

私にもできるいきもの探し

アプリを通じた生物発見データの統合と利活用

株式会社バイオーム 渥美 圭佑 武 真祈子 藤木 庄五郎

はじめに

食料供給や減災などの生態系サービスは人類社会の基盤だが、生態系は近年急速に劣化している (IPBES, 2019)。生態系の状態を評価し、保全計画や順応的管理に繋げていくためには、十分な時空間の解像度で生物多様性の状態をモニタリングすることが不可欠である。従来、モニタリングは専門家による現地調査でなされてきたが、人的・金銭的な限界があり、十分な時空間の分布データを収集することは難しい。データ不足の解決には、大衆から生物の発見情報を広く募ることが鍵になると考えられる (Kobori et al., 2016; Silvertown, 2009)。人々から生物発見データを募ることは、スマートフォンをはじめとした、GPS 機能・時間計測機能・ネットワーク機能をもったデジタル機器の普及と、人工知能の進歩によって簡単になってきている。このような機器で写真を撮ると、画像には撮影日時と場所の詳細が付加される。同定情報を追加すれば、そのような写真は種の出現を示す証拠となる。近年では、深層学習を用いた画像認識技術によって種同定が行えるようになってきており、種同定も人々にとって以前より大幅に簡単になってきている。写真をアップロードでき、人工知能によって種同定を補助するような Web サービスやアプリケーション (以下、アプリ) を用意することによって、eBird や iNaturalist といったプラットフォームは世界各地から生物発見データを大量に集めることに成功している (Chandler et al., 2017)。参

加者たちは、科学への貢献意欲や最先端技術を使いたいなどの理由で写真を投稿している (Herodotou et al., 2023)。ここにゲーム性を加えれば、人々が純粋に「楽しいからやる」という参加意欲を得られるようになり、より広範な人々が生物発見データを登録すると考えられる。

そこで株式会社バイオームでは、人々から生物発見データより一層集めることを目的に、アプリ「Biome」を制作し、2019年に日本国内で公開した。

アプリ Biome の概要

Biome では、種名を自動で判定できるとともに (図 1)、ユーザーが撮ったいきものの写真をアプリ上に保存し、他ユーザーにも公開することができ



図 1. Biome では、画像認識アルゴリズムと写真の位置・時間情報を用いて、撮影された生物の種名候補リストを提示する。また、他のユーザーに種名を尋ねることもできる。そして、ユーザーが記録した種名と、投稿写真に保存された位置・時間情報を組み合わせて、いつ・どこにどの種が現れたかという生物発見データが得られる。

る。つまり、これまでに見つけたいきものをアルバムのように振り返ることができるとともに、写真を基盤とした SNS 機能を備えており、いきものを発端としたコミュニケーションや知識の交換をユーザー同士で楽しむことができる。Biome がユニークなのは、ユーザーが楽しさを求めて参加できるよう、投稿によるポイントの付与などのゲーム要素を多く導入している点にある（藤木・龍野 2021; 小出ほか 2023）。

投稿やその位置情報は、他ユーザーにも公開するか、自分のみが見られる非公開状態にするかを選ぶことができる。公開されている投稿では、他ユーザーが投稿に「いいね」を付けたり、コメントを残したり、種同定の修正を提案したりすることができる。多くのいいねを集めた投稿などはリアルタイムで更新される「人気の投稿」としてホーム画面に表示され、ユーザーがアプリを開くのが楽しみになるよう工夫している。なお、環境省や都道府県のレッドリストに掲載されている種の投稿では、位置情報が自動で隠されるようになっており、種の保全に配慮している。自分の投稿を使って、アプリ上でコレクション（＝アルバム）を作ることもでき、「旅行先で出会ったいきもの」「文学作品に登場するいきもの」などユーザーが自由な発想でコレクションを作り楽しんでいる。また、投稿するとアプリ上のポイントが得られる。ポイントが貯まると、アプリ上の「レベル」があがる。分類群ごとの投稿数や発見種数によってバッジが授与され、各分類群のエキスパートを目指すことができ、ユーザーが楽しみながら様々ないきものに親しめるようになっている。ポイントは、他者の同定に対する種名の修正の提案でも貯めることができ、アプリ上で互助的に種の同定精度が高まるようにしている。

アプリでは、自然観察をより楽しんでもらう企画「クエスト」を公開している。クエストでは、一定期間内に、特定の地域や分類群で投稿する、あるいは多くの種を投稿することで達成できる。クエストでは「ガイド」ページを充実させており、企画の趣旨や、対象のいきものの特徴や探し方を学べるようになっている。ガイドページでは、対象種を見つけるまでのプロセスをユーザーが鮮明に思い描けるように、見つけ方を丁寧に記している。リアルないきもの探しならではの冒険心や知的好奇心を刺激して、いきもの観察をエンターテインメントにすることが、クエストの狙いである。クエストの内容は様々であり、季節ごとに、その時期見つけやすいいきものや注目のいき

ものを対象にしたもの（例：セミクвест、渡り鳥クвест、どんぐりクвест）、外来種をはじめとした特に情報を集めたい種を対象にしたクвестなどがある。

自治体・企業との取り組み

クвестでは地域を限定することもできるため、特定地域の生態系の状態を把握するのに役立つ。そのため、レクリエーション目的以外でも、保全計画や外来種対策の策定のためにデータを得たい自治体や、自然に配慮した取り組みを進めたい企業から依頼を受けることが多い。これまでに、9つの都府県および30を超える市区町村の依頼を受け、分類群網羅的あるいは外来種に絞ったクвест企画を行ってきた。例えば、東京都では、専門家による調査と、クвест等を介して流入する Biome アプリ由来のデータを統合することによって市民参加形式として野生生物目録を作ろうとしている。名古屋市でも同様に、市内の生物多様性をアプリデータから把握しようとしている。

企業との取り組みも進んでいる。店舗周辺に植樹する社会貢献活動を行っている小売り大手の企業は、Biome アプリを用い、従業員や来訪客を巻き込んで店舗近辺での生物多様性を評価する事業を行った。鉄道事業者と共に鉄道沿線の生物調査を市民参加型で実施し、沿線の生物多様性を可視化する取り組みや、東京都内の特定エリア全域での生物調査を複数企業で協働して実施した事例もある。これらにより、関係者への環境教育に加え、調査をデジタル化することで、より効果的に生物分布の現状把握が進むようになった。このような活動が進む背景には少なくとも2つの動きがある。

まず、2030年までに地球の陸域・海域の30%以上を保全・保護しようという「30by30」の国際目標に基づいた、「自然共生サイト」の認定の動きである。公有地の保全だけでは30by30目標の達成は難しいため、民有地をはじめとした非保護区での生態系保全が重要になっている。国が認定した「民間の取組等によって生物多様性の保全が図られている区域」である自然共生サイトには、企業の森や社寺林、里地里山、公園などが含まれる。自身の活動地点がこのような認定を得ることが組織イメージの向上をもたらす

うるため、活動地点の生態系の状態を把握する動きが企業でも盛んになっている。

さらに、生態系サービスの劣化や自然災害の激甚化により、企業は事業がどのような生態系サービスに依存し、どう自然に影響しているかを気にするようになってきた。例えば水産業では、過剰な餌やりによって養殖場近辺の海が汚れてしまうと、魚が斃死しやすくなる。飲料や精密機器を作る際にはきれいな水が安定して多く必要だが、そのためには水源域に森が必要である。したがって、自然との関わり方は、もはや企業業績に影響する財務情報だといえる。この観点のもと、企業と自然との関わりを投資家に開示することが求められるようになった（自然関連財務情報開示）（TNFD 2023）。企業にとって、自身の事業計画や、資金調達に必要な投資家への情報開示のために、事業地域での生態系の状態を調べるのが重要になりつつある。

生態系の状態を把握する際に、地域住民をはじめとした多様な関係者が参加することが重要である（Keough and Blahna 2006）。例えば、都市の生物多様性を測るシンガポール指数では、住民の自然への理解や生態系調査への参加も指標に組み込まれており（Chan et al. 2021）、自然関連財務情報開示でも同様に、開示項目の決定や生態系の調査に、多様な関係者を参画させることが勧められている（TNFD 2023）。このようなプロセスによって、生態系の保全・利用に地域住民がもつ伝統知を活かしやすくなるとともに、

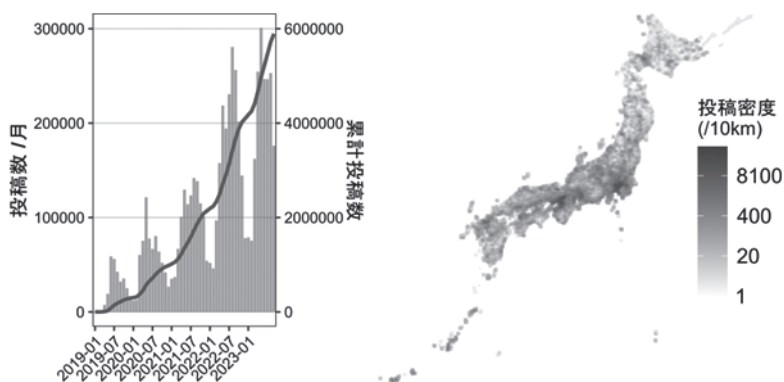


図 2. Biome アプリを通じた生物発見データの時間的（左）・空間的（右）な蓄積。

関係者間での対立が和らぐことも期待できる。クエストのような市民参加型の調査は、生態系の状態を広域で把握することを簡単にするだけでなく、地域の一体感を醸成することで、生態系の管理や企業の事業を円滑に進める土台作りの役割がある。そのため、市民参加型の調査が今後も増えていくと考えられる。

データの集積

以上のような取り組みを通じて、Biome に投稿されるデータは急増している。2019年にアプリが公開されて以来、2024年2月6日までに642万件を超える生物発見データが集まった。投稿は日本各地から得られているが、首都圏・京阪神をはじめとした都市圏や南西諸島といった行楽地に特に多い。山間部や北日本といった人口が疎らな地域でのユーザー層の掘り起こしが今後の課題である。

では、投稿により得られたデータは、どの程度信頼性がおけるのだろうか。飼育施設からの投稿を取り除き、飼育・栽培・標本であるとユーザーによって示されている投稿を取り除いたうえで（以下、精製データと呼ぶ）、種子植物・軟体動物・昆虫・脊椎動物における、普通種（各分類群内での投稿数上位15%）と珍しい種（投稿数10以下の種）のそれぞれ710投稿ずつを精査した。すると、82%が野生個体の投稿で、そのうちの91%が正しく種同定されていた。野生個体の割合は昆虫で100%、鳥類で99%、両生類や爬虫類では90%以上と高いものの、種子植物で86%、魚類で74%にとどまった。種同定の精度は両生類・爬虫類・鳥類・哺乳類では95%を超えおり、種子植物と軟体動物では90%、昆虫では83%、魚類では87%であった（Atsumi et al. 2023）。したがって、精製データの質は鳥類や爬虫類、両生類では高いものの、種子植物や魚類では劣っている。これを受けて、画像、位置情報などをもとに非野生個体を取り除くアルゴリズムの開発や、種判定機能の改善を進めている。一方で、iNaturalist や Google レンズをはじめとした種判定機能の精度が植物では69%程度であることを踏まえると（Hart et al. 2023）、市民科学データとしては Biome の精製データの質は比較的良好と言える。

得られたデータの活用

私達は、生物発見データの収集ばかりでなく、その活用についても様々な試みを重ねてきた。Biome には短期間に広範囲から生物発見データが集まるため、種の分布拡大を検出しやすい。環境省の事業として進めたクエスト群である「気候変動いきもの大調査」(<https://ccbio.jp/>)では、渡り鳥の越冬地の変化や、南方系昆虫の北上など、様々な種で地球温暖化の影響が示唆された。侵入種においても、これまでに公的な記録がない都道府県からの発見例が相次いでいる (Sakai et al in prep)。なお、これらの事業・研究では、専門家による投稿の精査をしたうえで分析している。一方、発見情報は単なる位置情報であり、分布のような面的な解釈が難しい。また、発見がない地域では、その生物が生息していないのか、もしくは生息していても報告されていないのかを区別するのは難しい。そのため、種分布モデリングの一種である MaxEnt (Phillips et al. 2006) 等を用いて、各種の分布を推定している。この種分布モデリングでは、種の発見データと環境データを組み合わせ、対象種がどのような環境条件下で生息しやすいかを明らかにする (Elith et al. 2011)。Biome データが種分布推定にどれだけ役立つかを評価するために、オープンソースのデータ (GBIF や河川水辺の国勢調査など) のみを使用した場合と、Biome 精製データとオープンソースデータを同じ量使用した場合のモデルの精度を、様々なデータ量で比べた。すると、同じデータ量で比較した場合、Biome データを追加した方が、正確なモデルとなっていた。また、レッドリストに掲載されている希少種については、同じ精度のモデルを得るために必要なデータ量が約 1/7 に減っていた。Biome データはオープンソースデータを補完する形で、モデルの精度向上に寄与すると考えられる。これは、主に公的な調査に基づき自然度の高い地域から報告されるオープンソースデータと、都市から自然まで広範な地域で収集される Biome データの空間的な違いに起因していると考えられた (Atsumi et al. 2023)。

以上のように私達は、生物発見データの収集から解析まで一貫して行っている。そのため、解析結果に応じてデータ収集を方向付けることもできる。

例えば、地点ごとに、種分布モデリングで生息が期待された種を表示して、それらの種の調査を促すことができる。地点や分類群ごとにデータが足りている度合いを測り (Chao and Jost 2012)、不足している地域や分類群を対象としたクエストを実施することで、データを集中して集めることもできるだろう。

一方で、非常に珍しいなどの理由で詳細な生息地が公開されていない種は、データが得られないために種分布の推定対象から漏れてしまい、地域の生物多様性評価に反映されないという問題がある。生物多様性を正當に評価するために、このような種についても分布の推定を進めていくことも、今後の課題の一つである。

運営面での特色

各国政府からの支援や寄付金によって運営されることが多い市民科学プラットフォームにおいて、Biome は民間企業が運営しているという点で異色である。公金によって運営されている iNaturalist や eBird といったプラットフォームでは、生物発見情報はオープンデータとして一般に公開される。一方で Biome では、集まったデータを解析した結果を各自治体や企業に納めることによって、運営資金を得ている。したがって、Biome を通じて集まったデータは研究目的に限って研究者に共有しているものの、一般には非公開である。民間企業としての強みは、生物多様性が社会で重視される限り、政府の税収・政策などに左右されない、安定したアプリ運営ができる点にある。民間であるため自由度が高く、自治体や企業との連携に代表されるような多種多様な企画を進めやすく、機能開発も進みやすいことも重要である。

今後の展望

私達は、広範な人々に自然観察を楽しんでもらえるように、アプリ Biome を開発し運用してきた。ユーザーからは、「日々の散歩が楽しくなった」「これまで気にかけていなかった様々な生物に興味を抱くようになった」といった意見を頂いていることから、アプリが自然への愛着を深めるきっか

けになっていると考えられる。人々は自然を体験することで自然に愛着をもち、それが自然に配慮した意思決定をもたらす (Soga and Gaston 2023)。多様なユーザー層を擁するアプリ Biome は、生物多様性の損失を食い止め、回復させる「ネイチャーポジティブ」の意識を一般に広めることによって、社会的な行動変容に貢献できると考えている。さらに、日本全国から集まるリアルタイムの生物出現ビッグデータを、企業や自治体、研究機関と連携して活用していくことにより、生態系の保護、管理、回復計画の策定や、企業の収益と環境配慮を両立させた事業計画の基盤を築くことができるだろう。このように、市民科学プラットフォームは様々な方法で、人と自然が共存する社会の構築に大いに寄与できると考えている。

[引用文献]

- Atsumi K, Nishida Y, Ushio M, et al (2023) Boosting biodiversity monitoring using smartphone-driven, rapidly accumulating citizen data. 2023.09.13.557657
- Chan L, Hillel O, Werner P, et al (2021) Handbook on the Singapore Index on Cities' Biodiversity (also known as the City Biodiversity Index). The Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity and Singapore: National Parks Board, Singapore
- Chao A, Jost L (2012) Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology* 93:2533–2547. <https://doi.org/10.1890/11-1952.1>
- Elith J, Phillips SJ, Hastie T, et al (2011) A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Divers Distrib* 17:43–57. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x>
- Hart AG, Bosley H, Hooper C, et al (2023) Assessing the accuracy of free automated plant identification applications. *People Nat* 5:929–937. <https://doi.org/10.1002/pan3.10460>
- Keough HL, Blahna DJ (2006) Achieving Integrative, Collaborative Ecosystem Management. *Conserv Biol* 20:1373–1382. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00445.x>
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol Model* 190:231–259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Soga M, Gaston KJ (2023) Nature benefit hypothesis: Direct experiences of nature predict self-reported pro-biodiversity behaviors. *Conserv Lett* n/a:e12945. <https://doi.org/10.1111/cons.12945>
- TNFD (2023) Taskforce on Nature-related Financial Disclosures (TNFD) Recommendations version 1.0
- 小出大, 辻本翔平, 熊谷直喜, et al (2023) リアルとデジタルの好循環を通じた市民科学による生物の時空間分布プラットフォーム. *保全生態学研究* 28:2217. <https://doi.org/10.18960/hozen.2217>
- 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. https://doi.org/10.18960/seitai.71.2_85