

# SciREX



～政策と科学を考える～

December. 2017

quarterly

日本発の新素材

「セルロースナノファイバー」が実用化に向けて  
乗り越えてきた課題とこれから

若手研究者の考える科学者の“今”そして“未来”

SCIENTIFIC ADVICE FOR POLICY MAKING  
地震防災分野の科学的助言

日本の「大学発ベンチャー」は何社あるか

「データの可視化」を通じた政策の意志決定に向けて

地域イノベーションに資する事例研究と  
科学技術政策支援システムの開発

07

SciREX

サイレックス事業

矢野浩之×山崎和文さん×渡邊政嘉×青島矢一

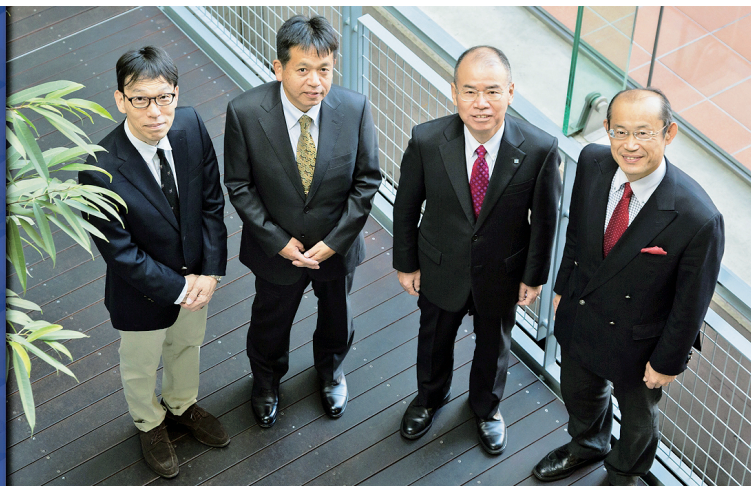
## 日本発の新素材「セルロースナノファイバー」が 実用化に向けて乗り越えてきた課題とこれから

最先端テクノロジーが導く新たな社会 Vol.1

— 日本発の新素材 —

「セルロースナノファイバー」が  
実用化に向けて乗り越えてきた  
課題とこれから

矢野浩之 × 山崎和文 × 渡邊政嘉 × 青島矢一



今、世界からも注目を集める新素材「セルロースナノファイバー」は、どのように実用化への壁を乗り越えてきたのだろうか？木材から生まれ、地球環境にも優しいという特徴を持ちながら、鉄と変わらない強度、そして鉄と比べて5分の1の軽さを誇る「セルロースナノファイバー」の研究開発・実用化に携わる産官学のキーマンにお集まりいただき、数々の課題にどう向き合ってきたのかを語っていただいた。併せて、他分野にも活用できるヒントも探っていく。

### 「セルロースナノファイバー」研究の幕開け。

【青島】まずは矢野先生にお伺いしますが、セルロースナノファイバーの研究を始めた、そもそものきっかけは何だったのでしょうか。

【矢野】セルロースナノファイバーは昔から植物の細胞壁を作る物質であることは知られていました。私の専門は木材で、楽器に使われる木材の音響的な性質が、そのセルロースナノファイバーの配列とどう関係するか研究していたんです。そんな中、高さ100メートルもある大木さえも支えるセルロースナノファイバーで、どこまで強い木質系の材料を作れるか挑戦してみようと思ったことがきっかけです。

【青島】木質系で世界一強い材料を作ろうと思ったと。

【矢野】そうです。ただ、木材の性能を見てみるとやはり限界がありまして。植物は水や養分を体中で移動させるために穴がたくさん開いているわけです。それは材料の観点から言うと欠点なんですね。それがセルロースの持つ強度を邪魔してしまう。そこで細胞をほぐしてセルロースのナノファイバーの状態にして、欠点をなくした材料を作り出したんです。すると、鋼鉄ぐらい強度のある材料ができてしまった。しかも鉄の5分の1の軽さだったんです。



矢野浩之さん

### 製紙業界の救世主として注目される、その価値とは。

【青島】そしてセルロースナノファイバーは次第に注目を集めていきます。そこにはどのような背景があったのでしょうか。

【渡邊】少子高齢化やIT化によって雑誌や本の売り上げが下がり、同時に紙の需要が大きく伸び悩む中、産業政策として紙パルプ産業をこの先どう事業構造転換させるかを考えていました。そのような中、セルロースナノファイバーという切り口が期待できると思い至ったわけです。そして早い段階から注目して支援を続けていました。



【青島】製紙業界としては、セルロースナノファイバーの技術にいつ頃から注目されていたのでしょうか。

【山崎】2000年頃から矢野先生と東京大学の磯貝明先生の所へ企業が何社か入って、一緒に基礎研究を始めておりました。当初はまだ、商業ベースに乗るセルロースのナノ化はなかなかなかったのですが、2005年辺りからナノ化技術が進んできましたので、企業も本格的に取り組む姿勢になってきたと思います。

【矢野】最初に高強度材料の特許を出したのは2001年です。初めて研究費がついたのが、文部科学省科学研究費で2003年でした。近畿経済産業局の支援で、地域新生コンソーシアム研究開発事業という異分野連携のプロジェクトを始めたのが2005年です。そして、大学発事業というNEDOのプロジェクトを始めるにあたり、2004年頃からJCII（化学研究評価機構）が声を掛けてプレイヤーを集めました。そこでは、材料が川上から川下に流れるようなスキームにしようと考えました。川上に日本製紙と王子製紙という日本のトップの製紙会社が入り、さらに中流域にはプラスチックとセルロースナノファイバーを複合した成形体を作るために三菱化学、大日本インキ（現DIC株式会社）、住友ゴム、という三大高分子材料を扱う会社が位置しました。これら5つの企業と京都大学と京都市産業技術研究所で異分野がつながり、開発を始めたのです。

【青島】その前に、製紙会社が独自でこの技術に注目された経緯はあったのでしょうか。

【山崎】企業ですからどうしても収益性を先に考えてしまうので、恐らく製紙会社だけでは実現していなかったと思います。ただ、紙の需要が減ることは分かっていたから、その危機感から構造転換の一つの柱にすべきということは各社も考えていたはずで。

【渡邊】我々も政策を議論している中で、過去に事業転換した企業はその業態が持つコアコンピタンス（核となる技術）を生かした経営多角化で成功していることを知りました。そこで製紙業のコアコンピタンスが何なのかと考え、セルロースナノファイバーに白羽の矢が立ったわけです。一方で、日本の化

学産業も世界的な石油資源の枯渇という問題があり、石油資源からバイオマス資源への転換が問われていました。近い将来、製紙産業と化学産業は石油資源由来からバイオマス由来の原料を有効利用する高度バイオマス産業として統合されると考えたのです。

この素材を使うことで、自動車、情報家電などのユーザー業界が、環境問題に積極的に対応できることも見逃せない点です。強度があり軽量

化もできるので、まさに一石三鳥。さらに、山がある日本は海外に依存しなくても良い。地域からも新しい産業を生みだし得る、大変有望な技術であると考えています。

### 実用化のステージに合わせて、段階的にステークホルダーを巻き込む

【青島】そして面白いなと思ったのは、実用化に向けたその政策的な流れですね。

【渡邊】セルロースナノファイバーについては、経産省、文科省、環境省などの省庁からの支援がシームレスに行われたのは大きかったと思います。アカデミアの先生方には、非常に早い開発段階で、文部科学省の科学研究費助成事業（科研費）を通して研究のコアを作っていただき、次に社会実装に向けて経済産業省の事業がパイロット的な役割を担う。そこから、ユーザー企業が具体的な事業に展開していく。その上で、国内資源の有効活用としてセルロースナノファイバーに注目していた林野庁が参画し、さらにCO<sub>2</sub>の削減の観点から社会実装のフェーズで環境省も参画してくれたのです。

従来、省庁間をまたぐような仕事というのは、省庁同士で作業領域が重複してしまうことがあります。今回は、先行していた経済産業省が中心となり、他省庁が独自に施策を打ち立てる前に十分な議論を行うことで役割分担を明確にし、協力・連携して進める枠組み（CNF関係省庁連絡会議）を作りました。

【矢野】こういった政府の流れと連動して、日本全体でルー



渡邊政嘉さん

## 日本発の新素材「セルロースナノファイバー」が 実用化に向けて乗り越えてきた課題とこれから

スナノファイバーについて一つに集まれる仕組みが必要だと思いました。渡邊さんが紙パルプ産業担当の課長になられた際に、この仕組みづくりをお願いし、2016年にできたのが「セルロース CNF フォーラム」です。アカデミア、産業界、公的機関の主要なプレイヤーが集まれる会合を、広島からスタートしました。

**【渡邊】** 実はこの時、難しい壁がありました。まずはアカデミアの世界で矢野先生の京大グループと磯貝先生の東大グループは、お互い研究領域が近い反面、ライバルでもあるわけです。製紙業界では、日本製紙と王子製紙は業界1位と2位ですから、こちらもライバル同士なわけですね。また伝統的な製紙業界だけの護送船団方式ではうまくゆかないと考えました。そこで製紙業界だけのフォーラムではなく、素材を使うユーザー産業、それを支える装置産業などが業界の垣根を越えて議論できる場にしなければならないと思い、業界横断的なメンバーを積極的に招き入れたんです。

協調のつぎは競争へ。それが実用化を加速させていく。

**【青島】** 企業のビジネスとしては、どういう出口を構想されていたのでしょうか。

**【山崎】** 強度以外の特性も高く評価されているセルロースナノファイバーは、使用用途が非常に幅広いんですね。例えば、ペンのインクにおける粘度特性、フィルムにした際の強度、透明性、耐熱性。中でも強度が非常に強いので、構造体の中でも車をターゲットにしている企業が多くあります。車で鍛えられなければ他の分野に採用されないだろう、という高い志も含めて挑戦されているのですが、車以外にもあらゆる実用化の可能性があります。

また、1つの分野で実用化に挑戦する企業が1社ではなく複数社ある現状は、採用につながりやすく好ましい状況です。課題は、やはりコストですね。

**【青島】** 逆に可能性があり過ぎるようにも感じるのですが、1つの分野に集中するという考え方はあるのでしょうか。

**【渡邊】** そこはあまり絞らず競争ですね。新素材で市場開拓するには、その出会いの場が必要です。素材を作る側の製紙業や化学メーカー、それを使う自動車産業など、あらゆる業界に集まって交流していただく。新素材のサンプル

を使っていただき、その評価結果をもう一度素材メーカーに返してもらって、そしてまた改良する。新素材の実用化には、そういう早い段階でユーザー業界とキャッチボールできる場を作ることが大事なポイントです。

**【青島】** そうすると、色々な産業で可能性が広がっていきそうですね。

**【矢野】** 例えば、化粧品の増粘剤であったり、書きやすいけど垂れ落ちしないボールペンのインクだったり、おむつの中に入れて消臭効果を高めるなど、既に商品化は始まっています。

**【山崎】** その次は、透明性と強度、粘度特性を生かしたコーティング関係ではないでしょうか。電子材料もあると思います。

**【青島】** 確かに、透明で強度があって熱膨張しないとなると、これは電子材料としてかなり有望ですね。プラスチックなどを使っている部分を全て置き換えられる可能性がある。

**【矢野】** 大事なことは付加価値ですよ。今までにない性質を持った材料であれば、少しお金を出してもいいかなという部分。

**【山崎】** そうですよ。製紙業界は素材の提供をしますが、どの段階で渡すかが大事だと思います。そこを間違えるとパルプと同じように価格競争で負けてしまう。



青島矢一さん



山崎和文さん

【青島】樹脂と混ぜるところがかなり重要ですよ。

【山崎】構造体になった場合は大事ですね。樹脂を混ぜてある程度のところまで作るノウハウは、絶対に持ってないと意味がないと思います。

【渡邊】そこで出てくるのが「京都プロセス」ですね、矢野先生。

【矢野】ありがとうございます！構造用途を突破するための一番の課題は、コストだったんですね。パルプは1kg 50～80円ですが、ナノファイバーになった途端に1kg 3,000～5,000円になってしまってビジネスにならない。

そこで、パルプを化学処理して、樹脂と練っている間にパルプがほぐれてナノファイバーになり、出てくるものはナノコンポジットである、というプロセスにしたわけです。一度パルプをほぐしてナノファイバーにしてから化学処理をして樹脂に混ぜる、という工程ではなくなったのでコストを下げられた。するとユーザー企業側で、評価してみようかなという動きが増えてきたんですね。

【山崎】画期的なプロセスだと思います。

【矢野】完成度の高いナノ繊維から出来上がっているパルプが1kgあたり50～60円なら、まだ技術を乗せていく余地があります。その技術レベルが上がっていけば、コストをおさえながら付加価値の高い材料を作れるようになる。

【青島】1kgで何円くらいまで下げるという目標はございますか。

【渡邊】2030年には1kg 500円です。

【青島】500円になったら広がりますね。

【渡邊】既に世の中にあるものを代替する市場と、この素材でしか実現できない新機能を生み出す市場と、二つのカテゴリーがありますが、前者はコスト競争なわけですね。ところが後者は、付加価値を付けて高い市場で商売できる。そこをどれだけ作り得るかが次のポイントだと思います。

【矢野】加えて感じているのが、ガラパゴス化してはいけな

いということ。つい日本はハイパフォーマンスな新素材を作る方向に走りがちなのですが、実際はそれなりのコストで十分、市場の期待に応える性能が出せる。ガラパゴスに走ると機会損失につながりかねません。

【山崎】その通りだと思います。完全ナノじゃなくても市場はあります。

### セルロースナノファイバーの地域展開とグローバル戦略。

【青島】順調に実用化が進んでいるセルロースナノファイバーですが、さらなる用途開発についてはどのようにお考えですか。

【山崎】今は、特に地域がものすごく盛り上がっています。

【矢野】日本中にある経済産業局がCNFフォーラムの会員に入って、一気に地域とのつながりが深くなったんですね。

【渡邊】日本で長い歴史がある製紙業は、事業転換しないと雇用を賄えないので、各地域の自治体もこの新素材に着目しています。静岡県では川勝平太知事自ら、「ふじのくにCNFフォーラム」を設立されていますし、近畿経済産業局が部素材研究会を作って、不織布と組み合わせる研究も進んでいます。そういう地域主導で産業構造転換していく取り組みが全国的に広がっているんです。さらに、与党自民党を中心に「セルロース・ナノ・ファイバー活用推進議連」もできました。今はもう、産官学プラス政治も含めて推進しています。

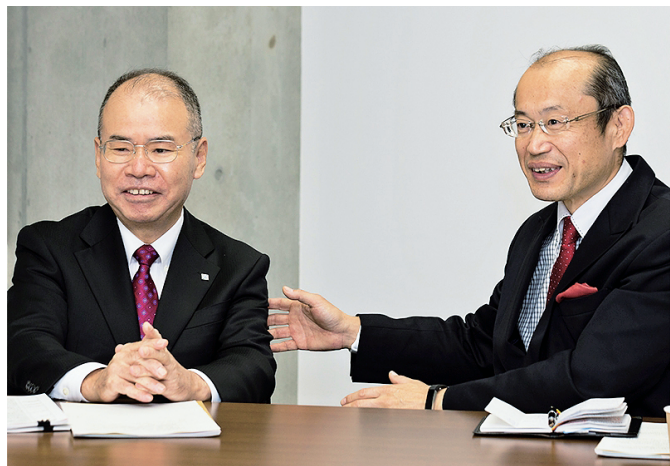
【青島】グローバル戦略についてはいかがですか。海外の開発状況、そして海外企業とのコラボレーションはどのように考えていますでしょうか。

【山崎】北欧と北米では、セルロースナノファイバーの開発が盛んですね。最近では製紙会社が開発を進めるなど、今後日本の脅威になると感じています。一方、日本の各社メーカーを見てみると、海外でどう展開するかを考えつつある時期にきています。

【渡邊】あと、環境影響への評価手法や安全性に関する考え方については、世界共通の課題です。我が国の国際標準化戦略の議論の中に北欧やカナダなどと協調しながら、共通のスタ



## 日本発の新素材「セルロースナノファイバー」が 実用化に向けて乗り越えてきた課題とこれから



ンダードとして発信していく必要があると思っています。

**【青島】** CNF フォーラムは海外の企業が入ってくることはウェルカムなんですか。

**【山崎】** ウェルカムです。既に北欧から1社入りました。規制が緩和され国内に法人があれば加入は可能です。

**【渡邊】** 積極的に海外パートナーと組んでグローバルマーケットを取ってゆくことも大切です。将来的には会員ステータスを国内とグローバルに分けて、ギブアンドテイクで情報を出し入れし合う国際ネットワークの核になればいいなと思っています。

### 新たに見えてきたセルロースナノファイバーの課題。

**【青島】** 実用化に向けて数々の壁を乗り越えてきたセルロースナノファイバーですが、新たな課題はあるのでしょうか。

**【矢野】** 優れたセルロースナノファイバーの性能を最終的に商品において発現させることが難しい、ということですね。そう簡単に材料として混ざらないので、おそらく開発を進めてがっかりした企業が1000社はあると思うんです。そこをケアしないと離れていってしまう。

**【青島】** 逆に言えば、すごいノウハウを作った会社は強いわけですね。

**【矢野】** そうでしょうね。ただ、それだどうしても市場が小さくなってしまう。せっかく日本は資源が豊富なので、どんどん使っていくべき未来型の材料だと思うんです。環境負荷も少なく地球の未来を考えると非常に大事な特性を持っているので、オープンイノベーションしてノウハウを伝えていったほうがいいですね。

**【青島】** それでは、最後に一言ずつお願いできますでしょうか。

**【矢野】** 私は今、環境省のプロジェクトで自動車メーカーとセルロースナノファイバーを最大限に使用したコンセプトカーを造っています。そこでは、林業から製紙産業、化学産業、成形加工産業、自動車部材、そして自動車に組み立てる産業までを一通りにつなぐことができています。新素材は産業全体が繋がらないと、市場もできていきません。これからはそういった連携が非常に大事だと思います。

**【山崎】** このセルロースナノファイバーは魅力的な性質を数多く持つ素材なので、将来はきっと、身の回りのあらゆるものに使われていきます。バイオマスベースの素材であることを訴えながら開発を進めていけば、世の中を少しずつ良い方へ変えることができるんじゃないでしょうか。

**【渡邊】** 実用化のポイントは、早い段階でユーザー企業にどんどん素材を出して、客先とのコミュニケーションで評価情報が得られる仕組みを作ることだと思います。後は、もう危機意識ですね。製紙業はもしかしたら10年後ないかもしれ



ない。そういった壁に対する強い意志を持ってやるしかないですね。あと数年後に、ぜひノーベル賞を矢野先生と磯貝先生に取っていただきたい。近年のノーベル賞は社会実装しないと取れませんから、世の中の製品環境を次々と変えていてほしいですね。そしてぜひ、ノーベル賞のパーティに招待してください!!

京大大学生存圏研究所 生物機能材料分野 教授

**矢野 浩之** (やの ひろゆき)

2004 年より現職。2000 年頃からセルロースナノファイバーを用いた材料開発を進め、IT 機器や自動車、医療機器など幅広い分野で実用化に向けた研究・開発を進める。日本木材学会奨励賞、セルロース学会林治助賞、本田賞、TAPPI Nanotechnology Award などを受賞。

日本製紙株式会社代表取締役副社長  
ナノセルロースフォーラム会長

**山崎 和文** (やまさき かずふみ)

1980 年山陽国策パルプ株式会社に入社以降、紙パルプ産業のプロフェッショナルとして経歴を積み、2010 年日本製紙株式会社取締役就任。2017 年より副社長。ナノセルロースフォーラムの会長も務めるなど、日本の製紙業の発展に尽力している。

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 理事  
前経済産業省製造産業局紙業服飾品課長

**渡邊 政嘉** (わたなべ まさよし)

1990 年通商産業省 (現 経済産業省) 入省。2013 年製造産業局紙業服飾品課長に就任。セルロースナノファイバー実用化に向けた仕組み作りで、中心的な役割を担う。NEDO 理事として、エネルギー・地球環境問題の解決及び産業技術力の強化に取り組んでいる。

司会・進行

一橋大学イノベーション研究センター教授  
SciREX 人材育成拠点 IMPP 構想責任者

**青島 矢一** (あおしま やいち)

マサチューセッツ工科大学スローン経営大学院 Ph.D. (経営学) を取得。専門は経営戦略論、技術経営 (MOT)、新製品開発組織。2012 年より一橋大学イノベーション研究センター教授に着任。第 55 回日経・経済図書文化賞を受賞。



左から青島矢一さん、矢野浩之さん、山崎和文さん、渡邊政嘉さん



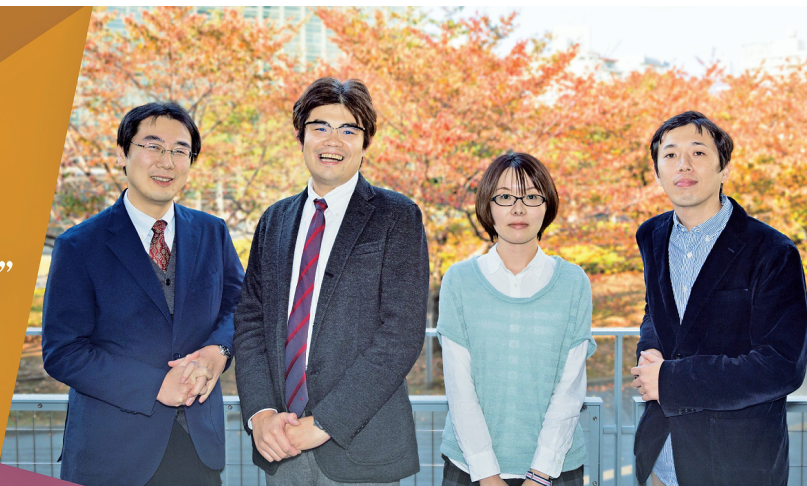
狩野光伸×岸村顕広×平田佐智子×高瀬堅吉

## 若手研究者の考える科学者の“今”そして“未来”

科学者は時代とどう向き合うのか vol.2

### 若手研究者の考える 科学者の“今”、そして“未来”

狩野光伸 × 岸村顕広 × 平田佐智子 × 高瀬堅吉



情報技術や人工知能など世界で最先端の研究開発が急速に進む中、国際競争力を持つために日本の科学技術には今、変革が求められている。一方で、その競争力を維持しながらも、科学技術で社会の発展に資するために、科学者はどのような役割を担うべきなのか。

自然科学の分野でフロンティアを走る4名の若き研究者に、研究のあり方、科学者の育成、科学に対する政府の役割などの幅広い観点から、科学者がこれからの時代をいかに切り開いていくべきか熱く討論いただいた。

#### 急速に変容する社会の中、見えてきた科学の課題。

**【狩野】** これまで日本社会では、戦後復興時も、バブル経済がはじけた時も、科学技術にはずっと期待されてきたかと思います。それらに比べると、今は社会からの科学技術に対する期待が下がりつつあるのではないのでしょうか。

そういう中で、まず皆さんにお伺いしたいのですが、科学者を取り巻く環境の変化について、どのように感じていますか。

**【岸村】** 身近なところだと、日本は科学が強く、海外に行って学べる点が激減してきている点は大きな変化だと思うんです。昔は、技術的に海外でないと学べないから留学せざるを得なかった。ところが、今は教科書ひとつとっても、多く

は母語の日本語だけで勉強できてしまう。わざわざお金と時間を使って留学する学生が減るのも、仕方がないのかもしれないですね。

**【高瀬】** 確かに環境は随分変わりましたよね。でも時代が変わって便利になったのに、なぜか昔に比べて生産性が上がっていない気がしませんか。

**【岸村】** それはありますね。お金と時間をかけなくても勉強できるようになった一方で、学生の学ぶモチベーションにも変化がでていますよね。せっかく海外に学びに行ったとしても、昔ほど重みのあるものになっていないのかもしれないですね。

**【狩野】** 国外から概念上の用語は種々入ってくる一方で、生の対話や交流があまり入ってきていない気がしますね。例えば、若手研究者の課題について、実際に世界各国の人に会って話したことがあるのかということ、恐らくそんなにないでしょう。例えば先日、韓国の若手アカデミーが国際会合を開催した際に話を聞いたのですが、結局のところ各国の課題は「若手研究者に対



狩野光伸さん



するファンディングの問題]、「若手研究者の任期付き契約の問題」など、どこも同様なんですね。その際、スウェーデン若手アカデミーの設立に深く関わった高齢の先生が、「世界中で科学に対する『評価』指標が似てきており、それは心配なことだ」という発言をしておられました。

**【高瀬】**要するに、科学者を取り巻く環境の多様性がなくなってきたんじゃないかと。

**【狩野】**そうです。ヨーロッパではまだ、芸術やアートに携わる人を科学者のコミュニティに受け入れるような余地がある。一方で、日本やシンガポールを始めとしたアジア圏では、画一的な大学ランキングに多くの注目がいつてしまう。インパクトファクターがどうか、すごく真面目なんです。これによっても、研究から多様性が失われていつている印象があるんです。

**【高瀬】**ファンドの話に関連して言うと、僕ら研究者にとってお金の問題は大きいなと思っていて。どこも研究費がないと研究できないですからね。僕も科学研究費（科研費）をもらっているんですけど、この国費の向こうにいるのは国民ですよ。この間の震災でも、国民の声を意識して国費をどこに投入するかが決まっている。その時に国民が「科学は役に立つものを作らなければならない」と言うとなると、僕は役に立つものだけをやらなければいけないのか、という疑問が残る。サイエンスには本来、世界観の探求のような側面があって、それを国民の皆さんが良しとしていくのは文化的に価値高いことだと思うんですね。

**【平田】**私は科研費を取ったことがないんですけど、パイが少なくなっているのは分かるので、研究費がないんだったら、クラウドファンディングなり民間でやればいいという発想があります。一方で、企業からの資金が流れてしまうと、それは企業の色がついたお金なので、やること自体は科学なんですけど、精神的にもはや科学じゃないというか下請けになってしまう。その成果がどこに帰属するかというと、結局、企業だけのものになるんですね。そう考えると、純粋に皆さんのための研究ができる国費の存在は絶対必要だと思います。でも、どうすれば増やせるのかが分からない。

**【狩野】**競争的資金を問う時に考えたいのが、いい研究、重要な研究とは何か、という質問です。冒頭、「フロンティアを走る4名の若き研究者」と紹介されましたが、「フロンティアを走っている」と自覚されている方いますか（笑）？「フロンティア」とは何か、は科学者自身にとっても、政策担当者にとっても大きな問いですね。一例として、ノーベル賞を輩出している組織の特徴に、他人と全く異なる質問を考える雰囲気、というのが紹介されたことがあります。



平田佐智子さん

**科学のフロンティアとは一体？その定義が科研費にも大きく影響する。**

**【高瀬】**フロンティアを考える際に、そもそも科学はなぜ起こったのか、という問いがヒントになりそうです。科学はもともと西洋で起き、キリスト教圏の世界観の中で、世界の仕組みを探求することだった。そこには発見した仕組みの頑強さが重要なので、世の中に対してキャッチーであることをフロンティアに設定してはいけないと思います。

**【岸村】**本来はそうですね。ただ、ここで難しいのは、科学は西洋圏以外にも広がっているの、文化的に共有できない部分もあるかもしれない、ということ。科学の源流は、宗教と現実をどう区別するかという、線引きの話。東洋と西洋では、そもそも科学に対する期待が違うとも考えられます。

**【平田】**『Science』や『Nature』に論文が載るとか、ノーベル賞を取るみたいなことがフロンティア。そんなイメージがありますが、結局は「いい研究って何だろう？」「研究者って何だっけ？」につながってくる気がします。

**【岸村】**ノーベル賞を取った研究ひとつ考えても、その発端となる研究は必ずしもフロンティアじゃなかったりしますよね。ある潮流を作った人が結果フロンティアになった、とい

## 若手研究者の考える科学者の“今”そして“未来”

うことなのかもしれない。今は価値観が多様化しすぎて、誰がフロントラインか本来は定義してはいけないし、できない。神様が決めるべき内容を人が代わりにやっているの、いろいろな問題は出てきますよね。

**【狩野】** 一体何がフロントラインとして定義されるのか。それは科学に関わる全てのセクターにとっても大事な質問で、研究費はどこに付けるべきなのか、ということにも関わる問いです。

東洋と西洋の違いも興味深い。明治維新では、西洋列強に追いつくためには科学というものが必要らしい、という成果重視的な感覚で科学を輸入して、お雇い外国人に教えてもらっていた。それに対し「根本にある精神を究めるかわりに最新の成果さえ受け取れば十分と考えた」という趣旨のベルツの発言が残っています。私見では科学の根本は、自由な、好奇心、問い、思い付き、その論理的な証拠付けだと思いますが、これらのどれだけが日本で実現されているのでしょうか。

**【岸村】** 併せて思うのは、日本は「科学」と「技術」を区別できていない人が多いのではないかな。本来、科学は哲学に近いもので、技術とは目的も内容も違うはずなのに一緒にファンディングされていたりもする。そうすると国民から見れば、科学者＝技術者＝新しい技術を社会に還元してくれる役に立つ人、という等式が成立してしまうんですね。



岸村顕広さん

**【狩野】** 科学とはそもそも一体何なのか。これからの日本の社会や科学者は、科学とどういった付き合いをしていくべきなのか。今一度そこから問う必要があるのかもしれないですね。

**今一度考える“科学の価値”。なぜ、私たちはサイエンスするのか？**

**【高瀬】** もともと科学には、メディチ家などのパトロンがいて、科学者達は彼らに手紙を送ってプレゼンしていたわけですね。自分の研究はパトロンが持つ技術に役立つ、などと言って、

**【狩野】** そのパトロンが一体どういう目線で支援していたかというと、自分の名誉を買うためだった（ピーター・ディア『知識と経験の革命』（みすず書房, 2012年））。これは今にも通じる視点で、ノーベル賞があれだけ取り上げられるのも、一つは国の名誉のためなのではと思うわけですよ。だから、名誉につながりやすい研究がフロントラインという設定になっている気もする。一方、名誉ではない役の立ち方が経済に資するもので、このどちらか以外のお金ってあまり動いてないかな、と。でもそこで、科学の価値って「名誉」と「お金」、本当にその二つだけなのか、という大きな疑問が湧いてきます。

**【高瀬】** つまり、僕らは科学の価値をこれからどう考えていくのか、という問題ですよ。実は、それを若手研究者はあまり考えられていない気がしています。特に自然科学系は考えなくてサイエンスをやっている研究者が多いんですよ。

**【狩野】** とりあえずは、実験作業をしていけば何かしている気持ちにはなれますからね。

**【高瀬】** そうなんです、データができると論文が書けちゃう。これが非常に問題で、日本で分子生物学がなぜあんなに流行るかということ、ストーリーがなくても研究できるからですよ。

**【岸村】** 日本では、アカデミアにせよ民間企業にせよ、これまで作れなかったものが作れたらそれでいい、みたいな風潮がありますね。思想や発想の新しさを訴えることに力点が置かれてない、というかな。

**【狩野】** 日本は昔からシステムの思考が強くないとも言われています。システムは要素つまり点とそれらの相互作用つまり線の両立が必要です。日本は、点は強いんだけどそれらを結ぶ線を明確には考えていないのですね。点としての科学者を、つないだ線としての科学活動は一体何の役に立てていくのか、日本としても定まっていないのではないのでしょうか。科学は新しい見方を確からしくする活動です。つまり今走っている何かに対して、それでは十分でない場合に別の流れを作ることによって、パラダイムシフトを起こす作業ですよ、きっと。

【高瀬】 そのパラダイムシフトを日本人発で起こしたことで、あるんでしょうか。

【狩野】 例えば、東北大学で、岡部らがマイクロ波発生装置マグネトロンを発明した際に、日本の専門誌は受け入れてくれなくて、アメリカで先に評価されたそうです。同時期に発明された八木・宇田アンテナも、戦時中に他の国で先に実用化されてしまった。



高瀬堅吉さん

【岸村】 そういう例は、他にも色々ありそうな気がします。一方で日本で発明・開発して、日本から先陣切って実用化した後に世界に広まった例よりは、ガラパゴス化した例の方がよく思いつく気がします。

【狩野】 もう一つ日本社会で見受けられるのは、手段が目的となる人はたくさんいても、手段の結果どういう目的を追いきたいのか、まで考えている人は、あまりいない気がしています。これを改善しようとするなら、心構えの問題ですから教育から仕込むべき話になってくるのですが。

【高瀬】 僕は若手アカデミーに入って良かったなと思ったのが、何となく目線の高さが近い。ただ一方で、現場でそこまで考えて研究に取り組んでいる人がいるかということ、疑問ですね。

【岸村】 実際に僕も、周囲の研究者に対して、何のために研究するのか、今後の科学の社会における役割は？、科学の営みをどう維持する？、などについて意見聴取してみました。いわゆる研究目的については、社会の目線で語る努力をする人は多くなっていると感じました。一方で、日頃から「科学」という営み自体に問題意識を持って考えている人は少数のようで、考えてない、あるいは、わざと目をそらすか、考えるのを後回しにしている人が多いと感じます。学生に至っては、指導教員の枠組みから出てこれらを考える機会ほとんどないのではないかと。

【平田】 私自身は、学生の時は結構「何のために研究するのか」「私の研究テーマはヒトにどう貢献できるのか」と考えていたんですけども、例えば日本学術振興会の特別研究員や科研費の申請書とかで「どう役に立つのか」なんて建前だけでも書き続けていると、だんだん摩耗してきてしまうんですよね。研究者としてサバイヴしていくために、そんな考えを必要ないんだって思ってしまうと、これだけギリギリの生活をしている研究者は真っ先にそんなもの捨ててしまうんじゃないか、なんて思います。

【狩野】 そうすると、どういう性質や考え方を持った人を優先して勇気づけていきたいのですか、という話になりますね。例えば、公務員だったら国家公務員試験に受かるような人を優先しているわけです。だけど研究者は、一体どういう人を優先するのですかと。

【高瀬】 そこで、評価をする者の基準をどこにするかということ、多分それはフロントラインにするだろうと。

【狩野】 だからまた、科学の価値はどこにあると思うかという話になるわけですね。

【岸村】 それで思ったのは、科学には良し悪しを判断してくれる司法みたいな存在がない。だから、社会の役に立つものがいいみたいな分かりやすい話が勝っちゃうんですね、きっと。

【狩野】 そうなんですよね。そこで、科学の価値について自分の中で一つできたのは「新しいことを出すこと」です。それを他の人が事実ベースで納得できる出し方をする必要がある点が肝なのだと思います。つまり、誰も追っていない本質的な質問や仮説を思いついたり、誰も思いつけない方法で証明できたりすることは、一つの才能のような気がするんですよ。

#### 余裕が生み出す、科学の新たな強み。

【狩野】 例えば、社会課題に対して研究するという話も、出口を思考することに終始しがちですが、本来はどれだけ新しく興味深い問いが立てられるかだと思うんです。例えば、貧困という社会課題だと…



## 若手研究者の考える科学者の“今”そして“未来”



**【高瀬】** 貧困の問題は、おそらく格差なんですよ。だから、差をなくすという点ではどちらに合わせるかという話だと思います。

**【狩野】** もう一つ考えられるのは、貨幣の一つの大きな役割は交換ですよ。誰かが交換したがるものが作れるかどうか、大きいと思っていて、貧困を交換価値の問題だと思ったら、どういう問いができるか。そういうことを問うことで、果たして、今の常識だと解けなくて先に進まない問題が、違うルートを通して解けるようになるか、あるいは、無理か。

**【高瀬】** だから自分はこういった多方向でアプローチを考えられます、という交換価値が出てくる。確かに、「研究者はもっと考えなきゃ駄目ですよ」というよりは、人間の知的好奇心が刺激される感じがしますね。

**【狩野】** その上で、科学者は社会でどういう存在であるべきなのか、という問いにつながります。

**【高瀬】** 例えば、レントゲンは別に応用を意図して発見したわけじゃなくて、偶然の産物だった。僕らも日々の実験では博打をしているわけで、その先には技術提供をもくろんでいる部分がある。でも本当は、科学者は技術提供をする人ではなくて、文化をつくる人だと思っていて。文化って何かというと、余裕ですね。

余裕があることで、実は結果的に日本が強くなる。日本が変な道にそれそうになったときに、アカデミアからの揺り戻しがあれば、あるいはなんか急なときに、実はこんな研究をしているんですという余裕が、結果的に日本を支えている部分が大いにあると思います。

**クリティカルとクリエイティブ。この両方を有する科学者が未来を切り開く。**

**【高瀬】** 昨今、科学者への信頼の在り方も重要なテーマですよ。実験は一つの証明なんですけど、科学の再現性って意外と高くない。

**【岸村】** 例えば、研究者AにはできてBにはできない、という実験が世の中にはあります。こういうことが起こる一つの理由として、すぐに同じレベルに到達されたら困るから、などの理由で、科学的に嘘のない範囲で論文にコツは書けなかったりするときがある。



左から狩野光伸さん、平田佐智子さん、岸村顕広さん、高瀬堅吉さん

**【狩野】** もし技術を自分の秘密にすることで金銭的価値を生む研究ならば、そこは企業でやっていただくべきかもしれないですね。一方で、皆が納得でき再現可能な知見を得るのが科学とすれば、税金で公開性を持ってオープンデータで進めていくほうがいいんじゃないかなと思います。

**【平田】** そうなんですよ。お金が絡みだすと隠す隠さないという話が出てくるので、お金が絡むところは企業にやってもらって、公益性の高いものは国費で頑張ってもらうのが理想かもしれませんね。

**【狩野】** 今恐らく多くの科学者が感じている問題として、この20年間ぐらいは大学の運営費交付金<sup>[1]</sup>が削られて、科研費などの競争的資金を増やしてきて、どうやらそれはやり過ぎたんじゃないかという話があります。日本の科学技術のこれからを語る上で避けては通れない。

**【高瀬】** みんな言っていますよね。競争的資金を取るための研究をしなければならず、余裕のある研究、すなわちチャレンジングな研究できなくなっている現状は、すごく大きな問題だと思います。

**【平田】** 今のファンディングシステムが、科学者を疲弊させてしまっていますよね。

**【狩野】** ただこの危機意識は、科学ってなぜ大事なんだ、と問い直すようなきっかけになっている。それから今、例えば自分の所属先などは、大学内でも危機意識が共有されるようになってきたので、ようやく大学改革が進むという面もあります。

改革にあたり、大学の意味も問い直す必要があります。一つの提案は、多くの人が納得でき、中立的で、より正しい、新しい考えを発信できる人、つまり“thinker”（＝考える人）が所属する場所です。

**【高瀬】** 大学がなくなると、今の多様性を担保する“thinker”の受け皿すらなくなってしまうということですね。

**【狩野】** そして、この“thinker”の役目を担える人の、社会における割合を、増やさないといけないのではないかと、とも思います。大学や教育機関におけるそうした教育の重要性です。

**【高瀬】** “thinker”が科学者ですよ。

**【岸村】** そうでないと、御用学者みたいなのがびこってしまう。

**【狩野】** 例えばアメリカではこれまで、クリティカルシンキング（批判的思考）が大事だといってきましたが、最近はクリエイティブ（創造性）でないとまずいよねっていつている。クリティカルは、先ほど出てきた証明が正しいかを吟味することだけをしていて、課題設定までは至っていないですよ。しかし課題設定と証明吟味の両方ができる才能を育てるシステムを考えなくてはいけないと思うし、そんな科学者が今後の目指すべき価値を有するのではないのでしょうか。

では最後に、我々に続く、さらに若い研究者に向けてメッセージを。

**【岸村】** 私が言いたいのは、自分で設定したゴールを手近なところに置き過ぎていませんか、ということですね。若い世代には、小さくまとまらず（＝世の中に迎合せず）チャレンジしてほしい。

**【高瀬】** とにかく、自分の研究に思想を持ってほしいですね。

**【平田】** 思想も挑戦への気概も、生きるか死ぬかという瀬戸際にあっては非常に脆いものなので、「研究者として生きたい人がそのように生きていける仕組み」を大学以外にも作っていきいたいし、その流れに加わってほしいです。



## 若手研究者の考える科学者の“今”そして“未来”

**【狩野】**何に対して、新しさを見い出したいのか、常に考えてみるのはいかがでしょうか、ということは私からのメッセージですね。自分の視野に簡単に入っているものだけを見るのではなくて、その世界を広げてほしい。せっかく新しいものを世に生み出す仕事を、選んだのですから。

[1] 2004年に国立大学が法人化されたことを受け、基盤的経費の安定的な確保と機能強化のために国が出している補助金。平成16年度より運営費交付金はほぼ毎年減額され、減額部分を競争的資金の獲得につなげるような動きが加速している。

### 司会・進行

岡山大学副理事・大学院医歯薬学総合研究科教授

### 狩野 光伸（かの みつのぶ）

東京大学医学部卒業、大学院医学系研究科修了。聖路加国際病院で臨床、東大老年病学・分子病理学・CNBI、MD研究者育成プログラム設立等を経て、2012年より現職。専門は医工学。2011年以降日本学術会議若手アカデミー参画。2017年副理事併任、国連SDGsによる大学改革を推進。

九州大学大学院工学研究院応用化学部門准教授

### 岸村 顕広（きしむら あきひろ）

東京大学工学系研究科化学生命工学専攻修了。東京大学大学院工学系研究科マテリアル工学専攻助教などを経て、2013年より現職。分子を意のままに操り正確に集合化させる技術の開発とともに新しい機能材料の開発を進めており、最近では体内で治療や診断を行うナノシステムの開発に注力している。2017年より日本学術会議若手アカデミー代表。

株式会社エス・エム・エス／専修大学兼任講師

### 平田 佐智子（ひらた さちこ）

神戸大学大学院人文学研究科社会動態専攻修了。日本学術振興会特別研究員PD、明治大学研究・知財戦略機構研究推進員などを経て、2017年より現職。音象徴の成立要因やオノマトペの言語コミュニケーションにおける役割などの研究に取り組む。また、2017年より若手アカデミー 若手による学術の未来検討分科会世話人。

自治医科大学医学部／大学院医学研究科教授

### 高瀬 堅吉（たかせ けんきち）

横浜市立大学大学院医学研究科医科学専攻修了。東邦大学医学部医学科解剖学講座微細形態学分野の助教などを経て、2014年より現職。トランスレータブル行動・生物指標を用いた発達段階・性別特異的行動異常の包括的研究などを行う。2017年より日本学術会議若手アカデミー幹事。



## SCIENTIFIC ADVICE FOR POLICY MAKING

## 地震防災分野の科学的助言



東京大学地震研究所教授

**平田 直** (ひらた なおし)

東京大学理学部卒。東京大学大学院博士課程退学。理学博士。千葉大学理学部助教授、東京大学地震研究所助教授を経て、同教授、同地震予知研究センター長。地震調査研究推進本部地震調査委員会委員長。

我が国では、繰り返し地震災害に見舞われてきたため、その度に、法制度の整備などの防災施策が実施されてきました。当然ながら地震の発生を予測できれば、有効な対応策を実施できます。一方で、地震そのものの発生予測以外にも、揺れや災害分野の科学的な知見も防災施策に大きく貢献します。以下では、大正の関東大震災後の建物の耐震化から、最近定められた東海地震に関する新しい防災体制の方向までを概観します。

**防災のための地震予知計画**

我が国は、大地震に見舞われ、繰り返し大きな被害が発生してきました。このため、自然災害への防災対応の法的な制度は大きな災害の度に整備されてきました。地震学的知見を法制度に反映した最初の例としては、1924年に改正された市街地建築物法（1919年に施行）による「設計震度」の導入があげられます。これは、1923年の大正関東地震の後の対応の一つです。

また、大地震がいつ発生するかを知ることができれば、地震災害、とりわけ人的被害を軽減することができます。この考えに基づき、1964年に当時の文部省測地学審議会（現在

の科学技術・学術審議会）が、文部大臣他に「地震予知の研究計画推進について」を建議し、1965年から地震予知研究計画が始められました。2013年からは、この研究が災害科学の一部であることを強調するために、「災害の軽減に貢献するための地震・火山観測研究計画の推進について」として、総務大臣、文部科学大臣、経済産業大臣、国土交通大臣に建議されています。災害軽減のための基礎研究と位置づけられた計画となりました。

**地震予知と対策の歴史 ～大規模地震対策特別措置法（大震法）～**

1978年の東海地震の発生の可能性の研究発表、同年の伊豆大島近海地震を受け、大規模地震対策特別措置法（略称、大震法）が成立しました。大震法は、大規模な地震の発生が予知された場合に、あらかじめ定められた地震防災計画に基づき、行政、民間が協力して地震災害を防止、軽減する応急対策を講じることが定められています。大震法に基づいて、1979年に東海地震を想定した地震防災対策強化地域が指定され、国の地震防災基本計画、地方自治体の強化計画、民間の応急計画が策定されました。これに伴って、気象庁に地震防災対策強化地域判定会（判定会）が設けられ、地震予知情報、警戒宣言などの枠組みも作られました。警戒宣言が出ると、基本計画等によって、強化地域内の鉄道運航が停止されるなどの厳しい措置が取られます。強化地域は、現在のところ東海地震で大きな影響を受ける1都7県157市町村地域が指定されています。科学的データに基づいて地震発生が防災に役立つ程度の確度で予測（地震予知）されたとき、国や自治体、民間事業者、住民が何をするかをあらかじめ決めておく必要があるという科学的な助言が防災政策に採用された最初の例です。但し、後述するようにこの地震予知が可能であるという科学的な知見は後年修正されます。

**地震調査研究の普及と防災対策**

1995年兵庫県南部地震を受け、地震防災対策特別措置法（1995）が制定されました。地震調査研究推進本部（以下、地震本部）の設置や地震調査委員会の根拠法です。地震本部の役割は、地震調査研究の成果を一般に広報することです。日本のどこでも大地震が発生して、災害が発生する可能性のあるという科学的な知見を一般に知らせる必要があるという科学的な助言が法制度に反映されました。この法律による防災対策は、大震法のような「地震予知に基づく厳しい対策」

## 地震防災分野の科学的助言

ではなく、「地震活動の現状評価」、「地震発生の長期評価」、「地震動の予測」などの調査研究成果の広報に基づいて、自発的な防災対策を促すことです。全国の揺れの可能性を評価する「全国地震動予測地図」を発行することを目標として掲げ、2005年にその第1版が出版されました。その後、およそ毎年改訂されています。

地震防災対策特別措置法は、同時に、全国どこでも起こりうる地震に対応するための防災対策を計画的に進めるための法律です。都道府県が「地震防災緊急事業5カ年計画」を策定することによって、公立小中学校や社会福祉施設の耐震化等到大震法・地震財特法とほぼ同様の補助率嵩上げが可能になり、2016年度から第5次の計画が推進されています。

また2007年、気象庁は、地震学の最新の知見を生かした「緊急地震速報」を始めました。この情報は、地下で起きる地震の発生そのものを予測するのではなく、地表で強い揺れが発生する前に、揺れの強さと猶予時間を予測する防災情報です。地震による強い揺れが始まる前に、走行中の列車のスピードを落とすことで、脱線事故などを減らすことができます。一般の人は、倒れてきそうな家具や書棚などの前から離れたり、丈夫な机の下に移動することで身を守ったりすることができます。地震本部が国として進めるべき地震調査研究として推進した結果が、防災施策に活用された好例です。

### 「規制」から「自主」へ ～南海トラフ地震評価からみる新しい防災体制～

2017年8月に、中央防災会議の専門調査会「防災対策実行会議」の下に「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ」が報告書を防災担当大臣に提出しました。現時点の地震学の實力では、2～3日後に大地震が発生するという防災情報をだすことはできない、しかし、同時に、大地震の可能性が高まった判断できるデータが得られる可能性もあるという内容です。つまり、科学的には確度の高い予測は困難であると、大震法が依拠していた科学的前提が変わったことを、政府に助言したのです。この結果、大震法による防災体制は変更する必要がある、大震法の体制に代わる防災体制の方向性が示されました。

新しい防災体制では、これまでの大震法による体制のよう

に、鉄道の運行停止を含むような厳しい規制を行うのではなく、地域社会の災害への対応能力に応じた自主的な対応を促すような仕組みを作る必要性が提案されました。このためには、国、地方公共団体、民間事業者、住民などの関係者の合意形成が必要で、しばらく時間がかかります。そこで、政府としての新しい防災体制ができるまでの間の暫定的な体制も決められました。

2017年11月から気象庁は新しい情報、「南海トラフ地震に関連する情報」を発表します。この情報の中で、南海トラフでの巨大地震の発生可能性が高まったとされた時には、国は「関係省庁災害警戒会議」を開催するとともに、内閣府（防災）は、国民に、今後の備えについて、日頃からの地震への備えの再確認を促す呼びかけを行います。気象庁には、新しい情報を発表するために有識者による「南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会」が設置され、地震学的な助言を気象庁長官に行うことになりました。

### まとめと今後の課題

地震発生予測に関する情報には大きな不確実性が伴います。このため、防災施策の決定には、適切な科学的助言が不可欠です。南海トラフの巨大地震への防災対策では、国民の間での認識の共有化と、具体的な防災対応策の策定が不可欠です。「実際には地震が発生しないかもしれないが、地震が起きる可能性が高まった」という知見を防災対策につなげるには、現在の科学の實力を活かし、社会全体で災害に備える必要があります。速やかに、国、地方公共団体、民間事業者、地域住民と丁寧な議論を進め、防災対策の内容について合意形成を図らなければなりません。国や科学者は、科学的な知見に基づいて、民間事業者や住民に対策を強制するのではなく、自ら判断し、命を守るための防災行動を行うことを促す新しい取り組みが必要です。

### 参考文献

中央防災会議 防災対策実行会議 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく 防災対応検討ワーキンググループ（2017）

南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく 防災対応のあり方について（報告）

# 日本の「大学発ベンチャー」は何社あるか



文部科学省科学技術・学術政策研究所第2調査研究グループ上席研究官  
**新村 和久**（しんむら かずひさ）

専門分野は知的財産権、産学連携。民間企業でのバイオ医薬品研究開発、研究機関での知財戦略担当を経て2014年より現職。弁理士・薬剤師。

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のかについて、専門家が解説する。第5回目は、「大学発ベンチャー」のデータを取り上げる。

現在、我が国においては、新規事業の創出に挑戦する研究開発型ベンチャーの設立、および育成促進による経済成長の加速への期待が高まっている<sup>[1]</sup>。まず、ここで用いられるベンチャーという用語であるが、よく目にするため概念としては感覚的に理解できるものとして広く普及していると考えられるが、関連資料を読み解く上では用語の定義について正しく理解する必要がある。特に、諸外国との比較を行う場合には比較する双方がどのような定義を用いているかを意識しなければ間違った解釈に繋がる可能性がある。そこで、本講座ではベンチャーの用語の定義を踏まえつつ、第5期科学技術基本計画で言及されている「新規事業の創出に挑戦する研究開発型ベンチャー」を補足するための取り組みについて言及する。

## ベンチャー企業の定義とは？

まず中小企業とベンチャー企業の関係であるが、中小企業の定義上はベンチャー企業を包含する。これは、日本における中小企業とは、中小企業基本法による分類・定義が一般的

であり、資本金・従業員規模・業種分類によって定義されるためである。しかし、ベンチャー企業は、現在では中小企業との違いが強調されることが多い。この経緯としては、1970年に清成忠男、中村秀一郎らにより、知的な、知識集約的なイノベーターとしての中小企業、中小企業といってもスタートしたばかりの小さな企業を「ベンチャービジネス」として定義付けられたことが発端となる<sup>[2]</sup>。こうして区分した理由には、ベンチャー企業は、企業としての戦略やマネジメントが中小企業とは異なり、その特性や求められる支援施策が異なる<sup>[3][4]</sup> ことなどがある。

こうした理由から、企業規模でのみ分類する中小企業の定義では包含されるベンチャー企業であるが、異なる特性を有することから中小企業とベンチャー企業が区別されていることが多い。

なお、アメリカで用いられるスタートアップにも様々な定義がある。例えば、歴史的にはアメリカでもスタートアップはスモールビジネスとして扱われてきたが、Steve Blankにより、スタートアップは再現性のあるスケラブルなビジネスモデルを探索するための一時的な組織として、スモールビジネスとの違いを強調された<sup>[5][6]</sup>。Alex Wilhelmは成長した企業がまだスタートアップか否かについて、売り上げや従業員数などの数値による定義を提唱している<sup>[7]</sup>。Paul GrahamはStartup = Growthとして、スタートアップは成長を維持する企業か否かであると言及している<sup>[8]</sup>。

## 政策の中での研究開発型ベンチャーの位置づけ

上記ベンチャービジネスを語源とするベンチャー企業の定義に鑑みると、新規事業に挑戦する研究開発型ベンチャーとは、ベンチャー企業と実質的に同一と考えられるが、第5期科学技術基本計画の策定過程における議論<sup>[9]</sup>の中では、今後の研究開発型ベンチャーの新規事業はサイエンス性が非常に高いことから、研究開発型ベンチャーは大学等（大学、公的研究機関）のシーズを起点としたものが主であると言及されており、明確化するために研究開発型の用語が用いられていると考えられる。すなわち政策的には研究開発型の大学等発ベンチャーを補足し、成長性を評価していくことが極めて重要となる。



## 日本の「大学発ベンチャー」は何社あるか

まず、大学等発ベンチャーとの違いであるが、上述のようにベンチャーの用語に鑑みれば同義である。ただし、過去のデータを紐解くと、必ずしも同一として認識してよいとはい切れない。

大学等発ベンチャーについての期待は、以前からも存在しており、その経緯を振り返ると、1998年の「大学等技術移転促進法」、および1999年の日本版バイドール条項を含む「産業活力再生特別措置法」など、大学の技術を移転する為の制度制定や、国公立大学教員等の兼業規則の一部緩和など、大学等発ベンチャーが創出される環境の整備が整えられてきた。更に、2001年に大学発ベンチャー1,000社計画が打ち出されて以降、大学等発ベンチャーの累積設立数は急速に増加し、設立数の政策目標を達成するまでに至った。

しかし、現在では一部のマザーズ上場による時価総額の上

位に大学等発ベンチャーが複数占められており、一部の企業は近年大きく成長を遂げている一方、大学等発ベンチャーの設立数の累積と成長企業の増加についての連動性は観測されていない<sup>[10]</sup>。

この要因の一つとして、現在の国内大学等発ベンチャーの定義（図表1）は、大学等との関連性があれば大学等発ベンチャーとして捉える為、イノベーションの担い手としての活躍が期待される大学等発ベンチャー以外の、研究開発を伴わない大学等発企業が含まれていることに起因すると考える。

## 米国の大学等発ベンチャー／我が国の大学等発ベンチャー

また、アメリカでの大学等発ベンチャーの定義は、広く分析に活用されているAUTM (Association of University Technology Managers) の定義である技術移転機関 (TLO) 等により大学からライセンスを受けて設立された企業であり、日本の定義よりも狭義に大学の研究成果の実用化という

| 組織                 | 定義  |
|--------------------|---|
| 文部科学省／科学技術・学術政策研究所 | (1) 大学（等）の教職員・研究職員・ポスドク（教職員等）、学生・院生（学生等）を発明人とする特許をもとに起業したもの（特許による技術移転）<br>(2) (1) 以外の大学（等）で達成された研究成果または習得した技術に基づいて起業したもの（特許以外による技術移転、または研究成果活用）<br>(3) 大学（等）の教職員等、学生等がベンチャーの設立者となったり、その設立に深く関与するなどして起業したもの（人材移転）<br><small>*現職の教職員、学生等が関与したものに加え、教職員等、学生等が退職、卒業した場合については、当該ベンチャー設立まで他の職に就かなかった場合または退職や卒業等から起業までの期間が1年以内の事例に限り含む。</small><br>(4) 大学（等）、TLOやこれらに関連のあるベンチャーキャピタルがベンチャーの設立に際して出資をしたもの（出資） |
| 経済産業省              | (1) 大学で達成された研究成果に基づく特許や新たな技術・ビジネス手法を事業化する目的で新規に設立されたベンチャー（研究成果ベンチャー）<br>(2) 創業者の持つ技術やノウハウを事業化するために、設立5年以内に大学と協同研究等を行ったベンチャー（協同研究ベンチャー）<br>(3) 既存事業を維持・発展させるため、設立5年以内に大学から技術移転等を受けたベンチャー（技術移転ベンチャー）<br>(4) 大学と深い関連のある学生ベンチャー（学生ベンチャー）<br>(5) 大学からの出資がある等その他、大学と深い関連のあるベンチャー（関連ベンチャー）   |
| 帝国データバンク           | (1) 大学の有する、研究成果や特許を基に設立に至った企業<br>(2) 会社設立5年以内に大学の有する、研究成果や特許を取得、あるいは共同研究等を行った企業<br>(3) 大学教職員及び学生が設立した企業のうち事業内容が大学での研究内容等と関連がある企業<br>(4) 大学からの出資及び、TLOなど技術移転機関が設立に関与した企業   |
| ジャパンベンチャーリサーチ      | 企業HP情報をもとに認定  |

※各大学等がそれぞれの基準で認定している大学等発ベンチャーとは必ずしも一致しない点に留意が必要

出典：文部科学省 科学技術・学術政策研究所 研究開発型大学等発ベンチャー調査2016

図表1 大学等発ベンチャー集計結果を公表している組織の定義

観点から捉えており、正確な日米比較が出来ない状況にある。つまり、それぞれの定義で集計された日米の大学発ベンチャーの定量的な比較を行う場合には、日本は大学の技術に基づいた技術系以外のベンチャーを含むことによる影響を受けるため、既存の定量的な分析結果においては、結論のみに注目するのではなく、用いたデータの出所とデータの限界性の言及にも留意する必要がある。

これを踏まえ、当研究所では、前述のベンチャー企業の定性的な定義においては画一的な分類が困難であることから、研究開発を行っている企業は少なくとも設立後に特許出願を行うであろうと推定し、研究開発型大学等発ベンチャーを、『ベンチャー設立後特許出願を行っている大学等発ベンチャー』と狭義に定義し、その抽出を行うとともに、実態の把握や関連機関、研究者も含めた成長要因の試行的分析を行っている<sup>[11][12]</sup>。

ただし、この定義においてもアメリカでの AUTM の定義とは完全一致しない点に留意が必要であるが、大学等の知的資産を実用化するために設立された企業を対照する点で類似性が高いと考えられ、既存の広い日本の定義に比べて、日米の大学等発ベンチャー比較を行なう上での定義差を狭めるものとする。

加えて、技術系の大学発ベンチャーといえど一括りの均一な集団ではなく、分野によって1製品・サービスの研究開発期間、製品ライフサイクルの長短や、初期設備投資費用の大小などの特性の違いがあるため、特許出願を指標とすることで、付与された国際特許分類により企業の分野で細分化可能なメリットがある。

補足であるが、現在では特許出願を行っていない研究開発型ベンチャー（大学発以外も含む）も捕捉可能なデータベース化に取り組んでいる。

なお、各々の定義による集計であるが、現在利用可能な大学発ベンチャーのデータベースとしては、アメリカでは AUTM の STATT Database、株式会社ジャパンベンチャーリサーチのアントレペディアがある。大学発ベンチャーに限らず特定企業情報を検索するのであれば、CrunchBase、D&B Hoovers、SPEEDA、TDB 企業サーチ、tsr-van2、

Cotobe（インターネット業界のスタートアップ限定）などがある。

### データの解釈について

本講座のベンチャー企業に限らないが、データを解釈する上で、そのデータがどのような定義に基づき作成されたかを把握することが肝要となる。

加えて、データの解釈としては相関と因果についても留意が必要となる。1例として、既存の研究により、大学発ベンチャーではないが、カリフォルニア州で創業したスタートアップ企業160万社を企業の名称、商標、立地、特許権などを指標に定量的に分析した結果、特許権を取得した企業の方が、企業の成長確率が25倍高いことが報告されている<sup>[13]</sup>。この結果は、成長した企業と特許出願の相関性を示しているものであり、特許権を取得することがスタートアップの成長に繋がるということを示しているわけではない。

これらを踏まえた上で、本講座でいえば、自らが認識するベンチャー企業（またはスタートアップ）の定義に基づいて収集されたデータなのか、そのデータに基づいて作成された資料なのかを正確に把握し、ベンチャーにおける成長とは何なのか（例えば特許権を取得すること、黒字であることが良いことなのか、など）、諸外国との比較、などを考察することが重要となる。

### 参考文献

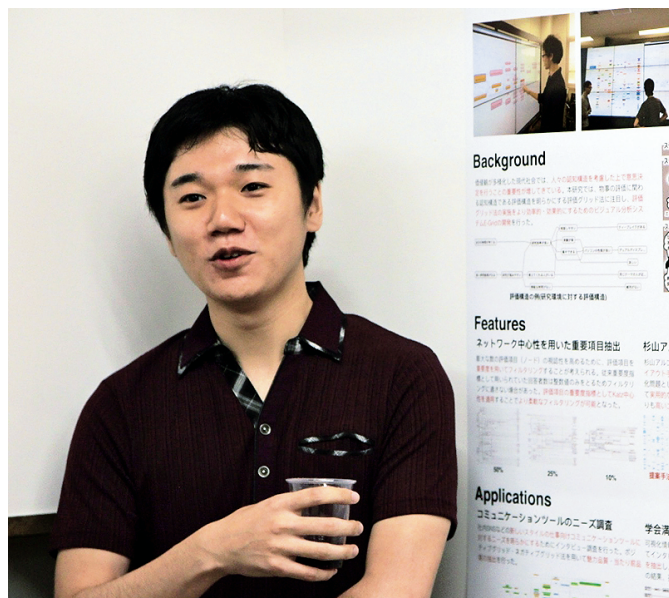
- [1] 第5期科学技術基本計画 閣議決定 (2016)
- [2] 原田、ベンチャー論と21世紀の起業家社会、長岡大学研究論叢,6 (2008)
- [3] 植田・桑原・本多・義永・関・田中・林、中小企業・ベンチャー企業論 [新版]、有斐閣 (2014)
- [4] 新村、中小・大学発ベンチャー企業の Horizon (前編) - 産学連携を活用した中小・ベンチャー企業のイノベーション -、科学技術・学術政策研究所 (2017)
- [5] STARTUP DEFINITION - EVERYTHING ABOUT STARTUPS, Renderforest (2017)
- [6] スティーブン・G ブランク、ボブ・ドーフ、(訳) 堤・飯野、スタートアップ・マニュアル ベンチャー創業から大企業の新事業立ち上げまで、翔泳社 (2012)

## 日本の「大学発ベンチャー」は何社あるか

- [7] Alyson Shontell, This Is The Definitive Definition Of A Startup, BUSINESS INSIDER (2014)
- [8] Paul Graham, Startup = Growth, <http://www.paulgraham.com/> (2012)
- [9] 総合科学技術・イノベーション会議, 第 15 回基本計画専門調査会 議事録 (2015)
- [10] 新村, 研究開発型大学等発ベンチャーデータベースの構築と活用, 第 1 回科学技術イノベーション政策のための科学 オープンフォーラム (2017)
- [11] 新村・犬塚, 研究開発型大学等発ベンチャー調査 2016, 科学技術・学術政策研究所 (2016)
- [12] 新村, 地方創生の Horizon (前編) 地方創生と起業環境ー大学発ベンチャーデータを用いた鶴岡における地域イノベーション進展過程の分析ー, 科学技術・学術政策研究所 (2016)
- [13] Jorge Guzman and Scott Stern, Where is Silicon Valley?, Science 347, 606 (2015)



# 「データの可視化」を通じた政策の意志決定に向けて



京都大学学際融合教育研究推進センター政策のための科学ユニット特定助教

**尾上 洋介** (おのうえ ようすけ)

2011 年関西大学総合情報学部卒業、2013 年同大学院総合情報学研究科博士課程前期課程修了、2016 年京都大学工学研究科博士後期課程修了。博士（工学）。2016 年 4 月より現職。

**Q まず尾上さんのご専門、ご関心事についてお伺いします。**

私の専門は情報可視化で、人々の意思決定の支援に関心があります。学部・修士時代はオペレーションズリサーチ (OR) という、数学やコンピュータの技術を使って効率的な意思決定などを支援する分野を学びました。その後、博士課程で情報可視化の分野へ移ると同時に、ちょうど学生の受け入れを開始したところだった京都大学「政策のための科学プログラム」に第一期生として参加しました。

現在は情報可視化の中でも特に、ネットワークの可視化を中心に研究を行なっています。世の中には、コンピュータのネットワーク以外にも様々なネットワークが存在しています。Facebook や Twitter などの SNS における交友関係や、論文の共著・引用関係、生化学反応の連鎖などがその代表的な例です。それらのネットワーク構造を分析・可視化することは、意思決定の重要な材料にもなりますし、場合によっては新たな科学的発見に繋がったりします。

**Q 尾上さんが SciREX を通じて行っている研究について、もう少し具体的にお聞かせいただいてもいいでしょうか。**

もともと私は、コンピュータサイエンスの理論的な研究を中心にやってきました。一方で「政策のための科学」という言葉に興味を持ってくださる方が多いこともあり、最近では具体的な社会課題の解決に向けた研究に参画することも増えてきました。今回は、現在私が携わっている社会と科学の関係に関するネットワーク可視化の研究を二つご紹介します。

一つは、京都大学学際融合教育研究推進センターが実施している「学術分野の文化比較大調査」というアンケートの結果の分析です。社会課題の解決などを目的として、異分野融合研究の重要性は近年益々高まっていますが、それらの全てがうまくいっているとは言えない現状です。このアンケートは、それぞれの学術分野の文化を相互理解することで、分野横断的な研究を促進することを目的としています。アンケート項目は、研究分野のキーワードと学問に対する価値観に関する 91 の項目を含んおり、例えば、研究の意義に関する質問では、「学術的新発見こそにある (Yes or No)」、「社会に役立てこそである (Yes or No)」といった質問になります。また、研究者に対して研究キーワードを 5 つ回答させ、研究キーワードが一致する研究者同士を結ぶことでネットワークを構築し、そこからコミュニティを抽出しました。コミュニティとは、ネットワーク分析の用語で、密集した部分ネットワークを指します。次に、学問に対する価値観に対して主成分分析を行い、9 つの文化指標を抽出しました。

図 1 は、その可視化結果です。ネットワーク上には共通したキーワードでつながったコミュニティがいくつか形成され、それぞれのコミュニティで文化指標に特徴が見られます。これにより、科研費の細目などで定義される既存の学術分野とは異なった、研究者の実態に即した学術分野を定義できる可能性を示唆しています。まだ調査は継続していますので、興味を持たれた方は是非、<https://survey2015.symposium-hp.jp> からご回答ください！

## 「データの可視化」を通じた政策の意志決定に向けて

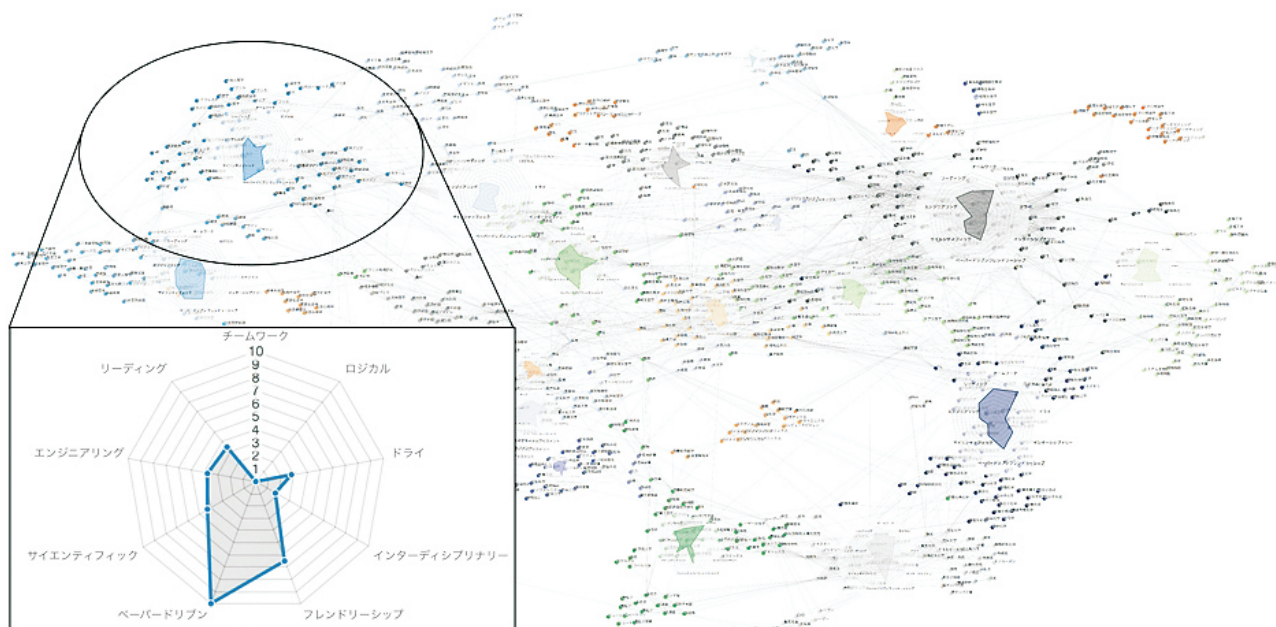


図 1 学術分野の文化比較大調査アンケートの可視化結果

もう一つの研究は、大規模な震災後の科学コミュニケーションについて、Twitterデータの解析を通じて、より良い情報発信のあり方を考えるというものです。2011年の福島第一原子力発電所事故の直後、低線量放射線の健康影響について様々な情報が錯綜し、多くの住民が混乱に陥りました。当時、Twitterなどのインターネット上でも科学的な根拠に基づいた情報発信を行っていた専門家がいたのですが、それを上回る量のデマに近いような情報に押し流されてしまいました。そのような背景のもと、放射線などに関連したキーワードを含む約1億件のツイートデータを手に入れ、有効な科学コミュニケーションについて検討しています。

図2は、そのデータの可視化結果の一例です。可視化結果から、情報拡散において少数のインフルエンサーが大きな影響を持っており、なおかつ、それらのインフルエンサーはいくつかのグループに分断され、グループ間の情報の行き来が非常に少ないことが明らかになりました。自分のようなコンピュータサイエンスの専門家だけではなく、疫学者や放射線物理学者、福島県の病院に勤めている医者といった分野横断的なグループで研究に取り組んでいます。それらのデータの可視化を通じて、共同研究者らが事故当時に感じていた問題意識がデータによって裏付けられるようになってきました。

## Q 「意思決定支援技術」の政策決定への有用性

初期のOR(Operations Research)研究<sup>[1]</sup>は、第二次世界大戦当時の軍事的関心から行われていましたが、研究が進み、政策分野を含む様々な意思決定の問題が取り扱われるようになりました。政策分析では、AHP(Analytic Hierarchy Process: 階層分析法)やDEA(Data Envelopment Analysis: 包絡分析法)などのOR分野で研究された方法が用いられます。しかしながら、多くの場合、理論上の最適な判断と現実に下される判断の間にはギャップがあります。現実的な意思決定の問題でも理論上の最適解を得られる場合は多いのですが、現実社会ではそれを実行しようと思うと様々な障壁が出てきます。それは、複雑な現実社会に対して理論のモデルが単純すぎるという要因も当然ありますが、最終的に意思決定を行う人間側のプロセスの問題も小さくありません。どれだけ理論が優れていても、人が変わらなければ良い意思決定はできないのです。

データ可視化には人の行動変容を促すという側面があります。効果的な意思決定を支援していくには、OR研究のような理論的側面からだけでなく、意思決定を行う人間側からのアプローチも必要であり、理論と意思決定の現実の間をつなぐのに重要な役割を果たせるのが、データの可視化ではないかと考えています。一方で、同じデータだとしても伝え方に



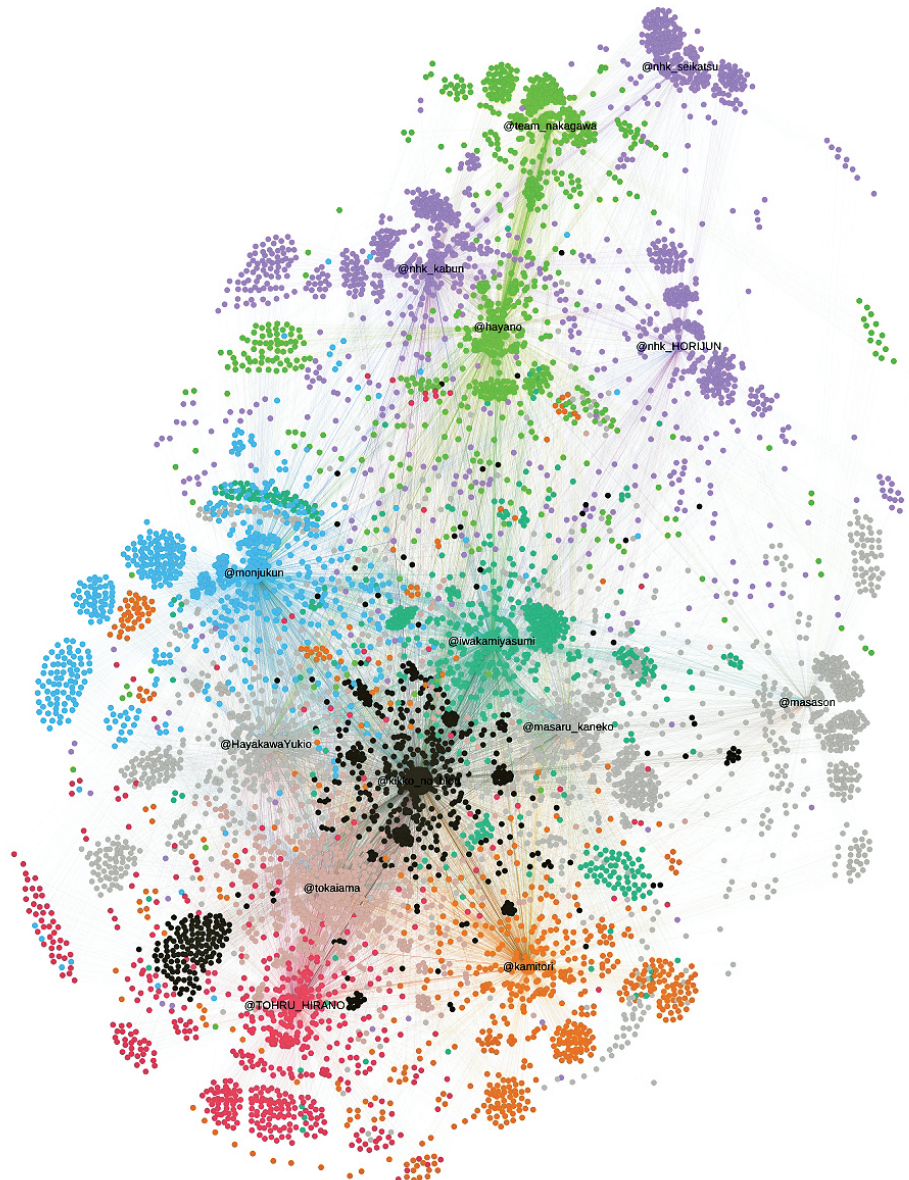


図 2 福島第一原子力発電所事故後のツイッターにおける情報拡散状況の可視化結果

よって人々の受け取り方は変わる点には注意が必要ですが、近年では単にデータの分析結果を見るだけではなく、自分で分析をして可視化図を作るといった参加型の可視化についての研究も進んでおり、参加型の可視化では、そのテーマに対してより当事者意識を持てるといったことも知られています。最近注目されているAR(拡張現実)やVR(バーチャルリアリティ)を用いた没入型の可視化も、人々の行動変容により大きな影響を持ちます。可視化方面でも様々な新しい技術

が登場しています。良いエビデンスが得られたとしても、それで政策、延いては社会を動かしていくためには情報の提示方法にもより一層の工夫が必要となっていくのではないのでしょうか。

[1] 限られた資源を有効に利用して目的を最大限に達成するための意思決定を、数学的・科学的に行う手法。



## 地域イノベーションに資する事例研究と 科学技術政策支援システムの開発

2016年度よりSciREX事業では、9つの重点課題を設け、9つの研究プロジェクトを実施しています。本号では、「地域における科学技術イノベーション政策」に関する研究プロジェクトをご紹介します。

### 地域イノベーションの実現に向けた知識共有の基盤構築

このプロジェクトでは、地域における科学技術イノベーション政策の立案・実行に資するため、地域イノベーションの事例情報を体系的に収集・分析しています。また、収集した事例情報を、九州大学の拠点が開発した「地域科学技術イノベーション政策支援システム (RESIDENS)」に登録・蓄積し、自治体が共有できるようにするとともに、自治体関係者を対象とした政策研修プログラムの中で活用することを目指しています。

### なぜ、事例情報の蓄積・共有が重要なのか

我が国では1980年代以降、地域レベルでの多様な科学技術振興施策が推進されてきましたが、それらの施策に対する事業評価では、ネットワーク形成等に一定の効果が認められる一方、技術を事業化する主体が不在であることや、先端的な技術を活かせる市場が未開拓であること等が課題として残され、未だ政策目標とすべきアウトカムの達成に至っていないという厳しい指摘がなされてきました。こうした課題は、これまでの施策を通じて各地域に蓄積されてきたイノベーションへの取組みに関する経験的知識から深く学習することによって効果的に解決できるのではないかと、私たちは考えています。しかし、各地域で取り組まれた科学技術政策やイノベーションに関する詳細な事例情報を地域間で共有する仕組みは、長らく存在していませんでした。

### プロジェクトの課題と解決のためのアプローチ

こうした問題意識に立ち、自治体等の間で事例情報を共有するための仕組みとして開発・提供したシステムがRESIDENSです。しかし、このシステムが実際に政策形成過程の中で活用され、定着していくためには、新たな課題に対応しなければなりません。1つは、質の高いケース・スタディを継続的に実施し、絶えず事例情報を更新することです。このため年度ごとに一橋大学の拠点では5件程度、九州

大学の拠点では2件程度のケース・スタディを実施し、事例情報の更新に備えています。もう1つの課題は、地域科学技術政策に関する定型的な情報の更新が自治体の自主的な取組みに担われることを期して、システムのユーザー・コミュニティを形成することです。このため九州大学の拠点では、コミュニティのコアとなるユーザーの育成に向けて研修プログラムの運用を進めています。

### これまでの成果と今後の展望

昨年度、九州大学の拠点ではRESIDENS検索システムの更新作業を、ユーザー・アンケートの結果等を踏まえて進めました。また、金沢で開催された産学官連携イベントなどの機会に、試行的な研修プログラムを実施しました。本年度は、データベースを更新するための大規模なベンチマーク調査を実施する予定です。

一橋大学の拠点では、福島県・土湯の地熱発電、夕張市におけるズリ活用事業などのケース・スタディをまとめました。また、昨年度末には「事例研究報告会」を開催し、進行中の案件を含むケース・スタディの成果を発表しました。今後は映像教材の作成も進め、ケース・スタディの成果は書籍化する予定です。

両拠点は本年度以降、作成したケースの活用などを図るため一層密接に連携していきます。また、自治体をはじめとする行政との連携も益々強化していきたいと考えています。

プロジェクトのコンタクト先：a-nagata@econ.kyushu-u.ac.jp

(文責：永田晃也、青島矢一)

地域科学技術政策支援システム

ホーム メニュー ヘルプ C006:大阪府産業デザインセンター

CSTIPS 九州大学 科学技術イノベーション政策教育研究センター

# RESIDENS

Regional Science, Technology and Innovation Policy Decision Support System

**科学技術イノベーション政策支援**

全国の自治体で実施されている科学技術政策を、同じような人口規模の自治体から、目的・課題などをキーに検索することが出来ます。

**公設試験研究機関マネジメント支援**

全国の公設試で行われている取組の中で、特に成功したと思われる事例を、対象となる産業分野や学問分野を絞って検索することが出来ます。

**コミュニティ**

政策立案に役立つ、リンク集や各種集計結果、これまで発行してきた資料ならびに自治体の新しい取組等を紹介します。

6件

**新着情報**

|            |  |
|------------|--|
| 2017/09/27 | 【お知らせ】「コミュニティ」メニューの中の「情報共有」のニュースレターに、CSTIPS-NewsNo.16を追加しました。      |
| 2017/09/27 | 【お知らせ】「コミュニティ」メニューの中の「情報共有」のニュースレターに、CSTIPS-NewsNo.15を追加しました。      |
| 2017/09/27 | 【お知らせ】「コミュニティ」メニューの中の「情報共有」のニュースレターに、CSTIPS-NewsNo.14を追加しました。      |
| 2017/04/12 | 【お知らせ】「コミュニティ」メニューの中の「情報共有」のレポートに、地域科学技術イノベーション政策基本レビュー第7号を追加しました。 |
| 2017/04/12 | 【お知らせ】「コミュニティ」メニューの中の「情報共有」の事例集に、地域事例集No.7補足（加賀市）を追加しました。          |

RESIDENS トップページ

## プロジェクトメンバー

九州大学教授、科学技術イノベーション政策教育研究センター長  
**永田 晃也**（ながた あきや）

一橋大学イノベーション研究センター教授  
**青島 矢一**（あおしま やいち）

九州大学科学技術イノベーション政策教育研究センター准教授  
**小林 俊哉**（こばやし としや）

一橋大学イノベーション研究センター教授  
**江藤 学**（えとう まなぶ）

九州大学科学技術イノベーション政策教育研究センター学術研究員  
**栗山 康孝**（くりやま やすたか）

九州大学科学技術イノベーション政策教育研究センター助教  
**長谷川 光一**（はせがわ こういち）

九州大学科学技術イノベーション政策教育研究センター助教  
**諸賀 加奈**（もろが かな）

一橋大学イノベーション研究センター特任講師  
**木村 めぐみ**（きむら めぐみ）