

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：50103

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20H01751

研究課題名(和文) 科学技術教育による社会実装力育成と卒業後のキャリア分析及びその教育モデルの構築

研究課題名(英文) Proposal of education model for social implementation based on analysis of career development effect after graduation by social implementation ability cultivated in science and technology education

研究代表者

大塚 友彦(Ohtsuka, Tomohiko)

釧路工業高等専門学校・その他・校長

研究者番号：80262278

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：学生は、まず、社会実装事例のケーススタディを通じて課題発見の重要性を学んだ。学生は、学内外のパートナーと連携して社会実装に取り組んだ結果、学生が社会実装型PBLの経験により自己効力感を向上させた。また、社会実装型PBLの経験により、学生のコンピテンシーも向上した。次に、本研究では高専卒業生のSECを明らかにするため、調査は14高専15キャンパスの協力を得て、高専またはキャンパス毎に、卒業生から1,000名を無作為抽出し、計15,000名に質問紙調査を行った。卒業時及び現在のSECと現在の人生満足度との相関分析の結果、卒業時及び現在の5つのSECのいずれも人生満足度と有意な正の相関が認められた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の核心をなす学術的意義は、この社会実装教育の効果がキャリアやイノベーション発揚力に及ぼす影響をエビデンスに基づいて評価し、有効性を分析・評価することにある。本研究により、高専を卒業した学生が、将来、技術者としての社会実装力を獲得していく仕組みと、これがキャリアに及ぼす効果をエビデンスに基づき分析・解明する社会的意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：First, students learned the importance of identifying issues through case studies of social implementation examples. As a result of working on social implementation in collaboration with partners both inside and outside the university, students' self-efficacy improved through the experience of social implementation-type Project Based Learning (PBL). Furthermore, students' competency improved as a result of the experience of social implementation-type PBL. Next, in order to clarify the Social and Emotional Competencies (SECs) of graduates of National Institute of Technology, this study conducted a survey with the cooperation of 14 technical colleges and 15 campuses, randomly selecting 1,000 graduates from each college or campus, for a total of 15,000 people. A correlation analysis of SEC at graduation and currently and current life satisfaction showed a significant positive correlation with life satisfaction for all five SECs at graduation and currently.

研究分野：科学教育

キーワード：社会実装教育 社会実装型PBL 卒業生キャリア調査 質問紙調査 社会性・情動コンピテンシ 人生幸福度 コンピテンシー 相関分析

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19 , F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

産業界や教育界において社会実装教育が注目されている。その理由は、我が国に待望されているイノベーション人材育成の切り札と目されているためである。本研究の目的は、社会実装教育を通じ、学生および卒業生の社会実装力(科学技術で社会変革を生む力)の成長過程と卒業後のキャリアに及ぼす影響をエビデンスに基づき解明することにある。既に申請者らは、卒業生キャリア調査より、卒業後のキャリアに最も寄与するのは職業人としての汎用能力であることを示し、これが卒業時の汎用能力と地続きであることを示した。しかし、イノベーション実現には、社会状況への洞察力、ユーザとの価値共創力等も必要とされ、上述の汎用能力だけでは不十分とされる。

2. 研究の目的

本研究では、a)科学技術イノベーション活動に必要な社会実装知識の学習、b)総合的な社会実装経験学習が必要との仮説を立て、検証のために学生および卒業生のキャリア調査を実施・分析することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、学習歴社会におけるイノベティブな技術者の育成のため、エビデンスに基づき、1)学生の社会実装力成長プロセス、2)卒業生の学習歴が社会実装力成長に及ぼす影響、3)社会実装力が卒業後のキャリアに及ぼす影響を解明する。

【1年目】

学生の社会実装力(エンジニアとしてのコンピテンシー)の測定の試行
学生にカリキュラムを通じて社会実装教育を施し、その前後で、社会実装プロセス毎の社会実装知識、社会実装経験、社会実装に必要な汎用能力を、以下のように試行的に測定する。具体的には、社会実装知識および社会実装経験の測定を、新たに質問項目を追加したアンケートを用いて調査する。

卒業生のキャリア調査方法の設計

社会実装知識や社会実装経験を質問項目に加えた新たな調査票を精緻に設計し、卒業後の学習歴や活躍(キャリア)に及ぼす社会実装力の効果を明らかにする。統計的分析が有効に行えるように緻密に設計された調査票を作成する。

【2年目】

卒業生の学習歴とキャリア形成調査の実施
卒業生キャリア調査を実施する。全国14校国立高専15キャンパス卒業生に対し、年代別に対象者を約10,000名選定して調査する。

【3年目】

調査結果の分析
学習歴が卒業後のキャリアに及ぼす影響を明らかにする。また、卒業後の学習歴がキャリア形成に極めて重要であることが先行研究から明らかにされているので、具体的にどんな内容の学習歴が、社会実装力の成長ならびにキャリア形成に有効であるかを解明する。

【4年目】

学習歴社会における社会実装力の体系的教育モデルの提案
上述の研究により明らかになった学校教育および卒業後の学習歴によるキャリア形成プロセスを明らかにする。

4. 研究成果

4.1 社会実装型 PBL による自己効力感とコンピテンシーの関係について

(1) はじめに

社会・産業を取り巻く環境が急変する中、エンジニア育成の在り方が議論されている。「大学における工学系教育の在り方について(中間まとめ)」では、輩出すべき人材像として、社会における工学の価値を理解し、自律的に学ぶ姿勢と共に、原理・原則を理解する力、構想力、アイデア創出力、課題発見力、課題設定力、課題解決力を持つ人材を挙げている。専門知識と共に、分野の多様性を理解し、他者との協調、異分野との融合・学際領域の推進をも見据えられる幅広い知識・俯瞰的視野を持つ人材育成が重要との指摘もある。進歩が速く不確実性の多い時代を担うエンジニア育成には、問題発見・設定・解決の一連の流れを分野横断的に体験的に学習する PBL

が有効と言われている。

東京高専では、2011 年度より「社会実装教育」の開発と実践に取り組んでいる。社会実装教育とは、社会と繋がり、8 ステップを繰り返す PBL (以降、社会実装型 PBL) のことである。学生は、実社会の課題に対峙し、プロトタイプを試作し、公的機関や企業の方々に試用し評価をいただき、改良に反映させるというアジャイル開発を経験し、ユーザの目線で研究・開発することの大切さを学んでいる。

東京高専では、2016 年度に新たな視点で教育課程を改訂し、社会実装型 PBL を体現する科目を全学科の第 4, 5 学年に必修科目として導入した。学年進行により、2019 年度から全学科全 4 年生が社会実装型 PBL を履修開始した。本稿では、社会実装型 PBL の 2 年間の実践及びその教育効果を分析する。

(2) 社会実装プロジェクトの概要

2016 年度入学生の教育課程より社会実装型 PBL を体現する科目「社会実装プロジェクト」が 4 年・5 年に必修科目として導入 (計 5 単位) され、2019 年度より 4 年生全員が「社会実装プロジェクト」を、2020 年度から 5 年生全員が「社会実装プロジェクト」を履修している。

社会実装プロジェクト (4 年前期・必修・2 単位) は、社会実装の事例研究を主とする科目である。これにより、学生は、社会実装活動のプロセス全体を俯瞰的に把握し、技術と社会の関係性を理解することが可能となる。あわせて、学生は、身近な課題の発見から課題解決のアイデア創出までを体験学習する。

社会実装プロジェクト (4 年・必修・4 単位) は、試作を主とする科目である。学生は、学内外の連携パートナーと対話し、現場の課題を顕在化させ、チームで課題解決して付加価値を生み出すアジャイル開発を経験する。各チームは、学科毎に 2 ~ 5 名で編成され、チーム毎に教員 1 名がファシリテータとなる。2019 年度は 6 割以上のチームが学外の機関と連携し、残りも学内パートナーと連携して現場課題に取り組んでいた。

社会実装プロジェクト (5 年・必修・4 単位) は、試作の質を問う科目である。学生は社会実装プロジェクト と同一チームで同一テーマに取り組む。COVID-19 の影響により、2020 年度は学外連携に制限があった。

(3) 社会実装プロジェクトの評価

教員は、学生の行動特性に基づいてその成長を評価する。21 世紀に必要な能力³⁾は、大別して 個人の能力・資質、人と関係を築く力、学び方の学習力という。総括的評価では、最終成果物だけにとらわれることなく、プロセス毎にみられる学生の行動特性について、からの能力毎の到達目標に対する達成度を教員が 5 段階で評価している。ここで重要なのは、適切な 5 段階評価の確立である。一般に、社会実装の対象分野は多様であり、課題解決方法も専門性が高いため、学修成果を学習量に紐づける教員のエキスパート・ジャッジメントが重要となる。今後、事例分析等に基づく教員 FD を重ね、教員のエキスパート・ジャッジメントを更に鍛えていく予定である。

本研究では、社会実装経験による学生のコンピテンシーへの波及効果を評価するため、東京高専 4 年生並びに 5 年生のうち、協力を得た学生を対象にコンピテンシー評価のための PROG コンピテンシーテスト (以降、PROG と略) を実施し、PROG スコアを分析した。

2019 年度は、短期間にも関わらず、コンピテンシー総合、対人基礎力、対自己基礎力並びに対課題基礎力は、それぞれ 0.7 ポイント、0.6 ポイント、0.8 ポイント並びに 0.5 ポイントだけ伸長した。試作の際、学生にユーザとの対話やアジャイル開発を推奨しており、これらが PROG の伸長に寄与したと言える。また、最終発表会はポスター発表形式で全学科一斉に実施し、外部有識者も聴講・質疑に参加していただいた。外部有識者からの助言等により、学生が社会実装を振り返ることができた点も PROG スコアの伸長の一因と言える。

一方、2020 年度は、COVID-19 の影響により、本校では 6 月 11 日まで登校できない状態が続き、また学外活動も行えなかった。2020 年度の 5 年生の PROG スコアの伸長が縮小した一因はこれらのためと考えられる。しかしながら、こうした環境下でも、PROG スコアが微増したことより、社会実装型 PBL にはコンピテンシーを育む一定の効果があると言える。

また、2020 年度の 4 年生については、COVID-19 の影響があったにも関わらず、コンピテンシー総合、対人基礎力、対自己基礎力並びに対課題基礎力は、それぞれ 0.7 ポイント、0.6 ポイント、0.8 ポイント並びに 0.7 ポイントの伸長がみられた。この一因は、テレビ会議等を活用して学外パートナーとの協議実施、並びに最終報告としてプロモーションビデオの制作を行う等、学生らが臨機応変な工夫を行ったためとみられる。

(4) 社会実装型 PBL の効果に関するまとめ

PROG スコアの伸長には、学生の個人的な学習経験の差異等、社会実装型 PBL 以外の影響が関係している可能性もあり、必ずしもこれだけで教育効果の分析が十分とは言い切れない。しかし、必修化した社会実装型 PBL を 2 年間実践した結果の分析より、社会実装型 PBL 受講により、学生のコンピテンシーの平均値が伸長する傾向は確かと言える。

4.2 高専卒業生の社会性・情動コンピテンスと well-being の関係について

(1) はじめに

高度に複雑化した現代社会において、社会的な問題解決を通じた社会実装教育を掲げる高専への期待は日々高まっている。AI やロボットの開発、ビッグデータへの対応など、新たな社会的ニーズが次々と生じる中、イノベーションを起こし得る有用な人材を社会に輩出し続けることが、高専には期待されよう。

こうした社会状況下では、高専卒業生の現状や歩んできたキャリアに関して調査することには、より一層の意義がみとめられる。先行研究によれば、高専教育により身につけた汎用的能力（例：問題の本質をつかむ力、プレゼンテーション能力）は、卒業後の職場における役職や所得に寄与することなどが明らかにされている²⁾。その一方で、高専卒業後における心の健康や well-being については、ほとんど検討されていない現状にある。

本研究では、社会性と情動の教育（Social and Emotional Learning: SEL）の観点から、高専卒業生の well-being について検討する。SEL とは「自己への気づき」「セルフマネジメント」「社会への気づき」「関係づくりスキル」「責任ある意思決定」の 5 つの社会性・情動コンピテンス（Social and Emotional Competence: SEC）を獲得するために必要なスキル、態度、価値観を発達させる過程^{3, 4)}、学業成績の向上や向社会的行動の促進など、ポジティブなアウトカムに寄与することが示唆されている⁵⁾。また、高専卒業生からも、高専により期待するものとして、コミュニケーション能力などの SEC が言及されている。

本研究の目的は、SEL フレームワークに基づき、高専卒業生の well-being に寄与する SEC を明らかにすることである。本研究により専門知識や英語力などのアカデミックな内容の他に、高専において扱うべき内容を検討する際の基礎資料が得られることが期待される。

(2) 調査方法

本調査は八戸、鶴岡、群馬、木更津、東京、富山（本郷キャンパス・射水キャンパス）、長野、沼津、広島商船、阿南、新居浜、有明、熊本（八代キャンパス）、大分の 14 高専 15 キャンパスの協力を得て実施された。各高専（キャンパス）の昭和 58 年度（1984 年 3 月）から平成 26 年度（2015 年 3 月）の卒業生のうち、各高専（キャンパス）から 1,000 名ずつ無作為に抽出し、計 15,000 名に質問紙を用いた郵送調査を行った。調査は 2021 年 11 月 - 2022 年 2 月に実施し、回収数 2,759（回収率 19.3%）であった。

調査に用いた質問紙は、「高専卒業生キャリア調査」で使用された質問紙に加筆・修正を加えたものであり、高専時の学習態度・学習成果や現在の職業キャリアなど、幅広い内容で構成される。本研究では、そのうち、エンジニアのための SEC および well-being に関する項目を用いた。

エンジニアのための SEC を測定する項目は、CASEL の SEL フレームワークに基づいて作成した。5 領域（「自己への気づき」「セルフマネジメント」「社会への気づき」「関係づくりスキル」「責任ある意思決定」）の SEC について、5 つずつ項目を準備した。なお回答を求める際、先行研究²⁾に倣い、卒業時と現在についてそれぞれ回答するように求めた。well-being の測定には、人生満足度尺度を用いた。

(3) 分析および考察

5 領域を測定する項目群に対して、それぞれ探索的因子分析を行った結果、1 因子構造（5 項目）の 5 種類の尺度が作成された。表 1 には、卒業時を回想して回答したデータを分析した結果を示した。それぞれの尺度の 係数は、0.74 - 0.86 であった。

次に、卒業時および現在の SEC と現在の人生満足度との関連について検討した。相関分析の結果、卒業時の 5 つの SEC と人生満足度には、統計的に有意な正の相関がみとめられた（ $r = 0.06 - 0.13$, $p < 0.01$ ）。また、現在の 5 つの SEC との間にも、統計的に有意な正の相関がみとめられた（ $r = 0.22 - 0.31$, $p < 0.01$ ）。全体的に得られた相関係数は小さいものであったが、卒業時および現在ともに、SEC の中では「自己への気づき」と「セルフマネジメント」が、人生満足度とより関連があることが示唆された。

さらに、人生満足度を従属変数、卒業時および現在の SEC を独立変数とした重回帰分析を行った。その結果、卒業時の「自己への気づき」（ $\beta = 0.11$, $p < 0.01$ ）、「セルフマネジメント」（ $\beta = 0.15$, $p < 0.001$ ）、「関係づくりスキル」（ $\beta = -0.09$, $p < 0.01$ ）は、人生満足度に影響を与えることが示された（ $R^2 = 0.026$, $p < 0.01$ ）。また、現在の「自己への気づき」（ $\beta = 0.14$, $p < 0.001$ ）、「社会への気づき」（ $\beta = 0.08$, $p < 0.05$ ）、「セルフマネジメント」（ $\beta = 0.27$, $p < 0.001$ ）、「関係づくりスキル」（ $\beta = -0.12$, $p < 0.001$ ）も、人生満足度に影響を与えることが示された（ $R^2 = 0.122$, $p < 0.01$ ）。これらの結果から、SEC の中でも「セルフマネジメント」が well-being への影響が大きいことが推察された。

(4) 社会性・情動コンピテンスと well-being の関係についてのまとめ

本研究の結果から、高専において、専門知識や技術に加えて、エンジニアとしての態度や考え方について学んだり（セルフマネジメント）、自身のなりたいエンジニア像について考えさせる（自己への気づき）機会を提供することは、卒業後の well-being を促進するうえで、有効な手段になり得ることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 鈴木 慎也, 八田 直紀, 大塚 友彦, 井口 雄紀, 安富 義泰	4. 巻 1
2. 論文標題 計量テキスト分析による高専卒業生キャリア調査の検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 令和4年度工学教育研究講演論文集	6. 最初と最後の頁 340-341
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 檜村 真由, 清水 晃, 永田 浩一, 石井 英里子, 大塚 友彦	4. 巻 1
2. 論文標題 グローバル・エンジニア育成のための英語運用能力における産出技能の尺度開発	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 令和4年度工学教育研究講演論文集	6. 最初と最後の頁 326-327
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大塚 友彦, 多羅尾 進, 永井 翠, 佐藤 知正	4. 巻 69
2. 論文標題 必修科目とした社会実装型PBLの初年度の実践とその教育的効果	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 52-58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4307/jsee.69.4_52	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大塚 友彦, 多羅尾 進, 永井 翠	4. 巻 2021
2. 論文標題 必修科目とした社会実装型PBLの2年間の実践	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 工学教育研究講演会講演論文集	6. 最初と最後の頁 170-171
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20549/jseeja.2021.0_170	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 新田 武父, 中村 源一郎, 向川 拓臣, 降矢 司, 永吉 真知子, 藤野 宏, 庄司 良, 大塚 友彦	4. 巻 69
2. 論文標題 はざまる工房：ものづくりを創造的に実践するファブスペース	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 45-48
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 永井 翠, 安富 義泰, 大塚 友彦, 多羅 尾進, 佐藤 知正, 新保 幸一	4. 巻 69
2. 論文標題 社会変革を担う人材を育成する「社会実装教育」の実践	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 工学教育	6. 最初と最後の頁 65-71
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 水戸 慎一郎, 永井 翠, 安富 義泰, 新田 武父, 大塚 友彦	4. 巻 1
2. 論文標題 社会実装教育によるコンピテンシーの向上効果	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 2020年度工学教育研究講演会講演論文集	6. 最初と最後の頁 188-189
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大塚友彦, 永井翠, 安富義泰, 多羅尾進	4. 巻 1
2. 論文標題 社会と共にイノベティブ技術者を育てる社会実装教育	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 2020年度工学教育研究講演会講演論文集	6. 最初と最後の頁 110-111
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 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 鈴木 慎也
2. 発表標題 計量テキスト分析による高専卒業生キャリア調査の検討
3. 学会等名 工学教育研究講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大塚 友彦, 多羅尾 進, 永井 翠
2. 発表標題 必修科目とした社会実装型PBLの2年間の実践
3. 学会等名 工学教育研究講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大塚友彦
2. 発表標題 これからの社会変革を担う人材 を育成する「社会実装教育」の実践
3. 学会等名 第15 回ワークショップ「エンジニアリング・デザイン教育」（招待講演）
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	伊澤 悟 (Satoshi Izawa) (00232223)	小山工業高等専門学校・機械工学科・教授 (52201)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	伊藤 通子 (Ito Michiko) (00537037)	東京都市大学・その他部局等・教授 (32678)	
研究分担者	藤原 康宣 (Yasunori Fujiwara) (40290689)	一関工業高等専門学校・その他部局等・教授 (51201)	
研究分担者	久池井 茂 (Shigeru Kuchii) (50300653)	北九州工業高等専門学校・生産デザイン工学科・教授 (57103)	
研究分担者	鈴木 慎也 (Shinya Suzuki) (50803285)	東京工業高等専門学校・一般教育科・准教授 (52601)	
研究分担者	永井 翠 (Midori Nagai) (60591154)	東京工業高等専門学校・電子工学科・准教授 (52601)	
研究分担者	芦田 和毅 (Kazutake Ashida) (70377612)	長野工業高等専門学校・情報エレクトロニクス系・教授 (53601)	
研究分担者	青木 悠祐 (Yusuke Aoki) (70584259)	沼津工業高等専門学校・電子制御工学科・准教授 (53801)	
研究分担者	多羅尾 進 (Susumu Tarao) (80300515)	東京工業高等専門学校・機械工学科・教授 (52601)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	八田 直紀 (Naoki Hatta) (10881089)	東京工業高等専門学校・一般教育科・講師 (52601)	

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