Environment Research and Technology Development Fund

環境研究総合推進費　終了研究成果報告書

企業活動による生物多様性の影響評価のための指標と経済評価手法、及びモデルの開発に関する研究

(1-1703)

平成29年度～令和元年度

Developing Indicators, Economic Valuation Methodologies and Models for Assessment of Business Impacts on Biodiversity

〈研究代表機関〉
公益財団法人地球環境戦略研究機関

〈研究分担機関〉

〈研究協力機関〉
三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社
いであ株式会社

令和2年5月

目次

I. 成果の概要 ・・・・・・・・ 1
１．はじめに（研究背景等）
２．研究開発目的
３．研究開発の方法
４．結果及び考察
５．本研究により得られた主な成果
６．研究成果の主な発表状況
７．研究者略歴

II. 成果の詳細
II－１　企業活動による生物多様性の影響評価のための指標と経済評価手法、及びモデルの開発に関する研究 ・・・・・・・・ 13
（公益財団法人地球環境戦略研究機関）
要旨
１．はじめに
２．研究開発目的
３．研究開発方法
４．結果及び考察
５．本研究により得られた成果
６．国際共同研究等の状況
７．研究成果の発表状況
８．引用文献

III. 英文Abstract ・・・・・・・・ 74

I. 成果の概要

課題名　1-1703　企業活動による生物多様性の影響評価のための指標と経済評価手法、及びモデルの開発に関する研究

課題代表者名　吉田 謙太郎　（公益財団法人地球環境戦略研究機関シニアフェロー）

研究実施期間　平成29～令和元年度

研究経費（累計額）　49,085千円

（平成29年度：16,639千円、平成30年度：15,807千円、令和元年度：16,639千円）

本研究のキーワード　生物多様性、自然資本、生物多様性指標、多地域間産業連関表、多重比較分析、自然資本プロトコル、ESG

研究体制

（１）企業活動による生物多様性の影響評価のための指標と経済評価手法、及びモデルの開発に関する研究（公益財団法人地球環境戦略研究機関）

研究協力機関

三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社、いであ株式会社

１．はじめに（研究背景等）

本研究課題は、生物多様性の主流化を進める上で、これまで取組が遅れていた企業活動の生物多様性への影響評価について、指標及び評価モデルの構築を通じて貢献するものである。2010年の生物多様性条約第10回締約国会議において採択された愛知目標の達成、そして第四次環境基本計画（2012年）、研究期間中に策定された第五次環境基本計画（2018年）における生物多様性主流化の重点戦略等を踏まえた上で、特に日本企業の取組を支援することが急務となっている。

第四次環境基本計画（2012年）では、第2部第1章の「第5節　生物多様性の保全及び持続可能な利用に関する取組」において、生物多様性に配慮した事業活動の推進に向けた取組の強化がうたわれている。また、国際的な視野を持ち、地球規模で生物多様性の損失を防ぐために、我が国が輸入している食料、木材、原材料、生活用品等による海外の生物多様性への影響にも配慮した取組の促進が示されている。

第五次環境基本計画（2018年）では、地域循環共生圏の創造と持続可能な開発目標（SDGs）の考え方を活用し、生物多様性の確保・自然共生を重点政策として進めることがうたわれている。6つの重点戦略の①は「持続可能な生産と消費を実現するグリーンな経済システムの構築」であり、企業戦略における環境ビジネスの拡大・環境配慮の主流化、金融を通じたグリーンな経済システムの構築としてのESG投資の普及・拡大が示されている。さらに、重点戦略②の「国土のストックとしての価値の向上」における自然資本の維持・充実・活用、国際貢献による我が国のリーダーシップの発揮と戦略的パートナーシップの構築における生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学-政策プラットフォーム（IPBES）等の国際的なルール作りへの積極的関与・貢献等が、本研究課題に深く関係する政策課題である。

生物多様性条約においても、愛知目標4では「2020年までに企業や消費者が自然資源の利用による生態系への影響を軽減し、持続可能な生産及び消費に向けた行動を開始する」ことが重要な目標としてあげられている。生物多様性条約第13回締約国会議の決議10では、企業の生物多様性と生態系サービスへの依存度と影響を把握するツールとして「自然資本プロトコル」が記されており、2020年の愛知目標達

成に向けた具体的な取組が急務である。

国際的な潮流として、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が気候変動対策の実効性を高めてきたように、IPBESが2012年に設立され、生物多様性に関する様々な取組を可視化するための評価が進められてきている。そうした中で、欧州の先進的企業（Kering社等）が代表的であるが(Kering, 2020)、2013年にサプライチェーンを含む環境便益と損失を金銭評価し、影響比較と優先的取組事項を明確化する報告書を公表し注目された。また、2016年には自然資本連合が、多数の多国籍企業や国際機関とともに、企業活動の自然資本への影響把握及び企業戦略への活用のための「自然資本プロトコル」を発表した。さらに、本研究プロジェクトの研究グループが、多地域間産業連関モデル（MRIO）を構築し、グローバルな産業活動に伴う生物多様性損失の影響評価に係る研究成果を発表し、IPBES等へ貢献している（Lenzen et al., 2012他）。

国内では、環境省自然環境局が、企業活動の生物多様性保全への貢献度の可視化に向けた経済的価値評価の検討をすすめ、2017年に生物多様性民間参画ガイドラインが改定された。そうした環境省の取組の中で、サプライチェーンを主とする企業活動の生物多様性への影響評価については、信頼性と汎用性のある評価指標群の確立、経済評価、産業連関分析等、多角的視点からの評価モデル構築は十分に進んでいないのが現状である。

また、日本国内での企業の取組が社会貢献活動（CSR）の一環としての植林活動に集中しているが、企業経営としての費用対効果に関する説得的な根拠を経営層から要請されるとともに、国際的には企業のイメージアップ目的の活動としてグリーンウォッシュと指摘される懸念もあった。他方、ESG投資の観点から、国際的シンクタンク等により、投資格付け対象としての企業活動の生物多様性影響を評価するためのフレームワーク構築が積極的に進められている。

企業活動と生物多様性の主流化をめぐる社会情勢は急速に変化しつつあり、それらを踏まえた上で、研究と政策、企業活動の有機的連携が求められていた。本研究課題は、それらの社会情勢とニーズに基づき、行政からの政策的要請を受けて実施されることとなった。

２．研究開発目的

本研究は、マクロ及びミクロな視点に基づく各種生物多様性影響評価モデルの開発・構築、及び精度の高い実証分析を行うこと、それらのモデルに役立つ生物多様性指標群を明らかにすることを主目的とする。具体的には、多地域間産業連関表に基づくライフサイクルモデルである日本IELabの研究・開発、経済評価手法である多重比較分析の開発と応用分析を行い、評価モデルと分析結果を企業に還元するとともに、政策支援の方向性を明らかにし、研究成果の社会実装を目的とする。また、企業・製品単位での生物多様性保全活動を促す評価ツールである自然資本プロトコルを、日本企業に適用するパイロット事業を行い、企業の生物多様性保全活動を支援することを目的とする。

サプライチェーンを通じた直接・間接的な環境負荷を分析するライフサイクルアセスメント分析及び産業連関分析法を応用したマクロモデルとして、日本の市町村レベルまで細分化した多地域間産業連関モデル（日本IELab）を開発する。日本企業が自社製品等の生物多様性影響評価に適用できるサプライチェーンを通じた直接・間接的な環境負荷を分析するモデル開発に取り組む。一般消費者等のミクロレベルで生物多様性経済評価を行うため、新規性の高い多重比較分析のモデル開発と応用分析を行い、生物多様性分野における評価手法の適用可能性を検証する。企業活動が主要な研究対象であるため、生物多様性認証や生物多様性配慮食材調達等といった商品価格・費用に直接影響を与える評価指標・対象について、研究開発の方向性を定めることを目的とする。日本企業を対象としたパイロット事業として、自然資本プロトコルを活用した応用分析を実施し、日本企業の生物多様性保全活動における自然資本プロトコルの有用性を検証することを目的とする。

それらのモデル分析の前段として、既存の生物多様性・生態系サービスの評価手法とそれらに使用されている指標群の中でも特に土地利用指標について、総合性、普遍性、簡便性、データの入手可能性等から調査分析する。また、生物多様性保全活動の中でも重要性の高まっている国際的生物多様性認証

について、熱帯林等に関わる現地調査を踏まえ、認証システムの有効性と課題を検証する。そのために、国内外企業との継続的な意見交換の場を設定し、企業ニーズを迅速に取り込み、各種評価モデルの実践性・実用性を高めることを研究開発目的とする。

３．研究開発の方法

本研究課題は、一つのサブテーマのもと、（1）多地域間産業連関表を基にしたライフサイクルモデル開発、（2）消費者と企業に受容可能な指標群の多重比較分析と経済評価、（3）企業活動に関わる生物多様性指標及び評価手法、（4）自然資本プロトコルに基づく影響評価に関する企業とのパイロット事業、の4つのパートに区分される。それぞれが有機的に相互連携し、日本企業の生物多様性影響評価のためのマクロモデルから、企業及び消費者レベルのミクロモデルに至る評価手法を適用して研究を推進してきた。（1）と（2）のマクロ及びミクロモデル開発においては、（3）の指標及び評価手法による生物多様性評価指標の国際動向のレビューを踏まえ、土地利用や希少生物種、生物多様性認証等の指標を適用し、評価モデルの開発と実証分析を行った。また、（2）（3）（4）では、同一企業とのパイロット事業を多角的な視点から取り組むなど、サブテーマ内での相互連携を深めて研究を推進した。

（1）の多地域間産業連関表を基にしたライフサイクルモデル開発について研究開発の方法を説明する。現在の日本の産業連関表は、国レベル、地域レベルのものがあるが、セクター数は国レベルの518x379セクター表（2011年）であり、地域レベルになると52x52セクター表（2005年）である。そのため、産業連関表をさらに細かい分野に分け、多地域間産業連関表（MRIO）を作成するため、セクター、地域が最も詳細に細分化されている経済センサス活動調査の従業者数データを用いて、多地域間産業連関モデル（日本IELab）を開発する。日本IELabの特徴は、1,894市町村、4,266セクターの多地域間産業連関表から、ユーザーの分析したい地域、セクター数に合わせて、多地域間産業連関表をカスタマイズできることである。日本企業の活動に関する諸情報を分析に取り込むことにより、全国各市町村における生物多様性に影響を与える土地利用の変化を定量化することが可能となる。各市町村の森林に生息する絶滅危惧種は、国立環境研究所と協働してGISを用いて収集したデータを活用した。

（2）の消費者と企業に受容可能な指標群の多重比較分析と経済評価について説明する。多重比較分析（Best-Worst Scaling: BWS）と呼ばれる新規性の高い経済評価手法を、生物多様性指標評価に適用するためのモデル開発とその応用分析を行うことが研究目的である。新たな経済評価手法の開発と事例分析の蓄積、企業への研究成果の還元、そしてそれらを環境政策への貢献につなげることが、主要な研究開発方法である。具体的には、経済評価手法開発と実証分析として、以下の2点を中心として研究する。①多重比較分析におけるオブジェクト型とマルチプロファイル型という2種類の評価手法の研究、②生物多様性に関する経済価値評価と評価を規定する要因の分析。多重比較分析による応用事例の分析としては、以下の3点を中心として開発する。③生物多様性と他の環境問題（気候変動、廃棄物等）との相対的重要度比較、④生物多様性認証（エコラベル）の経済評価、⑤生物多様性配慮型食材調達に関する経済評価。

（2）の消費者と企業に受容可能な指標群の多重比較分析と経済評価では、2種類のインターネット・アンケート調査により得られたデータに基づき、多重比較分析を実施した。第1の調査では、生物多様性指標と他の環境指標との相対的重要度をオブジェクト型BWSと呼ばれる手法により評価した。また、生物多様性認証と原産地情報を含む食材や農産物の経済価値評価をマルチプロファイル型BWSにより実施した。第2の調査では、企業とのパイロット事業との連携をはかるため、株式会社アレフが運営する全国展開のレストランチェーン「びっくりドンキー」における生物多様性配慮型食材調達に関する評価を行った。オブジェクト型では、株式会社アレフが実施している生物多様性に配慮した米調達に関する相対的重要度比較を実施した。また、マルチプロファイル型BWSでは、各種食材・飲料に関する産地と栽培方法について、消費者による経済評価を行った。

（3）の企業活動に関わる生物多様性指標及び評価手法について説明する。自然資本プロトコルについて、「自然資本プロトコル・ツールキット」で紹介されている57ツールのうち、生物多様性・生態系

サービスの影響評価に係る39ツールを比較分析した。定量的評価が可能で、すべてのセクター・地理的地域に活用でき（普遍性）、サプライチェーンを含めた生態系への影響を企業単位で包括的に把握できる（総合性）、既存の評価手法を整理した。さらに、各々の評価手法を総合性、普遍性、簡便性（ツールの利用に必要とされる技術や時間）、データの入手可能性（データとデータへのアクセスの有無）等の観点からツールの評価を行った。特に生物多様性・生態系サービスへの直接的な影響が大きい「土地利用」について、評価手法と評価指標（面積、希少種、植生）を分析した。

さらに（3）では、パーム油・紙パルプ等の国際農業産品が、地球規模での生物多様性損失に対して与えている脅威の定量化手法に関し、大きく分類して三つの方法論（レッドリストアプローチ、種面積関係アプローチ、平均生物種豊富度アプローチ）が提示されているが、これらの方法論が採用している指標及び評価手法について比較分析を行った。また、これらの脅威を緩和するために生物多様性認証制度が広く導入されつつあるが、認証の導入によって生物多様性損失への脅威がどのように緩和され、回復へ向かっていくのか分析した。そして、その際に重要となるモニタリングの指標及び評価手法について、インドネシア国西カリマンタン州のオイルパーム（パーム油の原材料）及び早生樹（紙パルプの原材料）コンセッションを具体事例として検討を行った。

（4）の自然資本プロトコルに基づく影響評価に関する企業とのパイロット事業では、企業の生物多様性・生態系サービス評価の有力な国際的評価手法として認識されている「自然資本プロトコル」の手続きに添った日本企業の評価を実施する。そのため、日本企業2社（株式会社アレフ及び大日本印刷株式会社）と協力し、パイロット事業として、評価の目的の明確化やスコーピングを行った上で対象事業に対する評価を行った。また、自然資本プロトコルを用いて企業活動を分析した4事例（上記2社を含む）をまとめた事例シートを作成するとともに、当該4事例について、自然資本プロトコルの手順に沿って各段階で行われた検討過程及び意思決定について整理した。

４．結果及び考察

本研究は、上述したとおりサブテーマは一つであるが、(1)多地域間産業連関表を基にしたライフサイクルモデル開発、(2)消費者と企業に受容可能な指標群の多重比較分析と経済評価、(3)企業活動に関わる生物多様性指標及び評価手法、(4)自然資本プロトコルに基づく影響評価に関する企業とのパイロット事業、の4つのパートに大別される。それぞれについて順を追って説明を行う。

(1)多地域間産業連関表を基にしたライフサイクルモデル開発について説明する。土地利用、淡水生態系の利用、生物多様性への影響は、様々な指標によって評価されてきた。しかし、生物多様性保全のために、土地利用や生物多様性への負荷を誰が負うべきなのか、負荷に対してどれだけの貢献をすべきなのかを示す指標に関しては、Lenzen et al. (2012)による、国際貿易が生物多様性に与える影響を世界で初めて定量化した生物多様性におけるフットプリント分析のみである。Lenzen et al. (2012)により、生物多様性の損失が行われている地域と、それを引き起こす要因となっている消費地域の関係性が明確になり、消費ベースの生物多様性における環境負荷が明らかになった。

一方で、日本国内における消費ベースの生物多様性における環境負荷は、Lenzen et al.(2012)では分析することができない。国内での分析を行うには、国内におけるサプライチェーンを通じた直接・間接的な環境負荷を分析するライフサイクルアセスメント分析及び産業連関分析法を応用した多地域間産業連関モデルが必要となる。そのため、本プロジェクトでは、国内の市町村レベルでの消費ベースの環境負荷を分析できる新たなモデル開発を行った。

本プロジェクトにおける成果として、1年目に本モデルの構築を行い、2年目にモデルの性能と整合性をチェックするため、データの確認が可能である生産活動に焦点を置いた分析として、食品ロスにおける消費ベースの環境負荷分析を実施した（Wakiyama et al., 2019）。食品ロス削減は農地等利用の効率化につながり、土地利用の面で生物多様性に正の影響を与える効果がある。これにより、モデルの整合性が確保された。3年目に、本モデルを用いた生物多様性に関わる事例分析を行った。その概要は下記の通りである。

多地域間産業連関分析の実施により、土地を利用して商品を生産している北海道の各地域と、その地域で生産された商品を消費する消費者との関連性を明らかにした。まず、北海道の各地域の土地が耕作地または工場用地として活用されている場合、その土地から生産された商品の消費者である受益者を特定した。そして、その受益者が、北海道の土地利用により受益を得る代わりに、消費に由来する消費ベースの環境負荷をオフセットするため、北海道の生産地域の土地管理費にどれだけ貢献する必要があるかを金額ベースで示した。

具体的には、東京都が北海道の各地域の土地利用により、得られる受益を算出した。その結果、北海道で最大の年間森林管理予算を持つ上川郡の場合、東京都は合計10,746haの土地で生産された商品を消費していることが明らかになった。その土地面積を上川郡で活用された土地として、商品生産のために活用された土地面積を経済的価値に換算した。その結果、上川郡での東京都による土地利用は3億2,060万円相当に値することが示された。

次に、上川郡の森林に生息する生物多様性を検討した。2010年GISデータでは、上川郡の森林地域には絶滅危惧種142種の生物が生息する。そのうち、東京都からの3億2,060万円の貢献により、142種の絶滅危惧種が生息する4.2%の森林地域が管理され、保全される。これは、東京都の納税者一人当たりで換算すると43.5円になり、この支払いにより、上川郡の絶滅危惧種の森林生息地の4.2%の保護に貢献したことになる。一方で、上川郡の森林管理のために政府が支払うすべての年間費用を賄い、142絶滅危惧種の生息地を保護するには、日本のすべての納税者が上川郡に年間181円を支払う必要があると計算された。なお、本研究では、市町村単位で把握できる森林管理予算（総務省地方財政状況調査の林業費）を指標として用いた。2014年度の森林管理予算である都道府県林業費は7,563億円、市町村林業費は1,628億円（うち北海道上川郡10億円）である。

本研究で開発した日本IELabモデルを用いた分析は、様々な応用が可能である。上記の分析結果は、生物多様性影響評価に関して、消費が土地利用に与える影響の観点から評価した一事例である。本モデルを用いることにより、企業が取り扱う商品やサービス、工場が立地する地域に合わせて、生物多様性への影響評価分析も行うことができる。企業が取り扱う商品やサービスを評価する場合、企業が供給しているコモディティ毎、地域毎（市町村毎）の年間の収支報告書の支出額を用いて、個々の企業の年間の各項目における需要から発生するフットプリント（環境負荷）を示すことができる。

最後に、企業が生物多様性の影響評価、または生物多様性への貢献がどれだけ影響をもたらすかを評価する方法として、推進費終了後に本推進費で開発したモデルを用いた分析を、各企業の要望に合わせて提供することが実現できるようになった（https://ielab.info/analyse/ielab-japan）。作成したモデルへアクセスするサーバーはシドニー大学にあり、スーパーコンピューターを使用して動かしているため、分析はオーストラリアの大学コンソーシアム（IELab） またはコンサルタント会社に依頼することになる。各依頼にかかる費用については、分析を利用する企業等に課金される。

本プロジェクトで開発したモデルと方法論を用いることにより、企業の依頼に合わせ、企業活動が与える生物多様性への影響評価、または企業が寄付等を通じて貢献した生物多様性保全を定量的に評価できることとなった。本プロジェクトを通じて土地利用への環境負荷であるフットプリントと、生物多様性への貢献の見える化を企業単位で分析し、企業による生物多様性への負荷をオフセットする方向性を示すことが可能になった。

さらに、企業向けのサービスとして、企業の要望に合わせ、企業から提供された年間の収支報告書の支出額を用いて、各企業の活動が世界の生物多様性の損失にどれだけ影響を及ぼす可能性があるのかを示すこともできる。本研究プロジェクトの所期の目的及び計画の範疇を超えるメリットであるが、今後は、本プロジェクトで開発した日本国内の多地域間産業連関モデルとグローバルまたは他国（例えばオーストラリア）の多地域間産業連関モデルをリンクさせることにより、企業の活動により引き起こされる世界の生物多様性の損失をさらに詳細に示すことが可能になる。

(2)消費者と企業に受容可能な指標群の多重比較分析と経済評価について説明する。本研究では、一般の消費者を対象とした2種類のアンケート調査に基づき多重比較分析を行った。第1の調査では、生物多様性と他の環境問題との相対的重要度をオブジェクト型BWSにより評価した。また、生物多様性認証

の経済価値評価をマルチプロファイル型BWSにより実施した。第2の調査では、パイロット事業と連携し、株式会社アレフがレストランチェーンで実施する生物多様性配慮型食材調達に関する多重比較分析を行った。オブジェクト型BWSでは、生物多様性に配慮した米生産に関する重要度評価を行った。マルチプロファイル型BWSでは、各種食材や飲料に関する産地や栽培方法に対する消費者による経済評価を実施した。

第1の調査は、生物多様性指標の多重比較分析である。オブジェクト型BWSを適用した相対的重要度評価から、下記の結果が明らかとなった。日本企業が重視し、CSR活動の一環として実施している「生物多様性の保護・保全」指標のBest-Worst比（B/W）は0.47と低く、自然資本プロトコル等における生物多様性指標である「適正な土地利用」もBest-Worst比が0.75であった。平均値が1であるため、他の環境指標と比較して低い評価結果であることが明らかとなった。

次に、消費者による重要度評価結果を規定する要因分析を行った。その結果、性別については、生物多様性指標である「適切な土地利用」「生物多様性の保護・保全」と大気関連の「温室効果ガスの削減」「大気汚染物質の削減」について対照的な結果が得られ、生物多様性は男性の評価が高くなる傾向があった。年齢階層は、40代が各年齢階層の平均的結果であったが、20代は生物多様性指標への評価が高い傾向があり、60代以上は生物多様性の保護・保全への評価が低くなる傾向があった。また、日本企業が重視するCSRに関連する生物多様性指標項目は、世帯所得が重要な規定要因であることが示された。

第1の調査では、生物多様性認証（エコラベル）の経済評価を、マルチプロファイル型BWSという多重比較分析に基づき実施した。分析結果から、食材産地に対しては約50円の限界支払意志額が得られた。次いで、有機JASとレインフォレスト・アライアンス認証が26円台、MSC（海洋管理協議会）とFSC（森林管理協議会）が約17円となった。限界支払意志額を規定する要因分析を行った結果、生物多様性認証は、女性の方がエコラベルや産地表示を意識して購入の意思決定を行っていた。年齢階層に明確な差違はみられないが、20代以下のFSCに対する評価が高く、60代以上のMSCとFSCへの評価が高い傾向がみられた。世帯所得は、レインフォレスト・アライアンス認証のみ評価が高くなることが明らかとなった。生物多様性認証に関しては、MSCのエコラベルのように、水産物の持続可能性が理解しやすいラベルについては、知識や認知度の向上と相乗効果があり、エコラベル表示により消費者評価が高くなる関係性のあることが明らかとなった。エコラベルの認知度向上だけでなく、ラベル自体の直感的な意味が明確であるほど、消費者の商品選択に影響を与えることが示された。

農産物の市場価格あるいは外食産業では、国産食材について評価が高く、実際に付加価値が付いている。つまり、支払意志（態度）と購買行動の乖離が少ないと考えられるが、生物多様性認証については両者の乖離が企業から報告されている。態度と行動の乖離を解消するための行動インサイトに基づく政策手法が必要である（経済協力開発機構，2019）。

第2の調査は、生物多様性配慮の食材調達に関する企業事例の多重比較分析である。外食産業が調達する食材の環境配慮と原産地表示に関する消費者評価を明らかにした。オブジェクト型BWSでは、食材の中でも米に焦点を当て、実際にレストランチェーン「びっくりドンキー」において実施されている国内での米調達を参考とし、当該企業と連携して評価を実施した。水田に依存する生物に配慮した栽培方法と省農薬米、そして各食材についての生物多様性配慮を含む調達先・原産地情報への消費者選好が、本分析による主要な評価対象である。

消費者評価の結果、「農薬の使用を減らしたお米（省農薬米）」に対する重要度が最も高く、2位以下の項目よりも3倍以上数値が高かった。しかしながら、「田んぼの生きものに配慮して栽培」は7項目中5位であった。株式会社アレフが米調達において重視している要素は農薬使用の減少（省農薬米）と水田の生物調査である。前者への評価は高かったが、後者は評価が低かった。それらを規定する要因分析を行った結果、省農薬米と生物配慮栽培米については、20代以下の評価が低く、60代以上の評価の高いことが明らかとなった。また、生物多様性農法と安全・安心を重視する消費者は、省農薬米や生物配慮栽培米を高く評価する傾向が明らかになった。マルチプロファイル型BWSの結果から、日本の消費者は食材の国産選好が強く、生物多様性に配慮した農産物は高く評価されていないことが明らかとなっ

た。その要因分析結果から、生物多様性農法と安全・安心を重視する消費者は、ほぼ全属性の限界支払意志額が高いことが明らかとなった。

詳細な水田の生き物調査を実施し、調達先農家との契約栽培を実施している外食チェーンにとって、消費者にその意義が十分に評価されないことは、今後の事業継続性に影響を与える課題である。生き物にとってやさしい栽培方法が食材の安全・安心に好影響を与えているという回答も同時に得られており、消費者への適切な情報伝達が必要であるとの示唆が得られた。店舗等における情報提供の工夫次第では、国産以外の食材に対する評価を高める余地のあることが明らかとなった。

(3)の企業活動に関わる生物多様性指標及び評価手法について説明する。まず、自然資本プロトコル・ツールキットで整理されている12の影響指標のうち、分析の対象となった39の生物多様性・生態系サービスの評価に係るツールにおいて、どの影響指標を評価に含めているのかを整理したところ、土地利用、淡水生態系の利用、生物多様性への影響、水利用、その他の自然の利用、温室効果ガスの排出の7つの指標が半数以上のツールにおいて、生物多様性・生態系サービスの評価指標として活用されていることが明らかとなった。特に、土地利用、淡水生態系の利用、生物多様性への影響は70%以上のツールで指標として活用されていた。

また、生物多様性・生態系サービスの評価に係る39のツールのうち、日本企業のニーズにあった評価手法を把握するため、1）定量的評価ができ、2）すべてのセクターに適用可能で、3）すべての地理的地域に適用可能であり、4）包括的な生態系への影響評価ができて、5）サプライチェーンを含む、6）企業単位の影響評価が可能な評価手法について、整理したところ、12のツールがこれらの条件に該当することが明らかとなった。さらに、日本企業が比較的容易に活用可能と考えられる12のツールのうち、各手法を総合性、普遍性、簡便性、データの入手可能性などから評価し、総合評価を行った。そして、土地利用を評価指標として活用している手法において、面積以外に希少種、植生など土地利用におけるどのような要素を評価指標として活用しているのかについて分析した。

分析結果から、企業や製品レベルのライフサイクルアセスメント（LCA）では、土地利用は面積指標が中心であることがわかった。LCAにおいて土地利用変化を考慮に入れることには限界があり、通常のLCA分析においては、気候や水、生物多様性への重要な影響について把握するための、空間解析や生態情報の予測が困難である。また、LCAでは国レベルの過去の変化に基づく予測値に基づいて土地利用変化を予測しており、国やエコリージョン内の土地はすべて同等の扱いである。よって、今後はサプライチェーンを含む企業レベルの評価に、さらに包括的な土地利用をベース指標とした評価を取り入れていくことが重要な課題となる。

次に、国際農業産品の消費と生物多様性損失との関係を定量化する研究は、大きく分けて三つの方法論に分類可能であるが、そこで採用されている生物多様性指標について比較分析を行った。その結果、固有種を指標とする点は共通するが、詳細を見ると、固有種毎の生存可能性を指標とするもの、土地利用改変に伴う分類群毎の絶滅種数を指標とするものに分類されることが判明した。

一方、認証制度である持続可能なパーム油のための円卓会議（RSPO）及びFSCは、生物多様性の損失緩和については自然林の伐開を禁じ、保全・回復については高保護価値林・高炭素蓄積林の維持・向上を図るという枠組みを持つ。仮に全コンセッション企業が当該認証の規定に従うと仮定した場合、生物多様性の損失緩和は実証されるが、分類群毎の種数は推計絶滅種数が示すところまで進むこと、また、過去の影響によって既に生息域が一定基準を下回るまでに減少している場合、当該商品による脅威消失だけでは当該種が絶滅危惧種のカテゴリーから離脱することは困難であることが判明した。

生物多様性を維持するための効果的な生息域回復方法について、インドネシア国西カリマンタン州におけるオイルパーム農園及び早生樹植林地を事例として検討したところ、コンセッション内に残存する自然林の大半は10ha未満であるが、これらの小規模自然林は、コンセッション外に広がる数千ha規模の自然林の一部であることが多く、コンセッション内外の自然林をランドスケープレベルで統一的に保全・管理できる可能性が示された。また、オイルパーム農園で38箇所、早生樹植林地で49箇所が複数の中規模自然林に囲まれたコンセッションであることから、コンセッション内に緑の回廊を設置できる可能性があることが判明した。ただし、緑の回廊設置やランドスケープレベルでの統一的な自然林管理

は、民間企業が営利目的で実施できる活動ではないことから、資金負担を含めた行政・NGO・研究機関等の政策的介入が必要不可欠である。これらを鑑み、認証制度は、コンセッション内の残存自然林のみに焦点を当てるのではなく、コンセッション周辺（ランドスケープレベル）の自然林分布状況を指標として取込み、より効果的な生物多様性保全が期待できるコンセッションを特定し、関係者間での連携を図ることが望まれる。

(4)の自然資本プロトコルに基づく影響評価に関する企業とのパイロット事業について説明する。協力企業は、レストランチェーン「びっくりドンキー」を経営する株式会社アレフと大日本印刷株式会社であり、両社とともに自然資本プロトコルに基づく影響評価を実施した。

まず、株式会社アレフと課題のスコーピングを行った結果、減農薬米栽培導入が自然資本に与える影響を評価することとなった。具体的には、通常栽培米と減農薬栽培米を比較し、対象とする水田の環境改善、下流の環境改善、水田の活用という観点から定量評価を行った。調査対象は、米の調達先であるシーゼント（秋田）とJA岩手ふるさと（岩手）である。

分析結果は、水田の環境改善について、両地域からの生産量は10,762.5俵（645,690kg）であり、これに先行研究による減農薬・減肥料米の支払意志額の平均564円/5kgを乗じ、小売市場レベルで約7,283万円の付加価値を生み出していると試算された。下流の環境改善について、シーゼントとJA岩手ふるさとにおける農薬の施肥量に応じたケースと、一般的に単位面積当たりに必要な施肥量のケースで、それぞれ農薬を急性毒性等がない濃度にするために必要な水域面積を算出し、この面積に湿地の経済価値の原単位を乗じることで、両ケースの社会的価値を比較した。そして、慣行栽培では7,988万円/年の負荷が発生するのに対して、シーゼントとJA岩手ふるさとの省農薬米では1,015万円/年まで負荷を抑制（差分6,973万円/年）できていると推定された。水田の活用について、対象とする水田での生き物調査を通して、レクリエーションや広報の社会価値及び事業価値を評価した。レクリエーションの社会価値は11.6万円、事業価値は20.9万円と推計された。

次に、大日本印刷株式会社（DNP）とともに課題のスコーピングを行った結果、本社の社内緑地（市谷の杜）整備が一般市民及び社員に与えた影響を評価することとなった。第一に、一般市民の市谷の杜来訪者を対象にWEBアンケート調査を行った。対象者を、普段の生活における関心指向（環境に関連する行動パターン、ライフスタイル、商品購入時に重視すること、商品への関心）をもとに、因子分析・クラスター分析により、環境問題に関心を持つ、社会問題に関心を持つ、環境・社会問題に関心を持つ、環境・社会問題に関心を持たない、という4つのグループに分類した。そして、グループ毎に市谷の杜に対して期待する役割の状況を集計・整理した。その結果、環境・社会問題の双方に関心がある人は、他のグループに比べて、各項目について、市谷の杜への期待水準が高いという結果が得られた。また、グループ別で市谷の杜に対する支払意志額をCVM（仮想市場評価法）手法により推計した結果、環境・社会問題の双方に関心がある人の支払意志額が最も高い（2.3億円/年）という結果が得られた。

一方、大日本印刷株式会社の社員を対象としたアンケート調査によれば、「都市部の貴重な緑」 が最も多く、また「自然環境保全に役立っている」 との回答が多いことから、都心部・地域の緑地・自然として高く評価されていることがわかった。また、「DNPの企業価値を高める」、「広報宣伝へもっと力をいれるべき」との回答も多かった。そして、一般市民による評価結果を社員へ周知・提供後の二度目のアンケート調査結果では、「都心部の貴重な緑」、「自然環境保全に役立っている」、「DNPの企業価値を高める」、「広報宣伝へもっと力をいれるべき」等について同意する回答割合が高まった。定量的評価は、従業員意識への影響を通して、CSRに係る社内の意思決定に貢献する可能性があることから、今後の新たな緑地管理を進める上で、新しい情報収集・評価の方法としての活用が期待される。

５．本研究により得られた主な成果

（１）科学的意義

本研究によって得られた主な科学的意義を説明する。多地域間産業連関表を基にしたライフサイクルモデル開発については、次の通りである。地域（都道府県、市町村含む）によって気候、人口、産業、

土地利用、地形、災害、環境問題が異なる日本において、地域間の取引を示し、サプライチェーンを通じた環境負荷に関する分析を行うためのツールを開発した。特定のセクターにおける都道府県、市町村レベルまで掘り下げたサプライチェーン分析、そして各種製品や企業の生産活動による環境負荷を分析するには、日本の詳細な多地域間産業連関表の構築が必要になってくる。そこで本研究では、ユーザーの分析したいセクター、地域に合わせて多地域間産業連関表を作成できるモデルの開発を行った。本モデルを用いることにより、製品または企業単位でのサプライチェーン分析だけでなく、市町村別でのサプライチェーン分析を行うことができるようになった。

次に、消費者と企業に受容可能な指標群の多重比較分析と経済評価について説明する。生物多様性評価について、多重比較分析の中のマルチプロファイル型BWSを、生物多様性認証及び企業の生物多様性配慮型食材調達に適用し、限界支払意志額を得るためのフレームワークを示すことができたことは重要な学術的貢献である。多重比較分析は、従来の生物多様性評価に適用されてきた表明選好に基づく経済評価手法の中でも、市場財・サービスに適している。生物多様性関連の市場規模が急拡大する中、モデル開発・改良とともに応用分析事例の蓄積ができ、多様な実験方法を取り込んだ比較検証が実施できた。日本企業に役立つ経済評価手法の構築という点において、日本では初めての試みとなる2種類の多重比較分析による生物多様性に関する調査研究が実施できたことは、今後の当該研究領域への波及効果をもたらす意義のある成果である。

（２）環境政策への貢献

＜行政が既に活用した成果＞

特に記載すべき事項はない。

＜行政が活用することが見込まれる成果＞

多地域間産業連関表を基にしたライフサイクルモデル（日本IELab）は、サプライチェーンを通じた直接・間接的な環境負荷が分析可能な、日本の都市レベルまで細分化した多地域間産業連関モデルである。本研究で開発した日本IELabモデルを用いた生物多様性分析は、様々な応用が可能である。本プロジェクトでは、森林を生息地とする絶滅危惧種を題材として、生物多様性の保護に誰がどれだけ貢献すべきであるかを消費ベースの環境負荷という観点から分析することができた。本研究で活用したモデルと分析手法を用いて、生物多様性を保護するための政府や企業からの地域への財政支出や資金供与等が、各市町村での森林や生物多様性の保護にどの程度貢献できるかを示すことができる。これまで、企業による生物多様性への資金供与、CSR等を定量評価することは困難であった。しかながら、本研究で開発したモデルを用いて、企業による資金供与が企業活動の環境負荷をオフセットできる水準を示すことができる。これは、企業による環境配慮の可視化指標として、今後の活用が期待される。また、日本IELabは、国際的な生物多様性と生態系サービスに関するプラットフォームであるIPBESにおいて用いられているグローバルIELabを、日本の市町村レベルに展開したものであるため、IPBESでの議論に日本企業の生物多様性影響をより正確に反映させることが可能となる。

生物多様性認証と生物多様性配慮の食材調達に関する多重比較分析結果では、企業による生物多様性保全活動の普及啓発、そして政策支援において重視すべき点を明らかにできた。第一に、日本は欧米諸国と比較して生物多様性認証取得が不十分であり、消費者評価も低いことを明らかにした。東京オリンピック・パラリンピック（以下、東京2020）の食材・資材の調達コードに基づき、生物多様性認証取得の必要性を啓発した結果、企業における認証導入につながった。その経緯は、企業活動の主流化手法として、環境省担当部局からも高く評価され、モデルケースとして利活用できるものである。第二に、生物多様性配慮の食材調達についても、当該企業が重視する生物多様性配慮活動への消費者評価は低かった。その結果を企業と共有することにより、企業内での改善に向けた実践的取組が行われ、そして生物多様性関連の受賞・報道へつながった。企業との共同調査結果を経営にフィードバックした経緯は、政策支援を考える上で重要なモデルケースとして貢献するものである。

企業とのパイロット事業及び自然資本専門分科会での企業との連携により、企業活動による生物多様

性影響の緩和に向けて、生物多様性認証やESG投資格付けとの関連性を重視し、市場財や企業価値に影響のある指標を構築し、それらを公表するための政策支援を行うことの重要性を示した。企業活動の主流化に関しては、市場経済と関連付けて企業のインセンティブを刺激し、消費者と企業の行動変容を促す政策支援が必要であることを明らかにした。また、日本企業の社内緑地整備の研究事例からは、社会貢献活動としての生物多様性保全が、社員や近隣住民の意識変化に影響を与えるツールであることが明らかとなった。この事例は、生物多様性への企業の意識改革を進める際に、主体間コミュニケーションという方法論を採用することの有効性を示している。今後、企業の意識改革を促進するための環境政策ツールとして貢献できるものである。

６．研究成果の主な発表状況

（１）主な誌上発表

＜査読付論文＞

1) T. WAKIYAMA, M. LENZEN, F. FATURA, A. GESCHKE, A. MALIK, J. FRY and K. NANSAI: Resources, Conservation and Recycling, 146, 373-383 (2019), Responsibility for Food Loss from a Regional Supply-Chain Perspective. (IF: 8.086)
2) T. WAKIYAMA, M. LENZEN, A. GESCHKE, R. BAMBA and K. NANSAI: Resources, Conservation and Recycling, 154, (2020), A Flexible Multiregional Input-Output Database for City-Level Sustainability Footprint Analysis in Japan. (IF: 8.086)
3) 安可、吉田謙太郎、山本充：農業経済研究、90, 1, 47-52 (2019), ベスト・ワースト・スケーリングによる食料品原産国表示への中国人消費者の選好評価
4) 吉田謙太郎：環境経済・政策研究、12, 1, 59-63 (2019), 2020 年東京オリンピック・パラリンピックにおける調達コードと環境認証
5) 安可、吉田謙太郎、山本充：環境情報科学学術研究論文集、31, 195-200 (2017), ベスト・ワースト・スケーリングによる国立公園施設整備事業への中国人観光客の重要度評価

＜査読付論文に準ずる成果発表＞

1) 吉田謙太郎：農業および園芸、95,(1), 2-7 (2020), 未来社会の経済システムと農業・農村の課題解決
2) 吉田謙太郎：環境情報科学、48, 1, 20-24 (2019), 環境価値の経済評価研究の現状と展望―ベスト・ワースト・スケーリングを中心として―

（２）主な口頭発表（学会等）

1) T. WAKIYAMA: IELab/ALCA Conference 2020, Sydney, Australia, 2020
“IELab, and Land Use and Biodiversity Conservation in Japan.”
2) T. WAKIYAMA: 27th International Input-Output Conference, Edinburg, UK, 2019
“Development of a City-Level Multi-Regional Input-Output Database for Sustainable City Management in Japan.”
3) M. LENZEN: 10th International Conference of the International Society for Industrial Ecology, Beijing, China, 2019
“Global Supply Chains and Environmental Footprints.”
4) K. YOSHIDA and M. YAMAMOTO: 6th World Congress of Environmental and Resource Economists, Gothenberg, Sweden, 2018
“Using Best-Worst Scaling to Assess Climbers’ Preferences regarding the Use of Entrance Fees.”
5) T. WAKIYAMA: The 13th Biennial Internal Conference on EcoBalance, Tokyo, Japan (2018)

"Food Loss Footprit Analysis of Agricultural Commodities - Application of Newly Developed Japanese Multi-Regional Input-Output Model."

6) T. WAKIYAMA: Japan Computational Sustainability Research Workshop in Sydney, Australia, Sydney, Australia, 2018
"Current Progress of Japan-IElab Development and Future Perspectives."

7) M. LENZEN: 25th International Input-Output Conference, Atlanta City, USA, 2017
"The Global MRIO Lab - Final Outcomes from Project Réunion."

8) T. WAKIYAMA: 25th International Input-Output Conference, Atlanta City, USA, 2017
"Development of Japanese Flexible and Highly Detailed Multi-Regional Input-Output Modeling Framework."

9) K. YOSHIDA: International Conference and Congress of the Indonesian Society of Agricultural Economics, Denpasar, Indonesia, 2017
"Compatibility between PES Scheme, Economic Valuation and Sustainability Certification."

10) I. MATSUMOTO: Ecosystem Services Partnership 9, World Conference, Shenzhen, China, 2017
"Mapping the Current Landscape of Biodiversity and Ecosystem Services Valuation Tools for Business."

11) 吉田謙太郎、井元智子、趙心童：2020年日本農業経済学会大会（2020）
「外食チェーンにおける持続可能な食材調達に関するBWS評価」

12) 脇山尚子、マンフレッド・レンゼン：第14回日本LCA学会研究発表会（2019）
「多地域間産業連関モデルを活かした生物多様性評価手法の検討」

13) 吉田謙太郎：第14回日本LCA学会研究発表会（2019）
「Best-Worst Scalingによる環境経済評価」

14) 幸福智：第14回日本LCA学会研究発表会（2019）
「外食産業における生物多様性・自然資本評価の事例」

15) 松本郁子：第14回日本LCA学会研究発表会（2019）
「国内・海外企業による生物多様性・自然資本評価とその手法」

16) 吉田謙太郎、安可、松本郁子：環境科学会2018年会（2018）
「生物多様性に関する環境指標及び環境認証の多重比較分析」

７．研究者略歴

研究代表者

吉田 謙太郎

北海道大学農学部卒業、博士（農学）、現在、公益財団法人地球環境戦略研究機関シニアフェロー及び九州大学教授

研究分担者

1) 新：久保英之（平成31年4月1日～令和2年3月31日）
北海道大学農学部卒業、レディング大学環境開発修士修了、博士（農学、東京大学）、国連食糧農業機関上級森林官などを経て、現在、公益財団法人地球環境戦略研究機関リサーチマネージャー

旧：松本郁子（平成29年4月1日～平成31年3月31日）
東京工業大学環境理工学博士課程修了、イェール大学森林環境大学院修了、公益財団法人地球環境戦略研究機関研究員などを経て、現在、地球環境ファシリティKnowledge and Policy

Officer

2) 脇山尚子

イーストアングリア大学環境開発修士終了、公益財団法人地球環境戦略研究機関研究員などを経て、現在、同研究機関研究フェロー及びシドニー大学物理学部持続可能性総合解析博士課程

3) マンフレッド・レンツェン

ボン大学物理学部博士課程終了、リオデジャネイロ連邦大学及び東京大学客員教授などを経て、現在、公益財団法人地球環境戦略研究機関シニアフェロー及びシドニー大学物理学部教授

II. 成果の詳細

II－１　企業活動による生物多様性の影響評価のための指標と経済評価手法、及びモデルの開発に関する研究

公益財団法人地球環境戦略研究機関
　シニアフェロー　　吉田謙太郎
　自然資源生態系サービス領域　　新：久保英之（平成31年4月1日～令和2年3月31日）
　　旧：松本郁子（平成29年4月1日～平成31年3月31日）
　フェロー 脇山尚子
　シニアフェロー マンフレッド・レンツェン

＜研究協力者＞
　いであ株式会社 幸福智
　三菱UFJリサーチ＆コンサルティング株式会社 遠香尚史、西田貴明

平成29～令和元年度研究経費（累計額）：49,085千円（研究経費は間接経費を含む）
　（平成29年度：16,639千円、平成30年度：15,807千円、平成31年度：16,639千円）

［要旨］
　本研究は、日本企業において生物多様性の主流化を進める上で、これまで取組が遅れていた企業活動の生物多様性影響評価について、評価モデルの構築及び応用分析を通じて貢献することを研究目的とする。マクロからミクロにまたがる評価モデルの開発・構築を行う上では、生物多様性指標群と評価モデルの国際動向について詳細なサーベイを行い、それを踏まえて研究開発を行った。
　具体的な研究内容は、（1）多地域間産業連関表を基にしたライフサイクルモデル開発、（2）消費者と企業に受容可能な指標群の多重比較分析と経済評価、（3）企業活動に関わる生物多様性指標及び評価手法、（4）自然資本プロトコルに基づく影響評価に関する企業とのパイロット事業に大別される。
　多地域間産業連関モデルについては、日本企業の利用を目的とした日本IELabを開発し、食品ロスと生物多様性に関係性の深い「土地利用」を指標として日本国内での応用分析を行った。日本IELabモデル開発が実現できたことにより、今後は企業内の意思決定や政府、国際機関等での政策議論に対して、日本企業が生物多様性に与える影響を定量評価した結果等を提供することが可能となる。
　多重比較分析を用いた研究では、これまで十分に取り組まれてこなかった新規性の高い経済評価手法の開発・改善と応用分析に貢献できる研究成果が得られた。生物多様性認証と外食産業における生物多様性配慮型食材調達が消費者に評価されにくい中、その要因分析を行い、ターゲットとなる消費者層を明らかにする分析モデルの開発を行った。研究成果は、東京2020調達コードに関するレビューを踏まえ、外食産業との協働により、生物多様性認証導入につながるなど社会実装へとつながった。
　企業活動に関わる生物多様性指標及び評価手法においては、自然資本プロトコルに利用されているツールキットのうち生物多様性と生態系サービスに関する39のツールを調査分析し、それらに使用されている指標群を、総合性、普遍性、簡便性、データの入手可能性の観点から包括的に調査分析した。それらの結果は、自然資本プロトコルを使用した企業とのパイロット事業へと応用した。また、生物多様性損失に関わる定量化手法を、レッドリストアプローチ、種面積関係アプローチ、平均生物種豊富度アプローチとして分類し、生物多様性認証導入によって生物多様性損失への脅威がどのように緩和されるのかについて、モニタリングのための指標と評価手法について、熱帯林を対象として調査を実施した。
　自然資本プロトコルに基づく影響評価に関する企業とのパイロット事業については、自然資本プロト

コルを利用して日本企業と協力し、食材調達と社内緑地空間整備に関する評価を行った。それらの成果は、本プロジェクトを踏まえて立ち上げた自然資本専門分科会において、企業と議論を深めるツールとして十分に利活用された。

本研究課題の着手段階では、日本企業と生物多様性保全をめぐる課題が、社会貢献活動の一環としての社内管理目的、あるいは企業のイメージアップを狙いとしたものが中心であった。その後、ESG投資への生物多様性指標の取り込み、生物多様性認証の急速な普及へと展開してきている。本研究では、モデル開発及び研究対象の選定、分析結果の応用と企業との対話を通じて、そうした国際動向の変化を取り入れ、環境政策立案への支援が可能な研究に取り組むことができた。

［キーワード］
生物多様性指標、多地域間産業連関表、多重比較分析、自然資本プロトコル、ESG

１．はじめに

本研究課題は、生物多様性の主流化を進める上で、これまで取組が遅れていた企業活動の生物多様性への影響評価について、指標及び評価モデルの構築を通じて貢献することである。2010年の生物多様性条約第10回締約国会議において採択された愛知目標の達成、そして第四次環境基本計画（2012年）、研究期間中に策定された第五次環境基本計画（2018年）における生物多様性主流化の重点戦略等を踏まえた上で、特に日本企業の取組を支援することが急務となっている。

第四次環境基本計画（2012年）では、第2部第1章の「第5節　生物多様性の保全及び持続可能な利用に関する取組」において、生物多様性に配慮した事業活動の推進に向けた取組の強化がうたわれている。また、国際的な視野を持ち、地球規模で生物多様性の損失を防ぐために、我が国が輸入している食料、木材、原材料、生活用品等による海外の生物多様性への影響にも配慮した取組の促進が示されている。

第五次環境基本計画（2018年）では、地域循環共生圏の創造とSDGsの考え方を活用し、生物多様性の確保・自然共生を重点政策として進めることがうたわれている。6つの重点戦略の①は「持続可能な生産と消費を実現するグリーンな経済システムの構築」であり、企業戦略における環境ビジネスの拡大・環境配慮の主流化、金融を通じたグリーンな経済システムの構築としてのESG投資の普及・拡大が示されている。さらに、重点戦略②「国土のストックとしての価値の向上」における自然資本の維持・充実・活用、国際貢献による我が国のリーダーシップの発揮と戦略的パートナーシップの構築におけるIPBES等の国際的なルール作りへの積極的関与・貢献等が、本研究課題に関係する政策課題である。

生物多様性条約においても、愛知目標4では「2020年までに企業や消費者が自然資源の利用による生態系への影響を軽減し、持続可能な生産及び消費に向けた行動を開始する」ことが重要な目標としてあげられている。生物多様性条約第13回締約国会議の決議10では、企業の生物多様性と生態系の機能とサービスへの依存度と影響を把握するツールとして「自然資本プロトコル」が記されており、2020年の愛知目標達成に向けた具体的な取組が急務である。

国際的な潮流として、IPCCが気候変動対策の実効性を高めてきたように、IPBESが2012年に設立され、生物多様性に関する様々な取組を可視化するための評価が進められてきている。そうした中で、欧州の先進的企業（Kering社等）が代表的であるが、2013年にサプライチェーンを含む環境便益と損失を金銭評価し、影響比較と優先的取組事項を明確化する報告書を公表し注目された。また、2016年には自然資本連合が、多数の多国籍企業や国際機関とともに、企業活動の自然資本への影響把握及び企業戦略への活用のための「自然資本プロトコル」を発表した。さらに、本研究プロジェクトの研究グループが、多地域間産業連関モデル（MRIO）を構築し、グローバルな産業活動に伴う生物多様性損失の影響評価に係る研究成果を発表し、IPBES等へ貢献している（Lenzen et al., 2012他）。

国内では、環境省自然環境局が、企業活動の生物多様性保全への貢献度の可視化に向けた経済的価値評価の検討をすすめ、2017年に生物多様性民間参画ガイドラインが改定された。そうした環境省の取組の中で、サプライチェーンを主とする企業活動の生物多様性への影響評価については、信頼性と汎用

性のある評価指標群の確立、経済評価、産業連関分析等、多角的視点からの評価モデル構築は十分に進んでいないのが現状である。また、日本国内での企業の取組がCSRの一環としての植林活動に集中しているが、企業経営としての費用対効果に関する説得的な根拠を経営層から要請されるとともに、国際的には企業のイメージアップ目的の活動としてグリーンウォッシュと指摘される懸念もあった。他方、ESG投資の観点から、国際的シンクタンク等により、投資格付け対象としての企業活動の生物多様性影響を評価するためのフレームワーク構築が積極的に進められている。

企業活動と生物多様性の主流化をめぐる社会情勢は急速に変化しつつあり、それらを踏まえた上で、研究と政策、企業活動の有機的連携が求められていた。本研究課題は、それらの社会情勢とニーズに基づく政策的要請を受けて実施されることとなった。

２．研究開発目的

本研究は、マクロからミクロな視点に基づく評価モデルの開発・構築、及び精度の高い実証分析のための生物多様性指標を明らかにすることが主目的である。多地域間産業連関表に基づくライフサイクルモデルである日本IELabの研究・開発、多重比較分析という新規性のある経済評価手法の開発と応用分析を行う。また、企業活動における生物多様性の可視化と主流化を目標とした生物多様性評価のための指標と手法を研究し、企業・製品単位での保全活動を促すツールとしての自然資本プロトコルを日本企業に適用するパイロット事業（応用分析）を行う。このように、企業活動による生物多様性への影響評価の枠組みを構築し、実践的に日本企業と協働し、研究を実施することを目的とする。

サプライチェーンを通じた直接・間接的な環境負荷を分析するライフサイクルアセスメント分析及び産業連関分析法を応用したマクロモデルとして、日本の市町村レベルまで細分化した多地域間産業連関モデル（日本IELab）を開発する。パイロット事業等を通じて、日本企業のニーズを把握し、日本企業が自社製品等の生物多様性影響評価に使うことが可能となる、サプライチェーンを通じた直接・間接的な環境負荷を分析するモデル開発に取り組む。

消費者や世帯等のミクロレベルで、生物多様性の経済評価を行う際には、表明選好法と呼ばれる評価手法が主流である。本研究では、その中でも、新規性の高い多重比較分析のモデル開発と応用分析を行う。多重比較分析は、マーケティング分野等において研究が進みつつあるが、生物多様性の経済評価分野において先行研究は少なく、研究開発の必要性が高い分野である。多重比較分析は、従来利用されてきた公共財・サービスの評価に適用可能である評価手法と比較すると、私的財・サービスへの適用が中心である。生物多様性のような公共財・サービスへの適用については難度が高く、事例蓄積も進んでいない。本研究は企業活動が主要な対象であるため、生物多様性認証や生物多様性配慮食材調達等といった商品価格・費用に影響を与える評価対象について応用分析を実施し、新たな生物多様性経済評価の研究開発の方向性を定めることを目的とする。

また、日本企業を対象としたパイロット事業として、自然資本プロトコルの枠組みを活用した応用分析を実施する。自然資本プロトコルを適用する前段として、既存の生物多様性・生態系サービスの評価手法とそれらに使用されている指標群を、総合性、普遍性、簡便性、データの入手可能性等から調査分析する。特に、生物多様性・生態系サービスに直接的な影響の大きい土地利用に関する指標と評価について、評価手法と評価指標(面積、希少種、植生、植生自然度、その他)を分析する。さらに、生物多様性指標の中でも国際的認証の重要性が高まっているため、熱帯林等に関わる現地調査を踏まえて、生物多様性指標及び認証システムの有効性と課題について検証する。

本研究課題は、マクロ及びミクロのモデル開発と応用分析により、日本企業の生物多様性保全活動に資することが目的である。国際動向が急速に変化する中、研究の有効性を担保する取組が必要である。そこで、当プロジェクトが共同で設立した日経ESG経営フォーラム：自然資本専門分科会等における企業との意見交換の場を通じて、企業ニーズを迅速に取り込みつつ、評価モデルの実践性・実用性を高めることを目的とする。

３．研究開発方法

（１）多地域間産業連関表を基にしたライフサイクルモデル開発

現在の日本の産業連関表の取引基本表は、国レベル、地域レベルのものがあるが、部門数は国レベルの518x379部門表（2011年）で、地域レベルになると52x52部門表（2005年）である。取引基本表では、行列の各列は「投入」（input）と呼び、その部門の財・サービスの生産に当たって用いられた原材料、燃料、労働力などへの支払の内訳（費用構成）が示されている。一方、各行は「産出」（output）と呼び、その部門で生産された財・サービスの販売先の内訳（販路構成）が示されている。産業連関表の取引基本表をさらに細かい部門に分け、多地域産業連関表を作成するため、まず、産業連関表に示している部門別品目別国内生産額表の3,316部門を用いて518x379部門表を細分化し、3,316×3,316行列を作成した。次に、地域を１国から市町村へ細分化するため、経済センサス活動調査データを用いた。経済センサス活動調査データでは、2つの異なる種類のデータが利用可能である。1つは、地域詳細データであり、1,894都市の544部門の従業者数に関する情報を有し、もう1つは、47都道府県の1,615部門の従業者数の情報を有している。本研究では、部門別に分類されたデータ（47都道府県、1,615部門）を用いてさらに部門を4,226×4,226行列まで細分化した。さらに地域別に分割されたデータ（544部門、1,894市町村）を用いて１国4,266部門から、1,894市町村4,226部門の多地域間産業連関表を作成した。この段階では、多地域間産業連関表は、域内貿易を考慮せずに、経済センサスのデータを用いて、単純に1国から1,894市町村へ、518×397行列の産業連関表から4,226×4,226行列の産業連関表に細分化したのみである。したがって、多地域間産業連関表を構築するために用いられる手法である、既存の各種統計から推計する方法（ノンサーベイ法）を用いて都市間の地域的相互作用を推定した。多地域間産業連関表構築の課題の1つは、国や都市間の貿易統計に関する信頼性の高い調査データがないことである。そのため、多くの研究者は地域間貿易推計のためのノンサーベイ法を用いて地域間貿易を推計している。IELabには、分析に必要な域内貿易見積りの種類に応じて、さまざまなノンサーベイ法を選択できるように地域間取引を再現するための11の異なるノンサーベイ法が含まれている。そのため、IELabのユーザーは、何を分析するかに合わせ、11のノンサーベイ法から適した１つのノンサーベイ法を活用することが可能である。さらに、制約条件として、地域間取引や国内総生産、県民総生産などの20以上の様々なデータを組み入れ、データの精度を高めるとともに、1990年から2015年までのデータを取り込み、2015年までの多地域間産業連関表を作成できるようにした。

日本IELabの特徴は、1,894市町村、4,226部門の多地域間産業連関表から、ユーザーの分析したい地域、部門数、年に合わせて、多地域間産業連関表をカスタマイズできることである。例えば、47都道府県の10種類の農産物における分析を行いたい場合、47都道府県、10部門の農作物（60以上の農作物部門から選択）、2015年に焦点を当てた多地域間産業連関表を作成することができる。その場合、ユーザーは、分析したい農産物のデータ及び、農作物の環境負荷に関するデータ（CO_2、窒素、農薬等）を日本IELabに組み込むことによって農作物に与える影響をサプライチェーン全体から分析することができる。

（２）消費者と企業に受容可能な指標群の多重比較分析と経済評価

本研究は、多重比較分析（Best-Worst Scaling: BWS）と呼ばれる新規性の高い経済評価手法を、生物多様性指標評価に適用できるよう開発・改良することが研究目的である。新たな評価手法の開発・改良と応用事例分析の蓄積、企業への研究成果の還元、そしてそれらを環境政策への貢献につなげることが、研究開発方法の主要な課題である。生物多様性の価値を企業活動に組み込む「生物多様性の主流化」の前段階としての経済価値評価、すなわち「可視化（見える化）」が学術面でのアウトプットであり、それを企業へ還元し、環境政策へ提言することが研究成果のアウトカムとなる。

本研究における研究開発の方法を詳述すると、以下①～⑤の5点が主要な課題となる。これらの課題を達成するため2種類のアンケート調査を実施し、多重比較分析のためのデータを収集し、それらの調査結果に基づき詳細な分析を行う。

＜経済評価手法開発と実証＞
①多重比較分析におけるオブジェクト型とマルチプロファイル型という2種類の評価手法開発・改良
②生物多様性指標を活用した経済価値評価とその規定要因の分析
＜応用事例分析＞
③生物多様性と他の環境問題（気候変動、廃棄物等）との相対的重要度比較
④生物多様性認証（エコラベル）の経済価値評価
⑤生物多様性配慮型食材調達を行っている企業活動の経済価値評価

消費者と企業に受容可能な指標群の分析と経済評価の概要について以下に説明する。指標群の分析と経済評価については、一般の消費者を対象としたインターネット・アンケート調査による消費者実験に基づき、回答データを多重比較分析により解析する。多重比較分析という用語は、Best-Worst Scaling (BWS)と呼ばれる一連の評価手法の日本語名称として用いた。多重比較分析は、マーケティング分野において、モデル開発や応用研究が進みつつあるが、生物多様性の経済評価分野において先行研究は少なく、研究開発の必要性が高い分野である。多重比較分析は、CVMや選択実験のような公共財・サービスの評価に適用されてきた表明選好法と比較すると、より私的財・サービスの評価に適しているとされる。

研究代表者が共同研究として取り組んだLIME3という企業生産活動が環境に与える影響を定量化するためのLCA評価手法は、多くの日本企業に活用されている。その経済価値評価部分については、従来は選択実験が使用されていた（Itsubo et al., 2018; Murakami et al., 2018）。本研究で適用する多重比較分析は、選択実験を私的財の評価に適した形で展開するものであり、今後の企業活動による生物多様性等の環境影響を経済評価するための有力な評価手法として期待されるものである。

生物多様性の可視化と主流化に関する国際的イニシアティブとして著名なTEEB（The Economics of Ecosystems and Biodiversity）において構築された研究成果アーカイブを用いて、生物多様性に関する経済評価手法をレビューした研究論文では、公共財としての生物多様性を取り扱った研究が多かった（de Groot et al., 2012他）。絶滅危惧種の保護、あるいは絶滅危惧種に影響を与える土地利用の変化に関する経済評価が中心であり、非市場財と定義される市場で取引のない財の利用価値や非利用価値を貨幣単位で評価するアプローチが多い。CVMや選択実験等の多くの評価手法が取り上げられる中で、選択実験の発展形である多重比較分析は事例蓄積が十分ではなく、生物多様性評価の文脈では取り上げられなかった。しかしながら、企業活動と生物多様性を考える上で、私的財・サービスに反映される生物多様性の価値を積極的に考えていくことが、企業の意識変革に寄与するという観点からも今後の重要な課題である。私的財の分析により適しているとされる多重比較分析を、生物多様性評価に向けて開発し、改善・改良していくことは、先述したLCAへの適用のみならず、学術面及び実務面でも波及効果の高い重要な研究課題である。

生物多様性に関する代表的な指標として、森林資源の開発・賦存状況等を反映した「土地利用」、絶滅危惧種等の生息・分布状況を示す「生物種」がしばしば適用される。企業が市場で販売する商品に、生物多様性の価値を付加する取組の一つとして、「生物多様性に関する持続可能性認証（エコラベル）」がある。信頼性の高い第三者機関が認定した生物多様性認証を企業が取得し、商品にエコラベルを表示することは、生物多様性に負の影響を与える企業活動を回避する取組として評価される。先述したTEEBにおいても、生物多様性保全が保証された商品であることを示す「認証」が、生物多様性関連の最も有望な新興市場として取り上げられている（TEEB, 2010）。

本研究では、生物多様性を反映した評価対象として、多くの消費者が利用する外食産業の食材調達を主な評価対象とする。その理由として、東京2020に向けて策定された食材や資材の調達コードに、多くの生物多様性認証が含まれており（吉田, 2019）、今後の政策展開に大きな影響を与える可能性が高いことがあげられる。生物多様性認証に関しては、FSCやMSC、レインフォレスト・アライアンス認証等が国際的に普及しており、持続可能な食材調達にとって重要な取組であるが、後述するように日本での認知度はいまだに低い。

ロンドンオリンピック・パラリンピック（以下、ロンドン2012）を契機として作成された調達コードを参考とし、東京2020でも調達コードの運用に取り組んでいる。しかしながら、矢部・吉田・コントレオン(2003)がロンドンで実施した鶏卵に関する調査でも実証されているとおり、英国では10年以上前から、一般のスーパーで販売される鶏卵でさえ多様な認証が普及し、消費者から評価されてきていた。そうした英国の状況と比較すると、東京2020の調達コードを普及させるにはいまだ障壁が高いものの、後発国が先行国を一気に乗り越えるというリープフロッグ現象が様々な分野で確認されていることから、調達コードにおいても同様な状況を実現させるための条件を明らかにする必要がある。

東京2020の調達コードの適正な運用に向けて、食材供給を行うサプライヤー以外であっても、調達コードに示された指針を参考とし、自社の食材調達等に取り入れることは重要な視点である。東京2020が1年延期されたことを、調達コードの周知に向けてさらに準備期間が延長されたと積極的にとらえることが重要な視点である。東京2020開催予定の2021年を契機として、日本社会に生物多様性認証が定着し、企業活動における生物多様性主流化の一翼を、食材調達が担っていくことが期待される。

多重比較分析を生物多様性のような公共財・サービスへ適用することは難易度が高く、事例蓄積は進んでいない。本研究課題において、多重比較分析による生物多様性に関する評価事例を蓄積し、新たな生物多様性経済評価の研究開発の方向性を定めることが重要である。

多重比較分析の中でもオブジェクト型BWSと呼ばれる評価手法は、相対的重要度の比較に適しているが、経済価値評価には適さない。マルチプロファイル型BWSは選択実験の発展形であり、限界支払意志額という貨幣単位での経済価値評価が可能であり、生物多様性認証の分析に適しているという特徴がある。オブジェクト型BWSとマルチプロファイル型BWSを同時に実施することにより、多重比較分析による政策含意がより豊かになると考えられる。

一般的なアンケート調査における回答結果には、各国・地域別に異なる典型的な特徴や傾向があり、日本と中国、欧米等で実施したアンケート調査結果を単純比較することは難しいが、多重比較分析は、そうしたバイアスを回避できる方法であるとされる。多重比較分析は、最も望ましい項目と最も望ましくない項目を比較する形式である。そのため、各国ごとに実施された調査分析結果において、国別に特徴や傾向が偏ることは少なく、国別比較を行う上では有効な方法であると指摘されている。そうした観点から、多重比較分析を、私的財・サービス分野における適用だけではなく、生物多様性や自然資本、生態系サービス等に関連する公共財・サービスの分野にも適用可能な手法として開発・普及していくことの重要性が理解される。最新の関連学会報告及び文献レビューを踏まえると、本課題において多重比較分析の開発及び応用研究を実施していくことには、政策面での重要性に加えて、学術面でも新規性があると言える。

本研究では、2種類のインターネット・アンケート調査により得られたデータに基づき、多重比較分析を行う。第1の調査では、まず生物多様性と他の環境問題との相対的重要度をオブジェクト型BWSにより評価した。そして次に、生物多様性認証と原産地情報を含む食材や農産物の経済価値評価をマルチプロファイル型BWSにより実施した。エコラベル表示の有無による評価結果の差違を検証することも主要な課題である。

第2の調査では、企業とのパイロット事業との連携をはかるため、パイロット事業で取り上げた株式会社アレフが運営する全国展開のレストランチェーン「びっくりドンキー」における生物多様性配慮型食材調達に関する調査を行った。オブジェクト型BWSでは、株式会社アレフが実施している生物多様性に配慮した米生産に関する相対的重要度比較を実施した。また、マルチプロファイル型BWSでは、各種食材や飲料に関する産地と栽培方法について、消費者による経済評価を行った。

第1の調査は、欧米諸国において一般的に普及しているファストフードチェーンにおける生物多様性認証の取得が、日本において遅れていること、その背景と理由についての企業へのヒアリング結果に基づき実施した調査である。日本の消費者は、生物多様性認証に限らず、多くの環境認証（エコラベル）に対して認知度が低く、コストに見合う収入が得られないため、積極的に認証取得を行わないというのが一般的な日本企業の主張、認識であった（吉田，2019）。日本企業における生物多様性の主流化に向けて大きな障壁の一つを取り除くため、生物多様性認証に対する消費者意識を変化させるための要因を

明らかにすることが重要であると考えられる。

第2の調査の課題として、生物多様性認証取得が先進諸国と比較して進まない中、独自の生物多様性配慮を調達先農家に要請し、市場価格よりも高価格での食材調達を行う試みが、消費者に対しても、企業内部でも必ずしも高く評価されていないことがあげられる。生物多様性に配慮した食材調達の価値を、消費者に適切に伝達でき、マーケットシェアの拡大につながるようであれば、企業内での生物多様性配慮調達がより一層浸透すると考えられる。そうした課題に対して、多重比較分析を用いてアプローチするにあたり、調査設計段階よりパイロット事業対象の企業担当者と連携し、研究成果が経営判断に活用されるとともに、最終的にこうした生物多様性保全活動が他社にも普及できるような政策展開を促すことが重要な課題である。

（３）企業活動に関わる生物多様性指標及び評価手法

本研究では自然資本プロトコルに関する分析を行った。具体的には、2017年7月に発表された企業の生物多様性・生態系サービスの評価や意思決定に反映していくためのツールのデータベース「自然資本プロトコル・ツールキット」で紹介されている57ツールのうち、生物多様性・生態系サービスの評価に係る39ツールを分析した（2017年8月31日時点）。分析においては、まずツールキットで整理されている12の影響指標（土地利用、淡水生態系の利用、生物多様性への影響、水利用、水質汚染、その他の自然の利用、温室効果ガスの排出、土壌汚染、海洋生態系の利用、大気汚染、騒音・光害、廃棄物）のうち、どの指標を評価に含めているのかをレビューし、指標群ごとにまとめた。次に、定量的評価が可能で、すべてのセクター・地理的地域に活用でき（普遍性）、サプライチェーンを含めた包括的な生態系への影響を企業単位で把握することができる（総合性）、既存の評価手法を整理した。そして、各々の手法を総合性、普遍性、簡便性（ツールの利用に必要とされる技術や時間）、データの入手可能性（データとデータへのアクセスの有無）等からツールの評価を行った。さらに、特に生物多様性・生態系サービスに直接的な影響の大きい土地利用が、どの様な指標にもとづいて、どのように評価されているのか、評価手法と評価指標（面積、希少種、植生）を分析した。

さらに、牛肉・パーム油・大豆・紙パルプ等の国際農業産品が地球規模での生物多様性損失に対して与えている脅威の定量化手法に関し、現在、大きく分類して三つの方法論が提示されているが、本研究ではこれらの方法論が採用している指標及び評価手法について比較分析を行った。便宜上、三つの方法論をレッドリストアプローチ、種面積関係アプローチ、平均生物種豊富度アプローチと呼称した。また、これらの脅威を緩和するため、昨今、認証制度が広く導入されつつある。それらの認証の導入によって生物多様性損失への脅威がどのように緩和され、回復へ向かっていくのか分析すると同時に、その際に重要となるモニタリングの指標及び評価手法について、インドネシア国西カリマンタン州のオイルパーム（パーム油の原材料）及び早生樹（紙パルプの原材料）コンセッションを具体事例として検討を行った。

（４）自然資本プロトコルに基づく影響評価に関する企業とのパイロット事業

企業の生物多様性・生態系サービス評価の手法として認識されている「自然資本プロトコル」の手続きに添った評価を行うべく、日本企業2社（株式会社アレフ、大日本印刷株式会社）と密接な協力関係を構築した。パイロット事業として、評価目的の明確化、そして企業が抱える課題についてのスコーピングを行った上で、当該企業内の生物多様性保全対象事業の評価を行った。

株式会社アレフの事例は、アレフが経営するレストランチェーン「びっくりドンキー」直営店で行われてきた環境配慮型農法をフランチャイズ店に拡大することを目的に、省農薬米の調達によって生じる効果について、原単位を用いて経済価値評価したものである。評価項目として、「対象とする水田の環境改善」では、省農薬米の出荷量に対し先行研究による減農薬・減肥料米、完全有機米の市場価値（限界支払意志額）を乗じ、事業価値を評価した。「下流の環境影響」では、農薬を急性毒性等がない濃度にするために必要な水域面積（登録保留基準値になるために必要な水域の面積）を算出し、湿地の経済価値を乗じることで、年間当たりの必要（環境負荷）額を推定した。「対象とする水田の活用」では、

田んぼでの生き物調査を通して生まれる、レクリエーションや広報の社会価値及び事業価値を農業体験プログラムの参加費に参加人数を乗じる方法等から推定した。また、省農薬米と完全有機米の栽培に関して、最大の違いである除草への労力を「人的資源への依存度」という観点から除草にかかる年間の人件費を推定し、事業の継続性等の評価を行った。

大日本印刷株式会社の事例は、再開発の一環として誕生した公開空地「市谷の杜」に対するニーズ把握と意識向上を目的に、「市谷の杜」の役割、支払意志額、意識、情報提供の効果を定量的に評価したものである。まず、一般市民が市谷の杜に対して期待している機能について確認するとともに、それらの機能に対する支払意志額をCVMにより求めた。また、普段の生活における関心指向（環境に関連する行動パターン、ライフスタイル、商品購入時に重視すること、商品への関心）に関する設問への回答結果より、因子分析によって4つの因子を抽出するとともに、因子分析で出力された因子得点を使用してクラスター分析を行い、各クラスター間で、市谷の杜に求める機能や支払意志額の違いを確認した。続いて、一般市民意識を知ることで、社員の意識にどのような変化を及ぼすかを確認するため、従業員を対象とした市谷の杜に関するアンケートを2回実施した。具体的には、一般市民アンケートから得られた結果について1回目には提示せず、2回目に提示することで、両者の変化の比較検証分析を行った。

また、自然資本プロトコルを用いて企業活動を分析した4事例（上記2社を含む）を簡潔に取りまとめた事例シートを作成するとともに、当該4事例について、自然資本プロトコルの手順に沿って各段階で行われた判断・検討について整理した。

４．結果及び考察

（１）多地域間産業連関表を基にしたライフサイクルモデル開発

土地利用、淡水生態系の利用等のように、生物多様性への影響については、様々な指標によって評価されてきた。しかしながら、生物多様性保全のために、土地利用や生物多様性への負荷を誰が負うべきなのか、負荷に対してどれだけの貢献をすべきなのかを示す指標に関しては、Lenzen et al. (2012)による、国際貿易が生物多様性に与える影響を世界で初めて定量化した生物多様性フットプリント分析のみである。Lenzen et al. (2012)により、生物多様性の損失が行われている地域と、それを引き起こす要因となっている消費地域の関係性が明確になった。それにより、消費活動に由来する消費ベースでの生物多様性に関連する環境負荷を定量評価することができた。一方で、日本国内における消費ベースでの生物多様性に関連する環境負荷は、Lenzen et al. (2012)では分析することができない。国内での分析を行うためには、国内におけるサプライチェーンを通じた直接・間接的な環境負荷を分析するライフサイクルアセスメント分析及び産業連関分析法を応用した多地域間産業連関モデルが必要になってくる。そのため、本プロジェクトでは、国内の市町村レベルでの消費ベースの環境負荷を分析することができる日本IELabモデルの開発を行った。

本プロジェクトにおける成果として、1年目に本モデルの構築を行い、2年目にモデルの性能と整合性をチェックするための応用分析を実施した。データの確認が可能である生産活動に焦点を置いた分析として、食品ロスにおける消費ベースの環境負荷分析を実施した。食品ロス削減は農地等利用の効率化につながり、土地利用の面で生物多様性に正の影響を与える効果がある。これにより、モデルの整合性が確保された。3年目に、本モデルを用いた生物多様性に関わる応用事例分析を行った。本モデルを用いた生物多様性における分析は、様々な分野への応用が可能である。本プロジェクトでは、森林に生息する生物多様性に対する保護に誰がどれだけ貢献すべきであるかを消費ベースの環境負荷という観点から分析した。本研究課題の当初の目的はモデル構築であったが、本モデルを適用することにより、企業が取り扱う商品やサービス、工場が立地する地域に合わせて、生物多様性への影響評価分析も行うことができる。具体的には、企業が取り扱う商品やサービスを評価する場合、企業の需要しているコモディティ毎、地域毎（市町村毎）の年間の収支報告書の支出額を用いて、個々の企業の年間の各項目における需要から発生するフットプリントを示すことができる。

次に、モデルの詳細と生物多様性における分析結果を示す。モデル開発においては、貿易統計、環境統計、家計支出統計等のさまざまなソースデータを1つの統一データ処理フレームワークに統合し、処

理されたデータを調整して多地域間産業連関データベース（日本IELab）を開発した。このデータ処理フレームワークには、所得、生産と雇用に関するデータ、エネルギー、資材、水、交通、工業、農林業のサブセクター、異なる都道府県間の地域間取引などの地域レベルのデータが含まれている。日本IELabは、新しいデータと情報の更新と追加のためのプラットフォームとして、研究者が単一のフレームワーク内で利用可能なすべてのソースデータにアクセスし、空間的な柔軟性を提供することで、カスタマイズされたプロジェクトに焦点を当てた環境経済分析を可能にする。社会の複雑な社会経済的枠組みの中で相互関係を考慮しながら、研究者が統合された社会的、経済的、環境的影響分析とライフサイクルアセスメントを適時かつ費用対効果の高い効率的な方法で行うことができるようになる。特に、環境問題として大気汚染、気候変動、生物多様性の損失の分野では、より複雑に異なった地域が相互に関連しているため、学際的な共同研究やデータ管理のニーズが高まっている。日本IELabを用いることにより、研究者、政策立案者、企業がデータとシミュレーションツールを含むインフラストラクチャーにアクセスでき、さまざまな環境問題に対処するための学際的研究と研究者間の連携を促進することができるようになる。日本IELabのモデルの実行は、現在、シドニー大学のスーパーコンピューターの仮想化コンピューティング・プラットフォームで管理されている（図4.1.1）。そのため、シドニー大学のサーバーにアクセスできる研究者は誰でも本モデルを使用することが可能である一方、アクセス権がないと本モデルにアクセスできない。本モデルの実行を日本の研究機関のサーバーに移行することは可能である。しかし、複雑なコードプログラミングと計算式、膨大なデータを取り込んだ本モデルを実行するためには、適切なインフラが必要である。現在、シドニー大学では、2TBのサーバーでモデルを動かしており、それと同等のインフラが必要となってくる。

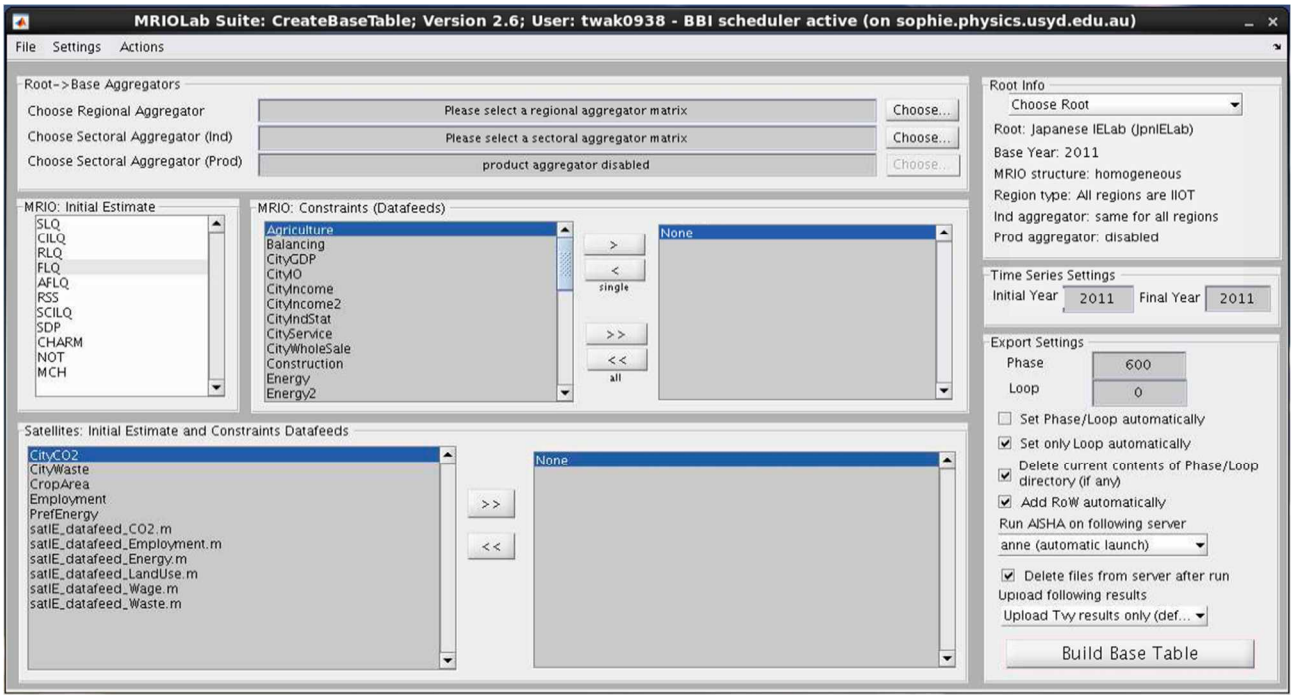

図4.1.1　日本IELabのモデルのプラットフォーム

次に、本モデルを用いた生物多様性に関わる応用事例分析結果を示す。まず、Lenzen et al. (2012)と同様の分析を、国内での取引が引き起こす生物多様性損失に与える影響評価として分析する場合、本プロジェクトで開発したモデルを用いて分析をすることが可能である一方、日本における生物多様性の損失とその要因を示すデータが存在しない。そのため、Lenzen et al. (2012)は、世界の各国の生物多様性の損失とその要因を示すデータを用いて分析を行ったが、日本国内において、どのような経済活動により、日本国内で生物多様性損失を引き起こされているのかが不明である。そのため、消費ベースの生物多様性の損失負荷を示すことができない。

生物多様性と生態系サービス総合評価（JB02）（環境省生物多様性及び生態系サービスの総合評価に関する検討会、2016）において、日本国内の森林生態系に関して、森林生態系に生息・生育する種の個体数・分布が強い減少傾向にあることが指摘されている。このように、生物多様性損失が森林地帯において起こっているが、それは海外で示されるような森林伐採や土地開発によって起こるものではない。森林管理不足により森林が荒廃するケースや気候変動等が主な要因と指摘されている。そのため、森林管理のための資金調達が、生物多様性保全につながるものと仮定して分析を実施することとした。

「森林管理のための資金調達」を本分析で採用した理由は、Lenzen et al. (2012)の手法に即した形での分析を試みたためである。Lenzen et al. (2012)は、絶滅危惧種の生存を危うくする諸要因を特定した上で、その要因を生み出す財・サービスの取引状況を国単位で分析した。本稿では、土地を利用して生産した財・サービスの取引状況を市町村単位で分析すると同時に、生産地である市町村における森林保全が絶滅危惧種の保護に貢献すると位置づけ、財・サービスを消費している市町村が、生産地の市町村に対して消費額に見合った森林保全資金を負担すべき、という考え方に基づき分析を行った。しかしながら、市町村の森林管理予算イコール生物多様性保全予算ではなく、本分析結果自体は、複数の制約条件を含むものである。

そこで、本プロジェクトでは、森林地帯が生物多様性を含む主要な生態系サービスの供給源であるということを踏まえ、森林地帯における環境負荷と生物多様性を考慮した分析を行った。森林は、酸素、空気、水、植物の受粉、害虫駆除、廃水処理、土砂災害の防止等の機能を果たすのみではなく、二酸化炭素（CO_2)を吸収し、蓄積する。日本では、温室効果ガス排出削減目標の達成や災害防止等を図るための森林整備等に必要な財源を安定的に確保する観点から、2019年3月に森林環境税及び森林環境譲与税に関する法律が成立・公布された。それを踏まえ、国民一人一人が等しく負担を分かち合って森林を支える仕組みとして、個人住民税均等割の枠組みを用いて、国税として2024年から1人年額1,000円を市町村が賦課徴収される。また、同時に、森林環境譲与税が施行され、森林現場の課題に早期に対応する観点から、市町村においては、間伐や人材育成・担い手の確保、木材利用の促進や普及啓発等の森林整備及びその促進に関する費用が2019年度から譲与される。これらを踏まえ、森林管理及び生物多様性保全の観点から、森林土地利用の受益者と、税収や森林管理のための寄付金収入の使い方との関連を明らかにするための方法論を開発し、生物多様性フットプリント分析を実施した。

本分析では、多地域間産業連関モデル（日本IElab)を用いて、日本の市町村レベルでの土地利用と、その土地利用により受益を得る受益者とのリンクを明確にするために、土地利用フットプリントにおける生物多様性分析を実施した。4,266品目からなる産業連関表を土地利用の項目に合わせ、20分類の財とサービスに分け、さらに、市町村の地域間産業連関表を作成した（図4.1.2)。

本分析では、日本最大の森林面積と土地面積を有する北海道の土地利用に焦点を当て分析を行った。2014年のデータによると北海道は188市町村から成るが、本分析では、北海道の35の各市と61の郡の96地域と、北海道以外の46都道府県の計142地域をリンクする地域間産業連関表を作成した。また、北海道96地域のそれぞれの土地利用分類が占有している面積データ及び地方政府が年間支出する森林管理費を収集した。さらに、市町村毎の森林面積当たり森林管理費を計算し、それに各経済活動の面積を掛けたデータを用いて、土地利用フットプリントを計算した。これにより、日本の森林における生物多様性保全という観点から、森林管理に必要な費用を誰が負担すべきか（各経済活動が市町村の土地への負荷の負担）を検討し、森林管理費への貢献が、生物多様性保全への貢献へとつながるとした。つまり、土地利用の受益者が、森林管理に必要な費用を負担することにより、生物多様性と生息地の保護にどれくらい貢献できるかを見える化した。森林に生息する390種の絶滅危惧種を対象とした。各市町村の森林に生息する絶滅危惧種は、国立環境研究所と協働してGISを用いて収集したデータを活用した。具体的には、衛星画像による土地被覆分類や生育地データから、土地利用（森林、農地等）ごとにIUCNのレッドリストの絶滅危惧種の894種数をメッシュデータで特定した。2017年版の日本のレッドリスト絶滅危惧の9カテゴリーは、日本独自のカテゴリーでIUCNのレッドリストとの整合性がないため、IUCNのレッドリストに沿った種分類を用いた。IUCNのレッドリストは、IUCNコードに沿っている。これに、市町村ポリゴンを重ね合わせて、各市町村の森林に分布する絶滅危惧種の390種数を数えた。

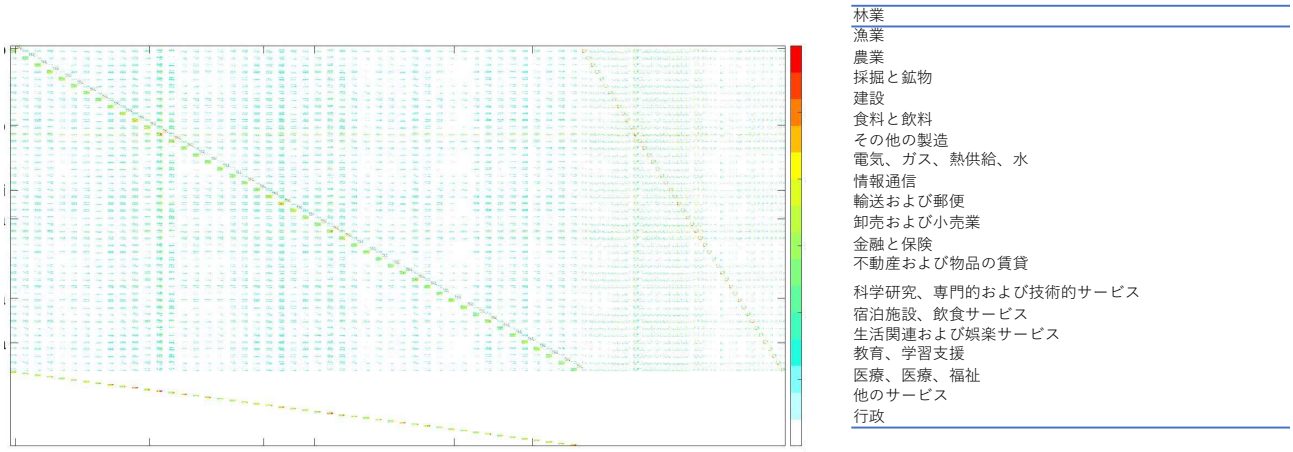

図4.1.2　20分類の財とサービスと市町村の地域間産業連関表

多地域間産業連関分析の実施により、土地を利用して商品を生産している北海道の各地域と、その地域で生産された商品を消費する消費者との関連性を明らかにした。まず、北海道の各地域の土地が耕作地または工場用地として活用されている場合、その土地から生産された商品の消費者である受益者を特定した。そして、その受益者が、北海道の土地利用により受益を得る代わりに、消費ベースの環境負荷へのオフセットとして、北海道の生産地域の土地管理費にどれだけ貢献する必要があるのかを示した（図4.1.3）。具体的には、東京都が北海道の各地域の土地利用により、得られる受益を算出した。その結果、北海道で最大の年間森林管理予算を持つ上川郡の場合、東京都は合計10,746haの土地で生産された商品を消費していることが明らかになった。その土地面積を上川郡で活用された土地として、商品生産のために活用された土地面積を経済的価値に換算した。その結果、上川郡での東京都による土地利用は3億2,060万円相当に値することが示された。次に、上川郡の森林を絶滅危惧種の生息地としての観点から検討した。2010年GISデータでは、上川郡の森林地域には絶滅危惧種142種の生物が生息する。そのうち、東京都からの3億2,060万円の貢献により、142絶滅危惧種が生息する4.2%の森林地域が管理され、保全される（図4.1.4）。これは、東京都の納税者一人当たりで換算すると43.5円になり、この支払いにより、上川郡の絶滅危惧種の森林生息地の4.2%の保護に貢献したことになると示すことができる。一方で、上川郡の森林管理のために政府が支払うすべての年間費用を賄い、142絶滅危惧種の生息地を保護するためには、日本のすべての納税者が上川郡に年間181円を支払う必要があることが計算された。

本研究では、市町村単位で把握できる森林管理予算（総務省地方財政状況調査の林業費）を指標として用いた。2014年度の森林管理予算である都道府県林業費は7,563億円、市町村林業費は1,628億円（うち北海道上川郡10億円）である。なお、生物多様性保全に直接貢献する森林保全・整備等への支出はその一部であり、厳密な予算額を特定することは困難であるが、他に利用可能な信頼性の高いデータはないため、本分析ではこの数値を利用することとした。

その他の生物多様性保全に貢献する事業予算には、自然公園等事業費・指定管理鳥獣対策費・野生生物等保護行政費（環境省）、国有林野における森林環境保全利用対策のうち森林環境保全経費・山村地域活性化推進費（農林水産省）、自然公園等整備費（北海道庁）等、国・自治体を問わず多数あり、今後は本モデルに利活用できる。これらの生物多様性保全に関する予算について、目的別・市町村別の詳細な支出項目と予算額データが利用可能になると、モデル分析の精緻化につながる。

また、森林環境税及び森林環境譲与税が導入され、2019年度より先行的に施行された森林環境譲与税の枠組みは、本分析の内容とも重なるものである。このような新制度の予算額を使用して分析することにより、生物多様性保全分野における「証拠に基づく政策（Evidence-based policymaking）」への貢献というメリットが生じる。森林環境譲与税による都道府県と市町村への配分額は約200億円（2019年度）であり、本分析で事例とした北海道上川郡には3,603万円が国から譲与された。

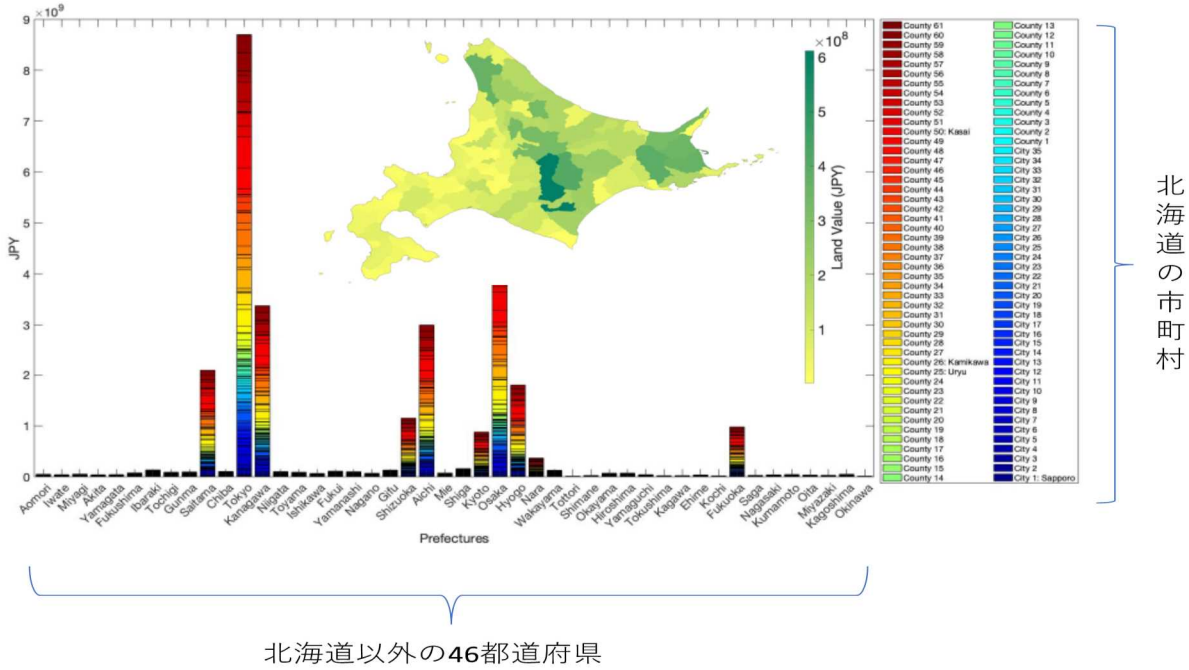

図4.1.3　北海道の96地域の土地利用により受益を受けている都道府県とその面積

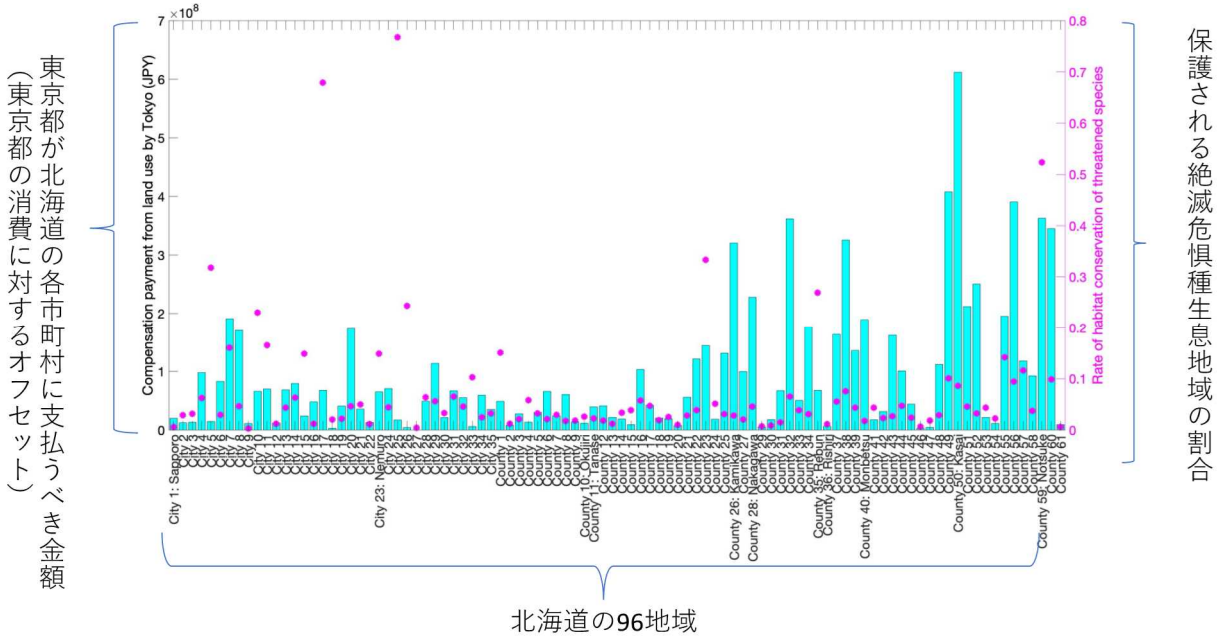

図4.1.4　東京都が北海道の96地域の土地利用に対するオフセットとして支払う金額とそれにより保護される絶滅危惧種生息域の割合

この分析手法を用いて、生物多様性を保護するための企業の地方への寄付金、または、ふるさと納税等による個人からの寄付金が、各市町村の森林や生物多様性をどれくらい保護するのに貢献することができるのかを示すことができる。また、本分析では分析していないが、本分析で活用したモデルと方法論を用いて、森林環境税を考えた場合、納税者と森林管理支出との間の関連性を示すことができる。現在、一律で1,000円の徴収となっているが、これを受益者負担の法則からいくら支払うべきかを都道府

県毎に設定することも可能になる。このように生産者地域と消費者地域のリンクを明確にし、透明性を高めることにより、森林管理と生物多様性の生息地保護に、課税や寄付を含むさまざまな資金調達スキームを適用し、強化することができる。

最後に、企業が生物多様性の影響評価、または生物多様性保全活動としての企業貢献が、どれだけの影響をもたらすかを定量評価する方法として、本推進費により開発した日本IELabモデルを用いた分析を各企業の要望に合わせて提供することができる。ただし、上記で述べたように、作成したモデルへアクセスするサーバーはシドニー大学にあり、スーパーコンピューターを使用して動かしているため、分析は、オーストラリアの大学コンソーシアム（IELab） に依頼するか、シドニー大学卒業生が立ち上げたコンサルタント会社に依頼することになる。各企業からの依頼1件ごとに、3,000豪ドルが基本料金として課金されるが、他の評価モデルの利用と比較して適正な価格であり、企業の自由な利活用を制約するものではないと考えられる。日本IELabの分析作業の窓口は以下の通りである。

（名称）Industrial Ecology Virtual Laboratory（IELab）- Japan Lab

（URL）https://ielab.info/analyse/ielab-japan

本プロジェクトで開発したモデルと方法論を用いていることにより、企業の依頼に合わせ、企業が与える生物多様性への影響評価、または、企業の社会貢献活動などによる生物多様性保全の効果・影響を定量的に評価することができる。つまり、本プロジェクトを通じて土地利用フットプリントと、生物多様性への貢献の見える化を企業単位で分析し、企業のオフセットを一つの指標として示すことが可能になったのである。企業活動に関するサプライチェーンを遡った詳細な調達データが、発注企業により提供されれば、企業活動に伴う生物多様性への負荷を詳細に定量化することが可能となる。

さらに、企業へのサービスとして、企業の要望に合わせ、企業から提供された年間の収支報告書の支出額を用いて、各企業の活動が世界の生物多様性の損失にどれだけの影響を及ぼす可能性があるのかを示すこともできる。将来的には、本プロジェクトで開発した日本国内の多地域間産業連関モデルとグローバルまたは他国（例えばオーストラリア）の多地域間産業連関モデルをリンクさせることにより、企業活動により引き起こされる世界の生物多様性の損失をさらに詳細に示すことが可能になる。例えば、グローバルモデルとリンクした場合、ある企業のどの工場が生産している商品が、世界の生物多様性の損失に影響を与えるのかを示すことができる。オーストラリアモデルとリンクした場合は、日本のある地域で消費される商品が、オーストラリアのどの地域の生物多様性の損失に影響を与えるのかを示すことができる。ただし、本研究課題の当初目標を超えるこれらのモデルを構築し、国内とグローバルまたは他国とのリンクを行うには、国際取引のデータと日本国内での地域別の貿易取引データ等を取り込むための複雑なプログラミングとアルゴリズムの追加作業が必要になる。これらの拡張モデルの構築は、今後に残された重要な課題であるが、本プロジェクト研究によって開発したモデルを前提として実現可能になったものであり、重要な研究開発の成果であると言える。

（２）消費者と企業に受容可能な指標群の多重比較分析と経済評価

本研究においては、多重比較分析（BWS）のため2種類のアンケート調査を実施した。第1の調査では、生物多様性と他の環境問題との相対的重要度をオブジェクト型BWSにより評価し、交差項を用いた要因分析を行った。さらに、生物多様性認証の経済価値評価をマルチプロファイル型BWSにより実施し、交差項を用いた要因分析を行った。

第2の調査では、パイロット事業との連携をはかることを目的とし、株式会社アレフがレストランチェーンで実施する生物多様性配慮型食材調達に関する多重比較分析を実施した。オブジェクト型BWSでは、生物多様性に配慮した米生産に関する重要度評価を実施し、交差項を用いた要因分析を行った。マルチプロファイル型BWSでは、各種食材・飲料に関する産地と栽培方法に対する消費者による経済評価を実施し、交差項を用いた要因分析を行った。

１）生物多様性指標と認証に関する多重比較分析

第1の調査及び分析結果と考察について説明する。多重比較分析による解析を行うには、アンケート調査による消費者実験を実施し、データ収集する必要がある。本調査では、マクロミル社の登録モニター448名を標本として、2018年3月にWEB画面上における消費者実験を実施した。調査の標本分布については、北海道（6.5%）、東北（5.8%）、関東（37.3%）、中部（17.0%）、近畿（18.5%）、中国（4.5%）、四国（2.2%）、九州（8.3%）であった。また、男女比は50%ずつ割り付けた。年齢階層については、10代（4.5%）、20代（15.2%）、30代（18.8%）、40代（21.6%）、50代（18.6%）60代以上（21.4%）であった。

従来、日本企業が重視してきた生物多様性保全活動は、CSRとして取り組まれている植林等が中心であった。しかしながら、自然資本プロトコルに代表されるような、企業活動のフットプリントを経済評価する国際的イニシアティブにおいては、土地利用の変化による生物多様性の喪失等が大きな課題であり、企業活動と生物多様性の関係性を評価する重要な指標となっている。

本研究プロジェクトの開始時点までの日本企業の取組も、植林活動のような生物多様性保全活動が中心であった。そうした活動の持続性を担保するための根拠を示し、役員等の経営層を説得するための経済価値を明らかにするという可視化（見える化）が、企業及び環境省から要請されていた。しかしながら、多国籍に活動する日本企業はもちろんのこと、主に国内で事業を行う企業であっても、サプライチェーンは海外の隅々にまで広がっている。直接、生物多様性に影響を与えなさそうな企業活動であっても、サプライチェーンを通じて、世界各国の生物多様性の喪失に影響を与えているという点を理解する必要がある。そうした国内外において生じている意識の乖離を解消するための取組が、本研究の主要な着眼点であり、環境省から要請されていた重要なポイントである。

オブジェクト型BWSでは、自然資本プロトコル等において企業活動の環境影響指標として取り上げられる機会の多い7種類の代表的な環境指標項目、及び生物多様性の正負両面について相対的重要度を比較することを目的とした。8番目には、自然資本プロトコル等においてしばしば用いられる「適切な土地利用による森林などの乱開発防止（土地利用）」を生物多様性への負の側面の指標として加えた。さらに、9番目の項目として、企業の社会貢献活動の一環として取り組まれることが多く、日本企業における評価ニーズの高い「生物多様性の保護・保全（社会貢献活動としての植林や保護地域の管理など）」を指標として加えた。企業活動を行う上で、消費者が重視し、活動時に配慮を求める環境指標について、相対的重要度についての評価結果を得ることが目的である。

表4.1.1には、多重比較分析の中でもオブジェクト型BWSによって得られたデータの集計結果を示した。日本企業が重視する生物多様性の保護・保全のBest-Worst比（B/W）は0.47と低く、自然資本プロトコル等における生物多様性指標である適正な土地利用についても、Best-Worst比0.75であり、他の環境指標と比較して低い評価結果であった。生物多様性に関連する指標項目である「適切な土地利用による森林などの乱開発防止」と「生物多様性の保護・保全」は6番目と8番目であり、回答者から見た相対的重要度は、他の環境指標より低かった。企業活動における生物多様性保全を促進するには、消費者が生物多様性の重要性を理解し、受容度を高めることの必要性が示唆される結果が得られた。

表4.1.1　オブジェクト型BWSによる環境指標項目の相対的重要度の集計結果

環　境　指　標　項　目	Best	Worst	B－W	B/W	順位
温室効果ガスの削減	786	577	209	1.36	3
大気汚染物質の削減	945	309	636	3.06	1
水質汚濁物質の削減	892	321	571	2.78	2
適正な水利用の実現	389	929	-540	0.42	9
廃棄物の削減や適切な処理	634	482	152	1.32	4
土壌汚染の防止	469	518	-49	0.91	5
エネルギー消費量の削減	433	843	-410	0.51	7
適切な土地利用による森林などの乱開発防止	459	616	-157	0.75	6
生物多様性の保護・保全 （社会貢献活動としての植林や保護地域の管理など）	369	781	-412	0.47	8

表4.1.2　オブジェクト型BWSの混合ロジットモデルによる係数推定結果

変数（環境指標項目）	平均値ﾊﾟﾗﾒｰﾀ	標準偏差ﾊﾟﾗﾒｰﾀ
温室効果ガスの削減	0.492**	2.460**
大気汚染物質の削減	1.046**	1.343**
水質汚濁物質の削減	0.843**	0.858**
適正な水利用の実現	-0.832**	1.712**
廃棄物の削減や適切な処理	0.322**	1.030**
土壌汚染の防止	－	－
エネルギー消費量の削減	-0.607**	1.764**
適切な土地利用	-0.120*	0.797**
生物多様性の保護・保全	-0.480**	1.027**
観測数	5376	
対数尤度	-8989.1	

注: **、*はそれぞれ有意水準1%、5%で統計的に有意に0と異なることを示す.

オブジェクト型BWSによる消費者実験データについて、個人の選好の多様性を検証するため、混合ロジットモデルを適用して詳細な分析を行った。なお、個人の選好に多様性があるということは、9種類の環境問題に対する消費者の評価傾向において、個人間の差違が大きなものであることを意味する。混合ロジットモデルにより分析した結果、表4.1.2に示した通り、自由度を確保するための基準として使用した「土壌汚染の防止」を除くと、全ての変数において平均値パラメータと標準偏差パラメータに、統計的に有意に0と異なる係数が得られ、選好の多様性が認められた。このことは、表4.1.1で得られた結果があくまで平均的なものであり、個々人にとっての相対的重要度には偏差が認められることを示すものである。そのため、そのような多様性の背景にある要因を分析するため、個人属性を交差項として加えた条件付ロジットモデルによる要因分析を実施することとした。

表4.1.3　交差項に利用した社会経済変数

変　数	平均値	標準偏差
性別（男性＝1, 女性＝0）	0.500	0.500
年齢（20代以下＝1）	0.196	0.397
年齢（40代＝1）	0.217	0.412
年齢（60代以上＝1）	0.214	0.410
学歴（大卒以上＝1）	0.433	0.496
世帯所得（万円）	5.770	3.085

表 4.1.4　交差項を考慮したオブジェクト型 BWS の係数推定結果

変数（環境指標項目）		性別 (男性)	20 代 以下	40 代	60 代 以上	世帯 所得	大卒 以上
温室効果ガスの削減	0.2504*	-0.329*	0.283*	0.105	-0.274*	0.018	-0.008
大気汚染物質の削減	-0.670**	-0.169	0.141	-0.088	-0.168	0.023	-0.127
水質汚濁物質の削減	0.336**	0.042	0.053	-0.060	0.019	0.034*	-0.106
適正な水利用の実現	-0.667**	0.197*	0.577**	0.165	-0.150	0.005	0.034
廃棄物の削減や適正な処理	0.180	-0.048	0.200*	-0.042	-0.146	0.003	-0.015
土壌汚染の防止	-	-	-	-	-	-	-
エネルギー消費量の削減	-0.313**	-0.062	0.493**	0.011	-0.418**	-0.007	0.166
適切な土地利用	-0.390**	0.186*	0.502**	0.118	-0.025	0.020	-0.088
生物多様性の保護・保全	-0.667**	0.262**	0.582**	0.053	-0.269*	0.035**	-0.091
観測数				5376			
対数尤度				-8952.3			

注：**、*はそれぞれ有意水準 1%、5%で統計的に有意に 0 と異なることを示す.

各環境指標項目に対する消費者の相対的重要度評価結果に影響を与えると考えられる要因は多種多様である。本プロジェクトのアドバイザーを務める企業関係者らからも、個人属性との関係性を明らかにする方向性での分析結果の提示は、企業の経営判断に役立つとの意見もあった。そこで、オブジェクト型BWSによる相対的重要度評価の活用方向性を示すため、表4.1.3に示した性別、年齢、所得学歴という基礎的個人属性をまずは交差項として利用することとした。

表4.1.4の条件付ロジットモデルによる推定結果において特徴的な部分について説明する。性別については、生物多様性指標である「適切な土地利用」と「生物多様性の保護・保全」、そして大気関連の「温室効果ガスの削減」と「大気汚染物質の削減」において対照的な結果が得られた。生物多様性については、男性の方が女性よりも評価が高くなる傾向があり、温室効果ガス等は逆の傾向であった。

年齢階層については、40代が全階層の平均的結果とほぼ同様の結果である一方、20代は生物多様性指標への評価が高くなる傾向が明らかとなった。60代以上では、生物多様性の保護・保全に加えて、温室効果ガスの削減やエネルギー消費量の削減も低くなった。各環境指標に対する評価には、年齢階層が影響していること、つまり各グループ間での評価ウェイトが異なることが明確に示された。

生物多様性の保護・保全については、世帯所得が統計的に有意にプラスであった。この日本企業が重視する生物多様性指標項目については、所得が評価を上げる重要な要因であることが示された。また、学歴については、10%水準ではやや影響が見られたが、5%以下の水準ではほぼ影響を与えていないことが明らかとなった。

本研究のオブジェクト型BWSを用いた生物多様性指標の相対的重要度評価結果からは、以下のことが明らかとなった。生物多様性の保護・保全に関する指標、すなわち日本企業の社会貢献活動に典型的にみられる植林活動への評価は、水資源の潤沢な日本において危機意識が低いと指摘される適正な水利用に関する指標と同水準の低評価にとどまった。しかしながら、各回答者の結果には選好の多様性が認められた。この結果から、生物多様性に関する適切な周知活動により、認知度を高めること、意識啓発を行うなどの施策や消費者教育を行うことにより、今後、他の環境問題と同等レベルにまで重要度を向上できる可能性が示唆された。それらの具体的な要因の一部は、個人属性を交差項として用いた分析結果から明らかとなった。生物多様性の保護・保全指標に対する選好の高い集団や個人属性が特定されたことにより、どのようなターゲットを政策対象としてより重視し、アプローチするべきであるか、また日本企業が行う生物多様性保全活動への評価を高めることができるのか、政策支援の方向性を含めて検討する基礎資料が提供できたと考えられる。

次に、マルチプロファイル型BWSの分析結果と考察について説明する。多重比較分析の中でも、特にマルチプロファイル型BWSは十分な研究蓄積のない、新規性の高い研究領域である。本研究課題の主要な研究内容は、生物多様性の経済評価に関するフレームワークの構築、そして汎用性と応用性の高い事例分析の実施である。

たとえば、国際的なファストフードチェーンにおいて、生物多様性に関する環境認証（FSCやMSC

等）の導入を各国に指示しているものの、導入状況は各国ごとに異なり、とりわけ日本においては生物多様性認証への取組が遅れていることが、本研究課題開始年に実施した定性的調査の結果として明らかとなった。表4.1.5に示したとおり、東京2020ではロンドンオリンピック・パラリンピックの調達コードを参考として、食材や資材に関する調達コードを導入した（吉田，2019）。調達コードの実効性を高め、日本企業の生物多様性保全への取組水準を向上させるとともに、消費者意識の変革も必要な状況である。そこで、企業における生物多様性認証取得や消費者レベルでの生物多様性認証への認知度を検証することを目的として、多重比較分析を実施することとした。

表4.1.6に示したのは、同じアンケート調査において質問した生物多様性に関係する代表的な認証の消費者認知度である。比較検証のため、日本において比較的認知度の高い農産物認証である有機JASも併せて質問した。生物多様性認証の認知度を調査した結果においては、表4.1.6に示したとおり、PEFC森林認証、ASC（水産養殖管理協議会）のエコラベルも質問に追加した。その集計結果において、有機JASの認知度が約20％とやや高かったものの、他のエコラベルの認知度は5％前後の低い水準であった。現状で多くの身近な紙製品にエコラベルが貼付されているFSCの認知度であっても決して高くはないことが改めて示された。一般的な消費者のエコラベル認知度が低い中、企業に認証取得を要請することは、認証取得にかかるコストに見合った売り上げ増加をもたらさない。企業ヒアリングによる事前の定性的調査において明らかになったように、生物多様性認証取得を躊躇する企業行動の根拠が消費者調査からも裏付けられたと言える。

表4.1.5　東京2020における調達食材・資材別の生物多様性認証等一覧

食材・資材	生物多様性認証等
木材	FSC，PEFC森林認証，SGEC（緑の循環認証会議）
農産物	ASIAGAP，GLOBALG.A.P.
畜産物	JGAP，GLOBALG.A.P.
水産物	MSC，MEL（マリン・エコラベル・ジャパン），AEL（養殖エコラベル），ASC（水産養殖管理協議会）
紙	FSC，PEFC森林認証（SGECを含む）
パーム油	ISPO，MSPO，RSPO

表4.1.6　生物多様性認証等に関する消費者の認知度

認証の種類	詳しい知識がある	ある程度の知識がある	あまり知らない	まったく知らない
有機JAS	2.9%	19.2%	32.6%	45.3%
FSC	1.1%	4.7%	19.6%	74.6%
PEFC森林認証	0.9%	2.5%	19.9%	76.8%
MSC	0.7%	3.8%	17.2%	78.3%
ASC	1.3%	1.6%	16.1%	81.0%
ﾚｲﾝﾌｫﾚｽﾄ・ｱﾗｲｱﾝｽ認証	1.8%	4.5%	15.4%	78.3%

注：n=448.

生物多様性認証の経済評価のための多重比較分析による消費者実験は、マルチプロファイル型BWSに基づき実施した。オブジェクト型では支払意志額（WTP）の評価が困難であるが、マルチプロファイル型においては支払意志額の推定が可能である。マルチプロファイル型BWSでは、外食時における生物多様性認証（エコラベル）等の表示が、どの程度、消費者心理に影響を与えるかについて、2つの仮想シナリオに基づき実験を行った。国産食材や有機JASのように、認知度が比較的高い属性に加えて、消費者の認知度が低いMSC、FSC、レインフォレスト・アライアンス認証という3種類のエコラベルを表示する実験計画及び調査設計である。エコラベルの表示方法について、ラベル表示なし（文字表示のみ）と実際のラベル表示ありという2種類の異なる仮想シナリオ設定を行うことにより比較実験を実施した。

マルチプロファイル型BWSにおいては、エコラベルを含む属性数が増えると分析自体が失敗する可能性が高まるため、有機JASと3種類のエコラベルを属性として使用するにとどめた。マルチプロファイル

型BWSについては、仮想シナリオA（エコラベル表示なし：文字情報のみによる表示）、仮想シナリオB（エコラベル表示）という2種類のシナリオを用いて調査及び実験を行った。文字とラベルの表示により比較検証分析を行った認証は、「有機JAS」「レインフォレスト・アライアンス認証」「MSC」「FSC」の4種類である。生物多様性認証の認知度は低いため、認知度を質問する前段階として、ラベルと文章により個々の認証に関する情報提供を行った。また、生物多様性認証と比較検証するため、野菜・米の産地、肉・魚の産地が、国産または非表示かを属性として示した。

表4.1.7　マルチプロファイル型BWSの混合ロジットモデルによる係数推定結果

変　数	仮想シナリオA（エコラベル非表示）		仮想シナリオB（エコラベル表示あり）	
	平均値ﾊﾟﾗﾒｰﾀ	標準偏差ﾊﾟﾗﾒｰﾀ	平均値ﾊﾟﾗﾒｰﾀ	標準偏差ﾊﾟﾗﾒｰﾀ
価格	-0.0109**	－	-0.0108**	－
野菜・米の産地（国産）	0.717**	1.160**	0.599**	0.783**
肉・魚の産地（国産）	0.593**	0.430**	0.514**	0.227
有機JAS	0.163**	0.543**	0.286**	0.645**
ﾚｲﾝﾌｫﾚｽﾄ･ｱﾗｲｱﾝｽ認証	0.299**	0.397*	0.288**	0.264
MSC	0.170**	0.175	0.192**	0.440*
FSC	0.026	0.352*	0.181**	0.273
観測数	1792		1792	
対数尤度	-4037.7		-4058.2	

注：**、*はそれぞれ有意水準1%、5%で統計的に有意に0と異なることを示す.

表4.1.8　各属性への限界支払意志額の推定結果

属　性	仮想シナリオA（エコラベル非表示）		仮想シナリオB（エコラベル表示あり）	
	点推定値	95%信頼区間	点推定値	95%信頼区間
野菜・米の産地（国産）	58.9円	[49.7－68.5]	52.1円	[42.7－61.3]
肉・魚の産地（国産）	51.9円	[42.4－61.4]	47.7円	[37.8－56.6]
有機JAS	14.2円	[5.1－23.1]	26.5円	[15.4－32.8]
ﾚｲﾝﾌｫﾚｽﾄ･ｱﾗｲｱﾝｽ認証	29.1円	[19.9－38.5]	26.7円	[18.7－37.8]
MSC	13.4円	[4.2－23.3]	17.9円	[6.9－25.1]
FSC	4.9円	[-5.7－15.0]	16.8円	[6.9－27.8]

表4.1.7に示した混合ロジットモデルの結果からは、仮想シナリオBでは、4つのエコラベルについて統計的に有意にゼロと異なる平均値パラメータが得られたが、仮想シナリオAではFSCが統計的に有意ではなかった。ここでは、全ての平均値パラメータに統計的に有意な値が得られた仮想シナリオBの結果を中心に考察を行う。表4.1.8では、野菜・米、肉・魚の産地には、それぞれ約50円の限界支払意志額が得られた。次いで、有機JASとレインフォレスト・アライアンス認証が26円台、MSCとFSCが約17円となった。

農産物の市場価格あるいは外食産業の提供するメニューでは、国産食材についての評価が高く、実際にレストラン等で付加価値が付いているケースが多い。つまり、支払意志（態度）と購買行動の乖離が少ないと考えられるが、生物多様性認証については両者の乖離が企業から報告されている。つまり、生物多様性認証という取組を評価するものの（態度）、それが消費者の追加的支払い（行動）につながらないという両者の乖離が発生していると想定される（経済協力開発機構，2019）。国産食材のように、安定的に高い支払意志額が得られる水準まで、生物多様性認証の評価額を高くすることが、態度と行動の乖離の解消につながる可能性がある。多様な生物多様性認証の価値を、直感的に理解できる水準まで消費者に浸透させることが、消費者サイドから見た政策要請の重要な課題となる。

次に、仮想シナリオBの標準偏差パラメータの係数推定結果をみると、野菜・米の産地、有機JAS、

MSCには統計的に有意な数値が得られた。これは、上記の3属性について、個人の選好に多様性のあることを示す結果である。このような結果が得られた要因について明らかにするため、オブジェクト型と同様に交差項による要因分析の結果を次に示す。

上記の混合ロジットモデルによる分析結果についての要因分析を行うため、表4.1.9に示した個人属性及び原産地確認の状況、そして各認証に関する知識を交差項変数として用いた。表4.1.10と表4.1.11には、条件付ロジットモデルによる交差項を組み込んだ分析結果を示した。企業努力やそれを支援する環境政策を考慮した場合、生物多様性認証に関する知識や認知度を向上させるという政策目標は、有力な目標の一つであると想定されるため、個人属性に加えて、政策変数として、認証に関する知識を交差項に加えた。

各交差項に関する分析結果について説明する。性別に関して、男性は全ての変数との交差項がマイナスとなった。生物多様性認証に関しては、レインフォレスト・アライアンス認証のみ統計的に有意にマイナスであったが、農産物の産地意識は有意水準1%でマイナスであった。女性の方が、エコラベルや様々な食材の産地表示等を意識し、購入の意思決定を行っていることが示唆される結果であった。

年齢層に関しては、オブジェクト型BWSほど明確な差違はなかった。エコラベル表示なしの実験において、20代以下のFSCに対する評価が高いことが明らかになるとともに、エコラベル表示ありの場合に、60代以上のMSCとFSCへの評価が高くなることが明らかとなった。

世帯所得に関しては、エコラベルなしの場合のレインフォレスト・アライアンス認証のみ統計的に有意にプラスであった。日常的な原産地の確認行動を示す産地確認の交差項については、農産物の原産地が有意に高くなった一方で、生物多様性認証に関しては特徴的な結果は得られなかった。

表4.1.10と表4.1.11に示したとおり、政策変数として各属性や認証の知識に関する交差項を加えた分析結果について説明する。以前から普及している農産物認証である有機JASは、他の生物多様性認証と比較すると認知度、浸透度が高く、エコラベルに関する知識を有する人が、全般的に高い評価結果をもたらすことが明らかとなった。

生物多様性認証に関しては、MSCに特徴的な結果が得られた。エコラベル非表示の場合には10%有意水準でマイナスの値が得られたが、エコラベルありの場合には1%水準でプラスの有意な値が得られた。この結果は、認証団体や企業が認証取得を進める上で示唆的な結果である。つまり、MSCのエコラベルのように、水産物（魚）の持続可能性が担保されていることを理解しやすいラベルについては、知識や認知度の向上との相乗効果があり、エコラベルを明確に表示することにより消費者の評価が高くなることが明らかとなった。エコラベルの認知度を向上させるだけでなく、ラベル自体の意味するところが直感的に明確であるほど、消費者の商品選択への影響の大きなことが示唆される結果と言える。

表 4.1.9　要因分析のための交差項に利用した社会経済変数

変　数	エコラベル非表示		エコラベル表示あり	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
性別（男性=1、女性=0）	0.500	0.500	0.500	0.500
年齢（20 代以下）	0.196	0.397	0.196	0.397
年齢（60 代以上）	0.214	0.410	0.214	0.410
世帯所得（万円）	5.583	2.809	5.958	3.328
生鮮品購入時の原産地確認（詳細に確認=1、他=0）	0.147	0.354	0.125	0.331
有機 JAS の知識（詳しい・ある程度ある=1、他=0）	0.214	0.410	0.228	0.419
FSC 認証の知識（詳しい・ある程度ある=1、他=0）	0.040	0.196	0.076	0.265
MSC 認証の知識（詳しい・ある程度ある=1、他=0）	0.036	0.186	0.054	0.225
ﾚｲﾝﾌｫﾚｽﾄ･ｱﾗｲｱﾝｽ認証の知識（詳しい・ある程度ある=1、他=0）	0.067	0.250	0.058	0.234

表 4.1.10　交差項を考慮したマルチプロファイル型 BWS の係数推定結果（エコラベル非表示）

変数		交差項					
		性別 (男性)	20 代 以下	60 代 以上	世帯 所得	産地 確認	ｴｺﾗﾍﾞﾙ 認識
値段	-0.010**	－	－	－	－	－	－
野菜・米の産地（国産）	0.515**	-0.337**	-0.152	0.184	0.025	0.672**	－
肉・魚の産地（国産）	0.522**	-0.314**	0.140	0.075	0.007	0.467**	－
有機 JAS（有機農産物）	-0.109	-0.068	0.108	-0.018	0.022	0.669**	0.670**
ﾚｲﾝﾌｫﾚｽﾄ･ｱﾗｲｱﾝｽ認証（ｺｰﾋｰ･紅茶･ﾌﾙｰﾂ）	0.187	-0.252**	-0.058	0.148	0.032*	0.115	0.260
MSC（天然水産物）	0.096	-0.045	-0.091	-0.016	0.013	0.202	-0.378
FSC（紙製品･配送資料）	-0.086	-0.005	0.251*	0.128	0.006	0.298*	-0.249
観測数				1792			
対数尤度				-3891.6			

注：**、*はそれぞれ有意水準 1%、5%で統計的に有意に 0 と異なることを示す.

表 4.1.11　交差項を考慮したマルチプロファイル型 BWS の係数推定結果（エコラベル表示あり）

変数		交差項					
		性別 (男性)	20 代 以下	60 代 以上	世帯 所得	産地 確認	ｴｺﾗﾍﾞﾙ 認識
値段	-0.010**	－	－	－	－	－	－
野菜・米の産地	0.537**	-0.271**	0.027	0.172	0.005	0.380**	－
肉・魚の産地	0.351**	-0.236**	0.160	-0.052	0.023*	0.677**	－
有機 JAS（有機農産物）	0.158	-0.150	-0.058	0.251*	0.001	0.084	0.531**
ﾚｲﾝﾌｫﾚｽﾄ･ｱﾗｲｱﾝｽ認証（ｺｰﾋｰ･紅茶･ﾌﾙｰﾂ）	0.212*	-0.065	-0.168	0.072	0.015	0.272	-0.001
MSC（天然水産物）	0.112	-0.052	-0.066	0.202*	-0.002	0.173	0.973**
FSC（紙製品･配送資料）	0.041	-0.022	0.013	0.225*	0.013	0.217	-0.118
観測数				1792			
対数尤度				-3920.4			

注：**、*はそれぞれ有意水準 1%、5%で統計的に有意に 0 と異なることを示す.

2）生物多様性配慮の食材調達に関する企業事例の多重比較分析

本研究は、外食産業の中でもファミリーレストランを対象として、調達された食材の環境配慮等、そして原産地表示に関する消費者の評価を明らかにすることを目的とする。本研究では、評価手法として多重比較分析（BWS）を適用し、実証分析を行う。本研究では、オブジェクト型 BWS とマルチプロファイル型 BWS を適用した 2 種類の評価を実施する。オブジェクト型 BWS については、食材の中でも米に焦点を当て、実際にレストランチェーン「びっくりドンキー」において実施されている国内での米調達を参考とし、企業と密接に連携して評価を行った。田んぼの生き物に配慮した栽培方法と省農薬米、そして各食材に関する生物多様性への配慮を含む調達先・原産地情報への消費者選好が、本調査の主要な評価対象である。

オブジェクト型 BWS については、評価結果の信頼性と妥当性を検証するため、調達する米の特徴について同一の内容の 7 項目を用意し、その中から 3 項目と 4 項目の選択肢集合を提示し、両者の結果を比較検証した。マルチプロファイル型 BWS については、ファミリーレストランにおいて典型的なディナーセットを題材として、原産地や特別契約栽培等への消費者選好を明らかにし、国産食材への限界支払意志額を推計することが目的である。

ファミリーレストラン・チェーンは、ファストフード等と比較するとメニューが多様であり、価格帯もやや高く、家族で訪れる機会も多いため、持続可能性を高めた生物多様性配慮型食材調達を実施する余地があるものと想定される。ファミリーレストラン業界も他の外食産業と同様に、価格やサービス内容に関して厳しい競争環境に置かれ、持続可能な環境配慮型の食材調達が十分に進められていない現状

がある。しかしながら、東京 2020 に向けて、食材等の調達コードをレガシーとして定着させる機運が高まってきている（吉田、2019)。環境に配慮した食材調達への消費者選好を評価し、その結果を企業にフィードバックすることは、自発的な企業努力を促すものであり、持続可能な環境配慮型食材調達を達成する上で重要な課題である。

多重比較分析に用いるデータ収集は株式会社マクロミルに委託し、インターネット・アンケート調査により実施した。日本国内在住の登録モニター1,860名を調査対象とし、2019年1月に調査を実施した。ファミリーレストランを利用したことのある標本のみを事前スクリーニングした上で調査を実施した。全国展開している店舗数上位の主要11社とその他を選択肢として提示した。

直近1年間に利用したファミリーレストランは、ガスト（53.3%）、サイゼリヤ（42.7%）、びっくりドンキー（24.8%）、ココス（20.1%）、バーミヤン（17.3%）、ジョイフル（16.2%）、Denny’s（15.3%）、ロイヤルホスト（14.2%）、ビッグボーイ（11.3%）、ジョナサン（10.4%）、ジョリーパスタ（7.8%）の順であった。本研究の連携先企業の展開するびっくりドンキーは、店舗数上位のファミリーレストランの中でも3番目に利用度が高かった。

本調査では、下記の通り、調達される米の特徴に関する7項目を比較し、オブジェクト型BWSを適用して相対的重要度の評価を行った。評価手法の信頼性と妥当性を検証するため、3項目と4項目の選択肢からBestとWorstを1つずつ選択する質問形式の選択肢集合を標本の半数ずつに提示し、両者の分析結果比較を行うこととした。BWS質問の前には、次の質問文を回答者に提示した。

「ファミリーレストランで使用している食材のなかで特に「お米」について質問します。レストランで使用されているお米には、産地や栽培方法など様々な特徴（項目）があり、メニューや店内ポスター、ホームページなどに表示されています。代表的なものとして、次の7つの項目があげられます。

(1) 魚沼産コシヒカリを使用しています
(2) 農薬の使用回数と使用量を減らして栽培したお米を使用しています
(3) 食味ランク特Aのお米を使用しています
(4) 田んぼの生き物に配慮して栽培したお米を使用しています
(5) 国産ブランド米を使用しています
(6) 生産者と栽培方法を指定した契約栽培米を使用しています
(7) 有機JAS認証を受けた有機栽培米を使用しています

上記7つの項目の中で、「ぜひそのお米を食べてみたい」という気持ちにさせる魅力のある項目をお答えください。質問文では、上記の7項目のうち3（または4）項目のみが表示されています。それぞれを比較し、あなたが最も重要であると考える項目と、最も重要ではないと考える項目をお答えください。」

表4.1.12と表4.1.13は、オブジェクト型BWSを適用した各930人×7回の実験により得られた全回答（6,510）を集計した結果である。最も重要と回答された回数（Best）、または最も重要でないと回答された回数（Worst）、BestからWorstを引いた数値（B－W）、BestとWorstの比率（B/W）を示した。表4.1.12と表4.1.13の項目順はB/Wの数値を降順に並べたものである。

3項目と4項目の選択肢集合により実験した結果を比較すると、各項目の順位は同一であった。両者ともに「農薬の使用を減らしたお米（省農薬米）」に対する重要度が2位以下の項目より3倍以上数値が高かったが、「田んぼの生きものに配慮して栽培」は5位であり、BestよりもWorstが多かった。株式会社アレフがびっくりドンキーの米調達において重視している要素は農薬使用の減少（省農薬米）と田んぼの生き物調査である。前者に対する消費者の評価は高かったが、後者についてはWorstの方が多く、評価は低かった。生物多様性配慮の実施状況を保証するための農家と企業による地道な生きもの調査活動について、消費者への一層の浸透を図る必要のあることが理解される結果が得られた。

表4.1.12　オブジェクト型BWSの単純集計結果（3項目）

項　目	Best	Worst	B－W	B/W	順位
農薬の使用を減らしたお米	1598	396	1202	4.035	1
有機JAS認証を受けたお米	1003	797	206	1.259	2
国産ブランド米	923	841	82	1.098	3
生産者と栽培方法を指定したお米	930	936	-6	0.994	4
田んぼの生きものに配慮して栽培	772	917	-145	0.842	5
食味特Aランクのお米	764	1126	-362	0.679	6
魚沼産コシヒカリ	520	1497	-977	0.347	7

表4.1.13　オブジェクト型BWSの単純集計結果（4項目）

項　目	Best	Worst	B－W	B/W	順位
農薬の使用を減らしたお米	1652	344	1308	4.802	1
有機JAS認証を受けたお米	847	629	218	1.347	2
国産ブランド米	1015	851	164	1.193	3
生産者と栽培方法を指定したお米	868	865	3	1.004	4
田んぼの生きものに配慮して栽培	781	1029	-248	0.759	5
食味特Aランクのお米	774	1068	-294	0.725	6
魚沼産コシヒカリ	573	1724	-1151	0.332	7

表4.1.12と表4.1.13のBWS単純集計結果を踏まえ、オブジェクト型BWSによって得られたデータを混合ロジットモデルにより分析する。表4.1.14には、混合ロジットモデルによる係数推定結果を示した。平均値パラメータの係数は、基準変数との乖離が大きい場合に統計的に有意となるため、標準偏差パラメータの結果を中心に説明する。

表4.1.14の混合ロジットモデルによる結果から、魚沼産コシヒカリと食味特Aランク、国産ブランド米という米自体の特性に関する変数と農薬の使用を減らしたお米（省農薬米）については、選好の多様性が見られることが明らかとなった。田んぼの生きものに配慮して栽培したお米については、3項目による比較では統計的に有意ではなかったが、4項目では有意であったという差違が生じた。表4.1.12と表4.1.13の順位付けのみからは見えにくい項目数変更の影響という分析結果の相違点が、混合ロジットモデルを適用することにより明らかとなった。

表4.1.14　混合ロジットモデルによるオブジェクト型BWSの係数推定結果

変　数	3項目	4項目
（平均値パラメータ）		
魚沼産コシヒカリ	-0.637**	-0.797**
農薬の使用を減らしたお米	0.680**	0.732**
食味特Aランクのお米	-0.211**	-0.179**
田んぼの生きものに配慮して栽培	-0.068*	-0.147**
国産ブランド米	0.044	0.078*
有機JAS認証を受けたお米	0.111*	0.112**
（標準偏差パラメータ）		
魚沼産コシヒカリ	0.849**	1.297**
農薬の使用を減らしたお米	0.302*	0.152
食味特Aランクのお米	0.638**	0.737**
田んぼの生きものに配慮して栽培	0.045	0.487**
国産ブランド米	0.313*	0.782**
有機JAS認証を受けたお米	0.115	0.001
観測数	6510	6510
対数尤度	-11018.9	-15313.7

注：**, *はそれぞれ有意水準1%、5%で統計的に有意に0と異なることを示す.

次に、混合ロジットモデルにより消費者の評価に差違が生じた要因について、表4.1.16の交差項を用いて要因分析した結果について説明する。表4.1.15には、要因分析のための交差項に利用した社会経済変数を示した。農薬の使用を減らしたお米（省農薬米）と田んぼの生きものに配慮して栽培（生物配慮）については、20代以下の評価が低く、60代以上の評価が高いことが明らかとなった。年齢階層別に各項目への評価に乖離のあることが理解される。ここで重要なことは、生物多様性農法と安全・安心の質問に同意する消費者は、省農薬米や生物配慮に対して高く評価する傾向にあることが明らかになったことである。評価の低い若年層を中心として、生物多様性農法の重要性について、店舗等において一層の情報提供を行う必要のあることが明らかとなった。

表4.1.15　要因分析において交差項に利用した社会経済変数

変　数	3項目		4項目	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
性別（男性＝1、 女性＝0）	0.500	0.500	0.500	0.500
年齢（20代以下＝1）	0.200	0.400	0.200	0.400
年齢（60代以上＝1）	0.200	0.400	0.200	0.400
世帯所得（百万円）	5.650	2.898	5.866	3.231
子供有（就学前児童有＝1、 他＝0）	0.143	0.350	0.159	0.366
生物多様性農法と安全・安心（かなり=1、 他=0）	0.254	0.435	0.261	0.439

表4.1.16　交差項を考慮したオブジェクト型BWSの係数推定結果

変　数	3項目	4項目
魚沼産コシヒカリ	-0.486**	-0.571**
農薬の使用を減らしたお米（省農薬米）	0.754**	0.836**
食味特Aランクのお米	-0.173**	-0.147**
田んぼの生きものに配慮して栽培（生物配慮）	-0.181**	-0.058
国産ブランド米	0.043	0.075*
有機JAS認証を受けたお米	0.103**	0.102**
（交差項）		
省農薬米×男性	-0.089	-0.225**
省農薬米×20代以下	-0.190**	-0.300**
省農薬米×60代以上	0.203**	0.178*
省農薬米×世帯所得	-0.022*	-0.012
省農薬米×子供有	0.022	-0.106
省農薬米×生物多様性農法と安全・安心	0.126*	0.150*
生物配慮×男性	0.142**	0.109*
生物配慮×20代以下	-0.235**	-0.311**
生物配慮×60代以上	0.279**	0.068
生物配慮×世帯所得	-0.008	-0.030**
生物配慮×子供有	-0.091	-0.237**
生物配慮×生物多様性農法と安全・安心	0.375**	0.551**
観測数	6510	6510
対数尤度	-10974.7	-15296.3

注：**, *はそれぞれ有意水準1%、5%で統計的に有意に0と異なることを示す.

次に、マルチプロファイル型BWSの結果について説明する。値段（1,050円、1,100円、1,150円、1,200円、1,250円、1,300円）、ビーフ（国産、NZ・豪州産）、米（国産、特別栽培米）、野菜（国産、表示なし）、乳製品（欧州産、北海道産）、飲料（特別契約栽培）の6属性のプロファイル4種類からなる選択肢集合を直交計画に基づき16個作成した。各回答者を2グループに分割し、8個ずつ提示した。仮想的なディナーセットについて、何円くらいを想定するかをBWSの直前に質問した結果、本調査の基準価格に相当する1,000～1,099円が370人（19.9%）で最頻値となった。BWS質問に使用した仮想シ

ナリオは、パイロット事業の対象となるレストランチェーン「びっくりドンキー」の典型的なディナーセットを踏まえて、下記の通り設定した。

「あなたがファミリーレストランを訪れた際に、下記の4種類のディナーセットが提供されていた場合、どれを選択しますか。4種類のディナーセットは、値段（税込み）と食材の産地、栽培方法などが異なります。最も望ましいものと最も望ましくないものを1つずつお選びください。

米の特別契約栽培は、「農薬配布回数を一般の栽培よりも少なく、有機肥料を可能な限り使う省農薬米」です。ビーフ（牛肉）は、ハンバーグやステーキに使用されます。NZ・豪州産はニュージーランドと豪州産の牛肉を使用しています。乳製品は、チーズなどです。飲料の特別契約栽培は、「海外の個別産地・農家と契約し、農薬を使わない栽培、現地農家が不利にならない適切な価格設定などのフェアトレード（公平な貿易）に基づくコーヒーや紅茶、ジュース」です。

「国産」と書かれている場合は100％国産の食材が使用されています。何も情報が記されていない「空欄」は、原産国や産地、栽培方法などの表示は特にありませんが、安全性の基準を満たした一般的な食材が使用されていることを意味します。」

マルチプロファイル型BWSの混合ロジットモデルによる分析結果は表4.1.17に、限界支払意志額は表4.1.18に示した。ビーフ、米、野菜、乳製品、飲料の各変数については、ダミー変数（1, 0）ではなくエフェクトコード（1, -1）を用いて分析した結果を示した。平均値パラメータについては、全て統計的に有意な値となった。選択肢固有定数項は、Aセットを選択した場合の定数項であり、プラスに有意な値であった。標準偏差パラメータについては、ビーフ：国産、野菜：国産、乳製品：北海道産が統計的に有意な値となった。ビーフはNZ・豪州産との比較、乳製品は欧州産との比較であった。野菜の国産については、表示なしとの比較となり、統計的に有意な値が得られた。米に関しては、特別栽培米の方が一般的に高品質・高費用であるが、消費者の評価は国産よりも低かった。日本の一般的な消費者は、食材への国産選好（国産であれば安全・安心と感じること）が強いとされるが、そのことを示唆する結果である。生物多様性配慮レベルの高い農業を達成するには、その事実が明確に消費者に伝達され、支払額へ反映される必要がある。今後は、そうした視点からの消費者意識啓発が必要となる。

表4.1.17　マルチプロファイル型BWSの混合ロジットモデルによる係数推定結果

変　数	平均値ﾊﾟﾗﾒｰﾀ	標準偏差ﾊﾟﾗﾒｰﾀ
ビーフ：国産	0.992**	1.042**
米：国産	0.098**	0.135
野菜：国産	0.386**	0.654**
乳製品：北海道産	0.538**	0.989**
飲料：特別契約栽培	0.148**	0.007
選択肢固有定数項	0.395**	－
価格	-0.004**	－
観測数	14880	
対数尤度	-30643.7	

注：**, *はそれぞれ有意水準1%、5%で統計的に有意に0と異なることを示す.

表4.1.18　限界支払意志額の推計結果

変　数	点推定値	95%信頼区間
ビーフ：国産	228.8円	[210.8－246.7]
米：国産	22.7円	[13.7－ 31.6]
野菜：国産	89.0円	[81.6－ 96.5]
乳製品：北海道産	124.0円	[110.4－137.5]
飲料：特別契約栽培	34.1円	[29.4－ 38.8]

表4.1.17の結果が得られた要因をさらに詳細に分析するため、社会経済変数を交差項として加えた条件付ロジットモデルによる分析を行った。表4.1.19には要因分析のため交差項に利用した社会経済変数を示した。表4.1.20には、交差項を組み込んだマルチプロファイル型BWSの結果を示した。全般的に、男性の国産に対する評価が低くなる傾向が明らかとなった。年齢階層の影響に関しては、20代以下は国産や特別契約栽培に対する評価が低く、60代以上に関しては、ビーフのみ国産の評価が高かった。ビーフに関する評価については、世帯所得が影響していることも明らかとなった。就学前児童有りの世帯は、米の国産のみ評価が高くなることが明らかとなった。また、生物多様性農法と安全・安心については、米：国産以外の評価を高めることが明らかとなった。BWS実験に用いられたディナーセットの金額の予想価格については、予想価格が高い回答者は、全般的な評価額が高くなることが明らかとなった。

表4.1.19　要因分析のための交差項に利用した社会経済変数

変　数	平均値	標準偏差
性別（男性＝1、 女性＝0）	0.500	0.500
年齢（20代以下＝1）	0.200	0.400
年齢（60代以上＝1）	0.200	0.400
世帯所得（百万円）	5.758	3.071
外食（過去1年以内「びっくりドンキー来店」=1、 他＝0）	0.248	0.432
子供有（就学前児童有＝1、 他＝0）	0.151	0.358
平均的外食（夕食）金額（1,200円以上=1、 他＝0）	0.455	0.498
生物多様性農法と安全・安心（かなり=1、 他=0）	0.258	0.437
BWS実験の価格予想（1,300円以上=1、 他=0）	0.157	0.364

表4.1.20　交差項を考慮したマルチプロファイル型BWSの係数推定結果

変　数		交差項								
		性別 男性	20代 以下	60代 以上	世帯 所得	外食 (BD)	子供有	外食 金額	生物 安心	予想 価格
定数項	0.088	－	－	－	－	－	－	－	－	－
価格	-0.003**	－	－	－	－	－	－	－	－	－
ビーフ	0.410**	-0.148**	-0.103**	0.144**	0.017**	0.065*	0.013	0.074**	0.119**	0.145**
米	0.027	0.023	0.009	-0.020	-0.009	-0.021	0.099**	0.055*	-0.036	0.110**
野菜	0.182**	-0.057**	-0.041*	0.021	0.001	0.043*	0.036	0.031*	0.089**	0.0864**
乳製品	0.298**	-0.143**	-0.120**	0.034	-0.003	0.046	-0.055	0.092**	0.121**	0.108**
飲料	0.106**	-0.0197	-0.060**	-0.026	0.001	0.024	0.0002	0.015	0.060**	0.0474*
観測数		14880								
対数尤度		-30971.7								

注：**、*はそれぞれ有意水準1%、5%で統計的に有意に0と異なることを示す.

本研究は、ファミリーレストランにおける生物多様性等に配慮した持続可能な食材調達に対する消費者評価を行うため、オブジェクト型BWSとマルチプロファイル型BWSを適用した実証分析である。オブジェクト型では3項目による比較と4項目による選択肢の比較分析を行った。両者の質問に対して、調達される米の特徴を示す7項目の順位は同一であったが、混合ロジットモデルによる分析結果では、両者の標準偏差パラメータに異なる結果が得られた。オブジェクト型BWSでは、米生産に関する重要度評価を行った。その結果、省農薬米への評価が最も高く、食味やブランド、田んぼの生き物に配慮した米生産への消費者の評価は高くなかった。

詳細な生き物調査を実施し、調達先農家との契約栽培を実施している株式会社アレフのような外食チェーンにとって、消費者がその意義を十分に評価していないということは、今後の事業継続性に影響を与える。ただし、生き物にとってやさしい栽培方法が食材の安全・安心に好影響を与えているという回答も同時に得られており、消費者への一層の効果的情報伝達が必要であるとの示唆が得られた。マルチプロファイル型BWSにおいては、国産への限界支払意志額が高かった。また、ビーフや野菜、乳製品では選好の多様性がみられたため、店舗等における情報提供の工夫次第では、国産以外の食材に対する評価を高める余地のあることが明らかとなった。

（３）企業活動に関わる生物多様性指標及び評価手法

本研究では、企業活動が与える生物多様性への影響という観点から二つの点について分析を行った。一つは、自然資本プロトコルツールの比較分析であり、もう一つは国際農業産品が生物多様性損失に与える影響のグローバルレベルでの定量分析手法の比較分析、及び認証による生物多様性損失緩和の可能性と現場レベルでの実践方法についてである。

1）自然資本プロトコル・ツールキットの指標・評価手法

自然資本プロトコル・ツールキットで紹介されている57ツールのうち、生物多様性・生態系サービス分野の評価ツールとして登録されているものは39ツールである（2017年8月31日時点）。これらのツールは12の影響指標を用いて整理されているが、当該39ツールについて見ると、土地利用、淡水生態系の利用、生物多様性への影響が70%以上のツールで活用され、水利用、水質汚染、その他の自然の利用、温室効果ガスの排出が50%以上のツールで活用されていた（図4.1.5参照）。

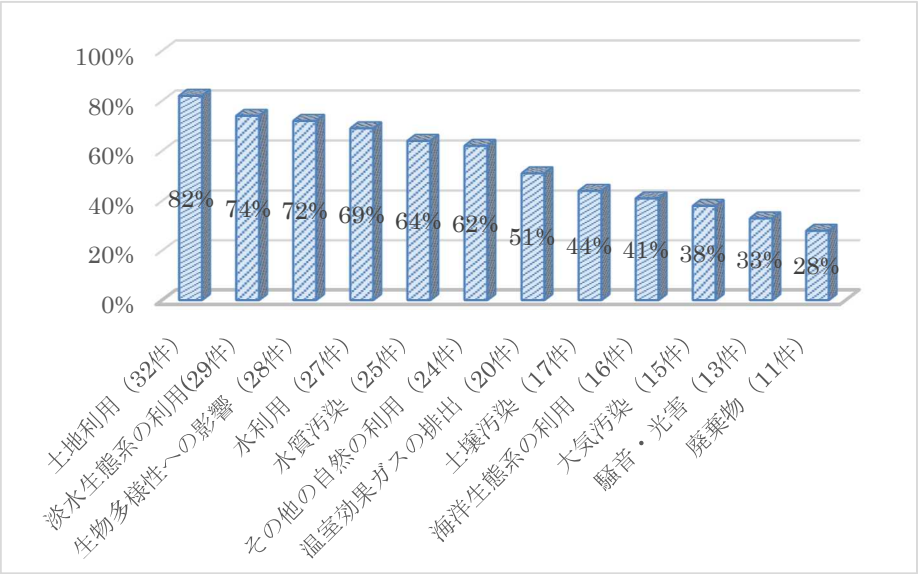

図4.1.5　生物多様性・生態系サービスの評価に係る39のツールで活用されている影響指標

生物多様性・生態系サービス分野の評価に係る39のツールのうち、日本企業のニーズにあった評価手法を把握するために、6つの観点（定量的評価が可能、すべてのセクターに適用可能、すべての地域で適用可能、生態系の影響評価が可能、サプライチェーンを含む、企業単位の影響評価が可能）から整理したところ、12のツールがこれらの条件に適合した。表4.1.21はその12ツールの概要である。基本的には、企業活動がもたらす自然資本への影響を金銭的に評価することが中心であるが、環境影響が与える社会的費用の支払意志額による評価や自然資本会計に関する制度的試案などを行っているツールも含まれている。

また、これらの12ツールを、総合性、普遍性、データの入手可能性、簡便性の観点から評価するとともに、土地利用の評価に際して参照している指標の種類を分析した（表4.1.22及び表4.1.23を参照）。その結果、企業活動の影響評価や製品のLCAでは、面積指標が中心であることが示された。LCAにおいて、土地利用変化を考慮に入れることには限界があり、通常のLCA分析においては、気候や水、生物多様性への重要な影響について把握するための、空間解析や生態情報の予測が困難である。また、LCAでは国レベルの過去の変化に基づく予測値に基づいて土地利用変化を予測しており、国やエコリージョン内の土地はすべて同等の扱いである。よって、今後はサプライチェーンを含む企業レベルの評価に、さらに包括的な土地利用をベース指標とした評価を取り入れていくことが重要な課題となる。

表4.1.21　日本企業のニーズに合った12評価ツールの概要(2017年7月現在)

	ツール名	開発年	概要
1	Biodiversity Footprint Tool	2017	製品のライフサイクルにおいて生ずる土地利用変化・汚染・気候変動・外来種侵入・種の過剰採取が、生物多様性に与える影響を評価するツール
2	Business Guide to Natural Capital Valuation	2015	企業活動によって生ずる大気汚染・温室効果ガス・土地利用・廃棄物・水利用・水質汚染が、自然資本に与える影響を金銭的に評価するツール
3	Co$ting Nature	2009	人間活動が生態系サービスへ与える影響を金銭的に評価するツール（1km四方で評価可能）
4	Corporate Environmental Profit and Loss Account	2016	企業活動が、サプライチェーンを通じて自然資本に与える影響を金銭的に評価するツール
5	Corporate Guidelines for the Economic Valuation of Ecosystem Services	2014	水、バイオマス、気候、花粉、観光など8分野における生態系サービスを金銭的に評価するツール
6	Corporate Natural Capital Accounts	2015	企業が用いる自然資本会計の制度的な枠組みについて試案したツール
7	Environmental Prices	2010	環境汚染物質の排出などによる環境影響の社会的費用を支払意思額によって評価するツール
8	ESII Tool	2016	生態系サービスの解析ツールで、対象地域の情報をiPad等で入力すると、水・大気・気候など8分野の生態系サービスに関する解析結果が提示される
9	GaBi ts	2016	製品のLCAツールで、製品カテゴリー毎に関連データが蓄積されている
10	Land Use Change Improved (LUCI)-LCA	2017	標準的なLCAに加え、製品のライフサイクルにおいて生ずる土地利用変化が生物多様性及び生態系サービスに与える影響を加味して評価するツール
11	MiLCA	2010	製品のLCAツールで、原料使用量やユーティリティ消費量、及び使用・廃棄の方法を入力することで、環境負荷を定量評価する
12	Solvay Sustainable Portfolio Management tool	2017	製品の評価ツールで、19の環境指標を用いて行うLCAと、市場における製品評価を組み合わせたもの

表4.1.22　評価手法の総合性、普遍性、データの入手可能性、簡便性の評価

	ツール名	総合性			普遍性		データの入手		簡便性		総合評価
		包括的	企業	上流	セクター	地域	アクセス	データ	技術	時間	
1	Biodiversity Footprint Tool	1	1	1	1	1	1	0	0	1	7
2	Business Guide to Natural Capital Valuation	1	1	1	1	1	1	0	0	0	6
3	Co$tingNature	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
4	Corporate Environmental Profit and Loss Account	1	1	1	1	1	1	0	0	0	6
5	Corporate Guidelines for the Economic Valuation of Ecosystem Services	1	1	1	1	1	1	0	1	0	7
6	Corporate Natural Capital Accounts	1	1	0	1	1	1	0	0	0	5
7	Environmental Prices	1	1	1	1	1	1	0	0	1	7
8	ESII Tool	1	1	1	1	1	1	0	1	1	8
9	GaBi ts	1	1	1	1	1	0	0	1	1	7
10	Land Use Change Improved (LUCI)-LCA	1	1	1	1	1	1	0	1	1	8
11	MiLCA	1	1	1	1	1	0	0	1	1	7
12	Solvay Sustainable Portfolio Management tool	1	1	1	1	1	1	0	0	1	7

注：ツール内容が評価項目の基準を満たす場合は1、満たさない場合は0として総合評価（点）を算出した.

表4.1.23　土地利用の評価に際して参照する指標

	ツール名	面積	希少種	植生	備考
1	Biodiversity Footprint Tool	○	○	○	
2	Business Guide to Natural Capital Valuation	○		○	
3	Co$tingNature	○	○		
4	Corporate Environmental Profit and Loss Account	○		○	
5	Corporate Guidelines for the Economic Valuation of Ecosystem Services				土地利用の評価は無し
6	Corporate Natural Capital Accounts	○	○		
7	Environmental Prices	○	○	○	
8	ESII Tool	○			
9	GaBi ts	○			
10	Land Use Change Improved (LUCI)-LCA	○	○		
11	MiLCA				土地利用の評価は無し
12	Solvay Sustainable Portfolio Management tool	○			

2）国際農業産品による生物多様性損失への脅威とそれに関わる指標・評価手法

A．三つの方法論について

国際農業産品が地球規模での生物多様性損失に対して与えている脅威を定量化する三つの方法論について、その概要を表4.1.24に示す。生物多様性損失への脅威に関する指標として、固有種を扱うことでは三方法論とも共通するが、レッドリストアプローチは各固有種そのものの生存可能性、種面積関係アプローチは土地利用改変に伴う将来の潜在的な分類群毎の消失固有種数、平均生物種豊富度アプローチは対象期間の固有種数減少割合を取り扱うという点で方法論が異なる。

評価の方法について；

- ✓ レッドリストアプローチは、国または準国（州・省など）ごとに、絶滅危惧種への脅威となる直接要因（農地開発や捕獲など）を引き起こす産業セクターを特定し、当該セクターが生産する商品を「絶滅危惧種に脅威を与える商品」として位置づけ、当該商品の消費国を多地域間産業連関表によって特定するという方法である。
- ✓ 種面積関係アプローチは、世界の各エコリージョンを単位として、分類群毎に自然状態（人為介入以前）の固有種数を特定し、開発後の土地利用毎（農地・都市等）に生息可能な固有種数を算出した上で、自然状態での種数と開発後の生息可能な種数の差から推定絶滅種数を特定する。ここで、推定絶滅種数とは、土地利用転換とそれに伴って生ずる種数の減少には時間差があることを意味しており、現時点では、まだ自然状態に近い種数が存在していると仮定し、今後、時間の経過と共に生息可能な固有種数に収斂していくという考え方に基づく。そして、開発後の土地を利用する産業セクターが生産する商品を、脅威を与える商品として位置づけ、その消費国をMRIOによって特定するという方法である。
- ✓ 平均生物種豊富度アプローチは、まず、論文データを基に、ある生態系に自然状態で生息する固有種数を特定すると同時に、開発後の土地利用（農地・植林地・都市等）における固有種数を特定する。次に、自然状態での生息種数に対する開発後の土地利用における生息種数の割合（Mean Species Abundance: MSA）を算出する（例えば、植林地0.3、灌漑地0.05など）。そして、国・地域毎に、土地利用変化によって生ずるMSAの減少度合いを算出する。その後、土地利用変化をもたらした産業セクターが生産する商品の消費国・金額をMRIOにより特定し、金額に応じてMSA減少値を割当て、消費国・地域におけるMSA減少値の合計を算出するという方法である。

表4.1.24　国際農業産品による生物多様性損失への脅威分析に関する三つの方法論

方法論	レッドリストアプローチ	種面積関係アプローチ	平均生物種豊富度アプローチ
主論文	Moran & Kanemoto (2017) Lenzen et al. (2012)	Chaudhary & Brooks (2019) Chaudhary & Kastner (2016)	Wilting et al. (2017) Alkemade et al. (2009)
指標	絶滅危惧種（種数）	分類群毎の固有種（種数）	固有種（種数の減少割合）
評価手法	(1) 絶滅危惧種への脅威となる直接要因に関わる産業セクターを特定 (2) 当該セクターが生産する商品を「絶滅危惧種に脅威を与える商品」として位置づけ、当該商品の消費国を多地域間産業連関表によって特定	(1) 分類群毎に、a) 自然状態の固有種数を特定し、b) 開発後の土地利用毎の生息可能な固有種数を算出 (2) 自然状態での種数と開発後の生息可能な種数の差から推定絶滅種数を特定 (3) 開発後の土地を利用する産業セクターが生産する商品を、脅威を与える商品として位置づけ、その消費国をMRIOによって特定	(1) 自然状態での固有種数に対する、開発後の土地利用における固有種数の割合を、論文データを基に土地利用毎に特定 (2) 対象国・地域毎に、土地利用変化に伴って生ずるMSA減少値を算出 (3) 土地を利用する産業セクターが生産する商品の消費国・金額をMRIOにより特定し、金額に応じてMSA減少値を割当 (4) 消費国・地域におけるMSA減少値の合計を算出

Ｂ．認証導入による生物多様性の損失緩和及び保全・回復について

表4.1.25は、事例分析の対象となるオイルパーム農園及び早生樹植林地に関わる認証であるRSPO及びFSCの枠組み概要である。両認証とも、損失緩和については自然林の伐開を禁じ、保全・回復については高い保護価値（HCV：High Conservation Value）を持つ、または高炭素貯蔵（HCS：High Carbon Stock）の森林について、維持・向上を図るという規定となっている。

表4.1.25　生物多様性の損失緩和及び保全・回復に関するRSPOとFSCの枠組み概要

	損失緩和	保全・回復
RSPO	7.7　2018年11月15日以降、泥炭深度に関わらず泥炭地における新規植栽は禁止する。 7.12　森林減少を伴う土地整備、または、高い保護価値(HCV)を持つ、または高炭素貯蔵(HCS)の森林を保護し、向上させるために必要な地域に危害を加える土地整備は禁止する。	7.12　管理区画内におけるHCV林及びHCS林を特定し、保護または向上させる。
FSC	6.6　組織は、管理区画内で特に生息域の管理を行うことにより、自然発生在来種と遺伝子型の生存を効果的に維持し、生物多様性が失われることを防がなければならない。 6.9　組織は自然林を人工林や森林以外の土地利用へ転換させてはならない。	9.2　組織は．．．特定された高い保護価値（HCV）を維持及び／または向上させる効果的な戦略を策定しなければならない。 9.3　組織は、特定された高い保護価値（HCV）を維持及び／または向上させるための戦略と活動計画を実施しなければならない。

表4.1.26　全てのコンセッション企業が認証に従った場合の三つの方法論による分析結果

レッドリストアプローチ	種面積関係アプローチ	平均生物種豊富度アプローチ
絶滅危惧種への脅威となる直接要因から、当該商品生産に関わる項目が除かれる	生息可能な固有種の多い土地利用形態が、少ない土地利用形態に転換されないことから、土地利用変化に伴って生ずる生息可能な固有種の減少が抑えられる	MSA値の高い土地利用（自然林）が、低い土地利用に転換されないことから、MSA値の減少が抑えられる

表4.1.26は、オイルパーム農園及び早生樹植林地を経営する全てのコンセッション企業が上述した認証の規定に従うと仮定した場合、上記Ａで述べた三つの方法論による分析結果がどのように変化し得るのか示したものである。レッドリストアプローチの場合、オイルパーム農園・早生樹植林が自然林伐開を伴わないことから、森林を生息域とする絶滅危惧種に脅威を与える商品からパーム油・紙パルプが削除されることが期待される。但し、その判断は専門家の科学的知見に基づくことから、コンセッション企業が認証の規定に従うだけでは不十分であり、認証導入の結果として自然林伐開が無くなり、絶滅危惧種への脅威が緩和されたことが実証され、論文として公刊され、関係者間で認識が共有されることが前提となる。種面積関係アプローチの場合、生息可能な固有種数が多い自然林から少ない農園・植林地への土地利用転換が避けられることから、推定絶滅種数のさらなる増加を抑えることができる。ただし、これまでの土地利用転換によって固有種数は生息可能な水準にまで減少していくことが見込まれる（推定絶滅種数）。したがって、もし固有種数の減少そのものを避けるのであれば、自然林伐開の禁止のみでは不十分であり、生息可能な固有種数が少ない土地利用から多い土地利用へと土地利用転換を進めて行く必要がある。平均生物種豊富度アプローチの場合、MSA値が高い自然林から低い農園・植林地への土地利用転換が避けられることから、MSA値の減少が抑えられる。

このように、認証導入によって生物多様性の損失緩和を示すことは可能であるが、一方で、種面積関係論が示す通り種数の減少は推定絶滅種数が示すところまで進むこと、また、パーム油・紙パルプという商品による脅威が消失した場合でも、過去の伐開によって既に生息域がレッドリスト基準を下回るまでに減少している場合も多く、その場合、これらの種が絶滅危惧種のカテゴリーから離脱することはない。すなわち、認証の全面的な導入に成功したとしても、パーム油・紙パルプの影響による生物多様性損失への脅威は消えないということである。

Ｃ．生物多様性の損失緩和及び回復の強化について

i）インドネシア国西カリマンタン州の自然林・コンセッション分布

国際農業産品の影響による生物多様性の損失緩和及び回復を強化するための方策について、インドネシア国西カリマンタン州におけるオイルパーム農園及び早生樹植林地を具体事例として検討した。

図4.1.6は同州の自然林及びオイルパーム・早生樹コンセッションの位置を示した図である。西カリマンタン州の原植生は、ほぼ100%近く森林であったと考えられるが、2017年時点の自然林は38%となっている。図4.1.6を見ると、10万haを超える大面積の自然林が残存しているのは、カリマンタン島の脊梁部にあたる州東部と南東部に限られるが、数千から数万ha規模の自然林は、州中央部を除けば、依然として各地に残存している。また、オイルパーム及び早生樹のコンセッションが自然林の間に虫食い的に位置しているのが見て取れる。実際、少なからぬコンセッションが残存する中規模の自然林に囲まれている。表4.1.27は、複数の自然林（それぞれ面積500ha以上）に囲まれたコンセッションが、オイルパーム農園で38箇所（8%）、早生樹植林地で49箇所（46%）あることを示している。また表4.1.28は、コンセッション内に残存する自然林は10ha未満の小規模なものが30%以上であるが、これらの小規模自然林は単独で分布しているのではなく、コンセッション外に広がる中規模自然林の一部であることが多いことを示している。例えば、オイルパームの場合、コンセッション内に残存する自然林は10ha未満のものが35%で、1,000haを超える自然林は2%に過ぎないが、コンセッション外を含めたランドスケープレベルで見ると、コンセッション内にある自然林の24%は1,000ha以上の広がりを持つ自然林（コンセッション内外の面積合計が1,000ha以上になる自然林）の一部であることが分かる。なお、1,000haという基準は、西カリマンタン州の自然林におけるキーストーン種であるオランウータンの活動領域が数百haと報告されていることから、1,000ha以上の自然林であれば元々の生態系を一定水準で維持し得ると考えられることにより設定した。

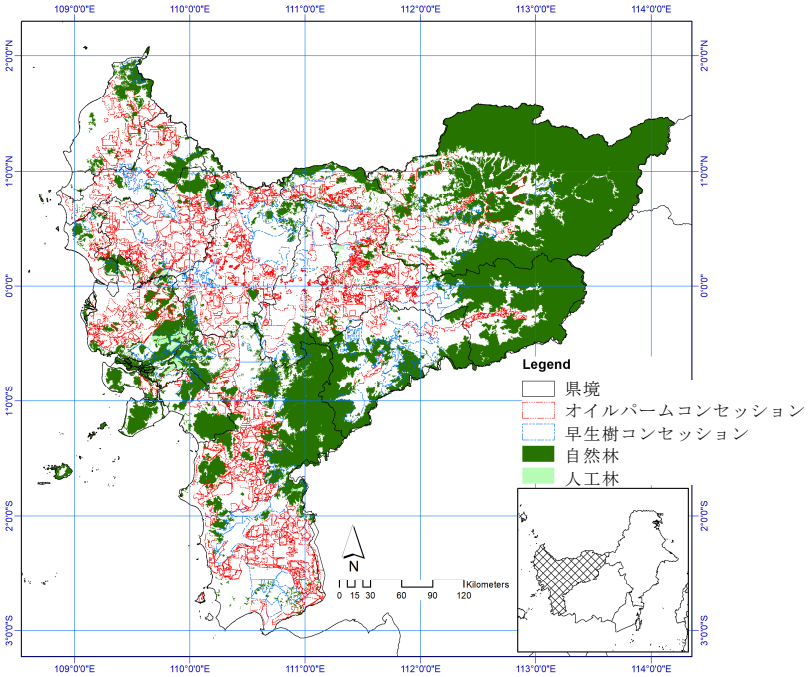

図4.1.6　自然林及びコンセッション位置図

表4.1.27　オイルパーム及び早生樹コンセッションの概要

	コンセッション数*	平均面積	平均自然林率	コンセッション外の複数の自然林と接続**	
				コンセッション数	(%)
オイルパーム	565	4,397 ha	10%	38	8%
早生樹	106	15,732 ha	23%	49	46%

注：*　企業数ではない。一つの企業が複数のコンセッションを所有する事例は多い.
**　コンセッション内に残存する自然林がコンセッション外の複数の自然林と接続している事例. コンセッション外の自然林はそれぞれ500ha以上の場合とする.

表4.1.28　コンセッション内及びコンセッションを含むランドスケープレベルの残存自然林

		10ha未満	1,000ha以上
コンセッション内の自然林	オイルパーム	35%	2%
	早生樹	31%	6%
コンセッション内外に接続した自然林（内外の合計面積）	オイルパーム	9%	24%
	早生樹	14%	33%

ii）コンセッション企業の対応可能性

これまでの研究から、緑の回廊が種の保全に対して有効であることが判明している。表4.1.27で示した複数の自然林に接するコンセッションは、コンセッション内に緑の回廊を設定することで、面積1,000ha以上の自然林を増やすことができることを示している。また、表4.1.28はコンセッション内の自然林（HCV林・HCS林を含む）のみならず、コンセッション内外の自然林をランドスケープレベルで統一的に保全・管理することにより、より効果的に生物多様性の保全が可能であることを示している。ただし、緑の回廊設置やランドスケープレベルでの統一的な自然林管理は、民間企業が営利目的で実施できる活動ではないことから、資金負担を含めた行政・NGO・研究機関等の政策的介入が必要不可欠である。

これまで、国際援助機関や国際環境NGOによる生物多様性・生態系保全は保護区域の設定及び拡充を中心に進められてきた。今後は、そのようなアプローチに加え、コンセッション企業と連携し、コンセッション内における緑の回廊設置及びランドスケープレベルでの生態系管理というアプローチも取り入れることで、生物多様性の損失緩和及び回復をより効果的に進めて行くことが望まれる。そのためにも、認証制度は、コンセッション内の残存自然林のみに焦点を当てるのではなく、コンセッション周辺（ランドスケープレベル）の自然林分布状況を、例えば表4.1.27及び表4.1.28で示したような形で指標として取込み、効果が期待できる連携すべきコンセッションを特定していくことが望まれる。

（4）自然資本プロトコルに基づく影響評価に関する企業とのパイロット事業

本研究では、日本企業2社（株式会社アレフ、大日本印刷株式会社）と協力し、パイロット事業として「自然資本プロトコル」の手続きに添った企業活動の評価を行った。また、上記2社を含む4事例を事例シートにまとめ、かつ自然資本プロトコルの各プロセスにおける検討状況を整理した。

1）事例１：株式会社アレフ

A．目的と評価の方針

全国のレストランチェーン「びっくりドンキー」で提供している米の調達活動は、①栽培基準として、農薬の使用を除草剤1回以下に制限した省農薬米を特定の生産者から調達し、継続購入している。その内、直営店を運営している株式会社アレフでは、さらに、②生物多様性への配慮として、水田の生きもの調査等を実施している。一方、フランチャイズ店へ提供している生産・流通現場では、生物多様性への配慮及び関連する項目は必須となっておらず、生物多様性への意識には格差がある。この格差を今後、高いレベルの調達に統一していくため、自然資本に与える影響を評価し、取組による経済効果を推定した。これをもって、フランチャイズ店に①の栽培基準のみならず、②の生物多様性への配慮項目を実施してもらうための根拠となる評価結果を得ること、社内の意思決定権をもつステークホルダーの協力体制を強固にすることを目的とした。また、①の栽培基準と完全有機栽培とした場合を比較し、事業の持続性などに関する考察を行った。なお、本評価では自然資本への「依存」と「影響」のうち「影響」のみを対象とする。

図4.1.7は省農薬米の取組によって得られる効果を検討したフローであり、株式会社アレフでは、生物多様性向上活動や生き物調査を実施している。この省農薬米の取組の評価を、i)地球規模環境変化の緩和、ii)対象とする水田の環境改善、iii)下流の環境影響、iv)対象とする水田の活用、v）人的資源への依存度という視点から行うこととし、どのような効果によって価値が生まれるか経済評価を行った。また、省農薬米と完全有機米の生産における最大の違いである「除草に対する労力」を除草に対する人件費で示し、人的資源への依存度についても評価した。

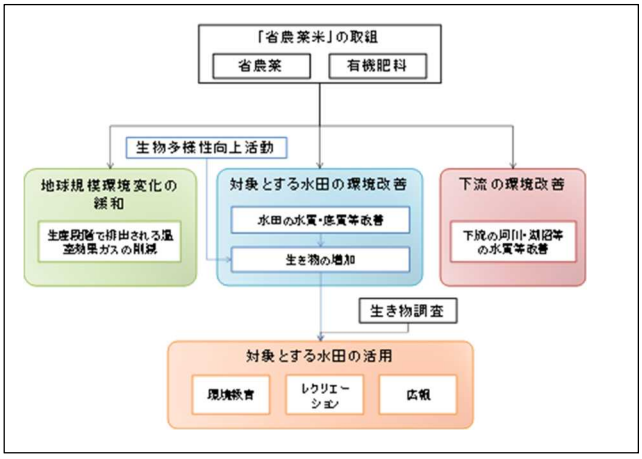

図4.1.7　省農薬米の取組による効果の視点

表4.1.29　評価項目と価値分類

評価項目	事業価値	社会価値
地球規模環境変化の緩和	-	○
対象とする水田の環境改善	○(競争力強化)	-
下流の環境改善	-	○
対象とする水田の活用	○(広報)	○(レクリエーション等)

また、得られる効果（評価の項目）に対する価値を表4.1.29のとおり分類した。評価対象は、データの入手しやすさから、秋田県八郎潟町で営農している「シーゼント」からの仕入れ米と「JA岩手ふるさと」からの仕入れ米とした。どちらも主に秋田県内と岩手県内の店舗で使用している。

B．実際の評価結果

実際の評価にあたっては、先行研究の成果を用いやすい原単位法を用いて、実績値×原単位＝効果として評価を行った。

i）地球規模環境変化の緩和

LCA日本フォーラムのデータベースから、農薬等の製造にかかるデータを取得するため、資料収集を行った。このデータベースにはインベントリ分析用データベース、インパクト評価用データベースの2つが存在するが、本評価で取り扱う農薬や化学物質のLCA関連のデータは一切掲載されておらず、評価が不可能であると結論を得た。

ii）対象とする水田の環境改善

直営店が仕入れをしている全体栽培面積117ha（買付量約90,510俵 2018年度）の約1/14を占めるシーゼント（秋田）とJA岩手ふるさと（岩手）からの省農薬米の出荷量に、先行研究による減農薬・減肥料米の市場価値（限界支払意志額）を乗じ、事業価値を評価した。

今回の評価では調査年度が新しく、本事例評価の対象農地のある東北地方内での研究成果であることを踏まえ、水木（2016）を参考とし、全クラスの平均を原単位とする方針とした。両地域からの生産量は10,762.5俵（645,690kg）であり、これに先行研究による減農薬・減肥料米の支払意志額の平均564円/5kgを乗じた結果、小売市場レベルで約7,300万円の付加価値を生み出していると試算された。また、完全有機米とした場合は、9,800万円の付加価値を生み出すことが分かった。

iii）下流の環境改善

シーゼント・JA岩手ふるさとにおける農薬の施肥量に応じた場合と、一般的に単位面積当たりに必要な施肥量(慣行栽培)の場合で、それぞれ農薬を急性毒性等がない濃度にするために必要な水域面積(登録保留基準値になるために必要な水域の面積)を算出し、この面積に湿地の経済価値の原単位を乗じることで、両方の場合の社会的価値(必要額)を比較した。なお、一般的に単位面積当たりに必要な施肥量はJA岩手ふるさとの生産者にヒアリングを行い、想定量を算出した。また、ヒアリングの結果、JA岩手ふるさとでは特別栽培米（地域慣行レベルと比較して、節減対象農薬の使用回数が50％以下、化学肥料の窒素成分量が50％以下で栽培された農産物）のみを栽培していることから、これを慣行栽培と位置付けて評価、比較を行った。水域面積の計算式を式1に、湿地の経済価値の計算式を式2に示す。ここで平均水深は、シーゼントの場合、八郎湖の平均水深2.8m、JA岩手ふるさとの場合、河川の平均水深の設定は困難なため1m程度と仮定した。湿地の経済価値原単位については、低層湿原の経済価値を適用した。

$$\frac{\text{使用した除草剤中の除草成分の量（kg）}}{\text{除草剤成分の登録保留基準値（}\frac{\mu g}{L}\text{）}} \times 1{,}000 \times \text{平均水深（m）} = \text{登録基準値になるために必要な水域面積（m2）}$$ ・・式1

登録基準値になるために必要な水域面積（m^2）×湿地の経済価値原単位（円/年/ha）

＝湿地の経済価値（円/年）・・式2

以上を踏まえ、湿地の経済価値を計算した結果を表4.1.30と表4.1.31に示す。その結果、慣行栽培では8,000万円/年必要（負荷を与える）であるのに対して、シーゼント・JA岩手ふるさとの省農薬米では1,000万円/年まで負荷を抑制（差分7,000万円/年）していると推定された。なお、完全有機米とした場合は、農薬を全く使用しないため、必要額は0円/年と見積もられた。

表4.1.30　特別生産米の農薬、除草剤使用量

農薬・除草剤名	想定使用量	登録保留基準値になるために必要な水域の面積
Dr.オリゼフェルテラ粒剤	1,124 kg	140,704m^2 （環境省HP「水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料」等参照）
ガンガン粒剤	1,124 kg	
バサグラン粒剤	3,373 kg	
フジワン	1,124 kg	
スタークル粉剤DL	3,373 kg	

注：140,704m^2×湿地の経済価値原単位（567.7万円/年/ha）=7,988万円/年.

表4.1.31　省農薬米の農薬、除草剤使用量

農薬・除草剤名	使用量	登録保留基準値になるために必要な水域の面積
銀河フロアブル	69.3 L	17,880m^2 （環境省HP「水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準の設定に関する資料」等参照）
ウィナー粒剤	781 kg	
ウィナージャンボ	46.7 kg	
ウィナーフロアブル	55.2 kg	

注：17,880m^2×湿地の経済価値原単位（567.7万円/年/ha）=1,015万円/年.

iv）水田の活用

対象とする田んぼでの生き物調査を通して、レクリエーションや広報の社会価値及び事業価値を評価した。レクリエーションは秋田県における農業体験プログラム（2017/6/19）の単価2,000円を参加人数(58人)に乗じ計算することとした。その結果、社会価値は116,000円と推定された。また、広報はJAいわてふるさと広報誌への広告掲載がなかったことから、類似の規模読者媒体として、日本農業新聞県版全5段への掲載料209,100円を事業価値とした。

v）人的資源への依存度

人的資源への依存度（人件費）を計算するための要素として、まず労働単価があげられる。農林水産省大臣官房統計部から公表されている、農業経営統計調査平成30年度米生産費によれば、平成30年度のコメの生産に必要な労働費は34,854円/10aとされていた。なお、栽培方法の違いによる労働単価は公表されていなかったため、省農薬米も完全有機米も同じ値を用いることとした。また、一般的に完全有機栽培は、他の栽培方法と比べて収量が約2割減少するとされており、JAいわてふるさと、シーゼントの水田面積8,124.2aで生産された省農薬米645,690kgと同量の完全有機米を生産するためには、9,749.0a(=8124.2a×1.2)の水田が必要になるということ、除草にかかる時間は有機栽培が7.0h/10a、慣行栽培が1.3h/10aと約5倍の差がある（省農薬米における除草時間は慣行栽培の半分と仮定）という知見を勘案し、両栽培方法の除草にかかる人件費を推定した。その結果、

完全有機米：9,749.0a×3,485円/a÷(9749.0a×0.7h/a)=44,000,000円/年

省農薬米：8,124.2a×3,485円/a÷(8124.2a×0.35h/a) ＝9,000,000円/年

と推定され、完全有機米では4,400万円/年、省農薬米では900万円/年かかることが分かった。

C．結論

表4.1.32には、本研究において推計した省農薬米と他の栽培方法との比較評価結果を表形式でとりまとめた。

表4.1.32　省農薬米と他の栽培方法の比較評価結果

項目		経済価値・効果		
		慣行栽培 （特別栽培米）	省農薬米 （アレフ米）	完全有機米
影響	対象とする水田の環境改善	0円	+73,000,000円	+98,000,000円
影響	下流の環境影響	-80,000,000円/年	-10,000,000円/年	農薬を使っていないため0
影響	対象とする水田の活用	-	社会価値：+120,000円/年程度のレクリエーション価値 事業価値：+210,000円/年程度の広告価値	-
影響	地球規模環境変化の改善	-	-	-
人的資源への依存	除草にかかる人件費	-	-9,000,000円/年	-44,000,000円/年

D．結果に対する考察

「対象とする水田の環境改善」は、小売市場における付加価値であるが、外食における価格ではないため、あくまで参考値と考える。この数値は予測価値ではあるが、付加価値のある食材を提供されている「値打ち感」「お得感」を消費者に与える訴求材料となる可能性はある。ただし、貨幣単位で表現した結果であることから、「即座に米の買い取り価格に反映できるものではない」ことに理解を求めねばならず、訴求材料としての打ち手や効果が明確にできるまで慎重に扱う必要性があると、取締役及び商品本部バイイングチームから指摘があった。

下流の環境改善については、環境へのポジティブな影響を共通の認識とすることができた。これは、慣行栽培米より低負荷であろう特別栽培米と比較しても、さらに省農薬米が、社会または将来世代が負担する可能性がある金額の削減に貢献しているということを「見える化」し、社会的にも経済的にも、企業が活動を続ける生産者を支持できる基盤を維持すべきであるという各方面への説明根拠の一つとする。この評価結果は、気候変動に関する国際動向を踏まえて企業に課せられた課題と同様に、生物多様性保全の社会的責任や義務が発生する予測のもと、今までの栽培基準のみならず、生物多様性配慮項目の統一実施を図っていく必要性について、農業生産の現場や農業者を支える団体及び組織に理解を求める素材として活用していくこととなる。

対象とする水田の活用については、期待通りとは言えない結果であった。産地と紐付いた事例を原単位に限定したことは、評価手法として適切であるが、田んぼの生きもの調査など農業体験へのニーズは、過去の参加者募集時に応募総数が参加可能人数を大幅に超えるなど実感しており、今後、活用事例が多い他産地や全国への発信が多い地域等と比較すると、現在の省農薬米の取組の「発信方法や広報・広告」が機会損失を起こしている可能性を明確にできると考える。

また、付加価値としては完全有機栽培が最も価値があるという結果となったが、「人的資源への依存度」を検討したことで、省農薬米を完全有機米とする場合、同じ収量を確保するために面積を拡大する必要があり、これは水田管理や担い手確保の観点から難しいことが考えられた。また、人件費も完全有機栽培の方が高額となるため、省農薬米と同価格での販売はできず、顧客が減少した結果、最終的に事業活動が継続できなくなる可能性があることも想定された。以上より、完全有機栽培とするよりも省農薬米を継続する方が、事業継続や環境配慮の点で適していると考えられる。

「対象とする水田の環境改善」、「下流の環境影響」、「対象とする水田の活用」においては当初の目的に対する評価のメリット及びデメリットがあった。しかしながら、今後、省農薬米の活動基準を変更する際や経営判断が必要な場合に、新たな計画の予測評価と今回の評価結果との比較が可能となる効果も得られると期待している。

今後の展望としては、野菜等の原材料の調達に関して、生産方法（慣行栽培、契約産地における現況の栽培方法、完全有機栽培）を変えた場合の自然資本に対する影響度及び依存度の評価があげられる。しかしながら、契約生産者や産地ごとに工夫している生産方法が異なり、使用資材や使用資源の情報収集が繁雑であること、長期保存ができない食材は、その時々の状況による市場調達割合の増減もあることから、食材ごとにまとめた算出が困難であることを把握している。それを踏まえると、食材の平均的な事例を一つずつ集めていくことが次の段階と考える。

また、限定された調達先であったり、保管が可能であったり、幅のある出荷期間で、ある程度、調達増減を調整可能であったりすることを考察し、木のお皿やビーフ、ポーク、コーヒーを検討したいと考える。そのためにも、世界各国の科学者がどのように「生物多様性」や「地球温暖化」への影響及び緩和の評価に関する指標モデルを蓄積し、改善していくか、動向を注視することも重要視する。

2）事例２：大日本印刷株式会社

Ａ）一般市民を対象としたアンケート結果（1回目）

一般市民の中で、市谷の杜を訪れたことのある人を対象に実施したWEBアンケート調査の結果は以下のとおりである。普段の生活における関心指向（環境に関連する行動パターン、ライフスタイル、商品購入時に重視すること、商品への関心）をもとに、因子分析・クラスター分析より、回答者を4つのグループに分類した。分類した回答者グループ毎に、市谷の杜に対して期待する役割の状況を集計・整理したところ、図4.1.8に示したとおり、環境・社会問題の双方に関心がある人は、他のグループに比べて、各項目について市谷の杜への期待水準が高いという結果が得られた。各回答者グループ別で、市谷の杜に対する支払意志額をCVMにより求めると、環境・社会問題の双方に関心がある人による支払意志額が最も高い（2.3億円/年）という結果が得られた（図4.1.9）。

以上より、一般市民による市谷の杜に対する評価として、環境や社会などへの関心が違うグループでは、期待する役割、支払意志額が異なることが把握できた。また、市谷の杜に期待する役割への支払意志額をCVMにより求めると、図4.1.10のとおり、生物多様性に対する支払意志額が最も高く、続いて景観、地球温暖化防止、防災、レクリエーションという結果が得られた。

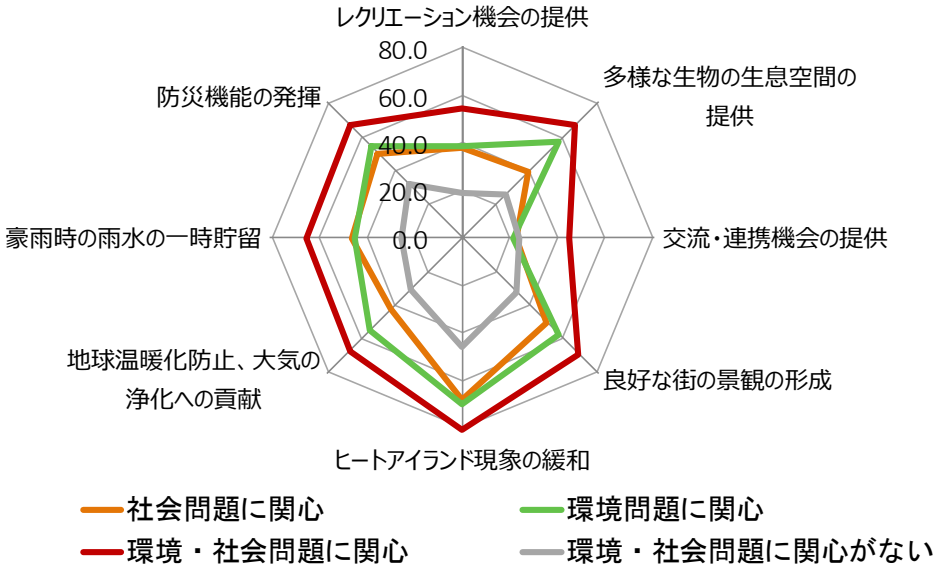

図4.1.8　市谷の杜に期待する役割の回答割合(%)

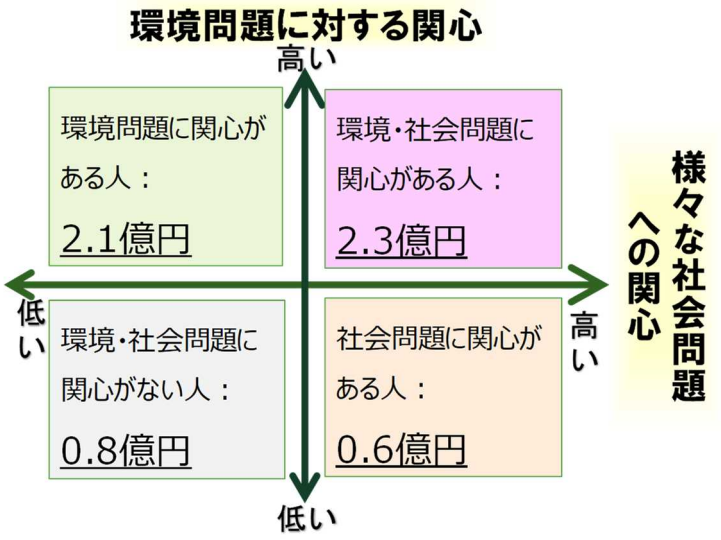

図4.1.9　市谷の杜に対する支払意志額(年)

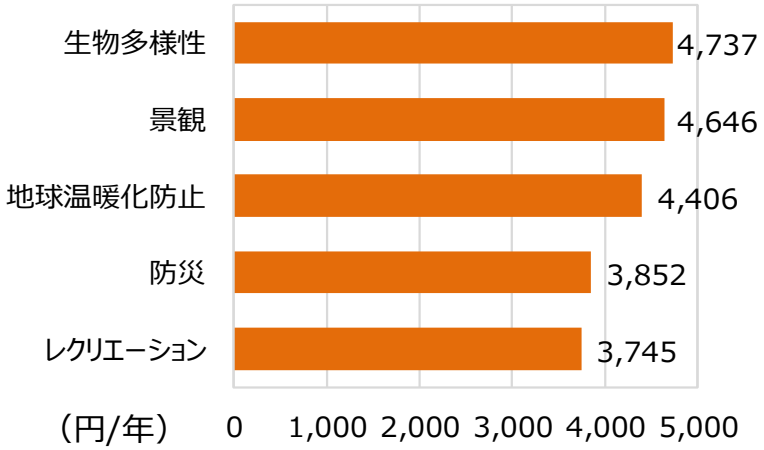

図4.1.10　市谷の杜に対して、最も期待する役割への支払意志額（1人あたり）

B）社員を対象としたアンケート結果

次に、大日本印刷株式会社の社員を対象としたアンケート結果によると、「都市部の貴重な緑」 が最も多く、また「自然環境保全に役立っている」 との回答が多いことから、都心部・地域の緑地・自然として高く評価されていることが分かった。また、「DNPの企業価値を高める」、「広報宣伝へもっと力をいれるべき」との回答も多かった。市谷の杜に対する期待については、「地域の景観の向上」が最も多く、「緑地による気温上昇の抑制」や「 防災・災害時の避難場所」の回答が続いた。また、社会からの定量的な評価結果を社員に周知・提供することによって、「都心部の貴重な緑」、「自然環境保全に役立っている」、「DNPの企業価値を高める」、「広報宣伝へもっと力をいれるべき」などで、同意する回答割合が高まった。市谷の杜に対する期待については、「植物、動物などの生息場所」、「雨水の一時的な貯留」、「緑地による気温上昇の抑制」等で、同意する回答割合が高まった。

以上より、市谷の杜に関する一般市民からの定量的評価結果に関する情報について、従業員に周知・提供することによって、市谷の杜に対する従業員意識に影響を及ぼすことが確認された。定量的な評価は、従業員意識への影響を通して、CSRに係る社内の意思決定に貢献する可能性があることから、今後の新たな緑地管理を進める上で、新しい情報収集・評価の方法としての活用が期待される。

C）一般市民を対象としたアンケート結果（2回目）

一般市民を対象とした2回目のアンケート調査においては、社員を対象としたアンケートで提示した1回目の一般市民アンケート結果を提示するグループ（実験群）、提示しないグループ（対照群）における実験結果の差違を整理した。分類した回答者グループ毎にみると、1回目と同様、環境・社会問題双方に関心のあるグループによる回答割合が高い傾向にある。また、前回のアンケート調査結果を提示したかどうかで差違を検証すると、各機能に対する回答割合の高低は、グループ及び対象とする機能によって異なる。環境問題に関心のあるグループでは、多くの機能で、前回結果を提示しない方が回答割合は高かった。一方、社会問題に関心のあるグループでは、逆に多くの機能で、前回結果を提示した方が回答割合は高かった。「多様な生物の生息空間の提供」では、環境・社会問題、環境問題に関心のあるグループでは、提示しない方の回答割合が高い一方で、社会問題に関心、環境・社会問題双方に関心の無いグループでは、提示した方の回答割合が高かった。これらは、関心の状況と、提示した情報との関係、例えば環境への意識が低い人にとっては評価が高まる情報であるのに対して、環境への意識が高い人にとっては評価を低くする情報であるという関係が、今回の結果に反映されている可能性がある。

図4.1.11には、市谷の杜へ期待する機能に対する支払意志額をそれぞれ示した。支払意志額についてみると、「レクリエーション、交流・連携機会の提供」、「地球温暖化防止、大気浄化」、「防災面での貢献」では、結果を表示しない方が、結果を表示した場合よりも支払意志額が高くなる一方、「多様な生物の生息空間の提供」では、結果を表示した方が、結果を表示しない場合よりも支払意志額が高かった。1回目アンケートによる分析結果では、生物多様性に対する支払意志額が最も高く、他の機能については支払意志額が低いことが、これらの結果に影響を及ぼした可能性がある。

つぎに、市谷の杜の土地利用に対する考え方について尋ねたところ、前回結果を提示した場合と提示しなかった場合で、全体として大きな差違は確認されなかった。しかしながら、関心の違いによるグループ別に見ると、「とてもそう思う」、「そう思う」とする回答割合が低いケースで、前回結果を提示した場合の方が、回答割合が高い傾向が見られる。土地利用への関心が低い層に対する前回結果の提示が、関心を高めている可能性がある。

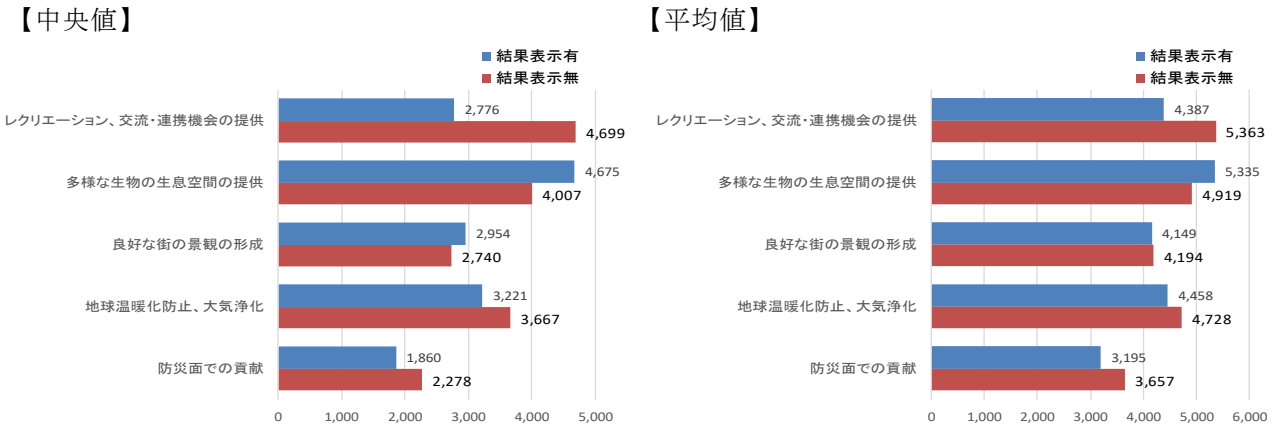

図4.1.11　市谷の杜に期待する機能への支払意志額（円/年）

次に、参考にする情報源について尋ねたところ、自然環境に関する情報・環境保全活動に関する場合は、テレビ、新聞の割合が高いが、環境・社会問題双方に関心のある人では、SNSや企業・ブランドのホームページ、インターネット広告などの割合も高い。日々の生活や暮らし（仕事以外）の活動の場合と比べると、テレビや新聞の割合については大きく変わらない一方、家族や友人、知人との会話などの割合が比較的低かった。また、学識者の発言、学術論文、専門書籍の割合は、総じて低い水準にあった。なお、この傾向は「信頼が高いと評価している情報源」についても同様である。本来は信頼度が高く参考にすべきと期待されている学識者・専門家による研究成果等であるが、それらが市民に対して十分に伝わっていないことが示唆される結果である。市谷の杜に関して、今後関わりを増やしていく場合

にどのような情報を提供してもらいたいか尋ねたところ、発揮している機能、コンセプト、工夫・配慮しているポイント、仕様、整備経緯など、様々な情報に対して提供の要望があることがわかる。また、日々の生活や暮らしの活動で、自身から他人や社会に対する情報発信の方法を聞いたところ、家族、友人・知人との会話に加え、ＳＮＳによる情報発信も行われていることが分かる。また、論文・書籍等の執筆や、新聞・雑誌・ラジオなどへの投稿は極めて限定的であった。

3）日本企業4社の評価事例による事例シート（事例集）

Ａ．株式会社アレフ

1. 企業情報(業種、設立、本社、従業員、資本金、売上等)

・ 業種：食品外食・レストラン・フードサービス／商社（食料品）／その他専門店・小売／農林
・ 創業：1968年12月　設立:1976年7月　商号変更：1987年5月
・ 本社：北海道札幌市白石区菊水6条3丁目1番26号
・ 従業員：721名　パート:2,911名（1日8時間換算平均人員数）（2019年3月31日）
・ 資本金：1億円　売上高：382億（2019年3月期）

2. 自然資本評価に関する取組について

自然資本プロトコルに沿って評価の目的設定やスコーピングを行い、実際の評価を行った。なお、1）事例1：株式会社アレフと重複するところはあるが、事例シートの整理のため、①～⑤に区分して概略を以下に示すこととする。

ステージ1:フレーム

① なぜ自然資本評価を始めたか(自然資本評価の目的)

全国のレストランチェーン「びっくりドンキー」で提供している米の調達活動は、①栽培基準として、農薬の使用を除草剤1回以下に制限した省農薬米を特定の生産者から調達し、継続購入している。その内、直営店を運営している株式会社アレフでは、さらに②生物多様性への配慮として、水田の生きもの調査などを実施している。一方、フランチャイズ店へ提供している生産・流通現場では、生物多様性への配慮及び関連する項目は必須となっておらず、生物多様性への意識には格差がある。この格差を今後、高いレベルに統一していくため、自然資本に与える影響を評価し、取組による経済効果を推定した。これをもって、フランチャイズ店に①の栽培基準のみならず、②の生物多様性への配慮項目を実施してもらえるような評価結果を得ること、社内の意思決定権をもつステークホルダーの協力体制を強固にすることを目的とした。また、①の栽培基準と完全有機栽培とした場合を比較し、事業の持続性等に関する考察を行った

ステージ2：スコープ

②対象とするオーディエンス

評価を適用するオーディエンスは、社外はフランチャイズ店、社内は意思決定を行う取締役とした。

③評価のためのステークホルダーと関与のステップはどこか？

各ステップでのステークホルダーを以下に示す。

・全体：取締役を含む社内の担当者
・評価前：商品本部バイイングチーム、取締役
・評価段階：サプライヤー・農家
・評価後：フランチャイズ店

④評価は自然資本への影響、依存度のどちらを対象としているか？

今回は比較的評価のしやすい「影響」のみを自然資本評価の対象とした。

ステージ3：計測と価値評価

⑤自然資本評価の結果

省農薬米の調達によって、どのような効果による価値が生まれるか、ア)地球規模環境変化の緩和、イ)対象とする水田の環境改善、ウ)下流の環境影響に加えて、エ)対象とする水田の活用という視点から評価を行った。また、省農薬米と完全有機米の生産において最大の違いである「除草に対する労力」を除草に対する人件費で示し、人的資源への依存度についても評価した。

ア）地球規模環境変化の緩和

LCA日本フォーラムのデータベースから、農薬等の製造にかかるデータを取得するため、資料収集を行った。このデータベースにはインベントリ分析用データベース、インパクト評価用データベースの2つが存在するが、本評価で取り扱う農薬や化学物質のLCA関連のデータは掲載されておらず、評価が困難であると結論を得た。

イ）対象とする水田の環境改善

直営店が仕入れをしている全体栽培面積117ha（買付量約90,510俵 2018年度）の約1/14を占めるシーゼント（秋田）とJA岩手ふるさと（岩手）からの省農薬米の出荷量に、先行研究による減農薬・減肥料米の市場価値（限界支払意志額）を乗じ、事業価値を評価した。その結果、7,300万円の付加価値を生み出していることがわかった。また、完全有機米とした場合は9,800万円の付加価値を生み出すことが分かった。

ウ）下流の環境影響

シーゼント・JA岩手ふるさとにおける農薬の施肥量に応じた場合と、一般的に単位面積当たりに必要な施肥量の場合で、それぞれ農薬を急性毒性等がない濃度にするために必要な水域面積を算出した。この面積に湿地の経済価値の原単位を乗じ、社会的価値（必要額）を比較したところ、特別栽培米（地域慣行レベルと比較して、節減対象農薬の使用回数が50％以下、化学肥料の窒素成分量が50％以下で栽培された農産物）では8,000万円/年必要であるのに対し、シーゼント・JA岩手ふるさとでは1,000万円/年となり、7,000万円/年の差があることが分かった。なお、完全有機米とした場合は農薬を全く使用しないため、必要額は0円/年と見積もられた。

エ）水田の活用

対象とする田んぼでの生きもの調査を通して、レクリエーションや広報に必要な社会価値及び事業価値を評価した。その結果、レクリエーションには120,000円、広報（日本農業新聞県版）への掲載には210,000円の価値があることが分かった。

オ）人的資源への依存度

一般的に完全有機米を生産すると収量が約2割減少するといわれていることから、省農薬米と同じ収量を生産するためには1.2倍の水田面積が必要になる。また、除草にかかる時間は完全有機栽培の場合、慣行栽培に比べて約5倍の時間がかかるとされている。これに農林水産省から公表されている米の生産に必要な労働単価34,854円/10aを考慮すると、省農薬米では年間900万円、完全有機米では4,400万円かかることが分かった。なお、栽培方法の違いによる労働単価は公表されていなかったため、省農薬米も完全有機米も同じ値を用いた。推定式は下記のとおりである。

$$\frac{\text{水田面積（a）} \times \text{労働単価（a/円）}}{\text{水田面積（a）} \times \text{除草時間（h/a）}} = \text{除草にかかる人件費（年/円）}$$

ステージ4：適用

⑥ 評価により得られた効果

自然資本プロトコルを活用した評価を基に代表取締役、商品本部担当者及び他の社内関係者へ直接報告し、直営店に出荷している8団体の代表者を含む「2019年びっくりドンキーお米生産者協議会」において発表した。また、会員である「ビジネスと生物多様性イニシアティブ」を通して、2019年11月にスペイン（マドリッド）で開催された自然資本ウィークにおいて、ビジネスと生物多様性グローバルパートナーシップ、EUコミッション、自然資本会計の関係者に日本の企業事例として伝えた。

特筆すべき効果・成果は、公益財団法人イオン環境財団の2019年生物多様性日本アワード（国内賞）を受賞したことである。生物多様性に配慮した持続的なお米の仕入れ活動について、自然資本プロトコルを適用して評価した一連のプロセスを含めて、生物多様性日本アワード（国内賞）の受賞対象となり、日本経済新聞等で報道されたことは、実践的な研究と企業経営の相乗効果を生み出すものであった。パイロット事業の対象企業の生物多様性保全活動をプロモートする役割を果たせたことは重要な成果であった。

「対象とする水田の環境改善」は、小売市場における付加価値であるが、外食における価格ではないため、あくまで参考値と考える。この数値は予測価値ではあるが、付加価値のある食材を提供されている「値打ち感」「お得感」を消費者に与える訴求材料となる可能性はある。ただし、貨幣単位での評価であることから、「即座に米の買い取り価格に反映できるものではない」ことに理解を求めねばならず、訴求材料としての打ち手や効果が明確にできるまで慎重に扱う必要性があると、取締役及び商品本部バイイングチームともに指摘があった。

「下流の環境影響」については、環境へのポジティブな影響を共通の認識とすることができた。これは、慣行栽培米より低負荷である特別栽培米と比較しても、さらに省農薬米が、社会または将来世代が負担する可能性がある金額の削減に貢献しているということを「見える化」し、社会的にも経済的にも、企業が活動を続ける生産者を支持できる基盤を維持すべきだという各方面への説明根拠の一つとする。この評価結果は、今後、気候変動と同様に生物多様性保全の社会的責任や義務が発生する予測のもと、今までの栽培基準のみならず、生物多様性配慮項目の統一実施を図っていく必要性について、農業生産の現場や農業者を支える団体及び組織に理解を求める素材として活用していける。

「対象とする水田の活用」に関しては、やや期待に反した結果であった。産地と紐付いた事例を原単位に限定したことは、評価手法として適切だが、田んぼの生きもの調査など農業体験へのニーズは、過去の参加者募集時に応募総数が参加可能人数を大幅に超えるなど実感しており、今後、活用事例が多い他産地や全国への発信が多い地域等と比較すると、現在の省農薬米の取組の「発信方法や広報・広告」が機会損失を起こしている可能性を明確にできると考える。

また、付加価値としては完全有機栽培が最も価値があるという結果となったが、「人的資源への依存度」を検討したことで、省農薬米を完全有機米とする場合、同じ収量を確保するために面積を拡大する必要があり、これは水田管理や担い手確保の観点から難しいことが考えられた。また、人件費も完全有機栽培の方が高額となるため、省農薬米と同価格での販売はできず、顧客が減少した結果、最終的に事業活動が継続できなくなる可能性があることも想定された。以上より、完全有機栽培とするよりも省農薬米を継続する方が事業継続の点で適していると考えられる。

「対象とする水田の環境改善」、「下流の環境影響」、「対象とする水田の活用」においては、当初の目的に対する評価のメリット・デメリットがあったが、いずれも、今後、省農薬米の活動基準を変更する際や経営判断が必要な場合に、新たな計画の予測評価と今回の評価との比較が可能となる効果も得られると期待している。

それ以外に、評価を補填する調査として、本プロジェクトの一環として消費者へのアンケート調査を実施しており、参考になる結果を得ている。一つは、ファミリーレストランが行う環境対策の中での消費者の関心項目についてで、活動を実施している「ごみ全般の削減」や「リサイクル・リユース」の取組の他、「使用食材への農薬使用の削減」、「環境に配慮した認証資材や食材の使用」といった「食

材」に関するものが高いということ、また、「生きものの生息環境に配慮した、生きものにとってやさしい方法で育てられた農産物は、自身の健康にとっても安全・安心な農産物だと思うか」という設問には、25.8%が「とてもそう思う」と回答し、「ややそう思う」を含めると約75%が、生きものが豊かであることを安全な食べ物と捉える傾向にあることが把握できた。しかし、「全国展開しているファミリーレストラン・チェーン店について、信頼できる食材の調達に配慮し、安全で美味しいものを提供しているという印象があるか」という設問では、他ファミリーレストランとの大きな差が見られず、「対象とする水田の活用」の結果と同じく「発信の課題」を明確に突きつけられた結果となった。これを基に、今後、社内のコンセンサスを統一し発信していくことで、本来の価値を効果的に活用し、活動を理解し支持する客層の獲得と生産者の持続可能な生産環境の維持を試みていく必要がある。

3. 対機関投資家とコミュニケーション・情報共有で心掛けている点

融資を依頼する銀行に対しては、今までも会社案内や環境報告書を軸として、企業理念を基に企業活動から発生する環境負荷（エネルギー使用量や廃棄物量など）の削減量及びそのリサイクルシステム活用の結果をまとめて伝えており、持続可能な仕入れの取組として、食材生産に関わる環境負荷を把握する活動があることを発信している。その中で、毎年の結果を記載することは基本とするが、翌年以降の指針や目標、計画がある場合、明記することとしている。他に、機関投資家ではないが、顧客に対しては、「食」を提供する場で、多種多様な「生物」を表現することへの懸念もあることから、店舗での表現はかなり慎重に行うこととしている。

4. 今後の展望

野菜等の原材料の調達に関して、生産方法（慣行栽培、契約産地における現況の栽培方法、完全有機栽培）を変更した場合の自然資本に対する影響度及び依存度の評価を行いたいと考えている。しかし、契約生産者や産地ごとに工夫している生産方法が異なり、使用資材や使用資源の情報収集が繁雑であることや、長期保存ができない食材は、時節に応じて市場調達割合の増減もあることから、食材ごとにまとめた算出が困難であることを把握している。それを踏まえると、食材の平均的な事例を一つずつ集めていくことが次の段階と考える。

また、限定された調達先であったり、保管が可能であったり、幅のある出荷期間で、ある程度、調達増減が調整可能であることを考察し、木製のお皿やビーフ、ポーク、コーヒーを検討したいと考える。そのためにも、世界各国の科学者がどのように「生物多様性」や「地球温暖化」への影響及び緩和の評価に関する指標モデルを蓄積し、改善していくか、動向を注視することも重要視する。その上で、こういった結果を、持続可能な調達基準の構築・改定に活用していきたい。

B．大日本印刷株式会社

1. 企業情報(業種、設立、本社、従業員、資本金、売上等)

- 業種：オフセット印刷、電子部品・回路・デバイス製造、合板製造業
- 創業：1876年10月　設立:1894年1月　商号変更：1935年2月
- 本社：東京都新宿区市谷加賀町１丁目1番１号
- 従業員：38,051名（連結）10,757名（単体）（2019年3月31日）
- 資本金：114,464百万円　売上高：982,691百万円（2019年3月期）

2. 自然資本評価に関する取組について

自然資本プロトコルに沿って評価の目的設定や課題のスコーピングを行い、実際の評価を行った。なお、2）事例2：大日本印刷株式会社と重複するところはあるが、事例シートの整理のため、①～⑤に区分して概略を以下に示すこととする。

ステージ1:フレーム
①なぜ自然資本評価を始めたか(自然資本評価の目的)
　大日本印刷が計画している市谷の杜は、非常に大きな規模で整備が進められており、様々なポテンシャルを有する。しかしながら、市谷の杜の利用者・受益者である地域や社員等が享受している効果、市谷の杜に対するニーズ・意識が十分に捉えられていない。また、企業としても、それらの情報を認識できていないことから、市谷の杜の整備に対する企業内部での関心を高め、合意形成の機運を醸成することが難しい。
　そこで、市谷の杜によって形成されている生物多様性や生態系サービスを対象に、地域や社員等の価値認識、期待する役割等を段階的に評価した。

ステージ2：スコープ
②対象とするオーディエンス
　評価を適用するオーディエンスは、社外は沿線住民、社内は意思決定を行う取締役、及び本社に勤務する社員とした。

③評価のためのステークホルダーと関与のステップはどこか？
・全体：取締役を含む社内の担当者
・評価前：取締役を含む社内の担当者
・評価段階：地域住民、本社勤務社員
・評価後：取締役を含む社内の担当者

④評価は自然資本への影響、依存度のどちらを対象としているか？
　今回は比較的評価のしやすい「影響」のみを自然資本評価の対象とした。

ステージ3：計測と価値評価
⑤自然資本評価の結果
（A）地域住民、訪問者等を対象とした市谷の杜の評価
　市谷の杜に対する外部利用者（地域住民、訪問者等）を対象に、市谷の杜に対して期待している生物多様性や生態系サービス等について、アンケートにより把握した。
（B）緑地の効果に関する社員への情報提供による影響評価
　企業内関係者（社員等）を対象に、（A）の評価結果を提供する前の、市谷の杜に対する認識・意向をアンケートによって把握した。続いて、（B）の評価結果を、企業内関係者に対して情報提供し、（A）の評価結果提供後の企業内関係者の認識・意向をアンケートによって把握した。上記より、情報提供による認識や意向の変化について、比較・分析した。

ア）地域住民、訪問者等が市谷の杜に期待する役割
　地域住民を対象としたアンケート結果より、因子分析及びクラスター分析によって、回答者を4つにグループ分けし、分析を行った。分析結果によれば、市谷の杜に対して様々な機能が期待されていること、環境を含む様々な事柄に関心が高い人は他の人達と比較して、各項目に対して期待水準が高いことが分かった。

イ）市谷の杜に対する支払意志額
　市谷の杜に最も期待する役割について、CVMによって支払意志額を求めた。推計結果によると、「多様な生物の生息空間の提供」、「良好な景観の形成」といった、市谷の杜の質的側面に対する評価が高いという結果が得られた。また、回答者グループでは、環境・社会問題双方に関心がある人による支払意志額が2.3億円/年と最も高いことが分かった。

ウ）緑地の効果に関する社員の意識の評価
　大日本印刷株式会社の社員を対象としたアンケート調査結果からは、「都市部の貴重な緑」 が最も多く、また「自然環境保全に役立っている」 との回答が多いことから、都心部・地域の緑地・自然として高く評価されていることが分かった。また、「DNPの企業価値を高める」、「広報宣伝へもっと力をいれるべき」との回答も多かった。市谷の杜に対する期待については、「地域の景観の向上」が最も多く、「緑地による気温上昇の抑制」や「 防災・災害時の避難場所」の回答が続いた。

エ）緑地の効果に関する社員への情報提供による影響評価
　社会からの定量的な評価結果を社員に周知・提供することによって、「都心部の貴重な緑」、「自然環境保全に役立っている」、「DNPの企業価値を高める」、「広報宣伝へもっと力をいれるべき」等で同意する回答割合が高まった。市谷の杜に対する期待については、「植物、動物などの生息場所」、「雨水の一時的な貯留」、「緑地による気温上昇の抑制」などで、同意する回答割合が高まった。

ステージ4：適用
⑥評価により得られた効果
　評価結果については、大日本印刷株式会社の担当者に報告した。

ア）地域住民、訪問者等が市谷の杜に期待する役割については、地域住民による市谷の杜に対する評価結果によれば、環境・社会双方に関心があるグループで、市谷の杜が有する各種役割への期待度が高いことが分かり、概ね想定どおりの結果が得られた。

イ）市谷の杜に対する支払意志額については、「多様な生物の生息空間の提供」、「良好な景観の形成」等、市谷の杜の質的側面に対する評価が高いこと、また環境・社会双方に関心があるグループによる支払意志額が最も高く、概ね想定どおりの結果が得られた。

ウ）緑地の効果に関する社員の意識の評価からは、市谷の杜が都心部・地域の緑地・自然として高く評価されているほか、情報発信の強化への期待がうかがわれた。また、高く期待されている機能として、景観の向上とする回答が最も多く、次いで気温上昇抑制、災害時の避難場所なども回答が多かった。

エ）社外からの定量的な評価結果を社員に周知・提供することにより、市谷の杜に対する社員意識に影響を及ぼすことを確認した。各項目で必ずしも回答割合が高まるわけではなく、市谷の杜との関わりでは、都心部の貴重な役割、地域の自然環境保全、企業価値を高める、広告宣伝への注力などでは、同意する回答割合が高まった。また、市谷の杜に対する期待については、気温上昇抑制、植物・動物などの生息場所、雨水の一時的な貯留などで、同意する回答割合が高まった。

　このように、市谷の杜について、地域住民がどのように考えているかを知ることによって、社員の認識にも影響を与えることが分かり、市谷の杜に関する情報について、何をどのように広めていくか、検討する契機となった。

3. 対機関投資家とコミュニケーション・情報共有で心掛けている点
　対象緑地は、本社屋周辺の再開発と併せて整備する中で、地域住民からの理解も得られるよう環境に配慮した緑地としての整備を進めたものであり、単純に「杜づくり」自体に注力しているわけではない。機関投資家がこのような背景を理解し、企業成長につながらない無駄な投資と捉えられないよう、慎重に対応する必要があると考える。

4. 今後の展望

定量的評価は社員意識の変化という影響を通して、市谷の杜やCSRに関連する社内の意思決定に貢献する可能性があることが理解された。今後の新たな緑地管理を進める上で、情報収集・評価の新たな方法として活用が期待される。

C．第一三共株式会社

1. 企業情報(業種、設立、本社、従業員、資本金、売上等)

・業種：医薬品
・設立：2005年9月
・本社：東京都中央区日本橋本町3丁目5番1号
・従業員：連結（第一三共グループ）15,297名（2019年12月）
・資本金：500億円　売上高：9,297億円（2018年度実績）

2. 自然資本評価に関する取組について

企業活動で発生する様々な環境負荷を、仮想的な土地利用に置き換えて定量化する「エコロジカル・フットプリント」という手法を用いて、企業活動の持続可能性に関する統合的指標を算定した。

ステージ1:フレーム

① なぜ自然資本評価を始めたか(自然資本評価の目的)

業界団体である日本製薬工業協会（以下、製薬協）が、2012年度に「生物多様性に関する基本理念と行動指針」を発行した。これを受けて、自社の環境経営方針にも生物多様性に関する項目を追加した。第4期中期環境経営方針のなかで、生物多様性に配慮した調達、そして生物多様性による環境負荷の把握と最小化を掲げている。さらに、これらの方針に基づき「生物多様性基本方針・行動指針」を策定した。

既存の取組として、生物多様性に関しては環境e-learningを用いた社内教育や、各地の事業所においてCSR活動を実施してきたが、上述の「生物多様性に配慮した調達や、生物多様性による環境負荷の把握と最小化」に該当する活動は少なかった。そこで第一三共株式会社では、まずバリューチェーンごとに、自社の事業活動による生物多様性への影響等を定性的に把握した。さらに、複数の環境影響要素を比較可能とするとともに、PDCAに基づく継続的改善が必要と認識し、CO_2排出量等の個別に設定していた環境に関係する指標群を統合する必要があると考え、エコロジカル・フットプリントを活用することとした。

ステージ2：スコープ

② 対象とするオーディエンス

評価を適用するオーディエンスは、社外はバリューチェーンにおける事業活動、社内は総務本部長がEHS最高責任者として委員長を務め、カンパニープレジデント、関係本部長、関係環境経営ユニット責任者からなる15の委員、人事部及びサステナビリティ推進部が事務局として構成されるEHS経営委員会を設立した。

③ 評価のためのステークホルダーと関与のステップはどこか？

各ステップでのステークホルダーを以下に示す。

・全体：EHS経営委員会
・評価前：担当者
・評価段階：サプライヤー、Global Footprint Networkの専門家
・評価後：EHS経営委員会

④ 評価は自然資本への影響、依存度のどちらを対象としているか？
今回は比較的評価のしやすい「影響」のみを自然資本評価の対象とした。

ステージ3：計測と価値評価
⑤ 自然資本評価の結果
企業と生物多様性イニシアティブ（JBIB）が開発した「企業と生物多様性の関係性マップ®」を活用し、事業活動が生物多様性に与える影響や生態系サービスへの依存状況を、バリューチェーンごとに整理した。
「エコロジカル・フットプリント」とは、様々な事業活動が環境に与えている負荷をgha（グローバルヘクタール）という単位で、仮想的な土地利用に置き換えて統合的に表すものであり、国際的に共通する指標である。複数の影響要素を統合的・定量的に評価する手法として、第一三共国内グループの事業活動に伴うエコロジカル・フットプリントを算定した。
算定方法は、Global Footprint Networkが公表するNational Footprint Account Workbook等を参照し、第一三共株式会社のエコロジカル・フットプリントの算定に必要な環境負荷データを整理し、収集した環境負荷データとNational Footprint Account Workbookを用いて、第一三共株式会社の国内事業において発生する環境負荷をエコロジカル・フットプリントにより算定した。この算定にあたっては、Global Footprint Networkが示した定義を基礎とした。
エコロジカル・フットプリントの算定は、Global Footprint Networkにより示された定義に含まれる範囲で、使用している資材の重量や体積に対し、収量係数（Yield Factor）で除し、さらに等価係数（Equivalent Factor：EQF）と気候補正係数（Inter-temporal Yield Factor：IYF）を乗じて算定した。算定項目及び算定方法は表4.1.33のとおりとした。

表4.1.33 算定項目及び算定方法

算定項目	算定方法	算定枠組み
敷地面積	占有している敷地面積により算定	拠点ごとに算出
化学物質	大気や水域に排出する量から、無害化するために必要な面積を算出	全社一括で算定
SOx, NOx	吸収に必要な森林面積により算定	全社一括で算定
廃棄物	必要な最終処分場の面積で評価	全社一括で算定
拠点等から排出されるCO_2	吸収に必要な森林面積により算定	拠点ごとに算出
サプライチェーンを通して排出されるCO_2	環境省・経済産業省によるガイドラインにより算出し、吸収に必要な森林面積により算定	全社一括で算定 （原材料のみでなく出張や通勤に伴うものを含む）
取水	使用する水を涵養するために必要な森林の面積で評価	拠点ごとに算出
原材料	原材料の製造時に投入される物質をLCAのデータベースから整理し、必要な係数をあてて算定	全社一括で算定

ア）エコロジカル・フットプリント
第一三共グループ（国内）のエコロジカル・フットプリントの算定結果は「312,018gha」であった。

イ）土地カテゴリー別のエコロジカル・フットプリント
エコロジカル・フットプリントを土地カテゴリー別でみると、二酸化炭素吸収地が全体の89％で最も多く、次いで森林地が11％を占めていた。一方、生産能力阻害地、漁場、耕作地の占める割合は非常に低く、1％に満たなかった。また、第一三共株式会社において牧草地に該当する項目はなかった。

ウ）項目別のエコロジカル・フットプリント

エコロジカル・フットプリントの全項目を総合してみると、サプライチェーンにかかるCO_2排出が最も多く、全体の72％を占めた。最も負荷の大きかったサプライチェーンにかかるCO_2排出の内訳をみると、「購入した製品・サービス」の占める割合が大きかった。

ステージ4：適用

⑥ 評価により得られた効果

CO_2排出量の削減が最も優先順位の高い課題であり、特にサプライチェーンを通した影響が大きいことがわかった。サプライチェーンを介する取組としては、梱包箱等の紙製品に関する取組も効果的であり、再生紙の割合を高める、間伐材や森林認証を取得した原材料を用いるなどの対策が考えられる。

また、COP10（生物多様性条約第10回締約国会議：名古屋）で決定した、愛知目標（20目標）の達成に寄与する活動であることが認められ、エコロジカル・フットプリントを活用した環境経営の推進を目指す「にじゅうまるプロジェクト」に登録された。

3. 対機関投資家とコミュニケーション・情報共有で心掛けている点

環境データブックに算定結果を公表し、広く周知した。また、算定による負荷の把握の取組を、にじゅうまるプロジェクトへ登録し、愛知目標への貢献についても自社の取組を位置づけている。

4. 今後の展望

エコロジカル・フットプリントを活用し、環境負荷を包括的に評価することが可能であるため、継続的な算定を実施し、PDCAによる継続的改善をはかっている。算定したエコロジカル・フットプリントは、グループの「環境負荷の低減と生物多様性保全とのトレードオフ関係」の経年変化を確認しモニタリングすることで、生物多様性を含む総合的な環境負荷の指標として活用していく。マネジメントに組み込むことにより継続的評価による継続的改善につなげ、2020年に掲げている目標の達成を目指す。

D．東京電力ホールディングス株式会社

1. 企業情報(業種、設立、本社、従業員、資本金、売上等)

・ 業種：電力
・ 設立：1951年5月1日　商号変更：2016年4月1日
・ 本社：東京都千代田区内幸町1丁目1番3号
・ 従業員：41,086人（2018年度末、連結）
・ 資本金：1兆4,009億円
・ 売上高：6兆3,384億円（2018年度、連結）

2. 自然資本評価に関する取組について

群馬・福島・新潟・栃木の4県にまたがる尾瀬国立公園地域内のうち、東京電力ホールディングスが所有し、自然保護を実施する地域を対象として、「生物多様性及び生態系サービスの総合評価（以下、JBO2）」で提案された生態系サービスの評価手法を用いて、当該地域が有する生態系サービスの機能を定量評価し、経済価値に換算した。

ステージ1:フレーム

①なぜ自然資本評価を始めたか(自然資本評価の目的)

大正時代に当時の電力会社が発電目的に取得した尾瀬地域の土地を、東京電力が会社設立時に継承

し、以来70年近くにわたって地域住民やグループ会社の東京パワーテクノロジー株式会社とともに、自然保護活動を進めている。

東京電力ホールディングスでは、国際統合報告評議会(IIRC)が発行するフレームワークを参照し、毎年「統合報告書」を発行している。2019年版の報告書において、IIRCが提唱する「6つの資本（財務資本、製造資本、知的資本、人的資本、社会・関係資本、自然資本）」に基づく価値創造プロセスを整理するにあたって、「自然資本」については、尾瀬の自然価値を対象とした。尾瀬における長年にわたる自然保護活動を実施する上で、その他5つの資本の「インプット」の状況と、活動の目的と成果を「アウトプット」として整理するとともに、それらの活動が企業価値の向上及び社会的価値の創造に貢献することを定量的に示すために、生態系サービスの評価手法に基づく定量評価（経済評価）の結果を「アウトカム」として関連付けた。企業による社会貢献活動について、その財務インパクトや社会課題解決への貢献度合の可視化が課題となっている中、本評価手法の活用は、統合報告書の目的である機関投資家への情報開示に効果があることを期待している。

ステージ2：スコープ

②対象とするオーディエンス

「自然資本評価に関する取組」は、統合報告書のコンテンツとして実施したものであることから、「対象とするオーディエンス」は、本報告書のターゲットである「株主・投資家」及び自社グループの「従業員」としている。

③評価のためのステークホルダーと関与のステップはどこか？

各ステップにおけるステークホルダーを以下に示す。

・全体：ESG推進室（統合報告書の制作担当部門）
・評価前：ESG推進室（尾瀬広報担当部門）、リニューアブルパワーカンパニー（水利権管理、自然保護活動委託主体、地域渉外等の尾瀬業務担当部門）、東京パワーテクノロジー株式会社（尾瀬業務委託先：実務担当箇所）
・評価段階：ESG委員会（代表執行役社長直轄の会議体：統合報告書のコンテンツについて議論）
・評価後：代表執行役社長（統合報告書の発行責任者）

④評価は自然資本への影響、依存度のどちらを対象としているか？

今回は比較的評価のしやすい「影響」のみを自然資本評価の対象とした。

ステージ3：計測と価値評価

⑤自然資本評価の結果

東京電力ホールディングスでは、資本を財務資本の他、製造資本、知的資本、人的資本、社会・関係資本、自然資本の6つに分類している。自然資本は尾瀬が対象となり、所有面積は尾瀬国立公園全体の約4割、特別保護地区の約7割に相当する約16,000haで、このうちFSC認証林は16,334ha、ラムサール条約の登録湿地は8,711haを占める。

JBO2で提案された評価手法を用いて、尾瀬が有する生態系サービスの定量評価を行った。TEEBでは、国連ミレニアム生態系評価等の分類を参考に生態系サービスを供給サービス、調整サービス、生息・生育地サービス、文化的サービスの4つの大分類と22種類の小分類に分けている。このうち、東京電力ホールディングスが所有し、自然保護活動を実施する、尾瀬国立公園地域内の環境が生み出す生態系サービスについて、地理情報や統計情報等から計算可能な項目の物理量とともに、可能なものについては経済的価値についても評価を行った。

ア）森林による炭素固定量

十分に成長した森林では、光合成によって大気中から固定される炭素の量と、呼吸や枯死などの代謝

作用により空気中に放出される炭素量が平衡状態に達すると一般的に考えられるため、本分析では自然林での正味の炭素吸収効果はないものとみなし、森林施業を行っている林分のみを対象に炭素固定機能を評価した。森林による炭素固定量は、約1万t-CO_2/年となった。代替法を用いて、これに原単位として森林吸収クレジット2017年取引価格の平均値を乗じると、年間あたり約1～1.5億円の経済価値に相当すると試算された。

イ）湿原による炭素固定量

森林と同様に湿原も炭素を固定する機能があり、一般に湿原は植物の分解速度が遅いことから炭素固定能力が高いことが知られている。湿原タイプ別（高層湿原、中間湿原、低層湿原）に単位面積当たりの二酸化炭素固定量を計算した。湿原による炭素固定量は、約1千t-CO_2/年となった。

ウ）地下水涵養量

湖沼には降水を地下へと浸透させるなどにより緩やかに流下させる機能がある。本分析では、その一部である地下水への涵養を評価した。年降水量より蒸発散量、表面流出及び中間流出量を減じることで、地下水涵養量を算出した。地下水涵養量は、2006年～2010年平均で、約1億2千万m^3/年となった。

エ）土壌流出防止機能

樹木や草木は根系により土壌を保持する機能を有することから、森林や農地の持つ土壌流出防止量を評価した。植生の有無による土壌流出量の差分を、植生による土壌流出防止量として算出した。土壌流出防止機能は、植生がない場合に比べた土壌流出量は1/144に抑制される結果となった。代替法を用いて、これに原単位として砂防ダム建設コスト5,780円/m^3を乗じると、年間あたり約158.7億円の経済価値に相当すると試算された。

オ）観光地としての経済価値

山小屋の宿泊者情報より、東京を中心に全国からの来訪者を確認した。簡便な計算を行うため、平均30,000円/人の旅費・滞在費を原単位として算出した。2015年の入山者数実績326,100人に、上記原単位を乗じると、年間あたり約97億8,300万円の経済価値に相当すると試算された。

ステージ4：適用

⑥ 評価により得られた効果

東京電力ホールディングスでは、行政機関、尾瀬保護財団、東京電力ホールディングスを含む土地所有者・管理者、観光協会、有識者等からなる尾瀬国立公園協議会が、これからの尾瀬が目指す姿と方向性を示した「新・尾瀬ビジョン」に基づく取組を推進している。この中で、環境保護活動を継続し、尾瀬の新たな価値の発掘・実践を行い、尾瀬の魅力を定量データに基づく評価・分析で精緻化し、社会へ訴求することにより、事業運営を行う各地域の特性に応じた自然資本の価値創造モデルを展開することとしている。

3. 対機関投資家とコミュニケーション・情報共有で心掛けている点

CSR報告書の想定読者がマルチステークホルダーである一方、統合報告書の主なターゲットは、株主・投資家である。彼らが投資判断をする上での関心事項は、実績報告の内容以上に、将来に亘る持続的な経済成長を伴う価値創造の考え方と、それを達成するための定量的な評価に基づく蓋然性である。将来見通しについては、長期の展望になるほど不確実性が高まり、東京電力ホールディングスにとっても表明することには困難が伴う。しかしながら、同社は、そうした部分が特に機関投資家の求める情報であるとの認識に立ち、情報開示ツール制作を行うとともに、エンゲージメントの場において可能な限り定量的データに基づく未来志向の経営戦略を説明するよう心掛けている。

4. 今後の展望

東京電力ホールディングスでは、ESG情報開示を充実していく中で、財務情報と非財務情報の統合思考に基づく体系的な情報開示が引き続き課題であると捉えている。その戦略において、IIRCが提言する「6つの資本」に基づく価値創造モデルを活用したプロセス整理のさらなる進化は、投資家訴求に有効であるとの認識のもと、自然資本をはじめとした同社が保有する有形・無形資産の価値評価をすすめる必要がある。今回採用された生態系サービスの評価手法によるアプローチは、同社による尾瀬の自然保護活動を定量評価する上で、一つのモデルの構築に寄与したと考えられる。東京電力ホールディングスは、今後、自然資本のみならず、財務諸表等に明示されない資本全般について、経営を下支えする重要なファクターとしての評価・定量分析を進め、企業価値向上と社会価値の創造に貢献する経営戦略としての活用をめざして取り組んでいる。

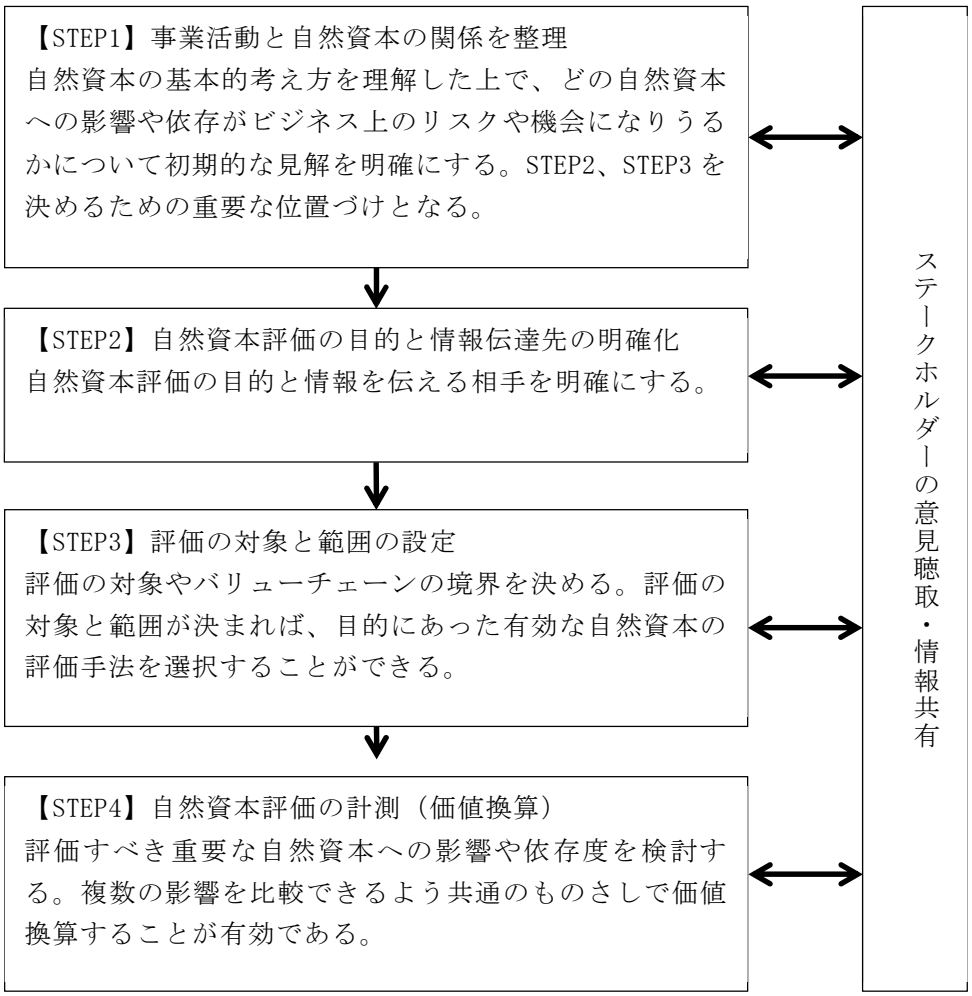

図4.1.12　一般的に行うべき自然資本評価の手順（4事例で共通する手順）

E．自然資本評価の手順

企業活動による自然資本評価を簡潔にまとめた上記4事例について、自然資本プロトコルの手順に従って、各段階でどのような判断・検討が行われているか整理した（表4.1.34参照）。上記の4事例はともに、図4.1.12に示す、ステップ1→ステップ2→ステップ3→ステップ4という手順を踏んでいることは共通している。

・ステップ1では、自然資本の基本的考え方を理解した上で、どの自然資本への影響や依存がビジネス上のリスクや機会になりうるかについて初期的な見解を明確にする。フレームによって目的が決ま

り、目的に応じて情報を伝える相手、評価の対象（影響・依存度）、範囲が決まる。
・ステップ2では、自然資本評価の目的と情報を伝える相手を明確にする。
・ステップ3では、ステップ2で決めた内容にしたがい、評価の対象やバリューチェーンの境界を設定する。評価の対象と範囲が決まれば、目的にあった有効な自然資本の評価手法を選択することが可能となる。
・ステップ4では、評価すべき重要な自然資本への影響や依存度を検討する。複数の影響を比較できるよう共通の評価軸により価値換算することが有効である。

一方、事例によって下記の特徴・相違がみられた。
・「04影響や依存度を検討する」は、4事例全てで「影響」の検討となっていた。企業側のニーズが高いためと考えられるが、事業を継続するリスクを把握する上では「依存度」は重要な視点である。
・「06自然資本の状態の変化を計測する」が実施されているのは1事例であった。目標値を定め、目標に向かって対策を講じ、その進捗を管理していく段階で有効であるが、算定が容易な手法であることが条件となるものと考えられる。
・「09アクションを起こす」は、今回の事例では今後の取組の記載はあったが対外的な公表にとどまっている例が多い。具体的なアクションに結びつけることが今後の課題と考えられる。

表4.1.34　各事例における自然資本評価の手順

		株式会社アレフ	大日本印刷株式会社	第一三共株式会社	東京電力ホールディングス株式会社
フレーム	01はじめに	省農業米の調達や水田の生き物調査が自然資本に与える影響を評価し、取組による経済効果を推定	整備した緑地「市谷の杜」に対する、価値認識、期待する役割を評価	事業活動で発生する環境負荷を、エコロジカル・フットプリント手法を用いて、仮想的な土地面積に置き換えて評価	土地を所有し、自然保護活動を実施する尾瀬が有する生態系サービスの価値を評価
スコープ	02目的を定義する	・フランチャイズ店に栽培基準、生物多様性への配慮項目を実施してもらう。 ・社内の意思決定権を持つステークホルダーの協力体制を強化	・地域や社員に緑地の価値を認識してもらう。 ・緑地管理に反映するため、地域や社員のニーズを把握する。	・複数の環境影響要素を比較し、環境に関する統合的な指標を検討する。	・自然保護活動が企業価値の向上・社会的価値の創造に貢献することを定量的に示す。 ・統合報告書を通じて機関投資家に情報開示する。
	03評価の範囲を決める	直営店における材料調達（省農薬米）～材料の生産過程（農薬使用）～自然資源を活用した取組	・「市谷の杜」を利用する外部利用者（地域住民・訪問者） ・社員	・サプライヤー（バリューチェーン毎）	・自然保護活動により尾瀬の環境が生み出す生態系サービスの機能
	04影響や依存度を検討する	影響の検討	影響の検討	影響の検討	影響の検討
計測と価値評価	05影響要因や依存度を計測する	①水田の環境改善 ②下流の環境改善 ③水田の活用	①外部利用者の評価 ②①を情報提供することによる社員への影響	①敷地面積、化学物質、SOx・NOx、廃棄物、CO_2、取水、原材料	①森林による炭素固定量 ②湿原による炭素固定量 ③地下水涵養量 ④土壌流出防止機能 ⑤観光地としての経済価値
	06自然資本の状態の変化を計測する	－	－	2014年から毎年継続的に算定し、2020年目標値を目指し、PDCAによる継続的な改善を行っている。	－
	07影響や依存度を価値評価する	①省農薬米の市場価値を評価 ②環境改善に必要な湿地面積の社会的価値を評価 ③代替した場合の広告・体験参加費用を評価	①外部利用者へのアンケートで機能別の支払意志額を調査 ②情報提供前後で社員にアンケートし、両者を比較（差分が自然資本評価・情報提供の効果）	①仮想的な土地面積（gha）に置き換え、統一単位でその大小を比較	①代替法により森林吸収クレジット取引価格を原単位として経済価値換算 ②代替法により砂防ダム建設コストを原単位として経済価値換算
適用	08結果を解釈しテストする	慣行栽培米、省農薬米、完全有機米を比較し、省農薬米の優位性を評価した。	自然資本の評価結果に関する情報提供による効果を示した。	①を項目別の他、土地カテゴリー別に比較・評価し、対策の優先順位付けに用いた。	環境保護活動の継続、尾瀬の新たな価値の発掘、魅力を精緻化し、社会へ訴求する。
	09アクションを起こす	今後、フランチャイズ店への省農薬米の啓発活動に活用予定	「市谷の杜」の森林管理に活用予定	環境負荷の低減の取組に活用中	自然資本の価値創造モデルへ展開予定

５．本研究により得られた成果

（１）科学的意義

1）多地域間産業連関表を基にしたライフサイクルモデル開発

地域（都道府県、市町村含む）によって気候、人口、産業、土地利用、地形、災害、環境問題が異なる日本において、地域間の取引を示し、サプライチェーンを通じた環境負荷に関する分析を行うためツールを開発した。特定のセクターにおける都道府県、市町村レベルまで掘り下げたサプライチェーン分析、製品や企業の生産活動による環境負荷を分析するには、日本の詳細な多地域間産業連関の構築が必要になってくる。そこで本研究では、ユーザーの分析したいセクター、地域に合わせて多地域間産業連関表を作成できるモデルの開発を行った。本モデルを用いることにより製品、企業単位でのサプライチェーン分析だけでなく、市町村別でのサプライチェーン分析を行うことができるようになった。

2）消費者と企業に受容可能な指標群の多重比較分析と経済評価

生物多様性評価に従来適用されてこなかった多重比較分析（Best-Worst Scaling）のマルチプロファイル型BWSを、企業の生物多様性認証及び生物多様性配慮食材調達に適用し、限界支払意志額を得るためのフレームワークを示したことは重要な学術的貢献である。多重比較分析は、従来の生物多様性評価に適用されてきた表明選好法の中でも、実際に販売されている商品やサービスへの適用に向いており、生物多様性関連の新興市場が急拡大する中で、これらの事例蓄積ができ、多様な実験方法による比較検証ができたことは重要である。また、オブジェクト型BWSについては、消費者実験の設定を変更して比較検証し、その結果に差違が生じる要因分析まで実施できたことは重要な成果である。日本企業に役立つ経済評価手法の構築という点において、少なくとも日本では初めての試みとなる2種類の調査が実施でき、有益な分析結果が得られたことは、今後の当該研究領域への波及効果をもたらす意義ある貢献である。

（２）環境政策への貢献

＜行政が既に活用した成果＞

特に記載すべき事項なし

＜行政が活用することが見込まれる成果＞

本研究で開発したモデル（日本IELab）を用いた生物多様性分析としては、様々な応用が可能である。本プロジェクトでは、森林に生息する生物多様性に対する保護に誰がどれだけ貢献すべきであるかを消費ベースの環境負荷という観点から分析を行った。

本研究で活用したモデルと分析手法を用いて、生物多様性を保全するための政府や企業からの地域への財政支出や資金供与等が、各市町村の森林や生物多様性保全にどの程度貢献できるのかを示すことができる。これまでは、企業による生物多様性への資金供与、CSR等を定量評価することは困難であった。しかし、本研究で開発したモデルと分析手法を用いて、企業による資金供与が企業活動の環境負荷をオフセットする水準を明示できる。これは、企業の環境配慮を透明化し、その水準を示す指標として活用できる。

また、日本IELabは、国際的な生物多様性と生態系サービスに関するプラットフォームであるIPBESにおいて用いられているグローバルIELabを日本の市町村レベルに展開したものであるため、IPBESでの議論に対して、日本国内での日本企業の生物多様性影響をより正確に反映させ、情報提供することが可能となる。

本研究で開発したモデルを使って以下の2つのサービスを企業に提供できるようになった。1. 個別企業へのカスタマイズしたサービス提供として、グローバルモデル、または国内モデルを使って、個別企業が生物多様性に与える影響を評価し、レポートとして提供する。このサービスは、企業が企業の年間収支の細項目を提供し、それに基づいて項目ごとの生物多様性、または土地利用への影響を評価する。

2．本研究で国内モデルを開発したことにより、国内モデルとグローバルモデルをリンクし、Lenzen et al.（2012)によって分析された輸出に起因する生物種への影響評価を、日本全体ではなく、企業が生産する各商品、各工場立地地域に合わせて、世界のどの国の生物多様性に影響を与えるかを評価できる。この評価には、国内とグローバルモデルのリンク構築が必要であるが、日本企業にとって有益な分析ツールを提供するポテンシャルを有し、IPBES等においても今後の活用が期待されるものである。そのため、このモデル開発の成果を、企業と行政が共有し、モデルの利活用に向けて連携することにより、企業活動による生物多様性影響評価モデルの経営判断への利用を促進できるようになる。

多重比較分析においては、生物多様性及び生物多様性認証、生物多様性配慮型食材調達ともに、東京2020の調達コードを踏まえた政策支援を強力に支援することの重要性が示された。客観的な定量分析及び経済評価により、生物多様性の主流化に向けた現状の課題を可視化し、企業との対話を実施し、生物多様性への消費者及び企業内部での評価を高めていくプロセスを提示できた。生物多様性認証（エコラベル）と生物多様性配慮の食材調達に関する多重比較分析結果、そしてエコラベルの認知度と評価結果の関係性についての分析結果は、今後、企業による生物多様性保全活動の普及啓発、そして環境省による政策支援において重視すべき点を明らかにした研究成果であると言える。

第一に、多国籍企業が日本で展開するレストランチェーンが、欧米諸国と比較して、生物多様性認証の取得が遅れていることを、国内外の現地調査と企業ヒアリングにより把握し、生物多様性認証取得の必要性を啓発した（吉田，2019）。そうした現状の課題を踏まえて、日本での認知度の低さと、支払意志額の低さを多重比較分析により明らかにした。それが、環境省による当該企業へのヒアリング、自然資本専門部会を共催する日経ESG社の取材・報道、国民との対話集会との相乗効果を発揮した。結果として、2019年11月の当該企業におけるMSCやFSC、レインフォレスト・アライアンス認証、RSPO等の導入へとつながる契機の一つとなった。その経緯は、企業活動の主流化に向けた環境政策の方向性を考える上で、環境省担当部局からも高く評価されたように、生物多様性主流化政策のモデルケースとして利活用できる波及効果の高いものである。各種の生物多様性認証への認知度の低さが、生物多様性認証取得を企業が取得することを躊躇する要因であるため、認証に関する知識と認知度、そしてラベル自体のわかりやすさが鍵となることも研究成果から示すことができた。

第二に、生物多様性配慮の食材調達を実践している企業との連携により多重比較分析を実施した。その結果、当該企業が重視する生物多様性配慮活動の消費者評価水準が低いことが明らかとなった。その要因分析結果を客観的に企業へ提示した結果、企業内部での経営者層、調達部門、店舗でのPR活動につなげる実践的な取組への端緒となった。どのようなターゲットに対して生物多様性配慮をアピールすることが、自社の取組への顧客ロイヤリティを高めるか探索することが必要である。たとえば、水田から生産される米と健全な水田生態系の関係性は、店舗においてアピールが難しく、これまでは経営内で躊躇されていた。それが、共同調査結果を契機として、再検討されることとなった経緯は、政策支援を考える上で重要なモデルとなり、環境政策へ貢献するものである。また、本研究課題における企業との共同評価の成果が、当該企業の生物多様性日本アワード受賞（イオン環境財団）へとつながり、企業や調達先農家の意欲喚起につながった。オブジェクト型BWSの結果からも明らかなように、生物多様性指標への消費者評価は、他の環境問題に関する指標と比較すると低評価であったため、それを改善していく方向性での環境政策を実施していく必要性のあることを十分に示すことができた。

本研究課題開始時点において環境省担当部局から要請されていた主な事項は、次の通りである。多数の日本企業が取り組んでいる生物多様性保全活動（植林等）は、国際的な生物多様性評価の枠組みである自然資本プロトコル等において、必ずしも積極的な評価対象として扱われず、グリーンウォッシング（環境配慮行動を取り繕うこと）として否定的に取り扱われる場合もあった。植林や自社林の保全、天然資源としての水産物等に関する持続可能性を担保する取組の重要性を企業内環境担当（CSR等）部門が主張しても、経営層に訴求しにくく、かつ便益評価が困難であるため、費用対効果の観点から社内の合意形成が難しいとされていた。そのため、自然資本プロトコル等の国際的イニシアティブに基づき、生物多様性を含む包括的概念である「自然資本」という枠組みのもとで、日本企業の現在の生物多様性保全活動の意義が、積極的に社内外で位置づけられるよう検討することであった。

本研究課題では、当該分野をリードするメディアである日経ESG誌（2018年5月に日経エコロジーから誌名変更）と地球環境戦略研究機関らが協力し、「日経ESG経営フォーラム：自然資本専門分科会」を立ち上げ、全9回に及ぶ企業関係者らとの対話を、環境省担当部局参加のもと実施してきた。

本研究課題を開始した2017年時点で、生物多様性という概念が、それらを包括する自然資本（植物、動物、空気、水、土、鉱物など）という概念へと発展的に転換しつつある段階であり（藤田，2017；日経エコロジー編，2017）、自然資本の枠組みの中で生物多様性の課題が検討されることが一般的になっていた。また、日本国内では、2015年9月に採択されたSDGsが急速に企業社会に定着し、その関係性から、生物多様性の課題をとりあげる流れが主流になってきた。さらに、年金積立金管理運用独立行政法人（GPIF）が2017年よりESG投資に参画したこともあり、日本の大手企業は、CDP（旧Carbon Disclosure Project）等の国際NGOやコンサル会社が行う投資格付け対応を迫られるようになった。Environment（環境）、Social（社会）、Governance（企業統治）の頭文字をとったESGの一環としての環境問題の中の一部として生物多様性を扱う状況へ急速に変化してきた（黒田・井熊，2019）。CDPへの日本企業の注目度は高く、2019年には日本のAリスト企業数（気候変動）は世界一となった。生物多様性関連では、CDPフォレストへの参加企業数（世界全体）が2017年264社から2019年543社へ倍増した。気候変動（6,361社）や水セキュリティ（2,435社）と比較すると現状では少ないが、有効活利用しやすい評価指標の開発と定着により、今後の成長分野となる可能性が高い。畜産、鉱業、パーム油、天然ゴム、大豆、木材等が主要な土地利用変化をもたらす開発要因として取り上げられており、国際的生物多様性認証が発展している分野と重複しているため、国内企業支援のための情報提供等の政策支援が必要とされる。

このように、環境省から要請のあった日本企業における生物多様性への意識、活動状況が、研究期間中に大きく変化したことを国際動向把握の一環として分析し、研究対象を生物多様性から自然資本、ESGに至るまで幅広く検討した。国際社会の動向変化と日本企業をつなぐ上で、自然資本専門分科会において、企業活動と政策立案に貢献しうる情報提供ができた。たとえば、第9回目は日本の水産業に関する投資格付け調査結果を公表した英国のシンクタンクと日本の投資信託会社等と公開議論を行った。天然資源を扱う水産業と生物多様性保全という日本企業にとって重要度の高い生物多様性関連活動が、社会貢献活動の枠組みを超えて、国際的ESG投資活動への積極的対応へと変容してきたことを明らかにした。

企業とのパイロット事業及び自然資本専門分科会での企業との連携により、企業活動による生物多様性影響については、生物多様性認証やESG投資格付けとの関連性を重視し、市場財や企業価値に影響のある指標群を構築し、それらを公表するための政策支援を行うことが重要であることを示した。環境省が推進する生物多様性の主流化は、公共財としての希少生物に関する保護地域設定等の規制的政策が既に実施されている。企業活動における生物多様性の主流化に関しては、市場経済と密接に関連した企業のインセンティブを刺激し、行動変容を促す政策が必要であり、プロジェクト期間の3年間で急速に日本企業を取り巻く情勢が変化したことを、適切に政策貢献へつなげることができた。さらに、日本企業の社内緑地空間整備の事例からは、社会貢献活動が、社員や近隣住民の意識変化に影響を与えるツールであることが明らかとなった。社会貢献活動の意義を、企業自身が再整理し、社内外のステークホルダー向けの効果を重視すべきであることが改めて明らかとなった。

６．国際共同研究等の状況

（1）シドニー大学

オーストラリアのシドニー大学物理学部持続可能性解析分析チームのDr Arne Geschke、Dr Arunima Malik、Dr. Jacob Fry等とモデル開発におけるプラットフォーム及びデータベースの共同開発及び構築を行なった。また、彼らが構築しているグローバルモデルのプログラミング等に関して共同研究を実施した。

７．研究成果の発表状況

（１）誌上発表

＜論文（査読あり）＞

1) T. WAKIYAMA, M. LENZEN, F. FATURA, A. GESCHKE, A. MALIK, J. FRY and K. NANSAI: Resources, Conservation and Recycling, 146, 373-383 (2019), Responsibility for Food Loss from a Regional Supply-Chain Perspective. (IF: 8.086)
2) T. WAKIYAMA, M. LENZEN, A. GESCHKE, R. BAMBA and K. NANSAI: Resources, Conservation and Recycling, 154, (2020), A Flexible Multiregional Input-Output Database for City-Level Sustainability Footprint Analysis in Japan. (IF: 8.086)
3) 安可、吉田謙太郎、山本充：農業経済研究、90, 1, 47-52 (2019), ベスト・ワースト・スケーリングによる食料品原産国表示への中国人消費者の選好評価
4) 吉田謙太郎：環境経済・政策研究、12, 1, 59-63 (2019), 2020 年東京オリンピック・パラリンピックにおける調達コードと環境認証
5) 安可、吉田謙太郎、山本充：環境情報科学学術研究論文集、31, 195-200 (2017), ベスト・ワースト・スケーリングによる国立公園施設整備事業への中国人観光客の重要度評価

＜査読付論文に準ずる成果発表＞

1) 吉田謙太郎：農業および園芸、95,(1), 2-7 (2020), 未来社会の経済システムと農業・農村の課題解決
2) 吉田謙太郎：環境情報科学、48, 1, 20-24 (2019), 環境価値の経済評価研究の現状と展望―ベスト・ワースト・スケーリングを中心として―

＜その他誌上発表（査読なし）＞

1) 日本農業経済学会編：農業経済学事典、丸善出版、48-49 (2019)
「2-6 生物多様性の保全（執筆担当：吉田謙太郎）」
2) 日本農業経済学会編：農業経済学事典、丸善出版、356-357 (2019)
「10-13 生態系サービス（執筆担当：吉田謙太郎）」
3) 農業情報学会編：新スマート農業－進化する農業情報利用、農林統計出版、382-383 (2019)
「7-3-5環境価値評価（執筆担当：吉田謙太郎）」
4) 環境経済・政策学会編：環境経済・政策学事典、丸善出版、286-287 (2018)
「環境保全型農業と環境支払（執筆担当：吉田謙太郎）」
5) 環境経済・政策学会編：環境経済・政策学事典、丸善出版、422-423 (2018)
「生態系保全の経済評価（執筆担当：吉田謙太郎）」
6) 吉田謙太郎：霞ヶ浦研究会報、19, 1-4 (2018)
「自然資本と生態系サービスの経済価値―国際動向と霞ヶ浦への展開―」
7) L.D. BHATTA, W. NING, E. UDAS, N.K. AGRAWAL, S. RANABHAT and D. BSANSET eds.: Wetlands in the Himalaya: Securing Services for Livelihoods, ICIMOD, 49-54 (2018)
"The Economic Value of Ecosystem Services from Cangshan Mountain and Erhai Lake in Yunnan Province, China (執筆担当：K. YOSHIDA and K. AN)."
8) 松本郁子：GLOBAL NET、2-3 (2018)
「今、世界で進む企業の自然資本評価とは」

（２）口頭発表（学会等）

1) T. WAKIYAMA: IELab/ALCA Conference 2020, Sydney, Australia, 2020
“IELab, and Land Use and Biodiversity Conservation in Japan.”
2) T. WAKIYAMA: 27th International Input-Output Conference, Edinburg, UK, 2019
“Development of a City-Level Multi-Regional Input-Output Database for Sustainable City Management in Japan.”
3) M. LENZEN: 10th International Conference of the International Society for Industrial Ecology, Beijing, China, 2019
“Global Supply Chains and Environmental Footprints.
4) K. YOSHIDA and M. YAMAMOTO: 6th World Congress of Environmental and Resource Economists, Gothenberg, Sweden, 2018
“Using Best-Worst Scaling to Assess Climbers’ Preferences regarding the Use of Entrance Fees.”
5) T. WAKIYAMA: The 13th Biennial Internal Conference on EcoBalance, Tokyo, Japan, 2018
“Food Loss Footprit Analysis of Agricultural Commodities - Application of Newly Developed Japanese Multi-Regional Input-Output Model.”
6) T. WAKIYAMA: Japan Computational Sustainability Research Workshop in Sydney, Australia, Sydney, Australia, 2018
“Current Progress of Japan-IElab Development and Future Perspectives.”
7) M. LENZEN: 25th International Input-Output Conference, Atlanta City, USA, 2017
“The Global MRIO Lab - Final Outcomes from Project Réunion.”
8) T. WAKIYAMA: 25th International Input-Output Conference, Atlanta City, USA, 2017
“Development of Japanese Flexible and Highly Detailed Multi-Regional Input-Output Modeling Framework.”
9) K. YOSHIDA: International Conference and Congress of the Indonesian Society of Agricultural Economics, Denpasar, Indonesia, 2017
“Compatibility between PES Scheme, Economic Valuation and Sustainability Certification.”
10) I. MATSUMOTO: Ecosystem Services Partnership 9, World Conference, Shenzhen, China, 2017
“Mapping the Current Landscape of Biodiversity and Ecosystem Services Valuation Tools for Business.”
11) 吉田謙太郎、井元智子、趙心童：2020年日本農業経済学会大会（2020）
「外食チェーンにおける持続可能な食材調達に関するBWS評価」
12) 脇山尚子、マンフレッド・レンゼン：第14回日本LCA学会研究発表会（2019）
「多地域間産業連関モデルを活かした生物多様性評価手法の検討」
13) 吉田謙太郎：第14回日本LCA学会研究発表会（2019）
「Best-Worst Scalingによる環境経済評価」
14) 幸福智：第14回日本LCA学会研究発表会（2019）
「外食産業における生物多様性・自然資本評価の事例」
15) 松本郁子：第14回日本LCA学会研究発表会（2019）
「国内・海外企業による生物多様性・自然資本評価とその手法」
16) 吉田謙太郎、安可、松本郁子：環境科学会2018年会（2018）
「生物多様性に関する環境指標及び環境認証の多重比較分析」
17) 安可、吉田謙太郎、山本充：日本農業経済学会2018年大会（2018）
「ベスト・ワースト・スケーリングによる食料品原産国表示への中国人の選好評価」

18）安可、吉田謙太郎：第32回日本観光研究学会全国大会（2017）
「中国人の自然公園地域への旅行行動に関する実証分析」
19）安可、吉田謙太郎、山本充：環境経済・政策学会2017年大会（2017）
「ベスト・ワースト・スケーリングによる国立公園整備への中国人の選好評価」

（３）知的財産権

特に記載すべき事項はない。

（４）「国民との科学・技術対話」の実施

1) エコプロダクツ展（主催：日経BP環境経営フォーラム（EMF）、地球環境戦略研究機関（IGES）、コンサベーション・インターナショナル（CI）ジャパン、2017年12月8日、参加者約100名）「知っておきたい自然資本の世界潮流」セミナーにて「海外企業の自然資本プロトコルの活用事例」の成果紹介
2) 自然資本研究会（主催：三井住友信託銀行、2017年12月20日、参加者約35名）「世界自然資本フォーラム2017」報告―世界自然資本フォーラムでのハイライト及び海外企業の自然資本プロトコルの活用事例―にて成果紹介
3) 日経環境経営フォーラム　環境コミュニケーション研究会「統合報告書にSDGsを盛り込むコツ」（主催：日経BP環境経営フォーラム（EMF）、地球環境戦略研究機関（IGES）、コンサベーション・インターナショナル（CI）ジャパン、2018年3月2日、参加者約100名）「SDGsや自然資本のコミュニケーションを促進する統合報告書の役割」にて成果紹介
4) Workshop on Australia-Indonesia Virtual Lab: A Technology and Innovation Collaboration Platform （主催：School of Physics、The University of Sydney、2018年4月17日、参加者約10名）「Workshop on Australia-Indonesia Virtual Lab」にて成果紹介
5) 日経BP ESG経営フォーラム「自然資本セミナーと自然資本専門分科会」（主催：日経BP環境経営フォーラム（EMF）、地球環境戦略研究機関（IGES）、コンサベーション・インターナショナル（CI）ジャパン、2018年4月20日、参加者約160名）「自然資本セミナーと自然資本専門分科会」にて成果紹介
6) 大和証券　ESG勉強会「自然資本とESG」（主催：大和証券、大和総研、地球環境戦略研究機関（IGES）、2018年4月20日、参加者約20名）にて成果紹介
7) 日経BP ESG経営フォーラム　第2回自然資本専門分科会「日本企業の事例と、自然資本プロトコルを使いこなすワークショップ1」（主催：日経BP ESG経営フォーラム、地球環境戦略研究機関（IGES）、コンサベーション・インターナショナル（CI）ジャパン、2018年6月13日、参加者約40名）分科会にて松本郁子が「自然資本プロトコルの概要」について発表
8) 日経BP ESG経営フォーラム　第3回自然資本専門分科会「海外企業の事例と、自然資本プロトコルを使いこなすワークショップ2」（主催：日経BP ESG経営フォーラム、地球環境戦略研究機関（IGES）、コンサベーション・インターナショナル（CI）ジャパン、2018年7月6日、参加者約40名）分科会にて「自然資本プロトコルの概要とその活用事例」について発表
9) 日経BP ESG経営フォーラム　第4回自然資本専門分科会「土地利用や製品が、生物多様性に及ぼす影響を定量評価する方法を学ぶ」（主催：日経BP ESG経営フォーラム、地球環境戦略研究機関（IGES）、コンサベーション・インターナショナル（CI）ジャパン、2018年8月6日、参加者約90名）にて研究成果を発表
10) 日経BP ESG経営フォーラム　第5回自然資本専門分科会「ケリングの自然資本会計と日本企業の事例」（主催：日経BP ESG経営フォーラム、地球環境戦略研究機関（IGES）、コンサベーション・インターナショナル（CI）ジャパン、2018年10月17日、参加者約40名）セミナーにて成果紹介
11) 日経BP ESG経営フォーラム　第6回自然資本専門分科会「生物多様性COP14と自然資本会合の成

果」（主催：日経BP ESG経営フォーラム、地球環境戦略研究機関（IGES）、コンサベーション・インターナショナル（CI）ジャパン、2018年12月13日、参加者約90名）にてCOP報告

12) 日経BP ESG経営フォーラム　第7回自然資本専門分科会「自然資本への影響の把握と日本企業の事例」（主催：日経BP ESG経営フォーラム、地球環境戦略研究機関（IGES）、コンサベーション・インターナショナル（CI）ジャパン、2019年3月8日、参加者約40名）にて研究成果を発表

13) 日経BP ESG経営フォーラム　第8回自然資本専門分科会「自然資本に関する投資家との対話」（主催：日経BP ESG経営フォーラム、地球環境戦略研究機関（IGES）、コンサベーション・インターナショナル（CI）ジャパン、2019年8月5日、参加者約40名）を開催

14) 日経BP ESG経営フォーラム　第9回自然資本専門分科会「自然資本に向かう投資家の目：英金融シンクタンクとの自然資本対話」（主催：日経BP ESG経営フォーラム、地球環境戦略研究機関（IGES）、コンサベーション・インターナショナル（CI）ジャパン、2019年9月17日、参加者約25名）を開催

15) 「生物多様性の定量化と指標に関するセミナー：SDGs時代に求められる企業の自然資本・生物多様性の評価のあり方」（主催：地球環境戦略研究機関（IGES）、共催：環境省、2019年11月5日、参加者約200名）を開催し、久保英之が「生物多様性リスクの定量評価と熱帯地域での持続的生産」について発表

（5）マスコミ等への公表・報道等

1) 日経ESG（2018年10月号、14－15頁、「サプライチェーン遡り、財務リスク算出へ　自然資本の定量評価に新手法」）

2) 日刊工業新聞（2019年11月15日、「COP15開催まで1年　生物多様性保全、経済・社会の大胆な変革要請」）

（6）その他

特に記載すべき事項はない。

８．引用文献

1) R. ALKEMADE, M. van OORSCHOT, L. MILES, C. NELLEMANN, M. BAKKENES and B. ten BRINK: Ecosystems, 12(3), 374-390 (2009), GLOBIO3: A Framework to Investigate Options for Reducing Global Terrestrial Biodiversity Loss.

2) A. CHAUDHARY and T. M. BROOKS: World Development, 121, 178-187 (2019), National Consumption and Global Trade Impacts on Biodiversity.

3) A. CHAUDHARY and T. KASTNER: Global Environmental Change, 38, 195-204 (2016), Land Use Biodiversity Impacts Embodied in International Food Trade.

4) 藤田香:SDGsとESG時代の生物多様性・自然資本経営、日経BP社（2017）

5) R. de GROOT, L. BRANDER, S. van der PLOEG, R. COSTANZA, F. BERNARD, L. BRAAT, M. CHRISTIE, N. CROSSMAN, A. GHERMANDI, L. HEINA, S. HUSSAIN, P. KUMAR, A. McVITTIE, R. PORTELA, L.C. RODRIGUEZ, P. ten BRINK and P. van BEUKERING: Ecosystem Services, 1(1), 50-61 (2012), Global Estimates of the Value of Ecosystems and their Services in Monetary Units.

6) N. ITSUBO, K. MURAKAMI, K. KURIYAMA, K. YOSHIDA, K. TOKIMATSU and A. INABA: The International Journal of Life Cycle Assessment, 23(12), 2311-2326 (2018), Development of Weighting Factors for G20 Countries-Explore the Difference in Environmental Awareness between Developed and Emerging Countries.

7) 環境省生物多様性及び生態系サービスの総合評価に関する検討会：生物多様性及び生態系サービス

の総合評価報告書（2016）
8) Kering: Environmental Profit & Loss (EP&L): 2019 Group Results (2020).
9) 黒田一賢・井熊均 ：ビジネスパーソンのためのESGの教科書、日経BP社（2019）
10) 経済協力開発機構（OECD）編：環境ナッジの経済学：行動変容を促すインサイト、明石書店（2019）
11) M. LENZEN, D. MORAN, K. KANEMOTO, B. FORAN, L. LOBEFARO and A. GESCHKEET: Nature 486, 109-112 (2012), International Trade Drives Biodiversity Threats in Developing Nations.
12) 水木麻人：農業経済研究報告、47、1-14（2016）、環境保全米の消費者選好の多様性に関する分析
13) D. MORAN and K. KANEMOTO: Nature Ecology and Evolution, 1(1), 1-5 (2017), Identifying Species Threat Hotspots from Global Supply Chains.
14) K. MURAKAMI, N. ITSUBO, K. KURIYAMA, K. YOSHIDA and K. TOKIMATSU: The International Journal of Life Cycle Assessment, 23(12), 2349-2364 (2018), Development of Weighting Factors for G20 Countries. Part 2: Estimation of Willingness to Pay and Annual Global Damage Cost.
15) 日経エコロジー編 ：ESG経営ケーススタディ20、日経BP社（2017）
16) TEEB：The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB (2010)
17) 矢部光保・吉田謙太郎・アンドレアス=コントレオン：農業経済研究・2003年度日本農業経済学会論文集、320-325（2003)、表明選好データと顕示選好データの結合モデルによる選択実験―「選択外」オプションの影響評価―
18) 吉田謙太郎：環境経済・政策研究、12(1)、59-63（2019)：2020年東京オリンピック・パラリンピックにおける調達コードと環境認証
19) T. WAKIYAMA, M. LENZEN, F. FATURAY, A. GESCHKE, A. MALIK, J. FRY and K. NANSAI: Resources, Conservation & Recycling, 146, 373-383 (2019), Responsibility for food loss from a regional supply-chain perspective.
20) H. C. WILTING, A. M. SCHIPPER, M. BAKKENES, J. R. MEIJER and M. A. J. HUIJBREGTS: Environmental Science and Technology, 51(6), 3298-3306 (2017), Quantifying Biodiversity Losses Due to Human Consumption: A Global-Scale Footprint Analysis.

III. 英文Abstract

Developing Indicators, Economic Valuation Methodologies and Models for Assessment of Business Impacts on Biodiversity

Principal Investigator: Kentaro YOSHIDA
Institution: Institute for Global Environmental Strategies (IGES)
2108-1 Kamiyamaguchi, Hayama-City,
Kanagawa 240-0115, JAPAN
Tel: +81-46-826-9616 / Fax: +81-46-855-3809
E-mail: yoshida.kentaro.302@m.kyushu-u.ac.jp
Cooperated by:

[Abstract]

Key Words: Biodiversity, Natural capital, Biodiversity indicators, Multiregional input-output (MRIO), Best-worst scaling, Natural capital protocol, ESG

This research project aims at the development of biodiversity indicators, an economic valuation method for ecosystem services and a model for assessing business impacts on biodiversity, in order to support the execution of biodiversity mainstreaming policy led by the Ministry of the Environment, Japan.

Our research consists of four topics. First, we developed a Japanese multi-regional input-output (MRIO) model called the Japan Industrial Ecology Laboratory (IELab). By using the Japan IELab, we can clarify the linkage between a municipality where land is used to produce commodities and a region where the commodities are consumed, and by doing so, we can assess the impact on biodiversity caused by consumer goods such as processed foods and electrical appliances. Moreover, by linking the Japan IELab with the global IELab as the next step, we will be able to offer individual companies the opportunity to conduct an impact assessment of their corporate activities on biodiversity on a global scale. Second, we developed a new stated preference methodology, known as the Best-Worst Scaling (BWS) technique, for biodiversity certificates and corporate activities for biodiversity-friendly food procurement. The results clearly demonstrated the low level of dissemination status and consumer evaluation about biodiversity-conscious corporate activities. Researchers, private companies and governments are required to provide further support for the dissemination of procurement codes to enhance sustainability of biodiversity to society. Third, we assessed indicators used in 39 Natural Capital Protocol Toolkits that focused on biodiversity and ecosystem services from the viewpoint of their comprehensiveness, universality, usability, and data accessibility. We also assessed how current certification schemes can contribute to the prevention of biodiversity loss in tropical regions by looking at a case in Indonesia. It was found that the current framework is not sufficient to prevent further biodiversity loss, although it can be mitigated

to a certain extent. Fourth, we conducted pilot studies for applying Natural Capital Protocol in assessing corporate activities at two companies. The study processes demonstrated the difficulty of scoping work because companies hesitated to assess those activities that would show negative impacts. However, the results brought up a new type of value that the companies produced and this served to encourage companies to broaden the scope of protocol application in the assessment of their corporate activities.