

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究領域「地球規模の環境課題の解決に資する研究」

研究課題名「アンデス-アマゾンにおける山地森林生態系保全のための

統合型森林管理システムモデルの構築」

採択年度：令和2年（2020年）度/研究期間：5年/

相手国名：ペルー共和国

令和3（2021）年度実施報告書

国際共同研究期間*1

2022年 1月 30日から2027年 1月 29日まで

JST側研究期間*2

2020年 8月 1日から2026年 3月 31日まで

(正式契約移行日2021年11月 1日)

*1 R/Dに基づいた協力期間（JICAナレッジサイト等参照）

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JSTとの正式契約に定めた年度末

研究代表者：平田泰雅

森林研究・整備機構・研究ディレクター

【令和3年度実施報告書】【220531】

I. 国際共同研究の内容 (公開)

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

研究題目・活動	暫定期間	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
1. 研究題目1【成果1】 「森林の炭素蓄積変化や劣化度合いを加味した時系列の土地利用変化の特定」						
1-1 研究活動1-1【活動1-1】	過去の様々な土地利用に関する長期データと情報の収集					
1-2 研究活動1-2【活動1-2】				機械学習法による土地利用変化の抽出		
1-3 研究活動1-3【活動1-3】				スペースLiDARによる森林の3次元構造モデルの作成		時系列土地利用マップの作成
1-4 研究活動1-4【活動1-4】						
2. 研究題目2【成果2】 「森林減少・森林劣化の定量的な評価技術の開発」						
2-1 研究活動2-1【活動2-1】	調査候補地の選定 現地情報収集		森林炭素、生物多様性の変異の把握			
2-2 研究活動2-2【活動2-2】			回復ポテンシャルの定量化			
2-3 研究活動2-3【活動2-3】			回復ポテンシャルマップの作成			森林管理方針の提案
2-4 研究活動2-4【活動2-4】						
3. 研究題目3【成果3】 「火災攪乱後の森林回復プロセスの評価」						
3-1 研究活動3-1【活動3-1】	現地火災情報の収集		火災攪乱強度と森林構造の変化傾向の分析			
3-2 研究活動3-2【活動3-2】					保全手法の開発	
3-3 研究活動3-3【活動3-3】						モニタリング手法の開発
3-4 研究活動3-4【活動3-4】						
4. 研究題目4【成果4】 「水資源モデルによるランドスケープ最適化システムの開発」						
4-1 研究活動4-1【活動4-1】	水文・水資源に関するデータと情報の収集					
4-2 研究活動4-2【活動4-2】			水資源供給量と需要量の算定			
4-3 研究活動4-3【活動4-3】				最適化システムの開発		
4-4 研究活動4-4【活動4-4】				システムの対象地域への適用・検証		
4-5 研究活動4-5【活動4-5】						水不足に対する適応策の提案
5. 研究題目5【成果5】 「森林保全と生態系サービスの持続的利用のための森林管理システムモデルの開発」						
5-1 研究活動5-1【活動5-1】	調査候補地の選定 現地情報収集	土地利用変化の要因把握と 森林管理の地元ニーズ特定				
5-2 研究活動5-2【活動5-2】			シナリオに基づく費用便益分析実施			
5-3 研究活動5-3【活動5-3】						森林管理システム提案
6. 研究題目6【成果6】 「森林管理システムの社会実装」						
6-1 研究活動6-1【活動6-1】			シナリオ判断因子の特定と森林管理システムへの組み込み			
6-2 研究活動6-2【活動6-2】				操作マニュアル開発		
6-3 研究活動6-3【活動6-3】					政府職員向けの研修	
6-3 研究活動6-4【活動6-4】					ワークショップ開催	

【令和3年度実施報告書】【220531】

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

暫定期間実施した詳細計画策定調査において、社会実装を明確化するために、当初研究題目 5 に含まれていた社会実装の活動を独立させて新たに研究題目 6 を加えた。

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

COVID-19 のパンデミックのため暫定期間を含めペルーへの渡航が困難であったが、2022 年 1 月に最初の渡航を実施し、カウンターパートと対面でのキックオフ会合を開催した。研究対象地の選定においては、2 州の候補地をカウンターパートが訪問して聞き取り調査を行い、1 カ所は対象地として決定し、もう 1 カ所は安全上の理由（コカ栽培）から別の対象地を探索することとした。年度内は COVID-19 による移動の制約により対象とする 3 州での研究対象地の選定が遅れ、現地調査によるデータの収集には至らなかったが、WEB サイト等から関連する公開データの収集に努め、現状状況下においてできる研究を進め、現地調査データ以外のデータの収集では初年度の目標を達成した。一方、研究対象地も決定しておらず、第 1 回の JCC も開催できていないため、外部にインパクトを与えるには至っていない。

プロジェクト全体のねらいについては、令和 3 年 3 月から 4 月にかけてオンライン会議で実施した詳細計画策定調査においてプロジェクト成果の受け渡し先を明確化させるため、プロジェクト目標を「アンデス山脈からアマゾンにかけて脆弱な山地生態系の保全のためのコベネフィットを最大化する森林管理システムが構築され提示される」から、「アンデスアマゾンにおいて地域住民が森林生態系サービスを持続的に保全・利用するための森林管理システムモデルが開発される」に変更した。また、上位目標に具体性を持たせるため、社会実装を展開する対象地域を限定し、「アンデス山脈からアマゾンにかけて脆弱な山地林からの生態系サービスが持続的に提供される」から「アンデスアマゾンの 3 つの対象地域において、森林管理システムモデルを適切に適用することで、山林生態系の保全と持続可能な利用が強化される」に変更した。

地球規模課題解決に資する重要性、科学技術・学術上の独創性・新規性については、当初と変わりはないが、令和 3 年 10 月 31 日から 11 月 13 日まで英国グラスゴーで開催された国連気候変動枠組条約第 26 回締約国会議 (COP26) での英国ボリス・ジョンソン首相が主催する「世界リーダーズ・サミット」において、我が国をはじめ、英国、米国、EU、インドネシア、ブラジルなど 140 以上の国・地域の参加による「森林・土地利用に関するグラスゴー・リーダーズ宣言」が発表された。本宣言は、2030 年までに森林の消失と土地の劣化を食い止め、さらにその状況を好転させるため、森林保全とその回復促進などの取組を強化することを目的としており、本プロジェクトの地球規模課題解決に資する重要性が高いことが改めて確認された。

研究運営体制としては、JST との正式契約後にポスドク研究員をプロジェクトで採用して、体制を強化している。また、第 1 回の渡航においては、COVID-19 の影響でカウンターパート側から渡航人数も最小限にするように依頼があり、4 名で渡航であったが、若手研究者を加えたメンバーでの渡航を行った。

留学生、研修等の人的交流については、JICA 部分のプロジェクトの開始が、渡航制限で遅れ、また、日本政府が渡航を止めていたため、カウンターパートを日本に渡航させることは出来なかった。

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

キックオフ会合において、本プロジェクトで留学生を受け入れることは可能であることを伝え、カウンターパートに候補者の選定を依頼した。

(2) 研究題目 1：森林の炭素蓄積変化や劣化度合いを加味した時系列の土地利用変化の特定
研究グループ A（リーダー：楊 偉）千葉大学、森林研究・整備機構、日本森林技術協会）

① 研究題目 1 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

人工林、天然林、農地、草地など土地利用に関するデータ・情報について、WEB サイト等から収集した。加えて土地利用に変化をもたらす森林減少や森林劣化、森林火災の空間データ・情報についても収集した。

次に、国際宇宙ステーションに搭載されている LiDAR を用いて森林の 3 次元構造把握のためのモデルを作成するため、NASA が国際宇宙ステーションで運用している GEDI のレベル 1B、2A、2B のデータをダウンロードし、前処理を行った。

さらに、時系列の衛星データに対して AI の一つである機械学習法（Random Forest）を用いて対象地域の森林減少、森林劣化や森林火災による土地利用変化を抽出する手法を検討し、2020 年における研究地域の土地利用マップを試作した（図 1）。具体的には、光学衛星データの時空間融合アルゴリズムを用いてマルチソースの衛星データを統合することで、時系列データセットを作成した。次に、衛星データから算出した時系列正規化植生指数（NDVI）とスペクトルデータに基づく目視解読により、分類のための学習サンプルデータセットと精度確認用データセットを取得した。最後に、地表面反射率、NDVI 時系列、夜間光、標高、レーダデータを Random Forest アルゴリズムの入力データとして使用し、土地利用タイプを分類し、収集したサンプルデータセットを精度確認に使用した。その結果、総合精度は 88%、カッパ係数は 89% となり、研究地域で収集された他の土地利用衛星プロダクトの分類精度を大きく上回った。この研究成果を、AGU Fall Meeting 2021 で公表した。

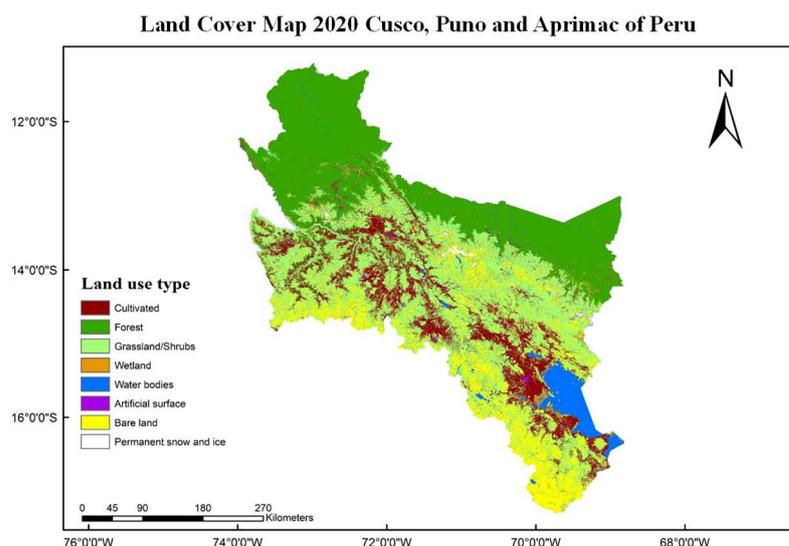


図 1. 研究地域における 2020 年の土地利用マップ

② 研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

COVID-19 の影響により現地調査を十分に行えておらず、これまでのところ具体的な技術移転には至っていないが、オンライン会議により情報共有を図っており、衛星データ解析と現地計測データの収集方法について協議を進めている。

③ 研究題目 1 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

計画は予定通り進捗しているが、現時点で想定されていなかった展開は見られない。

④ 研究題目 1 の研究のねらい (参考)

衛星データを利用した 3 次元構造モデルによる森林炭素蓄積量の推定を行うとともに、森林の炭素蓄積変化や劣化度合いを加味した時系列の土地利用変化を特定する手法を開発する。

⑤ 研究題目 1 の研究実施方法 (参考)

人工林、天然林、農地、草地など土地利用、土地利用変化に影響する森林減少や森林劣化、森林火災のデータ・情報を収集する。時系列の衛星データに対して機械学習法を用いた土地利用変化を抽出する手法、及び、国際宇宙ステーションに搭載される LiDAR を用いて森林の 3 次元構造把握のためのモデルを作成する手法を開発する。開発された手法を用いて、研究題目 2 から研究題目 5 で用いるための時系列での土地利用マップを作成する。

(3) 研究題目 2 : 森林減少・森林劣化の定量的な評価技術の開発

研究グループ B (リーダー: 宮本和樹) 森林研究・整備機構、日本森林技術協会

① 研究題目 2 の当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

COVID-19 の感染拡大の影響により現地調査が困難なことから、これまでに選定した調査地はクスコ州 Huayopata のみにとどまった。プーノ州とアプリマック州についてはそれぞれ候補地を選定しており、次年度の渡航により確定する予定である。

対象地域の山地林における森林劣化レベルを定量化するため、クスコ州における既存の地上多点調査データ 60 点を用いて、標高傾度にとまなう地上部現存量と種組成の違いを評価した。調査地点の標高は約 600~3,700 m であり、地上部現存量は 13~362 Mg/ha までの幅がみられた。また、伐採などの攪乱後にみられる *Cecropia* (イラクサ科) や *Trema* (アサ科) などの先駆種について相対優占度を求め、地上部現存量との関係をしらべた。その結果、これらの先駆種は主に標高 3,000 m 未満の地域に分布し、この分布域のみに着目すると先駆種の相対優占度と地上部現存量との間に有意な負の相関を示した ($r = -0.332$, $p = 0.019$)。これらの先駆種の相対優占度は、標高 3,000 m 以下の地域における森林劣化の指標として有効であることが示された。地上部現存量と先駆種の相対優占度の組み合わせから、森林劣化レベルを低、中、高の 3 つに区分する基準案を提示した (表 1)。ただし、これは標高 3,000 m 未満の地域が対象であり、標高 3,000 m 以上の山岳域については更なる基準の検討が必要である。

表 1. 森林劣化レベル区分の基準案 (標高 600~3,000 m)

森林劣化レベル	地上部現存量	先駆種の相対優占度
低	高 (150 Mg/ha 以上)	低 (20%未満)
中	高 (150 Mg/ha 以上)	高 (20%以上)
高	低 (150 Mg/ha 未満)	高 (20%以上)

※表中の数値基準は暫定的なものであり、今後のデータ解析により更新される予定

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

② 研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

COVID-19 の影響により現地調査を十分に行えておらず、これまでのところ具体的な技術移転には至っていないが、オンライン会議により情報共有を図っており、現地調査の具体的な方法について協議を進めている。

③ 研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

カウンターパートであるラ・モリーナ国立農科大学から、当初想定していなかったベルトトランセクト法による現地調査の提案があった。これは地形や人為攪乱など環境傾度に伴う森林構造の変化を評価するために適した方法のひとつであり、ドローン調査等と組み合わせることで森林劣化を効率よく評価することが期待される。

④ 研究題目 2 の研究のねらい（参考）

森林炭素蓄積と生物多様性（主に植物種の多様性）に着目し、森林減少と森林劣化を定量化する技術を開発する。

⑤ 研究題目 2 の研究実施方法（参考）

多点地上調査により森林劣化の指標となる森林構造や種組成から森林劣化レベルを区分する。地上調査による森林劣化レベル区分と研究題目 1 から提供されるリモートセンシングデータを用いて森林の回復ポテンシャルの広域評価マップを作成する。これに基づき対象地域における森林管理方針を提案する。

(4) 研究題目 3：火災攪乱後の森林回復プロセスの評価

研究グループ C（リーダー：佐藤保） 森林研究・整備機構、日本森林技術協会

① 研究題目 3 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

調査候補地の選定を進めると共に、暫定期間に引き続き、3つの対象州における過去 10 年間の森林火災の空間分布、発生頻度、強度、気象記録等のデータや情報の収集を行なった。2016 年の大規模な El Niño 発生時には、対象の 3 州とも火災の発生件数は同レベルであったが、2017 年から 2020 年にかけては増加傾向にあり、特にクスコ州では他の 2 州に比べてその傾向が強かった。また、国家防災庁（INDECI）のデータによると 2020 年はペルー国内での森林火災の発生件数が増加し、過去 18 年分（2003 年から 2020 年）の総発生件数の 7 割に当たる件数が 2020 年だけで発生しており、あらためて森林火災対策の重要性が浮き彫りになった。

火災による山岳地域の森林構造への影響を明らかにするために、現地の情報や周辺国も含めた森林火災の文献資料による調査を実施した。アプリマック州での調査結果によると、火災に耐性のある種群の他に、火災耐性のない種群や火災後の再生が早い（＝萌芽能力が高い）種群が確認された。萌芽個体の有無は、火災攪乱の影響を評価する上で重要と考えられるため、地上調査では各個体の形態（幹の形状や本数など）を把握することにした。また、森林火災が土壌に及ぼす影響については、平地であれば時間経過（5 年後）で、化学性の回復が見られるが、急傾斜地では、雨季に透水性の低下に伴う表面流出量の増加、土壌侵食が進み、土壌の肥沃度が低下し、土壌の物理性、化学性共に回復が難しいことが指摘されている。このことより、傾斜のきつい立地では火災攪乱後の影響が大きく、回復の見込みが低い可能性があることから、傾斜が火災リスクへの脆弱性の指標になり得ると考えられた。

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

② 研究題目 3 のカウンターパートへの技術移転の状況

COVID-19 の影響による渡航延期のため、直接協働する機会は設けられておらず、土壌環境計測のための必要な機材もまだ導入されていないため、より具体的な測定手法や解析手法については技術移転には至っていない。

③ 研究題目 3 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

計画は予定通り進捗しているが、現時点で想定されていなかった展開は見られない。

④ 研究題目 3 の研究のねらい (参考)

火災攪乱に対する森林の脆弱性を評価することで地域に適した森林保全策を開発する。

⑤ 研究題目 3 の研究実施方法 (参考)

火災の発生傾向を明らかにするために過去 10 年間の森林火災の情報を収集する。多点調査により、森林構造の変化パターンならびに回復過程の違いを明らかにする。これら開発した技術をもとに森林火災に脆弱な場所を抽出し、優先して保全する条件やその手法を提案するとともに、火災の影響を長期間にわたり評価する簡便なモニタリング手法を開発する。

(5) 研究題目 4 : 水資源モデルによるランドスケープ最適化システムの開発

研究グループ D (リーダー: 玉井幸治) 森林研究・整備機構、日本森林技術協会

① 研究題目 4 の当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

水資源モデルの運用に必要な、気象及び水文データ、対象流域の土壌特性や植物の蒸発散特性のパラメータに関するデータや情報について、現地カウンターパートとのオンライン会議を通じた現地の状況に関する情報を収集した。本研究題目でも活用できるような精度を有する水文データが、行政等の他機関によって整備されていることが確認できた。また、対象流域を選定して、対象流域における森林域からの水資源供給量と非森林域における水資源需要量の分布を算定するため、ペルーの気象データを作成する地域気候モデルのパラメータ調整などの水資源モデルの改良を行った。さらに、必要な入力気象データの作成するため、南米地域を対象とした気象データの収集を行い、全球を対象として月単位の気候値を公開している WorldClim (<https://www.worldclim.org>) を収集した (図 2)。収集したデータは、地域気候モデルによる気象シミュレーションの検証に用いるため、シミュレーション対象領域であるペルー国を含む領域を切り出した。収集した気象データは 30 秒グリッドであるが、詳細な気象データを必要とする対象流域においては WRF モデルによりダウンスケーリングする。

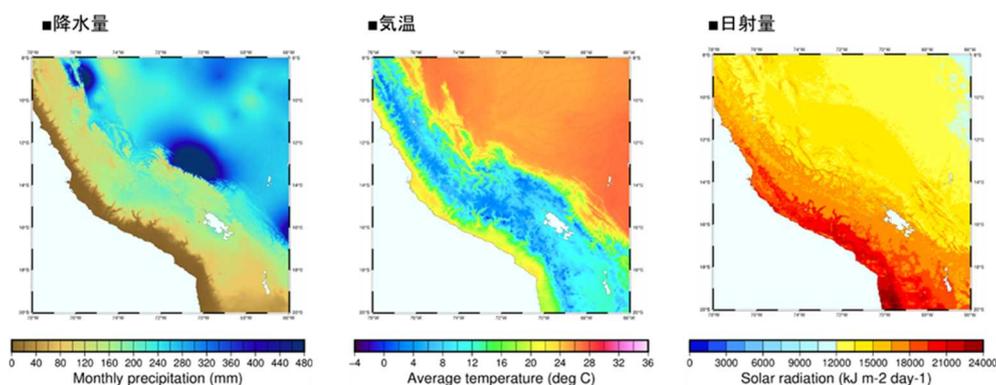


図 2. 収集した気象データ (1 月平年値)

② 研究題目 4 のカウンターパートへの技術移転の状況

本課題で開発する水資源モデルを扱うペルー側の担当者を選任すると共に、オンライン会議を複数回実施することにより、利用可能な既存の観測データの有無や水資源モデルに考慮すべきペルーの特性など、モデル開発に向けた相互理解に継続的に取り組んでいる。

③ 研究題目 4 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

計画は予定通り進捗しており、現時点で想定されていなかった展開は見られない。

④ 研究題目 4 の研究のねらい（参考）

対象地域の水循環特性を反映した水資源モデルを基盤として、水資源管理に最適な土地利用配置を判定するシステムを開発する。

⑤ 研究題目 4 の研究実施方法（参考）

研究題目 1～3 から得られる成果とモデル計算のために収集したデータや情報を用いて、対象地域における森林域からの水資源供給量と非森林域における水資源需要量を水資源モデルにより算定する。対象地域においてシステムの検証を行い、水資源の最適利用における土地利用配置の試算を通じて水不足を解決するための適応策を提案する。

(6) 研究題目 5：「森林保全と生態系サービスの持続的利用のための森林管理システムモデルの開発」

研究グループ E（リーダー：百村帝彦）九州大学、森林研究・整備機構、千葉大学、日本森林技術協会

① 研究題目 5 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

COVID-19 の影響により現地調査が実施できないため、WEB サイトなどから得られる 2 次資料を基に、対象地域の概要を把握するための情報を収集した。これら情報をもとに、コミュニティレベルでの地域住民による土地森林利用実態・ニーズ把握手法についての検討を行った。また、環境経済学アプローチによる生態系サービスの評価の手法についても、継続的に検討した。

初回の渡航においては研究題目 5 の研究者は渡航できなかったが、渡航した研究題目 6 の研究者からの情報共有を得て、ラ・モリーナ国立農科大学とペルー森林野生動物庁のカウンターパートとの関係構築を図った。最終成果物である統合型森林管理システムを検討するため、研究題目 5 の研究者、またラ・モリーナ大学の研究者等々、オンラインでの打ち合わせや情報共有も行った。

地域住民の土地森林利用の実態から、森林減少・劣化など土地利用変化の要因を明らかにし、森林利用における地域住民のニーズを把握するための調査設計を行うとともに、費用便益分析など経済的評価のための方法を明らかにした。

② 研究題目 5 のカウンターパートへの技術移転の状況

オンライン会議により、全体計画における研究題目 5 の役割の重要性や研究内容概要等についてカウンターパートとの情報共有を図っている。しかし、COVID-19 の影響により、現地調査を行うことはできておらず、具体的な技術移転の実施には至っていない。研究題目 5 は最終アウトプットの出し方を検討する研究題目 6 との研究の関連船が強く、双方の研究チームが合同で統合型森林管理システムに関する枠組みや手法について整理や協議を行っている。

③ 研究題目 5 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

COVID-19 の影響により、令和 3 年度の現地調査は全く行うことができなかった。調査対象地

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

の生態系や生態系サービスの利用実態を把握するためにも、カウンターパートからの情報提供を受けるだけでなく、現地への渡航を一刻も早く実施できるよう進めていきたい。

④ 研究題目 5 の研究のねらい (参考)

水資源利用、炭素蓄積量、生物多様性などの生態系サービスによる恩恵を地元の要望に合わせた形で発揮できる管理シナリオを科学的根拠に基づいて提供する森林管理システムのモデルを構築する。

⑤ 研究題目 5 の研究実施方法 (参考)

研究題目 1~4 の成果から森林劣化からの回復ポテンシャル、森林火災リスク、水資源分析を考慮した場合の最適森林配置を空間的に把握できるようにする。現地調査から森林減少・劣化、保全のドライバーやステークホルダーを特定し、森林利用・保全に関する費用便益分析と、森林から得られる生態系サービスの便益を定量的に比較分析するツールを作成する。これらを統合した森林管理システムのモデルを開発し、有効性を評価する。

(7) 研究題目 6 : 「森林管理システムの社会実装」

研究グループ F (リーダー: 小林周一) 日本森林技術協会、森林研究・整備機構、九州大学

① 研究題目 6 の当初の計画 (全体計画) に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

ペルーの実情に合った社会実装に必要な情報 (ペルー政府の土地利用政策・制度やガイドライン、住民の土地利用の現況、等) を、WEB サイト及びペルー側カウンターパートとの打ち合わせを通じて収集した。また研究題目 5 と連携し、土地利用に関するシナリオを判断する因子を特定する方法について検討した。

初回渡航において、ラ・モリーナ国立農科大学の教授およびペルー森林野生動物庁の職員の中での課題 5 と 6 のカウンターパートとなる方を明確にすることができたため、オンラインでの打ち合わせや情報共有をスムーズに行える環境が整った。これにより今後さらに統合型森林管理システムの詳細について議論していくうえで重要な土台を構築できたと言える。また、カウンターパートの専門性、経験及び研究内容を把握でき、村落調査の経験が豊富にあることを確認できたことは、今後の調査地選定やヒアリング調査を行う際の安心材料となった。

② 研究題目 6 のカウンターパートへの技術移転の状況

COVID-19 の影響により現地調査を十分に行えておらず、これまでのところ具体的な技術移転には至っていないが、オンライン会議により情報共有を図っており、研究題目 5 のチームとともにシステムの枠組みについて整理・協議を進めている。

③ 研究題目 6 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

初回渡航やオンライン会議を通して、研究題目 5 と 6 のカウンターパートより、ペルーの土地利用に関する法制度や現況の情報共有をいただいた。その中で、経済的価値の高い換金作物であるココアの栽培が住民によって行われていることが判明した。統合的森林管理システムを設計していくうえで、土地転換の代替案として提示される利用方法・選択肢と競合することも想定される。このような状況を考慮した調査地の選定やココアの代替作物の推進の取り組み等についてカウンターパートと検討することが必要である。

④ 研究題目 6 の研究のねらい（参考）

研究題目 1～5 により開発した統合型森林管理システムモデルを地域住民が土地利用に関する意思決定に活用できるように社会実装する。

⑤ 研究題目 6 の研究実施方法（参考）

地域社会ニーズと、政策ニーズを把握し、土地利用シナリオの判断因子を特定する。森林管理システムを使用する政府職員ならびに地域住民向けの操作マニュアルを作成する。ファシリテーター育成を含んだ政府職員に対する森林管理システムの研修計画の策定、研修機材の調達、研修の実施を行う。地域住民に対し森林管理システムモデルの利用方法を学ぶワークショップを開催し、社会実装に繋げる。

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

令和 3 年度に、COVID-19 による制限でペルーへの渡航が予定通りに実施できず、研究対象地の選定、機材供与の準備が遅れている。このため、次年度の早い時期に研究対象地を選定し、供与機材の手続きを開始して、プロジェクトを円滑に進めることが出来るように体制を整える。

研究対象地の選定においては、大規模に違法のコカ栽培を行っている地域は、安全性の観点から研究対象地として選定すべきではない。但し、違法のコカ栽培は当然のことながら現地には赴かない限り情報を得るのが難しく、研究対象地の選定にあたっては、第 1 回の調査に引き続き、実態を聞き取り調査する必要がある。また、これまでに国際機関のプロジェクトが入ったことがある地域では、地域住民の協力が得やすいことから、そのような地域を優先して調査していく必要がある。

研究題目 1 から 4 で得られた成果を空間情報として研究題目 5 に受け渡していく必要があることから、クラウド上で空間情報を管理し、それぞれの研究題目で作成された空間情報を格納し相互利用できる体制を構築した。現在、セキュリティの関係で、日本側の研究者間での相互利用のみ可能であるが、今後、カウンターパートとのデータ共有のため、Google ドライブなどを活用していくことを検討する。

COVID-19 の終息はまだしばらくは見込めず、いろいろ変更される移動制限の中での活動が続くと考えられる。そのため今後しばらくは、少人数でのグループの渡航、現地調査の体制を取るようになる。これまでのカウンターパートとオンライン会議でしか顔を合わせたことのない研究参加者が多く、少人数のグループ分けの際には、本プロジェクトに限らずペルーへの渡航経験のある研究者を少なくとも 1 名各グループに配置する必要がある。このため最初のうちは現地調査を、研究題目 1、研究題目 2 と 3、研究題目 4～6 の 3 グループに分けて進め、渡航経験者が増えたところで、研究題目ごとに調査に入る体制を取ることにする。

本プロジェクトでの上位目標は、対象 3 州において、プロジェクト期間中にパイロットサイトと位置付けたコミュニティ以外にも森林管理システムの利用を波及させるため、「アンデスアマゾン」の 3 つの対象地域において、森林管理システムモデルを適切に適用することで、山林生態系の保全と持続可能な利用が強化される」と設定している。この上位目標の達成には、対象となる州政府の理解と協力が不可欠であり、今後現地への訪問が開始する中で、良好な関係を構築できるように努力する。

成果の社会実装にはカウンターパート機関のほか、州政府や NGO との協力も不可欠であり、これ

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

らの団体についても、渡航を進めていく中で協力体制を構築していく。

初年度、WEB サイト等で収集できる情報は収集できたので、今後、現地での情報収集を加速することで遅れを取り戻し、成果を達成できるものとする。

Ⅲ. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

(1) プロジェクト全体

COVID-19 のパンデミックで遅れていた 1 回目の渡航を、2022 年 1 月から 2 月にかけて実施することができた。但し、渡航者に陽性者が出て、その他の渡航者も濃厚接触者となったため、対象地選定のための現地調査は、カウンターパートのみで実施することになった。現地での安全性も含めた聞き取り調査の結果、1 カ所の研究対象地を選定することができたが、残りの 2 カ所については、安全性の問題や JICA のペルー国内の移動規制のため、次年度に決定することとなった。ペルーでの感染者数の低下や出入国の制限の緩和が期待されることから、JICA による現地調査の制限も緩和されることが期待されるため、2022 年 8 月に予定している渡航で残りの 2 カ所の研究対象地を決定し、研究の実施体制を整えることとしている。成果達成に向けては、JST のプロジェクトの終了時期と JICA プロジェクトの終了時期が 10 ヶ月ずれたことから、社会実装をどのようにするか、計画を再検討する必要がある。

現時点では、プロジェクト研究を開始するための準備を着実に進めている段階で、特段の工夫を行っていない。プロジェクトの自立発展性向上に関しても、まだ相手国においても、プロジェクトをすすめるための準備をしている段階で、自立発展性向上を目指すに至っていない。

COVID-19 の影響による諸手続の遅延が、詳細計画策定調査から、R/D の署名、その後、渡航できないことによる JICA 部分のプロジェクトの開始の遅延、移動制限による研究対象地の選定とあらゆる過程において発生した。オンライン会議やメールなどの活用により、ある程度打合せを進めることは出来たが、移動を伴うものについては、2022 年度に移動制限が緩和されることを期待せざるを得ない。移動制限の緩和が実施された場合には、渡航回数を増やすなどしてプロジェクトの進捗の遅れを取り戻すように努力する。

(2) 研究題目 1：森林の炭素蓄積変化や劣化度合いを加味した時系列の土地利用変化の特定

研究グループ A（リーダー：楊 偉）千葉大学、森林研究・整備機構、日本森林技術協会）

カウンターパートのうちペルー森林野生動物庁と森林研究・整備機構は、2015 年度～2019 年度に林野庁「REDD+推進民間活動支援事業」において、「対象国の条件に即した排出削減量の計測手法の開発」のためリモートセンシングと地上調査を組み合わせた森林炭素蓄積及びその変化のモニタリング手法の開発に取り組んできた。このため、本プロジェクトは十分な協議が行われており、リモートセンシングによるモニタリングに関して一部の技術移転も進んでいる。また、相手国側代表機関であるラ・モリーナ国立農科大学とも、研究の方法論に関する協議を十分に進めてきている。一方、COVID-19 の影響により現地調査が困難な状況が続いているため、供与機材の設置場所、機材管理については、現地での確認が必要である。

研究題目 1 で作成される土地利用マップなどの衛星プロダクトは、似プロジェクト、類似分野への提供が可能である。

【令和 3 年度実施報告書】【220531】

(3) 研究題目 2 : 「森林減少・森林劣化の定量的な評価技術の開発」

研究グループ B (リーダー: 宮本和樹) 森林研究・整備機構、日本森林技術協会

COVID-19 の影響により現地調査が困難な状況が続いているが、カウンターパートのラ・モリーナ国立農科大学およびペルー森林野生動物庁とオンライン会議を開催することにより、森林減少・森林劣化を定量的に評価するための現地調査の手法や手順に関する準備を進めている。その際、林野庁「REDD+推進民間活動支援事業」(2015~2019 年度) のなかでペルー森林野生動物庁とともにペルーで実施した多点調査データを活用して、予備的な解析を進めている。また、2022 年 1 月には 1 回目の渡航を実施し、調査対象地に関する詳細な情報をカウンターパートと共有することができた。今後の本格的な現地調査の実施へ向け、オンライン会議、既存のデータ、文献情報等を活用しつつ準備を進めていく予定である。

ペルー森林野生動物庁では、全国規模の国家森林資源調査を実施しており、本プロジェクトと部分的に共通した調査手法を用いていることから、プロジェクト終了後にも調査データの活用が期待される。また FAO などと連携して活動を実施しているマウンテンインスティテュート (The Institute de Montaña) はアンデス山岳域の生態系保全と地域住民の持続可能な生活のための活動を展開している NGO であり、本プロジェクトの目的と共通点が多い。今後、情報共有を図ることによって有効な森林保全策や森林管理のあり方を探ることができると期待される。

(4) 研究題目 3 : 「火災攪乱後の森林回復プロセスの評価」

研究グループ C (リーダー: 佐藤保) 森林研究・整備機構、日本森林技術協会

カウンターパートのうちペルー森林野生動物庁と森林研究・整備機構は、2015 年度~2019 年度に林野庁「REDD+推進民間活動支援事業」において、「対象国の条件に即した排出削減量の計測手法の開発」のためリモートセンシングと地上調査を組み合わせた森林炭素蓄積及びその変化のモニタリング手法の開発に取り組んできた。その中で森林に影響を与える攪乱要因の一つとして、火災攪乱の履歴を調査項目として取り込んできた。このため、本プロジェクトの立案段階から、十分な協議が行われており、現地調査での測定手法やデータ解析についても技術移転が進んでいる。また、相手国側代表機関であるラ・モリーナ農科大学とも、ペルー国内外での森林火災の発生状況などに関する協議を十分に進めてきている。

ペルー森林野生動物庁では、森林火災の発生防止のための普及啓発活動を実施しており、本研究題目で得られる脆弱性の評価結果と保全策をこれら活動に反映できるよう、両国の担当者間で連携を密にしていく予定である。また、ペルー環境省 (MINAM) や防災に関する NPO 法人 (CENEPRED) では、森林火災発生リスク評価も行なっており、これら機関と情報交換することによって、より有効な保全策の提案が可能になると思われる。

(5) 研究題目 4 : 「水資源モデルによるランドスケープ最適化システムの開発」

研究グループ D (リーダー: 玉井幸治) 森林研究・整備機構、日本森林技術協会

カウンターパートのうちラ・モリーナ農科大学では多くの機関によって構成されている研究ネットワークの下で観測されている気象・水文データを活用して研究に取り組んできている。その

ため本プロジェクトで必要となるデータに関する情報やデータ利用に関する知見を豊富に有している。今後、ラ・モリーナ農科大学と協力してデータの収集を進めるとともに、水資源モデルの開発を共同で実施し、技術移転を行う。

ペルーにおいては水文観測が実施され、それを活用した研究実績があるなど、本プロジェクトで水資源に関する題目を実施する基礎的な条件が整っていたことが、改めて確認された。現在観測研究などが行われていない地域での新たに水文データの蓄積には、少なくとも10年程度の時間が必要となる。類似プロジェクトの実施には、プロジェクト対象地域における水文観測データや水文観測データを活用した研究実績の有無を確認することが重要である。

(6) 研究題目5：「森林保全と生態系サービスの持続的利用のための森林管理システムモデルの開発」
研究グループE（リーダー：百村帝彦）九州大学、森林研究・整備機構、千葉大学、日本森林技術協会

相手国側研究機関との共同研究実施状況と問題点、その問題点を克服するための工夫、今後への活用。COVID-19の影響ため現地調査が困難な状況が続いており、カウンターパートとの円滑なコミュニケーションが難しい状況が続いている。共同研究を実施するにあたって相互理解は不可欠であり、オンライン会議を適宜開催することにより、研究の方向性や最終成果物である統合型森林管理システムの方向性についての議論を行っている。2022年度には、現地調査を複数回実施することにより、調査対象地の地域住民による土地森林用状況の現況を理解するとともに、生態系サービスの評価方法を検討していきたいと考えている。

本事業では、異なる研究手法を採る研究題目で得られる科学的な知見をもとに、生態系サービスを評価した上で統合型森林管理システムの社会実装を行うことという手法を採っており、そのプロセスについては他に類を見ないユニークなものである。このユニークさゆえ、今後様々な試行錯誤、また各研究題目との協力関係・情報共有が必要とされている。これら研究実施のプロセスそのものも試行錯誤が予想されるが、これらのプロセスは、今後同様の事業を実施する多くのプロジェクトやカウンターパート機関にとっても、有益な教訓となりうる。

(7) 研究題目6：「森林管理システムの社会実装」

研究グループF（リーダー：小林周一）日本森林技術協会、森林研究・整備機構、九州大学

COVID-19の影響により現地調査が困難な状況が続いているが、カウンターパートのラ・モリーナ国立農科大学およびペルー森林野生動物庁とオンライン会議を開催することにより、統合型森林管理システムの枠組みや考慮すべきペルーの土地利用状況について議論をしている。9月に予定されている現地調査に向け、ペルーの土地利用制度や住民による土地利用状況をさらに分析し、調査対象者および調査地の設定を行っていききたいと考えている。

研究題目1から4で得られる科学的な知見をもとに研究題目5で開発された統合型森林管理システムの社会実装を行うことを目的とし、研究題目6が位置付けられている。研究成果を社会へ持続的に還元する際に、現地政府のニーズを十分に把握することや、実施体制を構築する際には重要なステークホルダーを明確化し、共同で実施していくことが必要不可欠である。この点において、本プロジェクトには大学だけでなく、政府機関であるペルー森林野生動物庁を相手国側機

関として加えており、プロジェクト終了後にも、ペルーにおける森林保全政策や森林管理政策の改善に貢献していくことが期待されている。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

COVID-19 の影響のため、現在、プロジェクト開始と対象地選定の現地調査を行った段階であり、成果を得るに至っていない。

(2) 社会実装に向けた取り組み

プロジェクトの開始のために 2022 年 1 月にペルーに渡航し、カウンターパートとのキックオフ会合で社会実装に向けた研究設計についての議論を行った。現時点では、具体的な取り組みに至っていない。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

COVID-19 の影響で実施できる活動が限定的であるため、プロジェクトによる日本のプレゼンスの向上には至っていない。

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 件
 公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)

論文数 0 件
 うち国内誌 0 件
 うち国際誌 0 件
 公開すべきでない論文 0 件

③ その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年	出版物の 種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
 公開すべきでない著作物 0 件

④ その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	出版物の 種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
 公開すべきでない著作物 0 件

⑤ 研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

①学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2021	国内学会	宮本和樹(森林研究・整備機構)、佐藤保(森林研究・整備機構)、Alexs ARANA(SERFOR)、Gabriel CLOSTRE(SERFOR)、Christian ROHNER(SERFOR)、アンデスアマゾン地域の攪乱を受けた山地林における森林構造と種組成の特性、第69回日本生態学会大会、オンライン、3月15日	ポスター発表

招待講演 0 件
口頭発表 0 件
ポスター発表 1 件

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2021	国内学会	今村直広(森林研究・整備機構)、佐藤保(森林研究・整備機構)、宮本和樹(森林研究・整備機構)、南米地域における森林火災が表層土壌に及ぼす影響—文献レビュー、第133回日本森林学会大会、オンライン、3月27日	ポスター発表
2021	国際学会	楊偉(千葉大学)、楊子平(千葉大学)、Land-cover mapping in the Andean-Amazon area using Sentinel-2 time-series data based on Google Earth Engine、AGU Fall meeting 2021、13-17 December 2021	ポスター発表

招待講演 0 件
口頭発表 0 件
ポスター発表 2 件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
No.1													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
No.1													
No.2													
No.3													

外国特許出願数 0 件

公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0件

②マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要

0 件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要

0 件

成果目標シート

研究課題名	アンデスアマゾンにおける山地森林生態系保全のための統合型森林管理システムモデルの構築
研究代表者名 (所属機関)	平田 泰雅 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 研究ディレクター)
研究期間	R2採択 (令和2年6月1日～令和8年3月31日)
相手国名／主要相手国研究機関	ペルー共和国／ラ・モリーナ国立農科大学、森林野生動物庁
関連するSDGs	目標 15. 陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の推進、持続可能な森林の経営、砂漠化への対処、ならびに土地の劣化の阻止・回復及び生物多様性の損失を阻止する 目標 13. 気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる 目標 6. すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する

成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 地球規模の気候変動による森林火災、水資源問題への活用 日本政府のSDGsへの貢献
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 山地生態系、水資源の保全のための手法開発 日本が開発中の国際宇宙ステーション (ISS) 搭載 LiDARへのフィードバック
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> 衛星を利用した3次元森林生態系モニタリング コベネフィット型森林管理システム
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 国際共同研究の遂行や国際誌、国際学会での成果発表により、国際的に活躍可能な日本側の若手研究者を育成
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> アメリカ航空宇宙局 (NASA) との国際宇宙ステーション搭載 LiDAR観測に関するネットワークの構築
成果物 (提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> LiDARによる森林生態系の3次元構造モデル 劣化、火災からの回復ポテンシャルマップ コベネフィット型森林管理システムの教育・普及プログラム

上位目標

アンデスアマゾンの3つの対象地域において、森林管理システムモデルを適切に適用することで、山林生態系の保全と持続可能な利用が強化される

教育プログラム・社会普及プログラムにより山地森林生態系保全の価値に対する認識を高め、開発した森林管理システムが活用される

プロジェクト目標

アンデスアマゾンにおいて地域住民が森林生態系サービスを持続的に保全・利用するための森林管理システムモデルが開発される

