

AI を活用した生物情報アプリを用いた生物モニタリングの社会実装

藤木庄五郎

株式会社バイオーム, 〒600-8813 京都府京都市下京区
中堂寺南町1 3 4 番地 ASTEM ビル8階

AI implementation in biodiversity monitoring, using smartphone application

Shogoro Fujiki

Biome Inc., ASTEM8F, 134 Chudoji Minamimachi, Shimogyo-ku, Kyoto, 600-8813, Japan

Keywords: Citizen science, Biodiversity monitoring, Deep Learning, Data annotation,

DOI: 10.24480/bsj-review.11c3.00192

1. はじめに

IPBES (2019) では, 現在, 人間活動により動植物 100 万種が絶滅危機リスクにあると報告されており, 生物多様性の包括的な保全が喫緊の課題である。そのためには, 生物多様性のモニタリングとデータに基づく確かな保全策の実行が求められる。しかし一方で, 生物多様性を広域で評価する実用的なモニタリング手法は開発が遅れており (Fujiki et al. 2016), 中でも, 国レベルでの広域地上調査は 10 年以内に実用水準に到達することは困難 (Goetz et al. 2015) という指摘もある。こうした背景から, 実用的な生物多様性広域モニタリング手法の確立と, データベースの構築に向けた方法論の議論とその実践が重要である。

近年のカメラ技術と画像処理パッケージの進歩により, 特に中大型哺乳類・鳥類研究の文脈で, カメラトラップを用いた調査が急速に拡大している (Swanson et al. 2015; Black et al. 2017; Jones et al. 2018)。カメラトラップを用いた調査は, 比較的簡便かつ定期的な定量データの取得に適しており, 広域での生物分布調査への応用が期待されている。しかし一方で, 大量に得られる画像の解釈にかかる労力が無視できないレベルで大きいこと, 小型動物や植物分布調査等に適しているとは言い難いことから, 網羅的な生物多様性広域モニタリング手法として活用するには至っていない。

こうした背景の中で, Citizen Science (市民科学) の考え方を応用した取り組みが注目を集めている (宮崎 2016)。市民科学とは, 多様な背景をもつ市民が研究者と連携しながら, 科学研究の多様なプロセスに参画することによって, 科学への貢献だけでなく, 社会的な課題・要求にも応えていくための方法論を検討する新興の学術領域である (宮崎 2016)。南極のカメラトラップを用いた「ペンギン・ウォッチ」プロジェクト (Jones et al. 2018) では, 少なくとも 7 万 3802 点のペンギンの画像分類と, それに関連するメタデータ (日付, 時刻, 気温情報を含む) のアノテーションを市民ボランティアが手動で実施した。こうした事例は, 深層学習におけるアノテーションの困難さを克服し, 画像を用いた生物調査をより簡便に実施

できる可能性を示唆している。

さらに、昨今のスマートフォン・タブレット端末の急速な普及を背景に、市民科学は、網羅的な分類群の生物分布データ収集にも応用が進み始めている。すなわち、スマートフォン・タブレット端末で市民が撮影した位置情報付きの生物写真を収集する取り組みである。生物写真を AI により自動で同定し、データベースとして蓄積することができれば、植物を含む網羅的な生物分布の広域モニタリングが飛躍的に進展する可能性があると考えられる。本稿では、画像解析 AI を実装したスマートフォンアプリによる市民参加型調査の事例を紹介し、生物多様性モニタリングの今後の展望について考察を行う。

2. スマートフォンを用いた市民参加型の動植物調査

カリフォルニア科学アカデミーが 2008 年から運営する iNaturalist (<http://www.inaturalist.org/> 2020 年 1 月 1 日確認) プロジェクトでは、生物の発見情報を投稿・共有できるスマートフォンアプリを公開し、自然愛好家と研究者が協力して、これまでに全世界で約 3,000 万件の生物確認情報や写真を収集している。国内では、環境省生物多様性センターが 2015 年から生物の観察情報を集め・提供するサービス「いきものログ」を運営し、登録したユーザーが生物情報を投稿し、共有できるシステムを提供している (竹原ら 2013)。また、株式会社バイオームが運営するスマートフォンアプリ Biome (バイオーム) は、2019 年 4 月に日本国内のみを対象に公開し、半年で約 12 万人が利用、30 万件以上の投稿数が確認されている (山口 2019 も参照)。Biome では、ゲーミフィケーションを導入することで、これまでの市民科学の主な対象であったセミプロ・自然愛好家だけではなく、今まで自然科学に縁のなかったユーザー層の参加を積極的に促し、市民科学の裾野を広げることを狙いとしている。



図 1

(a) iNaturalist の Google play 公開画像

<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.inaturalist.android>

(b) いきものログの Google play 公開画像

<https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.go.biodic.ikilog.ikimonolog&hl=ja>

(c) Biome の Google play 公開画像

<https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.co.biome.biome&hl=ja>

2-1. 市民参加型の動植物調査の課題

こうした市民参加型調査は、参加する市民にとって明確なメリットが存在していなければ、成功は担保され難く (Silvertown 2009), 研究者にも市民にもメリットのある双方向型の市民科学プロジェクトの構築が持続可能性の確保に必要不可欠であることが指摘されている (宮崎 2016)。市民からのデータ投稿に対し明確なメリットを提供する方法として、景品や賞金などによる外発的動機付けと、満足感、達成感などの内的動機付けが想定される。ユーザーが投稿する魚類の画像が図鑑に登録されるサービス WEB 魚図鑑においては、名前の分からない個体の同定結果を知りたいという欲求を満たすことができること、マスメディア等への写真提供による著作権収入を得られ得ること、出版される魚類図鑑や科学論文に自身の名前が掲載される可能性があることなど、いくつかのユーザー側のメリットが存在していることで、持続的な運営が可能になっていることが指摘されている (宮崎 2016)。ただし、外的動機付けにおいては継続的な報酬の維持ができない場合、アンダーマイニング効果、すなわち、内発的動機づけによって行われた行為に対して、外発的動機づけを行うことによって動機づけが低減する現象 (Deci 1971; Murayama et al. 2010) が発生する可能性があるため、留意が必要である。

また、市民科学プロジェクトにもとづくデータを科学的成果として活用しようとする際に、二つの大きな問題を考慮する必要がある。すなわち、サンプリング・バイアスとデータの質の二点である (宮崎 2016; Dickinson et al. 2010)。筆者が関与するスマートフォンアプリ Biome では、市民から提供されるデータに、場所的・時間的制約があること、目につきやすい種に投稿が偏っていることが確認されている。特に人口密度と投稿数の相関は強く、解析に用いる際にバイアスの除去が不可欠である。誤同定についても、ある程度の頻度で発生していることが確認されている。提案機能・通報機能を用いたユーザー間の相互監視のもと、自浄されていく傾向がみられるが、最終的に教師データ等として利用するには専門家あるいはパラタクソノミストによる確認が必要である。ただ、同定の根拠となる写真資料が残されていることで、後から誤同定を緩和することが可能であることから、データのトレーサビリティに留意し、履歴・根拠をアーカイブとして保存していくことが重要である。

ユーザーメリットの提供及びデータの質の担保において画像解析 AI が果たす役割は極めて大きい。名前の分からない個体の同定結果を知りたいというニーズは Biome においても極めて強く、同アプリのユーザーメリットの一翼を担っていると言える。また、スケーラビリティと持続性を担保するため、データの同定精度をユーザー依存的にするのではなく、システムとして精度担保を行うべきであり、その観点からも画像解析 AI の発達が必要不可欠であると結論付けられる。

2-2. AI 画像解析を用いた生物の同定

画像解析を用いた生物種同定には複数の課題が残っている。特に、1. 十分な量のアノテーション済み画像の確保、2. 写真による同定の根本的な限界、が挙げられる。Biome に用いている同定アルゴリズムでは、上述の課題を解決・緩和するため、画像に依存させすぎないことを基本思想に設計されている。すなわち、畳み込みニューラルネットワーク (convolutional neural network: CNN) による画像の特徴量の深層学習と並行して、画像に付加されているメタ情報をモデル化し学習に用いる試みの導入である。ここで言うメタ情報とは、位置情報、撮影日時、およびそれらに紐づけられる環境条件 (気温、降水量、植生パターン等) を指す。これにより、すでに7万9千種類に及ぶ大量のカテゴリに属する画像をそれぞれ準備するのではなく、場合によっては種よりも上位の分類概念 (例えば属や科) に留めて学習を行うことが可能になった。画像による分類を上位概念に留め、メタ情報によって補完的に同定を完遂することができるため、大量の画像を事前に準備することなく、比較的高い精度で生物の同定をすることが可能になった。

生物の画像解析においては、そもそも写真による同定に限界があることが想定されるが、これもメタ情報の導入により改善がみられることが分かった。これは、深層学習の画像分類精度の限界を画像以外のパラメータで補うことができるという事例として、今後さらなる検証を予定している。

3. 今後の展望

生物の画像及びメタ情報による AI モデルの進歩とともに、生物多様性モニタリングの在り方が今後大きく変わることが予想される。これまで半手動的に種同定を行ってきたカメラトラップによる中大型哺乳類・鳥類調査も大部分が自動化される可能性がある。また、Unmanned Aerial Vehicle (UAV) 等の空撮技術の発達により、樹木調査の大幅な効率化に寄与できることが考えられる (Onishi et al. 2018)。さらに、水中ドローン及び水中動画撮影技術の進歩は、これまで労力が大きかった水中での生物調査の風景を大きく変えるかもしれない。市民参加型調査においても、これまでのように特定の人が特定のアプリで参加するのではなく、不特定多数の人が WEB や SNS 上にアップした画像を解析することで、より多くの人が生物モニタリングに参加できる仕組みに発展することも考えられる。

市民科学の分野においては、これまで多くの場合、科学者と市民の連携においてのみ解釈が行われてきたが、これからは企業、行政も巻き込んだ形でのありかたを考えることが重要だと考える。生物多様性の保全という、困難かつ、挑戦な課題に取り組むにあたって、組織や個人の枠を超えて、産官学民が連携して一丸となって取り組む姿勢や規模感が必要とされている。その実施をスムーズに行えるプラットフォームを構築することこそが今一番必要なアクションなのではないだろうか。

謝辞

本総説で紹介した取り組みは、公益財団法人京都産業21平成30年度次世代地域産業推進事業「生物の名前判定AIを用いた生物ビッグデータの構築」の支援を得て遂行した。

引用文献

- Black, C., Rey, A. R., & Hart, T. 2017. Peeking into the bleak midwinter: Investigating nonbreeding strategies of Gentoo Penguins using a camera network. *The Auk: Ornithological Advances*, 134(3), 520-529.
- Deci, E. L. 1971. Effects of externally mediated rewards on intrinsic motivation. *Journal of personality and Social Psychology*, 18(1), 105.
- Dickinson, J. L., Zuckerberg, B., & Bonter, D. N. 2010. Citizen science as an ecological research tool: challenges and benefits. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 41, 149-172.
- Fujiki, S., Aoyagi, R., Tanaka, A., Imai, N., Kusma, A., Kurniawan, Y., ... & Kitayama, K. 2016. Large-scale mapping of tree-community composition as a surrogate of forest degradation in Bornean tropical rain forests. *Land*, 5(4), 45.
- Goetz, S. J., Hansen, M., Houghton, R. A., Walker, W., Laporte, N., & Busch, J. 2015. Measurement and monitoring needs, capabilities and potential for addressing reduced emissions from deforestation and forest degradation under REDD+. *Environmental Research Letters*, 10(12), 123001.
- IPBES 2019. Nature's dangerous decline unprecedented; species extinction rates accelerating. <https://www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment>. Accessed 20 May 2019
- Jones, F. M., Allen, C., Arteta, C., Arthur, J., Black, C., Emmerson, L. M., ... & Miller, G. 2018. Time-lapse imagery and volunteer classifications from the Zooniverse Penguin Watch project. *Scientific data*, 5, 180124.
- 宮崎佑介 2016. 市民科学と生物多様性情報データベースの関わり. *日本生態学会誌*, 66(1), 237-246.
- Murayama, K., Matsumoto, M., Izuma, K., & Matsumoto, K. 2010. Neural basis of the undermining effect of monetary reward on intrinsic motivation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(49), 20911-20916.
- Onishi, M., & Ise, T. 2018. Automatic classification of trees using a UAV onboard camera and deep learning. *arXiv preprint arXiv:1804.10390*.
- Silvertown, J. 2009. A new dawn for citizen science. *Trends in ecology & evolution*, 24(9), 467-471.
- Swanson, A., Kosmala, M., Lintott, C., Simpson, R., Smith, A., & Packer, C. 2015. Snapshot Serengeti, high-frequency annotated camera trap images of 40 mammalian species in an African savanna. *Scientific data*, 2, 150026.
- 竹原真理, 佐藤直人, 大谷知生, & 鏑雅哉 2013. 環境省生物多様性センターにおけるウェブサイトを活用した生物多様性情報の収集・提供の取り組み. *日本生態学会誌*, 63(1), 141-144.
- 山口泰博 2019. 環境問題をビジネスに変える 株式会社バイオーム代表取締役 藤木庄五郎. *産学官連携ジャーナル*, 15(10), 29-30.