



Science & Technology Trends

科学技術動向

5-6

2015
No.150

レポート・トピックス タイトルをクリックすると 各項目にジャンプします

レポート

p 4

フォーサイト：政策立案への貢献に向けて
～第6回予測国際会議報告～

p13

東南アジア教育大臣機構 (SEAMEO)
における予測活動

p21

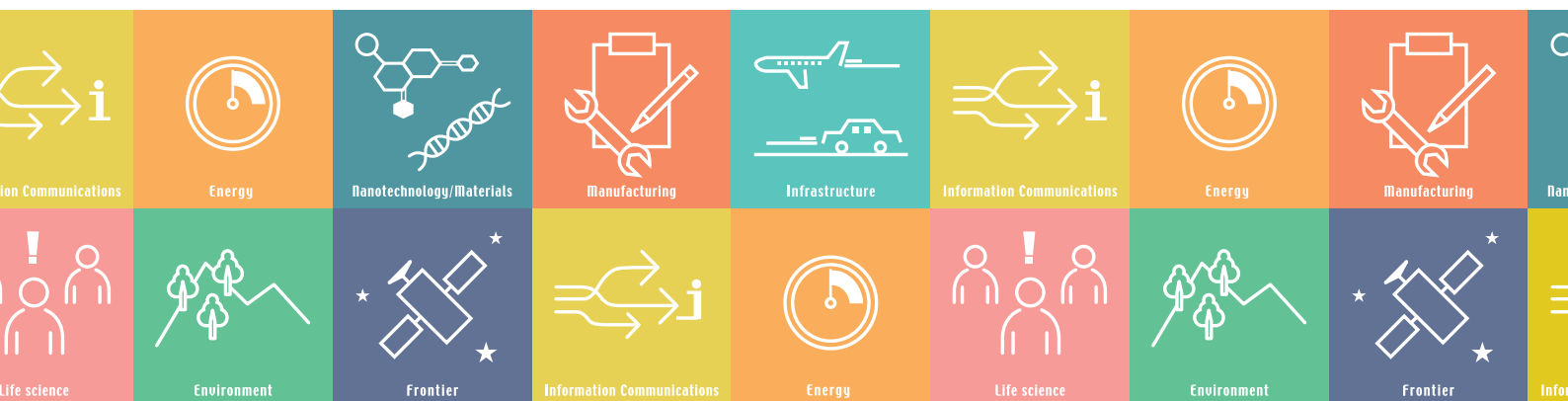
オープンサイエンスをめぐる新しい潮流 (その5)
オープンな情報流通が促進する
シチズンサイエンス (市民科学) の可能性

p26

IPCC第5次評価報告書と今後の展開

p34

予算案を通してみる米国の科学技術政策動向
—独英の基本政策文書との比較—



科学技術動向 概要

本文は p.4 へ

フォーサイト：政策立案への貢献に向けて ～第6回予測国際会議報告～

当研究所主催の第6回予測国際会議「フォーサイトのレビューと今後の方向性～政策立案への貢献に向けて～」が、2015年3月3日に政策研究大学院大学において開催された。会議では、イノベーション創出が科学技術政策の中心的課題となっている現在における、政策立案への貢献のためのフォーサイトの在り方について、フォーサイト実施経験が豊富な欧州主要国の現状と今後の方向性を基に議論された。会議の前半では、英国、ドイツ、フィンランド、欧州委員会からの講演、後半には当研究所から第10回科学技術予測調査結果の報告が行われた。

欧州ではフォーサイトの役割が、重点化する課題の抽出から、社会課題の解決のための施策の探索を主眼としたものに変化している。そのため、多様な関係者の参加を促す過程、すなわち科学者・専門家と政策立案者、さらには一般市民など様々なステークホルダー間の対話・意見交換、それらの協働プロセスが重要となっている。これらを踏まえ、参加者の共通認識として、手法やアウトプットを変容させつつ、社会のニーズに対応したフォーサイトを継続していくことの必要性が示された。

本文は p.13 へ

東南アジア教育大臣機構 (SEAMEO) における予測活動

東南アジア教育大臣機構 (SEAMEO) は、1965年に教育、科学技術、文化を通じ、ASEAN諸国間の協力を促進することをビジョンとして発足、今年は設立50周年の節目にあたる。2013年1月「Post-2015 Education Agenda in Southeast Asia」と題して、SEAMEO参加国の主要なメンバーが一堂に会し、ミレニアム開発目標 (MDGs) と2015年以降の教育に関するSEAMEOでの取組を更に集中する必要性についての話し合いが行われた。本会合では、SEAMEOとして多くの意見を取り入れつつ2015年以降の教育の優先順位を適切に取り決めるために、初めてフォーサイトが導入された。2014年3月まで、ワークショップやデルファイ調査、シナリオライティングなどの作業を通じて検討した結果、優先すべき施策として①乳幼児のケア及び教育の推進、②全ての子供たちに基本的な学習機会を与えること、③緊急事態に備え対応する学校関係者と地域社会の準備、④技術及び職業教育訓練の推進、⑤教師をベストの職業と意識させるプロモーション活動、⑥高等教育と研究の調和、⑦真の21世紀のカリキュラム採用、といった項目が挙げられた。2015年のASEAN経済統合開始を踏まえ、SEAMEOでのフォーサイト活動は今後も継続されることから、我が国の積極的な協力・貢献が期待される。

本文は p.21 へ

オープンサイエンスをめぐる新しい潮流 (その5) オープンな情報流通が促進する シチズンサイエンス (市民科学) の可能性

科学技術・学術情報流通の変革と研究情報のオープン化が進むことによって、科学者間の情報流通が

格段に効率化するだけでなく、誰でも研究情報にアクセスしやすくなることで科学研究の敷居が下がり、市民の科学研究への参画をより容易にし、これまでにない展開が生まれ始めた。

米国では、数千人から数万人の市民が参加することによる新しい研究のスタイル創出も進んでいる。日本においても、生物学分野を中心として、自発的な探究心をモチベーションとした公的資金に頼らない独自の研究を行う者が現れており、後に公的研究機関の所属を獲得し、科学研究費等の研究費を獲得する例も出始めている。この新しい研究の流れからは、新しい発見が生まれるだけでなく、際立った成果を生み出す者に注目が集まり、自発的に研究を行うポテンシャルの高い研究者候補を生み出す新たなキャリアパスとしても注目に値する。さらに、市民の科学への参画を容易にすることは、科学コミュニケーションとして科学への認識と理解を深める新たな手段にもなっており、米国ではよりオープンな科学技術のアセスメントへの応用も行われている。

情報流通のパラダイム変化が引き起こした市民科学の新しい展開と多様な波及効果を改めて認識した上で、日本でも市民の参画が容易な領域を中心とした科学の啓発活動及びサポート体制の構築が望まれる。また、自発的な活動の中から新しい研究者を見いだし、育成する仕組み作りも重要と考えられる。

本文は p.26 へ

IPCC 第 5 次評価報告書と今後の展開

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第 5 次評価報告書によると、地球温暖化には疑いの余地はなく、20 世紀中盤以降の変化は温室効果ガス排出などの人間活動の影響が支配的な原因である可能性が極めて高い。本報告書は地球温暖化に関する世界中の専門家の知見を集約したものであるため、国際政治及び各国の政策にも強い影響を与えており、本報告書の公表後に開催された国連気候変動枠組条約第 20 回締約国会議でも、本報告書の内容を基に今後の温暖化対策をどう進めていくかが議論された。

国際調整の現場がますます困難の様相を呈している中、我が国の利益を守りつつ合意を確実に得るためには、各国の納得が得られるような、全球のシステムティックな観測の継続や、IPCC の研究活動を支援する、より信頼度の高い気候モデルがますます重要になるであろう。その重要性は、本報告書の公表後に開催された第 41 回「科学および技術の助言に関する補助機関」会合でも再確認されている。

本文は p.34 へ

予算案を通してみる米国の科学技術政策動向 —独英の基本政策文書との比較—

米国大統領による毎年度の予算案は、科学技術に関する行政面の基本文書と呼べるものがない米国において、その時々政権の科学技術政策の方向性を知る上で貴重な資料である。2015 年 2 月に発表された 2016 年度大統領予算案においては、主要な科学技術政策として、基礎研究・学術研究、イノベーションの触発、医学研究、雇用・製造業、エネルギー、環境、教育・人材育成、民間部門における研究開発環境等の諸項目が挙げられている。

米国の科学技術政策を、ドイツや英国といった先進諸国の政策と比較することは、我が国における政策の検討にとっても有効と考えられる。ドイツでは 2014 年に「新ハイテク戦略」が閣議決定され、また、英国では 2014 年 12 月に「我々の成長のための計画」が取りまとめられ、関係大臣から議会に提出された。本稿においては、米国の大統領予算案とこれら独英の科学技術政策に関する基本的な文書を比較する。さらに、特に基礎研究・学術研究に焦点を絞る形で、これら基本文書の背景となる諸政策について明らかにしつつ、これら政策と米国の基礎研究・学術研究政策の基本的な差異について検討を加える。

フォーサイト：政策立案への貢献に向けて ～第6回予測国際会議報告～

蒲生 秀典 村田 純一

概 要

当研究所主催の第6回予測国際会議「フォーサイトのレビューと今後の方向性～政策立案への貢献に向けて～」が、2015年3月3日に政策研究大学院大学において開催された。会議では、イノベーション創出が科学技術政策の中心的課題となっている現在における、政策立案への貢献のためのフォーサイトの在り方について、フォーサイト実施経験が豊富な欧州主要国の現状と今後の方向性を基に議論された。会議の前半では、英国、ドイツ、フィンランド、欧州委員会からの講演、後半には当研究所から第10回科学技術予測調査結果の報告が行われた。

欧州ではフォーサイトの役割が、重点化する課題の抽出から、社会課題の解決のための施策の探索を主眼としたものに変化している。そのため、多様な関係者の参加を促す過程、すなわち科学者・専門家と政策立案者、さらには一般市民など様々なステークホルダー間の対話・意見交換、それらの協働プロセスが重要となっている。これらを踏まえ、参加者の共通認識として、手法やアウトプットを変容させつつ、社会のニーズに対応したフォーサイトを継続していくことの必要性が示された。

キーワード： 予測, フォーサイト, 科学技術予測, 政策立案, イノベーション, デルファイ調査

1 はじめに

昨年に引き続き¹⁾、2015年3月3日、政策研究大学院大学（GRIPS）において、当研究所主催の第6回予測国際会議「フォーサイトのレビューと今後の方向性～政策立案への貢献に向けて～」が開催された²⁾。目的は、イノベーション創出が科学技術政策の中心的課題となっている現在、フォーサイトをその中でどのように位置付けることができるのかについて、主要国におけるこれまでの経験及び今後の取組の方向性を基に議論することである。

本会議の前半では、基調講演に続いて、フォーサイトの豊富な経験を持つ、英国、ドイツ、フィンランド、欧州委員会の各国・地域から活動の歴史と現状についての講演、後半では当研究所から第10回科学技術予測調査結果の報告³⁾が行われた。最後に、

「政策のためのフォーサイト」をテーマとして大学・産業界・海外のシンクタンクの方々によるパネルディスカッションが行われた。

本稿では、欧州からの講演及びパネルディスカッションの議論を中心に、会議の概要について報告する。

2 基調講演

本会議を共催したGRIPSの白石隆学長による基調講演では、現状を踏まえ政策立案への貢献のためのフォーサイトに関する問題提起があった。

日本では1996年以来5年に一度科学技術基本計画を策定している。第1期から第3期(1996～2010

年度)までは供給サイドに立った計画であり、重点化する技術分野を特定し投資が行われていた。ここでは、従来のフォーサイトは極めて有用だったと思われる。しかしながら、社会課題解決型を標榜し需要サイドに大きく方針転換した第4期基本計画(2011～2015年度)では、社会の期待に応えるにはどのような分野のイノベーションが必要か、どのように推進していくのかなど、個別施策への対応が必要となった。

このような状況に鑑み、GRIPSでは2011年より「政策のための科学」のグラントを得て科学技術イノベーションプログラムを実施、2014年にはSciREXセンターを設立した。SciREX(科学技術イノベーション政策における「政策のための科学」推進事業⁴⁾)には、政策設計、政策分析、政策立案の3つの分野がある。SciREXでは、政策担当者や研究者をはじめとする様々なステークホルダーが協働で、政策課題対処の方法について検討するインタラクティブな実験場を提供している。フォーサイトを政策立案に役立てる、あるいは、政策のプロセスに組み込むにはどうすべきかを率直に議論し、その上でフォーサイトの研究者と政策担当者がSciREXのコミュニティに加わり、フォーサイトがエビデンススペースの政策立案に寄与することを強く期待している。

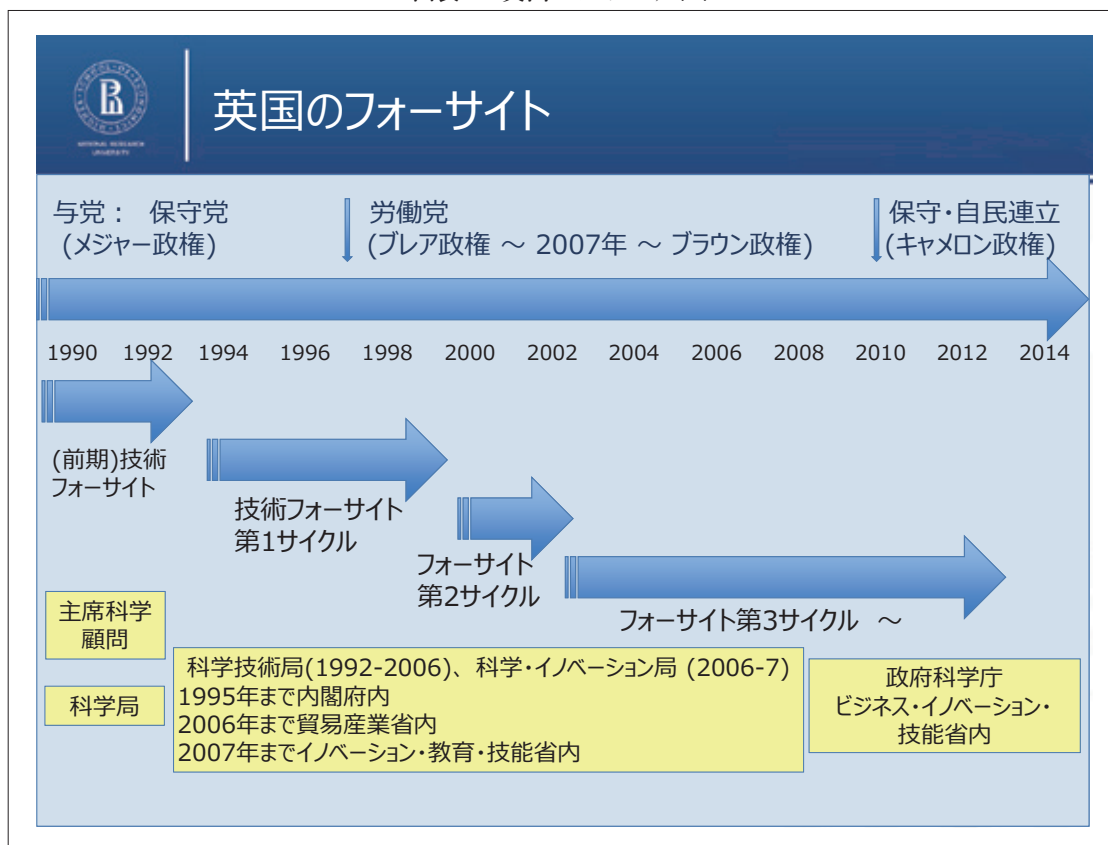
3 主要国におけるフォーサイトのレビュー

3-1 英国とロシア

英国マンチェスター大学(ロシア国立高等経済大学 Higher School of Economics:HSE を兼任)の Dr. Ozcan Saritas から、「英国並びにロシアのフォーサイト」について講演があった。

英国は、1980年代から科学技術フォーサイトに取り組んでいる、長い経験を持つ国の一つである。各国で科学技術政策立案への寄与を目的としてフォーサイトが実施されるようになり、フォーサイトは進化を続けてきた。その一方、未来は不確実で予測できないことも明らかとなり、イノベーションの推進、及び、イノベーションの新たな担い手の発見のため、多数の関係者の参画が求められるようになっている。英国のフォーサイトは時期、政権の交代により規模や方法論が変化している。図表1に英国のフォーサイトについて示した。1994-1999年に第1サイクル、2000-2002年に第2サイクル、2002年以降に第3サイクルが実施されている。そして現在、次のサイクルを始めようとしている。

図表1 英国のフォーサイト



発表資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

第1サイクルでは、科学技術における研究開発の優先的支援先を決めるために科学技術局が調査を行った。調査の有用性が認識され一定の評価を得たが、調査方法が確立したわけではなかった。

第2サイクルは、短期間で終わった。科学技術だけのフォーサイトだけでなく社会課題を含めたため「フォーサイト」と呼ぶようになった。ワーキンググループに多くの専門家を集めて取り扱う範囲を拡大したが、政策立案につながらないとして中止された。

第3サイクルでは、広い範囲を手掛けるフォーサイトから、有望若しくは今後問題が出そうな特定のテーマに絞ったフォーサイトへと変更された。各省庁からの提案を基に2テーマを設定し、2年計画で実施した。1プロジェクトに複数の省庁が関与する形で、これまで「感染症の検出と同定」、「脳科学と中毒」、「洪水と護岸」、「公共施設（道路、交通機関）の統合管理システム」、「電磁波スペクトルの活用」など10以上のプロジェクトが実施された⁵⁾。2006年には産学官、社会活動の代表などによりプロジェクトの評価が行われた。その結果、政策担当者に多くの情報をインプットすることができ、政策立案につながったと評価された。

現在、英国政府内では2つの活動が並行して進められている。1つは科学局が担当している社会課題の要素が強いフォーサイト活動、もう1つは内閣府が担当している科学技術の要素が強いホライゾンスキャニング⁶⁾の活動である。省庁横断的に長期の戦略的政策策定を目指すホライゾンスキャニングのプロセスにも幾つかのステップがあり、「フューチャーズ・ツールキット」として手法がホームページで紹介されている⁷⁾。しかし、フォーサイトとホライゾンスキャニングが別組織により別予算で実施され、取組が分断されていることには批判がある。またホライゾンスキャニングは本来長期的施策の設定を狙ったものであるが、政策立案者が短期的な結果を求めるため、既存の政策にとらわれやすく、ホライゾンスキャニングが生かされていないと懸念される。そこで、政府は組織的な運営のために新しいフレームワークの導入を検討している。2014年後半に新たな枠組みに対する提案募集が行われた。まだ結果は出ていないが、分散型で研究開発志向の取組が行われるようになるだろう。ほかにも英国政府は科学の特定分野の研究のために「イノベートUK」や「カタパルトセンター」といった組織を設置している。

このように英国では、フォーサイトの概念を残しつつ、その成果を活用している。現在経済危機後の緊縮財政の時期であり、政府が長期的視野に立つことは難しいが、フォーサイトとホライゾンスキャニ

ングがそれを助ける役目を負っている。

一方、ロシアは種々のフォーサイトを組織化し、コーディネートできるように一括管理しようとしている。図表2にロシアのフォーサイトシステムについて示した。1997年頃から、HSEによるフォーサイトが始まった。最初は小規模だったが2006年から組織化され、ロシア政府、地方、企業等が活動に参加、協力し、結果の活用も広がっている。技術がロシア社会発展の駆動力であると認識されており、フォーサイトの結果、ICT、バイオテクノロジー、医学と健康、新素材とナノテクノロジー、交通と宇宙システム、省エネルギー、環境マネジメントの7つを優先分野に選定した。

さらに、フォーサイト活動を通して学習、方法論の改善、組織化、知識移転、ステークホルダー間の交流を行い、政府の公約、大統領のスピーチなどで表明することで多くの支持を得ている。

フォーサイト活動は、欧州を含め予算的な制約により縮小される傾向が見られる。科学技術の進歩が経済に大きな影響を与えることは確かであり、今のステークホルダーにイノベーションやパラダイム変化の必要性を訴えて、新たなイノベーターとステークホルダーを見つけなければならない。政府の役割は、イノベーションを起こすための環境を提供することに限定され、実行はイノベーターが担うようになっていくだろう。

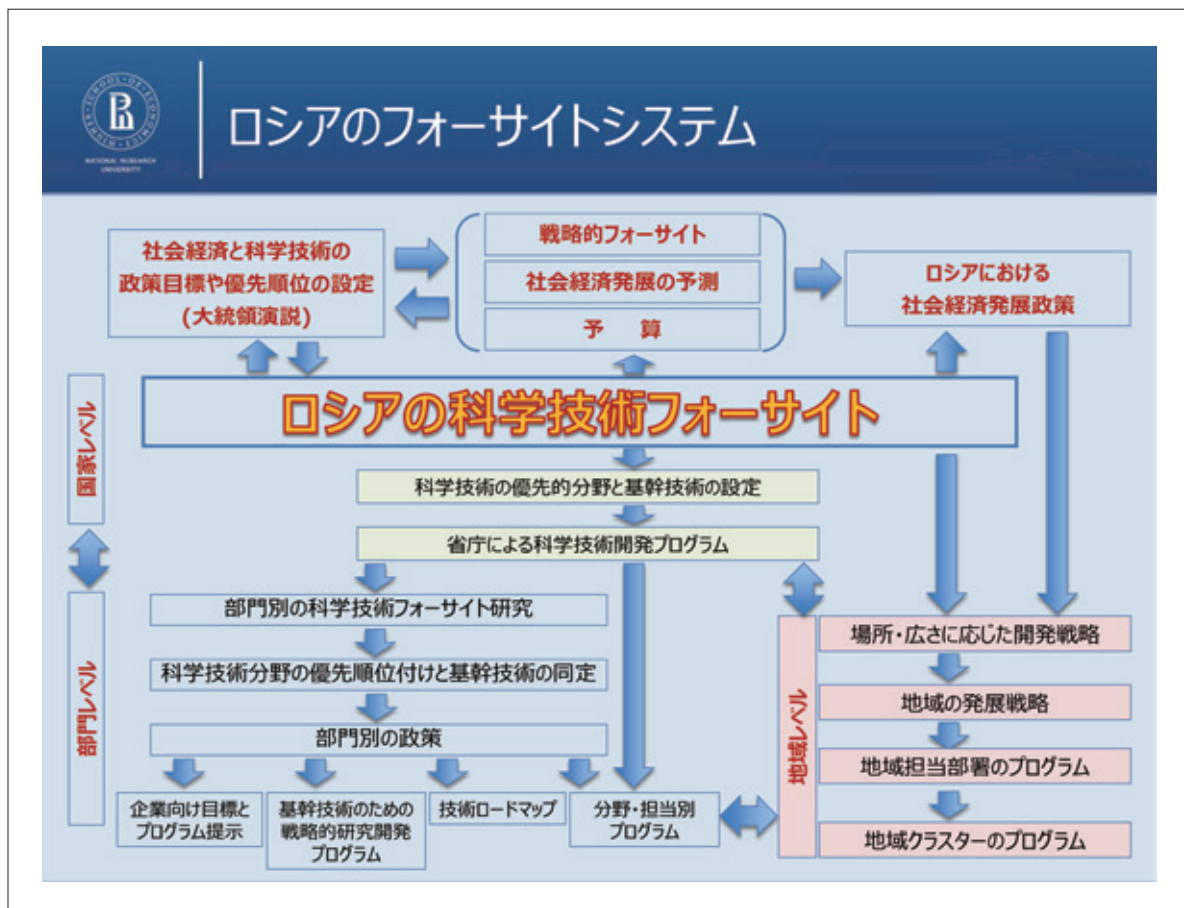
3-2 ドイツ

フラウンホーファ システムイノベーション研究所 (Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research : FhG-ISI) の Dr. Kerstin Cuhls から「ドイツにおけるフォーサイト：連邦教育研究省 (Bundesministerium für Bildung und Forschung : BMBF) フォーサイトサイクルのインパクト」について講演があった。

ドイツと日本はフォーサイトでお互いに協力し合ってきた。22年前に日本のフォーサイトの取組をドイツで応用したのが始まりである。その後、フォーサイトは欧州各国に広がった。英国は当時既に準備が整っており、欧州におけるフォーサイト活動の推進力になった。図表3に示すように、フォーサイトには様々な形態があり、政府が行う必要はないという意見もあるが、欧州域内で多くの組織が各々の目的に合わせてフォーサイトを実施している。

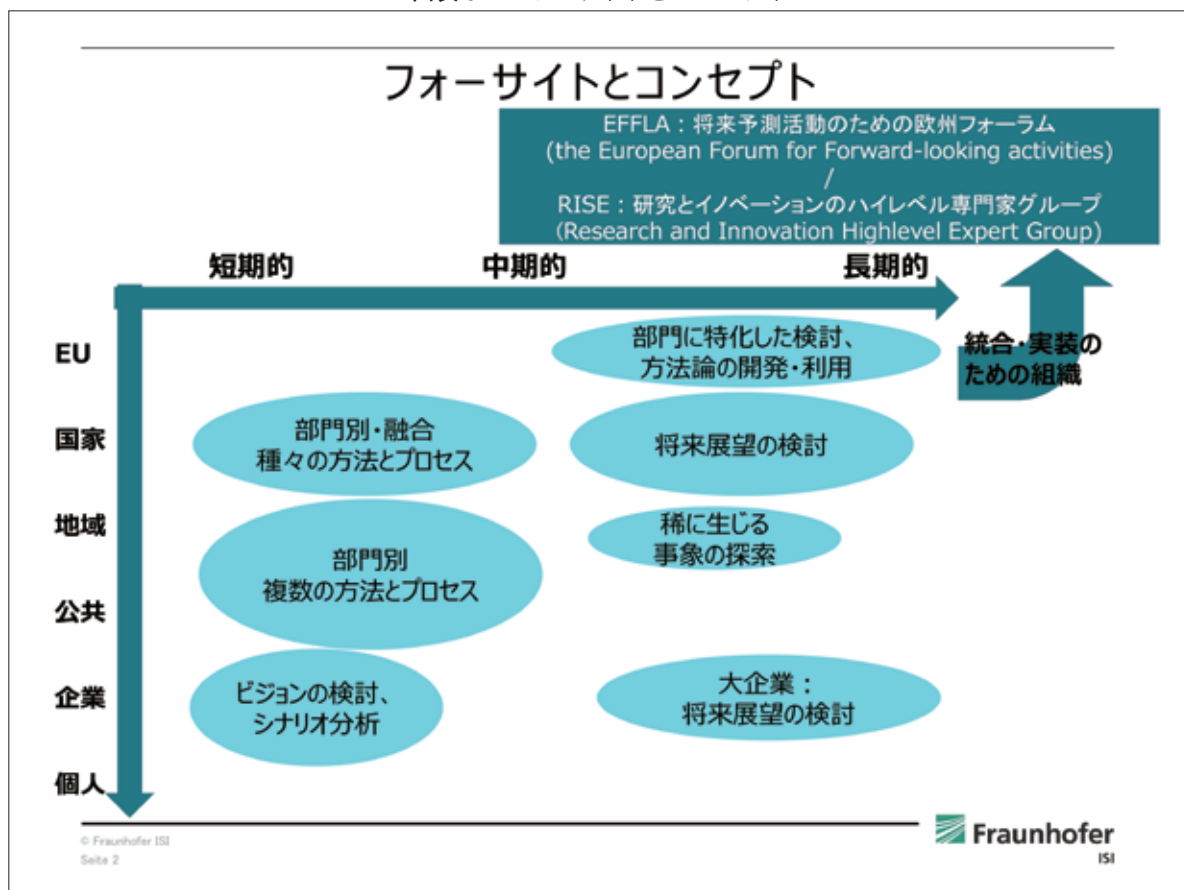
フォーサイトを実施するタイミングは大切であ

図表2 ロシアのフォーサイトシステム



発表資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表3 フォーサイトとコンセプト



発表資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

る。担当者の交代により振出しに戻ることもある一方で、人が代わることで新しいネットワークが生まれる効果もある。

BMBFのフォーサイト⁸⁾は、図表4に示すように2007年11月から第1サイクルの調査が始まった。第1サイクルでは技術動向主導型で調査を進めた。ここでいう「フォーサイト」は、ホライゾンスキヤニングのようなモニタリングも含む広い概念を指す。多様な手法を駆使して、まず14の未来の分野を設定した。学際的な議論により、2009年6月に最終的に「生産と消費」、「人と技術の協働」、「老化の解説」、「持続的な生活空間」、「領域融合モデルと多次元シミュレーション」、「時間の研究」、「持続可能なエネルギー」の7つを「新しい未来の分野」として特定した⁹⁾。2010-2012年は、結果を社会に実装する期間であった。例えば「人と技術の協働」は、企業や業界が強い関心を示した。関心を持つ関係者が集まるとイノベーションに結びつく。

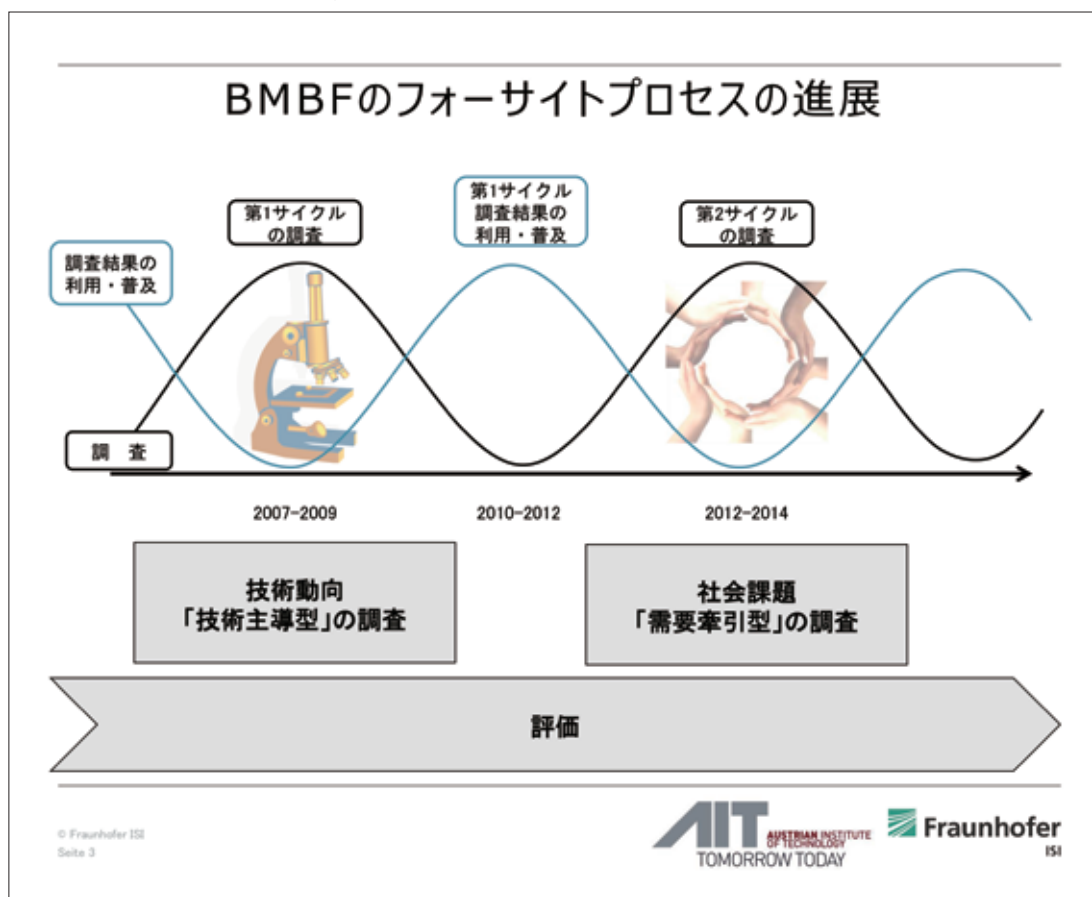
第2サイクルは、社会課題の認識から調査を始める需要牽引型アプローチであった。調査はドイツ技術者協会-技術センターとFhG-ISIが担当し、外部機関としてオーストリア技術研究所

(Austrian Institute of Technology : AIT¹⁰⁾) も参画した。2030年を対象年に設定して、2012年から2014年に調査が実施された。

インタビューやワークショップを通じてより多くの人から幅広く意見を集めることにより、隠れたトレンド = まだ見えないものの認知を試みた。こうした参加型のプロセスは、自身の見方と外部の見方を比較することで認識が深まるという利点がある。調査の結果、例えば、2030年には「様々なものがリースやシェアリングで使われ、シンプルな生活様式が好まれる」、「市民が科学への興味を増し、様々な調査・データ共有することで、生態系や環境リスクの低減に貢献する」、「公共スペースの需要が増え、有料化、商業化される」などの社会像が挙げられた。

現在は、ドイツに限らず欧州諸国では科学技術の基本計画（マスタープラン）を策定していないので、ステークホルダーにフォーサイトを認識し、支持してもらうための仕掛けが必要である。その意味で、技術に関する戦略は認識されやすく、企業を中心に関心が高い。今後、第2サイクルに続いて、第3、第4サイクルが行われることを期待している。

図表4 BMBFのフォーサイトプロセスの進展



発表資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

3-3 フィンランド

フィンランド国立技術研究センター（Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus：VTT）のDr. Toni Ahlqvist から、「フィンランドにおけるフォーサイト活動：政策立案における参画者、関係、影響力」について講演があった。フィンランドにおけるフォーサイトの歴史、マルチステークホルダーによるフォーサイトの事例、そして最新動向として「協働フォーサイト（co-operative foresight）」の取組状況について紹介があった。

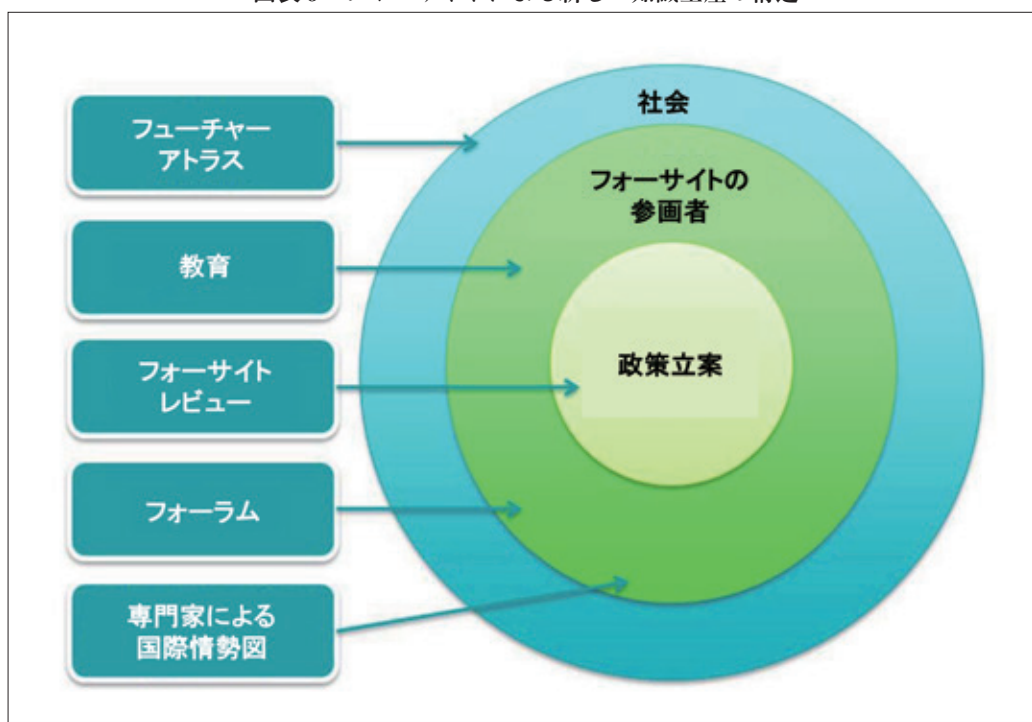
フィンランドでは1993年に政府に未来委員会を立ち上げ、科学技術の所管官庁においてフォーサイト活動を行ってきた。フィンランドにおいてフォーサイトは、政府、産業界、大学、研究所等で盛んに行われ、欧州の中でも主導的立場にある。2013年に公表された「最も有望な100の技術」^[11]は、パネルベースで抽出を行ったプロジェクトであり、ここ10年ほど実施されていなかった技術に特化したフォーサイトとして政府やマスコミにも注目された。

一方、フィンランド政府では、現在フォーサイトの再編を行っており、2014年から新たな「協働フォーサイト」を実施中である。その特徴は俯瞰的な立場の新しい3種の参画者「メタアクター」の設定である。その1つが既存のコーディネータを更に

調整する役目の「メタコーディネータ」で、首相府の長官があたる。次が「ナショナル・フォーサイト・ネットワーク（NFN）」と呼ばれる200人以上の専門家・機関からなるオープンなネットワークで、これを取りまとめるのがフィンランド国立研究開発基金（Sitra）と首相府である。もう1つが「フォーサイト・パイロット」で、政府の未来委員会や技術系の委員会、VTT、Sitraなどの様々な専門家が含まれる。また、このフォーサイトでは、アウトプットについても検討を行っている。アウトプットの分類は3つあり、その1つがNFNが作っている将来像、2つ目はNFNの新たな試みの情報チャンネルである「フォーサイトフライデー」、そして3つ目がフォーサイトの情報を網羅したサイト「フューチャーアトラス」である。

現状のフィンランドのフォーサイトでは、知識や情報は多くあるが、意思決定に生かすチャンネルが欠けている。現フォーサイトの当面の目標は、新規の情報を作り出すのではなく、いかにフォーサイトの知識を意思決定で活用するかを検討することである。このフォーサイトによる新しい知識生産の構造を図表5に示す。政策立案者は中央に位置し、その周囲に位置するのがフォーサイト参画者で、様々なフォーラムが構成されている。フォーサイト参画者は、社会からの様々な情報や要請を受けて対応する一方、政策立案者の要求に適合させたフォーサイトレビューを提供する。

図表5 フォーサイトによる新しい知識生産の構造



発表資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

3-4 欧州委員会

欧州委員会共同研究センター（Joint Research Center：JRC）の Dr. Peter DeSmedt から、「フォーサイトと意思決定の相互作用」について講演があった。

政策立案においてフォーサイトすなわち未来を考えることは、現在だけにとらわれず広く将来にわたる視点を持つことにより、新しい方向性や戦略等を生む可能性を持っている。JRC では世界中の専門家から意見を聞きそれを集約することで、長年にわたりフォーサイトを実施しており、その指針を Web 公開し普及にも努めている¹²⁾。図表6に示すように、フォーサイトのプロセスは、種々の手法を用いて、①調査（スキャニング、レビューなど）、②意見集約（シナリオプランニングなど）、③分析（SWOT、デルファイなど）、④適用（バックキャスト、ロードマップなど）、⑤実装（アクションプランニング、R&D プランニングなど）の各段階を経て進められている。

人間が意思決定を行う場合、能力の限界や偏見に起因しその半分程度は間違うという研究結果があり、それを補うために外部の多くのステークホルダーを交えたフォーサイトを実施することが有効

である。JRC では、過去の事例を対象に、フォーサイトの一連のプロセスと政策との相互作用について取りまとめ、公表している。特にフォーサイトが政策立案に寄与するためには、インプットの機会は限られていることから、そのタイミングが非常に重要である。フォーサイトを利用することで、ステークホルダーの視点で、政策の再設定やフレームの組み直しが可能となる。また、政策立案者が複雑な課題に取り組むときにも活用できる。取り組むべき課題の複雑性、不確実性を認識し、フォーサイトの視点を入れることで、より体系的に理解を得ることが可能となり、政策の信頼性も高められる。さらにフォーサイトは、様々な知識源を融合・統合し意味のある形にまとめることができ、政策立案者だけでなくステークホルダーに対してエビデンスとして提示することができる。このように JRC では、様々な手法を駆使し、政策立案者に対して実例を示して説明することに注力している。

JRC では、ここ2年で「工業規格」¹³⁾、「食事と健康」¹⁴⁾、「食料の安全保障」、「エコイノベーション」の4つのプロジェクトが進行している。また JRC では、フォーサイトのコミュニティ作りにも注力している。将来指向型の技術分析¹⁵⁾に関する会議の開催、指針及びフォーラム作りなどにより、実践者コミュニティの統合を進めている。特に政策立案につなげるための具体的アプローチの一つとして、政府

図表6 フォーサイトプロセス



発表資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

レベルの予測活動を実施している組織のネットワーク作りにも取り組んでいる。

4 パネルディスカッション： 政策のためのフォーサイト

パネルディスカッション（モデレータ：GRIPS 有本建男教授）では、方法論的には成熟しているフォーサイトであるが、デジタル化の進展、グランドチャレンジ型課題の増加など社会背景の変化の下で、フォーサイトをどう進めていくかについての議論がなされた。

パネリストからは、フィンランドのリフレーミング（再構成）の事例のように、フォーサイトの道筋を構造化して見せていく手法、そしてそれを政策担当者で議論するプラットフォームとして利用することが有効ではないかとの意見があった。また、フォーサイトの大量データがマクロモデルに入っていくことで、政策オプション形成を明示することが可能となり、政策担当者へのアピールになるのではないかとの意見もあった。また、産業界の現状として、ニーズの多様化が進んでおり、サービス化、あるいは知財や学術研究の知見を入れて、いかに製品を高付加価値化するかが課題となっている中で、論文を最終目的とする大学での研究とのすれ違いが生じていることについての指摘もあった。

フロアの講演者からは以下のコメントがあった。欧州のフォーサイトは、技術ではなく社会的要因（QOL、福利厚生、経済危機）が中心となっているため、対話型が主流である。したがって、専門家にとどまらず市民を含め広く意見を取り入れていくことが重要となっている。しかし、欧州のフォーサイトは、社会的影響が強調され過ぎている傾向もある。日本のデルファイ調査のような技術に特化した精緻で大規模なフォーサイトも、今ではむしろ新鮮に感じる。欧州諸国の中でも技術基盤のある国は、技術予測を再度活用したいと考えている。今後の技術予測では、ビッグデータの利用、SNSの分析、市民の行動・期待を計測する試みが有効となるだろう。政策立案への貢献では、フォーサイトの大量の情報を分析するだけでなく、付加価値としてインサイト（洞察）が必要であり、さらに政策と方向性をあわせた分析・解析が不可欠となる。また日本の得意な漫画を活用したビジュアル化も有効である。

米国の参加者からは、米国では1960年代にデルファイ調査を行っていたが、以後途絶えていること、政府の資金は競争の下で分配することが原則であ

り、イノベーション関連の施策としては、DARPAにハイリスク・ハイリターンの研究資金が投入されていることが紹介された。

最後に、政策のためのフォーサイトについて、幾つかの意見がパネリストから出された。フォーサイトは成否そのものではなく、それを通じてボトルネックを抽出することが重要であり、政策への貢献のためには、フォローアップサイクルを早く回し、政策立案者との実質的な対話の場が必要である。そしてこれまでの経験を生かし、日本特有の社会的期待を巻き込むメカニズムを構築する必要がある。また、フォーサイトの知見をまず科学者が市民に伝えることが重要であり、その上で社会的期待の形成を図ることがより民主的である。さらに、産業界において急速に進んでいる非構造化データの利活用を、政策に対応するスピードアップツールとして取り込むことが、変化が激しくニーズが多様化した現代のフォーサイトには有効である。

5 まとめ

フォーサイト開始から20年以上が経過した各国では、その活動は第2、第3のサイクルに入っている。欧州ではフォーサイトの役割が、重点化する課題の抽出・選別から、今後深刻化するであろう社会課題の解決のために先手を打つべき施策の探索を主眼としたものに変化している。このために、より概念化されたアプローチと、多様な関係者の参加を促す過程、すなわち科学者・専門家と政策立案者、さらには一般市民など様々なステークホルダー間の対話・意見交換、そしてそれらの協働プロセスが重要となっている。講演の中で、「リフレーミング」や「エグゼクティブ・アクターズ・イシュー」がキーワードとして挙げられたように、フォーサイト参画者の再構成も必要となる。

今後のイノベーション戦略のためのフォーサイトは、結果よりもその過程が重要視され、市民を含めた多くのステークホルダーの参画が、スムーズな社会実装につながるであろう。そして、手法やアウトプットを変容させつつ、社会のニーズに対応したフォーサイトを継続していくことの必要性が共通認識として示された。

参考文献

- 1) 第5回予測国際会議：世界の科学技術予測の現状～社会課題解決に向けて～ 予稿集（2014.2.12・13、日本科学未来館、東京）
- 2) 第6回予測国際会議：フォーサイトのレビューと今後の方向性～政策立案への貢献に向けて～ 予稿集（2015.3.3、政策研究大学院大学、東京）、＜プログラム：http://www.nistep.go.jp/research/cforesight6＞
- 3) 第10回科学技術予測調査結果速報、科学技術・学術政策研究所 2014年11月：
http://www.nistep.go.jp/archives/18742
- 4) SciREX; 科学技術イノベーション政策における「政策のための科学」推進事業：http://www.jst.go.jp/crds/scirex/
- 5) フォーサイトプログラム報告書：https://www.gov.uk/government/collections/foresight-projects
- 6) GOV.UK ホライゾンスキャニング：https://www.gov.uk/government/groups/horizon-scanning-programme-team
- 7) フューチャーズ・ツールキット：
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/328069/Futures_Toolkit_beta.pdf
- 8) BMBF のフォーサイトプロセス：http://www.bmbf.de/pub/foresight_process.pdf
- 9) フォーサイト 第1サイクルのレポート（「新しい未来の分野」は8ページ）：
https://www.bmbf.de/pubRD/Foresight-Process_BMBF_New_future_fields.pdf
- 10) AIT ホームページ：http://www.ait.ac.at/ueber-uns/
- 11) フォーサイト：最も有望な100の技術；100 opportunities for Finland and the world：
http://web.eduskunta.fi/dman/Document.phx?documentId=wp07015113842452&cmd=download
- 12) 欧州委員会、フォーサイトの指針：http://forlearn.jrc.ec.europa.eu
- 13) JRC foresight study, “How will standards facilitate new production systems in the context of EU innovation and competitiveness in 2025?”：
http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC93699/jrc_27ap15_2rep_web.pdf
- 14) JRC foresight study, “Tomorrow's healthy society - research priorities for foods and diets”：
https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/jrc-study-tomorrow-healthy-society.pdf
- 15) 将来指向型の技術分析（FTA）：https://ec.europa.eu/jrc/en/event/site/fta2014

執筆者プロフィール



蒲生 秀典

科学技術動向研究センター 特別研究員

企業の研究所にてカーボンナノチューブや半導体薄膜を微細加工した微小電子源と表示・照明デバイス応用の研究に従事。その間、産業技術総合研究所、物質・材料研究機構、大学にて外来・客員研究員として共同研究に携わる。2010年4月より現職。日本学術振興会真空ナノエレクトロニクス第158委員会委員、表面技術協会学術委員。京都大学博士（工学）。



村田 純一

科学技術動向研究センター 特別研究員

専門は半導体結晶成長。企業にて、化合物半導体結晶性基板作製の研究などに従事。2013年5月より、科学技術動向研究センターにて、科学技術予測調査の業務に従事。計測、通信デバイスに関心がある。博士（工学）。

東南アジア教育大臣機構 (SEAMEO) における予測活動

浦島 邦子

概要

東南アジア教育大臣機構 (SEAMEO) は、1965 年に教育、科学技術、文化を通じ、ASEAN 諸国間の協力を促進することをビジョンとして発足、今年で設立 50 周年の節目にあたる。2013 年 1 月「Post-2015 Education Agenda in Southeast Asia」と題して、SEAMEO 参加国の主要なメンバーが一堂に会し、ミレニアム開発目標 (MDGs) と 2015 年以降の教育に関する SEAMEO での取組を更に集中する必要性についての話し合いが行われた。本会合では、SEAMEO として多くの意見を取り入れつつ 2015 年以降の教育の優先順位を適切に取り決めるために、初めてフォーサイトが導入された。2014 年 3 月まで、ワークショップやデルファイ調査、シナリオライティングなどの作業を通じて検討した結果、優先すべき施策として①乳幼児のケア及び教育の推進、②全ての子どもたちに基本的な学習機会を与えること、③緊急事態に備え対応する学校関係者と地域社会の準備、④技術及び職業教育訓練の推進、⑤教師をベストの職業と意識させるプロモーション活動、⑥高等教育と研究の調和、⑦真の 21 世紀のカリキュラム採用、といった項目が挙げられた。2015 年の ASEAN 経済統合開始を踏まえ、SEAMEO でのフォーサイト活動は今後も継続されることから、我が国の積極的な協力・貢献が期待される。

キーワード：東南アジア教育大臣機構, SEAMEO, フォーサイト, 持続可能な開発のための教育, ESD, ミレニアム開発目標, MDGs, ASEAN

1 SEAMEO とは

東南アジア教育大臣機構 (SEAMEO) は、1965 年に教育、科学技術、文化を通じ、ASEAN¹⁾ 諸国間の協力を促進することをビジョンとして発足した。今年で設立 50 周年の節目にあたる。現在の加盟国は ASEAN 諸国及び東ティモールの 11 か国である。準加盟国として、オーストラリア (1973 年加盟)、フランス (1973)、ニュージーランド (1974)、カナダ (1988)、ドイツ (1990)、オランダ (1993)、スペイン (2007)、英国 (2013) の 8 か国が入っている。日本は理事会にオブザーバーとして出席、また筑波大学が数学を中心とした様々なイベントに継続的に参加している。事務局はバンコクにあり、加盟国 11 か国内にそれぞれ図表 1 に示すように目的別に

設置された 21 のセンターにて、教育研究、医学教育、農学教育などに関して主に教員研修や教材開発を行っている。ネットワークとパートナーシップを確立し、政策立案者や専門家のための知的なフォーラムを提供している。そして持続可能な人材育成を推進開発するとともに、21 のセンターを通じて東南アジアの教師や学校の管理職の能力を育むことをミッションとして活動している²⁾。

SEAMEO は加盟各国からの拠出金によって運営されているが、イベントごとに多くの政府機関・団体・企業などから寄附を得て実施している。実質、日本からのサポートは他国よりも多く、例えば SEAMEO 加盟国内の小・中・高等学校の持続可能な開発のための教育 (ESD: Education for Sustainable Development) に関する優秀な事例を「SEAMEO-JAPAN ESD AWARD」として表彰し

ている。優秀校には、日本訪問の機会を提供し、日本のユネスコスクールとの交流を深めることを行っている^{3,4)}。

2013年1月「Post-2015 Education Agenda in Southeast Asia」⁵⁾と題して、SEAMEO 参加国の主要なメンバーが一堂に会し、ミレニアム開発目標(MDGs)と2015年以降の教育に関するSEAMEOでの取組を更に集中する必要性についての話し合いが

行われた。国連ミレニアム開発目標(MDGs)に基づき、2015年までに世界中の全ての人たちが初等教育を受けられ、字が読めるようになる(識字)環境を整備しようとする取組「万人のための教育(EFA: Education for All)」⁶⁾はSEAMEOの活動ともリンクしており、今回、2015年以降の教育をSEAMEOとしてどうするか、多くの意見を取り入れて決めるために初めてフォーサイトが導入された。

図表1 SEAMEOの各センターの名称と目的



出典：SEAMEO ホームページより

SEAMEO BIOTROP (設立 - 1968)	SEAMEO Regional Centre for Tropical Biology 熱帯生物地域センター ボゴール、インドネシアに設置。森林、害虫や水生生物学にフォーカスして活動。熱帯生態系の持続的な発展のために、SEAMEO 加盟国における優先順位付けや分析、地域の重要な生物学的な問題などを取り扱っている。
SEAMEO CELLL (設立 - 2011)	SEAMEO Regional Centre for Lifelong Learning 長寿学習地域センター ベトナムに設立。教育政策の発展の基礎として生涯学習に関する研究・研修を専門としている。生涯学習を促進する上でアジアとヨーロッパの間のリンクを強化するための中心となることが期待されている。
SEAMEO CHAT (設立 - 2000)	SEAMEO Regional Centre for History and Tradition 歴史と文化地域センター ミャンマーに拠点。SEAMEO の最新のセンター・オブ・エクセレンスであり、2000 年 12 月に発足した。研究、人材育成、教育、ネットワーキングを通じて SEAMEO 加盟国間の歴史と伝統の研究における協力を推進。

SEAMEO INNOTECH (設立 - 1970)	SEAMEO Regional Centre for Educational Innovation and Technology 教育イノベーションと技術の地域センター
	フィリピンに拠点。SEAMEO 加盟国において、共通又は特殊な教育問題とニーズを解決するのに役立つ革新的な技術指向の教育プログラムを広める。
SEAMEO QITEP in Language (設立 - 2009)	SEAMEO Regional Centre for Quality Improvement of Teachers and Education Personnel (QITEP) in Language 先生と個人教育の質向上地域センター(語学)
	インドネシアの教育省がホストし、ジャカルタに拠点。中心は言語の分野での教員・教育担当者の質向上に資するプログラムや活動を推進。
SEAMEO QITEP in Mathematics (設立 - 2009)	SEAMEO Regional Centre for Quality Improvement of Teachers and Education Personnel(QITEP) in Mathematics 先生と個人教育の質向上地域センター(数学)
	インドネシアの国立教育省が主催。数学の分野での教員・教育担当者の質向上に資するプログラムや活動を推進。
SEAMEO QITEP in Science (設立 - 2009)	SEAMEO Regional Centre for Quality Improvement of Teachers and Education Personnel (QITEP) in Science 先生と個人教育の質向上地域センター(科学)
	インドネシアの国立教育省が主催。バンドンに拠点。科学の分野での教員・教育担当者の質向上に資するプログラムや活動を推進。
SEAMEO RECFON (設立 - 2010)	SEAMEO Regional Centre for Food and Nutrition 食と栄養のための地域センター
	ジャカルタに拠点。食品と栄養のためのセンターは、以前はコミュニティ栄養のための地域センターであった。TROPED ネットワーク下にある 4 SEAMEO センターの一つ。
SEAMEO RECSAM (設立 - 1967)	SEAMEO Regional Centre for Education in Science and Mathematics 科学と数学教育のための地域センター
	ペナン、マレーシアの島に設立。科学、数学、技術教育プログラムの開発。
SEAMEO RELC (設立 - 1968)	SEAMEO Regional Language Centre 地域語学センター
	シンガポールに拠点。言語の専門家や教育者のスキルをアップグレードするための専門知識、訓練施設や研修プログラムを通じて、言語教育と学習の知識や教育学的な分野に焦点を当てる。
SEAMEO RETRAC (設立 - 1996)	SEAMEO Regional Training Centre 地域トレーニングセンター
	ホーチミン市に拠点。人材育成における一般的な問題を解決する。特に教育の管理を担当。
SEAMEO RIHED (設立 - 1993)	SEAMEO Regional Centre for Higher Education and Development 高等教育と開発のための地域センター
	タイ政府が主催。政策や計画、管理、及び高等教育の管理上のニーズに対応。
SEAMEO SEAMOLEC (設立 - 1997)	SEAMEO Regional Open Learning Centre 地域オープン学習センター
	インドネシアに拠点。教育問題を特定し、オープンな学習と遠隔教育の有効活用を通じて持続可能な人材育成のための代替策を見つける。

SEAMEO SEARCHA (設立 - 1966)	SEAMEO Regional Centre for Graduate Study and Research in Agriculture 農業の大学院と研究のための地域センター
	フィリピン政府が主催。人材育成プログラムと研究と普及活動を通じて、地域の農業と農村のニーズを提供。
SEAMEO SEN (設立 - 2009)	SEAMEO Regional Centre for Special Education 特別教育のための地域センター
	マレーシアに拠点。才能のある子供たちのニーズに合わせて様々な障害と教育のある子供のニーズをサポートするための教育を専門としている。
SEAMEO SPAFA (設立 - 1978)	SEAMEO Regional Centre for Archaeology and Fine Arts 建築とファインアートのための地域センター
	タイ政府が主催。地域の考古学的及び文化活動を推進。SEAMEO 加盟国間の相互の知識と理解を進めるために考古学や美術の分野での専門的能力を伸ばす。
SEAMEO TROPMED Network (設立 - 1966)	SEAMEO Tropical Medicine and Public Health Network 熱帯海洋と公共健康ネットワーク
	熱帯医学及び公衆衛生の教育、訓練、研究のために設立された、地域協力ネットワークである。ネットワークは、熱帯医学と公衆衛生の高等教育と研究の焦点となっている。SEAMEO TROPMED ネットワークはマレーシア、フィリピン、タイの3のサブ地域センターがあり、中央オフィスはバンコクに拠点。ネットワークの全体的な役割は、健康を促進し、予防し、熱帯病及び公衆衛生上の問題を制御することである。
SEAMEO TROPMED Malaysia (設立 - 1967)	SEAMEO TROPMED Regional Centre for Microbiology, Parasitology and Entomology マクロバイオ、寄生生物と昆虫のための熱帯医学
	クアラルンプールの医学研究のための研究所に拠点。疾患の予防と管理のための研究を行い、専門研修、診断、コンサルティング及びアドバイザリーサービスを提供している。政府の共同責任、民間部門、非政府組織、地域社会と個人として健康管理を推進している。
SEAMEO TROPMED Philippines (設立 - 1967)	SEAMEO TROPMED Regional Centre for Public Health, Hospital Administration, Environmental and Occupational Health 公共健康、病院運営、環境と職業上の健康のための熱帯医学
	マニラのフィリピン大学の公衆衛生の専門学校が拠点。公衆衛生、農村医学、病院管理、環境・労働衛生、健康政策と管理の分野で研究・研修を実施している。
SEAMEO TROPMED Thailand (設立 - 1967)	SEAMEO TROPMED Regional Centre for Tropical Medicine 熱帯薬のための熱帯医学
	熱帯医学及び公衆衛生の教育、訓練、研究のために1966年に設立された地域協力ネットワークである。ネットワークは、熱帯医学と公衆衛生の高等教育と研究の焦点となっている。
SEAMEO VOCTECH (設立 - 1990)	SEAMEO Regional Centre for Vocational and Technical Education and Training 職業と技術教育のための地域センター
	ブルネイに拠点。SEAMEO VOCTECH は SEAMEO 加盟国における職業技術教育訓練 (TVET) の管理を改善するために設計されている。センターが開発し、社会経済、産業、ビジネス、労働市場における、地域、国、地域のニーズを満たすために VIET に関連するプログラムを提供する。

2015年4月1日現在

出典：SEAMEO ホームページを基に科学技術動向研究センターにて作成

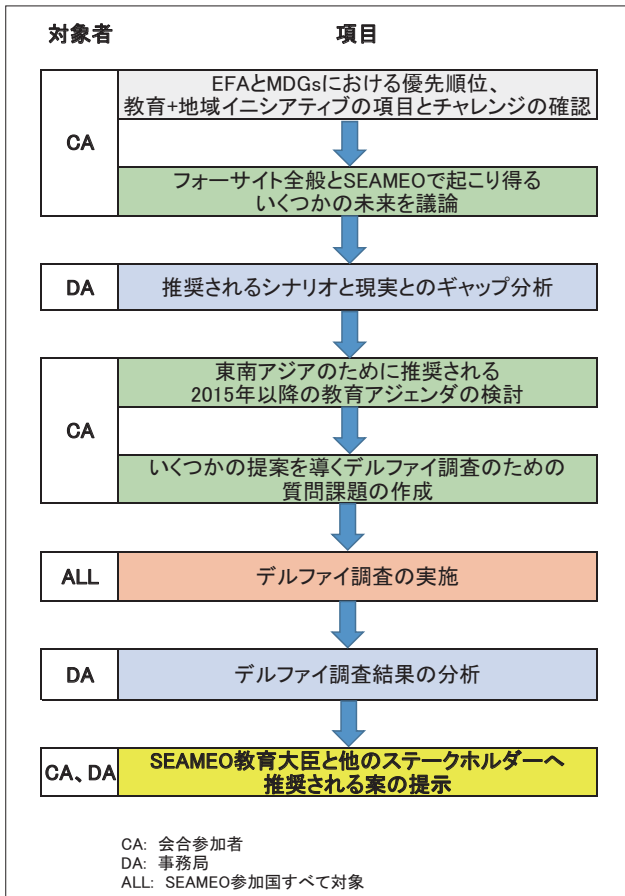
2 SEAMEOでのフォーサイトの実施

2-1 フォーサイト導入のいきさつと概要

SEAMEOではこれまでワークショップや会議などを通じて多くの意見を聞き、施策を決定してきたが、そうした活動で得られるアイデアや意見は、参加者の数や属性に依存することが多かった。そこで新たな取組を模索していたところ、APEC フォーサイトセンター長の経験も持つ SEAMEO 事務局長のイニシアチブにより、2013 年より施策の決定等にフォーサイトを導入することになった。フォーサイトを実施することで、目指す未来を皆で考え、共有し、デルファイ調査によって多くの意見を集約することができる。そしてこうした一連のフォーサイトの取組は、様々な SEAMEO の活動に応用できる。そこで、フォーサイトに関して長年の経験を持つ当研究所のフォーサイトセンターが協力・参加することになった。

今回のプロジェクトの概要を図表2に示す。教育に関する様々な施策や活動が現状どのようになって

図表2 フォーサイトプロジェクトの概要



いるかを把握し、検証することを中心にプロジェクトの計画が立てられた。プロジェクトは2013-14年度で実施された。

WSには、各国のSEAMEO職員のほかに、SEAMEO関係者、各国の文部省、教育関係者、並びにUNESCOやNGOなどの方々が参加した。会合は全5回タイ国内で開催され、参加者はのべ300名程度となった。

2-2 未来の検討とデルファイ課題の設定

第1回会合は、プロジェクトの概要とフォーサイトに関して理解を深めることと、現状把握することを目的に、グループごとに教育現場における実情について話し合った。

現在、カンボジア、ベトナム、フィリピン、タイ、ラオスは、特に気候変動の影響により災害が増加し、教育の多くの機会が消失している。今後はASEANの枠組みで実施されている教育に関する取組を強化することが必要であり、特に多くの国々との関係強化を図るためにも、英語での教育を強化することが早急の課題である。しかしながら、貧困層にも母国語でしっかりと教育することが先決である、などといった意見が出された。

そして、次の1. ミッションとポリシー、2. マネージメント、3. 教育学とカリキュラム、4. 教師と生徒、5. リソース、6. 連携とパートナーシップ、の6テーマに分けて、グループごとに未来を見据えて重要となる課題を検討した。そして各グループの意見をまとめ、33の課題を設定し、図表3に示すように各国の関係者を対象としてデルファイ調査を実施した。

図表3 デルファイ調査の回答者と回答数及び回答率

回答者の属性	数	%
SEAMEO 加盟国	150	13.64
SEAMEO 準メンバー国とパートナー	120	10.91
SEAMEO 加盟国の行政官	159	14.45
SEAMEO 加盟国と職員	105	9.55
国際 NGO と CSOs	92	8.36
大学と研究所	120	10.91
その他(シンクタンク、元 SEAMEO 職員)	42	3.82
学生とコミュニティ	118	10.73
メディア	88	8.00
私的セクター	106	9.64
合計	1100	100.00

2-3 デルファイ調査結果

デルファイ調査の結果を図表3に示す。デルファイ法で実施したことから、同じ質問を2回繰り返して回答を求めたが、1回のみの回答も含まれる。そして33課題に対して回答を集計し分析した結果、全体の傾向として図表4のような結論が得られた。

3 まとめ今後の活動方針

全5回のWSを実施して得た、本プロジェクトの結果より、SEAMEOとして優先すべき施策として次の7項目が挙げられた。

①乳幼児のケア及び教育の推進

幼児期の環境や教育は脳への影響が大きいことが知られているが、幼児によっては教育が行き届かない環境に置かれていることがある。よって周りがサポートして幼児を育てることが、後の国力につながる。

②特に小学校を対象として、学校外や就学年齢にとられない全ての子供たちに、全ての基本的な学習機会を与えることへのアクセス障壁への対応

貧困や両親の低学歴、農業が主な収入の家庭では、特に繁忙期になると子供たちも労働力として使われ、学習機会が喪失される。こうした状況を改善するための施策が必要である。

③緊急事態に直面した後の回復力に向けて、学校の

指導者、教師、学生、地域社会の準備

アジアの国々では台風や地震など、自然災害が発生した場合の教師の対応が様々であり、それが原因で多くの子供たちの命が失われることがある。よって、こうした被害をなくすには教師の教育や、地域としての取組も重要である。

④学習者とその親の間で技術的及び職業教育訓練の推進

教師の教授能力向上並びに職業訓練士の教育向上も、SEAMEO各国の今後にとって改善すべき課題である。

⑤教師の教育の改革と職業として最初の選択肢として教師を選択する

重労働なことと給料の低さが理由で、教員職に就くものが減少している。特に優秀なものが職業として教員職を選択するような施策が必要である。

⑥高等教育と研究の調和

特に大学における人材育成に関して、教育と研究の優先順位が議論されることが多い。教育も重要ではあるが、研究者の養成もSEAMEOにとっては重要である。

⑦真の21世紀のカリキュラム採用

様々な社会的課題に対応するためには、国際社会を踏まえた人材育成がキーとなる。そうした実情を踏まえたカリキュラムの改革も必要となる。

こうした結果を踏まえ、グループごとにディスカッションし、SEAMEO事務局としてすべき次の具体的施策を検討した結果を以下に示す。

- 継続的にフォーサイトを実施するためのSEAMEOコミュニティのセットアップ
- SEAMEOにおける継続的なフォーサイト活動と

図表4 デルファイ調査結果の一部

調査項目	評価
フィージビリティ 33 課題/実現確率	高い & 普通
重要性 / 潜在的影響	高い & とても高い
実現期間	多様、しかし一部の実現期間は明確かつ一貫性のある年が示された
主な実務者	大半は東南アジアの中央政府
主な成功要因	大半は政策、資金調達、コミットメント/考え方であるが、一部は技術と人材が示された
ワイルドカード 10 課題の実現可能性/確率	大半は低い/実現しない、しかし一部は高い & 普通 高い & とても 高い
イベントのトリガー	多様
イベントを管理する方法	多様

未来研究

- SEAMEO 活動計画と意思決定をサポートするためのフォーサイトの導入と制度化
- 関連する研究に関する情報の共有やデータベースの作成
- 学界及び関係機関と連携したシンポジウムやセミナーの実施
- SEAMEO 大学プロジェクト下での提案された研究ネットワークと実践のコミュニティのリンク

2015 年 4 月以降は、上記の内容をベースに新たなプロジェクトがスタートする予定である。

4 おわりに

2015 年は ASEAN の経済統合が開始される⁷⁾。統合されると当該人口は 6 億 4,000 万人 (2015 年予測) となる。EU27 か国が 5 億 3,000 万人、北米自由貿易協定 (NAFTA: 米国、カナダ、メキシコ) は 4 億 5,000 万人であることから、ASEAN は世界最大のフ

レームワークとなる。関税、投資、人の流れが自由化され、域内関税を撤廃、加盟国の観光ビザが廃止され、看護師などの職業資格を国家間で相互承認できることになる。例えばタイの大学を卒業して、フィリピンで看護師として働くことが容易になる⁸⁾。こうした背景より各国の強みを活かした人材育成策も、様々な方面で検討されている。

このように東南アジア地域が“一つ”になることにより、今までとは異なる形で強力に国際社会に対応していく状況が確立する。この動きは EU 統合と同じような状況を想定させ、今後は貨幣単位も東南アジアで統一されるかもしれない。そして多くの場面で我が国にも様々な影響を及ぼす。

我が国では、人口減少や労働力不足に対応するために、東南アジアからの看護師の導入施策が既に実施されている^{9~12)}が、ASEAN 内での交流の変化が我が国にどのような影響を及ぼすか、今後も引き続き ASEAN の動きを注視する必要がある。

また、SEAMEO でスタートしたフォーサイトについても、継続的に積極的参画・貢献を図っていくことは、我が国の国際社会でのイニシアティブとプレゼンスを大いに示せるチャンスになる。

参考文献

- 1) 目で見える ASEAN - ASEAN 経済統計基礎資料 -、外務省ホームページ：
http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/asean/pdfssees_eye.pdf
- 2) SEAMEO ホームページ：http://seameo.org/index.php?option=com_content&view=article&id=90&Itemid=518
- 3) 文部科学省ホームページ：http://www.mext.go.jp/a_menu/kokusai/kyouiku/main5_a9/1324456.htm
- 4) SEAMEO ホームページ：http://seameo.org/index.php?option=com_content&view=category&id=103&Itemid=558
- 5) Post-2015 Education Agenda in Southeast Asia：
http://www.seameo.org/index.php?option=com_content&view=article&id=503&Itemid=593
- 6) 日本ユネスコ国内委員会：<http://www.mext.go.jp/unesco/004/003.htm>
- 7) AEC：<http://www.asean.org/communities/asean-economic-community#>
- 8) ASEAN に関する情報、外務省ホームページ：<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/asean/>
- 9) インドネシア、フィリピン、ベトナムからの外国人看護師・介護福祉士候補者の受入れについて、厚生労働省ホームページ：
http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/koyou/gaikokujin/other22/index.html
- 10) インドネシア人看護師・介護福祉士候補者の受入れについて、厚生労働省ホームページ：
<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000025091.html>
- 11) フィリピン人看護師・介護福祉士候補者の受入れについて、厚生労働省ホームページ：
<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000025247.html>
- 12) ベトナム人看護師・介護福祉士候補者の受入れについて、厚生労働省ホームページ：
<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000049737.html>

..... 執筆者プロフィール



浦島 邦子

科学技術動向研究センター 上席研究官

工学博士。日本の電機メーカー、カナダ、アメリカ、フランスの大学、国立研究所、企業にてプラズマ技術を用いた環境汚染物質の処理ならびに除去技術の開発に従事後、2003年より現職。世界の環境とエネルギー全般に関する科学技術動向について主に調査中。

オープンサイエンスをめぐる新しい潮流(その5) オープンな情報流通が促進する シチズンサイエンス(市民科学)の可能性

林 和弘

概 要

科学技術・学術情報流通の変革と研究情報のオープン化が進むことによって、科学者間の情報流通が格段に効率化するだけでなく、誰でも研究情報にアクセスしやすくなることで科学研究の敷居が下がり、市民の科学研究への参画をより容易にし、これまでにない展開が生まれ始めた。

米国では、数千人から数万人の市民が参加することによる新しい研究のスタイル創出も進んでいる。日本においても、生物学分野を中心として、自発的な探究心をモチベーションとした公的資金に頼らない独自の研究を行う者が現れており、後に公的研究機関の所属を獲得し、科学研究費等の研究費を獲得する例も出始めている。この新しい研究の流れからは、新しい発見が生まれるだけでなく、際立った成果を生み出す者に注目が集まり、自発的に研究を行うポテンシャルの高い研究者候補を生み出す新たなキャリアパスとしても注目に値する。さらに、市民の科学への参画を容易にすることは、科学コミュニケーションとして科学への認識と理解を深める新たな手段にもなっており、米国ではよりオープンな科学技術のアセスメントへの応用も行われている。

情報流通のパラダイム変化が引き起こした市民科学の新しい展開と多様な波及効果を改めて認識した上で、日本でも市民の参画が容易な領域を中心とした科学の啓発活動及びサポート体制の構築が望まれる。また、自発的な活動の中から新しい研究者を見だし、育成する仕組み作りも重要と考えられる。

キーワード：オープンサイエンス，シチズンサイエンス，クラウドソース，「野生」の研究者，科学技術のアセスメント，科学コミュニケーション

1 はじめに

科学技術・学術情報流通と研究情報の受発信環境は、web を情報基盤としてここ 20 年ほどで大きく変わってきた。研究成果の発信も、冊子メディアを通じた公開から web ベースでの公開に移行し、限界費用が劇的に小さくなることで、研究情報のオープン化をもたらした。現在は、いわゆる研究論文や学術ジャーナルのオープン化だけでなく、研究データを含む研究成果のオープン化について、グローバルな視点で研究者コミュニティと政策双方で検討が続けられている^{1,2)}。

一方、オープン化の便益を享受するのは研究者同士だけではない。web 上で研究情報をオープンにし誰でもアクセスできるようにし、再利用もしやすくなる環境が整うことで、一般市民が興味さえ持てば研究情報に容易にアクセスして利活用することが可能になり、より広範囲の人々が研究へ参画することを容易にした。

本レポートでは、web の情報流通基盤が生み出したオープンサイエンスの文脈からシチズンサイエンス（市民科学）を捉え直し、科学研究と科学者の新しいスタイル及び、市民とのかかわりについて考察を加える。

2 再注目を浴びるシチズンサイエンス(市民科学)

シチズンサイエンス(市民科学)とは、Oxford English Dictionaryによると、「一般の人々によって行われる科学であり、職業的な科学者や研究機関と協調して行われることが多い。」とされる³⁾。この定義のとおり、本来シチズンサイエンスはwebの情報流通基盤に依拠するものではなく、天文学における彗星発見や鳥類学における鳥類観察活動に象徴される、アマチュアの専門家による科学研究が長く続いてきた。この活動がWebを中心としたICT基盤の進展とともに大きく変わっている。オンラインネットワークやデジタルツールを活用して科学研究の過程で得られたデータをオープンに共有し、研究をより効率よく発展させようとする試みが増えている^{4,5)}。また、概念的にはクラウド(crowd)ソー

シングと同じく、多数の自発的な協力者が、お互いの素性を知らないまま、科学の問題を解決することを目指している。

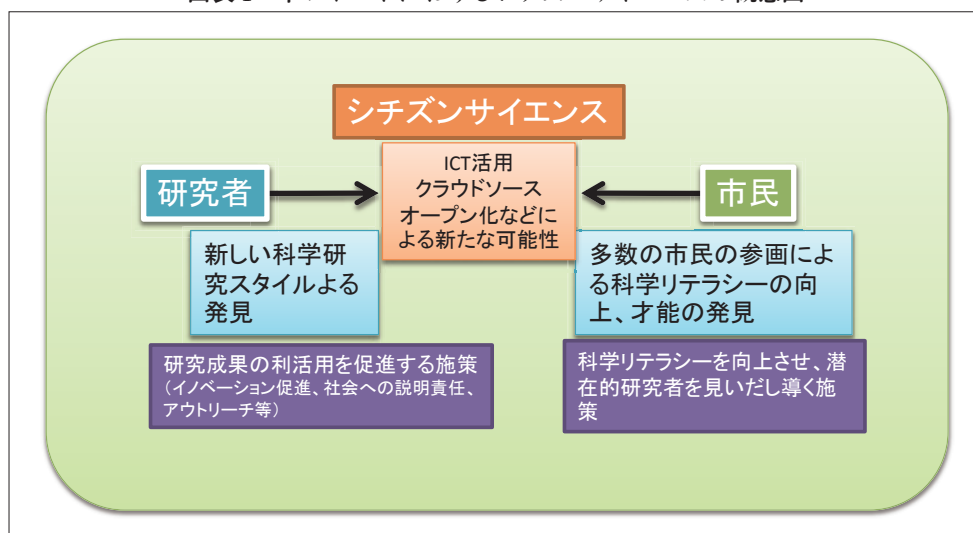
シチズンサイエンスがもたらす成果としては、科学研究課題を解き明かして科学を発展させることに加え、学生の科学の理解増進と若手の参入を促す、公共に対して知的好奇心を刺激して科学リテラシーを向上させる、といった点が挙げられる⁶⁾。

3 シチズンサイエンスの幾つかの可能性

3-1 多数の参加者による新しい研究手法と才能のある研究者候補の出現

シチズンサイエンスの例を図表2に示す。

図表1 本レポートにおけるシチズンサイエンスの概念図



図表2 シチズンサイエンスに関連した活動例⁷⁾

プロジェクト名	概要	URL
eBird	渡り鳥などの鳥の生態、移動を市民で観察し報告	http://ebird.org/content/ebird/
Polymath Project	数学の課題を集合知で解き明かす	http://polymathprojects.org/
Galaxy Zoo	銀河の渦の右巻き左巻きを市民で判定(後に新しい銀河発見につながる)	http://www.galaxyzoo.org/
SETI@home	電波望遠鏡のデータを多数のPCで解析し、地球外知性の探索(SETI)を行う科学実験	http://setiathome.ssl.berkeley.edu/
Space Warps	重力レンズ効果が現れている天体図の判定を市民で行う(Kavli IPMU)	http://www.ipmu.jp/ja/node/1570
Cancer Research UK	腫瘍のデータベースの解析を大人数で行う	http://www.cancerresearchuk.org/support-us/
Backyard Biofuels	バイオ燃料になりうる植物を探す	http://www.backyardbiofuels.org/

(SCISTARTERにおける例示に日本の事例Space Warpsを追加)

ここで注目すべき点は、いわゆる従来からあったシチズンサイエンスの活動を効率化し加速させるだけでなく、さらに、新しい研究スタイルとして、これまで解けない研究課題に挑戦していることである。また、多くの市民が参画する研究において、知識の活用やリーダーシップを発揮するなどして、飛び抜けた才能を発揮する者が現れることがある点が重要である。このような自発的な欲求で研究に参画し、コミュニティの中で際立つ市民は研究者のポテンシャルが高いと思われる。さらに、Polymath Project など、活動によってはシチズンサイエンスを支えるオープンなプラットフォームが透明性の高い履歴情報を保持することで、誰が何の貢献をしたかが分かるようになっている点も興味深い。

3-2 「野生」の研究者

一方、多数のクラウドソースではなく、また、いわゆる「アカデミア」の中にもいない研究者が生まれていることも注目に値する。生物学のジャンルにおいては「バイオハッカー」と呼ばれる、オープンな情報を用いて、また、知を共有しながら研究を進める研究者の存在が増しているとされる⁸⁾。このような研究スタイルにおいては公的資金を必ずしも意識することはなく、時にはクラウドファンディングを利用して、市民にその研究意義をアピールして研究費を獲得する例も出始めている。あるいは、自己資金で研究を行う研究者、例えば、ICT スキルを持つ人物がデータベースやシステムの開発・管理運営等で資金を稼ぎ、その資金を研究費に充てて活動する例も出始めた。あるいは、ニコニコ学会 β においては、「野生」の研究者の活動に焦点をあてた活動を続けており、「プロ・アマという区分を無視し、生き方としての研究者を選んでいて人を『野生の研究者』と呼ぶことにした。」としている⁹⁾。

3-3 科学と社会をつなぐシチズンサイエンスと科学技術のアセスメント

シチズンサイエンスは構造的に市民の科学リテラシーを向上させ、科学者と市民の相互理解が進む。米国ではさらに科学技術のアセスメントにも応用している例がある。2010年に始まった The Expert and Citizen Assessment of Science and Technology (ECAST) と呼ばれる活動においては、専門家と市民、そして非アカデミアの専門家

(Informal Science Education) が協同で科学技術課題の設定やアセスメントに関する議論をオープンに行い、その成果を政策決定者やメディアに共有することをうたっている。このような活動により、専門家と市民の相互理解がこれまでにない形で政策レベルにまで影響を与える可能性を持ち始めた¹⁰⁾。

あるいは、当研究所科学技術動向研究センターで行っている科学技術予測調査¹¹⁾においても、科学技術のアセスメントは重要な観点であり、社会課題の設定や技術課題の波及効果の把握に関して、広く一般市民の参画を促すなど、シチズンサイエンスの一環として捉えられる手法も検討されている。

4 シチズンサイエンスを前提とした科学技術政策作りに向けて

4-1 シチズンサイエンスを促す環境作り

日本においても、科学コミュニケーション等、科学リテラシーの向上理解増進に関連する活動はかつてより行われてきた。その上で、オープンサイエンスのパラダイムとシチズンサイエンスがもたらす可能性を改めて認識し、市民の自発的な科学研究への好奇心を促し、集約して研究活動につなげる仕組み作りが求められる。その際には、一律ではない、シチズンサイエンスが適応する領域や研究課題、及び体制において素早いスタートアップが支援できることが望ましい⁷⁾。さらに、ECAST の例示で述べた、専門家と市民の相互理解を政策に反映させるための仕組みについては、パブリックエンゲージメントの観点を加えたより包括的な議論が期待される。

4-2 新しい研究スタイルや研究者のキャリアパスの認識

シチズンサイエンスにおいては、新しい研究スタイルによる研究課題解決の可能性と、研究者候補を生み出す新しいキャリアパス創出の可能性を持つ。これらを念頭においた研究・研究者支援体制作りも求められる。先に述べた「野生」の研究者の中には、大学の非常勤研究員等のアカデミアの肩書を得て、公的資金を得る例も出ている。日本学術振興会の科学研究費においては、既に「奨励研究」のカテゴリーにて非アカデミア向けの研究費支援を行っている。この枠組みの拡張など、自発的に活動する研究者を

アカデミアに導く支援も検討に値する。

なお、このような新しい研究スタイル、新しいキャリアパスの可能性は付加的なものであり、従来のアカデミアでの研究スタイルやキャリアパスの重要性は変わらない。

4-3 地方創生としての シチズンサイエンス

見方を多少変えて、地域性を考慮したシチズンサイエンスも検討に値する。例えば、革新的イノベーション創出プログラム (COI STREAM) のトライアルとして、北海道大学が「食と健康の達人」のテーマにて採択されており¹²⁾、筑波大学及び食、健康、情報分野の33の企業・機関と連携して、セルフケアシステムによる健康統合サービスの実現を目指している。このような地域と住民に深く根ざしたプログラムにおいては市民の科学への参画のモチベーションは非常に高まり、シチズンサイエンスの観点からの成果も期待され、また、科学技術のアセスメントを議論する良いプラットフォームになりうる。

5 おわりに

科学リテラシーや研究者キャリアパスの新たな潮流について考えていく上で、本来は教育との関係についての議論は避けられない。しかしながら、オープンサイエンスが教育に与える波及効果は非常に大きく、シチズンサイエンスの枠組みだけで議論することは難しいため、本レポートではあえて割愛した。動向を見ながら別途論考の機会をうかがいたい。

その一方、第5期科学技術基本計画の策定に向けて、内閣府においても、オープンサイエンスに関する検討が行われ、筆者も委員の一人として参画し、研究成果の利活用を促進し科学研究の飛躍を目指すことが望ましいとする報告書が作成・公表された¹³⁾。研究データや研究成果の様々な利活用の一つの形として、シチズンサイエンスが果たす役割と可能性にも期待したい。

参考文献

- 1) 村山泰啓, 林和弘, オープンサイエンスをめぐる新しい潮流 (その 1) 科学技術・学術情報共有の枠組みの国際動向と研究のオープンデータ, 科学技術動向, 2014, 146, p.12-17 : <http://hdl.handle.net/11035/2972>
- 2) 村山泰啓, 林和弘, オープンサイエンスをめぐる新しい潮流 (その 2) オープンデータのためのデータ保存・管理体制, 科学技術動向, 2014, 147, p.16-22 : <http://hdl.handle.net/11035/2990>
- 3) "Oxford English Dictionary". Oxford English Dictionary. : <http://www.oed.com/view/Entry/33513>
- 4) マイケル・ニールセン, オープンサイエンス革命, 紀伊國屋書店, 2013.
- 5) 宮入暢子, オープンサイエンスと科学データの可能性, 情報管理, 2014, Vol. 57, no. 2, p. 80-89. : <http://dx.doi.org/10.1241/johokanri.57.80>
- 6) NSF リサーチダイアログ シチズンサイエンス 米国大使館 : <https://ssh.jst.go.jp/information/show/398.html>
- 7) SCISTARTER : <http://scistarter.com/>
- 8) 第3回 SPARC Japan セミナー 2014 (オープンアクセス・サミット 2014 第1部) 「「オープン世代」の Science」 : <http://www.nii.ac.jp/sparc/event/2014/20141021.html>
- 9) 江渡浩一郎, ニコニコ学会 β を研究してみた, 河出書房新社, (2012)
- 10) Expert & Citizen Assessment of Science & Technology : <http://ecastnetwork.org/>
- 11) NISTEP 科学技術予測調査 : <http://www.nistep.go.jp/research/science-and-technology-foresight-and-science-and-technology-trends>
- 12) センターオブイノベーション (COI) プログラム : 『食と健康の達人』 拠点 : <https://www.fmi.hokudai.ac.jp/coi/>
- 13) 内閣府「国際的動向を踏まえたオープンサイエンスに関する検討会」報告書 : 我が国におけるオープンサイエンス推進のあり方について ～サイエンスの新たな飛躍の時代の幕開け～ : <http://www8.cao.go.jp/cstp/sonota/openscience/index.html>

..... 執筆者プロフィール



林 和弘

科学技術動向研究センター 上席研究官

専門は学術情報流通。1990年代後半より日本化学会英文誌の電子化と事業化に取り組み、オープンアクセスにも対応した。電子ジャーナルから発展する研究者コミュニケーションの将来と、学会、図書館、大学の変革およびオープンサイエンスに興味を持つ。

IPCC第5次評価報告書と今後の展開

梅沢 加寿夫

概要

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第5次評価報告書によると、地球温暖化には疑いの余地はなく、20世紀中盤以降の変化は温室効果ガス排出などの人間活動の影響が支配的な原因である可能性が極めて高い。本報告書は地球温暖化に関する世界中の専門家の知見を集約したものであるため、国際政治及び各国の政策にも強い影響を与えており、本報告書の公表後に開催された国連気候変動枠組条約第20回締約国会議でも、本報告書の内容を基に今後の温暖化対策をどう進めていくかが議論された。

国際調整の現場がますます困難の様相を呈している中、我が国の利益を守りつつ合意を確実に得るためには、各国の納得が得られるような、全球のシステムティックな観測の継続や、IPCCの研究活動を支援する、より信頼度の高い気候モデルがますます重要になるであろう。その重要性は、本報告書の公表後に開催された第41回「科学および技術の助言に関する補助機関」会合でも再確認されている。

キーワード：IPCC, AR5, 地球温暖化, シナリオ

1 はじめに

気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change：IPCC）は1988年に世界気象機関（World Meteorological Organization：WMO）と国際連合環境計画（United Nations Environment Programme：UNEP）により設立された組織であり、人為起源の気候変化とその影響や対策を、科学的、技術的、社会経済学的な観点から評価することを目的とする。

2015年3月、IPCCの第5次評価報告書（Fifth Assessment Report：AR5）統合報告書の完成版¹⁾が公表された。2013年の9月に第1作業部会の報告書が公表されて以来、これでAR5の全てがそろったことになる。2014年12月に開催された国連気候変動枠組条約（United Nations Framework Convention on Climate Change：UNFCCC）に基づく、第20回締約国会議（Conference of the Parties 20：COP-20）では、本報告書の内容を基に今後の温

暖化対策をどう進めていくかが議論された。このような場での議論は、主に報告書全体を40ページ程度にまとめた政策決定者向けの要約（Summary for policymakers：SPM）を基になされているが、報告書そのものをひも解けば、索引の部分を除いても、第1作業部会「自然科学的根拠」、第2作業部会「影響・適応・脆弱性」、第3作業部会「気候変動の緩和」の報告書全体を合わせると5,000ページ近くにもなる。

本稿では、SPMには記載されなかった指摘事項も考慮しながら、将来予測に用いたシナリオを軸に、報告書全体について、それが公表された後の議論も含めて紹介し、今後の我が国のあるべき貢献について展望する。

図表 1 AR5 のポイントと主要なメッセージ

第 1 作業部会	(自然科学的根拠) 気候システム及び気候変化についての評価を行う。
	<ul style="list-style-type: none"> ● 気候システムの温暖化には疑う余地はない。 ● 人間の影響が 20 世紀半ば以降に観測された温暖化の支配的な要因であった可能性が極めて高い。 ● 今世紀末までの世界平均気温の変化は 20 世紀末頃と比べて 0.3～4.8℃の範囲に、海面水位の上昇は 0.26～0.82m の範囲に入る可能性が高い。 ● 気候変動を抑制するには、温室効果ガス排出量の大幅かつ持続的な削減が必要である。 ● CO₂ の累積総排出量とそれに対する世界平均地上気温の応答は、ほぼ比例関係にある。
第 2 作業部会	(影響・適応・脆弱性) 生態系、社会・経済等の各分野における影響及び適応策についての評価を行う。
	<ul style="list-style-type: none"> ● ここ数十年、気候変動は、全ての大陸と海洋にわたり、自然及び人間システムに影響を与えている。 ● 適応は一部の計画立案過程に組み込まれつつあるが、実施されている対応はより限定的である。 ● 気候システムに対する危険な人為的干渉に関連する潜在的に深刻な影響の可能性として、海面水位の上昇や極端な気象現象を含む 5 つの包括的な懸念材料と 8 つの主要なリスクが挙げられた。 ● 適応は、場所や状況によって異なり、あらゆる状況にわたって適切な単一のリスク低減手法は存在しない。
第 3 作業部会	(気候変動緩和) 気候変化に対する対策(緩和策)についての評価を行う。
	<ul style="list-style-type: none"> ● 人為起源の温室効果ガス排出量は、特に最近 10 年間に大幅に増加。累積 CO₂ 排出量の約半分は過去 40 年間に排出されており、現状を上回る努力がなければ、2100 年の世界平均気温は産業革命以前から 3.7～4.8℃上昇。 ● 2100 年時点の温室効果ガス濃度を基準に、緩和シナリオ(経路)を分類。カテゴリーごとに、気温変化が 1.5、2、3、4℃未満に維持される可能性を記載。 <ul style="list-style-type: none"> ■ 2100 年の CO₂ 換算濃度が約 450ppm となるシナリオ(2℃未満に抑える「可能性が高い」)では、2050 年の温室効果ガス排出量は 2010 年比 40～70%減、2100 年にはほぼゼロ～それ以下となり、急速な省エネに加え、低炭素エネルギーの割合が 2050 年までに 2010 年の 3～4 倍近くまで増加。 ■ 2100 年の CO₂ 換算濃度が約 450ppm となるシナリオは、今世紀中のピーク濃度が一時的に 2100 年の濃度を超えるオーバーシュートシナリオが典型的で、大気中の CO₂ を除去する技術に依存する。しかし、このような技術は、多かれ少なかれ、課題・リスクを抱えている。 ■ カンクン合意に基づく 2020 年の推定排出量は 2100 年における濃度の低いシナリオ(約 450～500ppm)を費用効果的に達成する経路から外れているが、2℃抑制の可能性を排除するものではない。 ■ 450～500ppm シナリオでは、エネルギーセキュリティ、大気汚染対策のコスト削減等のコベネフィット(副次効果)をもたらす。ただし、負の副次効果を伴う可能性もある。

出典：参考文献 2～4 を基に科学技術動向研究センターにて作成

2 IPCC 第 5 次評価報告書 (AR5) の概要

AR5 のポイントと主要なメッセージを図表 1 に示す。ここに示されているとおり、人類起源の温室効果ガス増大による地球温暖化が確実にになったという点でいえば、AR5 は 2007 年に公表された第 4

次評価報告書 (AR4) と基本的に言っていることに変わりはない。AR4 以降も世界全体の排出量は増加し続けており、温暖化の影響で海面の上昇や集中豪雨のような極端な気象現象のリスクが増大しているというのは、AR4 の公表後にとられた排出量削減に向けた対策があまり機能していないという事実を含むので、対策はこれまで以上に急務であるにとらえるべきであろう。

3 AR4でのSRESシナリオとAR5でのRCPシナリオの比較

IPCCにおける地球環境の将来予測には、シナリオ検討と気候モデルによるコンピュータ・シミュレーションという手法がとられている。ここでは、AR4で用いられたシナリオとAR5で用いられたシナリオの違いに着目してみたい。

AR4では排出シナリオに関する特別報告書 (Special Report on Emission Scenarios : SRES)⁵⁾ によるシナリオが用いられた (図表2)。このシナリオは将来の状況を、経済重視か環境重視かという軸と、国際化か地域化かという軸で規定する形で作られている (図表3)。しかし、これではシナリオに

元々含まれている状況以外に政策主導的な排出削減が考慮されないという課題があった。

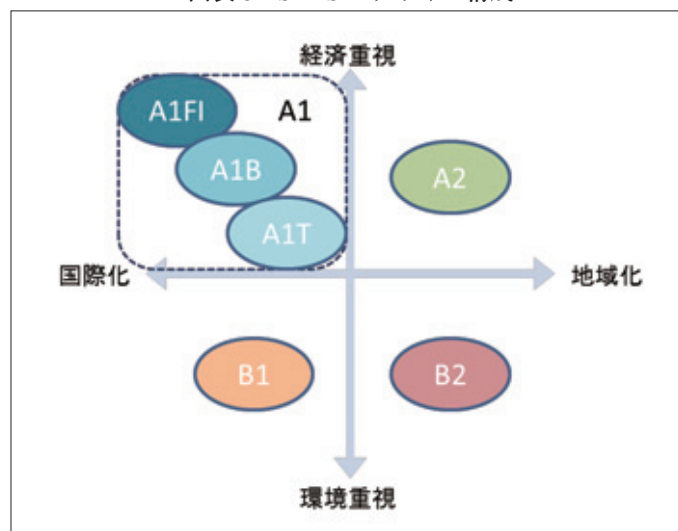
これに対し、AR5では放射強制力の将来の安定化レベルとそこに至る代表的な経路として定義されている代表的濃度経路 (Representative Concentration Pathways : RCP) シナリオが用いられた (図表4)。放射強制力は、IPCC 第1次評価報告書で「対流圏の上端 (圏界面) における平均的な正味の放射の変化」と定義されており、正の放射強制力が温暖化を、負の放射強制力が寒冷化を起こす。こうして複数の経路でそれぞれの将来の気候を予測することにより、対応する放射強制力を実現するための様々な社会経済シナリオを想定できるので、例えば「気温上昇を2℃に抑えるためには…」といった政策検討が可能になる (図表5)。

図表2 SRESシナリオの定義

A1FI	地域間格差の大幅な縮小を伴う高度経済成長が続き、世界人口が21世紀半ばにピークに達した後に減少し、新しく効率の高い技術が急速に導入される未来社会。どのエネルギー源を重視するかで3つに分かれ、A1FIは化石エネルギー源重視、A1Tは非化石エネルギー源重視、A1Bは全てのエネルギー源のバランス重視を表している。
A1B	
A1T	
A2	独立独行と地域独自性を保持する未来社会。出生パターンの地域間収斂は非常に穏やかで人口増加が続き、地域主導の経済開発は他のシナリオに比べて散在的で穏やか。
B1	人口推移はA1と同様で、地域間格差が縮小した未来社会。物資に重点を置く度合いは減少し、クリーンで省資源の技術が導入される。サービス及び情報経済に向かった経済構造の急速な変化を伴う。経済、社会及び環境の持続可能性向上のための地球規模の問題解決に重点が置かれる。
B2	経済・社会及び環境の持続可能性向上のための、地域の問題解決に重点が置かれる未来社会。人口はA2よりは穏やかに増加を続け、経済発展は中間的なレベルにとどまり、多様な技術変化を伴う。

出典：参考文献6を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表3 SRESシナリオの構成



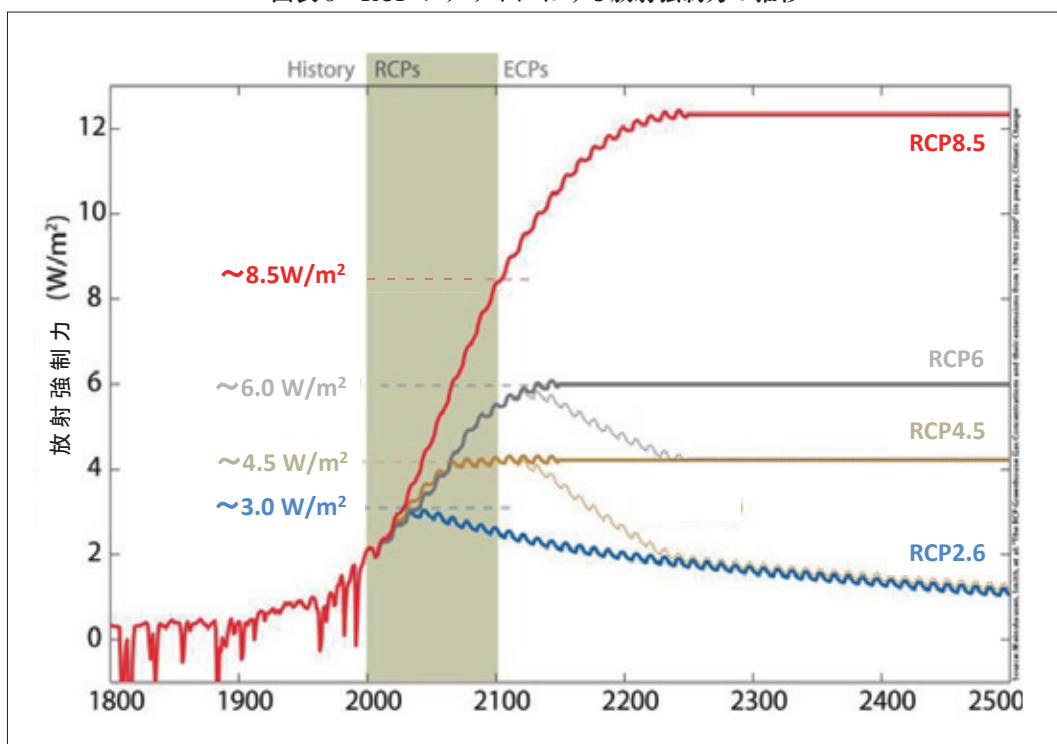
出典：参考文献7を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表 4 RCP シナリオの定義

RCP2.6 (RCP3-PD) (低位安定化シナリオ)	2100 年までに放射強制力のピークを迎えて、その後に減少する。 (2100 年時点での放射強制力が約 2.6W/m^2)
RCP4.5 (中位安定化シナリオ)	2100 年以降に放射強制力が中位で安定化する。 (2100 年時点での放射強制力が約 4.5W/m^2)
RCP6 (高位安定化シナリオ)	2100 年以降に放射強制力が高位で安定化する。 (2100 年時点での放射強制力が約 6.0W/m^2)
RCP8.5 (高位参照シナリオ)	2100 年以降も放射強制力の上昇が続く。 (2100 年時点での放射強制力が約 8.5W/m^2)

出典：参考文献 8 を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表 5 RCP シナリオにおける放射強制力の推移



出典：参考文献 9 を基に科学技術動向研究センターにて作成

AR5 では、AR4 と比較して、過去の気候変動を評価するために、より詳細でより長期間の観測データが使用され、また将来予測に用いる気候モデルも改良されている。また、エアロゾルの放射強制力は、従来よりも正味の冷却効果（負の放射強制力）が弱いことが示されている。さらに、RCP シナリオが濃度経路として定義されているため、大気中の CO_2 濃度に影響を与える炭素循環の不確実性は考慮しなくて済む。

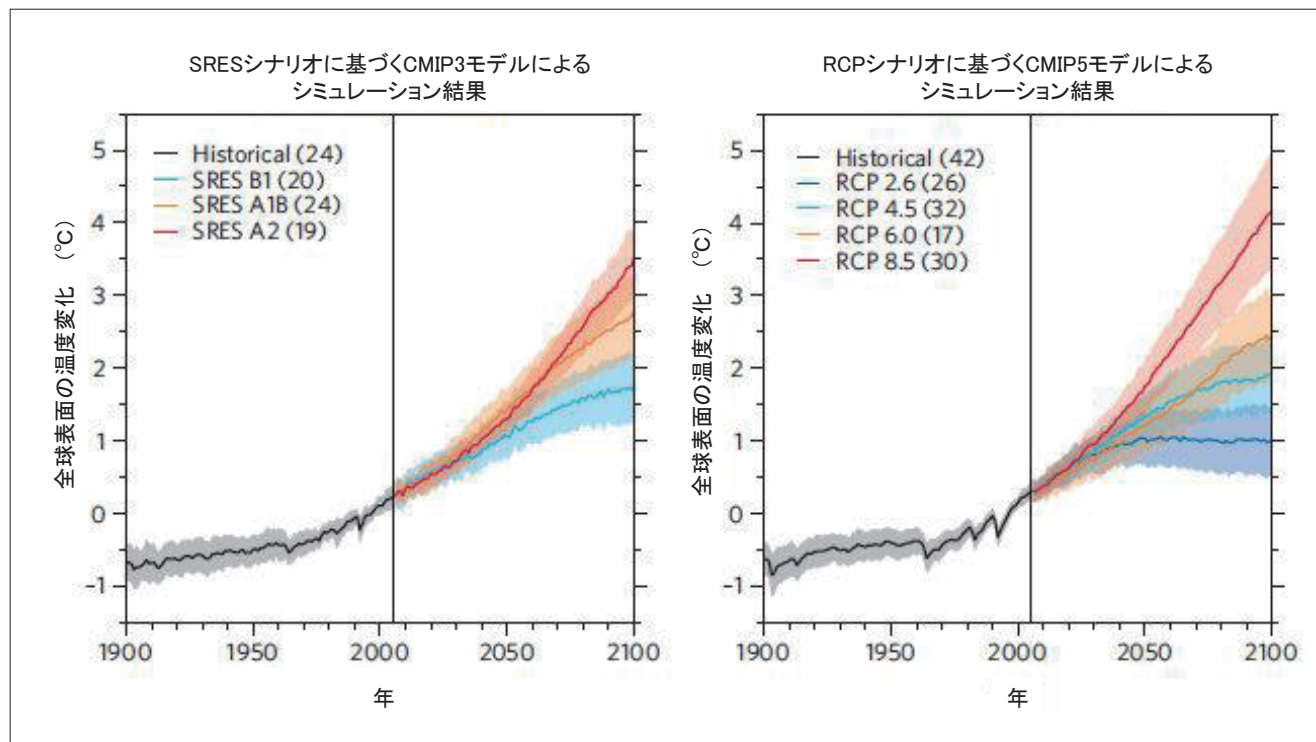
AR4 及び AR5 における気温上昇のシミュレーション結果を図表 6 に示す¹⁰⁾。AR5 の RCP シナリオに基づく気候変動予測は、AR4 の SRES シナリオに基づくものと変化のパターンや大きさの両方におい

て類似している。AR5 では、さらに気候システムの多要素が改善されたシミュレーション結果に基づき、検出された変化が AR4 より多くの要素について人類起源の温室効果ガスに起因することが示された。

4 AR5 で注目すべき点

AR5 の IPCC 第 3 作業部会報告書では、第 1 作業部会で用いられた RCP シナリオとは別に、約 1,200 のシナリオが収集・検討された。

図表6 AR4及びAR5における気温上昇のシミュレーション結果



出典：参考文献 10 を基に科学技術動向研究センターにて作成

RCP シナリオと比較すると、検討されたシナリオのうち、2100 年の RCP2.6 は 450ppm CO₂ 換算シナリオに相当する (図表 7)。産業革命以来の地球温暖化を 2℃ 以下に抑制する確率が高いシナリオということで、2℃ シナリオなどとも呼ばれる。AR5 ではこの 2℃ シナリオが大きく取り上げられており、温暖化による影響やリスクを最低限に抑えるための唯一のシナリオとも読める。

2℃ 以下に抑制するためには、温室効果ガスの排出を世界全体で、2050 年までに、2010 年時点に比べて 40～70% 削減することが必要になる。このためには、再生可能エネルギー、原子力、CO₂ の回収貯留 (Carbon dioxide Capture and Storage: CCS) の合計による低排出エネルギーの供給の割合を、2010 年時点の 3～4 倍としなければならない。このようなシナリオの実現には、国際社会による一致団結した排出削減とそれを可能とする技術の革新や普及が必須である。しかし、現実には温室効果ガスの排出規制について先進国と新興国の対立が続き、AR4 以降も世界全体の排出量は増加し続けている。

図表 8 は、所得区分の CO₂ 排出量を示している。これを見ると、高所得の先進国 (High-income Countries: HIC) との差は依然としてあるものの、例えば中国のような高中位所得の新興国 (Upper Middle-income Countries: UMC) の排出量が急増していることが分かる。

一方で、排出削減に向けた取組である京都議定

書やクリーン開発メカニズム (Clean Development Mechanism: CDM) については、必ずしも効果があつたとは言えないと評価されている¹²⁾。

排出削減技術についても十分とは言えない。再生エネルギーは不安定かつ高価であり、CCS は一部で技術開発が進んでいるものの普及には至っていない。原子力発電については 2011 年以降、世界中で規模が縮小されている。

AR5 の公表後、2014 年 12 月にリマで開催された COP-20 では「気候行動のためのリマ声明」が採択されたが、中身は 2015 年の COP-21 に先立って提出を招請されている約束草案に含めるべき事項の決定にとどまった。先進国と新興国が対立する「共通だが差異ある責任」と「応能負担原則」をどうとらえ、どう制度に反映させるかは、今後の課題として残ったままである。

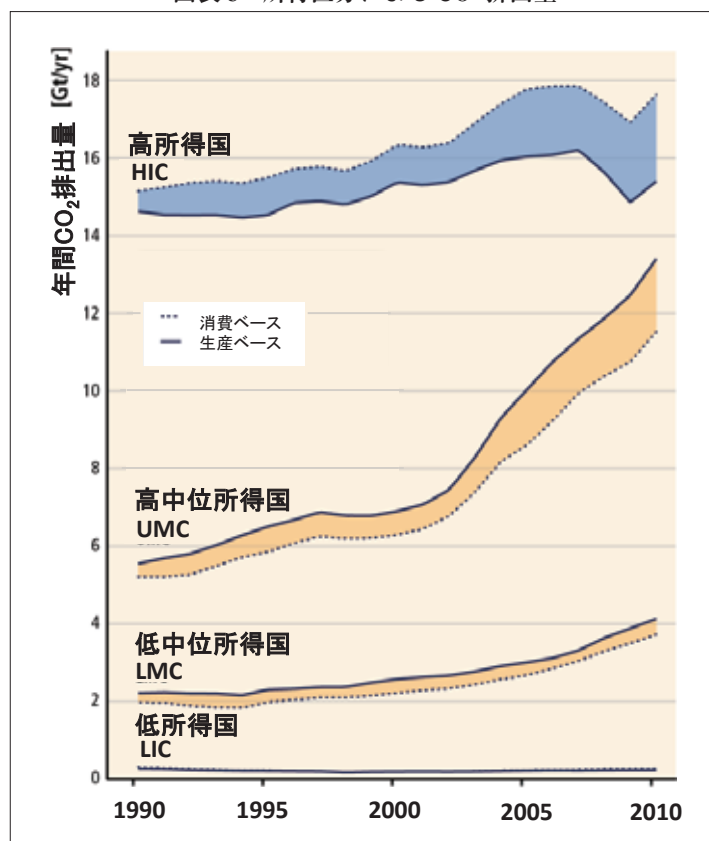
5 IPCC における研究とシステムティックな全球観測継続の重要性

地球温暖化の議論に関してますます困難の様相を呈している国際調整の現場で、我が国の利益を守りつつ合意を確実に得るためには、各国の納得が得られるような観測データと、より信頼度の高い気候モデルがますます重要になる。

図表7 第5次評価報告書第3作業部会で集められ、評価されたシナリオの主な特徴

2100年のCO ₂ 換算濃度 ⁶ 区分ラベル (濃度幅)	細区分	RCP シナリオの 相対的位置 ⁴	2010年比のCO ₂ 換算 排出量変化 (%) ³		21世紀に特定の温度水準未満に留まる可能性 (1850-1900年平均比) ^{4,5}				
			2050年	2100年	1.5℃	2℃	3℃	4℃	
< 430	430ppmCO ₂ 換算未満では限られた数のモデルしか研究されていない								
450 (430 – 480)	全体幅 ^{1,7}	RCP2.6	-72 ~ -41	-118 ~ -78	どちらか と言えば 可能性が 低い	可能性が 高い	可能性が 高い	可能性が 高い	
500 (480 – 530)	530ppm CO ₂ 換算の オーバーシュート無		-57 ~ -42	-107 ~ -73	可能性が 低い	どちらか と言えば 高い			可能性が 高い
	530ppm CO ₂ 換算の オーバーシュート		-55 ~ -25	-114 ~ -90		どちらも 同程度			
550 (530 – 580)	580ppm CO ₂ 換算の オーバーシュート無		-47 ~ -19	-81 ~ -59		可能性が 低い ⁹			どちらか と言えば 可能性が 低い
	580ppm CO ₂ 換算の オーバーシュート		-16 ~ 7	-183 ~ -86					
(580 – 650)	全体幅	RCP4.5	-38 ~ 24	-134 ~ -50	可能性が 低い ⁸	可能性が 低い	どちらか と言えば 高い		
(650 – 720)	全体幅		-11 ~ 17	-54 ~ -21		可能性が 低い	どちらか と言えば 可能性が 低い		
(720 – 1000) ²	全体幅	RCP6.0	18 ~ 54	-7 ~ 72	可能性が 低い ⁸	可能性が 低い	どちらか と言えば 可能性が 低い	どちらか と言えば 可能性が 低い	
>1000 ²	全体幅	RCP8.5	52 ~ 95	74 ~ 178		可能性が 低い ⁸	可能性が 低い		

出典：参考文献8を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表8 所得区分によるCO₂排出量

出典：参考文献11を基に科学技術動向研究センターにて作成

AR5の公表後、COP-20と同時期に開催された第41回「科学および技術の助言に関する補助機関」(forty-first session of the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice: SBSTA-41)会合においては、IPCCにおける研究やシステムティックな全球観測継続の重要性が再確認¹³⁾された。

特に宇宙からのシステムティックな全球観測の継続には、定常的な気象観測を行う気象衛星群と、それを継続的にグレードアップしていくための研究開発を主目的とした地球観測衛星群を、1つの観測システムとして有機的に相互に利用する体制を整えることが重要となる。したがって、今回実現が報告された気象衛星による定常観測を担う気象衛星調整会議(Coordination Group for Meteorological Satellites: CGMS)と、主に研究開発衛星の開発と運用を担う地球観測衛星委員会(Committee on Earth Observation Satellites: CEOS)の協働は大きな意味を持つ。

6 日本の貢献と今後への期待

IPCC第1作業部会におけるシミュレーションの根幹をなす第5期結合モデル相互比較計画(Coupled Model Intercomparison Project phase 5: CMIP5)には日本の気候モデルも複数参画しており、気象研究所の気候モデルや、東京大学、国立環境研究所、海洋研究開発機構による大気・海

洋・陸面の結合モデル(Model for Interdisciplinary Research on Climate: MIROC)、全球雲解像モデル(Nonhydrostatic ICosahedral Atmospheric Model: NICAM)が名を連ねている¹⁴⁾。日本国内の気候モデルデータは、文部科学省によるデータ統合・解析システム(Data Integration and Analysis System: DIAS)に集約され、DIASがCMIP5のデータノードとして国際的なデータ配信体制の一翼を担った。

一方、2009年1月に打ち上げた日本の温室効果ガス観測衛星「いぶき」(Greenhouse gases Observing SATellite: GOSAT)は世界で初めて宇宙から観測した全球のCO₂とメタンの濃度分布データを提供した。また、先に述べたシステムティックな全球観測に貢献する日本の地球観測衛星には、「いぶき」のほか、2012年5月に打ち上げた水循環変動観測衛星「しずく」(Global Change Observation Mission: GCOM-W)や2014年2月に打ち上げた全球降雨観測計画(Global Precipitation Measurement: GPM)の主衛星、2016年度に打上げ予定の気候変動観測衛星(GCOM-C)なども含まれる。

現在はDIASの今後が議論されるとともに、GOSAT-2も開発が進んでいる。GCOMやGPMに関しても、今後の観測継続が重要なのは言うまでもない。

IPCCは今後も5~7年おきに評価報告書を公表していく計画であり、次のプロセスは2015年10月に予定されている新しい事務局と議長を選出によって開始される見込み¹⁵⁾である。我が国もこれまで以上に温暖化問題の解決に向けた研究開発の推進に邁進することが重要であろう。

参考文献

- 1) IPCC Press Release on 18 March 2015: IPCC launches complete Synthesis Report : http://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/ar5/150318_SYR_final_publication_pr.pdf
- 2) IPCC 第5次評価報告書—第1作業部会(自然科学的根拠)【2014年12月改訂】: http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_wg1_overview_presentation.pdf
- 3) IPCC 第5次評価報告書—第2作業部会(影響・適応・脆弱性)【2014年12月改訂】: http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_wg2_overview_presentation.pdf
- 4) IPCC 第5次評価報告書—第3作業部会(気候変動の緩和)【2015年4月改訂】: http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_wg3_overview_presentation.pdf
- 5) Emissions Scenarios : <http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=12>
- 6) 異常気象レポート2014(気象庁): http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/climate_change/2014/pdf/2014_2-1.pdf
- 7) SRESシナリオ: http://www.dir.co.jp/research/report/esg/keyword/20130611_007299.html
- 8) IPCC 第5次評価報告書—統合報告書—「政策決定者向け要約」文部科学省、経済産業省、気象庁、環境省による確定訳(2015年3月31日公表: http://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_syr_spmj.pdf)
- 9) The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300 :

- <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10584-011-0156-z>
- 10) Robustness and uncertainties in the new CMIP5 climate model projections, Reto Knutti, Jan Sedláček, Nature Climate Change 3, 369–373 (2013) : <http://www.nature.com/nclimate/journal/v3/n4/full/nclimate1716.html>
 - 11) IPCC Fifth Assessment Report (AR5) : <http://www.ipcc.ch/report/ar5/>
 - 12) 杉山大志、「IPCC 第5次評価第3部会報告書の解説（速報）」、電力中央研究所ディスカッションペーパー、SERC14001 : <http://criepi.denken.or.jp/jp/serc/discussion/download/14001dp.pdf>
 - 13) Progress report by the Committee on Earth Observation Satellites (CEOS) and the Coordination Group for Meteorological Satellites (CGMS) on a coordinated response to UNFCCC needs for global observations : <http://unfccc.int/resource/docs/2014/smsn/igo/173.pdf>
 - 14) CMIP5 - Data Access - Availability : <http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/availability.html>
 - 15) IPCC Press Release on 27 February 2015: IPCC takes decisions on future work : http://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/p41/P41_closing_press_release.pdf
 - 16) JCCCA IPCC 第5次評価報告書特設ページ : <http://www.jccca.org/ipcc/ar5/schedule.html>
 - 17) (概要版) IPCC 最新報告および国際的な最新のシナリオ分析動向を踏まえた長期の温室効果ガス排出削減パスと中期の排出削減分担の分析 : http://www.rite.or.jp/Japanese/labo/sysken/about-global-warming/download-data/Midandlongterm_Energy_CO2_Economicsanalysis_outline20140411.pdf
 - 18) 河野健、「社会基盤情報の提供に向けた地球温暖化予測モデルの高信頼性化」、科学技術動向 2012 年 11 月、No.132、p.11-18 : <http://hdl.handle.net/11035/2328>
 - 19) 有村俊英 et al、「排出量取引を利用した二酸化炭素回収・貯留技術の促進について」、科学技術動向 2011 年 3 月、No.120、p.20-32 : <http://hdl.handle.net/11035/2224>
 - 20) GCOM-C の意義と早期打ち上げの必要性について : http://www.eorc.jaxa.jp/event/2007/gcom/ev070817_01.pdf

..... 執筆者プロフィール



梅沢 加寿夫

科学技術動向研究センター 特別研究員

宇宙航空研究開発機構（JAXA）にて、主に地球観測衛星ミッション関連の研究開発や国際調整に長く携わる。現在は世界の宇宙利用に関する将来動向の調査と分析を担当。

予算案を通してみる 米国の科学技術政策動向 —独英の基本政策文書との比較—

遠藤 悟

概 要

米国大統領による毎年度の予算案は、科学技術に関する行政面の基本文書と呼べるものがない米国において、その時々政権の科学技術政策の方向性を知る上で貴重な資料である。2015年2月に発表された2016年度大統領予算案においては、主要な科学技術政策として、基礎研究・学術研究、イノベーションの触発、医学研究、雇用・製造業、エネルギー、環境、教育・人材育成、民間部門における研究開発環境等の諸項目が挙げられている。

米国の科学技術政策を、ドイツや英国といった先進諸国の政策と比較することは、我が国における政策の検討にとっても有効と考えられる。ドイツでは2014年に「新ハイテク戦略」が閣議決定され、また、英国では2014年12月に「我々の成長のための計画」が取りまとめられ、関係大臣から議会に提出された。本稿においては、米国の大統領予算案とこれら独英の科学技術政策に関する基本的な文書と比較する。さらに、特に基礎研究・学術研究に焦点を絞る形で、これら基本文書の背景となる諸政策について明らかにしつつ、これら政策と米国の基礎研究・学術研究政策の基本的な差異について検討を加える。

キーワード：米国，大統領予算案，ドイツ，英国，科学技術政策，新ハイテク戦略，我々の成長のための計画

1 はじめに

米国における科学技術政策に関する基本文書としては、競争力強化法であるアメリカ COMPETES 法 (America COMPETES Act. 2007 年に成立し、2011 年に再授權法が成立している) を挙げることができるが、同法には基本的な政策理念は記されているが、多くの条文は具体的な事業実施を規定するもので、一般の政策文書とはその性格が異なる¹⁾。このため、米国の科学技術政策の動向を知る手立てとしては、法律に加え、大統領から発出される様々な政策文書を参照することが有効である。中でも、例年2月に議会に提出される大統領予算案は、その時々政権の政策の方向性を知る上で貴重な資料となっている。このため、本稿においては2015年2月に発表された2016年

度大統領予算案において示された重点的な政策を紹介する。

米国連邦政府の政策は、基礎研究・学術研究の担い手である大学との関係でみると、グラント等の競争的な研究開発資金を通して行うものが中心となっており、大学に対する基盤的資金配分を通じた政策は存在しない。これは米国の大学が公立大学又は私立大学により構成され、その設置について連邦政府は関与しないことによるものであるが、このことが、米国の科学技術政策が例えばドイツや英国といった他の国々のそれと大きく異なる性格であることの背景ともなっている。

本稿においては、米国の大統領予算案に示された重点的な政策を、2014年に発表されたドイツ及び英国の主要な政策文書と比較することにより、米国の科学技術政策の特徴的な点を明らかにする。

2 米国連邦政府の科学技術政策動向－ 2016 年度予算案に示された主要政策

2-1 予算額の概略

大統領予算案における研究開発活動の額は、1,456 億 9,400 万ドルで、前年度の歳出予算法の額に対し、5.5%、76 億 2,500 万ドルの増となっている。主な省・機関の額及び対前年度比増減は図表 1 のとおり、また、各省・機関の額の比率は図表 2 のとおりである²⁾。

2-2 予算案における重点政策

予算案には、連邦政府の省・機関により行われる多様な事業が記載されているが、本稿においては、大統領府の科学技術政策局（Office of Science and Technology: OSTP）から発表された「ファクトシート：大統領 2016 年度予算は米国の未来の研究開発、イノベーション、及び科学・技術・工学・数学教育に投資する（FACT SHEET、President's 2016 Budget Invests in America's Future: R&D, Innovation, and STEM Education）」を手掛かりと

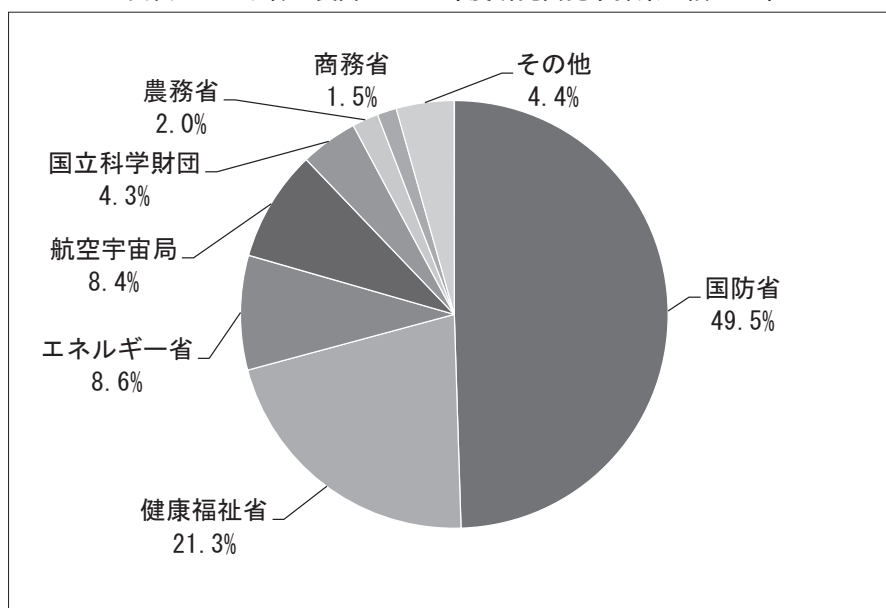
図表 1 主な省・機関の研究開発予算の額

省・機関	2014 年度 (実績)	2015 年度 (予算法)	2016 年度 (予算案)	対前年度 増減
国防省	66,018	67,451	72,121	6.9%
健康福祉省	30,685	30,475	31,040	1.9%
エネルギー省	11,996	11,736	12,597	7.3%
航空宇宙局	11,906	12,145	12,238	0.8%
国立科学財団	5,827	5,999	6,309	5.2%
農務省	2,380	2,446	2,884	17.9%
商務省	1,556	1,526	2,127	39.4%
その他	5,967	6,291	6,378	1.4%
研究開発予算計	136,335	138,069	145,694	5.5%

(単位：100 万ドル)

出典：参考文献 2 を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表 2 主な省・機関の 2016 年度研究開発予算案の額の比率



出典：参考文献 2 を基に科学技術動向研究センターにて作成

してオバマ政権が重視する科学技術政策について分析を加えることとする³⁾。同ファクトシートの各項目においては、「社会に利益をもたらす、未来のビジネスと雇用を創造する変容をもたらす知識の創造に最も直接的に貢献するリソースや分野的を絞る」という基本的な考え方に基づき、基礎研究や教育・人材育成といった基盤の強化に向けた継続性のある政策に加え、抗生物質耐性菌対策、個別

化医療や、国家先進製造戦略計画の提言に基づく事業など、医学研究や雇用・製造業に関する新たな注目すべき政策も示されている。

図表3においては、ファクトシートの各項目について列挙し、簡単な説明を付した。なお、【 】内の語は本稿筆者が加筆したもので、後の章においてドイツ及び英国の基本的な政策文書等との比較を行う際の区分を示したものである。

図表3 2016年度大統領予算案ファクトシートに示された重点的な取組

<p>【基礎研究・学術研究支援】</p> <p>○ 我々の世界水準の科学と研究への関与の継続 (Continuing our commitment to world-class science and research)</p> <p>米国のイノベーションと経済的競争力に必須である先端的な研究開発を継続させるとし、以下を挙げている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ エネルギー省科学局に 53 億ドル以上、国立科学財団 (National Science Foundation: NSF) に 77 億ドル以上、国立標準技術研究所の研究室に 7 億 5,500 万ドルを配分し、これら 3 つの基礎研究予算を 2015 年度より 7 億ドル多い 138 億ドルとする。
<p>【イノベーションの触発】</p> <p>○ イノベーションへの投資 (Investing in innovation)</p> <p>革新的な安全保障能力のために資金配分を行うとして、以下を挙げている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 国防省科学技術プログラムに 123 億ドル、国防高等研究計画局 (Defense Advanced Research Projects Agency: DARPA) に 30 億ドル配分 ・ 大統領の地球とその先のイノベーションと科学的発見に向けた構想に沿って航空宇宙局に 185 億ドルを配分 ・ 未来の産業におけるイノベーションの投資の一つとして、多機関の国家ナノテクノロジーイニシアチブに 15 億ドル配分
<p>【医学研究】</p> <p>○ 米国民の健康の改善 (Improving Americans' health)</p> <p>国立衛生研究所 (National Institutes of Health: NIH) における生物医学研究を支援するため、2015 年に比べ 10 億ドル増の 313 億ドルを配分するとし以下を挙げている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ アルツハイマー、がんの研究等の増、及び多機関の BRAIN イニシアチブの NIH 分として 1 億 3,500 万ドル配分 ・ 健康福祉省機関・国防省・退役軍人省・農務省による抗生物質耐性菌対策に 12 億ドル配分 ・ 健康福祉省機関 (NIH、食品医薬局 (Food and Drug Administration: FDA)、国立医療情報技術調整官室 (Office of the National Coordinator for Health Information Technology: ONC) により開設される個別化医療イニシアチブに 2 億 1,500 万ドル配分
<p>【雇用・製造業】</p> <p>○ 雇用を強力に創出する米国 (Making America a magnet for jobs)</p> <p>先進製造技術の開発・拡大、小企業の製造業者の新技術導入、連邦政府研究所から産業への技術移転のため、国家先進製造戦略計画の提言に沿った形で行われる直接的な研究開発として NSF、国防省、エネルギー省、商務省他を通し 24 億ドル支出</p>
<p>【エネルギー】</p> <p>○ 自前のクリーンエネルギーへの投資 (Investing in homegrown clean energy)</p> <p>クリーンエネルギー技術プログラムに約 74 億ドルを配分するとし、以下を挙げている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ エネルギー効率・再生可能エネルギー局 (Office of Energy Efficiency and Renewable Energy: EERE) に 27 億ドル配分 ・ エネルギー高等研究計画局 (Advanced Research Projects Agency - Energy: ARPA-E) に 3 億 2,500 万ドル配分

【環境】
○ 気候変動への行動を起こす（Taking action on climate change） 政権の気候アクション計画を支援する 13 機関により実施される米国地球変動研究プログラム（U.S. Global Change Research Program: USGCRP）に約 27 億ドル配分
【教育・人材育成】
○ 児童生徒学生に科学・技術・工学・数学の技能を備えさせる（Preparing students with STEM skills） 科学・技術・工学・数学教育 5 か年計画に沿う形で、各省・機関で調整され行われる事業に 30 億ドル以上配分するとしている。
【民間部門における研究開発環境】
○ 民間部門の研究開発を支援する（Supporting private-sector R&D） 民間部門研究開発への誘因として研究・実験税制措置を行うとしている。

出典：参考文献 3 を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表 4 最近発表されたドイツ及び英国の基本的な政策文書の概略

新ハイテク戦略 （ドイツ）	<p>2014 年 9 月に閣議決定されたもので、一貫性のあるイノベーション政策により経済を成長・繁栄へと導くことを目的とした政策を以下の各項目により示している。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 価値創造及び生命・生活の質に関する優先的な挑戦課題 2. ネットワーク化と移動・移転 3. 産業におけるイノベーションの進展 4. イノベーションに好適な枠組み 5. 透明性と参加 <p>また、優先テーマとしては、「1. 価値創造及び生命・生活の質に関する優先的な挑戦課題」において「デジタル経済と社会」、「持続的な経済とエネルギー」、「革新的な職場」、「健康な生活」、「知的な移転・移動」、「人々の安全」の 6 つが示されている。</p>
我々の成長のための計画（英国）	<p>2014 年 12 月に大学・科学・都市担当大臣により取りまとめられ議会に提出された報告書で、その構成は次のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 優先順位の決定 2. 科学的人材の育成 3. 科学基盤への投資 4. 研究支援 5. イノベーションの触発 6. グローバルな科学・イノベーションへの参画 <p>また、「1. 優先順位の決定」においては本計画に先立ち示された「8 つの重要な技術（8 Great Technologies）」として、①ビッグデータ及びエネルギー効率の良いコンピューティング、②衛星及び宇宙の商業利用、③ロボティクス及び自律システム、④合成生物学、⑤再生医療、⑥農業科学、⑦先進材料及びナノテクノロジー、⑧エネルギー及びその貯蔵、が挙げられている。</p>

出典：参考文献 4、5 を基に科学技術動向研究センターにて作成

3 ドイツ及び英国における 科学技術政策に関する文書等

3-1 最近発表された基本的な政策文書

上記の大統領予算案のファクトシートはオバマ政権の科学技術政策を包括的に記した文書ではないが、重点的な政策が列挙されているという意味では、政権の基本的な政策が示された文書として、他の国における基本的な政策との共通点や相違点を理解する手立てとなると考えられる。

ドイツ及び英国では、2014年に国の科学技術イノベーションにかかる基本的な政策を記した文書が相次いで発表されている。ドイツにおいては、9月に「新ハイテク戦略－ドイツのためのイノベーション（New High-tech Strategy – Innovations for Germany。以下、「新ハイテク戦略」という。）」が閣議決定された⁴⁾。また、英国においては、12月に「我々の成長のための計画：科学とイノベーション（Our plan for growth: science and innovation。以下、「我々の成長のための計画」という。）」が、大学・科学・都市担当の国務大臣により取りまとめられ、議会に提出された（提出者は、大学・科学・都市担当の国務大臣に加え、財務相及びビジネス・イノベーション・技能相が名を連ねている⁵⁾）。両文書は、閣議決定と関係大臣から議会に宛てられた報告書という性格の違いはあるが、幅広い科学技術イノベーション政策を記したものであるという点では共通性が見られる。図表4においては、両文書の概略を示した。

3-2 基本的な政策文書と相補的な関係にある 政策文書や政策の枠組み

「新ハイテク戦略」と「我々の成長のための計画」は、ドイツ及び英国の基本的な政策文書ではあるが、いずれも科学技術に関連する政策全体を網羅したものではない。

「新ハイテク戦略」においては、大学に関する記述は企業や研究機関との協力など一部にとどまっており、基礎研究支援等への言及はない。しかし、「2. ネットワーク化と移動・移転」において、企業、大学、研究機関間の協力を促すための大学の役割が記され、また、「4. イノベーションに好適な枠組み」において大学が加わり行われる人材育成の重要性が明記されるなど、大学の役割は政策全体の中で軽視

されていると読むことは妥当ではない。むしろ「新ハイテク戦略」はイノベーション政策の文書であり、大学が行う基礎研究活動は他の政策的枠組みのもとで実施されていると理解することが適切である。ドイツにおいて大学は一般に州によって設置される。したがって連邦政府は競争的研究資金の配分等で大学の研究機能の向上に関与するが、その方策として、以下の高等教育協約、研究・イノベーション協約、エクセレンス・イニシアチブがある^{6~8)}。

英国については、「我々の成長のための計画」の「4. 研究支援」等において大学の役割への言及があるが、本文中に「既存の強みの上に構築される機会」という記述が見られるように、同計画を実現させることが可能な政策が既に英国に存在しているという前提となっている。それが高等教育助成会議と研究会議により行われるいわゆるデュアルサポートシステムであることも同計画から理解できるが、このことは、英国の基本政策の理解のためには、まず高等教育助成会議と研究会議による取組を知ることが重要であることを意味している^{9,10)}。

図表5においては、上記のドイツと英国の政策文書あるいは政策の枠組みについてまとめた。

4 米独英の基本的政策文書の比較と 米国の科学技術政策における課題

4-1 オバマ大統領予算案の重点政策と 独英の基本的な政策文書の比較

オバマ大統領の予算案に示された重点的な政策は、ドイツや英国においても重要な政策とされていることも多い。図表6においては、図表3で示した大統領予算案のファクトシートの各項目について、「新ハイテク戦略」、「我々の成長のための計画」及びこれらと相補的な関係にある政策文書や政策の枠組みにおいてどのような位置付けとなっているか一覧にした。

4-2 米独英の基本的政策文書の 共通点と相違点

各国の基本的な政策文書等を比較すると、幾つかの共通点と相違点があることが理解できる。また、相違点を通して米国の科学技術政策の特徴やそれに起因する課題も明らかにすることができると考えられる。

共通点としてまず明らかなことは、「新ハイテク戦

略」及び「我々の成長のための計画」のいずれにおいてもイノベーションの創出のための政策について十分な記載があることである。「新ハイテク戦略」は本来的にイノベーション政策にかかる文書であり、

それに関連する政策の記述が多いことは当然としても、米国や英国の文書においてもイノベーション創出にかかる様々な政策が見られる。

一方、相違点としては、基礎研究・学術研究に関

図表5 ドイツ及び英国における基本的な政策文書と相補的な関係にある政策文書や政策の枠組み

ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高等教育協約 2020 (Higher Education Pact 2020) 大学入学者数と、ドイツ研究振興協会 (Deutsche Forschungsgemeinschaft: DFG) を通じた大学支援に関する連邦政府と州の合意。DFGを通じた大学支援については、連邦政府が間接経費 (現在 20%であるが、22%に拡充の予定¹¹⁾) を負担する内容となっている。 ・ 研究・イノベーション協約 (Pact for Research and Innovation) フラウンホーファー、ヘルムホルツ、マックスプランク、ライプニッツの各協会及び DFG に対し連邦政府と州が安定的な資金配分を行うことを定めたもので、2005 年に始まり、現在は 2011 年から 2015 年の間、毎年 5%の増額を行うこととしている。 ・ エクセレンス・イニシアチブ (Excellence Initiative) 2005 年の連邦政府と州政府の合意により創設されたイニシアチブで、2006 年以降、大学による優れた取組に対し、DFG が中心となり資金配分が行われている。
英国	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高等教育助成会議 (Higher Education Funding Council) と研究卓越性枠組み (Research Excellence Framework 2014: REF 2014) 英国において大学への基盤的経費の配分は、イングランド、スコットランド、ウェールズ、北アイルランドのそれぞれに設置された高等教育助成会議を中心として行われる。配分は大きくは教育補助金と研究補助金に分けられるが、研究補助金については、6~7 年ごとの評価が行われており、2014 年の評価は、REF 2014 として 36 に区分された分野において実施された。この結果は、以後の資金配分に反映される。 ・ 研究会議 (Research Council) 大学等に競争的研究資金を配分するファンディングエージェンシーで、分野で区分された 7 機関により構成される。

出典：参考文献 6 ~ 10 を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表6 オバマ大統領予算案ファクトシートに記載された項目についての、ドイツ及び英国の基本的な政策文書及びこれらと相補的な関係にある政策文書における記載や政策の枠組み

米国大統領予算案の項目	ドイツ	英国
【基礎研究・学術研究支援】	<p>「高等教育協約 2020」及び「研究・イノベーション協約」において州政府及び連邦政府の基礎研究・学術研究活動への関与が明記されている。また、「エクセレンス・イニシアチブ」を含む競争的な研究資金配分については DFG の役割として規定されている。なお、「新ハイテク戦略」はイノベーション政策に焦点を絞った文書であることから、基礎研究・学術研究支援に関する政策への言及は見られない。</p>	<p>「我々の成長のための計画」の「3. 科学基盤への投資」において幅広い研究支援等を通じた科学研究基盤政策が予算額とともに記載され、「4. 研究支援」において研究会議及び高等教育助成会議による取組が明記されている。</p>
【イノベーションの触発】	<p>「新ハイテク戦略」の各項目に関連の記述が見られるが、特に「3. 産業におけるイノベーションの進展」、「4. イノベーションに好適な枠組み」において様々な施策が記されている。</p>	<p>「我々の成長のための計画」の「5. イノベーションの触発」としてエネルギーと個別化医療に関するものの新設を含むカタパルトセンターの強化等の施策が示されている。</p>

【医学研究】	医学研究を含む大学に対する政策は、上記の【基礎研究・学術研究支援】を参照されたい。なお、「新ハイテク戦略」の「1. 価値創造及び生命・生活の質に関する優先的な挑戦課題」の一つに「健康な生活」が含まれている。	大学を中心とした医学研究政策は、高等教育助成会議を通して研究基盤が形成され、また、研究会議のひとつである医学研究会議（Medical Research Council）が競争的資金を配分している。「我々の成長のための計画」において医学研究は独立した項目とはなっていないが、幾つかの項目において関連の記述が見られる（例えば「1. 優先順位の決定」の「8つの重要技術」の一つに再生医療が含まれている）。
【雇用・製造業】	「新ハイテク戦略」の「1. 価値創造及び生命・生活の質に関する優先的な挑戦課題」の一つに「革新的な職場」がある。また、「3. 産業におけるイノベーションの進展」において独自技術による雇用を生む産業に関する政策の記述が見られる。	「我々の成長のための計画」の「2. 科学的人材の育成」において継続・職業教育や職業訓練に関する施策が記されている。また、「5. イノベーションの触発」に高価値製造のカタパルトセンター等に関する記述が見られる。
【エネルギー】	「新ハイテク戦略」の「1. 価値創造及び生命・生活の質に関する優先的な挑戦課題」の一つに「持続的な経済とエネルギー」が含まれている。	「我々の成長のための計画」の「1. 優先順位の決定」の「8つの重要技術」にエネルギー関連の技術が含まれている他、「5. イノベーションの触発」にエネルギー関連の複数のカタパルトセンターに関する施策が記されている。
【環境】	「新ハイテク戦略」の「1. 価値創造及び生命・生活の質に関する優先的な挑戦課題」の一つの「持続的な経済とエネルギー」において環境関連の記述が見られる。	「我々の成長のための計画」に示された政策に環境に直接関連する記述は見られない。
【教育・人材育成】	大学を中心とした教育・人材育成政策については、「高等教育協約2020」を柱として諸政策が示されている。なお、「新ハイテク戦略」においては、「4. イノベーションに好適な枠組み」において、STEM（科学・技術・工学・数学）／MINT（数学とコンピューター科学・自然科学・技術）教育のイニシアチブや職業訓練等に関する記述があるが、幅広い教育に関する政策の記述はない。	大学を中心とした教育・人材育成政策については、高等教育助成会議を通して配分される基盤的経費が重要な役割を果たしている。なお、「我々の成長のための計画」の「2. 科学的人材の育成」において、初等・中等教育、継続・職業教育、学部・大学院教育及びトレーニングに関する幅広い取組が記されている。
【民間部門における研究開発環境】	「新ハイテク戦略」の「4. イノベーションに好適な枠組み」において技術面における規制・標準化に関する政策や公共調達等について記されている。	「我々の成長のための計画」の「5. イノベーションの触発」において小企業向け金融市場の構築等の施策が記されている。
上記以外に、「新ハイテク戦略」及び「我々の成長のための計画」に記された項目（参考）	「新ハイテク戦略」の「1. 価値創造及び生命・生活の質に関する優先的な挑戦課題」においては上記の他、「知的な移動・移転」、「人の安全」という挑戦的課題も記されている。また、「5. 透明性と参加」においてイノベーションと人々との関係にかかる政策への言及も見られる。	「我々の成長のための計画」の「1. 優先順位の決定」の「8つの重要技術」には、上記以外の技術についても記されている。また、「6. グローバルな科学・イノベーションへの参画」として開発援助を含む国際的な取組が記されている。

出典：参考文献4～12を基に科学技術動向研究センターにて作成

する政策に見ることができる。「新ハイテク戦略」には基礎研究・学術研究に関する政策の記述はほとんど見られない（上述のとおり、これらについては高等教育協約、研究・イノベーション協約等を通した取組が行われている）。これに対し、「我々の成長のための計画」においては英国の大学の卓越性が様々な事実とともに示され、また、高等教育助成会議による REF や研究会議の役割が明記され、英国のイノベーションの創出は、大学における優れた基礎研究・学術研究を基盤として達成するものであるという認識を読み取ることができる。

4-3 米国における基礎研究・学術研究支援政策の特徴と課題

米国の大統領予算案においては、基礎研究・学術研究の支援は、NSF、エネルギー省科学局、国立標準技術研究所の研究室を対象とした予算の増額が示されているが、この政策は 2000 年代中盤の競争力強化論議の高まりを受け、ブッシュ政権時代から継続的に主要政策として位置付けられてきたものである。しかし、米国においては基礎研究の重要性の認識は共有されていても、これらの機関の予算増という政策以外の一貫した基礎研究にかかる政策があったとは言い難い。この背景には米国の研究大学が既に世界的に非常に高い水準にあること、また、生命科学分野については、NIH に措置された多額の予算が大学の研究活動を支えていることなどの状況があるが、同時に、米国においては連邦政府の大学への関与が、研究開発資金の配分を通して行うものが主となり、ドイツや英国のような形での政府（ドイツの場合は州政府と連邦政府の双方）による積極的な大学の基盤の構築への関与が行われないことがないという事実を理解する必要がある。ドイツにおいて大学の大半は州により設置されているという点では米独両国の制度の間に類似性が認められるが、ドイツでは上述の高等教育協約等により連邦政府が関与する形で学術研究基盤の向上が図られており、大学に向けた連邦政府の政策の在り方は米国と大きく異なる。

近年、米国の大学協会などから、大学（特に公立

大学）の研究基盤が弱体化しつつある問題が指摘され、州・地方政府や連邦政府に対し改善を求める声があがっている¹²⁾。また、大学における研究活動が海外出身者に大きく依存していることが米国の研究基盤のリスク要因であるとし、米国民の研究開発人材を育成すべきという指摘もある¹³⁾。さらに、Web of Science、Scopus の文献データベースが提供する論文の被引用情報において、被引用数上位論文の割合が英国やドイツが上昇しているのに対し、米国は変化なし、あるいは低下の傾向が見られるなど研究生産性の面でも懸念材料と考えられるデータが存在する¹⁴⁾。

5 我が国における政策形成の検討において留意すべき米国の課題

上述の指摘や懸念は、必ずしも米国の基礎研究・学術研究が弱体化していると言えるほど明白なものではないが、米国の制度を他国と比較し、また、我が国の政策の形成立案の参考にしようとする場合にはこのような点にも十分に留意する必要があると考えられる。

政府がグラント等の形で配分する競争的な研究資金は、大学においてその資金を効果的に使用できる基盤が形成されている必要がある。ドイツ、英国においては基盤の形成に向けた政策が科学技術政策全体の中で明確に位置付けられているが、米国においては政策論議の俎上に載せられることはあっても、財政支出を通して連邦政府が直接的に大学の教育研究基盤の形成に関与できる部分は限られている。

我が国の政策形成の際に米国の事例を参考とする場合、このような点も留意することが重要と考えられる。そしてその際には様々な観点からドイツや英国と比較することも有効と思われる。具体的には、各国におけるいわゆる研究大学の位置付け、大学の財源（公的資金、授業料等の徴収を通じた学生や親の負担、大学が保有する基金や事業収入等）、大学の財務面を中心とした裁量度、教員と事務職員の構成、論文に現れた研究生産性の変化、海外人材への依存度等などの観点が考えられるが、これらの検討については稿を改めて行うこととしたい。

参考文献

- 1) Public Law 111-358 January 4, 2011, America COMPETES Reauthorization Act of 2010 : <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-111publ358/pdf/PLAW-111publ358.pdf>

- 2) Office of Management and Budget (OMB), Research and Development: Chapter 19 in Analytical Perspectives volume of the Budget of the U.S. Government FY 2016, 2015 :
<https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/rdbudgetchapter2016.pdf>
- 3) Office of Science and Technology Policy (OSTP), Fact Sheet: President's 2016 Budget Invests in America's Future: R&D, Innovation, and STEM Education, 2015 :
https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/ostp_fact_sheet_2016_budget.pdf
- 4) Federal Government (Germany), The new High-Tech Strategy: Innovation for Germany, 2014 :
http://www.bmbf.de/pub/HTS_Broschuere_engl_bf.pdf
- 5) HM Treasury, Department for Business, Innovation & Skills, Our plan for growth: science and innovation, 2014 :
<https://www.gov.uk/government/publications/our-plan-for-growth-science-and-innovation>
- 6) BMBF, Higher Education Pact for more university entrants, 2013 : <http://www.bmbf.de/en/6142.php>
- 7) BMBF, Joint Initiative for Research and Innovation : <http://www.bmbf.de/en/3215.php>
- 8) BMBF, Excellence Initiative for Cutting-Edge Research at Institutions of Higher Education :
<http://www.bmbf.de/en/1321.php>
- 9) Higher Education Funding Council for England : <https://www.hefce.ac.uk/>
- 10) Research Councils UK : <http://www.rcuk.ac.uk/>
- 11) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Grundsatzentscheidungen für die Wissenschaft, 2014 :
<http://www.bmbf.de/press/3703.php?hilite=Forschung%2C++22%25+DFG>
- 12) 大学の研究基盤が弱体化しつつあるという指摘は、複数の報告書等において示されているが、主なものとしては以下の例がある。
National Science Board, Diminishing Funding and Rising Expectations: Trends and Challenges for Public Research Universities, 2012 : <http://www.nsf.gov/nsb/publications/2012/nsb1245.pdf>
AAU and APLU, 165 University Presidents Call on Congress and President Obama to Close Innovation Deficit, 2013 : <http://static.squarespace.com/static/52f96df9e4b02281aef7b19c/t/530ce6cae4b05530aaa00822/1393354442256/Innovation%20Deficit%20Release%20-%20AAU-APLU%20-%207-30-13.pdf>
また、以下の拙稿においても言及している。
遠藤悟「オバマ政権下の最近の米国の科学技術政策の展開 第1部 緊縮財政下における研究開発優先順位設定」科学技術動向、No. 146、2014年9月、p.24-29 : <http://hdl.handle.net/11035/2974>
- 13) 海外出身の研究開発人材のデータは、例えば以下において報告されている。
National Science Board, Science and Engineering Indicators 2014, Chapter 3. Science and Engineering Labor Force, 2014 : <http://www.nsf.gov/statistics/seind14/index.cfm/chapter-3/c3h.htm>
この問題を取り上げた報告書等は複数存在するが、近年刊行されたものには以下ものがある。
National Academy of Sciences; National Academy of Engineering; Institute of Medicine, The Arc of the Academic Research Career: Issues and Implications for U.S. Science and Engineering Leadership: Summary of a Workshop, 2014 : http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=18627
- 14) Thomson Reuters 社 Web of Science のデータに基づき取りまとめられた例としては、以下の報告書がある。
科学技術・学術政策研究所、科学技術指標 2014、2014年8月、p.130 : <http://hdl.handle.net/11035/2935>
Elsevier 社 Scopus のデータに基づき取りまとめられた例としては、以下の報告書がある。
Elsevier, International Comparative Performance of the UK Research Base – 2013: A report prepared by Elsevier for the UK's Department of Business, Innovation and Skills (BIS), p37, 2013 :
https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/263729/bis-13-1297-international-comparative-performance-of-the-UK-research-base-2013.pdf

..... 執筆者プロフィール



遠藤 悟

科学技術動向研究センター 客員研究官

<http://homepage1.nifty.com/bicycletour/sci-index.htm>

研究対象は米国を中心とした科学政策。2000年に「米国の科学政策」HPを開設し、政策動向を発信している。本務は日本学術振興会グローバル学術情報センター 専門調査役・分析研究員。