

第6章 知の共創

—オープンサイエンスの時代—

小松正

要旨

オンラインツールの普及は科学に大きな影響を与えている。科学の発見方法においては、集合知の活用と多数の研究者のマスコラボレーションが可能になり、解決可能な課題が増加した。科学と社会の関係においては、市民が科学研究に参加するというシチズン・サイエンスの発達をもたらし、その成果は環境保全分野などで活用されている。科学研究に伴っていた制約については、その多くを低減させ、科学の自由化（オープン化）と呼びうる状況を実現させた。科学のオープン化に伴う具体的な変化としては、実験室・論文・データなどのオープン化、論文以外のオブジェクトの影響の計測、研究者の業態・学会のスタイル・研究資金獲得の方法の多様化、学術系同人イベントの出現などが挙げられる。

このように科学のさまざまな側面において自由度が大きく高まったことにより、個々の研究者が研究を続けるための方策は以前よりも増加している。科学において専門家と非専門家の共同から得られる効果についてはいまだ不明な部分が多いが、それらを明らかにすることは知の共創を実現する上での重要な課題となるだろう。

1. 科学の発見方法に生じている変化

オープンサイエンスという名称の提唱者であるマイケル・ニールセンは、オンラインツールによって科学の発見方法に変化が生じていることを強調している（Nielsen（2013））。その変化とは、集合知の活用と多数の研究者のマスコラボレーションが可能となったことである。数学分野での成功例が有名である。フィールズ賞受賞者であるケンブリッジ大学の数学者ティモシー・ガウアーズは、2009年1月に自身のブログ上で「ポリマス・プロジェクト」と名けられた社会実験を開始した。彼はニールセンのブログに触発されることで¹、“Is massively collaborative mathematics possible?”という問いを抱くようになり、ある数学

¹ Michael Nielsen ブログ, <http://michaelnielsen.org/blog/doing-science-online/>

の未解決問題について、自身のブログに関連情報を公開して、読者に議論への自由な参加を呼びかけた。その結果、ブログ開設から 37 日後に、もとの問題だけにとどまらず、それを特殊な場合として含む、より高度な問題について解決できたとガウアーズが宣言するに至った。この 37 日間に、27 人が合計 800 件のコメントをブログに投稿していた。コメントのやりとりを見ると、多様なアイデアが提案され、修正され、場合によっては破棄されるという紆余曲折を経て、正解に接近していくプロセスが確認できる。その後、ガウアーズは参加者全員を代表して DHJ Polymath という匿名で研究成果を論文として発表した

(Polymath (2012))。この最初のポリマス・プロジェクトの成功の後に、10 を超えるポリマス・プロジェクトあるいは類似のプロジェクトが多数の数学者の参加のもとに開始され、それらの中には大きな成功を収めたものもある。こうして、現在の数学界においては、マスコラボレーションが難問解決の新たな手段として定着しつつある。

遺伝学分野においては、世界中の研究者の共同で作成され 2007 年に完成したハップマップが、オンラインツール活用の成果として有名である。ハップマップとはハプロタイプマップの略で、ヒトの遺伝子配列にどのような個人差がありうるのかを示す遺伝地図である。こうした遺伝子配列の個人差は、特定の病気の発症リスクと関連している。米国国立生物工学情報センターが運営するジェンバンクという遺伝情報のオンラインデータベースがあり、世界中の研究者は、新たな遺伝子データが得られるたびに、ここにデータをアップロードして集積していく。ジェンバンクの遺伝情報は、誰もが自由にダウンロードできる。例えば、ある疾病を持つ被験者グループとその疾病を持たない人々からなる比較対象グループを用意し、2 つのグループの間の遺伝子の違いと疾病発症率との相関関係をヒトの遺伝地図を用いて調査するという研究が行われている。このようにジェンバンクのおかげで、研究者は遺伝子と疾患を関連付ける研究を効率的に行うことができ、データの中に意味(ここでは疾病との関係)を発見することができる。

今日では、こうした詳細な地図情報を含んだ大規模データベースの構築は、銀河、気候、海洋、言語、生物種など、科学のさまざまな分野で行われるようになり、そのためにオンラインの共同作業が行われ、誰もがこれらの地図情報を利用できるようになっている。

オンラインデータベースの実現によって科学の発見方法に生じた変化の中で、ポリマス・プロジェクトは知識を生み出す過程でどのように科学者が互いに協力するのかという点における変化の例であり、ジェンバンクと遺伝研究は科学者がデータの中にいかにして意味を発見するのかという点における変化の例と言えよう (Nielsen (2013))。

2. シチズン・サイエンスの発展

代表的な市民科学プロジェクト

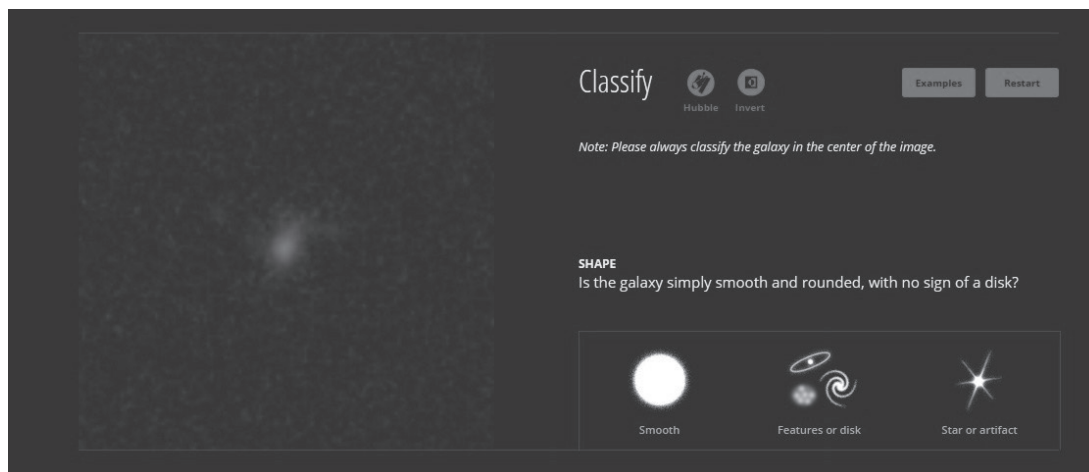
オンラインツールの発達、科学の発見方法に変化を及ぼすだけではなく、科学と社会の関係にも大きな変化を生み出している。そうした変化の1つが、シチズン・サイエンス（市民科学）の発展である。科学研究を支援するために、科学の専門家ではない一般市民のボランティアを募集するオンライン市民科学プロジェクトがいくつも設立されている。

ギャラクシー・ズー（Galaxy Zoo、銀河動物園計画）は、2007年7月に開設された天文学関連の情報ウェブサイトである²。このサイトでは、ハッブル望遠鏡で撮影した銀河画像の分類に協力する市民ボランティアを募集している。ギャラクシー・ズーは天文調査としては史上最大規模であり、これまでに25万人を超える市民が参加し、銀河画像を形の特徴に基づいて分類することで、天文学者の研究を支援している。参加者は提示された銀河画像を見ながら、「この銀河は渦巻き状ですか、それとも楕円状ですか？」「渦巻き状ならば、腕の部分の回転は、時計回りですか反時計回りですか？」という質問に答える。こうした銀河画像の分類能力に関しては、現在でもコンピューターよりも人間の方が優れているため、分類作業は人力で行うのが適している。ボランティア参加者は非常に重要な発見をいくつか成し遂げている。彼らは、「グリーンピース銀河」と名付けられた新タイプの銀河を発見し、ボランティア参加者を共著者とする研究論文が出版されるに至っている。また、クエーサーミラー（近くに位置するクエーサーの発する光によって輝いている巨大なガス雲）の最初の実例と考えられるものも発見している。

ギャラクシー・ズーに関するプロジェクトを専門家チームだけで行うことは不可能である。その理由は、大量の画像の分類には膨大な人手が必要とされるため、専門スタッフだけでは時間が全く足りないからである。ギャラクシー・ズーは、解決できる科学的課題が、一般市民のボランティア参加によって増加していることを示す好例と言える。

² Galaxy Zoo, <http://www.galaxyzoo.org/>

図表 6-1 ボランティア参加者に提示される銀河画像画面の例



(注) <http://www.galaxyzoo.org/#/classify>

(出所) Galaxy Zoo ウェブサイト

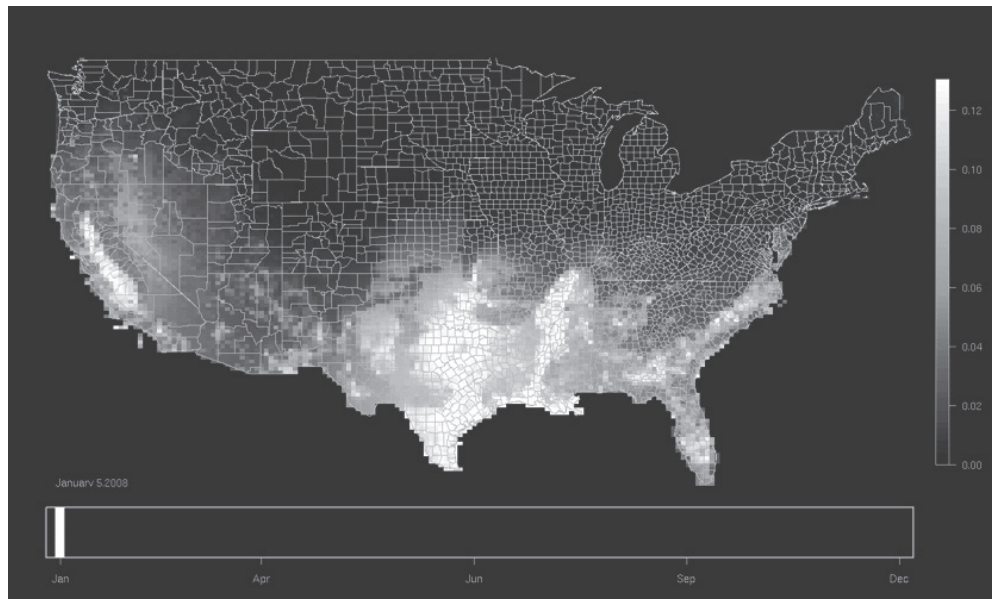
イーバード (eBird) は、北米を中心とする鳥類の観測データを収集・提供するオンラインデータベースである³。市民科学プロジェクトとしてはかなり大規模であり、また優れた成果を挙げていることから、そのシステムは注目に値する。2002 年の設立以降、9 万人以上のバードウォッチャーがボランティアとして情報提供を行っており、データベースの規模は 1 億 1,000 万レコードを超えている。1 カ月に 100 万件以上の鳥の目撃情報がアップロードされ、記録データは年率約 40% で増加している (Rosner (2013))。バードウォッチャーの積極的な協力を生み出すために、データベースに情報をアップロードすることを動機付ける仕掛けが施されている。スマートフォン向けアプリと連動することにより、自身の野鳥観察履歴について、特定種の観察回数、特定地域における観察された種のリストなどが、体系的に表示できるようになっている。さらに、イーバードにバードウォッチャー向けの SNS としての機能を実装し、参加者が自らの野鳥観察リストを公開し、互いに交流することを促すようなシステムとなっている。他人の観察リストを自由に閲覧できるとことで、互いの競争心が刺激され、観察記録のアップロード競争がゲーム感覚で繰り広げられることになる。

シチズン・サイエンスにおける大きな懸念は、データの信頼性の問題であろう。イーバードでは地域ごとに、プロの鳥類学者ではないが熟練の専門バードウォッチャーを配置している。これらの専門バードウォッチャーが、アップロードされる観察記録のうちシステムによって要検討と分類されたものについて審査し、正確性を担保している。データベースに集められたデータについては、誰もがマップ表示やダウンロードを自由に行うことができる。イーバードのデータの豊富さと正確性は社会的に高い評価を得ており、鳥類研究、自然環境や生物多様性の保全など、さまざまな方面で活用されている。例えば、イーバー

³ eBird, <http://ebird.org/content/ebird/>

ドの地域別生息種データと米国の公共土地利用マップを比較することにより、各絶滅危惧種について、時期ごとの生息地域が確認されている（鳥類では、時期によって生息地を移動する種が少なくない）。この知見は、米国の政府機関が保護予算の優先順位を決定する上で活用されている。

図表 6-2 Savannah sparrow（クサチヒメドリ 学名 *Passerculus sandwichensis*）の2008年1月5日の分布予想（出現確率）



（注） <http://ebird.org/content/ebird/occurrence/savannah-sparrow/>

（出所） eBird ウェブサイト

バードキャスト（BirdCast）は、米国の全地域において渡り鳥の週間予報を出すという計画であり、既に一部の地域で運用が開始されている⁴。イーバードのデータとレーダー画像や気象情報に基づき、コンピューターの予測モデルを用いて鳥の大群の飛来予報を行う。現在、風力発電施設において、渡り鳥が風車に衝突する事故（バードストライク）が世界的に問題となっている。風況の良い場所を選ぶ風力発電施設の設置は、風を利用して飛翔する渡り鳥の飛行ルートと重なる場合が多く、環境に優しいとのイメージを持つ風力発電が野生生物の生命を脅かすという皮肉な事態となっている。バードキャストにより、ある地域における渡り鳥の飛来時刻が予測できれば、一時的に風力発電施設の風車を止めるなどの対策を行うことが可能になる。

⁴ BirdCast, <http://birdcast.info/>

その他の市民科学プロジェクトの例

その他の主な市民科学プロジェクトの例を以下に記す。

- LiMPETS⁵：米国カリフォルニア州沿岸で行われている環境モニタリングプロジェクト。原油流出事故などで生じた湾岸汚染の浄化作業を行う上で、地域の学校の生徒や教師が収集したデータが活用されている。
- 髄膜炎天候プロジェクト：大気研究大学連合がアフリカのサバンナ地域で運営している。地元住人から報告された各地域の天気情報に基づいて雨期の始まりを予測している。髄膜炎の流行には季節性があり、雨期には発生率が急減して予防接種が不要になる。このため、雨期についての予報はワクチンの有効利用に役立つ。
- 古代生活プロジェクト⁶：オックスフォード大学研究者の古文書判読プロジェクト。エジプト・オクシリンコス遺跡から発掘されたパピルスに記された文字と、参考資料として提示されるギリシャ文字のサンプルとの照合作業に市民ボランティアが参加している。

日本における市民科学プロジェクトの例

日本においても宇宙開発や野生生物調査などで市民参加型の科学プロジェクトが行われている。2008 年から 2009 年にかけて、国際宇宙ステーション（International Space Station、ISS）の中にある日本の実験棟「きぼう」に、ミヤコグサ（マメ科）やサクラなどの植物の種子（宇宙種）を 258 日間保管した後に、希望する学校に宇宙種を配布し、生徒にその生育状態を観察してもらうという宇宙教育プロジェクトが行われた。ミヤコグサ（マメ科）の宇宙種の生育について、全国 671 名の中学生・高校生が発芽数や発芽率を記録し、研究発表会で結果を報告している⁷。また、サクラの宇宙種から育った木が、通常の開花年齢より何年も早く、2014 年春に花を咲かせたことが確認され（サクラの宇宙種が植えられた 14 カ所のうち、4 カ所で開花が確認）、ニュースとなった⁸。

野生生物調査の関連については、大学、自治体、環境 NPO などを中心となり、日本でも多くの市民参加型の科学プロジェクトが行われている。現在、東北大学と山形大学の研究者が中心となって実施している「マルハナバチ国勢調査」は、クラウドシステムを有効に活用しているプロジェクトの例である⁹。マルハナバチ類は、野生植物だけでなく、農作物の代表的な花粉媒介者（ポリネーター）であり、多くの野生植物と農作物の繁殖において必須の存在である。しかし、マルハナバチ類は近年、人間活動の環境負荷により全世界的に減少していると言われている。このプロジェクトの目的の 1 つは、新たな「市民参加型の生物多様性データ収集法」を確立することである。調査に参加する市民が、マルハナ

⁵ LiMPETS, <http://limpetsmonitoring.org/tag/california/>

⁶ オックスフォード大学 Ancient Lives, <http://www.ancientlives.org/story>

⁷ 宇宙教育プロジェクト, <http://www.space-education.jp/1st/item.php?cat=reportup&name=52.inc>

⁸ AFPBB News 「早すぎる開花に奇妙な花…「宇宙桜」の謎に科学者ら当惑（2014 年 4 月 15 日）」
<http://www.afpbb.com/articles/-/3012669?pid=0>

⁹ マルハナバチ国勢調査, <http://meme.biology.tohoku.ac.jp/bumblebee/>

バチを発見した時に携帯電話やスマートフォンで撮影し、位置と時刻情報を埋め込んだ画像を電子メールに添付して指定されたメールアドレスに送信することで、データベースに収集データが蓄積されるという仕組みである。また参加者には貢献度に応じてさまざまな賞が与えられ、調査に対する動機付けが図られている。

図表 6-3 マルハナバチ国勢調査の概要



(注) <http://meme.biology.tohoku.ac.jp/bumblebee/>

(出所) マルハナバチ国勢調査ウェブサイト

「NGS 現場の会」という NGS（次世代 DNA シーケンシング）をテーマとした交流グループは、2015 年春に「お花見メタゲノム」プロジェクトを開始する予定である¹⁰。このプロジェクトの目的は、全国のサクラ（ソメイヨシノ）の花の細菌叢（微生物の集合）を集めて遺伝子を調査することである。ソメイヨシノはクローンであり、ほぼ日本全国に分布している。細菌叢の遺伝子を解析することにより、クローン生物がさまざまな環境にさらされている中で、細菌叢の構成の違いや、その違いに影響する因子を探ることが計画されている。計画実現のためには日本全国から標本（サンプル）を集める必要があるが、企画チームは、この標本収集（サンプリング）に科学者ではない人たちも参加することを想定して、広く参加者を募集している。サンプリング期間が花見の時期に設定されていること、またサンプリングの方法に特別な専門知識が必要ないことなど、科学者ではない人たちも参加しやすいような配慮がなされている。

¹⁰ お花見メタゲノム, <http://www.ngs-sakura.jp/>

市民科学の意義

科学の研究においては研究対象の規模（数量）が大きすぎるという問題（規模の問題）に直面することがある。専門家の人数には限りがあるため、気象、生物、環境などを対象とした調査を専門家のみで行った場合に空白域が生じることは避けられない。市民から広く希望者を募集することで、調査協力者の人数を大幅に増やすことができれば、規模の問題を解決することができる。本稿で紹介してきた市民科学プロジェクトの例では、いずれも市民の参加により規模の問題を回避している。こうして、市民科学の発展は解決できる科学的課題を増加させるという効果を生み出している。また、一般市民の科学リテラシーの向上は、いずれの国においても奨励されている。市民科学プロジェクトは市民に科学研究に直接触れる機会を提供していることから、科学リテラシーの向上に貢献していると期待される。こうした市民科学の意義が広く社会に認識されるにつれて、市民科学全般を推進する活動が活発化している。市民科学プロジェクトをまとめて紹介するポータルサイトの開設はそうした傾向の表れであろう。以下にそれらのポータルサイトのいくつかを紹介する。

- ズーニバース（Zooniverse）¹¹：市民科学アライアンスが運営。Galaxy Zoo プロジェクトから発展。さまざまな科学プロジェクトに数十万人が参加。天文、気象、生物など。
- シチズン・サイエンス・セントラル（Citizen Science Central）¹²：コーネル大学鳥類学研究所が運営。eBird プロジェクトから発展。生物、水質、気象、天文など 140 を超えるプロジェクトがある。
- サイエнтиフィック・アメリカン（Scientific American）の市民科学プロジェクトのサイト¹³：100 を超えるプロジェクト。作業内容のタイプ（観察、フィールド調査、データ処理など）によって検索可能。
- 市民科学プラットフォーム（Bürger schaffen Wissen）¹⁴：ドイツ連邦教育研究省（BMBF）が運営。このサイトを通じて、市民が専門家に直接質問することができる。市民が参加できる研究の検索機能があり、個人でも学校のクラス単位でも参加が可能。
- いきものログ - みんなの調査¹⁵：日本の環境省が運営。市民参加型の生物調査プロジェクトを一覧できる。

¹¹ Zooniverse, <https://www.zooniverse.org/>

¹² Citizen Science Central, <http://www.birds.comell.edu/citscitoolkit/>

¹³ Scientific American, <http://www.scientificamerican.com/citizen-science/>

¹⁴ Bürger schaffen Wissen, <http://www.buergerschaffenwissen.de/>

¹⁵ いきものログウェブサイト「みんなの調査」, http://ikilog.biodic.go.jp/?_action=investigation

3. 科学の自由化

科学研究における制約の低減

自分自身で科学研究を主体的に行うためには、設備、資金、専門知識などの条件を満たしたプロの研究者でなければ不可能というのが、従来の一般的な見方であっただろう。しかしながら、以下で述べるように、科学研究に関連する種々の条件や制約が緩和されることにより、これまでより多くの人々が自分で科学研究を行うことができる社会が到来しつつある。科学研究を行うに際しての制約が弱まり自由度が高まっている現状は、科学の自由化（オープン化）の過程と見なせるだろう。マイケル・ニールセンの提唱したオープンサイエンスという名称は、こうした状況を表現するのに確かに適している。

実験室のオープン化

3D プリンターやカッティングマシンなどのデジタル工作機械の軽量化・低価格化を背景として、ファブラボと呼ばれる誰でも利用可能な市民工房が世界各地に出現してきた。ファブラボは、ほぼあらゆるもの ("almost anything") を作ることを目標としており、個人が欲しいものを自分自身で作成できる社会を実現するという理念を背景として、各国地域のラボが世界的なネットワークを形成している。日本においても電子系や工学系のファブラボに加えて、バイオ系のファブラボも出現しており、少なくとも設備面では、バイオ研究を個人で行うことも可能な社会が到来しつつある。

論文のオープン化

多くの学術論文は入手が有料であって、従来は大学などの研究機関に所属していない人物が学術論文を個人で利用しようとすると、かなりの出費を伴うのが一般的であった。しかしながら、近年、最終稿段階の論文（プレプリント）を、学術雑誌掲載前にプレプリント・サーバー上で公開する仕組みが普及してきた。物理学系では arXiv（アーカイブ）、社会科学系では Social Science Research Network（SSRN）が有名である。こうしたプレプリント・サーバーは誰でもアクセスが可能であり、学会誌に掲載された論文と実質的に同等の内容を無料で入手できる機会が増大している。

データのオープン化

Figshare や Dryad のようなオープンデータリポジトリの出現により、研究者が研究過程で作成した図表や研究データを公開し、そのデータを誰もが利用できるシステムが実現しつつある。これらの研究データには識別子である DOI（Digital Object Identifier）が付与され、公開したデータが他人に無断使用されることを予防できる仕組みになっている。

論文以外のオブジェクトの影響評価

論文以外のオブジェクトについてもオンライン上の注目度を計測する新たな指標であるオルトメトリクス (altmetrics) という概念が生まれている。従来の論文被引用数に基づいた指標と比べて、学術コミュニティを超えた幅広い影響度を測定できるという利点がある。例えば、2013 年に最高のオルトメトリクスのスコアを記録した論文は、福島の水質汚染に関するものであった。これには、Twitter において 1 万 2,000 回以上も言及されたことが大きく影響していると考えられる。

研究者の業態の多様化

Mathematica ソフトウェアの売り上げを研究資金としているスティーブン・ウルフラムのように、独立した資金で自分の研究費用をまかなっている研究者は欧米には以前から一定数存在しており、independent scientist あるいは independent researcher などと呼ばれてきた。

近年、日本においても個人事業主として研究活動を行う研究者が出現している。このような研究者の名称は定まっていないが、本稿では独立系研究者と称する。筆者は独立系研究者となり 10 年余であるが、大学や企業と業務委託（請負）契約を締結し、研究プロジェクトの特定の業務（実験計画、データ解析、論文執筆、プロジェクトリーダーなど）を引き受けて報酬を得るというスタイルを基本としている。大学や企業は筆者にとってはクライアントとなる。個人事務所を開設して、クライアントからのオファーを受けて業務を行うという業態は、弁護士や公認会計士のような士業においては一般的なことであり、また技術系の職種においても、IT 系技術者では既に珍しくない。同様の業態を選択することが、研究者にとっても可能な社会が到来したと言えよう。研究プロジェクトの内容がより学際的になるにつれて、組織内部のスタッフだけでプロジェクトに必要な知見を網羅することは難しくなり、外部の専門家の協力を得る必要が高まる。こうした状況では、必要な知見を有している独立系研究者と契約してプロジェクトに引き入れることは、有効な方策の 1 つである。筆者は生物学が専門であるが、生物学と従来関連の薄かった企業や研究機関からのオファーも少なくない。今日では、工学系企業や社会科学系の研究所の研究プロジェクトにおいても、生物学に関する知見のニーズが生じることがある。こうした場合に内部スタッフのみで対応するのは一般に難しく、筆者に対するオファーにつながっているようである。

数学が専門である森田真生は、講演や執筆で生計を立てながら、研究機関に所属することなしに研究活動を行い、自らを独立研究者と称している。森田は、「音楽を習っていない人でも楽しむことができる音楽の演奏会のように、現代数学のアイデアを別の言葉で表現して、数学者以外の人にも面白さを理解してもらいたい」という目的で「数学の演奏会」という講演を全国各地で開催している¹⁶。また数学における身体性という自身の研究テー

¹⁶ Voice (PHP 研究所) 2013 年 7 月号「計算も論理もない数学」のすすめ <http://shuchi.php.co.jp/article/1483>

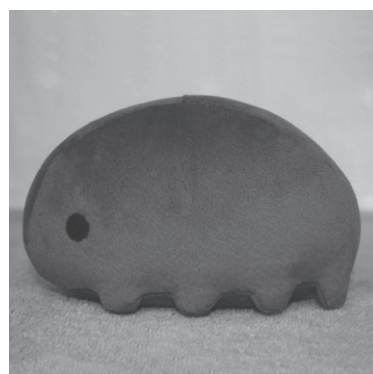
マとの関連から（木村・亀井・森田（2012））、思想家の内田樹や人類学者の中沢新一らと対談イベントを行っている。さらに、森田は、数学科で博士号を取得しても大学のアカデミックポストを得るのが難しい現状を指摘し、独立研究者として数学者が自活できる新しい道を構築するために、上記のような講演および執筆の活動に加えて、数学好きの社会人に有料で授業を行う「私塾」によって生計を立てるという構想を述べている。

クマムシ研究を専門とする生物学研究者の堀川大樹は現在、慶應義塾大学上席研究員の肩書を持つものの雇用関係はないため無給であり、研究資金を市場から自身で直接集めている。堀川は、講演、執筆、メールマガジン配信、クマムシをモデルにしたキャラクターグッズ販売、などの方法で収入を得て、資金としている¹⁷。クマムシは以前から乾燥・圧力・放射線などに対する耐久性が高いことで知られていたが、宇宙空間に10日間直接さらされても生存していたという研究結果が発表されてからは（Jönsson *et al.* (2008)）、「不死身の生物」としてマスメディアで取り上げられる機会が増え、一般的知名度の比較的高い生物となっている。堀川はこうしたクマムシの知名度の高さを活用する形で、メールマガジン配信やキャラクターグッズ販売に取り組んでいる。

図表 6-4 ヨコズナクマムシ（左）、およびクマムシのキャラクターグッズ「クマムシさんぬいぐるみ」（右）



（出所）写真提供：クマムシ博士・堀川大樹



（出所）©株式会社タルディ

学会のスタイルの多様化

独立行政法人産業技術総合研究所で集合知の研究をしている江渡浩一郎が実行委員長となり、ニコニコ学会βというユーザー参加型学会が2011年11月に設立された¹⁸。2010年頃には、ニコニコ動画やYouTubeなどの動画投稿サイトにユーザーが自作動画を投稿することが一般化し、UGC（User Generated Contents）、CGM（Consumer Generated Media）などと呼ばれるようになり、ボーカロイドを用いた楽曲作成が話題となっていた。従来プロ以外の参加が難しかった創作の世界に一般ユーザーが容易に参入できるようになり、プロ

¹⁷ クマムシとは緩歩動物（かんぽどうぶつ）門に属する動物の総称であり、体形がクマに似ていることからその名がある。体長は1mm程度と微小であり、世界で750種以上が知られ、海洋・陸水・陸上のほぼあらゆる環境に生息している。堆積物中の有機物を含む液体や、動植物の体液を餌とする（鈴木（2006）、堀川（2013））。

¹⁸ ニコニコ学会β, <http://niconicogakkai.tumblr.com/About>

でもアマチュアでも、基本的には誰もが創作物を発表できる状況が実現した。この動きにアカデミアの一部、特にユーザー生成コンテンツに関わる研究を推進してきた研究者たちが興味を示し、ユーザー参加型の学会の設立を構想した。これは、以前から研究を推進してきたアカデミアとビジネスの領域における研究に加えて、ユーザー参加型の研究の世界を構築しようというものであった。ユーザーが動画コンテンツを作るのと同様に、ユーザー自らが研究をして、その成果を発表するのが、ユーザー参加型研究である。こうして設立されたニコニコ学会βは、「ユーザー参加」という発想を基盤とし、度々開催されるシンポジウムでの研究発表を「ニコニコ生放送」を用いてリアルタイムにオンライン配信するというシステムとなっている。当初は、アート・ゲーム・アニメと関連したAR（拡張現実）やユビキタスなどのIT関連の発表が主であったが、最近は昆虫や菌類を題材とした生物系の発表も行われるようになり、対象領域の幅が広がっている。ユーザー参加を基盤とするニコニコ学会βには、従来の学会とは異なる種々のユニークな特徴がある。主なものを以下に紹介する。

① 野生の研究者という概念の提唱

「野生の研究者」とは、単に大学や企業の外にいる「在野の研究者」の意味ではなく、どこかの組織に所属していようがまいが、自らの中に動機付けを持ち、「やむにやまれぬ衝動で自分自身の研究をしてしまう」人のことである¹⁹。例えば、研究者を職業としているわけではないが、自らの中に動機付けを持ち、何かの研究している人は野生の研究者である。野生の研究者は生き方として研究者を選んだ人であるということもできる。江渡の言う「自らの中にある動機付け」とは、心理学で「内発的動機付け」と呼ばれるものに相当すると思われる。内発的動機付けとは、好奇心や関心によってもたらされる動機付けであり、子供は知的好奇心が高いため、幼児期には内発的動機付けが多く見られる。これとは対照的に、義務、賞罰、強制などによってもたらされる動機付けが外発的動機付けである。給与を得るために仕事を頑張る場合などがそれにあたる。職業的研究者であるかどうかとは無関係に、内発的動機付けに基づいて研究を行っている時、その人を「野生の研究者」と見なすという発想は、何の肩書も持たない人であっても研究者になりうることを意味しており、専門家以外の人の研究参加を促進する効果を生むと考えられる。このような内発的動機付けに基づいた研究者の定義を明確に表明している学会は他には見られない。

② 研究発表に「研究してみた」というタグを付ける

ニコニコ学会βでは、研究発表に「研究してみた」というタグを付けることを提唱している。動画投稿サイトでは以前から「歌ってみた」「踊ってみた」というタグで、アマチュアが自身の歌や踊りの動画を投稿することが普通であった。このこと

¹⁹ 株式会社日立製作所「数理的発想法① ニコニコ学会βは〈野生の研究者〉を可視化する」『Open Middleware Report』
<http://www.hitachi.co.jp/Prod/comp/soft1/omr/vol60/mathematical/mathematical03.html>

から、「研究してみた」という表現を流布させることは、「研究」の持つ難解なイメージを緩和し、「研究とは一部の専門家だけに許された特別なことではなく、歌や踊りと同様に誰もが参加できるものである」というメッセージをユーザーに与える効果があろう。ニコニコ学会βは、「ある前提に対して仮説を立て、それを検証するというプロセス」を研究と定義しており、そのプロセスは誰でも実行することができるという立場を取っている。

③ 学会の名称の末尾にβを付ける

ニコニコ学会βの実行委員会によると、「β」とは学会未満の存在であることを表すと同時に、ユーザーの参加によって初めて学会として成り立つことを意味している。また、「学会β」とすることで、「学会」という言葉の持つ堅苦しいイメージを緩和し、柔らかい感じを与えることも意図されている。

④ 参加資格がない

ニコニコ学会βには特別な参加資格がなく、全ての人が参加可能な学会である。

⑤ 動画での発表を推奨している

研究成果は「論文」ではなく、動画で公開するのでも構わない。そのため、「論文」を書く技能の低い人でも、動画を作成できれば成果発表をすることが可能である。これも、科学の専門家以外の人に参加しやすいように考慮されたシステムと言えよう。

⑥ 研究の価値を多様化する

ニコニコ学会βは「研究」には多様な価値があると考え、学術的価値や産業上の価値だけではなく、文化的・芸術的な価値の重要性を強調している。研究するという行為自体や「他の人から反応があってうれしい!」という感情にも価値があり、研究を推進する原動力となると主張している。こうした、結果だけではなくプロセスにまでも価値を認めるという発想は、特に専門家以外の人にとって、研究に参加する意義を見出しやすくする効果を生むであろう。

⑦ 終わりがある

ニコニコ学会βは5年間活動が続けた後に活動を終えることを定めており、長く続けることの弊害として環境の変化に対応しにくくなることを述べている。この決定は、大切なものはあくまでも、研究内容や研究する人であり、組織や団体ではない、という発想の表れと思われるが、従来の学会にはほとんど見られない規約であり、活動終了後の展開がどのようなものになるのか興味深い。

研究資金獲得の方法の多様化

従来、日本における科学研究の資金は、大学や公的研究機関では国からの予算、民間企業では自己資金や助成金がそのほとんどであった。近年、研究費獲得のためのクラウドフ

ファンディングサイトが諸外国で相次いで開設され、新たな潮流として注目を集めた。日本でも 2014 年 4 月にアカデミスト (academist) という研究費獲得に特化したクラウドファンディングサイトが開設された。このサイトでは、研究者はインターネットを通じて不特定多数のサポーターから研究費を募ることができ、サポーターは興味のある研究者や研究テーマを研究費支援という形で直接応援することができる。

アカデミストの運営会社社長である柴藤亮介は立ち上げの理由について、『研究者が「すぐに」「少額の」費用を集められる仕組みを作ること、日本の研究の発展に貢献していきたい。例えば、学術機関に所属する研究者には、大型の研究資金である科研費を補う形で利用していただきたい。また、自由研究をしたい学生には、資金があれば実現できる素朴なアイデアにどんどん挑戦していただきたい。クラウドファンディングの特徴は、「いつでも」「誰でも」「すぐに」「少額の」資金を集められる可能性があることだと思う。たくさんの研究アイデアを形にできるプラットフォームを目指す。』と述べている²⁰。さらに柴藤は、科研費獲得システムが市民の立場からは閉鎖的に見えるという現状を憂慮し、研究者自身が一般市民に向けて研究を発信する仕組みを作ろうと考えたと述べている²¹。アカデミストでは研究費獲得のために、研究者がサポーターである市民に自身の研究の意義について説明して賛同してもらうことが必須となっており、これにより研究活動に対する市民の理解が増大することが期待される。開設から 1 年後の 2015 年 3 月の段階で、合計 10 件のプロジェクトがリリースされ、そのうち 5 件が採択、3 件が不採択、残り 2 件が挑戦中となっている。目標金額は数十万円程度のプロジェクトが多いが、中には 300 万円を超えるものもあった。

学術系同人イベントの出現

同人とは元来、同じ趣味や興味・関心を持つ人のことを示すが、今日展示会などのイベント関連の文脈では、同じ趣味を持つ仲間同士で創作活動を行い、同じく仲間に向けて発表活動を行う人々のような意味で用いられることが多い。一般的な同人イベントでは、漫画・アニメ系同人誌の展示や販売が主流であるが、近年、学術系のテーマを扱う同人イベントが開催されるようになった。2014 年 8 月に東京の科学技術館で開催された「博物ふえすていばる！」はそうした学術系同人イベントの代表的なものである。このイベントは、「自然科学、自然史、生物学、古生物、鉱物、化学、物理、天文などなど、博物学ゆかりの題材からなる創作・展示・研究の販売・発表イベント」であるが²²、出展者は作品に込められた学術的な知見を併せて紹介することを奨励されている。筆者も出展者の 1 人として参加し、ウニの発生プロセスをデザインしたネイルアート（ネイリストである知人との共同作成）やフェルトで作成した脊椎動物の胚発生ステージの展示を行った。会場で特に

²⁰ 株式会社エデュケーション・デザイン「academist」https://academist-cf.com/beginners/faq_ge

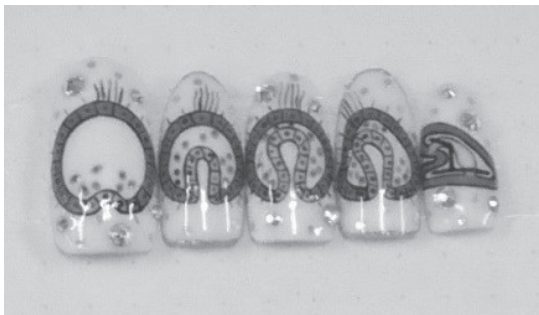
²¹ 柴藤氏からのヒアリングによる。

²² 博物ふえすていばる！, <http://hakubutufes.com/>

話題となった展示物の1つは、成安造形大学の学生である林宗将による「阿修羅骨格像」である。実在する生物ではないかとの錯覚を誘発する説得力のある骨格形状には、解剖学の情報に基づいた作者の試行錯誤がうかがい知れる。

博物ふえすていばる！は悪天候にも関わらず2日間で3,800人を超える参加者を集めた。公的機関による代表的科学イベントであるサイエンスアゴラ（独立行政法人科学技術振興機構主催）の参加者数は1日当たり約3,400人（2014年）である。博物ふえすていばる！は会場面積がかなり狭いことを考慮すると、その集客力の高さは注目に値する。独立系学術コーディネーターとして活動している山田光利は、こうした学術系同人イベントの高い集客力を利用して、例えば講師として招いた研究者に講演料を支払うという仕組みを作ることにより、学術系同人イベントが新たな研究費捻出の手段となりうるというアイデアを提示している（山田（2014））。

図表 6-5 ウニの発生プロセスをデザインしたネイルアート（左上）、フェルトで作成した脊椎動物の胚発生ステージ（右上）、および阿修羅骨格像（下）



（出所）著者撮影。



（出所）著者撮影。



（注）<http://www.2nd-lab.org/#hakubutsufes/cuei>

（出所）山田光利「博物ふえすていばる！は学術イベントだったのかー阿修羅骨格像」『学問の箱庭』より作成。

4. おわりに

本稿を通じて確認できたことは、現代は科学のさまざまな側面において自由度が大きく高まっている時代であるということである。これについては日本も例外ではない。この事実を踏まえた時、これまでは不可能だったことも今ならば工夫次第で可能かもしれないという発想が生まれる。

今日の日本では、博士課程を修了したとしても研究職のポストに就ける保証はない。また研究職のポストに現在就いていたとしても、現在のそれは多くの場合に任期制であり、任期終了後に次のポストが速やかに獲得できるとは限らない。しかし、本稿で論じた内容、特に「研究職の業態の多様化」を鑑みると、仮に研究職のポストが得られなくとも研究を続けることは不可能とは限らず、少なくとも以前よりはやりようがあるように思われる。就職という形ではなく業務委託として契約する、研究設備を備えた組織に所属できない場合はファブラボを活用する、自分の研究テーマがどうしても報酬につながらないならば収入源を別に確保した上で野生の研究者として生きる、等々、研究をあきらめる前に挑戦できることはさまざまにある。

本稿では、科学の専門家と非専門家の上に厳然と存在していた障壁が低くなり、オープン化の方向にあることを確認した。研究者の道を事情により断念せざるを得なかった人が、非専門家のままに主体的に科学研究に参加することも不可能ではなくなった。一方で、中学生や高校生が科学研究に携わることも以前より明らかに容易になっている。非専門家の研究参加が社会的にも役立っている事例が多くあることも確認できた。アマチュアの科学ファンという方は、科学読み物やサイエンスカフェといったような知識を受け取る段階から1歩踏み込んで、知識を作り出す営み、すなわち研究に自分も参加してみてもどうだろうか。市民科学のポータルサイトにはさまざまな分野のプロジェクトが多数紹介されている。

知の共創という営みにおいて、異分野の研究者同士の共同（学際研究）という側面はもちろん重要だが、プロの研究者ではない人も参加するという部分に大きな意義があるように思われる。科学のように高度に専門的と見なされてきた領域において専門家と非専門家の共同からどのような効果が生まれるのか、ということについて詳細はいまだ不明である。本稿でも確認してきた集合知の威力や規模の問題を解決する効果とはまた別の種類の効果が存在する可能性もある。そうした可能性を明らかにすることは、知の共創を実現する上での重要な課題となるだろう。

参考文献

- 株式会社エデュケーショナル・デザイン「academist」 https://academist-cf.com/beginners/faq_ge (URL は、2015 年 6 月 8 日アクセス確認。以下、同じ)
- 株式会社日立製作所「数理的発想法① ニコニコ学会 β は〈野生の研究者〉を可視化する」『Open Middleware Report』 <http://www.hitachi.co.jp/Prod/comp/soft1/omr/vol60/mathematical/mathematical03.html>
- 木村大治・亀井伸孝・森田真生 (2012)「数学における身体性」日本文化人類学会第 46 回研究大会発表要旨集, PHa4.
- 鈴木忠 (2006)「クマムシ? ! 小さな怪物」岩波書店.
- 博物ふえすていばる! , <http://hakubutufes.com/>
- 堀川大樹 (2013)「クマムシ博士の「最強生物」学講座—私が愛した生きものたち—」新潮社.
- 山田光利 (2014)「研究機能が分散する社会を想う」第 4 回 URA シンポジウム 『「研究支援学」は可能か』セッション
- 山田光利「博物ふえすていばる! は学術イベントだったのか」『学問の箱庭』
<http://www.2nd-lab.org/#!hakubutsufes/cuei>
- AFPBB News「早すぎる開花に奇妙な花…「宇宙桜」の謎に科学者ら当惑 (2014 年 4 月 15 日)」
<http://www.afpbb.com/articles/-/3012669?pid=0>
- Jönsson, K. I, Rabbow, E, Schill, R.O, Harms-Ringdahl, M, and Rettberg, P. (2008) “Tardigrades survive exposure to space in low Earth orbit,” *Current Biology*, 18, pp.729-731.
- Nielsen, M. (2011) *Reinventing Discovery: The New Era of Networked Science*, Princeton University Press. (高橋洋 訳 (2013)『オープンサイエンス革命』紀伊国屋書店.)
- Polymath, D. H. J. (2012) “A new proof of the density Hales-Jewett theorem,” *Annals of Mathematics*, 175, pp.1283-1327.
- Rosner, H. (2013) “Data on wings,” *Scientific American*, 308, pp.68-73.
- Voice (PHP 研究所) 2013 年 7 月号「計算も論理もない数学」のすすめ <http://shuchi.php.co.jp/article/1483>