

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 30 日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26340090

研究課題名(和文)参加協働による広域的生物分布モニタリング促進のためのフレームワーク構築

研究課題名(英文)Framework for promoting Community-based Monitoring of wildlife

研究代表者

鎌田 磨人(Kamada, Mahito)

徳島大学・大学院理工学研究部・教授

研究者番号：40304547

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：スマホ等が有する画像・位置情報の取得機能を活用した生物分布協働調査の有効性について検討した。その結果、広域を対象した時、位置誤差は問題にならないこと、わかりやすい種を選ぶことで同定の誤りが生じないこと、調査データから潜在的生息・生育地図を描けることが明らかになった。一方、狭い範囲での調査には、高解像度の写真をスマホに組み込んで位置補正を行う必要があることが示された。一般市民との協働調査では、参加動機をあげるために調査対象とする種の選定が重要であること、継続的な参加を得ることが難しいことが明らかになった。一方、地域資源化された種・生態系は、協働調査のインセンティブを得やすいことが示された。

研究成果の概要(英文)：Smartphone, GPS is equipped and rapidly widespread into all generations of society, can easily obtain photo of target species and location where the species is found, and immediately send data. Once those data are received and stocked in the server, it is easy to show finding places and photos on Google Map. It means that participants can know and share survey result soon after the survey. Using photos, accuracy of species identification can be secured through confirmation by specialist. Researchers can analyze distribution pattern and develop a spatial model of species distribution by using locality data, and can return for decision-making. The smartphone, therefore, becomes a strong tool for survey with/for citizens, as well as GPS equipped digital camera. Conclusively say, the collaborative survey assisted by smartphone has possibility to promote civic science and to raise social capital.

研究分野：生態系管理工学、景観生態学

キーワード：参加協働 市民科学 生物分布 生物多様性 生態系保全 施策

1. 研究開始当初の背景

生物多様性や生態系の保全・管理を行っていくためには、種や生態系の現状を広域的・長期的に把握し、結果に基づいた対策を考え、施策に反映させなければならない。研究者もしくは行政からは、その仕組みとしての参加協働型モニタリング (Community-Based Monitoring; CBM) に対する期待が高まっている。しかし、CBM を推進し成功させるための道筋、すなわち、政策反映まで到達させるためのフレームワークとマネジメント手法は整理されておらず、それぞれの現場で、手探りの状態で進められようとしている。また、CBM の実施をとおして多様なステークホルダーを結びつけ、ソーシャル・キャピタルを創出したり高めたりすることが可能だとされるが、そうした特性も十分に発揮させられていないことが多いとも言われている。そのため、「目的に適したデータ取得手法方法と解析方針、その結果の施策反映への道筋」、「多様なステークホルダーからなる調査者の参加動機に見合う満足感を提供し、ソーシャル・キャピタルを高める道筋」を示し、社会で共有していくことが必要である。

2. 研究の目的

(1) 徳島県域でのスマホを利用した市民生物分布調査の有効性と課題

徳島県域で行われた「スマホ生きもの調査」を事例として、スマホ等が有する画像・位置情報の取得機能を活用した生物分布調査の有効性、及びプロジェクト運営にあたっての課題を検討する。

(2) 沖縄県金武町億首川でのスマホを利用した協働調査の設計と試行

億首川マングローブ林では、森林の更新に重要な若木が維持される場所が限られているだけでなく、急速な森林の枯死が進行している。また、億首川が立地する沖縄県金武町では観光産業の発展に向けた開発が進んでおり、河川兩岸の道路整備、歩道橋建設、バイパス工事に伴いマングローブ林が一部伐採されている。

このようなことから、種子が生産されている場所、若木が維持されている場所、枯死している場所、伐採された場所などの情報が簡便に記録でき、かつ、共有できるモニタリングシステムの構築が急務である。億首川マングローブ林の現状把握に向けてのスマホ調査を試行的に実施し、スマホ調査システムの有効性および今後の課題について検討する。

3. 研究の方法

(1) スマホを用いた調査システム

スマホ生きもの調査には、グリーンフロント研究所(株)が開発した「ふるさと・フォト・メモリ」が利用された。本システムでは、GPS機能付きスマホ等で記録された写真情報等

が、スマホあるいは PC から専用サーバに送られ、自動でデータベース化される。そして、GoogleMap 上にリアルタイムで表示される。これら情報は誰もが専用サイトで閲覧でき、共有できる(図1)。このように、本システムでは、従来型の市民調査で事務局が担ってきた整理・データベース化に係る多大なコストを削減できる。

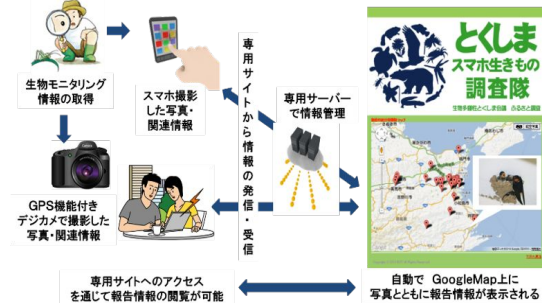


図1. スマホ調査システムの概要

(2) 徳島県域での市民協働調査の分析 調査実施者と対象種

スマホいきもの調査は、徳島県内の22の自然・環境保全団体のネットワーク組織「生物多様性とくしま会議」が核となり、2013~2016年の間に5回、調査対象種を変えて徳島県全域で実施された。これら調査におけるシステム設計及び運用はグリーンフロント研究所[株]が担当した。対象種は市民団体・専門家の協議で決められ、結果の解析は徳島大学生態系管理工学研究室が行った。

対象種は身近な種、同定しやすい種が選定された(表-1)。調査者はスマホ生きもの調査の専用サイトで、ユーザー名、パスワード、郵便番等の登録を行い、システムを利用した。各自が取得した対象種の写真等は、スマホあるいは PC から専用サーバに送信され集積・共有された。

表1. 徳島でのスマホ生きもの調査の概要

調査名 (調査期間)	報告内容	調査対象種の 主な生息地
第1回 ツバメの巣調査 (2013/5/7~6/30)	巣を撮影 報告	建造物の軒下等
第2回 ジャンボタニシ調査 (2014/8/1~9/30)	個体を撮影 報告	農水路等
第3回 セミ調査 (2015/7/7~10/31)	鳴き声を収録 報告	街路樹、樹林地
第4回 カメ調査 (2015/7/7~10/31)	個体を撮影 報告	ため池等
第5回 ナルトワサギク調査 (2015/12/28~ 2016/2/29)	個体を撮影 報告	道路 堤防法面等の 整備地周辺等

評価方法

i) 参加者の調査範囲

ツバメ及びジャンボタニシ調査の際に専用サイトに登録された自宅郵便番号で居住地の字界を抽出し、その重心点を自宅所在地とした。そして、収集データの位置情報を用いて、個々の調査者が調査を行った距離範囲

を推定した。

ii) 取得データの精度

生物種の同定精度：各調査者が送信した画像情報（セミについては鳴き声の音声情報）をそれぞれの生物の専門家が確認した。そして、同定に誤りのない報告を有効報告とし、精度を検討した。

スマホ GPS の位置精度：ツバメ及びジャンボタニシ調査に参加した4人に、各々が撮影した写真を見せ、それぞれの撮影場所をGoogleMap上に示してもらった。その地点の座標を真値とし、アップロードされた写真に付された位置座標とのずれを求めた。

iii) 参加者のモチベーション

調査の事務局5名、及び対象種の選定・精度検証を行った専門家3名へのヒアリング、及び調査参加者へのアンケートを行い、調査の対象とした種と調査への参加動機との関連性を把握した。

(3) 沖縄県億首川マングローブ林での協働調査

スマホ調査ではスマホに搭載されているGPS機能を活用しているため、広域的な範囲における生き物調査に適した手法である。後述するように、徳島県において実施したスマホ調査結果について精度検証をおこなった結果、スマホを用いて撮影した写真に記録される位置精度の精度はおおむね70m以内であることが判明している。本研究の対象地である億首川の河口域は、河口からの距離が約2km、最大川幅が約120mという限られた範囲であるため、従来のスマホ調査システムの位置精度では対応できない。そこで本研究では、ドローン(DJI社製 Phantom2 および、Phantom2 vision plus)を用いて高解像度空中写真を撮影し、空撮した高解像度空中写真を用いて被写体の位置座標を修正することによって、狭い範囲においても位置精度を担保可能とする手法を考案した。

また、協働調査で蓄積されてゆくデータの他、マングローブ林の保全・再生に向けて行われてきた様々な調査のデータを統合管理するための、情報共有システムの設計理念について検討した。

4. 研究成果

(1) 徳島県域での市民協働調査

個々の参加者の調査範囲を整理した結果、居住地から10km以内が64%、20km以内が79%を占め(図2)一般参加者は自宅近辺での調査を行うことが明らかになった。このことから、県域全体といった比較的広い範囲を対象として調査を行う場合には、半径10km圏域に1名程度の調査協力者を配置できるよう、調査設計段階の工夫が必要であることが示された。

5回の調査における報告数、有効報告数、参加者数、有効参加者数(有効な報告をした参加者数)を図-3に示した。有効報告率は89

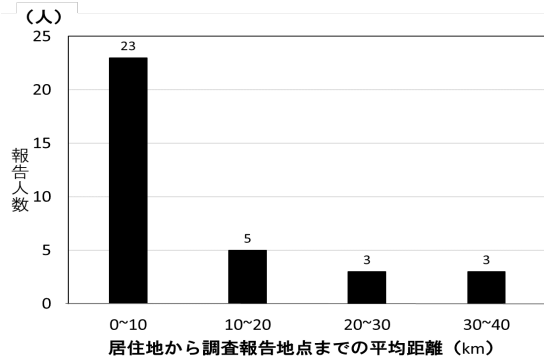


図2 居住地から報告地点までの平均距離

~100%、有効参加者率は93~100%であり、極めて高い割合で正しい同定が行われていた。この結果は、一般に知られている身近な種や、ナルトサワギクのように他種の花がない時期での調査期間の設定等、一般参加者による同定のしやすさが調査の設計段階で検討されたことを反映している。

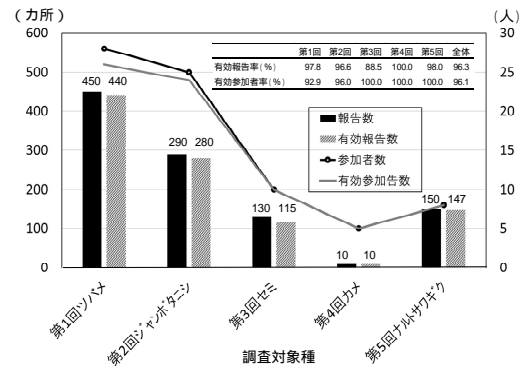


図3 スマホ生きもの調査への報告情報等の推移

写真撮影を行った地点の真値と、写真に付与された位置情報を比較した結果、73%が誤差30m未満に収まった(図-4)、100mを超える誤差を伴う情報も含まれるが、スクリーニングを目的とするような、徳島県全域といった広域を対象にした調査では許容範囲だと考えられる。一方、調査結果を解釈する際には、こうした誤差を含むことを認識し、統計的な手法等を用いた検討を行う必要があることを示してもいる。

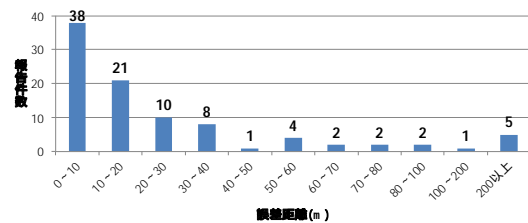


図4 位置情報の誤差検証結果

調査の設計・運営に携わった事務局及び専門家に対して行ったヒアリングでは、ツバメ、ジャンボタニシ、ナルトサワギクに対しては

「不適當」と回答した者はいなかった。一方、セミ、カメについては評価が低かった。セミについては、スマホの動画機能を利用して鳴き声を録音して報告するという方法的な煩わしさがネガティブ要因だったと考えられた。また、カメは写真を撮ろうと構えた時には水中に逃げ込んでしまっているため、記録が困難であったことが課題としてあげられた。ナルトサワギクは、調査対象としては適当と思われたものの、その生育地が一般の人の生活範囲とずれていることが調査を困難にしただろうとの意見が寄せられた。

図3に示したとおり、ツバメ、ジャンボタニシについては25名以上からの報告があったが、セミ、カメについては、それぞれ10名、5名にとどまった。ナルトサワギクは、調査対象種としての妥当性についてのヒアリングでは高い評価が得られていたものの、参加者数は9名にとどまった。全体として調査回数とともに参加者や報告数は減少し、また、新規の参加者も少なくなった。

これらの結果は、調査対象種による参加動機への影響が大きいこと、また、新規参加者を得ることが困難であることを示している。

市民協働調査で得られたツバメ3種の巢の位置情報を用いて、潜在的生息地地図の作成が可能であること、その空間モデルから3種のニッチの違いを推定することが可能であることも示された(図5-1, 2, 3)。これは、スマホ協働調査を、市民科学へと高めてゆくことが可能であることを示している。

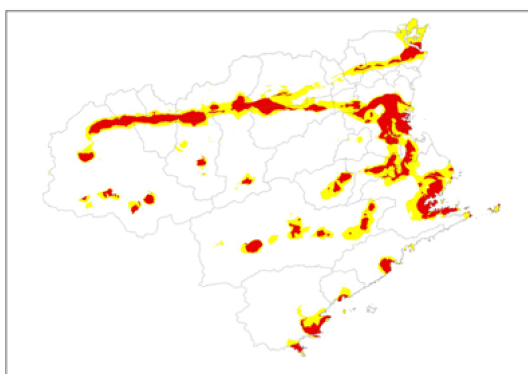


図5-1. ツバメの潜在的生息域

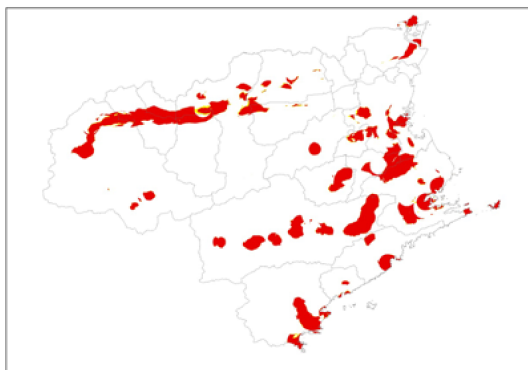


図5-2. コシアカツバメの潜在的生息域

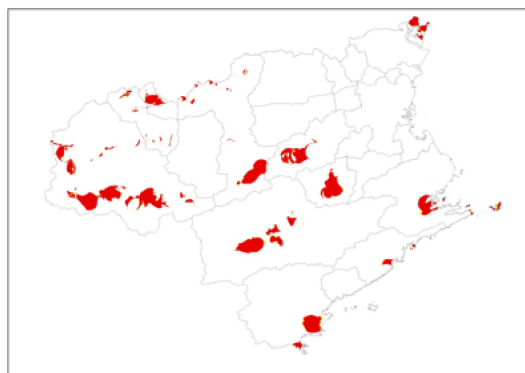


図5-3. イワツバメの潜在的生息域

(2) 億首川での協働調査

スマホ調査

徳島県域といった広域調査用に開発されたシステムを狭い範囲で利用するため、位置誤差を排除するために以下の手法を用いて試行した。まず、写真を撮影し、写真をアップロードし、写真のGPS位置情報を読み込ませる。次に、スマホにインストールした高解像度空中写真を用いて、現場で被写体の位置座標を修正した。

1月29日および3月27日において下記の施行調査を実施したところ、計150枚の調査写真が撮影された。施行調査を実施した実質の時間が6時間程度(3時間x2日)であったことから、この結果は、チームで面的に生き物調査を実施する手法としてスマホ調査が優れていることを示すものである。

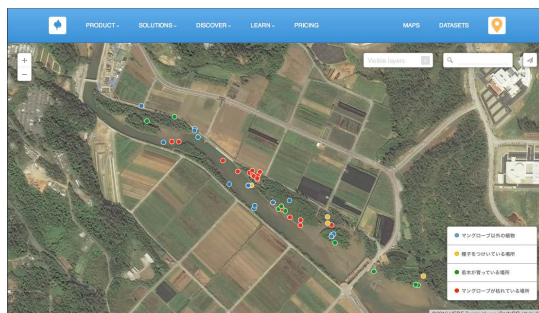


図6 マングローブ林内での調査結果類型

試行調査により撮影された150枚の写真を、1)マングローブ林の立ち枯れが起きている場所、2)若木が維持されている場所、3)胎生種子が再生産されている場所、4)マングローブ以外の陸生植物が生育している場所に分類し、地図上に明示することができた(図6)。すなわち、スマホ調査システムを用いて撮影した写真を分類することによって、億首川におけるマングローブ林の健康状態が把握可能であることが示された。

億首川マングローブ林での試行を通して、以下のことが確認された。

- 1) 狭い範囲での調査には、スマホ搭載のGPS精度では分析に耐えられない。そのため、高解像度空中写真による位置座標の補正が鍵となる。
- 2) 位置座標は現場においてスマホ

から入力することが望ましい（高解像度空中写真があれば、現場を熟知しているインストラクターは容易に位置座標が特定可能）。

スマホ調査システムについては、スマホのデバイスによってサーバにアップロードされる画像の解像度が異なることが判明した。一部の写真については不鮮明であったために写真分類に使用することができなかった。今後、一般的なスマホでも同じ解像度の写真がアップロードされるように、スマホ調査システムの改善が必要である。

情報共有システム

共有すべきデータは、i) 個体数などの数値、ii) 現地で撮影した写真、iii) 現地調査中に記録したメモなど、形式が異なる。そこで、今回開発するシステムでは、それぞれのデータが記録された地点の位置座標に基づき、下記の手順によりデータの統合を行うこととした（図7）。

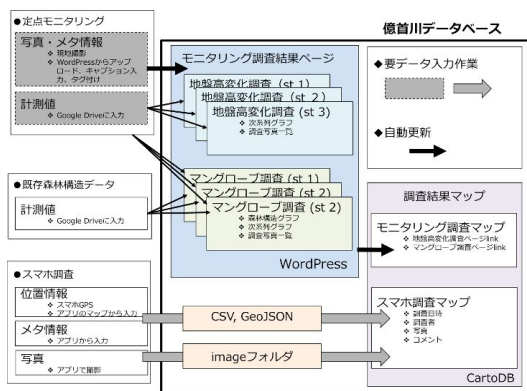


図7. 情報共有システムの基本構成

webGIS で構築したシステムの基本理念は、

i) 毎木調査結果および定点モニタリング調査結果は、定点毎に調査結果ページに集約する、ii) スマホ調査結果は、メタ情報（調査日時、調査者、コメントなど）を調査地点毎に集約する、iii) 地点ごとに集約された情報を地図から閲覧する、ということである。

このシステムで情報統合した結果、以下のような情報を共有することが可能となった。2012年6月に開始し、現在まで3年以上にわたって継続されてきた定点モニタリング調査によって、億首川マングローム林周辺において計1580枚の写真が撮影された。これらの写真から、地点ごとの出水前後における干潟の状態の変化、マングロームの若木が維持されている干潟の状態、季節ごとの干潟に生息する生き物およびマングローム林のようす等、月1回のモニタリングを通してしか見えないことが写真に記録されている。その一方で、定点モニタリングでは定点以外の場所における写真が不足していることも判明した。この課題に対しては、本申請により開発したスマホ調査によって、定点以外の億首川全体におけるマングローム林の現状把握が可能である。一方、スマホ調査では把握できない、森林の過去から変遷に関しては、

定点モニタリングによって補うことができる。

このように、webGIS を用いて定点モニタリングの「点のデータ」とスマホ調査の「面のデータ」を情報統合することによって、マングローム林の現状が面と点の両方から相補的に把握することが可能となる。協働モニタリングを進めていくうえで、スマホ調査とあわせ、情報共有システムを構築することが有効である。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計3件）

佐々木剛・丹羽英之・朝波史香・鎌田磨人 (2017) 小型 UAV を用いた海岸マツ林の林床光環境の推定．緑化学会誌, 43(1). (印刷中) 査読有

小串重治・鎌田磨人 (2017) スマホを利用した市民生物分布調査の有効性と課題．ランドスケープ研究, 81. (印刷中) 査読無

今井洋太・竹村紫苑・高里尚正・乾隆帝・赤松良久・鎌田磨人 (2016) 協働モニタリングによる沖縄本島億首川ダム直下マングローム林の河床変動特性の把握．土木学会論文集 B1(水工学), 72(4): I_1093-I_1098. 査読有

〔学会発表〕（計5件）

竹村紫苑・鎌田磨人 (2016.9.2) 沖縄本島億首川におけるマングローム林の再生管理に向けた協働モニタリングの開発．第20回応用生態工学会．東京大学（東京都文京区）

朝波史香・佐々木剛・鎌田磨人 (2016.7.9) グリーンインフラとしての海岸マツ林の持続性評価—地域社会の視点から．第26回日本景観生態学会大会．酪農学園大学（北海道江別市）

Kamada M. (2015,7,7) Niche modeling of three swallow species using civic survey data –availability of smartphone-assisted survey system. 9th IALE World Congress. Hilton Hotel (Portland, USA)

鎌田磨人 (2015.5.24) スマホを用いた参加協働による生きもの分布調査．日本造園学会平成27年度全国大会・ミニフォーラム「はかる・調べる・予測する：新技術が拓く造園学イノベーション」．東京大学（東京都文京区）

Kamada M. (2014,10,11) Smartphone as a tool of civic science - collaborative survey of species distribution. 4th International Conference of Urban Design and Biodiverstiy-URBIO2014. Posco Global R&D (Incheon, South Korea)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鎌田 磨人 (KAMADA, Mahito)
徳島大学・大学院理工学研究部・教授
研究者番号：40304547

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

乾 隆帝 (IUNI, Ryutei)
山口大学・大学院創成科学研究科・特命助教
研究者番号：20723844

竹村 紫苑 (TAKEMURA, Shion)
総合地球環境学研究所・研究部・プロジェクト研究員
研究者番号：70707273

(4) 研究協力者

丹羽 英之 (NIWA, Hideyuki)
京都学園大学・バイオ環境学部・准教授

佐々木 剛 (SASAKI, Takeshi)
徳島大学・大学院理工学研究部・特任研究員

朝波 史香 (ASAANMI, Fumika)
徳島大学・大学院理工学研究部・技術補佐員

今井 洋太 (IMAI, Yota)
徳島大学・大学院先端技術科学教育部・修士学生

小串 重治 (KOGUSHI, Shigeharu)
徳島大学・環境防災研究センター・客員准教授 / グリーンフロント研究所 (株)