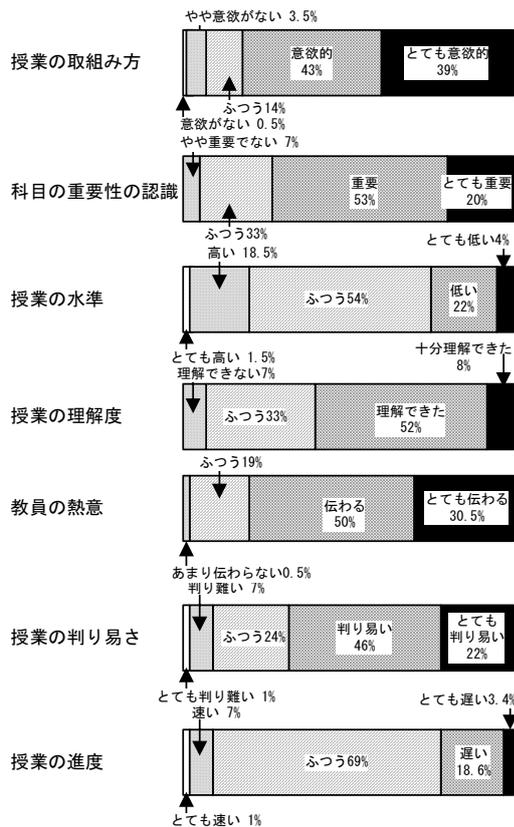


図7. 学生授業アンケートの結果

結果も概ね同様な傾向となっている。集計結果を見る限り、図7のような傾向が確認できた。また、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、興味の高さ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難易度によらず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と考えられる。

電子工学分野以外についても、平成18年度については、クラス別・分野別に学生への授業アンケート調査が実施されている。分野毎に実験内容が大きく異なるため、アンケートの質問項目も若干異なっているが、各分野のアンケート集計結果の傾向は同様で、

- ・ いずれの分野も学生は熱心に取り組んでいる

- ・ 教員側の熱意も学生全体に届いている
- ・ 志望学科によらず、学生は幅広い技術の基礎を学ぶことは重要と感じている

とのように判断される。

こうしたアンケート集計結果の情報、並びに1年生「ものづくり基礎工学」の受講態度等については、1/4期毎に各分野の代表教員、並びに技術室代表が集まり、意見交換や情報共有している。

#### 4. まとめ

本報告では、東京高専1年生共通教育における「ものづくり基礎工学」の取組みについてまとめた。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ことから、入学して間もない段階で幅広い分野の技術の基礎を体験学習することは技術マインド育成上とても意味深いものと考えられる。また、授業アンケートの集計結果から、志望学科によらず、学生は幅広い技術修得の大切さを理解し、熱心に取り組んでいる。

「ものづくり基礎工学」を開講して2年が経つが、今後は、分野毎に内容改善を行うとともに、各分野間の連携等についても検討していく必要があると考えられる。今後とも、学生に幅広い分野の知識や技術の修得に一層意欲的に取り組む心構え(技術マインド)を持たせるよう教授方法等にも改善を試みていきたい。

#### 参考文献

- 1) 潮秀樹, 青木宏之, 小池清之, 大塚友彦, 加藤格, 正木進:「工学・工業教育研究講演会」, pp. 7-8, 平成16年度工学・工業教育研究講演会講演論文集(2005)
- 2) 小池清之, 青木宏之, 大塚友彦, 加藤格, 柚賀正光, 正木進:「工学・工業教育研究講演会」, pp. 275-278, 平成15年度工学・工業教育研究講演会講演論文集(2004)
- 3) 福田勝己, 黒崎茂, 清水昭博, 森下達哉, 吉沢誠, 中村源一郎:「工学・工業教育研究講演会」, pp. 94-95, 平成18年度工学・工業教育研究講演会講演論文集(2006)
- 4) 黒崎茂, 福田勝己, 松林勝志, 鈴木塔二, 藤野宏, 海津朋之:「工学・工業教育研究講演会」, pp. 96-97, 平成18年度工学・工業教育研究講演会講演論文集(2006)
- 5) 大塚友彦, 一戸隆久, 加藤格, 福井繁雄, 村田賢俊, 正木進:「平成18年度工学・工業教育研究講演会」, pp. 164-165, 平成18年度工学・工業教育研究講演会講演論文集(2006)

# 出前授業「ふしぎ?科学マジック」の実施事例の紹介

(長野工業高等専門学校) ○古川 万寿夫

## 1. はじめに

長野高専では、長野県内に住む子どもたちの理科への興味喚起、地域への貢献、地域との連携を推進することを目的<sup>1)</sup>に、平成14年10月から小中学校などに対し出前授業を実施してきている。本校のほぼ全教員が出前授業として、理科や工作に関するものを中心に、体育、数学、社会、国語などについてもテーマを提供している。

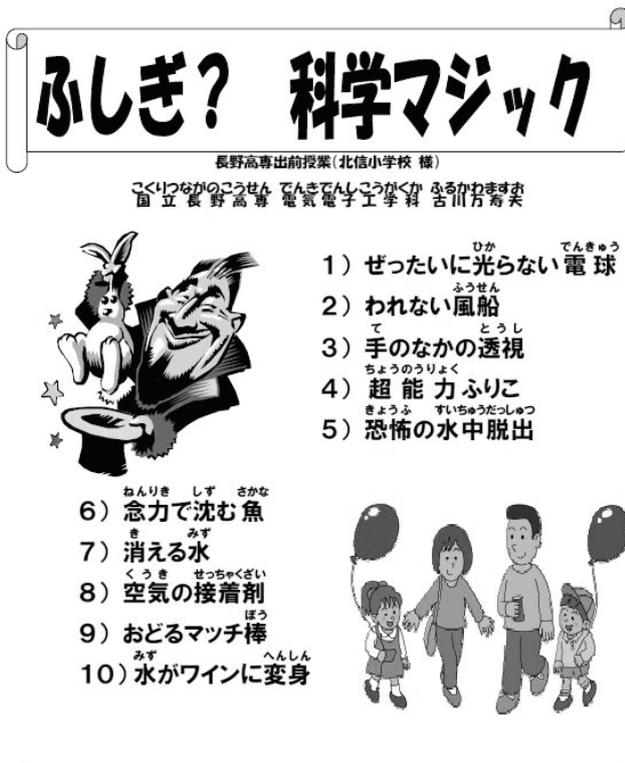
本報告では、平成16年度より実施を始めた「ふしぎ?科学マジック」という出前授業について実施事例を紹介する。マジックを実演するためにサイエンスショーの要素が強い授業である。この出前授業は今までに小学校や公民館から依頼を受けて、3年間で合計18回の授業を実施してきた。

## 2. ふしぎ?科学マジック

### 2.1 ねらいと概要

簡単な理科の原理を用いた科学マジックを実演することにより、子供たちの理科への興味付けを面白くかつ楽しく行う。また、マジックを実演し興味を引き付けた後で、科学マジックの種明かしを行うことで、理科学習への動機付けをねらっている。

科学マジックの次第を記したパンフレットを授業前に配布し、次第に従ってマジックを行う。図1にパンフレットの1例を示す。授業形態は教室における講義のスタイルのように、着席した観覧者である参加者の前で実演教員が科学マジックを演じる。観覧者は約30人以下が理想である。こ



- > 長野高専はものをつくることを勉強する学校です。長野市にあります。
- > 長野高専では、機械、電気、コンピュータ、ロボット、道路や橋やビルづくりなどが勉強できます。
- > 長野高専は中学を卒業したあとに入学できます。
- > 長野高専は高校と大学がドッキングしたような学校です。

科学マジックは <http://www.gakushu.net/magic/>, <http://www.nhk.or.jp/daisuki/magic/>などを参考に構成しました。

図1 パンフレット

### 見つめるとゆれる「ふりこ」のつくりかた

長野高専出前授業 ふしぎ?科学マジック

- 長野高専はものを作ることをべんきょうする学校です—
- 長野高専は中学校をそつぎょうしてから入学する学校です—
- 長野高専は高校と大学がドッキングしたような学校です—

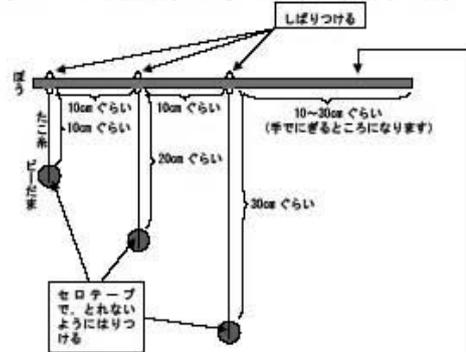
★★★おうちのひとといっしょにつくってみよう!★★★

#### 1. よういするもの

- ★ ぼう (長さ40~50cmぐらい、ふとさ3~10mmぐらい)・・・1本
  - ★ ビーだま (または石、パチンコだまなどのおもりになるもの)・・・3こ
  - ★ たこ糸 (丈夫なひもなら何でもよい)・・・1mぐらい
  - ★ セロハンテープ
- ※「ぼう」と「セロハンテープ」はじぶんでよろしくしてください。

#### 2. つくりかた

- ★ 輪のように、ぼうに「ふりこ」を3本とりつけます。「ふりこ」はたこ糸にビーだまなどのおもりをセロテープでつけて作ります。「ふりこ」のたこ糸の長さはそれぞれちがいます。



#### 3. あそびかた

- ★ 「ぼうの長いとこ」をかた平にもちます。
- ★ どれか1つの「ふりこ」を見つめて、その「ふりこ」のゆれ方に合わせて目やあたまを動かしていると、見つめている「ふりこ」だけがだんだんと大きくゆれていきます。

図2「見つめるとゆれる振り子」の説明書

の理由は、たとえばマッチ棒やビー玉などの小さな物を手で操作するマジックは、観覧者数が多いと遠方に着席した者が観覧しにくいためである。しかし、依頼によってはそれ以上の観覧者数で実施することがあるが、この場合はビデオカメラおよびプロジェクタを用いて、科学マジックをしている手元を拡大し上映して、全員に見えるよう配慮をしている。

通常は授業時間を 30～60 分程度とした依頼が多く、依頼された時間内で実演可能な個数の科学マジックを披露する。科学の興味付けにおいては体験することが何より大切であると考え、観覧者には、時間の許す範囲内で実際に科学マジックを体験していただくことも行っている。

一方、60 分以上の授業時間をいただける場合には、実演した科学マジックの中から工作によって製作できるマジックグッズを参加者に作っていただくことも行っている。工作をするマジックグッズは、2.2 節で述べる「見つめるとゆれる振り子」と「念力で沈む魚」である。

授業時間内にマジックグッズの工作をしない場合には、授業の最後においてマジックグッズの材料と作り方を書いた説明書を配布し、自宅では是非工作してみるように勧め、自発的に工作に挑戦することを期待している。また、説明書には本校の簡単な PR 文も記してあり、自宅で大人と一緒に工作をする際に、高専を身近に感じてもらえるよう工夫している。図 2 に 1 例として「見つめるとゆれる振り子」の作り方の説明書を示す。

## 2.2 科学マジックの内容

今までに演じたマジックの中から、人気が高いものを次の (1)～(6) に事例を紹介する。

### (1) 絶対に光らない電球

【道具】写真 1 に示す電球回路板（豆電球 1 個、ラッチ形プッシュ SW 3 個および乾電池 2 本をすべて直列に接続してある。なお、写真 1 において乾電池はプッシュ SW 内に封入されている。）

【方法】①まず、プッシュ SW を全て ON にして豆電球を点灯しておく。②観覧者の中から代表者 1 名を指名し近くに来てもらう。③実演者は「電球を消します。」と告げて、どれか 1 個のプッシュ SW を押して電球を消灯する。次に残りの 2 個のプッシュ SW を「この 2 つ目の SW を押しても光りません。また、3 つ目の SW を押しても光りません。」と言いながら、立て続けに残り 2 つの SW を押す。④「ではどれか 1 個だけ SW を押して、電球を光らせてみてください。」と告げて、代表者に SW を 1 個だけ押しってもらう。このとき SW を押しても電球

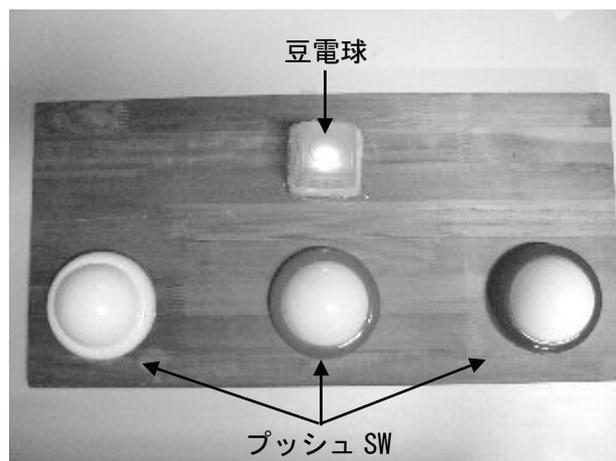


写真 1 電球回路板

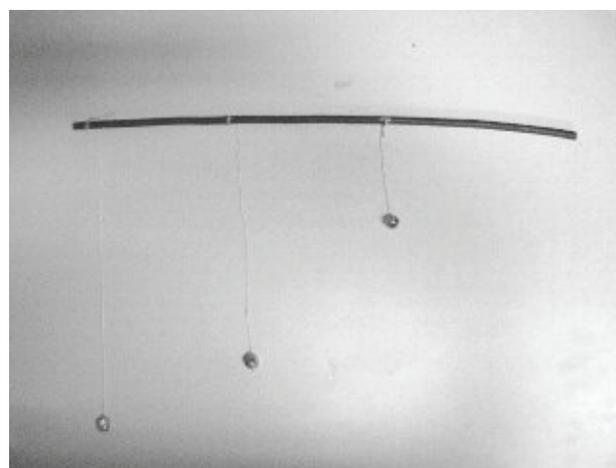


写真 2 見つめるとゆれる振り子



写真 3 念力で沈む魚 (浮沈子)

は光らない。⑤「光らないですね。では、残り 2 個の SW のうち、どちらか 1 個を押してみてください。」と告げて、代表者に残り 2 個の SW のうち 1 個だけ押しってもらう。このときも電球は光らない。⑥「残念でした。この SW です。」と言いながら、1 個だけ押しでない SW を実演者が押す。すると電球が光る。

【原理】電球回路板が 3 個の SW の直列接続で構成されていることに起因する。1 回押すと ON になり、もう 1 回押すと OFF になるラッチ形プッシュ SW を 3 個直列に接続した点灯回路なので、方法③の操作の直後において SW は 3 個とも OFF になっている。実演している時点では観覧者はこのことを知りえない。方法④および⑤において、2 個までならば代表者がどの SW を押しても電球は光らない。最後に押しでない SW を実演者が押すと電球が光る。

#### (2) 燃えない風船

【道具】風船 2 つ、ライター、水 20cc 程度

【方法】風船を下から火であぶっても割れないというマジックである。準備として、1 つの風船を空気でふくらませ、さらに水を 20cc 程度入れて風船の口を縛り、机の下に隠しておく。マジックを実演するとき、これとは別に新しい風船を子どもたちの目の前でふくらませて口を縛り、何気なく手が滑ったふりをして机の下に落とす。そして、風船を拾う際に、机の下の隠しておいた水の入った風船と交換する。この水が入っている風船をライターの直火であぶる。すると風船は破裂もしないし燃えもしない。

【原理】風船に入った水が火の熱を吸収して、風船のゴム自身が溶けたり燃えたりする温度に上昇しないためである。

#### (3) 割れない風船

【道具】風船、竹串か金串（先端に油を塗っておく）

【方法】中程度の大きさにふくらんだ風船を串刺しにしても割れないというマジックである。やり方は、子どもたちの目の前で風船を直径 10cm 程度にふくらませて、先端がよくとがった竹串を風船のゴムが多少厚くなっている「てっぺん」から「結び目」に貫通させる。すると割れないで串刺しが完成する。実演する際には竹串の代わりにパーベキュー用の長さ 50cm ぐらいの金串を使うと視覚的に効果がある。串の先端に油を塗っておくと、風船を刺しやすい。観覧者全員に風船と竹串を配ってマジックを体験してもらうこともできる。

【原理】風船の「てっぺん」と「結び目」はゴムが伸びる余裕があるため、刺した瞬間にゴムが串

を包み込んで穴を埋めるように作用する。そのため風船は破裂しない。また空気も漏れにくい。チューブレスタイヤのパンク対策として応用されていることを話す。

#### (4) 見つめるとゆれる振り子

【道具】写真 2 に示す振り子（ビー玉とタコ糸で作った長さが異なる 3 本の振り子を 1 本の棒にぶら下げたもの）

【方法】3 本の振り子のうち、観客に 1 本の振り子を指定してもらう。そして、実演者が棒を片手に持ってその振り子を見つめていると、その振り子だけが大きく揺れ始める。

【原理】周期の異なる振り子の共振現象を利用したマジックである。ある 1 本の振り子を見つめてその揺れを目で追っていると、自然に体の揺れの周期がその振り子に合い始めるために、徐々にその振り子が共振を始めて大きく振れてしまう。

#### (5) 念力で沈む魚

【道具】魚形の浮沈子を入れて水で満たしたペットボトル（写真 3）。浮沈子はペットボトルを押したら沈むように調整しておく。製作方法は文献 2）を参照のこと。

【方法】ペットボトルを手を持って、「今から念力でペットボトルの中の魚を沈めて見せます。」と宣言をする。そして、「沈め！」と叫び念力をかけるしぐさをしながら、観覧者に気がつかれないようにペットボトルを指で押す。すると、魚の浮沈子が下に沈んでいく。次に「では、魚を浮かせて見せます。」と言ってから、ペットボトルを押していた指を離す。すると、魚の浮沈子は上に浮いていく。

【原理】魚の浮沈子には空気が入っているため、ペットボトルを指で押したときに、浮沈子に圧力が加わり浮沈子の空気の体積が減る。そのために浮力が減少して水底に沈む。押している指を離すと、浮沈子内の空気の体積は元通りにもどり浮力が増加して、浮き上がっていく。

#### (6) おどるマッチ棒

【道具】ホッチキス針を木棒に差し込んだマッチ棒 3 本、強力磁石を天板下に隠してある机。

【方法】手のひらの上でマッチ棒を立てて見せるマジックである。マッチ棒を手のひらに寝かせて載せて、見えない糸でマッチ棒を操っているかのように演技をしながら机の天板に手を近づける。すると手のひらのマッチ棒が立って踊り出す。

【原理】天板の下に隠した磁石のある位置に手が近づいていくと、磁力線に沿ってホッチキスの針が動こうとするのでマッチ棒が立って踊るように見える。

### 2.3 実演における工夫

もともとマジックには種があるので、観覧者をマジックに引き込むためには「騙し」のトークや演技が重要である。また、ショー的な要素が強いので、面白おかしく少々大げさな表情で演技をするよう工夫している。

しかし、科学マジックは原理や根拠がある科学であり、超能力でも念力でもない。したがって、超能力や念力を実演者がもっているのではないことを明言しておくことが大切である。誤解を生じないように、きちんと種明かしをして原理を説明することも重要である。しかし、科学好きを育てるには、ときに種を明かさず観覧者自身に考えてもらうことも必要である。そのときには「種があります但し秘密です。自分で考えて見ましょう。」と声をかけて、種の説明はしないでおく。

すでに、種を知っている観覧者が存在する場合、マジック実演中に種をその観覧者が声に出して話してしまうことがある。すると、その場の雰囲気がいなくなる危険がある。全員に楽しんでももらうためには、マジックの最初に「みんなに楽しんでもらうためにマジックをやっています。もし種を知っている人がいたらマジックをやっている途中では絶対に言わないでください。」と断っておく。

## 3. まとめ

科学マジックは子どもたちに理科への興味を抱かせるために絶好の題材と考える。科学マジックは、たとえば文献2) 3) 4) などにおいて解説されている。この出前授業でもこれらの文献を参考に授業を構成している。

小学校低学年に対しても実施したことがあるが、最後まで食い入るようにして見入ってくれた。ただし、原理については理解できたかどうか疑問があるが、理科に面白くそして楽しく興味を持ってもらえたと考える。

また、小学校高学年では、マジックを驚きの表情をうかべながら楽しく見たうえで、原理の説明を良く聞いている。また、マジックグッズの工作をしたケースにおいては、さらに一層興味を持ってくれたように感じた。

中学生のガールスカウトの集会においても実施したことがある。このときは、中学生にマジックのやり方を教え、実際に仲間の前でマジックを披露してもらった。

小学校低学年では、マジック見ること自体が楽

しみであり、小学校高学年では原理を知って納得する様子が見られた。また、中学生においては、マジックを覚えて他人に披露することが1つの楽しみになるようである。

今後もこの出前授業を継続していく予定である。子どもたちに科学や技術に興味を抱かせられるよう努めて行きたい。

### 参考文献

- 1) 「長野高専出前授業」のご案内：長野高専パンフレット(2004)
- 2) 左巻健男、滝川洋二：たのしくわかる物理実験辞典、東京書籍(1998. 9)
- 3) 後藤道夫：子どもにウケる科学手品 77、講談社ブルーバックス(1998. 11)
- 4) 片江安巳：親子で楽しむ科学手品、ブティック社(2000. 7)

# 個に応じた問題プリントによる数学学習指導

(豊田工業高等専門学校) ○ 勝谷 浩明

## 1. はじめに

各高等専門学校へ入学してくる学生の学力の幅は、各高等学校へ入学する生徒の学力の幅と比べるとかなり広いようである。加えて、高等専門学校では勉学に意欲的な学生とそうでない学生との差も大きい。このような事情から、高等専門学校では学生によって学習内容の到達度の差が大きい。高等専門学校の教員はこのような到達度の差に対応していかなければならない。

数学の指導では課題を課して授業内容の習熟や定着を図ることが多いが、到達度が高い学生が飽きないような、到達度が低い学生が諦めてしまわないような、課題を課したいと考える。そのために筆者は情報技術を用いて個々の学生の習熟度に応じた問題を課すことを考えた。そして、個々の学生の過去の答案の正誤の状況に応じて各学生に特化した問題を出題するためのコンピュータプログラムを作成し、そのプログラムで自動生成された個人別問題プリントを課して数学の学習指導を行ってきた。

この問題プリント生成プログラム及びそれを用いた教育実践について勝谷[1])で報告したが、以前はどちらかというのと到達度が低い学生に基本的な問題を解かせて習熟を図ることが主眼であった。そのため到達度が充分な一部の学生はあまり意欲が持てなかったようである。そこで最近では到達度がある程度高い学生も更に伸ばす要素を取り入れつつあり、より多くの学生に適した問題プリントを生成されるようにプログラムを拡充している。本論文ではこの教育実践について報告する。

## 2. 指導法の概要

個人別問題プリントによる指導法の概要は次のようである。教員は、パーソナルコンピュータでプログラムを走らせて自動的に作られた問題プリントを学生に与えて問題を解かせる；そして学生から提出されたプリントの答案を採点し、各問の

正誤の結果をパソコンに入力する；そしてプログラムを走らせて次の問題プリントを生成し学生に与える。このサイクルを繰り返す。

問題プリントを生成する際には、用意された各問題パターンに対して出題すべき優先度を計算し、優先度の高いパターンを選んでそのパターンの問題を生成する。そのために、設定ファイルに出題範囲や各問題パターンの優先度のパラメータを記載しておく。これらのパラメータと、各学生についてこれまで出題した問題に対する答案の正誤の記録とを元に出題の優先度を計算する。正解した回数が多い問題パターンは優先度が低くなる。設定ファイル中のパラメータは授業の進行に伴って随時書き換えて、その時々どの範囲まで出題するかどの分野の問題を優先的に出題するかを指定する。また、優先度にかかわらず、間違えた問題は正解するまで連続して何度も出題して、更に間違えた問題を正解しても同じパターンの問題をなるべくもう一回続けて出題する。

このシステムを用いた指導は、最近学んだ内容に習熟させることと、過去に学んだ内容を定着させることを目的にしている。そのために最近の学習内容に属す問題と過去の学習事項に属す問題とを混ぜて出題する。1 回分のプリントで通常 8 問から 12 問までの問題を出題するが、最近に学んだ内容に属す問題は 3, 4 問程度で、それ以外のものについてはこれまでの出題の記録を調べて最近出題されていない内容の問題を選ぶ。高専の学生は以前に学んだ事項を復習しないで忘れてしまうことが多いので、特に低学年については定常的に復習のための材料を与えるべきかと考える。

問題プリントの授受は随時行った。始業前に提出された問題プリントについてはなるべくその日のうちに採点して次のプリントを作って学生が持ち帰れるように努めた。結果、毎日のようにプリントを提出する学生がいる一方で、提出を促してもなかなか提出しない学生もいる。

筆者はこのような指導を 2002 年度から実践している。その間、問題生成ルーチンを拡充していくと共に、各学生により適した問題プリントが生成されるようにプログラムを改良してきた。

### 3. 実践の結果の統計と評価

実践の結果をまとめる。下の表1は2004年度から2006年度までの各年度に筆者が個人別問題プリントを課した6クラス(A,B,C,D,E,Fとおく)におけるプリント問題の解答状況である；ここで延べ問題数とは各学生が1年間に解いた問題の延べ数(間違えて解き直した問題は解き直した回数だけ数える)であり、問題数は各学生が解いた問題数(解き直しは数えない)であり、正解問題数とは初回で正解した問題数であり、正解率とは問題数に対する正解問題数の割合である。次ページの表2と表3とは2006年度に筆者が問題プリントを課した1年生の2クラスEとFとの各々の後学期の各学生の試験の成績(小試験と定期試験の点数とを併せて100点満点に換算したもの)とプリント問題の解答状況とである；但し試験の成績の上位10名と下位10名の分を挙げた。次ページの図1と図2とはクラスEとFとの各々の後学期における各学生の延べ問題数と試験成績との散布図である。後学期に限った理由は、後学期になる頃から1年生の中にも学習意欲が乏しいような学生が散見されるようになるので、そのような学生のデータが顕在化するであろうと考えたからである。

更にまた、2006年度に筆者が個人別問題プリントを課した2クラスにおいて問題プリントに関する質問調査を行った。以下にその結果を記す。

設問1:問題プリントは授業で学んだ内容を習熟するために有用であると思いますか。(66名

回答)

至って有用である:40名

それなりに有用である:24名

あまり有用でない:1名

全く有用でない:1名

設問2:問題プリントは以前に学んだことを復習するために有用であると思いますか。(66名回答)

至って有用である:40名

それなりに有用である:25名

あまり有用でない:1名

全く有用でない:0名

設問3:問題プリントに学習意欲を持てますか。(63名回答)

至って意欲を持てる:17名

それなりに意欲を持てる:39名

あまり意欲を持ってない:5名

全く意欲を持ってない:2名

### 4. 結果の検討

下の表1の問題数の平均の数値から窺えるように、特に2006年度のクラスでは多くの学生が意欲的に個人別問題プリントに取り組んだようである。また、学生への質問調査でも問題プリントに対して肯定的な回答が多い。問題プリントを生成するプログラムの拡充と改良の効果もあろうかと考える。ある程度は学生に学習意欲を持たせられたようである。

表1 問題プリントを課した各クラスの提出結果

年度	クラス	統計量	延べ問題数	問題数	正解問題数	正解率
2004年度 (1年間)	クラスA (1年生)	平均	470.0	326.1	228.8	68.3%
		標準偏差	160.4	108.2	81.7	12.0%
	クラスB (1年生)	平均	477.3	317.5	216.8	68.0%
		標準偏差	131.7	79.7	65.6	8.6%
2005年度 (1年間)	クラスC (2年生)	平均	387.9	252.4	165.8	66.4%
		標準偏差	158.5	90.0	59.9	8.5%
	クラスD (2年生)	平均	360.8	235.6	155.4	65.9%
		標準偏差	131.0	70.2	52.3	9.3%
2006年度 (1年間)	クラスE (1年生)	平均	809.5	544.0	371.4	67.8%
		標準偏差	219.3	150.1	120.4	7.4%
	クラスF (1年生)	平均	770.1	508.7	335.4	65.2%
		標準偏差	213.6	147.2	111.6	6.3%

表2 クラスEの各学生の試験成績と提出結果

試験成績	延べ問題数	問題数	正解数	正解率	
97.5	584	403	281	69.7%	
96.6	485	368	279	75.8%	
95.6	335	279	231	82.8%	
93.5	426	323	259	80.2%	
93.5	452	381	326	85.6%	
91.8	442	318	231	72.6%	
90.0	398	285	215	75.4%	
87.8	318	235	166	70.6%	
87.3	482	314	189	60.2%	
87.0	358	239	158	66.1%	
: (略) :					
65.3	285	197	128	65.0%	
65.0	380	233	137	58.8%	
63.4	60	48	38	79.2%	
61.2	345	217	139	64.1%	
60.8	168	109	71	65.1%	
57.5	193	126	83	65.9%	
55.8	304	163	98	60.1%	
50.3	359	173	82	47.4%	
39.0	197	131	93	71.0%	
26.6	136	77	38	49.4%	
平均	75.8	326.2	220.8	151.6	67.7%
標準 偏差	14.9	114.8	84.3	68.5	9.0%

表3 クラスFの各学生の試験成績と提出結果

試験成績	延べ問題数	問題数	正解数	正解率	
96.2	302	253	210	83.0%	
93.3	351	289	234	81.0%	
91.2	283	210	145	69.0%	
90.8	449	315	219	69.5%	
89.3	387	239	145	60.7%	
88.0	401	280	194	69.3%	
87.8	427	273	171	62.6%	
87.8	154	114	85	74.6%	
84.9	595	375	245	65.3%	
84.8	398	264	174	65.9%	
: (略) :					
60.9	442	217	105	48.4%	
58.1	153	109	79	72.5%	
56.5	249	187	134	71.7%	
55.6	152	97	58	59.8%	
53.7	263	158	90	57.0%	
52.3	227	136	74	54.4%	
45.9	185	108	57	52.8%	
44.9	90	45	24	53.3%	
42.6	81	37	18	48.6%	
34.7	124	87	58	66.7%	
平均	71.5	300.3	198.8	130.5	64.5%
標準 偏差	14.8	115.4	77.8	56.3	7.4%

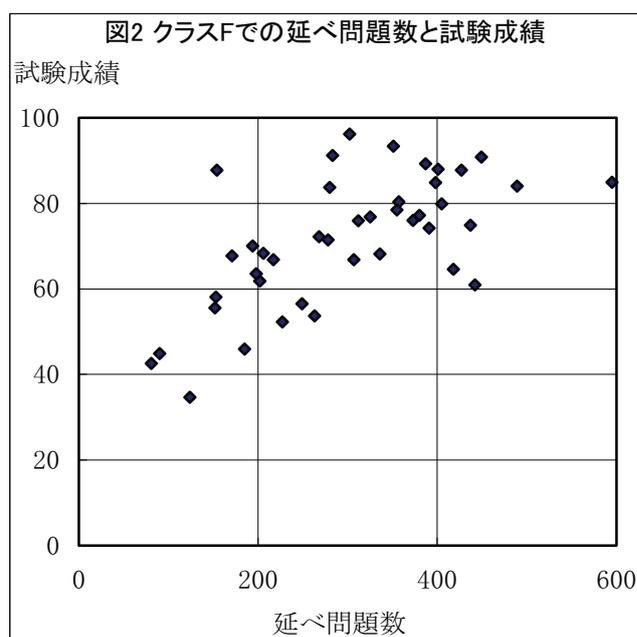
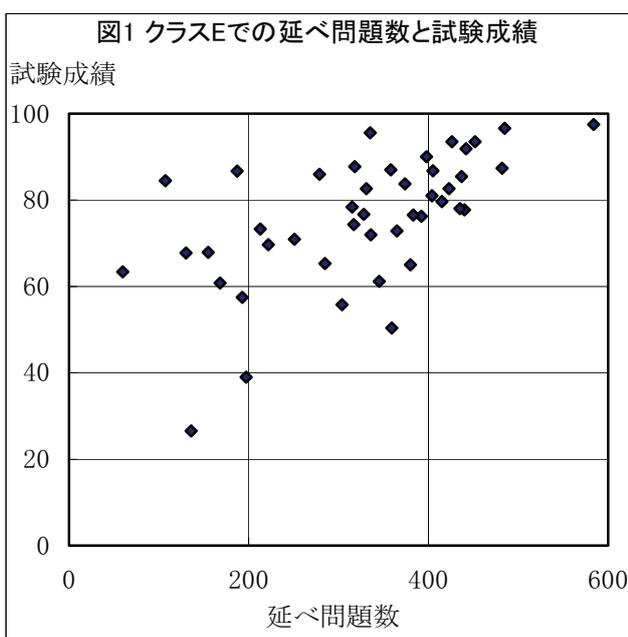


表 2 及び表 3 が示すように、問題プリントで学ぶことに積極的な学生と消極的な学生とでは解いた問題数に大きな差がある。図 1 及び図 2 から分かるように、数学が苦手な問題を数多く解いても正解数については試験の成績が伸びない学生もいるものの、概ね問題を数多く解くほど試験の成績も良い。

かたや、表 2 及び表 3 が示すように、正解率は成績上位の学生と成績下位の学生との差があまり大きくない。実際正解率の標準偏差は試験の点数(100 点満点換算)の標準偏差より小さい(概ね 5 割から 8 割までくらい)。この理由は次のように考えられる。

- (1) 課題であるから、友人や先輩に尋ねたり教科書などを見たりすれば理解が不十分な学生でも何とか問題を解けることが少なくない。
- (2) 問題プリントの生成において、点数の高い学生には発展的な問題を出題するように設定した効果もある。

解いた問題の数のばらつきが大きい割に正解率のばらつきは小さいという結果は、正解率があまり高くなくても適当な問題を数多く解いていけばそれなりの成績を高められることを示唆するものではないかと考える。図 1 と図 2 もこのことを支持するものであろう。

このように、多くの学生が意欲を持ってかつ各学生の到達度を伸ばすような課題システムができつつあるのではと考える。

## 5. 今後の課題

質問調査における学生の回答の中で、問題が難しすぎてやる気が持てないとか、直ぐに計算を間違えるので嫌になる、などの指摘があった。またいつも継続的に勉強するのは嫌だというように読みとられる記述もあった。意欲や到達度が低い学生にいかに関問題プリントを続けさせるかはなお大きな課題であろう。そのために出題する問題を選ぶアルゴリズムを改良したり部分点を調整したりするなどの方策を考えてきた。また web ページで解答例を閲覧できるようにしたが、パソコン演習室に行ってパソコンを立ち上げて閲覧するのは面倒だとかそのようなことをする時間がないなどの理由で残念ながら学生にあまり利用されていないようである。

このような個人別問題プリントを課題にして危惧されることは、学生が過度に関問題プリントに依存しすぎないかということである。高専でも低学

年生には教員が相当勉強のお膳立てをすべきかと考えているが、問題プリントなどの教材が与えられないと勉強できない(あるいはしない)ようなことにならないかと案じられる面もある。自ら勉強を進めるように如何に指導すればよいか難しいところである。

## 6. おわりに

筆者が属する高専の数学科の web サイトにて、本論文で述べた問題プリントを生成するプログラムのルーチンを用いて問題を生成する web ページを公開している；その URL は

<http://math.dge.toyota-ct.ac.jp/katsu/prblm> である。

## 参考文献

- 1) 勝谷浩明, 自動生成された問題プリントによる数学学習指導, 高等専門学校情報処理教育研究発表会論文集 第 25 号 (2005), pp.102~105

# 専攻科を核とした新たな高専教育への取り組み

(佐世保工業高等専門学校) ○福田孝之, 井上雅弘, 原要一郎  
久留須誠, 須田義昭

## 1. まえがき

高専の専攻科は平成4年度から設置が始まり、現在はほぼ全ての高専に設置されるまでになった。ただ、はじめの頃は設置に対して消極的な意見もあり、実際に人によっては専攻科進学を推奨せず、大学編入を進めるケースもあって、専攻科の定員確保が難しい状況も生じていた。

しかし、13年度からJABEE審査が始まり、高専の場合は、専攻科と本科4、5年の4年間の教育で受審することになるため、JABEE受審のためには専攻科を有していることと、専攻科の教育内容ならびに専攻科生のレベルが重要となってきた。さらに、18年8月に高専機構より、「今後の国立高専の整備について」<sup>1)</sup>が提示されたが、内容は、15歳人口の減少と厳しい行財政事情に対応するために、今後は準学士課程を抑制基調で見直し、専攻科課程は拡充するというものである。このように、今や専攻科は高専にとって必要不可欠な存在であり、新たな高専教育の核となってきている。

佐世保高専専攻科は、設置されて10年近く経つが、設置当初は学生がやや不満をもつ教育内容であった。そこで、JABEE受審を機に内容を複合型教育へ見直し、専攻科の教育に学校全体で取り組むようになった結果、本科の学生も専攻科を高く意識するようになり、最近では優秀な学生が多く入学するようになった。ここに、専攻科を主体とした、佐世保高専のJABEE対応技術者教育プログラム「複合型もの創り工学」を紹介し、その成果を報告するとともに、専攻科を核とした今後の高専教育ならびに専攻科のあり方について考察を行う。

## 2. 佐世保高専専攻科の教育の推移

佐世保高専の専攻科は平成9年に設置されたが、当初はその位置づけがやや不明確で、教員側にも専攻科に対する意識が低く、また学生側も優秀な学生は大学編入の傾向が強く、結局専攻科入学は大学編入や就職試験がうまくいかなかった時など、必ずしも優秀な学生の確保がなされてなかった。さらに、当時の専攻科は放送大学の単位取得(16単位)が必要であったことも学生には不評で、13年度始めに実施した専攻科2年生の意識調査において、専攻科の教育にやや期待外れとした不満の

声が多く聞かれた。

一方、その頃国内ではJABEE認定の機運が高まり、高専もJABEE受審が必須の状況となり、佐世保高専も13年12月より受審に向けた準備に入った。その時一番の重要課題は、専攻科の教育に満足し、かつJABEE対応の教育プログラムを修了できるレベルの学生を確保することであった。そのために、やや教員の負担増となるも放送大学の科目に頼らず、新たに必要かつ魅力的な講義を開講し、さらに専攻科の教育を融合複合教育にして、学生が複眼的視野を高める科目の設定や講義方法の改善を行った。その新しいカリキュラムを15年度からスタートし、16年度にはJABEE審査を受け、無事認定された。これにより、専攻科修了生は全員がJABEEプログラム修了という、大きなメリットを有することができた。

## 3. 佐世保高専 JABEE プログラムの内容

佐世保高専のJABEE対応技術者教育プログラムは、図1に示すように、プログラム名「複合型もの創り工学」として、「工学(融合複合・新領域)関連分野」で受審した。本科が機械、電気電子、電子制御、物質の4学科、専攻科が機械、電気電子、物質の3専攻の構成で、専攻科を主に複合教育としている。育成する技術者像は、「グローバル化した社会において、高度化、複合化した工学分野の諸問題を解決して“もの創り”を行うために、各専門分野(機械工学、電気電子工学、物質工学)について深い専門性を養いつつ、先進的な他の専門分野の知識と技術も身につける複合的な教育を行うことにより、複眼的な問題解決能力を備え、

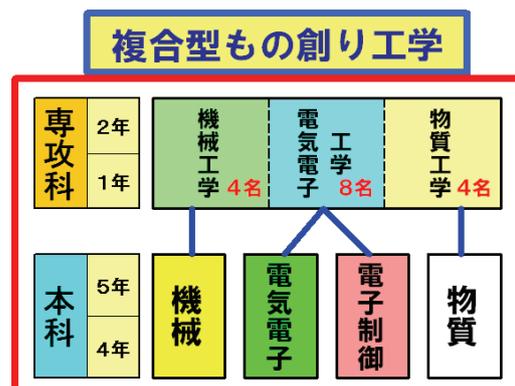


図1 佐世保高専技術者教育プログラム構成

創造性豊かな、世界に通用する“もの創り技術者”としている。具体的な教育目標は、大目標として次の5項目である。

- (A) 工学の基礎と専門を身に付ける
- (B) 地球的視点と技術者倫理を身に付ける
- (C) コミュニケーション能力を身に付ける
- (D) 複眼的かつ実践的能力を身に付ける
- (E) 自主・自立と協調性を身に付ける

高専の技術者教育プログラムは、多くが「工学分野」であるため、図1に示すように本科4、5年は各専門学科の学習と、専攻科において融合複合教育を施す構成となるが、この場合の特徴として、カリキュラムの流れが一般の大学と逆になる。すなわち、一般的な大学は1、2年で教養を学び、その後専門となるが、高専の場合は、大学1、2年に相当する本科4、5年は、教養科目は少なくほとんどが専門科目となる。従って、JABEEプログラムで要求される「人文科学、社会科学等」の学習時間250時間以上を確保するために、専攻科で改めてそれらを開講するようにしており、専門を学習する中で必要性を感じながら、国語や英語等の語学や社会福祉、技術者倫理等を学ぶ流れとなり、最後まで高いモチベーションを持った意欲的な学生を育成できる。特に英語力の向上を図るために、新設「応用コミュニケーション」では、外国人講師による授業で、英語によるプレゼンテーションも実施している。

また、専攻科は機械系、電気系、物質系の3専攻であるが、他専攻の学習も取り入れた複合教育としており、これは、それぞれの分野の専門教員や実験設備を豊富に有し、相互の関係が良好で連携が容易に可能な高専ならではの教育である。それぞれ他分野の基礎的専門科目を学習するが、本プログラムではそれ以外に、①総合創造演習、②総合創造実験、③技術者総合ゼミの3つの特徴ある科目を新設した。

「総合創造演習」は、専門分野の異なる3専攻の学生を融合させ、マイコン制御の自立型ロボットの製作を行うもので、機構や電源、マイコン等について自作のテキストで一通りの学習をした後、混成させたグループごとに限られた予算内で、与えられた競技課題に対して設計、部品購入、製作そして実演発表までを行う、まさに“複合型もの創り工学”を实践する科目である<sup>2)</sup>。物質専攻の学生にとってはやや専門外の内容となるが、中にはマイコンプログラムを担当するなど学習した力を発揮する者もいる。なお、今後はさらに各専攻の能力を活かすテーマの検討が必要である。

「総合創造実験」は、機械、電気電子、物質工学の各専攻の基礎的実験を他専攻の学生が行うもので、実験指導は当該専攻の学生が、実験テキス

トの作成や試験片、資料の作成から準備して実施する。実験を通して、異分野の内容を理解するとともに、自専攻の実験を担当指導することにより、より理解を深めることになる。なお、実験指導者は、受講した学生から評価を受ける。JABEE審査において、企業審査員から高く評価された科目である。

「技術者総合ゼミ」は、オムニバス方式の授業により、学内外の講師による各種講演会や企業等の見学会、また学生自らの調査研究発表等、広範囲な知識の修得と多面的な考察、発表、討論や記述能力を養う科目で、学生一人当たり5、6回の発表を行うため、プレゼンテーション能力の向上に大いに役立っている<sup>3)</sup>。

このように、JABEE受審を機に専攻科を融合複合の教育に改め、学生が魅力を感じて入学し、実力を身に付けて修了するように改善を図った。その結果、次に示すように学生の評判は良くなり、優秀な学生が専攻科に入学するようになった。なお、JABEE審査において本教育プログラムは、融合複合教育が評価され、大きな指摘事項もなかった。

#### 4. 専攻科入学生の状況

図2は、専攻科の入学者数の状況を示すもので、定員16名に対して14年度までは20名弱だが、JABEE対応の教育プログラムが始まった15年度からは志願者も増えて25名近くが入学している。特に、成績が優秀である推薦入学者の数が増え、JABEE認定後の18年度以降は、推薦入学者だけで定員数を超えている。ここで、推薦入学は成績がクラスの約半数以内に該当するものである。18、19年度は、推薦入学だけで定員を満了数となったが、学力による入学希望者も多く、試験で厳しく審査を行い、優秀な学生の確保ができるようになった。

図3は、実際に入学した学生の受験時のクラス順位を示したものである。縦軸はクラス順位の割合で、例えばクラス学生数40人中4番だと10%となり、数値が少ないほど成績上位を意味する。JABEE認定が決定した17年度以降は、入学者のほとんどが上位60%以内であり、特にA専攻は、16年度以降の4年間は推薦入学者だけと、入学者は上位50%以内の学生が確保されている。このように、現在の専攻科は、JABEEプログラム導入時期の14、15年度に比べて明らかに優秀な学生が入学していることが分かる。

図4は、専攻科入学の目的・理由について、18年度専攻科1年生(25名)にとったアンケート結果である。アンケート評価は「全く考慮していない」から「十分考慮した」の0～5で、図には全体の平均値と各専攻の平均値を示している。最も高か

ったのは経済的な面で、大学に比べて約半額と安い学費はやはり魅力的と思われる。次いで、JABEEプログラムであること、また、その中身が複合教育であることが高くなっており、今回の JABEE 受審を機に改善を図った成果が表れている。このように、学生は専攻科でしっかりと実力を身に付けることを期待して入学してきている。ただし、専攻別にみると、全員が推薦入学であるA専攻は上述の理由が高いが、大学編入に失敗してから専攻科に入った学生が多いC専攻では低くなっている。なお、全専攻とも就職がうまくいかずに専攻科に切り替えた者はわずかである。

図5は、18年度専攻科2年生(19名)の修了直前時にとった、専攻科での学習成果についてのアンケート結果である。この場合のアンケート評価は「あまり身につけていない」から「十分身についた」の1~5である。結果をみると、プレゼンテーション能力や論文等の作成能力の向上が高く

なっており、特別研究や技術者総合ゼミ等の教育効果が表れている。この2点は以前実施した企業アンケートや本科卒業直前の5年生アンケートにおいて、高専教育で重視すべき項目として指摘されており、専攻科の教育は実に有効であることを示している。また、専攻科は3専攻の融合複合教育であることから、異なる分野の学生や教員と幅広く交流できることも有効と感じているようである。英語力や一般教養については、まだ十分ではないようだが、他は概ね良い成果が得られ、学生は、専攻科の教育を評価してくれているようである。なお、A専攻で「学外の人と接する機会」がやや低くなっているが、これは研究発表の回数が原因とみられ、A専攻は1回が多いのに対し、他の専攻では複数回実施している学生が多いためと思われる。

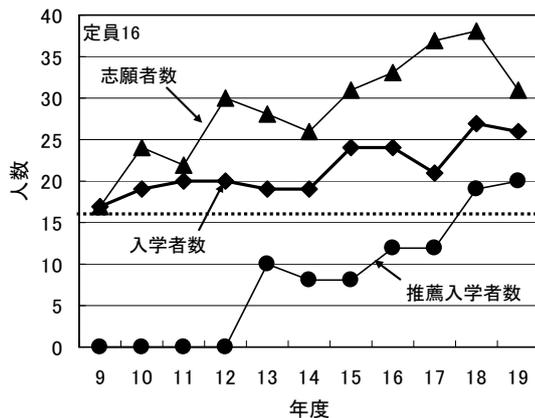


図2 専攻科入学者数の推移

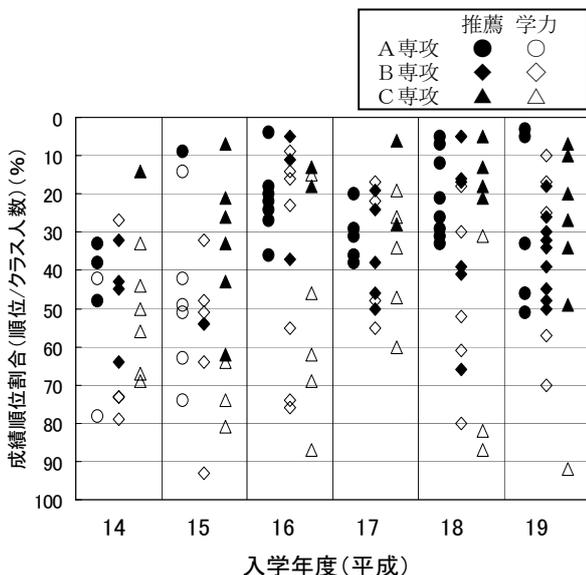


図3 専攻科入学者の成績順位

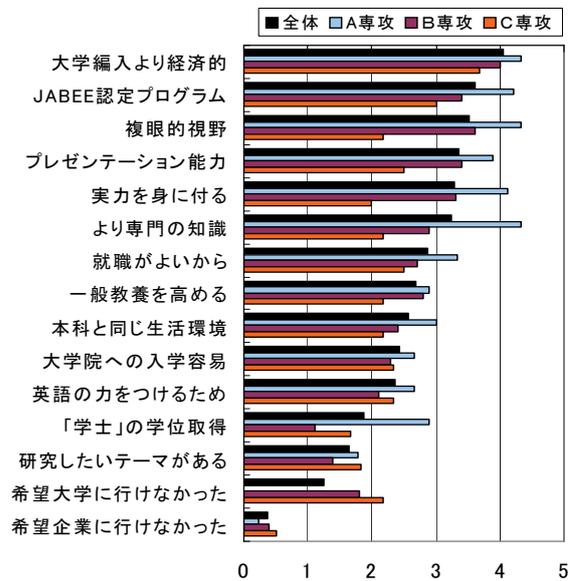


図4 専攻科入学の理由・目的(専攻科1年生)

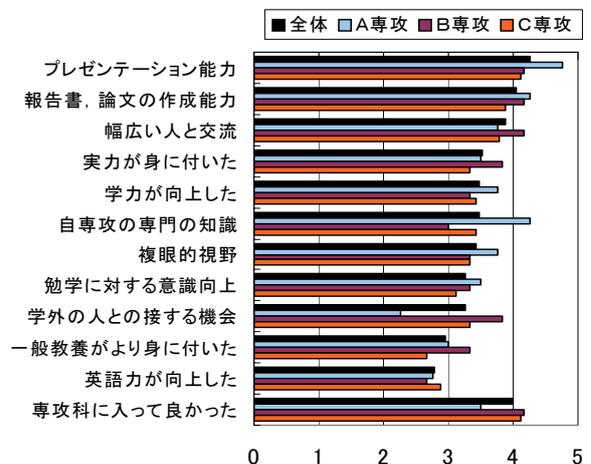


図5 専攻科の教育成果(専攻科2年生)

## 5. 今後の専攻科および高専のあり方

ほとんどの高専に専攻科が設置され、また、JABEE 認定もなされるようになってきた。今後は、如何にして学生を確保し、どのように専攻科を運用していくかが問題となる。少なくとも JABEE 認定を維持していくためには、国際的にも通用する高いレベルの学生の確保が必要である。それには、経済的な有利さだけでなく、やはり、専攻科の教育が魅力的かつ有効な内容であり、学生が大学進学よりも専攻科進学を選択するだけのものをもつことが必要である。そのためには、機械や電気、物質等の各専門学科が連携して行う融合複合教育のような大学にないカリキュラムや高専の得意とする実践的教育を取り入れ、少人数で効果的に実施するなど、高専の特徴を活かした教育を構築しなければならない。また、魅力ある研究テーマを設定することも大切であり、地域と連携して身近で魅力的なテーマを創出するなど、教員のたゆまない努力が必要である。

これまでの高専では、成績優秀な学生は大学編入を選択してきた。そのような優秀な学生は、大学編入後も優秀であり、さらに企業に就職しても活躍している。ただし、その場合は図6に示すように、高専卒ではなく大学卒として評価されることになる。一方、残りの高専卒で就職する学生はやや成績が落ちるレベルになり、企業の評価は低下すると思われる。そこで、これからは図6に示すように専攻科に優秀な学生を入学させ、高専の教員自身が自前で優秀な学士を育て、企業に直接送り出すようにすれば、企業の評価はその高専名で高まることになる。これまで高専は、準学士の教育や大学編入者への教育にはしっかりと力を入れてきたが、専攻科生に対してはやや中途半端な対応をしてきた感がある。高専の評価としては、やはり企業からの評価が重要であり、優秀な学生を大学ばかりに送ってしまい、肝心の企業への供給が少ないとどうなるかは明らかであろう。従って、新たな高専ブランドを築く上でも、専攻科のレベルアップはとても大事なことであり、今後は専攻科の教育にも力を入れ、優秀な学生の確保と、その優秀な学生が満足する教育の提供に努力しなければならない。それにより、専攻科を核とした新しい高専が構築され、高専の評価がより高まるとともに、社会が期待する有用な技術者教育機関となりうる。ただ、ここで問題となるのは、評価の低い本科生の存在で、今後は図6に示すように、合格ライン上の学生の就職はできるだけ減らし、70点以上（B評価）の成績をとるように指導することが必要である。とても難しいことであるが、大事なものは学生のモチベーションを高めることで、

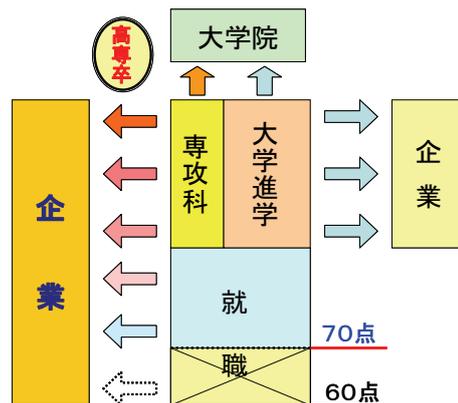


図6 望まれる高専卒業生の進路(高専ブランド)

本校では、低学年時の専門科目を増やして、学習に対する目的意識高めるようにしている。また、学生には常々、全国区で勝負できる実力の修得と、企業は好景気でも採用は厳選しているので、低い成績では就職に不利なこと、また、人気の専攻科にはクラスの半数以上の成績でないと入りにくい状況であることを説明し、高い成績をとらないと意味がないことを伝え、努力を促している。

なお、専攻科の拡充も必要だが、あまりにも学生数が多いと、せっかくの少人数教育ができなくなり、教育効果が低下してしまう恐れがある。特に現在は複合教育のため全専攻合同授業が多く、専攻科生が増えると、本科よりも人員が多い授業になってしまう。現在の専攻科棟教室では狭く、すでに教室確保の問題が生じている。従って、定員としては、一つの教育プログラムとして合同で講義を行うときの学生数が、多くても本科のクラス定員(40人)よりも少ない30人程度が限度であろう。我々教員は、そうして入ってきた専攻科生を自前で、責任を持ってしっかりと教育を施し、自信と誇りを持って修了していくように育てなければならない。優秀な専攻科生により高専が活性化され、また外部評価が高まり、今後の高専の発展が大きく期待される。最後に、現在優秀な専攻科生が修了しているだけに、一日も早い学位授与権の取得が望まれる。

### 参考文献

- 1) 今後の高専の在り方検討小委員会：「今後の国立高専の整備について」、高専機構(2006)
- 2) 川下、他5名：「高専専攻科における専門分野の異なる学生を融合した「ものづくり」演習の試み」、pp. 63-68, 工学教育 vol. 53, No. 6(2005)
- 3) 福田、他5名：「オムニバス方式の授業による総合的な技術者教育の試み」、pp. 201-202, 平成17年度工学・工業教育研究講演論文集(2005)

# ポーズ有りとはポーズ無しの「聞きながら読み」および

## 「繰り返し読み」の読解力への効果調査—補足調査<sup>注1)</sup>

(東京工業高等専門学校) ○相澤俊行

### 1. まえがき

リーディングはいくつかの複雑な処理が同時に機能している過程である。門田<sup>1)</sup>は近年のリーディング処理理論をまとめて、「読みはボトムアップとトップダウンの両過程の相互作用であり、高次レベル・低次レベルに属するさまざまな認識過程が同時並行的に行われる」(相互作用的处理理論: interactive processing theory)としている。本研究では、視覚言語と音声言語の同時提示としての「聞きながら読み (Reading-While-Listening)」の読解力への効果を、音声教材としてポーズを入れたものを聞きながら読む条件とポーズを入れないものを聞きながら読む条件の違いにおける比較調査を行う。

#### 1. 1 研究の背景

「聞きながら読む」とは教師の音読やCDの音声をペースメーカーとしてテキストを黙読する方法である<sup>2)</sup>。リーディングはリスニングとほぼ同じ処理過程をたどると考えられている<sup>3)</sup>が、「聞きながら読み」をすれば同じ情報を文字と音声を通じて、脳内で2度内の言語に変換することで、リスニングとリーディングから得た意味情報を照合させることにより意味処理が効率化すると考えられる。

「聞きながら読む」方法の効果に関するこれまでの研究には、第1言語の場合と第2言語の場合の二つがある。前者としては Shapiro and McCurdy<sup>4)</sup> (1989)、Rasinsky<sup>5)</sup> (1990)、Shany and Biemiller<sup>6)</sup> (1995)等がある。後者には Amer<sup>7)</sup> (1997)が代表的なものである。とりわけ、前者において Ralinskiの小学校3年生を対象として行った「聞きながら読み」と「繰り返し読み」の調査の結果、読む速さと単語認知の正確さが向上したことは注目される。また後者に属する Amerによるエジプトの小学校6年生を対象にした研究では、教師の音読を聞きながら読む方が、黙読よりもより理解力が向上することが示されたのは興味深い。

### 2. 方法

#### 2.1 参加者と手順

国立東京工業高等専門学校1年生(日本語母語英語学習者)30名が参加した。途中欠席した3名および事前・事後2回のテストを受験しなかった3名を除き、24名のデータを分析対象とした。2006年12月の2週間放課後、一人一台のパソコンが使用できる電算室で9回「聞きながら読み」と「繰り返し読み」に取り組んだ。事前テストと事後テストはそれぞれトリートメント初日と終了1日後に実施した。試験の結果は各自にフィードバックするので、集中力を失わずテキストを繰り返し「聞きながら読み」するように、と学習者に依頼し、トリートメントの途中では監督者がPCの画面上の音声表示(波動で示される)と、テキストを読んでいる学生の視線の動きを確認することで、空読み、空聞きのないように指導した。

#### 2.2 目的

CDを使った「聞きながら読み」を「繰り返し読み」<sup>注2)</sup>すれば英語読解力が向上し、かつポーズ入りのCD<sup>注3)</sup>使って聞きながら学習した方が、ポーズ無しで学習するより読解力への効果が大きいことを検証する。

#### 2.3 繰り返し「聞きながら読み」のトレーニングの概要

選んだテキストと朗読CDは学習者が授業(Basic Grammar)でも学習しているオーセンティック教材 *Tuesdays with Morrie*<sup>8)</sup> と作者 Mitch Albom自身が朗読したナチュラルスピードのCDを使った。

対象となるテキストは授業では取り上げていないもの(The Thirteenth Tuesday: We Talk About the Perfect Day, pp. 171-176, 1. 21)であったので、授業で使っている語句の意味等を示した副教材ワークシートを用いて、未知の語句の意味や必要な文法の説明を、トレーニング開始3日前に放課後50分間学生を一同に集めて行った。

毎回のトレーニング時間は30分。20分間経過後2分休憩を取り、残り8分間継続した。なお、時間の経過はホワイトボードに10分、15分、20分と数字を示し、それを時間の経過とともに消すことで学習者に伝えることにした。学習者は実時間28分の中でそれぞれ2回以上任意の回数「繰り返し読み」を行う。即ち、「繰り返し読み」の速度には個人差があり、その回数の学習者間および学習者内の統制は行わなかった。CD教材は授業で使っている、編集して意味の切れ目でポーズを約2秒間置いたCDと、ポーズ無しのオリジナル朗読の2種類のCDを、それぞれ実験群と統制群の学習者に毎回手渡し、電算室で各自1台のパソコンを使い時間内に何度も繰り返し聞きながらテキストを読ませることにした。なお、テキストは1章6ページ分を2つに分けて学習させた。

繰り返しての「聞きながら読み」の2週間9回のトレーニングの留意点と流れは以下の通りである。

- (1) 「聞きながら読み」をする際必要に応じてワークシートを参照してよい。
- (2) 以下の流れは実験群も統制群も同じである。

#### 第1週 (Week 1)

A: 月曜日

- ① 章全体の内Part1からPart2までを聞きながら読みする
- ② あらすじに関する読解問題に答える。正答を教師が示す。
- ③ Part 1からPart 2の語句の意味に目を通してから、全体の「聞きながら読み」をする。時間内に可能な限り何度も「聞きながら読み」を行う。

B: 火、水、木、金曜日

- ① Part 1 (2) の Learn Expressions [語句の意味] を読み、該当パート1つのみを聞きながら読みし、それぞれのパートのより細かな読解問題に答え、正答を教師が示す。
- ② 残りの時間を同じテキストの「聞きながら読み」を繰り返す。  
火・水曜日: Part1、 木・金曜日: Part2

#### 第2週 (Week 2)

A: 月曜日

- ① 章全体の内Part1からPart2までを「聞きながら読み」する
- ② Part 1とPart 2の Learn Expressions に目を通してから、全体の「聞きながら読み」

をする。時間内に可能な限り「聞きながら読み」を繰り返す。

B: 火曜日から金曜日

- ① Part1とPart2の「聞きながら読み」を時間内に何度も繰り返す。必要に応じて Learn Expressions を参照。対象テキストは、火・水曜日がPart1、木・金曜日がPart2。

### 3. 結果

#### (1) 事前・事後テスト

事前テストはトレーニング初日と終了翌日にそれぞれ実施された。形式はテキストの一部を抜粋したパッセージを、機械的に第8番目の単語を抜いた多肢選択型クローズテスト<sup>注4)</sup>である。結果は下記の通りである。信頼性の高いテストにするために問題項目数を50にし、事前・事後テストで問題の順序を逆にした(佐藤, 1988)<sup>9)</sup>。

まず表1は、英検「英語能力判定テストC」(9月実施)読解部門の正答率における実験群と統制群の平均および標準偏差を示したものである。t検定の結果、 $t(23)=0.07, p>.10$ で両条件の平均の差には有意差がなく、両群は等質であった。

表1 英検「英語能力判定テスト」読解能力のt検定の結果

[A=1: 実験群、2: 統制群]

A	N	Mean	S. D.
1	11	78.2727	13.8505
2	13	74.7692	17.6206

次いで、以下の表2は、事後テストの実験群と統制群の平均および標準偏差を示したものである。分散分析の結果、多肢選択型クローズテストにおいて  $F(1, 22)=0.16, p>.10$  で、両条件で事後テストへの平均の差には有意差はなかった。ただし、同グループ内の事前、事後両テストの伸びについては有意差(1%水準)があった( $F=103.24, p<.01$ )。この結果を「聞きながら読み」および「繰り返し読み」による読解力トレーニングの伸びという観点から言うと、「聞きながら読み」および「繰り返し読み」において、ポーズ有りの教材でトレーニングした実験群とポーズ無しの教材でのトレーニングの統制群とでは、読解力の向上に有意な違いはなかったことになる。

表2 事前・事後クローズテストの分散分析の結果

[A = 学習者間] [B = 学習者内]

A	B	N	Mean	S. D.
1	1	11	23. 2727	6. 4960
1	2	11	37. 2727	5. 4953
2	1	13	21. 4615	6. 9903
2	2	13	37. 3846	4. 8125

Analysis of Variance

[A = 学習者間] [B = 学習者内]

S.V.	SS	df	MS	F
A	8. 6027	1	8. 6027	0. 16 ns
Sub	1164. 2123	22	52. 9187	
B	2667. 5176	1	2667. 5176	103.24**
A×B	11. 0176		111. 0176	0. 43 ns
S×B	568. 4618	22	25. 8392	

Total 4419. 8121 47 +p<. 10 \*p<. 05  
\*\*p<. 01

(2) 自己評価による事後アンケート

9回のトレーニングが終了した段階で、トレーニングの効果を判定するための事後テストとともに、以下の様な「事後アンケート」を実施した。集計結果は表3の通りである。

事後アンケート (ポーズ有り群)	
当てはまるものを1つだけ選び、その数字に○をしてください。	
1	「聞きながら読み」でCDを聞く時、意味の切れ目でポーズを置き意味を一瞬考える間を作りましたが、これはテキストの意味を理解する上で ① 効果がなかった ② どちらかといえば効果がなかった ③ どちらかといえば効果があった ④ 効果があった
2	読解の補助プリントはテキストの理解に ① 効果がなかった ② どちらかといえば効果がなかった ③ どちらかといえば効果があった ④ 効果があった
3	9回目が終わって、始めて読んだときより英文理解が深まりましたか。 ① 深まらなかった ② どちらかといえば深まらなかった ③ どちらかといえば深まった ④ 深まった
事後アンケート (ポーズ無し群)	
1	「聞きながら読み」でCDを聞く時、意味の切れ目でポーズがありませんでしたが、これはテキストの意味を理解する上で

① 効果がなかった ② どちらかといえば効果がなかった ③ どちらかといえば効果があった ④ 効果があった
2 読解の補助プリントはテキストの理解に ① 効果がなかった ② どちらかといえば効果がなかった ③ どちらかといえば効果があった ④ 効果があった
3 9回目が終わって、始めて読んだときより英文理解が深まりましたか。 ① 深まらなかった ② どちらかといえば深まらなかった ③ どちらかといえば深まった ④ 深まった

表3 アンケート結果

		①効果なし	②どちらかといえばほとんど効果がなかった(深まらなかった)	③どちらかといえば効果あり(深まった)	④効果あり(深まった)
質問1	ポーズ有り群	1 (8%)	2 (15%)	7 (54%)	3 (23%)
	ポーズ無し群	1 (6%)	12 (75%)	3 (19%)	0 (0%)
質問2	ポーズ有り群	1 (8%)	1 (8%)	5 (38%)	6 (46%)
	ポーズ無し群	0 (0%)	4 (25%)	4 (25%)	8 (50%)
質問3	ポーズ有り群	0 (0%)	0 (0%)	5 (38%)	8 (62%)
	ポーズ無し群	0 (0%)	0 (0%)	10 (63%)	6 (37%)

これらの結果を見ると、9回のトレーニングによりポーズの有無に関わらず質問3の回答において、英文の理解は深まったことが分かる。これは単純に練習効果、繰り返し読みの効果とも考えられるが、興味深いのはポーズ有り群とポーズ無し群で「どちらかといえば深まった：38% vs. 63%」に対して「深まった：62% vs. 37%」と丁度逆の数値になっている点である。これは同じ肯定的評価であっても、練習効果、繰り返し効果を差し引いてもなお、ポーズ無しでは理解度の向上が難しい、と被験者が感じていることを示している。質問1においても、ポーズ有り群が効果ありとする傾向に77%が回答しているのに対して、ポーズ無し群では逆に効果なしとする傾向に81%が回答している。他方、質問2において語句の意味や文法を説明したハンドアウト(「タスク」としての印刷副教材)に関しては「どちらかといえばあり」「あり」の占める割合はそれぞれ、84%、75%である。すなわち、語句の意味等を参照できる印刷教材は両グループともに読解の理解向上に有効であると感じており、ポーズ有無による差は小さかったことがわかる。したがって、アンケートから見限りでは、たとえ短期間とはいえポーズ有りの教材を使った「聞きながら読み」の方が理解力の向上

が期待できると読み取れる。

#### 4. 考察と今後の課題

今回の調査結果からは、CDを使って「聞きながら読み」と「繰り返し読み」をすれば英語読解力が向上することは確認されたが、ポーズ入りのCDを使って学習した方が、ポーズ無しより読解力への効果が大きいことを、統計学的に有意に示すという結果にはならなかった。その理由として第一に、今回の実験デザインでは「繰り返し読み」と「聞きながら読み」効果を分離していないものの、被験者が同じテキストを30分間の中で何回も「聞きながら読み」をしたために、「繰り返し読み(repeated reading)」の効果の方が「聞きながら読み」の効果を上回った可能性が考えられる。つまり、たとえ高度なオーセンティック教材でナチュラル・スピードの音読CDを使っても、ペーパーバックで6ページ分の英文を集中的に30分間繰り返すことで深まったテキスト理解は、ポーズ有り、無しの違いを超えた効果を与えたと解釈される。第二に、被験者が各グループともに15名と少なかったということも調査結果に影響を与えたかもしれない。

しかし、2週間にわたり計9回の放課後のトレーニングを、学校行事等の合間を縫いながら実施する実際上の困難を考慮すると、30名の学習者を確保した上での本調査は学生にとっても一定の意義はあったであろう。

他方、事後アンケートの結果を見ると、本調査ではネイティブ・スピーカーによるナチュラルスピード朗読を使用したにもかかわらず、ポーズを置いた朗読であればオーセンティック教材であっても理解が深まることが推測される。

また、今回の読解力の伸びの検証に使ったのはクローズテストであり、既知のテキストに関する能力を測ったもので、未知のテキストを読む際にも読解力を向上させるかどうかについては更に研究が必要である。このことは門田(2001)でも指摘されている「繰り返し読み」の研究における今後の重要な課題であることを改めて確認することになった。

最後に、被験者数を増やす方途を探りながら、例えば、学力上位・中位・下位の3群における伸びの平均の差異を分析することも今後発展研究として意義があると考えられる。

(注)

1. 本稿は、平成18年度科学研究費補助金(基盤研究(C))「高度英語リーディング教材指導システムとコースウェアの開発」(研究代表者:相澤俊

行)の一部として行われたものである。

2. 「繰り返し読み(repeated reading)」とは同じテキストを2回以上読むことである。その目的は読み手の単語認知の自動化を促進することにより、読む速さ・読む正確さを高め、読解力を向上させることにある。(門田2001, p. 352)

3. 「聞きながら読み」のポーズの長さについては先行研究でもばらばらであり、厳密な規定は門田(2001)にもない。今回作成した音声教材についてはチャンクごとに付けられたポーズを約2.5秒とした。

4. クローズテストと読解テストの相関はESL学習者を対象とした実験で, Oller and Conrad (1971)<sup>10</sup>、Stubbs and Tucker (1974)<sup>11</sup>はいずれも.70～.80の高い相関を報告している。

#### 参考文献

- 1) 門田修平『英語の書きことばと話しことばはいかに関係しているか:第2言語理解の認知メカニズム』p.100,東京:くろしお出版,(2002)
- 2) 門田修平、野呂忠司(編著)『英語リーディングの認知メカニズム』p.368,東京:くろしお出版,(2001)
- 3) 野呂忠司 19. 「聞きながら読む」訓練と不随的語彙習得」pp.133-140,『中部地区英語教育学会 紀要』第30号,(2001)
- 4) Shapiro, E. S. and B. L. Mccurdy. Effects of a taped-words treatment on reading proficiency, pp. 321-325, *Exceptional Children* 55. (1989)
- 5) Rasinsky, T. V. Effects of repeated listening and listening-while-reading on reading fluency, pp.147-150, *Journal of Educational Research* 83. (1990)
- 6) Shany, M. T. and A. Biemiller Assisted reading practice: Effects on performance for poor readers in grade 3 and 4, pp. 382-395, *Reading Research Quarterly* 30. (1995)
- 7) Amer, A. A. Reading aloud on the reading comprehension of EFL students, pp. 43-47, *ELT Journal* 51. (1997)
- 8) Mitch Albom, *Tuesday with Morrie*, Broadway Books, New York, (1997)
- 9) 佐藤史郎『クローズテストと英語教育』, p.154 東京:南雲堂,(1988)
- 10) Oller, J. W. Jr. and C. A. Conrad The cloze technique and ESL proficiency, pp.183-195, *Language Learning* 21. (1971)
- 11) Stubbs, J. B. and R. Tucker, The Cloze test as a measure of English proficiency, pp. 239-241, *Modern Language Journal* 58. (1974)

## 西洋建築史を英語で教える

(明石工業高等専門学校) ○東野 アドリアナ, (呉工業高等専門学校) 八木 雅夫

### 1. まえがき

高専では英語教育に比較的多くの時間数を確保しているのに対して、学生が学習した英語知識・能力を実際に応用できる場は少ない。また、学生の英語能力に差があることを懸念して、専門科目を英語で教えることを躊躇している傾向がある。明石高専では平成 18 年度の建築史Ⅱ(西洋建築史)の講義を英語で実施したが、映像を活用した講義を行うことによって、英語能力の差にあまり影響されずに専門科目を教えることができたと受けとっている。この教育方法の効果及び学生の反応に関して考察を行った。

建築史Ⅱは建築学科 4 年生の選択科目である。西洋古代文明から近世までの建築の発展を論ずる講義である<sup>注1</sup>。

本論では建築学科 4 年を対象にしたこの講義の形式や進め方と評価の方法を述べ、次に受講生の英語能力と建築史Ⅱの成績とを比較し、学生の語学力に関わらず、専門科目を英語で教えることに支障がないことを示した。

### 2. 講義の形式と進め方

講義は映像中心のスライドとプリントとして配布する補足資料と利用する。これらには具体的な建物およびその部位とそれらを示す英語による専門用語と解説が書かれている。講義は必要があれば日本語も用いるが、基本的に英語で解説する。1 回の講義で使用するスライド枚数は 80 から 100 枚程度であった。毎回の講義内容を英語で短くまとめ、重要な部分や特に学生に理解してほしい部分を空白にした要約プリントを学生に配布し、スライドを見て記入させる方法を採用した。

英語の資料を一人の学生に読ませてから、次にクラス一同で読み、スライドを見せながら英語そして必要に応じて日本語で解説した。言葉による解説よりも映像による情報提示が中心となる講義形式であるため、学生の英語力が特別に高くなくても、専門用語と映像を結び付けて習得することを目的としている。映像と言葉を直接結ぶ教育の方法は、幼児の英語教育における母国語方式<sup>注2</sup>の「絵と言葉」の考え方に似ている。

母国語方式(図 1)というのは、母国語を覚えるときと同じ過程を利用し、単語と映像を直接に結ぶ方法である。外国語(英語)の単語にイメージを繋げて、可能な限り中間に母国語(日本語)のフィルターを通さずに覚えることである。

この方法を用いると、その時点における学生間の英語力の差によらず、英語で専門科目(建築史Ⅱ)を教えることが可能だと考えた。

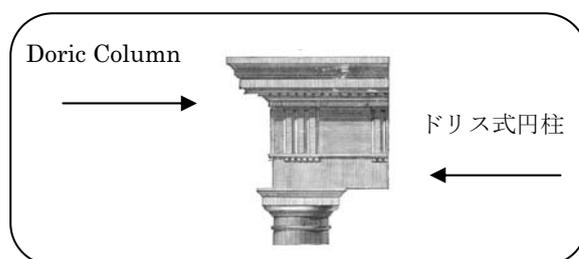


図 1 : 母国語方式教育の建築史への適用例

さらに映像で建築史の専門用語を覚えること、即ち英語の専門用語と映像イメージを直接結ぶことで日本語による説明もしやすくなった。

実際この学習方式を利用し、平成 18 年度前期建築学科専門科目の建築史Ⅱの講義を英語で実施した。

建築史Ⅱの講義を英語で実施することについては様々な理由がある。国際的に通用する技術者は英語での専門用語の取得が必須である。西洋の建築を知るには西洋の言葉で説明したほうがその概念、考えかたが正確に伝わると考えられる。西洋建築史の専門用語は基本的に発音や文字表記が多少異なっている、ラテン語が語源であるため、英語による用語とさほど大差ない。

そして高専生の多くは理数系の科目を得意とし、建築史のような文系的専門科目に対する興味が低いという現状も英語での講義を行う背景の一因となっている。英語で講義を行うことにより、英語力の強化を目的に、歴史やデザインに興味のない学生にも建築史の講義に興味を持たせることができると考えた。

### 3. 評価の仕方

学生を 2 回の試験の結果によって評価した。2 回の試験は英語で実施した。試験の目的は学生が

ビジュアルに西洋建築史で重要とされている建物や各様式の詳細の認識ができていたかを確認するためであった。図2は1回目の試験問題の一部を示す。各試験は45分間でA3用紙2ページ(両面印刷)の分量で、学生は自筆で作成したレジюме(図3)を参考資料として持ち込み可とする方法とした。この参考レジюмеも評価に含まれ、試験成績の10%とし、レジюмеの分量制限はA4で2枚までとした。試験問題の特色は、講義と同様に画像が多いこと、問題用紙と解答用紙を分けていないことである。この形式の試験は学生には新鮮であったようである。

このような試験方法の一番の狙いは、学生にレジюмеを作成させることにあった。絵と言葉を自筆で書かせることでイメージを定着させることができると考えられた。ドリス式の円柱をはじめ、レジюмеに西洋建築の様々な部位や要素を自筆で書くことによる西洋建築史の学習手法である。

さらに試験問題には「Villa Adriana」のようにスライドでしか示しておらず、映像、配布プリントに記載されていない写真や図に対する応用問題(図2)も含まれたが、多くの学生たちはそれらをクリアできており、講義の内容や情報が充分伝わっていたと理解される。2回の試験の平均点は81点で60点未満の学生はなかったが、満点(100点)の学生もいなかった。

そして試験の結果が学生の学習意欲を高め、1回目の試験以降、積極的に参加する学生が増加した。

#### 4. 建築史Ⅱの成績と英語レベルの比較

この講義の受講生は、TOEIC<sup>注3</sup>の試験を平成18年度に2回受験している。1回目は建築史Ⅱの講義が始まってまもなくの5月と、2回目は建築史Ⅱの講義終了の4ヶ月後である。1回目(18.5.24実施)のTOEIC試験は45名中の44名が受験し、平均点361.02点であった。2回目(18.12.13実

施)のTOEIC試験は45名中の45名が受験し、平均点は374点であった。平均点が上がったのは、試験に対する慣れや対策などによるもので、建築史Ⅱの講義とは直接に関係がないと考えられる。2回のTOEIC試験の平均点は369点で、2回の建築史Ⅱの試験の平均点は81点であった。建築史Ⅱの試験成績とTOEICの成績を比較すると、表1のように建築史Ⅱの点数は当該学生の英語力と直接的に相関していないことは明らかである。

たとえば、学生レはTOEIC 510点と建築史Ⅱ 91点で両方とも高い点数となっている。一方、学生ウはTOEIC 625点とクラス最高の点数でありながら、建築史Ⅱは63点と最低の点数であった。そして学生ヲはTOEIC 360点と平均よりやや低い点数であるのに対して、建築史Ⅱは93点とクラスの最高となっている。もちろん学生イのようにTOEIC255点、建築史Ⅱは65点と両方とも点数が低い場合もある。このように建築史Ⅱの試験成績と英語力には顕著な相関は見られず、たとえ英語力が低い学生でも、英語で実施した建築史Ⅱの講義を理解できていることが明らかとなった。

また、建築史Ⅱで見せた建築や学習した概念は設計演習でも散見されるようになり、黄金比や比例に興味を持つ学生が現れ、その概念を設計に応用する例が現れている。特に、今まで設計やデザインに強い興味を示さなかった学生にとって、建築史Ⅱでの学習が設計における手がかりとなっていることが伺える。

#### 5. 講義の学生による評価 ～アンケートの結果と分析～

今回の建築史Ⅱの講義に関しては、学生に合計3回のアンケートを実施した。時期は開講期間中に2回、講義終了後に1回である。1回目のアンケートは中間試験の問題用紙に含まれ、講義の良い点と改善すべき点を問う簡単なものであった。

表1：建築史試験成績(WH)とTOEIC試験成績(18.12.13実施)との比較表

学生	WH	Toeic												
ア	63	323	コ	74	295	テ	82	288	フ	84	345	ユ	85	460
イ	65	255	サ	94	508	ト	82	343	ヘ	84	358	ヨ	89	318
ウ	67	625	シ	76	285	ナ	82	365	ホ	84	360	ラ	89	373
エ	68	303	ス	76	358	ニ	82	370	マ	84	373	リ	91	363
オ	72	278	セ	76	523	ヌ	82	603	ミ	84	405	ル	91	483
カ	72	345	ソ	79	323	ネ	83	290	ム	84	415	レ	91	510
キ	73	305	タ	81	313	ノ	83	345	メ	85	315	ロ	92	348
ク	73	440	チ	81	373	ハ	83	346	モ	85	365	ワ	92	485
ケ	74	283	ツ	82	273	ヒ	84	320	ヤ	85	408	ヲ	93	360



アンケート結果や学生の意見を参考に後半の講義を改善した。例えば、2年生時に購入した教科書（日本語）を持っていない学生がいる事が分かり、対策として日本語の建築史教科書の一部をコピーし配布した。ところが、そのコピーを読む学生は少なく効果的であるとはいえなかった。むしろ講義の前半のように、英語のプリントを与え、学生に調べさせた方が積極的に対応することが明らかとなった。結果から講義の前半のほうが日本語のプリントを配布していなため、英語プリントの意味を自分で調べる学生が多かった。

表2：第2回の授業アンケート集計表

質問項目	評価					回数	平均
	5	4	3	2	1		
1 総合評価	15	10	17	4	0	46	3.78
2 説明の仕方・黒板の使い方	14	9	20	3	0	46	3.74
3 教科書や教材の選定	10	9	22	5	0	46	3.52
4 学生の理解度を確認していたか	8	12	18	5	3	46	3.37
5 授業に興味を持てるような工夫	21	12	10	3	0	46	4.11
6 シラバス通り行われたか	12	13	16	5	0	46	3.70
7 授業の目標を理解していたか	9	14	19	4	0	46	3.61
8 自分の目標を達成できたか	8	12	21	4	1	46	3.48

表3：第3回アンケートの結果

1) 建築史Ⅱで古代から近世までの西洋建築の様式と歴史を知ることが出来ましたか？ Yes 74% No 26%
2) 講義を英語で行うことで英語に関する知識が増えたと思いますか？ Yes 51% No 49%
3) 講義のスライドはわかりやすいと思いましたか？ Yes 74% No 26%
4) 講義で配布したプリント(英語)はわかりやすいと思いましたか？ Yes 11% No 89%
5) プリントはスライドから重要な部分を写す、穴埋め形式でした。この形式にすることで講義の内容を覚えやすくなったと思いますか？ Yes 70% No 30%
6) 試験は難しいと思いましたか？ Yes 35% No 65%
7) 評価の仕方(試験とレポート)は適当だと思いましたか？ Yes 78% No 22%
8) 専門科目を英語で勉強することは良かったと思いますか？ Yes 68% No 32%

2回目のアンケートは明石高専標準の授業アンケートであった(表2)。このアンケートは全ての科目に実行されている様式のため、スライドを多用した今回の講義形式に合わない部分も多かった。

3回目のアンケート(表3)は講義のあり方について詳細に尋ねており、建築史Ⅱへの関心の高

さが明らかに現われている。

これらアンケート結果からも、映像を多用し母国語方式教育の講義は学生に好評であったことが明らかとなった。英語で専門講義を行うことが良いことだと回答した学生は68%であり、さらに「楽しかった」、「建築史に関する興味が高まった」、「英語で講義受け、英語力に少し自信がついた」のような学生意見が寄せられた。

一方、改善すべきと指摘されたのは、講義の早すぎるテンポと日本語による解説要望であった。講義のテンポの原因は講義する側にあり、講義を英語で行うこととは関係がないと考えた。そして外国語に関する先入観の問題があり、「英語が聞き取れない」との意識がある場合、日本語で解説しても理解していないものである。実際に、日本語での質問に対し、「英語は分かりません」と返事されることもあった。結果的に開講期間の後半からは映像解説を英語と日本語により行ってみたが、アンケートのコメントより日本語の解説も英語に聞こえたとの意見があった。国際的に活用できる技術者を教育するために「英語が分からない」に対する先入観の対策が必要と考えられる。

最後に映像主体の講義形式のため、教材準備に想像以上の時間を要した。

今回、講義を英語で行い最も効果があった点は、自分の英語力に自信を持った学生が多かったことといえる。

## 6. 結論

以上の考察により、西洋建築史を英語で講義することは一定の教育効果をもたらし、継続実施が可能であることが確認できた。講義を映像中心にすることで英語の単語の説明に手間取ることなく、効果的な専門科目の英語による教育が可能となった。今後は、講義の進行を学生に合わせる方策や配布する英語資料の量を減らせるように改善し、平成19年度の講義には英語版の建築史教科書やe-learningを導入することで、学生が自習できる場面を増やす予定である。

注1 <http://www.akashi.ac.jp/>、平成18年度の建築史2のシラバスを参考

注2) 言葉とイメージを直接結ぶ、母国語を覚える時の課程と似ているため母国語方式と名づけられている。その考え方が幼児の外国語(英語)教育に広く使用され、ディズニーの英語システムは顕著な例である。

注3 Test of English for International Communication の略称で、英語によるコミュニケーション能力を幅広く評価する世界共通のテストであり、英語の総合的能力の評価をする。

## 地域連携教育プログラムの効果検証と今後の展望

(呉工業高等専門学校) ○山岡俊一 (国立高等専門学校機構) 市坪誠  
(呉工業高等専門学校) 佐賀野健

### 1. はじめに

呉高専(以下、本校と略す)では、近年職場や地域社会で必要とされている社会人基礎力(呉高専では人間力と定義)の習得を目的として、従前より、地域交流、地域連携、ボランティア研修といった社会ニーズを先取りした人材育成を積極的に行ってきた。平成17年度後期からは、地域連携と学生の人間力教育とを融合させた地域連携教育プログラムである「キャリア開発セミナー」を本科4年生～専攻科2年生対象の授業として実施している。

昨年度の研究会での報告<sup>1)</sup>に引き続き、本論文では平成18年度の新たな取組や改善内容を紹介し、さらにその効果と今後の展望について報告する。具体的には、実践活動に中学校の部活動支援を取り入れた効果、ロールプレイング等の「気づき」を促す手法の効果、地域に貢献する実践力(地域貢献力)向上の状況について論ずる。

### 2. 「キャリア開発セミナー」の概要<sup>1)</sup>

#### 2.1 セミナーの目的

人間力教育を受けた学生がティーチングアシスタント(以下、TAと略す)を地域活動として実践することで、その主体である学生自身が自らの向上と他者を認め敬う、より高度な人間力(表-1)と、地域における自身の立ち位置(役割)を知ると同時に地域に対する愛着や関心度を持ち、地域貢献力を獲得することを目的としている。

まず、学生に人間力向上の授業を行い、人間力はもとよりEQ(こころの知能指数:自分の感情を知り相手とうまくつきあう力)の向上を図る。受講生は、TAというボランティア活動を実践することで、高度な人間力と地域貢献力を形成することとなる。また、地域の人材育成を支援することで、地域の小中学生、高校生、大学生および地域住民等、本校学生以外の地域構成員からなる地域の防災・防犯力、学力、地域貢献力等の総合的な地域力の向上を図る。

表-1 呉高専で定義した人間力

リーダーシップ力(指導力)	問題解決力
コミュニケーション能力	責任感
協調性	知的探究心
向上心	持続力
積極性	論理性
創造力	自分の考えを相手に伝達する能力
工夫する力(応用力)	人の話を聞く能力
公共心	思いやり
プレゼンテーション能力	

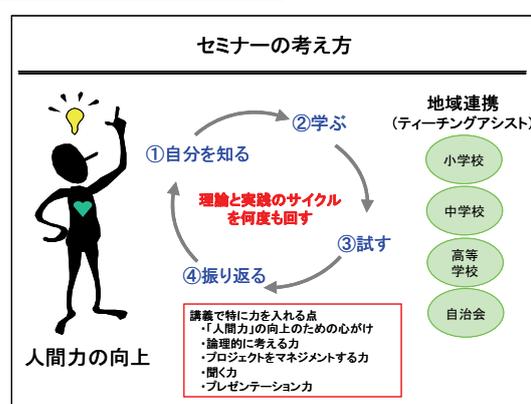


図-1 セミナーの考え方

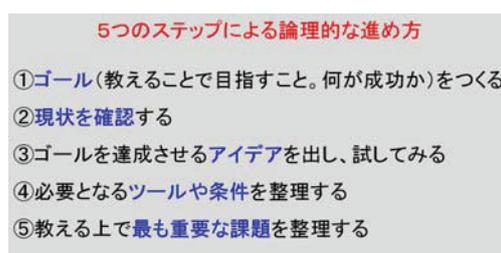


図-2 5つのステップ(プロブレム・シーキング)

#### 2.2 セミナーの実施体制

授業対象は、学科を問わず本科4、5年生と専攻科1、2年生である。授業の中で実践活動(阿賀中学校における補習授業TA等)とワークショップ(以下、WSと略す)を支援するために、外部講師3名(地元自治会会長、民間企業ファシリティマネジメントディレクター、民間企業における社員教育の専門家)を客員教授として招聘し、人間力の向上、地域連携手法、論理的思考法等について教授している。なお、常勤教員は一般科(1名)、環境都市工学科教員(2名)の3名が本授業を担当し

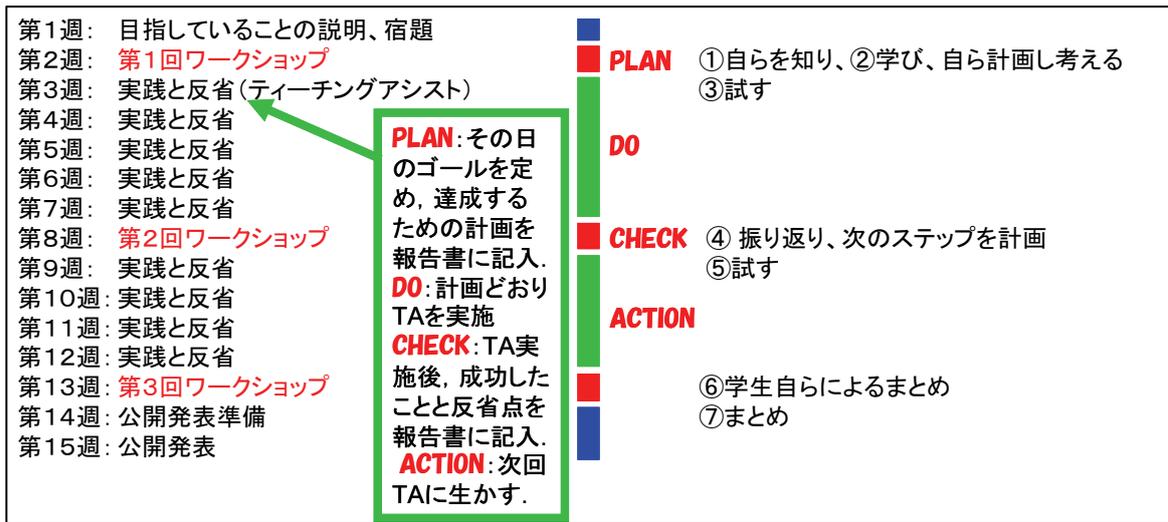


図-3 セミナーの流れ (PDCA サイクル)

ている。

### 2.3 セミナーの教育方法

セミナーの考え方は、図-1に示すように「人間力の向上」のために理論と実践のサイクルを何度も回すことであり、①自分を知り、②学び、③試し、④振り返ることにある。また、実践活動で重要なことは、企画段階で目的や要求条件を明確化することであり、TAという要求条件を論理的に構築するために、図-2に示すプロブレム・シーキング手法<sup>2)</sup>の「5つのステップ」を活用している。セミナーの流れは、図-3に示すように15週がPDCAサイクルに従っている。また、図-3に示すように第3週から第7週の「DO」と第9週から第12週の「ACTION」は“実践と反省”となっている。これは、TAを実施する前に、TAを行う学生がその日のゴール(目標)を設定し、そのゴールを達成するための教え方等を計画しTA報告書に記入する。そして計画どおりTAを実施し、TA終了後に成功したことで問題点をTA報告書に記入することで振り返り、次回の実践に生かす。このように、1回の実践がPDCAサイクルに従っており、セミナー全体のPDCAサイクルとの2段階構成になっている。

## 3. 平成18年度の新たな取組と本セミナーの発展による効果

平成17年度を取組を受けて、平成18年度は実践活動内容や教育手法等において新たな取組を実施した。ここでは、平成18年度を取組について述べるとともに、その効果を検証する。

### 3.1 中学校のクラブ活動支援TA

補習授業TAに加え、指導者の不在等の理由から本校に隣接する阿賀中学校より、クラブ活動支援

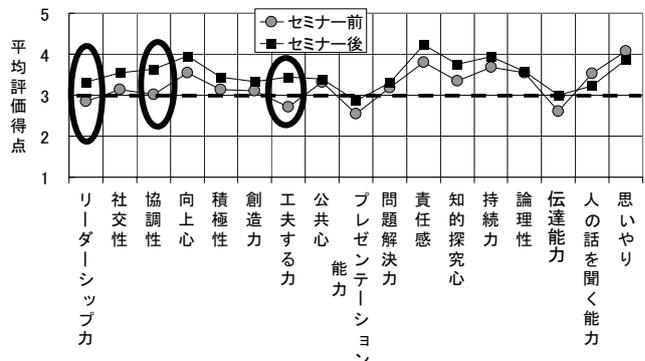


図-4 セミナー前後における人間力評価の変化 (平成18年度前期クラブ活動支援TA)

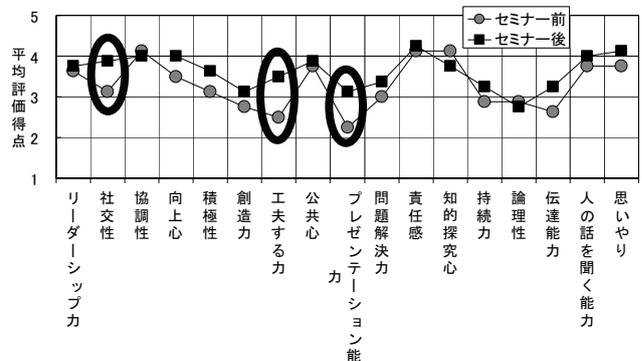


図-5 セミナー前後における人間力評価の変化 (平成17年度後期補習授業TA)

(ソフトテニス部、バレーボール部、陸上部)の相談があった。そこで、本校ではそのニーズに答えるべく、本セミナーの実践活動としてクラブ活動支援TAを加えた。

図-4にクラブ支援活動TAによるセミナー前後の人間力評価の変化を示す。なお、人間力評価は学生自身が自らをアンケート調査により評価するもので、5段階評価のうち数値が高くなるほど能力が高いことを示している。サンプルはソフトテニス部(6名)、バレーボール部(7名)、陸上部(4

名) からなっており、図-4は17名の平均値を示している。図より、クラブ活動支援では「リーダーシップ力」、「協調性」、「工夫する力」の向上が顕著に見られた。

また、補習授業TAの結果と比較するために、平成17年度後期に補習授業TAを実践活動とした学生の人間力評価の変化を図-5に示す。図-4と比較すると「工夫する力」や「社交性」はクラブ活動支援TAでも向上していたが、「プレゼンテーション能力」については変化に差が見られた。

このように、実践活動内容によって向上する人間力の内容に差が見られることがわかる。

### 3.2 体験による「気づき」

平成17年度後期は図-6に示すパズルゲームにより相手にものごとを伝えることの難しさを学ばせた。平成18年度は、TAの状況を作り出し、教員が演技するロールプレイングを受講学生に見せることにより、「ボス型TA」と「リーダー型TA」の違いを認識させた。また、図-7に示すフラフープゲームにより、チームでのコミュニケーションの難しさとチームでの成功の重要性について学ばせた。その結果、平成17年度後期の受講学生は教える相手である中学生の成長を意識し、それを実践のゴールとしてTAを実施していたのに対し、平成18年度は受講生自身の成長やチームとしての成功をゴールとして設定するようになった。具体的には、WSでのゴール設定において、平成17年度後期は「応用問題が解けるようにさせる」、「教えた生徒が志望校に合格する」という教えた中学生個人の成長をゴールに設定していたのが、平成18年度は「中学生が質問しやすい雰囲気づくり」、「笑顔で接すること」、「中学生全員に無駄な時間を過ごさせないこと」などTA自身の対応や個人の成功ではなく、チームの成功を目指すゴールが見られるようになった。ただし、全てがゲームやロールプレイングの影響とは言えず、平成17年度後期に引き続いて複数回受講している学生の影響(WS等での議論の内容の高度化)も考えられる。

### 3.3 地域を意識

客員教授の一人である地元自治会会長の講義や本校に隣接する阿賀中学校でのTA活動を継続する中で、学生の地域に対する意識の変化も見られた。平成18年度後期の課題レポートの中で、「TAを通して感じた地域との関わり」について論じさせている。その中に「呉高専という名前を背負っている」、「阿賀についてもっと知りたいと思った」、「セミナーを通じて阿賀地域の発展・向上に一役かえ



図-6 パズルゲーム



図-7 フラフープゲーム

5						
4	●	●	●	●	●	●
3						
2						
1						
	適切な挨拶ができましたか？	適切な身なり、態度で臨めましたか？	TAに積極的に参加できましたか？	問をしっかりと聞いて質問ができましたか？	教える相手の話や質問に適切な返事ができましたか？	教える相手にやさしく接してあげることができましたか？

図-8 マナーや教え方に対する自己評価

たらいいと思う」、「学校がある阿賀地域に貢献できることはいいことだ」という感想が多く見受けられた。これらの感想から、地域に対する愛着心や関心度の向上、地域貢献に対する積極性の向上、地域に対する責任感が芽生えたといえる。

### 3.4 身なりや挨拶等のマナーの徹底指導

平成18年度の重点教育項目として、TAを実施する時の服装等の身なり、中学校の教員や生徒との挨拶、教え方等の重要性について認識させることを目指した。取組としては、客員教授によるマナーの重要性についての講義、「TA実施マニュアル」を作成し、それをTA実施前に毎回読ませて確認させた。また、TA実施後に記入する「TA実施報告書」の中にマナーに関するアンケートも含まれており、

そのアンケートに答えることで反省もさせている。

図-8にマナーに関するアンケート結果を示す。「そう思う」:5点、「ややそう思う」:4点、「どちらでもない」:3点、「あまりそう思わない」:2点、「そう思わない」:1点と得点化し、参加学生の延べ人数85人の平均値を示している。図より、マナー、教え方のいずれとも良い自己評価をしている。

### 3.5 複数回受講している学生の人間力の変化

平成17年度後期に始まった本セミナーはこれまでに3回実施されており、3回とも受講している学生は7名である。ここでは、本セミナーを複数回受講することによる人間力評価の変化に着目する。

図-9は平成17年度前期、平成18年度前期・後期の全てに参加した対象者(7名)による事前(平成17年度後期セミナー受講前)と事後(平成18年度後期セミナー受講後)の人間力評価の変化を示したものである。図-9より、「積極性」と「プレゼンテーション能力」が若干向上している。その他はほとんど変化していないか下がっている項目が多い。評価が下がっている項目は「協調性」、「向上心」、「公共心」、および「思いやり」である。自己評価のため考察が難しい面もあるが、評価が上昇した項目は自信を持ってその能力が向上したと言える項目であり、下がった項目はその能力が思ったほど無かったことを気づかされたのでだと推察できる。なお、ここでは平均値で考察しているが、7名の学生のうち、1名だけほとんどの項目で評価が向上している学生が見られた。この学生は、本セミナー受講前は自分の人間力に自信がなく低い評価をしており、本セミナーの受講により純粋に人間力が向上したのだと考えられる。

図-4の平成18年度前期のクラブ支援TAはほぼ全員が初めて受講した学生であり、図-5の平成17年度後期はもちろん全員が初めて受講した学生である。以上のことを踏まえて図-9の結果を図-4と図-5の結果と比較して考察すると、本セミナーの受講回数が増すと、自分の人間力の未熟さに対する「気づき」が生まれ、自信のある項目においてもより高度な力の必要性を感じて、厳しい評価をする傾向にあると考えられる。

## 4. おわりに

図-10は本セミナーの発展について簡潔にまとめたものである。図に示すように、実践内容のバリエーションアップや教育内容の発展により、受講学生の考え方が大きく変化を遂げてきている。

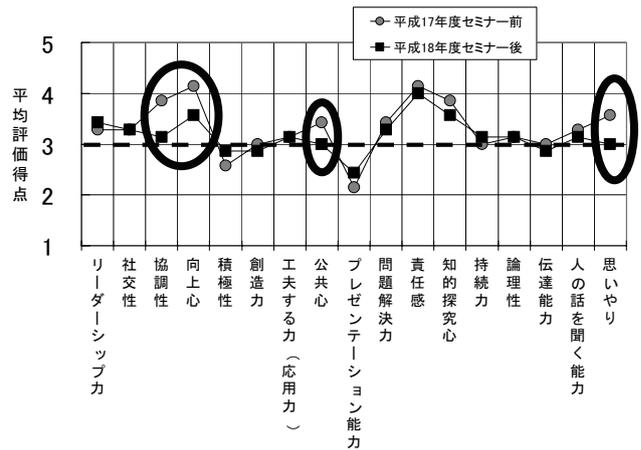


図-9 3回受講した学生の人間力評価の変化

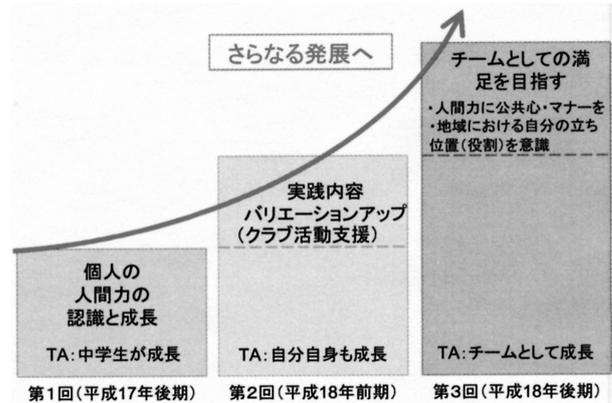


図-10 本セミナーの発展

3.2でも述べたように、当初は教えられる中学生の成長のみをゴールとしていたのが、学生自身の成長やチームとして成長することも重要なのだと考えられるようになった。これはチームあるいはもっと大きな組織でモノをつくり上げていくエンジニアにとって非常に重要な考え方であるといえる。

また、本論文では受講学生の評価について考察したが、教えられる側の中学生や中学校教員の評価も非常に高く、中学生の勉強やクラブ活動に対する取組姿勢、およびコミュニケーション能力の向上に成果が上がっている。

平成19年度は、「WSのファシリテーターを学生に務めさせる等、リーダー育成教育の試み」、「学生提案型実践活動の導入」、「本校教員の人間力教育の能力を向上させるために、本セミナー担当教員を増加」等の新たな取組を考えている。

## 参考文献

- 1) 福原安洋他:「人間力向上のための地域連携教育プログラムの開発」、pp.213-216、平成18年度高専教育講演論文集(2006)
- 2) ウィリアム・ペーニャ、スティーブン・パーシャル:「プロブレム・シーキング—建築課題の発見・実践手法」、彰国社(2003)

# 授業とLHRを活用した心肺蘇生訓練による 学生の危機管理能力向上への取り組み

(阿南工業高等専門学校) ○高山直子

## 1. はじめに

最近、心肺蘇生法とその訓練の重要性については社会の注目を浴びている。公共場所や校内で起きた事故に対して積極的に対処し人命救助を促進するために、AED (Automated External Defibrillator、自動体外式除細動器)の配備が進んでいる。しかしそれだけでは不十分である。心肺蘇生やAEDの操作を行うには知識や技術に加えて、積極的な対処行動が求められる。

本校では野球部において練習中の部員の痛ましい事故が起き、その対応としてAEDの配備と共に訓練用人形の購入が行われた。著者は学校側からの要請を受けて、課外時間を活用しクラブ・同好会の代表者及び教職員を対象とした心肺蘇生訓練を実施した。また、LHR (ロングホームルーム)の年間予定の中で学生管轄として活用できる時間枠があり、そこに低学年を対象にした心肺蘇生訓練を企画した。また、保健の授業科目においても心肺蘇生法の実技を導入した。学生らへの危機管理能力の向上を図る取り組みを行ってきたので報告する。

## 2. 心肺蘇生訓練実施の流れ

### 2.1 心臓震盪とAED

2004年8月夏季休業中における野球部の練習中に、ピッチャーの投球によりボールが打者の胸部に当たった。球威が強くないにもかかわらず、心臓部を直撃したボールによって心臓震盪が起こった。この心臓震盪は、胸部(心臓部)への衝撃により心室細動<sup>1)</sup>が生じ心停止が起こることをいい、2002年アメリカで事例報告されている。心臓震盪の対応は3分以内に除細動を行うことによって、救命が可能であるといわれる。

AEDは自動で除細動が必要な心電図波形を解析・充電する。操作方法は音声ガイドによってAED電極パッチを装着し、その後通電ボタンを押すだけの簡単な操作で除細動が可能である。解析されAEDの対象となる波形は心室細

動、心室頻拍症、上室性頻拍症の3波形であり、実施条件は生命徴候のない無呼吸の患者であることになっている。これらはアメリカ心臓協会<sup>1)</sup>(AHA)のガイドラインによる。日本では2004年7月より、医療関係者にしか使用が認められていなかったAEDを非医療従事者にも使うことが可能になった。人命救助の緊急性と重要性の観点から、その使い方を知らない者が使っても医師法違反にはならないが、万が一のためには、AEDの取り扱いについての講習を受けていることが望ましいとされる。AEDは一度使用すると業者によるメンテナンスが必要である。

### 2.2 教職員及び学生への啓蒙と対策

学校は応急手当の知識や訓練の必要性を重く受け止め、教職員を対象にした取り組みを開始した。2004年11月より、教職員は数班に分かれて、地域の消防署における応急手当の講習会を受講した。その後、消防署から学校が主体的に実施するよう要請があった。講師は本校における保健の教員と看護師によることとなり、課外時間を利用し、学生を対象に心肺蘇生訓練を実施することになった。

学生に対しては12月から翌年3月にかけてクラブ・同好会の体育局、続いて文化局の部長・副部長を対象にビデオ視聴と訓練人形による人工呼吸、心臓マッサージの等の心肺蘇生訓練を実施した。併せて、消防署に出向くことができなかつた教職員を対象に同様の訓練を実施し、受講する機会を設けた。その後、AED導入が検討され、3月下旬に教職員を対象にした、業者によるAED講習会が行われた。

2005年度になり、AED2台が配備された。その内1台は学生課に配置、夜間は職員によって学寮に移動させた。2台目は写真1のようにグラウンドに最も近い、制御情報工学科棟校舎1階正面入口の外に配備された。しかし、利便性や緊急時の対応の点から2006年度においては5台に増やし、第一体育館、学生昇降口、学寮、学生課正面入口と先に述べた制御情報工学科棟正面入口に配備された。



写真1 配備された工学科棟正面入口のAED

### 3. 心肺蘇生訓練の実際

#### 3.1 保健の授業における心肺蘇生訓練

保健の授業では「現代社会と健康」の単元において、応急手当の意義とその基本・心肺蘇生法・日常的な応急手当の項目がある。(検定教科書、現代保健体育、大修館書店)

当初から、ダミーによる心肺蘇生訓練の必要性を理解していたが、予算の都合で断念し、人工呼吸と心臓マッサージの意義と原理及び実施手順について、補足資料を用意し授業を行ってきた。学校が訓練人形を購入したことに伴い、2005年度の1年生より心肺蘇生訓練を教室で開始、後期のクラスからAEDの実物を提示できるようになった。また、1単位半期の保健のシラバスに心肺蘇生法の実技を掲げ、終了後は心肺蘇生法の実技についても目標の達成度を評価した。

実施にあたり40人が授業時間内に体験できるよう看護師に協力を依頼した。当初は1単位時間45分であったため授業内容を2段階にわけ、第1回目は救急蘇生法の手技や手順の説明を行い、第2回目の実技は最終の授業と時間割を交替し全員が終了するまで放課後60分程度を追加した。その後、1単位時間90分と変更になったが、授業は段階的に2回に分けて続行し、準備等は休憩時間や昼休みを利用するだけで良くなった。欠席した学生には後日、補講として心肺蘇生訓練を実施した。

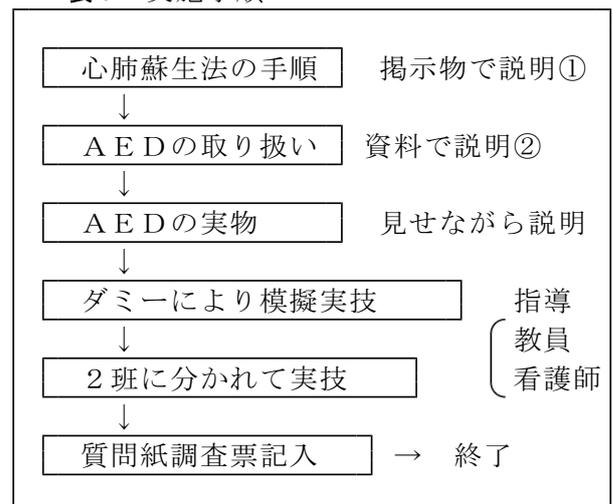
#### 3.2 心肺蘇生訓練の手順と準備資料

実施場所はクラブ・同好会の部長・副部長や教職員を対象とする時には会議室などのフラットな床面のある場所とした。説明と実技を合わ

せて一回に受講できる人数を30人程度とし、授業終了後の2時間を予定した。その中に救急蘇生とAEDの説明を盛り込んだ。準備物は次のとおりであった。ダミー2体と、配付資料①「応急手当の手順、心肺蘇生法・救急法」、配付資料②「AEDの取り扱い」、「Laerdal Manikin Face Shield」各受講生1枚、「質問紙調査票」、「掲示用模造紙」、「ストップウォッチ」を用意した。

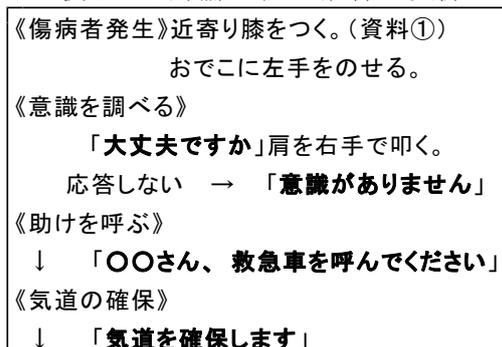
まず、掲示した模造紙と資料に添って15分程度、心肺蘇生法・応急手当、応急手当の手順、AEDの取り扱いについて説明を実施した。AEDは実物を提示し、開けると音声ガイドが自動的に流れることを体験させた。しかし、実際に電極パッチの袋を開け、放電すると使用不可になるので、実物を実際に用いてダミーで試みるなどの方法を用いることはできなかった。実施手順は表1のとおりで、学生課職員による協力を得て準備が行われた。

表1 実施手順



心肺蘇生法の実際については表2に示すとおりであった。受講生は教員や看護師の指導を受けながら、心肺蘇生法の手技を正確に行えるようになるまで、繰り返し実施した。

表2 心肺蘇生法の訓練の実際



顎先に右人差し指と中指2本、額に左手をのせる。  
 《呼吸を調べる》  
 ↓ 「呼吸を調べます」 10秒間(ゆっくり6数えて息を聞く、息を感じる、胸の動きを見る)。  
 《人工呼吸》  
 ↓ 「人工呼吸をします」  
 口対口 (フェイス シールドをかぶせる)。  
 額に当ててた手の親指と人差し指で鼻をつまむ。  
 ゆっくり2回息を吹き込む(胸を膨らみを見る)。  
 《循環のサインを確認》  
 ↓ 「循環のサインを確認します」  
 10秒以内に調べる、呼吸をしているか、目で胸の動き、呼吸音を聞く。咳をするか、体の動きがあるか。  
 《心臓マッサージ》  
 ↓ 「心臓マッサージをします」  
 肋骨の一番下の肋骨を人差し指と中指の2本で触れる。胸の真ん中にもってくる(二横指)。  
 他の手の付け根をおいて圧迫する部位を決める。  
 胸骨を 3.5 cm ~ 5 cm 垂直に圧迫する。  
 × 肘を曲げない。 × 肘を斜めにしない。  
 \* 人工呼吸2回、心臓マッサージ15回を 4 回実施。  
 \* 循環のサインを2~3分ごとに確認しながら続行。  
 \* 二人でする場合は一人が人工呼吸2回、もう一人が心臓マッサージを15回する。  
 \* 人工呼吸だけなら5秒に1回、1分間に12回になる。  
 《AEDの電極パッチ貼付、「心臓部とアース」、  
 ↓ スイッチON》 (資料②)  
 終了

#### 4. 心肺蘇生訓練の年度別参加者数

2005 年度後期になって、学生主事からの要請を受けて、LHR を活用し心肺蘇生訓練を実施することになった。年度別にみた参加者数と実施回数は表 3 に示すとおりで、19 回開催し、参加人数は延べ 740 人であった。

2005 年度の LHR を活用した心肺蘇生訓練の参加者は 288 人で参加率 70.4 % で欠席者があった。部活の部長らには顧問を通じて呼びかけ、教職員の参加については希望者を募った。2006 年度の部活・教職員の参加者が少なかった。

表3 年度別参加者数と実施回数

年度	保健	LHR (2-3 年)	部活 教職員	実施 回数
2004 年度	0 人	0 人	93 人	3 回
2005 年度	159 人	288 人	30 人	13 回
2006 年度	158 人	—	12 人	3 回

## 5. 調査内容及びその結果

### 5.1 調査内容と実施

質問紙調査は理解度や実習上の問題を把握するために 2005 年度後期より開始した。理解度の評価基準を「理解できなかった」1、「どちらともいえない」3、「理解できた」5として 1~5 を配置して 5 段階評価とした。

調査項目は「なぜ心肺蘇生をしないといけないか」「気道確保はどのようにするか」「人工呼吸はどのようにするか」「人工呼吸後の呼吸をどのように調べるか」「循環のサインはどのように調べるか」「心臓マッサージはどのようにするか」「人工呼吸 2 回、心臓マッサージ 15 回行うことを理解したか」「循環のサインがない場合、心肺蘇生を続行することを理解したか」「心臓停止の人に AED を行うことを理解したか」「電極パッチを貼る位置を理解したか」「AED を 3 回まで使えることを理解したか」などの、心肺蘇生法の知識と手技を問う内容とした。その後、2006 年度の調査からは「心肺蘇生法の講習を受けた回数」「心肺蘇生法の講習会は必要か」「今後心肺蘇生法をできると思うか」「今後 AED を使えると思うか」についての項目を追加した。

調査票の集計は実施毎に行い、問題を明らかにした。その結果、AED の電極パッチの貼付位置の理解度が低く、資料②を用いただけでは不足であると考え「アース」「心臓部」のカードを作成し、ダミーの胸部に貼付する実習を取り入れ、位置を確認できるように改善した。

### 5.2 心肺蘇生訓練実施後の理解状況

質問紙調査は 1~3 年及び部活の部長ら、また教職員など 521 人から回答を得た。受講後の理解レベルの主なものを表 4 に示す。

5 段階の質問項目については、「理解できた」(4-5) が圧倒的に多かった。受講生は心肺蘇生訓練の手技を概ね 80% 程度が理解できていた。理解度が最も高いのは「なぜ心肺蘇生をしないといけないか」の設問で、必要性を「理解できた」(4-5) は 471 人 (90.4%) であった。しかし、AED の 3 回までの使用回数については「理解できなかった」(1-2) は 20 人 (3.8%) で、「どちらともいえない」(3) は 110 人 (27.1%) であり、約 3 割が理解不十分で、説明不足であると思われた。

表4 受講後の主な理解レベル別割合

質問項目/理解レベル	1-2	3	4-5
心肺蘇生の必要性	5(1.0)	45( 8.6)	471(90.4)
気道確保の方法	4(0.8)	56(10.7)	461(88.5)
人工呼吸の方法	4(0.8)	75(14.4)	442(84.8)
心臓マッサージ	5(1.0)	56(10.7)	460(88.3)
循環のサイン	6(1.2)	87(16.7)	428(82.1)
A E Dの適応	3(0.6)	90(17.3)	428(82.1)
電極パッチの位置	12(2.3)	89(17.1)	420(80.6)
A E Dの使用限度	20(3.8)	110(21.1)	391(75.1)

n=521 人(%)

2006年度の受講生を対象とした調査では169人の回答を得た。心肺蘇生訓練の受講回数は図1に示すとおり1回102人(60.4%)であった。高学年では自動車学校などでの経験者があると思われるが、4回以上の受講生も5人みられた。

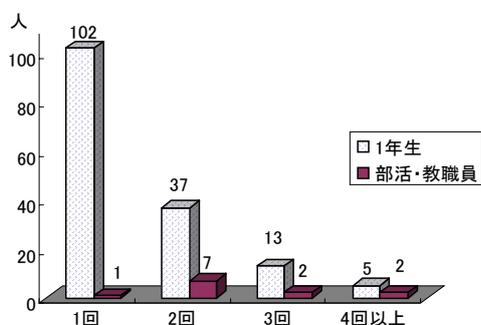


図1 心肺蘇生訓練の受講回数

受講後「今後心肺蘇生ができると思うか」は図2に示すとおり「はい」79人(46.7%)であった。「どちらともいえない」70人(41.4%)で、まだ自信のなさがうかがえた。

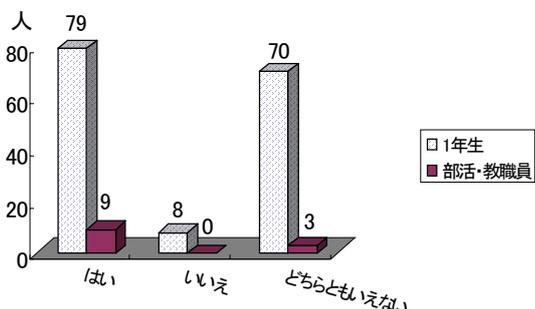


図2 今後心肺蘇生ができると思うか

受講後「今後A E D操作ができると思うか」については図3に示すとおり「はい」81人(50.9%)であった。「どちらともいえない」61人(36.1%)で、心肺蘇生よりやや多かった。

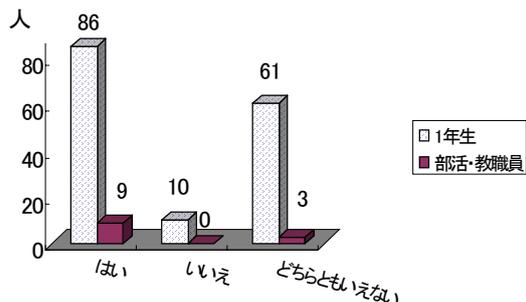


図3 今後A E D操作ができると思うか

## 6. 考察およびまとめ

「助かる尊い生命を助け、その態勢を学校が構築する」ことを社会は求めており、教育現場がそれに応えることは重要な課題である。本校においては正規の授業の中に心肺蘇生訓練を導入できた。また、次年度のクラブ・同好会の新部長らが心肺蘇生訓練を受講する態勢ができた。学校が心肺蘇生訓練の必要性を理解し、教職員の協力体制が学生の危機管理能力向上への取り組みができたといえる。

質問紙調査の結果では、受講後の心肺蘇生やA E Dの操作ができると回答したものは、約半数である。受講回数が増加すると自信が向上すると思われる。しかし、実際の現場に遭遇した時、どれだけの人にその対応ができるだろうか。自信を持って対応するには、訓練回数を増やすだけでなく、危機を予想し日頃から対応できる心構えをもつ必要がある。筆者は「踏み出す勇気があれば、あなたが尊い生命を救うことができる」と説明している。決して他人事ではないのだということを自覚し、危機管理能力の向上を目指して、今後とも取り組みたいと考える。まとめとして以下に示す。

- (1) 授業で心肺蘇生訓練は行うと段階的に実施でき知識を伝達しやすく全員が参加しやすい。
- (2) クラブ・同好会の新部長らには心肺蘇生訓練の受講を義務づける方向が必要である。
- (3) クラブ顧問は何度でも心肺蘇生訓練を受講し、危機管理の態勢を整える必要がある。そのためにも、校内で気軽に参加できる体制をとることが重要である。

### 参考文献

- 1) 最新保健情報資料2005 : pp.7、大修館書店(2005)

# 学生参加型出前授業

## ～地球温暖化問題をテーマとして～

(新居浜工業高等専門学校)○西井靖博、桑田茂樹

### 1. はじめに

本校学生のための教育上の観点から、「学生が教える活動」としての出前授業を行った。その事例として「地球温暖化実験」を小学生対象に行ったので紹介する。当日の実施担当だけでなく準備段階である予備実験や実験装置の作製なども学生が主体的に行い、学年の異なる学生グループが本授業を作り上げた。学生にとって普通の授業では得られない教育効果が得られたと考えられる。

### 2. 実施内容

#### 2.1 実施までのテーマ作成

##### 2.1.1 温室効果ガスの実験

4年生2名が予備実験および実験装置の作製を行った。まず数本の棒状赤液温度計(0～100℃)を用意し、温度差の小さいものを3本選んだ。温度計を挿入した2ℓペットボトルにそれぞれ二酸化炭素、空気、水蒸気を封入し、赤外線ヒーターで温め時間毎の温度上昇を調べた。二酸化炭素と水蒸気が空気に比べて4℃程度高くなる結果を得た。また、約15分で有意な差が出ることから、出前授業時間内に十分実験ができることもわかった。

##### 2.1.2 南極の氷を用いた実験

測定機器のなかった時代の二酸化炭素濃度の測定方法のひとつとして、南極の氷に閉じこめられた昔の大気を分析する方法があることを紹介しようと考えた。南極の氷は平成10年に本校で行われた講演会(国立極地研究所)の折にサンプルとしていただいたものを利用した。その南極

の氷を湯に浸し水上置換で大気を取り出し観察してもらうことにした。

##### 2.1.3 見せ方の工夫

参加小学生数が100名以上であり、全児童が直接実験に参加できないため、学生のアイデアで実験の様子をビデオカメラで映し、液晶プロジェクターを用いてスクリーンに同時中継することにした。また実験結果を表計算ソフトを用いて、児童と一緒にグラフを作成することにした。本来天候や季節がよければ屋外の太陽光の下で全員が参加した実験(4～5名の班による)の方が好ましいが、冬場の日照の弱い時期(2月)であったための工夫である。

#### 2.2 出前授業当日

##### 2.2.1 出前授業一例

出前テーマ：地球温暖化実験

日時：平成19年2月16日(金)14:15～15:30

対象：新居浜市立船木小学校5,6年生約140名

場所：新居浜市立船木小学校体育館

当日担当学生：2年生3名

##### 2.2.2 実験の部

担当教員が地球温暖化について説明した後、1700年代からの二酸化炭素濃度の変化のグラフを見せて「どうやって昔の大気を測定したのか考えてみよう」と問いかけ、南極の氷の実験を行った。南極の氷が溶け、水上置換で試験管にたまっていく様子をビデオカメラで中継した。またその際、南極の氷のかけらを紙コップに入れ、全員に廻して見てもらった(図1)。水を入れると圧縮され閉じこめられていた大気が開放されてパチパチと音を立てながら氷が溶ける様子



図1 南極の氷を触ってもらいました



図2 温室効果ガス実験の様子

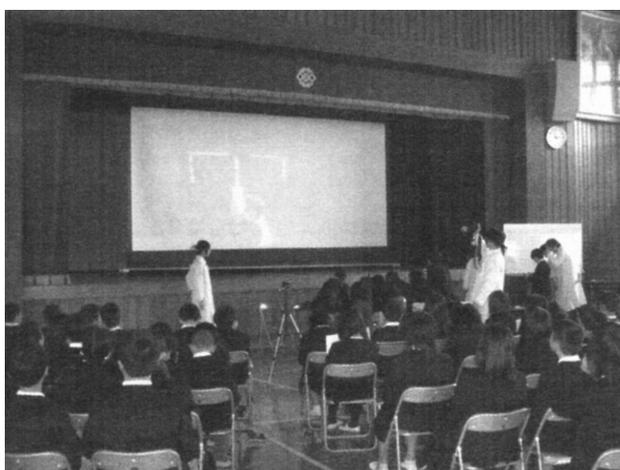


図3 実験の様子をスクリーンに映しました  
を観察してもらった。

温室効果ガスの実験では、児童の中から8名を立候補で選び、ペットボトル内の温度計を読む係、それを記録係に伝える係、ホワイトボードに記録する係として参加してもらった(図2)。実験補助として本校学生が3名ついた。実験後、グラフ作成係として2名の児童を選び、学生とともにグラフ作成を行った。

これらの様子を常にビデオカメラで体育館のスクリーンに映し出し、児童全員が実験に参加できるよう配慮した(図3)。

### 2.2.3 質疑応答の部

最後に会場からの質問を受け付けた。担当教員が主に回答を行ったが、一部の質問に対しては本校学生が答えた。

## 3. 成果

担当学生からは、「小学生が非常に積極的に参加してくれたのでモチベーションが高まった」「プロジェクトの企画を立て、実施することにより普段とは違う視点から化学の知識や実験技術を活かすことができ、勉強になった」といった感想があった。このように大きな教育効果が得られた活動となった。

## 4. 今後の展開

現在、出前授業を学生が継続的・主体的に行っていくための組織を作り上げている最中である。またすでに7月下旬には出前依頼が来ており、より学生を主体とした活動にしていこうと計画を進めている。

## 5. おわりに

本校では、毎年中学生を対象とした科学の不思議や面白さを体験する夏季体験学習を行っている。生物応用化学科では学生と教員が一丸となって1つのテーマを作り上げる体制が整っており、学生が中学生に説明し実験の補助をするなど協力してくれている。

今回の出前授業は夏季体験学習を経験した学生が、その経験を活かして行ったものである。学校を飛び出し小学生、中学生に対して「先生」という立場に立って出前授業をする第一歩の活動になり、教育の観点から大きな成果を得たと感じている。

研究集会では、今年度の活動についても発表する予定である。

# 高専教育における地形図演習の意義と効果 — 読図力をどう養うか —

(佐世保工業高等専門学校) ○ 牧野一成

## 1. はじめに

技術者を養成する教育機関にとって、空間認識能力を高めるための教育実践は重要であり、地形図を用いた演習は、その向上のために効果があることをこれまでに報告してきた。<sup>1), 2)</sup> 地形図を授業の中で活かすことは、単に空間認識能力の問題のみならず、他にも様々な教育的効果があると考えられる。1枚の紙に描かれた地形図には、膨大な情報量が詰め込まれている。地表面に関するこれらの情報をいかに読み取るかという力もその一つであると考えられる。

佐世保高専では、1年生を対象とした「地理」の授業を通して、地形図演習の実践を続けてきた。本稿では地形図演習がどのような教育的な意義を持ち、効果を発揮しているのか検討を進めたいと考えている。

2006年度は、1/25000地形図「津久見」を用いた演習を実施した。夏季休暇中の課題を学生に返却すると同時に、それまでの地形図演習に関係したアンケート調査を1年生全員、166名に対して行った。これまでの演習作業が学生にどう受け止められているかを明らかにし、地形図演習を高専教育に取り入れていくためには、どのような注意が必要かを検討した。さらに、これまでの実践で感じてきた、地図への興味や認識に関する男女の性差についても焦点を当てた。

## 2. 地図に対する学生の興味・関心

地形図演習を毎年継続していく中で、学生の入学当初の地形図に対する興味・関心が時代とともに薄くなっているように思える。これは小中学校時代に、地形図を使う機会が減ってきたからなのではないか。高専の地理の授業で初めて地形図を見たという学生も多い。

図1は、小学校や中学校で地形図を使った経験についてまとめたものである。約2/3にあたる68.1%の学生が、これまでに地形図を使った経験がないと回答している。残りの学生は、中学校の授業や修学旅行などの際に使った経験があるとの

ことだ。小学校での使用経験があるのは、6.6%だけである。中学校の地形図使用では地図記号の読み取りなどで終わっているケースが多いようだ。

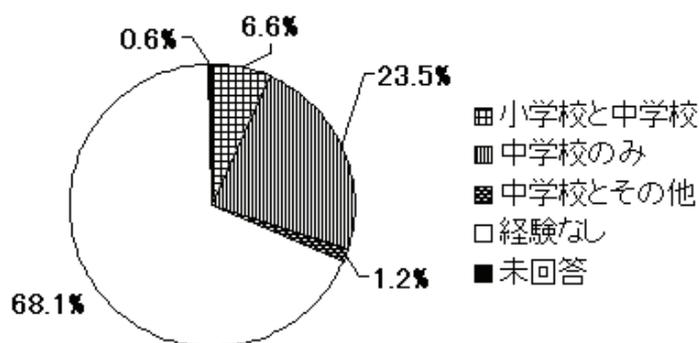


図1 地形図使用経験の有無

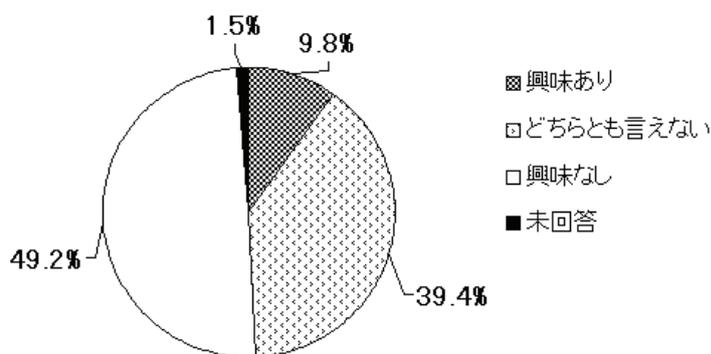


図2 地図に対する興味 (男)

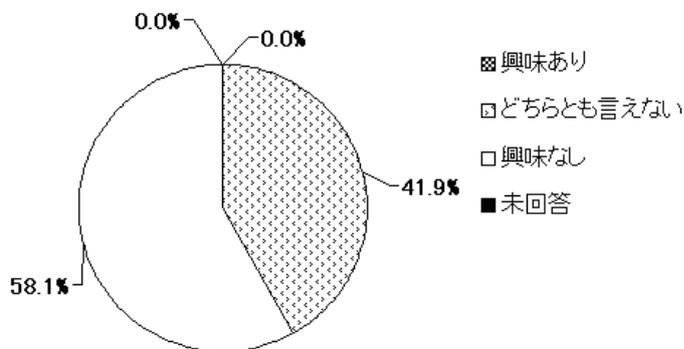


図3 地図に対する興味 (女)

地図上での距離計算や等高線から尾根・谷を読み取らせる事例など、少数の中学校では本格的な地形図演習も取り入れられている。今回は時系列的な比較が出来ないため、小中学校における地形図使用の変化は論じられない。しかし、地形図使用経験者が少数派であることは確かである。

次に、地形図演習を始める前の段階で、「どの程度、地図に興味を持っていたか」についてまとめてみた。この場合の地図とは、地形図だけでなく、一般的な地図も含めている。この設問では、性差の影響が考えられるため、男女別に集計した。それぞれの人数は男子 135 名 (81%)、女子 31 名 (19%) で標本数には偏りがある。そのため、統計的な有意性等を基に議論する場合には、不具合が生じる可能性もある。しかし、今回は大まかな傾向についての議論に留めているため、標本数の偏りは問題にしていない。

図 2 は男子、図 3 は女子に関する図である。男子学生は「興味あり」と回答した学生が 1 割近くいるのに対し、女子では「地図に興味あり」と答えた学生が 1 人もいない点が注目される。また、「地図に興味なし」と答えた女子が 10 ポイント近く上回っており、性差による違い、すなわち女子は男子に比べて、地図に興味を示さない傾向が認められる。

### 3. 尾根線・谷線課題

空間認識能力を向上させるために、最も基本的かつ重要なものが、等高線の屈曲から尾根と谷を判読し、地形図上に尾根線・谷線を描く課題である。この課題では、特別な説明をせずとも、すぐに理解出来る学生と、様々な手段を使って詳しく説明してもなかなか理解出来ない学生が出てくる。指導する側としては、最も悩ませられる課題である。課題の詳細については、牧野 (2006) で紹介している<sup>2)</sup>。

演者は、この尾根線・谷線演習課題を、「諸刃の剣」のようなものと考えている。理解レベルが一定以上の学生にとっては、平面上に描かれた等高線から、3 次元的な立体をイメージするのに効果的な演習課題である。しかし、さっぱりわからない学生に対して、この課題を強制すると、「地図嫌い」を助長させる危険性がある。

この種の演習では、提出期限の設定はもとより、苦手とする学生に不要なプレッシャーがかからないような配慮が欠かせない。同時に、理解レベルの高い学生に対しては、退屈させないための高度な、課題の準備も欠かせない<sup>1)</sup>。

尾根線・谷線課題の初期の段階で、学生の理解のレベルがどの程度であるかを集計してみたのが、図 4、図 5 である。この設問も性差が考えられるため、男女別に集計している。

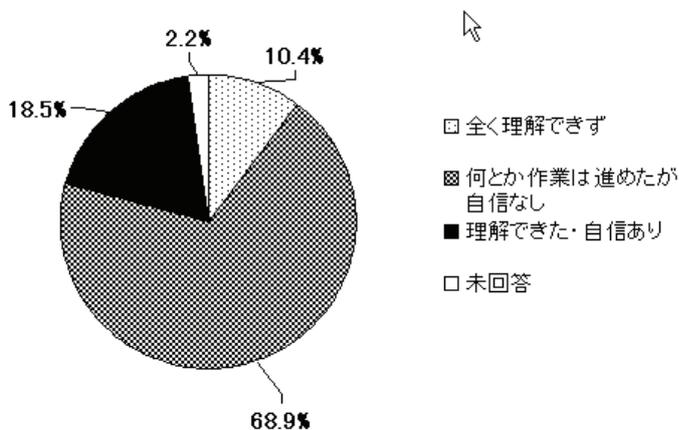


図 4 尾根線・谷線課題の理解度 (初期段階・男)

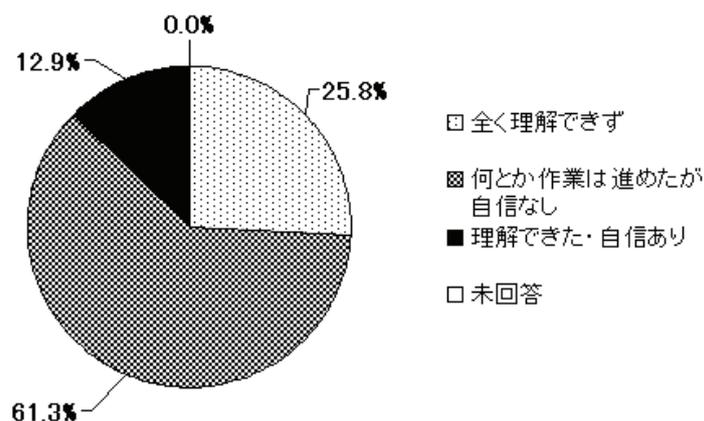


図 5 尾根線・谷線課題の理解度 (初期段階・女)

初期段階では、全く理解できないという学生が男女全体で 13.3% 表れている。男女別に集計すると、男子では 10.4% であるのに対し、女子では 25.8% を占める。もちろん、初期段階から高い理解レベルを示す学生もおおり、その比率は全体で 17.5% を占める。男女別では男子が 18.5%、女子が 12.9% である。全く理解できない学生の構成比よりは差が小さいものの、全体的に見れば、性別による理解度の違いは明確である。

尾根線・谷線を書かせるは、それに対する修正とコメントを地形図上に記入し、これを教員と学生の間で何回もやりとりさせている。十分な期間

をかけて尾根線・谷線課題を行った後の理解度を示したものが、次の図6、図7である。

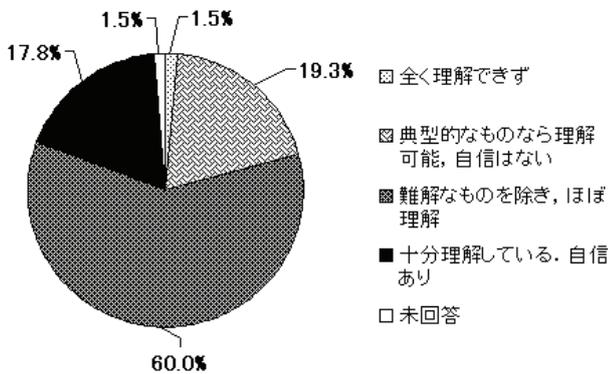


図6 尾根線・谷線の理解度 (演習後・男)

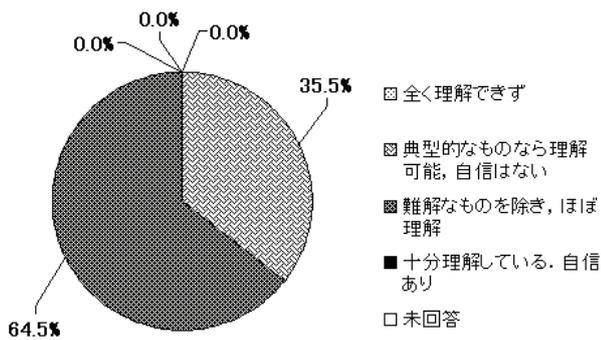


図7 尾根線・谷線の理解度 (演習後・女)

作業の段階が違うので、理解度に関する表現が異なっているが、図4、図5と比較すると、個人差はあるものの、大幅な理解度の向上が認められる。男子にはまだ、全く理解できずという学生が僅かに残っているが、女子では最下位ランクのカテゴリーに含まれる学生は皆無となっている。

自由記述欄にも「尾根線・谷線を書くのは楽しい…」といった記載も多く見られるようになり、平面図形から3次元的な立体をイメージすることの楽しさを、ある程度の範囲の学生に対しては伝えることが出来たようだ。もちろん理解レベルには個人差があり、時間をかけても理解が困難な学生もいる。しかし、全体的なレベルは着実に伸びている。このことは、前期定期試験、後期中間試験時の地形図に関する設問においても確認が出来た。

#### 4. 紀行文課題

地形図から読み取ることが出来る情報を基本にして、その地形図の範囲内を実際に歩き回ってきたかのような紀行文を書かせる課題である。

これは、尾根線・谷線課題とは全くジャンルの異質な課題である。演習課題に使用する地形図は、敢えて身近ではない地域を選んでいる。その理由は、対象となる地域に関する体験的な知識を極力、排除するためである。地形図から得られる情報だけを材料として、地形や景観・集落・土地利用など地表面の状況を出来るだけリアルにイメージできるようにすることを目標としている。

なお、地形図の情報だけしか記述しないとすれば、味気ない文章になってしまう。そこで、登場人物や季節などを設定し、ある程度のフィクションを盛り込んで、自由な旅を楽しんでもらっている。例年、この紀行文課題が地理の夏休み課題となっている。

この課題の長所は、仮に空間認識力を弱点とする学生でも十分対応出来る点にある。尾根線・谷線課題で苦労させられ、さらに同系統の課題を出されては、この系統を苦手とする学生にとって苦痛以外の何ものでもない。そのような学生にとって、少しは安らげる課題のはずである。

また、紀行文を書くためには、地形図を細かいところまでじっくり読む(見る)必要に迫られる。その中で、今まで気づかなかった情報を読み取ることが出来るようになることもあるはずで、地形図の魅力を感じてもらえるのは、このような機会からが多いと思う。実際、自由記述の中からは、その種の記載が多く見られる。

もちろん、紀行文課題を苦手とする学生も出てくるが、尾根線・谷線課題を苦手とする学生と重なりあう部分はさほど大きくはない。

図8は紀行文課題を仕上げた感想をまとめたものである。男女合計の集計では、「紀行文課題は苦痛だった」が2割近くいるが、一般的に予想される労力から判断すると、よくこの程度に抑えられているとも考えられる。過去の事例で、初めは苦痛に感じていたが、作業をし始めるとだんだん面白くなってきたという声もあった。そこで、アンケートの選択肢にその種のものも含めた。全体の半分近くが、楽しく取り組むことが出来たと回答しているが、そのうちの2/3は「最初はつまらなかったが、進めていくうちに次第に面白くなってきた」という選択肢を選んでいる。

図9は紀行文課題の感想のうち、女子だけを抽出したものである。尾根線・谷線課題では男子学

生と比較すると、全体的に苦手との傾向を示していた学生であるが、紀行文課題では、「楽しくできた」が 54.8%を占めるし、「苦痛だった」も 16.1%と少なめである。

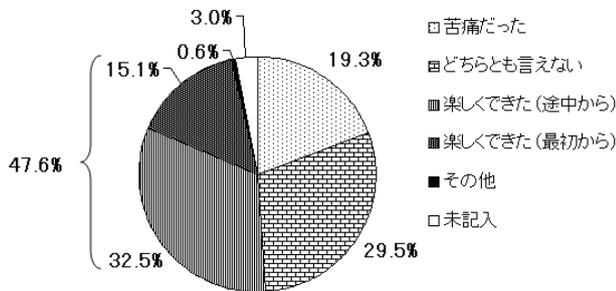


図8 紀行文課題の感想 (男女)

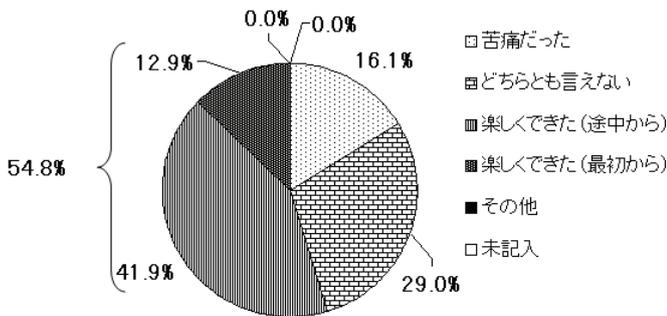


図9 紀行文課題の感想 (女)

また、自由記述欄には、「最初はとっつきにくいと思っていたけど、紀行文の課題でそれがなくなった。地図をちゃんとよみとれるようになってきて、前より楽しくなった。」などの記載も見られる。このように、空間認識能力の向上を重視した尾根線・谷線課題では、「地図嫌い」に陥りそうな学生でも、紀行文課題のような、タイプの異なる課題を組み合わせることによって、「地図嫌い」を回避できたと考えられる。

## 5. まとめ

尾根線・谷線課題、および紀行文課題を実施する前と後で、地形図から様々な事象を読み取る力が変化したかどうか、総合的な自己評価を5段階評価で答えてもらった。男女を総合した集計結果をまとめたものが、表1である。

地形図演習の前後で、評価が変化していない学生が全体の12.7%で、それ以外の学生は読図力が

向上たことを実感している。さらに、図10は読図力が何ポイント向上したかを男女別に集計し、パーセンテージで示したものである。

表1 演習前後での読図力の変化

### 男女全体

当初の読図力	演習後の読図力					合計
	1	2	3	4	5	
1	2	20	10	1		33
2		6	51	22	3	82
3			9	33	2	44
4				4	2	6
5						0
	2	26	70	60	7	165

\*未回答者1名

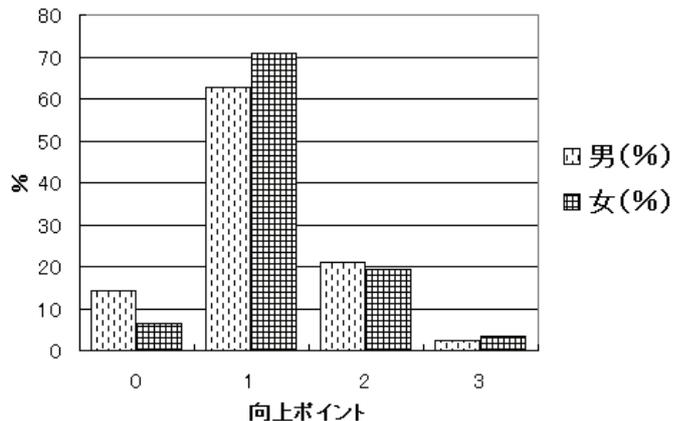


図10 総合的読図力の向上 (男女)

尾根線・谷線課題では、相対的に女子が苦手であるとの傾向が見られた。しかし、紀行文課題と総合した成果について男女を比較すると、女子の読図力向上が男子を若干上回っている。

地形図の演習課題では、タイプの異なる課題を組み合わせることが効果的であることがわかった。今後はいかに「地図嫌い」学生の出現を抑えるかが重要であると考えられる。

### 参考文献

- 1) 牧野一成, 地形図判読の発展的教材の開発(1) —空間認識能力を養うための立体地図画像の活用—, 佐世保工業高等専門学校研究報告, 42号, pp.59-64, (2005)
- 2) 牧野一成, 地形図演習による空間認知能力と図学的センス向上の試み, 平成18年度高専教育講演論文集, pp.265-268, (2006)

# 自転車を使った PBL 形式による材料工学における 創造工学授業について

(鈴鹿工業高等専門学校) ○黒田大介 兼松秀行

## 1. まえがき

一定の制限下でのデザイン能力は工学には欠かせない。問題解決のために一定の手順を踏んで、相矛盾するファクターをできる限り多くポジティブな方向へ変えていくスキルを向上させていく人材の育成がなされなければならない。そのために必要とされる基礎的な事柄の記憶に基づいた反復学習が必要となるのはいうまでもない。しかしながら、それだけでは上記の問題解決能力は向上しない。いわゆるデザイン能力の向上、問題解決能力の向上には一定の手法を用いた訓練・学習が必要であり、それらと基礎的な事柄の記憶を中心とした反復学習の両者を組み合わせることにより、初めて工学教育の元来の目的の一つである問題解決能力の向上が可能になる。このような学習形態の 1 つとして PBL (Problem Based Learning あるいは Project Based Learning) がある。PBL は、教師から提案された日常生活に密着した問題をグループ学習 (資料収集, 討論など) により解決する学習形態である。PBL 授業はいわゆる創成型の授業であり、また創造教育的な授業である。我が国の工学教育では、ものづくりと密接に関連して実施される場合がほとんどである。また、ロボット製作や電子回路の製作、プログラミングなどを最終目的として実施される場合が多い。しかしながら、プロセッシングの要素が多く含まれる、あるいは要素技術が多い材料工学や化学系の学科では PBL などに代表される創造教育、創成型科目のクラス設計は困難な場合が多い。

本稿は材料工学的な観点からの創造工学の取組の一つとして、PBL 形式に基づいて学生に自転車の再生というテーマを与え、半年間取り組ませたケースの紹介である。創造工学的な展開の困難な材料工学分野における実施例として、その経緯、意義、問題点などを考察する。

## 2. 授業設計

### 2.1 対象となる授業とその問題点

今回対象とした授業は、鈴鹿高専の 4 年生を対象として開講される半年 2 単位の“創造工学”である。本校では、金曜日の午前中に 5 学科 (機械工学科、電気電子工学科、電子情報工学科、生物応用化学科、材料工学科) 一斉に創造工学に取り組む体制となっている。全ての学科が同じ時間帯に開講する理由は、学科横断的な課題に取り組みせることを可能にするためである。本校の場合、ロボットコンテスト、プログラミングコンテスト、ソーラーカーレースなどを目指すプロジェクトが学科横断的な課題に相当する。これらのプロジェクトを指導できる担当教員は限定されるため、同一の時間帯での開講でないと運営が難しい。一方、各学科で開講される学科限定のプロジェクトも多く計画される。そのクラス設計は各学科に一任されているため、学科の特色を強く反映した授業展開が行われている。著者らの所属する材料工学科では、教員の半数が 1 年交代で創造工学を担当する形式をとっている。しかしながら、学科によりテーマ設定に難易があるように感じられる。本校の経験では、機械工学科、電子電気工学科、電子情報工学科では創造工学の成果として“製品”を創出することが容易である。一方、プロセッシングが多くの部分を占める化学系あるいは要素技術が主体となる材料系の学科では、創造工学の成果を“目に見える形”にすることが困難である場合が多い。これらの問題が各学科の PBL 授業に対する取組、熱意、成果などにおいて温度差を作り出す要因となっているように思われる。これまでの著者らの見解・経験では、創造教育は必ずしも“ものづくり”の要素を含まなくても十分展開可能であると考えている。しかしながら、“ものづくり”あるいは“最終製品”が学生に対して大きなインセンティブを与えていることも事実である。これは、“製品”が学生に具体的なイメージを与え、さらに“技術”が日常生活に密接に関連していることを認識させるためである。材料工学においてもこういった観点からの工夫を行い、創造工学における授業効果の向上が必要である。

## 2.2 PBLの適用とその意義

著者らは、前述したような観点からPBLの創造工学への導入を試みた。PBLは教師もその解答を明確には持たない（あるいは持てない）日常生活に直接関わる問題をテーマとして学生に与え、学生がグループを組んでその解決にあたり、そのプロセスの中で学習を進めていく授業形態である。本校材料工学科の創造工学の形式は、まず担当教員がテーマを設定・提案し、それを学生に提示する。学生は自身が興味を持ったテーマを提案した教員を選択し、その教員のもとで課題の解決に邁進するという形である。著者らは、テーマの提案からPBL形式に基づき課題解決を学生に行わせる授業展開を行った。また、テーマを提案させた後に仮説を設定させ、その仮説を検証するための実験計画、必要な備品・消耗品を学生自身に議論させた。学生が必要とする場合には著者らはサポートを行ったが、可能な限り学生が能動的に授業を展開することができるように配慮した。著者らの今回のテーマには、6名の学生が参加した。

## 3. 授業の実際

### 3.1 テーマの創出

初めに、ブレインストーミングによりテーマを学生自らが設定した。担当教員である著者らから学生に提示した条件は、“環境問題”であった。この条件下で“植物の水質浄化”、“チョークの再利用”などのテーマが提案された。もっと身近な問題を再考するように促したところ、リサイクルをキーワードとして“自転車の再生”が最終的にテーマとして設定された。テーマの設定の際に、上記のような一定の条件（制限）を付与することは創造教育の指導上有効であるだけでなく、むしろ必要なことであると考えられる。これは、前述したように一定の制限下でのデザインの訓練が工学教育にはあるという考えに基づいている。

### 3.2 問題設定（仮説）

“自転車の再生”をもとに更に学生間でディスカッションを進め、仮説を設定した。仮説は“サビを除去すれば自転車は再生する”というものであった。本テーマは学生が自発的に考えたものであるが、このサビを除去するというテーマはまさしく材料工学的なテーマである。

### 3.3 実験計画（手順設定）

具体的な問題設定を行った後、学生達は手順、

必要な物品をリストアップした。具体的にサビを除去するために、どのようなアクションをとるか話し合い、次の2つのテーマに挑戦することになった。1つは化学的手法によるサビの除去であり、塩酸を用いるプロセスである。もう1つは物理的（機械的）なサビの除去方法の1つであるサンドブラストである。学生は2つのグループに分かれ、これらそれぞれの方法を検証した。

### 3.3 実験

まず自転車を解体するところから実験が開始された。解体作業は、学生が自転車の構造および各部品についての理解を深めるためにも役立ったと思われる。既に述べたように、材料工学は要素技術的な色合いが強いが、機械製品から要素に分解する過程において、機械要素と全体としての機械の関連を強くイメージできることは大きな意義がある。実験に供した自転車はかなり古く、さらに作業自体が慣れないために解体作業は難航したが、著者らの助言もあって完全に分解することができた。その後、化学的処理（酸洗処理）グループと物理的処理（サンドブラスト）のグループに分かれての作業となった。物理的処理のグループはサンドブラストのためのサンドブラスター製作をプロセスに先駆けて行い、自作したブラスターを用いての作業を行った。数週間を経過した後に2つのグループのデータを比較・検討し、成果報告を行った。表1にその結果を示す。サビを除去するというプロセスに関しては、2つの方法において一長一短があることがわかったが、総合的に検討するとサンドブラストの方がサビの除去には有効であるという結論が得られた。これらの結果は、前期末に他の創造工学授業のテーマおよびプロジェクトの成果と一緒に発表された。

表1 サビの除去方法の効果の比較

	小さな部品 (ナット、ネジなど)	大きな部品 (フレーム、サドルなど)
サンドブラスト	△(やや良い)	○(良い)
塩酸	△	×(要検討)

## 5. あとがき

自転車という最終機械製品から要素へと分解し材料工学的なテーマを設定することは、材料工学におけるテーマ設定の難しさを解決する一つの方法となるのではないかと考える。今後さらなる検討を行っていきたいと考えている。

# 電気情報工学科における数学

## ～一般科目教員と専門学科教員の共同担当による授業実践を通して～

(和歌山工業高等専門学校) ○藤田亮介  
山口利幸

### 1. まえがき

我々は平成17年度、18年度の2年間にわたり和歌山工業高等専門学校（以下、本校）で、電気情報工学科1年生の基礎数学授業を共同で担当してきた。これは平成15年度に一般科目数学教員と電気情報工学科教員による「電気情報工学科における数学カリキュラム検討会」における議論を踏まえ、それに従っての学生に対する授業実践である。「専門科目の授業で使われる数学の基本的事項が身に付いていない」学生の増加に対応して、1～3年生で学んだ内容を定着させる「総合基礎」という必修科目を3年生に導入した報告<sup>1)</sup>があるが、本校では、ここ数年来、低学年から専門学科とのリンクを意識した一般科目の教育を根付かそうとしている。これは技術者を育成する高専では、数学は専門科目を学習するツールとなることから、専門科目での数学の使われ方を知った上で勉強した方が学習の意義がよく分かり、学習意欲の向上につながると思ったからである。そこで、従来から一般科目であった数学を、如何にうまく専門にリンクさせ得るかという議論が始まったのである。本稿の前半部で、電気情報工学科における数学（ここでは「電気数学」と名付ける）の基本的スタンス及びその位置付けを述べ、後半部では授業実践を総括する。

### 2. 電気数学とは

工学の世界では、数学は必須の学問である。しかし、純粋数学と工学で要求される数学とでは少し意味合いが異なる。両者の違いは、純粋数学は公理から出発して理論体系の構築を目指そうとするのに対し、工学に登場する数学は工学的な対象を客観的にモデル化し、そのモデルを数式で表現して、解を見つけていこうとする。すなわち、数学を道具として使おうとする。しかし現代のようにモデルが複雑化し、考える対象が多岐にわたると必然的に統一的な見解が必要になってくる。ここでは、工学にとって必須の道具である数学も、

その考え方や論理性を理解しないと十分に使いこなせないことになるのである。例えば、「微分」は細かくしていくと直線で近似できることであり、「積分」は複雑な形も小さな積み木の積み重ねで計算できるという、いわば概念のアイディアを十分に把握しておく必要がある。そういった観点も配慮しながら、ここでは工学で使う数学、特に「電気数学」を取り上げる。「電気数学」を考えると、その背景にあるのは電磁気学、電気回路の理論である。したがって、複素数、微積分、ベクトル解析、フーリエ級数とフーリエ変換、それに電気回路の解析によく利用される命題論理、行列と行列式という、電気情報の分野で最も利用され、基礎となる数学概念をとり上げ、その中でも基本となる定理や公式を、実際の現象に対する応用例を利用して重点的に解説する必要がある。一方、応用が重要であるとはいえ、単に応用ができさえすればよいという安易な考えは避けるべきである。

このため、種々の数学理論の展開において、数学的な厳密さ（あるいは証明）はある程度犠牲にされ（本質の理解を捨て去るという意味ではない）、電気情報工学の諸問題に“どのように使われるか”を説明し、実際に問題を解く能力を身につけることに主眼が置かれるべきである。あくまでこの観点から数学内容を厳選し、カリキュラムを構成する必要がある。さらに学び方としては授業だけではなく、以前にも増して演習や宿題を十分にこなすことが大切になってくる。

現状を踏まえると、「電気数学」カリキュラムを作り上げる作業は並大抵ではない。あくまで電気情報工学の中に「電気数学」を位置付ける。実際の作業は上述の基本的スタンスにのっとり数学内容の厳選である。これには一般科目数学教員も議論に加わり、時間をかけてディスカッションする必要がある。

さらに「電気数学」という科目を授業実践する場合には、誰が担当するかが問題になってくる。電気情報工学の専門家であって、かつ数学の理論体系にも精通している者が最適任である。また、一般科目数学教員が担当する場合であっても、技

術者を目指す学生に数学を教えるという視点が重要である。「電気数学」を教員皆で作り上げていくという意識が大切なのである。

### 3. 電気数学の授業実践

本校では、まえがきで述べたように平成 15 年度に「電気情報工学科における数学カリキュラム検討会」を行った。外部の識者の意見も聞いた上で、平成 16 年度の新入生から授業を開始した。筆者らが担当したのは平成 17 年度からである。平成 17 年度 1 年次に開講された「基礎数学」と名付けられた電気数学授業の内容<sup>2)</sup>を見ると、従来の数学授業シラバスとの大きな相違点は次の 3 点である：

- 一般科目教員と電気情報工学科教員の 2 人で担当した
- 各週毎に演習の時間を設けて、電気情報に関する問題を取り上げるようにした
- 第 24 週から第 30 週にわたって「種々の図形」という章を新たに設けた

特に 3 点目は中学校で未修の図形分野を習得させるためである。将来の微積分展開等を考えても、ここで履修させておく必要があると考えた。授業は従来よりも専門を意識した演習に力点をおくことを心掛けた。演習プリントを用意し、単元毎に配布することとした。いわゆるドリルを用意したのである。基礎的な計算能力不足を補う意味においても今の学生には、ぜひ必要であると強く感じた。担当時間配分は原則として週 3 コマ<sup>注1)</sup>のうち、2 コマが一般科目数学教員、1 コマを電気情報工学科教員が担当した。実際は、進度の関係もあり、週 3 コマとも一般科目数学教員が担当することが多かった。電気情報工学科教員が担当した 1 コマの授業は完全な演習形式であり、次に挙げる分野の演習問題を専門に即して作成した。

- (1) 分数式
- (2) 複素数
- (3) 方程式
- (4) 最大・最小
- (5) 指数
- (6) 対数
- (7) 三角関数

これを見てわかる通り、1 年次に学ぶ大部分の分野をカバーしている。必ず演習を始める前に電気情報に関する数学概念の説明を電気情報工学科

教員が行うことにした。すなわち、学生達にはただ漫然と問題を解くのではなく、動機付けをしっかりと行っただけで演習問題にあたるようにした。基本的に計算は電卓を使ってもよいとし、小数計算等の四捨五入の際の誤差はある程度無視したのである。

大ざっぱな授業形式は以上であるが、ここで大切なことは一般科目数学教員、電気情報工学科教員が別々に授業を行うのではなく、常に連携をして、互いに連絡を取り合い、授業の進み具合から学生の様子に至るまでを完全とはいかないまでも、把握した上で授業を行うということである。我々はこの点に細心の注意を払ってきた。そのための方法として、学内 LAN 上に電気数学フォルダを作成し、その中に授業進度表 (Excel ファイル) を作って常時閲覧可能にした。さらに適宜、メールで授業の様子や小テスト結果等の連絡を取り合った。これは次のような効果があった。

- 記録に残すことにより、シラバスとの進度調整に役立つ
- 授業進捗状況が常にチェックでき、次の授業に生かすことが可能
- 前年度の進度を参考に次年度の進度予想を立てることが可能

さらに電気情報工学科教員は原則として週 1 コマは、たとえ演習が無くとも毎時間授業に出席し、授業補助として入り、逆に一般科目数学教員が出張等で授業担当できないときには時間をやりくりして、電気情報工学科教員が代わったこともある。学生にとってはさしたる違和感は無かったはずである。

さて、次に実際に授業で取り上げた電気情報工学に関する演習問題を挙げる：

#### (対数分野の問題例)

長さが  $d$ [Km] の光ファイバーに  $I_0$  の強さの光を入力し、光ファイバーを通過したときの光の強さが  $I$  である光ファイバーの光の伝送損失  $L$  は

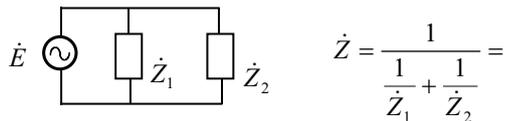
$$L = (10 \log \frac{I_0}{I}) / d \quad [\text{dB/Km}]$$

で定義される。 $L=2$ [dB/Km] の光伝送損失を持つ光ファイバーの場合、1[Km] 通過したときの光の強さは入力した光の強さの何%になっているか、計算しなさい ( $I/I_0$  を求める)。

### (複素数分野の問題例)

下図の交流回路について、以下の問に答えなさい。ただし、 $\dot{E} = 100[V]$ ,  $\dot{Z}_1 = 30 + j40[\Omega]$ ,  $\dot{Z}_2 = 20 - j10[\Omega]$ とする。

(1) 合成インピーダンス  $\dot{Z}$  を計算しなさい。



(2) 電源に流れる電流  $\dot{i}$  を計算しなさい。

$$\dot{i} = \frac{\dot{E}}{\dot{Z}} =$$

(3) 電流  $\dot{i}$  の大きさ  $|\dot{i}|$  を計算しなさい。

### (三角関数分野の問題例)

最大値 100[V], 周波数 50[Hz], 初期位相  $\pi/6$  の交流電圧がある。以下の問に答えなさい。

(1) 交流電圧の波形を sin の式で表しなさい。

(2) 1 周期の間で、交流電圧の値が  $-50[V]$  になるときの時間をすべて求めなさい。

上に挙げたような演習問題を 3 題～4 題を解き、同一授業時間内に答え合せまで行った。それを各自隣りどうしで交換し、採点する方式を取った。その後回収し、出来をチェックして返却するというスタイルを通した。また、一般科目数学教員も演習に出席して、質問等があれば答えるようにし、補足説明等も必要に応じて行った。平成 18 年度も基本的に同じ姿勢で臨んだ<sup>3)</sup>。平成 17 年度の反省として、「種々の図形」をやる時間が全く取れなかったのが、思い切って割愛した。そこが主な変更点である。進度も前年度を参考にほぼ同じペースで行い、単元毎の演習は前年度と概ね同じであるが、一般科目数学教員が市販のドリルを使用した点のみが違う。これは他の一般科目数学教員の意見として、全学科共通のドリルを購入したいという要望を取り入れたことによる。はぎ取り形式のドリルであり、宿題として採用するには最適であった。これを提出させた後、検印後に返却して

各自ファイルに綴じさせたのである。電気情報工学科教員が担当した演習は前年度とほぼ同じであった。定期試験についても述べておきたい。年 4 回実施の前期及び後期の各中間期末試験では、従来の数学授業で行った内容に加え、必ず 15 点～20 点分配点の電気情報関連問題を出題した。当該問題は授業で取り上げた演習プリント（既述の問題例参照）から出題したのである。さらに夏休み明けには復習テストと称する課題確認試験も実施した。

## 4. 授業実践後の学生評価から

平成 17 年度授業アンケート結果<sup>4)</sup>を見ると、概ね評価は高い。授業中に、度々電気情報工学における数学の意義を強調したこともあり、授業目的や意義を理解した上で学んでいたことが伺えた。特に、電気情報工学科教員が行った演習に対しては「範囲が多くて難しい」という声が聞かれたが、「電気の話があることはよい」という学生からの声が多かった<sup>5)</sup>。総合評価として 4.14 (5 段階評価) であった。平成 18 年度についてはまだ授業アンケート結果が出ていないこともあり、詳細な分析はできていないが、「ちょっとむずかしい」という声がある反面「よくわかる」という声もある<sup>5)</sup>。

## 5. 考察

2 年間指導して感じるのは、学生自身が自ら努力して身に付けようとする意識が低かったのではないかということである。授業アンケートから、予習復習をしていない割合の高さが目立つ。我々は時折、授業を中断して「学ぶ意義」及び「学ぶ目的」を語り、予習復習の重要性を強調していたのにも係らずである。学び手側が身に付けようとする取り組みでもらわなければどんなカリキュラムを用意しても意味がない。しかしながら、従来の「数学」ではなく、「電気数学」として捉えるという意識付けはある程度できたのではないだろうか。それが学生からの声からも読み取れる。内容的には従来の数学授業に加えて、電気情報工学演習を付け加えてきたわけであるが、ともすれば時間不足のため、予定を変更して演習の時間を削って、数学内容を補充したりすることも多かった。もっと柔軟に単元の導入時から電気情報とのかかわりをゆっくり丁寧に説明する必要性を感じた。そのためには週 3 コマとも 2 人が同時に授業に入ることも必要かも知れない（ただし、時間割編成上の問題が

生じる)。また、今回は筆者らが担当したが、科目担当者を替えたときの授業アンケート結果も非常に重要になってくると思われる。

## 6. あとがき

「電気数学」の定義付けは始まったばかりである。従来からある「電気数学」と称するテキストを渉猟した所、2つに大別されることがわかった。すなわち、

- (1) 純数学テキスト
- (2) 概念説明を出来るだけ電気に関連付けるように工夫してあるテキスト

である。(1)は年代的に言うと、比較的古いものが多く、厳密に記述されており、学習項目の順番を除けば、従来の数学書とほとんど内容的に変わらない。一方(2)については、色刷りや図が多く、どちらかといえば最近のものであり、「専門に使うための、道具としての数学」という色彩が濃い。参考文献<sup>6)</sup>はこちらにあたる。そのため、数学的厳密性を多少犠牲にしても、とりあえず結果を出してあり、さらに電気情報との関連付けを意識的に挿入している。モチベーションをはっきりさせるという意味では当然(2)が採用されるべきである。

今後はいかに数学概念のアイディアを把握させ、使える数学として電気情報工学につなげていくかを、実践例をさらに積んで検証していく必要がある。現時点において本校では2年次以降の電気数学カリキュラムに関しては未だ十分な議論がなされていない。一方、最近の学生の学力は数年前と比較しても全く予断を許さない現況があり、これは無視できない深刻な問題である。簡単な計算問題でさえ、今までには考えられないようなミスを犯す。さらに学力定着率に至っては高専機構主催の学習到達度試験結果からも相当低いことが伺える。こういった現象をただ単に少子化やゆとり教育の影響という側面からのみ捉えるのではなく、その現状の打開策の組織的な議論を早急に始める必要にも迫られている。

今回の実践報告を踏まえて、さらに電気数学の議論を深め、しっかりと基礎数学を定着させた上に、本題であるべき微積分、ベクトル解析、フーリエ級数とフーリエ変換、行列と行列式等を展開すべきである。そのためには電気情報工学科と一般科目数学教員の連携がどうしても必要である。お互いの信頼関係に基づいた情報交換、そして活

発な、生産的な議論が必要不可欠である。この「電気数学」カリキュラムが成功するかどうかは実はそこにかかっているといえるのである。

本稿を作成するにあたり、教務関係資料を参考にさせて頂きました。本校教務委員会及び事務担当者に謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 安富真一, 長瀬治男, 斎藤洪一, 横山定晴, 伊藤清, 川本正治, 堀江太郎:「総合基礎(数学)を実施して」, pp. 335-340, 高専教育, vol. 27(2004)
- 2) 平成17年度電気情報工学科シラバス, 和歌山工業高等専門学校(2005)
- 3) 平成18年度電気情報工学科シラバス, 和歌山工業高等専門学校(2006)
- 4) 平成17年度授業アンケート調査結果, 和歌山工業高等専門学校(2006)
- 5) 平成17年度、18年度「学生との面談記録」, 和歌山工業高等専門学校教務委員会(2005, 2006)
- 6) 上坂功一:「これならわかる電気数学」, 日刊工業新聞社(2001)

注1) 本校では1コマは90分の授業である。

# NPO 法人との連携事業による学生の社会性向上の試み

(宇部工業高等専門学校) ○日高良和、江原史朗

## 1. まえがき

独立行政法人となった高専は、独立行政法人国立高等専門学校機構法第12条第4項に「公開講座の開設その他学生以外の者に対する学習の機会を提供すること」と定められているように、地域に対する教育も重要な業務となった。そのため、各高専では公開講座や中学校等への出前授業など学内や学外での新しい教育の場を積極的に提供するようになってきた<sup>1)</sup>。

一方、学生たちに求められる、また学生たちが求める教育の内容も多様となり、地域企業の協力を得たインターンシップの実施<sup>2)</sup>や他大学等との連携による科目単位互換など、学内での実施が難しいような教育を学外で行えるように教育の場の整備が行われている。

宇部高専は、平成17年度から「地域と連携したものづくり教育プログラム」として、地域との連携を取りながら進めるインターンシップや共同研究、そして、地域で実施するものづくり教室等を活用した新しい科目である「地域教育」を設けた。この教育プログラムの中で、ものづくり教室の活動は参加者の子どもたちとの関わりによる教育効果があることは別に報告した<sup>3)</sup>。

本論文は、地域にある NPO 法人との連携によって開催しているものづくり教室を通じて、学生たちが、参加する子どもたちだけではなく NPO 法人の職員との関わり合いによって、社会性を高める試みを平成18年度に行ったので報告する。

## 2. 地域の NPO 法人との連携事業「ものづくり教室」

### 2. 1 選択科目「地域教育」について

宇部高専は、平成18年度から4・5年生を対象とした1単位の選択科目「地域教育」を設けた。この地域教育は、学生が主体となって地域の子どもたちを対象としてもものづくり教室を実施することで、学生の企画力や指導力を育成する科目である。実施構成は、テーマ選定や準備、練習などの

事前教育と教室の開催、報告書作成などの事後教育からなり、これらを30時間以上かけて、指導教員のアドバイスを受けながら実施する。

### 2. 2 連携事業「ものづくり教室」について

地域教育の試行として、宇部市中心街の活性化を目的に設立された「NPO 法人おもしろファーム」の協力を得て、平成17年度から「ものづくり教室」を開催している。この連携は、宇部高専の地域と連携した教育プログラムの意向と NPO 法人の目的である街の活性化を街中での若者の活動によって実現するとの考えが一致して実現した。

平成18年度の教室は、NPO 法人が所有する宇部市新天町商店街の施設にて下記の要領で全17回を開催した。

- ①期 間：平成18年5月から平成19年1月  
ただし、8月は1回の開催
- ②実施日：毎月第2、第4土曜日
- ③時 間：14時から16時
- ④対象者：宇部市内の小・中学生20名
- ⑤参加費：無料

この教室は、平成18年度地域教育の正式事業と認められたため、平成17年度から関わっていた著者らが中心となり、機械工学科、電気工学科、制御情報工学科、そして経営情報学科の教員が2名ずつ指導教員となり対応した。また、この教室に係る地域教育の履修学生は、履修申請の体制が整っていなかったことから、各指導教員が授業等で呼びかけて募集し、4年生29名と5年生2名となった。教室は、それぞれの学科が基本的に2ヶ月分4回を受け持つようにして開催した。そして、教室を1回実施するために費やす平均の時間は、準備などの事前教育に10時間、当日の教室開催に準備を含めて4時間、そして、反省会などの事後教育に1時間であった。

## 3. 学生の社会性向上の試み

平成17年度の教室は、初年度と言うこともあ

り、テーマの選定や練習など、教室の内容と当日の運営に注意を払い実施されていた。そのため、学生たちが参加者の子どもたちを十分に指導することができ、それが学生たちの学習意欲を向上させる効果が得られた<sup>3)</sup>。

しかし、学生たちをよく観察すると、NPO 法人の職員に挨拶をしない者、帽子をかぶったまま指導する者、ふざける子どもに注意をしない者などが目に付いた。これらの事は、学生たちがマナーやその場の雰囲気を理解していない、いわゆる社会性が育っていない事ではないかと考えた。

### 3. 1 社会性について

社会性の定義は、まだ学問的に統一されていないようである。ここでは、ものづくり教室の運営によって学生に身につけてもらいたい次の事項を社会性として捉えた。

- ①その場の暗黙のルールを汲み取り、
- ②人の様子から、自分がどのように行動すべきかを考え、
- ③自分の考えを相手にどう伝えるかを判断する。

これらは、人との関わりの中で育てられるものであり、どのようにすれば良いかを考えた。

### 3. 2 指導について

これまでの経験から、学生の服装やマナー等を教員のような身近な人物が指導すると、学生は往々にして反発をする事が多い。そのため、学生と直接関係が無い NPO 法人の職員との関わりによって、学生の社会性を向上させようと試みた。また、学生が無意識のうちにもどのように変化するかを観察するために、今回の試みは学生には特に説明をせずに行った。

この試みは、学校で行う事前教育と会場で開く教室終了後の反省会を使って、NPO 法人の職員との接触を取れるようにして実施した。事前教育では NPO 法人の理事に、テーマ設定と練習の時間を基本として 20 分程度学生と接触するようにした。また、理事が来校することを学生に事前に知らせない場合を設けた。これらは、時間を区切ることで学生との馴れ合いが無いようにするため、途中から参加や中座するときの行動の仕方、そして約束無しで参加することでどのようなことが起こるかを示すためである。そのため、理事には、これらのことを意識して学生と接する事、不手際には必ず断りを言うこと、話の内容（学生の考え）をその都度確認することをお願いした。

反省会では、会場で受付などの仕事をされる女性職員の参加をお願いし、学生の服装や挨拶につ

いて、その日の学生の行動で良かった点や改善する点を述べていただいた。これによって、学生は、第3者から見られた自分を考え、次にどのように行動すべきかを判断してもらえるようにした。

### 3. 3 学生と NPO 法人職員の声

各学科の担当する教室が終了した時点で、この教室での気づきを学生に自由記述してもらった。その中で、人との関わりについて記述されたものを次に示す。

- ①小学生にいかに関わりやすく説明するか悩んだ。
  - ②小学生の集中力が切れないように説明の時間をなるべく短くするように心がけた。
  - ③子ども達が最後まで楽しく学んでもらえるような仕組みを考えた。
  - ④相手の立場になって企画する難しさを学んだ。
  - ⑤みんなで話し合ってもなかなか結論が出ない事にいらいらした。
  - ⑥グループ内の意思疎通が重要であると気付いた。
  - ⑦考えを相手に伝える事の難しさを痛感した。
- そして、NPO 法人職員からの言葉を示す。
- a) 回を進めるうちに職員に対して挨拶とちょっとした会話をする学生が増えてきた。
  - b) 教室全体を見て活動するようになった。
  - c) 服装は、もう少し考えないといけない。

これらの記述から、学生の社会性向上の効果を述べるには至らない。しかし、昨年記述では「教える難しさがわかった」等、自分自身の事を述べる傾向にあったが、今回は他者との関わりを述べている者が多くなっていることは確かめられた。

## 4. まとめ

NPO 法人との協力によってものづくり教室を開催し、学生と NPO 法人の職員との関わり合いによる学生の社会性向上の試みを報告した。今後は、その効果が検証できるようにしたい。

## 参考文献

- 1) 大澤寛その他：「中学校への出前授業における理科教諭との連携」、pp. 41-44、平成 16 年度高専教育講演論文集(2004)
- 2) 鈴木宏その他：「長野高専のインターンシップ事業への取り組みとその効果」、pp. 29-32 平成 16 年度高専教育講演論文集(2004)
- 3) 日高良和その他：「地域と連携した地域教育サービスの取組み」、pp. 217-218、平成 18 年度高専教育講演論文集(2006)

# 一般科目と専門科目の連携: 専門科目を題材にした 英語ビデオ教材の開発とその運用法に関する研究 <sup>注1)</sup>

(詫間電波工業高等専門学校)○森 和憲, 東田洋次, 南貴之,

小野安季良, 長岡史郎, 村上純一, 河田 純

(弓削商船高等専門学校)野口 隆 <sup>注2)</sup>

## 1. はじめに

本稿の目的は、理工系専門科目をテーマに扱った英語ビデオ教材の作成方法と、その運用方法を論じることにある。

国立高等専門学校協会による高専英語教育について議論されたプロジェクト<sup>1)</sup> (国専協 2003)によれば、英語科教員と専門学科教員の連携に向けて次のような提言がなされている。

提言4-1: 中・上級学年では専門分野の英語を扱うことが多くなる。教材・内容の専門性に関して英語教員と専門学科教員が共通の理解を持ち、連携することにより、学生の学習意欲を高めて、効率の良い授業が提供できる

提言4-6: 工業英語教育の推進上、専門学科教員および英語教員がそれぞれ双方の分野に立ち入った知識・経験を増やしていくことが有効である。すなわち専門学科教員は、英語能力の向上と国際経験の増加に、英語教員は国際経験の上に専門学科の一般的知識に関心を持った自己啓発が授業の中で相乗効果を生み出していく。(国専協 2003, pp. 27-28)

高専の存在意義が改めて問われている今日、これらの提言を真摯に受け止め、何らかの行動を起こさなければならない。そこで我々は、提言への一つの回答として、英語科教員と専門科目教員が協力して、一つのテーマで英語教材を作成すれば、英語と専門科目を同時に教える事ができ、より効率的に双方の授業を行えるのではないかと考えた。

さらに、連携作業を通して、英語教員は専門科

目教員の英語教育に対する要望を知ることができ、逆に専門科教員は最新の英語教育理論に触れることで、自己の専門科教育をさらに発展させることができるのではないかと考えた。

具体的には、専門科目の内容をビデオで撮影し、そのナレーション部を英語に置き換えた英語ビデオ教材を作成し、それをインターネットを通じて学生に配信する、といったシステム教材を開発することになった。

以下にその内容と、作成方法および運用方法を紹介する。

## 2. ビデオ教材の作成

### 2.1 教材の概要

当教材は主に(1)ビデオ教材、(2)ビデオに付随した練習問題の2部構成からなる。

(1)のビデオ教材は、本校の学科構成とカリキュラムに対応すべく、数学・物理・情報通信工学・電子工学・電子制御工学・情報工学の6分野について作成された。各分野の教員が5分程度の映像を5つ用意し、それぞれ独立したユニットとして作成するので、計30ユニットが作成される予定である。

対象学年と難易度については厳密には設定していないが、基礎的な内容を教えることを前提としているので、第3学年のレベルを念頭に教材を作成した。

数学	電子制御工学
$y = \sin x$	歩行ロボットの制御
数学的帰納法	マイクロコンピュータの仕組み
順列	マイクロコンピュータ組み込みシステム的应用
組合せ	マイクロマウスを用いたメカトロニクス実験
二項定理	FPGAによるデジタル回路の設計

表1. 指導内容 (数学および電子制御工学)

表1は例として数学と電子制御工学の指導内容を示したものである。(予定のものも含む)

(2)の練習問題は、内容理解と語彙や表現の習得を目標に以下のような構成で作成した。

- ①重要語彙の学習
- ②内容理解問題
- ③重要文法項目の学習
- ④実用英語表現の学習

①は、専門用語を中心に、普段接しないような語を抜き出し、訳語を選択させる形式の問題である。②は内容に関する英語の質問を10個程度用意し、日本語もしくは英語で解答させる問題である。③はナレーションに使われた英語で、とくに注意したい文法項目(例えば関係代名詞等)を、プレゼンテーション・ソフトウェアのMicrosoft Power Point 2003を利用して表示し、説明するものである。④はナレーションの英語のうち、日常会話表現としても学習しておきたい表現を取り上げ、③と同様の方法で説明するものである。

## 2. 2 教材の作成

以上に述べてきた教材の作成の手順は図1に示す順序で行った。

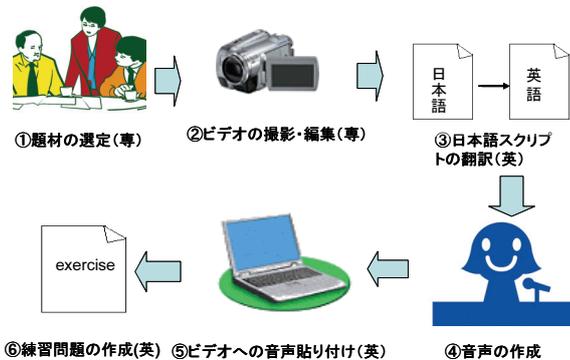


図1. 教材の作成手順

題材の選定に関しては、専門科目の教員に一任し、それぞれが自由にテーマを選んだ。科目によって、5つのユニットそれぞれが独立したテーマになっているものと、1つのテーマを5つのユニットに分けて説明するものがあるが、どちらを選ぶかについては、各教員に委ねられている。

次に各教員はそれぞれのユニットをビデオで撮影し、日本語ナレーションを用意した。そして英語教員は日本語ナレーションを英語に翻訳し、ネイティブ・スピーカに英文校閲と録音を依頼した。

作成された英語音声を、英語教員はビデオ編集ソフト(Adobe社Premiere Elements 2.0)を使

用して編集し、英語ビデオ教材として完成させた。

例として、ロボットの制御に関するビデオ教材の画像とナレーションの一部を以下に挙げる。

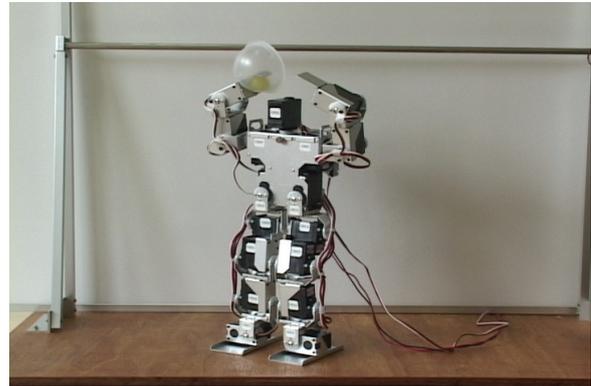


図2. ダンスをするロボット  
(ナレーション)

And now, the robot is dancing.

When it is walking, the act of putting its foot on the floor is not stable. But this makes the robot look more like it is dancing.

Controlling a walking robot is very important. It will be a useful technology in the near future.

最後に練習問題の作成に関しては、英語教員が用意したが、英語力を向上させる為の問題というよりは、内容を英語で理解する為の補助教材という位置づけで作成するように心がけた。そして、最終的なチェックは専門科目の教員と一緒にいった。

## 3. ビデオ教材の運用

本教材の運用方法としては、(1)普通教室での運用、(2)Web Based Trainingシステム上での運用、の2つを想定している。以下にそれぞれの運用方法について述べていきたい。

### 3.1 普通教室での運用

本教材はビデオ教材であるため、学生が自分のペースでじっくりと視聴できるように、パソコンが生徒一人一人に与えられた環境で行われることが望ましい。しかし、現実問題として、そのような教室を毎時間確保することは難しい。したがって普通教室では液晶プロジェクターとノートパソコンおよびDVDプレーヤーを利用して授業を行っ

た. 主な授業の流れとしては以下の通りである.

- ①重要語彙の確認
- ②ビデオ視聴および内容理解
- ③重要文法項目の解説
- ④重要表現の学習
- ⑤内容に関する質疑・応答

①に関しては, 2. 1で紹介した単語学習の教材をプリントで配布した.(図3) ②に関しては, ビデオの視聴前に内容理解問題を提示し, どこに視聴のポイントがあるかを先に理解させた上で, ビデオを視聴させた.そして2~3度視聴した後, ナレーションの英語原稿をプリントで配布し, 読解させた. さらに読解後は, 教師および英語ナレーションの後について一斉に音読し, 発音やイントネーションを学習させた. ③および④に関しては, 先に紹介したPower Pointのスライドをプロジェクターに投影し(図4), 指導した後, 応用問題を印刷したプリントを配布した.

英語で学ぶ専門知識: 歩行ロボットの制御

KEYWORDS: 1-20の英単語の最も適切な日本語訳をA~Tから選びなさい

1 control	6 embedded	11 tilt	16 feedback
2 reference	7 function	12 joint	17 sequential
3 value	8 fix	13 gravity	18 uneasy
4 operate	9 relative	14 process	19 technically
5 manipulate	10 rotary	15 signal	20 unstable

ア 値	カ 関節	サ 処理する	タ 比例する
イ 操る	キ ぎこちない	シ 信号	チ 不安定な
ウ 回力	ク 機能	ス 制御	ツ 専門的に
エ 回転の	ケ 組み込んだ	セ 操作する	テ 返還出力
オ 傾き	コ 参照	ソ 取り付けた	ト 連続して起こる

1( ) 2( ) 3( ) 4( ) 5( ) 6( ) 7( ) 8( ) 9( ) 10( )  
 11( ) 12( ) 13( ) 14( ) 15( ) 16( ) 17( ) 18( ) 19( )  
 20( )

COMPREHENSION

1. ロボットの制御は何と呼ばれていますか
2. マイクロコンピュータのプログラムは何言語でかかれていますか
3. ロボットを制御する信号はどこからどこに伝えられていますか
4. ロボットの制御には何を調べなければいけませんか
5. センサーからの信号を処理して物体の制御を行うことを何制御といえますか
6. ビデオに出てくるロボットには何制御が行われていますか
7. ロボットの動きがスムーズでないことは, 専門的には何と呼びますか

図3. プリント教材 (一部抜粋)

We use sensors to look at the position and angle.  
 (位置と角度を見るために私たちはセンサーを使う)

仮に形容詞的用法だったら...

We use [sensors] (私たちはセンサーを使う)

to look at the position and angle  
 (位置と角度を見るための)

△ (位置と角度を見るためのセンサーを私たちは使う)

\*注意 ここでは, 言いたいことは位置と角度を知るためのセンサーを使うという「事実」.  
 しかし本当に言いたいことは, センサーを使うことを前提として, そのセンサーを使うための「理由」!!  
 そこで...

図4. 文法解説のスライド

### 3.2 Web Based Training システム上の利用

本教材をさらに効率よく学習するため, また家庭での学習を可能にするため, Web Based Training システムである WebClass<sup>注3)</sup>を利用して, 本校のマルチメディア教室(PCを48台配備)においても授業を行った. その場合, 基本的な授業の流れは, 先に述べた普通教室の授業に準ずるが, 語彙学習や演習問題など, プリントを配布して行った作業は, WebClass 上で行うことができるようにした. ただし, WebClass の性質上, 自由記述形式の問題は自己採点が困難であるので, 選択形式問題に変更した.(図5, 図6)

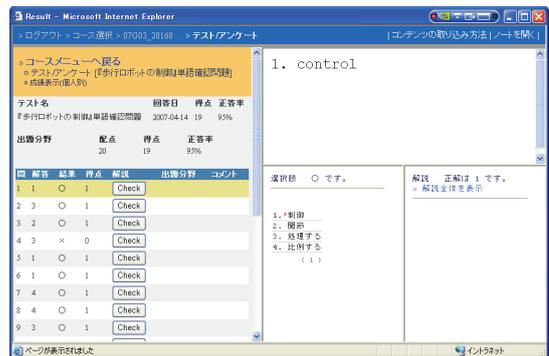


図5. 重要語彙確認問題の採点画面

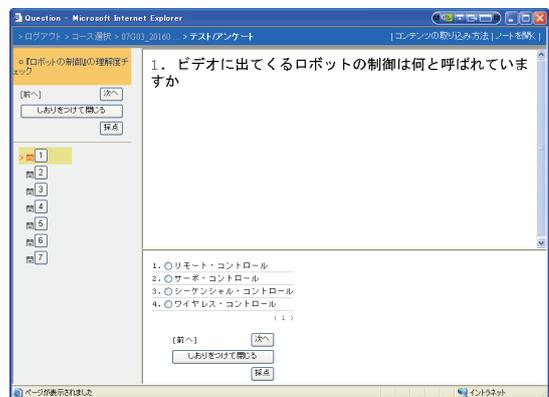


図6. 内容理解問題の画面

また, 文法項目の解説は PowerPoint のスライドを WebClass 上にそのまま提示することができるので, アップロードした.(図7)

当システムを利用することにより, 学生は自分のペースで学習することができ, かつ学習履歴を参照することで, 教員は学生の進捗状況が集中管理できるので, 効率的に授業を行えるようになった.

さらに, マルチメディア教室だけではなく, 自宅からもアクセス可能なので, 学生は自由に空いた時間に学習することが可能になった.

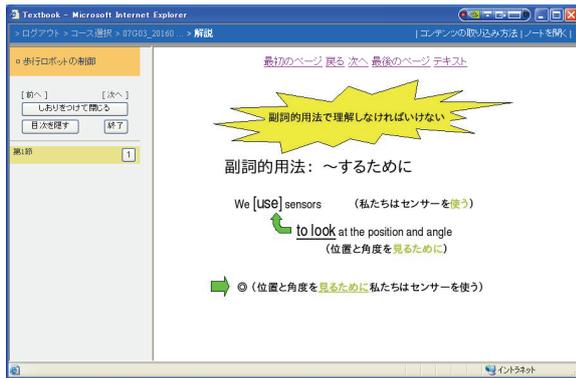


図7. 文法解説の画面

## 4. 問題点と今後の展望

### 4.1 作成上の問題点

さて、これら一連の作業を実際に行ってきた結果、留意しておきたいことをここで述べる。

第一にこのような教材を作成するに当たっては、音声の形態や長さが編集時に反映されやすくなるような映像を用意する必要があることが判明した。

例えば、画面に人物が登場し、カメラに向かって話しかける場面を設定してしまうと、仮にその人物が女性で、ナレーターが男性しか用意できなかった場合、画面は女性で、声は男性というちぐはぐな映像になってしまう。

また、同じ内容を発言した場合でも、日本語と英語では発話の時間にずれが生じるため、その分の時間を余分にとって録画をしておかなければならない。

さらに、ビデオファイルの配信に関連して、普通教室での使用にはDVD画質で視聴することができるが、Web上での配信はどうしても画像の質を落とさなければならず、回路の配線などの細かい部分の表現が難しい。その点を考慮に入れて、ビデオ撮影の際はズームアップやマクロ撮影した写真を利用するなどして、細かい部分を説明しなければならない。

### 4.2 運用上の問題点

Web上での運用に関しては、まだまだ開発途上にあり、様々な問題がある。第一にビデオファイルの配信はMPEG形式で行っているが、WebClass上からダウンロードする必要があるため、かつ学習者のPC環境によってはコーデックが合わず再生不可能となる場合もある。従って、Flash形式などのより軽量で汎用性のあるファイル形式による配

信を検討している。

また、WebClassはインターフェイスが統一され、教員が教材を作成するには便利であるが、学習者が一般的なホームページと同じような感覚で直感的に使うとすれば、まだまだ改善する余地がある。そこで、写真やFlashなどを埋め込んだHTML形式で表示するように現在改良中である。

## 5. まとめ

以上、専門科目教員と英語科教員の共同作業による英語ビデオ教材の作成と運用方法について述べてきた。第一節に述べたように、当教材は学習意欲の向上、授業の効率化および、一般科目と専門科目の連携を目標に掲げて開発が進められたが、この当初の目標は、ある程度達成できたものと考えられる。

しかし、システム自体にまだ改良の余地はあり、学習者の意見を積極的に取り入れ、改良作業を進める必要がある。今後は、それぞれの分野のビデオ・コンテンツを拡充したり、土木工学や商船学など他の分野の教材も用意することにより、他高専での使用にも耐えうるような教材へと発展させていく予定である。

### 注

- 1) 本研究は科学研究費補助金（平成17～19年度基盤研究(C)、課題番号17520412）によって行われている
- 2) 高専間教員交流制度により、詫間電波高専に平成18年4月1日～平成19年3月31日まで詫間電波高専一般教科助教授として在籍
- 3) WebClassは(株)ウェブクラス社の製品である。詳細は<http://www.webclass.jp/>を参照のこと

### 参考文献

- 1) 国立高等専門学校協会平成13・14年度教育方法改善共同プロジェクト、『コミュニケーション能力育成を主眼とした高専英語教育のありかた：最終報告書』(2003). [国立高等専門学校協会]



ある。また平成 18 年度版から合格点に達しない箇所の色が変化するように改善され、不合格者とその総数の把握も容易となった。

一方、年度途中の成績は図 1 の成績単票を参照するか各教員独自の成績集計表等を見る他ない。また、評点の度数分布は最終成績のみヒストグラム表示されるため、年間推移を直感的に把握出来る様式とはなっていない。そのため、本単票を教育改善等に活かすには追加的な解析が必要である。

### 2.3 成績単票の解析手法

従来の成績単票に記載された情報を有効活用するため、以下に述べるグラフ群を作成した。

#### (1) 累積平均点の年間推移

通年科目の多くは年 4 回の試験を行う。従って各試験毎の最低合格点数(60 点)を 4 倍した 240 点が学生の最終目標とする年間総得点である。そこで各科目のクラス平均を累積(以下、「累積平均点」と呼ぶ)し、その年間推移をグラフ化して目標点数への達成状況を視覚化した。計算は各試験とその後の追試験後の結果毎(通年では計 8 回)について行い、個々の時点での達成状況と追試験による補填状況が同時に把握可能なように視覚化した。

#### (2) 累積平均点と目標点数の差の年間推移

各試験の最低合格点数が定められているため、各追試験終了時までに取りべき最低点数は 60, 120, 180, 240 点(「累積標準点数」と呼ぶ)となる。これらは試験毎の目標点数となる点数で、過不足により目標との差を確認可能である。

#### (3) 評点度数分布の年間推移

表紙(図 2)の①学年評点度数分布を②前期最終成績(追試験後)と③後期最終成績(追試験後)の度数分布と統合し、科目毎に比較した。これによりクラス全体の成績の分布を科目毎に時系列に沿って調べることが可能となる。さらに本報告では、年度を超えた3ヶ年に渡って同一科目を比較するため、本校電気電子工学科 4 年次の応用物理または一般物理(講義内容は共通)についてグラフ化した。

#### (4) 追試験による評点ヒストグラムの変化

追試験によって評点度数分布がどの様に変化するかは、学生が本試験に費やす努力の程度を推測する手掛かりとなると考えられる。そこで各試験毎に本試験と追試験の評点度数分布を並べて表示し、その年間推移をグラフ化した。

## 3. 分析結果および考察

### 3.1 累積平均点の年間推移

本校電気電子工学科 4 年(4E)の応用物理と一般物理に対する累積平均点の年間推移を平成 16 年度から 18 年度の 3 ヶ年まとめたグラフを図 3 に示す。

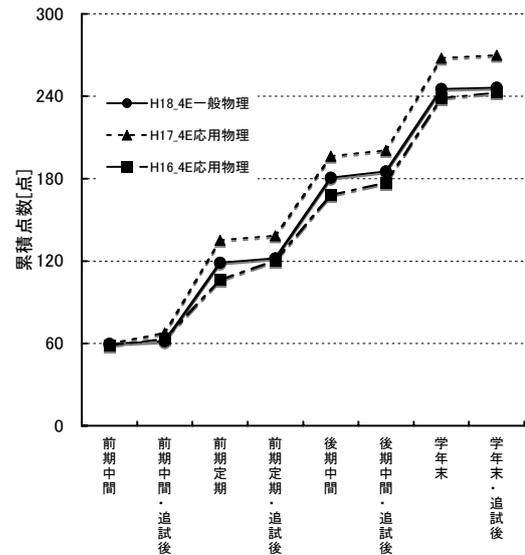


図 3 累積平均点の推移

3 グラフとも約 60 点刻みの階段状に増加しており、年度や時期によらず平均点は約 60 点であることを示している。また、本試験と追試験の差は数点程度であり追試験の評点が平均点に与える変化は最大一割前後であった。これは追試験受験者が毎回 20 名を超える現状からすれば小さいと言える。

年度間で比較すると平成 17 年度が全体的に高いだけでなく、累積標準(目標点数)との差が増加している。これはクラス全体の意欲が高かったことを示唆している。一方、平成 16 年度は追試験で埋め合わされた幅が大きいことから学習意欲や能力等に問題があった可能性がある。

### 3.2 累積点数と目標点数の差の年間推移

累積平均点の年間推移と目標点数との差について抽出したグラフとして図 4 を得た。本グラフは

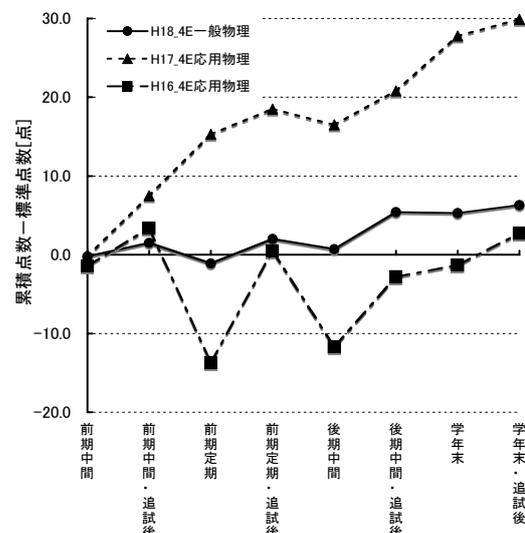


図 4 累積点数と標準点数の差の年間推移

図3の単なる時系列データと異なり、年度によって特徴的傾向が見られる。例えば平成17年度のプロットは年間を通じて概ね増加傾向が続いており、クラス全体として向上心に富んでいたと考えられる。一方、16年度は前期定期および後期中間試験の成績が大幅に落ち込んでいたことから、クラスの状態が不安定であったことが伺える。この年度は進級不可の学生数が5名と比較的多かったことと関係があるかも知れない。平成18年度は17年度と比較して伸びが低いものの、進級不可となった学生数は2名のみであった。累積平均の安定増加傾向と留年者の抑制に何らかの関係があるのかも知れない。

### 3.3 評点度数分布の年間推移

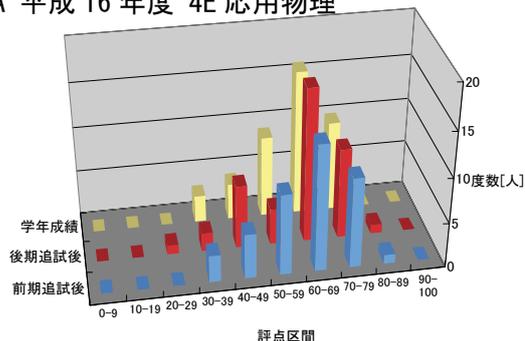
図5に平成16-18年度の応用物理又は一般物理(4E)に関する評点度数分布を整理した。いずれも年度によらず60点付近にピークを持ち、非対称な分布となった。また年度によって分布の様子に特徴が見られ、例えば高得点側は16年度には90点台の成績優秀者がゼロであるのに対して17,18年度は該当者が少数ながら存在した。一方16年度では80点以上の学生が極端に少なく、所謂「団子状態」であったと言える。実際、当時のクラスに対する印象でも突出した能力を持つ学生は少なかった。逆に17,18年度は90点台まで分布が広がっており、上位層の向上心に大きな問題は見られなかった。下位層(60点以下)について見ると、全グラフにおいて40点未満の層が一割程度存在していた。彼らについて追跡調査したところ、大半は留年(欠点科目数4以上又は再試不合格)か進路変更していた。一方、学年成績が50点台の大半は再試験で合格・進級していた。残った40点台が最も予測困難な評点区間で、各学生の最終成績(再試後)は能力や性格の僅かな違いによって合否が決定されてしまった。つまり、進級指導の困難さを占う鍵は本科目の場合40点台の層を如何に学力向上させるかにあると言える。

### 3.4 評点度数分布の偏りが著しい科目

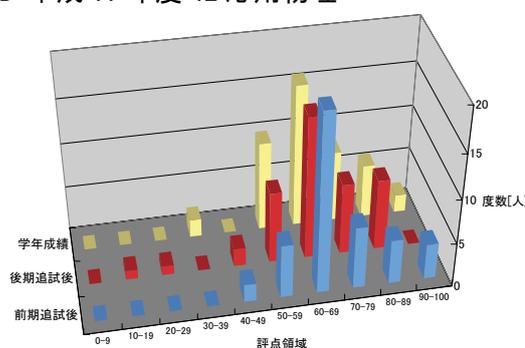
図6に評点度数分布の偏りが著しかった科目の一例をグラフで示す。こうした科目の多くでは不合格者は殆どおらず、逆に90点以上の度数が他より高いこともしばしばであった。平均点も80点以上であることが多く、分布の概形も単分散とはならなかった。度数分布が単分散から大きく逸脱することは教育や評価の手法に何らかの問題が存在する可能性を示す。しかし評点の度数分布だけで結論づけることは出来ないため、より多面的な解

析が必要と考えられる。

A 平成16年度 4E 応用物理



B 平成17年度 4E 応用物理



C 平成18年度 4E 一般物理

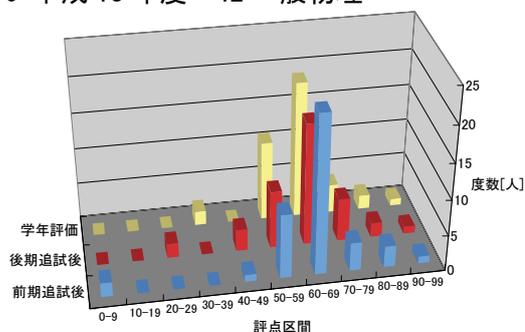


図5 評点度数分布の年間推移と年度間比較

平成17年度 5E 応用物理

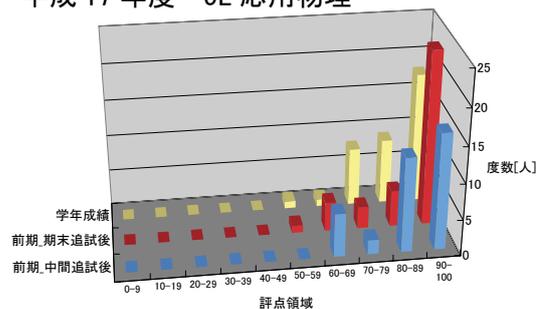
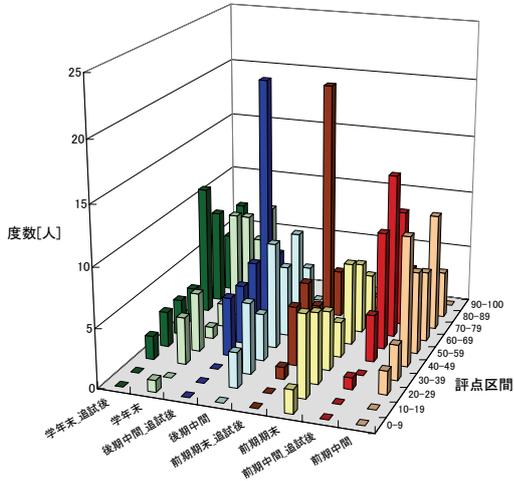


図6 偏りが著しい評点度数分布の例

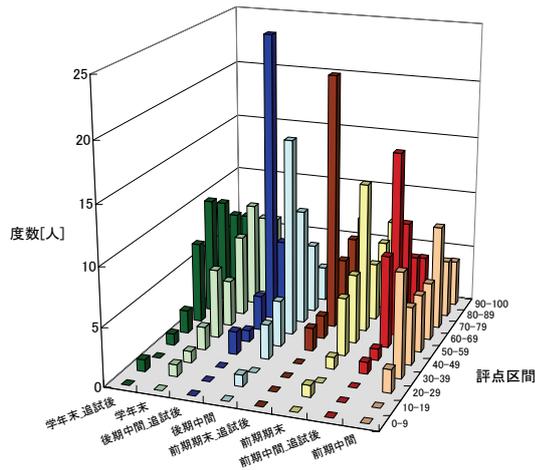
### 3.5 追試前後の度数分布と年間推移

試験毎に実施される追試験による評点度数分布の変化を図7に示す。一部を除き、概ね追試後に60-69点区間の度数が急増していることが分かる。

#### A 平成16年度 4E 応用物理



#### B 平成17年度 4E 応用物理



#### C 平成18年度 4E 一般物理

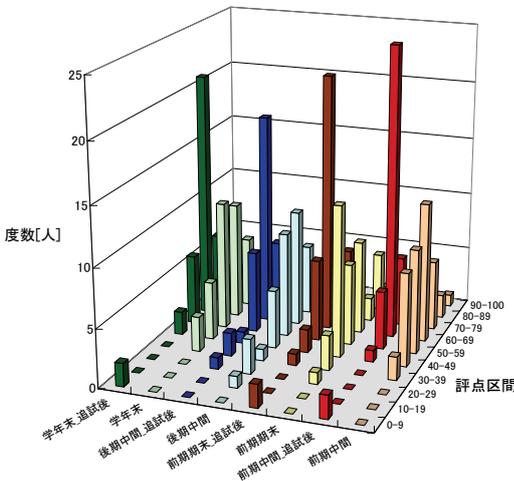


図7 本試験と追試験の比較の年間推移

この増加に伴い分布のピーク幅が狭まったように見える。一見不思議に見えるが、本科目の平均が偶然60点付近にあったためそこに追試合格者数が上乘せされたと解釈すべきであろう。

追試前の分布は、追試後と比較して下位層(40点未満)の広がりが大きく、15名程に登る場合もあった。彼らは理解力や意欲が不足している場合が多く、自助努力を促しても理解度やスキルの向上に繋がり難い。そこで本科目では追試験を3回に分割し、毎回2-3時間の補習(週末)を実施した上で10点満点の試験を実施している。原理的に最大30点までしか補填されないが、大半は救済されるため大きな不満は聞かれない。むしろ、補習に取り組む意欲に寄与している様にも感じられる。

平成18年度は全試験において追試前後のピーク値が大きく変化している一方、16、17年度の学年末試験では60-69点区間の度数変化は2-3名と少なかった。これは追試験による「救済」の必要性が低かったという点では試験の難易度が低かったと解釈できる。反対に、追試前後の変化が大きかった前期期末・後期中間試験では、平均点は6回中5回が60点未満であった。過半数が不合格であったため学生には難易度が高かったように感じられたかも知れない。このように追試前後の分布の変化を見ればクラス全体の学力傾向を推測し不合格者の追跡可能である。本情報を授業や学習支援活動にフィードバックすれば、教員自身が自己の成績資料に基づき教育改善を実行することが可能になると考える。

## 4. 総括

JABEE 審査用成績単票に記載されたデータを用いて評点度数分布の年間推移を調べ、年度や学級の違いと度数分布の変化を比較した。その結果、累積平均点数と目標点数との差の推移に年度毎の学級の特徴が見られた。また評点度数分布とその年間推移からは、科目や担当教員による差異が判別可能であったのみならず、成績優秀者や進級指導を要する学生群、追試験による補填効果等も一望できることが分かった。これらの情報は、過去の指導とその成果を教員自身が振り返り教育改善を図る資料として活用可能であると期待される。

JABEE 成績単票データの収集に当たり、佐世保高専須田義昭教務主事ならびに同校長嶋豊電気電子工学科長および同学科の諸先生方に多大な協力を頂いた。ここに感謝の意を表する。

# 問題解決型学習を取り入れた教科カリキュラムの試行

(熊本電波工業高等専門学校) ○柴里弘毅

## 1. はじめに

理解・説明能力などの認知的評価とともに、学習に対する関心や学習意欲といった情意的な側面が重要視されつつある<sup>1)</sup>。認知面は達成度として試験、レポートなどで評価されるが、情意面は学習到達度として評価されることもなく、重要視されながらも教科カリキュラムへ反映することが難しい問題である。これら情意面を伸ばす仕組みとしてPBL<sup>2)</sup>が近年注目されている。本報告では、従来の講義スタイルとPBL型学習の中間に位置する問題解決型学習の教科カリキュラムについて検討し、事例報告を交えて今後の方向性を模索する。

## 2. カリキュラム設計

### 2.1 PBL

Problem Based Learning(以下PBLと称す)は、近年工学教育の分野でも注目を浴びている教育手法で、少人数のチームで具体的な問題の中の課題を発見させ、調査・解決を図らせる学習法である。問題解決のプロセスが、教科の知識や問題解決能

力の獲得に役立つと言われている<sup>3)</sup>(図1)。

### 2.2 カリキュラム構造

旧来型のカリキュラムとして、実験や演習、卒業研究を除いた個々の科目がレクチャー形式で構成されているケースを挙げることができる。近年はこれに加え、教員各人が研鑽を積み、PBLなどの各種の教育手法を導入する例も少なくない。このようなケースでは、教科間の連携がなく、系統立てられていないといった特徴がある<sup>3)</sup>。このような例を図2に示す。

学年	学習分野1	学習分野2	学習分野3	...
1年	レクチャー	レクチャー	レクチャー	...
2年	レクチャー	PBL	レクチャー	...
3年	PBL	レクチャー	レクチャー	...
4年	レクチャー	レクチャー	レクチャー	...
5年	レクチャー	レクチャー	BPL	...

図2 散発的なPBLカリキュラム

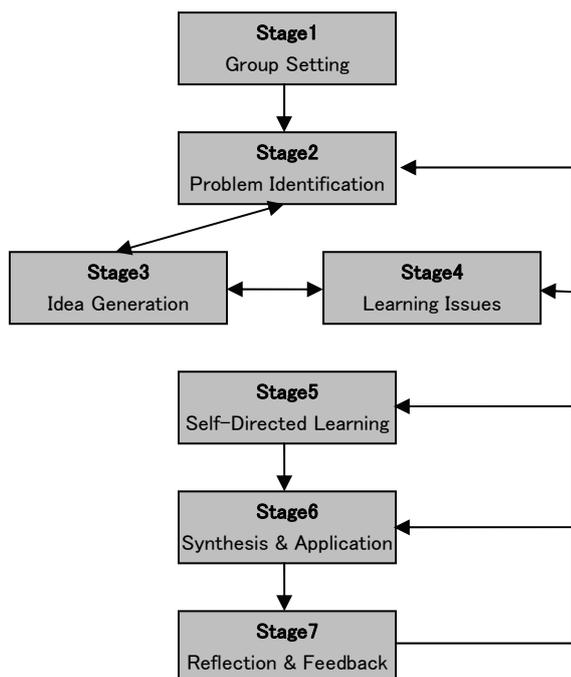


図1. PBLの学習プロセス

PBLの学習プロセスにおけるActive LearningやSelf-directed Learningは、学習目的や意欲を欠いた学生を引き上げる効果が期待できる。一方で、時間的な制約により学習項目の制限を受ける、ファシリテータへの依存度が高い、新しい講義スタイルに対する学生の混乱などの諸課題が懸念される。このような問題を取り除くために、教員は常に学生による講義評価に耳を傾け、自らにフィードバックし継続的な改善活動を行わなければならない<sup>4)</sup>。また、学生が受け入れやすいような系統的なカリキュラムの構築も望まれる。

教科間の連携とPBL型の学習をミックスしたカリキュラムの模式図を図3に示す。教科の持つ特徴や性格に合わせ問題解決型学習(以下PSと称す)からPBLを段階的に導入する。個別の教科については、すべてをPS、PBLとする必要はなく、学習時間の一部をこれらの形式で実施することで学習項目の減少を防ぎ、カリキュラムの体系を維持

する。これらの構成は、学年間の教科連携である縦の繋がりと、ある学年で実施される教科間の連携である横のつながりを教科連携グループで調整を行いつつ、導入後の効果を評価し改善を図るなどの継続的な取り組みが求められる。

学年	学習分野 1	学習分野 2	学習分野 3	..
1年	レクチャー	レクチャー	レクチャー	..
2年	レクチャー	レクチャー	レクチャー	..
3年	PS	レクチャー	レクチャー	..
		PS	レクチャー	
4年	レクチャー	レクチャー	PS	..
	PS	PS		
5年	レクチャー	レクチャー	BPL	..
	PBL	PS		

図3 段階的問題解決型カリキュラムの構成例

### 3. 教科カリキュラム事例報告

#### 3.1 学科カリキュラムの変遷

熊本電波高専電子制御工学科は昭和 63 年に設立された。社会の求める人材育成に重点を置き、設立当初よりファクトリーオートメーションの設計・メンテナンスに従事できる技術者育成を教育目標に掲げ、メカトロニクス系科目を軸にカリキュラムが設計された。当時は大学進学率も 1 割程度で、社会のニーズとの整合が十分に取れていたと考えられる。しかし、少子高齢化の流れと共に大学進学者が 5 割を超えるようになると、即戦力育成のみならず、大学で研究活動を行えるだけの基礎学力習得への期待と要望が寄せられるようになり、平成 15 年のカリキュラム改定においては学生のニーズに応えるべくカリキュラムを刷新し、広範な技術分野において広い視野で物事を捉えシステム制御理論をベースとして統一的な枠組みを検討できる人材を育てることに重点を置くカリキュラム体系<sup>5)</sup>とした。

本報告では、カリキュラム変更後の枠組みを維持しつつ、問題解決型学習の段階的な導入について「制御機器学」の事例を示す。

#### 3.2 学習分野と対象科目の関連性

現在の電子制御工学科は、コンピュータ技術を機軸に、制御システム・ソフトコンピューティングの基礎技術とそれらの集積化のための応用技術

を有する技術者育成を目標とし、4 つのコア分野でカリキュラムを構成している。制御機器学は、専門教科の学習が本格化する 3 年次の 1 単位選択科目である。センサ・コントロール分野に属し、計測工学、制御工学、メカトロニクス工学と密接な関わりを持つ(図 4)。

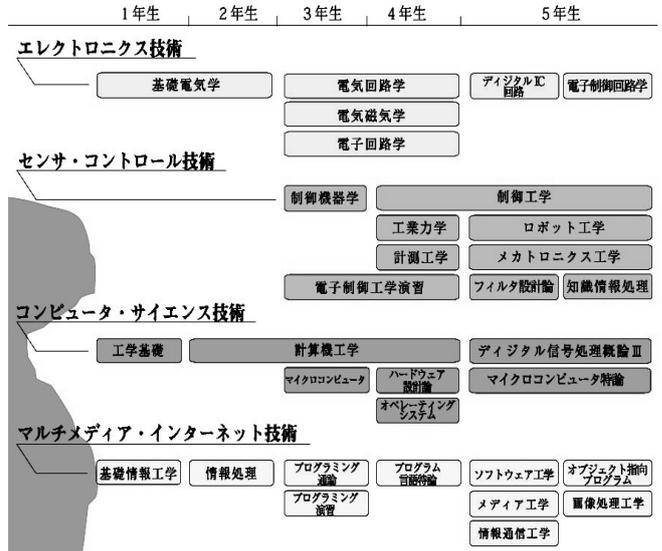


図4 科目樹形図

制御機器学では、リレー制御からプログラマブルコントローラを用いたシーケンス制御までを学習項目としていたが、平成 15 年のカリキュラム改定に伴い、旧カリキュラムにおいて 4 年次 2 単位の必修科目から 3 年次 1 単位の選択科目へと変更した。単位数や学習年次の変更に伴い、学習項目をリレー制御に限定し、回路記号および素子類の特徴の学習とシーケンス制御の基本回路の理解へと学習目標をシフトした。

#### 3.3 新カリキュラム移行後の問題点

新カリキュラムに沿った制御機器学は平成 17 年度に 3 年次科目として開講された。17 年度は旧カリキュラムからの移行時期であったため、前期は新カリキュラム(3 年生)と旧カリキュラム(4 年生)を同時開講し、一般的なレクチャー形式で授業を行った。同一の問題を使用して行った定期試験では、3 年生の平均点が 4 年生に比べ 10 点ほど低いという結果が得られた。表面的には学習到達度の低下として現れているが、その根底には学習に対する関心や学習意欲の低下を感じられたため、授業のあり方を早急に見直す必要が出てきた。

本校は 1, 2 学年を学科混成の混合クラス制を採用し、一般科目と専門科目の楔形配置で、レクチャー形式の講義が中心である。3 年生より専門科目が本格的に行われること、将来的には PBL と連携すること、などを重視し従来の講義手法との連

続性等を加味し、PBL と従来のレクチャー中心の講義の中間に位置する問題解決型 (Problem Solving Approach) とした。

### 3.4 問題解決型学習の利点

本報告における問題解決型学習とは、学生一人一人が既に学習した項目をもとに自ら解決を図り、その考えをグループで検討し合い、解決法や考え方を学習する手法を指している。PBL が現実にある問題を解決するために、何が問題なのかを同定し、いくつかの仮説を立て、学習項目を洗い出し、自学学習へと繋げていく (図 1)、といった広範にわたる活動を要求するのに対し、PS においてはより具体的な問題が提示されることから、既存の学習スタイルの延長上にあり、1) 学生の混乱を防止する、2) 限られた時間内での学習、3) 教員のスキル依存度が低い等のメリットがある。

### 3.5 教科カリキュラム再設計

教科カリキュラム再設計の目的は、学習項目を減らしたり、学習レベルを下げたりすることなく学習意欲を向上させることにある。学習分野の関連性を保ちながら高学年においては総合力を求められる PBL へと展開することを念頭に置き、教科カリキュラムを設計する。平成 17 年度、18 年度のシラバスを図 5 に示す。主な変更点は、

- ・各項目の学習時間の圧縮
- ・総合演習の導入

の 2 点である。各項目の学習時間については、従来の授業内容を再検討し、要点を授業時間内に説明し、確認・復習を家庭学習とすることで、学習内容を削減せずに総時間を短縮した。これに伴い、不定期に実施したレポートを廃止し、講義終了後自学学習プリントを配布、次回講義開始時に回収する方式とした。自学学習は他の教科・実験レポートと重なった場合でも取り組めるように 30~60 分程度で行えるボリューム (A4 用紙 1 枚程度) とし、学生の過重な負担とならないように配慮した。

総合演習の時間は講義 4 週分の時間を確保し、4~5 名で構成されるグループを構成し、

- ・リレー回路の設計
- ・演習実験による動作確認

を実施した。従来の演習は回路設計「練習」の性質が強く、架空の生産ラインでの動作を連想させる単純化した問題で行われてきた。今回は設計する回路の規模は小さいものとしたが、設計した回路を実際に配線させ、動作実験で確認できるようにした。配線作業を伴わせることで、学習意欲の維持、獲得した知識を長期にわたって定着させる

授業項目	時間配分	達成目標 (修得すべき内容)
1. ガイダンス	2	本講義の学習内容や目標、評価方法について理解する。
2. シーケンス制御	2	自動化技術におけるシーケンス制御の役割を理解する。
3. 基本機器の構造と記号	10	スイッチ、リレー、タイマ等の仕組みや種類、および図記号・文字記号を理解する。
4. リレー回路	12	自己保持回路、タイマ回路、モータ制御回路をラダーダイアグラムで作成できる。
5. トラブル対策技術	4	インターロックの役割やフェールセーフの概念、リレー回路の保護や使用上の注意点を説明できる。基本的な制御回路について、トラブル発生時の対応法を示すことができる。

授業項目	時間配分	達成目標 (修得すべき内容)
1. ガイダンス	2	本講義の学習内容や目標、評価方法について理解する。
2. シーケンス制御	2	自動化技術におけるシーケンス制御の役割を理解し、説明することができる。
3. 基本機器の構造と記号	6	スイッチ、リレー、タイマ等の仕組みや種類を理解し、図記号・文字記号を記述できる。
4. リレー回路	8	自己保持回路、タイマ回路、モータ制御回路をラダーダイアグラムで作成できる。
5. トラブル対策技術	4	インターロックの役割やフェールセーフの概念、リレー回路の保護や使用上の注意点を説明できる。基本的な制御回路について、トラブル発生時の対応法を示すことができる。
6. シーケンスリレー制御回路演習	8	リレーを使用した基礎的なシーケンス回路をグループで製作し、与えられた仕様に添った動作をさせることができる。

図 5 平成 17 年度(上)平成 18 年度(下)シラバス

効果を期待している。具体的には、UFO キャッチャーのシーケンス動作の一部をリレー回路で設計するというものである。

### 3.6 評価

実験演習を導入した平成 18 年度に実施したアンケート結果を次に示す。アンケートは実験演習を始める直前と前期終了後の 2 回に分けて行った (図 6)。アンケートは bad, poor, good, excellent の 4 段階とし、棒グラフ内の数字は回答人数を示している。基本的な回路設計ができるかについては、good または excellent と回答した割合が演習後に約 2 割増加している。シーケンス回路のトラブル対策についても、good または excellent と回答した割合が約 3 割増加しており、演習実験による学生の理解度に対する自己肯定感の向上が見受けられる。演習実験の導入により最終成績の評価内訳を変更したため平成 17、18 年度の定期試験で比較すると、平均点で 7 点増加しており、理解度の改善も図られた。

また、演習後に講義と実験演習とを 1) 明確に区別して実施した場合、2) 一連の流れの中で実施した場合とで、どちらが力が付くと考えているかに

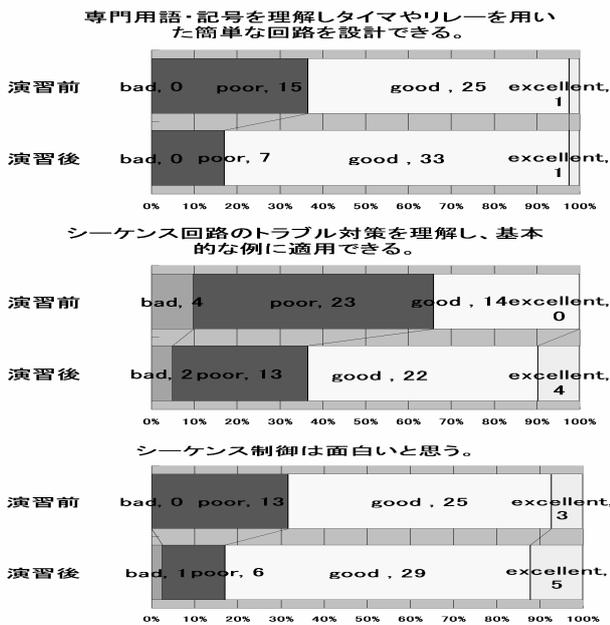


図6 アンケート結果 (その1)

については、一連の学習の中で実施した方が良い (excellent + good) と考えている学生は7割を超え、区別して実施する方が良いとした回答を3割程度上回った(図7)。この設問と関連して、この科目で演習を行ったことで技術や知識が高まったと思うかという問い、ならびに、演習を実施して良かったと思うかという問いに対して9割以上の肯定的な回答(excellent + good)が得られた。自由回答欄には、紙と鉛筆だけでは気づかないことがあるので実験を多く経験したいなどの意見も寄せられた。これらの結果より、PS型の教科カリキュラム導入により学習に対する関心や充実感の向上が確認された。関連して、FD活動の一環として全科目に実施されている5段階のアンケート調査では、熱心に取り組んだ(3.7point)、よく理解した(3.5point)という結果も得られており、同学年の平均をわずかに上回った。「熱心に取り組んだ」の評価は相対的にも高く、一連の取り組みが受け入れられたものと考えられる。

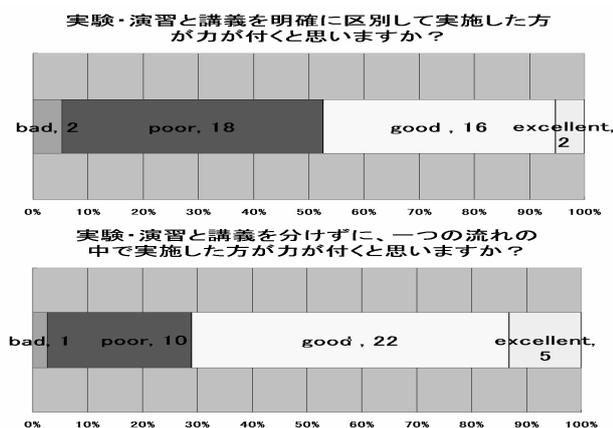
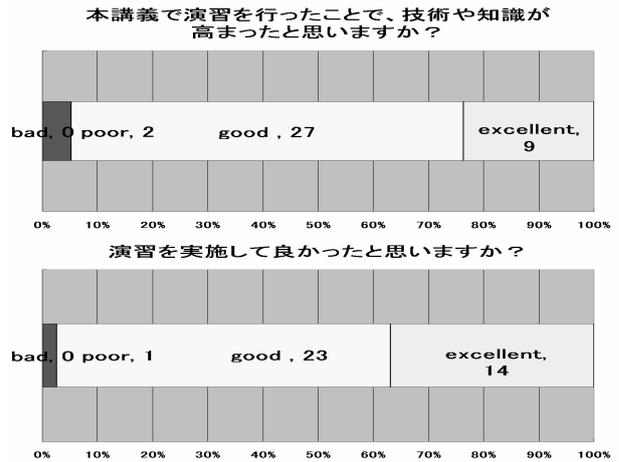


図7 アンケート結果 (その2)



一方で、実験装置の不具合が指摘されており、学生の前向きな気持ちを損なわないような教材改良が今後の課題である。

### 3.7 今後の展開

今回は、一教科における問題解決型教科カリキュラムの事例報告を行った。今後は、教材改良や図3に示されるように科目間の連携を活かした段階的な問題解決型の教科カリキュラムの導入が望まれる。制御機器学はセンサ・コントロール技術分野の導入部であり、今年度は4年次開講科目の計測工学で同様の取り組み導入を計画している。

### 4. まとめ

学習への関心や学習意欲などを高める取り組みとして、段階的に問題解決型学習を導入するカリキュラムについて提案し、PS型の教科カリキュラム事例によりその有効性を確認し、今後の展開について述べた。

### 参考文献

- 1) 板谷裕子, 医学教育に求められる教育学コアスキル—問題解決型学習とコアスキル—, 家庭医療9巻2号, pp.95-105, 2002
- 2) 金子成彦, 渡辺辰郎, PBLプログラム海外視察報告, 工学教育50巻3号, pp.29-33, 2002
- 3) Continuing Education Centre and Temasek Centre for Problem-Based Learning, An Introduction to Problem-Based Learning Training, TEMASEK Extension Programmes, 2007
- 4) 民主教育協会, 教師と学生, IDE教育資料第44集
- 5) 大塚弘文 他, 成長型ライトレースロボットを機軸とするシステム制御教育カリキュラムの設計, 第7回教育フロンティア研究会資料, pp.13-17, 2004

# 複合融合教育を目指した「生物と IT 応用」の授業例

(沖縄工業高等専門学校) ○高木茂

## 1. まえがき

高専機構の中期目標として、複合融合教育の強化があげられている。しかしそれがどのような教育であるのかは必ずしも明確ではない。著者は沖縄工業高等専門学校の情報通信システム工学科に所属しプログラミングの授業を担当しているが、生物資源工学科の3年生に「IT 応用」という科目を1単位時間(100分×15回)教える役割が与えられた。複合融合教育を考える良い機会であるのとらえ、これを目指した授業を計画し、実行したので報告する。

授業計画を立てる際に心がけたことは、①生物資源の学生が興味を持てる題材を選ぶ、②学生が情報処理技術に関して持っている知識でも理解できるレベルに設定する、③講義と演習、調査とレポートを組み合わせる、等である。具体的には、生体系等をシミュレーションする技術、バイオセンサー、バイオチップ、脳神経系の情報処理機構、筋電制御、サイボーグ等の題材を扱った。

生物資源の学生からは好意的な授業評価を得た。

## 2. 授業計画の立案

### 2.1 授業計画を立てた際の基本方針

「IT 応用」というテーマは、非常に範囲が広く漠然としている。同じ科目名であっても、教える学科の特性によって、好ましい授業内容は変化する。また、複合融合という語を冠しても、内容が変化する。1単位時間という短い期間内に、いかにレベルが高く、密度の濃い教育をするかも重要な課題となる。学生の視野を広げ、学習意欲を高める講義をしたいものである。これらのことを考え、以下の基本方針をとることとした。

- ① IT 技術に関係し、かつ、生物の知識にも関係するテーマを選ぶ。
- ② 最先端のテーマも扱う。最先端のテーマについては、世の中の研究状況を学生に調査させ、レポートにまとめさせる。レポートをサーバーに蓄積し、学生相互が自由に見られるようにするとともに次年度の授業改善に活用する。
- ③ 学生が情報処理技術に関して持っている知識

を前提として、授業を組み立てる。

- ④ 講義と実践を組み合わせる。
- ⑤ 授業に IT の技術を利用することにより、授業密度や学生の理解度を高めるようにする。

### 2.2 授業テーマ

基本方針と授業時間数を考慮し、授業テーマとその実施形態を、表 1 に示すように定めた。

表 1 テーマと実施形態

テーマ	内容	実施形態
シミュレーション技術	運動のシミュレーション 化学反応のシミュレーション 拡散・発生・移流のシミュレーション シミュレーション技術の現状	講義と Excel を用いた実習 調査・レポート作成
バイオと IT	バイオセンサー バイオチップ	講義と 調査・レポート作成
生体と IT	脳神経系の情報処理機構 筋電を利用した機器制御 電磁気による生体制御 IT と生体の融合(サイボーグ) バイオメトリクス	講義と 調査・レポート作成

シミュレーション技術については、講義の後で、学生にシミュレータを作成させるなど、実践的に行うようにした。バイオと IT、および、生体と IT、については、講義の後で、学生に web を使って研究事例を調査し、レポートにまとめさせる方法を取った。

## 3. 実施内容と方法

### 3.1 シミュレーション技術

世の中の様々な現象をコンピュータ上で模擬するシミュレーションは IT の中でも最も重要な技術の一つである。このことは、電気、機械、土木、建築などの分野では自明のことである。生物資源工学科に関係する、生化学、遺伝子、細胞、生体、環境などにおいても、シミュレーションの重要性が高まっている。良いシミュレータを実現するには、IT と対象分野の両方の知識や技術を組み合わせることが重要である。

シミュレーションを講義だけで終わらせるのではなく、学生に実践させるには、①既成のシミュレータを使わせる、②シミュレータを作らせる、と

いう2通りの方法が考えられる。後者の方が、より深い理解と実践力を養うことができる。しかし、このためには、偏微分方程式等の数値解法の知識やプログラミングのスキルを必要とする。生物資源工学科の3年生に、これらについて、情報系の学生と同じような方法で授業を行っては時間が足りず、授業についていくことも難しくなる。そこで、次の方法を用いることとした。

- ① 方程式から始めてトップダウンに授業するのではなく、ボトムアップに教える。すなわち、シミュレーション対象のモデル化、計算法の説明、シミュレータの作成、偏微分方程式への一般化という順で教える。
  - ② プログラミングの知識を使わずにシミュレータを作らせる。このため、マイクロソフト社のExcelを利用する。
- 以下具体例を使って、説明する。

(1) ボトムアップに教える

シミュレーションの題材として、物体の運動、ダム放水、化学反応、拡散、移流、火山の噴煙の広がり、等を扱い、各々についてボトムアップの説明を行った。

「化学反応シミュレーションの説明例」

図1に示す1方向反応についての説明を示す。

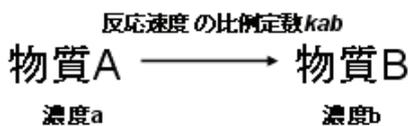


図1 1方向化学反応のモデル

物質AとBが存在し、物質Aが物質Bに変化して行くとする。物質Aの濃度をa、物質Bの濃度をbで表すこととする。AがBに変化していくのであるから、時間とともにaは減少し、bは増加する。この反応速度の比例定数を  $k_{ab}$  で表すこととする。時刻  $t$  でのAの濃度を  $a(t)$ 、Bの濃度を  $b(t)$  とすると、微小時間  $dt$  経過後のAとBの濃度は(1)、(2)式のように計算できる。

$$a(t+dt) = a(t) - k_{ab} \cdot a(t) \cdot dt \quad (1) \text{式}$$

$$b(t+dt) = b(t) + k_{ab} \cdot a(t) \cdot dt \quad (2) \text{式}$$

これをExcelで計算するには--- (説明を省略)。

(1)、(2)式を変形し、

$$(a(t+dt) - a(t)) / dt = -k_{ab} \cdot a(t)$$

$$(b(t+dt) - b(t)) / dt = k_{ab} \cdot a(t)$$

$dt$  を小さくすると、微分方程式(3)式の解に近づく。

$$da/dt = -k_{ab} \cdot a \quad db/dt = k_{ab} \cdot a \quad (3) \text{式}$$

その後、可逆反応、2分子の反応、多段反応、

サイクル反応などについて講義・シミュレータの作成を行い、最後に図2に示す化学反応についてシミュレータを作成する課題を与えた。

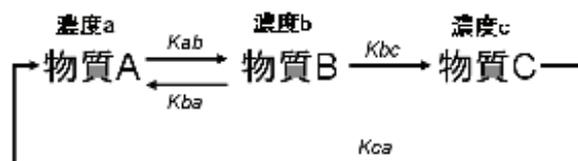


図2 化学反応シミュレータの課題

物体の運動やダムの放水も同様な考え方で、モデル化し、シミュレートすることを教えた。

「拡散シミュレーションの説明例」

図3に示す断面積  $s$  の管の中に、濃度  $D(x, t)$  で存在する物質の1次元の拡散問題では次の仮定が成り立つとする。

- ① 物質は濃度の高い方から、低い方に拡散する
- ② 拡散の量は濃度勾配に比例する (比例係数  $k$ )

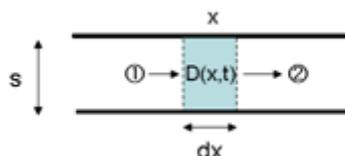


図3 1次元の拡散問題

座標  $x$  を中心とした幅  $dx$  の領域に着目する。領域の左の面での密度勾配は(4)式で近似でき、

$$(D(x, t) - D(x - dx, t)) / dx \quad (4) \text{式}$$

右の面での密度勾配は(5)式で近似できる。

$$(D(x + dx, t) - D(x, t)) / dx \quad (5) \text{式}$$

$dt$  経過後の、左の面からの物質の流入量は(6)式となり、右の面からの流出量は(7)式となる。

$$-s \cdot k \cdot dt \cdot (D(x, t) - D(x - dx, t)) / dx \quad (6) \text{式}$$

$$s \cdot k \cdot dt \cdot (D(x + dx, t) - D(x, t)) / dx \quad (7) \text{式}$$

濃度の変化は、流入量と流出量の差を体積  $s \cdot dx$  で割って得られることより(8)式が成り立つ。

$$D(x, t + dt) = D(x, t) + dt \cdot k \cdot (D(x - dx, t) - D(x + dx, t)) / dx \quad (8) \text{式}$$

$$+ D(x + dx, t) - 2 \cdot D(x, t)) / dx \quad (8) \text{式}$$

これをExcelで計算するには--- (説明を省略)。

(8)式を変形し、 $dx$ 、 $dt$  を小さくすると、(9)式に示す偏微分方程式の解に近づく。

$$\partial D / \partial t = k \partial^2 D / \partial x^2 \quad (9) \text{式}$$

その後、2次元への拡張法、移流や発生のシミュレーション法について講義と演習を行った。最後に、火山噴火が起きたときの、風による噴煙の流れのシミュレータを作成する課題を課した。

(2) プログラムせずにシミュレータを作る

Excel の表計算機能やマクロ機能を利用すると、比較的簡単なモデルについてはシミュレータを作成することができる。このために、学生に対して、①セルへの変数名の付与法、②数式バーを使ったセルへの計算式の定義法、③セルのフィルハンドルを使った列・行方向への式のコピー法、④グラフの表示法を教えた。また、シミュレーション結果をアニメーションで見えるようにするために、Excel のマクロ機能の使用法を教えた。文章の記述のみでは、説明が難しいため、①説明しながら一緒に、②画面操作をマイクロソフト社の Media Encoder を使ってビデオ化する方法を併用した。特に②は欠席した学生でも、後にビデオで自学できるよう配慮したものである。これによりほとんどの学生が課題を達成することができた。

学生が作成した化学反応のシミュレータの例を図4に、噴火のシミュレータの例を図5に示す。

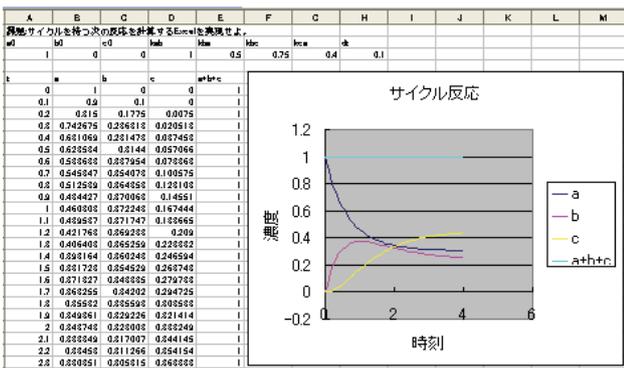


図4 化学反応シミュレータの例

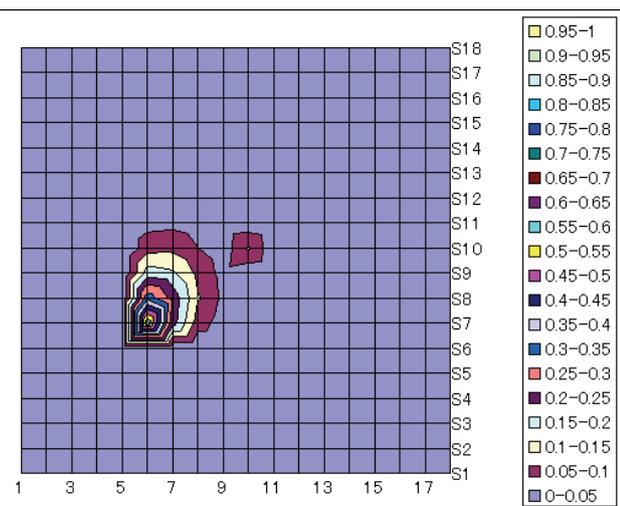


図5 噴火シミュレータの例

(3) シミュレータの調査・レポート作成

シミュレーション技術の授業の最後で、世の中で研究されているシミュレーションについて web

を使って調査し、「概要、狙い、実現技法、到達点、感想」を含むレポートにまとめる課題を与えた。

提出されたレポートの題名例を示す。

- ① 空力騒音シミュレーション
  - ② 大気海洋結合モデルシミュレーション
  - ③ ヒートアイランド現象シミュレーション
  - ④ 津波伝播遡上シミュレーション
  - ⑤ 群集シミュレーション
  - ⑥ 生体・細胞シミュレーション
  - ⑦ 心臓シミュレーション
  - ⑧ 地球シミュレータによる地球温暖化シミュレーション
  - ⑨ 雲の高度を求めるシミュレーション
- シミュレーションに関する授業時間は100分×9回であった。

3.2 バイオと IT

バイオと IT というテーマでは、バイオセンサーとバイオチップを扱った。

(1) バイオセンサー

バイオセンサーの原理や種類について説明を行ったのち、学生が興味を持ったテーマについて調査し、レポートにまとめる課題を与えた。

説明に使った資料例を図6に示す。

酵素センサーの例 (L. C. Clark et al. 1962)

$C_6H_{12}O_6 + O_2$   
 グルコース(ブドウ糖)  
C1OC(O)C(O)C(O)C(O)C1O  
 $\beta$ -glucose

$\xrightarrow{\text{グルコース酸化酵素}}$   
 酸化酵素

$C_6H_{10}O_6 + H_2O_2$   
 グルコラクトン(蜂蜜の主成分)  
C1OC(O)C(O)C(O)C(O)C1=O  
 過酸化水素  
 $H_2O_2$   
 (グルコン酸)

●酵素電極の動作

電極室に飽和KCl溶液を満し、陰極(白金)と陽極(銀)の間に電圧を印加する。陰極では酸素が還元され、陽極ではClが酸化される

 $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$   
 $4Ag + 4Cl^- \rightarrow 4AgCl + 4e^-$   
 ことにより、4e<sup>-</sup>の電流が流れる。この電流が溶液中の酵素濃度に比例する。

ブドウ糖があると酵素が消費され、電流量が減少する。

全体の構成

検体、酵素電極、グルコース酸化酵素、透析膜

図6 バイオセンサーの説明資料例

提出されたレポートの題名例を示す。

- ① 環境ホルモン検出バイオセンサー
- ② ホルムアルデヒドガス高感度バイオセンサー
- ③ 土壌診断用バイオセンサー
- ④ 電気化学 SPR センサー
- ⑤ 地雷検出バイオセンサー
- ⑥ バイオケモメカニカルゲルを利用したグルコースセンサー

(2) バイオチップ

バイオチップについても原理や種類について説明を行ったのち、学生が興味を持ったテーマについて調査し、レポートにまとめる課題を与えた。

図7に説明に使った資料例を示す。

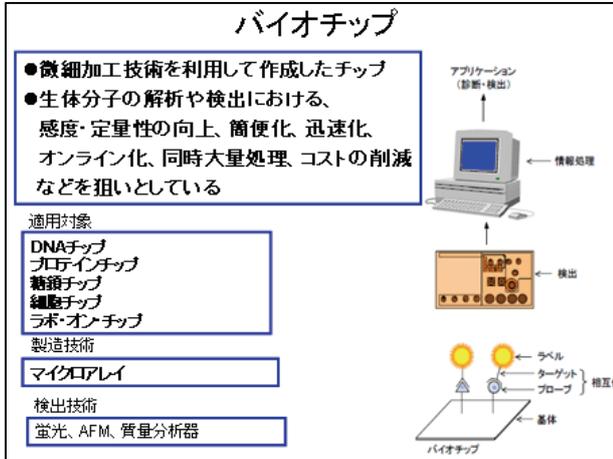


図7 バイオチップの説明資料例

提出されたレポートの題名例を示す。

- ① バイオチップによる DNA 分離について
- ② リンパ球チップについて
- ③ 次世代蛋白質検出用チップ
- ④ マイクロウェルアレイを利用した細胞チップ
- ⑤ 糖鎖チップについて
- ⑥ アデノシン三リン酸分子認識チップについて
- ⑦ 蛋白質相互作用解析ナノバイオチップ

授業時間は、100分×3回であった。

3.3 生体とIT

生体とITでは、脳神経系の情報処理機構、筋電を利用した機器制御、電磁気による生体制御、サイボーグ、についてのテーマを扱った。講義後、この分野あるいはバイオメトリクスに関して調査し、レポートにまとめる課題を与えた。授業時間は、100分×3回であった。

講義に使った資料例を図8に示す。

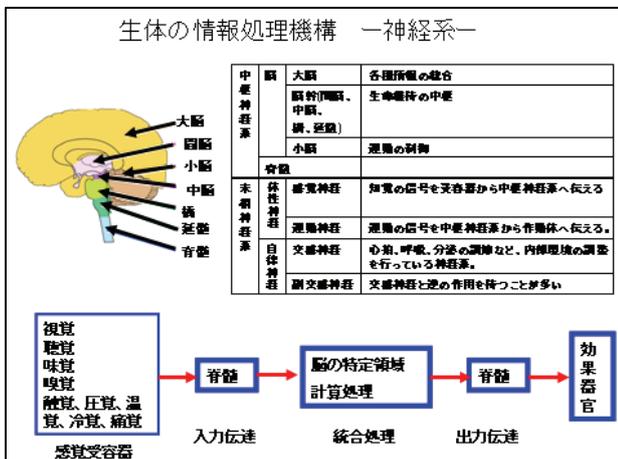


図8 脳神経系の説明資料例

4. 評価

20項目にわたり、学生による5段階の授業評価を行った。それらを集計した結果を表2に示す。

表2 学生による授業評価の集計結果

5 良い	4	3 普通	2	1 悪い
47.8%	26.8%	21.8%	3.6%	0%

自由記述で「良かった所」という意見の例を示す。

- ① 教材の準備がとても良くその評価は10くらい。
- ② 情報の先生なのに生物学がすごくわかっていて関心しました。
- ③ Excelでのシミュレーションが良かった。
- ④ 資料がイイ、キレイでわかりやすい。
- ⑤ ITと生物関連の分野の知識をえられるところ。
- ⑥ 最新の情報などがとても面白かったです。
- ⑦ 勉強になりました。いい感じです。
- ⑧ 生物の分野の深い内容を扱って下さったので視野も広がり、興味の範囲も広がりました。
- ⑨ 毎回フルカラープリントの印刷でビジュアル的に見やすかった。

自由記述で「悪かった所」という意見3件を示す。

- ① 内容が難しすぎる。特にマクロ。
- ② なんでExcelを使うのか意味がわからない。
- ③ レポートが多い。

Excelを使用する理由を最初に説明したが、十分には伝わっていなかったのが反省点である。シミュレーター作成やレポートの量は多かったが、ほとんどの学生が授業時間内で、達成できていた。

5. あとがき

生物資源工学科の3年生に「IT応用」という科目名で授業を行った。複合融合教育ということ念頭において、ITと生物の両分野の知識を必要とするテーマ、最先端の研究テーマを題材に選んだ。

学生の知識背景を考慮して、シミュレータの授業では、対象のモデル化から出発し、ボトムアップに教えた。また、Excelを利用し、プログラミングなしでシミュレータを作るなどの工夫をした。

レベルが高く密度の濃い授業を実現するため、全ての教材を電子化して共有サーバーに置き、いつでも復習できるようにした。学生の調査報告書もサーバーに蓄積し、学生相互の情報交換、次回の授業改善、に役立てられるようにした。

講義は選択科目であり、29人の学生が受講し、96.4%が「普通以上」の授業であると評価した。

生物資源工学科の学生に、このような学際領域に関心を持たせ、将来、情報の学生との連携につながるテーマの設定ができるよう考えていきたい。

# 学生へのアンケート調査が示す理想の英語教師

(近畿大学工業高等専門学校) ○竹内春樹

## 1. はじめに

高等専門学校の学生は英語教師に何を望んでいるのだろうか。本研究では、学生に対しアンケート調査を行い、その結果を示すと共に、分析、考察を行い、高専英語科教師が目指すべき方向性について考察を行う。アンケート形式は記述式で、類似項目をまとめる形で集計を行った。それらの項目をさらに大きく四つの分類へと整理し、傾向を調べた。その4分類とは、1.授業技術を持つ教師、2.言語能力（英語、日本語）に優れた教師、3.対人コミュニケーション能力に優れた教師、そして4.その他の分類である。アンケートの結果は、授業技術に関する意見が最も多かった。考察の箇所では、特に授業技術の中での英会話志向、教師の教育能力の基本である対人コミュニケーション能力を取り上げる。

## 2. 先行研究

授業の雰囲気を楽しみたいものに保つため、Underwood (1987: 35)<sup>1)</sup> は注意すべきことを挙げている。主な点は次の通りである。

- ・ 学生には常に親切であるべきで、教師に対してだけでなく、学生間でも親切であるように期待すること
- ・ ある特定の学生だけひいきしてはならない
- ・ 授業で成し遂げたいことを学生に言い、終わりに、どれほどうまく行ったかを述べること
- ・ できるなら各授業で、何らかの方法で、あらゆる学生を参加させるべき、一人か二人の学生に授業を独占させるべきではない
- ・ すべてのコミュニケーションが教師と学生の間というよりも、学生同士が話し合う機会を与えよ
- ・ 教師が言った事は守りなさい。例えば、次の授業までに時間があれば、次のユニットを見ておくようにと言って、そうしていない学生がいたからといって不満を言うてはいけない。
- ・ 教師がすると学生に言った事は行うように。(例えば、次の授業で、それを持ってきて、

学生に見せるといったようなこと)

- ・ 学生との対応では、首尾一貫した対応を取るように。もしある行動（例えば授業中の飲食）が受け入れられないとすれば、そのルールを守らせるべきだ。

効果的な授業のために Richards (1990: 38-41)<sup>2)</sup> は、次の点が含まれると記述している。

- ・ クラス管理は、授業中の学生の行動、動作、相互活動が最も効果的になされるように、教師によって組織され統制される方法に言及するものだ。教師の側での上手な管理技術は、上手な教育の必須の構成要素である。上手に管理されたクラスでは、しつけ上の問題はほとんど無く、学習者は、学習活動に活発に従事する。このことが、高度な動機付け、成功への期待に寄与する。
- ・ 教師の意向が明確で、教育活動が学生に分かる論理に従って、順序付けられている時、授業は構成の概念を反映している。
- ・ 教師は、学習者に課すべき適切な種類のタスクだけでなく、タスクの順序（タスクが導入される順序）、ペース（どれだけの時間を学習者がタスクに使用するか）、作品（タスクの作品あるいは結果がすべての学生で同じであることが期待されるかどうか）、学習ストラテジー（どんなストラテジーが特定のタスクに推薦されるか）、そして題材（どんな題材がタスクの完了のために使用されるべきか）について決定をしなければならない。

上記研究2点の引用で、最初のもはクラス運営上の留意点を述べたもので、対人コミュニケーションの観点から教師が守るべき具体的な指摘である。後の引用は効果的授業での基本的概念をいくつか挙げたもので、教師は視野の拡大及び各概念への理解を図るべきだろう。

次に英語に関して、今回の研究の結果では、学生は英会話中心の授業に対し肯定的であった。話し言葉を重視する彼らの姿勢に関して研究上の裏付けを与えることができる。例えば、リスニング能力と全体的な外国語能力の獲得に相関関係が見られるという Feyten による実験結果がある

(Macaro, 2003: 165)<sup>3)</sup>。Feyten はリスニング能力と話すことの流暢さの間に相関があることも見つけている。また言語処理能力について、学生が話し言葉に関する活動、特にリスニング活動を行うことで、書き言葉の学習におけるよりもトップダウンのストラテジーを使うことが予想される(Macaro, 2003:154)<sup>3)</sup>。今回の研究では、書き言葉志向を示す意見はごく少数だったが、このストラテジーの経験は、書き言葉でも活用されるだろう。

### 3. 調査方法

勤務校の高専学生 1 年 30 名、2 年 29 名、3 年 32 名、4 年 27 名、計 118 名に対し、自らが項目を考えたアンケート調査を行った。前年度に、専任の教師全員を対象に、学生が望んでいると教師が考える教師像を調査研究しており、その研究シリーズ 2 作目と言えるものである。学生は、1 年生では、英語 I の教科書と英会話を習い、2 年生から 4 年生は英会話の教科書を使用して習っている。質問は、「あなたにとって、一番理想的と思われる英語教師はどのような人ですか。その特徴を書いてください」とした。回答方法は、記述式で、本研究では記述内容が類似のものについては、まとめて 1 項目にするスタイルをとった。その後、各項目を大きく 4 分類のいずれかに割り振った。4 分類とは、1. 授業技術、2. 言語能力(英語、日本語)、3. 対人コミュニケーション能力、4. その他である。授業技術とは、板書の見易さ、声の大きさといった授業の分かりやすさにかかわることである。テストも作成法という観点から、この分類に入れた。言語能力とは、言語の知識、またそれによる発表能力、理解能力のことである。対人コミュニケーション能力とは、人間関係を良好に保つため、相手に意思を伝えたり、納得させる能力、および相手の意向を理解する能力である。その他というのは、教師が外国へ行ったこと、外国人教師であることの 2 項目である。

### 4. 結果

上記調査方法の箇所記述した、4 分類の番号は、学生の記述が多かった順序を示すものである。表 1 に詳しく結果を記載したが、授業技術に関するものが全記述の 45.7% で最も多く、次が言語能力(英語、日本語)で、26.4% で、3 位が対人コミュニケーション能力で、21.9% であった。4 位の

その他の分類は、6.0% であった。次に各分類の中の項目について見てゆく。

#### 4-1 授業技術を持つ教師

まず授業技術では、分かりやすく教える教師が 9.1% で 1 位であった。表現は違うが、分かるまで教える教師という記述も含んでいる。授業は理解できるものでなければならないという至極当然であるが重要な指摘である。2 位には、英会話中心の授業をする教師が 6.8% で入っている。この英会話重視は、高等専門学校に顕著であるかもしれない。2 年から 4 年生が英会話の授業を受けていることが、影響しているかもしれないが、英会話の授業がシラバスの中心になりえるのは、各教師がシラバスを作成する高専だからである。3 位には、楽しい授業をする教師が 6.4% で入った。単語、文法、発音の学習を重視する声は少なく、読むこと、書くことへの言及はほとんどないか、全くなしであった。これらの記述のなさは、言い換えれば英会話志向ということも可能だろう。板書の見易さ、聞き取りやすい声という基本的な授業技術への言及も少なかった。ただし、板書や聞き取りやすさは、分かりやすい授業の中に学生は含んだという解釈も可能である。

#### 4-2 言語能力(英語、日本語)に優れた教師

英語の発音が上手な教師、英語を話すのが上手な教師が、1 位と 2 位で、12.1% と 4.5% であった。4-1 で述べた英会話志向ともつながる結果であるように思える。3 位には、英語をよく知っている教師、英語と日本語を上手に話す教師、日本語訳が分かりやすい教師が、それぞれ 3% で入っている。興味深いのは、日本語が上手な教師という指摘であった。日本人教師、外国人教師の両方に、英語だけでなく、日本語でも分かりやすさを求めていることになる。

#### 4-3 対人コミュニケーション能力に優れた教師

学生とコミュニケーションが取れる教師、フレンドリーな教師が 5.7% で 1 位であった。2 位には、4.2% で面白い教師が入っている。3 位は 2.6% で学生のやる気を引き出す教師が入っている。これらの結果が示しているのは、学生と心の通じ合う教師、共感できる教師を学生は望んでいるし、また楽しい気分にする教師を好んでいるということであろう。逆に少なかったのが、信頼できる教師、熱心に教える教師、学生を平等に扱う教師、優しい教師といった項目であった。それらがどう

でもいいというのではなく、分かってくれる教師、面白い教師が突出して好まれている結果、あるいはその中に含まれている結果と言うことも可能だろう。

#### 4-4 海外に行ったことがある教師、外国人教師

海外に行ったことがある教師、外国人教師を好む傾向は、3.8%と2.3%で決して多い数字ではなかった。授業技術の中で、外国のことを話す教師も3.0%で多くはなかった。ここでもそれだけ、他の項目への志向が強いと言うこともできるようだ。教師の経歴等よりも、具体的な授業技術を求めていると言えるのではないか。

## 5. 考察

アンケート結果について、英会話志向と対人コミュニケーションの重要性の2点に絞って、論じることにする。それらは、今回の調査で特徴的であったり、高専教師が最も持つべき資質と考えられるからだ。

今も述べたように、授業技術の点で、特徴的なのは、英会話中心の授業を行う教師への志向である。高専生は、大学進学へのプレッシャーが少ないことが影響しているかもしれない。したがって、そこではオーラルコミュニケーションが、1次的なものとして存在できる教育土壌がある。そのような環境では、学生は自然な語学学習、より実用的な技能を志向し、またその学習を実践できる場と捉えていることができる。記述回答した学生は全員1年生より英会話の授業を受けているが、彼らはそれを肯定し、教師に対し話し言葉の教育の継続を求めていると解釈できる。この結果は、独創的な教え方をする教師の項目への支持と共に、高等専門学校での英語教育の自由度を示していると解釈できるだろう。言語能力に関しても、英語の発音が上手な教師、そして英語を話すのが上手な教師への志向が見られた。英会話を重視する項目に入る意見である。

今回のアンケートの記述では、なるほど授業技術、言語能力の順で意見が多かったのだが、果たしてそれらだけで、理想の英語教師と言えるのだろうか。対人コミュニケーション能力は3番目に入っているが、その順位以上に、重要性は大変大きいと解釈するのがいいのではないか。学生との良好な人間関係なしに、教育はあり得ないと思われる。それを示す研究として、竹内（2006: 233-236）<sup>4)</sup>があり、高専教師が考える最も教師

にとって重要な資質は、学生とのコミュニケーション能力である。先行研究のところで記述した、Underwood の指摘は、教師として授業に臨む上で、不可欠な資質である。

これら授業技術や対人コミュニケーション能力の改善の方策としては、各種アンケート調査、学生との会話、関係する文献の読書が役立つと思う。それらを通して、問題点を発見して、改善計画を立て、それを実行に移し、改善状況を分析するというアクション・リサーチの実践活動が有効に働くだろう。Hermer (2001: 344-351)<sup>5)</sup>はこのアクション・リサーチや教員同士が授業を参観しあうことについて触れ、教師の資質向上策を述べている。

## 6. まとめ

学生へのアンケート調査で、高専らしさが窺われる英会話志向が強かった点が注目に値する。この点で、高専の英語教育では話し言葉中心の指導を非常にし易い雰囲気が学生側にあると判断できるだろう。高専の英語教育では、実用的な内容にすることが可能であることを、学生も感じているのである。教師もそれに対応して、自由で積極的な授業実践を心掛けることが望まれる。ただし、読み書き能力も重要であり、話し言葉中心の指導であっても、読み書き能力へと繋げてゆくことが必要である。

対人コミュニケーション能力については学生のアンケート結果では3位であったが、高専教師が最も重要とみなしている研究（竹内 2006: 233-236）<sup>4)</sup>もあり、教育において重要な資質と思われる。教師によって様々な個性があるが、授業アンケートなどにより、客観的データを収集し、アクションリサーチを取り入れた分析を企画し、より良い関係が持てるように鋭意努力すべきであろう。

## 引用文献

- 1) Underwood, M. *Effective Class Management*. London: Longman. (1987)
- 2) Richards, J.C. *The Language Teaching Matrix*. Cambridge: Cambridge University Press. (1990)
- 3) Macaro, E. *Teaching and Learning a Second Language*. New York: Continuum. (2003)
- 4) 竹内春樹、学生が望む教師像、平成18年度高専教育講演論文集、pp. 233-236. (2006)

5) Harmer, J. *The Practice of English Language Teaching*. Harlow: Peason Education Limited. (2001)

表1 「学生が理想とする英語教師」アンケート結果

分類	順位	項目	小計	百分率	合計	百分率
1 授業技術	1	分かりやすく教える教師	24	9.1%	121	45.7%
	2	英会話中心の授業をする教師	18	6.8%		
	3	楽しく授業をする教師	17	6.4%		
	4	外国のことを話す教師	8	3.0%		
	4	独創的な教え方をする教師	8	3.0%		
	4	見やすい字で板書する教師	8	3.0%		
	7	授業の進度に配慮する教師	6	2.3%		
	8	単語を教える教師	5	1.9%		
	8	文法の授業をする教師	5	1.9%		
	10	テストが易しい教師	4	1.5%		
	10	はっきりと大きな声で話す教師	4	1.5%		
	12	4技能をバランスよく教える教師	3	1.1%		
	12	英検問題を教える教師	3	1.1%		
	12	発音を教える教師	3	1.1%		
	15	テストの難易度がちょうどいい教師	2	0.8%		
	15	要点を教える教師	2	0.8%		
	17	英語の読み物の時間を与える教師	1	0.4%		
2 言語能力 (英語、日本語)	1	英語の発音が上手な教師	32	12.1%	70	26.4%
	2	英語を話すのが上手な教師	12	4.5%		
	3	英語をよく知っている教師	8	3.0%		
	3	英語と日本語を上手に話す教師	8	3.0%		
	3	日本語訳が分かりやすい教師	8	3.0%		
	6	英語以外の言語も話す教師	1	0.4%		
	6	英語が好きな教師	1	0.4%		
3 対人コミュニケーション能力	1	学生とコミュニケーションが取れる教師、フレンドリーな教師	15	5.7%	58	21.9%
	2	面白い教師	11	4.2%		
	3	学生のやる気を引き出す教師	7	2.6%		
	4	厳しさと優しさを持ち合わせた教師	5	1.9%		
	5	信頼できる教師、尊敬できる教師	4	1.5%		
	5	熱心に教える教師	4	1.5%		
	7	授業時間の短い教師、授業を早く終わる教師	3	1.1%		
	8	学生の好きなようにさせる教師	2	0.8%		
	8	学生を平等に扱う教師	2	0.8%		
	8	気迫のある教師、厳しい教師	2	0.8%		
	8	優しい教師	2	0.8%		
	12	明るい教師	1	0.4%		
4 その他	1	海外に行ったことがある教師	10	3.8%	16	6.0%
	2	外国人教師	6	2.3%		
合計			265	100.0%	265	100.0%

# 鈴鹿高専における国際的技術者教育 (インターネットを用いた遠隔技術英語教育の試行)

(鈴鹿工業高等専門学校) ○伊藤 明、桑原 裕史、Michael E. Lawson、石原 茂宏

## 1. まえがき

鈴鹿高専では、『国際的に活躍できる実践的術者教育』を目指した教育システムの構築を継続的に実施してきている。1992年に米国オハイオ州立大学(OSU)と国際交流協定を結び、学生および教職員の相互交流を行ってきた。平成18年度と19年度には、文部科学省「大学教育の国際化推進プログラム(海外先進教育実践支援)」に申請した『COOP WORKによる国際的技術者教育』が採択された。COOP WORK(CO-OPERATIVE WORK EDUCATION)とは、大学と企業が長期インターンシップを通じて、学生の実務遂行能力の涵養を図ろうとする米国で行われている教育手法の一つである。将来、海外でのインターンシップを円滑に進めるためには、技術者として必要な専門用語を用いグラフの説明などができる技術英語コミュニケーション能力をあらかじめ習得していることが必要であると思われる。このため、インターネットを介した会話を通じ、鈴鹿高専の専攻科学生が技術英語を、OSU大学院学生チューターとの英会話を通じて行えるようにするための教材作成とコンピュータシステムの構築および評価方法などについて実施した調査研究の結果を報告する。

## 2. 実施方法

鈴鹿高専から教員一名を、2006年10月1日から2007年2月28日の5ヶ月間、米国オハイオ州コロンバス市へ派遣し、教材の共同作成および試行の準備を行った。OSUの工学部 Industrial Welding and System 工学科の A. Miller 教授を中心としたスタッフと共同で技術英語教育向けのテ

キストおよび動画の作成を行った。作成した教材は、鈴鹿高専に用意したコースマネージメントシステムソフトウェア Moodle で、コース受講者がインターネットを介して利用できるようにした(図1)。専攻科の3名の参加希望者は、インターネットを用いたテレビ通話ソフトウェア Skype で OSU 大学院生チューター(1名)と会話を行った(図2)。教材の中にあるグラフなどのテキスト教材中に学生と OSU チューターが同時に記入し画面共有することができる協調作業ソフトウェア TalkAndWrite を用いた。

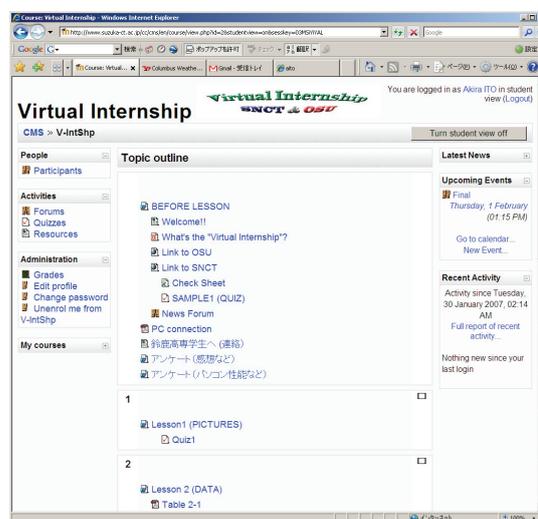


図1 Moodle サーバ上のコース画面

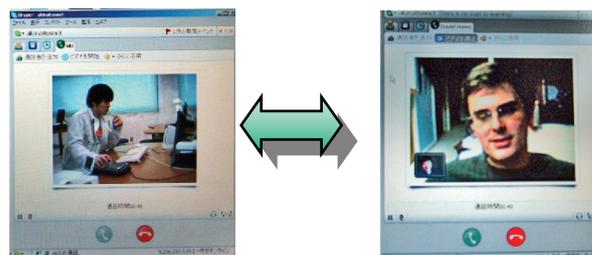


図2 Skype を用いた専攻科学生と OSU 大学院生との通話の様子

実施した 5 回の内容は次のとおりである。

- 第 1 回：自己紹介。
- 第 2 回：工具などの説明。
- 第 3 回：グラフ・表の説明と解釈。
- 第 4 回：単位の換算、動画ファイルの説明。
- 第 5 回：自分の専門分野について  
図面を用いて英語で説明。

各回、鈴鹿高専教員が日本人学生に対して日本語で概要説明を約 15 分間行った。その後約 1 時間、OSU チュータと英語によるテキストおよび動画を用いた技術英語に関する英会話を、日本人学生が適宜交代しながら行った。日本人教員もチュータとの会話を同時に聞いていたが、会話中での助言などは行わなかった。最後に再び約 15 分間、日本人教員が日本語で学生からの理解できなかった点に関する質問に答えると共に補足説明を行った。学生は、終了後にアンケートおよびレポートを提出した。

### 3. 結果と考察

今回用いたソフトウェア (Moodle、Skype、TalkAndWrite) はいずれも無料のものであったが、実施目的を遂行するのに十分な機能を有していた。画面共有することができチュータ kAndWrite では、日本人学生と OSU チュータが同じ画面に文字や図を記入しながら日本と米国との間で同時に会話をすることができ、非常に有用であった (図 3)。また、動画コンテンツに関する質疑応答にも学生は意欲的に取り組んでいた (図 4)。

専門用語を用いながら話題が次々と展開していく実際の技術英語会話は、専攻科学生にはやや難しいようであった。しかしながら、聞き取りができない英単語についてはチャット機能を用い理解できるようにした。

また、OSU 工学部に人選を依頼した大学院生とは、事前に打ち合わせを十分に行い、コンテンツに関する質問と、学生からの回答に対して的確な対応をしてくれていた。

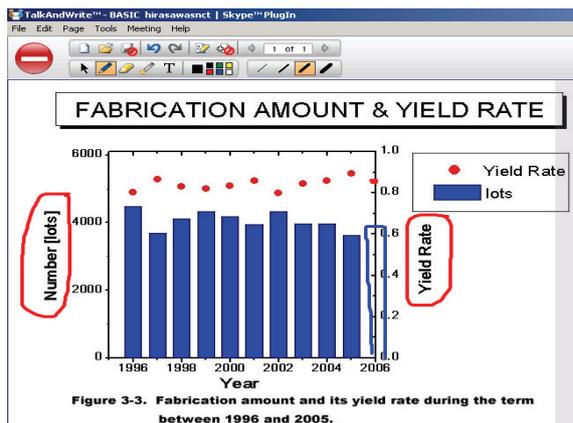


図 3 グラフ説明コンテンツの例。(テレビ通話を行いながら学生と OSU チュータが書き込んだ共有画面)



図 4 動画コンテンツの例。(溶接と機械加工作業の動画)

参加した学生からは、「普段の日本人教員による英語の授業に比べ専門用語などが難しかった。」「米国人の大学院生と実際に相手の表情を見ながらの会話ができ良かった。」などの感想が寄せられた。英会話の中で時折 OSU チュータから「どうしてそう考えるのか？」という質問を繰り返しされることがあり、日本人学生は答えに困る場面があった。

### 4. まとめ

将来実施を検討している海外インターンシップのための事前教育として、インターネットを用いた技術英語に関する遠隔教育のための教材作成とその実施システムについて調査研究を行い試行した。得られた知見を元に、今後の国際的技術者教育の一層の推進を図っていく予定である。

# アナログ回路の設計・製作を題材にした PBL方式の創造性教育

(沼津工業高等専門学校) ○望月孔二, 加藤繁

## 1. まえがき

沼津高専は2004年度に日本技術者教育認定機構(JABEE)に受審申請し、認定をうけた。2005年度には高等専門学校機関別認証評価が実施された。こうした審査の際に、問題となる観点の一つが、「創造性を育む教育方法の工夫」や、「デザイン能力」の育成であり、それに応える教育方法がPBL(**P**roject/**P**roblem **B**ased **L**earning)とされている。高専では以前からPBL方式によるさまざまな教育が行われてきた。特にロボット製作に関するものは広く採用されている。<sup>1~4)</sup>

一方、沼津高専電気電子工学科(以下「本学科」と略す)のカリキュラムの特徴を表すキーワードは、電力制御、通信、アナログ電子回路である。これらを取り込んだテーマを追求した結果、本学科ではアナログ回路を扱うことを特徴とする、 $C^3$ (シーキュービック: **C**ommunication and **C**ontrol with electronic **C**ircuit technology)と名づけたPBLを2006年度から実施することにした。以下に、その概要と、実施した結果について述べる。

## 2. $C^3$ の実施

### 2.1 $C^3$ 実施以前の教育

$C^3$  を実施する前の学生実験の概要を表1に示す。二年生から五年生前期の実験は従来型であり、班ごとに週代わりでそれぞれのテーマに取り組み、報告書にまとめて報告するというものである。

表1 電気電子工学実験の概要

実施時期	単位数	備考
一年	通年1単位	導入教育
二年前期	通年4単位	実験を9課題
二年後期		実験を9課題
三年前期	通年4単位	実験を10課題
三年後期		実験を10課題
四年前期	通年4単位	実験を10課題→ $C^3$
四年後期		実験を10課題
五年前期	前期2単位	実験を10課題

この実験の実施方法においては、学生は二年生の前期から三年半の間に68テーマをこなすことになる。これは、電気電子工学に関する広い知識を効率的に身につけるには良い教育方法である。これだけ多くのテーマ数であるから、中には「設計することによって主体的に抵抗値等の定数を決め、選んだ抵抗を半田付けする」といった設計主体のテーマもあった。しかし、週代わりで様々な実験を行うという制約がある限り、PBLと同一と言えるものではない。

### 2.2 $C^3$ の計画

まえがきにも述べたように、社会的に見て高専の教育ではPBL方式の教育が強く求められている。そこで、本学科では2006年度からPBL教育を実施すると決め、2005年の夏からプロジェクトチームを立ち上げて、詳細を検討した。

本学科の教育プログラムは、前述の3専門分野を学生に教授するというものである。そこで、

- ・ 電力制御
  - ・ 通信
- を、
- ・ アナログ電子回路

で実現するという、 $C^3$  と名づけたPBLを、4年生の前期の学生実験の中で実施することにした。

$C^3$  の概要を図1に示す。この図の表すところは、「学科内に通信回線を設け、学生が設計した送信機と受信機で通信を行いモータ等のパワーデバイスを遠隔制御する」というものである。図の中央付近をSの字になって通る太い線は同軸ケーブルであり図中の白抜き四角は学生が設計・製作する機器であり、下地のついた四角は測定器など今回製作しないものである。

ただし、2006年度の $C^3$ の課題は、AM送・受信回路をトランジスタなどの個別素子を使って作成するものに絞り、電力制御回路については、2007年度からの実施とした。これは、新しいテーマを立ち上げる時、戦線を急激に広げすぎることによって学生へ教育がおろそかになるのを防ぐため

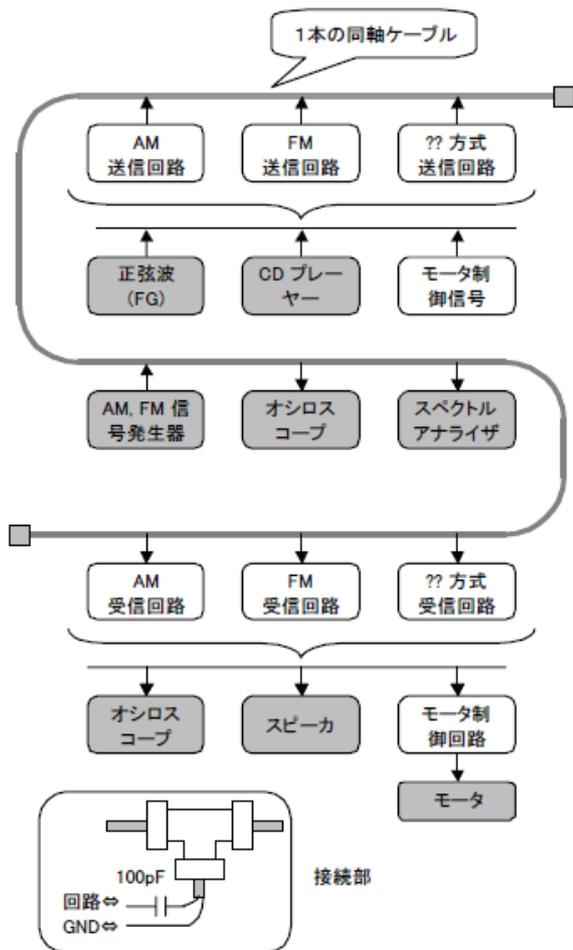


図1 新しい学生実験「C<sup>3</sup>」で実現するシステムの全体図：

「学科内にNHKやNTTのような通信系を作る！」

である。

C<sup>3</sup>の準備のため、前もって試作回路で動作を確認したり指導書を作成した。また、校長にこの教育の必要性をアピールし、校長リーダーシップ経費を得て、スペクトルアナライザやAM・FM信号発生器を用意した。

図書館においては、前もって蔵書を確認し、典型的なAMラジオ(受信回路)やAM送信回路を詳しく載せているような、このPBLに関連の深い書籍を20種類ほど補充した。特に重要と思われる物は、グループの数だけ用意した。<sup>5~9)</sup>

従来は興味の強い学生の自発的な要求や卒業研究に応じて使っていた基板加工機においても、PBL向けに易しい説明書を作るなど、希望する班が使えるように環境を整備した。

実施する時間帯は、新たな科目を起こすのではなく、四年前期の学生実験の時間を振り替えるものとした。この学年を基点に開講科目(表2)を見ると、知識・実力ともにこのPBLをこなすのにち

ょうど良いタイミングと言える。十分な学習をしてきた学生なら大きな問題なくこなせるテーマである。

なお、このPBLはアナログ電子回路を作るというテーマであるため、この実施に伴い、従来実施していた各学年での回路解析や回路作成に関する実験が重点的に削られた。

各班の人数は6名とした。従って、通常は3名で送信回路、または受信回路に取り組むことになる。

C<sup>3</sup>の進み方は、ガイダンス、①社会と電気電子工学技術の関り調査、②計画書提出、③設計書提出、④中間発表、回路製作、動作検証、⑤最終発表会、⑥最終報告書提出という順序である。各班のどの学生も①~⑥のどれか1通の報告書を提出するように義務付けた。

学生の評価は、個人の活動を主にするが、グループワークができない場合は評価点が伸びないことも伝え、班としても、個人としても努力するように促した。

スタッフは、著者二名ともう一人を加えた三名の教員と、二名の技術系職員と、二名の卒研究生とした。

結果のまとめかたは、報告書よりもプレゼンテーションを重視した<sup>10)</sup>。これは、学生実験という科目の中で、従来型の実施方法において報告書作成を十分学ぶことから、C<sup>3</sup>が担うべき役割を考えた結果である。

表2 第四学年前後の関連科目(2006年度)

実施時期	実施科目	内容
三年	数学	線形微分方程式
	回路理論	RLC共振回路
	電子回路I	ダイオード トランジスタ
四年	C <sup>3</sup> (前期)	
	応用数学	フーリエ変換
	回路理論	過渡現象
	電子回路II	発振回路 負帰還増幅回路
	通信工学	AM送受信機 FM送受信機
	CAD(後期)	SPICE

### 2.3 C<sup>3</sup>の実施

表3には、実際に実施した内容を示す。2006年度は実施最初の年であり、予定と実施には多少の差異があったが、1・2週間の前後であり、おおむね当初の予定通りであった。

写真1,2に実施の様子や回路例を示す。

表3 各週の実施内容

回	内容
第1回	オリエンテーションとグループ分け通知
第2回	グループ内枠割り決定 ①(社会と電気電子工学技術)の調査開始
第3回	資料収集I、計画書作り
第4回	①社会と電気電子工学技術、②計画書の提出
第5回	半分のメンバーは設計 半分のメンバーはプレゼンテーションの指導
第6回	半分のメンバーは設計 半分のメンバーはプレゼンテーションの練習
第7回	③報告会I、④設計書の提出
第8回	パーツリスト確認とパーツ発注
第9回	パーツ配布と回路製作
第10回	回路製作
第11回	回路製作。早いグループは回路が完成
第12回	回路製作 回路検証 プレゼンテーション作成 最終報告書執筆
第13回	回路製作 回路検証 プレゼンテーション作成 最終報告書執筆
第14回	⑤報告会II
第15回	⑥最終報告書の提出 アンケート記入

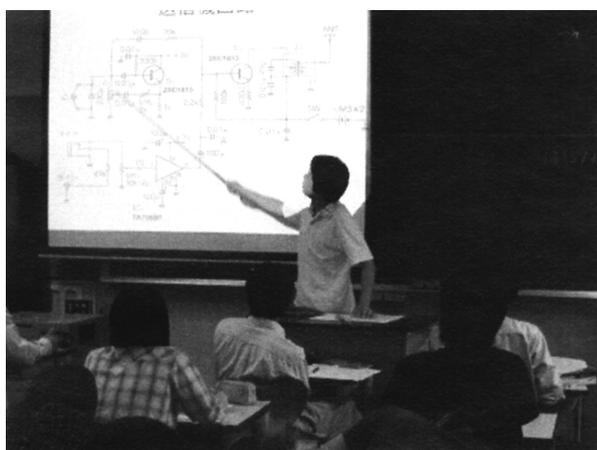


写真1 発表会

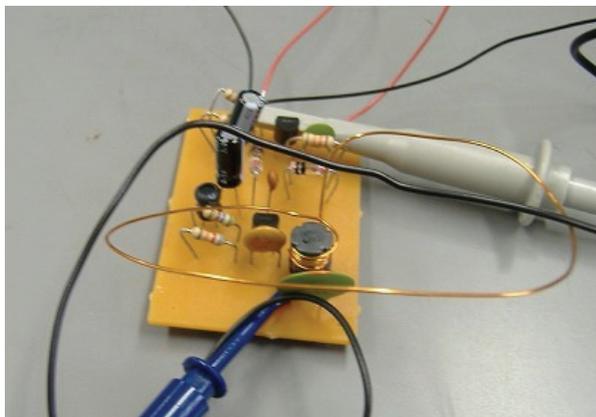


写真2 作成した回路の例

学生たちは各班パーツ代5千円・主要な増幅回路はトランジスタのみという条件の下で、独自の判断で回路方式・パーツ・実装方法・レイアウトを決め回路を製作した。

取り組み方には班による温度差が見られた。前もって整備した蔵書に載っていた回路方式を採用する班もあれば、著者には想定外の高度な技術(スーパーヘテロダイン方式)を採用した班もあった。動作しない回路の前で悩んでいる班もある一方で、火がついたように強い興味を示した班もあった。それらの学生たちにその都度指導しながら取組ませた結果、出来・不出来はあったものの、決められた期間ですべての班は回路を完成させることができた。

なお、著者の一人である加藤は、アマチュア無線を趣味にするなど、AM、FM変復調回路に造詣が深く、困っている班に対して的確なアドバイスをすることができた。このことも、すべての班が回路を完成させた理由の一つである。

### 3. アンケートへの学生の回答と考察

この教育を評価するため、学期の終了時に50項目の質問から成るアンケート調査を実施した。これらの回答から、学生のC<sup>3</sup>に対する評価を確認し、その改善点を考察する。

#### 3.1 PBLとしての評価

まず、「C<sup>3</sup>実施の結果身についたことは」という質問に対しては、回路の製作能力・回路の理解・プレゼンテーション能力だとする回答が多くあげられた。これらはPBL方式の教育が目指すものであり、正にC<sup>3</sup>がPBLとして機能したと言える。

また、「C<sup>3</sup>と通常の学生実験との時間の比率を増減したいか」たずねたところ、増やしたい学生が減らしたい学生を上回った。現状維持を支持したものを含めれば、7割を超える学生がC<sup>3</sup>を好意的に受け入れたと言える。「C<sup>3</sup>が通常の学生実験よりも優れた点」という質問には、76%の学生が「自主性の向上」を上げていた。以上のことから、C<sup>3</sup>は学生に好意的に受け入れられるとともに、PBL方式の特徴を生かした教育が行われていると言える。

#### 3.2 アナログ回路でPBLを実施する意義

おなじアンケートの中で、C<sup>3</sup>における製作過程を幾つかの段階に分割してそれぞれに関して意義の理解度・指導の量や難易度についてたずねた結果が表4である。

表 4 各作業に関する評価

項目	意義の理解度	難易度や指導の量
社会と工学の調査	○	○
AM 送受信器というテーマ	◎ (イ)	× (ア)
回路設計	△	× (ウ)
回路解析	△	－ (エ)
回路検証	○	△
発表指導	◎	○
報告書指導	○	○

◎：「良い，十分」が「悪い，不足」の3倍以上  
 ○：「良い，十分」が「悪い，不足」の2倍以上  
 －：いずれでもない  
 △：「良い，十分」が「悪い，不足」の1.5倍より小  
 ×：「良い，十分」が「悪い，不足」より小

まず，表中(ア)で示すように，AM 送受信器というテーマに関し，学生は難易度が難しいという印象を受けている。一方，表中(イ)で示すように，その難しいテーマに対して，学生は意義を十分理解している。このことは，C<sup>3</sup> という「アナログ回路製作のPBL」が良いテーマだと学生が感じているからだと思われる。

しかしながら，表中(ウ)や(エ)で示すように，学生は，設計や解析に対して少し自信がない様子がうかがえる。また，C<sup>3</sup> が通常の学生実験よりも劣る点をたずねたところ，「個人の差」と回答した学生が63%であった。これは恐らく，基本的な学力がない場合には全く作業に加われなかったことを意味するものと思われる。さらに，辛かったことをたずねたところ，「時間が足りなくなってしまうこと」があげられた。従って，C<sup>3</sup> は学生にとっていくぶん荷が重い課題であったと言える。これらの回答は，今後C<sup>3</sup> のテーマの重たさや，他の授業との関連を変える際に，考慮すべき点である。

以上のことは，扱うテーマがアナログ回路であることにも原因があると思われる。なぜなら，アナログ回路は，回路図どおり作ったとしても動作するとは限らないからである。一つの回路を動かすには，文章では書ききれないほどのノウハウが必要であり，ポイントを抑えていない場合，ちょっとしたことで回路動作がおかしくなる。アナログ回路を完成させることは，正に職人技であり，ものづくりの基本である。

#### 4. まとめ

2006年度から，本学科の学生実験の4年生前期分を，アナログ回路を扱うPBLであるC<sup>3</sup>にした。この教育を2006年度の実績から判断すると，学生にとって有益な教育課程である。

2007年度からは，CADの授業を前期に開講し，C<sup>3</sup>の回路動作を理解しやすい体制を整えた(表2)。また，指導書もより多くのヒントをあげるなど改善を図っている。

アナログ回路を題材にしたことから，本学科の基礎科目である電磁気学や回路理論の学生の理解に大きく影響すると思われるが，現在のところ未確認であり，調査方法も探ってゆきたい。

アナログ回路を扱うことは，回路を動作させるために特別なノウハウも必要であり，たやすいことではないが，そのぶん回路が動いたときの達成感は大きく，また周辺技術を含めて多くのことを学ぶことができる。そのためには，この教育方法の更なる改善が望まれる。

#### 参考文献

- 1) 羽瀧，西田，加藤：ワンチップマイコンを用いた創成実習とその教育効果，高専教育，Vol. 27，pp. 501-506 (2004)
- 2) 長谷川，小松，平田：PICマイコンを用いた回路製作コンテストによるものづくり教育，高専教育，Vol. 29，pp. 59-64 (2006)
- 3) 羽瀧，北川，稲葉，山田，所，熊崎，安田，出口，富田，山田，西田，三代：電気電子および情報工学系創成型実習の外部公開とその効果，高専教育，Vol. 29，pp. 315-318 (2006)
- 4) 高木，吉岡，渡辺，斉藤：RoboCupジュニアを用いたPBL実験の事例紹介，高専教育，Vol. 29，pp. 319-324 (2006)
- 5) 鈴木憲次：ラジオ&ワイヤレス回路の設計・製作，CQ出版社，1999年
- 6) 櫻井紀佳：実験して学ぶ高周波回路，CQ出版社，2003年
- 7) 飯野弘之：新技術者になるということ Ver. 4，雄松堂出版，2004年
- 8) 八幡紘芦史：図解戦略立案の技術，PHP研究所，2005年
- 9) 八幡紘芦史：戦略的プレゼンテーションの技術，ダイヤモンド社，2002年
- 10) 池之上，高松，吉富，木下：プレゼンテーションを取り入れた学生実験の実践，高専教育，Vol. 30，pp. 311-316 (2007)

# 地理における問題解決型学習と学生間相互評価への取り組み ーケッペン気候区分流れ図の作成を通してー

(呉工業高等専門学校) ○奥平 理

## 1. はじめに

今日、地理においては自らが問題を設定し、考えて解決する力、すなわち問題解決能力が問われている。高専において、学生はとかく地理を暗記科目ととらえがちである。しかし、地理では多くの場合、地図やグラフ、表を使用し、そこから得られる情報を的確に分析し、考察する能力が問われる。また、他者に図表などを提示して、説明する能力も重要である。

そして、地理に必須の図表作成力の育成には、問題解決能力の向上が必要不可欠である。与えられた情報から必要なものを抽出し、組み立てて表現する能力は、創造力の目覚めにもつながる。これまで地図作成能力については多くの研究が行われ、成果をあげているが、地図以外での作図能力、なかでも他者にわかりやすく創造的な図を創りあげる教育については、ほとんど検討をなされていない。また、学生同士で作成した作品などを公正かつ正確に評価すること、すなわち学生間相互評価を到達目標にすれば、学生たちは主体的によりよい作品を創り出そうし、公正かつ正確に他の人の作品を評価しようとすると考えられる。

そこで本研究では、高専の地理教育における問題解決型学習と学生間相互評価への取り組みを提示する。高専の地理教育における「ものづくり」、すなわち課題図を主体的に生み出すことへの興味・関心を喚起できるのか否か、また、学習を通じて自らは優れた作図が行えるのか否か、そして他の人の作品に公正で正確な評価を行えるのか否かを検討した。なお、本研究は、平成14年に函館高専で実際に行った地理授業の内容をもとに行った。

## 2. シラバスと授業の位置付け

### 2.1 シラバス

平成14年度に函館高専で行われた「地理」授業のシラバス<sup>注1)</sup>の概要は次の通りである。

〔履修対象〕 第1学年5学科 220名

〔単位数〕 2単位 通年科目

〔学習目標〕 自然・人文現象への数理的なアプローチを手がかりとして、地域の特徴を系統的に理解する。また、他の人に示して理解してもらえるような図の作成を通じて、地理的な見方や考え方を養う。

〔到達目標〕

- (1) 地図上の絶対位置とは何かを理解し、世界中のさまざまな地域間で時差を正しく求めることができる。
- (2) ケッペン気候区分とは何かを理解し、作成した流れ図を用いて他者にわかりやすく説明することができる、また他者が作成した流れ図を公正かつ正確に評価することができる。
- (3) ウェーバー工業立地論とは何かを理解し、ウェーバーモデルに基づいて、工場の最適立地を正しく計算し、図を用いて他者に説明することができる。

表1 授業概要

授業題目	時間	方法〔回数※〕
地球上の位置	16	
緯度と経度	4	講義〔2〕
時差の求め方	8	講義〔2〕 作業〔2〕
時差と世界旅行	4	作業〔2〕
世界の気候区分	24	
気温・風・降水	4	講義〔2〕
ケッペン気候区分	10	講義〔2〕 作業〔3〕
流れ図について	2	講義〔1〕
流れ図作成	6	作業〔3〕
相互評価	2	講義〔0.5〕 作業〔0.5〕
工業立地	20	
工業立地	2	講義〔1〕
ウェーバーモデル	4	講義〔0.5〕 作業〔1.5〕
最適立地	4	作業〔2〕
アメリカ合衆国	4	講義〔2〕
カナダ・オーストラリア	2	講義〔1〕
西ヨーロッパ諸国	2	講義〔1〕
中国	2	講義〔1〕
計	60	講義〔16〕 作業〔14〕

※1回の授業は2時間連続

### 2.2 授業の位置付け

当該授業は、大単元「世界の気候区分」において展開した。配当時間は24/60(時間)で、小単元には5つを割り当てた(表1)。なお、残り2つの大単元よりも「作業(問題解決過程)」に充てる回数を増やしたため、他よりも配当時間数が多くなった。

### 3. 授業の方法と展開

#### 3.1 到達目標の確認

ケッペン気候区分を学習する前に気温・風・降水量に関する講義を行った。そして、本単元の到達目標がケッペン気候区分流れ図の完成とその学生間相互評価であることを確認した。

#### 3.2 説明⇔確認作業の反復

学生が気候を学習するのは、中学校1年次以来



図1 授業プリント

のことである。そこで、気候に関する基礎的な内容やケッペン気候区分の内容は、確認作業を通じて理解させる方法をとった。これにより学生は、プリントで説明された事柄について確認作業を通じて自分の知識に変換することができた。

説明内容はすべて授業プリントに集約した(図1)。そして、一つ一つの項目の内容を積み重ねることで、ケッペン気候区分流れ図の作成に必要な要素を得られるように工夫した。その際、確認作業との反復の間隔は概ね授業プリント1枚について、確認作業が最低1回はあるように設定した。また、学生が作業に取り組む時間には余裕を持たせ、作業中には常に机間巡視にあたり、学生の理解度、また質問に迅速な対応を試みた。

#### 3.3 問題解決手段としての作業プリント

ここで、学生自らが解決すべき問題は「気候区分を詳細にかつ流れとして理解すること」であることを改めて告げた。そして、この問題を解決する手段は、授業時間に配布される作業プリントを理解しながら埋めていくことにあることを説明した(図2)。ここで説明を加えた理由は、過去に作業プリントを使わず、ノートで作業をさせた際

### 気候学プリント 5 (判別作業②)

(作業①) データブックの気候データでワシントン・ラスベガス・ロサンゼルス・シカゴ・ニューヨークを判別してみよう。

気候データ	1		2		気候名
	年降水量(mm)	年最高気温(℃)	年最低気温(℃)	年最高月平均気温(℃)	
ワシントン					
ラスベガス					
ロサンゼルス					
シカゴ					
ニューヨーク					

☆1: 乾燥気候にも年降水量700mm未満の地点が存在する! → 本日は乾燥気候か確認してみよう!

(作業②) データブックの気候データでワシントン・ケープタウン・サンフランシスコ・パリ・モスクワ・多分を判別してみよう。

気候データ	1		2		気候名
	年降水量(mm)	年最高気温(℃)	年最低気温(℃)	年最高月平均気温(℃)	
ワシントン					
ケープタウン					
サンフランシスコ					
パリ					
モスクワ					

※ET-EFについて:ET-EFは判別式使用不可だが、ET-EFは判別式使用不可

ET-EFのみ年降水量700mm未満でも乾燥気候と判別すること

☆2: ET-EF以外の全ての気候はまず[年降水量700mmを超えるか]からスタートすると極めて正確な気候判別が可能になる!

年降水量700mm以上である?  Yes! 乾燥気候判別  
 No! 乾燥気候判別不可

図2 作業プリント

に、学生間に理解度や問題解決能力に著しい格差を生じさせた経験をしたためである。また、以前には板書を用いて答え合わせを行っていたが、作業プリントの導入により、パワーポイントを利用した一斉解答に切り替えることが可能になった。そして削減することができた解答時間を作業または説明時間に還元することができ、より効果的な時間配分が可能となった。

#### 3.4 流れ図の作成・完成

流れ図は別名フローチャートとも呼ばれ、理工系では問題解決の流れを示す図として一般的に用いられている。そこで、ケッペン気候区分で気候を判別する際に、流れ図の作成を通じて問題解決を図ることができると考えた。流れ図には一般的な約束があるが、ここでは地理授業の一部ということもあり、次の5点を約束事項として学生に徹底を図った。

- (1) 流れの向きは、基本的に左から右へ、上から下へとする。
- (2) 終点には必ず矢印を付ける。
- (3) 分岐の際にはY (はい) またはN (いいえ) の記号をつける。
- (4) 流れは交差することができる。
- (5) 条件と気候名はすべて長方形に入れる。

説明に際しては授業プリントを使用し、説明後、学生が流れ図をノートに自由に下書きする時間を確保した。そして、学生には放課後などの空き時間を有効に使い、ノートに下書きを完成させておくことが重要であることを強調した。なお、作品記入用紙にはあらかじめ、クラスと学生番号を暗号化したものを印刷し、高い匿名性を付加した。

なぜなら、学生間相互評価に主観が入らないようにする必要があったためである。作業時間は多めに90分以内での完成を予定し、1回の授業をすべて作業に充当した。

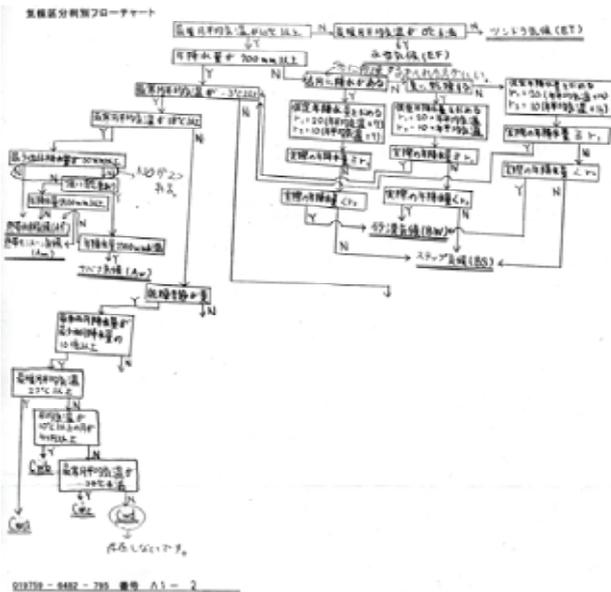


図3 学生の完成版流れ図

気候区分判別フローチャート		評価基準	
次の基準にしたがって、厳正に評価してください。			
① 正確さ (5点)	① 気候名は正確か?	Yes 1点	No 0点
	② ケンペン区分に存在しない気候名がないか?	Yes 1点	No 0点
	③ 大文字・小文字の区別がついているか?	Yes 1点	No 0点
	④ A・B以外の気候はきれいに分かれているか?	Yes 1点	No 0点
	⑤ C・Dがまとめられていないか?	Yes 1点	No 0点
	⑥ グラフや式・数値に関連はないか?	Yes 1点	No 0点
② 見やすさ (5点)	① 色を使っていないか?	Yes 1点	No 0点
	② 文字は適切か?	Yes 1点	No 0点
	③ レイアウトは適切か?	Yes 1点	No 0点
	④ パッと見たときの見やすさはどうか?	Yes 1点	No 0点
	⑤ 見やすさへの配慮が見られるか?	Yes 1点	No 0点
③ わかりやすさ (5点)	① わかりやすさへの配慮が見られるか?	Yes 5点	No 0点
④ 芸術性 (5点)	① 芸術性が感じられるか?	3	0-5点
⑤ 完成度 (10点)	① 完成度は高いか?	5	0-10点
⑥ 総合評価 (10点)	① このフローチャートを総合評価せよ	7	0-10点
		得点 (40点満点)	
		23	

コメント  
 NOが2つある。  
 D気候がない。  
 もう少し字を大きくして見やすくすればいいと思う。  
 冬月に降水があるから冬に乾燥に思える。  
 寒い乾燥気味は思えないからいいと思う。  
 それなりに見やすいと思う。

図5 評価基準と実際の学生間相互評価

成した完成版流れ図(図4)との比較によると、大気候区分でA(熱帯)・B(乾燥帯)・C(温帯)までは、学生もきちんと描けていたことがわかった。また、作品にD(冷帯)が描かれていないことで、学生によっては作業時間が不足していたことがわかった。この点については反省事項として記録し、次回の授業にフィードバックして授業改善に役立てることとした。

### 3.5 学生間相互評価

高い匿名性が付加された作品を学生間で相互に評価させ、評点を付けさせた。評価基準には(1)正確さ[5点]、(2)見やすさ[5点]、(3)わかりやすさ[5点]、(4)芸術性[5点]、(5)完成度[10点]、(6)総合評価[10点]を設け、さらにコメントを記載する欄を設け、正確さと見やすさについては細分化した基準を設けた(図5)。合計点は40点である。なお、公正な評価を促すため、付けた評点はその後の成績評価に加算されて地理の評点に反映することを繰り返し強調した。また、得点返却後に、作成者がどういう理由で採点されたのかをはっきりさせるために、コメント欄には採点理由を明記することを指示した。

図5は、図3を作成した学生の作品に対して、

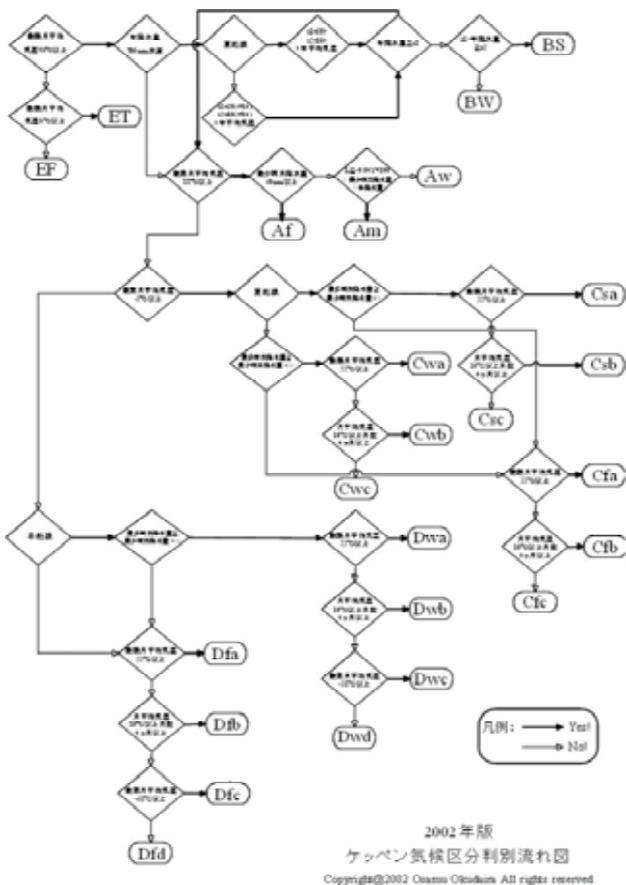


図4 筆者の完成版流れ図

図3は、学生の完成版流れ図である。筆者が作

別の学生が採点したものである。コメント欄には明確な採点理由が示されており、きわめて公正な評価が行われたと思われる。そこで学生間相互評価の結果について、詳細な分析を加えることにより、学生間相互評価が公正かつ正確に行われたか否かを次章で考察する。

#### 4. 分析と考察

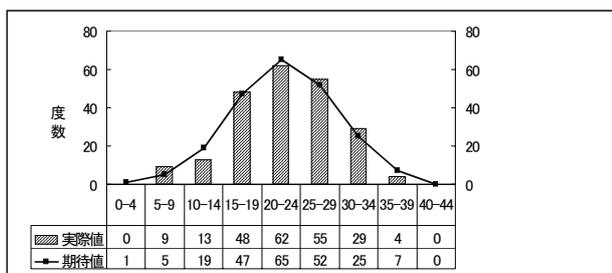


図6 評定の度数分布図 (n=220)

図6は学生間相互評価での評定の度数分布と期待値である。最頻値は27.67点、平均点(27.4/40点)との近接性が強く、かつ期待値グラフとの整合性も見かけ上は高いため、「この学生間相互評価の評点は正規分布である。」を仮説として分析を進める。

表2 分析表<sup>注2)</sup>

階級	実測値	下側点	上側点	級中心 $x_i$	$f_i$	$f_i x_i$	$z$	$F(z)$	経験比	期待値
5-9	0	4.95	9.95	7.45	0	0	-2.73	0.00	0.00	1
10-14	9	9.95	14.95	12.45	112.05	1395.023	-1.97	0.02	0.02	5
15-19	13	14.95	19.95	17.45	226.85	3958.533	-1.22	0.11	0.09	19
20-24	48	19.95	24.95	22.45	1077.6	24192.12	-0.46	0.32	0.21	47
25-29	62	24.95	29.95	27.45	1701.8	46717.16	0.30	0.62	0.30	65
30-34	55	29.95	34.95	32.45	1784.8	57915.14	1.05	0.85	0.24	52
35-39	29	34.95	39.95	37.45	1086.1	40672.57	1.81	0.97	0.11	25
40-44	4	39.95	44.95	42.45	169.8	7208.01	2.56	1.00	0.03	7
45-49	0	44.95	49.95	47.45	0	0	3.32	1.00	0.00	0
計	220				6159.0	182054.6			1.00	219

mean= 27.995      Variance= 43.793      X2= 7.3533 (m=7)

表2は、学生間相互評価の度数分布を統計処理した表である。図6の期待値は表2から追加したものである。次に、前述の仮説を証明するため、正規分布への適合度の検定を行った(図7)。

検定の結果、学生間相互評価での評定の度数分布は、正規分布への適合度が高く、仮説「この学

##### 1. 前提

帰無仮説  $H_0$ : 「母分布は正規分布である。」

対立仮説  $H_1$ : 「母分布は正規分布ではない。」

有意水準  $\alpha$  で両側検定を行う(片側検定は定義できない)。

##### 2. $\chi^2$ は、自由度が $m-1-2$ の $\chi^2$ 分布に従う。

※(母平均と母分散の推定を行ったため、自由度が2だけ余分に減る。)

◎自由度が  $7-1-2=4$  の  $\chi^2$  分布に従う

##### 3. 有意確率を $P = \Pr\{\chi^2 \geq \chi^2_{\alpha}\}$ とする。

◎自由度4の  $\chi^2$  分布において、 $\Pr\{\chi^2 \geq 9.49\} = 0.05$  であるから、

$P = \Pr\{\chi^2 \geq 7.353\} > 0.05$  である(正確な有意確率:  $P = 0.118$ )

##### 4. 帰無仮説の採否を決める。

$P > \alpha$  帰無仮説を採択する。「母分布は正規分布でないとはいえない。」

$P \leq \alpha$  帰無仮説を棄却する。「母分布は正規分布ではない。」

◎有意水準5%で検定を行うとすれば( $\alpha = 0.05$ )、

$P > \alpha$  であるから、帰無仮説を採択する。

すなわち、「正規分布に従っていないとはいえない。」

↓  
正規分布である。

図7 正規分布への適合度の検定結果<sup>注2)</sup>

生間相互評価の評点は正規分布である。」が証明されたといえる。また、今回の評価結果は、標準的なテストの成績とほぼ同じ分布であり、よって今回の学生間相互評価では、公正かつ正確な結果が得られたと考えられる。

学生間相互評価の結果をみると、平均点で27.4/40点、100点満点に換算すると68.5点であった。このことから、学生のケッペン気候区分判別流れ図作成への取り組みでは、多くの学生が理解できていたと考えられる。

#### 5. まとめ

本研究では、高専の地理教育における問題解決型学習と学生間相互評価への取り組みから、高専の地理教育における「ものづくり」、すなわち課題図を主体的に生み出すことへの興味・関心を喚起できるのか否か、また、学習を通じて自らは優れた作図が行えるのか否か、そして他の人の作品に公正で正確な評価を行えるのか否かについて検討を加えた。その結果、学生は最終的に「課題図を主体的に創り出し、その評価を他人に託す」ことができた。このことから、高専の地理教育でも「ものづくり」への興味・関心を喚起可能であることが明らかとなった。加えて、学生には創造的で魅力的な作品を創りあげ、公正で正確な評価を下す能力が十分に備わっていることを確認することができた。

今日、高専の地理教育において、「ものづくり」を取り扱う動きは少なくない。本研究では、地理教育でなし得る「ものづくり」を「課題図を主体的に創り出し、他者の評価に託すこと」としたが、この他にも「工場でものづくりの現場を体験し、その体験を形にすること」などが考えられる。今後は、地理教育における「ものづくり」授業の展開可能性について、研究を重ねる必要がある。

#### 参考文献・脚注

- 1) 奥平 理: 「地理B」指導方法の考察、北海道地理、第68号、pp. 47-53、(1994)
  - 2) 奥平 理ほか(北海道高等学校教育経営研究会編): 情報社会(ユビキタス)に向かうこれからの情報教育、pp. 110、学事出版、(2003)
- 注1) 内容を変更し、改めて学生に配布した。  
注2) 青木繁信: 「統計学自習ノート」、群馬大学ホームページ、<http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/lecture/tests.html> (2006) を参照した。

# 学修単位導入による自学学習の実施状況

(熊本電波工業高等専門学校) ○永田正伸、田畑 亨

## 1. まえがき

熊本電波高専では、平成17年9月の高専設置基準の改正に伴う学修単位導入に伴い、平成18年度より、卒業研究、実験、体育を除く4、5学年の全科目について学修単位を導入している。学修単位における授業時間数は45時間を1単位としているが、一方で、本校の授業時間は1コマ50分授業となっている。そこで、学修単位導入に当たり、授業時間と自学学習時間の比率を、5:4(授業時間25時間+自学学習時間20時間)、および1:2(授業時間15時間+自学学習時間30時間)の2パターンとした。すなわち、授業25時間の学修単位科目では、1コマ50分の30週授業とし、履修単位科目の年間授業時間と同等になるようにしている。また、授業15時間の学修単位科目では、50分の授業中に20分間の自学学習能力向上のためのトレーニング時間を含む。実際には、ほとんどの専門科目は2コマ100分(60分の講義、40分の自学学習)で実施され、30週授業としている。このため、学修単位を導入するに当たり、時間割編成法の変更を伴うことなく実施できている。

しかし現実的には、学生の1日平均の家庭学習時間は、実験レポート作成、試験中の集中的自己学習の実施も考慮して、土、日の家庭学習は含まず、4、5年生で概ね3時間程度と定めている。これに伴い、3年生以下の学生も2時間程度の家庭学習を実施することと取り決めた。

自学学習の実施法、証拠の提示法としては、学修単位科目に対して、自学学習を充実させる仕組みを構築し、自学学習支援のための学習教材の種類と量、実施法、自学学習の成果の提出法について、必ずシラバスに記入することとした。また、自学学習の評価法としては、自学学習によって明確に成果が得られる場合、然るべき成績評価が行われることをシラバスに記入することとした。さらに、自学学習用に提供した演習問題、レポート課題、その模範解答、学生からの報告書などを然るべき方法で資料保存することとした。

学修単位導入の目的は、教育上の観点から、国際標準となる単位計算法を導入することで国際水準への対応を図り、大学への編入・他高専間への

転校の際の単位互換を容易化し、柔軟な授業時間数による教育の質の改善を図るものとされている。

本校としては、学生にエンジニアとしての継続的学習能力を高めるために、自学学習の絶対時間を充実させる仕組みを構築することで実力養成を図ることを目指す。すなわち、学生の主体的、能動的な自己学習時間を増やし、学習の習慣化や予習復習の励行による授業理解および学習意欲向上を図り、真の実力養成に繋がること目指すものとした。

一方、国内の大学教育においては、すでに学修単位が導入されているが、必ずしも教育の質の改善の目的が十分達成されているとはいえず、実際の実施状況、特に自学学習のあり方が重要であることが指摘されている。そこで、本稿では、学修単位導入初年度の本校の自学学習の実施状況について、調査を行った結果を報告し、本校における自学学習の現状の把握と、有効な自学学習の実施への検討資料とする。

## 2. 調査内容

### 2.1 調査方法

調査方法は、Web上のアンケート機能を用いたアンケート形式とし、各教員は各自の研究室等よりWeb上で入力することにより実施した。

### 2.2 調査対象

アンケート調査の対象は、卒業研究、実験、体育を除く本科1～5学年および専攻科の全科目とした。なお、非常勤科目は調査対象から除外した。

### 2.3 調査項目

学修単位における自学学習では、具体的に①どのような課題を②どのような形式で③どの程度の量実施し、実施した課題に対して④どのように評価を行うかが問題となる。また、提示した⑤内容や量が適切であるかをどう判断しているかも重要である。そこで、今回のアンケートでは、これらの点を中心として、全22項目について実施した。

### 2.4 調査結果

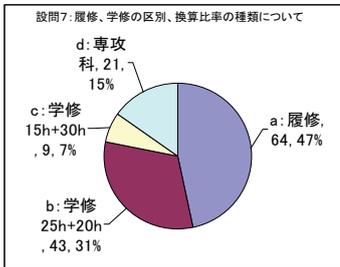
アンケートは夏季休業中の8月7日～18日及

び年度授業終了後の3月15日～26日の2回行い、最終的な回答率は、教員：73%（43/63）、科目：約71%（134/188）となった。なお、2回目に付いては、1回目からの変更部分および後期開講科目についてのみ調査した。

以下に、主な設問の集計結果とその傾向等について示す。なお、調査は体育・実験等を除き履修科目を含む全科目を対象としたが、ここでは、学修科目について示す。

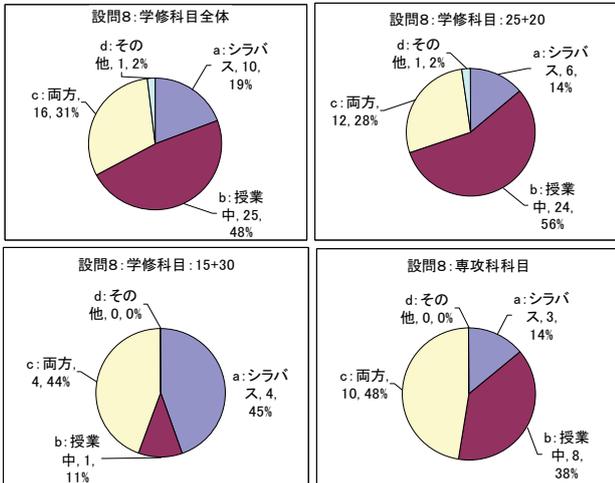
**設問 7 履修、学修の区別、換算比率の種類等について下記よりお選びください。**

- a.履修単位, b.25h 授業+20h 自学学習の学修単位, c.15h 授業+30h 自学学習の学修単位, d.専攻科



**設問 8 自学学習の学習内容等について、学生への周知をどのようにしていますか？**

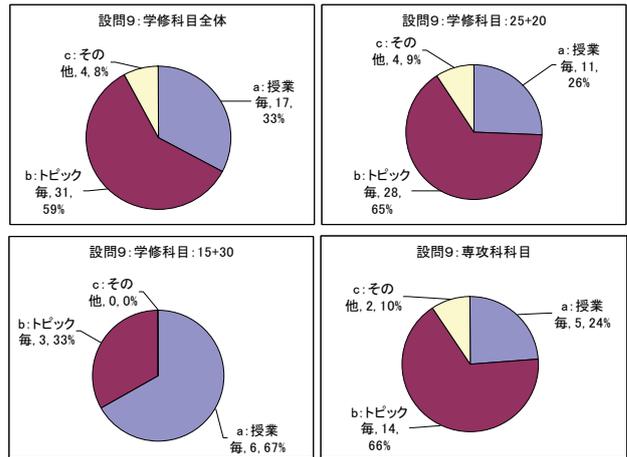
- a.シラバスに明記, b.授業中に指示, c.両方, d.その他



・学修科目全体 = (25+20)学修単位 + (15+30)学修科目

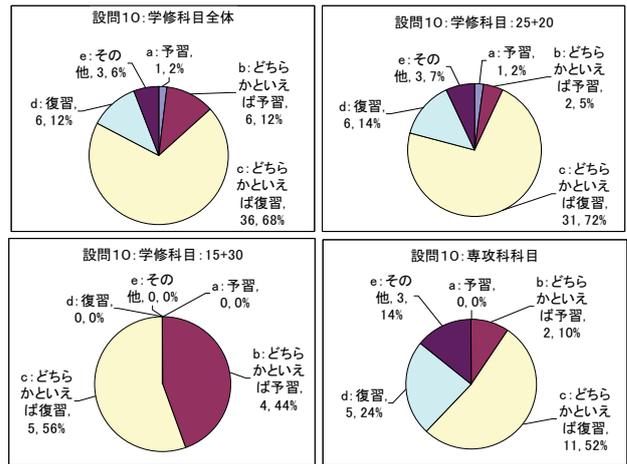
**傾向等:**15+30 学修科目では、両方も入れて9割弱でシラバスへ記載しているが、25+20 学修単位については、授業中のみでの指示が6割弱に留まっている。また、専攻科科目についても、シラバスでの指示が十分とはなっていない。

**設問 9 自学学習の具体的な学習内容等の指示は、どのようにしていますか？**



**傾向等:**25+20 学修科目および専攻科科目では、ほぼ6割がトピック毎となっており、15+30 学修単位については、逆に授業毎の指示が7割近くになっている。

**設問 10 自学学習の内容は、予習・復習のどちらに重点をおいていますか？**



**傾向等:**25+20 学修科目では、9割強が復習を重点とした内容となっており、15+30 学修単位については、予習・復習がほぼ半々であり、傾向の違いが現れている。専攻科科目では、復習が多くなっている。

**設問 11 自学学習を充実させるための、具体的な学習教材の種類と量、実施方法などの仕組みについて、ご記入ください。(一部)**

**学修科目 25+20 :**

- ・Web により予習復習可能な教材を提示している。
- ・演習課題(プリント配布など), レポート提出。
- ・テキストの章末問題ならびに参考書問題の演習をレポート・演習として提出。
- ・講義毎、内容に即した復習事項を演習問題の形で与え、時間内に回答して提出。

### 学修科目 15+30 :

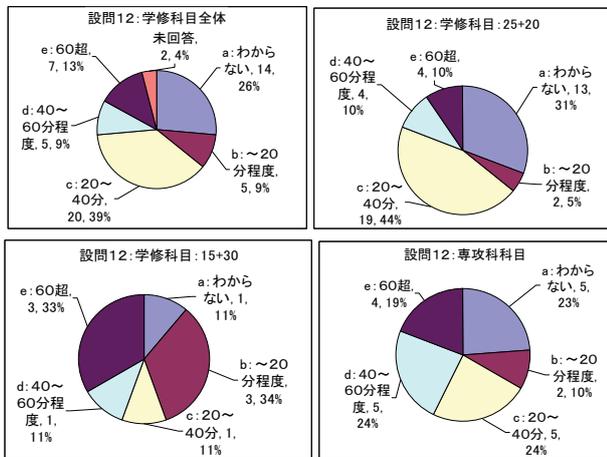
- ・四半期ごとに Web 上に課題提示し、問題解析、プログラミング、数値実験、レポートによるまとめと WebClass を使ったレポートのオンライン提出。自宅からのアクセスも可能。
- ・教科書の単元ごとの練習問題。

### 専攻科科目 :

- ・演習問題、小テスト、レポート課題。
- ・教科書の項目ごとに課題を与え、レポートを提出。
- ・講義のトピック毎、内容に即した復習事項を演習問題の形で与え、時間内に回答して提出。
- ・発展的な課題について文献等で調べ、レポート提出。
- ・授業の進捗に応じて演習課題を提供しレポート提出。
- ・毎授業時間ごとに、A4 用紙 2 枚応用問題を出題し、次の授業時間に提出。

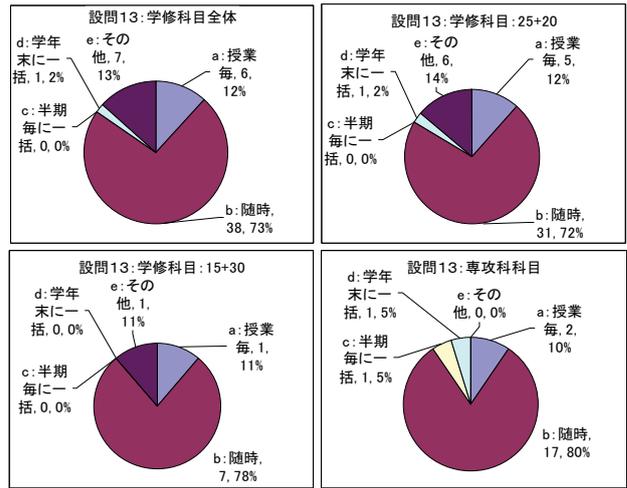
**傾向等:** 従来の演習問題やレポート形式に加えて WebClass (本校オンライン学習支援システム) や独自の HP を利用したオンラインによる課題提示も見られる。

**設問 12 当該科目の授業 50 分あたりの (実際の学生の) 自学学習時間の平均は、何分と予想されていますか?**



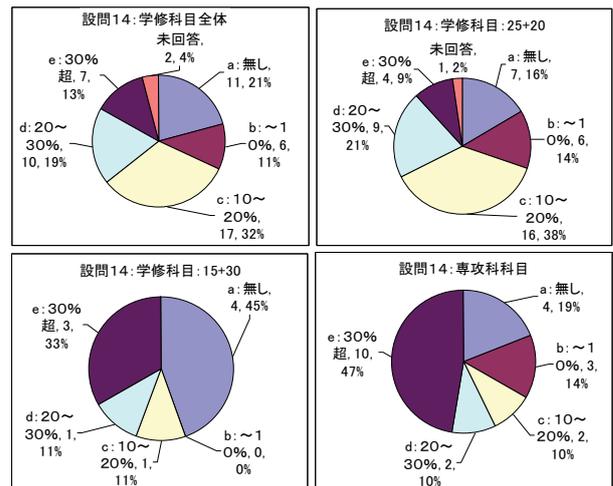
**傾向等:** 各科目で学習時間の把握に違いがみられ、25+20 学修科目では、短く予想しており、15+30 学修単位では、1時間超が3割強と長い予想となっている。専攻科科目でも、ある程度長めの予想である。これらの予想は、提示する課題内容とともに授業形態にも影響していると考えられる。すなわち、1. で述べたように、15+30 学修単位では、授業時間内に自学学習に時間を設けており、実質的に自学学習の時間がある程度確保されていることが大きな要素となっていると考えられる。

**設問 13 自学学習の成果は、どのように提出されていますか?**



**傾向等:** 各科目ともほぼ同様の結果となっており、随時提出が 8 割程度となっている。

**設問 14 自学学習の成果を、成績に反映させていますか?**



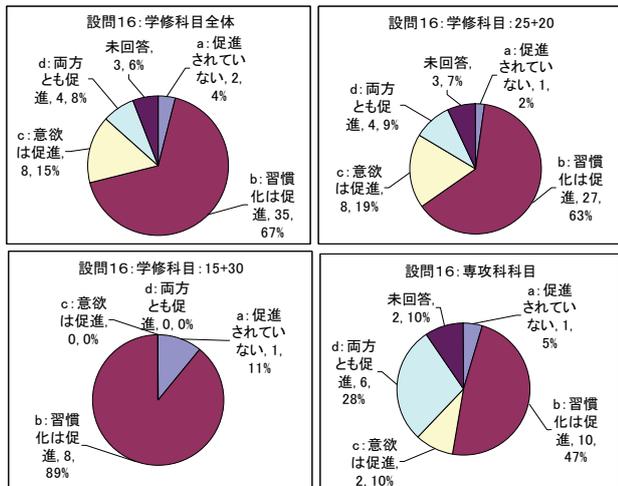
**傾向等:** 25+20 学修科目では、8割弱が成績に反映させているが、15+30 学修単位については、5 割弱が反映させていないことが分かる。これは、設問 12 で、15+30 学修単位では、25+20 学修科目より自学学習時間が多いとの予想とある意味で反する結果とも言える。なお、専攻科では、半数近くが 30% 超の成績算入となっており、設問 12 の結果と符合していると認識される。

**設問 15 前問 14. で a. とお答えの方は、その理由をお書きください。(一部)**

### 学修科目全体 :

- ・自学学習の成果を含めて達成度を試験で評価している
- ・定期試験のみで学習成果は十分に評価できると考えている
- ・定期試験等の筆記試験で成績評価を行っている

設問 16 学生の主体的、能動的な学習の習慣化、学習意欲の向上は促進させていると思われますか？



傾向等: 学習の習慣化については、各科目で促進されていると評価しているが、学習意欲については、促進されているとしている科目は3割程度に留まっている。特に、15+30学修単位では、設問12で、学修時間については長く予想していたが、意欲については0回答となっており、学習意欲促進の困難さを表している。

設問 17 前問 16. の理由をお書きください。(一部)

**a: 両方とも促進されていない の理由**

- ・正直わからない。やらない子はどうしてもやらない。
- ・自学学習が課題という性質から、学生の主体的・能動的かどうかは不明。
- ・作業内容をこちらで具体的に指定していたため、主体的、能動的な要素は薄い。

**b: 学習の習慣化は促進されている の理由**

- ・必然的に日常学習の必要性が生じるため
- ・授業時間外でも、日常的に思考するような授業内容となるように授業内容を構成している
- ・多くの学生は課題をやるだけで、それ以上のことに取り組んでいないように感じる。
- ・学習意欲の向上については、学生の先入観(将来役に立つのか?、自分には向いていないなど)を拭い去るまでには至っていない。
- ・自学学習の成果が成績に反映されるため、強制的に学習しなければならないため。
- ・成績に反映するため、強制的に学習しなければならない

**c: 学習意欲の向上は促進されている の理由**

- ・半強制的にでも自分の意見を創出させると、自己表現の面白さを感じるようになる。
- ・演習レポートを提出することにより、より理解が深まり学習意欲向上につながる

- ・講義中に積極的に質問するようになった。
- ・講義中・後に多数の学生が質問に来るようになった。
- ・シミュレーション等を通して理解することにより、現実の問題との関係が見えやすくなる
- ・成果が成績に反映されるため
- ・定期的な課題を出さないため学習の習慣化については不明
- ・課題を頻繁には課していない

**d: 両方とも促進されている の理由**

- ・事前の指導に従い、決められた期間で決められた学習内容を理解しておく習慣が定着しつつある
- ・特に4年生になると進路に関する自覚や問題意識が高まり、学習に取り組む姿勢に積極性が見られる。
- ・レポートの充実性、質問の多さ等。
- ・ほぼ全員が十分な内容のレポートを毎回提出している。
- ・小テストを実施するため。
- ・自学学習の宿題演習の量が十分多いため、学習意欲の向上にも繋がってきていると思われる。

傾向等: 学習の習慣化については、ある程度強制的な学習時間の確保により促進しているとの評価となっている。また、学習意欲については、強制的にでも継続することにより、理解力の向上や成績向上等により間接的に意欲の促進がなされるとの意見が見られる。

3. 考察とあとがき

2.3 で示した①～⑤のアンケートの目的に対して、以上のアンケート結果から、課題の内容および形式については、全体的に授業の復習に重点をおいた、演習問題、小テスト、レポート等具体的な課題を出題している事例が多く、一方、課題の量については回答が小数で明確な把握は困難であった(設問 9～13)。また、評価については、全体で80%弱が評価に組み入れており(設問 14)、自学学習の実施効果については、多くの教員が、一定の効果があると予想している結果となった(設問 12,16)。

本稿では、アンケートによる調査結果に基づく学修単位導入における熊本電波高専の自学学習の実施状況について報告した。学修単位の導入は、学生の自学学習の習慣化を養成・促進し、授業の理解向上や学習意欲の向上等の効果が期待される半面、その効果を確実なものとするためには、授業内容やカリキュラムの改善を含めた、教育過程の全般的な見直しが必要との指摘もある。

本校では、今後も同様のアンケートや教員研修等を通して、教員間の情報交換を行い、学修単位の有効な実施に向けた改善に取り組んで行く所存である。

# 振動推進を利用した物作り教材の開発と活用事例

(小山工業高等専門学校) ○田中昭雄

## 1. はじめに

高専ロボットコンテストは、創造的な物作り教育イベントとして知られている。このコンテストの特色は、競技の勝敗よりも物作りのアイデアを競うことを目的としているため、独創的なロボットが数多く見られることである。そこで利用されたアイデアは、将来技術者を目指す高専生にとって、工学に対する興味を自然に抱かせるものであり、それらを教材中に取り入れることで、物作りに対する教育的な効果をより一層高められる可能性がある。

そこで、本稿ではロボコンのアイデアを利用した教材を開発し、その活用事例について報告する。

## 2. 教材開発に利用したアイデア

教材開発の参考にしたロボットは、高専ロボコン2002年大会で製作された箱積みロボットである。図1にロボットの側面図を示す。このロボットには、図2示すようにブラシ振動を利用して箱を移動させる振動輸送機構が搭載されている<sup>1)</sup>。通常、物体を移動させる場合、ベルトコンベアのような機構を考えるが、それを利用せずに振動輸送というアイデアに着目した点が独創的である。箱を速く移動させるには、ブラシの材質、傾斜角、および振動周波数等を調整する必要がある。実験より各条件を適切に設定した結果、箱の最大移動速度は約20[cm/s]に達した。次に、この振動輸送機構を応用した教材の活用事例について紹介する。



図1 ロボット側面

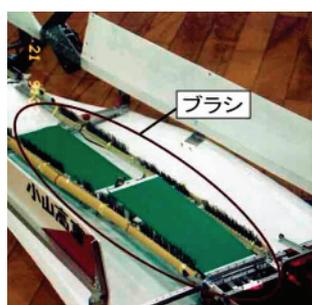


図2 ブラシ振動装置

## 3. 振動推進を利用した教材の活用事例

### 3.1 ライトレーサ

年々、地域の小中学校から物作り教室に関する依頼が増えている。そこで、小中学生を対象とした教材を開発した。教材はライトレーサをベースとして、車輪の代わりにワイヤーブラシの振動によって走行するものとした。製作内容は、簡単な機械工作と電子工作が含まれ、部品数が少ないことから4時間程度で製作可能である。

図3はライトレーサの上面図である。トレースの仕組みは、シャシ板の前方に取り付けられた2個の赤外線センサからの出力信号をトランジスタで増幅し、左右の振動モータを独立に動作させることにより行う。シャシ板には縦横9[mm]間隔で穴が開けられており、センサ、振動モータ等の部品配置を自由に変更することができる。走行用ブラシは、図4に示すようにホームセンタ等で入手できる真鍮製のワイヤーブラシを利用した。

すでに、この教材は小学生を対象とした物作り教室で利用している。ほとんどの参加者は、ブラシ振動によって走行する仕組みに大変興味を持ち、製作指導の範囲を越えて、参加者自らが速く走行

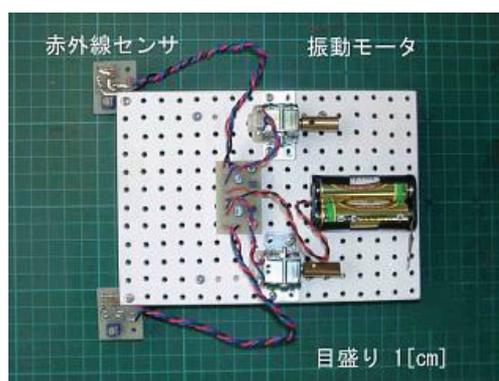


図3 ライトレーサ

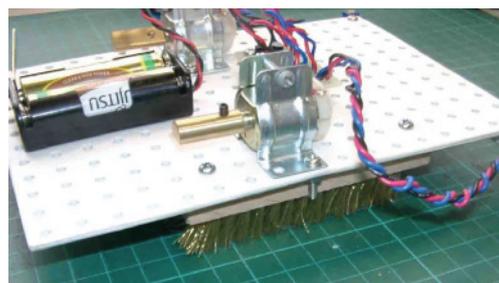


図4 振動モータおよび走行用ブラシ

させるための部品配置やブラシの傾斜角等に工夫を凝らす様子も見受けられたことから、創造力や探求心の向上につながるものと考えられる。

今後、この教材については、基本的なセンサ回路、モータ駆動回路等が含まれていることから、高専低学年における物作り実験テーマの一つとして利用することを検討している。

### 3.2 振動推進に関する研究用教材

高専5年生を対象とした研究用教材として移動方向を制御可能とする振動推進装置を製作した。この装置はブラシの代わりに、バネ鋼の脚(以下、バネ脚とする)を用いた。図5は推進装置の全体図である。バネ脚部は、厚さ1[mm]のリン青銅板を同図(a)のような形状に加工し、バネ板11枚を1組として、その面が互いに平行となるように並べ連結したものである。このバネ脚を2組製作し、アルミ板の底面に取り付けた。アルミ板の上面上には、振動発生源として分銅付き直流モータが固定されている。移動速度および方向転換は、2組のバネ脚の傾斜角を独立に変化させることによって行う。推進装置を前進、後退させる場合は、左右のバネ脚を同一方向に同角度に傾斜させる。一方、旋回させる場合は、左右のバネ脚を互いに反対方向へ傾斜させる。

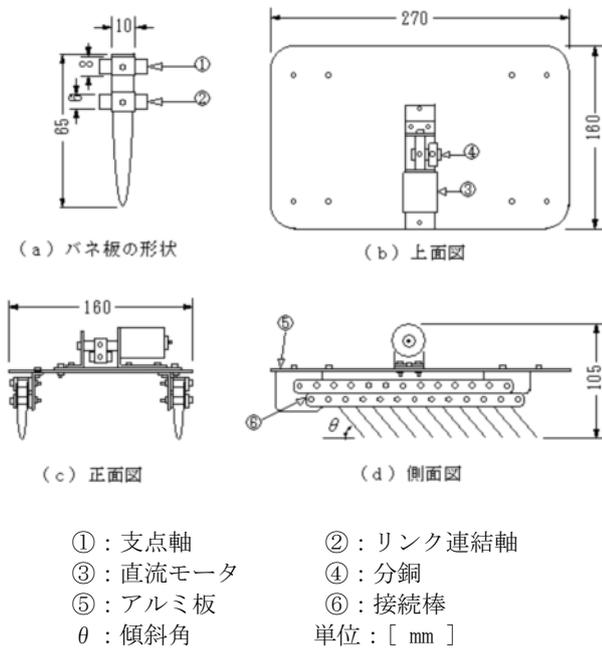


図5 可動バネ脚を用いた振動推進装置

図6および図7は、傾斜角に対する移動速度  $v$ 、旋回速度  $\phi$  の特性を示したものである。図6より移動速度は、バネ脚の傾斜角の増加にしたがって大きくなり、最高速度は  $\theta = 80^\circ$  のとき  $0.36[m/s]$  となった。図7の旋回速度についても、傾斜角の増加にしたがい大きくなっている。旋回方向によって速度差が生じているが、その原因は

モータの固定位置により、左右バネ脚への重量バランスが均等でないためである。

現在の課題は、安定した走行を実現するために、バネ板の形状や材質、装置の重量バランス等の条件を適切に設定することが考えられる。今後、研究課題としての発展性が期待できる教材である。

## 4. まとめ

ロボコンのアイデアを利用した教材として、ブラシ振動によって走行するライトレーサ、およびバネ脚を利用した振動推進装置について紹介した。両教材の共通点は、振動推進という特殊な移動機構を取り入れたことによって、利用者は、その動きの面白さに自然と興味を持ち、その製作や走行実験に対して積極的に取り組んでくれることである。また、両教材は、ロボコンに関わった学生達が試行錯誤しながらアイデアを実現するまでの過程を凝縮させたものでもあり、製作の過程においてアイデアの素晴らしさを体験できる点が、この教材の魅力であるといえるだろう。

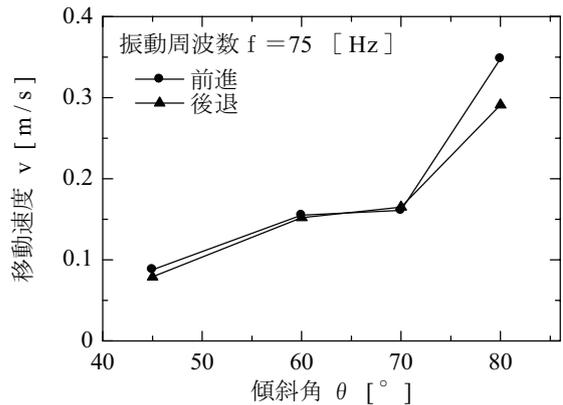


図6 傾斜角に対する移動速度の特性

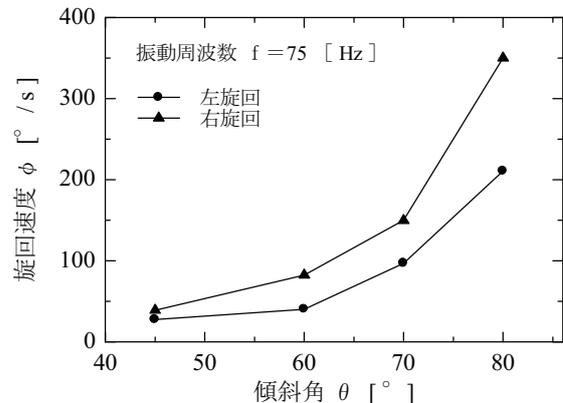


図7 傾斜角に対する旋回角速度の特性

## 参考文献

- 1) 横山恭男, 石川憲一, 岡部佐規一, 小泉邦雄 : 振動応用技術, 工業調査会(1992)

# 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

(鹿児島工業高等専門学校) ○山本桂一郎, 引地力男

## 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、本校においても、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。

- (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年以上連続して行う学校では、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る、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

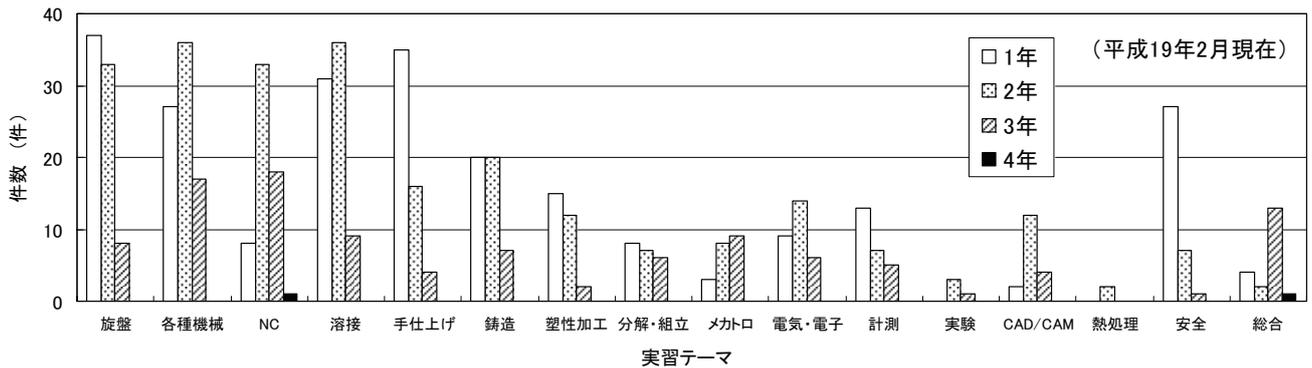


図1 工作実習のテーマ別分類

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行っているといえる。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。

本校の工作実習は機械工学科と電子制御工学科で行われており、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学年で工作実習を行っており、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週で、「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行っている。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行っている。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行った。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・基本も重要だという

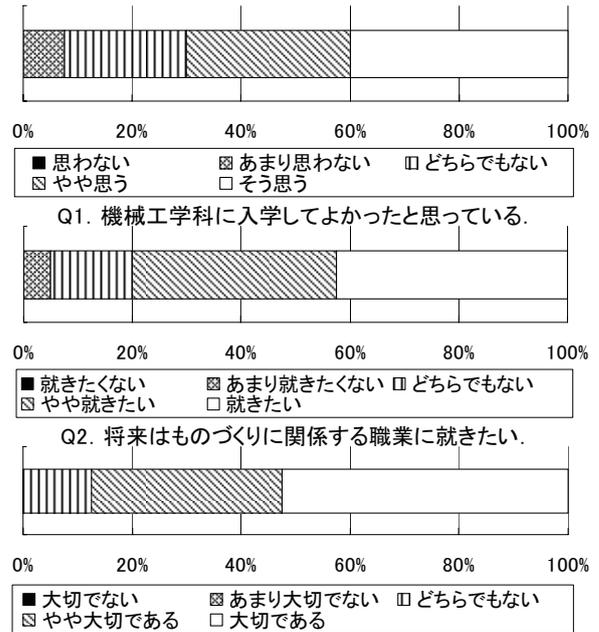


図2 アンケート結果(学校生活について)

ことも十分理解しているようである。しかし、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かったと思っていないことが事実としてわかった。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」を使用することにした。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)の目的に合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行い、(1)の内容について繰り返し説明した(図4)。150分の実習時間のうち、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をレポートし、復習もかねてテーマに関する自主的な調査を義務付けた。

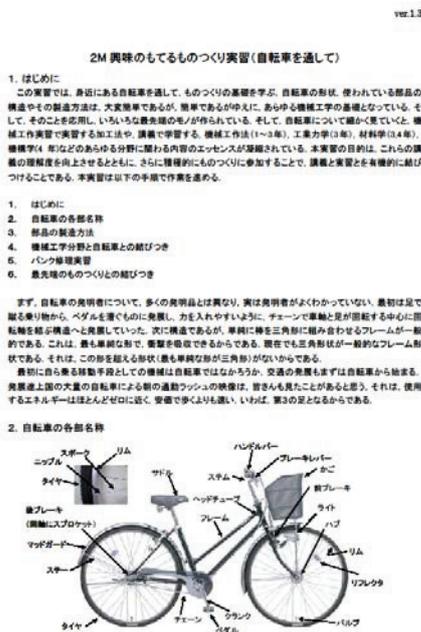


図3 実習資料の一例



図4 実習の様子

#### 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、基本的なことを学ぶ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

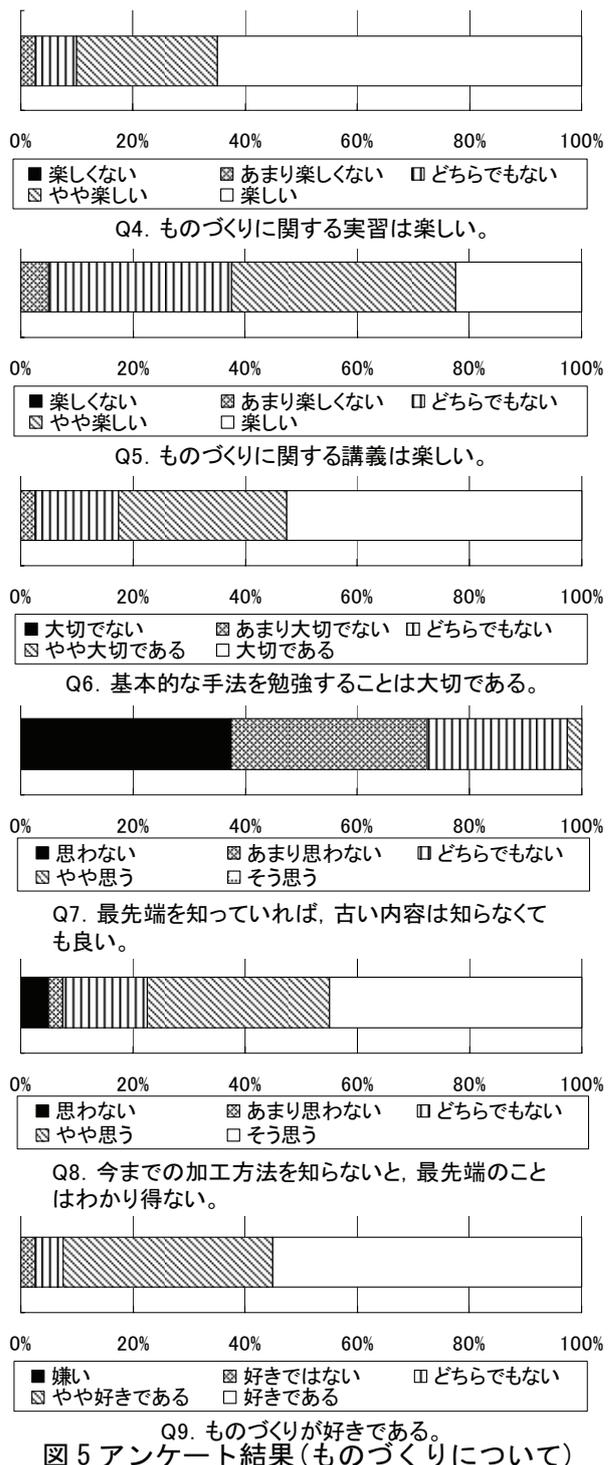


図5 アンケート結果(ものづくりについて)

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。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

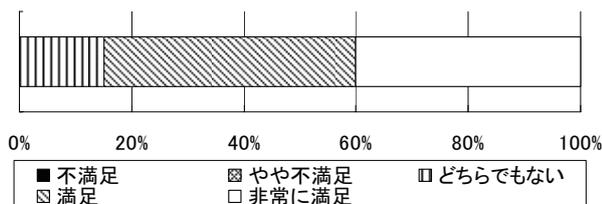
やメンテナンスなど担当者への負担も少なく、オリジナルのテキストを用いることで機械工作の専門的な知識をもたなくても実習指導が可能である。したがって、(5)、(6)の項目についても満足することになる。

## 5. まとめ

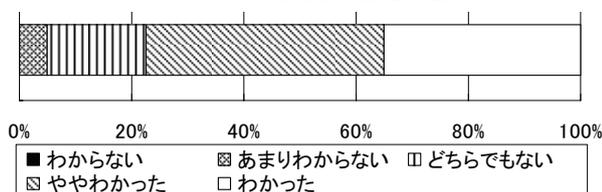
学生が積極的に工作実習に取り組めるように、身近な機械である自転車を教材にして、機構学、材料学、加工学に結びつくようなテーマを提案した。そして、機械工学科第2学年の工作実習で試行した。その結果、学生は工作実習の基礎・基本の重要性を認識し、機械工学への興味が深まり積極的にものづくりに取り組むようになってきた。また、このテーマの内容は、日常生活で目にする身近で簡単な内容のため、学生は本実習の必要性を感じ取った。さらに、今回作成したテキストや実習プログラムを使用することによって専門以外の教職員による実習指導の可能性を示した。

## 参考文献

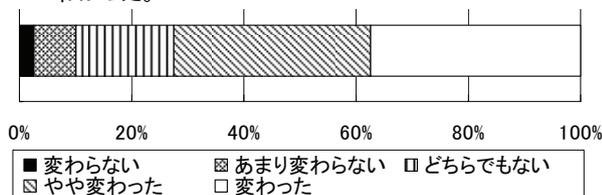
- 1) 村山和裕ほか6名：設計製図と工作実習の融合の試み，論文集「高専教育」，No. 19，pp. 164-171 (1996)
- 2) 山中 昇ほか6名：総合実習と卒業研究を連携したFGM平板化圧延機の製作，論文集「高専教育」，No. 22，pp. 155-160 (1999)
- 3) 岡 正人ほか2名：工作実習における「ミニロボットの製作」の導入，論文集「高専教育」，No. 20，pp. 249-256 (1997)
- 4) 大東由喜夫ほか3名：時代変化に即した新たな工作実習手法の実践，論文集「高専教育」，No. 26，pp. 429-434 (2003)
- 5) 杉谷洋一ほか6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实施による教育効果)，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)



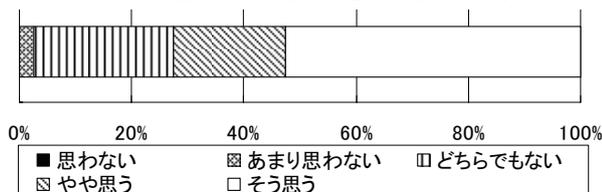
Q10. 興味のもてる内容だった。



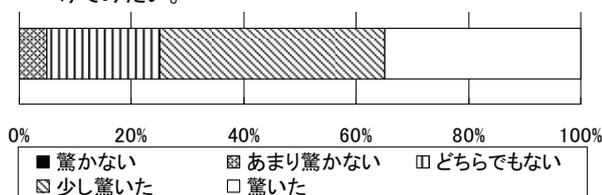
Q11. 昔からの方法を知ることが大切であることがわかった。



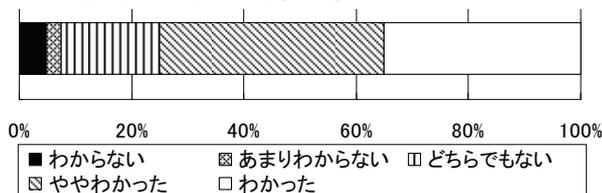
Q12. 身近なものに対する意識が変わった。



Q13. 他の講義や実習でも、身近な内容に結び付けてみたい。



Q14. 最先端の製品も、実習での内容に近い方法で作られていることに驚いた。



Q15. 多くの科目の内容が結びついて、製品ができていることがわかった。

図6 アンケート結果(実習内容について)