

パプアニューギニア独立国
森林公社

パプアニューギニア国
森林伐採モニタリングシステム改善
を通じた商業伐採による森林劣化に
由来する排出削減プロジェクト

業務完了報告書
(要約)

2025年5月

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

国際航業株式会社

環境
JR
25-048

目次

調査対象位置図

目次

略語表

第1章	プロジェクトの背景と目的	1
第2章	プロジェクト活動の実績	2
2.1	成果1に係る活動	2
2.2	成果2に係る活動	10
2.3	成果3に係る活動	16
第3章	教訓と提言	24
3.1	プロジェクト実施運営上の工夫と教訓	24
3.2	今後のPNG国における天然林の持続的森林管理に関する提言、及び森林分野における気候変動対策等に関する提言	27

略語表

略語	正式名称	和名
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
C/P	Counterpart	カウンターパート
DAMS	Deforestation Alerts and Monitoring System	
DBH	Diameter at Breast Height	胸高直径
DHCM	Digital Canopy Height Model	林冠及び樹頂点解析
DSM	Digital Surface Model	数値表層モデル
DSS	Decision Support System	意思決定支援システム
DTM	Digital Terrain Model	数値地形モデル
EF	Expertise France	
EU	European Union	欧州連合
EU-FCCB	European Union-funded Forestry-Climate Change-Biodiversity	
F/R	Final Report	業務完了報告書
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国際連合食糧農業機関
FCPF	Forest Carbon Partnership Facility	森林炭素パートナーシップ機構
FMA	Forest Management Area	
FRI	Forest Research Institute	PNG 森林研究所
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GPS	Global Positioning System	グローバル・ポジショニング・システム
HQ	Headquarters	本部
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
IP	Impact Parameter	影響指数
ITTO	International Tropical Timber Organization	国際熱帯木材機関
JCC	Joint Coordination Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LCMS	Logging Code / Carbon Monitoring System	
LCoP	Logging Code of Practice	伐採規範
MD	Managing Director	
MOU	Memorandum of Understanding	基本合意書
MRV	Measurement, Reporting and Verification	(温室効果ガス排出量の) 測定、報告及び検証
NDC	Nationally Determined Contribution	国が決定する貢献
NFI	National Forest Inventory	国家森林インベントリ
NFM	Natural Forest Management	
NGI	New Guinea Islands	島嶼地方
OBT	Open Bay Timber Ltd.	オープン・ベイ・ティンバー社 (OBT 社)

OS	Operating System	オペレーティングシステム
PC	Personal Computer	パーソナルコンピューター
PDM	Project Design Matrix	プロジェクトデザインマトリックス
PMCP	Planning, Monitoring and Control Procedures for Natural Forest Logging Operations under Timber Permit	木材許可に基づく天然林伐採の計画、モニタリング、管理手順
PNG	Papua New Guinea	パプアニューギニア
PNGFA	Papua New Guinea Forest Authority	PNG 森林公社
PNG-FRIMS	Papua New Guinea-Forest Resource Information Management System	パプアニューギニア森林資源情報管理システム
PR/R	Progress report	業務進捗報告書
REDD+	Reducing emissions from deforestation and forest degradation and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries	途上国における森林減少・森林劣化に由来する排出の抑制、並びに森林保全、持続可能な森林経営、森林炭素蓄積の増加
RIL	Reduced Impact Logging	低インパクト伐採
RIL-C	Reduced Impact Logging for Climate Change Mitigation	
RS	Remote Sensing	リモートセンシング
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
TA	Timber Authority	
TOR	Terms of Reference	委託事項
TRP	Timber Rights Purchase	
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	無人航空機
UNDP	United Nations Development Programme	国際連合開発計画
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	国連気候変動枠組条約
UPS	Uninterrupted Power Supply	無停電電源装置
USAID	U.S. Agency for International Development	アメリカ合衆国国際開発庁
VCS	Verified Carbon Standard	
WS	Workshop	ワークショップ

通貨換算表

USD1 = ¥149.845000; PGK1 = ¥37.071600

(2025年4月のJICA換算レート)

出典:

https://www.jica.go.jp/about/announce/manual/form/consul_g/_icsFiles/afieldfile/2025/04/03/rate202504.pdf

USD = 米国ドル、Y = 日本円、PGK = パプアニューギニアキナ

第1章 プロジェクトの背景と目的

パプアニューギニア独立国（以下、「PNG」）は約 35 百万 ha の森林を有する世界有数の熱帯林保有国である。PNG の憲法では森林を含む天然資源の持続的な保全・活用が謳われるなど森林セクターは同国の重要な開発政策に位置付けられている。一方、2015 年における 2000 年比での温室効果ガス排出は、約 29 百万 CO₂ トンの排出増となっており、そのうち約 8 割となる約 23 百万 CO₂ トンは商業伐採や農地開発などの森林由来によるものとされている。そのため、森林減少・劣化対策が気候変動及び持続可能な森林経営の両方において重要な役割を担うものと考えられる。

このような背景を踏まえ、我が国を含め様々なドナーが連携して、森林セクターの協力が行われてきたが、木材生産の現場での森林局職員による指導監督業務や持続可能な伐採活動の効果的・効率的な実施には課題が残されている。このため、PNG における温室効果ガス排出の最大要因である森林劣化・減少の改善に直接的に貢献するため、同国の持続可能な森林管理の促進及び森林由来の温室効果ガスの排出の削減に寄与する「パプアニューギニア国森林伐採モニタリングシステム改善を通じた商業伐採による森林劣化に由来する排出削減プロジェクト」（以下、「本プロジェクト」）を実施することとなった。本プロジェクトでは、関係者による伐採活動に関する規則や手順の順守、天然更新、環境負荷の低い伐採などに関する技術移転などについて関係者の能力向上を図り、併せて REDD+ の実施能力向上に向けた森林から排出される温室効果ガスの測定に関する能力の向上を図った。

本プロジェクトの上位目標、プロジェクト目標、期待される成果は以下の通りである。

■ 上位目標

PNG の森林が保全され、持続的な形で管理され、そして同時に気候変動に対する重要な対策として推進される。

■ プロジェクト目標

森林劣化の状況の改善と低排出伐採の促進に向け、伐採作業や天然更新の規則及び手続きの実施のための関係者の能力が強化される。

■ 期待される成果

成果 1：プロジェクト関係者（政府、木材産業等）に、PMCP¹と LCoP²が十分に理解され、利用される。

成果 2：天然更新を効果的に実施するための関係者（政府、木材産業、土地所有者等）の能力が向上される。

成果 3：伐採作業での現場の炭素モニタリング手法が開発される。

¹ Planning, Monitoring and Control Procedures for Natural Forest Logging Operations under Timber Permit（木材許可に基づく天然林伐採の計画、モニタリング、管理手順）

² Logging Code of Practice（伐採規範）

第2章 プロジェクト活動の実績

2.1 成果1に係る活動

活動 1-1 PMCP や LCoP の利用実態や伐採活動に関連する情報フロー調査、課題抽出

現地調査及び情報フロー調査を行い現在の PMCP や LCoP の実践に向けての課題の抽出を行った。

(1) 現地調査による課題抽出（伐採地の林況）

セントラル州のコンセッションサイト（Marshall Lagoon FMA）における状況調査によって明らかとなった改善対象となる事例を下記に示す。

- ・ Log Landing で道沿いに水が湧き、近接箇所に新たな Log Landing を追加で作ることとなり、本来 LCoP で規定されている Log Landing 建設のための面積を超えた範囲において伐採が行われた可能性がある。
- ・ 道路脇が広く伐開され、伐採後はつる類及び雑草類の繁茂により植生回復が阻害される状況が散見される。
- ・ バッファゾーンが適切に設置されておらず、Logging road が河川にはみ出し、河川内に流木が確認される。また、伐採木はバイヤーがつかないとそのまま放置されるケースもある。

(2) PMCP 及び LCoP の利用実態と情報フローにおける課題抽出

長期専門家主導の活動として、PMCP や LCoP の利用実態について PNGFA 職員へのインタビューや現地視察を行い、現在の PMCP や LCoP の実践に伴う課題が活動 1-1 報告書（添付資料 21）として取りまとめられた。

PMCP/LCoP に規定される天然林伐採の手続きは以下の通りである。

- ① 伐採事業者が、5 カ年計画を PNG 森林公社 Managing Director (MD) 宛てに提出する。
5 カ年計画は、PNG 森林公社本部で受理・審査・承認を行う。
- ② 5 カ年計画承認後、伐採事業者は年次計画を作成し、PNG 森林公社本部に提出の上、地方事務所が実質的な審査を行う。
- ③ 伐採事業者は、年次計画の承認後に 150ha を上限面積とするセットアップ計画を監督官 (Project Supervisor) 宛に提出を行う。監督官には各林業コンセッション担当者が貼り付けられており、各セットアップ計画を評価して適当と認めれば承認する。伐採事業者は、承認後に道路建設・伐採事業に着手する。
- ④ 伐採事業の完了後は、伐採事業者から監督官に完了を報告し、1 週間を目途に監督官は当該伐採事業地や書類を確認して事業完了手続きを行う。

PNG 森林公社の監督官は、PMCP に規定されるモニタリングを実施する場合、セットアップ計画毎に 3 回（事業前、実施中、完了後）の現地検査を行う必要があるうえ、セットアップあ

たり最大 150ha の伐採事業地を年間 60 件 (9,000ha) とも言われる広大な伐採地の管理を実施していることになり、これに加えて伐採事業体への技術指導などの膨大な業務をこなす状況となっている。また、伐採事業体から提出される書類は紙ベースで、PNG 森林公社が事業地図面を主体的に管理することができず事業計画の確認は伐採事業体に依存する傾向にある。

(3) LCoP 改定に伴う天然更新に係る課題抽出

2020 年の LCoP の改定で、天然更新に係る新条項が追加されたが、その詳細については明文化されていない。Amanab 等の地域では先進的な取り組みが行われており、苗畑の設置、苗木生産、及びエンリッチメント植栽が実施されている一方で、業務の実施記録やモニタリングが十分に行われている状況とは言えず、伐採後の天然更新の状況を把握できる個別の書類やデータは散逸あるいは保存されていない。

活動 1-2 PMCP や LCoP を遵守した森林管理を効率的に進めるための PNG-FRIMS の強化及び GIS やリモートセンシングに関する技術の活用方法についての特定

(1) PNG-FRIMS 強化に係る検討・特定

PNGFA 職員にヒアリングを実施し、PMCP を活用した現地モニタリングにおいて、①紙ベースの図面や PMCP チェックリストは管理が煩雑、②紙ベースの図面での現在地の把握には時間を要する、という課題を特定した。これらを解決するため、モバイル端末を用いたオフライン環境での PMCP チェック (PMCP Check app) や、モバイル端末を用いたオフライン環境で PNG-FRIMS データ (図面) 閲覧 (Mobile Offline Map) が実施できる仕組み作りの検討・試行をパイロットサイトにて実施した。

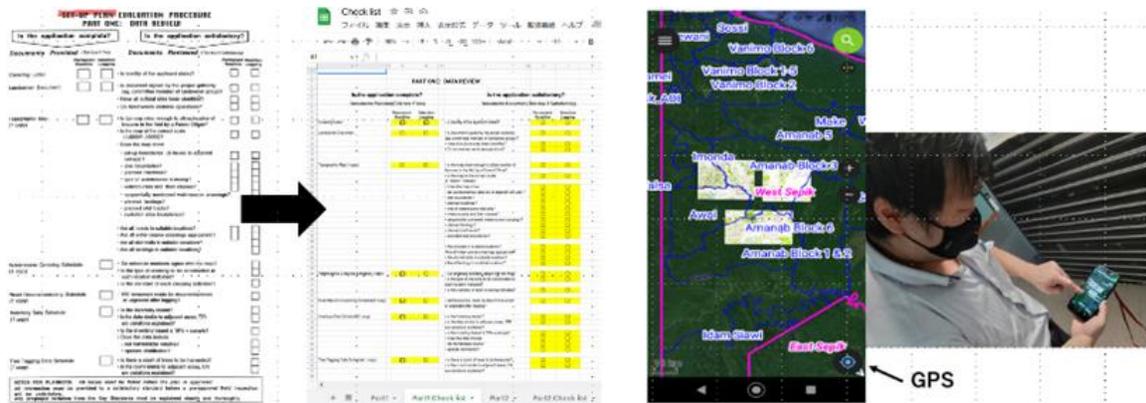


図 2.1-1 モバイル端末活用のイメージ

また、前プロジェクトにて構築したイントラネット用のウェブマップ (LAN Map) が、Adobe Flash Player のサポート終了の影響で利用できない状況であった。関係職員に対してヒアリングを行った結果 (添付資料 22)、PNG-FRIMS に格納されている地形データ (河川や等高線等) を活用した新たな LAN Map (LAN Map2) の再構築の必要性が明らかとなったことから、LAN Map2 のプロトタイプを作成し、PNGFA 職員からフィードバックを得て最終化を行った (添付資料 1 の Appendix 3)。

(2) GIS やリモートセンシングに関する新たな技術の活用方法に係る検討・特定

伐採された森林では、商業的な対象樹種がそのまま生育することはなく、伐採後の森林状態を改善するためには、造林活動や育林活動が必要となり、現場でのモニタリング活動が不可欠である。一方、PNGFA 職員は、通常業務に加えての現場モニタリングを実施する余裕がないことから、衛星やドローンを活用した現場モニタリングができる仕組み作りの検討・試行をパイロットサイトにて実施した。

(3) LCoP 及び PMCP モニタリング技術に係る説明と試行

PMCP や LCoP の実施に即した情報の流れを整理し、成果 1 に関してプロジェクトにおいて開発する方法論でカバーする範囲を提案した。

Technologies to facilitate PMCP monitoring

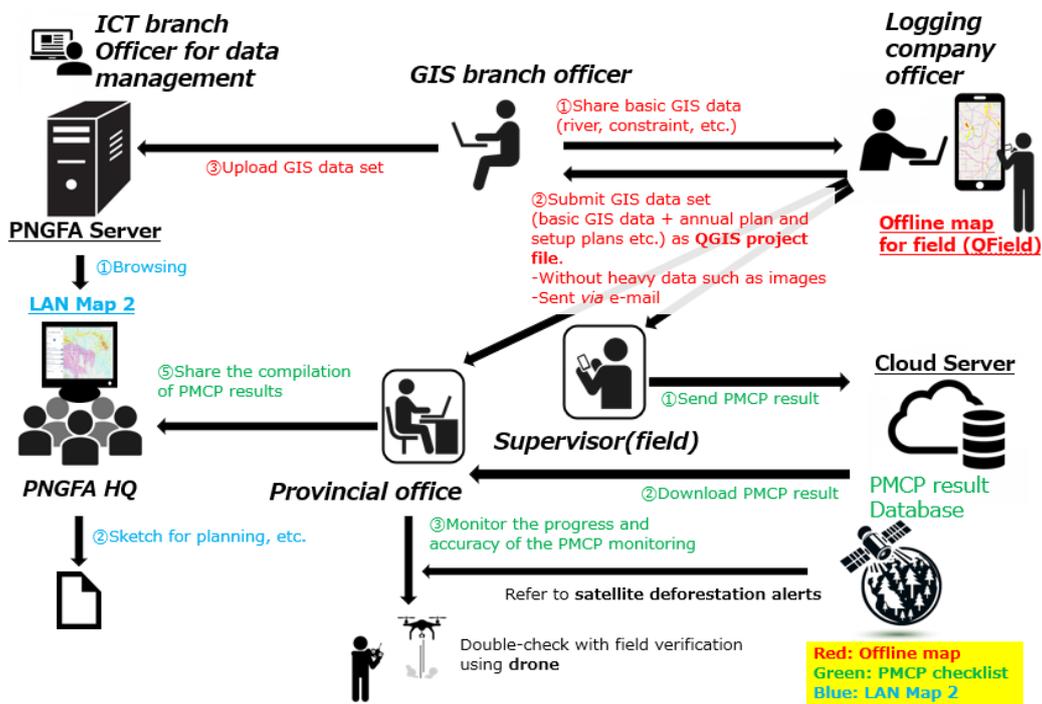


図 2.1-2 成果 1 に関連するプロジェクトにおいて開発する方法論でカバーする範囲の提案

活動 1-3 LCoP や PMCP を遵守した森林管理を試行するパイロットサイトの決定

パイロットサイトは PNG 国内の地域性や事業の実施状況を考慮して、異なる州の PNG 森林会社の各地方事務所が管轄する林業コンセッションから 5 つの候補サイトを選定し、以下の選考基準により選定を行った。

- ・ アクセス：プロジェクトサイトは、飛行機、ボート、道路などで容易にアクセスできる。
- ・ プロジェクトの種類/状況：既存のアクティブな林業コンセッション（FMA）であることを基本とする。
- ・ 伐採事業体の協力：伐採事業体（Permit Holder）がプロジェクトの実施する業務に参加・適応する意思がある。

- ・ 土地所有者の同意：プロジェクトの実施については土地所有者から最初に同意を得ることとし、プロジェクトの実施に適応する意思がある。
- ・ 技術：伐採事業体の GIS や GPS などを活用する技術力。
- ・ 労働力：労働の提供者は地元住民であることを基本とし、必要に応じてトレーニングを実施する。

セントラル州 Kupiano 地区、西セピック州 Amanab 地区、東ニューブリテン州 Open Bay 地区の計 3 サイトがパイロットサイトに選定された。

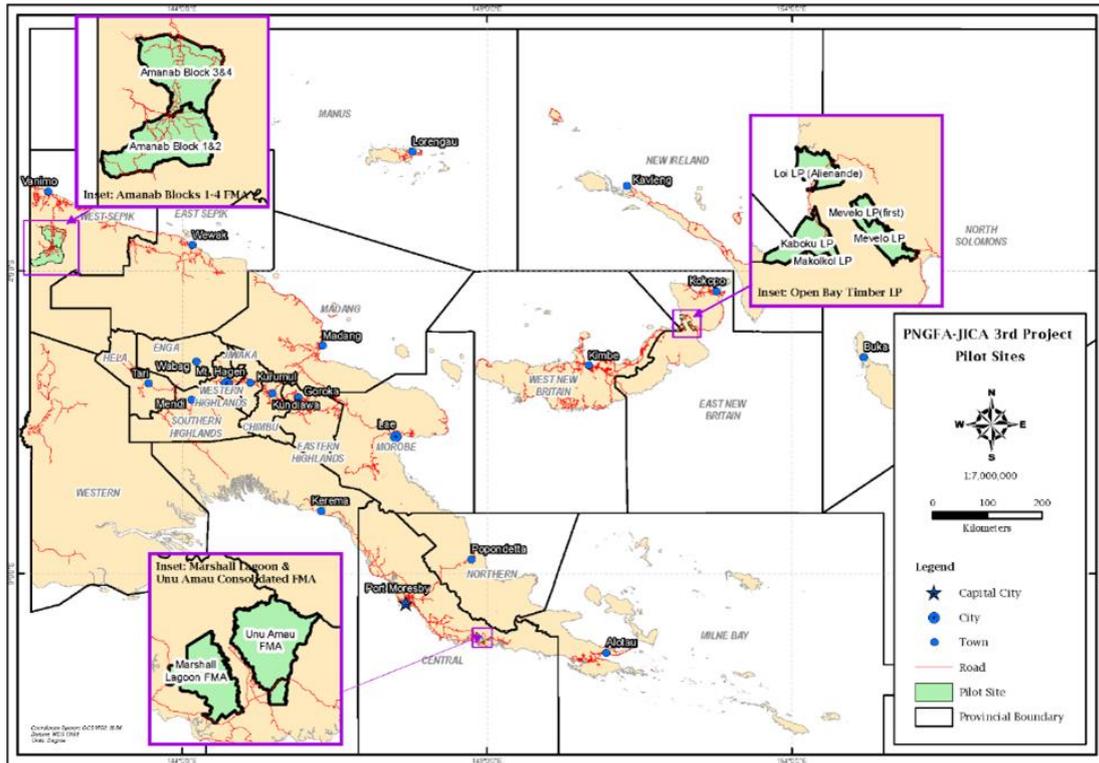


図 2.1-3 パイロットサイト位置図（林業コンセッション）

Amanab 地区（Amanab 1-4 & Imonda, Consolidated FMA）において施業を行っている伐採事業体は LCoP 実践の観点から優良な事業者とみなされており、GIS 及びモバイル端末の活用など先進的な取り組みを行っている。また Natural Forest Management (NFM) 活動としてコンセッション内で主要樹種である Kwila の苗畑を造成しエンリッチメント植栽を伐採事業体と PNG 森林公社が実施しているなど、他の地区においても参考となるモデル地区として期待された。

Kupiano 地区（Marshall Lagoon & UNU Amai Consolidated FMA）はポートモレスビーから車で移動できる圏内に位置しており、アクセスの良さが特徴である。ここでは NFM として 5 年計画において植栽が計画されてはいるものの未実施であり、Amanab 地区で構築された方法論を展開させるための課題を分析するなどの展開が見込まれた。

Open Bay 地区（Open Bay TRPs and TAs）はオープンベイティンバー社（OBT 社）が実施するコンセッションであり、主に域内でカマレレ（*Eucalyptus deglupta*）のプランテーションを行っているが、未利用地で択伐及びエンリッチメント植栽を含む天然林施業を計画している。ここ

では単木単位の伐採木の管理など先進的な試みを実践し、PNG 国におけるベストプラクティスを目指すこととした。

また、パイロットサイトの決定を受けて、インベントリ情報や現地調査の結果により本プロジェクトで対象となる樹種は表 2.1-1 によるものとして決定した。

表 2.1-1 対象種

Pilot site 1 : Marshal Lagoon & UNU Amau Consolidated FMA in Central Province	Remark
Taun (<i>Pometia pinnata</i>) * Hopea Heavy (<i>Hopea iriana</i> / <i>Hopea. Glabrifolia</i>) PNG Walnut (<i>Dracontomelon dao</i>) Rosewood (<i>Pterocarpus indicus</i>) * Mersawa (<i>Anisoptera thurifera</i>)	*Overlapping with pilot site3
Pilot site 2 : Amanab Block1-4 & Imonda Consolidated FMA in West Sepick Province	Remark
Kwila (<i>Intsia bijuga</i>)	*Taun was added during the activity
Pilot site 3 : Open Bay in East New Britain Province	Remark
Taun (<i>Pometia pinnata</i>) * Kalophilum (<i>Calophyllum euryphyllum</i>) Rosewood (<i>Pterocarpus indicus</i>) * Malus (<i>Homalium foetidum</i>) Kamarere (<i>Eucalyptus degulpta</i>)	*Overlapping with pilot site1

活動 1-4 活動 1-2 で特定された技術のパイロットサイトでの試行

(1) Mobile Offline Map の試行

パイロットサイトの一つであるセントラル州 Kupiano にて、モバイル端末を活用した Mobile Offline Map の試行を Project Supervisor 及び Kupiano の伐採事業体担当者と実施した（マニュアルは添付資料 1 の Appendix 1）。その結果、「年間伐採計画」をモバイル端末で閲覧することができ、かつ、自分の位置情報が年間伐採計画上に表示される機能は現場作業並びに現場調査の業務改善に繋がるなど、現場での Mobile Offline Map の有用性が示された。

(2) 電子データ及びデータ共有方法に係る文章（案）の作成

プロジェクトで提案する Mobile Offline Map の業務導入に伴って PNG 森林公社と伐採事業体とで電子データを共有する必要があるため、その仕様と共有方法について PNG 森林公社本部の Mapping 課職員と協議を行い、仕様書（案）の作成を行った。

(3) PMCP Check app の試行

パイロットサイトの一つであるセントラル州 Kupiano にて、モバイル端末を活用した PMCP Check app の試行を実施した（マニュアルは添付資料 5、及び添付資料 1 の Appendix 2）。その結果、これまで紙ベースで管理していたことから煩雑に扱われていた現場調査結果が自動でデータベース化され共有できることや、入力済・未入力のデータが一覧表で確認できるため州森

林事務所職員がセットアップのモニタリングがどの程度進んでいるかを確認するのに有用などの高評価が得られた。

(4) ドローンによる伐採計画及びモニタリングの試行

パイロットサイトの一つである Open Bay において、ドローンによる択伐実施予定地の概況調査を実施した。ドローンによる写真撮影等を行い、オルソ画像の合成を行うとともに、OBT 社の所有する各種情報の収集を行った。Open Bay では先進的な解析モデルとして現地調査を踏まえ、択伐施業の計画に資するためドローンより作成した DSM (Digital Surface Model) 及び現地林業事業体が保有する DTM (Digital Terrain Model) を活用して、簡易的に林冠及び樹頂点解析 (DCHM: Digital Canopy Height Model) を行った。

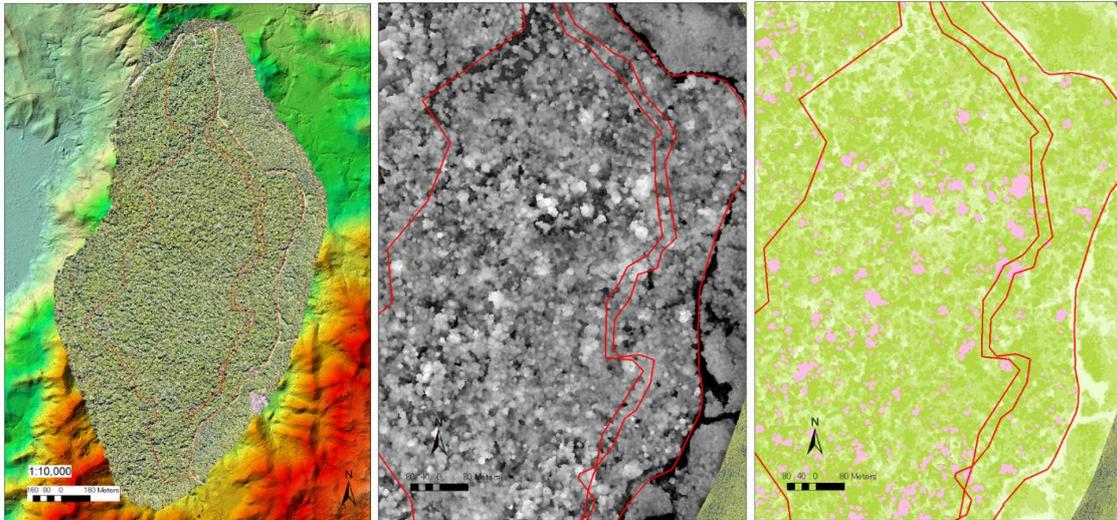


図 2.1-4 活動計画策定のために作成した活動予定地のオルソ画像及び標高データ解析

(左：ドローンにより撮影した画像からオルソ画像を作成。赤い線は活動予定区域。画像解像度は20cm。
中：樹高データの解析により得られた DCHM、右：樹冠高 45m 以上の箇所に択伐候補木があるものとしてピンク色に色付けしたもの)

伐採対象木のサンプリング調査を行い詳細計画に必要な樹種、径級、位置情報等の関連情報の取得整理を行った。この調査を受けてセットアップ計画設定のため、関係者とともに現地踏査を行った。本調査においては、現地調査 GPS データ及び前回調査で作成した DCHM により伐採対象木の箇所を予め推定するとともに、DTM から作成した地形分析マップを参考に伐採予定区域、バッファー区域、搬出路、土場の予定箇所確認等の事業計画に必要な要素について現地で検討及び PNGFA 職員と協議を行った (添付資料 1 の Appendix 9-B)。

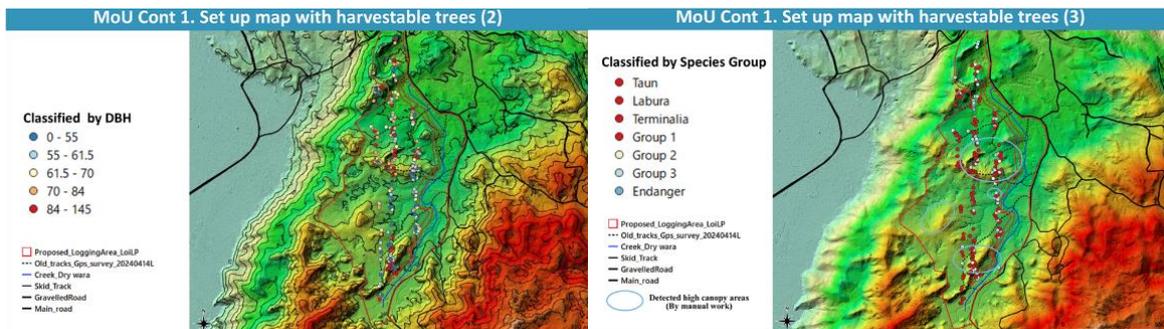


図 2.1-5 現地調査並びに DCHM 及び DTM から作成した資源分布図と地形解析マップ

(5) 衛星モニタリングの試行

衛星モニタリングの可能性と限界の検証方法について、空間分解能と時間分解能と森林劣化・再生の事象、サイズの検証、対象地選定等の検討結果をまとめた（添付資料 25、26）。結論として、伐採道路や土場は十分に特定できるが、択伐の箇所や Skid Trail は時間分解能の高い衛星データ（Planet）でも特定は十分ではなく、分解能の制限から定量評価も困難であることが確認された（アラートは早期介入に有効であることが確認された）。

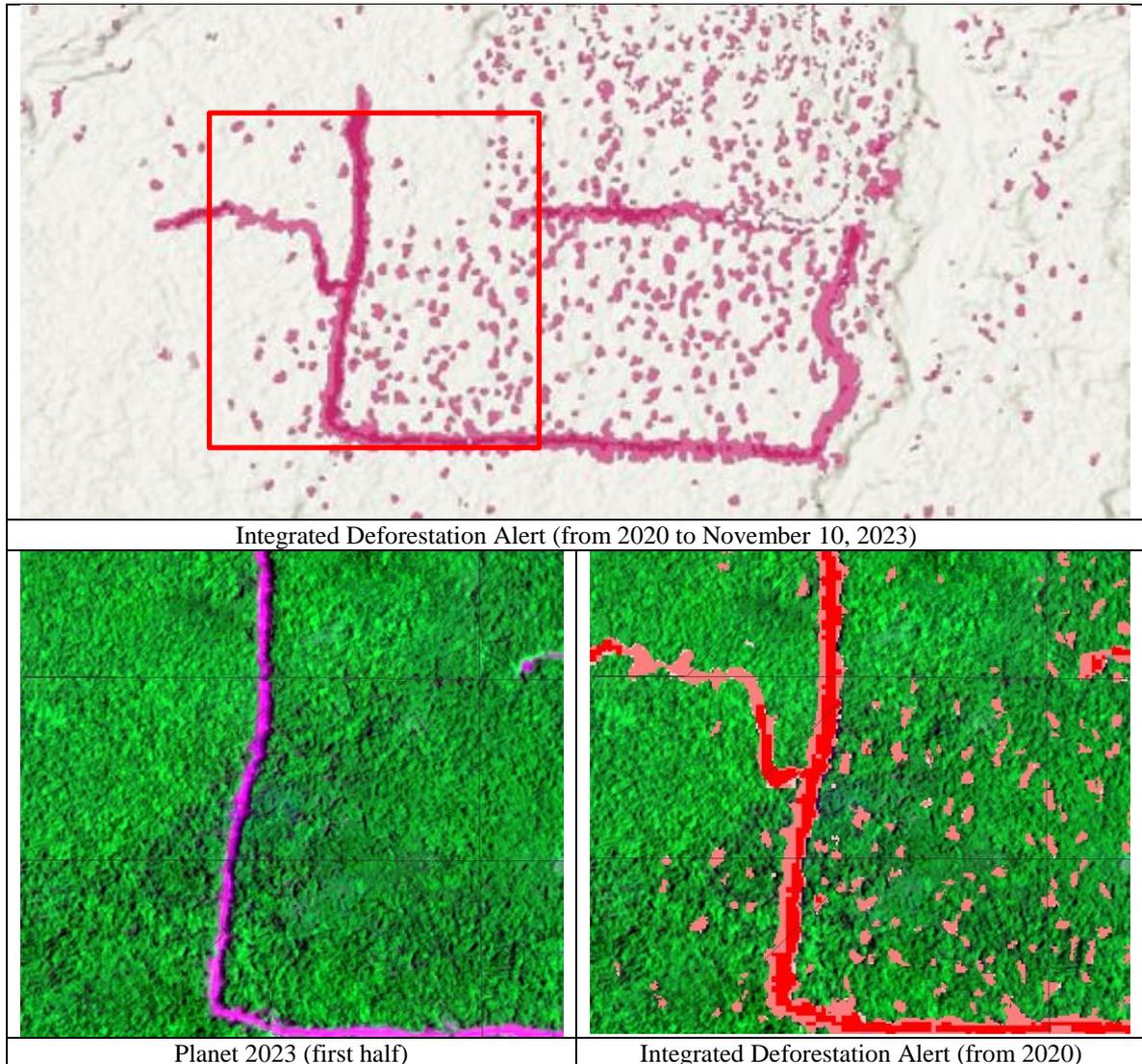


図 2.1-6 パイロットサイトのセットアップにおける森林減少アラートの状況

(6) PMCP 及び LCoP に関する普及計画の作成

PNG における森林管理の背景や実態を踏まえ、PMCP 及び LCoP の効率的な実施のためにプロジェクトで開発する要素技術を取りまとめた文書「PMCP 及び LCoP に関する普及計画」、及び関連する各種マニュアル、資料、文書を作成した（添付資料 1）。

活動 1-5 関係者を対象とした PMCP と LCoP の効果的な普及方法の特定、及び普及を実施するための PNGFA 職員への必要な研修の提供

(1) PNGFA 職員向け PMCP 及び改訂 LCoP の実施に向けた人材育成に係る研修

PMCP 及び改訂 LCoP の理解促進と実践のため、地域ごと（Southern 地区、Momase 地区、NGI 地区）に 3 回に分けて研修を実施した。本研修は PNG 森林公社と長期専門家主導により計画され、短期専門家からも現場研修箇所の設定及び Mobile Offline Map の活用研修を実施した。本研修では、主に PNG 森林公社及び伐採事業者の OB であるそれぞれ Geno Kini 氏、Simon Peter Tomiyavau 氏が講師となり、改訂 LCoP、PMCP の内容について講義形式と現場実地で講習を行った。また、現役の PNGFA 職員である Ivo Kusip 氏により丸太計測についての講義が行われた。

(2) Mapping 課職員への集中的な能力強化

プロジェクトで開発した方法論がプロジェクト終了後も持続的に普及されるために、研修資料や動画マニュアルを作成し、Mapping 課 GIS 担当職員に対し集中的な能力強化を実施した。

活動 1-6 PNGFA 職員が実施する伐採事業者職員を対象とした PMCP 及び LCoP の普及活動のサポート

長期専門家主導の下、PNGFA 職員が伐採事業者職員を対象とした PMCP 及び LCoP 普及に係る研修を 3 州で実施した。短期専門家は第 1 回の西ニューブリテン州及び第 2 回のセントラル州の 2 州で GPS や GIS に関する講義や実習を Mapping 課 GIS 担当職員と共に実施した。第 3 回のマダン州における研修は、マニュアル（添付資料 6、7、19、30、及び添付資料 1 の Appendix 6、8）を活用し、Mapping 課 GIS 担当職員のみで GPS や GIS に関する講義や実習を完遂した。

表 2.1-2 伐採事業者職員を対象とした PMCP 及び LCoP 普及に係る研修場所

地域	参加州 (プロジェクトの数)	研修開 催州	予定期間	フィールド (ホ スト会社)	協力パー トナー
NGI	西ニューブリテン (WNB) (7)	WNB	2024 年 9 月 23-28 日	SBLC	JICA-EF
サザン	セントラル(4)、ウエス タン(5)、ガルフ(4)	セント ラル	2024 年 10 月 21-26 日	TA in Vanapa	JICA-EF
モマセ	マダン(6)、モロベ (1)	マダン	2024 年 11 月 18-23 日	Kumil TRP	JICA- USAID

活動 1-7 PNG 森林公社がプロジェクトの成果を関係者に普及するための、活動の成果に関するプログラムと資料の準備、及びワークショップの開催

本プロジェクトでは、プロジェクト成果の普及のため、表 2.1-3 示す合計 10 回のワークショップを開催した。

表 2.1-3 プロジェクト成果を普及させるためのワークショップ一覧

ワークショップタイトル	開催日	開催場所	参加者数	活動	協力
PNG 森林公社職員向け PMCP/LCoP ワークショップ (Southern)	2022 年 9 月 25 ～29 日	ポートモレスビー (Lamana Hotel)	20*	活動 1-5	-

PNG 森林公社職員向け PMCP/LCoP ワークショップ (Momase)	2022年10月30日～11月3日	バニモ (Vanimo Beach Hotel)	24*	活動 1-5	-
PNG 森林公社職員向け PMCP/LCoP ワークショップ (NGI)	2023年2月27日～3月1日	キンベ (Hotel Gemesis)	28*	活動 1-5	-
中間プロジェクトワークショップ	2023年4月22日	ポートモレスビー (Lamana Hotel)	39	-	-
伐採事業体向け PMCP/LCoP ワークショップ (NGI1)	2023年9月23～28日	キンベ (Hotel Gemesis)	12*	活動 1-6	EF
伐採事業体向け PMCP/LCoP ワークショップ (Southern1)	2023年10月21～26日	ポートモレスビー (Lamana Hotel)	14*	活動 1-6	EF
伐採事業体向け PMCP/LCoP ワークショップ (Momase2)	2023年11月19日～23日	マダン (Madang Resort Hotel)	13*	活動 1-6	USAID
森林炭素モニタリングワークショップ	2025年2月24～26日	ポートモレスビー (Lamana Hotel)	20	活動 3-7	EF
天然更新補助活動マニュアル最終化に係るワークショップ	2025年3月4～6日	ポートモレスビー (Lamana Hotel)	17	活動 2-5	EF
最終プロジェクトワークショップ	2025年3月25日	ポートモレスビー (CROWN Hotel)	42	-	-

* PMCP/LCoP ワークショップは研修生のみ (JICA チーム、PNG 森林公社講師、チーフトレーナー2名は除く)。

2.2 成果 2 に係る活動

活動 2-1 伐採後の天然更新に関する課題の抽出

(1) 伐採後の天然更新に関する現状認識

PNG 森林公社では、一部地域でのプランテーションは実施しているものの、いわゆる天然林を維持したいとの考えを持っており、天然林を皆伐してからの人工造林は想定していない。また、Amanab 地区等に自生する主要商用樹種の一つである Kwila は単一林では成林できないことが確認されている。このため、NFM 活動を実施する部署 (Natural Forest Management (NFM) 課) を重要視し、伐採後の若木の生育を促進することを考えており、目的外樹種の小径木を除伐などして林分内での対象樹種の資源量を上げたいと考えている。一方で、択伐施業により利用可能な商用樹種をすべて伐採されることになるため、その後の後生樹の状況は不透明である。

(2) 商用樹種としての主要対象樹種の状況

対象樹種は「Procedures for Exporting Logs」における Group1 及び Group2 に区分される商用樹種を対象範囲として、対象コンセッション地域のインベントリ情報に基づいて抽出を行った。

(3) エンリッチメント植栽

NFM の活動の先進的な取り組みとして、これまでに西セピック州、マダン州、マヌス州等で苗木生産 (苗畑) 及びエンリッチメント植栽が実施されている。周辺コンセッションでもこれらを広げる取り組みがなされているが実現に至っていない。この取り組みは土地所有者や伐採事業体も巻き込んだもので、土地所有者は植栽や下刈、伐採事業体は苗畑の建設などを行っている。PNG 森林公社主導で事業を行っているため、多くの場合経費を PNG 森林公社が費用負担をしており、継続的な事業及び拡大するには課題となっている。



図 2.2-1 エンリッチメントに関する取り組み

活動 2-2 天然更新に関する主要な関係者の特定と実施体制及び技術的改善策の検討

PNG 国内では、林業コンセッションである Amanab1-4 FMA はエンリッチメント植栽の先進的な事例地である。本プロジェクトでは、天然更新促進の活動計画策定に当たり、同コンセッションでの取り組みを Amanab モデルとして位置付け、伐採後のセットアップの状況を確認するとともに、エンリッチメント植栽の普及モデルとするため、現状把握と活動実施に向けた課題を抽出した。

(1) Amanab1-4 での伐採状況

Amanab1-4 FMA の主要な商用伐採樹種は Kwila (*Instia bijuga*) となっている。Amanab1-4 FMA の伐採事業体では Kwila のみを伐採し、その他の商用樹種の伐採は行っていない。これは商用樹種 Group1 カテゴリーの樹種 (Procedures for Exporting Logs) は PGK15/m³ ほどで取引されているのに対し Kwila が PGK35/m³ であることと、出荷港のある Vanimo 市より比較的内陸部まで伐採が進んでいることから運送コストを考慮したものと考えられる。また、伐採直後のセットアップにおいては、母樹周辺に実生の生育が確認できるものの、その数は限定的で、伐採後 7 年経過したセットアップにおいては、先駆種の繁茂により現時点では商業伐採としての価値は低い状況となっており、調査箇所においては Kwila の生育は確認されなかった。

(2) 苗木生産体制

Amanab1-4 FMA の主要キャンプである Maka Camp においては、Kwila の苗畑が建設されている。設立年度の詳細は不明であるが、2008 年から苗木生産が始まっている。種子は周辺住民より PNG 森林公社が買い付けを行っており、苗畑には 15 床のベッドが設置されている。1 サイクル (3 か月) で 15,000 本の苗木が生産可能な規模となっており、2021 年までに約 10 万本の苗木の生産実績があるが、適切な植栽計画に沿った苗木生産が行われていない状況も確認された。

(3) エンリッチメント植栽を実施した箇所の生育状況と保育施業

NFM の活動の先進的な取り組みについて、継続的な事業及び普及を行うためには予算規模の拡大が課題となると考えられる。現場レベルでは下刈については 3 カ月単位での実施が望まし

いことが認識されているものの、予算の都合から4カ月ごと2年間の計画とされている。また、下刈が上がった植栽地のモニタリングも十分に実施されているとは言えず、植栽した苗木の生育や光環境の影響によると思われる生育不良も確認された。

本調査においても過去の植栽地をサンプリング調査し、生育状況の確認を行った。同一年の植栽地でも光環境の悪い箇所では生育不良が認められ、追加的な施業により改善が見込まれることが確認された。

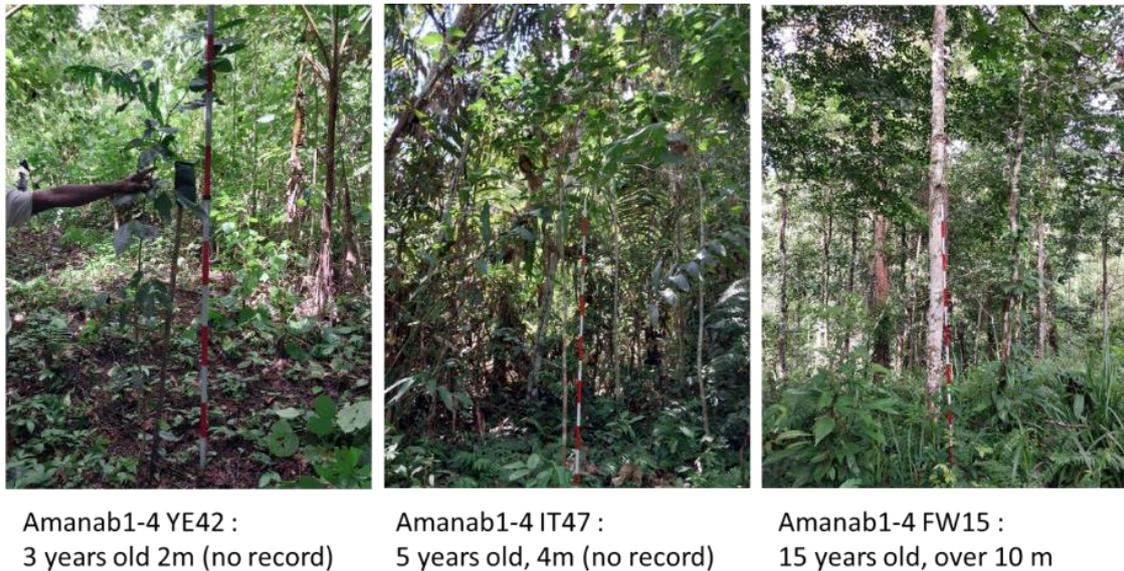


図 2.2-2 樹齢による生育状況の比較

各パイロットサイトにおける活動の実施に当たっては、デモンストレーションサイトを特定のうえ詳細計画書（添付資料 8、9、10）を作成し活動を行う。活動は PNG 森林公社、伐採事業体、土地所有者の3社が主体となる場合は MOU を、また、PNG 森林公社または伐採事業体が土地所有者と実施する場合は同意書を締結して、役割分担及び権利の保全を行った上で実施する（添付資料 12 の Appendix 2）。

活動 2-3 PNGFA 職員と主要な関係者による天然更新に関するパイロット活動の実施

(1) Amanab1-4 サイト

本サイトにおいては、モデルプラクティスの確立を主旨に詳細計画に基づき、エンリッチメント植栽を主体とした天然更新補助に係る植栽に関する活動を実施した。

表 2.2-1 Amanab1-4 サイトの各活動区画での活動内容

区画番号	施業内容
Amanab1-4 UT123 区画	エンリッチメント植栽 Amanab 地区では主たる商用樹種である Kwila が単一対象木として伐採 ³ されており、天然林伐採後の搬出路及びギャップに植栽を行った。
Amanab1-4 UT51 区画	エンリッチメント植栽

³ 同じ西セピック州においても Amanab 地区より沿岸地域では2回目の伐採で Kwila 以外の商用樹種も伐採されていることが確認されているが、現在のところ Amanab 地区では2回目の伐採は行われていない。

	過去に伐採されて伐採跡地に先駆種が繁茂しており、Kwila の生育が認められないため、天然更新補助として Kwila の列状植栽（ラインプランティング）を行った。
Amanab1-4 FW15 区画	保育（除伐） 過去に Kwila の植栽を行った先進的取組区画である。一部区画においては他の雑草木により被圧され Kwila の生育が良くないため、保育施業として除伐を実施した。

UT123 におけるエンリッチメント植栽、FW15 における除伐は 2023 年 10 月に実施した。UT51 では、同年 11 月に実施した PMCP/改訂 LCoP 研修において研修参加職員を交えて植栽活動を行った。また、植栽前の地拵（伐開）が不十分と考えられた箇所では下刈の際に追加的な伐開作業を行った。

本サイトにおいて植栽した 2 箇所では 2024 年 4 月及び 9 月に生育状況の調査及び下刈実施状況の確認を行い、下刈で確認された枯損箇所では補植も実施した。活着率調査の結果、4 月では生存率 80%以上、9 月でも生存率 75%以上が確認された（添付資料 31）。枯損箇所の特徴として水が集まる箇所近くで顕著であり、加えて植栽した苗木の健全性も要素として考えられる。当初想定では、3 カ月に 1 回程度の下刈が必要だと考えられたが、実際には 6 カ月に 1 回程度 1 年継続でも十分生育を行えることが分かった。ただし、箇所によっては、つる類の発生が見られるため、継続的なモニタリングにより下刈（またはつる切）を計画する必要がある。本サイトにおけるモニタリングを除く活動の成果は表 2.2-2 の通りである。FW15 における除伐、UT123 及び UT51 におけるエンリッチメント植栽と、その後の保育施業の実施により、おおむね順調な生長を見せている。以降の植栽箇所においてはこの実績をもとに保育を計画した。

表 2.2-2 各セットアップでの実施施業の状況

Month	Oct/ 2023	Nov	Dec	Jan/ 2024	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
UT123 エンリ ッチメ ント	地拵 え 植栽 Kwila						下 刈・ 補植 活着 調査					活着 調査
UT51 エンリ ッチメ ント	地拵 え	植栽 Kwila ・ Taun					下 刈・ 補植 活着 調査					活着 調査
FW15 除伐	除伐											

Kwila は、林内でも比較的日照条件の良い箇所での生育が良く成長が早い箇所では 2024 年 8 月時点で 1m、2024 年 10 月時点で 2.0m 以上に達していた。地拵または下刈時に良好な光環境を作るために配慮することが順調な生育に重要であることがわかった。一方で完全なオープンスペースでは光条件が強すぎるため生育に支障があると考えられる。調査のため簡易的に相対照度の計測を行った結果、1%程度の相対照度は必要と考えられた⁴。上記の通り、生育不良になる要因の一つとして苗畑での生育管理が十分でない点が挙げられる。必要量の苗木を健全に生育することにより、植栽地での活着及びその後の生育に改善が見込まれる。

⁴ 簡易的な実施であったため計測誤差も考えられるが、鬱蒼とした熱帯雨林の場合の相対照度は 1%以下とされる。しかし、苗木の成長には、照度そのものの値が重要と考えている。

本サイトにおいては伐採跡地復旧の観点から UT123 では搬出路へのエンリッチメント植栽を実施しているが、これまでの伐採事業体への調査・聞き取りによると、2 回目以降の択伐施業では 1 回目に開設した搬出路を再利用することも確認されており、将来的には PNG においては伐採によって生じたギャップへの植栽または林内への列状植栽が効果的な選択肢と考えられる。

(2) Open Bay サイト

Open Bay サイトにおいては、伐採事業体が主導するモデル形式として活動が実施された。Loi 地区において択伐施業を実施後、エンリッチメント植栽を実施した。これまでに既存データ及びドローン画像分析により樹冠高の計測を行うとともに伐採する予定木の毎木調査を行い GPS 調査も実施して位置情報の記録を行った。これらのデータにより伐採候補箇所の推定を実施し、伐採・植栽計画に応用した。

表 2.2-3 Open Bay サイトでの活動内容

区画番号	施業内容
Open Bay Loi Compartment	択伐及びエンリッチメント植栽 過去に択伐施業が行われた区画ではあるが林況が回復しており、新規に搬出路を開設し択伐施業を行うこととなった。ドローン等を用いて樹冠高推定を行い収穫木のあたりを付けた後、現地調査を実施して収穫区域を決定した。伐採後にギャップを主体とした個所に山取り苗を活用した植栽を実施した。

本サイトでは 2024 年 10 月に伐採を実施し、連続して同 12 月に植栽を実施した。伐採のモニタリング及び植栽計画に資するため、ドローンによる写真の撮影を行いオルソ画像の作成を行った。これにより地図による植栽地の明快な管理につなげられることとなった。

(3) Marshall Lagoon サイト

本サイトでは、PNG 森林公社が主体となり、土地所有者コミュニティ (Clan) に実施を委託するモデル形式として実施した。詳細計画のため伐採跡地におけるエンリッチメント植栽実施に向けた現地調査を行い 3 つの活動箇所を決定した。当該林業コンセッションでは、天然更新補助活動は計画されていたものの実行されていたため、下記の活動箇所ごとに簡易苗畑整備を行い、林分内にラインプランティングによるエンリッチメント植栽を行った。

表 2.2-4 パイロット活動内容と活動箇所

No	部族名	活動	活動箇所	備考
1	Binudi	エンリッチメント植栽	Coupe1 Setup 13	簡易苗畑の設置 伐採後のエンリッチメント植栽と下刈
2	Libani	エンリッチメント植栽	Coupe1 Setup 12	簡易苗畑の設置 伐採後のエンリッチメント植栽と下刈
3	Mawabura	エンリッチメント植栽	Coupe1 Setup 2	簡易苗畑の設置 伐採後のエンリッチメント植栽と下刈

表 2.2-5 Marshall Lagoon サイトでの活動内容

区画番号	施業内容
Unu & Amau Setup2, 12, 13	エンリッチメント植栽 過去に択伐施業が行われた区画において、林内にラインプランティングを実施した。土地所有者である各 Clan が作業を担当した。苗畑設備を持たない林業

	コンセッションであったため、コミュニティ近隣に簡易苗畑を設置して山取り苗を生育して植栽することとした。
--	---

(4) その他

エンリッチメント植栽で用いる商用樹種の苗木生産方法について既存資料を取集し、作業手法について取りまとめを行った（添付資料 11）。

活動 2-4 主要な関係者と協力して、使用者マニュアル案の作成

PNG 国内では一部地域においては天然更新補助活動が行われているもの、全伐採事業地で実施されているものではなく、PNG 森林公社内でも具体的な実施手順が整理されていない。このため本マニュアルは、天然更新活動の普及を目指し PNGFA 職員及び伐採事業者等が活動を実現する指針となるものとした。Amanab1-4 サイトでのこれまでの取り組みを基本モデルとし、マニュアル案として整備した。

表 2.2-6 天然更新補助活動マニュアル記載事項

No	記載事項	
1	背景	
2	天然更新促進のメカニズム	
3	予備調査フェーズ	
4	意志形成フェーズ	
5	計画フェーズ (1) 関係者への説明 (2) 活動エリアの特定 (3) 作業グループの決定 (4) 作業グループのトレーニング (5) ベースライン調査 (6) 更新方法の選択 (7) 植栽手法と植栽幅の決定 (8) 植栽方法の決定 (9) 保育施業 (10) 活動スケジュール (11) 予算計画 (12) 詳細計画の準備	
	6	実施フェーズ (1) 苗畑の設置 (2) エンリッチメント植栽 (3) エンリッチメント植栽以外の方法 (4) モニタリング

活動 2-5 天然更新を普及させるための使用者マニュアルの最終化、PNGFA 職員と主要な関係者への共有

活動 2-4 で整備したマニュアル案は、パイロット活動の取り組みや C/P の業務の実情に合わせて改訂を行い、C/P との協議、中間プロジェクトワークショップでの公開、「天然更新補助活動マニュアル最終化に係るワークショップ」等を経て再編集し最終化された（添付資料 12）。

2.3 成果3に係る活動

活動 3-1 PMCP や LCoP の遵守が低排出な伐採作業に及ぼす影響についてのレビュー

本活動では、「計画・監視・管理手続 (PMCP)」及び「伐採行動規範 (LCoP)」の遵守が低排出伐採作業 (RIL-C: Reduced Impact Logging for Climate Change Mitigation) に与える影響について体系的な分析を行った。前プロジェクトのレポートの分析では、国際熱帯木材機関 (ITTO) や FAO 等が策定している RIL-C のガイドライン等と LCoP 等 PNG の伐採関連規則の間における整合性は概ね取れており、PNG においては LCoP 等のコンプライアンス遵守の徹底が RIL-C の実現・促進に資することを確認できた。なお、JICA による運営指導調査時の PNG 森林公社との協議において、PDM にある「低排出伐採 (Low emission logging)」(以後、RIL-C と同意とする。) を LCoP のコンプライアンス遵守を通じた排出量削減である、と整理した。

次に、PMCP や LCoP によってモニタリングされるパラメータは、土壌、水、生物多様性などに関連する環境パラメータと、伐採作業、集材作業、搬出作業などによるバイオマスの減少など、炭素貯留や排出量の変動を引き起こす炭素パラメータの大きく 2 種類に分類されることを確認した。炭素パラメータについては、現場からの炭素排出量の算出に必要なパラメータのほとんどは現在の LCoP や PMCP に準拠したモニタリングによって計測される設計になっている。これらの情報から、LCoP/PMCP に基づくモニタリングを実施し、情報収集を行うことで、伐採による排出量の算出が可能となり得ること、また低排出伐採作業を実践した場合の効果 (排出量の削減効果) も比較検証することもゆくゆくは可能になり得ることが明らかになった。ただし、それらのデータが必ずしもデジタル化されているわけではなく、一部のパラメータ (Skid trail の長さや伐倒や集材作業に伴う支障木の発生等) については未測定であることから、実際に排出量の計算を行うためには障壁が存在する。

活動 3-2 低排出な伐採作業を評価するための指標 (搬出路や土場の面積、伐倒時の支障木など) の特定

伐採モニタリングした情報のデジタル化や、不足している測定項目の調査手法の開発を行うための活動をパイロットサイトにおいて実施した。現場調査に先立ち、他国の事例を参照して評価指標のベースとなる方法論的枠組みを確認した。

将来、国際的な気候基金から成果報酬を得ることも考えられるが、そのアクセスには国際的に認められた RIL-C の成果を評価する方法論を用いる必要がある。既存の RIL-C 方法論の PNG への適用可能性を検証するため、世界で最も広く使用されている温室効果ガス削減のための炭素クレジット認証基準である Verified Carbon Standard (VCS) が策定している RIL 方法論「VCS0035 : Methodology for Improved Forest Management through Reduced Impact Logging⁵」のレビューを行うと共に、同 VCS 方法論を採用した Jurisdictional アプローチで RIL-C の実践が進められているインドネシアの世銀 FCPF-Carbon Fund の排出削減プログラム (2023 年に最初の Advance Payment 実施) をレビューし、PNG 国で実践する場合の課題分析及び評価指標の特定を行った。この結果を踏まえ、暫定的な伐採由来排出源モニタリングに必要な現地調査指標、

⁵ <https://verra.org/wp-content/uploads/imported/methodologies/VM0035-RIL-C-Methodology-v1.0.pdf>.

伐採由来排出量算出に有益な追加的モニタリング・パラメータ案、伐採作業の効果を測るインパクト・パラメータについて検討・整理した。

平行して、RIL-C の VSC 方法論 (VM0035) のモニタリング項目に対するリモートセンシング技術 (無料の衛星画像 (Landsat、Sentinel-2、Planet) 及びドローン画像) の活用の可否について検証を行った。空間分解能と時間分解能と森林劣化・再生の事象、サイズの検証、対象地選定等の比較検証を行ったが、結論としては、伐採道路や土場は十分に特定できるものの、択伐の箇所 (Felling Gap) や樹冠の下を走る集材路網 (Skid Track) は時間分解能の高い衛星データ (Planet) でも特定は十分ではなく、分解能の制限から定量評価も困難であることが確認された (添付資料 26)。

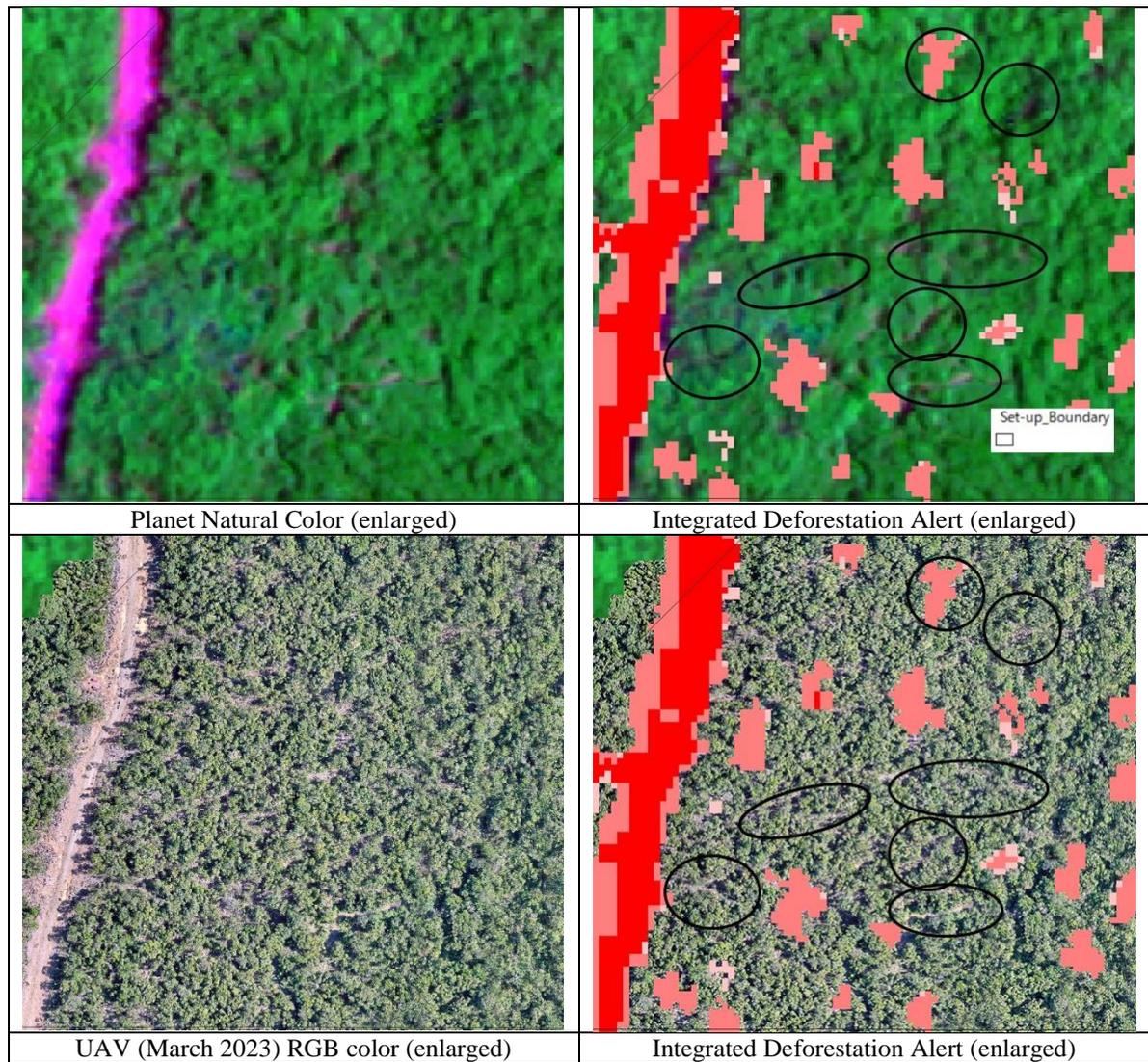


図 2.3-1 高頻度観測衛星画像と高分解能ドローン画像と森林減少アラートの比較

各種指標案の検討やリモートセンシング技術を用いたモニタリングの限界に係る検証結果を踏まえ、2024年3月に試験的な現場測定試験及び意見交換も兼ねた技術研修を実施した。試験結果等から、特定されている排出源（図 2.3-2 参照）の評価に向けた現場モニタリング調査指標・項目を整理した。本現場調査を通じて、特に集材路網の最適化や土場の面積と数の最小化、支障木の削減に向けた伐倒プロセスの改善が排出削減において重要であることが明らかとなった。

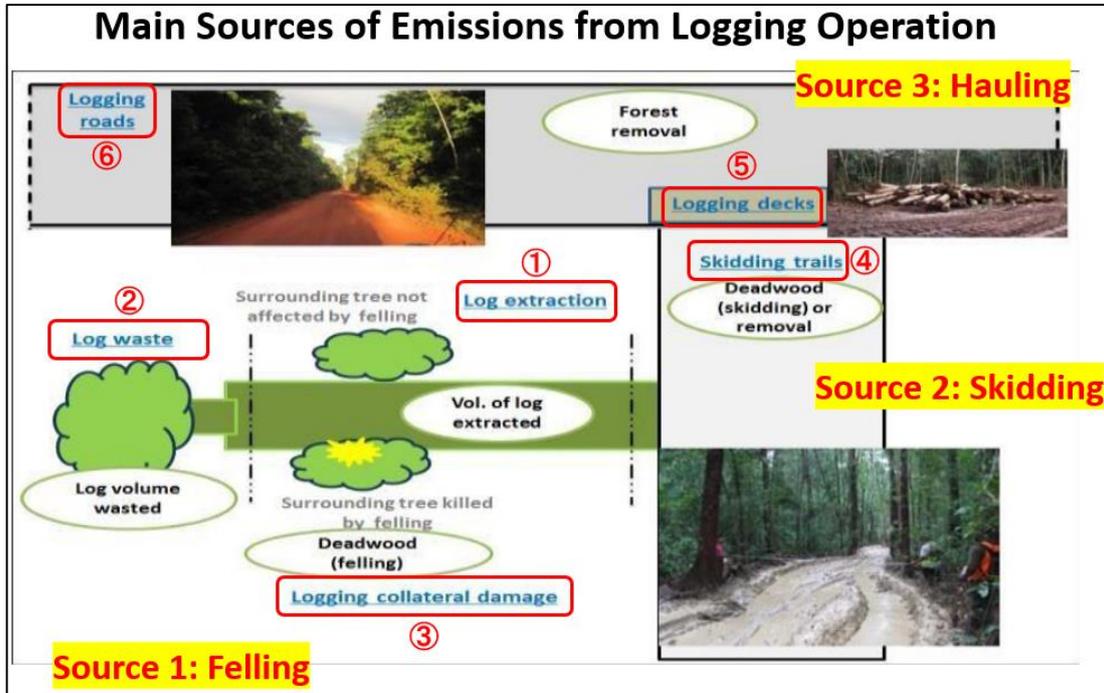


図 2.3-2 伐採作業による排出源

活動 3-3 パイロットサイトでの検証により、伐採作業による炭素排出量をモニタリング、記録、報告または低減するための手法の特定、開発

方法論の開発に先立ち、PNG 森林公社と協議・確認を行い、方針に係る共通認識の醸成を図った。

<炭素モニタリング手法開発の目的>

- 気候資金へのアクセス（商業伐採以外の外貨獲得手段として）
- NDC（国が決定する貢献）達成及び PNG 国が目指す SDGs（持続可能な開発目標）達成への貢献

<方法論の方向性等>

- LCoP 遵守による低排出伐採の排出量を測定することを目指す。
- 国際認証を得ている方法論に準拠した手法の開発を目指す。
- まずは、商業伐採コンセッションの最小オペレーション単位であるセットアップ単位での伐採作業によって発生する炭素排出量を計測する手法を確立する。

<成果のレベル感>

- 実践的な手法の開発を行うが、VM0035 のような完成された方法論の開発に必要となるデータサンプルの収集には非常に多くの時間と労力が必要になるため、本案件においては炭素モニタリングの試験的な実践を実現するための手法開発を目指すこととする。

上記方針を踏まえ、伐採作業由来の炭素蓄積への影響に関するパラメータにつき、データ取得方法の検討を行い、2023年3月に Kupiano 地区 Marshall Lagoon & Unu Amau FMA において現地調査テストを実施し（添付資料 26）、商業伐採における炭素モニタリングの方法論の枠組み及び測定するパラメータの決定を行った。その上で、トライアル炭素モニタリング調査を再度 Marshall Lagoon & Unu Amau FMA（添付資料 14）、及び OBT 社の伐採現場において調査を行った（添付資料 15）。2箇所の調査結果や調査を通じて得られた気付きや示唆を踏まえて方法論を改定すると共に、併せて現場調査用野帳や調査マニュアル案、炭素計算マニュアル案、炭素計算用エクセルシートを準備した（添付資料 16～18）。

なお、排出量を測定に必要な値の一覧と、同値を算出するために実施する調査項目一覧は表 2.3-1 及び表 2.3-2 の通りである。

表 2.3-1 伐採由来の排出量算出に必要な情報

Emission Factor		Required Values
Logging infrastructure emission	Forest clearance for hauling road	Total hauling road area (ha)
		Natural vegetation carbon stock density (tC/ha)
	Forest clearance for log landing	Total log landing area (ha)
		Natural vegetation carbon stock density (tC/ha)
	Forest clearance for skid track	Total skid track area (ha)
		Natural vegetation carbon stock density (tC/ha)
Logging damage emission	Skidding-caused collateral damage	Total skid track length (m)
		Average deadwood carbon density per skid track meter (tC/m)
	Felling-caused collateral damage	Recorded number of felled trees (stump)
		Average deadwood carbon density per felled tree (tC/stump)
	Log wastes/residues	Recorded number of felled trees (stump)
	Average log waste carbon density per felled tree (tC/stump)	
Log extraction emission	Log extraction	Recorded removed log carbon volume (tC) (from log scaling data)

表 2.3-2 炭素モニタリング調査項目

Emission Category	Survey Items
SKID	Skid Track Area at target setup (total length of both main and spur roads and average width)
	Skidding-caused Collateral Damage Impact at target setup (deadwood density per meter and total length)
	Natural Vegetation Carbon Stock Density (average carbon volume of natural vegetation per hectare)
FELL	Felling-caused Damage Impact Density (Collateral Damage + Waste) at target setup (deadwood and residue density per stump/tree and total number of trees felled)

	Log Extraction Impact of target setup (log extraction volume)
HAUL	Hauling Road Area at target setup (average width and length allocated for target setup)
	Total Log Landing Area at target setup (length and width of respective log landings)
	Natural Vegetation Carbon Stock Density (average carbon volume of natural vegetation per hectare)

なお、VM0035 の方法論同様に、本手法は伐採由来の排出量を算出することを目的としているため、伐採前から存在する枯死木は調査対象としないこと、また樹木以外（シダ、蔓、椰子、タコノキ、竹、実生）についても調査対象から外している。加えて対象とする炭素プールとしては土壌等を含まず、樹木の地上及び地下バイオマス及び、伐採事業によって新たに生み出された枯死木のみを対象とすることとしている。

活動 3-4 PNGFA の現地職員への炭素モニタリングを導入するための研修プログラムの策定、実施

本活動を検討するにあたり、PNGFA 職員と研修内容と実施計画について意見交換を行い、活動 3-3 で開発した炭素モニタリング調査手法に基づいた研修を実施することを確認した。研修は現場調査に併せてパイロットサイトの現場でも実施し、理論的な知識の習得に向けた講義と、実践的な知識の習得を目指す実地研修のそれぞれを行った。研修内容としては、主に①世の中の炭素モニタリングに関する動向と PNG の計画等の紹介（インドネシア東カリマンタン州の FCPF 炭素基金の準国プログラムで実施が進められている低排出伐採（RIL-C）の方法論と事例の紹介含む）及び、②PNG における炭素モニタリングの手法（調査プロセスや収集データ毎の調査方法、炭素計算に係る理論及びプロセス等）の解説を行った。

表 2.3-3 成果 3 関連で実施した研修及び参加者数一覧

研修	研修参加 PNGFA 職員数	開催地
研修計画策定に係る協議	(6 名)	ポートモレスビー
第 1 回研修	21 名	ポートモレスビー
第 2 回研修	6 名	Marshall Lagoon
第 3 回研修	4 名	Open Bay
第 4 回研修	25 名	ポートモレスビー
第 5 回研修兼ワークショップ	20 名	ポートモレスビー
合計研修受講者数		76 名

活動 3-5 低排出伐採活動の実施を促進する提案の取りまとめ

活動 3-3 による伐採由来の排出量を測定する手法の開発により、森林劣化全体の排出量のうち、商業伐採由来の排出量の特定が将来的に可能になる。加えて、本方法論を用いれば、商業伐採由来の森林劣化のうち、従来型商業伐採の影響と低排出伐採（RIL-C）による影響を切り分けて比較検証・評価することもできるようになる。これにより、インドネシア東カリマンタン州における FCPF 事業のような「持続的な森林経営（Sustainable management of forests）」（VCS

事業の場合は「改善型森林管理 (Improved Forest Management)」という位置づけ)に係る REDD+事業を組成できる可能性が出てくることを示した。

加えて、LCOP/PMCP に基づく RIL-C プラクティスの推進による排出量削減を実現した場合のコンセッションレベルでの財政支援の規模について試算した。1tCO₂e あたり 8USD で計算した場合、東カリマンタン州の FCPF 事業と同程度の排出削減を達成したと仮定すると、10 年の事業期間で 2.16 千 US ドル (約 3.2 億円) となる (バッファー等の控除を含まない)。この計算結果から、出口戦略として炭素プロジェクトの形成を目指す場合、複数のコンセッションを対象とするような準国レベルでの事業スケールを検討する必要があることを確認した。同結果を踏まえ、継続的に商業伐採を対象とする炭素モニタリングを実施すると共に、州レベル (1~2 州程度) を対象とする RIL-C を通じた炭素プロジェクトの組成を目指すことを提案した。

また、将来的な炭素プロジェクトの組成にあたっては、プロジェクトで開発した手法の更なる精緻化を進める必要があることから、今後更なるサンプル数の増加と炭素モニタリングデータの蓄積が必要不可欠である。そのため、ポートモレスビーからアクセスが比較的容易なセントラル州のケースを想定し、炭素モニタリングの段階的な規模拡大に向けた取り組みを表 2.3-4 の通り提案した (添付資料 32)。

表 2.3-4 炭素モニタリングの規模拡大に向けた取り組み案

Expected outputs	Activities	Pre-phase (JICA project, 2024)	Phase I: setup (2024)	Phase II: concession (2024)	Phase III: province (2026)
Output 1: Draft methodology	<i>Methodology</i>	Setup-Scale methodology (first)	Setup-Scale methodology (country validation)	Setup-Scale methodology (application)	Full-Scale methodology (standards validation)
	<i>Test</i>	2 setups	Additional setups	Setups in other concessions	Setups from all voluntary concessions of 1 province
Output 2: Select priority practices to support and provide training	<i>Improvement practices and targets</i>	Training sessions	Expert workshop	Expert workshop	Expert workshop
	<i>Training and implementation support</i>	No	No	Training and support	Training and support
Output 3: Field trial monitoring	<i>Emission levels</i>	Measured biomass loss	Measured biomass loss	Add biomass gains (regeneration, etc.)	Add biomass gains (regeneration, etc.)
	<i>Baseline emissions</i>	Extrapolated (because no setup scale activity data)	Extrapolated (same reason)	Calculated	Calculated
	<i>Project emissions estimation</i>	Default targets e.g. 10%	Targets (expert workshop)	Targets (expert workshop)	Targets (expert workshop)
	<i>Project emissions measurement</i>	No	No	Monitoring parameters (expert workshop)	Monitoring parameters (expert workshop)

加えて、LCoP/PMCP に準拠した低排出伐採の実践においては、具体的な RIL-C プラクティスの検討が必要となる。活動 2-2 では集材路網の最適化（道幅の制限含）や土場の面積と数の最小化、支障木の削減に向けた伐倒・集材プロセスの改善等が排出削減において重要であることを明らかにしたが、その一つ一つの RIL-C プラクティスの排出削減効果や費用対効果の程度の評価には至っていない。そのため、LCoP/PMCP のレビュー結果を踏まえ、同規則の遵守を通じた RIL-C の取り組みとなり得るものを再度整理し、PNG 森林公社として優先度を持って実践すべき個別の RIL-C プラクティスの特定や、将来的な実証試験及びポテンシャル評価を実施することを提案した。

活動 3-6 活動 3-1 から活動 3-5 を踏まえ、森林炭素モニタリング及び伐採活動からの排出削減に関する具体策の取りまとめ

上述の活動 3-1 から 3-5 の実施を通じて得られた成果や気づき、学び等を踏まえ、森林炭素モニタリングの拡大及び伐採活動からの排出削減促進に向けた具体的な提案を以下の通り取りまとめた。

炭素モニタリングに係る提言

1) フィールドにおける炭素モニタリングデータの蓄積

プロジェクト成果として得られた炭素モニタリング手法を活用し、セットアップレベルでの炭素排出データを蓄積する。

2) 組織体制の構築

本取り組みは PNG 森林公社にとって新たな試みであるため、その継続性を確保するためのプロジェクトチームを設立する必要がある。このチームは関連する技術部門で構成されるべきである。

3) フィールド炭素モニタリングの拡張

炭素モニタリングの範囲をセットアップ（最小の伐採地区単位）レベルからコンセッション（伐採許可区域）及び州レベルへ拡大し、伐採事業における炭素排出量をより広範囲で評価する（商業伐採に特化した排出係数 Emission Factor の検討と評価含）。

4) Expertise France (EF) との協働

EF と協力し、2025 年の炭素モニタリングに関する主要な活動を実施する：

- ① 対象となる州の特定
- ② 炭素モニタリングの計画策定（プロジェクトの数・種類、設定レベル、森林の分類（原生林または二次林））
- ③ 技術セッションの実施
 - 炭素排出削減のための操業手法の特定（ブルドーザーやチェーンソーの操作、データ交換等）

- 能力強化（PNGFA 本部職員、地方州事務所職員（現場職員含）、伐採事業体側職員等）
- 手法の精緻化

5) LCoP/PMCP 遵守による排出削減の評価

- LCoP/PMCP における炭素排出削減に寄与する操業手法の特定
- コンプライアンス遵守と非遵守の操業における排出レベルの比較検証
- LCoP 遵守による炭素排出削減効果の評価

6) 森林炭素プロジェクトの機会の追求

上記の活動を通じて伐採事業からの炭素排出データを十分に蓄積し、低排出伐採を通じた森林炭素プロジェクトの開発機会を追求する。

7) 伐採由来の排出量の評価と削減策の検討

伐採による排出量を包括的に評価し、排出削減のための対策を検討する。得られた結果を活用し、PNG の国別貢献（NDC）達成および地球規模の気候変動緩和策に貢献する。

活動 3-7 プロジェクト活動の成果を普及させるためのワークショップの開催

炭素モニタリング関連活動に係る成果を普及させるための活動を主に中間プロジェクトワークショップ、森林炭素モニタリングワークショップ、最終プロジェクトワークショップの計 3 回実施した。

第3章 教訓と提言

3.1 プロジェクト実施運営上の工夫と教訓

デジタル技術の活用と持続性の確保

本プロジェクトでは、森林管理の透明性と効率性を向上させるため、PMCP 及び LCoP の遵守状況をモニタリングし、またデータをデジタル化する目的で、デジタル技術の導入を推進した。特に、プロジェクト終了後も関係者が継続的に活用できるよう、商用ソフトウェアではなく、コスト負担の少ないフリーソフトウェアの採用を推奨した。

しかしながら、フリーソフトウェアは商用ソフトと比べて運用のために必要となる情報が分散しており、機能の習得にやや時間を要するという課題があった。プロジェクトでは、業務に必要な機能を整理し、実務者向けの簡易マニュアルを作成することで、この課題に対応した。また、モニタリングや森林施業に携わるすべての関係者がデジタル技術に精通しているわけではなく、特に現場レベルでの適用に困難が見られた。このため、プロジェクト終了後にも PNG 森林公社本部が中心となり、関係者への継続的な能力強化を実施し、デジタル技術の定着を促進することが重要である。本プロジェクトでは PNG 森林公社本部の GIS 担当職員への能力強化も行い、プロジェクト終了後の技術の拡散を担保することを心がけた。

また、デジタル技術を導入するには、そのためのインフラが不可欠である。本プロジェクトでは当初、林業プロジェクトのモニタリングを行う担当官の在籍する事務所にデジタルデータ管理のための PC などを導入することを検討していたが、当該事務所への電力供給、インターネット環境、セキュリティの確保が困難であり、最終的にはモニタリング担当官の監督を行う機能を有する州事務所に PC やドローンなどを導入することとし、その様にデータフローの整理を行った。

能力強化について

デジタル技術の導入と並行し、本プロジェクトでは、各ステークホルダーの能力強化に重点を置いた。デジタル技術の開発段階からパイロットサイトのモニタリング担当官、伐採事業体担当者に対する試行を通じて能力強化を進め、教材の作成などを同時に行ってきた。

こうして作成された教材を使って、長期専門家と共同で PMCP、LCoP 研修の一部としてデジタル技術についても能力強化を広く行えたことは効果的であった。特筆すべき点は、EU-FCCB や USAID といった国際プロジェクトとの連携により、研修の実施範囲を拡大できたことである。これにより、プロジェクトの成果を単発の取り組みではなく、より広範な影響を及ぼすものとすることができた。このような関係機関との協力体制は、他国の森林管理プロジェクトでもあまり例を見ない先駆的な取り組みであり、今後のモデルケースとして活用できる可能性がある。

またプロジェクト終了後にも研修の継続性を担保するために、PNGFA 職員にも研修講師を担当いただき、PNG 森林公社が独自にトレーニングを継続できるように心がけた。

COVID-19 パンデミックの影響について

新型コロナウイルス感染症の流行は、本プロジェクトの実施スケジュールに大きな影響を与えた。特に、案件立ち上げ時に現地渡航ができなかったため、当初詳細計画フェーズ（第1期）と本格実施フェーズ（第2期）の2期に分けての実施が想定され、詳細計画を最初の1年間かけて行い、残りの2年間で本格実施を行う計画で始まった。しかし、プロジェクト期間が3年と限られていたため、実際には最初の6か月間で詳細計画を切り上げ、当初のスケジュールよりも早いタイミングで本格実施フェーズに移行した。よって本格実施の期間を2.5年確保することができた。この迅速な適応により、プロジェクトの成果を最大化することができた。

また、2023年5月のCOVID-19の5類移行までは、感染防止対策を徹底し、関係者の健康と安全を確保した。その結果、業務渡航中のプロジェクト関係者に感染者が発生することはなかった。しかしながら、パンデミックによる航空便の削減や渡航制限により、予定していた渡航スケジュールが変更となった事例もあった。今後も柔軟なプロジェクトスケジュールを設定することで、予測不能な事態に対応できるように計画に余裕を持たせる必要がある。

PNG-FRIMS サーバのウイルス感染と情報セキュリティの強化

プロジェクト開始時点で、PNG-FRIMS の格納されたサーバがウイルスに感染していたことは、想定外の事態であり、復旧作業に多大な労力を要した。これは、PNGFA 職員が外部から受信したメールを開いたところ、ランサムウェアに感染し、また PNGFA のサーバの OS としてサポート期限切れのものが使用されていたことが原因となったと推定される。この問題は、プロジェクト開始前には把握されていなかったが、幸い詳細計画を立案するフェーズがあったため、このような状況を踏まえた計画立案を行うことができた。今後も不測の事態が生じたときのためのプロジェクトの柔軟性の確保については考えておく必要がある。

復旧作業と並行して、プロジェクトでは PNGFA 職員と情報リテラシーに関する意見交換を行い、ICT 職員と以下の再発防止策について確認した。

- ✓ 最新のウイルス対策ソフトウェアの継続更新
- ✓ 期限切れ OS の使用禁止
- ✓ 職員向けの情報セキュリティ研修の実施

今後も PNG 森林公社が適切なデータ管理を継続するために、サーバの維持管理に関する運用ルールを明確化し、関係者全員が適切にデータ管理を行える体制を構築することが求められる。

予算の柔軟性とロジスティクスの課題

本プロジェクトでは、通勤用にプロジェクト車両を活用できたため、ポートモレスビー市内のレンタカー代が節約された一方で、地方出張時にセキュリティカーを備上する必要性が生じ、当初想定していなかった支出が発生した。また、PNG 森林公社の MD の方針変更により、プロジェクト途中からカウンターパート職員の出張旅費が PNG 森林公社から支出されなくなり、プロジェクト側で費用を負担するケースがあった。

さらに、PNG 国内の航空便は頻繁にキャンセルされ、プロジェクトのスケジュールに影響を及ぼした。特に、現地アサイン期間に限られる状況下では、航空便のキャンセルに伴う対応が困難となることがあった。

これらの経験から、今後行われるプロジェクトでは、以下のような対策を検討する必要がある。

- ✓ 予算に柔軟性を持たせる - 突発的な経費の発生に対応できるよう、予算編成時に一定の予備費を確保する。
- ✓ ロジスティクスの最適化 - パイロットサイトをポートモレスビーから陸路でアクセス可能な地域に設定するなど、移動のリスクを軽減する。

プロジェクトのデザインや実施体制についての教訓

本プロジェクトは新型コロナウイルス感染拡大の影響で案件立ち上げ時の現地渡航ができなかったため、最初の半年間で詳細計画を行い、残りの2年半で本格実施を行うこととなったが、森林分野の協力については実施に時間がかかることも多く、本プロジェクトにおいては特に天然更新について、苗の育成や伐採跡地への植栽、その後の手入れ、活着状況の観察など、方法論の確認を行うための時間が十分に取れなかったことが課題となった。PNG は滞在コストが高いなど、予算と実施期間のバランスをとることが難しいという面もあるが、プロジェクトの効果をできる限り高めるために、十分なプロジェクト実施期間を確保することが肝要であると考えられる。

本プロジェクトの活動指標の4番目、「PNG 森林公社本部及びパイロットサイトの州事務所において、合計5名のPNG 森林公社職員が森林炭素モニタリングの技術専門家として育成される。」が、「森林炭素モニタリングの研修を行った結果、PNG 森林公社に所属する森林炭素モニタリングの技術専門家が、0人から3人に増加した。」とされ、指標の5人に届かず、評価結果が「部分的達成」となった。PNG 森林公社本部において、森林炭素モニタリングを主体となっておこなうべき部署に技術職員はそもそも2人しかおらず、また州事務所の人員も限られていたため、5人という人数設定が果たして妥当であるか、また、「技術専門家」の育成といった指標が高すぎないか、検討の余地があった。または、目標とする「技術専門家」の適切な技術内容やレベルについて早い段階で設定しておく必要があったと考える。

「活動 1-7 PNG 森林公社がプロジェクトの成果を関係者に普及するための、活動の成果に関するプログラムと資料を準備し、ワークショップを開催する。」と「活動 3-7 プロジェクト活動の成果を普及させるためのワークショップを開催する。」は、それぞれ内容が重複していた一方、成果 2 についてはワークショップに関する活動が含まれていなかった。いずれの成果についても、中間・最終ワークショップを含め、ワークショップの開催を通じて情報の共有、収集を行うプロセスは必要であったが、ワークショップに関する活動は1つにまとめるか、あるいは成果ごとにワークショップの狙いを明らかにして、それぞれの活動を位置づけるかした方が、各活動の目的がより明確になったと考えられる。

3.2 今後の PNG 国における天然林の持続的森林管理に関する提言、及び森林分野における気候変動対策等に関する提言

持続的な森林管理に向けた能力強化の継続

本プロジェクトでは、伐採事業体に対する PMCP 及び LCoP の研修を計 3 回実施し、森林管理の透明性向上と適正な伐採手続きの遵守を促進した。しかし、全国の伐採事業体に研修を行き渡らせるためには、さらに 4 回の研修実施が必要とされている。

本プロジェクトでは、教材が作成され、PNGFA 職員及び外部コンサルタントが講師として研修を実施できる体制が整備された。研修は本プロジェクト期間中に PNGFA 関係職員のほぼ全員を対象に実施されたが、新たに採用される職員への研修機会の提供や、既存職員のスキル向上のための定期的な研修の継続が不可欠である。そのため、PNG 森林公社は研修資金の確保や研修プログラムの整備を進めることが求められる。

PNG-FRIMS の改修と持続可能な運用

PNG-FRIMS の運用に用いられているコンピューターや基盤ソフトウェアは老朽化が進んでいる。また、PNG-FRIMS の各種ソフトウェアは PNG 森林公社本部の LAN 環境からしかアクセスできず、データの活用が十分に進んでいない。これら課題を解決するために、PNG 森林公社は次の対応を検討する必要がある。

1. 最新の OS 及び GIS ソフトウェアへの移行

- ✓ 最新の ArcGIS 製品を導入し、継続的なライセンス費用を確保する。あるいはフリーの GIS ソフトウェア (QGIS など) への移行を検討し、管理体制を整備する。
- ✓ PNG-FRIMS の運用に用いられるコンピューターの入れ替えを行う。

2. データセキュリティの強化

- ✓ クラウド環境でのシステム構築を検討する。
- ✓ PNG 森林公社の情報セキュリティ方針を考慮しながら、PNG 森林公社本部以外からの PNG-FRIMS の各種ソフトウェアへのアクセス許可を検討する。

3. PNG-FRIMS 運用の持続可能性の確保

- ✓ PNG 森林公社内にシステム管理者を配置し、GIS 技術の維持管理を行う体制を整備する。
- ✓ 長期的な運用戦略を策定し、財政的・技術的なサポート体制を構築する。

州事務所の強化

デジタル技術を活用した森林モニタリングの情報フローにおいて、州事務所は、モニタリング結果の監視、衛星画像を活用した林業コンセッションのモニタリング、ドローンによる抜き打ち検査など、現場での監督機能を担うべき立場にある。

しかしながら、多くの州事務所では、デジタル技術やリモートセンシング技術に関する知識・スキルを持つ職員の不足、PC やドローン等の機材・インフラの不足が課題である。今後、州事務所を中心とした森林管理体制を確立するために、次の対策が必要である。

1. 州事務所職員向けの能力強化プログラムの実施

- ✓ リモートセンシング技術、GIS の活用、ドローン操作などの研修を定期的実施する。

2. 必要な機材の配備とインフラ整備

- ✓ PC、ドローンなどの導入を進め、州事務所でのデジタル技術の利活用を促進する。

3. 情報共有・データ管理システムの構築

- ✓ 州事務所と PNG 森林公社本部がリアルタイムでデータを共有できるクラウドベースのシステムを検討する。

天然林の持続的管理に係る提言

(1) PNG 森林公社での天然林の持続的管理に係る現在の状況

天然林伐採地では、商用樹種が元のように生育していない林分が存在することが認識されている。伐採後の森林の状態を改善し、林内樹種構成における商用樹種の割合を増やすには、天然更新補助活動としてエンリッチメント植栽や保育施業が必要となる。一方で PNG 森林公社は、これまでに西セピック州、マダン州、西ニューブリテン州、マヌス州でこれらの課題に取り組むプロジェクトを実施しており、特に西セピック州の Amanab 地区は天然更新活動や天然林管理としての植栽事業を数多く実施してきた。

PNG 政府の政策として中期的展望に立った 2023 年から 2027 年までの国家森林開発プログラムでは、PNG 森林公社 は森林再生賦課金 (Reforestation Levy) と伐採事業体の自己資金を財源として、FMA 伐採権の下で、天然更新が不十分な地域で 2,000ha の森林再生を実施し、同時に土地所有者の意識向上と技術研修を行うとしている。また、新たに改定された伐採規範では、天然更新⁶の項目が新設されたが、現場レベルでの天然更新プロジェクトの具体的なアプローチについては触れられていない。

このため、本プロジェクトでは、天然更新補助事業を実施する際に考慮すべき事項を天然更新マニュアルとして整備することとなった。

(2) 天然林伐採地における天然更新補助活動に向けた本プロジェクトでの実施方針

Amanab 地区における本プロジェクトでのパイロット活動の目的は、彼らの歴史から学んだ活動をモデルとして確立して他のパイロットサイトに拡大し、将来的に PNG 国内に天然更新補助活動の経験や知識を普及・発展させることにある。活動の概要は以下の通りである。

- ・ 各コンセッションにモデル地区を設定し、伐採後のセットアップでエンリッチメント植林と保育施業を実施する。

⁶ 本プロジェクトでいう「Natural Regeneration」とは、LCoP 改訂版の「G.」の記述を指す。

- ・ 対象樹種の状態が良くない伐採後のセットアップで、エンリッチメント植栽を実施し、森林の状態を改善する。
- ・ 対象樹種の天然更新の障害となる競合植生を排除するため、エンリッチメント・サイトで、下刈、除伐、つる切等の保育施業を実施する。
- ・ 伐採後のセットアップでのエンリッチメント活動のモニタリング手順を明確にする。
- ・ 必要に応じて、動物による被害などその他の補助的な活動を行う。
- ・ 天然更新補助活動を推進するため、現場レベルで取り組むべき事項、計画、実施、モニタリングの方法に関する実施マニュアルを作成する。このマニュアルは、国の政策目標の達成を目指して他の地域にも活用する。

(3) 天然林の持続的管理に係る将来に向けての提言

上記中期目標を達成するためには、下記の事項を明確にし詳細な目標を設定することが重要である。

- ✓ Who (森林再生賦課金による PNG 森林公社による実施、または協定による伐採事業体による実施)
- ✓ Where (天然林伐採プロジェクト状況を勘案した州レベルの目標)

また、植栽方法別に目標を設定する必要がある。このため、エンリッチメント植栽で達成するのか、植林（造林）で達成するのか、またはその他の方法で達成するのか。また、その面積をどのように算出するか（セットアップ面積か、実植栽面積か）を整理する必要がある。

搬出路は、慣例的に行われている再伐採（2回目以降の伐採）を視野に入れて再利用されることを前提とし、搬出路沿いの植栽は推奨しない。現在のところ、伐採に生じて発生するギャップや林内でのラインプランティングにより、商業樹種を植栽することが最善の選択肢と考えられる。

植栽する樹種の実施については、現時点では科学的な知識や経験が明確でない樹種も多いため、場合によっては FRI と共同で生育をモニタリングし、教訓を見出す必要がある。

これまでに実施されたエンリッチメント・サイトの継続的なモニタリングを実施することは、PNG 森林公社内でベスト・プラクティスを蓄積することにつながる。また、将来的にエンリッチメントと造林地の継続的モニタリングのために、PNG 森林公社本部と現地事務所で GIS データベース管理が必要である。今後整理していくセットアップ計画を GIS データと紐づけて、天然更新補助活動のモニタリング成果を記録していく仕組み作りが重要と考えられる。

炭素モニタリングの拡充と国際資金へのアクセス

本プロジェクトでは、セットアップ単位での炭素モニタリング手法を開発したが、コンセッションレベル、州レベル、国レベルに適用するには、サンプル数が不十分である。今後、PNG 森林公社が主体となり、以下の取り組みを進める必要がある。

1. 炭素モニタリングデータの蓄積

- ✓ 現場でのモニタリングを継続し、サンプル数を増やしてデータの精度を向上させる。また適宜方法論の修正を行う。

2. 国際的に認められる方法論の確立

- ✓ 本プロジェクトで開発した方法論を基に、サンプル数を増やし、国際的に認められる形に調整することで、国際資金獲得のための根拠を強化する。

3. NFI（国家森林インベントリー）との統合

- ✓ 炭素モニタリング手法に NFI のデータを組み込み、作業の効率化とデータの統一を進める。

低排出伐採の促進と適切なインセンティブの導入

炭素モニタリングの方法論が確立し、測定サンプルが増加することで、林業活動のどの要素が炭素排出に大きな影響を与えているのかを明確化できると考えられる。これにより、低排出伐採を促進するための具体的な対策が導き出される。

今後の重点課題は以下の通りである。

1. 低排出伐採技術の導入と普及

- ✓ 炭素排出を抑えるための伐採方法の改善（例：適切な伐倒方向の選定、搬出路の最適化など）。
- ✓ 低排出伐採を実施する伐採事業者向けの技術研修の実施。

2. 経済的インセンティブの導入

- ✓ 低排出伐採を実施する事業者に対する経済的支援の仕組みを検討。
- ✓ 炭素市場を活用し、低排出伐採による排出削減分をカーボンクレジットとして取引できるようにする。

これらの取り組みにより、PNG の森林伐採がより持続可能な形で行われ、気候変動対策としての役割を果たすことが可能となる。