

基調講演 市民科学がめざすものは

東京都市大学 特別教授

一般社団法人 生物多様性アカデミー 代表理事 小堀 洋美

東京大学海洋研究所職員、米国南カリフォルニア大学客員研究員、東京都市大学助教授、同大教授を経て、2017年より現職。専門は保全生物学、環境教育。国内外の多様な生態系の現状把握とその保全策をパートナーシップで実践。現在は国土交通省の「下水道を核とした市民科学育成プロジェクト」やそのガイドブックの作成にも関わる。

今日は「市民科学がめざすものは」というタイトルで話をさせていただきますが、前半は市民科学について説明し、後半は下水道をいかに市民科学とドッキングさせるかを含めて、市民科学の実践事例を通じて、市民科学がめざすものについて、話題提供をさせていただきます。

市民科学の新たな時代の到来

私は、市民科学は新しい時代が到来したと思っています。その理由は2つあります。

まず1番目は、自然や社会環境を取り巻く状況が国内外ともに多様化し、解決すべき課題が時間的・空間的に拡大しているということが挙げられます。現状を的確に把握するためには、従来の研究者や行政による厳密で限定的な方法だけではもはや不十分で、多くの市民の協力が必要不可欠になっています。地域に長年住み、身近な自然・社会環境の変化に敏感な多くの市民が広域的、長期的データを提供し、従来の研究を補完する社会的な役割を果たす時が来たと考えております。

2番目の理由は、情報社会が急速に進展し、現在では市民が日常的に情報ツールを用いて地域を越え、国あるいは大陸レベルでビッグデータを収集することが可能になったことです。

市民科学のめざすものは？

市民科学のめざすものは3つあります。

1つは、市民が主体的に科学研究のプロセスに参画することで、調査や研究に貢献する

ことです。

科学研究のプロセスに参加するというのはどういうことかということ、研究者が研究をする時に行う、①課題の発見、②情報の収集、③調査計画・方法の検討、④データの収集、モニタリング、⑤データの整理と解析、⑥結果の公表——という6つのステップを踏むことです。個々の市民科学のプログラムでは、これらのうち、1つのステップのみから6つのステップのすべてを踏むものなど、その目的や対象により多様です。

2つ目は、そのプロセスを通じて自らも科学について学ぶことです。

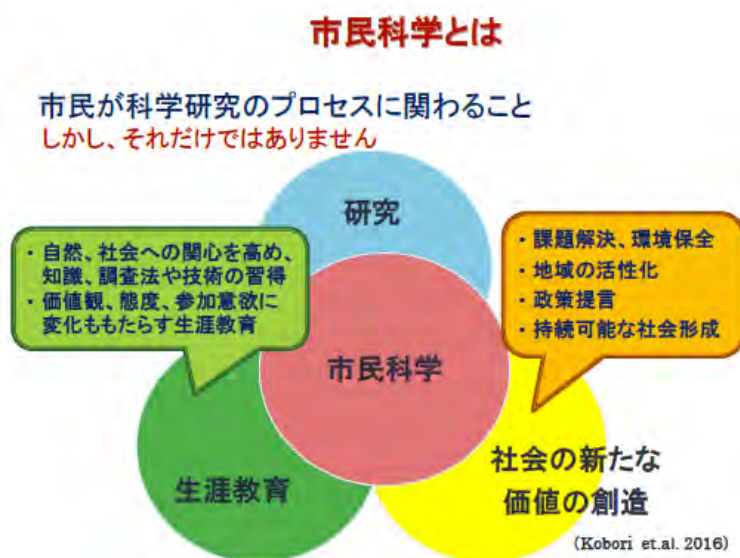
3つ目が、得られた成果を社会の課題解決に活かすことです。

市民科学とは

今、市民科学とは市民が科学研究のプロセスに関わることと申し上げましたが、それだけではありません。

図-1に示すように、市民科学は研究、生涯教育、社会の新たな価値の創造——社会にイノベーションを起こすと捉えています。

図-1 市民科学とは



生涯教育とは、具体的に申し上げますと、●自然、社会への関心を高め、知識、調査法や技術の習得、●価値観、態度、参加意欲に変化をもたらす生涯教育——をいいます。

そして研究の成果を●課題解決、環境保全、●地域の活性化、まちづくり、●政策提言、最終的には●持続可能な社会の形成——に活かすというのが、市民科学のミッションです。

市民の参加の程度による市民科学の類型

市民科学のルーツはアリストテレスの時代まで遡り、長い歴史があります。その結果、多様な種類があります。ここでは、市民の参加の程度による類型について紹介します。次の5つに分類されています。

【依頼型 (Contact)】

市民が科学者や組織へ調査を依頼し、市民はその結果の報告を受ける。

【貢献型 (Contribute)】

科学者、NPO、行政などの組織がプログラムを企画し、市民はモニタリングのみに参加（市民参加型調査）。

【協働型 (Co-laborate)】

市民と企画組織は、共通の目標を達成するために協働し、市民は主に、モニタリング、データのまとめ、発表の科学研究の3つのステップを行う。

【共同創生型 (Co-create)】

市民が疑問や関心のある研究テーマを提案し、市民は科学者や企画組織と協働し、科学研究の多くのステップに参加する。

【独立型 (Colleagues)】

市民自らが科学研究のすべてのステップを行う。

現在は世界的にみても、貢献型が圧倒的な多数を占めていますが、将来的には、協働型や共同創生型の実践により、市民の関わりをさらに深めてほしいと思っています。

市民科学に必要な要件

市民科学に必要な要件にはどんなものがあるのでしょうか。

1つは、市民科学の強みを活かした課題（テーマ）を選ぶことです。研究者と同じではないはずです。

2番目は、プロジェクトの目的を明確にすることです。

3番目は、プロジェクトの規模と期間を定めることです。

4つ目は、問いかけのタイプを決めること。パターンを発見するのか、仮説を検証するのか。

5番目は、最終目標（ゴール）、重点をどこに置くかを定めることです。例えば、研究と教育いずれにも重点を置くというのはなかなか難しいです。というのは、研究と教育はトレードオフの関係にあるためです。そのプロジェクトが研究を重点的にするプロジェクト

なのか、教育に重点を置くのか、あるいはその結果を問題解決や行政への政策提言にした
いのか、絞り込む必要があると思います。

日本の市民科学の課題

次に、日本の市民科学の課題です。これは、以前、私が主な環境 NPO に聞き取り調査を
した結果です。大変優れたプロジェクトをされていて感動したのですが、それと同時に課題
が多いということもわかりました。

すなわち、①プロジェクトの目的や成果が明確でない、②参加者の高齢化と固定化、③
若者の参加者の減少と若い世代への引き継ぎ、④プロジェクトの長期の継続に不安、⑤デ
ータ解析が不十分、⑥成果が保全策や行政施策に活かされていない、⑦資金不足——とい
う課題です。

日本の市民科学の活性化に必要なことは？

こういう課題を克服して日本の市民科学を活性化するにはどうすることが必要なのか、
考えてみましょう。

1つは、市民の関心やニーズの的確な把握です。それに合っていないプロジェクトは当
然参加者が少なくなります。プロジェクトをやる前に、事前にアンケート調査を行い、参
加者はどんな興味があるかを知ることが必要です。例えば、私が関わった緑のまちづくり
のプロジェクトに参加している市民は、アンケートの結果、本当は緑のまちづくりよりも
地域の人たちと交流したい、コミュニケーションしたいというのが本音だったということ
を事前に知ることができました。

2つ目は、市民参加型調査から協働型の市民科学へです。

3つ目は、情報ツールを用いた市民科学の開発と実践。

4つ目は、得られたデータの分析をすることです。

5つ目は、成果の公表です。市民の場合は主にいろいろな場面での口頭発表や報告で、
研究者の場合は学会発表や学術誌への掲載になるかと思います。

市民科学に求められる人材

市民科学に求められる人材は、①研究者、②市民のニーズや意識を把握できる人材、③
学校教育や学校外の教育者、④情報学に精通した人材、⑤データ解析ができる人材、⑥参
加者への支援と双方向の交流を行う実務者——とたくさんの人材が必要です。

これだけの人材を単一の実施団体ですべて揃えることは現実には困難です。これらの人
材を確保するためには、自らの組織の強みを活かして、弱点を補完してくれる人材や組織

との協働とパートナーシップを組んで行うこと、多様なコラボレーションが必要となります。

下水道の市民科学の実践事例の紹介

次に、私が関わってきた事例について紹介いたします。

1つは国土交通省の「下水道の見える化と市民科学育成プロジェクト」で、私も協力させていただきました。

このプロジェクトで最初に実施したプログラムは、2014年に、境川流域の3河川における下水処理場の異なる処理様式が水環境に与える影響について調査を実施したものです。実施に至った経緯ですが、今は下水道があるのは当たり前の時代となり、なかなか市民が下水道の役割を知ることができないことと、若者の関心が薄く、参加が少ないことが、下水道にとって悩みになっています。そこで市民と学生に協力していただくことにしました。

境川本川と支流の柏尾川、いたち川の3河川の流域には各々1つの下水処理場がありますが、処理方法がそれぞれ違います。その処理場の放流口の地点、その上流と下流で水質の調査を行いました（図-2）。

図-2 境川流域の調査地点



いたち川は横浜市が管理していますが、横浜市が環境基準地点として調査しているのは下流のたった1点だけです。

いたち川には河川の清掃を主な活動としている水辺愛護会がありますが、この調査はその水辺愛護会の活動範囲と重複している場所で行いました。

このプログラムは協働型プログラムに類別され、構成メンバーは市民、市民団体（地域

の河川愛護会)、行政(国土交通省、横浜市)、研究・教育機関(東京都市大学(教員と学生))、企業(国際航業㈱)、協力((一社)生物多様性アカデミー)となっており、これらの組織が共同でプログラムを企画し、10月25日には66名の参加がありました。

市民科学はデータの精度を向上することが必要で、この時はパックテストでCOD、アンモニウム態窒素と硝酸態窒素の濃度などを測定しましたが、1つのサンプルで3回測定しました。また、セルを使うと定量的に水が採れますが、それを使わない場合と使った場合でどのような差があるのかも調べました。使ったほうがやはりデータのばらつきが少ない結果となりました。

表-1に調査結果を示します。

表-1 3河川の調査結果

処理場(河川名)	A処理場(境川)	B処理場(柏尾川)	C処理場(いたち川)
稼働開始年月	昭和58年3月	昭和47年10月	昭和59年12月
処理方式	標準活性汚泥法	標準活性汚泥法 + A0法(H20.1稼働)	標準活性汚泥法 + A0法(H16.3稼働)
	塩素消毒	エアレーション	長時間エアレーションによる完全硝化
放流水 NH ₄ -N (mg/l)	6.2	0.2	0.3
放流水 NO ₃ -N (mg/l)	3.4	7.7	5.9
調査日	2014/9/27	2014/10/11	2014/10/4、25

参加した学生たちには聞き取り調査を行いました。その結果、学生たちは●企画者と市民を結ぶ役割の重要性を理解する機会となった、●市民に調査方法を教えることにより自らの学びを深められた、●発表会で成果公表ができた——というポジティブな意見を寄せてくれました。

市民科学はやりっ放しではなく、成果をきちんと公表することが大切ですが、このプロジェクトについては、水環境学会誌(Vol.39 No.5, pp.181-185 (2016))に、加藤裕之・橋本翼(国土交通省水管理・国土保全局下水道部)、笹嶋睦・咸泳植・小堀洋美(東京都市大学環境学部)の連名で、査読付きの調査論文「下水処理水が河川環境に与える影響評価への市民科学の導入」として投稿しました。

また、下水道の市民科学を実施しているのは私の知る限り世界で例が少なく、オリジナリティがあることから、日本の都市環境の教育事例として、米国コーネル大学のオンライ

ンコース「Urban Environmental Education (都市の環境教育)」のテキストに執筆し、紹介しました（「Urban Environment Education Review」(Cornell University Press (2017)、Hiromi Kobori: Japan; Citizen science as a mechanism for creating urban sustainability) (写真-1)。

写真-1 「Urban Environment Education Review」



インターネットを用いた市民科学 海外の事例1

インターネットを使った市民科学の海外の事例を紹介します。

コーネル大学の eBird というプロジェクトです。このプロジェクトには、現在では世界で 150 万人/年の市民 (Birder) が参加しており、寄せられたデータから 100 編の学術論文が作成されています。図-3 が市民科学のデータです。グローバルな市民科学になっています。

図-3 eBird (<http://ebird.org/content/ebird/about/>)



海外の事例 2 環境保全の市民科学プロジェクト

2つ目の海外事例はコンゴ共和国の事例です。

写真-2の女性たちは字が読めません。スマートフォンを用いて森林での密猟や不法伐採の場所の写真を送付し、英国の大学でマップ化し、コンゴの行政官が保全に活用しています。

写真-2 コンゴ共和国における環境保全の市民科学プロジェクト



University College London

the Extreme Citizen Science (ExCiteS) Intelligent Maps project. (Rick Bonney et. Al., 2014)

Nature に掲載

“市民権”を得たインターネットを用いた市民科学

インターネットを用いた市民科学は、特に米国、英国で非常に盛んに行われています。

米国で2015年に市民科学のプロジェクトを定量的に評価した論文が報告され、その論文が対象とした生物多様性に関する388プロジェクトでは、参加者の合計は毎年1,300万人に上りました。

その調査範囲は研究者の対象地より広い地理的範囲をカバーしており（67%のプロジェクトは100～10,000 km以上）、プロジェクトの継続期間は平均7年間で、研究者よりも長いことが示されました。

これらの市民プロジェクトの価値は、市民がプロジェクトに費やした時間をお金に換算すると、700～2,500億円になりますが、これは米国のNSF（全米科学財団）の研究助成額の11～42%に相当します。

スマートフォンを用いた事例の紹介

スマートフォンを用いた事例として、私が関わっている多摩川の水辺の外来植物さがしプロジェクトを紹介します。

多摩川は外来の水生生物が多く、アマゾン川から持ち込まれた魚類も多く、「タマゾン川」とも呼ばれており、外来動物種が多いことが課題となっています。外来植物の調査はわずかしかされていません。行政の調査では、最新の多摩川の植物の国勢調査がありますが、その調査地点が32ヵ所のみで、しかも点のデータで不十分です。そんなわけで、外来植物の調査を開始し、二子玉川の兵庫島公園は外来植物の天国になっていることがわかりました。そこで、地域の人たちと市民科学プロジェクトを始めました。

企画会議を構成する団体は、市民団体が（一社）生物多様性アカデミー、NPO せたがや水辺デザインネットワーク、二子玉川町内会、二子玉川エアリアマネジメント、研究者（東京都市大学）、大学生（東京都市大学と千葉大学）、企業が ESRI ジャパン(株)、そして協力が東京都市大学夢キャンパスとなっています。また、科学研究には先ほど申し上げた7つの研究ステップを含めました。

兵庫島公園には多数の外来種が生育していますが、市民科学のプロジェクトではすべての外来種を同定することは不向きです。そのため、秋のプログラムでは、多数の群落を形成している5種類を選びました。そのうちの1つは特定外来種法で特定外来種に指定されているアレチウリです。そのほかには、生態系被害防止外来種に指定されているオオブタクサとアレチハナガサ、外来種でも可愛い花を咲かせ多くの人に人気があり、初夏に花が見られ分布域が広いアカバナユウゲショウ、秋に花が見られる外来種のセンダングサ類です。それから一つは在来種も加えようということで、日本人に最も好まれている在来の秋の植物のハギからメドハギを選びました（写真-3）。

調査地点は多摩川と野川が合流する世田谷区の兵庫島公園、野川と多摩川の合流地点などです。

調査方法は、スマートフォンのブラウザから「市民による水辺の外来種さがし」のプログラムのフォームの URL へアクセスしてもらい、調査項目（プルダウン式でチーム No.、見つけた外来種の名前、外来植物高さ、生えている場所の特徴を選択し、その他気づいたことを入力）を選択・入力し、対象植物の写真を撮って添付して、位置情報の入力と送信を行うと、リアルタイムで表示されるというものです。

この時は2回実施して100人の方々が参加してくれました。

調査結果のマップを図-4に示します。調査当日に参加者全員のデータをマップ上に可視化することが可能です。データの分析結果を図-5に示します。1つの公園内の5つの調査区はお互いに種の構成割合が著しく異なるので予想外の結果が得られました。なぜこのような結果が得られたのか？ 将来は、周囲の環境を調べる市民科学プログラムへと発

展示させることも必要でしょう。

写真-3 秋のプログラムの選定種



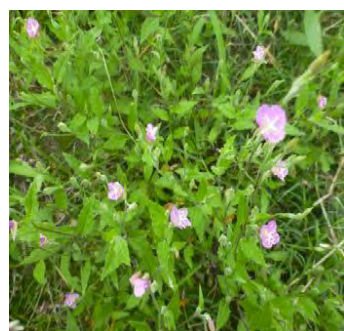
アレチウリ



オオブタクサ



アレチハナガサ



アカバナユウゲンショウ



コセンダングサ

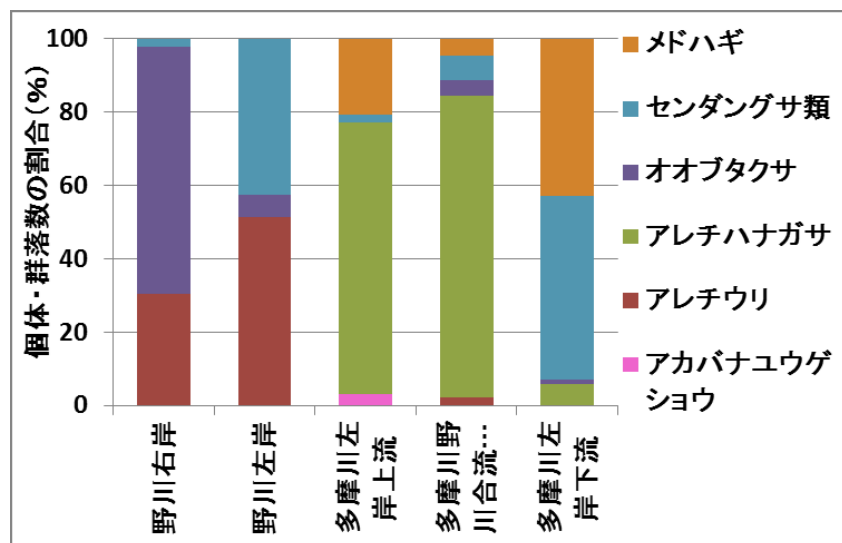


メドハギ

図-4 調査結果のマップ化



図-5 データの解析：調査地区別の送信件数の種別割合



まとめ 望ましい市民科学の確立に向けて

望ましい市民科学には以下のことが求められるのではないかと考えます。

望ましい市民科学とは、研究者・企画団体と市民の境界（ギャップ）が埋まり、科学的な手法を用いて科学への理解が深まり、地域の問題を解決できること。

また、研究者がプロジェクトの開始段階から関わり、市民が学術的に価値のある問いかけや研究のデザインができるよう手助けすること。

そしてプロジェクトで得られた結果は、できれば学術論文の評価に耐えること。

ご清聴、ありがとうございました。