

高専の工学教育における PBL教育プログラムの有効性

放送大学大学院博士課程3年
191-700058-1 伊藤通子

本研究の骨子

- 工学教育の共通課題の一つである「イノベーションを担う人材」の育成にPBL教育が有効とされ、2000年代初頭から高専での実践が開始された
- PBLの教育効果をより高めるためのカリキュラム開発が必要とされている
- 本研究では、
1970年代に始まり、成果が出て、ユネスコチェアにも指定されている
オルボーPBLモデル（デンマーク）を調査し、
高専の工学教育におけるPBL教育プログラムとして
設計・開発・実践を行い、以下を確認した
 - ① イノベーション教育の一つである「社会実装教育」を、
PBL科目として実践した教育効果
 - ② Problem-BLを中心にProject-BLを組み合わせた科目を、
学年を超えて、6年間継続的に実践した教育効果
 - ③ 受講した卒業生の、現在の専門職業人としての資質への影響

概念の整理と、用語について

- **高専**・・・工業高等専門学校（独立行政法人 国立高等専門学校機構）
- **創造的人材**・・・高専の目的であり、一般的なイノベーション人材と同義
- **PBL**・・・学習科学の知見に基づいた二つのPBLを組み合わせる時の総称

	Problem Based Learning	Project Based Learning
問題	学習者にとって当事者性のある複雑で構造化されていない問題	プロフェッショナルの取り組みに類似した現実の有意義な、学習を駆動する課題
特徴	①協調的な問題解決、②自己主導型学習、③知識転移、④理解深化の促進、⑤批判的思考促進、⑥興味の喚起、⑦特徴的な学習サイクル	①科学リテラシーの獲得、②スタンダードや評価に沿った学習目標が立てやすい、③科学的実践、④協調、⑤学習テクノロジーの活用、⑥成果物としてのアウトプットを求める

組み合わせる要素

Problem Based Learning	Project Based Learning
自己にとって有意義な実社会の問題 問題をはらんだ状況の提示 指導者が思考に刺激を与える Problem-BL独自の学習プロセス 学習のプロセスを重視 目標に向けて非線形的・螺旋的	プロに類似した現実の有意義な課題 タスクとしての課題の提示 学習者が、プロジェクトの管理 プロジェクト型の学習プロセス 学習の成果物を重視 直線的・効率的

足場かけ・コーチング・メンタリング・フィードバック

発達度・専門領域・教育の目的

共通の要素

- ・問題や課題の真正性と全体性・総合性
- ・社会文化的能力観
- ・構成主義、状況主義、社会構築主義
- ・既有知識の活性化
- ・知識の転移と新しい情報との統合
- ・学生の当事者性の重視
- ・情報は、学生自らが収集・選択・活用

R. Keith Sawyer (2014) The Cambridge Handbook of the Learning Sciences Second Edition, Cambridge University Press, p.275-318.

	テーマ	問い	方法	成果・課題
序章	高専におけるPBL研究の意義	研究の背景 / リサーチクエスチョン / 論文の概要、章の構成、用語の定義		
1章	高専教育とPBL	① 高専教育にPBL教育を導入する意義とは何か	・文献調査	<ul style="list-style-type: none"> ・高専におけるPBL教育の目的 ・高専の技術者教育が果たす役割、使命 ・創造的人材が有する能力の定義 〈課題〉 PBL教育導入の具体的方策
2章	オルボーPBLモデル	② 工学PBLの先行事例はどのようなものか	<ul style="list-style-type: none"> ・海外視察 ・文献調査 	<ul style="list-style-type: none"> ・オルボーPBLモデルの調査、分析 〈課題〉 高専教育へのカスタマイズ
3章	PBLによる社会実装科目の設計・実践	③ 高専教育に適したPBL科目を、どう設計し実践するか	<ul style="list-style-type: none"> ・教材開発 ・科目設計 ・実践研究 	<ul style="list-style-type: none"> ・PBLによる社会実装体験科目の設計・実践 〈課題〉 能力育成に対する単発科目の限界
4章	一貫性のある継続的PBL教育プログラムの設計・実践	④ 一貫性をもたせた継続的なPBL教育プログラムを、どのように設計し実践するか	<ul style="list-style-type: none"> ・文献調査 ・教育プログラム設計 ・実践研究 	<ul style="list-style-type: none"> ・6年間の継続的なPBL教育プログラムの設計・実践 〈課題〉 PBL教育プログラムの効果
5章	PBL教育プログラムの卒業後の影響	⑤ PBL教育プログラムは、専門職業人としての資質に、どのような影響を及ぼしているか	<ul style="list-style-type: none"> ・卒業生調査 ・混合研究法 先行研究 (矢野他、2018)	<ul style="list-style-type: none"> ・PBL科目の熱心さが社会人汎用力等と相関 ・6年間受講群と1年間受講群の比較により様々な特性の違いが明らかに ・PBL教育プログラムにより、従来の高専卒業生とは異なる資質の付加の可能性
終章	まとめ、課題と展望	⑥ 得られた知見 ⑦ 課題と今後の展望		<ul style="list-style-type: none"> ・リサーチクエスチョンへの一定の回答が得られ、創造的人材育成への有効性が示唆

序章

➤ 学問の体系的修得を目的とした伝統的なカリキュラムが、**イノベーション人材輩出の抑制要因**

➤ 21世紀のテーマである

「**環境的、社会的、技術的課題を総合的に扱う新しいカリキュラム構成**」と、「**学生中心の教育方略**」とが統合された**一貫的教育プログラム**の必要性



- ・日本の工学教育では、特に「Project-BL」への高い期待
- ・高専では、導入当初より「Problem-BL」が推奨されていた

リサーチクエスチョン

PBLによる「環境的、社会的、技術的課題を総合的に扱う、一貫的教育プログラム」導入は、高専における工学教育として有効か。

- (1) 高専教育において「学習者中心の教育方略」として、PBLは適しているか。
- (2) PBL教育プログラムは、「環境的、社会的、技術的課題を総合的に扱う新しいカリキュラム構成」に向けた具現化を果たし得るか。
- (3) 本研究で開発したPBL教育プログラムにどのような教育効果が認められるか。

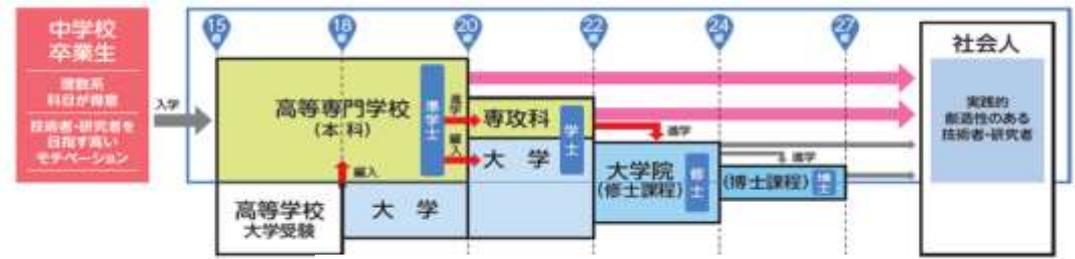
Ruth Graham (2018)
The global state of the art in
engineering education, MIT

Virginie SERVANT (2012) PBL
in Japan, The PBL in Asia
Series, Promethea Education
Consulting Pte. Ltd., p.27-28.

第1章 高専教育とPBL

➤ 高専教育の目的と特徴

- ・ 1962年、**産業界からの強い要請**で創設
- ・ 中学校卒業後、**実技重視の5年一貫の高等教育**
- ・ **全国57校**、6万人の学生、**日本の工学系全新卒者の12%**
- ・ 2004年に**独法化**、目的が「**職業に必要な能力**」から「**創造的な人材**」の育成に
- ・ 希望者の就職率ほぼ100%、大学等へ編入学 約40%、専攻科から大学院進学 約35%
- ・ モデルコアカリキュラムでの質保証、COOP教育、インターンシップ
- ・ ロボコンなど、各種コンテストが有名



高専のシステムとキャリアパス

➤ 高専教育の課題

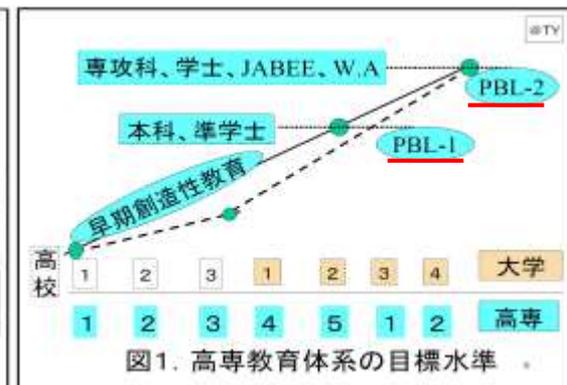
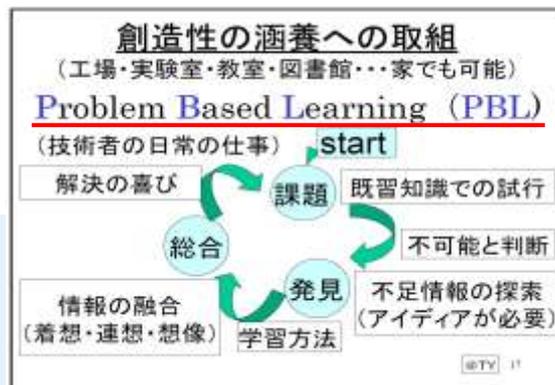
- ・ 科学技術高度化・産業構造の**変化への対応**
- ・ 専門性の激変に適応できる**新たな知識・スキルを自ら獲得し身につける力**を持つこと

第1章 育成する人材像とPBL教育

➤ 15歳からの 早期教育を生かした 「Problem-BL」が 提言された

- 中教審大学分科会資料
「高等専門学校への在り方」
(四ツ柳、2004)

四ツ柳隆夫
(2003)「国立高専の現状と展望」『工学教育』51巻-1, p5-10



➤ 本研究では、教育の目的等に応じて2つのPBLを組み合わせる

➤ 目標とする創造的人材

高い 専門性	専門の、知識・スキル・態度 科学技術を担う専門家として 自覚と責任と高い技術力をもつ
専門性を 発揮	社会人汎用力 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 意欲と能力を備えている
未来志向で 社会づくりへ 参画	未来志向の提言力・行動力 社会科学や人文科学の 視座も採り入れながら 望ましい社会開発の方向性について 提言ができる

- PBLは、統合的学びの機会を提供
- PBL教育プログラムの構造



第2章 オルボー PBLモデル

➤ 学びの比較

	Aalborg大学の教育	高専教育
目的	実践的なイノベーション人材の育成	実践的な創造的技術者の育成
能力観	社会文化的・関係性的 (社会構築主義)	本質主義的
学ぶ内容	専門を通じた 生涯における継続的な学び方	専門知識・スキル
学びの責任者	学生が学びに責任をもつ 主体的学習	教員が教育に責任を持つ 主導的教育
学生の立ち位置	当事者として積極的	教授される身として受動的
教師の役割	ファシリテーター, 鼓舞者	専門知識・技術の伝達・教授者
時間割	半期単位	週単位
カリキュラム	内容や方法が連動する プロジェクトと集中講義の ハイブリッド式	様々な科目が 関連性なく並列する 時間割表
評価の考え方	何をどのように学び 何ができるようになったのか?	どんな知識やスキルが 定着したのか?
評価の方法	学びのプロセスを可視化する 成果物や口頭試問	結果や知識理解を評定する ペーパー試験, レポート等

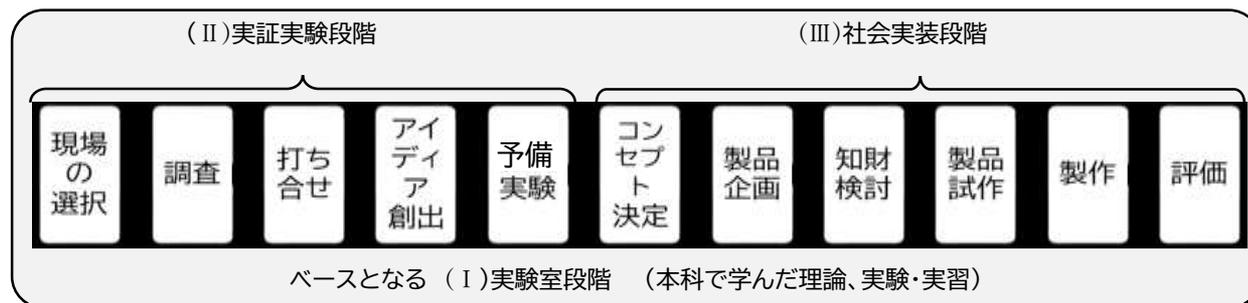
➤ 導入の要点

- ① Project Organized Problem Based Learning (**組み合わせ**)
- ② 実社会の問題を扱う
テーマ設定
- ③ 学生の「問い」を中心に
- ④ **理論と実践を連関**
- ⑤ **自己省察と形成的評価の**
埋め込み
- ⑥ 問題解決のプロセスに
 - ・ **学際性**
 - ・ **グローバルな視点**
 - ・ **未来志向**
- ⑦ 伝統的な学び方とは異なる
学生と教員の役割

Graaff, E. de & Kolmos, A. (2007). History of Problem-based Learning and Project-based Learning, Graaff, E. de & Kolmos, A. , *Management of Change: implementation of problem-based and project-based learning* (pp. 1-8). Sense Publishers (Rotterdam).

第3章 PBLによる社会実装科目の設計・実施

- **目的**：与えられた状況から問題を見出し、課題を設定して技術で解決に挑戦すること
- **習得目標**：創造的人材で定義した能力
- **方法**：Problem-BLの原理・学習サイクルと、Project-BLのプロのエンジニアがたどる科学的課題解決にて、科学技術イノベーションプロセスを体験
- **テーマ**：事業所のミッションを理解し、社会的価値を高めるためのものづくり
- **活動内容**：



- **特 徴**：

社会実装科目のイノベーション・プロセス体験活動

- ① 地域課題やグローバル課題に取り組む事業所でも**ものづくり**をしたこと
- ② **学生の問題意識を課題に落とし込む**フェーズに時間をかけたこと
- ③ 既有知識や他科目で学んだことを総動員する**統合的な学び**を促したこと
- ④ 様々な思考法や学習活動、ワークシートなどで**高次の思考**を刺激したこと
- ⑤ 複数回の**発表会**で企業の技術者・経営者・弁理士等から**助言や評価**を受けたこと
- ⑥ **自己省察や形成的評価**の機会を、学習活動に埋め込んだこと

第3章 実践の結果と課題

➤ **評価**：学習活動に埋め込んだり、発表会などで複数回行ったたりし、多様な評価者による直接評価で実施し、習得目標の達成を確認

浅野敬一（2017）「「社会実装教育」の背景を考える～イノベーションを目指す工学教育～」『工学教育』65-4、p10-15

➤ **明らかとなった課題**

1) 必要な基礎力が不足 ➡ 段階的訓練の必要性

- ・ 情報を扱う力（収集、選択、活用、発信、倫理）
- ・ 対話の力、合意形成の力
- ・ 評価する力＋評価を活かす力

佐藤知正・林丈晴・大塚友彦（2017）「科学技術イノベーション実現のための社会実装教育～社会実装コンテスト～」『工学教育』65-4、p3-9

2) 学力観・能力観の転換の必要性

- ・ 伝統的／本質主義 ⇒ 新しい学力観／社会文化的能力観

3) 学びのプロセスの設計

- ・ 他の科目群との連携（カリキュラムデザイン／授業デザイン／学習活動デザイン／評価）

4) ESD教育（Education for Sustainable Development）等、他の教育との融合

5) 指導者側の問題（必要な理論と手法）

- ・ 学習科学の知見（動機づけ、足場かけ、メタ認知 等）
- ・ 思考法、共同学習指導法、教材開発法／・ IDスキルと学びのツール

6) 学習環境

- ・ 連携（学外・内）／PJスペース／安全対策

第4章 PBL教育プログラムの設計・実施

➤ PBLによる社会実装科目で 知の創出体験を充実させる ために、強化すべきこと

- PBL基礎力
- 新しい学力観
- イノベーション志向
- ESD・安全・倫理・知財教育
などの実践的学びの機会

➔ 学年に配置した
各PBL科目で
能力習得をめざした

Torp, L. & Sage, S. (2002). Problems as possibilities: Problem-based learning for K-16 education. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Maggi Savin-Baden (2007). Challenging Models and Perspectives of Problem-based Learning, Graaff, E. de & Kolmos, A., Management of Change: implementation of problem-based and project-based learning. Sense Publishers (Rotterdam), p.9-29.

獲得してほしい能力要素		学年	1~2年	3~4年	5年	専攻科	PBL教育プログラムへの期待される効果
		年齢	16~17	18~19	20	21~22	
知識	専門的な知識						ベースとなる専門性
	技術のなりたちや歴史						イノベーション志向性 他の教育との融合
	他分野とのつながりや社会的影響						イノベーション志向性 他の教育との融合
技能・技術	合意形成のコミュニケーション力						PBL基礎スキル訓練
	チームで働く力						新しい学力観・能力観
	情報収集・選択・活用・発信力						PBL基礎スキル訓練
	批判的思考力						イノベーション志向性
	論理的思考力						イノベーション志向性
	主体的学習力						PBL基礎スキル訓練
	評価力 (自己評価・相互評価)						PBL基礎スキル訓練
意欲・態度	技術を学ぶ意味						イノベーション志向性
	技術への関心と当事者意識						PBL基礎スキル訓練
	種々コミュニティへの参加意欲						新しい学力観・能力観
	技術者倫理・環境安全 (知財教育/ESDを含む)						他の教育との融合
	イノベーション力						新しい学力観・能力観 イノベーション志向性

重点度合を表す色

低

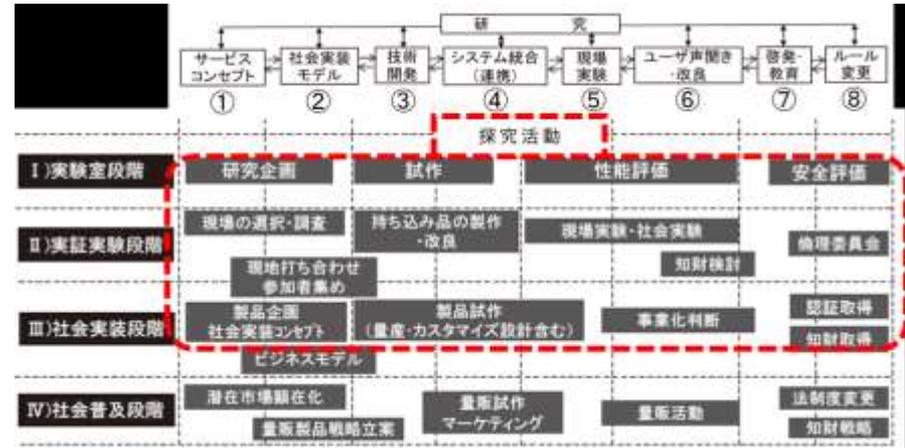
中

高

第4章 実践の結果と課題

➤ 学びのプロセス設計

- 各PBL科目を、科学技術イノベーション・プロセスの活動要素に対応させる

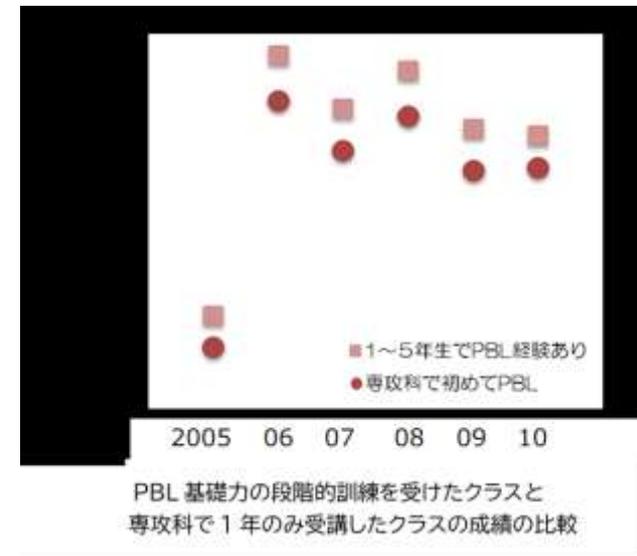


(佐藤他, 2017)を加工

➤ 学年進行（専門性）を考慮して テーマ・内容に、一貫性をもたせて実施

低学年	「工学」「高専教育」に対する器づくり ・学ぶ意味づけ(科学技術を志す者の視点) ・情報リテラシー, 科学的・論理的・批判的思考 ・技術者倫理基礎, 環境安全リテラシー	ESD教育・環境安全教育・知財教育
中学年	チームで共同的学びを深め、知の創出体験 ・様々な思考方法, 専門のリサーチメソッド ・科学的, 工学的なデータ処理や考察による探究 ・環境安全教育, 危険予知訓練	
高学年	現実の問題に専門知識とスキルを適用 創造性を発揮して最後まで考え抜く ・ナレッジマネジメントの基礎 ・ステークホルダーとの対話 ・科学コミュニケーション, プレゼンテーション	

➤ 実践の結果



第5章 PBL教育プログラムの卒業後の影響調査

➤ 目的

- ・ PBLを6年間受講した卒業生の、学習特性と仕事に対する姿勢や価値観は、従来の高専教育を受けた卒業生と比較してどのような特徴がみられるか。
- ・ PBL教育プログラムは、卒業後の仕事にどのように影響しているか。

➤ 対象

- ・ 2005～13に、本PBL教育プログラムを受講した、K科（6年間）と他3学科（1年のみ受講）の卒業生

●：本PBLを必修科目として受講

		1年生	2年生	3年生	4年生	5年生	専攻科 1年生	専攻科 2年生	
他 3学科	本科								→ 他学科
	専攻科						●		
K科	本科	●	●	●	●	●			→ K科
	専攻科	●	●	●	●	●	●		

➤ 方法

(1) 質問紙調査

- ・ 方法： 郵送またはWebフォームによる、自計式アンケート調査
- ・ 実質送付件数： 名簿214名中178件、回答件数43件（回答率：24.2%）

(2) インタビュー調査

- ・ 対象者： 質問紙調査回答者43名中、協力を申し出た卒業生、有効回答12名
- ・ データ収集法： オンラインによる半構造化面接法（1人は電話）
- ・ Zoom録画からトランスクリプト作成、主題分析

➤ 内容

- ・ 入学前（中学時代）、高専本科時代、専攻科時代、現在の学習・仕事

第5章 調査の限界について

✓ データ数

- ・ 受講学年の名簿掲載の総学生数が214名であり、有効回答数が24.2%の43名（K科12名、他3学科31名）
- ・ 質問紙法に加え、回答の妥当性を確認するために、協力者を募り、12名にインタビュー調査。

✓ バイアスの問題：調査と授業の実施者が同じ

- ・ 質問紙のタイトル等に、PBL授業を想起させる語句を使用しない。
- ・ 先行研究の質問紙と、同じ設問、回答欄、デザインを採用する。
（異なる部分は、調査の必要性から、授業科目の分類に「PBL科目」と「社会課題を扱う科目」を加えた点のみ。）

- ・ インタビュアーからPBLを連想させる言葉は使用しない。
（インタビューイが回答の中でPBLという語句を発した後は自然に会話。）

矢野真和、濱中義隆、浅野敬一
（2018） 高専教育の発見 - 学歴社会から学習歴社会へ - 岩波書店

2000年以降の卒業生対象調査の先行研究

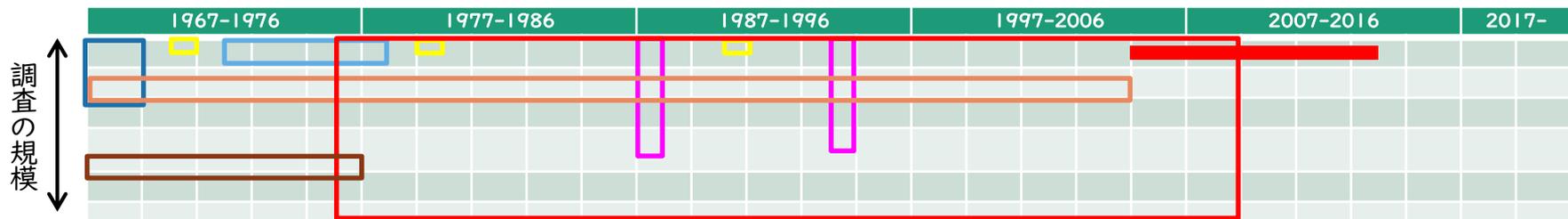
※ 矢野他が発見した「高専の学習歴」の要素の一つとして、伝統的な実技教育とは異なるPBL教育の卒業後の教育効果を明らかにする。

(1) 矢野真和、濱中義隆、浅野敬一(2018)『高専教育の発見(学歴社会から学習歴社会へ)』岩波書店

年	調査者	規模と調査法	調査対象	受けた教育の特徴	調査目的	調査内容
2005	高専機構	556名 質問紙	1967- 2004	伝統的高専教育 ・一般科目と専門科目のくさび型 ・一貫的テキスト準拠型実技教育	卒業生の就業実態と高専教育の有効性に対する意見を把握するため	制度やシステム・機能をもたらす卒業生(一部、企業、保護者)の意識
2017	矢野他	3408名 質問紙	1976- 2008	・問題解決型学習	高専教育の特徴を明らかにするため	学習歴と卒業後の生き方に焦点を当てる
2020	時任	質問紙 インタビュー	1967- 1976	高専の黎明期 ・各県トップクラスが入学 ・卒業後は、学歴社会に苦しんだ	高専設立の政策への批判的視点から高専教育の果たしてきた役割や社会的評価、日本の技術者教育等への考察	高専黎明期の卒業生の学習経験と卒業後のキャリア
2021	本研究	質問紙 インタビュー	2005- 2013	伝統的高専教育 ・一般科目と専門科目のくさび型 ・一貫的テキスト準拠型実技教育 PBL教育プログラム ・一貫性のある継続的PBL ・地域社会の問題に取り組むPBL	PBL教育プログラムの長期的教育効果を明らかにするため	継続的で一貫性のあるPBL教育の、卒業後の学習特性への影響

1999年以前の高専卒業生対象調査の先行研究

年	調査者	規模と調査法	調査対象	目的・内容
1973 (1971)	葉柳	838名 377社	第1-2期設立高専卒業生 3名以上雇用の企業	高専創設後10年間を振り返って総括
1981	近藤	417名	某高専の昭和1970~1978年度の卒業生	労働市場における高専卒業生の現状
1997	新谷他	223名	某高専の70年、80年、90年の卒業生	卒業生の職業と職業意識などについて検討
1997	沖津	160名?	某高専のある1学年の全学生	5年間の科目別学業成績と、卒業後の進路先
1998	日本労働 研究機構 本田由紀 新谷康浩	2019名	1987年卒業生 (バブル期) 1994年卒業生 (崩壊後)	高専卒業生の職業キャリアの全体構造を把握(教育内容の活かされ方、相対的地位、入学者特性、学校生活の質、就職プロセス、大学編入増加の影響、卒業生の高専評価)



※ 1973の葉柳、1998日本労働機構、2017の矢野他の研究が代表性の高い調査データに基づく分析、他は事例的

第5章 質問紙調査の結果と考察

【分析方法：差の検定、重回帰分析、平均値の比較】

- **入学時**の偏差値は、K科が4学科中**一番低**く、特に**英語が苦手**（差の検定： $p < 0.1$ ）で、他学科志望の**不本意入学**が多かった。
- **学生時代**、K科は、本科の勉学は熱心ではなかったという自己評価をし成績も低かったが、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く在学中に、外国語と社会・経済の知識を身につけ、入学時のそれを挽回（差の検定： $p < 0.1$ ）している。➡**自己調整能力による自己主導型学習**
- **現在**、K科は、他学科に比べて最終学歴は低いが、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。（平均値の比較）➡**専門性を発揮**
K科は、社会人汎用力、読書頻度、自己学習頻度が高く、社会・経済の知識、外国語力、プレゼン力、問題の本質をつかむ力が高い。（平均値の比較）➡**社会人汎用力が高い**
- **現在の社会人汎用力**は、K科も他学科も、**PBL科目の熱心さとの相関**あり（重回帰分析： $p < 0.05$ ）
K科は**仕事の総合的満足度**（ $p < 0.05$ ）と、**社会課題を扱った科目の役立ち度**や学生時代の**自学自習時間**と相関、他学科は、現在の**読書頻度**（重回帰分析： $p < 0.1$ ）と**卒業研究**（ $p < 0.1$ ）や**課外活動の役立ち度**と相関あり
- **ワクワクするほど楽しい科目**にPBL科目を挙げた人の割合は、K科66.7%、他学科22.6%
➡このような**ポジティブ感情が認知過程の特定の要素を選択的に活性化**
- **不満の分析**は、他3学科は先行研究（矢野他、2018）の全国結果と同様の傾向。K科は全く異なる傾向
➡**批判的思考力、リフレクション力、ダニング・クルーガー効果等の影響が示唆**
- K科は他学科に比べて**ポジティブな回答**が上回った（中央値95項目、平均値66項目／全112項目）

第5章 インタビュー調査の結果と考察

【分析手法：録画から文字起こし後、主題分析（ターンごとにセグメント化、コード化、主題の抽出）】

- 調査協力者の学歴は質問紙と同じ傾向（K科：学士3名、修士以上3名、他学科：1名、5名）
- **7年間で最も影響を受けた科目** ➔ 「実験・実習科目」12件で、次いで「PBL科目」の11件、K科からは8つのPBL科目が、他学科からは3つのPBL科目が挙げられた。
- **影響を受けた科目で得たこと** ➔ K科の語りにPBL教育のねらいに関する主題が多く生成
チーム内貢献ポジショニング体験 / 創意工夫 / 問題解決へのアプローチやプロセス体験 / 企業技術者や経営者の意見や考え方を聞いたこと / 他大学にはないアウトプットの質
- **自分の強み** ➔ K科の語りに、創造的人材の要素に関する主題が多く生成
ゼロを0.1にして、問題解決の突破口を見つける / 問題解決への積極性 / 仕事を一緒にする人に多様性があることが楽しい / 覚えている知識量ではなく、知識を使いこなすこと / 分野横断の内容と学び方、複合的な学問分野に優位 / プレゼンテーションが得意
- **関心ある社会問題** ➔ K科に、持続可能な開発の概念やグローバル社会に関する主題が多
海外の政治問題 / 国際化、グローバル化 / 海外の自然災害 / 国家間競争から協調への転換 / 日本の技術の国際展開 / 会社、ビジネスの国際化 / SDGsに取り組む過程での新ビジネスモデルの構築 / イノベーション
- **将来展望** ➔ K科の語りに、未来志向で明るい展望に関する主題が多く生成
- 「環境」「社会」「経済」を扱う、6年間の一貫性のある継続的なPBL教育の効果が示唆

終章 得られた知見 (サブ リサーチ・クエスチョン)

RQ 1 : 高専教育において「学習者中心の教育方略」としてPBLは適しているか。

- ・ PBLによる科目は大変だったが、良く学べた、意義があった、ワクワクするほど楽しい科目だったとする肯定的意見が得られ、**高専の教育や学生との親和性が高い**といえた。しかし、旧来の能力観や伝統的な方法での指導や評価には強い不満が残っていた。
- ・ 学年進行や科目特性に伴い**PBLの組み合わせ方を変化**させ、**発達度や専門に適したPBL科目を他の科目との関係性を考慮して配置**することで、学生中心の学び方となる。

RQ 2 : 本PBL教育プログラムは、「環境的、社会的、技術的課題を総合的に扱う新しいカリキュラム構成」に向けた具現化を果たし得るか。

- ・ ESDや安全、技術者倫理教育等を埋め込んで、**科目統合的に学べる構造**とすることで可能。
- ・ PBLの**テーマを他分野との協働が不可欠**なものとするのが効果的だった。

RQ 3 : 本研究で開発したPBL教育プログラムに、どのような教育効果が認められるか。

- ・ **授業終了直後**の成績で、目標とした創造的人材の能力を測定するために定めた項目に対して、**効果が認められる**結果を得た。
- ・ **卒業後10年前後**では、受講群は非受講群に比べ、**社会人汎用力・自己主導学習頻度が高く、仕事で専門性を発揮**しているとみられた。
- ・ 受講群は非受講群に比べ、**問題解決への積極性**が認められ、**社会問題と仕事を連関**させ、特に**グローバルな問題に関心**が高い人が多かった。
- ・ **未来志向**で挑戦意欲が強い傾向で、従来の高専卒業生と**異なる資質の付加が示唆**された。

終章 RQに対する結論・課題

得られた知見

RQ : PBLによる「環境的、社会的、技術的課題を総合的に扱う一貫的教育プログラム」導入は、高専における工学教育として有効か。

- ・高専では、創造的人材育成を目的にCO-OP教育や社会実装教育等が行われている。このような教育につなぐ、あるいは含まれる、学期や学年を跨ぐ統合的科目群として、他の知識・スキル習得型科目群との相乗効果を得るよう設計することで有効に働くと考えられる。
- ・伝統的な能力観・学習観とは異なるPBLの能力観や学習観に基づいた指導方法や評価方法を取り入れることで、エンジニア志望の学生の随伴性認知や納得感を得て意欲が促され、教育効果を高めることにつながる。
- ・Problem-BLの原理により、複雑で構造化されていない状況から自らにとって有意義な問いを見出し、問いに挑む過程に他で学んだ知識やスキルを転移させ、協働的に知を創出する力を育み、テーマは「環境」「社会」「経済」を扱う社会的な課題として、Project-BLの原理で科学的思考やプロの技術者の道筋体験をもたらすことにより、工学教育としての実践可能性が高くなる。

課題

- (1) K科は材料系であることにより分野横断的PBLになじみやすく教育効果が高かった可能性や、入学前から社会的な課題に関心が高かった可能性の検証の必要性
- (2) 教育の効果測定への協力者数（データ数）の問題
- (3) 他の高専や、大学の工学教育への展開の可能性の検討
(15歳からの早期技術者教育という、高専独自の教育環境で得られた知見を、大学のイノベーション教育に適用するために必要なことは何か。)