

早稲田大学審査学位論文
博士（人間科学）

エジプト国の工学系大学院における
経験学習理論に基づいた PBL 授業の設計と評価

Design and Evaluation of Project Based Learning (PBL)
Based on Experiential Learning Theory in Graduate
Schools of Engineering in Egypt

2015年1月

早稲田大学大学院 人間科学研究科

岡野 貴誠

Okano, Takasei

研究指導教員： 向後 千春 教授

目次

1.	序論	1
1.1.	日本の国際協力と高等教育支援.....	1
1.2.	研究の目的と意義.....	5
1.3.	実践のフィールド.....	9
2.	研究史	12
2.1.	PBL の理論と実践.....	12
2.2.	経験学習理論.....	29
2.3.	本研究への留意点.....	41
3.	工学系大学院教育と PBL	45
3.1.	研究の目的と方法.....	45
3.2.	結果.....	46
3.3.	考察.....	55
3.4.	本章のまとめ.....	60
4.	PBL 授業の実践と評価	62
4.1.	研究の目的と方法.....	62
4.2.	結果.....	66
4.3.	考察.....	73
4.4.	本章のまとめ.....	75
5.	学習者特性（学習スタイル・学習観）の分析	78
5.1.	研究の目的と方法.....	78
5.2.	結果.....	81
5.3.	考察.....	87
5.4.	本章のまとめ.....	92

6.	PBL 授業モデルの設計	94
6.1.	PBL 授業の基本方針	94
6.2.	経験学習理論に基づいた授業の設計.....	96
6.3.	PBL 授業のコース開発	99
6.4.	本章のまとめ.....	103
7.	PBL 授業モデルの評価	106
7.1.	研究の目的と方法.....	106
7.2.	実践の概要.....	109
7.3.	結果と考察.....	116
7.4.	本章のまとめ.....	127
8.	研究の総括	129
8.1.	研究のまとめ.....	129
8.2.	今後の課題.....	132
引用文献	135
謝辞	153
付記	154

1. 序論

本章ではまず 1.1 において日本の国際協力活動の現状と課題を概観し、途上国における学校レベルでの教育効果や成果についての実証的な研究が十分でないことを指摘する。1.2 において本研究の目的と意義について言及し、本研究の方法とした用いたアクションリサーチ法、混合型研究手法の 2 つのアプローチについて述べる。1.3 において、エジプト国の高等教育の現状について概観し、本研究のフィールドとしたエジプト・日本科学技術大学 (E-JUST) の概要を紹介する。

1.1. 日本の国際協力と高等教育支援

1.1.1. 日本の国際協力と基本理念

日本は、1954 年に途上国援助を目的とした国際機関であるコロンボ・プランに加盟し、アジア諸国としては初めて援助国の仲間入りを果たした。1961 年には海外経済協力基金(国際協力銀行を経て 2008 年に国際協力機構と合併)、1962 年には海外技術協力事業団(国際協力機構の前身)を設立し、無償資金協力、円借款、技術協力という 3 つの事業を柱とする政府開発援助 (ODA) の実施体制を確立した。国際協力事業団は、国際協力銀行との合併を経て、2008 年に総合的な ODA の実施機関である国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency : JICA) として発足した。

日本の政府開発援助の基本的な理念は 2 つある。一つは、日本自身が国際機関や米国などの援助を効果的に経済発展に結びつけてきた被援助国としての経験を有しており、その経験に基づいた協力を行うことができること、もう一つは日本の国際協力は、旧植民地国との関係を基礎とした援助や、宗教を背景とした慈善援助ではなく、相手国の自助努力を支援するための協力であるという点である (澤村 2007)。このような日本の政府開発援助は、1989 年には日本の経済力の発展に伴い実績において世界 1 位となった。しかし当時は、橋やダムといった円借款事業によるインフラ支援が主流なアプローチであり、日本は資金力だけの援助であるという欧米からの批判も根強かった。そのため、外務省は 1990 年に発表した「我が国の政府開発援助」において、相手国政府の自助努力を最大限尊重するという日本の支援の理念に基づき、援助対象国の社会文化的背景や開発ニーズも理解したうえで状況にあった援助プロジェクトの策定・実施を通じて積極的に関わる「顔の見える援助」の方針を打ち出した (外務省 1990)。

1990年はタイで「万人のための教育世界会議（Conference of Education for All）」が開かれた年でもある。同会議は、すべての人には教育を受ける権利があるとの前提を再確認し、初等教育を中心とした教育の機会拡大が国際協力の中心とするきっかけとなった。JICAにおいても教育の質的改善のための学校や施設建設などのハード支援に加え、人材の派遣や研修を通じたカリキュラム開発、教員研修、教育行政機能強化などのソフト支援への協力の重要性がますます高まる機会となった（国際協力機構 2005）。

1.1.2. 高等教育支援の要望と大学の国際化

21世紀を迎え、経済のグローバル化、知識基盤経済体制の浸透、情報通信技術の革新と普及、さらには高学歴人材の国際的移動や獲得競争の活発化などから、開発途上国においても高等教育や科学技術協力に対する関心が高まってきた（斉藤 2011）。一方で、環境・エネルギー、生物資源、防災、感染症等をはじめとする地球規模課題が世界的にも注目され始めた時期であり、先進国側にとってもこのような地球規模課題の問題解決には途上国も含めて全世界的な対応が迫られていた。そのため、世界銀行と UNESCO は、2000年には「開発途上国における高等教育」を発表し、地球規模課題への対応における高等教育と科学技術教育の重要性を改めて確認した（The Task Force on Higher Education and Society 2000）。そのような時代背景のもと、日本の有する「ものづくり」や環境負荷の軽減などに関する日本の独創性・成功体験の意義は世界でも再認識されており、実際に JICA に対する科学技術・高等教育分野への支援の要請が増加した（角田・上田 2008）。

高等教育・科学技術教育への日本の支援においては、日本と途上国の大学・研究機関等が連携し、新たな技術の開発・応用や共同研究を実施し課題解決を進めるとともに、開発途上国の大学・研究機関等の研究水準の向上と、総合的な対処能力の強化を行うことが重要である（第75回総合科学技術会議 2008）。つまり、日本の大学と途上国の大学とのパートナーシップや共同実践を通じた支援であり、実際に JICA も人材の派遣や共同研究を通じた工学系高等教育支援プロジェクトをアジアや中近東で行ってきた。たとえばタイでは、1997年より東京工業大学、東海大学等の協力のもと、KingMongkut（キング・モンクット）工科大学の研究開発及び大学院プログラムの強化を目標とした「KMITL 情報通信技術研究センター設立プロジェクト」を開始し、情報技術産業における人材育成を行っている（国際協力機構 2006）。また、2003年には、ASEAN10カ国の大学19校と日本の支援大学11校とでネットワークを構成し、域内大学間の協働と本邦支援大学との連携を通して工学系

研究者を育成する「Seed Net プロジェクト」が開始された（梅宮・堤 2007）。いずれも、本邦の支援大学は教員派遣を通じて、日本型工学教育をコンセプトとしたカリキュラム開発や大学運営支援、教育・研究指導等を行っている。

一方で、グローバル社会に通用する人材の育成や留学生の増加など、日本の大学の国際化が大きな課題として注目を集めている。2009年に文部科学省が留学生受け入れ態勢の強化や、戦略的な国際連携の促進を目的とした「グローバル 30」プログラムを開始した他、各大学も海外の大学との学術交流協定の締結や、ダブル・ディグリー制度の実施等、国際化に向けた取り組みを進めている（田口 2008）。つまり、途上国の大学とのパートナーシップを中核とした大学・研究機関への支援が進められている背景には、国際化の一環として国際協力に積極的に参画する大学が見られるようになったことも要因の一つであると言える。文部科学省も、大学の国際協力は、社会貢献と共に教育研究に役立つ実践フィールドの確保や、実践的な人材の育成に繋がることが期待できることから、大学の援助リソースを国際協力に役立てる仕組みを整備していく姿勢を打ち出し、大学の一層の国際協力への参画を促している（文部科学省 2006）。さらに、案件の実施主体である JICA も途上国と日本の双方の高等教育機関にメリットの感じられる互恵的な協力を目指している（国際協力事業団 2003）。

以上のように、発展途上国からの日本の高等教育機関への高等教育、科学技術分野の支援のニーズが高くなっているのと同時に、日本の大学も国際化戦略の一環として国際協力支援への参画を進めている。また、これまでは国際協力活動は教員の個人的な取り組みと見られていたが、現在は、大学が組織として中長期的な視野を持って、途上国の大学とパートナーシップを通して取り組むようになってきた（米澤 2008）。

1.1.3. 途上国における高等教育の課題と日本の支援アプローチ

一般的に途上国の学校教育は、教員の威圧的・高圧的な授業態度のもとに行われる板書中心、暗記中心、教員からの一方向の授業である（杉山 2003）。佐藤（2010）は、教えるという行為には知識や技能を伝達する模式的様式と、学習者の態度や生き方に変容をもたらす変容的様式があるとする。この模式的様式は、大人数の教室における黒板とチョークと教科書による一斉授業で行われ、変容的様式が重視する個性や創造性より、正解と効率が重視される傾向があるという（佐藤 2010）。途上国においては、初中等教育のみならず高等教育においてもこのような模式的様式の学習方法が一般的である。

一方で、日本の工学系高等教育において、創造力やコミュニケーション能力、リーダーシップ力といったエンジニアに必要な高次な能力の育成を目的として導入が進められているのが Project Based Learning (PBL) である。PBL とはプロジェクトを中心とした学習モデルであり、複雑な課題を元に、学生が問題解決、意思決定、調査活動まで、授業時間の枠を超えて自律的に従事し、最終的に成果物が求められる学習である (Krajcik and Blumenfeld 2006)。このような日本の工学系高等教育で行われている PBL は、研究室教育やモノづくりといった日本特有の制度や文化の上で展開しており、日本の工学系高等教育の特徴を生かした教育モデルとして発展している。途上国においては、教科書に基づいた一方向の暗記中心の授業が一般的であり、今後、日本の大学の国際協力の中で、PBL のような学習者中心の教育モデルを途上国の高等教育機関へ導入する試みが重要になると考えられる。実際に、授業の質的改善を目的として、日本の大学教員が途上国で授業や研究指導を行うことが増えているが、当然、日本とは異なる教育・社会環境で育った学生たちに対する教育や指導は、日本で行ってきた方策を持ち込むだけではうまくいかない。謙虚に相手国の教育実践に学び、その後の経験と知識を共有し、現地に根付く教育の在り方を模索することが重要となる (澤村 2007)。

しかしながら、途上国における教育実践は必ずしもその知見が蓄積され共有されてきたわけではない。澤村 (2008) は、途上国において実施される教育研究は、学校での活動がブラックボックス化しており、対象を深く掘り下げた事例研究が圧倒的に少なく、その理由として研究の目的や内容が援助機関の意向に左右されること、また教育政策や教育システム全体に関する課題を議論することが多く、事例研究を中心としたミクロな質的調査が不足していると指摘する (澤村 2008)。加えて、工学系高等教育支援においては、受け入れる側も、日本の大学の先生の知識を伝授していただく、という姿勢で受け入れるため、特に学習の効果や成果についての実証研究はほとんど行われていない。また、プロパガンダ的に「日本の成功モデル」を途上国に導入することが目的とされ、そもそも途上国で日本のモデルが有効であるのかどうか、その成功モデルの導入の際にどのような工夫や配慮が必要とされるのか、といった検証は十分に行われていない。

以上から、工学系高等教育に着目すると、日本の実践や学習方法を途上国で実践するにあたり直面する課題は何か、また、課題を改善するためにどのような方策が有効なのか、といった教室レベルの実証研究の成果の蓄積が必要であろう。

1.2. 研究の目的と意義

1.2.1. 研究の目的

本研究の目的は、エジプト国に日本の支援により設立されたエジプト・日本科学技術大学（E-JUST）を事例として、途上国における Project Based Learning（PBL）授業モデルを開発し、そのモデルの有効性を明らかにすることである。

授業モデルの開発に際しては、まず PBL は一般的には学部教育において導入が進められていることを踏まえ、PBL を大学院教育において行う上での位置づけや意義、またその際に配慮すべき点について検討する必要がある。また、日本の大学で行われている PBL 授業を実際に途上国に導入した事例の評価を行い、実際に導入の際に直面する課題を整理し改善策を検討することが重要であろう。さらに、途上国においては、学生の有する学習経験や環境も異なる。そのため、その国や分野の学習者の学習者特性を把握し、その特性を考慮した授業モデルを検討する必要があると考える。このようなアプローチをとる理由については、次章において詳しく記述する。

1.2.2. 研究のアプローチ

本研究における研究のアプローチとして、アクションリサーチおよび混合型研究方法を用いる。以下に、二つの研究手法を用いた理由について述べる。

（1）アクションリサーチ

本研究においては、研究者（筆者）自身が、授業の実践者である教員と共にエジプト国の工学系大学院における PBL 授業モデルの開発を目的として、学習スタイルや学習観の調査や共同での授業評価を通じて課題点を検討し、その結果に基づき授業モデルの開発を試みる。そのため、本研究のアプローチとしてアクションリサーチのアプローチをとる。

アクションリサーチとは組織や社会改革を目指したアプローチであり、特定の現場に起きている特定の出来事に焦点を当て、そこに潜む問題状況（課題）に向けた解決策を現場の人と共に探り、状況が変化することを目指す研究デザインである（筒井 2010）。そのため、どのような現場にも、またいつの時点でも普遍的に妥当となる心理・法則性である「正解」を研究者が同定することが目標とされているのではなく、むしろ特定の現場において、成立可能で需要可能な「成解」を、研究者と研究対象者が協働で社会的に構成することを目標としている（矢守 2010）。つまり、アクションリサーチが特定の現場密着型であり、その場に生じる変化はそこにいる人々と環境が織りなすという理論的背景からも、一般性

を求めるものではなく、むしろ現場の状況にどれだけ適していたのか、その現場に変化が見られたかという点に焦点が向いているとされる（筒井 2010）。

（２）混合型研究法

アクションリサーチは、実験室的状況だけでなく、複雑な自然的状況を対象とすることも多いことから、厳密な科学的研究法としての条件を満たすことが困難になりやすく、そのための解決方法の一つとして複数のデータ収集法を組み合わせるデータの信頼性を高める方法が考えられる（田中 2000）。そこで本研究では、量的研究手法と質的研究手法を研究の内容と目的に沿って選択することに配慮した混合研究法を用いる。混合研究法とは、データ収集と分析の方向性、そして調査研究プロセスにおける多くのフェーズでの質的と量的アプローチの混合を導く哲学的過程を前提とし、また 1 つの研究、または順次的研究群での量的かつ質的データを集め、分析し、混合することに焦点を当てる研究手法である（Creswell and Clark 2010）。本研究においては、第 3 章（研究 1）において、インタビューデータを基に質的研究手法を用いて分析し、概念の構築を試みる。また、第 4 章（研究 2）では授業評価を目的として質問紙調査を用いた量的研究と半構造化インタビューを用いた質的研究により得た結果を基に総合的な考察を試みる。さらに、第 5 章（研究 3）はエジプト国の一般の工学系大学生と大学院生を対象とした調査を行うことから、統計的手法を用いた量的研究である。以上の 3 章（研究 1）から 5 章（研究 3）の研究成果を総合的に踏まえ、第 6 章（研究 4）において授業モデルの開発を試み、第 7 章（研究 5）において評価を行っている。このような混合型研究法には、一つの方法で得られた結果を他の方法によって精緻化し展開する順次的手順、量的データと質的データを一つに収斂することを試みる並行的手順、量的データと質的データを一つのデータの中に含め、包括的に捉える変化的手順の 3 つのバリエーションがあるが（Creswell 2007）、本研究においては各章によってアプローチを変えていることから並行的手順に当たると言える。

1.2.3. 本論文の構成

本論文は 8 つの章から構成される。章の構成図を図 1-1 に示す。

第 1 章において、日本の国際協力活動の現状と課題を概観し、学校レベルでの教育効果や成果についての実証的な研究が十分でないことを指摘し、本研究の目的と意義について言及する。加えて、エジプト国の高等教育の現状について概観し、本研究のフィールドとした E-JUST の概要を紹介する。

第2章において、PBLの歴史的背景、理論を紹介し、工学系高等教育において行われているPBLに関する専攻研究の分析を行う。また、コルブの経験学習理論を紹介し、工学系高等教育における導入事例の分析を行う。その上で、工学系高等教育におけるPBL実践において、コルブの経験学習理論を援用することの意義と妥当性について検討する。さらに、先行研究の分析を踏まえたうえで、授業モデルの開発に当たり研究1~3のアプローチをとる妥当性について述べる。

第3章(研究1)では、工学系大学院教育におけるPBLの位置づけを明確にするため、質的研究手法を用いて、E-JUSTがモデルとしている日本の工学系大学院教育の特徴を実践共同体の視座から考察する。さらにPBLの授業との関係性について「二重編み組織」の視点からの検討を加え、研究室とPBL間の学習サイクルの構築について検討する。

第4章(研究2)においては、早稲田大学で行われるPBLをモデルとして、2010年から2012年にE-JUSTで行われたPBL授業の授業評価を行い、改善策の検討を行う。

第5章(研究3)においては、エジプト国の工学系大学院生の学習者特性を明らかにするため、学習スタイルと学習観に着目し、大学生と大学院生間の学習スタイルおよび学習観の比較分析を行う。

第6章(研究4)においては、第3章(研究1)、第4章(研究2)、第5章(研究3)を踏まえ、PBL授業の基本方針を策定し、授業モデルを開発する。

最後に、第7章(研究5)では、開発した授業モデルに基づいた実践を通じて、授業への参与観察、履修者への半構造化インタビュー、質問紙調査を通じて得た多様なデータに基づき、授業モデルの評価を行う。

第8章では、本研究のまとめを行うとともに、課題と展望を述べる。

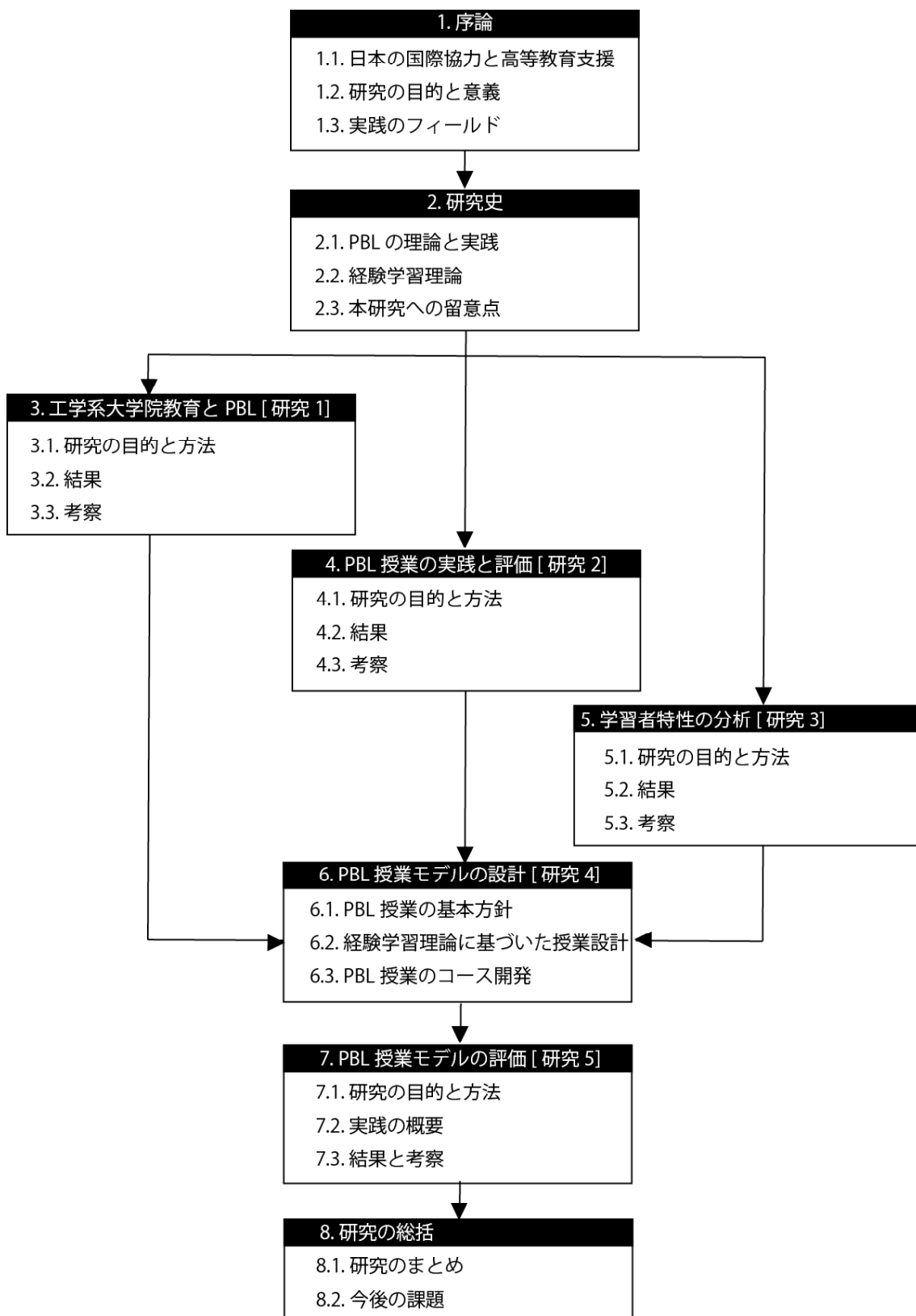


図 1-1 本研究の構成

1.3. 実践のフィールド

本研究のフィールドは、エジプト国アレキサンドリア市に 2009 年に日本国政府の支援により設立されたエジプト・日本科学技術大学 (Egypt Japan University of Science and Technology: E-JUST) である。本節においては、エジプト国の概要および高等教育分野の状況を概観し、E-JUST 設立の経緯とそのコンセプトについて紹介する。

1.3.1. エジプト国の概要

エジプト国は、正式名称をエジプト・アラブ共和国 (Arab Republic of Egypt) とする立憲共和制の国家である。国土面積は日本の約 2.6 倍の約 100 万平方キロメートル、人口は日本の約 0.7 倍の 8254 万人を擁するアラブ諸国最大の地域大国である (外務省 2013)。国の国民総生産は 2,573 億ドル、一人当たりの国民所得は 3,126 ドルであり、OECD (経済協力開発機構) の下部組織である開発援助委員会 (DAC) による分類では「低中所得国」に分類される発展途上国である (外務省 2012)。

第二次世界大戦以降のエジプトはナセル大統領 (在職期間: 1956 年～1970 年) によって、中立外交と汎アラブ主義、社会主義的経済の導入を柱とする政策が進められたが、その後、サダト大統領 (在職期間: 1970 年～1981 年) による市場経済の自由化、イスラエルとの融和が進められた。1981 年のサダト大統領の暗殺を受け、副大統領から大統領に昇格したムバラク大統領 (在職期間: 1981 年～2011 年) は対米協調外交を進める一方、イスラム主義運動を厳しく弾圧し国内外の安定化をはかるなど、開発独裁的な政権を 30 年にわたり維持した。2011 年、独裁体制への反発が激化し、ムバラク政権が崩壊 (アラブの春) したことを受け、初めての民主的な選挙を経てモルシ大統領 (在職期間: 2012 年～2013 年) が選出された。しかしながら、期待された経済は停滞を続ける一方で、消費者物価上昇率は 8.2% と高い数値を記録、大卒者を始めとする若年層の失業率は深刻な問題となった (日本貿易振興機構 2013)。2013 年 6 月の反政府運動をきっかけとした軍のクーデターにより、マンスーラ元最高裁判所判事を国家主席とした暫定内閣が発足した。2014 年 6 月、軍の代表であったシーシー将軍が大統領選挙を経て大統領に就任した。

1.3.2. エジプト国の高等教育の現状と課題

エジプト国では高等教育機関として 19 の国立大学と 15 の私立大学が存在している (科学技術振興機構 2011)。国立大学は 1960 年にナセル大統領時代の社会主義政策の一環で導入された高等教育無償化政策により、現在でも基本的には無償となっている。しかし、経

済の安定した発展による中間所得層の拡大に伴い学生数が増加、2000年以降は高等教育のマスプロ化が顕著となった。その結果、教育の質の低下、施設の不備、研究活動の停滞、労働市場とのミスマッチ等、高等教育の質の低下が大きな課題となっている（国際協力機構 2009）。たとえば、同国のトップ大学であるカイロ大学の学生数は約 26 万人、第二の都市にあるアレキサンドリア大学でも約 17 万人になっており、教員と学生の比率は前者が 1:27、後者が 1:34 となっている。一般に研究大学とされる欧米の大学の教員と学生の比率は 1:10 であることから、エジプト国のマスプロ化の現状は深刻であることがわかる（国際協力機構 2007）。

高等教育の質の低下は在籍する学生や教員にも影響を及ぼす。Bond et al (2013) はエジプト国の教育のマスプロ化により、授業は知識を記憶することが学習の中心になっており、理系の大学生の批判的思考力（クリティカル・シンキング）や課題解決能力（プロブレム・ソルビング）に係る能力が著しく低いことを指摘している（Bond et al 2013）。実際に、工学系の学部においてさえも実技授業はほとんど行われておらず、大学生の知識偏重傾向は深刻な課題となっている。一方で、大学教員の待遇も悪いことから、教員は家庭教師等のアルバイトに時間を割き、教育・研究活動を十分行うことができなくなっている。その結果、優秀な研究者は欧米に流出し、国内の研究者の空洞化が進む悪循環に陥っている（国際協力機構 2009）。

1.3.3. エジプト・日本科学技術大学の設立

エジプト国はこのような課題を改善すべく、大学院教育と研究活動の推進を中心とした高等教育改革に取り組み始めた。その改革の一環として、2009年2月に既存の大学とは異なる、「少人数制、研究室中心、実践的教育」といった日本の工学教育のコンセプトを基にした「エジプト・日本科学技術大学（Egypt Japan University of Science and Technology: E-JUST）」をエジプト国北部アレキサンドリア県ボルグエルアラブ市に設立した。

E-JUST は電気・電子情報学類、創造理工学類、エネルギー・環境工学類の 3 学類を有し、その中に電気・通信工学、コンピューター・情報工学、メカトロニクス・ロボティクス工学、経営工学、材料工学専攻、資源・環境工学、化学・石油化学工学の 7 つの専攻を有する工学系大学院大学である。同校は国際協力機構の技術協力プロジェクトの支援を受け運営され、日本の 12 の大学がコンソーシアムを形成し支援体制を構築している。その中でも早稲田大学、九州大学、東京工業大学、京都大学が「専攻幹事大学」として 7 専攻に対

して教員派遣，カリキュラム開発，研修員受け入れ等による支援を行っている。

E-JUST は前述したとおり，2014 年 10 月現在大学院大学である．将来的に学部の開設も予定されているが，現在のところエジプト国にある国立大学の学部を卒業した学生が同国の奨学金を得て進学してくることが多い．現在，アシュート大学，アレキサンドリア大学，バナハ大学等の 23 大学からの進学してきた学生が約 120 名，また約 40 名の教員が在籍している (Okano et al 2012)．E-JUST の学類・専攻及び支援大学構成図を図 1-2 に示す．E-JUST の教育プログラムは，日本の工学系大学院教育をモデルとしていることから，研究室を中心とした研究室制度や教員と学生による対話を中心としたゼミナールの実施，PBL といった課題解決型学習プログラムの導入などが進められている。

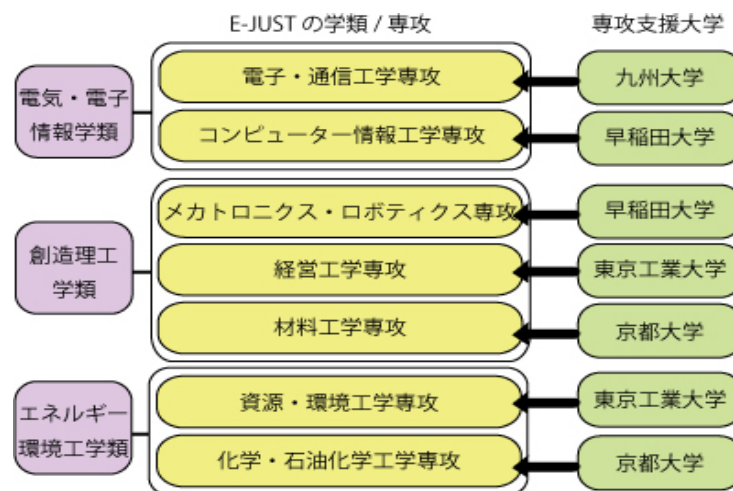


図 1-2 E-JUST の学類・専攻及び支援大学

2. 研究史

本章では、本研究のテーマとなる Project Based Learning (PBL) と、PBL 授業の設計理論として援用するデイビット・コルブ (David Kolb) の経験学習理論について先行研究の分析を行う。まず、2.1 において PBL の歴史、理論、定義について概観し、特に工学系高等教育における PBL に関する先行研究の分析を行う。加えて、2.2 において経験学習理論について概観し、コルブの経験学習論について特に工学系高等教育における実践研究を中心に分析を行う。さらに 2.3 において、コルブの経験学習理論に基づいた工学系高等教育における PBL の事例研究を概観するとともに、課題を整理する。最後に、これらの専攻研究を踏まえて本研究における留意点について検討する。

2.1. PBL の理論と実践

2.1.1. PBL の歴史的系譜

(1) PBL の起源 (16~17 世紀)

「プロジェクト」が教育分野で用語として用いられたのは、ルネッサンス後期、16 世紀のイタリアであった (Knoll 1997)。当時のイタリアの建築業界においては、建築家を「職人」としてではなく、優れた宮殿や教会をデザインできる「芸術家」として育てる必要性が指摘され、そのため、伝統的に教えられてきた土木や石工技術だけではなく、芸術や科学についての教育を行う教育機関が求められていた。そこで建築家たちは、1593 年に自分たちの組合 (ギルド) を通じて社会のニーズに合った教育を行えるサン・ルカアカデミー (Academia di San Luca) 建築職業訓練学校をローマに設立した (Wilkinson 1977)。

Knoll (1997) によると、サン・ルカアカデミー建築職業訓練学校では、授業で学んだ基本的な知識や技術を使って、定められた期間の中で教会や城のデザインを行うという「プロジェクト」に取り組むことを通じた教育が取り入れられ、この取り組みが教育分野において初めて「プロジェクト」という用語が用いられた実践であるという。このようなプロジェクト活動による教育という手法は 17 世紀にはフランスのロイヤル建築アカデミー (Academie Royale d'Architecture) など、広くヨーロッパに普及し実施されるに至った。ただし、これらの取り組みでは、必ずしも教育的見地に基づいて計画されたものではなく、むしろ参加者同士が技術を競うコンペティションとして位置付けられていた (Knoll 1997)。

(2) 新教育とデューイの教育哲学 (18～19 世紀)

イギリスの産業革命やフランス革命などが起こった 18 世紀から 19 世紀のヨーロッパにおいて、これまで民間や教会に委ねられていた教育は、国民国家の維持・発展を支える営みとして国家が担うようになり、とりわけ 19 世紀後半から 20 世紀にかけては義務教育の普及や学校教育制度の一本化など教育の国営化が進められた (山名 2009)。その時代において、一斉授業の様式の普及と制度化の基礎を築くため、教授活動を中心とした教育方法を体系化したのがヘルバルトであった。ヘルバルトの教育学は欧米のみならず、日本の明治時代の教育にも取り入れられるなど、世界の教育現場に大きな影響を与えることとなった (山崎 2001)。

しかし、ヘルバルトは教育理論を科学的な視点を取り入れることで教育学に発展させた点で評価されたものの、教育学を単なる技術学として捉えているという批判を受けることとなった。そのため 19 世紀から 20 世紀にかけて、子どもが自ら考え、行動し、他者や社会との関わりを作り出していくことの重要性が指摘されるようになった。このような機運は、子どもたちを知識重視の教育から解放して、身体性や感性なども含む人間の全体性に配慮した教育を求める「子ども中心主義」をスローガンとする「新教育」として位置付けられ、その理論的指導者となったのがジョン・デューイであった (山名 2009)。

デューイは 1896 年にシカゴ大学に付属実験学校を開設し、子供の「本能、衝動、興味」に基づく社会的・共同的な生産活動 (編み物、裁縫、木工、金工、料理) への参加を通して社会的協力の精神とともに認識の発展を図る「経験主義の教育」の実験を試み、子どもたちが取り組む活動を「専心活動 (Constructive occupation)」と称した (有馬 2001)。このようなデューイの教育哲学は一般的に「なすことによる学習 (Learning by Doing)」と称され、現在のプロジェクト型学習と呼ぶものの包括的な構想を基礎づけ、発展させたと言える (Gudjons 2001)。

(3) プロジェクト活動の実践と理論化 (20 世紀)

このようなデューイの教育哲学、とくに「専心活動」を学校教育で実践する試みが 20 世紀になり広がりを見せるようになった (陳 2003)。特に有名な実践が、コロンビア大学教授のリチャーズと、マサチューセッツ州スミス農業学校のスティムソン校長である。1901 年にリチャーズはモデルを模倣して作品を制作するのではなく、子どもが各自の計画を立て、手順も自由に選択できる手工教育を取り入れ、このような活動 (プロジェクト) を自己表現としての「手仕事 (hand work)」と称した (Andres 2009)。また、1908 年にステ

イムソンは家庭における穀物栽培や家畜の飼育をフィールドとして、そこでの作業に学校で学んだ知識や技術を適用し、また学んでいないことを学校で補足しながら実社会の課題解決に取り組む「ホーム・プロジェクト」という活動を行った（Knoll 1997, 陳 2003）。このようにプロジェクト法は、デューイの教育哲学の影響を強く受けた形で、農業や技術学習等の特定の分野において導入が進められた。

その後、子どもたちがプロジェクトという実践的な活動を通して自主的に問題を解決する活動を「プロジェクト・メソッド」として理論化し、カリキュラムとして提唱したのが、コロンビア大学においてデューイに学んだキルパトリックであった（高田 1999）。プロジェクト・メソッドの特徴として、従来の教授法においては「目的」「計画」「判断」するのは教師であり、子どもはそれを「実行」するだけであったが、キルパトリックの理論の中心は「目的」「計画」「実行」と「判断」をすべて子ども自らが行うことにある（陳 2003）。このようなプロジェクト・メソッドはデューイの教育哲学を現場の教師が理解できる方法論として提示した功績は大きいものの、デューイの思想を通俗化・短絡化したという批判もある（佐藤 2004）。しかしながら、プロジェクト・メソッドは 20 世紀初頭にはアメリカのみならず欧米や日本において、農業学校、手工業、技術教育、家庭科等の分野で体系的な教育手法として広がりを見せた。

（４）日本への PBL の普及（20 世紀）

当時の日本は、優れた学校制度を欧米から学ぼうという気運が高い明治維新の時代であった。1872 年には子どもの教育を親の義務とした「学制」が定められ、一斉授業方式の導入、教育内容の国による定め、学級編成の様式、学力評価と競争の導入等のヘルバルト主義の特徴を生かした制度が確立された。しかしながら、欧米の新教育運動の高まりを受け、画一的機械的詰め込み主義教育や教師中心の教育ではなく、子どもの個性や創造性を求める重要性が指摘されはじめた。このような欧米の新教育運動は、日本では大正新教育と呼ばれる運動として伝わった（国際協力機構 2005）。

大正新教育運動の潮流の中で、1920 年代の大正後期にプロジェクト・メソッドを初めて紹介した人物が、少人数集団の学習活動を重視した明石女子師範学校附属小学校の及川平治であった。及川は、個々の子どもの生活上の際に応じた教育方法として分断式教育法を主張していたが、同時に、集団としての子どもたちの生活上の差異に応じるカリキュラムとして「生活単位（単元）」を主張しており、この「生活単位（単元）」の概念が広い意味でのプロジェクト活動を含むカリキュラムであった（遠座・橋本 2009）。このようなプロ

プロジェクト・メソッドを基礎としたプロジェクト型カリキュラムの単元の開発や実践は、大正新教育の教育手法の特徴として位置づけられ全国的に流行した。その一方で、実際には概念が先行し一時的なブームをもたらしたのみだという指摘もある（高田 1999）。また、この時期になると多岐にわたるプロジェクト・メソッド論が存在しており、必ずしもキルパトリックのプロジェクト・メソッド論に基づいたプロジェクト型授業の導入だけが進んだわけではない（田中・橋本 2012）。

その後、昭和に入り、全体主義・軍国主義の傾向が強くなるとともに、新教育の試みに対する締め付けは厳しさを増した。しかしながら第二次世界大戦後には、アメリカの新教育の導入に伴い文科省の示す「新教育指針」において「行うことによって学ぶ」というデューイの思想が用いられ、その中でもプロジェクト・メソッドは代表的な改革案として再度注目を集めることとなった（佐藤 2004）。特に 1947 年に新設された家庭科においては「ホーム・プロジェクト」が導入され、その理論的基盤としてキルパトリックのプロジェクト・メソッドが取り入れられた（田中・橋本 2012）。

2.1.2. PBL の理論と定義

（1）PBL の理論

PBL の理論的背景は、デューイの教育哲学とキルパトリックのプロジェクト・メソッドに求めるのが一般的である。そこで PBL の理論について、デューイとキルパトリックの学習理論を捉えつつ、近年、高等教育における PBL 実践において援用される構成主義に基づく状況的学習論を加えて、PBL の理論について検討する。

a) ジョン・デューイの経験からの学習

デューイは、前述したとおり、20 世紀にはじまった米国の新教育運動において理論的指導者となった教育学者であり、それまでの教師・教科書中心主義の教育哲学を批判し、子供を中心とし児童中心主義の教育哲学を打ち立てた。デューイは 1896 年に、実際にシカゴ大学に付属実験学校を開設し、子供の「本能、衝動、興味」に基づく社会的・共同的な生産活動（編み物、裁縫、木工、金工、料理）への参加を通して社会的協力の精神とともに認識の発展を図る「経験主義の教育」の実験を試み、子どもたちが取り組む活動を「専心活動（Constructive occupation）」と称した（有馬 2001）。また、「専心活動」に加えて、このような経験へ繋げるプロジェクト活動を特徴づけるのが「反省的思考」である（田中・橋本 2012）。このようなデューイの教育哲学は一般的に「なすことによる学習（Learning by

Doing)」と称され、現在のプロジェクト型学習と呼ぶものの包括的な構想を基礎づけ、発展させた (Gudjons 2001)。

デューイは、知識は単なる蓄積ではなく、実際の生活や体験の中で反省的に活用されることが重要だとし、内省のプロセスを「問題の把握」「事実の観察」「問題構造の整理」「予想や仮説による問題解決の示唆」「仮説をち密なものへ練り上げる推論」「証拠による検証」という 5 段階で示した (湯浅ら 2010)。具体的には「まず、生徒に興味を持つような本物の経験的場面を与え、その連続的活動が行われる (問題の把握)。次に、経験的場面の中で本物の問題が思考を呼び起こす刺激として表出し、さらに生徒は問題を処理するための情報を持って、観察を行う (事実の観察)。次に解決案が生徒の心に浮かび、しかも、生徒がそれを展開する責任を持つ (予想や仮説による問題解決の示唆)。最後に、生徒は自分の考えを適用して試し、それらの意味を明らかにし (仮説をち密なものへ練り上げる推論)、自分でそれらの妥当性を見出す機会を持つ (証拠による検証)」 (Dewey 1900) という内省のプロセスになる。

一方で、「専心活動」とは、単に夢中になって取り組む活動ではなく、具体的な共同制作活動・問題解決活動である。このような活動が先進的であるためには、活動が子どもの興味関心を多様に喚起する物であり、子どもの生活それ自体に有益なものであり、子どもの知性の更新に寄与するものであり、さらに教師と子供がともに可変的・持続的に計画立案を行うものでなければならない (遠座・橋本 2009)。またデューイの示す専心活動は、想定通りにうまくいく、戸惑い・ためらいの無い営みではなく、想定外の事態に直面し、うまくいかず試行錯誤を常態とする営みである (Dewey 1900)。

さらにデューイは、プロジェクト活動への参画は、上からの命令ではなく、自分のことを自ら律する個人の自由権であり、市民的権利の中の自由で序列関係のない契約という基本理念であるとする。つまり、プロジェクト授業は学校と社会における民主的な行為を目標とするのであり、自由に自己決定的に、序列関係なく問題に取り組むという「核心部分」がなくては、プロジェクト授業は伝統的授業の一方法にしか過ぎなくなるという指摘である (Gudjons 2001)。

b) プロジェクト・メソッド (キルパトリック)

デューイの経験主義思想に強い影響を受けたキルパトリックは、学習もまた目的を持った活動であるべきだという主張をし、そのための教育方法としてプロジェクト・メソッドを開発した。

キルパトリックにとってプロジェクトとは「社会的文脈の中で全精神的目的的活動」であり、「有力な目的が内面的な推進力として（１）行動の目標を定め、（２）その過程を導き、（３）その意欲と内面的な動機を促すような目的的经验の単位、目的的活動の単位」と定義した（佐藤 2004）。そのため、実際に有力な目的によって行われる限り、いかなる生活経験もプロジェクトと呼ぶことができる（陳 2003）。また、このような目的的活動は、現代社会で行われている生活活動が基本単位であるとする。つまり、自ら目的を設定し、その目的を実現するために密な計画を立て、その計画に意欲を持ち慎重な準備の下で実現していくような活動を通じて、民主社会に貢献することが望まれる（高田 1999）。

キルパトリックのプロジェクト・メソッドの特徴の一つが、プロジェクトの基本的プロセスを「目的設定」「計画」「実行」「判断」という４つの段階に分けたことが挙げられる。具体的には、「常により適切なもくろみと活動と経験をできるように選び、どのように運営して全参加者に作業を割り当てるかを企画し、非常に直線的な発展になるなら計画を変更して実行に移し、そして人々を褒めたり責めたり、あるいはただ単に点数を与えるという意図からではなく、次回にこのような経験をどのようにすればよりよくできるかを学習し、また一つの経験から次にすることについてどんな示唆が学び取れるかという意図をもって結果を判断する」というプロセスである（Kilpatrick 1951）。キルパトリックは、これまでの伝統的教育においては教師が目的設定や計画作成を担っていた一方で、これらの４つの段階を子供たち自身が実施することの重要性を指摘していると言える。

このような目的的活動と並んで、キルパトリックの単なる教育方法としてではなく生活教育の哲学として評価されたユニークな点が「付随学習」という概念である。付随学習とは、学習者が目的的活動を通じて、その活動の成果や達成のみに着目されるのではなく、基本的な道具の使い方や他者と協力し合う力、自主性や積極性などの学習への意欲や態度などを学ぶことができるという付随的な学習効果のことである（Kilpatrick 1951）。具体的には、たとえば算数を学ぶ子どもたちは実は算数だけを学んでいるのではなく、算数が好きだとか嫌いだとかという感情、忍耐強く事に取り組むとかいいかげんにごまかすといった態度や習慣、頑張れば何でもできるのだという自信や、逆に自分は何をやってもダメなのだという劣等感など、様々な感情、態度、習慣などを同時に学んでおり、プロジェクト法はこのような感情や態度などを付随的に学ばせるうえで、最も効果的方法であると考えられたのである（高田 1999）。

デューイはプロジェクト活動において子供たちが目的達成の過程を順調に辿るとは考え

ていなかったが、キルパトリックは子供たちが首尾よく目的を達成すること、設けられた過程、想定された手順を辿りつつ、順調に目的に到達することを望んだという指摘もある（田中・橋本 2012）。しかし、プロジェクト・メソッドは教科と教材の論理的組織化の否定という特徴があるため、教師は子どもに最大限の自由を与えなければならず、実際には完全な形で実践された例は極めて少ない（陳 2003）。

c) 状況的学習論から見た PBL

これまでの認知心理学では、学習は知識獲得の行為として捉えられ、人間の心を容器と見立てて、そこに知識を注ぎ込むことを教育、それをため込むことを学習と捉えてきたが、そうではなく、学習は対話やコミュニケーションから生まれるものであり、その時の状況や文脈とは切り離せないものであるという状況的学習論が注目されるようになってきた（美馬・山内 2005）。そのきっかけとなったのがウェンガー、レイブらの研究である。Lave and Wenger (1991) 等は仕立て屋や肉屋、産婆等の徒弟的な学習環境について研究を行い、徒弟が周边的で責任の生じない業務に携わることで周边的な参画を行い、徐々に困難で責任の生じる役割を担っていくことで、十全的な参加者として成長するプロセスを見出し、正統的周辺参加という概念を提唱した（Lave and Wenger 1991）。さらに、そこでの学習は「職場や学校など様々な場所において、あるテーマに関する関心や問題、熱意などを共有し、その分野の知識や技能を、持続的な相互交流を通じて深めていく人々の集団」である実践のコミュニティにおいて、社会的な関わりやその共同体の中での相互作用の中で生じる過程であるとする（Wenger et al 2002）。そのようなコミュニティの構成要素として、コミュニティが扱うテーマや課題である「領域」、この領域に関心のある人々が形成する「コミュニティ」、そして人々の共通の手法や基準である「実践」の3つがあるという（Wenger et al 2002）

このような状況的学習の視点を学校教育の文脈で捉えると、本当に知識を使えるものにするためには、その知識が現実世界で使われている状況に学び手をおき、真正な活動（authentic activities）を行うことが重要となる（久保田・岸 2012）。そのため、状況的学習論の視点からは、真正性の高い実社会に存在する課題に取り組む PBL は、有用な学習アプローチであると言える（Helle et al 2006）。実際に、井上・金田（2008）は社会に存在する実践共同体への参画を通じた PBL 授業をデザインし、その効果を検証している（井上・金田 2008）。また、八重樫・佐藤（2011）は状況的学習論に基づいた PBL を設計し、学習者の共同体意識が高まったことを報告している（八重樫・佐藤 2011）。

(2) PBL の定義

これまで見てきたとおり PBL は、デューイの教育哲学がその起源とされるが、現代においては様々な類似概念が創造されてきた。たとえば、問題解決学習 (Problem Based learning), 探索学習 (Inquiry Based), 協調学習 (Collaborative Learning), ケースメソッド (Case Method) 等である。このような類似概念は同じデューイをそのルーツとしていることも多く、PBL と同義的に使われていたり、区別することが難しい場合も多い。そこで、高等教育の文脈で PBL の定義を検討した (Morgan 1983), 近年の PBL に関する研究に基づき定義付けを行った (Thomas 2000), さらに学習科学の視点から PBL の定義付けを行った (Krajcik and Blumenfeld 2006) の研究を紹介する。いずれの定義にも共通する要素として、PBL は、学習者にとって状況に関連付けられた真正課題と探索活動を中核とし、共同的な活動や認知的道具を用いた制作を通じて学習を行うことであると言える。

a) Morgan (1983) の定義

Morgan (1983) は PBL を、学習者が実際の (もしくは、想定される) 現実生活に根づく問題や課題への積極的な関与 (involvement) を通してトピックや問題の理解を促し、かつ学生は学習活動の進め方や方策についての一定の責任をもって取り組む活動であるとする (Morgan 1983)。さらに、学習者の学習活動に対する自主性と責任 (autonomy and responsibility) の重要性を指摘し、高等教育における PBL の3つのモデルを提案する。

1. プロジェクトエクササイズ (Project exercise) : 学習者は科目学習を通じてすでに獲得している知識や技術を適応してプロジェクトの課題に取り組む。テーマとなる課題は、主に専攻している分野に存在する問題などが対象となる。
2. プロジェクトコンポーネント (Project component) : 自然や現実社会と融合している課題をテーマに課題解決に取り組む。すでに獲得した知識や技術をさらに積み上げるのではなく、むしろこれまでの生活や学校で得られた知識などと融合されていく。
3. プロジェクトオリエンテーション (Project orientation) : カリキュラム全体がプロジェクトを中心にデザインされている。教科での学習などはプロジェクトの解決のための知識や技能を与える手段として位置付けられる。

b) Thomas (2000) の定義

Thomas (2000) は PBL とは「プロジェクトを中心とする学習モデルであり、複雑な問題解決活動を伴うものであり、その活動の中で学生は課題デザインから、問題解決、意思決定、調査活動まで、長期間にわたって自律的に課題をこなす機会が与えられ、最終的に

は成果物が求められる」とし、PBLの要素として 1. 中心性, 2. 問題駆動, 3. 建設的探索, 4. 自主性, 5. 現実主義を PBL の主要素として捉えている (Thomas 2000).

1. 中心性：PBL 自体が中心で、周辺的に配置されるものではない。
2. 問題駆動 (Driven Question)：学生は該当領域のキー概念に遭遇し、葛藤へ導く課題や質問が焦点となる。
3. 建設的探索：プロジェクトの中心的な活動は学生の知識の構成を促す。
4. 自主性：学生が中心となり実施する。
5. 現実主義：プロジェクトのテーマは現実的で真正なものである。

c) Krajcik and Blumenfeld (2006) の定義

Krajcik and Blumenfeld (2006) は、学習者が既存知識を総動員して新しい知識を主体的に構成していくことによって学習内容を深く学ぶことができるという立場に立ち、専門家が実際に取り組んでいるような真正性の高い学習課題に基づき PBL を行う重要性を指摘している (Krajcik and Blumenfeld 2006)。そのような PBL は学習環境デザインの全体的なアプローチであり、下記の 5 つの特徴を有しているという。

1. 学習者が取り組む真正性の高い誘発課題が投げかけられる。
2. 状況に埋め込まれた誘発課題に対する探究活動を行う。
3. 教員やコミュニティの成員との協働での誘発課題の解決に取り組む。
4. 探究活動の足場かけとなる学習支援テクノロジーを利用する。
5. 誘発課題の具体的な解決結果を何らかの人工物 (Artifact) として表現する。

(3) 類似概念との整理

上述したとおり、PBL には類似概念が多く存在するが、特に混同されがちな概念が同じ PBL という略語を有する Problem Based Learning である。いずれもデューイの教育哲学を起点としながら、Problem Based Learning が主に医療系で、Project Based Learning が主に工学系で独自に発展してきた。本節では、二つの PBL の特徴について対比的に検討する事を通して、Project Based Learning (以降、Project Base) の特性の検討を行う。

Problem Based Learning (以降、Problem Base) とは 1969 年にカナダの McMaserter University の医学部で取り入れられたのが発端であるとされる。Problem Base はまず学習者が学習過程の起点となる「課題」に直面し、「課題」を解決するための技術や知識をチューターと協力し特定し、個々の学習者が「課題」解決に取り組むサイクルを要する (Schwartz et al 2001)。Project Base と比較すると、いずれも構成主義の考えに基づき、真

正性の高い問題に少人数のグループで取り組み、学習者自身が学びをマネージし、それを教師がファシリテータとしてサポートするという活動の枠組みは同じである（湯浅ら 2010）。しかし、Problem Base は、学習の文脈上のオープンエンドで、構造化されていない問題を基に学習を行うが、Project Base は、学生は具体的な課題を達成するというタスクを通じて学習を行うこと（Graaf 2007）、さらに Problem Base は「知識の獲得」に重きを置かれているのに対して、Project Based は「知識の適用」に重きが置かれているという違いが指摘される（Perrenet et al 2000）。Hmelo-Silver (2004) は Problem Base と Project Base を問題、問題の役割、プロセス、教員の役割、協調学習、ツールの視点からそれぞれの特徴を表 2-1 のとおり抽出した（Hmelo-Silver 2004）。工学系分野の視点からは、実際の技術や獲得した技術の適応を行う場面が重要であることから、実際の制作を行う Project Base のほうが馴染みやすいとされている（例えば、Mills and Treagust 2003, Perrenet et al 2000）

表 2-1 二つの PBL の違い

	Problem Based Learning	Project Based Learning
問題	構造が不明瞭な現実的問題	誘発課題 (Driven Question)
問題の役割	学習している情報と推論する方略に焦点を当てる	科学的探索プロセスが手工的成品に繋がることに焦点を当てる
プロセス	事実を確定し、アイデア、学習課題、SDL、再訪問、内省を創出する	予測、観察、説明のサイクル
教員の役割	学習過程とモデル推論のファシリテーター	やり取りの前と、その過程における内容の関連性の提示
協調活動	アイデアを議論する、問題解決のために個々の学生が新しい知識をグループに持ち寄る	仲間や地域コミュニティのメンバーとの話し合い
ツール	構造化されたホワイトボード 学生が選んだ学習のためのリソース	計画、データ収集、分析、モデリング、 情報の統合を支援するコンピューターベースのツール

(Hmelo-Silver (2004) を参考に筆者翻訳・作成)

2.1.3. 工学系高等教育と PBL

(1) 工学系高等教育における PBL

a) 工学系高等教育における PBL の普及

産業・経済のグローバル化と多様化が進む中、工学系高等教育は、新しい時代の工学を先導し、21 世紀社会に貢献できる人材の育成が求められている。そのような人材の育成には、工学に関する知識や技術のみならず、創造力や問題解決力、コミュニケーション力、リーダーシップ力、企業家精神などの多様な能力が求められる (大中 2004)。また、工学系高等教育で提供するカリキュラムも、このような時代背景による産業界や社会からのニーズに沿って、検討と改善を行っていく必要がある (Subic and Maconachie 1997)。

米国においては、1932 年に設立された技術者教育の質認定機関である Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) が、これまでの「何を教えるかを規定する」のではなく、「教育機関が自ら定めた目標を達成するために何をするのか」といった視点での評価へ方針を大きく変更するなど、工学分野におけるより多様な人材を育成するプログラムが重要視されるようになった (大橋 1996)。日本においても 1980 年以降「知識の伝達を主体とした教育」から「推論能力に重きを置いた教育」への転換を進めるとともに (武田・石川 2005)、ABET の日本版である JABEE が 1999 年に設立された。

しかしながら、工学教育プログラム・グローバル化推進委員会が 2009 年に行った調査によると、工学系高等教育はカリキュラム全体としての体系的な検討の不足、学生の多様化への対処法の確立、インターンシップなどを通じた実践的な教育の場の提供等の課題を指摘しており、今後も継続して教育改革に取り組む必要がある状況を明らかにしている (工学教育プログラム・グローバル推進委員会 2009)。また、欧米においても工学系は伝統的な大教室での知識伝達型授業からの転換が進められておらず、一般的に表面的な学習方法 (surface approach) になっていることが指摘されており (Popov 2003)、日本だけでなく、世界の工学教育界がそのカリキュラムや学習方法の質的な転換に対応を迫られている。

このような現状において、技術者に必要とされる創造性やコミュニケーション能力などの能力の育成には、これまでの教室中心・知識伝達型の授業の在り方を再考せざるを得ないことは明白であり、新しい学習アプローチとして PBL が工学教育分野において注目され導入が進められてきた (Godfrey 2009, Graaf 2007)。その結果、PBL はすでに構造科学、制御工学、コンピューター、エネルギー工学、経営工学、材料工学等のありとあらゆる工学系分野において実践されその有効性が認められており、工学系高等教育全般において有

用なアプローチであることが概ね共有されている (Abdulaal et al 2011). しかし, PBL の実践は実践される文脈に依存しており, 必ずしも他で成功したモデルをそのまま導入しても活用できないという指摘もある (Graham and Crawley 2010). そのため, 様々なフィールドにおいて, 様々な目的のもと, 授業が設計され, 実践されてきているのが実情である.

2011 年に行われた日本経済団体連合会の調査によると, PBL をベースとした教育プログラムを受けた卒業生が実社会でも活躍していることが報告されており, PBL が産業界の求める人材育成にも貢献していることが示唆されている (日本経済団体連合会 2011). また, 実際に卒業後の動向を調査した Jollands et al (2012) 等の研究においても, 学生たちが社会に出てから PBL を通じて学習した効果が表れていることを報告している (Jollands et al 2012). 以上から, 今後も工学系高等教育における学習方法としての PBL の重要性はますます増していくと考えられる.

b) PBL を中核とした包括的カリキュラムへの発展

英国の大学において行われている PBL の実践を調査した Graham and Crawley (2010) は, 多くの PBL がある特定の教員の個人的な活動に依存しており, 活動の継続性がないことを指摘している (Graham and Crawley 2010). また, 実際的で複雑な問題を扱う PBL は, 単一の科目で必要な知識領域をすべてカバーすることは難しく, 系統的教育との連携が課題とされる (Lee 2003). そのため, 各科目として, 個人の教員が主体となって PBL を実施するのではなく, 大学としてどのような人材を育成するのかというヴィジョンを掲げ, 講義形式の授業や卒業研究等の多様な活動と PBL との関連性や位置づけを明確にして進めることが重要となっている.

工学部の卒業生の 7-8 割が大学院に進学することが一般的である近年の日本では, 学部教育 4 年と大学院修士課程 2 年を連携させた「ゆるやかな 6 年生」(西田 2004) という枠組みで, 学部教育と連携した大学院における PBL 授業も行われるようになってきた. たとえば, 宇都宮大学工学研究科では, 学部教育の段階から学生が有している知識を統合する実践体験の機会を設けた「螺旋型」教育プログラムを開発し, その一環として修士一年時に創生科目として PBL に取り組むプログラムを実施している (渡邊ら 2013, 横田ら 2011). また, 芝浦工業大学理工学専攻科では, 学生の研究分野と連携させたテーマ設定の下, 学部 3 年制と大学院生徒の混成チームでプロジェクトに従事するプログラムを開発し実践している (長谷川ら 2013a, 長谷川ら 2013b).

いずれの実践も一般教養科目での基礎知識の獲得, 実習授業における技能の習得, そし

てそれら学習の集大成として地域や企業と連携した PBL に取り組む構成となっている。さらに、学部 4 年間だけでなく、修士 2 年間も合わせた一貫したカリキュラムとして位置付けることで、学部生と修士学生の連携等、効果的な実践を行うことが可能となる。

一方で、これらの実践は未だ学部や専門の枠組みを超えるものではない。日本の PBL において、同じ分野の学生グループによる教育はよいが、専門分野が異なる複数の学生から成るチームによる実践が弱いという指摘もある（仙石 2013）。また、欧米でも同様の指摘がなされていることから（例えば、Subic and Maconachie 1997）、今後は学部や専門の枠組みを超えた多様な学生参加のもとに行う PBL の検討も進められていくと考えられる。

（2）工学系高等教育における PBL の実践と評価研究

PBL を構成主義の学習理論として位置付ける Krajcik and Blumenfeld (2006) は、PBL を支える重要な概念として、主体的な知識構成、状況に埋め込まれた学習、社会的相互作用、認知的道具という 4 つの概念をあげる（Krajcik and Blumenfeld 2006）。Krajcik and Blumenfeld (2006) の示す 4 つの概念は、初中等教育をフィールドとした PBL を想定している一方で、その本質は高等教育における実践にも適用できるものであると筆者は考える。そこで、これら 4 つの概念を a) 課題設定と社会連携、b) 共同学習、c) ツールとテクノロジーという 3 つの視点でとらえ直し、さらに工学系高等教育において求められる d) 創造力と研究能力の育成という視点を加えて、先行研究の分析を行う。Project Based Learning と Problem Based Learning の違いが明確でない実践も多いが、その実践の性質を鑑み、Problem Based Learning の実践においても内容が Project Based Learning に近いものは分析の対象としている。

a) 課題設定と社会連携

これまでの工学系高等教育における教育法は、必ずしも学生のモチベーションを高めるものではなかった（Felder 2006）。そのため、学生の主体的な学習活動への参加を促すためには、PBL で扱うテーマの選定が重要である。Krajcik and Blumenfeld (2006) は、このようなテーマを誘発課題（Driven Question）と呼び、誘発課題は学習者にとって価値があり、専門家が実際に取り組んでいるような真正性（Authentic）の高い学習課題であること、そのためには現実社会の問題と乖離せず、現実社会の文脈に埋め込まれてものであることが重要であると指摘する（Krajcik and Blumenfeld 2006）。このような現実社会に存在しているリアルな課題に取り組むためには、PBL が学校や授業の中で完結するのではなく、実際に実社会にある産業界や社会と連携して取り組むことが必要となってくる。

たとえば、井上・金田（2008）は情報工学・工学系大学生および大学院生を対象として、学生が社会（企業や自治体など）と連携し、実システムを開発する PBL 授業を実施し、その実践の評価を行った。その結果、学習者の問題解決能力の向上が認められたものの、PBL 授業を複数回経験すること、PBL とは別の個々の要素を学習できる環境の整備が必要であることを指摘している（井上・金田 2008）。また、近藤ら（2003）は機械工学科の大学生を対象として、地元企業のニーズに基づいて学生と教員がチームを形成し課題解決に取り組む PBL を行い、学生がスキルや技術、就労への意欲といった通常授業では得られない効果があることを報告しつつ、地元企業のニーズと学生の有するスキルのギャップ、地元企業の人たちと共同で取り組める設備や資金の不足などの課題を指摘する（近藤ら 2003）。

このような地域と連携した PBL は上述したような学生の本質的な学習の場となるだけでなく、大学に対するコミュニティからの理解の促進（Pascual 2010）、産業界の求める人材ニーズの把握（Arlett et al 2010）、研究の成果を適応するフィールド（宮本 2005）といった、授業を実施する大学にとってのメリットも大きい。ただし、近藤ら（2003）、井上・金田（2008）が指摘するように、協力してくれる地元自治体や企業を毎年確保する必要があり、そのため教員への負担が大きいこと、また活動のための設備が必要であるなどハード、ソフト両面での労力は大きい。そのため、個々の教員の活動として PBL を位置付けるのではなく、大学として戦略的に PBL をカリキュラムの中で位置づけ、進めていく環境整備が重要となる。

b) 認知的道具（Cognitive Tools）

Karajicic and Blumenfeld（2006）は、認知的道具（Cognitive Tools）とは、学習者が独力で新しい発見をすることを支援するツールであるとし、このようなツールを用いることで、①幅広い科学的データと情報を収集できる、②データを可視化し、科学者と同じような方法でデータを分析できる、③共同的活動を促進し、サイト間で情報を共有できる、④計画の立案、モデル化、評価が可能となる、⑤構成した知識をマルチメディアを使って公開できる、という利点を挙げている（Krajcik and Blumenfeld 2006）。また、このような認知的道具を用いることで、学習者の興味を持続させ、認知的関与を促進することが可能となる（Blumenfeld et al 1991）

これまで多く行われてきている研究が、PBL の実践の過程でグループと個人とを結びつけることが可能となるグループウェアの開発と評価である。たとえば、西森ら（2005）は情報基礎教育の授業で実施される PBL において、活動や作業の見通しを与え進行管理させ

る工夫、個人とグループを結び付ける仕掛け、グループとクラスを結び付ける仕掛け、をコンセプトとしたグループウェアを開発、評価した。その結果、自分たちが何をやるべきであるのかが明確になる、グループ活動の分業状態を把握することができる等の効果を確認し、また BBS 等のコミュニケーション手段の必要性を指摘している（西森ら 2005）。また、安達ら（2003）は、総合課題演習において学習支援機能、校務支援機能、運用支援機能を有するグループウェアを開発・評価し、グループ全体での情報共有、学習者の情報活用支援に関して有効であり、その効果としてメンバーが自覚、責任感、役割分担、協調性といった態度をとる必要性の認識が高まったことを報告している（安達ら 2003）。PBL におけるグループウェアの利用は、教員の視点からの機能の検証（Hubbard and Gregory 2011）やフリーオープンソースの Moodle を利用した実践（Zhou et al 2010）等、多様な研究が行われている。このようなグループウェアは、CSCL（Computer Supported Collaborative Learning）と呼ばれ、PBL に限らず組織におけるプロジェクトマネジメントツールとして研究が独自に展開している。

一方で、Gold（2010）はソフトウェア工学分野の学生を対象とした PBL において、身近にあるレゴを教材として用いた実践を行い、PBL においては学習者が真剣になって取り組む教材の重要性を指摘している（Gold 2010）。また Kyte（2013）は毎日の成果を記録するノートをグループと個人とに分けて導入することで、学習者グループと個人それぞれに内省の機会を与え、そのことが学習者の動機づけに繋がっていることを報告している（Kyte 2013）。これらの研究に示唆される通り、認知的道具は必ずしもテクノロジーに依存するわけではなく、このような身近なツールを導入することで、学習者の深い学びを促すことも可能であると言える。特に、途上国など必ずしもテクノロジーが十分ではない環境においては、テクノロジーのみに依存しない工夫が重要と言えよう。

c) 共同学習の支援

技術者は通常、チームとしてタスクに取り組むことが多い。そのため工学系高等教育において実践される PBL で重要な要素の一つが、共同学習の支援や構築である。共同学習とは、仲間と共有した学習目標を達成するためにペアもしくは小グループで一緒に学ぶことであり、一人での活動ではなく、グループでの活動による学習を指す（Barkley et al 2009）。このような共同学習を通じて、言語化や身体的表現などのコミュニケーションを必然的に生み出し、内省を促進させ、そのことが学びを深化させることが期待される（美馬 2009）。

実際に PBL における共同学習の効果として、例えば青木ら（2009）は、チームの集団創

造機能を高めることが学生個々人の企画立案力の成長を促すことを明らかにしている（青木ら 2009）。また Graaf（2007）は、チーム作業を通じて自身と他学生を相対化することができ、知識のギャップに気付くことで、主体的な学習態度の育成効果があることを報告している（Graaf 2007）。また、チーム編成の際には個々人の役割を明確に位置付けたほうがグループ学習への満足度が高いこと（Livingstone and Lynch 2000, 岡田ら 2010）、コミュニケーション能力の視点からチーム編成をすることが有効であること（羽山ら 2013）といった配慮の必要性が指摘されている。

共同学習の効果が報告されている一方、共同学習を行う上での懸念が、いわゆる社会的手抜きの問題と評価の問題である。社会的手抜きとは、個人的にあるいは共行動的に作業する時よりも集散的に作業する時に人々があまり一生懸命に働かなくなる、あるいは努力しなくなる現象である（小窪 2005）。奥本（2012）等の PBL を対象とした社会的手抜きの軽減方策の研究では、個々の参加者の活動の明確化、意思決定への参与、協力体制の構築という点に配慮する必要性を指摘している。また前述したグループウェアなどのテクノロジーを用いることで、互いの活動をオンライン上で可視化し、社会的手抜きを軽減する効果があることも報告されている（西森ら 2005, 望月ら 2007）。

共同学習における評価は、グループとしての評価と合わせ、個々人の活動への評価の両方をどのように行うのかが課題となる。たとえば、ロボットコンテスト形式による PBL を実践する土井ら（2013）は、外部有識者による外部評価、プロジェクト相互評価、自己評価、プロジェクト内貢献度評価と言った多面的な評価方法を導入し、その妥当性を検証するとともに、実践を通じてグループごとの均質的な評価結果が、実践を繰り返すことによってグループ内の個々の評価結果の分散が大きくなっていることを指摘している（土井ら 2013）。また、小方（2013）はプロジェクト学習における相互評価の妥当性を検証し、相互評価においては学生はたがいにあまり差をつけなかったり、反動形成的なスコアリングを行ったりするケースが観察されたものの、その評価の妥当性を肯定的に捉えている（小方 2013）。評価の方法については、その他にもポートフォリオによる評価なども着目されているが、基本的には絶対的な回答があるわけではなく、授業の実施者が授業の目的などを鑑み検討を繰り返していくしかないのが状況である。

d) 創造力と研究力の育成

多様な課題を解決できる技術者を育成する工学系高等教育に求められるのが、創造力の育成である（Felder 1988）。創造力とは、これまでにない有用なアイデア（Novel and useful

ideas) を創出する能力であり (Amabile 1983), 協調的知識構築と自己統制学習環境からなる PBL は, 創造力育成の有用な学習方法である (Poikela et al 2009).

たとえば, デンマークにおいて Chunfang (2012) は, 工学系学生を対象とした創造性育成を目的とした PBL カリキュラムの開発を行い, 授業の満足度だけではなく, 学生が創造的協調者や創造的技術者であることを認識することの重要性を指摘している. さらに創造性育成にはカリキュラム全体としての工夫と共に, 日々の活動における創造性育成に対する配慮と指導が重要であるとする (Chunfang 2012). しかしながら, PBL を通じた創造力の育成については, 上述したとおり必要性和妥当性があるにもかかわらずそれほど多くの研究はなされていないのが実情である. また, 日本の工学系高等教育においては, 創造性育成を目的とした事例も散見されるものの (例えば渡辺・杉浦 2013), まだ学習理論に基づいた実践としては進められていないのが現状であろう. 今後, 工学系高等教育においては PBL を通じた創造力の育成に関する実証的な研究が必要であろう.

大学院教育においては研究者の育成が本来の役割である. そのため, 工学系大学院教育においても PBL を通じて大学院の本来の目的である研究者の育成を狙いとした取り組みも行われている. 現在の大学院においては, PBL の成果が研究の成果とはならず, そのため学術的な論文にはなりえない (金田 2010). そのため, PBL の成果を修士相当とすべきとの提言もあるものの (大中 2004), 研究としての成果と PBL の成果とはやはり分けて考える必要があろう. 一方で, 笹島 (2010) は大学院教育における PBL 実践は, むしろ研究方法論, 研究者技術者としての作法の習得手段として有効なアプローチでもあると指摘する (笹島 2010). つまり, PBL における課題解決能力やコミュニケーション能力, 創造力の育成などが, 研究者としても有用な能力であるとされることから, PBL を通じて研究能力の育成が可能であるという指摘である.

研究能力の育成を意図した PBL の実践事例は多くはないが, たとえば東京大学が行っている, 博士課程学生のリテラシー・コンピテンシーの涵養を図る人材育成プログラムが挙げられる (横野・光石 2012). 同プログラムのコンポーネントの一つとして学术界・産業界で活躍する人材の育成を目的とし, 産業界から提案される課題を, 産業界からのプロジェクトマネージャーの下, 学生のリーダー及びメンバーが解決策を出していく PBL が工学系博士課程学生対象に行われている. メンバー構成時に専攻や, バックグラウンド, 国籍さえ異なるチーム構成としている点が特徴である. 学生からは概ね肯定的な評価を得ているが, 研究との両立が課題として指摘されている (横野ら 2011).

また、東京工業大学では、修士課程の学生を対象として、問題設定から解決のプロセスを辿る PBL の実践と修士論文作成の二つの活動を連携させ、相乗効果を生み出す試みが行われている（東京工業大学 2008）。笹島（2010）はこの取り組みを通じて、問題発見、問題設定、問題解決、知識獲得といった各能力、論理的思考力、グループコミュニケーションといった大学院教育で目指す力を、PBL を通じて育成することの可能性を言及している（笹島 2010）。現在のところ、これら研究はまだ緒に就いたばかりであり、その効果や有効性についての実証的な研究結果は報告されていないものの、概ね PBL を通じて研究者としての能力の育成に寄与していることが報告されている。

2.2. 経験学習理論

2.2.1. D.Kolb の経験学習理論

（1）D.Kolb の経験学習理論

経験学習とは PBL 同様、デューイのプログマティズムをルーツとしており（Burnald 1988）、具体的な経験を基盤としつつ、学習の継続性や様々な学習モード（学習の形態や方法、機会など）の有機的な結合を企図する包括的な概念である（後小路 1994）。中原（2013）によると、経験学習には「学習における経験・実践の重視」と「経験の内省」という二つの特徴を有し、また「経験からの学習論」、「経験と内省を重視した批判マネジメント教育論」、そして「経験学習モデル論」という 3 つの理論的系譜があるという（中原 2013）。「経験からの学習」は、経験をビジネス戦略に合致した、現有能力を超える跳躍が必要な経験として位置付けられた、企業や組織における管理職やリーダーの成長に関する研究分野である。また、「経験と内省を重視した批判マネジメント教育論」は、民衆解放運動を展開してきたパウロ・フレイレに代表される批判教育学の祖を理論的ルーツに持った研究者らによるマネジメント教育論である。そして、経営教育の世界で最もよく知られているのが、デイビッドコルブ（David Kolb）の提示した経験学習理論である。

コルブはレヴィンやピアジェ等の経験主義者らの研究を発展させ、経験学習理論を提唱した組織経営学者である。コルブは学習を「経験の変換によって知識が形成される過程」として、学習は経験に基づく絶え間ないプロセスであり、結果ではないとする。また、経験学習理論でよく議論される知識か体験かという二項対立的な発想ではなく、具体的な直接経験による学習と体系的な知識を得る学習、教室外での学習と、教室内での学習といった対立的な性質を有する学習を包括することの重要性を指摘する。加えて、学習は社会

に適応するための全体論的なプロセスであり、個人と環境とのトランスアクションによって営まれる知識を創造するプロセスであるとする (Kolb 1984).

コルブの経験学習理論は、学習サイクル論と学習スタイル論から構成される経験学習サイクルモデルと、生涯発達の観点から学習者の成長をモデル化した経験学習プロセスモデルの二つのモデルを合わせて経験学習モデルとして広く認知されている (山川 2004).

(2) 学習サイクル論

コルブは、学習は、具体的経験 (Concrete Experience)、反省的観察 (Reflective Observation)、抽象的概念化 (Abstract Conceptualization)、能動的実験 (Active Experimentation) の4つの学習モードで成り立つと指摘する (Kolb 1984). 具体的経験とは、十分に開かれた状態で、なんのバイアスもなく、新しい経験に自らを巻き込んでいくことが可能な学習モードであり、抽象的概念化とは、論理的に十分深められた理論のうちに、観察したことを統合するための概念を創造することが可能なモードである。また、反省的観察は、多様なパースペクティブから具体的に経験してきたことを反省したり、観察したりすることを可能とするモードであり、能動的実験とは、意思決定をしたり問題解決をしたりするために抽象的なアイデアや概念を活用することを可能とするモードである (山川 2004). これら4つの学習モードは、学習は具体的に経験し (具体的経験)、経験を内省して観察し (反省的観察)、理論や抽象的概念の構築を行い (抽象的概念化)、最後に実験を通して理論を試す (能動的実験) というサイクルで成り立っていると指摘する。

また、コルブは抽象的概念化と具体的経験、反省的観察と能動的実験をそれぞれ対立する概念として位置付ける。抽象的概念化と具体的経験は現実世界での経験を把握したり、得たものを定着させる「理解」の次元とし、その方法として、概念的解釈か象徴的解釈で理解する「了解 (comprehensive)」か、触ったり、感じたりといった経験から理解する「会得 (apprehension)」があるとする。マイケルポラニーの示す暗黙知 (tacit knowledge) が会得に、明示知 (articulated knowledge) が了解に当たる。一方で、反省的観察と能動的実験は、現実世界の中での経験の意味を解釈したり、得たものを比喩的に表出する「変容」の次元であるとし、内省から変容を促す「内面化による変容 (transformation by intention)」か、活動を通じて変容を促す「拡張による変容 (transformation by extension)」があるとする。「了解による理解」と「会得による理解」、「内面化による変容」と「拡張による変容」は二項対立的に位置付けられているが、どちらか一方が欠けても深い学習活動

は促さない。そのため、この二つの軸の両端に位置づけられる学習モードをサイクルを回す原動力として位置づけている (Kolb 1984)。

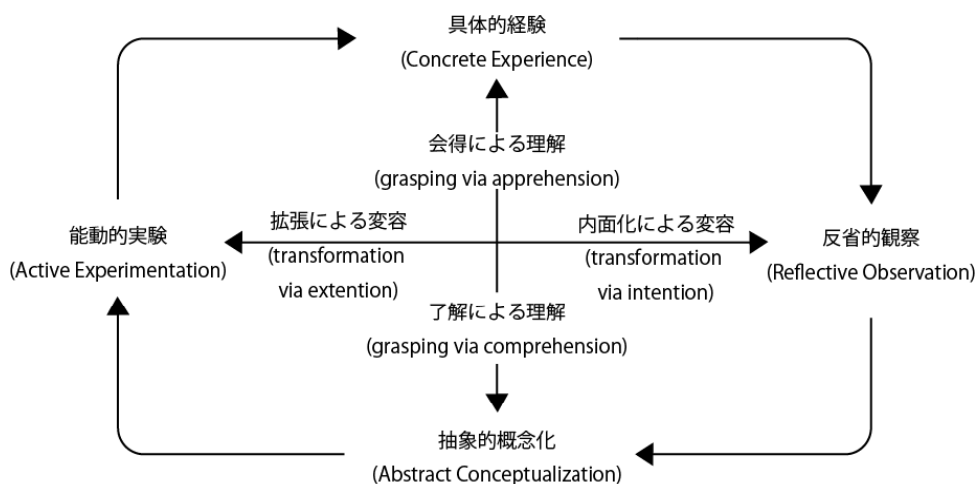


図 2-1 学習サイクルモデル (Kolb (1984) を元に筆者作成)

(3) 学習スタイル論

学習スタイル研究は、学習者のニーズ・個人差を無視して画一化した教育を実施する、という教育方式から、個々人のニーズ・能力・嗜好・スタイルに合った学習環境を提供するというパラダイムの変換に伴って、主に欧米において過去 30 年に渡って盛んに行われてきた (青木 2005)。現在のところ、学習スタイルに関する一様な概念規定はなく、様々なモデルが提唱されているのが現状であるが (岡本 1982)、一般的には学習スタイルとは、学習の際に好んで用いられる認知活動、学習活動の様式・方法であると言える (辰野 1997)。学習の際に好んで用いられる認知活動とは、学習の際に具体的情報 (事象や実験データ) か抽象的概念 (仮説や数学理論) のどちらに基ずいて作業を行うのを好むか、視覚情報 (写真や映像) か口語情報のどちらを好むか、経験を通して学習しようとするか、学習してから経験 (実践) しようとするかといった学習の際の認知的な好みである (Felder and Spurlin 2005)。学習活動の様式・方法とは、たとえば、一人で学習するか他者とともに学習するか、まとめて学習するか毎日少しずつ学習するか、わからないことにぶつかったとき、あくまでも自力で解決するか他者の力を借りようとするかなどの学習方法の好みである (三宮 2000)。学習スタイルの理論は学習スタイルを帰来のものとし、生涯ほとんど変わらないもの、としてみるものから、学習スタイルはその場その場の状況に応じて変わるもの、とするもの、またその中間に位置するものなど多種多様である (青木 2005)。その中で

も学習スタイルの研究において、最もよく使われているのがコルブの学習スタイル論である（阿部 2011, 山川 2004, 青木 2005）。

Kolb（1984）は、前述した4つの学習モードの好みに基づいて、具体的経験と反省的観察を好む「拡散的学習者（Diverger）」、反省的観察と抽象的概念化を好む「同化的学習者（Assimilator）」、抽象的概念化と能動的実験を好む「収束的学習者（Converger）」、能動的実験と具体的経験を好む「適応的学習者（Accommodator）」の4つの学習スタイルを提示した。4つの学習スタイルの特徴を表2-1に示す。このような学習スタイルは、学習者個人に内在する要素と、学習者を取り巻く社会的環境との相互作用によって形成されるとし、それゆえに学習スタイルもまた学習プロセスの過程で変容しうると指摘する（Kolb 1984）。逆に言えば、学習スタイルが学習者の置かれる学習環境に必要なに応じて無意識に、もしくは、意識的に学習スタイルを変容させていると言える（Passarelli and Kolb 2011）。そのため、学習スタイルは学習者の行動、性格、専門領域、キャリア、現在の職業、適応力に反映されている（Kolb and Boyatzis 2001）。加えて、生涯発達の観点からは、これら4つの学習スタイルが生涯を通じて統合していくことが望ましいとする（Kolb 1984）。

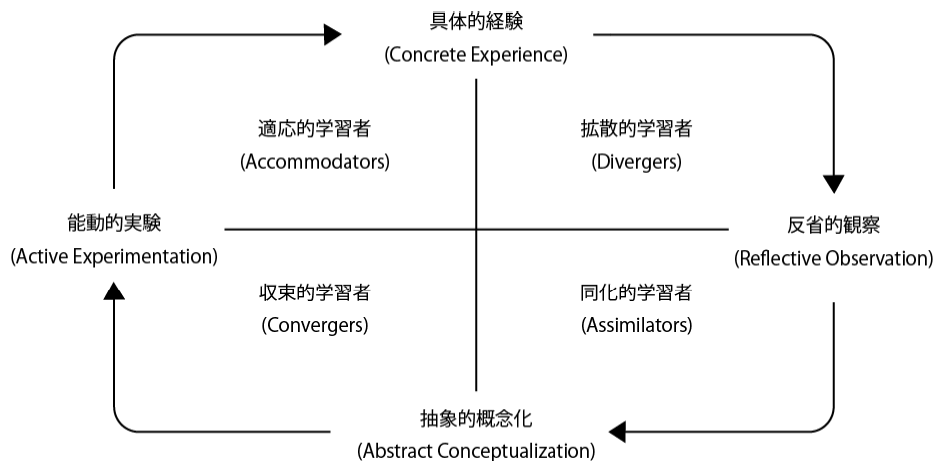


図 2-2 Kolb の4つの学習スタイル（Kolb（1984）を元に筆者作成）

（4）経験学習プロセスモデル

経験学習プロセスモデルとは、人間の成長と発達の過程を4つの学習モードを統合していく過程としてモデル化し、4つの学習モードを習得する段階（Acquisition）、2つの学習モードに個別化する段階（Specialization）、4つの学習モードを統合する段階（Integration）の3段階からなるとした。このような学習モードの統合は、過去の経験を通して獲得した

表 2-1 学習スタイルの特徴

収束的学習者 Converger	抽象的概念化と能動的実験から学ぶ傾向にある。問題解決、意思決定、アイデアの実用化に優れており、社会や個人の問題よりも技術的なタスクや問題に取り組むことを好む。
拡散的学習者 Diverger	具体的経験と反省的観察から学ぶ傾向にある。想像力が豊かであり、意味や価値の認識力に優れている。多様なものの見方を有しており、人との関わりを好む。
同化的学習者 Assimilator	抽象的概念化と反省的観察から学ぶ傾向にある。帰納的推理力、理論モデルの構築に優れており、人との関わりや実践よりも抽象的概念や理論構築に取り組むことを好む。
適応的学習者 Accommodator	抽象的概念化と能動的実験から学ぶ傾向にある。問題解決、意思決定、アイデアの実用化に優れており、社会や個人の問題よりも技術的なタスクや問題に取り組むことを好む。

(Kolb (1984) を元に筆者作成)

知識やスキルが、その後の経験の質を何らかの仕方で修正するといったデューイの主張する「経験の連続性」を前提にしていると言える（松尾 2006）。また、経験学習プロセスモデルは、長期継続・目標更新的な生涯にわたるプロセスのみならず、短期完結・目標達成的な、目的に向かうプロセスも包摂する学習論であると言える（山川 2004）。

習得の段階は誕生から 15 歳くらいまでの、基本的な学習能力や認知構造を獲得する過程である。この習得の段階は、ピアジェの認識の発達段階に沿って、0～2 歳の感覚運動的期、2～7 歳の前操作期、7 歳～11 歳の具体的操作期、11 歳～15 歳の形式的操作期に基づいて、4 つの学習モードをそれぞれ習得していく。習得の段階とは、社会の中に存在する自己を発見する段階であり、4 つの学習モードの習得が進むことで自我意識の成長、世界における自己の認識、さらに自己と世界との関係性の再構築が促される。個別化の段階は、フォーマルな教育、キャリア研修、社会人経験の初期における仕事等によって進められる。そのため所属する教育機関や会社における経験を通じて、個人の学習モードの専門性が育まれる。さらに、統合の段階は、社会人経験を経てある程度成熟する過程で進められる。そこでは、社会ニーズと自身のニーズとの間の葛藤を経験したり、自身を客体として認識する経験が学習モードの統合を促すとする。このように 4 つの学習モードとの葛藤による統合

を経て人は発達する。

しかしながら、コルブの経験学習モデルは、対象が心理的な面だけに限定されている点、使用されている言葉が抽象的である点などの問題が指摘されており、そのため、実際に経験学習プロセスモデルに着目した研究はほとんど行われていない（後小路 1994）。

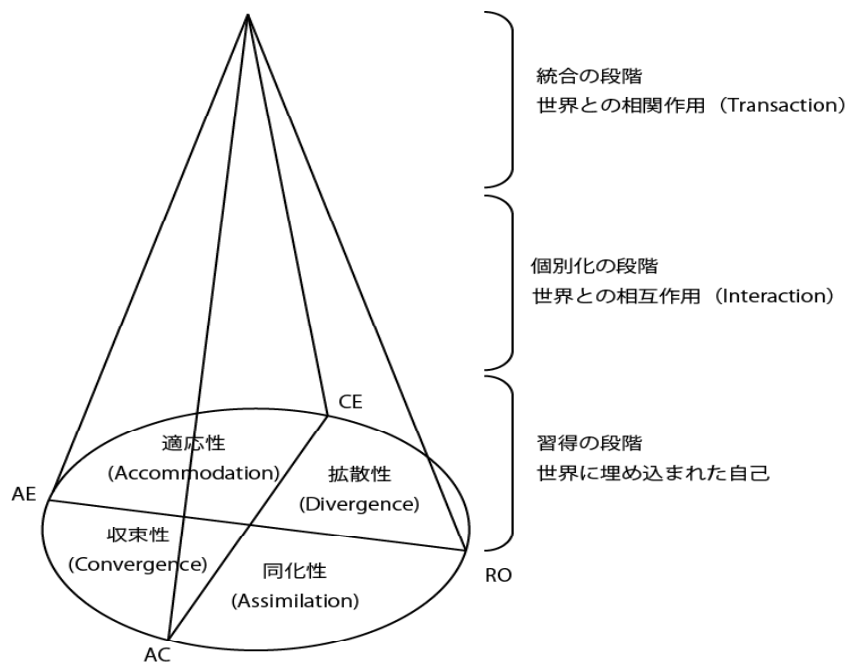


図 2-3 Kolb の経験学習プロセスモデル（Kolb（1984）を元に筆者作成）

2.2.2. 工学系高等教育と経験学習理論

（1）工学系高等教育における経験学習理論

経験学習プロセスモデルでは、4つの学習モードを習得する段階、2つの学習モードのコンビネーションに個別化する段階を経て、最終的に統合の段階に辿りつく。習得する段階は、初等・中等教育において重視されなければならないが、それら獲得した知識を個別化、専門化し統合を促すのは高等教育機関の役割である（Kolb 1984）。そのため、Kolb and Kolb（2005）は学習プロセスモデルにおける高等教育機関の役割を重要視し、経験学習理論に基づいた学習環境の構築を、組織改革、成果評価、カリキュラム開発、教員能力開発、学生能力開発を通じて行うべきだと提言する（Kolb and Kolb 2005）。

実際に、高等教育分野においては、経験学習理論に基づいたカリキュラムの開発や学習者特性の把握などの取り組みが会計学（Baker et al 1987, Sigel et al 1997）、倫理学（Dellaportas and Hassall 2013）、地理学（Healey and Jenkins 2000）、情報学（Kamis and

Topi 2007), 経営学 (White 1992, Goby and Lewis 2000), 看護学 (Laschinger 1990) 教育学 (Donnelly 2006, 向後 2011), 農学 (Grady 2006) など, あらゆる分野で試行的に導入され, 実践されてきた. これらの研究においては, 総じて学習サイクル論に基づいた授業設計の有効性, 妥当性が認められている.

その中でも工学系高等教育は, すでに述べた通り, グローバルな社会の変化に対応できるエンジニアの育成を目的として, 従来の知識伝達型の授業から, 主体的な学習態度の育成, クリティカルシンキング等の思考力の育成, 加えて, 想像力や技術力といったエンジニアとしての能力の育成を目的とした授業改革が行われてきた (濱中 2004). そのような改革の中で, 経験の反省から理論を抽出して, その改善方策を検討し, 改善を実施してその評価を行うといった学習サイクルに基づいた経験学習理論が注目を集め, 工学系高等教育においても広まりを見せた (Stice 1987, Kuri 1998). また, Harb et al (1993) は, 工学系大学院教育において重要なのが Why? What? How? What if? という視点であり, 学習者自身がこの視点をもって取り組むことを通じて独立した学習者 (independent learner) を育てる必要がある, その意味において工学系分野におけるコルブの経験学習理論の優位性を強調する (Harb et al 1993). このような工学系高等教育分野における経験学習理論を用いる方向として, 工学系の学習者に適した学習環境や授業方略を検討するための学習者特性の研究と, 学習サイクル論に基づいた授業設計の有効性を検証する研究に大別することができる.

(2) 工学系学生の学習スタイル研究

コルブは学習者個人が自身の学習スタイルを分析することを可能とする学習スタイル目録 (Learning Style Inventory) を開発し, 長年にかけて指標の改善を行ってきた (Kolb and Kolb 2005). 同目録を用いることで, 学習者が自身の学習スタイルを自ら分析することが可能となり, 学習者の個別性に対応した実践論を展開するうえで学習スタイル論の世界的な広がりをもたらし促すきっかけになった (山川 2004).

実際に, コルブの開発した学習スタイル目録を用いて学習者の属する文化や職業, 専門性等による学習スタイルの比較検討が活発に行われてきた. たとえば, 日本人とアメリカ人の経営者比較 (Yamazaki and Kayes 2007), フランスとドイツ, ケベックの学生の比較 (Barmeyer 2004), オーストラリア, 香港, 台湾の商学部の大学生の比較 (Auyeung and Sands 1996), タイにおいて日本企業で働くタイ人と日本人の学習スタイルの差異 (Yamazaki and Attrapreyangkul 2011) 等, である. また国という枠組みではなく, そ

れぞれの特徴的な文化の視点から学習スタイルの違いを抽出する試みも行われてきた（たとえば（Yamazaki 2005）. より包括的な研究では、Joy and Kolb（2009）は学習スタイルの形成に影響を与える要素を検討するため 7 か国 533 名を対象とした調査を行い、文化よりは学歴および職業により学習スタイルが顕著に異なることを報告している（Joy and Kolb 2009）. このような研究の結果は、コルブ自身が示す通り、文化や学習者の置かれる環境が学習スタイルへ大きく影響することを裏付ける結果となっている.

工学系の学生の学習スタイルを特定する試みにおいては、たとえば、Kolb and Kolb（2005）は、工学系の大学生 436 名を対象とした調査を行い、11.5%が拡散的学習者、31.7%が同化的学習者、33.3%が収束的学習者、23.6% が適応的学習者である結果を報告した（Kolb and Kolb 2005）. また、Sharp（2001）は、工学系大学生 1013 名を対象とした調査を行い、8%が拡散的学習者、39%は同化的学習者、40%は収束的学習者、13%は適応的学習者であるという結果を報告した（Sharp 2001）. また、Bernold and Bingham（2000）は工学系大学生 350 名を対象とした調査を行い、その結果、10%が拡散的学習、22%が同化的学習者、55%を収束的学習者、13%が適応的学習者であると報告している（Bernold and Bingham 2000）. 近年の調査においては、Cagiltay（2008）は、285 名の工学系大学生を対象とした調査の結果、14.5%が拡散的学習者、39.2%が同化的学習者、32.4%が収束的学習者、13.8%が適応的学習者であると報告した（Cagiltay 2008）. これら 4 つの専攻研究の結果を表 2 に示す. 学習スタイルは学習者の行動、性格、専門領域、キャリア、現在の職業、適応力に反映されているとされるが、その中で工学系の専門領域にある学生は収束的学習者が多いという Kolb（1984）の研究結果を裏付ける結果であると言える（Kolb 1984）.

一方で、Felder and Brent（2005）は、従来の工学系高等教育の授業方法は、主にマジョリティである同化的学習者にとって適した方法がとられていることを指摘し（Felder and Brent 2005）、このような学習スタイルと教授スタイルのミスマッチが、質の良いエンジニアの育成の障害になっていることを指摘する（Felder and Silverman 1988）.

表 2-2 工学系大学生の学習スタイル

	拡散的学習者	同化的学習者	収束的学習者	適応的学習者
Kolb and Kolb (2005)	11.5%	31.7%	33.3%	23.6%
Sharp (2001)	8.0%	39.0%	40.0%	13.0%
Bernold (2000)	10.0%	22.0%	55.0%	13.0%
Cagiltay (2008)	14.5%	39.2%	32.4%	13.8%

(3) 経験学習理論に基づいた授業設計

a) 学習サイクル論に基づいた授業設計

Abdulwahed and Nagy (2008) は、化学工学専攻の大学生を対象とした授業において、通常の教室型授業と実験室での授業をリンクさせることを目的とし、学習サイクル理論に基づいた授業の設計を行った。具体的には、クラスでの授業、シミュレーション、実験室での実験、実験後の協議といった基本サイクルに基づいた授業を実施し、統制群においてテスト結果が有意に優れていたことを報告している (Abdulwahed and Nagy 2008)。また、Ammerman et al (2005) はエネルギー工学分野において学習サイクル論に沿って授業の実施、議論、演習、プレゼンテーションという活動をサイクルとして行う授業を実践し、学生の同分野を学習するモチベーションや意欲が高まったことを報告している (Ammerman et al 2005)。さらに、物理工学分野 (Larkin-Hein and Budny 2001)、環境工学 (Kalkani et al 2004) 等の幅広い分野においても同様の実践が展開されていることが確認できる。

これらの先行研究から、工学系高等教育においては、従来の教室型授業と実技授業、実践と理論とを一体的にカリキュラムの中で捉えることを目的として、経験学習理論を援用する試みが多く行われていると言える。また近年では、工学分野ではないが、このような学習サイクルの一部を eLearning やオンライン上でのコンテンツと連携させた授業設計も行われるようになってきている (例えば、向後 2011, 大山 2010, Richmond and Comings 2005)。

b) 学習スタイル論の視点からの授業方略

学習スタイルの視点からは、多様な学習スタイルへ触れることを意図した授業設計の在り方、そのための授業方略の検討が行われている。その背景として、学習スタイルは主に個々の学習スタイルの特性を理解し、その特性に合った学習方法を学習者が選択したり、

教授者が教授方法や学習環境を検討したりする場面において有用である一方で、実際の教室空間においては、多様な学習スタイルを有する多様な学習者がおり、このような多様な学習スタイルへの働きかけこそが重要であるという指摘である (Felder and Brent 2005)。このような指摘に応じて、実際にコルブの経験学習理論に基づいて、教授法を開発したのが McCarthy であった (青木 2005)。McCarthy (1990) は、特定の学習スタイルに依存するのではなく、不得意の学習スタイルにも触れることを通してバランスの取れた学習方法を身に着けることこそが重要であると指摘し、実際に学習理由と学習動機の発見、知識の探索と同定、自身と関連付けた上での知識の活用方法の検討、経験へつながる新しい学習への発展を要素とした4つの学習スタイルを循環に辿れる4MATという教授法を提案した (McCarthy 1990)。

McCarthy (1990) 等の研究はどちらかというと初中等教育を対象としていたが、工学系高等教育分野への実践へ展開したのがハーブ等の研究チームである。Harb et al (1993) は、学生がそれぞれの学習スタイルを認識したうえで、4つの学習スタイルに触れる実践を通して、学習者自身が独立した学習者・思考者になることが重要であるとし、内省的観察を促す WHY, 抽象的概念化を促す WHAT, 能動的実験を促す HOW, 具体的実験を促す WHAT IF? という4つの視点を提供し、それぞれの教授方策の検討を試みた (Harb et al 1993)。ハーブらの4つの学習スタイルを循環する4MATに基づいた教授法を図2-4に示す。

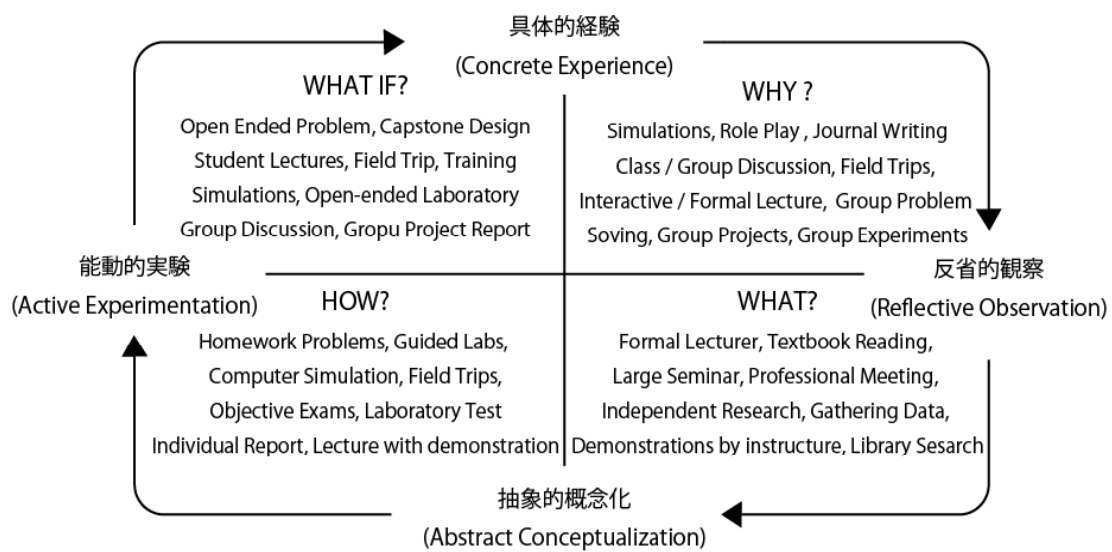


図 2-4 4MAT システムと経験学習理論に沿った教授方法

(Harb et al (1993) を基に筆者作成)

2.2.3. 経験学習理論と PBL

(1) 経験学習理論と PBL

経験学習が、これまで見た通り、デューイのプラグマティックにルーツを有する経験を基盤とした学習である。そのため、プロジェクト制作に取り組むという経験を通じた学習である PBL との基本的なルーツは同じであり、その背景にある教育哲学の親和性は非常に高いと言える。実際に、経験学習と PBL を厳密に区別せず論じられることも多くある (Thomas 2000)。一方で、経験学習で示す「経験」はプロジェクトのみならず多様な個人的な活動を含むが、PBL で示す「経験」とは、プロジェクト活動を通じて成果品を作成する経験であり (上杉 2010)、かつ取り組むテーマは、専門家が実際に取り組んでいるような真正性の高い学習課題 (Krajcik and Blumenfeld 2006) であること、さらに PBL は共同的な活動であることに考慮すると、PBL は経験学習の中の一つの具体的な学習法であると位置づけることが可能であろう。

(2) 経験学習理論に基づいた PBL

経験学習理論における「経験」を実験室でのシミュレーション、社会へのフィールドトリップといった教室外の活動として捉えた実践が多くある一方で、プロジェクト活動への取り組みを経験として位置づけ、PBL 授業設計への経験学習理論を援用する例はそれほど多くはない。その中でも、下記 3 つの実践について紹介する。

Mellor (1991) は環境工学を専攻する大学生を対象として、土壌調査と分析を行い、報告書に結果をまとめ、発表するというテーマの PBL 授業の設計を行った。授業は、フィールドワーク、実験室での分析、データ描写、解釈と評価、レポート作成という 5 つのモジュールからなり、それぞれのモジュールはコルブの学習サイクルに基づいた活動で構成されている。たとえばフィールドワークのモジュールでは、フィールドの情報を得る活動 (抽象的概念化)、フィールドワークで使う機材の使用練習 (能動的実験)、土壌資料の採取 (具体的経験)、グループディスカッションによる振り返り (反省的観察) という 4 つの学習サイクルをたどり、次に実験室での分析というモジュールに移り、同様に 4 つの学習サイクルに沿った活動に続く設計である。質問紙とグループインタビューによる授業評価の結果、実際の作業に必要な一連の業務をプロジェクトを通じてよく理解したこと、またその過程における教員のサポートにおいて満足度が高かったことを報告している (Mellor 1991)。

Ammerman et al (2005) も先端エネルギー研究分野における授業改善のため、経験学習理論に基づいた PBL 授業のカリキュラムを開発した。同授業は電力潮流をテーマとして

おり、まず電力潮流問題について調べ（具体的経験）、その問題を分析する段階（反省的観察）、その問題を解決するための方法についての学習（抽象的概念化）、さらにシミュレーションを用いて問題解決を実践する段階（能動的実験）、実際の現場において問題解決にあたる段階（具体的経験）という、それぞれの学習モードに合わせた授業設計となっている。授業評価の結果、学生の授業へのモチベーションや技術力が上がっただけでなく、学習へ向かう主体的態度の育成に繋がっていることが報告された（Ammerman et al 2005）。

Chan（2012）は、災害地における復興作業現場をフィールドとして、学校の修復や太陽光発電設置等のプロジェクトに実際に取り組むPBLを経験学習理論に基づき行った。その結果、学生の4つの学習モードの深化の要因として、現実に存在する課題に取り組むことが学習者の動機に繋がったこと、また問題や想定できない状況に直面するという経験をまず初めに行うことの2つを挙げている（Chan 2012）。

いずれのケースも、具体的経験、反省的観察、抽象的概念化、能動的実験といったそれぞれの学習モードに対応する学習活動を配置し、これら4つの学習モードを円滑に辿ることでバランスの取れた学習を行えるようカリキュラム開発に取り組んでおり、学習者のモチベーションや知識の深化といった面で、経験学習理論の有用性が高いことがわかる。一方で、学習サイクルを循環することで学習の深化が生まれ、理解が深まるという効果があるものの、その学習者自身の成長や変容といった個々の成長や発達にまで掘り下げた研究は行われていないのが現状である。今後、後小路（1994）が指摘するように、学習者の発達や変容といった経験学習プロセスモデルからの検討が必要であろう。

（3）PBL 授業を通じた学習スタイルの変容

Kolbは、学習スタイルは帰来の性格とは異なり、状況によって多少の変化はみられるが、同時にそう簡単に变化するものではないとし、学習スタイル目録のスコアも大きな変容はないとする（Kolb 1984）。しかしながら、学習スタイルが学習環境によって形成されるのであれば、学習環境の変化や学習形態の変化によって学習スタイルが変容する可能性もあると言える。特に、本研究のテーマであるPBLは学習者が他者との協働を通してプロジェクトに取り組む学習方法であり、そのような学習経験が、学習スタイルの変容を促す可能性もあると考えられる。

たとえば、常盤ら（2006）は看護教育においてPBL授業を通じて学習者の学習スタイルが他の学習スタイルに変わることはないが、学習モードの強弱においては変化が生じていることを報告している（常盤ら 2006）。また、同様に15週間の薬学の授業においてもPBL

授業を通じた学習スタイルの変化を調査した McGregor and Quam (1996) も、学習スタイルの変容が見られないことを報告している (McGregor and Quam 1996) . 一方で, Gurpinar et al (2011) は、通常授業, PBL と通常授業のハイブリット型授業, PBL 授業の 3 つの学習形態で学んだ学生を比較し、いずれのグループにおいても学習スタイルの変容があったことを報告し、学習スタイルの変容において学習形態の差異が影響していることを明らかにした (Gurpinar et al 2011). これらの研究においては、PBL という能動的な学習方法が学習者の学習スタイルに何らかの影響を及ぼしていることが示唆されるが、これまでのところ、結論までには至っていない。今後、学習スタイルの変容に関するさらなる検証が必要であろう。

2.3. 本研究への留意点

先行研究を踏まえ、本研究においてエジプト国の工学系大学院をフィールドとして PBL 授業を実践するにあたり、下記 3 つのアプローチをとることとする。

2.3.1 E-JUST の文脈における PBL の意義と位置づけの検討

工学系高等教育は社会から必要とされる技術者のニーズの変化に伴い、創造力や課題解決力などの育成を目的とした PBL の導入が進んでいることが確認できた。日本や欧米に代表される先進国においては、すでに授業という枠組みを超え、科目や実習授業、ゼミナールといった個々の学習方策を有機的に連携させ、学部や学科全体として PBL を基盤とした統合的なカリキュラムの開発も進められている。加えて、工学系高等教育における PBL は学部教育だけではなく、大学院教育においても導入することが一般的になりつつある (笹島 2010)。大学院における実践においては、研究能力の育成を意図して PBL を活用する事例もあり、PBL を通じた学習が単なる知識や技術ではなく、分析力や思考力、態度やメタ認知といった側面の育成を意図している事例を確認することが出来た。

このような観点から、E-JUST において PBL を導入するにあたり、まず E-JUST で行う PBL の目的や意義を大学院教育の文脈で、明確にする必要がある。そのためには、E-JUST における大学院教育自体の方向性を明確にし、PBL との関係性を捉えなおす必要があるだろう。ただし E-JUST は設立されて間もなく、大学院教育についての歴史が浅い。そのため、E-JUST が目指す日本の工学系大学院教育をモデルとして位置づけ、PBL と大学院との関係性を検討する事が可能であろう。

日本の大学院教育は、研究室を単位としたインテンシブな徒弟訓練 (荒井 1989)、研究

室での活動が大学院教育の中心（阿曾沼 2010）、ゼミナール方式（Ogawa 2007）やグループ中心教育（Takahashi 1992）といった特異性が指摘される。しかしながら、このような日本の工学院教育の特徴に関する包括的な議論がなされておらず、まずは E-JUST のモデルとする日本の工学系大学院教育の特徴と機能を抽出し、そのうえで、その特徴や機能の視点から E-JUST における PBL の意義と位置づけを検討する必要があると言える。

2.3.2. 実践研究を通じた知見の蓄積

PBL はすでに工学系高等教育分野において実践され、その有効性が認められている一方で、PBL の実践は、専攻や対象、地域性や目標、教室環境やマネジメント体制等の文脈に依存していることから、必ずしも他で成功したモデルをそのまま導入してもうまくいかないことが多い（Graham and Crawley 2010）。そのため、様々なフィールドにおいて、個々の目的や狙いのもと授業が設計され、実践されてきているのが実情であり、今後は認知・学習理論の特徴を踏まえた授業デザインやカリキュラムデザインを行うことが重要になってくる（伊藤 2011）。一方で、途上国においては教室レベルでの実践研究に関する知見が蓄積されていないのが現状であり（澤村 2007）、実際に取り上げた PBL の実践も欧米や日本などの先進国で実施されており、学習環境が不整備で、かつ学習者の特性も異なる途上国で行った事例は報告されていない。また講義形式で行ってきた授業を PBL 転換することは、学習者にとっても不安や困難の伴う難しい作業である（中山 2013）。

そのため、エジプト国の工学系高等教育である E-JUST において PBL の授業モデルを開発するにあたり、まずは実際の PBL の授業を通じた実践研究を行い、現場において何が起きているのかを把握し、その課題や改善策を授業の実施者や学生と検討していくことが必要であると考えられる。さらに、それらの実践研究を通じて得た知見を、授業設計へ反映していくことで、E-JUST の文脈に適した授業モデルを開発することができると考えられる。

2.3.3. 学習者特性の把握

第一章においてエジプト国の教育のマスプロ化により、授業は知識を記憶することが学習の中心になっており、理系の大学生の批判的思考力や課題解決能力に係る能力が著しく低いことを指摘した（Michael et al 2013）。エジプトに限らず、大教室における一方向の授業や知識詰め込み型教育に代表されるように、途上国における学習者の有する学習経験は先進国の学習者とは異なることは明らかであろう。

また、中山（2013）は、PBL のような能動的学修は多くの要素を含む複雑な活動であり、

例えば自己学習とグループ学習の双方において経験の浅い学生に対して、専門性が高く活動の自由度も高い PBL を展開してしまうと、高い負荷だけがかかり、目標とする学習成果が得られないことに言及し、学生の学習経験に関する情報を得たうえで、学生に合わせて授業を設計することが、高い教育効果を導くことになる旨を指摘する (中山 2013)。

そのため、教授・学習活動全体に影響を及ぼすような学習者個人および学習者集団の諸特性を明らかにする学習者分析が重要であり (岸 2000)、特に、学習者が学習に関わる理念・価値観として有している学習観や (三宮 2000)、学習者の学習方法の好みである学習スタイルについての情報を得ることが重要であろう (橋本 2006, Lee and Owens 2000)。なぜなら、学習観は各自の学習経験や、親・教師・兄弟・友人などから影響を受けつつ形成されてきており、個人の学習行動の基盤をなすものであり (堀野・市川 1994)、学習者の学習スタイルを把握することにより、学習者に合った学習方法や教授スタイルを選択し提供することが可能となるからである (Felder 1988)。

そのため、大学院一年生を対象とした PBL 授業の設計アプローチを検討するうえで、学習者がこれまでの学習経験の中でどのような学習観や学習スタイルを形成したのか、社会文化的な文脈で改めて学習者分析を行い、これらの情報を基に授業設計を行うことが有用であると考えられる。

2.3.4. 経験学習理論に基づいた授業設計

前述したとおり、様々なフィールドにおいて、個々の目的や狙いのもと授業が設計され、実践されてきているのが実情である。その背景として、伊藤 (2011) は PBL にはまだその理論的背景となる認知・学習理論の検討が進められていないことを指摘する (伊藤 2011)。コルブの経験学習理論は、PBL の理論的背景となるデューイの教育哲学の影響を強く受けており、PBL のコンセプトとの親和性が高く、実際にコルブの経験学習理論に基づいた PBL 授業の設計も多く行われその効果が報告されている。そのため、経験学習理論を PBL の学習理論として援用することが可能だと考える。

一方で、これまで行われた経験学習理論の援用の際には、経験、反省、概念化、実験といった学習サイクルに合わせた授業設計が広く行われている一方で、その学習サイクルを通じて、学習者がどのように成長するのか、といった発達の見点からの研究は行われていない (後小路 1994)。途上国においては、授業モデルの評価にとどまらず、その授業を通じて学生がどのように変容するのか、といった学習者の発達・成長の見点が重要である。

なぜなら、先の述べた通り、これまで築いてきた強固な学習経験をどのように克服し、新しい学習方法に適応し、その結果として学習者個人にどのような変化や変容があったのかということをはっきりとすることが、PBLの授業設計に有用であると考えられるからである。

3. 工学系大学院教育と PBL

E-JUST において PBL を導入するにあたり、まず E-JUST で行う PBL の目的や意義を大学院教育の文脈で、明確にする必要がある。そのためには、E-JUST における大学院教育自体の方向性を明確にし、PBL との関係性を捉えなおす必要があるだろう。ただし E-JUST は設立されて間もなく、大学院教育の歴史が浅い。そのため、E-JUST が目指す日本の工学系大学院教育をモデルとして位置づけ、PBL と大学院との関係性を検討する。

まず、3.1 において研究の目的と方法について言及する。3.2 において、質的研究手法を用いて作成した概念図をもとに、(1) 日本の工学系大学院教育の状況と研究中心の体制、(2) 研究室の構成員と役割、(3) 研究室における研究を通じた教育、(4) 効果と課題という 4 つのカテゴリーを抽出し、その特徴について考察する。さらに、3.3 では日本の工学系大学院教育の特徴を実践コミュニティの視座から捉えなおし、そのうえで、実践コミュニティとしての大学院教育における PBL の位置づけについて考察を試みる。

3.1. 研究の目的と方法

3.1.1. 研究の目的

本研究では、質的分析手法を用いて、日本の工学系大学院教育の特徴を抽出する。さらに、その抽出した特徴を踏まえて、E-JUST における大学院教育との関係から、大学院教育における PBL の位置づけについての考察を試みる。

3.1.2. 研究の方法

本研究では、日本の工学系大学院教育の特徴を抽出するために E-JUST に在籍する教員を対象として半構造化インタビューを行い、質的データ分析法(佐藤 2008)に基づき分析を行った。具体的には、インタビューデータをマイクロソフトワードに書き出した後、質的データ分析を支援する MAXQDA ソフトウェアを用いて一文ずつコーディングを行い、サブカテゴリー、カテゴリーの作成を行った。これらサブカテゴリー、カテゴリーの作成と並行して、アドビイラストレーターを用いてその関係性を概念図として作成した。

インタビューの対象者は、海外と日本の大学院を比較することが可能な日本で教授活動を行う外国人教員(グループ A)、日本の大学院に 2 年以上在籍した経験のあるエジプト人教員(グループ B)、日本、エジプトで教授活動を行う日本人教員(グループ C)の 3 つのグループとした。グループ A とグループ C は本邦支援大学から派遣されている E-JUST の

客員教員であり、グループ B は E-JUST の常勤教員である。インタビューは 2011 年 12 月から 2012 年 2 月にかけて 10 名（グループ A、グループ B は各 4 名、グループ C は 2 名）を対象に、各 45 分～90 分程度かけて実施した。インタビュー対象者を表 3-1 に示す。

表 3-1 インタビュー対象者

グループ	名称	国籍	日本滞在歴	所属
A	教員 A	ブラジル	10 年	国立 K 大学准教授
	教員 B	イタリア	3 年	私立 W 大学助教授
	教員 C	中国	10 年	国立 K 大学准教授
	教員 D	ボリビア	6 年	国立 T 大学准教授
B	教員 E	エジプト	3 年	E-JUST 助教授
	教員 F	エジプト	2 年	E-JUST 助教授
	教員 G	エジプト	3 年	E-JUST 助教授
	教員 H	エジプト	2 年	E-JUST 准教授
C	教員 I	日本	-	K 大学教授
	教員 J	日本	-	T 大学教授

3.2. 結果

分析の結果、【工学系大学院教育の状況と課題】、【研究中心の体制】、【研究室という学習環境】、【研究を通じた教育】、【研究室の構成員と役割】、【構成のされ方】、【構成員間の多様な学び】、【成果と効果】、【課題と弊害】、【海外の工学系大学院】という 10 のカテゴリと 46 のサブカテゴリが抽出された。

以下、分析の詳細をインタビューへの代表的な回答と共に記載する。インタビューは対象者によって英語か日本語で実施したが、英語の場合は筆者が翻訳した。また、カテゴリ、サブカテゴリ、コードから生成された概念図を図 3-1 に示す。図表及び文中ではカテゴリを【 】, サブカテゴリを[], コードを< >で示す。

3.2.1. 日本の工学系大学院の状況と研究中心の体制

日本の工学系大学院は特に明治期以降にドイツの影響を強く受けた形で発展し[日本の工

学教育の歴史], 現在の日本の<ものづくり社会>や<ハードワーク社会>, 修士号取得者へのニーズが高い<マスター市場>, といった[日本社会と文化]の形成に寄与してきた。近年では大学院教育における<コースワークの脆弱性>や<産業界との連携の弱さ>, <図書館の充実の必要性>, <海外展開への困難性>などの[課題]は指摘されるものの, <充実した研究環境>を有して<社会ニーズに即した研究>が実施されており, 教育・研究活動を支える<事務システムの完備>も進められているなど, 他国と比較してもある程度充実した大学運営制度を有していると言える[制度・大学運営]。一方で, 日本の学生については<発想力のよさ>を指摘する教員がいる一方で, <就職活動優先>, <質問しない>, <授業軽視>, <モチベーションが低い>といった勉学に対する消極的な態度を一般的な[学生の特性]と捉える傾向が強い【工学系大学院の状況と課題】。

[課題]<コースワークの脆弱性>

「一般的に言って, 日本の大学院の授業のレベルはそれほど高くない。だから学位に必要な評価や基準も厳格ではないと感じた (教員 D)」

「やっぱり少なすぎると思うんだよね。コースワークが。だから大学院のドクターでも少しコースワークを増やしましょうという議論は出ていて。少しやっぱり反省はあるよね, いいとはいえ (教員 G)」

[課題]<産業界との連携の弱さ>

「いや, 産業界との連携はあまり強くなかった。何回か (共同研究は) あったけど, 産業界は秘密があるし非常に難しいところ (教員 C)」

「産学連携は長期的な取り組みが求められる。そのため, 新しい連携を始めるのは難しく, 既存のフレームワークの中で取り組むことが求められる。だから既存の連携を強化したり継続したりは難しくないけど, 新しいことを始めるのは難しい (教員 D)」

[制度・大学運営]<社会ニーズに即した研究>

「教授を中心として准教授や助教授, そして学生が, 同じ方向性をもって研究に取り組んでいて, 研究の目的は社会への貢献, 成果の還元がいつも重要視されていた (教員 E)」

「その研究が社会にどのように役に立つのか。研究のための研究ではなくて, いつもそれがどのように適用されるのか, その意味や意義をいつも求められた (教員 B)」

[制度・大学運営]<充実した研究環境>

「研究は最先端のことをやっていたし、面白い研究をちゃんとできる環境が整えられているから、それはだいぶ違った (教員 A)」

「研究環境のほかにも、アドミニストレーション部門も研究を支えるという心構えがあって、サポート体制がすごくよかった (教員 F)」

[学生の特性] <就職活動優先>

「よい会社に行くために大学院に進学するというような考えが先行していて、大学院 2 年目になると今度は就職活動でなかなか学生が来なくなるし、研究や教育よりも就職活動優先になってしまう (学生 D)」

[学生の特性] <質問しない>

「日本の学生は授業でもゼミでもなんか全然質問しないので、わかってるのかわかってないのかが分からない。もっと質問してほしい (教員 C)」

[アメリカ], [ドイツ], [オランダ], [イタリア], [ブラジル], [中国]等の欧米を中心とした【海外の工学系大学院】は、日本と比較すると、[研究室の概念の稀薄性], [個別指導], [フラットな人間関係], [コースワーク中心], [個人単位の活動]等の印象が強い。一方で、日本の工学系大学院教育は[研究室ごとの責任体制], [研究成果による評価], [講座制/研究室制], [研究重視]という個々の研究室を活動単位とした【研究中心の体制】となっている点が特徴的であると言える。

【研究中心の体制】 [研究室ごとの責任体制]

「一番重要だと思うのは、日本は研究の方向性や内容について各研究室が決めることができる体制になっていた。こういう各研究室が研究の方向性やテーマについて全部の責任を持っているという体制が素晴らしいと思った (教員 B)」

「研究室には、教授がいて、そこに准教授がいて、助手がいて、技術者がいて、それが一つの講座として機能している。教育活動、研究活動、学生指導、とかすべて講座の責任のうえで進める。全部、講座単位なんです (教員 C)」

【研究中心の体制】 [研究成果による評価]

「教員は研究論文で 9 割評価されるから、業績を上げないと昇進もない。だから教育への貢献とかに対する評価がアメリカに比べてもできてない (教員 J)」

【海外の工学系大学院】 [研究室という概念の稀薄性]

「ドイツでもアメリカでも研究室に所属しているというより、むしろ学科に所属しているという意識が強かった (教員 D)」

「研究室と言っても、自分の研究費で雇ってきたポスドクが研究に携わる。教育するんじゃないなくて、必要に応じて雇ってくる。だから研究室という概念じゃない (教員 I)」

【海外の工学系大学院】【個別指導】

「ゼミはなくて、先生からの指導はマンツーマンが中心だった。もちろんゼミナールの良さもわかるけど、個別指導はじっくり時間をかけて行える利点もある (教員 A)」

【海外の工学系大学院】【フラットな人間関係】

「先生は友達みたいな感じで、ハイ (Hi) って挨拶する。もちろん文化の違いもあるが、日本はそんな感じではない。欧米のそういう環境では研究のディスカッションでもかなりフランクにぶつかって、ぶつけあって、そういうよさがある (教員 F)」

3.2.2. 研究室の構成員と役割

研究室は[教授]をトップとして、[若手教員]、[先輩]、[同僚/同級生]、[学部生]など[多様な構成員]から構成されている。さらに構成員間には、[構成員間の序列]が明確である一方で、研究室内部での[教授との距離は近く]、また構成員の間に[ロールモデルが存在]していることが【コミュニティ構成の特徴】であるいえる。

【コミュニティ構成の特徴】【多様な構成員】

「他の国と明らかに違うのは、研究室に場所を作って所属する 4 年生の存在 (教員 H)」

「ヨーロッパだと、博士課程の学生だけが自身の机と椅子をもっていた。日本では修士の学生とか、4 年生とか、研究室にたくさんの学生が存在する (教員 D)」

【コミュニティ構成の特徴】【構成員間の序列】

「研究室制度っていうのは、基本的には教授だろうが准教授だろうが一国一城のあるじなんですよ (教員 J)」

「研究を進めていくのに強いリーダーシップがあるし、そのリーダーシップを活かすために強いヒエラルキーがあった (教員 B)」

「学生を指導するリーダー役がいて、学生の指導がなされていた。学生の中にもリーダー役もいたし、こういう制度はアメリカでは見られなかった (教員 E)」

【コミュニティ構成の特徴】【教授との距離が近い】

「いつも先生に相談できたし、他の学生も気軽に先生を訪問していた。あと、ランチミーティングとかもあって驚いた（教員 F）」

「先生も研究室を拠点に動いているから、かなり先生との親密な関係を作ることができるのが、日本の研究室制度の良さって気がするんだよね（教員 J）」

「先生に話しをしたいときは、先生の部屋をノックして入るだけで特別に何もいらなし。（教員 H）」

【コミュニティ構成の特徴】 [ロールモデルの存在]

「一般的に日本では研究室にいる先生がみんなの目標になっていた。遅くまで研究に従事していたりして、そういう（姿が）モデルになっていた（教員 H）」

「普段から教授のそばにいて、自分もいつかあのようになるんだって思ってがんばることができた（教員 G）」

研究室に所属する構成員にはそれぞれの立場にあった[各自の明確な責任]や役割がある。[教授]は<研究室のトップ>であり<研究室の頭脳>でもある。また、各自に<タスクをアサイン>する指揮官であるだけでなく、<他組織とのネットワーク化>を図る等の調整役でもある。[若手教員]は[教授]の補佐的な立場に位置し、特に<学生の相談相手>や<研究室のリーダー>として研究室運営を担っている。学生の中でも先輩と後輩の関係が存在し、[先輩]は<後輩を指導>すること、また研究室のルールなどを後輩に伝えること<哲学の伝播>が当然の役割として認識されている。研究室に所属する構成員は[学部生]であっても研究者として扱われ、研究に従事する<研究者としての扱い><チャレンジングな研究>。また<研究室の将来人材>と認識され、研究室全体として育てる対象として位置付けられている【研究室の構成員と役割】。

[教授] <タスクをアサイン>

「研究室では教授が主にスタッフのタスクを決めていた（教員 B）」

「教授が私の担当業務を決めていたし、これが私の責任っという仕事があった。これは研究室運営上でのタスクだけでなく、研究分野でも同じ（教員 G）」

[若手教員] <学生の相談相手>

「来なくなったりすると、電話してなんで来ないの？とか（私が）聞きますよ。そういう学生と話しをしたり相談を聞いたりするのは若い先生の仕事だったし（教員 E）」

「学生はとても一生懸命に取り組むけど、若手の教員の指導がとても重要。ミーティングでのディスカッションや参考文献を示したり（教員 D）」

[先輩の意味と役割]<後輩を指導>

「新しい学生は初めは何も知らないけど、機材の使い方からウイルス対策まですべて先輩から学ぶ。彼らもかつて先輩から学んでできるようになったし（教員 D）」

「学生は先輩から学ぶ。それで後輩に教えるようになる。ちゃんと何もしなくても知識が継承される仕組みになっている（教員 H）」

[学部生]<研究者としての扱い>

「学部生もちゃんと研究活動の一部を担当するし、それが研究になった時はちゃんと彼の名前も論文に入る。これは学部生にとってもすごいモチベーションになる。なにより、学部生は研究室のリソースであり、かつ、将来であるとされている（教員 F）」

[学部生]<チャレンジングな研究>

「4年生では一つのテーマを持って研究に取り組むけど、我々もこんなのができるんじゃないかなというチャレンジングな内容を4年生に任せてみる。研究発表とか無いんで、いろんなチャレンジングなことを試せる。教育にもなるしね（教員 I）」

3.2.3. 研究室における研究を通じた教育

研究室は所属する学生や教員にとって<学びあいの場>や、実験装置を使ってデータを取ったりする<実験の場>という学習の場であるだけでなく、他の構成員と日常的に寝食を共にする<生活の場>、<皆の居場所>、<協働の場>といった大学における自身の居場所として位置づけられている[研究室の意味]。このように構成員の居場所である研究室はそれぞれ<明確な研究の方向性>と<研究哲学>を有しており、<研究室の独自文化>が存在していると言える。

[研究室の意味] <学びあいの場>

「学生が関心のあるテーマを持ちより多数決でテーマを決めて勉強したり、教員が関連研究についての論文を読んだり。教授も（学生と）一緒に勉強していた。これはゼミではなくて“Learn Together”と呼んでいた（教員 D）」

[研究室の意味] <生活の場>

「遅くまで研究をして、そのまま寝たり。一緒に夕食を作って食べたり、気づいたらいつ

もこのグループで動いていた。共同生活しているみたいな感じだった (教員 B)」

「研究室みんなで掃除する日というのがあった。これがすごく面白かった。掃除の日。みんなで自分たちの生活の場をきれいにするという日。海外だと掃除を専門にする人たちに頼むだけ。こんなに自分たちの家みたいに自分たちで掃除することはないと思う (教員 E)」

[研究室の哲学と方向性]<明確な研究の方向性>

「明確な研究の方向性があり、研究室の全員が同じ方向で研究している (教員 E)」

「研究室、というのが、物理的な単位ではなく、方向性を共有する人たちのグループ。研究のテーマ、研究の方向性、哲学があって、そこに人がいる。ただ機材があるとか、人がいる、とかではない (教員 F)」

[研究室の文化]<研究室の独自文化>

「A 研究室には A 研究室の、B 研究室には B 研究室の考え方や行動様式、研究哲学があった。中にいるとそれはわからないけど、外に出てみると自分の研究室独自の哲学や行動様式が見える。またその研究室ごとの内規を定めたノートまであって驚いた (教員 B)」

研究室では学生が 4 年生から研究室内に座席を作り、研究室の一員となり<研究室内に居場所を作る>、<研究への参加>や<議論への参加>などを通して様々なことを学習している [研究への参画]。研究室内では、日常のほとんどの活動が教育とみなされ、学生のレベルに合わせ<学生に合わせた指導>、学生自身に<手を使わせ><考えさせる> [指導方法] が取られている。その背景には、学生の自主性に重んじながら<自由なテーマ選定>、学生に<経験を通して学習>させようと言う [教育哲学] があると言える。また、その際には結果だけでなく<努力を尊重>する姿勢や、得た結果をどのように活かすのかと言った<研究成果の活用を重視>すると言った点が日本の特徴的な教育哲学であるとの指摘があった。

【研究を通じた教育】 [研究への参画]

「3 年生と 4 年生も私と一緒に研究していた。研究室にとって彼らは大学院に進学する将来人材だし、継続した研究を行っていくためにも一緒に (教員 G)」

「とにかく研究に参加させる。 *On the research training* って言ってたけど、参加しないと始まらない (教員 D)」

[指導方法]<手を使わせる>

「理論だけじゃなくて、とにかく自分で機械を使って分析しないとイケなかった。研究

室には機械がすぐ横にあるから、議論した後に、じゃあやってみよう、と（教員 D）」

「研究室に入ってまず機材の使い方を覚えなさいといけない。必要な時に使えるように、自分で動かして、メンテしないといけないし、機材の担当も決められていた（教員 F）」

[教育哲学]<自由なテーマ選定>

「日本の研究室の雰囲気ではよいのは、比較的研究テーマを自由に持たせるところ。私の先生はおまえは何を研究してもいい、と。もちろん研究室としての方向性はあるけど、柔軟に個人のやりたいことを尊重してくれるように感じた（教員 C）」

[教育哲学]<努力を尊重>

「失敗してもいいから、どんどんプロジェクトプロポーサルを書くよう指導された。もちろんその結果通ったほうがいいが、通らなかったとしてもトライすることが重要だと言われていた。この点は欧米とは異なる教育方法だと思った（教員 B）」

3.2.4. 効果と課題

研究室における研究活動を通じた教育を通して、<妥協なき向上心>、<粘り強さ>等の研究への態度、また<機材利用の習熟>、<創造力の育成>、<問題解決能力の育成>、<基礎能力の育成>等の能力や技術の育成が進む[能力・態度の育成]。

[能力・態度の育成]<妥協なき向上心>

「ベストのもの、よりよいものを求める意欲。研究の結果がアクセプタブルな結果ではなく、ベストな結果が出るまで取り組んでいた（教員 H）」

「研究に対しての我慢強さ。たとえ成果が出なくても、我慢してまた繰り返して進めていく。そういうのをすごく学んだ（教員 E）」

[能力・態度の育成]<機材利用の習熟>

「日本では学生が機材を自分で使っていて驚いた。他の国だと専門家がやる仕事でも、日本では学生が機械を動かしてサンプルを作っている。そして、それが自然に先輩から学んでできるようになっていた（教員 F）」

[能力・態度の育成]<創造力の育成>

「研究室に入ると、これまでの教育と違って、創造力を育成するというのが重要。必ずしも修士で学んだことが企業で役に立つということではなく、そういう研究を行う過程で学んだ創造力が実社会では役立つのだと思う（教員 J）」

[能力・態度の育成]<人生の学び>

「研究以外の理念を身につけさせることが大切。人とは何か、何故研究するのかとかという哲学を問いかけていく。研究者として、人間として。それを考えていかないといい研究者にはなれない (教員 J)」

このような【構成員間の多様な学び】を通じて研究室は<仲間意識の強化>が育まれるとともに、緩やかな<仲間内の競争意識>が生まれる[醸成される文化]。また、学生の<動機の向上>に繋がり、研究室本来の目的である<研究成果の促進>に貢献する。さらに、このような能力・態度の育成や文化の醸成を通して、研究室内での<知識の伝承>が行われ、研究室自体の強化に繋がると言える[研究室への効果]。

[醸成される文化]<仲間意識の強化>

「研究室のメンバーと昼食も一緒にとるし、まるで家族みたいな関係。だから学生はなにより一人で研究しているんじゃないって感じることができる (教員 D)」

「研究室で旅行に行ったり、なんでも研究室単位で動くから、クラブ活動みたいな感じになるのかもしれない (教員 J)」

[醸成される文化]<仲間内の競争意識>

「ゼミやミーティングでみんなで座って議論して、たくさんのコメントが来て、それは一種の健全な競争環境だと言える (教員 G)」

「他の人の発表とか見て反省することもあるし、次はちゃんと答えられるようにしよう、とか。2カ月に一度発表しないといけなかったので結構プレッシャーだった (教員 C)」

[研究室への効果]<研究成果の促進>

「ドクターの研究を学部が学生が手伝ったりすると、ドクターの学生がメインになった論文が出たりとか。そうやってうまくやればうまくいくほど研究成果が出る (教員 I)」

「研究室単位でのグループでの研究活動は、研究成果を次々に生み出す (Boost) する機能になっていると思う (教員 B)」

[研究室への効果]<知識の伝承>

「研究室では、教員より学生同士の繋がりがいいことだと思う。放っておいても機械を使えるようになるし、とにかく伝え合って、伝承ができるよね。それが結構なメリットだと思いますね (教員 J)」

「新しい学生が来て、先輩と一緒に研究にあたって、先輩がいなくなったら先輩と一緒に進めていた研究の達成したところから引き続き行う。また後輩がきて一緒に研究を進めて、その進んだ研究をまた後輩に託していく。研究が次の世代にどんどん引き継がれていく。それが大きな成果だと思う（教員 G）」

その一方で、[研究室の密室性]や[ヒエラルキーの弊害]、[研究の閉鎖性]、[学生の達成度が不明]等の課題も指摘されている【課題と弊害】

[研究室の密室性]<教員の手足に使う>

「教授が（学生を）研究の手足としてしか考えない人だったら学生は視野が狭くなる。学生は考えず言うとおりに実験してたらいいという人だっている。研究の手伝いとしか考えないで、教育しない人はやはりいる（教員 J）」

「いわゆるパワハラとかアカハラとかって問題にもつながりかねないよね（教員 J）」

[ヒエラルキーの弊害]<意見できない雰囲気>

「日本では教授が神のような存在になってしまってる。誰も彼にノーと言えないし、コメントもしにくい（教員 E）」

[研究の閉鎖性]<他研究室との連携がない>

「日本では、他の研究室とのやりとりは禁止されているわけではないけど、どうしても講座としての結束というか、そういうグループ意識がつよくて、なかなかそういう風（他の研究室との交流）にはならないですよ（教員 A）」

3.3. 考察

3.3.1. 実践コミュニティとしての大学院教育

本研究の分析の結果、日本の工学系大学院教育の特徴は、独自の研究哲学と文化を有する研究室において、実際の研究活動を通じた実践的な教育が行われていること、さらに研究室の構成員との共同的な活動により多様な学びが生まれ、それが研究室自体の強化に繋がっていることであると言える。このような日本の工学系大学院教育の特徴は「実践コミュニティ」（Wenger et al 2002）の視点から捉えなおすことができるのではないだろうか。実践コミュニティとは「あるテーマに関する関心や問題、熱意などを共有し、その分野の知識や技能を、持続的な相互交流を通じて深めていく人々の集団」であり、コミュニティ

が扱うテーマや課題である「領域」、この領域に関心のある人々が形成する「コミュニティ」、そして人々の共通の手法や基準である「実践」の3つの要素を有している (Wenger et al 2002)。さらに実践コミュニティにおける学習とは単なる知識の伝達や技能の獲得だけではなく、実践コミュニティへの関与が周辺的な位置から共同体の一部になることを通じて徐々に中心的な役割を担うことであるとされる。

日本の工学系大学院の個々の研究室には<研究室のトップ>である[教授]を中心とした<明確な研究の方向性>が「領域」としてある。さらに研究室は<皆の居場所>であり<協働の場>であるだけでなく、[教授]や[若手教員]、[先輩]や[学部生]等の[多様な構成員]が所属し、[研究への参画]を通じて[構成員間の多様な学び]を創出する「コミュニティ」が存在する。「コミュニティ」の構成員は立場にあった[各自の明確な責任]を有しており、構成員がそれぞれ独自のアイデンティティを築いている。このような「コミュニティ」には構成員が共有する論文や書籍等の形式知だけではなく、[研究室文化]や<研究哲学>、また<経験からの学習>を尊重する[教育哲学]等の暗黙知の「実践」を有している。

学生はまず4年生から正統的な地位の証明として<研究室内に居場所を作る>ことから研究室に所属し、<研究者としての扱い>を受け責任の軽い研究に周縁的に参加する。その際には[先輩]が責任を持って後輩を指導し、<機材の習熟>や<研究への真摯な態度>等を学ぶだけでなく、「実践」の文化、すなわち[研究室文化]や<研究哲学>を学びとっていく。さらに学生は進学すると同時に自身は<後輩を指導>するという責任を負う立場になり、徐々に研究室の中心的な役割を担っていく。このような仕組みが<研究成果の促進>に繋がるだけではなく、<知識の伝承>といった実践コミュニティ自体の強化に繋がること何える。

以上のように、日本の工学系大学院教育の特徴を実践コミュニティの観点から捉えなおすと、海外の大学院は[個別指導]が中心で[研究室という概念の希薄性]から、実践コミュニティは研究室外の学習会等に形成されており、逆に日本の工学系大学院教育では実践コミュニティが研究室として制度的に定められていると言える。一方で、日本の工学系大学院教育の課題として指摘されている[研究室の密室性]や[研究の閉鎖性]は、実践コミュニティが制度的に定められているがゆえの硬直性と捉える事ができ、そのため学内での研究室同士の相互交流や社会との連携など、研究室という枠を超えた実践コミュニティの構築や、研究室街にある実践コミュニティとの連携へ向けた取り組みが求められていると言えよう。

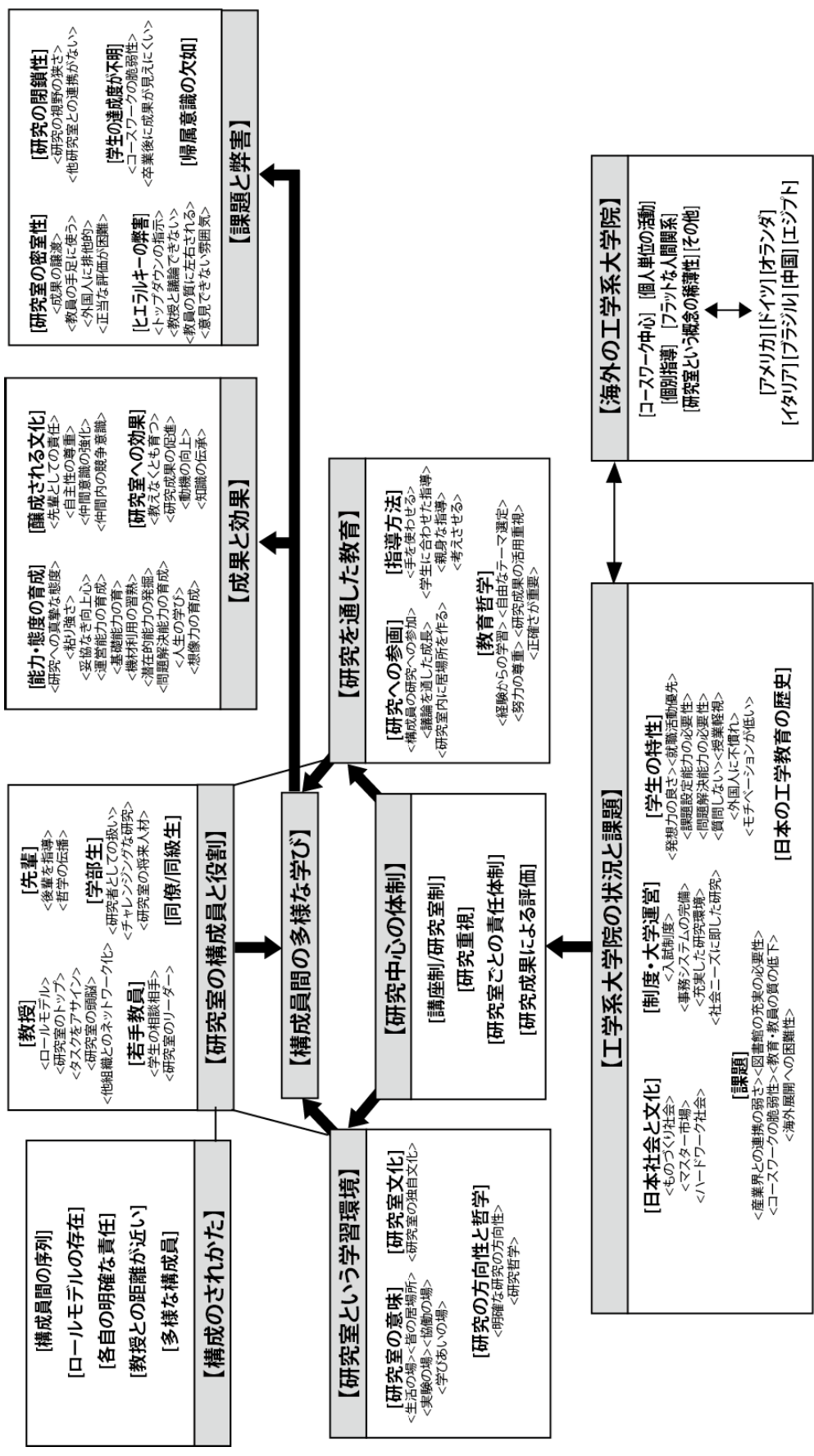


図 3-1 カテゴリー、サブカテゴリー、コードの関係を示す概念図

3.3.2. PBL と工学系大学院教育

日本の工学系大学院教育の特徴を実践コミュニティとしての研究室として捉えなおすと、その大学院教育における PBL の実践はどのように位置付けられるのだろうか。PBL はグループを形成して共同的な活動を通じてプロジェクトの制作に従事することから実践コミュニティの要素との類似性が高い。そのため、まず Wenger et al (2002) の実践コミュニティの視座から PBL を捉えなおすことを試みる。

Wenger et al (2002) は、実践コミュニティの目的が「知識の創造、拡大、交換、および個人の能力開発」であり、そのコミュニティのメンバーは「専門知識やテーマへの情熱により自発的に参加する人」であるとする。加えて、実践コミュニティは「コミュニティの内と外という明瞭な境界はなく」、メンバー同士の結びつきは、「個々のメンバーの情熱やコミットメント、集団や専門知識への帰属意識」にあるという。さらに、このような実践コミュニティの継続期間は、「有機的に進化して終わるが、テーマに有用性があり、メンバーが協働学習に価値と関心を覚える限り存続する」とする (五百井 2012)。一方で PBL の授業の目的は知識の創造、拡大、交換、および個人の能力開発であると位置づけられる。メンバーは授業を履修することで自発的な参加と言えなくもないが、もし授業が必須科目である場合は参加者に選択の自由度はないと言える。グループメンバーは授業に参加する学生と明確に定められていることから境界は存在せず、また実践の過程で基本的にメンバー数の増減はない。加えて、結びつきの要因も基本的には授業という枠組みの中で設定されたものであり、情熱やコミットメントがプロジェクト活動への動機づけと捉えられる一方で、直接の参加への要因となっているわけではない。期間についても、PBL は当初からセメスターという期間が定められており、授業終了後も継続することはあり得ない。以上から、PBL は実践コミュニティの要素を一部有するものの、PBL を実践コミュニティとして位置付けることは適切ではない。実践コミュニティの特徴と PBL チームの特徴の比較を表 3-2 に示す。

一方で、Wenger et al (2002) は、実践コミュニティのメンバーは、実践コミュニティに所属しながら同時に何らかの公式の組織に属していることに着目し、二重編み組織 (Double-knit organisation) という概念で表している (Wenger et al 2002)。このような多重成員性によって、メンバーは公式組織の一員として職務を遂行し、新しい問題に直面すると新しい解決方法や知識を生み出す。その経験や知識を実践コミュニティに持ち込ん

表 3-2 実践コミュニティと PBL チームの比較

	実践コミュニティ	PBL のチーム
目的	知識の創造, 拡大, 交換, および個人の能力開発	知識の創造, 拡大, 交換, および個人の能力開発
メンバー構成	専門知識やテーマへの情熱により自発的に参加する人	授業の自発的な選択は可能. ただし必須科目であれば選択の余地はない
境界	曖昧	明確 (履修した学生)
結びつき要因	情熱, コミットメント, 集団や専門知識への帰属意識	授業参加への意欲, コミットメント, 同僚性, プロジェクトの達成, 成績・単位
期間	有機的に進化して終わる (テーマに有用性があり, メンバーが協働学習に価値と関心を覚える限り存続する)	定められた期間 (セメスター) によって終わる. 有機的な進化は基本的には起こらない.

(Wenger et al (2002) を基に筆者作成)

で議論し, 一般化あるいは文書化し, 問題解決に対する支援を得て, また公式組織にそれを持ち込み, 現実の問題に適用するという学習のサイクルを生み出す (松本 2013). また, 公式組織に所属しながら, 実践共同体における活動を行うことで, 公式組織と自身のあいだに距離を取ることに繋がり, そのことが内省を促す機会になる効果も報告されている (松本 2012).

このような視点で PBL と工学系大学院教育を捉えなおすと, 学生は実践コミュニティとしての研究室に所属すると同時に, 大学という公式組織が提供する PBL 授業において, プロジェクトに取り組むチームに同時に所属していると位置づけることができる. そのため, PBL チームは問題に直面したとき, 実践コミュニティである研究室に問題を持ち込み支援を得ることができる. その際には, PBL で学んだことや経験したことを, 自身の研究や研究室の研究に一般化, 文書化するなどして活かすことが可能となる. そこで得た経験や知識をもって PBL に戻ること, PBL で取り組むプロジェクトにおける問題解決やプロジェクト自体の品質保証といった貢献を行うことが可能となる. また実践コミュニティにおける研究活動を通して, PBL 授業の活動を距離を取ってみることができ, 内省が促されるき

っかけになることが期待される。PBL と研究室との関係図を図 3-2 に示す。

松本（2012）はこのような実践コミュニティと公式組織の二重編み構造から生じる多重成員性の重要な点として、2つの組織の学習サイクルの生成、学習における公式組織との距離感のコントロール、成員のアイデンティティの抛り所を挙げている（松本 2012）。距離感のコントロールおよびアイデンティティに関しては、実践コミュニティが公式組織を内包する形となる本研究においては特段の配慮は不要である。しかし、学習サイクルの生成に関しては、PBL の実践過程において問題に直面した時の実践コミュニティである研究室からの支援、さらに、その得た支援を PBL に活かすという「実践コミュニティと公式授業間の学習サイクル」を生み出す交流の場と、そこでの活動を意図的に導入することが重要となる。具体的には、実践コミュニティの目指す研究の方向性と PBL のテーマとの連携が改めて重要になることに加え、研究室メンバーも交えた中間報告会の開催、研究室メンバーを被験者とした実験の場など導入が検討できる。

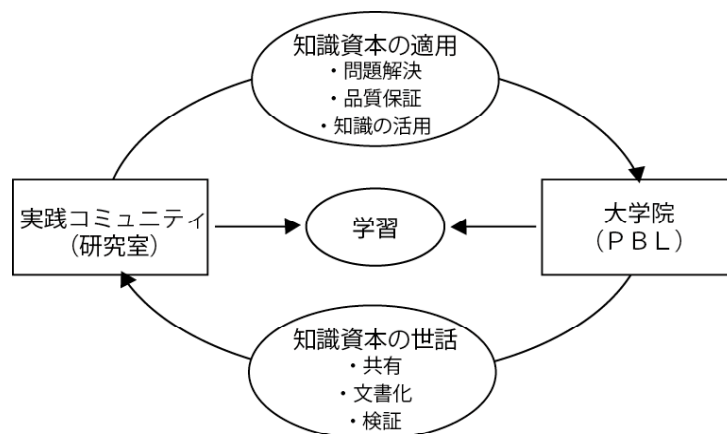


図 3-2 2つの実践コミュニティの位置づけ

(W I 2002 を基に筆者作成)

3.4. 本章のまとめ

本研究では、日本の工学系大学院教育における PBL の実践の位置づけについての考察を試みた。そのためにもまず、日本の工学系大学院教育の特徴を明らかにするため、海外と日本の大学院を比較することが可能な日本で教授活動を行う外国人教員、日本の大学院に 2 年以上在籍した経験のあるエジプト人教員、日本、エジプトで教授活動を行う日本人教員の 3 つのグループ、合計 10 名の教員を対象とした半構造化インタビューを実施し、質的研究

手法を用いてデータのコーディングを行い、概念図を作成した。その結果、日本型工学系大学院教育の特徴は、独自の研究哲学と文化を有する研究室において、実際の研究活動を通じた実践的な教育が行われていること、さらに研究室の構成員との共同的な活動により多様な学びが生まれ、それが研究室自体の強化に繋がっていることであることを明らかにし、このような日本の工学系大学院教育の特徴を「実践コミュニティ」の視点から捉えなおした。

また、実践コミュニティに所属しながら同時に何らかの公式の組織に属しているという二重編み組織（**Double-knit organisation**）の概念から検討すると、学生は実践コミュニティとしての研究室に所属すると同時に、大学の提供する公式な授業である PBL のプロジェクトチームに所属していると言える。そのため、学習サイクルの生成に関しては、PBL の実践過程において問題に直面した時の研究室からの支援、さらに、その得た支援を PBL に活かすという「実践コミュニティと公式授業間の学習サイクル」を生み出す交流の場と、そこでの活動を意図的に導入することが重要となる。具体的には、実践コミュニティの目指す研究の方向性と PBL のテーマとの連携が改めて重要になることに加え、研究室メンバーも交えた中間報告会の開催、研究室メンバーを被験者とした実験の場などの導入が考えられる。

4. PBL 授業の実践と評価

本章では、E-JUST の大学院一年生を対象として、早稲田大学創造理工学部で実践されている PBL 授業をモデルとして導入された PBL の実践の評価を行い、課題点や途上国において導入する際の配慮すべき事項について検討を行う。対象とした授業は 2010 年から 2012 年にかけて行われた 3 年間の実践であり、履修生の数は 15 名であった。2010 年には質問紙調査を実施、2011 年度、2012 年度には質問紙調査と半構造化インタビューを行い、総合的な評価を試みた。

4.1 において研究の目的と方法について言及し、実践された PBL 授業の概要について述べる。4.2 において、質問紙調査および半構造化インタビューによる評価結果について述べる。最後に、4.3 において得られた結果を基に、課題を整理し PBL 導入の際の配慮について検討する。

4.1. 研究の目的と方法

4.1.1. 研究の目的

本研究の目的は、途上国の高等教育支援の一環として導入された PBL の授業評価を通して学生が直面する課題や戸惑いについて検証し、改善策を検討することである。

4.1.2. 研究の方法

(1) 研究の方法

筆者らは E-JUST において、2010 年度の PBL 授業を対象とした履修学生による授業評価を行い、PBL を導入する際に配慮すべき点の分析を行った (Okano et al 2011)。一方で、2010 年度の実践は同大学で初めて導入された PBL であり、また教員にとっても初めての異国での教授活動であった。そのため学生の専門性やレベル、授業環境もわからないままの手さぐりでの実践であり、教員の戸惑いが授業評価の結果に影響したことも考えられる。また質問紙調査からだけでは回答結果に対する背景理由まで特定することが困難であった。そこで本研究においては、2010 年度の実践を対象とした岡野・セッサ (2011) の調査結果に加え、2011 年、2012 年の実践を対象として行われた質問紙調査結果、及び、2011 年、2012 年度の履修学生 4 名 (6 名中) を対象としたインタビュー調査のデータを加えて、学生の直面する課題と戸惑いについて分析することを通して E-JUST における PBL 導入する際に配慮すべき点について改めて検討を行う。

(2) 調査の対象

調査の対象者は E-JUST のメカトロニクス・ロボティクス工学専攻の修士課程 1 年生である。授業の履修者は 2010 年度 9 名（男性 9 名）、2011 年度 3 名（男性 2 名、女性 1 名）、2012 年度 3 名（男性 2 名、女性 1 名）の合計 15 名（男性 13 名、女性 2 名）であった。学生の出身大学はアシュート大学、メノフェイヤ大学、マンスーラ大学等の 5 大学であり、出身学部は電気電子系（Electronics and Electricity Engineering）、機械系（Mechanical Engineering）、情報系（Computer Engineering）の学部であった。いずれの学生も PBL 授業への参加は初めてであった。

質問紙調査は、2010 年から 2012 年の 3 年間の授業に履修した全学生 15 名を対象に実施した。またインタビュー調査は 2011 年度の履修生 3 名中 2 名（いずれも男子学生）、2012 年度に履修した学生 3 名中 2 名（1 名男子学生、1 名女子学生）を対象に実施した。インタビュー調査は各年度の Semester 終了時に学生全員へ協力依頼を行い、その中で都合のついた 4 名（2011 年度 2 名、2012 年度 2 名）を対象とした。各年度の学生数、授業実施期間、調査手法を表 4-1 に示す。

表 4-1 調査対象及び調査方法

実践 年度	授業実施期間	学生数（男女数）	調査方法
2010 年度	2009 年 9 月～ 2010 年 1 月	9 名（男性 9 名・ 女性 0 名）	質問紙調査（2010 年 1 月実施）
2011 年度	2010 年 9 月～ 2011 年 1 月	3 名（男性 2 名・ 女性 1 名）	質問紙調査（2011 年 1 月実施） 半構造化インタビュー（2011 年 2 月実施）
2012 年度	2011 年 9 月～ 2012 年 1 月	3 名（男性 2 名・ 女性 1 名）	質問紙調査（2012 年 1 月実施） 半構造化インタビュー（2012 年 2 月実施）

(3) 質問紙調査（2010 年～2012 年）

質問紙は山地（2007）を参考に授業形態、学習内容、評価手法、教員、学習環境の 5 つの視点に沿った質問 25 項目とした。今回の評価では学生の直面する課題が授業形態、及び、学習内容に強く起因することが想定されたため、質問紙は授業形態に関して 10 問、学習内容に関して 7 問と比重を重くし、評価手法に関しては 4 問、教員に関して 2 問、学習環境

に関して2問とした。質問への回答は段階法とし、学生に「とても当てはまる (Very much)」「当てはまる (Rather)」「あまり当てはまらない (Not so much)」「まったく当てはまらない (Not at all)」の4つの選択肢から選択してもらった。加えて、質問紙には「PBL授業の困難な点」「協調学習を通じて得たこと」「授業への満足具合」等の質問を7項目準備し、自由記述形式での回答を求めた。質問紙は3年間を通じて同じものを使用した。調査は各年度の Semester 終了時に授業を履修していた学生へ教室にて質問紙を配布し、その場で回答を依頼し回収した。回答に有した時間はおよそ20分程度であった。

(4) インタビュー調査 (2011年～2012年)

インタビュー調査は、2011年、2012年度の各 Semester 終了後の2月に半構造化インタビュー方式で実施した。インタビューは筆者一名と学生一名で E-JUST にある会議室にて個別に行った。インタビューは質問紙調査の回答を筆者と学生とで確認を行い、その背景となる理由について筆者より尋ね、学生から回答してもらう形とした。インタビュー時間はそれぞれ40分～60分程度要した。すべてボイスレコーダーで記録し、後日マイクロソフトワードに書き起こした。

4.1.3. PBL 授業の概要

(1) 授業の目的

本研究の対象とした Project Based Learning (PBL) は、E-JUST の「創造理工学類」にある「メカトロニクス・ロボティクス工学」専攻において、修士課程1年生向けの必須科目として配置されている授業である。本授業は、早稲田大学創造理工学部の3年生を対象に行われている「Project Based Learning」を、日本型工学教育の一モデルとして E-JUST に導入したものであり、早稲田大学から派遣されている教員により行われている。本授業の目標は、学生がモーター制御 (Motor Control) やセンサー (Sensor) の基本的なメカトロニクス・システムについての理論を理解し、実習を通じてシステムに実装できるようになることである。

E-JUST は2 Semester 制で、各 Semester は春学期 (2月～6月) および秋学期 (9月～1月) に行われる。1 Semester は15週からなり、1週間の試験期間が設けられる。そのため授業は1週間に2コマ (150分/コマ) からなり、本授業は月曜日と木曜日にそれぞれ1コマずつ行われた。ただしプロジェクト活動などは授業時間外においても取り組まれた。

(2) 授業の基本構成

授業は、教員による当該分野の講義 (Lecture) を実施した後、個人で教材を利用した実習 (Practice) を行い、またsemesterを通じて3つの小課題 (Small Project) と1つの大課題 (Final Project) に取り組む構成となっている。実習 (Practice) に用いられる教材は、早稲田大学の授業で実際に使われているアクチュエータ、マルチプルセンサー、コントロールユニットからなるキット (Revast 社) が用いられた。小課題 (Small Project) は10週目、11週目、13週目においてそれぞれ1-2週間かけて授業中、および、授業時間外を利用してプロジェクトに取り組んだ。大課題 (Final Project) については15週目の授業終了後から試験までの2週間をかけてグループで開発に取り組んだ。2010年の大課題 (Final Project) のテーマは「能動義手」開発であり、2011年度、2012年度は迷路を自走する「ヘキサロボット」開発であった。2010年度のテーマは教員が設定したが、2011年度、2012年度は教員が設定したテーマの中から一つを選択する形式とした。

本授業への履修者は2010年度9名、2011年度3名、2012年度3名の合計15名であった。そのため、2010年度は9名を3つのグループに分けプロジェクトに取り組むこととした。一方で、2012年度、2013年度は履修学生が少なかったため1グループ3名で構成しプロジェクトに取り組んだ。グループワークにおいては、教員はグループ活動を観察し、活動状況を知り、問題を見つけ、学習目標に向けた活動が適切になされているかを確認し、必要に応じて方向付けを修正したり、より深い学習を促すための介入をしたりすること (Barkley et al 2009) を役割として認識し取り組んだ。

いずれの年度においても2月上旬に「口頭試問」及び「実技試験」からなる修了試験を行った。口頭試問に関しては、与えられた3つの小課題 (Small Project) を題材として、教員が関連する質問を行い、学生が回答するという形式で行われた。また、実技試験は大課題 (Final Project) の成果品について個々の学生が実演及びプレゼンテーションを行った。

3年間の実践で変更した点は、初年度は教員がプロジェクトのテーマを設定することとしたが、2年目以降は学生が主体的にテーマを設定する流れとした点である。その理由として、初年度以降は利用可能な計測機器や制御機器が増えたため、多様な機材を必要とするテーマに取り組むことが可能となったからである。なお、テーマ設定を除けば大きな変更は行われなかった。図4-1は学生が大課題 (Final Project) に取り組む様子であり、また図4-2は実技試験の様子である。授業の基本的なシラバスを表4-2に示す。



図 4-1 プロジェクトに取り組む様子



図 4-2 実技試験の様子

4.2. 結果

質問紙の結果は質問ごとに集計し平均値を算出した。全体の結果を表 3 に示す。以下、評価の視点とした授業形態、学習内容、評価手法、教員、学習環境に沿って代表的な設問とその回答を引用し、結果を述べる。質問紙やインタビュー回答は英語で実施したが、本文においては筆者が日本語へ翻訳して記載した。質問紙調査の回答には、学生が履修していた年度を記載する。またインタビューデータに関しては、学生を学生 A~D として記載する。学生 A, B が 2011 年度の履修者、学生 C, D が 2012 年度の履修者である。

4.2.1. 授業形態

授業形態に関する代表的な設問及び回答結果を図 4-3 に示す。Q1「通常授業と比較して PBL 授業は興味深かった」については 15 名中 14 名が「とても当てはまる」、1 名が「当てはまる」と回答し、また Q4「通常授業と比較して、PBL の授業形態が好きだ」についても 15 名中 14 名が「とても当てはまる」、1 名が「当てはまる」と回答している。自由記述からは「実技を通して理論を理解した(2011年度)」「学んだ知識を実践にすぐ適用できた(2011年度)」等の回答が理由として挙げられており、理論と実践をバランスよく学習できる学習形態であることが高く評価されていた。また「授業に参加する、ということができた(2012年度)」「授業が他の学生や教員との交流を促した(2012年度)」といった指摘があり、学生は学習活動へ主体的に参加しているという認識を持つことができたと言える。

このように至った経緯として、学生 A は「大学生のときは講義を受けて考えることに時間を使うし、その方法(考えること)に慣れていた。だから(セメスターの)初めは実践を通して学ぶことをストレスに感じた。でも PBL でまず実践してみる、そしてその結果から学ぶ、それが勉強に対する考え方を変えた(学生 D)」と述べており、PBL の授業形態に

表 4-2 授業のシラバス

1st week	Microcontroller and main characteristics, Pipeline and performance evaluation using benchmarks
2nd week	How to read a datasheet and the Application Notes
3rd week	How to setup the Mechatronic Educational kit
4th week	PWM (period and duty cycle)
5th week	ADC converter from one channel for controlling the duty-cycle of the PWM
6th week	ADC converter from two channels for controlling the duty-cycle of the PWM
7th week	External Interrupt
8th week	Serial communication
9th week	Timer interrupt, ADC interrupt and PWM
10th week	Optical encoders (absolute and relative) <u>Project 1: Function of Resolver Sensor</u>
11th week	Motor command CW/CCW rotation using board potentiometer. <u>Project 2: Command a servomotor by serial communication</u>
12th week	Proportional DC Motor control
13th week	PID DC Motor control <u>Project 3: Proportional DC Motor Control using as reference angle the output of a potentiometer</u>
14th week	Operational Amplifier and characteristics
15th week	Full wave precision rectifier
	<u>Final Project Functional Prosthetic</u>

ストレスを感じたものの、授業形態に次第に順応していったことがわかった。

また、Q2「他授業と比較して多くのことを学んだと思う」については15名中10名が「とても当てはまる」、5名が「当てはまる」と回答している。Q20「機材の利用について効率的に学ぶことができた」についても15名中10名が「よく当てはまる」、5名が「当てはまる」と回答している。またインタビュー調査からも「初めは、電子機器の扱いが難しかった。でも時間がたつにつれ、それらの機器を使って作業をすることで慣れていくことができた(学生C)」と述べており、これまで経験のなかった電子機器の扱いについても問題なく対応できており、実践の中で技術的なスキルも獲得したことがうかがえる。

グループワークに関しては「学生同士のディスカッションを通して、異なるアイデアを得ることができた(2010年度)」「プロジェクトは1つの専門性だけでは対応でない。だから学生それぞれの専門分野(背景)が必要であった(2012年度)」という指摘があった。学生Bは「私は電子回路設計が得意、他の学生はメカニカルデザインやプログラミングが得意。だから、知識を共有することができて、それがプロジェクトを完成させることに繋がった。この部分を助けて、とか友達に頼むことができたし、チームワークがPBLコースの中で最も大きな要素だと思う(学生B)」と指摘するように、グループワークを通じてそれぞれが有する専門性を共有し、補い合うことが学習の活性化に繋がっていると指摘する。加えてグループワークが「研究に対して取り組む姿勢を学んだ(2011年度)」「最後まであきらめずに取り組む姿勢(を学んだ)(2012年度)」といった記述のとおり、知識や技術のみならず、態度面の育成に繋がったことも示唆された。またグループワークは「他の人に迷惑をかけるから必然的に一生懸命作業をするようになった(学生B)」「確かに、他からのプレッシャーはある(学生A)」という指摘からも、他者の存在によるプレッシャーが効果的に働いた点を指摘する学生もいた。

一方で「(必要な知識がないため)プロジェクトに参加できなくなる学生がいた(2011年度)」「見ているだけの学生が出ないように、同じような専門性を有する学生のみ参加するほうがよい(2012年度)」といった意見も挙げられ、授業へ参加するのに必要な前提知識を持っていない学生がいたことが明らかになった。

最後に、PBL 授業を通じてメタ認知的な視点での気づき(丸野 2010)に関する言及もあった。たとえば学生Cは「講義は聞いているだけだけど、グループワークを通して自分で本当に学んだのかどうか、自分たちがよいのかどうかを理解することができた(学生C)」といった自身のモニタリング、「これまでたくさんのことを学んで知っている気になってい

たが、PBL で実際に取り組むことでいかにたくさんの情報が欠けていたことを認識した(学生 D)」といった自分の知識の不十分なところに気づくケースであった。

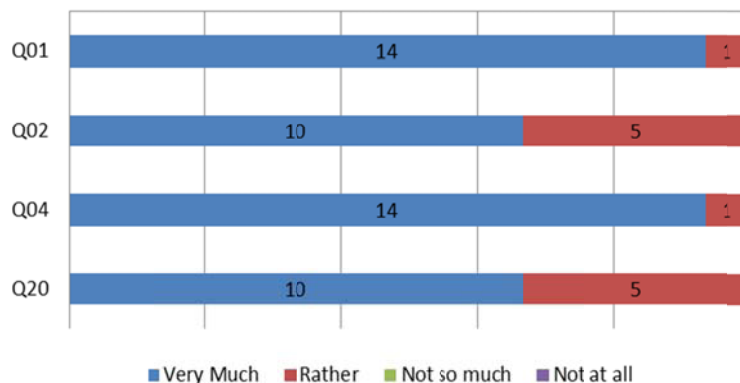


図 4-3 授業形態についての回答結果

4.2.2. 学習内容

学習内容に関する代表的な設問及び回答結果を図 4-4 に示す。Q11「取り組んだテーマは興味深かった」については 15 名中 10 名の学生が「とても当てはまる」と回答し、また、Q12「実験・実習作業は難しかった」についても 15 名中 7 名が「当てはまる」、7 名が「あまり当てはまらない」、1 名が「まったく当てはまらない」と回答していた。これらの回答から、学生たちが授業で学んだ内容は、学生たちにとって興味深い内容であり、実習の難易度も妥当なレベルであったと言える。

Q6「学習内容は自分の知識と比較して妥当であった」については、5 名の学生が「とても当てはまる」、8 名が「当てはまる」と回答があった一方で、2 名の学生が「あまり当てはまらない」と回答していた。その理由として「電機の知識がなかった(学生 B)」「プログラミング言語の知識がなかった(学生 D)」ことを挙げており、本授業を受講する上での前提知識が必ずしも十分でない学生がいたことがわかった。

Q19「自身の研究のヒントを得ることができた」については、3 名の学生が「とても当てはまる」、8 名の学生が「当てはまる」、3 名の学生が「あまり当てはまらない」と回答していた。しかしながら、Q22「自身の研究内容に役立つ内容であった」においては、1 名が「とても当てはまる」、3 名が「当てはまる」と回答しているものの、7 名が「あまり当てはまらない」、4 名が「まったく当てはまらない」と回答していた。自由記述からも「自分の研究分野とは関係がなかった(2010 年度)」「自身の研究を(PBL の)材料としたい(2010

年度)」といった指摘があった。インタビュー調査からは「自分の研究とつながるとは思わなかったけど、ヒントは得られたと思う（学生 B）」という回答がある一方で、「研究との繋がりには薄かったので、もっと研究と関係のある内容がよかった（学生 D）」「将来的に自分の研究が発展すると繋がるかもしれないが、今のところあまりそこまで考えて取り組んでいなかった（学生 A）」という回答からも、学生からは必ずしも授業で学んだ内容が学生の研究上の関心領域とは一致していない、もしくは、自身の研究と関連付け取り組んでいなかったことが明らかになった。

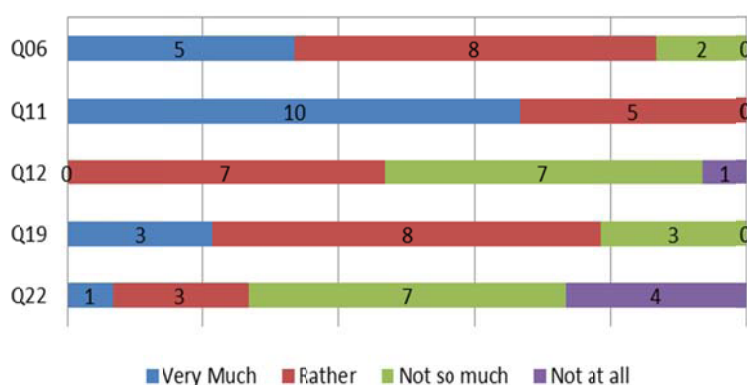


図 4-4 学習内容についての回答結果

4.2.3. 評価手法

評価についての代表的な設問及び回答結果を図 4-5 に示す。Q15 の「試験時間の長さは適切であった」については 10 名が「とても当てはまる」、4 名が「当てはまる」、1 名が「あまり当てはまらない」と回答し、Q16「試験は難しかった」については 8 名が「まあ当てはまる」、5 名の学生が「あまり当てはまらない」、2 名が「当てはまらない」と回答していた。そのため、本授業で行った「口頭・実技」試験の難易度や実施時間はある程度適切であることが窺える。

Q14「実技・口頭方式の試験が好きだ」については、4 名が「とても当てはまる」、6 名が「当てはまる」、5 名が「あまり当てはまらない」と回答しており、学生の実技・口頭方式の試験の好みに分かれる結果となった。しかし、Q17「筆記型試験のほうが好きだ」について 7 名が「とても当てはまる」、4 名が「当てはまる」、2 名が「あまり当てはまらない」、2 名が「当てはまらない」と回答しており、また自由記述からも「普通の試験のように授業で学んだトピックに基づいた紙の試験を一斉にやるほうがよい (2010 年度)」という指摘が

あった。このような結果から、実技・口頭試験方式よりも筆記試験を好む傾向があることを確認することができた。

評価に関連して、学生からは「毎日の確認テストや定期テストがあったほうがいい（2012年度）」や「プロジェクトへの貢献度やパフォーマンスを評価すべき（2011年度）」といった指摘があった。このような指摘は、単なる知識量ではなく技術や知識の応用が必要な実技・口頭試験に対する学生の不安、さらに自身が正しく評価されているのかといった評価への不安が背景にあると考えられる。

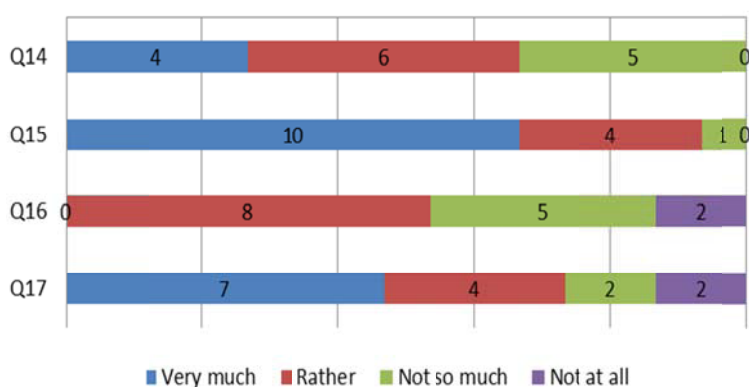


図 4-5 評価方法についての結果

4.2.4. 教員

教員に関する回答結果を図 6 に示す。Q7「教師は授業をうまくファシリテートしていた」については 11 名が「とても当てはまる」、4 名が「当てはまる」、また Q8「教師は学生に深く考えさせていた」については 13 名が「とても当てはまる」、2 名が「当てはまる」と回答していることから、学生たちは教員のファシリテーション技術や教授方法に関して高く評価していたと言える。この点に関してインタビュー調査からは「教員が学生から学ぶという姿勢があって驚いた（学生 C）」、「宿題に取り組んでいるときにはいつでも一緒に取り組んでくれる（学生 D）」といった、教員の授業の技術だけでなく、授業への姿勢や態度、学生へ寄り添う姿勢を高く評価していることが確認できた。加えて学生 D は、このような教員への信頼感が「教員の期待に応えようという動機に繋がっている（学生 D）」と指摘する。

その一方で、自由記述からは「短時間での集中講義ではついていけない（2010年度）」「先生にいつも相談できるようにしてほしい（2011年度）」等の指摘が多数挙げられた。これらの指摘は教員が日本から派遣され授業運営を行っているため、年末年始の休みの時期など

において一定期間不在になることへの不満であることがインタビュー調査からわかった。しかしながら、授業時間内においても「自分が間違っていないのか、ちゃんと進んでいるのかチェックをしてほしい (2012 年度)」「プロジェクトに取り組んでいるときは近くでもう少し指導してほしい (2010 年度)」といった、教員によるより近い指導やモニタリングを求めていることが確認できた。

4.2.5. 学習環境 (教室・教材)

学習環境に関する質問回答結果を図 4-6 に示す。Q18「ラボラトリーは PBL コースにあったよい環境だった」については、10 名が「とても当てはまる」、5 名が「当てはまる」と回答があった。インタビュー調査結果からも「教室と実験室が一体化している取り組みやすい (学生 A)」「夜に戻ってきてまた取り組むことができる (学生 B)」といった回答があった。また Q9「利用した教材は使いやすかった」についても 12 名が「とても当てはまる」、3 名が「当てはまる」と回答していた。以上から、授業を行った実験室環境や利用した教材への評価は総じて高いことが確認できた。またこれら教材を利用した課題についても「取り組むと、自分を止められなくなった (学生 B)」「宿題もいつもあったけどそれがやる気に繋がった (学生 D)」との回答から、教材を利用した課題や宿題といった活動が学生のモチベーションを活性化させていたと言える。

一方で自由記述からは、「情報が限られていた (2010 年度)」「学んだことが網羅されている教科書が欲しい (2011 年度)」「授業で習ったことをすべて記載できなかった (2012 年度)」等の教科書の必要性に関する指摘があった。PBL はオープンエンドスタイルであり必ずしも一冊の教科書に沿って授業を進めるわけではないため、教員は参考文献を示したり、講義資料を配布したりしていたが、このような教科書の必要性に関する指摘が複数挙げられた。インタビュー調査からも「マニュアルとか、先生が配布した論文とかで勉強した (学生 B)」という学生がいた一方で、「教科書がないこと、実践を通して学ぶことに混乱し快適ではなかった (学生 A)」「実践を通して学ぶということには慣れたと思うけど、それでも教科書があったほうが自分で学習しておくこともできるし、(教科書は) 必要だと思う (学生 D)」という指摘があり、教科書がないことに戸惑いを感じている学生が複数いることが示唆された。

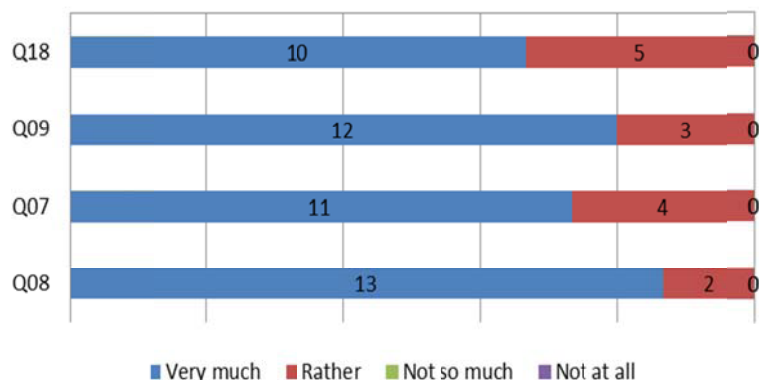


図 4-6 教員，教材，環境についての評価結果

4.3. 考察

3年間のPBL授業への質問紙調査及びインタビュー調査の結果，学生はこれまでに経験のなかった参加型の学習形態であるPBLを高く評価し，授業への参加を通じて知識，技術，態度面での成長があったことを学習者自身が認識していることが確認できた．その要因として，教員が学生を適切にモニタリングする環境とグループワーク活動を挙げる学生が多くいた．また，グループワーク活動は学習者同士で知識を共有し，プロジェクトに取り組むことを通じてメタ認知的気づきを誘発した事例も確認することができた．加えて，総じて学生はプロジェクトやグループワークといった新しい学習形態に大きな混乱なく順応していることが確認できた．

一方で，授業評価を通じて明らかになった学生の課題や戸惑いは学習者属性に起因するもの，学習者の学習経験に起因するものの二つに分類することができる．学習者属性への配慮とは，PBL授業履修生が大学院生であることに配慮すべき点であり，学生の研究テーマとプロジェクトの関連性の明確化，及び，多様な学部を卒業してきた多様な学習者集団であることへの配慮である．学習者の学習経験への配慮とは，知識量を評価する試験方法と，詰め込む知識が体系的に網羅されている教科書への知識偏重の傾向，および，教員によるより近い指導を必要と感じる教員依存の傾向への配慮である．

4.3.1. 学習者属性への配慮：学生の多様性と研究テーマとの関連性

PBL学習の魅力の一つとしてグループワークを通じた他者からの学びについて言及する学生が多い一方で，実習に必須であるプログラミングや電気回路等の前提となる知識が不十分な学生がいることがわかった．その原因として，E-JUSTは現在学部を有さないため，

所属する学生はエジプト全土の異なる大学，異なる学部から集まってきており，学生の有する前提知識が必ずしも一様ではないことが理由だと考えられる．加えて，エジプト国では学部卒業後に社会で働いたり，ティーチング・アシスタント（TA）として大学に残ったりするなどして，専門性をより身に付けた後に大学院に進学することが一般的である．そのため，学生が明確な専門分野を有する一方で，専門外の分野についての知識が乏しかったことが原因として考えられる．チーム編成においてはこのような学生の多様な背景をうまく生かして編成することができる一方で，今後，授業が始まる前に事前学習できる機会の提供などを通して，ある程度の事前知識をそろえる必要があるだろう．

加えて，授業の内容や難易度は妥当であった一方で，プロジェクトのテーマが必ずしも学生の研究上の関心領域とは一致していないことが明らかになった．その理由として，本授業のモデルとした早稲田大学の PBL においては，学生たちは 1，2 年生で学んできた基礎知識を PBL 授業において応用的に活用し，プロジェクトを完成させることが期待されている．一方で，E-JUST の修士課程の学生にとっては，基礎知識の応用的な活用にとどまらず，そこで学ぶことをそれぞれの研究に活かせることを期待していたことが明らかになった．PBL で扱われる誘発課題（driven question）は学習者にとって価値があり，真正性（Authentic）の高い学習課題であること，現実社会の問題と乖離せず，現実社会の文脈に埋め込まれたものであることが重要である（Krajcik and Blumenfeld 2006）．そのため，大学院生にとっての誘発課題はまさに彼らの研究のテーマであると言える．プロジェクトのテーマを学生の研究テーマと同一にすることは現実的ではないが，プロジェクトテーマ選定の際には，学生自身がプロジェクトテーマと各自の研究との関連性を明確にして取り組めるよう授業設計を行うことが求められる．

4.3.2. 学習経験への配慮：知識偏重と教員依存

学生たちは主体的に学習活動へ参加しているという認識を持ち，また，学習に対する考え方を変えた（学生 D）という指摘からも，これまでの学習経験ではなかった主体的な学習を促す PBL を高く評価し，その効果を認識している．一方で，試験に関しては記憶した知識量を問う筆記試験をより好み，また，複数の教材や論文など多様な情報を基に授業が進められていたが，体系的に情報を網羅した 1 冊の教科書の利用を求める指摘が多くあった．さらに，学生は教員の授業への姿勢や態度，学生へ寄り添う姿勢について高く評価している一方で，教員によるより近い指導を求めていることが明らかになった．

授業評価を通して明らかになったこのような傾向は、情報を覚えて試験に対応したい、覚えるべき情報が網羅された教科書が必要である、かつ、教員は知識を学生にもっと伝えてほしいという期待であると言える。つまり、学生は主体的な学習である PBL を高く評価し、そのコンセプトに共感しつつも、知識は教科書や教員が有しており、教科書や教員が知識を授ける主体であるといった受動的な学習観を持ち続けていると考えられる。

学習観とは、学習とはどのようなものかに対する学習者の認識（堀野・市川 1994）である。学習観は、経験から独自に作り上げてきたものであり、その形成には教育文化環境が影響している（高山 2000）。美馬（2009）は PBL の背景にある学習観とは、人間の心を容器と見立てて、そこに知識を注ぎ込むことを教育、それをため混むことを学習とする学習観から、学習は共同体における社会的な関わりや、その共同体の中に存在する様々なものとの相互作用を含めて生じる過程、あるいはその文化を創り出す共同体のメンバーになっていく過程とする学習観であると指摘する（美馬 2009）。しかしながらエジプト国の大学院生は大教室での 1 冊の教科書を基にした授業運営と、暗記量を競う筆記試験といった学習を 16 年以上に渡り経験しており、その学習環境で培われた受動的な学習観を有している。そのため学生自身は PBL のコンセプトに共感しつつも、このような強固に形成された学習観が 15 週間にわたる PBL 授業を通じても転換に至らなかったと考えられる。

田中（2001）は、受験や競争の価値観に基づく高校までの学習経験を有する学習者が、他者の存在を前提とした授業形式である大学に進学することで学習者に戸惑いが生じることを報告しており（田中 2001）、学習環境の変化に合わせて学習観が変容しない場合のずれを指摘している。このようなずれはできるだけなくすことが学習効果に繋がると言え、また PBL 授業の効果の視点からは、学習とは暗記をすることだという学習観を持っているならば、その学習観を新しい学習観に転換しない限り、課題を発見したり、その解決方策を主体的に検討したりする学習方法は次第に困難になるであろう。今後、PBL の授業設計においても学生がこのような学習観を有していることに配慮し、その学習観の転換を意図した授業設計を検討する必要がある。またその前提として改めて工学系大学院生がどのような学習観を有しているのかに着目した調査分析も有用であろう。

4.4. 本章のまとめ

本研究では途上国における PBL 授業導入に際して配慮すべき点を検討するために、エジプト国にある E-JUST を事例に、同大学における PBL を導入する際に配慮すべき点につ

いて検討を行った。具体的には、2010年から2012年に行われたE-JUSTにおいて行われたPBL授業の実践をフィールドとして、履修者であった15名の学生への質問紙調査、及び、2011年、2012年度の履修学生4名（6名中）を対象としたインタビュー調査を行い、学生の直面する課題と戸惑いについて分析を行った。

その結果、学生は参加型の学習形態であるPBLを高く評価し、授業への参加を通じて知識、技術、態度面での成長があったことを学習者自身が認識していることが確認できた。また、グループワーク活動は学習者同士で知識を共有し、プロジェクトに取り組むことを通じてメタ認知的気づきを誘発した事例も確認することができた。加えて、総じて学生はプロジェクトやグループワークといった新しい学習形態に大きな混乱なく順応していることが確認できた。

一方で、授業評価を通じてE-JUSTにおけるPBL授業の実践に当たり学習者属性への配慮と学習者の学習経験への配慮すべき事項が明らかになった。学習者属性への配慮とは、PBL授業の履修生が大学院生であることに配慮すべき点であり、学生の研究テーマとプロジェクトの関連性の明確化、及び、多様な学部を卒業してきた多様な学習者集団であることへの配慮である。学習者の学習経験への配慮とは、知識量を評価する試験方法と、詰め込む知識が体系的に網羅されている教科書への知識偏重傾向、および、教員によるより近い指導を必要と感じる教員への依存傾向である。前者に関しては授業設計における工夫が求められる一方、後者に関しては学生のこれまでの学習経験の中で強固な学習観が培われていることが原因だと考えられる。そのため、今後、このような学習観の転換を意図した授業設計を検討する必要があるだろう。

表 4-3 質問紙調査結果

Category	Question	Mea	N	Very	Rath	Not so	Not at
Learning Style	(01) Compare to normal class room style, It was	3.93	15	14	1	0	0
	(02) Compare to normal class room style, I learnt a	3.67	15	10	5	0	0
	(03) Compare to normal class room style, I spend	3.00	15	3	9	3	0
	(04) Compare to normal class room style, I like this	3.93	15	14	1	0	0
	(05) Compare to normal class room style, I	3.73	15	11	4	0	0
	(13) I did not like to conduct project with other	1.33	15	0	1	3	11
	(20) I learnt a lot how to use the equipment	3.67	15	10	5	0	0
	(23) I searched necessary information from outside	3.40	15	8	5	2	0
	(24) I helped other student many times	2.80	15	1	10	4	0
	(25) I want to use PBL teaching/learning approach	3.73	15	11	4	0	0
Learning Contents	(06) The leaning contents are relevant to my	3.20	15	5	8	2	0
	(10)The time for this course (15 weeks) is very	2.07	15	0	3	10	2
	(11)The topic which I learnt was interesting	3.67	15	10	5	0	0
	(12)The experiment/practice works was difficult,	2.40	15	0	7	7	1
	(19) I found some hint for my own research works in	2.80	15	3	8	3	0
	(21) I can explain very well about what I learnt in this	3.33	15	6	8	1	0
(22) What I learnt in this course does not have any	2.93	15	4	7	3	1	
Evaluation	(14) I like the way of examination (practice and	2.93	15	4	6	5	0
	(15) The time for examination was proper.	3.60	15	10	4	1	0
	(16) The final examination was difficult.	2.40	15	0	8	5	2
	(17) I prefer to have normal written style	3.07	15	7	4	2	2
Teacher	(07) Teacher facilitates the classroom very well.	3.73	15	11	4	0	0
	(08) Teacher let students think deeply.	3.87	15	13	2	0	0
Learning	(18) The laboratory was good environment for this	3.67	15	10	5	0	0
Environemen	(09) The tool kit was very useful.	3.80	15	12	3	0	0

5. 学習者特性（学習スタイル・学習観）の分析

本章ではエジプト国の工学系大学院生の学習者特性を把握するため、学習観および学習スタイル（以後、学習観/学習スタイル）に着目し、学部生と大学院生との比較分析を通じてその特性を考察する。まず、5.1において研究の目的を述べ、研究の方法として、学習スタイルについてはコルブの学習スタイル目録を用いる理由、また学習観については質的研究手法を用いる理由についてそれぞれ言及する。5.2において研究の結果を述べ、また学習観に関しては概念図の生成を試みる。5.3においてPBL授業を実践するうえでのアプローチについて、学習スタイル、学習観の視点から考察を行う。

5.1. 研究の目的と方法

5.1.1. 研究の目的

本章では、エジプト国における工学系大学生と大学院生が有する学習観/学習スタイルを明らかにし、大学生と大学院生が有する学習観/学習スタイルの比較分析を通して、エジプト国の工学系大学院におけるPBL授業の設計アプローチを検討する。

5.1.2. 研究の方法

（1）研究の方法

すでに述べた通り、エジプト国の高等教育は大学のマスプロ化が進んだ2000年以降、知識を記憶することに重点を置いた詰め込み教育とそれに伴う教育の質の低下が課題となっている（国際協力機構 2009）。一方で、大学院に進学した学生は、主体的に研究に取り組むことが求められることから、大学生と大学院生の学習環境は大きく異なる。このような学習環境の異なりは、学習者の有する学習観や学習スタイルへも影響する（我妻・中原 2011, Passarelli and Kolb 2012）。そのため、エジプト国で修士1年生を対象としたPBLを実践する際には、学習者の現在の学習観/学習スタイルのみを把握するのではなく、過去に有していた学習観/学習スタイルからの変容過程であると捉えて、実践方法を検討する必要があると考える。

そこで本研究では、研究の対象であるE-JUST修士1年生の学習観/学習スタイルを「現在の学習観/学習スタイル」、対してA大学の工学部に所属する3年生、4年生の大学生の学習観/学習スタイルを「過去の学習観/学習スタイル」（グループA）、E-JUSTに所属する修士2年生以上の学習観/学習スタイルを「将来の学習観/学習スタイル」（グループB）と位

位置づけ分析対象とした。調査の対象者と学習観/学習スタイルの位置づけを図 5-1 に示す。

A 大学を対象とした理由は、E-JUST の学生の 2 割が同大学の出身であること、また調査対象とした学生も E-JUST への進学を希望して進学説明会に出席した学生であった。そのためグループ A の有する学習観/学習スタイルはグループ B の過去の学習観/学習スタイルとして位置付け比較することが可能だと考えたからである。

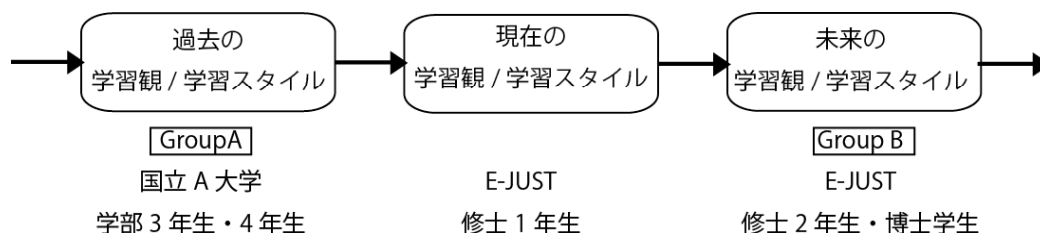


図 5-1 調査対象者と学習観/学習スタイルの位置づけ

(2) 調査方法

a) 学習スタイル調査

学習スタイルを調査するため、コルブの学習理論に基づいて開発された学習スタイル目録 (Learning Style Inventory) (Kolb 1984) を用いた調査を行う。本学習スタイル目録を用いた理由として、第一に、前述したとおり、コルブは学習者本人と学習環境とのトランスアクションによって学習スタイルは変容するという立場に立っており、本研究でも、学習環境の変化に伴い学習スタイルが変容している可能性を検討するものであり、コルブの理論との整合性が高い。第二に、コルブの開発した学習スタイル目録は学習スタイル調査の中でも最も広く使われており、それゆえに様々な批判的な視点に立った検証も行われ (山川 2004)、コルブ自身もそれら検証結果を受け止め学習スタイル目録自体を複数回にわたりアップデートしている (Kolb and Kolb 2005)。そのため、指標としての妥当性がある程度高いと判断できる。

学習スタイル目録は 12 項目の質問から成り、それぞれの質問に対して具体的経験 (Concrete Experience : CE)、反省的観察 (Reflective Observation : RO)、抽象的概念化 (Abstract Conceptualization : AC)、能動の実験 (Active Experience : AE) の 4 つの学習モードに対応した回答がある。回答者はそれぞれの質問において、自身の好みの順に 4 つの回答の順位付けを行う。たとえば、“I learn by”という質問に対して (A) feeling (B) doing, (C) watching, (D) thinking の回答の中から最も適した回答に 4, 次に適した

回答に 3, あまり適さない回答に 2, まったく適さない回答に 1 の数字を記入し, 順位付けを行う。回答結果から CE, RO, AC, AE のそれぞれの学習モード値を算出し, CE と RO をより好む拡散的学習者, RO と AE をより好む同化的学習者, AC と AE をより好む収束的学習者, AE と AC をより好む適応的学習者のどの学習スタイルを有しているか判断される仕組みとなっている。

b) 学習観調査

学習観とは「学習とはどのようにおこるのか, どうしたら学習は効果的に進むのか」という学習成立に関する信念に焦点を当てたものと, 「学習とはどのようなものなのか」という学習の成立のみに限定しない一般的で包括的な学習観とに区別される (高山 2000)。前者を狭義の学習観, 後者を広義の学習観と呼ぶことができる (上阪 2010)。狭義の学習観としては, 「作業的学習観と方法的学習観」(佐伯 1975), 「失敗に対する柔軟性と思考過程の重視」(堀野ら 1990) といった学習観が報告されている。このような狭義の学習観に対して, 学習観の全体を詳細に描き出そうとする研究が, 本研究の対象でもある広義の学習観である (高山 2003)。

広義の学習観はたとえば Marton et al (1993) は「知識の増大, 記憶と再生, 適用, 理解, 多様な視点, 人間としての変化」(Marton et al 1993) という 6 つの学習観があることを報告し, 高山 (2000) は日本の大学生を対象とした調査を行い「主体的探究, 記憶, 生涯学習, 自然な習得, 知識の増大, 体得・反復, 成長・向上, 強制・義務, 応用」の学習観を抽出し, 日本の大学生の特徴として「強制・義務」という学習観があることを指摘する (高山 2000)。加えて, 日本とオーストラリアの高校生の有する学習観を比較検証した Purdie et al (1996) は, Marton et al (1993) を参考に, 「知識の増大, 記憶と再生, 手段, 理解, 多様な視点, 義務, 時間・文脈に限定されないプロセス, 社会的技能, 個人的目的達成手段」という 9 つの学習観を抽出し, 文化的な視点から比較検証を行っている (Purdie et al 1996)。

学習観の調査においてはこれまで質問紙調査や面接による調査が主に行われてきた。これらの調査方法の課題として, 面接は対象人数が限定されてしまうことになること, また尺度による質問紙調査も, 研究者自身が自らの教育経験や学習経験に基づいてトップダウン的に項目内容を想定し作成したものであるため, 想定されない学習観の発見には適していないことが指摘されている (植木 2002)。また松本 (2013) は尺度による質問紙調査では, 学生は実際持っている学習観よりも「望ましいと考えられる主体的学習観」を選択す

る傾向にあることを指摘している（松本 2013）．実際に，エジプト国においては大学生を対象とした学習観の調査は行われておらず，既存の質問紙調査を実施することは想定されない学習観の発見を困難にする可能性が考えられる．

そこで，本研究では学習者の有する学習観を柔軟に把握するため，植木（2002）を参考にし，自由記述からボトムアップ的に学習観を探索する方法として自由記述方式の質問紙調査を実施した．質問紙は“**What is the meaning of learning for you ?**”という設問に対して，自由に記述してもらった形とした．また得られた自由記述のデータを質的分析法によって分析を行い（佐藤 2008），自由記述回答から学習者の有する学習観にそれぞれコードを付け，それらコードからカテゴリーを形成した．以上から得られた学習観カテゴリーを俯瞰するとともに，グループ A と B との違いを比較検討することを試みる．

（3）調査の手続き

2012 年 11 月下旬に A 大学において実施された E-JUST への進学説明会に参加した工学部の大学生を対象に自由記述方式での学習観調査，コルブの学習スタイル目録を用いた学習スタイル調査を行った．また同年 12 月下旬に，E-JUST において大学院生を対象に同調査を行った．いずれも調査の趣旨を説明し，一斉方式で行った．所要時間は 20 分程度であった．

5.2. 結果

5.2.1. 学習スタイル調査の結果

（1）学習モードの分析結果

有効回答数は A 大学の大学生 32 名，E-JUST の大学院生 52 名の計 84 名であった．有効回答を対象に，学習スタイル目録に基づき学習モード値を算出した結果，グループ A およびグループ B の学生の学習モード値（CE, RO, AC, AE）の中央値はグループ A がそれぞれ（27, 29, 30, 30）グループ B がそれぞれ（22, 27, 34, 36）であった．学習モード値に関してマン・ホイットニーの U 検定を行った結果，CE, AC, AE において有意水準 0.01 のもとで，両群の中央値には有意な差が見られた（ $U=431.5$, $p=0.000$, $U=534.0$, $p=0.006$, $U=466.0$, $p=0.001$ ）．一方で，RO においては有意な差は見られなかった（ $U=684.5$, $p=0.173$ ）．グループ A とグループ B の学習モード値の違いを図 5-2 に示す．

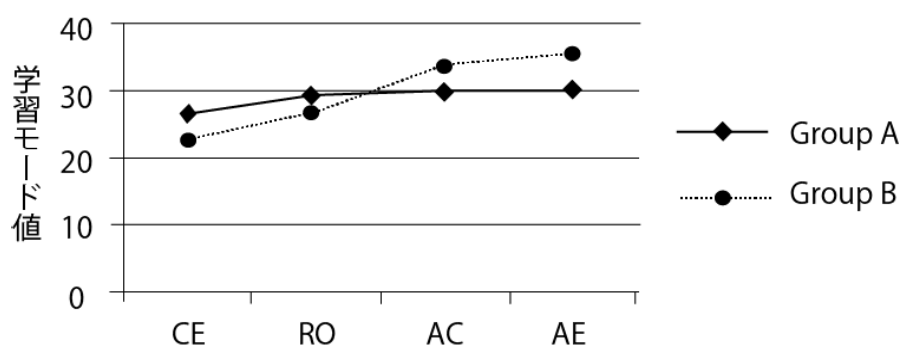


図 5-2 学部生と大学院生の学習モード値

(2) 学習スタイルの分析結果

学習モード値からグループ A とグループ B の学習スタイルを算出した結果、グループ A は拡散型学習者が 20 名、同化型学習者が 5 名、収束型学習者が 3 名、適応型学習者が 4 名であった。またグループ B は、拡散型学習者が 4 名、同化型学習者が 15 名、収束型学習者が 23 名、適応型学習者が 10 名であった。 χ^2 検定を行った結果、両グループの学習スタイルは 1%水準で有意に異なっていることが明らかになった ($\chi^2(3) = 30.595, p < .01$)。残差分析の結果、グループ A は拡散型学習者が 1%水準で有意に多く、収束型学習者が 1%水準で有意に少ない。また、グループ B は拡散型学習者が 1%水準で有意に少なく、収束型学習者が 1%水準で有意に多いことがわかった。グループ A とグループ B の学習スタイルの違いを表 5-1 に示す。

表 5-1 大学生と大学院生の学習スタイル

		拡散型	同化型	収束型	適応型
グループ A	人数	20	5	3	4
	残差	5.400**	-1.382	-3.356**	-0.804
グループ B	人数	4	15	23	10
	残差	-5.400**	1.382	3.356**	0.804
χ^2 値 30.595**					** $p < .01$

5.2.2. 学習観調査の分析結果

(1) 学習観カテゴリーの抽出結果

質問紙の有効回答数は、グループ A は 35 名、グループ B は 51 名の合計 86 名であった。

質問紙の結果は、回答者の属性がわかるように回答者番号を付けてすべてマイクロソフトワードに書き出した。書き出した回答を質的研究ソフトウェアである MAXQDA を用いて、1 文ごとにその文の示すコードを付け、カテゴリー化した。分析の結果、176 のコードを抽出し、これらコードに基づいて「行為」「目的」「知識の定義」「受動的学習」「主体的学習」という 5 つのカテゴリーと、【取得・獲得】【探索・発見】、【活用・応用】【自己実現】【社会貢献】【知識の定義】【主体的学習方略】【受動的学習方略】【学校・教室】【社会・経験】という 10 のサブカテゴリーを抽出した。以下、本文ではカテゴリーを「 」, サブカテゴリーを【 】 , コードを [] として記述する。

「行為」というカテゴリーは【取得・獲得】、【探索・発見】、【活用・応用】の 3 つのサブカテゴリーからなる。【取得・獲得】とは、学習とは [知識]、[技術]、[経験]、[手法] 等そのもの、もしくは、[知識]、[技術]、[経験]、[手法] 等を獲得する行為およびその態度であるという回答である。また【探索・発見】はその中でも [知識]、[技術]、[アイデア]、[理論] を探索したり、発見したりする行為を学習ととらえる。【取得・獲得】には、たとえば「学習とは知識を得ること」「学習とは実践的なスキルを身に着けること」といった回答が該当し、【探索・発見】とは「新しい技術を発見すること」といった回答が該当する。一方で、【活用・応用】とは、学習とはこれら [知識] や [技術] を、【取得・獲得】、【探索・発見】する行為で終わるのではなく、何らかの形で [利用]、[共有]、[実践] したりすることを学習であると捉える。たとえば、「学習とは技術を使って実践すること」「研究を推進させるもの」といった回答である。また、【取得・獲得】する対象として [知識] を挙げ、その中で [知識] とは何かを説明する回答が多くあったため、これらを【知識の定義】として一つのカテゴリーとした。

「目的」というカテゴリーは【自己実現】と【社会貢献】の 2 つのサブカテゴリーからなる。【自己実現】とは、学習は個人の [将来への投資] や [成長・キャリア] といった目的、もしくは達成のための手段、その手段を使う能力であると捉える回答である。代表的な回答としては「自分の研究を発展させるために行う」「良い仕事を見つけるためにたくさん勉強する」といった回答である。一方で、【社会貢献】とは、学習の目的を [社会問題解決] や [よりよい世界の構築] のための手段もしくは能力と捉える。たとえば、「人々の生活の質を向上させるため」や「よりよい世界を構築するための手段」といった回答である。なお、[社会問題解決] は学習者個人の身の回りやローカルな問題、[よりよい世界の構築] はより大きな視野での言及であり両者を区別している。

これら「行為」と「目的」を支える土台として学習環境と学習方略に関連するカテゴリーが形成された。学習環境とは、学習が営まれる場所を【学校・教室】か【社会・経験】のいずれの文脈で捉えているのかを示すが、【学校・教室】とは学習は学校での「授業・科目」や「研究」において営まれるとする回答であり、「教員が教えてくれるもの」「様々な教科で学ぶこと」といった回答である。一方で、【社会・経験】とは、学習を学校教育の文脈ではなく、「日常生活」や社会的な活動「経験」の中で行われるものとする回答であり、「学習はあらゆる場所で行える」「普段の生活の中から学ぶ」といった回答である。

学習方略とは、学習の方法を示す回答であり大きく主体的な学習方略を用いる【主体的学習方略】と受動的な学習方略を用いる【受動的学習方略】に分けることができた。【主体的学習方略】とは「多様なリソース」を活用して主体的に「探索」し「考える」学習方略を示し、「研究を通して学ぶことが大切」や「多様なリソースを工夫して使う」といった回答である。【受動的学習方略】とは、学習は「教授・授業」や「反復・練習・訓練」を通して行うという学習方略を示し、「教員がガイドしてくれる」や「覚えられるまで反復する」といった回答である。

以上の、【受動的学習方略】は【学校・教室】という学習環境を前提として記載されており、また【主体的学習方略】は【社会・経験】の文脈で記載されている。そこで、【学校・教室】及び【受動的学習方略】を「受動的学習」、【社会・経験】及び【主体的学習方略】を「主体的学習」というカテゴリーとして位置付けた。カテゴリー、サブカテゴリー、コードの関係図を図 5-3 に示す。図 5-3 のサブカテゴリーに示された数値は、抽出されたコード数を示している。

また、形成された 5 つのカテゴリーと 10 のサブカテゴリーを俯瞰すると、エジプト国の工学系大学生および大学院生の学習観としては、学習行為を示す (1) 獲得・取得, (2) 活用・応用, (3) 探索・発見, 学習環境・方略を示す (4) 受動的学習, (5) 主体的学習, 学習目的を示す, (6) 自己実現, (7) 社会貢献の 7 つに分類することができる。これら抽出された 7 つの学習観を表 5-2 に示す。

表 5-2 エジプト国の工学系大学生と大学院生の学習観

1. 学習行為	<p>(1) 獲得・取得：学習を知識，技術，経験等そのもの，もしくはそれらを獲得・取得する行為，態度と捉える．例：「学習とは知識を得ること」「学習とは実践的なスキルを身に着けること」</p> <p>(2) 活用・応用：知識や技術，経験は何らかの目的のために活用，利用すべきもの，もしくはその態度であると捉える．例：「学習とは技術を使って実践すること」「研究を推進させるもの」</p> <p>(3) 探索・発見：知識や技術，理論，アイデアなどを探索したり，発見したりする行為，もしくはその態度と捉える．例：「新しい技術を発見すること」</p>
2. 学習環境・方略	<p>(4) 受動的学習：学習は学校という場において，教室での授業や教員の指導に基づいて受動的に行われる活動．例：「教員が教える」「様々な教科で学ぶこと」「覚えられるまで反復する」</p> <p>(5) 主体的学習：学習は日常生活や社会的な活動の中で，多様なリソースを活用して主体的に行う活動．例：「学習はあらゆる場所で行える」「普段の生活の中から学ぶ」「研究を通して学ぶ」</p>
3. 学習目的	<p>(6) 自己実現：学習は個人の成長やキャリア，もしくは個人の目標達成のため投資であると捉える．例：「自分の研究を発展させるための活動」「良い仕事を見つけるため」</p> <p>(7) 社会貢献：学習の目的を社会問題解決やよりよい世界の構築のための手段もしくは能力ととらえる．例：「社会問題の解決」「貧困問題の解決のための行為」</p>

(2) 学習観のグループ間比較の結果

抽出された 7 つの学習観に沿って，工学系大学生（グループ A）と工学系大学院生（グループ B）に区分して回答者を分類した．一つの回答に学習行為，学習環境・方略，学習目的を複数含む場合はそれぞれ 1 名として計上している．ただし，「知識を獲得し活用する」という回答は「取得・獲得」と「活用・応用」にそれぞれ計上するのではなく，「活用・応用」に分類した．

分析の結果，学習行為に関しては，(1) 獲得・獲得が 41 名（グループ A：19 名，グループ B：22 名），(2) 活用・応用が 33 名（グループ A：12 名，グループ B：21 名），(3) 探索・発見が 9 名（グループ A：3 名，グループ B：6 名）であった．回答者全体の中で占

める割合は、それぞれ 47.7%, 38.4%, 10.5%であった。学習環境・方略に関しては、(4) 受動的学習としたのが 12 名 (グループ A : 7 名, グループ B : 5 名), (5) 主体的学習としたのは 6 名 (グループ A : 3 名, グループ B : 3 名) であった。回答者全体の中で占める割合は、それぞれ 14.0%, 7.0%であった。学習目的に関しては、(6) 自己実現が 16 名 (グループ A : 7 名, グループ B : 9 名), (7) 社会貢献が 10 名 (グループ A : 6 名, グループ B : 4 名) であった。回答者全体の中で占める割合は、それぞれ 18.6%と 11.6%であった。またグループ A およびグループ B における学習観に関して χ^2 検定を行った結果、いずれの値においても有意な差があるとは言えないことが明らかになった ($\chi^2=3.362, n.s.$)。学習観別の大学生と大学院生の学習観の比較を表 5-3 に示す。

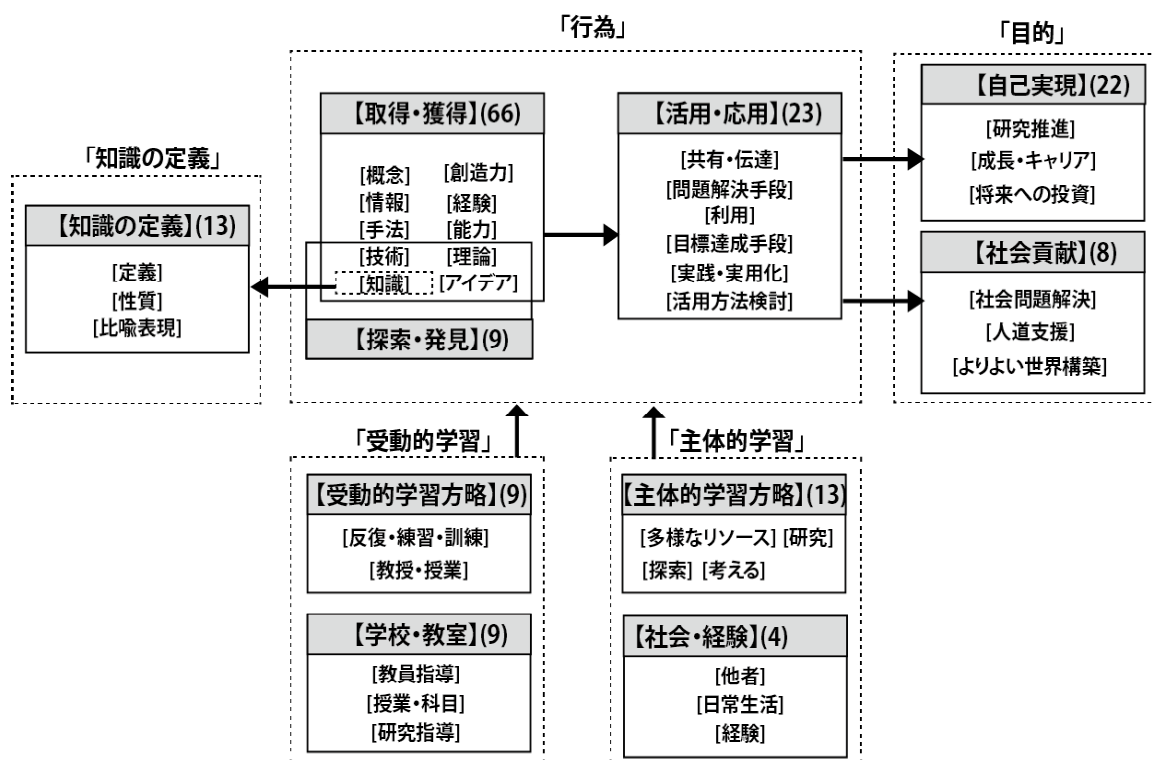


図 5-3 エジプト国の工学系大学生・大学院生の学習観に関する概念図

表 5-3 大学生と大学院生の学習観比較

カテゴリー							学習目的	
	自己実現		社会貢献				自己実現	社会貢献
グループ	人数						7	6
プA	残差						7.18	4.49
グループ	人数						9	4
プB	残差						8.82	5.51
合計 (人)	41	33	9	12	6	16	10	
割合 (%)	47.7	38.4	10.5	14.0	7.0	18.6	11.6	

χ^2 値 3.362

5.3. 考察

5.3.1. 学習スタイルからの考察

学習スタイルの調査の結果、大学生が具体的経験（CE）に優れており、大学院生が抽象的概念化（AC）と能の実験（AE）で優れていることが明らかになった。そのため、大学生は拡散型の学習スタイルが多い一方で、大学院生は収束型が多いという対照的な結果となった。

その理由として大学生は大教室での一斉授業しか受けていないため必然的に見たり、聞いたりすることが中心の拡散型に馴染み深くなっていた一方で、大学院に進学し実際の研究や実験に従事する経験を通して、技術的、専門的な課題に取り組むことを好む収束型に変容したと考えられる。生涯発達の観点からは、学習スタイルは統合されていくことが望ましいとされることから、一つの学習スタイルに依存するのではなく、多様な学習スタイルをバランスよく経験することが重要である（Harb et al 1993）。一方で、大学院に進学した後は、意図的に具体的経験（CE）及び反省的観察（RO）に働きかける活動がないと、学習環境が変わらない限り収束型学習者としての学習スタイルが強くなることが想定される。そのため、大学院における PBL の実践においては具体的経験（CE）および反省的観察（RO）の学習モード値への働きかけに配慮する必要があると考えられる。PBL で配慮すべき学習モードと学習スタイルの関係図を図 5-4 に示す。以下、具体的経験（CE）と反省

的観察（RO）の学習モード値への働きかけを促すアプローチとして、（1）連続的な実践の場の導入と、（2）内省を促すコミュニケーションの場の創出という二つのアプローチを検討したい。

（1）連続的な実践の場の導入

具体的経験（CE）は、バイアスもなく十分に開かれた状態で、新しい経験に自らを巻き込んでいくことが可能なモードであり、情動的な環境によって強化が促される。そのため、学生自身が実際の課題の解決のため知識を探索する活動や技術の適用方法を模索する活動が重要である（Kolb 1984）。今後のPBLにおいては、実社会の課題に基づきテーマ設定を行いプロジェクトを完成させるだけではなく、実社会の中で適用した後に、評価し、改善策を検討し、改善を行い、改めて適用するといった連続的な実践の場を導入することが必要だと考えられる。またその過程で必要な情報を教科書に依存するのではなく、適用場面に応じてインターネットや他リソースを活用して必要な情報や知識を探す活動を意図的に導入することで具体的経験の学習モードを活性化することが可能となる。

（2）内省を促すコミュニケーションの場の創出

反省的観察（RO）は具体的に経験したことを内省したり観察したりすることを可能とする学習モードであり、認知的な学習環境によって強化される。また、新しい学習スタイルへ適応するために最も重要な要素でもある（Bowe 2003）。中原・金井（2009）は内省を生み出すには、自分のあり方や行動についてメタな視点で見ることが必要であり、そのためには「語るべき他者と応答してくれる他者」の存在が必要であり、加えて他者に対してアウトプットするという行為を通じて内省が外化される必要があると指摘する（中原・金井 2009）。そのため、授業では、レクチャーではなく進捗報告に基づいたディスカッションを中心とし、加えて中間的な報告会における他者からのフィードバックの収集と分析などの活動を定期的実施することが考えられる。また、コミュニケーションは、同僚などの組織内の人材に限らず、組織外の人たちと持つことも重要である。そのため、このような活動を学生や教員間で完結させるのではなく、プロジェクトを行っているフィールドの関係者が参加できる形とすることで、よりリアルな情報を得ることに繋がり、反省的観察モードを促すことが可能となる。

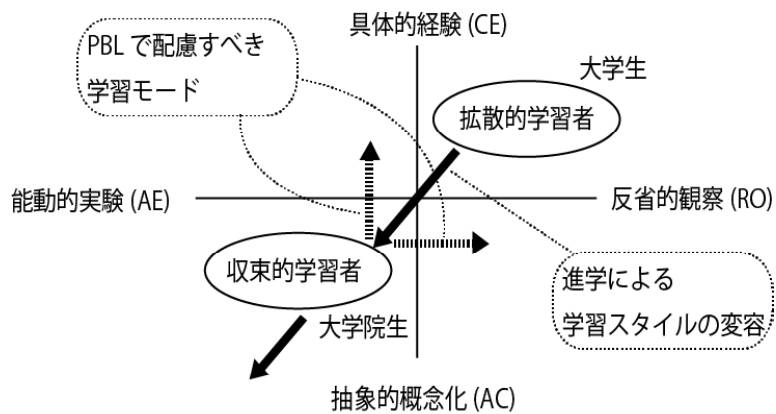


図 5-4 PBL で配慮すべき学習モード

5.3.2. 学習観からの考察

質的研究手法を用いて、自由記述から学生の有する学習観を分析した結果、エジプト国の工学系大学生と大学院生の有する学習観として (1) 獲得・取得, (2) 活用・応用, (3) 探索・発見, (4) 受動的学習, (5) 主体的学習, (6) 自己実現, (7) 社会貢献の 7 つを抽出することができた。また大学生と大学院生を比較検証した結果、彼らが有する学習観に関して両群間で有意な差があるとはいえなかった。以下、先行研究との比較を通して、本研究で抽出されたエジプト国の工学系大学生・大学院生の有する学習観の特徴について考察を行う。また、大学生と大学院生の比較検証した結果を踏まえ、PBL において考慮すべきアプローチについて検討する。

(1) 抽出された学習観の特性

高山 (2000) と Purdie et al (1996) の研究結果との比較を通じて、本研究で明らかにしたエジプト国工学系大学生と大学院生の学習観の特性について考察する。両研究を比較対象とした理由は、両者とも広義の学習観を対象としており、ボトムアップ的なアプローチによって学習者の有する学習観を抽出した研究であること、加えて、高山 (2000) の研究は同じ大学生を対象としていること、Purdie et al (1996) は日本とオーストラリアの学生の有する学習観の比較を通じてその特性を検討した研究であり、本研究との類似性が高いと考えた。

高山 (2000) は日本の大学生の有する学習観として「主体的探究, 記憶, 生涯学習, 自然な習得, 知識の増大, 体得・反復, 成長・向上, 強制・義務, 応用」という 9 つの学習観を抽出した (高山 2000)。その中で、興味を持つことを自発的に探究する「主体的研究」は、本研究における (3) 探索・発見, 及び、(5) 主体的学習に該当する。また知識を詰め

込むことを指す「記憶」、繰り返すことによって身に着ける「体得・反復」、義務的なものであるとする「強制・義務」は(4)受動的学習に該当する。加えて、学習は生涯にわたって続けるものとする「生涯学習」は、(5)主体的学習に、知識の増加を示す「知識の増大」は(1)獲得・取得に、知識の応用を示す「応用」は(2)活用・応用に、人間としての変化である「成長・向上」は(6)自己実現に、それぞれあてはめることができる。しかしながら、教育的な意図も存在しない状況において偶発的に生ずるものとする「自然な習得」は、(5)主体的学習に含まれる社会・経験の概念と類似性はあるが、むしろ筆者の示す(5)主体的学習は経験などを通じた意図的、意識的な教育活動を指すため、「自然な習得」という概念とはやや異なる。一方で、本研究で抽出した(5)社会貢献に対応する学習観は高山の研究では見当たらない。

オーストラリアと日本の高校生の学習観を比較検討した Purdie et al (1996) は、「知識の増大、記憶と再生、手段、理解、多様な視点、義務、時間・文脈に限定されないプロセス、社会的技能、個人的目的達成手段」という9つの学習観を抽出した(Purdie et al 1996)。「知識の増大」と「理解」は、(1)取得・獲得、「適用」は(2)活用・利用、「記憶と再現」と「義務」は(4)受動的学習に該当する。「時間・文脈に限定されないプロセス」は、多様な日常経験を通じて学習を営むことを意味しており、本研究における(5)主体的学習に該当する。また「個人的目的達成手段」は(6)自己実現に該当することができる。一方で、「社会的技能」と「多様なものの見方」は、本研究結果では見られなかった。「社会的技能」は、社会のよりよい一員になるという意味合いであり、日本社会の文脈で形成された独特の学習観であると言える。「多様なものの見方」は、自身の考え方や自身そのものの変容であるとされるが、一般的な成長という意味よりもむしろ、メタ認知的な能力であるため高次の学習観と捉えることができる。また、本研究で抽出された(5)社会貢献に対応する学習観は見当たらない。これら2つの先行研究と本研究で明らかにしたエジプト国の工学系大学生・大学院生の有する学習観との比較を表4に示す。

以上から、本研究で対象としたエジプト国の工学系大学生・大学院生の有する学習観の特徴として、彼らが「社会貢献」という学習観を有していることが挙げられる。「社会貢献」という学習観は全体の11.6%の学生が指摘しており他学習観と比較しても必ずしも多い数字ではないが、様々な課題を有する途上国に生きる学生として、社会問題への問題意識が強いことが背景にあるからだと考えられる。特に、調査当時は「アラブの春」と呼ばれる民主革命による独裁政権の崩壊を経た直後であり、学生の社会問題への意識が非常に高か

ったことも影響があるであろう。

表 5-4 高山（2000）, Purdie et al（1996）との比較

高山（2000）	Nora et al（1996）	本研究
知識の増大	知識の増大	獲得・取得
応用	該当なし	活用・応用
主体的探究	理解	探索・発見
記憶 体得・反復 強制・義務	記憶と再現 義務	受動的学習
主体的探究 生涯学習	時間・文脈に限定されな いプロセス	主体的学習
成長・向上	個人的目的達成手段	自己実現
該当なし	該当なし	社会貢献
自然な習得	多様な視点 社会的技能	該当なし

（2）PBL 実践への示唆

大学院生と大学生の 74 名（96.4%）は、学習とは知識の獲得もしくは知識の活用であるという学習観を有しており、18 名（21%）の学生が学習を学習環境・方略と、26 名（30.2%）の学生が学習目的と関連付けていると言える。つまり、学生たちの有する学習観は、学習環境や学習目的との関連は少なく、むしろ「知識を獲得し、活用する」といった行為に特化した学習観を有している学生が多いと言える。加えて、大学生と大学院生間での学習観に差異がみられないことから、学習スタイルは大学院への進学に伴い変容していることが確認されたが、「学習とは何かという信念」である学習観については学習環境に依存せず大学生も大学院生も同じ学習観を保っていると言える。

我妻・中原（2011）は、大学進学後の学生は、大学での主体的な学びに対応していくために、高校までの受験や競争の価値観に基づく学習経験によって形成した学習観を変容させる必要があると指摘する（我妻・中原 2011）。つまり、エジプトにおいてもこれまでの学校における教育経験で培われた学習観を、大学院への進学に伴い変容させる必要がある。

その意味において、PBLにおいては知識の獲得よりも「適用」(Graaf 2007)、知識の獲得から知識の活用へ(谷口 2013)、加えて、共同体における社会的な関わり(美馬 2009)といった学習観が重要であることから、大学院1年生を対象として行うPBLは、学習観の変容を促す授業として位置付けることができる。

以上から、大学院への進学に伴い、PBLの授業をきっかけとして主体的な学習観を持つ仕組みを検討する必要がある。その方向性としては、本研究で抽出した学習観に基づく、知識や技術の「取得・獲得」や「探索・発見」にとどまらず「活用・応用」に関連付け認識すること、また学校教育の枠組みで教科や教員から学ぶ「受動的学習」から、日常生活や研究活動の中で自らが学ぶ姿勢を有する「主体的学習」へ、自身のキャリアや成長を目的とした「自己実現」から、社会問題や課題へ貢献を目的とした「社会貢献」へとといった学習観の変化を促すことが重要であると言えよう。

5.4. 本章のまとめ

本章では、エジプト国における工学系大学生と大学院生が有する学習観/学習スタイルを明らかにするため、学習観については質的研究手法を用いて、また学習スタイルについては学習スタイル目録を用いて、大学生と大学院生との比較検討を行った。

その結果、学習スタイルについては、大学生が具体的経験(CE)に優れており、大学院生が抽象的概念化(AC)と能動的実験(AE)で優れており、また大学生は拡散型学習者が多い一方で、大学院生では収束型学習者が多いという対照的な結果となった。そのため、大学院におけるPBLの実践においては、多様な学習スタイルをバランスよく経験するために具体的経験(CE)と反省的観察(RO)の強化に配慮する必要性を指摘した。具体的には、具体的経験の学習モード値を強化するための連続的な経験の場の提供、また反省的省察(RO)を強化するための内省を促すコミュニケーションの場の創出という2つのアプローチを提案した。

また学習観の調査においては、エジプト国の工学系大学生と大学院生の有する学習観として(1)獲得・取得、(2)活用・応用、(3)探索・発見、(4)受動的学習、(5)主体的学習、(6)自己実現、(7)社会貢献の7つを抽出することができた。さらに、高山(2000)やPurdie et al(1996)の先行研究との比較において、エジプトの工学系大学生と大学院生が有する学習観の特徴として「社会貢献」を挙げた。一方で、これら学習観の回答数から、学生は知識を獲得し、活用するといった行為に特化した学習観をより強く有しており、ま

た大学生と大学院生を比較検証した結果、彼らが有する学習観に関して両群間で有意な差があるとは言えないことが明らかになった。PBLの実践においては、知識や技術の「取得・獲得」や「探索・発見」にとどまらず「活用・応用」を関連付け認識すること、また学校教育の枠組みで教科や教員から学ぶ「受動的学習」から、日常生活や研究活動の中で自らが学ぶ姿勢を有する「主体的学習」へ、自身のキャリアや成長を目的とした「自己実現」から、社会問題や課題へ貢献を目的とした「社会貢献」へといった学習観の変化を促すことが重要であることを指摘した。

6. PBL 授業モデルの設計

本章では、工学系大学院教育における PBL 授業の理論的位置づけ(第 3 章:研究 1)、2009 年～2012 年に E-JUST において行われた PBL 授業の実践の評価(第 4 章:研究 2)、学生の学習スタイル及び学習観の分析(第 5 章:研究 3)の 3 つの研究結果を踏まえて、E-JUST における PBL 授業モデルの検討を行う。

具体的には、まず 6.1 において、これまでの研究の結果を踏まえ、PBL 授業のねらいを定める。6.2 において、これら基本方針に沿って経験学習理論に基づき授業の設計を行う。6.3 において、授業のコース開発を行う。

6.1. PBL 授業の基本方針

6.1.1. PBL を通じた研究者育成の視点

第 3 章(研究 1)において、日本の工学系大学院教育を実践コミュニティとして捉え、二重編み組織の概念(Wenger et al 2002)から、本研究における工学系大学院と PBL 授業の関係性を考察した。その結果、学生は実践コミュニティとしての研究室に所属すると同時に、PBL のプロジェクトチームに二重に所属していると位置づけることができる。そのため、PBL の実践過程において実践コミュニティである研究室からの支援、さらに、PBL で得た学びを研究室の活動に活かすという実践コミュニティと PBL 授業間の学習サイクルを構築することが重要となる。このような学習サイクルを構築する際に重要なことは、実践コミュニティと公式組織の共通の目的と交流の場であろう。

研究室と PBL は、いずれも大学院教育という枠組みの中での活動であり、その共通の目的は研究者の育成と研究活動の推進である。また、研究室は 2 年～5 年間の継続した活動がある一方で、PBL 授業は大学院 1 年生を対象とした半期の授業である。そのため、PBL は大学院教育初期における、研究者としての基本的な研究能力の育成の場として捉えることができる。このような関係性は、企業における初任者研修の位置づけと似ていると言える。また、第 2 章で概観した通り、PBL 実践は、研究方法論、研究者、技術者としての作法の習得手段としても有効なアプローチであるという指摘もある(笹島 2010)。また PBL における研究能力の育成は大学院教育においてすでに行われており、概ね肯定的な評価を得ている。そこで、授業モデルを検討するにあたり、PBL 授業を通じた研究者の育成の視点を持つことを基本方針の一つにする。

6.1.2. 誘発課題と研究テーマとの関連付け

研究2におけるPBL授業の評価を通じて、学生が自身の研究とプロジェクトのテーマとの関連性が見いだせなかったことが明らかになった。そのため学生はPBLという学習形態を高く評価していた一方で、真に高いモチベーションをもってプロジェクトに取り組むほどには至らなかったと考えられる。学習者の知的好奇心を喚起し、学習活動へ引き込むためには、現実社会の問題と乖離せず、現実社会の文脈に埋め込まれている、やりがいのある誘発課題を設定することが重要である (Krajcik and Blumenfeld 2006)。

授業の評価を通じて明らかになったことは、大学院生にとっての関心事項はそれぞれの研究にあるという点である。そのため、学生の学習活動への主体的な参画を促進するためには、学生自身がそれぞれの研究テーマとプロジェクトのテーマとを関連付け、取り組むことが重要となる。さらに、その研究テーマとの関連したフィールドにおける現実にある課題、Krajcik and Blumenfeld (2006)の示す状況に埋め込まれた課題、に取り組むことで、より深い探究テーマの理解に繋がる。Krajcik(2006)は、このような一連の探究活動は、まさに科学者が革新的発見を得るために用いる研究手法を模倣したものであると指摘しており (Krajcik and Blumenfeld 2006)、研究テーマとPBLテーマの関連付けは研究者育成にとっても有用なアプローチである。そこで、本授業では、社会に実在する状況に埋め込まれた課題をテーマとし、学生がプロジェクトのテーマと各自の研究とを関連付け取り組むことを基本方針の一つとする。

6.1.3. 学習スタイル及び学習観の変容の促進

第5章(研究3)において、エジプト国における大学生と大学院生の学習スタイルの調査を実施し、大学生が「具体的経験(CE)」に優れており、大学院生が「抽象的概念化(AC)」と「能動的実験(AE)」で優れていることを明らかにした。一方で、学習スタイルは一つの学習スタイルに依存するのではなく、多様な学習スタイルをバランスよく経験することが重要であることから (Harb 1993)、大学院におけるPBLの実践においては具体的経験(CE)および反省的観察(RO)の学習モードの強化に配慮する必要があると考えた。

加えて、工学系の大学生と大学院生が有する学習観の調査から、学習は知識を授業や学校で獲得すること、取得することといった回答に代表されるような受動的な学習観を有していることが明らかになった。また、研究3からも、学生が教員によるより近い指導を必要と感じる等、教員依存の傾向があることが明らかになった。このような学習観の形成や教

員依存の傾向の背景には、学生の大教室での教員からの一方向の教科書を基にした授業と、暗記量を競う筆記試験といった16年以上に渡る長い学習経験に起因する。しかしPBLのような主体的な学習を実践できるようにするためには、学生が有する受動的学習観を主体的学習観へと変化させる必要がある（松本 2013）。そこで、具体的経験と反省的観察の学習モードの強化に配慮するとともに、学生の有する学習観をより主体的な学習観への変容を促すことを基本方針の一つとする。

6.2. 経験学習理論に基づいた授業の設計

6.2.1. 授業の基本設計としての経験学習理論

経験学習は、これまで見た通り、デューイのプラグマティズムをルーツとする経験を基盤とした学習である。そのため、プロジェクト制作に取り組むという経験を通じた学習であるPBLとのルーツは同じであり、その背景にある教育哲学との親和性は非常に高い。また、第2章においては、経験学習理論に基づいたPBLのカリキュラム開発に取り組んでいる事例を紹介し、PBLの授業設計にあたり、経験学習理論を採用することの有用性が高いことを報告した。以上から、本研究においても、PBLの授業設計に当たり、コルブの経験学習理論に基づき授業設計を行うこととした。

6.2.2. 「ロボット設計・開発」と「プレゼン作成・報告」の2つのループ

本授業の活動として、ロボットの設計や開発を行う「ロボット設計・開発」ループ、プレゼンテーションを作成し報告する「プレゼン作成・報告」ループという二つ活動を同時並行で行う設計とする。また、それぞれの活動は具体的経験、反省的観察、抽象的概念化、能動的実験という学習サイクルからなっている。「ロボット設計・開発」ループが暗黙知の蓄積を意図し、「プレゼン作成・報告」ループが形式知としての表出活動であること、さらにこれら二つのループが同時並行で進みつつも、それぞれの学習成果が互いに影響しあうことが特徴である。

暗黙知とは経験から直接獲得された仕事上のコツやノウハウなどの知識であり、形式知とは、講義のように言語的に教えられたり、書物のように書かれた知識であると言われる（楠見 2012）。野中ら（1996）によると、人は共通の実践経験を通して暗黙知を獲得し、暗黙知を他者に伝えるときに形式知に変換して表出化するという。さらに、学校や研修や本で体系的に学んだ形式知は、現場での経験と省察を通して内面化し、暗黙知に変換する

という。このように仕事の熟達化には、暗黙知と形式知の円環から成り立っていると指摘する（野中ら 1996）。本授業においても、学生はプロジェクトの開発に携わる中で獲得した暗黙知を、他者へ報告することを目的としたプレゼンテーションにまとめるという行為を経ることで形式知へ変換する。このような行為が、研究者として実験やフィールドで行った研究やその結果を、形式知としてどのように他者に伝えるのかを思考する経験を提供することになり、研究者としての能力育成にも繋がると考えた。

加えて、後小路（1994）は、4つの学習モードからなる学習サイクルを1つのループだけではなく、重層的に進行する状況を作り出すことで、その学習が深化・拡充し、発達を促すと指摘している（後小路 1994）。そこで、このような2つのループを同時並行的に進める設計とすることで、学習者の成長や発達を促すことが期待できると考えた。

6.2.3. 「実践の場（具体的経験）」と「内省の場（反省的観察）」の段階的拡大

具体的経験とは、十分に開かれた状態で、何のバイアスもなく、新しい経験に自らを巻き込んでいくことが可能な学習モードで有り、情動的環境によって強化される（Kolb 1984）。さらに、具体的経験が学習サイクルの起点となっていることから、何よりも重要なのは良質の経験の場を設定することになる。また、中原（2009）は内省を生み出すには、自分のあり方や行動についてメタな視点で見る必要があり、そのためには「語るべき他者と応答してくれる他者」の存在が必要であり、加えて他者に対してアウトプットするという行為を通じて内省が外化される必要があると指摘する。さらに、内省を促すには同僚などの組織内の人材とのコミュニケーションのみならず、組織外の人たちとの関係性も重要である（中原・金井 2009）。一方で、学習者はPBL実践においては時に「なにをやっているかわからない」という戸惑いを有することが指摘されている（Morgan 1983）。さらに、知識偏重や教員依存と言った受動的な学習態度を有している学生を主体的な学習態度に変容させるためには、段階的なプロセスを踏むことが重要である（佐々木 2013）。特にこれまで暗記中心の受け身の学習環境にいた学習者にとっては、フィールドでの実践や人前での報告時に戸惑うことが想定される。そのため、学習者が新しい学習方法へ順応できるよう、段階的に「実践の場」と「内省の場」を拡大する配慮が必要だと考えた。さらに、このような段階的な「実践の場」と「内省の場」の拡大が具体的経験と反省的観察の学習モードの強化を促すことに繋がると考えた。

そこで、「ロボット設計・開発」ループにおいては、学生のみでラボラトリーをベースと

して実践を行い、その結果をグループ内で報告する段階（グループ内）、他専攻の学生や教員に被験者となってもらえるなどの実践を行い、他専攻の学生や教員からのフィードバックを得る段階（学内・他専攻）、最後に、実際のフィールドで実践を行い、そのフィールドにいる医療関係者や被験者本人からフィードバックを得る段階（フィールド）の3段階を設定した。また「プレゼン作成・報告」ループにおいては、グループ内で報告しあい、フィードバックを行い共有する段階（グループ内）、他専攻の学生や教員を対象とした報告会を行い、フィードバックを得る段階（学内・他専攻）、フィールドの関係者に報告を行い、フィードバックを得る段階（フィールド）の3段階を設定した。

以上のような構造とすることで、学生はグループ内のコミュニケーション（グループ内）から、本研究分野の経験を有している先輩や教員、また異なる視野を有する他専攻の学生からのフィードバックを得ることが可能となる（学内・他専攻）。このようなコミュニケーションの場は、実践共同体としての研究室とPBL授業間の学習サイクルを生み出すことにもつながる。さらに、実際の現場における担当医や看護師などの医療関係者、被験者からの情報を獲得することができ（フィールド）、このような実践の場と内省の拡大に伴い、得られるフィードバックも質的に深くなっていくことが期待される。

6.2.4. 「振り返りの場（抽象的概念化）」としての授業

シヨーンは内省には二つあり、一つは行為の中の内省（reflection in action）と行為の後の内省（reflection on action）であるとする（schon 1983）。学内でのプレゼンテーションのような他者への報告の中で得られるフィードバックは「行為の中の内省」と位置付けられるが、報告の後に得られたフィードバックをきちんと整理し、時に既存理論との整合性や妥当性を検証するといった「行為の後の内省」行為もまた重要になってくる。さらに、このような概念化のステージでは、自分自身が埋め込まれた状況から一歩抜け出すという非常に難しい行為が求められる（楠見 2012）。そのため、効果的・効率的に経験から学ぶには、省察と概念化のステージに対する的確な支援が必要となる（長岡 2006）。

以上から、学習サイクルにおける抽象的概念化のステージを、教員と学生による定例の授業による「振り返りの場」と位置付ける。特に、教員依存傾向にある学生たちにとっては、定例でのミーティングがあり、そこでわからないことを確認したり、一緒に考えてもらえる教員がいること自体に安心感を得られることが期待できる。さらに、このように定例の授業である「振り返りの場」を通じて、学生たちの既存の有する学習観をより主体的

な学習観へ変容を促す場ともなりえると考える。加えて、このような「振り返りの場」は、得られたフィードバックを整理したり、次のアクションを検討することで、「ロボット設計・開発」ループにおけるロボットの改善や、「プレゼン作成・報告」ループにおける報告書の改善作業といった改善の場（能動的実験）への起点とも位置付けることができる。

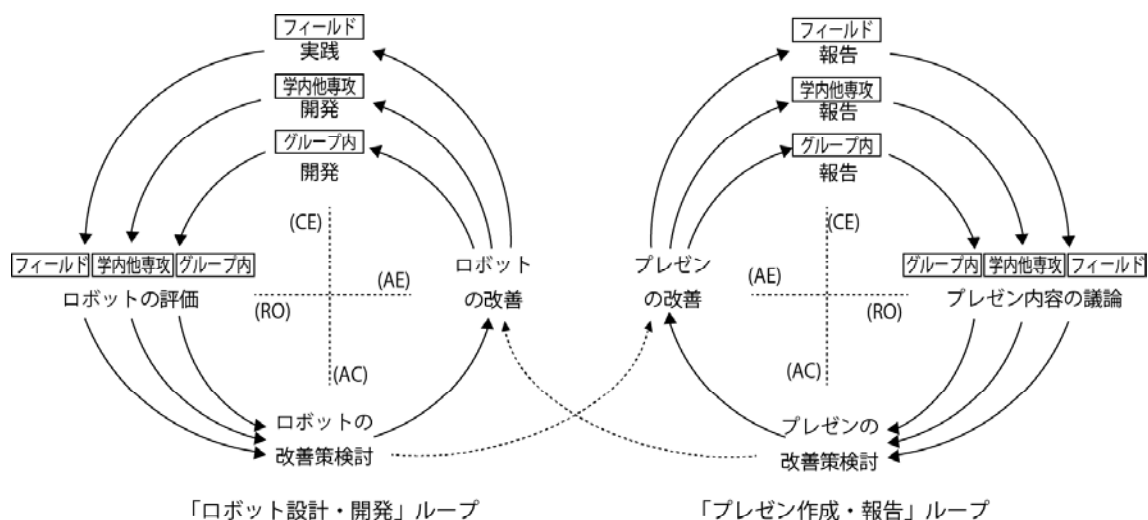


図 6-1 PBL 授業概念図

6.3. PBL 授業のコース開発

6.3.1. 授業の対象者と実施者

本授業は、E-JUST のメカトロニクス・ロボティクス工学専攻の大学院生 1 年生を対象とした授業である。E-JUST は 2 月～6 月の春学期、9 月～1 月の秋学期の 2 学期制であるが、本授業は、春学期に実施が予定されている。E-JUST においては入学期が基本的に 9 月であるので、大学院 1 年目の後半半年間に当たる。授業の実施者は早稲田大学から E-JUST に派遣されているメカトロニクス・ロボティクス工学専門とする A 准教授である。

6.3.2. 授業の目的

本授業の目的は、1) グループでの実践や実験を通してメカトロニクス・ロボティクスに関する手法及び技術を学ぶこと、2) また、それら学習したことに基づいてプロジェクトを完成させること、3) ロボット開発の基本的なプロセスの理解と設計開発能力が育成されることの 3 点である。

6.3.3. フィールドの概要

障がい者リハビリセンターである Village of Hope for Development and Rehabilitation Persons with Intellectual Disabilities（以後、Village of Hope）からの協力を経て、同センターを本授業のフィールドとした。Village of Hope は 20 歳までの知的障がいおよび身体障がいを持つ子どもたちのリハビリ、教育センターであり、2000 年に Nada Alfy Thabet 氏により設立された。同センターは、E-JUST のある Borg El Arab 市にあり、E-JUST から車でおよそ 20 分の距離にある。2014 年現在 40 名ほどの子どもたちが同センターに通っている。

同センターをフィールドとして選定した理由は、メカトロニクス・ロボティクス工学専攻の研究分野の一つが医療ロボットであることから、研究室で行う研究の分野との整合性が高く、かつ継続した活動や研究への裨益、研究室にいる他学生との相乗効果といった、研究室活動との学習サイクルの活性化を期待することができると考えた。また、研究者として実際にフィールドに出て調査分析し、フィールドの人たちとの交流の中でプロジェクトに取り組むという環境を検討する必要があったが、同センターが非常に協力的で、かつ大学からの距離も近く日常的な交流が可能と考えたからである。

なお、Village of Hope をフィールドとして PBL 授業を実施するにあたり、授業担当の教員および筆者自身も同センタースタッフと複数回にわたり協議を重ね、安全面や倫理面での確認を行った。

6.3.4. 授業の構成

授業の目的でもあるロボット開発の基本的なプロセスの理解を促すため、春学期 15 週間にわたる授業の基本構造として、Plan-Do-See のシステムアプローチに基づいて、「モジュール 1：調査・分析」「モジュール 2：設計・開発」「モジュール 3：評価・改善」の 3 つのモジュールで構成することとした。本授業は 15 週間から成り立っているため、それぞれのモジュールは 5 週間ずつの割り当てとした。なお、授業時間は基本的に週に 1 回、2 時間 45 分（10:30-12:15）である。以下、各モジュールにおける活動を示す。また、具体的経験を CE、内省的観察を RO、抽象的概念化を AC、能動的実験を AE と標記する。

（1）第 1 モジュール「調査・分析」

第 1 モジュールでは、学生は Village of Hope において調査を行うために、まず第 1 週目において導入授業（AC）の実施後に、調査計画書を作成し（AE）、第 2 週目の授業におい

で計画書案の報告を行い (CE), 議論を通じて改善策を検討し (CE, RO), 調査計画書を改善する (AE). 第 3 週目において計画書に沿って **Village of Hope** にて調査を行う (CE). 得られたデータを共有し, 議論を通じて課題分析を行い, プロジェクトのテーマの選定を行う (RO, AC). さらに, 選定したテーマに基づき, 企画書の作成を行う (AE). 第 4 週目において作成した企画書案を授業で報告し (CE), 議論を通じて改善策を検討し (RO, AC), 授業終了後に改善する (AE). 第 5 週目において, 学生は, **Village of Hope** を訪問し, 作成した企画書案を報告し (CE), フィールドの人々との議論を通じて指摘や要望を聞きとり (RO), 授業において改善策を検討したうえで (AC), 企画書の改善を行う (AE). なお, テーマの選定に当たっては, 自身の研究や専門とどのように関連するのか明確にし, 選定を行う. モジュール 1 をコルブの学習サイクル論に当てはめると図 6-2 の通り表すことができる.

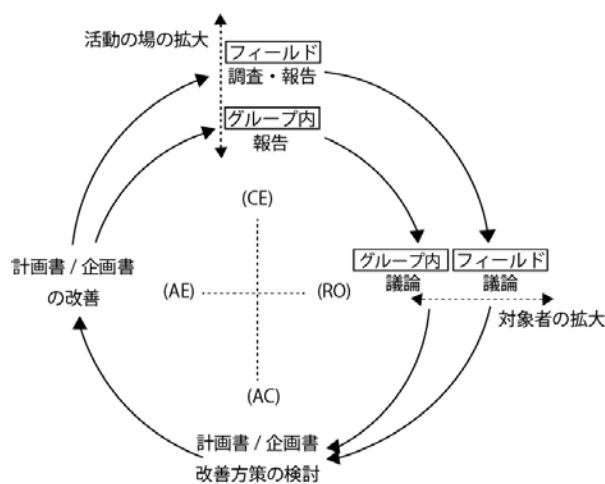


図 6-2 モジュール 1 の授業概念図

(2) 第 2 モジュール「設計・開発」

第 2 モジュールにおいては, ロボットを設計・開発する「ロボット設計・開発」ループと, さらにその設計・開発過程をプレゼンテーションとして作成・報告する「プレゼン作成・報告」ループという, 二つのループが同時並行で行われるモジュールである.

「ロボット設計・開発」ループにおいては頭部センサーと自走ロボットの 2 つのパーツの開発, 更に, これら 2 つのパーツが連動して動くことを可能とする通信機能の導入が必要になる。「ロボット設計・開発」ループは, ロボットの開発 (CE), グループでのロボットの評価 (RO), 改善方法を検討し (AC), 改善を行う (AE) という学習サイクルで構成さ

れる。さらに、「ロボット設計・開発」ループで得た結果は、パワーポイントとしてまとめて授業で報告するため「プレゼン作成・報告」ループに繋がる。

「プレゼン作成・報告」ループは、パワーポイントにしてまとめ (AE)、授業や報告会等において報告し (CE)、他者との議論を行い (RO)、その議論から報告書の改善方策を検討し (AC)、実際にロボットを改善する (CE) という学習サイクルとなっている。第二モジュールにおいては 5 週間をかけて、基本的に 2 つのループが上述したサイクルで同時並行的に進むが、二つのループでの活動のアウトプットがそれぞれの進捗に影響しあうことになる。また、「ロボット設計・開発」ループにおいては、多様な視点を得るために、積極的に研究室や他専攻の学生への相談、実験に参加してもらうことを推奨する。加えて、「プレゼン作成・報告」ループにおいては、第 10 週目に研究室および他専攻の学生や教員を対象とした学内における中間報告会を行う。モジュール 2 の授業概念図を図 6-3 に示す。

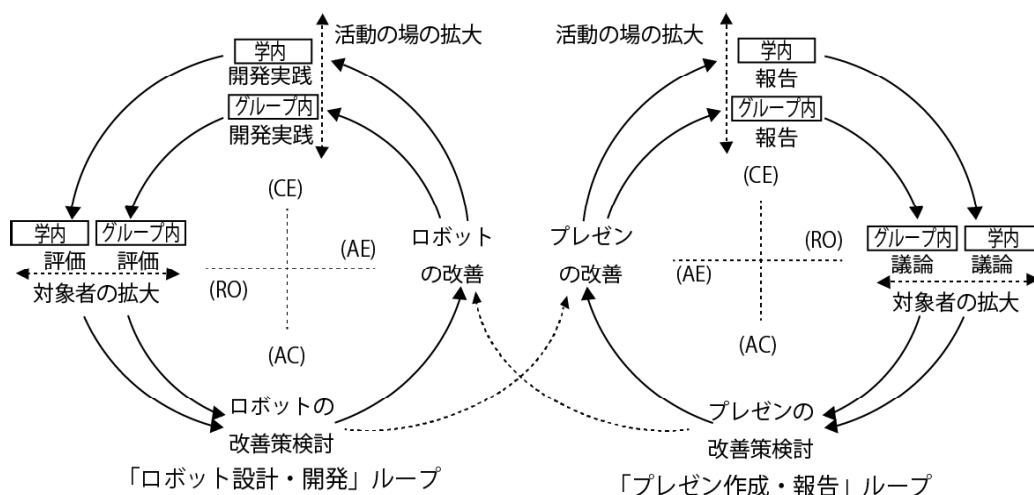


図 6-3 モジュール 2 の授業概念図

(3) 第 3 モジュール「評価・改善」

第 3 モジュールは、開発したロボットを実際のフィールドで実践、評価し、改善するモジュールである。合わせて、学内向けにプロジェクトの最終報告を行うとともに、フィールドの関係者への最終報告も行う。第 2 モジュールが、グループ活動から徐々に学内にいる先輩や他専攻の学生を巻き込み活動を展開してくるが、第 3 モジュールでは特にフィールドにおいて活動することを意図している。

「ロボットの設計・開発」ループにおいては、第 11 週目に、学生がフィールドを訪問し、

実際の被験者に協力を得てロボットの実践を行い (CE), 評価を実施する (RO). 得られた評価データを基に, 授業において改善方法の検討を行い (AC), ロボットの改善を行う (AE). 第 12 週目に引き続き研究室におけるシミュレーションを行い (CE, RO, AC), 最終的な改善を行う (AE). 第 13 週目に改善済みのロボットをフィールドにおいて実装し (CE), 被験者やフィールドの人たちの協力を経て評価し改善策の検討を行う (RO, AC). 「プレゼンの作成・報告」ループにおいては, 「ロボットの設計・開発」サイクルの成果を踏まえ, 最終報告書を作成し (AE), 授業において報告し (AC), 改善策を検討し (AC), 改善を行う (AE). 最終方報告会は 13 週目におけるフィールド実践の際にはフィールドに人たちが対象に報告 (AC) し, そこでの人たちとの議論を通じて (RO), 最終報告書を作成 (AE) し, 最終週には最終報告会を学内で実施する. モジュール 3 の授業概念図を図 6-4 に示す.

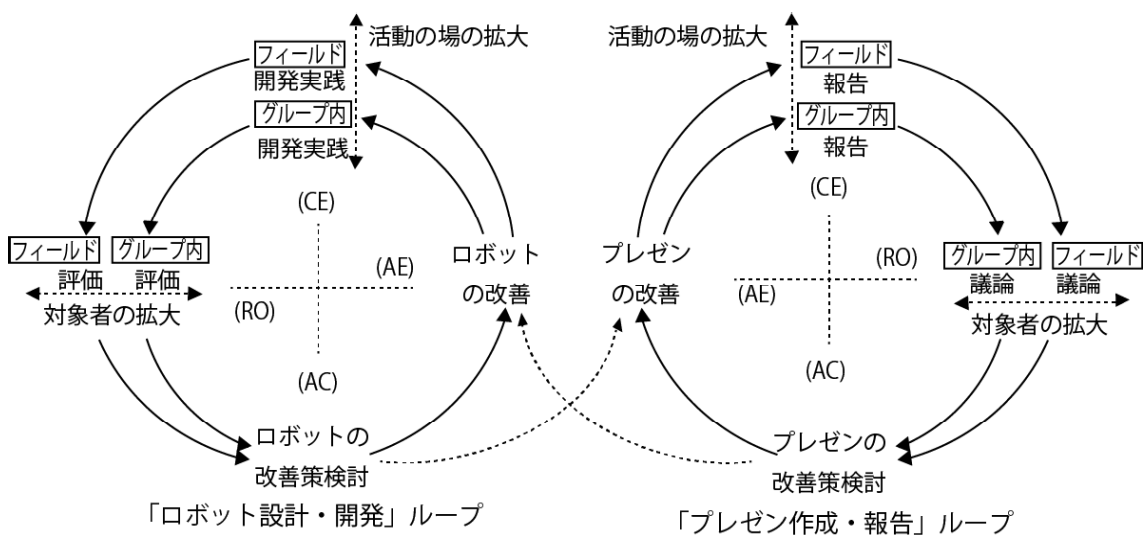


図 6-4 モジュール 3 の授業概念図

6.4. 本章のまとめ

本章では, 工学系大学院教育における PBL 授業の理論的位置づけ (第 3 章: 研究 1), E-JUST において行われた PBL 授業の実践の評価 (第 4 章: 研究 2), 学生の学習スタイル及び学習観の分析 (第 5 章: 研究 3) の 3 つの研究結果を踏まえて, E-JUST における PBL 授業モデルを検討した. 具体的にはまずこれら 3 つの研究の結果から, PBL 授業のねらいを, (1) PBL を通じた研究者育成の視点, (2) 誘発課題と研究テーマとの関連付けを通じた主体的学習態度の育成, (3) 学習スタイル及び学習観の変容の促進という 3 つを定めた. さらに, これらの方針に沿ってコルブの経験学習理論に基づいた授業設計を行った. 具体

的には、「プロジェクト設計・開発」ループと、「プレゼン作成・報告」ループの2つのループからなる構成とした。加えて、具体的経験と内省的観察の促進を促すため、具体的経験に当たる「実践の場」と内省的観察に当たる「内省の場」が、グループ内、学内、フィールドといった段階で拡大する設計とした。一方で、毎週行う授業を抽象的概念化に当たる「振り返りの場」として位置づけ、教員との議論や相談、レクチャー等の時間とした。さらに、ラボラトリーにおける活動を能動的実験にあたる「改善の場」として位置づけ、振り返りの場で得た情報を基にロボットやプレゼンを改善する場とした。

以上の授業の基本方針と授業設計を基に、E-JUSTにおけるPBL授業のコース開発を行った。具体的には、授業を第1モジュール「調査・分析」、第2モジュール「設計・開発」、第3モジュール「評価・改善」という3つのモジュールからなる構成とした。第1モジュールにおいては、フィールド調査のための調査計画書の作成、計画書に沿ったフィールド調査の実施とプロジェクトのテーマの選定を行う。さらに、選定したテーマに基づき、プロジェクトの企画書の作成を行う。テーマの選定に当たっては、自身の研究や専門とどのように関連するのか明確にし、選定を行う。第2モジュールにおいては、ロボットを設計・開発する「ロボット設計・開発」ループと、さらにその設計・開発過程をプレゼンテーションとして作成・報告する「プレゼン作成・報告」ループという、2つのループが同時並行で行われるモジュールである。「ロボット設計・開発」ループは、ロボットの開発、評価、改善方法の検討、改善の実施という学習サイクルで構成される。「プレゼン作成・報告」ループは、パワーポイントの作成、報告、他者との議論、報告書の改善方策の検討という学習サイクルとなっている。第2モジュールにおいては2つのループでの活動のアウトプットがそれぞれの成果に影響しあうことになる。最後に、第3モジュールは、開発したロボットを実際のフィールドで実践、評価し、改善するモジュールである。合わせて、フィールドの関係者へのプロジェクトの最終報告を行うとともに、学内向けにプロジェクトの最終報告を行う。第2モジュールが、グループ活動から徐々に学内にいる先輩や他専攻の学生を巻き込み活動を展開してくるが、第3モジュールでは特にフィールドにおいて活動することを意図している。

7. PBL 授業モデルの評価

本章では、前章（研究 4）において検討した PBL 授業デザインに基づいて授業の実践を行い、その有効性を評価する。評価に当たっては、授業履修者 3 名を対象とした授業実施前後の質問紙調査、授業実施前後の半構造化インタビュー、15 週間の授業への参与観察を行い、多様なデータを収集し、総合的に分析を試みる。

まず 7.1 において研究の目的と方法を述べ、7.2 において授業の概要について述べる。7.3 において、15 週間にわたって行われた授業の実践の様子を記載する。7.4 においては、授業を通じて学生がどのような課題に直面したり、気づいたり、また成長したのか、加えて、学習スタイル、学習観の変容にも着目した分析を通じて授業モデルの有効性を考察する。7.5 において、本章のまとめを記述する。

7.1. 研究の目的と方法

7.1.1. 研究の目的

本研究の目的は、第 6 章（研究 4）においてデザインした PBL 授業モデルの実践を通じた評価を行い、その有効性について検討を行うことである。

7.1.2. 研究の方法

授業モデルの有効性を検証するために、授業履修者 3 名の授業を通じた成長や変化に着目し、どのような変容があったのか、またそのきっかけは何だったのかといった、個々の学生の成長とその要因に焦点を当て分析を試みる。そのうえで、本研究で開発した授業モデルがこれら学生にどのように影響したのか、その有効性について総合的に考察を試みる。具体的な研究の方法を下記に述べる。なお、本授業を履修した学生数は 3 名であり、3 名全員を分析の対象としている。

（1）学習者特性の把握（授業実施前の質問紙調査・半構造化インタビュー）

学生のこれまでの学習経験や、学生の有する興味や関心、グループワークへの不安や前提知識の確認、現在の技術力や知識を把握するために質問紙調査（事前質問紙調査）および半構造化インタビュー（事前インタビュー調査）を行う。事前インタビュー調査は、事前質問紙調査の回答についてその背景や理由を補足することを目的とし、また質問紙調査からだけではわからない学生の授業への不安や期待なども把握するために実施した。

(2) 授業評価と振り返り（授業実施後の質問紙調査・半構造化インタビュー）

授業の評価と実践の振り返りを目的として質問紙調査（事後質問紙調査）及び半構造化インタビュー（事後インタビュー調査）を実施する。質問紙調査で利用する質問紙は、山地（2007）を参考に、授業形態、学習内容、評価手法、教員、学習環境 5 つの視点に沿った質問 25 項目からなっている質問紙であり、これまでの実践と比較可能とするため第 4 章（研究 2）で用いたものと同じ質問紙を利用する。また、事後インタビュー調査においては、事後質問紙調査を基に、そのように思ったり感じたりした背景、要因について聞くとともに、質問紙調査からではわからない不安や課題、達成感等、プロジェクトを通じて感じたことを振り返ってもらう形式とする。また事後インタビューにおいては、学生自身が授業の実施前と実施後においての変容を認識できるよう、事前質問紙調査と事後質問紙調査の結果、学習スタイル及び学習観の事前事後調査の結果を筆者より提示し、その違いについて学生自身に分析してもらった。

(3) 学習スタイルおよび学習観の変容調査（授業実施前後の事前・事後調査）

学生の学習スタイルを把握するため、授業の実施前と授業実施後にコルブの学習スタイル目録（Kolb and Kolb 2015）を用いた調査を実施する（事前学習スタイル調査・事後学習スタイル調査）。また、学生の有する学習観を把握するため、授業の実施前と授業実施後に学習観に関する自由記述形式の調査を実施する（事前学習観調査・事後学習観調査）。いずれも、これまでの実践や学習者との対比が可能となるよう、第 5 章（研究 3）で用いた同じ学習スタイル目録及び自由記述形式の質問紙を用いる。

(4) 参与観察と参与観察メモの作成（授業実施期間中）

質問紙調査やインタビュー調査だけでは、学生がうまく言葉で表現できない場合や、そもそも自覚していない場合は回答ができないという課題がある。そこで、学生たちの授業における行動や会話、態度を把握し分析するため、15 週間にわたって行われる PBL 授業とフィールドにおける取り組むを対象に参与観察を行う。

7.1.3. 調査の対象

調査の対象は、2014 年 2 月～6 月の春学期に行われた E-JUST メカトロニクス・ロボティクス工学専攻で行われている PBL である。授業の履修者は、アラー・カリファ（Alaa Karifa）、モハメド・セルミ（Mohamed Selmy）、マハ・サイード（Maha Sayeed）の 3 名である。

マハ・サイードはバナハ大学出身の 24 歳の女子学生である。大学卒業後は、電気通信学校でリサーチアシスタントとして 1 年間働き、2014 年 9 月に E-JUST に入学した。専門は電力工学 (Power Electronics) であり、現在の研究テーマはクワッドローター (ヘリコプター型飛行ロボ) である。

アラー・カリファはメノフェイヤ大学出身で、専門は工業電子・制御工学 (Industrial Electronics and Control Engineering) である。大学卒業後は、同大学にてティーチングアシスタント (TA) として 2 年間従事、その後、1 年間の兵役を経て、2013 年 9 月に E-JUST に入学した。現在の研究テーマは医療ロボット (Surgery robot) である。

モハメッド・セルミ (Mr.Mohamed Selmy) はバナファ大学電気工学部を卒業後、同大学において 3 年間、アシスタント・レクチャーラーとして勤務したのちに、2013 年 9 月に E-JUST に入学した。専門は主に電気工学及びメカニカルエンジニアリングであり、現在の研究テーマは機首磁方位 (Magnetic Bearing) である。3 名の学生の概要を表 7-1 に示す。

表 7-1 2014 年度春学期 PBL 授業履修学生

名前	年齢	性別	専門	出身大学
マハ・サイード	24 歳	女性	電力工学	バナハ大学
アラー・カリファ	29 歳	男性	工業電子・制御工学	メノフェイヤ大学
モハメド・セルミ	28 歳	男性	電気機械工学	バナハ大学

7.1.4. 調査の手続き

(1) 授業実施前の調査 (事前質問紙調査・事前インタビュー調査)

2014 年 2 月 23 日に行われた第 1 回目授業の授業終了時に、事前学習スタイル調査、事前学習観調査、事前質問紙調査を実施した。質問紙は教員から配布され、その目的が説明された後、履修者 3 名がその場でそれぞれ回答した。回答に要した時間はおおよそ 30 分であった。また、2014 年 2 月 24 日、25 日の 2 日間で事前インタビュー調査を実施した。インタビューは筆者とそれぞれの学生とで英語で行った。インタビューの実施時間はおおよそ 30 分~40 分であった。回答はすべて録音し、マイクロソフトワードに書き出し分析の対象とした。

(2) 授業実施中 (参与観察と参与観察メモ)

休講とした第 8 週目を除き、15 週にわたって行われた授業とフィールドでの取り組みを

対象に参与観察を行った。参与観察は、基本的に授業に参加し観察する形とした。そのため求められない限り、発言やコメント等、授業への介入は行わなかった。一方で、フィールドにおいては関係者間の調整役も担っていたことから、双方の紹介を担うなどの場面もあった。授業においては、教員の発言、指導、学生の発言や反応、態度、等に着目しできる限り記録を行った。また、授業の前後やフィールドへの訪問時においても適宜インフォーマルなインタビューを行い、それらの情報も記録した。記録はすべて参与観察メモとしてマイクロソフトワードに書き出し分析対象とした。ただし、参与観察は授業を対象に行ったが、夜間などの授業時間外で行われたラボラトリーでの活動には参加することはできなかった。

(3) 授業終了後（事後質問紙調査・事後インタビュー調査）

2014年6月7日に行われた第15回目授業終了後に、事後質問紙調査、事後学習スタイル調査、事後学習観調査を実施した。履修者3名が回答し、回答にはおおよそ30分を要した。質問紙調査の後、2014年7月にそれぞれ筆者と各学生による事後インタビュー調査を英語で実施した。それぞれ45分から60分程かけて行い、授業の評価にとどまらず、PBL授業における動機付けや授業を通じた気づき、研究との関連等についてヒアリングを行った。加えて、事前質問紙調査と事後質問紙調査の結果比較、学習スタイル及び学習観の事前事後調査の結果比較を筆者と共に行い、その違いについて学生自身が分析を行った。データはすべて録音し、マイクロソフトワードに書き出し分析の対象とした。

7.2. 実践の概要

本節では、第6章（研究4）で開発した授業モデルを第15週間にわたって実践した概要および様子について記述する。記述に当たっては、参与観察メモを参考に記載している。文中にはそれぞれの学習活動がコルブの学習サイクル論における、具体的経験、反省的観察、抽象的概念化、能動的実験のどの活動に当たるのかをそれぞれCE, RO, AC, AEと明記している。なお、3つのモジュールから成る15週間の授業活動表を表4-2に示す。

学生の名前はそれぞれ日本語表記で、マハ(Maha)、アラー(Alaa)、モハメッド(Mohamed)と記載する。更に、今回、被験者としてPBL授業に協力してくれたのは生まれつき手足に麻痺を有しており自主歩行ができないカンジ(Kanzy)という名前の7歳の女の子であった。本文中においては、彼女の名前はカンジと記載する。

7.2.1. 第1モジュール「調査・分析」

(1) 第1週目 (2014年2月23日～3月1日)

授業において、授業の目的や流れを紹介し、これまでのPBLで行われたプロジェクトの紹介を行った。また、フィールド調査実施のための調査計画書作成方法について紹介した(AC)。授業においては、プロジェクトのフィールドとしてVillage of Hopeとすること、そこで取り組むテーマについては調査を実施して学生自身で選定すること、テーマ選定においては自身で取り組む研究との関係性を明確にすること、さらに本授業では研究者としてプロジェクトに取り組むことの重要性について言及した。学生は次週の授業までの間、共同で調査計画書の作成に取り組んだ(AE)。

(2) 第2週目 (2014年3月2日～3月8日)

授業において、学生が作成した調査計画書を報告し(CE)、報告に基づき議論を行った(RO)。本授業において学生はこれまで調査計画書を作成したことがないため、どのように作成したらよいかに戸惑いを持っていることが伺えた。そのため、具体的なイメージが持てるように、教員がこれまで作成した調査計画書を紹介する等を行い調査計画書の改善方法について検討を行った(AC)。授業終了後に学生は調査計画書の改善を行った(AE)。

(3) 第3週目 (2014年3月9日～3月15日)

作成した調査計画書に基づきVillage of Hopeを訪問し、ヒアリング調査を実施した(CE)。学生にとってはこのような施設に訪問することは初めての経験であった。そのため、言語をうまく話せず、かつ麻痺のある体で動き回る子どもたちの様子を見て相当のショックを受けたようであった。実際に、あまり積極的に質問をしたり観察を行ったりする行為は見受けられず、逆に、Village of Hopeのスタッフにいろいろ紹介してもらった形になった。次の授業ではそれぞれ得たデータを紹介しあい、得たデータの解釈等について議論を行った(RO)。さらに、これら得たデータを基にどのようなプロジェクトテーマに取り組むかといった企画書の構想を検討した(AC)。授業終了後、学生は企画書の作成を行った(AE)。

(4) 第4週目 (2014年3月16日～22日)

授業において、プロジェクトのテーマやアプローチを定める企画書を報告し(CE)、その内容について議論を行った(RO)。特に、今回報告された企画書は被験者の具体的なニーズを反映したものではなく、どちらかという学生が取り組みたいテーマが選定され、具体的な計画性も乏しかった。加えて、個々のケースに焦点を当てず、どちらかという「義足」や「車いす」といったケースを一般化して捉えている傾向があった。そのため、授業

においては、ニーズが何処にあるのか、を具体的に検討したり、今後の 11 週間でどのような計画で取り組めるのかについての検討が行われた (AC)。加えて、PBL で取り組むテーマと個々の研究テーマとの関連性を明確にし、研究活動の中での本プロジェクトの取り組みを位置付けるよう検討を促した。授業終了後、学生は企画書の改善に取り組んだ (AE)。

(5) 第 5 週目 (2014 年 3 月 23 日～29 日)

Village of Hope を訪問し、同センターのセンター長、リハビリテーション医師、看護師等の関係者に企画書を報告し (CE)、企画書にある開発予定のロボットの有効性やニーズについて議論を行った (RO)。センターで得た情報を持ち帰り、授業において改めて取り組むプロジェクトの内容について議論を行い (AC)、企画書の改善を行った (AE)。第 5 週目におけるフィールド調査と議論を経て、プロジェクトのテーマは同センターにいる手足の麻痺を有する 7 歳の女の子であるカンジを支援する「頭部操作型車椅子 (head movement based wheeled chair)」というプロジェクトに取り組むこととした。本プロジェクトは手足の動きが不自由な人が、頭部に取り付けたセンサーにより、手足を使わず頭部を動かすことにより車椅子を操作しようとするシステムである。ただし、授業の 15 週間では車椅子への実装まではできないため、車椅子の部分を自走式小型ロボットで代替することとした。

7.2.2. 第 2 モジュール「設計・開発」

(1) 第 6 週目 (2014 年 3 月 30 日～4 月 5 日)

企画書に基づき、「頭部センサー」と「自走ロボット」の二つのグループに分かれ開発に取り組んだ (CE, RO, AC)。「頭部センサー」はマハ、「自走ロボット」はモハメッドとアラが担当することとなった。担当作業の割り振りは、自身の研究との関係性から担当作業を選択し取り組んでいることが伺えた。また、一週間の作業内容にもとづいて、進捗報告が作成された (AE)。

授業において学生より進捗報告が行われた (CE)。報告では、ロボットのバッテリーが稼働しない課題や、作業工程表の表示の必要性の議論が行われた (RO)。バッテリーの課題については当面 AC アダプターを使って対応すること、また作業工程表をガンチャートで作成し記載することなどが決められた (AE)。また教員からは、企画書の内容について被験者の病気の種類や動かせる頭の角度等、踏み込んでみる必要性が指摘された。加えて、研究室や他専攻に所属する学生等の有する知識も活用してプロジェクトの開発に取り組むことを推奨すること、データの取得などにおいては被験者としてグループ外の学生にも参

加してもらうことを推奨した。その背景として、ロボットの開発においてこれまでグループ内のメンバーだけで実践し、評価を行ってきたことを、学内他者を巻き込み実施することでより多様な内省を促す助言や経験を得られると考えたからである。

(2) 第7週目 (2014年4月6日～4月12日)

ロボット開発は、第6週の授業で合意した改善策を適応し (AE), 「頭部センサー」と「自走ロボット」を各担当により開発が進められ、また3名全員で「通信」部分の作業が進められた (CE, RO, AC)。これら作業を基に進捗報告書が改善された (AE)。授業では、1週間の成果を踏まえたうえで、進捗報告が行われた (CE)。また進捗報告に基づいた議論が行われ (RO)、授業終了後、第10週目に予定されている中間報告に向け進捗報告書の改善方法の検討を行った (AC)。

第7週目の授業の議論の中で、教員から「頭部センサー」で得るデータの数式モデルについての質問や、「コミュニケーション」部分においてC++を用いることの意義や理由についての質問があった。背景として、「学生がより経験や実践的な取り組みを行っている反面、自身が行っている作業の理論的な考察が行われていないのではと思った」と指摘しており、経験だけでなく、その理論面の重要性を再認識させていることが確認できた。またその際には、書籍や論文、映像など様々な情報ソースを紹介しつつ議論を展開していた。

(3) 第8週目 (2014年4月13日～4月20日)

教員が不在のため授業は設けなかった。そのため学生は、前回の改善した進捗報告書を基に、ロボット設計・開発に引き続き取り組んだ。

(4) 第9週目 (2014年4月6日～4月12日)

第9週目においても、引き続き「頭部センサー」「自走ロボット」「通信」の3つの分野での作業が続けられていたが (AE, CE, RO, AC), 「頭部センサー」と「自走ロボット」間の「通信」部分にエラーが発生しており、その問題が解決できずにいた。しかし、学生は学内の他学生と連携し、課題の解決に取り組んでいた。

授業では、第10週目に予定されている中間報告会を想定し、これまでの経緯、プロジェクトの目的なども含めた包括的な進捗報告が行われた (CE)。本授業では、早稲田大学より別途派遣されている教員も交え議論を行った (RO)。技術的な情報が多く、全体としてのメッセージ性が弱い点、個々のスライドの情報は充実しているが一貫性がない点などが反省点として共有された (AC)。学生は授業終了後に進捗報告の改善を行った (AE)。

(5) 第10週目 (2014年4月27日～5月3日)

学内において、メカトロニクス・ロボティクス工学専攻に所属する学生のみならず、材料工学や経営工学といった他専攻の学生や教員も聴講者として参加する中間報告会が行われた。3名の学生はそれぞれの担当分野についてのプレゼンテーションを行った(CE)。プレゼンテーションの後、データの取得方法、類似研究の調査の必要性、センサーと自走ロボットとの関係等について質問があった。一部、回答できない指摘は今後の検討課題としたが、質問への回答を行うことを通じて、教員や他専攻の学生との活発な議論に繋がった。加えて、実際の利用は7歳の子どもであり、実際の被験者からデータを得ることの重要性が指摘された(RO)。

中間評価に参加したA教員に、実施後筆者より感想を聞いたところ、「技術レベルはそれほど高くないし、すでに開発されている技術。でも、リアルな問題に取り組んでいるのでモチベーションが非常に高い。何が必要とされているのか、誰のために何をしているのかという点を認識しており、貢献したい、助けたいという気持ちが根底にあることを感じた。研究者の育成として素晴らしいアプローチ」というコメントが挙げられており、中間報告の内容については概ねよい評価を受けていると言える。

7.2.3. 第3モジュール 「評価・改善」

(1) 第11週目 (2014年5月4日～5月10日)

授業において、第10週目に行った中間報告会で得た質疑応答の中身を検証し、開発したロボットの今後の評価スケジュールについて検討を行った(AC)。また授業終了後に進捗報告書を、より包括的な最終報告書として作成した(AE)。また12週目に行う調査の準備を行った。

(2) 第12週目 (2014年5月11日～5月17日)

Village of Hope を訪問し、開発したプロトタイプを用いてセンサー部分の実践評価を行った。具体的には、カンジに実際に頭部センサーを取り付け、データを取得、頭部の動作範囲、また動作スピードなどを計測し、その得られたデータに基づき自走ロボットが指示通り動くのかを試みた(CE)。しかし、カンジの頭部へのセンサーを取り付けてもすぐに外れてしまう等、データ測定以前のトラブルが多く発生した。加えて、頭部の動きが自走ロボットをコントロールしているというセンサーとロボットの関係性を伝えることの難しさに直面した(RO)。学生は技術的な側面においては自信を持って挑んでいたが、フィール

ドにおけるこのような課題は想定できていなかった。立ち会った医師のアドバイスも踏まえ、頭部センサーの取り付け方の工夫や、カンジへの説明方法等について改善策を検討した (AC)。フィールド訪問後、頭部センサーの取り付け用ベルトを作る等の対応を行った (AE)。加えて、フィールド調査の結果を踏まえ最終報告書の改善を行った (AE)。

(3) 第13週目 (2014年5月18日～5月24日)

第12週目の結果を踏まえ、プロジェクトの開発においては、引き続きロボットの改善が試みられた (CE, RO, AC, AE)。授業においては、第12週目の結果を経て修正された最終報告会用プレゼンテーションの報告がなされた (CE)。報告書の中で、前回のフィールド調査の結果を踏まえ、14週目に行うセンターでの調査項目や方法について議論した (RO)。また、計画表の見直しを行ったので (AC)、見直しに沿ってプレゼンテーションの改善を行うこととした (AE)。

(4) 第14週目 (2014年5月25日～5月31日)

前回課題となったセンサーの固定方法等に配慮したプロトタイプを改良し (AE)、現地で実践し (CE)、改めて評価を行った (RO)。自走ロボットと頭部センサー間の通信が断絶する問題があり、完全な形でプロジェクトを完成させることはできなかった。しかし、これまでのプロジェクトの成果についてセンターにいる医師、看護師、センター職員を対象とした現地での最終報告を行った (CE)。医師やセンター職員をからロボットの有効性について肯定的なコメントがあり、今後の実用可能性について議論が行われた (RO)。フィールドワーク終了後、学生たちは最終報告書の改善策を検討し (AC)、最終報告書の改善を行った (AE)。

(5) 第15週目 (2014年6月1日～6月7日)

第14週目のフィールドワークを経て、最終報告会を学内向けに行った (CE)。これまでの実験の様子などが動画ファイルで紹介されるなど、見る側を意識したプレゼンテーションとなっていた。これまでは報告することだけに意識が集中していたが、見る側の視点にたった配慮がなされるようになったと言える。通信可能な範囲や頭部のアングル、方向が変わる際の通信への影響などについて質問があり、議論が展開された (RO, AC)。

表4-2 授業の流れ

	具体的経験	反省的観察	抽象的概念化	能動的実験
モジュール1 調査・企画	1週目 (2/23-3/1)		イントロ・レクチャー	調査計画書の作成
	2週目 (3/2-3/9)	調査計画書の報告	調査計画書の改善検討	調査計画書の改善
	3週目 (3/8-3/15)	調査の実施	調査結果の共有と議論	企画書の作成
	4週目 (3/16-3/22)	企画書の報告	企画書の改善方法の検討	企画書の改善
	5週目 (3/23-3/29)	企画書の報告	企画書の改善方法の検討	企画書の改善
「ロボット設計・開発」ループ				
モジュール2 設計・開発	6週目 (3/30-4/5)	ロボットの開発	ロボットの評価	ロボットの改善
	7週目 (4/6-4/12)	ロボットの開発	改善方法検討	ロボットの改善
	8週目 (4/13-4/19)	ロボットの開発	ロボットの評価	ロボットの改善
	9週目 (4/20-4/26)	ロボットの開発	ロボットの評価	ロボットの改善
	10週目 (4/27-5/3)	ロボットの開発	ロボットの評価	ロボットの改善
モジュール3 評価・改善	11週目 (5/4-5/10)			
	12週目 (5/11-5/17)	ロボット実践	「ロボット」評価	ロボットの改善
	13週目 (5/18-5/24)	ロボット実践	ロボットの評価	ロボットの改善
	14週目 (5/25-6/31)	ロボット実践	「ロボット」の評価	ロボットの改善
	15週目 (6/1-6/7)			
「ブレゼン作成・報告」ループ				
	具体的経験	反省的観察	抽象的概念化	能動的実験
	進捗の報告	進捗報告の論	改善検討	進捗報告作成
	進捗の報告	進捗報告議論	改善検討	進捗報告改善
	進捗の報告	進捗報告議論	改善検討	進捗報告改善
	中間報告会	報告会議論		
			改善検討	最終報告改善
			最終報告報告	最終報告改善
			最終報告実施	最終報告改善
			最終報告会	最終報告議論

7.3. 結果と考察

事前質問紙調査及び事前インタビューからは、3名の学生ともPBLよりも通常の授業スタイルのほうが効率よく学べると考え、あまり時間をかけてプロジェクトに取り組むことはせず、他の授業や研究を優先したいという意向が強くなることがわかった。特に、プロジェクト制作に時間がかかり、自分の研究の進捗に影響がでることを強く懸念していた。しかし、事後質問紙調査及び事後インタビューからは、プロジェクトには時間をかけて、グループの仲間と共に意欲的に取り組み、授業を通じてたくさんのことを学んだとの回答からも、PBL授業に対する満足度は非常に高い結果となった。加えて、通常授業よりもPBL授業形態のほうがより効果的な学習が行えると回答している。

このようなPBL授業に対する評価の変容を、事前事後インタビュー、事前事後質問紙調査、参与観察メモなどのデータを基に、検討したところ（1）誘発課題と動機づけ、（2）学習サイクルと2つのループ（3）「振り返りの場」としての授業、（4）学習スタイルと学習観の変容、という4つの観点で分析することができた。第7章（研究4）において述べたPBL授業の基本方針の観点からは、誘発課題と研究テーマとの関連付けが（1）、PBLを通じた研究者育成の視点が（2）（3）、学習スタイルと学習観の変容が（4）に対応する。本節では、これら分析結果について下記に記述する。文中、参与観察メモは、そのメモが行われた週を数字Xで示し（観察メモ-X）と標記する。たとえば、第6週目参与観察メモを参照した場合は、（観察メモ-6）と記載する。

7.3.1. 誘発課題と動機づけ

（1）多様性の気づきと視点の変化

3名の学生にとって、障がい者センターを訪問することは初めての経験であった。そのため、第2週目には調査計画書を作成したものの、フィールドに関して具体的なイメージが持てずにいた（観察メモ-2）。また、実際に訪問した際には、言語をうまく話せず、麻痺のある体で動き回る子どもたちの様子を見てショックを受け、積極的に質問をしたり観察を行ったりする行為は見受けられなかった（観察メモ-3）。さらに、当初の企画書では、「車いす」や「義足」といったテーマが挙げられたが、個々の被験者によって有する障がいは異なり、そのため必要とされる機能や目的が異なる。教員からもユーザーの視点に立った配慮や実際のニーズを深く掘り下げられていない点が指摘されていた（観察メモ-4）。

当時のことを振り返りモハメッドは「実際に訪問する前の自分たちの（プロジェクトの）

アイデアはとても一般的だった。人々を助ける (helping people), それがテーマだった。でも、実際に Village of Hope に行くと個々のケースが全部違って、いろいろな人たちがいた」と、自分たちの持っていたアイデアがいかにか一般的であったのかに気づいたという。しかし、モハメッドはロボットの開発過程において「いつもカンジにとって何がいいのか、どういう風に修正したらいいのかということを考えていた」と回答し、マハはセンサーを実際の頭部に設置する際に「センサーの通信（電波）によって何らかの影響が生じることはないのか？」といった健康面の影響への配慮を見せていた（観察メモ-6）。このように、学生は現実の多様性に直面することで、自身が有するアイデアがいかにか一般的であったのかを認識し、さらにロボットの開発を行う過程で、被験者であるカンジの視点に立って取り組むようになった。

（２）誘発課題による動機づけ

フィールドにおいて 7 歳の女の子の支援を行うことを自分たちで決めたことは、現実課題への大きなコミットメントである。たとえばモハメッドは、「プロジェクトのことを考えると、いつもカンジの顔が浮かぶようになっていた。努力してベストを尽くそうと思えたのは、彼女を助けたいという思いから来たのだと思う」と振り返るように、PBL への動機としてカンジへの思いが根底にあったと言う。さらに、アラハは、授業を履修したときは単に「よい成績を取ることが一番の関心」であったという。しかし、プロジェクトに取り組むことを通して「一番の関心は、カンジのために何ができるかということだった。そのために勉強しないといけないことがたくさんあった」、そして「彼女が喜んでいる顔を見ることが目標であり、モチベーションになった」という。当初、本授業においては学生の個々の研究とプロジェクトテーマとを関連付けることで、学生の意欲的な学習参加を促すことを意図していた。しかし、研究テーマと PBL との関連付けは、後述する知識や技術の意味づけや自信の醸成といった効果が確認できた一方で、学生たちを強く動機づけたのは、プロジェクトのテーマそのものであったと言える。加えて、誘発課題は「意欲や関心」を引くことが期待されるが、学生たちういプロジェクトへの取り組みに突き動かしたのは、単なる「意欲や関心」ではなく、被験者に対する「強い思い」であったことがわかった。

7.3.2. 学習サイクルと 2 つのループ

（１）「ロボット設計・開発」ループ

「ロボット設計・開発」のループを通じて、「C++言語とか初めて重要性がわかった（モ

ハメッド)」、「PBLで身に付いた技術や知識は、単に学んだだけでなく、永続的に使える本当の知識や技術になった（モハメッド）」という回答からも、単なる知識や技能としてではなく、文脈に埋め込まれた課題の解決、また多様性に翻弄されながら何度も繰り返すことによって、それぞれの知識や技能を意味づけして習得できていることがわかった。

また、マハは「IMUはクラウドローターにとっても必要、この分野をもっと勉強して自分の研究に活かさないといけないと思った」と回答しており、研究とPBLとを関連付けることで、新しい知識に対しての研究の観点から意味づけを行い、活用しようとしていることがわかった（観察メモ-5）。また「センサーだけはみんなに私が貢献してあげられる」と、その分野を担当し深く学習を進めることが自信に繋がっていることがうかがえた。一方で、アラは「今行っている研究への適応は困難だが、博士課程に進学後の研究が広がるときに有用だと思う」、モハメッドは「直接は関連付けられなかったが、センサーによるデータの取り方、見せ方など、現在の研究に用いることができる」との回答があることから、必ずしも今の研究に直接繋げることはないが、将来的な研究の広がり合わせた適応方法の検討、またデータの取り方などの手法を学んでいることが確認できた。

学生たちは、「ロボット設計・開発」ループを通して「フィールドでは、想定していない様々な課題に直面した（アラ）」という。モハメッドは、「はじめはこのような問題が出るのが嫌だった」が、いつの頃からか「問題が出てくることは当然だし、問題が出てくることに否定的な気持ちを持つことはなくなった」という。その例として、カンジの頭部にセンサーを取り付けようとするものの、頭の動きが麻痺により安定せず固定さえできなかったことや（観察メモ-12）、センサーそのもののシグナルをパソコンが突然認識しなくなった事象などを事例に（観察メモ-14）、「問題があるとしたら、それは何が問題なのか、その問題を解決するためにはどうしたらいいのかを考えるようにした」と、問題を前向きに捉え対応する態度を持てるようになったという。このような変化の背景に「ロボット設計・開発」ループにおいて、実践、評価、検討、改善というサイクルを何度も繰り返すことで、問題が生じること自体が問題ではなく、発生した問題を分析、改善することへの連続性を理解することで、問題に対しての柔軟な態度を持てるようになったと言える。

（2）「プレゼン作成・報告」ループ

第1モジュールでは主にグループ内を中心にプレゼンテーションを行ってきた。「毎週毎週、自分たちがやった実践のことを報告する。それで、プレゼンテーションのスキルも上達した（アラ）」、「プレゼンテーションを何度もやったので、自信が持てるようになった

(モハメッド)」という回答からも、グループ内で「プレゼン作成・報告」を繰り返すことでプレゼンテーションのスキルの上達に繋がったと指摘する。特に、マハは授業開始当初は円滑にプレゼンテーションを行うことができなかったが、授業の中で何度もグループメンバーや教員対象にプレゼンテーションを行うにつれ徐々に慣れてきたという。実際に、「私が今回は先にプレゼンする」と意欲的な姿勢も示す様子も見せはじめていた（観察メモ-7）。そのような変化の背景に、「話すときの姿勢とか視線とかをみんなに見てもらって、アドバイスもらった（マハ）」との回答にあるように、同僚の支援を得て技術を向上させることで自信を深めていたことがわかった。

しかし、中間報告会前には「中間報告会を行う意味はないのではないか。完成した後の最終報告会で十分ではないか？」と学生から提案があった（観察メモ-7）。事後インタビューでアラーはその時のことを振り返り「全部完成してから成果を見せたいし、過程を評価されるのがいやだった」「中間報告会の内容で成績になるのがいやだった」と回答している。一方で「フィールドで医者から得られた情報とかはすごく有用だった」と回答する通り、フィールドにおいてフィードバックを得ることの有用性は理解していることから、中間報告会において同じ学生や学内他者からのコメントを受けることに恐れを持っていたこと、教員からの評価を気にしていたことが伺える。それでも中間報告会後は、「中間報告会はたくさんコメントがあった。でも、彼らのコメントのおかげで改善することができた（アラー）」、「直接のやり取りでよいフィードバックを得られたし、プロジェクトの方向性や自分たちの考え方により影響をもたらした（モハメッド）」と振り返り、フィードバックを得ることの重要性に気付くきっかけとなった。さらに、「(ロボット制御技術に関しての)着眼点の良さを褒められたのがうれしかった（アラー）」と回答しており、他者からのコメントがモチベーションにも繋がっていることが確認できた。このような経験を経て、第14週目の最終報告会においては、「問題があったところも問題は問題として見せることが大切だと思った。問題が出たのであれば問題をどのように解決しようとしたのか、どう解決したのか、そういう点を報告することが重要だと思う（アラー）」（観察メモ-14）と回答しており、プレゼンテーションの目的は評価でないという事、報告を行うことの意味や他者からのフィードバックの重要性を認識することができたと言える。

さらに、プレゼンテーションをグループ内、学内・他専攻、フィールドにおいて繰り返すことを通じて、「自分とみんな（聴講者）との受け答えを通じて、（難しい質問についても回答できるようになっている自分を認識し）自分が成長していることがわかった」とマ

ハは回答する。加えて、モハメッドもフィールドにおける最終報告を振り返り「スタッフの人たちとの議論が盛り上がったし、自分のプレゼンテーション能力は格段に成長したと思う」と回答しており、プレゼンテーションを実施することで他者の反応を知り、そこから自身の成長を認識する場として機能していたことがわかった。

(3) 2つのループを通じた意識変容

「ロボットの設計・開発」と「プレゼン作成・報告」のループを通じて学生は、意味づけされた知識や技術を体得し、グループ内だけでなく、学内やフィールドでの実践を通じて自身の成長を認識するとともに、自信を深めていったことがわかった。モハメッドは「ラボラトリーでいろいろ実践して、相談して、修正点を考えて、実際に試してみて、そしてそれを（授業で）報告して、またディスカッションを通してフィードバックを得て、それでまた改善する。こういうサイクルがあったので、やりやすかった」とこれら2つのループの相乗効果について指摘する。具体的には、「授業で思いついたことをすぐに試した（モハメッド）」「頭のアングルの計測方法とか（報告会で）指摘されて研究室でいろいろ改善した（アラール）」といった回答からも、2つのループがそれぞれのループへの作用、また質的な深化に影響しあっていたことがわかった。また、当初はグループ内で完結していた議論や実践も、学内・他者、フィールドといった実践と内省の場の拡大により、その質が深まったことが推察される。

このような二つのループによる活動を通じて、学生たちは徐々に自身の研究について反省的に振り返り始めたという。たとえばアラールは、そもそも大学院進学の目的も「社会的な評価の獲得、また、単に修士号を取ることであった」と回想したうえで、「(PBLで)今の自分の研究を振り返った時、いったい何のために研究をしているのか、誰のためにしているのか、自分の研究の意味について考えるようになった」と指摘する。マハも同様に、「今、研究を続けているし、(PBLを通して)研究の本当の目的というのがクリアになった」と言う。さらに、アラールは「他の人を助けることを目的とする研究には、(単に研究を行うだけでなく)研究を行うことの責任と義務を理解して、研究をやり遂げないといけないという強い気持ちを持つ必要を感じた」等、研究を行うことの意味を問い直すきっかけとなっていたことがわかった。

一方で学生は研究の意味を反省的に捉えなおすことで、自分たちが研究者であるということの認識を深めていく。例えばマハはPBLを通じて「叔父が死んだときのことをすごく思い出した」という。叔父が病気で亡くなった際は、家族らの介護する姿を見ていただけ

で、「助けてあげたいと思っても、自分ではなにもできなかった」という無力感を感じたが、「PBL（という授業を通して）で、今回は自分の知識と技術で助けてあげられているんだ」と実感したという。さらに、アラールは様々な課題はあったものの「カンジを支援するには、今の自分の知識と技術でもなんとかできるということがわかった」と振り返る。このように、現実の課題の多様性に翻弄されながらも、真正性の高い課題に取り組むことを通じて自分たちは研究者であり、支援できる立場にある、またその技術や知識も有しているということを認識するに至ったと言えよう。

7.3.3. 「振り返りの場」としての授業

（1）授業の役割

「先生が私たちに考えさせる。手を使って確認させるし、問題があっても自分たちで解決策を見つける方法を取らされた（マハ）」、「教えてもらおうって思っていたら、何から何まで自分たちでやらなければいけなかった（モハメッド）」といった回答や、「研究者の意識をもって PBL に取り組むこと（観察メモ-1）」「研究室や他専攻に所属する学生に被験者として参加してもらおう（観察メモ-6）」といった教員の授業中の指示に見られるように、授業は PBL の方向性やルールを共有する場であった。また、「論文を紹介してくれたり、その論文の中で自分の研究と（プロジェクトテーマとが）つながった（マハ）」という回答や、「ニーズが何処にあるのか具体的に検討する（観察メモ-4）」、「理論的な考察を促す質問（観察メモ-7）」といった教員の言動から、教員による情報の補てんや学習支援の場としても機能していた。

さらに、モハメッドは「1 週間いろいろ取り組んで、その報告を毎週授業で共有することで、いろいろなことを整理する時間だった」と回答しており、「ロボット設計・開発」ループと「プレゼン作成・報告」ループの交点として、これまでの情報を整理し、次のアクション（能動的実験）へ繋げる起点になっていたことがわかった。また、授業は「教員との距離がすごく近く感じた。放っておかれているわけではないという安心感があった（アラール）」と回答するように、自分たちが見守られているという安心感を持って活動を進めることができたという。以上から、教員依存の傾向にあった学生たちにとって、1 週間に 1 度の授業は振り返りの場、情報の整理の場として有効に機能していたことがわかった。

（2）情報活用能力の育成

教員は普段から、授業において議論を行う上で、教科書や論文、ホームページや他研究

グループの活動等、多種多様な情報を用いて議論を行うよう努力していた。これは研究者としての能力を育成することを意図し、教科書に依存するのではなく、多様なリソースを活用することの重要性を伝えるためであった。第3回目の授業においては、モハメッドは難聴者について調べた際に「エジプトでは情報がほとんどないし、ウェブでもなかった」と報告していた（観察メモ-3）。しかし、13回目の授業時において「インターネットで調べたけど事例がないので、マイクロソフトコミュニティとか学生のコミュニティで聞いている（観察メモ-13）」と、インターネットで情報を探すだけでなく、コミュニティ上で情報を発信し回答を得ようとしていた。事後インタビューでは「インターネットで探すだけではだめだと思った。だから海外の専門分野の掲示板とか、他の大学の人たちと交流できるサイトでディスカッションしたりした」と言う。また、アラーは11週目の授業では頭部センサーのシミュレーション結果について報告する際に、同センサーを利用した論文を調べ報告しており、「自分で類似ケースのデータを探し、ディスカッションを展開」したり、「なぜそうなるのかを明らかにするため教科書や論文に基づき表現しようとする」行動をとっていることを確認できた（観察メモ-11）。さらにそのような学生に対して担当教員も「学生たちが書籍、論文、写真やウェブ情報、多様な情報を用いて議論を行うなど、リソースを上手に使えるようになってきている」（観察メモ-11）と述べており、授業の場で教員が意図的に行ってきた多様な情報を活用した議論というスタイルを学生たちが模倣することで、学生たちの情報活用能力の育成に繋がっていることがわかった。

7.3.4. 学習スタイルと学習観の変容

(1) 学習スタイルの変容

PBL 授業実施前における学習スタイル事前調査の結果、マハの[CE, RO, AC, AE]の学習モード値はそれぞれ[18, 32, 33, 37]、アラーは[22, 29, 32, 37]、モハメッドは[22, 42, 36, 20]であった。PBL 授業実施後における事後調査の結果は、マハが[31, 34, 25, 30]、アラーは[24, 33, 30, 33]、モハメッドは[25, 41, 31, 23]であった。その結果、マハとアラーは事後調査ではCE及びROの学習モード値が高くなり、AC及びAEの学習モード値が低くなった。またモハメッドは、CEとAEが高くなり、ROとACが低くなった。そのため、3名の学習スタイルは、事前調査時は「帰納的推理力、理論モデルの構築に優れており、人との関わりや実践よりも抽象的概念や理論構築に取り組むことを好む」特徴を有する同化型学習者であったが、事後調査時は「想像力が豊かであり、意味や価値の認識力に優れて

いる。多様なものの見方を有しており、人との関わりを好む」特徴を有する拡散的学習者に変容していることが確認できた。3名のそれぞれの学習モード時の事前事後結果を図 7-1, 7-2, 7-3 に示す。

本調査結果においては、マハとアラーは CE 及び RO が事後調査時に上昇している一方で、モハメッドの場合は、RO が事前調査よりも低くなった。その理由として、モハメッドは、当初から RO が高い学生であり、かつ学習モード値の減少も 42 から 41 と 1 ポイントのみのため、基本的には変化がなかったと捉えても差し支えはないだろう。そのため、第 5 章（研究 3）で示した通り、エジプト国の工学系大学生は大学院に進学することに伴い AE と AC の学習モード値が強化されることを鑑みると、CE と RO の学習モード値が強化されたことは本授業の実践の影響であると考えることができる。

学生はこのような変化について、「Village of Hope をフィールドとして人とのかかわりができたからだと思う（アラー）」「報告会でいろいろコメントもらえて、それが重要だと認識したからだと思う（マハ）」と自己分析しており、本授業のコンセプトとした実践の場と内省の場の段階的な拡大が、学生の CE と RO の学習モードの強化に繋がったことが示唆された。ただし、学生自身は学習スタイルの変容を認識していないため、このような学生の自己分析も推測の域を出ない。そのため、本研究においては PBL を通じて学習スタイルの変容が促されたことが確認できたものの、変容をもたらした要因については今後の検討課題としたい。

加えて、本研究では第 4 章（研究 3）の結果に基づき、大学院生が CE と RO の学習モード値が低いこと、また大学院での活動を通じてより AC と AE の学習モード値が高くなる傾向があることから、PBL において CE と RO の学習モード値を強化する授業設計とした。しかしながら、モハメッドのように初めから CE の学習モード値が高いといった一般的なケースに当てはめられない学生もいる。このような多様な学習スタイルに対して、どのように働きかけることができるのかは、今後の検討課題である。

（2）学習観の変容

マハは、事前調査においては「学習とは新しい知識を知ること、そしてその知識を世界で役立てること」と回答し、事後調査においては、「学習とは新しい情報を獲得し、その情報を他者を助けるために使うこと。また、知見を広げ、工学分野において自身の成長を示し、科学界に貢献すること」と回答している。いずれも学習を知識の「取得・獲得」、「活用・応用」であると捉えているが、事前調査では「世界で役立てること」とその活用目的

が曖昧であった一方で、事後調査では「他者を助けるため」とより身近な目的を設定している。加えて、学習することは「工学分野における（研究者としての）自身の成長」であることに言及しており、学習を研究者として「自己実現」し「社会貢献」することに言及している。このような変容の背景として、「PBLを通じて、世界というより、近くの他者を助けるというのが研究の目的だと思った」という言及があるように、獲得した知識を活用・

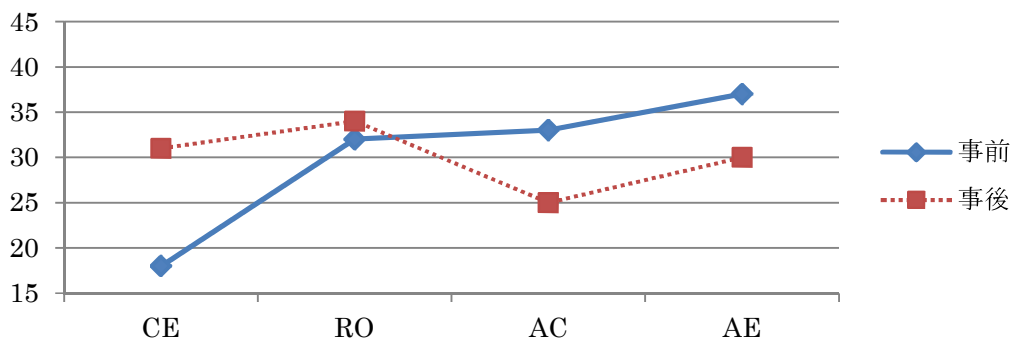


図 7-1 マハの学習モード値の事前事後比較

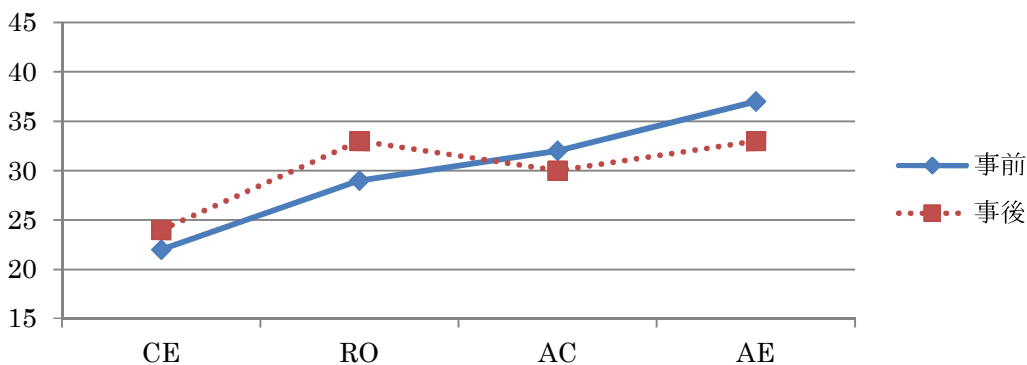


図 7-2 アラーの学習モード値の事前事後比較

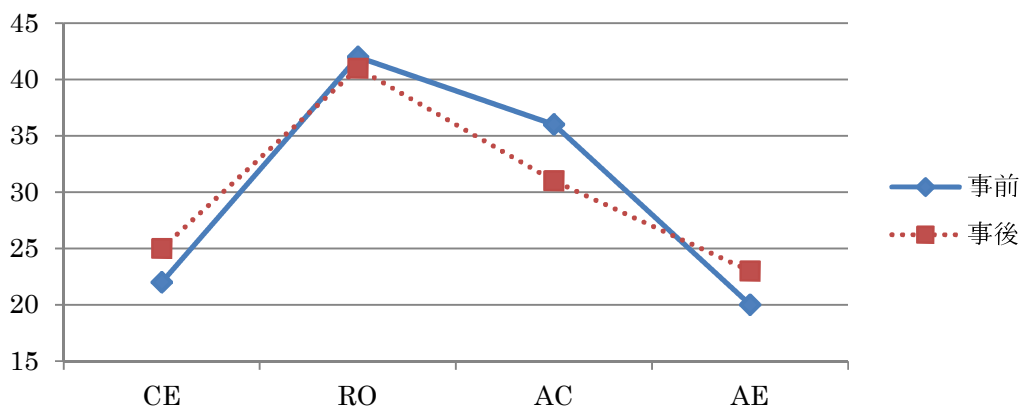


図 7-3 モハメッドの学習モード値の事前事後比較

応用する対象の具体的なイメージを有するようになったと言える。また「(事前調査は) 授業前だったので授業を想定して回答していたけど、今は研究者として回答していると思う。」との回答から、PBL を通じて、研究者としての意識をより強く有するようになったことが、このような学習観の変容に与えたと言える。

アラーは、事前調査において学習とは「新しい情報を学ぶこと、実践的に適応すること」と回答しており、知識を「取得・獲得」し、それを実践的に「活用・応用」することに言及していた。事後調査においては、「学習とは新しい情報を獲得し、情報を整理、並べ替えをし、人々のニーズを充足するため、実践の場に適応すること」と回答しており、実践的に活用する前のステップとして「知識を整理すること」が加わり、また知識の活用・応用の目的として「人々のニーズを充足するため」という「社会貢献」の目的が記載された。このような変化について、「はじめはニーズなんて考えていなかった。PBL を通して、ニーズがあるということが研究の一番のモチベーションになることを学んだ」、「実験室で開発して、それを授業で議論して整理して、やっぱりその過程が大切だと思った」と回答しており、PBL を通じて学習の目的が具体化されたこと、さらに授業の中で経験を体系的に振り返ったことが学習観の変容に影響していることがわかった。

モハメッドは、事前調査では、「学習とは必要な知識の獲得、必要な知識の理解、専門家から学ぶこと」と回答し、学習を知識の「獲得・活用」であり、専門家から知識を学ぶという行為として受け止めていた。事前インタビューにおける E-JUST 進学の動機についても「知識や情報を提供してくれる環境」「日本はこの分野でたくさんの情報を有しているから」といった、どちらかという知識を授けてもらうという受動的学習観を有してしていることがうかがえた。一方で、事後調査からは、「知識の獲得、最新技術を適切に使う経験、学生や教員との知識の共有」と回答しており、学習を経験であり知識の共有であると位置づける。このような変化についてモハメッドは、「プロジェクト(のテーマは)は新しいことではなかったかもしれないけど、自分たちで考えて実施して、そして(ある一定の成果に)たどり着くことができた」という経験を通じて、「私自身がグループのメンバーと協力することによって、人々を助けるための新しいことを開発することができるという事実気付いた」ことが大きいと分析する。

以上から、3名の学生はいずれも PBL 事前と事後における学習観の記載がより具体的になるという変容が見て取れる。3名の学習観の事前事後の回答とサブカテゴリーを表 7-3 に

示す。なお、サブカテゴリーは、第5章(研究3)において抽出した「獲得・取得」、「活用・応用」、「探索・発見」「受動的学習」「主体的学習」「自己実現」「社会貢献」に基づいている。また事後調査において新しく形成されたサブカテゴリーは下線で示す。

サブカテゴリーの観点から見ると、3名の学習観の有するサブカテゴリーに広がりをも認めることができる。また、同じ「獲得・取得」や「活用・応用」であっても、その対象を具体的に想定した記載になっており、曖昧としていた学習の目的の明確化、研究の対象の明確化、研究者としての認識、協働的な活動の重要性といった気づきを促したことが確認できる。インタビューを通じて、研究者としての認識、授業という振り返りの場、共同制作を通じた経験などが、それぞれの学習観の変容に影響しており、学生の学習観の変容を促したと言えよう。

表 7-3 学生の学習観の変容(事前・事後調査結果)とサブカテゴリー

	回答	サブカテゴリー
アン	事前	新しい知識を知ること、そしてその知識を世界で役立てること 「取得・獲得」 「(世界で) 活用・応用」
	事後	新しい情報を獲得し、その情報他者を助けるために使うこと。また、知見を広げ、工学分野において自身の成長を示し、科学界に貢献すること」 「取得・獲得」 「(他者を助けるために) 活用・応用」 「(自信の成長を示す) <u>自己実現</u> 」 「(科学界への) <u>社会貢献</u> 」
アン	事前	新しい情報を学ぶこと、実践に活用すること 「取得・獲得」 「(実践に) 活用・応用」
	事後	新しい情報を獲得し、情報を整理、並べ替えをし、人々のニーズを充足するため、実践の場に適応する事 「取得・獲得」 「(人々のニーズを満たすために) <u>活用・応用</u> 」
ド メ モ	事前	必要な知識の獲得、必要な知識の理解、専門家から学ぶこと 「取得・獲得」
	事後	知識の獲得、最新技術を適切に使う経験、学生や教員との知識の共有 「取得・獲得」 「 <u>活用・応用</u> 」

7.4. 本章のまとめ

本章においては、第6章（研究5）において開発した授業モデルを、E-JUSTのメカトロニクス・ロボティクス工学専攻における修士1年生を対象として導入し、学生たちへの事前事後インタビュー調査、事前事後質問紙調査、参与観察を通じてデータをとり、授業モデルの有効性について検討を行った。

その結果、本授業モデルの効果として次のことが明らかになった。

- 1) 学生は当初、医療ロボットを必要とするユーザーに対する一般的なイメージしか有していなかったが、フィールドにおいて現実の多様性に気付くとともに、被験者の視点に立ってロボットの開発を行うようになった。
- 2) 研究テーマとプロジェクトの関連付けを行うことで学生の動機づけの促進を意図していたが、学生たちは被験者を支援するロボットの開発という誘発課題そのものにより強く動機づけられ、強い思いをもってプロジェクト活動へ取り組んでいた。
- 3) 「プロジェクト設計・開発」のループを通じて、新しい知識や技術を意味づけして獲得するとともに、問題の発生を避けるのではなく、発生した問題を分析、改善することへの連続性を認識し、問題の発生に対して柔軟な態度を持てるようになった。
- 4) また「プレゼン作成・報告」ループにおいては、何度も繰り返し経験することで、プレゼンテーションのスキルの向上に繋がった。さらに他者からのフィードバックの価値に気づき、プレゼンテーションの場における他者からの評価を通じて、自身の成長を認識していた。
- 5) 以上の、二つのループを繰り返すことによって、学生は、自身の技術や知識で現実課題を解決することができるという自信が醸成された。さらに、被験者を支えたいという強い思いに基づいてプロジェクトの活動を行うことを通じて、自分たちの研究の意味を反省的に振り返り、そのことにより研究者としての認識を高めた。
- 6) また、授業は情報の補てんや支援、情報の整理や内省、情報活用能力の育成の場として有効であることがわかった。また学生にとって「振り返りの場」が「プロジェクト設計・開発」と「プレゼン作成・報告」ループの交点であり、次のアクションへの起点として機能していた。そのことから、学生は「振り返りの場」としての授業の位置づけを重要視していた。
- 7) PBL 授業の実施前後において、学生の学習スタイルおよび学習観が変容していることが確認できた。学習スタイルについては、学生は具体的経験と反省的観察の学習モー

ド値が強化されたが、その要因については今後さらなる検証が必要である。学生の学習観はより具体的、かつ、多様な学習観を有するようになったことが確認でき、その要因として本授業モデルの効果を認めることができた。

- 8) また、学習スタイルに関しては、大学院生が **CE** と **RO** の学習モード値が低いこと、また大学院での活動を通じてより **AC** と **AE** の学習モードが高くなる傾向があることから、**PBL** において **CE** と **RO** の学習モード値を強化する授業設計とした。しかしながら、モハメッドのケースのように一般的なケースに当てはまらない学生もいる。今後、このような多様な学習スタイルに対しての働きかけについて検討する必要がある。

8. 研究の総括

8.1. 本研究のまとめ

8.1.1. 日本の工学系大学院教育の特徴の抽出と、PBL 授業との関係性の考察（研究 1）

研究 1 において、日本の工学系大学院教育の特徴の分析を通じて、大学院教育における PBL の実践の位置づけについて考察を試みた。その結果、日本型工学系大学院教育の特徴は、独自の研究哲学と文化を有する研究室において、実際の研究活動を通じた実践的な教育が行われていること、さらに研究室の構成員との共同的な活動により多様な学びが生まれ、それが研究室自体の強化に繋がっていることであることを明らかにし、このような日本の工学系大学院教育の特徴を「実践コミュニティ」の視点から捉えなおした。さらに、実践コミュニティに所属しながら同時に何らかの公式の組織に属しているという二重編み組織（Double-knit organisation）の概念から検討し、「実践コミュニティと公式授業間の学習サイクル」を生み出す交流の場と、そこでの活動を意図的に導入することの重要性を指摘した。

8.1.2. E-JUST における PBL 実践の評価と改善点の検討（研究 2）

研究 2 においては、途上国における PBL 授業導入に際して配慮すべき点を検討するために、エジプト国にある E-JUST を事例に、同大学における 3 年間にわたる実践を対象とした授業評価を通じて、PBL を導入する際に配慮すべき点について検討を行った。その結果、学生は参加型の学習形態である PBL を高く評価し、授業への参加を通じて知識、技術、態度面での成長があったこと、グループワーク活動は学習者同士で知識を共有し、プロジェクトに取り組むことを通じてメタ認知的気づきを誘発した事例も確認することができた。加えて、総じて学生はプロジェクトやグループワークといった新しい学習形態に大きな混乱なく順応していることが確認できた。一方で、PBL 授業の実践に当たり、PBL 授業履修生が大学院生であることから、学生の研究テーマとプロジェクトの関連性の明確化、多様な学部を卒業してきた多様な学習者集団であることといった学習者属性への配慮、及び、知識量の評価する試験方法と、詰め込む知識が体系的に網羅されている教科書への知識偏重傾向、および、教員によるより近い指導を必要と感じる教員への依存傾向といった学習者の学習経験への配慮の必要性を明らかにした。

8.1.3. 工学系大学生と大学院生の有する学習スタイル及び学習観の分析（研究3）

研究3においては、エジプト国における工学系大学生と大学院生が有する学習観/学習スタイルを明らかにするため、学習観については質的研究手法を用いて、また学習スタイルについてはコルブの学習スタイル目録を用いて、大学生と大学院生との比較検討を行った。その結果、学習スタイルについては、大学生が具体的経験（CE）に優れており、大学院生が抽象的概念化（AC）と能動的実験（AE）で優れていること、また大学生は拡散型学習者が多い一方で、大学院生では収束型学習者が多いということを明らかにした。そのため、大学院におけるPBLの実践においては、多様な学習スタイルをバランスよく経験するために、具体的経験（CE）と反省的観察（RO）の学習モード値の強化に配慮する必要性を指摘した。

学習観の調査においては、エジプト国の工学系大学生と大学院生の有する学習観として（1）獲得・取得、（2）活用・応用、（3）探索・発見、（4）受動的学習、（5）主体的学習、（6）自己実現、（7）社会貢献の7つを抽出し、その特徴として「社会貢献」を挙げた。一方で、これら学習観の回答数から、学生は知識を獲得し、活用するといった行為に特化した学習観をより強く有しており、また大学生と大学院生の有する学習観に関して両群間で有意な差があるとは言えないことが明らかになった。PBLの実践においては、知識や技術の「取得・獲得」や「探索・発見」にとどまらず「活用・応用」へ繋げること、また教科や教員から学ぶ「受動的学習」から、日常生活や研究活動の中で自らが学ぶ姿勢を有する「主体的学習」へ、自身のキャリアや成長を目的とした「自己実現」から、社会問題や課題へ貢献することを目的とした「社会貢献」へといった学習観の変化を促すことが重要であることを指摘した。

8.1.4. 授業モデルの開発（研究4）

上述した研究1から研究3を元に、E-JUSTにおけるPBL授業のデザインを行った。PBL授業の基本方針として、（1）PBLを通じた研究者能力育成の視点、（2）誘発課題と研究テーマとの関連付け、（3）学習スタイル及び学習観の変容の促進という3つを定めた。またコルブの経験学習理論に基づき、「プロジェクト設計・開発」ループと、「プレゼン作成・報告」ループの2つのループからなる構成とした。加えて、具体的経験と内省的観察の促進を促すため、具体的経験に当たる「実践の場」と内省的観察に当たる「内省の場」が、グループ内、学内、フィールドといった3つの段階で拡大する設計とした。一方で、毎週

行う授業を抽象的概念化に当たる「振り返りの場」として位置づけ、教員との議論や相談、レクチャー等の時間とした。さらに、ラボラトリーにおける活動を能動的実験にあたる「改善の場」として位置づけ、振り返りの場で得た情報を基にロボットやプレゼンを改善する活動をする場とした。これらの授業設計を図 8-1 の概念図として示した。以上の授業の基本方針と授業設計を基に、授業を第 1 モジュール「調査・分析」、第 2 モジュール「設計・開発」、第 3 モジュール「評価・改善」という 3 つのモジュールからなる構成とし、コース開発を行った。

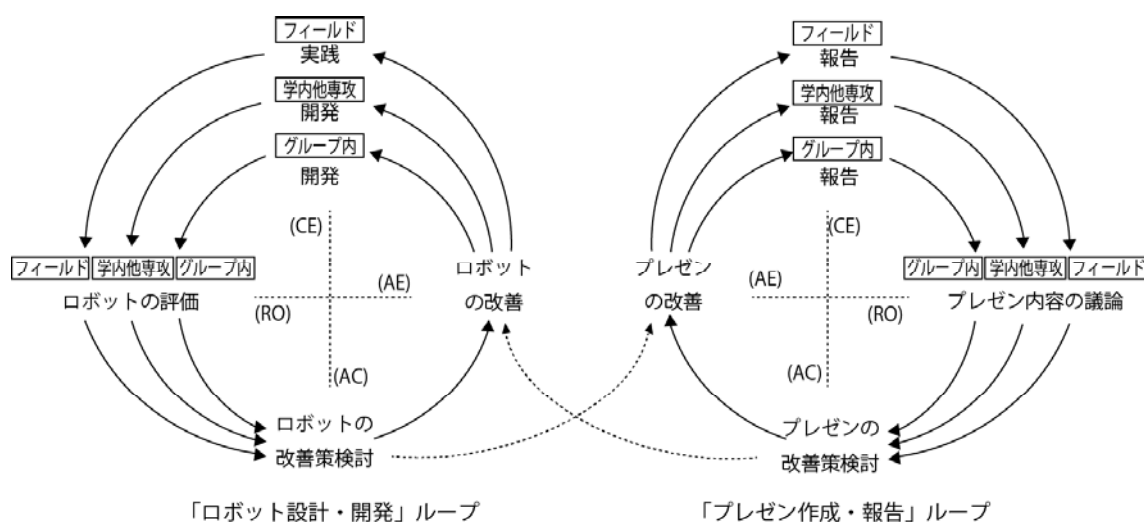


図 8-1 開発した E-JUST における PBL 授業概念図

8.1.5. 授業モデルの評価（研究 5）

以上をまとめると、本授業モデルの効果として次のことが明らかになった。

- 1) 学生は当初、医療ロボットを必要とするユーザーに対する一般的なイメージしか有していなかったが、フィールドにおける現実の多様性に気付くとともに、被験者の視点に立ってロボットの開発を行うようになった。
- 2) 研究テーマとプロジェクトの関連付けを行うことで学生の動機づけの促進を意図していたが、学生たちは被験者を支援するロボットの開発という誘発課題そのものにより強く動機づけられ、強い思いをもってプロジェクト活動へ取り組んでいた。
- 3) 「プロジェクト設計・開発」のループを通じて、新しい知識や技術を意味づけして獲得するとともに、問題の発生を避けるのではなく、発生した問題を分析、改善すること

への連続性を認識し、問題の発生に対して柔軟な態度を持てるようになった。

- 4) また「プレゼン作成・報告」ループにおいては、何度も繰り返し経験することで、プレゼンテーションのスキルの向上に繋がった。さらに他者からのフィードバックの価値に気付き、加えて、プレゼンテーションの場における他者からの評価を通じて、自身の成長を認識していた。
- 5) 以上の、2つのループを繰り返すことによって、学生には、自身の技術や知識で現実課題を解決することができるという自信が醸成された。さらに、被験者を支えたいという強い思いに基づいたプロジェクトの活動を行うことを通じて、自分たちの研究の意味を反省的に振り返り、そのことにより研究者としての認識を高めた。
- 6) また、授業は情報の補てんや支援、情報の整理や内省、情報活用能力の育成の場として有効であることがわかった。また学生にとって「振り返りの場」が「プロジェクト設計・開発」と「プレゼン作成・報告」ループの交点であり、次のアクションへの起点として機能していた。そのことから、学生は「振り返りの場」としての授業の位置づけを重要視していた。
- 7) PBL 授業の実施前後において、学生の学習スタイルおよび学習観が変容していることが確認できた。学習スタイルについては、学生は具体的経験と反省的観察の学習モード値が強化されたが、その要因については今後さらなる検証が必要である。学生の学習観はより具体的、かつ、多様な学習観を有するようになったことが確認でき、その要因として本授業モデルの効果を認めることができた。

8.2. 本研究における今後の課題

8.2.1. 学習スタイルの変容要因と多様性への対応

本授業モデルの実践を通じて、学生の学習スタイルは具体的経験(CE)と反省的観察(RO)の学習モード値において変容が確認できた。学生へのインタビューを通じて、このような変容が本授業のコンセプトとした実践の場と内省の場の段階的な拡大によるものであるという示唆を得ることができた。しかし、学生自身は学習スタイルが変容した事実自体を認識していないため、このような学生のインタビューを通じた自己分析も推測の域を出ない。そのため、本研究においてはPBLを通じて学習スタイルの変容が促されたことが確認できたものの、変容をもたらした要因については明らかにすることができなかった。

加えて、本研究では第4章(研究3)の結果に基づき、大学院生が具体的経験(CE)と

反省的観察（RO）の学習モード値が低いこと、また大学院での活動を通じてより抽象的概念化（AC）と能動的実験（AE）の学習モードが高くなる傾向があることから、PBLにおいて具体的経験（CE）と反省的観察（RO）の学習モード値を強化する授業設計とした。しかしながら、モハメッドのように初めから具体的経験（CE）の学習モード値が高いといった一般的なケースに当てはめられない学生もいる。このような多様な学習スタイル、また個々の学生の有する学習スタイルに対して、どのように対応できるのか、今後の検討課題である。

8.2.2. 協同学習及び二重組織論からの分析

本研究においては、PBL 実施前後の質問紙調査や半構造化インタビューを通じて多様なデータを取得し分析することを通じて、授業モデルの効果を検討した。特に授業やフィールド調査における参与観察時に得られたデータが学生の心理面、認知面の変容を捉えることができ、授業モデルの効果を検討するうえで非常に有用なデータであった。しかしながら「ロボット設計・開発」ループは基本的には授業の時間外で行われていることが多く、そこでの活動は参与観察においてデータを得られず、インタビューデータに基づかざるを得なかった。

その結果、2つの視点からの検討が今後、必要であると考えている。1つは、グループワークを通じた学習効果である。授業の設計においてはグループワークを基本単位としてPBLに取り組んだ。プレゼンテーションに不安を有するマハと、その活動を支援したモハメッド、アラーのように、PBLの活動においては双方の支援と、そこから生まれる信頼といったグループダイナミクスによる効果が期待される。今回の授業設計がグループワークにどのような影響を及ぼしたのかについては今後の研究の課題である。

2つ目は、研究室の同僚を被験者として参加してもらったり、また課題に直面した際には他専攻の学生の支援を得るなど、「実践コミュニティとしての研究室とPBL授業の学習サイクルの効果」については、その効果を裏付けるような活動や成果は散見されるものの、十分なデータを得ることができなかつたため検証することができなかつた。E-JUSTは現在大学院大学で研究室中心の少人数教育を特徴としており、この大学院教育との有機的な連携、連携を通じた学習や研究面での相乗効果的を生み出す学習環境デザインも今後検討すべき課題である。

8.2.3. 形成的評価を通じたモデルの質的改善

本研究はアクションリサーチ手法を用いてエジプト国の工学系大学院教育である E-JUST における PBL 授業の授業モデルの開発を試みた。今回は、メカトロニクス・ロボティクス工学専攻を対象とした PBL 授業であったが、授業モデルの評価自体は半年間の実践を対象としている。ある程度の授業モデルの効果は確認できた一方で、今後は他専攻でも本授業モデルに基づいた授業を実施し、課題を抽出することを通じてモデルの質的改善を進めていく必要がある。引き続き、他専攻での実践と形成的評価を通じてより質の高い授業モデルの構築に努めたい。

引用文献

第 1 章

Bond, M. Maram, H. Soliman, A. and Khattab, R. (2013) Science and innovation in Egypt . London : Royal Society ,
http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal_Society_Content/policy/projects/atlas-islamic-world/Atlas_Egypt.pdf (参照日 2013/07/04)

Creswell, J. W. (2003) *Research design : Quali*
New York Sage Publications 2007

Creswell J W and Clark V L 2007
New York Sage Publications 2010

75 2008

1990

2012

http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/kuni/12_databook/index.html (参照日 2013/07/04)

外務省 (2013) 国別基礎データ. <http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/egypt/data.html>
(参照日 2013/07/04)

科学技術振興機構 (2011) 科学技術・イノベーション政策動向エジプト編.

国際協力事業団 (2003) 開発課題に対する効果的アプローチ. 国際協力事業団 (現国際協力機構)

国際協力機構 (2005) 日本の教育経験. 東信堂, 東京

国際協力機構 (2006) 評価結果の総合分析高等教育. 国際協力機構

国際協力機構 (2007) エジプト・アラブ共和国産業人材育成支援プロジェクト形成調査報告書. 国際協力機構

国際協力機構 (2009) エジプト国案型調査「経済高度知識化へ向けた高等教育支援」. 国際協力機構

Krajcik, J. S. and Blumenfeld, P. (2006) Project based learning. Sawyer. R. K (Ed),
The cambridge handbook of learning sciences. Cambridge : Cambridge

University Press

- 文部科学省（2006）大学発 知の ODA－知的国際貢献に向けて－.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/kokusai/003/shiryou/06090103/001.htm（参照日 2014 年 12 月 1 日）
- 日本貿易振興機構（2013）ジェトロ世界貿易投資報告（各国編）エジプト. <http://www.jetro.go.jp/world/gtir/2013/pdf/2013-eg.pdf>（参照日 2013/08/23）
- Okano, T. Adachi, M. Kawasaki, Z. Ichimura, T. Matsushita, Y. Iwasaki, A. et al (2012) Establishment of Egypt Japan University of Science and Technology in Egypt. *60th JSEE Annual Conference & AEESEAP Workshop Proceedings*, 56-59
- 佐藤学（2010）教育の方法. 左右社, 東京
- 斉藤泰雄（2011）開発途上国の高等教育と国際的援助－世界銀行政策文書の分析－. 国立教育政策研究所紀要, 14, 283-298
- 澤村信英（2007）アフリカの教育開発と国際協力. 明石書店, 東京
- 澤村信英（2008）第 I 部第 2 章教育開発研究における質的アプローチ. 澤村信英編著, 教育開発国際協力研究の展開. 明石書店, 東京
- 杉山隆彦（2003）第 5 章ケニア－求められる量から質への転換－. 千葉たか子編著, 途上国の教員教育国際協力の現場からの報告. 国際協力出版会, 東京
- 田口重憲（2008）日本の高等教育（工学関連）の国際連携の現状と今後のあり方. 工学教育, 56 (3), 5-12
- 田中博之（2000）アクションリサーチ. 日本教育工学会編著, 教育工学辞典. 実教出版, 東京
- The Task Force on Higher Education and Society (2000) Higher education in development country. The World Bank
- 角田学, 上田大輔（2008）途上国における工学系高等教育協力の現状と課題. 工学教育, 56 (3), 18-23
- 筒井真優美（2010）研究と実践をつなぐアクションリサーチ入門看護研究の新たなステージへ. ライフサポート社, 東京
- 梅宮直樹, 堤和男（2007）知識型社会における広域ネットワーク型高等教育協力の可能性について. 国際協力研究, 23 (1), 41-54

矢守克也 (2010) アクションリサーチ実践する人間科学. 新曜社, 東京

米澤彰純 (2008) 工学教育と高等教育の国際協力・連携. 工学教育, 56 (3), 13-17

第2章

阿部久美子 (2011) 経験学習のススメ. 日本文学館, 東京

Abdulaal, R. M. Al-Bahi, A. M. Soliman, A. Y. and Iskanderani, F. I. (2011) Design and implementation of project-based active/cooperative engineering design course for freshmen. *E 1 of Engineering Education*, 36 (4), 391-402

Abdulwahed, M. and Nagy, Z. K. (2008) Applying kolb's experiential learning cycle for laboratory education. *Journal of Engineering Education*, 98 (3), 283-294.

安達一寿, 綿井雅康, 中尾茂子, 石出勉 (2003) 総合的な課題演習を支援するグループウェアの機能評価と有効性の分析. 日本教育工学論文誌, 27 (2), 191-206

Amabile, T. (1983) The social psychology of creativity: a componential conceptualization. *Jouranal of Personal I Psychology*, 45 (2), 357-376

Ammerman, R. F. Sen, P. K. and Streveler, R. A. (2005) Working progress - the kolb learning model applied to an advanced energy systems laboratory. *35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*

Andres, M. M. (2009) The transnational and national dimensions of pedagogical ideas: the case of the project method, 1918-1939. *International Journal of the History of Education*, 45 (4-5), 561-584

青木秀幸, 鎌田元弘, 山上登久 (2009) 地域連携型 PBL においてチームの教育機能を高める共同学習支援の実践とその評価. 工学教育, 57 (3), 71-77

青木久美子 (2005) 学習スタイルの概念と理論—欧米の研究から学ぶ. *メディア教育研究*, 2 (1), 197-212

荒井克弘 (1989) 科学技術の新段階と大学院教育. *教育社会学研究*, 45, 30-50

有馬健雄 (2001) 第10章 資本主義教育の思想 ジョン・デューイ. 山崎英則, 徳本達夫編著, 西洋の教育の歴史と思想. ミネルヴァ書房, 京都

Arlett, C. Lamb, F. Dales, R. Willis, L. and Hurdle, E. (2010) Meeting the needs of industry: the drivers for change in engineering education. *Engineering*

- Education*, 5 (2), 18-25
- 阿曾沼明裕 (2010) 大学と学問. 玉川大学出版部, 東京
- 後小路肖美 (1994) 経験学習過程の理念モデルに関する研究. 生涯学習と資格 (日本生涯教育学会年報), 15, 179-192
- Auyeung, P. and Sands, J. (1996) A cross cultural study of the learning style of accounting students. *Accounting and Finance*, 36, 261-274
- Baker, R. Simon, J. and Bazeli, F. (1987) Selecting instructional design for introductory accounting based on the experiential learning model. *Journal of Accounting Education*, 5, 207-226
- Barkley, E. F. Cross, K. P. and Major, C. H. (2005) *Collaborative learning techniques : a handbook for college faculty*. San Francisco, CA : Jossey-Bass (安永悟監訳 (2009) 協働学習の技法大学教育の手引き. ナカニシヤ出版)
- Barmeyer, C. I. (2004) Learning styles and the impact on cross-cultural training: An international comparison in France, Germany and Quebec. *International Journal of Intercultural Relations*, 28, 577-594
- Bernold, W. L. and Bingham, W. L. (2000) Impact of holistic and learning-oriented teaching on academic success. *Journal of Engineering Education*, 89 (2), 191-199
- Blumenfeld, P. Soloway, E. Marx, R. and Krajcik, J. (1991) Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26 (3 and 4), 369-398
- Bond, M. Maram, H. Soliman, A. and Khattab, R. (2013) Science and innovation in Egypt. London : Royal Society http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal_Society_Content/policy/projects/atlas-islamic-world/Atlas_Egypt.pdf (参照日 2013/07/04)
- Burnard, P. (1988) Experiential learning: Some theoretical considerations. *International Journal of Lifelong Education*, 7 (2), 127-133
- Cagiltay, N. E. (2008) Using learning styles theory in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 33 (4), 415-424
- Chan, C. K. Y. (2012) Exploring and experiential learning project through Kolb's learning theory using a qualitative research method. *European Journal of Engineering*

- Education*, 37 (4), 405-415
- 陳曦 (2003) 都市におけるキルパトリックのプロジェクト・メソッドの特徴に関する考察
農村における実践例との比較を手掛かりに. *都市文化研究*, 1, 11-22
- Chunfang, Z. (2012) Integrating creativity training into problem and project based
learning curriculum in engineering education. *European Journal of Engineering
Education*, 37 (5), 488-499
- Dellaportas, S. and Hassall, T. (2013) Experiential learning in accounting education:
A prisonvisit. *The British Accounting Review*, 45, 24-36
- Dewey, J. (1900) *The school and society*. Chicago : The Univeristy of Chicago
(市村尚久訳 (1998) 学校と社会・子どもとカリキュラム. 講談社, 東京)
- Dewey, J. (1902) *The child and the curriculu* Chicago The Univeristy of Chicago
1998
, 東田卓, 重井宣行, 小幡卓司 (2013) プロジェクト活動に基づく学習手法に対
するいくつかの評価手法の提案とその実践. *日本ロボット学会誌*, 31 (2), 181-186
- Donnelly, R. (2006) Integrating learning technologies with experieintial learning in a
postgraduate teacher education course. *Studying Teacher Education*, 2 (1),
91-104
- 遠座知恵, 橋本美保 (2009) 日本におけるプロジェクトメソッドの普及. *東京学芸大学紀
要*, 60, 53-65
- Felder, R. M. (1988) Creativity in engineering education. *Chemical Engineering
Education*, 22 (3), 120-125
- Felder, R. M. (2006) Teaching engineering in the 21st century with a 12th century
teaching model: how bright is that ?. *Chemical Engineering Education*, 40 (2),
110-113
- Felder, R. M. and Brent, R. (2005) Understanding student differences. *Journal of
Engineerig Education*, 94 (1), 57-72
- Felder, R. M. and Silverman, L. K. (1988) Learning and teaching styles in engineering
education. *Engineering Education*, 78 (7), 674-681
- Felder, R. M. and Spurlin, J. (2005) Applications, reliablility and validity of the index
of learning styles. *International Journal of Engineering Education*, 21 (1),

103-112

- Goby, V. P. and Lewis, J. H. (2000) Using experiential learning theory and the myers-briggs type indicator in teaching business communication. *Business Communication Quarterly*, 63 (3), 39-48
- Godfrey, E. and Roger, H. (2009) Engineering education research: coming of age in Australia and New Zealand. *Journal of Engineering Education*, 98 (1), 307-308
- Gold, G. (2010) Motivating students in software engineering group project: An experience report. *ITALICS*, 9 (1), 10-19
- Graaff, E. D. (2007) *Management of change*. Rotterdam : Sense Publishers
- Grady, R. (2006) A philosophical examination of experiential learning theory for agricultural educators. *Journal of Agricultural Education*, 47 (1), 17-29
- Graham, R. and Crawley, E. (2010) Making projects work: a review of transferable best practice approaches to engineering project-based learning in the UK. *Engineering Education*, 5 (2), 41-49
- Gudjons, H. (2001) *Handlungsorientiert lehren und le* Julius Klinkhardt (久田敏彦監訳 (2005) 行為する授業 授業のプロジェクト化をめざして. ミネルヴァ書房, 京都)
- Gurpinar, E. Bati, H. and Tetik, C. (2011) Learning styles of medical students change in relation to time. *Advanced Physiological Education*, 35, 307-311
- 濱中逸雄 (2004) 工学系大学院における教育改革. 工学教育, 52 (3), 17-23
- Harb, J. N. Durrant, S. O. and Terry, R. E. (1993) Use of the kolb learning cycle and the 4MAT system in engineering education. *Journal of Engineering Education*, 82 (2), 70-77
- 長谷川浩司, 井上雅裕, 渡部英二, 吉川倫子 (2013) システム思考の工学による領域横断型大学院教育プログラムの開発. 工学教育, 61 (5), 59-67
- 長谷川浩司, 井上雅裕, 渡部英二, 松村直樹 (2013) ジェネリックスキルによる領域横断型大学院教育プログラムのアセスメント. 工学教育, 61 (5), 68-75
- 橋本諭 (2006) eラーニング専門家のためのインストラクショナルデザイン, 東京電機大学出版局, 東京
- 羽山徹彩, 須田達, 千徳英一 (2013) プロジェクトベース学習におけるチーム編成に関する

- る一考察. 工学教育, 61 (5), 82-87
- Healey, M. and Jenkins, A. (2000) Kolb's experiential learning theory and its application in geography in higher education. *Journal of Geography*, 185-195
- Helle, L. Tyanjala, P. and Olkinuora, E. (2006) Project-based learning in post-secondary education-theory, practice and rubber slingshots. *Higher Eduaction*, 51, 287-314
- Hmelo-Silver, C. H. (2004) Problem-based learning: what and how do students learn. *Educational Psychology Review*, 16 (3), 235-266
- 堀野緑, 市川伸一 (1994) 大学生の基本的学習観の形成要因の考察-心理尺度と面接法による学習者情報と活用-. 教育情報研究, 8 (3), 3-10
- Hubbard, E. M. and Gregory, K. (2011) Supporting multidiscipline undergraduate group projects. *Engineering Education*, 6 (2), 13-20
- 井上明, 金田重郎 (2008) 実システム開発を通じた社会連携型 PBL の提案と評価. 情報処理学会論文誌, 49 (2), 930-942
- 伊藤通子 (2011) 行動主義, 認知主義, 状況主義の学習理論に基づく新しい実技教育の可能性. 工学教育, 59 (1), 62-68
- Jollands, M. Jolly, L. and Molyneaux, T. (2012) Project based learning as a contributing factor to graduates' work readiness. *European Journal of Engineering Education*, 37 (2), 134-154
- Joy, S. and Kolb, D. A. (2009) Are the cultural differences in learning style ? *International Journal of Intercultural Relations*, 33, 69-85
- Kalkani, E. C. Boussiakou, I. K. and Boussiakou, L. G. (2004) Application of educational theories in restructuring an introductory course into renewable energy engineering. *European Journal of Engineering Education*, 29 (3), 401-413
- Kamis, A. and Topi, H. (2007) Network subnetting: an instance of technical problem solving in Kolb's experiential learning cycle. *IEEE, Proceedings of the 40th Hawaii International Conference on System science*
- 金田重郎 (2010) 実社会連携型 PBL の実践と課題. 情報システム学会誌, 6 (1), 40-50
- Kilpatrick, W. H. (1951) *Philosophy of education*. New York : Macmilan (村山貞雄, 柘植明子, 市村尚久訳 (1969) 教育哲学 2 世界教育学選集 48. 明治図書, 東京)
- 岸学 (2000) 学習者分析. 日本教育学会編, 教育工学辞典. 文教出版, 東京

- Knoll, M. R. (1997) The project method: its vocational education origin and international development. *Journal of Industrial Teacher Education*, 34 (3), 59-80
- 工学教育プログラム・グローバル化推進委員会 (2009) 工学教育プログラム・グローバル化推進委員会報告書, <http://www.eng.hokudai.ac.jp/jeep/19-20.html> (参照日: 2013年1月29日)
- 向後千春 (2011) e ラーニングと実習を組み合わせたブレンド型授業の実践とガイドライン. 日本教育工学会研究報告書, 11 (4), 35-42
- Kolb, D. A. (1984) *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. New Jersey : Prentice-Hall
- Kolb, D. A. Boyatzis, R. E. and Minemelis, C. (2001) Experiential learning tehory: previous research and new directions, Sternberg, R. J. and Zhang, L. F. (Eds), *Perspectives on thinking, learning, and Cognitive stlyes (educational psychology series)*. Florence, Kentucky : Routledge
- Kolb, A. Y. and Kolb, D. A. (2005) Learning styles and learning spaces: enhancing experiential learning in higher education. *Academy of Management Learning and Education*, 4 (2), 193-212
- Kolb, A. Y. and Kolb, D. A. (2005) The kolb learning style inventory-version3. technical specification , <http://www.whitewater-rescue.com/support/pagepics/lsitechmanual.pdf> (参照日 2013/05/30)
- 小窪輝吉 (2005) 相互作用集団における社会的手抜きに関する実験室研究. 福祉社会学部論集, 23 (4), 1-9
- 国際協力機構 (2005) 日本の教育経験. 東信堂, 東京
- 近藤康雄, 宮近幸逸, 田中久隆, 岡本尚機, 小野勇一, 赤尾尚洋, ほか (2003) 地元企業と連携した PBL 教育: 機械工学実践教育プロジェクト. 工学教育, 51 (5), 31-36
- Krajcik, J. S. and Blumenfeld, P. (2006) Project based learning. Sawyer. R. K (Ed), *The cambridge handbook of learning sciences*. Cambridge : Cambridge University Press
- 久保田賢一, 岸磨貴子 (2012) 大学教育をデザインする構成主義に基づいた教育実践. 晃洋書房, 京都

- Kuri, N. P. (1998) Kolb's learning cycle: an alternative strategy for engineering education. *International Conference on Engineering Education*, Rio Atlantica
- Kyte, A. (2013) A fresh eyes look at improving the effectiveness of engineering group design projects. *Engineering Education*, 8 (1), 81-97
- Laschinger, H. K. (1990) Review of experiential learning theory research in the nursing profession. *Journal of Advanced Nursing*, 15, 985-993
- Larkin-Hein, T. and Budny, D. D. (2001) Research on learning style: Applications in the physics and engineering classrooms. *IEEE Transactions on education*, 44 (3), 276-281
- Lave, J. and Wenger, E. (1991) *Situated learning: legitimate participation*
(佐伯胖訳 (1993) 状況に埋め込まれた学習 正統的周辺参加. 産業図書株式会社, 東京)
- Lee, W. W. and Owens, D. L. (2000) *Multimedia based instructional design: computer based training, web based training, distance broadcast training*. San Francisco, CA : Jossey-Bass (清水康敬監訳 (2003) インストラクショナルデザイン入門. 東京電機大学出版局, 東京)
- Livingstone, D. and Lynch, K. (2000) Group project work and student-centred active learning: two different experiences. *Studies in Higher Education*, 25 (3), 325-345
- 松尾睦 (2006) 経験からの学習プロフェッショナルへの成長プロセス. 同文館出版株式会社, 東京
- McCarthy, B. (1990) Using the 4MAT system to bring learning styles to schools. *Educational Leadership*, 48 (2), 31-37
- McGregor, M. and Quam, K. F. (1996) Student choice, problem-based learning, and academic acumen. *Teaching and Learning in Medicine*, 8 (2), 83-89
- Mellor, A. (1991) Experiential learning through integrated project work: an example from soils science. *Journal of Geography in Higher Education*, 15 (2), 135-149
- Mills, J. E. and Treagust, D. E. (2003) "Engineering education - is problem based or project based learning the answer ?" *Australian Journal of Engineering Education*, http://www.aeee.com.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf (参照日 2013/04/24)

- 美馬のゆり (2009) 大学における新しい学習観に基づいたプロジェクト学習のデザイン.
工学教育, 57 (1), 45-50
- 美馬のゆり, 山内祐平 (2005) 未来の学びをデザインする. 東京大学出版会, 東京
- 宮本衛市 (2005) 公立はこだて未来大学におけるプロジェクト学習の実践. 札幌学院大学
総合研究所, 社会情報, 14 (2), 283-291
- 望月俊男, 加藤浩, 八重樫文, 永盛祐介, 西森年寿, 藤田忍 (2007) ProBoPortable: プロ
ジェクト学習における分業状態を可視化する携帯電話ソフトウェアの開発と評価.
日本教育工学会論文誌, 31 (2), 199-209
- Morgan, A. (1983) Theoretical aspects of project-based learning in higher education.
British Journal of Educational Technology, 1 (4), 66-78
- 中原淳 (2013) 経験学習の理論的系譜と研究動向. 日本労働研究雑誌, 639, 4-14
- 中山留美子 (2013) アクティブ・ラーナーを育てる能動的学修の推進における PBL 教育の
意義と導入の工夫. 21 世紀教育フォーラム, 8, 13-21
- 西田進 (2004) PBL の手法を用いた大学院生への教育研究指導. 工学教育, 52 (2), 12-17
- 西森年寿, 加藤浩, 望月俊男, 八重樫文, 久松慎一, 尾澤重知 (2005) 高等教育における
グループ課題探求型学習活動を支援するシステムの開発と実践. 日本教育工学会論
文誌, 29 (3), 289-297
- 小方博之 (2013) プロジェクト型学習における相互評価とその妥当性の検証. 日本ロボッ
ト学会誌, 31 (2), 140-146
- Ogawa, Y. (2007) Features of graduate education in Japan and the United States: a
comparative study from the view of international students. 広島大学高等教育研
究開発センター大学論集, 38, 298-310
- 岡田将人, 村中貴幸, 亀山健太郎, 北川浩和, 鈴木秀和 (2010) 他分野融合型 PBL の実践
と分担制導入による教育効果. 工学教育, 58 (1), 76-82
- 岡本敏雄 (1982) 学習スタイルの機能と学習行動に及ぼす影響について. 教育心理学研究
30 (2), 110-119
- 奥本素子 (2012) プロジェクトベースラーニングにおける自発的行動分析. 日本教育工
学会論文誌, 36 (3), 205-215
- 大橋秀夫 (1996) 認定と質保証日本技術者教育認定機構の活動と関連して. 工学教育, 49
(1), 2-7

- 大中逸雄 (2004) 工学系大学院における教育改革. 工学教育, 52 (3), 17-23
- 大山牧子, 村上正行, 田口真奈, 松下佳代 (2010) e-Learning 語学教材を用いた学習行為の分析. 日本教育工学会論文誌, 34 (2), 105-114
- Pascual, R. (2010) Enhancing project oriented learning by joining communities of practice and opening spaces for relatedness. *European Journal of Engineering Education*, 35 (1), 3-16
- Passarelli, M. A. and Kolb, D. A. (2011) Using experiential learning theory to promote student learning and development in programs of education abroad . http://learningfromexperience.com/research_library/using-experiential-learning-theory-to-promote-student-learning-and-development-in-programs-of-education-abroad/ (参照日 2013/04/24)
- Perrenet, C. J. Bouhuijs, P. A. and Smits, M. M. (2000) The suitability of problem-based learning for engineering education: theory and practice. *Teaching in Higher Education*, 5 (3), 345-357
- Poikela, S. Vuoskoski, P. and Kama, M. (2009) Developing creative learning environment in problem based learning context, Tan, O. S. (Eds.), *Problem based learning and creativity* . Cengage Learning Asia Pte Ltd , http://www.academia.edu/744107/Developing_Creative_Learning_Environments_in_Problem-based_Learning (2013年10月23日参照)
- Popov, A. (2003) Final undergradaute project in engineering: towards more efficient and effective tutorials. *European Journal of Engineering Education*, 28 (1), 17-27
- Richmond, A. S. and Commings, R. (2005) Implementing kolb's learning styles into online distance education. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 1 (1), 45-54
- 三宮真智子 (2000) 学習者特性. 日本教育工学会編, 教育工学辞典. 実教出版, 東京
- 佐藤隆之 (2004) キルパトリック教育思想の研究アメリカにおけるプロジェクト・メソッド論の形成と展開. 風間書房, 東京
- 笹島和幸 (2010) PBL 教育と, その先に目指すものー研究方法のトレーニングと質保証ー. 福井大学高等教育推進センター著, 大学教育シンポジウム報告書新時代の工学教育. 福井大学高等教育推進センター

- 澤村信英 (2007) アフリカの教育開発と国際協力. 明石書店, 東京
- Schwartz, P. Mennin, S. and Webb, G. (2001) Problem based learning: case studies, experience and practice. Routledge (大西弘高監訳 (2007) 世界の大学での小グループ問題基盤型カリキュラム導入の経験に学ぶ. 篠原出版新社, 東京)
- 仙石正和 (2013) 工学教育と工学研究について. 工学教育, 61 (6), 43-48
- Sharp, J. E. (2001) Teaching team work communication with kolb learning style theory. *31st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Reno, NV*
- Sigel, P. H. Omer, K. and Agrawal, S. P. (1997) Video simulation of an audit: an experiment in experiential learning theory. *Accounting Education*, 6 (3), 217-230
- Stice, J. E. (1987) Using Kolb's learning cycle to improve student learning. *Engineering Education*, 77, 291-296
- Subic, A. and Maconachie, D. (1997) Strategic curriculum design: an engineering case study. *European Journal of Engineering Education*, 22 (1), 19-33
- 高田喜久司 (1999) プロジェクト法 (現代学習指導論 (5)). 学校教育研究所年報, 43, 62-71
- Takahashi, N. (1992) Engineering education in Japan. *IEEE Communication Magazine*, Nov, 28-36
- 武田邦彦, 石川朝之 (2005) JABEE と日本の高等工学教育. 工学教育, 53 (3), 57-68
- 田中智志, 橋本美保 (2012) プロジェクト活動 知と生を結ぶ学び. 東京大学出版, 東京
- 辰野千尋 (1997) 学習方略の心理学. 図書文化, 東京
- 常盤文枝, 高橋博美, 大場良子, 市村彰英, 鈴木玲子, 山口乃生子, ほか (2006) PBL チュートリアル教育における学習効果測定を試み〜クリティカルシンキングと学習スタイルの変化〜. 埼玉県大紀要, 8, 69-74
- Thomas, J. (2000) A Review of research on project based learning. The autodesk foundation, [http://www. bobpearlman. org/BestPractices/PBL_Research. pdf](http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf)
(参照日 : 2014/08/04)
- 東京工業大学 (2008) PBL と論文研究を協調させた教育の実践平成 20 年度文部科学省大学院教育改革支援プログラム. 東京工業大学
- 上杉賢士 (2010) プロジェクトベース学習の実践ガイド. 明治図書, 東京
- Wenger, E. McDermott, R. and Snyder, W. M. (2002) *Cultivating communities of practice*. Boston, MA : Harvard Business School Press (野村恭彦監修 (2002)

- コミュニティ・オブ・ウラクティス ナレッジ社会の新たな知識形態の実践. 翔泳社, 東京)
- White, J. A. (1992) Applying an experiential learning styles framework to management and professional development. *The Journal of Management Development*, 11 (5), 55-64
- Wilkinson, C. (1977) *The new professionalism in the renaissance*. Thearchitect: Oxford University Press
- 八重樫文, 佐藤圭輔 (2011) プロジェクト学習 (PBL) の授業設計・実践における背景理論とその評価ー「環境・デザイン実習」の実践を通してー. 立命館高等教育研究, 11, 183-198
- 山名淳 (2009) 第 10 講ヘルバルトから新教育へ. 今井康雄編, 教育思想史. 有斐閣アルマ, 東京
- 山崎英則 (2001) 第 7 章国民教育の思想 (III) ヘルバルト. 山崎英則, 徳本達夫編著, 西洋の教育の歴史と思想. ミネルヴァ書房, 京都
- 山川尚美 (2004) 第 6 章経験学習ーD. A. コルブの理論をめぐって. 赤尾勝己編, 生涯学習理論を学ぶ人のために. 世界思想社, 京都
- Yamazaki, Y. (2005) Learning styles and typologies of cultural differences: a theoretical and empirical comparison. *International Journal of Intercultural Relations*, 29, 521-548
- Yamazaki, Y. and Attrapreyangkul, T. (2011) Learning style differences between Japan and Thailand: a case of Japanese multi nationals. *International University of Japan, Economic and Management Series*, 18, 2-37
- Yamazaki, Y. and Kayes, D. C. (2007) Expatriate learning: exploring how Japanese managers adapt in the United States. *The International Journal of Human Resource Management*, 18 (8), 1373-1395
- 横野泰之, 光石衛 (2012) リテラシー・コンピテンシーの涵養を目指す博士課程の教育プログラム. 工学教育, 60 (2), 45-50
- 横野泰之, 金子成彦, 光石衛 (2011) リテラシー・コンピテンシーの涵養を目指す博士課程学生の教育プログラムーProjectBasedLearning-. 日本機械学会 2011 年度年次大会講演会

- 横田和隆, 渡邊信一, 高木淳二, 丸岡正知, 長谷川光司, 入江 晃亘, 杉山 均 (2011) 宇都宮大学大学院 PBL 必修科目「創生工学プロジェクト」. 工学教育, 59 (5), 109-114
- 湯浅且敏, 大島純, 大島律子 (2010) PBL デザインの特徴とその効果の検討. 静岡大学情報学研究, 16, 15-22
- 渡辺正人, 杉浦藤虎 (2013) トヨタ工織におけるロボットコンテストを利用した創造性教育. 日本工専学会誌, 18 (2), 49-55.
- Zhou, H. Goh, S. Worden, J. Tschipig, B. Yong, A. and Brodie, L. (2010) Development of customised software modules within the moodle LMS for team based PBL courses. *Proceedings of the 2010 Aae Econfereces*, 1-8

第 3 章

- 五百井俊宏 (2012) PBL 導入型卒業研究による社会人基礎力の育成. 工学教育, 60 (5), 28-33
- 松本雄一 (2012) 二重編み組織についての一考察. 関西学院大学, 商学論究, 59 (4), 73-100
- 松本雄一 (2013) 実践共同体における学習と熟達化. 日本労働研究雑誌, 639, 15-26
- 佐藤郁哉 (2008) 質的データ分析法. 新曜社, 東京
- Wenger, E. McDermott, R. A. and Snyder, W. M. (2002) *Cultivating Communities of Practice*: Harvard Business School Press (野村恭彦監修 (2002) コミュニティ・オブ・プラクティ スナレッジ社会の新たな知識形態の実践. 翔泳社, 東京)

第 4 章

- Barkley, E. F. Cross, K. P. and Major, C. H. (2005) *Collaborative learning techniques : a handbook for college faculty* : San Francisco, CA : Jossey-Bass (安永悟監訳 (2009) 協働学習の技法大学教育の手引き. ナカニシヤ出版)
- 堀野緑, 市川伸一 (1994) 大学生の基本的学習観の形成要因の考察-心理尺度と面接法による学習者情報と活用. 教育情報研究, 8 (3), 3-10
- Krajcik, J. S. and Blumenfeld, P. (2006) Project Based Learning. Sawyer. R. K (Ed), *The cambridge handbook of learning sciences*. Cambridge, UK : Cambridge University Press
- 丸野俊一 (2010) 第 4 章メタ認知と授業. 高垣マユミ編著, 授業デザインの最前線 II 理論と実践をつなぐ知のコラボレーション. 北大路書房, 京都

美馬のゆり (2009) 大学における新しい学習観に基づいたプロジェクト学習のデザイン.

工学教育, 57 (1), 45-50

岡野貴誠, サルバトーレセッサ (2011) 途上国における日本型 PBL 授業を導入する際の課

題と改善策の検討. 工学教育, 160 (2), 39-44

Okano, T. Sessa, S. and Ahmed, R. (2011) Analysis of the difficulties on introduction of PBL approach in egypt. *Proceedings of 2011 JSEE Annual Conference,*

International Cooperation in Engineering Education, International Session Proceedings, 24-27

高山草二 (2000) 大学生の学習観の特徴と構造. 島根大学教育学部紀要 (人文・社会科学),

34, 1-10

田中健夫 (2001) 第 5 章修学上の移行の契機となる行き詰まりの性質—学生相談からの示

唆—. 溝上真一, 藤田哲也編著, 心理学者, 大学教育への挑戦. ナカニシヤ出版, 東京

山地弘起 (2007) 授業評価活用ハンドブック. 玉川大学出版, 東京

第 5 章

Bowe, B. J. (2003) Teaching physics to engineering students using problem-based learning. *International Journal of Engineering Education*, 19 (5), 742-746

Graaff, E. D. (2007) Management of change. Rotterdam : Sense Publishers

Harb, J. N. Durrant, S. O. and Terry, R. E. (1993) Use of the kolb learning cycle and the 4MAT system in engineering education. *Journal of Engineering Education*, 82 (2), 70-77

掘野緑, 市川伸一, 那須正裕 (1990) 基本的学習観の測定の試み - 失敗に対する柔軟的態度と思考過程の重視 - . 教育情報研究, 6 (2), 3-7

Kolb, D. A. (1984) *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. New Jersey : Prentice-Hall

Kolb, A. Y. and Kolb, D. A. (2005) *The Kolb learning style inventory version 3 technical specification* . <http://www.whitewater-rescue.com/support/pagepics/lstechmanual.pdf> (参照日 2013/05/30)

国際協力機構 (2009) エジプト国案型調査「経済高度知識化へ向けた高等教育支援」. 国際

協力機構

Marton, F. Dall'alba, G. and Beaty, E. (1993) Conception of learning. *International Journal of Educational R* 19 277-300

(2013) 教員養成教育における「文脈的教授・学習」としてのプロジェクト・ベース学習の実践に関する研究 (2). 名古屋学院大学論集社会科学篇, 50 (2), 49-72

美馬のゆり (2009) 大学における新しい学習観に基づいたプロジェクト学習のデザイン. 工学教育, 57 (1), 45-50

中原淳, 金井壽宏 (2009) リフレクティブ・マネージャー一流はつねに内省する. 光文社, 東京

Passarelli, A. M. and Kolb, D. A. (2012) *Using experiential learning theory to promote student learning and development in programs of education abroad*. <http://learningfromexperience.com/media/2012/02/using-experiential-learning-theory-to-promote-student-learning-and-development-in-programs-of-education-abroad.pdf>

Purdie, N. Hattie, J. and Douglas, G. (1996) Student conceptions of learning and their use of self-regulated learning strategies:a cross-cultural comparison. *Journal of Educational Psychology*, 88 (1), 87-100

佐伯胖 (1975) 「学び」の構造. 東洋館出版社, 東京

佐藤郁哉 (2008) 質的データ分析法. 新曜社, 東京

高山草二 (2000) 大学生の学習観の特徴と構造. 島根大学教育学部紀要 (人文・社会科学), 37, 19-26

高山草二 (2003) 学習観とその規定要因及び学習方略との関係. 島根大学教育学部紀要 (人文・社会科学), 37, 19-26

谷口哲也 (2013) 高次のアクティブラーニングの評価. 工学教育, 61 (3), 10-13

辰野千尋 (1997) 学習方略の心理学. 図書文化, 東京

植木理恵 (2002) 高校生の学習観の構造. 教育心理学研究, 50, 301-310

上阪友理 (2010) メタ認知・学習観・学習方略. 市川伸一編著, 現代の心理学 5. 北大路出版, 京都

我妻優美・中原淳 (2011) 大学生の学習観変容に影響を及ぼす協調学習経験. 日本教育工学会論文誌, 35 (Suppl), 57-60

山川尚美 (2004) 第 6 章経験学習—D. A. コルブの理論をめぐって. 赤尾勝己編著, 生涯学習理論を学ぶ人のために. 世界思想社, 東京

第 6 章

阿部久美子 (2011) 経験学習のススメ. 日本文学館, 東京

Harb, J. N. Durrant, S. O. and Terry, R. E. (1993) Use of the kolb learning cycle and the 4MAT system in engineering education. *Journal of Engineering Education*, 82 (2), 70-77

Kolb, D. A. (1984) *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. New Jersey : Prentice-Hall

Krajcik, J. S. and Blumenfeld, P. (2006) Project Based Learning. Sawyer. R. K (Ed), *The cambridge handbook of learning sciences*. Cambridge, UK : Cambridge University Press

楠見孝 (2012) 第一章実践知と熟達者とは. 金井壽宏, 楠見孝編, 実践知. 有斐閣, 東京

松尾睦 (2006) 経験からの学習プロフェッショナルへの成長プロセス. 同文館出版株式会社, 東京

松本浩二 (2013) 教員養成教育における「文脈的教授・学習」としてのプロジェクト・ベース学習の実践に関する研究 (2). 名古屋学院大学論集社会科学篇, 50 (2), 49-72

Morgan, A. (1983) Theoretical aspects of project-based learning in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 1 (4), 66-78

長岡健 (2006) 第 2 章学習モデル 学び方で効果は変わるか. 中原淳編著, 企業内人材育成入門人を育てる心理・教育学の基本理論を学ぶ. ダイヤモンド社, 東京

中原淳, 金井壽宏 (2009) リフレクティブ・マネージャー—流はつねに内省する. 光文社, 東京

野中郁次郎, 竹内弘高 (1996) 知識創造企業. 東洋経済新報社, 東京

笹島和幸 (2010) PBL 教育と、その先に目指すもの—研究方法のトレーニングと質保証—. 著:福井大学高等教育推進センター, 大学教育シンポジウム報告書新時代の工学教育. 福井大学高等教育推進センター

佐々木宏 (2013) キャリア教育の視点から捉えた, PBL の可能性. 首都大学東京,
<http://www.repository.lib.tmu.ac.jp/dspace/bitstream/10748/5901/1/10686-001.pdf>

f

- Schon, D. A. (1983) *The reflective practitioner: how professionals think in action*, New York : BasicBooks ink (柳沢昌一三輪健二監訳 (2007) 省察的実践とは何か プロフェッショナルの行為と思考. 鳳書房, 東京)
- 後小路肖美 (1994) 経験学習過程の理念モデルに関する研究. 生涯学習と資格 (日本生涯教育学会年報), 15, 179-192
- Wenger, E. McDermott, R. A. and Snyder, W. M. (2002) *Cultivating communities of practice*: Harvard Business School Press (野村恭彦監訳 (2002) コミュニティ・オブ・プラクティス ナレッジ社会の新たな知識形態の実践. 翔泳社, 東京)

第7章

- 阿部久美子 (2011) 経験学習のススメ. 日本文学館, 東京
- Kolb, D. A. (1984) *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. New Jersey : Prentice-Hall
- Kolb, A. Y. and Kolb, D. A. (2005) The kolb learning style inventory version3 technical specification , <http://www.whitewater-rescue.com/support/pagepics/l-sitechmanual.pdf> (参照日 2013/05/30)
- 山地弘起 (2007) 授業評価活用ハンドブック. 玉川大学出版, 東京

謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々にお世話になりました。ここに深く感謝の意を表します。

ご多忙にも関わらず、審査委員をお引き受けくださいました西村昭治先生、尾澤重知先生には、貴重なご教示をたわまりました。心より感謝申し上げます。

指導教員である向後千春先生には、海外在住である私を快く大学院で引き受けていただき、対面のみならず、スカイプやウェブ上での議論やご指導を通じて、研究の深さと共に、その楽しさを一から教えていただきました。ありがとうございました。

本研究はエジプト・日本科学技術大学のメカトロニクスロボティクス工学専攻で行われている **Project Based Learning** をフィールドとしております。そのうえで、本授業の実践の場として快く我々を受け入れていただいた **Village of Hope** 代表のベネット氏、また医師や看護師などスタッフの方々、さらに今回被験者となり協力いただいたカンジには心より感謝いたします。

さらに、授業をご担当されるセッサ・サルバトーレ先生、アイマン・オマール先生とは、エジプト国の工学系大学院における **PBL** 授業の導入に当たり、授業の実施方法について議論を繰り返してきました。先生方との日々の実践が博士論文としてまとめることができました。ありがとうございます。

最後に、研究活動を温かく見守ってくれた家族に感謝しております。

2015年1月

付記

本論文の一部は、以下で発表したものである。

【第1章】

Okano, T. Adachi, M. Kawasaki, Z. Ichimura, T. Matsushita, Y. Iwasaki, A. et al (2012) Establishment of Egypt Japan University of Science and Technology in Egypt. *60th JSEE Annual Conference & AEESEAP Workshop Proceedings*, 56-59

【第3章】

岡野貴誠, 河崎善一郎, 市村貞次郎 (2013) 日本型工学系大学院教育の特徴に関する一考察 —国際協力における高等教育支援の視点から—, 工学教育研究講演会講演論文集, 60, 160-161

岡野貴誠 (2013) 国際協力の現場から見た日本の工学系大学院教育の特徴に関する一考察. 工学教育, 61 (2), 23-27

【第4章】

Okano, T. Sessa, S, Ahmed, R. (2011) Analysis of the difficulties on introduction of PBL approach in Egypt. *Proceedings of 2011 JSEE Annual Conference, International Cooperation in Engineering Education, International Session Proceedings*, 24-27

岡野貴誠, セッササルバトーレ (2011) 途上国における日本型 PBL 授業を導入する際の課題と改善策の検討, 工学教育, 160 (2), 39-44

【第5章】

岡野貴誠, セッササルバトーレ, オマールアイマン (2014) エジプト国における大学生と大学院生の学習スタイルの違いに着目した PBL 授業の検討. 工学教育, 162 (5), 45-45