

コウノトリを対象とした市民科学によるデータ収集の試行

安川 雅紀¹ 服部 純子² 井上 遠³ 鷲谷 いづみ⁴ 喜連川 優^{5,2}

1 東京大学地球観測データ統融合連携研究機構 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1

2 東京大学生産技術研究所 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1

3 東京大学大学院農学生命科学研究科 〒113-8657 東京都文京区弥生 1-1-1

4 中央大学理工学部 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

5 国立情報学研究所 〒100-0003 東京都千代田区一ツ橋 2-1-2

E-mail: 1 yasukawa@iis.u-tokyo.ac.jp, 2 hattori@tkl.iis.u-tokyo.ac.jp, 3 tohkiinoue@gmail.com,

4 washiizu.22r@g.chuo-u.ac.jp, 5 kitsure@tkl.iis.u-tokyo.ac.jp

あらまし 絶滅危惧種として分類される生物の野生個体群再生を行うには、当該生物のモニタリングを行って多くのデータを蓄積し解析を行って知見を発見し生態を理解することが不可欠である。我々は、絶滅危惧種であるコウノトリを対象として、市民参加型のモニタリングデータを収集して解析を行うためのシステムを開発中である。本論文では、コウノトリのモニタリングデータを収集するアプリケーションを開発し試行したので報告する。モニタリングにおける調査項目の検討、データアップロード、データ編集・品質管理、データ公開等のツール群の開発を行い、コウノトリをモニタリングする参加者を募集して実際にアプリケーションを使用してもらった。結果として、2018年4月から12月まで約4,400件の大量のモニタリングデータを収集することができ、本アプリケーションが市民科学における生物データ収集において有効であることを確認した。

キーワード 市民科学, 科学データ, 市民参加型モニタリング, クラウドソーシング, 生物多様性

1. はじめに

昨今では、インターネットの普及により不特定多数の人に業務を委託するクラウドソーシングが広がりを見せており、画像チェックやアイデア発案、ロゴ作製、レビュー投稿といった例がある。これらは、その分野のプロではない一般市民に外注して、望む結果を得る代わりにワークは発注元から報酬を受け取る交換関係が成り立っている。

このような見方に対して、似たような言葉に市民科学がある。市民科学は、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し科学へ貢献することと、社会的な課題・要求にも応えていくことである[1],[2],[3]。つまり、市民科学は、科学分野のクラウドソーシングよりも広い意味を持ち、研究者と市民は“協力型”で研究や施策を行う。絶滅危惧種として分類される生物の野生個体群再生を行うには、当該生物のモニタリングを行って膨大なデータを蓄積し解析を行って多くの知見を発見し生態を理解しなければならず、このような場合に市民科学の概念は不可欠である[4]。

そこで我々は、絶滅危惧種であるコウノトリを対象として、市民科学で野生個体群再生に貢献するため、市民参加型でモニタリングデータを収集し生態を解析するためのシステムを開発中である。本論文では、コウノトリのモニタリングデータを収集するアプリケーションを開発し試行したので報告する。コウノトリの生態やパーソナリティを今後解析するために個体番号

を考慮した調査項目の検討、データアップロード、データクレンジング・品質管理、データ公開等のツール群の開発を行った。また、実験として、コウノトリをモニタリングする参加者を募集して実際にアプリケーションを使用してもらい、データ収集からデータ公開までを試行した。

2. 関連研究

本章では、生物多様性に関する市民科学の関連研究について述べる。

2002年、オーデュボン協会とコーネル大学鳥類学研究所によって、野鳥愛好家を対象とした「eBird」というWebシステムを活用した市民科学プロジェクトが開始した。世界中のどこでも、いつでも、観察した鳥の記録をインターネット経由で報告できる[5]。2015年の報告件数は7千万件で、2016年までの15年間で累積3億件にのぼる[6]。現在までにこれらのデータを使った学術論文や書籍も発行されており、その数は150編以上に及ぶ。eBirdは個体数や分布を調査するのに対して、本研究は個体番号を重要視した調査である点に違いがある。

一方、日本では、東京のチョウを対象とした市民参加型モニタリング「いきモニ」という市民科学プロジェクトが2009年から行われている。写真付きの調査データをインターネット経由で報告できる。品質管理をチョウの専門家が行い、2009年から現在まで約5万件の高品質なデータセットを一般に公開している

[7],[8]. 当該データを使った学术论文や蓄積された画像や知見を掲載したネイチャーガイドも発行されている。いきモニも個体数や分布を調査するが、本研究はいきモニをもとに個体番号など調査項目などを拡張・強化したものである。

3. コウノトリのデータ収集アプリケーションの開発

本章では、コウノトリのモニタリングデータを収集して蓄積し、品質管理されたデータを公開するアプリケーションについて述べる。

3.1. 調査項目の検討

コウノトリのモニタリングにおける調査項目について検討した。東京のチョウのモニタリングでは、調査員番号、調査日時、天候、種名、性別、行動、調査地(住所、施設名)、利用植物、写真、備考などであった[7],[9]。これらについて、コウノトリに沿った調査項目にするため、追加あるいは拡張を行った(図1)。日本で放鳥されるコウノトリでは足環が装着され個体番号が付加されていることから、個体識別(足環の色の識別)を行って個体番号を入力する項目を追加した。また、将来的に、収集データから個体毎のパーソナリティを解析することを見据えて、行動については細かな選択肢を用意し、選択肢以外の行動については自由入力欄を設けた。コウノトリを確認した周辺環境については、土地利用に関する選択肢に加えて、詳細な場所の選択肢を用意した。コウノトリの生活史を知るには、それがどの生物を餌として利用するかという情報が不可欠であるため、餌生物の項目を設けた。



- ◆ 調査日時(自動または選択式): 年、月、日、時間
- ◆ 天候(選択式): 天気、風
- ◆ 足環1(選択式): 「有、無、不明」
- ◆ 足環2(選択式): (足環なしの場合に)「成鳥、幼鳥、不明」
- ◆ 足環3(選択式): (足環有の場合に)足環の色(左右3個ずつ。選択肢は、黒黄赤青緑or不明)
- ◆ 個体番号(選択式): (足環3と連動させる必要がある。番号と愛称を表示する)
- ◆ 行動1(選択式): 飛行、休息、採餌、繁殖(求愛・交尾)、繁殖(巣作り)、繁殖(巣に伏せている)、繁殖(雛に餌を運ぶ)
- ◆ 行動2(自由入力): (負傷・異常な行動等があれば具体的に記述)
- ◆ 環境1(選択式): 「田んぼ、畑、湿地、草地、河川、干潟」
- ◆ 環境2(選択式): 「地上、樹木、電柱、その他の人工物」
- ◆ 調査地1(自動あるいは選択式): 都道府県、市区町村 (公開の際には粗く)
- ◆ 調査地2(自由入力): 施設名(任意) (たぶん公開しない)
- ◆ 写真あるいは動画
- ◆ 餌生物(自由入力): (任意)
- ◆ 備考(自由入力): (任意)

図1 調査データ

3.2. システム構成

提案アプリケーションの概念図は図2のようになる。流れは以下の通りである。コウノトリのモニタリング活動に参加したい市民は、Web やスマートフォンアプ

リケーションを用いて、参加登録を行い、調査員のアカウントを取得する。調査員はデータアップロードページにアクセスし、調査項目入力および画像の添付を行い、データをサーバにアップロードする。サーバは取得したデータを自動的にデータベースに登録し、画像をストレージに保存する。コウノトリに詳しい専門家は、データ編集ページにアクセスし、アップロードされたデータの修正および品質チェック・フラグ付けを行う。データ公開ページでは、クライアントの検索条件に沿ったクエリを生成してデータをデータベースから引き出してデータ表示ページを自動生成してクライアントに結果を返す。データは、品質が高いとフラグ付けされたデータのみを公開する。市民がコウノトリのデータを収集して、そのデータからコウノトリの生態に関する様々な知見を市民が発見できることを目標にしているアプリケーションであるため、提案アプリケーションを我々は「コウノトリ市民科学」と呼んでいる。

本システムは、コウノトリのデータと地球環境データとの統合およびその解析を考慮して、データ統合・解析システム上に構築して稼働させる。データ統合・解析システムは、数十ペタバイトのストレージに地球環境に関する様々なデータをアーカイブして統合・解析することにより、科学的・社会的に有用な情報に変換することができる知の創出炉である[10]。

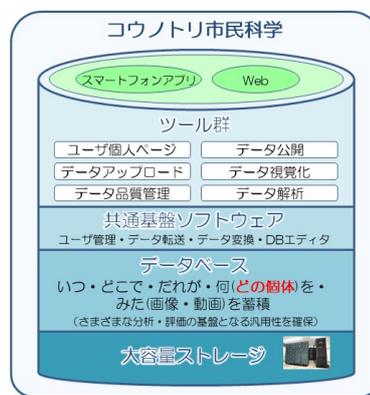


図2 提案アプリケーションの概念図

3.3. データアップロード

コウノトリのモニタリングデータをサーバにアップロードするため、図3のようなデータアップロードページを作成した。調査員はコウノトリのモニタリング後、図3のデータアップロードページを使って調査項目を入力する。調査項目は、2.1節で述べたものである。入力確認、サブミットを行ってアップロードすると、データベースに登録される。調査員の誤入力を防ぐために、調査日、調査日時、天候、個体の番号・性

別、行動等、半数以上の項目を選択式の入力フォームとした。また、調査員が同じ日時・場所で複数の個体を記録することがあるため、Webブラウザのcookieを利用して、調査員番号、調査日時、天候、調査地等の項目欄について、前回入力した値にプリセットする機能を備えた。



図3 データアップロードページ

3.4. データ品質管理

データベースに登録したデータ(以後、生データ)は、個体番号の誤りをはじめとした誤入力が含まれることがあるため、クレンジングしてデータ品質を保つ必要がある。そこで、データクレンジングを行えるデータ品質管理ページを作成した。

データ管理者であるコウノトリ専門家は、生データのリストページから1つのデータを選択し、Webベースのデータクレンジングページを用いて調査項目を表示させて生データを修正し、データ品質のフラグを付与する。具体的には、テキスト入力による修正あるいは選択式による修正、Google Mapsを用いた調査地の緯度・経度の修正、専門家によるコメント記入、データ品質フラグ付け等が可能である。専門家によるコメントは、調査員の参加モチベーションの維持に効果的

である。データ品質フラグは、データの公開・非公開に使用する項目である。

4. 実験結果

本章では、提案アプリケーションを実際に稼働させ、コウノトリのモニタリングデータを収集した結果について述べる。

4.1. データアップロード

提案アプリケーションは2018年4月に一部の市民グループに公開してテスト運用を開始し、同年7月に一般に公開を開始した。

2018年12月時点で参加登録人数は199名である。図4に、年代別の参加登録人数を示す。10代から80代まで幅広い年齢層がアプリケーションを利用していることが分かる。県別では32都道府県で参加登録があった。

図5に月別のデータアップロード件数を示す。テスト運用の2018年4月から6月までは20名程度の参加者で動作確認を行っていたため件数は多くないが、アプリケーションの正式公開後の同年7月からは毎月大量のモニタリングデータを収集することが出来た。また、2018年4月から12月まで約4,400件のモニタリングデータを収集することが出来た。

図6に、図3を用いてモニタリングデータをアップロードするのに要した時間を示す。これは、データアップロードページを開き、各調査項目を入力し、画像を添付してアップロードが完了するまでの、1件のデータアップロードの時間である。なお、期間は、2018年12月後半のデータを対象とした。約70%のデータは、3分以内にデータの入力およびアップロードが完了したことが分かる。また、5分以内にアップロードを完了したデータは、全体の約85%であった。写真からの足環の色の識別に手間取る場合や写真サイズが大きい場合、備考欄に多くのテキストを入力する場合などは、アップロードが完了するのに時間を要していると考えられる。一方、10分以上要したデータについては、項目などの入力途中で作業を中断したと考えられる。一般的なクラウドソーシングのタスクと比べ、図1のように入力すべき項目が多いにもかかわらず、約85%のデータは5分以内でデータアップロードが完了していることから、本データアップロードツールは、コウノトリのデータ収集に有効であると考えられる。なお、ユーザからのフィードバックによって当該ツールの改良を重ねている。

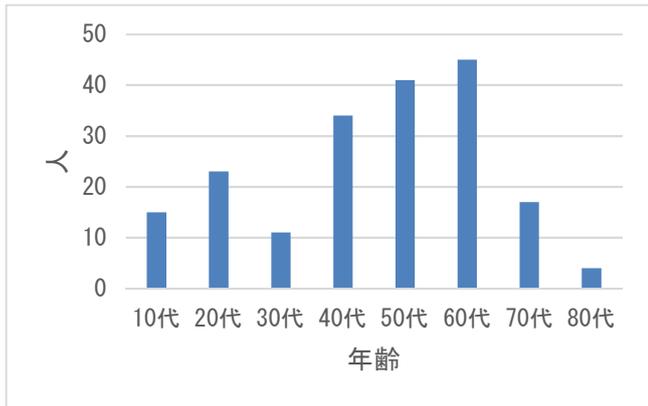


図4 年代別参加登録人数

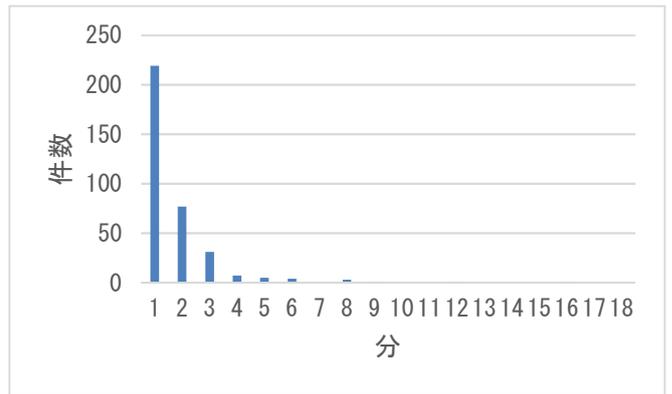


図7 データクレンジング時間

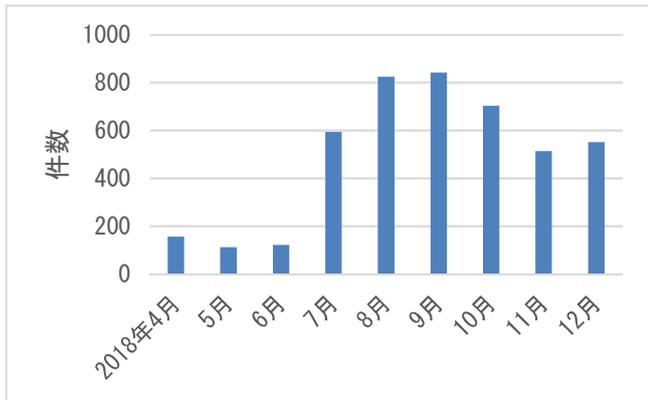


図5 月別データ件数

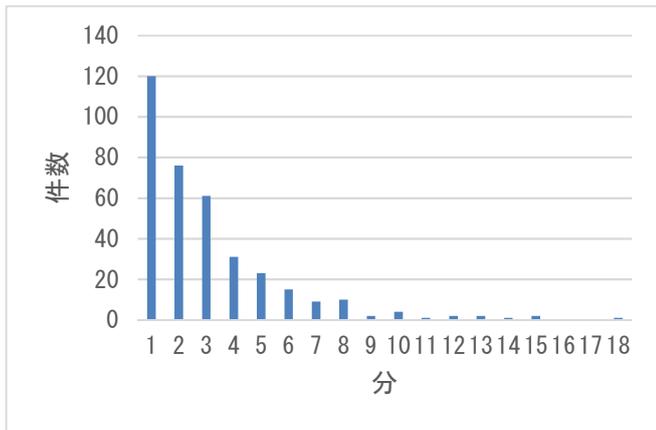


図6 データ入力時間

4.2. データ品質管理

図7に、コウノトリ専門家がデータ品質管理ページを使って、データクレンジングを行ったときの所要時間を示す。約94%のデータは、3分以内にデータクレンジングが完了したことが分かる。また、5分以内にクレンジングを完了したデータは、全体の約97%であった。時間を要するときは、写真が不明瞭で個体識別に手間取る場合や、長いテキストのコメントを記入する場合に多く見られた。

4.3. データ公開

生データのクレンジング後、モニタリングデータは、データ公開ツールによって Web 上で一般に公開する。

図8は、個体番号、年月を検索条件としたデータの表示例であり、写真のサムネイルをタイル状に並べた場合である。我々のモニタリングプロジェクトでは調査の際にコウノトリを撮影することになっているため、非常に多くの写真がサーバにアーカイブされる。写真から、周辺環境や行動、餌生物などを確認することが容易であるとともに、生態の解析への利用にも期待できる。

図8の写真をクリックすると、図9のように調査データの詳細を表示出来る。調査項目および画像、調査地を閲覧することが可能である。なお、調査地の地図は、コウノトリと人間の適切な距離を保つため、粗く表示するよう配慮した。

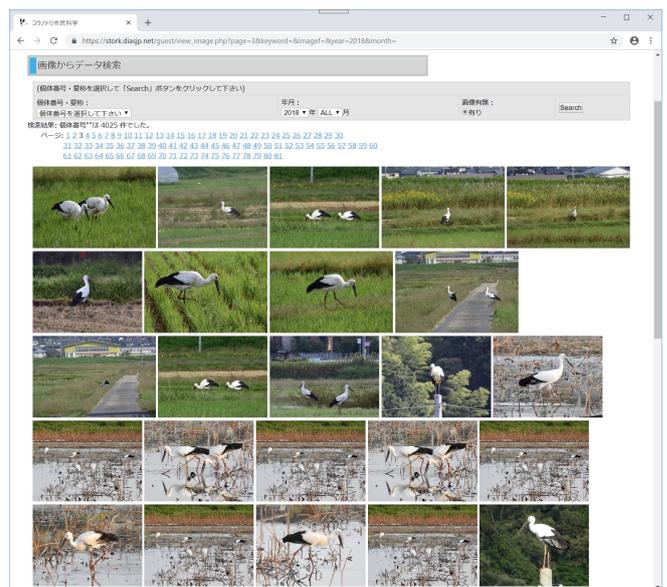


図8 データ検索の例



図9 データ詳細表示

コウノトリの各個体を定期的にモニタリングデータ出来れば、図10のように最新の個体分布マップを作成することが可能である。コウノトリは頻りに遠方へ移動することは季節を問わず少ないが、生活場所を変えるために一晩で数百 km を移動することがある。このため、図10のようなマップは、調査員がコウノトリをモニタリングする時のプランニングや、各自治体が飛来したコウノトリについて市民に情報提供や注意喚起すること等に役立つ。

図11は、各個体の安否確認情報として表示したものである。この表示によって、個体がいつまで生存を確認できているか、いつから行方不明か、いつ死亡したか、確認場所および行動とともに閲覧することが可能

である。確認情報が古い場合、近隣の調査員にモニタリング活動を促す効果も期待できる。

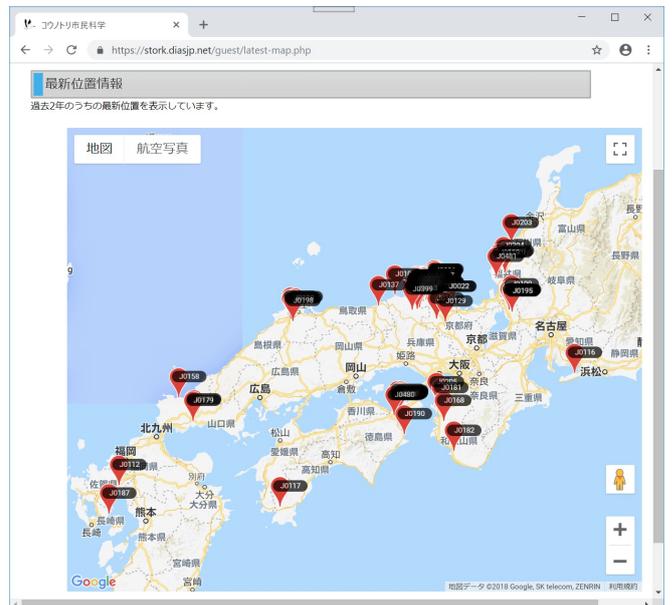


図10 最新の個体分布マップ

5. まとめ

本論文では、市民科学においてコウノトリのモニタリングデータを収集するアプリケーションの開発および、当該アプリケーションの一般公開の結果について述べた。結果として、2018年4月から12月まで約4,400件の大量のモニタリングデータを収集することができ、本アプリケーションが市民科学におけるコウノトリのデータ収集において有効であることを確認した。また、参加者である調査員のデータ入力時間は、全体の85%で5分以内であり、データアップロードが適切なものであることを確認した。

今後は、複数個体が集団で行動している様子を目撃した際に効率的なデータアップロード方法の検討、モニタリングデータを用いた個体毎のパーソナリティ解析をサポートできるようなツールの検討等を行う予定である。

謝辞

本研究は文部科学省研究委託事業「地球環境情報プラットフォーム構築推進プログラム(DIAS-PF)」の支援を受けたものである。また、日本コウノトリの会には、ユーザ募集、データ入力研修、データクレンジング等、多大なご協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

泉町			
J0103	F	2018-10-14	休息 兵庫県豊岡市 08:15 管理棟そば汽水飛び洲および汽水仕切り堤防岸をJ0391歩行 09:16 県道脇電柱J0103J0294羽織い 09:21 県道脇電柱J0294がJ0103を追い払い止まる。J0103近くの電柱へ移動を繰り返す。 10:00 県道脇電柱J0103J0294羽織い 10:44 県道脇電柱同じ電柱でJ0294J0391羽織い 10:52 2羽湿地南寄りに降りる 12:00 2羽湿地南端で探餌 13:00 2羽湿地南端で探餌 13:20 2羽湿地南端で休息 14:00 2羽湿地南端で探餌 14:30 2羽湿地南端で探餌 15:30 2羽湿地南端で探餌 16:40 2羽湿地南西角で探餌 17:20 2羽湿地仕切り堤防近く探餌
J0104	F	2018-10-04	休息 京都府京丹後市 竹野川に近い田んぼで0091と0104が探餌していましたが足場が遠すぎてなかなか確認できなかったので少し近づいてサギと一緒に飛ばしてしまいました。
J0105	F	2018-10-04	探餌 京都府京知山市 昨日は善巻に8羽いたようですが早朝にはいませんでした。池部から対岸の上天津へ飛翔し探餌していました。
J0106	F	2018-10-18	休息 京都府京丹後市 〔O106♀〕〔O209♀〕の2羽が、久美浜湾甲山河口が見渡せる電柱に居ました。
J0110	F	2018-10-09	探餌 兵庫県豊岡市
J0111	M		
J0112	M	2018-08-04	歩行 佐賀県佐賀市 J0149と一緒に行動 写真で確認。7/30は東与賀町飯盛
J0114	M		
J0116	みき F	2018-10-18	休息 愛知県田原市
J0117	しょう M	2015-09-30	飛翔 神奈川県秦野市 写真は、はだの野鳥の会会員 小泉一二三さんが撮影されたものです。2015.10.1に八木が野田市役所で確認したところ、以下の返事をもらいました。野田市で今年3羽放鳥された鳥のうちの一羽で、前日まで宮城県にいたものです。「翔くん」と呼ばれています。飛行は、房総から三浦半島を通過し、秦野市を通過して、今南足柄市にいます。また、タウンニューズ秦野版に10.8版に掲載してもらいました。http://www.townnews.co.jp/0610/2015/10/08/302936.html
J0118	げんき M	2018-10-14	探餌 島根県雲南市 J0051といつもの電柱。6時5分に川へ、その後赤川の対岸の電柱へ移動。
J0119	ゆめ F	2018-10-05	休息 福井県越前市 J0119(ゆめ)はやっぱり生まれ故郷の白山が良いのでしょうか？それともJ0481(みほと)みほとのそばが良いのでしょうか。今日は黒川人工巣塔近くの刈り取りの終わった田圃の畔で仲良く休息です。
J0120	F		
J0121	F	2018-10-15	探餌 徳島県鳴門市 J0121 J0154 J0172 J0210 J0211 計5羽が 飛来しました。
J0122	M	2018-10-17	休息 京都府京丹後市 周囲に他のコウノトリはいません。甲山河口の様子を見に来たのですが、河口には小舟が居ました。

図 11 各個体の安否確認情報

参考文献

- [1] D. Cavalier, E. Kennedy, “The Rightful Place of Science: Citizen Science”, Tempe, AZ: Consortium for Science, Policy & Outcomes. pp. 54, 2016.
- [2] J. Silvertown, “A new dawn for citizen science”, Trends in Ecology & Evolution, Vol. 24, No. 9, pp. 467-471, 2009.
- [3] 宮崎 佑介, “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, Vol.66 No.1, pp. 237-246, 2008.
- [4] 鷺谷いづみ, “知って守る生物多様性 —市民科学の意義と楽しみ”, 人と自然の環境学, 公益財団法人 日本生命財団[編], 東京大学出版会, pp.7-24, 2019.
- [5] eBird, <https://ebird.org/home>, (2019年1月10日確認).
- [6] Brian L. Sullivan, Tina Phillips, Ashley A. Dayer, Christopher L. Wood, Andrew Farnsworth, Marshall J. Iliff, Ian J. Davies, Andrea Wiggins, Daniel Fink, Wesley M. Hochachka, Amanda D. Rodewald, Kenneth V. Rosenberg, Rick Bonney, Steve Kelling, “Using open access observational data for conservation action: A case study for birds”, Biological Conservation, Vol. 208, pp. 5-14, 2017.
- [7] 安川雅紀, 前角達彦, 須田真一, 中原美理, 鷺谷いづみ, 喜連川優, “蝶モニタリングのためのデータ管理システム”, 第3回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM2011), C8-6, 2011.
- [8] 安川雅紀, 須田真一, 鷺谷いづみ, 喜連川 優: 蝶モニタリングのためのデータ解析ツール, 信学技報, vol. 111, no. 361, DE2011-45, pp. 31-36, 2011.
- [9] 藤原宣夫, 日置佳之, 須田真一, “-MBR方式による- 住民参加の生きもの調査ガイドブック”, 国土技術政策総合研究所資料, No. 139, 2003.
- [10] DIAS: データ統合・解析システム, <http://www.diasjp.net/>, (2019年1月10日確認).