

令和 5 年 6 月 28 日現在

機関番号：32678
 研究種目：基盤研究(C) (一般)
 研究期間：2020～2022
 課題番号：20K02525
 研究課題名(和文) 継続的で一貫性のあるPBLカリキュラムの、卒業後の学習特性への影響に関する研究

研究課題名(英文) A study of the Effects of the Continuous and Coherent PBL Curriculum on Post-graduation learning

研究代表者
 伊藤 通子 (ITO, Michiko)

東京都市大学・その他部局等・教授

研究者番号：00537037

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、筆者が開発した高専における「継続的で一貫性のあるPBL教育プログラム(以下、PBL)」を、2005～13年に受講した群と、従来の高専教育受講群の、それぞれの卒業生の現在(30歳前後)を調査・比較し、PBLの教育効果が専門職業人としての資質にどう影響するかを検証した。その結果、本研究で開発したPBLは、授業終了直後および卒業10年後の両方において、創造性の育成等に効果が認められることを示唆する結果を得、PBLは学期や学年を跨いで継続的に実施する分野統合的科目群として設計することで、現代的課題を総合的に扱う新しいカリキュラム構成に向けての導入が有効であるとの結論を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我国のイノベーション力向上に向けて、経済産業省は人材の供給システム・教育の更新を、文部科学省は種々の問題解決型教育の理論的基礎となるPBL(Problem/Project based Learning)の促進を推奨している。世界ではPBL教育のカリキュラム化の実践研究が進んでおり、数々の成果が報告されている。日本でも、科目単位の検討を超えて、種々の問題解決型学習を中心としたカリキュラム化を急ぐ必要がある。本研究で得た結果より、PBLを学期や学年を跨いで実施する分野統合的科目群として設計し、環境・社会・技術的課題を総合的に扱う一貫的教育プログラムとしてカリキュラム化することへの一方策を得た。

研究成果の概要(英文)：In this study, I conducted both a post-course and a post-graduation survey for students from 2005 to 2013 who took the PBL program we developed to nurture creative engineers. The results show statistically significant differences in the results of the course immediately after the course between the group that received continuous PBL education program and the group that did not. The post-graduation survey also suggested that this program is effective. The students took this program seem to have a higher level of professionalism in their work, a higher frequency of self-directed learning and a more active attitude toward problem-solving. They are particularly motivated to take on challenges in the future, suggesting that they possess additional qualities that differ from those of conventional graduates. In conclusion, I found that a coherent PBL program that integrates environmental, social, and technological issues into engineering education can be developed and is effective.

研究分野：工学教育

キーワード：Problem-based learning Project-based learning 高専 教育プログラム設計 教育効果 卒業生調査

1. 研究開始当初の背景

近年、Problem-based Learning および Project-based Learning (総称して PBL) は、イノベーション力やジェネリックスキルなどの現代的な能力育成を強化するための学習法として注目され、我が国の教育課題への有効性に対して期待が高まっている。また、松下ら (2019, 2020) は、PBL を重点統合科目としてカリキュラム上に配置する PEPA (Pivotal Embedded Performance Assessment) 理論を提唱し、教育評価の適正化に取り組んでいる。

我が国において工業高等専門学校 (高専と称す) は、比較的早い時期から PBL を導入してきた。日本の PBL は医学教育の歴史が古く多くの研究がなされ確立しているが、他の学校種や分野では諸外国に比べて遅れをとっている。高専教育は、15 歳から 5 年間 (専攻科を含めると 7 年間) の一貫的な実技重視のカリキュラム、少人数教育、地域産業との連携など独自の特徴を有している。それらが PBL と親和性が高いことに加え、産業界からダイレクトな人材輩出要請を受けける高等教育機関であることが、カリキュラムへの PBL 導入を後押しした。

そのような背景の下、筆者は、高専の 15 歳からの 22 歳までの学生を対象に「継続的で一貫性のある PBL」を 2000 年頃から 2013 年にかけて実施した。実施した PBL は、欧州のポロニヤ・プロセスを経て展開されてきた社会変革型 PBL の研究成果に基づきデンマーク・オルボー大学にて設計・実践されている、Project-oriented Problem-based learning に倣ったものである。すなわち、PBL 科目と既存科目とを並行に教育課程上に配置するハイブリッド型の PBL カリキュラムにより、当該学科の方針や目的に沿った能力育成を図る教育プログラムであった。この実践研究において、2005 年から 2010 年の「授業直後の学習効果」はすでに確認している。

矢野ら (2018) は、全国的規模の高専卒業生調査で卒業生の学習特性と仕事の状況等を調べることにより、高専教育を学歴ではなく「学習歴」という視点で捉え直し、他の学校種にはない日本の高専教育の特長を明らかにした。

筆者はさらに、矢野らが発見した「高専の学習歴」の質的要素の一つとして、高専の伝統的な実技教育とは異なる新しい教育的取り組みとしての PBL に着目し、その長期的教育効果や専門職業人としての資質への影響を明らかにすることが重要であると考え、本研究に着手した。

2. 研究の目的

PBL に期待される教育効果は、学生時代に現れる短期的効果の「学習の転移」や「科学的な問題解決能力」等に加えて、卒業後の社会生活で能力を発揮することが重要である。

筆者らが開発した PBL 教育プログラム (PBL を中心とした複数の科目群) を受講した学生らが、卒業 10 年目前後になった現在、学生時代の PBL を由来とする「自己主導型学習能力」「問題解決能力」「チームの一員としてのプロジェクト推進力」などを、専門職業人として社会生活の中で発揮できているかどうかを調査することは、工学教育のみならず、多分野における今後の PBL カリキュラムや授業デザインのあり方などに多くの示唆を与えると期待できる。

すなわち、本研究の目的は、この継続的で一貫性のある PBL 教育プログラムを受講した 6 年間の卒業生の現在 (30 歳前後～40 歳くらい) の学習特性を調査、分析し、PBL 教育プログラムによる卒業後の学習への影響を検証することであった。

それにより、Problem-BL および Project-BL を適切かつ効果的に導入するための方策を見出し、我が国の教育的課題に資することを目指した。

3. 研究の方法

調査の対象者として、2005 年から 2013 年にかけて筆者らが開発した PBL 教育プログラム (社会実装科目を含む) を受講した、全卒業生 (2007 年～2015 年卒業) に対して郵送にて質問紙と調査の協力依頼を行った。

この卒業生を、一貫性をもたせた 6 年間の継続的な PBL 教育プログラムを体験した群と、1 年間のみ社会実装科目を受講した群に分けて、質問紙調査およびインタビュー調査を実施した。

質問紙調査の調査期間は、2020 年 12 月から 2021 年 3 月までで、名簿掲載 214 名中、実質送付件数は 178 件であり、回答件数は 43 件 (回答率: 24.2%) であった。回答は 3～10 件法で得たが間隔尺度とみなし、各質問項目の回答を平均して両群の比較を行った。比較は、各変数を Shapiro-Wilk の正規性検定の後、正規性が認められたものは t 検定にて、正規性が認められなかったものは Mann-Whitney の U 検定によって差の検定を行った。結果は、各値をフルスケール 10 に換算して両群の比を算出し、先行研究 (矢野他, 2018) の全国データより同様の値を計算し参考値として比較分析した。

さらに、特徴的な傾向が表れた項目については、相関行列のヒートマップ作成と重回帰分析を行い、先行研究 (矢野他, 2018) で行われた「不満の分析」における不満の類型と分布の結果と

の比較等も行った。

インタビュー調査は、質問紙を郵送した中から協力を申し出た卒業生を対象に実施し有効回答 12 名分を得た。調査は 2020 年 10 月から 2021 年 4 月に実施した。データ収集は、オンライン会議用ツールの Zoom (11 名)、電話 (1 名) による半構造化インタビューを行い、1 人に付き 30 分から 1 時間程度で実施し、録音データから逐語訳を作成し主題分析 (土屋, 2016) (Maguire, M., & Delahunt, B., 2017) を行った。

調査の限界として、データ数の問題および、インタビューア、インタビューイ双方に発生する心理的バイアスの問題が予測されたため、これらの影響を低減する分析方法や措置をして実施した。これらの調査に協力してくれた卒業生の年齢は、28 歳から 37 歳までであった。

4. 研究成果

本調査は、筆者らが開発した PBL 教育プログラムが、卒業後 6 年から 10 年前後の卒業生の現在の学習特性や仕事の状況、仕事や人生に対する姿勢・価値観に対して、どのような影響を与えているかを探り、その有効性を検証するために実施した。

本 PBL 教育プログラムが目標とした資質は、

- (1) 科学技術を担う専門家として自覚と責任と高い技術力が発揮できること
- (2) 社会や身の回りの諸問題に対して他の専門分野の人々と協力して、より良い解決策を見出し実行し得る意欲と能力を有すること
- (3) 社会科学や人文科学の視点も採り入れながら望ましい社会開発の方向性について提言ができること

とし、そのような専門職業人の育成を目指して教育プログラムを構成する各科目や授業を設計・実施した。

本 PBL 教育プログラムは、ある学科 (K 科と称す) では 6 年間にわたり専門科目の中で実施し、他の学科は 1 年間のみの実施だった。卒業生調査は、その 2 群に対して、質問紙とインタビューにより実施、結果を分析した。

質問紙調査は 43 名 (回答率は 24.2%) から、インタビュー調査は各群 6 名ずつの 12 名から回答が得られた。インタビュー調査の協力者は、両群いずれも、プレ調査を除いて自ら協力を名乗り出てくれた卒業生だった。回答者の進路比率等が全卒業生の比率と大きく変わらないこと、年齢分布にも大きな偏りがみられないことより、この質問紙調査で得られたデータは、代表性のあるデータであるとみなした。一方で、いずれの回答者も卒業生全体の中では、積極性があり、仕事も順調で心に余裕がある人たちだという傾向はあったと考える。

本調査で明らかとなった回答者の特性として、K 科は、入学時は、偏差値が 4 学科中一番低く、特に英語が苦手で、他の学科を志望していた本意入学の学生が多かった。また、本科の勉学はあまり熱心ではなかったという自己評価をし、実際に 1 年次から 5 年次の成績は低かったが、在学中に、特に英語と社会的な分野の学ぶ意欲が高まり、4 年次から専攻科にかけての高専時代後半 4 年間の自学自習時間は長かった。学歴は、質問紙調査では K 科の方が低く、インタビュー調査でも、K 科は学士 3 名、修士以上 3 名、他学科は学士 1 名、修士以上 5 名であったことより、調査協力者の学歴は K 科の方が低かった。

調査の結果、K 科は、社会人として約 10 年を経た現在、他学科に比べて、教育プログラム開発に際して育成目標としていた能力の全てにおいて優位性が認められる結果が得られ、本研究で開発した一貫性のある連続的 PBL 教育プログラムの教育効果が、社会人となって 10 年前後の卒業生の現在の姿に影響を与える一つの要因となっていることが示唆された。

以下に、詳細を述べる。

まず、資質 (1) に関しては、社会人となった現在、K 科は他学科に比べて最終学歴は若干低いにもかかわらず、現在の仕事に関する処遇、仕事内容、人間関係には満足しており、友人も多く年収も高い。これらは、専門職業人として求められる能力を発揮していることの表れであるといえる。

資質 (2) に関しては、K 科は他学科に比べて社会人汎用力が高いという結果が得られた。K 科も他学科も、社会人汎用力と学生時代の PBL 科目の熱心さとの間にやや強い相関が認められ、K 科は社会課題を扱った科目の役立ち度や自学自習時間などの PBL の特徴との間に相関があり、他学科は一般的に言われる通り卒業研究や正課外活動で説明できることが示唆される結果を得た。

職業人としての専門性を支えていると考えられる現在の読書頻度や自己学習頻度は K 科の方が高く、社会や経済に関する知識、英語力の自己評価は、高専入学時のそれを挽回している。社会や経済に関する知識や英語力は、4 学科共通のカリキュラムで教授していたことより、この差異は専門科目の枠内で何らかの要素が影響したと考えられる。その一つとして 6 年間継続して専門科目の中で実施した本 PBL 教育プログラムによるものが考えられる。特に Problem-BL により育成されるとされる自己主導型学習の習慣が、今日に至るまでの勉学を促したことが示唆される。また、問題解決への意欲と行動力などの能力は、主にインタビュー調査の回答として表れた。「問題解決の方法」「大学卒との比較・自分の強み」として、本教育プログラムの特徴的な部分が卒業生の語りの中に表現された。

資質 (3) に関しては、K 科には、入学直後より ESD (Education for Sustainable Development)

の要素を含む、具体的には持続可能な開発の概念やグローバル社会の現状と課題に関するテーマの授業を行った。その「環境」「社会」「経済」をバランス良く扱う PBL 教育を受講したことで興味・関心が喚起され、現在に至るまで仕事と関連付けていることが推察される。具体的には、質問紙調査の結果に、学生時代後半の社会や経済に関する知識、英語力の自己評価の高さに表れており、インタビュー調査では、就職先の選択時に外資系や外国人の多い職場を自ら選んでいることや、地元企業を選んだ卒業生でも国際的な社会問題と仕事とを結びつけている語りとして表れた、さらには、自分には未来を変えることに参画する意欲があるというような未来に対するグローバルな明るい展望も語られた。それらは、「関心ある社会問題」に関する回答の中で複数名が表現した。

K 科は、高専教育を振り返って、勉学や人間関係、学生活動全般に満足しているが、PBL 科目や社会課題を扱う授業の重要性を感じもっとやるべきだったと考えており、現在の社会生活に対する高専教育の役立ち度に関しては少々批判的に捉えていた。これらのリフレクシオン力や批判的思考も、本 PBL 教育プログラムのプロセスで養われた可能性がある。

K 科は、機械、電気、化学などの伝統的で確立された学問を体系的に学ぶ他学科とは異なり、材料系という分野横断的特性を有する。このようなことから、K 科は、材料からのアプローチにより機械も電気も化学にも関連付けながら工学を広く学ぶことが特徴で、それが社会に出た時にも、仕事を分野横断的思考で捉えることができる強みとなっているということが考えられ、本 PBL 教育プログラムの影響が出やすい学問的特性を有していたといえるかもしれない。

その他、インタビュー調査では、K 科、他学科のいずれからでも、大学受験のない 7 年間のゆったりした自由な時間、15 歳から学生として扱われること、学びの責任は自分にあると自覚させられる高専の教育システム、そして教員や友人との良好な人間関係が、主体性や協働的に学ぶ姿勢を育んだという意見が多かった。高専教育の弱みの一つとして、しばし「中だるみ」が指摘される（水谷、2013 他）が、これは一分一秒を惜しんで机にしがみつこうように勉強をするような姿勢に安心を感じる教員側からの見方ではないだろうか。学生個々が自分に合ったペースで学び、失敗し、悩み、やがて自力で立ち上がって力をつけていくには、受験のない 5-7 年間という寛容な時間の流れ、自らをゆっくりと見つめることができる環境（渦中の学生は苦しみ悩むが）、そして教職員や学生同士の多様性を受容する関係性が大きな役割を果たしているといえ、長期的視野に立った成長において重要な点であると感じた。

さらに、K 科も他学科も、大学受験経験者と比較し、一般教養的な知識幅で劣るも入社後の数年で挽回可能で、最初感じた劣等感は克服できると語り、むしろ、知識と実践の有機的なつながりや、行動力や工学的アクションのセンス、創造性、チームワーク、コミュニケーションに自信があり、それは「仕事で活かしているため全般的には優位性を実感している」とし、先輩たちの活躍する姿をロールモデルとして捉え、高専卒であることの誇りを感じるという意見が多かった。卒業生の語りでは、それは本高専に限らず、他高専の卒業生も同様であるということだった。

学生当時、PBL 科目を痛烈に批判し反抗していた他学科の卒業生がインタビューに名乗り出てくれて、社会人となってわかったこととして語ってくれた内容は、Problem-Bl を重視した本取り組みの目的の本質を突いており特筆に値するので報告する。この卒業生は、現在、日本を代表する自動車メーカー企業で当該業界のこれからについて提言するような部署に配属され、非常に有意義な社会人生活を送っているということだった。

【他学科】伊藤先生にやっていただいた PBL 問題解決の授業。あれはちょっと批判的だったと思うんですけども、結局、社会に出てやらなきゃいけないことってああいうことなので、その取っ掛かりというか、その方法論みたいなところを。最初に概要を、実際の現場に行ってやらせていただくというのは記憶に残ってますね。

たしかね、問題を設定されてなかったと思うんですね。現場に行ってみるとところからの学習だったと思って。で、今って、問題を見つけるのってすごく難しく。問題解決なんてはつきり言って もうレッドオーシャンなんですよ。方法論なんていくらでもありますし、フレームワークなんていくらでも出回ってるのでみんなたどり着く先の答えって一緒なんですよね。で、いかに問題を発見してそれを設定してストーリーを作るかが求められている時代なので。やっぱり結局、自分の頭でどれだけ考えられるかなんでしょうね。そういう観点でやっぱり PBL って、よかったんじゃないかな、問題を見つけるところからやれたのが良かったんじゃないかな。

また、K 科の複数名が語った問題解決への意欲や、今の自分の強みであるとした点は、まさしく本研究で目指した創造性人材に期待する特性の代表的なものだったので、これも報告する。

【K 科】最近も僕、今ちょうど一個山を乗り越えたという仕事で、ゼロから 1 を作るのはいと。ほとんどの人ができない。ゼロから 0.1 でもまず作れる。それは強みだよねと先輩から言われたのが大きい。

【K 科】まあ、それは僕が開発にいた時も、前の上司に言われたんですけど、今の指摘は前の上司からですが、ただ O さんは、そういうところあるけど、何かその問題解決のために常に何かしようとしているのは、すごく評価するって言われたんです。

このように語った二人も、それぞれに企業の中で重要な仕事を任せられ、明るい将来展望を抱きながら、自ら学び続けて有意義な社会人生活を送っている様子が伝わってきた。

以上のように、卒業後 10 年前後の現在の姿には、全体的には高専教育の特徴からの強い影響があり、K 科卒業生には特に、Problem-BL を重視した本 PBL 教育プログラムの影響、すなわち従来の高専卒業生の特長をさらに高め、特に「創造性人材の資質」が付加されていることが示唆される結果を得た。

参考文献

- ・ 矢野眞和・濱中義隆・浅野敬一 (2018) 『高専教育の発見』岩波書店
- ・ 土屋雅子 (2016) 『テーマティック・アナリシス法』ナカニシヤ出版
- ・ Maguire, M., & Delahunt, B. (2017). Doing a thematic analysis: A practical, step-by-step guide for learning and teaching scholars. *All Ireland Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 8(3), 1-14
- ・ 松下佳代 (2019) 「学生を育てる評価—プログラムレベルと科目レベルをつなぐ—」『2019 年度 東京都市大学 全学 FD・SD フォーラム, 講演資料』
- ・ 松下佳代 (2020) 「課題研究シンポジウム プログラムレベルと科目レベルの評価をつなぐ: PEPA の理論と課題」『大学教育学会誌』42(1), 77-81
- ・ 水谷惟恭 (2013) 「高専の強みを生かした高専の高度化」『工学教育』61-1, 55-60

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 伊藤通子	4. 巻 1
2. 論文標題 高専の工学教育における PBL教育プログラムの有効性	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 放送大学 学位論文 学位授与番号 32508甲 第32号	6. 最初と最後の頁 1-287
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

- ・招待講演：伊藤通子，東京都市大学におけるSD PBLの取り組みと展開，日本工学教育協会，2023.5
- ・招待講演：伊藤通子，ESDをPBLで大学の必修科目にする方法，未来の学びと持続可能な開発・発展研究会，2022.10

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------