

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月15日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K17375

研究課題名(和文) 大学院生に対する学際型STEMプログラムの教育効果の基礎研究

研究課題名(英文) Foundational research on the effects of interdisciplinary studies in a stem graduate program

研究代表者

山田 亜紀 (Yamada, Aki)

筑波大学・システム情報系・助教

研究者番号：30768776

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：昨今の知識基盤社会では、「STEM教育」(科学技術教育)と学際教育との融合が、益々必要となってきた。その実態及び実践の課題についての検討が、本研究の着眼点である。専門分野の知識やスキルのみならず、異分野の知識や、異文化を背景に持つ人々との触れ合いの必要性を鑑み、知識基盤社会において、自らの専門以外に必要なスキルとは何かを問った。それらのスキルを得るために、学際教育が必要であると明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

STEM教育及び文理融合教育・学際教育であるSTEAMが、今日の高等教育で必要とされてきた。本研究は、日本における文理融合型教育の大学院プログラムの実態と課題を検討し、主に理工系に重きを置くプログラムで、学際教育の実施によりどのような結果が得られ、その実態や学術的側面や、諸外国における類似プログラムと比較研究を行い、知識基盤社会が進んでいる世界の潮流として、日本社会における学際教育の必要性を提言している。

研究成果の概要(英文)：In order to cultivate graduates to lead Japanese industry in collaboration, innovation, and entrepreneurship, policy suggests that technical fields must teach knowledge in the humanities and social sciences. Interdisciplinary studies are valued for the development of critical thinking, a broader perspective from other fields of study, and the ability to translate ways of thought between different fields. In today's information driven society, technological advances in computing, communications, information handling, etc. have become strongly integrated into our everyday lives. This research will examine "next generation competencies" needed to carry out this vision. Where Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education has traditionally focused on technical skills and knowledge, this paper will look at the potential role and benefits of incorporating interdisciplinary education into these technical studies.

研究分野：比較教育

キーワード：STEM教育 文理融合 学際教育 STEAM 知識基盤社会

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

世界的に知識基盤社会が進行し、知識経済のインパクトが高まるなかでイノベーションへの期待と要請が大学に置かれ、とりわけ STEM にその役割が求められるようになってきている。STEM という呼称は日本でも最近使われ始めているが、従来、科学、工学、技術などを分けていたのに対し、科学と技術の最先端、そして工学、数学が融合しているとの考え方がこの用語の誕生の背景にある。高等教育政策との関連から見れば、世界的に STEM 教育を K12 から高等教育にかけて充実・重点化する政策が米 (大統領科学技術諮問委員会 =PCAST、2010、2012) 豪 (Chief Scientist、2014) 英 (House of Lords、2012) 等 OECD 加盟国を筆頭に進展し、日本も、2015 年 3 月にはイノベーションを生み出す高等教育の理工系人材の強化に向けての理工系人材育成戦略が公表された (文部科学省、2015 年)。米国においてはアメリカ大学協会(AAC&U)がアメリカの STEM 教育に 21 世紀型教養と多文化的価値観、すなわち多様な人々と議論、協働して問題を発見し、解決していくスキルを養う必要性を提言している。それは日本においても同様であった。現在、理工系を中心に「博士課程教育リーディングプログラム」が進行しているが、そのプログラムでは、専門分野の枠を超えた学際性を基軸に人文社会の視点を組み入れ、(1)グローバルに行動する力(2)自ら課題を発見し、仮説を構築し、知識を駆使し独創的に課題に挑む力(3)高い専門性や国際性、幅広い知識をもとに物事を俯瞰し本質を見抜く力等を育成すべき能力・スキルとして掲げている。

2. 研究の目的

世界的に知識経済のインパクトが高まるなかでイノベーションへの期待と要請が大学に置かれ、特に STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)にその役割が求められつつある。本研究は学際型 STEM 大学院プログラムを通じて大学院生がグローバル化に対応した STEM に求められる能力・スキルを獲得できているかを、(1)教職員、学生、産業界への面接調査を通じて、①学際型 STEM プログラムの必要性を検討する。次に②プログラムを通じて具体的にどのような能力スキルが育成されているのかを調べ、③学生自身が学際性をどう評価し、自分自身の能力・スキルの獲得に反映しているかを検証する。その際、(2)学際融合プログラムが構築されている米国等および国内プログラムへの訪問調査及び面接調査を通じて、学際融合プログラムの動向と課題を検討する。研究成果を大学の STEM 人材施策への反映および実践に活用できる。

本研究は筑波大学の EMP(エンパワーメント情報学プログラム)大学院プログラムを通じて大学院生がグローバル化に対応した STEM に求められる能力・スキルを獲得できているかどうか、或いは獲得できていない場合には、どのような要因がその背景にあるのかを学生、教職員、そしてインターンシップの受け入れ先である産業界への面接調査という質的調査を行い明らかにする事、その際、国内外の同様な学際型 STEM プログラムを事例として比較検証することを主な目的とした。

3. 研究の方法

学際型 STEM プログラムの学生への教育効果を検証するという研究目標を達成するために、本研究では文献調査、国内外の学際型 STEM プログラムへの訪問調査及び学際型 STEM プログラムである筑波大学エンパワーメント情報学プログラムの教職員、学生、プログラムとの連携関係にある産業界への面接調査を重ねて、理論と質的分析、解釈を豊かにした。

- (1) 文献調査と資料収集を行い、グローバル化対応のプログラムの学際性と融合性についての研究枠組みを検討した。
- (2) 雇用者、教員、学生という 3 対象への面接調査を行い、効果分析のための調査を実施し質的に分析した。
- (3) グローバル化に対応する学際型 STEM プログラム大学院プログラムの効果と課題の検証、学際性と専門性の融合の意味の定義づけも行ってきた。

4 . 研究成果

まず一年目には、主に訪問調査を数多く行い、そこから得た知見を元に学会発表と論文執筆を行った。論文を二本書き上げた共著 になる研究書のチャプター二章分それぞれ書いた。論文としては、(1) The Role of International Student Mobility in Hybridized STEM and Interdisciplinary Programs in Japanese Higher Education: The Empowerment Informatics Program (2) Vietnamese Nail Salon Workers in America and their Ethnic Business が The Asian Conference on Society, Education & Technology 2016 学会論文誌とスタンフォードアジア系アメリカ人ジャーナルに掲載された。また二章は、Nova Science から出版されている本で、(1) Quality Assurance in Higher Education in Japan: Examining a Case Study of the Empowerment Informatics Program と(2) Impact of Globalization on Japanese Higher Education Policy: Examining Campus Internationalization and Challenge of Japanese Universities が掲載された。学会発表としてはルイジアナで行われた国際比較教育学会(Annual CIES 2017)、The International Academic Forum ACE/ACSET/AURS 、移民学会 2016、Tsukuba Global Science Week 2016、APHERP Research Cluster 2017、SIGGRAPH2016(Anaheim)、TEI 2017 (横浜)などアメリカ、日本などで行われた学会に参加し、口頭発表を行った。訪問調査では、国内では早稲田大学、工学院大学、同志社大学、阪南大学、国外では、Stanford, UCLA, SFU, MIT, UBC, シンガポール国立大学、南洋理工大学を訪れ、数多くの研究所、研究室を訪れ、また研究者と面談を行い、インタビュー調査を行った。

二年目には前半にシンガポール工科大学、台湾にある国立嘉義大学と台中師範大学、ハワイ大学マノア校にある STEM センターに訪問調査で訪問し、後半に論文執筆に取り組んだ。その成果として二本の英語論文を執筆した。まず一つ目の論文は Journal of Comparative & International Higher Education Journal Volume 9 からの、内容は日本での STEM 文理融合学際プログラムの成果についてまとめた "Japanese Higher Education Reform Trends in Response to Globalization and STEM Demand" である。二つ目は同じ STEM の教育研究とともに書き上げたパルグレイブマックミラン出版社から発行されることになった研究書である [New Directions of STEM Research and Learning in the World Ranking Movement: A Comparative Perspective] の中から日本の STEM の現状と文理融合学際性について書いた "Developing Global Competencies through Interdisciplinary Studies: Why Collaboration is Important between STEM and Non-STEM Students" が本の一章として執筆されることになった。また 2017 年度の 3 月に同志社大学で STEM の国際学会が開かれ、台湾、中国、アメリカ、カナダ、韓国からの STEM と高等教育に所属する研究者たちが参加し、そこで自身の日本の高等教育における STEM の動向、文理融合、学際教育、そして理系と文系の学生のコラボレーションにおける成果発表もおこなった。また 8 月にも同志社大学東京キャンパスでも同じ研究内容を発表

した。

三年目には国内出張、論文と本の単著執筆に取り組んだ。12月に大学教育学会が長崎国際大学で開催され、日本のリーディング大学院における文理融合教育の課題と実態について、同志社大学大学院生の竹永啓悟君と共同でポスター発表を行った。また12月にアメリカ大使館による主催で「STEM教育における女性の促進教育」をテーマとした研究会に招かれ、アメリカのSTEM及び女性研究をおこなっている研究者のショアン・シオンソン・フリース氏(米海軍大学教授)、ステファニー・フォスター氏(女性の活躍支援 Smash Strategies 社設立ハートナー/元米国国務省)の両氏と共に、東京・福岡・沖縄など3カ所に出向き講演を行った。まず東京を皮切りに、大使館主催でアメリカセンターにおいて講演を行った。また福岡女子大学で講演会を催し、最後に沖縄を訪ね、スーパーサイエンスハイスクールと認定されている球陽高校を訪問し講演をし、「ているる」という男女共同参画センターに行き同内容について講演を行った。11月にIntehOpen出版から、『Active Learning』と題する本が出版されたが、本書の一章として、"The New Movement of Active Learning in Japanese Higher Education: The Analysis of Active Learning Case in Japanese Graduate Programs"を執筆した。この論文は主に日本のSTEM大学院プログラムにおいて、アクティブ・ラーニング型スタイルの授業の実態や成否、そしてアウトカムについて論じたものである。2018年度は主に日本のSTEM並びにSTEAM教育の実態や、実際の教育課程における現状などについて、学会や講演会で実体験を即した知見を報告し、また論文化に取り掛かった。

三年の間に訪問調査と論文・図書・学会発表に取り掛かり、研究成果を作ることができた。三年の研究機関を終え、この研究のまとめとして、世界的に知識基盤社会が進行し、知識経済のインパクトが高まるなかでイノベーションへの期待と要請が大学に置かれ、とりわけSTEMにその役割が求められるようになってきているという事が強く理解することができた。それは日本だけではなく、訪問調査で訪れた各国の高等教育機関でも同じ現状であり、各国も独自の方法で、STEM教育の流れにどのように対応しているかも伺うことができた。米国においてはアメリカ大学協会(AAC&U)が、STEM教育に21世紀型教養と多文化的価値観、すなわち多様な人々と議論、協働して問題を発見し、解決していくスキルを養う必要性を提言していた。それは日本においても同様である。現在、理工系を中心に「博士課程教育リーディングプログラム」が進行しているが、当該プログラムでは、専門分野の枠を超えた学際性を基軸に人文社会の視点を組み入れ、(1)グローバルに行動する力、(2)自ら課題を発見し、仮説を構築し、知識を駆使し独創的に課題に挑む力、(3)高い専門性や国際性、幅広い知識をもとに物事を俯瞰し本質を見抜く力等を育成すべき能力・スキルとして掲げていた。

そのような背景の中で、本研究は筑波大学のEMP(エンパワーメント情報学プログラム)大学院プログラムを通じて大学院生がグローバル化に対応したSTEMに求められる能力・スキルを獲得できているかどうか、或いは獲得できていない場合には、どのような要因がその背景にあるのかを学生、教職員、そしてインターンシップの受け入れ先である産業界への面接調査という質的調査を行い、明らかにすることをこの研究成果で発見することができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

- 1) Japanese Higher Education Reform Trends in Response to Globalization and STEM Demand, Comparative and International Higher Education. Aki Yamada. Journal. The Official Journal of the Higher Education SIG, Vol. 9, 2017 pp.14-22.
<https://www.jcihe-hesig.org/s/Yamada-Fall-2017.pdf>
- 2) Escaping Chair: Furniture-shaped Device Art (2), Takeshi Oozu, Aki Yamada, Yuki Enzaki, Hiroo Iwata, Proceedings of the Eleventh International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction, 2016 pp.403-407.

〔学会発表〕(計6件)

1. 筑波大学大学院エンパワーメント情報学プログラムの構造と課題 竹永啓悟; 山田亜紀 大学教育学会 2018 年度課題研究集会, 2018
2. New Directions for Japanese Leading Graduate Programs and Preparing for Society 5.0, Aki Yamada, The Asian Conference on Education (ACE2018) , 2018
3. Interdisciplinary Collaboration as a Global Competency: What Happens When you Mix STEM Majors, Artists and Social Scientists? Aki Yamada, 2017 Annual Conference of Comparative and International Education Society (比較国際教育学会), 於アトランタ, USA. 2017
4. Developing Global Competencies through Interdisciplinary Studies: Why Collaboration Is Important between STEM and Non-STEM Student. Aki Yamada, 2016 Research Cluster Conference of APHERP, 於同志社大学. 2016
5. The Role of International Student Mobility in Hybridized STEM and Interdisciplinary Programs in Japanese Higher Education, Aki Yamada, The International Academic Forum (IAFOR), ACE/ACSET/AURS 2016,
6. "International Student Mobility in Japanese Graduate Programs: A Case Study of the University of Tsukuba's Interdisciplinary and Engineering Ph.D. Program", Aki Yamada, 2016 Annual Conference of Comparative and International Education Society (比較国際教育学会), 於 2016

〔図書〕(計6件)

- 1) Aki Yamada., "Concluding Remarks", in New Directions of STEM Research and Learning in the World Ranking Movement: A Comparative Perspective, Eds, John N. Hawkins, Aki Yamada, Reiko Yamada, James W. Jacob, Palgrave Macmillan., pp 157-160. 2018
- 2) Aki Yamada., "Developing Global Competencies through Interdisciplinary Studies: Why Collaboration is Important between STEM and Non-STEM Students", New Directions of STEM Research and Learning in the World Ranking Movement: A Comparative Perspective, Eds. John N. Hawkins, Aki Yamada, Reiko Yamada, James W. Jacob, Palgrave Macmillan. pp 79-96. 2018
- 3) Aki Yamada., Reiko Yamada, "The New Movement of Active Learning in Japanese Higher Education: The Analysis of Active Learning Case in Japanese Graduate Program", Active Learning, IntechOpen, pp 1-16. 2018
- 4) Reiko Yamada., Aki Yamada, "Higher Education Governance and Institutional Research: The Emergence of a New Role in the Post-massification Era in Japan", Massification of Higher Education in Asia, Eds. Alfred. M. Wu and John. N. Hawkins, Springer Nature Singapore, pp. 129-147. 2018

- 5) Aki Yamada, “Quality Assurance in Higher Education in Japan: Examining a Case Study of the Empowerment Informatics Program”, Quality Assurance: Analysis, Methods and Outcomes, Ed. C. Coleman, Nova Science Publishers, pp. 81-98. 2017
- 6) Aki Yamada, Reiko Yamada, “Impact of Globalization on Japanese Higher Education Policy: Examining Campus Internationalization and Challenge of Japanese Universities”, Higher Education: Global Perspectives, Emerging Challenges and Opportunities, Ed. C. Harmon, Nova Publishers, pp.103-120. 2016

〔その他〕

ホームページ等

招待講演

1. “Strategies for Society 5.0 readiness as implemented by the Leading Graduate Programs in Japan,” in 2018 Graduate Student Conference on International Development of Teaching Profession. Chiayi, Republic of China, 2018
2. “Researcher Workflows–Measuring an impact of new technology and services on Early Career Researcher’s researcher workflow,” in Taylor & Francis 2017 Editor Workshop, Tokyo, Japan, 2017
3. The Role of Hybridized STEM and Interdisciplinary Programs in Ph.D. Program. Tsukuba Global Science Week: Collaborating with for the Future: Emerging Natural-Social Sciences, 於筑波大学. 2016

6 . 研究組織

なし

(1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

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、研究者個人に帰属されます。