

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
令和3年度研究開発実施報告書

SDGsの達成に向けた共創的研究開発プログラム
シナリオ創出フェーズ

「科学と実践が駆動する「地域ガバナンス」に基づく、未来志向型
の森林生態系の適応的管理に関するシナリオ開発」

研究代表者 森 章
(横浜国立大学環境情報研究院 教授)

協働実施者 中西 将尚
(知床財団保護管理部 参事)

目次

1. 研究開発プロジェクト名	2
2. 研究開発実施の具体的内容	2
2 - 1. 目標	2
2 - 2. 実施内容・結果	6
2 - 3. 会議等の活動	11
3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況	12
4. 研究開発実施体制	13
5. 研究開発実施者	14
6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など	17
6 - 1. シンポジウム等	17
6 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	18
6 - 3. 論文発表	18
6 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	18
6 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等	19
6 - 6. 知財出願	19

1. 研究開発プロジェクト名

科学と実践が駆動する「地域ガバナンス」に基づく、未来志向型の森林生態系の適応的管理に関するシナリオ開発

2. 研究開発実施の具体的内容

2 - 1. 目標

(1) 目指すべき姿

1. 解決すべき特定地域における社会課題（ボトルネックを含む）の概略

知床半島は、生物多様性の高さゆえ、ユネスコ世界自然遺産に登録されている。しかしながら、当地の森林では、土地改変やエゾシカの過剰な植食害をはじめとする脅威および課題対処に要する人的資金的律速といったボトルネックが存在している。当プロジェクトでは、「しれとこ100平方メートル運動の森・トラスト」の森林生態系を対象に、地域ガバナンスとパートナーシップ（SDGs ゴール17）を軸に、生物多様性を育む原生林への回帰（SDGs ゴール15）を実現化するため、実行可能な事業シナリオ創出を行う。

2. 目指すべき姿（SDGs達成のビジョン）

本プロジェクト対象地は、北海道・知床国立公園である。国連・教育科学文化機関（UNESCO）の指定する世界自然遺産にも登録されており、将来世代に残すべき自然、資源、資本である。しかしながら、当対象地でも、過去の入植者による土地改変地がある。この場所では、乱開発から開拓跡地を保全するために、斜里町主導のもと全国の方々の寄付に基づく土地の買い上げ、国内では先駆的なトラスト運動により保護されてきた。1977年開始のこの運動は、「しれとこ100平方メートル運動の森・トラスト」として知られ、数多の生態系復元の試みがなされている。これまでも、森林再生専門委員会での科学的議論に基づき、直面する課題に柔軟かつ即座に挑んできた。そして試みの成果評価のために、モニタリングも並行して実施し、成否に基づき方策を検討し実践を繰り返してきた。適応的管理（アダプティブマネジメント）の日本を代表する例と言える。自然をベースとして様々な社会や自然環境の問題解決を図ることは、「自然に根差した解決策（Nature-based Solutions; NbS）」として知られ、国連・持続可能な開発目標（SDGs）の目標達成に必須とされている（IUCN 2020; G7 気候・環境大臣会合2021共同声明など）。2021-2030年は「国連・生態系復元の10年間」である。2030年までに森林セクターでのNbSを具現化し、国連・持続可能な開発目標（SDGs）のゴール13（気候変動に具体的な対策を）およびゴール15（陸の豊かさを守ろう）を達成するためには、多種多様な生物種が育む森林の保全復元が肝要である（Mori 2020, Ecology Letters; Mori et al. 2021, Nature Climate Change）。多種を育む天然林は、炭素固定を介した気候変動緩和に留まらず、さまざまな自然の恵み（生態系サービス）を生み出す自然資本である（Mori et al. 2017, Journal of Applied Ecology）。知床における「自然の摂理の働く天然林の復元」の試みは、NbSの実現を目指す国内外の様々な人々に対して、将来的に重要な知見を提供し得る。本

プロジェクトは、研究機関である大学からの研究者、現地での自然再生実務を担う法人、その基盤となる地元自治体、自然再生事業を支援する個人、法人企業から、さまざまな世代を含む参加者で形成される。産官学の連携により、「科学実証と現場実践」を両輪とする活動を国内外により広く発信することで、生態系復元の最後のチャンスとも評される2030年までの10年間に「知床モデル」の普及を図る。

3. SDGsの総合的な活用

3-1 特に優先する目標群

当研究開発プロジェクトが目指す、地域ガバナンスに基づき資本としての天然林を再生する試みは、SDGsの枠組みに照らし合わせると、ゴール「15. 陸の豊かさを守ろう」、「17. パートナーシップで目標を達成しよう」にとくに関わる。地域と密に協働しつつ、科学と実践を長期的な視点で森林再生を行い、生物多様性を育む原生林への回帰を目指す当プロジェクトの実施には、さまざまな立場、所属、職位、世代の参画と協働が必須である。長期的に事業を維持し森林再生を実現するためには、研究と実践、自然再生運動支援を引き継いでいく次世代、次々世代へのアプローチも必要である。ゆえにパートナーシップは要である。地域還元としても、多くの効果を期待できる。たとえば、当研究開発プロジェクトが提案する「多種多様な生物種のゆりかごとしての天然林の再生」の技術開発が進めば、観光資源としての「知床・世界自然遺産」の価値がさらに高まる（ターゲット8.9）、世界自然遺産の保護・保全の努力を強化する（ターゲット11.4）などにも資する。また、知床は、陸と海の生物多様性の相互作用のユニークさが評価され、世界自然遺産に登録されている。つまり、陸の生物多様性の再生を目指す当プロジェクトは、「14. 海の豊かさを守ろう」にも必然的に貢献する。さらに、知床モデルが多くの地域に適用され、多くの地域で生物多様性に富む植生誘導が実現できれば、究極的には気候変動緩和の効果を介して、「13. 気候変動に具体的な対策を」の全般にも深く関わる。自然たる生態系が存在し、そこで一次生産者である植物が光合成を介して二酸化炭素を吸収する。生まれた有機物が食物網を介して、消費者や分解者である多様な動物や微生物に流れていく。このような自然の摂理が維持されることで温室効果ガスを陸や海の生態系で吸収すれば、温暖化の2°C以内抑制に要する費用の3分の1以上が削減可能との試算もある（Griscom et al. 2017 Proceedings of the National Academy of Sciences）。これは、国連「気候変動枠組条約」のパリ協定に基づく目標達成には、無視できない数字である。しかしながら、生物多様性の果たす役割については、気候変動をめぐる国際議論の文脈から抜け落ちている（Mori 2020, Ecology Letters）。樹種多様性に富む森林では、一次生産が高まり炭素隔離が高まる（Mori 2018, Journal of Ecology）。さらには、炭素の社会的費用（温暖化の被害額）を世界全体で大幅に軽減できる可能性がある（Mori et al. 2021, Nature Climate Change）。森林の生物多様性保全が炭素貯留を促し、気候変動緩和、社会経済への影響緩和につながる。当研究開発プロジェクトでは、このような自然の森林が有する機能性にも着目して実験と実証を行う。

3-2 相反しないように留意する目標群

国連・生物多様性条約では、将来目標の議論が進んでいる。その中で、世界表面積の30%を2030年までに、50%を2050年までに保護区にすべきとの意見がある（EU

Strategic Plan; Dinerstein et al. 2019, Science Advance)。保護区を増やすと産業利用できる土地が減るため、経済成長に対して負の影響があると考えられてきた。しかし、保護区増加は貧困対策に繋がること (Andam et al. 2011, Proceedings of the National Academy of Sciences)、経済成長を促進する可能性があること (Waldron et al. 2020, “Protecting 30% of the Planet for Nature: Costs, Benefits and Implications”, Campaign for Nature) などが分かってきた。つまり、生物多様性保全、気候変動緩和、経済発展といった項目のすべてにtriple winsをもたらす可能性がある。知床国立公園という保護区における自然再生、生物多様性の復元がもたらす恩恵、そして、その資本価値を定量化することは、国内の他地域に有用な知見を提示するだけではなく、世界中の保護区の在り方を問う議論に一石を投じる可能性がある。一方で、上記の経済成長促進の可能性 (Waldron et al. 2020) に対して、異なる研究者グループが異議を唱えている (openlettertowaldronetal.wordpress.com)。保護区新設により経済活動の場を奪われ異なる産業で生計を立てなければならなくなる等の社会構造への考慮を欠くことが原因である。自然保護区による経済的な恩恵も、NbSの枠組みで議論されている。NbSは費用対効果の高さから、防災減災に有効と考えられているが、上記を鑑みると、「1. 貧困をなくそう」、「10. 人や国の不平等をなくそう」、「8. 働きがいも経済成長も」といったゴール、関連ターゲットの達成に対し相反しないための留意を要する。そこで当研究開発プロジェクトでは、自然保護区でのNbS具現化の正と負の側面の整理、その国際発信を行うこと等を想定している。

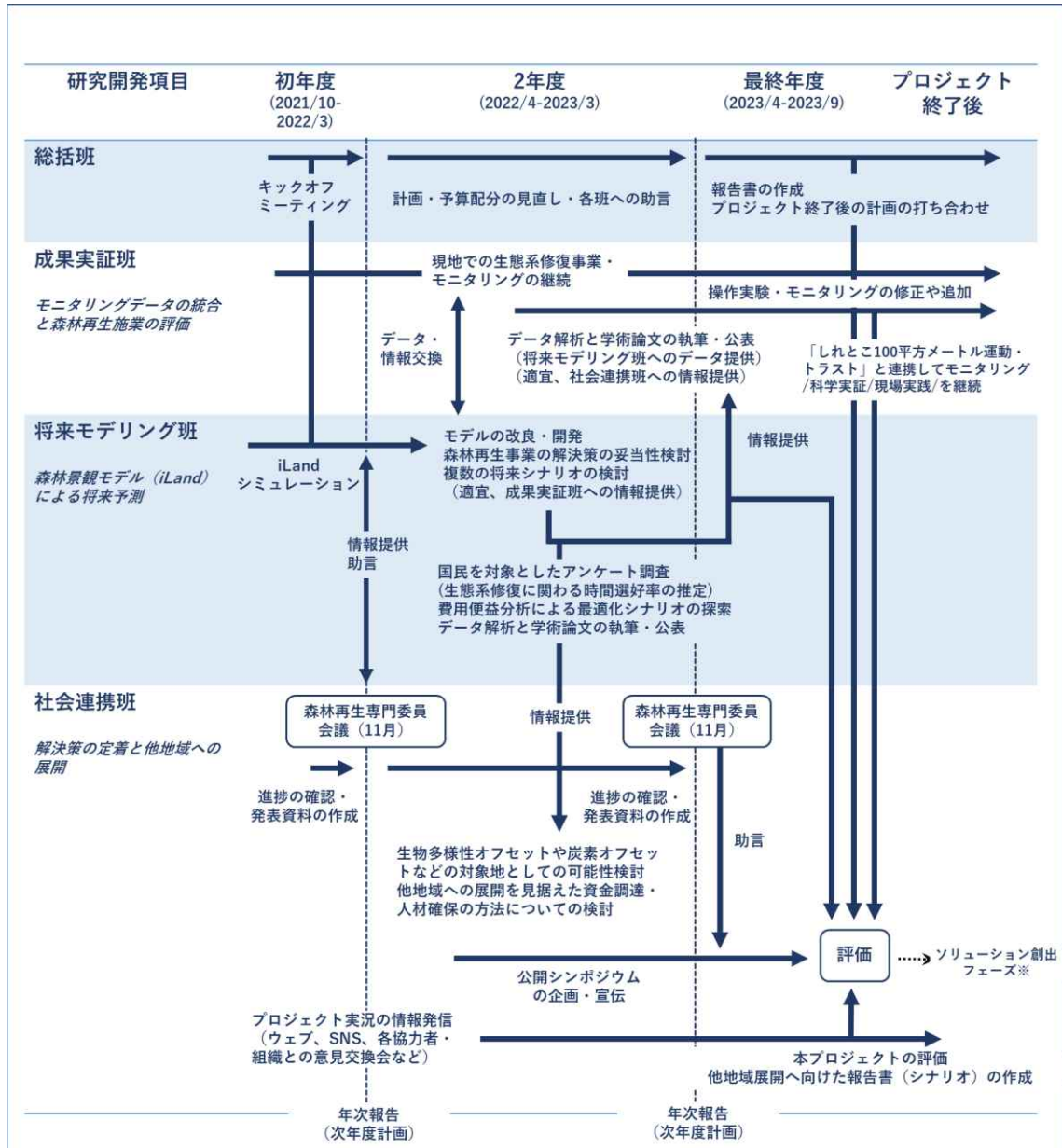
(2) 研究開発プロジェクト全体の目標

現在、温室効果ガスであるCO₂を大気中から森林へと隔離するため、世界中で植林が盛んに推奨されている (Seddon et al. 2021, Global Change Biology)。しかしながら、多くの国や企業の目標は、商業性を念頭に置いた単一種 (成長の早い商用種) の植栽造成で、とりあえず「木を植える」ことだけに注視されている。この現状に対して、自然環境と社会経済の側面から多くの懸念がある (Holl & Brancalion 2020, Science など)。とくに、単純な植林地の炭素隔離能力は限定的であり (Lewis et al. 2019, Nature)、SDGs のゴール13 (気候変動に具体的な対策を) およびゴール15 (陸の豊かさを守ろう) の具現化には効果が限定的である (Mori 2020, Ecology Letters)。まさに現在、世界中で、知床で40年以上前に行われた人工林造成が行われているのである。しれとこ100平方メートル運動地で試行錯誤をしている項目のうち、たとえば過密単純な人工植栽林を天然林へと誘導する技術は、世界中で新規造成されている植栽地が、将来直面するだろう課題解決のための重要な実証データになる。世界に先んじて有効な解決策を実証することを目指して、他地域展開も可能な自然再生のシナリオ創出を行う。具体的には、植林やギャップ造成等の森林施業に係る費用に対して、生物多様性を優先的に回復させるシナリオ、あるいは炭素隔離との折衷案シナリオなど、人的及び資金的費用を鑑みた複数の森林再生シナリオを、費用支払額意識調査や森林再生シミュレーションモデ等を併用して検証する。他地域展開できる候補先の選出も同時に行い、協働 (森林施業技術の提供、トラスト事業化実現の情報提供など) を開始する。本プロジェクトの対象地では、過去40年間にわたり様々な森林再生の試みがなされてきた。たとえば、1種ではなく複数種の樹木植栽が行われた場所、自然と樹木更新が進み二次林化できた場所、同様な施業がされたはずだが成林の様相が異

なる場所など、多様な場が創出されつつもある。以上の成果現状を精査しつつ、森林再生専門委員会議での議論を受けて、試行を継続する（知床財団・横浜国立大学を中心とした成果実証班が主担当）。蓄積されてきた情報は、森林の更新動態を予測するシミュレーションに活用する。異なる森林再生シナリオにより、生物多様性や炭素隔離に対してどのような異なる帰結が生じるのかを、上記モデルで定量予測する（横浜国立大学を中心とした将来モデリング班が主担当）。さらに、異なる森林再生シナリオによる便益評価を行う。以上から、費用対効果の高い森林再生手法の組み合わせを特定する。さらに、自然資本としての知床の森林生態系の価値評価にも拡大する。資本価値については、多様な参画者で議論を醸成し定量化を試みる。とくに、生物多様性オフセットや炭素オフセットなどの対象地としての可能性検討などを含み、今後の自然再生事業の資金調達等の議論の素地とする（社会連携班を中心にプロジェクト全体で実施）。実施協働組織である知床財団では、高等教育機関からの実習、森林再生に関係する行政や教育機関、市民団体および企業からの視察の受け入れ、情報提供を行う。当研究開発プロジェクトの受益者である「しれとこ100平方メートル運動の森・トラスト」の支援者個人や企業を中心に、現地森林作業を行うワークキャンプの実施、プロジェクトへの理解を深めるワークショップを開催など、さらなる広報活動を展開する（社会連携班を中心に実施）。森林は非常に長い時間をかけて成立する。ゆえに、自然たる森林再生の評価や将来展望には、長期的視点が肝要であり、未来の科学者、実務者にも引き継いでいかなければならない。当研究開発プロジェクトでは、これまでの当地での「科学実証と現場実践」の場に、将来の研究者、実務者となる世代の実質的かつ主体的な参画をさらに加速させる。当研究開発プロジェクトでは、20年後、100年後においても、将来の研究者と実務者が、森林再生の成果を検証できるようプラットフォーム、景観レベルの大規模野外実験を実装するためのシナリオ創出を念頭に置く。以上を踏まえて、当研究開発プロジェクトによる受益者は、「しれとこ100平方メートル運動の森・トラスト」の各事業の実働を担う知床財団や政策に携わる地元・斜里町から、地域住民、トラストの全国の支援者、知床での「自然たる森林」の再生プロセスの試行錯誤から、成功だけではなく失敗を含めて知見と技術を得ることができる他地域、次世代の人々までを想定している。参加者間で協働することで地域ガバナンスの強化を行い、「科学実証と現場実践」を加速させ、他地域展開できる自然再生シナリオの創出を行う。

2 - 2. 実施内容・結果

(1) スケジュール



(2) 各実施内容

項目1：モニタリングデータの統合と森林再生施業の評価

成果実証班を中心に、既存のモニタリングデータの解析を行い、2021年11月に開催された森林再生専門委員会において他班と共有した。具体的には、1) アカエゾマツ高密度人工林間伐地におけるキクイムシ発生調査、2) アカエゾマツ高密度人工林間伐地における広葉樹実生の更新、3) ササ掻き起こし地における4年間の稚樹更新の結果を報告した。各資料は個別のファイルとして添付する。1) に関しては、今年度の継続調査が決定し、2022年4月19~21日にキクイムシトラップの設置を実施した(写真1)。



写真1：キクイムシトラップの設置の様子

項目2：森林景観モデル(iLand)による将来予測

植栽方法と森林生態系の回復速度に関する論文をRestoration Ecology誌において公開した(右図)。将来モデリング班が目的とする費用対効果最も高い森林再生シナリオの特定の素地となるシミュレーション結果をまとめた論文である。また、衛星データと日本全国の植物組成データを解析し、光合成が最適化されるときの気温が年平均気温によって説明できることを明らかにした。この結果は、iLandモデルの高度化を図るために重要な知見であり、気候変動下の植生変化の予測精度の向上が期待される。現在、国際学術誌(Global Ecology and Biogeography誌)において査読中である。また、シミュレーション対象地域の拡張(知床国立公園全域)を実施中である。

RESTORATION
ECOLOGY
No future. No legacy. No regrets. Resilience.

of
SER

RESEARCH ARTICLE

Identifying effective tree planting schemes to restore forest carbon and biodiversity in Shiretoko National Park, Japan

Yuta Kobayashi^{1,2,3}, Rupert Seidl^{4,5}, Werner Rammer⁴, Kureha F. Suzuki⁶, Akira S. Mori^{1,2,3}

Growing interest in ecosystem restoration has recently turned the focus on tree planting, one of the most widely used restoration tools globally. Here, we study the restoration potential of tree planting in a cool-temperate forest in Shiretoko National Park, northern Japan. We used simulation modeling to investigate the long-term success of tree planting in restoring biodiversity and the climate change mitigation function relative to intact natural forests. Specifically, we investigated 31 different restoration scenarios, consisting of five planting densities (1,000–10,000 trees/ha) × six levels of planted tree species richness (one to six species) × one no-planting scenario. We examined these scenarios at different distances from natural forests serving as a seed source (0–200 m) to quantify the potential for natural regeneration. In restoration areas in close proximity to a natural forest, species-rich high-density planting scenario performed best, reaching >50% of the reference values from intact natural forests within 33 years for both restoration goals. However, variation in restoration outcomes was small when >2,500 trees/ha of more than four species were planted, regardless of distance to seed source. In contrast, biodiversity restoration was considerably delayed in scenarios where planted species richness was low as well as in restoration areas that were far from a seed source yet relied solely on natural regeneration. We here demonstrate how forest landscape simulation can be used to identify viable restoration options for managers across multiple restoration goals as an important step to bridge the research–implementation gap in forest restoration.

Key words: ecosystem services, forest landscape model, long-term forest restoration, passive/active restoration, planting density, species richness

Implications for Practice

- Planting late-successional tree species can accelerate carbon and biodiversity restoration in a cool temperate ecosystem. Restoration success is achieved early when mixed species are planted, and planting densities are increased with distance to seed source.
- Restiveness recovery lags behind carbon recovery. High-density plantings of a single species and no-planting far from a seed source extend restoration times of biodiversity to a century or more.
- Model-based simulations with varying levels of human intervention can highlight management necessities that are effective, and also identify options that are unlikely to result in successful restoration. In this way, simulation can provide the options space from which decision-makers can choose, given social and economic constraints.

restoration, tree planting has increasingly come into focus, particularly since the carbon capture and storage by trees plays a vital role in mitigating climate change (Forster et al. 2021). Under the United Nations (UN) Decade on Ecosystem Restoration, declared by the UN General Assembly in 2019, many tree planting initiatives have been launched from local to global scales, including the Bonn Challenge (www.bonchallenge.org), New York Declaration on Forests (www.forestdeclaration.org), 20×20 (www.initiative20x20.org), and AFR100 (www.afr100.org). To make these critical efforts truly effective, scholars have provided quantitative

Akira S. Mori and Yuta Kobayashi contributed equally and should be considered as joint first authors. Y.K., A.S.M. designed the study; Y.K., R.S., W.R. and A.S.M. collected the data; R.S., W.R. generated the land-use/cover change simulation model; Y.K., R.S. led the analysis of the simulation results; Y.K., R.S., A.S.M. and W.R. wrote the paper; all authors contributed to the study design and approved the final manuscript.

¹ Faculty of Environment and Information Sciences, Yokohama National University, 79-72-65 Inada-1, Hodogaya, Yokohama, Kanagawa 241-8501, Japan
² Research Center for Sustainable Ecosystems and Technology, the University of Tokyo, 4-1-1 Komaba, Meguro, Tokyo 153-8502, Japan
³ Akira S. Mori corresponds to: Y. Kobayashi, email: yuta_kobayashi@yafu.ac.jp
⁴ Ecosystem Dynamics and Forest Management Group, School of Life Sciences, Technical University of Munich, Hans-Coblenz-Platz 2, Planting Forestry (For-Resilience) Shiretoko National Park, Inada-1, Hodogaya, Kanagawa 241-8501, Germany
⁵ Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University, 79-72-65 Inada-1, Hodogaya, Yokohama, Kanagawa 241-8501, Japan

© 2022 Society for Ecological Restoration
doi:10.1111/reco.12601
This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY) under the URL <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/reco.12601>

項目3：解決策の定着と他地域への展開

社会連携班を中心に、森林再生専門委員会議の議論に必要な情報の整理と発表資料の作成を行った。今年度はトラスト事業の今後5年間の回帰作業計画策定年度であること

から、通年とは異なり2回の森林再生専門委員会が予定されている。2022年度第1回目会に向けて、前年度までのモニタリング検証成果、iLandモデリング解析結果の情報整理などを行った。とくに、知床で構築した持続可能な森林再生システムの他地域展開に向けて、東京大学

(横浜国立大学)、知床財団のみならず多様なステークホルダーとの意見交換を実施した。具

体的には、異なる地域間での連携の強化にあたり、知床と共通する地域課題を抱える竹富島・石垣島の環境系団体と議論し、他地域の自然再生の現状を把握するとともに、今後の協働可能性を検討した。2022年には、その他の団体や地域実践家なども交えて意見交換を実施する予定であり、地域のみならず世代を超えた自然再生の実現に向けて協議を進めていく。また、他地域展開可能なシステム作りに向けて、弁理士や斜里町と意見交換を実施し、地域の自然再生への企業の積極的な参画を促進する体制(ESG投資や企業版のふるさと納税)について模索した。



写真2: チームリーダーらによるZOOM会議の様子

(3) 成果

項目1: モニタリングデータの統合と森林再生施業の評価

アカエゾマツ高密度人工林間伐地におけるキクイムシ発生調査については、一部の枯死木において、キクイムシ個体数の増加傾向が確認された。しかし、生存木におけるキクイムシの個体数はすべてにおいて低く、少なくとも間伐後一年後の間伐材放置によってキクイムシによる枯死リスクの増加する可能性は低いという結論が得られた(図1)。アカエゾマツ高密度人工林間伐地における広葉樹実生の更新については、先駆種の実生本数が多いという結果が得られ、典型的な森林への遷移が起きていることが確認された。ササ掻き起こし地における4年間の稚樹更新については、出現種数は低いものの、シラカンバやダケカンバといった先駆種が個体数を拡大しており、1mを超える個体も確認された。なお、各資料は個別のファイル

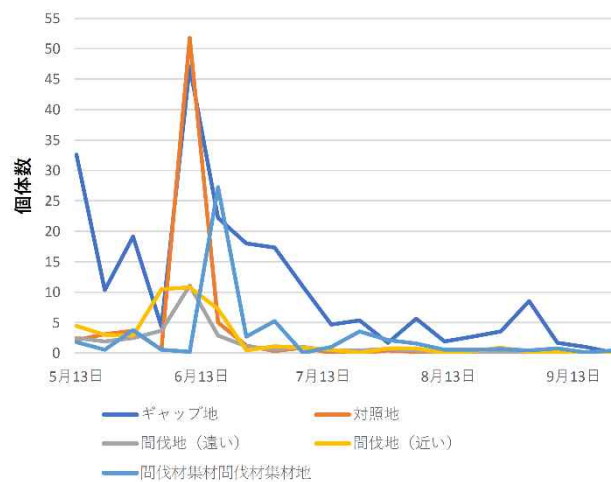


図1: 各調査区におけるキクイムシの個体数変化。6月上旬にピークがみられる。

として添付した。

項目2：森林景観モデル (iLand) による将来予測

林野庁が2005年から行っている知床国立公園における広域調査のデータ、既存の文献情報を参考に、iLandモデルの運用に必要な樹木パラメータを整備した。これらを統合し、知床の森林生態系に応用可能なiLandモデルを整備した。ササ掻き起こし後の裸地 (1ha) において、植栽密度と種数を変化させた31通りの修復シナリオを作成し、100年間の回復課程をシミュレーションした (図2)。炭素吸収の指標として純一次生産、バイオマス、材積の3つを選択し、生物多様性の指標として樹木種数、シャノンの多様度指数、類似度の3つを選択した。各指標が天然林から得られた値の

50%を達した時間を回復速度とし、最適な修復シナリオを特定した。炭素吸収量の回復速度は、単一種の高密度植栽において最も早かった (図3)。また、生物多様性の回復速度は他樹種の低密度植栽において最も高かった (図3)。これらの傾向は、種子供給源である天然林からの距離に依存することなく頑健であり、知床国立公園における森林再生事業への有意な情報が得られた。

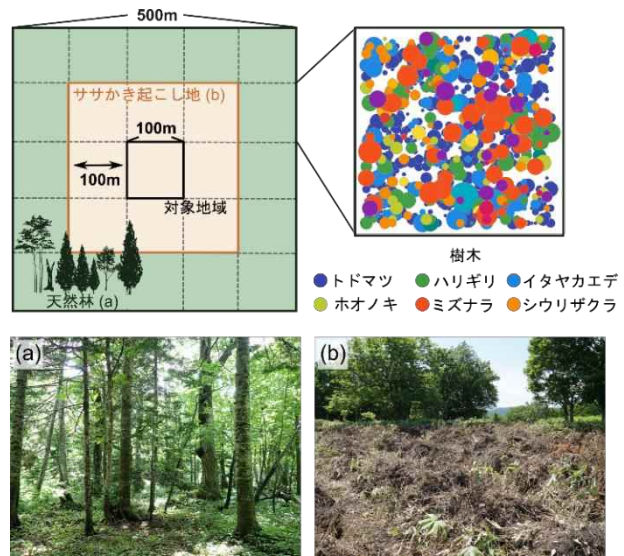


図2： 森林回復シミュレーションのデザイン (左上)。緑色のセルには、知床国立公園の典型的な天然林が再現されている (右上)。下段の画像は、iLand上で仮定した実際の自然林 (a) と復元対象地 (b) の様子である。

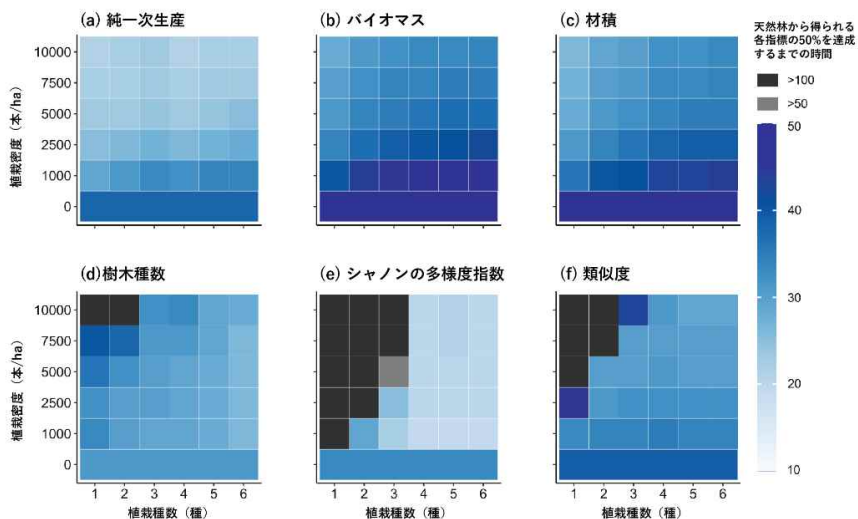


図3： 植栽密度と植栽種数を変化させた31の修復シナリオ毎の6つの指標 (パネルaからf) の復元時間 (年)。植栽密度0本/haは、植栽なし (自然再生のみ) シナリオに相当する。

項目3：解決策の定着と他地域への展開

しれとこ100平方メートル運動のホームページを改装した。

(<http://100m2.shiretoko.or.jp>)
ホームページ内では、森づくりイベントなどの実際の活動内容の紹介やお知らせに加えて、研究成果の紹介を追加した。本プロジェクトをはじめ、知床の森林再生に関わる情報を包括的に把握・理解できるように構成した。また、他地域への展開に向けた意見交換会を実施した。まず、異なる地域間で



図4: ホームページ内の本プロジェクト紹介ページ

の連携強化にあたり、知床と共通する地域課題を抱える竹富島・石垣島の環境系団体と議論し、他地域の自然再生の現状を把握するとともに、今後の協働可能性を検討した。その結果、2022年度にシンポジウムを合同開催することが決定している。2022年度には、その他の団体や地域実践家、企業とも意見交換を実施する予定であり、地域のみならず世代を超えた自然再生の実現に向けて協議を進めている。また、2021年度には、他地域展開可能なシステム作りに向けて、弁理士や斜里町と意見交換を実施し、地域の自然再生への企業の積極的な参画を促進する体制（ESG投資や企業版のふるさと納税、TNFDなどファイナンスの仕組みにおける生物多様性の価値）について模索した。最後に、森林の炭素吸収量や多様性を定量化するシステム作りについても検討しており、ドローンなどのリモートセンシングを実施する企業3社と意見交換会を実施した。その結果、2022年6月に知床にて共同でドローンによる観測を行う予定である。

(4) 当該年度の成果の総括・次年度に向けた課題

項目1：モニタリングデータの統合と森林再生施業の評価

本班の成果を統合した論文は日本生態学会誌へ投稿中である。今後はこれらエビデンスやデータに基づきつつ、森林再生専門委員会議での議論やトラスト運動支援者の意見等を加味することで、将来に向けた実装可能ないくつかの森林再生将来シナリオの選定を行う。その後、これらシナリオに基づいた将来予測モデルの計算結果を持って、2022年度第2回目会議での議論の土台とする。以上の作業は、科学的エビデンスと現場実装の協働としての「アダプティブマネジメント」の核であると考えられるため、必要に応じて柔軟に追加データ取得やステークホルダーとの議論を行う予定である。

項目2：森林景観モデル (iLand) による将来予測

日本国民を対象にした森林再生にかかる費用負担の意思額を尋ねるアンケートを実施する。アンケート結果を分析し、森林再生による成果（生物多様性の回復、森林での炭素貯留をはじめとする公益的機能性）が1単位上がる・1年早まることに対する効用を定量化する。上記アンケート結果とiLandモデルより得られたシミュレーション

結果とを統合することで、科学的な知見に基づく費用対効果の高い森林再生施策シナリオを特定する。これらの結果をまとめた論文を執筆するほか、2022年開催の森林再生専門委員会議における議論の素地とする。以上から、費用対効果が最も高いシナリオを特定し、その実現可能性について社会連携班と議論することで、生態学・経済学・社会学が融和した新たな森林生態系の適応的管理指針を提示するという、全体目標の実現に向けての活動を行う。

項目3：解決策の定着と他地域への展開

既存のトラスト運動の拡充展開、知床に限らず他地域展開できる事業化（最終的には、森林施策の現地技術だけではなく、人的及び資金的費用を鑑みた事業パッケージ）に向けて検討を実施継続する。具体的には、ESG投資、国際的に新たに検討されているTNFDなどのファイナンスの仕組みに基づく資金調達の可能性（とくに、前年度に検討開始した生物多様性や炭素のクレジット化などの枠組み）についての検討を行う。当プロジェクト対象地である斜里町では、ふるさと納税の枠組みを活用したトラスト事業への資金調達の仕組みが存在するが、新たに上記等の検討を行うために、専門家招聘による勉強会、トラスト運動に関わる／関心がある広いステークホルダーを対象としたワークショップ開催などを行う。以上から、「知床モデル」として、科学実証と現場実践により、単純な植栽造林といった森林再生ではなく、「自然の摂理の働く、多種多様な生物のゆりかごとしての天然林の復元」といった解決策を発信し、同様な自然再生を目指す他地域事業との協働（森林施策技術の提供、トラスト事業化実現の情報提供などを含む、費用対効果を鑑みた事業パッケージ）も図るという全体目標に対して、具体的な活動を行う。

2 - 3. 会議等の活動

年月日	名称	場所	概要
2021/10/2-10/3	ダイキン工業 知床10周年記念シンポジウム	北海道斜里町	ダイキン工業主催のシンポジウムにて現地視察、報告会
2021/11/1	全体ミーティング(キックオフミーティング)	オンライン	プロジェクトメンバーの自己紹介、プロジェクトの概要説明、今後の予定の確認
2021/11/15-11/16	2021年度(令和3年度)しれとこ100平方メートル運動地森林再生専門委員会議	北海道斜里町	斜里町、知床財団、森林再生専門委員などとの森林施策地の現地視察、2021年度のモニタリング項目についての発表、2022年度の施策についての議論
2021/12/6	第1回横国大一知床財団ミーティング	オンライン	eAPRINの受講の確認、今後のスケジュールおよび予算仕様の確認
2022/1/20	第2回横国大一知	オンライン	2021年度の予算状況の確認、2022

	床財団ミーティング		年度の予算仕様の決定、今後の予定の確認
2022/1/20	竹富・石垣—知床意見交換会	オンライン	2022年度に竹富島・石垣島と合同開催のシンポジウムを想定した、竹富島地域自然資産財団、グローバルマリンコンサルティングとの意見交換
2022/2/9	森林景観モデル大陸横断プロジェクトミーティング	オンライン	ウィスコンシン大学マディソン校、ミュンヘン工科大学のシミュレーションモデルチームとの自己紹介、今後の展開の議論
2022/2/17	他地域展開可能なシステム作りに向けた意見交換会	オンライン	斜里町との企業版ふるさと納税に関する意見交換
2022/2/17	第3回横国大—知床財団ミーティング	オンライン	今後の予定の確認
2022/3/19	日本生態学会第69回全国大会シンポジウム	オンライン	大学、企業、国際NGOなど全10名の講演者による発表

3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

昨年度に実施したアカエゾマツ高密度人工林間伐地におけるキクイムシ発生調査および実生調査について、2021年度に開催された森林再生専門委員会議において発表した。会議ではこの結果を素地とした議論がなされ、今年度も継続して現地調査を行うことが決定された。また、間伐地に集積されていた間伐材をウッドチップ化し、運動地内の遊歩道の整備に活用することが決定された。将来モデリング班が **Restoration Ecology** 誌において公表した成果は、2022年度に開催される森林専門委員会にて報告する予定である。さらに、森林景観モデルの高度化を図るための追加調査が決定した。具体的には、LiDARを搭載したドローンを林野庁が管理する1haの天然林調査プロットにて飛ばし、林内の三次元構造やギャップ動態を明らかにすることを目的としている。持続可能な森林再生の資金調達メカニズムの検討に向けて広く意見交換するための場として、本プロジェクトについては、日本科学振興協会（JAAS）のキックオフミーティングにおいて、ポスター発表とオンライン発表をする予定である。

4. 研究開発実施体制

総括班（リーダー：横浜国立大学・森章）

当研究開発プロジェクトは、研究代表者（横浜国立大学・森章）と協働実施者（知床財団・中西将尚）、コーディネーター（知床財団・山本幸）とコーディネーター補助（横浜国立大学・鈴木紅葉）から構成される統括班が主導する。主な役割として、各班の進捗状況の確認と助言、予算の配分の見直し、必要に応じた人材派遣などがあげられる。プロジェクト内の班やグループ間の連携や調整は、コーディネーターを中心に行う。

成果実証班（リーダー：横浜国立大学・森章）

現地における天然林の復元事業および大規模野外操作実験（密度調整、ギャップ創出、ササ除去など）の継続、対象地域の生物相の定量評価を担当する。東京大学の教員と横浜国立大学の学生、知床財団職員、北海道大学北方生物圏フィールド科学センターの教員、東京農業大学生物産業学部の教員によって構成されている。得られるデータや知見は適宜、将来モデリング班と共有して、シミュレーションの高度化に貢献する。

将来モデリング班（リーダー：東京大学・小林勇太）

知床用にチューニングした森林動態プロセスモデル（iLand）を用いたシミュレーションにより、成果実証班が得る実証データを活用し、森林再生事業の解決策の妥当性を検討する。東京大学の教員と横浜国立大学の学生、ミュンヘン工科大学の教員とポスドクによって構成されている。生物多様性と炭素吸収・貯留量の予測を主軸とし、森林再生事業の複数の将来シナリオの検討、それぞれの費用対効果、将来的な自然資本としての価値評価などを行う。シナリオの修正や評価指標の選定は、成果実証班と密に連携して実施する。また、モデルの前提条件や不確実性について参画実施者や協力者と協議し、他地域への応用に関する注意点をリストアップする。得られる予測値は、適宜、成果実証班と共有して、現地操作試験の方針修正等に活用する。

社会連携班（リーダー：知床財団・中西将尚）

上記2班で得られた研究成果をさまざまなステークホルダーと共有し、実学的観点から実現可能な具体策へと昇華させるため。産官学のメンバーから構成されている。しれとこ100平方メートル運動地森林再生専門委員会議のメンバーもこの班と密な連携を行う。毎年11月に開催される森林再生専門委員会議をマイルストーンとし、本プロジェクトの進捗や成果についての議論・解決策定着に向けた議論および計画の見直しを行う。なお、このような会議の場には当研究開発プロジェクトの成果を引き継ぎ、将来の担い手となる若手研究者が主体的に参加する（小林勇太・鈴木紅葉・西澤啓太）。また、得られた成果を精査し、各メンバーが持つ多様なネットワークを利用した発信を行う。現時点では、現地における市民参加型のシンポジウム企画、当プロジェクトで導き出す解決策としての「自然の摂理の働く天然林の復元」の実践における留意点、個々の成功点や失敗点をまとめ上げた情報の発信などを想定している。プロジェクト全体の成果発信に関わるので、コーディネーターが各班・グループの連携を担いつつ進める。

5. 研究開発実施者

総括班

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
森 章	モリ アキラ	横浜国立大学 2022年4月1日 ～東京大学 (予定)	先端科学技術 研究センター	教授
中西 将尚	ナカニシ マサ ナオ	知床財団	保護管理部	参事
山本 幸	ヤマモト ユキ	知床財団	企画総務部	参事
鈴木 紅葉	スズキ クレハ	横浜国立大学	環境情報学府	D3

成果実証班

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
森 章	モリ アキラ	横浜国立大学 2022年4月1日 ～東京大学 (予定)	先端科学技術 研究センター	教授
中西 将尚	ナカニシ マサ ナオ	知床財団	保護管理部	参事
草野 雄二	クサノ ユウジ	知床財団	保護管理部自 然復元係	主任
鈴木 紅葉	スズキ クレハ	横浜国立大学	環境情報学府	D3
西澤 啓太	ニシザワ ケイ タ	東京大学	先端科学技術 研究センター	博士研究員
石名坂 豪	イシナザカ ツ ヨシ	知床財団	保護管理部	部長
岡田 慶一	オカダ ケイイ チ	東京農業大学	生物産業学部	助教

将来モデリング班

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
小林 勇太	コバヤシ ユウ タ	東京大学	先端科学技術 研究センター	博士研究員
森 章	モリ アキラ	横浜国立大学 2022年4月1日 ～東京大学 (予定)	先端科学技術 研究センター	教授
鈴木 紅葉	スズキ クレハ	横浜国立大学	環境情報学府	D3
Rupert Seidl		ミュンヘン工 科大学	School of Life Sciences	教授
Werner Rammer		ミュンヘン工 科大学	School of Life Sciences	シニアスタ ッフ
Cornelius Senf		ミュンヘン工 科大学	School of Life Sciences	博士研究員

社会連携班

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
中西 将尚	ナカニシ マサ ナオ	知床財団	保護管理部	参事
高橋 誠司	タカハシ セイ ジ	知床財団		事務局長
石名坂 豪	イシナザカ ツ ヨシ	知床財団	保護管理部	部長
山本 幸	ヤマモト ユキ	知床財団	企画総務部	参事
岡本 征史	オカモト ヒロ シ	知床財団	企画総務部	部長
草野 雄二	クサノ ユウジ	知床財団	保護管理部自然 復元係	主任
南出 康弘	ミナミデ ヤス ヒロ	斜里町	総務部環境課	課長
吉田 貴裕	ヨシダ タカヒ ロ	斜里町	総務部環境課 自然環境係	係長
寺屋 翔太	テラヤ ショウ タ	斜里町	総務部環境課 自然環境係	係

佐々木 雄大	ササキ タケヒロ	横浜国立大学	環境情報研究院	教授
鈴木 紅葉	スズキ クレハ	横浜国立大学	環境情報学府	D3
森 章	モリ アキラ	横浜国立大学 2022年4月1日 ～東京大学 (予定)	先端科学技術 研究センター	教授
小林 勇太	コバヤシ ユウタ	東京大学	先端科学技術 研究センター	博士研究員
西澤 啓太	ニシザワ ケイタ	東京大学	先端科学技術 研究センター	博士研究員
吉澤 正人	ヨシザワ マサト	ダイキン工業 株式会社	CSR・地球環境 センター	課長
洲上 奈央子	スガミ ナオコ	ダイキン工業 株式会社	CSR・地球環境 センター	係
佐々生 陽介	ササキ ヨウスケ	三井物産株式 会社	サステナビリ ティ経営推進 部	室長補佐
浦口 あや	ウラグチ アヤ	一般社団法人 コンサベーション・インター ナショナル・ジャパン		テクニカル ディレクター

6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

将来モデリング班が行った知床国立公園における時間対効果の高い修復シナリオの特定に関する研究を米国の *Restoration Ecology* 誌において発表した。また、最新のリモートセンシング技術に基づいたこれまでの森林再生運動の評価に関する論文及び森林景観モデルの予測精度向上に向けた衛星データ解析による温度と光合成の関係性に関する論文を執筆し、それぞれ国内学術誌と国際学術誌に投稿した。また、2021年に開催された森林再生専門委員会議において、1) アカエゾマツ高密度人工林間伐地におけるキクイムシ発生調査、2) アカエゾマツ高密度人工林間伐地における広葉樹実生の更新、3) ササ掻き起こし地における4年間の稚樹更新の結果を報告した。しれとこ100平方メートル運動のホームページ内において、本プロジェクトおよび得られた研究成果を紹介するページを新設した。

6-1. シンポジウム等

年月日	名称	主催者	場所	参加人数	概要
2022/3/19	日本生態学会第69回全国大会シンポジウム S22「自然環境と社会情勢の変動の中で長期生態系観測をどう進め活用するか？」	中村誠宏、森章	オンライン	約200人	長期生態系観測は、当プロジェクトの実施項目の一つであるモニタリングに強く関連する。本シンポジウムでは、科学への政策ニーズ、アカデミア以外の視点、ネットワーク機能の強化の観点から、長期観測の現状と課題を確認し、将来の長期観測推進の方向性を議論することを目的とした。研究代表者の森章、コーディネーター補助の鈴木紅葉、情報発信協働組織の浦口あやを含む全10名が講演を実施した。特に知床に関しては、生態系観測データにより森林再生事業を評価した例を挙げ、地域協働が観測データの拡充をより効果的にする可能性について論じた。

6-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

(1) 書籍、フリーペーパー、DVD

- ・しれとこのみずならがはなしてくれたこと、あかしのぶこ、公益財団法人知床財団、2022年3月

(2) ウェブメディアの開設・運営

- ・しれとこ100平方メートル運動の森・トラスト、<http://100m2.shiretoko.or.jp/>、2022年3月改装
- ・しれとこ100平方メートル運動の森・トラスト@知床で森つくってます!、<https://twitter.com/100m2trust>、2020年6月
- ・しれとこ100平方メートル運動の森・トラスト、<https://www.instagram.com/100m2trust/?hl=ja>、2019年4月

(3) 学会以外のシンポジウム等への招聘講演実施等

- ・森章（横浜国立大学），生物多様性と気候変動：森林生態系の復元の観点から，ダイキン工業社・斜里町・羅臼町・知床財団の4者協議会，北海道斜里町，2021年10月。
- ・森章（横浜国立大学），生物多様性の形成要因と機能的帰結を探る：地球環境変動との関係から，東京大学先端研カフェセミナー，オンライン，2021年12月。
- ・森章（横浜国立大学），生物多様性と気候変動の課題，パルシステム社講演会，オンライン，2022年1月。
- ・森章（横浜国立大学），生物多様性に関して，三井物産株式会社ステークホルダーダイアログにて登壇，東京都，2022年1月。

6-3. 論文発表

(1) 査読付き（1件）

●国内誌（0件）

●国際誌（1件）

- ・Kobayashi Y, Seidl R, Werner R, Suzuki KF, Mori AS, “Identifying effective tree planting schemes to restore forest carbon and biodiversity in Shiretoko National Park, Japan”, Restoration Ecology (rec. 13681, 2022).

(2) 査読なし（0件）

6-4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

(1) 招待講演（国内会議0件、国際会議0件）

(2) 口頭発表（国内会議7件、国際会議0件）

- ・鵜飼陽太（横浜国立大学），“知床におけるキクイムシ発生調査”，2021年度（令和3

年度) しれとこ100平方メートル運動地森林再生専門委員会議, 北海道, 2021年11月
(口頭) .

- ・岡田慶一(東京農業大学), “知床100平方メートル運動地アカエゾマツ密度調査区における樹木実生調査”, 2021年度(令和3年度) しれとこ100平方メートル運動地森林再生専門委員会議, 北海道, 2021年11月(口頭) .
- ・森章(横浜国立大学), “次世代の生態系観測に向けて”, 日本生態学会第69回全国大会, S22-5, オンライン, 2022年3月.
- ・浦口あや(CIジャパン), “熱帯林の保全・再生事業におけるデータ利用”, 日本生態学会第69回全国大会, S22-5, オンライン, 2022年3月.
- ・鈴木紅葉(横浜国立大学), “地域協働を通じた観測データの拡充: 継続的な長期生態系観測に向けて”, 日本生態学会第69回全国大会, S22-9, オンライン, 2022年3月.
- ・戸田真理子(国際航業株式会社), “企業による生物多様性モニタリング”, 日本生態学会第69回全国大会, S22-6, オンライン, 2022年3月.
- ・森章(横浜国立大学), 中村誠宏(北海道大学), “主旨説明: 次世代の生態系観測に向けて”, 日本生態学会第69回全国大会, S22-1, オンライン, 2022年3月.

(3) ポスター発表(国内会議0件、国際会議0件)

6-5. 新聞報道・投稿、受賞等

(1) 新聞報道・投稿(1件)

- ・北海道新聞、2021年11月18日、森林再生専門委員会議の開催

(2) 受賞(0件)

(3) その他(0件)

6-6. 知財出願

(1) 国内出願(0件)