

# STEM 教育の展開可能性に関する研究

研究代表者 丸山 恭司 (教育学講座)  
研究分担者 磯崎 哲夫 (自然システム教育学講座)  
古賀 信吉 (自然システム教育学講座)  
三好 美織 (自然システム教育学講座)  
影山 和也 (数学教育学講座)  
渡辺 健次 (技術・情報教育学講座)

## I 研究の背景と目的

今日、「STEM(Science, Technology, Engineering, and Mathematics)教育」の総称のもと、科学教育、技術教育、工学教育、数学教育を統合して推進する動きが国際的に加速している。しかし、その関心は各国産業の国際競争力強化であることが多く、STEM 教育の統合性がもたらす学的革新性や教育実践上の可能性は必ずしも十分には検討されていない。

そこで、本共同研究では、STEM 教育がもたらしうる今後の展開可能性を多角的に検討し、本研究科が新機軸の教育分野を先導していくための理論的実践的基盤を明らかにする。そのため、次の3点を中心課題に設定した。まず、STEM 教育が唱えられた背景を明らかにし、その期待されることを明示する。次に、統合された新領域である STEM 教育にはどのような学的基盤が求められるのかを解明する。そして、学校種と連携、教科横断のカリキュラム、教育方法、教師教育、研究開発組織、等の観点から、STEM 教育の実践的可能性を検討する。これらを達成するため、関連文献を収集、分析するとともに、カナダのブリティッシュコロンビア大学において 2014 年 7 月に開催された国際研究大会 STEM2014 に参加し、調査を行った。

(丸山恭司\*)

## II アメリカにおける STEM 教育の取り組み

Committee on STEM Education National Science and Technology Council(2013)が 2013 年 5 月にレポートした FEDERAL SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) EDUCATION 5-YEAR STRATEGIC PLAN から、アメリカが STEM に取り組む理由と、国を挙げて取り組む STEM 教育に関する政策について述べる。また、STEM 教育の取り組み状況について概観する。

### 1. アメリカが STEM 教育に取り組む理由

アメリカでは、より優れた工業製品の開発、より良いヘルスケアの実現、またエネルギー供給、環境の保全、安全保障、経済の発展などの分野で、アメリカが持つ優位性を支えるものが科学・技術・工業・数学からなる STEM 分野であることが認識されている。アメリカが持つこれらの優位性を維持するためには、STEM 分野より協力に進めてゆく必要があると考えられている。しかし、さまざまな調査結果によって、現在の教育では社会に出たとき十分な STEM を受けられていないことが示されているため、アメリカの教育システ

ムをより洗練し、STEM 教育を十分に普及させなければならない。そのために、アメリカの学生の STEM 学習への関わりを強化し、STEM 分野を喚起させ、STEM 分野の力を備えて、STEM 分野に秀でている学生を生み出すことが重要であると考えられている。

アメリカが STEM 教育に強く取り組む理由は以下の通りである。

- ・STEM に関する仕事のニーズが多いことから、将来の仕事の多くが STEM に関する仕事であると考えられること
- ・PISA の報告によると、アメリカの K-12 教育課程は世界の中段に埋もれていること
- ・あらゆる人々が参加する社会の構築のために STEM が決定的な役割を果たすこと

## 2. アメリカ政府が掲げる今後 5 年間の STEM 教育に関する戦略

アメリカ政府の STEM に関する目標は、以下の通りである。

- ・2020 年までに初等中等教育の優れた STEM 分野の教師を 10 万人養成する。併せて現在の STEM 教員も支援する。
- ・初年次から高校卒業までの間で STEM 分野の経験を持つ若者を毎年 50 パーセント増加させる。
- ・大学生については、今後 10 年間で STEM 分野の卒業生を 100 万人増加させる。
- ・今後 10 年間で、これまであまり STEM と関係していなかった層から STEM に関する学位を取得する学生数を増加させる。また女性の参加を促進する。
- ・大学卒業生に STEM の専門知識や応用研究を学ぶ訓練制度を提供する。

(渡辺健次\*)

## 3. アメリカにおける STEM 教育の動向

アメリカにおける STEM 教育の動向について、日本では例えば次の報告がみられた。

堀田 (2011) は、アメリカにおける STEM 教育の動向を概観し、科学技術人材の育成について連邦政府に政策対応を求める多数の報告書・提言の発表により、長い年月をかけて全国的な STEM 教育強化の流れがつくられてきたこと、各省庁等によって教育プログラムが実行されており、今日では産業界、民間団体を巻き込みさらに包括的な STEM 教育の推進体制が目指されていること、などを指摘している。

熊野 (2014) は、アメリカにおける STEM 教育の実態について現地調査を行い、全米科学教師連合会 (National Science Teachers Association ; NSTA) が、ホームページや出版物、教師教育の中で STEM 教育を盛んに推進していることを報告している。また、例えば、アイオワ州では、推進協議会を立ち上げて州レベルで STEM 教育が推進されていること、ミネソタ州では、ミネソタ大学に 2008 年に設置された STEM 教育センターを中心に研究や教育が推進されていること、なども報告している。そして、これらの分析を踏まえ、科学技術ガバナンスのための科学教育論の行き着く先が、STEM 教育であるとしている。

標葉 (2014) は、全米科学振興協会 (American Association for the Advancement of Science ; AAAS) の年次大会における STEM 教育関連シンポジウムの変遷を 2010 年以降について分析し、教育政策、マイノリティの参加拡大・待遇向上、学部教育、K-12/K-16 教育、大学院教育等をテーマとして、アメリカの STEM 教育戦略と対応する形で継続的に議論がなされてきていることを指摘している。

(三好美織\*)

### Ⅲ 国際研究大会 STEM2014

#### 1. STEM2014 までの経緯

国際研究大会 STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics in Education Conference) は、カナダのブリティッシュコロンビア大学、オーストラリアのクイーンズランド工科大学、中国の北京師範大学の3大学が中心となり、2010年から2年ごとに開催されてきた。これまでの開催状況は、以下のとおりである。

##### ○第1回 オーストラリア・クイーンズランド工科大学 (QUT)

日 時 2010年11月26日(金)～27日(土) (2日間)

テーマ 「STEMによる教育の前進」

概 要 招待講演1件、基調講演4件、発表140件

##### ○第2回 中国・北京師範大学 (BNU)

日 時 2012年11月25日(日)～27日(火) (3日間)

テーマ 「STEM教育におけるインストラクショナル・イノベーションと学際的研究」

概 要 基調講演3件、発表103件(論文79, ポスター8, ワークショップ13, ショーケース3)

#### 2. STEM2014 の実際

第3回となるSTEM2014は、カナダ・バンクーバーにあるブリティッシュコロンビア大学において2014年7月12～15日に開催された。概要を以下に示す。回を重ねるごとに規模が大きくなってきていることが窺える。

##### ○第3回 カナダ・ブリティッシュコロンビア大学 (UBC)

日 時 2014年7月12日(土)～15日(火) (4日間)

テーマ 「STEM教育と私たちの地球：文脈を越えてつながりをつくる」

概 要 基調講演7件、発表196件(論文147, ポスター20, シンポジウム6, ワークショップ14, ショーケース9)

大会の目的は、①論文発表、シンポジウム、ワークショップ、ショーケースによる、情報と知識の共有、②内容知識の向上及び効果的な教育的実践のモデル化、③研究のイニシアチブと成果の共有、④教育関係者の専門的成長、⑤参加者のネットワークづくり、の5点とされている。

参加者の想定は、教員、研究者、教育職員、産業関係者、大学院生、学部生等の約350名であった。実際、大学教員等の研究者や大学院生だけでなく、学校教職員、博物館職員、STEM教育に関心のある企業や団体等の関係者などの参加が見られた。また、論文発表を行った参加者の所属機関の所在地は、カナダ、アメリカ、イギリス、フィンランド、オーストラリア、ニュージーランド、中国、韓国、台湾、日本、ナイジェリア、ケニア、イスラエルなどであった。

大会の日程及び基調講演の内容は以下の通りであった。基調講演では、数学教育、工学

教育、科学教育、博物館教育など多彩な視点からの提案と議論が行われていた。

### ○大会日程

|       | 8:00 | 9:00        | 10:00    | 11:00      | 12:00      | 13:00 | 14:00     | 15:00      | 16:00       | 17:00 | 18:00      | 19:00 | 20:00 | 21:00 |
|-------|------|-------------|----------|------------|------------|-------|-----------|------------|-------------|-------|------------|-------|-------|-------|
| 7月12日 | 受付   | 開会<br>基調講演1 | 休憩<br>ホス | セッション1 (8) | 昼食         | 基調講演2 | 休憩<br>ホス  | セッション2 (8) |             |       | 歓迎レセプション   |       |       |       |
| 7月13日 | 受付   | 基調講演3       | 休憩<br>ホス | セッション3 (9) | セッション4 (9) | 昼食    | 基調講演4     | 休憩<br>ホス   | セッション5 (10) |       |            |       |       |       |
| 7月14日 |      | 受付          | 基調講演5    | 休憩         | セッション6 (9) | 昼食    | 基調講演6     | 休憩         | セッション7 (9)  | 休憩    | セッション8 (9) |       | 懇親会   |       |
| 7月15日 |      | セッション9(6)   | 休憩       | セッション10(5) | 休憩         | 基調講演7 | 閉会式<br>表彰 |            | エキスカージョン    |       |            |       |       |       |
|       | 8:00 | 9:00        | 10:00    | 11:00      | 12:00      | 13:00 | 14:00     | 15:00      | 16:00       | 17:00 | 18:00      | 19:00 | 20:00 | 21:00 |

### ○基調講演

- David Clarke : メルボルン大学 (オーストラリア)  
「教育研究デザインにおける教科の包括性：STEM 教育における浸透性とアフォーダンス」
- Ding Ming Wang : 国立新竹教育大学 (台湾)  
「芸術と STEM 教育の学際性—経験の共有」
- John Robinson : ブリティッシュコロンビア大学 (カナダ)  
「UBC における次世代サステナビリティ」
- 小川義和 : 筑波大学 (日本)  
「市民と博物館とのコミュニケーション：科学的リテラシー涵養に向けた生涯学習システムの開発」
- Wolff-Michael Roth Lansdowne : ヴィクトリア大学 (カナダ)  
「学習者の視点による STEM カリキュラム：目に見えぬもの、そして予期せぬもの」
- Rina Zazkis : サイモン・フレーザー大学 (カナダ)  
「スクリプトタスクによる教授のイメージング」
- Elizabeth Croft : ブリティッシュコロンビア大学 (カナダ)  
「STEM における次世代の女性：変化させる力のある変化をつくる」

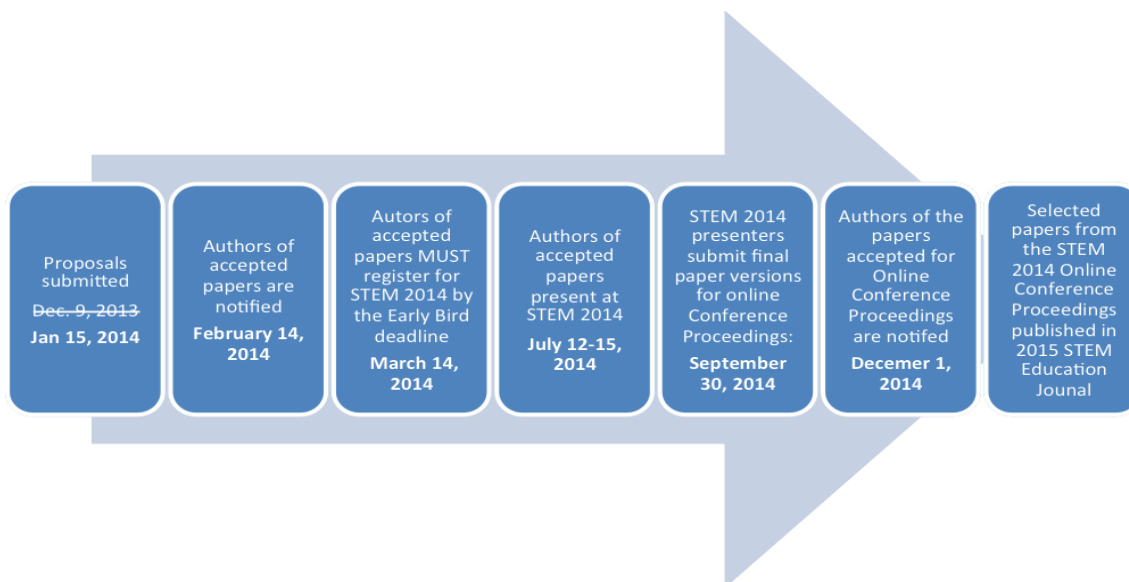
各セッションにおける発表は、論文発表、シンポジウム、ワークショップ、ショーケースの形式で行われた。またそれとは別の時間帯に、ポスターセッションが行われた。論文発表のトピック及び募集日程は、以下のように設定されていた。

### ○論文発表のトピック

STEM 研究のイノベーション／革新的技術による STEM の統合／STEM 教育のイノベーション／持続可能な開発のための STEM 教育／大衆の科学教育への学際的アプローチ／STEM 教育のイノベーションと実践／STEM 教育のための科学学習／STEM 教育のための数学学習／STEM カリキュラムの理論と開発／STEM の教育理念と理論／STEM の教育政策、リーダーシップとマネジメント／地域教育と STEM／特別教育と STEM／

STEMにおける教育工学／教師教育とSTEM／比較STEM教育／その他STEM教育に関するトピック

○論文発表の募集日程



出典： <http://stem2014.ubc.ca/call-for-papers/>, 2014年8月11日取得

論文発表の多くは科学教育を中心としたSTEM教育へのアプローチであった。一方で、数学教育における実践報告、博物館における実践報告とワークショップ、プログラミングにSTEM教育を取り入れたもの、ロボット作成を通じたSTEM教育などもみられた。例えば、最終日に開かれた“Vernier Workshop”は、データ計測のワークショップであり、無線LANに対応したセンサーが計測した気温などの値を、スマートフォンのアプリで見ることができる機器を実際に使った内容であった。また、デモブースでは、計測機器や3Dプリンタの展示やデモが行われていた。

### 3. 今後の開催予定－STEM2016

STEM2014では、中国の北京師範大学で開催予定のSTEM2016について、開催校からのプレゼンテーションと、以下に示す日程の発表がなされた。

○第4回 中国・北京師範大学（BNU）

日時 2016年10月

論文募集 2015年9月1日～2016年2月1日

論文発表のトピック STEM研究のイノベーション／STEM教育における問題解決とイノベーション／STEMによる教育実践の変革／持続可能な開発とSTEM教育／大衆の科学教育への学際的アプローチ／STEM教授の改善と実践／STEM教育のための学習科学／STEMカリキュラムの理論と開発／STEMにおける教科横断的統合のための仕組みの開発



図1 STEM2014の様子

(丸山恭司・渡辺健次\*・三好美織\*)

#### IV 研究の成果と今後の課題

##### 1. STEM教育の展開可能性の検討

###### (1) STEM教育と科学教育

数学教育，理科教育，技術・情報教育，教育工学等の研究や実践にたずさわる者が会員となっている日本科学教育学会では，これまでに数学教育，理科教育と技術教育との関係の検討などが継続的に行われてきた。2013年年会からは，STEMをキーワードに含む研究発表も見られるようになり，2014年年会では，STEM教育に関わる研究発表が11件行われた。その内容は，アメリカ，イギリス，韓国など，諸外国のSTEM教育の現状分析，日本の文脈に即したSTEM教育の理論構築とそれに基づく実践に関わるもの，STEM教育に関わる教員の養成に関するものなどであった。また，理科教育に関わる研究者や学校教

員等が会員となっている日本理科教育学会においても、2012年よりアメリカのSTEM教育の動向分析や理論の検討の発表がなされつつある。

今後の科学教育研究において、新たに工学教育をも含めながら、STEM教育をキーワードとする研究が広がっていく可能性があるかと推察される。

(三好美織\*)

## (2) STEM教育と技術・情報教育

私見ではあるが、STEM教育に関連する学問領域の系統を図2に示す。現在のSTEM教育には情報学(Informatics)は含まれていないが、現在の技術・工業を支える学問であり、STEM教育の重要な一部であると考えて加えてある。

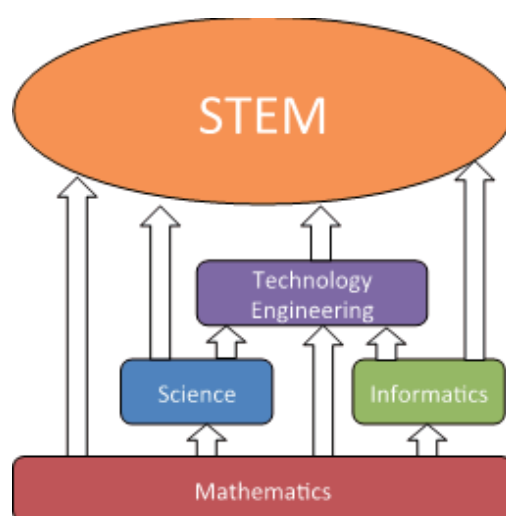


図2 STEM教育に関連する学問領域の系統

STEM2014の研究発表では、発表者の取り組んでいる学校における授業の紹介というものが多く見受けられた。その内容は、例えば日本で行われているSSH(Super Science High-School)やSPP(Science Partnership Program)における取り組みと大差はない。つまり、既存の学校と連携した授業実践等の知見を海外へ発信していくことが可能であると考えられる。

一方で、既に教育工学系の国際会議では、STEMに関する学術レベルのワークショップが開催されており、それらとの差別化を検討する必要がある。例えば、2014年12月に奈良で開催された国際会議ICCE2014(International Conference on Computers in Education)におけるSTEMワークショップが参考になるであろう。

また、2014年11月に韓国で開催された第9回東アジア教師教育国際シンポジウムの中で韓国国立教育大学のJinsoo Kim教授と話す機会があった。Kim教授は、技術・情報教育の分野でSTEM教育に取り組んでおり、このシンポジウムでも学生がポスター発表を行っていた。

日本国内の技術・情報教育分野では、STEMとは称していないものの、同様の内容が多く取り込まれているので、次回のSTEMカンファレンスでは、技術・情報教育分野からの

発表で、この分野に貢献することが必要である。

(渡辺健次\*)

## 2. 今後の課題

本稿では、アメリカにおける STEM 教育の取り組みを概観した後、国際研究大会 STEM2014 の実際について報告し、今後の STEM 教育の展開可能性について検討を行った。

日本ではまだあまり浸透しているとはいえない STEM 教育という言葉であるが、既に世界では、科学技術社会を支える人材の育成・確保といった観点から、教育分野における重要なキーワードとなっている。日本でも、同様の研究内容は既に広く取り組まれてはいるが、分野毎に縦割りにになっている感が否めない。今後、日本国内においても、STEM をキーワードとして、数学・科学・技術・情報に関する教育諸分野の研究者、学校教員が一堂に会して知見を交換し、その成果を世界に発信することが求められているといえるだろう。

広島大学大学院教育学研究科には、そうした世界の動向をリードするに足る人的・理論的リソースがある。それぞれの教育諸分野において、附属学校を中心に各段階の学校との連携が既に図られており、「教科教育学」という統合的理論基盤をもって研究を進めてきた。STEM 教育に関わるカリキュラム、教育方法、教師教育に関する研究開発の推進役を担う能力と責任が本研究科にはある。

(丸山恭司\*・渡辺健次\*)

## 引用文献

Committee on STEM Education National Science and Technology Council (2013), *FEDERAL SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) EDUCATION 5-YEAR STRATEGIC PLAN*.

熊野善介 (2014), 「科学技術ガバナンスと STEM 教育－日本におけるガバナンス論とアメリカにおける新たな科学教育改革からの観点－」, 研究代表者: 熊野善介, 『科学技術ガバナンス形成のための科学教育論の構築に関する基礎的研究』, 科学研究費補助金平成 25 年度最終報告書, pp.1-16.

堀田のぞみ (2011), 「科学技術政策と理科教育－初等中等段階からの科学技術人材育成に関する欧米の取組み－」, 国立国会図書館調査及び立法考査局, 『科学技術政策の国際的な動向 [本編]』, 科学技術に関する調査プロジェクト調査報告書, pp.121-134.

標葉靖子 (2014), 「米国における科学, 技術, 工学, 数学 (STEM) 分野－大学院生への科学コミュニケーショントレーニングの取り組み～AAAS2014 年次大会報告事例からの日本への示唆～」, 『科学技術コミュニケーション』, 第 16 号, pp.45-55.

STEM2014 Conference, <http://stem2014.ubc.ca/>

ICCE2014, [http://140.118.56.80/ICCEWS\\_STEM2014/](http://140.118.56.80/ICCEWS_STEM2014/)