

平成 29 年 5 月 18 日現在

機関番号：32619

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350197

研究課題名(和文)理工系講義形式授業におけるパラダイム転換を促す教員支援プログラム開発

研究課題名(英文)Development of course design program for science and engineering faculty staff

研究代表者

榊原 暢久(Sakakibara, Nobuhisa)

芝浦工業大学・工学部・教授

研究者番号：30235139

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,500,000円

研究成果の概要(和文)：学生および教員が対話しながら学びを進める授業実践は、日本の理工系大学基礎教育、特に、数学教育では皆無に等しい。その理由は、学習者自ら学ぶような講義運営方式に大学教員が精通しておらず、学生が題材を理解していく過程や問題点に関する経験知が少ないことがあげられる。この研究では、ラーニングポートフォリオや問題作成レポートを使用した授業デザインにより、学生の学習時間やシラバス参照頻度、学生の成績が向上することを検証した。また、これらの効果を理工系教員に紹介・提案するFD研修プログラムを開発した。さらに、既に経験知の高い教員を念頭に、学生の視点を生かした、学生主体の教員支援プログラムSCOTを構築した。

研究成果の概要(英文)：In mathematics education of science and engineering universities in Japan, there is not much practice of cooperative learning. The reason is that university faculty members are not familiar in such lecture management system, and there are few experiences about students' understanding process and problems.

In this research, we verified that student learning time, syllabus reference frequency, and student performance are improved by the course design using learning portfolio and problem creation report. In addition, we developed an FD program to introduce and propose these effects to science and engineering faculty. Furthermore, we created a student-based faculty support program SCOT.

研究分野：高等教育開発

キーワード：高等教育開発 FD 理工系 講義形式授業 パラダイム転換 教員支援

1. 研究開始当初の背景

大学教育の実質化を語る上では、「何を教えるか」よりも「何が出来るようになるか」、「どのように自ら学ぶか」という講義における主体に関する考え方の転換が必要である。知識量を増やすという方向ではなく、自ら学びながら理解し、自らで論理的考察を構築し、それらを説明出来る学生を育成することが重視される。このような学生を育成するためには、従来の講義形式ではない、協同学習的要素を取り入れた高い活動性や、質問と応答を繰り返すような高い双方向性をもつ講義を実施することが求められる。協同学習の考え方をういた授業実践は、初等・中等教育では多く見られるものの、日本の理工系大学基礎教育における実践はまだ少なく、特に、極度の積み上げ式である数学教育での実践は皆無に等しい。その理由は、講義における主体が変化しているにもかかわらず、学習者自ら学ぶような講義運営方式に大学教員が精通しておらず、学生が題材を理解していく過程や問題点に関する経験知が少ないことがあげられる。

2. 研究の目的

この研究ではまず、上記の経験知を効果的に増強し、結果として講義の双方向性を高める講義ツールの効果を検証する。特に、「ラーニングポートフォリオ(LP)」と「問題作成レポート」を取り上げる。LPの定義は、「学生がコースを受講する間に作成した成果物を蓄積した学習記録ファイル」(池田他、2002)を用いることにする。ただし、学生自身の学びに関する省察、学生の学習過程を知ることができる資料、学生が互いに協力しながら学習する仕組みを備えたものとする(土持、2009、2011)。「問題作成レポート」とは、到達目標に沿った問題を自ら作成し、その解答をつけることを課したレポート課題であり、初等・中等教育では「問題作成学習」として多くの先行研究がある(澤田他、1995)。

講義における主体の変化が意識されて以降、大学教育における協同学習の有効性が注目され、各種WSや専門書(E.F.Barkley他、安永 訳、2009)でその詳細が紹介されている。そのような取り組みを広く実現するためには、上記の経験知をまず前提とした上で、協同学習的要素を取り入れた講義を各教員に体験・実施してもらい、順次改善していくことが望まれる。また、このような講義の改善過程において、学生の視点を生かした、学生主体の教員支援プログラムがあれば、改善点の明確化により、改善がスムーズに進むだけでなく、授業内にとどまらない学生自身の学びも格段に促進されると考えられる。米国ではこのような教員支援プログラム SCOT (Students Consulting on Teaching) が既にあり、国内においても帝京大学および芝浦工業大学での実践が試行的に始まっている。本課題では、理工系基礎教育に適用したこの種

のプログラムを開発・整備し、その有効性について明らかにする。

3. 研究の方法

LP や問題作成レポートを使用する過程での学生の変化を、学生の学習時間やシラバス参照頻度、学生の成績、アンケート結果等によって検証する。その後、これらの効果を理工系教員に紹介・提案するFD研修プログラムを開発する。

一方、既に経験知の高い教員を念頭に、協同学習的要素を取り入れたパイロット講義を開発するが、このためにまず、学生の視点を生かした、学生主体の教員支援プログラム SCOT を構築する。具体的には、講義のコンサルテーションに必要な基礎知識や視点、態度などを育成する学生用研修プログラムを開発・整備し、これを受講した学生によるフィードバックを使うことで、パイロット講義の改善を進める。

榊原はミニッツペーパーや講義ニュースを用いた先行研究を行っており(榊原、2009、2010)、この研究を実施するうえでの素地が出来上がっている。この研究を実施する際、比較的小規模なクラス編成であることが望ましいが、芝浦工業大学工学部では既に60名以下のクラス編成で基礎教育が実施されており、これらのクラス各々で、双方向性を高める異なるツールを使うことにより、その効果が実証できると予想される。また、この効果を学内外のFD研修プログラムで紹介・提案し、その使い方のWSを実施することにより、比較的経験知の少ない教員集団への教育改善に向けた教員支援を行なうことが出来る。

4. 研究成果

(1) LP および問題作成レポートを用いた授業デザインの提案

提案する授業デザインを導入したクラスは、微分積分1、2、線形代数1、2と演習がセットになった週2回開講クラスである。各々の科目の主たる内容は

【線形代数1】行列、行列式、ベクトル空間

【微分積分1】1変数関数の微分積分

【線形代数2】線形写像、内積空間、行列の対角化

【微分積分2】2変数関数の微分積分である。

上記のクラスでは、初回にA4版4ページほどの詳細シラバスを用いて、授業概要や目的、到達目標、授業の流れ、各種の課題、担当教員の授業での基本ルール、教科書、授業スケジュール、評価方法等について、質疑を交えながら詳しく説明し、このような授業形態をとる趣旨の深い理解を促す。週2回の授業は、講義が主となる回と、演習が主となる回があり、それぞれ以下の流れで進む。

【講義】授業の最初に、予習宿題で下調べし

た部分の疑問点を受講生と教員間の対話の中で共有し、それらについて確認する。学習シートにある予習宿題部分は授業までに必ず自分でやっておく。その後、当日の内容に関する解説と例題の説明、簡単な演習、机間巡視による指導を行う。最後に、当日の内容に関する簡単な確認テストをする。

【演習】授業授業の最初に、計算中心の復習宿題に関する小テストを10分程度実施する。講義終了後、次の演習の授業までに、復習宿題は必ず自分でやっておく。この答案を学生どうして交換してもらい、解説を聞きながらチェックしてもらおう。当日の内容に関する簡単な解説と演習を行う。最後に、当日の内容に関する確認テストをする。

この授業で毎週課される課題は、
 【講義前】学習シートによる予習宿題
 【講義中】確認テスト
 【講義後】計算中心の復習宿題
 【演習中】小テストと確認テスト
 【演習後】学習シートによる週のまとめである。また、上記の課題の他、4~5週ごとに期末準備テストと問題作成レポートを各々3回課す。毎週の授業内外の課題、期末準備テスト、問題作成レポートに取り組み、学習課題を繰り返し学ばざるを得ない状況を作り、内容の定着化と深化を図る。

受講生がまとめるLPは、以下で構成される本体部分と資料部分からなり、A4ファイルにまとめて提出される。

【本体部分】学習シート、学期を通じての振り返りシート、コンセプトマップ、ループリック評価表、LP添付資料チェック表
 【資料部分】詳細シラバス、各回の講義で実施した採点済み答案、各回の演習で実施した採点済み答案、期末準備テストの採点済み答案、問題作成レポートの採点済み答案、各種模範解答、コンセプトマップ例、その他の提出済み課題

この授業デザイン導入による「授業外学習時間の変化」は表1、「シラバス参照状況の変化」は表2、「成績の変化」は表3のようになっている（アンケート結果の数値は%）。

表1：授業外学習時間の変化

| | 3時間以上 | 2時間程度 | 1時間程度 | 30分程度 | 殆どしなかった |
|--------------|-------|-------|-------------|-------------|-------------|
| 2008後期 線形代数1 | 1.7 | 3.4 | 30.5 | 42.4 | 22.0 |
| 2008後期 微分積分1 | 2.3 | 2.3 | 22.7 | 27.3 | 45.5 |
| 2009前期 線形代数2 | 1.7 | 8.6 | 29.3 | 48.3 | 12.1 |
| 2007後期 微分積分2 | 0.0 | 2.0 | 10.0 | 28.0 | 60.0 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | 3時間以上 | 2時間程度 | 1時間程度 | 30分程度 | 殆どしなかった |
| 2012前期 線形代数1 | 7.0 | 14.0 | 40.4 | 31.6 | 7.0 |
| 2015前期 微分積分1 | 7.4 | 9.3 | 48.1 | 27.8 | 7.4 |
| 2013後期 線形代数2 | 11.3 | 24.5 | 52.8 | 9.4 | 1.9 |
| 2014後期 微分積分2 | 0.0 | 21.6 | 56.8 | 21.6 | 0.0 |

表2：シラバス参照状況の変化

| | 常にした | よくした | 時々した | あまりしなかった | しなかった |
|--------------|------|-------------|-------------|----------|-------------|
| 2008後期 線形代数1 | 1.7 | 1.7 | 18.6 | 18.6 | 59.3 |
| 2008後期 微分積分1 | 0.0 | 0.0 | 6.8 | 31.8 | 56.8 |
| 2009前期 線形代数2 | 1.7 | 1.7 | 10.3 | 27.6 | 58.6 |
| 2007後期 微分積分2 | 4.0 | 0.0 | 8.0 | 26.0 | 60.0 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | 常にした | よくした | 時々した | あまりしなかった | しなかった |
| 2012前期 線形代数1 | 15.8 | 21.2 | 29.8 | 22.8 | 10.5 |
| 2015前期 微分積分1 | 5.6 | 38.9 | 25.9 | 13.0 | 16.7 |
| 2013後期 線形代数2 | 17.0 | 17.0 | 34.0 | 9.4 | 22.6 |
| 2014後期 微分積分2 | 2.7 | 27.0 | 40.5 | 16.2 | 13.5 |

表3：成績の変化

| | S | A | B | C | D |
|--------------|----|----|-----------|----|-----------|
| 2008後期 線形代数1 | 3 | 14 | 23 | 15 | 19 |
| 2008後期 微分積分1 | 2 | 3 | 17 | 12 | 22 |
| 2009前期 線形代数2 | 4 | 11 | 13 | 17 | 27 |
| 2007後期 微分積分2 | 0 | 4 | 8 | 7 | 38 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | S | A | B | C | D |
| 2012前期 線形代数1 | 0 | 11 | 29 | 16 | 8 |
| 2015前期 微分積分1 | 2 | 7 | 14 | 15 | 24 |
| 2013後期 線形代数2 | 11 | 15 | 20 | 6 | 8 |
| 2014後期 微分積分2 | 0 | 4 | 16 | 9 | 8 |

これらから、ここで提案する授業デザインは、シラバスを参照しながらの授業外学習時間の増加に効果があり、結果的に成績が向上するということがわかる（詳細については発表論文[2]参照）。

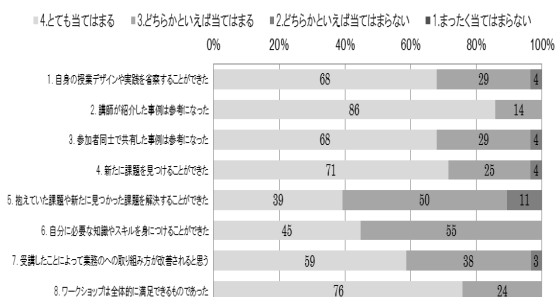
(2)「理工系講義形式授業において学生の学習を促進する授業デザイン」WSプログラムの開発

理工系基礎科目における講義形式授業の中で、学生の主体的な学びや授業外学習を促進するために、基本的な授業設計や具体的なティップスを習得し、他の参加者の工夫を持ち帰ることができるWSプログラムを開発した。流れは以下の通りである。

- i) オープニング(企画趣旨、講師自己紹介、WSの流れ説明)
- ii) 目標設定(評価したい学生の学習項目)
- iii) 評価方法
- iv) 授業方法(授業設計)
- v) 授業外学習の設計
- vi) まとめ(自身の授業で「新しく取り組みたいこと」を宣言する)

本プログラムでは、学生の学習を促進する授業実践の事例カードを用いて、参加者がより多くの事例を持ち帰ることができるように工夫した。表4から、参加者の反応は概ね肯定的であるが、参加者が抱える課題をいかにして見出し、その解決に繋がるヒントを提供することができるかが今後の

表4：WS参加者のアンケート結果



課題である。また、自由記述の中に事例カードが役に立ったという意見が多く挙げられており、今後は事例を充実させていくことも重要である（詳細については口頭発表[8]参照）。

本研究費の助成期間に、我々が開発したWSを以下のように実施する機会を得た。

- 2014年7月5日
東京理科大学第10回FDセミナー
- 2014年8月28日
SPODフォーラム2014（高知大学）
- 2015年8月26日
SPODフォーラム2015（愛媛大学）
- 2016年8月24日
SPODフォーラム2016（愛媛大学）
- 2017年3月7日
神奈川工科大学FDワークショップ

また、WSで使用する授業設計に関する専門書も執筆した（図書[1]参照）。

（3）SCOTプログラムの構築

SCOTとは、教育・学習に関する一定の研修を受け、SCOTとして活動することを認められた学生（以下、SCOT学生）が授業観察を行い、学生の視点に立った客観的な情報を教員に提供することにより、授業改善や向上を支援するFD活動である。北米ではUtah Valley大学、Brigham Young大学、Minnesota大学等の教授学習センター（CTL）のサービスの一環として確立されている。芝浦工業大学では、日本でいち早くSCOTを導入した帝京大学高等教育開発センターの第1期（2011年度）SCOT研修を参考に、基本的にはこの研修内容を踏襲しつつ、2012年2月からSCOT学生養成のための研修を試行的に実施していた。

SCOT学生を養成する研修（以下、SCOT研修）は、教育・学習についての学びから始まる。半期ごとに実施するSCOT研修は、4回の座学研修、2回の実地研修、および課題発表会で構成される。以下が座学研修の内容である。

i) SCOTとはなにか、SCOT業務と責任、研修の目的と受講の注意、仲間意識作りと役割分担

- ii) 大学の現状とFDの義務化、単位制・GPA制度、芝浦工業大学の歴史と建学の精神
- iii) 学びとは～深い学習・浅い学習、シラバスと授業、様々な授業形態～アクティブラーニング
- iv) コミュニケーションについて、コミュニケーショントレーニング（傾聴）

SCOT業務では、依頼のあった教員と事前打ち合わせ・授業観察・事後打合せを行う。最初に、担当可能なSCOT学生2～3名のうちのリーダーを決め、以下の流れで、担当するSCOT学生が主体的に業務を進めていく。

- i) 教員との日程調整：リーダーが依頼者である教員と、事前打ち合わせ日程および面談場所の調整をする。
- ii) 事前打ち合わせ：授業内活動の教員の意図、教室内で観察して欲しいこと等について、担当SCOT学生が依頼者である教員と話し合う。また、その他にどのような活動が提供できるかを説明する。
- iii) 授業観察当日：ii)の依頼事項およびその他を観察し記録をとる。依頼があれば、ビデオ撮影や授業最後の時間に履修者へのインタビュー等を行うこともある。
- iv) 事後打合せ：観察内容をまとめた報告書および教員・履修者の言動を詳細に記録したタイムテーブル等をもとに、授業内で起こっていたこと等について、担当SCOT学生が依頼者である教員に説明する。この時、教員はSCOT学生に意見を求めることもできる。

以下は、SCOTを利用した教員からの聞き取り調査結果の一部である。

- ・自身では気がつかない点を指摘してくれた。
- ・報告書は大変詳しい説明があり参考になった。
- ・コンサルテーション後の授業で、すぐに反映できることもあった。また、来年度の授業に活かしたいと思うこともあった。
- ・教員の目線・動き・学生の当て方等、学生の視点からのアドバイスはすぐに授業に反映させることができた。今まで目が届かなかったところに目が行くようになり、話が学生に届くような「奥に広まった」感じがある。
- ・毎学期SCOT利用をフィックスしてもよいと思っている。
- ・学科内の教員相互授業参観では得られないものがある。
- ・学生視点で見てくれるので、通常は気がつかない点を指摘してもらえた（パワポの使い方、学生の集中力等）。その後には改善し、履修者の集中力が途中で途切れることが少なくなったと感じている。
- ・学生の方を向いて語りかけるとか、学生が絡むようなことがないので、一方通行の

- 印象があるとの指摘があった。自分でも気にしていた点であった。その後は、学生を当てるとか、話しかけることを試みている。
- ・担当する他の科目での SCOT 利用も考えた。
- ・授業観察は 2 回あるとよい(事前打ち合わせ 観察 1 報告 1 観察 2 報告 2)。報告を受けての対応とその変化・効果等も観てもらえるとよい。
- ・2 年間同じ講義形式で行ってきた授業なので、いい刺激になった。
- ・授業の後半は学生を見ていないという指摘を受けて、反省点であると気付かされた。実際に授業後半は授業計画をこなすことに気がいっていることもあると思う。

さらなる詳細については発表論文[1]を参照。

[引用文献]

- [1] 池田輝政・戸田山和久・近田政博・中井俊樹：成長するティップス先生 授業デザインのための秘訣集、玉川大学出版会、2002。
- [2] 榊原暢久：初年次数学基礎教育におけるミニッツペーパーと講義ニュースの試み、日本数学教育学会第 42 回数学教育論文発表会論文集、775 - 780、2009。
- [3] 榊原暢久：工学系数学基礎教育におけるミニッツペーパーと講義ニュースを中心とした講義双方向性ツールの試み、大学教育学会第 32 回大会発表要旨集録、90-91、2010。
- [4] 澤田利夫・坂井裕：中学校数学科 [課題学習] 問題づくりの授業、東洋館出版社、1995。
- [5] 土持ゲーリー法一：ラーニング・ポートフォリオ 学習改善の秘訣、東信堂、2009。
- [6] 土持ゲーリー法一：ポートフォリオが日本の大学を変える ティーチング/ラーニング/アカデミック・ポートフォリオの活用、東信堂、2011。
- [7] E.F.Barkley・C.H.Major・K.P.Cross、安永悟 翻訳：協同学習の技法 - 大学教育の手引き、ナカニシヤ出版、2009。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 2 件)

- [1] ホートン広瀬恵美子・榊原暢久：芝浦工業大学における学生参画型 FD 活動 SCOT プログラム、京都大学高等教育研究、Vol.20、pp.31-38、2014。
- [2] 榊原暢久：工学系数学教育における授業外学習を促す授業デザイン、日本数学教育学会高専・大学部会論文集、Vol.23、pp.115-124、2017。

[学会発表](計 16 件)

- [1] 榊原暢久・吉田博：「理工系の講義形式授業の中で学生を輝かせるひと工夫」WS 提供、東京理科大学第 10 回 FD セミナー、2014 年 7 月 5 日、東京理科大学。
- [2] 榊原暢久・吉田博：「理工系の講義形式授業の中で学生を輝かせるひと工夫」WS 提供、

SPOD フォーラム 2014、2014 年 8 月 28 日、高知大学。

- [3] 榊原暢久：工学系数学教育における授業外学習を促す授業デザインとその実践、大学教育改革フォーラム in 東海 2015、2015 年 3 月 7 日、名古屋大学。
- [4] 榊原暢久・吉田博：「理工系の講義形式授業において学生の学習を促進する授業デザイン」WS 提供、SPOD フォーラム 2015、2015 年 8 月 26 日、愛媛大学。
- [5] 榊原暢久・吉田博：理工系講義形式授業における教員支援プログラム開発、SPOD フォーラム 2015、2015 年 8 月 26 日、愛媛大学。
- [6] 榊原暢久：理工系講義形式授業において学生の学習を促進する授業デザイン WS 開発について、JAED 福岡合宿 2016、2016 年 2 月 16 日、福岡サンパレスホテル。
- [7] 榊原暢久・ホートン広瀬恵美子・奥田宏志：芝浦工業大学における FD 支援プログラム 授業デザイン WS に関する実践報告、第 22 回大学教育研究フォーラム、2016 年 3 月 18 日、京都大学。
- [8] 吉田博・榊原暢久：理工系分野における FD プログラム開発 理工系講義形式授業において学生の学習を促進する授業デザイン、第 22 回大学教育研究フォーラム、2016 年 3 月 18 日、京都大学。
- [9] 榊原暢久・吉田博：「理工系講義形式授業において学生の学習を促進する授業デザイン」WS 提供、SPOD フォーラム 2016、2016 年 8 月 24 日、愛媛大学。
- [10] 榊原暢久・吉田博：理工系分野における FD プログラム開発と今後の展望、SPOD フォーラム 2016、2016 年 8 月 24 日、愛媛大学。
- [11] 榊原暢久：組織的 FD プログラムにおける学生関与の可能性 SCOT について知ろう、法政大学第 17 回 FD ワークショップ、2016 年 10 月 29 日、法政大学。
- [12] 中村文子・山本哲也・榊原暢久・ホートン広瀬恵美子・奥田宏志：理工系教育におけるアクティブラーニング導入に向けた FD 研修の成果と課題、大学教育学会 2016 年度課題研究集会、2016 年 12 月 3 日、千葉大学。
- [13] 榊原暢久：「理工系講義形式授業において学生の学習を促進する授業デザイン」WS 提供、神奈川工科大学 FD 研修会、2017 年 3 月 7 日、神奈川工科大学。
- [14] 榊原暢久：芝浦工業大学における FD・SD と「理工学教育共同利用拠点」の取り組み概要、第 1 回大学教育イノベーションフォーラム、2017 年 3 月 9 日、東京国際交流館。
- [15] 榊原暢久・ホートン広瀬恵美子・奥田宏志：芝浦工業大学における FDer 養成に関する実践報告、第 23 回大学教育研究フォーラム、2017 年 3 月 20 日、京都大学。
- [16] ホートン広瀬恵美子・榊原暢久・奥田宏志：芝浦工業大学における SCOT プログラム、第 23 回大学教育研究フォーラム、2017 年 3

月 20 日、京都大学 .

〔図書〕(計 1 件)

[1] 中島英博・榊原暢久・小林忠資・稲垣忠：
授業設計、玉川大学出版部、2016 .

6 . 研究組織

(1)研究代表者

榊原 暢久 (SAKAKIBARA, Nobuhisa)
芝浦工業大学・工学部・教授
研究者番号：30235139

(2)研究分担者

吉田 博 (YOSHIDA, Hiroshi)
徳島大学・大学院総合科学研究部 (総合教育)・講師
研究者番号：80619908