



Science & Technology Trends

# 科学技術動向

11-12

2014  
No.147

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

## 特別記事

**p 4** 2014 年ノーベル賞自然科学 3 部門の受賞者決まる

## レポート

**p 9**

フォーサイトに関する最新動向—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～（開催報告 その4）  
多様な予測活動の現状

**p16**

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

**p23**

各国の地球観測動向シリーズ（第10回）  
国際災害チャーターの活動動向  
—外国の災害に対する国際的な衛星画像提供枠組みの拡大—

**p30**

青年千人計画に見る  
中国若手研究者の国際流動状況



## 科学技術動向 概要

本文は p.4 へ

### 特別記事

## 2014 年ノーベル賞 自然科学 3 部門の受賞者決まる

2014 年のノーベル賞自然科学 3 部門（生理学・医学賞、物理学賞、化学賞）の受賞者が決まった。

10 月 6 日にスウェーデン カロリンスカ研究所より生理学・医学賞が、同国王立科学アカデミーから 7 日に物理学賞、8 日に化学賞が発表された。「省エネルギー高輝度白色光源の実現を可能とした高効率青色 LED の開発」に対して赤崎勇氏、天野浩氏、中村修二氏へ物理学賞の授与が決まった。

本文は p.9 へ

## フォーサイトに関する最新動向―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～ (開催報告 その 4) 多様な予測活動の現状

政策決定のツールとしての今日の科学技術予測調査は、初期に目指していた科学技術の進歩による快適な生活の実現を目指すだけではなく、しばしば起こる科学技術による負の影響も見据えて検討、実施しなければならない。今回の国際会議の締めくくりとなる最後のセッションでは、予測活動に関して、フィリピン、ハワイ、日本の研究者から、それぞれ「気候変動と洪水の防御」、「未来社会とイノベーション」、持続可能な節電を検討した「SETSUDEN プロジェクト」の 3 件の予測活動の事例紹介があった。

フィリピンでは、洪水の防御を主題とした、持続可能な未来に関する予測プロジェクトを実施した。ベストとワーストのシナリオを作成し、結果を視覚化したことでより多くの政策策定者が理解しやすいものとなった。

ハワイ大学未来研究センターでは、未来社会とイノベーションを視点とした取り組みを行っている。未来では想定と違う事象が起こり得ることから、複雑さや多様性を理由に曖昧な話で収束させるのではなく、想像力を発揮して直面する不確実性やリスクについて、誰もが理解できるように説明する必要がある旨が述べられた。

日本では、2012 年にフォーキャストとバックキャストの両面から、持続可能な節電に関して検討する「SETSUDEN プロジェクト」を実施した。多様な業態の方々を集めてデルファイ調査課題の作成やシナリオライティングのワークショップを実施し、ベストとワースト両シナリオに共通するキーファクターから、明暗を分ける要因を導いた。

今回の会議を通じて得られた共通認識として、未来について検討するには、ビジョンと社会課題を合わせて検討することが必要であり、専門家と一般人も交えて議論することの重要性が挙げられる。社会実装に向けたロードマップを作成する際にも、現状を把握し、専門家の意見のみならず、市民の視点や遠い未来を含めた、広い視野に立って検討することの重要性が提示された。

本文は p.16 へ

## 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

研究データのオープン化に関して、G8 の合意に基づき、科学技術の発展のためのデータの広い共有と利活用が既定路線として進むようとしている。

研究データの保存については欧米を中心に様々な試みが行われており、研究分野、対象データの選別、利用方法、エンバーゴ（猶予期間）の長短など複合要因の組み合わせで受益・損失の双方を考慮した議論と実践が続けられている。特に、データリポジトリの整備と活用に向け、図書館は整理された資料の長期保存や検索サービス等の司書技能をもつことから、その親和性に注目が集まっている。出版社の主導によるデータ出版に関する動きも盛んになり始めており、データの登録先をどこにするかという問題がより顕在化する可能性がある。研究データのマネジメントにおいては、コンテンツにかかわる専門性と、書誌情報管理に通底する業務面とに配慮する必要がある。日本においても、各研究機関、大学（あるいは研究プロジェクト）、国立国会図書館をはじめとする図書館や文献情報管理事業者を中心とした、日本の実情に合った取り組みが望まれる。

本文は p.23 へ

## 各国の地球観測動向シリーズ（第10回） 国際災害チャーターの活動動向 —外国の災害に対する国際的な衛星画像提供枠組みの拡大—

国際災害チャーターとは、災害発生時に地球観測衛星の画像を国際的に提供し合う枠組みとして2000年に成立した国際憲章である。現在、我が国を含む12か国と2国際機関から15機関が正式に参加している。地震・洪水・火災・台風等の重大な災害発生時に、参加各国・機関が保有する地球観測衛星により発生直後に観測した画像や、発生前に蓄積されていた直近の画像の中から有用と思われるものを抽出して、被災当事国に無償で画像を提供するという活動を行っている。チャーターを発動するのは、主に参加国の認定ユーザや国連機関などである。これまでにチャーターが発動された災害は430件以上発生している。1週間ごとの輪番制の緊急オンコール担当官は、チャーター発動の要請を受けてプロジェクトマネージャを選定する。プロジェクトマネージャは各国から提供された衛星画像データを加工し、被災国に届ける役目を担う。本稿では、チャーターの活動の仕組みを概説するとともに、過去の発動事例を災害種類別・地域別などに分類整理し、東日本大震災で各機関がどのような取り組みを行ったかを分析した。このような国際的な貢献を我が国が持続していくためには、地球観測関連の人材を充実することが必要であり、それによって、海外への防災技術輸出の実現にもつながるものと期待される。

本文は p.30 へ

## 青年千人計画に見る 中国若手研究者の国際流動状況

現在、研究者の国際流動性が世界的に高まっていることが指摘されているが、これは優秀な人材の確保という意味合いもあると考えられる。中国では2011年から青年千人計画を進めている。海外経験を持つ40歳以下の優秀な研究者を中国に招致し、中国での研究活動をリードしてもらおうと、政策的に研究者の流動を誘導している。本稿では、中国が海外経験を持つ優秀な若手を呼び寄せる計画である青年千人計画について、その採用予定者のキャリアパスをまとめた。その結果、様々な国・地域で学位を取得し、さらに異なる国・地域や機関でポストドク等として研究活動を行った経験を持つ研究者らであることが分かった。これらの研究者がキャリアパスの中で得た人脈を活かし、中国で研究活動をスタートさせることにより、中国はまた一段と国際的な研究活動を増加させていくことだろう。世界的に研究活動の国際化は進んでおり、日本においてもより一層の国際循環を生み出す雇用環境整備を検討するとともに、我が国の研究者の国際循環の状況を包括的にモニターするデータ整備が求められる。

特別記事

# 2014年ノーベル賞 自然科学3部門の受賞者決まる

2014年のノーベル賞自然科学3部門(生理学・医学賞、物理学賞、化学賞)の受賞者が決まった。10月6日にスウェーデン カロリンスカ研究所より生理学・医学賞が、同国王立科学アカデミーから7日に物理学賞、8日に化学賞が発表された。以下に受賞者と受賞理由について紹介する。

## 自然科学3部門受賞者と受賞理由の概要

### (1) 生理学・医学賞

John O'Keefe : (米・英) ロンドン大学

May-Britt Moser : (ノルウェー) ノルウェー科学技術大学

Edvard I. Moser : (ノルウェー) ノルウェー科学技術大学

#### 受賞理由

「脳の中の測位システムを構成する細胞の発見」に対して

自分の現在位置を認識し、適切な経路を見出して目的地にたどりつく能力は、脳の基本的な能力の一つである。これを実現するためには、距離感、方向感覚、運動感覚など複数の感覚入力のほか、位置の記憶等が統合された、“位置測定システム”が必要であるが、三氏の発見はこれに対する理解をもたらした。

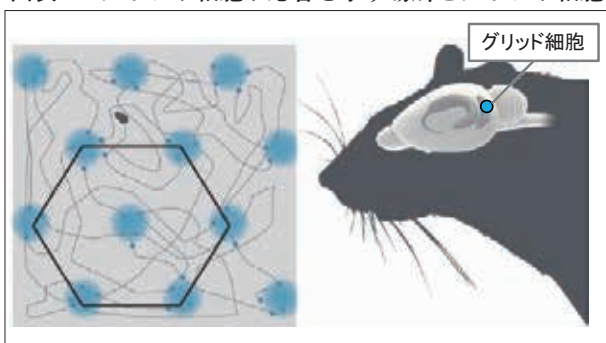
O'Keefe氏は、1971年、自由に動き回るラットの海馬において、ラットが特定の場所を通過した際に必ず活性化する細胞群(場所細胞)を発見した(図表1)。この細胞群は、単に視覚入力を反映しているのではなく、空間の地図を構成していることが示された。

May-Britt Moser氏とEdvard I. Moser氏は2005年、ラットの海馬付近にある嗅内皮質に、新たな細胞の一群を発見した。それぞれの細胞が応答を示す場所は六角形(正三角形6個)状に配置されてラットが移動できる空間を覆い尽くしており、これらの細胞は「グリッド細胞」と名付けられた(図表2)。さらに異なる配置の向きや頂点の間隔などに応答する細胞が存在することも明らかにされた。グリッド細胞は海馬の地図に移動距離に関する情報をもたらすものであると考えられ、彼らは、このグリッド細胞が移動経路を探索するシステムの一部を担っていると結論づけた。また彼らは、グリッド細胞が、

図表1 場所細胞



図表2 グリッド細胞が応答を示す場所とグリッド細胞



出典：参考文献1を基に科学技術動向研究センターにて作成

出典：参考文献1を基に科学技術動向研究センターにて作成



頭部の方向に依存して活動する細胞や、移動可能な空間を囲う境界に近づくと活動する細胞など、空間認知に関わる他の嗅内皮質細胞とともに、海馬の場所細胞とネットワークを構成し、包括的な脳の測位システムを形成していることをつきとめ、空間認知機能の理解にブレークスルーをもたらした。

後に、ヒトにおける場所細胞やグリッド細胞の存在が示されたほか、場所の記憶の保持・想起に関する研究も進められている。アルツハイマー病では、その初期症状として、場所の認知能力が低下するが、海馬はアルツハイマー病で最初にダメージを受ける部位の一つであることから、これらの研究は、アルツハイマー病患者にみられる場所の認知機能の低下に対する理解をもたらすと期待される。

#### 参考文献

- 1) “The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2014—Advanced Information” :  
[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laureates/2014/advanced-medicineprize2014.pdf](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2014/advanced-medicineprize2014.pdf)
- 2) Doeller, C.F., Barry, C. and Burgess, N. Evidence for grid cells in a human memory network. *Nature* 2010 ; 463 ; 657-661.
- 3) Ekstrom, A.D., Kahana, M.J., Caplan, J.B., Fields, T.A., Isham, E.A., Newman, E.L. and Fried, I. Cellular networks underlying human spatial navigation. *Nature* 2003 ; 425, 184-188.
- 4) Hafting, T., Fyhn, M., Molden, S., Moser, M.B. and Moser, E.I. Microstructure of a spatial map in the entorhinal cortex. *Nature* 2005; 436; 801-806.
- 5) O'Keefe, J. and Dostrovsky, J. The hippocampus as a spatial map. Preliminary evidence from unit activity in the freely-moving rat. *Brain Research* 1971; 34; 171-175.

## (2) 物理学賞

赤崎勇：(日) 名城大学および名古屋大学

天野浩：(日) 名古屋大学

中村修二：(米) カリフォルニア大学サンタバーバラ校

#### 受賞理由

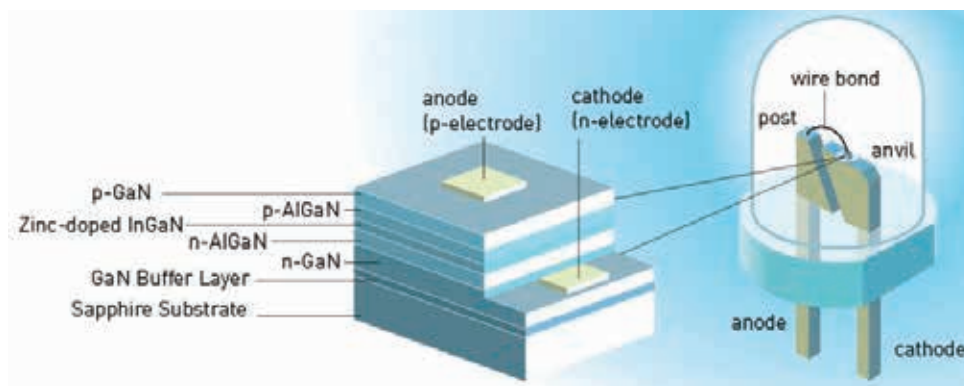
「省エネルギー高輝度白色光源の実現を可能とした高効率青色 LED の開発」に対して

発光ダイオード (LED) 開発は、1950～1960 年代に世界中の多くの研究所で行われ、赤外から緑色までの帯域での発光に成功し、それぞれ製品化も行われた。LED は、半導体の pn 接合に電流を流すことにより、n 型領域の電子と p 型領域のホールとが結合・消滅して発光するデバイスで、赤外から紫外までの広範囲の狭帯域光源となる。しかし、青色発光に適した半導体の良質な結晶作成や p 型領域を制御することが難しく、青色発光は 1980 年代末まで待たねばならなかった。

受賞者 3 氏は、青色発光半導体として窒化ガリウム (GaN) に着目し、有機金属気相成長法で良質な結晶作成を試みた。試行錯誤の末、天野氏と赤崎氏はサファイア基盤と GaN との間に薄い窒化アルミ (AlN) のバッファ層を設けることにより、また中村氏は GaN のバッファ層を設けることにより、良質な結晶作成に成功した。しかし、そのままでは n 型であり p 型領域は形成されない。p 型にするためには、亜鉛元素かマグネシウム元素の微量添加が必要となるが、それらの元素を加えても水素との複合体を作ってしまう、直ちに p 型にはならない。その部分に電子線を照射すれば p 型になることを天野氏と赤崎氏が発見し<sup>1)</sup>、大きなブレークスルーとなった。中村氏は、電子線による複合体の解離によって添加元素が活性化して p 型になることを明らかにし、簡単な熱処理によって同様な効果が得られることも発見した。

さらに、電子とホールとを小さな領域に閉じ込めて密度を上げ、効率よく結合・消滅させることも重要な課題であった。受賞者 3 氏は、当時発達しつつあったヘテロ接合技

図表1 青色LEDの構造



出典：参考文献3

術を用いた。赤崎氏らは AlGaIn/GaN を、中村氏らは InGaIn/GaN および InGaIn/AlGaIn のヘテロ接合を用いて、接合界面付近に電子とホールとを閉じ込めた。そして1994年に、中村氏らは量子効率2.7%の青色発光<sup>2)</sup>に成功した(図表1)。

青色を高効率で発光させることができるようになったことから、その光で蛍光材料を発光させることやあるいは赤色LEDと緑色LEDとを組み合わせることで、白色光源を得ることができるようになった。現在、白色光源の効率は、300 lm/W以上に達し、白熱電灯の20倍、蛍光灯の4倍である。液晶パネルのバックライトとしてだけでなく、照明用としてもLEDランプが世界中に普及し始めている。また、青色レーザーダイオードにより、微小領域への情報の書き込みや読み出しが可能となり、ブルーレイディスクの製品化に貢献した。

このように、青色LEDの発明は、照明や表示装置をはじめ信号機や情報家電製品など、我々の身近な生活に広範囲のインパクトを与えた。なお、天野氏は、当研究所の2009年度ナイスステップな研究者に選ばれた実績を持つ。

#### 参考文献

- 1) H. Amano, M. Kito, K. Hiramatsu and I. Akasaki; Jpn. J. Appl. Phys. **28**, L2112 (1989)
- 2) S. Nakamura, T. Mukai and M. Senoh; Appl. Phys. Lett. **64**, 1687 (1994)
- 3) “The Nobel Prize in physics 2014—Popular Information” :  
[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/2014/popular-physicsprize2014.pdf](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2014/popular-physicsprize2014.pdf)

### (3) 化学賞

Eric Betzig: (米) ハワード・ヒューズ医学研究所

Stefan W. Hell: (ドイツ) マックスプランク研究所

William E. Moerner: (米) スタンフォード大学

#### 受賞理由

「超解像度蛍光顕微鏡の開発」に対して

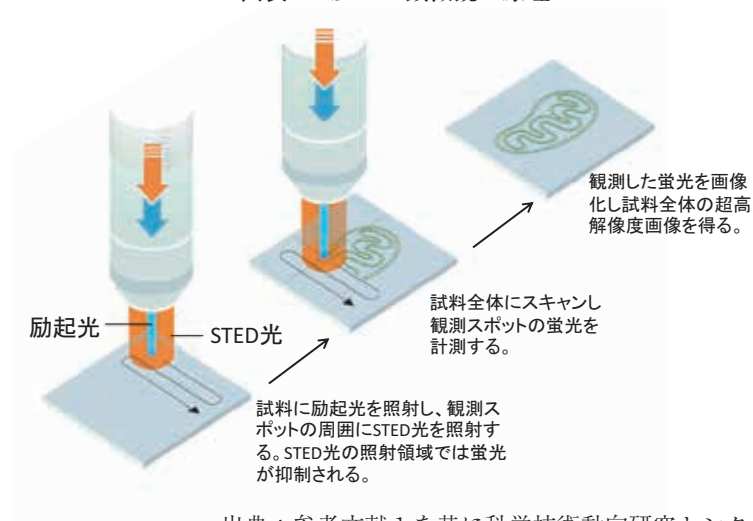
19世紀後半ドイツのErnst Abbe氏は、光は波の性質をもつため、極めて近接した2点からの発光は重なり合って識別できないとする回折限界の存在を提唱した。Abbeの式によると、光の半波長以下は解像できない。例えば波長400 nmの可視光の場合、原理的に波長の半分の200 nm以下は解像不能となる。また現在広く普及している電子顕微鏡では、原理的には0.1 nm以下の高い解像度が得られるが、試料を真空中に入れる必要があり、生体物質は損傷し観測に適さない。今回、3氏によって開発された蛍光顕微鏡は、大気中で観測が可能であり、細胞の外形だけでなく、数10 nm～数100 nmの細胞内の小器官やタンパク質を見ることを可能にした。この成果に対して、2014年のノー

ベル化学賞が授与された<sup>1, 2)</sup>。

生体物質などを光学顕微鏡で観察する場合、予め観察対象のタンパク質などに蛍光分子を結合させ、その蛍光を観察する。これは、蛍光分子に光（励起光）を照射すると、いったんエネルギーの高い励起状態になった後、エネルギーの低い基底状態に戻る際に発する蛍光を利用している。Hell 氏は、励起状態で励起光より低エネルギーの光（STED 光）を蛍光分子に照射すると「誘導放出」と呼ばれる現象が起き、蛍光分子は蛍光を出さず、強制的に基底状態に戻る現象に着目し、新たな蛍光顕微鏡を開発した。これは STED 顕微鏡と呼ばれ（図表 1）、観測するスポットを取り囲む領域に STED 光を照射することで周辺領域の蛍光を抑制し、回折限界を超える 200 nm 以下の極微小の観測スポットから出てくる蛍光だけを捉える。この光源を二次元にスキャンして試料全体の画像を得る。Hell 氏はこの蛍光顕微鏡を実際に作り、2000 年に従来を超える高解像度で大腸菌を画像化した<sup>3)</sup>。

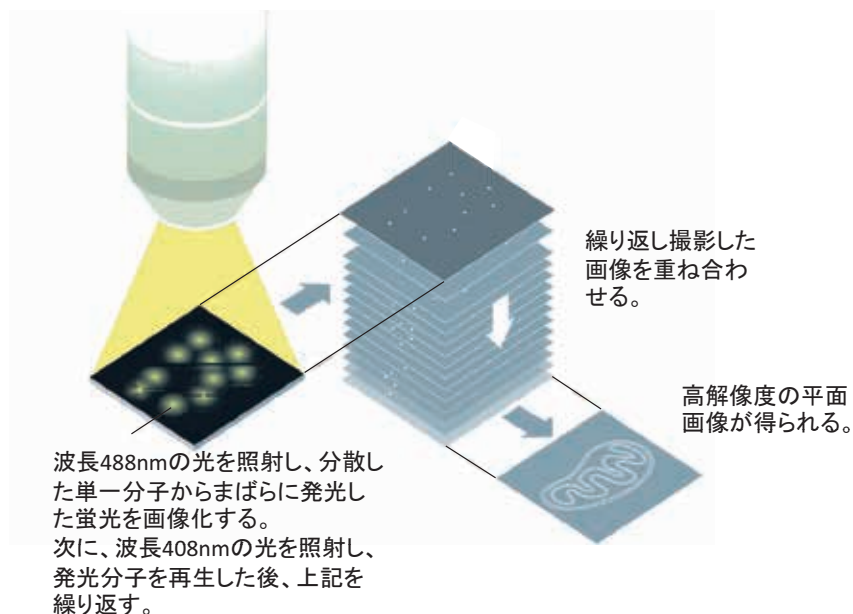
一方、分子 1 個の蛍光を観測する方法で超高解像度化を実現したのが Betzig 氏で、その基盤となる技術を構築したのが Moerner 氏である。Moerner 氏は、1989 年に単一分子の光吸収の計測に初めて成功、その 8 年後の 1997 年、異なる波長の光を交互に照射す

図表 1 STED 顕微鏡の原理



出典：参考文献 1 を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表 2 PALM の原理



出典：参考文献 1 を基に科学技術動向研究センターにて作成

ることでオンオフできる、単一蛍光分子を発見した。そして Betzig 氏は、この単一分子が発する蛍光を観測できる新しい蛍光顕微鏡を開発した。図表 2 に示すように、分散した単一蛍光分子に波長 488 nm の光を照射すると、分散された単一分子が確率的にまばらに蛍光を発し、次第に消滅する。このとき発光する単一分子同士は十分離れているので、隣接する分子の発光は重ならず、200 nm よりはるかに小さい分解能で観測できる。続いてより波長の短い光 (408 nm) を照射することで蛍光分子が再生し、再び波長 488 nm の光を照射すると別の分子がまばらに蛍光を発する。これをくり返して画像を撮り、重ね合わせると、蛍光分子の点で描かれた試料全体の平面画像が得られる。Betzig 氏は、この実証結果を 2006 年に発表<sup>4)</sup>、この方法は「光活性化局在性顕微鏡法」(PALM) と呼ばれる。

こうした成果は、特に近年急速に進展するライフサイエンス分野の研究に大きなインパクトを与えた。STED 顕微鏡、PALM 共に、現在装置が市販され、タンパク質や神経細胞の観測など幅広い研究に適用されており、ライフサイエンス分野の研究の今後の更なる進展が期待されている。

#### 参考文献

- 1) “The Nobel Prize in Chemistry 2014—Popular Information” :  
[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/2014/popular-chemistryprize2014.pdf](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2014/popular-chemistryprize2014.pdf)
- 2) “The Nobel Prize in Chemistry 2014—Advanced Information” :  
[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/2014/advanced-chemistryprize2014.pdf](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2014/advanced-chemistryprize2014.pdf)
- 3) Klar TA, Jakobs S, Dyba M, Egnér A and Hell SW (2000) Fluorescence microscopy with diffraction resolution barrier broken by stimulated emission. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 97: 8206-8210.
- 4) Betzig E, Patterson GH, Sougrat R, Lindwasser OW, Olenych S, Bonifacio JS, Davidson MW, Lippincott-Schwartz J, Hess HF (2006) Imaging intracellular fluorescent proteins at nanometer resolution. *Science* 313:1642-1645.



# フォーサイトに関する最新動向—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～ （開催報告 その4） 多様な予測活動の現状

村田 純一 浦島 邦子

## 概 要

政策決定のツールとしての今日の科学技術予測調査は、初期に目指していた科学技術の進歩による快適な生活の実現を目指すだけでなく、しばしば起こる科学技術による負の影響も見据えて検討、実施しなければならない。今回の国際会議の締めくくりとなる最後のセッションでは、予測活動に関して、フィリピン、ハワイ、日本の研究者から、それぞれ「気候変動と洪水の防御」、「未来社会とイノベーション」、持続可能な節電を検討した「SETSUDEN プロジェクト」の3件の予測活動の事例紹介があった。

フィリピンでは、洪水の防御を主題とした、持続可能な未来に関する予測プロジェクトを実施した。ベストとワーストのシナリオを作成し、結果を視覚化したことでより多くの政策策定者が理解しやすいものとなった。

ハワイ大学未来研究センターでは、未来社会とイノベーションを視点とした取り組みを行っている。未来では想定と違う事象が起こり得ることから、複雑さや多様性を理由に曖昧な話で収束させるのではなく、想像力を発揮して直面する不確実性やリスクについて、誰もが理解できるように説明する必要がある旨が述べられた。

日本では、2012年にフォーキャストとバックキャストの両面から、持続可能な節電に関して検討する「SETSUDEN プロジェクト」を実施した。多様な業態の方々を集めてデルファイ調査課題の作成やシナリオライティングのワークショップを実施し、ベストとワースト両シナリオに共通するキーファクターから、明暗を分ける要因を導いた。

今回の会議を通じて得られた共通認識として、未来について検討するには、ビジョンと社会課題を合わせて検討することが必要であり、専門家と一般人も交えて議論することの重要性が挙げられる。社会実装に向けたロードマップを作成する際にも、現状を把握し、専門家の意見のみならず、市民の視点や遠い未来を含めた、広い視野に立って検討することの重要性が提示された。

**キーワード：**シナリオ，デルファイ調査，気候変動，持続可能，社会課題

## 1 はじめに

2014年2月、東京にも大雪が積もった中、当研究

所主催の第5回予測国際会議は、世界各国の専門家による各国における予測活動の現状と、その社会問題解決への適用に関する事例を通じて、持続可能な将来の姿を描くにはどうすべきか議論し、各国の経

験を共有することで我が国における予測活動のさらなる発展を目指すことを目的に開催された<sup>1~3)</sup>。

政策決定のツールとしての今日の科学技術予測調査は、初期に目指していた科学技術の進歩による、快適な生活の実現を目指すだけでなく、しばしば起こる科学技術による負の影響も見据えて検討、実施しなければならない。したがって、社会課題を意識したアプローチでは、問題となっている事象の認識とその解決のために知恵を絞って科学技術を使う、あるいは場合によっては使用を規制することを含めた判断が求められるようになっている。

今回の国際会議の最後のセッションでは、予測活動に関して、フィリピン、ハワイ、日本の研究者から、それぞれ「気候変動と洪水の防御」、「未来社会とイノベーション」、「SETSUDEN プロジェクト」の3件の事例紹介があった。

## 2 フィリピンの事例—気候変動と洪水の防御：2033年のシナリオ

フィリピンでは The Center for Engaged Foresight (CEF) が中心となり、国内と東南アジアの未来イノベーションと社会予測調査を実施している<sup>4)</sup>。その活動の一例として、UNESCO と共同で予測調査に関するイベントが実施され、同様の活動に対してフィリピン政府も支援している<sup>5)</sup>。フィリピンでも予測調査は年々活発になってきている。

2013年9-10月にフィリピン、インドネシア、タイの3カ国の文化的背景の異なる人達が、気候変動と洪水の防御を主題にした持続可能な未来に関する予測プロジェクトを実施した。この取り組みは、Alumniportal Deutschland (ドイツ同窓生ポータル)<sup>6)</sup> 主催の持続性をテーマにしたワークショップ・コンテスト<sup>7)</sup> に提出するために企画された。そこで、気候変動による局所災害であり、東南アジアで頻発する洪水の対策をテーマに選んだ。ここで報告する内容は、コンテストにおける発表を基に再構成したものである。参加を募ったフィリピン、インドネシア、タイの200人がインターネットを用いて約6週間かけて調査と意見集約を行い、ベストとワーストのシナリオを書いた。その結果の一例を図表1に示す。こうしてまとめたものをコンテストに提出した。参加16チームのうち、南米のチームが優勝し、フィリピンは残念ながら入賞できなかった。しかし結果としてこのシナリオ作成を通じて、問題意識を多くの人と共有できたことは重

要であり、次へのステップとなった。さらに、検討したシナリオを図表2のように視覚化したことで、政府関係者など多くの方々への説明がしやすくなった。

今後はフィリピン南部で河川の保護と水系の回復を目指す予測プロジェクトの提案を行い、活動していく予定である。

## 3 ハワイの事例—未来社会とイノベーション

ハワイ大学未来研究センター<sup>8)</sup> の研究者からは、未来社会とイノベーションを視点とした思考法について説明があった。以下にその概要を示す。

「ポストノーマル」、つまりこれまでの社会を構成する「規範」の概念に対して、変化する社会には扱いにくい要素として「混沌」、「複雑」、「矛盾」がある。今後、未来の社会は図表3に示すようにそれら3つが重なる状況となるだろう。そして社会の変化速度は加速しており、例えば、10億台のスマートフォンの普及にはこれまで16年掛かったが、次の10億台は3年以内に普及すると予測されている。スマートフォンの製造には希少鉱物資源が使われており、それらの中には紛争地域で採掘されているものも含まれる。一部は密輸されて非政府組織の資金源になることが問題になっている。そのような反社会的活動に対抗するために、インテルなどはサプライチェーンの源、つまり精錬所までさかのぼって認証する活動<sup>9)</sup>を展開している。

現在と未来の関係には、図表4のような「現在の延長」-「想像可能な未来」-「想定外の未来」の3つの未来<sup>10)</sup> という見方ができる。この図が意図していることは、向こう10年は現在の延長ということである。多くの人は、未来は現在の単純な延長と考えているが、未来は非線形であり、想像と違う事象が起こり得る。10年後以降、その先の未来を考えるとときには、現在の既成概念を疑うことが必要である。予想外のことが発生したときに、次に何が起こるかを考えなければならない。そして、複雑さや多様性を理由にしてあいまいな話で済ませるのではなく、想像力を発揮して直面する不確実性やリスクについて、誰もが理解できるように説明しなければならない。大勢と対話を始めるには、不確実性とリスクを含めた説明と、事象に対する対処法「誰が」「何を」「どうする」という問いかけが必要である。

現状を知ったうえで、今後の気候を含む自然環境の変化と人類の生き残りについて考える取り組み

図表 1 シナリオの例

	◇ ベストシナリオ	◆ ワーストシナリオ
現象	◇ 異常気象で雨が 2 週間以上続くが、河川の観測、水路の監視が行われ、水量を管理する設備が機能を果たす。	◆ 極端な気象状態になって、豪雨が 2 週間以上続き、各地で洪水が起こる。
対応と状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 太陽光調理器や効率良い調理用コンロが普及する。</li> <li>◇ 太陽光、風力、小規模水力発電など再生可能エネルギーの利用や有機農法が実施される。</li> <li>◇ 運動場などでの再生水の利用、植物栽培での雨水の利用が普及する。</li> <li>◇ 都市部の屋上・壁の緑化でヒートアイランド現象が緩和される。</li> <li>◇ 透水性舗装が普及する。</li> <li>◇ 持続可能な水の管理が可能になる。</li> <li>◇ 湿原の草など植生の管理で植物による水の貯留が可能となる。</li> <li>◇ 沿岸地方ではマングローブの植林が進む。</li> <li>◇ 竹木の加工技術が発展する。高台の農民は森林保護をしながら生活が維持できる。</li> <li>◇ 水路が整備され、清掃が行き届く。</li> <li>◇ ビニール製買い物袋の使用が禁止される。</li> <li>◇ 低地の住居は高床式になる。</li> <li>◇ 都市への人口集中が緩和される。（人口の管理がうまくいく。）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 通信と観測技術などは進化するが、森林の住宅・工業用地転換や、違法伐採などがなくなる。</li> <li>◆ 工業化のために地下水を大量に汲み出し地盤沈下が起こる。</li> <li>◆ 貯水池は溢れ、ダムも決壊を防ぐため放流する。下流域の水がなかなか引かない。</li> <li>◆ 植林活動など環境保護活動も行われるが、一度洪水になると水路が詰まる。</li> <li>◆ 水路にゴミが大量にたまり、除去作業が追い付かない。</li> <li>◆ 川の堤防沿いにも家が立ち並び、洪水で流されて多数の死者が出る。</li> <li>◆ 災害後の救援物資配給に人々が並ぶ。</li> </ul>
結果	◇ 緑の都市が出来上がる。	◆ 負のスパイラルが繰り返される。

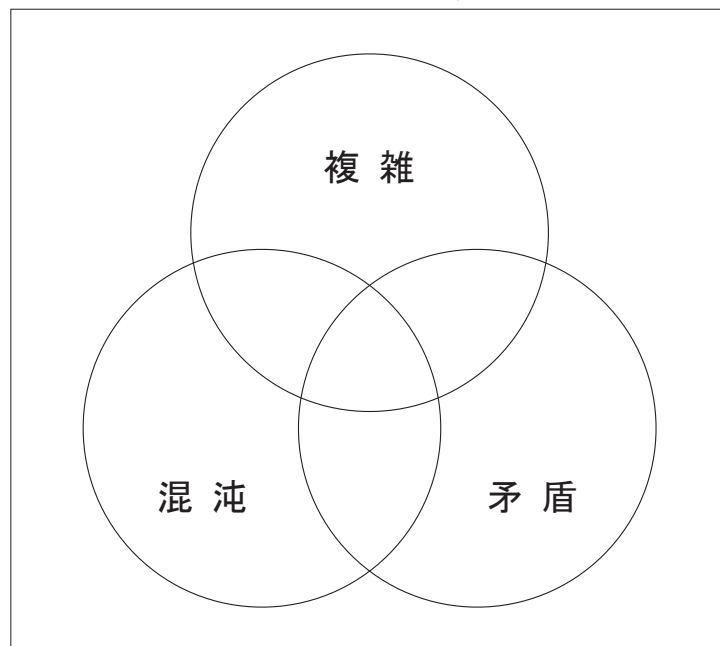
発表資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表 2 望ましい未来の一例



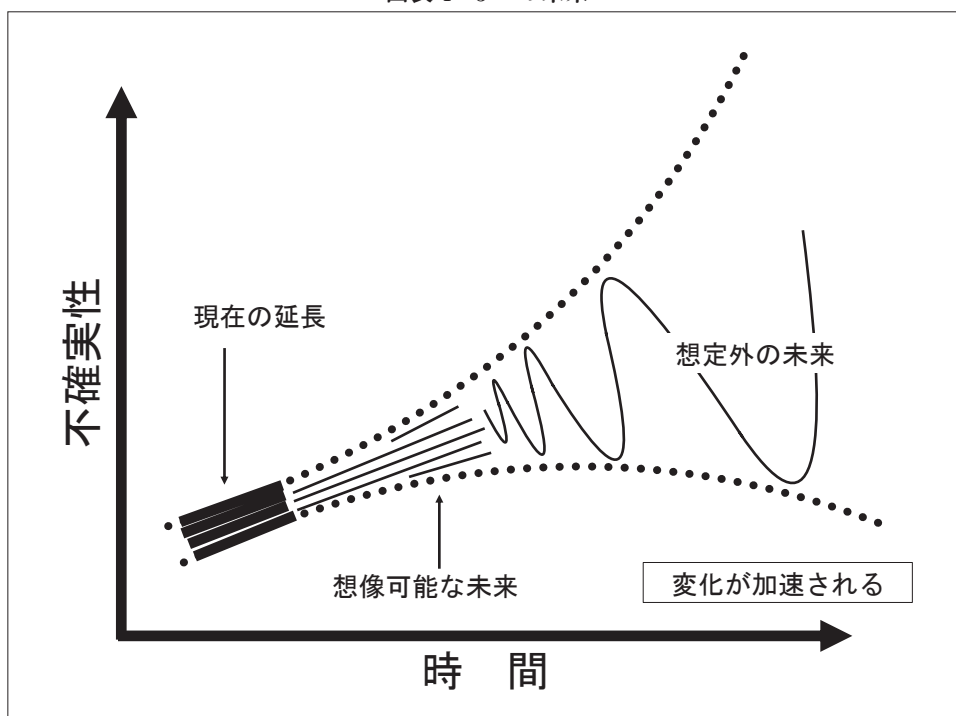
出典：講演資料

図表3 今後の状況を示す概念図



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4 3つの未来



発表資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

が重要である。例えば IPCC（国連：気候変動に関する政府間パネル）のレポートには海面上昇について書かれているが、予測だけでは対策を講じたことにはならない。一方で温暖化の問題に対して、海洋で植物プランクトンの発生・漁業資源の回復と二酸化炭素吸収の実験として、海に鉄ミョウバンが散布された。しかし、それは生物多様性に影響するかも知れず、海洋環境保全の面で問題があるとして議論されている<sup>11)</sup>。

未来は予測した通りにならないかもしれないが、起こりそうな事象への対応を考えて実行することが重要である。このような取り組みでは、予測手法への関心だけではなく、多くの人々が課題に関心を持つことが大切である。つまり人々が参加するプロセスが重要である。技術は対策のために必須の要素であるが、対策を実施するのは人間なので、どうやって多くの人を介在させるかが大切である。種々の課題に対して人々が活発に対話することが期待される。



## 4 日本の事例—SETSUDENプロジェクト

我慢ではなく、持続可能な節電とはどのようなものかを検討することにより、新たな科学技術が目指す方向性を見出すことを目的に実施した「SETSUDEN プロジェクト」調査について説明があった。

2011年の震災の際には、省エネ機器導入など技術的な節電の取り組みだけではなく、勤務時間や休日の変更など、ライフスタイルの変革による行動が節電に大きく貢献した。しかし、多くのケースで「限定的」かつ「我慢」が伴ったこともあり、持続可能ではないことが問題視された。そこで調査では、節電の現状分析、節電に関する科学技術課題の抽出、専門家ネットワーク<sup>注</sup>を利用したデルファイ調査、科学技術課題をベースにしたシナリオライティングなどの調査と、在日大使館の方々による、震災当時の節電に関する我が国の取り組みへの評価を実施し、報告書としてまとめた<sup>12)</sup>。

最初に節電の実態を把握するために、ヒアリングや各種報告書、論文などから情報を収集し、節電の取り組みをハードとソフトの両面から取りまとめた。次に、節電に深く関連する独立行政法人の研究機関、電力関連の企業や機器メーカー、そして自動車、鉄道、住宅建設、ゼネコンなどのインフラ関連企業の方々を集め、フォーキャストとバックキャストの両面から、持続可能な節電を検討するワークショップを実施した。フォーキャス

トは、過去のデルファイ調査結果をベースに技術が進展すると2030年はどのような社会になっているか、という視点で検討した。バックキャストは2030年の理想とする節電の姿について描き、そこから必要な技術やシステムについて検討した。

シナリオワークショップでは、4グループで各シーン（オフィス、田舎、都会、高齢社会）に対してベストとワーストのシナリオを作成した。両シナリオを分析したところ、共通するキーファクターが導かれた。その結果の一部を図表5に示す。今後、どのような要因でベストとワーストに分岐するのかを分析する必要がある。

さらにフォーキャストとバックキャストから取り出したキーファクターを念頭において、直近の第9回科学技術予測調査で用いた11課題を含めて、41のデルファイ調査課題を作成した。今回第9回の調査課題を含めたことで、震災前後の意識変化を俯瞰することができた。その結果、実現時期について、技術に関しては2-4年遅れ、技術以外は1年程度早まる傾向が見られた。

こうしたアンケート調査を政府機関が実施すると、エネルギー対策は予算や規制の策定など政府や企業がやればよいという意見がたくさん出る。政府が行うべきこともあるが、市民が自分たちでできることを考えるきっかけとなるように、実現のためには誰が何をすればよいという質問も同時にした。意見としての例をあげると、日本は2030年以降、高齢化と若年層の働き口が減り、エネルギーの使用も減る。また、みんなあまり外出せずに家に居て、電力の使用は減る、という回答が多

図表5 ベスト・ワースト両シナリオに出現するキーファクターの一例

	ベストシナリオ	ワーストシナリオ	キーファクター
技術	地域で標準化されて普及	標準化が遅れ個別に普及	電力ネットワーク
	全体的に最適化されたネットワークによって無意識のうちに管理されている	ライフスタイルの工夫によってかろうじて震災後のレベルを維持	電力消費
	多くの機器に適用されて普及	一部の機器にのみ適用	電力変換素子
	製造工程最適化・業績向上	コスト低減のために海外移転	製造現場
	運用見直しで効率向上	活用が不十分	研究設備
技術以外	エネルギー関連製品を中心に向上	研究開発力低下により停滞	国際競争力
	テレワークなどの普及を背景に向上	20年前と変化なし	ワークライフバランス
	これまでの体制の見直しで連携が機能	従来の連携体制で真の連携は機能せず	産学官連携

注 専門家ネットワーク：当研究所が管理する研究者技術者を対象としたシステムで、約2,200名の登録がある。

数あることを想像していた。しかし、2030年には高齢者を含む多くの家庭では、今以上にエネルギーを消費する生活が定着するために、電気使用量は現在より増える、という意見も少なからずあったことは予想外であった。

以上の調査結果の詳細については報告書<sup>13)</sup>がwebから閲覧できるようになっている。

社会課題を合わせて検討することが必要であり、専門家と一般人も交えて議論することが重要である。社会実装に向けたロードマップなどを作成する際にも、現状を把握し、専門家の意見のみならず、市民の視点や遠い未来を含めた、広い視野に立って検討することの重要性が提示された。

科学技術動向研究センターは、科学技術予測調査を主研究テーマとして、今回のような国際会議のほかにも、未来に関する各種取り組みを行っている。今後も様々な人々、そして世界各国の関係機関と積極的にコンタクトをとり、情報交換しながらよりよい未来を実現する科学技術予測調査を行っていく所存である。

以上(完)

## 5 最後に

今回の会議で発表された内容を通じて得られた共通認識は、未来について検討するにはビジョンと

## 参考文献

- 1) 村田純一、浦島邦子、フォーサイトに関する最新動向―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～(開催報告 その1)、科学技術動向 No.144. p.10-14、2014年5月：<http://hdl.handle.net/11035/2922>
- 2) 村田純一、浦島邦子、フォーサイトに関する最新動向―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～(開催報告 その2) イノベーションとビジネスのための予測調査、科学技術動向 No.145. p.4-11、2014年7月：<http://hdl.handle.net/11035/2962>
- 3) 村田純一、浦島邦子、フォーサイトに関する最新動向―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～(開催報告 その3) 国際機関による予測調査、科学技術動向 No.146. p.5-11、2014年9月：<http://hdl.handle.net/11035/2971>
- 4) フィリピン CEF (Center for Engaged Foresight) :  
<http://engagedforesight.com/tag/unesco-national-commission-of-the-philippines/>
- 5) Department of Science and Technology, Republic of the Philippines :  
[http://www.dost.gov.ph/index.php?option=com\\_content&view=article&id=635:technology-foresight-for-rp-electronics-industry-identify-technology-champions](http://www.dost.gov.ph/index.php?option=com_content&view=article&id=635:technology-foresight-for-rp-electronics-industry-identify-technology-champions)
- 6) Alumniportal Deutschland : <https://www.alumniportal-deutschland.org/en/start-page.html>
- 7) 持続可能性の仮想体験型プロジェクト : <https://www.alumniportal-deutschland.org/index.php?id=5632>
- 8) ハワイ 未来研究センター : <http://www.futures.hawaii.edu/index.html>
- 9) ホワイトペーパー、インテルの取り組み :  
<http://www.intel.com/content/dam/doc/policy/policy-conflict-minerals.pdf>  
(関連資料) : <http://www.interactiongreen.com/intelconflictmineral/>
- 10) 3つの未来 (関連資料) :  
[http://www.academia.edu/7084893/The\\_Three\\_Tomorrows\\_A\\_Method\\_for\\_Postnormal\\_Times](http://www.academia.edu/7084893/The_Three_Tomorrows_A_Method_for_Postnormal_Times)
- 11) 海洋への鉄ミョウバン散布についての記事 :  
<http://www.theguardian.com/environment/2012/oct/15/pacific-iron-fertilisation-geoengineering>  
<http://www.newyorker.com/news/news-desk/the-first-geo-vigilante>  
<http://www.forbes.com/sites/timworstall/2014/04/28/iron-fertilisation-of-the-oceans-produces-fish-and-sequesters-carbon-dioxide-so-why-do-environmentalists-oppose-it/>
- 12) 「持続可能な節電に関する調査―デルファイ調査とシナリオ分析による将来展望」の結果を公表、科学技術動向 No.136, p. 37. 2013年7月：<http://hdl.handle.net/11035/2393>
- 13) 持続可能な節電に関する調査―デルファイ調査とシナリオ分析による将来展望―、科学技術政策研究所 科学技術動向

研究センター、2013 年 3 月：http://hdl.handle.net/11035/1197

- 14) The result of Study on Sustainable Saving Electricity – Future Perspective Based on the Delphi Survey and Scenarios –, 25-Nov-2013：http://hdl.handle.net/11035/2449

..... **執筆者プロフィール** .....



**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、通信用デバイスに関心がある。博士（工学）



**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2)

## オープンデータのための データ保存・管理体制

村山 泰啓 林 和弘

### 概 要

研究データのオープン化に関して、G8の合意に基づき、科学技術の発展のためのデータの広い共有と利活用が既定路線として進もうとしている。

研究データの保存については欧米を中心に様々な試みが行われており、研究分野、対象データの選別、利用方法、エンバーゴ（猶予期間）の長短など複合要因の組み合わせで受益・損失の双方を考慮した議論と実践が続けられている。特に、データリポジトリの整備と活用に向け、図書館は整理された資料の長期保存や検索サービス等の司書技能をもつことから、その親和性に注目が集まっている。出版社の主導によるデータ出版に関する動きも盛んになり始めており、データの登録先をどこにするかという問題がより顕在化する可能性がある。研究データのマネジメントにおいては、コンテンツにかかわる専門性と、書誌情報管理に通底する業務面とに配慮する必要がある。日本においても、各研究機関、大学（あるいは研究プロジェクト）、国立国会図書館をはじめとする図書館や文献情報管理事業者を中心とした、日本の実情に合った取り組みが望まれる。

**キーワード：**オープンデータ、データリポジトリ、研究データ、保存・管理、図書館、国立国会図書館、科学技術振興機構

## 1 オープンデータの動向と 研究データ、RDA

オープンデータの本質は、科学技術情報の流通体制の変革、および情報資産の国際的本格利活用にある。情報公開は、単純に言えば所有者のもつ情報資産の価値を減ずるため、個別には歓迎されないことも予想されるが、G8国、特に情報資産を多く保有する先進国がみずからオープン化を宣言することで得るメリットに関しては、よく検討されるべきである。特に研究データオープン化に積極的な欧米豪が、G8国関係者会合およびRDA（Research Data Alliance）などを通じて国際潮流を作ろうとしている現状<sup>1)</sup>を、我が国は、国益に不利益なオファーと放置するのか、今後の先進各国の利益確保に相和す

るべきか、の判断が問われるところである。英国では王立協会の有識者グループの議論がG8など政治・行政の議論の場にも含まれるなど、アカデミーと政府の活動は、研究データの扱いにおいては相互に影響を及ぼしあっているようである。本件は全否定か全肯定かという議論ではなく、研究分野、対象データ選別、利用方法、エンバーゴ（猶予期間）の長短など複合要因の組み合わせで受益・損失が分かれる可能性もあるため、詳細を統ルールで決め打ちする種類の議論では国益の確保は困難とも思われる。そのため、枠組みとしての理念・コンセプトの合意と、個別データ・情報に対するアプローチとを分けて考える必要もあるだろう。なお本稿で呼ぶ「科学」は、科学に根差した科学・技術の研究開発や、社会科学・人文科学などのすべてを含む幅広



いものと解される。

## 2 国益を利する科学技術・研究データに 対すべき背景理念・姿勢

現代ではインターネットや計算機技術の発展によって、論文や講演という限られた情報量の提供だけでなく、計算機ファイルという形で議論も証拠（画像、動画、音声、数値データなど）も、かつてと比べて飛躍的に安価かつ容易に共有する手段が存在する。これによって、膨大な情報（データ）に支えられた研究成果の検証においても、データの共有によって論文の科学的信ぴょう性を担保することができる。逆にいうと、検証できない論文の成果がデータなしに独り歩きするようになれば、誰も議論をフォローできない。後世に再検証の機会を提供できない、見かけ上の「科学的真実」が恒久的真実であるかのように記録され配布される。放置すれば、信頼されるべき広い意味での「科学」は、科学者・専門家集団による自浄作用が働かない別の物に変貌する危険性がある。議論の土台となる証拠、すなわち広義のデータはつねにこうした議論や結果の再検証、および将来的な研究発展のために、不可欠な要素である。

研究データは、科学技術研究の基礎あるいは研究素材・材料としての役割と、研究成果の証拠・検証材料としての役割の両方をもつが、双方ともに人類にとって重要な意義をもつ。前者が今後の研究を進め新たな成果をもたらすのに対して、後者は過去の業績検証であり、いわば後ろ向きな役割という見方もある。しかしながら、研究不正や結論が変わってしまう誤りゆうといった、社会と科学の相互信頼に影響を与えるような事態を避けるためにも、過去の成果の真偽がつねに検証できる体制が必要である。その基礎資料である研究データの意義は、将来の科学と社会の調和的発展のためにも非常に重要な意義を持つ。

## 3 電子データの長期保管と 「データリポジトリ」

紙・印刷資料でなく、主に電子化されたデジタルファイルが研究データの記録・取扱いの主流となってきており、これまでと異なった方法論が必要である。科学的・専門的資料が紙媒体による従

来の図書館システムで管理される場合には、検索、調査、レファレンスサービス、国内外の複写サービスも含めて包括的な社会システムとしてのサービスネットワークが構築され活用できる体制がある。電子化されれば検索の速度・検索範囲・活用範囲は飛躍的に向上すると期待されるが、冊子体ベースで構築された図書館システムに匹敵するだけの、超長期間安定かつ包括的な技術システム＋社会システムはいまだ国際的にも構築の途上である。

こうしたデータ保存・提供を実施できる機関、すなわち広義の「データリポジトリ」の整備は、データがつねに存在しアクセス可能なことを前提にした「科学」のシステム整備と発展を促すために必要な基盤的仕組みであり、オープンデータ先進国の米欧豪ではポリシーおよびシステムの整備が進められている。研究分野によってはデータセンターとも呼ばれ、あるいはデータ・アーカイブとの類義として用いられることもある。データリポジトリは、組織・人材・装置の複合体として機能する機構と考えられる。デジタルファイルの保存というと大型記憶装置（ディスクアレイ装置やデジタル記録テープライブラリ装置等）の導入がまず思い浮かぶが、これに加えて、上述のような図書館における文献管理と同じ社会的システムとしてのデジタル資料の保存・管理・検索、あるいはアクセスの保証をする機構、組織間連携も必要である。また、電子化・デジタル化された研究データの長期保管・保存という場合、商業活動でいう5～10年の「長期」保存と異なり、古典文書や文献と同等の何十年以上もの期間が対象となる。いわゆる電子帳簿の取り扱いなどでは5年、10年といった期間を対象として保管を検討するが、ICSU（International Council for Science：国際科学会議）のデータ事業である、旧 WDC（World Data Centre）や旧 FAGS（Federation of Astronomical and Geophysical Data Analysis Services）は1957年から50年以上にわたり科学研究データ保管を続けてきた。今後は研究論文と同等以上の科学研究成果物とされるべき研究データが、デジタルファイルの形で文献と同期間保存され、アクセスされたとすれば、文献保管の歴史の例でいえば、例えば最初の学術ジャーナル発刊以降の300年程度の期間は想定されてよい。

## 4 図書館とデータ

原著論文など文献の電子化、およびさらにオープンアクセス化に伴って、利用者が図書館を訪れる必要がなくなる、「図書館不要論」といった見方や、重要性が認められにくいという声も聞かれる。海外においても図書館予算は厳しい状況であるが、それでも欧米の大学図書館・専門図書館では、書籍主体の管理業務機関から脱皮すべく、科学技術に関する電子情報管理機関としての図書館像を打ち出し、大学図書館・専門図書館がデータ保管・管理プロジェクトを実施し始めている。

ただ、欧米と我が国の図書館の実情には違いがある。欧米では、図書館司書は日本とくらべて専門性が高く、自ら図書館業務の開発プロジェクトにより競争的資金を獲得する場合もあり、分野の特性なども考慮したデータリポジトリの構築など、より能動的な活動が行われている。我が国との図書館業務や人材育成の違いが存在することに注意すべきである。欧米の図書館における電子データの保管・管理のプロジェクトを、我が国の図書館でそのまま実現できるかは慎重であるべきだが、我が国における図書管理専門職のスキル・ノウハウを基盤として、より広い範囲の専門情報としての電子データを扱えるような、新たな人材育成や環境整備がむしろ急務であり、こうした現状を踏まえた国内での展開の検討が必要と考えられる。

## 5 海外の取り組み例

図表1に示すように、海外においては種々の研究データ保存・管理のプロジェクトやコンソーシアムなどが国立機関・図書館・研究機関・大学などで行われている。

## 6 我が国での取り組みについて

我が国における研究情報の保存・利用の体制は、分野を限った活動、特定の目的の活動についてのデータベース整備などは進展してきている。例えば、ライフサイエンス統合データベースプ

ロジェクト<sup>12)</sup>、バイオサイエンスデータベースセンター (National Bioscience Database Center : NBDC)<sup>13)</sup>、データ統合・解析システム (Data Integration and Analysis System : DIAS)<sup>14)</sup> など、国内の規模の大きいデータベース整備事業として進められてきたものがある。また、研究現場での特定分野・目的のデータ整備事業としては、日本蛋白質構造データバンク<sup>15)</sup> (科学技術振興機構 : JST-NBDC と大阪大学蛋白質研究所)、DNA Data Bank of Japan<sup>16)</sup> (国立遺伝学研究所)、SSJ データアーカイブ (東京大学 Social Science Japan Data Archive : SSJDA)<sup>17)</sup> などが知られている。しかし、オープンデータポリシーに呼応した、欧米のような研究分野を限定しないデータ保存・管理の仕組みや、その構築・制度化・必要なデータ保存機構とその検索や利用サービス機能の整備などは、我が国においてはまだ議論が緒に就いたばかりである。科学技術、人文・社会科学まで含めてデータへのオープンなアクセスを今後の我が国の戦略として対応・取り組みをするのか、そのためにはどうするか、という認識ができていない。国際的な科学技術外交、そして国内の体制整備としても、今後の議論が必要である。またアカデミーによる包括的なデータ活動としては、ICSU が設立した委員会 WDS (World Data System) のイニシアティブがある。1957-58 年の国際地球観測年を契機に設置された国際組織 WDC などを前身として 2008 年に ICSU 総会において設置された。WDS 事業では、リポジトリ (データ保存) 事業そのものは個別加盟機関が行うが、国際的な相互運用性・共通基盤としての制度の整備、機関間調整などを行っている。

## 7 保存すべきデータとは

保存すべき研究データの取捨選択については、例えば、データセットの公開時に一定の審査過程を設けて選別することも考えられる。現在、国際的に進行しているデータ・パブリケーション (データ出版) の議論において、論文出版における「査読」に相当する審査過程の導入の検討がされている。この審査で「採択」されたデータセットについて保存対象とすることが考えられる。あるデータセットの将来的な利用価値の判断は、一般に容易ではないが、まずは、そのデータの科学的な背景や処理の内容、形式、再利用時に必要な技術情報な

図表1 研究データの保存に関する海外の取り組み例

活動名	概要
オーストラリア国立データサービス(ANDS) <sup>2)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・豪政府資金で運営されるオーストラリア国立データサービス(Australian National Data Service; 以下ANDSと呼ぶ)</li> <li>・国策であるNational Collaborative Research Infrastructure Strategy (NCRIS)の一部として2009年に設立された。同国内における研究環境の変革、同国内研究データの価値を、管理(マネジメント)し、相互に関連付け、新たな発見や多様な利活用につなげることを目標に掲げている。米NSFや欧州委員会などとともに、RDAの運営や、研究データのオープン化、データ・サイテーションなどの制度化・システム化の国際的な議論を主導する。</li> <li>・データファイルの保存はANDSの所掌ではないらしく、同国内の公的機関・研究機関の機関リポジトリや国家資金によるリポジトリ(National Data Fabricなど)でデータを収容する事業枠が別に設定され、ANDSはPID(Persistent Identifier)登録・管理(データ・サイテーション)、メタデータ整備・管理、データ・パブリッシング、検索・発見サービス、データ関係の機関・研究者などの仲介、研究促進事業、これらによるデータ維持・利活用の制度化・ベストプラクティスの実践、ソフトウェアツールの開発・提供などをおこなう、いわば研究データのオープン化・利活用基盤のための管理側に特化する業務を担当している。</li> </ul>
欧州データインフラストラクチャ計画(EUDAT) <sup>3)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・欧州委員会(以下、EC)のデータ戦略であるRiding the Wave文書の目標である、EUの共通データサービスの設計・デザイン、開発、実装によるサービス化を目指して実施。</li> <li>・基盤システム開発には欧州のFP7(EU第7次研究枠組み計画)等から計4,300万ユーロ、3年期限の個別プロジェクト選定に対して総計1,630万ユーロの予算が計上されるとのことである<sup>4)</sup>。13か国から23組織、15のユーザーコミュニティ(生命科学、地球科学、...)が参加して実施されている。</li> <li>・EUDATで研究開発し、実装されているサービスは以下のようになっている。             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) B2SHARE (long tail データをオープン化していく)</li> <li>(2) B2SAFE (データのバックアップ作成、保管)</li> <li>(3) B2FIND (メタデータ・リポジトリによる検索・発見サービス)</li> <li>(4) B2STAGE (データを高性能計算機や科学技術計算実行のワークスペースへコピーする)</li> <li>(5) B2DROP (各機関に分散配置されたデータを中央ストレージに同期させる)</li> <li>(6) B2NOTE (セマンティックなデータサービス)</li> </ol> </li> <li>・最初の4つはフェーズ1として2011-2013年に開発されてサービスを開始している。後ろの2つはフェーズ2(2011-2014年)が開発期間とされている。</li> </ul>
パデュー大学研究リポジトリ(PURR) <sup>5)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パデュー大学図書館が運営するPURR(パデュー大学研究リポジトリ:Purdue University Research Repository)はオンラインの研究用領域やデータシェアリングのプラットフォーム、データ出版やDOIなど識別子付与のしくみ、およびデータマネジメントプランの作成支援などを同大学研究者や関係者に提供。</li> <li>・どのようなデータでも研究過程で生成されるものなら登録対象</li> <li>・恒久的データ保存・バックアップは、公式なデータ出版手続きを経たものだけが対象となり、それ以外は一定の作業期間後は保障されない。作業用記憶領域割り当てなどは研究の補助金獲得状況に応じて変わるもよう。</li> <li>・データ保存については、メタアーカイブ協同組合(MetaArchive Cooperative)<sup>6)</sup>に加盟して担保している。</li> </ul>
DataShare <sup>7)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エジンバラ大学の分野横断的な機関リポジトリであり、同大学情報部門「データライブラリ」部(1983年設立)によって運営</li> <li>・同大研究者・共同研究者に対して、データ出版・シェアリング・記述、エンバーゴ、データ利用ライセンスなどのサービスや支援を行う<sup>8)</sup>。</li> <li>・データの検索・調査、利用支援などは図書館のレファレンスサービスに近い形式で、リポジトリと並置される別部署と連携して行われるもよう。</li> <li>・情報部門は、図書館から学内計算機システムまで管轄する総合的な学術情報管理担当部。また、エジンバラ大学のデータライブラリは、英国内で、インターネット経由での主に高等教育機関向けの学術・研究データ利用を図る国立データセンター「EDINA」として位置付けられている<sup>9)</sup>。</li> </ul>
独国立科学技術図書館研究データリポジトリ(RADAR) <sup>10)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・独国立科学技術図書館(TIB)を中心にして立ち上げられた研究データリポジトリ・プロジェクトRADAR(Research Data Repository)</li> <li>・分野を問わず、データの保存、管理・ID付与、出版、を行う。</li> </ul>
メタアーカイブ協同組合(MetaArchive Cooperative) <sup>6)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データ保存について、複数機関同士が分散相互にデータを保存する組織</li> <li>・米・欧の大学、アメリカ議会図書館、リポジトリ機関など24組織の連携組織で、相互にデータバックアップを取り合う枠組み。</li> <li>・2011年8月時点で300TBのデータ保存領域を確保</li> <li>・コストは参加資格によって異なり、会員資格に年あたり3千~5千ドル、あわせて自前のサーバ費用約5千ドルと、相互保存領域年間1GBあたり1ドルを負担し、相互データ保存ソフトウェアLOCKSS<sup>11)</sup>を使ってバックアップし合う仕組み。</li> </ul>
LOCKSS <sup>11)</sup> (Lots Of Copies Keep Stuff Safe)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スタンフォード大学で始まったプログラムで、図書館・出版社同士で文献ファイルをコピーして相互保存してバックアップしあうソフトウェアを開発し、これを相互接続する機関間ネットワーク活動を行っている</li> <li>・いずれかの保存データが損傷した場合でも、その他に保存した複数のデータから正しいものを利用して修復を行う。</li> <li>・大学同士、機関同士でデータ保管・管理を行う取り組みは、Dataverseなど欧米では複数みられ、大学図書館や公文書館、研究機関などが1990年代から2000年代にかけてソフトウェア開発と組織化・相互保存・データ管理のコンソーシアムの仕組みを作ってきている。</li> </ul>



ど、すなわち広い意味でのメタデータとこれに対応したデータファイル自体が整備されているかどうかの判断であれば、ある程度可能であろう。実際、コペルニクス、ワイリー、ネイチャーパブリッシングなどの出版社が発行し始めている「データジャーナル」<sup>18~20)</sup>は、そうしたメタデータ情報を、ジャーナル論文として出版している側面もある。こうした形態に準じて、データの再利用性を担保するプロセスなどが考えられるかもしれない。素性と使い方のわからないデータでは、そのデータを使った論文の結果検証も、そこから発展する次の研究も実施できない。研究論文のジャーナルにおいても、PLOS ONE<sup>21)</sup>のような、科学の価値判断は出版後の読者が決めるもので、出版時には科学的方法論を実現する論文の要件を満たしていれば受理される、という形態もあるので、データの「出版」においても必ずしも不可能ではない。研究者がこうした形態をとってデータをオープン化して、その研究コミュニティや自分たちの研究にメリットがあるという分野から取り組むことが最初のステップとしては自然である。

## 8 我が国における研究データ保存に関する提言

公的資金を投入した研究活動によって得られた研究データは、原著論文のような知見・知識と同様に、またはそれ以上に価値ある知的生産物として扱う必要がある<sup>22,23)</sup>。一方、例えばエルセビア社、ワイリー社など海外でオープンデータを推進する大手の出版社では、学術ジャーナルによってはすでに論文投稿時に論文中で使われたデータを海外のデータ・リポジトリへ保存するように案内している<sup>24)</sup>。

学術ジャーナルの出版においては、前述のように海外の著名なジャーナルが、我が国を含めた国際的な科学技術情報のもっとも権威ある発信源としてゆるぎない地位を誇っているが、最先端の研究成果としてのデータもまた論文出版とともに、日本から提供して海外の主導する海外のリポジトリに保存される体制になる可能性もある。

OECD、各種国際団体、学術組織や、米欧豪の現状のG8データ・インフラストラクチャWGの活動の結果、様々な研究データへのアクセスのオープン化、その相互利用可能な国際体制の構築という目標が掲げられた。この旗印のもとに、今後はeサイエンス、データサイエンスの分野など、新たな研究

領域でありイノベーションが期待される領域において、活動資源であるデータが将来的に飛躍的に増大する可能性がある。

科学技術分野における研究データの保存・活用拠点として、研究活動を行う各機関（研究機関）がまず、重要なデータ生成者であり、利用者であり、そこでの広い意味での機関のデータリポジトリの整備は重要である。もちろん、データ生成者という意味では各研究開発プロジェクトは同様に重要なプレイヤーの1つであり、プロジェクトごとにリポジトリ整備や少なくともデータマネジメントをどうするかを配慮する必要がある。

一方、我が国では現在、多くの国立大学付属図書館を中心に機関リポジトリによる文献オープンアクセスの取り組みが進められている。研究データ生成拠点としても重要な大学において、文献とともに研究データの保存・公開事業を行うのは、海外の大学図書館の取り組み例をみても成功する可能性が高い。

国立国会図書館は電子図書館、デジタルアーカイブなど電子化への対応とともに、Webページアーカイブ事業 WARP (Web Archiving Project) を進めている。公的機関・研究機関等の公開Webページに埋め込まれた、あるいはWebページの一部になっているなどの小規模データについては、Webページ情報として保存しているが、データに関する独立した取り組みを大きく進めるには、法制度や運用についての議論が必要である。国会図書館は、我が国の中心的な役割を担える唯一の国立図書館であることを考えると、将来的には我が国の情報資産として保管すべきデータなどは、こうした機関の情報提供業務のなかで管理されるべきである。

あるいは、永らく文献管理および情報発信事業を行ってきたJSTは、J-STAGEなどオープンアクセスの学術ジャーナル閲覧事業や、文献検索・抄録の提供サービスを実施しているが、これらとあわせて研究データリポジトリ事業を、機関リポジトリや国会図書館などと機能分担しながら全体として実現していくことは、我が国の体制としても非常に重要である。特に科学技術イノベーション実現を目指す我が国の場合、産業界データの保存・管理も必要に応じて視野に入れることができれば、我が国のデータ資産の管理体制としてはさらに充実する。

本節で述べた関係組織は、それぞれ得手不得手があることは一目瞭然である。データのマネジメントには、専門性の高いスキルを要するコンテンツ面と、システムティックな書誌情報管理等と通



底する管理面といった多様なプロセスが必要なことから、データリポジトリ事業についても配慮が必要である。専門面で有利な研究機関・大学（もしくは研究プロジェクト）、メタデータや書誌管理のノウハウが生かせる各種図書館、所掌事業におけ

る利点をもつ文献情報管理事業者、等の利点を生かしながらそれぞれの役割と活動を検討する必要がある。こうした取り組みを推進する体制の構築が必要である。

## 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) Australian National Data Service : <http://www.andis.org.au>
- 3) EUDAT, European Data Infrastructure : <http://www.eudat.eu/>
- 4) Kimmo Koski, EUDAT BoF Session on e-Infrastructure for science in Europe, ISC' 11, Hamburg, 21 June 2011, retrieved from : [http://www.prace-ri.eu/IMG/pdf/EUDAT\\_presentation\\_ISCBOF\\_210611\\_Koski.pdf](http://www.prace-ri.eu/IMG/pdf/EUDAT_presentation_ISCBOF_210611_Koski.pdf)
- 5) Purdue University Research Repository (PURR) : <https://purr.purdue.edu/>
- 6) MetaArchive Cooperative : <http://www.metaarchive.org/>
- 7) DataShare : <http://datashare.is.ed.ac.uk/>
- 8) Edinburgh DataShare Service Level Definition : [http://www.ed.ac.uk/polopoly\\_fs/1.1090081/fileManager/DataShare-ServiceLevelDefinition-Feb13.pdf](http://www.ed.ac.uk/polopoly_fs/1.1090081/fileManager/DataShare-ServiceLevelDefinition-Feb13.pdf)
- 9) EDINA : <http://edina.ed.ac.uk/adout/background.html>
- 10) RADAR - Research Data Repositorium : <http://www.radar-projekt.org/>
- 11) The LOCKSS Program : <http://www.lockss.org/>
- 12) 統合データベースプロジェクト : <http://lifesciencedb.jp/>,  
ライフサイエンス統合データベースセンター : <http://dbcls.rois.ac.jp/>
- 13) バイオサイエンスデータベースセンター : <http://biosciencedbc.jp/>
- 14) 地球環境情報統融合プログラム : <http://www.editoria.u-tokyo.ac.jp/projects/dias/>
- 15) Protein Data Bank Japan : <http://pdj.org/>
- 16) DNA Data Bank of Japan : <http://www.ddbj.nig.ac.jp/>
- 17) SSJDA (Social Science Japan Data Archive) : <http://ssjda.iss.u-tokyo.ac.jp/>
- 18) Earth System Science Data, the data publishing journal, published by Copernicus Publications : <http://www.earth-system-science-data.net/>
- 19) Geoscience Data Journal, published by John Wiley & Sons Ltd. : [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)2049-6060](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)2049-6060)
- 20) Scientific Data, published by Nature Publishing Group, Macmillan Publishers Ltd. : <http://www.nature.com/sdata/>
- 21) PLOS ONE : <http://www.plosone.org>
- 22) OECD Principles and Guidelines for Access to Research Data from Public Funding, 2007 : <http://www.oecd.org/science/sci-tech/oecdprinciplesandguidelinesforaccesstoresearchdatafrompublicfunding.htm>
- 23) <https://www.rd-alliance.org/isgtw-feature-deluge-data-dublin.html>  
<http://breakinggov.com/2012/06/29/digital-agenda-for-europe-data-as-first-class-citizen/>
- 24) 例えば、Instructions for authors (Earth, Planets and Space) : <http://www.earth-planets-space.com/authors/instructions>,  
Database Linking Tool (Elsevier) : <http://www.elsevier.com/about/content-innovation/database-linking#supported-data-repositories>

..... 執筆者プロフィール .....



**村山 泰啓**

科学技術動向研究センター 客員研究官

専門は超高層大気物理学・リモートセンシング。アラスカでの成層圏・中間圏観測に長く携わり、実験観測データベースの開発も行ってきた。ICSU-WDS 科学委員会 ex officio 委員、国立極地研究所南極観測審議委員、京都大学生存圏研究所客員教授、日本地球惑星科学連合・理事などを歴任。



**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、大学の変革に興味を持つ。

## 各国の地球観測動向シリーズ(第10回)

# 国際災害チャーターの活動動向 —外国の災害に対する 国際的な衛星画像提供枠組みの拡大—

辻野 照久

## 概 要

国際災害チャーターとは、災害発生時に地球観測衛星の画像を国際的に提供し合う枠組みとして2000年に成立した国際憲章である。現在、我が国を含む12か国と2国際機関から15機関が正式に参加している。地震・洪水・火災・台風等の重大な災害発生時に、参加各国・機関が保有する地球観測衛星により発生直後に観測した画像や、発生前に蓄積されていた直近の画像の中から有用と思われるものを抽出して、被災当事国に無償で画像を提供するという活動を行っている。チャーターを発動するのは、主に参加国の認定ユーザや国連機関などである。これまでにチャーターが発動された災害は430件以上発生している。1週間ごとの輪番制の緊急オンコール担当官は、チャーター発動の要請を受けてプロジェクトマネージャを選定する。プロジェクトマネージャは各国から提供された衛星画像データを加工し、被災国に届ける役目を担う。本稿では、チャーターの活動の仕組みを概説するとともに、過去の発動事例を災害種類別・地域別などに分類整理し、東日本大震災で各機関がどのような取り組みを行ったかを分析した。このような国際的な貢献を我が国が持続していくためには、地球観測関連の人材を充実することが必要であり、それによって、海外への防災技術輸出の実現にもつながるものと期待される。

**キーワード：**国際災害チャーター，認定ユーザ，緊急オンコール担当官，プロジェクトマネージャ，東日本大震災

## 1 はじめに

国際災害チャーター（正式名は「自然または技術的な災害時における宇宙施設の調和された利用を達成するための協力に関する憲章」<sup>注</sup>）、以下「チャーター」とは、災害発生時に地球観測衛星の画像を国際的に提供し合う枠組みとして、2000年に成立した国際憲章である。その後インドや米国などが参加し、以後2014年までに我が国を含む12か国と2

国際機関から15機関が正式に参加している。本稿では、チャーターの活動の仕組みを概説するとともに、過去10年以上にわたって蓄積された発動事例を災害種類別・地域別などに分類整理し、東日本大震災で各機関がどのような取り組みを行ったかを分析した。

注 国際災害チャーターの英語での正式名称：Charter On Cooperation To Achieve The Coordinated Use Of Space Facilities In The Event Of Natural Or Technological Disasters

## 2 国際災害チャーターの活動の枠組み

チャーターが対象とする災害は、「人命の喪失または大規模な財産の滅失をともし、非常に困難な事態」とであると定義されている<sup>1)</sup>。このチャーターは、災害発生時に救援や復旧活動に役立つ衛星画像を参加各国・機関が相互に無償で提供しあう枠組みを提供する。チャーターに参加するためには運用中の地球観測衛星を保有し、将来にわたり継続的に地球観測データを提供できることが必須であり、参加機関は災害発生時に災害直後や直前の画像を提供するために最善の努力を払うことになっている。

### 2-1 設立経緯と参加機関

チャーターは1999年7月に欧州宇宙機関（ESA）とフランス国立宇宙研究センター（CNES）が署名当事者となって憲章を成立させ、2000年にカナダが

参加し、以後2014年までに我が国を含む12か国と2国際機関から15機関が正式に参加している。参加に当たっては災害対策に役立つ画像を提供できる地球観測衛星を保有していることが条件になる。我が国は（独）宇宙航空研究開発機構（JAXA）が2005年から参加しており、「だいち」（ALOS）の画像を提供してきた。ALOSの運用終了後、2011年から2014年まで3年間にわたって新たな画像を提供できる衛星を保有していなかったが、2014年5月に合成開口レーダを搭載した「だいち2号」（ALOS-2）が打ち上げられたことで、チャーターへの貢献が期待されている。

図表1-1に参加時期が早い順に参加機関名、加盟時期、画像提供可能な衛星名および後述する緊急オンコール担当官（ECO）の輪番順序を示す。なお、ECO輪番への参加は加盟国の義務ではなく、現在10機関が1週間ごとの輪番制に参加している。数字はESAから始まった場合の標準的な輪番順序を示す。日本はフランスのCNESから引き継ぎ、1週間後に中国の国家航天局（CNSA）へ引き継ぐ。

この他にも正式参加機関ではないがチャーターの趣旨に賛同して画像提供を行っている機関があ

図表1-1 国際災害チャーター参加国・機関

参加機関名	略称	加盟時期	画像を提供する衛星	ECO 輪番
欧州宇宙機関	ESA	1999年7月	Sentinel	1
フランス国立宇宙研究センター	CNES	1999年7月	SPOT、Pleiades	2
カナダ宇宙庁	CSA	2000年10月	RADARSAT	6
インド宇宙研究機関	ISRO	2001年9月	Resourcesat、Cartosat	8
米国海洋大気庁	NOAA	2001年9月	GOES、POES	未参加
アルゼンチン国家宇宙活動委員会	CONAE	2003年7月	SAC-C	5
宇宙航空研究開発機構	JAXA	2005年2月	ALOS-2	3
米国地質調査所	USGS	2005年2月	LANDSAT-8	未参加
英国 DMC インターナショナル・イメージング	DMCii	2005年11月	UK-DMC	7
中国国家航天局	CNSA	2007年5月	風雲・実践・資源・高分	4
ドイツ航空宇宙センター	DLR	2010年10月	TerraSAR-X、TanDEM-X	9
韓国航空宇宙研究院	KARI	2011年7月	KOMPSAT-2	10
ブラジル宇宙研究所	INPE	2011年11月	CBERS	未参加
欧州気象衛星機構	EUMETSAT	2012年7月	Meteosat、MetOp	未参加
ロシア連邦宇宙庁	ROSCOSMOS	2013年8月	Resurs、Kanopus、Meteor	未参加

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



り、図表1-2に示す。このうち、ナイジェリア・アルジェリア・トルコは英国のDMC インターナショナル・イメージング (DMCii) および中国と共同で5機の衛星よりなる災害監視衛星群 (Disaster Monitoring Constellation: DMC) を共同で運用している。これらの国はAUではないがユニバーサル・アクセスの制度により加盟国に準じてAUと同様の発動権を付与されている<sup>3)</sup>。

米国民間企業のデジタルグローブ社は世界各国の災害に対して多数の高分解能の画像を無償で提供し、チャーターの実質的な効果を向上させるような多大な貢献をしている。

## 2-2 参加国の役割分担

チャーターの活動における役割分担の概念を図表2に示す<sup>2)</sup>。

チャーター設立当初はチャーター発動権限を有する機関が参加各国の認定ユーザ (Authorized User:

AU) に限られていた。我が国では内閣府がその任にある。欧州の認定ユーザは欧州連合 (EU) の民事保護局のほか、欧州各国の国ごとに1つか2つあり、30か国1機関で33のAUが存在する。ほとんどが政府の災害対策実施機関である。全世界では図表3に示すように2014年8月現在41か国で46の認定ユーザが存在する。

最近では発動モードが多様化し、AU以外の発動が増えている。国連宇宙部 (UNOOSA) 国連訓練調査研究所 (UNITAR、本部ジュネーブ) に属する運用中人工衛星応用プログラム (UNITAR/UNOSAT) やアジア防災センター (ADRC) などは協力機関 (Cooperating Body: CB) として発動を行っている。またユニバーサルアクセス (UA) という制度でも、非加盟国であっても承認されればAUと同等に発動ができるようになる。

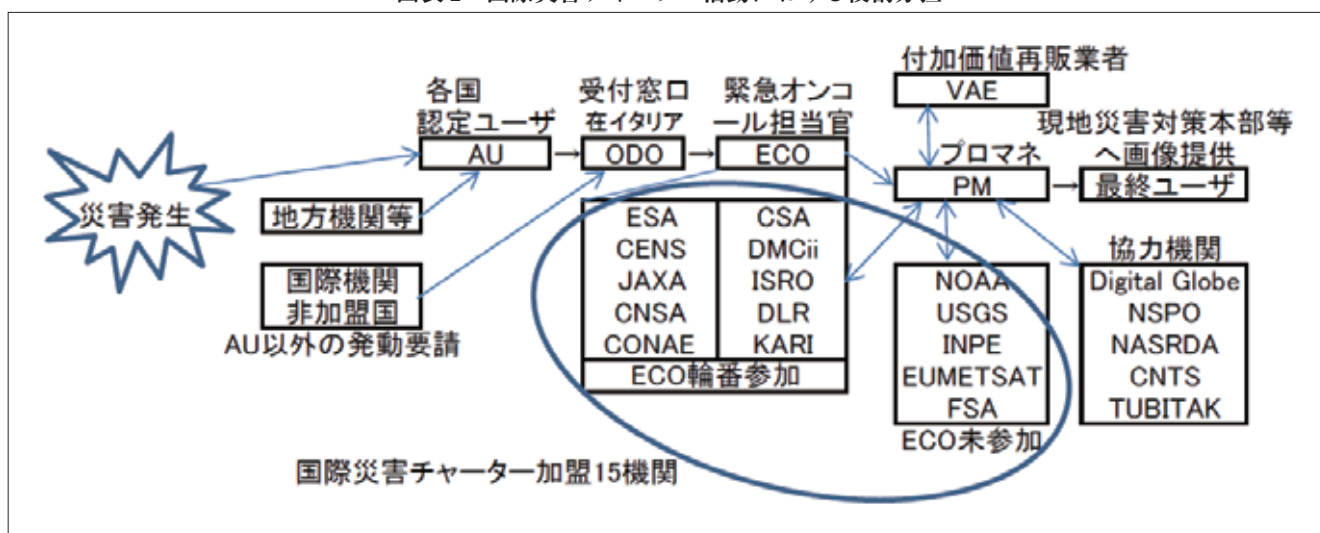
全世界のどこかで発生した重大災害の第一報を受けるのは、在イタリアの欧州宇宙機関・欧州宇宙研究所 (ESA/ESRIN) にある受付窓口 (On-Duty Operator: ODO) である。ODOは輪番リストに従って当番になっている国の緊急オンコール担当官

図表1-2 加盟国以外の参加機関

参加機関名	略称	画像を提供する衛星
台湾国家太空中心	NSPO	FORMOSAT-2
(米国民間) デジタルグローブ		Worldview、IKONOS
ナイジェリア宇宙開発機関	NASRDA	Nigeriasat
アルジェリア宇宙機関	CNTS	Alsat
トルコ科学技術研究会議 情報技術・電子研究所	TUBITAK-BILTEN	Bilsat-1

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 国際災害チャーター活動における役割分担



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3 各国の認定ユーザ (AU) (\*を付した国は AU が2 機関ある)

欧州諸国	EU、ESA 加盟 20 か国（デンマーク*とベルギー*は 2AU）、ハンガリー、ブルガリア、スロバキア、スロベニア、ラトビア、エストニア、リトアニア、マルタ、キプロス、トルコ
欧州以外	米国*、ロシア、日本、中国*、インド、カナダ、ブラジル*、アルゼンチン、アルジェリア、韓国、ナイジェリア

出典：JAXA 保有資料を基に科学技術動向研究センターにて作成

(Emergency On-Call Officer：ECO) に連絡する。

各国の貢献を取りまとめる役割は、ECO が担っており、チャーター参加機関のうち、米国 (USGS と NOAA)、ブラジル、ロシアおよび EUMETSAT を除く 9 か国 1 機関が 1 週間交代の輪番制で ECO を務めている。我が国も JAXA がおよそ 2 か月半に 1 回の割合で ECO の当番となっている。順序は必ずしも一定ではなく、参加国間で都合により期間を交替する場合もある。参加機関に対する災害発生の連絡は ODO から行い、関係する組織を持つ機関はさらにそれらの組織にも伝達する。

現地の災害対策本部など情報を必要としている場所に画像データを送るのは、プロジェクトマネージャ (PM) の役割である。PM は参加機関の推薦で選定され、適当な PM が見当たらない場合は UNITAR/UNOSAT が引き受ける場合もある。また個々の災害ごとに各機関から寄せられる画像データなどを分析・加工し、災害現場での活動に役立つように情報を配信する。画像データの分析・加工は付加価値再販業者 (Value Added Reseller：VAR) も PM に協力して実施する場合もある。

PM を務めることができるのは PM 認定資格を取得した個人である。組織として PM を務めた実績を有する機関は、米国や欧州に多い。自国の災害対応をする場合もあれば、外国の災害に対して PM の名乗りを上げることもある。アジアでは、JAXA に若干名の資格取得者がおり、またタイにあるアジア工科大学院 (Asian Institute of Technology：AIT)、フィリピン、インドネシアにも有資格者がいる。我が国で発動した 6 件の災害の PM を務めたのは、JAXA (2 件) と AIT (4 件) であった。

最近では加盟国以外からの発動が増えており、チャーターの運営上、PM 資格取得者を増加させる必要に迫られている。PM 養成のため、2013 年には世界の 4 か所 (ナイジェリア・フィリピン・タイ・イタリア) でトレーニングが行われた。イタリアでは、ハンガリー・ルーマニアなど欧州 8 カ国とイランなど欧州以外の 3 か国から派遣された人が訓練を受けた。

## 3 国際災害チャーター発動状況の分析

### 3-1 災害種類別の発生状況

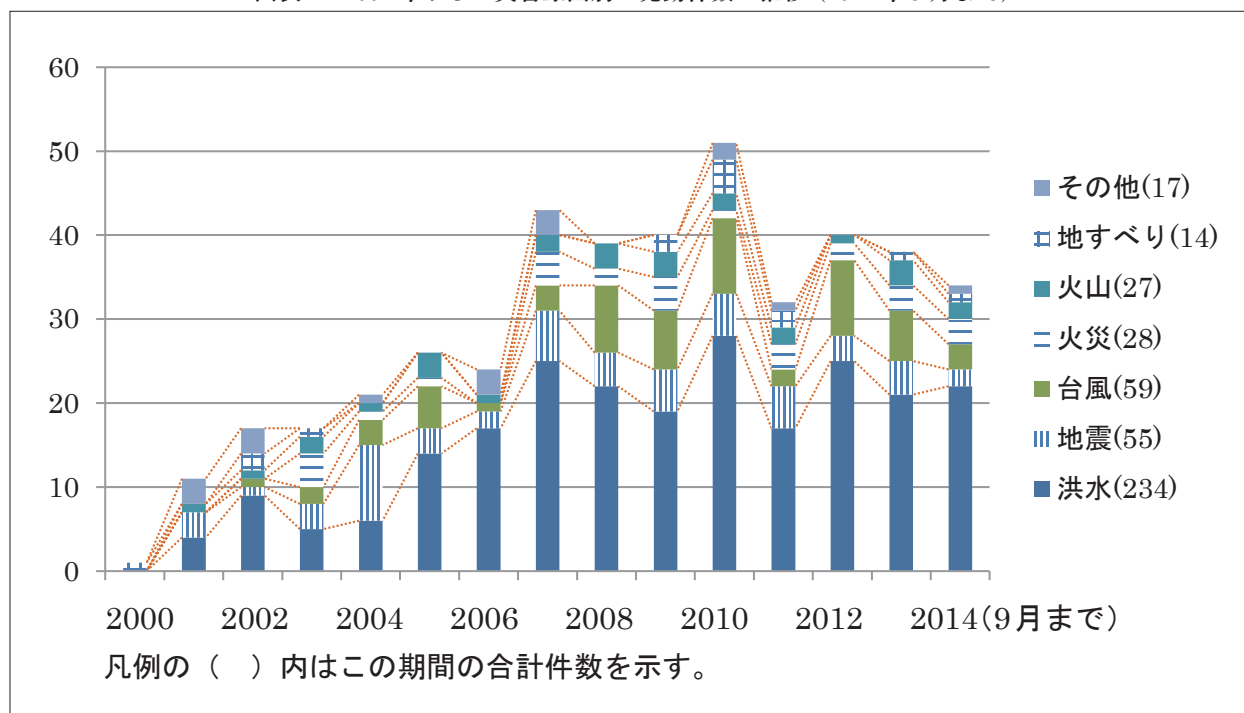
2001 年から 2014 年 9 月 18 日までに計 434 件のチャーター発動があり、年毎、災害種類毎の件数を図表 4 に示す。1 件で洪水と地すべりが同時に発生する場合もあり、主体となる災害種類の選び方によって件数は若干異なってくる。災害の半数以上は洪水被害であり、集中豪雨による河川の氾濫や津波・高潮などにより、家屋の床上浸水や田畑冠水などの被害をもたらす事例が世界的に多く発生していることがこのグラフからわかる。参加国がまだ少なかった時期から徐々に増加していき、近年はおおむね年間 30-40 件の範囲であるが、2010 年は 50 件以上と突出している。2014 年は 9 月までで 34 件あり、1 年間に換算すると 45 件程度のペースである。

### 3-2 地域別の発動状況

地域別の発動対象国数や発動件数などの発動状況を図表 5 に示す。なお、複数国にまたがる広域で発生した災害や、本土から遠い旧植民地などで発生した災害の件数は国別での件数に含めず、まとめて計上した。

国別で発動された件数が最も多いのは米国である。国土が広大でハリケーンの来襲頻度が高く、早い時期から参加しているためと考えられる。

図表4 2001年からの災害原因別の発動件数の推移（2014年9月まで）



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5 地域別の国際災害チャーター発動対象国数・件数

地域	国数	件数	件数の多い国
アジア	25	144	中国：16回
中南米	22	94	チリ：15回
欧州	18	47	フランス：10回
アフリカ	26	47	
北米	2	36	米国：24回
オセアニア	6	16	
CIS	3	8	
広域・植民地など	-	42	
世界計	102	434	

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

## 4 我が国における国際災害チャーター発動事例

我が国では、図表6に示すようにこれまでに6回の発動があり、東日本大震災以降は台風や集中豪雨による洪水と地すべりが続いている。2008年の最初の発動により、我が国は世界で65番目のチャーター発動国となった。

2011年3月11日の東日本大震災に際しては、発生後2時間以内に認定ユーザである内閣府防災担

当からチャーター発動がなされ、PMはタイに本拠を置くアジア工科大学（AIT）が担当した。AITには図表7に代表例を示すように全部で90件以上の画像が提供された。JAXAも「だいち」だけでなく外国機関から提供された衛星画像も利用して災害地域の地図を作成した。

JAXAが米国デジタルグローブ社から提供された3月14日の宮城県塩竈市・多賀城市付近の画像データに基づいて、浸水域を解析して地図化を行った結果を図表8に示す。円で囲まれた箇所は浸水被害の大きいところを示している。

図表6 我が国のチャーター発動事例

年	月	日	災害種類	被害状況	発動者	プロマネ	主な衛星画像
2008	7	23	岩手県の地震	99名負傷	内閣府	JAXA	RADARSAT-1(加)
2011	3	11	東日本大震災	死者・行方不明者 1万8,000名以上	内閣府	AIT	多数のため図表7 に別掲
2011	7	30	新潟県・福島県の洪水	約10万人に避難勧告	ADRC	AIT	TerraSAR-X(独)
2011	9	4	奈良県の洪水・地滑り	死者14名、行方不明者 55名	内閣府	JAXA	WorldView-2(米)
2013	7	29	山口県・島根県の洪水	行方不明者多数	ADRC	AIT	SPOT-5(仏)
2013	10	16	伊豆大島の地滑り	死者14名、2万人避難	内閣府	AIT	ALOS(日)

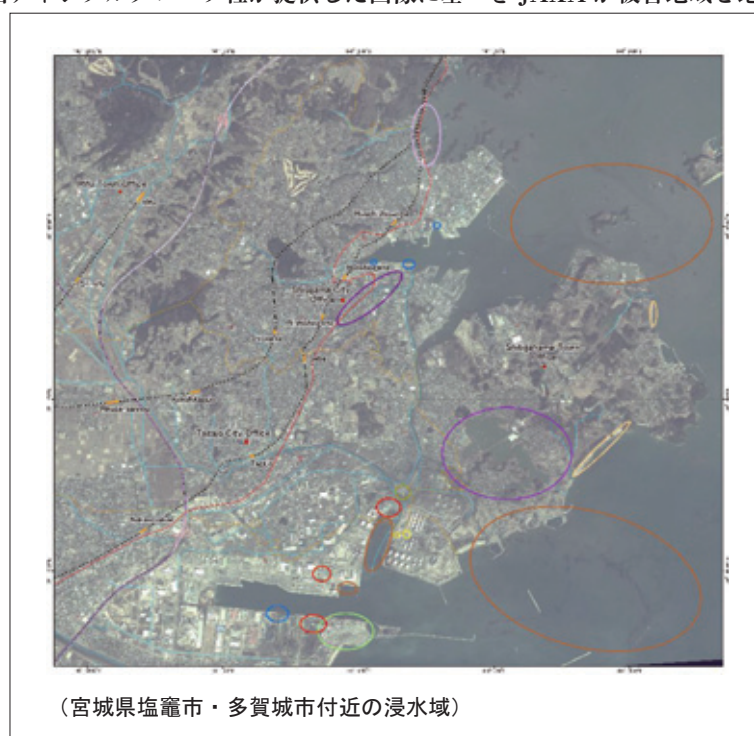
出典：参考文献3を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表7 東日本大震災において提供された主な衛星画像

画像取得年月日	地域・被害	画像取得衛星	画像提供者	地図作成者
2011 3 12	宮城県の津波被害	RADARSAT-1、-2(加)	MDA(カナダ)	UNITAR/UNOSAT
2011 3 12	宮城県の津波被害	TerraSAR-X(独)	DLR	ZKI
2011 3 12	福島県勿来の津波被害	RapidEye(独)	RapidEye AG	JAXA
2011 3 13	釜石市の浸水被害	SPOT-5(仏)	Spot Image	JAXA
2011 3 13	浦安市の液状化	Formosat-2(台湾)	Spot Image	JAXA
2011 3 13	南三陸市の津波被害	SPOT-5、 Landsat-7(米)	USGS、ESRI	SERTIT
2011 3 17	建屋爆発後の福島第一原発	GeoEye-1(米)、 WorldView-2(米)	GeoEye DigitalGlobe	Rochester Institute

出典：参考文献4を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表8 米国デジタルグローブ社が提供した画像に基づき JAXA が被害地域を地図化した画像



出典：参考文献4



## 5 まとめと提言

国際災害チャーターに我が国が参加している意義は、外国の被災に対して貢献するためということももちろんあるが、自国の災害に際して外国からの協力が得られることも大きな意味がある。もし国際災害チャーターの枠組みがなければ、我が国で役立つ可能性がある外国衛星のデータを容易に入手できないままになってしまう。JAXA は国際宇宙ステーションやアジア太平洋地域宇宙機関フォーラム（Asia-Pacific Region Space Agency Forum：APRSAF）および各国との二国間協力を通じて国際貢献を行っているが、国際災害チャーターもその一つである。このような国際貢献を維持するためには、地球観測分野における人材に一層の厚みを持たせることが必要である。地球観測衛星関係の人は、衛星の開発・製造、センサの研究開発・実証・搭載設計、日々の衛星運用、受信した画像データの処理、社会への応用の研究など、川上から川下に至るまで、JAXA だけでなく公的研究機関や企業に多くの関係者がいる。多

様でかつ高度な技術力を必要とする業務を継続的に遂行していくためには、教育訓練を受ける初心者段階から、大きな責任を担うプロジェクトリーダーに至るまで、個人の適性やキャリアパスも考慮して多層構造の人材を育成することが必要である。我が国で国際災害チャーターの実務に携わる人数はきわめて少ないが、例えば外国に災害対策用のシステムや技術を輸出するにしても、我が国で画像データを収集・加工処理して、災害対策に役立つ情報に仕上げるができるようなスキルを備える人材がいることによって、初めて実現の可能性が出てくる。我が国の地球観測関連の取り組みは、衛星技術の開発には力を入れているものの、社会への応用に対してはまだ初歩的な段階にある。その中で、災害対策への活用に関しては国際災害チャーターや、JAXA が主導するセンチネル・アジア<sup>5,6)</sup>への貢献を通じて世界に通用する技術力を構築してきた実績があり、これからも維持発展に努めるべきである。量的には非常に小さいが、質的に技術的難度の非常に高い業務であり、国際的に日本を代表して活躍する人材を育成することは、宇宙先進国の一員としての重要な責務であることから、最善の努力を払うべきである。

## 参考文献

- 1) 国際災害チャーター第1条 定義：<http://www.disasterscharter.org/charter>
- 2) 国際災害チャーターの加盟国：<http://www.disasterscharter.org/web/charter/members>
- 3) 国際災害チャーターの発動：<http://www.disasterscharter.org/activate>
- 4) 東日本大震災におけるチャーター発動記録：  
[http://www.disasterscharter.org/web/charter/activation\\_details?p\\_r\\_p\\_1415474252\\_assetId=ACT-359](http://www.disasterscharter.org/web/charter/activation_details?p_r_p_1415474252_assetId=ACT-359)
- 5) センチネル・アジアについて（JAXA のウェブサイト）：[http://www.jaxa.jp/article/special/sentinel\\_asia/index\\_j.html](http://www.jaxa.jp/article/special/sentinel_asia/index_j.html)
- 6) アジアにおける防災衛星システムの構築と国際協力の推進、清水貴史、科学技術動向、2007 年 11 月、No.80、p20-31：  
<http://hdl.handle.net/11035/1890>

## 執筆者プロフィール



### 辻野 照久

科学技術動向研究センター 客員研究官

<http://members.jcom.home.ne.jp/ttsujino/space/sub03.htm>

専門は電気工学。旧国鉄で大規模災害発生時の新幹線運転整理シミュレーションの研究、旧宇宙開発事業団で世界の宇宙開発動向調査などに従事。現在は宇宙航空研究開発機構（JAXA）調査国際部調査分析課特任担当役、科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター特任フェローも兼ねる。趣味は全世界の切手収集。日本は約 6,800 種類を保有。

# 青年千人計画に見る 中国若手研究者の国際流動状況

木村 良 阪 彩香

## 概 要

現在、研究者の国際流動性が世界的に高まっていることが指摘されているが、これは優秀な人材の確保という意味合いもあると考えられる。中国では2011年から青年千人計画を進めている。海外経験を持つ40歳以下の優秀な研究者を中国に招致し、中国での研究活動をリードしてもらおうと、政策的に研究者の流動を誘導している。本稿では、中国が海外経験を持つ優秀な若手を呼び寄せる計画である青年千人計画について、その採用予定者のキャリアパスをまとめた。その結果、様々な国・地域で学位を取得し、さらに異なる国・地域や機関でポスト等として研究活動を行った経験を持つ研究者らであることが分かった。これらの研究者がキャリアパスの中で得た人脈を活かし、中国で研究活動をスタートさせることにより、中国はまた一段と国際的な研究活動を増加させていくことだろう。世界的に研究活動の国際化は進んでおり、日本においてもより一層の国際循環を生み出す雇用環境整備を検討するとともに、我が国の研究者の国際循環の状況を包括的にモニターするデータ整備が求められる。

**キーワード：**国際流動，中国，青年千人計画，若手研究者

## 1 はじめに

研究活動の国際化の一つの視点として、研究者の国際流動、頭脳循環に伴い、各国・地域がより優秀な研究者の確保へと意識を向けていることがあげられる。日本の現状については、当研究所が行った我が国の大学・公的研究機関の研究者を対象に実施している意識調査によると、海外に研究留学や就職する若手研究者の数や、我が国の外国人研究者の数は不十分であるとの認識が示されている<sup>1)</sup>。

このような「優秀な人材の確保」という文脈において注目される諸外国の取り組みの一つとして、中国の科学技術人材の確保政策がある<sup>2)</sup>。1994年開始の「百人計画」、「国家傑出青年研究基金」、「長江学者奨励計画」、海外ハイレベル人材招致「千人計画」が挙げられる。千人計画とは、2008年から開始した海外にいる優秀な研究者を中国に呼び寄せる政策

である<sup>3, 4)</sup>。

さらに、2011年から、この千人計画の一つの取り組みとして「青年千人計画」が開始されている<sup>5)</sup>。本計画は、2015年までに毎年約400名、5年間で2,000名程度を招致するとしている。対象者は、①自然科学系のバックグラウンドを持つ40歳以下の者であること、②学位を海外の大学で取得し、さらに3年以上の研究活動経験を持つ者、もしくは中国で学位を取得後に海外機関で5年以上研究か教育を行ってきた者、③同じ年齢層において卓越した研究活動を行っている、もしくはその潜在能力を持つ者の条件を満たし、かつ採用後は中国国内の大学、研究機関等でフルタイムの研究活動を行うこと、である。ここで40歳以下とした理由は、著名な研究者の多くは、30代で画期的な研究を行っているためと記されている。つまり、明示的に中国人に限らず世界中の優秀な若手人材を中国へ招致することを目的としている。また、特別の処遇のもと、中国での研究

活動をスタートすることができる。これまでに5回の公募が行われ、2014年9月1日より第6回目の公募が開始されている。

中国科学技術大学のホームページには、青年千人計画採用者への主な処遇は以下のとおり記載されている<sup>6)</sup>。

- 中央財政から海外招致人材に60万RMB/1人の一括補助金（国家奨励金とみなし、個人所得税を免除する）を与える。
- 研究スタートアップ資金（200万～400万RMB）と研究の進捗による資金を与える。
- 年収は中国のC9（Top 9）大学と同等とする。
- 招致人材およびその配偶者子女が中国国内の各種社会保険制度をうけることができる。
- 5年以内の中国国内収入の内、住宅手当、飲食手当、引越し費、親族訪問費、子女の教育費などについて、国家税法の関連規定により、免税となる。
- 招致人材の配偶者について、招致人材の就業先機関から仕事を手配するかまたは生活補助金をだす。招致人材の子女の就学について、本人の志望に応じて関連機関が対応する。

青年千人計画の採用プロセスは以下のとおりである。応募者が研究活動を希望する中国国内の研究機関に書類を提出し、研究機関内で選抜、そして中国共産党中央組織部へ渡る。そこで審査が行われたのち、通過者はコミュニケーションテスト、インタビューテストを受ける。それらに通過した者が最終的な青年千人計画の採用予定者となりウェブに掲載され、7日間の公示内に異議申立て等がなければ決

定となる。

本稿では、このウェブに掲載された青年千人計画の採用予定者の経歴情報に着目し、中国が政策的に誘導する研究者流動の一端を分析する。

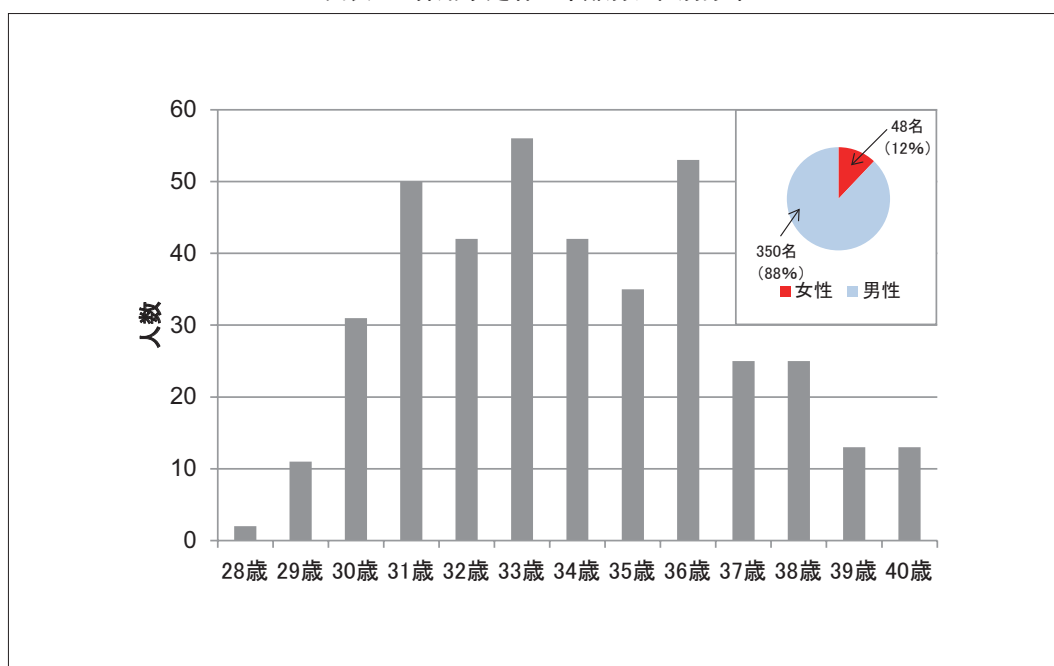
## 2 採用予定者に関する定量分析

### 2-1 採用予定者の基本情報

青年千人計画はこれまでに5回の公募が行われている。本稿では2013年11月6日に公表された第5回青年千人計画の採用予定者である398名の研究者に関する情報をウェブから入手し、分析を行った<sup>7)</sup>。ウェブでは、採用予定者の氏名、生年月日、専門分野、性別、学位取得国および機関名、ポスト等で研究活動を行った国、機関名および職種、採用後の受け入れ研究機関名の情報を閲覧することができる。

図表1に示すように、採用予定者の年齢別分布をみると、28歳から40歳までの研究者が含まれており、33歳をピークに30代半ばの研究者が多くを占めている。男女比は、男性350名（88%）、女性48名（12%）である。採用予定者の氏名を見ると、ほとんどが中国人と判断されるが、日本やその他国出身と考えられる研究者も8名いる。

図表1 採用予定者の年齢別、性別分布



出典：第5回青年千人計画採用予定者データ（2013年11月6日公表）より筆者らが集計

また、受け入れ機関は110機関に及んでいるが、図表2に示した採用予定者の受け入れ機関上位10を見ると、清華大学、北京大学を筆頭に有名大学が並んでいる。

さらに、採用予定者の専門分野別の構成は図表3のとおりである。生命科学が112名と多く、工学および材料科学97名、化学52名と続く。当所の科学技術指標2014によると、研究成果の産出状況を見る一つの指標として論文数や被引用度の高い論文数(Top10%補正論文数)がある<sup>8)</sup>。それらで中国の研究力のポートフォリオをみると、化学、材料科学に強みを持つ一方、生命科学や臨床医学は弱みの部分となっている。論文産出のポートフォリオと、青年千人計画の採用予定者の分野分布を比較すると、必ずしも現在強い分野で多くの研究者を採用予定者としていないことから、研究者の受け入れ機関はそれぞれの研究者の能力とその将来性によって選別していると考えられる。なお、採用予定者における男女比を専門分野でみると、生命科学や環境地球科学において女性割合が高く、研究分野により状況に差があることが分かる。

図表2 採用予定者の受け入れ機関上位10

受け入れ機関	人数
清華大学	33
北京大学	24
中国科学技術大学	19
浙江大學	18
華中科技大学	17
南京大學	17
上海交通大學	17
中国科学院上海生命科学研究院	15
復旦大學	13
同濟大學	11

出典：第5回青年千人計画採用予定者データ  
(2013年11月6日公表)より筆者らが集計

図表3 採用予定者の研究分野別内訳

専門分野(注)	該当人数	左記のうち、 女性の人数	女性割合
生命科学	112	21	19%
工学及び材料科学	97	13	13%
化学	52	3	6%
物理	48	3	6%
情報科学	45	2	4%
環境地球科学	33	6	18%
数学	11	0	0%
全体	398	48	12%

(注) 一部の分野については、筆者らが訳している。また、工程材料科学と記されている者が1名いるが、工程と材料科学として集計している。

出典：第5回青年千人計画採用予定者データ  
(2013年11月6日公表)より筆者らが集計

## 2-2 採用予定者の研究場所

### 2-2-1 研究を実施した国

採用予定者398名のうち、①学位を取得した大学・研究機関の所在国・地域と、②ポスドク等で研究を実施した大学・研究機関の所在国・地域が同一の者は、174名(44%)である。採用予定者の56%の研究者が、国・地域をまたいで移動しており、キャリアパスの中でかなり移動していることがわかる。採用予定者の研究実施先の移動について、図表4に示す。

学位を取得した大学・研究機関の所在国・地域は、米国が164名(41%)、中国が153名(38%)と多くを占めている。次いで、シンガポール15名、香港12名、英国11名、日本10名の順番である。つまり採用予定者の6割以上が、中国以外の海外の大学において、学位を取得していることが分かる。

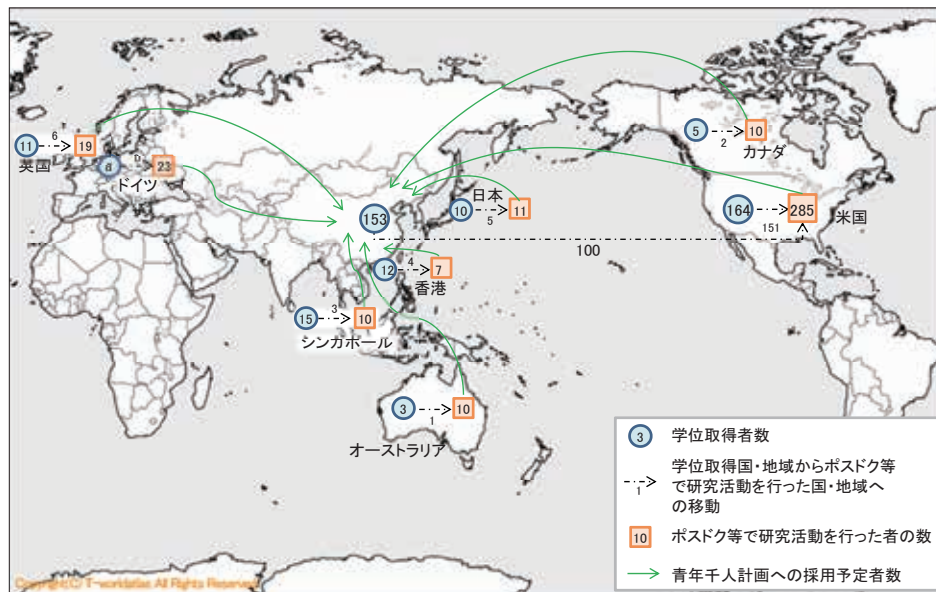
ポスドク等で研究を実施した大学・研究機関の所在国・地域を見ると、米国でポスドク等の研究をしている者が285名(約70%)と非常に多い。ドイツ(6%)、英国(5%)、日本(3%)、シンガポールやオーストラリアやカナダと続いているが、その割合は米国に比べて小さい。米国で学位を取得後そのままポスドク等で滞在した151名に加え、中国で学位を取得後に米国でポスドク等の研究を行った者が100名いる。つまり米国は、これから中国で活躍すると見込まれる若手研究者の学位取得と研究経験を重ねる場として、大きな役割を果たしていることが明らかとなった。

### 2-2-2 研究を実施した機関

採用予定者が学位を取得した大学と、ポスドク等で研究を実施した機関別の集計結果を図表5に示す。学位取得大学別では、上位からシンガポールの南洋理工大學8名、シンガポール国立大學7名、続いて米国のイリノイ大學、ミシガン大學が6名であり、学位取得においてシンガポールの大學が目立つ存在である。また、ポスドク等で研究を実施した機関を見ると、米国のハーバード大學21名、マサチューセッツ工科大学11名、カリフォルニア大學(UC)ロサンゼルス校とエール大學が各10名となり、圧倒的に米国の大學の存在感が大きい。



図表 4 採用予定者の学位取得国・地域および研究実施のために移動した国・地域の関係



(注) 学位取得者数もしくはポストドク等で研究活動を行った者の数が10名以上の国・地域について記している。

出典：第5回青年千人計画採用予定者データ（2013年11月6日公表）より筆者らが集計

図表 5 中国以外の学位取得機関と研究実施機関の状況

①学位取得大学

国・地域名	学位取得大学	人数
米国	イリノイ大学	6
	ミシガン大学	
	カリフォルニア工科大学	4
	スタンフォード大学	
	ノースウェスタン大学	
	ノースカロライナ州立大学	
	UCバークレー校	3
	UCロサンゼルス校	
	オハイオ州立大学	
	ジョージア工科大学	
	デューク大学	
	パデュー大学	
	プリンストン大学	
	ハーバード大学	
	テキサスA&M大学	
	ワシントン大学	
	カーネギーメロン大学	
	アイオワ州立大学	
	ジョンズホプキンス大学	
	ニューヨーク大学	
	メリーランド大学	
英国	ケンブリッジ大学	3
	オックスフォード大学	
シンガポール	南洋理工大學	8
	シンガポール国立大学	7
香港	香港科技大学	5
	香港大学	4

②ポストドク等での研究実施機関

国・地域名	研究実施機関	人数
米国	ハーバード大学	21
	マサチューセッツ工科大学	11
	UCロサンゼルス校	10
	エール大学	
	スタンフォード大学	9
	UCバークレー校	
	ローレンスバークレー研究所	7
	デューク大学	
	テキサス大学	
	スクリプス研究所	
	ベイラー医学院	6
	ノースウェスタン大学	5
	イリノイ大学	4
	ジョージア工科大学	
	ジョンズホプキンス大学	
	ペンシルバニア大学	
	ロスアラモス研究所	3
	カーネギー研究所	
	UCサンフランシスコ校	
	UCサンディエゴ校	
	コーネル大学	
	ウィスコンシン大学	
	プリンストン大学	
	ノースカロライナ大学	
	コロンビア大学	
	ワシントン大学	
	ミネソタ大学	
	ミシガン大学	
	ブルックヘブン研究所	
	ハワードヒューズ研究所	
	IBM	
英国	オックスフォード大学	5
カナダ	マクギール大学	4
シンガポール	シンガポール国立大学	5
	南洋理工大學	4
香港	香港大学	5
デンマーク	コペンハーゲン大学	3
日本	理化学研究所	3
オーストラリア	クイーンズランド大学	3
ドイツ	マックスプランク・フリッツハーバー研究所	3

注) 中国で学位を取得した153名を除く245名を分析対象としている。研究実施機関は398名を分析対象としている。また、3名以上が該当する場合のみ表示した。UCはカリフォルニア大学の略である。

出典：第5回青年千人計画採用予定者データ（2013年11月6日公表）より筆者らが集計

### 2-2-3 採用予定者のキャリアパス

図表6に示すように、米国で学位を取得した者の90%以上は、米国内の大学等で研究を続けているが、学位取得機関と同一機関で研究を実施している者は、そのうち10%程度に過ぎない。青年千人計画で採用されるような研究者が変化を求める傾向があるのか、米国の研究環境が研究者の移動を促す要素があるのかなど、このダイナミズムの要因については興味深いところである。

日本をみると、学位取得機関が日本である研究者は10名、そのうち5名が日本において研究活動を実施している。内2名は、学位取得機関とポスドク等で研究を実施した機関が同一である。これに加えて、中国で学位を取得し、日本において研究を実施した研究者が6名おり、日本で研究を実施していた研究者は11名となる。ここで、学位取得機関または研究実施機関が日本である研究者の概要を図表7に示す。

日本で学位を取得した10名の学位取得大学は、東京大学3名、総合研究大学院大学2名、東北大学、筑波大学、早稲田大学、大阪府立大学、高知工科大学が各1名となっており、広範な大学で学位が取得されていることが特徴である。例えば英国のTimes Higher Educationといった世界大学ランキングにおいて上位に来る日本の大学とは限られていない<sup>9)</sup>。一方、海外で学位を取った中国の研究者が日本で研究をする場合には、論文数も多く、ポスドクの受け

入れも多い大規模な大学や研究機関が選ばれる傾向が見られる。学位取得大学とポスドク等での受け入れ機関の顔ぶれの差は興味深い。

では、この表に該当する日本で学位を取得した研究者は、どのようにして日本の大学を選んだのか、劉涛氏の事例を紹介する。劉氏は日本の高知工科大学で学位を取得し、引き続き同大学でポスドク等として研究活動を行った。その後、第5回の青年千人計画に採択され、2014年3月に浙江大学機械工学科の教授に34歳の若さで就任した。劉氏は、2003年から高知工科大学が開始した博士課程学生に対する特別奨学制度 Special Scholarship Program for Doctor course students (SSP) の第一期生として、ハルビン工業大学の修士課程修了直後に来日した。ハルビン工業大学の恩師から SSP への応募を勧められたことがきっかけである。高知工科大学の関係者は、本制度を開始するにあたって、中国側関係者への事前の強力な勧誘活動を行った結果として、優秀な候補者の推薦が得られたと認識している。やはり制度を作るなどの形式だけではなく、人的働きかけが効果的であったようである。彼を10年にわたり、学位取得およびポスドク等としての研究活動を指導した高知工科大学システム工学群の井上喜雄教授によると、劉氏は来日当初から自発的に研究を進める潜在能力が認められた。そこで論文が書きやすい安易なテーマではなく、敢えて難しく挑戦的な研

図表6 採用予定者398名のキャリアパス分析結果

	当該国・地域別 学位取得数	同一国・地域で 研究継続した者		国・地域を移動し研究継続した者					当該国・地域別 研究機関 所属者数
			うち、同一研究 機関の者	米国	ドイツ	英国	日本	その他	
米国	164	151	16		1	2		10	285
中国	153	0		100	17	6	6	24	0
シンガポール	15	3	3	4		1		7	10
香港	12	4	4	5	1	1		1	7
英国	11	6	4	3	2				19
日本	10	5	2	2	1			2	11
ドイツ	8	0	0	5		2		1	23
カナダ	5	2	0	3					10
スイス	4	0		4					4
オーストラリア	3	1	1	1				1	10
フランス	3	1	0	1	1				5
オランダ	3	0		2				1	0
デンマーク	1			1					5
オーストリア	1			1					1
ベルギー	1	1	0						1
台湾	1			1					0
ポルトガル	1	0						1	0
アイルランド	1			1					0
韓国	1					1			0
スウェーデン	0								3
イスラエル	0								1
スペイン	0								1
マカオ	0								1
アイスランド	0								1
計	398	174	30	134	23	13	6	48	398

出典：第5回青年千人計画採用予定者データ（2013年11月6日公表）より筆者らが集計

図表7 学位取得大学または研究実施機関が日本である研究者

No.	専門分野	学位 取得国・地域	学位取得大学	研究 実施国・ 地域	研究実施研究機関	研究実施研究機関 における職種
1	情報科学	日本	筑波大学	日本	東京大学	Project Researcher
2	情報科学	日本	早稲田大学	日本	早稲田大学	Assistant Professor
3	工学及び材料科学	日本	高知工科大学	日本	高知工科大学	Assistant Professor
4	生命科学	日本	東北大学	日本	理化学研究所脳科学センター	Staff Scientist
5	化学	日本	大阪府立大学	日本	三菱化学科学技術研究所	Associate Researcher
6	情報科学	日本	東京大学	香港	The Hongkong Polytechnic University	Research Associate
7	工学及び材料科学	日本	総合研究大学院大学	ドイツ	Max Planck Institute for Polymer Research	Project Leader
8	物理	日本	東京大学	デンマーク	Dark Cosmology Centre, University of Copenhagen	Dark Fellow
9	化学	日本	東京大学	米国	Lawrence Berkeley National Laboratory	Chemist Postdoc Fellow
10	生命科学	日本	総合研究大学院大学	米国	Yale University	Associate Research Scientist
11	工学及び材料科学	中国	中国科学院金属研究所	日本	東北大学	Assistant Professor
12	物理	中国	中国科学院物理研究所	日本	理化学研究所	Foreign postdoctoral researcher
13	物理	中国	中国科学院物理研究所	日本	大阪大学	JSPS Postdoctoral Research Fellow
14	工学及び材料科学	中国	吉林大学	日本	理化学研究所	Postdoctoral researcher
15	化学	中国	中国科学院化学研究所	日本	東京大学	Postdoc
16	工学及び材料科学	中国	吉林大学	日本	名古屋大学	Postdoctoral researcher

出典：第5回青年千人計画採用予定者データ（2013年11月6日公表）より筆者らが作成

究課題を与えることにより、研究者として彼を大きく育てようと考えた。医療・福祉・スポーツの分野において、ニーズが増えつつあった人間の運動解析のためのウェアラブルセンサシステムの研究を進めさせた。テーマが難しいため研究が軌道に乗るまでに多くの時間を費やし、博士課程終了時点までに論文の数をそろえるのに苦労したが、引き続くポストドク時代に、国際的にも注目される研究論文をいくつか発表し、各国の研究者から共同研究の申し込みが殺到することになった。高知工科大学としては、日本に滞在した10年間に研究者としての自立をした劉氏を介して、中国の学生や教員の交流やSSPへの優

秀な学生の推薦をしてもらうなど、実質的な国際交流を続けていくことを予定している。

### 3 まとめと提言

本稿では、中国が海外経験を持つ優秀な若手研究者を呼び寄せる計画の青年千人計画について、その概要と採用予定者のキャリアパスをまとめた。その結果、様々な国・地域で学位を取得し、さらに異なる国・地

域や機関でポスト等として研究活動を行った経験を持つ研究者らが、青年千人計画の採用予定者となっていることが分かった。また、青年千人計画の一つの特徴として、国籍に依らず、優秀な若手研究者を公募していることが挙げられる。これらの研究者がキャリアパスの中で得た人脈を活かし、研究活動をスタートさせることにより、中国はまた一段と国際的な研究活動を増加させてくることだろう。

### 3-1 優秀な研究人材の国際循環を生み出す雇用環境整備の必要性

我が国の若手研究者が海外の大学・研究機関へ就職や研究留学しない要因として、帰国後に就職先が見つからないことへの不安が大きな要因であるとの指摘がある<sup>10)</sup>。優秀な研究人材の国際循環を促すには、日本でも、留学や海外派遣を奨励する予算を増額することに加えて、青年千人計画のように、国籍に関係なく、海外経験を持ち、ある一定の成果を出したことを評価し採用するプログラムについて検討するのは一つではないだろうか。結果としてそれらの枠の大半を日本国籍の者が占めたとしても、海外経験を持つ研究者であり、国際的ネットワークを持っているという観点で、日本の研究環境の国際化の推進につながる。研究環境の国際化の指標として研究人材における外国籍研究者の割合がよく用いられているが、海外経験(学位取得、ポスト等での研究活動)を持つ者の割合もまた研究環境の国際化をモニターする指標として価値があると考えられる。

海外で業績をあげた若手研究者を研究活動に没

頭できるポストに積極的に登用するように、国が奨励し、各大学や研究機関が人事マネジメントを講ずることで、結果として若手の海外進出意欲を高めることができるのではないだろうか。これまでの海外へ出ることを誘導するプログラムに加えることで、日本から海外へ移動し、海外で研鑽を重ね、日本へ戻ってくる国際循環が生み出されると期待される。

### 3-2 データ整備の必要性

研究人材の国際化、国際循環の重要性が指摘されているが、日本の研究者に関するこれらの情報は、大学・公的研究機関に在籍する研究者の短期および中・長期派遣数や海外からの受け入れ研究者数といった人材流動のフロー情報の一部にとどまる。海外の機関に籍を置き研究活動を行っている日本の研究者数や、彼らが海外の大学や研究機関をどのように移動しているかについての情報は得られていない。当所で行っている博士人材データベースが稼働し、データが蓄積されてくれば、海外在住の日本の研究者数の把握や、流動ルートの分析等が行えるようになるだろう<sup>11)</sup>。今後の研究活動の国際化に向けての政策立案の議論をより充実させるためにも、このようなデータの積み重ねが必要である。

#### 謝 辞

データ入手およびデータ分類において、高知工科大学地域連携センター地域活性化研究室の高見志津氏、譚仁鵬氏に尽力いただいた。御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 科学技術・学術政策研究所, 科学技術の状況に係る総合的意識調査(NISTEP 定点調査2013), NISTEPREPORT No.157: <http://hdl.handle.net/11035/2918>
- 2) 林幸秀, 北京大学と精華大学—歴史、現況、学生生活、優れた点等課題一、丸善プラネット
- 3) Science Portal China「千人計画」: [http://www.spc.jst.go.jp/policy/talent\\_policy/callingback/callingback\\_05.html](http://www.spc.jst.go.jp/policy/talent_policy/callingback/callingback_05.html)
- 4) 独立行政法人 科学技術振興機構中国総合研究センター, 平成21年版中国の科学技術力について(総論編): [http://www.spc.jst.go.jp/event/crc\\_study/study-27.html](http://www.spc.jst.go.jp/event/crc_study/study-27.html)
- 5) 青年千人計画: <http://www.1000plan.org/subject/pages/125>
- 6) 中国科学技術大学 HP 1000Plan Professorship for Young Talents: <http://employment.ustc.edu.cn/cn/enindexnews.aspx?infoID=665597358281250024>
- 7) 第5回青年千人計画採用予定者公示: <http://www.1000plan.org/qrrh/article/42897>
- 8) 科学技術・学術政策研究所, 科学技術指標2014, 調査資料229: <http://hdl.handle.net/11035/2935>
- 9) Times Higher Education World University Rankings 2014-2015: <http://www.timeshighereducation.co.uk/world-university-rankings/2014-15/world-ranking>



- 10) 科学技術政策研究所, 科学技術の状況に係る総合的意識調査(定点調査2010)「科学技術システムの課題に関する代表的研究者・有識者の意識定点調査」「科学技術分野の課題に関する第一線級研究者の意識定点調査」総合報告書, NISTEPREPORT No.146: <http://hdl.handle.net/11035/663>
- 11) 科学技術・学術政策研究所, 博士人材データベースの設計と活用の在り方に関する検討, 調査資料231: <http://hdl.handle.net/11035/2979>

..... **執筆者プロフィール** .....



**木村 良**

企画課 客員研究官

30数年間の科学技術行政経験をもとに、現在、高知工科大学で研究や地域連携の推進業務を担当。特に、ポストドク研究員などの若手研究者の研究環境の改善に努力している。



**阪 彩香**

科学技術・学術基盤調査研究室 主任研究官

専門は科学計量学、科学技術・学術政策、分子生物学。研究論文に着目した日本の大学ベンチマーキングやサイエンスマップ調査などを通じて、政策立案の議論を充実させるにはどのようなエビデンスが必要かを日々模索している。