

学科横断的 PBL 形式科目「創成工学実践」における授業評価

Student Evaluation of an Inter-Departmental Core Curriculum “Problem-Based Learning” in the Faculty of Engineering

渡 邊 信 一^{*1*2}
Shinichi WATANABE

高 木 淳 二^{*1*2}
Jyunji TAKAKI

長谷川 光 司^{*1}
Hiroshi HASEGAWA

入 江 晃 亘^{*1*2}
Akinobu IRIE

杉 山 均^{*1}
Hitoshi SUGIYAMA

横 田 和 隆^{*1*2}
Kazutaka YOKOTA

The present paper describes a student evaluation of Inter-Departmental core curriculum “Problem-Based Learning (PBL)” in the Faculty of Engineering at Utsunomiya University. The PBL is implemented to the first-grade students as an introductory engineering education, where student teams of four or five people assigned inter-departmentally attempt to solve the given problems. In order to verify effectiveness of the curriculum, some questionnaire surveys have been carried out for eight years to the students, and the results were statistically analyzed using a cluster analysis. As a result, 50–60% students evaluated the curriculum as “Good”. Effectiveness of the curriculum are confirmed as a creativity education.

Keywords : Engineering Education, Faculty of Engineering, Creativity, Introductory Engineering Education, Problem-Based Learning (PBL), Inter-Departmental Core Curriculum

キーワード : 工学教育, 工学部, 創造性, 工学導入教育, 課題解決型学習, 学科横断的必修科目

1. はじめに

宇都宮大学工学部附属ものづくり創成工学センターは、平成14年（2002年）に創造性教育に関する文部科学省の省令施設として、全国の国立大学（当時）で最初に設置され、「創成工学教育部門」の活動として、学生へのものづくり感性の涵養、自主性、創造性の育成を目的に、活発な活動を行っている¹⁾。学部生に対する創造性教育プログラムとしては工学部1年生に対して学科横断的に実施しているPBL形式科目「創成工学実践」があり、学生への工学に対する動機付け、専門課程における導入教育という位置づけで実施している^{2)–5)}。

従来の大学教育システムでは、基礎科目、専門科目という座学中心の知識習得後に、卒業研究で初めて実課題に取り組む場合が多く見られることがあり、このことが本取り組みの背景にあります。これに対して、本学工学部では、その後の専門教育への興味、理解を深めるために初期導入教育の段階から、より実践的な課題への取り組みを行い、工学に対する動機付けをね

らいとしている。また、近年の技術革新は、広範な分野の多くの科学的・技術的知見・要素技術を融合することによりもたらされていると考えられ、専門知識だけではなく、異分野のメンバーと連携してグループ形式で活動することも必要であると考え、学科横断のメンバー構成で活動を行っている。

本論文では、平成14年度から8年間を通して「創成工学実践」の授業期間終了時に実施してきた授業評価に関するアンケート結果について、多変量解析を用いて分析を行なった結果について述べる。

2. 創成工学実践

「創成工学実践」は、共通専門基礎科目（後期、必修）として、工学部の1年生（全5学科、約430人）を対象に実施しているPBL形式科目である。本授業の特徴の1つは、受講生を学科横断的な4人もしくは5人のグループ、つまり本学工学部では5学科あるため同じグループに同学科の学生を含まないようにグループを組み、各グループには教員が考案したものづくりに関する実践テーマを与えるという学科横断型のグループ構成である。平成21年度は419名の受講生を89グループにわけ、表1のような15種類の実施テーマに対して、各テーマに4グループから16グループの学生を配属し

平成23年1月6日受付

*1 宇都宮大学大学院工学研究部

*2 宇都宮大学工学部附属ものづくり創成工学センター

表1 平成21年度実施テーマ一覧

テーマ番号	実施テーマ名 (50音順)	実施担当学科
1	足で歩く機械の製作	機械
2	音マップを作ろう	創成工学センター
3	紙飛行機を作ろう	機械
4	環境と調和したミニチュア橋を作ろう！	建設
5	管弦楽器を作る	電気電子
6	転がり続けるコイン	機械
7	最強の紙の橋を架けよう！	建設
8	時間を計る装置をつくらう	応用化学
9	自作電源1石ラジオ	電気電子
10	ジャンボ紙飛行機	情報
11	「食」の場をめぐる幸せのカタチ	建設
12	発想法を習得して、宇都宮大学工学部の魅力を発見し、発信しよう！	情報
13	風力発電に挑戦	機械
14	メッセージを送る装置を作ろう	情報
15	ユニットから作る、自作スピーカー	創成工学センター

表2 年度ごとの回答状況

年度	有効回答数	受講者数	回答率 [%]
平成14	407	444	91.7
平成15	392	427	91.8
平成16	399	430	92.8
平成17	397	452	87.8
平成18	405	471	86.0
平成19	406	440	92.3
平成20	349	441	79.1
平成21	382	419	91.2

3. 授業期間終了時アンケートの結果

「創成工学実践」では、学生の学習達成度の評価および授業の改善を目的として、授業期間の中間段階において学生個人およびグループに対するアンケート、授業期間終了時において、授業評価アンケート、自己評価アンケートおよびテーマ評価アンケートを実施している。本章では、授業期間終了時に実施している授業評価アンケートの結果に対して、数量化Ⅲ類を適用しカテゴリー（質問項目）の分類からファクターの抽出および分析を行う^{6),7)}。また、カテゴリーの分析結果を基に、クラスター分析を用いて受講生を4つのグループに分類した結果について述べる。年度ごとの授業評価アンケートの有効回答者数と受講者数を表2に示す。

3.1 授業評価に関するアンケート

本節では授業期間が終了した時点で、受講生に対して実施した授業評価アンケートの結果について述べる。まず、以下のような8つの質問項目に対して、5段階評価で評価してもらった。

(1) 授業方式について

「とても悪い、悪い、どちらでもない、良い、とても良い」

(2) グループ活動について

「とても悪い、悪い、どちらでもない、良い、とても良い」

(3) 学科混成のグループ構成について

「とても悪い、悪い、どちらでもない、良い、とても良い」

(4) 教員からの指導・指示の量について

「少なすぎた、少ない、どちらでもない、多い、多すぎた」

(5) 教員からの指導・アドバイスの内容について

「全く参考にならなかった、参考にならなかった、どちらでもない、参考になった、とても参考になった」

(6) TAからの指導・指示の量について

「少なすぎた、少ない、どちらでもない、多い、多すぎた」

(7) TAからの指導・アドバイスの内容について

た。各テーマは各学科の教員グループが担当し、受講生は、事前のオリエンテーションで複数の実施希望テーマを選択し、希望するテーマに配属される。配属後は与えられた実践テーマに対してグループでコミュニケーションを取りながら、問題発見、計画、実行、評価および改善という課題解決に取り組み、最後に発表を行なう。本授業では、教員およびTAは、学生の自主的な活動を最大限に尊重し、必要最低限の説明、もしくはアドバイスをのみで、できる限り干渉しない、つまり口や手を挟まないことを基本的な方針とし、このようなものづくり体験学習を通じて、学生の「自主性」、「創造性」、「独創性」を育み、さらに、グループ活動を通じて「コミュニケーション能力」、また成果発表を通じて「プレゼンテーション能力」の各能力を育成することを目指している。

「創成工学実践」では、

- (1) 自主性
- (2) 創造性（想像性）、創意工夫
- (3) 独創性
- (4) 問題解決意欲
- (5) 協調性、コミュニケーション
- (6) プレゼンテーション
- (7) 試行錯誤
- (8) 成果
- (9) その他テーマ毎に設定する評価項目

という評価項目を設定し、成果物のみを評価するのではなく、活動の過程や着想、創意工夫、チームワークなどを重視し、各個人に対して行なっている。

「全く参考にならなかった, 参考にならなかった, どちらでもない, 参考になった, とても参考になった」

(8) この授業の総合的な満足度について

「とても不満, 不満, どちらでもない, 満足, とても満足」

3.2 分析方法

分析方法は, 多変量解析の1つである数量化Ⅲ類を適用しカテゴリーの分類およびクラスター分析を用いて受講生を4種類に分類した^{6), 7)}. 具体的には数量化Ⅲ類を適用する際に, カテゴリー数を少なくし, ファクターを容易に抽出できるように次のような, 5段階評価から2段階評価へデータの簡略化を行った. 例えば評価項目(1)において, 受講生が「とても悪い」もしくは「悪い」と評価した場合, この項目は「悪い」と評価したとみなし, 同様に「とても良い」もしくは「良い」と評価した場合, 「良い」と評価したとみなし, さらに, 「どちらでもない」と評価した場合は分析のためのデータとして用いないこととした. データを簡略しても結果の妥当性は失われなことを考察より示す.

3.3 カテゴリーの分類

平成21年度の受講生に対するカテゴリースコアを図1に示す. まず, この図の各ファクター(軸)の意味づけを行う. カテゴリーの分布の特徴として, まず第1ファクター(横軸)は, 「良い」という評価項目は右半面に分布しており, 逆に「悪い」という評価項目は左半面に分布していることから授業全般の良い評価, 悪い評価に関するファクターであると考えられる.

次に, 第2ファクター(縦軸)に注目する. 左半面のカテゴリーに注目すると, 上半面のカテゴリーは授業方法について, 逆に下半面のカテゴリーは教員・

TAについてのカテゴリーが分布している. したがって, 第2ファクターは授業方法(ハードウェア)と指導する教員・TA(ソフトウェア)に関するファクターであると考えられる.

2章で述べたように本授業の特徴の1つである教員およびTAは受講生に対して, 必要最低限の説明, もしくはアドバイスをするのみなので, 図1のように「教員とTAの指導量: 多い」というカテゴリーは良い評価, 逆に「教員とTAの指導量: 少ない」というカテゴリーは悪い評価として現れることは, 本授業に対する本学工学部および著者らのねらいとは逆の傾向になっている. ただし, 受講生から見ればある程度指導される方が「良い」と評価していることは, 本授業の受講生である大学1年生にとっては, 高校までは座学中心の受身の授業がほとんどであったと考えられ, 特に学校の授業として自主的に何かの問題に取り組む経験が無かったため, 教員やTAから指導される方が「良い」と評価するのは自然なことかもしれない. また, 近年の学生の気質が顕著に現れている結果ではないかと思われる.

このアンケート結果を分析し, 近年の学生の受身の気質が再確認でき, 初期導入教育として, 自主的に考え, 行動するきっかけとなる本授業の役割および必要性が再認識できた.

3.4 受講生の分類

受講生のサンプルスコアに対して, クラスター分析を適用し, 4つのサンプルクラスターに分類した. 分析方法にはウォード法を用い, サンプル間の距離の算出にはユークリッドノルムを用いた^{6), 7)}. この分析方法を適用した結果を, 図2に示す. 図中の数字はクラスターを構成しているサンプル数と有効回答者数の割合を示している. 図2の各クラスターの意味づけは

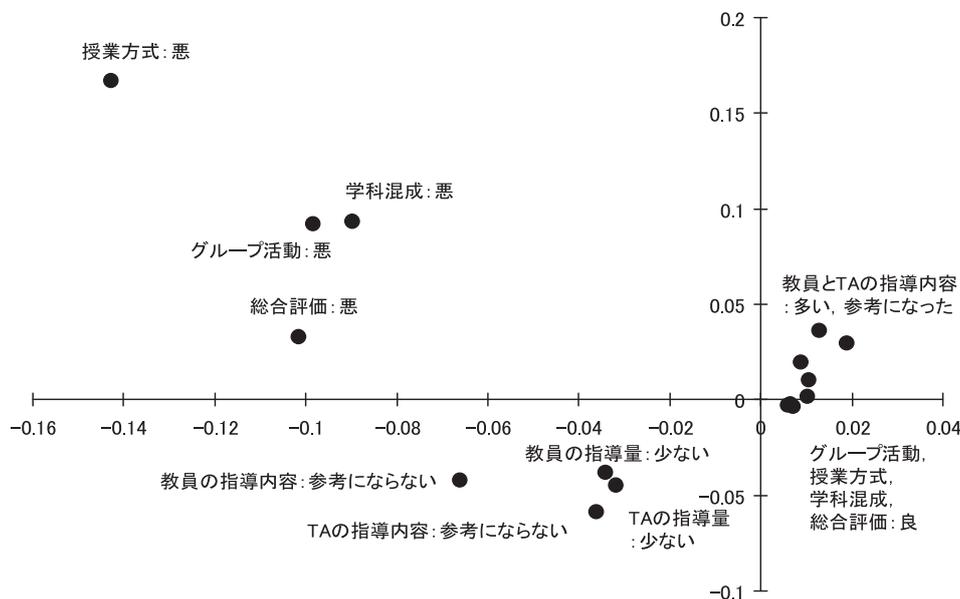


図1 カテゴリースコアの分布

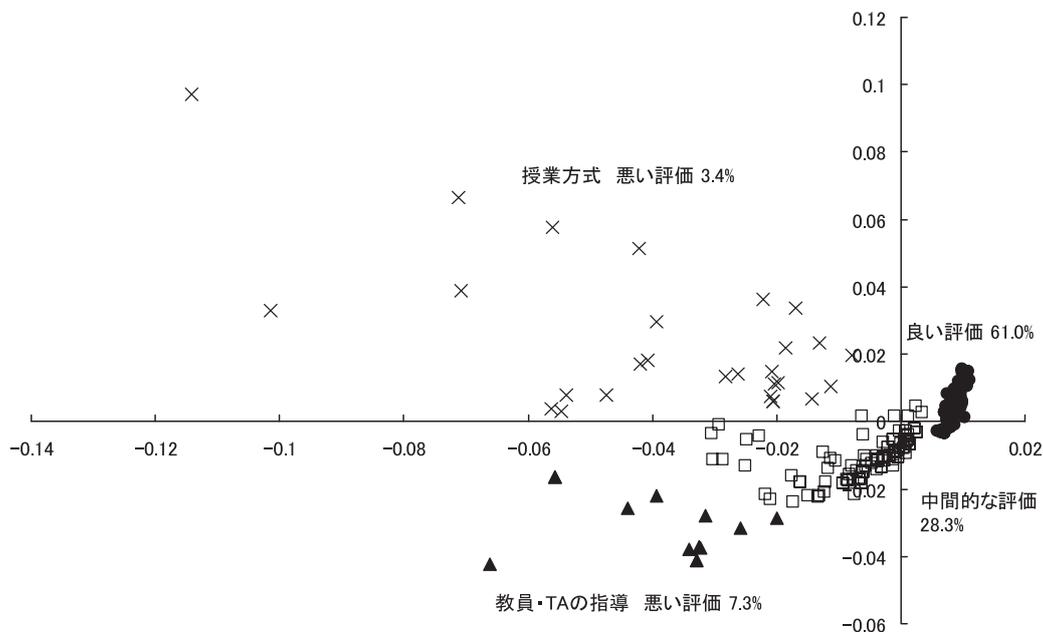


図2 サンプルスコアの分布

前節3.3節で述べたカテゴリーの分類と対応づけることにより、解釈できる。つまり、第1ファクターに対して右側に存在するサンプル（受講者）は本授業について良い評価であり、逆に左側に存在するサンプルは悪い評価であると言える。さらに第2ファクターに対して、上側に存在するサンプルは授業方式について、下側に存在するサンプルは指導する教員・TAに関して評価されていることを示している。これらのことを考慮して図2の各クラスターの意味づけを行うと、有効回答者数382名のうち第1ファクターの値が相対的に大きく正の値となっている●印の61.0%（233名）の受講生は本授業に対して良い評価を与えていると考えられる。原点付近の□印の28.3%（108名）の受講生は中間的な評価、左半面上部（第2象限）の×印の3.4%（13名）の受講生は授業方式について悪い評価、最後に左半面下部（第3象限）の▲印の7.3%（28名）の受講生は教員、TAの指導について悪い評価を与えている。本授業について良い評価の受講生が約61%、中間的な評価を含めると約90%になることから、初期導入教育の必修科目としてはその役割は十分果たしていると考えられる。

また、5段階評価を2段階評価へデータの簡略化を行ったことについては、カテゴリー数が少なくなることにより、各ファクターやサンプルクラスターの解釈が容易になり、さらに本報の結果を見る限り、結果に対して、簡略化したことによる情報の欠如も見られないと考えられ、妥当な方法であり、結果が得られたと考えられる。したがって、2段階評価でデータの分析を行っても問題ないと考えられる。

3.5 年度毎の比較

本授業は平成14年度から実施し、本節では年度毎の受講生の授業評価の推移について述べる。評価方法は

表3 年度毎の各クラスターの人数比の割合 [%]

年度	良い評価	中間的な評価	授業方法に対する不満	教員・TAに対する不満
平成14	44.2	39.8	7.4	8.6
平成15	53.3	34.7	4.6	7.4
平成16	55.6	34.1	4.5	5.8
平成17	58.4	29.5	5.0	7.1
平成18	58.3	28.6	5.4	7.7
平成19	58.6	30.3	3.9	7.1
平成20	54.7	29.8	7.7	7.7
平成21	61.0	28.3	7.3	3.4

カテゴリーの分類は3.3節、また受講生（サンプル）の分類は3.4節と同様な方法でそれぞれ分類を行った。

年度毎に分類した結果、各年度に関してもカテゴリーの分類は3.3節で述べたように第1ファクターは授業全般に対して「良い-悪い」に関するファクター、また、第2ファクターも同様に「授業方法-教員・TA」に関するファクターであった。したがって、サンプルのクラスター分析による分類に関しても本授業に関して「良い」、「中間的」、「授業方法に対する不満」および「教員・TAに対する不満」の4つのクラスターに分類することができる。年度毎の各クラスターの人件比を表3に示す。

表3より、初年度の平成14年度は他の年度と比較して、「良い評価」が低く、「教員・TAに対する不満」が大きいことが確認できる。平成14年度は、学生の実施テーマの希望を選択させずに、教員側が機械的にテーマ配属を決めたことや、必修科目として大規模にPBL形式の授業を本学工学部で実施したことがなかつ

たこと、さらに、教員側の経験者も少なかったことなどから、受講生の評価が低かったと考えられる。

しかしながら、平成14年度を除き、半数近くの約50%から60%の受講生が本授業を「良い」と評価しており、中間的な評価は30%から35%である。両者を合わせると約90%になり、さらに年度毎の評価値のばらつきも小さいと考えられることから、必修科目としては、満足な結果であると考えられる。ただし、評価値のばらつきが小さいということは、教員がマンネリ化していることも考えられ、「中間的な評価」の受講生からいかにして「良い」と評価されるように改善できるかが、今後の課題の1つである。さらに、同時に「授業方式」および「教員・TAに対して不満」を持っている受講生については、自由記載の項目等からの意見を参考に改善していきたい。特に、教員・TAに対する不満は受講生の意見を担当教員にフィードバックすることにより、受講生への対応および授業の進め方等の見直しを依頼していきたい。

4. おわりに

本論文では、学部生に対する初期導入教育科目である「創成工学実践」の授業期間終了時に実施した授業評価アンケートについて、多変量解析を用いて分析を行った結果について述べた。結果は受講生の50%から60%が良い評価であったことを示すものであり、実習型の必修科目としては、満足な結果であると考えられ、さらなる改善により、教育効果の向上、それにともない授業評価が底上げされるように努力していきたい。

今後は年度毎の比較、その他に実施しているテーマ評価アンケートの分析も行い、その結果を教員にフィードバックをかけることにより、授業改善の参考になる資料として提案していきたいと考えている。また、本授業は学部1年生を対象とした初期導入教育という位置づけで実施しているため、現在、高学年次および大学院博士前期課程の学生を対象とした創成科目を新規開講し、実施中である。これらの授業科目と連携をはかり、教育効果の向上を目指していきたい。

謝 辞

「創成工学実践」の実施において、材料購入等の費用の一部を宇都宮大学工学部同窓会にご支援いた

き、感謝いたします。

また、本授業の立ち上げおよび実施にご尽力ならびにご協力いただきました、前センター長 西田靖名誉教授、淵澤定克名誉教授、永森弘之客員教授、植竹一郎客員教授、ならびに関係者各位に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 横田和隆, 高木淳二, 淵澤定克, 鏡重次郎, 西田靖: 学生の創造性育成への組織的取り組み-宇都宮大学工学部附属ものづくり創成工学センターの活動と展望-, 第54回工学・工業教育講演会論文集, pp.557-558, 2004
- 2) 横田和隆, 高木淳二, 淵澤定克, 鏡重次郎, 西田靖: 工学部初年度学生に対する創成科目「創成工学実践」, 第54回工学・工業教育講演会論文集, pp.375-376, 2004
- 3) 横田和隆, 高木淳二, 淵澤定克: 螺旋型工学教育プログラムの開発と実施, 第55回工学・工業教育講演会論文集, pp.686-687, 2005
- 4) 長谷川光司, 他: 宇都宮大学工学部における学科横断的必修科目「創成工学実践」の実施について, 工学教育, 58-4, pp.21-27, 2010
- 5) 長谷川光司, 他: 学部1年生必修PBL科目「創成工学実践」の実施とその教育効果, 第56回工学・工業教育研究講演会, pp.42-43, 2008
- 6) 管 民郎: 初心者がらくらく読める多変量解析の実践(下), 現代数学社
- 7) 田中 豊, 脇本和昌: 多変量統計解析法, 現代数学社

著 者 紹 介



渡邊 信一
学 歴: 2003年, 宇都宮大学大学院工学研究科博士後期課程修了博士(工学)
職 歴: 宇都宮大学工学部附属ものづくり創成工学センター助教
表 彰: 関東工学教育協会賞業績賞
所属学会: 工学教育協会, 日本機械学会, 日本感性工学会
連絡先: swtnb@cc.utsunomiya-u.ac.jp