

令和 元年 6月 10日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00945

研究課題名(和文) 全米大学協会STEM教育の調査研究

研究課題名(英文) Research on the development of STEM Education concerning AAC&amp;U and AAU.

研究代表者

鈴木 久男 (Suzuki, Hisao)

北海道大学・理学研究院・教授

研究者番号：20192619

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)：STEM教育の重要性は世界中で認識され、大学におけるSTEM教育改善が行われている。本研究ではアメリカの大学協会に關係するSTEM教育の組織的改善について視察研究を行うことを目的とした。2016年度には、先進的な取り組みで有名なアメリカのオーリン工科大学と、AAUのSTEM Initiativeに参加したコロラド大学ボルダー校での取り組みの現状を知り、その結果を大学教育学会などで報告した。また、2017年度と2018年度には、AAC&UのSTEM領域での教育実践に関する国際会議に出席し、日本では見られない多くの先進的取り組みを知り、大学教育学会や学会誌での報告を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

大学教育では個人レベルのエビデンスベースの教育研究は数多く行われており、多くの有効な教育手法が開発されている。にも関わらず、多くは普及していない。このため、組織的な教育改善は非常に重要であり、その手法は重要な教育研究課題である。本研究は、多くの面で日本に先行しているアメリカの大学における教育改善を視察研究し、それを日本に伝えることである。そのため、この課題における成果は日本における組織的教育改善を促すために重要であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The importance of the STEM education is known and various attempts to organizational change in STEM Higher Education has been performed. Our purpose of this research is to investigate the organizational change in the United States and report them to the Universities in Japan in order to induce the same organizational change.

In 2016, we made an inspection to Olin College and Colorado University which have reputation of innovative education. In 2017 and 2018, we participate the AAC&U "Transforming STEM Undergraduate Education". We know various organizational changes which are quite new to the universities in Japan and report them in Japan Association of Colleges and Universities. We also organize the conference "Transforming STEM Education in Japan(2017-2019)".

研究分野：科学教育

キーワード：STEM教育 科学教育 高等教育 アメリカ大学協会

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

### 1. 研究開始当初の背景

海外では Science Technology Engineering Mathematics を含め STEM の略称を使う。STEM 領域は、現在のイノベーションのほとんどに関係し、その人材不足が予想されることから各国は STEM 教育を重視してきた。特に、STEM 人材不足が深刻であるアメリカにおいては STEM 教育の改善は大きな課題の一つである。たとえば、全米大学協会(Association of American Universities, AAU)は、2011年にヘルムズリー財団より3年間にわたり総額 470 万ドルの助成を受け、STEM 教育のパイロット大学8校による組織的取り組みを開始した。また、全米大学協会(American Associations of Colleges and Universities, AAC&U)はでも、STEM 教育に関するコンファレンスを開き、活発に活動している。AAC&U では、Project Kaleidoscope という STEM 教育のグループが、情報共有して教育改善にあたる活動をしている。

他方、実際に教える教員の教授法の向上についても様々な試みがなされてきた。実際現在日本の大学教育において重視されているアクティブラーニングはアメリカ STEM 分野では 1990 年代初期から導入されていた。現在までエビデンスベースの教育研究により、数多くの教授法が生み出されてきた。そのため、個々の教育改善よりもより影響力の強い大学全体としての組織的教育改善が重視されるようになってきた。またその成功例も多く、組織的教育改善の手法そのものが重要な研究課題となっているのである。

### 2. 研究の目的

研究の目的は以下の 4 つである。

- (1)アメリカ大学協会での STEM 教育の研究組織を調査
- (2)個々の特徴的な教育手法の調査研究
- (3)教育手法の組織的教育改善の調査研究
- (4)調査結果の学会等での公表と日本の大学教育への応用についての議論

### 3. 研究の方法

まず、AAU の STEM Initiative で組織的教育改善のパイロット校となっている、コロラド大学ボルダー校を視察し、STEM Initiative 全般についての情報を得ると同時に、革新的な教育で有名なオーリン工科大学を視察し、教育向上のためのシステムを研究する。

AAC&U は、AAU よりも多くの大学が参加している協会であり、主要大学を含む全米 1,300 以上の大学が参加している。この調査には、代表者鈴木と分担者吉永があたった。主観をできるだけ排除するために二人での参加が必要である。AAC&U における STEM 分野の教育コンファレンス”Transforming STEM Higher Education”に参加し、詳細な情報収集をおこなった。また、2018 年には、代表者鈴木は分担者吉永契一郎 と共に STEM Meeting に出席し、情報収集にあたりるとともに研究発表も行った。

### 4. 研究成果

#### (1) 2016 年 オーリン工科大学とコロラド大学ボルダー校

2016 年 9 月 25 日から 10 月 1 日にかけてオーリン工科大学とコロラド大学ボルダー校を視察した。学科長である Vincent P, Manno, Sc.D 氏にインタビューを行うと共に、授業視察を行った。教育改善のための資金の捻出や教員への報酬、任期制、裁縫方針などについて調査を行った。

コロラド大学ボルダー校では Noah Finkelstein 氏と Steven Pollock 氏のインタビューと生物、化学、物理学の授業視察を行った。授業はいずれも大規模授業でクリックャーによる双方向性授業である。初年次理科学目のすべて



の授業でクリッカーが使われた。STEM Initiative で、多額の資金により、多くのクラスで組織的に Active learning に切り替えた。しかし、資金がなくなると、一部の教員は、従来の講義に戻ってしまった。つまり、組織的取り組みとしては現状ではうまくいっていないということである。資金が切れると、教員の労力は、講義のときよりも増加していることと、そうした教育改善が報酬にいつこうに反映されないことが要因と考えられる。他方物理学科ではほぼすべての専門科目で双方向性授業が実施されているのは注目に値する。

## (2) 2017 年 AAC&U STEM Meeting

AAC&U(American Association of Colleges and Universities)は、1915 年に発足し、現在では 1350 大学以上が参加する協会である。この協会は、確かなりベラル教育の前大学への普及を目標に掲げている。この AAC&U の STEM 教育分野の団体が、Project Kaleidoscope(PKAL)である。PKAL は現在 7,000 のメンバーがいる。そして全体が一同に会するコンファレンスとして、"Transforming Undergraduate STEM Education"を年1回開催しているのである。

2017 年の本会議は、11 月4日から7日にかけて行われた。本研究課題により、分担者細川敏幸と鈴木久男が出席した。

STEM Meeting は基調講演、Concurrent Session、ポスターセッションとで構成されている。基調講演は3名であり、Concurrent Session は 35 のセッションで、パラレルセッションとなっている。ポスターセッションも3回開催されており、全体で 75 のポスターがあった。

Tiothy McKay 氏は、天文学のデータサイエンティストである。スローンデジタルスカイサーベイに携わり、ビッグデータを教育にどう活用するかについて、それまでできなかった様々な有用なデータを引き出してきた。通常の大学では学生に関して多くの調査を行っている。しかし、通常回収率が低いため、その信頼性に問題がある場合が多い。そのため、個別の教員が調査結果を教育にフィードバックすることは困難である場合が多い。また調査項目は多くすると、回答率はさらに悪化することがおこる。ところが彼が組織する E-Coach では、学生がその回答が自らの教育に直結するため、かなり多くの項目にも答えてくれるため、そのデータの信頼性がさらに向上することになるのである。この E-COACH は、現在もさらに拡大しつつある。

## (3) 2018 年 STEM Meeting 視察および研究発表

ここでは、Keynote プレゼンテーションから得られる知見について報告しよう。

"Uncorking Curricular Bottlenecks to Student Success in STEM"

これは、Wright State UniversityのNathan Klingbeil氏による講演である。工学系の分野では大学初年次に履修する「微積分学」が最もハードルが高い科目の一つである。数学理解についての影響は予想外に大きく、卒業率や動機、そして工学分野での成功する学生数を増加させるためには、応用重視の数学インストラクションが重要であるというのが、本講演の趣旨である。

現在日本の多くの工業系大学や学部においても、高校までの数学の知識の定着の低さに悩む大学も少なくない。こうしたことからこの数物系学科対象の数学科目変更の取り組みは、日本の多くの大学においても行われるべき改革なのかもしれない。

その他、組織的教育改善の取り組み例を数多く収集し、解析を行った。また、この成果は大学教育学会課題研究集会で報告した。

また、日本にはこうしたSTEM教育改善のコンファレンスがほとんど存在しない。そのため、2017年から2019年まで、北海道大学でSTEM Conferenceを開催し、本研究や日本の様々なSTEM分野での取り組みについて情報共有の機会を得た。

以上のようにアメリカの視察研究は非常に有益な情報を我々にもたらした。アメリカの先進的な取り組みを日本に紹介してきたことによって、日本の大学教育のさらなる発展につながると期待したい。

## 5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計 20 件)

[1]海外の研究大学における物理教育の現状と課題

吉永契一郎、鈴木久男、斉藤準

大学の物理教育 25(1) 43-46 2019 年 3 月(査読有り)

[2]IR データによる学生層と大学層の形成と評価のシミュレーション

山田邦雅, 宮本淳, 細川敏幸

高等教育ジャーナル-高等教育と生涯学習- 26 67-76 2019 年 3 月(査読有り)

[3]米国高等教育機関における教学 IR の訪問調査

宮本淳, 山田邦雅, 細川敏幸

高等教育ジャーナル-高等教育と生涯学習- 26 77-82 2019 年 3 月(査読有り)

[4]現代のリベラルアーツとしての理工系科目(STEM)の開発と教育実践のために <ラウンドテーブル報告>

吉永契一郎, 斉藤準, 磯田正美, 野口範子, 細川敏幸

大学教育学会誌 40(2) 85-88 2019 年(査読有り)

[5]大学から見た学習指導要領

鈴木久男

物理教育 66(3) 212-216 2018 年 9 月(査読有り)

[6]AAC&U Meeting 2017 の報告

鈴木久男

大学教育学会誌 40(1) 59-62 2018 年 5 月(査読有り)

[7]上位校からみた世界大学ランキング

吉永 契一郎

比較教育学研究(56) 150-159 2018 年(招待有り)

[8] The Merger of Department of Veterinary Medicine in National University Corporations in Japan

吉永 契一郎

International Journal of Educational Development (63) 59-64 2018 年(査読有り)[招待有り]

[9]現代のリベラルアーツとしての理工系科目(STEM)の開発と教育実践のために<課題研究シンポジウム >

細川 敏幸

大学教育学会誌 40(1) 47-48 2018 年(査読有り)

[10]教職員協働による教学に関する IR(Institutional Research)勉強会

宮本淳, 出口寿久, 伊藤一馬, 川西奈津美, 河野未幸, 鈴木里奈, 高原めぐみ, 中川紗百合, 柳川仁美, 細川敏幸

高等教育ジャーナル-高等教育と生涯学習- 25 49-54 2018 年 3 月(査読有り)

[11]アセスメント・ポリシーの考え方ーアセスメント・ポリシー研究会報告ー

細川敏幸, 山田邦雅, 宮本淳

高等教育ジャーナル-高等教育と生涯学習- 25 69-73 2018 年 3 月(査読有り)

[12]平成 29 年度北海道大学教育ワークショップの取り組み

山本堅一, 細川敏幸, 山田邦雅, 三上直之

高等教育ジャーナル-高等教育と生涯学習- 25 85-91 2018 年 3 月(査読有り)

[13]2017 年度 IDE セミナー報告 / IDE 北海道支部「新しい教養教育の展開」

細川 敏幸

IDE 現代の大学教育 598 75-79 2018 年 2 月(査読有り)

[14]ヨーロッパの物理教育改革

吉永 契一郎

大学の物理教育 第 23 卷、第 1 号、44-47 2017 年(査読有り)

[15]2016 年度 IDE セミナー報告 / IDE 北海道支部「IR の衝撃」

細川敏幸

IDE 現代の大学教育 590 76-80 2017 年(査読有り)

[16]現代のリベラルアーツとしての理工工系科目 (STEM) の開発と教育実践のために

細川敏幸

大学教育学会誌 39(1) 74-75 2017 年 5 月 (査読有り)

[17]平成 28 年度北海道大学教育ワークショップの取り組み

山本堅一, 細川敏幸, 山田邦雅, 三上直之, 亀野淳

高等教育ジャーナル-高等教育と生涯学習- (24) 161-166 2017 年 3 月(査読有り)

[18]現代のリベラルアーツとしての理工工系科目 (STEM) の開発と教育実践のために

鈴木久男・山田礼子・林哲介・高橋哲也・細川敏幸

大学教育学会誌 (38) 87-89 2016 年(査読有り)

[19]アメリカの研究大学における大学運営集団の二重性

吉永 契一郎

比較教育学研究(16) 69-85 2016 年 (査読有り)

[20]IR ネットワークの活動

細川敏幸

IDE 現代の大学教育 (586) 23-28 2016 年 12 月(査読有り)

(学会発表) (計 9 件)

[1]AAC&U STEM Meeting 2018 の報告

鈴木久男

大学教育学会課題研究集会 2018 年 12 月 2 日

[2] Fostering Open-Ended Problem-Solving Skills of Undergraduate STEM Students: Attempts in Asian Universities

鈴木久男, 吉永契一郎, 齊藤準

Transforming STEM Higher Education 2018 年 11 月 9 日

[3] Performance or Engagement; The Issues of STEM Education in East Asia and the United States(招待あり)

吉永契一郎 GHEF 2018 年

[4] AAC&U STEM Meeting の報告

鈴木久男

2018 Transforming Undergraduate Education in Japan 2018 年 2 月 10 日

[5]AC&U STEM Meeting 2017 の報告

鈴木久男

大学教育学会課題研究集会 2017 年 12 月 3 日

[6] STEM Education Reform in Knowledge Society

吉永 契一郎

AISTEEL 2017 年

[7]大学における文理融合科学教育の展望

鈴木久男

大学教育学会 2017 年 6 月 10 日

[8]STEM Education Reform From a Comparative Perspective [招待有り]

吉永 契一郎

Flinders University Physics Department Seminar 2017 年

[9]International Competition for Master's Students [招待有り]

〔図書〕(計 3件)

[1]インテグレート科学: 現代を生きるための科学力養成講座

鈴木久男, 細川敏幸 (担当:共著)

Amazon Services International, Inc. 2018年10月 320ページ

[2]高等教育のグローバル化とSTEM 教育改革

吉永 契一郎

広島大学高等教育開発研究センター 2018年 88ページ

[3]北大教養教育のすべて エクセレンスの共有を目指して

小笠原正明, 安藤 厚, 細川敏幸 編著 (担当:共編者, 範囲:著作「TA 制度の発展」p.178-88,「教育評価システムの構築」p.203-08)

東信堂 2016年6月

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名:細川 敏幸

ローマ字氏名:Hosokawa Toshiyuki

所属研究機関名:北海道大学

部局名:高等教育推進機構

職名:教授

研究者番号(8桁):00157025

研究分担者氏名:吉永 契一郎

ローマ字氏名:Yoshinaga Keiichiro

所属研究機関名:金沢大学

部局名:国際基幹教育院

職名:教授

研究者番号(8桁):70313492

(2)研究協力者 なし

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。