

## 米国における科学技術人材育成戦略 —科学、技術、工学、数学(STEM)分野卒業生の100万人増員計画—

2012年11月の大統領選挙によってオバマ大統領が再選された。以前よりオバマ政権は、教育政策、特に理数系教育を重要な政策課題の一つとして位置づけている。これは、オバマ大統領再選直後の特別寄稿「米国、私のビジョン」において、「変革とは、どんな年代の人でも、良質な職に就くための技能と教育を得られる国にすることだ。(中略) 今後は高技術、高賃金の雇用が中国へ流れないように、数学と科学の教師を10万人採用し、コミュニティ・カレッジでは地域産業界がまさに今必要としている技能の訓練を、200万人の労働者に提供する。」と述べていることから明らかである。この背景として、米国ではエンジニアリングやヘルスケアなどの分野は、将来的にも市場が拡大する教育上の重要分野とされており、それらの分野を支えるのは Science, Technology, Engineering, and Mathematics 即ち STEM 教育であるとの認識がある。

そのような中、米国大統領科学技術諮問委員会(PCAST)は、2012年2月に「優越を目指して取り組み:100万人の科学技術工学数学の学位をもつ大学学部卒業生の新たな輩出」のレポートを大統領に提出した。そこでは、米国が今後も科学技術分野での優位性を保つために、STEM分野の専門家を今後10年間において100万人増員する必要があるとし、それを実現するための大学教育改革に関する5項目の方策を提言している(図表)。この提言は、オバマ政権下では積極的に実行されると予想される。

また、この提言は、理工系離れが懸念されている日本においても参考にすべきものがある。特に、理工系教育の重要性の認識の共有、理工系学生数の数値目標の設定、リソースを考慮した教育改革の長期的展望、大学への入り口(高校)と出口(産業界)との連携などは重要点である。日本では、大学など高等教育機関の有り様が問われているが、科学技術立国としての優位性を堅持するためには、どのような基礎分野を特に強化し、どの程度の人材数を育成すべきかなどについて議論し、実現させることが重要と思われる。

図表 提言5項目

PCAST レポートにおける提言5項目:

- [1] 有効性のある教育の実践を幅広く試みよ。
- [2] 標準的な実験講座を発見に基づく研究講座に変えることを提言し、その支援を実行せよ。
- [3] 数学の到達段階のギャップに対応するために、中等教育後の数学教育に関する取り組みを国家レベルで試みよ。
- [4] STEM キャリアの進路を多様化するためにステークホルダー間の連携を促進せよ。
- [5] STEM 学部教育における変革的かつ持続的な変化のための戦略的リーダーシップを提供するため、大学および産業界が主導する大統領 STEM 教育委員会を創設せよ。

出典:参考文献<sup>4)</sup>

# 米国における科学技術人材育成戦略

## —科学、技術、工学、数学(STEM)分野卒業生の100万人増員計画—

千田 有一  
客員研究官

### 1 はじめに

2012年11月の大統領選挙によってオバマ大統領が再選された。以前よりオバマ政権は、教育政策、特に理数系教育を重要な政策課題の一つとして位置づけている。これは、再選直後に発表したオバマ大統領の特別寄稿「米国、私のビジョン」<sup>1)</sup>において、「変革とは、どんな年代の人でも、良質な職に就くための技能と教育を得られる国にすることだ。私たちは、銀行が数十年間にわたって学生ローンに過重な金利を課してきた状況を改め、大学に進学する数百万人の費用負担を軽減した。今後は高技術、高賃金の雇用が中国へ流れないように、数学と科学の教師を10万人採用し、コミュニティー・カレッジでは地域産業界

がまさに今必要としている技能の訓練を、200万人の労働者に提供する。」と述べていることから明らかである。この背景として、米国ではエンジニアリングやヘルスケアなどの分野は、将来的にも市場が拡大する教育上の重要分野とされており、それらの分野を支えるのはScience, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) 教育であるとの認識がある<sup>2)</sup>。そのため、STEMという具体的な分野のイメージを明確化した上で、その教育の充実が米国の科学技術分野での優位性を維持する方策であるとし、さらにSTEM分野で輩出すべき人材数も必要とされる労働人口予測に基づいて明確に目標設定されている。

一方、我が国では、若手研究者をはじめとする人材の育成・活用に関わる取り組みへの強化が政策課題として提言され、幾つかの施策が講じられているものの、科学技術人材育成の強化のためにはどのような分野の教育が重要であるかという議論はあまり見られない。この論点の有無は日米の大きな違いの一つであると共に、教育の問題に止まらず、科学技術研究の問題に影響を与えうる要素であると考えられる。そこで本レポートでは、米国が特に注目するSTEM教育について、その戦略的な考え方を紹介することにより、どのような点が参考になるかを考える。

### 2 PCAST レポートの概要と我が国への参考点

#### 2-1

#### PCAST レポートによる米国のSTEM教育強化の提言

最近の米国の科学技術関連の

政策として重要視されているテーマの一つはSTEM教育である。大統領科学技術諮問委員会(President's Council of Advisors on Science and Technology-PCAST) は、2010年9月に、「準備し触発せよ：米国の未来のため

の科学技術工学数学における幼児教育—初等中等教育(Prepare and Inspire: K-12 Education in Science, Technology, Engineering and Math (STEM) for America's Future)」を大統領に提出した<sup>3)</sup>。さらに、2012年2月には「優越を

目指して取り組み：100万人の科学技術工学数学の学位をもつ大学学部卒業生の新たな輩出（Engage to Excel: Producing One Million Additional College Graduates with Degrees in Science, Technology, Engineering, and Mathematics）」と題するレポートを提出した<sup>4)</sup>。

2つのレポートのうち前者は初等・中等教育に関するものであり、後者は高等教育に関するものであることは、表題からも明らかである。特に後者のレポートは、4年制および2年制の全ての高等教育機関における教育の改善によって科学技術人材の育成を目指すものである。そこでは、米国が今後も科学技術分野での優位性を保つためには、科学・技術・工学・数学分野（STEM）の専門家を今後10年間において100万人増員することが必要であるという予測（参考文献4のAppendix D）<sup>注1)</sup>に基づき、それを実現する方策を示している。

米国では大学入学後にSTEM分野から他分野に進路変更する学生が非常に多く、進路変更せずにSTEM分野の学位を取得する学生は40%に満たない。そのため、STEM分野での労働力を確保するためには、STEM分野への入学者をそのまま留めておく方策がより効果的であると認識されている。その結果、このレポートにおける提言の柱は、大学学部におけ

る初年度2年間における教育方法の改善によって、STEM分野での学位取得率を改善することが焦点となっている。そして、それを実現するための効果的な教育ツールの開発と全国展開が提言されている。さらに、社会人や学生などを対象としたSTEM学位取得経路の多様化も1つの大きな柱である。

2012年2月のレポートでは、STEM分野の人材育成に関連する5項目の提言とアクションプランを示している<sup>4)</sup>。このレポートは、2012年AAAS科学技術政策年次フォーラムでも取り上げられており、オバマ政権下ではSTEM教育に積極的に取り組まれると予想される<sup>3)</sup>。本稿の第3章ではこの5項目の提言とアクションプランの概略を紹介し、付録1でその詳細を紹介する。

## 2-2

### 我が国への参考点

我が国においても、大学生の質の低下や理工系学生数の減少（学生数の減少については付録2を参照）など、科学技術立国としての不安材料は多い。そのため、文部科学省中央教育審議会の大学分科会の大学教育部会あるいは大学院部会では、大学学部と大学院において、「質の保証」などの観点か

ら大学改革の必要性を提言している<sup>5,6)</sup>。また、文部科学省では、「大学改革実行プラン」を策定し、社会変革の核と成り得る大学作りを推進している。しかしながら、これらの提言では、数学や工学などそれぞれの学問分野が担う役割、あるいは重点化すべき基礎分野についての記述は見あたらない。また、産学協同によるグローバル人材・イノベーション人材の育成推進を狙った産学官の「円卓会議」においても、文科系と理数系を明確に区別した議論はされておらず<sup>7)</sup>、むしろ文理融合の待望論がみられる。しかし、安易な文理融合によって成功するとは考えにくく、STEMなど理系の基礎的な素養を身につけた上での融合でなければならない。

一方、米国では、STEMという理系基礎分野の重要性を明確に意識し、K-12教育（幼児教育／小学校から高校卒業までの12年間の教育）から大学までの教育システムの再構築を目指した教育政策に取り組んでいる。このような理系基礎分野の重点化と再構築は、米国の科学技術人材育成の実現の上で大きな影響を与えるものと考えられる。その意味で、PCASTレポートの提言は、我が国でも参考にすべき点が多い。具体的にどの様な事を参考にすべきかは、PCASTレポートの概略を紹介した後、第4章で述べる。

注1 米国において将来必要と予測される労働人口に関するいくつかの分析結果に基づいている。例えば、ジョージタウン大学の「教育と労働力に関するセンター」の分析結果によれば、米国におけるSTEM関連の仕事の占める割合は、2008年から2018年にかけて5.0%から5.3%に増加すると予測している。この増加は100万人分に相当する。また、PCASTレポートでは、近年のSTEM分野の学生数の減少傾向、および米国籍の学生を増やす必要性についても同時に指摘しており、実質的には100万人以上のSTEM専門家の育成が必要としている。

## 3 PCAST レポート「STEM 分野卒業生の100万人増員計画」の概要

### 3-1

#### レポートの目的と5つの提言

PCASTのレポート「優越を目指して取り組み：100万人の科学技術工学数学の学位をもつ大学学部卒業生の新たな輩出」の目的は、その題目どおり、STEM分野の学位取得者数を増やすことにある。その背景には、これまで米国が保持してきた「科学技術分野における歴史的な優越性」を維持するためには、今後10年間に於いてSTEM分野の専門家を100万人増加させることが必要であると予測していることがある。

現在、米国ではSTEM分野において学士あるいは準学士を年間約30万人輩出しているが、入学者のうちSTEMの学位を取得する者は40%に満たない<sup>注2)</sup>。そのため、STEM専攻に留まる学生数を40%から50%に高々10%増加させるだけで年間7万5千人の増加が見込まれ、これにより目標の4分の3の人数が確保できる。この様に、入学後の学生を進路変更させずにSTEM分野に留めておくことは、大学の規模拡大も必要とせず、即効性も期待できると言う意味においても、最も低コストかつ効果的な方策である。

学生をSTEM分野に留めておく方策を講じるためには、進路変更する理由を調査することが必要である。例えば、能力の高い学生は、大学における初年次教育が退屈であるという理由で専門を

変更することがある。一方では、STEM分野に興味を持ち、かつSTEM労働力としての適性を備えるものの、能力が低いために初年次教育で要求される数学について行けない学生がいる。そのため、数学力に課題を抱える学生へのサポートを手厚くするなど、大学学部におけるより良い教育方法によって、初年次教育コースをより活気のあるものとするのが求められる。先進的な研究結果によれば、STEM教育は多様な教育方法によって十分に改善できることが実際に示されている。これらの多様な教育方法を全ての学生に行き届かせることによって、より一層の効果をもたらすことができる。

大学入学後の最初の2年間は、STEM専攻学生を留まらせるための最も重要な期間である。このことは、2年制および4年制の全ての大学において共通である。この2年間におけるSTEMコースは、その後の知識やスキルの習得、あるいは将来のK-12教師と

しての姿勢に非常に大きな影響を及ぼす。従って、大学の初年次2年間におけるSTEM教育の質を向上させる施策は非常に重要である。このレポートにおける提言もその点に焦点を絞っており、次の3つを柱としている：

- ・大学におけるSTEM教育の初年次2年間を改善する
- ・そのための教育ツールを全ての学生に提供する
- ・STEMの学位取得経路を多様化する

この3つを実現の方法として、図表1に示した5項目を具体的に提言している。

### 3-2

#### 有効性のある教育の実践（提言1）

従来、学習理論や学習成果の評価方法などの構築は、もっぱら学生の学習成果向上や粘り強さを高

図表1 提言5項目

- PCAST レポートにおける提言5項目：
- [1] 有効性のある教育の実践を幅広く試みよ。
  - [2] 標準的な実験講座を発見に基づく研究講座に変えることを提言し、その支援を実行せよ。
  - [3] 数学の到達段階のギャップに対応するために、中等教育後の数学教育に関する取り組みを国家レベルで試みよ。
  - [4] STEM キャリアの進路を多様化するためにステークホルダー間の連携を促進せよ。
  - [5] STEM 学部教育における変革的かつ持続的な変化のための戦略的リーダーシップを提供するため、大学および産業界が主導する大統領STEM教育委員会を創設せよ。

出典：参考資料<sup>4)</sup>

注2 日本では、入学後に学科や専攻を大きく変える例はほとんどない。同一大学内での転学科や転専攻、あるいは、大学間の編入などの制度があっても、有効に利用されていない。3年次に学科を決める東京大学は例外と言って良い。これに対して、米国では非常に多数の学生が学部を修了する前に進路変更している状況がある。

める教育方法の改善を目的としたものであった。例えば、「アクティブ・ラーニング」による学習は、講義だけに頼った場合に比較して、情報の記憶力と批評的な思考力とに改善が見られることが知られている。そのため、STEM分野を粘り強く学ぶために、高い教育効果をもたらすと期待できる。この様に、教育効果が明らかでかつエビデンスに裏打ちされた教育方法をSTEM分野で展開する必要がある。

このような先進的な教育方法は、多くの学部において利用経験がなく、その教育効果があまり知られていないために敬遠される場合がある。また、「アクティブ・ラーニング」による教育は、伝統的に行われてきた講義よりも多くのリソースを必要とするものではないものの、移行期には多くの時間や努力を必要とする。そこで、連邦政府は、新たな教育訓練機会の提供とその実践を支える教材の提供を援助することによって、大きな効果をもたらすことができる。そして、一度定着させることができれば、追加の投資無しに長期間継続させることができる。

目標実現の途中段階では、進捗

の度合いを把握する必要がある。そのためには、新たなSTEM教育が本当に効果を上げているかを評価する指標（メトリクス）を確立することが必要であり、それによって、革新的教育プログラムを設計する手法を提供することもできる。その際、柔軟な評価基準とすることは、設計手法を直接的に活用できる専門分野や団体を増やすために重要である。

以上の議論から、提言1を達成するための3つのアクションプランを図表2に示す。

### 3-3

#### 発見に基づく研究講座の導入（提言2）

従来の教育課程における入門の実験講座は、概してSTEM分野における創造性を啓発するものではなかった。実際に、その多くは、既知の結果を再現する実験を繰り返すのみであり、新たな発見の可能性を伴った魅力的なものではなかった。その結果、STEM分野は未知の探求というよりも既知の研究結果の反復であると誤解する

学生も多く、学生にとってSTEM分野の魅力を半減させていた。

しかし、一方では、工学系の一部の教育課程において、学生の創造性を啓発するデザイン的な講座を大学1~2年生の間で実践してきた<sup>注3)</sup>。これらの講座では、教室環境における発見を可能としており、真のSTEM経験や学びの強化を保証する意味でより広く実践すべき事例となっている。そこで、提言2を実現するために2つのアクションプランを図表3に示す。

### 3-4

#### 数学教育に関する国家レベルでの取り組み（提言3）

数学やコンピュータ操作のスキルは、STEM分野に不可欠である。今日、大学に入学する多くの学生は、数学のスキルが不足しており、STEM分野の専攻を継続するためには、それを改めて学ぶ必要に迫られている。さらに、産業界・政府・軍部は、数学スキルを備えた雇用者を十分に見いだすことができないと指摘している。

図表2 提言1へのアクションプラン3項目

[1]-1: エビデンスに基づく教育実践を行うことのできる現職および将来の教員を育成するため、分野に焦点を絞ったプログラムを創設する。そのプログラム実施のため、連邦政府機関・大学・学協会・そして財団は資金提供を行う。
[1]-2: NSFにおいて、「STEM 機関トランスフォーメーションアワード」という競争的グラントを設立する。
[1]-3: ナショナルアカデミーズに、STEM 教育を評価する指標を開発するよう求める。

出典：参考文献<sup>4)</sup>

図表3 提言2へのアクションプラン2項目

[2]-1: NSF プログラムを通し、大学1~2年次の科学研究と工学デザインコースの利用を拡大させる。
[2]-2: 連邦政府研究資金の制限を緩和し、教育省プログラムを見直すことにより、教員の研究室における学生の研究・デザインの機会を拡大させる。

出典：参考文献<sup>4)</sup>

注3 デザイン思考教育の実例や重要性については、本誌2012年9・10月号（参考文献8）で指摘している。

米国の高等教育機関では、少なくとも年間 52 億ドルをこのスキル不足への対応教育に費やしている。

また、多くの数学の入門コースは、STEM 分野は退屈でつまらないと言う印象を残し、とりわけ将来 K-12 の教員となる学生に悪影響を及ぼしている。このような数学的準備におけるギャップを埋めることは、最も緊急に解決すべき課題の一つである。

このギャップを縮めるためには、できるだけ早い学年、つまり初等・中等教育の段階から調和の取れた活動を始めることが効果的である。例えば、2010 年 9 月に提出された K-12 STEM 教育に関する PCAST のレポート「準備し触発せよ：米国の未来のための科学技術工学数学における幼児教育—初等中等教育」においても、提言 3 に関わる幾つかの提言が述べられている。特に、STEM 分野を専攻した少なくとも 10 万人の新たな中学高校教員の育成が求められ、オバマ政権は、この目標の実現を目指している。今後 10 年間で 100 万人の STEM 卒業生を追加輩出することで、STEM 分野の教員の増加という目標に対して十分な効果をもたらす。

数学的準備のギャップを埋めるためには、その具体策の開発も重要である。特に、STEM 専攻の

学生に対して、大学 1~2 年次の数学教育の最善の方法を調査することは必須である。先進的な数学教育コースの中には、これまでにその有効性を実証できているものがあり、成功している講座の特質や最善の実践例を普及させることも重要である。

PCAST は、2010 年 9 月のレポート「準備し触発せよ…」で、次の 2 点を指摘している。

- (1) すべての教科と年齢にまたがる学習、教育と評価についての革新的技術とその技術のプラットフォームを開発する。
- (2) STEM 教育に向けた効果的で統合化された、コース全体を網羅する教材を開発する。

これらの進展の多くは、K-12 の教育ばかりでなく、それに続く大学 1~2 年次の教育においても有効活用されるであろう。数学教育に関する提言 3 に対するアクションプランを図表 4 に示す。

### 3-5

#### STEM キャリアへの 進路の多様化 (提言 4)

可能な人材を幅広く活用するためには、社会人や勤労学生など、これまでとは異なるバックグラウ

ンドの人々が STEM 研究分野に取り組みやすいような、新たな進路形態が必要である。STEM 資格への“パイプライン”のコンセプトは、多角的な経路を実現することによって幅広い人材を活用することである。2 年制か 4 年制にかかわらずすべての大学は、そのために連携することが求められる。あるいは、大学以外の機関との連携も必要である。その支援のためには、多様な機関による協調連携が求められる。提言 4 のアクションプランとして、次の 4 項目を示す (図表 5)。

### 3-6

#### 大統領 STEM 教育委員会の 創設 (提言 5)

中等教育後の STEM 教育に関する助言やリーダーシップを提供するために、大統領行政命令によって大統領 STEM 教育委員会を創設することを提言する。委員会は、STEM 分野における人的資源を発展させ活用することに関係する、学術協会、専門学会、経済界、民間基金から幅広く委員を選出するべきである。

図表 4 提言 3 へのアクションプラン 1 項目

[3]-1：NSF・労働省・教育省により行われる、学部数学教育に関する全国的な実験プログラムを通じた支援を実施する。

出典：参考文献<sup>4)</sup>

図表 5 提言 3 へのアクションプラン 4 項目

- [4]-1：高校生向けの教育省夏期 STEM 学習プログラムに資金配分を行う。
- [4]-2：NSF プログラム、および範囲を拡大した労働省プログラムによって、2 年制から 4 年制の高等教育機関への進路を広げる。
- [4]-3：成功するような STEM プログラムを支援するため公的部門と民間部門の連携を構築する。
- [4]-4：教育省や労働統計局から、STEM 分野の学生・親・より幅広い STEM コミュニティ、そして労働市場に提供されるデータを整備する。

出典：参考文献<sup>4)</sup>

## 4 我が国が参考にすべき提言内容

オバマ政権における米国では、科学技術人材育成に関する積極的な教育政策がとられており、PCAST レポートの提言も教育政策に反映されると予想される。米国と日本の状況は異なるため、PCAST レポートの提言がそのまま日本にあてはまるものではないものの、科学技術教育政策論議の必要性を含め、幾つかの参考にすべき点がある。以下では、その項目について述べる。

### (1) 理工系教育の重要性の認識が共有されている

米国では、スプートニク・ショックなどの経験から、STEM 分野が「特別に重要な分野」であることを共通認識として持っているようである。その背景の下、レポートでは、STEM 学位取得者数が現状で推移した場合の社会に与える影響について根拠をもって示し、改革の必要性を説いている。一方、日本でも「理工系離れ」が指摘され、その重要性は理解されつつある。しかし、理工系分野が将来の社会にどのように貢献し、あるいは弱体化した場合にはどのような悪影響を及ぼすのかについて、一般社会の理解が得られるように、より明確な説明を行う努力を継続させる必要がある。

### (2) STEM 学生の数値目標が掲げられている

レポートでは、将来必要となる労働人口の予測に基づき、輩出すべき STEM 学位取得者数を数値目標として示している。これは、教育政策と労働政策を融合させた国家戦略である。一方、日本における昨今の大学改革は、個々の大学で策定した課題・目標に向けた施策であり、国家戦略あるいは教

育政策として一つの目標に向かったものではない場合が多い。国家レベルでのミッションとそれに伴う戦略的改革の方向性の共有は非常に重要である。

### (3) 既存の枠組みの最適化による「改革」を推進している

STEM 学位取得者を 100 万人増加させる方策としては、学部定員を増加させるなどの新しい枠組みの構築ではなく、卒業率を高めるといった既存の枠組みの有効活用が提言されている。これは、米国では科学技術政策が緊縮財政下にあることが背景であろう<sup>3)</sup>。一方、これまで改革と言えば新しい枠組みの構築を連想しがちである。しかし、例えば教育の質の改善など、内容の改革によって最大の効果が得られる仕組みを構築できる可能性は大きい。

### (4) リソース提供方法の長期的展望を伴った改革案を提示している

レポートでは、改革に必要な資金供給方法を提案しているばかりか、その施策を継続実施するために必要となるリソースについても言及している。一方、日本の大学で実施されている様々な改革では、当初計画期間を終えた後の資金供給は考慮外となっている場合も多く、リソース不足による結果として当初期間終了後にその事業が縮小あるいは消滅し、定常化には至らないケースが残念ながら存在する。

### (5) 改革成果の全国展開方法について考慮している

レポートでは、様々な改革の試みで得られた方法論を全米に展開する方策を重視している。日本の

大学でも非常に多くの改革が矢継ぎ早に試みられているが、それらは各大学が独自に検討して実施されている場合が多く、良い結果が全国展開される例は必ずしも多くない。良い施策を広く展開する方法の構築も重要である。

### (6) 改革成果の評価方法の構築を重視している

PCAST の提言の一つとして、改革として試みた結果の「評価」やそのための「評価指標」の開発を目標の一つとしている。適切な「評価指標」の構築が最も難しく、かつ重要である。日本の大学でも様々な改革が実行されているが、その成果を客観的にきちんと評価できる手段を持たなければ、効率的かつ効果的な発展は望めない。

### (7) 大学への入り口 (K-12) と出口 (産業界) との連携を重視している

大学における STEM 教育だけでなく、大学への入り口である K-12 教育や出口である産業界の意向までを考慮した一貫性のある教育を志向している。すなわち、米国では、大学を卒業後に STEM 労働力となり得る点を教育目標として強く意識している。日本でも、スーパーサイエンスハイスクールや高大連携事業などが積極的に推進されており、大学から見た入り口に対しては多くの対応がなされているものの、産業界のニーズに合致した教育カリキュラムを構成している例はあまり見あたらない。工学部卒業生の大多数の活躍の場が産業界であるならば、必要となる教育内容については産業界と摺り合わせるなど、連携が重要である。

## 5 まとめ

米国大統領に提出された PCAST のレポートを通して、米国における STEM 教育戦略を紹介した。日本と米国では背景が異なるが、提言として記述された内容は科学技術人材育成の観点で重要な知見を含んでおり、参考になる点も多い。特に、米国では STEM という

特別な分野の重要性が共通認識として存在することは、科学技術人材育成を実行する上で強力な推進力になると考えられる。一方、我が国では大学設置基準の見直しの必要性が指摘されるなど、大学など高等教育機関の有り様が問われている。今後、科学技術立国

としての優位性を堅持するためには、どのような基礎分野を特に強化すべきであるか、あるいはどの程度の人材数の育成が必要かなどについて、教育と雇用の広い視点から議論を行い、それらを実現させて行くことが重要と筆者は考える。

### 付録1 PCAST レポートにおけるアクションプランの詳細

- アクションプラン [1]-1: エビデンスに基づく教育実践を行うことのできる現職および将来の教員を育成するため、分野に焦点を絞ったプログラムを創設する。そのプログラム実施のため、連邦政府機関・大学・学協会・そして財団は資金提供を行う。

今後5年間以降に渡り、全国23万のSTEM教員のうち10%から20%程度の教員を対象として、開発した教育プログラムを展開すべきである。その際、多様な背景をもつ様々な学問分野の教員を対象とすべきである。これまでの知見から、訓練された一人の教員は他の10人の教員にその影響を及ぼすと期待されることから、一部分の教員を対象としたプログラムの実践によって、十分な数のSTEM教員に新たな教育方法を普及することが可能となる。さらに、STEM教員の約10%は大学1~2年生に対する入門コースを担当しているため、STEM教員の10%から20%に展開するという目標は、大学1~2年生の教育を担当している大多数の教員を教育することを意味する。そのため、今後5年間で、毎年合計1,000万から1,500万ドルを費やし、23,000から46,000名のSTEM教員を教育することが必要となる。この教育に必要な資金は、連邦政府プログラム、学会、基金などの協調によって賄うべきである。さらに、連邦研究機関は、連邦教育助成金によって支援を受けているすべての大学院生やポスドクを対象に、将来の教員養成を目的とした最新の教授方法の教育を受けさせることを目指すべきである。

- アクションプラン [1]-2: NSFにおいて、「STEM 機関トランスフォーメーションアワード」という競争的グラントを設立する。

新規設立する競争的助成金プログラムは、教育改革を促進するためにインセンティブを与えたものとし、2年から4年の制度として設計すべきである。さらにその助成金によって、模範的なプログラムの支援や成功している事例の普及を支援すべきである。助成プログラムは年間2,000万ドルの資金援助を行うべきであり、これにより約100の複数年プロジェクトが5年間に渡り総額平均100万ドルの支援が受けられる。

- アクションプラン [1]-3: ナショナルアカデミーに、STEM教育を評価する指標を開発するよう求める。

このレポートで述べられた施策の進捗を評価するためには、大学、資金提供者、学生や認定機関が、STEM教育における優劣を測ることのできる評価基準を共有することが必要となる。NSFと教育省は、ナショナルアカデミーに対して教員の教育実践と学生の学習向上を奨励するため、エビデンス

によって裏打ちされた評価指標を開発することを求めるべきである。

- アクションプラン [2]-1：NSF プログラムを通し、大学 1～2 年次の科学研究と工学デザインコースの利用を拡大させる。

NSF は、模範的なデザイン講座を普及させるための初期投資を行うべきである。現在、STEM 専門分野に関連した既存の助成金プログラムの約 30%、年間総予算約 1,250 万ドルが 2 年次以降の専門分野研究コースの実践への資金援助に集中している。そこで、それら既存の助成金プログラムを援用し、平均レベルで 1,200 万ドル、年間で約 10 の提案の助成により、今後 10 年間で 100 キャンパスに影響を与えることができる。また、一度講座を立ち上げる事ができれば、継続的な外部支援は不要である。

- アクションプラン [2]-2：連邦政府研究資金の制限を緩和し、教育省プログラムを見直すことにより、教員の研究室における学生の研究・デザインの機会を拡大させる。

専門分野のプロジェクトなど、個々の研究を通して現実的な発見や革新を経験し、STEM 課題から強い刺激を受けることができるよう改善すべきである。その目的のため、学部生の研究を支援するためのプログラムを調査し、学生の研究への早期の取り組みの支援を行うべきである。

- アクションプラン [3]-1：NSF・労働省・教育省により行われる、学部数学教育に関する全国的な実験プログラムを通じた支援を実施する。

NSF、労働省、教育省は、STEM 専攻を目指している多くの学生が抱えている数学的なボトルネックを取り除くための発展的な新しいアプローチを開発するため、マルチキャンパスでの 5 年間の先導的な試みを支援すべきである。この全国的な試みでは、次のような多様なアプローチの助成をすべきである。

- (1) 大学に入学する高校生を対象とした、夏期やその他における橋渡しのプログラム
- (2) カレッジにおける学生向けの、コンピュータ技術の活用を含んだリメディアルコース
- (3) 物理、工学、コンピューターサイエンスなど、数学に密接した分野の教職員によって開発／教育される数学カリキュラム
- (4) 数学以外の数学集中型分野における学部あるいは大学院プログラムによって、K-12 の数学教員を輩出する新しいパイプライン

多様なタイプの学生や学校への影響度を評価するために、その試みには多様な制度が含まれていなければならない。成果の評価は、参加したキャンパスと助成団体との共同作業によって実施されるべきである。

助成金の平均が 50 万ドル程度である約 200 の実験的試みを、全国的な制度で支援するべきである。これにより、5 年間に渡って年間総額 2 億ドルが支援される。数学的準備の問題への対応は、中等教育後の学習分布を変化させるので、多様な制度による実験を支援するためには、多様な財源が必要である。今後の 5 年間に於いて、これらの支援助成金は、教育省、労働省、NSF の既存のプログラムを戦略的に活用し、数学に焦点を当てるなどして得ることができる。

- アクションプラン [4]-1：高校生向けの教育省夏期 STEM 学習プログラムに資金配分を行う。

教育省は、今後成長が期待される高校 2 年生や 3 年生向けに、数学の導入手ほどきや STEM 経験を伝えることを目的とした夏期学習プログラムを本格的に展開すべきである。また、そのプログラムは、連邦政府と関連団体の連携によって資金助成されるべきである。

■アクションプラン [4]-2：NSF プログラム、および範囲を拡大した労働省プログラムによって、2年制から4年制の高等教育機関への進路を広げる。

4年制のコミュニティカレッジの学生にSTEM経験を提供することによって、理工系学部との関係の構築を促すことができる。さらに、2年制大学から4年制大学への進路の敷居を低くすること、あるいは学位取得に新たに4年間をかけたくない学生に対してもSTEMに関する経験を提供することにつながる。

■アクションプラン [4]-3：成功するようなSTEMプログラムを支援するため公的部門と民間部門の連携を構築する。

学生のSTEM分野への準備状況を強化するために、連邦政府は高校と大学、および2年制あるいは4年制の大学との間の連携を強化することが必要である。そして、そのプログラムは、標準的な学習であること、および産業界が必要としているスキルと一致した内容であることが必要である。

■アクションプラン [4]-4：教育省や労働統計局から、STEM分野の学生・親・より幅広いSTEMコミュニティ、そして労働市場に提供されるデータを整備する。

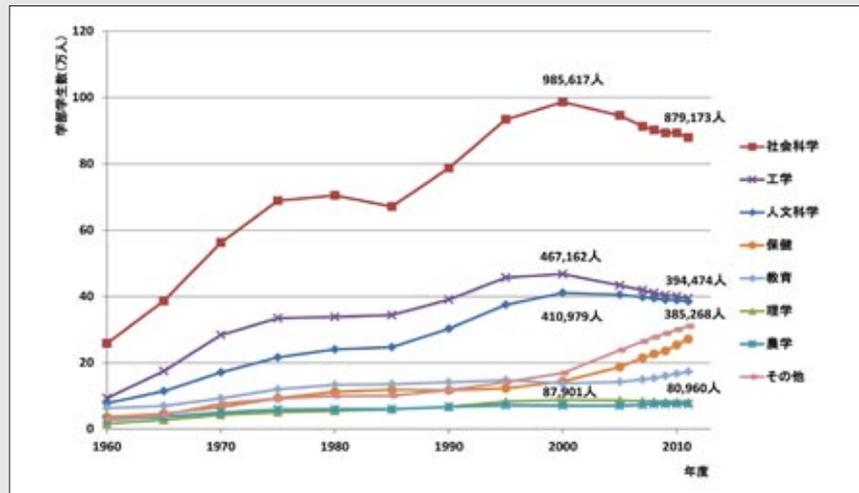
STEMキャリアへの進路を普及促進するために、STEM関連職業に関する現状のデータを公開する必要がある。現状では、STEM労働者のスキルや選択枝、あるいはその可能性に関するデータが不足している。

## 付録2 日本の学生数の推移

図表1に日本の大学学部学生数の推移をまとめる。工学部学生数は2000年（467,162人）をピークに、2011年には394,474人と約7万人（△15.5%）減少している。理学部が87,901人（2000年）から80,960人（2011年）と約7,000人（△7.8%）の減少であることと比較すると、理系においても工学部の学生数の減少は著しい。また、人文科学は410,979人（2000年）から385,268人（2011年）と約26,000人（△6.2%）の減少、社会科学は985,617人（2000年）から879,173人（2011年）と約106,000人（△10.8%）の減少であることと比較しても、工学分野の減少率は大きい。結果として、工学部の学生数は人文科学分野の学生数に近い人数になっている。1990年頃までは工学部学生数が人文科学分野に比較して約10万人多かったことを考えると、近年の工学部離れの大きさがわかる。この減少傾向は、日本の人材育成戦略としての結果ではなく、志願者数の低下などの影響から私立大学などにおいて学生募集人員を減少させた影響が大きいと考えられる。

1957年のスプートニク・ショックを契機として、日本でも工学系の学生数を大幅に増大させた。その結果として高度経済成長期における製造業の発展に大きく寄与し、世界における優位性を実現した。これは、我が国の工学分野の人材育成戦略の成功例であろう。しかしながら、工学系学生数の減少傾向が続き、科学技術人材の裾野が狭まった結果として産業界に悪影響を及ぼすことは避けなければならない。これに対して、PCASTレポートの主眼は、今後も市場が拡大すると考えられるエンジニアリングやヘルスケアなどの重要分野の労働人口を増やすために、卒業生数および学習到達度についてSTEM教育を充実させることにある。日本の状況は米国と異なっており、必ずしも米国に追随する必要は無いものの、理工学系など各分野の適切な学生数あるいは学習到達度をどのように考え計画するかは、今後の科学技術人材育成を成功裏に実現する上で重要な観点であろう。

図表6 日本の大学学部学生数の推移



参考文献<sup>9)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

## 参考文献

- 1) バラク・オバマ, 米国、私のビジョン, CNN, 2012 : <http://www.cnn.co.jp/usa/35024001.html>
- 2) 和田恭, 米国の教育情報化に関する動向について, ニューヨークだより, 2012年8月
- 3) 遠藤悟, 緊縮財政下における米国の科学技術政策: 2012年 AAAS 科学技術政策年次フォーラム報告, 科学技術動向, 2012年7・8月号, p.31-43
- 4) REPORT TO THE PRESIDENT, ENGAGE TO EXCEL: PRODUCING ONE MILLION ADDITIONAL COLLEGE GRADUATES WITH DEGREES IN SCIENCE, TECHNOLOGY ENGINEERING, AND MATHEMATICS, FEBRUARY 2012 :  
<http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ostp/pcast/docsreports> (PCAST 出版物のページ), または  
[http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-engage-to-excel-final\\_2-25-12.pdf](http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-engage-to-excel-final_2-25-12.pdf) (報告書本文, PDF)
- 5) 文部科学省, 大学分科会 (第109回)・大学教育分科会 (第21回) 合同会議配付資料, 2012年8月 :  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo4/siryu/1324511.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/siryu/1324511.htm)
- 6) 文部科学省, 大学院部会 (第60回) 配付資料, 2012年4月 :  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo4/004/gijiroku/1321647.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/004/gijiroku/1321647.htm)
- 7) 産学協働人材育成円卓会議, アクションプラン~日本復興・復活のために~, 2012年5月
- 8) 黒川利明, 大学・大学院におけるデザイン思考 (Design Thinking) 教育: 科学技術動向 2012年9・10月号, p.10-23
- 9) 文部科学省, 文部科学統計要覧 (平成24年版) :  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/toukei/002/002b/1323538.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/002/002b/1323538.htm), 2012年

## 執筆者プロフィール



### 千田 有一

科学技術動向研究センター 客員研究官  
信州大学工学部 教授  
<http://soar-rd.shinshu-u.ac.jp/profile/ja.uNApbpkh.html>

専門は制御工学。運動物体やシステムを自由自在に操るために必要な、モデリング、状態推定、制御理論に関連する研究開発に興味を持つ。民間企業の経験から、色々な意味での産学連携が重要だと考えている。