

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：52201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02958

研究課題名(和文)技術者能力の評価指標「挑戦×技能×チームワーク=成果」の検証と科学教育への導入

研究課題名(英文)Verification of the evaluation index of engineer ability "Challenge x Skill x Teamwork = Results" and its introduction into science education

研究代表者

床井 良徳 (Tokoi, Yoshinori)

小山工業高等専門学校・電気電子創造工学科・准教授

研究者番号：80572742

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、創造的技術者の育成に有用なSTEAM教育にフロー理論という心理学的アプローチにチームワークの要素を取り入れた「挑戦×能力×チームワーク=成果」マネジメント教育手法を提案し、本教育手法の有用性の検証を行った。「挑戦、能力、チームワーク」を、ブルームタキソノミー(思考の6段階)に基づいたルーブリック形式の客観的な指標を用いて数値化し、ロボットコンテストに出場する学生の指導を通して、各要素と成果との関係を明らかにした。その結果、大きな成果を収めるためには、各要素が高いレベルが必要であるであり、いかにして学生をフロー状態に導く事が重要な因子であるという知見が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、STEAM教育にフロー理論という心理学的アプローチにチームワークの要素を取り入れた「挑戦×能力×チームワーク」マネジメント教育手法を提案し、技術者の能力における成果を「挑戦×能力×チームワーク=成果」と定義し、各要素を客観的な評価指標で数値化し、本教育手法の科学技術者教育への有用性を証明した。人類の明るい未来のための科学技術や経済発展に大きく貢献できる卓越した研究者や技術者を育成するための新たな教育の一つの手法として、社会的に広く普及できると考えている。

研究成果の概要(英文)：In this study, we proposed a "challenge x ability x teamwork" management education method that incorporates teamwork elements into the psychological approach of flow theory in STEAM education. We quantified challenge, ability and teamwork using objective indicators in the form of a rubric based on Bloom's taxonomy. We clarified the relationship between each element and results through the guidance of students participating in robot contests. As a result, we found that each element needs to be at a high level in order to achieve great results, and that how to lead students to a flow state is an important factor.

研究分野：教育学、プラズマ学

キーワード：フロー理論 STEAM教育 技術者能力 ブルームタキソノミー 社会人基礎力

1. 研究開始当初の背景

フロー理論は、Csikszentmihalyi 氏がポジティブ心理学より提唱した理論であり、スポーツ、音楽、仕事や教育など様々な分野で研究が行われている。近年では、企業においてフロー理論を活用したマネジメントが展開されてきており、米 google やパタゴニアにおいて成功している。

日本国内では、フロー理論の知名度の低さにより、スポーツや音楽の分野への活用に留まり、教育機関や企業への導入が遅れている状況である。教育に関しては、2008年に石村らの研究によりフロー体験チェックリストが作成され、それに基づき検証を行った結果、「フロー状態」を体験する「フロー経験」が、学習意欲の向上や学習の継続性の点において重要な役割を果たす可能性があることが示唆されているという結果が得られた。現在、フロー理論に基づいたeラーニングや幼児～高等教育など、特に勉学に対するモチベーションに関する研究が行われている。しかしながら、科学技術教育の現場に導入されている事例は少なく、さらにはグループワークに取り入れた事例は皆無に等しい状況である。

2. 研究の目的

本研究では、STEAM 教育において、フロー理論にさらにチームワークの要素を取り入れた「挑戦×能力×チームワーク」マネジメント教育手法を提案し、成果を「挑戦×能力×チームワーク＝成果」と定義し、本手法の検証と技術者能力の評価指標を確立する事を目的とした。

3. 研究の方法

(1) 評価指標の検証

本研究では、国立高等専門学校機構が策定したモデルコアカリキュラムに記載されている「分野横断的能力」、「分野横断的能力アセスメント指標」を参考にブルームタキソノミーに基づいた社会人基礎力を評価するルーブリックを独自に作成した。評価内容として、汎用的技能、態度・志向性、総合的な学習経験と創造的思考力の3つの大項目に対し、それを細分化した24個の評価項目を定め、レベルを5段階で設定する事で、客観的な指標で科学技術者能力の数値化を試みた。対象学生として、本校で開講している自立、協働や創造などの社会人基礎力をチームによる学習活動を通して能力を高める課題解決型のグループワーク形式の授業であるコラボワークⅠを受講する令和2年度の2年生(210名、38班、教員38名)とした。また追跡調査として、令和3年度に前年コラボワークⅠを経験したコラボワークⅡを受講する3年生(202名、34班、教員34名)に関しても同様の評価を行った。活動のテーマとして、SDGs、社会問題や課題、学校生活での課題の解決とした。学生による自己評価は、学生全員が使用可能な Microsoft365 の Forms を用いて、アンケート形式にて、回答を得る。データは、表計算ソフト(Excel)を用い、マクロ等を組み、効率的にデータの解析や抽出を行う。学生による自己評価と教員による学生の評価の観点から、評価指標の妥当性の検討を行った。

(2) 教育手法の構築と検証

前記の技術者能力に関する客観的な評価指標を用いて、科学技術の創造的な活動である「アイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト(通称:高専ロボコン)」に出場する学生を対象とした「挑戦×能力×チームワーク」マネジメント教育における教育手法の検証を行った。本教育手法では、個々の学生の心の状態をみながら、その心の状態に対して適切な助言を学生に与えながら、段階的にフロー状態に導けるような指導を行った。対象として、2022年度の高専ロボコンに出場した機械工学科と電気電子創造工学科の学生(1年:4名、2年:3名、3年4名、4年:2名)総勢13名の学生とし、コンテスト前後における技術者能力の評価を行った。ロボットコンテストの結果が、本研究で定義した「挑戦×能力×チームワーク＝成果」の関係が成り立つのかを科学技術者能力の評価指標を用いて検証した。

4. 研究成果

(1) 評価指標の検証

図1に本研究で独自に作成した科学技術者能力を評価するルーブリックを用いた24個の評価項目と本校で開講されているコラボワークⅠおよびⅡを受講している約200名の学生の2年間を各評価項目に関して教員が学生を評価した達成レベルを示す。図1では、令和2年度4月にコラボワークⅠが始まり、コラボワークⅠ終了時の

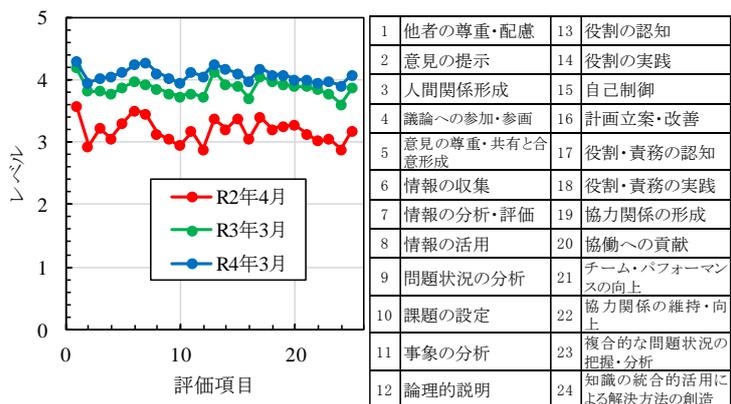


図1 各評価項目における学生の達成レベル

令和3年3月、そして翌年度のコラボワークⅡの終了時の令和4年3月の2年間の各項目における結果を示している。また縦軸は、各項目のレベルを示しており、レベル5を最大とし、学生全員の平均値を示している。図1より、全ての評価項目に関して2年間でレベルが大きく上昇しており、社会人基礎力が向上している事が確認できる。

図2に令和2年度と3年度における教員による学生の評価と学生の自己評価の関係を示す。縦軸と横軸の数字は、科学技術者能力の24項目のレベルの平均値を示しており最大でレベル5としている。図2より、プロットが分散しており、教員による学生の評価と学生の自己評価とは差があることが確認された。この要因としては、学生自身が自己を過大評価あるいは過小評価したためであり、グループワークやコミュニケーションを苦手とする学生が多く含まれている事が確認された。令和2年度から令和3年度にかけての2年間のコラボワークの授業により、図中のプロットが右上に向かいつつ分散が小さくなっている事より、個々の学生の能力の向上、つまり成長している事が確認された。以上の結果より、本研究で作成したルーブリックによる評価により、学生個人の技術者能力に関する数値化、見る化が可能となり、科学技術者能力に関する客観的な評価が可能である知見が得られた。

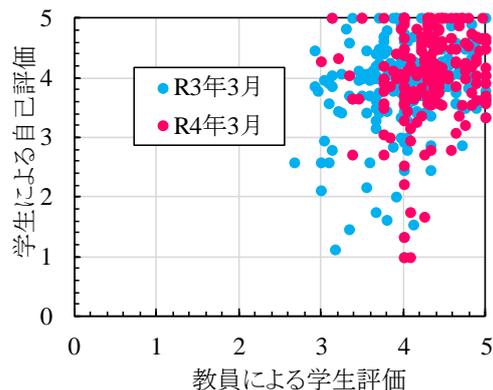


図2 学生個人の教員による評価と学生の自己評価の関係

(2) 教育手法の構築と検証

図3に科学技術者能力するルーブリックを用いた2022年度の高専ロボコン開始時(2022年4月)の学生の科学技術者能力の自己評価を学年別に平均化した値を示す。学年間で大きな差異は見られず、低学年をけん引する高学年の科学技術者能力が低くチームを一つにまとめられるか不安の中でプロジェクトが開始された。

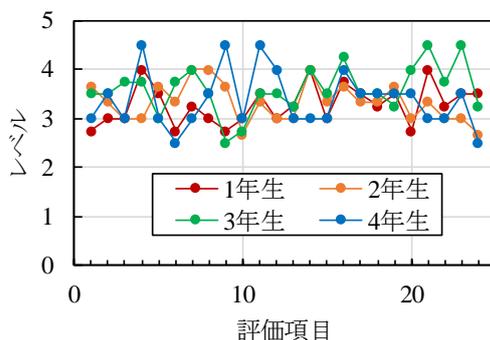


図3 高専ロボコン開始時の学生の科学技術者能力

図4に本研究で提案した「挑戦×能力×チームワーク」マネジメント教育を行った前後の全学生13名の学生の科学技術者能力の平均値の推移を示す。図4より、教育の前後で科学技術者能力の差が小さく、科学技術者能力の向上が伸び悩んだ結果となった。その要因を探るべく、個人ごとの科学技術者能力の推移を図5に示す。図5より、教育の前後で科学技術者能力が学生によって増減している事が確認された。学生の聞き取りを行った所、多くの学生が、本教育の初年度という事もあり、開始時の科学技術者能力のレベルの設定が甘く、自分が高いレベルにいと勘違いした結果だという事が確認された。活動の状況を観察した結果、最後までやり抜く力が弱く、高いフロー状態が続かず、その結果、個人の挑戦や能力が伸び悩んだ学生が多かった。またチーム内が常にバラバラの状況でまとまりがなくチームワーク力が低かった事も確認され、コロナ禍による学生間の自由な活動の制限により、チームワーク力での大切な要素であるコミュニケーション力の低さが関係していると考えられる。最終的に、全ての要素で伸び悩み、「成果=挑戦×能力×チームワーク」が示す通り、大会にて大きな成果を得る事が出来なかった。言い換えると、その結果、大きな成果を収めるためには、各要素が高いレベルが必要であるであり、いかにして学生をフロー状態に導く事が重要な因子であるという知見が得られ、フロー状態への適切な導き方や指導方法について、更なる検討が必要である課題を得た。

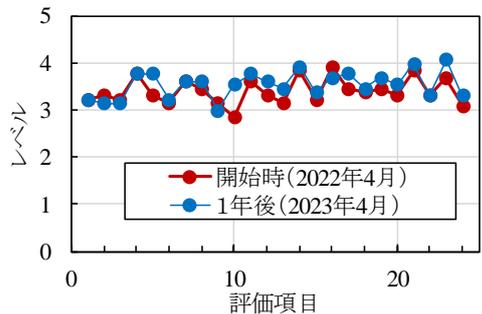


図4 教育前後の科学技術者能力の推移(全学生平均)

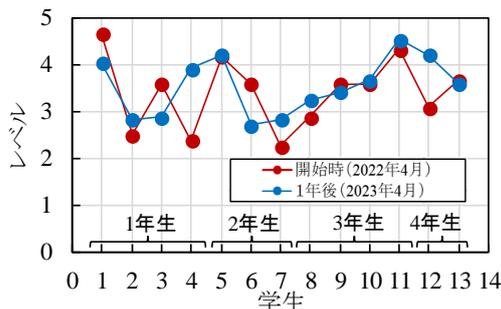


図5 教育前後の科学技術者能力の推移(学生ごと)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 床井 良徳、加藤 岳仁、高屋 朋彰、田中 昭雄	4. 巻 2022
2. 論文標題 3C07 フロー理論に基づく科学技術教育の検討	5. 発行年 2022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 324 ~ 325
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20549/jseeja.2022.0_324	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 -
1. 著者名 床井 良徳、田中 昭雄	4. 巻 55
2. 論文標題 科学技術教育へのフロー理論の活用	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 小山工業高等専門学校研究紀要	6. 最初と最後の頁 9 ~ 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24610/oyama.55.0_9	査読の有無 無
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 -
1. 著者名 床井 良徳、加藤 岳仁、平田 克己	4. 巻 54
2. 論文標題 課題解決型授業「コラボワーク」の取組事例	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 小山工業高等専門学校研究紀要	6. 最初と最後の頁 10 ~ 19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24610/oyama.54.0_10	査読の有無 無
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 -
1. 著者名 床井 良徳、田中 昭雄、長尾 和樹	4. 巻 2023
2. 論文標題 3C23 フロー理論に基づく科学技術教育の検討 - 教育手法の構築 -	5. 発行年 2023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 262 ~ 263
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20549/jseeja.2023.0_262	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 -

1. 著者名 床井 良徳、田中 昭雄、長尾 和樹	4. 巻 56
2. 論文標題 STEAM教育へのフロー理論に基づいた教育的指導	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 小山工業高等専門学校研究紀要	6. 最初と最後の頁 20～29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24610/oyama.56.0_20	査読の有無 無
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2件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 床井 良徳、田中 昭雄、長尾 和樹
2. 発表標題 フロー理論に基づく科学技術教育の検討 - 教育手法の構築 -
3. 学会等名 日本工学教育協会2023年度工学教育研究講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 床井良徳, 加藤岳仁, 高屋朋彰, 田中昭雄
2. 発表標題 フロー理論に基づく科学技術教育の検討 - 社会人基礎力に関する評価指標の検証 -
3. 学会等名 日本工学教育協会2022年度工学教育研究講演会
4. 発表年 2022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
---------	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------