

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：33302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K01050

研究課題名(和文)理工系高等教育プログラムにおけるPBL的教育活動の役割と波及効果

研究課題名(英文) Role and Ripple Effects of PBL-Type Activity in Higher Education Program for Science and Engineering

研究代表者

佐藤 恵一 (SATO, KEIICHI)

金沢工業大学・基礎教育部・教授

研究者番号：50113030

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：PBL(Project-Based-Learning)教育は現在の大学教育の大きな流れの一つとなっている。チーム活動に基づき問題発見・解決に至る過程を実践的に修得していく当該の教育形態が、特に理工系高等教育機関において、実際にどのような位置づけにあるのか、どのような仕組みになっているのか、あるべき形態は如何なるものか、周囲の波及効果は如何なるものなのか、などを種々の観点よりまとめている。PBL型活動におけるワークスペースの重要性、育て得る能力に関するアンケート結果、デザイン過程の在り方、大きな役割としての学力と人間力との総合化、そしてプロジェクト型教育の波及例などが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

大学など高等教育機関の理工系教育プログラムにおいては、「知識・理論面を重視したもの」と「実践面を重視したもの」とのバランスが重要であり歴史的にはこの両面を振り子のように揺れ動いているといわれる。特に実学である工科系においては取り巻く実社会との関係が指摘され、新しい理論の発達とともに大きな技術革新があり、これらバランスのとり方が重要となる。本研究においては、実践的授業の代表的授業形態として特に注目されているPBL型授業および活動そしてそれらを支える仕組みについて取り上げ、これらを達成するにはどのようにあるべきなのか、未だ十分に解明されないまま残されている重要な問題解決への糸口を提供する。

研究成果の概要(英文)：PBL(Project-Based-Learning) education is one of the major trends in current university education. What kind of mechanism is the actual position of the relevant educational form, in which the process of finding and solving problems based on team activities is actually acquired, especially in higher education institutions for science and engineering? This study summarizes from various points of view, such as what kind of form it should be, what kind of ripple effects it should have, and so on. This study makes clear about the importance of workspaces in PBL-type activities, the results of questionnaires on the abilities obtained through the activity, the ideal design process, the integration of academic ability and human power as a major role, and the spread of project-based education.

研究分野：工学教育

キーワード：プロジェクト型教育 理工学高等教育 PBL教育 学力と人間力の総合化 プロジェクト型デザイン過程

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

大学など高等教育機関の理工系教育プログラムにおいては、「知識・理論面を重視したもの」と「実践面を重視したもの」とのバランスが重要であり歴史的にはこの両面を振り子のように揺れ動いているといわれる。特に実学である工科系においては取り巻く実社会との関係が指摘され、新しい理論の発達とともに大きな技術革新があり、これらバランスのとりの方が重要となる。

本研究においては、実践的授業の代表的授業形態として特に注目されている PBL 型授業および活動(本論では、ほぼ同じ意味でプロジェクト型教育という言葉を用いて使う)そしてそれらを支える仕組みについて取り上げる。理工系高等教育機関に所属する教育研究関係者からのこの種のプロジェクト型教育の実践例についての報告は非常に数多く存在するが、チーム活動を基盤としてオープンエンドな問題に取り組む活動そして仕組みが、個人そしてチームとしての修学成果とともに他の科目あるいは科目群における学習姿勢そして学修能力にどんな影響を与えるか?種々の教育課程における PBL 活動の役割・位置づけそして取り巻くカリキュラムなど教育プログラムはどのようにあり、どんな影響を与えるのか、そして最終的には学生個人にとっては如何なる能力が得られるのか、これらを達成する仕組みはどのようにあるべきなのか、未だ十分に解明されないまま重要な課題として残されている。

2. 研究の目的

「理工系高等教育プログラムにおける PBL 的教育活動の役割と波及効果」という題目での研究である。PBL (Project-Based-Learning) 教育は現在の大学教育の大きな流れの一つとなっている。チーム活動に基づき問題発見・解決に至る過程を実践的に修得していく当該の教育形態が、特に理工系高等教育機関において、大学教育プログラムの中で、実際にどのような位置づけにあるのか、役割は何か、どのような問題点があるのか、改善の方向性は如何なるものなのか、などを検討する。

3. 研究の方法

(1) プロジェクト型教育に該当する主要な対象科目およびプロジェクトを選定する。日本において代表的な理工系 PBL 型教育を行っている金沢工業大学(以下、KIT と略称)のものを中心に主要対象として、「プロジェクトデザイン」科目、特に、プロジェクトデザイン、プロジェクトデザイン を選ぶ。これらは正課の2年次科目である。卒業研究に対応する4年次科目であるプロジェクトデザインをも対象とする。

正課外の代表的な学生プロジェクト活動として、夢考房プロジェクト(課外活動)を選定する。さらに、研究室学生・大学院生を含めた他の学生の動向をも可能な限り扱う。プロジェクト活動に関して、国内そして外国(主にベトナム、マレーシア、英国)を含めた他大学の調査研究をも行う。

(2) プロジェクト型教育活動成果における比較を可能にするアンケート項目の作成:これらの事項の作成と実際に使用する。作成の基準としては世界的に標準的な工学教育基準としての評価を得ている CDIO - Initiative を参考にして設定する。これらの項目を含むアンケート調査および実施聞き取り調査および見学を、KIT およびベトナム VJIT (越日工業大学)で行う。PBL 型活動成果を発表している大学・学会・発表会に参加あるいは見学をして情報収集を行う。

(3) プロジェクト型教育系科目をサポートする仕組み、通常座学系科目との連携、教育プログラム全体での位置づけ・在り方、そしてそれらの効果などについて検討する。

4. 研究成果

(1) プロジェクト型教育活動の場の役割と働き:中核的実践的チーム活動の場としてのワークスペース存在の重要性

本研究においては、国内外の高等教育機関を調査した。理工系高等教育のプロジェクト型教育においては具体的で実践的な活動の場がその中核の役割を担っていることが多く、ほとんどの大学で、ワークスペース、ラーニングコモンズと名称は種々であるが学修の場が設けられ、プロジェクト型教育活動の中心として位置づけられ活用されている。

KIT においては、1993 年から始まった学生プロジェクトのものづくりの場である夢考房を 2017 年 3 月に再構築した。その大きな特徴として、ものづくりの場を学生に単に提供するだけでなく、多数の学生プロジェクト(2017 年当時 13 プロジェクト)を一か所に集め、学生同士・プロジェクト同士がインタラクティブに活動する創造空間を構築している点があげられよう。参考文献

(2) プロジェクト型教育の学修効果に関する調査検討:プロジェクト型教育の効果に対するアンケートの作成、KIT におけるプロジェクトデザイン教育の成果、VJIT での結果との比較検討

プロジェクト型教育によって育て得る能力に関する調査に関するアンケートについて、世界標準的な工学教育の枠組みとして知られる CDIO-Initiative の方向性などを参考にして作成した。表 1 にアンケート調査項目を示す。ついで、アンケート調査を、KIT の 2 年生、4 年生そし

て教員に対して行った。ここに、2年生はKITの代表的プロジェクト型教育系科目であるプロジェクトデザイン（PDと略）科目を受講した直後、4年生は1年以上経過して最終学年に在学、教員はPD科目の担当者である。

図1にアンケート結果を示す。横軸の数値は表1の項目番号である。これより明らかなように、当該プロジェクト型教育PD科目が、「チームで行動し協力し合う能力」、「実社会における解の多様な問題に取り組む能力」、「コミュニケーション能力」などの育成に、特に肯定的回答を示した。興味あることは、図1に示すように、全16項目すべてのアンケート項目に関する回答傾向が2年生（図1(A)）、4年生（図1(B)）そして教員（図1(C)）においてほぼ同様であった点である。ただ、その度合いが後者ほど明確になる傾向を示した点である。教える側の科目内容に関する認識が学生にほぼ正確に伝わっており、その程度が学習経験を積んだ4年生ほど高いことが読み取れる。

同一のアンケートをベトナム VJIT の学生（VJIT においても KIT から PD 教育プログラムを導入し同様の授業を行っている）に行ったところ、学生のアンケート結果として KIT 学生のものと同様の結果を得た。これらの結果は、授業における知識の厳密な学習そして取り込みは種々の困難が伴うが、その授業の特質・方向性のようなものの取り込みは、PBL 的活動によって比較的容易に可能であることを示している。参考文献

(3) プロジェクト型デザイン教育の流れと役割：金沢工大におけるプロジェクトデザイン過程、夢考房学生プロジェクトのアンケート結果など

プロジェクト型教育活動の大きな役割の一つは、解が一意ではなく多様な問題に対してチームを組んで解決する過程を学ぶことである。ちょうど数学の問題（多くの問題は解が一意）の解き方を学ぶように、実社会ではごく普通に会おうオープンエンドな問題の解き方である。

KITカリキュラムの基盤を形成するPD科目におけるデザイン過程について、1996年当時のもの（工学設計過程と呼称）と2018年度のもの（図2に示す）を比較する。課外活動PBLである夢考房学生プロジェクトにおいても、本質的に同様であり、アイデアの創出から具体化、検証、評価、発表（競技）という過程をフィードバックを伴いながらたどる。ただ、後者はものづくり実践活動（設計・製作・評価・運営）が重要な因子となり、いわゆるCDIO（Conceive-Design-Implement-Operate）の4要素を含んでいる。この学生主体のPBL活動にはより高度な知識・スキル

表1 アンケート項目：
プロジェクト型教育によって育て得る能力

1. 実社会における解の多様な問題に取り組む能力
2. 顧客および社会のニーズを見きわめる能力
3. 問題発見・解決能力
4. チームで行動し協力し合う能力
5. チーム活動を指導する能力（リーダーシップ）
6. チーム内で討議を展開する能力（ディベート）
7. コミュニケーション能力（文章、視覚、会話表現）
8. 聴衆に対して発表するプレゼンテーション能力
9. 考え抜く能力（本質的に、創造的に、独自性をもって、協動的に）
10. デザインプロセスを理解する能力
11. （人間）社会に有用な「もの」、「システム」をデザインする能力
12. デザインした「もの」、「システム」を実装する能力
13. 実装した「もの」、「システム」を運用する能力
14. 高い倫理基準をもって行動する能力
15. 柔軟性もち変化に適應して行動する能力
16. 生涯学習を遂行する能力

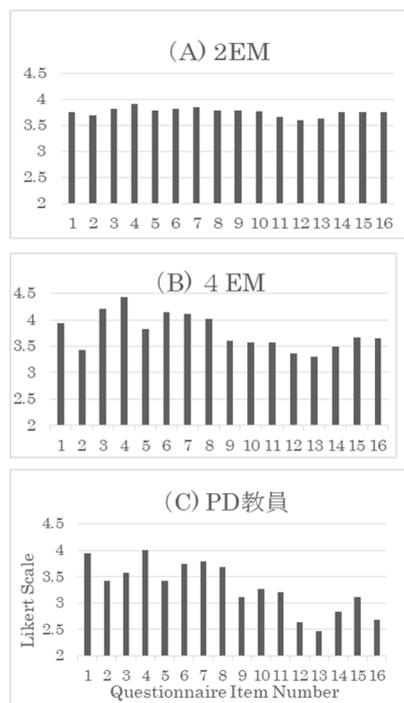
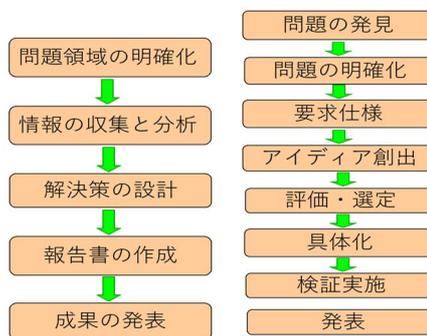


図1 プロジェクト型教育に関するアンケート結果



(a)1996年開始時 (b)2018年度時点

図2 プロジェクトデザイン教育におけるデザイン過程

系への導入への動機づけが要求される。これらを基に本研究において提案するデザイン過程を図3に示す。参考文献

(4) プロジェクト型教育の位置づけと役割に関する検討：教育課程・教育プログラムでのプロジェクト教育の位置づけと役割・分類

理工系における大学など高等教育機関の役割は単なる知識の伝授・継承から新たな価値の創造者の育成へとその役割を広げている。そのため重要な役割を果たす代表的な教育形態がPBL型教育あるいはプロジェクト型教育である。そこにおいては、学問領域に基づく「学力」とともにその学力をもとに社会で活躍できる力としての「人間力」の育成が必要である。

図4に「学力」と「人間力」そしてその橋渡しを担うPBL型教育つまりプロジェクト型教育に関する概念図、そして同様に学力的要素と人間力的要素との編み込みによる総合化教育の展開を図っているCDIO-Initiativeにおける概念図を示す。プロジェクト型教育の特徴はオープンエンドな問題に適する面に加えて、その教育の中に学力と人間力的要素を適切に編み込むことにより共に修得できることにあり、この2要素の編み込みはいわゆる「アクティブラーニング」に繋がると理解される。ここに、科目の内容や位置づけによって、この2つの要素に係る重みは変化する。さらにプロジェクト型教育活動においては、チーム活動の中に如何に主体的な個人的活動を編み込むかが学生個々の成長を促すキポイントになる。

一方、これらの2つ要素をそれぞれ編み込んだプロジェクト型教育を大学教育の中に挿入する方法としては一般に3種のパターンが存在すると考えられる。パターンA(教育プログラム全体)：課外プロジェクトとして挿入，パターンB(カリキュラム全体)：プロジェクト系科目を正課として挿入，パターンC(個々の授業科目)：アクティブラーニングの形で挿入，である。これら3パターンを模式的に図5に示す。参考文献

(5) プロジェクト型教育の波及：KITにおけるプロジェクト型教育の波及例

前節で記述したように理工系大学教育におけるプロジェクト型教育の在り方には3パターンあり、理想的には3パターンすべてを高いレベルで兼ね備えることが望まれる。

KITの場合、正課カリキュラムに基盤としてプロジェクトデザイン(PD)科目(必修4科目)があり、図2, 3に示すようなプロジェクトによるデザイン過程を身に付ける(パターンB)。さらにプロジェクト的課外活動として、夢考房学生プロジェクト(パターンA)があり、車の両輪のような形で大学全体のプロジェクト活動に影響を与えている。また、「総合力」ラーニング(総合力とは学力と人間力が適切に編み込まれたもの)として授業の中にアクティブラーニングが組み入れられた(パターンC)。

これらプロジェクト型教育は、図6に示されているような非常に多くの重要な大学活動や正課および課外プログラム活動に肯定的な影響を与え、直接的にもつながっている。例えば、大学教育プログラムのCAPSTONE的存在である卒業研究(KITではPD3と呼称)における研究室活動においては、自主的なチームおよび個人活動を比較的高いレベルで可能としている。筆者の経験になるが、決して研究成果レベルは高くないが学生個々人の取り組み態度、チーム協力体制、解の

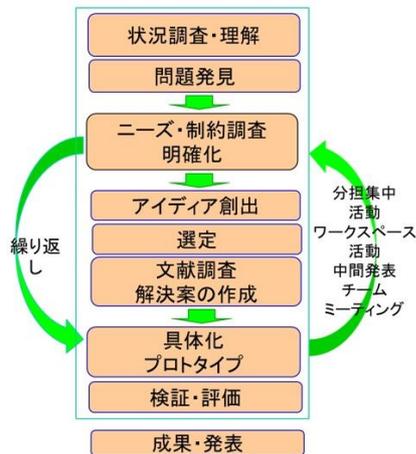
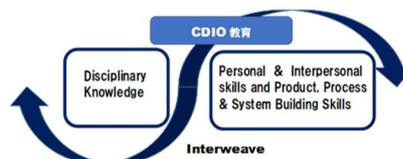


図3 提案されたデザイン過程



(a) 学力と人間力との総合化



(b) CDIO-Initiativeにおける総合化

図4 プロジェクト型教育の役割：学力と人間力との編み込みによる総合化



図5 プロジェクト型教育の挿入パターン

一意でない問題への取組み方，コミュニケーション力などの向上は大きいものがあると評価できる．参考文献

<参考文献>

佐藤 恵一，浅野 泰樹，太田 誠鉄，新保 絵理佳，竹内 諭，川本 拓見，金沢工業大学における新・夢考房の構築(インタラクティブな創造空間を目指して)，平成 29 年度工学教育研究講演会講演論文集，1 B12，2017，42-43

Hung Nguyen-Xuan ,Keiichi Sato ,Long Dam-Duy and Viet Nguyen-Xuan-Hoang, The Educational Influences of Project Design Education on Students' Learning Abilities, Proceedings of the 14th International CDIO Conference, Kanazawa Institute of Technology, Kanazawa, Japan, 35, 2018, 272-283

佐藤 恵一，グエン ハン，プロジェクト型教育の学修効果に関する調査検討，平成 30 年度工学教育研究講演会講演論文集，3 A14，2018，364-365

Crawley,E.F., et al, Rethinking Engineering Education - The CDIO Approach, Springer, 2007

佐藤 恵一，プロジェクト型デザイン教育の流れと役割，2019 年度工学教育研究講演会講演論文集，3 B01，2019，302-303

杉本 康弘，佐藤 恵一，英国における修士学生参加型 PBL 科目の実施例，2020 年度工学教育研究講演会講演論文集，3 B02，2020，206-207

佐藤 恵一，浅野 泰樹，プロジェクト型教育の位置づけと役割に関する検討(学力と人間力との総合化)，2020 年度工学教育研究講演会講演論文集，3 B01，2020，204-205

杉本 康弘，鈴木 亮一，佐藤 恵一，岡部 幸徳，専門分野の枠組みを超えた共創教育の事例紹介，2018 年度工学教育研究講演会講演論文集，3 A06，2018，350 - 351

田中 忠芳，佐藤 恵一，PBL メソッドを応用した数理系 STEM 教育の実践，2019 年度工学教育研究講演会講演論文集，3 B06，2019，312 - 313



図6 プロジェクトデザイン教育の関連・波及(金沢工業大学の例)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 9件）

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 佐藤 恵一 | 4. 巻 3 B01 |
| 2. 論文標題 プロジェクト型デザイン教育の流れと役割 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 工学教育研究講演会講演論文集 | 6. 最初と最後の頁 302-303 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20549/jseeja.2019.0_302 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |
| 1. 著者名 田中忠芳, 佐藤恵一 | 4. 巻 3 B06 |
| 2. 論文標題 PBLメソッドを応用した数理系STEM教育の実践 | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 工学教育研究講演会講演論文集 | 6. 最初と最後の頁 312-313 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20549/jseeja.2019.0_312 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Hung Nguyen-Xuan, Keiichi Sato, Long Dam-Duy, Viet Nguyen-Xuan-Hoang | 4. 巻 35 |
| 2. 論文標題 The Educational Influences of Project Design Education on Students' Learning Abilities (The First Report) | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the 14th International CDIO Conference | 6. 最初と最後の頁 272-283 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 該当する |
| 1. 著者名 佐藤 恵一, グエン ハン | 4. 巻 3A14 |
| 2. 論文標題 プロジェクト型教育の学修効果に関する調査検討 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 工学教育研究講演会講演論文集 | 6. 最初と最後の頁 364-365 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20549/jseeja.2018.0_364 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 該当する |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 杉本 康弘, 鈴木 亮一, 佐藤 恵一, 岡部 幸徳 | 4. 巻 3A06 |
| 2. 論文標題 専門分野の枠組みを超えた共創教育の事例紹介 | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 工学教育研究講演会講演論文集 | 6. 最初と最後の頁 350-351 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20549/jseeja.2018.0_350 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 佐藤 恵一, 浅野 泰樹, 太田 誠鉄, 新保 絵理佳, 竹内 諭, 川本 拓見 | 4. 巻 1B12 |
| 2. 論文標題 金沢工業大学における新・夢考房の構築 (インタラクティブな創造空間を目指して) | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 工学教育研究講演会講演論文集 | 6. 最初と最後の頁 42-43 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20549/jseeja.2017.0_42 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 杉本 康弘, 佐藤 恵一 | 4. 巻 3B02 |
| 2. 論文標題 英国における修士学生参加型PBL科目の実施例 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 工学教育研究講演会講演論文集 | 6. 最初と最後の頁 206-207 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20549/jseeja.2020.0_206 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 佐藤 恵一, 浅野 泰樹 | 4. 巻 3B01 |
| 2. 論文標題 プロジェクト型教育の位置づけと役割に関する検討 (学力と人間力との総合化) | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 工学教育研究講演会講演論文集 | 6. 最初と最後の頁 204-205 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20549/jseeja.2020.0_204 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|--|--------------------------------------|----|
| 研究分担者 | 杉本 康弘 (SUGIMOTO YASUHIRO) (00319039) | 金沢工業大学・工学部・教授 (33302) | |

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|---|---|----|
| 連携研究者 | 田中 忠芳 (TANAKA TADAYOSHI) (30460413) | 金沢工業大学・基礎教育部・准教授 (33302) | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|