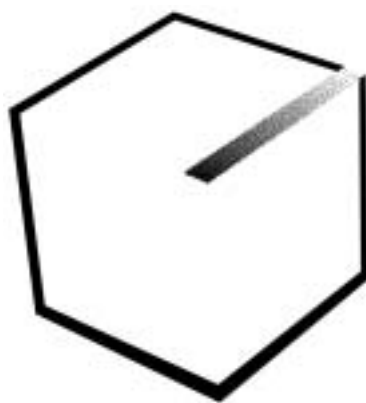


山口大学工学教育

第 4 卷



平成 18 年 2 月

山口大学工学部

目 次

【巻頭言】	工学教育研究センターの発足に寄せて	三池秀敏	1
【論文】	物理学実験の概念構造分析とWeb学習教材開発	大島直樹	3
【ノート】	学生による授業評価の分析 - 学生の理解度と満足度はどのように反映されているか -	上村明男	11
<hr/>			
【報告】	平成16年度実施分教育改善プロジェクトおよび 平成16年度の教育環境改善提案表彰（教育アイデア賞）		21

【巻頭言】

工学教育研究センターの発足に寄せて

工学教育研究センター長・三池秀敏

高校進学率 96.3%、大学進学率 50% (2004 年度 49.9%)、専修学校への進学率約 20% (18 歳時点の進学率が 70% 越える) の現代、高等教育の在り方が問われています。この状況は他の先進国でも同様で、高等教育への進学率は米国約 50%、イギリス約 60%、フランス約 40%、ドイツ約 30% です。大学の大衆化・マス化に伴い、大学入学時点で将来の明確な目標を持っている学生は少数派となっています。大学はエリート教育を提供する場としての役割の時代を終焉し、自分の適正にあった仕事を見つけるためのキャリア教育の場としての役割が高まっています¹⁾。日本における少子化と高齢化の両輪は、20 歳半ばまで教育を受けながら生涯の仕事を探すというスタイルを確立したかのようです。また、核家族化、共働き、そして高度情報通信技術の普及は、特定のパーソナルな絆を活性化する一方で、世代を越えたコミュニケーションや共感の困難さを表面化しています。教養教育と専門教育という従来の視点に加え、大学における人間教育の視点が今後ますます重要になると考えられます。

現代の大学に求められる第一の役割は人材育成にあるといえます。学部教育を通じて高度な教養と専門知識・技術を授けるのはもちろん、各専門分野で明示された職種やキャリアパスを参考に、学生の適切な職業選択を支援するのも重要な役割となっています。従来、最高学府として研究者の養成を主眼とした大学院教育も、研究を通じた教育・人材育成へと大きく転換しようとしています。本学における平成 18 年度からの理工学研究科と医学系研究科の大学院部局化はこの流れに乗ったものといえます²⁾。従来、教員は学部にも所属し、各学科に教育の責任と教員人事が任されていました。運営の責任母体が明確な反面、学科ごとに閉鎖的な教育環境は現員の教員に都合の良いカリキュラムを生みがちで、時代のニーズや学生の側から見て必要な教育プログラム開発の足枷ともなっていました。教員が大学院組織に所属することで、教員集団全員の潜在能力が学部教育へ有効に発揮できる体制が整い、各学科のカリキュラム構成の自由度が高まったと言えます。各教員から見た場合、学部教育に責任を持つ主担当の学科と、卒業研究の学生受け入れも可能とする副担当の学科の、複数学科の講義を分担する場合があるということです。卒業研究の学生も複数学科の学生から構成される研究室が出てくることで、境界領域や総合的領域の教育研究が活性化される可能性が有るといえます。従来、ともすれば蝸壺化しがちな閉鎖的な研究室環境を打破し、学生の異分野間での交流を活性化し、大学全体の活力を高める可能性が有るのだと期待しています。

今年度 (平成 17 年度) 8 月、三木学部長の発案で、工学部に「工学教育研究センター」が発足致しました。センターの基本ミッションは、

- 1) 先駆的な教育実践活動の情報収集・分析及び独自の教育改善方策の提案、(教育現場に取り入れるための企画&教育実践試行による効果分析に基づく提案)
- 2) 工学部・大学院理工学研究科での教育実践活動のデータ分析、取り纏め、及び学内外への公表、
- 3) 長期的なセンターの維持発展のための運営体制のシステム化、

の三つです。全国的なレベルでの大学教育・大学院教育の充実・実質化や、18歳人口減による学生の質の変化に対応した教育内容・方法の改善が叫ばれる中、日々の仕事に追われる教員一人一人の教育改善の限界を見据え、組織的な取り組みが必要な時代となっています。本センターも、工学部玄関脇(西側)に部屋を設け、定年退職教員や文系教員経験者を交えた5人のスタッフで発足し、現代の工学教育のいろいろな問題点について議論を始めました。今年度の活動の詳細は、同センターのホームページ(HP)³⁾をご覧ください。工学教育に関する多様な話題の議論を通して、いくつかの提案やアンケートの試行を実施しています。まだ一年目で、試行錯誤の連続ですが、HPの開設(平成18年1月)とともにセンターのミッションに沿った運営体制の確立を計りたいところです。今後、HPの充実を図り、各教員の教育実践活動の報告を集積するとともに、広く学内外に情報発信していくことを想定しています。今後とも、センターの活動への皆様の御理解と御支援をお願い致します。

- 1) <http://www.ne.jp/asahi/hukushi/souken/cl039.htm>
- 2) <http://www.gse.yamaguchi-u.ac.jp/>
- 3) <http://rcee.eng.yamaguchi-u.ac.jp/index.html>

【論文】

物理学実験の概念構造分析と Web 学習教材開発

大島直樹

山口大学工学部機能材料工学科

物理学実験における学習指導の最適化を図るために、実験の物理的な原理やデータ分析などの知識体系の概念構造の分析を行った。さらに、分析した概念構造を基にして、学習の階層構造に対応するコンセプトマトリクスを作成した。このコンセプトマトリクスに基づいて Web 学習教材をデザインすることにより、Web 学習教材のリンク構造と学習の階層構造との融合を容易に図ることができた。

本論文では、インストラクショナルデザイン手法などの概念構造分析を応用したコンセプトマトリクスの作成と、そのコンセプトマトリクスに基づいて物理実験用の Web 学習教材をデザインした結果について報告する。

キーワード: 物理学実験, 自然科学, コンセプトマトリクス, Web 学習教材, 概念構造分析, インストラクショナルデザイン

1. はじめに

山口大学では、工学部の学生は共通教育科目として一年次に物理学実験を履修する。これらの実験科目は工学部における専門教育の基礎であるとともに、工学部の基本的な理念である「ものづくり」の基礎でもあり、工学部教育における重要な役割を担っている。

近年では、工学部の新生であっても入学前の教育課程における物理科目を必ずしも履修していない場合が増えている。また、物理科目を履修していても物理学実験を実習していない場合もある。物理科目に関して多様な履修経歴をもつ学生を対象にして、個々の学力にあわせた適切な個別指導が不可欠となっている。

限られた授業時間と限られた人数のスタッフで指導するという制約の下で、多様な履修経歴の学生に対応しかつ学習効果の高い指導を行うためには、学習指導の効率化に取り組む必要がある。

そこで、筆者らは物理学実験の学習指導の効率化を図る支援ツールとして、ならびに従来の紙媒体による実験指導書(山口大学物理学実験グループ 2003)に対する

相補的な学習支援教材として、実験内容の理解に必要な基礎知識、物理的原理、測定方法、測定データの分析などの知識を体系化した Web 学習教材の開発を検討した。

本論文では、概念構造(佐藤 1987、佐藤ほか 1991、瀬川 2000)およびインストラクショナルデザイン(鈴木 2004、鈴木 2002)による教材設計手法を応用したコンセプトマトリクスと、そのコンセプトマトリクスに基づいてデザインした物理実験用の Web 学習教材について報告する。

2. 物理学実験における教材構造分析

2.1. 物理学実験における学習要素と学習要素間の直接関係

(1) 物理学実験用の Web 学習教材の特徴

物理学実験のための Web 学習教材を作成するのに当たって、教材の作成技術という観点と学習指導の観点から見た特徴を整理する。

Web 学習という形態を導入するのに当たって、物理学実験における学習の特徴と Web 学習の特徴をそれぞれ

整理し、コンテンツの表現方法を工夫するというIT技術的な側面と学習教材の活用するための学習・指導方法という二つの観点において議論する。

まず大きな特徴として、実習・体験型授業におけるWeb学習教材作りであるという点を挙げることができる。物理学実験は実習型の授業科目であり、実際に測定器具を手に取り、現象を観察するなどの体験を通じて実感しながら理解することが重要である。

すなわち、Web学習というバーチャル空間による学習を通じて、現実空間における実体験の学習を行うことになる。これは、コンテンツの表現方法を工夫するという意味において、非常に重要なポイントである。物理学実験用の教材としては、仮想空間における現実性(バーチャル空間におけるリアリティー)を求めるのではなく、仮想空間ならではの特性を活かすことが鍵となる。すると、「容易に繰り返し再現する」、「2つ以上の事象を適切に比較する」などの教材コンテンツの表現方法が効果的であると考えられる。

学習・指導方法という観点からポイントを探るためには、物理学実験における学習形態の特徴を考察する必要がある。物理学実験用Web学習教材は、予習における事前学習教材として利用すると共に、実験授業における補足教材としても用いる。事前学習と実験授業は、人数という観点では個人学習と集合学習という学習形態であり、時間という観点では非同期型学習と同期型学習という学習形態となる(表1)。Web学習教材作成の際には、それぞれの学習形態の特徴を考慮し、いずれの学習形態にも対応する必要がある。

表1 物理学実験の学習形態

学習形態	人数	時間
事前学習	個人学習が主	非同期型学習
実験授業	集合学習が主	同期型学習

事前学習に対しては、ビデオコンテンツにおけるナレーションを音声ガイドとして利用し、授業における実験の対面指導では教員スタッフによる指導を行う。このように上述の学習形態のそれぞれに合わせて、適切な方法によるインストラクション(指導とガイド)を行うことによって、学習者のモチベーションの維持を計る。

物理学実験では、Web学習教材を事前学習教材として利用するとともに、実験授業における補助教材としても利用する。共通教育における物理学実験は毎週1課題ずつのオムニバス形式で行うという授業形態であるため、1つ

の課題における学習時間は2週間(事前学習で1週間と授業後の実験レポートの作成に1週間)である。そのため、非同期型学習と同期型学習には、シンプルな時系列的関係が認められる。Web学習教材の開発には、この点を考慮した学習の手順を明示する必要がある。

(2) 学習要素分解

物理学実験の学習指導における要素は、表2のように分解することができる。

表2 物理学実験の学習要素

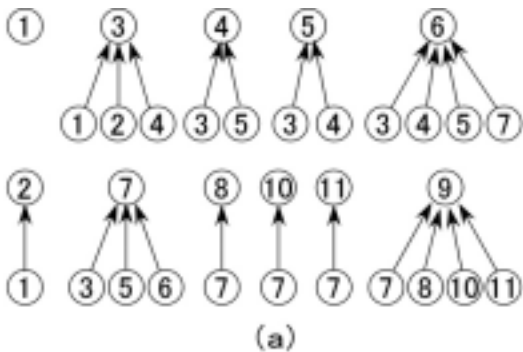
学習要素	摘要
1. 実験目的	実験の目的(学習目標)
2. 基礎知識	実験科目の履修以前に習得していることが望ましい知識
3. 実験原理	実験内容の物理的な背景と原理
4. 実験装置	実験に必要な実験装置
5. 測定原理	測定を行うための原理
6. 実験手順	実験を行うための手順
7. 測定と誤差	測定データの精度を評価する
8. 実感・体感	実験を通じて、実感あるいは体感して体得してほしいこと
9. 考察	実験全体の考察
10. 文献比較	理科年表などの文献と比較する
11. 実例・応用	実験内容が応用されている身の回りの実例や応用例を考える。

ここでは、高校で物理学を履修していない履修者を想定し、「2. 基礎知識」という学習要素を用意している。また、物理定理などの実験の背景を「3. 実験原理」、実験を行うのに必要な実験機器を「4. 実験装置」、その実験と実験装置に依存した測定に関する詳細を「5. 測定原理」とした。さらに、表2に示すように、「6. 実験手順」、「7. 測定と誤差」、「8. 実感・体感」、「9. 考察」、「10. 文献比較」および「11. 実例・応用」という学習要素に分類し、物理学実験における概念構造(佐藤 1987, J. D.ノヴァック 1992)を解析した。

(3) 学習要素の上下位関係と直接関係マトリクス

表2で分類した学習要素の上下位関係は、学習要素をノードに、学習関係を矢印に対応させると、図1(a)のよ

うに表すことができる。この図1(a)を基にして得られた学習要素の直接関係マトリクスを図1(b)に示す。



上位要素

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		1	1								
2			1								
3				1	1	1	1				
4			1		1	1					
5				1		1	1				
6						1					
7						1		1	1	1	1
8								1			
9											
10									1		
11									1		

図1 学習要素間の (a) 上下位関係と (b) 直接関係マトリクス

2.2. 物理学実験における概念構造

図2に示した直接関係マトリクスに対応する隣接マトリクスをAとし、単位マトリクスIを加えて、

$$(A+I)^{k-1} \neq (A+I)^k = (A+I)^{k+1} = M \quad (1)$$

が成り立つまでプール積演算を行って得られる行列を可到達マトリクスM(佐藤 1991)とし、図2に示す。

可到達マトリクスMにおける*のついた{1*}は、もとの(A+I)行列には含まれず、(1)式の演算の結果として現れたものである。もとの(A+I)行列に含まれる成分の{1}は直接的な学習関係を表しているのに対し、成分{1*}は学習要素の間接的な学習関係を示すものである。

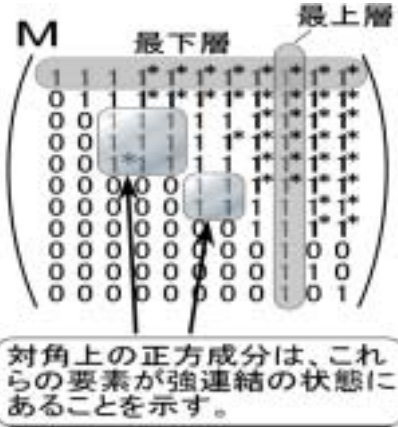


図2 隣接マトリクスから求まる可到達マトリクス

図2に示すように、行列Mの第1行の成分はすべて{1}または{1*}になっている。このことは、学習要素「1」から直接的もしくは間接的な関係を通じてすべての学習要素へ到達可能であることを意味している。すなわち、学習要素「1」が学習構造の最下位要素であるがわかる。一方、行列Mの第9列の成分もすべて{1}または{1*}である。このことは、すべての要素から直接的または間接的に学習要素「9」まで到達すること、すなわち、学習要素「9」が最上位要素であることを意味している。また、図2の中に示すように、学習要素「3, 4, 5」と「6, 7」は、強連結の状態になっていることがわかる。

これらのことから、物理学実験における概念構造は図3に示すチャート図として表すことができる。図3から、物理学実験の実験手順と実験原理を理解するためには、学習要素「3, 4, 5」および「6, 7」における学習が重要であることがわかる。

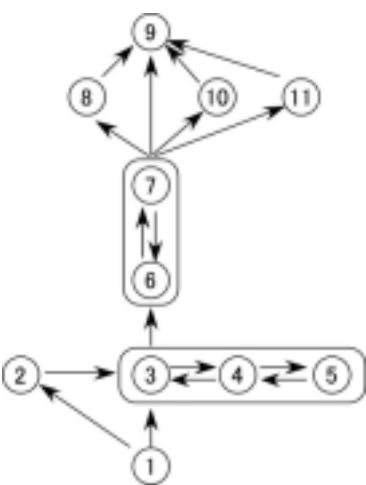


図3 可到達マトリクスに基づく概念構造チャート

3. コンセプトマトリクスと Web 学習教材

3.1. 学習時間と学習要素

第2節で述べたように、物理学実験のWeb学習教材は、事前学習と実験授業のいずれにおいても用いる。学習の時間区分はさらに詳細に分解することができて、次の4つの時間区分に分類することができる。

1. 事前学習
2. 実験準備
3. 測定と分析
4. 考察およびレポート作成

また、物理学実験では、13個の実験課題の中から毎週1課題の実験を選び、オムニバス形式で6回行う。個々の実験課題における学習内容の詳細リストを分析し、すべての実験課題について比較すると、

1. 有効数字と計算
2. 物理定数と単位
3. 図と表の作成方法
4. 作文技術
5. 統計処理の方法
6. 回帰直線の書き方

の6つの要素は、すべての実験課題に共通する学習要素であることが判明した。これらの6つの要素は、13の実験課題のいずれにも必要となる共通の学習要素であると同時に、11個の学習要素における共通要素としても位置づけることができる。以上の内容を基にした時間区分と学習要素の対応図を図4に示す。

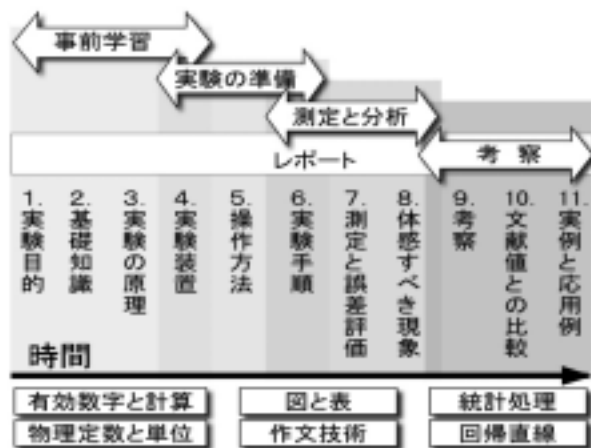


図4 時間区分と学習要素の対応

ここで特徴的なことは、上述の時間区分は連続する区分同士でお互いにオーバーラップしていることである。例えば、学習要素「4」の実験装置に関する内容は、事前学習において学習するとともに、授業における実験準備の際にも必要な要素である。また、共通要素として列挙した6つの学習要素は、4つの時間区分と11個の学習要素の外側に配置し、独立させている。すなわち、Web学習教材のなかで学習の時間区分や学習手順に依存することなく共通学習要素を選択できるように、配置することができる。

3.2. 学習要素のコンセプトマトリクス

図3と図4は、いずれも物理学実験における学習概念構造をチャート化したものである。図3に示す概念構造は内容を理解するための学習順序を明確に示し、図4は時間区分と学習要素の対応を明確に示している。これらの二つのチャートを比較すると、お互いに相補的な関係にあることがわかる。

そこで、横軸に学習の時間区分を配置し、縦軸に学習要素を配置したチャートを図5に示す。この2次元的な時間-学習要素チャートを、学習要素のコンセプトマトリクスと呼ぶことにする。コンセプトマトリクスは、学習要素の学習順序と時間区分に対する情報を同時に表現する方法として利用できることがわかる。

図5に示すコンセプトマトリクスの特徴は、縦軸の学習要素の配置を上から順に並べていることである。それぞれの時間区分における必須の学習要素を「」印で示す。また、学習者の学習意欲に応じて、「」印の学習要素に加えて、「」印の要素まで学習する範囲を広げることが望ましい。「」印で示す学習要素は、目を通しておくことが望ましいが必ずしもその時間区分における学習要素ではない。すべての時間区分の「」印の学習要素を統合すると、すべての要素を漏らすことなく学習することになる。時間区分ごとに必須となる学習要素群を辿ると、概ね、左上から右下に向かって学習を進めるというスキームを描くことができる。

	事前学習	実験準備	測定評価	まとめレポート
実験の目的	◎			◆
基礎知識	○	※		◆
実験の原理	○	○		◆
実験装置	◎	◎	※	◆
測定原理	○	◎	○	◆
実験手順	○	◎	◎	◆
測定と誤差評価	※	○	◎	◆
体感すべき現象	※	※	◎	◆
考察		※	○	◎
文献値との比較			※	◎
実例と応用例			※	◎

図5 学習要素のコンセプトマトリクス

- 印は、それぞれの時間区分で行うべき要素を示す。
- 印は、それぞれの時間区分で行うことが望ましい。
- 印は、印の学習要素に関連する要素を示す。
- 印は、最終的にレポートとしてまとめることを示す。

一般に、概念構造チャートを「時間 階層レベル」として2次的に表現したチャートは、『学習は目標に向かって登ることである』という概念を直感的に表現するために、数学の2次元直交座標にあわせて座標の原点を出発点とし、左下から右上に向かってノードを配置する(出原 1986、佐藤 1991、瀬川 2000)。図5の配置は、左上から右下に学習を進める配置となっているので、一般的な概

念構造チャートの配置と異なっている。したがって、図5では『学習目標に向かって登る』という概念要素を含まない。

一方、図5の配置方法は、コンピュータにおける慣例(画面の座標は左上を原点とし、横軸の正の向きを右向き、縦軸の正の向きを下向きとすること)と一致するため、コンセプトマトリクスに基づくWeb学習教材の画面デザインを行う際に有利に働く。

3.3. Web 学習教材の画面操作の階層化

ハイパー言語とWeb技術を利用したWeb型学習教材の特徴のひとつは、書籍などのテキスト教材と比較して、学習者がハイパーリンクを辿って自在に表示画面を移動できることである。通常1つの画面に、複数個のハイパーリンクを設置することが多い。すると、学習者は、リンクされた学習画面のどれにでも移動することができる。学習画面をノード、リンクを矢印として対応させると、概念構造チャートにおけるノードに複数経路の分岐が生じることになる。すると、学習の経路をチャートに表した学習構造は、教材の概念構造よりも複雑なチャートになる。

コンピュータを用いる場合には、必ずしもコンピュータを操作する手順と学習のための行動とが一致しない場合がある。これは、コンピュータ操作には、「フォルダとファイル」を管理するための独自の階層(ディレクトリ)構造に起因するものがあるためである。

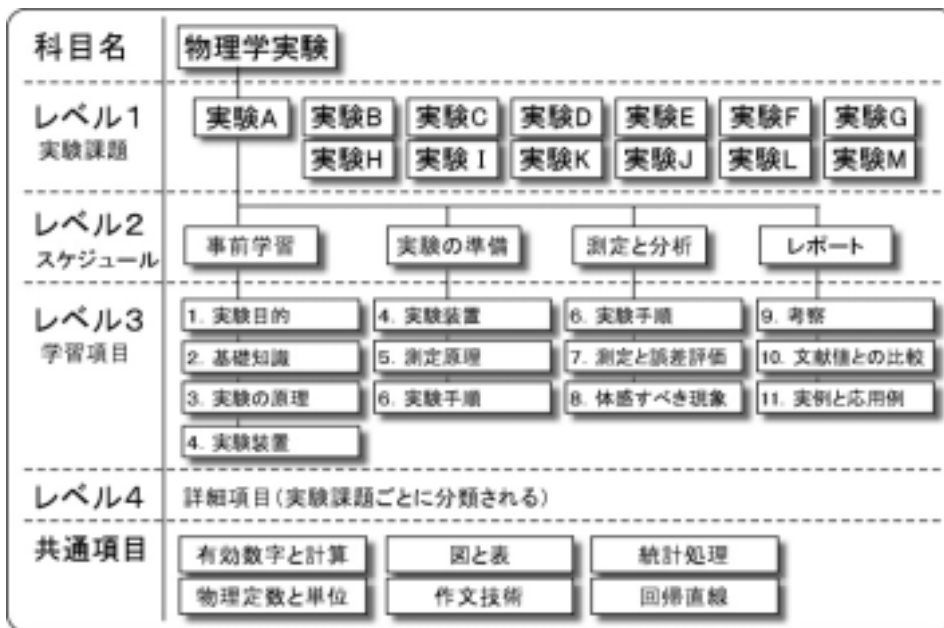


図6 学習要素とリンクレベルの対応

3.4. Web 学習教材のデザイン

最上位のリンクレベルは、Web学習教材のオープニングページに対応し、eラーニング・マネジメント・システムなどの外部からのリンク先となる。リンクレベル1では、実験Aから実験Mの13の課題名を表示する。図8(a)に、リンクレベル1に対応するユーザーインターフェースを示す。

実験課題を選択すると、それぞれの学習内容が表示されて、図8(b)に示す画面に移動する。画面構成は、左側にリンクボタンと動画コンテンツを配置し、右側に選択した学習要素のテキスト情報が表示される。リンクレベル2の4つのボタンが左上(図8(b)中のリンクレベル2の枠)に表示される。

それぞれのボタンをクリックすると、リンクレベル3のボタン(図8(b)中のリンクレベル3の枠)がプルダウンメニューとして表示される。そして、リンクレベル3の学習要素を選択すると、動画コンテンツの下に、リンクレベル4の詳細リストがハイパーリンクとして表示される。また、6つの共通学習要素は、図8(a)と(b)のいずれの画面でも配置し、リンクレベルにかかわらず選択できるようにしている。

リンクレベル4ならびに共通学習要素の詳細リストを選択すると、画面の左側中央にビデオコンテンツあるいは資料写真が表示される。また、右側には選択した詳細リストに対応するテキスト資料が表示される。物理学実験では数式を含んだテキストを表示する必要があるため、テキスト資料はTeXで編集した。以上の全てのコンポーネントは、Flashを用いて組み込んだ。

リンクレベル2と3における操作は一貫しており、すべての実験課題に対して共通のユーザーインターフェースを提供する。ただし、リンクレベル4では、個々の実験課題に応じて該当する詳細リストを表示するため、動的なリンク処理が必要になる。そこで、基礎知識、実験の原理、実験装置(図7)、測定原理、実験手順と誤差評価のそれぞれの学習要素について実験課題ごとの詳細リストをデータベース化し、Javaスクリプトを用いて動的なリンク処理を行っている。



(a)



(b)

図8 Web学習教材のユーザーインターフェース

(a)は最上位レベルの画面であり、実験科目名がリンクレベル1のボタンとして表示される。

(b)は実験課題の学習画面であり、すべての実験課題に対し共通のユーザーインターフェースを提供する。

リンクレベル4では、リンクレベル1で選択した課題に応じた学習要素の詳細リストが表示される。図8(b)では、実験Aの「事前学習」(リンクレベル2)において学習要素「実験装置」(リンクレベル3)に移動し、実験装置の詳細リストがリンクレベル4として表示されている。

このように、コンセプトマトリクスに基づいてWeb学習教材のユーザーインターフェースをデザインすることによって、コンピュータ操作の階層化構造(リンクレベル)と学習のための階層化概念構造との融合を図ると共に、学習の選択による自由な学習行動にも対応することができる。

3.5. 学習実験レポート



図9 コンセプトマトリクスに基づいた実験レポートの書式を示す(図4に示す学習区分に対応する)。

物理学実験では、コンセプトマトリクスの時間区分に対応させて、事前学習、測定と分析、および考察から構成される実験レポートの書式を定めた。図9に表紙を含めた実験レポートの書式例を示す。コンセプトマトリクスに基づいて実験課題ごとの学習目標、基本的な学習課題、実験けんかに対する考察課題を設定し、さらにWeb学習教材と構成要素を整合させている。このため、Web学習教材を用いて実験レポート書式に沿った学習を行うことによって、実験課題の理解に必要な体系的に学習を効率的に行うことができる。また、このように4頁の書式にすることで、レポートの保管を行う際の全レポートの総重量を軽減するとともに、保管場所の節約を計ることができる。

4. まとめ

山口大学工学部の共通教育科目である物理学実験における学習要素のコンセプトマトリクスを提案した。このコンセプトマトリクスに基づいてWeb学習教材をデザインするとともに、実験レポートの書式化を計り、実験指導の体系化と効率化を図ることができた。

5. 謝辞

コンテンツの開発には、山口大学内における「教育環境改善プロジェクト」ならびに「WBT 教育支援システム開発プロジェクト」の支援を受けました。

参考文献

- 出原 栄一、吉田武夫、渥美浩章(1986)、図の体系 図的思考とその表現、日科技連、東京
- J.D.ノヴァック、D.B.ゴーウィン(1992)、子どもが学ぶ新しい学習法 概念地図法によるメタ学習、東洋館出版、東京
- 大島直樹、室谷 心、増山和子、木下勝之、浜本義彦(2004)、基礎実験科目におけるコンセプトマトリクスに基づいたe-learning学習の試み、日本教育工学会第20回全国大会、K06-920-5、講演論文集pp.153 - 156(2004)。
- 日本教育工学会編(2004)、教育工学事典、実教出版、東京
- 鈴木克明(2004)、詳説インストラクショナルデザイン、特定活動非営利法人 日本イーラーニングコンソシアム、東京
- 鈴木克明(2002)、教材設計マニュアル、北大路書房、京都
- 佐藤隆博(1987)、ISM構造学習法、明治図書出版、東京
- 佐藤隆博、赤堀侃司、倉田政彦(1991)、教育情報工学の応用、コロナ社、東京
- 佐藤隆博、赤堀侃司、倉田政彦(1991)、教育情報工学、コロナ社、東京
- 瀬川 武美、佐藤 隆博(2000)、国語科教育における構造学習 コンセプトマッピング・アプローチ、明治図書出版、東京
- 山口大学物理学実験グループ(2003)、物理学実験指導書、山口大学共通教育、山口

【ノート】

学生による授業評価の分析 学生の理解度と満足度はどのように反映されているか

上村明男^{*}
応用化学工学科

平成 15 年度に工学部で開かれた授業のうち 1 名以上の授業評価のあった 541 科目の授業について、それぞれの質問項目の平均値を求めて分析を行った。学生からの「総合評価」の高い授業は理解度が高くわかりやすい授業であることが明らかとなった。一方出席や宿題は、それだけでは総合評価と何の関連もないことも明らかとなった。

1. はじめに

工学部では専門課程の授業ごとに、授業の最終の時間を一部を使って学生による授業評価アンケートを行っている。その結果は、優秀授業の表彰等に利用されているが、現実に授業評価がどのようなことを意味するかについての分析はこれまで行われてこなかった。特にアンケートの最終の質問項目である授業の「総合評価」が、学生にとっていったい何を意味するのかについてはきわめてあいまいで、その真意がこれまでわからなかった。そこで、この「総合評価」評点の値をそれぞれの質問項目と関連させ、どのような項目が優れている場合学生はその授業を「総合的によい」と判断するかを調べてみた。

方法は、平成 15 年度に行われた授業のうち、授業評価アンケートを行った授業科目すべてのデータについて、「総合評価」の平均値（これを総合評価の得点とする）と各質問項目の平均値（これを各質問項目の得点とする）との相関を求め、分布図を作成した。結果を図 1 および図 2 に示す。総

合評価と相関の高い項目は、理解度（ $R=0.8245$ ）、理論のわかりやすさ（ $R=0.83772$ ）であり、理解できた科目、わかりやすかった科目の総合評価が高いことがわかった。ついで総合評価に重要な項目は、話の仕方（ $R=0.7772$ ）であったが、それ以外の項目の相関係数は 0.7 以下であり、これら 3 項目が最も重要であることが見て取れた。一方出席率は総合評価とはまったく相関がなく、学生が当該授業にまじめに出席しているかどうかは、総合評価の評点に何も影響を与えていないことがわかった。すなわち、一部で危惧されているような「出席していない学生が適当な評価をしているので、授業評価には意味がない」との批判は、当を得たものではないことを示している。残念ながら、シラバスおよび家庭学習時間も総合評価とは相関が認められなかった項目である。このことは学生があまりまじめにシラバスを読んでおらず、また宿題を与えたからといって理解度が上昇して総合評価が上がることにはつながらない、ことを示唆する。

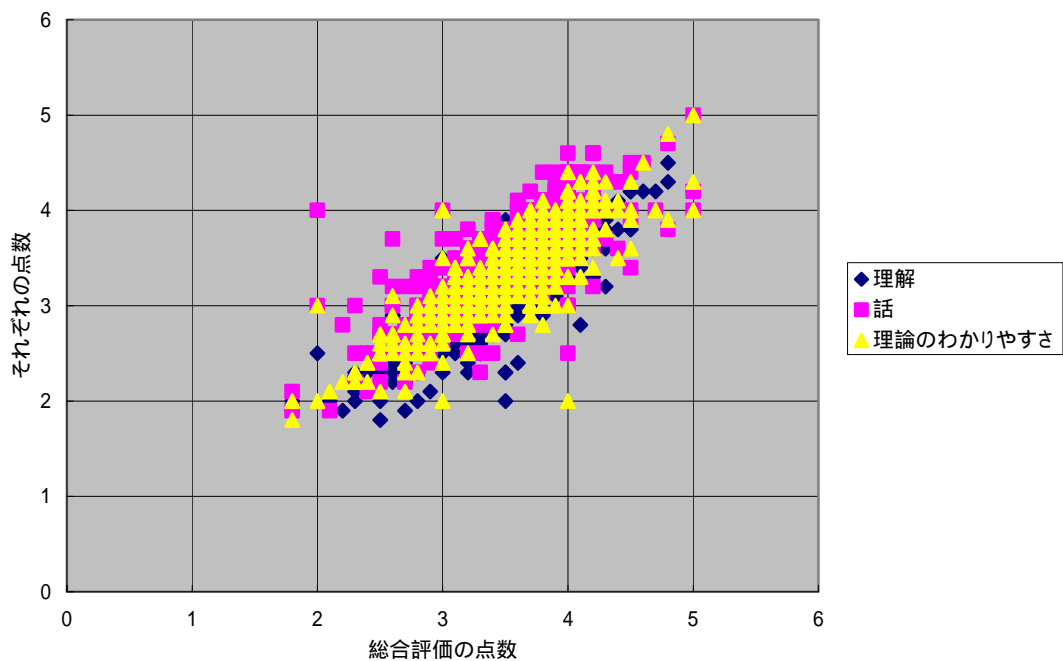


図1. 総合評価と理解度・話の面白さ・理論のわかりやすさとの相関

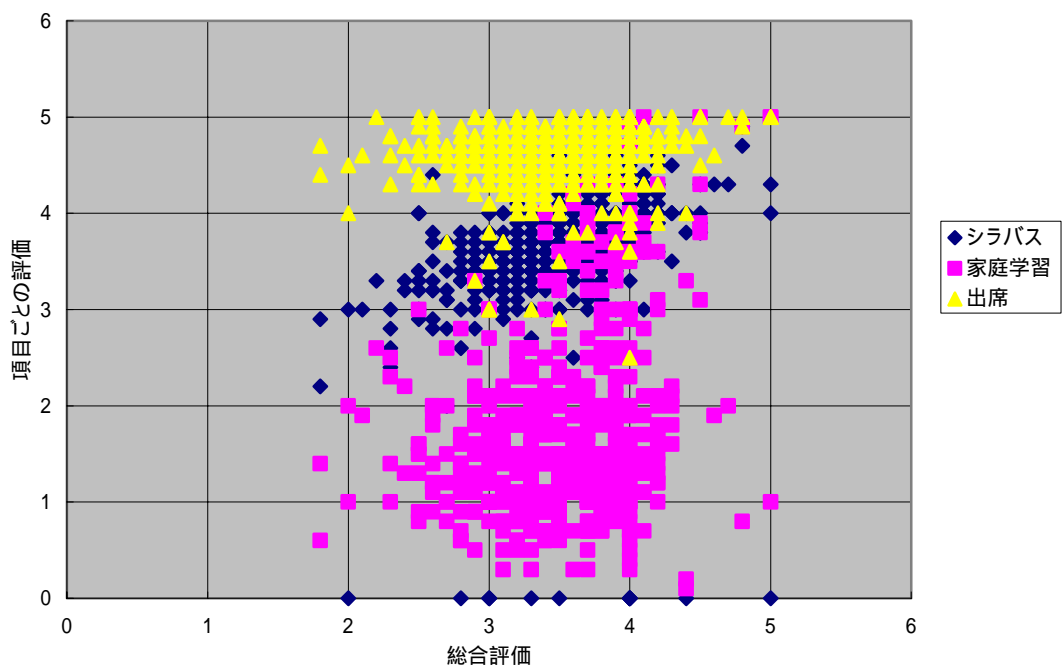


図2. 総合評価とシラバス・出席率・家庭学習時間との相関

必修科目は総合評価が低くなってしまう
などとの意見がある。図3は同様の分布図

を必修科目のみで作成してみたものである。
分布は図1のそれと大きな違いは見られな

かった。このことは必修科目もほかの科目と同様の傾向を示し、必須かそうでないか

は総合評価にそれほど大きな差を与えていないことを意味する。

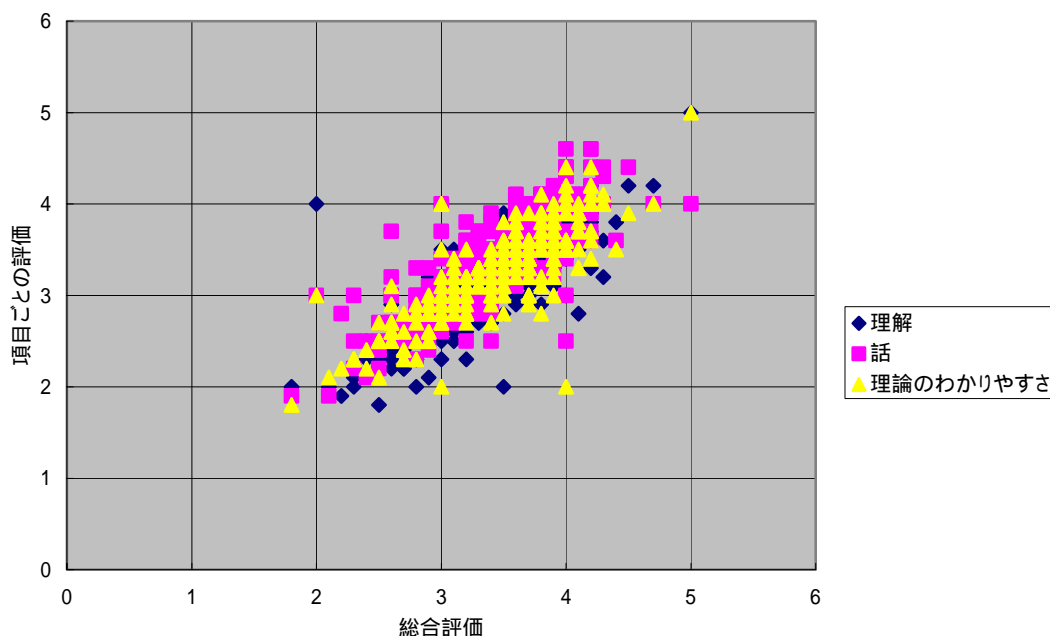


図3. 総合評価との相関(必修科目)

次に受講生の数と総合評価の得点に変化について検討してみた。図4に結果を示す。受講者数が少なくなると総合評価の得点が高くなる、という点が指摘されるが、ある程度(20名以上)の授業においては、受講者数が変化しても、総合評価の得点のばらつきに大きな違いはないことが見て取れる。したがって、ある程度の規模のクラスである限り、総合評価の得点のばらつきに違いはなく、少人数のほうが総合評価が高くなる、との批判は正しくない。しかし、10名以下の授業を見てみると確かに、得点が著しく高い(5点)授業や低い(2点)授業が出現してくる。これはアンケートの総数が少ないために評価が偏ってしまったものと思われる。したがって、受講生の少

ない授業(10名以下)では、授業評価そのものが、学生からみた授業の実態を正しく反映しなくなることがわかった。

一方図5には理解度と受講人数の関係をグラフ化した。一般に少人数教育が理解度向上にはよいと言われているが、この分散データから見るかぎり必ずしもそうっていない。少人数授業も、結局は誰がどのように教えるかが重要な要素であり人数が少なくなるだけでは学生の見た「理解度」は向上しない。少人数授業は教職員サイドから見ても大変負担の多い授業形態である。カリキュラムを考える際には、少人数授業にしさえすればいい、と安易に考えるのは問題であることを示唆するデータと思われる。

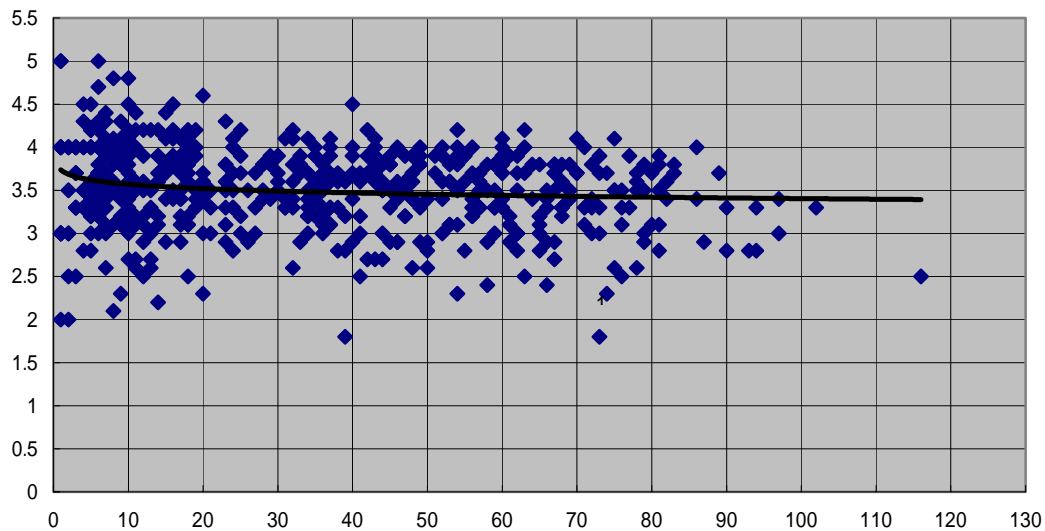


図4. 受講人数と総合評価

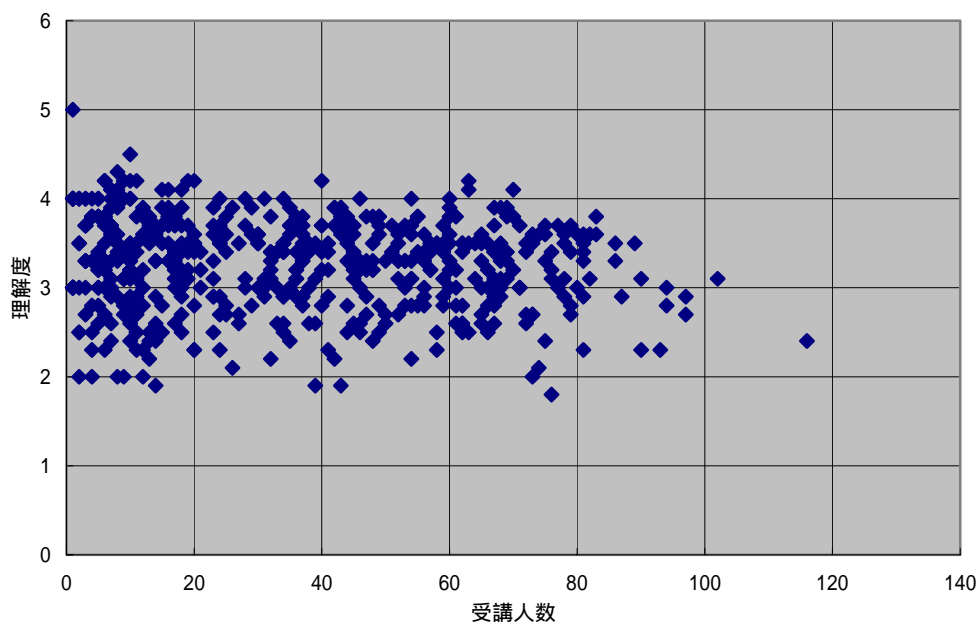


図5. 理解度と受講人数

2. 理解度を助けるための分析

授業の総合評価を高くするためには受講生の理解度を高くすればよい傾向にあることはわかったが、それでは学生にとって理解

度を上げるにはどのような工夫が重要であるのかをアンケート結果を通じて探ってみた。図6から13までは理解度と各質問項目（理論のわかりやすさ・教員の話し方・教員の熱意・宿題の適切さ・家庭学習時間・

出席頻度)と相関させた分布図である。また、宿題の適切さと家庭学習時間の相関を図12に示した。

図6と図7から理解度は理論のわかりやすさおよび教員の話し方とよく相関していることがわかる。一方、図8および図9から教材の工夫や教員の熱意などは、確かに理解度の向上と相関しているものの、図6や図7と比べてその相関は甘くなることがわかる。すなわち熱意や教材工夫も学生から見た理解度を上げるには重要であるものの、最も効果的に理解度を上げるにはわかりやすく授業を組み立て、それをうまく「話してやる」ことが最重要であることがわかる。このことは授業を改善するには、まず教員自ら、授業をわかりやすく組み立てることで「理論をわかりやすく」し、それを授業で工夫して話すことが最も効果的であることがわかる。熱意も教材も重要であるが、その次の優先順位となる。

宿題については興味深い。図10から図12を見てみると、大半の学生は宿題や演習の与え方については理解度にかかわらず適切と考えている。しかし、図12のように家庭学習時間と宿題の適切さを相関させてみると面白いことがわかってくる。これを見ると授業科目は1)適切な宿題を3時間以上学習する科目2)宿題の適切性は幅広く分かれるが、家庭学習時間は2時間以下の科目、に分かれる。ここで注目したいのは家庭学習時間が長い科目は総じて理解度が高いことである(図11)。したがって、これらのことより「適切に宿題を与えることで、家庭学習時間が確保され理解度が上がってくる」と読める。

しかし、すべての科目が単純にそうする

と、現在工学部の過密カリキュラムでは学生の寝る時間がなくなってしまうことになる。たとえば、1週間に30単位(15コマ)の授業を取った学生がいたとして、そのすべての科目の先生が3時間程度の『適切な』宿題を出せば、宿題をこなすだけで、1週間に45時間もの家庭学習時間を必要とすることになる。週に1日は休むとして、1日当たり7時間以上の家庭学習が必要となる。1週間の活動時間を考えたら、この時間数はほぼ限界といえる。すなわちこれ以上の『科目履修』をしても満足に学習できるはずがない、ということがはっきりいえる。

そのためにまずわれわれが考えねばならないことは、「カリキュラムを絞り込み、その絞り込んだ科目についてはきっちりと3時間以上の家庭学習をさせるような宿題を与えて、理解度を高める」という方策を考えることと思われる。そのためには、1日に受講可能な科目は多くとも3科目以下にすべきであり(授業1.5時間+家庭学習3時間=4.5時間。3コマで13.5時間となり、睡眠時間7時間を引けば残りは食事などの生活に必須の活動をする時間しかなくなる) $3(\text{コマ}) \times 5(\text{日}) \times 2(\text{単位}) = 30$ 単位のキャップを設けるべきであろうと考えられる。

図13を見れば当然のことながら、理解度と出席には何の相関もないことがよくわかる。授業は出るだけではまったく意味がないことがここに追認された。

3. 結論

以上のことから、授業評価に対する表彰

について、以下のような結論が得られる。

- 1) 総合評価は学生の理解度や授業のわかりやすさを反映していると考えられる
- 2) 必修とすべての科目の総合評価の分布に大きな差はない。
- 3) 受講人数が著しく少ない授業（20名以下）では総合評価の得点は確かに偏ってしまい正しくその授業の評価を反映していないことが強く示唆された。一方20名以上にクラスでは評価のばらつきは人数に大きな違いはなかった。また学生から見た理解度も人数によって大きな違いは見られなかった。このことは安易に少人数教育を行っても、学生の目から見た場合それほどの効果がないことを示唆する。

また、授業の理解度を増すための傾向については

- 1) わかりやすさと話の仕方が最も重要な

項目である

- 2) 教材工夫や熱意も重要であるが、空回りしたり工夫がまだ足りない科目も見られる
- 3) 3時間以上の家庭学習を確保した科目は理解度が高い
- 4) 宿題は必ずしも3時間以上の家庭学習を促すものになっていない
- 5) 出席と理解度には何の相関もない
- 6) したがって、授業科目の理解度を上げるためには、各科目で3時間以上の家庭学習を確保する工夫をすればよい
- 7) 同時に、過密カリキュラムを解消し、学部課程での授業科目を絞り込み、絞った科目について徹底した学習をさせる方向に転換していかねばならない。少なくとも半期あたり30単位の単位キャップを無理なくできるようなカリキュラムを作って、学生に提供すべきであろう。

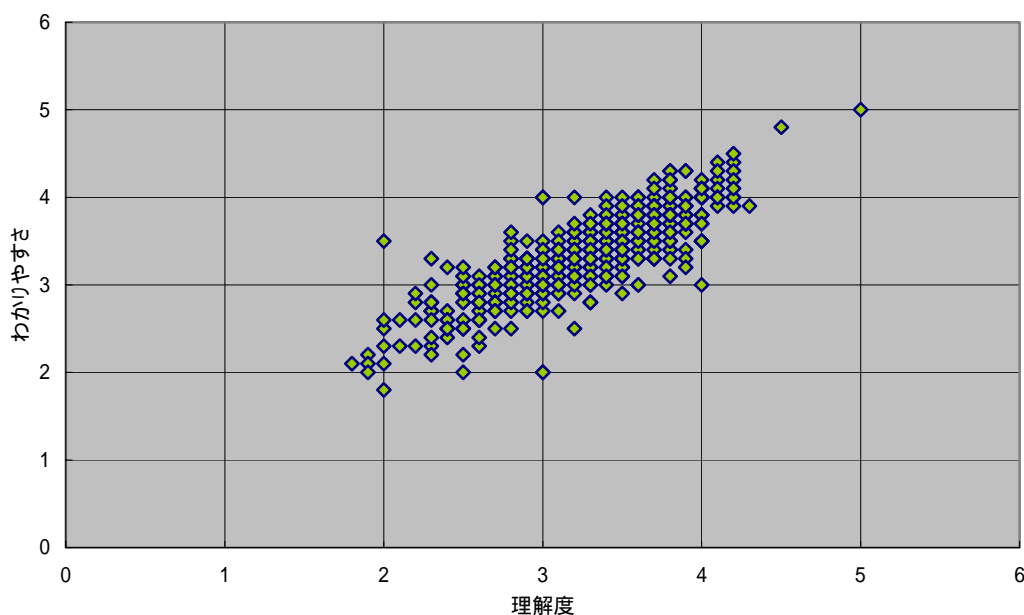


図6. 理解度と理論のわかりやすさ

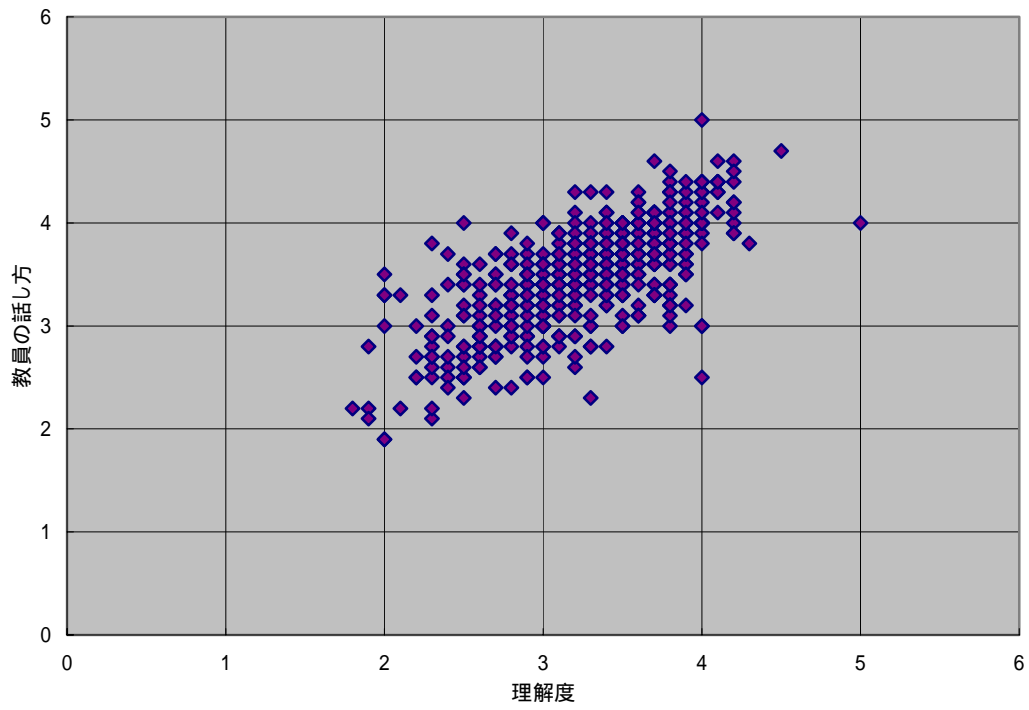


図7. 教員の話し方と理解度

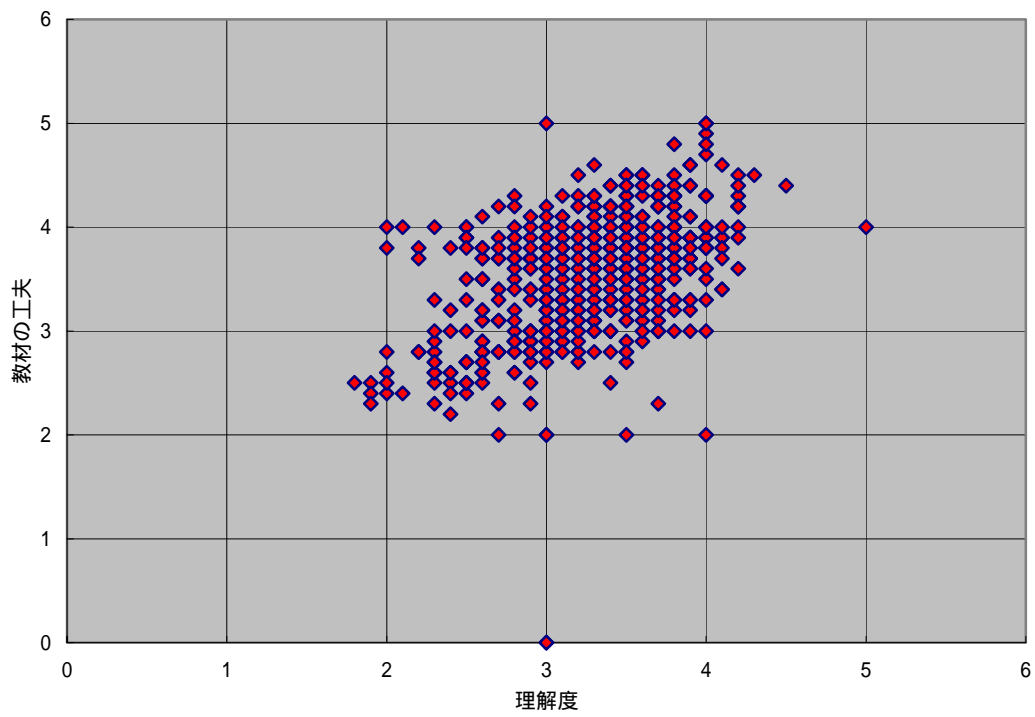


図8. 教材の工夫と理解度

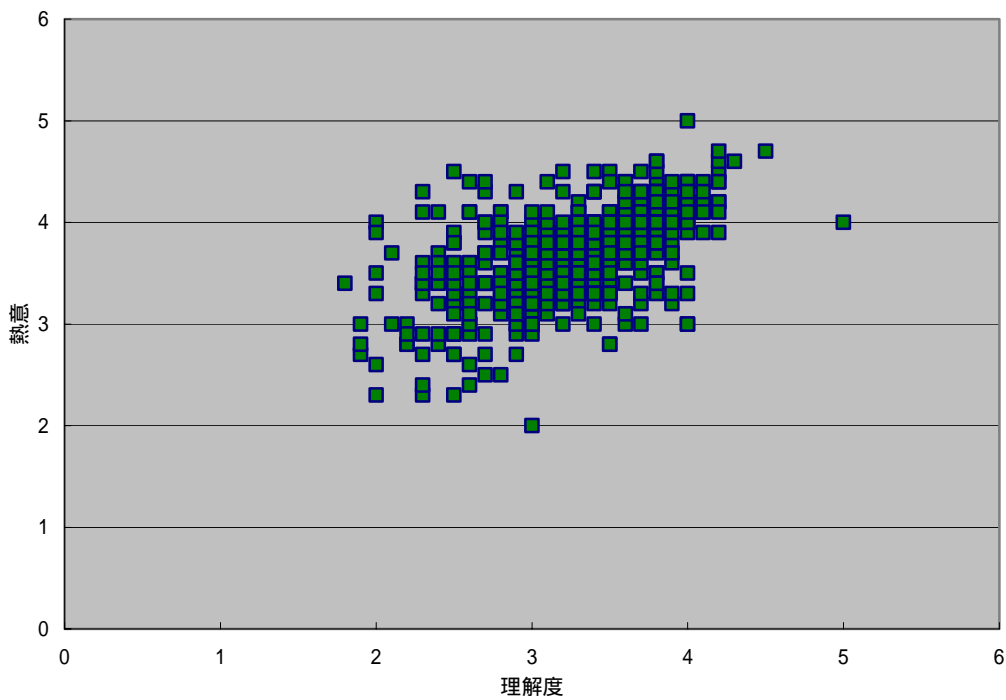


図9. 教員の熱意と理解度の相関

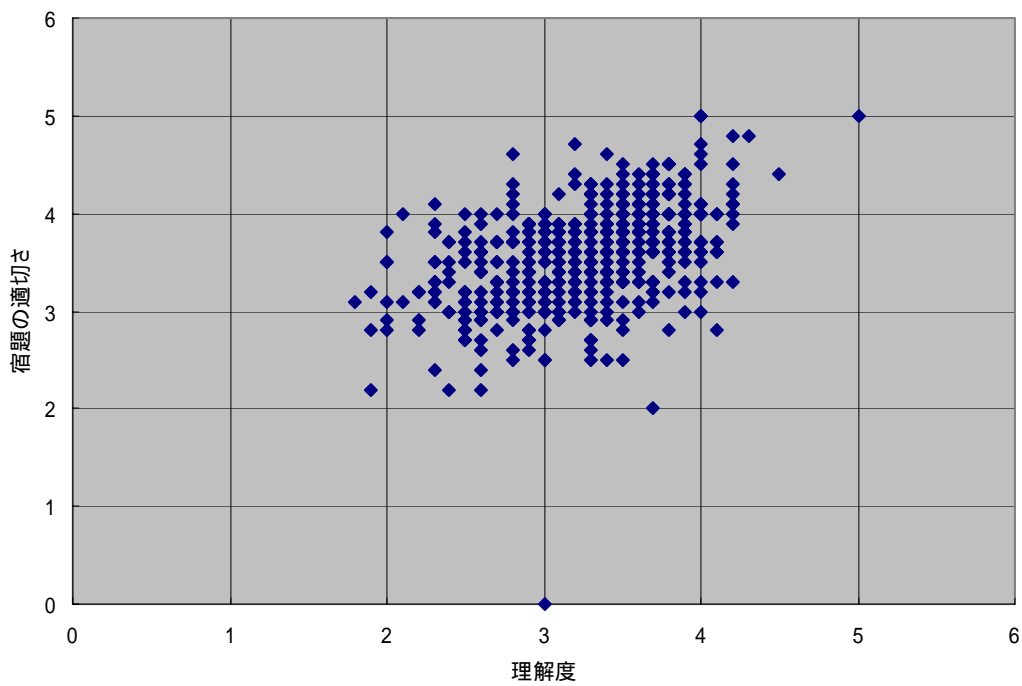


図10. 宿題・演習の適切さと理解度の相関

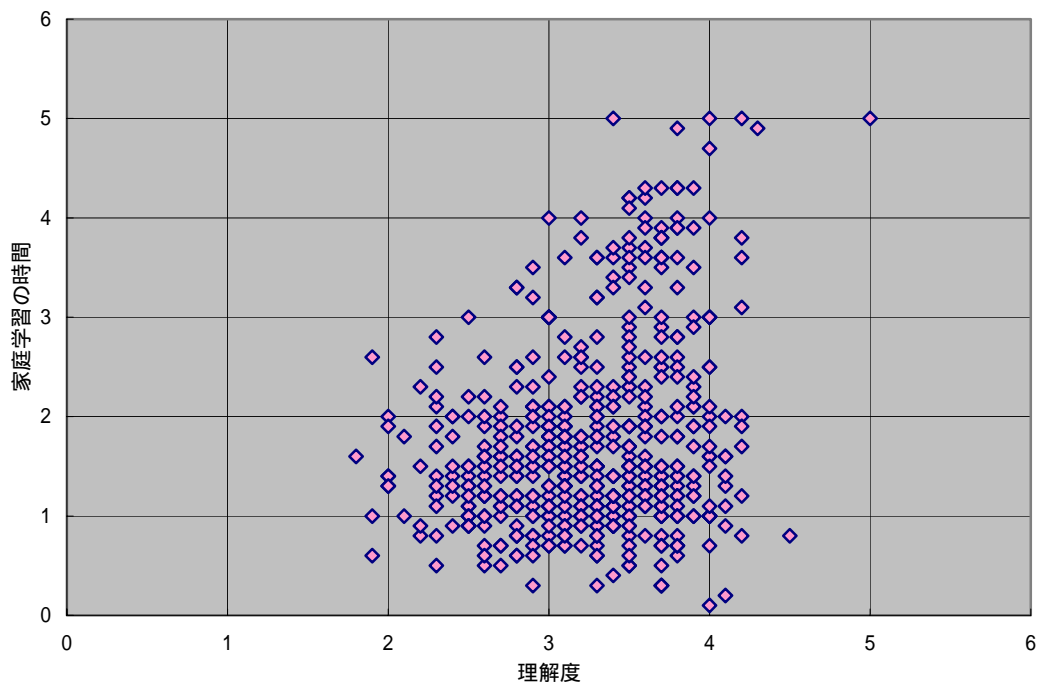


図11. 家庭学習時間と理解度の相関

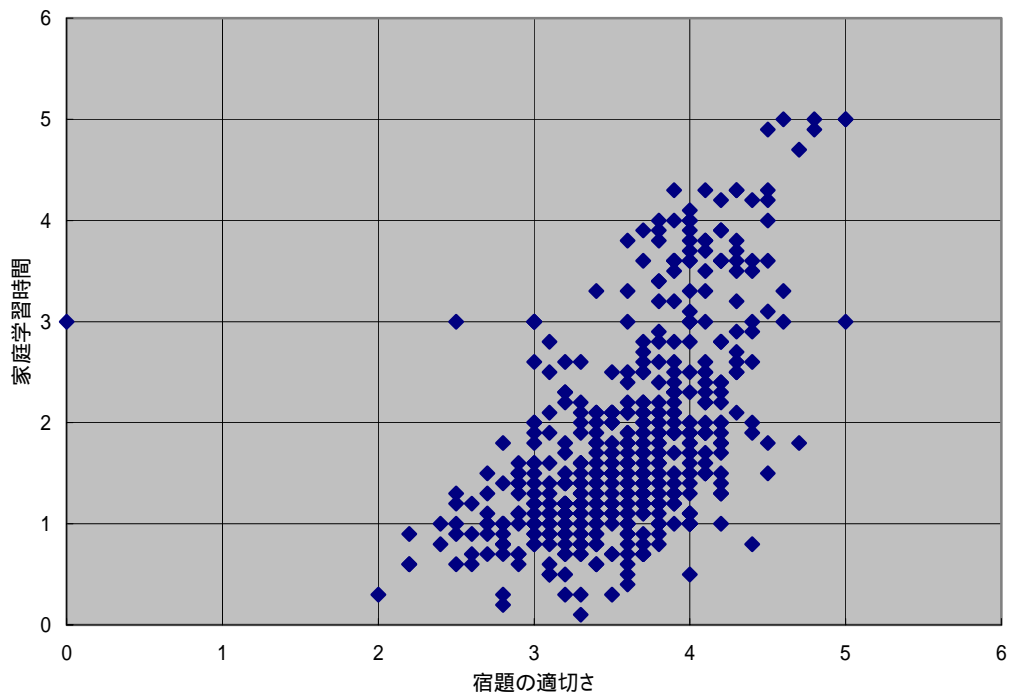


図12. 家庭学習時間と宿題の適切さの相関

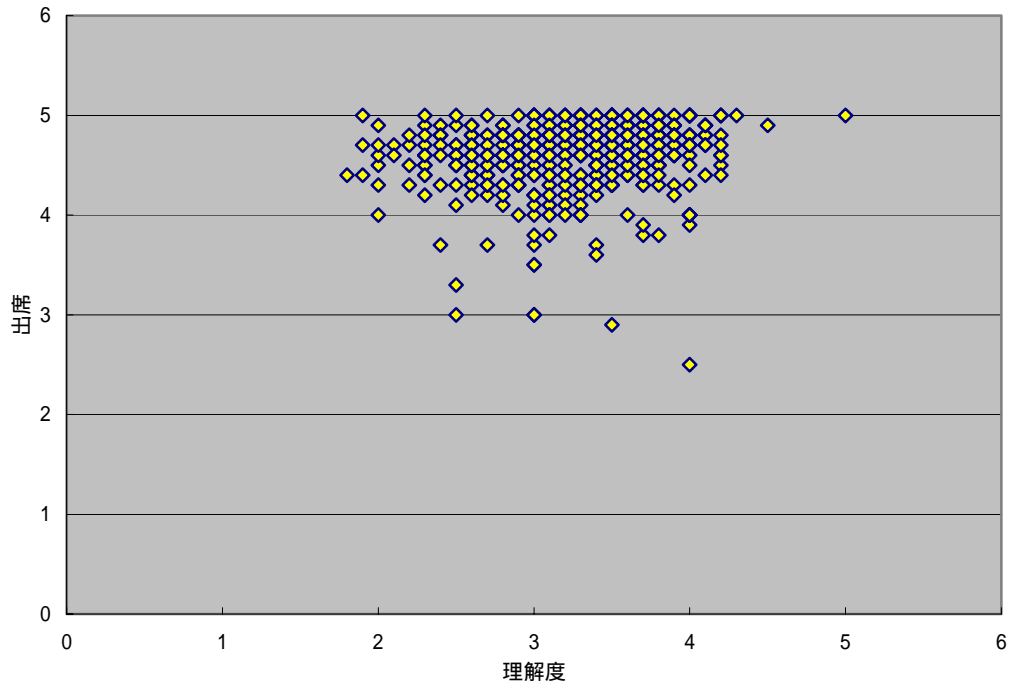


図13 . 出席頻度と理解度

【 報 告 】

平成 16 年度実施分教育改善プロジェクトおよび 平成 16 年度の教育環境改善提案表彰（教育アイデア賞）

平成 13 年度より、山口大学工学部では、教員個人もしくはグループでの教育あるいは学生サービスの改善（方法やシステム）に対する積極的な取り組みを支援するために、教育改善プロジェクトを広く教員ならびに技術職員に対して公募し、採択されたプロジェクトに対して資金を援助するシステムを実施している。支援の対象となる活動は、たとえば学生の自学自習支援用教材やリカレント教育用教材の提供、学生の自主的な取り組みによる創造性のあるプロジェクトの支援などである。本教育改善プロジェクトは教育環境改善に対する教職員の取り組みを推奨するとともに、その活動を援助することを目的とする。採択された教育改善プロジェクトでは、提案者が実施責任者となり計画を実施することになる。実施機関は単年度もしくは 2 年間であり、プロジェクト終了時

には報告書を提出する。

本年度実施分（平成 15 年度公募、平成 16 年度実施）は、平成 16 年 1 月 30 日締め切りで公募された。総数で 5 件の個人もしくはグループから応募があった。選考は学部長及び点検・評価委員会が、応募書類に基づき書類審査、およびプレゼンテーション審査（第 1 次選考）により候補者を挙げ、学科長会議にて最終選考する。選考では、提案の実現性および改善効果を重視されるので、提案内容とともに、実施計画の妥当性も先行の重要なポイントとなる。総計で 5 件の応募があり、選考の結果 3 件が採択され、資金援助を受けてプロジェクトの実施を行っている。以下に平成 15 年度の採択分をまとめた。

平成 16 年度教育改善プロジェクト実施状況

順位	プロジェクト名	所属	職	氏名	援助希望金額	援助額
1	物理学実験 WBT コンテンツ整備プロジェクト	機能材料工学科	講師	大島直樹	40 万円	15 万円
2	リカレント教育用教材の開発とその Web 配信化 - 自宅で先端化学を学ぶ -	応用化学工学科	助教授	堤 宏守	25 万円	10 万円
3	英語に対する意識向上を目的とした学習支援	電気電子工学科	助手	水上嘉樹	12 万円	5 万円

これらのプロジェクトのうち、プロジェクト 1 についてはその報告を本誌の論文として載せ、2 と 3 の報告を

23 ページ以降にまとめた

一方、工学部では、日常の中から見いだされる、教育環境改善に対する教職員からの提案を推奨し、その提案を実現することを目的として教育改善アイデア賞を公募している。この表彰制度では、発案者は必ずしも計画の実施者になる必要はないが、関係部署や委員会に働きかけることで実施の可能性のあるアイデアであることが求められている。応募できるのは工学部に所属する全教職員で個人応募とした。平成 16 年 1 月 30 日を締め切り

とし募集したところ、4 件の応募があったが、実現の可能性などを勘案し、下記の 1 件をアイデア賞として採択し、平成 16 年度にアイデア賞として表彰した。

教育改善のアイデアはいくつもあると思われるが、実施の可能性を持つことがこの場合重要なので、応募件数が伸びなかったことも考えられる。この提案システムについては問題点もあるので今年度でいったん休止し、再考していくことにしている、

2004年度教育環境改善提案採択一覧

番号	提案名称	所属	職	氏名	実施の検討を依頼する委員会
1	どこでも「携帯メール掲示板」	電気電子工学科	助教授	原田直幸	学生委員会

2004年度 教育改善プロジェクト実施報告書

プロジェクト名称	リカレント教育用教材の開発とその Web 配信化 - 自宅で先端化学を学ぶ -		
実施期間	2004年4月1日～2005年3月31日		
	所属	氏名	役割
責任者	応用化学工学 科	堤 宏守	教材作成の実施など
本年度の活動状況および成果			
<p>本プロジェクトは、以下の3つの要素(1)リカレント用教材(パワーポイント、事前学習教材など)の開発、(2)ビデオとパワーポイント教材との同期したコンテンツの作製、(3)Web配信と評価、から構成されている。今年度は、(1)～(3)を実施する予定であったが、(1)については完成したものの、(2)及び(3)については、現在も進行中であり、近日中に完成させたいと考えている。以下では、その概要について報告する。</p> <p><u>(1)リカレント用教材の開発</u> リカレントという内容を考えると、化学だけに対象を絞っても、その対象範囲はかなり広くなってしまうため、今回は申請者の専門分野である高分子化学と生体材料の関わる分野、特に医療分野に利用されている高分子材料について、その基本的な考えから実際に応用されている材料について焦点を当てた教材を作製した。以下にその内容を簡単に説明する。</p> <p>(a)医療用生体材料の基本的な考え方、種類、基本的に必要な性質(特に生体適合性、血液適合性など)について解説を行う内容の教材を作製した。さらに現在、いろいろな使われ方をしているポリ塩化ビニルなどの汎用高分子材料をベースとする医療材料について例を挙げながら解説する教材を作製した。</p> <p>(b)医療材料や医療用機材の表面修飾・コート材料として、近年注目を集めている高分子化合物、ポリ(メタクリロイルオキシエチルホスホリルコリン)(MPC)を中心に、その合成から製品化への流れなどについて解説する教材を作製した。</p> <p>(c)医療診断の際に重要となる微量物質の定量法として、高感度であり比較的取り扱いが容易であることやセンサー部分の表面修飾により高機能化が可能であることなどから注目されている水晶振動子マイクロバランス法及び表面プラズモン共鳴法について、その原理や実際に使用されている例などを示しながら解説する教材を作製した。</p> <p>(d)さらに(c)の技術を診断分野などへ展開するために不可欠な金属表面などへの抗体分子の固定化技術について、解説を行う教材を開発した。</p> <p><u>(2)ビデオとパワーポイント教材との同期したコンテンツの作製</u> 現在、ビデオの収録、ビデオ編集、ビデオの内容とパワーポイント教材との同期化が進行中であり、近日中に完成させたいと考えている。</p> <p><u>(3)Web配信と評価</u> (2)で作製したコンテンツについては、大容量サーバーなどへのアップロード並びに、評価のためのWebページなどを準備中である。</p>			

2004年度 教育改善プロジェクト実施報告書

プロジェクト名称	英語に対する意識向上を目的とした学習支援		
実施期間	2004年4月1日～2005年3月31日		
	所属	氏名	役割
責任者	電気電子工学科	水上 嘉樹	学生指導、学習計画の作成
共同実施者	電気電子工学科	Judith Johnson	運営方針および学習計画の作成
共同実施者	知能情報システム工学科	小林 邦和	広報活動
共同実施者	知能情報システム工学科	呉本 堯	広報活動

本年度の活動状況および成果

【活動状況】

英語能力の改善に関心を持つ工学部学生を対象に、火曜日と木曜日の週に2回のペースで、90分程度の英語勉強会を運営した。なお、当初、電気電子棟のセミナー室等を活動場所にしてはいたが、他学科の学生の利便性向上、および、活動風景を多くの学生に公開することを目的として、福利厚生棟1階の喫茶部に活動場所を変更した。

英語勉強会では、CDやPCソフトを用いたディクテーションとリピーティングを中心としている。ネイティブスピーカーによって録音されたショートセンテンスの聞き取りを繰り返し行い、手元のノートに書き取らせる。個々のセンテンスの担当者が全文を書き下せた時点で、日本語訳を提示する。続いて、センテンスのリピーティングを行う。ネイティブスピーカーの読み上げに引き続いて、発声模倣を試みる。全員がセンテンスを暗唱できるようになれば、次のセンテンスに移る。このようなトレーニングを10回行うことを一回分の課題としている。

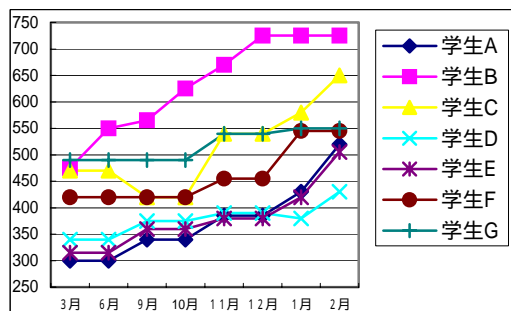
英会話に親しむことを目的として、宇部市在住外国講師の協力のもと、英会話練習会を月2回の割合で開催している。前半では、各自が身近な出来事を英語で説明している。後半では、テキストを用いた英会話の勉強を実施している。

TOEIC 試験前には、模擬試験を行っている。問題集や Web 教材を用いて試験と同様の時間制約を設けて問題を解かせ、終了後、答え合わせや解説を行っている。但し、全ての問題を取り扱わず、勉強会の終了時間が大幅に長引くために、リスニング問題および文法問題を重点化している。

英語勉強会の広報活動の一環として、感性デザイン工学科修士1年三見千代子がポスター作成を行い、学内に掲示した。これにより数名の新たな参加希望者を得た。

【活動成果】

毎回、10名程度の参加者がある。本英語勉強会では TOEIC の積極的な受験を奨励している。TOEIC 受験に積極的な学生の最近1年弱のスコア推移をグラフに示す。グループ学



図：参加学生の TOEIC スコアの推移

習を通して平均160点のスコア向上が見られた。また、学生によっては、長期にわたるなだらかな改善傾向から、突如短期的なスコアの急上昇(100点程度)が見られる場合も珍しくない。これは、基礎的なリスニング能力とポキャブラリを構築させることで、急峻な語学能力の向上が期待できることを示している。

山口大学工学部 FD ワーキンググループ

主 査 上村明男 (応用化学工学科)
点検・評価委員長
石田 毅 (社会建設工学科)
専門員 吉武志津江 (教育研究システム担当)

山口大学工学教育

第4巻 通巻4号

発行者

宇部市常盤台2丁目16番1号

山口大学工学部

Tel. (0836) 85 - 9005 (代表)

