

インターネット時代のシチズンサイエンス(仮訳)

エグゼクティブ・サマリー

シチズンサイエンスは、定義的には、科学分野のプロフェッショナルではない市民によって実践される。そして、これは知識の民主化、コミュニケーション技術の刷新と高速化、情報へのオープンアクセスの拡張に伴って急速に変化しつつある。

シチズンサイエンスの最初にして重要な構成要素は、長い歴史を持つ「Community-Based Participatory Research (CBPR: コミュニティ基盤の参加型研究)」の 21 世紀版である。CBPR (コミュニティ基盤の参加型研究) は通常、訓練を受けてきた研究の専門家が調整する研究プロジェクトに参加する形で、正規の科学訓練をほとんど受けていない人たちによって遂行される。今や、何百万人もの人や何十億という収集されたデータ項目を含んだ数々のプロジェクトが世界中に存在する。

2 つ目に新たに出現した構成要素には、確固たる科学分野のバックグラウンドを持つものの、通常の専門的な研究システムの枠外で研究する個人が含まれる。こうした人たちは、公共または民間のバーチャル社会、もしくは個人的な場で科学を実践している。このようなカテゴリーのシチズンサイエンスを、本書では、「Beyond The Walls Research (研究機関の枠組みを超えた研究: BTWR)」と呼ぶ。

現在のインターネット時代では、こうした研究へのアプローチに対する潜在価値は高く、CBPR は、科学や科学的手法に対する一般大衆の理解の向上に寄与すると考えられ、結果として、知識と学習の民主化において役割を果たしうる。BTWR は、研究者や政府、産業の研究機関が従来アクセスできなかった点で知識の向上とイノベーションを推進させる機会を提供する。また、BTWR は、標準の研究システムの枠外の有能な個人を発見する機会でもあり、民間企業によって広く用いられている。

同時に、このような将来性のある利点は、とりわけ、CBPR や BTWR から得られた研究結果の評価にまつわるリスクを伴う。これらの研究結果は、しばしば、従来型のピアレビュー制度から外れた多様な経路を通じて広められる。また、標準の専門的な枠組みにおいて実施される研究に適用される倫理上のガイドラインと安全規定が、こうした新規のシチズンサイエンスに携わる人たちによって遵守されないという危険性が存在する。そのため、予測と管理が必要である。

最後に、シチズンサイエンスの開発には、学校教育の段階から開始し、あらゆる年齢層の市

民を対象とした科学訓練、さらに、自然科学や工学においてそうであると同様に、芸術や人文科学、法、教育、社会科学、倫理的観点の統合に対しても、より一層の努力が必要である。

提言

詳細な提言は声明文の末尾に設けられている。

- 科学教育の再考によるシチズンサイエンスまたは専門研究に従事する学生の能力構築。
- シチズンサイエンスにおける研究倫理の逸脱および安全上のリスクを回避または軽減するための措置。
- シチズンサイエンスと研究機関を拠点とした研究の共同開発の振興。
- シチズンサイエンスの実践者が、科学的寄与についての報告と評価に対する既存の文化を身に着けられるようにする。
- シチズンサイエンス向けの特定の助成プログラムの構築。
- シチズンサイエンスのテーマと研究成果を記録する情報システムの推進。

序文

現代的な意味合いでの専門的研究システム概念は、常時存在してきたわけではない。初期の科学調査の多くは、世界規模で協働して意見交換する独立した個人によって実施されてきた。体系的で系統的な研究組織の例として挙げられるのが、天文学における天体観測所の創設および生命科学における植物園の発展であった。そして、19世紀後半以降、科学研究は、主に大学、専門機関、産業研究所など、必要な技術および知的環境を研究者たちに提供する機関に根差すようになった。研究所は孤立して作業に取り組むことなどできない。よって、異なる専門分野の基礎研究チーム(たいていは大学に属する)と、産業や政府の共同研究者との協調の必要性が、瞬間に多様な組織的手段によって認知され、支持されるようになった。

20世紀の後半に入ると、「シチズンサイエンス」が台頭することとなった。シチズンサイエンスは大半の状況下で、程度の差こそあれ、大学、研究機関および産業研究所と緊密に連携する市民らによって実践されてきた。そして21世紀においては、市民がかつてないほど科学研究に深く関与する機会の拡大を享受しつつある。これは以下による結果である。

- 第2次世界大戦以降、より高等な教育を追求する一般的な風潮と結びついた知識の民主化。
- 一般市民のデータへのアクセスや、データの報告、分析、視覚化、生産さえも可能にした(例えば環境学分野)高性能の電子機器の普及と、分析ソフトウェアの普及に伴うインターネット革命。
- データや、再現性のある科学に必須となる科学研究手法、およびその研究結果に市民が

G サイエンス学術会議共同声明
「インターネット時代のシチズンサイエンス」(仮訳)

アクセスできるようにするオープン・サイエンスに向けた広範な動き。

本声明文においては、2つのカテゴリーの「シチズンサイエンス」について提言する。

1 つ目として、最も多く普及しているカテゴリーであるのが、必ずしも科学研究の訓練を受けているとは限らない市民による参加型研究である。歴史的に「シチズンサイエンス」と呼ばれてきたのが、この活動である。本声明文では、それを「コミュニティ基盤の参加型研究(CBPR)」¹と呼んでいる。歴史的事例が数多くあり、例として、フランスの Buffon と Lacépède が「Histoire Naturelle(博物誌)」の発表のために、膨大な情報提供者のネットワークを頼りにしていたことや、もしくはイギリスの Darwin のような例が挙げられる。

2 つ目は、より新しいカテゴリーのシチズンサイエンスとして、確立され管理された研究環境(大学、政府または産業研究システム)の枠外でプロジェクトを構築するために、孤立した環境またはバーチャルのコミュニティで研究に従事する科学面の訓練を受けている個人を含むものである。このカテゴリーのシチズンサイエンスを「Beyond The Walls Research(研究機関の枠組みを超えた研究:BTWR)」と呼ぶことにする。

この事実において、G7 科学アカデミーとして、このような研究の方向性、有効性、新たな実践の質を評価し、係る取り組みについてのより良い認識と統合を目的とする一連の提言を行う。これらの提言は、あらゆる種類の「シチズンサイエンス」の最大限の潜在能力を発揮させ、その質を保証することを実現することを意図している。

シチズンサイエンスの新たな傾向

この段階では、その範囲と特性が学術分野によって大きく異なることを指摘し、科学的基盤をまたいで存在する幅広い学術分野上の実践を反映しながら、シチズンサイエンスを特徴付けるいくつかの傾向を記述することが有益である。このことは、前述した 2 つの構成要素を効果的に勘案することで便宜的に成し遂げられる。それから、シチズンサイエンスの大きな潜在性、機会およびリスクを分析して総括する。

確立されたカテゴリーのシチズンサイエンス:「Community-Based Participatory Research(コミュニティ基盤の参加型研究)」

CBPR は、生物多様性のデータ収集(例: www.inaturalist.org)、天文学(例: www.zooniverse.org、その他の数々のトピックにまつわるプロジェクトも含む)、気象データ収集(好例はイギリスの MET Office(気象庁)²)、大気質観測に及ぶ領域にまで、かなりの拡大を遂げてきた。

そして、市民と専門研究者らによる協力関係の結果、何百万人もの人や何十億という数の収集されたデータ項目を伴う数千ものプロジェクトが世界規模で展開されるに至った。このような大規模なプロジェクトの一部は、機械学習やコンピュータビジョン、データの可視化、人間の専門知識の組み合わせを含む、データ品質を保証する洗練されたシステムを特長とする(参照:ebird.org、www.iNaturalist.org、www.ispotnature.org)。データは、その質が確約されると、米国の地球規模生物多様性情報機構(GBIF)等の主要なデータ・レポジトリに転送され、その後、科学コミュニティでの利用が可能となる。

CBPR はとりわけ、医学分野でますます重要性を増してきた。そして、現在、医学的研究の取り組みに直接参加する患者の存在なくして、疫学、診断あるいは治療のいずれの点でも、医学的研究を考えるのは困難となっている。このことは、しばしば患者会や患者団体を通じて、患者専門家という概念の出現に関係している。(エイズ患者がこうした関連の好例である)。さらに、患者は、彼ら自身が望めば、患者同士でデータ共有が可能である一方で、医師は、患者の承認なしにはそうしたことができない。この結果として、疫学研究において新たな機会が開かれ、それと同時に研究倫理上の新たな懸念ももたらされている。

新たに出現したカテゴリーのシチズンサイエンス:「Beyond The Walls Research(研究機関の枠組みを超えた研究)」

21世紀になり、新たな形態のシチズンサイエンスが台頭している。これには、CBPRと同様に、専門的科学家ではない科学家(大学、政府、産業研究所によって正規雇用されたり、給与を支払を受けている科学家ではない者)が含まれる。しかし、大半のCBPRとは対照的に、こうしたシチズンサイエンスに関与する参加者らは、科学分野の訓練を受けており(大概の場合、博士号または修士号の取得者)、多くの場合、革新的な技術や手法を駆使することに長けている。こうした研究は、大学、政府、産業研究所の「beyond the walls(枠組みを超えて)」実践されている。BTWRは往々にして、従来型の研究所と緩く繋がっているか、あるいは産業やビジネスとの相互作用を通じて特許や新規事業の源として作用している。

第一分類のBTWRは、呼びかけられたチャレンジや依頼に応える個人または小規模集団から構成される。他者の才能を公然と求めることにより、重要だと考えられる複雑な問題を解決すべく懸賞で人を集めることは全く目新しいものではない。歴史的な事例として挙げられるのが、Isaac NewtonとEdmond Halleyの助言を得て1714年にイギリス議会によって創設されたLongitude Prizeである。これは、経度を正確に測定しようという取り組みに対して付与された。しかし、繰り返しになるが、インターネットアクセスは、懸賞のテーマが世界的に普及するのを可能にし、地理的に点在する一時的なチームの創造を促し、データセットを容易に万人の利用に供することにより、こうした取り組みの規模に変化を与えた³。このアプローチは、データサイエンスにおいてとりわけ活発である。データサイエンスは、大規模のデジタル企業にとって不

可欠な分野であり、企業は莫大な財源によってこうした懸賞を設定し、成果をあげることに重大な役割を果たしている。また、BTWR は宇宙や輸送技術の領域でも極めて活発である。

第二分類の BTWR プロジェクトは、「Do It Yourself(DIY)」ムーブメントが引き金となっていて、高度なツール、技法またはソフトウェアが、しばしば、インターネットを介して即利用できるような分野に関係する。従って、物理的もしくはバーチャル上の孤立した個人あるいは小規模集団が、壮大なプロジェクトに関与することができるのである。宇宙用機器、生物医学装置、または遺伝子組み換え生物の発展を伴う生物学(「DIY バイオ」)等の分野が代表例である。そして、こうした研究活動の成果が他者の生活に広範な影響を有する際に、危機管理面と安全面での深刻な課題を伴うのは明らかである。

シチズンサイエンスの潜在的な発展

オープン・サイエンスへ向けた現在の動きは、各国アカデミーが積極的に支持するものであり、シチズンサイエンスの新たな機会となっている。市民は、かつては大部分において研究室を拠点とした研究者らのみが利用できた研究資源にすでにアクセスしているか、または近いうちに、アクセスするようになるだろうが、そうした中で最初に重要となるものが(大半の)科学文献についての完全かつ無償のアクセスになるだろう。「再現性のある研究」の原則として、実験のノウハウの普及を促進するために、研究プロトコル、ソースデータおよびプログラムのコードの詳細を十分な水準で詳述すべきである。こうした研究資源には、AI(人工知能)ツール等の強力な分析技法が含まれ、これらは極めて広範な適用性を備えている。

さらに、CBPR と BTWR の研究活動は、市民による、自由と多様性の受容、そして自律への願望に対応することから、インターネットならではの技術面の可能性と、民間の制御下における膨大なりソースを原動力とするその他の通信技術をもって、成長を予測することが可能である。こうした動きはほぼ全ての人的活動において観察されており、研究が例外であることを確信する論拠はほとんどない。

とりわけ、BTWR カテゴリーにおけるシチズンサイエンスの予測可能な拡大は、重要な経済的影響を既にもたらしており、今後更にもたらすことだろう。BTWR は、イノベーションと柔軟性についての潜在能力を理由に、産業開発の一部となっており、そして、今後も、その一部となるだろう。産業は、知的財産や特許の保護という点における自らの利害の観点からは、こうした傾向を意識せずにはいられない。さらに、こうした活動はデジタル技術のみならず、宇宙産業や合成生物学等のその他の分野における新規事業の源でもある。こういった開発について見込まれる一部の結果は肯定的である一方、その他の結果は疑問や懸念を提起する。

こうした全ての状況においては、大衆の一員やメディア等にとって研究手法の質と正確性に

基づき科学的発表を評価するための方法が存在することが極めて重要である。いくつかの形態のシチズンサイエンスが、専門的に監視される世界的な品質管理システムへと発展していくことは、想像に難くない。それは、「poor science(不十分な科学)」検出装置とも言うべきもので、お粗末だと嫌疑される不十分な研究方法による研究成果に警告を与えるために必要な、相当量の資源や知識の多様性を提供するものである。

機会

- 非専門的な科学者の数の増加は、より多くの多様な人々による公益目的での科学に対する理解の向上を実現し、科学に対する信頼を増大させて、公共の意思決定プロセスにおける科学的専門家による助言の存在意義を高める。
- シチズンサイエンスの取り組みは異なるコミュニティ同士(例:北米の先住民族コミュニティ)の知識体系の統合を可能にし、また、一部の領域においては、データのより迅速かつ経済的な収集、はたまた、既存の研究の枠組みの中では全く想像できない研究プロジェクトへのアクセスを可能にする。さらに、双方の研究手法の調和の取れた関係性が、より一層実りある利益をもたらさう。
- シチズンサイエンスは、従来の科学キャリア構造の枠外にいる有能な個人を発掘する新たな機会であり、その時々大きな疑問に答える新たなアイデアとなり得る。こうした機会は産業、とりわけ、情報技術や宇宙技術において幅広く活用されている。
- シチズンサイエンスは大きな課題を解決するために活用可能である(例:seti@home)。

懸念

- シチズンサイエンスは、専門的に訓練を受けている科学従事者の代替となるべきではない。
- シチズンサイエンスには、主に独立したレビューシステムが存在しないことから、その水準が不足している可能性がある。査読の入らない質の悪い研究成果は、より全般的に、市民の科学への信頼を損なわせる恐れがある。
- 再現性の問題は学術的な科学分野ではすでに大問題と化していて、再現性のない研究報告の氾濫を縮小するような特定の予防措置の必要性が指摘されてきた。こうした予防措置は、シチズン・サイエンス(CBPR と BTWR)のプロジェクトの研究成果の管理に活用されるべきである。
- 重要な社会的事項(例:遺伝子や病原菌)において、「従来型の」機関に課せられている倫理や道徳上の枠組みの管理や安全規制なしに、研究が容易に引き受けられてしまうのではないかということを潜在的に懸念している。

6つの提言

主たる提言は以下で、全て相互に関連する。

科学教育の再考によるシチズンサイエンスまたは専門研究に従事する学生の能力構築

情報科学と技術によって変革する世界においては、教育の再考、新たな生涯学習方法の構築、および合理的で利用しやすく、かつ有効性が認められた学際的な知識へのアクセスの発展が必要とされる。このことは以下の措置を必要とする:

優れた質の成果を得るべく、可能な限り迅速かつ早い時期、すなわち小学校の時点から、質の良い研究成果を得るための新たな学習方法および効果的に協働するための新しい手法を開発し導入すること。生徒に科学の実践を教えるために、科学分野の教員と設備といった研究資源を学校機関へ供与する必要がある。できる限り早いタイミングで、子供や生徒の理論的および数的推論力を訓練する。なぜなら、こうした技能は帰納法、演繹、確率、非線形関係およびその他の実証研究の基礎として概念理解に不可欠であるからだ。確立された研究機関に対し、新しい訓練や情報ツール(例:電子エンサイクロペディア)を公式に認可すること、また学術領域における知識の最新化およびそれらに大衆がアクセスできるようにすることにあたって重要な役割を果たすよう奨励する。

シチズンサイエンスにおける研究倫理の逸脱及び安全上のリスクを回避または軽減するための措置

既存の研究管理方法をシチズンサイエンスに適応し、考えられる不正使用を回避し、研究倫理上のガイドラインと安全規則がシチズンサイエンス、とりわけ、生物学と医学分野において確実に遵守されるように図るべきである。

シチズンサイエンスと研究機関を拠点とした研究の共同開発の振興

シチズンサイエンスと専門的な科学コミュニティや科学的人材との緊密な相互関係は、訓練を含めて、お互いにとって有益で、研究成果の検証にあたって重要である。そして、それは信頼と相互の尊重をもって遂行されるべきである。理想としては、関与する1人1人の市民が、科学的かつ技術的に何が問題であるのかについて最低限理解することが望ましい。反対に、研究所はそのような市民のコミュニティによって提起される問題に常に注意を配るべきである。

そのために、特定の資金提供と人員が、メンター活動、科学的手法の普及、そして研究の質と再現性の管理のために割り当てられること、及び、人文社会科学が統合され、シチズンサイエンスと研究所を拠点とした研究の実りある相互発展にあたっての因子や戦略の特定に寄与することが必要とされる。

シチズンサイエンスの実践者が、科学的寄与についての報告と評価に対する既存の文化を身に着けられるようにする

研究評価及び研究成果の普及の質向上にあたっての数々の省察を拡張かつ適応し、この

種の研究の特異性を十分に考慮して、シチズンサイエンスを包含すべきである。独立した研究成果の評価と、容認できる質の水準を保証する普及の経路をもたらす革新的な手法が必要である。また、現在の利用者がウェブ上のフェイクニュースを特定するための手法開発は、研究成果も対象とすべきである。シチズンサイエンスの管理された発展やシチズンサイエンスが自らを管理可能となる適切なツール、従来の研究所環境に適用されるものと同等のレビュー水準と正確性を確立することが考えられる。

シチズンサイエンス向けの特定の助成プログラムの構築

シチズンサイエンスは、序文で述べた数多くの分野において、計り知れないデータと専門知識をもたらす。そのようにして科学に従事する者たちの労働力の価値は、金銭的には、推量が困難であるが、相当な巨額に達することだろう。一方で、国内外の機関はシチズンサイエンスを対象とする付加的な金銭的支援の模索を考えるかもしれない。

特定の国際的資金調達措置は、持続可能な開発目標(SDGs)等の世界規模で共有される関心分野における学術組織によって調整されうだろう。

こうした枠内では、一部分野が他、例えば、高額な装置あるいは安全な研究所環境の利用を通してのみ追求可能な活動よりも、シチズンサイエンス活動に適しているという事実のより長期的な示唆を勘案することが重要である。

シチズンサイエンスのテーマと研究成果を記録する情報システムの推進

G7 諸国をはじめとする国々では、シチズンサイエンス(CBPR および BTWR)プロジェクトについての包括的な情報を目指すべきである。このことは、こういった情報の収集と普及のための、例えば、ISC(International Science Council 国際科学会議)の保護の下における国際的共通プラットフォームの構築によって達成可能である。この結果、シチズンサイエンス自体が人文社会科学研究における研究目的となることが可能となるだろう。

注

1. 本声明文における CBPR は以下に定義された「アクション・リサーチ」の種類に限定されない。

<http://www.bris.ac.uk/education/study/continuing-professional-development-cpd/actionresearch/>

- 2 参照 : <https://blog.metoffice.gov.uk/2016/07/05/encouraging-a-new-generation-of-weather-observers/>

- 3 参照: example <https://www.kaggle.com/competitions> (様々なオープンなコンテスト、賞、参加チーム/個人の数进行している)。その他に賞金が数百万ドル相当に達する事例は宇宙産業に豊富である。

参考文献

- Bürgerschaften Wissen (2016). Citizen Science Strategy 2020 for Germany. https://www.buergerschaftenwissen.de/sites/default/files/assets/dokumente/gewiss_cs_strategy_englisch.pdf
- Haklay M. (2015) Citizen science and policy: a European perspective. Washington, DC: Woodrow Wilson International Center for Scholars. https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/Citizen_Science_Policy_European_Perspective_Haklay.pdf
- Houllier F. (2016). Les Sciences participatives en France. <http://www.sciences-participatives.com/Rapport>
- National Academies of Sciences, Engineering and Medicine (2018). Learning through citizen science: enhancing opportunities by design. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25183>
- Ryan S. F. et al. (2018). The role of Citizen Science in addressing grand challenges in food and agriculture research. Proceedings of the Royal Society B. Vol. 285, Issue 1891. <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2018.1977>
- Sobel D. (1995). Longitude. The true story of a lone genius who solved the greatest scientific problem of his time. Walker and Company. New York.