

## 米国連邦政府によるSTEM教育改革

メタデータ	言語: ja 出版者: 日本科学教育学会 公開日: 2017-07-10 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 齊藤, 智樹, 熊野, 善介 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10297/10347">http://hdl.handle.net/10297/10347</a>

# 米国連邦政府による STEM 教育改革

## A Study about The Federal STEM Education Reform in the U.S.

○齊藤 智樹<sup>\*1</sup>, 熊野 善介<sup>\*1</sup>  
SAITO Tomoki<sup>\*1</sup>, KUMANO Yoshisuke<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 静岡大学創造科学技術大学院

<sup>\*1</sup> Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

[要約]本研究は A National Action Plan (NSB, 2007)に着目し、関連する諸文献との関係から米国における STEM 教育改革の一端を解明したものである。なお、アクションプランにおける勧告は 80 年代における勧告(NCEE, 1984)を踏襲している点が多く、今日の STEM 教育改革、特に工学の台頭について、当時に立ち返って改めて調査する必要性を論じた。

[キーワード]STEM 教育, 工学教育, スタンダード, アクションプラン, 教員養成

### 1. 主題・問題の所在

米国においては、STEM 教育改革の名のもとに、スプートニクムーヴメント以来の科学教育改革が推し進められていることは、過去にも熊野(2012, 2014), 内之倉(2014)らが指摘してきたが、これらの研究は同時に、日本国内から把握できることが少なく、実際に現地へ赴いて研究を進めることの重要性を説いている。そこで、著者らは実際に大規模な予算を受けて STEM 教育を推進しているミネソタ大学 STEM 教育センターに籍を置くかたちで、STEM 教育改革に関連する文献を集めるなど、いくつかの情報源から参考となる知見の収集に力を注いできた(2012年11月と2014年10月-2015年8月)。本研究ではこれらのうち、特に2007年の America Competes Act から始まったとされる(長洲, 2016 他)STEM 教育改革に関連する各連邦レベルの文書をまとめながら、2016年に至るまで、これらの文書を背景として起こった改革を出来事として記述する。

### 2. 研究の方法

連邦レベルでの STEM 教育改革を把握していく上で、著者らは以下のような文書を特に参照した。

- ・ A National Action Plan: For Addressing The Critical Needs of The U.S. Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education System (National Science Board, 2007;以下、アクションプラン, NSB)
- ・ Charter of the Committee on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education (National Science and Technology Council, 2011; 以下、憲章, NSTC)
- ・ The Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education Portfolio(NSTC, 2011; 以下、ポートフォリオ)

以上の文献から、1)各文書の関係性により連邦政府の改革がどのような順で進められてきたのかを把握すること、2)そこから把握される今後の方向

性、3)2013年に公表された Next Generation Science Standards (NGSS Lead State)につながる根拠、4)今日の STEM 教育改革を支えている歴史的な背景などを把握することを目指し、記述的アプローチを採用した。

### 3. 結果

#### 1) 連邦政府による STEM 教育改革

まず初めに、アクションプラン(NSB, 2007)には、STEM 教育の根本的な課題意識とそれを基にした勧告がいくつか示され、これが後の連邦レベルの改革の基礎となっている。

#### ① STEM 教育改革の課題意識

まず、アクションプランの示す根本的な課題意識として A:STEM 学習の一貫性と、B:よく仕込まれた非常に能力の高い STEM 教師の確保の 2 点がある。ここでいう一貫性とは、「何が(どの主体が)、いつ、誰に向けて STEM の教科を教えるのか」のことであり、「横向きには各州が、縦向きには Pre-K から大学や専門学校の第一学年までの間」のことを指し、「よく考えられ、並べられた授業は知識の獲得と分析的、批判的思考と、問題解決スキルをバランスするように構築されるだろう」とし、「こうした一貫性にたどり着くため」、また、能力ある STEM 教師を育成するため、以下のような勧告をしている。

#### ② NSB による勧告

- ・ 全米の STEM プログラムをコーディネート、推進するだけでなく、政策立案者、そして社会に STEM 教育の状況を知らせるために、Non-federal な National Council for STEM Education”を認可する法律を議会は承認し大統領はサインすべきだ。
- ・ 大統領科学技術政策府は NSTC の中に committee をつくり、全連邦レベルのプログラムをコーディネートする責任を持たせるべきだ。
- ・ 米教育省は、省内の STEM 教育の取り組みをコーディネートし、省外のステークホルダーとの連携を担当する新しい国務次官補を置くべきだ。

・NSFは、P-16/P-20のPreKから大学、あるいはそれ以上のSTEM教育を改善するロードマップを作成する取り組みを導くべきだ。

NSBは、これら4点の勧告に従って、AとBの課題意識に対して、以下15の具体的方策を示している。

**優先すべき勧告 A: 国家のSTEM教育システムの一貫性を確認する**

A.1. 重要なステークホルダーをコーディネートするためのアクション

1. The National Council for STEM Education について
2. Office of Science and Technology Policy- NSTC について
3. The U.S. Department of Education について
4. The National Science Foundation について

A.2. 横のつながりのコーディネーションと一貫性のためのアクション

1. 国家のSTEM内容ガイドラインの開発
2. 国家のSTEM内容ガイドラインに生徒のパフォーマンスを評価するための測定基準を沿わせる
3. NCLB法の下での評価がSTEMの学習を促進していることを確認する
4. 最善の実践を交流する

A.3. 縦のつながりの調整と一貫性のためのアクション

1. 高等学校と高等教育や労働力との間のつながりを改善する
2. P-16/P-20のための州教育会議を創るか、既存のものを強化する

**優先すべき勧告 B: 生徒はよく仕込まれた非常に能力の高いSTEM教師に教えられていることを確認する**

B.1. よく仕込まれた非常に能力の高いSTEM教師を教室に増やすためのアクション

1. STEM教師の報酬を増やすために予算を提供する
2. 未来のSTEM教師の養成のために予算を提供する
3. 国家のSTEM教師証明ガイドラインを創り、推奨する

B.2. STEM教師養成の質を高めるためのアクション

1. STEM教師養成を国家の内容ガイドラインとコーディネートする
2. 高等教育機関の間の共同合意を改善する

以上のようなナショナルアクションプランにおけるNSBの勧告から、以下2)~5)のようなことが見いだされてきた。それぞれについて、関連する諸文献からの追加情報を示しながら論ずる。

## 2) STEM分野の予算と今後の方向性

### ① 勧告Aへの対応

まず、STEM教育の一貫性を確認せよとする勧告Aは、STEM教育関係の連邦政府機関の予算配分を確認し、それをどのようにコーディネートしていくべきなのかという点につながる。そのため、後に2010年までに行われた目録作成(Inventory)、その結果を示したポートフォリオ(2011)などによって、現状の連邦政府予算のSTEM教育への利用のされ方について目録作成がなされている。これらを、日本人としての視点から読み解くことにはまず意味があるだろう。まずは、これらの調査が成された背景について、示しておく。

### ② CoSTEMの設立

CoSTEM (Committee on Science, Technology,

Engineering, and Mathematics(STEM) Education) 憲章(2011)によると、America Compete Reauthorization Act(2010; 長洲(2016)訳によれば、再授權法)の要件に基づき、NSTCの活動によって設置された.CoSTEMは、

「NSTCの内部審議過程の一部を務め、全体としての誘導・指示を提供する。関係級の会議であるNSTCは、大統領が連邦政府全体に渡って科学技術政策をコーディネートする主要な手段である。その目的は、STEM教育をサポートする連邦レベルのプログラムと活動をコーディネートすることである。また、その機能として、1.各連邦政府機関を通じて、STEM教育活動、プログラム、そして各々の評価をレビューする。2.Office of Management and Budgetと連携し、連邦政府機関を通じたSTEM教育活動とプログラムのコーディネートをする。3.5年ごとに改正する5カ年計画を参加する機関と開発、実施する」(p.1)

となっている。したがって、後の5カ年戦略計画(2013)は、このCoSTEMの活動により第一版が出されたことになる。なお、このCoSTEMのメンバーとしては、Department of [Agriculture, Commerce, Defense, Education, Energy, Health & Human Services, Interior, Transportation], EPA, NASA, NSF, Domestic Policy Council, National Economic Council, Office of Management and Budget, Office of Science and Technology Policyなどが参加している。また、CoSTEMは

「PCAST(大統領科学技術諮問委員会)からのアドバイスを求めるとともに、PCASTのディレクターには、プライベートセクターからのアドバイスがそのミッションを達成するには必要であることを勧告するだろうとされており、更には、Federal Advisory Committee Actに含まれる、いくつものプライベートセクターグループと関係しあい、このためのアドバイスを受け取る」(p.2)

ことも示されている。

③ 目録作成(Inventory)によって見いだされたこと  
ポートフォリオ(2012)には、CoSTEMによる第1回の目録作成のための調査の結果(2008-2010)が記されているが、その目的は

- ・「連邦政府のSTEM教育プログラムを正確に特徴づける
- ・機関内部や機関をまたいだ潜在的な協働の領域を識別する
- ・プログラムをまたいだ重複、断片化を識別する
- ・連邦のSTEM教育5カ年計画の開発を支援する
- ・効果的なSTEM教育プログラムの戦略と評価方法を、連邦機関をまたいで共有することを支援する
- ・連邦機関内部や、機関をまたいでSTEM教育プログラムへの意識を高める」(p.1)

ことであった。当時(FY2010)、連邦政府がSTEM教育に投じる資金は全体のごく一部でしかなく、約1.1兆ドルの教育予算のうち、1%以下であった。CoSTEMはこれらの予算が最も重要なニーズに最も効果的に利用されていることを確認しようとした。その、結果として以下のようなことが見いださ

れ、5カ年戦略計画につながったことになる。

- ・各機関に必要とされる労働力(人員)への投資が全体 STEM 関連予算の 28%を占めている。
- ・広範な STEM 教育への投資は、ほぼ NSF(47%)と Department of Education(40%)が占めている。
- ・STEM において過小評価されているグループに 11 億ドルを投じており、他のほとんど全ての投資もこれを第2の目的としている。ここでいう過小評価されているグループとは、人種・経済・障害・性別・都市部と周辺部などの差によるもの。
- ・教員養成、教員研修には全体の 49%が投じられている。
- ・2005 年以降、広範な STEM 教育への投資のうち 86%がその効果を評価されている。

なお、これらはどれも 2010 年の会計年度 (FY2010)に基づいた数値で示されている。

### 3) NGSS 作成の根拠

また、同アクションプランは、後の NGSS(Next Generation Science Standards)成立の根拠となる点を勧告 A2 に示している。その一つは、前述のとおり 80 年代の文献にも勧告され、AAAS によるベンチマークの作成にもつながった、STEM の内容ガイドラインの開発である(後述)。もう一点、このアクションプランには、S/T/E/M 各分野の既存のスタンダードを参考に作成すべしとされている。この項 3)では、この点について詳説する。

NGSS は 2013 年 4 月に世に出され、それに先行する枠組みとして A Framework for K-12 Science Education (NRC, 2012)が示されたことは、熊野(2013, 2014)などでも指摘されている。その成立のきっかけを紐解いていくことは、STEM 教育改革の成立を考慮する上で、意味があるだろう。

アクションプランにおいては、p.17-18 の勧告 A2 において、National STEM Contents Guideline (期待される生徒の知識; p.28)を開発することを示しているが、p.29 には、具体的に S/T/E/M の各分野において、数学:Principles and Standards for School Mathematics(NCTM, 2000)、技術:Standards for Technology Literacy (ITEA(現 ITEEA), 2000;以下 STL)、科学:Benchmarks for Science Literacy (AAAS, 1993)、National Science Education Standards (NRC, 1996)、工学:Engineering Accreditation and Standards for Technology Literacy (Gorham, Newberry, and Bickart, 2003)を参考に作成するべきだと強調されている。

ところで、STM の 3 分野とは違い、工学 E の分野においては、スタンダードの成立はこの時点で成っておらず、Gorham 等(2003)の論文が参考資料として示されるのみである。Gorham 等は、

「ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology's)の Engineering Criteria 2000's (EC2000's)における3つの規程プログラムの成果とその評価、ITEA の STL の間のつながりを概説し、工学教育への STL の潜在的影響の認識を高めることを目指している」(P.95)

としており、彼らの意識では ITEA の技術リテラシーのためのスタンダードがそのまま工学教育に対する影響を産むだろうという意識が伺える。しかしながら、NAE(2009)や Bybee(2011)を見る限り、工学 E のためのスタンダードの必要性を説く声も別途聞かれることから、NGSS 以前の段階では、アクションプランを背景に工学教育・科学教育の分野をまたいで、工学 E のスタンダードの必要性の議論は、行われたものと考えられる。例えば、NAE (National Academy of Engineering)の会長であった Wulf(2000)の”The standards for technological literacy: A national academies perspective”においては、

「スタンダードはカリキュラムや教材の作成者のために必要な多くの参照点を提供するだろう。最も重要なことに、そのスタンダードは技術リテラシーを得た市民を育成するための基礎を成す」。(p.10)

としている。また、この点について Bybee (2000)は、”技術リテラシーの獲得は国家の喫緊の課題である”と述べている。しかし、スタンダード改革 (standard-based reform)の流れの中で、技術リテラシースタンダードの構築は成されているものの、現在のところ工学スタンダードは成立していないものと思われる。

もう一点、NGSS 成立の根拠として、科学スタンダードの成立は、SPEAK Act と呼ばれる H.R.325, ”Standards to Provide Educational Achievement for Kids Act” (2007)に依っていることが、このアクションプランには示されている。この法で示されている内容スタンダードは”数学と科学“に限定されていることから考えると、工学教育のスタンダード成立には、未だ法的根拠がないものとするのが妥当だろうか。なお、SPEAK Act においては、K-12 スタンダードの作成と採用は National Assessment Governing Board (NAGB)にその責任を割り当てていることから考えると、2013 年の NAGB による Technology and Engineering Literacy Framework for 2014 NAEP が今後工学 E のスタンダード成立に寄与するかもしれない。また、NAGB と NGSS を成立させた Achieve の関係性についても探っていく必要がある(なお、Achieve は 1996 年に政治・ビジネスのリーダ達によって設置されて以来、各州のスタンダード、CCSS, NGSS の策定に関わっており、半分以上の州がスタンダード、テスト、米国内や世界に対する最善の例として責任あるシステムであるかを標準化するのを

助けてきた;p.29).付け加えるなら、この SPEAK 法は教育省長官に American Standards Incentive fund を設け、このスタンダードを州スタンダードの中心部分に採用し、これらのスタンダードと教員の証明書と教員養成の要件を沿わせることに同意した州に競争的資金を4年間提供することを求めている(p.78).こうした動きがどの程度 NGSS の採択に影響しているかについては、今後更に検討が必要であろう。

#### 4) STEM 教師証明書

次に、同アクションプラン勧告 B の示す点として、STEM 分野を教える教員の質を保ち高める目的で、STEM 教員養成のための予算をとり、免許状のためのガイドラインを創り、推奨することが述べられている。

2016 年に入って確認すると、National Institute for STEM Education (NISE)など、複数の機関が STEM Teachers Certification Program を用意し、提供し始めていることが分かった。これらは日本の教員免許制度のように、全教員向けに実施されている種類のものではなく、教員証明についても州レベルの教育機関に委ねられている。

STEM 教師養成計画については、今後の動向を注視していくべきであろう。なぜなら、アクションプランが示す計画が実現するとすれば、日本から見ても新しい取り組みであることは確かである。

そこで、より具体的にアクションプランに示された STEM 教師養成に関する内容を示し、注目点を確認したい。

##### ① 州教育機関による自主的な採用

このやり方は、現在日本の各県教育委員会が免許状を発行する方法に、似通って見える。しかしながら、各州教育省以外にも、多くの主体が Certificate を発行していることを考えると、単純に免許状と訳すよりは、教師としての「実力証明書」のような類であると考えられ、勧告の通り、教員養成及びその研修の質を高めることがその主たる目的であろう。

##### ② National Board Certification とは異なる

National Board Certification program は、National Board for Professional Teaching Standards のプログラムで、24 の教科や発展的な教授領域で証明書を与えている(NBPT)。このスタンダードが 1980 年代の A Nation at Risk (1984)に呼応する形で 1987 年に誕生していることを考えると、STEM 教育改革でも同様の仕組みが構築されていくものかどうか、あるいはその証明書システムがどの程度アクションプランの期待したものとなって行くのかについては、今後注視が必要であろう。

##### ③ 教師の異動について

こうした証明書の成立を目指す一つの理由としてアクションプランが示しているのは、教師の異動の問題である。学区だけでなく、州をまたいだ移動をしようとする教師にとって、教員免許状のスタンダードが各州で独自に定められ、引き継ぐことのできない状況は障害となっており、また彼らの年金制度にも影響している。

#### 5) STEM 教育改革の歴史的背景

以上のような文書を確認していくと、特に初期のアクションプラン(2007)においては、1980 年代の改革にさかのぼって根拠を示している箇所が見受けられる。例えば、前述の国家内容ガイドラインや、STEM 教師免許状についての勧告は、80 年代初頭の“A Nation at Risk” (1984)のなかでも既に勧告されており、その他いくつかの 1990、2000 年代の文書からの勧告を受けて、アクションプランが作成されたことが示されている。

#### 4. 考察と今後の課題

STEM 教育の国家的改革の基礎となった連邦レベルでの文書のレビューにより、80 年代初頭のまでには、今回の STEM 教育改革の基礎ができあがってきたことが分かってきた。反対に、疑問点として「80 年代までに文書化され工学の必要性・STEM 教師教育の必要性・各分野の内容ガイドラインの必要性が説かれていたにもかかわらず、なぜ今日になって、それが強調されてきたのか」という点が浮かびあがってきた。

これらの疑問点に近づくため、著者らは 80 年代の文献に立ち返って、当時の委員会等がどのような議論・勧告をしてきたのかを確認するとともに、科学と工学の関係で教育の必要性を論じている文献を検索するとともに、この点について、米国内の研究者にいくつかのインタビューを行っている。これらの内容については、また別の形で報告する予定である。

[文献](抜粋)

熊野: 科学技術ガバナンスの形成のための科学教育論の構築に関する基礎的研究, 2013, 2014

長洲: 米国における STEM 教育改革運動-その1 法的、行財政的観点からの解明, 2016

The National Commission On Excellence in Education: A Nation at Risk, 1984

NGSS Achieve: Next Generation Science Standards, for state, by state, 2013

[謝辞]

本研究の一部は科研基盤(B)23300283(代表者: 熊野善介), 及びミネソタ大学 STEM 教育センター EngrTEAMS からの支援を受けて行った。