

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：53203

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501083

研究課題名(和文) 認知主義・状況主義学習理論からアプローチするKOSEN型実技教育の再評価と標準化

研究課題名(英文) Re-evaluation and Standardization of KOSEN-Type Practical Engineering Education from Approaches Based on Cognitive and Situated Learning Theories

研究代表者

伊藤 通子 (Ito, Michiko)

富山高等専門学校・技術室・技術専門員

研究者番号：00537037

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：富山高専の実技教育を教育心理学理論に基づいて検証し、行動・認知主義のバランスと状況主義の要素導入が、教育効果に大きく影響することを見出した。その知見に基づいて教育プログラムを構築、実施、結果の分析、評価を行い、「KOSEN型実技教育」のモデル教育プログラムとして、内容、教授法、教材、教育環境整備、教育評価等を再検討した。

研究手法として、研究協力者らで構成するデザイン研究ネットワーク研究会を、3年間で計79回開催し、WEBによる発信を行った。また、モデル教育プログラムを客観的・総合的に評価するため関係者が一堂に会しての研究会を平成25年8月に開催した。それらの成果をまとめた報告書を作成した。

研究成果の概要(英文)：Recently, application skills beyond technical knowledge and techniques are required for engineers to actively and positively solve problems that arise in their work. From this point of view, in this study, I have first compared our traditional educational programs with some alternative educational strategies based on cognitive and situated learning theories. It was found that in order to develop engineers with the required abilities, alternative strategies were more effective. One of the most effective education practices I found in particular was the pedagogy named Problem/Project-based learning (PBL) developed by Aalborg University in Denmark.

Through implementation of the practice and making improvements throughout a period of three years, I have finally established some KOSEN (a name indicating the National colleges of Technology in JAPAN) -type new models thought to suit our practical engineering education programs. Summary of results of this study can also be found on my website.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育

キーワード：産業・技術教育 状況主義学習理論 実践的教育 体験重視型教育 PBL 社会実装 ESD

### 1. 研究開始当初の背景

高等専門学校で行われている早期からの体験重視型の専門教育は、高いモチベーションをもった実践的・創造的技術者を養成する上で、高い教育効果をあげているといわれる。高専教育は他国の手本となるような高水準の職業訓練を提供し、産業界（特に製造業部門）のニーズに迅速・的確に応じてきた（参考：高専機構が実施した全国企業対象の調査結果（2006）・OECDの調査（2006）等）。今後の技術教育に対する国内外のニーズに答えるため、「実践型・体験重視型・少人数型」で成果を上げてきた高専の教育プログラムを、教育学の学習理論に基づいて分析し、その強みを明確化し、他機関にも適用できるように標準化することが必要である。

### 2. 研究の目的

富山高専では、教員の専門性と技術職員の教育スキルを両輪とし、地域社会と連携しながら技術教育を推進している。技術職員は、複数の科目や学年を担当しているため、7年間（本科5年+専攻科2年）の一貫教育で、学生がいつ、どうやって、どのような能力を獲得していくのか、客観的・俯瞰的視座をもって観察できる。研究代表者は技術職員の立場より、教員とは異なる実技指導経験に依拠する教育学的視点をもって、新しい実体験型教育プログラムを開発、実施してきた。

学生の発達段階に応じて種々の教育手法を使った学生実験や、ワークショップ型演習（認知・状況主義の教育）等である。認知・状況主義の教育は、伝統的教育手法であるテキスト実験（行動主義）と適切に組み合わせることによって教育効果が大きくなること、指導スキルが教育効果に影響することが、これまでの研究で明らかとなっている。

本研究は、これらを「KOSEN型実技教育」として標準化し、教育効果を高めるための「指導マニュアル」を作成することを目的にしており、日本の技術系高等教育への貢献はもとより、将来的には国を越えた新しい技術者教育へ寄与することを目指した。

### 3. 研究の方法

図1,図2に示した成果を目指して「デザイン研究」の手法（波多野誼余夫他, 学習科学(2004)）によって3年計画で進めた。すなわち、本研究の成果物である「授業作りマニュアル作成」に向けて、

① 富山高専の特長の実技教育の分析・評価(CHECK)

⇒②再構築(ACTION)

⇒③他の技術教育や機関に対する汎用性の調査とモデル作り(PLAN)

⇒④実施(DO)

のPDCAを回しながらモデル教育プログラムを開発することが前半の研究手法であった。その過程で、種々学協会での発表・議論により、最終成果物の質と汎用性を高めた。

開発したモデルの技術者教育ニーズへの適合具合を調査するため、様々な専門分野、機関の教育関係者間での相互評価が後半の主な研究手法であり、本研究の関係者が一堂に会してのワークショップ、評価会、情報交換会を開催した。

以上に基づき、1年目は次の通り遂行した。

(1) これまでの研究による知見を基に、富山高専で行われている特長的な実技教育について教育学理論に基づいた分析・評価を行い、教育プログラムの再構築と教育評価方法の検討を行った。

(2) 「KOSEN型実技教育」として、他の技術教育への応用の可能性、汎用性の調査とモデル作りを行った。

(3) モデル教育プログラム（内容、教授法、教材、教育環境整備、教育評価等）を検討した。

2年目、3年目は、研究ネットワークにより次の通りモデル教育プログラム評価、授業づくりマニュアルの作成を行った。

(4) 国内外の教育ネットワークの協力を得て、教育プログラムの評価と再検討を行った。

(5) 論文発表、ワークショップ等による発信を行うとともに、授業作りのマニュアルを作成した。

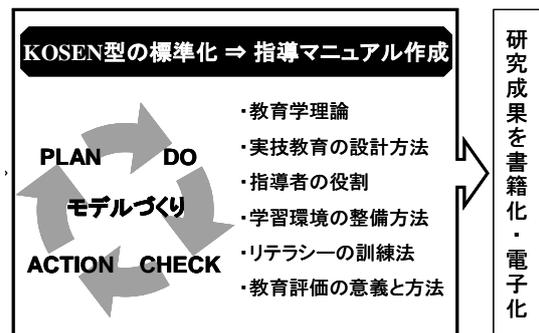


図1 これまでの研究成果



図2 本研究の目標

研究体制を図3に、役割分担を図4に示す。研究代表者は、計画・方法概要に示したKOSEN型実技教育を構築し、学習心理学における認知主義、状況主義からのアプローチによる教育的分析及び指導マニュアル執筆などを担当した。研究の進度調整を担い、デザイン研究共同体において、パフォーマンス相互評価に関する情報共有が円滑に行われるよう全般を掌理、指揮した。

研究分担者は、「KOSEN 型実技教育」の開発において、高専教育の社会的役割の再評価、モデル教育プログラムに対する教授学的分析・評価（方法論を含む）および、工学専門一貫教育（高専→大学→大学院）を視野に入れたモデル教育プログラムの教育効果に対する分析と評価を担った。

研究協力者は、それぞれが有する教育ネットワークを活かしながら、各研究協力者の専門に関するモデル教育プログラムの評価と検討を担当した。

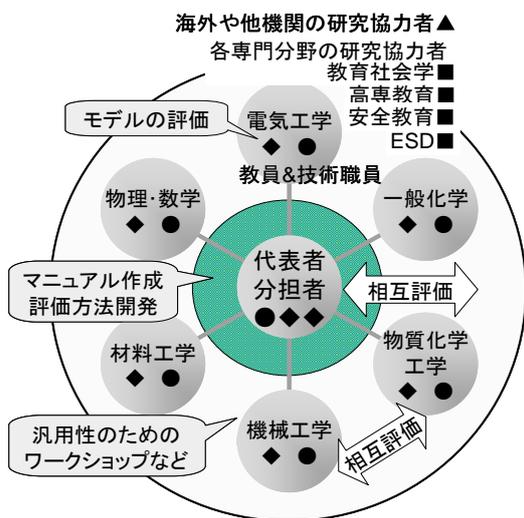


図3 デザイン研究のためのProject推進型体制

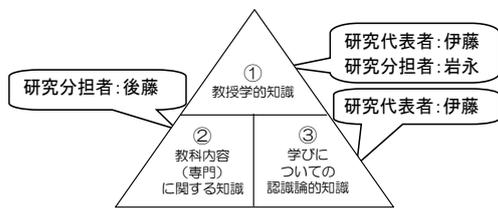


図4 教育マニュアル作成に必要な専門的知識と役割分担  
(出典：大島純, 学習科学, 2004)

#### 4. 研究成果

これまでの高専教育は、専門知識の習得が重視されていたため科目内容を中心に授業がデザインされていた。しかし、これからの社会が望むスキルや態度などの能力を効果的に育成するためには、専門知識や技能の習得を目指すばかりでなく、創造的思考の訓練や、知識の統合・応用、社会生活に必要な態度やスキルなどにも注力しなければならない。

現在、高専教育で実施されている授業を、分類、教授法別に、指導者の役割、学生の役割、認識の焦点、問題、情報の提示方法等を比較し、それぞれの教授法に高専の教育実例を対応させた。教授法によって学生の役割などが大きく異なり、それに伴い育成できる能力も異なる。指導者の役割もそれぞれに異なることから、指導方法や、指導者に望まれる

スキルにも違いが出てくるのがわかった。

高専教育で現在高く評価されている専門性を損なわずに現代社会が求める種々のニーズに応えるためには、それぞれの教育学的特徴をふまえて、専門や学年進行に応じて科目横断的に教授戦略を立てることが必要であることが示唆された。

本研究を遂行するに当たり、KOSEN 型実技教育の再構築に必要な不可欠だと思われる教育心理学の基本的学説を抽出した。発達の基本原則、人間の心理や認知活動、それを裏付けるような脳科学の知見が、近年、急速に明らかになってきている。その過程で認知主義・状況主義学習理論が導かれ、社会のニーズを満たす実践としてPBLが生まれ発展してきた。Problem/ Project-Based Learning (PBL)は、目的や対象に応じて、その基本原理に多様な学習活動を組み込むことで、優れたアクティブ・ラーニングを提供できる力強い学びへのアプローチであることを確認した。これからのKOSEN 型実技教育の再構築に、世界中の工学教育で優れた教育実践が報告され、今なお進化を続けているPBLの適用が最善だと思われた。

世界のPBLに関する文献調査の過程で、フランス人教育学者、VIRGINIE SERVANTによって2012~2013年に出された、アジアの工学教育に関するレポートPBL in Asia Seriesに日本の工学教育のPBLについて次の調査報告があった。「日本では医学教育とコンピューターサイエンスではPBLは成功しているが、工学では未だ行われていない。日本のPBLは形式の模倣であり、グループ活動はしているがチームとしての協働的な学習にはなっていない、PBLの理論的背景を理解していない、学生主体の学びは存在しない。」と、厳しい報告がされていた。一方、シンガポールやインドネシアでは、技術系学校のPBLが国の産業をけん引する教育となりつつあり、デンマークでは国を挙げてのPBL教育が福祉とグリーン成長戦略を成功させている。

(これらは、すでに、PBLを基にした各国オリジナルのアクティブ・ラーニングと呼ぶべきである。)工学系のPBL、デンマーク・オルボーモデルは単なる手法ではなく、イノベーションを起こす技術者のための様々な学習活動の基本となる教育学であると言われている。

モデル授業づくりのために以下の項目について調査した。

- ・行動主義の限界
- ・認知論の教育観
- ・第3の理論、状況的学習論
- ・内発的動機づけ理論
- ・発達の最近接領域と足場かけ理論
- ・ブルームの認知領域のタキソノミー
- ・メタ認知

また、授業デザインにおいて考慮すべき項目として以下を挙げそれぞれについて考察した。

- ・授業づくりの順序
  - ・教職員チームによる授業づくり
  - ・学習活動の組み立て
  - ・指導者の役割
  - ・指導者は学生の何をみるのか
  - ・足場かけ
  - ・思考を深める問いかけ
  - ・学習環境の整備と、質を高める装置・ツール
  - ・主体的な学習に不可欠な基礎スキルの訓練
  - ・教育評価の意義と方法
  - ・知識習得と基礎スキル習得は、どちらが先かそれらをふまえて KOSEN 型実技教育モデル授業をつくり、次の授業実践を行った。
    - ・本科のための PBL 基礎力の育成のためのモデル授業
      - ・1年生のための調べ学習を中心とした合意形成と情報マネジメントの訓練
      - ・2-3年生のための、探求型実験によるチームで協働してプロジェクトを推進する訓練
      - ・5年生のための、現実的な問題解決に専門知識を応用して最後まで考え抜く訓練
    - ・座学の講義を、学生が主体のアクティブ・ラーニングにした授業
    - ・専門科目で、主体的に学ぶことを学ぶ授業
    - ・技術士補のレベルを維持しながら、JABEE 認定条件のチームワーク力を育成する授業
    - ・PBL による技術の社会実装（社会に役立つものづくり）
- さらに、KOSEN 型実技教育に利用できるツールとして以下を開発した。
- (1)調査力と情報リテラシーを習得するためのツール
    - ・レポートの自己添削と丁寧なフィードバック
    - ・ジグソー学習
  - (2)議論や合意形成のスキルを習得するためのツール
    - ・グループピング
    - ・ブレイン・ストーミング
    - ・マッピング
    - ・ランキング
  - (3)発表のスキルと評価スキル習得のためのツール
    - ・ギャラリーウォーク
    - ・発表と様々なワークシートを使用した相互評価
  - (4)発表会の質疑応答のためのツール
    - ・問いかけに使うツール
    - ・Open Question（開いた質問）
    - ・高いレベルの思考を促す問いかけ法
    - ・思考を深める問いかけ
    - ・クリッカーを利用した問いかけ法
  - (5)学びを振り返るための様々なワークシート
    - ・振り返りのワークシート
    - ・振り返りのワークシートⅡ
    - ・プロジェクト推進用のワークシート
    - ・自己評価のためのワークシート

本研究では、高専で行われてきた実技教育（実験・実習・演習）を KOSE 型実技教育として、教育・学習理論に照らして再評価を行った。

そこで得られた主な知見は次の通りである。

(1) 主体的な学習が充実したものとなるには、少なくとも、「調査のスキル（情報収集、選択、活用、発信）」、「議論や合意形成のスキル」、「自己評価のスキル」が必須であることが明らかとなった。座学やテキスト型実験の経験しかない学生が高学年になって急に PBL のような学びの中に放り込まれると、これらの基礎スキルが不足しているために、学習が深まらず学ぶべき専門性が高まらない事例がみられた。

(2) 知識習得と、調査力・議論する力・評価力などの基礎スキル習得のどちらが先かについて以下の通り考察した。定着する知識や使える知識というのは、結局、どのようなきっかけであれ自ら能動的に獲得したものだけである。授業で指導者が満足するような成果を得たとしても、長い目で見た場合に価値があるのは、知識そのものではなく、知識を得るためのスキルではないだろうか。そのスキルもまた、自ら能動的に得たものでなくては他の場面で応用できない。学生一人ひとりが自分の潜在的可能性に気づき能力を発揮するコツをみつけ、自分に合った学び方を体得していくことこそ高専教育へのアクティブ・ラーニング導入の意義ではないだろうか。

そう考えると、動機づけから始まり、基礎スキルの訓練、メタ認知力やスキル・知識の習得、自己評価を体験し、また、次の動機につながっていくスパイラルアップが起こることを、授業づくりの中で目指さなければならない。

(3) 技術者教育で育成する能力は、専門性の高まりに伴い質的に高まっていく性質のものが多く、1年生においては、3年生（プロジェクト型の学生実験）で体験するチーム学習での「合意形成」の場面と、専攻科（専攻科特別実験＝社会に役立つものづくり）で体験する実社会で使ってもらう製品づくりに関わるステークホルダー間の「合意形成」の場面とでは、質的にかなりの違いがある。

1年生ではコミュニケーション力の「大切さを知る」「難しさを知る」「基本的な方法を体験する」レベルでも良いが、それは最終的な学習の目的ではない。3年生になると、考え方の異なるチームメイト間で、個々に属する情報（社会的・科学的知識）を盛り込みながらより良い一つの解決策に絞り込んでいくような体験ができることが望ましい。専攻科では、実際のものづくりの過程で地域の人々や専門分野の異なる人の知見を取り入れ、さらには年代や社会的立場など文化が異なる人々と交渉しながら、ひとつの製品として完成させていく経験をすることが重要である。

一例として「合意形成のコミュニケーション」を挙げたが、知識や他の能力においてもこのように一貫性をもたせて「使える」「できる」レベルに達するようにするために、学生の学びの質に焦点を当てた戦略的なカリキュラムデザインが必要だと考える。

それぞれの学習活動の中で利用するツールは、このように5-7年一貫でデザインが可能な高専教育の中に適切に落とし込み、学びのプロセスに組み込んでいくことが求められる。

以上、明らかとなった知見に基づいて、いくつかの授業をモデル授業として組み立て、3年間でPDCAをまわしながら構築した。

その研究過程をWEB上で報告し、モデル授業の詳細について報告書としてまとめた。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① 伊藤通子, 磯田節子, 下田貞幸, デンマーク Aalborg PBL Model の特徴と高専教育の比較, 日本高専学会誌, 査読なし, 18-4, 2013, 9-14

[学会発表] (計23件)

- ① 高松さおり, 伊藤通子他, 「環境安全教育への状況的認知論応用に関する一考察」, 研究実験施設・環境安全教育研究会 (REHSE) 第3回研究成果発表会, 2014.3.15, 東京大学
- ② 伊藤通子他, 技術職員による環境安全教育活動, 平成25年度実験・実習技術研究会 in イートハブいわて, 2014.3.5~3.7, 岩手大学
- ③ 伊藤通子他, 高専技術職員の役割と学校統合・組織化後のSDの工夫, 平成25年度高エネルギー加速器研究機構技術職員シンポジウム, 2014.1.15~1.16, 高エネルギー加速器研究機構つくばキャンパス
- ④ 伊藤通子, 高専教育にPBLを, KOSEN 発イノベーション・ジャパン・プロジェクト WEB 討論会第2回パネルディスカッション (招待講演), 2013.11.22, 国分寺ホール
- ⑤ 戸出久栄, 伊藤通子他, 技術職員による環境安全教育の取り組み, 第29回大学等環境安全協議会技術分科会 (招待講演), 2013.11.14, 金沢都ホテル
- ⑥ Rumiko HAYASHI, Kengo TOMITA, Ai SHUHARA, Hitoshi YAMAMOTO, Michiko ITO and Yoshito OSHIMA, 「“Visualized Information of Chemical Risks” as an Educational Tool for Students and Young Researchers」, Asia Pacific Safety Symposium 2013, 2013.10.17-18, シンガポール
- ⑦ Fumihiko Ishida, Taeko Ozawa, Saori Takamatsu, Michiko Ito, Hideyuki Imai,

Masato Umemura, Masamoto Tafu, Eiji Takada, and Tetsuyuki Hongo, 「Intellectual Property Education at Toyama National College of Technology through Monodukuri Hands-On Training Using a Problem-Based Learning Method」 The 7th International Symposium on Advances in Technology Education (ISATE2013), 2013.9.25-27, Nara Prefectural New Public Hall, JAPAN

- ⑧ 伊藤通子, 主体的な学びを支援するPBL, 中日本自動車短期大学FD/SD研修 (招待講演), 2013.9.17, 中日本自動車短期大学
- ⑨ 鈴木雄二, 伊藤通子他, 安全に関する教育の実践と改良, 平成25年度鳥取大学機器・分析技術研究会, 2013.9.12~9.13, 鳥取大学
- ⑩ 伊藤通子他, 「デンマークにおけるPBL教育の成立過程と, 高専教育への導入~オルボー大学の工学教育におけるProject-based Learning その1~」, 平成25年度全国高専教育フォーラム, 2013.8.22 豊橋技術科学大学
- ⑪ 伊藤通子, 「富山高専1年生工学4学科対象の技術者倫理入門」, 技術者導入教育研究会, 2013.3.11, 金沢工業大学虎の門キャンパス
- ⑫ 伊藤通子他, 「高専低学年対象の環境安全教育教材の開発」, 研究実験施設・環境安全教育研究会 (REHSE) 第2回研究成果発表会, 2013.1.6, 愛媛大学

[その他]

・ホームページ「学生が主体的に学ぶ授業づくり研究会」<http://manabi-k.nc-toyama.ac.jp/>  
・報告書「認知主義・状況主義学習理論からアプローチするKOSEN型実技教育の再評価と標準化」

## 6. 研究組織

- (1) 研究代表者  
伊藤 通子 (ITO, Michiko)  
富山高等専門学校・技術室・技術専門員  
研究者番号: 00537037
- (2) 研究分担者  
岩永 雅也 (IWANAGA, Masaya)  
放送大学・教養学部・教授  
研究者番号: 30151749
- (3) 研究分担者  
後藤 尚弘 (GOTO, Naohiro)  
豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授  
研究者番号: 50303706
- (4) 研究協力者  
定村誠, 上坂撰, 荒木一雄, 畔田博文, 磯田節子, 下田貞幸, 高松さおり, 川越みゆき, 戸出久栄, 後藤尚弘, 山腰等, 袋布昌幹, 本江哲行, 丁子哲治