

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
(本文)

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

調査対象地域位置図

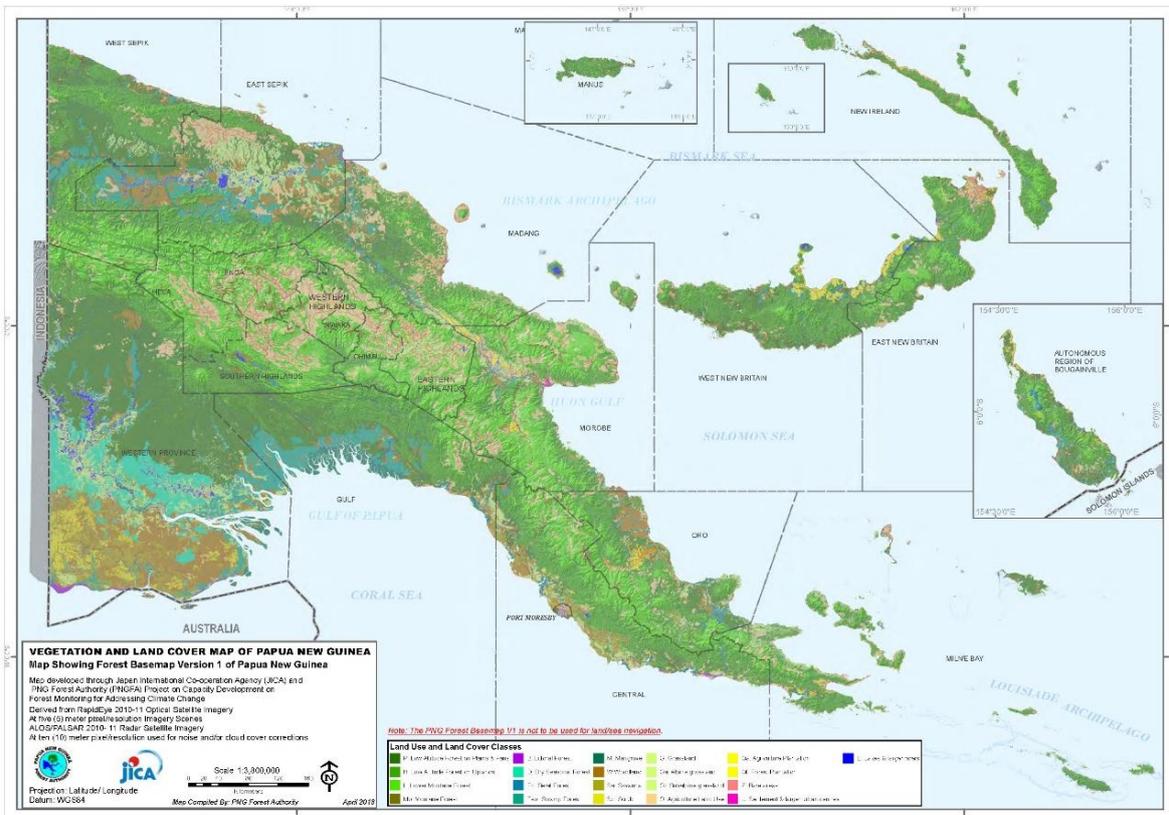
パプアニューギニア全土



Independent State of Papua New Guinea

パプアニューギニア独立国

面積：462,840 km²（日本外務省）
 人口：8,947,027 人（2020 年、世界銀行）
 一人あたり GNI：2,660 米ドル（2020 年、世界銀行）



現地活動写真



プロジェクトキックオフ会議（2022年5月）



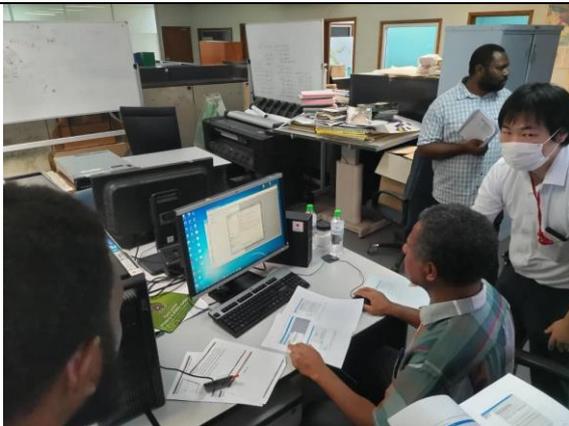
プロジェクトの活動計画作成に向けた意見交換会
（2022年5月）



森林研究所（FRI）試験地における植生による林地の商用樹種の植生回復に向けた取り組み（つるの繁茂により更新への影響がみられる）（2022年5月）



Marshall Lagoon 伐採地（Log landing に水が溜まっている）（2022年6月）



PNG-FRIMS 復旧作業の技術移転（2022年10月）



ロギングロードの敷設状況（2022年10月）

現地活動写真



伐採後7年経過した林内（早生樹に覆われている）
（2022年10月）



第2回 JCC 会議参加者（2022年10月）



第3回 JCC 会議での小出業務主任者によるプロジェクト進捗状況の説明（2023年3月）



伐採事業体キャンプ（Amanb1-4）に併設されている
苗畑（2023年3月）



Kwila の苗木（2か月で45cm程の出荷サイズとなる）
（2023年3月）



伐採地へのエンリッチメント植栽について土地所有者との協議（2023年3月）

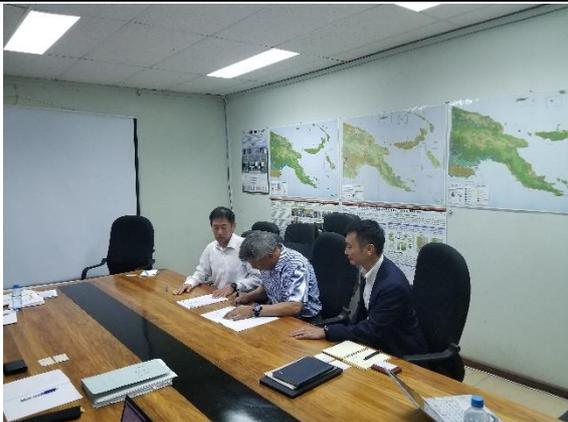
現地活動写真



植栽 k のマーキング作業 (Amanab)
(2023 年 5 月)



伐採会社の Log Pond (Amanab) (2023 年 8 月)



オープンベイツィンバー社 (OBT 社) との MOU の
署名の様子 (JICA 本部立会い) (2023 年 8 月)



UT123 の植栽間隔の検査 (十分な間隔が取られてい
ない) (2023 年 10 月)



Momase 地区 LCoP/PMCP 研修 (2023 年 11 月)



LCoP/PMCP 研修でのモバイルマップに関する説明
(2023 年 11 月)

現地活動写真



LCoP/PMCP 研修でのモバイルマップによる現在地
と伐採計画の確認 (2023 年 11 月)



LCoP/PMCP 研修での択伐後の林地残材に関する意
見交換 (2023 年 11 月)



LCoP/PMCP 研修での職員によるエンリッチメント
植栽 (2023 年 11 月)



Kupiano 地区の伐採事業者との協議 (2023 年 11
月)



NSI 地区 LCoP/PMCP 研修での Ivo Kusip 氏による丸
太計測の説明 (2024 年 2 月)



中間プロジェクトワークショップでのプロジェクト
作成成果物の展示 (2024 年 4 月)

現地活動写真



セントラル州事務所職員へのドローン画像処理研修
(2024年4月)



Mapping課職員による伐採事業者職員へのGIS実習
(セントラル州 Kupiano 地区) (2024年4月)



炭素モニタリング室内研修 (2024年7月)



炭素モニタリング研修における残存木のサイズ測定
(2024年7月)



UT51におけるKwilaの生育状況(光環境の良い箇所
所で良好な成育がみられる) (2024年8月)



UT51におけるKwilaの生育状況(土壌水分が多く
枯損している) (2024年8月)

現地活動写真



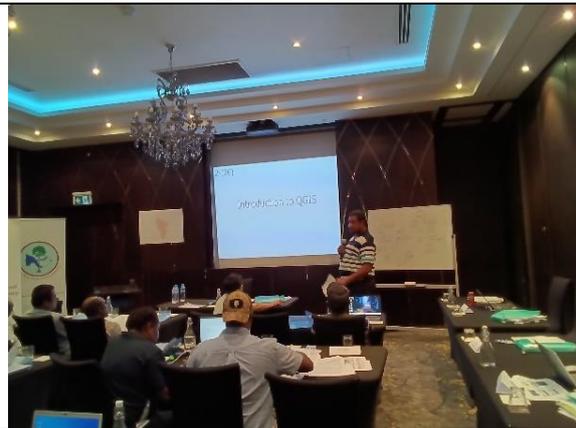
第1回伐採事業体向け研修の現場実習
(2024年9月)



UT123における Kwila の生育状況（生育の良い苗木
は2.4mほどに達している）（2024年10月）



UT123における Kwila の生育状況（生育の遅い苗木
は0.6mほどのままだになっている）（2024年10月）



第2回伐採事業体向け研修における Mapping 課 GIS
担当職員による GPS・GISに関する講義
(2024年10月)



第2回伐採事業体向け研修における研修成果発表
(2024年10月)



Open Bay における調査についての OBT 社への説明
(2024年11月)

現地活動写真



炭素モニタリング研修（2024年12月）



カロフィルム生育状況（Open Bay）（2025年1月）



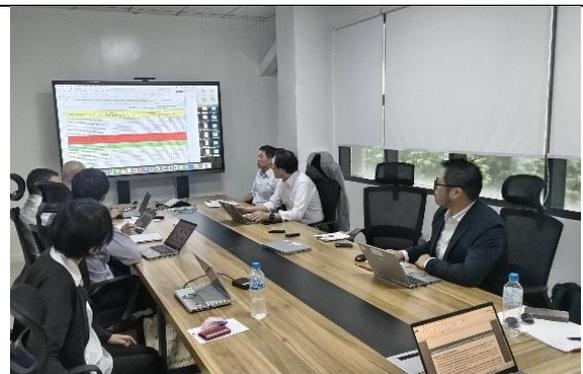
マラス生育状況（Open Bay）（2025年1月）



ギャップでの植栽状況（Open Bay）（2025年1月）



第5回 JCC 会議での岡林チーフアドバイザーによる
プロジェクト概要説明（2025年3月）



Expertise France との 2025 年 EU-FCCB プロジェクト
活動計画に係る協議（本プロジェクトからの教訓と
提言を説明）（2025年3月）

目次

調査対象位置図
現地活動写真
目次
添付資料目次
表目次
図目次
略語表

第1章	プロジェクトの概要	1-1
1.1	プロジェクトの背景と経緯	1-1
1.2	プロジェクトの目的と活動の概要	1-2
1.3	業務フローと投入	1-4
1.4	プロジェクトの運営	1-10
第2章	プロジェクト活動の実績	2-1
2.1	成果1に係る活動	2-1
2.2	成果2に係る活動	2-23
2.3	成果3に係る活動	2-33
第3章	教訓と提言	3-1
3.1	プロジェクト実施運営上の工夫と教訓	3-1
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	3-4

添付資料目次

パート1	技術協力成果品及びその他のプロジェクト成果
添付資料1	LCoP 及び PMCP に関する普及計画
添付資料2	天然更新に対する今後の実施方針
添付資料3	森林炭素モニタリングに関する今後の実施方針
添付資料4	広報資料
添付資料5	PMCP Check app 管理者マニュアル
添付資料6	GPS と GIS の基本概念
添付資料7	QGIS 入門
添付資料8	成果2に係るデモンストレーション活動実施計画 (Amanab)
添付資料9	成果2に係るパイロット活動実施計画 (Open Bay)

- 添付資料 10 天然更新に係るパイロット活動実施計画と結果 (Marshall Lagoon & Unu Amau FMA)
- 添付資料 11 対象樹種の苗木生産方法情報
- 添付資料 12 天然林伐採地における天然更新補助活動マニュアル
- 添付資料 13 PNG LCoP の実践による気候変動緩和ポテンシャルと伐採由来の炭素排出量モニタリングのための現地調査指標
- 添付資料 14 JICA-PNGFA プロジェクトにおけるコンセッションサイトでのモニタリング試行のために開発されたセットアップスケールの手法を用いたパプアニューギニアにおける伐採事業の炭素パフォーマンスの最初の結果
- 添付資料 15 東ニューブリテン州 Open Bay Timber における伐採事業のフィールド炭素モニタリングの試行
- 添付資料 16 PNGFA-JICA プロジェクトパイロットサイトにおける伐採排出炭素モニタリングに係る調査手法
- 添付資料 17 フィールド伐採排出量測定のためのプロジェクトマニュアル
- 添付資料 18 伐採炭素排出量計算のためのプロジェクトマニュアル

パート 2 協議・検討資料

- 添付資料 19 情報セキュリティに関する ICT 調査の概要
- 添付資料 20 Key Standard
- 添付資料 21 活動 1-1 に関する報告書
- 添付資料 22 新たな LAN Map 構築にあたっての PNG 森林公社からのヒアリング結果
- 添付資料 23 PMCP モニタリング促進のため開発する方法論でカバーする範囲
- 添付資料 24 苗木生産方法
- 添付資料 25 Collect Earth 森林劣化分析レビュー
- 添付資料 26 衛星画像解析による伐採活動の検出
- 添付資料 27 Mobile Offline Map デモ資料
- 添付資料 28 Mapping 課職員向け研修計画協議資料
- 添付資料 29 PNG 森林公社と伐採事業体間でデジタル地図を共有するための GIS と GPS 利用の導入
- 添付資料 30 PNG 森林公社と伐採事業体間での伐採計画の GIS データの交換
- 添付資料 31 植栽活着率調査結果
- 添付資料 32 操業現場における炭素排出レベルのモニタリングを通じた伐採権パフォーマンス評価

パート 3 その他の資料

- 添付資料 33 プロジェクトデザインマトリックス
- 添付資料 34 現地再委託業務「伐採事業体や天然林の森林管理等に関する調査業務」
- 添付資料 35 合同調整委員会会議
- 添付資料 36 日本でのカウンターパート研修
- 添付資料 37 中間プロジェクトワークショップ
- 添付資料 38 最終プロジェクトワークショップ

表目次

表 1.3-1	活動計画・実績対比表.....	1-6
表 1.3-2	業務従事者の従事実績表.....	1-7
表 1.3-3	現地業務費	1-8
表 1.3-4	調達機材一覧	1-9
表 1.4-1	JCC の開催時期と議題.....	1-10
表 1.4-2	本邦研修日程	1-12
表 1.4-3	技術協力成果品	1-13
表 2.1-1	パイロットサイト候補、選定基準・評価概要.....	2-7
表 2.1-2	対象種	2-8
表 2.1-3	Mobile Offline Map の試行手順	2-9
表 2.1-4	PMCP Check app の試行手順.....	2-11
表 2.1-5	伐採事業体職員を対象とした PMCP 及び LCoP 普及に係る研修場所.....	2-18
表 2.1-6	第2回伐採事業体職員向け研修プログラム.....	2-18
表 2.1-7	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.....	2-21
表 2.2-1	主要商用樹種（抜粋）	2-23
表 2.2-2	施業コストの一例	2-26
表 2.2-3	Amanab1-4 サイトの各活動区画での活動内容.....	2-27
表 2.2-4	各セットアップでの実施施業の状況.....	2-29
表 2.2-5	Open Bay サイトでの活動内容.....	2-31
表 2.2-6	パイロット活動内容と活動箇所.....	2-32
表 2.2-7	Marshall Lagoon サイトでの活動内容	2-32
表 2.2-8	天然更新補助活動マニュアル記載事項.....	2-33
表 2.3-1	PNG LCoP 及び PMCP と RIL-C 原則の整合性	2-34
表 2.3-2	炭素モニタリングに必要となるパラメータと情報源（2022 年時点）	2-36
表 2.3-3	LCoP 項目と気候変動緩和策のポテンシャルの要約表	2-37
表 2.3-4	伐採由来排出源モニタリングに必要な現地調査指標案（2023 年度時点） ...	2-38
表 2.3-5	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（2023 年度時点）	2-39
表 2.3-6	伐採作業の効果を測るインパクト・パラメータ案の検討（データ取得方法及びサン プルサイズ。2023 年度時点）	2-39
表 2.3-7	炭素モニタリング調査指標及び測定項目一覧.....	2-43
表 2.3-8	伐採由来の排出量算出に必要な情報.....	2-45
表 2.3-9	炭素モニタリング調査項目	2-46
表 2.3-10	対象炭素プール	2-46
表 2.3-11	成果3関連で実施した研修及び参加者数一覧.....	2-47
表 2.3-12	商業伐採由来の排出量の計算及び利点の概要.....	2-49
表 2.3-14	Marshall Lagoon & Una Amau FMA のケールにおけるベースライン値	2-50
表 2.3-15	RIL-C 実践による排出削減効果で得られる財政支援規模の試算	2-50
表 2.3-16	炭素モニタリングの規模拡大に向けた取り組み案.....	2-51

表 2.3-17 緩和ポテンシャルを有する RIL-C としての LCoP/PMCP コンプライアンス作業.....	2-5 3
表 2.3-18 2025 年 EU-FCCB プログラムで実践する炭素モニタリング活動詳細.....	2-5 5

図目次

図 1.3-1 プロジェクトの構造.....	1-4
図 1.3-2 業務のフローチャート.....	1-5
図 1.4-1 プロジェクト活動の広報ツール.....	1-14
図 2.1-1 Log Landing の様子 (Marshall Lagoon FMA 2022 年 6 月)	2-1
図 2.1-2 伐採終了後の Logging road 及びその路肩の状況.....	2-2
図 2.1-3 Logging road の設置事例 (Amanab1-4 2019 年 5 月)	2-2
図 2.1-4 セットアップ図面の一例.....	2-3
図 2.1-5 モバイル端末活用のイメージ.....	2-5
図 2.1-6 PNGFA 職員の LAN Map2 利用の様子.....	2-5
図 2.1-7 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.....	2-6
図 2.1-8 パイロットサイト位置図 (林業コンセッション)	2-8
図 2.1-9 Mobile Offline Map 試行の様子.....	2-10
図 2.1-10 年間伐採計画の位置情報のずれ.....	2-10
図 2.1-11 Mapping 課職員による仕様書 (案) 説明の様子.....	2-11
図 2.1-12 PMCP Check app 試行の様子.....	2-12
図 2.1-13 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.....	2-12
図 2.1-14 標高データ解析	2-13
図 2.1-15 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.....	2-14
図 2.1-16 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.....	2-15
図 2.1-17 研修で使用した年間伐採計画図.....	2-17
図 2.1-18 Mapping 課 GIS 担当職員向けの研修の様子.....	2-18
図 2.1-19 Mapping 課 GIS 担当職員による講義及び実習の様子.....	2-21
図 2.1-20 中間プロジェクトワークショップの様子.....	2-22
図 2.1-21 最終プロジェクトワークショップの様子.....	2-22
図 2.2-1 主要対象樹種の選定 (パイロットサイト候補地周辺のインベントリ情報)	2-24
図 2.2-2 エンリッチメントに関する取り組み.....	2-24
図 2.2-3 樹齢による生育状況の比較.....	2-26
図 2.2-4 Amanab サイトの苗木生育状況.....	2-29
図 2.2-5 FW15 除伐実施箇所の状況 (左: 2023 年 10 月、右: 2024 年 4 月)	2-30
図 2.2-6 ドローンによる伐採モニタリングと植栽計画.....	2-31
図 2.3-1 林業現場におけるドローン画像と衛星画像の見え方の比較.....	2-40
図 2.3-2 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.....	2-41
図 2.3-3 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....	2-42
図 2.3-4 伐採作業による排出源.....	2-43

図 2.3-5	炭素モニタリング用ドキュメント一式.....	2-4 5
図 2.3-6	炭素モニタリング研修前後での理解度及び知識レベルの変化.....	2-4 8
図 2.3-7	炭素モニタリングの規模拡大アプローチ.....	2-5 1
図 2.3-8	炭素モニタリングワークショップの様子.....	2-5 6
図 3.2-1	改訂版「Logging Code of Practice」から該当箇所を抜粋.....	3-5
図 3.2-2	プロジェクトで作成した天然更新補助活動マニュアル.....	3-5

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
MAFF	Forestry Agency, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries	農林水産省
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
NAS	Network-attached Storage	ネットワーク接続ストレージ
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
PO	Plan of Operations	活動計画表
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 プロジェクトの概要

1.1 プロジェクトの背景と経緯

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、PNG においては REDD+（開発途上国における森林の減少・劣化に由来する排出の削減等）を重要な政策課題に据えており、貴機構を含め、国連食糧農業機関（FAO）や国連開発計画（UNDP）などのドナーが連携して、森林セクターの協力が行われてきた。我が国としては、大洋州地域における気候変動対策支援の一環として、2010 年よりこれまでに 1 件の無償資金協力と 2 件の技術協力プロジェクトによって、全国レベルの森林被覆図の整備、PNG 森林資源情報管理システム（以下、「PNG-FRIMS」）の構築及びその活用による森林計画関連業務、森林モニタリング改善、REDD+関連の情報整備などにより、気候変動対策に資する持続可能な森林管理に向けた環境整備を行ってきた。一方、木材生産の現場での森林局職員による指導監督業務やそれによって導かれるとされる持続可能な伐採活動を効果的・効率的に行うにあたっては課題が残されている。

このような背景を踏まえ、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」）を実施することとした。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。

本プロジェクトにおいては、長期専門家としてチーフアドバイザー/森林政策と業務調整の 2 名が派遣された（2022 年 4 月～2025 年 4 月）。国際航業株式会社は 2022 年 2 月 4 日に JICA と業務実施契約を締結し、本プロジェクト活動に参画した。本報告書においては、プロジェクト活動の全体を要約しつつ、特に国際航業株式会社が実施した業務に重点を置いて、その成果を報告するものである。

1.2 プロジェクトの目的と活動の概要

活動の実施を通して、長期専門家と連携しつつ、カウンターパート (C/P) 機関である PNG 森林公社 (PNGFA) との協働によりプロジェクト目標を達成することを業務の目的とした。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、及び活動の概要は以下の通りである。本プロジェクトのプロジェクトデザインマトリックス (PDM) については添付資料 33 に示す。

■ 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。

■ 活動の概要

【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を調査し、課題を抽出する。

活動 1-2 活動 1-1 で整理された情報を踏まえ、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新たな技術の活用方法について検討し、特定する。

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選定のための条件を設定し、パイロットサイトを決定する。

活動 1-4 パイロットサイトにおいて、活動 1-2 で特定された技術を試行する。

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を特定し、PNGFA 職員に対して研修を行う。

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）

活動 1-6 PNGFA 職員が伐採業者職員を対象とした PMCP 及び LCoP の普及活動を実施する。

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。

【成果 2 に係る活動】

活動 2-1 伐採後の天然更新が確実に行われるにあたっての課題を抽出する。

活動 2-2 活動 2-1 で抽出された課題を解決するための主要な関係者の特定と実施体制及び技術的改善策を検討する。

活動 2-3 活動 1-3 で決定されたパイロットサイトにおいて、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を実施する。

活動 2-4 主要な関係者と協力して、使用者マニュアル案を作成する。

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を最終化し、PNGFA 職員と主要な関係者に共有する。

【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レビューする。

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）を特定する。

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を特定し、開発する。

活動 3-4 PNGFA の現地職員へ、炭素モニタリングを導入するための研修プログラムを策定し、実施する。

活動 3-5 低排出伐採活動の実施を促進する提案を取りまとめる。

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を取りまとめる。

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を開催する。

■ プロジェクト対象機関

対象機関：PNG 森林公社（PNGFA）

■ プロジェクト対象区域

対象区域：PNG 全域

1.3 業務フローと投入

1.3.1 業務フローチャート

本プロジェクトは大きく分けて詳細計画フェーズ（第1期）と本格実施フェーズ（第2期）に分かれるが、3つの成果とそれぞれに関連する一連の活動から構成される。それぞれの成果についてパイロットサイトにおける試行とプロジェクト活動によって得られた知見や経験のマニュアル化、PNGFA 職員をはじめとするステークホルダーに対する研修、政策とに対する提言、そしてワークショップにおける成果の普及を行った（図 1.3-1）。

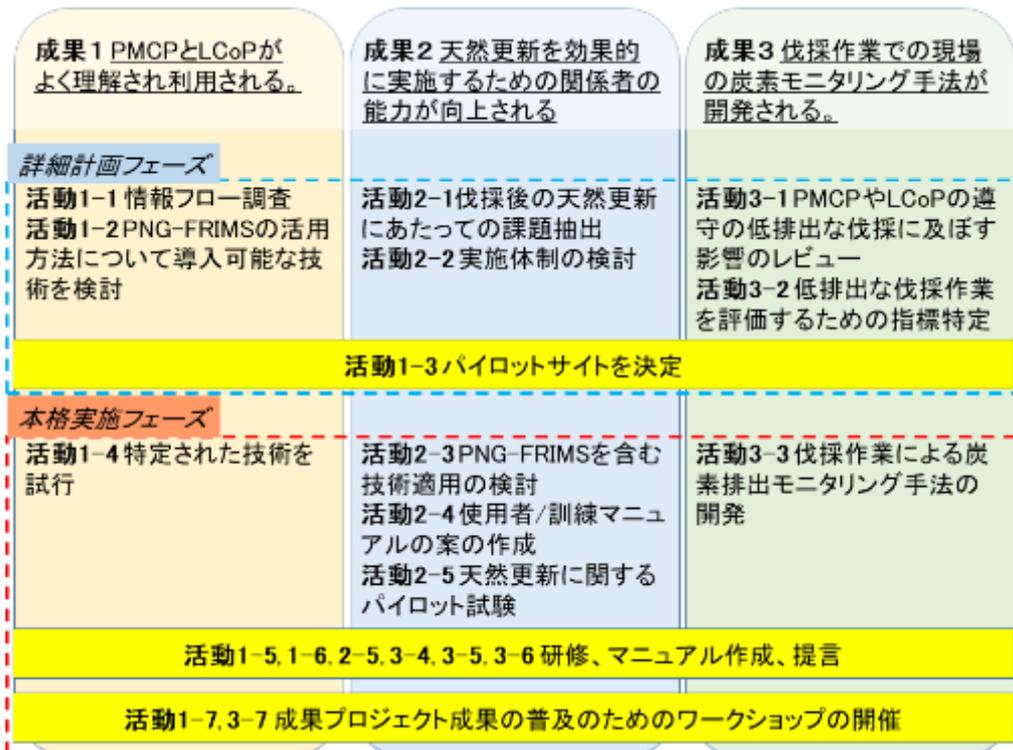


図 1.3-1 プロジェクトの構造

本プロジェクトの業務フローチャートを図 1.3-2 に示す。

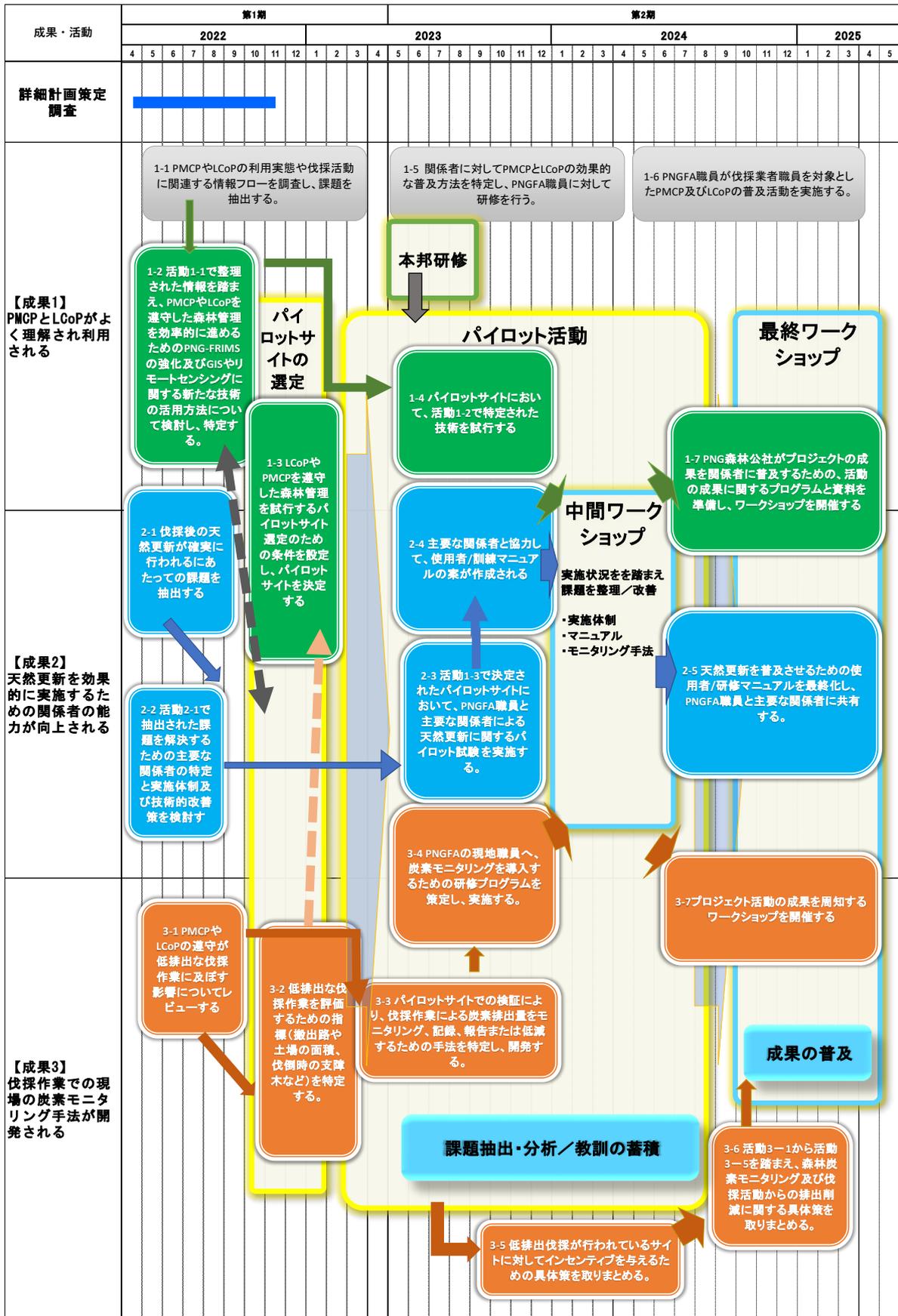


図 1.3-2 業務のフローチャート

1.3.4 現地業務費実績

現地業務費実績を表 1.3-3 に示す。

表 1.3-3 現地業務費

	第 1 期		第 2 期			合計
	2022 年度	2023 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度	
特殊備人費	848,020	0	1,459,859	3,219,600	60,574	5,588,053
車両関連費	3,053,393	-19,220	2,168,675	4,446,341	0	9,649,189
セミナー等 関連費	186,178	0	640,529	2,913,638	0	3,740,345
事務所関連費	0	0	0	0	0	0
旅費・交通費	673,893	0	1,066,276	1,017,781	0	2,757,950
施設・設備等 関連費	0	0	0	0	0	0
資料等作成費	0	0	0	0	0	0
雑費	1,061,513	66,355	374,540	1,977,281	0	3,479,689
合計	5,822,997	47,135	5,709,879	13,574,641	60,574	25,215,226

1.3.5 調達機材

調達した機材の一覧を表 1.3-4 に示す。

表 1.3-4 調達機材一覧

年度	物品	規格	個数	取得価格	通貨	日本円換算 取得価格	取得日	配置場所	現況
2022	マルチプリンター	HP Color LJ Pro M283FDN MFP	1	1,899.00	PGK	70,726	2022/5/11	PNGFA	稼働中
2022	UPS (PC他)	Eaton 5S 1.6KVA 1000W G349N45391	1	1,019	PGK	40,415	2023/3/16	PNGFA	稼働中
2022	PNG-FRIMS用WS	DESKTOP LENOVO TCENTRE M70sSSF	1	4,928	PGK	195,453	2023/3/22	PNGFA	稼働中
2023	ドローン ドローンバッテリー ドローン機体保証(2年分)	①DJI Mavic 3 Enterprise (DJI Care Enterprise Plus) ②DJI Mavic 3 Enterprise Series PART 01-RTK Module ③DJI Mavic 3 Enterprise Series PART 05-Battery Kit ④DJI D-RTK 2 High Precision GNSS Mobile Station ⑤DJI D-RTK 2 BASE STATION TRIPOD ⑥HELICAM D-RTK2 固定局 専用ソフトケース	1	1,342,000	円	1,342,000	2023/4/20	PNGFA	稼働中
2023	ドローン画像解析用ハイスペックWS	HP Z1 Tower G9 i9 32GB 1TB SSD 2TB HDD 12GNV-RTX3060 6E2J9PA	1	15,413.20	PGK	639,089	2023/10/16	PNGFA	稼働中
2023	レーザー距離計	LASER RANGFINDER TRUPULSE 200L LSE - AU (1750m)	3	10,350	PGK	425,184	2023/11/28	PNGFA	稼働中
2023	GPS端末	GPSMap 65s Preloaded Worldwide B Multi-Band GPS Handheld	3	4,382	PGK	180,015	2023/11/29	PNGFA	稼働中
2023	ドローン画像解析用ワークステーション本体	HP Z2 SFF G9i7 16GB 512GDSSD 1TB HDD T400-4G WiFi 2xmDP W11P 3y	1	10390	PGK	423,968	2024/3/15	Provincial office (Central)	稼働中
2023	モニター	Philips Evnia 27" QHD Curved 16:9 1ms HDMI DP Tilt 3yr	1	1580	PGK	64,473	2024/3/15	Provincial office (Central)	稼働中
2023	現場用ノートPC	Lenovo IdeaPad Slim 3 14" i5 8GB 512GB W11H Grey 1Yr	3	3242	PGK	396,873	2024/3/15	PNGFA	稼働中
2024	ドローン画像解析用ワークステーション本体	HP Z2 SFF G9i7 16GB 512GDSSD 1TB HDD T400-4G WiFi 2xmDP W11P 3y	2	18,580	PGK	702,142	2024/9/9	PNGFA	稼働中
2024	モニター	HP OMEN 32C 31.5" QHD 2560x1440 Curved 1ms HDMI DP 3Yr	2	4,692	PGK	177,312	2024/9/9	PNGFA	稼働中
2024	UPS	700VA/390W Brick 10A LCD CyberPower	2	1,757	PGK	66,411	2024/9/9	PNGFA	稼働中
2024	タブレット端末	Samsung tab A9	3	2,097	PGK	79,246	2024/9/16	PNGFA	稼働中
2024	UPS	UPS 650VA/350W Brick 3x GPO Line Interactive	1	473	PGK	17,387	2024/10/28	PNGFA	稼働中
2024	マイクロSDカード	MICRO SDXC CARD EXTREME PRO DU 512GB 4KUHD 200MB/s/R-140MB/s/W	3	2,025	PGK	74,415	2024/10/28	PNGFA	稼働中
2024	マイクロSDカードリーダー	ADAPTER HUB 5IN1 CH255 M/PORT USB-C/USB-C/MSD READER	3	180	PGK	6,615	2024/10/28	PNGFA	稼働中
2024	ドローン ドローンバッテリー ドローン機体保証(2年分)	①DJI Mavic 3 Enterprise (DJI Care Enterprise Plus) ②DJI Mavic 3 Enterprise Series PART 05-Battery Kit	2	63,637	PGK	2,338,526	2024/10/28	PNGFA	稼働中
2024	標定板(対空標識)	Landing Pad for Drones 110mm	3	535	PGK	19,644	2024/10/28	PNGFA	稼働中
2024	画像解析ソフトウェア	WebODM *オープンソースソフトウェアで代替	3	0	PGK	0	-	PNGFA	稼働中

1.3.6 現地再委託

PNGにおける伐採事業体や天然林の森林管理等に関する調査を行うため、現地再委託を行った。本調査の目的は、政府や伐採事業体の PMCP や LCoP の認識や実施の状況、伐採事業体や土地利用者による天然林の森林管理の現状など、本案件の実施に必要な現場レベルの情報の収集である。再委託の TOR 及び調査報告書を添付資料 34 に示す。

再委託契約名：伐採事業体や天然林の森林管理等に関する調査業務

再委託業者名：Rhills PNG Limited

再委託契約履行期間：2022年10月7日～2023年2月28日

再委託契約金額：31,044.00 USD (4,306,423 円 (1,345,841 円 *2022年10月レート+2,960,582 円 *2023年3月 JICA レート)

本調査は、PNG 森林公社職員、伐採事業体、土地所有者、その他関係者の LCoP コンプライアンス及び伐採後の天然更新に係る現状、実行能力についての現状を明らかにするとともに、収集された情報は、本プロジェクトの詳細計画立案に活用した。

1.4 プロジェクトの運営

1.4.1 合同調整委員会

本プロジェクトでは、計5回の合同調整委員会（JCC）に長期専門家と共に参加し、PNG 国側に業務の成果・進捗・課題を説明・協議し、その後の業務計画について承認を得た。JCC の概要を表 1.4-1 に示す。JCC の議事次第や発表資料、議事録等は添付資料 35 に示す。

表 1.4-1 JCC の開催時期と議題

回	開催日	主な議題
第1回	2022年5月31日	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト背景及び目的の説明 年次作業計画の承認 パイロットサイト選定の方針決定
第2回	2022年10月25日	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト活動の進捗・成果の確認 パイロットサイト選定結果及び詳細計画調査（研修、プロジェクトの実施上の課題と対応方針、PNG-FRIMS の復旧等）の報告 修正された PDM 及び活動計画（PO）の承認
第3回	2023年3月16日	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト1年目の活動の進捗状況の報告 プロジェクト2年目の作業計画（日本でのカウンターパート研修、PMCP と LCoP の普及活動を含む）の承認
第4回	2024年4月29日	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクトの2年間の進捗・成果の確認 最終年度の作業計画の承認 他の開発パートナー（欧州連合（EU）、アメリカ合衆国国際開発庁（USAID））との協力体制の構築についての確認
第5回	2025年3月26日	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト成果と目標の達成状況の報告 各成果に係る今後の実施方針の提言

1.4.2 詳細計画策定フェーズと本格実施フェーズ

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、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、最初の1年間で詳細計画を行い、残りの2年間で本格実施を行う計画で始まっ

た。実際には最初の6か月間で詳細計画が行われ、2022年10月25日に行われた第2回JCCにおいて計画が承認され、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。

本業務実施は当初の詳細計画フェーズと本格実施フェーズの想定期間に合わせて、第1期を1年間、第2期を2年間として別契約とすることが想定されていたが、実際には半年間で本格実施フェーズへ移行したことに伴い、詳細計画フェーズにおいて明らかとなった PNG-FRIMS の格納されたサーバのウイルス感染への対応や、プロジェクト活動において必要となる機材の調達を行うために、第1期中に契約変更を行った。

1.4.3 PNG-FRIMS の復旧

本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状況を受け、初回現地渡航前に C/P に連絡を取り情報収集を実施した結果、データバックアップ用に設置していたネットワーク接続ストレージ (NAS) も感染の被害を受けており、PNG-FRIMS 及びデータベースの復旧はかなり厳しい状況と推察した。

現地渡航後、PNG-FRIMS の現状調査を行った結果、①ハードウェアパーツの破損（老朽化によるものと推定）、②暗号化されたデータを復号することが現時点で困難であることの2点を把握した。また、PNG 森林公社の Information & Communication Technology (ICT) 課職員と協議した際に、③近い将来、PNG 森林公社に新しくサーバ (Windows Server2019) が導入されることを把握した。以上3点から新しく導入されるサーバに PNG-FRIMS を再構築することが効率的であり、かつ、最も早く PNG-FRIMS を再稼働する手段であると考え、C/P 及び ICT 課職員と協議を実施し同意を得た。また、ICT 課職員とシステムセキュリティ対策に係る意見交換会を行い、継続的な PNGFA 職員への情報リテラシー教育の必要性について合意を得た。

これら調査及び協議の結果を踏まえ、ウイルス感染した NAS の再設定を行い、弊社が所有していた前プロジェクトで作業したデータの整理を行いデータのコピーを行った。また、PNG 森林公社への新サーバの導入を見据え、PNG-FRIMS に用いられているソフトウェア (SQL Server、ArcGIS Server) の互換性について調査を行った。その結果、各ソフトウェアが動作保障対象外であること、各ソフトウェアをアップデートする際に追加費用が発生しないことを確認した。

引き続き C/P 及び ICT 部門職員と協議を進めたところ、ICT 部門から、すでにサポートが終了している Windows7 (PNG-FRIMS のワークステーション) を PNG 森林公社が新たに導入したサーバへ接続することはできないとの意見が挙がったため、次善策としてローカルエリアネットワークで PNG-FRIMS の仮復旧を行った。復旧作業時に上がった懸念点として、復旧作業序盤に ArcGIS のライセンス管理を行うメインワークステーションがシステムフリーズしていることが発覚し、システムのフリーズ原因は、ワークステーションの老朽化及び無停電電源装置 (UPS) の寿命と推測した。

さらに協議を進め、PNG-FRIMS を新たに導入したサーバに移行する条件として、①ワークステーションの OS バージョンアップ (Windows10 以上) と②ワークステーションを保護するための UPS の導入の2点が挙げられた。このため、UPS 及び Windows10 以上のワークステーション

ョンの調達を行った上で、ICT 課職員とともに PNG-FRIMS を新サーバへ移行し、各ソフトウェアをアップデートした際の PNG-FRIMS の動作確認を行った。

また、ICT 部門職員と共に、人的ミスによるコンピュータウイルス感染のリスク対策として、PNGFA 職員を対象に、Google Forms を活用した質問形式の情報リテラシー確認 Web テスト (e-learning) を定期的実施した。情報リテラシー確認 Web テストの概要は添付資料 19 に示す。

1.4.4 日本でのカウンターパート研修

長期専門家主導で、研修生 5 名を対象に 2023 年 5 月 24 日～6 月 7 日の 15 日間で本邦研修を実施した。研修の概要を表 1.4-2 に示す。短期専門家は、長期専門家とともに 5 月 25 日のアクションプランキックオフ、5 月 26 日のドローン実技、5 月 29 日のドローン解析、6 月 5 日のアクションプラン取りまとめの研修を担当した。研修の内容は、研修中に作成したアクションプランを含め、中間プロジェクトワークショップで研修参加者から報告が行われた。短期専門家が担当した研修の資料及び研修結果報告を添付資料 36 に示す。

表 1.4-2 本邦研修日程

日付	形態	研修内容	研修場所
5/24 (水)		来日	
5/25 (木)	討議	ブリーフィング オリエンテーション 研修成果のプロジェクトでの活用案の検討	JICA 筑波
5/26 (金)	実習	ドローンに関する基礎知識 操縦トレーニング	吉原交流センター
5/27 (土)		休日	
5/28 (日)		休日	
5/29 (月)	講義 実習 討議 講義	日本の森林・林業分野におけるドローン活用例 画像処理体験 (PNG における伐採事業箇所を事例として) PNG の伐採事業におけるドローンの活用案の検討 PNG のドローン法規	国際航業 (株)
5/30 (火)	講義 講義 講義	日本の森林と林業の概要 森林整備事業 国有林の管理経営	林野庁
5/31 (水)	講義 視察	木曾森林管理署の概要 生産・森林整備事業 木曾林業	木曾森林管理署 御料館
6/1 (木)	視察	生産、天然更新、森林整備、へり集材、林道、土場の事業 現場視察	木曾森林管理署管内現場
6/2 (金)	講義 視察	木曾森林組合の概要 民有林の伐採事業 日本の森林レクリエーション	木曾森林組合 及び事業現場
6/3 (土)	視察	日本の建築文化と木造建築	
6/4 (日)		休日	
6/5 (月)	討議 発表	研修成果のプロジェクト活動での活用案の取りまとめ 研修成果のプロジェクト活動での活用案の発表	JICA 筑波
6/6 (火)		離日	

1.4.5 プロジェクトの成果

本プロジェクトで取り纏めた技術協力成果品は表 1.4-3 の通りである。

表 1.4-3 技術協力成果品

成果品	添付	関連する PDM の成果指標
LCoP 及び PMCP に関する普及計画	添付資料 1	成果指標 1.3
天然更新に対する今後の実施方針	添付資料 2	成果指標 2.1
森林炭素モニタリングに関する今後の実施方針	添付資料 3	成果指標 3.1、3.2、3.4

「LCoP 及び PMCP に関する普及計画」には付属資料として以下のマニュアルが含まれる。

- Mobile Offline Map ユーザーマニュアル
- PMCP Check app ユーザーマニュアル
- LAN Map2 マニュアル
- 伐採コード/炭素モニタリングシステム (LCMS) としてカスタマイズされた森林減少アラート・モニタリングシステム (DAMS) の研修
- UAV オルソモザイク画像作成手順書
- PNGFA への GIS データ投稿
- QGIS 入門
- デジタルデータの交換に関する仕様書
- セットアッププラン作成のための先進技術の活用

1.4.6 成果の普及・広報活動

プロジェクト関係者や PNG 内外に活動を発信することを目的に、本プロジェクトでは下記の広報ツールや SNS ツール (Facebook、YouTube) を活用した広報活動を行った。また、広報資料として活動の紹介を行うニュースレター及びファクトシートを作成し、Facebook にて公開、またワークショップで配布した。

- JICA 技術協力プロジェクトウェブサイトのプロジェクトニュース
(<https://www.jica.go.jp/oda/project/201904492/index.html>)
- PNG 森林公社公式ウェブサイト内プロジェクトページ
(<https://www.pngfa.gov.pg/index.php/projects/aid-projects/36-projects/101-jica>)³
- プロジェクトの Facebook ページ (<https://www.facebook.com/pngfacdrelog/>)
- プロジェクトの YouTube チャンネル (<https://www.youtube.com/@CDRE-LOG>)
- ニュースレター (年度ごとの活動の紹介)
- ファクトシート (プロジェクト概要、モバイルツールの活用、天然更新補助活動、伐採規範に関する研修)

³ PNG 森林公社公式ウェブサイトは 2025 年 5 月現在、サイトリニューアルのため公開停止中である。

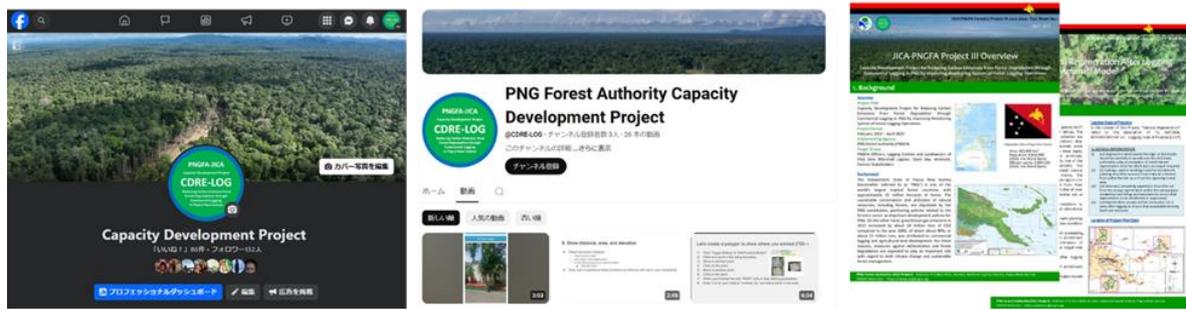


図 1.4-1 プロジェクト活動の広報ツール

作成したニュースレター及びファクトシートは添付資料 4 に示す。

1.4.7 他ドナーや関係機関との情報共有・連携

2023 年 7 月から 4 年間の予定で実施される EU-FCCB (European Union-funded Forestry-Climate Change-Biodiversity) プログラム (ナショナルコンポーネントは「Support to Papua New Guinea at the national/ institutional level with spill-over effects at the local/ community level」) やアジア開発銀行 (ADB) プロジェクト (Supporting Sustainable Forest Development in Papua New Guinea) とのシナジー効果発現を見据え、貴機構地球環境部や PNG 事務所、長期専門家と PNG 森林公社に対する支援の方向性について意見交換を行った。

また、EU-FCCB プログラムの PNG 森林公社での活動に関して、EU-FCCB プログラムにおいて National component を担う実施機関の一つである Expertise France (EF) や PNG 森林公社と協議を行い、①PNG-FRIMS のコンテンツの更新 (Verra の新方法論に準拠した森林被覆図の作成等) やシステムのアップグレード設計 (クラウド化や DSS (Decision Support System) 連携等)、②伐採事業からの排出炭素量の測定、③伐採事業体向けの PMCP/LCoP 研修等について提案・調整を行った。2024 年 4 月 29 日に実施の第 4 回 JCC 会議には EU-FCCB プログラムのプロジェクトマネージャーも参加し、連携してこれらの活動を展開する提案について合意を得た。

第2章 プロジェクト活動の実績

2.1 成果1に係る活動

2.1.1 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を調査し、課題を抽出する。

LCoP の記載事項は PMCP においてモニタリング項目として具体化されており、PMCP における 24 の Key standard（添付資料 20）を実践することを目的とした方法論となる。成果1に係る活動を開始するにあたり、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）

2022年6月1日から2日にかけて、セントラル州のコンセッションサイト（Marshall Lagoon FMA）において状況調査を行った。伐採事業地ごとに LCoP 順守に関連して様々な課題があると考えられるが、下記に改善対象となる事例を示す。



図 2.1-1 Log Landing の様子（Marshall Lagoon FMA 2022年6月）（右図：排水流路）

図 2.1-1 の中央の Log Landing では道沿いに水が湧いてしまっている。そのため、近接箇所
に新たな Log Landing を追加で作ることとなっており、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。このような状況は LCoP
遵守の観点から改善すべき箇所となる。また Logging road などの伐開地に水が湧いてしまうと、
土を乾かすためにより広く伐開することが必要とされ、このような伐採を避けることができる
かどうか課題として挙げられる。



図 2.1-2 伐採終了後の Logging road 及びその路肩の状況

一般的な Logging road の状況として、道路脇が広く伐開されており、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。実際に訪れた伐採終了後の Logging road においてもつる類の繁茂が見られた（図 2.1-2）。また本箇所では、谷部への路肩崩壊も見られた。



図 2.1-3 Logging road の設置事例（Amanab1-4 2019年5月）

図 2.1-3 は Logging road が河川まではみ出している事例である。バッファゾーンが適切に設置されておらず、河川内に流木も確認される。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 の実践に伴う課題を整理し、活動 1-1 報告書(添付資料 21)として取りまとめられた。本報告書から引用して以下に記載する。

PMCP/LCoP に規定される天然林伐採の手続きでは、

- ① 伐採事業体が、5 カ年計画を PNG 森林公社 Managing Director (MD) 宛てに提出することから開始する。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、伐採事業体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こととなる。
- ③ 伐採事業体は、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) 宛てに提出を行う。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。伐採事業体は、承認後に道路建設・伐採事業に着手することとなる。

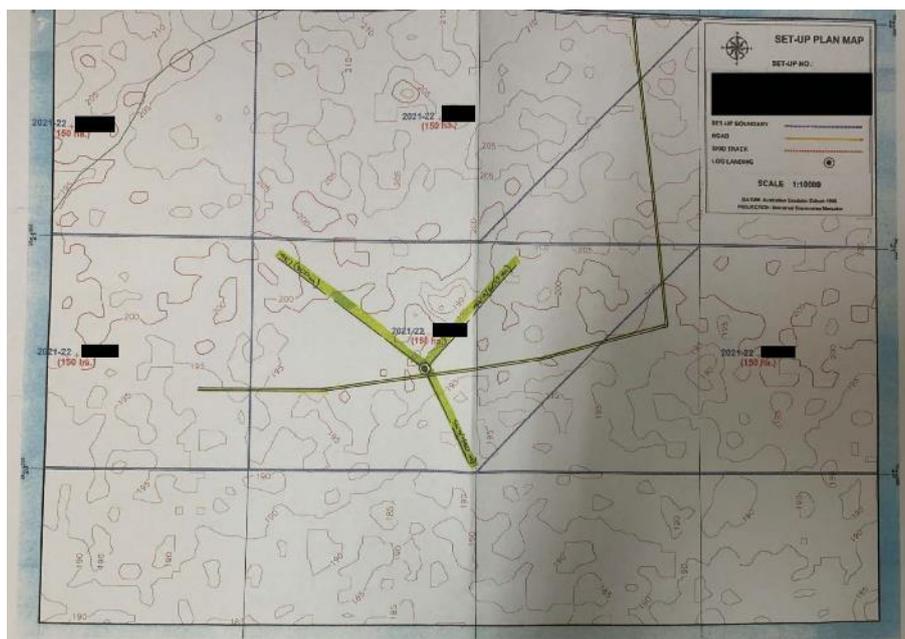


図 2.1-4 セットアップ図面の一例

- ④ 伐採事業の完了後は、伐採事業体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こととなる。

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、伐採事業地についても同時並行で複数事業地が動いているため、作業が膨大なることが分かる。

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。このため、多くの場合の現地モニタリングは、紙ベースの図面・書類を持参して確認することとなり、監督官によるモニタリングを難しくしている要因でもある。その他、効率的・効果的なモニタリングに向けては、キックオフ会議、JCC 会議、インタビューにおいて、複数の関係者より「伐採事業体等からモニタリングに必要な情報を PNG 森林公社に提出させて、モニタリングを改善する」との意見も挙げられている。これら膨大な伐採事業地のモニタリング業務について、品質確保の観点からも、効率的・効果的に実施することが求められている状況である。

(3) LCoP 改定に伴う天然更新に係る課題抽出

2020 年に LCoP 改定がなされたことに伴い、LCoP で天然更新に係る新条項が追加されたものの、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は把握できる個別の書類やデータが散逸あるいは保存されていないことが挙げられる。これらの活動については、伐採事業計画からの最小単位であるセットアップ毎に管理することが効率的であると考えられ、GIS データとして位置情報の紐づけを行い、現地でモバイル端末を用いてマップを確認することや、セットアップ計画のデータと関連して、モニタリング成果を記録していく仕組み作りが必要とされるものと考えられる。また、Amanab 等で実施される PNG 国内での先進的な事例を如何に PNG 全国に拡大していくかが課題となっている。

2.1.2 活動 1-2 活動 1-1 で整理された情報を踏まえ、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新たな技術の活用方法について検討し、特定する。

(1) PNG-FRIMS 強化に係る検討・特定

1) PMCP を活用した現地モニタリングの課題に関するヒアリング

PMCP を活用した現地モニタリングにおける課題を PNGFA 職員からヒアリングを実施し、次の 2 つの課題を特定した。①現地モニタリングには紙ベースの図面や PMCP チェックリストを持参するが、紙ベースでは管理が煩雑となる。②紙ベースの図面では、現在地の把握に時間を要する。

これら 2 つの課題を解決するため、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、同様に、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。

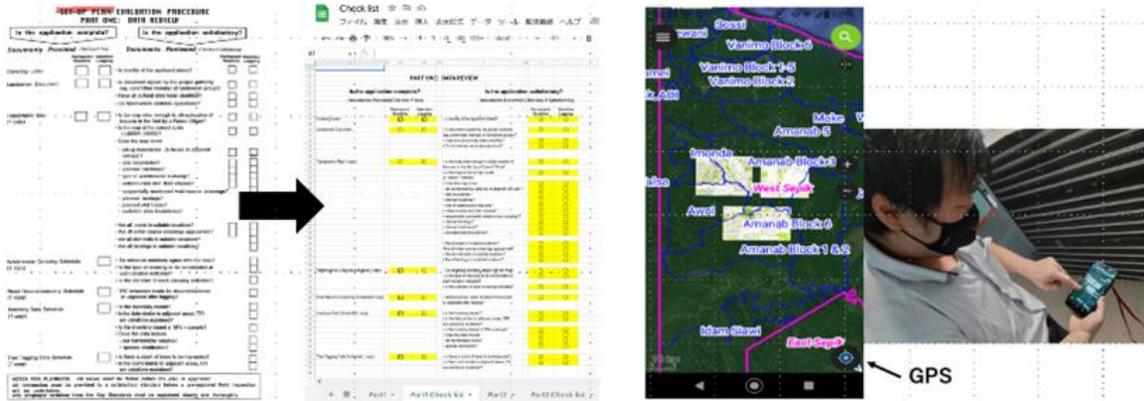


図 2.1-5 モバイル端末活用のイメージ

2) LAN Map 再構築に向けての要望に関するヒアリング

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 と呼ばれており、PNGFA 職員であれば GIS が利用できなくても森林被覆図などを Web 上で閲覧できる）が、Adobe Flash Player のサポート終了の影響で、2020 年 12 月末以降利用できない状況であった。LAN Map 再構築実施に向けて、初めに、関係職員に対して LAN Map についてのヒアリングを実施した（添付資料 22）。ヒアリングの結果、PMCP や LCoP を遵守した森林管理を効率的に進めるために、PNG-FRIMS に格納されている地形データ（河川や等高線など）を活用した新たな LAN Map（LAN Map2）の再構築の必要性について特定した。

ヒアリング後、ワークショップ等で PNGFA 職員から事前に構築していた LAN Map2 プロトタイプについてフィードバックを得て、フィードバック内容を反映させながら LAN Map2 を最終化した。併せて、LAN Map2 の持続可能性の観点より、Mapping 課職員に対して LAN Map2 データ更新方法についてトレーニングを実施した（添付資料 1 の Appendix 3）。



図 2.1-6 PNGFA 職員の LAN Map2 利用の様子

(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い、伐採後の森林状態を改善するためには、エンリッチメント植栽や枝打ち、除伐等の保育施業が必要となり、現場

でのモニタリング活動が不可欠である。一方、PNGFA 職員はセットアップ計画の現場調査や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おり、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をヒアリング等から特定した。この課題を解決するため、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

上記(1)、(2)のヒアリング結果等により PMCP や LCoP の実施に即した情報の流れを整理し、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を提案し（添付資料 23）、2023 年 11 月 14 日に PNG 森林公社の職員と確認を行い、合意に至った。

Technologies to facilitate PMCP monitoring

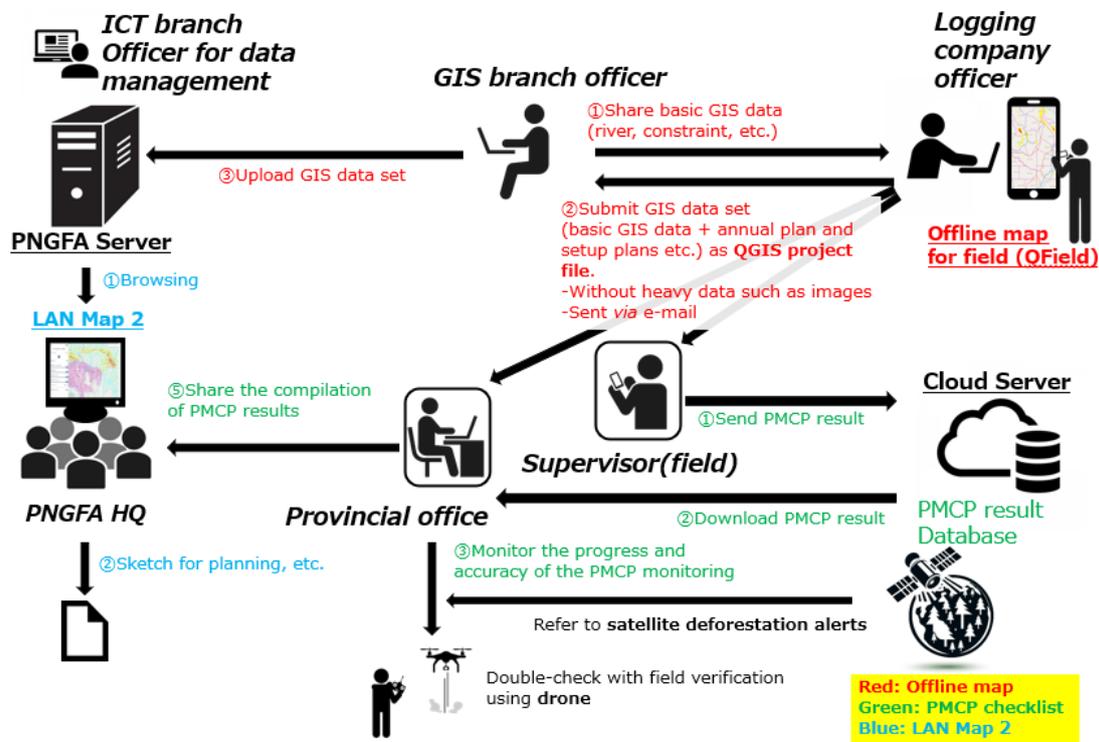


図 2.1-7 成果 1 に関連するプロジェクトにおいて開発する方法論でカバーする範囲の提案

2.1.3 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選定のための条件を設定し、パイロットサイトを決定する。

パイロットサイトの選定基準については長期専門家と協力して PNG 森林公社と協議して決定した。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 森林公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、情報収集調査及び現地調査を実施したうえ、パイロットサイトの選定を行った。選定に当たっての選考基準は以下の通りである。

- ・ 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こと。
- ・ 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か。
- ・ 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こと。
- ・ 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。

また、ポートモレスビーにあるプロジェクトオフィスからの利便性を考慮し、特に活動 2 と活動 3 については、ポートモレスビー近郊のパイロットサイトを選定することを考慮した。C/P 及び長期専門家と協議を進め、第 2 回 JCC においてセントラル州 Kupiano 地区 (Marshall Lagoon)、西セピック州 Amanab 地区 (Amanab 1-4)、東ニューブリテン州 Open Bay 地区 (Open Bay Timber) の計 3 件のパイロットサイトが選定された。

表 2.1-1 パイロットサイト候補、選定基準・評価概要

名称	Marshall Lagoon	Amanab 5&6	Amanab 1-4	Open Bay Timber	Rottok Bay Consolidated
州名	セントラル	西セピック	西セピック	東ニューブリテン	西ニューブリテン
アクセス	Good (Car)	Fair (Plane + car)	Fair (Plane + car)	Fair (Plane + boat)	Fair (Plane + boat)
プロジェクトタイプ	FMA	FMA	FMA	Plantation + natural forest area	FMA
伐採事業体の技術	Fair (GIS)	Good (GIS, GPS)	Good (GIS, GPS)	Good (GIS, GPS, drone)	Unknown
土地所有者の協力	Good	Good	Good	State land	Good
地元の労働力	Unknown	Good	Good	Good	Unknown
備考	ポートモレスビーよりアクセスが良い	Amanab 1-4 に隣接	天然更新補助活動の先進的な取り組みを行っている	伐採事業体が天然更新・炭素モニタリングに協力的である	伐採事業体に連絡が取れない状況であった
選定結果	選出	-	選出	選出	-

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 Amau 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) は日系企業である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、未利用地で天然林施業を計画しており、択伐及びエンリッチメント植栽を計画している。ここでは単木単位の伐採木の管理といった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。

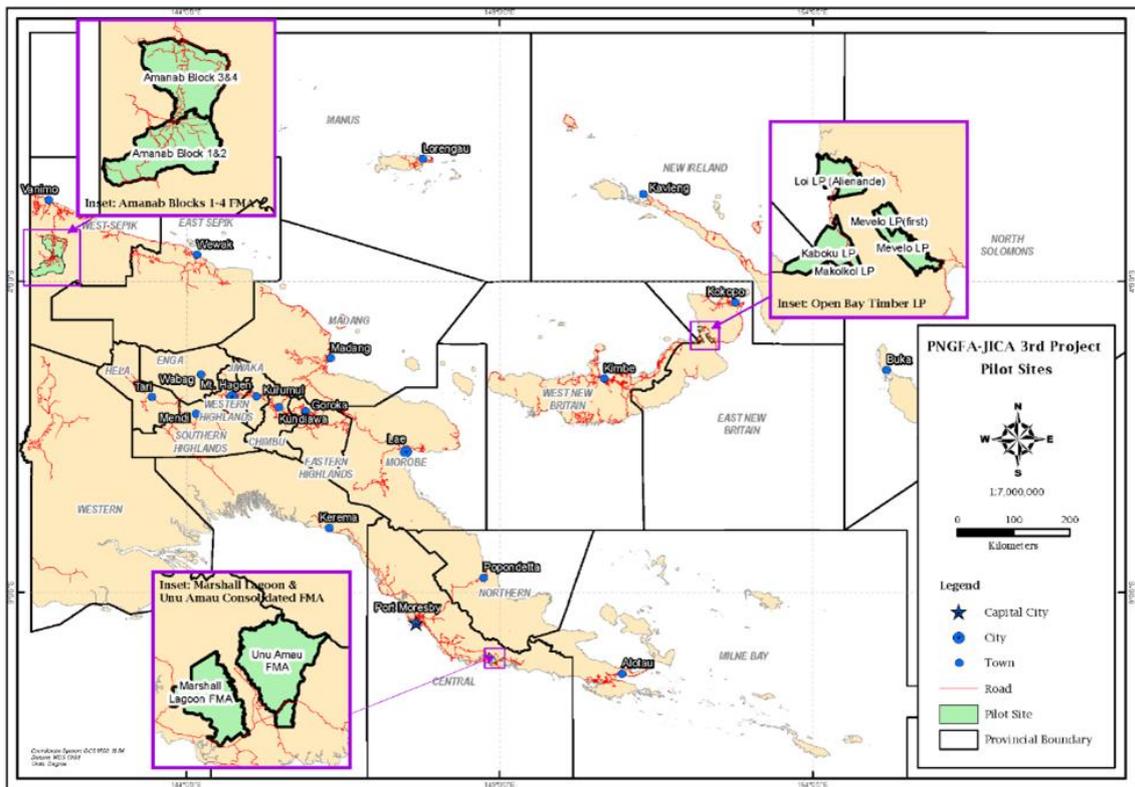


図 2.1-8 パイロットサイト位置図 (林業コンセッション)

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 2.1-2 によるものとして第 3 回 JCC において決定した。Mersawa (*Anisoptera thurifera*)、Kwila (*Intsia bijuga*) の苗木生産方法については、添付資料 24 に取りまとめを行った。

表 2.1-2 対象種

Pilot site 1 : Marshal Lagoon & UNU Amau Consolidated FMA in Central Province	Remark
Taun (<i>Pometia pinnata</i>) *	*Overlapping with pilot site3
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>)	
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

2.1.4 活動 1-4 パイロットサイトにおいて、活動 1-2 で特定された技術を試行する。

(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、作成したマニュアル（添付資料 1 の Appendix 1）を基に、Project Supervisor 及び Kupiano の伐採事業体担当者と実施した。試行した手順を表 2.1-3 に示す。両者からの意見は、「いつも紙で閲覧している「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画面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」と現場での Mobile Offline Map の有用性を示した。

表 2.1-3 Mobile Offline Map の試行手順

手順	内容	試行者
1	現場へ出発する前に、各自のモバイル端末に Mobile Offline Map のデータ（GIS データ）をコピー	Project Supervisor 伐採事業体担当者
2	現場にて、Mobile Offline Map を開き、自分の位置（GPS）情報を年間伐採計画画面上で確認	Project Supervisor 伐採事業体担当者
3	Mobile Offline Map で Skid track 等の GPS データを取得	Project Supervisor 伐採事業体担当者



図 2.1-9 Mobile Offline Map 試行の様子

一方、Mobile Offline Map の GPS 性能について試行した際に課題が浮き彫りとなった。具体的には、林道の GPS データの取得を試行した。伐採事業体が PNG 森林公社へ提出した年間伐採計画を背景図とした Mobile Offline Map 上に、取得した林道 GPS データを表示した画像を図 2.1-10 に示す。比較として、衛星画像と取得した林道 GPS データを重ね合わせた画像も併せて示す。結果、衛星画像から確認できる林道と取得した林道 GPS データは概ね重なっていたが、伐採事業体が PNG 森林公社へ提出した年間伐採計画と取得した林道 GPS データの位置情報に大きなずれ（約 500m）があることが判明した。



図 2.1-10 年間伐採計画の位置情報のずれ

衛星画像と林道 GPS データの位置情報は概ね一致していることから、林道 GPS データに誤りはないと判断でき、伐採事業体が PNG 森林公社へ提出した年間伐採計画の作成途中に位置情報のずれが生じた原因があると想定できる。伐採事業体にヒアリングした結果、PNG の地形図データ（河川や等高線など）の座標参照系が適切に設定されていない状態で利用されていることで、作図した林道データ等すべての位置情報がずれていることがわかった。今回の位置情報のずれは、Kupiano の伐採事業体のみで起こった事象ではなく、他のパイロットサイトの伐採事業体が提出した年間伐採計画でも起こっており、伐採事業体の多くが誤った座標系の地形図データを流用している可能性を示唆している。

(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。この内容については中間プロジェクトワークショップや伐採事業体職員を対象とした PMCP 及び LCoP 普及に係る研修において Mapping 課職員が参加者に説明を行った。



図 2.1-11 Mapping 課職員による仕様書（案）説明の様子

(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、作成したマニュアル（添付資料 5、及び添付資料 1 の Appendix 2）を基に、Project Supervisor 及びセントラル州事務所職員と実施した。試行した手順を表 2.1-4 に示す。両者からは、今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ので、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などを確認するには有用などの高評価を得た。

表 2.1-4 PMCP Check app の試行手順

手順	内容	試行者
1	オフライン環境の現場で PMCP Check app にて PMCP のチェックを実施し、チェック結果をモバイル端末のアプリケーション上に保存	Project Supervisor
2	現場からネットワーク環境が整っている Kupiano 中心地に帰宅後、手順 1 で保存した PMCP のチェック結果をクラウド上へアップロード	Project Supervisor
3	クラウド上のデータベースに PMCP のチェック結果が反映されていることを確認	Project Supervisor セントラル州事務所職員
4	クラウド上のデータベースや地図上にマッピングされた PMCP チェック結果からセットアップの進捗状況を確認	セントラル州事務所職員



図 2.1-12 PMCP Check app 試行の様子

(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。作成したデータは参考データとして OBT社に情報提供を行った。Open Bay での活動実施に向けては、現地法人 OBT 社の親会社である住友林業社も交えて進捗報告と今後の活動見通しに関する協議を行った。Open Bay サイトでは、択伐施業からエンリッチメント植栽までの一気通貫に実施することとし、活動計画については、添付資料 9 に示す。

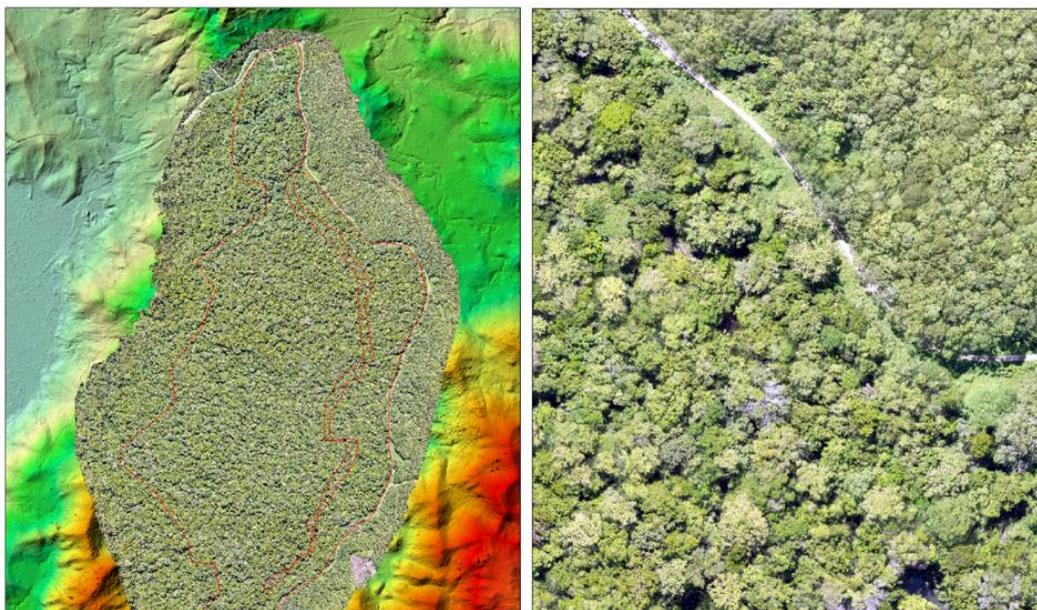


図 2.1-13 活動計画策定のために作成した活動予定地のオルソ画像

(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。)

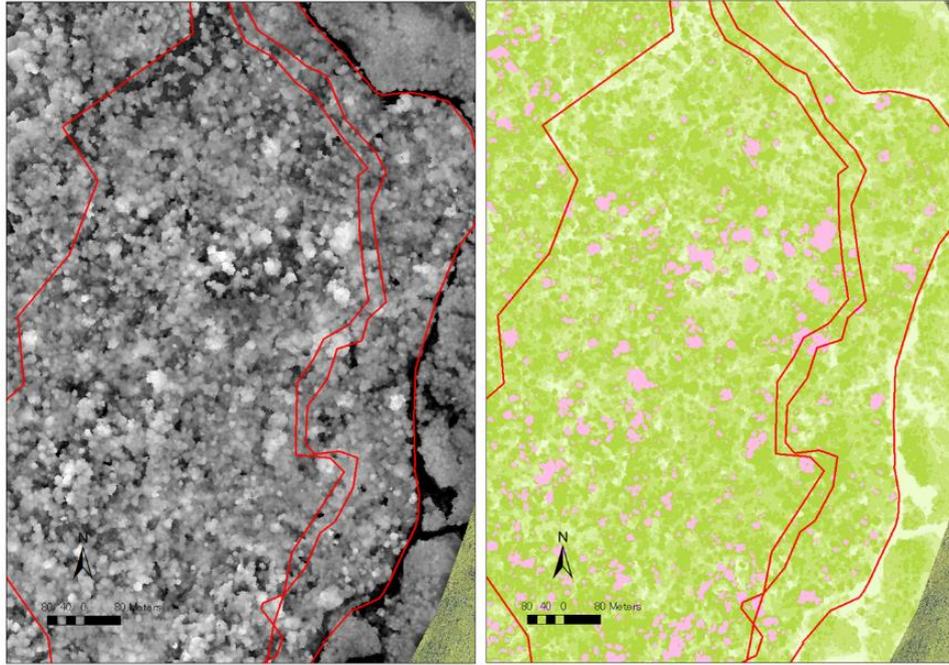


図 2.1-14 標高データ解析

(左：樹高データの解析により得られた DCHM、右：樹冠高 45m 以上の箇所には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)

2024 年 4 月に Open Bay サイトにおいて、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。この調査を受けて同年 5 月 5～10 日に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）。また、本プロジェクトにおいて取得した各種空間情報データや空中写真の画像データを成果 2 に関連するエンリッチメント植栽計画に向けた基礎資料として用いた。

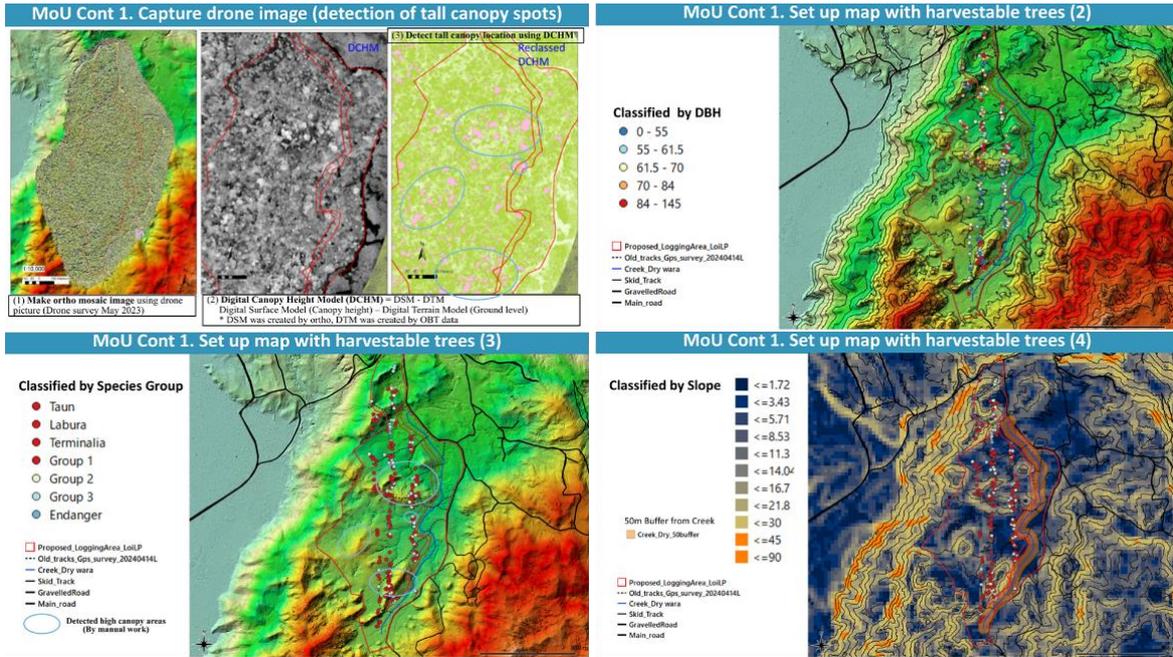


図 2.1-15 現地調査並びに DCHM 及び DTM から作成した資源分布図と地形解析マップ

(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て、PNG 森林公社及び長期専門家に報告し、2023 年 11 月 21 日に協議を行った（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）。

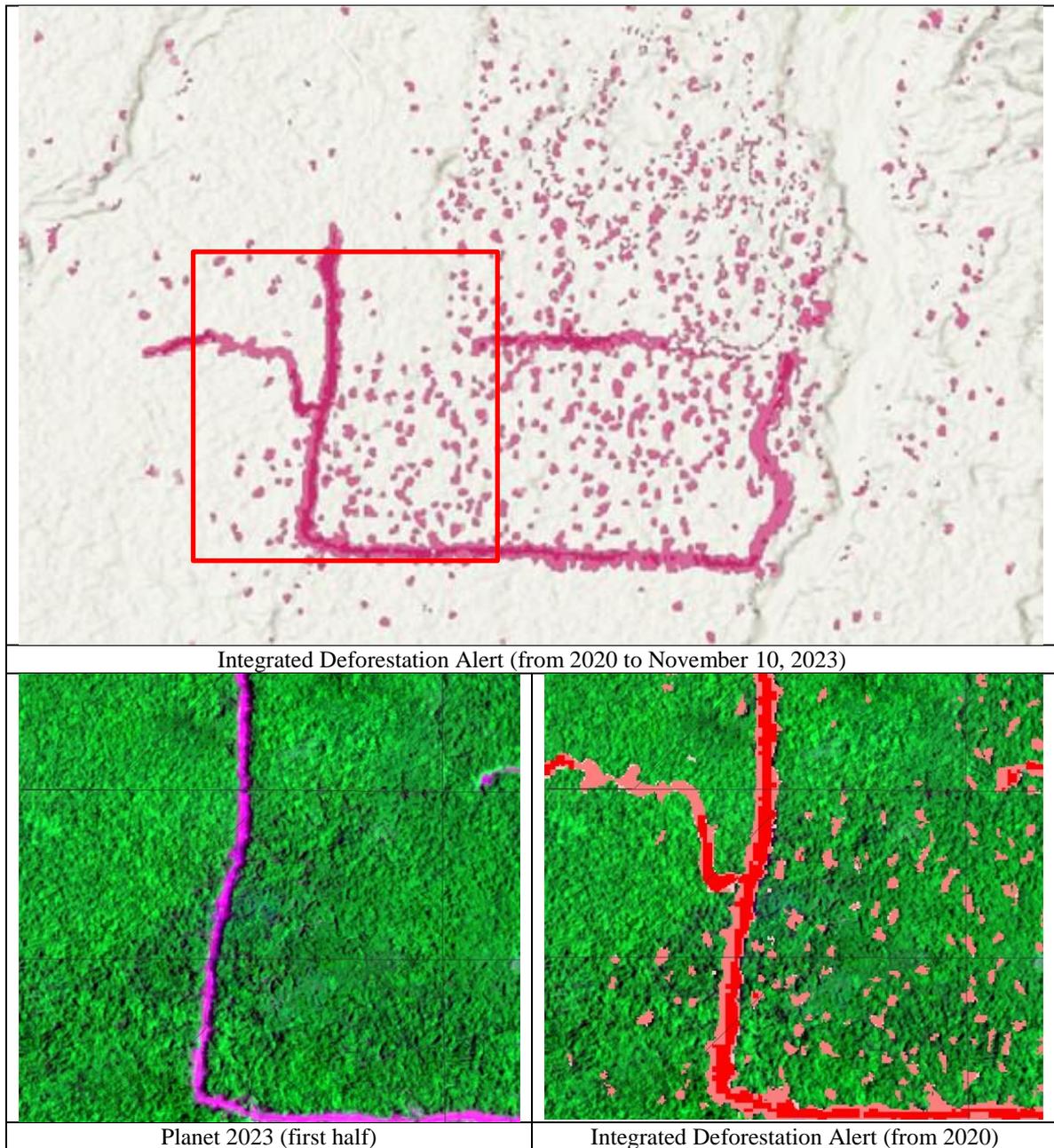


図 2.1-16 パイロットサイトのセットアップにおける森林減少アラートの状況

(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」のドラフトを作成した。2024 年 3 月 26 日及び中間プロジェクトワークショップにおいて PNGFA 職員に対して説明を行い、以下のようなコメントが得られた。

- 業界内で様々な GIS ソフトウェアを用いてデータを作成しているため、データの提出を求める際に仕様を固めておく必要がある。QGIS は無料ソフトウェアのため、標準化したデータを作成するのに適している。

- ▶ 伐採事業体とのデータのやり取りを行うに際しては法的根拠が必要となる。現在改訂中の PMCP にプロジェクトから提案されるデータ交換の手順を入れ込み、法的根拠とすることを旨とする。前回のプロジェクトでもデータ交換についての議論があったが、結局立ち消えてしまったので、今回はそうならないようにしたい。
- ▶ プロジェクト終了後にも、プロジェクトで開発する方法論の普及を進めていくために、Mapping 課職員に対する集中的な能力強化が必要となる。
- ▶ プロジェクトで開発する技術については、方法論やマニュアルの文書だけでなく、動画などで残しておく、技術の普及のために有用となる。

これらのコメントを踏まえ、各種マニュアル、資料、文書の整備を行い、「PMCP 及び LCoP に関する普及計画」を最終化した（添付資料 1）。

2.1.5 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を特定し、PNGFA 職員に対して研修を行う。

(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：2023 年 9 月 25 日～29 日、Momase 地区：2023 年 10 月 30 日～11 月 3 日、NGI 地区：2024 年 2 月 27 日～3 月 1 日）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体の 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。

Mobile Offline Map の講義では、年間伐採計画に記載される伐採区画の図面を GIS データに取り込み、これを活用したモバイルアプリケーションの操作研修を行った。本研修に使用したデータは、伐採事業体により作成され、研修用に加工したものである（図 2.1-17）。9 月の研修においては Mobile Offline Map の導入紹介をしたところ、林業事業地の計画把握に非常に有効であることが認められたため、10 月の研修より本格的な導入研修を行った（添付資料 27）。また、このアプリケーションはアンドロイド端末であれば簡易に利用可能なものであるため、個人的に通常業務において有効性を確認したいという研修参加者も多く、2 月の研修においては個人の端末へのインストール希望者も多く対応を行った（10 名程度）。今後は、本格的な普及に向けて各管轄区での GIS データが整備され、本アプリを利用しやすい環境を整えることが重要となってくる。

これまで PNG 森林公社では PMCP 及び LCoP の PNGFA 職員研修は旧版 LCoP が制定された 1990 年代に実施されたのみで、それ以降は伐採規範の研修は実施されていない状況であったことが確認されている。2020 年に伐採事業の改善を目的として改訂 LCoP が作成されたものの、この内容についても PNGFA 職員及び伐採事業体への周知が行われていないため、改訂 LCoP は未施行の状況となっていた。このような状況を踏まえ、PMCP 及び LCoP に基づく伐採事業のモニタリングを実施していく上で、PNGFA 職員のルールに対する理解の相違等を議論する場と

なり、適切な業務実施に向けて目線や検査手法を揃えるためにも本研修を実施した意義は非常に高かったものと評価できる。

(2) Mapping 課職員への集中的な能力強化

2024年3月に PNG 森林公社本部の Mapping 課職員に対して「PMCP 及び LCoP に関する普

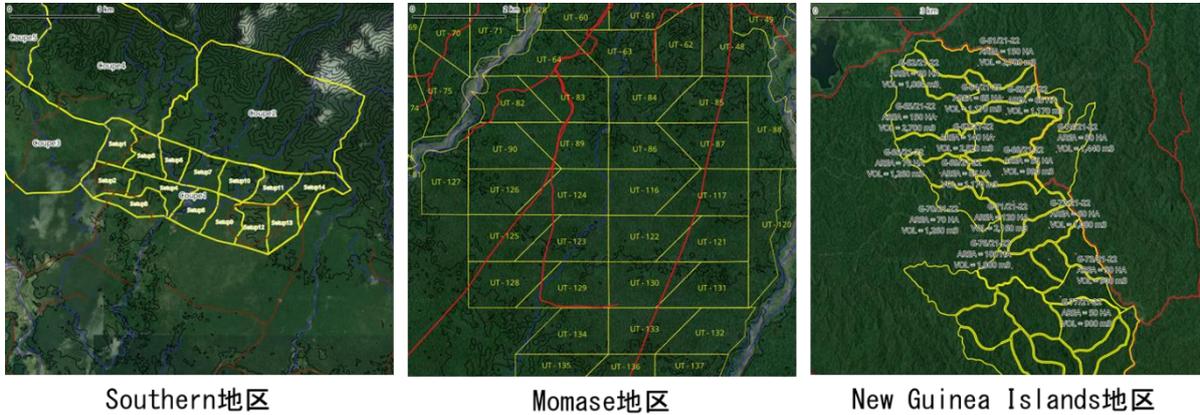
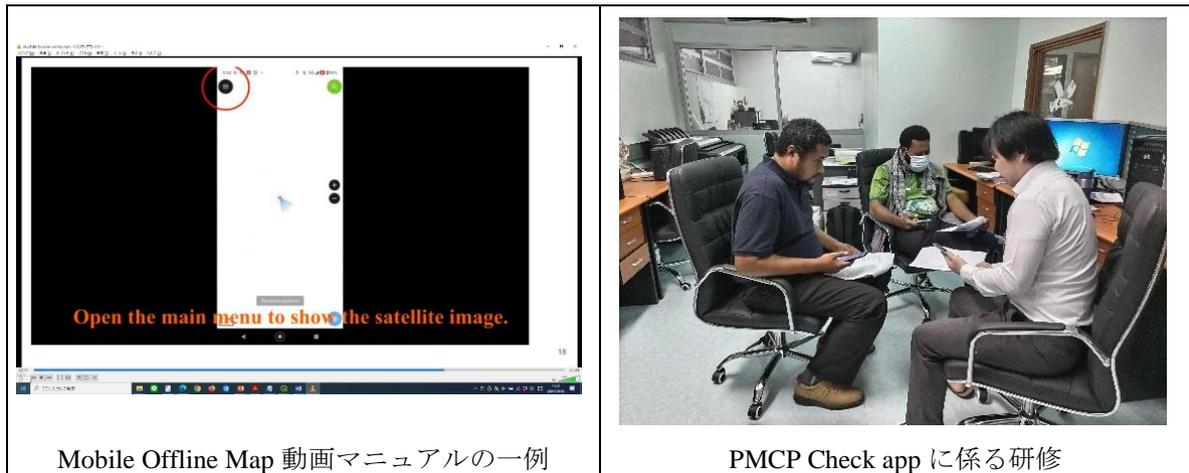


図 2.1-17 研修で使用した年間伐採計画図

及計画」の内容について説明を行い、フィードバックを得た。その中で、「プロジェクト終了後も開発する方法論の普及を進めていくために Mapping 課職員に対する集中的な能力強化が必要」、「開発する技術はマニュアル等の文書だけでなく動画で残しておく技術の普及に有用」とのコメントがあった。これを受け、Mapping 課の GIS 担当職員と打合せを持ち、Mapping 課の GIS 担当職員向けに実施する研修計画（研修内容、スケジュール、及び準備する研修資料等）について説明を行い、合意を得た（添付資料 28）。その後、本計画に基づき、研修資料や動画マニュアルを作成し Mapping 課 GIS 担当職員向けの研修を実施した。





ドローン画像処理に係る研修

LAN Map2 に係る研修

図 2.1-18 Mapping 課 GIS 担当職員向けの研修の様子

2.1.6 活動 1-6 PNGFA 職員が伐採業者職員を対象とした PMCP 及び LCoP の普及活動を実施する。

長期専門家主導の下、本プロジェクトでは PNGFA 職員が伐採事業者職員を対象とした PMCP 及び LCoP 普及に係る研修を表 2.1-5 に示す 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。研修プログラムを表 2.1-6 に示す。

第 3 回のマダン州における研修は、短期専門家が作成したマニュアル（添付資料 6、7、19、30、及び添付資料 1 の Appendix 6、Appendix 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。この結果より、PMCP 及び LCoP の普及活動における GPS や GIS に関するセッションの技術移転が十分にできたと評価する。

表 2.1-5 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

表 2.1-6 第 2 回伐採事業者職員向け研修プログラム

Day/ Time	Subject	Topic/Activity	Presenter/ Facilitator
Day 1			
8.30 - 9.00	Registration	Registration of participants	MC
9.00 - 9.20	Introductions	Introduction and welcoming of officials and participants	MC
9.20 - 9.50	Official opening of the training program	Keynote address and official opening of the training program	Ms. Magdalene Maihua (Chief

			Operating Officer)
9.50 - 10.00	Group photo		MC
10.00-10.20	Morning tea		
10:20-10:50	Training objective	Training objective and JICA-PNGFA Project	Mr. Okabayashi (Chief Advisor)
10.50-11.10	EU-FCCB project	Introduction of EU-FCCB project by Expertise France	Mr. Sam Moko
11.10-11.40	LCoP (A), etc	Introduction, planning, natural and cultural values	Mr. Geno Kini (Trainers)
11.40-12.00	Q & A	Questions and answers and open discussions	MC/Trainers
12.00-13.00	Lunch		MC
13.00-13:30	LCoP (B)	Timber harvesting, soil	
13.30-14:00	LCoP (E)	Felling and skidding	
14.00-15:00	LCoP (C, D, F, H)	Road construction and maintenance, log ponds, log landings, forest health	Mr. Simon Peter (Trainers)
15.00-15.30	Afternoon Tea		MC
15.30-15.50	LCoP (I, J)	Base camps, workshops, monitoring and enforcement	Mr. Geno Kini
15.50-16.20	LCoP appendix	Soil / slope / biodiversity	
16.30-17.00	Q & A Test	General discussions and test of participants understanding of the LCoP	Trainers/MC
		Logistics and other announcement	MC, Organizer
Day 2			
8.00- 9.00	Key Standards	24 Key Standards	Mr. Simon Peter
9.00- 10.00	Planning, Monitoring & Control Procedures (PMCP)	Introduction to the PMCP, planning levels, setup clearances and waste assessment Monitoring of operations, setup monitoring	Mr. Simon Peter
10.00-10.30	Morning tea		
10.30-11.30	PMCP	Same as above	
11.30-12.00	Q & A		
12.00-13.00	Lunch		
13.00-13.30	Log scaling	Procedures for log identification and scaling	Mr. Ivo Kusip (Chief Scaler)
13.30-14.30	Introduction of GIS and GPS session	Introduction of GIS and GPS session Knowledge of GPS and GIS	Mr. Masayoshi Minegishi
14.30-15.00	Afternoon tea		Mr. Patric Laa
15.00-16.00	GIS data exchange	Exchange of GIS logging plan data between the PNGFA and logging companies	Mr. Jehu Antiko
16.00-17.00		Installation of QGIS and QField	
17:00-		Logistics announcement	MC, organizer
Day 3			
8.00-10.00	QField (GPS)	Introduction of Qfield and its usage	Mr. Masayoshi Minegishi
10.00-10.30	Morning tea		Mr. Patric Laa
10.30-12.00	GPS	GPS usage, practical session of Qfield and GPS	Mr. Jehu Antiko
12.00-13.00	Lunch		
13.00-15.00	GIS	Introduction of QGIS and its basic usage (add, create, editing points, lines and polygons)	
15.00-15.30	Morning tea		

15.30-17.00	GIS	QGIS usage (digitizing paper map, creating layer)	
Day 4			
8.00-10.00	GIS	QGIS usage (legend, layout, PDF export)	Mr. Patric Laa
10.00-10.30	Afternoon tea		Mr. Jehu Antiko
10:30-11:00	Group exercise	Planning exercise and group work	Mr. Okabayashi
11.00-12.00	Mapping exercise	Set-up map planning exercise (paper map by trainer, set-up plan by company)	Mr. Simon Peter and company
12.00-13.00	Lunch		
13.00-14.30	Mapping exercise	Set-up map making using QGIS (or paper map) by group	Participants/trainers
14:30-15:00	GIS data exchange	Trial posting GIS data set to PNGFA using WhatsApp	Mr. Minegishi
15.00-15.30	Afternoon tea		MC
15.30-16.00	Mapping exercise	Group presentation of set-up plan map by voluntary group(s)	MC
16.00-17.00	Field work	Field exercise instruction (field guide and planning guidelines for natural and cultural values)	Mr. Simon Peter
		Logistic announcements	MC, organizer
Day 5			
7.00- 9.00	Travel	Leave Lamana hotel to logging site	All
9.00-14.00	Field exercise	Post-Logging Set up: Discussion of logging implementation Pre-Logging Set up: Discussion of planning Practice the use of Qfield	All
14.00-16.00	Travel	Return from logging site to Lamana hotel	All
		Logistic Announcement, etc	MC, organizer
Day 6			
8:00- 9:00	GIS, GPS	Practical session to import field data recorded by QField into QGIS	Mr. Minegishi and others
9.00- 10.00	Group work (preparation)	Prepare for group presentation and discussion. Theme: “Application of the LCoP and PMCP from the Industry Perspective.”	Trainers/ participants
10.00-10.30	Morning tea break		MC
10.30-12.00	Group presentation	Groups presentation on the “Application of the LCoP and PMCP from the Industry Perspective.”	MC/ participants
12.00-13.00	Lunch		
13:00-14:00	Group discussion	Theme “Application of the LCoP and PMCP from the Industry Perspective.”	Mr. Simon Peter
14.00-14.40	Summary	Summary of the training program	Mr. Geno Kini
14:40-15:00	Questionnaire	Filling out and submission of questionnaire	Participants
15.00-15.30	Afternoon tea		
15.30-17.00	Official closing	Official closing remarks (Mr. John Mosoro, Managing Director, PNGFA, and others) Presentation of Certificates	MC/PNGFA/JI CA/EF/industry representatives
1800-	Dinner		All
Day 7			
	Travel	Return of participants	

*青字が短期専門家及び Mapping 課 GIS 担当職員が担当したセッション。



図 2.1-19 Mapping 課 GIS 担当職員による講義及び実習の様子

2.1.7 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。

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

表 2.1-7 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 日～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	-	-
伐採事業者向け PMCP/LCoP ワークショップ (NGI1)	2023 年 9 月 23 日～28 日	キンベ (Hotel Gemesis)	12*	活動 1-6	EF
伐採事業者向け PMCP/LCoP ワークショップ (Southern1)	2023 年 10 月 21 日～26 日	ポートモレスビー (Lamana Hotel)	14*	活動 1-6	EF
伐採事業者向け 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 日～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)。

中間プロジェクトワークショップにおいては、プロジェクトで開発した新技術、「LCoP 及び PMCP に関する普及計画（案）」、「PNG 森林公社と伐採事業体間で共有する電子データの仕様と共有方法に係る文書（案）」、及び「天然更新に対する今後の実施方針」について紹介し、参加者らからフィードバックを得た（添付資料 37）。



短期専門家による発表

参加者からのコメント

図 2.1-20 中間プロジェクトワークショップの様子

最終プロジェクトワークショップにおいては、プロジェクトの最終成果、及びプロジェクト成果を幅広く関係者に普及するための将来的な活動案についての提言を紹介し、意見交換を行った（添付資料 38）。

- ・ PMCP/LCoP に係るモニタリングツールの技術開発
- ・ Marshall Lagoon パイロットサイトにおける天然更新活動
- ・ 天然林伐採地における天然更新補助活動マニュアル
- ・ 伐採事業の炭素モニタリングの概要
- ・ フィールド炭素モニタリングの手法とモニタリング結果



プロジェクト成果、教訓及び提言についての発表

参加者による意見交換

図 2.1-21 最終プロジェクトワークショップの様子

2.2 成果2に係る活動

2.2.1 活動 2-1 伐採後の天然更新が確実に行われるにあたっての課題を抽出する。

(1) 伐採後の天然更新に関する現状認識

PNG 森林公社内でも様々な見解があるとは認識しているが、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（表 2.2-1、図 2.2-1）。パイロット活動実施にあたって関係者への聞き取り結果も考慮して決定した。

表 2.2-1 主要商用樹種（抜粋）

No	商用樹種名	No	商用樹種名
1	Burckella	11	Malas
2	Crey Canarum	12	PNG Mersawa
3	Calophyllum	13	Red Planchonella
4	Red Canarium	14	White Planchonella
5	Pencil Cedar	15	Taun
6	Dillenia	16	Terminalia
7	Erima	17	PNG Walnut
8	Hekakoro		
9	Kwila		
10	Lophopetalum/Perupok		

Kupiano		Rottock Bay	
Project Name: Marshall Lagoon (2018)		Project Name: Inland Rauto Miu (1998)	
Pometia pinnata	22.15%	Pometia pinnata	23.00%
Intsia	11.27%	Homalium foetidum	11.12%
Sterculia	6.39%	Octomeles sumatrana	5.60%
Project Name: Cloudy Bay (2018)		Project Name: Vanu tamu (1998)	
Pometia pinnata	26.54%	Calophyllum	17.14%
Artocarpus	7.73%	Homalium foetidum	12.69%
Buchanania	5.33%	Syzygium	12.15%
Amanab			
Project Name: Amanab BK4&3 (2018)			
Intsia	23.39%		
Pometia pinnata	11.27%		
Terminalia (red-brown)	6.39%		

図 2.2-1 主要対象樹種の選定（パイロットサイト候補地周辺のインベントリ情報）

(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 2.2-2 エンリッチメントに関する取り組み

2.2.2 活動 2-2 活動 2-1 で抽出された課題を解決するための主要な関係者の特定と実施体制及び技術的改善策を検討する。

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取り組みが行われている箇所の一つである。本プロジェクトにおいて天然更新を促進するための活動計画を行うに当たり、当該林業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（コンセッションにおいて択伐施業を行う際に基準となる伐

採作業を行う単位) の状況を確認するとともに、デモンストレーション活動としての林業コンセッションにおけるエンリッチメント植栽の普及モデルとするべく現状把握と活動実施に向けての課題を抽出した。

(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。また、コロナ禍での予算上の影響もあったものと考えられるが、適切な植栽計画に沿った苗木生産が行われておらず、発芽から 1 年以上経過し葉を落としてしまった苗木が放置されている状況も確認された。Amanab 地区は雨季・乾季にかかわらず一定の降水量が見込まれ、Kwila の植栽については、時期を選ばないことが現地聞き取りにおいても確認された。

(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されているが成果を得るには至っていない。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、伐採事業体は植栽や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、大部分の経費は PNG 森林公社が費用負担をしており、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 か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 か月ごと 2 年間の計画とされている。ただし、下刈の頻度についての結果と考察は 2.2.3 (1) 節で後述する。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。

表 2.2-2 施業コストの一例

Operation	Unit rate
Planting	PGK66/ha
Tending (Weeding 1)	PGK23/ha
Tending (Weeding 2)	PGK15/ha
Tending (Weeding 3)	PGK12/ha
Tending (Weeding 4-6)	PGK10/ha
Total	PGK146/ha

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。



Amanab1-4 YE42 :
3 years old 2m (no record)

Amanab1-4 IT47 :
5 years old, 4m (no record)

Amanab1-4 FW15 :
15 years old, over 10 m

図 2.2-3 樹齢による生育状況の比較

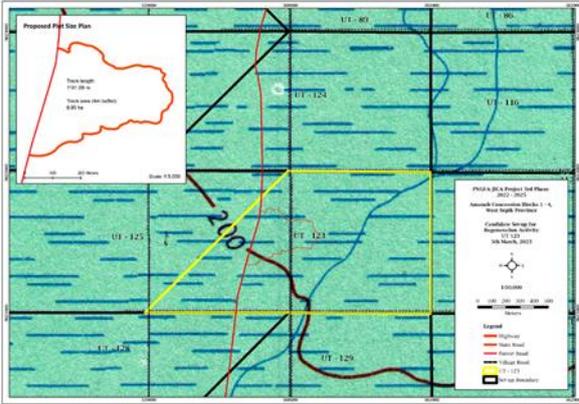
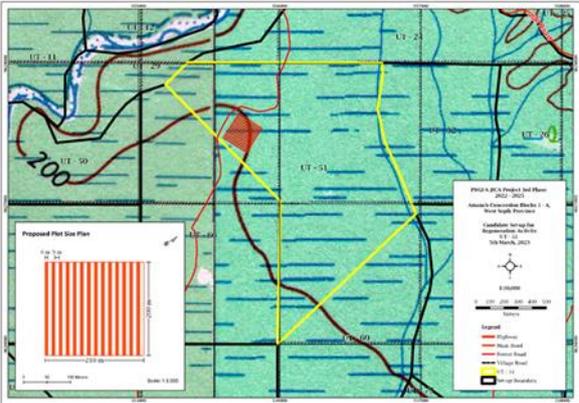
各パイロットサイトにおける活動の実施に当たっては、デモンストレーションサイトを特定のうえ詳細計画を作成し活動を行うことを第3回 JCC において議決した。各パイロットサイトの詳細活動計画書は添付資料 8、9、10 の通りである。活動は PNG 森林公社、伐採事業体、土地所有者の3社が主体となる場合は MOU を、また、PNG 森林公社または伐採事業体が土地所有者と実施する場合は同意書を締結して、役割分担及び権利の保全を行った上で実施する。参考までに、いずれの場合も対象となる事業地の住民が現地作業を担うケースが多い。MOU 案及び同意書案は添付資料 12 の Appendix 2 の通りである。

2.2.3 活動 2-3 活動 1-3 で決定されたパイロットサイトにおいて、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を実施する。

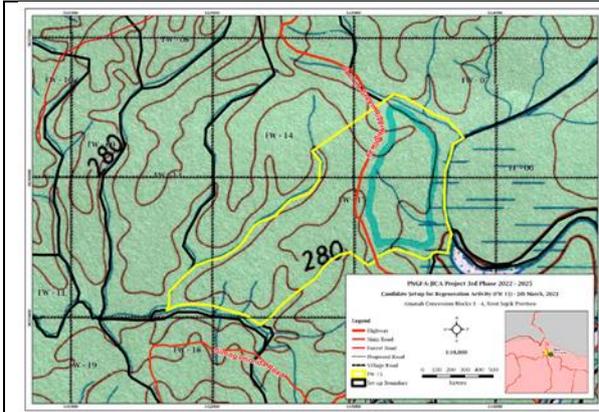
(1) Amanab1-4 サイト

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。植栽及び保育予定は表 2.2-3 の通りである。活動区画は天然林伐採時に設定したセットアップ区画（「UT123」等は伐採区画の名称）を活用して管理を行っており、伐採事業体の設立した既存の苗畑を活用した苗木生産を行い、同表の通りの箇所でパイロット活動を行った。伐採区画による管理を行うことで植栽年、樹種等の情報管理がし易くなるメリットがある。

表 2.2-3 Amanab1-4 サイトの各活動区画での活動内容

 <p>区画番号：Amanab 1-4 UT123 区画</p>	<p>施業内容：エンリッチメント植栽</p> <p>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⁴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。黄色はセットアップ区画。左上の赤いラインは主たる搬出路。</p>
 <p>区画番号：Amanab 1-4 UT51 区画</p>	<p>施業内容：エンリッチメント植栽</p> <p>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。黄色はセットアップ区画。左下の赤いラインが設定した列状伐採のライン。</p>

⁴ 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。



区画番号：Amanab 1-4 FW15 区画

施業内容：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。黄色はセットアップ区画。中央の水色ラインが除伐予定区域。

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 では計画とは異なった作業がされていたことから、改めて技術指導を行い計画に沿った作業を実施するように伝えるとともに、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った。下刈で確認された枯損箇所では補植も実施している。また、補色の際に Kwila 以外の樹種として Taun の植栽を行った。活着率調査として、50m ライン上で生育木と枯死木をカウントし生存率を算出した（添付資料 31）。4 月調査では生存率 80%以上、9 月調査でも生存率 75%以上が確認された。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、実際にはそれほど雑草木の繁茂はなく、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 2.2-4 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。

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、苗畑では 13%、UT123 セットアップでは、光条件が良いと考えられる箇所では 1.08%、悪いと考えられる箇所では 0.54%、過去の植栽地で生育の順調な YE42 セットアップで 0.97%となり、1%程度の相対照度は必要と考えられた⁵。上記の通り、生育不良になる

⁵ 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。

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。

表 2.2-4 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											



図 2.2-4 Amanab サイトの苗木生育状況



図 2.2-5 FW15 除伐実施箇所の状況（左：2023 年 10 月、右：2024 年 4 月）

また、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。詳細は 2.1.4 (4) 節に記載した。表 2.2-5 に活動内容を要約する。

表 2.2-5 Open Bay サイトでの活動内容

	<p>施業内容：択伐及びエンリッチメント植栽</p> <p>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（黄緑色）。伐採後にギャップを主体とした箇所山取り苗を活用した植栽を実施した。</p>
<p>区画番号：Open Bay Loi Compartment</p>	

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、図2.2-6に示す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。



図 2.2-6 ドローンによる伐採モニタリングと植栽計画

(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。本サイトは長期専門家主導であったため詳細は長期専門家報告に譲る。

表 2.2-6 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	Coupe 1 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	Coupe 1 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	Coupe 1 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 2.2-7 Marshall Lagoon サイトでの活動内容

	<p>施業内容：エンリッチメント植栽</p> <p>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。赤い線のセットアップが対象区域で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。</p>
<p>区画番号：Unu & Amau Setup 2, 12, 13</p>	

(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）。

2.2.4 活動 2-4 主要な関係者と協力して、使用者マニュアル案を作成する。

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 職員及び伐採事業体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て整備し、マニュアルに記載すべき項目についてプロジェクト内で協議を行うとともに 2024 年 4 月にマニュアル案として整備した。また、PNG 森林研究所 (FRI) を訪問して本マニュアル案の内容を説明して理解を得るとともに、FRI 側からは植栽樹種(山取り苗)の品種同定 (variation) に係る留意事項などコメントを得ることができた。本マニュアル案の記載内容については、活動を開始している Marshall Lagoon サイトや Open Bay サイトでの活動の取り組み状況や C/P の業務上の実情に合わせて、継続して改変を行った。

表 2.2-8 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

2.2.5 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を最終化し、PNGFA 職員と主要な関係者に共有する。

Amanab1-4 サイト、Open Bay サイト、Marshall Lagoon サイトにおいて、パイロット活動関係者に活動 2-3 の振り返りとともに使用者マニュアル案について説明を行い、プロジェクト成果の確認と今後の活動方針の説明を行った。また、2024 年 4 月時点版の使用者マニュアル（案）について中間プロジェクトワークショップで説明、及び製本版の公開を行った。本マニュアルについては、現在の活動の成果を受けて内容を再編集し最終化した（添付資料 12）。

2.3 成果 3 に係る活動

2.3.1 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レビューする。

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包括的なレビュー及び体系的な分析を行った。まず初めに、前プロジェクトにおいて PMCP や LCoP の遵守が RIL-C に及ぼす影響について整理していたため、詳細計画フェーズでは同整

理結果のレビュー及び詳細分析調査を行った。その一環で、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を確認している。結果としては、表 2.3-1 の通り、違いや未対応事項がないわけではないが、概ね整合性が取れていることがわかる。このことから、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、と整理している。

表 2.3-1 PNG LCoP 及び PMCP と RIL-C 原則の整合性

International RIL-C Principles	PNG LCOP/PMCP Compliance and Recommendations
Planning	
1) Long term plans: Term > 10y; Map: 1 / 50,000	Term: 30-year plan Map accuracy: no specifications
2) Mid-term plans: Term: 3 to 1y; Map: 1 / 25000	Term: 5- (or 2- to 4-) year plan Map accuracy: 1 / 50 000 (PMCP)
3) Annual plans: Term: 1y; Map: 1 / 1-5000	Term: 1-year plan Map accuracy: 1 / 25 000 (PMCP)
4) Setup plans: No specifications	Term: Determined depending on the setup ⁶ Map accuracy: 1 / 5000 sketch (PMCP)
Felling	
Logging system: Selective logging of larger diameter trees	- Restricted to selective logging, which is greater than 50 cm in diameter at breast height (DBH) - Must retain a certain basal area (i.e. 9-10 m ² /ha in setup area of 150 ha)
Felling method: Directional felling	Directional felling is recommended to avoid collateral damage
Allowed tree species: Country/site specific	Allowed merchantable trees species (restricted species listed)
Improve bucking	<i>No provision</i>
Stumps: Low-height cutting	Low height cutting, shorter than 50 cm, is recommended by applying back-cuts above scarf-cutting
Preparation: Prescription and vine cutting	- Prescription of all harvesting trees in the setup plan and tree marking in advance is required - Vine cutting is recommended to avoid collateral damage
Skidding	
Machinery: Ensure dozers remain on skid track and roads	<i>No provision</i>
Skid track construction: Minimize skid area by planning bulldozer trails	- Skid track area < 10% of the area of the setup - Skid track width < 6 m
Skidding method: Use long line winching (or skyline)	<i>No provision</i>
Landing	
Size: Narrow log landing area	Log landing size not exceeding 0.25 ha

⁶ “Setup” is the smallest operation unit of commercial logging concession.

Number: Minimize number of log landings	No more than three (3) landings per setup
Hauling	
Narrow width of haul road corridors	Maximum road clearance width between cleared edge to cleared edge: 40 m <i>(This allows for a maximum road width (pavement plus table drains) of 15 m plus a cleared zone of about 12.5 m on either side to allow for drying of the road surface and to provide safe sight lines.)</i>
Post-harvest treatment	
Mandatory post-harvest treatment	<ul style="list-style-type: none"> - To improve conditions in which a track or log landing is left following use for harvesting - Landing and log pond area should be returned to a state close to natural - Cuttings, seeds or seedlings used for enrichment planting should be sourced from material collected from within the setup or adjoining area - Vines and competing vegetation should be cut from young regeneration within the canopy gaps created by tree felling and extraction to ensure that regeneration is not smothered or suppressed - Regeneration surveys will be conducted two to three years after logging to ensure that acceptable stocking levels are achieved

次に、PMCP や LCoP によってモニタリングされるパラメータについては大きく 2 種類に分類されることを確認した。1 つ目は土壌、水、生物多様性などに関連する環境パラメータであり、2 つ目は伐採作業、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である。このうち、炭素パラメータについては、表 2.3-2 の通り、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とが明らかになった。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。

表 2.3-2 炭素モニタリングに必要となるパラメータと情報源（2022 年時点）

Source of Degradation		Data Unit	Source Document
Logging Infrastructure	Forest clearance for camp site	Length (m) & Width (m), or Area (ha)	Camp Plan
		Merchantable timber volume (m3)	Setup Log Scaling Sheet
	Forest clearance for permanent roads	Length (m) & Width (m), or Area (ha)	Road lines, Setup Plan
		Merchantable timber volume (m3)	Setup Log Scaling Sheet
	Forest clearance for feeder and spur roads	Length (m) & Width (m), or Area (ha)	Setup Plan
		Merchantable timber volume (m3)	Setup Log Scaling Sheet
	Forest clearance for log landings	Length (m) & Width (m), or Area (ha)	Setup Plan
Merchantable timber volume (m3)		Setup Log Scaling Sheet	
Forest clearance for skid tracks	Length (m) & Width (m), or Area (ha)	NO RECORDS	
	Merchantable timber volume (m3)	Setup Log Scaling Sheet	
Logging Damage	Disturbance from felling to surrounding trees	Deadwood in felling gaps (m3)	NO RECORDS
	Log waste volume	Wasted log pieces (stump, log pieces, top logs, buttress, abandoned logs)	Post-harvest Assessment Report (in theory, but there are NO RECORDS)
Log Extraction	Extracted log volume	Merchantable timber volume (m3)	Setup Log Scaling Sheet

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、また表 2.3-2 にある通り一部のパラメータ（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ことも同時に明らかになった。この事実を踏まえた、未測定のパラメータも測り、伐採由来の排出量を簡易に算定する手法の開発が必要である。

なお、調査の一環として実施したヒアリングの結果、現地の監督職員（PNGFA 職員）は既に多くのタスクを抱えており、結果として本来実施すべき伐採現場のモニタリングが十全に行われているとは言えない状況であることが明らかになった。そのため、関係者間の協議において本プロジェクトで新たに開発する炭素モニタリング関連の技術・手法が現場職員の作業を極力増やすことに繋がらないように留意をする方針を確認している。

これらの調査・協議の結果等を踏まえて、PNG の LCoP 及び PMCP の実践を通じた気候変動緩和ポテンシャルと、伐採由来の炭素排出量のモニタリングの調査指標に関するレポートを取りまとめ、PNG 森林公社職員のレビューを経て最終化した（添付資料 13 参照）。なお、他国における RIL-C の経済分析に係る文献によれば、RIL-C の実践で中長期的には歩留り率向上等により投資額以上の利益を得られていることが確認されている一方で、伐採事業体側の RIL-C 導入技術研修や機材調達、事前現場調査等に係る初期費用が大きな負担（RIL-C 導入のボトルネック）となっていることが確認されており、そのためのインセンティブ創出が必要不可欠である、とされている。この事実を踏まえ、同インセンティブの検討の一環で、LCoP 項目と気候変動適応緩和のポテンシャルを表 2.3-3 の通り整理・確認した。同結果に基づき、伐採由来の排出量削減を通じたインセンティブ創出を念頭に、炭素モニタリングの指標・パラメータについて更なる検討を進め、「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」及び「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と開発」を行った。

表 2.3-3 LCoP 項目と気候変動緩和策のポテンシャルの要約表

LCoP Items	Potential for Mitigating Climate Change	REDD+ ⁷⁸
Logging system		
Logging system: conventional extraction	Reduce pressure on forest by avoiding alternative extraction systems more destructive to the environment	SFM
Type of logging: selective	Reduce pressure on forest by limiting extraction to one category of tree species	SFM
Types of trees: merchantable	Reduce waste by limiting extraction to timber species of which most of the volume will be used + Most of the logs may be transformed into wood products (like furniture) for long-term sequestration	SFM
Size of trees DBH > 50 cm	Reduce pressure on forest by limiting extraction to a tree dimension range + Protect young stems that are the guarantors of future large trees and whose biomass increase rate is high	SFM
Setup design		
Setup area < 150 ha	Reduce degraded area + Facilitate conservation of unlogged forest area	CON
Revegetation of sites: recommended	Increase natural forest regeneration rate + Enhance carbon stocks	CSE
Reforestation of setups: recommended	Increase natural forest regeneration rate + Enhance carbon stocks	CSE
Roads & Landings		
Number of roads: minimum	Reduce deforested area by limiting road length	DEF
Road construction: recognized standards	Reduce deforested area because most standards urge a limit forest-to-non-forest conversion	DEF
Road width < 40 m	Reduce deforested area by limiting road area	DEF
Number of landings < 3 per setup	Reduce deforested area by limiting ponds	DEF
Area of landings < 0.25 ha	Reduce deforested area by limiting pond area	DEF
Skidding		
Area of skid tracks < 10% of setup area	Reduce deforested area + Reduce degraded area + Limit forest fragmentation due to skid networks	CON
Width of skid tracks < 6 m	Reduce deforested area	DEF
Felling		
Slope of logging area < 30 deg.	Reduce pressure by limiting extraction to terrains + Limit collateral damage facilitated by steep slopes (erosion, uncontrolled felling direction) + Limit access to zones often hosting high conservation value (HCV) & pristine habitats	CON
Felling direction: avoiding adjoining trees	Reduce deadwood (uprooted, leaning, standing dead and bark-removed trees)	DEG
Felling techniques: avoiding retained trees	Reduce deadwood (uprooted, leaning, standing dead and bark-removed trees)	DEG
Height of stump: as low as practical	Reduce log waste	DEG
Partial cut and left standing: no	Reduce deadwood (standing dead trees)	DEG

⁷ 「REDD+」とは、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の枠組みであり、「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」を指す。

⁸ DEF = avoided deforestation; DEG = avoided forest degradation; SFM = sustainable forest management; CON = conservation; CSE = carbon stock enhancement

2.3.2 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）を特定する。

活動 3-1 で記載の通り、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必要があったため、関係者間の協議の結果、成果 1 及び 2 のパイロットサイトとして選定する林業コンセッション（FMA）において成果 3 に係る活動も実施することとした。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。

PMCP/LCoP の遵守を通じた RIL-C よって将来、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ことは先に示したが、そのアクセスには RIL-C の成果を評価するための方法論として、国際的に認められるものを用いる必要があった。一方で、このような方法論を独自で開発するのは時間的にも資金的にも容易ではないため、既存の RIL-C 方法論の PNG への適用可能性を検証する必要もあった。そこで、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 Logging⁹」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。詳細計画フェーズにおける文献レビュー結果を踏まえた暫定的な各種指標案としては表 2.3-4 から表 2.3-6 の通りである。

表 2.3-4 伐採由来排出源モニタリングに必要な現地調査指標案（2023 年度時点）

Emission Sources	Field Indicators
Felling emissions	Locations of stumps
	Number and dimensions (height, DBH) of trees felled and harvested
	Number and dimensions of trees felled and abandoned (entire logs)
	Number and dimensions of logs abandoned
	Number and dimensions of trees damaged
Skidding emissions	Skid track length (alternatively: skid length per ha)
	Skid track width
	Skid track area
	Carbon loss per length or area unit (all trees 20 cm < DBH < 50 cm)
Road emissions	Haul road length (alternatively: road length per ha)
	Haul road width
	Haul road area
	Carbon loss per length or area unit (all trees and non-tree vegetation corresponding to natural vegetation carbon stock)
Log pond emissions	Number of log ponds (alternatively: number of ponds per ha)
	Log pond length
	Log pond width
	Log pond area

⁹ <https://verra.org/wp-content/uploads/imported/methodologies/VM0035-RIL-C-Methodology-v1.0.pdf>.

	Carbon loss per pond or area unit (all trees and non-tree vegetation corresponding to natural vegetation carbon stock)
--	--

表 2.3-5 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（2023 年度時点）

Monitoring Parameters	Necessary Data or Information
Tree damage categories	G: uprooted, laying on ground
	S: trunk snapped below first branch
	L: leaning $\geq 10^\circ$ from vertical
	C: $\geq 50\%$ of crown lost
	B: $\geq 100 \text{ cm}^2$ of bark loss
Logging areas	Concession areas
	Annual block areas
	Cutting block areas without evidence of prior logging vs. those with evidence of prior logging (ex: 40/60)
	Setup areas
Actual harvested volumes	Concession volumes
	Setup volumes
	Road volumes
	Landing volumes
	Skid gap volumes
	Felling gap volume
Unlogged forest biomass	Count (all species, not only merchantable) trees
	Identify tree species
	DBH
	Height, width or length (alternatively take minimum and maximum DBH)

表 2.3-6 伐採作業の効果を測るインパクト・パラメータ案の検討（データ取得方法及びサンプルサイズ。2023 年度時点）

Impact Parameter (IP)	Measurements (Reported on a 1-year Cutting Block)	Data Acquisition Methods	Sample Size Requirements
Felling impact	Average percentage of abandoned felled trees / total (abandoned + harvested) felled trees	<ul style="list-style-type: none"> - Tally felled trees - Tally abandoned entire logs or trees - Tally or get records of harvested trees 	More than 200 felled trees in sampled skid tracks (log search is limited to skid tracks with full length and width of 50 m, i.e. 25 m both sides)
Felling impact	Average percentage of length of felled logs left (excluding entire logs) / total harvested trees	<ul style="list-style-type: none"> - Tally left logs - Tally or get records of harvested trees 	Same as above

Skidding impact (trail density)	Average length of skid track per ha in logging block (m/ha)	- Skid length by handheld GPS - Skid area by GIS vector map	More than 5 km skid track length. Buffer 50 m on either side of the skid track network vector map to get the skid area
Skidding impact (tree damage)	Average number of trees killed per meter of skid track (number/m)	- Measure skid length by handheld GPS - Tally damaged trees	More than 5 km skid track length. Types of trees killed: snapped or uprooted. Size of trees killed: DBH \geq 20 cm
Hauling impact including infrastructure	Average haul road corridor area including log yards / total coupe area (m ² /ha)	- Logging road width: Field or RS (image resolution < 2 m) - Logging road area and length: GIS maps or RS (image resolution < 30 m)	Road length: exhaustive. Road width: more than 30 samples per coupe

平行して、PNGにおける伐採モニタリング方法・評価指標の検討の参考に、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)を活用したモニタリングの可否に係る検証を行った。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、対象地選定等の検討を経て比較検証を行ったが、結論としては図 2.3-1 から図 2.3-3 の通り、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(より詳細な比較は添付資料 26 参照)。

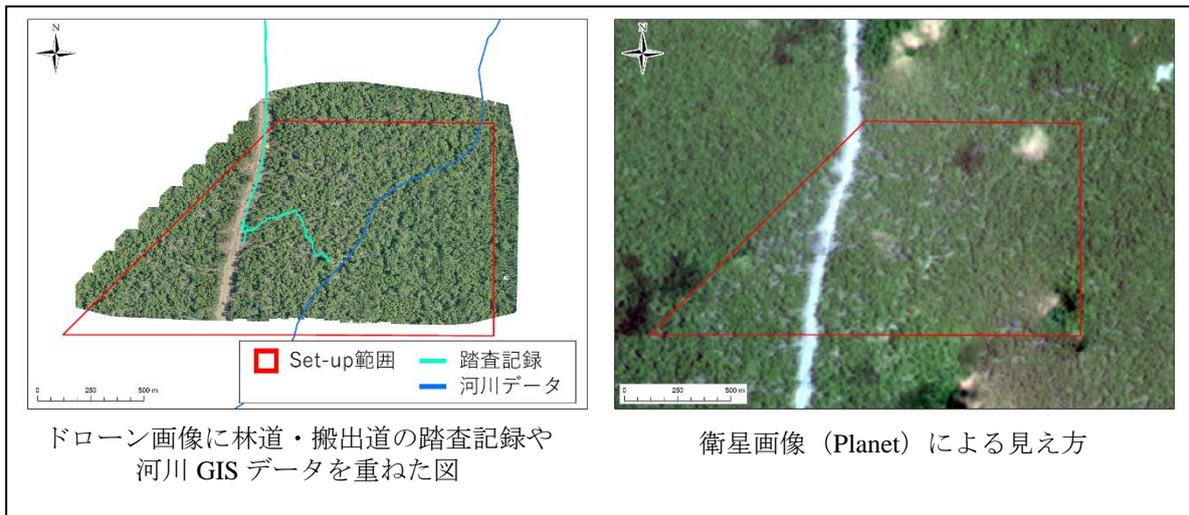


図 2.3-1 林業現場におけるドローン画像と衛星画像の見え方の比較

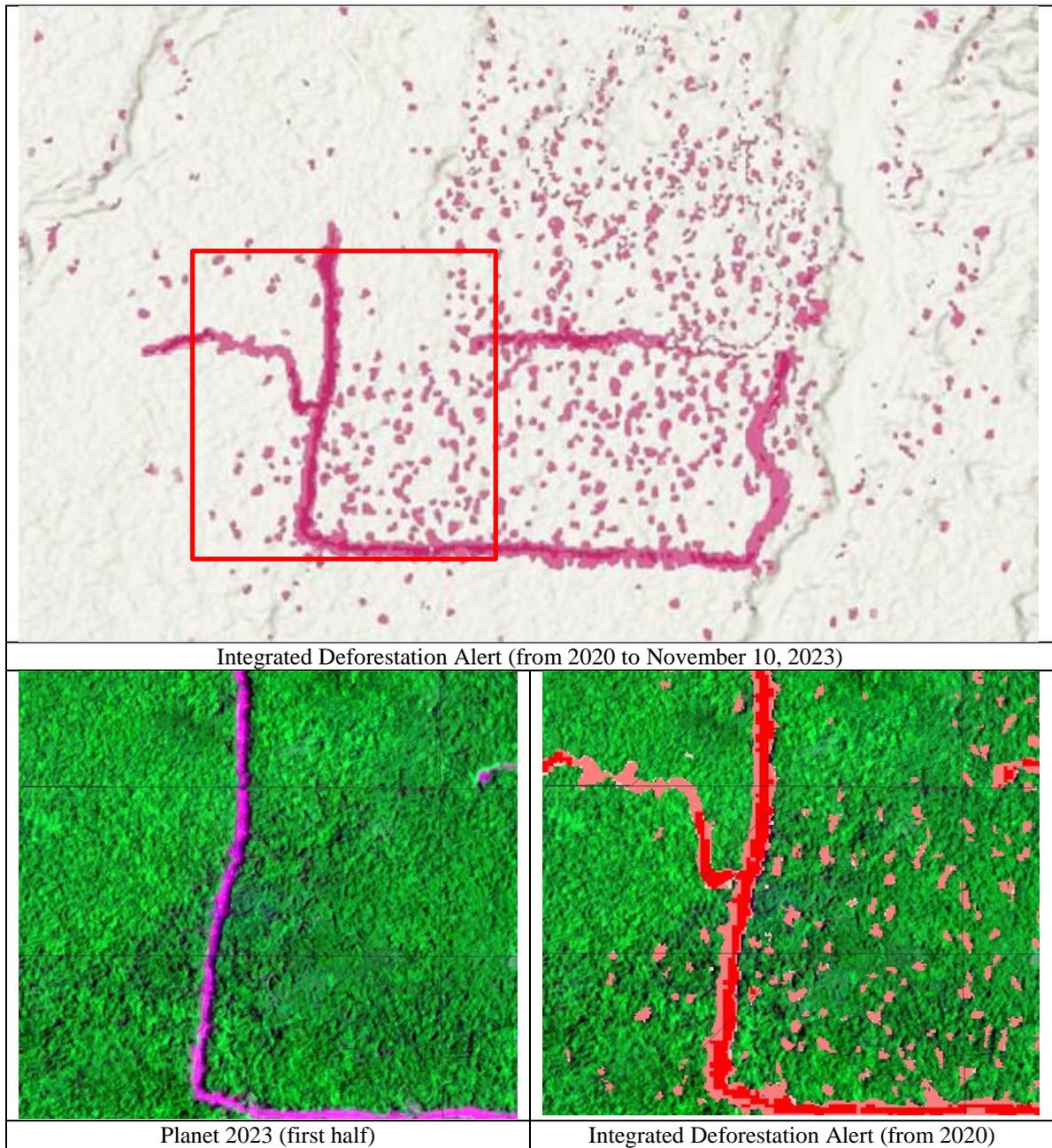


図 2.3-2 パイロットサイトのセットアップにおける森林減少アラートの状況

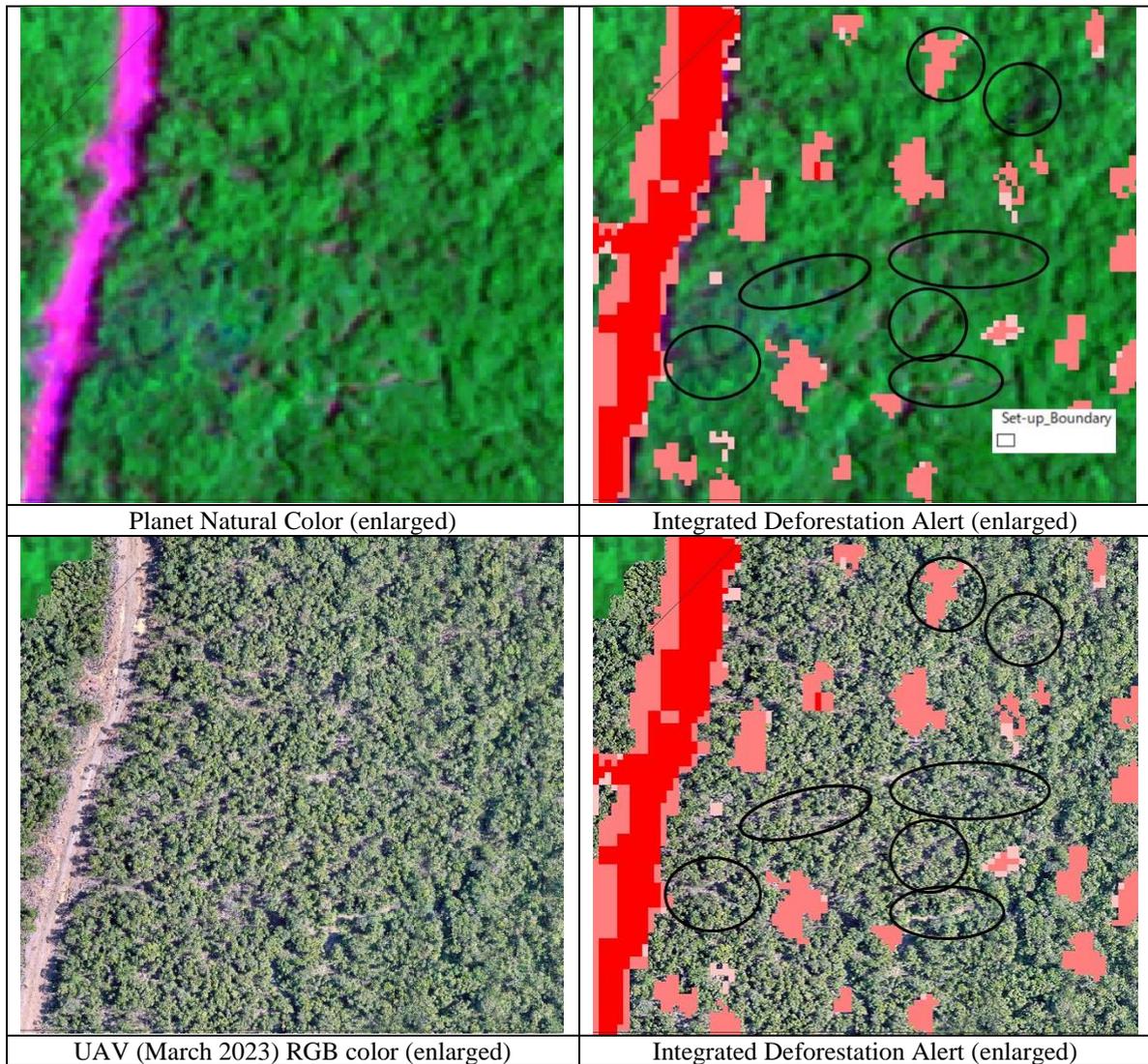


図 2.3-3 高頻度観測衛星画像と高分解能ドローン画像と森林減少アラートの比較

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 2.3-4 参照）の評価に向けた現場モニタリング調査指標・項目を表 2.3-7 の通り整理した。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。これらの調査結果を踏まえて、活動 3-3 方法論の開発を進めることとした。

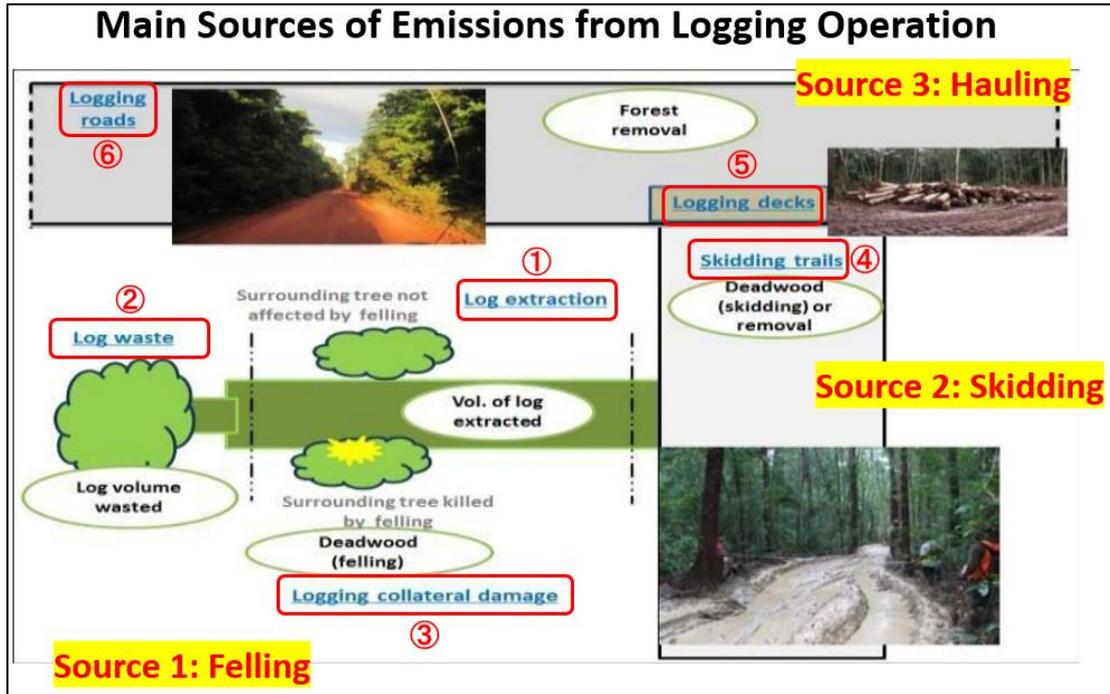


図 2.3-4 伐採作業による排出源

表 2.3-7 炭素モニタリング調査指標及び測定項目一覧

Source of Emissions			Measurement Objects	Measurement Values		
Logging-caused forest carbon stock damage	Carbon stock damage in felling gaps due to felling	Timber-trees	Log volumes	Extracted log volumes	Removed deadwood	Length (L), Diameters of top and bottom of logs (D1-D4)
			Non-extracted log volumes (incl. offcuts, abandoned logs)	Lying deadwood	Length (L), Diameters of top and bottom of logs (D1-D4)	
		Non-log volumes	Stump	Stump	Height (H), Diameters of stump (D1-D2)	
			Tops logs	Lying deadwood	Length (L), Diameters of top logs (D1-D2)	
		Other trees	Uprooted volume		Lying deadwood	Length (L), Diameters of uprooted trees (D1-D2)
			Snapped trees	Above the first branch	Live tree (mortality < 100%)	Not considered under this method
	Below the first branch	Standing deadwood		Height (H), DBH		
	Area damaged due to log extraction	Skid tracks		Standing deadwood	Height (H), DBH	
				Lying deadwood	Length (L), Diameters of lying deadwood (D1-D2)	
				Forested area removed	Skid track width and length, or area	
Log landings		Forested area removed	Log landing width and length, or area			
Hauling roads		Forested area removed	Hauling road width and length or area			
Others (e.g., logging camps)		Forested area removed	Not considered under this method			

2.3.3 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を特定し、開発する。

方法論の開発に先立ち、炭素モニタリング手法開発の目的や、開発する方法論の方向性や概要、期待される成果のレベル感について以下の通り PNG 森林公社側と協議・確認を実施し、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。

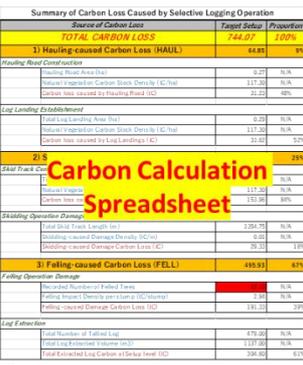
上記方針を踏まえ、伐採作業由来の炭素蓄積への影響に関するパラメータにつき、データ取得方法の検討を行い、2023年3月にパイロットサイトの1つであるセントラル州 Kupiano 地区にある Marshall Lagoon & Unu Amau FMA において現地調査テストを実施した。詳細は LCoP 影響評価・炭素モニタリング手法レビューレポート（添付資料 26）に記す通りである。同テスト結果を踏まえ、商業伐採における炭素モニタリングの方法論のコンセプト案を取りまとめ、PNG 森林公社との協議を経て、方法論の枠組み及び測定するパラメータの決定を行った。その上で、2024年6月に方法論のドラフトを取りまとめて、第1回のトライアル炭素モニタリング調査を再度 Marshall Lagoon & Unu Amau FMA で7月初旬に実施し（調査結果については添付資料 14 を参照）、さらに同年11月にもう一つのパイロットサイトである OBT 社の天然林において実施された伐採現場を調査した（調査結果については添付資料 15 を参照）。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。



Papua New Guinea Forest Authority
Japan International Cooperation Agency



Field Record Sheet



Carbon Calculation Spreadsheet

Field Carbon Monitoring Method
Setup-scale Method
for
Field Carbon Monitoring of
Logging Emissions
at
PNGFA-JICA Project



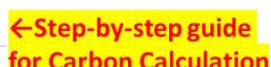
Project Manual for Field Logging Emission Measurements



←Step-by-step guide for Field Survey



Project Manual for Logging Carbon Emission Calculation



←Step-by-step guide for Carbon Calculation

図 2.3-5 炭素モニタリング用ドキュメント一式

2度の現場調査結果を踏まえた最終的な炭素モニタリング調査手法は添付資料16の通りである。また具体的な現地調査や炭素計算のプロセスに係る詳細は添付資料17及び添付資料18を参照のこと。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2.3-8及び表2.3-9の通りである。

表 2.3-8 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 2.3-9 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。

表 2.3-10 対象炭素プール

Carbon Pools	Included/Excluded	Remarks
Above-ground tree biomass carbon	Included	Significant pool affected by logging operation
Below-ground tree biomass carbon	Included	Significant pool affected by logging operation
Above-ground non-tree biomass carbon	Excluded	Non-trees like ferns, liana, palm, pandanus, bamboo, seedlings are conservatively excluded.
Deadwood biomass carbon	Included	Standing and lying deadwood produced by harvesting are included. Changes in stock of pre-existing deadwood are conservatively excluded.
Litter	Excluded	No significant change is expected.
Soil	Excluded	No significant change is expected.

2.3.4 活動 3-4 PNGFA の現地職員へ、炭素モニタリングを導入するための研修プログラムを策定し、実施する。

本活動を検討するにあたり、2023 年 11 月に PNGFA 職員と研修計画に係る協議を持ち、研修内容と実施計画について意見交換を行った。その際、活動 3-3 における炭素モニタリング調査手法の開発を終えてから、同手法に基づいた研修を実施することを確認した。加えて、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うことを確認した。ま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）の解説を行うこととした。

上記整理・計画を踏まえ、プロジェクト期間中に計 5 回の研修を実施した。第 1 回及び第 2 回の研修は 2024 年 7 月にセントラル州 Marshall Lagoon & Unu Amau FMA で実施した第 1 回トリアル炭素モニタリング調査前後のタイミングで、また第 3 回と第 4 回の研修も、第 2 回トリアル炭素モニタリング調査（東ニューブリテン州 OBT 社）の前後でそれぞれ実施した。またそれぞれの研修及び現場調査で得られた気付きや参加者からのフィードバックを踏まえて研修内容をアップデートし、研修も含む森林炭素モニタリングワークショップを 2025 年 2 月 18 日～20 日に実施した（同ワークショップは活動 3-7 の活動も兼ねている）。なお、研修及び参加者数は表 2.3-11 の通りである。

表 2.3-11 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

特に森林炭素モニタリングワークショップでは、開発した手法及び手順に基づいて、現場調査の設計やデータ収集方法等から排出量計算に向けたデータ入力や炭素量計算までの包括的な研修を実施した。同研修の成果を確認すべく、①伐採由来の排出量を測定する炭素モニタリングにかかる理論、②炭素モニタリング現場調査の方法・手順、③伐採によって損失した炭素量計算の方法・手順の 3 つの指標を用いて研修実施前後でアンケート調査を実施し、理解度の向上を確認した。評価方法はテスト等での理解度のスコア評価ではなく、参加者自身による主観的な理解度の変化を確認するもので、理解度を 5 段階評価（Excellent、Very Good、Good、Fair、Poor）で評価してもらった。調査結果は以下のグラフの通り、3 つすべての指標でそれぞれ大き

く理解度の向上が確認された（Excellent 及び Very Good と評価した参加者数の増加を確認）。加えて、個々人の知識レベルの向上度合いについてはバラツキがあるものの、総じて大きく向上したことを確認できた（なお、知識レベル向上なしと評価した参加者のうち 1 名は、これまでの炭素モニタリング活動に継続的に参加してきたため、研修前の段階で炭素モニタリングの手法・手順にかかる十分な知識を有していたと評価しており、研修後の評価で知識レベルに変化がなかったケースもあった）。本研修評価結果から、参加した炭素モニタリングに関連する PNG 森林公社の技術職員の多くが本成果を継続するために必要となる必要最低限の知識と理解度を有するレベルに達したと考えられ、そのうち複数名（特に現場調査等の活動に参加してきた C/P 職員）は今後の炭素モニタリング拡大の担い手になり得るレベルに達したと考える。



図 2.3-6 炭素モニタリング研修前後での理解度及び知識レベルの変化

2.3.5 活動 3-5 低排出伐採活動の実施を促進する提案を取りまとめる。

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、表 2.3-12 の通り、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、今後の取り組みが期待される低排出伐採 (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。

表 2.3-12 商業伐採由来の排出量の計算及び利点の概要

More transitions in LU matrix		Land use transitions (matrix)		
		Deforestation (DEF)	Primary DEF	I (primary forest) -> 0 (deforested area)
			Secondary DEF	II (secondary forest) -> 0
		Degradation (DEG)	DEG by all drivers	I -> II
		Logging	DEG by Logging	I -> logged area
Gain-Loss approach Field method [FM]			DEG by Conventional logging	I -> CL logged area
			DEG by RIL logging	I -> LEL logged area
			Secondary DEG by Conventional logging	RIL -> CL logged area

Possible right now

Possible in the future

More carbon standards methodologies to apply		Emission Factors	BASELINE scenario	PROJECT scenario	AFOLU carbon methodologies applicable	Projects in PNG
		EF (def)	0	I	Avoiding Ecosystem Conversion VM0009	Yes
	0	I	Avoiding unplanned DEF VM0015	Yes		
	0	I	Mixed REDD methodo VM0006, 07, 37	Yes		
EF (deg)	Logging	Forest protection	- Logged to Protected VM0010 - Preventing logging VM0011	Yes		
EF(log)	Conventional logging	Improved logging (RIL)	- IFM through RIL VM0035 - East Kalimantan WBFCPF-CF	Intentions		

Possible right now

Possible in the future

加えて、PNG 森林公社の要望を受け、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時の炭素基金等から得られるコンセッションレベルでの財政支援の規模についても以下の表の通り簡易に試算した。表 2.3-13 ではパイロットサイトである Marshall Lagoon & Unu Amau FMA の稼働年数過去 10 年分の伐採量の平均値をベースラインとし、表 2.3-14 ではベースラインに対して RIL-C プラクティスによって得られる可能性のある排出削減効果を他国の事例に基づき、10%、12%、25%、37% でそれぞれ概算した（37%：東カリマンタン FCPF 案件計画時。12%：同案件の成果払い時。25%：ペルーでの RIL-C 案件形成時に USAID が用いた値）。1tCO₂e あたり 8USD で計算した場合、RIL-C による排出削減がスコープに入っている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。

表 2.3-13 Marshall Lagoon & Una Amau FMA のケールにおけるベースライン値

Year	Timber production (m3)	Emission Factor (MgC/m3)	Historical emissions (MgCO2e/year)
2010	6,227	2.5	57,133
2011	5,173	2.5	47,459
2012	2,752	2.5	25,253
2013	46,307	2.5	424,863
2014	16,529	2.5	151,656
2015	27,497	2.5	252,282
2016	7,372	2.5	67,638
2017	32,450	2.5	297,732
2018	0	2.5	0
2019	0	2.5	0
2020	0	2.5	0
2021	25,603	2.5	234,908
2022	44,789	2.5	410,939
2023	54,989	2.5	504,524
Mean emissions (2018-20 not considered)			224,944

表 2.3-14 RIL-C 実践による排出削減効果で得られる財政支援規模の試算

Year	Baseline Emission (tCO2e/year)	Emission Reduction (10%)	Emission Reduction (12%: East Kalimantan/RBP)	Emission Reduction (25%: Peru/Planning)	Emission Reduction (37%: East Kalimantan/Planning)
2025	224,944	22,494.40	26,993.28	56,236.00	83,229.28
2026	224,944	22,494.40	26,993.28	56,236.00	83,229.28
2027	224,944	22,494.40	26,993.28	56,236.00	83,229.28
2028	224,944	22,494.40	26,993.28	56,236.00	83,229.28
2029	224,944	22,494.40	26,993.28	56,236.00	83,229.28
2030	224,944	22,494.40	26,993.28	56,236.00	83,229.28
2031	224,944	22,494.40	26,993.28	56,236.00	83,229.28
2032	224,944	22,494.40	26,993.28	56,236.00	83,229.28
2033	224,944	22,494.40	26,993.28	56,236.00	83,229.28
2034	224,944	22,494.40	26,993.28	56,236.00	83,229.28
TOTAL	2,249,440	224,944.00	269,932.80	562,360.00	832,292.80
1tCO2e/year = 8USD		1,799,552.00	2,159,462.40	4,498,880.00	6,658,342.40

また、伐採由来の炭素モニタリングに関しては、本プロジェクトのパイロットサイト 2 箇所をサンプルとして試験的な調査を実施しつつ、開発した手法の検証を進めてきた。将来的な炭素プロジェクトの組成にあたっては、同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図 2.3-7 及び表 2.3-15 の通り提案した（詳細は添付資料 32 の 2024 年 8 月版の提案を参照）。

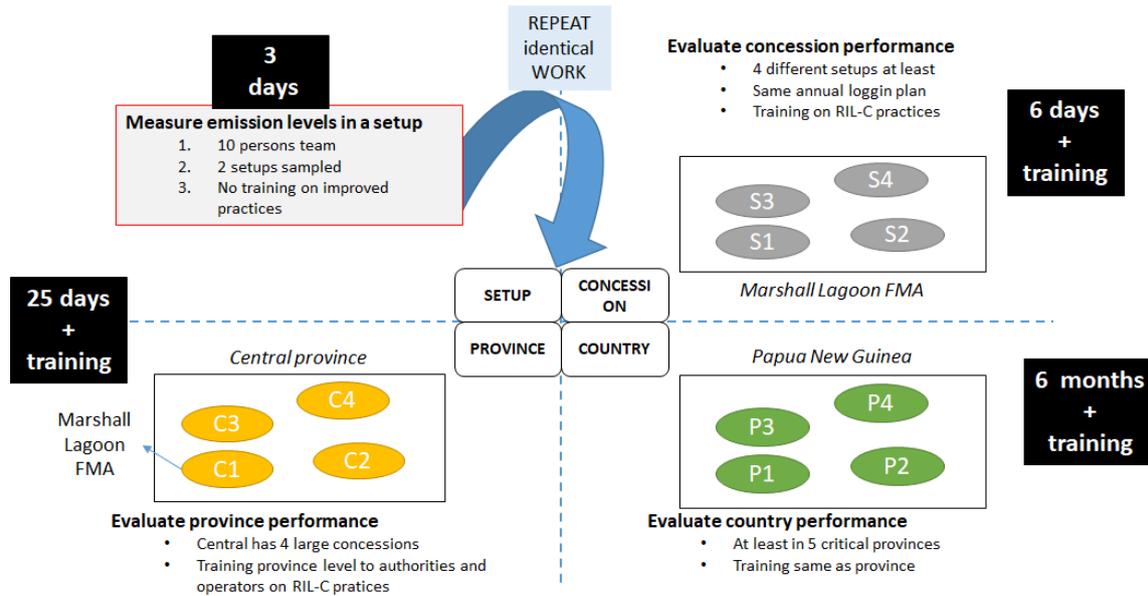


図 2.3-7 炭素モニタリングの規模拡大アプローチ

表 2.3-15 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 of 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取り組みとして、実践可能な個別具体的な RIL-C プラクティスの検討が必要となる。活動 2-2 で特に集材路網の最適化（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がどの程度あるのか、費用対効果がどの程度か等のポテンシャル分析及び評価には至っていない（本プロジェクトのスコープ外）。そのため、表 2.3-16 の通り、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。

表 2.3-16 緩和ポテンシャルを有する RIL-C としての LCoP/PMCP コンプライアンス作業

LCOP/PMCP Compliance	Future Potential RIL-C Practices based on LCOP/PMCP compliance	Emission Source Category
PLANNING		
1) Five-year Plan: - Term: 5 years - Map scale: 1/50,000 - Concession boundary - Location of permanent hauling roads, bridges, log ponds, camp, conservation area, steep slope (>30 degree), swamp area - Forest inventory data	* Prepare a 1/25,000 scale map for the Mid-term plan like Five-year Plan to accurately delineate concession boundaries and optimal hauling road planning * Identify High Conservation Value (HCV) Areas at the concession level (for safeguarding purposes). * In addition to the Five-year Plan, 20- or 30-year Long-term Plan can be prepared with 1/50,000 scale map	Logging Infrastructure Emission (Hauling Road)
2) Annual Logging Plan: - Term: 1 year - Map scale: 1/25,000 - Setup boundary (each setup<150 ha) - Detailed location of log ponds and camps, as well as exclusion areas like buffer zones, reserves/tambu sites, water supply zones	* Prepare a 1/5,000 or 1/10,000 scale map for the Annual Plan for effective timber harvesting and accurate identification of exclusion areas (like buffers)	Logging Infrastructure Emission (Log Pond/Camp)
3) Setup Plan: - Term: No specification but shorter than 1 year - Map scale: 1/10,000 (map) or 1/5,000 (sketch) - Boundaries of excluded areas (watercourse buffer zones, cultural/historic sites or tambu sites) - Detailed location of skid tracks, log landings, and hauling roads which provides access to the setup	* Prepare a map of 1/5,000 scale (not a sketch), with 5-10 m contour lines for the Setup Plan, which enables accurate and cost-effective skid track network plans	Logging Infrastructure Emission (Skid Track)
HAULING		
1) Hauling Road Width: Not exceeding 40 m between cleared edges: (including pavement and drainages of 15 m + cleared zone of about 12.5 m either side, in order to allow for drying of the road surface and to provide safe sight lines)	* Optimize total hauling road networks at concession level in the Five-year Plan, through accurate planning based on topography and forest stocks, in order to minimize forest clearance areas * Strictly control road widths at any part of the concession area, in order to minimize forest clearance areas	Logging Infrastructure Emission (Hauling Road)
2) Log Landing: - Size: Not exceeding 0.25 ha - Number: No more than 3 log landings per setup	* Optimize and minimize the number of log landings through accurate planning for the Annual Logging Plan, based on estimated harvesting volumes, in order to minimize forest clearance areas * Strictly control the size of log landings less than 0.25ha or even smaller through proper bucking/trimming, in order to minimize forest clearance areas as well as log wastes/residues	Logging Infrastructure Emission (Log Landing)
SKIDDING		
1) Skid Track Network Area: - Not exceeding 10% of setup area (less than 15 ha) , as maximum setup size is 150 ha)	* Optimize total skid track networks at setup level through detailed planning based on a detailed topography map (5-10 m contour lines) for the Setup Plan, as well as the field inventory survey and tree prescriptions, in order to minimize forest clearance areas	Logging Infrastructure Emission (Skid Track)
2) Skid Track Width: - Not exceeding 6 m between edges	* Strictly control skid track widths during construction at any part of the skid track networks, in order to minimize forest clearance areas as well as collateral damage to surrounding trees	Logging Infrastructure Emission (Skid Track)
3) Skidding Machines: - All skidding machines must be fitted with a winch carrying not less than 40 m of good wire rope	* Promote the utilization of winches for skidding operations instead of excavator's booms or dozers, in order to minimize collateral damage caused by skidding operation * Monitor collateral damage around skid tracks (both main track and spur roads)	Logging Damage (Skidding-caused Collateral Damage)
FELLING		
Tree Felling 1) Retain certain basal area (i.e., 9-10 m ² per hectare in a setup of 150ha) 2) Tree Size: Must be above 50 cm DBH 3) Prescription of all harvesting trees in advance 4) Low-height cutting (below 50 cm height of stump remaining) through backcut above scarf-cutting 5) Apply directional felling 6) Apply vine cutting prior to harvesting (6 months before) 7) No felling on the steep slope above 30 degrees , (above 20 degrees in case of sandy and silty soil)	* Monitor basal areas, utilizing remote-sensing technologies * Mark only bigger trees above 55 cm or 60 cm DBH , instead of 50 cm, at the stage of prescription, in order to reduce the number of felled trees * Prepare a detailed setup-level harvesting plan (Setup Plan) based on location data of prescribed trees (GPS applied) together with the skid track network construction plan, prepared based on a 1/5000 scale map with 5-10 m contour lines * Monitor heights of stumps while encouraging application of low height cutting and improved bucking/trimming , in order to minimize log wastes * Monitor collateral damage around felled trees (lying and standing deadwoods) while encouraging application of directional felling and sound-testing/plunge-cutting to identify hollow or defective trees , in order to minimize log wastes * Develop an accurate Setup Plan based on a topography map of 5-10 m contour lines to avoid steep slope areas, in order to minimize felling caused damages	Logging Damage (Felling-caused Collateral Damage)

2.3.6 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を取りまとめる。

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、長期専門家チ

ームと共に以下の通り取りまとめ、更にこれまでの活動に参加した PNGFA 職員等との提案内容に係るコンサルテーションを行った上で最終化を行った。

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。

また上記提言（特に 4 関連）を踏まえ、2025 年の EU-FCCB プログラムにおいて PNG 森林公社が EF の支援を受けて実施する活動の中に炭素モニタリング活動を盛り込んでもらい、その詳細計画の策定の支援も行った。詳細は以下の通り、EU-FCCB のターゲット州 2 州（西セピック州及びニューアイルランド州）において計 3 回の炭素モニタリング調査を実施し、合計で 3 つのコンセッションで、計 12 セットアップのデータ収集を目指すこととなった（2026 年及び 2027 年も継続して拡大させることも併せて確認）。この結果から、本 JICA 事業終了後においても成果 3 で構築された炭素モニタリングの取り組みが EU-FCCB の支援の下で継続・規模拡大されることとなり、将来的な低排出伐採の促進や森林炭素プロジェクトの組成に向けた明確な道筋を作ることができたと考える。

表 2.3-17 2025 年 EU-FCCB プログラムで実践する炭素モニタリング活動詳細

Target Province	West Sepik	New Ireland
Target project	Amanab Block 1-4 (3h from Vanimo) Amanab Block 5-6 (3h from Vanimo)	Komdaru Lamasa Siaman TRP (2h from Vanimo)
Participating officers	7 x PNGFA officials from technical directorates (1-2 each, including field level officers stationed at provincial level) 2 x FRI officials 1 x International expert assigned by EF/EU-FCCB	
Number of trips in 2025	2 times (preferably 11 days per trip)	1 time (7 days per trip)
Target number of setups	10 setups (1 st trip: 4 setups, 2 nd trip: 6 setups)	2 setups
Required logistics and arrangement	Flights, excess charge for survey tools, car hire, accommodations, printing and stationary, rations (food and water), allowances, petty cash, etc.	

2.3.7 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。

活動 1-7 の表 2.1-7 に記載の通り、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。特に研修も兼ねた炭素モニタリングワークショップでは、これまでの現場調査などに参加してきた特定の部署（①Forest Policy and Planning Directorate、②Reforestation & Afforestation Directorate、③Field Operation Directorate の 3 部署）の職員だけでなく、FRI や、伐採事業体との関わりがある Trade & Investment Directorate や Forest Acquisition & Allocations Directorate の部署からも参加者があり、C/P である PNG 森林公社内の幅広い技術職員に活動成果を共有・普及させることができたと考える。



実際の現場調査で収集したデータを使った炭素計算の実践

本プロジェクトで開発した炭素モニタリング手法・手順等について解説

図 2.3-8 炭素モニタリングワークショップの様子

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

3.1.1 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。

3.1.2 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。

3.1.3 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。

3.1.4 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。

3.1.5 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 C/P 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。

3.1.6 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（添付資料35）。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

3.2.1 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。

現在、EU-FCCB プロジェクトが追加研修のための予算を確保する準備を進めているが、PNG 森林公社が主体となり、研修の計画、実施、及び評価を主導する必要がある。教材は本プロジェクトにより作成されており、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。

さらに、PNGFA 職員向けの研修は本プロジェクト期間中に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。

3.2.2 PNG-FRIMS の改修と持続可能な運用

PNG-FRIMS の基盤ソフトウェアである ArcGIS 10.2 は既にサポート期間が終了しており、システムの老朽化が進んでいる。また、PNG-FRIMS の運用に用いられているコンピューターは主に 2012 年に導入されたものであり、OS もサポート期間切れの Windows 7 が主体であるため、インターネット接続や PNG 森林公社のサーバとの接続が困難な状況にある。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。

これらの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

- ✓ PNG-FRIMS 内のデータがウイルス感染によって失われた事例があるため、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。

3.2.3 州事務所の強化

本プロジェクトでは、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を提案したが、その中で州事務所が果たす役割は極めて重要である。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以下のような課題が存在している。

1. 人材の能力不足

- ✓ デジタル技術やリモートセンシング技術に関する知識・スキルを持つ職員が限られている。

2. 機材・インフラの不足

- ✓ 本プロジェクトではパイロット州の事務所に PC やドローンを導入したが、その他の州においては機材が十分に整備されておらず、モニタリングデータの管理・活用が困難な状況にある。

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。

3.2.4 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おり、本プロジェクトでも確認された。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っている。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いる。特に西セピック州の Amanab 地区は、本プロジェクトのパイロットサイトの一つでもあり、これまでの歴史の中で、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、図 3.2-1 に示す通り天然更新¹⁰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。

G. NATURAL REFORESTATION

- (i) Soil displaced in windrows at the edge of skid tracks should be carefully re-spread over the skid track, preferably using an excavator, to assist natural regeneration once the skid track is no longer required.
- (ii) Cuttings, seeds or seedlings used for enrichment planting should be sourced from material collected from within the setup or from the adjoining forest area.
- (iii) Vines and competing vegetation should be cut from the young regeneration within the canopy gaps created by tree felling and extraction to ensure that regeneration is not smothered or suppressed.

図 3.2-1 改訂版「Logging Code of Practice」から該当箇所を抜粋

3.2.5 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った。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。
- ・ 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。

¹⁰ 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。

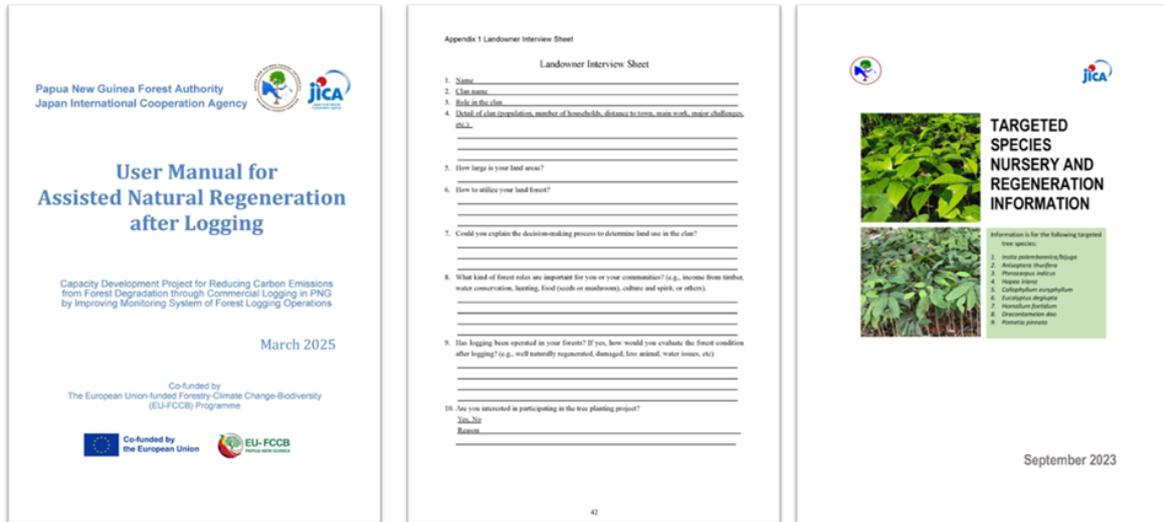


図 3.2-2 プロジェクトで作成した天然更新補助活動マニュアル

3.2.6 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、詳細な目標を設定することが重要であり、下記の事項を明確にしたい。

- ✓ 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。

植栽する樹種の選択については、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。今後の活動をより効果的にするために実施する必要がある。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。

3.2.7 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、コンセプションレベル、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（本プロジェクトでは3つのサンプルのみ測定）。

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。

3.2.8 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。