

平成 27 年度 博士学位論文

日本における生物多様性保全のための  
市民科学の評価と改善に関する研究

東京都市大学大学院環境情報学研究科

環境情報学専攻 博士後期課程

小松直哉



# 目次

<b>第1章 序論</b> . . . . .	<b>1</b>
<b>第1節 研究背景</b> . . . . .	<b>1</b>
1. 生物多様性における市民科学 . . . . .	1
2. 市民科学とは . . . . .	2
3. 市民科学モデル . . . . .	2
4. 市民科学プロジェクトのプロジェクトデザイン . . . . .	5
5. 市民と専門家・プロジェクト実施団体の役割 . . . . .	7
6. 市民と専門家の区別と参加による長所 . . . . .	8
7. 市民科学に必要な要件 . . . . .	9
<b>第2節 研究の位置づけ</b> . . . . .	<b>11</b>
1. 市民科学の価値 . . . . .	11
2. 日本とアメリカの市民科学の課題 . . . . .	13
<b>第3節 研究目的</b> . . . . .	<b>15</b>
<b>第4節 論文の構成</b> . . . . .	<b>16</b>
<b>第2章 日本の市民科学の評価</b> . . . . .	<b>18</b>
<b>第1節 日本とアメリカの市民科学の歴史とプロジェクト</b> . . . . .	<b>18</b>
1. 市民科学の歴史 . . . . .	18
2. 日本の市民科学の既往研究 . . . . .	21
3. アメリカの市民科学の既往研究 . . . . .	22
<b>第2節 日本の市民科学プロジェクトの評価</b> . . . . .	<b>24</b>
1. はじめに . . . . .	24
2. 研究方法 . . . . .	31
3. 結果 . . . . .	32
4. 考察 . . . . .	39
<b>第3節 Web を活用した全国規模の市民科学プロジェクトのデータ解析と検証</b> . . . . .	<b>42</b>
1. はじめに . . . . .	42
2. 研究方法 . . . . .	43
3. 結果 . . . . .	46
4. 考察 . . . . .	52

<b>第3章 市民科学プロジェクトの参加者の継続性の課題に関する研究</b>	<b>56</b>
<b>第1節 市民科学プロジェクトの参加者の意識が参加意欲に与える影響—お庭の生きもの調査参加者を対象に—</b>	<b>56</b>
1. 研究方法	58
2. 結果	62
3. 考察	69
<b>第2節 市民科学プロジェクトの参加者の意識が継続性に与える影響—リトルターンプロジェクトの参加を対象に—</b>	<b>72</b>
1. 研究方法	72
2. 結果	76
3. 考察	85
<b>第3節 2つの市民科学プロジェクトの参加者の意識に関する比較</b>	<b>87</b>
1. お庭の生きもの調査とリトルターンプロジェクトの概要と社会的属性の比較	87
2. 2つの市民科学プロジェクトの参加者の意識と参加意欲に対する解析結果の比較	89
<b>第4章 地域との連携による市民科学プロジェクトの実践</b>	<b>94</b>
<b>第1節 大学キャンパス周辺における市民科学プロジェクトの実施と生態系管理への活用</b>	<b>94</b>
1. はじめに	94
2. 方法	96
3. 結果	104
4. 考察	112
<b>第5章 結論</b>	<b>115</b>
<b>第1節 日本における市民科学プロジェクトの発展のための改善点</b>	<b>115</b>
1. 日本の市民科学プロジェクトの改善点	115
2. 市民科学プロジェクトの参加者の参加意欲の改善	117
3. 地域との連携における生態系管理のための市民科学の活用の提案	118
<b>第2節 日本の市民科学の発展のための改善モデルの提案</b>	<b>119</b>
<b>第3節 今後の課題</b>	<b>122</b>

# 第1章 序論

## 第1節 研究背景

### 1. 生物多様性における市民科学

地球上には、熱帯から極地、沿岸・海洋域から山岳地域まで多様な生態系が存在し、これらの生態系に支えられた多様な生物が存在している。全世界の生物の総種数は約 175 万種であるが、未確認の生物も含めると 3,000 万種とも推定されている（環境省 2012）。日本でも、確認されている生物の種数は9万種以上存在し、未確認の生物を含めると 30 万種を超えると推定されている（環境省 2012）。しかし、人間活動によって絶滅の危機に瀕している生物がおり、2012年に国際自然保護連合（IUCN）がまとめたレッドリストによると、評価対象とした生物のうち30%以上が絶滅のおそれがあり、約6600万年前の白亜紀末に発生した5度目の大量絶滅期以来の第6の大量絶滅時代とも言われている（環境省 2012）。

日本の生物多様性の危機の要因には、1）開発など人間活動による危機、2）自然に対する働きかけの縮小による危機、3）人間により持ち込まれたものによる危機、4）地球環境の変化による危機の4つ危機がある（環境省 2012）。これらの要因は生物に多大な影響を与えている。例えば、地球温暖化の影響によって、鳥類の分布や昆虫の出現、産卵時期などが変化していると報告されている（Lemoine et al. 2007; Primack et al. 2009; 中静 2009; Zdravko et al. 2009; Ibáñez et al. 2010; Ellwood et al. 2011）。また、渡り鳥などでも、多様な種の渡りの時期の変化に関する事例が報告されている（Sparks and Braslavskaja 2001; Sparks and Mason 2001; Kobori et al. 2012）。

鳥類のような広範囲を移動する生物の分布を明らかにするためには広域的な調査が、地球温暖化や外来種などの影響を明らかにするためには長期的な調査が必要不可欠であり（工藤・横須賀 2012）、広域的・長期的なデータの収集には、市民の科学研究への参加や市民との共同調査が有効な方法である。また、Dickinsonら（2010）は生態学や生物多様性の研究への市民の参加は生物多様性保全を目的とした研究の要であると述べている。

市民が科学研究に参加することにより長期的かつ広域的なデータの収集が可能であることから、大気汚染や地球温暖化、乱獲、都市化などの広域的な環境問題や生物多様性の危機による生物多様性の現状や影響を明らかにするための手法として市民参加による調査や

研究は極めて有効である (Dickinson et al. 2010; Bonney et al. 2014)。

しかし海外では、科学者や政策立案者、市民のために市民参加による調査や研究は信頼性のあるデータや情報の収集に長くから活用されてきたにもかかわらず (Silvertown 2009; Miller-Rushing et al. 2012; Havens and Henderson 2013)、日本における生態学者や政策などの意思決定者は市民参加による科学研究の意義や潜在能力をあまり認識してこなかった (Kobori et al. 2015)。そのため、「科学研究への市民の参加」である「市民科学」(第1章第1節「2. 市民科学とは」を参照) の評価と改善に取り組むことは生物多様性を保全するために極めて意義があると言える。

## 2. 市民科学とは

Oxford dictionaries では、主に専門家との共同プロジェクトの一環として市民による自然に関するデータの収集と解析と市民科学を定義している<sup>1)</sup>。また、いくつかの研究は市民科学を市民が1) 問題の発見、2) 先行研究などの情報収集、3) 課題の設定、4) 調査方法の計画、5) データの収集、6) データの解析、7) 結果の解釈、8) 結果の公表などの科学研究プロセスの一部または全てのプロセスに参加し、専門家と共同で科学研究を行うことと定義している (Silvertown 2009; Dickinson and Bonney 2012; 小堀 2015)。その他にも、市民科学は多様な定義が報告されているが (小堀 2015)、本論文では、Silvertown (2009) や Dickinson and Bonney (2012) などが報告している生物多様性や自然科学の分野で使用されている市民科学の定義に従った。

市民科学は市民調査やコミュニティサイエンス、Public Participation in Scientific Research (PPSR: 市民の科学研究への参加)、community-based monitoring (CBM) など様々な呼び方で呼ばれており (Bonney et al. 2009b; Dickinson et al. 2010; Conrad and Hilchey 2011)、天文学や人間の健康など様々な分野で実施されている (Józa et al. 2009; Vetter 2011; Dickinson and Bonney 2012)。

例えば、水環境の分野では、市民が河川の水質を流域毎で調査している事例 (小倉 2003) や地元民が地元で学びつつ、地元の問題を解決していく「地元学」といった事例 (吉本 2001; 結城 2001) が報告されている。また海外では、国際環境計画 (UNEP) が毎年出版している Year Book に市民科学に関する内容が報告されており、今後生物多様性保全にとって極めて有効な分野であると国際的にも注目されている (UNEP 2014)。

市民科学の最大の特徴は広域的かつ長期的なビッグデータの収集や参加している市民の

教育効果（科学リテラシーや問題解決能力の向上など）である。これらの特徴から河川の水質や大気汚染などの広域的な調査や地球温暖化における生物季節の調査などの長期的な調査、地元学など地域住民による地元の課題解決など、市民が科学研究に関わる長所を活かせる分野で活発にプロジェクトが実施されている。

本研究で焦点を当てている生物多様性保全の分野にも市民科学が活用されており、例えば、生物の分布（Zuckerberg et al. 2009; 前角ら 2010）や動植物のフェノロジー（Denny et al. 2014; Rosemartin et al. 2014; 植田・神山 2014）、外来種（Delaney et al. 2008）など特定の種の調査や行動の調査のように市民が調査しやすい分野で活用されている。そこで本論文では、生物多様性保全に焦点を当てた市民科学について論述する。

### 3. 市民科学モデル

The Center for Advancement of Informal Science Education (CAISE) は市民が研究プロセスの参加の仕方によって市民科学モデルを分類しており（Cooper et al. 2007; Bonney et al. 2009a、表 1-1）、多くのモデルは、市民によって得られる科学的な成果（例えば、データのみやデータと解析結果など）もしくはプロジェクトの参加者をどの程度絞り込むかによって分類される（Wilderman et al, 2004）。

CAISE は市民がデータの収集やデータの解析、結果の公表を、専門家がその他のプロセスを担い、膨大なデータを提供するモデルを *Contributory model*（貢献型）と分類している。そして、調査方法の計画から結果の公表までのプロセスを市民が担うモデルを *Collaborative model*（協働型）に、市民が疑問や関心のある研究テーマを設定し、全てのプロセスを市民と専門家の共同で行うことモデルを *Co-created model*（共同創生型）に分類している（Bonney et al. 2009a）。

その他には、市民が問題・課題の発見や自ら計画した調査方法によるデータの収集、データの解析、結果の公表を行う *Action research model*（実践調査型）や市民が専門家へ研究依頼を行い、専門家が調査した結果を市民が受ける *Contact model*（依頼型）や市民が全ての研究プロセスを独自で実施する *Colleagues model*（独立型）といった様々なモデルが提唱されている（Cooper et al. 2007; Shirk et al. 2012）。

世界には数多くの市民科学プロジェクトが存在しており、*Contributory model* や *Collaborative model* などの市民科学プロジェクトは多数存在しているが、*Co-create model* や *Colleagues model* といった全ての研究プロセスを市民が実施する市民科学プロ

ジェクトは極めて少ない。また、全ての研究プロセスを独自で実施できる市民を「市民科学者」と呼んでいる (Dickinson and Bonney 2012)。また、実施機関は専門家と同様に市民ではできない研究プロセスを主に行い、市民科学では市民と実施機関が各々の役割を担い、科学研究を遂行している。

補注

- 1) "Citizen Science", Oxford dictionaries. Oxford University Press, (<http://www.oxforddictionaries.com/>)、2016年1月参照



表 1-1 市民科学モデル

研究のプロセス	Contributory model (貢献型)	Collaboration model (協働型)	Action research model (調査実践型)	Contact model (依頼型)	Co-create model (共同創生型)	Colleagues model (独立型)
1. 問題の発見	×	×	○	○	○	○
2. 先行研究などの 情報収集	×	×	×	○	○	○
3. 課題の設定	×	×	×	○	○	○
4. 調査方法の計画	×	(○)	○	×	○	○
5. データの収集	○	○	○	×	○	○
6. データの解析	(○)	○	○	×	○	○
7. 結果の解釈	×	(○)	○	×	○	○
8. 結果の公表	(○)	(○)	×	○	○	○

○は市民が参加しているプロセスを、(○)は市民が時々参加するプロセスを、×は専門家が行うプロセスを示す。

## 4. 市民科学プロジェクトのプロジェクトデザイン

市民科学プロジェクトの調査は生物の分布や発生、個体数の調査など単一のプロセスであるが、プログラムの開発や実践、評価は極めて複雑なプロセスを伴うものである。市民科学を成功に導くためには、調査手法、参加者の募集、データ管理、成果の公表、成果の評価などのプロセスを計画的に実施することが重要である（Bonney et al. 2009b; Dickinson and Bonney 2012）。以下に、Dickinson and Bonney（2012）が提案しているプロジェクトデザインを参考に科学的な問いの選択からプロジェクト評価までのプロジェクトのデザインについて説明する。

### 4.1. 科学的な問いの選択

市民科学プロジェクトのテーマは実施団体の保全のテーマに沿った科学的な問いから導き出されることがよい（Dickinson and Bonney 2012）。また、参加者は科学研究に参加しているため、参加によって教育的な利益を得るには、解析や出版物の公表が必要である（Dickinson and Bonney 2012）。そのため、解析や出版物、学術論文に適した科学的な問いを選択する必要がある。また、多くの参加者はアマチュアの市民であるため、基礎的な観察技術でもデータ収集が可能であるエサ台にやってくる鳥のカウントや植物の開花など容易なテーマを選択するべきである。

### 4.2. プロジェクトチームの結成

国や大陸などの広範囲の市民科学プロジェクトを成就させるためには、①自然科学分野の研究者、②学校教育や学校外の教育者、③コンピューターによる統計解析ができる人材、④社会学者、⑤学習目標の設定やプロジェクトの成果の評価者などの人材が必要である（Dickinson and Bonney 2012）。これらの人材を全て雇うことは困難である場合、その他の団体と協同することが重要である。

### 4.3. 教材開発

市民科学の達成は、プロジェクトの手順や教材、データシートなどのプロジェクトをサポートする教材の質や利用と関係している（Dickinson and Bonney 2012）。教育的な資料としては、同定用のガイドやポスター、調査マニュアル、ビデオ、ニュースレターなどが存在し、プロジェクトの説明や参加者からの主要な質問、参加者による観察や調査用紙へ

の記入の際に直面する問題などに活用される。また、インターネットやソーシャル・ネットワークはプロジェクトスタッフと参加者の間でのコミュニケーションや相談などに活用されている。

#### **4.4. 参加者の募集とトレーニング**

市民がプロジェクトへ参加し、参加者の時間をデータ収集や提供に活用してもらうことは市民科学にとって最も重要な課題である (Dickinson and Bonney 2012; 桜井ら 2014)。そのため、プロジェクトの HP の作成やイベントでの告知など参加者の募集は継続的に行わなければならない。また、参加者に自信を持ってデータを収集してもらえるように、プロジェクトスタッフによるサポートが極めて重要である。そのため、前述したように教材の開発をしなければならない。また、参加者は自分が収集したデータの有用性を知るためには、参加者にテストやクイズなどの問題を答えてもらうことが一つの解決策であると言える (Dickinson and Bonney 2012)。

#### **4.5. データの受理、編集、開示**

市民科学プロジェクトのスタッフはプロジェクトによって収集された全ての情報を受け入れ、編集し科学者や参加者が解析できるようにすべきである (Dickinson and Bonney 2012)。そのためには、データを管理するデータベースの構築やデータを統合し全ての参加者が使用できるようにすることが重要である。データの公開の際、絶滅危惧種の分布などデータの保護について配慮する必要がある。このように、参加者がプロジェクトで収集したデータを用いて研究することは最も教育的な価値がある (Dickinson and Bonney 2012)。

#### **4.6. データの分析と解釈**

市民科学プロジェクトは研究に必要な膨大なデータを収集することができるが、時系列的、空間的なデータセットを分析するには高い専門的知識が要求される (Dickinson and Bonney 2012)。市民科学を運営している団体はデータ管理とデータ分析技術を有するスタッフをプロジェクトチームに組み込むべきである (Dickinson and Bonney 2012)。

#### 4.7. 結果の公開

市民科学では、プロジェクトスタッフは十分なデータが得られた場合には解析する事を最優先し、研究者やプロジェクトスタッフは参加者のために査読付きの学術論文に投稿する責任がある (Dickinson and Bonney 2012)。結果の公開は参加者だけでなく地主や保全活動のパートナーなども対象に行う必要がある (Dickinson and Bonney 2012)。市民科学プロジェクトの結果や結論を公開することは新たな参加者の募集、現在の参加者の継続的な参加などにも有効であり (Dickinson and Bonney 2012)、プロジェクトを運営する団体は結果の公開を責任持って実施するべきである。

#### 4.8. プロジェクトの評価

市民科学プロジェクトの最後のステップは、科学・教育的な観点からプロジェクトの成果を評価することである (Ryan et al., 2001; Dickinson and Bonney 2012)。しかし、市民と専門家では最終目標へのプロセスが異なる。市民は生物多様性保全に対する直接的な貢献活動を目指すのに対して、専門家は学術論文を通して新しい知見や発見、考え方などを社会に発信することで生物多様性保全への貢献を目指している。そのため、プロジェクトの成果を評価するには、市民の視点では保全活動の効果、科学分野の知識の増減が考えられる。専門家の視点では、査読付きの学術論文への投稿数、データベースの大きさや質、web サイトへの公開頻度などの方法を実施することが望ましい (Dickinson and Bonney 2012)。

### 5. 市民と専門家・プロジェクト実施団体の役割

市民科学を実践するには、市民が主体的に組織を作り、研究者に協力を依頼する方法 (モデル) もあるが、一般的には市民と市民科学プログラムの企画者である多様な組織 (行政、研究機関、教育機関、NPO など) が連携しておこなう (和田 2005; Dickinson and Bonney 2012)。

市民と専門家やプロジェクト実施団体はお互いに役割を担っている。専門家やプロジェクト実施団体は参加者が効率よく調査ができるようにデータベースや調査フォームの作成、調査マニュアルや同定ガイドなどの教材開発、データの管理と解析、結果の公開など全てのプロセスで役割を担っている。一方、市民が一番の役割はデータの収集と提供であるが、参加モデルに応じて、データの解析や結果の解釈などの役割を担う可能性もある。

また、市民と専門家は多様な動機を持って市民科学に関わっている。市民は①地域の生物多様性や環境の保全などの社会貢献、②生物愛、地域愛などの愛着、③プロジェクト参加の楽しさ、④学習（生涯学習）、⑤慈善活動などの様々な動機を持って市民科学プロジェクトに参加していると考えられる。一方で、専門家は①生物多様性や環境の保全などの社会貢献、②生物への愛着、③業績（学術論文）、④雇用などの様々な動機でプロジェクトに関わっていると考えられる。市民は地域への愛着や学習、楽しさが専門家と異なり感情や意識に関する動機が挙げられる。一方、専門家は業績や仕事などの成果に関する動機が市民と異なっていると考えられる。

## 6. 市民と専門家の区別と参加による長所

市民科学では、市民と専門家が共同で科学研究を行っており、本論文では、専門家は研究を職業としている大学教員や研究所の所員、プロジェクトスタッフを専門家として分類する。一方で、市民は専門家として定義した人以外の研究に携わったことのない人や愛好家を市民として定義する。また、大学や研究所の退職者や異なる分野の専門家は市民として分類する。

市民と分類された専門知識のない市民やアマチュアの専門家である愛好家の市民が収集するデータの信頼性が問題とされているが、市民が科学研究に従事する重要性やメリットは数多く存在する（表 1-2）。市民は国内外に存在しているため、日本国内のみならず大陸や世界規模での調査を可能としており、長期間の市民科学プロジェクトに参加することによって長期的かつ広域的なデータを収集することが可能である（表 1-2）。また、生物学的に極めて価値があり、専門家では許可が必要となる私有地などでの調査が可能である。しかし、専門的知識やデータの取扱、データの精度、社会への公開などの点でデメリットも存在する（表 1-2）。しかし、市民科学は市民のみで科学研究を遂行するのではなく、専門家と共同で科学研究を遂行するので、市民のデメリットとなる点は専門家がしっかりとフォローすることが可能である（表 1-2）。また、市民への教育に重点を置けば市民のデメリットとなる点も改善できることが考えられる。このように、市民科学は市民と専門家のメリットを融合させる極めて有効な研究手法だと考えられる。

表 1-2 市民と専門家のメリットとデメリット

	市民	専門家
専門的知識	あまりない	豊富
調査規模	大規模	小規模
調査地	私有地などでの調査	保全地域などでの調査
データの取扱い	解析・分析の未実施	解析・分析の実施
データの量	膨大なデータの収集が可能	膨大なデータの収集が困難
データの精度	精度の低いデータ	精度の高いデータ
社会への公開	社会への非公開	学会や論文での公開

赤字はデメリットを、青字はメリットを示す。

## 7. 市民科学に必要な要件

前述のように、市民科学プロジェクトを開発・運営するには様々な要件が必要とされる。そこで、市民科学に必要な要件をまとめると、①市民科学の強みを生かした課題設定、②調査方法の計画、参加者の募集、データの管理、成果の公表・評価、③web サイトやデータベースの開発と管理、④必要な人材の配置、⑤実施団体と補完的な団体との協働やパートナーシップの提携が挙げられる。

市民科学の強みを活かした課題設定とは、プログラムを開発する最初のステップとして科学的な問いの選択がある。そのプロジェクトの課題となる問いにはどのような市民が参加しているか、どの程度の規模で調査するかで異なる。例えば同定スキルが低い参加者が多い場合は、ツバメやソメイヨシノなど一般的に同定しやすい種を対象とし、飛来日や開花日などフェノロジーの調査をすることが望ましい。また、市民科学は広域的にデータ収集が可能であるため、鳥類や外来種の分布の調査などが望ましい。

調査方法の立案、参加者の募集、データの管理、成果の公表・評価では、市民科学は調査するだけでなくプロジェクトで得られた結果を社会に貢献しなければならない (Dickinson and Bonney 2012; Kobori et al. 2016)。そのためには、調査方法の立案や参加者の募集、データの管理、成果の公表・評価を実施するべきである。

次に web サイトやデータベースの開発と管理では、市民科学プロジェクトは数多くの市民に参加してもらうことがプロジェクトの成功を左右するため、プロジェクトの web サイトを作成し、新規の参加者の募集や参加者の継続性の維持などに努めるべきである

(Dickinson and Bonney 2012)。また、数多くの参加者から膨大なデータが提供されることからデータベースの開発や管理は必須であると考えられる。

必要な人材の配置では、市民科学プロジェクトではプロジェクトチームの結成が望ましく、①自然科学分野の研究者、②学校教育や学校外の教育者、③コンピューターによる統計解析ができる人材、④社会学者、⑤学習目標の設定やプロジェクトの成果の評価者などの人材が必要である (Bonney et al. 2009b; Dickinson and Bonney 2012)。

最後に実施団体と補完的な団体との協働やパートナーシップの提携では、上記で示した要件を一つの団体が全て満たすことは非常に困難であるため、補完する団体との協働やパートナーシップを提携することで全ての要件を満たすことが望ましい。またプロジェクトの立ち上げには多様な用途の資金が必要であるため、参加者の寄付金や年会費、助成金の獲得が望ましい、アメリカでは大規模調査を実施しているほとんどの市民科学プロジェクトは NSF (National Science Foundation) から助成金を受け取っている (Dickinson and Bonney 2012)。

## 第2節 研究の位置づけ

### 1. 市民科学の価値

市民科学は1) 科学的側面、2) 教育的側面、3) 社会的側面の三つの側面を持っており、各側面で多大なる価値が存在するが、本研究では、生物多様性における市民科学の3つの側面の価値を示す(図1-1)。科学的側面では、市民が科学研究に参加することによってデータの量(Jeffery 2008)、調査の継続性やデータの精度など極めて重要な価値を持っている。例えば、研究・調査の継続性や膨大なデータの収集によって地球温暖化や外来種、乱獲などの広域の環境問題の解決に資することができる。また、市民科学は生物学や生態学、生物多様性保全の分野だけでなく天文学など様々な分野でも活用が可能である(例えば、Galaxy zoo プロジェクト)。また、市民科学プロジェクトで収集されたデータは多くの学術論文に投稿されており、市民科学プロジェクトの一つである eBird では、少なくとも90本以上の論文が投稿されている(Sullivan et al. 2014)。このように、市民科学に関する論文は急激に増加している(Benz et al. 2013)。

教育的側面では、市民科学プロジェクトに参加している市民は、プロジェクトを通じて種の同定のスキルが向上する(MOE 2014)。市民の種の同定などのスキルが向上することが Global Taxonomy Initiative の目標に貢献することにつながる(CBD 2010b)。また、科学研究に携わることによって科学リテラシーの向上やそれにとまなう課題解決能力、意思決定能力の向上にも貢献できる。

そして社会的側面では、市民科学は研究のコスト削減や政策への提案、保全活動に貢献できる。研究のコストでは、全国のデータ収集することによって、専門家のチームが全国を調査するよりも極めて低いコストで研究が可能である(UNEP 2014)。また、アメリカの生物多様性に関する市民科学プロジェクトに参加している130万人のボランティアの参加時間を金額に換算すると年間約25億ドル(1ドル=100円で換算すると2500億円)と評価される(Theobald et al. 2015)。また、日本の市民科学プロジェクトの一つであるNPO法人バードリサーチのカワウプロジェクトでは、得られた調査から漁業への政策の提案を行っている。また、市民のモニタリングの結果から生態系の管理計画が変更になるなど、市民科学が生態系管理に貢献している(倉本 1983)。その他には、市民科学のデータを活用することによって鳥類の感染症の被害を明らかにしている事例もある(Hochachka and Dhondt. 2000; Bonter and Hochachka 2003; Hochachka et al. 2004; Dhondt et al. 2006;



Crosbie et al. 2008)。

市民科学はこれらの価値を持っているため、世界の科学者達は市民科学の潜在的な可能性を認識し始めている (Daume et al. 2014)。

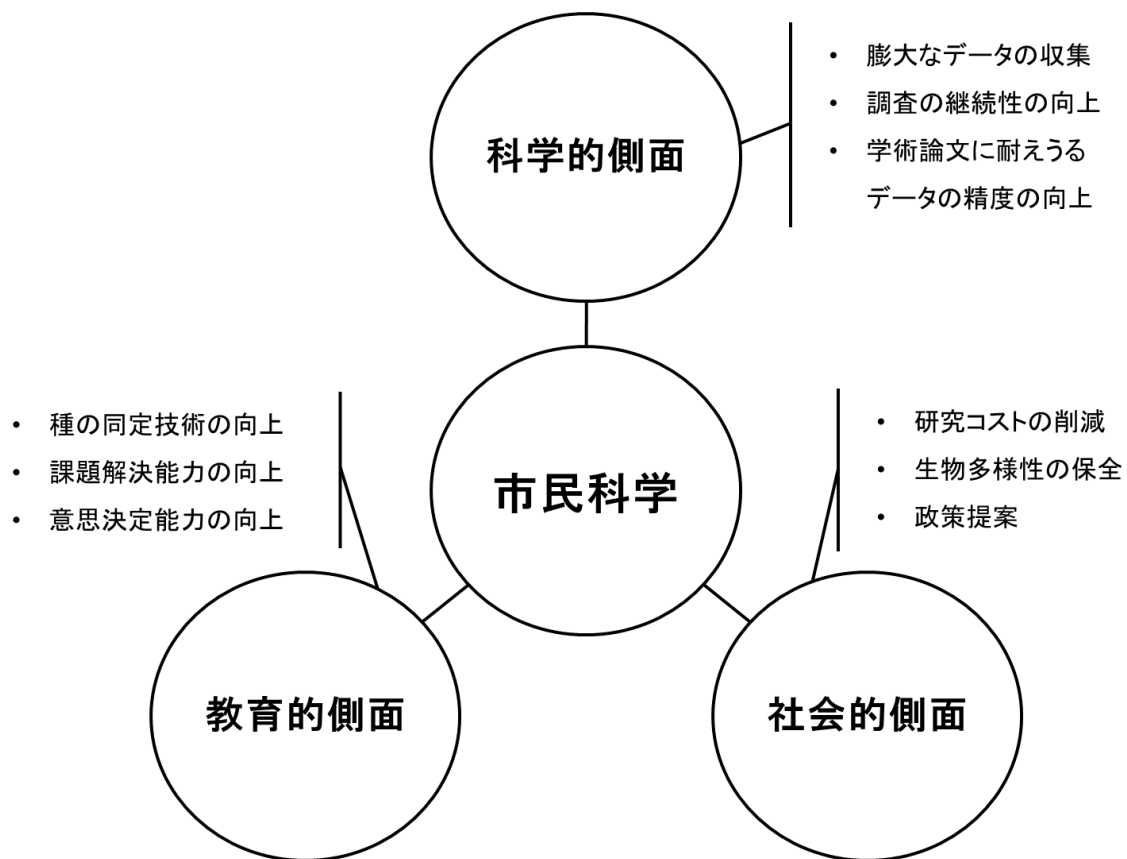


図 1-1 市民科学の三つの側面

## 2. 日本とアメリカの市民科学の課題

市民科学は現在、世界規模の環境問題の解決に資する可能性の点において注目されている分野の一つであり、数多くのプロジェクトが立ち上がっているが多くの課題が挙げられている (Dickinson et al. 2010; Dickinson and Bonney; 2012; 桜井ら 2014)。

日本の市民科学プロジェクトでもアメリカの市民科学プロジェクトと同様の課題が上がっている。桜井ら (2014) の研究では、市民科学プロジェクトスタッフへの聞き取り調査の結果、プロジェクトスタッフは参加者の継続性・新規性、データの解析と公表をプロジェクトの運営に対しての課題として挙げていた。

アメリカの市民科学の課題では、いくつかの文献では参加者の継続性やデータの質の保証などが課題であると報告されている (Dickinson et al. 2010, 2012; Bonter and Cooper 2012)。また、Conrad and Hilchey (2011) は文献調査から市民科学には、実施団体の課題やデータ収集の課題、データの活用の課題があると報告している。モニタリングプログラムを通じたデータの活用は市民科学の最も大きな課題の一つである (Conrad and Hilchey 2011)。多くのプロジェクトでは、データ収集への疑念または意思決定や学術論文に適切なデータ収集の難しさが原因で、データが意思決定プロセスや学術論文への投稿などに活用されていない (Milne et al. 2006; Conrad and Daoust 2008)。

日本とアメリカの市民科学の共通の課題は参加者の継続性と新規性、データの質や偏りであった。プロジェクトの継続は参加者の継続と同等であり、市民の参加なくしては市民科学プロジェクトが成立しないため、本研究ではプロジェクト参加者の継続性や新規性に着目した。

### 第3節 研究目的

前節のように、市民科学は地域から地球規模の環境問題や生物多様性の問題の解決や生物学、生態学の発展には極めて有効な手段であり、発展途上国から先進国で市民科学が実施されており世界中で注目されている (Bonney et al 2014, UNEP 2014)。そのため、市民科学を研究する意義は重大である。しかし、市民科学は数多くの課題が挙げられており、市民科学を発展させるためにはそれらの課題を解決することが重要である。そのため、日本の市民科学の発展とそれにとまなう生物多様性保全に資するために日本の市民科学プロジェクトを評価するとともに、プロジェクトの課題を解決するための調査研究が望まれる。

本研究では、生物多様性の保全のために日本の市民科学プロジェクトを評価し、改善することを目的とした。目的を達成するために、①日本とアメリカの市民科学のプロジェクトを比較するとともに日本の市民科学プロジェクトの傾向と問題点を整理すること、②市民科学の課題の一つである参加者の継続的な参加を解決するために参加者の参加意欲と意識の関係について明らかにすること、③実際に市民科学プロジェクトを実施し生態系管理や生物多様性の保全への活用法を提案することの3つについて調査研究した。

## 第4節 論文の構成

本論文は5章から校正されている(図1-2)。1章では、市民科学の定義や生物多様性の保全の重要性、価値を示した上で、日本の市民科学を評価、改善するために市民科学を成り立たせる要件や市民科学の課題を指摘した。

2章では、日本とアメリカの市民科学の歴史や既往研究について示した。そして、日本とアメリカの市民科学プロジェクトを比較し、日本の市民科学プロジェクトはどのような傾向を示しているか明らかにした。そして、日本の市民科学プロジェクトが収集しているデータが生物多様性の研究に役立っているか学術論文に耐えうるかを明らかにするために、日本の市民科学プロジェクトの一つである「お庭の生きもの調査」のデータを解析し検証した。

3章では、市民科学の課題となっている参加者の継続性の解決に資するために、日本の2つの市民科学プロジェクトにアンケート調査を行い、参加者の意識やその意識が参加者の参加意欲にどのような影響を与えているか明らかにした。そして、2つの市民科学プロジェクトのアンケート調査の結果を比較した。

4章では、実際に東京都市大学周辺の地域と連携し市民科学プロジェクトを実施した。そして、その結果から地域の生態系管理のための市民科学の活用について提案した。

5章では、研究結果をもとに、日本の市民科学プロジェクトの問題点や改善点を整理するとともに日本の市民科学プロジェクトを発展させるための改善案を提案した。また、本研究で、達成し得なかった点について今後の課題について検討した。

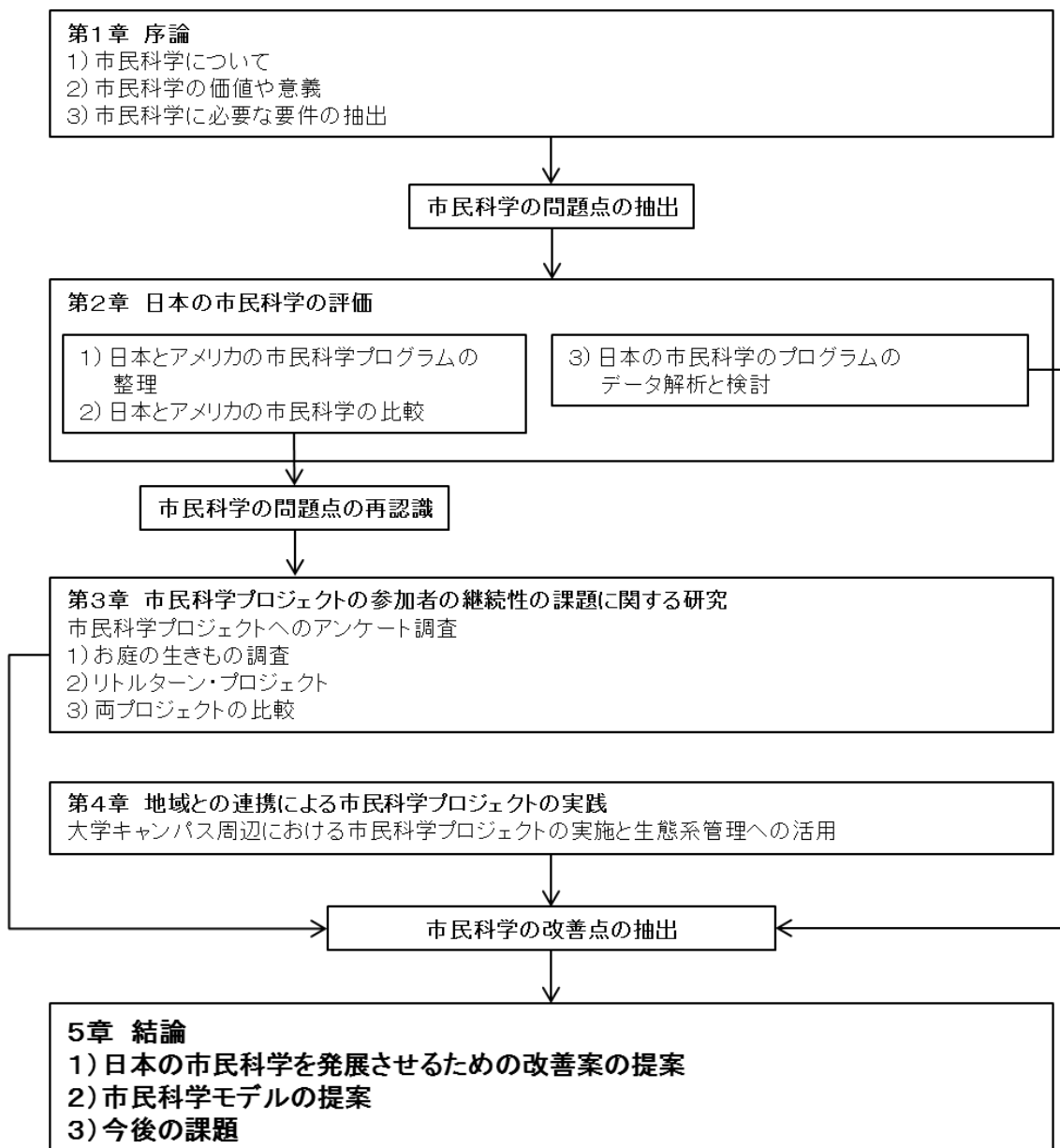


図 1-2 論文の構成

## 第2章 日本の市民科学の評価

### 第1節 日本とアメリカの市民科学の歴史とプロジェクト

#### 1. 市民科学の歴史

市民が科学研究に従事する市民科学の歴史は、科学と同様に古くから存在し、長い歴史がある (Miller-Rushing et al. 2012)。課題の解決を目的とした科学的な方法を初めて実施したアマチュアの科学者は科学が専門性を獲得するよりも昔から存在しており、アリストテレスの時代から存在していた (Dickinson and Bonney 2012)。科学が専門性を獲得したことにより、科学は徐々に市民の手や社会の主流から離れていった (Miller-Rushing et al. 2012)。しかし、1900年代から徐々に市民による動植物の調査が開始されたことや近年の地球温暖化や外来種、乱獲などの広域な環境問題が顕著となってきたことから、市民科学が再び注目され始めた。また、広域な環境問題による広域的かつ長期的なデータ収集の必要性やインターネットやコンピューターの発展から市民科学もインターネットを用いた広域的かつ長期的なデータの収集を可能とした (Dickinson and Bonney 2012; Miller-Rushing et al. 2012)。現在では、市民科学の価値はより広く認識され始めており、生物多様性や生態系、生物を対象とした市民科学プロジェクトはアメリカだけでも600以上のプロジェクトが存在している (Theobald et al. 2015)。

#### 1.1. 日本の市民科学の歴史

世界の市民科学の中で最も古い歴史を持つ市民科学による記録の一つは日本のサクラの開花の記録である。この記録は京都のサクラの開花を9世紀から1200年間にわたって記録しており、京都の気候の予測に使用されるほど長期間のデータである (Aono and Kazui 2008)。一世紀にわたるほど長い生物季節の記録は、日本国内ではサクラ以外の動植物についても存在している (Primack et al. 2009)。

サクラの開花の記録など、日本の最も古い市民科学の記録は農業や祭事など生活や文化的に重要な出来事に焦点を当てている。そして、環境汚染による健康被害が問題となった1956年の水俣病において、地域住民が地元の問題に対して調査・解決する地元学が提唱された (吉本 2001; 結城 2001)。このように、都市化や開発、大気汚染による環境問題が深刻となり多くの市民が関心を持ち独自の調査・研究を行った (例えば三島・沼津コンビ

ナートや水俣病など)。その後、自然環境の重要性を市民に気づかせる為に教育活動を重点的に始めており、保全を専門としている科学者はこれらのプロジェクトが収集したデータの科学的価値を認識し始めている。例えば、ボランティアによって観察された生物季節のデータは日本の生物や生態系システムにおける地球温暖化の影響を評価するために使用されている (Kobori et al. 2011)。

日本の全国規模の市民参加型の生物多様性モニタリングプロジェクトも長い歴史があり、その中でも最も古い活動は、浜辺に産卵されているウミガメの産卵について調べるウミガメ調査である (Kamezaki and Matsui 1997)。ウミガメ調査は日本ウミガメ協議会が運営しており、本来は研究者がウミガメの個体数や産卵数の調査を行っていたが、1954年に徳島県の浜辺で小学生とともにウミガメの産卵調査を開始し、1960~1970年代に市民と協働によるウミガメの調査が本格的となった (Kamezaki and Matsui 1997)。現在では日本の約40地点の浜辺で市民とともに調査されている。その他には、西日本タンポポ調査も長期間実施されている市民参加型のプロジェクトである。タンポポ調査は1975年から大阪で開始され、5年に1回の頻度でタンポポの調査をしている。2009年には西日本全域まで範囲が拡大していった。また、ガン、カモなどの水鳥の調査は1970年代から、40年以上も続いている (日本野鳥の会 1971)。これらのプロジェクトは現存する生物多様性の保全にとって極めて重要な長期的なデータを提供している。

日本の市民科学は地域の課題を解決するために活用されたことが発祥と考えられる。日本の市民科学は地域規模の市民科学プロジェクトが主流であるが、地域規模で開始された市民科学プロジェクトも現在では全国規模にまで発展している事例もある (全国ウミガメ協議会など)。日本の市民科学プロジェクトは日本野鳥の会や日本ウミガメ協議会、日本自然保護協会、バードリサーチなどの自然や生物を対象としたNGOやNPOなどの団体によって運営されている (Kobori et al. 2015)。また、生物多様性国家戦略によって2003年から環境省が開始した「モニタリングサイト1000」は全国にわたって約1,000ヶ所のサイトを設置し、森や里山、サンゴ礁などの様々な生態系における生物多様性の長期的なデータの収集や生態系・生物多様性の現状を明らかにすることを目的とし、現在では約800ヶ所の調査地において環境省や研究者、NGO、NPO、大学、そして多くの市民ボランティアが共同で調査しているプロジェクトである (生物多様性センター 2008ab)。

## 1.2. アメリカの市民科学の歴史

日本と同様にアメリカの市民科学の生物季節のモニタリングは長い歴史がある。アメリカの市民科学は科学に新しい知見となる種の記録や自然を調査している個人のアマチュアにより行われており、例えば、ヘンリー・デイビット・ソローやトーマス・ジェファーソンなどの個人のアマチュアの科学者により最も古い記録が収集されているが、データの連続性に欠けている (Miller-Rushing and Primack 2008)。

アメリカの大多数のボランティアの参加者による最古の記録の一つは 1880 年代に灯台守によって収集されたバードストライクのデータである。そして、Christmas Bird Counts は冬の鳥類の個体数を調査するために 1900 年から National Audubon Society によって実施・運営され、1 世紀にわたり現在まで続いているプログラムがある。その後、インターネットの発展にともない、アメリカの市民科学プロジェクトでのデータ収集の方法が紙媒体から web を用いた方法へと移行した。アメリカで最初に web を活用したデータの収集を実施したプロジェクトは Cornell Lab of Ornithology が実施している FeederWatch と Christmas Bird Counts である。(Dickinson and Bonney 2012; Havens and Henderson 2013)。市民科学プロジェクトは近年アメリカで人気急上昇し、市民科学のプログラムへの参加や独自に観察し続けている多くのアマチュアがいる。また、市民科学のプログラムは特に鳥類や両生類やチョウなどの動植物やフェノロジーに焦点を当てている。

動植物やフェノロジーに焦点を当てたプロジェクト事例として、フェノロジーのモニタリングは地理的に幅広い範囲に拡大し、ライラックのモニタリングやハニーサックルの開花、ノドアカハチドリ移動など動植物に焦点を当てた USA National Phenology Network (Schwartz et al. 2012; Courter et al. 2013)。その他には、庭にやってくる鳥類を調査する Backyard Bird Survey や広域を移動するチョウであるオオカバマダラの幼虫とその食草であるトウワタを調査する Monarch Larvae Monitoring Project などがある。

市民科学のデータは生態学の発展やアメリカの鳥類、魚類、昆虫、植物やその他の種などの保全にも貢献しており、保全を行う上で重要な情報を提供している (Dickinson et al. 2010)。例えば、FeederWatch や Christmas Bird Count などのプロジェクトの参加者によるデータ収集はアメリカ中のメキシコマシコの死亡の原因である結膜炎の感染症の影響の解明に活用された (Hochachka and Dhondt 2000; Altizer et al. 2004; Hosseini et al. 2004)。

アメリカの市民科学は、インターネットを活用した全国規模の市民科学が主流となって



おり、学術論文の投稿を目的として開始されているプロジェクトが数多く存在している。現在では、博物館が収集した情報と博物学者の論文、生物多様性の調査から得られた歴史的な情報と新しい市民科学のデータを組み合わせた結果は、地球温暖化や乱獲、開発、汚染、外来種、土地利用の変化などの生物多様性の危機とされる地球規模の影響に関する科学者と市民の理解の向上を促している (Willis et al. 2008, 2010; Schwartz et al. 2012; Zoellick et al. 2012)。また、市民科学によって収集された過去のデータは種の分布の変化を明らかにするためにも活用されている (Feeley and Silman 2011)。過去の市民科学のデータに加えて、近年の市民科学のデータは歴史的なデータと組み合わせることにより、植物の生物季節は鳥類の生物季節よりも気温上昇に敏感に反応するなどの新しく重要な知見を明らかにしている (Marra et al. 2005; Ellwood et al. 2010)。

## 2. 日本の市民科学の既往研究

日本における生物多様性の保全を対象とした市民科学の研究事例は広がりつつある (大澤ら 2013)。植物を対象とした市民科学の調査事例では、富士箱根伊豆国立公園において箱根パークボランティアによる植物の観察記録を用いた絶滅危惧種の実態調査が 2001 年から行われ、2010 年までの確認種は 1071 種にのぼり国のレッドリストや県のレッドデータブックに記載されている種が確認されている (大澤・井ノ原 2008; Osawa 2013)。西日本では、地域のタンポポの分布や周辺環境との関係、タンポポの雑種について明らかにするため、1974 年からタンポポ調査が行われている<sup>1)</sup>。また、2002 年より東京都の多摩川中流域において市民・行政・研究者の協働による絶滅危惧種カワラノギクの保全活動 (カワラノギクプロジェクト) が実施されている (倉本・野村 2003; 岡田・倉本 2009)。

昆虫を対象とした市民科学の事例として、東京都における高度成長期前後のチョウ相の変化とその要因を分析するために、市民によるチョウの採集・目撃の記録を収集した研究があり、そのデータをデータベース化している (前角ら 2010)。外来種であるセイヨウマルハナバチの侵入によるリスクについてボランティアによる調査を行い、そのデータから作成した生態系ニッチモデルを活用し評価した事例もある (Kadoya et al. 2009; 堀本ら 2013)。

鳥類を対象とした市民科学の事例では、2005 年から開始した参加型調査である「季節前線ウォッチ」によって収集されたデータから、ヒバリやモズなどの鳥類の初鳴きや初認と暖かさ指数との関係性が明らかにされている (植田・神山 2014)。

海岸や海をフィールドとした市民科学では、大分県の干潟において市民は貝類・甲殻類・多毛類などを中心とした海洋生物を調査している。その結果から、市民と行政は協働で海岸環境保全計画を議論している（清野ら 2002）。また、ウミガメの産卵地の保全を目的とした徳島県で開始された市民によるウミガメの産卵の調査は、現在では全国で実施されている（Kamezaki and Matsui 1997）。市民調査の一つである「日本みんなで作るサンゴマップ」では、web サイトを通して市民からサンゴの目撃情報を募集し、日本のサンゴ分布状況を明らかにしている（浪崎ら 2011）。

その他にも、桜井ら（2014）は市民科学を運営している4つ団体への聞き取り調査をしており、各プロジェクトのデータの活かし方や持続させていくための工夫、活動を行っていくうえでの課題などを明らかにした。その結果、各プロジェクトは収集したデータを新聞やシンポジウム、学会などで参加者にフィードバックしていた。また、持続させるための工夫として、参加者とスタッフとのコミュニケーションやデータの打ち込み作業の簡素化、助成金の獲得などを挙げていた。しかし、聞き取り調査を実施した4つのプロジェクトは参加者の継続性や新規性、高齢化などの参加者の維持を課題として挙げていた。

小堀ら（2014）は本学横浜キャンパス周辺の牛久保西地区の緑化計画に市民科学の導入を提案しており、市民主導による地域の緑化と市民科学を組み合わせた新しい生態系管理の手法を提案している。

### 3. アメリカの市民科学の既往研究

アメリカでは、市民科学は生物多様性の保全を対象とした数多くのプロジェクトが成立している（silvertown 2009; Dickinson et al. 2010; Theobald 2015）。アメリカでは鳥類に関するプロジェクトが数多く存在し、Christmas Bird Count と FeederWatch、House Finch Disease の3つのプロジェクトでは、プロジェクトの参加者が収集したデータを活用してメキシコカケスの結膜炎の病気がどこまで広がっているのかを明らかにした（Hochachka and Dhondt. 2000; Dhondt et al. 2006）。メキシコカケスの結膜炎の他にもアメリカガラスやキバシカササギにおける西ナイルウィルスの伝染についての研究にも市民科学のデータが活用されている（Bonter and Hochachka 2003; Hochachka et al. 2004; Crosbie et al. 2008）。また、Breeding Bird Atlas プロジェクトのデータによって、ニューヨーク州の全ての鳥類が20年間で平均3.58km北上したと報告されている（Zuckerberg et al. 2009）。また、鳥類の繁殖についての研究（Winkler et al. 2002）や

渡りの時期の研究 (Hüppop and Hüppop 2003) も報告されている。

昆虫の市民科学プロジェクトについて、Monarch Larvae Monitoring Project では、参加者が南カナダからアメリカにかけてオオカバマダラと食草となるトウワタの分布と出現を調査し、1999年から2010年の間にアメリカ中西部でトウワタが58%、産卵数が81%減少していたことを明らかにした (Dickinson and Bonney 2012; Pleasants and Oberhauser 2012)。このMonarch Larvae Monitoring Project では調査を経験した若い世代がオオカバマダラとトウワタの関係について実験するようになり、Contributory model よりも市民が多くの研究プロセスに関わっているモデルの事例である (Kountoupes and Oberhauser 2008; Dickinson and Bonney 2012)。

地球温暖化における植物の影響についての研究でも市民科学プロジェクトのデータが活用されており、地球温暖化による植物の変化についての仮説を検証するために Project BudBurst のデータが活用されている (Wolkovich and Cleland 2011)。その他には USA National Phenology Network もライラックのモニタリングやハニーサックルの開花などのフェノロジーに焦点を当てており (Schwartz et al. 2012; Denny et al. 2014; Rosemartin et al. 2014)、USA National Phenology Network のデータもフェノロジーと気温の関係の研究などに活用されている (Jeong et al. 2013; Kellermann et al. 2015; Mazer et al. 2015)。

海をフィールドとした市民科学については、ニュージャージー州からメイン州までの725kmの海岸に52地点の調査地点を設け、市民が外来種のカニの調査を実施した事例が報告されている (Delaney et al. 2008)。

市民科学に関する研究ではその他にも参加者のモチベーションに関する研究やデータがある。例えば、フロリダの保全活動の参加者を対象とした研究 (Jacobson et al. 2012) や6つの自然資源団体のボランティアを対象とした研究 (Bruyere and Rappe 2007) などが報告されている。なお、参加者のモチベーションに関しては第3章で詳しく述べる。

## 補注

- 1) 西日本タンポポ調査 (<http://gonhana.sakura.ne.jp/tanpopo2015/>)、2015年11月参照

## 第2節 日本の市民科学プロジェクトの評価

### 1. はじめに

前章で述べたように、市民科学は生物多様性を保全するための手法として極めて有効である (Dickinson et al. 2010)。また、アメリカと日本の市民科学は古くから実施されており、インターネットの発展とともに市民科学プロジェクトもより精度の高いデータ収集や広域・長期的なデータの収集が可能となった (Miller-Rushing et al. 2012; Dickinson and Bonney 2012; Havens and Henderson 2013)。そして現在、アメリカでは 600 以上のプロジェクトが存在しており (Dickinson et al. 2010; Theobald et al. 2015)、日本でも日本全国から地域を対象とした市民科学プロジェクトが多く存在している (表 2-1、2-2)。

例えば、アメリカでは、クリスマスの期間に鳥類の個体数を数える Christmas Bird Count やアメリカ中の鳥類を調査する eBird などの鳥類を対象としたプロジェクトやフェノロジー、昆虫、外来種などを対象としたプロジェクトがある (Delaney et al. 2008; Dickinson and Bonner 2012; Euskirchen et al. 2013; Batalden and Oberhauser 2015; )。日本では、前章で説明したウミガメ調査やタンポポ調査などの広域のプロジェクトや絶滅危惧種であるカワラノギクや桜ヶ丘公園でのボランティア、東京都森ヶ崎水再生センターでのコアジサシの調査など地域でのプロジェクトが実施されている (Kamezaki and Matsui 1997; 倉本・永井 2001; 倉本・野村 2003; 林ら 2005; 井上ら 2012)。

アメリカでも日本でも多くの市民科学プロジェクトが実施されているが、市民科学プロジェクトを運営するには最終ステップとしてプロジェクトの評価を行う必要がある (Bonney et al. 2009b; Dickinson and Bonney 2012)。科学論文の投稿数やデータベースの大きさや質は評価方法の一つである。プロジェクトを評価することによってプロジェクトの成功や問題点などが明らかとなり、プロジェクトの改善に繋がる。また、評価だけでなくプロジェクト全体の特性を明らかにすることで、日本の市民科学プロジェクトの発展が期待される。

しかし、日本の市民科学プロジェクトの特性を整理しプロジェクトを評価した研究はほとんどない。そのため、本研究では日本とアメリカの市民科学プロジェクトを比較することによりアメリカと日本の市民科学プロジェクトの傾向を明らかにし、日本の市民科学プロジェクトを評価することを目的とした。

表 2-1 アメリカの市民科学プロジェクト

分類	プロジェクト名	実施機関	地域規模	トピック(対象種等)	内容
生物	Literate About Biodiversity	NatureMapping	地域	水質、無脊椎動物、野生生物	地域の生物の調査や地域の山や峡谷、小川、校庭を対象とした動植物の普通種を比較
生物	Nature's Notebook	USA National Phenology Network	国	動植物のフェノロジー	意思決定や科学的発見のために使用される長期的なデータセットの作成
生物	Nisqually BMA Bioblitz	Tahoma Audubon Society	地域	動植物	地域の生物多様性保全エリアでの生物調査
生物	Beaver Creek BioBlitz	Beaver Creek Reserve Citizen Science Center	地域	種の同定 ビーバークリークリザーブ	多くの分類群から多くの種の特性に関する生物学的調査
植物	North Mountain Plant Inventory Project	Desert Botanical Garden	地域	植物	アリゾナの植物の分布の調査
植物	Calflora	Calflora Team	地域	植物	カルフォルニアの植物の調査
植物	Project BudBurst	National Ecological Observatory Network, Inc	国	植物のフェノロジー	地球温暖化の影響を明らかにするための植物のフェノロジーの観察
植物	OakMapper	Dept. of Environmental Science, Policy, and Management at UC Berkeley	地域	オークの突然死	オークの突然死を明らかにするためのオークの調査
魚類	Ohop Wildlife Monitoring Project	Tahoma Audubon Society Nisqually Land Trust Northwest Trek Wildlife Park	地域	サケ	現存種のベースラインデータの収集や復興や復元
鳥類	American Kestrel Partnership	The Peregrine Fund	国	アメリカチョウゲンボウ	アメリカチョウゲンボウの保全の推進
鳥類	Annual Midwest Crane Count	International Crane Foundation	地域	鳥類(ツルなど)	鶴の分布の監視
鳥類	Bark Beetles and Rainfall	Arizona Science Center	地域	気温、降雨量、キクイムシ	気候変動とカブトムシの発生に関する教材開発

表 2-1 の続き

分類	プロジェクト名	実施機関	地域規模	トピック(対象種等)	内容
鳥類	Audubon Christmas Bird Count	National Audubon Society	国	鳥類、保全	冬鳥の個体数の調査
鳥類	Bird Banding and Streamside bird research	Great Smoky Mountains Institute at Tremont	地域	鳥類	鳥類保護
鳥類	Bird Habitat Recognition Program	Audubon At Home	地域	鳥類	鳥類の生息地の調査
鳥類	Birds in Forested Landscapes	Cornell Laboratory of Ornithology	国	鳥類(ツグミなど)、酸性雨	ツグミとタカの生息地の効果測定
鳥類	BirdSleuth	Cornell Lab of Ornithology	国	鳥類	鳥類のデータ収集を基とした子供の教育
鳥類	Celebrate Urban Birds	Cornell Laboratory of Ornithology	国	鳥類	都会に棲む鳥類のデータ収集
鳥類	COASST	Coastal Observation and Seabird Survey Team	North Pacific	鳥類	海洋生態系の監視
鳥類	Coastal Breeding Bird Monitoring	National Park Service Northeast Temperate Network Inventory & Monitoring Program	地域	鳥類	ボストン湾沿岸の鳥類調査
鳥類	Coastal California Shorebird Survey – San Francisco Bay	Coastal California Shorebird Survey	地域	鳥類	サンフランシスコ湾のシギチドリ類の生息数調査
鳥類	eBird	Cornell Laboratory of Ornithology, National Audubon Society	国	鳥類	空間スケールの多様性を求め、鳥類の分布を調べる
鳥類	Forest Breeding Bird Monitoring	National Park Service Northeast Temperate Network Inventory & Monitoring Program	地域	鳥類	森林で繁殖する鳥類の生息数調査
鳥類	Fresno Bird Count	Fresno Audubon Society	地域	鳥類	カリフォルニア州フレズノの都市化による鳥類生息数への影響調査
鳥類	HawkWatch	Acadia National Park	地域	鳥類	通過する猛禽類の識別
鳥類	The House Finch Disease Survey	Cornell Laboratory of Ornithology	国	鳥類(フィンチ)	ハウスフィンチの病気についての調査

表 2-1 の続き

対象	プロジェクト名	実施機関	地域規模	トピック(対象種等)	内容
鳥類	Jay Watch	The Nature Conservancy	地域	鳥類	調査データの空白を埋めるための、カケスの調査
鳥類	Jug Bay Volunteer Program	Jug Bay Wetlands Sanctuary	地域	動植物	サンクチュアリの保全活動
鳥類	Long-billed Curlew Survey - California Central Valley	The Long-billed Curlew Survey - CA Central Valley	地域	鳥類	シギの越冬を基とした市民科学
鳥類	Magpie Monitor	Magpie Monitor	地域	カササギ, カルフォルニア固有種	カササギの生息持続性の評価
鳥類	Minnesota Loon Monitoring Program	The Minnesota Loon Monitoring Program	地域	鳥類(アビ、カイツブリなど)	アビの生息数カウントと分析
鳥類	Mountain Birdwatch	Vermont Center for Ecostudies	地域	鳴鳥	ツグミなどの山林に生息する鳥のモニタリング
鳥類	NestWatch	Cornell Lab of Ornithology	国	鳥類	鳥類の繁殖生態学の教育
鳥類	North American Bird Phenology Program	Patuxent Wildlife Research Center, USGS	地域	鳥の渡り、フェノロジー	北米の鳥類の生物季節調査
鳥類	Operation RubyThroat	Hilton Pond Center for Piedmont Natural History	国	鳥類	<i>Archilochus colubris</i> (ルビーノドハチドリ)の生態解明
鳥類	Profect FeederWatch	Cornell Laboratory of Ornithology, Bird Studies Canada	国	鳥類	冬のエサ台にやってくる鳥の分布や出現の調査
哺乳類	Acoustic Bat Monitoring	Beaver Creek Reserve Citizen Science Center	地域	コウモリ	AnaBat 検出器を使った地域のコウモリの調査とトレーニング
昆虫	Monarch Larva Monitoring Project	The University of Minnesota	国	昆虫、オオカバマダラ	オオカバマダラの個体数とトウワタのハビタットの調査
ハビタット	Yard Map	Cornell Lab of Ornithology	世界	動植物	参加者の庭や公園などのハビタットの管理



表 2-2 日本の市民科学プロジェクト

分類群	プログラム名	実施団体	規模	対象	活動内容
生物	野川で川遊び	せたがや野川の会	地域	植物 水生生物	野川の自然と歴史文化的遺産の次の世代に引き継いでいく
生物	野川・夏のじゃぶじゃぶ探検隊	狛江地域協議会	地域	生物	野川公園の生き物観察と補修作業
生物	お庭の生きもの調査	NPO 法人生態教育センター	全国	生物	個人住宅の庭の生物種の把握
生物	国分寺崖線自然環境調査	一般財団法人世田谷トラストまちづくり	地域	生物	自然環境保全を検討する基礎資料の収集
生物	まちの生きものしらべ	一般財団法人世田谷トラストまちづくり	地域	生物	多くの生きものと矯正するまちづくりを進めるため、区民参加で 10 種の生きものを見つける
生物	川崎市自然環境調査	かわさき宙と緑の科学館	地域	生物	川崎市域の自然を把握するため、市民ボランティアを募集し、各分野の専門家に協力をお願いするもので、結果は報告書としてまとめている
生物	いきものみつけ	環境省	全国	生物	日本国内を対象とした市民参加型温暖化影響調査
生物	狛江水辺の楽校	狛江水辺の楽校運営協議会	地域	生物	わき水・小川・池・広い河原・土手と変換富んだ自然環境があり、保育園・小・中学生の環境学習の場となっている
生物	白井市生物多様性調査	白井市環境建設部環境課	地域	生物	しないの自然環境とそこに生息・生育する動植物の現況を調査し、自然環境保全に向けた行動計画を立案する上での基礎資料として取りまとめたもの
生物	東京都生きもの調査	東京都環境局	地域	生物	都内に生息生育する生きものの現状を理解してもらう
生物	モニタリングサイト 1000 里地調査	日本自然保護協会	全国	生物	里山での生物調査
生物	市民協働による陸域生物相・生態系調査	横浜市環境創造局	地域	生物	①動植物の生息及び分布状況などの基礎情報尾を得て環境評価を行い、自然環境の保全や創造に関する有効な施策の展開に寄与する。 ②市民と行政の連携推進と市民活動の支援・育成
生物	横浜市円海山近郊緑地特別保全地区の一部での調査活動	横浜市レンジャー 横浜自然観察の森友の会 日本野鳥の会	地域	生物	「横浜自然観察の森」での調査活動
植物	狛江弁財天池特別緑地保全地区の開放	狛江弁財天池特別緑地保全地区市民の会	地域	植物	観察会と緑地の開放

表 2-2 の続き

分類群	プログラム名	実施団体	規模	対象	活動内容
植物	船戸山古墳群里山の植物調査	手賀沼里山クラブ	地域	植物	柏の貴重な環境資源である里山を未来に引き継ぐ為に所有者とともに保全・管理・活用に取り組むと同時に、会員相互の親睦や健康増進などを図る
植物	清水山のカタクリを守る会	清水山のカタクリを守る会	地域	カタクリ	清水山のカタクリの保護
植物	区の花ニリンソウを保存する会	区の花ニリンソウを保存する会	地域	ニリンソウ	ニリンソウの保全のための観察と作業
植物	西日本タンポポ調査	タンポポ調査・西日本実行委員会(大阪自然環境保全協会)	西日本	タンポポ	① 身近に見られるタンポポの分布を明らかにする。 ② そこからわかることを調べる。特に環境との関係に注目する。 ③ タンポポの雑種について調べる。 ④ より多くの人々が身近な自然に関心を持つようになること。 ⑤ 自然保護団体・博物館・自然愛好団体・植物研究者など参加者間で交流を図るとともに、各地域での自然保護・環境保全の課題を共有すること。
海洋生物	ウミガメの調査	日本ウミガメ協議会	全国	ウミガメ	ウミガメの産卵や分布の調査
海洋生物	リーフチェック	コーラル・ネットワーク	世界	サンゴ	サンゴの状況把握と保護
海洋生物	日本全国みんなで作るサンゴマップ	サンゴマップ実行委員会	全国	サンゴ	サンゴの分布や白化、産卵情報の収集とマップの作成
鳥類	カワウプロジェクト	NPO 法人バードリサーチ	全国	カワウ	カワウの分布の把握
鳥類	ベランダバードウォッチ	NPO 法人バードリサーチ	全国	鳥類	自宅にやってくる鳥類の観察
鳥類	リトルターン・プロジェクト	リトルターン・プロジェクト	地域	コアジサシ	コアジサシの保全
哺乳類	全国カヤマップ	全国カヤネズミ・ネットワーク	全国	ネズミ	カヤネズミの分布の把握
昆虫	セミの抜け殻しらべ	セミの抜け殻しらべ市民ネット	全国	セミ	セミの抜け殻を指標生物とした環境変化の把握
昆虫	市民参加による生き物モニタリング調査	東京大学・パルシステム東京	全国	チョウ	チョウの分布や個体数の調査
昆虫	トンボはどこまで飛ぶか	トンボはどこまで飛ぶかフォーラム	地域	トンボ	トンボの分布や個体数の調査

表 2-2 の続き

分類群	プログラム名	実施団体	規模	対象	活動内容
昆虫	花まるマルハナバチ国勢調査	マルハナバチ国勢調査研究グループ	全国	マルハナバチ	マルハナバチの分布や個体数の調査
外来種	多摩川における市民モニタリング調査	NPO 自然環境アカデミー	地域	アレチウリ	市民参加型のモニタリング調査でアレチウリなど外来植物の動向の調査
景観	桜ヶ丘公園雑木林ボランティア	東京都公園協会	地域	景観	雑木林の復元、谷戸田の景観復元と里山文化の継承

## 2. 研究方法

日本とアメリカの市民科学を比較するために、表 2-1 と 2-2 に記載されている市民科学プロジェクトの中から、①古くから続いているプロジェクト、②現在も活動しているプロジェクト、③webサイトを所有しているプロジェクト、④多くの市民科学プロジェクトを実施している団体のプロジェクト、⑤参加者が多くのプロセスに関わっているプロジェクトを基準とし各国 10 プロジェクトの計 20 プロジェクトを選定した。また、アメリカの市民科学プロジェクトは上記の 4 つに加え、Citizen Science Central<sup>1)</sup>に掲載されているプロジェクトを基準とした。

プロジェクトの詳細を明らかにするために、①実施機関、②調査規模、③実施年、④年間の参加人数、⑤トピック（対象種等）、⑥プロジェクト内容、⑦市民の参加レベル、⑧調査方法、⑨データの活用、⑩論文数、⑪他機関とのパートナーシップ有無を調べた。年間の参加人数に関しては、プロジェクトがまとめた年間の報告書や文献、収集したデータを用いて、連絡が取れる場合は連絡をとって算出した。調査規模については、地域から世界までの 5 段階で分類した。目標については、調査、教育、保全の 3 つの側面のどれを目標にしているかを各プロジェクトの web サイトや Citizen Science Central を用いて調べた。市民の参加レベルについては市民が研究プロセスのどの範囲まで容易に関わることができるかを調べた。調査方法については、データの入力法を調べ、インターネットと紙媒体のどちらで調査をしているか調べた。データの活用では、市民が収集したデータをどのように活用しているか分かる範囲で調べた（例えば、学会発表や学术论文、報告書など）。そして、アメリカと日本の市民科学プロジェクトを比較する際に上記の項目に加えて、プロジェクトの継続年数を比較した。プロジェクトの継続年数はプロジェクトの実施年から算出した。

### 3. 結果

#### 3.1. 日本市民科学プロジェクトの概要

日本の市民科学プロジェクトを調査した結果を表 2-3 に示す。市民科学プロジェクトの調査規模については、「カワウプロジェクト」と「西日本タンポポ調査」、「トンボはどこまで飛ぶかフォーラム」、「リトルターン・プロジェクト」以外は全て日本全国を対象とした調査規模のプロジェクトであった。「カワウプロジェクト」は関東圏を対象としており、「西日本タンポポ調査」は大阪府や広島県、三重県などのいくつかの県を対象とした規模であった。また、「トンボはどこまで飛ぶかフォーラム」は横浜の京浜臨海部を、「リトルターン・プロジェクト」は東京都の水再生センターの屋上といった小さな調査規模のプロジェクトであった。プロジェクトの実施年については、前章で述べたように日本で最も古い市民科学プロジェクトである「ウミガメ調査」と「西日本タンポポ調査」は 1950 年代、1970 年代に実施されていたが、それ以外のプロジェクトでは 2001 年以降から開始していた。年間の参加者数では、「お庭の生きもの調査」や「モニタリングサイト 1000 里地調査」は年間 1000 人以上の市民が参加していた。市民科学における市民の参加レベルについては、「リトルターン・プロジェクト」以外はモニタリングのみの参加であった。データの入力方法では、ほとんどのプロジェクトでインターネットを活用していたが、「リトルターン・プロジェクト」など一部のプロジェクトでは紙媒体を使用していた。プロジェクトで収集したデータは学会発表や報告会、報告書などに活用していた。また、「ウミガメ調査」や「カワウプロジェクト」、「西日本タンポポ調査」、「サンゴマップ」、「冬鳥ウォッチ」、「ベランダバードウォッチ」では、収集したデータを web サイト上でマップまたはグラフとして掲載していた。「ウミガメ調査」や「サンゴマップ」、「リトルターン・プロジェクト」で収集されたデータは学術論文に投稿されていた。最も多く論文を投稿していたプロジェクトは「ウミガメ調査」であった。全ての市民科学プロジェクトが他機関とのパートナーシップを組んでいた。

#### 3.2. アメリカの市民科学プロジェクトの概要

アメリカの市民科学プロジェクトの詳細を表 2-4 に示す。「OakMapper」と「YardMap」以外のプロジェクトはアメリカの全ての地域を対象とした調査規模のプロジェクトであった。また、「OakMapper」はカルフォルニア州を対象とし、「YardMap」は世界を対象とした規模の市民科学プロジェクトであった。プロジェクトが開始された年に関しては、最

も古い市民科学プロジェクトである「Christmas Bird Count」や「Monarch Larva Monitoring Project」、「Project FeederWatch」以外のプロジェクトは2001年以降から開始されていた。プロジェクトに参加する市民の年間の人数については、「Celebrate Urban Birds」と「Monarch Larva Monitoring Project」、「Nature's Notebook」以外のプロジェクトが約1万人以上の市民が市民科学プロジェクトに参加していた。市民のプロジェクトへの参加レベルについては、「YardMap」以外のプロジェクトはモニタリングとデータやマップの使用、新たな問いの発見など、多くの研究プロセスに参加することが可能であることが確認された。データの入力方法については、全てのプロジェクトがインターネットを用いたデータの収集を実施していた。市民が収集したデータの活用法については、「Celebrate Urban Birds」と「YardMap」以外の全ての市民科学プロジェクトは学術論文に活用していた。「Celebrate Urban Birds」と「YardMap」については、調べてみたがわからなかった。また、全ての市民科学プロジェクトは市民が収集したデータをwebサイト上にマップまたはグラフを表示させており、なおかつ過去の傾向やリアルタイムでの変化なども確認できるようになっていた。

表 2-3 日本の市民科学プロジェクトの概要

プロジェクト名	実施機関	調査規模	実施年	年間参加人数	トピック (対象種等)	内容	市民の 参加レベル	調査方法	データの活用	論文数	パートナー シップ	URL
お庭の生きもの調査	生態教育センター	国	2010	1,048※1 (2014)	動植物	個人住宅の庭の生物種の把握	モニタリング	インターネット 紙媒体	学会発表 報告書	1	有	<a href="http://www.wildlife.ne.jp/ikimono/">http://www.wildlife.ne.jp/ikimono/</a>
ウミガメ調査	日本ウミガメ協議会	国	1954	237 (2014)	ウミガメ	ウミガメの産卵や分布の調査	モニタリング	紙媒体	学術論文 学会発表 マップ・グラフ	41	有	<a href="http://www.umigame.org/index.html">http://www.umigame.org/index.html</a>
カワウプロジェクト	バードリサーチ	県・州	2004	84 <sup>2)</sup> (2004)	カワウ	カワウの分布の把握	モニタリング	インターネット	保全策への提案 シンポジウム マップ・グラフ	1	有	<a href="http://www.bird-research.jp/1_katsudo/kawau/index.html">http://www.bird-research.jp/1_katsudo/kawau/index.html</a>
トンボはどこまで飛ぶかフォーラム	トンボはどこまで飛ぶかフォーラム	都市	2003	184※2	トンボ	トンボの分布と個体数の調査	モニタリング	紙媒体	シンポジウム 報告書	0	有	<a href="http://tomboforum.sakura.ne.jp/index.html">http://tomboforum.sakura.ne.jp/index.html</a>
西日本タンポポ調査	タンポポ調査・西日本実行委員会	県・州	1975		タンポポ	西日本のタンポポの分布や生態の調査	モニタリング	インターネット 紙媒体	学術論文 学会発表 報告書 マップ・グラフ	0	有	<a href="http://gonhana.sakura.ne.jp/tanpopo2015/index.html">http://gonhana.sakura.ne.jp/tanpopo2015/index.html</a>
日本全国みんなで作るサンゴマップ	サンゴマップ実行委員会	国	2008	21 <sup>3)</sup> (2013)	サンゴ	サンゴの分布の調査	モニタリング	インターネット	学術論文 学会発表 マップ・グラフ	2	有	<a href="http://www.sangomap.jp/">http://www.sangomap.jp/</a>
冬鳥ウォッチ	バードリサーチ	国	2006	27 <sup>4)</sup>	鳥類の フェノロジー	冬鳥の飛来に関する調査	モニタリング	インターネット	マップ・グラフ 報告書	0	有	<a href="http://www.bird-research.jp/1_katsudo/fuyudori/index_fuyudori.html">http://www.bird-research.jp/1_katsudo/fuyudori/index_fuyudori.html</a>
ベランダバードウォッチ	バードリサーチ	国	2005	44 <sup>5)</sup>	鳥類	庭の鳥類の調査	モニタリング	インターネット	マップ・グラフ 報告書	0	有	<a href="http://www.bird-research.jp/1_katsudo/veranda/sanka.html">http://www.bird-research.jp/1_katsudo/veranda/sanka.html</a>
モニタリングサイト1000里地調査	日本自然保護協会	国	2005	2,500※3 (2014)	動植物	里山の動植物の分布の調査	モニタリング	紙媒体	報告会 学会発表	0	有	<a href="http://www.nacsj.or.jp/project/moni1000/index.html">http://www.nacsj.or.jp/project/moni1000/index.html</a>
リトルターン・プロジェクト	リトルターン・プロジェクト	地域	2001	500 (2014)	コアジサン	コアジサシの繁殖地の調査、保全	調査計画 モニタリング 保全活動	紙媒体	報告会 学会発表	3	有	<a href="http://www.littletern.net/">http://www.littletern.net/</a>

※1 (NPO 法人生態教育センター 2015)、※2 (トンボはどこまで飛ぶかフォーラム 2015)、※3 (公益財団法人日本自然保護協会 2015)、2-5) は補注欄を参照。

表 2-4 アメリカの市民科学プロジェクトの概要

プロジェクト名	実施機関	調査規模	実施年	年間参加人数	トピック (対象種等)	内容	市民の参加レベル	調査方法	データの活用	論文数	パートナーシップ	URL
Audubon Christmas Bird Count	National Audubon Society	国	1900	72,653 <sup>6)</sup> (2014-15)	鳥類	クリスマスに分布している鳥類の個体数の調査	モニタリング データの使用	インターネット	学術論文 報告書 マップ・グラフ	339	無	<a href="http://www.audubon.org/bird/cbc">http://www.audubon.org/bird/cbc</a>
Celebrate Urban Birds	Cornell Laboratory of Ornithology	国	2007	912※4 (2008)	鳥類	都会に棲む鳥類の調査と芸術と組み合わせた教育と保全	モニタリング 保全活動	インターネット	マップ・グラフ		有	<a href="http://www.birds.cornell.edu/celebration">http://www.birds.cornell.edu/celebration</a>
eBird	Cornell Laboratory of Ornithology, National Audubon Society	国	2002	18,053※1	鳥類	鳥類の分布と個体数の調査	モニタリング データの使用	インターネット	学術論文 マップ・グラフ	158	有	<a href="http://ebird.org/content/ebird/">http://ebird.org/content/ebird/</a>
Monarch Larva Monitoring Project	The University of Minnesota	国	1991	100- 200※2 (2009)	オオカバマダラ トウワタ	オオカバマダラの個体数とトウワタのハビタットの調査	モニタリング 新たな問いの 発見	インターネット 紙媒体	学術論文 報告書 マップ・グラフ	16	有	<a href="http://www.mlmp.org/">http://www.mlmp.org/</a>
Nature's Notebook	USA National Phenology Network	国	2010	1,821 <sup>7)</sup> (2014)	動植物の フェノロジー	動植物のフェノロジーの調査	モニタリング データの使用 (自身)	インターネット	学術論文 報告書 マップ・グラフ	11	無	<a href="http://www.usanpn.org/natures_notebook">http://www.usanpn.org/natures_notebook</a>
NestWatch	Cornell Lab of Ornithology	国	2001	10,011 (2014)	鳥類	鳥類の繁殖生態学の教育	モニタリング データの使用	インターネット	学術論文 報告書 マップ・グラフ	198	有	<a href="http://watch.birds.cornell.edu/nest/home/index">http://watch.birds.cornell.edu/nest/home/index</a>
OakMapper	Dept. of Environmental Science, Policy, and Management at UC Berkeley	県・州	2001	2,000 <sup>8)</sup> (2011)	オーク	オークの突然死を明らかにするためのオークの調査	モニタリング マップの使用	インターネット	学術論文 マップ・グラフ	2	有	<a href="http://oakmapper.org/">http://oakmapper.org/</a>
Project FeederWatch	Cornell Lab of Ornithology Bird Studies Canada	国	1976	20,880※3 (2014)	鳥類	冬のエサ台にやってくる鳥の分布や出現の調査	モニタリング データの使用	インターネット	学術論文 報告書 マップ・グラフ	27	有	<a href="http://feederwatch.org/">http://feederwatch.org/</a>
Project BudBurst	National Ecological Observatory Network, Inc	国	2007	161,44 (2014)	植物の フェノロジー	地球温暖化の影響を明らかにするための植物のフェノロジーの観察	モニタリング データの使用	インターネット 紙媒体	学術論文 マップ・グラフ	11	有	<a href="http://budburst.org/">http://budburst.org/</a>
Yard Map	Cornell Lab of Ornithology	世界	2012	16,749 <sup>9)</sup>	動植物	参加者の庭や公園などのハビタットの管理	モニタリング	インターネット	マップ・グラフ		有	<a href="http://content.yardmap.org/">http://content.yardmap.org/</a>

※1 (Dickinson et al. 2010)、※2 (Oberhauser 2012)、※3 (Cornell Lab of Ornithology 2014)、※4 (Cooper and Smith 2010)

6-9) は補注欄を参照。



### 3.3. 日本とアメリカの市民科学プロジェクトの比較

日本とアメリカの市民科学プロジェクトを比較した結果、プロジェクトの調査規模は両国ともに全国を対象としたプロジェクトが多かった（表 2-3、2-4）。プロジェクトの実施年に関しては、両国の市民プロジェクトとも 2001～2005 年の間にほとんどのプロジェクトが開始されていた。しかし、日本とアメリカの市民科学プロジェクトの平均継続年数を比較した結果、アメリカが日本よりも長くプロジェクトを継続していることがわかった（図 2-1）。次に、プロジェクトの年間参加人数については、アメリカのほとんどのプロジェクトは年間 1～2 万人参加しているのにもかかわらず、日本では年間 1 万人を超える市民が参加しているプロジェクトはなかった。平均値を比較すると、日本では年間平均 516 人参加していたが、アメリカでは、15,932 人参加していた（図 2-2）。調査対象に関しては、どちらの国の市民科学プロジェクトとも鳥類から植物、昆虫と多様な種を対象としていた。市民のプロジェクトにおける参加レベルについては、日本よりもアメリカのプロジェクトの参加者の方が多くの研究プロセスに携わっていた。調査方法はアメリカの全てのプロジェクトがインターネットでデータを収集していたが、日本ではインターネットでデータを収集していないプロジェクトが存在した。データを活用した論文数は日本よりもアメリカのプロジェクトの方が多く、日本では 10 プロジェクトの合計が 48 本だったのに対し、アメリカでは 10 プロジェクトの合計は 762 本であった。

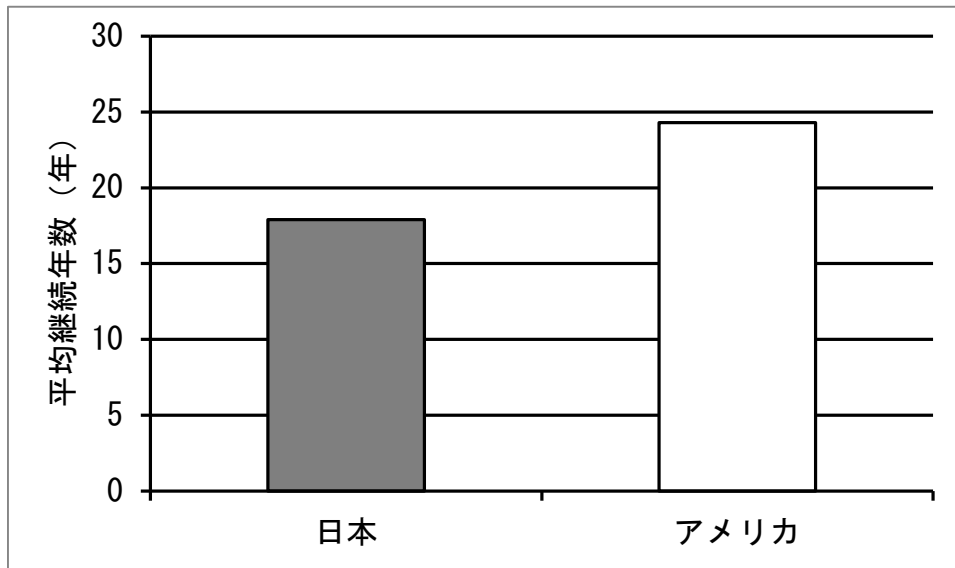


図 2-1 日本とアメリカの市民科学プロジェクトの平均継続年数

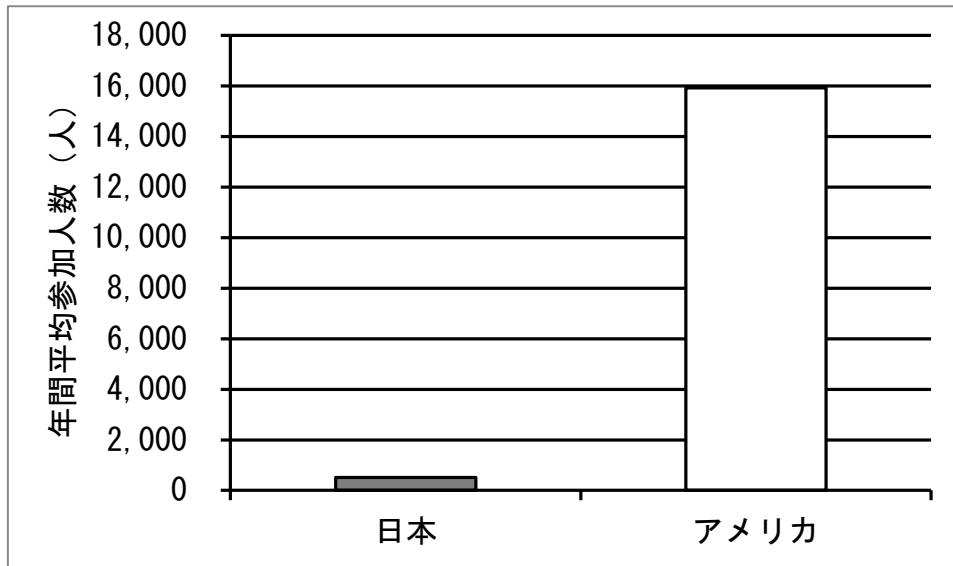


図 2-2 日本とアメリカの市民科学プロジェクトの年間平均参加人数

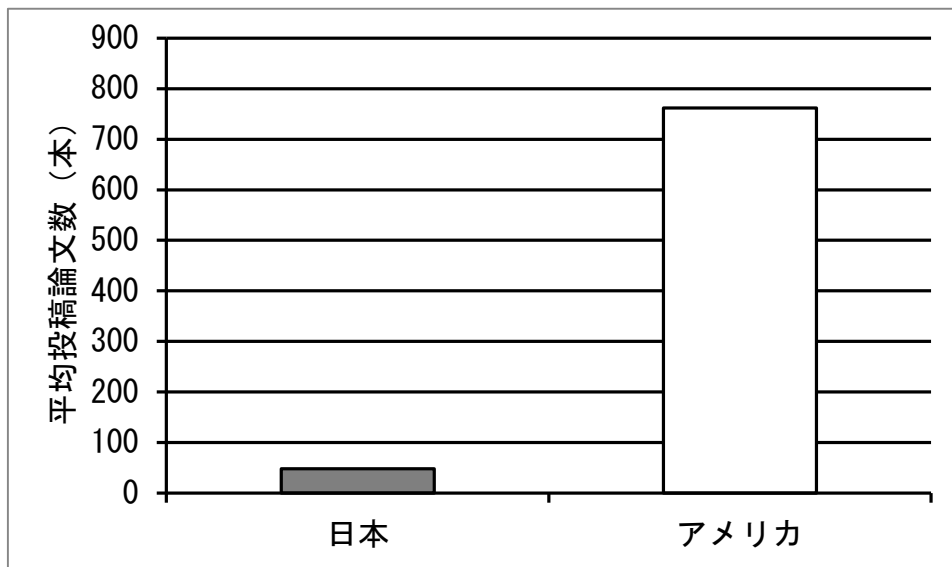


図 2-3 日本とアメリカの市民科学プロジェクトの平均投稿論文数

#### 4. 考察

日本の市民科学プロジェクトを整理すると、広域から地域まで多様な種類のプロジェクトが存在しており、ほとんどのプロジェクトは2001～5年から開始していた。アメリカの市民科学プロジェクトも過去10年前から増加しており (Dickinson and Bonney 2012)、日本の市民科学プロジェクトはアメリカと同様に過去10年から市民参加型のモニタリングや市民科学が実施されてきたと考えられる。それに背景には、1993年に生物多様性条約が締結されたことによって、広域的な調査の重要性が高まり市民科学が立ち上げられたと考えられる。

年間のプロジェクト参加者は平均516人とアメリカと比較すると極めて市民の参加数が少なかった。桜井ら (2014) が報告しているように、参加者の継続性や新規性は日本の市民科学プロジェクトの課題であることが明らかとなった。

市民の参加レベルについては、アメリカと異なりモニタリングのみのプロジェクトが多かった。しかし、リトルターン・プロジェクトなどの地域のプロジェクトはモニタリングのみだけでなく、管理計画などのプロセスに参加している (岡田・倉本 2009)。この原因は明らかとなっていないが、地域のプロジェクトはスタッフや専門家とのコミュニケーションが密となることで、参加者がモニタリングだけでなく管理計画や新たな問いの発見などの多くのプロセスに関わっている可能性がある。そのため、日本における広域的なモニタリングを行っているプロジェクトと地域の規模でモニタリングを実施しているプロジェクトを対象にスタッフや専門家とのコミュニケーションや研究プロセスの関わり方を比較する必要がある。

データの入力方法では、ほとんどのプロジェクトがインターネットを通じてデータを収集していた。このことから、市民科学に必要な要件であるデータベースの構築と管理を満たしていることを示唆している。しかし、データベースを管理しているにもかかわらず、ほとんどのプロジェクトはアメリカと異なり、参加者が収集したデータを活用することができなかった。参加者をより多くの研究プロセスに参加してもらうには、最低でも参加者自身が収集したデータ活用する仕組みを導入するべきである。

最後にプロジェクトの投稿論文数については、アメリカと比較すると極めて少なかった。論文数はプロジェクトの評価方法の一つであり、この評価方法で評価すると日本の市民科学プロジェクトは成功していないことになる。しかし、プロジェクトの参加者は管理や保全の計画や政策など社会的側面では貢献しているため、プロジェクトスタッフや専門家は

参加者の収集したデータを活用した論文を投稿し、市民が研究の側面にも貢献していることを示すべきである。

市民によって収集されたデータの精度は市民科学の課題の一つである (Dickinson et al. 2010; Bonter and Cooper 2012)。そこで第 2 節では、日本の市民科学プロジェクトの参加者によって収集されたデータが科学的な価値や学术论文に耐えうる精度であるかを検証するために、本研究で選定したプロジェクトである「お庭の生きもの調査」のデータを用いて検証した。

## 補注

- 1) Citizen Science Central (<http://www.birds.cornell.edu/citscitoolkit/>)、2015 年 10 月参照
- 2) 関東カワウモニタリング調査 (2009)  
([http://www.bird-research.jp/1\\_katsudo/kawau/kanto2009.html](http://www.bird-research.jp/1_katsudo/kawau/kanto2009.html))、2015 年 11 月参照
- 3) 日本全国みんなで作るサンゴマッププロジェクト～2013 年のサンゴ白化情報を中心に～ ([http://www.sangomap.jp/pdf/2013JCRS\\_Poster.pdf](http://www.sangomap.jp/pdf/2013JCRS_Poster.pdf))、2015 年 11 月参照
- 4) 2014 年度冬鳥調査の報告  
([http://www.bird-research.jp/1\\_katsudo/fuyudori/img/fuyudori2014.pdf](http://www.bird-research.jp/1_katsudo/fuyudori/img/fuyudori2014.pdf))、2015 年 11 月参照
- 5) ベランダバードウォッチ 15 年夏の報告  
([http://www.bird-research.jp/1\\_katsudo/veranda/2015b.pdf](http://www.bird-research.jp/1_katsudo/veranda/2015b.pdf))、2015 年 11 月参照
- 6) The 115th Christmas Bird Count  
(<https://www.audubon.org/news/the-115th-christmas-bird-count-0>)、2015 年 11 月参照
- 7) Nature' Notebook, See what we accomplished together in 2014  
(<http://archive.constantcontact.com/fs171/1102731551578/archive/1119905594123.html>)、2015 年 11 月参照
- 8) New 2011 SOD Confirmations Added to OakMapper!  
(<http://oakmapper.org/news/view/new-2011-sod-confirmations-added-to-oakmapper>) 2015 年 11 月参照
- 9) YardMap (<http://app.yardmap.org/map#!/help> )、2015 年 11 月参照

### 第3節 Web を活用した全国規模の市民科学プロジェクトのデータ解析と検証

#### 1. はじめに

日本では 1960 年代以降、急速な人口増加にともなう都市開発によって、都市域の緑地面積が減少すると共に分断化・孤立化が進行してきた（横浜市環境創造局 2009）。また、都市域に残存する大きな緑地はこれらの緑地を取り囲む環境（アーバン・マトリックス）の影響を受け、生物多様性が次第に消失していることが認識され始めている（小堀ほか 2014）。

2010 年の第 10 回生物多様性締約国会議（COP10）では、都市の生物多様性を維持するうえでアーバン・マトリックスが重要であることが認識された。これは、アーバン・マトリックスが都市域内に占める比率が高く、残存緑地に影響を与えることが指摘されているためである。また、都市域の生物多様性の損失の度合いは都市に点在する緑の質と量によって左右され、特に、アーバン・マトリックスを構成している個人住宅の庭や緑道などの緑地も、生物多様性の維持にとって重要であることが指摘されている（NPO 法人生態教育センター 2015）。例えば、Owen（2010）は庭に生息している昆虫はイギリス全土に生息している昆虫の約 1/3 に相当すると推定した。日本でも個人住宅の生物調査を行った研究はあり、中尾と服部（1999）は三田市フラワータウンにおける戸建て住宅の庭園を 4 つの庭園のタイプにまとめ、各庭園のタイプと生育している植物との関係を明らかにした。また、早矢仕（2013）は札幌市の住宅を対象としたアンケート調査を行い、庭に飛来する鳥類種の出現率が餌やりの有無によりどう異なるかを明らかにした。NPO 法人バードリサーチでも個人住宅に飛来する鳥類の調査が行われている<sup>1)</sup>。このように、特定の分類群を対象に限定された地域の個人住宅での種の出現パターンについて調べた研究は多く存在しているが、全国規模の個人住宅における複数の分類群と庭の環境要因を対象とした研究は行われておらず、都市の生物多様性の保全について個人住宅の庭が担っている役割について考察ができないのが現状である。

生物多様性の現状と損失の原因を明らかにするためには、広域的かつ長期的なデータの収集が必要である。このようなデータの収集には研究者と行政だけの努力では不十分であり、市民の協力が不可欠である（Silvertown 2009; Dickinson and Bonney 2012）。そのため近年、市民による広域的かつ長期的なデータの収集には、市民科学と呼ばれるアプローチが極めて有効な手段であることが提言されてきた（Cooper et al. 2007; Bonney et al.

2009b)。

市民科学とは市民がデータ収集などの研究のプロセスの一部または全てに参加することである (Silvertown 2009; Bonney et al. 2009b)。近年のインターネットの発展により、web 機能を活用した市民科学のプロジェクトが欧米を中心に開発され始めている (Newman et al. 2012; Conrad and Hilchey 2011)。Web 機能を活用した市民科学は従来の市民科学と比較して、より広域かつ長期的なデータの収集を可能とした (Dickinson and Bonney 2012)。また web 機能を活用することにより、データ収集だけでなく、データの精度の向上やデータ解析と参加者への結果の公表を可能としてきた (Bonney et al. 2009b)。しかし、日本では web による市民科学によって収集されたデータを解析し、その結果を公表している団体は少ない。数少ない例として、NPO 法人バードリサーチが実施しているキビタキの初認調査があり、これは地域ごとの 2012 年と 2013 年の渡来時期を比較している<sup>2)</sup>。

本研究では、全国規模で個人住宅の庭の調査を実施している市民科学プロジェクトの一つである「お庭の生きもの調査」のデータを解析することによって、個人住宅の生物の特徴と庭の環境要因との関連性を明らかにすることにより、市民によって収集されたデータが科学的な価値や学術論文に耐えうる精度であるか検証することを目的とする。

## 2. 研究方法

### 2.1. 対象プロジェクトの概要と使用データ

「お庭の生きもの調査」とは NPO 法人生態教育センターが実施している個人住宅の庭にやってくる生きものを調べる全国規模の市民科学プロジェクトの一つである<sup>3)</sup>。2010 年からの調査参加庭数は 437 庭であり (2014 年 4 月現在)、北は北海道の石狩市から南は沖縄の豊見城市までの全 47 都道府県から市民が参加している。参加者が観察したデータは参加者に結果を web フォームにより入力してもらい、インターネット経由で収集している。また、インターネットの利用が難しい参加者は記入用紙を郵送してもらい、収集している。プログラムは三つあり、生きもの調査の初心者向けの「はじめての生きもの調査」、上級者向けの「お庭にやってくる野鳥の調査」と「お庭の生きもの目録」であり、この調査は 5～8 月までの 4 ヶ月間の調査となっている。本研究では、種の同定が苦手な初心者でも正確なデータを収集することができ、個人住宅で観察された生物と庭の環境要因の関係を明らかにするため、「はじめての生きもの調査」の 2010～2013 年の 4 年間のデータと、調



査参加者の庭の構成要素や庭の周辺環境を調べる「お庭の履歴書」のデータを使用した。

「はじめての生きもの調査」では、あらかじめ選定された鳥類 5 種と昆虫 11 種、その他 4 種の合計 20 種の生物について（表 2-5）、参加者に自宅の庭で観察の有無を記録してもらう調査である。4 年間の調査のうち、1 回でも調査を行い、選定された種が一度でも庭に現れた庭のデータを解析に用いた。なお、日本の動物分布図集（環境省自然環境局生物多様性センター 2010）で生息が確認されていない地域で観測されているデータや調査年（2010～2013 年）と適合しない年が入力されているデータは排除した。

「お庭の履歴書」は「お庭の生きもの調査」の参加者の庭の構成要素と庭から最も近い緑地、庭に隣接している環境などについての設問を設けている。今回の解析では、1) 庭の面積、2) 緑のボリューム、3) 庭の構成要素（雑木林のような木立、芝生などの草地、花壇、家庭菜園、水場、小川、ベランダ・バルコニー・屋上庭園などの人工地盤）、4) 誘鳥施設（巣箱、餌台、水浴び台）、5) 近い緑地（河川、公園、農地、雑木林、山林）、6) 隣接する環境（隣家、道路、駐車場、農地、河川）、7) 庭のお手入れ頻度、8) 農薬の使用の有無、の合計 8 項目を使用した。これらの項目は対象種が庭に現れたかどうかを説明する要因として用いられ、庭の面積のみを連続変数として扱い、他の項目はカテゴリカル変数として扱った。緑のボリュームの項目では、「ほとんどない」、「少ない」、「多くも少なくもない」、「多い」、「生い茂っている」の 5 項目の選択式とした。庭の構成要素や誘鳥施設、一番近い緑地、隣接する環境、農薬使用の有無については、それぞれの要素が有るか無いかを説明変数に用いた。庭のお手入れ頻度の項目では、「半年に 1 回」、「3 ヶ月に 1 回」、「月 1 回」、「月 2 回」、「週 1 回」、「週 3 回」、「毎日」の 7 通りからの選択式とした。また、農薬使用の有無についての設問では、使用している (0) または使用していない (1) を解析に用いた。なお、庭の面積が 800 m<sup>2</sup>以上の個人住宅は 5 件しかなかったため（平均 146.8±150.4 m<sup>2</sup>）、はずれ値として 800 m<sup>2</sup>以上の庭のデータは排除した。また、緑のボリュームの項目では、「ほとんどない」のデータが 1 件しかなかったため「ほとんどない」を含む庭のデータは排除した。さらに、庭の構成要素として小川が含まれる庭が 1 件だったため、この項目は解析には含めなかった。

クマゼミやアオスジアゲハなどの特定の種は全国に分布しておらず、庭の所在地による影響を考慮する必要がある。そこで、庭の所在地による影響を考慮するために、東日本と西日本に分けて観察数を比較した。北海道、東北、関東、中部を含めた地域を東日本とし、それ以外の近畿、中国、四国、九州、沖縄を西日本とした。

## 2.2. データ解析について

本研究では、庭の構成要素が 1) 出現種数に与える影響と、2) 各種の出現に与える影響の、2 通りに分けて解析を行った。庭の環境要因が種数に与える影響に関しては全 20 種での解析に加え、鳥類、昆虫、その他の 3 つの区分に分けた解析も行った。種数を目的変数とし、「お庭の履歴書」で明らかとなった、庭の環境要因の 8 項目を説明変数として、種数が環境とどのような関係があるのか一般線形モデルを用いて解析した。この解析については東日本と西日本に分けたものも行った。環境が各種の出現に与える影響については、各種の出現（出現した：1、出現しない：0）を目的変数とし、庭の環境要因の 8 項目を説明変数とした一般化線形モデル（誤差構造：二項分布）に当てはめて解析を行った。過分散が生じたモデル（表 1 の†）に関しては、擬似二項分布を用いた。全ての解析は R（ver. 3.0.2、R Core Team 2013）を用いて行った。

表 2-5 「はじめての生きもの調査」対象種

分類	対象種
鳥類	スズメ†、ヒヨドリ、メジロ、シジュウカラ、ツバメ
昆虫	ベニシジミ、モンシロチョウ、アオスジアゲハ、 ミンミンゼミ、アブラゼミ、クマゼミ、トンボの仲間、 アリの仲間†、コオロギの仲間、バッタの仲間、 カマキリの仲間
その他	カエルの仲間、カタツムリの仲間、クモの巣†、ハチの巣

†は過分散が生じた対象を示す。

### 3. 結果

2010～2013年の「はじめての生きもの調査」に参加した個人住宅は298件であった。全家庭における各種の観察数では、最も多く観察された種はアリの仲間で286件であった。次いで、クモの巣が282件、スズメが279件、モンシロチョウが244件、バッタの仲間が216件であった。一方、最も観察数が少なかった種は、ミンミンゼミの51件であった。

東日本と西日本とで調査に参加した個人住宅は、東日本で186件、西日本で104件、都道府県がわからない個人住宅が8件であった。東日本と西日本に位置している個人住宅における観察数においても、アリの仲間、クモの巣、スズメ、モンシロチョウ、バッタの仲間の順で観察数が多かった。東日本では、アリの仲間が182件(98%)、クモの巣が178件(96%)、スズメが177件(95%)、モンシロチョウが158件(85%)、バッタの仲間が133件(72%)であった。一方、西日本では、アリの仲間が97件(93%)、クモの巣が97件(93%)、スズメが96件(92%)、モンシロチョウが80件(77%)、バッタの仲間が76件(73%)であった。

東日本と西日本で観察数に大きな差があった種はカタツムリの仲間、ツバメ、クマゼミであった。カタツムリの仲間は西日本では観察数の割合が45%であったが、東日本では60%と多かった。またツバメは、東日本では観察数の割合が40%であったが、西日本では54%と多く観察された。クマゼミも東日本より西日本の方が観察数は多く、東日本では観察割合が17%と最も少なかったが、西日本では47%と多かった。

庭で確認された種数は庭の面積が広いほど有意に増加しており、また、誘鳥施設である餌台があれば種数が増加した(表2-6)。鳥類の場合も、庭の面積が広いと観察される種数が増加していた。また、庭の構成要素として人工地盤(ベランダやバルコニーなど)や餌台、近くに雑木林があると鳥類の種数は有意に増加したが、近くに農地があると鳥類の種数が有意に減少することが示された。昆虫の場合、庭の面積が広いほど有意に種数が増加していた。また、その他の場合、農地が庭に隣接していると種数が有意に増加していた。

東日本と西日本に分けた場合、東日本では、庭に人工地盤が存在し、近くに雑木林があると全種数と昆虫の種数が有意に増加していた(表2-7)。また、鳥類の場合、緑のボリュームが多く、庭に人工地盤が存在していると有意に増加していた。その他に分類される種に関しては、庭のお手入れを3ヶ月に1回程度行っていると種数が有意に増加していた。西日本の場合も東日本と同様に全種数と昆虫の種数は同様の庭の環境要因によって種数が有意に増加していた。全種と昆虫の種数は庭の面積が広いほど有意に増加していた。鳥

類の種数では、庭に雑木林のような木立や餌台が存在し、農地が隣接していると種数が有意に増加していた。しかし、農地が近くに存在していると鳥類の種数は有意に減少していた。

表 2-6 分類群別の全国の庭の環境要因との関係

分類	説明変数 <sup>注</sup>
全種	お庭の面積(+)**、誘鳥施設(餌台 +) *
鳥類	お庭の面積(+)**、お庭の構成要素(人工地盤 +)*、誘鳥施設(餌台 +)*、一番近い緑地(農地 -)*、(雑木林 +)**
昆虫	お庭の面積(+)*
その他	隣接する環境(農地 +)*

注：有意であった説明変数を示した (\*: p<0.05, \*\*: p<0.01)。また ( ) 内は効果の正負とカテゴリカル変数の有意であった項目を示した。

表 2-7 各分類群の地域別の庭の環境要因との関係

分類	東日本	西日本
	説明変数 <sup>注</sup>	説明変数 <sup>注</sup>
全種	お庭の構成要素(人工地盤 +)**、一番近い緑地(雑木林 +)*	お庭の面積(+)*
鳥類	緑のボリューム(ほとんどない 0、多くも少なくもない +、多い +、生い茂っている +)*、お庭の構成要素(人工地盤 +)**	お庭の構成要素(雑木林のような木立 +)*、誘鳥施設(餌台 +)*、一番近い緑地(農地 -)*、隣接する環境(農地 +)*
昆虫	お庭の構成要素(人工地盤 +)*、一番近い緑地(雑木林 +)*	お庭の面積(+)*
その他	庭のお手入れ頻度 (半年に 1 回 0、3 ヶ月に 1 回 +、月 1 回 -、月 2 回 -、週 1 回 -、週 3 回 +、毎日 +) *	-

注：有意であった説明変数を示した (\*: p<0.05, \*\*: p<0.01)。また ( ) 内は効果の正負とカテゴリカル変数の有意であった項目を示した。

鳥類各種と庭の環境要因との関係性を調べた結果、スズメは庭に餌台や水浴び台があると観察される確率が有意に上昇した（表 2-8）。また、庭の隣に農地があり、近くに河川や公園が存在しているとスズメの観察される確率が有意に上昇していた。一方で庭に家庭菜園があり、近くに山林があると観察される確率が有意に低下していた。また、農薬を使用していない庭では観察される確率が有意に低下していた。お手入れ頻度に関しては月 2 回程度で観察される確率が有意に上昇していた。ヒヨドリでは、庭の面積が広く、庭に雑木林のような木立があると観察される確率が有意に上昇していた。一方で、ヒヨドリが観察される確率は近くに農地がある場合、有意に低下していた。メジロの場合、庭の環境としては庭が広く、庭に人工地盤があると観察される確率が有意に上昇していた。また、周辺環境については、近くに公園があると観察される確率が有意に上昇していたが、近くに河川があると有意に低下していた。シジュウカラでは、庭に誘鳥施設である巣箱や餌台があり、近くに雑木林があると観察される確率が有意に上昇していた。また、農薬を使用していない庭では、観察される確率が有意に上昇していた。しかし、近くに農地が存在していると観察される確率が有意に低下していた。ツバメの観察される確率は近くに河川があると有意に上昇していた。

次に、昆虫各種と庭の環境要因との関係を調べた結果、モンシロチョウの観察される確率は農地が庭に隣接していると有意に上昇していた（表 2-9）。アオスジアゲハも同様に農地が隣接しており、また、庭の面積が広いと観察される確率が有意に上昇していた。アブラゼミが観察される確率は庭に餌台があると有意に上昇していた。クマゼミの場合、庭に水場があると観察される確率が低下していた。トンボの仲間は庭が広いほど、観察される確率が有意に上昇していた。アリの仲間の場合、庭に水浴び台があり、近隣に農地があると観察される確率が有意に上昇しており、また、庭の手入れ頻度が少ない方が観察される確率は上昇していた。一方で、庭の環境に木立や草地、水場、巣箱があると観察される確率が有意に低下していた。また、周辺環境では家や道路が庭に隣接していると低下していた。

最後にその他の各種と庭の環境要因の関係を表 2-10 に示す。カエルの仲間の場合、庭の構成要素として花壇があり駐車場が庭に隣接していると観察される確率が有意に上昇していた。しかし、近くに公園が存在していると観察される確率が低下していた。カタツムリの仲間では、庭が広く、家庭菜園があり、農地が隣接しており、近くに河川が存在していると観察される確率が上昇していた。しかし、庭に水浴び台があったり、近くに山林

が存在していたりすると観察される確率が低下していた。カタツムリの仲間に関しては、庭の手入れ頻度と有意な関係があった。クモの巣に関しては、ベランダやバルコニーなどの軒先のような人工地盤があると観察される確率が有意に上昇していた。

表 2-8 鳥類と庭の環境要因との関係

種	説明変数 <sup>注</sup>
スズメ+	お庭の構成要素(家庭菜園 -)**、誘鳥施設(餌台 +)*、(水浴び台 +)*、一番近い緑地(河川 +)**、(公園 +)**、(山林 -)*、隣接する環境(農地 +)*、庭のお手入れ頻度(半年に1回 0、3ヶ月に1回 -、月1回 -、月2回 +、週1回 -、週3回 +、毎日 +)*、農薬使用の有無(-)**
ヒヨドリ	お庭の面積(+)*、お庭の構成要素(雑木林のような木立 +)*、一番近い緑地(農地 -)**
メジロ	お庭の面積(+)*、お庭の構成要素(人工地盤 +)*、一番近い緑地(河川 -)*、(公園 +)*
シジュウカラ	誘鳥施設(巣箱 +)*、(餌台 +)*、一番近い緑地(農地 -)**、(雑木林 +)*、農薬使用の有無(+)*
ツバメ	一番近い緑地(河川 +)*

注：有意であった説明変数を示した (\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ )。また () 内は効果の正負とカテゴリカル変数の有意であった項目を示した。

表 2-9 昆虫と庭の環境要因との関係

種	説明変数 <sup>注</sup>
ベニシジミ	-
モンシロチョウ	隣接する環境(農地 +)**
アオスジアゲハ	お庭の面積(+)**、隣接する環境(農地 +)*
ミンミンゼミ	-
アブラゼミ	誘鳥施設(餌台 +)*
クマゼミ	お庭の構成要素(水場 -)*
トンボの仲間	お庭の面積(+)*
アリの仲間†	お庭の構成要素(雑木林のような木立 -)**、(芝生などの草地 -)**、(水場 -)、誘鳥施設(巣箱 -)**、(水浴び台 +)**、隣接する環境(隣家 -)、(道路 -)、(農地 +)**、庭のお手入れ頻度(半年に 1 回 0、3 ヶ月に 1 回 +、月 1 回 +、月 2 回 -、週 1 回 -、週 3 回 -、毎日 -)**
コオロギの仲間	-
バッタの仲間	-
カマキリの仲間	-

注：有意であった説明変数を示した (\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ )。また ( ) 内は効果の正負とカテゴリカル変数の有意であった項目を示した。

表 2-10 その他と庭の環境要因との関係

種	説明変数 <sup>注</sup>
カエルの仲間	お庭の構成要素(花壇 +)*、一番近い緑地(公園 -)*、隣接する環境(駐車場 +)*
カタツムリの仲間	お庭の面積(+)*、お庭の構成要素(家庭菜園 +)*、誘鳥施設(水浴び台 -)*、一番近い緑地(河川 +)*、(山林 -)**、隣接する環境(農地 +)*、庭のお手入れの頻度(半年に 1 回 0、3 ヶ月に 1 回 +、月 1 回 +、月 2 回 -、週 1 回 -、週 3 回 +、毎日 +)*
クモの巣+	お庭の構成要素(人工地盤 +)*
ハチの巣	-

注：有意であった説明変数を示した (\*:  $p<0.05$ , \*\*:  $p<0.01$ )。また ( ) 内は効果の正負とカテゴリカル変数の有意であった項目を示した。



#### 4. 考察

鳥類は比較的、庭の環境と観察される確率の関係に妥当性が認められた(表 4)。例えば、シジュウカラは庭に巣箱と餌台を設置することにより誘致された可能性が推察される。シジュウカラの観察される確率は庭の近くに雑木林があることにより上昇したが、その理由として、この種は主に樹林地や立木を採食・繁殖環境として利用・繁殖することが挙げられる(沼里 1985)。また、近くに農地があることによつて、シジュウカラの観察される確率が低下した理由としては、水田や畑などの農地には、シジュウカラの食物資源が無く、採食環境としては利用しないためと考えられる。しかし、農地にシジュウカラの食物資源があるのかは不明であり、今後は隣接している農地にどのような作物が育てられているのかなど、より細かい設問を設ける必要がある。ツバメも営巣するための巣材となる泥を採取するための河川が近くにあることが(鈴木 1998)、庭での観察される確率に影響を与えた可能性がある。また、河川はツバメにとって重要な採食環境であるので(植田 2006)、近くに河川が存在していることは採食環境の観点から見てもツバメの観察される確率に影響を与えたと考えられる。

昆虫類では、モンシロチョウが観察される確率は庭の周辺環境と関係することを確認できた(表 5)。これは幼虫の食草であるアブラナ科の植物が生育する農地が隣接することで、庭に現れる頻度が上昇したのではないかと推察される(森上 2007; 主婦の友社 2011)。しかし、モンシロチョウは類似種との誤同定の可能性があるため、より正確なデータや結果を得るためにはその可能性を排除しなければならないと考える。さらに、アリがよく観察できる庭は農地が隣接しており、庭の手入れの頻度の少ないところだと示唆された。

全体の傾向としては、庭の面積が広くなればなるほど観測できる種が多くなった(表 2)。緑地の面積が広くなることにより種数が増加することはよく知られており(一ノ瀬・加藤 1993)、庭の面積が増えることでも種数が増えることが明らかとなった。鳥類に関しては、樹林地や立木での繁殖が確認されているヒヨドリやシジュウカラが、採食・営巣するために重要な要素である雑木林が庭や近隣に存在していることによつて、庭に出現する種数が増加していることがわかった。これに加え、餌台を設置することによつて種数が増加したが、これは早矢仕(2013)と同様の傾向であり、餌台の設置によつて、鳥類が誘致されたことを示唆している。

東日本と西日本では種数の増加に関与する要因について、異なる傾向を示した。鳥類の場合、西日本の庭で農地が隣接していることによつて種数が増加していた理由としては、

農作物を食害するヒヨドリの観察数の割合が東日本よりも多かったことが要因である可能性がある。昆虫の種数の場合、西日本で面積が有意な増加を示したのはベニシジミやカマキリの仲間など草原に生息している種の観察数の割合が東日本よりも多かったのが原因ではないかと考えられる。一方、東日本で人工地盤や雑木林によって昆虫の種数が有意に増加していた理由としては、西日本より東日本のほうがアブラゼミの観察数の割合が多いことが挙げられる。

4年間の「お庭の生きもの調査」のデータ解析を行った結果、観察される確率と庭の環境の間に関係性が確認された種は比較的鳥類に多く、確認できなかった種は昆虫やその他の種に分類される生物に多かった。これは、鳥類は全ての項目がシジュウカラやツバメなど種名を特定しているため、関係性が確認しやすかったのではないかと考えられる(表4)。また、関係性が確認できなかった種に関しては、生態的ニッチが異なる種を「～の仲間」という項目で調査していることが要因ではないかと考えられる(表5、6)。そのため、ニッチなどを考慮して、調査対象を設定する必要がある。

その他に、種名を特定していたにもかかわらず庭の環境要因との関係性を見出すことができなかったセミの3種に関しては、セミが好むような大木がないため、他の種と比べて観測数が少なく、関係性が確認できなかったのではないかと考えられる。そのため、庭に大木がある個人住宅にお住まいの方に調査に協力いただけるような参加者の勧誘を行う必要がある。

個人住宅を対象とした先行研究では、植物相(中尾・服部 1999)や鳥相(早矢仕 2013)が明らかにされてきた。また、生物と庭の環境の関係性に関する研究では、鳥類と餌台の関係(早矢仕 2013)や植物との関係(養父ら 1997)が明らかにされてきた。しかし、これらは限定的な生物または地域の研究である。本研究では、「お庭の生きもの調査」の4年間のデータを解析することにより、鳥類だけでなく昆虫も含めた幅広い分類群において、全国の個人住宅の庭で観察できる種を対象とし、少なくともその一部は、庭や庭の周辺環境に依存していることが明らかとなった。この結果は、広域的なデータを取得するのに長けている市民科学という手法だからこそ得られる知見であると言える。

また本研究では、縮小し、孤立した小さな緑地で構成されているアーバン・マトリックスでも、その構成要素である適切な庭の環境を整えることによって、生物多様性を維持したり高めたりすることができることが示唆された。例えば、ヒヨドリの観察がされていない庭にヒヨドリの観察と正の相関があった木立を数本植栽したり、シジュウカラの観察が

されていない庭にシジュウカラの観察と正の相関があった巣箱を設置したりすることによって、より鳥類の多様性を高めることができる可能性がある。

本研究では、種名が特定されていない項目などでは庭との関係性や、庭自体のポテンシャルを明らかにすることができなかった。今後、アーバン・マトリクスとしての庭の重要性を把握するためには、詳細な項目による調査を行なう必要がある。そのために、種名が特定されていない項目に関しては、全国の庭で観察しやすい種を特定し、また、具体的な調査項目の変更や、庭の属性について樹木の高さや緑の面積などより詳しい調査項目を追加する必要があると考えられる。

本研究では、web 機能を用いた市民科学プロジェクトによって得られた全国規模のデータを解析することにより、個人住宅の庭で観察できる種は、庭の環境や周辺の緑地に依存していることが明らかとなった。これは、個人住宅の庭が生物や大きな緑の少ないアーバン・マトリクスにおける生物多様性の維持において重要であることを示唆し、市民が収集したデータが生物多様性の研究に活用でき、科学的に価値のあることを示している。また、この研究は学術論文に受理されていることから、「お庭の生きもの調査」の参加が収集したデータは学術論文に耐えうる精度であると示唆している。科学的評価では、「お庭の生きもの調査」は成功していると言える。

しかし、本研究では、「緑のボリューム」など生物に大きな影響を与える可能性のある項目について関係性を見出すことができなかった。本調査の緑量の測定は専門家でも困難なため、「緑のボリューム」の選択肢は 5 段階評価としているが、さらに客観的な評価基準の設定が望まれる。さらに「一番近い緑地」の項目では、護岸整備された河川と自然河川の区分、農地における水田・畑と果樹園の区分、「隣接する環境」の項目においても、雑木林や山林など存在する可能性のある環境の項目を増やすなど、より精密な調査を行なう必要がある。また、web 機能の活用は全国規模でのデータ収集を可能としているが、市民によって収集されたデータは観察頻度やデータ入力時の誤りなど、調査の方法や手順において生じるデータの偏りをどのように考慮するかも課題である。

## 補注

- 1) NPO 法人バードリサーチ ベランダバードウォッチー身近な野鳥調査.  
([http://www.bird-research.jp/1\\_katsudo/veranda/index.html](http://www.bird-research.jp/1_katsudo/veranda/index.html)), 2014 年 11 月参照
- 2) NPO 法人バードリサーチ キビタキ調査.  
([http://www.bird-research.jp/1\\_katsudo/kibitaki/kekka.html](http://www.bird-research.jp/1_katsudo/kibitaki/kekka.html)), 2014 年 5 月参照
- 3) NPO 法人生態教育センター お庭の生きもの調査.  
(<http://www.wildlife.ne.jp/ikimono/>), 2014 年 5 月参照

### 第3章 市民科学プロジェクトの参加者の継続性の課題に関する研究

#### 第1節 市民科学プロジェクトの参加者の意識が参加意欲に与える影響—お庭の生きもの調査参加者を対象に—

市民科学プロジェクトを成功させるための留意点としては、プロジェクト実施者や実施団体が綿密に調査計画を立て参加者の勧誘や維持に努めるとともに、データの管理などを行うべきであると報告されている (Dickinson et al. 2012; Dickinson and Bonney 2012)。また日本の市民科学を実施している NPO や NGO などの団体もデータの精度保証や参加者の維持などの課題を挙げており、米国と同様な傾向にある (桜井ら 2014)。本研究では米国と日本の市民科学の共通の課題である「参加者の継続」について焦点を当て、参加者の意識が参加意欲に及ぼす影響について考察する。

「参加者の継続」という課題を解決するためには、参加者の意識を明らかにする必要がある。例えば、Biotracker というプロジェクトの参加者と専門家の 2 つグループを対象に利己主義や原理主義などの 4 つ項目についてアンケートとインタビュー調査を行い、集団主義に関する意識は科学者よりもボランティアの方が高いことがわかった (Rotman et al. 2012)。

Jacobson ら (2012) はボランティアの意識やトレーニングや認識力などのプログラム上の要因が満足度にどのような影響を与えているかを明らかにするために、野生生物保全活動団体である FWC (Florida Fish and Wildlife Conservation Commission) のボランティアを対象としたアンケート調査を実施している。その結果、FWC の参加者は環境保全に関する意識が最も高いことから、Jacobson ら (2012) は管理者が管理活動と環境保全の活動をつなげることが参加者の意識向上にとって重要であると提案している。一方で就職に必要なスキルの上達などのキャリアに関する意識項目が最も低かった。また、長期間保全活動に関わっているボランティアはトレーニングの時間が長く、プロジェクトの満足度が高いことがわかった。すなわち、ボランティアの意識の強さや種類、トレーニングなどが、プログラムの成功に関係があることを明らかにした (Jacobson et al. 2012)。

個人や社会的プロセスを調べるといった心理学や環境学の分野で繰り返し生じるアプローチであるファンクショナル・アプローチを使用し、6 つの自然管理団体を対象としたアンケート調査の事例がある (Bruyere and Rappe 2007)。この研究事例でも、Jacobson

ら（2012）と同様に環境保全の意識項目が最も高く、キャリアに関する意識項目が最も低いことが明らかとなった。また、自由記述の項目では環境保全の要素が一番多かった。

自然に関するボランティアの機会を提供し、成人に対し自然環境について教育をしている Minnesota Master Naturalist のプログラムにおけるボランティアの意識調査では、ほとんどのボランティアは自然とのつながりを感じており、このつながりは幼少期に由来していると述べられている（Guiney and Oberhauser 2009）。また、自然について学びたいとの意識が一番強く、これらの要望はボランティア活動の維持や保全を行なうための意識決定において重要なモチベーションであることが示唆された（Guiney and Oberhauser 2009）。

一方、日本の研究事例では、里山管理団体に実施したアンケート調査の結果、里山管理活動を行う前後において、里山や植物について意識の変化がみられた参加者は 87%であった（辰井・藤井 2006）。また、管理活動による植生の変化と参加者の意識の変化の関係については、参加者が過去に生育していたが近年では見られなかった植物を再確認したことにより、その植物を保全するための草刈りや間伐などの活動を活発に行う傾向にあると認められた（辰井・藤井 2006）。

また、倉本・永井（2002）は雑木林ボランティアの参加者にアンケート調査を行い、活動の楽しさや他のボランティアとの人間的なつながりといった意識が参加者の参加意欲を高める理由であると明らかにした。

以上のように市民科学における参加者の学びや楽しさなどの意識を研究している事例が多いにもかかわらず、市民科学プロジェクトの参加者の参加意欲に焦点を当てている研究は極めて少なく（例えば、Nov et al. 2011; Rotman et al. 2012）、市民科学プロジェクトの参加者の意識や参加者の意識が参加意欲に与える影響の把握ためには、さらなる研究が必要である。そのため、本研究では、市民科学のプロジェクトの参加者へアンケート調査を行い、参加者の意識を明らかにし、その意識が参加意欲にどのような影響を与えているのかを明らかにすることを目的とし取り組んだ。

## 1. 研究方法

### 1.1. アンケート対象者

本研究で対象とした市民科学プロジェクトは、日本の全国の個人住宅において出現する生き物を観察する「お庭の生きもの調査」である（NPO 法人生態教育センター 2015）。「お庭の生きもの調査」は NPO 法人生態教育センターが 2010 年から実施している大規模なプロジェクトである（第 2 章第 3 節参照）。本研究では、北海道から沖縄の範囲にわたる日本全国の市民が参加している「お庭の生きもの調査」の参加者の 900 名を対象とした無記名のアンケート調査を行った。本研究は 2014 年度の「お庭の生きもの調査」の開催の告知と一緒にアンケート用紙を同封し 2014 年 5 月 1 日に郵送し、返信期限は同年 5 月 9 日と設定した。送信数 900 件のうち有効回収数は 132 件（回収率は約 15%）であった。

### 1.2. 調査項目の設定

本研究では、調査項目を作成するにあたり、いくつかの既往研究（Miles et al. 1998; 辰井・藤井 2006; Guiney and Oberhauser 2009; Jacobson et al. 2012）から調査項目を引用・改変し、参加者の意識として 22 項目と参加意欲の 2 項目の計 24 項目を作成した（表 3-1）。そして、24 項目を 1) 楽しさ、2) 自然への愛着、3) 学び、4) 環境保全活動の意義、5) 自己成長、6) 責任感、7) 自然への意識、8) プロジェクトの満足度、9) 参加意欲の 9 項目に分類した。これらの項目は 7 段階（1: 全く当てはまらない～7: 非常に当てはまる）による評価を行った。参加者の社会的属性については、性別、年齢、職業、参加年数、自然に興味をもったきっかけ、興味をもった年齢の項目を作成した（表 3-2）。自然に興味を持ったきっかけは複数回答とした。

### 1.3. データ解析

本研究では、データ解析では、参加者の意識の 22 項目が参加意欲の 2 項目にどのような影響を与えているかを明らかにするために、参加意欲の 2 項目を目的変数、参加者の 22 項目を説明変数として重回帰モデルを作成し、AIC（赤池情報量基準、Akaike 1973）を基準にステップワイズ法を用いてモデル選択を行った。そして、選択されたモデルの各係数の推定値と標準誤差を算出し、選択されたモデルにおいて多重共線性が生じていないか確認するために VIF（分散拡大係数）を算出した。

参加者の意識が参加意欲にどのように影響を与えているのか明らかにするために、楽し

さから参加意欲までの項目の参加意欲の2項目を目的変数とした選択モデルの中で共通の項目を使用し、共分散構造分析を行った。共分散構造分析を行ううえで、項目の信頼性（内的整合性）を判定するためにクロンバックの $\alpha$ 係数（Cronbach 1951）を用いた。データ解析にはRソフト（ver. 3.0.2, R Core Team 2013）を用いて行った。



表 3-1 お庭の生きもの調査の参加者に対するアンケート調査項目

調査項目	評価基準
<b>楽しさ</b>	
1 お庭の調査をすることが楽しいから	
2 家族と一緒に調査することが楽しいから	
<b>自然への愛着</b>	
3 自然が好きだから	
4 動物（昆虫や野鳥なども含む）が好きだから	
5 植物が好きだから	
<b>学び</b>	
6 自然について学びたいから	
7 動物について学びたいから	
8 植物について学びたいから	
<b>環境保全活動の意義</b>	
9 お庭の緑が大切だと思うから	
10 緑を守ることが環境保全につながると思うから	
11 生物多様性の研究に役立っていると実感できるから	
<b>自己成長</b>	
12 物事を成し遂げている感覚があるから	
13 新しいことに挑戦したいから	
14 自信がつくから	
<b>責任感</b>	
15 次の世代のために良い環境を残したいから	
<b>自然への意識</b>	
16 人間は自然から恩恵を受けていると思うから	
17 自然なくしては生きていけないと思うから	
18 自然に恩返しをしたいと思うから	
<b>満足度</b>	
19 この調査をぜひ他人にも紹介したいと思う	
20 この調査は面白い	
21 この調査は意義がある	
22 総合的に満足できる内容である	
<b>参加意欲</b>	
23 少なくとも今後1年以上はこの調査に参加したい	
24 今後もずっと調査に参加し続けたい	

- 7段階スコア
1. 全く当てはまらない
  2. 当てはまらない
  3. やや当てはまらない
  4. どちらとも言えない
  5. やや当てはまる
  6. 当てはまる
  7. 非常に当てはまる

斜体太字は大項目を示す。

表 3-2 お庭の生きもの調査の参加者の社会的属性項目

調査項目	割合
性別	女性／男性
年齢	10代以下／20代／30代／40代／50代／60代／70代以上
職業	会社員／専業主婦／行政職員／自営業／学生／パート・フリーター／ その他
参加年数	数ヶ月／半年／1年／2～3年／4年以上
自然に興味を持ったきっかけ	家族／友達／ボーイスカウトやガールスカウト／釣り／キャンプ／ 自然の多いところに住んでいた／バードウォッチング／野生生物の ウォッチング（鳥以外）／ペットの世話／学校／自然センターの活動 ／その他
興味を持った年齢	10代以下／20～30代／40～50代／60代以降

## 2. 結果

### 2.1. お庭の生きもの調査の参加者の属性と意識

本調査で収集したアンケートの回答が「お庭の生きもの調査」の参加者全体を示しているかという代表性を明らかにするために、2014年度の参加者とアンケート回答者の年齢の割合を比較した結果、2014年度の「お庭の生きもの調査」の参加者の年齢の割合は10代以下が6%、20代が3%、30代が13%、40代が18%、50代が19%、60代が30%、70代が10%であり（NPO 法人生態教育センター 2015）、本調査によるアンケートの回答者の年齢の割合と同様の割合であった（表 3-3）。年齢層は60代が最も多く（30%）、次いで70代以上（22%）、40と50代（18%）であった。一方で、10代以下が1%と最も少なかった。また、アンケート回答者の性別は男性よりも女性の方が多く57%であった（表 3-3）。回答者の職業については、専業主婦が最も多く40%であった。次いで、その他（24%）、会社員（16%）、行政職員（7%）、自営業（5%）、パート・フリーター（5%）、学生（3%）の順が多かった。参加年数については、「お庭の生きもの調査」に2～3年参加している人が47%と最も多かった。4年以上参加している参加者が次に多く31%であった。このことから2年以上「お庭の生きもの調査」に参加している参加者は約80%となり、ほとんどの参加者が「お庭の生きもの調査」を続けていることがわかった。自然に興味を持ったきっかけは「自然の多いところに住んでいた」が最も多く58%であった。続いて多かったのが「その他」（28%）、「家族」（26%）、「ペットの世話」（22%）、「バードウォッチング」（18%）の順であった。その他の回答には「自宅の庭に出現する野鳥の名前が知りたいから」や「環境学習講座」などが挙げられた。興味を持った年齢は10代以下が42%、20～30代が38%とほとんどの参加者が30代までに自然に興味を持っていた。

参加者の意識については、「自然への意識」の大項目が最も高く $5.87 \pm 1.28$ であった（表 3-4）。次に「自然への愛着」（ $5.85 \pm 1.11$ ）、「環境保全活動の意義」（ $5.82 \pm 1.21$ ）であった。一方で、「自己成長」の大項目が最も低い値を示した（ $3.99 \pm 1.38$ ）。次に「楽しさ」の項目が低い値を示した（ $4.54 \pm 1.74$ ）。「楽しさ」の項目内では、「お庭の調査をすることが楽しいから」の項目は $5.33 \pm 1.16$ であったにもかかわらず、「家族と一緒に調査することが楽しいから」の項目は $3.74 \pm 1.87$ であった。また、「参加意欲」の大項目は $5.00 \pm 1.64$ であった。

表 3-3 お庭の生きもの調査の参加者の社会的属性

調査項目	割合
性別 (n=123)	男性 (43%)、女性 (57%)
年齢 (n=125)	10代以下 (1%)、20代 (2%)、30代 (8%)、40代 (18%)、 50代 (18%)、60代 (30%)、70代以上 (22%)
職業 (n=125)	会社員 (16%)、専業主婦 (40%)、行政職員 (7%)、自営業 (5%)、 学生 (3%)、パート・フリーター (5%)、その他 (24%)
参加年数 (n=120)	数ヶ月 (9%)、半年 (1%)、1年 (13%)、2~3年 (47%)、 4年以上 (31%)
自然に興味を持ったきっかけ (n=120)	家族 (26%)、友達 (5%)、ボーイスカウトやガールスカウト (7%)、釣り (8%)、キャンプ (15%)、自然の多いところに 住んでいた (58%)、バードウォッチング (18%)、野生生物の ウォッチング(鳥以外) (7%)、ペットの世話 (22%)、学校 (7%)、 自然センターの活動 (2%)、その他 (28%)
興味を持った年齢 (n=125)	10代以下 (42%)、20~30代 (38%)、40~50代 (13%)、 60代以上 (7%)

表 3-4 お庭の生きもの調査の参加者の意識

調査項目	平均値	標準偏差	$\alpha$ 係数
<b>楽しさ</b>	<b>4.54</b>	<b>1.74</b>	<b>0.56</b>
1 お庭の調査をすることが楽しいから (n = 124)	5.33	1.16	
2 家族と一緒に調査することが楽しいから (n = 121)	3.74	1.87	
<b>自然への愛着</b>	<b>5.85</b>	<b>1.11</b>	<b>0.85</b>
3 自然が好きだから (n = 124)	5.99	1.02	
4 動物(昆虫や野鳥なども含む)が好きだから (n = 124)	5.56	1.22	
5 植物が好きだから (n = 124)	5.99	1.02	
<b>学び</b>	<b>5.24</b>	<b>1.33</b>	<b>0.95</b>
6 自然について学びたいから (n = 124)	5.30	1.36	
7 動物について学びたいから (n = 124)	5.03	1.29	
8 植物について学びたいから (n = 124)	5.40	1.34	
<b>環境保全活動の意義</b>	<b>5.82</b>	<b>1.21</b>	<b>0.85</b>
9 お庭の緑が大切だと思うから (n = 124)	6.15	1.03	
10 緑を守ることが環境保全につながると思うから (n = 123)	6.18	0.99	
11 生物多様性の研究に役立っていると実感できるから (n = 124)	5.13	1.28	
<b>自己成長</b>	<b>3.99</b>	<b>1.38</b>	<b>0.89</b>
12 物事を成し遂げている感覚があるから (n = 124)	4.24	1.28	
13 新しいことに挑戦したいから (n = 123)	4.21	1.31	
14 自信がつくから (n = 124)	3.53	1.43	
<b>責任感</b>			
15 次の世代のために良い環境を残したいから (n = 124)	5.40	1.46	
<b>自然への意識</b>	<b>5.87</b>	<b>1.28</b>	<b>0.88</b>
16 人間は自然から恩恵を受けていると思うから (n = 124)	6.11	1.10	
17 自然なくしては生きていけないと思うから (n = 124)	6.23	1.05	
18 自然に恩返しをしたいと思うから (n = 124)	5.26	1.45	
<b>満足度</b>	<b>5.07</b>	<b>1.26</b>	<b>0.87</b>
19 この調査をぜひ他人にも紹介したいと思う (n = 122)	4.45	1.42	
20 この調査は面白い (n = 122)	5.11	1.22	
21 この調査は意義がある (n = 122)	5.52	1.02	
22 総合的に満足できる内容である (n = 122)	5.20	1.13	
<b>参加意欲</b>	<b>5.00</b>	<b>1.65</b>	<b>0.94</b>
23 少なくとも今後1年以上はこの調査に参加したい (n = 122)	5.15	1.63	
24 今後もずっと調査に参加し続けたい (n = 119)	4.84	1.65	

斜体太字は大項目を示す。

## 2.2. お庭の生きもの調査の参加者の意識が参加意欲に与える影響

「お庭の生きもの調査」の参加者の意識が参加意欲に与える影響についてモデル選択を行った結果、「少なくとも今後1年以上はこの調査に参加したい」の参加意欲の項目に対しては、「お庭の調査をすることが楽しいから」、「家族と一緒に調査することが楽しいから」、「動物（昆虫や野鳥なども含む）が好きだから」、「新しいことに挑戦したいから」、「自信がつくから」、「この調査をぜひ他人にも紹介したいと思う」、「この調査は面白い」の7項目を説明変数としたモデルが最適なモデルとして選択された（AIC = 33.14、表 3-5）。そして、「お庭の調査をすることが楽しいから」、「動物が好きだから」、「新しいことに挑戦したいから」、「この調査をぜひ他人にも紹介したいと思う」、「この調査は面白い」の項目は「少なくとも今後1年以上はこの調査に参加したい」の項目と正の相関を示した。（表 3-6）。「この調査をぜひ他人にも紹介したいと思う」という項目が最も強い影響を与えていた。また、「家族と一緒に調査することが楽しいから」と「自信がつくから」の項目は「少なくとも今後1年以上はこの調査に参加したい」の項目と負の相関を示した（表 3-6）。全ての項目で分散拡大係数の数値が10を下回っており、共線性は確認できなかった。

次に「今後もずっと調査に参加し続けたい」の参加意欲の項目に対しては、「家族と一緒に調査することが楽しいから」、「動物（昆虫や野鳥なども含む）が好きだから」、「植物について学びたいから」、「新しいことに挑戦したいから」、「人間は自然から恩恵を受けていると思うから」、「自然なくしては生きていけないと思うから」、「この調査をぜひ他人にも紹介したいと思う」、「この調査は面白い」、「総合的に満足できる内容である」の9項目が説明変数であるモデルが最適なモデルとして選択された（AIC = 28.34、表 3-5）。選択されたモデルのうち、「動物が好きだから」、「新しいことに挑戦したいから」、「人間は自然から恩恵を受けていると思うから」、「この調査をぜひ他人にも紹介したいと思う」、「この調査は面白い」、「総合的に満足できる内容である」の項目が「今後もずっと調査に参加し続けたい」の項目と正の相関があった（表 3-6）。一方で、「家族と一緒に調査することがたのしいから」、「植物について学びたいから」、「自然なくしては生きていけないと思うから」の項目は負の相関を示した。最も強い数値を示した項目は「この調査をぜひ他人にも紹介したいと思う」であり、数値は  $0.43 \pm 0.11$  であった。この選択モデルの分散拡大係数では、「人間は自然から恩恵を受けていると思うから」と「自然なくしては生きていけないと思うから」の二項目が5以上と高めの数値を示したが、全ての項目が10以下と共線性を確認できなかった。

参加意欲の項目に対して選択された項目の中で共通の項目は「家族と一緒に調査することが楽しいから」、「動物が好き」、「新しいことに挑戦したいから」、「この調査をぜひ他人にも紹介したいと思う」、「この調査は面白い」の5項目であった（表 3-6）。しかし、「家族と一緒に調査することが楽しいから」の項目である楽しさの項目は $\alpha$ 係数が0.56と低い値であったため（表 3-4）、楽しさの項目を抜いた自然への愛着、自己成長、プロジェクトの満足度の項目を使用した。それらの項目を用いた共分散構造分析の結果は、自己成長の項目とプロジェクトの満足度の項目は参加意欲と強い正の相関を示した（図 3-1）。自己成長の項目はプロジェクト満足度の項目と相関がみられた。プロジェクトの満足度の項目は自然への愛着に影響を与えていることがわかったが、自然への愛着はあまり参加意欲と関係がみられなかった。

表 3-5 お庭の生きもの調査の参加者の参加意欲に対するモデル選択の結果

順位	説明変数	AIC
少なくとも今後1年以上はこの調査に参加したい		
1	1 + 2 + 4 + 13 + 14 + 21 + 22	33.14
2	1 + 2 + 4 + 5 + 13 + 14 + 21 + 22	33.33
3	1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 13 + 14 + 21 + 22	33.40
今後もずっと調査に参加し続けたい		
1	2 + 4 + 8 + 13 + 16 + 17 + 21 + 22 + 24	28.34
2	1 + 2 + 4 + 8 + 13 + 16 + 17 + 21 + 22 + 24	29.23
3	1 + 2 + 4 + 8 + 13 + 15 + 16 + 17 + 21 + 22 + 24	30.32

説明変数の数字は各項目の項目番号を示す。

表 3-6 お庭の生きもの調査の参加意欲の参加意欲に対する各モデルの統計量

	推定値	標準誤差	VIF	決定係数
少なくとも今後1年以上はこの調査に参加したい				0.54
お庭の調査をすることが楽しいから	0.24	0.14	2.38	
家族と一緒に調査することが楽しいから	-0.10	0.06	1.23	
動物（昆虫や野鳥なども含む）が好きだから*	0.25	0.11	1.61	
新しいことに挑戦したいから*	0.34	0.13	2.69	
自信がつくから	-0.22	0.12	2.73	
この調査をぜひ他人にも紹介したいと思う**	0.41	0.11	1.94	
この調査は面白い*	0.27	0.13	2.26	
今後もずっと調査に参加し続けたい				0.57
家族と一緒に調査することが楽しいから	-0.11	0.06	1.24	
動物（昆虫や野鳥なども含む）が好きだから*	0.29	0.11	1.66	
植物について学びたいから	-0.20	0.12	2.19	
新しいことに挑戦したいから	0.16	0.10	1.73	
人間は自然から恩恵を受けていると思うから	0.31	0.21	5.12	
自然なくしては生きていけないと思うから	-0.36	0.22	5.40	
この調査をぜひ他人にも紹介したいと思う**	0.43	0.11	2.01	
この調査は面白い**	0.42	0.13	2.25	
総合的に満足できる内容である*	0.27	0.13	2.01	

\*は有意確立 5%以下を示し、\*\*は有意確立 1%以下を示す。



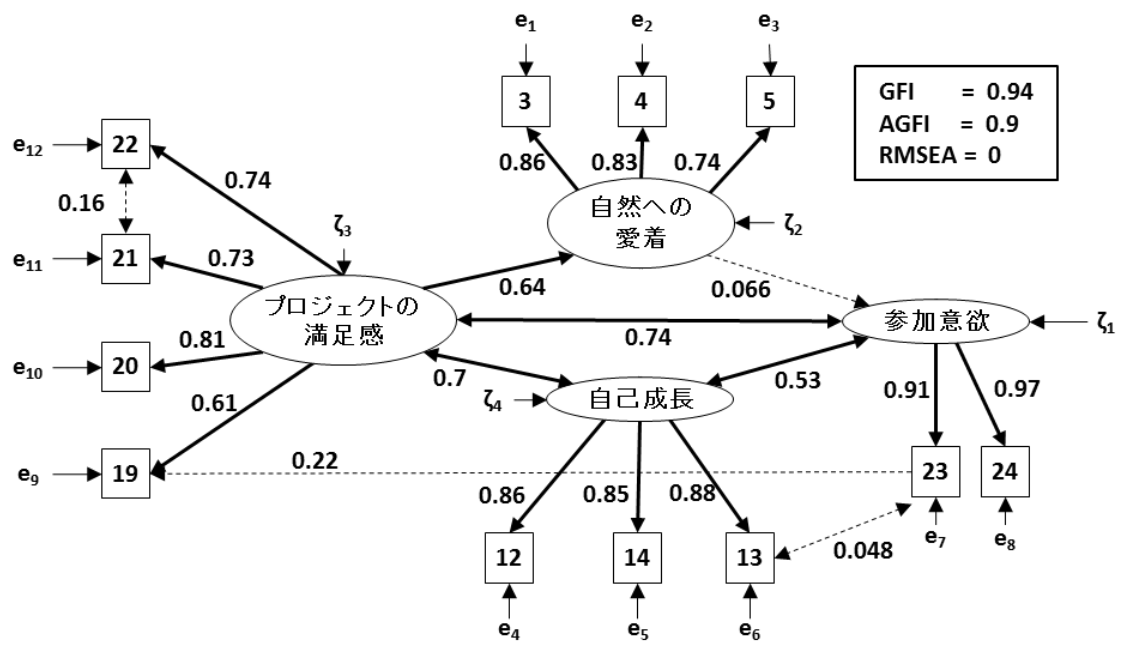


図 3-1 お庭の生きもの調査の参加者の意識と参加意欲の関係

実線は負荷量が 0.5 以上を示し、点線は負荷量が 0.5 以下を示す。一方向の矢印は因果関係を、双方向の矢印は相関関係を示す。

### 3. 考察

「お庭の生き物調査」の参加者へのアンケート調査の結果、回答者の年齢の割合と 2014 年度の参加者の年齢の割合が同等であったため、アンケートの結果は「お庭の生きもの調査」の参加者の意識を代表していると推察される（表 3-3）。参加者は長い期間「お庭の生きもの調査」のプロジェクトに従事しており、また参加者の半数が女性であり職業は専業主婦が最も多かった。このことから、専業主婦の市民に参加の呼びかけをすることで「お庭の生きもの調査」は今後も継続可能であると期待される。

そして、参加者の半数以上が自然の多いところに住んでおり、ほとんどの参加者が 30 代までに自然に興味を持っていた（表 3-3）。この結果は先行研究における幼少期から中学校までの自然での体験と環境保全の意識との関係や環境保全活動に参加しているボランティアは幼少期から自然と接していた結果と同様の傾向を示している（Chawla 1999; Guiney and Oberhauser 2009）。若い年齢の時に自然に接することによって自然や生物の保全に関する調査や活動への参加意識や意欲が向上するのではないかと考えられる。またさらには、参加者の孫や子供が「お庭の生きもの調査」に参加することによって若年時に自然や動植物に接することができ、若年層の獲得につながることを期待できよう。若年層の獲得は市民科学プロジェクトの実施団体が挙げている課題の一つであるため（桜井ら 2014）、子供や孫との調査はこの課題解決に資することの可能を示唆している。

プロジェクト参加者の意識に関しては、「人間は自然から恩恵を受けていると思うから」、「自然なくしては生きていけないと思うから」などの自然への意識の項目や自然や動植物が好きなどの自然への愛着の項目、環境保全活動の意義の項目が高かった。これは環境保全や自然に対して本来意識の高い市民が参加しているか、または「お庭の生きもの調査」の参加者がプロジェクトを通して環境保全や自然の重要性を理解し、意識するようになったと考えられる。一方で、「新しいことに挑戦したいから」や「自信がつくから」などの自己成長の項目が低かったことから、プロジェクト参加者はプロジェクトを通じた自分自身の成長を意識していなかったと推察される。この結果は、コロラドの環境保全団体やフロリダの保全団体と類似していた（Bruyere and Rappe 2007; Jacobson et al. 2012）。これは、先行研究のプロジェクトや「お庭の生きもの調査」の参加者はプロジェクトの成果から参加者自身の成長を感じていないことを示唆している。参加者自身に成長を実感させるために、参加者の収集したデータを活用した学術論文の投稿などプロジェクトの成果の参加者への報告やインターネットを通じた参加者やプロジェクト全体の成果をリアルタイムで提

示する仕組みの整備が必要である。その他には、同定技術の低い参加者を対象に種が同定できるポイントが記載された教材を用いて教育し、参加者が種の同定に成功するという体験を持たせることが重要である。

参加者の参加意欲に対するモデル選択をした結果、主に動植物が好きであるといった自然への愛着や自己成長、プロジェクトの満足度の項目が正の相関を示していた。このことから、動物に対する好意や新しいことへの挑戦や満足度などの意識を高めることで、今後も参加者に市民科学プロジェクトへの参加意欲を向上させることが可能であると考えられる。例えば、プロジェクト参加者が投稿した写真を活用したコンテストを開催することによって、調査対象種に対する愛着やプロジェクトへの満足度を得ることができると推察される。アメリカでは、このようなコンテストは盛んに行われている（例えば、Project FeederWatch や Celebrate Urban Birds など）。

一方で、参加意欲の二項に対して「家族と一緒に調査することが楽しいから」の項目が負の相関を示していた。また「家族と一緒に調査することが楽しいから」の項目は参加者の意識としても低い値を示していた（表 3-4）。この項目が低い値を示したのは、「お庭の生きもの調査」に参加している市民は 60 代以上が多いこと、日本の高齢者の世帯では夫婦または単独の世帯が半数を占めていることから（内閣府 2014）、家族と一緒にではなく一人で調査を行っていることが推察される。

「お庭の生きもの調査」の参加者の意識と参加意欲における共分散構造分析の結果、自己成長と参加意欲、プロジェクトの満足度と参加意欲との間に正の相関があった。これは、参加者がプロジェクトを通じて自信を持てたり、達成感を感じていたり自己成長の意識が高い参加者やプロジェクトに満足している参加者が、今後も調査に参加したいと考えており、自己成長の意識やプロジェクトの満足度を向上させることにより参加者のプロジェクトへの継続的な参加を維持することができる可能性を示している。その他にもプロジェクトの満足度を向上させることによって自然への愛着や自己成長の意識を向上させることがわかった。以上の理由により、プロジェクトのスタッフはプロジェクトの満足度を向上させる工夫を整備し導入することが重要であることが示唆された。

本研究は個人住宅の庭の生きものをプロジェクトスタッフと一緒にではなく個人で調べる市民科学プロジェクトの参加者を対象としており、その他のフィールドでスタッフと共同で行う市民科学プロジェクトの参加者と意識が異なる可能性があるため、次節では、スタッフと共同で行う市民科学プロジェクトに参加している市民を対象に本研究と同様の意

識調査を行い、より総合的な市民科学プロジェクトの参加者の意識を明らかにする。

## 第2節 市民科学プロジェクトの参加者の意識が継続性に与える影響—リトルターン・プロジェクトの参加を対象に—

### 1. 研究方法

#### 1.1. アンケート対象者

本研究では、第1節で対象とした「お庭の生きもの調査」の参加者とは異なる市民科学プロジェクトの参加者を対象とした。対象としたプロジェクトは、東京都森ヶ崎水再生センターの屋上で営巣している東京都の絶滅危惧種に指定されているコアジサシの保全・研究活動をしている「リトルターン・プロジェクト」である（柴田ら 2005）。「リトルターン・プロジェクト」は 2001 年に森ヶ崎水再生センターの屋上にコアジサシが営巣していることを確認してから市民ボランティアと鳥類の専門家が共同で保全や研究活動を実施しており、現在で 15 年続いている（NPO 法人リトルターン・プロジェクト 2011）。「リトルターン・プロジェクト」には「整備作業」、「観察会」、「報告会」、「調査会」の 4 つのイベントがあり、市民はどのイベントにも参加が可能である。本研究では、「リトルターン・プロジェクト」の参加者 250 名を対象とし、無記名のアンケート調査を行った。本調査は「リトルターン・プロジェクト」の会員向けの便りと一緒に同封し 2015 年 5 月下旬に郵送し、返信期限は同年 6 月末と設定した。送信数 250 件のうち有効回収数は 87 件（回収率は約 35%）であった。

#### 1.2. 調査項目の設定

本研究における調査項目は、「お庭の生きもの調査」の参加者を対象としたアンケート調査（第3章第1節）と同様のアンケート項目を使用し、リトルターン・プロジェクトの活動に沿うように改変し、楽しさや学びについての設問項目は同様であるが、柴田ら（2005）が実施した先行研究と比較するために、プロジェクトの満足度の項目に「作業は大変だ」の項目を追加した（表 3-7）。市民の意識として 23 項目と参加意欲の 2 項目と合わせて 25 項目を作成した。そして、25 項目を「お庭の生きもの調査」のアンケート調査と同様に 1) 楽しさ、2) 自然への愛着、3) 学び、4) 環境保全活動の意義、5) 自己成長、6) 責任感、7) 自然への意識、8) プロジェクトの満足度、9) 参加意欲の 9 つの大項目に分類した。これらの項目は 7 段階（1：全く当てはまらない～7：非常に当てはまる）による評価を行った。参加者の社会的属性についても「お庭の生きもの調査」の参加者へのアンケートと

同様に、性別、年齢、職業、参加年数、自然に興味をもったきっかけ、興味をもった年齢の項目としたが、追加項目として「リトルターン・プロジェクト」のイベントの参加回数、参加年、参加したきっかけ、参加の動機の項目を追加した（表 3-8）。自然に興味を持ったきっかけは複数回答とした。

### 1.3. データ解析

本研究におけるデータ解析についても「お庭の生きもの調査」の参加者を対象としたアンケート調査（第 3 章第 1 節）と同様に参加者の意識の 23 項目が参加意欲の 2 項目にどのような影響を与えているかを明らかにするために、参加意欲の 2 項目を目的変数、参加者の 23 項目を説明変数として重回帰モデルを作成し、AIC（赤池情報量基準、Akaike 1973）を基準にステップワイズ法を用いてモデル選択を行った。そして、選択されたモデルの各係数の推定値と標準誤差を算出し、選択されたモデルにおいて多重共線性が生じていないか確認するために VIF（分散拡大係数）を算出した。

参加者の意識が参加意欲にどのように影響を与えているのか明らかにするため、参加意欲の 2 項目を目的変数とした選択モデルの中で共通の項目を使用し、共分散構造分析を行った。共分散構造分析ためには各大項目の信頼性が重要となってくるため、大項目の信頼性（内的整合性）を判定するためにクロンバックの  $\alpha$  係数（Cronbach 1951）を算出した。データ解析には R ソフト（ver. 3.0.2, R Core Team 2013）を用いて行った。

表 3-7 リトルターン・プロジェクトの参加者に対するアンケート調査項目

調査項目	評価基準
<i>楽しさ</i>	
1 作業することが楽しいから	
2 スタッフや友達と作業することが楽しいから	
<i>自然への愛着</i>	
3 自然が好きだから	
4 動物（昆虫や野鳥なども含む）が好きだから	
5 植物が好きだから	
<i>学び</i>	
6 自然について学びたいから	
7 動物について学びたいから	
8 植物について学びたいから	
<i>環境保全活動の意義</i>	
9 コアジサシが大切だと思うから	
10 コアジサシを守ることが環境保全につながると思うから	
11 生物多様性の研究に役立っていると実感できるから	
<i>自己成長</i>	
12 物事を成し遂げている感覚があるから	
13 新しいことに挑戦したいから	
14 自信がつくから	
<i>責任感</i>	
15 次の世代のために良い環境を残したいから	
<i>自然への意識</i>	
16 人間は自然から恩恵を受けていると思うから	
17 自然なくしては生きていけないと思うから	
18 自然に何か恩返しをしたいと思うから	
<i>満足度</i>	
19 この作業をぜひ他の人にも紹介したいと思う	
20 この作業は面白い	
21 この作業は意義がある	
22 この作業が大変だ	
23 総合的に満足できる内容である	
<i>参加意欲</i>	
24 少なくとも今後1年以上はこの作業に参加したい	
25 今後もずっと作業に参加し続けたい	

7段階スコア

1. 全く当てはまらない
2. 当てはまらない
3. やや当てはまらない
4. どちらとも言えない
5. やや当てはまる
6. 当てはまる
7. 非常に当てはまる

斜体太文字は大項目を示す。

表 3-8 リトルターン・プロジェクトの参加者の社会的属性の項目

調査項目	割合
性別	男性／女性
年齢	20 代以下／30 代／40 代／50 代／60 代／70 代以上
職業	中学校／高等学校／専門学校／大学／大学院
参加のきっかけ	応募チラシ／知人から／TV／新聞／雑誌／LTP の HP／その他の HP／大田区報／ブログ／その他
参加動機	どんなボランティアでもいいので参加したかった／色々な人とつながりを持ちたかった／アジサシを守る手助けをしたかった／知人に誘われた／コアジサシの営巣地を見てみたかった／LTP についてもっと知りたかった／その他
自然に興味を持ったきっかけ	家族／友達／ボーイ・ガールスカウト／釣り／キャンプ／自然の多いところに住んでいた／バードウォッチング／野生生物のウォッチング／ペットの世話／学校／自然センターの活動／その他
興味を持った年齢	10 代以下／20～30 代／40～50 代／60 代以上



## 2. 結果

### 2.1. リトルターン・プロジェクトの参加者の属性と意識

リトルターン・プロジェクトの参加者へのアンケートの回答者の性別は男性よりも女性の方が多く 59%であった（表 3-9）。年齢は 70 代以上の回答者が最も多く 29%であった。また、60 代以上の回答者が半数以上を占めていた。職業については、「会社員」が最も多く 29%であった。次いで、「その他」と「専業主婦」（21%）、「パート・アルバイト」（16%）、「自営業」（8%）、「学生」（4%）、「公務員」（1%）の順が多かった。アンケート回答者の自然に興味を持ったきっかけは「バードウォッチング」が最も多く 38%であった。続いて多かったのが「自然の多いところに住んでいた」（27%）、「ペットの世話」（20%）、「家族」（17%）、「その他」（16%）の順であった。その他の回答に登山やハイキング、書籍、俳句、野生生物調査などが挙げられた。自然に興味を持った年齢は 10 代以下が 53%と最も多かった 30 代までに自然に興味を持った参加者が約 80%いた。また、「リトルターン・プロジェクト」に参加したきっかけで最も回答が多かったのが「知人からの誘い」であった（28%）。次に「新聞」（21%）、「応募チラシ」・「大田区報」（16%）であった。参加動機については、「コアジサシを守る手助けをしたかった」との回答が 54%と半数を占めていた。「リトルターン・プロジェクト」の 4 つのイベントの参加回数については、「整備作業」は 1 回が 33%、2 回が 17%、3 回 16%と 1~3 回の範囲で参加している参加者が半数以上であった（図 3-2）。「観察会」は 1 回も参加していない参加者が 44%と最も多かった（図 3-3）。また、1~3 回「観察会」に参加している参加者が 45%であった。「報告会」では、半数以上の回答者が参加していないことがわかった（図 3-4）。最後に「調査会」では、ほとんどの回答者が「調査会」に参加していないことがわかった（図 3-5）。回答者が「リトルターン・プロジェクト」に参加した年は 2015 年が 23%と最も多かった（図 3-6）。次いで多かった回答が 2014 年（12%）、2010 年（11%）、2004（8%）、2009（8%）であった。

「リトルターン・プロジェクト」の参加者の意識について表 3-10 に示す。はじめに大項目の評価では、「環境保全活動の意義」の項目が最も高く  $5.97 \pm 1.14$  であった（表 3-10）。次に「自然への意識」（ $5.95 \pm 1.14$ ）、「自然への愛着」（ $5.93 \pm 1.08$ ）であった。一方で、「自己成長」の項目が最も低い値を示し（ $4.58 \pm 1.44$ 、表 3-10）、次に「楽しさ」の項目が低い値を示した（ $5.03 \pm 1.44$ ）。また、「参加意欲」の項目は  $5.28 \pm 1.49$  であった。全 25 項の小項目の評価では、「コアジサシを守ることが環境保全に繋がると思うから」の項目が最も高く、次に、「コアジサシが大切だと思うから」の項目が高い評価であった（表 3-10）。続い

て、「自然なくしては生きていけないと思うから」(6.10±1.09)、「自然が好きだから」(6.08±0.97)、「動物(昆虫や野鳥なども含む)が好きだから」(6.06±1.00)、「この作業は意義がある」(6.02±1.00)の項目が高い評価を示した。一方で、「自信がつくから」の項目が3.94±1.48と最も低い評価であった(表3-10)。続いて、「この作業が大変だ」(4.42±1.47)、「新しいことに挑戦したいから」(4.80±1.35)、「スタッフや友達と作業することが楽しいから」(4.93±1.41)、「物事を成し遂げている感覚があるから」(4.99±1.29)であった。

表 3-9 リトルターン・プロジェクトの参加者の社会的属性

調査項目	割合
性別 (n = 82)	男性 (41%)、女性 (59%)
年齢 (n = 82)	20 代以下 (6%)、30 代 (9%)、40 代 (12%)、50 代 (22%)、60 代 (22%)、70 代以上 (29%)
職業 (n = 80)	会社員 (29%)、専業主婦 (21%)、公務員 (1%)、自営業 (8%)、学生 (4%)、パート・アルバイト (16%)、その他 (21%)
自然に興味を持ったきっかけ (n = 81)	家族 (17%)、友達 (4%)、ボーイ・ガールスカウト (4%)、釣り (6%)、キャンプ (7%)、自然の多いところに住んでいた (27%)、バードウォッチング (38%)、野生生物のウォッチング (11%)、ペットの世話 (20%)、学校 (2%)、自然センターの活動 (6%)、その他 (16%)
興味を持った年齢 (n = 81)	10 代以下 (53%)、20~30 代 (26%)、40~50 代 (19%)、60 代以上 (2%)
参加のきっかけ (n = 81)	応募チラシ (16%)、知人から (28%)、TV (5%)、新聞 (21%)、雑誌 (5%)、LTP の HP (11%)、その他の HP (4%)、大田区報 (16%)、ブログ (2%)、その他 (5%)
参加動機 (n = 81)	どんなボランティアでもいいので参加したかった (0%)、色々な人とつながりを持ちたかった (4%)、コアジサシを守る手助けをしたかった (54%)、知人に誘われた (9%)、コアジサシの営巣地を見てみたかった (28%)、LTP についてもっと知りたかった (6%)、その他 (6%)

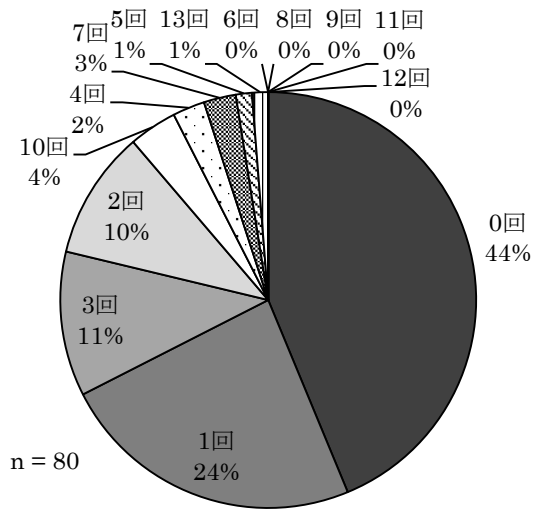


図 3-2 整備作業への参加回数

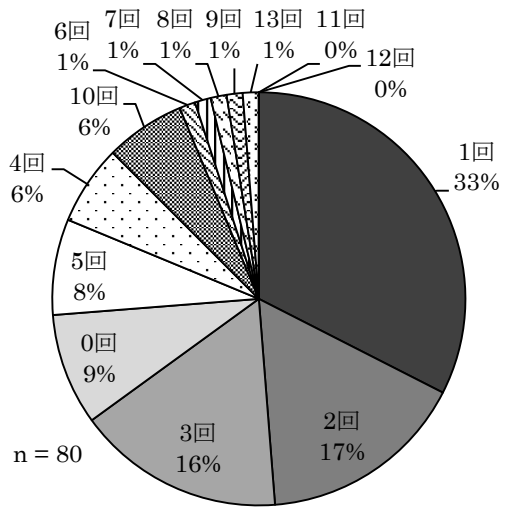


図 3-3 観察会への参加回数

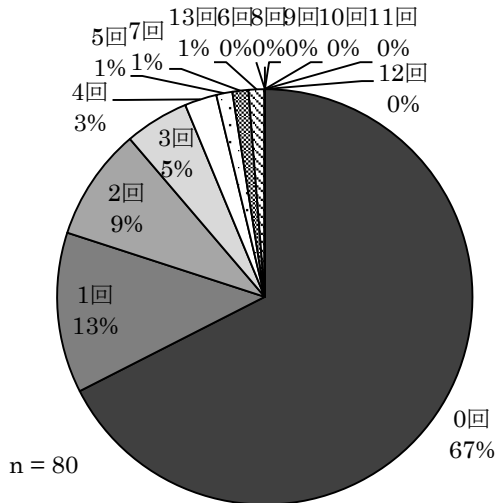


図 3-4 報告会への参加回数

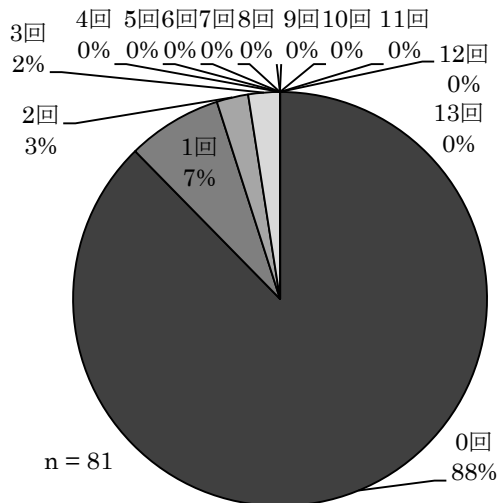


図 3-5 調査会への参加回数

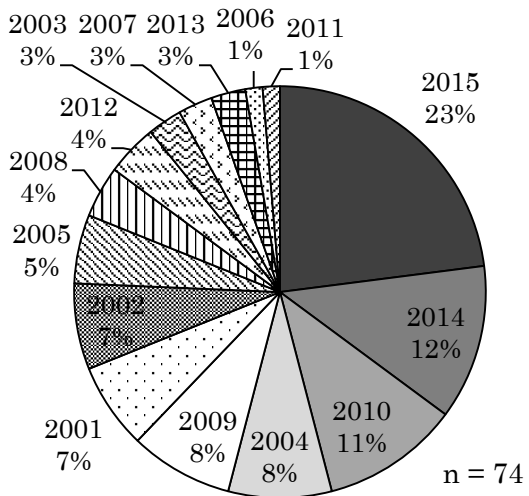


図 3-6 参加者の参加した年

表 3-10 リトルターン・プロジェクトの参加者の意識

調査項目	平均値	標準偏差	$\alpha$ 係数
<b>楽しさ</b>	<b>5.03</b>	<b>1.41</b>	<b>0.85</b>
1 作業することが楽しいから (n = 86)	5.14	1.42	
2 スタッフや友達と作業することが楽しいから (n = 86)	4.93	1.41	
<b>自然への愛着</b>	<b>5.93</b>	<b>1.08</b>	<b>0.8</b>
3 自然が好きだから (n = 87)	6.08	0.97	
4 動物(昆虫や野鳥なども含む)が好きだから (n = 87)	6.06	1.00	
5 植物が好きだから (n = 87)	5.66	1.22	
<b>学び</b>	<b>5.70</b>	<b>1.17</b>	<b>0.91</b>
6 自然について学びたいから (n = 87)	5.77	1.11	
7 動物について学びたいから (n = 87)	5.85	1.07	
8 植物について学びたいから (n = 87)	5.49	1.31	
<b>環境保全活動の意義</b>	<b>5.98</b>	<b>1.14</b>	<b>0.8</b>
9 コアジサシが大切だと思うから (n = 86)	6.15	0.99	
10 コアジサシを守ることが環境保全につながると思うから (n = 87)	6.23	1.10	
11 生物多様性の研究に役立っていると実感できるから (n = 87)	5.53	1.21	
<b>自己成長</b>	<b>4.58</b>	<b>1.44</b>	<b>0.88</b>
12 物事を成し遂げている感覚があるから (n = 87)	4.99	1.29	
13 新しいことに挑戦したいから (n = 87)	4.80	1.35	
14 自信がつくから (n = 86)	3.94	1.48	
<b>責任感</b>			
15 次の世代のために良い環境を残したいから (n = 87)	5.83	1.13	
<b>自然への意識</b>	<b>5.95</b>	<b>1.14</b>	<b>0.91</b>
16 人間は自然から恩恵を受けていると思うから (n = 87)	5.98	1.10	
17 自然なくしては生きていけないと思うから (n = 87)	6.10	1.09	
18 自然に何か恩返しをしたいと思うから (n = 87)	5.78	1.21	
<b>満足度</b>	<b>5.29</b>	<b>1.31</b>	<b>0.75</b>
19 この作業をぜひ他の人にも紹介したいと思う (n = 84)	5.18	1.22	
20 この作業は面白い (n = 83)	5.18	1.24	
21 この作業は意義がある (n = 85)	6.02	1.00	
22 この作業が大変だ (n = 84)	4.42	1.47	
23 総合的に満足できる内容である (n = 83)	5.65	1.01	
<b>参加意欲</b>	<b>5.27</b>	<b>1.49</b>	<b>0.94</b>
24 少なくとも今後1年以上はこの作業に参加したい (n = 84)	5.42	1.45	
25 今後もずっと作業に参加し続けたい (n = 85)	5.14	1.53	

斜体太文字は大項目を示す。

## 2.2. リトルターン・プロジェクトの参加者の意識が参加意欲に与える影響

「リトルターン・プロジェクト」の参加者の意識が参加意欲に与える影響についてモデル選択を行った結果を表 3-11 に示す。

「少なくとも今後 1 年以上はこの調査に参加したい」の参加意欲の項目に対しては、「作業をすることがたのしいから」、「自然が好きだから」、「コアジサシを守ることは環境保全に繋がると思うから」、「生物多様性の研究に役立っていると実感できるから」、「総合的に満足できる内容である」の 5 項目を説明変数としたモデルが最適なモデルとして選択された (AIC = -2.82、表 3-11)。

「少なくとも今後 1 年以上はこの調査に参加したい」の項目は「作業をすることが楽しいから」や「コアジサシを守ることは環境保全につながると思うから」、「総合的に満足できる内容である」の項目と正の相関を示した (表 3-12)。「コアジサシを守ることは環境保全につながると思うから」という項目が最も強い相関を示した。また、「自然が好きだから」と「生物多様性の研究に役立っていると実感できるから」の項目については「少なくとも今後 1 年以上はこの調査に参加したい」の項目と負の相関を示した (表 3-12)。全ての項目で分散拡大係数の数値が 10 を下回っており、共線性は確認できなかった。

「今後もずっと調査に参加し続けたい」の参加意欲の項目に対しては、「作業をすることが楽しいから」、「コアジサシを守ることは環境保全につながると思うから」、「生物多様性の研究に役立っていると実感できるから」、「新しいことに挑戦したいから」、「自信がつくから」、「人間は自然から恩恵を受けていると思うから」、「自然なくしては生きていけないと思うから」、「総合的に満足できる内容である」の 8 項目が説明変数であるモデルが最適なモデルとして選択された (AIC = 8.03、表 3-11)。選択されたモデルのうち、「作業をすることが楽しいから」、「コアジサシを守ることは環境保全につながると思うから」、「自信がつくから」、「自然なくしては生きていけないと思うから」、「総合的に満足できる内容である」の項目が「今後もずっと調査に参加し続けたい」の項目と正の相関を示した (表 3.13)。最も強い相関を示した項目は「総合的に満足できる内容である」(0.43±0.11) であった。

一方で、「生物多様性の研究に役立っていると実感できるから」や新しいことに挑戦したいから、「人間は自然から恩恵を受けていると思うから」の項目は負の相関を示した (表 3-12)。この選択モデルの分散拡大係数では、「人間は自然から恩恵を受けていると思うから」と「自然なくしては生きていけないと思うから」の二項目が 5 以上と高めの数値を示したが、その 2 項目を含め全ての項目で VIF が 10 以下の数値であり、共線性を確認でき

なかった。

参加意欲の項目に対して選択された項目の中で共通の項目は楽しさの項目である「作業をすることが楽しいから」と環境保全活動への意義の項目である「コアジサシを守る事は環境保全につながると思うから」、「生物多様性の研究に役立っていると実感できるから」、プロジェクト満足度の項目である「総合的に満足できる内容である」の4項目であった(表 3-12)。各大項目の信頼性を示す $\alpha$ 係数はプロジェクト満足度が0.75であったが、全ての項目で高い数値を示した(表 3-10)。モデル選択によって選択された項目を用いた共分散構造分析の結果では、「楽しさ」の項目はプロジェクトの満足度(負荷量=0.63)と参加意欲(負荷量=0.57)に正の影響を与え(図 3-7)。環境保全活動の意義の項目がプロジェクトの満足度に与えている負荷量は0.48と0.5以下であったが、正の影響を与えている傾向にあった。

表 3-11 リトルターン・プロジェクトの参加者の参加意欲に対するモデル選択の結果

順位	説明変数	AIC
少なくとも今後 1 年以上はこの調査に参加したい		
1	1+3+10+11+23	-2.82
2	1+3+10+11+19+23	-2.66
3	1+2+3+10+11+19+23	-1.96
今後もずっと調査に参加し続けたい		
1	1+10+11+13+14+16+17+23	8.03
2	1+10+11+13+14+16+17+21+23	8.29
3	1+3+10+11+13+14+16+17+21+23	9.93

各モデルの説明変数の数字は項目番号を示す。

表 3-12 リトルターン・プロジェクトの参加者の参加意欲に対するモデルの統計量

	推定値	標準誤差	VIF	決定係数
少なくとも今後 1 年以上はこの作業に参加したい				0.54
作業をすることが楽しいから**	0.42	0.10	1.66	
自然が好きだから	-0.21	0.14	1.54	
コアジサシを守ることは環境保全につながると思うから**	0.57	0.12	1.39	
生物多様性の研究に役立っていると実感できるから	-0.20	0.11	1.52	
総合的に満足できる内容である**	0.50	0.13	1.47	
今後もずっと作業に参加し続けたい				0.54
作業をすることが楽しいから**	0.38	0.10	1.39	
コアジサシを守ることは環境保全につながると思うから**	0.55	0.14	1.71	
生物多様性の研究に役立っていると実感できるから*	-0.27	0.13	1.91	
新しいことに挑戦したいから	-0.24	0.13	2.32	
自信がつくから*	0.29	0.13	2.21	
人間は自然から恩恵を受けていると思うから	-0.50	0.26	6.22	
自然なくしては生きていけないと思うから	0.41	0.26	6.06	
総合的に満足できる内容である**	0.59	0.15	1.64	

\*は有意確立 5%以下を示し、\*\*は有意確立 1%以下を示す。



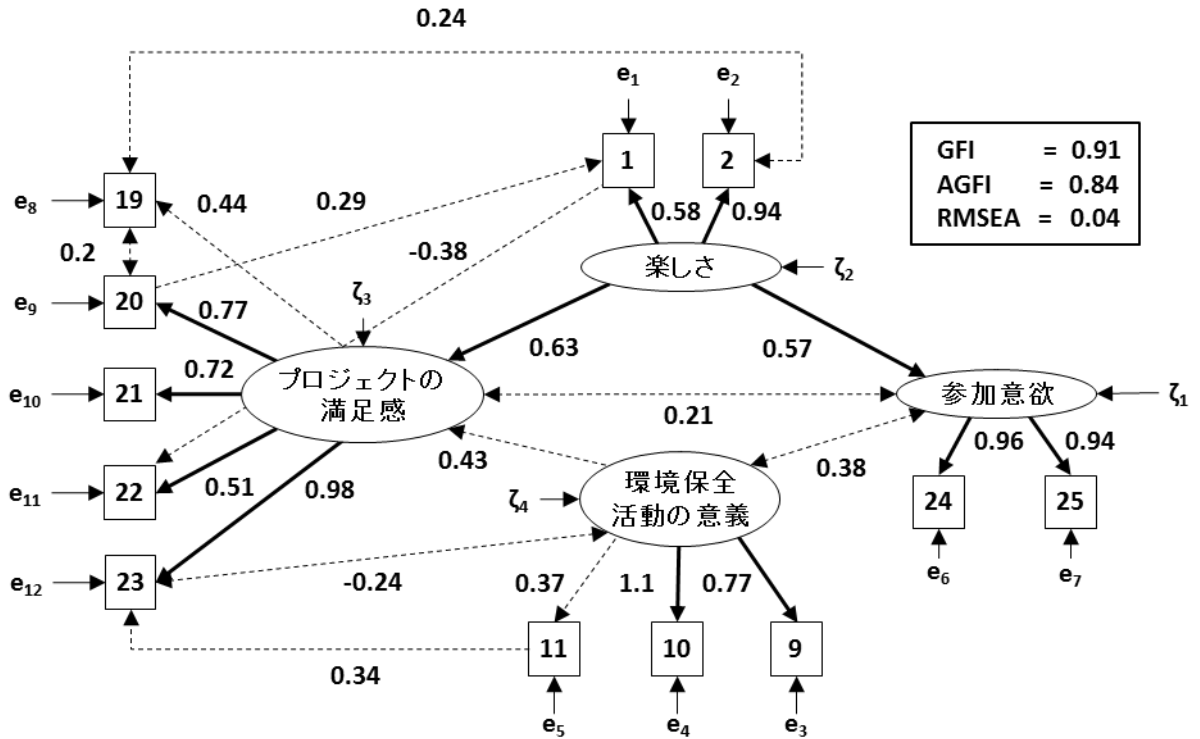


図 3-7 リトルターン・プロジェクトの参加者の参加意欲に対する  
モデルの共分散構造分析の結果

実線は負荷量が 0.5 以上を示し、点線は負荷量が 0.5 以下を示す。一方向の矢印は因果関係を、双方向の矢印は相関関係を示す。

### 3. 考察

「リトルターン・プロジェクト」の参加者へのアンケート調査の結果、アンケート回答者の3割が「バードウォッチング」を趣味としており、「リトルターン・プロジェクト」には鳥類に興味を持っている市民が参加していることがわかった。市民科学の課題の一つである新しい参加者の勧誘には、市民科学プロジェクトの保全対象としている種(例えば、コアジサシやサンゴなど)に興味を持っている参加者が集まるシンポジウムや講座などのイベントで勧誘することで課題の解決が可能であると考えられる。

また、半数の回答者が10代の年齢の時に自然に興味を持っていた。この結果はお庭の生き物調査(第3章第1節)や先行研究(Chawla 1999; Guiney and Oberhauser 2009)と同様の結果であり、幼い頃に自然に接することで大人になってから環境保全活動への参加する意欲が高まるのではないかと考えられる。

「リトルターン・プロジェクト」への参加の動機として、「コアジサシを守る手助けをしたかった」との回答が半数を占めていた。この結果から、アンケート回答者はコアジサシの保全の意義をもって参加していると考えられる。

アンケート回答者の意識は「コアジサシを守ることは環境保全に繋がると思うから」や「コアジサシは大切だと思うから」という「環境保全活動の意義」の項目が最も高く、「コアジサシを守る手助けをしたい」との動機が多いことから、回答者はコアジサシの保全の重要性を理解して「リトルターン・プロジェクト」のプロジェクトに参加していることがわかった。一方で、「自信がつくから」や「新しいことに挑戦したいから」などの自己成長の項目や「この作業は大変だ」の項目が低かった。これらの結果も先行研究(Bruyere and Rappe 2007; Jacobson et al. 2012)や「お庭の生きもの調査」の参加者を対象としたアンケート調査と同様であり、参加者の成長を促進させるための方法やコンテンツが整備されていない可能性がある。参加者の成長を促進させるための方法としてプロジェクトで得られた成果をプロジェクト参加者に説明、報告するといったアウトプットする方法がある(Dickinson and Bonney 2012)。プロジェクトの成果をプロジェクト参加者にアウトプットや報告することは市民科学プロジェクトには重要であると報告されており(Grese et al. 2000, Dickinson and Bonney 2012)、プロジェクトのスタッフは成果を参加者に報告する機会を設定するべきである。「リトルターン・プロジェクト」には、報告会といった「リトルターン・プロジェクト」の整備作業や調査の結果や課題などを報告するイベントが設けられているにもかかわらず、報告会に参加した経験のない回答者が半数以上を占めてい

ることから、参加者がプロジェクトの報告会に参加しないことが課題として考えられる。

プロジェクトのスタッフが参加者に対し報告会への参加を促進することや、活動経験のある参加者が新しく加入した参加者にレクチャーし、参加者同士の交流を試みることなど、市民が楽しく教育を受けられることが重要である。

「リトルターン・プロジェクト」の参加者の参加意欲に与える影響について解析した結果、「作業をすることが楽しいから」や「コアジサシを守ることは環境保全に繋がると思うから」、「総合的に満足できる内容である」の項目が共通項目として「参加意欲」の項目との間に正の相関を示した。また、共分散構造分析の結果、「楽しさ」の項目が「プロジェクトの満足度」と「参加意欲」の項目に正の影響を与えており、「リトルターン・プロジェクト」の活動が楽しいと感じさせることにより参加意欲を向上させることができると考えられる。西浦ら（2005）は都市部の高校生が環境保全活動に参加する理由として農林作業の体験の楽しさが最も多いと報告しており、参加者がプロジェクトの活動に対して楽しいと感じてもらうことが重要である。

共分散構造分析の結果において、「環境保全活動の意義」の項目が「参加意欲」の項目に対して強い影響を示さなかった理由として、モデル選択の結果の「生物多様性の研究に役立っていると実感できるから」の項目が「参加意欲」2項目に対し負の相関を示していたことが要因だと考えられる。

「リトルターン・プロジェクト」の参加者に対するアンケート調査の結果は「お庭の生きもの調査」の結果と異なる点が存在していた。次節では、「お庭の生きもの調査」の結果と「リトルターン・プロジェクト」の結果を比較し、異なる点について考察を加えながら、総合的に市民科学プロジェクトの参加者の意識について明らかにする。

### 第3節 2つの市民科学プロジェクトの参加者の意識に関する比較

「お庭の生きもの調査」と「リトルターン・プロジェクト」の参加者を対象としたアンケート調査を行った結果、2つの市民科学プロジェクトには回答者の意識や参加意欲に与える要因に差が生じていた。市民科学プロジェクトの参加者の意識をより具体的に明らかにするためには、2つの市民科学プロジェクトの参加者の意識に差が生じた要因を予測する必要がある。本節では、なぜ2つの市民学プロジェクトにおいて参加者の意識に差が生じたのか、結果を比較し考察する。

#### 1. お庭の生きもの調査とリトルターン・プロジェクトの概要と社会的属性の比較

はじめに、2つの市民科学プロジェクトの概要について比較した結果を表3-13に示す。プロジェクトの開始年は「リトルターン・プロジェクト」のほうが古く、2001年から開始しており、「お庭の生きもの調査」は2010年に開始されていた。調査地については、「お庭の生きもの調査」は各参加者の所有している庭が調査地となっており、「リトルターン・プロジェクト」は東京都森ヶ崎水再生センターの屋上となっている。調査対象では、「リトルターン・プロジェクト」はコアジサシのみを対象としているが、「お庭の生きもの調査」では、プログラムにもよるが庭で観察できる種全てを対象としている。調査の日程については、「お庭の生きもの調査」では参加者が所有している庭で調査をするため毎日調査することが可能であるが、プロジェクトスタッフは最低でも月に一回調査することを依頼している。一方「リトルターン・プロジェクト」では、基本的に休みの日である土曜日や日曜日、祝日に調査や作業を行っている。調査方法については、「リトルターン・プロジェクト」はプロジェクトスタッフや他の参加者と共同で調査や作業を行っており、「お庭の生きもの調査」では個人または家族と調査している。調査内容は「お庭の生きもの調査」では生物多様性の保全のために庭に出現する生物を調査しているが、「リトルターン・プロジェクト」ではコアジサシの保全のために営巣調査や営巣地の管理や保全を行っており、調査だけでなく保全作業や管理などのプロセスにも市民が参加している。このことから、「リトルターン・プロジェクト」の市民は調査だけでなく保全作業や管理などの多くの研究プロセスに従事していた。

性別については、二つのプロジェクトとも女性の方が多かった。回答者の年齢については、「お庭の生きもの調査」は60代が最も多かったが、「リトルターン・プロジェクト」

は70代が最も多かった。職業では、「お庭の生きもの調査」は専業主婦が約半数を占めており最も多かったが、「リトルターン・プロジェクト」は会社員と専業主婦、その他の回答がほぼ同等の割合であった。自然に興味を持ったきっかけは、「お庭の生きもの調査」は自然の多いところに住んでいたとの回答が最も多かったが、「リトルターン・プロジェクト」はバードウォッチングがきっかけであるとの回答が最も多かった。最後に興味をもった年齢では、二つのプロジェクトとも10代以下で興味をもったとの回答が最も多かった。

「リトルターン・プロジェクト」はコアジサシのみを対象としており、回答者の自然に興味を持ったきっかけがバードウォッチングであることから、「リトルターン・プロジェクト」にはコアジサシや鳥類が好きな市民が参加している可能性が高く、「お庭の生きもの調査」では、自然の多いところに住んでいることで自然に興味を持った回答者が多かったため、昆虫や鳥類、緑が好きな市民など幅広く興味を持った市民が「お庭の生きもの調査」に参加している可能性がある。以上から、市民科学プロジェクトのスタッフはプロジェクトの対象としている「種」に興味を持っている市民を勧誘することでプロジェクトを維持することが可能であると考えられる。2つのプロジェクトの回答者は若年期に自然興味を持っていたことから、市民が若年期に自然や生物に興味を持つことは市民科学を維持するためにとっても重要であると考えられるため、今後プロジェクトスタッフは若年層向けのプログラムも計画するべきである。

表 3-13 お庭の生きもの調査とリトルターン・プロジェクトの概要

	お庭の生き物調査	リトルターン・プロジェクト
プロジェクト開始年	2010年（6年目）	2001年（15年目）
調査地	各参加者の庭	東京都森ヶ崎水再生センター
調査対象	庭に出現する生物・お庭の環境	コアジサシ
調査日程	月に1回～毎日	土曜日、日曜日
調査方法	個人または家族と共同	スタッフや他の参加者と共同
調査内容	生物多様性の保全のための庭に出現する生物の調査	コアジサシの保全のための営巣調査と営巣地の管理・保全

## 2. 2つの市民科学プロジェクトの参加者の意識と参加意欲に対する解析結果の比較

「お庭の生きもの調査」と「リトルターン・プロジェクト」の参加者の意識を比較するために、両プロジェクトにおけるアンケート調査の大項目の評価の分布を図 3-8 に示す。自己成長を除く全ての大項目において、両プロジェクトの参加者の評価は「やや当てはまる」以上の評価が最も多く、自己成長の大項目では、両プロジェクトとも「なんとも言えない」と評価した参加者が多かった（図 3-8）。

「お庭の生きもの調査」と「リトルターン・プロジェクト」のアンケート調査項目は多少の差異があるため、「楽しさ」や「自然への愛着」など大項目で比較した結果を表 3-14 に示す。「リトルターン・プロジェクト」の参加者の方が「お庭の生きもの調査」の参加者よりも全ての項目で数値が上回っていた。「自然への愛着」と「自然への意識」の項目については、「リトルターン・プロジェクト」の参加者は「お庭の生きもの調査」の参加者よりも 0.08 高く値を示していたが、あまり差はみられなかった。一方で、「楽しさ」の項目については、「リトルターン・プロジェクト」の参加者の評価は「お庭の生きもの調査」の参加者の評価よりも 0.49 高いことがわかった。また、「自己成長」の項目においては「リトルターン・プロジェクト」の参加者が「お庭の生きもの調査」の参加者よりも 0.51 も高い数値を示した。

「お庭の生きもの調査」と「リトルターン・プロジェクト」の参加者の意識を比較した結果、「自然への愛着」と「自然への意識」の項目には差がみられなかった。これは、2つのプロジェクトに参加している市民が調査対象である生物や自然を同程度好きであるということを示唆している。また、「楽しさ」と「自己成長」の項目は「お庭の生きもの調査」の参加者よりも「リトルターン・プロジェクト」の参加者の方が高かったことについては、「リトルターン・プロジェクト」では様々な参加者が共同で活動していることや年によって新しい調査を実施していることが「楽しさ」や「自己成長」の意識を向上させているのではないかと考えられる。

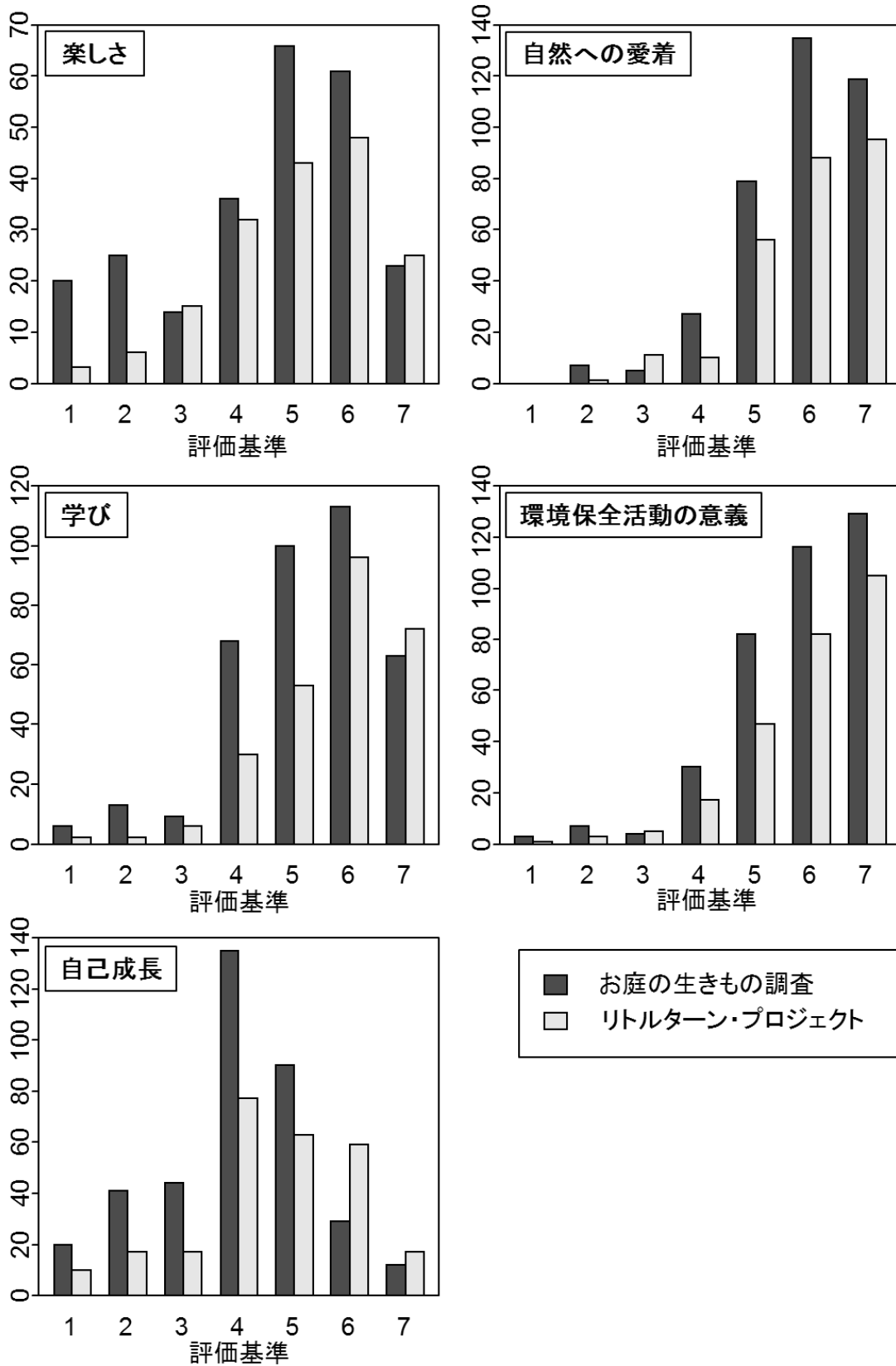


図 3-8 お庭の生きもの調査とリトルターン・プロジェクトの参加者の意識の評価の分布

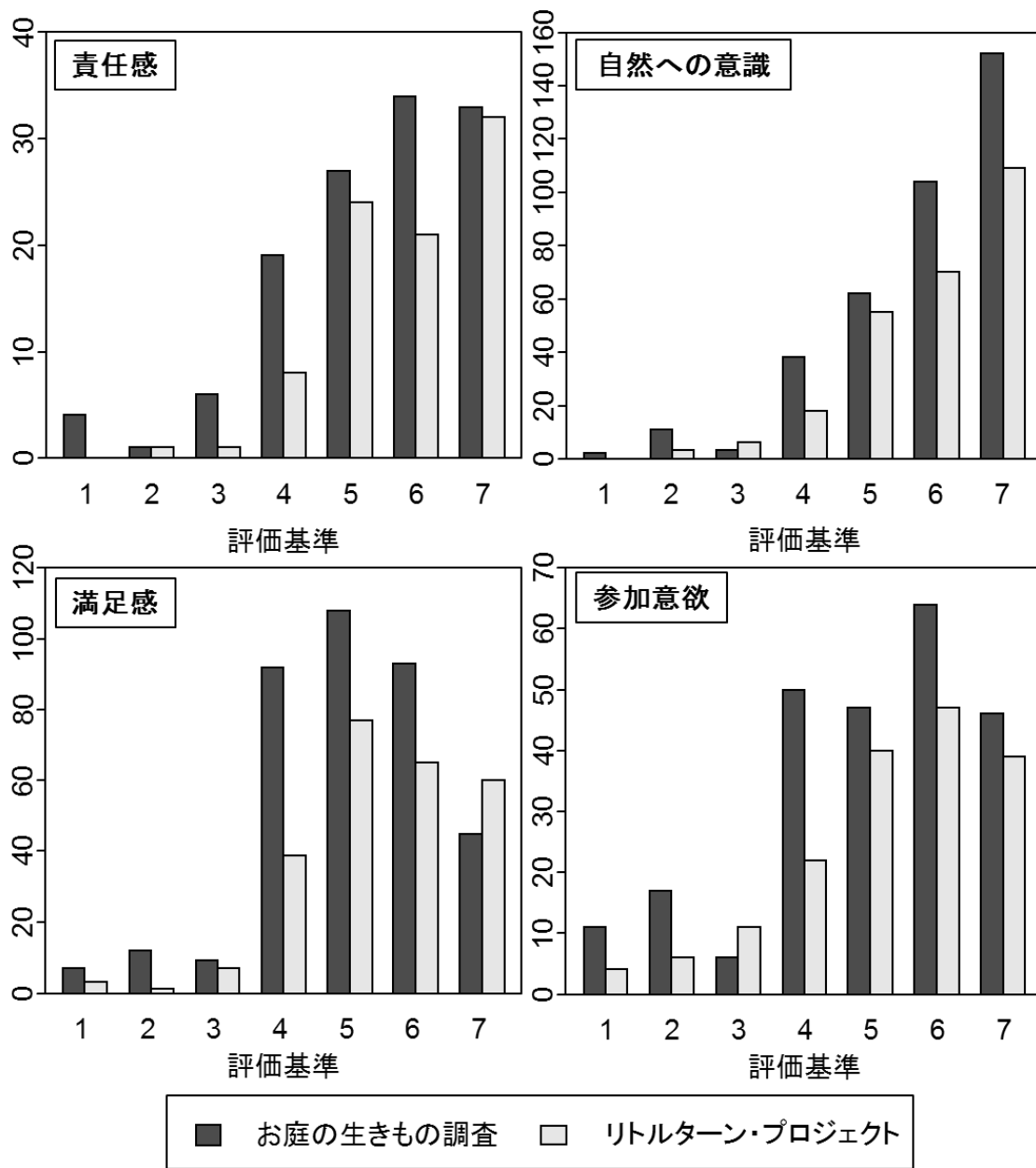


図 3-8 つづき



表 3-14 お庭の生きもの調査とリトルターン・プロジェクトの参加者の意識の差

調査項目	お庭の生き物調査	リトルターン・プロジェクト
楽しさ	4.54±1.74	5.03±1.41
自然への愛着	5.85±1.11	5.93±1.08
学び	5.24±1.33	5.70±1.17
環境保全活動の意義	5.82±1.21	5.97±1.14
自己成長	3.99±1.38	4.58±1.44
責任感	5.40±1.46	5.83±1.13
自然への意識	5.87±1.28	5.95±1.14
満足度	5.07±1.26	5.29±1.31
参加意欲	5.00±1.64	5.28±1.49

「お庭の生きもの調査」と「リトルターン・プロジェクト」の参加者の参加意欲に対する解析結果では、「お庭の生きもの調査」は回答者の「自己成長」、「プロジェクトの満足度」の意識が「参加意欲」に影響を与えていた（図 3-1）。しかし、「リトルターン・プロジェクト」の回答者は「楽しさ」の意識のみが参加意欲に影響を与えていた（図 3-7）。

「お庭の生きもの調査」と「リトルターン・プロジェクト」の参加者の参加意欲に対する解析の結果、「リトルターン・プロジェクト」において「楽しさ」の項目が参加意欲に影響を与えていた要因として、他の参加者やプロジェクトスタッフとの関わり方が考えられる。「リトルターン・プロジェクト」はプロジェクトスタッフや他の参加者と共同で調査や作業を行っているため他人とのコミュニケーションが生じるが、「お庭の生きもの調査」では、個人または家族と調査するため他人とのコミュニケーションは生じない。以上のことから、コミュニケーションの有無が要因だと推測される。

「お庭の生きもの調査」において自己成長の項目が参加意欲に影響を与えていた要因として、「お庭の生きもの調査」には参加者のみで調査を実施していることが考えられる。参加者自身で調査をしていることから自己成長を感じるとプロジェクトに満足し今後もプロジェクトに参加しようと意欲が湧くのではないかと推測される。また、「お庭の生きもの調査」は「リトルターン・プロジェクト」と異なり調査地までの移動が必要ない。中島ら（2005）は調査地に近い参加者の方が遠い参加者よりも参加意欲が高いと報告していることから、

自宅の庭で調査する「お庭の生きもの調査」の方が「リトルターン・プロジェクト」よりも参加意欲は高くなると考えられたが、参加意欲は「リトルターン・プロジェクト」の方が高かった。そのため、「お庭の生きもの調査」のスタッフは参加者の参加意欲を向上させるために「プロジェクトの満足度」や「自己成長」の意識を向上させる仕組みを考案、整備するべきである。

## 第4章 地域との連携による市民科学プロジェクトの実践

### 第1節 大学キャンパス周辺における市民科学プロジェクトの実施と生態系管理への活用

#### 1. はじめに

生態系管理とは森林、草原、湿原、河川、流域、海洋など多様な生態系を対象とし、各々の生態系が持続的に存続することを目指した新たな管理手法である (Cristensen et al. 1996)。生態系管理を達成するには、「生物多様性の保全」と「健全な生態系の持続」の2つの社会的目標を統合的に実践することが求められ、そのための社会的方策が提案されている (鷲谷 1998)。例えば、カナダでは、健全な生態系を維持するために自然撓乱研究に関する成果が実際の森林管理に速やかに生かされている (森 2007)。またスウェーデンでは、各土地所有者が生産性だけに焦点を当てた森林施業を行うのではなく、希少種の生育する潜在性の高い森林の保護や生物相の維持のために樹木や枯死木を残すなど生物多様性に配慮した新しい森林施業・管理を行っている (森 2009)。

生態系管理の事例の多くは森林や湿地などの大規模緑地や保全区域を取り上げているが、現在の地球規模の問題を解決するためには、資本や知的機関、コミュニケーション・ネットワークなどが集中する都市域も対象とした広域的な生態系管理を行なう必要がある。一方、広域的な管理を実現、達成するためには研究者などの専門家や行政だけでは不十分であり、その地域に住んでいる市民の協力が必要不可欠である。このような市民参加型の生態系管理を行うには、市民科学が極めて有効な手法として挙げられる。

日本の市民科学も1954年から開始されたウミガメの調査 (Kamezaki and Matsui 1997) や1973年から開始され西日本のタンポポ調査 (堀田 1977) などがある。市民科学は科学、社会、教育の3つ側面を包含する統合的なアプローチを目指している。市民科学では多くの市民が参加することにより、広域的・長期的なデータの収集や外来種、温暖化、土地利用などの環境問題の解決や生物多様性の保全などを通じて生態系管理に資することが可能となる。米国や英国などでは市民科学の成果が多く査読論文に発表され (Miller-Rushing and Benz 2013; Daume et al. 2014)、市民科学の意義や重要性が研究者、行政、市民など社会に浸透している。

市民科学は様々な分野で活用されており、例えば天文学や水環境、気候などの分野が挙

げられる (Bonney et al. 2009b; Dickinson and Bonney 2012; Havens and Henderson 2013)。市民科学は地域の生態系と地域住民への人的影響の関係性を明らかにすることにより、地域住民との合意形成など社会的側面との統合的アプローチを行う生態系管理にも応用が可能である (松田 2000)。市民科学のプロセスに加え、得られた結果をもとに生態系管理を行うための管理目標やデザインの設定、管理の実施と評価などのプロセスも市民と実施機関で互いに役割を担い、管理を行うことが重要である。

市民科学を用いた生態系管理を行っている事例は少ないが、例えば、Cornell Lab of Ornithology が運営している YardMap プロジェクトでは、個人住宅の庭や学校の校庭、公園などを対象とし、各々の構成要素を様々なツールを用いてマップ上で分類し、自分たちの庭などが鳥類にとってどの程度の潜在的価値があるのかを明らかにし、専門家のプロジェクトスタッフと一緒に鳥類のハビタットを作るための方策や保全のための生態系管理を行っている。このプロジェクトは毎年 20 万人の市民が参加しており、絶滅危惧種の 75% が私有地に存在していることを明らかにしている (Cornell University 2015)。また、市民が収集したデータを活用して生物多様性の保全に役立てている事例がある。例えば、北米に生息しているメキシコマシコ (*Carpodacus mexicanus*) の結膜炎の感染の拡大が、米国で 100 年間行われている最も長い歴史をもつ市民科学プロジェクトである Christmas Bird Count、Breeding Bird Survey、House Finch Disease Survey のデータを使用することにより明らかとなった (Dhondt et al. 2006; Hochachka and Dhondt 2000)。また、Beumer and Martens (2015) は市民参加や個人住宅庭の生物多様性や生態系サービスの調査を目的としたフレームワークを提案しており、生物多様性の保全や生態系サービスなど、街の持続的発展に貢献することも目標としている。

市民科学を活用した地域の緑化や生態系管理を行なうには、生物の保全や緑地の創出だけでなく、その地域に住んでいる地域住民の意識を把握し、地域住民とともに活動できる仕組みづくりを考えていく必要がある。Sakurai et al. (2015) は横浜市内で緑のまちづくりを実践している町内会の会員の全世帯にアンケート調査を実施し、緑のまちづくりに関する関心、緑化への意欲などに関する社会的側面の評価を行っている。その結果、地域住民は緑化を通じて地域や近隣住民とのコミュニケーションや交流を促進したいとの要望が高いことが明らかとなり、これらを促進できる緑化活動も行っている。

市民科学を用いた生物多様性研究は数多く存在しているが、市民科学を用いた科学研究を都市域の広域的な生態系管理に生かしている事例は少ない。そこで本研究では、大都市

近郊の住宅地域である横浜市都筑区牛久保西地区において、市による緑のまちづくり事業とともに大学を拠点として行われている、チョウ・トンボを指標とした街の生物分布調査、市民の私有地で観察できる庭の生物調査、大学保全林内におけるチョウのビオトープの創出・検証といった、市民科学を活用した生態系モニタリング・管理の結果を報告する。それをもとに、同地区で生態系管理を行なうための市民科学アプローチの有効性を検討し、緑のまちづくり事業における市民科学を活用した生態系管理の可能性を考察することを目的とした。

## 2. 方法

### 2.1. 調査対象地について

本研究では、港北ニュータウンの北部に位置している横浜市都筑区牛久保西地区を調査地とした（図 4-1）。港北ニュータウンは 1965 年に日本最大の土地区画整理事業として整備された。ニュータウンの開発前は山林や農地がほぼ半分を占め、横浜市では数少ない豊かな自然環境が残された地域であったが、開発後は宅地が約 60%を占め谷戸景観も失われた（小堀ほか 2014）。しかし、ニュータウン造成時に保全や公園整備がなされた斜面樹林を中心として、それらを連結する緑道やせせらぎがネットワーク上に創出され、グリーンマトリックスシステム（住宅・都市整備公団港北開発局 1997）として緑地と水環境が整備された。連続的に担保された樹林のネットワークは、多様な環境の構成によりチョウなどの昆虫の種多様性の維持にも有効であることが報告されている（横田ほか 2009）。

港北ニュータウンの北部に位置する都筑区牛久保西地区では、2012 年に町内会の役員らと東京都市大学の教職員・学生から構成される協議会を発足させ、横浜市の協力を得て、地区内の最大の緑地である東京都市大学の斜面緑地を含む全地区を対象として以下の 4 つの緑化方針が策定された。1) 人びとが集い交流する特色ある街角緑化やコミュニティ・オープンガーデンづくり、2) 花と緑にあふれる沿道緑化、3) 鳥やチョウなどの身近な生き物が暮らせる環境づくり、4) 地域住民と学生が地域の緑のコミュニティづくりに積極的に関わるための交流・参加の機会づくりである（牛久保西地区花と緑の会 2013）。4 つの緑化方針の中には、生物の誘致や保全するための方針が盛り込まれている。

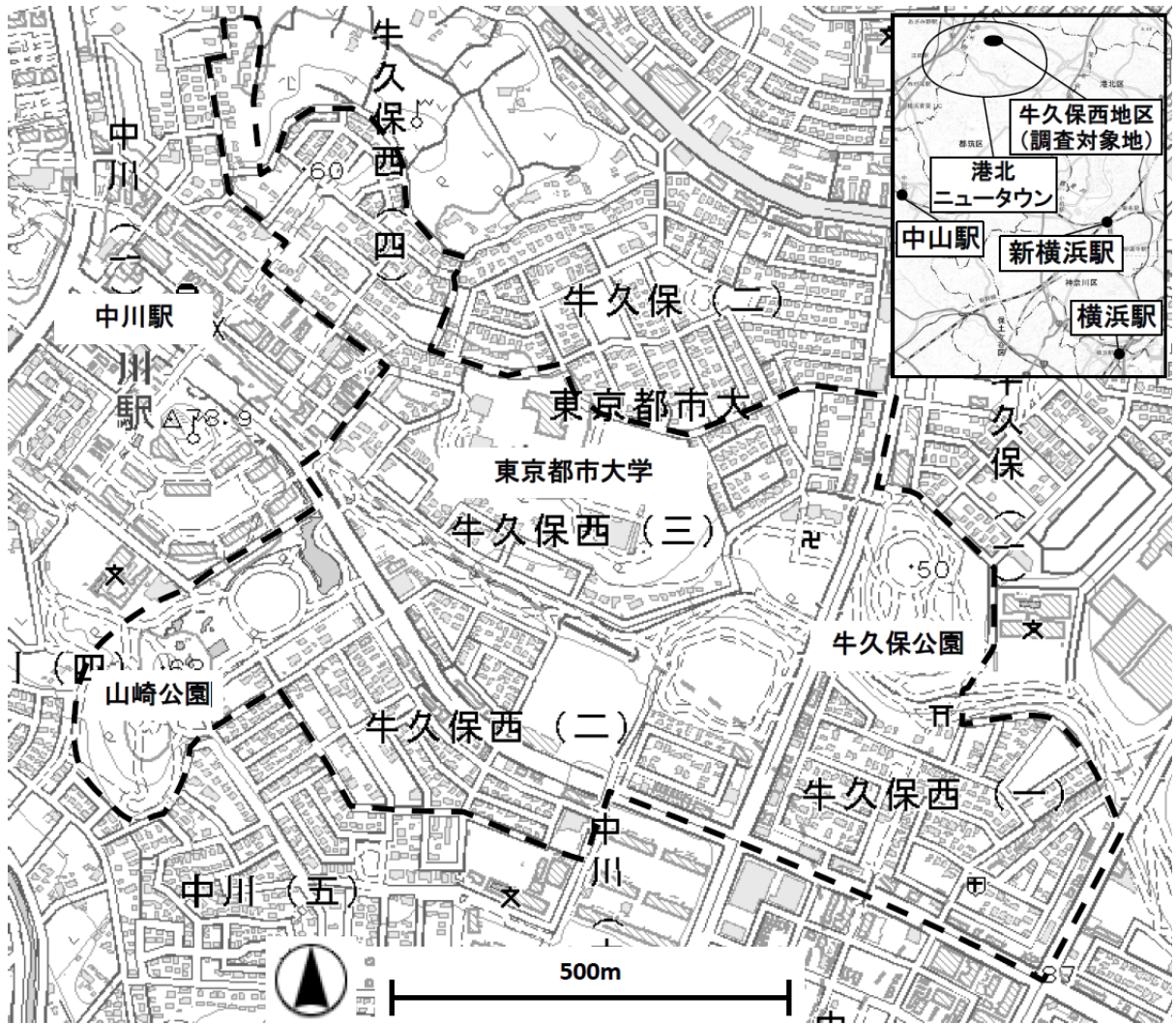


図 4-1 調査対象地（国土地理院の地理院地図を使用）

破線は調査対象範囲を示す。

## 2.2. 市民科学を用いた生態系管理プログラムの策定と実施

牛久保西地区で策定された生態系管理プログラムを図 4-2 に示す。生態系管理プログラムの全体的な枠組みは、2012 年に著者の一人である小堀の研究室で独自に策定し、個々の調査研究、生態系管理目標の設定、実施および評価を、「牛久保西地区花と緑の会」に所属する市民と東京都市大学の学生・教職員との協働により行った。学生を専門家ではないとした理由として、学生はプログラムの開始時点において調査対象とする生物群やその調査方法に関する特段の知見や経験を有しておらず、市民と協働で調査を行うことが学生の科学的な知見や経験の獲得にとって有効であると考えられたため、本研究では学生を専門家とせず市民と同じ分類とした。

横浜市では「水と緑の基本計画」に基づいて、水と緑を一体的に管理しており、牛久保西地区における生態系管理では、チョウ類およびトンボ類を指標として管理を行うこととした。水と緑を一体的に捉え、市民・学生参加による調査研究に基づき、管理目標を設定して緑化事業を実施する例は、他の住宅地域ではほとんど行われていないため、牛久保西地区の緑のまちづくり事業の特徴であると言える。

牛久保西地区の緑のまちづくり事業では、大学にチョウやトンボを誘致するためのビオトープを 2012 年に創設し、誘致効果の検証を行いながら、地域の沿道・街角緑化や駐車場など民有地の緑化を行ってきた。また、その社会的効果を検証するためのアンケート調査などを行いながら事業を展開してきており、市民科学における科学的アプローチと社会的アプローチを両立した生態系管理を行っている (Sakurai et al. 2015)。

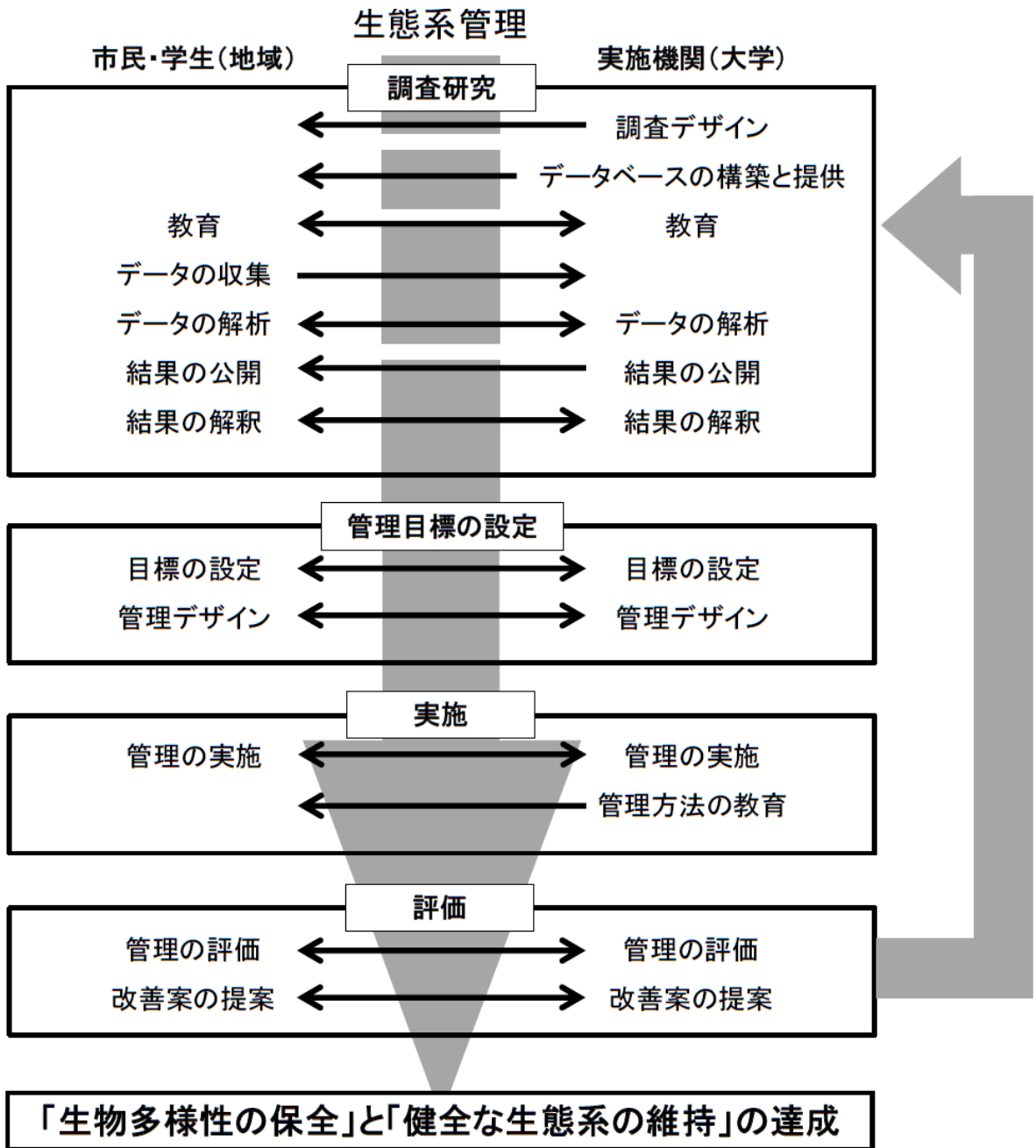


図 4-2 牛久保西地区における市民科学を用いた生態系管理プログラム



## 2.3. 学生と市民の協働による生物モニタリングの実施

### (1) 学生による街の生物生息状況調査

住宅地など私有地への緑化による生息環境の創出にあたって、生物相のポテンシャルを把握することを目的として、東京都市大学の学生が主体となり（谷 2013; 力久・周 2013; 岡本 2014; 関 2014; 千野 2015; 土田 2015）、地区全体を対象としてチョウ類・トンボ類の生息状況を調査した。チョウ類は、幼虫の食草・食樹や成虫の吸蜜源など、特定の植物への依存性が高いことから、都市域の緑地において誘致できる可能性があるため指標生物とした。またトンボ類は、横浜市の「水と緑の基本計画」で水と緑を一体的に管理していることから、水辺で生息しており、抽水植物や植物性沈積物、周辺の森林など水と植物の両方を必要とする水系の指標生物として選定した。

チョウ類・トンボ類の調査は、牛久保西地区全体を巡る調査ルートを設定し、ラインセンサス法を用いて調査を行った。チョウ類の調査は 2012～2014 年（谷 2013; 関 2014; 千野 2015）、トンボ類の調査は 2012～2014 年（力久・周 2013; 岡本 2014; 土田 2015）に実施し、5～10 月の 6 ヶ月間の午前中の晴天または曇りの日に実施し、捕虫網を用いて捕獲し、種の同定を行った後に放逐した。

### (2) 市民との協働による庭の生物調査

地域の生態系管理を行うためには、私有地の緑なども都市の生態系や生物多様性にとっては重要である（Owen 2010）。本研究では、地区内の個人住宅の庭に生息する生物を、住宅の居住者とともに実施し私有地の緑化後の生物モニタリングを市民科学に基づいて展開していくための方法を実証することを目的とした。大学生と住宅の居住者とが協働し、NPO 法人生態教育センターが実施している個人住宅の庭を対象とした web を活用した市民科学プログラムである『はじめての生きもの調査』を、牛久保西地区 10 軒と牛久保地区 1 軒の合計 11 軒の個人住宅を対象に実施した。『はじめての生きもの調査』とは、あらかじめ選定された鳥類 5 種、昆虫 11 種、その他 4 種の合計 20 種を対象として（表 4-1）、個人住宅の庭において、これらの生物の出現の有無を記録する調査である。また調査した個人住宅では、庭の面積、緑のボリューム、庭の構成要素、一番近い緑地、隣接する環境などの庭の約 15 項目の環境要因も記録した。個人住宅の庭で観察できる種数と庭の環境要因との関係性の解析には 15 項目の内 6 項目を使用した。この調査は 2014 年の 5 月～8 月にかけて毎月 2 回の頻度で個人住宅を訪問し調査を行った。

牛久保西地区および牛久保地区の個人住宅の庭で出現した種と庭の環境要因との関係性を明らかにするために、庭の環境要因が出現種数に与える影響を解析した。解析には、全20種に加え、鳥類、昆虫、その他の3つに区分けして解析を行った。種数を目的変数とし、庭の面積と緑のボリューム（「ほとんどない」～「生い茂っている」の5項目）、庭の構成要素（雑木林のような木立、芝生などの草地、花壇、家庭菜園、水場、小川、ベランダ・バルコニーの人工地盤）、誘鳥施設（巣箱、餌台、水浴び台）、隣接している環境（隣家、道路、駐車場、農地、河川）、手入れの頻度（「半年に1回」～「毎日」の7項目）の各項目の総数を説明変数として（表4-2）、一般線形モデルを用いて解析した。

## 2.4. 大学における生態系管理の実施と評価

東京都市大学の学生が主体となり、2005年に大学周辺のチョウ類調査において最もチョウの種数・個体数が少なかった大学保全林内に、生態系管理の実証を目的としてチョウのビオトープを創生した（図4-3）。面積は2006年～2010年は5×2.5mであったが、2011年以降7×7mに拡張した。市民にも理解しやすい管理目標としてアゲハチョウ類の誘致を目標とし、カラタチ（*Poncirus trifoliata*）やミカンなどのミカン科やウマノスズクサ（*Aristolochia debilis*）、パセリ（*Petroselinum crispum*）、ユリなどのアゲハチョウ類の食草となる植物や吸蜜植物を植栽するなどの管理を行った。

創出効果の検証として、2008年を除いた2005年から2014年の9年間、学生が主体となり、大学保全林内のチョウのビオトープ及び林縁部にて定点観察調査を行った（尾見2006；高山2007；木村2008；杉崎2010；井田・阪根2011；笹木・曾根原2012；力久・周2013；岡本2014；土田2015）。4月～10月の約7ヶ月間に週1～2回の頻度で調査を行い、晴天または曇天時の午前中約1時間、飛来したチョウを捕虫網により捕獲し、種の同定を行った後に放蝶した。

チョウ類群集の種多様度を示す指数として、Shannonの平均多様度（ $H'$ ）、およびSimpsonの多様度指数（ $\lambda$ ）を算出した。Simpsonの多様度指数は1種で構成されている群集の場合 $\lambda=1$ となり、逆に種組成多様な場合は $\lambda$ が小さい値となることから、本研究では多様度の尺度として $1/\lambda$ を用いた。この場合、種数が多く均一性が高くなるほど大きな値となり、群集の多様性が大きいことを示す。また、大学のチョウのビオトープの自然度を示すために、チョウの種による重み付けをした環境評価指数として、巢瀬（1993,1998）のEI指数を用いた。そして、EI指数からチョウのビオトープおよび牛久保西地区の自然

度を算出した。

表 4-1 「はじめての生きもの調査」対象種

鳥類	昆虫		その他
スズメ	ベニシジミ	クマゼミ	カエルの仲間
ヒヨドリ	モンシロチョウ	トンボの仲間	カタツムリの仲間
メジロ	アオスジアゲハ	アリの仲間	クモの巣
シジュウカラ	ミンミンゼミ	コオロギの仲間	ハチの巣
ツバメ	アブラゼミ	バッタの仲間	
		カマキリの仲間	

表 4-2 解析に使用した個人住宅の庭の属性

説明変数	
庭の面積	整数 (m <sup>2</sup> )
緑のボリューム	ほとんどない／少ない／多くも少なくもない／多い／ 生い茂っている
庭の構成要素	雑木林のような木立／芝生などの草地 花壇／家庭菜園／水場／小川／人工地盤
隣接する環境	隣家／道路／駐車場／農地／河川
誘鳥施設	巣箱／餌台／水あび台
庭のお手入れ頻度	半年に 1 回／3 ヶ月に 1 回／月 1 回／月 2 回／週 1 回／ 週 3 回／毎日



図 4-3 チョウのビオトープ創生場所（国土地理院の地理院地図を使用）

### 3. 結果

#### 3.1. 学生と市民の協働による生物モニタリング

##### (1) 学生による街の生物生息状況調査

牛久保西地区でのラインセンサスの結果、牛久保西地区のチョウ類の種数は 22 種であり、個体数は 605 頭であった。生息環境に応じて分類した結果（川副・若林 1976; 福田ほか 1983; 猪又 1990）、樹林性チョウ類は 3 種 17 頭、草原性チョウ類は 12 種 436 頭、林縁性チョウ類は 7 種 152 頭となり、牛久保西地区には樹林性のチョウが少ない傾向が認められた。各種ごとの個体数では、最も多く捕獲された種はヤマトシジミ (*Pseudozizeeria maha*, n = 140, 23%) であり。続いて、モンシロチョウ (*Pieris rapae*, n = 116, 19%)、ナミアゲハ (*Papilio xuthus*, n = 79, 13%)、キチョウ (*Eurema hecabe*, n = 54, 8.9%)、アオスジアゲハ (*Graphium sarpedon*, n = 34, 5.6%) であった (図 4-4)。

トンボ類のラインセンサスでは、13 種 463 頭のトンボが確認された。最も多く捕獲された種はシオカラトンボ (*Orthetrum albistylum speciosum*, n = 195, 42.1%) であり、続いて、オオシオカラトンボ (*Orthetrum triangulare melania*, n = 151, 32.6%)、アキアカネ (*Sympetrum frequens*, n = 38, 8.2%) となり。ノシメトンボ (*Sympetrum infuscatum*, n = 1, 0.2%)、リスアカネ (*Sympetrum risi risi*, n = 2, 0.4%)、ショウジョウトンボ (*Crocothemis servilia mariannae*, n = 2, 0.4%) は捕獲数が少なかった (図 4-5)。地点ごとに分類すると、最も多く捕獲された地点は、せせらぎを主体とする親水空間が緑道に併設されているくさぶえの道で、12 種 286 頭のトンボが確認された (表 4-3)。一方、最も捕獲数が少なかった地点は東京都市大学保全林で、3 種 7 頭であった。水辺のない市街地で確認された種はアカネ属やウスバキトンボ属であり、水辺のあるくさぶえの道や山崎公園ではシオカラトンボ属やアカネ属が多く確認された。また、水辺が少ないが草地が多く存在している牛久保公園では、ウスバキトンボ属が多く確認された。

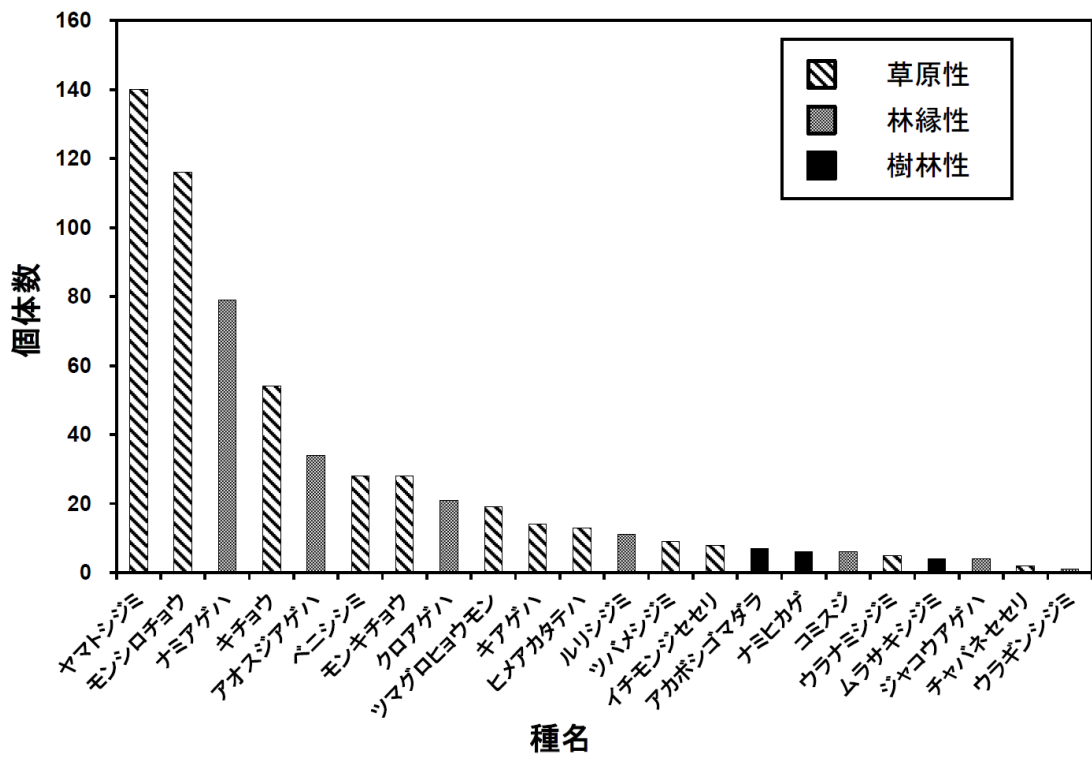


図 4-4 牛久保地区のチョウの個体数

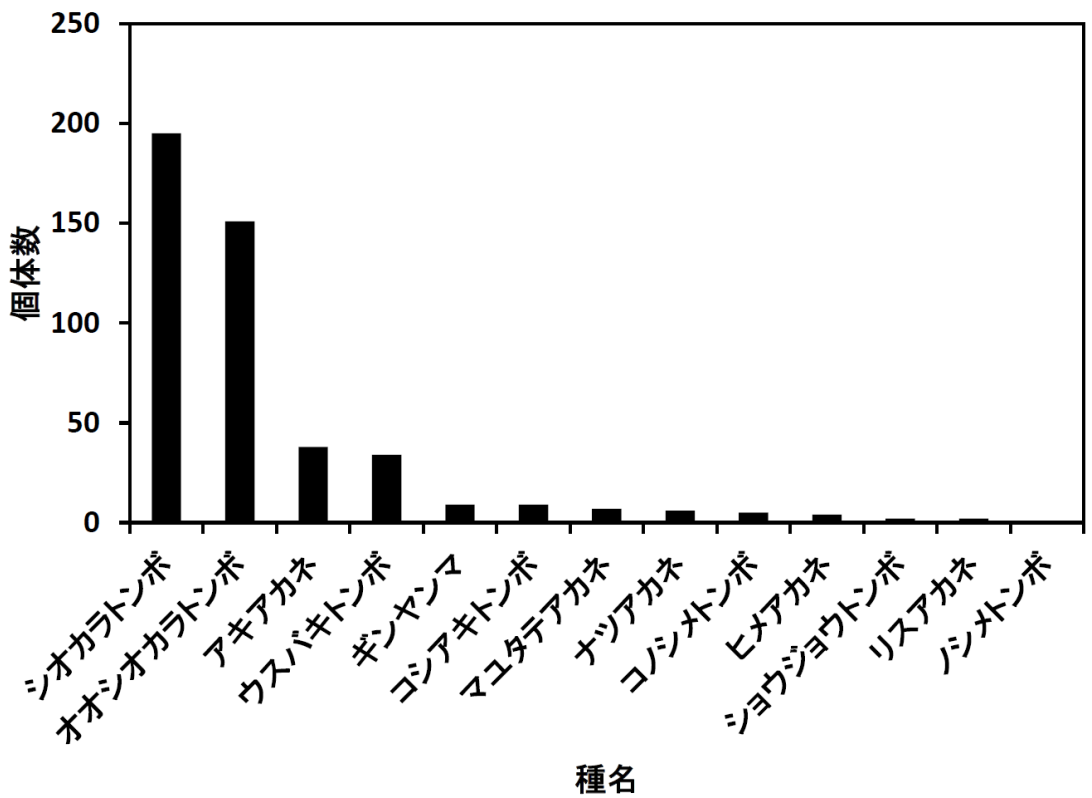


図 4-5 トンボの各種の個体数

表 4-3 地点別のトンボの個体数と種数

属名	大学保全林	市街地	牛久保公園	くさぶえの道	山崎公園
アカネ属	1	5	5	33	19
ウスバキトンボ属	4	5	24	1	0
ギンヤンマ属	0	0	0	0	9
コシアキトンボ属	0	0	0	2	7
シオカラトンボ属	2	3	11	248	82
ショウジョウトンボ属	0	0	0	2	0
個体数	7	13	40	286	117
種数	3	4	5	12	10

## (2) 市民との協働による庭の生物調査

「はじめての生きもの調査」を大学周辺の個人住宅の庭で実施した結果、最も多く観察されたのは、クモの巣 (n = 11)、アリの仲間 (n = 10)、バッタの仲間 (n = 10) であった。一方で、カタツムリの仲間 (n = 2)、メジロ (*Zosterops japonicus*, n = 1)、ハチの巣 (n=1) はあまり観察されず、ツバメ (*Hirundo rustica*) とクマゼミ (*Cryptotympana facialis*) はどの庭でも観察することができなかった (図 4-6)。

各種数と庭の環境要因との関係を分析した結果、選定された 20 種全種に関しては、庭の面積が広いほど 20 種の種数が有意に減少していた (表 4-4)。また昆虫 11 種の種数に関しては、庭の面積が広く、構成要素の数が多いほど昆虫の種数が有意に増加していた。しかし、鳥類 5 種とその他 4 種は庭の環境要因との関係性は見出すことができなかった。

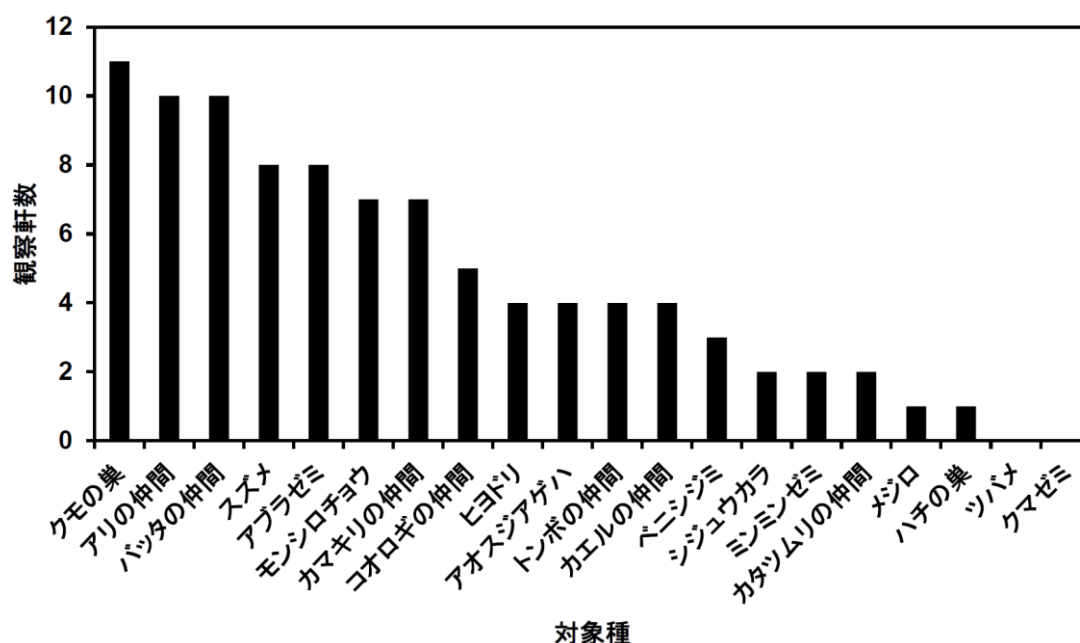


図 4-6 牛久保西地区における「はじめての生きもの調査」の対象種の観察数



表 4-4 各種数と庭の環境要因との関係

庭の環境要因		影響	標準偏差
全種	面積*	-	0.02
鳥類		NA	
昆虫	面積*	+	0.01
	構成要素の総数*	+	0.88
その他		NA	

NA は環境要因との関連が見られなかった分類。\*は  $p < 0.05$ 、\*\*は  $p < 0.01$  を示す。+ は正の相関を-は負の相関を示す。

### 3.2. 大学における生態系管理の実施と評価

大学保全林においてチョウ類を誘致目標としたビオトープを創出し、その後9年間チョウのモニタリングを行った結果、チョウの種数および多様度、個体数に上昇傾向が見られた。ビオトープ創設前の2005年に対象地で確認されたチョウの種数は9種であったが、ビオトープを創設した2006年以後確認種数が増加し、2009年には18種、2014年には28種となった(表4-5)。個体数についても、ビオトープ創設前の2005年には14頭であったが、チョウのビオトープの創設から9年後の2014年には677頭に増加した。

確認されたチョウの種組成をもとに算出した多様度指数  $H'$  については、ビオトープ創設前の2005年には3.3であったが、1年間に約0.1 ( $r^2 = 0.79$ ,  $p < 0.01$ ) 有意に上昇し、ビオトープ創設後の2014年には3.8と微増した(表4-5)。多様度指数  $\lambda$  では、チョウのビオトープ創設前がもっとも高く17であった。その後、チョウのビオトープ創設年の2006年に8.6まで下がったが、2014年には10.5と上昇した。チョウのビオトープの環境指数 EI は2006年のチョウのビオトープ創設年に数値が下がったが、2010年まで上昇し続け、また2011年からは減少しているものの、2014年には49まで上昇した。

創出したビオトープの誘致目標であるアゲハチョウ科の個体数の経年変化を図4-7に示す。2005年の調査では観測個体が皆無であったのに対して、2006年のチョウのビオトープ創設後は個体数が増加した。特に顕著に増加した種はナミアゲハであり、2006年には1頭であったが、2014年には84頭まで増加した。アオスジアゲハも2007年には3頭であったが、2014年には26頭まで増加した。また、カラスアゲハ (*Papilio dehaanii*)、ジャコウアゲハ (*Atrophaneura alcinous*)、モンキアゲハ (*Papilio helenus*) は2012年以降チョウのビオトープではじめて観測された。

表 4-5 チョウのビオトープのチョウの経年変化

	2005	2006	2007	2009	2010	2011	2012	2013	2014
面積	創設前	5×2.5m	5×2.5m	5×2.5m	5×2.5m	7×7m	7×7m	7×7m	7×7m
個体数	18	24	59	107	224	237	412	357	677
種数	11	10	12	18	22	22	19	19	28
多様度指数 H'	3.3	3.0	3.0	3.5	3.6	3.8	3.7	3.5	3.8
多様度指数 1/λ	17.0	8.6	7.0	9.4	9.2	10.5	10.5	8.9	10.5
環境指数 EI	19	14	17	29	37	36	33	30	49

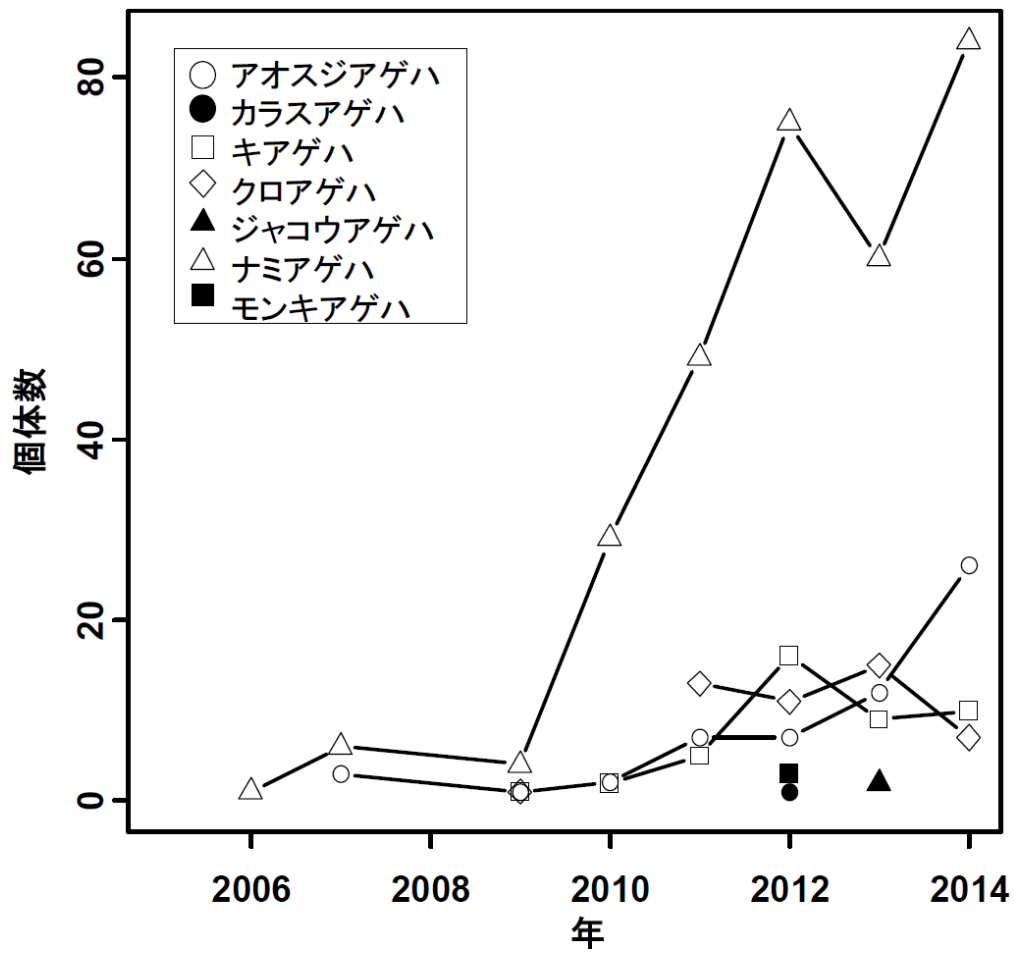


図 4-7 アゲハチョウ科の個体数の経年変化

## 4. 考察

### 4.1. 市民科学アプローチによる生物モニタリングと生態系管理の有効性

#### (1) 学生による街の生物生息状況調査

学生によるチョウ類・トンボ類のラインセンサス調査から、住宅地域の生息生物データベースとして意義のあるデータ量を得ることができ、地区の生態系管理のためのデータベースの構築が可能であることが示唆された。大学生が市民と専門機関としての大学との橋渡しを行いながら地区の生態系モニタリングに主体的に関わることは、生態系管理における市民協働型の調査研究において重要な意義をもつと考えられる。一方、調査データからは種および種群の分布状況の把握は可能であったが、その要因の把握と管理への展開には課題が残る。例えば、チョウ類の多様性に配慮した緑化事業の展開にあたっては、小堀ほか(2014)が報告しているように、樹林性や林縁性のチョウ類の生息地を確保することが種多様性を向上させる重要な要素であると言える。またトンボ類については、水辺が存在している公園や緑道と連結するように水辺の造成や抽水植物の植栽を行うことで、この地域の種多様性を向上させる可能性があると考えられたが、未成熟個体が林地で生活するギンヤンマ (*Anax parthenope julius*) やコノシメトンボ (*Sympetrum baccha matutinum*) などのトンボ類の生息(石田ほか 1988)のためには、樹林との関連性にも配慮した水辺の配置が必要となる。

実施したラインセンサスをベースとして、住宅地域内で利用環境の異なる種群の生息条件や、周辺の生息環境の配置との関連性など、緑化事業の立地環境に応じて展開できる要件の抽出まで調査研究を発展させていくことが重要である。

#### (2) 市民との協働による庭の生物調査

個人住宅の庭において観察した生物と庭の環境要因を解析した結果、昆虫の生物多様性を向上させるには庭の面積を広くするか、庭に木立などの樹木を植栽する、芝生などの草地や花壇、家庭菜園などをつくるなどの生物に配慮した緑化をすることが必要であることが示唆された。住宅地域の庭においては、餌台を設置することによって鳥類の種数が増加したとの報告があるが(早矢仕 2013)、昆虫を誘致するような庭の管理をすることにより、ヒヨドリ (*Hypsipetes amaurotis*) やツバメ、シジュウカラ (*Parus major*) などの昆虫も採食する鳥類を誘致することが可能になると考えられる(中村・中村 1995)。

今回実施した庭の生物調査では、身近な庭の生物への理解を通じて、庭と地区の生態系

との関連性を認識するプロセスを、学生と市民との協働により共有することができた。一方で、個人でできる生物生息環境への配慮においては、庭に応じた配慮事項の選定や、その目標設定につながる情報の提供が必要である。この点において、街の生物モニタリングと庭の生き物調査との関連性を明確にし、相互補完的に協働で調査を展開していくことの重要性が示唆された。そのためには、特定の種や種群に注目し、生息環境の連続性の観点から、生息地ネットワークの調査と検証を行っていくことが有効と考えられる。

### **(3) 大学における生態系管理の実施と評価**

創出したビオトープで確認できた種は牛久保西地区で確認できた種よりも多く、誘致目標としたアゲハチョウ科も増加した。環境指数を用いた自然度の評価では、大学チョウのビオトープの環境指数は 49 であり、「中自然」と評価された。ビオトープは面積からすると極めて小さいが、牛久保西地区に生息するチョウ類のネットワークにおける生態学的な飛び石としての機能を有していることが示唆された。確認個体数が少なかったジャコウアゲハなどの種は、ジャコウアゲハの食草であるウマノスズクサ科の植栽など（日本チョウ類保全協会 2012）、各種に適した食草を植栽することにより生息拠点としての機能を高めることに寄与できる可能性がある。

このような実証を伴う環境創出効果の確認により、地域における緑化事業のモデルを示すことは、市民科学のアプローチによる生態系管理において有効であると考えられる。個人住宅の庭や民有地における個別の植栽において参照できる一方で、地域に展開できる環境創出手段をパッケージ化し、そのネットワーク化を図る方法も考えられる。住宅地域の生態系管理につながる最適な実証プログラムのあり方については、今後の検討課題と言える。

## **4.2. 住宅地域における生態系管理のための市民科学の可能性と課題**

今回、牛久保西地区および牛久保地区で行ったチョウ類・トンボ類の生息状況調査や、個人住宅の庭の生き物調査、チョウのビオトープの創出と検証は、CAISE が定義した市民科学モデルの中で貢献型または協働型のモデルに該当するであろう。チョウやトンボの調査は専門家による講習会などの教育が必要であるが、個人住宅の生き物調査は鳥類、昆虫類、クモやカエルなどの多様な 20 種の普通種を対象としており、生物調査に慣れていない市民でも簡単に調査をすることができる研究デザインが、地域の生態系管理に市民科学

を活用できた要因ではないかと考えられる。また、大学保全林内にあるチョウのビオトープでは、誘致目標生物であるアゲハチョウ類の生息に必要な資源の創出と管理を実施した結果、種数が増加しており、一定の管理目標の達成を得た。その要因としては、大学という環境において、大学生が主体となり、種の生息条件やその管理手法を学びながら、生態系管理を順応的に改善してきたことが考えられる。

牛久保西地区の緑のまちづくり事業は科学的側面だけでなく社会的側面でも活動を展開しており、合意形成や管理目標の設定、管理の評価について、大学生や地域住民などの市民と、専門家である大学とが協働で、プログラムの策定と実施を行ってきた。また、管理を行う地域住民などの意識調査や緑のまちづくり事業の管理結果を学術論文や学会で発表しており（小堀ほか 2014; Sakurai et al. 2015）、科学的、社会的アプローチを統合的にを行っている管理事例である。市民科学を活用した住宅地域の生態系管理の事例として、今後大都市近郊の住宅地域に展開していける可能性がある。

今後、市民科学を発展させるためには Cooper et al. (2007) のモデルへの発展が有効であると考えられる。すなわち、市民が研究プロセスのさらなるステップに関われるようにするためには、市民と専門家による双方向のコミュニケーションを行い、調査方法や今後の課題などを検討し、市民が現在行っている科学研究の重要性や研究プロセスに興味を持ってもらうなどの教育的側面を充実させることが課題である。そのためには、web 機能を用いた情報の蓄積、迅速な情報の共有化や可視化、迅速な全国のデータと地域のデータの比較などが有効な手段であると考えられる (Dickinson and Bonney 2012)。また、学生による調査データベースに加えて、専門家による調査結果を追加的に提供することにより、市民自身が収集したデータの妥当性を市民自身が判断でき、データ精度を向上させていくことが必要である。市民の調査方法に問題がある場合は、地域で講習会を行い、調査を一緒に行うなど実践的な教育が重要である。この点は牛久保西地区の緑のまちづくり事業では年に数回の頻度で講習会を行っており、この講習会を利用することで市民科学の教育的側面の活動を実施することで、地域規模での市民科学の利点であると言える。今後、住宅地域における生態系管理において市民科学を活用していくためには、市民科学や生態系管理の主体である地域住民に対して、生態系調査や環境管理の意義と方法、その課題などを、市民が理解したうえで独自に調査や生態系管理を行えるような、効果的な教育プログラムの策定と実践を図ることも課題である。

## 第5章 結論

### 第1節 日本における市民科学プロジェクトの発展のための改善点

日本の生物多様性の現状を明らかにし、損失を防ぐためには、広域的で長期的なデータの収集が必要であり、その有効的な手法である市民科学の開発と実践が重要である。そのため、古くから実施されている市民科学を発展させるために必要な改善点を検討した。

#### 1. 日本の市民科学プロジェクトの改善点

##### 1.1. 日本の市民科学の課題

本研究では、日本とアメリカの市民科学プロジェクトを比較することにより、日本の市民科学の特性や課題を抽出した結果、日本の市民科学プロジェクトの課題は1) 参加者の継続性と新たな参加者の募集、2) 参加者のデータベースへのアクセス、3) 参加者が収集したデータの活用であった。日本の市民科学や市民調査の特徴や課題、市民調査の活動の効果に関する研究は存在しているが(宮内 2003; 丸山 2007; 大澤・猪原 2008; 倉本ら 2008)、日本の市民科学プロジェクト自体を評価した研究は少ない。そのため、本研究での結果は日本の市民科学の発展において極めて意義があると考えられる。

##### (1) 参加者の継続性と新たな参加者の募集

日本の市民科学プロジェクトはアメリカの市民科学プロジェクトよりも年間の参加人数が少なかった。この課題は桜井ら(2014)が報告した結果と同様であった。このことから、参加者の継続性や新たな参加者の募集は日本の市民科学の大きな課題の一つであることが再認識された。参加者の継続性の課題を解決するためには、参加者の参加意欲を向上させることが重要であると考えられる。参加者の参加意欲を向上させるためには、参加意欲に影響を及ぼしている意識を明らかにすることが望ましい。参加者の参加意欲に影響を及ぼしている意識に関しては、市民科学プロジェクトの参加者を対象としたアンケート調査により明らかとすることができた(第3章参照)。しかし、本研究では新たな参加者の募集の課題を対象としなかった。新たな参加者の募集の課題解決も重要であるが、参加者の継続性を解決することにより調査手法や種の同定法などを理解している参加者の参加意欲を維持させることができ、市民科学プロジェクトのデータ質の保証や継続性につながるため、



本研究では初めに参加者の継続性の課題解決を対象とした。

## **(2) 参加者のデータベースへのアクセス**

日本の市民科学プロジェクトでは、広域調査を対象とするためにデータベースは構築されていたが、アメリカの市民科学プロジェクトよりも参加者のデータへのアクセスが可能なプロジェクトが少なかった（表 2-3、2-4）。第1章において、市民科学プロジェクトにはデータベースの構築とデータへのアクセスの利便性が必要な要件であることがわかっているため、市民科学を発展させるためには、プロジェクトスタッフはデータベースを構築するとともに参加者に対してデータベースへのアクセスを許可するべきである。

## **(3) 市民科学のデータの活用**

評価基準である論文数の数では、日本も市民が収集したデータを活用して論文を投稿していたが、アメリカの市民科学プロジェクトよりも少なかった。第1章において、プロジェクトの成功は、プロジェクトの参加者によって収集されたデータを活用して論文を投稿することや生物多様性の保全や自然環境保全に有効に活用されたかによって評価されると論述した。そのため、日本の市民科学プロジェクトのスタッフと専門家は市民が収集したデータを解析し、学術論文に投稿する価値のある結果が得ることができた場合、得られた結果を学術論文に投稿するべきである。

### **1.2. 日本の市民科学プロジェクトのデータの検証**

日本の市民科学プロジェクトの一つである「お庭の生きもの調査」のデータを解析した結果、生物調査の初心者である市民によって収集されたデータによって生物の出現と庭の立地条件や周辺の環境要因との妥当な関係性が明らかにされた。これらの結果は、先行研究の生態学的な結果と同様の傾向を示しており（沼里 1958; 一ノ瀬・加藤 1993; 鈴木 1998; 植田 2006; 森上 2007）、生物調査の初心者が収集したデータの科学的価値が認められた。また、市民科学プロジェクトのデータを解析することによって、緑のボリュームや隣接または近隣の緑地などの環境要因の調査方法に課題があることが明らかにできた。これらの課題を改善することで、今後の「お庭の生きもの調査」のデータの精度の向上やプロジェクトの発展に寄与すると考えられる。この「お庭の生きもの調査」のデータは個人住宅を対象とした先行研究（例えば、中尾・服部 1999; 早矢仕 2013）とは異なり生物

も地域も限定されていない広域的なデータであるため、新規性に富む研究成果が得られた。

## 2. 市民科学プロジェクトの参加者の参加意欲の改善

本研究では、二つの市民科学プロジェクトの参加者の意識を調査した結果、プロジェクト参加者は「自然への愛着」や「環境保全活動の意義」、「自然への意識」の項目が高く、「自己成長」の項目が低いことがわかった。参加者はプロジェクトの目的や活動の意義を理解してプロジェクトに参加しているにもかかわらず、プロジェクトの参加による成長や達成感を感じていないことを示している。そのため、参加者の成長の認識やプロジェクトの達成感を参加者に実感させる仕組みを導入し、自己成長を認識させることによって、市民科学プロジェクトの参加者の意識を高いレベルへと底上げできると考えられる。

プロジェクト参加者の参加意欲については、二つの市民科学プロジェクトで異なる結果を示した。一つ目のプロジェクトである「お庭の生きもの調査」では、プロジェクトの満足度と、自己成長が参加意欲に影響を与えていた。「お庭の生きもの調査」プロジェクトの参加者にプロジェクトへの満足と成長を実感させることで今後も参加する意欲が湧いてくるということを示唆している。

また、二つ目のプロジェクトであるリトルターン・プロジェクトの参加者の参加意欲はプロジェクトの楽しさに影響を受けていた。これはプロジェクトの参加者がプロジェクトの活動を楽しんでいることによって参加意欲が向上することを示唆している。楽しさの項目の中で、「スタッフや友達と作業をすることが楽しいから」の項目が低い値を示しているため、参加者がスタッフやその他の参加者とのコミュニケーションを頻繁にとることで、参加者の楽しさの意識が向上し、参加者の参加意欲の向上に繋がると考えられる。

Dickinson et al. (2010) や桜井ら (2014) が報告している「参加者の継続性の課題」は日本とアメリカの市民科学の比較でも明らかにすることができた (第2章参照)。プロジェクトには市民の参加が必要不可欠であり、ボランティアのモチベーションを理解することがボランティアの管理の重要な要素であると認識されている (Cnaan and Goldberg-Glen 1991; Harrison 1995; Omoto and Snyder 1995)。また、参加者の意識に関する研究事例は数多く報告されているが (倉本・永井 2002; 柴田ら 2005; Bruyere and Rappe 2007; Jacobson et al. 2012; Rotman et al. 2012)、参加意欲に影響を及ぼしている意識を明らかにした研究は少ないことから、それが本研究によって明らかにできたことは極めて価値があると考えられる。

### 3. 地域との連携における生態系管理のための市民科学の活用の提案

学生を中心としたチョウ類・トンボ類のラインセンサス調査から、地区の生態系管理のための生物に関するデータベースの構築が可能である量のデータを収集することができた。これは、地域住民も専門家としての教育を受けた大学生と同じように生態系管理に携わることができることを示唆している。しかし、本調査では生物の分布状況の把握は明らかにできたが、その要因の把握や具体的な管理への提案においては調査項目や方法、調査結果の活用法を改善する必要があると考えられた。

また、本学横浜キャンパス周辺のお庭の生きもの調査でも、調査に参加した住民は庭の環境や生物の関係性を理解することによる庭とその周辺の生態系との関連性を認識するプロセスを、学生と市民との協働により共有することができた。これは、学生が地域住民との協働によって生物調査を実施できたことが大きな要因であると考えられることから、専門家と協働で調査する重要性を明らかにすることができた。しかし、チョウ・トンボのラインセンサス調査と同様に、庭の環境や立地条件に応じた生物への配慮や配慮するための情報提供などの調査結果の活用方法を改善するべきであるという課題も発見できた。

最後に、大学における生態系管理の実施では、管理計画の遂行により誘致目標であるアゲハチョウ科の増加を確認できた。このような実証を伴う管理効果を確認できたことから、地域における緑化事業のモデル提示において市民科学のアプローチが生態系管理に有効であることを示唆した。しかし、管理効果を具体的な緑化事業のモデルへ結びつけるといった活用方法には課題が残った。

本研究では3つのプログラムを実施した。その結果、学生や市民が地域の生物多様性の保全にとって活用可能なデータを収集することができることを明らかとしたが、そのデータを管理方法の作成と活用に適用するまでには至らなかった。そのため、市民科学のステップの一つであるデータの活用に関して、今後改善することが重要である。

また、大学と地域との協働による地域規模での市民科学は、専門家と市民の両方の役割が可能である学生が市民と専門家の橋渡しができる点や地域の住民が専門家と距離が近い点ためコミュニケーションが容易である点など多様な利点があると言える。また、学生が市民と大学との橋渡しを行いながら対象地区の生態系モニタリングに主体的に関わることは、生態系管理における市民科学の活用において重要な意義を持つと考えられる。本研究で実施した大学と地域との協働による地域規模での市民科学は、日本ではほとんど行われておらず、本研究の結果は大学と地域の協働による市民科学への発展の一步となるであろう。

## 第2節 日本の市民科学の発展のための改善モデルの提案

本研究での結果から、教育的アプローチの重要性や参加者の継続性の課題が明らかとなった。今後の日本の市民科学の発展のために以下のことが重要である。

まずは、参加者が生態系の調査や管理の意義と方法などを理解し、独自に調査を行うための調査手順やデータの精度を確保するための種の同定などの解説や、参加者によるデータベースへのアクセスやデータの活用の課題を解決するための教育収集したデータの解析方法や分析方法のレクチャーなどの効果的な教育プログラムの策定と実践を図り、高精度のデータを収集できるように参加者を教育することが重要である。

そして、参加者の継続性を解決するための参加者の教育とマップやグラフなどによる参加者の成長度の公表や、プロジェクトスタッフや専門家、その他の参加者とのコミュニケーションをはかるとともに参加者の楽しさを向上させ、高精度のデータを収集できる参加者を確保することで、精度の高い長期的かつ広域的なデータの収集が可能となる。

以上のことから、本研究の様々な調査で対象とした「お庭の生きもの調査」を例として、改善モデルを提案する。「お庭の生きもの調査」は全国規模の市民科学プロジェクトであり、生物多様性において個人住宅の庭が重要であることから、「お庭の生きもの調査」を改善することは極めて意義がある。市民科学プロジェクトのデザインには科学的な問いからプロジェクトの評価までの項目があり（第1章第1節参照）、「お庭の生きもの調査」のプロジェクトデザインの中で改善すべき点は①プロジェクトチームの結成や②教材開発、③参加者の募集とトレーニング、④データの開示、⑤プロジェクトの評価である。

①プロジェクトチームの結成については、「お庭の生きもの調査」はほとんど一人のスタッフで運営しているため、教育や情報、統計解析の専門家が不足していることからスタッフを増員するべきである。②教材開発については、調査手順のマニュアルや同定マニュアル、生物クイズなどの教材や参加者とプロジェクトスタッフとのコミュニケーションツール（ソーシャルメディアなど）が不足しており、これらのツールを整備することが望ましい。③参加者の募集とトレーニング（教育）に関しては、教材が不足している点から参加者のトレーニングも不十分であり、教材の開発とともに参加者のトレーニングを実施すべきである。参加者のトレーニングを充実させることにより、プロジェクトの参加意欲が向上し参加者の継続の課題の解決にもつながる。④データの開示に関しては、「お庭の生きもの調査」は東京都市大学の協力のもと、HPのインターフェイスやデータベースを開発し

ており、データを効率よく整理し抽出することが可能である。しかし、参加者には一切データを開示していないため参加者が収集したデータを開示することが望ましい。そのためには、データの取扱のための方針を定めることが重要である。⑤プロジェクトの評価では、「お庭の生きもの調査」は参加者によって収集されたデータを単純集計し毎年学会で発表をしているにもかかわらず、プロジェクトの評価法の一つである学术论文が投稿されていなかった。そのため、市民によって収集されたデータを解析し学术论文へ投稿やその他の評価手法であるデータや参加者数、web公開の頻度などでプロジェクトを評価すべきである。

また、地域規模の市民科学プロジェクトは全国規模のプロジェクトや参加者個人で調査するプロジェクトと異なり、質の高い教育プログラムを実践することが可能であるため、本学横浜キャンパスで実践したような地域規模の市民科学プロジェクトを全国各地で実践し、収集されたデータを一箇所に集めることにより、全国規模のデータとなり日本における環境問題や生物多様性の損失などの解決に資することが可能である(図5-1)。カヤネズミ・ネットワークが運営している全国のカヤネズミの生息地を調査する「全国カヤマップ」やカエル探偵団が実施しているアカガエルの仲間の産卵地点を報告する「アカガエル産卵前線プロジェクト」、神奈川県生命科学の星・地球博物館が実施している捕獲した魚の撮影場所、撮影日などを報告する「博魚類写真資料データベース」など地域規模の市民科学プロジェクトを全国規模に発展させたプロジェクトは存在しているが、ほとんどのプロジェクトはインターネットを活用してデータを収集するプロジェクトではない。そのため、アメリカの市民科学の特徴を活かし、インターネットを活用して収集した地域規模のデータをデータベースに蓄積し、それらを統合する試みは、今後の日本の市民科学の発展に寄与できると考える。

地域規模を統合した全国規模の市民科学プロジェクトを実践するためには、地域の参加者を広告や講座などによって募集し、参加者に生物多様性保全の意義や調査方法、データ分析について教育することが重要であると考えられる。そのためには、生物学や統計学、教育学のプロジェクトスタッフや専門家が必要不可欠である。しかし、多くのプロジェクトスタッフや専門家、職業的研究者の配置は困難であるため、ボランティアリーダーや大学生、愛好家などの市民と専門家の両方の特性を兼ねたアマチュアが必要であると考えられる。

以上のことを改善することにより、広域的かつ長期的で精度高いデータを収集すること

が可能となり、生物多様性の保全や日本の市民科学の発展に寄与することができる。

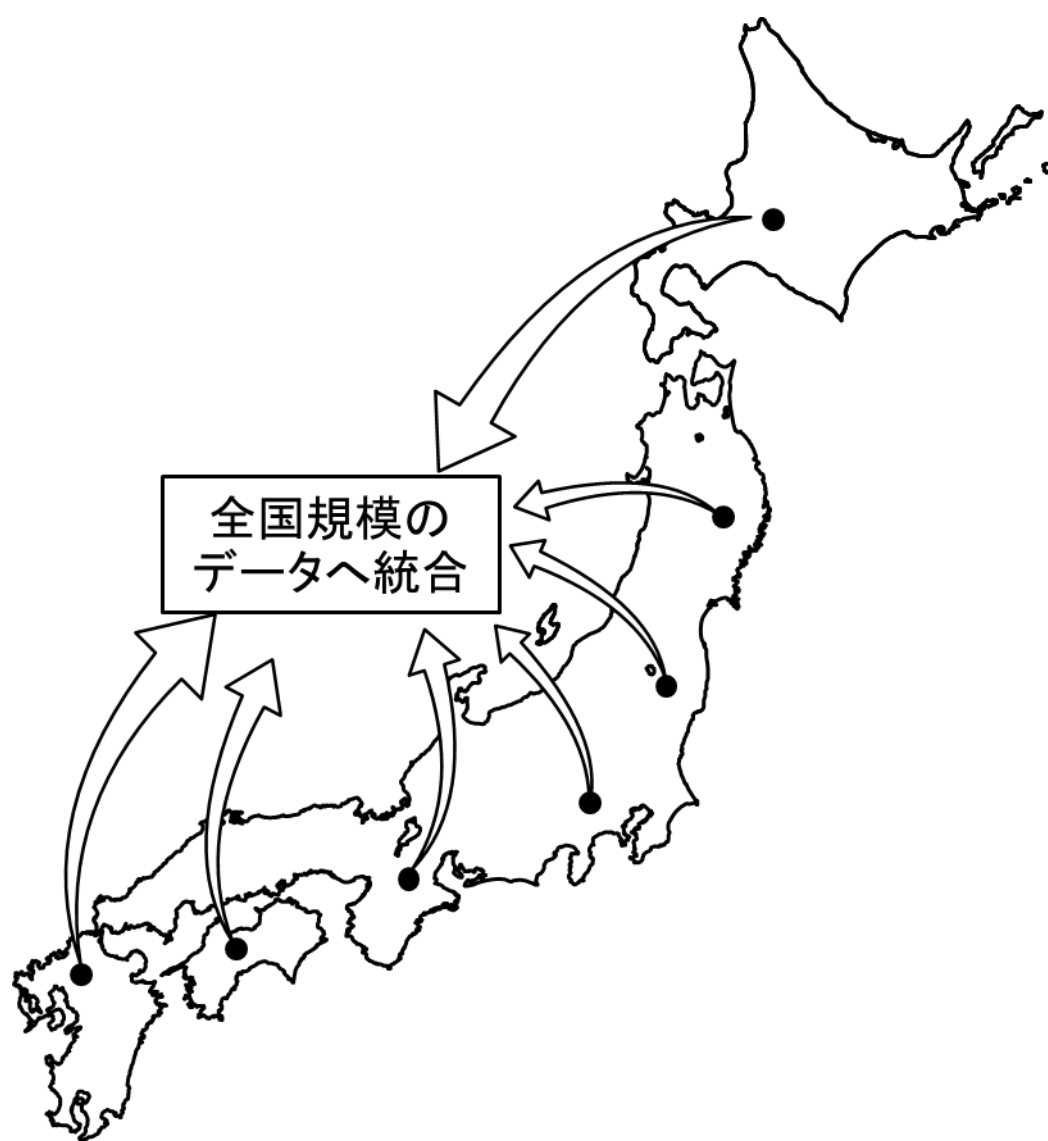


図 5-1 日本における地域規模のプロジェクトを活用した全国規模のデータへの統合

黒い円は地域規模の市民科学プロジェクトを示す。

### 第3節 今後の課題

第2章では、日本の市民科学プロジェクトの評価として10のプロジェクトを対象とし調査したが、地域から全国規模のプロジェクトを含めると国内外では数多くのプロジェクトが存在している (Dickinson et al. 2010; Theobald et al. 2015)。また評価基準である査読付き論文数に関しては、全国よりも地域規模のプロジェクトのデータを活用した論文が多数報告されている (倉本ら 2008; 嶺田ら 2010; 浜田・陸 2011)。これは地域規模の市民科学プロジェクトが多く存在している可能性を示したのち、今後も継続的により多くのプロジェクトを調査し地域から全国規模の市民科学プロジェクトを評価対象として評価することが重要である。今後、専門家や行政が市民科学の有用性や価値を理解することにより、より多くの市民科学プロジェクトが立ち上げられると考えられる。

市民科学プロジェクトの評価項目については満足度がプロジェクトの評価基準として考えられる。プロジェクトの満足度を評価するためにはヒアリングまたはアンケート調査が必要となる。そのため、参加者の意識調査を継続的に実施しつつプロジェクトの満足度の評価項目への追加を検討する必要がある。プロジェクトの満足度を評価項目に追加し、さらには多様な市民科学プロジェクトの参加者の満足度を明らかにすることが、市民科学プロジェクトの提案につながる。

「お庭の生きもの調査」のデータ解析では、緑のボリュームの評価基準や調査頻度など主観的に判断されている要因があり、参加者によって収集されたデータに偏りが生じている可能性がある。データの偏りは市民科学の課題の一つであり (Dickinson et al. 2010; Bonter and Cooper 2012)、この課題の解決は最重要である。データの偏りを解消するためには、1) 科学的な対処、または、2) 情動的な対処、3) 教育的な対処が必要である。

科学的な対処については、緑のボリュームの調査項目には回答項目に割合を表示するなどの客観的な評価基準の設定することがデータの偏りや精度の課題の解決につながると考えられる。

情動的な対処に関しては、庭を撮影し緑の割合を算出するアプリの開発と提供やアメリカの eBird で実施されている曖昧なデータの抽出ができるフィルタ機能や曖昧なデータを見分けるフラッグ機能などをデータベースに整備することでデータの偏りを解消につながると考えられる。

教育的な対処に関しては、HP 上に調査手順を説明するビデオの設置や参加へ同定マニ

ュアルの配布、専門家による調査手順や同定に関する講座の開催などの教育的アプローチによってデータ精度に関する課題の克服に資すると考えられる。

また、今回解析に使用したデータは生物調査の初心者を対象としたプログラムであったため、市民によって収集されたデータは種の出現と庭の環境要因の関係性の明示にとって適正であった。しかし、その他の同定技術がないと調査できないプログラム（お庭の生きもの目録）は、市民が収集したデータの検証を実施し、「お庭の生きもの調査」を総合的に評価すべきである。

市民科学プロジェクトのデータの解析によって調査項目の改善点が明らかになった。今回は「お庭の生きもの調査」プロジェクトを対象としていたが、国内には多くの市民科学プロジェクトが存在しているため、今後はさらに、その他のプロジェクトでも同様に解析する必要がある。

第3章では、本研究で対象とした2つの市民科学プロジェクトの参加者の意識と参加意欲の関係性を明らかにすることができた。日本の市民科学プロジェクトの参加者の意識や参加意欲をより深く理解するためには、様々なタイプ（一人で取り組むプログラムやスタッフと協働で取り組むプログラムなど）の市民科学プロジェクトの参加者を対象に本研究と同様のアンケート調査を実施することが重要である。そのため、今後も継続的に多様な市民科学プロジェクトの参加者を対象としたアンケート調査を実施し、同様の特徴を持ったプロジェクトでは、共通項目を用いて評価することが望ましい。最終的には参加意欲を向上させるために必要不可欠である参加者の意識をタイプ別のプロジェクトで明らかにすることを目標としている。

また、参加者の意識と参加意欲の関係性の傾向がみとめられたことから、今後は関係性のあった意識を向上させるとして参加意欲が向上するか否かについての検証する必要がある。そのため、「お庭の生きもの調査」の参加者には「プロジェクトの満足度」と「自己成長」を、「リトルターン・プロジェクト」の参加者にはプロジェクト活動の「楽しさ」を向上させるプログラムを実施し、プログラム前後で参加意欲がどのように変化したのかを明らかにする研究に取り組む。

第4章では、今回の調査は試験的に本学横浜キャンパス周辺の地域を対象とした市民科学プロジェクトを実施し、1) チョウのビオトープによる生態系管理の実施、2) 本学横浜キャンパス周辺の地域住民との「お庭の生きもの調査」の実施、3) 学生中心によるチョウ・トンボのラインセンサス調査の3つの地域規模のプログラムを開発した。参加人数



は少なかったが今後地域に住んでいる多くの住民の方々に参加してもらうことにより生態系管理や生物多様性保全のための価値あるデータを収集することができ、市民科学の手法が生態系管理を行うにあたり活用できることを示した。「大学におけるチョウのビオトープを用いた生態系管理の実施」は誘致目標種を多く誘致することができたが、「地域住民とお庭の生きもの調査」や「学生中心によるチョウ・トンボのラインセンサス調査」は、データ数の少なさや環境調査を行わなかったため、市民が収集したデータから生物と環境要因との関係性の把握まで至らなかった。今後は環境調査を実施し生物と環境要因の関係性を明らかにし地域規模の市民科学を活用した生態系管理や緑化事業の発展に取り組む。

また、市民と専門家の両方の特性を兼ねたアマチュアとして大学生が関わったことが良い結果を及ぼしていると考えられる。今後は、大学生が関わることによって参加者の意欲やデータの質にどのような変化をもたらしたのかを明らかにし、ボランティアリーダーなどの市民と専門家の橋渡し役の重要性を明らかにすることが必要である。

## 引用文献

- Akaike, H. (1973) . Information theory and an extension of the maximum likelihood principle, 2nd International Symposium on Information Theory (eds. B. N. Petrov and F. Cs'aki) , 267–281,
- Altizer S, Hochachka WM, Dhondt AA (2004) Dynamics of mycoplasmal conjunctivitis in eastern North American house finches. *J Anim Ecol*, 73:309–322
- Aono, Y and Kazui, K (2008) Phenological data series of cherry tree flowering in Kyoto, Japan, and its application to reconstruction of springtime temperatures since the 9th century. *Int. J. Climatol*, 28: 905-914
- Batalden, R.V., Oberhauser, K.S. (2015) Potential Changes in Eastern North American Monarch Migration in Response to an Introduced Milkweed, *Asclepias curassavica*. *Monarchs in a Changing World. Biology and Conservation of an Iconic Butterfly*. 19: 215-224.
- Benz, Seth, Abraham Miller-Rushing, Meg Domroese, Heidi Ballard, Rick Bonney, Tony DeFalco, Sarah Newman, Jennifer Shirk and Alison Young (2013) Workshop 1: Conference on Public Participation in Scientific Research 2012: An International, Interdisciplinary Conference. *Bulletin of the Ecological Society of America* 94: 112–117.
- Batson, D. and Ahmad, N. (2002) Four motives for community involvement. *Journal of social Issues*, 58(3): 429-445.
- Beumer, C. and Martens, P. (2015) Biodiversity in my (back)yard: towards a framework for citizen engagement in exploring biodiversity and ecosystem services in residential gardens. *Sustain Sci* 10: 87-100.
- Bonney, R., Ballard, H., Jorda, R., McCallie, E., Phillips, T., and Wilderman, C. C. (2009a) Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education. A CAISE Inquiry Group Report. Washington, D.C.: Center for Advancement of Informal Science Education.
- Bonney, R., C.B. Cooper, J.L. Dickinson, S. Kelling, T.Phillips, K.V. Rosenberg and J. Shirk (2009b) Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge

- and Scientific Literacy. *BioScience*, 59(11): 977-984.
- Bonney, R., Jennifer L. Shirk, Tina B. Phillips, Andrea Wiggins and Heidi L. Ballard Miller-Rushing, A.J. and Julia K. Parrish (2014) Next Steps for Citizen Science. *SCIENCE*, 343: 1436-1437.
- Bonter, D and Cooper, C (2012) Data validation in citizen science: a case study from Project FeederWatch *Front Ecol Environ*, 10(6): 305-307.
- Bonter D, Hochachka W. (2003) Widespread declines of chickadees and Corvids: Possible impacts of West Nile virus. *Am. Birds*, 103: 22-25.
- Bruyere, B. and Rappe, S. (2007) Identifying the motivations of environmental volunteers. *Journal of Environmental Planning and Management*, 50(4): 503-516.
- CBD (2010) Guide to the global taxonomy initiative CBD technical series. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, pp. 92.
- Chawla, L. (1999) Life Paths into Effective Environmental Action. *The Journal of Environmental Education* 31(1): 15-26.
- Christensen, N.L., Bartuska, A.M., Brown J.H., Carpenter, S., D'Antonio, C., Francis, R., Franklin, J.F., MacMahon, J.A., Noss, R.F., Parsons, D.J., Peterson, C.H., Turner, M.G. and Woodmansee, R.G. (1996) The report to the ecological society of America committee on the scientific basis for ecosystem management. *Ecological Applications* 6: 665-691.
- 千野洋平 (2015) 横浜市牛久保西地区におけるトンボ相の特徴、東京都市大学卒業論文.
- Cnaan RA and Goldberg-Glen RS (1991) Measuring motivation to volunteer in human services. *Journal of Applied Behavioral Science*, 27(3): 269-284.
- Conrad C and Daoust T (2008) Community-based monitoring frameworks: Increasing the effectiveness of environmental stewardship. *Environmental Management*. 41(3):358-366.
- Conrad, C.C. and K.G. Hilchey (2011) A review of citizen science and community-based environmental monitoring: issues and opportunities. *Environ Monit Assess*, 176: 273-291.
- Cooper, B.C., J.L. Dickinson, T. Phillips and R. Bonney (2007) Citizen Science as a Tool for Conservation in Residential Ecosystems. *Ecology and Society*, 12(2), 1-11.

- Cooper, C. and Smith, J. (2010) Gender Patterns in Bird-related Recreation in the USA and UK. *Ecology and Society* 15(4): 4.
- Cornell Lab of Ornithology (2015) Winter Bird Highlights 2015. Focus on Citizen Science, 11, 16pp.
- Courter J.R., Johnson, R.J., Bridges, W.C., and Hubbard, K.G. (2013) Assessing migration of Ruby-throated Hummingbirds (*Archilochus colubris*) at broad spatial and temporal scales. *The American Ornithologists' Union*, 130: 107–117.
- Cronbach, L.J. (1951) Coefficient alpha and their internal structure of tests. *Psychometrik*, 16: 297-334.
- Crosbie S, Koenig W, Reiser W, Kramer V, Marcus L, Carney R, Pandolfino E, Bolen G, Crosbie L, Bell D and Ernest H (2008) Early impact of West Nile virus on the Yellow-Billed Magpie (*Pica nuttalli*). *Auk*, 125(3): 542-550.
- Daume, S., Albert, M. and Gadow von, K. (2014) Assessing citizen science opportunities in forest monitoring using probabilistic topic modelling. *Forest Ecosystems*, 1:11.
- Delaney D, Sperling C, Adams C and Leung B (2008) Marine invasive species validation of citizen science and implications for national monitoring networks. *Biol Invasions*, 10: 117-128.
- Denny EG, Gerst KL, Miller-Rushing AJ, Tierney GL, Crimmins TM, Enquist CA, Guertin P, Rosemartin AH, Schwartz MD, Thomas KA, Weltzin JF (2014) Standardized phenology monitoring methods to track plant and animal activity for science and resource management applications. *Int J Biometeorol*, 58:591-601.
- Dhondt, A., Alexander V. Badyaev, Andrew P. Dobson, Dana M. Hawley, Melanie J.L. Driscoll, Wesley M. Hochachka, and David H. Ley (2006) Dynamics of Mycoplasmal Conjunctivitis in the Native and Introduced Range of the Host. *EcoHealth*, 3: 95-102.
- Dickinson, J.L., Zuckerberg, B. and Bonter, D.N. (2010) Citizen Science as an Ecological Research Tool: Challenges and Benefits. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 41:149-72.
- Dickinson, J. L. and Bonney, R, Eds. (2012) *Citizen Science: public collaboration in environmental research*. Cornell University Press, NY,

- Dickinson J, Shirk J, Bonter D, Bonney R, Crain R, Martin J, Phillips T and Purcell K (2012) The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. *Front Ecol Environ*, 10(6): 291-297.
- Euskirchen, E. S., Carman, T. B., and McGuire, A. D. (2013) Changes in the structure and function of northern Alaskan ecosystems when considering variable leaf-out times across groupings of species in a dynamic vegetation model. *Global Change Biology*, 20(3): 963-978.
- Ellwood E., Jeffrey M. Diez, Inés Ibáñez, Richard B. Primack, Hiromi Kobori, Hiroyoshi Higuchi and John A. Silander (2011) Disentangling the paradox of insect phenology: are temporal trends reflecting the response to warming? *Oecologia* 168:1161–1171.
- Feeley KJ, Silman MR (2011) Keep collecting: accurate species distribution modelling requires more collections than previously thought. *Divers Distrib*, 17:1132–1140.
- 福田晴夫・久保快哉・葛谷健・高橋昭・高橋真弓・田中蕃・若林守男・渡辺康之 (1983) 原色日本蝶類生態図鑑 (II). 325pp. 保育社, 大阪.
- Grese, R. E., Kaplan, R., Ryan, R. L., & Buxton, J. (2000) Psychological benefits of volunteering in stewardship programs. In: P. H. Gobster & R. B. Hull (Eds.), *Restoring nature: Perspectives from the social sciences and humanities*, pp. 265-280. Washington, DC: Island Press.
- Guiney, M.S. and Oberhauser, K.S. (2009) Conservation Volunteers' Connection to Nature. *COPSYCHOLOGY*, 1(4): 187-197.
- 浜田崇・陸斉 (2011) 市民参加型調査による温暖化モニタリングの実践と課題. 長野県環境保全研究所研究報告, 7: 27-32.
- Harrison, DA. (1995) Volunteer motivation and attendance decisions: Competitive theory testing in multiple samples from a homeless shelter. *Journal of Applied Psychology*, 80(3): 371-385.
- Havens, K and Henderson, S. (2013) Citizen Science Takes Root. *American Scientist* 101: 378-385.
- 林英子・早川雅晴・佐藤達夫・増田直也 (2005) 屋上営巣誘致に成功したコアジサシの繁殖状況について. *Strix*, 23: 143-148.

- 早矢仕有子 (2013) 札幌市豊平区西岡の住宅地における鳥類～庭に来る鳥のアンケート調査～, 札幌大学総合論叢, 35: 101-111.
- Hochachka, M. W. and Dhondt, A. (2000) Density-dependent decline of host abundance resulting from a new infectious disease. *PNAS*, 97(10): 5303-5306.
- Hochachka WM, Dhondt AA, McGowan KJ, Kramer LD (2004) Impact of West Nile virus on American crows in the northeastern United States, and its relevance to existing monitoring programs. *EcoHealth*, 1: 60-68.
- 堀本理華・北野紀子・鷺谷いづみ (2013) 参加型モニタリングプログラムを活用したセイヨウオオマルハナバチ対策. 保全生態学研究, 18: 213-224.
- 堀田満 (1977) 近畿地方におけるタンポポ類の分布. 自然史研究 1, (12): 117-134.
- Hosseini PR, Dhondt AA, Dobson A (2004) Seasonality and wildlife disease: how seasonal birth, aggregation and variation in immunity affect the dynamics of *Mycoplasma gallisepticum* in house finches. *Proc R Soc B* 271:2569–2577.
- Hüppop O and Hüppop K (2003) North Atlantic Oscillation and the timing of spring migration in birds. *Proc. R. Soc. Lond. Ser. B*, 270: 233-40.
- Ibáñez, I., Richard B. Primack, Abraham J. Miller-Rushing, Elizabeth Ellwood, Hiroyoshi Higuchi, Sang Don Lee, Hiromi Kobori and John A. Silander (2010) Forecasting phenology under global warming. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 365: 3247–3260.
- 井田達大・阪根浩平 (2011) 大学保全林内とその周辺緑地における蝶類の個体群構造と移動、武蔵工業大学卒業論文.
- 一ノ瀬友博・加藤和弘 (1993) 都市及び農村地域における鳥類の分布と土地利用の関係について. 造園雑誌, 56(5), 349～354.
- 猪又敏男 (1990) 原色蝶類検索図鑑. 223pp. 北隆館, 東京.
- 井上雅仁・松村美雪・中西正実 (2012) タンポポ調査・西日本 2010 で確認された島根県のタンポポについて. 島根県立三瓶自然館研究報, 10: 9-18.
- 石田昇三・石田勝義・小島圭三・杉村光俊 (1988) 日本産トンボ幼虫・成虫検索図説. 317pp. 港北出版印刷株式会社, 東京.
- Jacobson, S.K., Carlton, J.S. and Monroe, M.C. (2012) Motivation and Satisfaction of Volunteers at a Florida Natural Resource Agency. *Journal of Park and Recreation*

- Administration, 30: 51-67.
- Jeffery P (2008) Can volunteers do real research? *BioScience*, 58: 192-197.
- Jeong, J, Medvigy, D, Shevliakova, E and Malyshev, S (2013) Predicting changes in temperate forest budburst using continental-scale observations and models. *Geophysical Research Letters*, 40: 1-6.
- Józsa, G.I.G., M.A. Garrett, T.A. Oosterloo, H. Rampadarath, Z. Paragi, H. van Arkel, C. Lintott, W.C. Keel, K. Schawinski and E. Edmondson (2009) Revealing Hanny's Voorwerp: Radio observations of IC 2497. *Astronomy and Astrophysics*, 500(2): 33-36.
- 住宅・都市整備公団港北開発局 (1997) 港北ニュータウンにおけるグリーンマトリックスシステムによる計画と事業の推進. *日本造園学会誌* 61: 127-134.
- Kadoya T, Ishii HS, Kikuchi R, Suda S, Washitani I (2009) Using monitoring data gathered by volunteers to predict the potential distribution of the invasive alien bumblebee *Bombus terrestris*. *Biological Conservation* 142: 1011-1017.
- Kamezaki N and Matsui M (1997) A Review of Biological studies on Sea Turtles in Japan. *Japanese Journal of Herpetology*, 17(1): 16-32.
- 環境省 (2012) 生物多様性国家戦略 2012-2020. 環境省, 252pp.
- 環境省自然環境局生物多様性センター (2010) 日本の動物分布図集, 環境省, 東京, 1068pp.
- 川副昭人・若林守男 (1976) 原色日本蝶類図鑑. 422pp. 保育社, 大阪.
- Kellermann, JL, ENQUIST, CAROLYN, Humple, DL, Seavy, NE, Rosemartin, A, Cormier, RL, Barnett, LA (2015) "Phenological Synchrony and Bird Migration" in Wood E.M. and Kellermann J.L. (eds.), *A Bird's-Eye View of the USA National Phenology Network, an Off-the-Shelf Monitoring Program*, CRC Press, pp. 47-60.
- 木村早希 (2008) 大学キャンパスのバタフライガーデンのデザインとチョウの誘致効果、武蔵工業大学卒業論文.
- 清野聡子・足利由紀子・山下博由・土屋康文・花輪伸一 (2002) 大分県中津干潟における市民計画型干潟生物調査と海岸環境保全策の提案. *海岸工学論文集*, 49: 1136-1140.
- 小堀洋美 (2015) 用語解説 No.40 「市民科学」. *ランドスケープ研究* 78(4): 398.
- Kobori H., Janis L. Dickinson, I. Washitani, R. Sakurai, T. Amano, Naoya Komatsu, W.

- Kitamura, S. Takagawa, K. Koyama, T. Ogawara and A. J. Miller-Rushing (2015) Citizen science: a new approach to advance ecology, education, and conservation. *Ecol Res*,
- Kobori, H., Kamamoto, T., Nomura, H., Oka, K. and Primack, R. (2012) The effects of climate change on the phenology of winter birds in Yokohama, Japan. *Ecol Res*, 27: 173-180.
- 小堀洋美・桜井良・北村亘 (2014) 私有地の緑を活かしたコミュニティづくり—横浜市の「みどり税」を活かした行政・地区・大学との協働による試み. *環境情報科学* 43(1): 34-39.
- Kountoupes, L.D. and Oberhauser, S.K. (2008) Citizen Science and Youth Audiences: Educational Outcomes of the Monarch Larva Monitoring Project. *Journal of Community Engagement and Scholarship*, 1(1):10-20.
- 公益財団法人日本自然保護協会 (2015) モニタリングサイト 1000 里地調査ニュースレター, 15, 6pp.
- 工藤岳・横須賀邦子 (2012) 高山植物群落の開花フォのロジー構造の場所間変動と年変動: 市民ボランティアによる高山生態系長期モニタリング調査. *保全生態学研究*, 17: 49-62.
- 倉本宣 (1983) 都市公園における春植物ニリンソウ保全のための基礎的研究, *造園雑誌*, 47(5): 101-105.
- 倉本宣・細木大輔・岡田久子 (2008) 多摩川におけるカワラノギク保全団体の特性. *日本緑化工学会誌*, 34: 283-286.
- 倉本・永井 (2002) 桜ヶ丘公園雑木林ボランティアの活動と組織に対する意識. *ランドスケープ研究*, 65: 455-460.
- 倉本宣・野村康弘 (2003) 多様な市民との協働による絶滅危惧植物カワラノギクの復元における合意形成. *日本緑化工学会誌*, 29: 408-411.
- Lemoine N, Schaefer H-C and Böhning-Gaese K. (2007) Species richness of migratory birds is influenced by global climate change. *Glob. Ecol. Biogeogr*, 16:55-64.
- 前角達彦・須田真一・角谷拓・鷺谷いづみ (2010) 東京区部西縁3区におけるチョウ相の変化とその生態的要因の関係. *保全生態学研究*, 15: 241-254.
- Marra PP, Francis CM, Mulvihill RS, Moore FR (2005) The influence of climate on the



- timing and rate of spring bird migration. *Oecologia*, 142: 307-315.
- 丸山康司 (2007) 市民参加型調査からの問いかけ. *環境社会学研究*, 13: 7-19.
- 松田裕之 (2000) 環境生態学序説—持続可能な漁業、生物多様性の保全、生態系管理、環境影響評価の科学. 共立出版, 東京, 211pp.
- Mazer, SJ, Gerst, KL, Matthews, ER and Evenden, A (2015) Species-specific phenological responses to winter temperature and precipitation in a water-limited ecosystem, *Ecosphere*, 6(6): 1-27
- Miles, I., Sullivan, W. C., and Kuo, F. E. (1998). Ecological restoration volunteers: The benefits of participation. *Urban Ecosystems*, 2(1): 27-41.
- Miller-Rushing AJ and Primack RB (2008) Global warming and flowering times in Thoreau's Concord: a community perspective. *Ecology*, 89:332-341.
- Miller-Rushing A, Primack R, Bonney R (2012) The history of public participation in ecological research. *Front Ecol Environ*, 10:285-290.
- Milne, R., Rosolen, S., Whitelaw, G., & Bennett, L. (2006) Multi-party monitoring in Ontario: Challenges and emerging solutions. *Environments*, 34, 11-23.
- 嶺田拓也・松森堅治・廣瀬裕一・石田憲治 (2010) 市民参加型による田んぼの草花調査プログラムの開発. *農村計画学会誌*, 28: 351-356
- 宮内泰介 (2003) 市民調査という可能性 : 調査の主体と方法を組み直す. *社会学評論*, 53(4): 566-578.
- 森章 (2007) 生態系を重視した森林管理—カナダ・ブリティッシュコロンビア州における自然攪乱研究の果たす役割—. *保全生態学研究* 12: 45-59.
- 森章 (2009) スウェーデンにおける生物多様性の保全に資する森林管理の試み. *保全生態学研究* 14: 283-291.
- 森上信夫 (2007) 昆虫の食草・食樹ハンドブック, 文一総合出版, 東京, 80pp.
- 内閣府 (2014) 高齢者の家族と世帯, 平成 26 年度高齢社会白書, 119pp.
- 中島敏博・古谷勝則 (2005) 学生意識に見る若者の緑地保全活動への参加意志誘発プロセス. *環境情報科学*, 19: 151-156.
- 中村登流・中村雅彦 (1995) 原色日本野鳥生態図鑑<陸鳥編>. 301pp. 保育社, 大阪.
- 中尾昌弘・服部保 (1999) 三田市フラワータウンにおける戸建て住宅庭園の庭園植物の特色, *ランドスケープ研究*, 62(5), 617~620.

- 中静透 (2009) 温暖化が生物多様性と生態系に及ぼす影響. 地球環境, 14: 183-188.
- 浪崎直子・山野博哉・鈴木倫太郎・大堀健司・翁長均・岸本多美子・佐川鉄平・町田佳子・安村茂樹・佐藤崇範・鳴谷隆・柴田剛・土川仁・宮本育昌・春川京子・平手康市・古瀬浩史・鋒山謙一・山中康司・我妻亨 (2011) 海をフィールドにした市民調査の可能性—「日本全国みんなで作るサンゴマップ」プロジェクトの2年間の成果と展望—. 海の研究, 20(1): 37-46.
- Newman, G., A. Wiggins, A. Crall, E. Graham, S. Newman and K. Crowston (2012) The future of citizen science: emerging technologies and shifting paradigms. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 298~304.
- 日本チョウ類保全協会編 (2012) フィールドガイド日本のチョウ. 327pp. 成文堂新光社, 東京.
- 日本野鳥の会 (1971) 1970~71年ガン類ツクシガモ類ハクチョウ類全国いっせい調査のまとめ. 野鳥, 36(5): 43-54.
- 西浦千春・重松敏則・朝廣和夫 (2005) 農山村における農林作業体験が都市部の高校生の環境保全行動意欲に及ぼす効果. ランドスケープ研究, 68(5): 613-616
- Nov, O. Arazy, O. Anderson, D. 2011. Dusting for science: motivation and participation of digital citizen science volunteers. *Proceedings of the 2011 iConference* 68-74.
- NPO 法人リトルターン・プロジェクト, 2011. リトルターン・プロジェクト10年の歩み. 東京, 80pp.
- NPO 法人生態教育センター (2015) 第5回お庭の生きもの調査報告書, NPO 法人生態教育センター, 東京, 8pp.
- 沼里和幸 (1985) 生田緑地における野鳥の生態的分布. *Strix*, 4, 13~25.
- Oberhauser, K (2012) " Citizen Science: Public Participation in Environmental Research " in Dickinson, L. J., and R. Bonney (eds.), *Monitoring Monarchs: Citizen Science and a Charismatic Insect*, Cornell University Press, pp.35-42.
- 岡田久子・倉本宣 (2009) 市民・行政・研究者の協働による絶滅危惧種カワラノギク保全活動の取り組み—多摩川における保全の実践とその評価—. 保全生態学研究, 14: 101-108.
- 岡本湧暉 (2014) 大学チョウビオトープと牛久保西地区に出現するチョウ類の特徴と経年変化、東京都市大学卒業論文.

- 尾見浩幸 (2006) 大学保全林と周辺緑地のチョウ類を指標としたポテンシャル評価とエコアップ手法の提案、武蔵工業大学卒業論文.
- 小倉紀雄 (2003) 市民環境科学への招待—水環境を守るために—. 裳華房, 東京, 194pp.
- 大澤剛士・猪原悟 (2008) 富士箱根伊豆国立公園箱根地域における絶滅危惧植物の実態把握とその原因—パークボランティアによる調査データを利用した検討—. 保全生態学研究, 13:179-186.
- Omoto, AM. and Snyder, M (1995) Sustained helping without obligation: Motivation, longevity of service, and perceived attitude change among AIDS volunteers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 68(4): 671-686.
- Osawa T (2013) Monitoring records of plant species in the Hakone region of Fuji-Hakone-Izu National Park, Japan, 2001-2010. *Ecological Research* 28: 541.
- Owen, J. (2010) *Wildlife of a Garden: A Thirty-year Study*. Royal Horticultural Society, London, 261pp.
- Pleasants, M.J. and Oberhauser, S.K. (2012) Milkweed loss in agricultural fields because of herbicide use: effect on the monarch butterfly population. *Insect Conservation and Diversity*, 1-10.
- Primack R., Hiroyoshi Higuchi and Abraham J. Miller-Rushing (2009) The impact of climate change on cherry trees and other species in Japan. *Biological Conservation*, 142: 1943-1949.
- R Core Team (2013) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- 力久留美・周伯揚 (2013) 牛久保西地区と大学チョウビオトープにおけるチョウの特徴と経年変化、武蔵工業大学卒業論文.
- Rosemartin AH, Crimmins TM, Enquist CAF, Gerst KL, Kellermann JL, Posthumus EE, Denny EG, Guertin P, Marsh L, Weltzin JF (2014) Organizing phenological data resources to inform natural resource conservation. *Biol Conserv*, 173:90-97.
- Rotman, D., Preece, J., Hammock, J, Procita, K, Hansen, D., Parr, C., Lewis, D., Jacobs, D. (2012) Dynamic Changes in Motivation in Collaborative Citizen Science Projects. *Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported*

- Cooperative Work. 217-226.
- Ryan, R., Kaplan, F., & Grese, R. 2001. Predicting volunteer commitment in environmental stewardship programmes. *Journal of Environmental Planning and Management*, 44(5), 629–648.
- Sakurai, R., Kobori, H., Nakamura, M. and Kikuchi, T. (2015) Factors influencing public participation in conservation activities in urban areas: A case study in Yokohama, Japan. *Biological Conservation*, 184: 424-430.
- 桜井良・小堀洋美・関恵理華 (2014) 市民科学の課題と可能性ー市民調査団体への聞き取りからー. *人間と環境*, 40(1): 1-4.
- 笹木孝浩・曾根原宏彰 (2012) ニュータウンと本学チョウビオトープにおけるチョウ類の特徴と経年変化、武蔵工業大学卒業論文.
- Schwartz MD, Betancourt JL, Weltzin JF (2012) From Caprio's lilacs to the USA national phenology network. *Front Ecol Environ*, 10:324–327.
- 関健太 (2014) 牛久保西地区と都筑区内のトンボの生態調査と個体数変化、東京都市大学卒業論文.
- 生物多様性センター (2008a) モニタリングサイト 1000 全体とりまとめ業務報告書 (その1 沿岸域以外). 環境省自然環境局生物多様性センター, 182pp.
- 生物多様性センター (2008b) モニタリングサイト 1000 全体とりまとめ業務報告書 (その2 沿岸域以外). 環境省自然環境局生物多様性センター, 103pp.
- 柴田英美・増田直也・倉本宣, 2005. 屋上に営巣したコアジサシの保全活動に関わる市民の意識. *環境システム研究論文集*, 33: 133-139.
- Shirk J, Ballard HL, Wilderman CC, Phillips T, Wiggins A, Jordan R, McCallie E, Minarchek M, Lewenstein BV, Krasny ME, Bonney R (2012) Public participation in scientific research: a framework for deliberate design. *Ecol Soc*, 17:29.
- 主婦の友社 (2011) 野菜まるごと大図鑑, 株式会社主婦の友社, 東京, 287pp.
- Silvertown, J. (2009) A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(9), 467~471.
- Sparks, T.H. and Braslavská, O. (2001) The effects of temperature, altitude and latitude on the arrival and departure dates of the swallow *Hirundo rustica* in the Slovak Republic. *Int. J. Biometeorol.* 45: 212-216.

- Sparks, T.H. and Mason, C.F. (2001) Dates of arrivals and departures of spring migrants taken from the Essex Bird Reports 1950-1998. *Essex Bird Report* 1999: 154-164.
- 杉崎太一 (2010) チョウを生物指標とした港北ニュータウンの緑道評価、武蔵工業大学卒業論文.
- 巢瀬司 (1993) 蝶類群集研究の一方法. 日本産蝶類の衰亡と保護第2集 (矢田脩・上田恭一郎編), 83-90. 日本鱗翅学会, 大阪.
- 巢瀬司 (1998) 環境指標性を利用した解析. チョウの調べ方 (日本環境動物昆虫学会編), 59-69. 文教出版, 東京.
- Sullivan B.L., Jocelyn L. Aycrigg, Jessie H. Barry, Rick E. Bonney, Nicholas Bruns, Caren B. Cooper, Theo Damoulas, André A. Dhondt, Tom Dietterich, Andrew Farnsworth, Daniel Fink, John W. Fitzpatrick, Thomas Fredericks, Jeff Gerbracht, Carla Gomes, Wesley M. Hochachka, Marshall J. Iliff, Carl Lagoze, Frank A. La Sorte, Matthew Merrifield, Will Morris, Tina B. Phillips, Mark Reynolds, Amanda D. Rodewald, Kenneth V. Rosenberg, Nancy M. Trautmann, Andrea Wiggins, David W. Winkler, Weng-Keen Wongd, Christopher L. Wooda, Jun Yu, Steve Kelling (2014) The eBird enterprise: An integrated approach to development and application of citizen science. *Biological Conservation* 169: 31-40.
- 鈴木弘之 (1998) 聞き取り調査に基づく広島市八幡川河口周辺のツバメの営巣状況. *STRIX*, 16, 99~108.
- 辰井美保・藤井英二郎 (2006) 市民による里山管理活動が植生と参加者の意識に与える影響. *ランドスケープ研究*, 69(5): 777-780.
- 高山直通 (2007) ライガーデンを活用した学生主体の実践型環境教育プログラムの開発と実践、武蔵工業大学卒業論文.
- 谷嘉之 (2013) 牛久保西地区におけるトンボの生態調査と緑化の提案、武蔵工業大学卒業論文.
- Theobald, E.J., A.K. Ettinger a, H.K. Burgess, L.B. DeBey, N.R. Schmidt, H.E. Froehlich, C. Wagner, J. HilleRisLambers, J. Tewksbury, M.A. Harsch, J.K. Parrish (2015) Global change and local solutions: Tapping the unrealized potential of citizen science for biodiversity research. *Biological Conservation*, 181: 236-244.

- トンボはドコまで飛ぶかフォーラム (2015) トンボでつなぐ京浜の森 2014 年度活動報告書, トンボはドコで飛ぶかフォーラム事務局, 横浜, 9pp.
- 土田悟志 (2015) 本学におけるチョウビオトープと牛久保西地区のチョウ相の現在と過去の比較、東京都市大学卒業論文.
- 植田睦之 (2006) 鳥類の食物としての飛翔性昆虫の簡便なモニタリング手法の検討. *Bird Research*, 2, 25~33.
- 植田睦之・神山和夫 (2014) 参加型調査で収集した各種鳥類の初認, 初鳴きのデータ. *Bird Research*, 10: 33-36.
- UNEP (2014). Realizing the Potential of Citizen Science. In: UNEP Yearbook 2014: Emerging Issues of our Environment. UNEP Division of Early Warning and Assessment, Nairobi, Kenya.
- 牛久保西地区花と緑の会 (2013) 牛久保西地区地域緑化計画 (改訂版 130321) . 牛久保西地区花と緑の会, 16pp.
- Vetter, J. (2011) Introduction: Lay Participation in the History of Scientific Observation. *Science in Context*, 24(2): 127-141.
- 和田岳 (2005) 博物館における市民を巻き込んだ調査研究—大阪市自然史博物館の事例—. *日本生態学会誌*, 55: 466-473.
- 鷺谷いづみ (1998) 生態系管理における順応的管理. *保全生態学研究* 3: 145-166
- Wiggins, A., R Bonney, E Graham, S Henderson, S Kelling, G Lebuhn, R Littauer, K Lotts, W Michener, G Newman, E Russell, R Stevenson and J Weltzin (2013) Data Management Guide for Public Participation in Scientific Research. DataONE: Albuquerque, NM.
- Wilderman, C.C., A. Barron, and L. Imgrund (2004) From the field: A service provider's experience with two models for community science. *Community-Based Collaborative Research Consortium journal* Spring 2004..
- Willis CG, Ruhfel B, Primack RB, Miller-Rushing AJ, Davis CC (2008) Phylogenetic patterns of species loss in Thoreau's woods are driven by climate change. *Proc Natl Acad Sci*, 105:17029–17033.
- Willis CG, Ruhfel BR, Primack RB, Miller-Rushing AJ, Losos JB, Davis CC (2010) Favorable climate change response explains non-native species' success in

- Thoreau's woods. PLoS One 5:e8878
- Winkler D, Dunn P and McCulloch C. (2002) Predicting the effects of climate change on avian life history traits. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 99: 13595-13599.
- Wolkovich E and Cleland E (2011) The phenology of plant invasions: a community ecology perspective. Frontiers in Ecology and the Environment, 9: 287-294.
- 養父志乃夫・中島敦司・江崎正裕・中尾史郎 (1997) 庭園に飛来する鳥類の環境構造に対する選択性に関する研究. 環境システム研究, 25: 43-49.
- 横浜市環境創造局 (2009) 横浜緑アップ計画, 横浜市環境創造局, 神奈川, 46pp.
- 横田樹広・那須守・小堀洋美 (2009) 都市域の緑道におけるチョウ類の種組成と植生構造および周辺環境条件との関連性. 環境システム研究論文集 37: 49-55.
- 吉本哲郎 (2001) 「風に聞け, 土に着け一風と土の地元学」. 『増刊現代農業』, 52: 190-255.
- 結城登美雄 (2001) 「わが地元学」. 『増刊現代農業』, 52: 14-23.
- Zdravko D, Petra D, Jelena K and Darinka N (2009) Long-Term Trends in Timing of Breeding of The Barn Swallow *Hirundo Rustica* L. in CROATIA. Polish Journal of Ecology, 57: 611-614.
- Zoellick B, Nelson SJ, Schaffler M (2012) Participatory science and education: bringing both views into focus. Front Ecol Environ, 10:310-313.
- Zuckerberg B, Woods AM, Porter WF. (2009) Poleward shifts in breeding bird distributions in New York State. Glob. Change Biol., 15: 1866-83.

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり、浅学な私に終始懇切丁寧なご指導と共に叱咤激励をしてくださった、東京都市大学大学院環境情報学研究科、吉崎真司教授に心より深く御礼申し上げます。また、この4月より東京都市大学特別教授に就任された小堀洋美教授には、学部生の時から丁寧なご指導と様々な研究の機会を与えていただきました。ここに深く御礼申し上げます。

明治大学農学部の倉本宣教授には、市民科学や市民調査などの側面から多くのご指摘・ご助言をいただきました。東京都市大学大学院環境情報学研究科、宿谷昌則教授、宮本和明教授には、環境情報学の視点から研究に対する多くのご指摘、ご助言を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

また、東京都市大学大学院環境情報学研究科、藤井哲郎教授、伊坪徳宏教授、東京都市大学環境学部の北村亘講師、横田樹広准教授、メディア学部の大谷紀子教授には、暖かいお言葉と共に多くのご助言をいただきました。ここに謹んで感謝申し上げます。

市民科学のデータを検証するにあたって、NPO 法人生態教育センターの小河原孝生氏、古井亮太氏には、お庭の生きもの調査のデータのご提供とご助言をいただきました。参加者に対するアンケート調査にあたって、立命館大学政策科学部の桜井良助教には、アンケートの作成やご指摘、ご助言をいただきました。また、お庭の生きもの調査、リトルターン・プロジェクトの参加者の方々にはアンケート調査にご協力いただきました。心より御礼申し上げます。

コーネル大学の Prof. Janis L. Dickinson、NPO 法人バードリサーチの神山和夫氏、ケンブリッジ大学の天野達也博士、長野県環境保全研究所の陸斉氏、日本自然保護協会の高川晋一博士には、市民科学に関する貴重なご議論をいただくと共にご助言をいただきました。ここに心より感謝申し上げます。

牛久保西地区にお住まいの方々には、牛久保西地区における生物調査に参加していただき大変お世話になりました。また、小堀洋美研究室卒業生の山田真之祐氏、4年生矢部和美氏、北村亘研究室卒業生の芳賀光佑氏には、牛久保西地区におけるお庭の生きもの調査を手伝っていただいた。小堀洋美研究室の大学院生・学部生諸氏には、牛久保西地区での調査のデータのご提供と共に研究生活においてお世話になりました。また、吉崎真司研究室、北村亘研究室の大学院生・学部生諸氏にも、研究室生活においてお世話になりました。ここに感謝申し上げます。

ここにお名前を記載できなかった研究者や NPO に所属する会員の方々を含め、研究に関わった皆様のおかげで本論文を完成することができました。改めて心より感謝申し上げます。

2016年 小松直哉