

オバマ政権下の最近の米国の 科学技術政策の展開

第2部 米国の研究開発エコシステムの特徴と 我が国の政策形成への示唆

遠藤 悟

概 要

米国の科学技術政策を他の先進諸国と比較した場合、いくつか留意すべき特徴がある。この特徴の理解のためには、研究開発エコシステムという考え方をを用い、各国の大学、公的研究機関、企業における研究開発活動への政府の関与の状況を明らかにすることが有効と考えられる。この考え方を通してみると、米国は大規模な連邦政府資金による国防研究開発支出が行われ、他の国々とは異なる特殊なエコシステムを形成していることがわかる。

また、基礎研究・学術研究については、米国、ドイツ、英国は大学において強固な研究基盤が形成されているのに対し、我が国の大学においては深刻な「イノベーション欠損」とも言える状況が存在している。そのような状況の中、各国の研究資金の配分機関は共通の理念に立って革新的な発想の研究を見出し、支援する取り組みを行っている。

民間部門の研究開発については、国防研究開発実施機関である国防高等研究計画局（DARPA）をモデルとして実用化・商業化に向けた成果を上げようとする場合、多くの課題が生じることも予想される。しかし、公共調達と関連付けるなど、我が国の研究開発エコシステムに適合した取り組みを目指すことも考えられる。

キーワード：研究開発エコシステム, 米国, ドイツ, 英国, 民生研究と国防研究, DARPA モデル

1 はじめに

米国の科学技術システムは、他の先進諸国と比較した場合、いくつかの大きく異なる特徴が見られる。従って、我が国において米国を参考として政策立案を行おうとする際にはこのことを十分に留意すべきであり、ドイツや英国の状況も参照しつつ検討を加えることの意味は大きいと考えられる。

2 主要国との比較をととした米国の研究開発エコシステムの理解

2-1 研究開発エコシステムの理解の重要性

国防高等研究計画局（DARPA）の Prabhakar 長官は、2014年4月29日に開催された連邦議会衆議院歳出委員会の2015年度予算案にかかる公聴会で、「ご存知のとおり、我が国は科学技術の面において比類なき能力を有している。それは連邦政府、大学、産業のパートナーを含む強力な研究開発エコシステムの結果である。DARPAの成功は、健全な米国の研究開発エコシステムに依存している。」と発

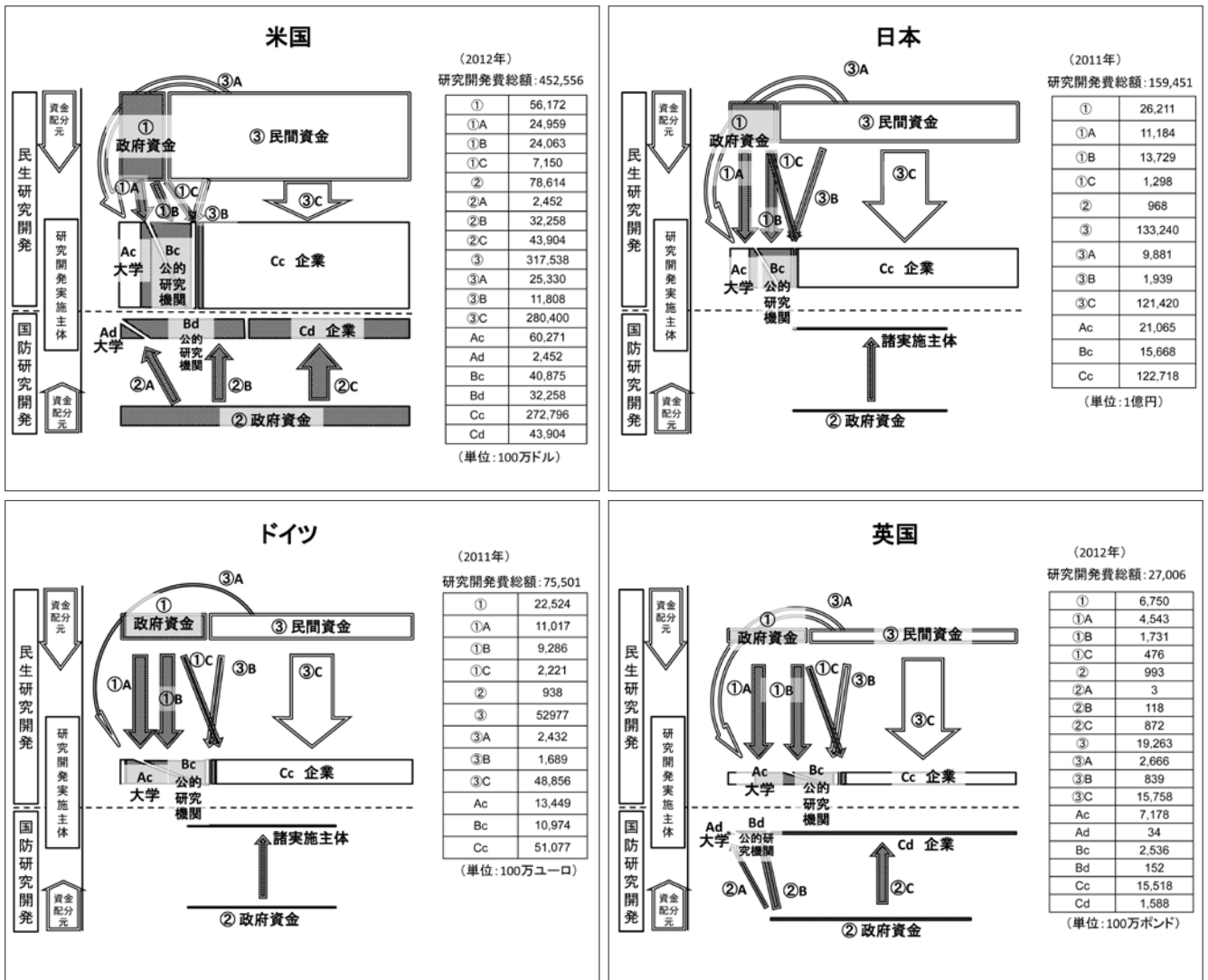
言した¹⁾。研究開発エコシステムの語は、必ずしも科学技術政策論議において定義され、広く用いられている訳ではないが、いわゆるハイリスクリサーチ支援のモデルとされる DARPA の長官が、この語を用いて DARPA の役割を説明していることから、米国の科学技術政策の鍵となる言葉であるといえる。

2-2 資金面から見た主要国の研究開発エコシステム

本稿においては研究開発エコシステムについて、資金面から理解する試みを行う。このため、図表1に主要各国の資金の概要を示す。研究開発資金は

民生研究と国防研究に分けられ、配分元の資金は、政府資金と民間資金（政府資金以外の資金）の2区分としている。また、資金を使用する研究開発実施主体は、大学、公的研究機関、企業の3区分である。各研究開発実施主体において使用する資金の元が政府資金であるものは網掛けし、大きさは概ね資金の大きさに比例している。研究開発は一般に左側の大学から右側の企業へと進むが、その先には企業における実用化、そして市場をとおした製品・サービスの提供、あるいは民生目的・軍事目的の政府調達へと展開することとなる。なお、この図表の作成にあたって使用した各国のデータは、国により統計の基準や手法が異なり、また、複数の資料の値が異なる場合もあったため、示された値の一部に整合性に欠ける点がある。各国の図表に示し

図表1 資金面からみた研究開発エコシステム



出典：以下の資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

米国：National Patterns of R&D Resources: 2011-12 Update、Federal Funds for Research and Development: Fiscal Years 2011-13

日本、ドイツ：科学技術・学術政策研究所科学技術指標 2014

英国：Office for National Statistics, Statistical Bulletin 12 March 2014, 1. Expenditure of R&D in the UK by Performance and Funding Sectors 2012、Department for Business, Innovation & Skills (BIS), SET Statistics 2013

た数値に関する留意点は以下のとおりである。

- ・米国の資金配分元のうち、政府は連邦政府のみの値である。州・地方等の政府から大学に配分された額は、民間資金からの配分として計上されているが、その額は大学に支出された民間資金の額のうち約14.4% (2012年) である。州・地方等の政府から公的研究機関および企業に支出された額の統計は入手できていない。米国の国防研究開発費は、連邦政府予算における国防研究開発費 (国防省予算およびエネルギー省国家核安全保障局の予算の大半) のみである。政府以外の国防研究開発資金については不明である。

- ・日本は、大学部門について人件費分をフルタイム換算にした OECD 換算値を掲載している。

- ・日本、ドイツの国防研究開発費の使用額の内訳の情報は入手できなかったため、総額を記している。また、政府以外の国防研究開発資金については不明である。

- ・ドイツの資金配分元のうち、政府の値は国 (連邦) および州を合算した値である。

- ・英国の政府から支出された国防研究開発費の支出先は、BIS SET Statistics を用いたが、他の統計との相違が大きいため按分比例した額を記した。また、国防研究開発費の使用額が計17億7,400万ポンドであることから、それに必要な資金配分があると推定されるが、その内容は把握できていない。地方政府分の研究開発費の額は不明である。

これらの図表から以下のような各国の特徴を読み取ることができる。

米国は、連邦政府支出における国防研究開発の割合が大きく、その配分先も企業、公的研究機関、大学と多様である。民生研究開発において連邦政府は、大学、公的研究機関、企業のそれぞれに相当の額の資金を配分しているが、大学における研究開発支出に占める比率は独英に比べ高くない。なお、この点に関しては、州・地方政府からの支出が含まれていない点に留意する必要がある。

日本は、研究開発費総額に占める政府による資金配分の割合が小さく、そこに占める国防研究開発費の割合も小さい。民生研究開発においては、大学、企業いずれに対しても配分される額は小さい。企業への配分額が少ない背景には、政府の研究開発支援の方法が研究開発費の負担といった直接的支援よりも、研究開発税制優遇措置といった間接的

支援に重きが置かれているといった事情がある²⁾。

ドイツは、国防研究開発支出が少なく、研究開発投資は民生研究に重点が置かれており、大学や企業が政府 (連邦政府、州政府) から受ける配分の割合も他国より高い。また、研究開発活動全体の規模に占める公的研究機関 (マックス・プランク学術振興協会 (MPG)、フラウンホーファー応用研究促進協会 (FhG) など) への支出の比率も高い。

英国は、研究開発費の対 GDP 比率が1.73% と他国に比べて低い中で、政府の研究開発支出の割合が高い³⁾。また、国防研究開発については日本やドイツよりも規模が大きく、政府から企業への支出額は民生研究よりも国防研究の方が大きい。大学は、Wellcome Trust などの民間資金の配分もあり、国の研究開発活動全体における存在感は大きい。企業については自身の研究開発支出も大きくない。

3 基礎研究・学術研究基盤の強化における政府の役割

3-1 基礎研究・学術研究の担い手としての大学とその置かれた地位

前章で述べたとおり、各国の大学に対する資金配分の流れは大きく異なる。このため基礎研究・学術研究に関する政策についても、それぞれの差異についての十分な理解のうえに企画・立案されることが重要である。研究開発費総額に対する大学における支出の割合を比較すると図表2のとおりとなる。

また、大学の研究開発費への資金配分については、図表1の①Aと③Aの額の大きさの差により政府と政府以外の機関による配分額の違いが明確となる。

米国は連邦政府の支援は大学の研究開発費の半分にも足りないが、公立大学に対する州・地方政府からの資金、私立大学の基金による資金、民間財団等から提供される資金などにより、十分な規模の研究基盤が形成されている。

ドイツはその大半が政府 (連邦政府・州政府) の資金により賄われている。

英国は政府からの研究開発費が半分を超えることに加え、約5億ポンドの Wellcome Trust による

図表2 各国の研究開発費に占める大学部門の割合 (2011年)

米国	日本 (OECD 換算)	ドイツ	英国
14.6%	13.2%	17.8%	26.0%

出典：科学技術指標 2014 統計集表 1-3-14 を基に科学技術動向研究センターにて作成

科学研究支援が民間資金の中に含まれている⁴⁾。

このような各国の状況に対し日本では、研究開発費総額に占める大学の研究開発支出の水準が英国、ドイツよりも低いことに加え、政府から大学に配分される額も少ない。また、政府以外の資金の多くが企業などからの研究費ではなく、私立大学の授業料等となっており、研究活動の向上の誘因となりにくいことも留意すべきである。

これらの事実から、英国では大学に対しては十分な資金が配分されており、また、ドイツにおいても大学、公的研究機関、企業それぞれに政府資金が行き渡っており、いずれの国も資金面におけるイノベーションの欠損と言った状況にはないということが読み取れる。これに対し我が国には、大学の研究開発資金に大きな欠損があることは明らかである。米国において研究開発資金の不足が論じられる場合、しばしば引き合いに出されるデータは、政府の裁量予算全体に占める研究開発予算の割合の低下や、主要国との比較における米国の研究開発費の変化などである。我が国に関するこれに類するデータは科学技術指標 2014 などでも発表されているが、大学部門の研究開発費については、同指標の図表 1-5-3 の 2000 年と 2011 年（英国については、2010 年）の間の大学部門の研究開発費の推移がある⁵⁾。ここに示された指数は米国が 204、ドイツが 175、英国が 193 であるところ、日本は 111 である。この数字は、我が国の大学においてイノベーションの欠損がますます拡大していることを示すものであり、大学に対する基盤的経費と競争的資金の双方の拡充が望まれる。

3-2 基礎研究・学術研究支援において革新的発想を見出し、支援する方策

第1部では、NSF と NIH の革新的な発想を支援するプログラムの位置づけを、伝統的な基礎研究支援メカニズムとの関係において示したが、ここでは、その審査・評価の考え方における関係を見る。

NSF は、研究および関連事業として約 58 億ドルの予算措置をしており、申請受付のウェブサイトにはつねに 300~400 件に及ぶ様々な公募情報が掲示されているが、これらの公募の基本となるものは、研究者が自身の研究計画に基づき、主として分野別に設置された部署 (division) などを指定して自由に行う申請である⁶⁾。NSF は、受理した申請書を、パネルやメールを用いた手順により研究者が行う評価を基本としたメリットレビューシステムを通して採否の検討を行う。共通の評価基準は、

知的メリット (Intellectual Merit)、およびより幅広いインパクト (Broader Impact) の2つであるが、この中には研究計画が潜在的にトランスフォーマティブであるかといった観点が含まれている⁷⁾。

NIH は、研究プロジェクト支援、トレーニング、キャリア開発、フェローシップなど多様なプログラムを実施しているが、R01 型プログラムは、予算額約 102 億ドルで、NIH の学術研究活動支援の中核を成すものである⁸⁾。R01 型プログラムへの申請は、NIH 側が設定する特定のテーマ等に対応する申請や、研究者自身が自由に研究計画を立案して行う申請など異なる手順があるが、それらはいずれも研究者によるピアレビューを基本とするスタディセクション方式において審査が行われる。その評価基準は、研究課題の重要性 (Significance)、参加研究者の適格性 (Investigator (s))、申請内容の革新性 (Innovation)、戦略・手法・分析等のアプローチ (Approach)、研究等の環境 (Environment) である⁹⁾。

NSF の INSPIRE や NIH のハイリスクリサーチ支援は、これらの伝統的な基礎研究支援メカニズムに対し、業績よりも発想を重視する評価手順、募集対象の若手研究者への限定、採択件数を少数とすることによる名誉的意味の付与などの違いが見られるが、評価基準は同一であるなど、基本的には伝統的な基礎研究支援と同じ理念に基づき行われている。換言すれば、NSF や NIH は、伝統的な基礎研究支援の理念の中において、革新的な発想を見出し、支援しようとしていると言える。

このような研究者が自由に研究計画を立案・申請し、その中から革新的な発想を見出し、支援するメカニズムが基礎研究・学術研究支援の中核に位置付けられていることは、ドイツ研究振興協会 (DFG) や英国の各研究協議会 (Research Councils) においても同様である。

我が国においてこれに相当する科学研究費助成事業も、このような海外の研究支援機関と共通の考え方に立つものであると言える。

4 政府による民間部門の研究開発活動向上への誘因の付与

4-1 各国の研究開発エコシステムの相違

図表 1 に示したとおり、政府と企業との関係から見た研究開発エコシステムも国により相違が大

きい。

米国においては国防研究を含め多額の政府研究開発資金が企業に向けて配分されているが、特に民生研究開発部門には公的資金の企業（特に大企業）への配分に対する人々の抵抗感もあるため、連邦政府の政策は小企業向けやハイリスクリサーチ支援に重点が置かれている。

ドイツでは国防研究開発支出は少なく、民生研究開発部門を中心に企業に向けた資金配分がなされている。

英国では民生研究開発および国防研究開発の双方において政府から企業に一定規模の配分が行われてはいるが、企業の研究開発支出全体の規模が比較的小さいこともあり、政府は技術戦略審議会（TSB）などによる積極的な産業競争力の強化に向けた政策を採っている¹⁰⁾。

4-2 中小企業と大学等との連携の拡大に向けた政策

オバマ政権における小企業支援プログラムは、SBIR、STTRに加え、国立標準技術局（NIST）による製造イノベーションのための全米ネットワーク（NNMI）や先進製造技術コンソーシアム（AMTech）などの新たな取り組みが見られる。これらの事業の特徴は、企業が積極的に研究開発投資をするように設計されていることや、大学や公的研究機関の側からも積極的に企業と協力する環境を構築することなどである。

大学と企業との協力に関する米国の課題のひとつに利益相反（COI）がある。各大学は連邦政府資金の受領に関する利益相反のポリシーを制定することが求められているが、この背景には研究者が様々な形で企業と協力する機会が多いことが挙げられる。我が国において米国の取り組みを参考にしようとする場合、これまでの産学間の協力関係で培われた利益相反の考え方の上に、新たなポリシー等の制定が必要となることも考えられる。

4-3 我が国における DARPA をモデルとした いわゆるハイリスクリサーチ支援の可能性

図表3は、DARPA と DARPA 以外の国防省国防研究開発予算の支出先、ARPA-E とエネルギー省で科学関係を扱う科学室予算の支出先、そして DARPA 型プログラムが計画されている NIH 予算の支出先を示したものである。

DARPA と国防省全体の研究開発資金は、いずれも企業等が最大の支出先で、6割前後を占める。企業における国防研究開発は政府の資金の獲得が期待でき、また、それをとおして実用化された製品等の多くは公共調達を期待することができる。DARPA の成果には、GPS など商業的にも成功した事例があるとされているが、軍事利用において実用化が進められたことが報告されている¹¹⁾。

一方で、民生研究開発部門である ARPA-E において5割以上の資金が企業等に配分されているが、エネルギー省科学室などの他の機関の研究開発資金の支出先の大半は大学等や公的研究機関であり、ARPA-E の成果を引き継ぐ形で企業により行われる研究開発を支援する政府のプログラムは限定的である。ARPA-E は当初より商業的に自立した成果が期待されており、DARPA が置かれた状況とは異なる。2015年度予算案で構想されている NIH の DARPA 型プログラムについても、同様の課題が生じることも懸念される。

我が国における国防研究開発におけるいわゆるハイリスクリサーチの実施は、国防研究開発の規模が米国に比べ小さいことに加え、米国における機密指定（DARPA のプロジェクトも該当する場合がある）のような規制が我が国の大学に対しても求められるとすれば、それに伴い必要となる新たな機密扱いに対応した施設の設置や規則の制定、外国人を含む研究者や学生間の自由な交流の抑止などの対応も念頭に置く必要がある。

民生研究開発においては、我が国の政府の研究開発資金の企業への配分が大きいことを考え

図表3 米国における各機関の研究開発予算の支出先

	総計	大学等	公的研究機関	企業等	海外
DARPA	2,884.3	625.9 (21.7%)	364.4 (12.6%)	1,869 (64.8%)	25 (0.9%)
国防省研究開発 (DARPA を除く)	71,619.9	1,759.9 (2.5%)	28,670.0 (40.0%)	40,877.8 (57.1%)	312.2 (0.6%)
ARPA-E	110.9	17.2 (15.5%)	34 (30.7%)	59.8 (53.9%)	0 (0.0%)
エネルギー省科学室	3,735.4	610 (16.3%)	3,020.9 (80.9%)	102.9 (2.8%)	1.7 (0.0%)
NIH	29,895.4	17,588.5 (58.8%)	10,471.1 (35.0%)	1,593.7 (5.3%)	242.1 (0.8%)

(単位：100 万ドル)

出典：Federal Funds for Research and Development: Fiscal Years 2011-13 を基に科学技術動向研究センターにて作成

ると、ARPA-Eと同様な課題が生じることが予想される。我が国においては企業自身の研究開発支出が大きいとは言え、リスクが大きいDARPA型研究開発課題が、速やかに企業の手による研究開発および実用化に結びつくことには困難が伴うことも考えられる。

このような状況において参考となると考えられる事例に、公共調達がある。上述のとおり、国防研究開発は軍需として公共調達が期待される。しかし、米国においては、公共調達が科学技術政策論議に取り上げられることは稀である。これはおそらく公共調達が国防を中心とした研究開発においては自明のことであるという事情によるものと考えられる。民生研究開発における公共調達に関する政策は、むしろ欧州において見られる。欧州連合の科学技術の中心的イニシアチブであるイノベーションユニオンにおいて、革新的な製品やサービスの商業化前の段階を含む公共調達について各国に予算措置を求める記述が見られるなど、イノベーションの公共調達という考え方に基づく政策が実施されている¹²⁾。また、英国においても調達の先行関与（FCP）のプログラムが実施されている¹³⁾。

イノベーションを促進させるための公共調達は、起業の支援を目的として行われる事例も見られるが、我が国においては、これに加え、環境や防災・災害救助などを目的として行うことも考えられる。

既に我が国において行われているこれらの分野の研究開発支援に公共調達を関連づけることは、イノベーションの促進だけではなく、公共調達の質を高める効果もあると考えられる。

5 我が国の大学や企業における研究開発活動の向上に向けて

基礎研究・学術研究活動については、第一に大学における財政面を含む研究教育機能の強化が必要であり、大学改革プランを通して行われる国立大学の改革を含む現在行われている取り組みが高い成果を上げることが強く期待されている。また、学術研究活動を支える科学研究費助成事業等の競争的な研究資金配分を拡充させることも重要な取り組みである。

企業における研究開発活動については、厳しい財政状況の中にあっても優先的に取り組むべき課題がある。起業を活性化させる小企業向けプログラムや、環境や防災・災害救助など社会的ニーズに対応した事業などである。これらにかかる政策は、米国だけでなく、欧州諸国においても多く参考となる事例が存在する。

参考文献

- 1) Senate, Committee on Appropriations, Full Committee Hearing: Driving Innovation through Federal Investments, Statement by Dr. Arati Prabhakar, Director, DARPA : <http://www.appropriations.senate.gov/sites/default/files/hearings/Prabhakar%20Written%20Testimony%204-29-14.pdf>
- 2) 科学技術指標 2014 p42、科学技術・学術政策研究所、2014年8月 : <http://data.nistep.go.jp/dspace/bitstream/11035/2935/4/NISTEP-RM229-FullJ.pdf>
- 3) Main Science and Technology Indicators, OECD, 10 June 2014 : <http://www.oecd.org/sti/msti.htm>
- 4) Annual Report and Financial Statements 2013, Wellcome Trust : http://www.wellcome.ac.uk/stellent/groups/corporatesite/@msh_publishing_group/documents/web_document/wtp055010.pdf
- 5) 科学技術指標 2014 p63、科学技術・学術政策研究所、2014年8月
- 6) Funding, National Science Foundation : <http://www.nsf.gov/funding/>
- 7) 遠藤悟、米国国立科学財団（NSF）の評価基準の改訂 ―基礎科学研究活動が潜在的に持つ社会的インパクトに関する新たな理念の提示―、科学技術動向 No.134、p13-19、2013年3-4月 : <http://data.nistep.go.jp/dspace/handle/11035/2361>
- 8) NIH Data Book, Research Grants, R1-Equivalent Grants: Funding as a percentage of all research grant funding : <http://report.nih.gov/nihdatabook/charts/Default.aspx?sid=0&index=1&catId=2&chartId=33>
- 9) NIH Grants & Funding, Grants Process Overview : http://grants.nih.gov/grants/grants_process.htm
- 10) Innovate UK, Technology Strategy Board : <https://www.innovateuk.org/>

- 11) Breakthrough Technologies: What DARPA Has Done for U.S. National Security、DARPA、2014 :
<http://www.darpa.mil/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=2147487842>
- 12) Public procurement - Public purchasers as first customers、Enterprise and Industry、European Commission :
http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/policy/public-procurement/index_en.htm
- 13) Investing in research, development and innovation、Department for Business, Innovation & Skills、2014 :
<https://www.gov.uk/government/policies/investing-in-research-development-and-innovation/supporting-pages/using-government-purchasing-power-to-stimulate-innovation>

..... **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。本務は独立行政法人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。