



特集 市民科学のデザイン：市民参加型調査の多様性と経営論

学術情報

市民科学のデザイン：市民参加型調査の多様性と経営論

大野 ゆかり^{1*}・森井 悠太²

¹ 東北大学

² 京都大学

The design of citizen science: diversity of citizen's environmental monitoring, and management theories

Yukari Suzuki-Ohno^{1*} and Yuta Morii²

¹ Tohoku University

² Kyoto University

要旨：限られた研究費・労働力・調査時間の中で研究を行う研究者にとって、市民参加型調査は非常に魅力的な調査方法である。市民参加型調査には、広範囲で大量の生物観察データが得られる、得られたデータを使用して研究ができるといった、研究者にとってのたくさんのメリットがある。また、市民参加型調査は研究上の調査手法というだけではなく、研究のアウトリーチ活動になることや、市民の自然への関心を高めることができる、科学リテラシーの普及活動になるといった、研究者の社会貢献的な意味合いのメリットも、市民参加型調査から受け取ることができる。研究者（市民参加型調査の立案者）がこれらの市民参加型調査のメリットを十分に得て、目的を達成するためには、市民参加型調査の特徴を知り、適切なデザインをすることが必要である。海外における市民参加型調査の特徴を分析した研究によると、様々な市民参加型調査を主に、1. 参加者が特定の少数で計画的に行うか／参加者が不特定多数で自由に行うか、2. 参加者に求める調査の負担が大きい／小さいか、の2つの軸で類別できるとされている。本特集ではさらに、3. 調査対象の生物種が特定の少数か／不特定多数か、というもう1つの軸を加え、様々なデザインの市民参加型調査について紹介したい。東北大学の太田ゆかりが、不特定多数の参加者によって、簡便な調査方法を用いた、特定の生物群（ハナバチ類）を調査対象とする市民参加型調査について情報を提供する。京都大学の森井悠太が、たった1人の市民が多大な労力を払うことによってもたらされた、外来種・マダラコウラナメクジの調査データを基にした研究について情報を提供する。さらに、バイオーム（株）の藤木庄五郎博士は、不特定多数の参加者が簡便な調査方法で不特定多数の生物種を対象とする市民参加型調査について情報を提供する。最後に、東京大学の一方井祐子博士は、生態学に限らない様々な分野の市民参加型調査を俯瞰しつつ、市民科学（シチズンサイエンス）の可能性と課題を議論する。本特集では、研究者（市民参加型調査の立案者）が市民参加型調査のメリットを十分に得て、目的を達成するための適切なデザインの提示を目指す。本特集が読者らにとって、市民参加型調査の理想や、市民科学のもたらす未来について議論するきっかけとなることを期待したい。

市民参加型調査の適切なデザインを探して

市民参加型調査の理想と現実

皆さんは、市民参加型調査にどのようなイメージを持っているだろうか。数の力を借りることで膨大なデータを簡単に集めることができる強力な手法と捉える見方もあるだろう。確かに限られた研究費・労働力・調査時間の中で研究を行う研究者にとって、市民参加型調査は、非常に魅力的に見える調査方法である。市民参加型調査には、広範囲で大量の生物観察データが得られる、得られたデータを使用して研究ができるというような、研究者にとってのたくさんのメリットがある。また、市民参加型調査は研究上の調査手法というだけではなく、研究のアウトリーチ活動になることや、市民の自然への関心を高めることができる、科学リテラシーの普及活動になる（佐々木ほか 2016）といった、研究者の社会貢献的な意味合いのメリットも、市民参加型調査から受け取ることができる。市民の自然への関心を高めると同時に、生物の分布データが収集できるというメリットから、生態学では、特に保全生態学の分野で有効な調査方法である。生物の形質や個体数といった詳細なデータを収集することができれば、進化生態学や個体群生態学などの分野にも応用可能である。今や市民参加型調査は世界中で盛んに行われ、日本でも、WEB 魚図鑑 (<https://zukan.com/fish/>、2020 年 8 月 21 日確認)、花まるマルハナバチ国勢調査 (<http://hanamaruproject.s1009.xrea.com/hanamaruproject/index.html>、2020 年 8 月 21 日確認)、外来ナメクジに挑む市民と学者の会 (<https://yutamorii.wordpress.com/science-to-the-people/>、2020 年 8 月 21 日確認) など、多くの市民参加型調査が行われ、そのデータを使用した学術論文が発表されている（Miyazaki et al. 2014, 2016；森井ほか 2016；Morii and Nakano 2017；Morii et al. 2018；Suzuki-Ohno et al. 2017, 2020）。

しかし一方で、市民参加型調査には研究者にとってのデメリットもある。例えば、研究者以外の市民がデータをとることによる精度の低さが指摘され、専門家による修正や指導の必要性が主張されている（Gardiner et al. 2012；Silvertown et al. 2015；Ratnieks et al. 2016；Falk et al. 2019 など）。また、市民参加型調査を行ったは良いものの、十分なデータが集まらなかった、市民の自然への関心を高めることができなかったなど、研究者にとっては不本意な結果に終わってしまう事例が見られる。どうしたら、研究者（市民参加型調査の立案者）が市民参加型調査のメリットを十分に得て、設定した目的を達成す

ることができるのだろうか。問題は、研究者以外の市民を相手にする市民科学のプロジェクトに最適なデザインが確立されていないということではないだろうか。それが、魅力的な市民参加型調査に、多くの研究者が踏み込めずにいる、あるいは不本意な結果に終わってしまう可能性がある、理由のひとつと言えるのではないだろうか。

市民参加型調査はボランティア活動で成立する

市民参加型調査の最適なデザインが確立されていない原因のひとつに、多くの市民参加型調査が市民のボランティア活動に依存する形式であることが考えられる。調査に参加する市民に対する具体的な報酬が存在せず、市民は自由意志で参加・不参加の決定をする。科研費などの予算がついた研究プロジェクトでは、研究者がプロジェクトで働くことに対して、お金や備品、研究業績などの具体的な報酬が生じるため、ビジネスでの経営論などが、ある程度応用できる。一方で、市民参加型調査の多くは市民によるボランティア活動であり、応用できるとすれば非営利組織の経営論となる。営利組織と比べると非営利組織の経営論は少なく、あまり知られていない。ドラッカーの非営利組織の経営論では、非営利組織のミッションには 1. 機会、2. 卓越性、3. コミットメントの三本柱が不可欠であると論じている（ドラッカー 2007）。1. 機会というのは、ニーズを知り、なすべきことを知ることである。2. 卓越性というのは、なすべきことが自分に向いている、自分の能力や強みに合っているということである。3. コミットメントとは、自分が心底価値を信じ、そのために力を尽くすということである。また、ボランティアのマネジメントに関しては、大義を共有し、仕事の内容を明確にし、かつ実際に行う仕事の内容はボランティア自身に決めさせなくてははいけない。情報の流れ（仕事に関して誰に聞けばいいのか）を明確化し、情報を共有し、ボランティアが仕事の成果を感じるようにしなくてはならない、としている。数が少ないとはいえ、このような非営利団体の経営論は、市民参加型調査をデザインする際に役に立つかもしれない。

多くの市民参加型調査が市民のボランティア活動に依存しているために、市民参加型調査は市民ボランティアの労働力の搾取をする危険性がある、という指摘もある。参加している市民ボランティアと比較すると、市民参加型調査の立案者である研究者の得られるメリットが大きい（実際には、奉仕的な活動をしていて市民ほどメリットを得ていない研究者も中にはいるのではないかと感じているが、それは話が脱線するので省略する）ためである。

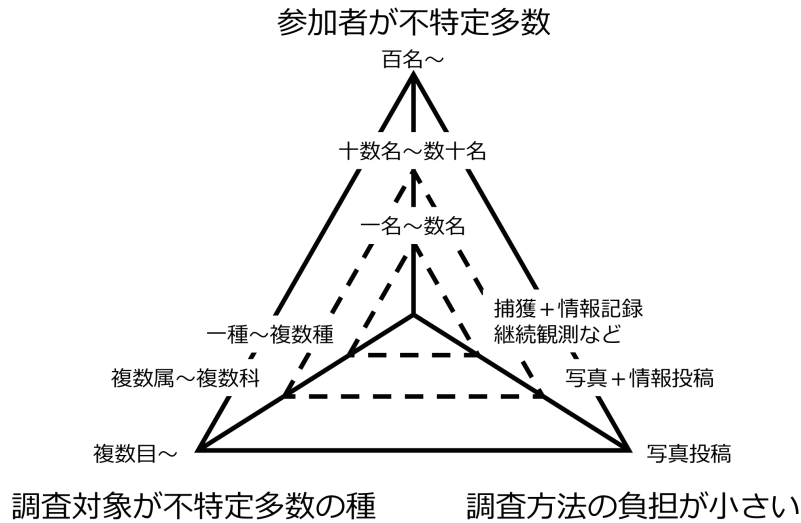


図1. 市民参加型調査の特徴を表すレーダーチャート。本趣旨説明では、特徴が説明しやすいよう3軸で、スコアを3段階にしている。1軸は参加者が不特定多数かどうか、2軸は調査の負担が小さいかどうか、3軸は調査対象の種が不特定多数かどうかを表している。

しかし、そのメリットの差だけに注目してしまうと、非営利組織で給料をもらっているスタッフは、参加しているボランティアの労働力を搾取していることになってしまう。重要なのは、ボランティア活動として調査を依頼するのであれば、市民参加型調査の目的がボランティア活動で調査を依頼するのにふさわしいものかどうか、参加する市民の活動の自由度が確保され、市民がストレスを感じずに調査することができるかどうか、市民が調査の成果を実感できるかどうか、ではないだろうか。ただ、著者は、市民参加型調査に最適なデザインが確立されていない原因は、そういったボランティア活動で成り立つという性質だけではないと考えている。

市民参加型調査の多様性とその特徴

最適なデザインが確立されていない原因のもうひとつは、市民参加型調査に様々なタイプが存在しているため、すべてのタイプにおいて共通の最適なデザインを定義するのが難しいためだと考えられる。Pocock et al. (2017) の509の市民参加型調査の特徴を主成分分析した研究では、それらの市民参加型調査は主に、1. 参加者が特定の少数で計画的に（指定された調査場所や観察頻度で行うか／参加者が不特定多数で自由に行うか、2. 参加者に求める調査の負担が大きい／小さいか、の2つの軸で類別できるとされている（Pocock et al. 2017）。分析された市民参加型調査は、32の項目でスコアリングされ、第1主成分軸については、事前に個人的な訓練が必要か、

場所を自分で選べるか否か、などの項目で特徴付けられた。第2主成分軸については、違うタイプの調査項目が複数あるか、どの程度のデータの質を求められるか、などの項目が影響すると評価された。古くから長く続けられている市民参加型調査の多くは、参加者が特定の少数で計画的に行うものであり、調査の負担が大きいものである。2000年以降になると参加者が不特定多数で自由に行うものが増え、2010年以降になると調査の負担が小さいものになる、という変化が見られる点も興味深い。第1軸の変化は、インターネットが発達して、ウェブやSNSによって不特定多数の市民が参加しやすくなったためであり、第2軸の変化はデジタルカメラの性能が高くなり、携帯やスマートフォンにも搭載されて、いつでもどこでも生物写真を撮影しやすくなったためと、Pocock et al. (2017) は考察している。このことにより、生物を捕獲し、時には標本を収集してからデータを作成しなければならなかった調査手法が、生物写真からデータを作成するという簡便なものに変化したのである。

市民参加型調査のタイプと研究者にとっての利点・欠点

このように、近年では市民参加型調査と一口に言っても、様々なタイプが共存している。異なるタイプの市民参加型調査を、同じように議論できない可能性もある。市民参加型調査に最適なデザインはひとつではなく、タイプによって適切となるデザインが違うのではないだろうか。

研究者（市民参加型調査の立案者）が市民参加型調査におけるメリットを十分得るためには、市民参加型調査のタイプを知り、目的によってタイプを選び、タイプによって適切な方法をデザインする必要がある。この趣旨説明では、1. 参加者が特定の少数で計画的に行うか／参加者が不特定多数で自由に行うか、2. 参加者に求める調査の負担が大きい／小さいか、という2つの軸の他にさらに、3. 調査対象の生物種が特定の少数か／不特定多数か、というもうひとつの軸を加える（図1）。この軸は、研究者が市民参加型調査で得られたデータを研究に使用する際に大きな影響を与えるため、本特集では加えている。

それぞれの軸で、研究者（市民参加型調査の立案者）にとっての利点・欠点が考えられる。例えば、第1軸の場合、参加者が特定の少数で計画的に行う程度が大きいほど、データが一定量、確実に得られるという利点を得られる。また、研究者と市民が調査の経験を共有することが多く、市民の自然に対する関心を高めやすい。しかし、地理的な範囲やデータの量が限られやすいという欠点もある。一方、参加者が不特定多数で自由に行う程度が大きければ、地理的な範囲が広くなり、データを大量に集めることが可能になる。しかし、宣伝に失敗するとデータがまったく集まらない、または意図しないデータが集まってしまう可能性がある。また、直接対面するわけではないので、市民の自然に対する関心を高めにくい。

第2軸については、参加者に求める調査の負担の程度が大きいほど、データの質が高くなり、研究者のデータ整理のコストが小さくなる。反面、負担の大きさゆえにデータが集まりにくくなる傾向がある。逆に負担の程度が小さいほど、データは集まりやすいが、研究者のデータ整理のコストが大きくなる。また、負担が小さいために、1人が同じ場所の同じ種のデータを大量に送ってきたり、調査を別の目的で利用したりする可能性も考えられる。

第3軸については、調査対象の生物種が特定の少数だった場合、1種あたりのデータの量が確保しやすいはずである。その生物種が特定の場所で観察できるのであれば、観察しやすい場所で待つこともできる。しかし、網羅的な生物の観察データは得られにくく、他の研究に発展しにくい。一方で、生物種が不特定多数だった場合、多くのデータが集まるが、1種あたりのデータの量は少なくなる可能性がある。また、研究テーマが絞りにくい、または逆に研究テーマ選択の幅が狭くなり、研究データとして使用しにくい可能性もある。多数の生物種のデータがあるため、まずは、どの種に注目すべきか検討することから始めなくてはならない。データの量を重視して

普通種を選ぶ場合は、研究テーマはかなり工夫する必要がある。群集全体に注目するような研究テーマの場合は、その種が「いない」というデータが、実際にはいるけど見落としているという確率が高く、その確率を考慮した分析をする必要がある。考慮したとしても、うまく推定できるとは限らない。そうすると、その種が「いる」というデータが重要な外来種や希少種の研究テーマか、市民参加型調査自体を分析する研究テーマから選ぶことが多くなる。

本特集の構成

これらの特徴、研究者にとっての利点・欠点を踏まえた上で、本特集では、異なるタイプの市民参加型調査を行っている、または調べている研究者らを著者に招き、話題を提供していただく。著者らのそれぞれの市民参加型調査の章を読む上で、著者らがどのように利点を活かし欠点を克服してきたのか、注目してほしい。

まず、大野（2021）では、ウェブページやSNSを用いて市民に呼びかけ、特定の生物群（ハナバチ類）の写真を収集した市民参加型調査について情報提供する。この市民参加型調査の特徴としては、第1軸では不特定多数の方に大きくふれ、第2軸では負担が中程度、第3軸では調査対象の生物種が中程度に位置する（図2a）。つまり、利点としては、広範囲のデータが大量に得られ、研究データとして使用しやすい。しかし、欠点としては、宣伝がうまくいかないとデータがまったく集まらない。データ整理のコストが大きく、市民の自然に対する関心を高めるのも難しい。そこで、データ整理のコストの削減や市民とのコミュニケーションの方法について、試行錯誤を繰り返している。

次に、森井（2021）では、たった1人の市民が多大な労力を払うことによってもたらされた、外来種・マダラコウラナメクジ *Limax maximus* の調査データを基にした研究について情報提供する。この市民参加型調査の特徴としては、第1軸では特定の少数の方に大きくふれ、第2軸では負担が大きい方にふれ、第3軸では調査対象の生物種が特定の少数（1種）に位置する（図2b）。つまり、利点としては、データが一定量、確実に得られ、研究者のデータ整理のコストが小さい。1種あたりのデータが集まりやすく、その生物種が特定の場所で観察できるのであれば、観察しやすい場所で待つこともできる。しかし、欠点としては、各調査者の負担が大きいので、データが集まりにくくなる。しかし、この欠点が、1人の市民の登場によって克服されてしまう。

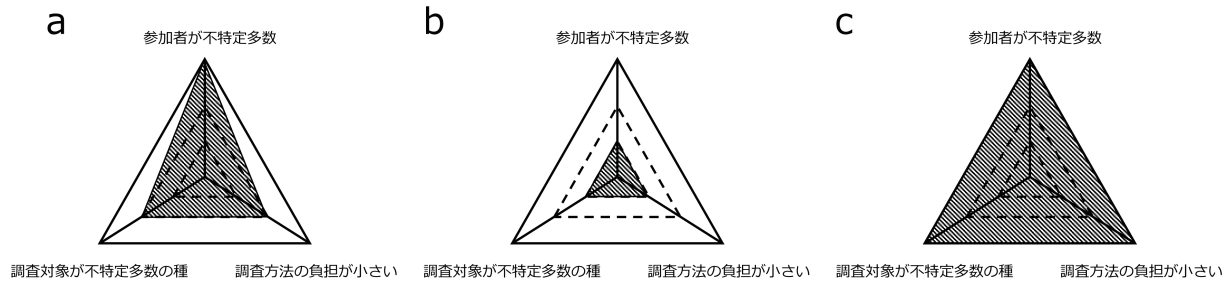


図2. 本特集で取り上げる市民参加型調査の特徴を表すレーダーチャート。aは大野が行なっている「花まるマルハナバチ国勢調査」。bは森井が行っている「外来ナメクジに挑む市民と学者の会」での市民1名との共同研究。cは藤木博士が開発している市民参加型調査のための携帯アプリ「バイオーム」。

さらに、藤木・龍野（2021）では、携帯アプリ「バイオーム」によって、不特定多数の生物種を調査対象とする市民参加型調査について情報提供する。この市民参加型調査の特徴としては、第1軸では不特定多数の方に大きくふれ、第2軸では負担が小さい方にふれ、第3軸では調査対象の生物種が不特定多数に位置する（図2c）。つまり、利点としては、広範囲のデータが大量に得られる。しかし、欠点としては、宣伝がうまくいかないとデータがまったく集まらず、データ整理のコストが大きい。また、市民の自然に対する関心を高めるのも難しい。そこで携帯アプリ「バイオーム」では、データ整理のコストを削減するシステムを構築すると同時に、様々な仕掛けによって、宣伝の効果をあげ、市民の自然に対する関心を高めている。

最後に、一方井ほか（2021）では、生態学に限らない様々な分野での市民参加型調査を俯瞰しつつ、市民科学（シチズンサイエンス）の持ちうる可能性と課題を議論する。また、専門分野による市民参加プロセスの偏りや日本の生態学系シチズンサイエンスの特徴を述べ、大野（2021）、森井（2021）、藤木・龍野（2021）の市民科学における位置づけについても説明する。

本特集では、残念ながら、第1軸では特定の少数の方に大きくふれ、第2軸では負担が大きい方にふれ、第3軸では調査対象の生物種が中程度から不特定多数に位置するという、博物館や植物園、環境保護団体などで長く続けられているような市民参加型調査のタイプの例が含まれていないが、それらは生態学会誌の「博物館の生態学」特集（三橋・畑田 2005）の永野ほか（2005）など、すばらしい例が他の特集で見られるため、そちらを参考にさせていただきたい。

本特集から、市民参加型調査を成功に導くための適切なデザインの例を提示したい。それぞれのタイプに適切

なデザインは、研究者（市民参加型調査の立案者）が設定した目的を達成することに役立つと考えられる。本特集が、現在進行中で市民参加型調査を行っている研究者の方々の参考になり、生態学分野において市民参加型調査が広まる一助になれば、幸いである。さらに本特集が読者らにとって、市民参加型調査の理想や、市民科学のもたらす未来について議論するきっかけとなることを期待したい。

謝 辞

本特集は、一重に、市民参加型調査に参加してくださった市民の方々のご協力の賜物である。日頃よりの深い感謝を込めて、ここに謝意を表する。なお、個人名などの表記は、各章の著者の謝辞に委ねたい。

引用文献

- ドラッカー PF (2007) 非営利組織の経営 (上田 惇生 訳). ダイヤモンド社, 東京
- Falk S, Foster G, Comont R, Conroy J, Bostock H, Salisbury A, Kilbey D, Bennett J, Smith B (2019) Evaluating the ability of citizen scientists to identify bumblebee (*Bombus*) species. PLOS ONE, 14:e0218614. doi:10.1371/journal.pone.0218614
- 藤木 庄五郎, 龍野 瑞甫 (2021) モバイル端末を用いた生物多様性モニタリング手法開発に向けた市民科学の実践. 日本生態学会誌, 71:85-90
- Gardiner MM, Allee LL, Brown PMJ, Losey JE, Roy HE, Smyth RR (2012) Lessons from lady beetles: accuracy of monitoring data from US and UK citizen science programs. Frontiers in Ecology and the Environment, 10: doi 10.1890/110185
- 一方井 祐子, 小野 英理, 榎戸 輝揚 (2021) シチズンサイエンスの多様性：日本における課題を考える. 日本生態学

- 会誌, 71:91-97
- 三橋 弘宗, 畑田 彩 (2005)博物館の生態学 – 市民と生態学者をいかにつなげるか-. 日本生態学会誌, 55:453-455
- Miyazaki Y, Murase A, Shiina M, Naoe K, Nakashiro R, Honda J, Yamaide J, Senou H (2014) Biological monitoring by citizens using Web-based photographic databases of fishes. *Biodiversity and Conservation*, 23:2383-2391
- Miyazaki Y, Teramura A, Senou H (2016) Biodiversity data mining from Argus-eyed citizens: the first illegal introduction record of *Lepomis macrochirus macrochirus* Rafinesque, 1819 in Japan based on Twitter information. *ZooKeys*, 569:123-133
- 森井 悠太 (2021) 巨大外来ナメクジ vs. 市井の超人たち. 日本生態学会誌, 71:79-84
- 森井 悠太, 神 武海, 興野 昌樹, 並河 智子, 佐々木 久美子, 高江 洲昇, 渡辺 早苗 (2016) 北海道に移入したマダラコウラナメクジ (有肺類: コウラナメクジ科) の分布状況. ちりぼたん, 45:256-261
- Morii Y, Nakano T (2017) Citizen science reveals the present range and a potential native predator of the invasive slug *Limax maximus* Linnaeus, 1758 in Hokkaido, Japan. *BioInvasions Records*, 6:181-186
- Morii Y, Ohkubo Y, Watanabe S (2018) Activity of invasive slug *Limax maximus* in relation to climate conditions based on citizen's observations and novel regularization based statistical approaches. *Science of The Total Environment*, 637-638:1061-1068
- 永野 昌博, 畑田 彩, 澤島 拓夫 (2005) 里山地域における住民参加型博物館の生態学分野における役割と課題 – 等身大の科学を目指した博物館活動-. 日本生態学会誌, 55:456-465
- 大野 ゆかり (2021) 市民参加型調査「花まるマルハナバチ国勢調査」の研究上の成功と私の挫折. 日本生態学会誌, 71:71-78
- Pocock MJO, Tweddle JC, Savage J, Robinson LD, Helen ER (2017) The diversity and evolution of ecological and environmental citizen science. *PLOS ONE*, 12:e0172579
- Ratnieks FLW, Schrell F, Sheppard RC, Brown E, Bristow OE, Garbuzov M (2016) Data reliability in citizen science: learning curve and the effects of training method, volunteer background and experience on identification accuracy of insects visiting ivy flowers. *Methods in Ecology and Evolution*, 7:1226-1235
- 佐々木 宏展, 大西 亘, 大澤 剛士 (2016) “市民科学”が持つ意義を多様な視点から再考する. 保全生態学研究, 21:243-248
- Silvertown J, Harvey M, Greenwood R, Dodd M, Rosewell J, Rebelo T, Ansine J, McConway K (2015) Crowdsourcing the identification of organisms: A case-study of iSpot. *Zookeys*, 480:125-146
- Suzuki-Ohno Y, Yokoyama J, Nakashizuka T, Kawata M (2017) Utilization of photographs taken by citizens for estimating bumblebee distributions. *Scientific Reports*, 7:11215
- Suzuki-Ohno Y, Yokoyama J, Nakashizuka T, Kawata M (2020) Estimating possible bumblebee range shifts in response to climate and land cover changes. *Scientific Reports*, 10:19622