

社会技術研究開発事業
令和4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」

研究代表者氏名

森章（東京大学 先端科学技術センター 教授）

協働実施者氏名

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	13
3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況	16
4. 研究開発実施体制	17
5. 研究開発実施者	18
6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など	21
6 - 1. シンポジウム等	21
6 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	21
6 - 3. 論文発表	22
6 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	22
6 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等	23
6 - 6. 知財出願	23

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. 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議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. パートナリ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、科学に基づき長期的な視点で森林再生を実践し、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を目指すうえで、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。

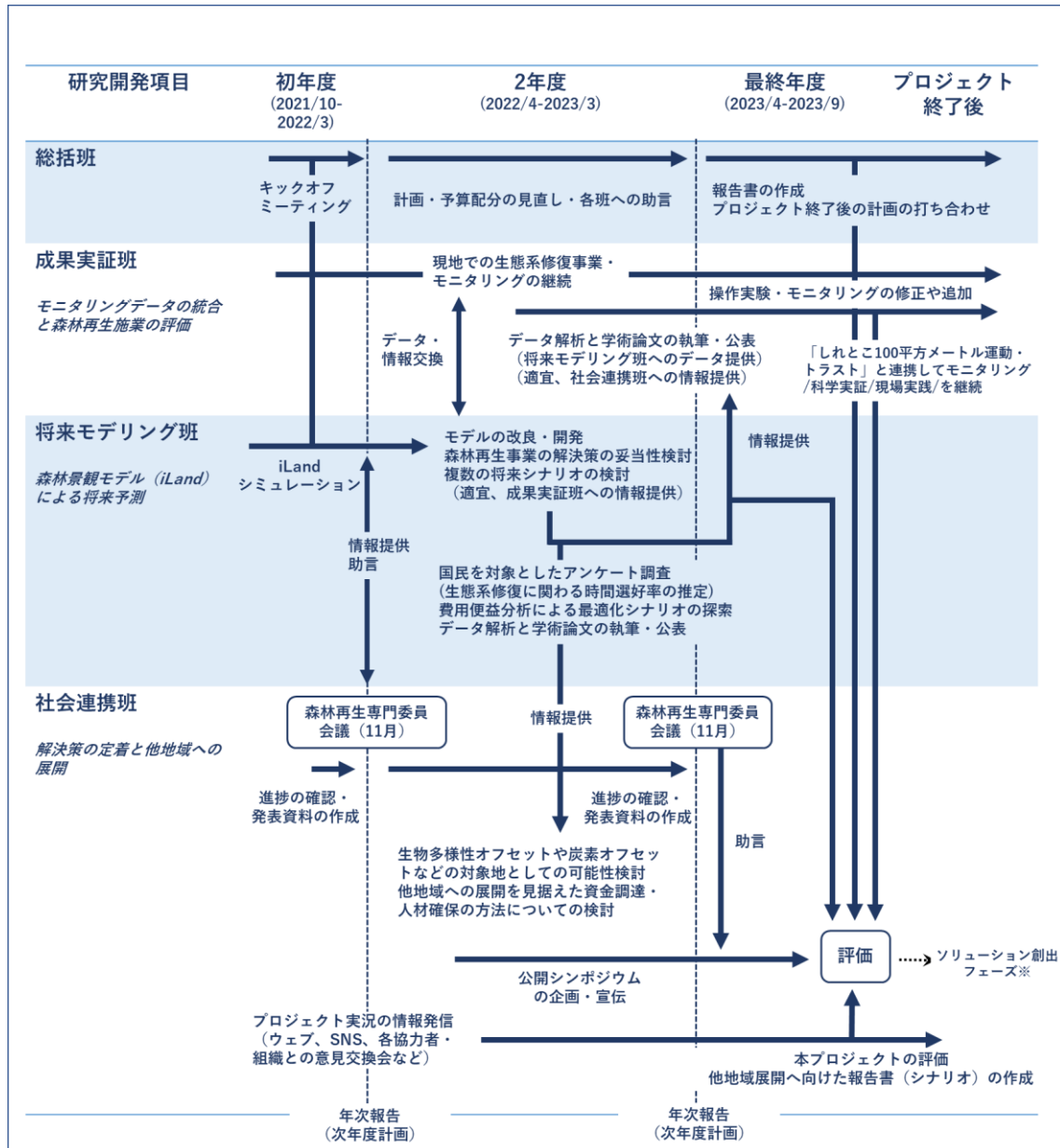
(2) 研究開発プロジェクト全体の目標

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ル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

2020年度に間伐を実施したアカエゾマツ高密度人工林において、1) キクイムシの個体数調査を5月上旬から9月上旬にかけて、2) 広葉樹実生の更新状況調査を9月中旬に、3) エゾシカ採食圧状況モニタリング調査を6月下旬に実施した。これらのモニタリングデータの解析を行い、2022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(森・中西・草野・西澤・岡田・小林)。2004、2020年に取得されたリモートセンシングデータにより、外来種から在来種の単一植栽、さらには複数種の混交植栽へと修復方法を変容させてきた約40年の森林再生活動による森林成長や構造的多様性を評価した論文を国内科学雑誌「保全生態学研究」において発表した(森・小林・鈴木・草野、図1)。

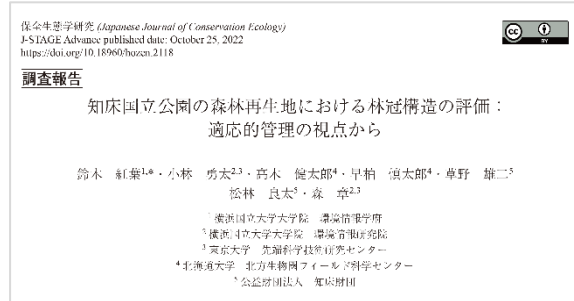


図1：発表された鈴木ほか 2022 保全生態学研究

項目2：森林景観モデル (iLand) による将来予測

2022年9月19日から22日にかけて、ドイツ・ベルヒテスガーデン国立公園にて開催されたシンポジウム (Forest Disturbances and Ecosystem Dynamics in a Changing World) に参加し、昨年度に Restoration Ecology誌に公開された内容についてポスター発表を行った(森・小林・鈴木、図2)。また、iLandの開発チームであるドイツ・ミュンヘン工科大学の研究者らとともに今後の研究計画の方向性に関する議論を行った。2022年8月2日から10日及び10月24日から11月4日にかけて、北海道大学・天塩研究林の植栽試験地において植生調査を実施し、iLandに必要な稚樹の生存率・枯死率のデータを取得した(小林・森)。また、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した。iLandモデルの高度化に向けた、樹木の光合成最適温度に関する論文を国際学術誌「Global Ecology and Biogeography」において公開した。

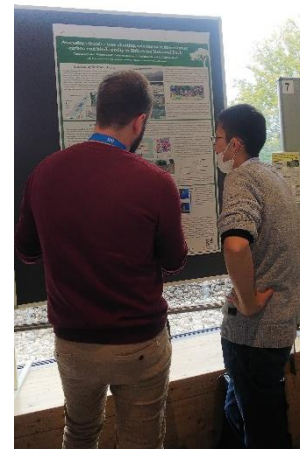


図2：国際学会にて研究成果を説明している様子。

項目3：解決策の定着と他地域への展開

2022年6月20日から22日にかけて、北海道・斜里町にて開催された森林再生専門委員会議(第5次回帰作業計画(2018~2022年)の評価及び第6次回帰作業計画素案(2023~2027年))で本プロジェクトの詳細の説明と将来モデリング班の成果の発表を行った。この会議においては、川北総括補佐にオンサイトで参加いただいた。2022年6月18日から24日にかけて、東京都・東京国際交流館にて開催された日本科学振興協会第1回総会・キックオフミーティングに参加し、ポスター発表及びシンポジウムでの口頭発表にて本プロジェクトの紹介を行った(森・小林・山本)。2022年10月9日には、YAMAP DOMO支援プロジェクトにお

る公開トークイベント「命あふれる森をつくる」に参加し、本プロジェクトの詳細や生物多様性の保全をテーマにした森づくりについての発表・ディスカッションを行った。なお、このイベントの様子はYouTubeにおいて公開されている。また、2022年11月15日から16日にかけて、北海道・斜里町にて開催された森林再生専門委員会議で本プロジェクトの今後の方向性についての議論を行った(図3)。さらに、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、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、技術面での他地域展開の検討に向けて、各地でリモートセンシング技術を応用している株式会社アルマダス(2022年4,5月,2023年2月)、国際航業株式会社(2022年4,9,10月,2023年3月)と技術の汎用性や妥当性について議論した。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・小笠原・白神山地の環境系団体(2022年5,10,11月)と意見交換し、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。また、他地域展開できる事業化(最終的には、森林施業の現地技術だけでなく、人的及び資金的費用を鑑みた事業パッケージ)の検討にあたり、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について、日本科学振興協会第1回総会(2022年6月)、エコプロ2022(2022年12月)、CSV経営サロン講演会(2023年2月)、本プロジェクトの全体ミーティング、本プログラムのネットワーキング会(2023年3月)などの機会、コンサルティング、損害保険、銀行などの様々な産業セクターの企業の担当者と協議・検討を行った。



図3：森林再生専門委員会議の様子。

(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

クイムシの個体数調査については、生存しているアカエゾマツ個体に集まるクイムシ数は去年と同程度であったものの、枯死しているアカエゾマツ個体に集まるクイムシ数は生存木と比較して10~150倍ほど高かった(図4)。一方、枯死木に近いからといって、生存木に集まるクイムシ数が高いという傾向は確認できなかった。広葉樹実生の更新状況調査については、間伐タイプ毎の実生更新傾向は昨年同様に維持されていた。しかしながら、実生数はほぼ飽和しており、草本類の被度・植生高の増加による競争によって今後の傾向が変わる可能性があることが示唆された。エゾシカ採食圧状況モニタリング調査については、調査区・対照区ともにシカによる樹皮剥ぎ被害は極めて少なく、枯死木も少なかったことから、過去5年間のシカによる採食圧は低かったものと推察することができる。調査区にて新規木が多く確認された理由として、2007および2012年に多く確認された枯死木がその後風で倒され、シカの採食圧を受けることがない柵内では順調にギャップ更新がなされたものと考えられる。リモートセンシングデータに基づく林冠構造の評価については、在来種の植栽地では他の森林タイプよりも顕著な森林成長が見られたものの、構造的多様性の回復は遅いことがわかった。このことから、活動開始から約40年が経過しても未だ構造的多様性の回復には至っていないことが示唆された。

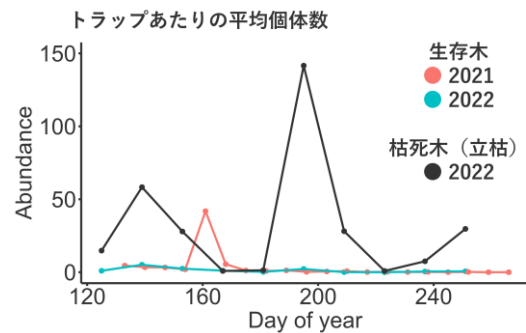


図4：クイムシ個体数の季節変化。枯死木に集まるクイムシは生存木に比べて10~150倍程度多い。

項目2：森林景観モデル (iLand) による将来予測

アンケート結果を分析した結果、知床国立公園における生態系修復への意思額の中央値は770円であった。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が1年早まることに対する意思額の増加の利率(主観的時間割引率)は非常に低く、両者に差はなかった(それぞれ1.16%と1.18%)。一般的に使用されている割引率(4.0%と6.0%)を用いて、森林景観モデルから得られた植栽密度と種の豊かさが異なる31種類の修復シナリオのシミュレーション結果について、費用便益分析を実施したところ、生態学的・経済的に最適な修復シ

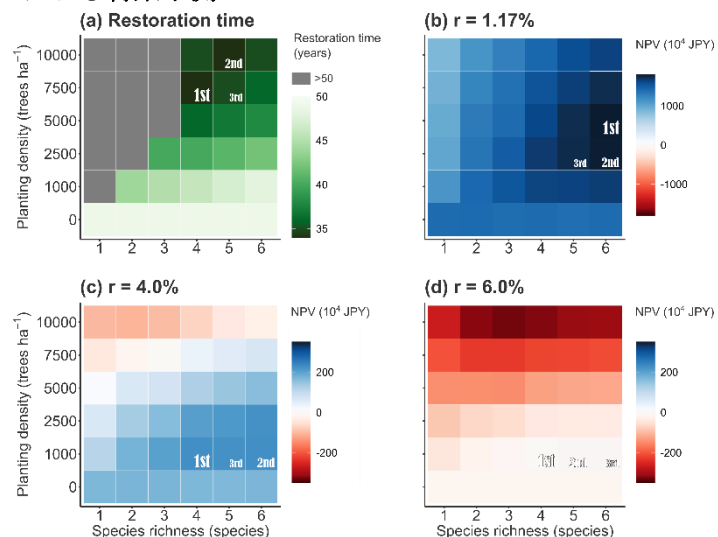


図5：割引率、植栽密度、種の豊富さを変えた場合の6つの指標における最大修復時間 (a) と正味現在価値 (NPV) (b-d)。植栽密度0本/haは、植栽しないシナリオ(自然再生のみ)に相当する。各パネルでは、最大修復時間が最も早く、NPVが最も高い上位3つのシナリオに番号を付けた。

ナリオの間に乖離があり、割引率が高いほどその乖離は大きくなった(図5)。本研究は、社会的な観点から修復シナリオを検討する必要性を示しており、これにより危険な行為を排除し、意思決定をより容易にすることができる。この方法論と割引率は、少なくとも日本の有名な保護区に直接適用でき、今後の修復活動を活性化させる触媒となることが期待される。

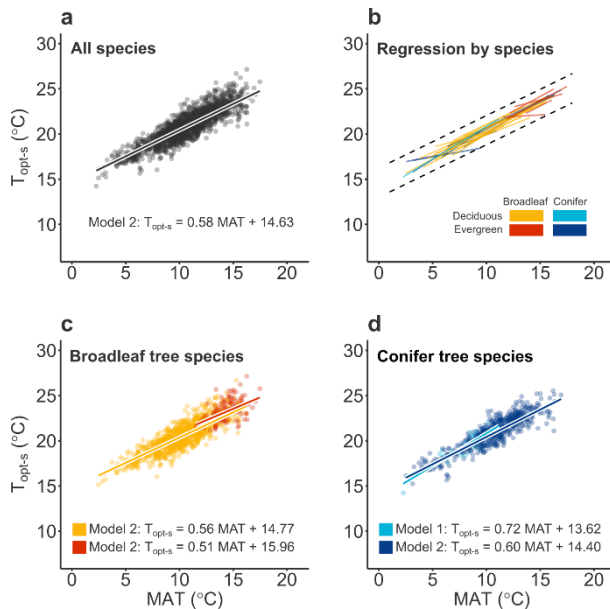


図6：日本におけるサイトスケールの光合成最適温度 (T_{opt-s}) と年平均気温 (MAT) の関係。(a,b) 全体(a)と種特異的(b)の回帰結果を示す。(c,d) 機能タイプである広葉樹(c)と針葉樹種(d)の回帰結果を個別に示す。最良の回帰直線のみを表示した。パネルbの破線は、パネルaの回帰直線の95%予測区間を示す。色は樹種の機能タイプを示す：オレンジは落葉広葉樹、赤は常緑広葉樹、水色は落葉針葉樹、濃紺は常緑針葉樹。モデル1：通常の線形回帰モデル。モデル2：樹種切片をランダム効果として用いた線形混合効果モデル

グローバルフラックスデータ解析により、サイトスケールの光合成最適温度 (T_{opt-s}) と平均化された温度変数との間に有意な正の線形関係があることが示されているが、種の構成が十分に考慮されていないため、 T_{opt-s} の変化がどの程度種内可塑性に由来するのか、あるいは種固有の T_{opt-s} が一貫している種の違いに由来するのかは、依然として不明であった。衛星由来の強化植生指数 (EVI) を用いて、これら2つの仮説を検証しところ、33種の日本の主要樹木の内32種において、 T_{opt-s} はMATの上昇に伴って増加することが明らかとなった(図6)。本成果は、種内可塑性仮説を支持するものであり、東アジアの亜高山帯および温帯林では、樹冠の優占種に関係なく、MATから T_{opt-s} を推定することができることが示された。観測されたMAT- T_{opt-s} 関係は、これまでの光合成研究の知見と一致し、温度依存性光合成反応の空間的・時間的差異を明示的に考慮できる、総一次生産性を推定する新しいアルゴリズムの確立に重要な示唆を与えている。

項目3：解決策の定着と他地域への展開

【「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する】という一つの全体目標には、自然再生に関する専門家のみならず、企業や一般聴衆など様々なステークホルダーを対象とするイベントで登壇・意見交換することで取り組んだ。具体的には、日本科学振興協会第1回総会・キックオフミーティング、YAMAP DOMO支援プロジェクトにおける公開トークイベント(図7)、エコプロ2022で、本プロジェクト内容の発信にとどまらず、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)に関わる可能性のある企業と地域の自然再生の担い手とコネクションを作ることができた。実際に、白神山地における自然再生の担い手である秋田県

藤里町とは、YAMAPの公開イベントをきっかけに、知床モデルの他地域展開先として議論を実施している。その結果、2023年6月の白神山地世界自然遺産登録30周年記念シンポジウムへの登壇が決定している。もう一つの全体目標【同様な自然再生を目指す他地域事業との協働（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含む、費用対効果を鑑みた事業パッケージ）も図る】に関しては、竹富島・石垣島・小笠原・白神山地などの他地域との綿密な議論を通じて、人材・資金・技術についての共通課題が明らかになってきた。そこで、ボランティア・インターンシップ・企業研修などの人材、寄付に頼らない持続可能な資金、広葉樹化やササの掻き起こしなどの技術を、各地域の自然再生の担い手同士、自然再生の担い手—企業の間でマッチングするようなコンソーシアムの創出を模索している。特に、知床の森づくりで実装されている、「森林再生専門委員会」を通じて「科学実証と現場実践」を繰り返して試行錯誤する「アダプティブマネジメント」は、他地域でも十分に機能するシステムであるものの、担い手不足やステークホルダー間での合意の得にくさにより、他地域ではなかなか取り入れられていない実情がある。コンソーシアムの創出により、人材・資金・技術、さらには知識などの様々なリソースの他地域間での共有を促進し、全国各地の自然再生を加速化することが期待される。



図7：企業や自治体などとの様々なきっかけ作りの場となったYAMAP DOMO支援プロジェクトにおける公開トークイベントの様子。

(<https://www.youtube.com/watch?v=hm7n4Wl5h3s>)

(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

本項目は計画通りの成果が得られており、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。次年度の間で本助成は終了するが、本成果の総括は2023年11月に開催予定の森林再生専門委員会議で報告する。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

令和4年度中に、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結果を国際学術雑誌へと投稿する予定であったが、他のプロジェクトとの兼ね合いにより実現できなかった。iLandの改良に向けた衛星データと現地観測データの統合解析は国際的な認知度の高い雑誌での公表が実現し、得られたデータをさらに解析することでより良い (i.e, 自由度と予測精度が高い) モデルづくりに励んでいく予定である。本成果は、項目1と同様に2023年11月に開催予定の森林再生専門委員会議において発表する。本年度は、次のソリューション創出フェーズに向けた生態系修復シナリオ設定について各リーダーとの協議を行う予定である。

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、森林施業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）についての検討を継続する。先述のコンソーシアムの創出の実現に向けて、竹富島・石垣島・小笠原・白神山地などの他地域の自然再生の担い手との連携を強化するだけでなく、森林分野以外でコンソーシアムの創出を試みている団体とも意見交換を実施する予定である。具体的には、海洋生態系に取り込まれた炭素（ブルーカーボン）の認証や販売の仲介を行う、ジャパンプルーエコノミー技術研究組合（JBE）や「新しい里山・里海 共創プロジェクト」を担う京都大学フィールド科学教育研究センターと新たに議論を展開していく。

2 - 3. 会議等の活動

年月日	名称	場所	概要
2022/4/4	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	弁理士の方とのESJ投資などの自然再生活動への企業の参画に関する意見交換
2022/4/5	第1回シンポジウムの波及に向けたミーティング	オンライン	本プロジェクトで行った、2022年3月の日本生態学会第69回全国大会シンポジウム「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のか？」の振り返り
2022/4/5	第4回東大―知床財団ミーティング	オンライン	アウトリーチ方法の検討、サイトビジットの日程の検討、今後の予定の確認
2022/4/7	森林景観モデルミーティング	オンライン	ミュンヘン工科大学シミュレーションモデル開発チームとの気候データや植生データに関する議論
2022/4/18	第1回知床リモートセンシング意見交換会	オンライン	知床でリモートセンシングを実施する企業（新宣組、アルマダス、SKETCH）による技術紹介、今後の連携の検討
2022/4/19 -4/21	第5回東大―知床財団ミーティング	北海道斜里町	キクイムシの個体数モニタリングに関する現地調査、今後の予定の確認
2022/4/28	第1回東大―国際航業リモートセンシング意見交換会	東京大学先端科学技術研究センター	国際航業株式会社によるリモートセンシング事業の紹介、今後の連携の検討
2022/5/9	第2回知床リモートセンシング意見交換会	東京大学先端科学技術研究センター	新宣組、アルマダス、SKETCHとの調査に関する打ち合わせ
2022/5/19	竹富・石垣―知床―若手意見交換会	オンライン	各地の自然再生活動への次世代の参画に関して、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、生物多様性わかものネットワークとの意見交換
2022/6/19	若手世代に関する意見交換会	オンライン	各地の自然再生活動への次世代の参画に関して、生物多様性わかものネットワークとの意見交換
2022/6/20 -6/22	2022年度（令和4年度）しれとこ100平方メートル運動地	北海道斜里町	第5次回帰作業計画（2018～2022年）の評価及び第6次回帰作業計画素案（2023～2027年）に関する議

	第1回森林再生専門委員会議		論本プロジェクトの詳細説明、将来モデリング班の成果発表、川北総括補佐のサイト訪問
2022/7/13	第2回シンポジウムの波及に向けたミーティング	オンライン	シンポジウム「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のか？」の発表内容を学術論文化するための議論
2022/8/5	第3回シンポジウムの波及に向けたミーティング	オンライン	シンポジウム「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のか？」の発表内容を学術論文化するための議論
2022/9/2	第2回東大―国際航業リモートセンシング意見交換会	オンライン	他地域展開に向けたリモートセンシング技術の相談
2022/9/22	森林景観モデル大陸横断プロジェクトミーティング	ドイツ ベルヒテスガーデン国立公園	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将来モデリング班の進捗共有、今後の展開の議論
2022/10/9	YAMAP DOMO 支援プロジェクトにおける公開トークイベント「命あふれる森をつくる」	北海道斜里町	本プロジェクトの詳細や生物多様性の保全をテーマにした森づくりについての発表、意見交換
2022/10/21	第1回小笠原―知床意見交換会	オンライン	知床と同様に世界自然遺産である小笠原諸島での森林再生、適応的管理に関して、小笠原グリーン株式会社との意見交換
2022/10/24	第3回東大―国際航業リモートセンシング意見交換会	東京大学先端科学技術研究センター	他地域展開に向けたリモートセンシング技術の相談、今後の連携に関する議論
2022/11/7	白神―知床意見交換会	オンライン	知床と同様に世界自然遺産である白神山地での森林再生、適応的管理に関して、合同会社モジップ、環白神エコツーリズム推進協議会との意見交換
2022/11/7	第6回東大―知床財団ミーティング	オンライン	他地域展開に向けた議論、今後の予定の確認
2022/11/15-11/16	2022年度（令和4年度）しれとこ100平方メートル運動地森林再生専門委員	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業地の現地視察、2022年度のモニタリング項目についての発表、2023年度の施業

	会議		についての議論
2023/2/15	第3回知床リモートセンシング意見交換会	オンライン	2022年夏に取得のドローンLiDARデータの解析結果の報告、株式会社アルマダスとの今後の連携に関する議論
2023/2/16	農林水産省広報室との打ち合わせ	オンライン	知床での森林再生を紹介するYouTube撮影に関する打ち合わせ
2023/2/21	「SDGsの達成に向けた共創的研究開発プログラム」成果報告・ネットワーキング会の事前打ち合わせ	オンライン	JSTのファシリテーターの方々との意見交換
2023/2/22	CSV経営サロン講演会	東京都丸の内二重橋ビル	TNFDの国際動向や企業対応に関する意見交換
2023/2/27-3/2	第7回東大―知床財団ミーティング	北海道斜里町	他地域展開の手法や今後の予定に関する打ち合わせ、農林水産省のYouTube撮影
2023/3/9	第3回知床リモートセンシング意見交換会	東京大学先端科学技術研究センター	株式会社アルマダス、ダイキン工業株式会社との今後の連携に関する議論、国際動向の共有
2023/3/10	第4回東大―国際航業リモートセンシング意見交換会	東京大学先端科学技術研究センター	共同研究の検討、今後の連携に関する議論
2023/3/14	プロジェクト全体ミーティング	東京大学先端科学技術研究センター	シナリオの実施報告、国際動向の共有、今後の予定の確認
2023/3/16	森PJ戦略会議	オンライン	本プロジェクトの進捗状況確認、意見交換

3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

2022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、2022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、キクイムシが大発生する可能性は低いと考えられたため、2023年度からはキクイムシの継続調査は行わないことが決定された。また、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およびマルチスペクトルカメラを搭載したドローンを森林再生運動地全域で飛ばし、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、およびコンソーシアムの創出の実現に向けて、森林分野以外でコンソーシアムの創出を試みている団体とも意見交換を実施する予定である。それに加えて、これまでのイベントなどで意見交換を実施した様々な企業を対象とし、生物多様性に関する国際動向や企業のTNFD対応に関するセミナーを東京大学先端科学技術研究センターにて開催する予定である。

4. 研究開発実施体制

総括班（リーダー：東京大学・森章）

当研究開発プロジェクトは、研究代表者（東京大学・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：東京大学・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	東京大学	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	東京大学	先端科学技術研究センター	特任研究員

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	東京大学	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	東京大学	先端科学技術研究センター	特任研究員
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	助教
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	東京農工大学	FSセンター	助教
森 章	モリ アキラ	東京大学	先端科学技術研究センター	教授
鈴木 紅葉	スズキ クレハ	東京大学	先端科学技術研究センター	特任研究員
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	東京大学	先端科学技術研究センター	特任研究員

社会技術研究開発
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」
令和4年度研究開発実施報告書

森 章	モリ アキラ	東京大学	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	東京農工大学	FSセンター	助教
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	助教
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

成果実証班では、知床国立公園における森林再生運動を航空機 LiDAR やドローン空撮データを用いて、林冠構造の観点から評価した研究を保全生態学研究にて発表した。さらに、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「長期生態系観測」について、2022年3月の日本生態学会全国大会において企画したシンポジウムの内容を英国の *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 誌にて発表した。将来モデリング班では、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研究を英国の *Global Ecology and Biogeography* 誌にて発表した。また、2022年に開催された森林再生専門委員会において、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5年間の稚樹更新の結果を報告した。

6-1. シンポジウム等

0件

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

- ・しれとこの森通信No.25、斜里町役場総務部環境課、2022年5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（6-4.参照）以外のシンポジウム等への招聘講演実施等

- ・森章（東京大学）、“対話でつむぐ、未来社会 ～科学技術を社会変革につなげるには～”、科学技術振興機構との共催シンポジウムにて登壇、日本科学振興協会第1回総会・キックオフミーティング、東京都、2022年6月21日
- ・草野雄二（知床財団）、“しれとこ100平方メートル運動の取り組みについて”、YAMAP DOMO支援プロジェクトにおける公開トークイベント「命あふれる森をつくる」にて登壇、北海道、2022年10月9日
- ・森章（東京大学）、“生物多様性の保全を目指す森づくりについて”、YAMAP DOMO支援プロジェクトにおける公開トークイベント「命あふれる森をつくる」にて登壇、北海道、2022年10月9日
- ・森章（東京大学）、“生物多様性と気候変動の課題”、産業環境管理協会「森林を巡る国内の動向等に関するシンポジウム」にて講演、東京都、2022年11月10日

- ・森章（東京大学）、「知床国立公園での自然再生の取り組み」、横浜国立大学先端科学高等研究院セミナーにて講演、神奈川県、2022年11月18日
- ・森章（東京大学）、「科学に基づく森林生態系の再生」、エコプロ 2022の科学技術振興機構ブース「みんなが生きたい未来をつくるサイエンス」にて登壇、東京都、2022年12月7日
- ・森章（東京大学）、「生物多様性と気候変動の課題」、令和4年度紀の国森づくり基金活用事業 環境省吉野熊野国立公園パートナーシップイベント「番所山を愛する会 2022年度 講演会」にて登壇、和歌山県、2022年12月11日
- ・森章（東京大学）、「環境変動時代に森林の多様な価値について考える」、茅野市・富士見町・原村「八ヶ岳西麓地域共生会議 第2回学習会（環境分野）」にて講演・パネルディスカッションに参加、長野県、2023年1月27日
- ・森章（東京大学）、「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」、SDGsの達成に向けた共創的研究開発プログラム成果報告・ネットワーキング会に参加・発表、東京都、2023年3月27日

6-3. 論文発表

(1) 査読付き (3件)

●国内誌 (1件)

- ・鈴木紅葉, 小林勇太, 高木健太郎, 早柏慎太郎, 草野雄二, 松林良太, 森章 (2022) “知床国立公園の森林再生地における林冠構造の評価：適応的管理の視点から”, 保全生態学研究, 27: 283-296.

●国際誌 (2件)

- ・Kobayashi Y, Haga C, Shinohara N, Nishizawa K, Mori AS (2023) “Dominant temperate and subalpine Japanese trees have variable photosynthetic thermal optima according to site mean annual temperature”, *Global Ecology and Biogeography*, 32: 397-407.
- ・Mori AS, Suzuki KF, Hori M, Kadoya T, Okano K, Uruguchi Aya, Muraoka H, Sato T, Shibata H, Suzuki-Ohno Y, Koba K, Toda M, Nakano S, Kondoh M, Kitajima K, Nakamura N (2023) “Perspective: sustainability challenges, opportunities and solutions for long-term ecosystem observations”, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, in press.

(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)

(2) 口頭発表 (国内会議 4件、国際会議 1件)

- ・小林勇太（東京大学）、「知床国立公園における効果的な植林手法の特定」、2022

年度（令和4年度）しれとこ100平方メートル運動地 第1回森林再生専門委員会議、北海道、2022年6月20日

- ・Mori A（東京大学）、「Projecting joint trends in plant diversity and ecosystem processes」、World diversity forum 2022、スイス ダボス、2022年6月28日
- ・岡田慶一（東京農業大学）、「アカエゾマツ高密度人工林間伐地 かき起こし地における広葉樹実生の更新：調査3年目の状況」、2022年度（令和4年度）しれとこ100平方メートル運動地 第2回森林再生専門委員会議、北海道、2022年11月16日
- ・小林勇太（東京大学）、「キクイムシ調査報告」、2022年度（令和4年度）しれとこ100平方メートル運動地 第2回森林再生専門委員会議、北海道、2022年11月16日
- ・Suzuki KF（横浜国立大学）、Mori AS（東京大学）、「Ecosystem-based forest restoration」、第70回日本生態学会大会、宮城県（オンライン）、2023年3月20日

(3) ポスター発表（国内会議 1件、国際会議 2件）

- ・山本幸（知床財団）、小林勇太（東京大学）、中西将尚（知床財団）、鈴木紅葉（横浜国立大学）、森章（東京大学）、「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」、日本科学振興協会第1回総会・キックオフミーティング、東京都、2022年6月19日
- ・Suzuki KF（横浜国立大学）、Kobayashi Y（東京大学）、Mori AS（東京大学）、「Assessing the potential of alien tree species for regional forest restoration」、World diversity forum 2022、スイス ダボス、2022年6月29日
- ・Kobayashi Y（東京大学）、Seidl R（ミュンヘン工科大学）、Rammer W（ミュンヘン工科大学）、Suzuki KF（横浜国立大学）、Mori AS（東京大学）、「Assessing effective tree planting scheme to restore forest carbon and biodiversity in Shiretoko National Park」、Forest Disturbances and Ecosystem Dynamics in a Changing World (An international symposium at the Berchtesgaden National Park, Germany)、ドイツ ベルヒテスガーデン国立公園、2022年9月20日

6-5. 新聞報道・投稿、受賞等

(1) 新聞報道・投稿 (0件)

(2) 受賞 (0件)

(3) その他 (1件)

- ・YouTube、農林水産省広報室が運営するチャンネル「BUZZMAFF ばずまふ（農林水産省）」の「公務員の寒すぎる出張 in知床」動画に出演・解説、<https://youtu.be/snRZPRWwr6M>、2023年3月25日

6-6. 知財出願（国内出願件数のみ公開）

(1) 国内出願 (0件)

(2) 海外出願 (0件)