

SciREX

～政策と科学を考える～
November. 2016

座談会：

[厚生労働省]持続可能な保健医療システムと
イノベーション

SciREXセミナー：

「変革期の日本を考える」

データから観るノーベル賞

“人材” データの本質に迫るには

ライフサイエンス分野における
オープンサイエンスへの課題

大阪大学・京都大学 公共圏における
科学技術・教育研究拠点 (STiPS)

Q
u
o
r
t
e
r
y
K
i
n
g

03

[厚生労働省] 持続可能な保健医療システムとイノベーション

少子高齢化や人口減少が加速し、保健医療システムの持続性が危ぶまれるなかで、エビデンスに基づいた医療政策を行うため行政と研究の現場で共有すべきことはなにか。『保健医療2035提言書』をふまえて、重要なポイントについて若手行政官と研究者で議論を行った。

持続できない保健医療システム

【森田】 いまの日本の国民皆保険制度は低負担・高福祉のすばらしい制度ですが、最大の欠点は持続可能ではないということです。保険と税金——税金のうちのかなりは借金——で支えられています。今後、少子高齢化や人口減少が加速しますから、社会保障や医療が大変難しい状況に直面します。議論の前に、まずは若い皆さんにこのあたりの基本認識から伺います。

【藤田】 私は医療経済の分野を中心に研究を行っていますが、日本全体の経済がジャパン・アズ・ナンバーワンのころとは全く違っている上に、人口も減少し、社会全体が縮小しています。受け入れ難いことではありますが、今後、保健医療システムは今のままでは持続できないと思います。

【笠原】 同じ危機意識を持っています。自己負担割合を考え直すなど、保健システム全体の見直しをやっていかないと、もう間に合わないのではないかという気がしています。一般的の国民の皆さんの理解をどうやって得たらよいのかが最大の課題です。

【清水】 その点ですが、医療を受ける国民のなかには「このままの自己負担割合では日本の財政がもたないのでは」と矛盾を感じている人もいますし、医療従事者のなかにも医療財政全体に問題意識を持っている人が増えていると思います。ただ、それがまだ国全体のムーブメントになっていません。

【森田】 「こんな状況ですがどうしたらいいんでしょうか」、といきなり国民のみなさんに投げかけても反応は出てこないかもしれません。そこで、合理的な根拠に基づいたシナリオA、B、Cという形で選択肢として示せれば、選挙を通して意思決定が可能になるのではないでしょうか。

【清水】 そうですね。どちらにせよ、国民の皆さんの意見を政策に取り入れていくことが必要だと思いますが、国規模では、なかなか「自分ごと」として捉えにくいですし、地域ごとにニーズも異なりますので、やはり地域単位で進める「地域包括ケアシステム」がポイントになると思います。

【森田】 『保健医療2035提言書[※]』も同様の危機意識に基づ



森田 朗さん

いていて、解決のための提言が書かれています。その具体策の大きな柱は2つです。1つはよりよい医療をより安く提供すべきということ、つまり「医療の効率化」です。もうひとつは保健医療を地域主体のものに再編すること、いわゆる「地域包括ケアシステム」の実現です。

厚生労働省の皆さんは、こうしたビジョンを実現するために日々頑張っていらっしゃるわけですが、ではわれわれ研究者の側、あるいは科学技術イノベーションを担う側が、うまく役割を果たすにはどうしたらいいのか。それを考えるために、実務をやられているお二人の行政官のニーズとわれわれ研究者のシーズを出し合って、どう進められるかを明らかにしたいというのが本日の狙いです。

個人医療データの連結活用への期待

【清水】 私は今、医政局地域医療計画課の在宅医療推進室というところで、医療や介護が必要な状態となっても住み慣れた環境でできるだけ長く過ごせるよう、在宅医療の推進に携わっています。高齢化が進むにつれて、急性期から慢性期に医療の流れが向かいますから、在宅医療と介護の連携がこれからますます重要になるのです。

【森田】 それぞれ別の仕組みになっていますから、繋ぐのは難しいのではないかですか。

【清水】 ええ、そのとおりです。現在、在宅医療と介護のシステムは十分に連携できていません。多くの地域ではすべて紙で情報をやりとりしていますし、地域によっては、地域医療連携ネットワークを整備する取り組みが進められていますが、地域を越えたケースや異なるネットワーク間では円滑に

連携できていない状況です。

この状況を変えるためには、現在分散している個人の医療データを繋いで活用することです。それができれば、たとえば、いつもと違う病院にかかったりしたときに、自分が改めて説明しなくともちゃんとデータが伝えられているので、安心して医療が受けられるということになります。さらに、「地域包括ケア」を推進する点からも、介護事業者も加入できる地域医療連携のためのIDを位置付けることが必要だとも思っています。とにかく個人の医療データを連結活用することが必要です。

【森田】そうですね。さらに、個人の医療データを繋いで統合することには別の意味でのメリットがあります。「医療の効率化」です。

政策の効率的な資源配分を決める上で、医薬品や医療機器の経済的効果を評価するプロセス（ヘルス・テクノロジー・アセスメント：HTA）は有効ですが、現在のままだとHTAはデータを集めるにも膨大なコストがかかります。そこで、もし国民IDに健康データや医療データが紐付けられるが仕組みがあれば、データが簡単に集まります。しかも、すでにたくさんの薬が使われていますが、本当はどういう人に効いているか、どういう人にあまり効果がないかということを分析できますので、効く人にだけきちんと使うことができるでしょう。

【笠原】財源が非常に限られてきているなかで、「医療の効率化」はますます重要です。そのときに、費用対効果についてきちんと議論できるようなデータがあれば、必要なところはどこであって、どこは優先順位が低いのかということを定量的に議論することが可能になります。個人情報保護の観点から医療経済上のリスクが訴えられていますが、逆にその手段をとらないことによるリスクについて、もう少し真剣に受け止めるべきだと思っています。

【藤田】ただ、個人情報を国などが統合し、管理するとなるとたしかにリスクも大きいですから、分散管理との組み合わせや、どういう情報をどういう立場の人間がどういう目的だったら見られるかといったルール化とアクセスログの記録など、何らかの仕組みの構築が必要ですね。

【森田】ここまで皆さんの議論をまとめると、今後の保健医療システムを考えたときに、「在宅医療と介護の連携」のためにも「医療の効率化」のためにも、「個人の医療データを結びつけて統合すること」が大きなポイントということですね。具体的な方法はこれからよく検討するにしても、です。

保健医療分野で必要な科学技術イノベーション

【森田】さて、次に保健医療システムの改革のために、今後どのような技術が期待されるか、またそれをどのように研究することがイノベーションにつながるのか、といったことに話を進めたいと思います。

【笠原】その前に少しよろしいでしょうか。医療のイノベーションというと、iPS細胞の研究のようなわゆる最先端科学を想像しがちですが、先ほど議論した個人の医療データをどう活用していくかといったことも大切なイノベーションだと考えていいですね。実際、社会にいろいろな課題があって、政策的に解決するというのもイノベーションだと理解していますが…。

【森田】そうです。逆にいって、例えば新しい人工臓器ができて、これまで助からなかった人が助かるとします。ただ、それに100億円かかると社会の変革にはなりません。こういうのも長い目で見れば一つのイノベーションかもしれませんけれども、そうではなくて、多くの人がそれによって助かるような安い薬を開発するとか、新しい薬の組み合わせを発見するのも、十分それを上回るようなイノベーションだと思います。



清水 真理子さん

[厚生労働省]持続可能な保健医療システムとイノベーション

【笠原】なるほど。いま視野が広がった思いがしました。そうであれば、「非接触でデータを集める技術」、「遠隔診療」、「診断技術を持つAI」なんていう技術も、目前の医療のイノベーションに繋がるものだと思います。

【藤田】そのときに、いかにいろいろな技術をうまく組み合わせられるかがポイントだというのが、遠隔医療やAIの研究に関わっていて感じことです。

スティーブ・ジョブズがいなかつたらiPhoneはできなかつたという意味なのですが、つまり、ビジョンを描けるような、ある種の発明家、イノベーターの発想というのがあってこそイノベーションを起こせるのではないかと思います。

【森田】イノベーターの発想はすごく重要なと思います。

たとえば、地域医療計画でいえば、これからどんどん人口が減りますよね。すると、高度な機能を備えた高度急性期病院を、人口が少ないところに置くのはコストの点で困難です。そういう高度の機能を持った病院をどこかに設置し、そこから離れたところに住む人に対する医療をどうやって提供していくかというときに、遠隔医療が意味を持ってくるわけです。

そして、専門医を集中させる一方で、実際の地域医療の現場ではいわゆる総合医の先生がいて、そのお二人が遠隔で連携しながらやっていくという仕組みを考えていかないと、質の高い医療を人口が希薄な地域でもしっかりと供給していくことは無理でしょう。

つまり、なにを言いたいかというと、マクロ的な医療システム全体と、遠隔診療や画像診断というミクロ的な技術を組み合わせる総合的な仕組みを考える必要があるということです。

これはなかなか医療の最前線で頑張っておられる先生やITの専門家には難しいと思われる所以、ぜひ厚生労働省で両方勉強して考えていただきたいです。

【笠原】おっしゃるとおりです。私たちの省内でも、高額な医療機器の配置や遠隔診療について、今の医療提供体制の中で、どう活用していくのかという個々の議論はもちろんやっていますが、いくつかの新しい要素を組み合わせ、パッケージとして全体像を示すというのはまだ十分でないと思います。

これは私たち自身の課題もありますが、文部科学省で基礎研究をやっておられる皆さんにもお願いしたいのは、10



藤田 卓仙さん

年後20年後の医療の姿というのは『保健医療2035提言書』のように、すでにいろいろなところで議論され、ある程度の将来像が存在します。

ですから、そこに向かっていくために、「こういうふうな制度の中で、こう活かせるシーズです」というビジョンをもつて研究していただけたら、ありがとうございます。

【藤田】そうですね。せっかくですので私なりの将来の医療のイメージを少しお話すると、これまでの日本の医療は医師中心であり過ぎたと思っています。医師は人件費の高い人たちで、限られた資源ですから、本当に彼らにしかできない仕事をやってもらうようにしたほうがいいと思います。本来、医療というのは医師のほかに看護師、薬剤師、検査技師、リハビリテーション職や介護の専門家等多数の専門職がいます。「地域包括ケア」となってくると、さらに地域のいろいろなスタッフ、自治体の人たちも含めてみんなでかかわる必要が出てきます。もっと多職種での連携をうまくやっていく必要があるんです。さらに、診断技術を持つAIや、地域での共助もどんどん使っていかないとおそらく経済的にもたないでしょう。

その連携をうまくやるために冒頭に議論のあった個人の医療データを繋ぎ活用する可能性をはじめ、さまざまな技術がそういう実態に即した形になる必要があります。

【清水】私も今、在宅医療をやっているなかで、藤田先生の意見に賛成です。『保健医療2035提言書』にも述べられていますが、地域のかかりつけ医のゲートオーパー機能を設

けて、それを医療の入り口として、そこからどういう医療を提供すればいいのかをサポートするという仕組みを広げていく必要があると考えています。その際、多職種との連携を強化していくことで、患者さんに合った適切なケアを円滑に提供することができ、医療の効率化にも繋がっていくと思います。結局、そういう世界を叶えてくれるアイデアや技術が、イノベーションになるのではないかでしょうか。

【森田】 そうですね。ぜひとも期待したいと思います。本日はありがとうございました。

2016年9月／取材：瀧澤美奈子（日本科学技術ジャーナリスト会議理事）

※『保健医療2035提言書』とは、厚生労働省で開催された「保健医療2035」策定懇談会の議論を踏まえ作成された提言書。少子高齢社会を乗り越え、国民の健康増進、保健医療システムの持続可能性の確保などに向け具体的な改革を進めるための方向性を示す。2015年6月に発表。

森田 朗（もりた あきら）

政策研究大学院大学客員教授／SciREXセンタープログラムマネージャー
国立社会保障・人口問題研究所所長
専門は行政学、公共政策。東京大学大学院法学政治学研究科教授、
厚生労働省中央社会保険医療協議会会长等歴任。
日経ビジネスオンラインにて「人口減少時代のウソ／ホント」を連載。
著作に、『会議の政治学Ⅲ 中医協の実像』など。

笠原 真吾（かさはら しんご）

厚生労働省健康局健康課主査
東京都立多摩総合医療センターでの初期臨床研修後、2013年厚生労働省入省。保険局医療課で医療技術評価、診療報酬改定等に従事し、途中さいたま市保健所への出向を経て現職。



笠原 真吾さん

清水 真理子（しみず まりこ）

厚生労働省医政局地域医療計画課在宅医療推進室在宅医療係
2012年厚生労働省入省。保険局医療課保険医療企画調査係として
2014年診療報酬改定に携わる。その後、保険局保険課健康保険組合係を経て現職。

藤田 順仙（ふじた たかのり）

名古屋大学大学院経済学研究科 寄附講座准教授
専門は、医療政策学、医事法学、医療経済学、医療情報学。
基礎医学研究、臨床医学・医療・介護・福祉、ヘルスケア産業等における
情報マネジメント等に関して、学際的視点から研究を行っている。

少子高齢化・人口減少からみる日本の特異性

SciREXセンターでは、政策担当者と研究者等が重要な政策課題について意見交換を行うために『SciREXセミナー』を開催しています。9月のセミナーでは、金子隆一さん（国立社会保障・人口問題研究所副所長）に「21世紀、世界の人口構造の変化と日本」についてお話しいただきました。本誌ではご講話の一部である、今後日本に訪れる人口構造の変化と影響について、ご紹介します。

1. 歴史的転換点にある日本の人口変化

世界の人口推移（図1）を見ると、近代化とともに爆発的に増加し続けているが、ピークを超えたあたりで一定水準を保つと想定されている。このパターンは生態学では「ロジスティックカーブ（別名、S字カーブ）」と言い、生物は一定程度まで個体数が増加したのち、それをキープすることを表している。

他方、日本の人口推移と今後の推計をみると、通常のロジスティックカーブを描いておらず、2008年をピークに急激に減っていく（図2）。日本では、明治期に人口増加が始まったが、今後は明治期の増加ペースと同じペースで減少に転じるとされている。しかし、これは単に一度経験した人口や社会の変化を逆回しにして経験していくのではない。労働力人口の割合が減少しながら、高齢者の割合が増加するなど、人口構造の中身が大きく異なっている。日本では1960年代の人口の上り坂の時期に、国民年金、皆保険制度などの現代社会の基盤となる多くの制度がつくられてきた。今後人口が下り坂に入り、社会の前提が転換していくなかで、これらの制度が従来通りに機能していくことはほとんど期待できない。

Historical development of the World population

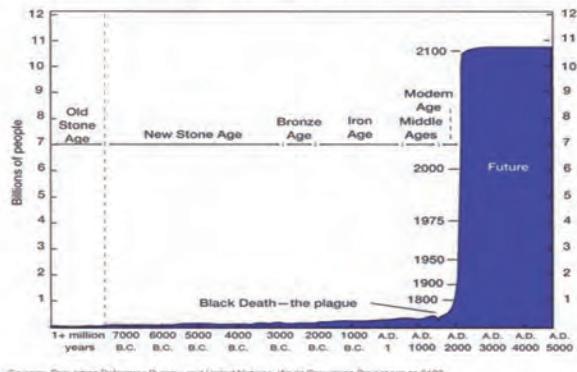
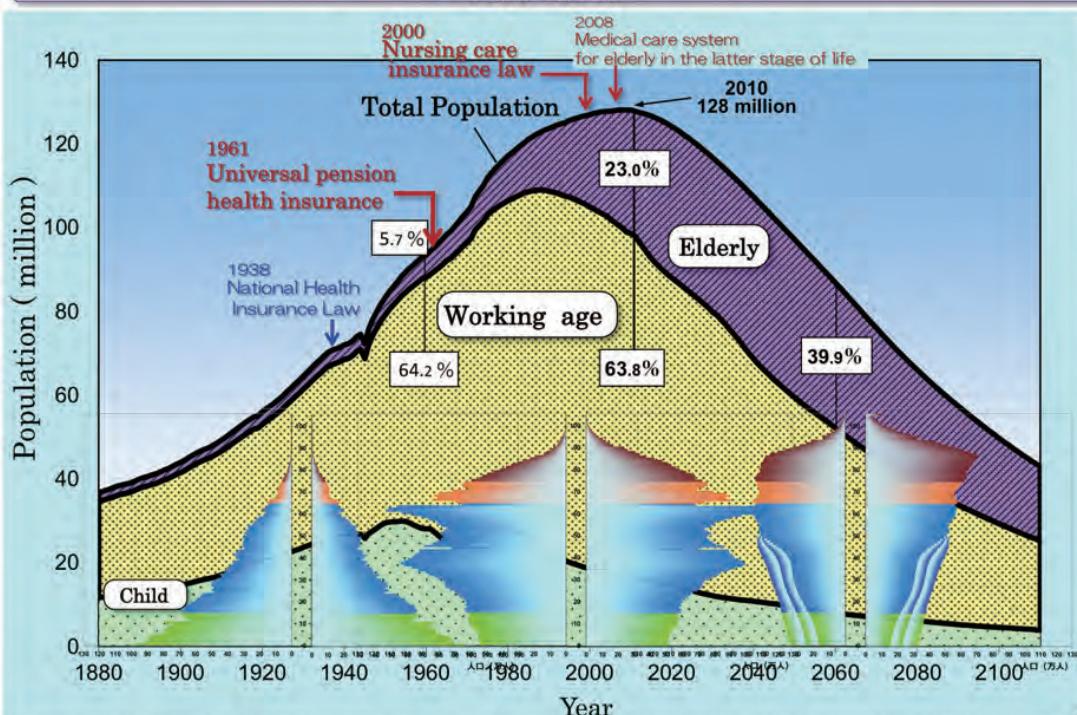


図1 世界の人口推移と今後の推計

会の基盤となる多くの制度がつくられてきた。今後人口が下り坂に入り、社会の前提が転換していくなかで、これらの制度が従来通りに機能していくことはほとんど期待できない。

Trends of Japan's population and age structure: 1880 - 2110



Source: Ministry of Internal Affairs and Communications, Statistics Bureau, *Census*, National Institute of Population and Social Security Research(2012), Population Projection for Japan:2011-2060.

図2 日本の人口構造の推移

2. 人口減少のスピードと高齢化

国連が出した推計に基づき、世界の人口増加率、減少率を比較することができる（図3）。

人口増加率1%とは、70年で人口が2倍になるペースを意味する。1%というとたいしたことのないように感じるが、これが500年続くと人口は148倍、1000年続くと22,026倍となるから、爆発的な潜在力を持つことが分かる。日本の人口増加率は今後21世紀半ばにはマイナス1%にまで低下する見通しで、これが続くと70年後には人口は半分に、1000年後には日本人口そのものが消滅するほどの減少ペースに直面する。

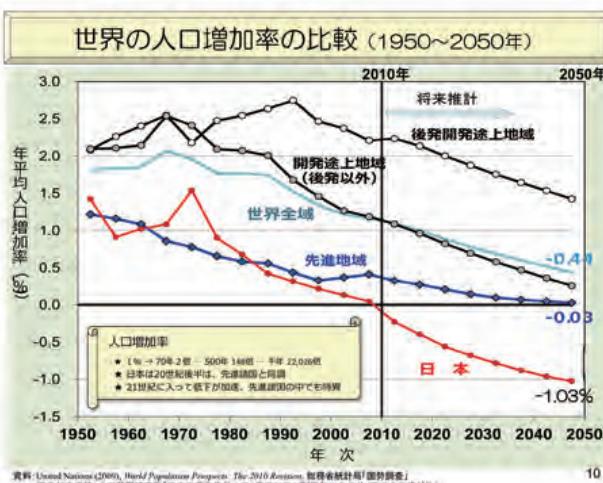


図3 世界の人口増加率の比較

また高齢者の割合についても世界の動向と比較することができる。高齢化自体は、どの国でも近代化にともなって避けることのできない共通課題であるが、その進み方は国ごとに差がある。その中で日本は、1990年代から高齢者の割合が急激に増え、いまや世界のトップを歩いている。下のグラフ（図4）は縦軸が出生率（TFR）、横軸が平均寿命（LE）を表しているが、日本は出生率が低く平均寿命は著しく長い。この状況に変化の徵候はなく、21世紀半ばまで続くと見られる。この極端な組合せが長期に続くことによって、急速な高齢化が生み出されていく。

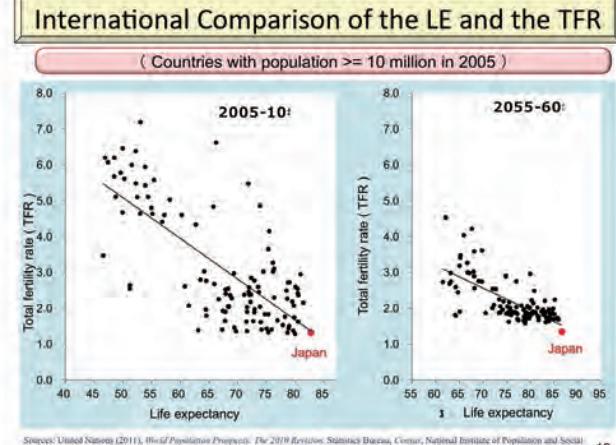


図4 平均寿命（LE）と出生率（TFR）の国際比較

3. 少子化を解決したら、人口減少は止まるのか？

たとえば、今、少子化問題が完全に解消したと仮定してみる。少子化を解消するとは、出生率が人口置換水準まで回復することを意味するが、今の日本では、たとえこれが実現したとしても、2070年頃まで人口は減り続ける。というのは、仮に女性一人ひとりが今よりも多くの子を産んだとしても、親世代の人口規模が縮小しているため、全出生数はそれほど増えないからだ。人口は増加を始めたら、その増加が止まるまでには長い時間がかかるし、いったん減少を始めたらその減少も簡単には止まらないという特性を持つ（人口モメンタム）。このメカニズムにより、日本の場合、今少子化が解消されても、2070年代まで人口減少は止まらない。

4. 人口ボーナスと、迫る人口オーナス

次に、人口構造の中身に着目してみる。従属人口指数（年少人口と老人人口の和を生産年齢人口で割ったもの）は、働き手が自分以外に平均して何人扶養しなければいけないかという社会全体の扶養負担を表す指標である。日本の従属人口指数は、戦前において約0.7（1人で0.7人を扶養）であったが、戦後は出生率の低下と若年死亡の低下による生産年齢人口の増加によって、0.4～0.5人程度まで下がった。これによって高度経済成長期に、労働力増加率が人口増加率よりも高くなる「人口ボーナス」を迎えた。人口ボーナスは、近代化の過程でどの国にも一度だけ訪れると言われており、経済成長を強力に後押しする。

少子高齢化・人口減少からみる日本の特異性

現在の日本は、人口ボーナスの逆、「人口オーナス」の状態に入りつつある。人口オーナスとは、生産年齢人口が減少し老年人口が増えたことにより、従属人口指数が高くなる現象である（図5）。

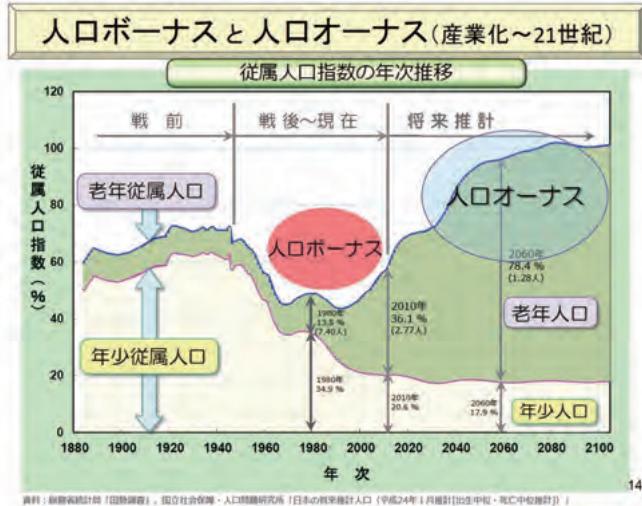


図5 人口ボーナスと人口オーナス

世界に目を転じれば、現在、中国と韓国は人口ボーナス時期で、続いてインドネシアが人口ボーナス期を迎える。世界の発展途上国が次々とボーナス期を迎える中、日本は世界の先頭を切って人口オーナス期を迎えていくのである（図6）。

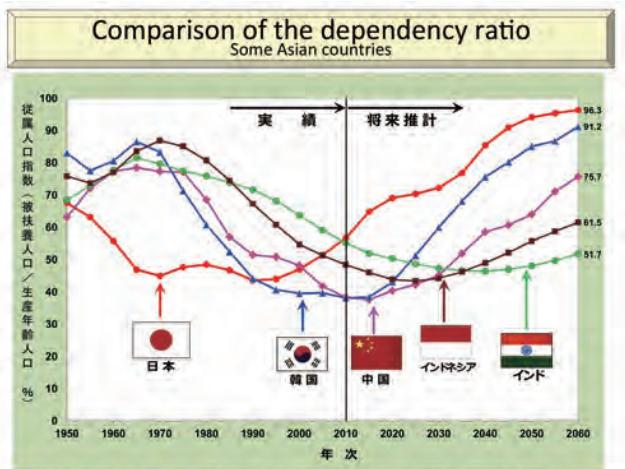


図6 各国の従属人口指数と推計

5. 移民の受け入れに可能性はあるのか？

このような深刻な人口減少問題に対して、海外から移民を受け入れるべきだという議論もある。確かに移民を受け入れた場合、人口高齢化をある程度緩和できると考えられる。しかし、2060年までに日本の生産年齢人口は約3,300万人減少すると予測される中、それを移民で代替するとなると毎年非現実的な規模の移民受け入れが必要となり、社会的影響も甚大なものとなる。また、世界の将来人口推計を見ても、若年人口が増え続けるのはアフリカぐらいで、今後はどの地域も高齢化が進むため、若年人口が貴重となる。移民の争奪戦が起きた場合、移民は経済規模に応じて移動することを考えると、日本に定住するだけの経済的メリットがないと移民を受け入れることすらできなくなる。

6. 少子高齢化、人口減少社会への処方箋

では、このような少子高齢化、人口減少時代において、われわれ日本は何を持っているのか。それは、まさに「健康」と「長寿」である。

1960年の男性65歳の余命と2010年の男性65歳の余命を比較すると7.1歳伸びている。また余命に関して1960年の65歳の余命11.6年を基準とすると、2010年時点では74.8歳に相当し、健康寿命が伸びていることが伺える。1960年の65歳以上を「高齢者」という定義に当てはめると、

現在だと75歳以上を「高齢者」にすることが妥当となる。このように平均余命と健康度を加味した計算によって「高

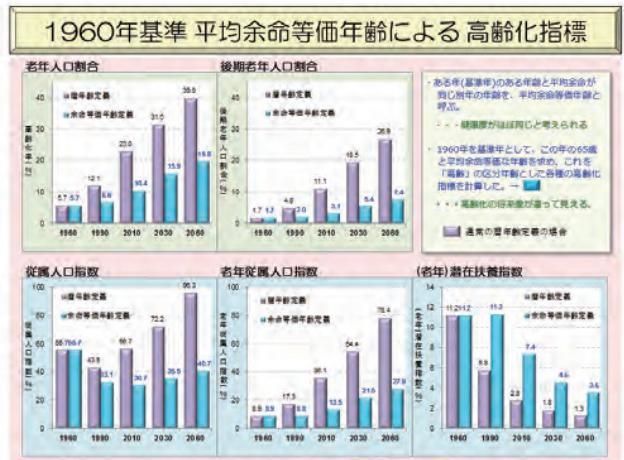


図7 平均余命等価年齢による高齢化指標

「高齢者」を定義し直すと、通常の定義で約40%であった2060年の高齢化率は、約20%にまで下がる。また従属人口指数についても2060年には従来定義で96.3%のところ、新たに「高齢者」定義に基づくと、40.7%にまで下がる（図7）。

「健康」と「長寿」を活かすことができれば、高齢化社会は扶養負担が重くのしかかるだけの社会とは限らない。ただしこのことは、高齢者が健康になっているから、年金支給開始年齢を引き上げようという単純な話ではない。本当の意味でお年寄りの経験と知識を活用する社会をつくることができれば、少子高齢化の抱える課題を乗り越える可能性が十分にあることを意味する。そのような社会システムを世界に先駆けて日本がつくることが出来るのならば、それは「21世紀モデル」として世界へ発信できるものになるだろう。このように技術革新だけでなく、技術革新を最大限に活かせる社会イノベーションの実現が最も重要であり、実は最も難しい。

（文責 SciREX センター事務局）



金子 隆一（かなこ りゅういち）

国立社会保障・人口問題研究所副所長
専門は、人口学、人口統計学。東京大学理学系大学院修士課程修了後、
ペンシルバニア大学大学院博士課程修了、PhD（人口学）。
プリンストン大学フェロー、ロックフェラーユニバーシティフェローなどを経て現職。
主な編著に『ポスト人口転換期の日本』原書房（2016年）など。

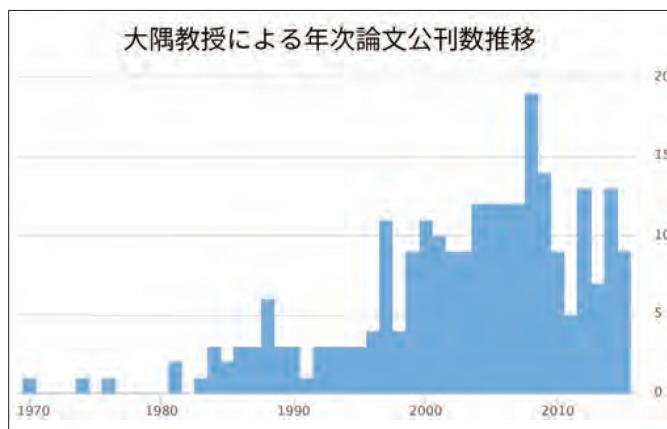
※本セミナーの全スライドは、下記からご覧になれます。
http://scirex.grips.ac.jp/topics/archive/161027_638.html

データから観るノーベル賞・大隅良典教授ノーベル生理学・医学賞受賞に寄せて-

2016年10月3日、東京工業大学・大隅良典（おおすみ よしのり）栄誉教授が今年度のノーベル生理学・医学賞を受賞しました。ここでは、大隅教授がどのようにしてノーベル賞の受賞に至るまでの研究を行ったのか、特許や論文、競争的資金のデータから辿ってみたいと思います。

1. 大隅教授による年ごとの論文数

論文データベース (Scopus) を用いて、大隅教授の年ごとの論文数をグラフにしました。



データの抽出方法: AU-ID ("Ohsumi, Yoshinori" 7004564486) について
抽出
出所: Scopus データベースに基づき SciREX センター原作成

こちらをみると、1996年に岡崎国立共同研究機構基礎生物学研究所に教授として移られたあと、年あたりの論文公刊数が増加していることがわかります。その後、大隅教授は2009年に、東京工業大学 統合研究院フロンティア研究機構特任教授に着任されました。その後も、研究のペースを継続させていたことがわかります。

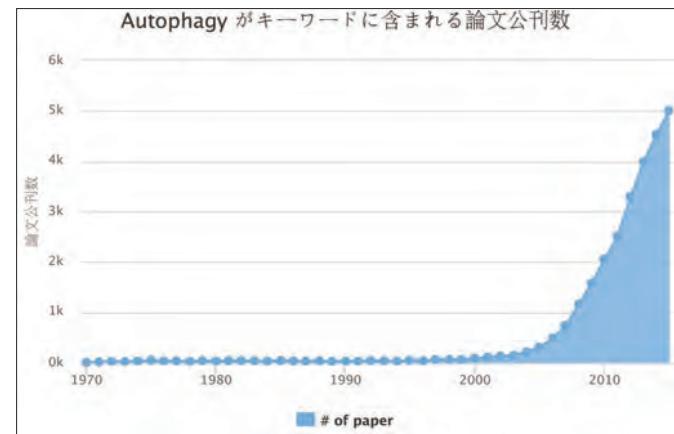
2. Autophagy に関する論文の推移

大隅教授のノーベル賞受賞理由である、オートファジー (autophagy) 分野の論文数推移について、年ごとおよび国別の論文公刊数をプロットしました。2000年初頭以降、論文の公刊数が急増していることが確認できます。

3. 受賞に至る主要論文の被引用数推移

大隅教授によるオートファジーのメカニズム解明に係る学術論文を特定し、それらの被引用数推移について調査しました。このため、以下の手順で該当する論文の特定を行いました。

- NobelPrize Web 上に掲載されている Scientific Background Discoveries of Mechanisms for Autophagy を参照する。



抽出方法: 次の検索式を Scopus 上で設定: TITLE-ABS-KEY (autophagy) AND SUBJAREA (mult OR agri OR bioc OR immu OR neur OR phar OR mult OR medi OR nurs OR vete OR dent OR heal OR mult OR ceng OR chem OR comp OR eart OR ener OR engi OR envi OR mate OR math OR phys) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "BIOC") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MEDI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "IMMU") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "PHAR") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "NEUR") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "AGRI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "CHEM") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MULT") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "CENG") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENVI"))

出所: Scopus データベースに基づき SciREX センター原作成

2. 文中の記載から、以下の文献を特定。これらの論文の前方引用数について年ごとの被引用数を並べました。

2-1. Takeshige, K., Baba, M., Tsuboi, S., Noda, T., and Ohsumi, Y. (1992) Autophagy in yeast demonstrated with proteinase-deficient mutants and conditions for its induction. J Cell Biol 119, 301–311.

2-2. Tsukada, M., and Ohsumi, Y. (1993) Isolation and



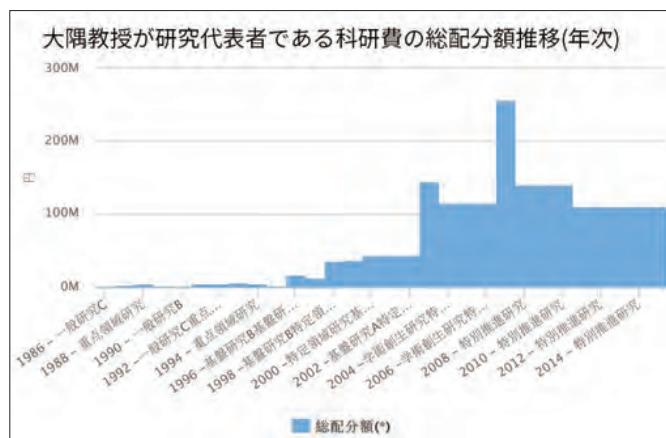
characterization of autophagy-defective mutants of *Saccharomyces cerevisiae*. FEBS Lett 333, 169-174.

主要論文数の被引用数の推移を観ると、オートファジー分野の論文数増加と比例しています。通常、論文の被引用数は発表後直近の2~3年がピークで、あとは徐々に減少していきます。しかし、これらの論文の場合オートファジーが注され、論文数が急増した2000年以降、より被引用数が増加しています。

このグラフからは、大隅教授のオートファジーに関する研究が先駆的だったこと、また、先駆的な研究成果として、論文の発表から10年以上たっても継続して引用され続ける、重要度の高い研究であることが読み取れます。

4. 特許の出願状況

大隅教授は二件、特許を出願されています（特許情報プラットフォーム調べ）。ひとつは、1998年8月に出願した「オートファジーに必須なAPG12遺伝子、その検出法、その遺伝子配列に基づくリコンビナント蛋白の作製法、それに対する抗体の作製法、それに対する抗体を用いたAPG12蛋白の検出法（特開2000-60574）」で、株式会社エルティティ研究所が出願人として明記されています。もうひとつは、2001年5月に出願した「蛋白質とホスファチジルエタノールアミンの結合体（特開2002-348298）」で、出願人として科学技術振興事業団が明記されています。



出所：科学研究費助成事業データベースをもとに SciREX センター原が作成 / 総配分額を年度ごとに等価に按分し表示

5. 科研費の取得状況

最後に、大隅教授による科研費の取得額の推移をグラフにしてみました。1998年以降科研費の総配分額が増大していることが確認できました。また、研究設備やメンバーの確保などの点でこれらの科研費が活用された結果、1996年以降の研究内容のさらなる充実に繋がったことが推測できると思います。

さて、大隅教授に関するこれらのデータからは、ひと（研究者）ともの（設備や環境）とお金（競争的資金）が結びついた結果、ノーベル賞受賞に至るような素晴らしい成果を生み出されたことが、なんなく見えてきたのかなと思います。

では、どうすれば、こうした優れた研究者に頑張ってもらえる研究環境を作れるのでしょうか？そもそも、優れた若い研究者をどうやって見つけ出せばよいのでしょうか？SciREXでは、こうした分析をいろいろと進めています。今後もご期待ください。

※本稿は、SciREX「政策のための科学」ポータルサイトに掲載した「2016年ノーベル生理学・医学賞大隅良典名誉教授の論文・特許および資金調達に係る予備的分析を実施しました（2016/10/5;http://scirex.grips.ac.jp/topics/archive/161005_625.html）」を本誌用に再編集したものです。

原 泰史（はら やすし）

政策研究大学院大学 SciREX センター専門職
民間 IT 企業で勤務後、日本学術振興会特別研究員 DC1、一橋大学イノベーション研究センター特任助手を経て、2015年より現職。
主な研究テーマは技術開発の社会構築過程の分析、ナショナルイノベーションシステムの国際比較など。

※大隅教授の受賞に至るまでの経緯については、NISTEPによるSTI Holizon 誌『特別対談 ノーベル賞研究の背景『組織、研究費、人的支援から考えるノーベル賞の条件』』（2016年12月発行予定）にも掲載される予定です。

“人材”データの本質に迫るには

本講座では、科学技術イノベーション政策を考える基礎として、重要テーマごとに、どのようなデータがあるか、そのデータから何が言えるのか、どのような限界があるかについて、専門家が解説する。第2回は、日本の「人材」データを取り上げる。

“研究者”と“科学技術人材”とは？

科学技術統計において、“研究者”と“科学技術人材”とは全く異なる概念である、という話から始めたい。もちろん、研究は科学技術活動の一部であるので、“研究者”は全て“科学技術人材”に含まれるであろう。しかし、それでは、両者の差分（“研究者”以外の“科学技術人材”）は、どのような人たちを指すのだろうか。また、そもそも、統計において“研究者”と“科学技術人材”とは、どのような人たちを指しているのだろうか。

このような問い合わせから「データの読み方講座－人材編」を始めたのは、科学技術イノベーション政策に関する議論において、対象範囲が曖昧なまま“人材”的データが用いられている場合も多いと感じるためである。特に“研究者”と“科学技術人材”的関係に関する混乱はしばしば見受けられる。こういった点を明確にすることが、人材に関する“データの読み方”的最も基本であると筆者は考えている。

基本的なデータとその対象範囲

“研究者”的データの対象範囲を考えてみよう。総務省統計局の「科学技術研究調査報告」によると、日本の“研究者”的総数（実数）は、2015年3月31日現在で約92万6700人である。その内訳と対象範囲を表1に簡単に示した。“研究者”に大学の教員が含まれることは、一般的な“研究者”的イメージとかけ離れていないであろう。しかし、例えば、企業の研究

所ではない部署で新製品の開発に従事する人が原則的にこの数に含まれることは、必ずしも広く認識されていない。“研究者”的詳しい定義は省略するが、研究開発統計の国際的な基準等を示しているプラスカティ・マニュアルでは、研究論文を発表するような人たちだけでなく、“研究開発（Research and experimental development）”を実施する人（ただし、技能者や支援スタッフは除く）が“研究者（Researchers）”とされている。

次に、“科学技術人材”について見てみよう。しかし、実は、その総数を示すデータは、日本には存在しないのである。“科学技術人材”という概念やデータが必要とされていないわけではないだろう。“科学技術人材”という語は、科学技術イノベーション政策の議論においてしばしば登場するのであるから。そして、世界的には、科学技術イノベーション政策における人材の議論は、“科学技術人材”に該当する対象をテーマとしている事が多いのである。

“科学技術人材”的概念と欧米におけるデータの整備状況

それでは、世界的に用いられている“科学技術人材”的概念は、どのようなものであろうか。OECDの科学技術関係の統計に関するマニュアル類の一つであるキャンベラ・マニュアルは、“Human Resources devoted to Science and Technology(HRST)”という概念を体系的に示している。これを単純に日本語に訳すと「科学技術人材」となるが、この

表1「研究者」の総数と内訳及びそれぞれの対象範囲

組織	人数(実数)	対象範囲
総 数	926,671	大学(短期大学を除く)の課程を修了した者、又はこれと同等以上の専門知識を有する者で、特定のテーマを持って研究している者。研究とは、事物・機能・現象等について新しい知識を得るために、又は既存の知識の新しい活用の道を開くために行われる創造的な努力及び探求をいう。
企 業	560,466	研究を兼務する者、社外(外部)からの出向者を含む。研究業務には「製品及び生産・製造工程等に関する開発や技術的改善を図るために行われる活動」も含む。
非営利団体	10,567	同上
公的機関	34,067	同上
大 学 等	321,571	教員、大学院博士課程の在籍者、医局員、その他の研究員の合計。兼務者(学外からの研究者)を含む。

出典：総務省統計局「科学技術研究調査報告（2015）

日本語から想像されるより、はるかに広い概念である。具体的には、科学技術分野の高等教育の課程を修了した人は全てHRSTに含まれる。また、それに加えて、そのような教育資格を必要とする科学技術関係の職に就いている人が含まれる。後者には、例えば、大学の文学部を卒業してシステム・エンジニアの職に就いている人が含まれることになる。

欧州では、キャンベラ・マニュアルに準拠したデータの整備が進められており、また、米国においては、キャンベラ・マニュアルに直接的に準拠しているわけではないものの、高等教育機関で科学技術の教育を受けた人材や科学技術に関する職に就いている人の大規模な統計が作成されている。この米国の人材統計は、本質的に、キャンベラ・マニュアルに示された科学技術人材と同様の概念に基づいていると言える。

データが存在しないことによる問題点

日本で“科学技術人材”についてのデータが整備されていないことに関して、特に懸念すべきことは、本来は議論すべき重要な問題が、データが無いがために取り上げられていられない可能性である。また、“科学技術人材”は、様々な政策領域に関係しているはずだが、無自覚的に対象を“研究者”に絞ってしまうことにより、政策上の議論が研究開発政策の枠に留まってしまう恐れもある。このことは、政策の部分最適化の問題を引き起こしているのではないかという懸念につながる。

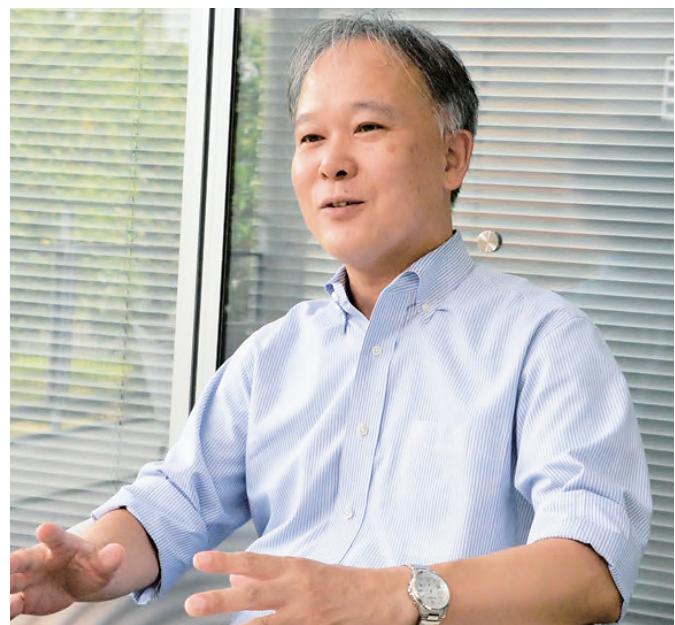
イノベーションや知識社会を担う人材として、どのような人材が必要であるのかという問い合わせが重要な政策課題であり、今後、必要な人材像を議論する上で、“科学技術人材”や“高度専門人材”といった広い概念に基づいて考えていくことが重要であるが、データの整備は、それと一体として取り組まれるべきことではないだろうか。

本質に迫るために“データの読み方”

“データの読み方”に話を戻そう。あるデータが示された時、それをよく理解するためには、そのデータがどのようにして作成されたのかを知ることが重要である。そのためには、統計調査の調査票を見ることや、調査対象が何であるかを確認すること、といったことが重要である。このことは全てのデータについて言えるかもしれないが、とりわけ“人材”に関するデータの場合、これによってデータの背後にあら“人材像”を適切に把握できるかどうかが左右されるので

ある。

もうひとつ挙げておきたいのは、あるデータを、他のデータと関連付けて考えることである。例えば、ポスドクについてのデータが示された際には、大学院博士課程の在籍者数や毎年の修了者数と比較し、あるいはポスドクを雇用する側である大学や公的研究機関の研究者の数を参照することが役に立つ。そうすることにより、単純な総数であっても、その数値は活き活きとした情報となるのである。そのためにも、先ほどまで述べてきたような大きな枠組みのもとで“人材”的データを捉えることが重要である。



富澤 宏之 (とみざわ ひろゆき)

文部科学省科学技術・学術政策研究所第2研究グループ総括主任研究官
専門分野は科学技術政策研究、科学技術指標の開発、科学計量学。
日本科学技術情報センターを経て1989年より科学技術政策研究所に勤務、2015年より現職。この間、経済協力開発機構（OECD）科学技術産業局主席行政官（2007～2010年）。

ライフサイエンス分野におけるオープンサイエンスへの課題

～データインフラ整備だけでなく、研究者の意識改革に向けた議論へ～

1. 公共財としてのオープンデータ

「遺伝子配列を決定したらデータベース（DB）に登録してその登録番号を論文に載せなければ受理されない」—— ライフサイエンス分野においては、このルールで学術研究が進められてきた。構造生物学におけるタンパク質立体構造の座標データに関しても同様のルールがあり、ある一定期間エンバーゴがあるものの、最終的にはDBに収録される。

本邦においても DB にアーカイブするという文化は知られてはいるものの、欧米に比べるとその他の新しい種類のデータを公共財としてオープンにする歩みは遅い。また、それらを研究に再利用することも盛んではない。その背景には、実際には利用しているのにその利用した文献やデータをちゃんと記述しない、「引用する」ことに対する軽視があるのかもしれない。これだけ研究不正問題が騒がれているにもかかわらず、である。

2. 日本初のオープンデータと可能性

理化学研究所はマウス遺伝子のコピーである cDNA のクローンを収集、その配列を解読し、機能を明らかにしてきた。そのプロジェクトは、FANTOM (Functional annotation of mouse) と呼ばれ、マウスのあらゆる臓器の様々な発生ステージにおける遺伝子発現情報の DB という成果を生んだ。この DB は、後に京都大学の中山伸弥教授のグループが iPS 細胞を樹立する際に必要な 24 候補遺伝子の絞り込みに利用され、結果として学問の発展に貢献することとなった。日本発のオープンデータが、日本人のノーベル賞受賞につながったというとてもいい実例である。

この他日本発のDBとしては、KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes) があるが、FANTOM と KEGG の2つのDBは、世界的にもよく使われているスター・コンテンツであると同時に、開始当初からオープンデータとして、インターネット上で誰でも利用できるリソースであったことは特筆すべき点である（残念なことに現在、KEGGは大量ダウンロードの際は有料となっている）。

3. この10年で築いたデータインフラ

この10年来、私はライフサイエンス分野のDB統合のプロジェクトに関わってきた。はじめは大学共同利用機関である情報・システム研究機構にライフサイエンス統合データベースセンター (DBCLS) が設置され、DBCLS が中心となっ

てDB統合を推進してきた。そして2011年から戦略立案やポータルサイトの構築・運営は、科学技術振興機構 (JST) のバイオサイエンスデータベースセンター (NBDC) が担っている。これにより、維持できなくなったDBや個人情報が絡むヒトデータの受け入れ体制がNBDCで確立された。また、NBDCからの「お願い」として、研究成果をDBで公開することが、科研費を始めとする研究課題の募集要項に記されるようになった。これはオープンデータの観点から大きな成果である。

この他、各省庁のDBを横断的に統合しうまく機能しているものとしては、「IntegbioDB カタログ」がある。同カタログは、ライフサイエンスに関する関連省庁で作成したDBも含めて、どういったDBが利用可能かを横断検索して提供することができる。また維持できなくなったDBの「永代供養」を引き受けるというDBアーカイブ化の事業も関係省庁を越えて行われるようになった。

4. データの収集・保全から利活用に向けて

一方でこういったDBインフラを構築するには苦労があったのも事実である。DBCLSやNBDCといった、DBセンターで収集可能な公開データの整備だけではもちろん不十分で、研究者からデータを出してもらう必要があった。そのためには、NBDCに「統合化推進プログラム」として予算がつけられ、公募の結果、植物や微生物といった対象生物種やプロテオームやメタボロームなどデータの種類と研究分野ごとに、その分野の代表的な研究者がそれぞれデータを取りまとめるという形が取られている。

この他にも、データを集めて保全するだけでなく、データを利用する際に役に立つ日本語コンテンツを独自に作成している。例えば、ウェブ上のツールやDBの使い方チュートリアル動画（統合TV:<http://togotv.dbcls.jp/>）、我々が日本各所で講師として行脚してきたDB講習会資料のアーカイブ（MotDB:<http://motdb.dbcls.jp/>）が挙げられるだろう。また、「新着論文レビュー」<<http://first.lifesciencedb.jp/>>は、誰でも自由に読める新しいタイプの日本語レビューオンラインコンテンツで、始めて6年経ったが、約千エントリの日本語レビューを掲載することで、研究者にも浸透しているサービスとなっている。

5. 課題となる人材育成、そして行政への期待

しかしながら、10年やっても積み残していることも多々ある。とりわけ人材育成の仕組みをつくることは重要だ。それには、まず現在いる研究者の意識改革を図ることである。ただ闇雲に実験をするだけでなく、公表した成果をDBで公開し、科学の発展に役立てるところまで含めて研究である、という意識の徹底をどう実現するのか。これはこれから大きな課題の1つである。データ解析の実例づくりといったデータ利活用に向けたコンテンツの充実は、我々ライフサイエンス研究者が頑張ればなんとかなることであるが、人材育成の問題は、ときには行政の立場から強制力を発揮して変えていただかなければどうしようもないものである。

もちろん人材育成には、DBセンターでのインターン受け入れのための仕組みづくりなど、今すぐ始めなければならないものもあるが、海外の施策を参考に日本の実情に合った形で、図書館組織も巻き込む形でデータキュレーションに向けて制度化していくべきではないか？研究者自らは制度を変えられない。トップダウンな体制づくりを期待している。

坊農 秀雅 (ぼうのう ひでまさ)

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 データサイエンス共同利用基盤施設 ライフサイエンス統合データベースセンター(DBCLS) 特任准教授
専門はバイオインフォマティクス、データベース生物学。博士(理学)。現職にてライフサイエンス分野の公共データの流通、とくにデータベース統合利用環境の構築と利用普及を担当。利用可能なデータのメタ解析とその生物学的な検証に興味を持つ。



大阪大学・京都大学 公共圏における科学技術・ 教育研究拠点 (STiPS)



拠点の概要

「公共圏における科学技術・教育研究拠点 (Program for Education and Research on Science and Technology in Public Sphere: STiPS)」は、大阪大学および京都大学の連携による人材育成プログラムです。科学技術の倫理的・法的・社会的問題 (ELSI) に関する教育と研究を行い、政策形成に寄与できる「政策のための科学」の人材育成を進めています。

○育成する人材像

STiPSでは、「科学技術の倫理的・法的・社会的問題 (ELSI) に関する研究を基盤として公共的関与の活動と分析を行い、学問諸分野間ならびに学問と政策・社会の間を“つなぐ”ことを通じて政策形成に寄与できる人材」を育成しています。

「つなぐ人材」として次の2つの類型を想定しています。
1) 公共的関与の活動と分析そのものを専門とし、異分野・異領域（研究者集団・政策・産業・市民社会）の間のコミュニケーションを媒介し、俯瞰的な視点のもとに政策提言や政策形成を実行する人材。2) 自然科学・工学等や人文社会科学の個別分野の研究を行いつつ、他の専門分野や他業種、市民との間で双方向のフィードバックを通じて、政策提言や政策形成に貢献できる人材。

○大阪大学拠点の特色

科学技術と社会のより良い関係を構築するためには、世の中の人々が、科学技術や公共政策に何を期待し、何を懸念しているか、どのような世界に生きたいと欲しているのか、といった社会の期待と懸念を把握することが大切です。多様なステークホルダーが参画・関与する公共的関与の活動と分析を行うとともに、実践的な能力を備えた人材の育成を目指しています。

○京都大学拠点の特色

エビデンスベースの政策決定に欠かせない定量的なエビデンス。実世界における各種のデータを可視化し、解析評価ができるようにするための研究、そして、実世界のデータからエビデンスへ、エビデンスから政策へ、そして政策を実施したのちにそれを評価していくという政策形成サイクルに携わる人材の育成を進めています。

○大阪大学・京都大学の連携

プログラムの修了には14単位以上の取得が必要です。このうち、必修の授業「研究プロジェクト」の中では、科学技術イノベーション政策に関連する個人研究もしくは共同研究を実施し、学術研究論文を作成します。この論文発表会は、毎年、大阪大学と京都大学合同で実施しています。また、大学間で単位の相互認定も行っています。

(文責：STiPS事務局)