

市民科学・シチズンサイエンスの実践エリアとその傾向：都市と農山村部でのレビューより

香坂 玲 (東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授)
三宅良尚 (農林水産省農林水産政策研究所 主任研究官)
内山愉太 (神戸大学大学院 人間発達環境学研究科 助教)

Citizen Science and Trends in Practicing Sites : A Review in Rural and Urban Areas

Ryo Kobsaka

Professor, Graduate school of agricultural and life sciences, The University of Tokyo

Yosbitaka Miyake

Senior Research Officer, Policy Research Institute, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

Yuta Uchiyama

Assistant Professor, Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University

【要旨】 本稿では、都市部、農村部における市民科学の展開についてレビューをした。都市部については、環境保全や災害対策等の個別の領域についてのプロジェクトが多く実施されている。さらに、スマートシティ等の都市の総合的な方向性に関する議論にも関わってきている。農村部については、ルール・ツーリズムの改善を目的にしたものもあるが、農業生産に関わる環境に関するプロジェクトが多く行われてきた。

都市部、農村部にかかわらず、プロジェクトにおける市民の主な役割は、情報収集の担い手であるが、科学者との協働が意識されてきている。そのために、これを可能にするために、市民、科学者が相互にメリットを享受できるプロジェクトの立案、協業型のプロジェクトを容易にするプラットフォームの設計、実装、展開が大きな課題となる。農村部において、農業生産、経営についてのメリットが特に重要となると議論されている。

【キーワード】 市民科学 都市 農村 協働

【Abstract】 This paper reviews the development of citizen science in urban and rural areas. For urban areas, many projects have been conducted on individual areas such as environmental protection and disaster management. In addition, they have been involved in discussions regarding the overall direction of cities, such as smart cities. For rural areas, many projects have been undertaken on the environment related to agricultural production, although some have been aimed at improving rural tourism.

Regardless of whether in urban or rural areas, the main role of citizens in projects is as information gatherers, but they are increasingly aware of the need to collaborate with scientists. To make this possible, a major challenge is to design, implement, and deploy platforms that facilitate project formulation and collaborative projects in which citizens and scientists can mutually benefit from each other. In rural areas, it is argued that benefits with respect to agricultural production and management will be particularly important.

【Keywords】 Citizen Science Urban Rural Collaborative

1. はじめに

巻頭言でも述べたように、市民科学・シチズンサイエンスの哲学ともいえる方針には、大きく二つの源流がある。関連して、日本語における漢字の市民科学とカタカナのシチズンサイエンスは単なる表記の相違だけではなく、使用される専門領域や分野に違いがあり、それぞれの含意も異なることが判明している（本章は概説という性質上、タイトルでは漢字とカタカナを併記しつつ、簡便化のため表記を市民科学に統一する）。二つの源流の一方、1996年から手法を提案している米コーネル大学鳥類学研究所のBonneyらは、例えば参加型の鳥類調査（2009）などで市民の普及啓発に力点を置いているのに対し、他方の社会学者のIrwinは著作（1995）などで非専門家としての市民の政策への参画とその声の反映を強調している。この点は、小堀（2022：32-33）のコラム「市民科学という言葉—ルーツと多様性」にも詳しい。

なお、英国のDEFRA（Department for Environment, Food and Rural Affairs 環境・食糧・農村地域省）が樹木病理に関して市民のモニタリングを取り入れて実施した事例（2011）に見られるように、啓発や普及をしながら政策にも反映をすることを意図した、いわばハイブリッドのアプローチの存在も指摘されており、両者のメリットを取り入れたような概念化の試みもある（Riesch 2014）。まとめると、ハイブリッド型も含め二つの源流は、プロセス・成果・学術領域に相違はあるものの、専門家—非専門家の関係性と各々の役割の相違に着目しつつ、「専門」があくまで軸となる点は共通する。

同様に、専門家が主導することが比較的多かった医療の現場、公衆衛生の分野においても市民科学に類似した取り組みが指摘され、市民が実践する健康に関わる活動、新型コロナウイルスを契機に活発化した専門家—非専門家の垣根に関する議論は続いている。同時に、生物学・保全学・天文学などの市民科学が比較強い領域においては、成果が公表に至らない研究活動や必ずしも公表を目的としない活動も含まれることから、その全容は把握されてい

ないといえよう。

このように、天文学・保全生態学・公衆衛生など専門領域や市民と専門家の役割についての議論は蓄積がある。だが本稿では、「実施される場所の社会・物理的な条件によっても、市民科学の実施は影響を受けよう」というのが着眼点になる。つまり、市民科学が実施される物理的な空間と社会的な文脈の場によって、その実施動向に違いがあるか否かのレビューを試みている。例えば、同じ保全生態学のなかで、人口密度が高い都市部と低い地域社会においては必然的に市民の参画の数（投稿数など）は大きく異なる傾向があるが、その他にも都市と地域ではどのような傾向の違いがありそうか、という点を分析しようとしている。部分的に、都市計画と農村計画といった専門領域の相違をみることに同じになる面も出てくる可能性がある。

本特集のなかでも、大きくは人工インフラの整備・維持と自然生態系の保全・自然資本の活用という観点から議論が掘り下げられているが、両テーマとも都市と農山村とでは傾向がやや異なることも読み取れる。例えば、市民参加型のインフラの点検という取り組みが、千葉市のように都市部で活発に行われていることは象徴的である。

そこで本稿では、いわゆる都市部と地域・農村部のそれぞれにおいて、市民科学がどのような展開を見せているのかを概観し、人口密度の他に、取り上げられる題材の違い、アプローチの違いがそこにあるのかどうか、といった点を明らかにする。そのうえで、市民科学の一連の議論では「市民」の役割がデータ・情報の提供者あるいはパートナーにフォーカスされる傾向があるなかで、人口やインフラの観点から課題が異なるエリアごとに、科学の知識と市民の協働がどのようになされるべきなのか、協働の在り方（Gold and Ochu；2018：147）に関して、文脈に応じた議論の深化に寄与することを目的とする。

2. 都市と農山村部での傾向の分析

本稿では、これまでの非専門家—専門家あるいは学術領域ごとの整理と重複しつつも、都市部と農山

村部それぞれにおける市民科学が実施される傾向を概観する。そもそも、それぞれのエリアには、法的および学術的な定義が存在する。例えば、都市部であれば、人口密度によって定義される人口集中地区（DID）や可住地における宅地の割合等に基づいた都市的地域の定義などが存在する。農山村については、農林業就業者及び山林の多い地域と理解される。法的には、農林業の振興を目的とする農振法・山村振興法・特定農山村法などが、それぞれに対象とする地域について農山村の地域性を定めている。しかし、例えば農振法の対象となる農業振興地域であっても、農業活動を行うためには、資材・労働力・産品などの流れや自然との相互作用を伴うことから、それぞれの社会経済および環境的な影響がもたらされると言える（Massey, 2006；Van Sant et al., 2023）。そのため、都市—農村をまたがる現象も多く存在する。

同時に DEFRA（2011）の事例では、市民が啓発の対象となる側面もありながらも、自ら政策へのインプットや科学を活用していく主体としての側面が取り上げられたが、自然環境の果たす役割やサービスが、文脈に応じて異なるという観点も鑑みていく必要があろう。例えば、樹木や森林が果たすメインの役割も、都市であれば、素材生産とか炭素貯留といった機能よりも、単体の街路樹としての景観や快適な空間の提供が主眼となってくる。近年では、樹冠の被覆による猛暑やヒートアイランドの緩和、長期的な気候変動の対策の手段としての役割が増している（藤井, 2021）。

ただし、本稿の主眼はあくまで、都市と農山村部それぞれにおいて市民科学がどのように実施され、どのような傾向にあるのかという点にあり、両者が行政や法的な定義による境界だけではなく、連続的に変化する側面もあるという点にも着眼し、必ずしも厳密な定義に基づいたレビューとはなっていない。この点、研究数が蓄積された段階においてより厳密な比較が可能となろう。

上記の限界・課題はあるという前提で、都市と農山村部の比較の概要を示す。両者で共通して、生物の特定や保全生態学などの領域を対象として市民科学が実践されており、環境教育と科学やデータの共創が実践されていることが確認できるが、都市部であれば、本特集の論考にもあるようにインフラ管理に関わる事例も存在する一方、農作物に直接的な影響がある受粉の情報の更新など農山村ならではの取り組みも存在する。

粗い傾向として、モビリティなどについてのより詳細な情報を得やすいのは、都市部であろう。行動や消費などが結びついた形で予測、観測、データの取得とフィードバック等を介した共創などが可能となる。

一方で、市民科学のポテンシャルがより活かされるのは、カバーする物理的なエリアが広い農山村の地域であろう。例えば獣害対策の柵に穴があるといった情報が交流人口を含めて幅広い層によって更新されることは、費用対効果を大きく上げる可能性を秘めている。

市民と専門家の役割の分担について、レビューの

比較項目	都市	農山村
対象課題	環境汚染対策、外来種のコントロール 災害対策 スマートシティ	保全 受粉 アウトドア・レクリエーション活動 農業
市民科学の対象	環境保全（大気汚染物質、外来種）、人工インフラの点検 廃棄物マネジメント、災害危険箇所の情報共有	農地、害虫や病原体、生物多様性や生態系サービス、外来種、獣害
市民科学の役割の強調点	Irwin（1995）型を志向する傾向 プラットフォームへのアクセス、市民参画を促す 包摂性、非専門家（一般市民等）による情報収集の利点明確化	啓発の Bonney（2009）型の傾向 全体的に数は限定 技術的なもの、持続的農業は少ない
都市・農山村部定義	DID（Densely Inhabited District）や宅地率等を基に都市的地域を定義	農林業従事者の割合の高さ、農業振興地域などで制度的に地域性を定義

注：DID とは、総務省統計局が定義する人口集中地区のことで、人口密度の高い（4,000 人／km² 以上）国勢調査基本単位区が互いに隣接していて、その人口が 5,000 人以上となる地区を指す。

対象となった市民科学のプロジェクトにおいては、都市と農村を問わず市民の役割は情報収集の担い手が主となっている。市民と科学者それぞれのメリットを担保しつつ実施する協業型のプロジェクトも実施されている。一方で、参加市民の多様性や持続性については課題が指摘されている。そのため、都市においては、主体的な参加を可能にする仕組み作りが強調される。農村部においては、地域の特徴から農業に関心が集中しており、調査目的に農業経営への直接的なメリットを考慮する重要性が主張されている (Ebitu et al., 2021)。

上記の表は、やや乱暴な都市と農山村部の比較となっている (特に市民科学の役割の強調点は定量的なデータの裏付けがあるわけではない)。以下では、国内外のプロジェクトや論文から傾向を述べる。都市部については、主に内山愉太、農山村については三宅良尚が担当した。

3. 都市部における市民科学・シチズンサイエンス

都市部における市民科学については、環境保全や災害対策等の個別の領域での応用が盛んに行われていると同時に、スマートシティ等の都市の総合的な方向性に関する議論にも関わってきている。本特集でも、福島がスマートシティの文脈のなかで人材育成の重要性について議論をしている。スマートシティに関する類似した議論として、Javed ら (2022) は、将来のスマートシティ、特にマルチ・モーダルなアクセスに関する議論のなかで、都市部の増加するモダリティに対応するためには顧客や市民を中心とした方法 (citizen-centric way) が要となると述べている (但し、市民科学という用語を明示的には使っていない)。関連して、単に技術やインターフェースに関する議論にとどまらず、教育や行政の枠組についてもより市民 (とその福利, Well being) を中心とした枠組みへの転換の可能性についても議論がなされている。そうした議論においては、スマートシティという用語が市民を軸として展開されており (ibid.; 32: Kumar & Dahiya, 2017), 市民の参画が無ければ市民を中心とした行政も構築できないと

している (Malek et al., 2021)。

市民が都市の運営を自分事として考え、自治意識を高めること等に市民科学の枠組みは有用であると期待されている。それは、都市運営の多様なセクションに必要な情報を市民が受け手として入手できるようになるだけでなく、市民自らが情報収集の担い手として主体的に参加できる仕組みが構築されるからであろうが、そのためには有効なコミュニケーションのためのプラットフォームが必要である (Margherita, 2021)。オンラインだけでなく、対面でのプラットフォームも重要である。都市運営においては、行政、都市計画関連組織、観光団体などの多様な主体が関わるため、市民科学により収集されるデータは、GIS のプラットフォームとして、地図上で逐次共有されるシステムを構築することが有用である (Vahidnia, 2023)。都市問題のモニタリングのトピックは、環境保全や災害対策等に加えて、廃棄物のマネジメントや大気汚染の状況把握、交通やインフラ管理の分野等多岐にわたる。そのため、一括して情報を管理し、可視化するプラットフォームが有効であると考えられる。

ただし、有効なシステムの構成や市民参加のあり方などは、各都市の歴史、市民の特徴等に依存する (Simonofski et al., 2021)。そのため、都市運営における市民科学の枠組みの一般解を導き出すことは難しく、各都市のコンテキストに応じた対応が求められる。やや抽象度の高い共通性のある要点として、アクセシビリティと包摂性が指摘されている (Roche et al., 2020)。先述の GIS データプラットフォームは情報へのアクセスを改善するのに有効な手法であるが、それが多様な主体にとって利用可能なものであるのかといった点や、市民科学の枠組みで行われている取り組みが都市における一部の層だけが参加する偏った視点に基づく活動となっていないかといった点については常に注視して、不断の改善が必要とされる。市民科学によるデータ収集は、携帯端末のアプリの扱いに慣れた層だけが参加すれば、初期には効率的にデータの収集が見込まれるが、長期的な持続性や都市運営との連携を考えると、特定の層だけ参加する形式は問題があるといえる。

個別分野の事例として、災害対応に関しては、リ

スクマネジメントの考え方を基に、多様な災害に関する情報を市民科学的な手法を基に収集するツール等が提案されている (Görgü et al., 2022)。日本においては、災害危険箇所の情報は行政が一括して管理・提供しており、情報の信頼性の観点からは比較的有效な形式となっているが、災害リスクの高い箇所のより細やかな情報は、日常的に各地の状況を見聞している市民側に多くの情報があり、そのような情報も統合的に共有・可視化していくことは情報更新の面でも重要であるといえる。

最も蓄積の多い分野の一つでもある環境保全については、様々な生物種の情報を携帯端末のアプリ等を通じて収集すること等が行われている。日本では Biome 等、国際的には iNaturalist 等のアプリがある。生物種の情報収集は他の分野と同様に、専門家と非専門家としての市民の協働が重要視されている。その例として、ドイツにおける蚊のモニタリングに関する研究がある。Pernat ら (2021) は、市民によって収集されたデータと専門家が収集した蚊のデータを比較し、市民により収集されるデータは外来種の侵入を把握するうえで有用であり、専門家が収集するデータは蚊の多様性を理解するうえで重要という分析結果を示している。蚊は伝染病を媒介する生物でもあり、外来種とその多様性の両方を理解する必要性が高く、市民と専門家によるデータ収集は補完関係にあると結論付けられている。対象となる生物や地域によっても状況が異なる可能性はあるが、市民がモニタリングに加わることがデータ量を増やすのみならず、質的にも専門家によるデータ収集と異なる利点が明らかにされていけば、市民科学の枠組みや市民自体のモチベーションの後押しになるため、今後も更なる研究が必要とされよう。

データの収集対象の生物や環境の理解を深めることに加えて、データ収集を行っている市民の意識や行動等を分析する動きもある (Cambria et al., 2021)。個人情報の秘匿等に関する対応は必要であるが、データ収集を行っている市民が無意識的に好んで行く場所や行う行動のパターン等が明らかにされれば、生物多様性等のその他の環境データも考慮して、社会と生態の双方の観点から保全を行う場所を特定することや、人々の移動の円滑化、災害時の避難経

路の設計等多様な機会における応用が期待される。市民科学におけるデータ収集の担い手側の情報は、ある種の副産物ではあるが、都市のブランディングやマーケティングにおける応用のみならず、都市における多様な機会から疎外されている人々が都市運営に参画する経路や仕組みを構想するうえでも有用であると考えられる。その意味で市民側のデータの平均値のみならず、マイノリティについても理解を深めることが肝要である。

都市部にはおいては人口が集中していることから、収集されるデータ量が多くなる傾向があり、ビッグデータとしての活用も期待されている (Cappa et al., 2022)。これまで公的な統計や専門家による調査の結果等が都市運営や政策立案の基礎情報となってきたが、今後は様々な主体がデータ収集に参加し、かつ収集されたデータを基に都市運営に参画していく流れが見えてきている。収集されるデータの信頼性や、プライバシーの観点からの個人情報の秘匿、大規模なデータを管理し利用可能とするプラットフォームの構築等の課題は多いが、データを活用したベストプラクティスを積み重ねながら課題に対応していくことが、市民科学を基礎とした持続可能な都市運営の方向性として望ましいと考えられる。

4. 農村部における市民科学・シチズンサイエンス

農村部における情報通信技術を活用した市民科学のプロジェクトを概観する。都市部とも関連したものとして、都市居住者が農村を訪問・滞在するルール・ツーリズムに関わるものがあるが、それほど多いとは言えない (Vanneste et al., 2022)。また、農村に対象を特化したものに注目すると、持続可能な農業など農業についてのものが挙げられる。また、スマートフォンのアプリ「AYA SCORE」のような地域貢献につながる活動を評価するソーシャルスコアの導入も農村社会を対象とした市民科学の試みとして挙げられる (佐々木など 2022)。Ebitu ら (2021) によれば、持続可能な農業に関連した市民科学のプロジェクトは、①農地、②害虫や病原体、③生物多様性や生態系サービス、④外来種についてと大きく

4つに区分される。ここではEbituら(2021)を参考にしながら、持続可能な農業に関連した市民科学のプロジェクトについて概観する。

まず①農地についての市民科学の試みとしては、小規模生産者が世界の農地の40%を経営していることを明らかにしたグローバルな農地規模に関するオンラインでの調査がある(Lesiv et al. 2019)。また、土壤図をデジタルに作成する提案がなされている(Rossiter et al. 2015)。

次に②病害虫や病原体の対策としても市民科学が試みられている。Osawaら(2017)は、生産者が植物や虫の写真をメールするオンラインのシステムを開発した。このシステムは、調査者が対象や目的を自由に設定できるようになっている。

③生物多様性や生態系サービスに関連したものとしては、受粉が多く取り上げられてきた(Ebitu et al. 2021; Ryan et al. 2018)。参加者が写真を撮り、特設のホームページにアップロードする動物受粉の調査が実施され、都市、農村、自然的な土地利用に関連した分析がなされている(Deguines et al. 2012)。

一方で、④外来植物については、主に農業者が画像をアップロードした調査をRahmanら(2013)が紹介している。画像のアップロードを通じて、植物の種類が特定されるのに加え、農業者は雑草の管理についての情報を受け取ることができた。また、農業被害も報告されている外来種マダラコウラナメクジについて、Morii & Nakano(2017)が市民からメールを受信して、分析する調査を実施している。

なお、気候変動適応の一環として、品種や農法の変更が多くの地域で求められており(Steinke & van Etten 2016)、van Ettenら(2019a, b)は適した品種を配布し、農業者から携帯電話を通じてフィードバックを得る調査をニカラグア、インド、エチオピアなどで実施している。これらの結果は、小規模生産者の気候変動適応、品種選択を支援するものとして期待されている(Ebitu et al. 2021)。

情報通信技術の活用やオンラインでの調査は、市民の参加を得やすくする。結果、参加者が少ない場合に小規模な調査を積み上げることが容易になり、特に農村部の持続可能な農業に関連した市民科学の研究において情報通信技術及びスマートフォンの利

用は有用であると考えられる(Ebitu et al. 2021)。同時に、情報通信技術の利用により、調査に参加する市民に偏りがでることが懸念される。具体的には、情報通信技術の活用した調査では、参加者がスマートフォンなどの扱いに慣れた若い人に偏り、高齢者や情報通信技術に疎い人の参加を得にくくする傾向がある。このような人々の地域における農業や気候変動を含む環境問題に関する認識や意見が取りこぼされる恐れがある。さらに、調査計画に参加者を含めないクラウドを活用する市民科学の調査においては、プライバシーの問題が懸念されている。

調査に協力するのに費やす時間などに限りがある農業者の参加を促すために、地域の農業問題について農業者コミュニティが自分達で考えた解決を目指す方向を打ち出し、手順が簡単なプロジェクトをEbituら(2021)は勧めている。農村を対象とした市民科学プロジェクトは、都市で行われたものや生物多様性への影響の調査に関連したものが多く、農業生産についてのものは少ない。とりわけ持続的な農業を調査したものは少ないと言える。生物学・生態学的な生物多様性の調査に偏りすぎると、農業者にとって参加を促す動機付けが間接的で弱いものになることが懸念される。また、参加者の事前のトレーニングがデータの質も含めた結果に対して重要となるため、その対応策も必要となる(Kremen et al. 2011; Lovell et al. 2009)。

5. おわりに

本稿では、都市部と農村部における市民科学の展開とその傾向についてレビューをした。既存のレビューの多くが専門性を軸とし、市民科学の成果・プロセス・適用する学問領域について議論をしてきたのに対し、本稿は実施される領域における特徴の違いを示唆しようと試みたものである。

都市部においては、豊富な参加者数を背景に、環境保全や災害対策等の個別の領域についてのプロジェクトが多く実施されている。さらに、スマートシティ等の都市の総合的な方向性に関する議論にも関わってきている。市民自らが情報収集の担い手として主体的に参加することで、市民が都市の運営を

自分事として考え、自治意識を高めるのに有用であると期待されている。

農村部においては、ルーラル・ツーリズムの改善を目的にしたものもあるが、農業生産に関わる環境に関するプロジェクトが多く行われてきた (Ebitu et al., 2021; Vanneste et al., 2022)。多くのプロジェクトにおいて情報通信技術が活用されつつあるが、参加者の包摂性やアクセシビリティについては取り組み続けなくてはいけない課題として残されている。全体として、専門家・技術主導の傾向が強いという点も示唆された。

都市部と農村部の相違の由来としては、そもそも市民の数や営まれる産業の性質が異なるといった点が挙げられる。都市部では普及啓発の色合いが濃く、農山村部では類似した活動が展開されながらも、農林業の技術に関わる専門的な知見を広げていく要素が加わっている側面もある。日本国内で人口と生産の縮退局面を迎えているなかで、今後、両者の傾向がどのように変化していくのか、また市民と専門家の役割がどのように変化していくのか、合わせて注目される。

さらに、都市部・農村部を問わず、プロジェクトにおける市民の役割は、情報収集の担い手が主であるが、科学者との協働が意識されるようになってきている。これを可能にするポイントは、市民と科学者が相互にメリットを享受できるプロジェクトの立案、協業型のプロジェクトを容易にするプラットフォームの設計であろう。プラットフォームやメタデータについても、どのような目的でどの程度の質であるのか、再利用の可能性はどうかについて周知をし、データを文脈化 (contextualization) することが鍵となる (Williams, et al. 2018)。特に実装・展開が大きな課題となる農村部において、農業生産や経営についてのメリットが重要となる。これらの課題は、自然の果たす役割が景観や快適な空間の提供などと変化する場合においても考慮されなくてはならない。このような課題の解決が、スマートフォンを含む情報通信技術を活用した市民科学プロジェクトで期待される物理的・社会的な境界を越えたデータの質・量の確保、市民の地域課題の自分事化に向けた方策の一つになると考えられる。

参考文献

- Abdul Rehman Javed, Faisal Shahzad, Saif ur Rehman, Yousaf Bin Zikria, Imran Razzak, Zunera Jalil, Guandong Xu, Future smart cities: requirements, emerging technologies, applications, challenges, and future aspects, *Cities*, Volume 129, 2022, 103794, ISSN 0264-2751, <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103794>.
- Bonney, R. (1996) "Citizen science: A lab tradition," *Living Bird*, 15(4), pp. 7-15.
- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009) "Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy," *BioScience*, 59(11), pp. 977-984. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>
- Cambria, V. E., Campagnaro, T., Trentanovi, G., Testolin, R., Attorre, F., & Sitzia, T. (2021) "Citizen science data to measure human use of green areas and forests in European cities," *Forests*, 12(6), pp. 779.
- Cappa, F., Franco, S., & Rosso, F. (2022) "Citizens and cities: Leveraging citizen science and big data for sustainable urban development," *Business Strategy and the Environment*, 31(2), pp. 648-667.
- Deguines, N., Julliard, R., De Flores, M., & Fontaine, C. (2012) "The whereabouts of flower visitors: contrasting land-use preferences revealed by a country-wide survey based on citizen science."
- Ebitu, L., Avery, H., Mourad, K. A., & Enyetu, J. (2021) "Citizen science for sustainable agriculture — A systematic literature review," *Land Use Policy*, 103, pp. 105326.
- Gold, M. & Ochu, E. (2018) "Creative collaboration in citizen science and the evolution of ThinkCamps", In: Hecker, S. and Haklay, M. and Bowser, A. and Makuch, Z. and Vogel, J. and Bonn, A., (eds.) *Citizen Science—Innovation in Open Science, Society and Policy*. (pp. 146-167). UCL Press: London.
- Görgü, L., O'Grady, M., Mangina, E., & O'Hare, G. M. (2022) "Participatory Risk Management in the Smart City," In *2022 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2)* (pp. 1-6). IEEE.
- Irwin, A. (1995) *Citizen science: a study of people, expertise, and sustainable development*. New York: Routledge.
- Javed, A. R., Shahzad, F., ur Rehman, S., Zikria, Y. B., Razzak, I., Jalil, Z. & Xu, G. (2022) "Future smart cities: Requirements, emerging technologies, applications, challenges, and future aspects", *Cities*, 129, pp. 103794.
- Kremen, C., Ullman, K. S., & Thorp, R. W. (2011) "Evaluating the quality of citizen-scientist data on pollinator communities," *Conservation Biology*, 25(3), pp. 607-617.
- Kumar, T. V., & Dahiya, B. (2017) "Smart economy in smart cities," In Kumar & Dahiya eds, *Smart economy in smart cities*. Springer, pp. 3-76.
- Lesiv, M., Laso Bayas, J. C., See, L., Duerauer, M., Dahlia, D., Durando, N., ... & Fritz, S. (2019) "Estimating the global distribution of field size using crowdsourcing," *Global change biology*, 25(1), pp. 174-186.
- Lovell, S., Hamer, M., Slotow, R., & Herbert, D. (2009) "An assessment of the use of volunteers for terrestrial invertebrate biodiversity surveys," *Biodiversity and Conservation*, 18, pp. 3295-3307.
- Malek, J. A., Lim, S. B., & Yigitcanlar, T. (2021) "Social inclusion indicators for building citizen-centric smart cities: A systematic literature review," *Sustainability*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/su13010376>. <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/1/376>
- Margherita, E. G. (2021) "Achieving Sustainable Outcomes Through Citizen Science: Recommendations for an Effective Citizen Participation," In *The Big Data-Driven Digital Economy: Artificial and Computational Intelligence* (pp.

- 261-269). Springer, Cham.
- Massey, D. (2006) "Landscape as a provocation," *Journal of Material Culture*, 11(1-2), pp. 33-48.
- Morii, Y., & Nakano, T. (2017) "Citizen science reveals the present range and a potential native predator of the invasive slug *Limax maximus* Linnæus, 1758 in Hokkaido, Japan," *Bioinvasions Rec*, 6(3), pp. 181-186.
- Osawa, T., Yamanaka, T., Nakatani, Y., Nishihiro, J., Takahashi, S., Mahoro, S., & Sasaki, H. (2017) "A crowdsourcing approach to collecting photo-based insect and plant observation records," *Biodiversity Data Journal*, 5, e21271.
- Pernat, N., Kampen, H., Jeschke, J. M., & Werner, D. (2021) "Citizen science versus professional data collection: Comparison of approaches to mosquito monitoring in Germany," *Journal of Applied Ecology*, 58(2), pp. 214-223.
- Rahman, M., Blackwell, B., Banerjee, N., & Saraswat, D. (2013) "Weed infestation identification using hierarchical crowdsourcing," Submitted to Elsevier Computers and Electronics in Agriculture.
- Riesch, H. & Potter, C. (2014) "Citizen Science as Seen by Scientists: Methodological, Epistemological and Ethical Dimension", *Public Understanding of Science*, 23, no. 1, pp. 107-120.
- Roche, J., Bell, L., Galvão, C., Golumbic, Y. N., Kloetzer, L., Knoben, N., ... & Winter, S. (2020) "Citizen science, education, and learning: challenges and opportunities," *Frontiers in Sociology*, 5, pp. 613814.
- Rossiter, D. G., Liu, J., Carlisle, S., & Zhu, A. X. (2015) "Can citizen science assist digital soil mapping?," *Geoderma*, 259, pp. 71-80.
- Ryan, S. F., Adamson, N. L., Aktipis, A., Andersen, L. K., Austin, R., Barnes, L., ... & Dunn, R. R. (2018) "The role of citizen science in addressing grand challenges in food and agriculture research," *Proceedings of the Royal Society B*, 285 (1891), pp. 20181977.
- Simonofski, A., Vallé, T., Serral, E., & Wautelet, Y. (2021) "Investigating context factors in citizen participation strategies: A comparative analysis of Swedish and Belgian smart cities," *International Journal of Information Management*, 56, pp. 102011.
- Steinke, J., & Etten, J. V. (2016) *Farmer experimentation for climate adaptation with triadic comparisons of technologies (tricot): a methodological guide*.
- Vahidnia, M. H. (2023) "Citizen participation through volunteered geographic information as equipment for a smart city to monitor urban decay," *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(1), pp. 181.
- van Etten, J., Beza, E., Calderer, L., Van Duijvendijk, K., Fadda, C., Fantahun, B., ... & Zimmerer, K. S. (2019a) "First experiences with a novel farmer citizen science approach: crowdsourcing participatory variety selection through on-farm triadic comparisons of technologies (tricot)," *Experimental Agriculture*, 55(S1), pp. 275-296.
- van Etten, J., de Sousa, K., Aguilar, A., Barrios, M., Coto, A., Dell'Acqua, M., ... & Steinke, J. (2019b) "Crop variety management for climate adaptation supported by citizen science," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(10), pp. 4194-4199.
- Vanneste, D., Steenberghen, T., & Neuts, B. (2022) "New rural tourism activities and the contribution of citizen science. the case of flanders (belgium) during the pandemic," *TWINE Conference: Co-Creating Sustainable Rural Tourism Experiences with Food & Wine, Local Culture, Landscapes, and People*.
- Van Sant, L., Shelton, T., & Kay, K. (2023) "Connecting country and city: The multiple geographies of real property ownership in the US," *Geography Compass*, 17(2).
- Williams, J., Chapman, C., Leibovici, D., Lois, G., Matheus, A., Oggioni, A., ... & van Genuchten, P. (2018) "Maximising the impact and reuse of citizen science data," *Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy*, 2018, pp. 321-336. <https://www.jstor.org/stable/j.ctv550cf2.29>
- 小田切徳美 (2023)『農山村再生に挑む—理論から実践まで』岩波書店.
- 小堀洋美 (2022)『市民科学のすすめ』文一総合出版, 270 頁.
- 佐々木宏樹・平原誠也・松山普一・森田浩史・鈴木貴裕 (2022) "モバイルアプリを用いた「ソーシャルスコア」導入が農村地域へ及ぼす影響—宮崎県綾町におけるソーシャルキャピタル及び主観的幸福度を指標とした因果分析—,"『農業経済研究』94(1), pp. 49-54.
- 藤井英二郎 (2021)「『緑の日傘』の可能性」藤井英二郎, 海老澤清也, 當内匡, 水眞洋子 (2021)『街路樹は問いかける温暖化に負けない緑』のインフラ』岩波書店, 88 頁.