

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
気候変動対策のための PNG 森林資源
情報管理システムの活用に関する
能力向上プロジェクト

業務完了報告書
(本文)

令和元年 9 月
(2019 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

国際航業株式会社

環境

JR

19-043

調査対象地域位置図



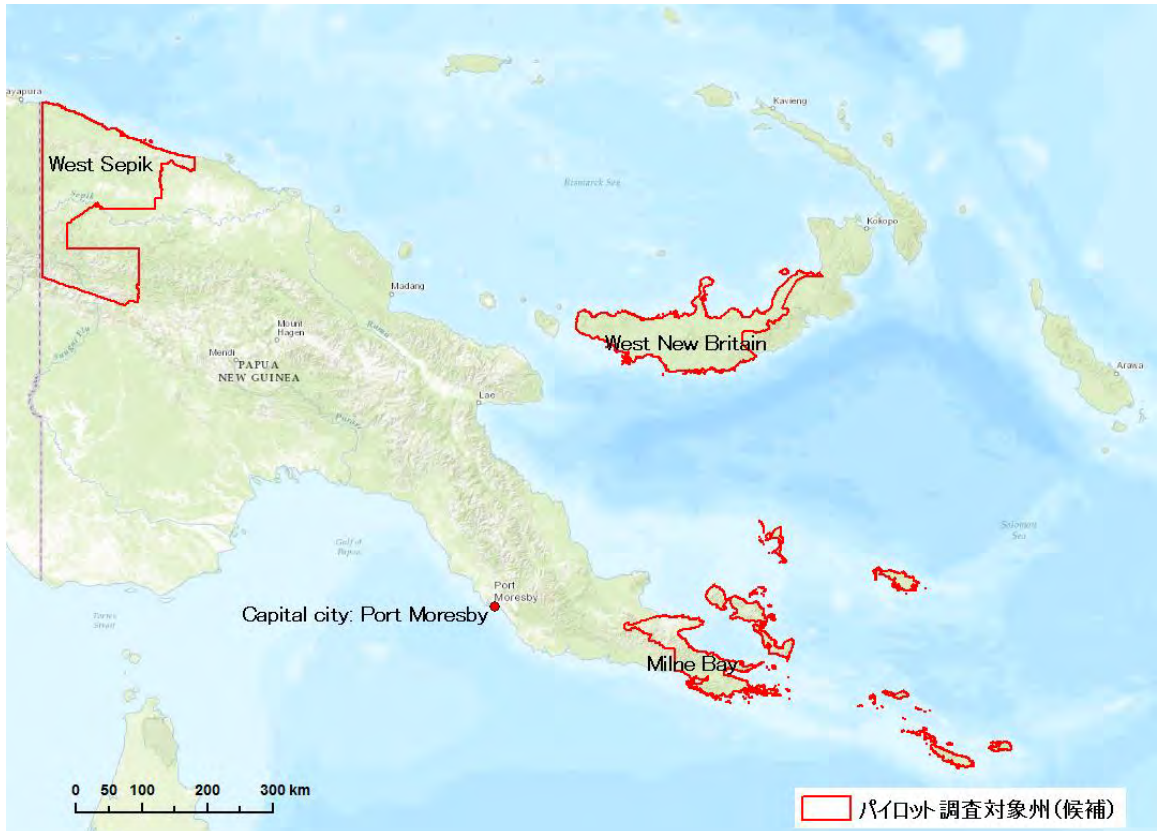
Independent State of Papua New Guinea

パプアニューギニア独立国

面積：46.2 万平方キロメートル（日本外務省）

人口：7,619,321 人（2015 年、世界銀行）

一人あたり GNI：2,240 米ドル（2014 年、世界銀行）



巻頭写真：現地活動状況

2014年8月～2019年9月



第1回 JCC (2014年9月)



森林情報修正に係る作業説明 (2014年11月)



森林計画に係る課題についての協議
(2014年11月)



COP20 ペルー気候変動公開イベント：
森林保全モニタリング PNG 事例報告
(2014年12月)



ミルンバイ州における現場聞き取り調査
(2015年2月)



地域事務所での GIS デモンストレーション
(2015年5月)

巻頭写真：現地活動状況

2014年8月～2019年9月



ロギングロード（幅 30-50 m）（2015年5月）



樹冠の様子（択抜後2年）（2015年5月）



Milne Bay 州森林事務所職員との議論
（2015年8月）



PNGFA 本部での本邦研修報告
（2015年9月）



森林研究所での PINFORM に関する説明・協議
の様子（2015年10月）



COP21 日本パビリオンでの Gamoga 氏の発表
（2015年12月）

巻頭写真：現地活動状況

2014年8月～2019年9月



プロジェクトワークショップでのグループ協議
(2016年6月)



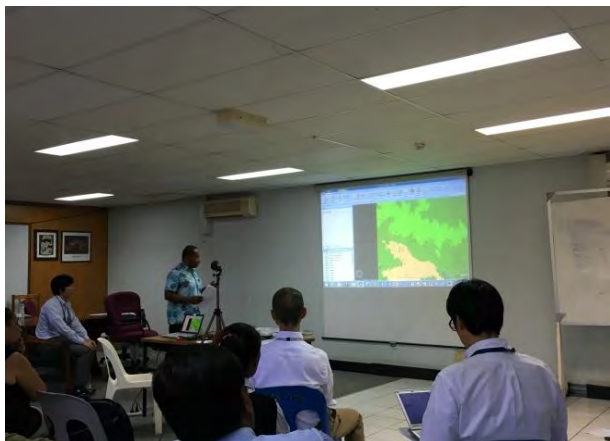
成果・課題・今後の方向性に係る協議
(2017年2月)



Logging Road 情報の整備 (2017年5月)



LAN-Map の活用に係る試行・協議 (2017年5月)



プロジェクトワークショップ (2017年8月)



森林劣化ドライバ情報構築の OJT (2017年8月)

巻頭写真：現地活動状況

2014年8月～2019年9月



PNGFA 内部のプロジェクト報告会
(2017年11月)



ロギングサイト視察 (2017年11月)



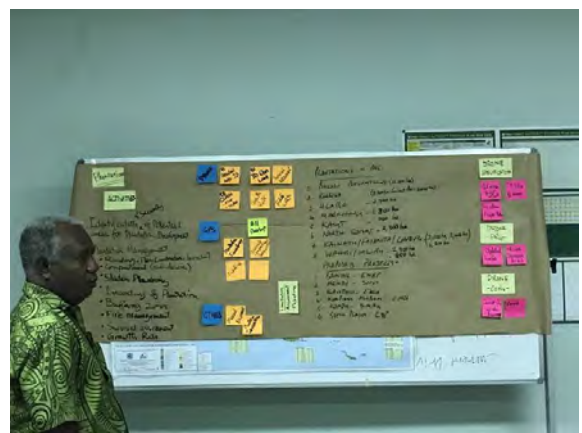
ロギングサイト視察 (2017年11月)



土地利用シミュレーション研修
(2018年5月)



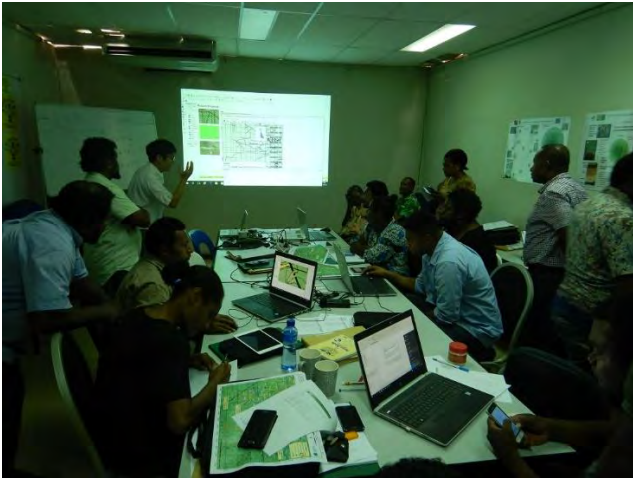
植林地でのドローン操作練習 (2018年6月)



ドローンを活用方法に関する協議
(2018年6月)

巻頭写真：現地活動状況

2014年8月～2019年9月



ドローンによる森林モニタリング研修
(2019年2月)



森林モニタリングへのドローン活用のための検討
成果発表会 (2019年3月)



ドローン供与式 (2019年3月)



FRLに係る報告・協議 (2019年5月)



プロジェクト最終セミナー
(2019年7月)



プロジェクト最終セミナー (プロジェクトで作成
した成果ドキュメント) (2019年7月)

目 次

調査対象地域位置図

巻頭写真：現地活動状況

目次

図・表目次

略語一覧

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.....	1-1
1.3	業務フローと投入.....	1-3
1.3.1	業務フローチャート.....	1-3
1.3.2	業務実施工程.....	1-4
1.3.3	専門家派遣実績.....	1-7
1.3.4	現地業務費実績.....	1-9
1.3.5	調達機材.....	1-9
1.3.6	現地再委託.....	1-11
1.4	プロジェクトの運営.....	1-11
1.4.1	合同調整委員会.....	1-11
1.4.2	技術移転.....	1-12
1.4.3	プロジェクトの成果.....	1-14
1.4.4	成果の普及・広報活動.....	1-14
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
2.1.1	PNG-FRIMSへ追加すべき情報の特定.....	2-1
2.1.2	PNG-FRIMSの拡充・強化の基本設計.....	2-11
2.1.3	森林被覆図の更新.....	2-18
2.1.4	森林の蓄積量に関する情報の整備・更新.....	2-66
2.1.5	地上サンプルプロット情報の活用.....	2-73
2.1.6	その他の情報整備方法の検討.....	2-76
2.1.7	PNG-FRIMSの試作.....	2-80
2.1.8	PNG-FRIMSの仮運用.....	2-97
2.1.9	PNG-FRIMSの運用マニュアルの整備.....	2-99
2.1.10	PNG-FRIMS運用に係る訓練の実施.....	2-99
2.2	成果2に係る活動.....	2-101
2.2.1	森林計画制度の実態の把握.....	2-101

2.2.2	PNG-FRIMS を活用した森林施業計画の評価、指導、審査、モニタリングの試行.....	2-108
2.2.3	パイロットエリアでの成果普及のためのトレーニングワークショップの開催.....	2-127
2.2.4	森林計画プロセスへのインプット内容の検討.....	2-127
2.2.5	PNG-FRIMS を用いた総合的な森林計画ガイドラインの作成.....	2-137
2.3	成果3に係る活動.....	2-137
2.3.1	森林参照排出レベル／森林参照レベル算出における PNG-FRIMS の活用.....	2-137
2.3.2	REDD+活動に提供可能な情報の特定.....	2-146
2.3.3	気候変動委員会等の外部機関主催の会議・活動への技術的なインプット.....	2-164
2.3.4	森林からの炭素排出・吸収量の計測および報告に係る訓練の実施.....	2-167

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
3.1.1	成果の普及活動：パブリケーション（Fact Sheet シリーズ、Big-Book）.....	3-1
3.1.2	最新のモニタリング技術の森林計画・監視での検討・実践（ドローン等）.....	3-3
3.1.3	現地再委託・現地特殊傭人を活用した業務の推進・実施体制の整備.....	3-4
3.1.4	他ドナー（FAO、UNDP/FCPF）と連携した気候変動対策への貢献.....	3-5
3.2	今後の森林モニタリングに関する提言.....	3-5
3.2.1	Logging Code of Practice の完全実施（木材合法性証明の支援）.....	3-6
3.2.2	PNG-FRIMS の地方展開（Decision Support System との連携）.....	3-6
3.2.3	NFI データを用いた PNG-FRIMS/森林基盤図の材積情報の更新.....	3-6
3.2.4	低インパクト伐採の定量評価と二次林の再成長モデルの検討・構築.....	3-7
3.2.5	植林プランテーション情報の精度向上と適地選定および植林実施.....	3-7
3.2.6	木材伐採データを活用した森林劣化由来の炭素排出量計上の実践.....	3-7

添付資料

パート1 技術協力成果品

添付資料 1	PNG-FRIMS に係る成果品
添付資料 2	森林被覆図の更新手法に関するマニュアル
添付資料 3	PNG-FRIMS 運用マニュアル
添付資料 4	過去の森林炭素蓄積量の変化推計
添付資料 5	REDD+の参照排出レベルの試行的推計：PNG-FRIMS を用いた木材伐採による森林劣化からの炭素排出量推定の可能性

パート2 その他のプロジェクト成果

添付資料 6	プロジェクト Fact Sheet と Analytical Report
添付資料 7	Big-Book
添付資料 8	森林減少モニタリングツールの開発
添付資料 9	森林減少モニタリングツールマニュアル

添付資料 10	Land Change Modeler による解析マニュアル
添付資料 11	PNG-FRIMS の利用に係る資料
添付資料 12	PNG の天然林への伐採による炭素影響を減らすための政策・措置と PNG-FRIMS の貢献可能性
パート 3	協議・検討資料
添付資料 13	西部州における平地林 (P) と丘陵林 (H) の分類
添付資料 14	森林基盤図と NFI Pre-Inventory の判別効率表
添付資料 15	土地被覆コード細分化のルール
添付資料 16	森林基盤図の小諸島の扱い
添付資料 17	森林減少や森林劣化に関する定義や方法論についての協議
添付資料 18	森林被覆図の森林減少・劣化ドライバ情報の構築に係る検討
添付資料 19	過年度森林被覆図 (West New Britain 州、West Sepik 州)
添付資料 20	2015 年森林被覆図
添付資料 21	PNG-FRIMS への PINFORM 導入可能性に係る検討
添付資料 22	輸出用木材としての有用度を示すリスト
添付資料 23	森林区域と植生タイプごとの材積量 (暫定)
添付資料 24	FCA バウンダリデータの課題
添付資料 25	ALP・FWP・FCA 整備業務
添付資料 26	ALP・FWP・FCA リスト
添付資料 27	植林データに係る協議議事録
添付資料 28	AAC 計算機能の改善
添付資料 29	森林モニタリングツールとしてのドローンの活用の検討
添付資料 30	森林モニタリング業務におけるドローンの活用
添付資料 31	Land Change Modeler による土地利用変化シミュレーション
添付資料 32	PNG REDD+パイロットプロジェクトの方法論的アプローチ
添付資料 33	持続的森林管理を促進する制度的率先実施での PNG-FIRMS の貢献
添付資料 34	REDD+および SFM に提供可能な情報検討資料 (ロジカルフレーム付)
添付資料 35	州森林計画への PNG-FRIMS 情報提供検討資料
添付資料 36	HCV および HCS の森林の特定への空間情報の貢献 (方法論分析)
添付資料 37	FREL/FRL の計測・報告に係る訓練の講義資料：カーボンオフセットに関する枠組みに関連した国際動向
添付資料 38	FREL/FRL の計測・報告に係る訓練の講義資料：REDD+実施のための森林セクターの可能性
添付資料 39	プロジェクト成果 3 を確実なものとする次期活動についての議論・計画のための概念的ポイント
添付資料 40	JICA 次期案件形成に向けた PNG 森林セクターの課題分析
パート 4	その他の資料 (PDM や会議やセミナー、ワークショップ等)
添付資料 41	プロジェクトデザインマトリックス (PDM)
添付資料 42	現地再委託
添付資料 43	合同調整委員会会議

添付資料 44	技術移転計画・達成状況 最終報告書 (2019年7月)
添付資料 45	研修生による第1回本邦研修成果プレゼンテーション
添付資料 46	COP 参加
添付資料 47	プロジェクト成果報告会
添付資料 48	TLVS ワークショップ発表資料
添付資料 49	プロジェクト最終セミナー
添付資料 50	2017年8月1日開催プロジェクトワークショップの概要
添付資料 51	ドローンを用いた森林モニタリング実務研修の概要
添付資料 52	MRV-TWG 発表資料

図・表目次

表

表 1.3-1	活動計画・実績対比表	1-5
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	1-9
表 1.3-4	調達機材・物品一覧	1-10
表 1.4-1	JCC の開催時期と議題	1-11
表 1.4-2	第 1 回本邦研修	1-12
表 1.4-3	第 2 回本邦研修	1-13
表 1.4-4	技術協力成果品	1-14
表 1.4-5	プロジェクト Fact Sheet シリーズ	1-15
表 1.4-6	プロジェクト Analytical Report シリーズ	1-15
表 2.1-1	PNG-FRIMS へ追加する情報の分類	2-1
表 2.1-2	各課で管理されている伐採コンセクションに関する情報	2-2
表 2.1-3	伐採コンセクションに適用した品質評価の観点	2-2
表 2.1-4	更新作業の過程で C/P から挙げられた意見とその対処方針	2-6
表 2.1-5	伐採履歴情報の課題	2-7
表 2.1-6	伐採履歴情報の更新に関する現状分析と今後の検討事項	2-8
表 2.1-7	伐採履歴情報に対する要求事項	2-8
表 2.1-8	森林伐採計画から PNG-FRIMS へ追加できる森林情報	2-10
表 2.1-9	機能改良設計の対象機能	2-12
表 2.1-10	森林伐採計画評価・モニタリング支援機能のコンセプト	2-13
表 2.1-11	検討された LAN-Map の新たな拡張機能	2-13
表 2.1-12	Job Request 機能設計のための業務分析結果	2-14
表 2.1-13	Job Request レイヤのデータ仕様	2-15
表 2.1-14	森林蓄積量推定に係る業務分析	2-15
表 2.1-15	ポータルサイトの機能一覧	2-16
表 2.1-16	データに関する課題と対処方針	2-18
表 2.1-17	森林基盤図 ver. 1.1 と NFI Pre-Inventory の土地被覆クラスの対応	2-26
表 2.1-18	PNG の森林・非森林の区分精度	2-26
表 2.1-19	PNG の IPCC 土地利用の区分精度	2-27
表 2.1-20	PNG の土地被覆の区分精度	2-27
表 2.1-21	森林基盤図と FIMS の植生コードの比較	2-30
表 2.1-22	森林基盤図に新たに付与した属性	2-31
表 2.1-23	本プロジェクトで収集した RS データ	2-35
表 2.1-24	Greenest Pixel (LANDSAT) を収集した年・範囲	2-35
表 2.1-25	森林被覆図の更新手法に関するマニュアルの構成	2-47
表 2.1-26	森林基盤図と Collect Earth のドライバ区分比較	2-59
表 2.1-27	森林減少ドライバの対応表	2-75
表 2.1-28	森林減少ドライバの判別効率表	2-76
表 2.1-29	整備する制約地データ	2-76

表 2.1-30	Hansen データのバージョン間比較.....	2-80
表 2.1-31	LAN-Map 上で閲覧可能な主な森林情報.....	2-80
表 2.1-32	Plantations 課における LAN-Map の使用.....	2-89
表 2.1-33	Acquisition 課における LAN-Map の使用.....	2-90
表 2.1-34	PNG の森林区分.....	2-91
表 2.1-35	PNG の Annual Allowable Cut (パターン 1)	2-92
表 2.1-36	PNG の Annual Allowable Cut (パターン 2)	2-92
表 2.1-37	ユーザ権限に応じた使用可能な FIMS 機能.....	2-94
表 2.1-38	LAN-Map 印刷機能の運用パターン.....	2-97
表 2.1-39	PNG-FRIMS 運用マニュアルの構成.....	2-99
表 2.1-40	PNG-FRIMS データサーバの維持管理体制.....	2-100
表 2.2-1	各森林計画の計画と実施に係る課題と対応策.....	2-103
表 2.2-2	Area/Provincial オフィスにおける計画と実施に係る課題と対応策.....	2-105
表 2.2-3	取り組む課題と手法.....	2-107
表 2.2-4	共有図面一覧.....	2-108
表 2.2-5	ドローンを使った森林モニタリングに係る研修.....	2-109
表 2.2-6	ドローンを用いた森林モニタリングに係る実務研修内容 (1)	2-111
表 2.2-7	ドローンを用いた森林モニタリングに係る実務研修内容 (2)	2-112
表 2.2-8	ドローンを用いた森林モニタリングに係る実務研修内容 (3)	2-114
表 2.2-9	ドローンを用いた森林モニタリングに係るフォローアップ.....	2-114
表 2.2-10	森林計画における PNG-FRIMS の想定利用場面と期待される効果.....	2-117
表 2.2-11	PMCP(1995)と LCoP (2015) に沿ったロギングオペレーションのモニタリングシステムにおける PNG-FRIMS の活用可能性.....	2-121
表 2.2-12	ロギングオペレーションのモニタリングシステムにおける PNG-FRIMS の将来の効果的な活用可能性.....	2-125
表 2.2-13	ロギングオペレーションのモニタリングシステム以外の PNGFA での PNG-FRIMS の活用可能性.....	2-125
表 2.2-14	各土地被覆面積の変化.....	2-131
表 2.2-15	各シナリオによる 2014 年から 2030 年までの利益増加額の比較.....	2-132
表 2.2-16	本シミュレーションの対象となった 7 種の土地被覆変化パターン.....	2-134
表 2.2-17	モデル作成に用いた変数とそれぞれを定数としたときにモデルに与える影響.....	2-134
表 2.3-1	PNG における Volume Method の活用可能性の整理.....	2-142
表 2.3-2	Volume Method による PNG の伐採総排出量のシミュレーション結果.....	2-143
表 2.3-3	West New Britain 州の 2000 年から 2015 年の炭素排出量/吸収量の年平均.....	2-145
表 2.3-4	Wes Sepik 州の 2000 年から 2015 年の炭素排出量/吸収量の年平均.....	2-146
表 2.3-5	PNG 国内における REDD+関連プロジェクト.....	2-148
表 2.3-6	モニタリングに用いられるデータとパラメータ.....	2-148
表 2.3-7	ベースラインとプロジェクト活動のタイプ.....	2-150
表 2.3-8	主要な森林劣化および森林減少ドライバの判定手法.....	2-150
表 2.3-9	手法に必要とされるデータの提供の可否に関する質問リスト項目.....	2-151

表 2.3-10	SFM に対する PaMs のロジカルフレームワーク	2-155
表 2.3-11	PFP ガイドライン 1995 の内容	2-159
表 2.3-12	想定される PFP ガイドライン 2018 の内容	2-161
表 2.3-13	最も更新されたデータ (1)	2-162
表 2.3-14	最も更新されたデータ (2)	2-163
表 2.3-15	HCV 地域の特定のための空間情報の入手・活用の可能性 (PNG)	2-167
表 2.3-16	HCV-HCS-FPIC の統合に向けて必要とされる典型的データ	2-167
表 2.3-17	FREL/FRL の計測・報告に係る訓練の内容と達成状況	2-168

図

図 1.3-1	本プロジェクトの流れ	1-4
図 2.1-1	PNG-FRIMS へ追加する情報の体系	2-1
図 2.1-2	PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータの過剰の例	2-3
図 2.1-3	PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータの欠落の例	2-3
図 2.1-4	PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータの位置正確度の課題の例	2-4
図 2.1-5	PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータの時間正確度の課題の例	2-5
図 2.1-6	PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータの主題正確度の課題の例	2-5
図 2.1-7	伐採進行中／期間満了の区分表示した伐採コンセッションの地図	2-6
図 2.1-8	PNG-FRIMS の伐採履歴情報 (新旧方法による違いの比較)	2-9
図 2.1-9	Set-Ups レイヤのデジタイズ方法	2-9
図 2.1-10	伐採履歴情報の更新作業フロー	2-10
図 2.1-11	森林伐採計画に基づく森林情報の追加結果イメージ	2-11
図 2.1-12	PNG-FRIMS の構成	2-12
図 2.1-13	森林伐採計画評価・モニタリング支援機能イメージ	2-13
図 2.1-14	ポータルサイトの役割	2-16
図 2.1-15	ポータルサイトの画面遷移図	2-17
図 2.1-16	森林再成長の計算方法	2-17
図 2.1-17	再成長量計算のシナリオ	2-18
図 2.1-18	April Salome 付近の泥炭の分布の様子	2-22
図 2.1-19	April Salome 付近の GeoSAR (左上)、LANSAT-8 (右上)、NDWI (下) 画像	2-23
図 2.1-20	森林基盤図における“P”タイプ森林の分布と FIMS 地図との比較	2-24
図 2.1-21	森林基盤図 ver. 1.1 と NFI Pre-Inventory (Collect Earth) の特徴	2-25
図 2.1-22	LANDSAT (左) と Greenest Pixel (右) の見え方の比較	2-33
図 2.1-23	Sentinel-2 画像を用いて作成した Greenest Pixel で見る林道の様子	2-34
図 2.1-24	Hansen 教授チームによるデータの見え方例	2-34
図 2.1-25	Asengseng FMA における択伐地の様子 1	2-36
図 2.1-26	択伐後 1 ヶ月の林内の様子 (West New Britain 州 Rottok Bay FMA)	2-36
図 2.1-27	Asengseng FMA における択伐地の様子 2	2-37
図 2.1-28	Asengseng FMA における択伐地の様子 3	2-37
図 2.1-29	洪水による植生除去の Hansen のデータによる検出	2-38
図 2.1-30	自給自足的農業による植生除去の Hansen のデータによる検出	2-38

図 2.1-31	プランテーションの開設による植生除去の Hansen のデータによる検出	2-39
図 2.1-32	鉱業による植生除去の Hansen のデータによる検出	2-39
図 2.1-33	森林減少地抽出のイメージ	2-40
図 2.1-34	森林減少ドライバの特定に用いたルール	2-41
図 2.1-35	20 ヘクタール以上の森林減少についてのドライバ毎の面積割合	2-41
図 2.1-36	森林減少および森林劣化の自動検出イメージ	2-42
図 2.1-37	ある程度の大きさ以上の森林減少の検出イメージ	2-43
図 2.1-38	CLASlite による解析イメージ	2-45
図 2.1-39	LANDSAT 画像と CLASlite によって抽出された森林減少・劣化箇所との比較	2-46
図 2.1-40	CLASlite による解析結果と現地の状況との比較	2-46
図 2.1-41	森林基盤図 2012 (ver. 1.1)	2-51
図 2.1-42	森林基盤図 2012 (ver. 1.1) の植生面積 (ha)	2-53
図 2.1-43	森林基盤図 2012 (ver. 1.1) のドライバ分布	2-55
図 2.1-44	森林基盤図 2012 (ver. 1.1) のドライバ面積 (ha)	2-57
図 2.1-45	森林基盤図と Collect Earth のドライバの構成	2-60
図 2.1-46	森林基盤図と Collect Earth データのドライバ分布	2-60
図 2.1-47	森林バイオマス/炭素蓄積量の推定方法の基本設計	2-62
図 2.1-48	森林基盤図 2015 を基にした森林炭素蓄積量の計算	2-62
図 2.1-49	West New Britain 州の 2000 年、2005 年、2011 年、2015 年の森林炭素蓄積量の計算	2-64
図 2.1-50	West Sepik 州の 2000 年、2005 年、2011 年、2015 年の森林炭素蓄積量の計算	2-65
図 2.1-51	森林基盤図の基本単位に用いる情報	2-66
図 2.1-52	旧 FIMS 植生図と森林基盤図の基本単位の比較 (West New Britain 州)	2-67
図 2.1-53	コンセッションエリアおよび伐採計画エリアと森林基盤図の最小基本単位の比較	2-67
図 2.1-54	PINFORM の設定条件および出力可能なモデルの一覧	2-69
図 2.1-55	PINFORM による出力モデルの一例	2-69
図 2.1-56	PNGRIS、FIPS、PSP の観測対象	2-71
図 2.1-57	FIPS・PNGRIS (FIMS)・PSP における胸高直径 50 cm 以上の全材積に占める商用材積 (グループ 1-3) の割合	2-72
図 2.1-58	FIPS・PSP における胸高直径 20 cm 以上の全材積に占める胸高直径 50 cm 以上の材積の割合	2-73
図 2.1-59	FAO の Collect Earth による地上被覆解析結果と本解析で用いた調査地点	2-74
図 2.1-60	Hansen ロスの判読結果と Collect Earth による判読結果を比較するイメージ	2-75
図 2.1-61	現状 JICA サーバ上にある FCA バウンダリと業者から申請されたものとの比較	2-77
図 2.1-62	完成した道路情報図	2-79
図 2.1-63	LAN-Map の機能概要	2-81

図 2.1-64	Sketch 機能画面	2-82
図 2.1-65	Feedback 機能画面	2-82
図 2.1-66	Job Request：申請者画面	2-83
図 2.1-67	Job Request：承認者画面	2-83
図 2.1-68	Job Request：地図製作者画面	2-84
図 2.1-69	森林蓄積量簡易推定機能のイメージ	2-84
図 2.1-70	ポータルサイト：ログイン画面	2-85
図 2.1-71	ポータルサイト：グループ選択画面	2-85
図 2.1-72	ポータルサイト：ログイン後のメニュー画面（管理者権限でログイン）	2-86
図 2.1-73	ポータルサイト：マップ画面	2-86
図 2.1-74	ポータルサイト：システム管理機能画面	2-87
図 2.1-75	ポータルサイト：ユーザ管理画面	2-87
図 2.1-76	ポータルサイト：グループ管理画面	2-87
図 2.1-77	ポータルサイト：地図管理画面	2-88
図 2.1-78	ポータルサイト：所属権限設定画面	2-88
図 2.1-79	ポータルサイト:Map URL 生成画面と生成された URL から閲覧される地図	2-89
図 2.1-80	Plantations 課向けの地図	2-90
図 2.1-81	Acquisition 課向けの地図	2-91
図 2.1-82	試作した印刷ツールのイメージ	2-93
図 2.1-83	FIMS 改良後の PNG-FRIMS システム構成図	2-94
図 2.1-84	改良後の FIMS のログイン画面	2-95
図 2.1-85	改良後の FIMS のトップ画面	2-96
図 2.1-86	AAC の計算機能を追加した改良後の管理者機能	2-96
図 2.1-87	森林地域面積計算に影響した各森林情報の重なり	2-98
図 2.2-1	ドローンを使った森林モニタリングの方向性（1）Natural Forest Monitoring	2-110
図 2.2-2	ドローンを使った森林モニタリングの方向性（2）Plantations	2-110
図 2.2-3	ドローンを使った森林モニタリングの方向性（3）Forest Research（NFI）	2-111
図 2.2-4	データ解析の成果	2-112
図 2.2-5	KEY STANDARDS 実践のためのドローンおよび GPS の有効性のチェック	2-113
図 2.2-6	伐採前の状況確認（Amanab MU83）	2-115
図 2.2-7	伐採中の状況確認（Amanab UT110）	2-115
図 2.2-8	伐採後 7 カ月後の植生の回復状況（Amanab UT98）	2-115
図 2.2-9	伐採後 5 年後の植生回復状況（Amanab WA54）	2-116
図 2.2-10	伐採後 10 年後の植生回復状況（Amanab FF03）	2-116
図 2.2-11	PNG における森林資源管理サイクルの因果ループ図	2-128
図 2.2-12	FWP と ALP のワークフロー図（現在の状態：現在のプロセス）	2-129
図 2.2-13	FWP と ALP のワークフロー図（望ましい状態：将来のプロセス）	2-129

図 2.2-14	FWP と ALP のデジタイジングワークフロー図 (望ましい状態 : 将来のプロセス)	2-130
図 2.2-15	森林減少とプランテーションまでの距離 (a)、2011 年の土地被覆 (b)、材積量 (c) との関係	2-135
図 2.2-16	West New Britain 州西部における土地変化の起こりやすさの分布	2-136
図 2.2-17	West New Britain 州西部における土地被覆と道路 (a) および材積量 (b) の分布	2-136
図 2.3-1	PNG 国が 2017 年 5 月に UNFCCC に提出した FREL/FRL のチャート・グラフ	2-139
図 2.3-2	木材伐採地における森林の再成長に関する管理情報の活用イメージ	2-140
図 2.3-3	Volume Method の方法論の概要 (Pearson et al. (2014))	2-141
図 2.3-4	森林被覆区分変化タイプの概要	2-144
図 2.3-5	West New Britain 州の炭素排出量/吸収量の年平均	2-145
図 2.3-6	West Sepik 州の炭素排出量/吸収量の年平均	2-145
図 2.3-7	West New Britain (左) と West Sepik (右) の Tree-over loss trend	2-146
図 2.3-8	PNG-FRIMS を活用した持続的森林管理への貢献活動 (案)	2-152
図 2.3-9	土地利用計画および土地持続性評価の支援 (案)	2-152
図 2.3-10	伐採施業 (影響軽減型伐採) の計画の支援 (案)	2-153
図 2.3-11	植林プランテーションプログラム開発支援 (案)	2-154
図 2.3-12	森林劣化地域における森林再生に係る支援 (案)	2-154
図 2.3-13	カーボン・ベネフィットに関する推定支援 (案)	2-155
図 2.3-14	2008 年に作成された PFP に見られる追加の内容	2-160
図 2.3-15	PFP ドキュメントで求められる情報タイプ	2-162
図 3.1-1	森林基盤図のパブリケーション (Papua New Guinea Forest Base-Map and Atlas)	3-2
図 3.1-2	PNG でのドローン研修とメディアでの報道	3-3

略語一覧

略語	英語名	日本語名
AAC	Annual Allowable Cut	年伐採許容量
ACQ Branch	Acquisition Branch	調達課
AD	Activity Data	活動データ
ALOS	Advanced Land Observing Satellite	陸域観測技術衛星
ALOS-2	Advanced Land Observing Satellite 2	陸域観測技術衛星 2 号
ALP	Annual Logging Plan	
BAU	Business as Usual	
C/P	Counterpart	カウンターパート
CCBS	Climate, Community & Biodiversity Standard	気候・地域社会・生物多様性プロジェクト設計スタンダード
CCDA	PNG Climate Change and Development Authority	PNG 気候変動開発公社
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CEPA	Conservation and Environment Protection Authority	環境保護・保全公社
CfRN	Coalition for Rainforest Nations	熱帯雨林諸国連合
CLASLite	The Carnegie Landsat Analysis System Lite	カーネギーランドサット解析システムライト
COP	Conference of the Parties	気候変動枠組条約締約国会議
DBH	Diameter at Breast Height	胸高直径
DEM	Digital Elevation Model	数値標高モデル
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
EF	Emission Factors	排出係数
ELE	Extracted Log Emissions	抽出対数排出量
EU	European Union	欧州連合
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国連食糧農業機関
FCA	Forest Clearance Authority	
FCPF	Forest Carbon Partnership Facility	森林炭素パートナーシップ基金
FDD	Forest Development Directorate	森林開発部
FIMS	Forest Inventory Mapping System	森林インベントリ地図システム
FIPS	Forest Inventory Processing System	森林インベントリ処理システム
FLEGT	Forest Law Enforcement, Governance and Trade	森林法施行・ガバナンス・貿易
FMA	Forest Management Agreement	
FMU	Forest Management Units	森林管理単位
FMU	Forest Mapping Unit	森林図化単位 (FIMS での呼称)
FMU	Forest Monitoring Unit	森林モニタリング単位 (森林基盤図での新しい呼称)
FPPD	Forest Policy & Planning Directorate	森林政策計画部
FREL	Forest Reference Emission Level	参照排出レベル
FRI	Forest Research Institute	森林研究所
FRL	Forest Reference Level	参照レベル
FSD	Field Services Directorate	フィールドサービス部

略語	英語名	日本語名
FWP	Forest Working Plan	
GCF	Green Climate Fund	緑の気候基金
GeoSAR	Geosynchronous Synthetic Aperture Radar	静止軌道合成開口レーダー
GHG	Green House Gases	温室効果ガス
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
HCS	High Carbon Stock	高炭素蓄積
HCVF	High Conservation Value Forests	保護価値の高い森林
HQ	Headquarters	本部
ICT Branch	Information & Communication Technology Branch	ICT 課
ILG	Incorporated Land Group	土地所有組合
I&M Branch	Inventory & Mapping Branch	森林調査・地図課
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
ITTO	International Tropical Timber Organization	国際熱帯木材機関
JAXA	Japan Aerospace eXploration Agency	宇宙航空研究開発機構
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JJ-FAST	JICA-JAXA Forest Early Warning System in the Tropics	熱帯林早期警戒システム
LAN	Local Area Network	ローカルエリアネットワーク
LANDSAT	Land Satellite	地球観測衛星
LCoP	Logging Code of Practice	
LDF	Logging Damage Factor	伐採被害係数
LEAF	Lowering Emissions in Asia's Forests	アジアの森林からの GHG 排出低減プログラム
LFA	Local Forest Area	
LIF	Logging Infrastructure Factor	伐採インフラ係数
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry	土地利用、土地利用変化および林業部門
MRA	Mineral Resource Authority	鉱物資源公社
MRV	Measurement, Reporting and Verification	GHG 排出量の測定、報告および検証
NAS	Network Attached Storage	ネットワーク直接接続型記憶装置（簡易ファイルサーバー）
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	正規化植生指数
NDWI	Normalized Difference Water Index	正規化水指数
NFMS	National Forest Monitoring System	国家森林モニタリングシステム

略語	英語名	日本語名
NFI	National Forest Inventory	全国森林インベントリ
NFP	National Forest Plan	国家森林計画
NFRIMS	National Forest Resource Information Management System	国家森林資源情報管理システム
NGO	Non-Governmental Organizations	非政府組織
NRS	National REDD+ Strategy	国家 REDD+戦略
NSO	National Statistical Office	国家統計局
OCCD	Office of Climate Change and Development	気候変動開発室
OJT	On-the-Job Training	日常業務を通じた教育
PAD	Project Allocations Directorate	プロジェクトアロケーション部
PALSAR	Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar	フェーズドアレイ方式 L バンド合成開口レーダー
PaMs	Policies and Measures	政策・措置
PDM	Project Design Matrix	プロジェクトデザインマトリックス
PFP	Provincial Forest Plan	州森林計画
PINFORM	PNG/ITTO Natural Forest Model	PNG/ITTO 天然林モデル
PMCP	Planning, Monitoring and Control Procedure	
PNG	Papua New Guinea	パプアニューギニア
PNGFA	PNG Forest Authority	PNG 森林公社
PNG-FRIMS	PNG-Forest Resource Information Management System	PNG 森林資源情報管理システム
PNGRIS	PNG Resource Information System	PNG 資源情報システム
PRA	Participatory Rural Appraisal	参加型住民評価
PSP	Permanent Sample Plots	固定サンプルプロット
R/D	Record of Discussions	討議議事録
REDD	Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries	途上国の森林減少・劣化に由来する排出の削減
REL	Reference Emission Level	参照排出レベル
RESTEC	Remote Sensing Technology Center of Japan	リモート・センシング技術センター
RFIP	REDD+ Finance Investment Plan	
RS	Remote Sensing	リモートセンシング
SAR	Synthetic Aperture Radar	合成開口レーダー
SABL	Special Agriculture and Business Leases	
SFM	Sustainable Forest Management	持続可能な森林管理
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission	シャトル・レーダー・トポグラフィイー・ミッション
TA	Technical Assessment	技術アセスメント
TLS	Timber Legality Standard	
TLVS	Timber Legality Verification System	
TRP	Timber Rights Purchase	
TWG	Technical Working Group	テクニカルワーキンググループ
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	無人航空機

略語	英語名	日本語名
UN-REDD	United Nations Collaborative Programme on REDD	国連 REDD プログラム
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
UPNG	University of Papua New Guinea	パプアニューギニア大学
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
VCS	Verified Carbon Standard	第三者認証カーボン規格
VM	Volume Method	体積法

PNG の州の略称

CEN	Central
NCD	National Capital District
ORO	Oro
MIL	Milne Bay
GUL	Gulf
WES	Western
MOR	Morobe
MAD	Madang
ESK, ESP	East Sepik
WSK, WSP	West Sepik
SIM	Chimbu
ENG	Enga
EHY, EHP	Eastern Highlands
SHY, SHP	Southern Highlands
HLA	Hela
WHY, WHP	Western Highlands
JWK, JIW	Jiwaka
WNB	West New Britain
ENB	East New Britain
MAN	Manus
NIR, NIL	New Ireland
ARB	Autonomous Region of Bougainville

通貨換算率

2019年9月現在

USD 1.00 = JPY 106.27

USD 1.00 = PGK 3.33

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（以下、「PNG」）は世界有数の熱帯雨林を有する国であり、その森林は輸出品目として重要な木材生産の場であるとともに、豊かな生物多様性を有している。また、近年はそれら森林が気候変動の緩和へ果たす役割も大きく期待されている。一方、PNGの森林面積は1972年から2002年の間に国土全体の82%から71%に減少した¹と言われており、森林減少・劣化は深刻な課題となっている。

これに対処するため、我が国の環境プログラム無償資金協力（以下、「環プロ無償」）による資機材の供与が2010年より開始され、これと連携して、2011年3月から2014年3月までの3年間の予定で技術協力プロジェクト「気候変動対策のための森林資源モニタリングに関する能力向上プロジェクト」（以下、「先行プロジェクト」）が実施された。これらの取り組みにより、全国レベルの森林基盤図の整備や国家森林資源情報管理システム（NFRIMS; National Forest Resource Information Management System）が立ち上げられ、これまで未更新であった森林被覆情報や森林蓄積情報などについて最新の現況を把握することが可能となった。

また、先行プロジェクトを通じて、PNG森林公社（PNGFA; PNG Forest Authority）の能力強化は着実に図られてきたが、森林被覆情報や森林蓄積情報などを定期的に更新していくために必要な能力の向上や森林モニタリングの効率的な実施、また、気候変動に関連した森林関連情報の報告体制の整備など対処すべき課題が残されており、そのためにはNFRIMSを更に強化・拡充し、NFRIMSを情報基盤として、PNGFAの施策や業務に活用できる体制を整備する必要があった。

かかる背景のもと、「気候変動対策のためのPNG森林資源情報管理システムの活用に関する能力向上プロジェクト」（以下、「本プロジェクト」）は、独立行政法人国際協力機構（JICA; Japan International Cooperation Agency）とPNG政府で署名・交換された討議議事録（R/D; Record of Discussions）に基づき、2014年8月より2019年8月までの5カ年の期間で、PNGFAをカウンターパート（C/P）として実施されたものである。また、長期専門家としてチーフアドバイザー/森林管理/気候変動と森林計画/業務調整の2名が派遣された（2014年8月～2019年8月）。

本プロジェクトにおいて、国際航業株式会社は2014年8月29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、C/P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、期待される成果および活動の概要は以下のとおりである。本プロジェクトのプロジェクトデザインマトリッ

¹ Global Forest Resources Assessment 2010 Country Report, Papua New Guinea

クス (PDM; Project Design Matrix) については添付資料 41 に示す。

(1) 上位目標

PNG における森林が持続的に保全・管理され、気候変動に対する緩和策・適応策が促進される。

(2) プロジェクト目標

持続可能な森林管理と気候変動対策の推進にむけて、森林情報の継続的な更新と森林資源情報管理システムを運用および活用する PNGFA の能力が強化される。

(3) 期待される成果

成果 1 : PNG 森林資源情報管理システム (PNG-FRIMS)² が拡充・強化される。

成果 2 : PNG-FRIMS の着実な運用により国家森林計画、州森林計画、森林施業計画およびそのモニタリング実施体制が改善される。

成果 3 : REDD+に取り組むための森林情報が整備される。

(4) 活動の概要

【成果 1 に係る活動】

以下の活動のうち、1-1、1-4、1-6 については長期専門家の技術的バックアップ・作業支援を行う。また、1-2、1-3、1-5 については長期専門家の助言を得つつコンサルタントが主体となって実施し、1-7 から 1-10 についてはコンサルタントが主体となって実施する。

1-1 PNG-FRIMS に追加すべき情報について検討し、特定する。

1-2 PNG-FRIMS の拡張・強化に向けた基本設計を行う。

1-3 森林被覆図の更新方針について検討を行う。

1-3-1 リモートセンシングによる森林面積変化把握の基本設計の実施

1-3-2 リモートセンシングデータの加工・解析の試行

1-3-3 リモートセンシングデータ以外に必要な追加・補足情報の特定

1-3-4 森林被覆図の更新手法に関するマニュアルの整備

1-3-5 本プロジェクトにおいて特定されたパイロットエリアを対象とした森林被覆図の更新

1-4 森林の蓄積量に関する情報の整備・更新方法について検討を行う。

1-4-1 PNG-FRIMS における施業履歴や植生種別等に基づく新たな森林区画単位の設定方法の検討

1-4-2 PNG-FRIMS への森林成長モデル (例えば PINFORM) の導入方法の検討

1-4-3 活動 1-4-1、活動 1-4-2 に基づく伐採量・成長量を記録・計算するデータベースの設計・開発

1-5 既存および調査中の森林資源の地上サンプルプロット情報について活動 1-3 および 1-4 への反映を検討する。

1-6 必要に応じ、活動 1-3 および 1-4 以外の情報の整備方法について検討する。

1-7 活動 1-1 から 1-6 に基づき新たな PNG-FRIMS を試作する。

1-8 仮運用を行い、新たな PNG-FRIMS を完成させる。

² プロジェクト準備調査時に NFRIMS は PNG-FRIMS に名称変更された。

1-9 データ収集を含めた PNG-FRIMS の運用マニュアルを整備する。

1-10 PNG-FRIMS 運用に必要なリモートセンシング/GIS やデータベースに関して、PNGFA および他の協力機関職員の技術水準の維持・向上を図るための訓練を行う。

【成果 2 に係る活動】

長期専門家により実施される森林計画システムの現状のレビューを踏まえ、以下の活動について長期専門家の技術的バックアップ・作業支援を行う。

2-2 パイロットエリアにおいて、PNG-FRIMS を活用した森林施業計画の評価、指導、審査（もしくは作成）・モニタリングに至る一連の業務を試行する。

2-2-2 森林施業計画の評価、指導、審査（もしくは作成）、モニタリングにおける PNG-FRIMS の活用方法の検討

2-2-3 森林施業計画の評価、指導、審査（または作成）、モニタリングの実務研修を通じた、森林施業計画に関する一連の業務の試行

2-2-4 活動 2-2-3 の結果に基づく、森林施業計画に関する一連の業務における PNG-FRIMS の活用方法の確定

2-3 パイロットエリアでの成果の普及のために、PNGFA 職員と協力機関を対象にしたトレーニングワークショップを開催する。

【成果 3 に係る活動】

以下の活動のうち、3-3 については長期専門家の助言を得つつコンサルタントが主体となって実施し、3-4、3-6、3-7 については長期専門家の技術的バックアップ・作業支援を行う。

3-3 参照排出レベルと参照レベル算出における PNG-FRIMS の活用方法を検討する。

3-4 REDD+事業実施において必要な森林資源情報について、PNG-FRIMS の活用により PNGFA が提供可能な情報を特定する。

3-6 PNG 政府により組織された気候変動関係の委員会に対して技術的なインプットを行う。

3-7 PNGFA その他組織に対し、FREL/FRL の計測・報告について、技術水準の維持向上のための訓練を行う。

（5）プロジェクト対象機関

対象機関：PNG 森林公社（PNGFA）

（6）プロジェクト対象区域

対象区域：PNG 全域、パイロットエリア州として West New Britain 州、Milne Bay 州と West Sepik 州が選定された。West Sepik 州については、Milne Bay 州の伐採プロジェクトが操業停止したことに伴い、伐採プロジェクトが実際に稼働しており、かつアクセスが比較的容易なサイトが複数あることから、追加で選定された。

1.3 業務フローと投入

1.3.1 業務フローチャート

本プロジェクトの流れは、図 1.3-1 に示すとおりである。

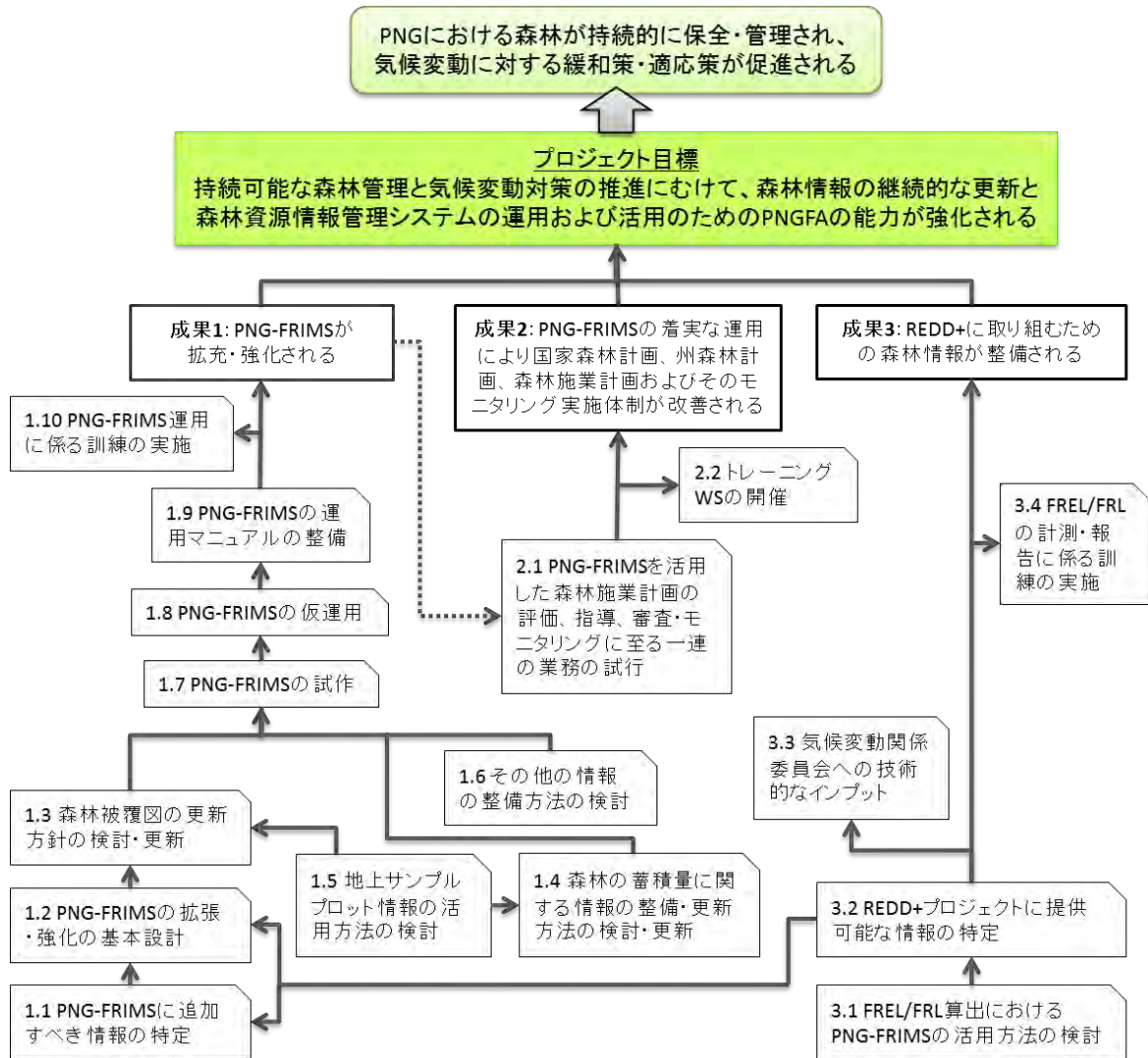


図 1.3-1 本プロジェクトの流れ

1.3.2 業務実施工程

プロジェクトの活動計画・実績対比表を表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 活動計画・実績対比表

作業項目	期間	2014年度			2015年度			2016年度			2017年度			2018年度			2019年度								
		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
成果共通事項																									
インセンションレポート案の作成																									
インセンションレポート協議/合同調整委員会参加																									
技術移転・指導計画の協議/目標・分野別計画策定																									
成果の中間/最終取りまとめ																									
成果1 関連																									
1.1 PNG-FRIMSへ追加すべき情報の特定																									
1.2 PNG-FRIMSの拡張・強化の基本設計																									
1.3 森林被覆図の更新																									
1.3.1 リモートセンシングによる森林面積変化把握の基本設計																									
1.3.2 リモートセンシングデータの加工・解析の試行																									
1.3.3 リモートセンシングデータ以外に必要な追加・補足情報の特定																									
1.3.4 森林被覆図の更新手法に関するマニュアルの整備																									
1.3.5 パイロットエリアを対象とした森林被覆図の更新																									
1.4 森林の蓄積量に関する情報の整備・更新																									
1.4.1 新たな森林区画単位の設定方法の検討																									
1.4.2 PNG-FRIMSへの森林成長モデルの導入方法の検討																									
1.4.3 伐採量・成長量のデータベースの設計・開発																									
1.5 地上サンプルプロット情報の活用																									
1.6 その他の情報整備方法の検討																									
1.7 PNG-FRIMSの試作																									
1.8 PNG-FRIMSの仮運用																									
1.9 PNG-FRIMSの運用マニュアルの整備																									
1.10 PNG-FRIMS運用に係る訓練の実施																									
成果2 関連																									
2.2 PNG-FRIMSを活用した森林施業計画の評価、指導、審査、モニタリングの試行																									
2.2.2 森林施業計画の評価、指導、審査（もしくは作成）、モニタリングにおけるPNG-FRIMSの活用方法の検討																									
2.2.3 実務研修を通じた森林施業計画に関する一連の業務の試行																									
2.2.4 森林施業計画に関する一連の業務におけるPNG-FRIMSの活用方法の確定																									
2.3 トレーニングWSの開催																									
成果3 関連																									
3.3 参照排出レベルと参照レベル（FREL/FRL）算出におけるPNG-FRIMSの活用																									
3.4 REDD+プロジェクトに提供可能な情報の特定																									
3.5 気候変動関係委員会への技術的なインプット																									
3.6 FREL/FRLの計測・報告に係る訓練																									
その他																									
C/Pの本邦研修																									
調査報告書の作成																									

凡例： 計画
 計画（見直し）
 実績
 現地作業
 国内作業
 国内作業（衛星データ処理/システム開発）

短期専門家（2017年度～2019年度）

担 当	氏 名	格 付	2017年度												2018年度												2019年度									人月合計	
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	現地	国内			
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9					
現地作業	総括／森林リモートセンシング1 ／森林GIS1	原口 正道	4				8			6	12						7		1													16	4.43				
	副総括／森林リモートセンシング2 ／森林GIS2	越智 彩子	3		22		22			29						22	14	7						21		10					21	14.13					
	森林データベース1	岡田 泰征	3		8		22			22				22					16													10.50					
	森林データベース2 ／データベース管理	小出 隆広	4		25		22			26						19				20											15	14.43					
	REDD+プロジェクト計画支援	Stéphane SALIM	3							11			22											22					12			6.73					
	森林データベース3	高橋 宏和	4														22				20				22				19	5	5	3.10					
																																53.33					
国内作業	総括／森林リモートセンシング1 ／森林GIS1	原口 正道	4																													0.10					
	副総括／森林リモートセンシング2 ／森林GIS2	越智 彩子	3																													2.80					
	森林データベース1	岡田 泰征	3																													2.80					
	森林データベース2 ／データベース管理	小出 隆広	4																													0.20					
	REDD+プロジェクト計画支援	Stéphane SALIM	3																													0.00					
	森林データベース3	高橋 宏和	4																													0.00					
	衛星画像解析1	廣瀬 葉子	3																													0.93					
	衛星画像解析2	鎌形 哲稔	4																													1.43					
	システム要件定義／設計1	落合 修	3																													1.10					
	システム要件定義／設計2	尾崎 準一	4																													3.20					
	国内研修1	岡田 泰征	3																													0.60					
国内研修2	小出 隆広	4																													0.60						
国内研修3	越智 彩子	3																													1.20						
																																14.95					
報告書等	報告書																															53.33	14.95				
	JCC/ワークショップ																																68.28				

データベース/ソフトウェア開発（2014年度～2016年度）

担 当	氏 名	格 付	2014年度												2015年度												2016年度											
			8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3				
			8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3				
データベース/ソフトウェア開発	データベース構築1	越智 彩子	SE 1																																			
	データベース構築2	千葉 善一	SE 2																																			
	データベース構築3	中西 平	SE 2																																			
	データベース構築4	小出 隆広	PG																																			
	データベース構築5	増永 道子	PG																																			
	システムエンジニア1	岡田 泰征	SE 1																																			
	システムエンジニア2	山田 啓二	SE 1																																			
	プログラマ1	加藤 学民	SE 2																																			
	プログラマ2	堀下 栄太	SE 2																																			

凡例： □ : 国内作業

表 1.3-4 調達機材・物品一覧

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	予算枠
2014	モバイルインターネット用モデム	HUAWEI WIFI	1	208	PGK	8,915	2014/8/31	PNGFA HQ	稼働中	消耗品費
2014	外付けHDD	Toshiba USB Portable HDD 2TB	1	570	PGK	25,790	2014/10/23	PNGFA HQ	稼働中	消耗品費
2014	ArcGIS保守管理費用	ArcGIS for Server Enterprise Standard, maintenance service for ArcGIS for Desktop Basic CU primary、ArcGIS for Desktop Basic CU secondary、ArcGIS for Desktop Advanced CU primary、ArcGIS for Desktop Advanced CU secondary、ArcGIS Spatial Analyst for Desktop CU primary、ArcGIS 3D Analyst for Desktop CU primary、ArcGIS for Desktop Standard primary、ArcGIS for Desktop Standard CU secondary.	1	6,672,320	JPY	6,672,320	2014/12/26	PNGFA HQ	稼働中	施設・機材保守管理費
2014	ArcGIS保守管理費用	Maintenance services for ArcGIS Spatial Analyst for Desktop CU secondary, ArcGIS 3D Analyst for Desktop CU Secondary	3	733,952	JPY	733,952	2014/12/26	PNGFA HQ	稼働中	施設・機材保守管理費
2014	モバイルインターネット用モデム	HUAWEI WIFI	1	249	PGK	11,887	2015/1/12	PNGFA HQ	稼働中	消耗品費
2014	PCソフトライセンス(Land Change Modeler)	Land Change Modeler 2.0 General License	1	395	USD	47,590	2015/1/20	PNGFA HQ	稼働中	雑費
2014	モバイルインターネット用モデム	HUAWEI WIFI	1	249	PGK	11,485	2015/2/9	PNGFA HQ	稼働中	消耗品費
2014	PCソフトライセンス(ENVI)	ENVI Floating License for windows	1	1,240,000	JPY	1,240,000	2015/2/27	PNGFA HQ	稼働中	雑費
2014	PCソフトライセンス(SARscape)	SARscape Basic for Windows	1	2,400,000	JPY	2,400,000	2015/2/27	PNGFA HQ	稼働中	雑費
2015	NAS (Network Access Storage)	QNAP TS-431 NAS Enclosure Seagate 4Tb SATA 3.5"HDD	1	4,065	PGK	190,282	2015/6/4	PNGFA HQ	稼働中	機材費
2015	外付けハードディスク(3TB)	IBM 1Tb 2.5" SAS HDD 81Y9690	5	6,150	PGK	287,881	2015/6/23	PNGFA HQ	稼働中	消耗品費
2015	USBハブ	Shintaro USB3.0 PCI-e xPort Card-2 Ext and	7	991	PGK	41,884	2015/11/19	PNGFA HQ	稼働中	消耗品費
2015	モバイルインターネット用モデム	HUAWEI WIFI	1	399	PGK	16,025	2016/2/1	PNGFA HQ	稼働中	消耗品費
2016	モバイルインターネット用モデム	HUAWEI WIFI	1	420	PGK	15,226	2016/5/16	PNGFA HQ	稼働中	消耗品費
2018	PCソフトライセンス(Pix4D Mapper)	Pix4D Mapper	1	295,000	JPY	295,000	2018/6/15	PNGFA HQ	稼働中	雑費
2018	タブレット(ドローン用)	SIM free tablet	1	38,380	JPY	38,380	2018/10/10	PNGFA HQ	稼働中	消耗品費
2018	ドローン 備品	PA POWER SUPPLY SI#370 4460	1	750	PGK	25,937	2018/10/18	PNGFA HQ	稼働中	消耗品費
2018	ドローン受信機用タブレットホルダー	DOUPRO DJI Mavic 2 pro, Mavic 2 Zoom, DJI Spark, Mavic Air	4	11,200	JPY	11,200	2019/1/4	PNGFA HQ	稼働中	機材費
2018	ドローン用プロテクター	DJI MA2P15(Mavic 2 Part15 Pro Gimbal Protector)	4	7,408	JPY	7,408	2019/1/10	PNGFA HQ	稼働中	機材費
2018	ドローン用プロテクター	DJI MA2P14(Mavic 2 Part14 Propeller Guard)	4	11,852	JPY	11,852	2019/1/10	PNGFA HQ	稼働中	機材費
2018	タブレット(ドローン用)	Apple ipad mini 4	2	91,592	JPY	91,592	2019/1/10	PNGFA HQ	稼働中	消耗品費
2018	PCソフトライセンス(Gspro Mapper)	DJI GS Pro,KLM/SHP File Import	2	11,112	JPY	11,112	2019/2/3	PNGFA HQ	稼働中	雑費
2018	ドローン一式	DJI MAVIC 2 PRO, batteries and accessories	2	26,824	PGK	887,393	2019/2/11	PNGFA HQ	稼働中	機材費
2018	ラップトップPC一式	LAPTOP HP 450G5i7-8550U 256GB PROBOOK 15 8G W 10P64&BACKPAC and Ms office	2	11,121	PGK	367,911	2019/2/11	PNGFA HQ	稼働中	機材費
2018	ドローン用ハードケース・鍵	TOOL BOX MODULAR LOCKABLE TACTIX 6120421 371×304mm, PADLOCK 40mm LONG SHK FORTRESS MASTERLOCK FM1840DL	2	528	PGK	17,467	2019/2/11	PNGFA HQ	稼働中	機材費
2018	ドローン用アダプター	3 Pin Adaptor	2	7	PGK	234	2019/2/12	PNGFA HQ	稼働中	機材費
2018	PCソフトライセンス(Pix4D Mapper)	Pix4D Mapper	1	800,000	JPY	800,000	2019/3/20	PNGFA HQ	稼働中	雑費
2018	デスクトップPC一式	Desktop-HP 800 Elite Desk G4 i7-8700、HP Pro Display P232 23" VGA DP TILT VESA、UPS 700VA/420W Brick 10A LCD Cyber Power and MS office.	1	9,422	PGK	315,732	2019/3/29	PNGFA HQ	稼働中	機材費
2019	NAS用HDD	Storage-Synology DiskStation DS918+4-Bay 3.5"Diskless 4GB 2xGbE 4GB Storage-Synology 4GB RAM fo2xGbE 4GB for DS718+DS218+DS918+DS418 Play Storage-Synology IronwoIf Pro 8TB 3.5" SATA3 7200RPM5Yr	5	9,814	PGK	330,759	2019/5/30	PNGFA HQ	稼働中	機材費

1.3.6 現地再委託

PNG-FRIMS の拡充・強化に際して生じたリモートセンシング (RS; Remote Sensing) および地理情報システム (GIS; Geographic Information System) 技術に関連した追加的業務を行うため、現地再委託を行った。再委託の TOR を添付資料 42 に示す。成果は添付資料 8 および 25 に含まれる。

再委託契約名：森林資源情報管理および解析業務

再委託業者名：Raro GeoSpatial Solutions

再委託契約履行期間：2018 年 5 月 18 日～2018 年 12 月 31 日

再委託契約金額：248,774.00 PGK (8,511,000 円)

1.4 プロジェクトの運営

1.4.1 合同調整委員会

毎年、計 6 回の合同調整委員会 (JCC; Joint Coordinating Committee) 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、今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、議事録は添付資料 43 に示す。

表 1.4-1 JCC の開催時期と議題

	開催日	主な議題
第 1 回	2014 年 9 月 19 日	<ul style="list-style-type: none">・プロジェクト内容の確認・プロジェクト活動の進捗の確認・プロジェクトの詳細作業計画の確認・次回以降の JCC の日程の確認・関係機関とのマップや GIS データ共有に関する MoA (Minutes of Agreement) についての確認
第 2 回	2015 年 8 月 19 日	<ul style="list-style-type: none">・プロジェクト活動の進捗・成果の確認・プロジェクトの詳細作業計画の確認・PDM 中の未定義になっている上位目標に対するの客観的に検証可能な指標となる州の数の提案
第 3 回	2016 年 8 月 25 日	<ul style="list-style-type: none">・プロジェクト活動の進捗の確認・プロジェクトの詳細作業計画の確認・PDM 中の上位目標に対するの客観的に検証可能な指標となる州の数の確定・プロジェクト活動 3.7 中の「FREL development」についての扱いの確認
第 4 回	2017 年 8 月 11 日	<ul style="list-style-type: none">・プロジェクト活動の進捗の確認・プロジェクトの詳細作業計画の確認・JICA プロジェクトと日本の無償資金協力によって調達された ICT 機器の管理についての確認
第 5 回	2018 年 8 月 8 日	<ul style="list-style-type: none">・プロジェクト活動の進捗・成果の確認

		<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクトの詳細作業計画の確認 ・森林計画における PNG-FRIMS を用いた業務体制の技術的な改善についての確認 ・RS 技術を用いた効果的な森林モニタリングシステムの改善についての確認 ・GIS/全地球測位システム (GPS; Global Positioning System) 研修の評価
第 6 回	2019 年 8 月 2 日	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト成果と評価の確認 ・将来的な課題 (ICT 機器の更新、PNG-FRIMS のデータ・情報の管理、次期案件申請) の確認 ・研修参加者による本邦研修報告

1.4.2 技術移転

C/P に対する技術移転・指導計画について C/P と協議し、具体的目標を明記した担当別技術移転計画を 2014 年 11 月に策定した。2015 年 11 月には、業務の進捗状況、および 1 年次に実施した技術移転の結果から技術移転・指導計画を見直し、技術移転計画書第 2 版 (2015 年 11 月版) として更新した。技術移転の方針、研修内容、実績について、技術移転計画・達成状況最終報告書 (2019 年 7 月版) (添付資料 44) としてまとめた。

また、本プロジェクトでは、RS や森林 GIS 等の分野に従事する C/P 職員の高度な能力向上を目的として、データベースと RS/GIS の各分野から 4 名の職員を本邦に受け入れ、2015 年と 2017 年の 2 回研修を実施した。本邦研修の概要を表 1.4-2 および表 1.4-3 に示す。

表 1.4-2 第 1 回本邦研修

研修名	データベース研修		RS/GIS 研修	
研修員 (役職)	Mr. LA'A Patrick Lionel Cartographer, Forest Policy and Planning Directorate, PNGFA Mr. SIGAMATA Jason Desktop / Network Technician, Information & Communication Technology (ICT) Branch, Corporate Services Directorate, PNGFA		Mr. ANTIKO Jehu Cartographer, Forest Policy and Planning Directorate, PNGFA Mr. PAKURE Charles Alfred Project Officer, Southern Project Allocation Directorate, PNGFA	
研修日程	2015 年 9 月 6 日 (来日) ~ 2015 年 9 月 19 日 (離日)			
研修内容	データベース		RS/GIS	
第一週	月	<ul style="list-style-type: none"> ・ JICA 規定ブリーフィング ・ イントロ (ロジやスケジュール、研修目的等の説明、森林モニタリング概論) 		
	火	<ul style="list-style-type: none"> ・ FIMS/FIPS セットアップ・動作確認 (SQLServer/ArcServer インストール含む) ・ PNG-FRIMS に格納されている各種森林情報の再確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・ RS の基礎 ・ データ (LANDSAT 画像、Annual Greenest Pixel、Hansen データ、フェーズドアレイ方式 L バンド合成開口レーダー (PALSAR; Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar) データ、等) の取得と前処理 	
	水	<ul style="list-style-type: none"> ・ ArcGIS for Server Web サービス入門 ・ ArcGIS for Web マッピング API 入門 		
	木			

	金		<ul style="list-style-type: none"> 森林モニタリングの実践
第二週	月	<ul style="list-style-type: none"> 前週の復習 	<ul style="list-style-type: none"> RS（光学/合成開口レーダー（SAR; Synthetic Aperture Radar）の基礎・原理 SAR データの土地被覆分類解析
	火	<ul style="list-style-type: none"> 課題等協議/実習（アプリ構築、またはデータ加工編集） レポート作成 	
	水		<ul style="list-style-type: none"> PALSAR-2 データの土地被覆変化解析 レポート作成
	木		
	金	<ul style="list-style-type: none"> 研修員による研修内容発表 JICA 活動の紹介 修了証書授与 	

表 1.4-3 第 2 回本邦研修

研修名	PNG 森林資源モニタリング・データ管理研修		
研修員 (役職)	<p>Mr. LA'A Patrick Lionel Cartographer, Forest Policy and Planning Directorate, PNGFA</p> <p>Mr. ANTIKO Jehu Cartographer, Forest Policy and Planning Directorate, PNGFA</p> <p>Ms. SUMAREKE Agnes Mone Research Officer, Forest Research Institute (FRI)</p> <p>Mr. PAKURE Charles Alfred Project Officer, Southern Project Allocation Directorate, PNGFA</p>		
研修日程	2017 年 9 月 5 日（来日）～2017 年 9 月 16 日（離日）		
研修内容	PNG 森林資源モニタリング・データ管理		
第一週	火	<ul style="list-style-type: none"> JICA 規定ブリーフィング イントロ（ロジやスケジュール、研修目的等の説明） 森林モニタリング概要 	
	水	<ul style="list-style-type: none"> 宇宙航空研究開発機構（JAXA; Japan Aerospace eXploration Agency）筑波宇宙センター見学 JAXA との意見交換会（熱帯林早期警戒システム（JJ-FAST; JICA-JAXA Forest Early Warning System in the Tropics） 	
	木金	<ul style="list-style-type: none"> 森林資源モニタリング（Collect Earth、Hansen データ、Google Earth Engine、GLAD Alert、JJ-FAST、無人航空機（UAV; Unmanned Aerial Vehicle）） ツールの利用可能性と課題について協議 森林資源モニタリングアクションプラン作成 	
第二週	日	（京都へ移動、京都市内文化視察、神戸へ移動）	
	月	<ul style="list-style-type: none"> UAV 概論 安全基準講習 フライトシュミレーター 	
	火水	<ul style="list-style-type: none"> UAV 整備点検 デモフライト UAV 実技訓練（基礎） 	
	木	<ul style="list-style-type: none"> UAV 実技訓練（応用） （東京へ移動） 	
	金	<ul style="list-style-type: none"> 森林資源モニタリングアクションプラン作成 研修員による研修内容発表 修了証書授与 	

第1回目の研修では、データベースに関しては、PNG-FRIMS の保守・管理および利活用 (Web サービス等)、RS/GIS に関しては、高度な衛星画像解析や本邦の先端技術を中心に研修を実施し、今後の森林資源情報管理システムの更新および運用に寄与することをねらいとした。研修生による本邦研修報告プレゼンテーションを添付資料 45 に示す。

第2回目の研修では、C/P 職員が PNG-FRIMS に関連する様々な新技術 (ドローン³、Collect Earth⁴、Hansen データ⁵、Google Earth Engine⁶、GLAD Alert⁷、JJ-FAST⁸、等) について学び、今後の PNG の森林施業計画やモニタリング業務における作業手法や体制について検討を行うことを目的とした。本研修で研修員が得た成果は以下のとおりである。

- 先端技術の解説を受けることにより、PNGFA で森林資源モニタリングに用いることのできる技術の知識を得ることができた。
- 先端技術の演習を受けることにより、森林資源モニタリングに用いることのできる技術の基本操作を獲得した。
- 学んだ技術を、PNGFA の業務に活用する具体的な案を議論し、提案することができた。

研修で学んだ技術を研修員の業務にどのように組み込めるか協議したことにより、今後も利用可能な新たな技術を取り入れて、日常業務を改善する提案が出されることが期待された。

1.4.3 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 1.4-4 のとおりである。

表 1.4-4 技術協力成果品

成果品	添付	PDM の成果指標
PNG-FRIMS に係る成果品一式	添付資料 1	成果指標 1.3、1.4、1.6
森林被覆図の更新手法に関するマニュアル	添付資料 2	成果指標 1.1
PNG-FRIMS の運用マニュアル	添付資料 3	成果指標 1.8
過去の森林炭素蓄積量の変化推計	添付資料 4	-
REDD+の参照排出レベルの試行的推計	添付資料 5	成果指標 3.2

1.4.4 成果の普及・広報活動

プロジェクト成果の普及・広報活動の一環として、プロジェクトでは様々なツールの作成を行い、プロジェクトの成果や最新情報の発信を行った。

(1) JICA プロジェクト紹介 Web サイト

JICA のプロジェクト紹介 Web サイト (和文: <https://www.jica.go.jp/project/png/002/index.html>、

³ 無人航空機 (UAV) のうち、搭載した GPS やセンサーから自律飛行が可能なもの。

⁴ FAO によって開発された、Google Earth をインターフェースとしたデータ収集・解析・ツール。Google Earth と同じく、LANDSAT や Sentinel-2、DigitalGlobe 社の衛星画像などによる、空間解像度 15 m～15 cm の画像を参照できる。

⁵ 米メリーランド大学が公開している全世界の年毎の森林減少・増加箇所を示すデータ。

⁶ クラウド上で大量の衛星画像等の情報を閲覧、解析することができるプラットフォーム。

⁷ Google Earth Engine を活用した 8 日毎の森林消失箇所を示す早期警報システム。

⁸ JICA と JAXA によって提供されている、熱帯林を中心とした森林減少早期警戒サービス。

英文：<https://www.jica.go.jp/png/english/activities/activity12.html> (2019年3月4日閲覧))を開設し、プロジェクトニュースを紹介したり、プロジェクトリーフレットを掲示した。これまでに12の記事を投稿した。

(2) プロジェクト facebook ページ

長期専門家主導で、プロジェクト facebook ページ (<https://www.facebook.com/jica.png.forest.monitoring/> (2019年6月21日閲覧))が運営されている。これまでに32以上の記事が和文と英文で投稿された。「いいね!」の合計は1,135であり、フォロワーの合計は1,140である。

(3) プロジェクト Fact Sheet と Analytical Report

プロジェクト活動や PNG-FRIMS の紹介のため、プロジェクト Fact sheet と Analytical Report シリーズを作成した (添付資料 6)。Analytical Report はプロジェクトで実施した試行的解析の紹介のため、PNGFA の内部資料という位置づけである。これらは PNGFA 外部への成果の発信としての役割だけでなく、PNGFA 内部での普及・広報としての役割を果たし、またこれらの作成過程を通じて C/P 職員の PNG-FRIMS や解析内容への理解がより深まった。

表 1.4-5 プロジェクト Fact Sheet シリーズ

No.	タイトル	発行日	印刷部数
Fact Sheet No.1	JICA-PNGFA Project Outline	2014年11月 (初版) 2018年2月 (更新版)	500部
Fact Sheet No.2	Papua New Guinea Forest Base Map 2012	2018年2月	300部
Fact Sheet No.3	PNG-FRIMS	2018年2月	300部
Fact Sheet No.4	Forest Monitoring Unit (FMU) in Papua New Guinea Forest Cover Map	2019年3月	300部
Fact Sheet No.5	Constraints Data – Natural Condition Layers in the PNG-FRIMS	2019年3月	300部
Fact Sheet No.6	Watershed and Catchment Data	2019年6月	300部
Fact Sheet No.7	Digitized Road Information	2019年6月	300部
Fact Sheet No.8	Forest Concession and Land Management Layers in PNG-FRIMS	2019年6月	300部
Fact Sheet No.9	Forest Cover Map 2015	2019年7月	300部
Fact Sheet No.10	Drone Applications in Sustainable Forestry Management and Monitoring in PNGFA	2019年6月	300部

表 1.4-6 プロジェクト Analytical Report シリーズ

No.	タイトル	発行日	印刷部数
Analytical Report No.1	Analysis of Drivers of Deforestation and Forest Degradation in Papua New Guinea	2019年3月	30部
Analytical Report	Analysis of Future Forest Change Modeling in	2019年5月	30部

No.2	Papua New Guinea		
Analytical Report No.3	Potential in Papua New Guinea to Estimate Emissions from Forest Degradation Caused by Logging Based on Field Methods (using FRIMS)	2019年7月	30部

(4) Big-Book

C/P から本プロジェクトおよび先行プロジェクトの中心的な成果である森林基盤図の内容についてレポートとして取り纏めて発行したいとの要望が出てきた。そこで、C/P 職員が主体となって、森林基盤図を中心に先行プロジェクトと本プロジェクトの成果レポートを「Papua New Guinea Forest Base-Map and Atlas」と「Papua New Guinea Forest Resource Information Management System (PNG-FRIMS)」（関係者での通称：Big-Book）として取り纏めた（添付資料7）。

(5) COP への参加

気候変動枠組条約第20回締約国会議（COP20）、および気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）に参加し、政府間交渉の支援、国際議論の動向の把握を行うとともに、サイドイベントに参加してプロジェクトの成果の普及・広報活動を行なった。イベントでの発表資料と参加報告を添付資料46に示す。

1) COP20

ペルー国リマで2014年12月1日～12日に開催されたCOP20にPNG国政府代表団員として参加し、政府間交渉の支援、国際議論の動向の把握を行うとともに、JICAと国連REDDプログラム（UN-REDD; United Nations Collaborative Programme）関連の4つのサイドイベントに参加して、先行プロジェクトおよび本プロジェクトの成果の普及・広報活動を行なった。

① ペルー気候変動フェア公開イベント：森林保全モニタリング PNG 事例報告（2014/12/1）

業務主任の原口が、COP20の初日にペルー国環境省国家森林保全プログラムとJICAペルー事務所が主催した気候変動フェアのオープンイベントにて「PNGの事例：森林保全とREDD+のための森林資源情報管理システム」をテーマにプレゼンテーションを行った。

イベントでは、インドおよびフィリピンのコミュニティ森林管理、ペルーアマゾンの泥炭地管理の重要性のプレゼンテーションとともにPNGの事例が報告された。本公開イベントはCOP20の初日の夕刻にかけて開催されたが、80人以上の参加者があって立ち見が出るほど盛況であり、PNG国およびプロジェクトの成果のアピールに繋がった。

② リモート・センシング技術センター（RESTEC; Remote Sensing Technology Center of Japan）/JAXA/JICA主催の温室効果ガス（GHG; Green House Gases）排出量の測定、報告および検証（MRV; Measurement, Reporting and Verification）イベント：PNG国のMRV準備状況（2014/12/4）

PNGFAのシニア地図製作者チームリーダーのPerry Malan氏がPNG国で実施中のRS技術の活用に関して「PNG国のMRV準備状況とREDD+/二国間クレジット精度（JCM; Joint Crediting Mechanism）に向けた可能性：リモートセンシングによる成果と課題」と題してプレゼンテーションを行なった。

本プレゼンテーションでは、MRV に関する主要な課題の一つである炭素蓄積量の推定に関して、森林基盤図の利用および全国森林インベントリ（NFI; National Forest Inventory）と航空機データの利活用に関する可能性を、また、別の主要な課題の一つである森林劣化の解析に関して、陸域観測技術衛星（ALOS; Advanced Land Observing Satellite）/PALSAR の活用方法と可能性を、現状の課題と将来に向けた期待とともに報告を行なった。

③ UN-REDD 支援コンゴ民主共和国イベント：ワルシャワ枠組みと PNG 進捗（2014/12/6）

気候変動開発室（OCCD; Office of Climate Change and Development）の交渉官 Rensie Panda 氏がワルシャワ枠組みと PNG 国の取り組みと進捗について、ブラジル、ペルーおよびコンゴ民主共和国の交渉官および緑の気候基金の担当者とともにパネリストの一人として参加して意見交換を行なった。

Panda 氏の報告のポイントについては、PNGFA を中心に実施中の JICA プロジェクトおよび UN-REDD プログラムの成果に基づいて関係者で事前に協議を行い、また熱帯雨林諸国連合（CfRN; Coalition for Rainforest Nations）からの助言も参考に準備して臨んだ。この協議・準備を通じて整理した PNG としてのワルシャワ枠組みに関する進捗は、今後の計画や活動に向けて大変有意義なものとなった。

④ JICA 支援アジア太平洋地域 REDD+イベント：PNG 国マルチ支援との連携（2014/12/8）

PNGFA の気候変動/REDD+課の Gewa Gamoga 氏が JICA 支援によりインドネシア林業省が開催したアジア太平洋地域 REDD+イベントにおいて、「PNG 国における JICA の森林管理および REDD+の支援：多国間支援との連携に関する事例報告」と題して、プレゼンテーションを行なった。

本プレゼンテーションでは、JICA プロジェクトによる日本のレーダー衛星（ALOS/PALSAR）も活用して整備した森林基盤図および森林資源情報管理システムの紹介とともに、UN-REDD/国連食糧農業機関（FAO; Food and Agriculture Organization of the United Nations）が進めている NFI との密な連携によって、PNG 国の森林モニタリングおよび MRV の準備が進められていることを報告・アピールをした。

2) COP21

2014 年の COP20（ペルー・リマ）に引き続き、2015 年 11 月 30 日~12 月 11 日にフランス国パリで開催された COP 21 に、PNGFA の C/P 職員 2 名、長期専門家（チーフアドバイザー）とともに REDD+プロジェクト計画支援団員が参加した。COP21 の JICA-JAXA のサイドイベントでプロジェクトの成果を報告すると共に、REDD+に関する最新情報の収集および PNG-FRIMS への反映の検討、パリ協定に関する分析とプロジェクト活動との関連項目・留意事項を整理した。

12 月 1 日に開催された COP21 サイドイベント『JICA-JAXA 「熱帯林変化検出システムー森林ガバナンス改善イニシアティブ」』のイベントにおいて、PNGFA の REDD・気候変動課の課長の Gewa Gamoga 氏が、本プロジェクトの取り組みと成果と課題を報告した上で、開発途上国側の代表として ALOS-2 を活用した準リアルタイムでの森林モニタリングに対する期待を表明した。

(6) その他の広報活動

1) プロジェクト成果報告会

プロジェクト3年次には、PNG-FRIMSの機能やデータベースの拡充が進み、成果が形となってきた。また、C/P職員のGISやGPS、現地での管理モニタリング能力も強化されてきた。そこで、2017年11月22日に、広くプロジェクト活動に関わった部・課職員やマネジメント層を対象として、プロジェクト成果報告会を開催した。コンセプトノートと発表資料は添付資料47に示す。本報告会を通して、次のことが達成、あるいは期待された。

- プロジェクトのこれまでの成果が、実際にプロジェクト作業に関わっている職員だけでなく、PNGFA内で広く認識される。
- 成果の内容の詳細を知ることで、PNG-FRIMSの活用方法について具体的に考えられる。
- 従事した職員の作業内容や成果を他の職員にも認識してもらうことで、残りのプロジェクト期間で想定される成果や活動への理解や協力が得られる。

2) TLVS ワークショップ

2018年6月20日～21日に開催されたPNG TLVS (Timber Legality Verification System) ワークショップにおけるプロジェクトマネージャ (Mr. Constin Bigol) によるPNG-FRIMSの概要紹介のプレゼン資料の作成支援を行った(添付資料48)。プロジェクトダイレクタ (Dr. Ruth Turia) によるワークショップサマリーの中で、活用すべき重要な既存システムとしてPNG-FRIMSが位置づけられた。

3) CNNによる取材

2018年8月には、当プロジェクトがPNGFAでCNNの取材を受け、PNG-FRIMSやドローンによるモニタリング・解析等についてのプレゼンを支援した。本CNN撮影動画は日本の外務省の広報用動画 (<https://www.youtube.com/watch?v=SIWv9SRBzxY&t=1s> (2018年12月15日閲覧)) としても取り上げられた。

4) プロジェクト最終セミナー

2019年7月18日に、プロジェクト成果を報告、また普及するため、PNGFA本部、およびAreaオフィス、関係機関を対象としてプロジェクト最終セミナーを開催した。アジェンダとプレゼンテーション資料を添付資料49に示す。また、マニュアルなどの成果ドキュメントやマップ、プロジェクト成果紹介ポスター等の展示や、プロジェクト紹介動画の上映を行った。本セミナーを通じて、PNGFA内外にプロジェクト活動や成果について周知し、PNG-FRIMSの継続的更新やPNGFA職員のキャパシティの向上の必要性についてのインセンティブが高まった。

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 PNG-FRIMS へ追加すべき情報の特定

(1) PNG-FRIMS へ追加する情報の体系整理

PNG-FRIMS へ追加する情報の分類および個々の森林情報を次のとおり整理した。

表 2.1-1 PNG-FRIMS へ追加する情報の分類

分類	役割
植生情報 (Forest Base Map)	主に潜在的な森林資源蓄積量および二酸化炭素排出量の推定に使用する森林情報。
森林伐採情報 (Logging)	主に森林減少、森林劣化および二次林の森林地域の可能性の推定に使用する森林情報。
制約区域 (Constraints Area)	森林伐採プロジェクトや REDD+プロジェクトを計画するにあたり留意すべき、保護区域等の既存のプロジェクトエリアの情報。
地形情報 (Topography)	森林伐採プロジェクトや REDD+プロジェクトの妥当性の評価を判断する指標になりうる地形情報。

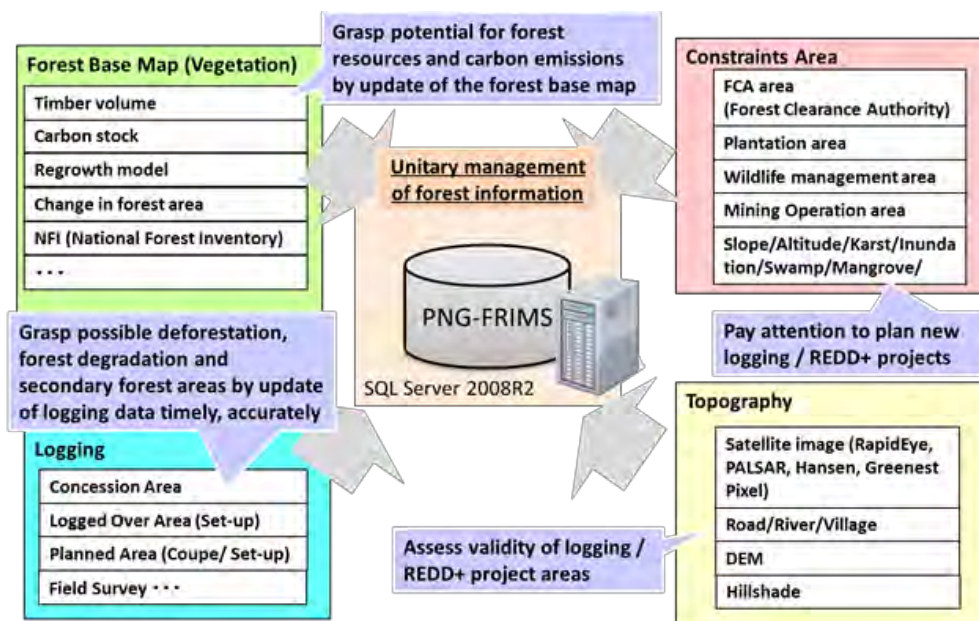


図 2.1-1 PNG-FRIMS へ追加する情報の体系

(2) 伐採コンセッション

1) 伐採コンセッションの品質評価・課題把握と情報の追加・修正作業の実施

PNG-FRIMS への情報追加の検討にあたり、C/P が日常的に使用している情報である伐採コンセッ

ションの情報の品質評価・課題把握と修正作業を実施した。PNGFA 内で管理されている伐採コンセッションに関する情報を次に示す。

表 2.1-2 各課で管理されている伐採コンセッションに関する情報

担当課 (担当者)	伐採コンセッションに関する情報
森林調査・地図 (I&M; Inventory & Mapping) 課 (地図製作者チーム)	PNG-FRIMS に格納されている伐採コンセッションの地理情報 (地図データ)。伐採コンセッションの情報は、伐採中のエリアと、計画中のエリアに区分されている。地図データには、コンセッション名、面積、伐採契約開始日/終了日の情報を持つ。
調達 (Acquisition) 課	PNG の伐採契約の形態である TRP (Timber Rights Purchase)、LFA (Local Forest Area) 又は FMA (Forest Management Area) の締結された伐採コンセッションの一覧。現在、伐採中のエリアおよび伐採許可期間が完了したエリアを全て管理している。
I&M 課 (森林計画担当職員)	国家森林計画 (NFP; National Forest Plan) に示される、現在各州が計画している伐採コンセッションの候補地の一覧。

C/P に情報の信頼性を確認したところ、Acquisition 課および I&M 課の森林計画担当者が管理している伐採コンセッションの一覧が、PNG-FRIMS に現在蓄積されている伐採コンセッションよりもより信頼性が高い情報であることがわかった。そこでこれらの一覧を使用して、現状の伐採コンセッションの地図データの品質評価と課題があった場合の対処方針の検討を C/P と共に実施した。

伐採コンセッションデータに適用した、地理情報の品質評価の観点 (地理情報に関する国際標準 ISO19113 に準拠) を次に示す。

表 2.1-3 伐採コンセッションに適用した品質評価の観点

品質評価の観点	説明
完全性 (Completeness)	Presence and absence of shapes (boundaries) and their attributes
位置正確度 (Positional accuracy)	Accuracy of the position of boundaries
時間正確度 (Temporal accuracy)	Accuracy of the temporal attributes (Purchase date & Expired date)
主題正確度 (Thematic accuracy)	Accuracy of the attributes excepts positional and temporal attributes

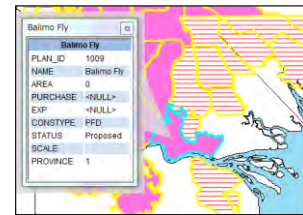
① 完全性の評価結果と課題への対処方針

PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータと、Acquisition 課および NFP の担当者が管理している伐採コンセッションの一覧とを比較したところ、データの過剰および欠落を確認した。

Examples of Excess data

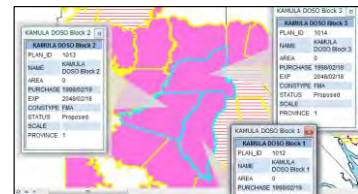
FIMS has a following proposed polygon data, but There is no description on NFP. Should we remove the polygon from FIMS database?

PLAN_ID	NAME	PURCHASE	EXP	CONSTYPE	STATUS	Area(ha)
1009	Balimo Fly			PFD	Proposed	237718



FIMS has three polygons of "Kamula Doso". But "Kamula Doso" is not split on the list of acquisition brunch. Should we merge the three polygons?

PLAN_ID	NAME	PURCHASE	EXP	CONSTYPE	STATUS	Area(ha)
1012	KAMULA DOSO Block 1	19/02/1998	18/02/2048	FMA	Proposed	268788
1013	KAMULA DOSO Block 2	19/02/1998	18/02/2048	FMA	Proposed	265909
1014	KAMULA DOSO Block 3	19/02/1998	18/02/2048	FMA	Proposed	257964



PROJECT NAME	PURCHASE DATE	EXPIRY DATE	TYPE	TERM	REMARKS	GROSS AREA (ha)
Kamula Doso	19/02/1998	18/02/2048	FMA	50	Cancelled	593,725

図 2.1-2 PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータの過剰の例

Examples of Data absent

The table from acquisition brunch and NFP show the following concession areas in GULF. But current FIMS database doesn't have the polygons. Can we digitize the boundary of these concession areas?

PROJECT NAME	PURCHASE DATE	EXPIRY DATE	TYPE	TERM	REMARKS	GROSS AREA (ha)
Kikori Area A	31/10/1952	30/10/1992	TRP	40	Expired	1,741
Kikori Area B	2/12/1953	1/12/1993	TRP	40	Expired	1,255
Sirebi	16/12/1953	15/12/1993	TRP	40	Expired	891
Eia Creek	6/04/1955	5/04/1995	TRP	40	Expired	3,240
Tauri Meporo					Proposed	54,390
Sori Meporo					Proposed	86,422
Hekiko (Gulf)					Proposed	195,715

The table from acquisition brunch shows two project names about Iva and Inika. Current FIMS data has not been split the polygon. Should we split the polygon according to the table from acquisition brunch?

PLAN_ID	NAME	PURCHASE	EXP	CONSTYPE	STATUS	Area(ha)
3003	Iva Inika		28/03/1996	TRP	Concession	13376

PROJECT NAME	PURCHASE DATE	EXPIRY DATE	TYPE	TERM	REMARKS	GROSS AREA (ha)
Iva	1/01/1972	31/12/2011	TRP	40	Current	4,612
Inika	1/01/1972	31/12/2011	TRP	40	Current	8,851

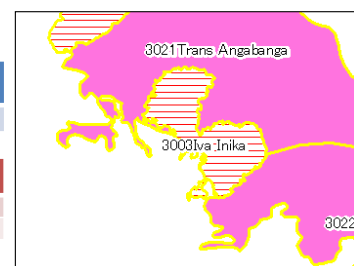


図 2.1-3 PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータの欠落の例

Acquisition 課によって管理されている伐採契約が締結済みのエリアの課題として、既に契約期間が満了しているエリア (Expired Area) が地図データとして整備されていないケースが多く見られた (約 90 箇所)。PNGFA は、既に伐採が行われた箇所への再度の伐採事業の実行計画が申請されたときに、それが Re-entry かどうかを判定することができないという問題を抱えている (現在、Re-entry は、当面の間は禁止するとの全国森林理事会決定がある)。これらの契約期間が満了したエリアを地図データ

として空間的に把握できることは、Re-entry の判断の効率化に役立つと考えられる。また、本プロジェクトでの検討内容の一つである、森林の再成長モデルの導入方法（二次林）に関する検討にも資する情報の一つとなる。

C/P と対処方針を協議した結果、(ア) 紙地図が PNGFA 内に保管されている可能性があり、それを探し地図データを作成する、(イ) Regional オフィス、Provincial/Project オフィスへの問い合わせにより、場所を特定し地図データを作成する、(ウ) 既に新しい伐採コンセッションに含まれているエリアかどうかを確認する、という三つの対応方法が C/P から挙げられた。

また、NFP に示されている計画中の伐採コンセッションについても同様に、差異が見つかった。特に、NFP の一覧に記載のない計画中の伐採コンセッションが、約 60 箇所程度、PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータに含まれていた。1990 年代から蓄積されてきた PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータは、その後の更新が十分に行われておらず、既に伐採コンセッションの計画自体が取り消されたり、別の計画と統合されたりしたエリアもあると考えられる。これらの課題については、NFP 担当の職員の知見と州森林計画 (PFP; Provincial Forest Plan) を確認し、適宜対処していくこととした。

② 位置正確度の評価結果と課題への対処方針

PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータの位置の正確さを判断するために、それぞれの伐採コンセッションが持つ“面積”の値を比較し、課題を抽出した。

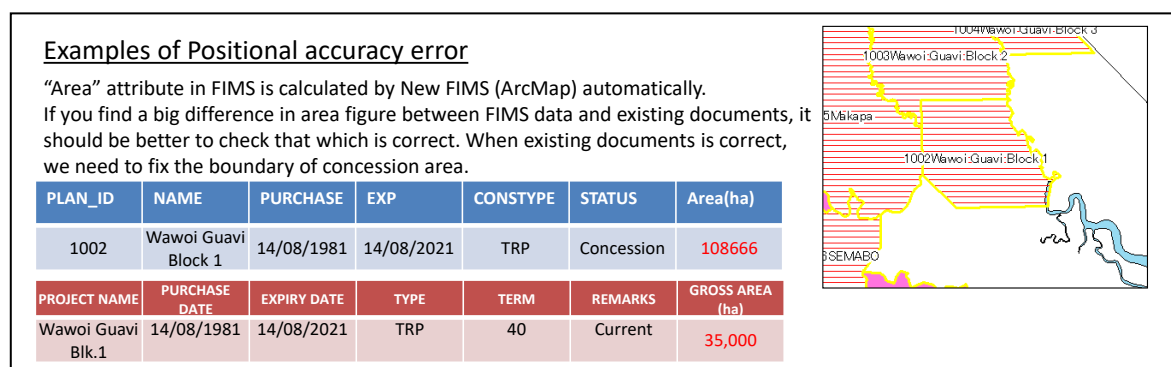


図 2.1-4 PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータの位置正確度の課題の例

伐採コンセッションの面積に差異がでる原因として、①森林保全区域の考慮の有無、②FMA 締結時の ILG (Incorporated Land Group) 境界の課題、③伐採コンセッションの計画段階の範囲と FMA 締結時の範囲の違い (PNG-FRIMS 側の地図データが未更新) が C/P から挙げられた。これらの課題については、PNG-FRIMS の運用を通じ、Acquisition 課、森林計画担当職員と連携し、適宜対処していくこととした。

③ 時間正確度の品質評価結果と課題への対処方針

PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータが持つ契約期間 (開始・終了日) と、Acquisition 課が管理する契約期間の情報を比較した。

Examples of Temporal accuracy

There is a difference between FIMS data and existing documents. We have to confirm which date is correct to Acquisition branch.

PLAN_ID	NAME	PURCHASE	EXP	CONSTYPE	STATUS	Area(ha)
19041	Alimbit Anu	21/07/1989	20/07/2009	LFA	Concession	32548

PROJECT NAME	PURCHASE DATE	EXPIRY DATE	TYPE	TERM	REMARKS	GROSS AREA (ha)
Anu Alimbit	2/05/1989	N/A	LFA	N/A	Current	32,800

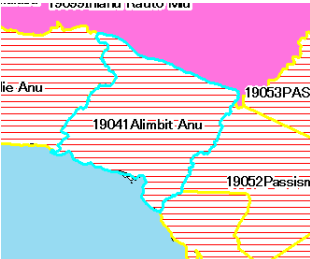


図 2.1-5 PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータの時間正確度の課題の例

PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータと、Acquisition 課が管理する伐採コンセッションの契約期間に差異がある場合、原則として Acquisition 課が管理する時間の情報を正として、PNG-FRIMS のデータを修正することとした。C/P と協議をした結果、PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータには、伐採コンセッションが計画された日付（計画段階での契約開始・終了日）と、実際の契約が開始・終了した日付、地図データを作成した日付が混在していることがわかった。特に、伐採コンセッションへの Re-entry の許認可においては、実際の契約および伐採期間を把握し、そのエリアの再成長（二次林）の程度を推定することが重要となることから、Acquisition 課が管理する契約期間を採用した。

④ 主題正確度の品質評価結果と課題への対処方針

PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータと、Acquisition 課および NFP の一覧に示される伐採コンセッションの名称に差異があった。

Examples of Thematic accuracy error

There are a difference in name of concession area.
Which is correct? Should we use the name in existing documents?

PLAN_ID	NAME	PURCHASE	EXP	CONSTYPE	STATUS	Area(ha)
6009	YEMA GAIAPA	6/08/1991	5/08/2006	LFA	Concession	38321
6011	Collingwood Bay			FMA	Proposed	182412

PROJECT NAME	PURCHASE DATE	EXPIRY DATE	TYPE	TERM	REMARKS	GROSS AREA (ha)
Yema Gaepa	8/12/1989	N/A	LFA	N/A	Current	39,930
West Collingwood Bay					Proposed	182,727

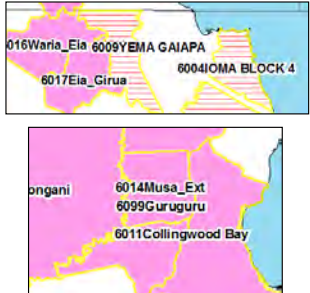


図 2.1-6 PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータの主題正確度の課題の例

原則として、Acquisition 課および NFP の一覧に示される伐採コンセッション名を正として、PNG-FRIMS の伐採コンセッションデータの名称を修正することとした。

2) 伐採コンセッションの修正

1) に示した伐採コンセッションの修正方針に基づき、C/P と共にデータの更新作業を実施した。また、更新作業を進めていく過程において、C/P から次の意見があった。

表 2.1-4 更新作業の過程で C/P から挙げられた意見とその対処方針

C/P から挙げられた意見		対処方針
1	伐採コンセッションのデータは属性 “status” に “concession” と “proposed” の値を持たせることで政府が土地所有者から森林の経営権を取得しているか否かを判断できる構造となっている。“concession” の値をもつデータについて、契約が有効期間内なのか、満了しているのか、Acquisition 課がもつ資料に基づき地図上でも識別できるとよい。	新規の属性を設けて、伐採作業進行中のコンセッションなのか、契約期間が満了したコンセッションなのかを識別できるようにする。 属性名を “REMARKS” とする。
2	政府が森林の経営権を取得済みの伐採コンセッションにおいても、様々な事情から伐採企業への伐採許可の発行が中断しているケースがある。これらの特殊事情を、伐採コンセッションデータに記録できるようにし、PNGFA 内の関係者間で情報を共有できるとよい。	新規の属性を設け、特殊な事情を抱える伐採コンセッションにその情報を記録できるようにする。 属性名を “REMARKS2” とする。

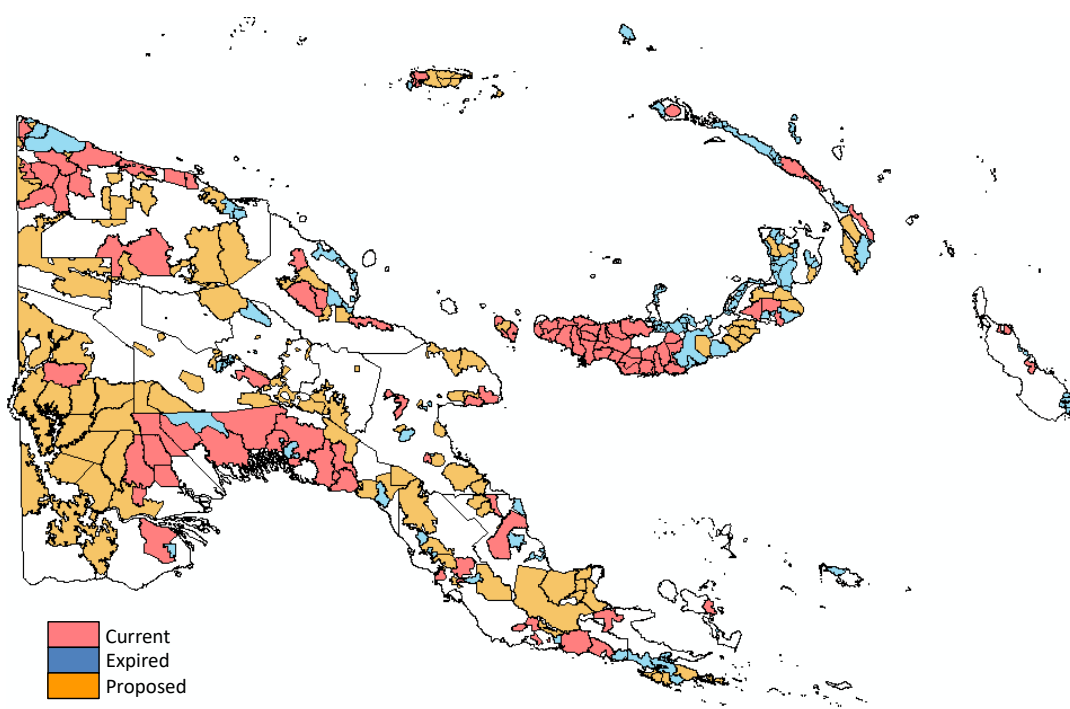


図 2.1-7 伐採進行中／期間満了の区分表示した伐採コンセッションの地図

なお、契約期間が満了している伐採コンセッションの中には、その図形情報をもたないデータがあることが確認された。PNGFA における GIS データの作成作業が始まる前に、すでに契約期間が満了していたコンセッションも含まれており、これらの図形情報を入手できるか、PNG-FRIMS の運用を通じ、適宜対処していくこととした。

(3) 伐採履歴情報

1) 伐採履歴情報の現状と課題の把握

「伐採コンセッションデータ」とそれに重なる既存の「伐採済み区域データ」の空間的な関係を確認し、現状の課題を把握した。

表 2.1-5 伐採履歴情報の課題

伐採コンセッションの種類	伐採履歴データに発見された課題
伐採契約期間内 (current)	森林経営権が獲得され時間が経過しているが、伐採履歴データが未入力 of 伐採コンセッションが存在する。伐採プロジェクト審査部 (Project Allocation) が保有する伐採企業の森林伐採計画の内容が未入力となっていないか、確認する必要がある。
伐採契約期間満了 (expired)	伐採契約期間が満了しているのに、伐採履歴データが入力されていない、又は部分的にしか入力されていない伐採コンセッションが存在する。伐採プロジェクト審査部 (Project Allocation) が保有する伐採企業の森林伐採計画の内容が未入力となっていないか、確認する必要がある。
計画中 (proposed)	計画中の伐採コンセッションであるのに、伐採済み区域データと重なる場合がある。伐採コンセッションの属性 “status” を更新する必要があるのか、あるいは伐採済み区域データの誤りなのか、確認する必要がある。

特に、伐採履歴情報の更新作業は、数年遅れで実施されている現状にあり、また、伐採履歴と伐採計画の区分も行われていないため、適切な森林の減少・モニタリング実現の障壁となっている。そこで、伐採履歴情報および伐採計画情報を取り扱う C/P と共に、現行の業務フローの確認と個々の工程における課題についての共通認識を持ち、改善策を協議した。

伐採履歴情報の更新に関する業務の流れ、個々の工程の課題と今後の検討事項を次のとおり整理した。まず始めに、I&M 課の業務に着目し、詳細の検討を進めた。

表 2.1-6 伐採履歴情報の更新に関する現状分析と今後の検討事項

Step	Who	Current work	Issues (under study)	Current / Future actions
1	Logging Company	• Submit annual and 5-year logging plans with <u>hard copy of maps</u> to Projects.	• Possibility of submitting <u>soft copy of maps</u> • <u>Map layer format differs</u> depending on companies	• Interview with several logging companies • Study existing logging maps which PNGFA keeps
2	PAD Projects Branch	• Assess logging maps • Update the catalog of logging maps every year	• FIMS map is <u>not used well</u> • The <u>catalog of logging maps</u> is shared with cartographer team (for identifying the map to digitize) but slow due to skilled man power	• Share FIMS map through the Web browser map • Examine a procedure for sending and receiving logging information
3	I&M (cartographer)	• Digitize logging maps which Projects Branch provides	• Logged area boundaries are not identified ' <u>duration</u> ' and ' <u>meaningful boundary</u> ' (set-up, coups...) • Updating map is <u>not timely</u>	• <u>Find the gap between maps on 'received by PAD' and 'entered to FIMS'</u> • <u>Examine the appropriate data specification</u>
4	PNGFA officers	• Has to ask cartographer team to output FIMS data and maps	• <u>Accessibility</u> to the map (Need to ask a cartographer to print the map)	• Share FIMS map through the Web browser map • Study the usage of map for planning and monitoring

2) データ仕様の検討

現行の PNG-FRIMS に格納されている森林伐採情報は、国・州またはコンセッションエリアレベルの森林蓄積量の推定を目的としていた。森林蓄積量の推定だけでなく、適切な森林管理・モニタリングでの利用を目的としたデータ仕様への拡張を、C/P と共に検討した。C/P から挙げられたデータ仕様に対する要望を次に示す。

表 2.1-7 伐採履歴情報に対する要求事項

レイヤ	属性	値の例	電子データの利用	デジタル
Logged-Over Set-Ups	PROJECT_NAME	East Fergusson TRP	✓	✓
	NAME	S10-11/12	✓	✓
	YEAR_OF_ALP	2010-2011	✓	✓
	DURATION	2010-2011	✓	✓
	Actual harvest volume			✓
Planned Area Set-Ups	Related concession ID	5005	✓	
	PROJECT_NAME	East Fergusson TRP	✓	
	NAME	S11-12/11	✓	
	YEAR_OF_ALP	2011-2012	✓	
	DURATION	2011-2012	✓	
	Related concession ID	5005	✓	
Annual working plan in Forest Working Plan	Type	Planned/SetAside/Deferred/Contingency etc.	✓	
	PROJECT_NAME	East Fergusson TRP	✓	✓
	NAME	Coup2	✓	✓
	YEAR_OF_ALP	2011-2012	✓	✓
	DURATION	2010-2015	✓	✓

レイヤ	属性	値の例	電子データの利用	デジタル
	Related concession ID	5005	✓	✓

現行のデータ仕様にに基づく伐採履歴情報と、改良後のデータ仕様のデータ仕様に基づく伐採履歴情報の違いは次のようになる。

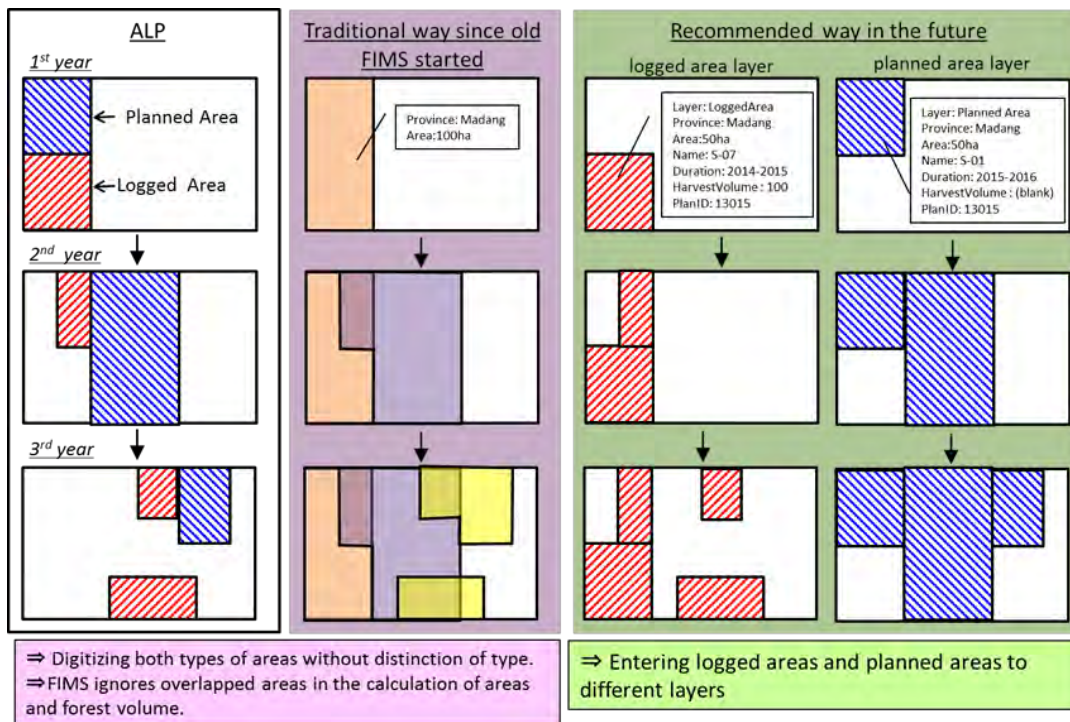


図 2.1-8 PNG-FRIMS の伐採履歴情報（新旧方法による違いの比較）

また、Set-Ups レイヤのデジタル化方法について、専門家チームから二種類の方法を C/P へ提案した。Set-Ups レイヤは、土地所有者情報との紐付けや、より詳細な分析（例：衛星画像と伐採量との比較）にも使用できることから、次の図に示す‘方法1’を採用することとなった。

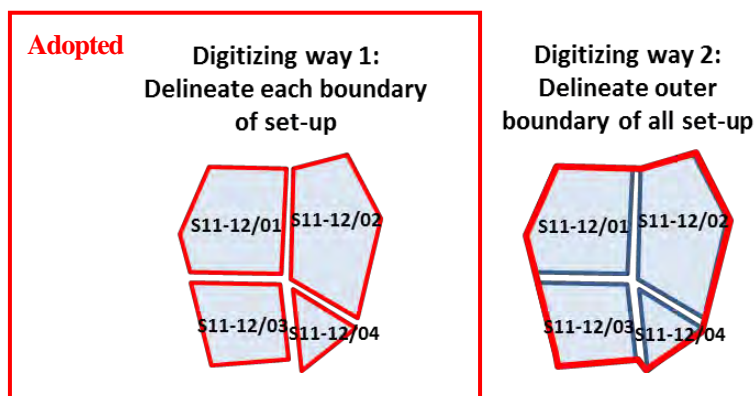


図 2.1-9 Set-Ups レイヤのデジタル化方法

3) 新しいデータ仕様にに基づく作業手順の検討

2) に示すとおり、森林伐採情報のデータ仕様は、これまでよりも詳細化された。そのため、地図製作者チームの負担がより一層大きくなることが懸念された。そこで、より正確な情報を効率的に PNG-FRIMS へ蓄積していくために、伐採企業が PNGFA への提出を義務づけられている年伐採計画および5ヵ年伐採計画に添付される地図のデジタルデータを活用する方法が、C/P および長期専門家から提案された。

本プロジェクトのパイロットエリアである Milnbay 州の“East Fergusson”と、West New Britain 州の“Asengseng Consolidated”および“Aliavanu Block2”を対象に、伐採企業から地図データを入手し、これらを用いた伐採履歴情報と伐採計画情報の更新作業を試行した。なお、地図データの入手が困難な伐採プロジェクトについては、従来の作業方法である紙地図のマップデジタルイズによるデータ更新を引き続き実施することとした。

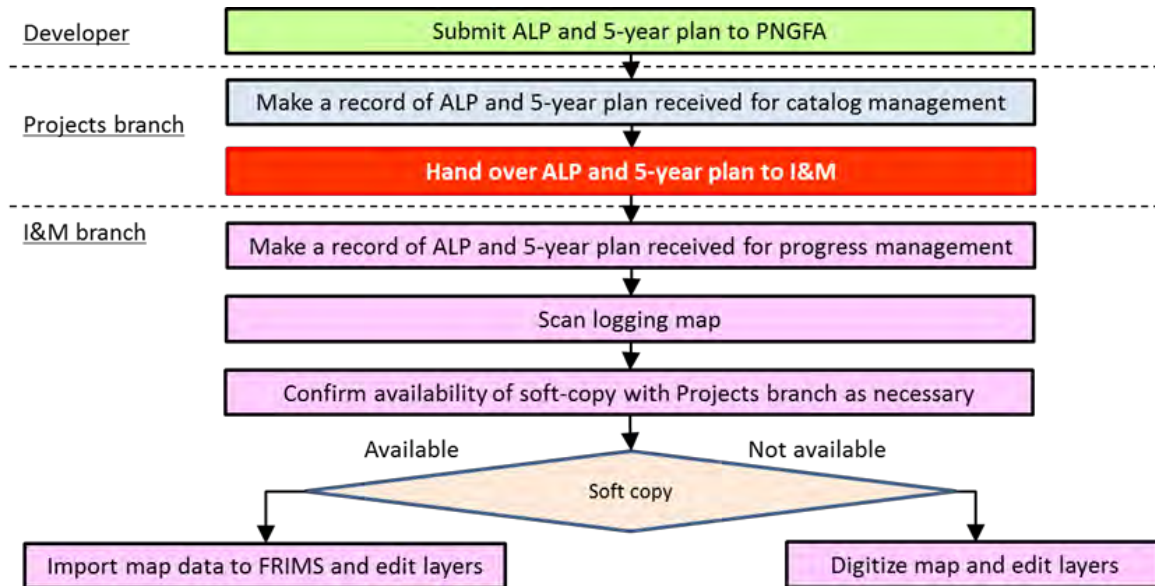


図 2.1-10 伐採履歴情報の更新作業フロー

(4) 森林伐採計画を活用した森林情報の追加

これまでの PNG-FRIMS は、伐採履歴情報を入力するために、森林伐採企業が PNGFA へ提出する森林伐採計画（年伐採計画および5ヵ年伐採計画）を使用していた。現在、長期専門家を中心となり、森林伐採業者から、森林伐採計画のソフトコピーを入手する仕組みの検討が行われた。森林伐採計画のソフトコピーを使い、伐採履歴情報以外の森林情報の内容を C/P とともに調査した。

表 2.1-8 森林伐採計画から PNG-FRIMS へ追加できる森林情報

カテゴリ	森林情報
計画情報	施業不可地域 (Inoperable Area)
	緩衝地帯 (Buffer zone)

カテゴリ	森林情報
	ストリップライン
施設情報	橋／カルバート
	キャンプサイト
	砂利採取場 (Gravel Pit)
	丸太置き場 (Log Landing)
地形情報	道路
	川／小川
	等高線

表 2.1-8 に示す各種森林情報について、C/P がパイロットエリアを対象に PNG-FRIMS に追加した。

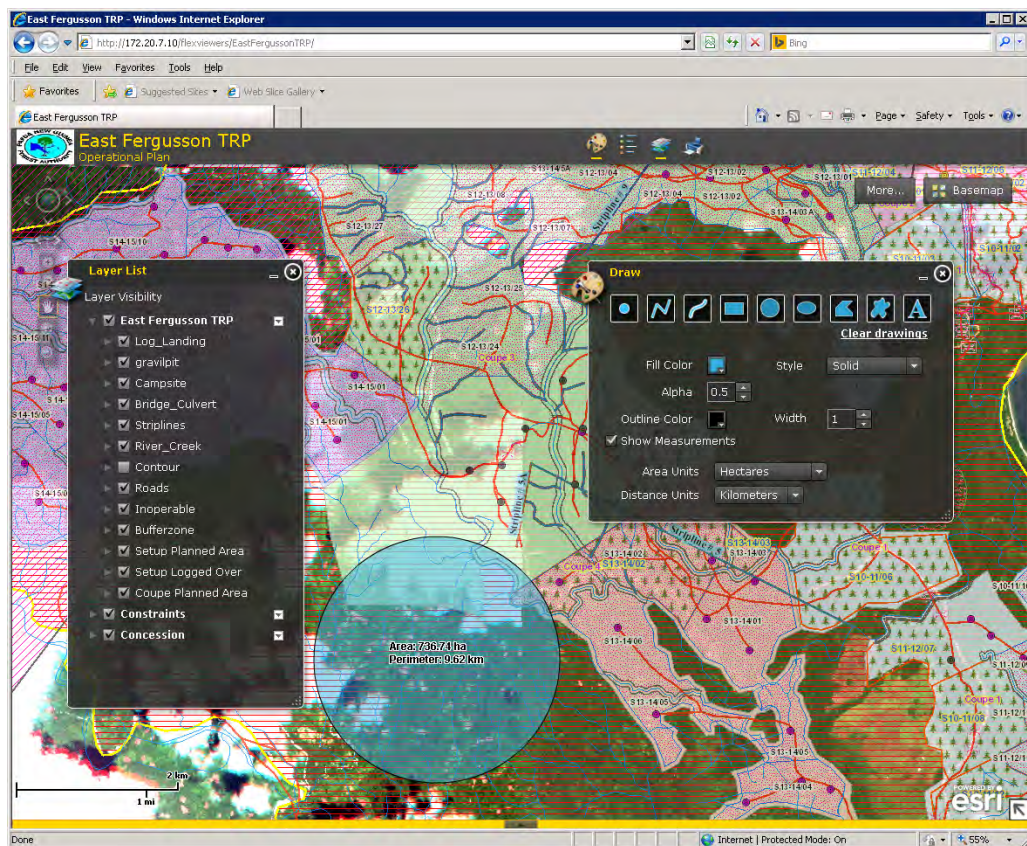


図 2.1-11 森林伐採計画に基づく森林情報の追加結果イメージ

2.1.2 PNG-FRIMS の拡充・強化の基本設計

PNG-FRIMS を構成するアプリケーション機能は、①FIMS (Forest Inventory Mapping System)、②FIPS (Forest Inventory Processing System) および③LAN-Map (Lan Map BrowserWebBrowserMap) から構成されている。これらのアプリケーション機能は、PNG-FRIMS のデータベースに一元的に管理されている各種森林情報を共有している。また、汎用ソフトウェアである ArcGIS for Desktop や Microsoft Access を使用して PNG-FRIMS のデータベースにアクセスし格納されている森林情報を活用することもできる。

なお、PNG-FRIMS の概要については、成果の普及・広報のため、「Fact Sheet No. 3 PNG-FRIMS」(添付資料 6) として取り纏めた。

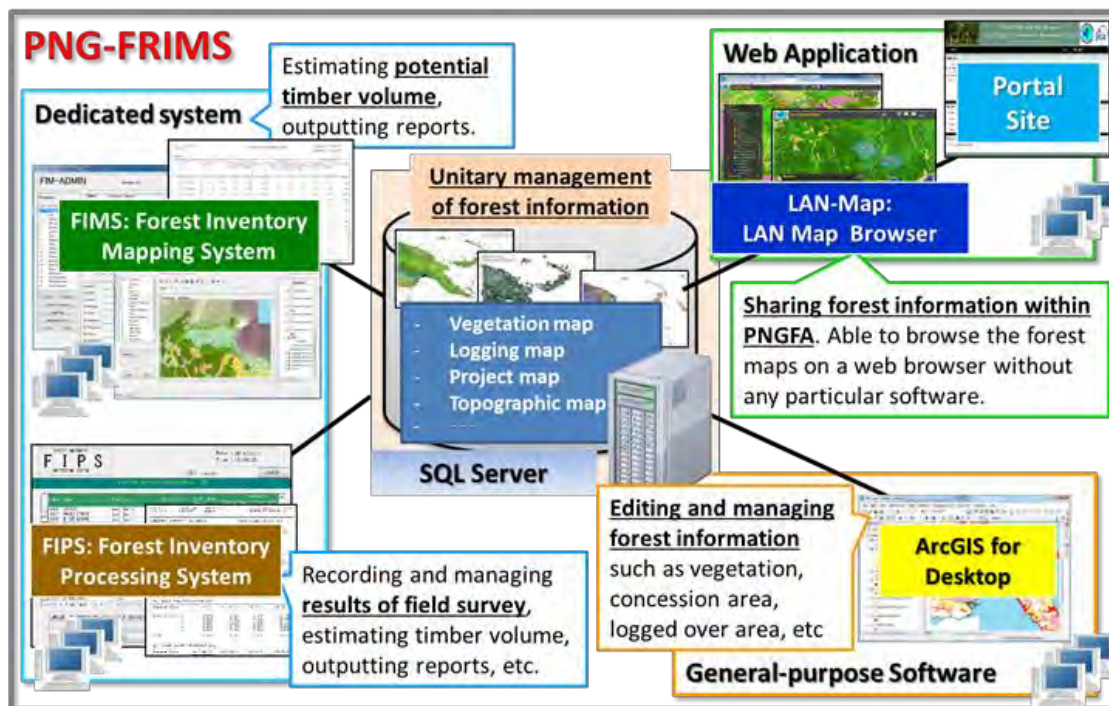


図 2.1-12 PNG-FRIMS の構成

(1) ArcGIS10.2.2 へのバージョンアップ

技術移転の効率化・効果等を勘案し、本プロジェクトにおいて PNGFA で運用されている ArcGIS のバージョンを ver.10.0 から ver.10.2.2(当時の最新バージョン)へ上げることとした。これに伴い ArcGIS ベースで稼動している FIMS の機能改良設計を行った。対象となる機能を表 2.1-9 に示す。

表 2.1-9 機能改良設計の対象機能

機能	説明
地図画面機能	地図の表示・拡大/縮小/移動、地図データの形状入力/編集、地図印刷
属性編集機能	属性情報の入力/更新/削除
解析機能	森林蓄積量の再計算、州・伐採許可区域・計画区域への結果の反映
レイヤ管理・インポート機能	地図データのインポート

(2) 森林伐採計画評価・モニタリング支援機能

森林伐採計画評価・モニタリング支援機能のコンセプトを次に示す。このコンセプトに基づき、LAN-Map の試作を行った。

表 2.1-10 森林伐採計画評価・モニタリング支援機能のコンセプト

目標	機能	目的	効果
森林伐採計画の評価・モニタリング手順を効率化する	PNG-FRIMS 内の各種森林情報の共有と利活用	-各種森林情報の重畳表示 -場所検索 -地図編集 -距離・面積計測 -地図印刷	伐採企業が提出する森林伐採計画の評価作業を支援
			FRIMS 内の森林情報の活用により、森林伐採地域とその他のプロジェクトエリアの競合箇所の発見を支援

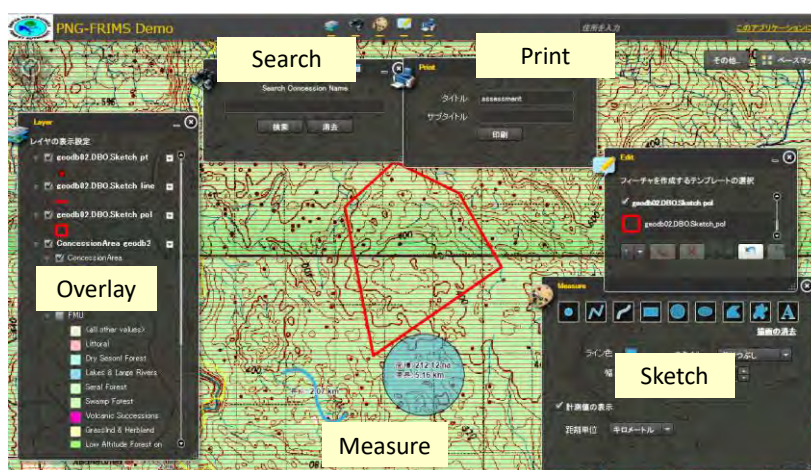


図 2.1-13 森林伐採計画評価・モニタリング支援機能イメージ

(3) LAN-Map の機能拡張

LAN-Map を活用した日常業務の改善に向け、C/P が抱える身近な課題を取り上げ、LAN-Map の機能拡張による解決策の検討を行った。C/P の発案により検討した拡張機能を次に示す。

表 2.1-11 検討された LAN-Map の新たな拡張機能

Goal	Function	Objectives	Outcomes
To manage JOB Request for map	Submits job requests, approves the request and reports the progress via web browser map.	- To record all job requests onto the PNG-FRIMS. - To count and analyze all job requests	- This application will be helpful for managing job request history. - This application will make it possible to record number of map.
To estimate forest volume of AOI	Enter the AOI and estimates forest volume at AOI via web browser map.	- To estimate forest volume for project planning officer (who is not familiar with GIS)	- This application will make it possible to estimate forest volume of AOI easily and efficiently (No need to use FIMS). - In the future, this application will become available for estimating carbon stock as well.

1) Job Request 管理機能

Job Request 機能の検討にあたり、まず始めに現行のワークフローを念頭に C/P と業務分析を行った。

PNGFA は、森林情報を含む地図作成を地図製作者チームに依頼するとき、紙の申請書フォームへの記入が必須となっている。記入された申請書は、マネージャー（課長級）の承認を経て、地図製作者チーム（専門官クラス）へと届けられる。しかし、これらの申請プロセスの過程において、作業内容の重複や申請書の散逸など、業務の非効率が生じている実態があった。そこで、C/P が主体となり、Job Request に関する情報を FRIMS-LAN 上で一元的に管理し、業務改善を試みることにした。業務分析結果を次に示す。

表 2.1-12 Job Request 機能設計のための業務分析結果

Step	Person	Work/ task	Issues	Way to improve the issues
1	External client or Internal client	Request Maps Printing	• requests by same clients	• Minimize multiple tasks by checking the history on the web browser
2	I&M Branch	Accept the requests	• Request does not go to manager for approval	• Share requests on the web browser
3	I&M manager/ supervisor	Approve the request	• Request does not go to manager for approval	• Share requests on the web browser
4	Cartographer team	If map request, making and printing maps	• Misplace of request forms	• Registers all requests to JICA Server using Web browser map
5	Admin assistant	Filing request forms	• Keeping record with hardcopy, occupy a lot of space • Keeping track of maps printout (How many maps, for which province, for which project) • Need to count hardcopy	• Registers all requests to JICA Server using Web browser map
6	Finance Branch	Issue the Receipt for purchasing publications		

この機能に登場するアクターには、①申請者、②マネージャー（承認者）、③地図製作者の3者が存在する。それぞれのアクターの振る舞いを考慮しながら、必要となるデータ仕様を表 2.1-13 のとおり策定した。

表 2.1-13 Job Request レイヤのデータ仕様

レイヤ	属性	申請者	マネージャー (承認者)	地図製作者
Job request for maps	Requester	Editable	View	View
	Designation	Editable	View	View
	Office	Editable	View	View
	Contact	Editable	View	View
	Date	Editable	View	View
	Province	Editable	View	View
	Project	Editable	View	View
	JobRequestDescription	Editable	View	View
	Geometry	Editable	View	View
	ApprovalStatus	View	Editable	View
	StatusOfJobRequest	View	View	Editable
	Receipt	View	View	Editable

2) 森林蓄積量簡易推定機能

森林蓄積量の推定は、FIMS を用いて行うことができる。しかし、州や伐採許可エリアにおける森林蓄積量の推定は可能であるが、ユーザの任意の関心地点や区域における森林蓄積量を推定する機能は持っていない。そこで、より簡易に森林蓄積量の推定ができるよう、本機能を検討した。C/P が整理した業務分析結果を次に示す。

表 2.1-14 森林蓄積量推定に係る業務分析

Person	Work/ task	Issues	Way to improve the issues
Internal (Project allocation)	Provide and request Proposed and current boundaries	Current FIMS can calculate forest volume for entire concession but not AOI. They can not estimate the volume themselves. They rely on FIMS or Harvest volume from operational plan.	To provide the simple function for estimating volume through web browser map.

(4) ポータルサイト機能

LAN-Map の導入によって、PNGFA 職員は、PNGFA 内のイントラネットに接続しているコンピュータを通じて、いつでも森林資源情報を含む地図データを閲覧できる環境が実現する。しかし、PNG-FRIMS に格納される森林情報には、特定の職員しか閲覧を許されない情報も記録されている。そこで、各種森林資源情報へのユーザアクセス権限を管理することを主目的としたポータルサイトを設置し、LAN-Map が配信する森林情報を閲覧する仕組みを構築することとした。

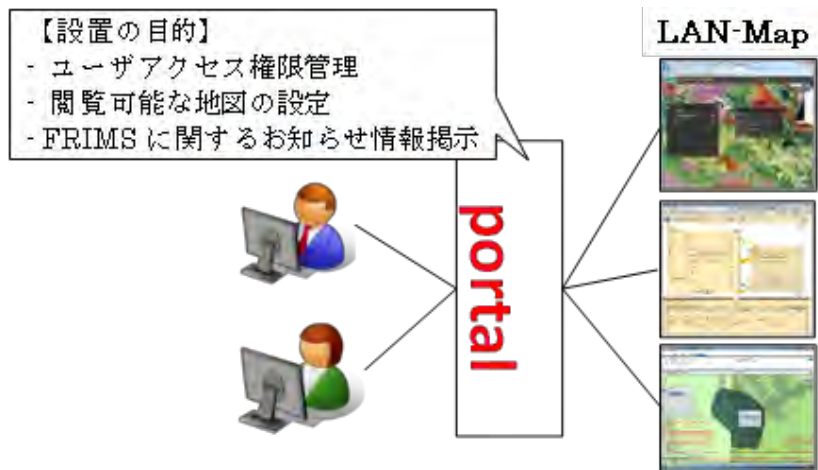


図 2.1-14 ポータルサイトの役割

ポータルサイトの機能を次のとおり設計した。

表 2.1-15 ポータルサイトの機能一覧

機能分類		機能詳細		概要
1	共通	1-1	ログアウト	ログアウト処理を行いログイン画面へ戻る。
		1-2	ログ出力	ユーザのアクセス履歴等を含むのログファイルを出力する。
2	ログイン	2-1	ログイン	ユーザ ID/パスワードを入力し、ログインを行う。ログインアカウントの権限により、閲覧できる地図の制御等を行う。
		2-2	グループ選択	ユーザが複数のグループに所属している場合に、グループを選択できる。
3	メニュー	3-1	ニュース一覧表示	ニュースを一覧表示する機能。
		3-2	地図一覧	閲覧可能な地図の一覧を表示し地図画面へ遷移する。
4	地図	4-1	地図表示	LAN Map を使用して地図表示を行う。
		4-2	ニュース編集	ニュースの追加、更新、削除を行う。
		4-3	ニュース閲覧	ニュースの一覧表示および詳細表示を行う。
		4-4	他機能連携	地図表示画面から他の機能を起動する。
5	システム管理	5-1	ユーザ管理	ユーザの一覧表示、登録、更新、削除を行う。
		5-2	グループ一覧	グループの一覧表示、登録、更新、削除を行う。
		5-3	地図管理	地図の公開名称の編集、マップの URL との紐付けを行う。
		5-4	所属権限設定	所属（グループ）と地図の組み合わせで、閲覧権限の設定を行う。
6	地図共有	6-1	Map URL 生成	関心地域を中心とした LAN-Map の地図を表示する URL を発行。URL を関係者間で共有することで、LAN-Map を用いたコミュニケーションの円滑化を実現する。

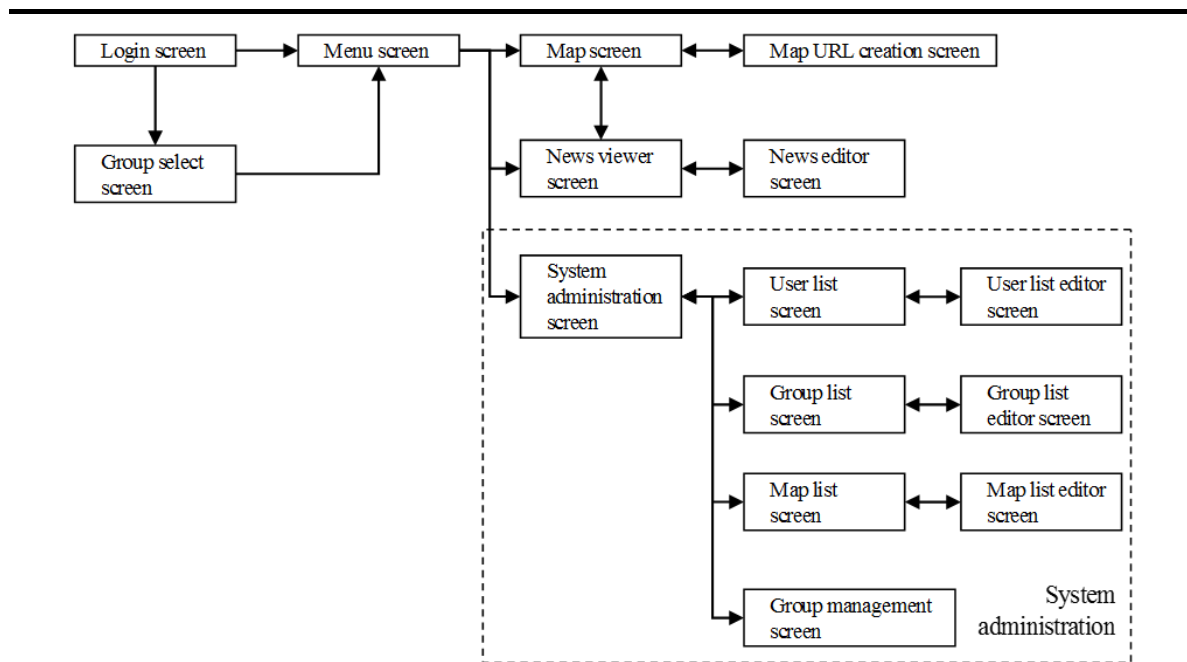


図 2.1-15 ポータルサイトの画面遷移図

以上の基本設計に基づき、ポータルサイトを構築した。

(5) 森林の再成長を考慮した材積量の推定機能

現行の FIMS の材積の推定機能は、伐採コンセッションの材積量から伐採済み区域の材積量を減じていくだけである。しかし、伐採済み区域森林の材積は時間を経るごとに回復していく実態がある。そこで、森林の再成長を考慮した材積量推定機能を検討した。

1) 森林再成長の計算方法

森林再成長の計算方法は、次のシナリオが前提となることを C/P と協議し、機能要件となることを確認した。

Preconditions of the calculation method (to be confirmed)	
1	When a logged-over area is digitized in a concession area, FRIMS (FIMS) regards the volume of the logged-over area as zero .
2	The volume of the logged-over area will recover over the next 35 years linearly . * New FIMS can change the recovery period. The single period will be applied to whole country. Need to decide the recovery period before start improvement of new FIMS.

Example: Logging started in 2000 over the next 35 years.

2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034



Recovery ratio as of 2035.

100%	97%	94%	91%	89%	86%	83%
80%	77%	74%	71%	69%	66%	63%
60%	57%	54%	51%	49%	46%	43%
40%	37%	34%	31%	29%	26%	23%
20%	17%	14%	11%	9%	6%	3%

図 2.1-16 森林再成長の計算方法

また、FIMS 上に表示する森林資源量は、伐採年の翌年から伐採エリアにおける森林の回復が始まるシナリオを採用することとなった。例えば、毎年、同じ面積のエリアで、同じ材積量が伐採されていくとした場合の森林資源量の変化は、次のグラフのうち、アイデア 2 のように表示される。

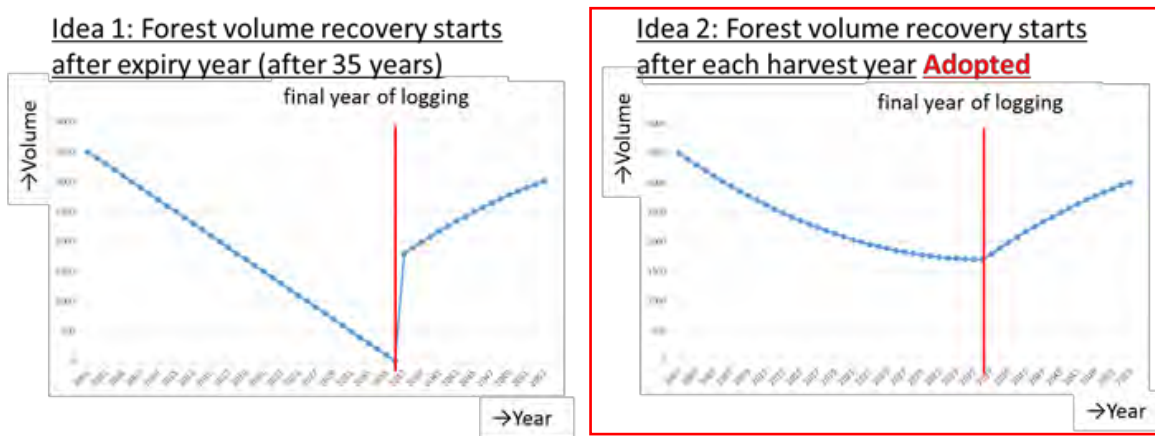


図 2.1-17 再成長量計算のシナリオ

2) 計算に使用するデータの課題に対する対処方針

森林の再成長を考慮した材積量を推定するにあたり、PNG-FRIMS に格納されているデータに関する課題が存在している。C/P と協議した結果、次のとおり対処することとなった。

表 2.1-16 データに関する課題と対処方針

課題		対処
伐採期間満了の伐採コンセッション	実際に伐採されたエリアが不確かな場合がある。	伐採コンセッション全域が、伐採されたとみなし、森林材積量を計算する。
	PNG-FRIMS の伐採履歴データに、伐採年の情報が記録されていない場合がある。	TRP による契約場合、その契約期間内において、均一の面積が毎年伐採されていくとみなす。LFA による契約の場合、契約の終了年を伐採年とみなす。
操業中の伐採コンセッション	実際に伐採されたエリアが不確かな場合がある。	過去の年伐採計画を収集し、それらを正確にデジタル化していく。PNG 国内の FREL/FRL 検証に使用することがあるので、2000 年まで遡ることを目標とする（少なくとも 2010 年まで遡る）。
	PNG-FRIMS の伐採履歴データに、伐採年の情報が記録されていない場合がある。	過去の年伐採計画を使い、伐採年の情報を入力していく。

2.1.3 森林被覆図の更新

先行プロジェクトにおいて、PNG 国の森林被覆図の基盤となる森林基盤図 2012 (ver.1.0) が整備された。本プロジェクトでは、先行プロジェクトにおいて整備された森林基盤図を PNG-FRIMS のデ

データベースとして活用すること、また、森林面積の変化を把握するために森林被覆図の更新手法を確立することを目標と目指し、次の活動を実施した。

- (1) RS による森林面積変化把握の基本設計を行う。
- (2) 森林面積変化の把握に必要となる RS データの加工・解析を試行する。
- (3) RS データ以外に有用な追加・補足情報を特定する。
- (4) (1)～(3)の検討結果に基づき、森林被覆図の更新手法に関するマニュアルを整備する。
- (5) 本プロジェクトにおいて特定されたパイロットエリアを対象に森林被覆図を更新する。

(1) リモートセンシングによる森林面積変化把握の基本設計

まず、森林面積変化把握のための基本設計を行った。次に、先行プロジェクトで整備された森林基盤図を PNG-FRIMS で活用するため、先行プロジェクトにおいて挙げられた森林基盤図 ver. 1.0 の課題、およびその他の改善点の検討を行った。

先行プロジェクトにおいて挙げられた課題は以下のとおりである。

- ① 整備した森林基盤図について、品質・精度についての評価は十分に行えていない。
- ② 定量的な品質・精度の評価は行えていないが、森林基盤図の作成過程で Woodland/Savanna/Scrub の区分、湿地林の抽出、Western 州の平地林 (P) と丘陵林 (H) の区分などの課題が定性的に確認された。
- ③ 森林基盤図の分類項目は PNG 資源情報システム (PNGRIS; PNG Resource Information System)⁹ の分類に基づいているが、この分類には二次林のカテゴリは設定されていない。二次林をどのように定義するか協議し、対応方法を検討する必要がある。

本プロジェクトでは、まず②の森林基盤図の課題について、C/P と協議を行い対処・改善方法を検討し、森林基盤図の更新を行った。次に、①の品質・精度評価の課題に対応するため、UN-REDD/FAO の支援により実施された NFI の Pre Inventory データ (Collect Earth データ) を活用して、更新された森林基盤図と比較することで品質・精度を確認し、課題を明確にして対処方法を検討した。その他の改善点としては、植生タイプの細区分情報の付与方法や、その他の有用な属性情報、微小サイズの諸島の扱い等について検討した。③の二次林 (劣化林) の定義や情報の構築方法については 2.1.3 (2) で検討した。

1) 森林面積変化把握の基本設計

森林面積変化のモニタリング手法を確立するため、①森林基盤図 2012 の改訂、②過年度森林被覆図の作成、③2015 年森林被覆図の作成、④2015 年以降の森林被覆のモニタリングの 4 段階で森林被覆図の整備を実施すると共に、今後の森林被覆のモニタリング手法・体制の検討を行う。本設計は、2.1.3 (2)～2.1.3 (3) 等の技術的な検討とも関連している。ここでは基本設計を示し、各森林被覆図の

⁹ E.T. Hammermaster and J.C. Saunders, Forest resources and vegetation mapping of Papua New Guinea, PNGRIS Publication No. 4 (1995) 森林基盤図の分類項目は、FIMS の vegetation データの分類が整理された本資料に基づいている。

整備方法の試行については各章に記載する。

① 森林基盤図 2012 の改訂

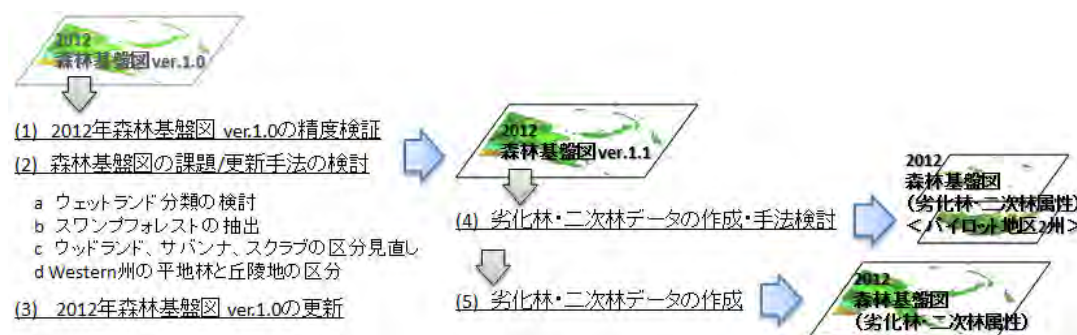
作業内容：先行プロジェクトで把握されている森林基盤図 2012 (ver.1.0) の課題やその他の改善点を検討し、森林基盤図 2012 を改訂する。

対象範囲：全国

成果物：改訂された森林基盤図 2012 (ver.1.1) + 劣化林・二次林の属性情報

目的・効果：他の森林被覆図作成の際のベースとなる森林基盤図 (ベースマップ) の精度が向上し、実務に即したものになる。また、劣化林・二次林情報が属性として整備され、森林資源量の推定や森林施業計画の改善に資する。

作業手順：



② 過年度森林被覆図の作成

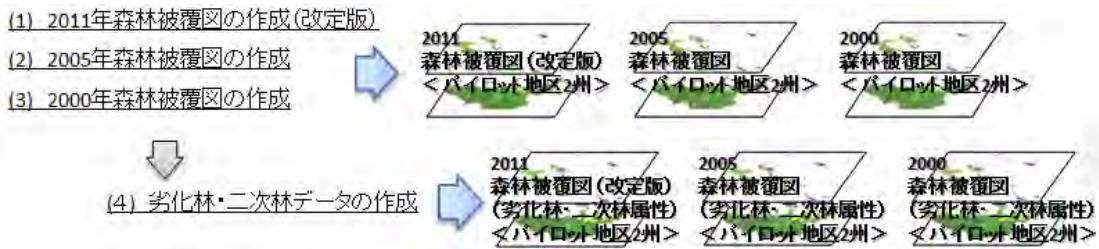
作業内容：①で改訂された森林基盤図を元に LANDSAT 画像等を用いて過年度森林被覆図を作成する。利用可能なデータの状態を検討した結果、2000年と2005年の森林被覆図を作成することとした。また、新たに利用可能となった衛星画像や多年度の衛星画像を判読することで、森林基盤図 2012 において抽出しきれていない農地等を捉えることができた場合は、森林被覆図に修正を加えて2011年森林被覆図として整備する。さらに、①の劣化林・二次林情報の構築手法に準じて、過年度森林被覆図の劣化林・二次林情報を整備する。

対象範囲：パイロット州 (West New Britain 州、West Sepik 州)

成果物：パイロット州の2000年、2005年、および改訂版2011年の森林被覆図+劣化林・二次林の属性情報

目的・効果：過去複数年の森林被覆図の面積が確認され、森林変化のシミュレーションや参照排出レベルの作成が可能となる。衛星画像から抽出可能な土地変化や、PNGにおける森林変化の傾向、技術的課題といった本ステージで明らかとなった知見は、次のステージにおける手法の検討に資する。

作業手順：



③ 2015 年森林被覆図（ベンチマークマップ）の作成

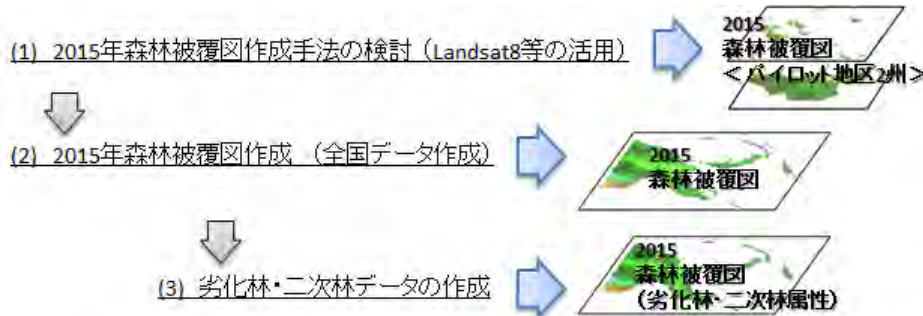
作業内容：①で改訂された森林基盤図を元に LANDSAT-8 等利用可能な技術を用いて 2015 年森林被覆図を全国で整備する。さらに、①や②の劣化林・二次林情報の構築手法に準じて、2015 年森林被覆図の劣化林・二次林情報を整備する。

対象範囲：全国

成果物：全国の 2015 年森林被覆図+劣化林・二次林の属性情報

目的・効果：REDD+活動の効果をモニタリングするための基礎となるベンチマークマップが整備される。また、将来的に全国で森林被覆図を更新する際の基礎となる技術が PNGFA に構築される。本作業をとおして、森林被覆図更新に必要となる PNGFA の定常業務・作業体制が検討される。

作業手順：



④ 2015 年以降の森林面積のモニタリング

作業内容：パイロット地区において、①～③の手法をベースにしなが、最新の技術の利用も念頭に、定期的で高頻度な森林被覆モニタリング手法や PNGFA 内の体制について検討を行う。

対象範囲：パイロット地区

成果物：パイロット地区の 2015 年以降 2019 年までの森林面積変化の情報

目的・効果：適切なモニタリングのタイミング（頻度）や手法が明らかになり、PNGFA でのモニタリング体制が構築される。

2) Woodland/Savanna/Scrub の区分

先行プロジェクトにおいては、Woodland、Savanna、Scrub の区別について、C/P の中でも認識に幅があり必ずしも共通ではないことが判明した。また、解析に用いた衛星画像（RapidEye）では Savanna

と Scrub を区別することは難しいということが明らかとなった。そのため、Savanna はある気象・生態学的条件下、人為的な火入れが繰り返された結果として一部地域にのみ存在するものであり、また Scrub も同様に特定樹種の構成による低木林であるため、FIMS を参考に地域性を考慮してこれらを特定した。Woodland は衛星画像解析で一定程度、Savanna、Scrub と区別されたが、Savanna と Scrub の区別は難しく、これらのクラスを統合することも考えられた。そのため、本プロジェクトにおいてこれらのクラスの統合について C/P と協議した。その結果、区分の不確実性は残るがクラスの統合は行わず FIMS の区分を踏襲することとした。

3) 湿地林の抽出手法の検討

先行プロジェクトにおいて森林基盤図 v1.0 の整備を行った際に挙がっていた課題の一つとして、FIMS では土地被覆分類がより細かく、湿地の情報が参照できていたが、森林基盤図 v1.0 ではその情報が失われてしまっていたことがある。また、FIMS になっていた情報そのものの精度がそれほど良くないこともあり、湿地の分布域について把握する方法についての検討を行うことが求められていた。湿地情報は森林施業の可否を判断するために重要となるだけでなく、特徴的な生態系を有するために、保全活動などを行う際には候補地の選定をするために参照できる。短期専門家チームは、湿地林の存在に深く関係する泥炭の分布が詳細に調べられている East Sepik 州の April Salome 付近において RS データを用いた湿地林の抽出方法について検討を行った (図 2.1-18)。

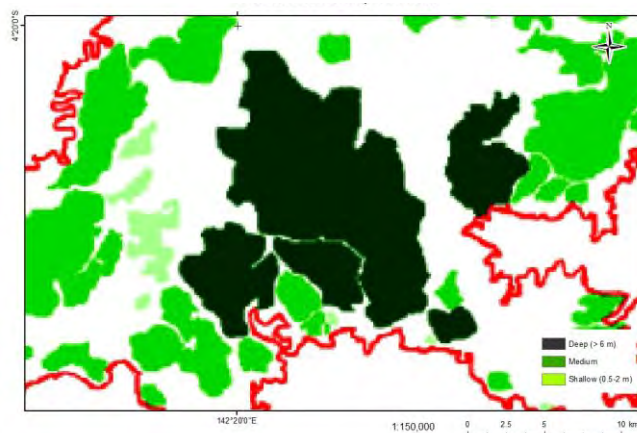


図 2.1-18 April Salome 付近の泥炭の分布の様子¹⁰

静止軌道合成開口レーダー (GeoSAR; Geosynchronous Synthetic Aperture Radar) は航空機によって P-band のマイクロ波を用いて地上の様子を観測したデータであるが、P-band はマイクロ波の中でも波長が長いので、樹冠を貫通して林床の様子を観察することができ、当初は湿地林の抽出に役に立つと期待されていた。しかし、実際には湿地が存在すると考えられる泥炭の分布域とその周辺の森林を GeoSAR で見分けるのは容易ではないと考えられた (図 2.1-19 左上)。

LANDSAT-8 の場合、特にバンド 6、5、4 をそれぞれ R、G、B に割り当てたフォールス画像でおお

¹⁰ Pokana and Jeseeph (2013): Papua New Guinea's status on peatland initiative より抜粋

よそ泥炭が分布する範囲を推定できるように思われた（図 2.1-19 右上）。一方 LANDSAT-8 画像を用いて計算した正規化水指数（NDWI; Normalized Difference Water Index）では泥炭分布域の内外で明瞭な差が見られなかった（図 2.1-19 下）。

これらのことから、RS データで湿地林の抽出を行う際には LANDAT-8 画像を参照したデジタル化作業を行うか、またはオブジェクトベース分類を行うことが方法として考えられる。ただし、情報の確度を高めるためには地上調査を行うことが必須であり、全国で一度に整備するには困難が伴うと考えられる。現実的には、FIMS にあった湿地に関する情報を参照して森林基盤図を更新し（後述の 2.1.3（1）6）参照）、必要に応じて地域ごとに RS データのデジタル化やオブジェクトベース分類の利用と地上調査によって情報の精緻化を図っていくのが良いと考えられる。

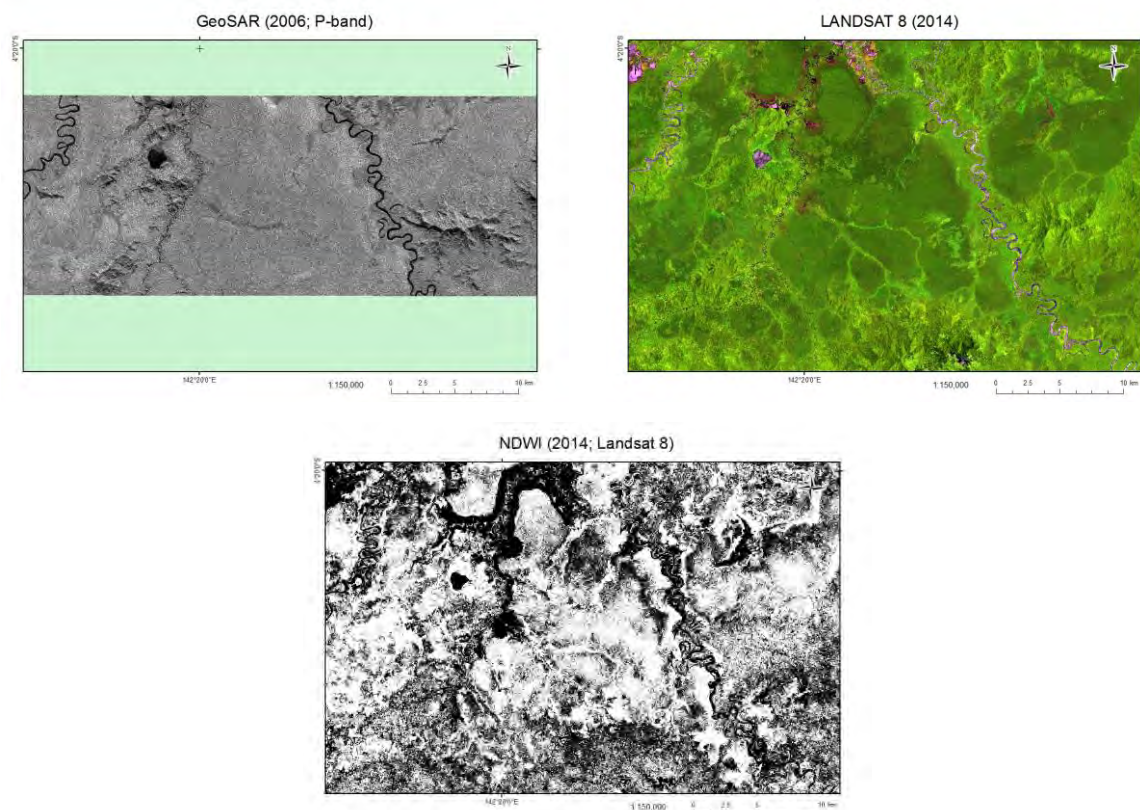


図 2.1-19 April Salome 付近の GeoSAR（左上）、LANDSAT-8（右上）、NDWI（下）画像

4) Western 州の平地林 (P) と丘陵林 (H) の区分

先行プロジェクトにおいて、Western 州における低地平地林 (P; Low Altitude Forest on Plains and Fans) と低地丘陵林 (H; Low Altitude Forest on Uplands) の分布が、既存の FIMS と新製の森林基盤図との間で大きく異なるという点が指摘されていた（図 2.1-20）。本プロジェクトにおいてはこの原因について調査し、森林基盤図の修正の必要があるか協議を行った（詳細は添付資料 13 参照）。

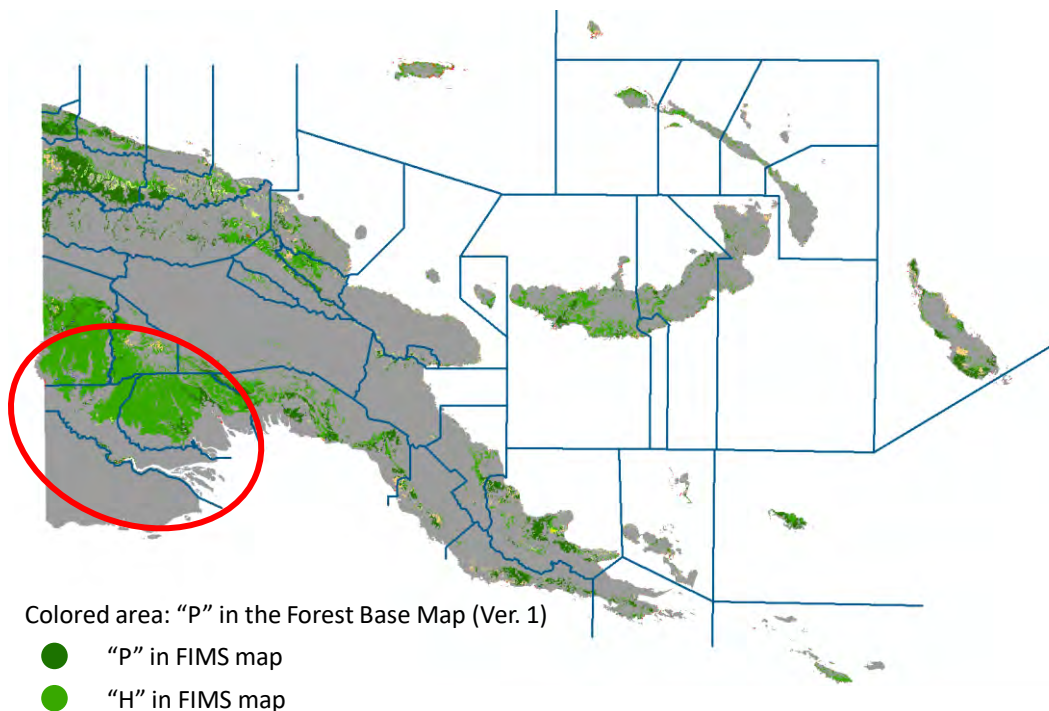


図 2.1-20 森林基盤図における“P”タイプ森林の分布と FIMS 地図との比較

色つきの部分が森林基盤図において“P”タイプの森林が分布している地域で、濃い緑の部分が森林基盤図でも FIMS の地図でも“P”に分類される地域、薄い緑の部分が森林基盤図では“P”、FIMS の地図では“H”に分類される地域。青で示した線は森林区域の境界を示す。赤丸で囲った4森林区域において、森林基盤図と FIMS の地図の不一致が目立つ。

解析の結果、この地域では森林の斜度と樹種構成との関係が PNG の他の地域と異なっていることが分かった。FIMS では樹種構成を元に“P”と“H”を区分していたのに対し、森林基盤図の作成時には衛星画像を元にしたために樹種構成が分からなかったため、FIMS 上の“P”と“H”の分布とそれぞれのポリゴンの斜度を比較した上で、斜度6度を閾値として、それより平坦な場所に分布する低地林を“P”、より斜度の高い場所に分布する低地林を“H”とした。しかしこの地域においては斜度が低い場所にも他の地域の“H”を構成する樹種が分布しており、この事が“P”と“H”の分布が FIMS と森林基盤図との間で大きく異なる主因となっていると考えられた。

そこで短期専門家チームは森林基盤図の更新方針として、①森林基盤図の“P”と“H”の分類基準を変えず、一律斜度6度の閾値を用いる、②Western 州周辺に位置する4森林区域において FIMS で“H”、森林基盤図で“P”と分類された箇所を全て“H”に戻す、の2オプションを PNGFA に提示し、施業において斜度の情報がより重要であると考えるのであればオプション①を、樹種の情報がより重要であると考えるのであればオプション②を選択することを勧めた。

本プロジェクトの主な C/P である I&M 課の Bigol 課長をはじめ PNGFA スタッフの多くは、樹種の情報と現地が氾濫原であるといった情報の間には相関がある可能性があり、それが施業上重要な情報となりうることを認めつつも、斜度の情報の方がより有用であるとした。また、かなりの森林が FIMS

地図の作製後既に攪乱されており、実際のところ現在どのように樹種が分布しているのかは分からなくなっているとして、総意としてオプション①を選択した。

この選択の利点としては、現地の斜度が植生コードにより明らかに分かることと、将来低地における非森林のポリゴンが森林に転換した際に、その植生コードが斜度から容易に決定できることが挙げられる。一方不利な点として、植生コードから現地にあると期待される樹種が、実際には無いというケースが想定されることが挙げられる。

5) 森林基盤図 ver.1.1 の品質・精度の評価

上述した森林基盤図の課題点の改善により、森林基盤図 ver. 1.0 を森林基盤図 ver. 1.1 として整備した。プロジェクトでは判別効率表を用いて森林基盤図 ver. 1.1 の精度評価を行った。精度評価は本来、正しく設計された現地検証データを用いて推定するものであるが、当時、全国の統計的に優位なサンプル数の現地検証データはなかった。このため、UN-REDD/FAO の支援により実施された Collect Earth を用いた全国の NFI Pre-Inventory の結果を参照データとして用いて、森林基盤図と NFI Pre-Inventory データ (Collect Earth) の分類結果の比較を行った。

図 2.1-21 に森林基盤図 ver. 1.1 と NFI Pre-Inventory (Collect Earth) の特徴について示す。また、森林基盤図と NFI Pre-Inventory の土地被覆クラスの対応については、気候変動に関する政府間パネル (IPCC; Intergovernmental Panel on Climate Change) の土地利用区分のカテゴリ基準で整理したものを表 2.1-17 に示す。

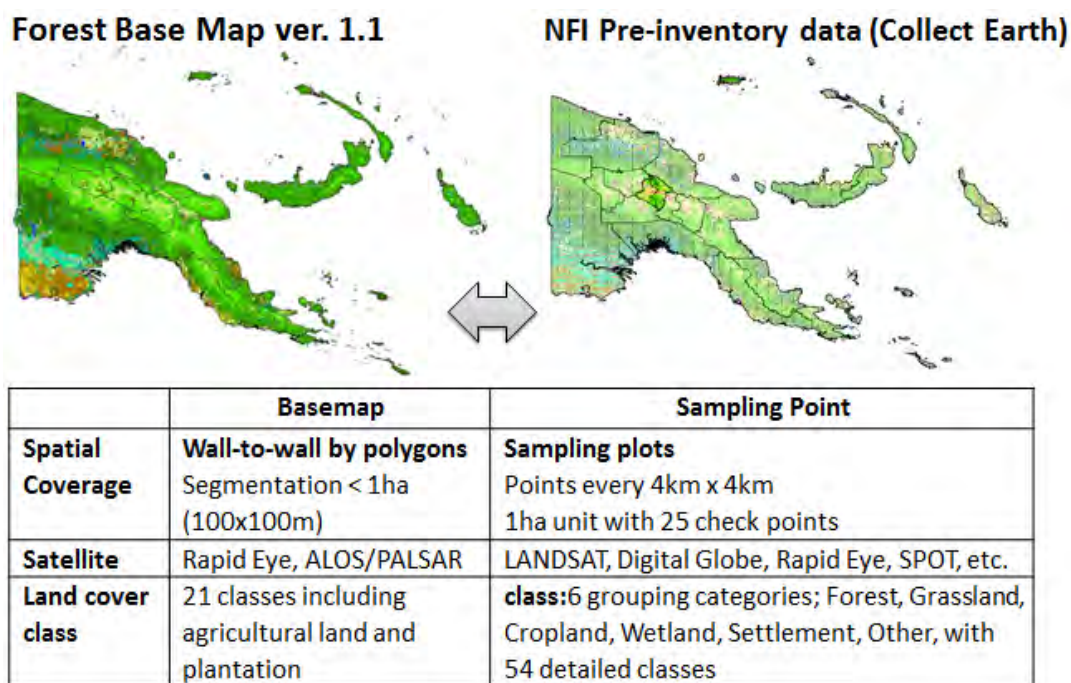


図 2.1-21 森林基盤図 ver. 1.1 と NFI Pre-Inventory (Collect Earth) の特徴

表 2.1-17 森林基盤図 ver. 1.1 と NFI Pre-Inventory の土地被覆クラスの対応

IPCC Category	Forest Base Map		NFI	IPCC Category	Forest Base Map		NFI	
	No./Code	Class	Land use class		No./Code	Class	Land use class	
Forest	1	P	Low Altitude Forest on Plains and Fans	Cropland	16	O	Agricultural Land Use	low_altitude_forest_on_plains_and_fans
	2	H	Low Altitude Forest on Uplands					low_altitude_forest_on_upland
	3	L	Lower Montane Forest					lower_montane_forest
	4	Mo	Montane Forest					montane_forest
	4	Mo	Montane Forest					montane_coniferous_forest
	5	D	Dry Seasonal Forest					dry_seasonal_forest
	6	B	Littoral Forest					littoral_forest
	7	Fri	Seral Forest					seral_forest
	8	Fsw	Swamp Forest					swamp_forest
	15	M	Mangrove					mangrove
								acacia_plantation
								balsa_plantation
								eucalyptus_plantation
								hoop_plantation
klinki_plantation								
20	Qf	Forest Plantation	pine_plantation					
			rubber_plantation					
			teak_plantation					
			terminalia_plantation					
			undetermined_plantation					
			woodland					
			woodland					
			woodland					
			woodland					
			woodland					
Woodland	9	W	Woodland	woodland				
Savanna	10	Sa	Savanna	savanna				
Scrub	11	Sc	Scrub	scrub				
Grassland	12	G	Grassland and Hermland	herbland				
	13	Ga	Alpine grassland	meadows				
	14	Gi	Subalpine grassland	alpine_grassland				
-	-	-	-	-	-	-	-	irrigated_perennial_crops
								non_irrigated_perennial_crops
								other_crop
								subsistence_agriculture
-	-	-	-	-	-	-	-	subsistence_agriculture_not_sure
								subsistence_agriculture_permanent
								subsistence_agriculture_shifting
								palm_oil
								cocoa
								coconut
								coffee
								tea
								freshwater_swamp
								lowland_freshwater_swamp
-	-	-	-	-	-	-	-	montane_swamp
								saline_brackish_swamp
-	-	-	-	-	-	-	-	lake
								river
-	-	-	-	-	-	-	-	barren_soil
								land_slides
								rock
								sand_soil
-	-	-	-	-	-	-	-	large_settlement
								infrastructure
-	-	-	-	-	-	-	-	village
								sea
								clouds
-	-	-	-	-	-	-	-	other_reason

判別効率表は、森林・非森林区分、IPCC 土地利用の 6 区分、Savanna/Scrub を別に区分した 7 区分、さらに Woodland を別に区分した 8 区分、最も細かい植生区分で行った。また各州別にも判別効率表を作成し、C/P と結果の考察を行った。各判別効率表については添付資料 14 に示す。

表 2.1-18 は PNG の森林・非森林の区分精度の検証結果である。総合精度 (O.A.) は 87% と高い値となったが、PNG は国土の 7 割近くを森林が占めているため、高い精度が得られやすい傾向にあると考えられる。

表 2.1-18 PNG の森林・非森林の区分精度

		NFI			
		Forest	Non-forest	Total	U.A.
Map	Forest	18333	1545	19878	92%
	Non-forest	1612	3606	5218	69%
	Total	19945	5151	25096	
	P.A.	92%	70%		
O.A.		87%			

P.A. = Producer's Accuracy
 U.A. = User's Accuracy
 O.A. = Overall Accuracy

PNG の IPCC 土地利用の区分精度の検証結果を表 2.1-19 に示す。総合精度は 83% となり、依然高い値を示した。また、PNG 全土の土地被覆の区分精度の検証結果を表 2.1-20 に示す。総合精度は 60% であった。

表 2.1-19 PNG の IPCC 土地利用の区分精度

		NFI								Total	U.A.
		Forest	Non-forest								
		Forest	Grassland	Cropland	Wetlands	Other land	Settlements				
Map	Forest	18333	323	719	415	6	82	19878	92%		
	Non-forest	Grassland	491	802	179	303	7	20	1802	45%	
		Cropland	1063	273	1541	47	2	174	3100	50%	
		Wetlands	53	19	2	209		2	285	73%	
		Other land	5	4		3	2	1	15	13%	
	Settlements		1	1			14	16	88%		
Total		19945	1422	2442	977	17	293	25096			
P.A.		92%	56%	63%	21%	12%	5%				
O.A.		83%									

表 2.1-20 PNG の土地被覆の区分精度

		NFI																				Total	U.A.			
		Forest										Woodl	Savanna/Sc	Grassland	Cropland	Wetl	Othe	Settl								
		P	H	L	Mo	D	B	Fri	Fsw	M	Qf	W	Sa	Sc	G	Ga/Gi	O	Qa	E	Z	U					
Map	Forest	P Low Altitude Forest on Plains	2446	1138	4		40	21	70	309	31	16	65	9	18	41	184	26	80		31	4529	54%			
		H Low Altitude Forest on Upland	1122	4820	109				9	47	18		4	17	6	17	41	225	21	23	4	22	6505	74%		
		L Lower Montane Forest		58	4208	74											16	56	18	165	7	6	1	13	4524	91%
		Mo Montane Forest			19	186											6	2	26						239	78%
		D Dry Seasonal Forest	121	8			207	1	5	47				65	3	3	13					7			480	43%
		B Littoral Forest	8					6			3	1		7								1			27	22%
		Fri Seral Forest	17	18	11				1	4	11	1		5			3		2	3	6				82	5%
		Fsw Swamp Forest	297	38				48	6	22	314	11		90	15	11	33		13	1	116		6		1021	31%
		M Mangrove	17					2	11	2	34	104		5	2		1		3	2	62		2		247	42%
		Qf Forest Plantation	3	3	1									7	1		2	1	1	11	2				33	21%
	Woodland Savanna /Scrub	W Woodland	267	33	1		326	5	16	247	7		307	115	40	51		36	5	104		2		1562	20%	
		Sa Savanna	5	1	1		34				8	3	77	132	8	27					9	1	6	323	41%	
		Sc Scrub	2	1	1	1	33					3		58	85	11	8				1			206	5%	
	Grassland	G Grassland and Herbland	83	44	45		53	3	7	72	4	1	98	24	36	689	20	162	15	303	7	19	1685	41%		
		Ga/G Alpine grassland/Subalpine g			7	12										2	23	70	2					1	117	60%
	Cropland	O Agricultural Land Use	225	299	363	4	7	12	16	45	6	7	21	9	24	233	30	1211	132	47	2	165	2858	42%		
		Qa Plantation other than forest	13	6					1				2			2	10		66	132			9	242	55%	
	Wetlands	E Lakes and larger rivers	13	18	3		2		4	6	3		1	2	1	19					2	209	2	285	73%	
Z Bare areas		2	1	1											1	4				3	2	1	15	13%		
Settlements	U Larger urban centres														1		1					14	16	88%		
Total		4641	6486	4774	277	752	77	193	1118	171	39	817	402	198	1257	165	2095	347	977	17	293	25096				
P.A.		53%	74%	88%	67%	28%	8%	2%	28%	61%	18%	38%	33%	6%	55%	42%	58%	38%	21%	12%	5%					
O.A.		60%																								

個別のクラスについて確認すると、Settlements の利用者精度 (U.A.) は 88% に達したが、作成者精度 (P.A.) は 5% と低い値を示した。これは森林基盤図で抽出した Settlements は高い精度で抽出されていることを示しているが、森林基盤図では Larger urban centres と大きなサイズの Settlements のみで NFI Pre-inventory で抽出している小集落のような小さなサイズの Settlements を抽出していないため、作成者精度は低くなったと考えられる。また、NFI Pre-inventory では、土地利用階層ルールを用いて Settlements を最優先で抽出しており、割合としては Settlements が拡張して抽出されている可能性がある。

Wetlands も同様に利用者精度 (U.A.) は 73% と高い値を示したが、作成者精度 (P.A.) は 21% と低かった。これは、NFI Pre-Inventory では swamp を Wetlands に分類しているが、森林基盤図では、例えば、swamp woodland は W (Woodland) に、swamp grassland は G (Grassland and Herbland) に分類され、swamp が Wetlands に分類されないという違いがあるためと考えられる。また、NFI Pre-Inventory で Wetlands に区分されるクラスは冠水していることを基準としているが、冠水の有無は確認する衛星画像の撮影季節により変動する可能性がある。これらのことから、Wetlands の作成者精度 (P.A.) は低

くなったと考えられる。

Fri (Seral Forest) は作成者精度 (2%)、利用者精度 (5%) のいずれも低い結果となった。Fri は通常河川沿いに分布し、分布形状が細長いことから、判読による補足もしづらいことが原因と考えられる。

森林基盤図の多くの Qf (Forest Plantation)、Qa (Plantation other than Forest) は NFI Pre-Inventory では O (Agricultural Land Use) に含まれていたことから、NFI Pre-inventory では十分にプランテーションが抽出されていない可能性がある。

森林基盤図の多くの W (Woodland) は NFI Pre-inventory では D (Dry Seasonal Forest) に含まれていた。W と D の判別は困難と考えられる。

州ごとの区分精度について確認したところ、Gulf 州において、Wetlands の作成者精度が 8% と低かった。Gulf 州には曲がりくねった河川が多く湿地が広がっている。NFI Pre-Inventory では多くの Swamp が河川沿いで抽出されていたが、森林基盤図では抽出されていなかった。

Cropland については地域によって精度の検証結果に差があった。Enga 州、Hela 州、Western Highlands 州、Jiwaka 州においては、Cropland の精度 (特に作成者精度) は高かったが、Central 州、Western 州、West Sepik 州においては低かった。Enga 州、Hela 州、Western Highlands 州、Jiwaka 州は Highlands region にあたり、狭い地域でアクセス性が良く Qf や Qa 等のプランテーションが多い。商業的農業は規模が大きく、直線や角など幾何学的なパターンが見られるため、Cropland の抽出は容易だったと考えられる。一方、Central 州や Western 州は氾濫域が広がりアクセス性が悪く、農地は散在し自給自足農業が多い。また、乾燥した気候のためまばらな植生が多く、草地と移動耕作地との区別が難しいと考えられる。

以上に示したように、精度検証の結果、森林基盤図の特徴や NFI Pre-inventory との違い、分類結果の状態、課題等が明確になった。特に森林基盤図を扱う上で留意すべき点を以下に挙げる。

- 森林基盤図と Collect Earth は作成手法 (土地被覆の捉え方) が異なるため、データの特徴が異なる。森林基盤図は土地被覆全体をカバーするデータで、ある程度のかたまりで土地被覆を捉えるのに対し、Collect Earth は 4km ごとの地点の 1ha 単位の中の 25 のチェックポイントで土地被覆を捉える。よって、Collect Earth の地点では仮にクラス A で分類されたとしても、森林基盤図の単位 (ポリゴン) で捉えると他のクラスに分類されることもある。また、Collect Earth では分類において土地利用階層ルールを用いている。
- Collect Earth はグランドトゥルースデータではなく、必ずしも真の値というわけではない。
- 双方でクラスカテゴリーの定義に違いがある。森林基盤図は FRIMS/PINGRIS をベースにしており、IPCC の基準に沿った分類になっている。IPCC の基準では、まず森林や草地等のクラスが分類され、それらに分類されなかったものが Wetlands に分類される可能性がある。森林基盤図では Fsw (Swamp Forest) は Forest に分類され、Woodland には Swamp woodland、Grassland

には Swamp grassland、Herbaceous swamp が含まれており、これらは Wetlands にはならない。一方で、Collect Earth の fresh water swamp、lowland freshwater swamp、montane swamp、saline brackish swamp は森林基盤図では W や G、Fsw、M (Mangrove) 等に多く含まれる可能性がある。

- 森林基盤図が森林被覆により焦点を当てているのに対し、NFI Pre-Inventory は土地利用により焦点を当てて分類している。

6) 植生コードの細分化

先行プロジェクトにおいて作成された森林基盤図においては、衛星画像を用いた判読の限界などの理由で、分類された土地利用の種類は 21 種類に限られていた (表 2.1-21)。しかし、従来の FIMS で分類されていた土地利用は 63 種類に上り、湿地の存在など有用な情報も含まれていたため、できるだけそれに近い形に細分化することが求められていた。また、森林の材積量をより正確に求めるためにも土地利用の精緻化が期待されていた。そこで、従来の FIMS による分類を参考に、森林基盤図の土地利用分類を細分化した。

あるポリゴンにおいて森林基盤図の土地利用が FIMS の土地利用の上位分類と一致している場合には、そのポリゴンに FIMS の土地利用をそのまま戻した。例えば、あるポリゴンの森林基盤図での土地利用コードが“H” (低地台地林)、FIMS での土地利用コードが“Hm” (中サイズの樹冠を有した低地台地林) だった場合には、“Hm”に戻した。一方、あるポリゴンにおいて森林基盤図の土地利用が FIMS の土地利用の上位分類と一致していない場合には、そのポリゴンに森林基盤図の土地利用をそのまま適用し、添え字として“x”を付けた。これは、FIMS が細分類化の参考情報として使えないために、特定の土地利用コードをあてはめることができないためである。例えば、あるポリゴンの森林基盤図での土地利用コードが“H” (低地台地林)、FIMS での土地利用コードが“Ps” (小サイズの樹冠を有した低地平地林) だった場合には、“Hx”とした。添付資料 15 に土地利用コードの細分化ルールをより具体的に示す。

表 2.1-21 森林基盤図と FIMS の植生コードの比較

Forest Base Map		FIMS			
P	Low Altitude Forest on Plains and Fans – below 1000 m	PI	Large to medium crowned forest		
		Po	Open forest		
		Ps	Small crowned forest		
H	Low Altitude Forest on Uplands – below 1000 m	HI	Large crowned forest		
		Hm	Medium crowned forest		
		HmAr	Medium crowned forest with <i>Araucaria</i> common		
		Hmd	Medium crowned forest depauperate/damaged forest		
		Hme	Medium crowned forest with an even canopy		
		Hs	Small crowned forest		
		Hse	Small crowned forest with an even canopy		
		HsAr	Small crowned forest with <i>Araucaria</i> common		
		HsCa	Small crowned forest with <i>Castanopsis</i>		
		HsCp	Small crowned forest with <i>Casuarina papuana</i>		
		HsN	Small crowned forest with <i>Nothofagus</i>		
		HsRt	Small crowned forest with <i>Rhus taitensis</i>		
		L	Lower Montane Forest – above 1000 m	L	Small crowned forest
LAr	Small crowned forest with <i>Araucaria</i> common				
LN	Small crowned forest with <i>Nothofagus</i>				
Lc	Small crowned forest with conifers				
Ls	Very small crowned forest				
LsCp	Very small crowned forest with <i>Casuarina papuana</i>				
LsN	Very small crowned forest with <i>Nothofagus</i>				
Mo	Montane Forest – above 3000 m	Mo	Very small crowned forest		
D	Dry Seasonal Forest	D	Dry evergreen forest		
B	Littoral Forest	B	Mixed forest		
		BCe	Forest with <i>Casuarina equisetifolia</i>		
		BMI	Forest with <i>Melaleuca leucadendron</i>		
Fri	Seral Forest	Fri	Riverine mixed successions		
		FriCg	Riverine successions with <i>Casuarina grandis</i>		
		FriK	Riverine successions with <i>Eucalyptus deglupta</i>		
		FriTb	Riverine successions with <i>Terminalia brassii</i>		
		Fv	Volcanic successions		
		Fsw	Mixed swamp forest		
Fsw	Swamp Forest	FswC	Swamp forest with <i>Camptosperma</i>		
		FswMI	Swamp forest with <i>Melaleuca leucadendron</i>		
		FswTb	Swamp forest with <i>Terminalia brassii</i>		
		W	Woodland		
W	Woodland	Wri	Riverine successions dominated by woodland		
		WriCg	Riverine successions with <i>Casuarina grandis</i> woodland		
		Wv	Volcanic successions dominated by woodland		
		Wsw	Swamp woodland		
		WswMI	Swamp woodland with <i>Melaleuca leucadendron</i>		
		Sa	Savanna		
Sa	Savanna	Saf	Savanna with gallery forest		
		SaMI	Savanna with <i>Melaleuca leucadendron</i>		
		Sc	Scrub		
Sc	Scrub	ScBc	Scrub with <i>Bambusa</i> and <i>Cyathea</i>		
		Scv	Volcanic successions dominated by scrub		
		G	Grassland		
G	Grassland and Herbland	Gf	Grassland with some forest		
		Gr	Grassland reverting to forest		
		Grf	Grassland reverting to forest with some forest		
		Gsw	Swamp grassland		
		Gri	Riverine successions dominated by grass		
		Gv	Volcanic successions dominated by grass		
		Hsw	Herbaceous swamp		
		Ga	Alpine grassland – above 3200 m	Ga	Alpine grassland
		Gi	Subalpine grassland – above 2500 m	Gi	Subalpine grassland
M	Mangrove	M			
O	Agricultural Land Use	O	Land use intensity classes 0–4 (low to very high)		
E	Lakes and larger rivers	E	Lakes and larger rivers		
Z	Bare areas	Z	Bare areas		
U	Larger urban centres	U	Larger urban centres		
Qa	Forest Plantation	–	–		
Qf	Plantation other than forest plantation	–	–		

7) 新たな属性情報の付与

森林基盤図に有用と考えられる属性情報について整備を行う。

森林蓄積量に関する情報の整備や、2.1.4（1）の新たな森林区画単位の設定方法の検討において有用と考えられた表 2.1-22 の情報について、新たに森林基盤図の属性情報として付与を行った。また、2.1.3（2）1）の二次林情報の構築において有用と考えられた米国メリーランド大学の Hansen 教授チームが公開している森林の増加と減少のデータ¹¹についても整備を行った。ただし、Hansen データは毎年更新されデータ量も多いことから、運用面での簡便性を考慮し、森林基盤図のリレーショナルデータベースとして整備した。

表 2.1-22 森林基盤図に新たに付与した属性

属性	データ内容・作成方法・備考
植生細区分	2.1.3（1）6）で整備された植生の細区分。FIMS の植生分類に準拠。
樹冠サイズ	植生細区分から判定可能。
森林ゾーン	「FOREST ZONES OF PAPUA NEW GUINEA」マップ ¹² をデジタル化し属性として付与。
流域界	先行プロジェクトで GeoSAR DEM から作成された流域界データを利用。
州	
Forest cover gain	2000 年から 2012 年の森林増加面積の合計。Hansen データを元に、リレーショナルデータベースとして整備。毎年更新予定。
Forest cover loss	2000 年から 2014 年の森林減少面積の合計。Hansen データを元に、リレーショナルデータベースとして整備。毎年更新予定。
Forest cover lossyear	2000 年から 2014 年の各年の森林減少面積。Hansen データを元に、リレーショナルデータベースとして整備。毎年更新予定。

8) 島しょの扱い

森林基盤図データの島しょ（小島）について、他の既存データ（国家統計局（NSO; National Statistical Office）発行の Census 2011 の Province データ、旧 FIMS の vegetation データ、Geobook¹³の Province データ）と比較したところ、以下の点が確認された。

- 既存のデータと比較して特に島しょで境界線がずれる。
- 森林基盤図は全ての小さな島しょをカバーしているわけではない。
- 森林基盤図にはオーストラリア領の島とソロモン諸島が含まれる。

データの状況について C/P と共有し、対処方針について協議・確認を行った結果、下記のとおり対応することとした。協議の詳細な内容と結果については添付資料 16 に示す。

¹¹ Hansen, Potapov, Moore, Hancher et al., Global Forest Change 2000-2015, <https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest> (2017 年 4 月 3 日閲覧)

¹² E.T. Hammermaster and J.C. Saunders, Forest resources and vegetation mapping of Papua New Guinea, PNGRIS Publication No. 4 (1995) 添付資料

¹³ University of Papua New Guinea Remote Sensing Centre, PNG Geobook

-
- 既存データの境界位置が正しいとは限らず、RapidEye 画像から境界データを作成した森林基盤図の境界をそのまま保持する。
 - 主に岩礁等の小さな島しょ（場合によっては全島が海水で洗われるような）がカバーできていないが、PNGFA 管轄の管轄する「森林」がないこと、土地被覆の情報もないことから、追加で島しょを作成することはせず、森林基盤図のメタデータにはデータの状態について注意書きの説明を加える。
 - 他国領の島の削除は行わず、属性に“outsidePNG”と記載し、PNG 領外であることが分かるようにする。

(2) リモートセンシングデータの加工・解析の試行

1) 二次林・劣化林データの特定に用いる RS 情報の検討

先行プロジェクトで積み残された課題として、二次林・劣化林の分布の把握が挙げられていたので、本プロジェクトで検討することとした。二次林の成立につながる森林劣化、森林減少の要因としては、選択的伐採、燃料用木材（薪炭材）の収集、森林内での放牧、下層植生の採取、火災、洪水、地滑りなどが考えられる。その他の森林減少の要因として、自給自足的農業、街や道路等の建設、プランテーションの開設が挙げられる。これらの変化が起こった場所をそれぞれのドライバごとに特定することは、変化直後の森林蓄積量の減少量やその後の回復過程をシミュレートするために必要である。これらを把握しうる RS 情報について検討した。

森林変化とそのドライバの特定に供しうる RS 情報としては、第一に光学衛星による画像が挙げられる。この情報を時系列に沿って分析することによって、森林の変化とその要因を直感的に判定することが出来る。画像解像度が高くなるにつれてこの作業は容易になるが、同時に価格が上昇するという難点がある。ただし、現在解像度 30 m の LANDSAT に加え、解像度 10 m の Sentinel-2 画像も無料となっており、選択的伐採地を直接抽出するには少し難しいが、林道などは容易に抽出できるようになっている。光学衛星画像を利用する際の技術的困難点としては、雲があると地上の様子が分からないことが挙げられる。特に PNG の山岳地帯においては一年のほとんどの期間に雲に覆われた状態にある箇所が多く、光学衛星画像によって地上の様子をうかがうのは時に困難である。

第二に、レーダー衛星による画像が挙げられる。この情報は雲による影響を受けないため、常に地上の様子を不足無く観察することが出来る。ただ、光学衛星のように直感的に見えている物を判断することが出来ない場合があるので、まずどのような物が見えるのか確かめる必要がある。また光学衛星画像同様、解像度が高くなると高価になる傾向があるが、日本の衛星 PALSAR のデータの解像度を落とした画像（解像度 25 m）については Web サイトにて無料で入手することができる（http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/palsar_fnf/fnf_index.htm（2017年4月3日閲覧））。

これらの RS 情報の利点を補完し合う情報の一つとして、Google Earth Engine（<https://earthengine.google.com/>（2017年4月3日閲覧））によって計算できる Greenest Pixel というもの

がある。これは、過去に得られた膨大な LANDSAT や Sentinel-2 の画像集から期間（例えばある一年間）を指定して各地点（LANDSAT の場合 30 m × 30 m、Sentinel-2 の場合 10 m × 10m）において最も正規化植生指数（NDVI; Normalized Difference Vegetation Index）値の高いピクセルを選び出してモザイクしたもので、雲ができるだけ少ない画像を得ることが出来る（図 2.1-22）。

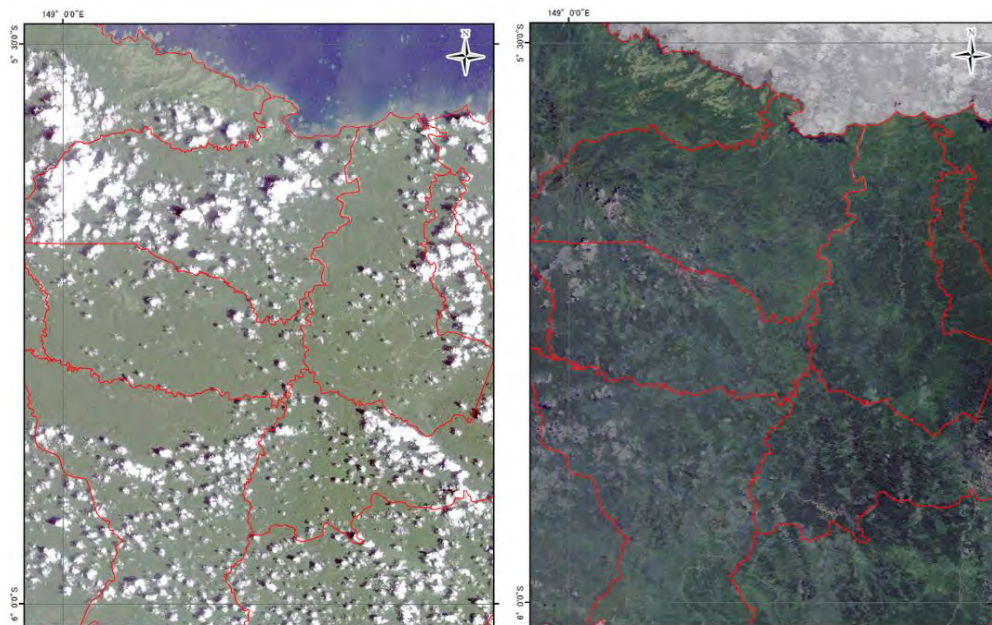


図 2.1-22 LANDSAT（左）と Greenest Pixel（右）の見え方の比較

本プロジェクトのパイロットサイトの一つである、West New Britain 州 Aria Vanu Block 2 コンセッションエリアの周辺において、Sentinel-2 画像から作成した Greenest Pixel の検証を行った（図 2.1-23）。Sentinel-2 は 2015 年 6 月 23 日に 1 号機が打ち上げられ、2 号機は 2017 年 3 月 7 日に打ち上げられた。本解析を実施した 2016 年 7 月 16 日時点においては、Sentinel-2 は 1 機体制で運用されており、回帰日数は 10 日となっていた。Aria Vanu Block 2 周辺においては合計 7 枚の Sentinel-2 画像が利用可能であった。作成した Greenest Pixel で Aria Vanu Block 2 内の林道の様子を見てみると、雲やヘイズが取り切れておらず、一部集材路や林道のすぐそばの緑が薄くなっている箇所を除くと、選択的伐採の様子も鮮明ではなかった。しかし、同一地点にて年間 20 枚前後の画像が得られる LANDSAT を利用するとかなり雲の少ない画像が作成できることを考えると、Sentinel-2 が 2 機体制でより頻度の高い観測を行うようになれば、かなり有力なツールとなると考えられた。本プロジェクトでは LANDSAT による Greenest Pixel により技術開発を進めたが、将来的に Sentinel-2 による Greenest Pixel によって置き換えることも可能となるように留意した。

もう一点 Google Earth Engine を通じて衛星画像を扱うことの利点を挙げておくと、例えば Sentinel-2 画像は一枚 6 GB 以上もの大きさがあり、特に PNG のようなインターネット環境の劣悪な国においてはそのまま利用することが非常に困難である。しかし、Google Earth Engine を利用すれば、ダウンロードすることなく画像を参照することが出来、必要に応じて一部分のみ切り取ってダウンロードする

ことも可能である。

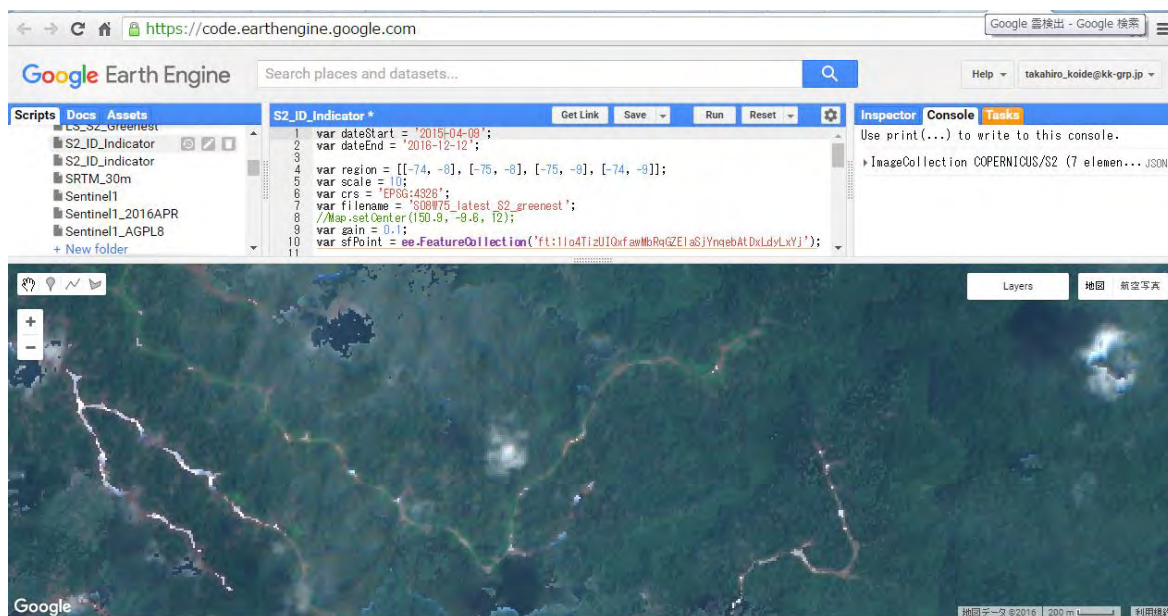


図 2.1-23 Sentinel-2 画像を用いて作成した Greenest Pixel で見る林道の様子

また、森林減少について簡単に入手しうる情報の一つとして、米国 Maryland 大学の Hansen 教授のチームによる森林減少データが挙げられる (<https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest> (2017年4月3日閲覧))。これは同チームが Landsat 7号機および8号機の画像を元に、あるアルゴリズムを用いて5 m以上の高さの植生が減少した箇所を検出したもので、2001年から2013年にかけての年ごとの植生減少を示している(図 2.1-24)。これについては、植生の種類がどのようなものか、減少の原因は何かなどについては全く考慮されていないことに注意して用いる必要がある。

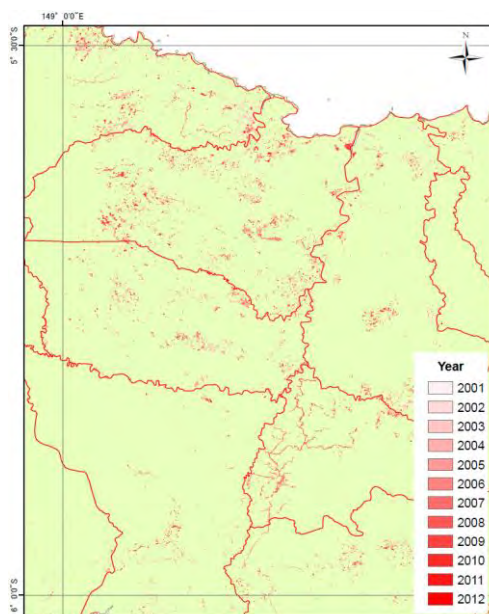


図 2.1-24 Hansen 教授チームによるデータの見え方例

本プロジェクトにおいては、どのようなデータをどのくらいの頻度で調達すれば経済的かつ労力的に効率よく森林被覆図の更新を行うことができるのかを見極め、PNGFA にとって将来的に持続可能なシステムを確立しなければならない。そこで、現時点で森林被覆図の更新に供しうると考えられる入手可能な RS データを出来る限り集め（表 2.1-23）、比較を行ってどのようにドライバごとの森林劣化および森林減少を検出するかを検討した（2.1.3（2）2）参照）。LANDSAT Greenest Pixel については、表 2.1-24 に示す年・範囲について収集した。

表 2.1-23 本プロジェクトで収集した RS データ

データの種類	解像度	価格	調達方法
RapidEye	5 m	高	先行プロジェクトにて PNG 全土について調達
PALSAR	10 m	中	先行プロジェクトにて PNG 全土について調達
PALSAR-2	10 m	中	自社負担で 1 シーンのみ調達
PALSAR	25 m	無料	Web サイトにて PNG 全土について入手 ¹⁴
Greenest Pixel (LANDSAT)	30 m	無料	Web サイトにて PNG 全土について入手
Greenest Pixel (Sentinel-2)	10 m	無料	Web サイトにて Aria Vanu Block 2 周辺のみ入手
Hansen Loss	30 m	無料	Web サイトにて PNG 全土について入手

表 2.1-24 Greenest Pixel (LANDSAT)を収集した年・範囲

範囲	Greenest Pixel (LANDSAT)を収集した年
PNG 全土	1990 年、2000 年、2005 年、2010 年、2011 年、2014 年、2015 年
Milne Bay 州	1987 年から 2014 年までの毎年
West New Britain 州	1989 年、1990 年、1999 年から 2014 年までの毎年

2) 森林劣化・減少分布の RS データによる抽出の試行

前項までに述べたとおり、二次林の発生につながる森林劣化、森林減少が起こった場所をそれぞれのドライバごとに特定することは、変化直後の森林蓄積量の減少量やその後の回復過程をシミュレートするのに必要である。本項では、入手可能な RS データによって森林劣化・減少箇所とそれぞれのドライバの特定を行う方法について検討した。

PNG において選択的伐採（択伐）は、森林劣化の重要なドライバであると考えられる。まずはこれについて RS データによる検出を試みた。図 2.1-25 は、West New Britain 州 Asengseng Consolidated FMA における択伐地の様子を RapidEye（解像度 5 m）による画像と LANDSAT Greenest Pixel（解像度 30 m）による画像とで比較したものである。RapidEye の画像では、右下部分にスポット状の択伐跡を確認することが出来るが、LANDSAT Greenest Pixel の画像では認められない。これは、集材路の幅は 4 m 程しかなく、また樹冠の喪失面積もせいぜい切り倒された木の分だけしかないために、解像度 30 m の LANDSAT Greenest Pixel の画像では検出出来なかったためだと考えられる（図 2.1-26）。一方、林道に

¹⁴ 2007 年、2008 年、2009 年、2010 年についてそれぞれ入手した。

については LANDSAT Greenest Pixel の画像においても容易に検出することが出来る (図 2.1-25)。例えばこの林道から一定の距離内の範囲が一様に択伐されたと仮定して、間接的に択伐範囲を推定することは可能だと考えられる。

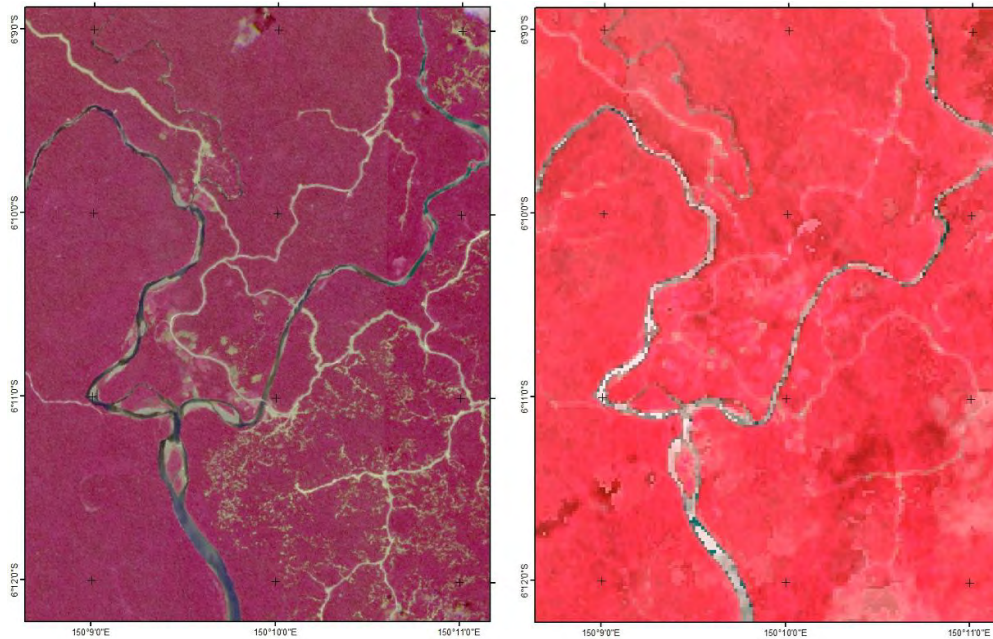


図 2.1-25 Asengeng FMA における択伐地の様子 1

(左) RapidEye (解像度 5 m) による画像 (2010 年) ; (右) LANDSAT Greenest Pixel (解像度 30 m) による画像 (2014 年)



図 2.1-26 択伐後 1 ヶ月の林内の様子 (West New Britain 州 Rottok Bay FMA)

(左) 集材路の様子 ; (右) 樹冠の様子

PALSAR-2 については、解像度は 10 m と比較的高いものだが、択伐跡を確認することは出来なかった (図 2.1-27 左)。林道は認められたが、RapidEye の画像や Greenest Pixel の画像ほど鮮明ではなかった。Hansen のデータ (Hansen ロス) については、2001 年以降に建設された主な林道を容易に確認することが出来たが、やはり択伐跡は認められなかった (図 2.1-27 右)。Hansen のチームは、Hansen

ロスはある一定面積以上の植生の喪失を検出することは出来るが、択伐跡のようなスポット状の植生の喪失については検出出来ないと明言している。

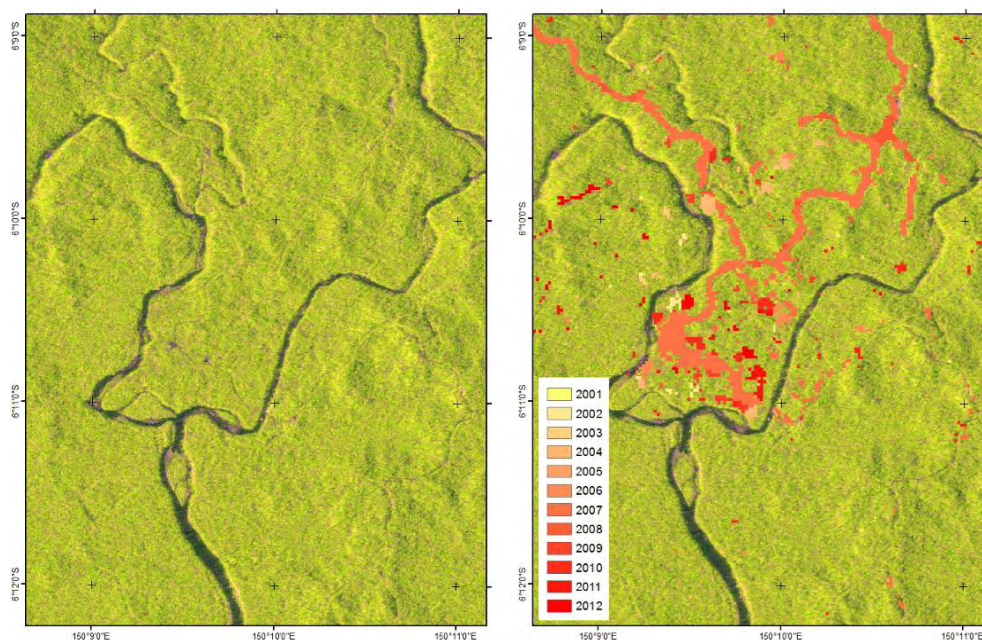


図 2.1-27 Asengeng FMA における択伐地の様子 2

(左) PALSAR-2 (解像度 10 m) による画像 (2015 年) ; (右) PALSAR-2 による画像に Hansen のデータを重ね合わせたもの

図 2.1-28 は、PALSAR-2 の画像と PALSAR の画像との比較および解像度の高い画像 (10 m) と低い画像 (25 m) との比較である。PALSAR-2 は PALSAR よりも地物をより鮮明に捉えられていると判断することが出来るが、択伐地を検出出来るほどではなかった。また解像度が良いことでより地物が鮮明に見えることは明らかで、解像度 25 m の画像では林道すら見分けることが困難であった。

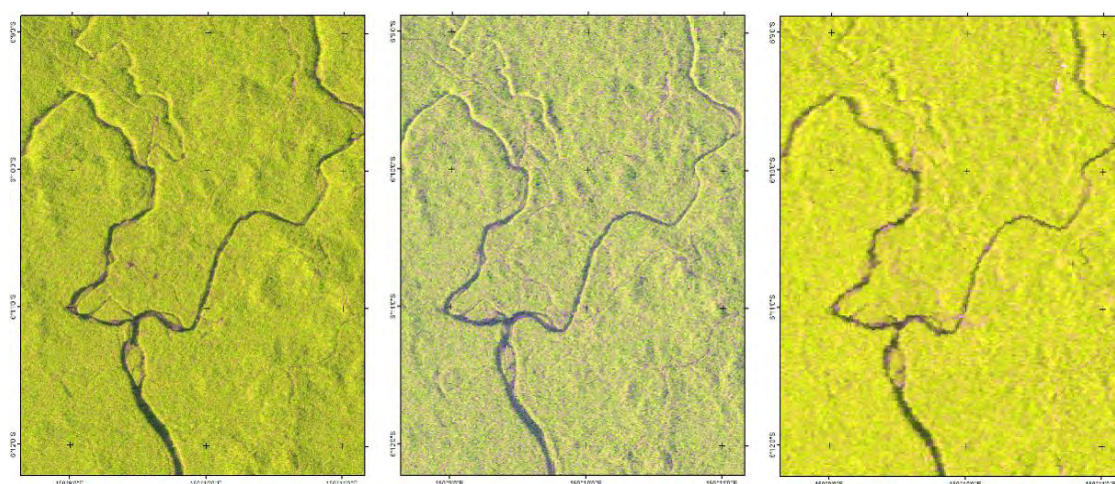


図 2.1-28 Asengeng FMA における択伐地の様子 3

(左) PALSAR-2 (解像度 10 m) による画像 (2015 年) ; (中) PALSAR (解像度 10 m) による画像 (2010 年) ; (右) PALSAR (解像度 25m) による画像 (2010 年)

その他のドライバによる森林減少については、多くのケースにおいて Hansen のデータによる検出が可能であった (図 2.1-29～図 2.1-32)。

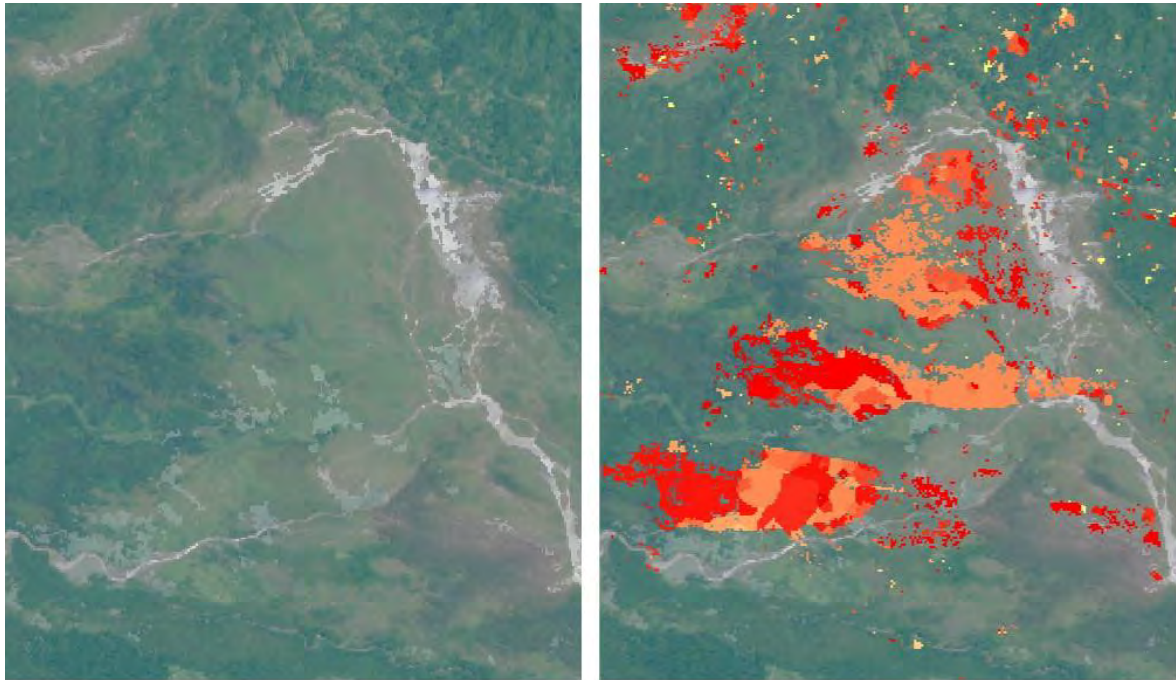


図 2.1-29 洪水による植生除去の Hansen のデータによる検出

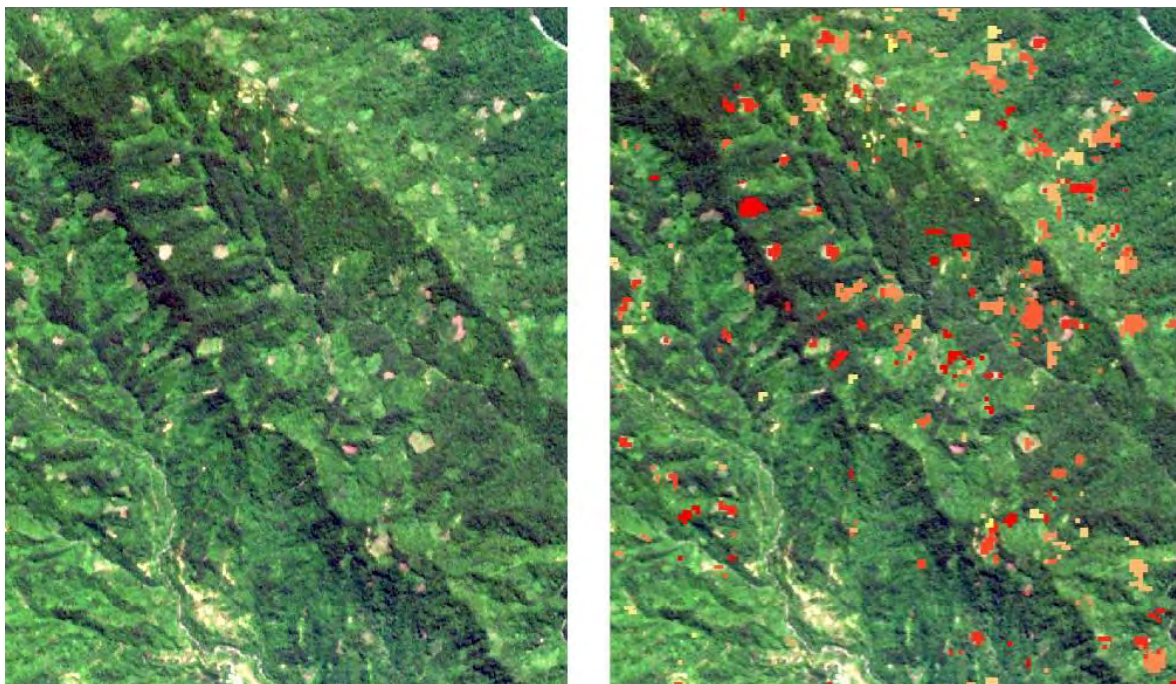


図 2.1-30 自給自足的農業による植生除去の Hansen のデータによる検出

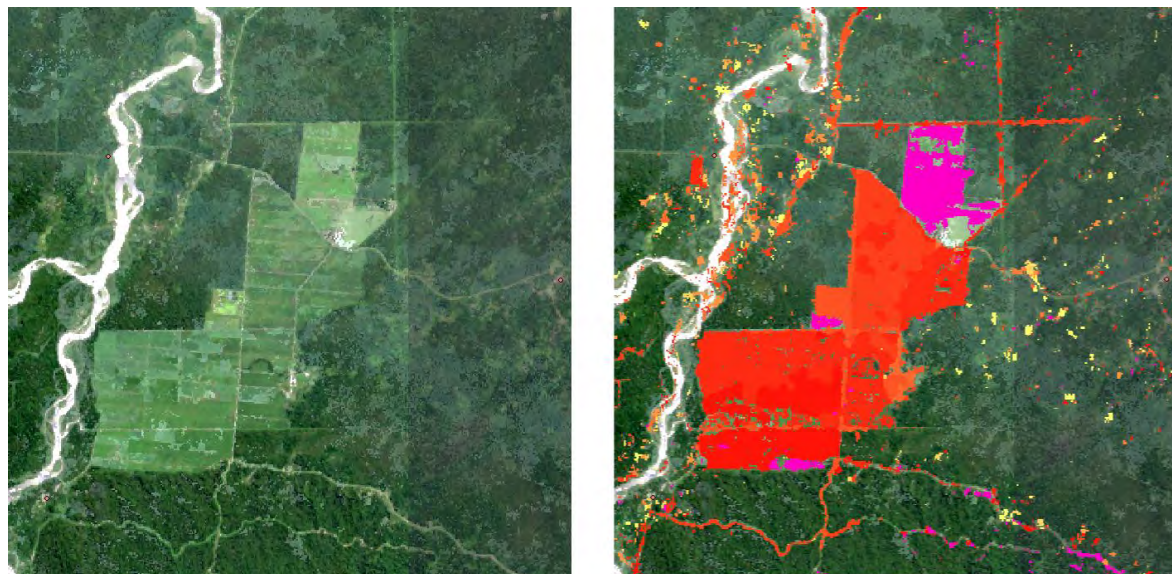


図 2.1-31 プランテーションの開設による植生除去の Hansen のデータによる検出

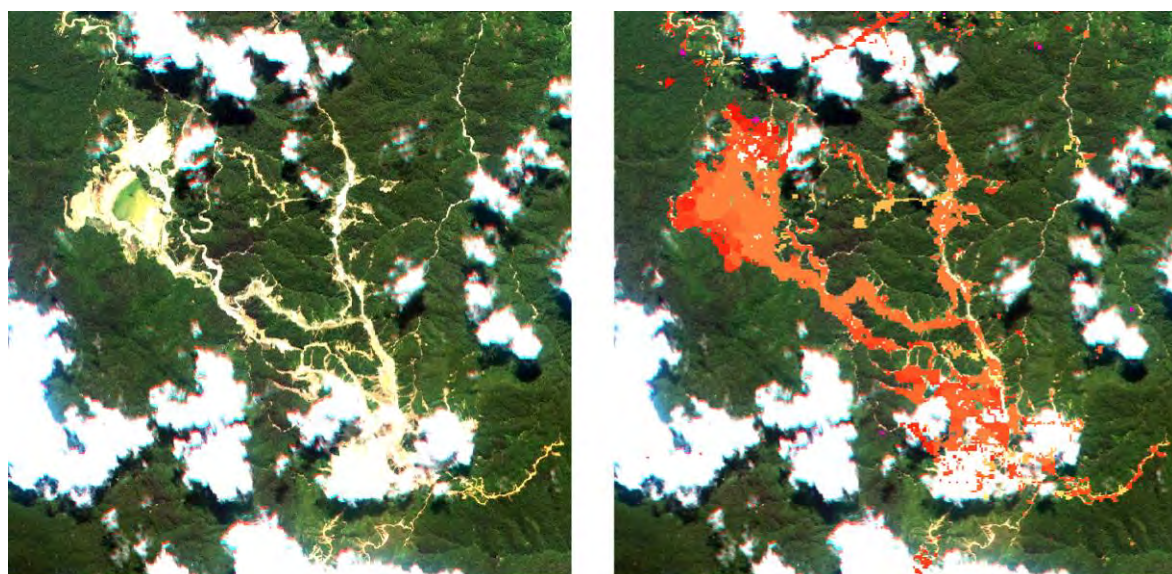


図 2.1-32 鉱業による植生除去の Hansen のデータによる検出

3) 20 ヘクタール以上の範囲の森林減少についてのドライバの特定

予算も人員も限られる中で森林減少や劣化の情報を正確に把握するには限界があり、どれだけ省かしつつかつ妥当なモニタリングを行うのが鍵となる。そこで本業務では、Hansen ロスを参照して、20 ヘクタール以上の範囲で森林減少が起こった全地点で、それぞれのドライバを RapidEye 衛星画像（分解能 5m）、LANDSAT Greenest Pixel（分解能 30m）、Google Earth 上の衛星画像¹⁵などで判読し、どのようなドライバがどのような頻度で見られ、それぞれが衛星画像でどの程度確認できるのかを確認した。その上で森林減少/劣化ドライバの特定方法を C/P に提案した。

¹⁵ LANDSAT や Sentinel-2、DigitalGlobe 社の衛星画像などから入手可能な最新かつ最高解像度のデータを組み合わせたもの。空間解像度は 15 m～15 cm 程度とされる。

Hansen ロスは毎年の LANDSAT 画像の差分から、あるアルゴリズムを用いて各年の森林減少地を抽出し、ピクセル単位で示したものである。ただし、このデータは高さ 5m 以上の植生であればすべて森林と見なすため、利用するにはその点について注意する必要がある。LANDSAT の空間分解能が 30m のため、Hansen ロスの空間分解能も 30m となり、1 ピクセルの面積は $900 \text{ m}^2 = 0.09$ ヘクタールである。20 ヘクタール以上の森林減少値を見つけ出すには、ArcGIS の Region Group 関数を用いて同じ年の森林減少ピクセルが 223 個以上近接して固まっている箇所を探すか、もしくはラスタ形式である Hansen ロスをポリゴン化して、それらの面積を計算する必要がある。今回は Region Group 関数を用い、2001 年から 2013 年までの 13 年間に全国で 1,231 点の 20 ヘクタール以上の森林減少地を抽出した。これらの一つ一つを LANDSAT Greenest Pixel (分解能 30m) や 2011 年の RapidEye 衛星画像 (分解能 5m)、Google Earth 等で見ながら森林減少ドライバの推定を行った。また、鉱山や森林コンセッションバウンダリ、森林基盤図のプランテーションや農地情報、SABL (Special Agriculture and Business Leases)¹⁶や FCA (Forest Clearance Authority)¹⁷のバウンダリ、そしてパプアニューギニア大学 (UPNG; University of Papua New Guinea) が欧州連合 (EU; European Union) と共同で開発した火災検知システム、FireWatch PNG (<http://fire.pngsdf.com/> (2017 年 4 月 3 日閲覧)) も参照した。場合によっては火山の噴火情報なども用いた。

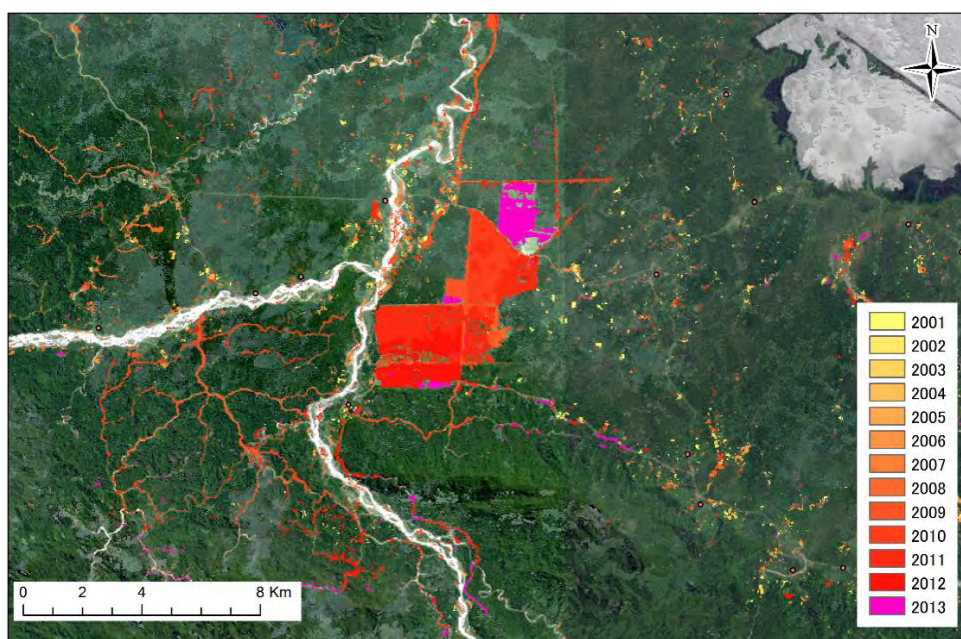


図 2.1-33 森林減少地抽出のイメージ

注) 図中で赤やオレンジ、黄色系の色で示された部分が森林減少地と判定された箇所。色の違いは森林減少が生じた年の違いを表す。

ドライバの特定は、図 2.1-34 に示すルールに則り、キーアウト方式によって行った。このため、特定されるべきドライバは互いに排他的であり、ある一つの森林減少地について、作業者によらず誰でも

¹⁶ 慣習地 (customary land) のリースによる農業目的での開発の許可。許可には区域も伴う。

¹⁷ SABL の区域内における、業者による森林伐採の許可。許可には区域も伴う。

も同じドライバを特定することが可能となる。ルールは、鉱業活動やプランテーションなどの明らか
に特定しやすいドライバから順に特定していき、火災など、衛星写真から判読するのが難しいドライ
バは後回しにした。最後までどうしてもドライバの特定を行うことができなかった森林減少地につい
ては、ドライバを「不明」とした。

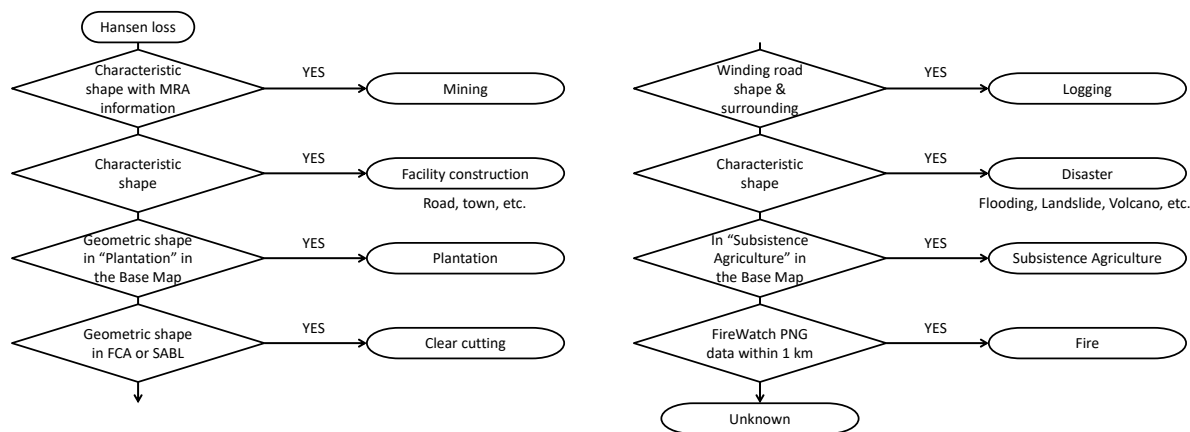


図 2.1-34 森林減少ドライバの特定に用いたルール

解析の結果、全 1,231 点の 20 ヘクタール以上の森林減少のうち、50%以上に及ぶ 629 点、面積にして 70%以上がプランテーション活動に伴う森林伐採か、もしくは栽培されている作物自体の植え替えなどに伴うものであることが分かった (図 2.1-35)。森林伐採か栽培作物の植え替えかを判定することは、その土地が森林からプランテーションに土地利用が変化したのか、またはプランテーションのまま変わらないのかを判定することに他ならず、森林管理上大変重要であるが、今回の解析ではそこまで明らかにすることはできなかった。

そのほか特定された森林減少ドライバとして、林業 (林道開設など; 面積割合 7.2%)、用途不明の土地利用改変を目的とした森林皆伐 (多くはプランテーションになると考えられる; 面積割合 7.1%)、自然災害 (地滑り、洪水、火山活動; 面積割合 5.3%)、不明 (面積割合 2.8%)、火災 (面積割合 2.2%)、建物等の建設 (面積割合 2.1%)、自給自足的農業 (面積割合 1.8%)、鉱業 (面積割合 0.4%) が挙げられた。

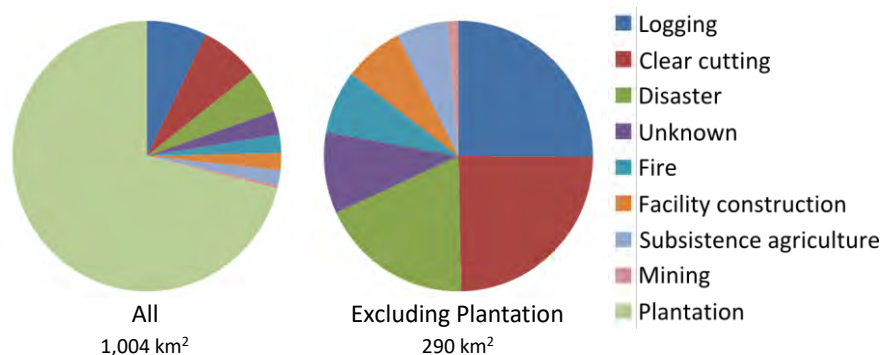


図 2.1-35 20 ヘクタール以上の森林減少についてのドライバ毎の面積割合

注) 左は全 1,231 点の解析結果、右はそのうちプランテーションと特定された 629 点を除いた結果。

Hansen ロスにより検出された 2001 年から 2013 年までの 13 年間の、20 ヘクタール以上の森林消失面積は、全国で計 1,004 km²に及んだが、20 ヘクタール未満の森林消失地も加えると、総森林消失面積は 8,108 km²にも達し、20 ヘクタール以上の森林減少地のドライバを特定しただけでは、PNG 国における森林減少を全て把握することはできないと言える。ただし、面積 1 ピクセル (0.09 ヘクタール) 以上の森林減少地は、PNG 全土 13 年間で計 180 万箇所以上も記録されており、全てのドライバを特定することは現実的には不可能である。また PNG 国において森林の質を低下させている要因として、森林減少だけではなく、林業活動に伴う選択的伐採などによる森林劣化も挙げられるが、それらは無料で入手できる LANDSAT などの中解像度衛星画像では検出出来ず、Hansen ロスにも表れない。このような微小な森林減少や森林劣化のドライバを特定するためには、それら一つずつ確認するのではなく、あるルールに則って機械的に判定していくと考えられる。例えば：

- 森林基盤図でプランテーションとして記録された箇所で見られる Hansen ロスは全てプランテーション由来の森林減少によるものとする。
- 村の位置から一定距離内 (10 km) に見られる Hansen ロスは全て自給自足的農業由来の森林減少によるものとし、Hansen ロスで検出できなかった部分についても燃料収集や建材収集などの人間活動によって森林劣化が進んでいるとする。
- PNGFA 内にて Logged over area として記録が残っている箇所については、選択的伐採による森林劣化が進んでいるとする。
- どの条件にも当てはまらない Hansen ロスは自然災害由来とする。

などといったことが挙げられる。

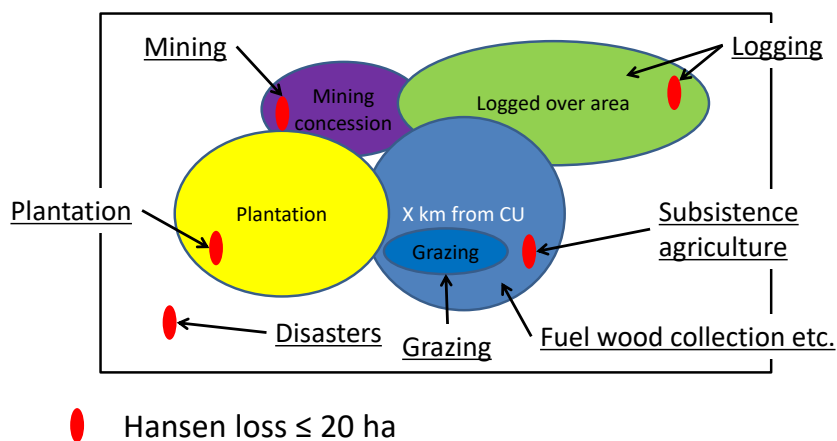


図 2.1-36 森林減少および森林劣化の自動検出イメージ

上記のようなルールに従って森林減少あるいは森林劣化ドライバを自動的に割り当てた後、ある程度の大きさ以上 (例えば 20 ヘクタール以上) の Hansen ロスについては、一つ一つ確認した上でルールに則ってドライバを特定していけば良い。例えば：

- 鉱業コンセッションの内側にある Hansen ロスは鉱業由来とする。

- 特徴的な形から道路建設や建物建設を判読する。
- 森の中の曲がりくねった道路建設から林業活動による森林減少を捉える。
- 森林基盤図で農地として記録された箇所で見られる Hansen ロスは商業的農業活動によるものとする。
- Hansen ロスの近く（1 km 以内）で同じ年に火災の記録があれば、そのロスのドライバを火災とする。

などといったことが挙げられる。

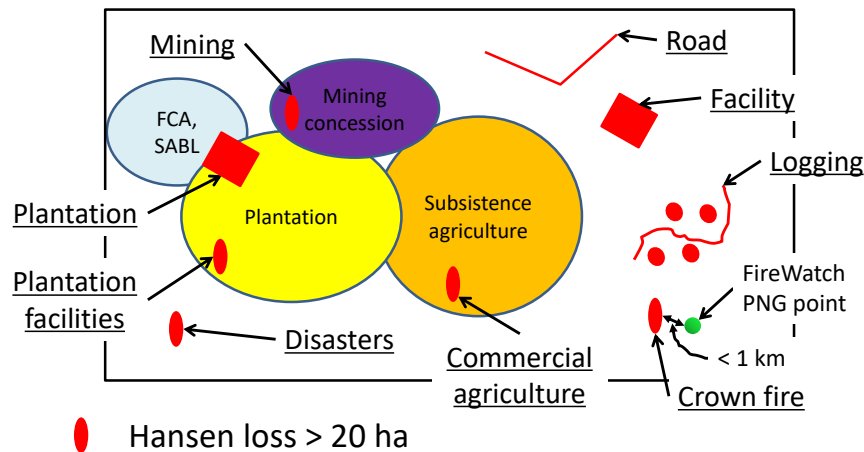


図 2.1-37 ある程度の大きさ以上の森林減少の検出イメージ

本項で検討された事項を踏まえ、長期専門家主導で、PNGFA 内で森林減少や森林劣化に関して定義や方法論にまつわる議論を行い、森林減少や劣化ドライバの森林基盤図および森林被覆図への付加についての検討を行った。森林減少や森林劣化に関する定義や方法論についての協議結果は添付資料 17 に示す。森林減少や劣化ドライバの森林基盤図および森林被覆図への付加についての検討資料は添付資料 18 に示す。

4) CLASlite による森林減少および森林劣化他の抽出の検討

CLASlite (The Carnegie Landsat Analysis System Lite, Carnegie Institution for Science) は LANDSAT などの多バンド光学衛星画像を解析し、森林の消失だけでなく、目視では判読困難な森林劣化をも検出することができるソフトウェアである。本業務ではこれを用いて、かつてパイロット地区の一つであった Milne Bay 州 East Fergusson 地区で森林減少および劣化が起こっている箇所を推定した。その上で実際に現地を訪れ、CLASlite による結果と現地の実際の状況を比較した。

CLASlite は、LANDSAT 等の多バンド光学衛星画像を用いて雲やヘイズなどに覆われた部分を除去した上で各バンドを組み合わせ、人間の目では直感的に分からないような森林被覆部分、森林劣化部分、そして土が露出している部分を判定し、図示するソフトウェアであり、PNGFA のような非営利組織には無料で配布されている。本業務では、かつて本事業のパイロット地区の一つであった East

Fergusson 地区において、2000 年、2004 年、2005 年、2006 年、2007 年、2008 年、2010 年、2014 年の LANDSAT 画像を CLASlite で解析した (図 2.1-38)。その上で、2010 年と 2014 年の解析結果を比較し、森林被覆状況の変化から森林減少した箇所と森林劣化が起こった箇所を抽出した。その結果を LANDSAT 画像と比較してみると (図 2.1-39)、林道が開設されている箇所がおおむね森林減少として抽出された箇所と一致することが分かった。抽出できなかった林道開設箇所については、2010 年あるいは 2014 年のいずれかの画像の同一地点が雲やヘイズによって覆われていたため除去され、その結果両年間の比較ができなかった可能性がある。

CLASlite による解析結果を現地の状況と比較した (図 2.1-40)。CLASlite によって森林減少と判定された箇所では、林道など土が露出した部分が多かった。CLASlite によって森林劣化と判定された箇所では、林冠が失われていたものの、下層植生が繁茂しており、土は露出していなかった。これらのことから、CLASlite による解析結果はある程度現地の状況を反映していたと考えられる。しかし、この解析には約 1 ヶ月の時間がかかり、全国レベルで考えた場合に全体で費やす作業量はかなり膨大なものとなるため、PNGFA としてその作業量を投入するに見合った結果は得られないと考えられた。

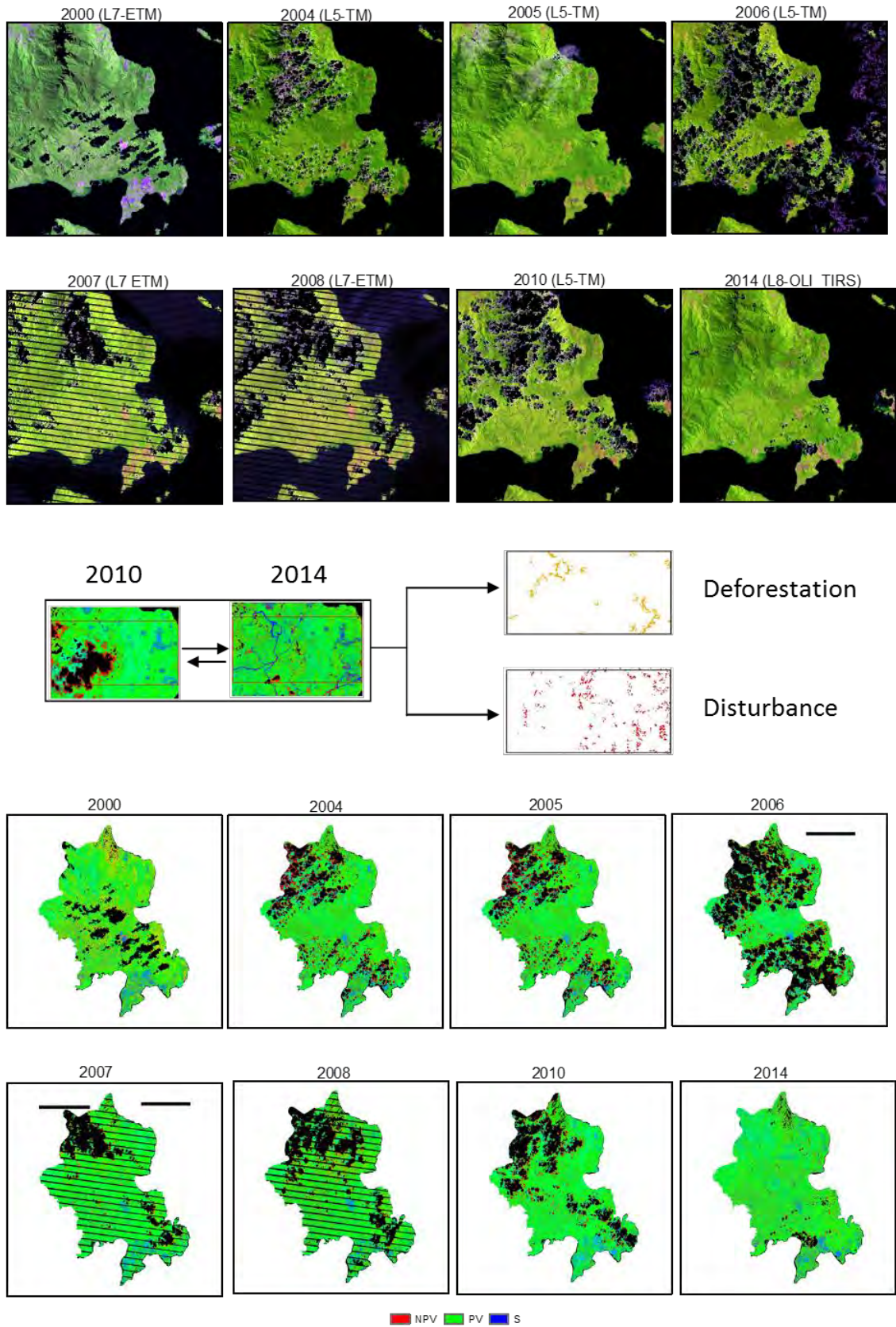


図 2.1-38 CLASlite による解析イメージ

注) 上段は LANDSAT の元画像から雲やヘイズにあたる部分を除去した様子。中段は同じ地点を違う年同士の画像で比較して森林減少や森林劣化を検出するイメージ。下段は森林被覆部分、森林劣化部分、土露出部分を図示したもの。

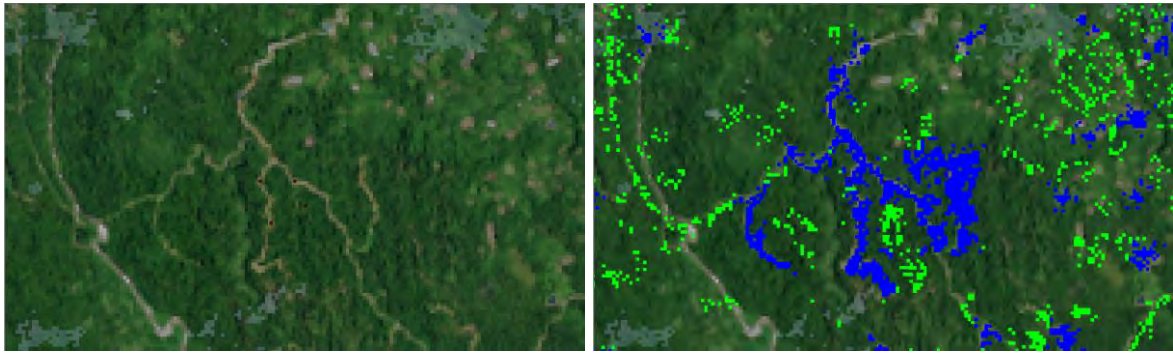


図 2.1-39 LANDSAT 画像と CLASlite によって抽出された森林減少・劣化箇所との比較

注) 左図が LANDSAT 画像、右図は LANDSAT 画像の上に CLASlite による解析結果を重ねたもの。青色部分が森林減少、緑色部分が森林劣化の起こった箇所を示している。



図 2.1-40 CLASlite による解析結果と現地の状況との比較

注) 左上図は健康な状態の森林。右上図は CLASlite で森林減少が起こったと判定された箇所。下段はいずれも CLASlite で森林劣化が起こったと判定された箇所。

(3) リモートセンシングデータ以外に必要な追加・補足情報の特定

本項において検討した事項は 2.1.3 (2) での検討に供したため、ここではそれぞれの概要について記述することと定める。

PNGにおける森林劣化について特に重要なドライバである択伐を現在入手可能なRSデータによって直接検出するのは困難であった。今後PNGFAが森林のモニタリングをRSデータによって持続的に行うには択伐が行われている範囲を間接的に推定する必要がある。この作業をする一つの方法としては、無料のGreenest Pixelを用いて林道を検出し、そこから一定の距離内を択伐地と仮定する方法が考えられる。これに供するために、2000年、2005年、2011年、2015年を基準年とし、全国で道路情報の整備を行った(2.1.64参照)。また、現在PNGFAが伐採業者の提出するALP(Annual Logging Plan)の図面を元に作成しているLogged over areaの情報を択伐地とする可能性もある。

燃料用木材(薪炭材)の収集、森林内での放牧、下層植生の採取についても重要な森林劣化のドライバであるが、これらはRSデータによって検出するのはほとんど不可能であると考えられる。これらの起こりうる場所を、Census Unit¹⁸の位置情報を元に、そこから一定の範囲内と仮定する。

鉱業による森林減少については、時にそれと分かりにくいケースがあるが、鉱物資源公社(MRA; Mineral Resource Authority)¹⁹より入手した鉱山活動の位置情報を用いてドライバの特定を行う。

最後に火災については、光学画像やレーダー画像によってその場所において森林減少が起こったこと自体を検出することはできるものの、その原因を特定することは困難である。これについては、例えばある場所の森林減少のドライバが容易に特定出来なかった場合のみについて、UPNGがEUの支援を受けて立ち上げたFireWatch PNG(<http://fire.pngsdf.com/> (2017年4月3日閲覧))というWebサイトを参照して火災の有無を判断する。

(4) 森林被覆図の更新手法に関するマニュアルの整備

2.1.3(1)~2.1.3(3)の森林被覆図の更新に係る検討、および2.1.3(5)の森林被覆図の更新作業においては、森林資源に係るデータ状況についてC/Pと理解を共有し、データの更新方針や手法について協議を行った。また同時に、森林被覆図の更新に係るデータの整備や管理等の技術移転を行った。この際、作業手順書等の技術資料を作成しており、これらをC/P職員と協働で、森林被覆図の更新手法に関するマニュアルとして取り纏めた(添付資料2)。

本マニュアルは、森林被覆図や森林被覆図作成に用いるデータ、森林被覆図の作成手法やプロジェクトでの協議・検討結果などについての理解を助け、また、今後のPNGFA職員(特にI&M課)の日常業務で活用されることを目的としている。マニュアルの構成は表2.1-25のとおりである。日常業務での活用を見込み、マニュアルは8部製本した。

表 2.1-25 森林被覆図の更新手法に関するマニュアルの構成

1. Executive Summary
Introduction
Objectives

¹⁸ 5年ごとに行われる全国的な悉皆人口調査の調査点であり、集落の所在地でもある。

¹⁹ 鉱物資源公社法(2005)によって設立されたPNG政府の機関。

Structure of the manual
2. Workflows: Update of forest cover map (Forest Base Map)
Overarching structure
Workflows and timeline
Operating procedures
Essential specification / Structure of data and folder
3. Forest Base Map 2012
Process and methods of developing the Forest Base Map 2012
Accuracy assessment of the Forest Base Map 2012
Issues found in the Forest Base Map 2012 and way to address them
Process and methods of developing forest degradation drivers of forest cover map
Discussion and lessons learned in developing forest degradation drivers
4. Forest Cover Map (Past)
Process and Methods of developing the Forest Cover Map 2000 / 2005
Forest cover change between 2000 - 2011
Issues found in the past Forest Cover Map and way to address them
5. Forest Cover Map 2015
Process and Methods of developing the Forest Cover Map 2015
Forest biomass and carbon stock of Forest Cover Map 2015
Issues found in the Forest Cover Map 2015 and way to address them
Annex
Forest Base Map 2012 (ver.1.1)
Forest Cover Map (Past)
Forest Cover Map 2015
Downloading and Processing LANDSAT Images
Downloading and Processing SAR
Manual to use Google Earth Engine (related to Greenest Pixel)
Arrangement of Global Forest Change data published by Hansen et al.
Digitizing road network utilizing LANDSAT imagery
Manual of topology check
Accuracy assessment of the Forest Base Map
Excel tips
Driver interpretation card
Procedure to create raster data (Geo - TIFF) with colormap file

(5) パイロットエリアを対象とした森林被覆図の更新

1) 森林基盤図 2012 の改訂

2.1.3 (1) で検討した森林被覆図の整備方針に基づいて森林基盤図 2012 (ver.1.0) の改訂を行い、森林基盤図 2012 (ver.1.1) として整備した。森林基盤図 ver.1.1 を図 2.1-41 に示し、州ごとの植生面積を図 2.1-42 に示す。

また、2.1.3（2）～2.1.3（3）で検討した RS データや RS 以外のデータを活用し、森林基盤図の森林減少・劣化のドライバ情報を構築した。ドライバの分布を図 2.1-43 に示し、州ごとのドライバ面積を図 2.1-44 に示す。

なお、森林基盤図 2012 の概要については、成果の普及・広報のため、「Fact Sheet No. 2 Papua New Guinea Forest Base Map 2012」（添付資料 6）として取り纏めた。

また、作成したマップの配布のため、デザインマップ（全国および各州の A0、A1、A2、A3、A4 サイズのマップ）が C/P 職員により作成された。図 2.1-41 のマップもこのデザインされたマップである。

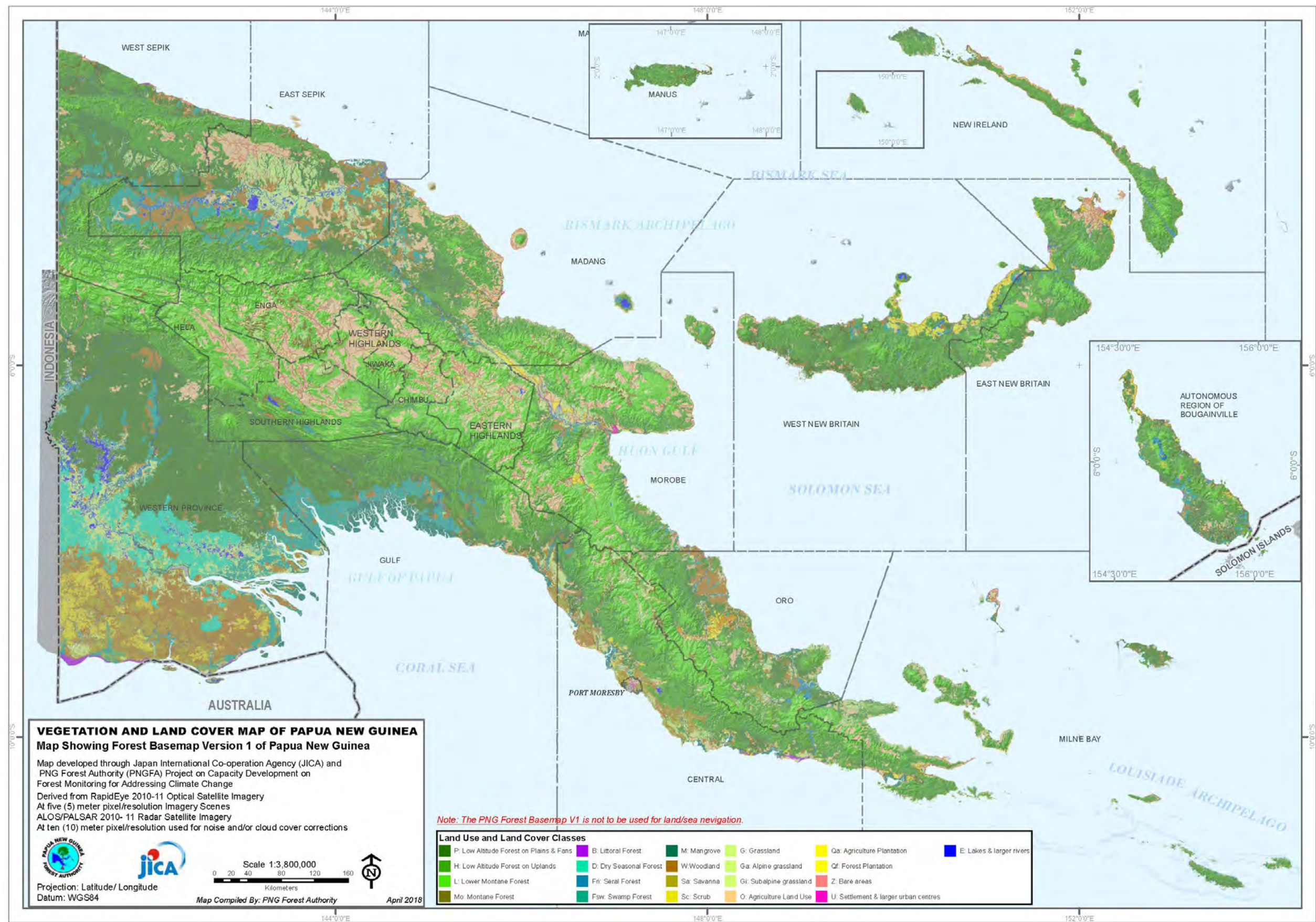


図 2.1-41 森林基盤図 2012 (ver. 1.1)

VEG	VEGNAME	SUM	CEN	NCD	ORO	MIL	GUL	WES	MOR	MAD	ESP	WSP	SIM	ENG	EHP	SHP	HLA	WHP	JIW	WNB	ENB	MAN	NIL	ARB
P	Low Altitude Forest on Plains & Fans	8,707,393	292,663	86	365,484	209,994	1,037,694	3,219,756	92,047	487,379	678,469	1,031,108	8,251	2,720	2,073	153,026	22,282	9,485	9,220	508,762	135,360	67,533	138,886	235,116
H	Low Altitude Forest on Uplands	12,264,035	1,101,655	32	728,478	616,187	1,200,039	629,928	845,576	921,766	1,011,379	1,436,375	117,027	63,505	56,316	436,709	117,054	21,954	70,752	1,050,299	831,846	107,118	531,003	369,036
L	Lower Montane Forest	8,042,001	680,095		485,745	129,735	149,739	290,126	1,421,949	482,384	229,009	611,335	283,511	606,659	597,381	565,842	657,590	132,980	201,434	66,313	269,688		103,008	77,478
Mo	Montane Forest	355,513	39,006		30,097	647		2,661	39,179	21,849	4,055	18,002	15,852	108,371	13,368	9,163	19,510	15,086	18,668					
D	Dry Seasonal Forest	935,368						935,368																
B	Littoral Forest	70,358	12,076		894	4,379	1,023	37,194	1,103	1,059	2,077	2,265								1,111	2,458	20	1	4,700
Fri	Seral Forest	158,719	6,762		26,476	1,166	356	9,833	3,705	5,801	24,439	2,976								20,373	18,427		6,910	31,493
Fsw	Swamp Forest	2,035,431	9,065		18,202	1,118	465,646	684,614	20,519	95,286	508,138	137,879		377		15,516	244	80	46	24,365	58		644	53,636
M	Mangrove Forest	521,933	52,658	305	15,267	46,700	241,240	111,843	3,150	277	17,783	669								8,299	2,636	3,755	14,622	2,730
W	Woodland	3,062,749	172,725	1,071	177,622	12,001	136,701	1,574,990	52,079	98,179	680,002	66,858				14,375	380			33,882	2,311		20,193	19,382
Sa	Savanna	639,969	113,592	9,970	23,732	35	14,486	478,122						32										
Sc	Scrub	392,078	6,673	978	1,631	1,332	374,163		11			282					111			112	27			6,759
G	Grassland and Herbland	3,238,324	241,325	6,395	139,929	120,098	72,942	1,009,672	295,741	163,740	615,054	106,321	30,188	21,432	193,577	49,985	28,771	12,784	8,748	32,069	17,537	5,790	24,994	41,230
Ga	Grassland (Alpine)	110,602	19,612		8,379	2,148		941	10,955	2,246	446	1,802	752	40,796	763	2,265	17,778	1,601	100					16
Gi	Grassland (Subalpine)	86,979	11,580		6,562	426		344	18,207	6,827	183	2,550	6,167	7,600	643	12,666	751	8,379	4,095					
O	Cropland/Agriculture land	4,413,543	151,455	1,012	133,601	240,870	107,317	186,534	470,069	540,450	477,416	141,174	147,357	319,520	236,001	231,061	187,341	218,349	159,904	125,999	201,665	6,160	78,911	51,377
Qa	Plantation other than Qf	411,614	6,440		78,527	22,874	1,069		35,048	23,639	1,338	1,479	169	126	4,592	23		9,639	5,978	146,980	21,552	750	16,412	34,981
Qf	Forest Plantation	66,670	18,179			1,214			17,719	4,893				25	4,911	319		1,474			17,931			7
Z	Bare areas	23,880	152	6	412	50		27	9,001	2,890		1,984		19	171	1,498	205	338	256	1,137	1,286	1,018	656	2,774
U	Larger Urban Centres	23,896	692	6,095	1,025	772	202	727	7,361	1,497	752	318	600		837	182				185	619	514	359	1,158
E	Lake & Larger Rivers	600,105	19,378	165	21,308	4,921	43,404	250,937	25,206	30,164	118,060	29,389	3,467	2,257	4,043	12,121	3,575	849	1,320	14,114	6,025	418	3,095	5,886
	SUM	46,161,159	2,955,783	26,114	2,263,371	1,416,666	3,471,860	9,797,778	3,368,621	2,890,325	4,368,599	3,592,766	613,341	1,173,438	1,114,676	1,504,751	1,055,593	432,998	480,522	2,034,000	1,529,425	193,077	939,696	937,760

Forest Cover Area		(ha)																							
	Forest	33,157,421	2,212,157	423	1,670,643	1,011,138	3,095,737	5,921,322	2,444,946	2,020,694	2,475,349	3,240,610	424,640	781,657	674,049	1,180,575	816,680	181,059	300,120	1,679,523	1,278,404	178,426	795,076	774,196	
	Forest&Woodland	36,220,170	2,384,882	1,494	1,848,265	1,023,139	3,232,438	7,496,312	2,497,024	2,118,872	3,155,350	3,307,467	424,640	781,657	674,049	1,194,950	817,060	181,059	300,120	1,713,405	1,280,715	178,426	815,269	793,578	
*	Forest&Woodland&Scrub&Savanna	37,252,217	2,505,147	12,442	1,873,627	1,024,507	3,246,924	8,348,597	2,497,035	2,118,872	3,155,350	3,307,749	424,640	781,688	674,049	1,194,950	817,171	181,059	300,120	1,713,517	1,280,741	178,426	815,269	800,337	

Forest Cover Rate		(%)																							
	Forest	71.8%	74.8%	1.6%	73.8%	71.4%	89.2%	60.4%	72.6%	69.9%	56.7%	90.2%	69.2%	66.6%	60.5%	78.5%	77.4%	41.8%	62.5%	82.6%	83.6%	92.4%	84.6%	82.6%	
	Forest&Woodland	78.5%	80.7%	5.7%	81.7%	72.2%	93.1%	76.5%	74.1%	73.3%	72.2%	92.1%	69.2%	66.6%	60.5%	79.4%	77.4%	41.8%	62.5%	84.2%	83.7%	92.4%	86.8%	84.6%	
*	Forest&Woodland&Scrub&Savanna	80.7%	84.8%	47.6%	82.8%	72.3%	93.5%	85.2%	74.1%	73.3%	72.2%	92.1%	69.2%	66.6%	60.5%	79.4%	77.4%	41.8%	62.5%	84.2%	83.7%	92.4%	86.8%	85.3%	

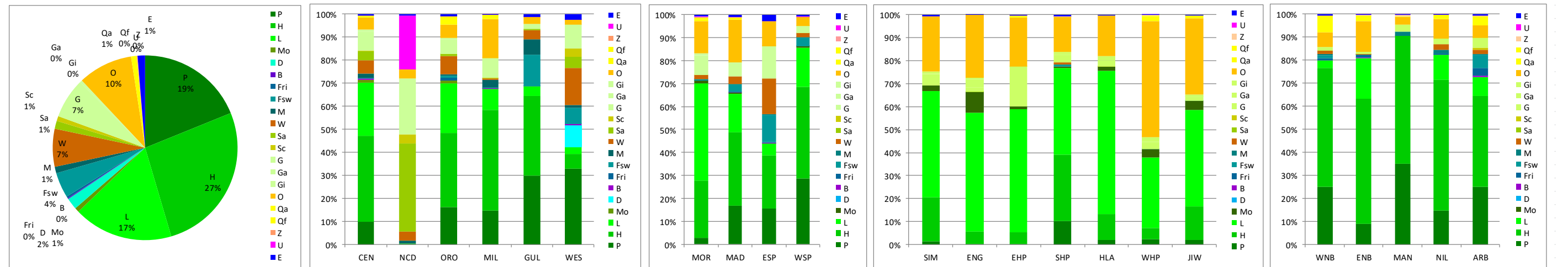


図 2.1-42 森林基盤図 2012 (ver. 1.1) の植生面積 (ha)

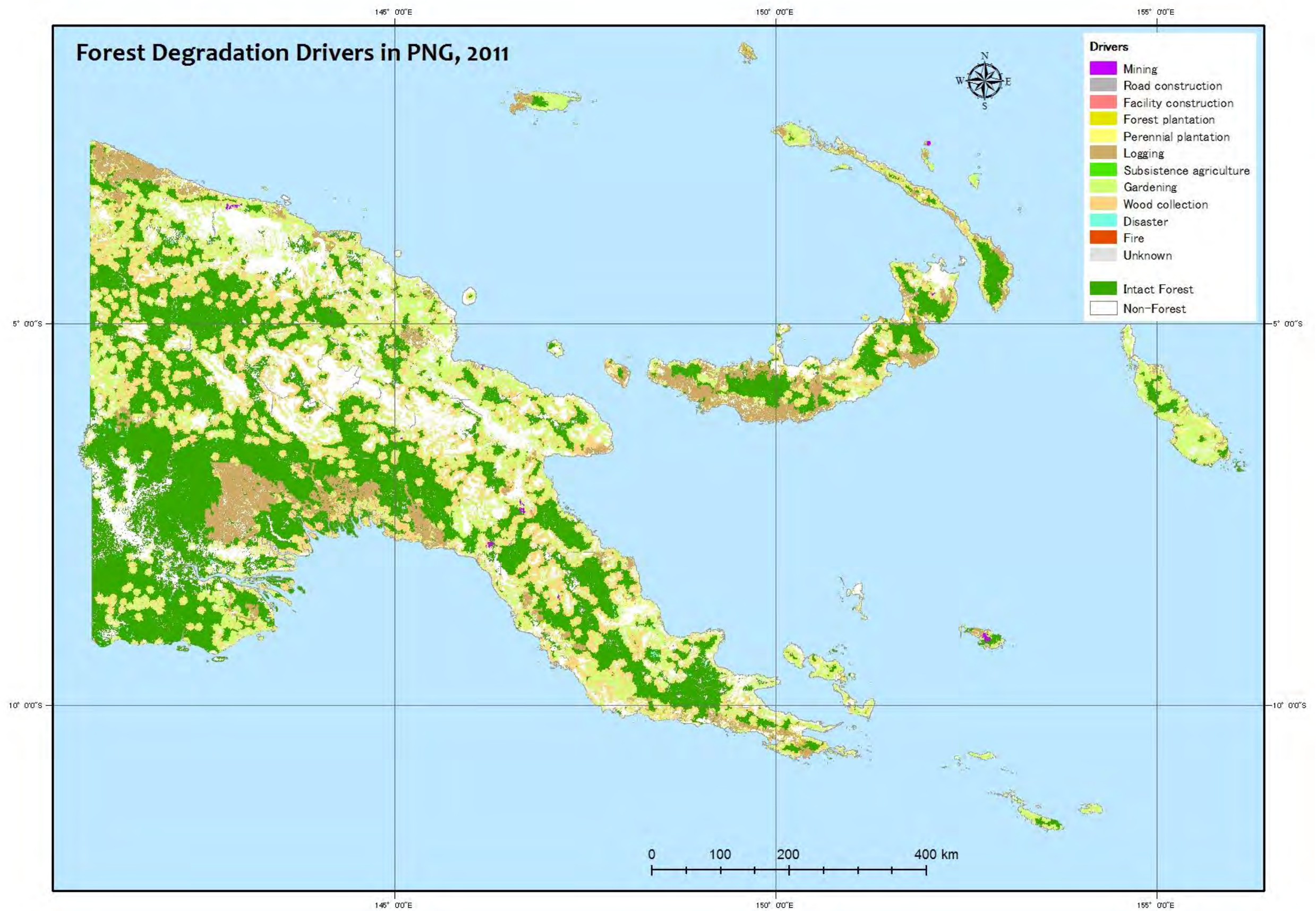
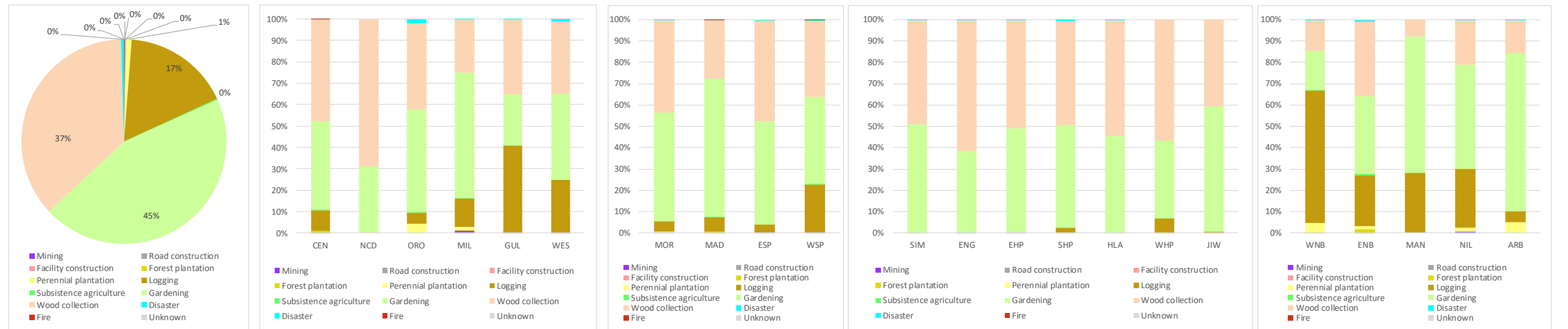


図 2.1-43 森林基盤図 2012 (ver. 1.1) のドライバ分布

Drivers	SUM	CEN	NCD	ORO	MIL	GUL	WES	MOR	MAD	ESP	WSP	SIM	ENG	EHP	SHP	HLA	WHP	JIW	WNB	ENB	MAN	NIL	ARB
Mining	37,262	1,162	0	0	8,517	5,218	273	6,417	1,646	4,305	4,455	0	226	798	0	0	0	0	0	1,338	0	2,907	0
Road construction	2,722	0	0	0	0	1,442	0	0	0	0	513	0	0	0	0	0	0	0	0	579	0	187	0
Facility construction	1,630	0	0	0	0	581	589	0	145	0	135	0	0	0	0	0	0	0	180	0	0	0	
Forest plantation	34,225	12,658	0	0	2,687	0	0	1,266	5,836	0	0	0	0	576	0	0	41	0	137	11,024	0	0	0
Perennial plantation	175,703	2,158	0	43,599	11,410	229	0	765	1,239	910	3,362	25	0	147	0	0	30	103	54,294	11,790	474	10,725	34,441
Logging	3,512,466	148,504	0	47,753	106,917	626,746	720,713	85,983	115,480	63,834	432,329	0	0	0	12,621	0	8,047	1,231	724,572	182,551	42,279	159,544	33,361
Subsistence agriculture	35,869	1,818	0	2,167	1,248	3,512	2,395	3,542	2,261	1,344	6,302	71	844	713	73	795	21	317	2,003	4,781	58	863	743
Gardening	9,293,873	633,626	3,868	460,737	467,578	369,876	1,177,497	911,065	1,084,992	891,873	796,861	121,177	183,384	253,156	235,690	159,874	43,246	124,412	214,989	279,746	96,982	282,066	501,176
Wood collection	7,578,478	732,405	8,573	388,916	199,108	544,289	977,640	775,314	463,411	860,090	695,540	117,326	295,095	262,168	237,441	191,132	67,796	86,050	169,140	268,620	12,251	122,555	103,614
Disaster	90,487	783	0	18,178	394	3,018	36,535	1,906	2,188	4,868	7,920	25	324	670	3,571	981	0	0	1,306	6,940	0	358	523
Fire	6,542	234	0	0	0	0	4,370	0	969	647	321	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unknown	2,457	0	0	0	0	0	954	0	0	1,413	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0	
(Intact Forest)	16,109,308	953,620	0	912,278	225,433	1,692,013	5,427,632	693,057	435,812	1,326,067	1,051,445	186,016	301,792	150,911	705,234	464,389	60,403	88,007	550,934	495,351	26,382	236,062	126,473
SUM	36,881,022	2,486,968	12,442	1,873,627	1,023,293	3,246,924	8,348,598	2,479,316	2,113,980	3,155,350	2,999,183	424,640	781,664	669,138	1,194,631	817,171	179,585	300,120	1,717,558	1,262,811	178,426	815,269	800,330



* The Forest Base Maps are used. But, as for WNB and WSP, the revised Forest Cover Maps 2011 are used.

図 2.1-44 森林基盤図 2012 (ver. 1.1) のドライバ面積 (ha)

2) 過年度森林被覆図の作成

2.1.3(1)で検討した森林被覆図の整備方針に従い、パイロットエリアである West New Britain 州と West Sepik 州を対象に、2000 年と 2005 年の過年度森林被覆図、および改訂版の 2011 年森林被覆図を作成した。また、2.1.3(2)～2.1.3(3)で検討した結果に基づき、森林減少・劣化のドライバ情報を各森林被覆図に付与した。作成した各州の過年度森林被覆図、および植生変化地、植生面積、植生変化面積、ドライバ分布、ドライバ面積については添付資料 19 に示す。

3) 2015 年森林被覆図の作成

2.1.3(1)で検討した森林被覆図の整備方針に従い、また、過年度森林被覆図の作成や森林劣化・減少ドライバ情報の構築で得られた知見を基に、全国を対象に森林減少・劣化のドライバ情報付き 2015 年森林被覆図を作成した。2015 年森林被覆図、および州ごとの植生面積、ドライバの分布、州ごとのドライバ面積については添付資料 20 に示す。

なお、森林被覆図 2015 の概要については、成果の普及・広報のため、「Fact Sheet No. 9 Forest Cover Map 2015」(添付資料 6)として取り纏めた。

4) Collect Earth データとの比較によるドライバ解析結果の分析

これまでの作業で、森林基盤図 2012、および過年度森林被覆図、2015 年森林被覆図に森林減少および劣化のドライバ情報を付与した。PNGFA には NFI 調査のサンプルプロットとして整備された Collect Earth のドライバ情報 (Collect Earth では impact type との名称)がある (表 2.1-26)。森林基盤図と Collect Earth データはデータの整備手法も使用目的も異なるが、これらのデータの特徴と違いを明らかにし、C/P 職員がデータの内容を正しく理解することは、今後データを活用する上で重要である。そこで、Collect Earth データのサンプルプロットと森林基盤図をオーバーレイ解析し、双方のドライバを比較した。それぞれのドライバの構成を図 2.1-45 に、分布を図 2.1-46 に示す。

表 2.1-26 森林基盤図と Collect Earth のドライバ区分比較

	Forest Base Map	Collect Earth
Driver (Impact type)	Mining	
	Road construction	
	Facility construction	
		Other human impact
	Forest plantation	
	Perennial plantation	
		Wokabout sawmill
	Logging	Logging
	Subsistence agriculture	
		Grazing
	Gardening ²⁰	Gardening
	Disaster	

²⁰ PNG において Gardening と称される活動は、通常 Settlement の周辺で行われる自家菜園やそのための火入れを指す。

	Fire	Fire
	Unknown	
	None (Intact Forest)	None (Intact Forest)

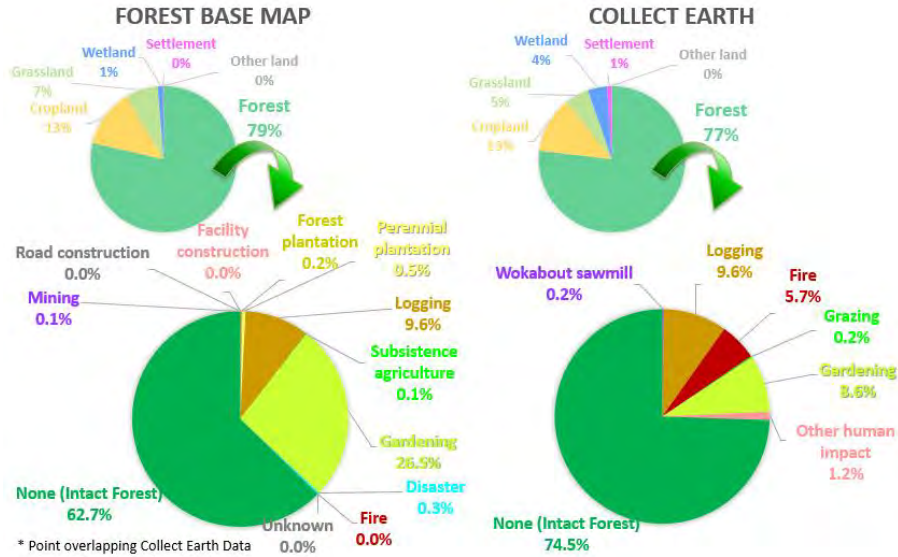


図 2.1-45 森林基盤図と Collect Earth のドライバの構成

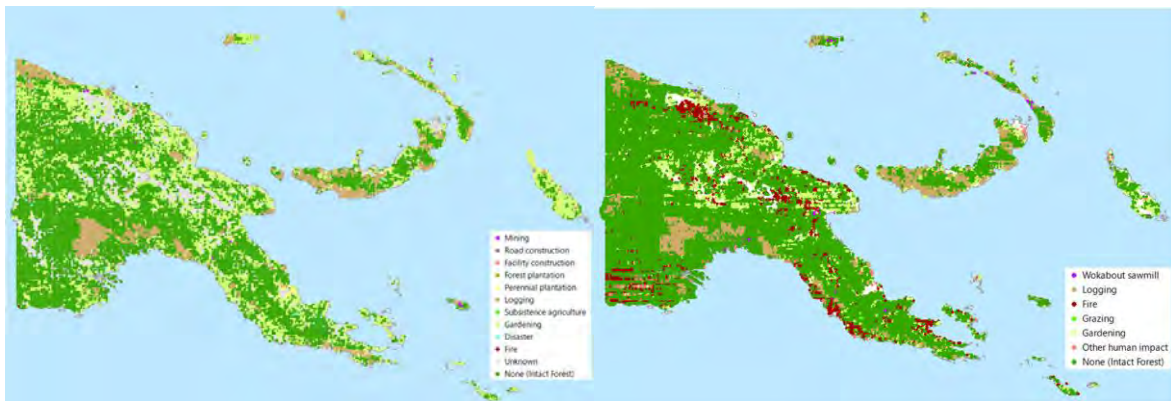


図 2.1-46 森林基盤図と Collect Earth データのドライバ分布

本解析の結果、森林基盤図における Intact Forest (Primary Forest) の割合は Collect Earth のものよりも少なかった。ドライバ要因として Logging は双方でほぼ同じ割合だったが、森林基盤図では Gardening の割合が高く、Fire の割合が低かった。これは、森林基盤図ではわずかな Loss area との重なりであっても FMU (Forest Monitoring Unit)²¹単位で面的に劣化森林と捉えたためと考えられる。また、Fire については、森林基盤図の解析手法ではほとんど捉えることができなかった。これらの結果については、C/P 職員や NFI 調査を実施している FAO スタッフも交えて協議を行った。

²¹ FMU (Forest Monitoring Unit) は森林被覆図の最小ポリゴンで、州や森林ゾーン、流域界、土地利用区分、樹冠サイズ等の森林タイプから構成され、PNG-FRIMS でのデータ管理の単位として用いられる。詳細は 2.1.4 (1) 参照。

森林劣化ドライバの構築手法、および本分析と協議の結果得られた課題や示唆については、「Analytical Report No. 1 Analysis of Drivers of Deforestation and Forest Degradation in Papua New Guinea」（添付資料 6）として取り纏めた。

5) Google Earth Engine を活用した森林モニタリングの試行

Google Earth Engine は、Google 社のサーバに格納されている LANDSAT や Sentinel-2 などの無料の衛星画像をダウンロードせずに標準的な処理や結果の閲覧が可能で、またこれらの画像の高度な解析もインターネット経由でクラウド上で実行することが出来る。必要なデータや結果のみダウンロードすればよいので、PNG のインターネット環境においても活用が可能である。

プロジェクトでは、パイロット 2 州（West New Britain 州と West Sepik 州）内の林業コンセッション（それぞれ Rottock Bay Consolidated Concession と Amanab Consolidated Concession）において、Google Earth Engine を用いて時系列の衛星画像を解析し、森林減少のモニタリングを行うツールの開発を行い（添付資料 8）、ツールの利用マニュアルも作成した（添付資料 9）。開発されたツールによって、対象コンセッションにおいて、週次および年次の森林減少を検出することができた。

開発されたツールは PNGFA による森林施業の合法性の監視・証明に活用できる。例えば、週次の森林減少を検出するツールは、林業コンセッションや ALP の GIS 情報と検出結果を比較することで、計画・申請とおりの施業が行われているか監視することができる。また年次の森林減少ツールは、国の森林動態に関する報告などに活用することができる。既に GLAD Alert などの Global で展開中のサービスも活用可能であるが、本業務で開発したツールは PNG の環境・目的に応じて調整・カスタマイズすることができ、そのコードは FAO が支援しているツール（Collect Earth）に組み込むこともできるので、今後の更なる活用が期待される。

6) 森林炭素蓄積量の変化推計

PNG 国の森林参照レベル（FRL; Forest Reference Level）は、FAO の技術支援を受けて 2017 年 1 月に国連気候変動枠組条約（UNFCCC; United Nations Framework Convention on Climate Change）に提出され、「Papua New Guinea's National REDD+ Forest Reference Level – Submission for UNFCCC Technical Assessment in 2017」で報告されている。同報告では、Collect Earth を活用したポイントサンプリング方式によって求めた森林タイプごとの面積を用い森林炭素蓄積量を算出している。

本プロジェクトでは、2011 年と 2015 年の森林被覆図が全国で整備され、West New Britain 州と West Sepik 州については 2000 年と 2005 年の森林被覆図も整備された。そこで、プロジェクトでは、2015 年の森林被覆図を用いて試行的に全国の森林炭素蓄積量の算出を行った。また、West New Britain 州と West Sepik 州については、2000 年、2005 年、2011 年、2015 年の森林被覆図を用いて森林炭素蓄積量を算出し、その変化を捉えた。

図 2.1-47 に示すように、森林被覆図の森林タイプごとの面積、および上記「PNG National REDD+ FRL 2017」報告書で報告された PNG の地上部バイオマス単位面積の値と地下部バイオマス比率（IPCC のデフォルト値と同じ）を用いて、森林バイオマス量を算出した。森林バイオマス量に炭素含有率の IPCC ガイドラインデフォルト値を掛け合わせて、森林炭素蓄積量を計算した。

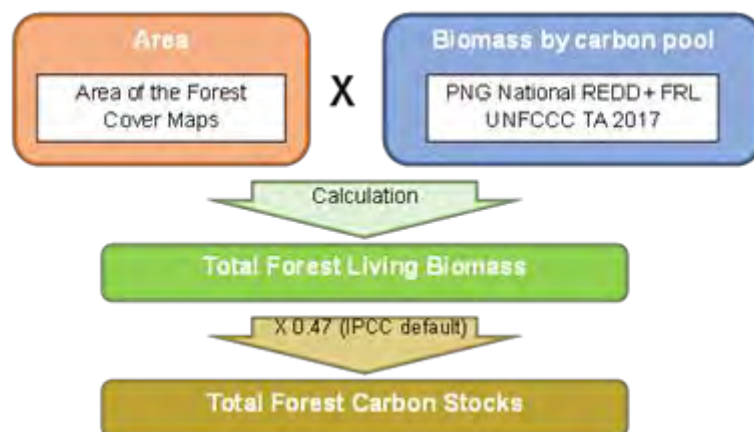


図 2.1-47 森林バイオマス/炭素蓄積量の推定方法の基本設計

① 2015 年の森林炭素蓄積量

まず、2015 年森林被覆図の各土地被覆クラス（森林タイプ）の面積と「PNG National REDD+ FRL 2017」の地上部バイオマス単位面積の値を掛け合わせて地上部バイオマス量を求めた。次に、各土地被覆クラスの面積と地下バイオマス単位面積の値を掛け合わせて地下部バイオマス量を求めた。地下部バイオマス単位面積の値は地上バイオマス単位面積の値と地下バイオマス比率により求めた。地上部バイオマス量と地下部バイオマス量を足し合わせて、トータルの森林バイオマス量を求めた。森林バイオマス量に炭素含有率の IPCC ガイドラインデフォルト値を掛け合わせて、森林炭素蓄積量を求めた。

Forest Cover Map 2015			AGLB value (t/ha)	AGLB of each forest type (Mt)	R	BGLB value (t/ha)	BGLB of each forest type (Mt)	Total Living Biomass (Mt)	GF	Total forest biomass carbon (Mt)	
Forest type	Human impact	Area (ha)									
P	Low Altitude Forest on Plains & Fans	Primary	3,119,231	223	695.59	0.37	82.51	257.37	0.47	447.89	
		Disturbance	5,014,087	146	732.06	0.37	54.02	270.86		471.37	
H	Low Altitude Forest on Uplands	Primary	4,475,346	223	998.00	0.37	82.51	369.26		1,367.26	642.61
		Disturbance	7,128,517	146	1,040.76	0.37	54.02	385.08		1,425.85	670.15
L	Lower Montane Forest	Primary	3,345,477	140	468.37	0.27	37.8	126.46		594.83	279.57
		Disturbance	4,119,871	92	379.03	0.27	24.84	102.34		481.37	226.24
Mo	Montane Forest	Primary	257,917	140	36.11	0.27	37.8	9.75		45.86	21.55
		Disturbance	96,578	92	8.89	0.27	24.84	2.40		11.28	5.30
D	Dry Seasonal Forest	Primary	758,768	130	98.64	0.28	36.4	27.62		126.26	59.34
		Disturbance	176,439	85	15.00	0.28	23.8	4.20		19.20	9.02
B	Littoral Forest	Primary	22,518	223	5.02	0.37	82.51	1.86		6.88	3.23
		Disturbance	44,098	146	6.44	0.37	54.02	2.38		8.82	4.15
Fri	Seral Forest	Primary	67,900	223	15.14	0.37	82.51	5.60		20.74	9.75
		Disturbance	79,731	146	11.64	0.37	54.02	4.31		15.95	7.50
Fsw	Swamp Forest	Primary	945,622	223	210.87	0.37	82.51	78.02		288.90	135.78
		Disturbance	1,044,263	146	152.46	0.37	54.02	56.41		208.87	98.17
M	Mangrove Forest	Primary	163,685	192	31.43	0.49	94.08	15.40		46.83	22.01
		Disturbance	355,279	126	44.77	0.49	61.74	21.93		66.70	31.35
W	Woodland	Primary	1,493,062	130	194.10	0.28	36.4	54.35		248.45	116.77
		Disturbance	1,495,948	85	127.16	0.28	23.8	35.60		162.76	76.50
Sa	Savanna	Primary	348,076	130	45.25	0.28	36.4	12.67	57.92	27.22	
		Disturbance	287,048	85	24.40	0.28	23.8	6.83	31.23	14.68	
Sc	Scrub	Primary	298,100	70	20.87	0.4	28	8.35	29.21	13.73	
		Disturbance	93,609	46	4.31	0.4	18.4	1.72	6.03	2.83	
Qf	Forest Plantation	Primary	55	150	0.01	0.37	55.5	0.00	0.01	0.01	
		Disturbance	67,896	98	6.65	0.37	36.26	2.46	13.31	6.25	
Total										7,240.38	3,402.98

図 2.1-48 森林基盤図 2015 を基にした森林炭素蓄積量の計算

この計算で求めた 2015 年の森林炭素蓄積量の合計は 3,402.98 Mt であった。

② West New Britain 州と West Sepik 州の森林炭素蓄積量の変化

West New Britain 州と West Sepik 州については、同様の手法によって、2000 年、2005 年、2011 年（改定版）の森林被覆図を用いて、2000 年、2005 年、2011 年森林炭素蓄積量を求めた。

各州の 2000 年、2005 年、2011 年、2015 年の各土地被覆クラス（森林タイプ）の面積、地上バイオマス量、地下バイオマス量、総バイオマス量、森林炭素蓄積量を図 2.1-49、および図 2.1-50 に示す。

Forest type	Human impact	Area (ha)				AGLE (Mt)				BGLB (Mt)				
		2000	2005	2011	2015	2000	2005	2011	2015	2000	2005	2011	2015	
P	Low Altitude Forest on Plains & Fans	Primary	108,313	98,428	82,930	74,590	24.15	21.95	18.49	16.63	8.94	8.12	6.84	6.15
	Disturbance	427,456	426,087	428,722	434,781	62.41	62.21	62.59	63.48	23.09	23.02	23.16	23.49	
H	Low Altitude Forest on Uplands	Primary	455,523	436,064	379,438	356,424	101.58	97.24	84.61	79.48	37.59	35.98	31.31	29.41
	Disturbance	600,609	617,444	668,602	689,244	87.69	90.15	97.62	100.63	32.44	33.35	36.12	37.23	
L	Lower Montane Forest	Primary	59,892	59,892	59,662	59,590	8.38	8.38	8.35	8.34	2.26	2.26	2.26	2.25
	Disturbance	6,491	6,491	6,650	6,723	0.60	0.60	0.61	0.62	0.16	0.16	0.17	0.17	
Mo	Montane Forest	Primary	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Disturbance	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
D	Dry Seasonal Forest	Primary	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Disturbance	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
B	Littoral Forest	Primary	25	25	6	6	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Disturbance	1,368	1,197	1,105	1,105	0.20	0.17	0.16	0.16	0.07	0.06	0.06	0.06	
Fri	Seral Forest	Primary	11,679	7,682	6,271	6,206	2.60	1.71	1.40	1.38	0.96	0.63	0.52	0.51
	Disturbance	13,583	12,923	14,096	13,934	1.98	1.89	2.06	2.03	0.73	0.70	0.76	0.75	
Fsw	Swamp Forest	Primary	13,305	8,877	6,320	6,024	2.97	1.98	1.41	1.34	1.10	0.73	0.52	0.50
	Disturbance	12,771	17,151	17,889	17,501	1.86	2.50	2.61	2.56	0.69	0.93	0.97	0.95	
M	Mangrove Forest	Primary	1,184	1,162	1,162	1,162	0.23	0.22	0.22	0.22	0.11	0.11	0.11	0.11
	Disturbance	8,483	8,505	8,391	8,391	1.07	1.07	1.06	1.06	0.52	0.53	0.52	0.52	
W	Woodland	Primary	19,493	17,569	15,034	13,399	2.53	2.28	1.95	1.74	0.71	0.64	0.55	0.49
	Disturbance	17,663	19,234	21,169	21,321	1.50	1.63	1.80	1.81	0.42	0.46	0.50	0.51	
Sa	Savanna	Primary	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Disturbance	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sc	Scrub	Primary	112	112	112	112	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	Disturbance	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Qf	Forest Plantation	Primary	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Disturbance	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Total			1,757,949	1,738,842	1,717,558	1,710,512	299.78	294.01	284.96	281.51	109.81	107.69	104.36	103.10

Forest type	Human impact	Total Living Biomass (Mt)				Total forest biomass carbon (Mt)				
		2000	2005	2011	2015	2000	2005	2011	2015	
P	Low Altitude Forest on Plains & Fans	Primary	33.09	30.07	25.34	22.79	15.55	14.13	11.91	10.71
	Disturbance	85.50	85.23	85.75	86.96	40.18	40.06	40.30	40.87	
H	Low Altitude Forest on Uplands	Primary	139.17	133.22	115.92	108.89	65.41	62.61	54.48	51.18
	Disturbance	120.13	123.50	133.73	137.86	56.46	58.05	62.85	64.80	
L	Lower Montane Forest	Primary	10.65	10.65	10.61	10.60	5.00	5.00	4.99	4.98
	Disturbance	0.76	0.76	0.78	0.79	0.36	0.36	0.37	0.37	
Mo	Montane Forest	Primary	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Disturbance	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
D	Dry Seasonal Forest	Primary	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Disturbance	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
B	Littoral Forest	Primary	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Disturbance	0.27	0.24	0.22	0.22	0.13	0.11	0.10	0.10	
Fri	Seral Forest	Primary	3.57	2.35	1.92	1.90	1.68	1.10	0.90	0.89
	Disturbance	2.72	2.58	2.82	2.79	1.28	1.21	1.33	1.31	
Fsw	Swamp Forest	Primary	4.06	2.71	1.93	1.84	1.91	1.27	0.91	0.87
	Disturbance	2.55	3.43	3.58	3.50	1.20	1.61	1.68	1.65	
M	Mangrove Forest	Primary	0.34	0.33	0.33	0.33	0.16	0.16	0.16	0.16
	Disturbance	1.59	1.60	1.58	1.58	0.75	0.75	0.74	0.74	
W	Woodland	Primary	3.24	2.92	2.50	2.23	1.52	1.37	1.18	1.05
	Disturbance	1.92	2.09	2.30	2.32	0.90	0.98	1.08	1.09	
Sa	Savanna	Primary	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Disturbance	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sc	Scrub	Primary	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	Disturbance	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Qf	Forest Plantation	Primary	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Disturbance	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Total			409.59	401.70	389.32	384.60	192.51	188.80	182.98	180.76

図 2.1-49 West New Britain 州の 2000 年、2005 年、2011 年、2015 年の森林炭素蓄積量の計算

この計算で求めた West New Britain 州の 2000 年の森林炭素蓄積量の合計は 192.51Mt であり、2015 年には 180.76Mt になった。

Forest type	Human impact	Area (ha)				AGLE (Mt)				BGLE (Mt)				
		2000	2005	2011	2015	2000	2005	2011	2015	2000	2005	2011	2015	
P	Low Altitude Forest on Plains & Fans	Primary	254,686	245,283	220,799	209,901	56.79	54.70	49.24	46.81	21.01	20.24	18.22	17.32
		Disturbance	711,439	714,476	721,632	719,326	103.87	104.31	105.36	105.02	38.43	38.60	38.98	38.86
H	Low Altitude Forest on Uplands	Primary	450,310	439,291	405,977	389,268	100.42	97.96	90.53	86.81	37.16	36.25	33.50	32.12
		Disturbance	863,080	863,543	876,877	892,882	126.01	126.08	128.02	130.36	46.62	46.65	47.37	48.23
L	Lower Montane Forest	Primary	359,010	358,648	356,552	355,356	50.26	50.21	49.92	49.75	13.57	13.56	13.48	13.43
		Disturbance	191,776	191,960	193,853	194,986	17.64	17.66	17.83	17.94	4.76	4.77	4.82	4.84
Mo	Montane Forest	Primary	17,960	17,960	17,960	17,960	2.51	2.51	2.51	2.51	0.68	0.68	0.68	0.68
		Disturbance	42	42	42	42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D	Dry Seasonal Forest	Primary	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Disturbance	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	Littoral Forest	Primary	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Disturbance	1,972	1,799	1,611	1,611	0.29	0.26	0.24	0.24	0.11	0.10	0.09	0.09
Fri	Seral Forest	Primary	2,737	2,737	2,737	2,737	0.61	0.61	0.61	0.61	0.23	0.23	0.23	0.23
		Disturbance	239	239	239	239	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
Fsw	Swamp Forest	Primary	34,942	34,942	34,700	33,991	7.79	7.79	7.74	7.58	2.88	2.88	2.86	2.80
		Disturbance	101,333	101,111	101,297	101,895	14.79	14.76	14.79	14.88	5.47	5.46	5.47	5.50
M	Mangrove Forest	Primary	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Disturbance	667	667	667	667	0.08	0.08	0.08	0.08	0.04	0.04	0.04	0.04
W	Woodland	Primary	12,568	12,568	12,440	12,314	1.63	1.63	1.62	1.60	0.46	0.46	0.45	0.45
		Disturbance	51,952	51,605	51,522	51,647	4.42	4.39	4.38	4.39	1.24	1.23	1.23	1.23
Sa	Savanna	Primary	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Disturbance	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sc	Scrub	Primary	280	280	280	280	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
		Disturbance	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Qf	Forest Plantation	Primary	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Disturbance	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total			3,054,993	3,037,150	2,999,183	2,985,102	487.19	483.03	472.93	468.64	172.68	171.15	167.43	165.85

Forest type	Human impact	Total Living Biomass (Mt)				Total forest biomass carbon (Mt)				
		2000	2005	2011	2015	2000	2005	2011	2015	
P	Low Altitude Forest on Plains & Fans	Primary	77.81	74.94	67.46	64.13	36.57	35.22	31.70	30.14
		Disturbance	142.30	142.91	144.34	143.88	66.88	67.17	67.84	67.62
H	Low Altitude Forest on Uplands	Primary	137.57	134.21	124.03	118.93	64.66	63.08	58.29	55.89
		Disturbance	172.63	172.73	175.39	178.59	81.14	81.18	82.43	83.94
L	Lower Montane Forest	Primary	63.83	63.77	63.39	63.18	30.00	29.97	29.80	29.70
		Disturbance	22.41	22.43	22.65	22.78	10.53	10.54	10.65	10.71
Mo	Montane Forest	Primary	3.19	3.19	3.19	3.19	1.50	1.50	1.50	1.50
		Disturbance	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D	Dry Seasonal Forest	Primary	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Disturbance	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	Littoral Forest	Primary	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Disturbance	0.39	0.36	0.32	0.32	0.19	0.17	0.15	0.15
Fri	Seral Forest	Primary	0.84	0.84	0.84	0.84	0.39	0.39	0.39	0.39
		Disturbance	0.05	0.05	0.05	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02
Fsw	Swamp Forest	Primary	10.68	10.68	10.60	10.38	5.02	5.02	4.98	4.88
		Disturbance	20.27	20.22	20.26	20.38	9.53	9.51	9.52	9.58
M	Mangrove Forest	Primary	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Disturbance	0.13	0.13	0.13	0.13	0.06	0.06	0.06	0.06
W	Woodland	Primary	2.09	2.09	2.07	2.05	0.98	0.98	0.97	0.96
		Disturbance	5.65	5.61	5.61	5.62	2.66	2.64	2.63	2.64
Sa	Savanna	Primary	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Disturbance	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sc	Scrub	Primary	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
		Disturbance	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Qf	Forest Plantation	Primary	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Disturbance	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total			659.87	654.18	640.36	634.48	310.14	307.46	300.97	298.21

図 2.1-50 West Sepik 州の 2000 年、2005 年、2011 年、2015 年の森林炭素蓄積量の計算

この計算で求めた West Sepik 州の 2000 年の森林炭素蓄積量の合計は 310.14Mt であり、2015 年には 298.21Mt になった。

本森林炭素蓄積量の変化推計の結果は添付資料 4 にも取り纏めた。

2.1.4 森林の蓄積量に関する情報の整備・更新

(1) 新たな区画単位の設定方法の検討

PNG-FRIMS における森林施業履歴や種別等に基づく新たな森林区画単位（FMU; Forest Management Units）の設定方法の検討を行った。

旧 FIMS 植生図を構成する最小基本単位である FMU（Forest Mapping Unit）には、植生タイプだけでなく、急傾斜地や高標高地、カルスト地形、浸水域、材積等の情報が付与されていた。一方、森林基盤図 2012（ver. 1.0）のポリゴンは、RS 解析による作成過程で生成された境界で分割され、膨大な数のポリゴンを保持しておりパフォーマンスの面でも課題があった。森林基盤図を構成する最小基本単位は、意味があり、利用しやすく、パフォーマンスの面でも扱いやすい境界で分割されることが望ましい。そこで、森林面積変化の把握や森林管理での利用、また、材積等の森林資源情報や森林の立地環境等の情報を付与するのに適当な小ささを持たせるという観点から、森林基盤図の最小基本単位の検討を行った。その結果、図 2.1-51 に示した州、森林被覆タイプ、樹冠サイズ、森林ゾーン、流域界の情報で森林基盤図の基本単位を分割・統合することとした。流域界は先行プロジェクトで GeoSAR-DEM から作成した流域界データを利用した。

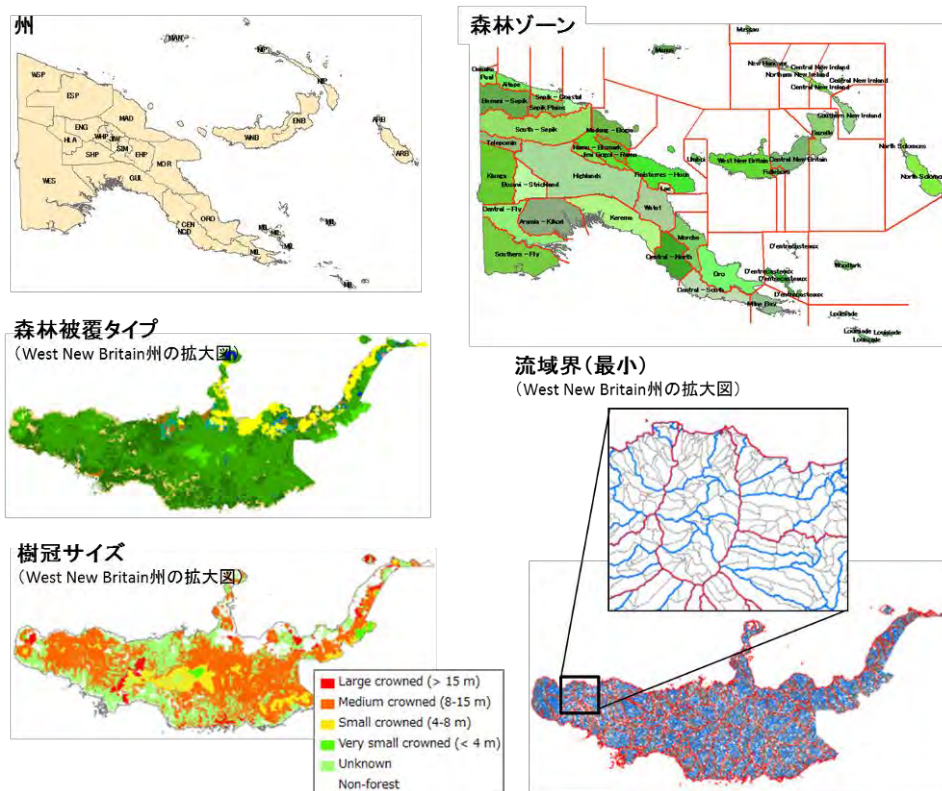


図 2.1-51 森林基盤図の基本単位に用いる情報

図 2.1-51 のデータを整備し、PNG 全州の森林基盤図の最小基本単位の更新を行った。旧 FIMS 植生図の FMU と更新した森林基盤図の最小基本単位の比較（West New Britain 州）を図 2.1-52 に示す。森林基盤図の基本単位は旧 FIMS 植生図の FMU よりもかなり小さなサイズとなっている。

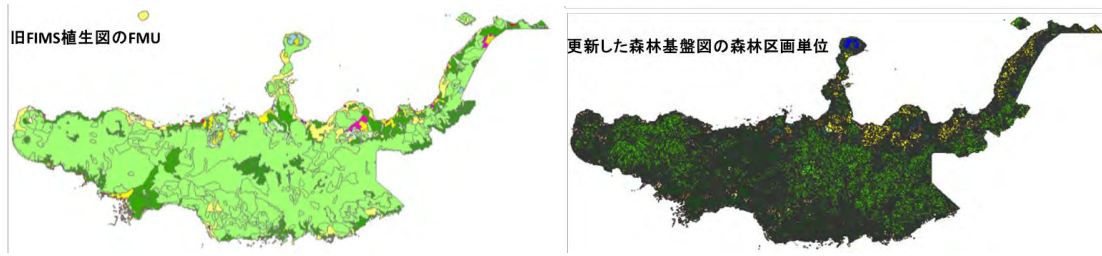


図 2.1-52 旧 FIMS 植生図と森林基盤図の基本単位の比較 (West New Britain 州)

また、コンセッションエリアおよび伐採計画エリアと更新した森林基盤図の最小基本単位の比較 (West New Britain 州内の一部地域) を図 2.1-53 に示す。森林基本単位はセットアップエリア (最大 250ha) とほぼ同じくらいの大きさになっている。

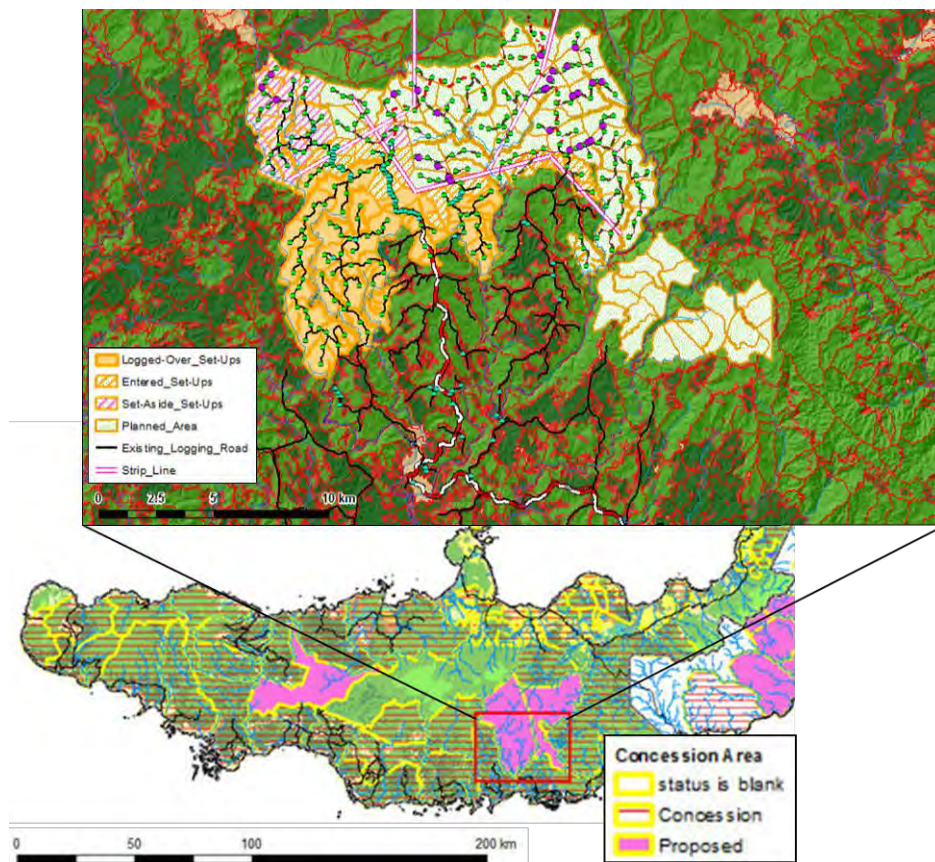


図 2.1-53 コンセッションエリアおよび伐採計画エリアと森林基盤図の最小基本単位の比較

更新した森林基盤図の最小基本単位は、森林資源モニタリングの基本単位としての利用が想定されることから、森林モニタリング単位 (FMU; Forest Monitoring Unit) と呼ぶこととした。FMU の概要については、「Fact Sheet No.4 Forest Monitoring Unit (FMU) in Papua New Guinea Forest Cover Map」(添付資料 6) として取り纏めた。

しかしながら、森林モニタリング単位は、過去の伐採活動記録のための最小ポリゴンであるセットアップエリアと境界を共有しない原理なので、本項で検討する森林区画単位とはなり得ない。一方で、セットアップエリア (またはその上位レベルの Logged over area) は均質な林分とは限らないため、立木や林分の再成長を計算する最小単位とすることはできず、これを単独

で森林区画単位とすることはできない。このため、森林区画単位は森林モニタリング単位と Logged over area との掛け合わせたものとして定義した。

(2) PNG-FRIMS への森林成長モデルの導入方法の検討

1) PINFORM の改良

PNG-FRIMS に樹木伐採後の森林の回復過程についてシミュレーション出来るシステムを導入するために、PNG/ITTO 天然林モデル (PINFORM) という既存のモデルを組み込むことが出来ないかどうかを検討した。これは、過去に森林研究所 (FRI; Forest Research Institute) と国際熱帯木材機関 (ITTO; International Tropical Timber Organization) が共同で開発した Excel ベースの森林再成長モデルである。これについては当初 Excel 5 で動作するように設計され、用いられている Visual Basic のコードが古い (Visual Basic 6.0 以前) ために現行の Excel で使用することが出来ず、また肝心の計算過程がパスワードによって不可視状態になっているという問題があった。そこで、まずモデルを改良して現行の Excel (Excel 2010) に対応させた。ただし、プログラムの一部にはパスワードがかかっており、全容の解明はできなかった。おそらく PINFORM のマニュアルの内容に則った処理が行われていると考えられる。

PINFORM の改良については、2015 年 10 月上旬に短期専門家チームの総括がツールの管理者である FRI を訪問し、報告・協議を行った。なお、FRI からは、FIPS で調査されているデータを活用したモデルの妥当性の検証を行いたいので、FIPS のデータを共有してほしいとの要望が寄せられたが、これまでの経験・実績を踏まえると GIS やツールの利用を業務に位置付けることが重要であり、そのためにはデータ取得や研修だけではなく、研究計画・提案を作成して PNGFA 本部と協議をすることが必要であると回答し、FRI の Acting Director はそれに合意した。

2) PINFORM の機能について

PINFORM を動作させるには、樹種や胸高直径を記録したインベントリを特定の形式に変換したデータが必要となる。当プログラムにはインベントリを使用可能な形式に変換する機能も備わっており、FIPS 調査によって記録されたインベントリを PINFORM に取り込むことも可能となっている。

PINFORM には、伐採の頻度、伐採の強度、伐採の方法、間伐の有無や強度、間伐の方法、成長速度の大小、火災の頻度といった様々な条件を設定することが出来る。また出力可能なモデルとして、総胸高断面積の経時変化、直径クラスごとの胸高断面積の経時変化、直径クラスごとの個体数の経時変化、材積量の経時変化、伐採量の経時変化が選択できる (図 2.1-54、図 2.1-55)。

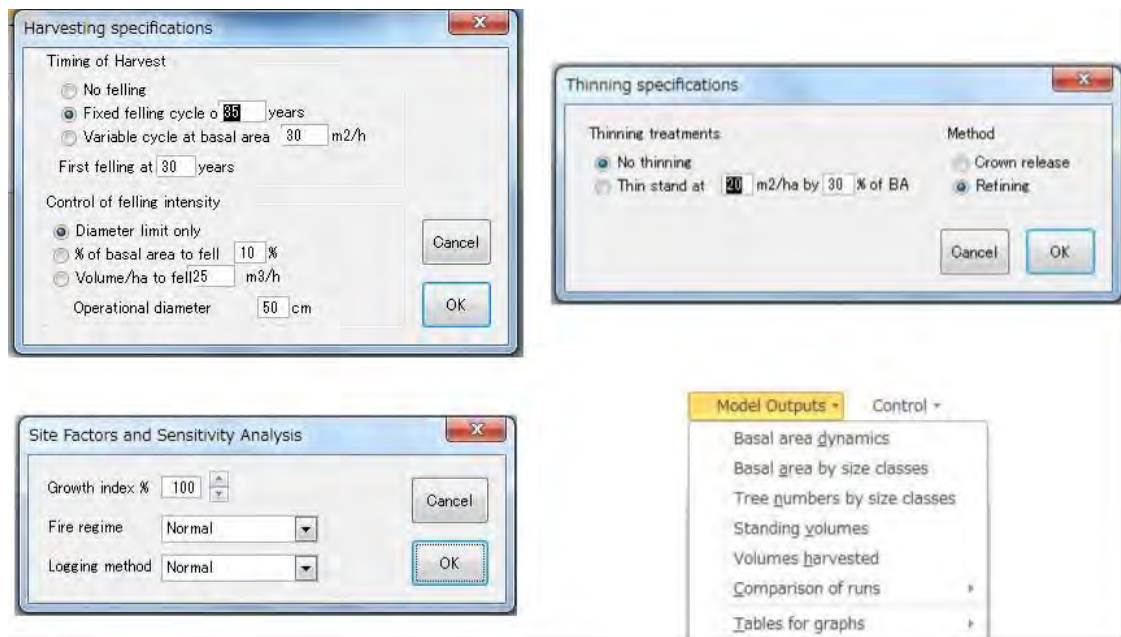


図 2.1-54 PINFORM の設定条件および出力可能なモデルの一覧

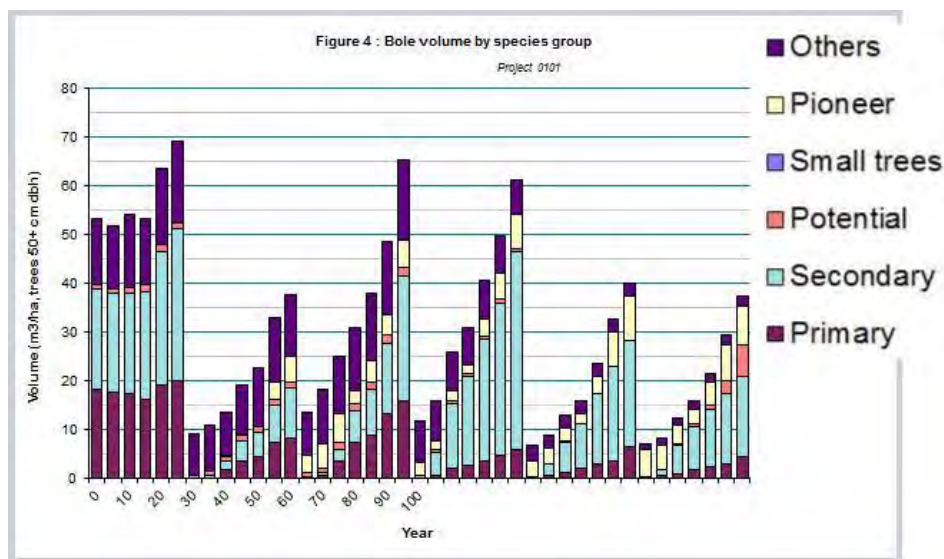


図 2.1-55 PINFORM による出力モデルの一例

3) PINFORM の PNG-FRIMS への導入可能性

PINFORM の PNG-FRIMS への導入可能性について長期専門家とともに検討を行った結果、胸高直径のデータが揃っている FIPS データからその場所（一部はコンセッション地区内）のシミュレーションが出来るなど、一定の使い道はあると思われた。例えば、固定プロットを作り、今後継続的に行っていこうとしている固定サンプルプロット (PSP; Permanent Sample Plots) 調査や NFI にとっては、PINFORM は親和性の高いツールと言える。しかし、材積量のデータのみは有るが胸高直径のデータが無い、その他多くの地域には適用出来ないと考えられた。

加えて、PINFORM による予測値の精度検証等は未だ行われておらず、妥当性が不明である。PINFORM は 1990 年代初頭から 1990 年代後半にかけて PSP で得られた延べ 200 点あまりの調

査結果（PINFORM の一部にパスワード保護によって閲覧不可能なシートが含まれている等、詳細は定かではない）から作られているが、その後 2009 年前半までに少なくとも延べ 170 点あまりの調査が行われていることを把握している（それ以後については未確認）。実際に PINFORM を用いる際には、新たなデータを用いて精度検証を行い、また適宜チューニングを行ってモデルの改良を行う必要がある。これにはある程度多くの人員を割くことを要する（1～2 M/M を想定）。

精度検証とチューニングによってある程度予測値に信頼がおける段階に至ったとしても、PINFORM の性質上、全く同じ地点のプロット規模のシミュレーションは出来ても、同じ地域内であっても地形などの条件の異なる地点のシミュレーションは困難であり、地域規模の予測精度が高まるかどうかは不透明である。そのため、PINFORM による予測値と線形予測などの単純なモデルによる予測値との間には、精度差がの優劣がつけられない。

PINFORM を PNG-FRIMS に組み込む可能性について、以下の様に結論した。

- a) FIMS における材積のデータは胸高直径や胸高断面積を伴っていないので、PINFORM に直接入力することはできない。
- b) 理論的には、地区別・森林タイプ別に、材積からヘクタール当たりの胸高断面積合計を割り振って PINFORM に入力することが可能である。しかし、そのシミュレーション結果のパラメータ値選択や精度検証には大規模かつ数十年の長期にわたる現地調査と分析のために膨大な資源（人員・時間・資金）を投入する必要がある、その結果出来上がるものは、従来の PINFORM とは異なるアルゴリズムに基づく新たなコンピュータープログラムである。
- c) PNGFA（とくに FRI）の人的資源には限りがあるなかで、現在、EU-FAO/PNGFA により NFI が進行中であることを考えれば、上記調査および分析の実施をすぐに検討するのではなく、NFI の実施を待ってから、NFI の結果を応用するか、追加の調査を行うかを、費用対効果も考慮に入れて、検討するのが現実的であろう。

これらを踏まえ、長期専門家と連携して、C/P と協議した結果、本プロジェクトとしては PINFORM の精度検証は行わず、森林の再成長モデルとしては線形予測などの単純なものを用いることとなった（添付資料 21）。再成長が止まる時期は、PNG 国の森林計画制度において便宜的に用いられている伐採後 35 年後と仮置きし、これが今後の議論で変更される場合には容易に対応できるように PNG-FRIMS を設計しておく。

（3）伐採量・成長量のデータベースの設計・開発

森林の蓄積量に関して、PNGFA に既存の情報をデータベース化し、一元化することを試みた。既存の情報として用いたのは、1950 年代から 1990 年代中盤までに得られた材積情報をまとめた PNGRIS のデータ、主に 1980 年代から現在に至るまで PNGFA が新たに伐採コンセッションを設定する際に事前調査として行っているインベントリ情報を元にした FIPS のデータ、そして 1990 年代から 2000 年代にかけて FRI が実施した PSP を用いた全林毎木調査（注：プロット内の樹木の悉皆調査）の結果である。

PNGRIS のデータセットは、PNGFA や他の機関において 1950 年代から 1990 年代中盤までに得られた雑多な材積情報をまとめた紙媒体の情報で、現行の FIMS において材積計算をするた

めに用いられるデータの大元となるものである。本データセットでは、商用の可否にかかわらず胸高直径 50 cm 以上の全樹種を対象に材積がカウントされている。また雑多な情報の集まりのため、調査方法は統一されておらず、しばしば不明であり、正確な調査地の場所も分からない。材積量の算出方法も不明である。

FIPS のデータセットは、PNGFA が主に 1980 年代から現在に至るまで、新たな伐採コンセッションを設定するための森林管理契約 (FMA) を作成する際に行っている材積量調査の情報である。本調査では、輸出用木材としての有用度を示すリスト (添付資料 22) において重要度の高い樹種だと見なされるもののみ (胸高直径 20cm 以上) が主に測定され、さらに樹形が悪い標本木は調査時点で排除されている。材積量の算出は、調査で得られた各個体の胸高直径と枝下高から以下の統一された式を用いて行っている。

$$\text{樹高データが無い場合} : V = 0.00000515025 * (3.14159 * D)^{2.4762}$$

胸高直径 50 cm 以上の場合 :

$$V = 0.189523 + 0.0000547982 * (D - 2.4)^2 - 0.0089213 * H + 0.0000528219 * (D - 2.4)^2 * H$$

胸高直径 20-50 cm の場合 :

$$V = -0.001508 + 0.000044658 * D^2 + 0.00005310227 * D^2 * H - 0.00000061883 * D^2 * H^2$$

ここで、V は材積量 (m³)、D は胸高直径 (cm)、H は枝下高 (m) である。

PSP のデータセットは、主に 1990 年代に FRI が設けて定点観測を行っている、PSP における全林毎木調査のデータである。本調査では、樹種、樹形にかかわらず、胸高直径 10 cm 以上の全樹木を対象に観測を行っている。材積量の算出には以下の式を用いている。

$$\text{商用樹高 (m)} : H_m = (D * a) / (b + D)$$

$$\text{商用材積 (m}^3\text{)} : V_m = 0.5 * (3.14159 * (D / 200)^2) * H_m$$

ここで、D は胸高直径 (cm)、a と b は Fox *et al.* (2010)²²による樹種固有の係数である。

これらの調査で対象とする観測範囲を図 2.1-56 に要約した。PSP は、胸高直径 10 cm 以上の全樹木を対象にしているのに対し、PNGRIS では胸高直径 50 cm 以上の全樹木、FIPS では胸高直径 20 cm 以上の商用可能な樹種の樹木のみを対象として観測している。

	PNGRIS	FIPS	PSP
Merchantable timber (< 10 cm)			
Merchantable timber (10-20 cm)			
Merchantable timber (20-50 cm)		FIPS	PSP
Merchantable timber (> 50 cm)	PNGRIS	FIPS	PSP
Not-Merchantable timber (< 10 cm)			
Not-Merchantable timber (10-50 cm)			PSP
Not-Merchantable timber (> 50 cm)	PNGRIS		PSP

図 2.1-56 PNGRIS、FIPS、PSP の観測対象

短期専門家チームはまず、PNGRIS の紙媒体データのデータベース化を行った上で、各調査

²² Fox *et al.* 2010. Assessment of Aboveground Carbon in Primary and Selectively Harvested Tropical Forest in Papua New Guinea. *Biotropica* 42: 410-419.

によるデータの標準化を行い、比較することを試みた。図 2.1-57 は FIPS、PNGRIS、PSP における胸高直径 50 cm 以上の全材積に占める商用材積の割合を示したものである。商用材積としては、輸出用木材としての有用度を示すリストにおいてグループ 1-3 の、比較的高い商用価値を持つと見なされる樹種のみをカウントした。FIPS、PNGRIS、PSP における各割合（平均値±標準誤差）はそれぞれ、 0.70 ± 0.02 、 0.62 ± 0.01 、 0.56 ± 0.07 であり、FIPS と PNGRIS の平均値に差が見られた。これは、FIPS の調査においては商用材が得られない樹種を意図的に無視してカウントしなかった可能性を示す。もしくは FIPS の調査と PNGRIS で用いた調査群との間にサイト選定の時点でバイアスがあった可能性もあるが、PNGRIS の調査には不明な点が多く、検証することは出来なかった。一方、FIPS と PSP、または PNGRIS と PSP との間には平均値に有意な差が見られなかった。これには PSP の調査地が少なかった（ $n = 12$ ）ことも一因として挙げられるが、FIPS と PNGRIS の調査結果は真値と全く乖離したものではないと言える。もちろん PSP の調査地選定方法自体にも、現地へのアクセス性など何らかのバイアスがかかっている可能性もあるが、短期専門家チームは、少なくとも胸高直径 50 cm 以上の商用材積において FIPS と PNGRIS のデータはある程度信頼がおけるであろうと判断した。

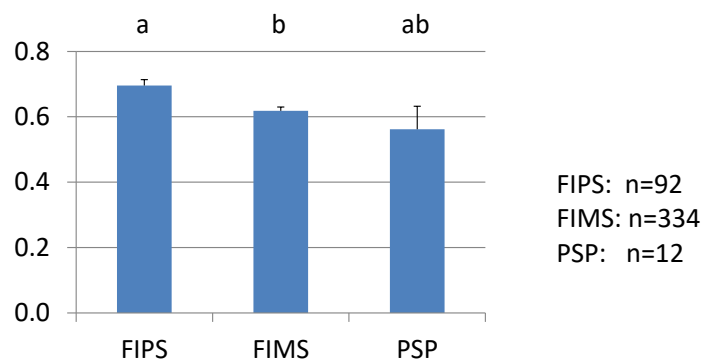


図 2.1-57 FIPS・PNGRIS (FIMS)・PSP における胸高直径 50 cm 以上の全材積に占める商用材積 (グループ 1-3) の割合

エラーバーは標準誤差を示す。英小文字の違いはデータセット間における平均値の有意差 (テューキーによる方法 ; $P < 0.05$) を示す。

図 2.1-58 は FIPS、PSP における胸高直径 20 cm 以上の全材積に占める胸高直径 50 cm 以上の材積の割合を示したものである。FIPS、PSP における各割合 (平均値±標準誤差) はそれぞれ、 0.75 ± 0.01 、 0.52 ± 0.04 であり、FIPS と PSP の平均値に有意差が見られた。上述の胸高直径 50 cm 以上の全材積に占める商用材積の割合には FIPS と PSP の平均値に有意差が見られなかったという結果と併せて考えると、FIPS の調査においては胸高直径 20 cm から 50 cm に分布する個体のうちかなりの部分が無視されたと考えられる。PNGFA の方針では、胸高直径 50 cm 以上の個体のみ商用のための伐採の対象としており、FIPS の調査において胸高直径 20 cm から 50 cm の個体も調査対象にしているのは、将来の伐採を視野に入れた、いわば予備的調査の意味合いが強い。そのため、この範囲の調査結果については正確性を欠いている可能性があり、また調査地によっては全くこの範囲を測定していない例も散見される。これらのことから、FIPS による調査データは商用材積を推定する際には有効であると言えるが、将来 REDD+活動に資するための森林炭素蓄積量を推定するためにそのまま用いるには難があると考えられる。

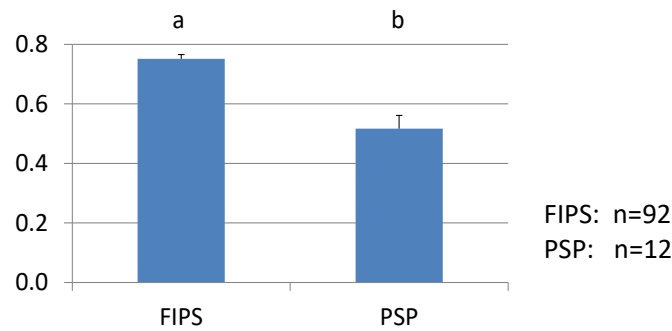


図 2.1-58 FIPS・PSP における胸高直径 20 cm 以上の全材積に占める胸高直径 50 cm 以上の材積の割合

エラーバーは標準誤差を示す。英小文字の違いはデータセット間における平均値の有意差 (t 検定; $P < 0.05$) を示す。

短期専門家チームは、胸高直径 50 cm 以上の商用材積について PNGRIS、FIPS、PSP の情報を一元化してデータベース化した。商用材積としては、輸出用木材としての有用度を示すリストにおいてグループ 1-3 の、比較的高い商用価値を持つと見なされる樹種のみをカウントした。

次に、FIPS については調査を行った場所の森林区域および植生タイプが、PSP については植生タイプのみが明らかでなかったため、それぞれの調査地における樹種と材積量割合の対応リストを作成してそれぞれの推定を行った。植生タイプについては細分類の特定は出来なかったため、「P」や「H」といった大分類の判別にとどめた。森林区域の特定が出来なかった調査地点については、可能性のある森林区域を列挙し、後に森林区域ごとの平均値を計算するときに重み付けを行った。

抽出された情報から、森林区域ごと植生タイプごとの材積量の平均値を計算した (添付資料 23 参照)。植生タイプごとの材積量については細分類のものとともに大分類の平均材積量も算出し、大分類の植生タイプしか分からない地点 (例えば森林基盤図と PNGRIS の間において大分類の植生タイプが異なっている、「x」という添え字が植生タイプに付いている地点) の材積量として適用した。ある地点の植生タイプの材積量が材積表によって指定されていない場合には、全森林区域、全植生タイプの平均材積量を適用した。

推定された各材積については PNGFA 職員によるレビューを受け、一箇所極端に大きな材積量となっていた森林区域のデータにその周辺の森林区域のデータによる平均値を用いて修正を加えた後、承認を得た。承認された材積情報は森林基盤図へ付加した。森林基盤図には FIMS 由来の材積情報が元から含まれるため、森林基盤図は現時点で 2 種の材積情報 (FIMS 由来のもの今回新たに承認されたもの) を有している。今回新たに承認された材積情報は、より多くのデータを元にしており、より確からしいものとなっていると考えられる。

なお、PNGRIS、FIPS、PSP の間にデータの収集方法に一貫性が無いため、ここで推定した材積量についてはあくまでも暫定的なものとし、将来的には FAO プロジェクトによる NFI の結果によって置き換えることができるようにしてある。

2.1.5 地上サンプルプロット情報の活用

本項では、2.1.3 (2) において検討した、森林減少ドライバの特定方法によって推定された

ドライバの精度について検証した。FAO 支援の下で行われた Collect Earth による「NFI のプレ調査」は、PNG 全土で 25,209 点に及ぶものとなったが、その中で 1 ヘクタール以上の大きさの Hansen ロスと重なる調査地点、235 点を選び、それぞれの地点で Collect Earth を用いて目視判読された地上の様子と本調査結果によるドライバ判読結果を比較した(図 2.1-59、図 2.1-60)。20 ヘクタール以上の大きさの Hansen ロスのドライバについては既に判読済みであったが、その他の大きさの Hansen ロスについても同様の方法でドライバの判読を試みた。両者の結果の比較を行うにあたって、それぞれで判読された森林減少ドライバについて比較対応させた(表 2.1-27)。なお、Collect Earth による調査結果も確実な現況を表しているわけでは必ずしもなく、本来は地上調査によって確かめるべきだが、本業務で判読した森林減少ドライバの大まかな精度を知るために、あえてこれをサンプルデータとして用いた。

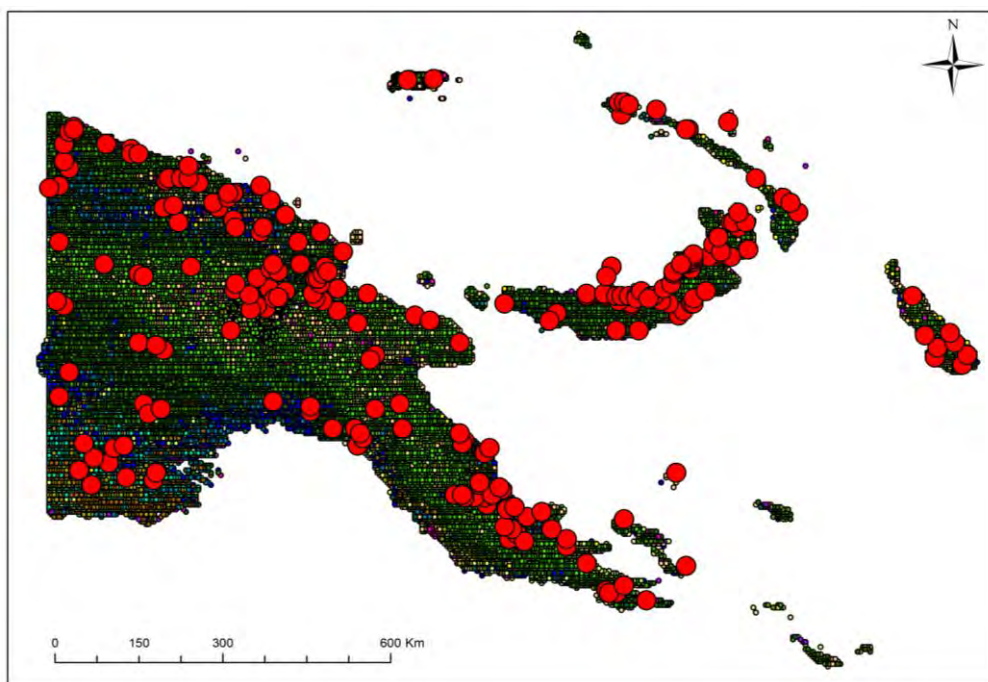


図 2.1-59 FAO の Collect Earth による地上被覆解析結果と本解析で用いた調査地点

注) 大きな赤い丸は本解析で用いた調査地点を表す。小さな丸の色の違いは地上被覆の違いを表す。

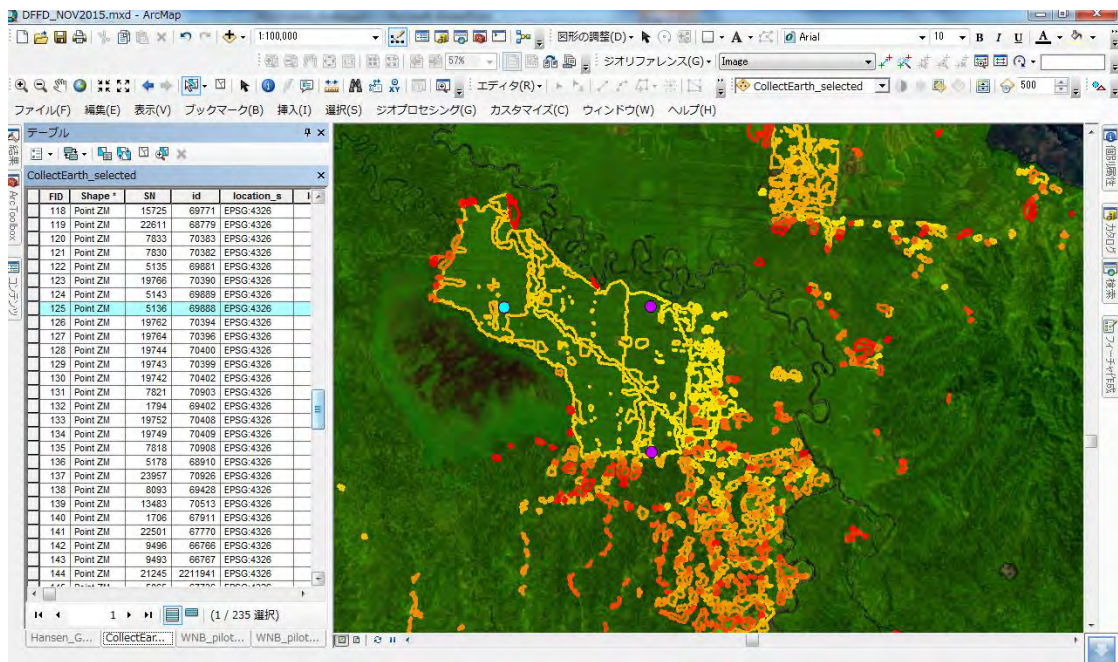


図 2.1-60 Hansen ロスの判読結果と Collect Earth による判読結果を比較するイメージ

表 2.1-27 森林減少ドライバの対応表

JICA	FAO
Subsistence Agriculture	subsistence_agriculture subsistence_agriculture_shifting subsistence_agriculture_not_sure subsistence_agriculture_permanent
Commercial Agriculture	gardening
Plantation	other_crop, palm_oil, coffee, tea, coconut
Logging	logging
Flooding	(none)
Landslide	land_slides
Facility Construction	village, infrastructure, large_settlement
Fire	fire
Unknown	other_human_impact
(Others)	low_altitude_forest_on_plainsand low_altitude_forest_on_upland lower_montane_forest etc.

本業務で判読した森林劣化ドライバと Collect Earth による調査結果を対応させた精度検証結果を判別効率表により示す (表 2.1-28)。総合精度 (Overall Accuracy) は 51%と高くない。特に林業由来のドライバについては、作成者精度 (Producer's Accuracy) は 40%と低く、本業務で用いた LANDSAT のような中解像度衛星画像では正確に検知できない場合が多いことが示唆された。一方プランテーション由来のドライバについては、作成者精度は 91%と高く、本業務でプランテーション由来のドライバとして検知した箇所はおおむね Collect Earth による解析で

も同じくプランテーション由来と判定されたと考えられるが、利用者精度は 59%と低かった。これは、本来は林業など、他のドライバ由来の森林減少であったものも、本業務ではプランテーションによるものとして判定したことを意味する。

表 2.1-28 森林減少ドライバの判別効率表

		Collect Earth analysis by FAO											
		Subsisi. Agr.	Comm. Agr.	Plantat.	Logging	Flood.	Land-slide	Facility Const.	Fire	Un-known	Others	Total	User's Accur.
Our study	Subsistence Agriculture	50	3	2	7			8	1	8	13	92	54%
	Commercial Agriculture	1		1	1						1	4	0%
	Plantation	5	1	42	12			1		6	4	71	59%
	Logging	1			16					2	2	21	76%
	Flooding	2								1	6	9	0%
	Landslide						1			1	2	4	25%
	Facility Construction				1			1		1		3	33%
	Fire										1	1	0%
	Unknown	6		1	3				2	10	8	30	33%
	Total	65	4	46	40	0	1	10	3	29	37	235	
	Producer's Accuracy	77%	0%	91%	40%	-	100%	10%	67%	34%	-		

Overall Accuracy 51%

2.1.6 その他の情報整備方法の検討

1) 制約地データの更新

FIMS のデータに制約地データがあるが、本データは古く、完全性や位置精度に課題のあるデータである。そのため、C/P からも制約地データの更新の必要性について指摘がなされていた。そこで、入手可能な最新のデータを用いて、PNG-FRIMS のデータベースとなる制約地データの整備を行った。利用可能なデータの状態やデータの処理方法について C/P 職員と調査を行い、利用するデータとデータ処理方針を決定した。整備する制約地データと処理に用いたデータについて表 2.1-29 に示す。データ処理方針の詳細や整備したデータの状況については「Fact Sheet No.5 Constraints Data – Natural Condition Layers in the PNG-FRIMS」(添付資料 6) として取り纏めた。

表 2.1-29 整備する制約地データ

制約地データ	データ内容	処理データ
Altitude	Altitude land over 2400m altitude.	Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 30 ²³
Slope (Extreme)	Slope (Extreme) land with over 30 degree dominant slope.	SRTM 30
Slope/Relief	Slope/Relief	SRTM 30
Mangroves	Land with dominant slope of 20-30 degrees and sub-dominant	Forest Base Map 2012
Inundation (Extreme)	Slope over 30 degrees and with high to very high relief.	PNGRIS 2008 ²⁴
Inundation (Serious)	Mangroves land covered by mangroves.	PNGRIS 2008
Karst	Inundation (Extreme)	PNGRIS 2008

²³ Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global, <https://lta.cr.usgs.gov/SRTM1Arc> (2017 年 4 月 3 日閲覧)

²⁴ University of Papua New Guinea, 2008. Papua New Guinea Resource Information System

2) FCA バウンダリデータの追加

SABL の下での FCA による森林伐採は、大規模な面積の森林を農地に転用するために行われるため、周辺に与える影響が大きく、森林管理や森林炭素蓄積を考える上ではその動向を把握しておく必要がある。FCA においては伐採コンセッション同様、開発業者から 5 年計画と年次計画のそれぞれが PNGFA に地図とともに申請されることになっている。しかし、伐採コンセッションの区域や Logged over area のケースと異なり、申請された FCA に関するバウンダリが I&M 課にて GIS データ化される仕組みは無い。PNGFA の GIS サーバ上には FCA バウンダリとされるものが既に存在するが、これは開発業者から提供された、実際に伐った部分のみを示した地図をデジタル化したもので、FCA 全体のプロジェクトバウンダリとは大きく異なる（図 2.1-61）。GIS サーバ上の FCA バウンダリは作成後更新されず、また更新される目処は無い。そのため、実際には業者は申請した FCA バウンダリの内部で施業しているにもかかわらず、GIS サーバ上では FCA バウンダリの外側で施業が行われているように見える。

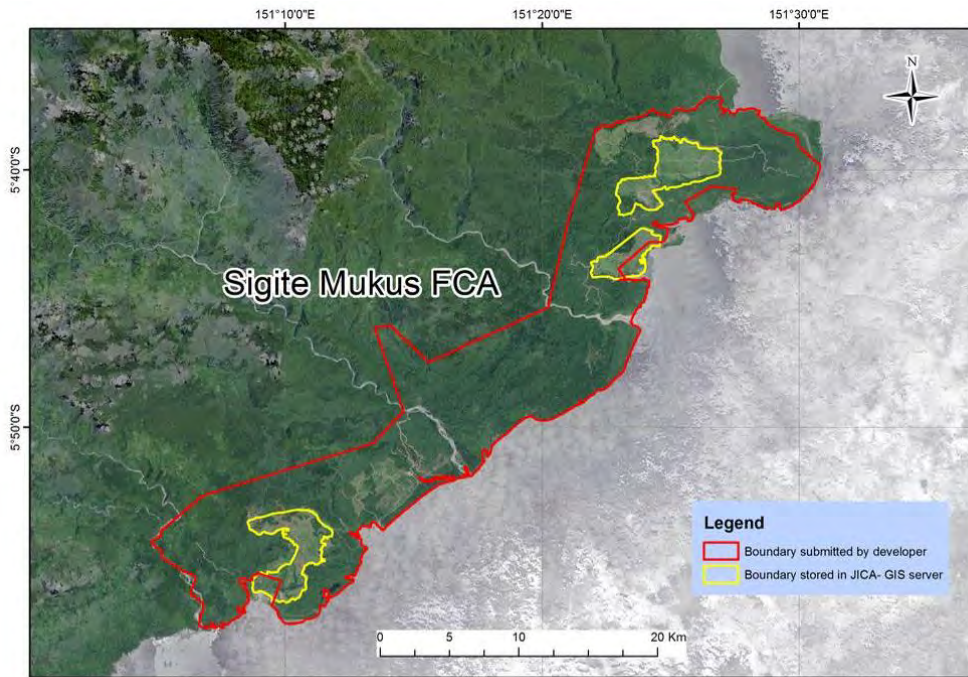


図 2.1-61 現状 JICA サーバ上にある FCA バウンダリと業者から申請されたものとの比較

短期専門家チームは長期専門家とともに、PNGFA に対して伐採コンセッション同様、FCA プロジェクトバウンダリや年次計画にて報告される伐採済み区域が、それぞれの申請後に速やかに GIS データとして整備される仕組みを作る必要があると提言した（添付資料 24）。過去の大規模な FCA 活動については、データの量が膨大なため、現地庸人を用いてデータの追加を進めた。

3) Logged over area データの追加

より正確に林業活動に伴う森林減少および劣化を把握できるデータとして、ALP の作成時に業者から提出される Logged over area 情報が挙げられる。パイロット地区を対象に GIS データ化を開始した。データ化の対象としては Logged over area だけでなく、林道などの関連施設も含まれる。しかし、これを全て GIS データ化するには、1990 年代以降に提出された 1,000 以上

にもおよぶ ALP を全てデジタル化する必要があり、仕事量が極めて膨大になる。プロジェクトとして現実的に Logged over area 情報の活用方法を探るには、まずは限定された地域（例えばパイロットコンセッション地区のみ）について過去にさかのぼって Logged over area 情報のデジタル化を行い、その利用について検討を行うこととした。その上で、将来的に各地区において生み出されるであろう Logged over area 情報の活用を活かす。

PNG-FRIMS に未入力過去の Logged over area について情報を収集し、全情報のリスト化を行った。2018 年 6 月から 12 月の期間で現地再委託で Logged over area マップのスキャン、およびデジタル化を進めた（添付資料 25）。品質確保のため、入力したデータについては、C/P 職員によりダブルチェックを行う体制で行った。しかし、Logged over area 情報は膨大であり、現地再委託だけでは全ての入力はできなかつたため、Logged over area データについても FCA バウンダリと合わせて現地傭人を用いてデータの追加を進めた。FCA と Logged over area の見つかったマップ数は 1,574 で、49 のマップは PNGFA の過去の火災等で紛失していた。2019 年 8 月 31 日現在、1,574 のマップの内、783 のマップについてデータ化が終了した。724 のマップについてはスキャンのみが終了した。67 のマップについてはまだスキャンが終わっていない。プロジェクト終了後も、引き続き PNGFA でデータ化を進めることが求められる。添付資料 26 に ALP・FWP（Forest Working Plan）・FCA の一覧と整備状況を示す。

なお、Logged over area や Concession の概要については、「Fact Sheet No.8 Forest Concession and Land Management Layers in PNG-FRIMS」（添付資料 6）として取り纏めた。

4) 林道情報の追加

PNG において林業は、最も重要な森林減少および劣化ドライバーの一つであるが、しばしば択伐が行われており、解像度 30 m の LANDSAT 等の無料の衛星画像でこれを観測するのは困難な場合がある。一方で、中解像度の衛星画像によっても観測可能な林道の分布を把握し、林業活動の行われている箇所を推定するのは、択伐地の特定やその他の森林管理に向けて持続的な森林モニタリングを行うために、手段の一つとして有効である。そこで、2000 年、2005 年、2011 年、2015 年を基準年とし、PNG 全土で林道を含む道路情報の整備を行った。

道路網の時系列情報の整備のためには主に、Google Earth Engine で生成した 2000 年、2005 年、2011 年、2015 年の LANDSAT 雲無しモザイク画像を参照した。しかし、LANDSAT 画像では、森林でない草地や農地においては、道路と草地や農地の色の違いが明瞭でなく判別が困難であるため、UPNG が 2010 年頃に既存の情報などをまとめて作成した GIS 道路情報や、かつて環プロ無償プロジェクトで調達された 2011 年の RapidEye 衛星画像を適宜参照して補完した。完成した道路情報を図 2.1-62 に示す。

なお、林道情報については、「Fact Sheet No.7 Digitized Road Information」（添付資料 6）として取り纏めた。

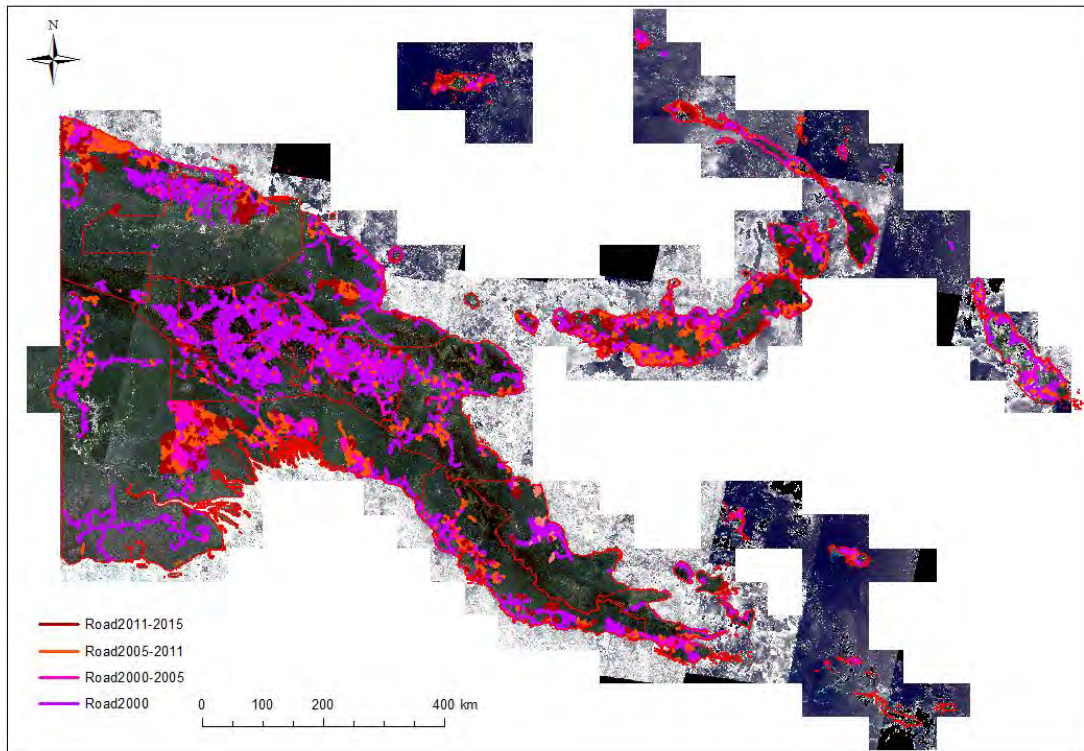


図 2.1-62 完成した道路情報図

5) 10m 間隔等高線の整備

長期専門家やC/P職員によって2017年4月30日～5月4日に実施されたAria Vanu Blk2 FMAのフィールド調査において、「ArcGIS Explorerで等高線データを表示すると、データが重くズームインやズームアウト操作の動きが悪くなる」という報告があった。そこで、現場職員が対象サイトを確認する際に、許容できる表示処理速度や表示上の美しさを考慮し、整備可能なデータセット、およびデータの整備方法を検討した。その結果、等高線は、10m間隔のラインと50m間隔のラインで色分けした3mメッシュのラスターデータで整備し、等高線のラベルは、ファイルジオデータベースのアノテーションデータで整備することとし、全国の等高線のラスターデータを整備した。

6) Hansen データの追加

Hansen データは、これまでに2013年、2014年、2015年(2回)、2016年にデータが公開されている。各バージョンがカバーする年度を表2.1-30に示す。これらのデータの空間分布、および面積を比較したところ、2016年版を正とした場合、2013年版は1ピクセル未満の位置ずれがあった。また、2015年ver.1では2014年、2014年版では2012年と2013年、2013年版では2011年と2012年のデータの面積にずれがあった。この原因としては、データ解析に用いる衛星画像にLANDSAT 8が含まれ、解析精度が向上したこと、手法の調整が行われたこと等が可能性として考えられた。

プロジェクトでは、これまで2013年版と2015年ver.1、2016年版について、各年のHansenロスおよびゲイン情報を森林基盤図のForest Monitoring Unit (FMU)のリレーショナルデータベースとして整備した。Hansenデータのバージョンによる違いや、データ整備に際し利用した

Hansen データのバージョンについては、メタデータに記載した。

表 2.1-30 Hansen データのバージョン間比較

バージョン	2001	・・・	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2016 年版	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2015 年 ver.2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—
2015 年 ver.1	○	○	○	○	○	○	○	○	×	—	—
2014 年版	○	○	○	○	○	○	×	×	—	—	—
2013 年版	△	△	△	△	△	×	×	—	—	—	—

○：データあり △：データあり・位置ずれあり ×：データあり・面積に違いあり —：データ無し

7) 植林データの検討

森林政策計画部 I&M 課は 森林開発部 Plantations 課の要望を受けて、紙地図の植林情報の GIS データ化に取り組み始めた。また一方で、森林基盤図の植林データの面積と Plantations 課が保有する植林情報の面積に齟齬があることが判明した。I&M 課と Plantations 課、および長期専門家は、本件についての状況の把握と今後の作業対処方針を検討するため協議を進めた。本件の内容については 2017 年 10 月 13 日に実施された協議に詳しいので、協議議事録を添付資料 27 に示す。

2.1.7 PNG-FRIMS の試作

(1) ArcGIS10.2.2 へのバージョンアップ

FIMS の ArcGIS10.2.2 へのバージョンアップ対応は、日本国内で開発作業を実施し、2015 年 2 月に、ArcGIS の 10.0 から 10.2.2 へのバージョンアップ作業とともに、新しい FIMS を導入した。

(2) 森林伐採計画評価・モニタリング支援

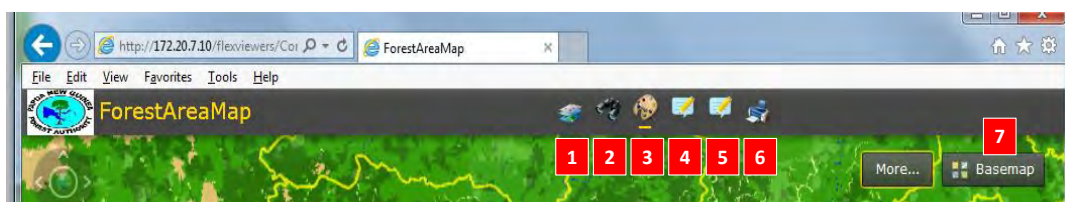
本試作では、PNG-FRIMS に登録されている各種森林情報の内容を C/P に理解してもらうことも目的とした。これまで、PNGFA 内で、地図のデータを閲覧することができたのは、主に I&M 課の地図作成者に限られていた。ライセンスに限りのある GIS ソフトウェアを使用せずに地図閲覧することができる WebBrowserMap を使用することで、各職員の日常業務の中、いつでも森林情報を利用することができる。また、各利用者自身が自分自身で地図データを作成することで、PNG-FRIMS をより身近に感じてもらえるようにした。

さらに、各種森林情報を閲覧できる環境ができたことで、これまで気づかれることのなかった地図のエラーの発見や、PNG-FRIMS に対し新たな要望（新機能）が報告されることが期待できる。そこで、WebBrowserMap に Feedback 機能を設け、それらの意見を収集することとした。

表 2.1-31 LAN-Map 上で閲覧可能な主な森林情報

分類	森林情報	閲覧可能な属性	備考
Logging	Concession Area	Name, Type (TRP, LFA or FMA), Status (Concession or Proposed),	Managed by FIMS

		Purchase Date, Expiry Date, Remarks (Current or Expired), Remarks2 (Detailed memo)	
Vegetation	ForestBaseMap.v1.1		2012 based
	FMU	Vegetation Type	1972 based
Project Area	FCA	Name	Created by I&M Branch
	Forest Plantation	Name	
	Protected Area	Name	From Conservation and Environment Protection Authority (CEPA)
Topography	Satellite		Rapid Eye Image
	Topomap		1/100,000
	Hillshade		Based on SRTM



Functions	Remarks
1 Layer List	To turn layers on and off.
2 Search	To search for the attribute "Name" in the concession area layer.
3 Measure	To measure length and area for simple graphics (line or polygon) drawn by users.
4 Sketch	To create simple graphics (point, line and polygon) for planning or monitoring.
5 Feedback	To create feedbacks (e.g. the data error which user noticed, the request for adding information or adding new functions) as new point features on the map.
6 Print	To print all visible map displayed.
7 Switch Basemap	To choose background topography.

図 2.1-63 LAN-Map の機能概要



図 2.1-64 Sketch 機能画面

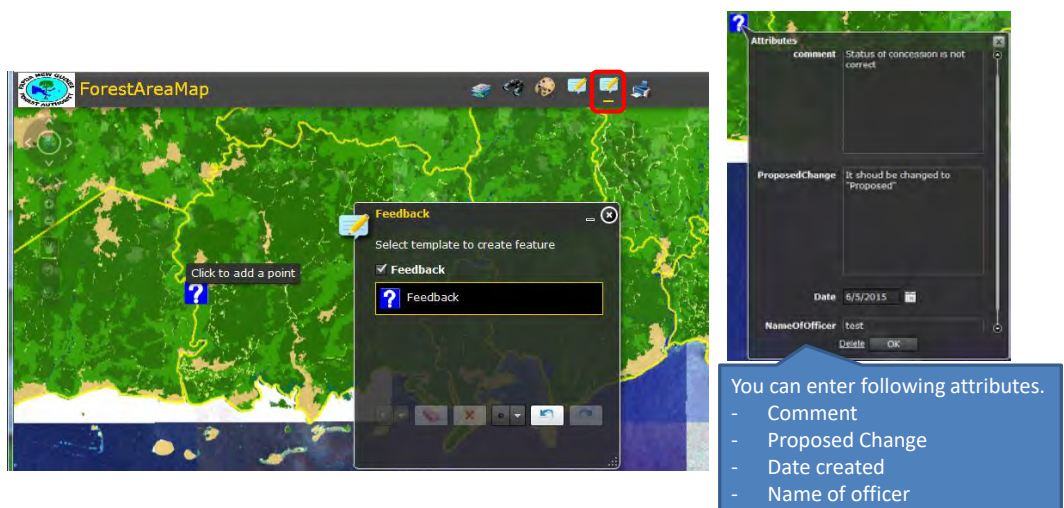


図 2.1-65 Feedback 機能画面

(3) LAN-Map の機能拡張

1) Job Request 機能

この機能の利用者には、①申請者、②マネージャー（承認者）、③地図製作者の3者がいる。それぞれがアクセスする地図画面を次に示す。

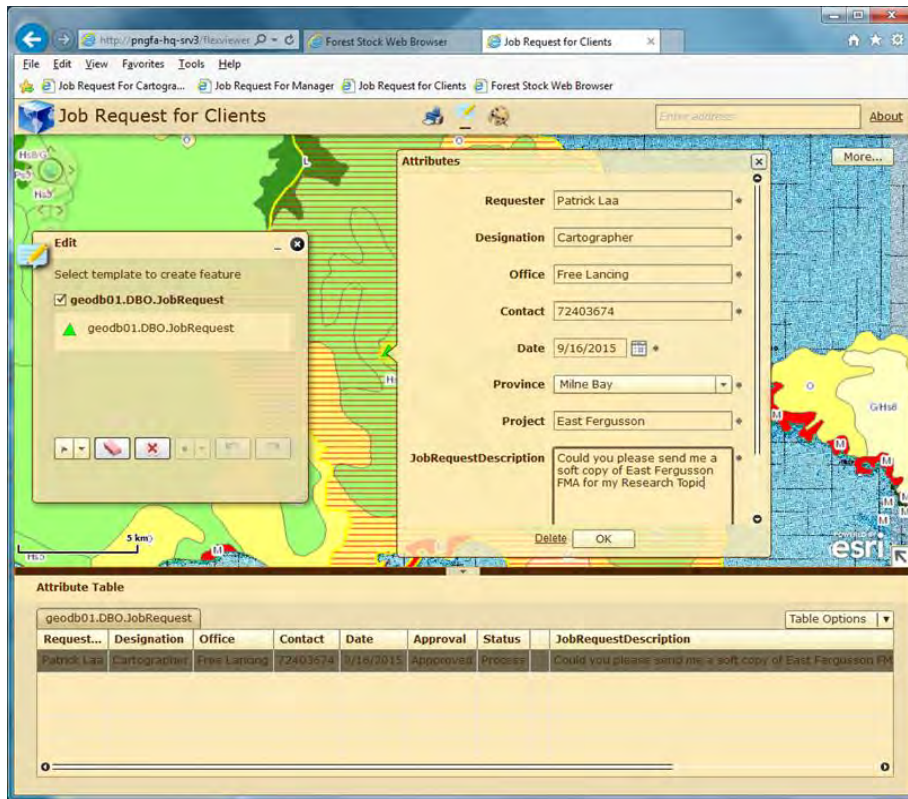


図 2.1-66 Job Request : 申請者画面

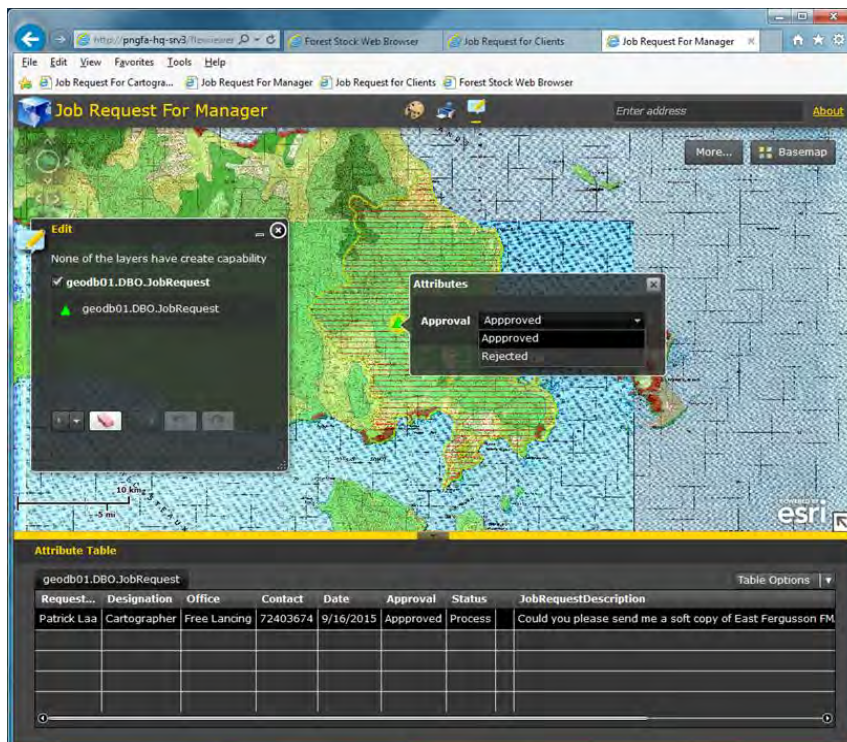


図 2.1-67 Job Request : 承認者画面

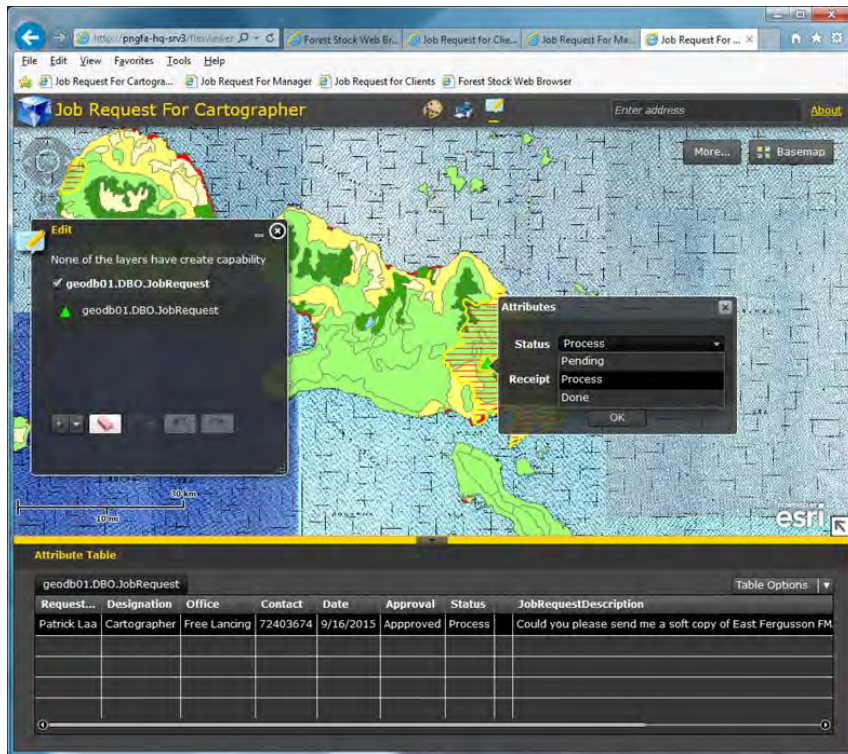


図 2.1-68 Job Request : 地図製作者画面

2) 森林蓄積量簡易推定機能

この機能は、利用者の関心地点を含む任意の範囲を指定し、その範囲に含まれる森林材積量を推定する。この機能の画面イメージをに示す。

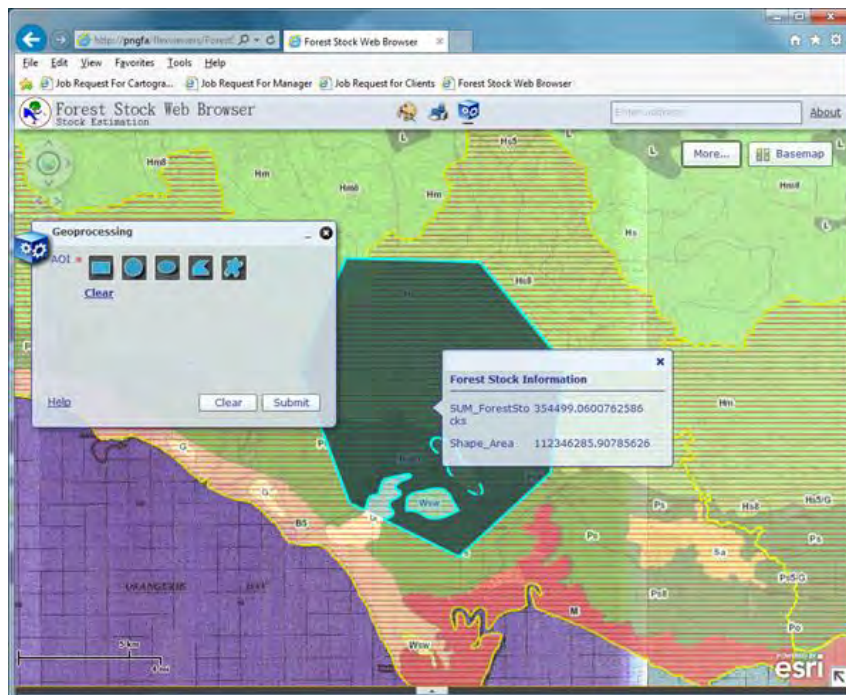


図 2.1-69 森林蓄積量簡易推定機能のイメージ

(4) ポータルサイト機能

2.1.2 の基本設計に基づき、LAN-Map の入り口となるポータルサイトを試作した。

1) ログイン機能

ポータルサイトへのアクセスは、ユーザ名とパスワードを入力する。

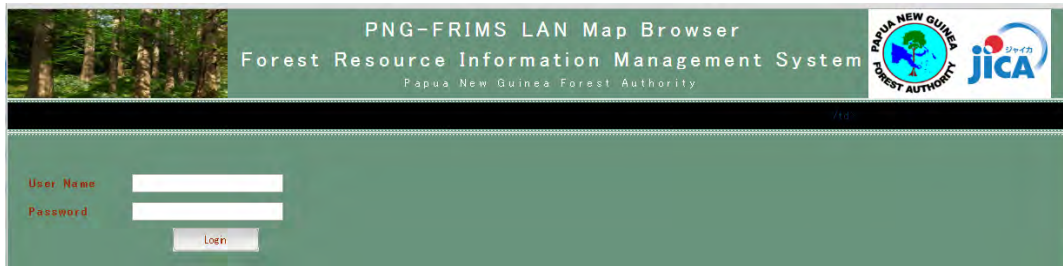


図 2.1-70 ポータルサイト：ログイン画面

ユーザは複数のグループに所属し、各グループに設定された権限に基づき地図を閲覧することができる。複数のグループに所属するユーザは、ログイン後、グループの選択をすることができる。

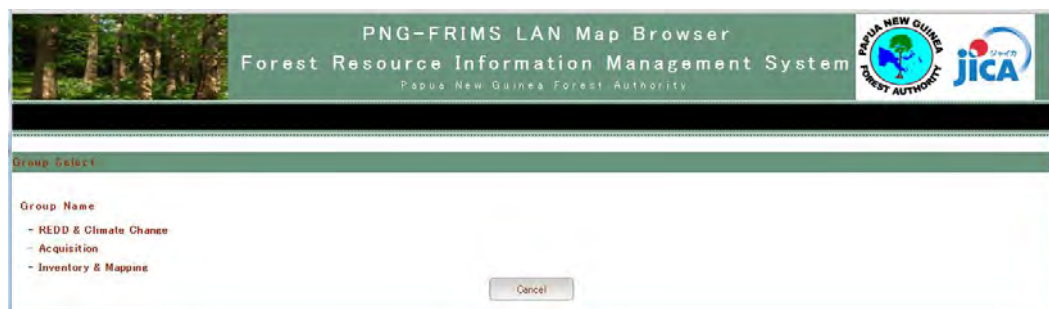


図 2.1-71 ポータルサイト：グループ選択画面

2) メニュー画面

ログイン後に表示されるメニュー画面は、直近のお知らせ情報とユーザが閲覧可能な地図の一覧を表示する。また、管理者権限をもつユーザの場合、システム管理機能へ移動することができる。



図 2.1-72 ポータルサイト：ログイン後のメニュー画面（管理者権限でログイン）

3) 地図機能

メニュー画面で表示される地図を選択すると、地図画面に遷移する。地図の左側には、お知らせ情報（ニュース）の一覧が表示される。また、画面上部には、'Map URL Creation'というリンクが配置されており、地図共有用の URL を発行する。

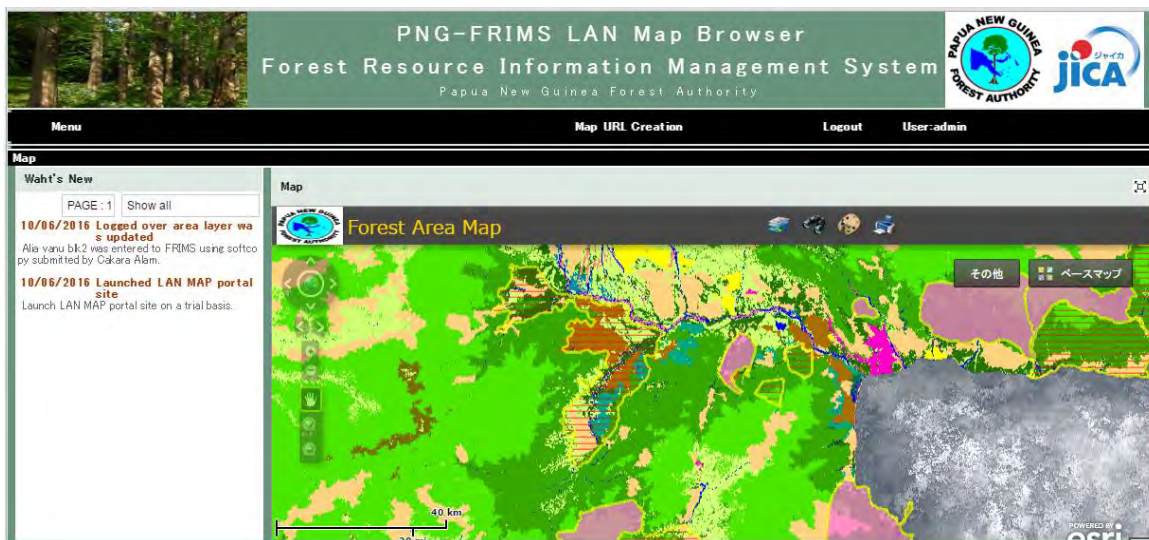


図 2.1-73 ポータルサイト：マップ画面

4) システム管理機能

システム管理機能には、「ユーザ管理」、「グループ一覧」、「地図管理」および「所属権限設定」の4種類の機能がある。

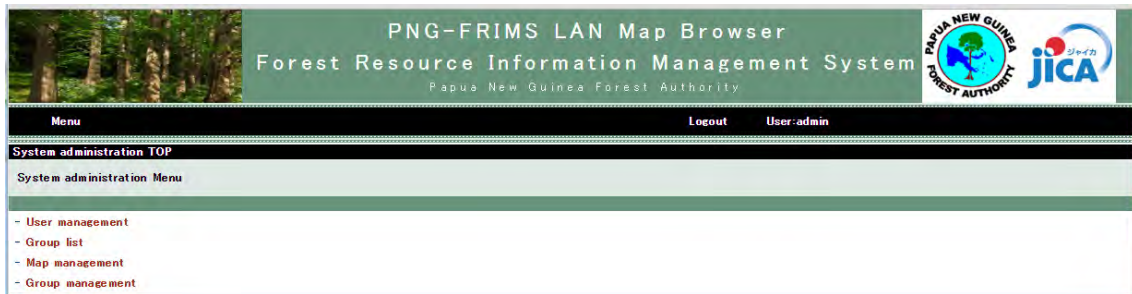


図 2.1-74 ポータルサイト：システム管理機能画面

「ユーザ管理」は、ユーザとそのログインパスワードを設定する。また、それぞれのユーザが所属するグループも設定する。

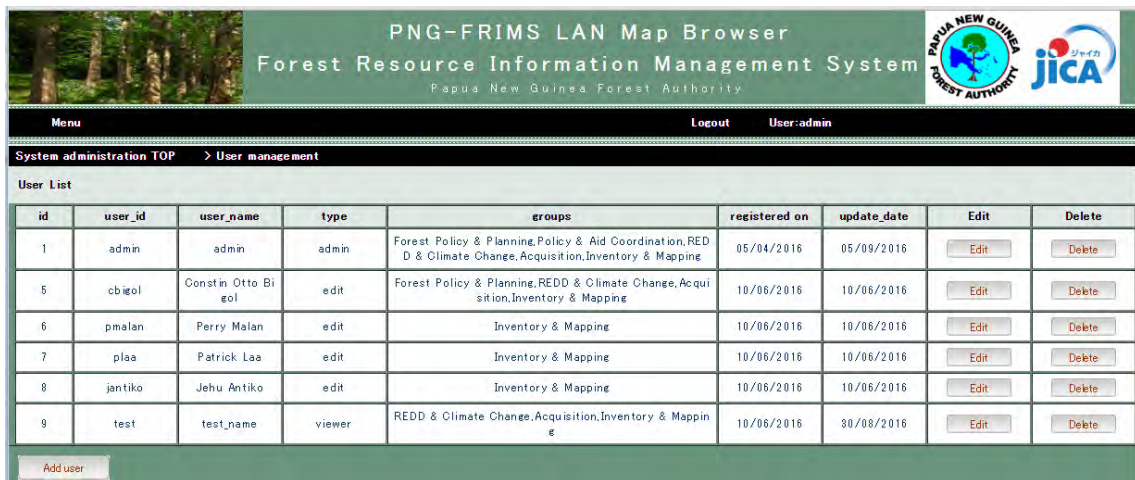


図 2.1-75 ポータルサイト：ユーザ管理画面

「グループ管理」は、ユーザが所属するグループを設定する。地図の閲覧は、グループごとにその権限が付与される。

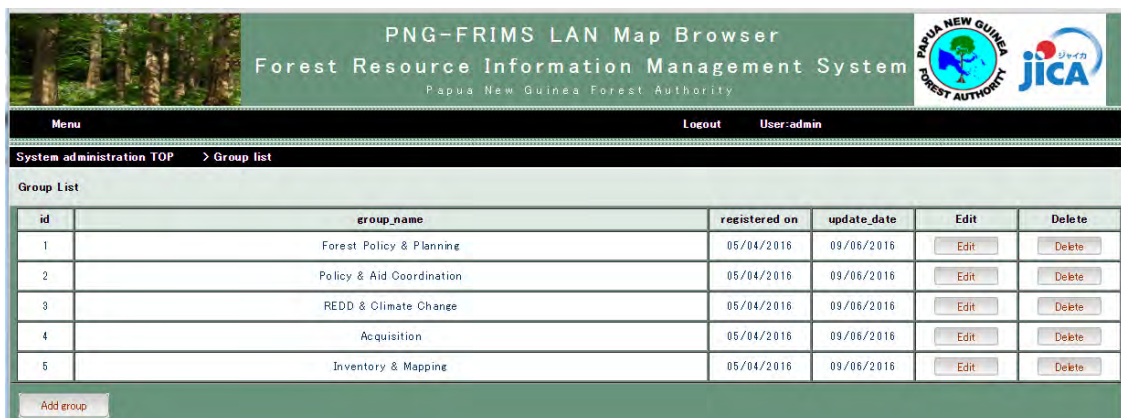


図 2.1-76 ポータルサイト：グループ管理画面

「地図管理」は、LAN Map により配信される各種地図の名称と URL の情報を管理する。

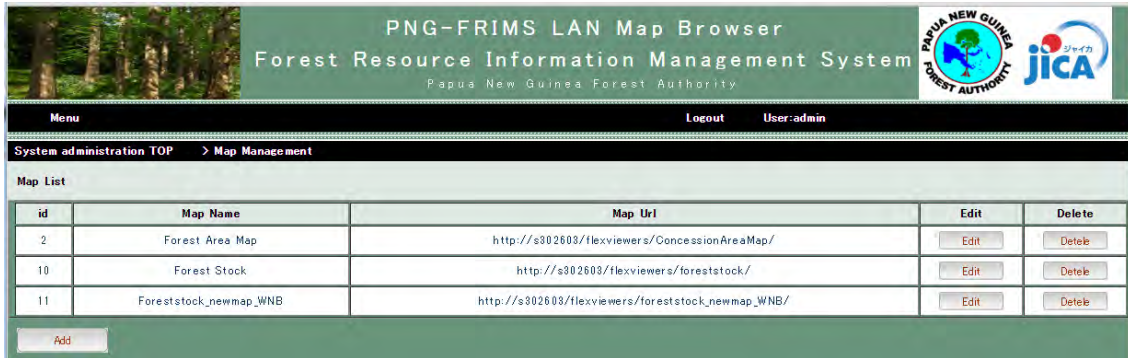


図 2.1-77 ポータルサイト：地図管理画面

「所属権限設定」は、各グループが閲覧可能な地図を設定する。

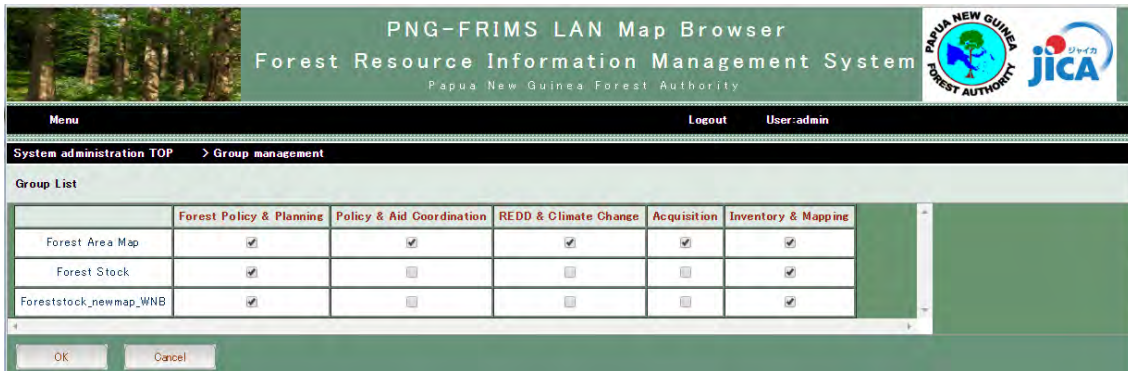


図 2.1-78 ポータルサイト：所属権限設定画面

5) 地図共有機能

MapURL 生成画面を開き、関心地点を中心に、地図を拡大・縮小し、URL を発行する。生成された URL を共有することにより、関係者間で同じ地図を閲覧することができる。

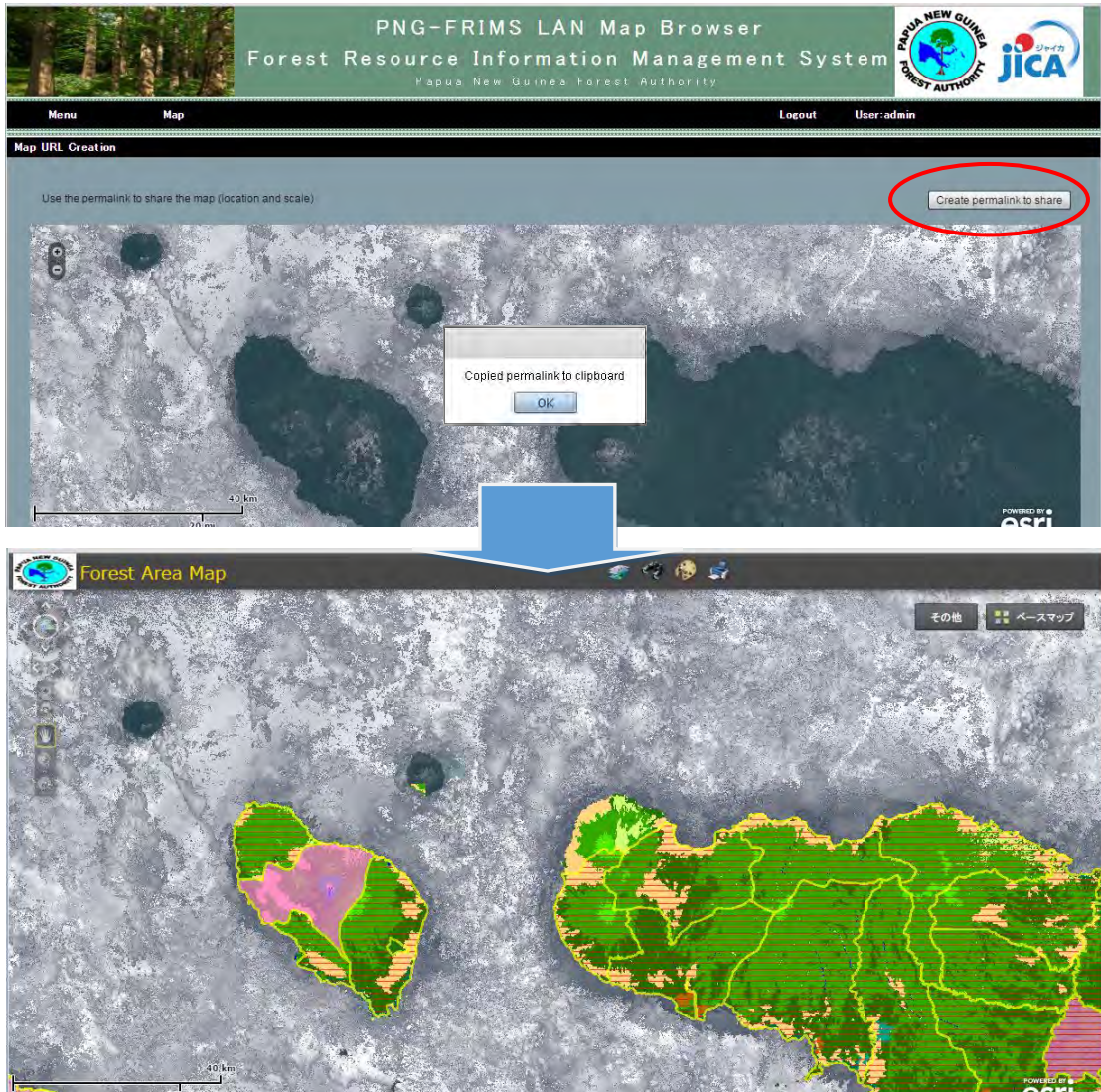


図 2.1-79 ポータルサイト : Map URL 生成画面と生成された URL から閲覧される地図

(5) 公開地図の追加

これまでは、主に伐採プロジェクトのモニタリングを目的とした地図を LAN-Map に試験的に公開してきた。伐採プロジェクトのモニタリング以外の用途を検討するために、Plantations 課および Acquisition 課向けの地図を LAN-Map に公開した。

1) 森林プランテーション地図 (Plantations 課)

Plantations 課における LAN-Map の使用場面と期待される効果を次のとおり検討した。

表 2.1-32 Plantations 課における LAN-Map の使用

活用場面	PNG-FRIMS のデータ	期待される効果
森林プランテーションプロジェクトの境界地図の作成	GPS によって取得される境界調査結果	適切な森林プランテーション管理の促進

活用場面	PNG-FRIMS のデータ	期待される効果
新たなプランテーションエリアのための草地エリアの選定	森林基盤図 (草地) 等高線 衛星画像 制約地域 ILG 境界	新たなプランテーション候補地選定の促進
植林に適した土地の略図作成	森林基盤図 等高線 衛星画像 制約地域 ILG 境界	作業の効率化

LAN-Map 上に試作した地図を次に示す。

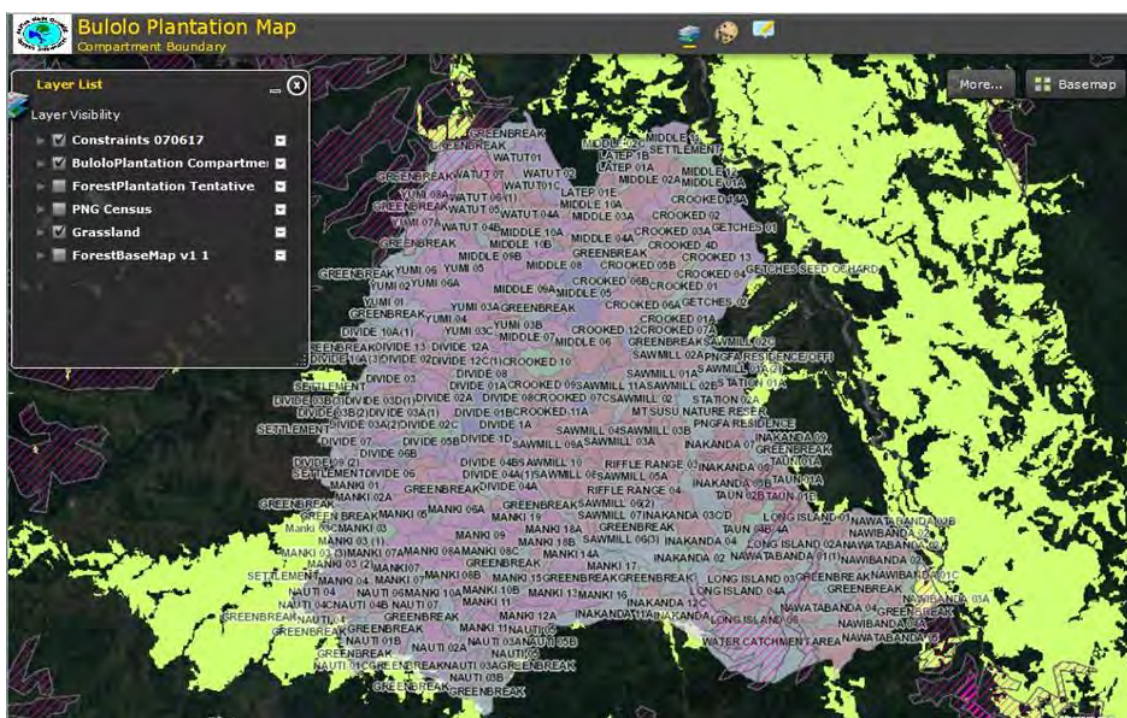


図 2.1-80 Plantations 課向けの地図

2) 慣習的土地境界の特定 (Acquisition 課)

Acquisition 課における LAN-Map の使用場面と期待される効果を次のとおり検討した。

表 2.1-33 Acquisition 課における LAN-Map の使用

活用場面	PNG-FRIMS のデータ	期待される効果
慣習的土地制度に基づく土地境界作成	衛星画像 集水地域 等高線	森林経営権の獲得に関する土地所有者との協議の促進

LAN-Map 上に試作した地図を次に示す。

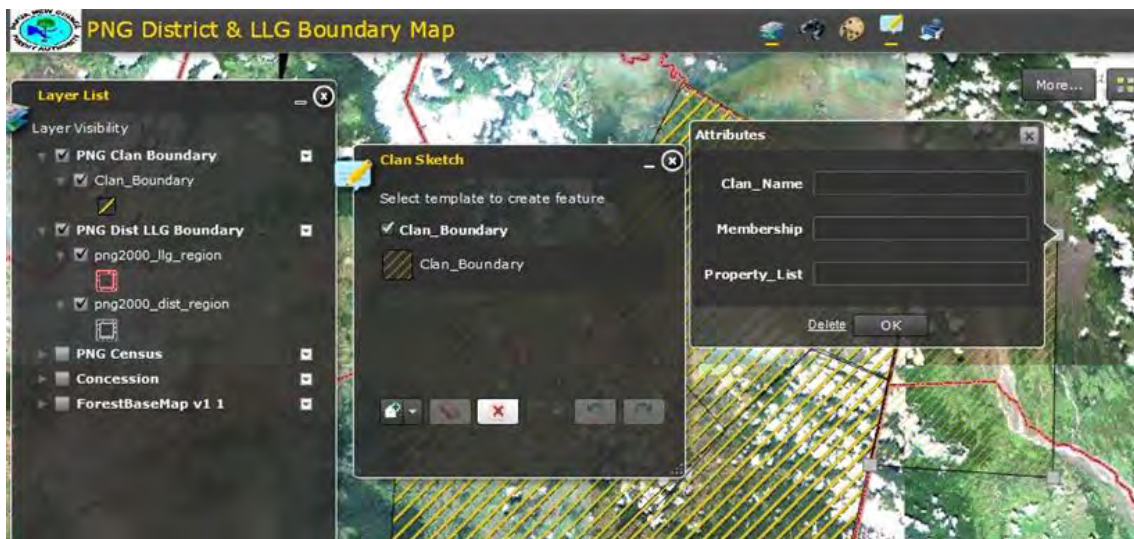


図 2.1-81 Acquisition 課向けの地図

(6) 年伐採許容量の計算とレポート作成

NFP の検討に使用される年伐採許容量 (AAC; Annual Allowable Cut) の計算・レポート作成機能を検討した。この機能は、本プロジェクトで更新した森林基盤図と従来の植生データ (FMU) の新旧データを用いて計算結果を出力する。作成対象のレポートと試作したツールを次に示す。

表 2.1-34 PNG の森林区分

FMU ID	FMU Name	Forest Type										Total Area (ha)	Total Volume (m³)	Total Biomass (t)	Total Carbon (t)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1
2
...
100

Source: Original values are prepared for NFP on 15th Mar, 2015 based on FMS 2012 values

*1: Area already acquired for RMA, TRP, LRA and TA
 *2: Area under acquisition and allocation process for RMA or TRP
 *3: Area not yet classified
 *4: Area under WMA, extreme constraints and Mangrove
 *5: Cause of calculation inconsistency to be found out
 *6: Gross forest area in this table includes Woodland, Scrub and Savanna in ForestBaseMap 2012

Figures in Italic indicates original values copied from the draft prepared for NFP on 15th Mar, 2015

表 2.1-35 PNG の Annual Allowable Cut (パターン 1)

Calculation Example 1 Net Production Area = Production Forest
Appendix 5a.1: Annual Allowable Cut for PNG in NFP 2015 – 2020

Province	Net Production Area (ha) (c)	Logged Over Area in Net Production Area (ha) (d)	Un-logged Area in Net Production Area (ha) (e) ((c)-(d))	Rerowth Volume in Logged Over Area (m ³) (f)	Volume in Un-logged Area (m ³) (g)*1	Gross Merchantable Volume (m ³) (h) ((f)+(g))	AAC (m ³) (i) ((h)/35)	Permitted Cut Under Projects (2013) (a)	Balance AAC (2013) (r) ((a)-(i))	Projected AAC 2015-2019 (000 m ³)				
										2015	2016	2017	2018	2019
Western	1,221,000					0	0	826,000	817,793	736	736	736	736	736
Gulf	3,238,137					0	0	1,186,000	-348,997	1,046	1,046	1,046	1,046	1,046
Central	390,832					0	0	270,000	583,194	343	343	343	343	331
Milne Bay	113,730					0	0	58,000	228,773	109	109	109	109	109
Oro	221,000					0	0	288,000	422,728	153	153	153	153	153
Morobe	193,941					0	0	185,000	925,885	241	241	241	241	141
Madang	354,780					0	0	568,000	178,338	418	288	288	138	138
East Sepik	521,800					0	0	397,000	428,252	150	150	150	150	150
Sandaun	1,088,627					0	0	907,200	226,154	554	554	554	554	554
Manus	33,667					0	0	212,000	-177,880	146	146	132	132	132
New Ireland	209,114					0	0	180,000	-4,985	180	180	180	60	60
ENB	215,687					0	0	562,500	-243,788	380	380	380	380	380
WNB	657,779					0	0	2,538,700	-2,307,765	2,434	1,704	1,549	1,549	1,549
AGB	46,720					0	0	0	254,716	0	0	0	0	0
SHP	78,780					0	0	80,000	924,292	80	80	80	80	80
BHP	0					0	0	0	385,002	0	0	0	0	0
Simbu	0					0	0	0	213,179	0	0	0	0	0
WHP	0					0	0	0	266,584	0	0	0	0	0
Enga	0					0	0	0	508,097	0	0	0	0	0
Total	7,573,077	0	0	0	0	0	0	8,258,400	6,970	6,110	5,941	5,671	5,559	

Source: Original table and figures are prepared for NFB on 19th Nov. 2015 based on FIMS Database

*1: Volume is calculated by Forest Monitoring Unit of Forest Basemap 1.2 and its tentative volume
 Figures in italic indicates original values copied from the draft prepared for NFB on 19th Nov. 2015

表 2.1-36 PNG の Annual Allowable Cut (パターン 2)

Calculation Example 2 Net Production Area = Production Forest + Potential Production Forest + Reserve Forest
Appendix 5a.2: Annual Allowable Cut for PNG in NFP 2015 – 2020

Province	Net Production Area (ha) (j)	Logged Over Area in Net Production Area (ha) (k)	Un-logged Area in Net Production Area (ha) (l) ((j)-(k))	Rerowth Volume in Logged Over Area (m ³) (m)	Volume in Un-logged Area (m ³) (n)*1	Gross Merchantable Volume (m ³) (o) ((m)+(n))	AAC (m ³) (p) ((o)/35)	Permitted Cut Under Projects (2013) (a)	Balance AAC (2013) (r) ((a)-(p))	Projected AAC 2015-2019 (000 m ³)				
										2015	2016	2017	2018	2019
Western	3,221,592					0	0	826,000	817,793	736	736	736	736	736
Gulf	2,468,523					0	0	1,186,000	-348,997	1,046	1,046	1,046	1,046	1,046
Central	1,552,852					0	0	270,000	583,194	343	343	343	343	331
Milne Bay	796,250					0	0	58,000	228,773	109	109	109	109	109
Oro	932,528					0	0	288,000	422,728	153	153	153	153	153
Morobe	1,315,017					0	0	185,000	925,885	241	241	241	241	141
Madang	993,516					0	0	568,000	178,338	418	288	288	138	138
East Sepik	638,029					0	0	397,000	428,252	150	150	150	150	150
Sandaun	2,487,247					0	0	907,200	226,154	554	554	554	554	554
Manus	156,833					0	0	212,000	-177,880	146	146	132	132	132
New Ireland	611,473					0	0	180,000	-4,985	180	180	180	60	60
ENB	767,447					0	0	562,500	-243,788	380	380	380	380	380
WNB	1,024,247					0	0	2,538,700	-2,307,765	2,434	1,704	1,549	1,549	1,549
AGB	681,643					0	0	0	254,716	0	0	0	0	0
SHP	503,929					0	0	80,000	924,292	80	80	80	80	80
BHP	59,256					0	0	0	385,002	0	0	0	0	0
Simbu	167,073					0	0	0	213,179	0	0	0	0	0
WHP	174,310					0	0	0	266,584	0	0	0	0	0
Enga	82,856					0	0	0	508,097	0	0	0	0	0
Total	18,634,621	0	0	0	0	0	0	8,258,400	6,970	6,110	5,941	5,671	5,559	

Source: Original table and figures are prepared for NFB on 19th Nov. 2015 based on FIMS Database

*1: Volume is calculated by Forest Monitoring Unit of Forest Basemap 1.2 and its tentative volume
 Figures in italic indicates original values copied from the draft prepared for NFB on 19th Nov. 2015

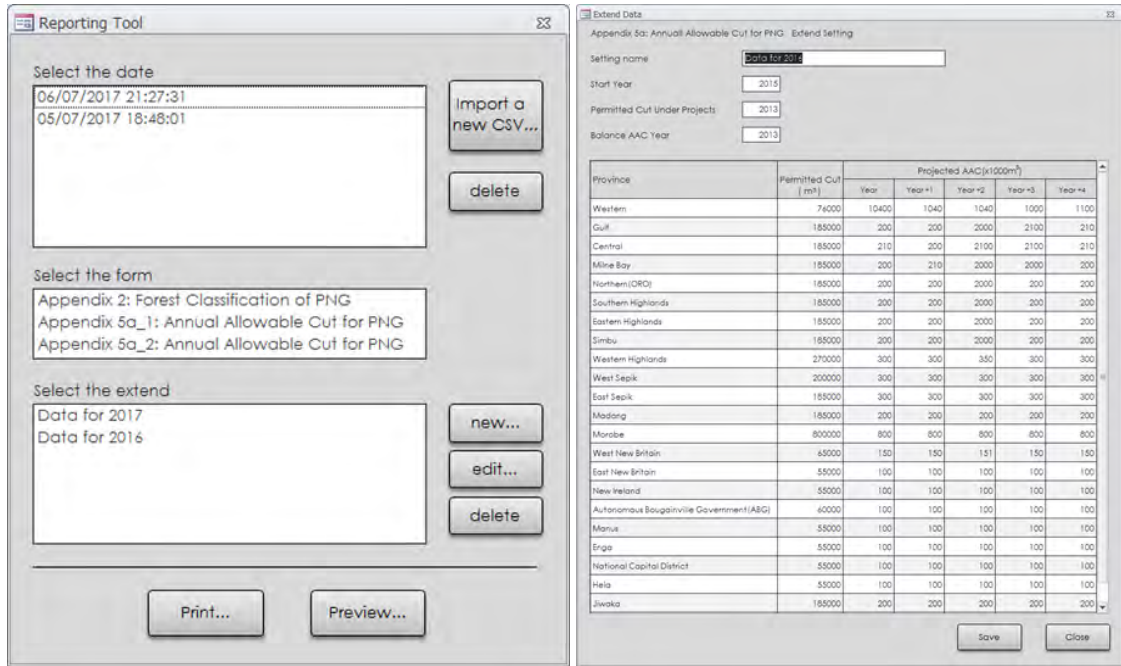


図 2.1-82 試作した印刷ツールのイメージ

(7) FIMS の改良

森林基盤図 2012 を用いた材積量推定およびレポート作成の機能を、FIMS (Forest Inventory Mapping System) に追加した。また、森林基盤図 2012 の空間演算処理を実現するために、FIMS のシステム構成の見直しも行った。

従来の FIMS が材積量推定に使用していた植生データのポリゴン数は約 1.3 万であった。一方、森林基盤図 2012 のポリゴン数は約 111 万と大きく増大した。そのため、従来の FIMS が採用していた空間演算処理方式 (PNG-FRIMS サーバの SQL Server 上で処理を実行) を適用することは現実的ではなかった。そこで、クライアント PC 側に、空間演算に必要となる森林情報のレプリカを配置することによって、空間演算処理の処理速度を向上させ、実用的な機能の提供を可能とした。また、レプリカを配置することによって、データの管理が煩雑になる可能性があった。そこで、FIMS 管理者用のクライアント PC と FIMS 一般ユーザ用のクライアント PC を分離して、今後運用していくこととした。改良後の FIMS を含む PNG-FRIMS 全体のシステム構成図を次に示す。

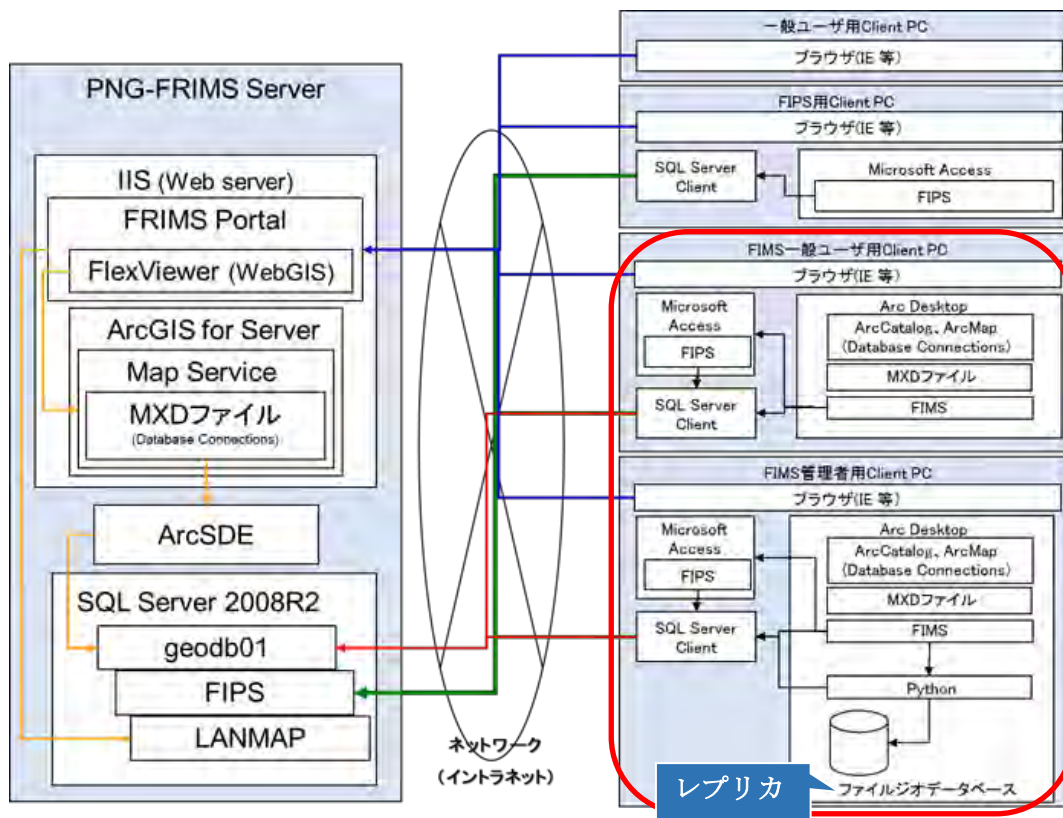


図 2.1-83 FIMS 改良後の PNG-FRIMS システム構成図

FIMS 管理者用機能と FIMS 一般ユーザ機能の違いを示す。

表 2.1-37 ユーザ権限に応じた使用可能な FIMS 機能

FIMS 機能			ユーザ権限	
NO	大分類	小分類	管理者	一般ユーザ
1	Login		○	○
2	Main Screen (Province)	一覧画面	○	○
3	Updating Timber Volumes	for Zone	○	×
4		for FMU	○	×
5	Reports	Print	○	○
6		Preview	○	○
7		Export	○	○
8	Main Screen (Concession data)	一覧画面	○	○
9		File UP & Download	○	×
10	Large Map	GIS 表示機能	○	○
11		Editor 機能	○	×
12		FMU Calculation	○	×
13		Import	○	×
14		Copy	○	○
15		Preview	○	○
16	Assessmet by FIPS	一覧画面	○	○
17	管理者機能	Layer Management	○	×
18		User Management	○	×

19		FIPS Data Import	○	×
20		Appendix2 and 5 Calculation	○	×

また、AAC の計算モジュールの FIMS への組み込みと、州の分割による新しい州コード体系（22 州）の適用も合わせて実施し、2018 年 3 月後半から運用を開始した。

改良後の FIMS の画面イメージを以下に示す。ログイン画面では、空間演算処理に使用する二種類の植生データの選択をできるようにした。

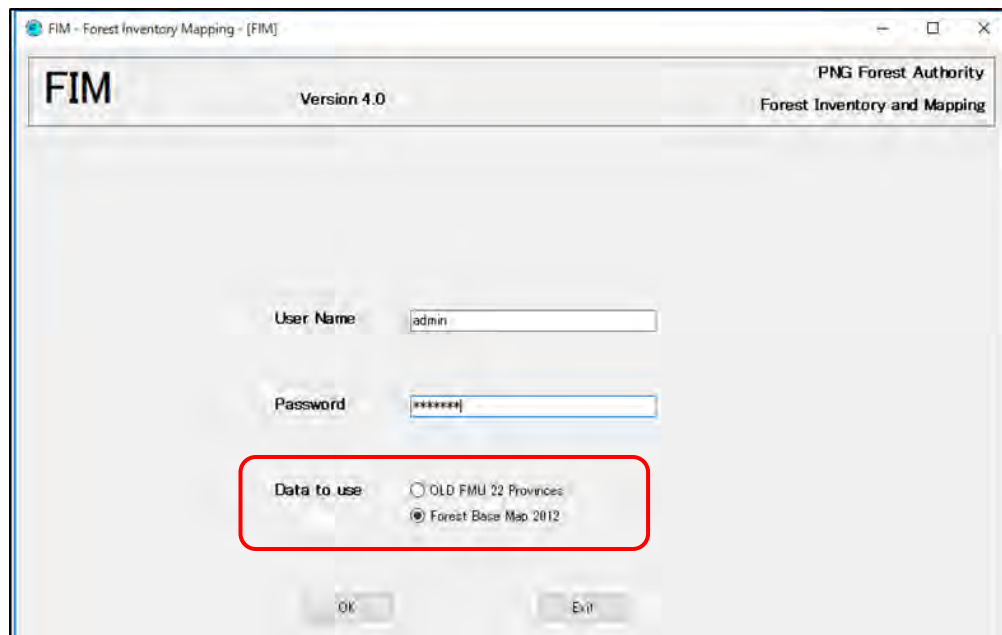


図 2.1-84 改良後の FIMS のログイン画面

メイン画面の州表示を、現在の PNG の現状に合わせた 22 州に更新した。合わせて、関連する空間演算処理、レポート出力機能を新たな州体系に基づき実行するよう改修した。この改修に合わせ FIMS で使用する森林情報の編集作業（州分割）も実施した。

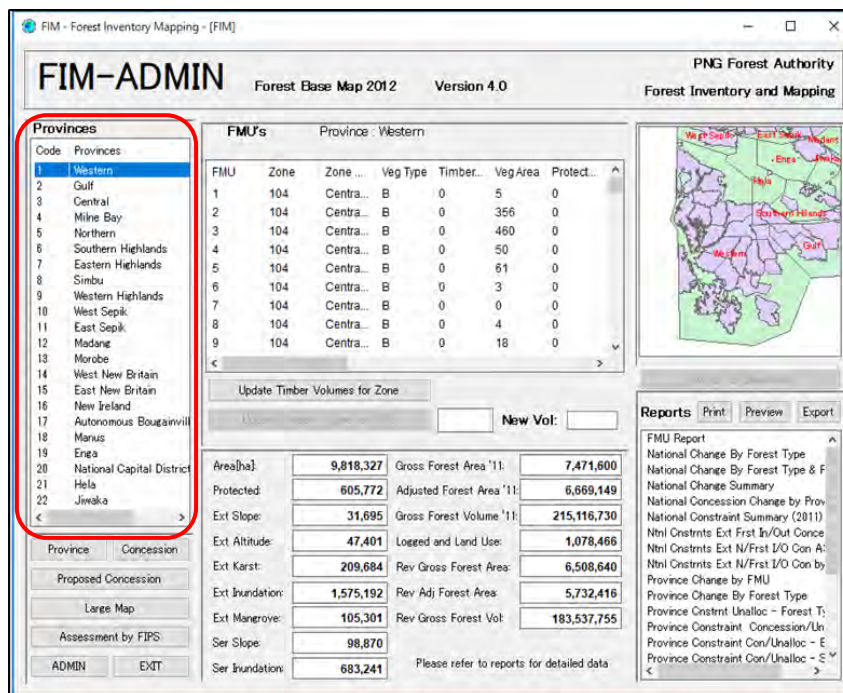


図 2.1-85 改良後の FIMS のトップ画面

AAC の計算機能を管理者機能の一つとして位置づけ、FIMS に統合した。

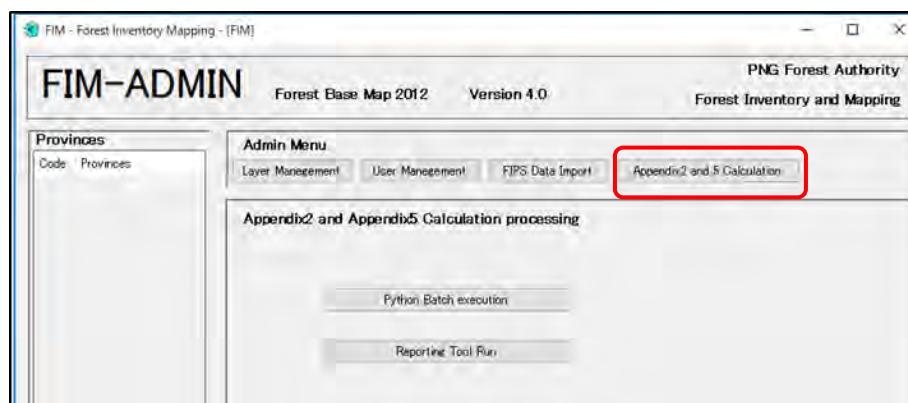


図 2.1-86 AAC の計算機能を追加した改良後の管理者機能

AAC 計算機能を追加した改良版 FIMS の仮運用を通じ、次に示す新たな改良要件が明らかになった。

① コンセッションエリア単位の AAC 帳票出力

2018 年 4 月時点の AAC 計算機能は、州単位での帳票出力となっている。そのため、Project 課が管理している各州の中で稼働中の伐採プロジェクトに割り当てられた Permitted Cut との比較・検証が困難であった。そこで、州単位で表示されていた数値の内訳を、各伐採プロジェクトに分解して確認できるよう、コンセッションエリア単位の AAC 帳票出力機能を付加することとした。

② AAC 計算機能のパラメータ設定の変更機能

2018年4月時点のAAC計算機能は、森林再成長開始のタイミングは伐採作業実施年の翌年から、100%回復に要する期間は35年としている。将来、州ごとに再成長のシナリオを変更できるように、パラメータ設定の変更機能を付加することとした。

③ 森林伐採履歴に記録される伐採年情報に基づく森林再成長量の計算機能

ALPのデジタイズ作業が現在進行中にある。このデジタイズ作業を通じ、森林伐採履歴のGISデータに新たに伐採年情報の入力も合わせて行われている。2018年4月時点のAAC計算機能は、コンセッションエリアの契約年を基準に再成長量を計算していたが、森林伐採履歴データに記録される伐採年情報を使用することで、より正確な森林再成長量の計算が可能となる。そこで、新たな再成長量計算のオプションとして、森林伐採履歴に記録される伐採年情報に基づく森林再成長量の計算機能を付加することとした。

以上の改良要件に基づき、基本設計および詳細設計を行った。

2.1.8 PNG-FRIMSの仮運用

2.1.7で試作したPNG-FRIMSは2014年4月から順次、仮運用を進めた。

(1) LAN-Map印刷機能

仮運用を進めていく中で、C/PからLAN-Mapの印刷機能から出力した紙地図が外部へ流出する懸念が示された。印刷機能の運用について、次の三つのパターンを整理した。

表 2.1-38 LAN-Map印刷機能の運用パターン

パターン	メリット	デメリット
1 全てのユーザが印刷機能を使用できる	<ul style="list-style-type: none"> - 地図製作者チームへ依頼される地図作成にかかる作業負担を軽減することができる - 地図製作者チーム以外の職員も地図印刷依頼にかかる時間を軽減することができる - ユーザアクセスコントロールが単純化できる 	<ul style="list-style-type: none"> - 印刷地図を通じた森林情報流出のリスクが高まる
2 マネージャーレベルのみ印刷機能を使用できる	<ul style="list-style-type: none"> - 森林情報流出のリスクを軽減できる 	<ul style="list-style-type: none"> - ユーザアクセスコントロールが複雑になる - ユーザはスクリーンショットを取ることはできるためリスクは変わらない
3 印刷機能を提供しない	<ul style="list-style-type: none"> - 森林情報流出のリスクを軽減できる - ユーザアクセスコントロールが単純化できる 	<ul style="list-style-type: none"> - 地図製作者チームの作業負担はこれまでと変わらない - ユーザはスクリーンショットを取ることはできるためリスクは変わらない

C/Pと協議した結果、当面はパターン1で運用を継続することとした。情報流出リスクへの対策として、印刷したユーザを特定するためのフットノートを地図と併せて印刷することとし

た。フットノートには、印刷日時を表示する。サーバ側で記録されているユーザアクセスログと照合することで、印刷したユーザの特定が可能となる。

(2) AAC 計算機能

2017年11月より AAC 計算機能のファーストバージョンの運用を開始した。C/P による検証作業により、この機能によって算出された森林地域の面積と、森林基盤図 2012 が報告する森林地域の面積との間に差異があることがわかった。その差異は、森林地域の面積が過大に計算され（約 20,000 km²）、一方で草地の面積が過小に計算されていた。AAC の計算は、伐採可能な正味の森林地域を基準に算出されるため、専門家チームにて原因を調査したところ、AAC 算出の森林情報の計算順序に課題があることがわかった。

当初のこの機能では、森林基盤図 2012 だけでなく、野生動物保護区域や高所地域などの制約地域を“Protection Forest”に分類し、森林地域の面積として計上していた。しかし、これらの地域は、実際の森林に分類される植生だけでなく、非森林地域である草地やその他の土地利用に使用されている地域も含んでいた。このことが原因となり、森林地域の面積が過大計上されていた。

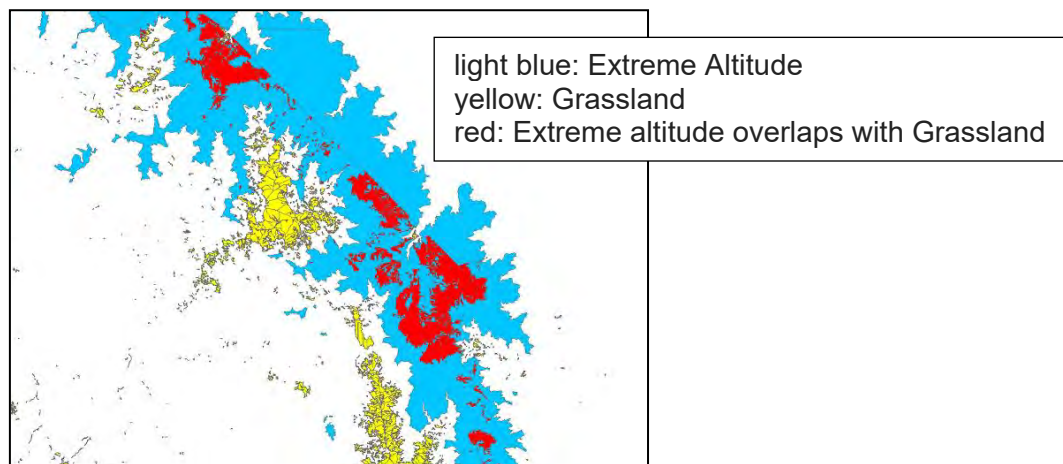


図 2.1-87 森林地域面積計算に影響した各森林情報の重なり

そこで、AAC 計算機能の空間演算の計算順序の見直しを行い、森林地域の面積の過大計上の問題を解決した（添付資料 28）。

- AAC 計算機能ファーストバージョンの面積集計の優先順位

Protection Forest > Forest Plantation > Grassland > Other Areas > Production Forest
> Potential Forest > Reserve Forest

- AAC 計算機能セカンドバージョンの計算順序

Grassland > Other Areas > Protection Forest > Forest Plantation > Production Forest
> Potential Forest > Reserve Forest

C/P による AAC 計算を追加した改良版 FIMS (Forest Inventory Mapping System)の仮運用を 2018年4月に開始した。進行中の ALP のデジタイズ作業の途中結果を FIMS へ反映し、森林材積量の計算等の動作確認を行った。

2.1.9 PNG-FRIMS の運用マニュアルの整備

C/P と協議を踏まえ、PNG-FRIMS の運用マニュアルを作成した（添付資料 3）。運用マニュアルの目的を以下に示す。

- ・ PNG-FRIMS を構成する各ツール（FIMS・FIPS・LAN-Map/Portal site）の全機能の操作を説明する。
- ・ システム管理者を対象とする、PNG-FRIMS の導入・メンテナンス方法を記載する。
- ・ PNG-FRIMS の安定・継続運用を実現する。

運用マニュアルの構成を表 2.1-39 に示す。

表 2.1-39 PNG-FRIMS 運用マニュアルの構成

章節	記載内容
1. Introduction	PNG-FRIMS のツール構成と個々の役割
General information	JICA プロジェクトでの PNG-FRIMS の構想
Background and summary	JICA プロジェクトにおけるツール開発の経緯など
System configuration	全体構成、個々のツールの概略
Aim of this manual	想定利用場面および想定利用者
2. Overview of each application	基本機能解説、詳細操作説明書は Annex
FIMS	FIMS の機能概要および用途
FIPS	FIPS の機能概要および用途
LAN-Map	LAN-Map の機能概要および用途
3. For Administrator	FRIMS の導入・運用にかかる解説
FIMS	システム管理者の役割とタスク、システム動作環境、システムインストール手順、主な Q&A（プロジェクト期間中に得られた TIPS など）、メンテナンスのポイントなど
FIPS	
LAN-Map	
Attachment	別冊の詳細マニュアル／設計書
	PNG-FRIMS Installation Manual
	FIMS User Guide
	FIPS User Guide
	Simple manual on LAN Map on PNGFA's Intranet

2.1.10 PNG-FRIMS 運用に係る訓練の実施

C/P 職員と PNG-FRIMS 運用に係る協議を行うと同時に、協議・検討に用いた技術や PNG-FRIMS 操作に係る訓練を、講義や実習、OJT を通じて PNGFA 本部職員を対象に実施した。訓練の技術分野は、（1）データベースおよび PNG-FRIMS 運用技術、（2）RS および GIS 技術、（3）森林材積量およびバイオマス量推定に係る技術である。また、1.4.2 で記載したとおり、データベースシステム構築技術と高度な衛星画像解析技術の習得を目的とし、2015 年と 2017 年の 2 回、各回 4 名の職員を 2 週間、日本に招聘し研修を実施した。

実施した訓練の内容と達成状況の詳細は「技術移転計画・達成状況 最終報告書（2019 年 7 月）（添付資料 44）」に示す。

(1) データベースおよび PNG-FRIMS 運用技術に関する訓練

データベースおよび PNG-FRIMS 運用技術に関する訓練の主なトピックは下記のとおりである。

- 森林データベース品質評価
- 森林資源データの更新
- PNG-FRIMS のインストール
- ArcGIS Server を用いたウェブ上での森林資源情報の共有
- 森林管理の課題解決のための Web アプリケーションの設計・構築
- データサーバの管理
- PNG-FRIMS の管理
- Lan Map を用いた地図配信
- ArcGIS Desktop ライセンスのメンテナンス
- AAC 計算
- 改良版 FIMS のセットアップおよび動作検証

また、関連して、PNG-FRIMS データサーバの維持管理について C/P と協議した。2016 年に PNGFA で使用している ArcGIS のライセンスサーバー用のワークステーションが故障した。これはワークステーションを導入してから5年が経過したことによる経年劣化に起因すると考えられた。その際、C/P と共にその復旧作業を行った。さらに、新たに導入したポータルサイトの基本操作に関するレクチャも実施した。また一方で、長期専門家主導で PNG-FRIMS データサーバの維持管理について C/P と協議した。協議の結果、確認された PNG-FRIMS データサーバの維持管理体制を表 2.1-40 に示す。

表 2.1-40 PNG-FRIMS データサーバの維持管理体制

	Branch	Task	Frequency	Officer in charge
Overall (server and WS)	ICT I&M	Check the work done. Push trouble shooting.	Every month	Manager ICT Manager I&M
FRIMS Data Server	ICT	Windows Update	Every month	(Main) Thomas (Sub) Jason
	ICT	Kaspersky Update	Every two weeks	
	(update server maintained by Graham)			
	ICT	NAS Backup Check and Re-trigger	Every week	
Relocation of NAS sever agreed (I&M → ICT server space)				
Japan-Grant Workstations	ICT	Give and cut-off internet connection to WSs	Every two weeks	(Main) Patrick (Sub) Jehu
	I&M	Windows Update	Every month	
	I&M	Kaspersky Update	Every two weeks	

(2) リモートセンシングおよび GIS 技術に関する訓練

RS および GIS 技術に関する訓練の主なトピックは下記のとおりである。

- 森林基盤図の修正

-
- データ精度管理のための GIS 解析
 - 森林基盤図の精度評価
 - GIS 概念、ArcGIS 入門
 - 衛星画像の基礎
 - SAR 入門
 - RS データの取得と加工
 - 過年度森林被覆図の整備
 - PNG-FRIMS データの整備
 - 森林被覆図 2015 の整備
 - 森林減少および森林劣化ドライバ情報の構築
 - 森林モニタリング
 - GIS 技術によるマップの立体的把握
 - 土地利用変化モデリング解析
 - ドローン操作と解析

(3) 森林材積量およびバイオマス量推定に関する訓練

森林材積量およびバイオマス量推定に関する訓練の主なトピックは下記のとおりである。

- 森林資源情報分析
- RS データ以外の情報の活用
- 森林バイオマスと炭素蓄積量の計算
- 土地利用変化モデリング解析
- AAC 計算

2.2 成果 2 に係る活動

2.2.1 森林計画制度の実態の把握

(1) 森林計画制度や文書の課題の調査

PNGFA の森林計画制度の実施に係る全般的な課題とその対応策を俯瞰的に把握するため、長期専門家と C/P (森林計画担当職員および I&M 課長) が主体となって C/P 機関の関係者との聞き取りや打ち合わせを行った (表 2.2-1、表 2.2-2) (PDM の活動 2.1.1)。

表 2.2-1 各森林計画の計画と実施に係る課題と対応策

As of 24/Nov/2014, updated on 07/Jul/2019

	Contents	Current status	Issues/Problems	Methods/Solutions for addressing the issues with spatial information				
				Training (e.g. GIS,GPS)	Review of working-flow	Preparation of data	Review of definition	
National Forest Plan	<ul style="list-style-type: none"> •National Forest Development Guidelines •National Forest Development Programme •Provincial Forest Plans •Statement of annual cut volumes 	<ul style="list-style-type: none"> •Draft NFP will be submitted to the national forest board in Nov. 2014, but not endorsed yet. •Revised draft is being prepared. 	<ul style="list-style-type: none"> •The lack of valid provincial forest plans. •Deficient annual allowable cut volume contradicting the picture. •The absence of the practical national forest inventory. 					
Provincial Forest Plans	<ul style="list-style-type: none"> •Provincial Forest Development Guideline •5 year rolling provincial forest development program 	<ul style="list-style-type: none"> •Guidelines for provincial forest plans is being revised. •WNB, ENB, and Madang province start reviewing their next provincial forest plans. 	Forest Plans Officer <ul style="list-style-type: none"> •The lack of updated area information(e.g. logged over area) 		I & M, PAD			
			<ul style="list-style-type: none"> •The lack of proper definition, identification and <u>demarcation of forest areas</u> 		I & M, PAD		I & M, FSD	
Forest Management Agreement	<ul style="list-style-type: none"> •35 year plan for logging 		Acquisition Branch <ul style="list-style-type: none"> • Gap between 1. Possible missions and 2. Available resources. 1. (1) Required re-registration of all ILG boundaries for all existing FMAs. (2) Required registration of individual ILG boundary for proposed FMAs. 2. Available resources (finance, manpower and equipment) and skill (GPS, GIS and Map use). 	I & M, ACQ				
Forest Management Operation Plans	<ul style="list-style-type: none"> •5 year forest working plan 	<ul style="list-style-type: none"> •The lack of logistics and human resources to adequately inspect/monitor the forest resources and logging operations 	Project Allocation Directorate <ul style="list-style-type: none"> •Lack of means to detect encroachment on Reserve Forest, Cultural Site and buffer zone (ex. village, river). 	I & M, PAD		I & M, KKC		
			<ul style="list-style-type: none"> •Lack of means to prevent overlapping of FMA (TRP, LFA) and FCA (WMA, etc.). 		I & M, PAD			
			<ul style="list-style-type: none"> •Lack of means to verify logging application for alleged Re-entry into logged over area in TRP and LFA. 		I & M, PAD			
	<ul style="list-style-type: none"> •Annual Logging plan •Set-up plan 		Field Services Directorate <ul style="list-style-type: none"> •A map on a scale of 1:100,000 with 40m contour interval is too coarse for assessing road system for Annual Logging Plan and Set-Up Plan. 			I & M, KKC		
			<ul style="list-style-type: none"> •Lack of means to detect the discrepancy between the submitted plan and actual operations in the field (e.g. felling and skidding track). 	I & M, FSD		I & M, KKC		
			<ul style="list-style-type: none"> •Lack of resource (finance, manpower and vehicles) and skill (use of maps, GPS and GIS). 	I & M, FSD				
			<ul style="list-style-type: none"> •Lack of means to mediate disputes when landowners bring up boundary and ownership issue again. 	I & M, FSD		I & M, KKC		
<ul style="list-style-type: none"> •Boundary of land ownership is not readily available when boundary of Set-Up Plans are determined in Annual Logging Plan. 	I & M, FSD		I & M, KKC					

I & M: Inventory and Mapping Branch
 ACQ: Acquisition Branch
 PAD: Project Allocation Directorate
 FSD: Field Services Directorate

表 2.2-2 Area/Provincial オフィスにおける計画と実施に係る課題と対応策

As of 22/Aug/2016

Type of Plan	Contents	Means or methods of assessment	Issues/Problems encountered by Area Office, Provincial Office and Project Officer	Methods/Solutions for addressing the issues with spatial information
Provincial Forest Plan	<ul style="list-style-type: none"> • Consultation for revision with PFMC • Provision of FIMS data 		<p><u>WNB</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Less interests among stakeholders • Low level of ownership of Provincial Government on PFP • Infrequent updating of geographical and resource information 	<p><u>WNB</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • New spatial information and satellite imagery may enhance interests of stakeholders • More frequent update of spatial information (e.g. logged-over area) may help raise interest of stakeholders for revising PFP
Five Year Plan	<ul style="list-style-type: none"> • Field Inspection 	<p><u>MLB</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Checking the License, Timber Permit, Minimum and Maximum Annual Allowable Cut (AAC), facility construction <p><u>WNB</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Checking the location of strip inventory line on site 	<p><u>WNB</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lack of resources to detect the location of strip line • Gap between actually harvested log volume and estimation from strip line survey • No means to verify the reliability of strip line survey • Re-opening of project boundary issues by landowners 	<p><u>WNB</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Submission of field book data and latitude-longitude coordinates of inventory strip may help identify and verify the location of strip line inventory survey and its estimation • New spatial information and satellite imagery with precise boundary may remind and convince landowners on exact authentic boundaries
Annual Logging Plan (ALP)	<ul style="list-style-type: none"> • Endorsment • Pre-approval 	<p><u>MLB</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparing ALP with 5 year plan and Timber Permit <p><u>WNB</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Checking the consistency between ALP and 5 Year Plan • Verifying the positional relationship between maps and actual sites 	<p><u>WNB</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Current contour map (40m pitch) is too coarse • Current map scale (1/100,000) is too small • Lack of resources (especially GPS) • Insufficient skill (GPS and map reading) 	<p><u>WNB</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Providing large scale (for example 1/10,000) and fine contour line (10 m pitch) map in digital format • Procurement of hand-held GPS with digital camera • Training for GPS and map reading
Set-up Plan	<ul style="list-style-type: none"> • Approval • Monitoring 	<p><u>MLB</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Checking the marked trees and set-up boundaries in the field (selection of tree and felling direction) • Checking the skidding track location 	<p><u>MLB</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Insufficiency of information sharing (Logged-over area (ALP)) • Lack of resource (finance, manpower, internet communication and spatial information) and skill (GPS and GIS) • inconvenience to supervise the project (because of remote location and access) <p><u>WNB</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mismatching between map and actual site due to map obsolescence • Gap between field survey and actual DBH and volume size caused by un-skilled surveyors • Finding unexpected gardening after ALP was established • Awareness of landowners/chainsaw operators on forest conservation (value of lowering logging impact) is not high <p><u>WSP</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lack of resources (finance (vehicle, laptops and GPS) and manpower) and skill (GIS) 	<p><u>WNB</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Providing updated map to developer for establishing more accurately practicable plan • Awareness raising by providing satellite imageries which enables LLGs/ landowners/ operators/ surveyors/ camp managers visually grasp the actual site situation and the impacts of their practices (logging and gardening)

(2) 必要に応じ課題解決のための適切な方法/手順の特定

上記課題から当プロジェクトで対処することが適当と思われる課題が長期専門家とC/Pによって抽出された。短期専門家は取り組みが活動1の成果を適切に反映したものになるよう技術的な側面から支援を行い、具体的な活動内容とそのプロセスが特定された(表 2.2-3)。また、当該活動の実施段階においては、C/Pが新たに直面した下記課題について、長期専門家と調整を図りながら適時支援を行った(PDMの活動2.1.2)。

- AAC 計算機能への追加機能の実装
- PNGFA の行政情報の PNG-FRIMS データベースへの蓄積にかかる技術的・人的支援
- 現場モニタリングにおける GPS/GIS のギャップを埋めるためのドローン活用にかかるC/Pへの指導・支援

表 2.2-3 取り組む課題と手法

Approach	Target Issues	Procedures
Enhance AAC calculation in PNG-FRIMS	• Deficient annual allowable cut volume contradicting the picture.	<ul style="list-style-type: none"> • Design the new AAC calculation methodology and its manner of utilization in forest planning • Redefine the calculation method using updated PNG-FRIMS and Add in new functions such as regrowth volume • Gather and update administrative information stored in PNG-FRIMS where necessary • Apply the concrete role of updated AAC in forest planning using updated figures • Develop guidelines how to utilize updated AAC calculation function in PNG-FRIMS for forest monitoring
Promote PFP formulation	• The lack of valid provincial forest plans	<ul style="list-style-type: none"> • Clarify the scope and directionality of PFP formulation in PNGFA and its supportive role of the Project • Explore the capability and input the importance of revising PFP guidelines, and participate the process of guidelines revision where necessary • Explore the capability of developing PFPs in some provinces and participate the process of PFP formulation where necessary • Apply the concrete role of PNG-FRIMS in PFP formulation and orientation in PFP guidelines • Develop guidelines how to utilize PNG-FRIMS for PFP formulation and update the data/information supposed to be stored in PNG-FRIMS
Develop the capacity to monitor the forest resources in ground level	• The lack of logistics and human resources to adequately inspect/monitor the forest resources and logging operations	<ul style="list-style-type: none"> • Select the items for improving forest inspection/monitoring in field and procure it to enforce the field activity in mainly pilot sites • Consolidate/develop the training materials and methodology through pilot sites' trial • Develop the capacity to monitor the forest resources using above items to pilot sites' offices and other PNGFA officers where necessary • Consider the practical utilization of above items to implement PNGFA's regulations such as LCoP and PMCP through trainings and workshops • Develop manuals/guidelines to fully operate above items to improve forest inspection/monitoring

2.2.2 PNG-FRIMS を活用した森林施業計画の評価、指導、審査、モニタリングの試行

(1) 森林施業計画の評価、指導、審査、モニタリングにおける PNG-FRIMS の活用方法の検討

森林施業計画の評価、指導、審査（もしくは作成）、モニタリングにおける PNG-FRIMS の活用方法について長期専門家と C/P が主体となって検討を行った。短期専門家は C/P 職員への技術的な支援や研修支援、協議、技術検討等を行った。

1) Area/Provincial オフィスでの GIS/GPS の活用方法の検討

Area/Provincial オフィスでの PNG-FRIMS の普及・活用の可能性を検討するため、専門家と C/P 職員は Area/Provincial オフィスと共有する PNG-FRIMS データの選定を行い、共有するデータと図面のセットの準備を行った。また、Area/Provincial オフィス職員へのデータの説明や、GIS/GPS 研修を実施し、GIS/GPS の活用可能性についての協議を行った。

地方事務所とデータを共有し、協議用に準備した図面のセットは表 2.2-4 のとおりである。

表 2.2-4 共有図面一覧

広域図
拡大図
Topo Map
森林基盤図
100m 間隔等高線図
50m 間隔等高線図
RapidEye (2010 年)
LANDSAT 4 号 (1990 年)
LANDSAT 7 号 (2000 年)
LANDSAT 7 号 (2005 年)
PALSAR 解像度 10m (2010 年)
PALSAR 解像度 25m (2007 年)
PALSAR 解像度 25m (2008 年)
PALSAR 解像度 25m (2009 年)
PALSAR 解像度 25m (2010 年)
SRTM によって作成された Digital Elevation Map
陰影図 (GeoSAR データによる)
10m 間隔等高線図 (GeoSAR データによる)
斜度分布図 (GeoSAR データによる)
集水域図(GeoSAR データによる)
正規化植生指数 (NDVI) 図
正規化水指数 (NDWI) 図
Maryland 大学 Hansen 教授グループによる、2001 年から 2012 年にかけて一度でも森林減少が起こったと思われる箇所 (赤色で示した部分)
Maryland 大学 Hansen 教授グループによる、2001 年から 2012 年にかけて一度でも森林増加が起こったと思われる箇所 (青色で示した部分)
2000 年に LANDSAT 7 号機によって得られた画像集から最も NDVI 値の高いピクセルをより集めたもの (雲が少なく見える)

2005年にLANDSAT 7号機によって得られた画像集から最もNDVI値の高いピクセルをより集めたもの（雲が少なく見える）
2010年にLANDSAT 7号機によって得られた画像集から最もNDVI値の高いピクセルをより集めたもの（雲が少なく見える）
2014年にLANDSAT 8号機によって得られた画像集から最もNDVI値の高いピクセルをより集めたもの（雲が少なく見える）

ArcGIS DesktopはArea/Provincialオフィスに日本の無償資金協力で供与された1～2台しか設置されていないため、無償のビューアーであるArcGIS Explorerをインストールし活用した。GPSは本プロジェクトの在外事業強化費で供与されたものを活用した。

Area/Provincialオフィス職員のGIS/GPSスキルはほぼ皆無だったため、活用にはほど遠い状況にあった。そのため、地方事務所職員向けの研修には多くの時間を費やした。実施した訓練の内容と達成状況の詳細は「技術移転計画・達成状況 最終報告書（2019年7月）（添付資料44）」に示す。

初期段階での集中的な支援とその後の現場研修により、これら一連の作業にPNGFA現場職員への指導的な立場として参画したPNGFA本部職員の技術力は向上した。研修指導のために作成した資料は、プロジェクト終了後もPNGFAが持続的・自発的にGPS/GISを活用できるよう、PNGFA本部職員および長期専門家によって取り纏められた。

2) 森林モニタリングツールとしてのドローンの活用の検討

PNGFAでは、第2回本邦研修成果報告を受け、現地での森林施業計画・モニタリングにおけるドローンの活用についての機運が高まり、長期専門家主導で現場でのドローンを用いた森林資源モニタリングの研修の検討を進めた。これを受けて新たにドローン操作およびデータ解析の研修ワークショップを行うとともにその活用手法の検討を行った（表2.2-5）。本研修の内容と達成状況は「技術移転計画・達成状況 最終報告書（2019年7月）（添付資料44）」にも示す。短期専門家は技術的な立場から指導的な役割を担った。作成した研修指導のための資料は、GPS/GISと同様にPNGFA本部職員および長期専門家によってマニュアルとして整備され、PNGFAにより持続的に活用されることとなった。また、PNGFAにおけるドローン活用のための安全管理マニュアルの作成についても、PNGFA本部職員への技術的支援を行った。

表 2.2-5 ドローンを使った森林モニタリングに係る研修

タイトル	参加者	内容	時期	達成状況
ドローン自動飛行によるデータの取得	Elizabeth Kaidong、Everlyn Paul、Patrick Laa、Jehu Antiko、Perry Malan、Rabbie Lalo、他	GSproを用いた自動飛行の設定とその留意点	2018年6月14～15日	測量用途での自動飛行の設定と留意点およびPix4Dを用いた取得データを解析用について理解した。
ドローンで取得したデータの解析	Elizabeth Kaidong、Everlyn Paul、Patrick Laa、Jehu Antiko、Perry Malan、Rabbie Lalo、他	Pix4Dを用いたドローン取得データの解析	2018年6月14～15日	測量目的取得した写真データを処理し、オルソ画像、地形データを作成することが可能となった。
ドローン活用に関する	Jantiko、Everlyn Paul、Elizabeth Kaidong、	ドローンの持つ機能を理解	2018年6月19日	ドローンの活用を検証する具体の項目に

ディスカッション	Charles Pakure、Constin Bigol、Gewa Gamoga、Patrick Laa、Jehu Antiko、Beno Ningisere、John Orabi、Francis Vilamur、Perry Malan	しその活用方法について討議		ついて取りまとめを行った。
----------	--	---------------	--	---------------

森林モニタリング業務におけるドローン活用に関する協議では、まず PNGFA における次の優先項目が挙げられた。

- ・ Natural Forest Monitoring
- ・ Plantations
- ・ Forest Research (NFI)

これら3つのテーマについてグループ分けを行い、ドローンを使ってどのような活用方法が考えられるか意見を出し合った。また、議論においては既存のモニタリング手法および GPS の活用も念頭に整理を行った。その後代表者が発表して意見交換を行った(図 2.2-1～図 2.2-3)。

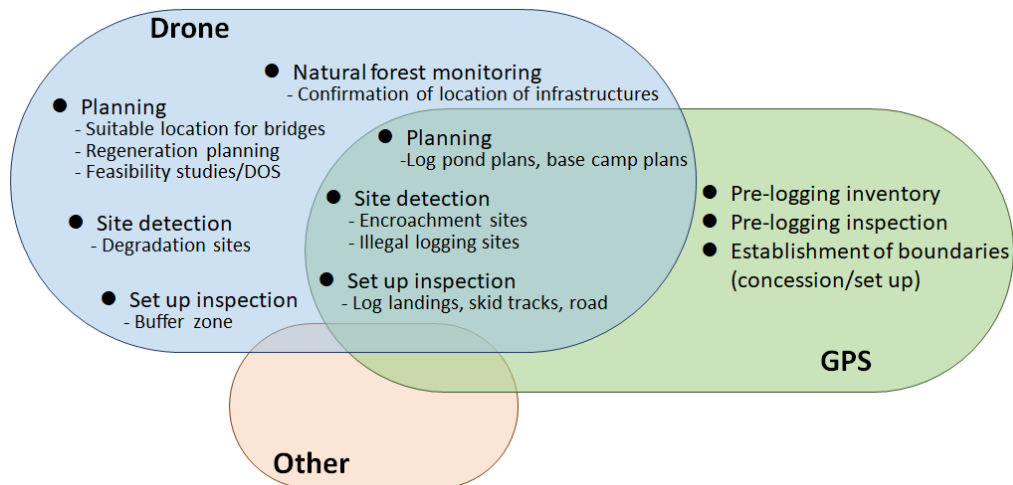


図 2.2-1 ドローンを使った森林モニタリングの方向性 (1) Natural Forest Monitoring

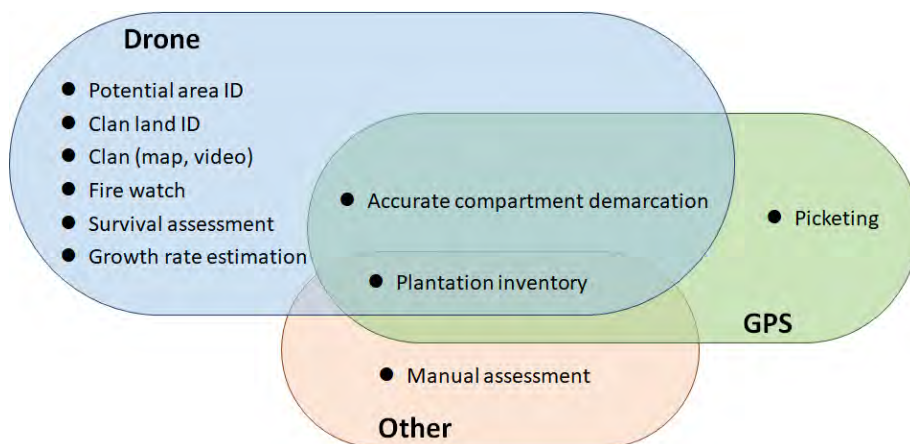


図 2.2-2 ドローンを使った森林モニタリングの方向性 (2) Plantations

Applicable/Possible activities:

<u>Plantation</u>	<u>Natural forest monitoring</u>	<u>NFI</u>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Health check (Pests/Diseases) ✓ Area calculation ✓ Volume estimation ✓ Survival assessment ✓ Growth rate evaluation 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Thresholds of re-entry ✓ Rate of forest recovery ✓ Invasive species/alien ✓ Spectral signature of trees/plants species ✓ Re-measurement of PSP at logged-over 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Planning (site, accessibility, village) ✓ Verification of vegetation types ✓ Measurement of disturbance level ✓ Determine crown cover, forest health ✓ Species identification

図 2.2-3 ドローンを使った森林モニタリングの方向性 (3) Forest Research (NFI)

協議の成果として PNGFA においてドローン活用の方向性や懸案事項等について報告会を行い、併せて提案書の作成を行った (添付資料 29)。

本検討結果を受けて実施した森林施業計画に関する業務の試行の実務研修については、2.2.2 (2) 2) に示す。

(2) 実務研修を通じた森林施業計画に関する一連の業務の試行

1) PNG-FRIMS の活用可能性の検証

森林施業計画における PNG-FRIMS の活用可能性の検証を行うため、長期専門家が主体となりパイロットサイトで実証調査が計画された。実証調査の開始の前に、長期専門家とともに、PNG-FRIMS の想定利用場面と期待される効果の仮説を整理した。その後、C/P との協議や、2.2.2 (2) 2) に示すトレーニングワークショップ、2017 年 8 月 1 日に長期専門家主導で実施されたプロジェクトワークショップ (PDM での活動 2.6) 等を通じ、本内容を整理し取り纏めた。取り纏めた結果については 2.2.2 (3) に示す。

なお、2017 年 8 月 1 日のプロジェクトワークショップでは、これまでの PNGFA 本部や Area/Provincial オフィスで実施された GPS や GIS、LAN-MAP 等のトレーニングを踏まえて、PNG-FRIMS を用いた森林管理計画のモニタリングシステムの改善について検討を行った。ワークショップの概要は添付資料 50 に示す。

2) ドローンを用いた森林モニタリングの実務研修

2.2.2 (1) 2) に記載した森林モニタリングツールとしてのドローンの活用の検討を受けて、実務での活用可能性を検証するための研修を行った。

ドローンで撮影した写真を GIS 上で面積計測や区域分類など地図管理業務への応用することを目的として、Kuriva プランテーションサイトにおいて造林地管理をすることを想定して、写真、ビデオ、オーバーラップ写真の撮影を行った (表 2.2-6)。その後、オーバーラップ写真は専用ソフトウェアで解析を行い 3D 点群の作成、オルソ画像、数値表層モデル (DSM; Digital Surface Model) およびコンター図の作成を行った (図 2.2-4)。

表 2.2-6 ドローンを用いた森林モニタリングに係る実務研修内容 (1)

タイトル	参加者	内容	時期	達成状況
ドローンによるデータ	Everlyn Paul、Elizabeth	・実際の現地でのデータ取得を実	2018 年 6 月 20 ~22 日	実際のプランテーション現地で測量用デ

取得および解析	Kaidong、Patrick Laa、Jehu Antiko	践する。 ・実際のデータを解析する。		ータの取得およびデータ取得時の留意点について理解した。
---------	------------------------------------	-----------------------	--	-----------------------------

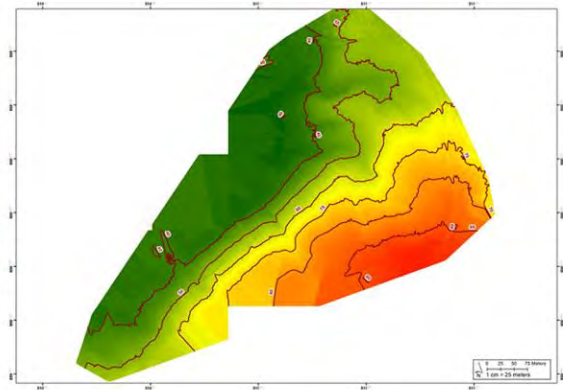
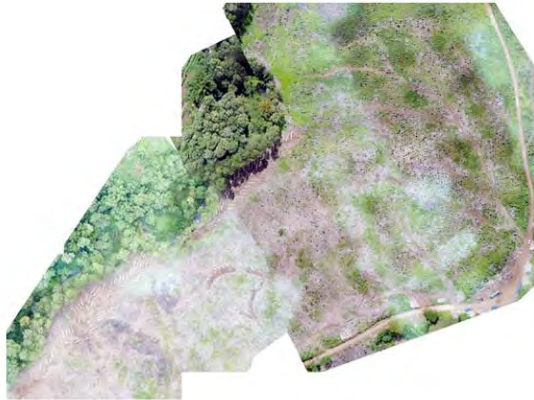
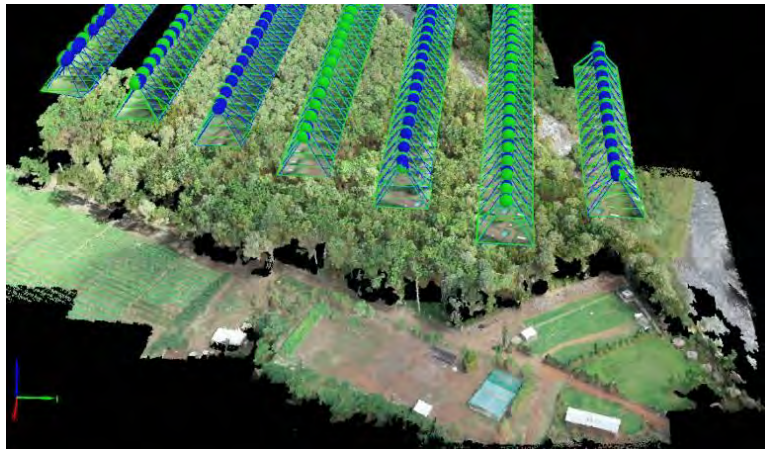


図 2.2-4 データ解析の成果

上記研修において、特に重要視されていた天然林の伐採のモニタリングにおけるドローン活用の実現に向けて、実際に伐採現場の管理を行っている West Sepik 州のサンダウン森林事務所の職員を対象としたドローンの実習研修を行った。研修では、アマナブ地区の伐採現場でドローンによるデータ収集を行い、収集データを解析して林況の把握を行った。また、得られたデータをもとに、森林事務所職員の通常業務である KEY STANDARDS (LCoP (Logging Code of Practice) の実務マニュアル PMCP (Planning, Monitoring and Control Procedure) に記載される検査項目) の検査への応用を検討した (表 2.2-6)。

表 2.2-7 ドローンを用いた森林モニタリングに係る実務研修内容 (2)

タイトル	参加者	内容	時期	達成状況
ドローンの基本操作	Jimu Silu (PFO Sandaun)、 Kalan (Supervisor/ Amanab 1-4 FMA)、 Jackelyn (Acting	・マニュアルによる基本的な操作練習	2018年6月 23~24、27 日	ドローンの基本操作を理解した。
ドローンでの空中写真取得とオルソ	Supervisor/ Amanab 5&6)、Brenda (Monitoring Officer/ Amanab 5&6)、	・マニュアルおよび GSpro を用いた自動飛行による写	2018年10 月24~25日	測量目的取得した写真データを処理し、オルソ

ドローンの普及・活用を目指し、West Sepik 州と West New Britain 州をパイロットサイトとして、プロジェクトでドローンを追加調達するとともに、対象地域の職員を対象に下記の実務研修を開催した。この研修後、最終ワークショップを行い、ドローンは PNGFA に移管されて現場での活用を開始することとなった。

表 2.2-8 ドローンを用いた森林モニタリングに係る実務研修内容（3）

タイトル	参加者	内容	時期	達成状況
ドローンの概要と安全管理	FPPD: Samuel Gibson、 Rabbie Lalo、Elizabeth Kaidong FSD: John Orabi、	・ドローンの持つ機能を理解し、安全に運用する方法を習得	2019年2月18～20日	ドローンの概要を理解するとともに安全に運用するための留意点を理解した
ドローンの基本操作練習	FSD WSP: Jim Silu、 Steven Saki、Jackeline Paul	・マニュアルによる基本的な操作練習	2019年2月18～21日	ドローンの基本操作を理解した。
ドローンでの自動飛行とオルソ画像作成	FSD WNB: Jerry Kowin、Peter Lat、Clive Sewelu FSD Southern: Mark Betuel、Ori Renagi FSD Goroka: Florence Plinduo FDD Bulolo: Ismael	・マニュアルおよび GSpro を用いた自動飛行による写真等データ取得 ・Pix4D を用いたドローン取得データの解析	2019年2月20～22日	オルソ画像の作成を目的として、自動飛行を行い、オルソ画像を作成することが可能となった。
ドローンの実践的な活用	Miti FDD Kuriva: Aino Manidu PAD: Leslie Vaira	Kupiano で実際の伐採現場での使用を体験する	2019年2月24～27日	現場でドローンを使用する際の準備・留意点を理解した。

しかし、実際の伐採現場では、研修とは異なった環境で作業を行う必要があり、困難も予想されたため、5月に下記のリフォローアップを行い、現地で実際の作業上の問題の解決と、併せて活用事例の取り纏めを行った（添付資料30）。

表 2.2-9 ドローンを用いた森林モニタリングに係るフォローアップ

タイトル	参加者	内容	時期	達成状況
ドローンの実践的な活用	FSD WSP: Kallan Ramute、Steven Saki HQ: Margaret Tong、Jehu Antiko	West Sepik 州のアマナブ地区で自動飛行による写真等データ取得およびオルソ画像作成	2019年5月20～24日	研修時と異なる環境の悪いロギングのキャンプサイトで実際に作業を行い、実行可能な手法について確認ができた。



図 2.2-6 伐採前の状況確認 (Amanab MU83)



図 2.2-7 伐採中の状況確認 (Amanab UT110)

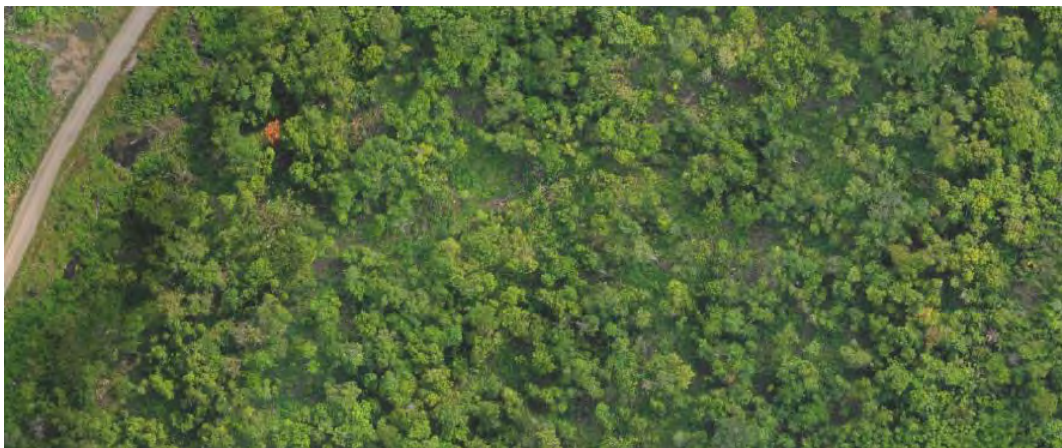


図 2.2-8 伐採後 7 カ月後の植生の回復状況 (Amanab UT98)



図 2.2-9 伐採後 5 年後の植生回復状況 (Amanab WA54)

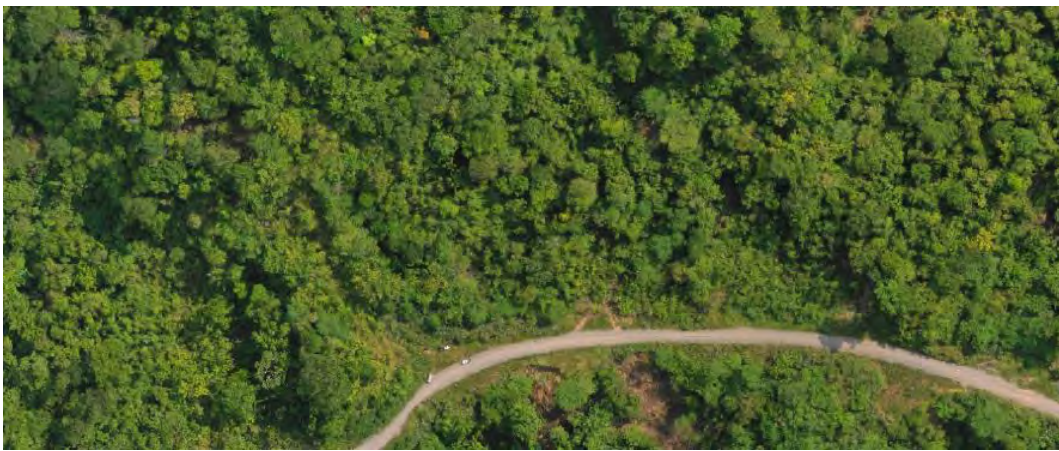


図 2.2-10 伐採後 10 年後の植生回復状況 (Amanab FF03)

なお、PNGFA におけるドローンの活用については、「Fact Sheet No.10 Drone Applications in Sustainable Forestry Management and Monitoring in PNGFA」(添付資料 6) として取り纏めた。

(3) 森林施業計画に関する一連の業務における PNG-FRIMS の活用方法の確定

2.2.2 (2) の協議と試行結果を基に、森林管理計画に関する一連の業務における PNG-FRIMS の活用方法を表 2.2-10～表 2.2-13 に示すとおり整理した。

表 2.2-10 森林計画における PNG-FRIMS の想定利用場面と期待される効果

No	Section in charge	Target		Use of PNG-FRIMS		Points of JICA project activities			Way of verification	
		Purpose	Relevant regulation (Type of Plan)	Data (attribution)	Tool (Function)	Study points	Expected effect	Outcome	Feasibility study at pilot site	desk study/simulation
1	PAD	To evaluate a proposed five year plan	PMCP Attachment 3-check item 2, 4, 5, 6	Set-up (Logged and Planned), Coup Permanent road Log Pond Base Camp Satellite Imagery Logging Plan Map Census (Roads and Rivers)	LAN Map (Area Calculation, Distance Measure) GIS/Free GIS	a) To check applicability of each spatial information to the check items b) To clarify necessary map scale of each purpose and position accuracy of each spatial information. c) To develop new reporting procedures based on PNG-FRIMS	a) To promote accurate evaluation b) To reduce the time and costs for evaluation	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning	✓	✓
2	PAD, Prov./Project Office, Area Office	To evaluate an annual logging plan	PMCP Attachment 8-check item 1, 2, 5	Set-up (Logged and Planned), Coup Infrastructure obligation(Constraints) Permanent road Satellite Imagery Contour Project Area Logging Plan Map	LAN Map (Area Calculation) GIS/Free GIS GPS UAV Picture	a) To check applicability of each spatial information to the check items b) To clarify necessary map scale of each purpose and position accuracy of each spatial information. c) To develop new reporting procedures based on PNG-FRIMS	a) To promote accurate evaluation b) To reduce the time and costs for evaluation	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning	✓	✓
3	PAD, Prov./Project Office, Area Office	To approve construction of a new log pond	PMCP Attachment 18-check item 2 Key standard 2	Log Pond Buffer zone Logging Plan Map	Lan Map GPS (Position Acquiring, Distance Measure, Area Calculation) GIS/Free GIS UAV	a) To check applicability of each spatial information to the check items b) To clarify necessary map scale of each purpose and position accuracy of each spatial information. c) To develop new reporting procedures based on PNG-FRIMS	a) To promote accurate evaluation b) To reduce the time and costs for evaluation	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning	✓	✓
4	Prov./Project Office	To evaluate a set-up plan (monitoring during logging)	PMCP Attachment 12 Part A (Permanent Roadlines & Selection Logging)	Road Excluded area (village, cultural, garden) Stream, Watercourse Bridge, Culvert Landing Topography Satellite Imagery Contour	GPS (Distance measure) Tape Picture GIS/Free GIS (Area calculation) UAV	a) To check applicability of each spatial information to the check items b) To clarify necessary map scale of each purpose and position accuracy of each spatial information. c) To develop new reporting procedures based on PNG-FRIMS	a) To promote accurate evaluation b) To reduce the time and costs for evaluation and monitoring	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning	✓	
5	Prov./Project Office	To check the area of skid tracks (monitoring during logging)	LCOP Page 40 E Felling and skidding E.5 Skid Tracks (i)	Set-up (Planned), Satellite Imagery	GPS GIS/Free GIS UAV	To check the usefulness of tools	To promote proper monitoring	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning	✓	
6	Prov./Project Office	To check the consideration of protected areas such as "Buffer zones" in set-up plans	LCOP Page 8 A Planning A2 Set-up plans (iv)	Set-up (Planned), Satellite Imagery	GPS GIS/Free GIS UAV (Distance Measure)	To check the usefulness of tools	To promote proper monitoring	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning	✓	
7	Prov./Project Office	To check roads with protected areas such as "Buffer zones"	LCOP Page 21 C Road Construction and Maintenance C2 Road Corridor (Major Logging Road) (vi)	Set-up (Planned), Satellite Imagery	GPS GIS/Free GIS UAV (Distance Measure)	To check the usefulness of tools	To promote proper monitoring	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning	✓	
8	PAD	To verify location and a certain area size	PMCP Section ** (Log Pond)	Log Pond Contour Satellite Image Topo map	LAN Map (Area Calculation) GIS/Free GIS UAV	To check applicability of each spatial information to the check items	To promote proper evaluation	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning		✓
9	Prov./Project Office	To verify water crossing location in the field	PMCP Section * (Set-up)	Set-up (Planned), Satellite Imagery	GPS (Position Acquiring) UAV	To check the usefulness of tools	To promote proper monitoring	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning	✓	
10	Prov./Project Office	To verify area of 'Buffer Zones' or 'Special Management Buffer Zones'	LCOP	Set-up (Planned), Satellite Imagery	GPS (Area Calculation) UAV	To check the usefulness of tools	To promote proper monitoring	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning	✓	

7	Office	protected areas such as "Buffer zones"	C2 Road Corridor (Major Logging Road) (vi)	Set-up (Planned), Satellite Imagery	GPS (Position Acquiring) UAV (Distance Measure)	To check the usefulness of tools	To promote proper monitoring	Guidelines for forest planning	✓	
8	PAD	To verify location and a certain area size	PMCP Section ** (Log Pond)	Log Pond Contour Satellite Image Topo map	LAN Map (Area Calculation) GIS/Free GIS UAV	To check applicability of each spatial information to the check items	To promote proper evaluation	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning		✓
9	Prov./Project Office	To verify water crossing location in the field	PMCP Section * (Set-up)	Set-up (Planned), Satellite Imagery	GPS (Position Acquiring) UAV	To check the usefulness of tools	To promote proper monitoring	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning	✓	
10	Prov./Project Office	To verify area of 'Buffer Zones' or 'Special Management Buffer Zones'	LCOP	Set-up (Planned), Satellite Imagery	GPS (Area Calculation) UAV	To check the usefulness of tools	To promote proper monitoring	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning	✓	
11	Prov./Project Office	Reforestation requirement	TP (Project Agreement)	Set-up (Planned), Satellite Imagery	GPS (Area Calculation, Position Acquiring), GIS/Free GIS (Area Calculation) UAV	To check applicability of each spatial information to the check items	To promote proper monitoring	GPS/UAV/GIS manuals	✓	
12	FDD/FSD	Reforestation (Painim Graun)	800,000ha Plantation	Set-up (Planned), Satellite Imagery	GPS (Taking Picture), GIS/Free GIS (Area Calculation) UAV	To check applicability of each spatial information to the check items	To promote a task in charge and a national policy	GPS/UAV/GIS manuals	✓	
13	Prov./Project Office	Waste Management/Disposal Plan/Damage Assessment	Set-up/LCOP	Set-up (Planned), Satellite Imagery	GPS (Taking Picture) UAV	To check applicability of each spatial information to the check items	To promote proper monitoring	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning	✓	
14	Prov./Project Office	To support reporting for PDB (Project Development Benefit) and infrastructure obligations	TP	5YP, Satellite Imagery	GPS (Taking Picture) UAV	To check the usefulness of tools	To promote proper evaluation and monitoring	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning	✓	
15	Prov./Project Office	To check scaling	(Set-up)	Set-up (Planned), Satellite Imagery	GPS (Taking Picture) GIS/Free GIS UAV	To check the usefulness of tools	To promote proper monitoring	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning	✓	
16	Forest Plans Officer	Planning for National/Provincial Forest Plan		Forest base map Concession area Logged Over Area Constraints		To verify the forest re-growth model function of FRIMS	To promote proper planning	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning		✓
17	Acquisition Branch	Clan Mapping to map land according to customary land ownership by clans	THE 34 - STEPS IN THE FOREST RESOURCE ALLOCATION PROCESS Section *	Satellite Imageries Catchment Contour	LAN Map, GIS/Free GIS UAV	To check the usefulness of tools	To facilitate consultation with landowners	GPS/UAV/GIS manuals	✓	✓
18	Plantation Branch	To map boundaries of existing forest plantation projects		Boundary survey data by GPS	LAN Map, GIS/Free GIS, GPS (Position Acquiring) UAV	To check the usefulness of tools	To promote proper forest management	GPS/UAV/GIS manuals	✓	✓
19	Plantation Branch	Screening of grasslands for new plantation area		Forest base map Contour Satelite imagery Constraints ILG Information	LAN Map, GIS	To check the usefulness of tools	To promote searching for new plantation area	GPS/UAV/GIS manuals		✓
20	Plantation Branch	ID (identification) boundary survey on State-land forest plantation (e.g. Kuriva 8,500ha)		Forest base map Contour Satelite imagery Constraints	GIS/Free GIS GPS UAV	To check the usefulness of tools	To make the task easier	GPS/UAV/GIS manuals	✓	
21	Plantation Branch	Sketch plotting of suitable land for tree planting		Forest base map Contour Satelite imagery Constraints ILG Information	LAN Map (Sketch) GIS/Free GIS	To check applicability of each spatial information to the check items	To make the task easier	GPS/UAV/GIS manuals		✓
22	Natural Forest Management Branch	To get an indication for necessity of rehabilitation from harvested volume per hectare by set-ups		Logged over area (Harvested volume)	LAN Map	To check the usefulness of tools	To make the task easier	GPS/UAV/GIS manuals		✓
23	Natural Forest Management	Planning and implementing forest rehabilitation		Set-ups	LAN Map (Sketch)	To check applicability of each spatial information to the check items	To make the task easier	GPS/UAV/GIS manuals		✓

20	Plantation Branch	ID (identification) boundary survey on State-land forest plantation (e.g. Kuriva 8,500ha)		Forest base map Contour Satellite imagery Constraints	GIS/Free GIS GPS UAV	To check the usefulness of tools	To make the task easier	GPS/UAV/GIS manuals	✓	
21	Plantation Branch	Sketch plotting of suitable land for tree planting		Forest base map Contour Satellite imagery Constraints ILG Information	LAN Map (Sketch) GIS/Free GIS	To check applicability of each spatial information to the check items	To make the task easier	GPS/UAV/GIS manuals		✓
22	Natural Forest Management Branch	To get an indication for necessity of rehabilitation from harvested volume per hectare by set-ups		Logged over area (Harvested volume)	LAN Map	To check the usefulness of tools	To make the task easier	GPS/UAV/GIS manuals		✓
23	Natural Forest Management Branch	Planning and implementing forest rehabilitation		Set-ups	LAN Map (Sketch)	To check applicability of each spatial information to the check items	To make the task easier	GPS/UAV/GIS manuals		✓
24	Project Branch	To assess and approve 5-year and annual logging plans submitted by logging companies	PMCP section *	Forest base map Concession area Constraints layer Contour Satellite image etc.	LAN Map	Compare the current method with the proposed method using LAN Map	1. Avoid an encroachment logging and overlapping of project boundaries. 2. Promote accuracy and reduce time for assessment including field inspection	GPS/UAV/GIS manuals Guidelines for forest planning	✓	✓
25	I&M	-	-	Forest base map Concession area Constraints layer Contour Satellite image etc.	(Potential) LAN Map	Create a logging map with electric data on behalf of developers who do not have GIS skills. Design a logging plan together with developers (Help developers design an appropriate logging plan)	PNGFA find a new income source. PNGFA find a new income source and promote the reduced impact logging.	New business model (data entry service).		
26	Forest Plans Officer Acquisition Branch	To estimate forest volume		Forest base map Concession area Logged Over Area Constraints	FIMS	Compare an actual harvest volume with estimated volume of FRIMS	Improved the attribution of forest base map	Forest base map ver.2	✓	✓
27	Forest Plans Officer Acquisition Branch	To estimate the stock of regenerating forest. To report estimated forest volume to PFMC.		Forest base map Concession area Logged Over Area Constraints	FIMS	Verify the forest re-growth model function of FRIMS	Adjusted FRIMS function	FIMS function improved	✓	✓
28		To find illegal loggings		Satellite Imageries(ALOS etc.) Logged over area etc.	LAN Map		Find an illegal logging and provide direction to logging company timely.	Create continuous forest monitoring method	✓	✓
29	I&M	To sell forest maps		All forest information	Arc Map	Thematic forest information map based on FRIMS	New business model (map distribution service).	PNGFA find a new income source.	✓	✓

表 2.2-11 PMCP(1995)と LCoP (2015) に沿ったロギングオペレーションのモニタリングシステムにおける PNG-FRIMS の活用可能性

No.	Regulation			Rate of effectiveness					Check Item	Tool / System	Data / Function	Section in charge
	Type	Type of Plan	Reference Source	Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 4	Avg.				
1	PMCP	5YP	Attachement 3 Tick sheet for Five Year Plan Evaluation - 2	A	A	A	A	A	Area to be logged is limited to five thirty-fifth (5/35) of the total loggable area	LAN Map	Logging Plan Map	PAD
2	PMCP	5YP	Attachement 3 Tick sheet for Five Year Plan Evaluation - 4	A	A	A	A	A	The permanent roads to be constructed are in a logical and practical location	LAN Map	Area Calculation	PAD
3										LAN Map	Distance Measure	PAD
4	PMCP	5YP	Attachement 3 Tick sheet for Five Year Plan Evaluation - 5	A	A	A	A	A	Check that new log ponds to be constructed are in a logical and practical location	LAN Map	Satellite Imagery	PAD
5										LAN Map	Logging Plan Map	PAD
6										LAN Map	Census (Roads and Rivers)	PAD
7	PMCP	5YP	Attachement 3 Tick sheet for Five Year Plan Evaluation - 6	A	A	A	A	A	Check that new logging base camps to be constructed are in a logical and practical location	LAN Map	Satellite Imagery	PAD
8										LAN Map	Logging Plan Map	PAD
9										LAN Map	Census (Roads and Rivers)	PAD
10	PMCP	ALP	Attachement 8 Tick sheet for Annual Logging Plan Evaluation - 1	A	A	A	A	A	Check consistency of the ALP with the approved Five Year Plan on Area to be logged	LAN Map	Logging Plan Map	PAD
11	PMCP	ALP	Attachement 8 Tick sheet for Annual Logging Plan Evaluation - 1	A	A	A	A	A	Check consistency of the ALP with the approved Five Year Plan on infrastructure obligations	LAN Map	Logging Plan Map	PAD
12										GPS	Taking Picture	Prov./Project Office
13	PMCP	ALP	Attachement 8 Tick sheet for Annual Logging Plan Evaluation - 2	A	A	A	A	A	The maximum area of 150 hectares per set-up has not been exceeded	LAN Map	Area Calculation	PAD
14				B						GPS	Position Acquiring	Prov./Project Office
15				A						GIS/Free GIS	Contour	Prov./Project Office
16	PMCP	ALP	Attachement 8 Tick sheet for Annual Logging Plan Evaluation - 5	A	A	A	A	A	The permanent roads to be constructed are in a logical and practical location 2-121	GIS	Contour	Area Office
17										GIS	Constraints	Area Office
18										GIS	Project Area	Area Office
19										LAN Map	Logging Plan Map	PAD
20										LAN Map	Logging Plan Map	PAD

7	PMCP	5YP	Attachement 3 Tick sheet for Five Year Plan Evaluation – 6	A	A	A	A	A	Check that new logging base camps to be constructed are in a logical and practical location	LAN Map	Satellite Imagery	PAD
8										LAN Map	Logging Plan Map	PAD
9										LAN Map	Census (Roads and Rivers)	PAD
10	PMCP	ALP	Attachement 8 Tick sheet for Annual Logging Plan Evaluation – 1	A	A	A	A	A	Check consistency of the ALP with the approved Five Year Plan on Area to be logged	LAN Map	Logging Plan Map	PAD
11	PMCP	ALP	Attachement 8 Tick sheet for Annual Logging Plan Evaluation – 1	A	A	A	A	A	Check consistency of the ALP with the approved Five Year Plan on infrastructure obligations	LAN Map	Logging Plan Map	PAD
12										GPS	Taking Picture	Prov./Project Office
13	PMCP	ALP	Attachement 8 Tick sheet for Annual Logging Plan Evaluation – 2	A	A	A	A	A	The maximum area of 150 hectares per set-up has not been exceeded	LAN Map	Area Calculation	PAD
14				B						GPS	Position Acquiring	Prov./Project Office
15				A						GIS/Free GIS	Contour	Prov./Project Office
16				A						GIS	Contour	Area Office
17	PMCP	ALP	Attachement 8 Tick sheet for Annual Logging Plan Evaluation – 5	A	A	A	A	A	The permanent roads to be constructed are in a logical and practical location	GIS	Constraints	Area Office
18				A						GIS	Project Area	Area Office
19										LAN Map	Logging Plan Map	PAD
20										LAN Map	Logging Plan Map	PAD
21	PMCP	Log Pond	Attachement 18 Tick sheet for Log Pond Proposal Evaluation – 2	A	A	A	A	A	Check that the site of plan is in accordance with buffer zone requirements (Key standard No.2)	GPS	Position Acquiring	Prov./Project Office/PAD
22										GPS	Distance Measure	Prov./Project Office/PAD
23										GPS	Position Acquiring	Prov./Project Office
24										GPS	Distance Measure	Prov./Project Office
25	PMCP	Set-up	Attachment 12 Part A Monitoring During Logging: Checklist & Master Summary	A	A	A	A	A	Roads constructed to approved standards	GPS	Taking Picture	Prov./Project Office
26			2. Road Construction							GIS/Free GIS	Contour	Prov./Project Office
27										GIS/Free GIS	Constraints	Prov./Project Office
28	PMCP	Set-up	Attachment 12 Part A Monitoring During Logging: Checklist & Master Summary	A	A	A	B	A	Roads properly compacted (classification of roads should be also reported)	GPS	Distance Measure	Prov./Project Office
29										GPS	Taking Picture	Prov./Project Office
30	PMCP	Set-up	Attachment 12 Part A Monitoring During Logging: Checklist & Master Summary	A	A	A	A	A	Roads follow approved surveyed roadlines	GPS	Position Acquiring	Prov./Project Office
31	PMCP	Set-up	Attachment 12 Part A Monitoring During Logging: Checklist & Master Summary	A	A	A	A	A	Road corridor is less than 40 meters wide	GPS	Distance Measure	Prov./Project Office
32	PMCP	Set-up	Attachment 12 Part A Monitoring During Logging: Checklist & Master Summary	A	A	A	B	A	Streams are free of soil	GPS	Taking Picture	Prov./Project Office
33	PMCP	Set-up	Attachment 12 Part A Monitoring During Logging: Checklist & Master Summary	A	A	A	B	A	Roads are properly drained	GPS	Taking Picture	Prov./Project Office
34	PMCP	Set-up	Attachment 12 Part A Monitoring During Logging: Checklist & Master Summary	A	A	A	A	A	Bridges are properly constructed	GPS	Taking Picture	Prov./Project Office
35	PMCP	Set-up	Attachment 12 Part A Monitoring During Logging: Checklist & Master Summary	A	A	A	A	A	Culverts are properly constructed	GPS	Taking Picture	Prov./Project Office
36	PMCP	Set-up	Attachment 12 Part A Monitoring During Logging: Checklist & Master Summary	A	A	A	A	A	Roads are properly drained at watercourse crossings	GPS	Taking Picture	Prov./Project Office
37										GPS	Taking Picture	Prov./Project Office
38	PMCP	Set-up	Attachment 12 Part A Monitoring During Logging: Checklist & Master Summary	A	A	A	A	A	Stumps height less than 30cm (above fluting)	GPS	Position Acquiring	Prov./Project Office
39			5. Felling							Tape		Prov./Project Office
40	PMCP	Set-up	Attachment 12 Part A Monitoring During Logging: Checklist & Master Summary	A	A	A	A	A	Watercourse crossings located as per plan	GPS	Taking Picture	Prov./Project Office
41										GPS	Position Acquiring	Prov./Project Office
42	PMCP	Set-up	Attachment 12 Part A Monitoring During Logging: Checklist & Master Summary	A	A	A	A	A	Watercourse crossings constructed as per plan	GPS	Taking Picture	Prov./Project Office
43										GPS	Taking Picture	Prov./Project Office
44	PMCP	Set-up	Attachment 12 Part A Monitoring During Logging: Checklist & Master Summary	A	A	A	A	A	Landings located as marked out in the field	GPS	Position Acquiring	Prov./Project Office
45			8. Landings							GPS	Area Calculation	Prov./Project Office
46	LCOP	LCOP	Page 40 E. Felling and Skidding E.5 Skid Tracks (i)	A	A	A	A	A	The area of skid tracks should not exceed 10% of the area of the Set-up.	GPS	Distance Measure	Prov./Project Office
47										GPS	Position Acquiring	Prov./Project Office
48	LCOP	LCOP	Page 8 A. Planning	A	A	A	A	A	Set-up Plans will take account of the areas designated as 'Buffer Zones' or 'Special Management Buffer Zones' and any other special management actions agreed for natural and cultural values. Trees retained for biodiversity reasons should be kept in patches rather than as individual trees.	GPS	Distance Measure	Prov./Project Office
49			A.2 Set-up plans (iv)							GPS	Area Calculation	Prov./Project Office
50										GIS/Free GIS	Distance Measure	Prov./Project Office
51										GPS	Position Acquiring	Prov./Project Office
52	LCOP	LCOP	Page 21 C. Road Construction and Maintenance	A	A	A	A	A	Roads should avoid Buffer Zones and Special Management Buffer Zones designated for biodiversity and other natural and cultural reasons. The width of roads will be minimised where these buffer zones cannot be avoided.	GPS	Distance Measure	Prov./Project Office
53			C.2 Road Corridor (Major Logging Road) (vi)							GIS/Free GIS	Distance Measure	Prov./Project Office

The rate (A, B or C) is filled in according to the following standard.

A: Very useful, B: Probably useful, C: Irrelevant

表 2.2-12 ロギングオペレーションのモニタリングシステムにおける PNG-FRIMS の将来の効果的な活用可能性

No.	Type of Plan / Regulation	Purpose	Tool / System	Data / Function	Section in charge
1	Log Pond	To verify location and a certain area size	LAN Map	Area Calculation	PAD
2			GPS	Area Calculation	PAD
3	Set-up	To verify water crossing location in the field	GPS	Position Acquiring	Prov./Project Office
4	LCOP	To verify area of 'Buffer Zones' or 'Special Management Buffer Zones'	GPS	Area Calculation	Prov./Project Office
5	TP / Project Agreement	Reforestation requirement	GPS	Area Calculation	Prov./Project Office
6			GPS	Position Acquiring	Prov./Project Office
7			GIS/Free GIS	Area Calculation	Prov./Project Office
8	800,000 Plantation	Reforestation (Painim Graun)	GPS	Taking Picture	FDD/FSD
9			GIS/Free GIS	Area Calculation	FDD/FSD
10	Set-up/LCOP	Waste Management/Disposal Plan/Damage Assessment	GPS	Taking Picture	Prov./Project Office
11	TP	To support reporting for PDB (Project Development Benefit) and infrastructure obligations	GPS	Taking Picture	Prov./Project Office
12	Set-up	To check scaling	GPS	Taking Picture	Prov./Project Office

表 2.2-13 ロギングオペレーションのモニタリングシステム以外の PNGFA での PNG-FRIMS の活用可能性

No.	Points/Purposes	Tool / System	Data / Function	Section in charge
1	Planning for National/Provincial Forest Plan			Forest Plans Officer
2	To map clan Mapping of land according to customary land ownership by clans	GIS/Free GIS	Satellite Imageries Catchment Contour	Acquisition Branch
3	To map boundaries of existing forest plantation projects	LAN Map GIS/Free GIS GPS	Digitization Boundary survey by GPS	Plantation Branch
4	Screening of grasslands for new plantation area	LAN Map, GIS	Extraction Contour Satellite Imagery Constraints ILG Information	Plantation Branch
5	ID (identification) boundary survey on State-land forest plantation (e.g. Kuriva 8,500ha)	GIS/Free GIS GPS	Boundary survey by GPS Forest base map Contour Satellite Imagery Constraints	Plantation Branch
6	Sketch plotting of suitable land for tree planting	LAN Map GIS/Free GIS	Forest base map Contour Satellite Imagery Constraints ILG Information Area calculation	Plantation Branch
7	To get an indication for necessity of rehabilitation from harvested volume per hectare by set-ups	LAN Map	Harvested volume	Natural Forest Management Branch
8	Planning and implementing forest rehabilitation by utilization set-ups information on current LAN Map	LAN Map	Set-up information	Natural Forest Management Branch

2.2.3 パイロットエリアでの成果普及のためのトレーニングワークショップの開催

パイロットエリアでの成果の普及のため2018年6月と2019年2月にトレーニングワークショップを開催した。本ワークショップについては、2.2.2(1)2)と2.2.2(2)2)のドローンを用いた森林モニタリングに係る研修と一緒に内容を記載した。

2.2.4 森林計画プロセスへのインプット内容の検討

NFPは、PNGの持続可能な森林管理の方針を示すものであるが、1995年に最初のNFPが策定されて以降、一度も正式に認められた更新はなされていない。プロジェクトでは、PNG-FRIMSを活用して次期NFPの策定に向けた支援をすることとされている。2.2.1で示した森林計画制度の実態の検討(PDMの活動2.1)の結果、NFPの更新を妨げている大きな要因である、AACとPFPに対処することとなった。具体的には、以下について実施することとした。

- ① PNGFAの森林資源管理の実態に即したAAC計算機能をPNG-FRIMSに実装し、NFPを含む森林計画制度における活用方法を検討する。
- ② PFP策定のための具体的方針を示したPFPガイドラインおよび各州のPFPにおけるPNG-FRIMSの活用方法を検討し、実施段階における必要な支援を行う。

短期専門家は、長期専門家およびC/Pに対して、技術的な側面からPNG-FRIMSの活用について包括的な支援を行った(PDMの活動2.4)。

(1) PNGにおける森林資源管理の実態に即したAAC計算機能の拡充

プロジェクトでは、実態に即したAAC計算機能拡充のため、PNGにおける森林資源管理のサイクルを特定した。従来のAAC計算は施業によりLogged over areaが発生すると、これを一律に生産林(net production area)から控除する。これにより、施業が進むとAACは減少することとなる。しかし、行政管理上の問題は別として、当該施業地のLogged over areaにはgrowing stock(regrowth volume)が経時的に蓄積され、これらは将来的に伐採可能な状態となる。加えて、potential production area(事業実施が予定されているが、現状ではまだ事業実施に至っていない森林)およびexpired forest(過去に事業が実施され、次の利用方針が立っていない森林)についても、将来的な施業可能性がある森林である。こういった森林資源を含めAACの動態をチェックしつつ森林計画を策定することが、持続可能な経済発展と森林管理を両立するものである。

上記の設計思想のもと、短期専門家は森林基盤図との連携、計算方法の再定義に加え、下記機能を実装し、森林計画における実態に即したAAC計算に貢献した。

- ・ Logged over areaの発生状況に依存したregrowth volumeの計算機能
- ・ potential production forestおよびexpired forestの材積計算機能

現在のregrowth volume計算機能は、①伐採された森林の商用材積は35年で回復する、②regrowth volumeは伐採の翌年からAACに参入する、というPNGFAの施策に合致した条件が設定されている。しかし、これらの条件は今後の研究による新たな知見や行政的判断により変更されることがある。長期専門家およびC/Pからの要望を踏まえ、上記②の点について、自由に年数を変更できるようにした。

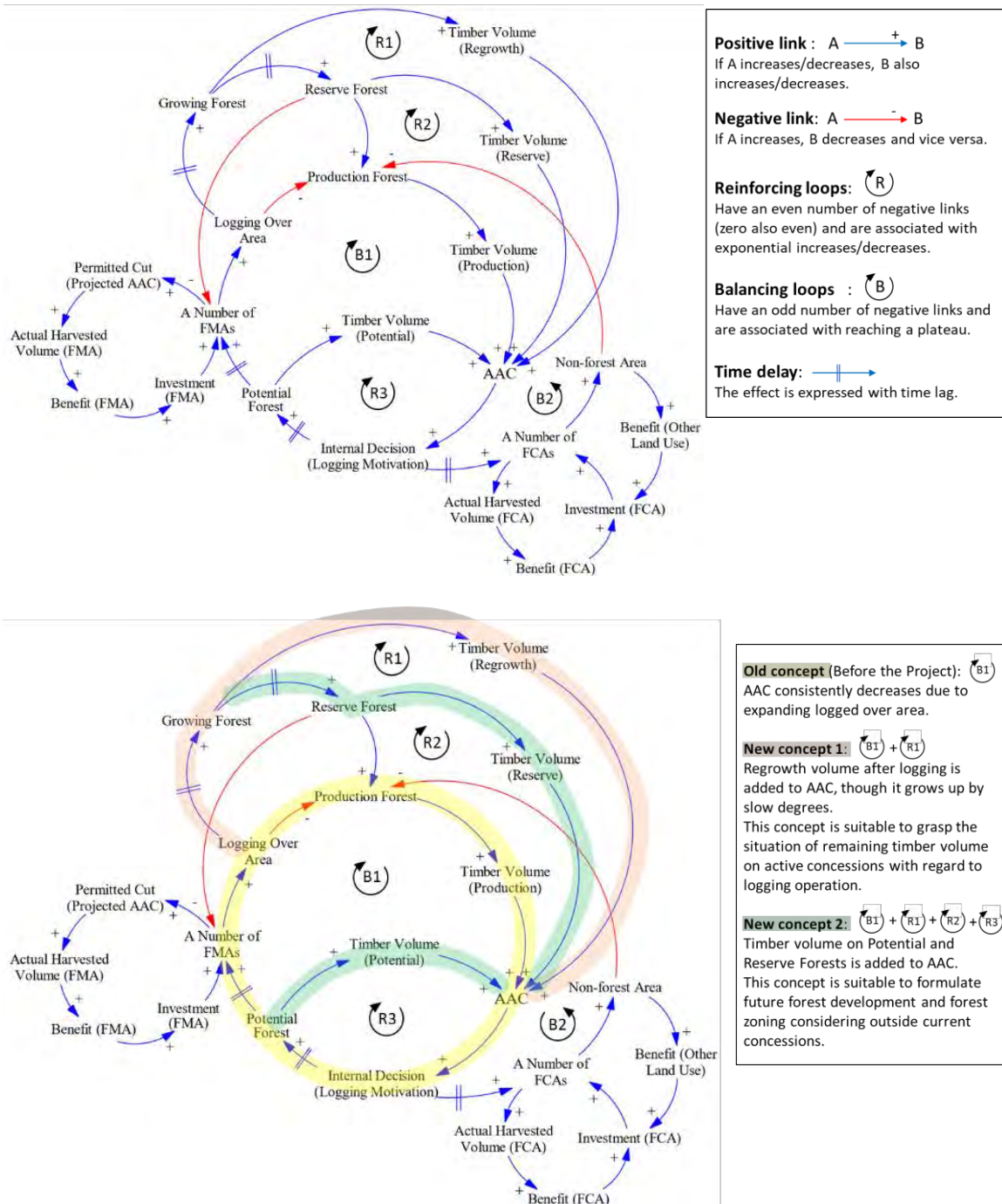
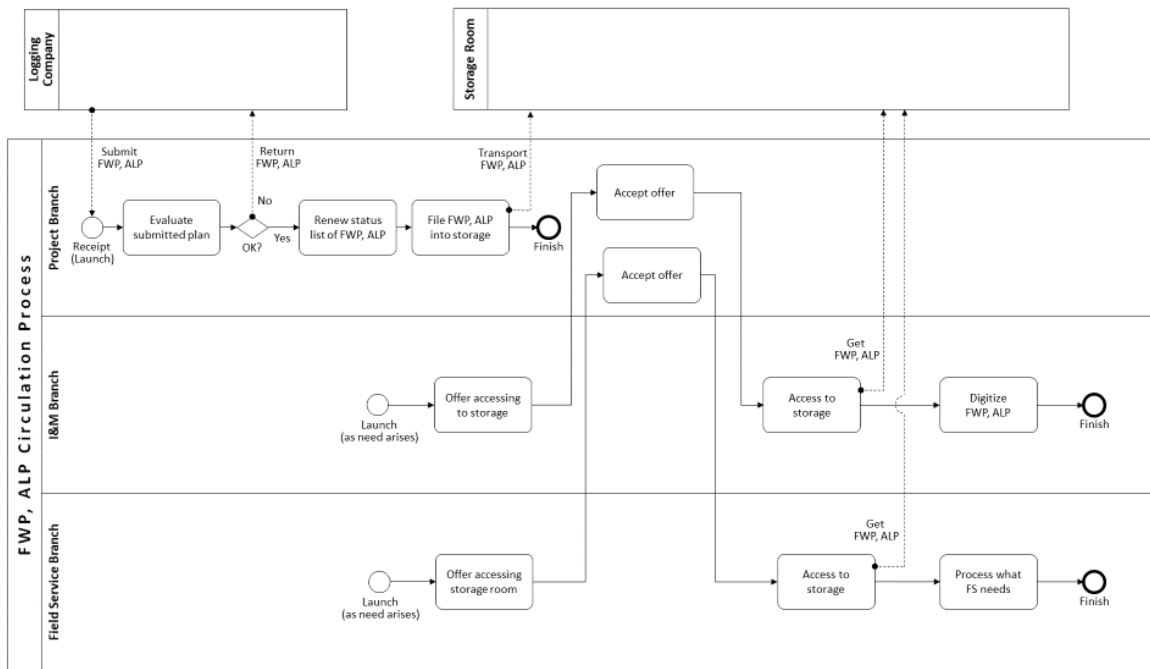



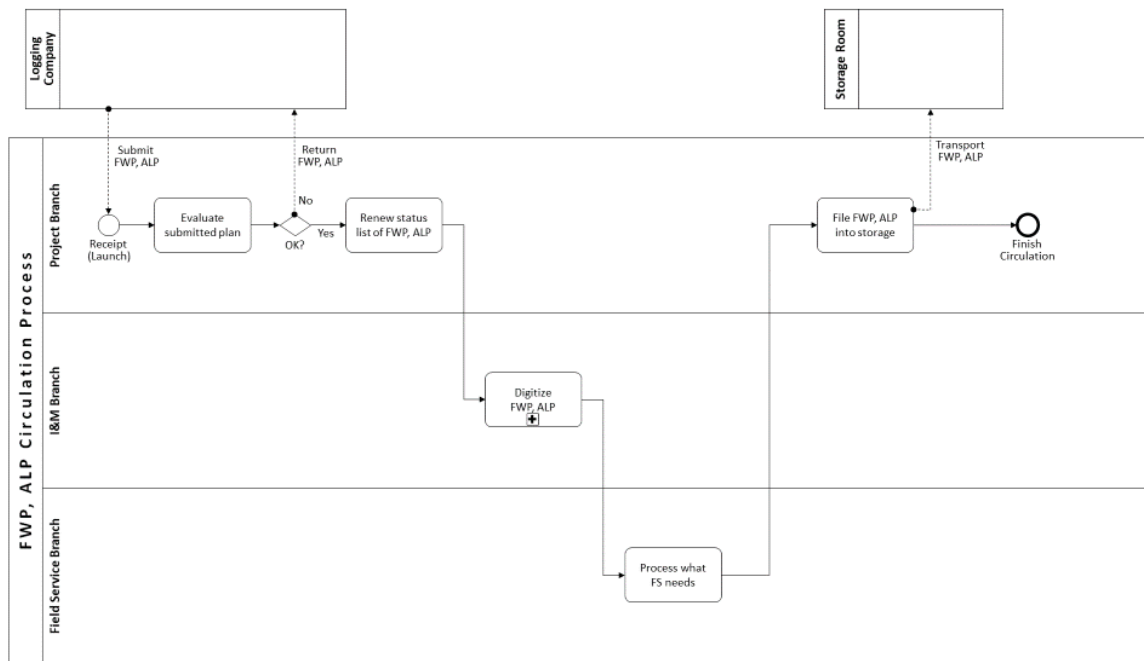
図 2.2-11 PNGにおける森林資源管理サイクルの因果ループ図


また、regrowth volume の計算においては、如何に現実を反映した Logged over area の情報を PNG-FRIMS に入力できるかが重要となる。PNGFA では Project 課が保有する forest plans の情報を I&M 課が FIMS に入力する仕組みがあったが、Logged over area の情報を入力することはされていなかった (図 2.2-12)。そこで、森林計画の一つである ALP に記載されている Logged over area の情報を入力するためのプロトコルを策定し、PNGFA の人的資源の不足を補うため現地傭人を雇用して当該作業に従事させた。AAC の精度を向上させていくためには、プロジェクト終了後も継続的に Logged Over Area 情報の入力が必要であることから、より効率的な PNGFA 内部での森林計画の情報共有のあり方について長期専門家より提案を行った (図

2.2-13、 2.2-14)。



 2.2-12 FWP と ALP のワークフロー図 (現在の状態 : 現在のプロセス)



 2.2-13 FWP と ALP のワークフロー図 (望ましい状態 : 将来のプロセス)

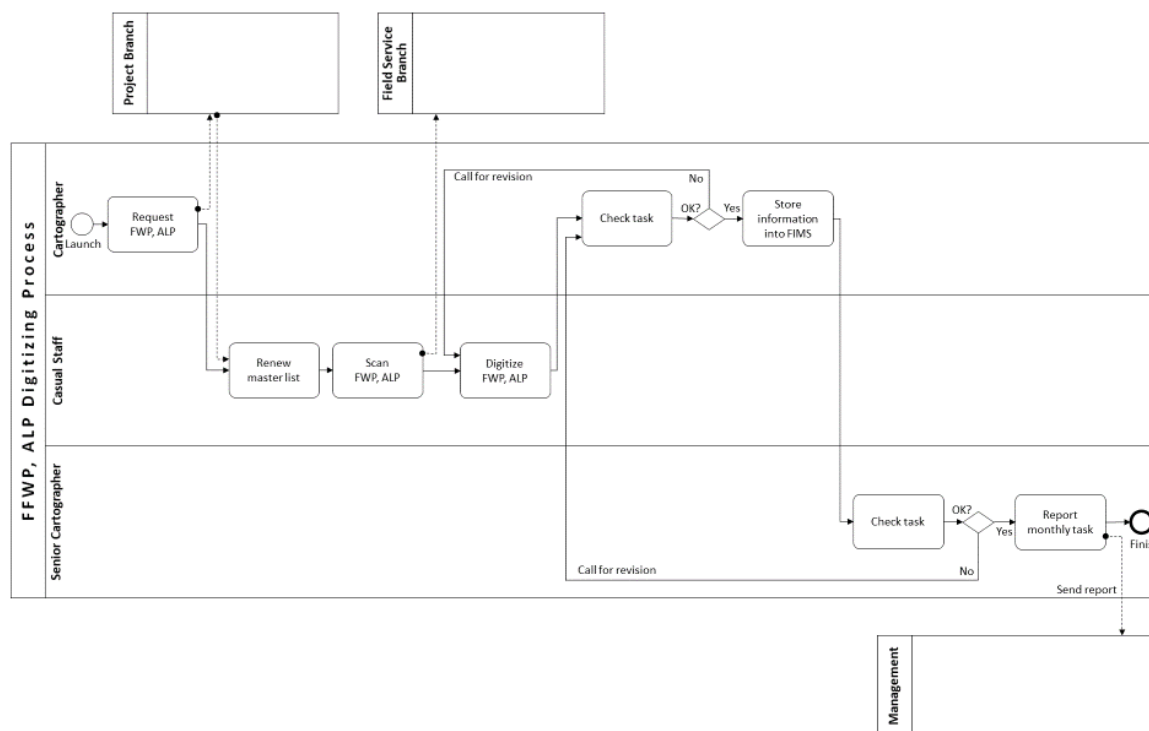


図 2.2-14 FWP と ALP のデジタイジングワークフロー図(望ましい状態：将来のプロセス)

(2) PFP での PNG-FRIMS の活用の検討

1) Land Change Modeler による土地利用変化シミュレーション

短期専門家は Land Change Modeler (Clark Labs, Clark University) の森林管理・計画のツールとしての活用可能性を探るため、下記の土地利用変化シミュレーションの検討を行った。

- ① 森林減少・劣化シミュレーション—プランテーションや農地の拡大による影響の予測
- ② 森林減少・劣化シミュレーション—森林減少/劣化の分布の変化の予測
- ③ Land Change Modeler による将来森林減少の起こりやすいと思われる箇所の推定

なお、Land Change Modeler による土地利用変化シミュレーションの詳細は添付資料 31 に示す。また、「Analytical Report No. 2 Analysis of Future Forest Change Modeling in Papua New Guinea」(添付資料 6) として取り纏めた。

① 森林減少・劣化シミュレーション—プランテーションや農地の拡大による影響の予測

Land Change Modeler を用いると、過去の 2 時点の土地被覆の比較から森林減少のドライバを推定し、将来そのまま森林減少が進行していくケース (BAU; Business as Usual) のシミュレーションを行い、政策の違いによる森林の将来像の違いを検討できる。PNG-FRIMS 内のデータを用いて、パイロット州である West New Britain 州内でプランテーションや農地の拡大が同地域の森林減少および森林劣化に与える影響の予測を試みた。

対象とした地域は、パイロット州である West New Britain 州内で近年特にプランテーション開設や人口増加による森林減少が激しく起こっている地域 (面積約 4,870 km²) である。過去の 2 時点の土地被覆図として、一つは 2011 年の森林基盤図を用い、もう一つは 2014 年の

LANDSAT Greenest Pixel 画像と森林基盤図を比較して変化部分を修正した 2014 年の森林被覆図を用いた。

まず、2 時期の地図の比較により、2011 年から 2014 年の間にこの地域においてどのような土地被覆が増え、一方どのような土地被覆が減ったのかを調べた。主に農業プランテーション (Qa) および自給自足的農地 (O) が増加していたため、農業プランテーションおよび自給自足的農地のドライバを推定し、それぞれの将来 (2030 年) の分布を推定することとした。モデルのパラメータとして、標高 (SRTM、解像度 30m)、斜度、海からの距離、人口密度 (Kernel 解析による)、保護区バウンダリ、湿地帯バウンダリ、アクティブなコンセッション地区バウンダリ、2011 年の土地被覆バウンダリを使用した。

農業プランテーションモデルと自給自足的農地モデルの精度はそれぞれ 80.83%と 81.73%で、モデルに十分な精度があると見なされる閾値の 80%を超えたため、有効なモデルと考えられた。モデルの精度に最も大きな影響を与えたパラメータは浸水・氾濫帯バウンダリであった。

これらのモデルを用いて 2030 年の森林被覆図をシミュレートした。農業プランテーションと自給自足的農地がそれぞれ 17.7%と 124.9%増加し、平地林、丘陵林、湿地林、疎林、草地がそれぞれ 16.7%、2.8%、31.8%、64.6%、26.6%減少した (表 2.2-14)。これは、現在の土地改変の傾向が 2030 年まで続いた場合、つまり BAU を表していると言える。

表 2.2-14 各土地被覆面積の変化

Landuse	Area 2011 (ha)	Area 2014 (ha)	Area 2030 (ha)	Change in area comparing 2014 and 2030 (%)
P	39,564	38,232	31,848	-16.7
H	271,024	269,568	261,913	-2.8
Fri	4,131	4,070	4,070	0
Fsw	8,373	7,791	5,314	-31.8
W	6,010	4,942	1,749	-64.6
L	32,018	32,018	32,018	0
M	108	108	108	0
G	5,879	5,503	4,039	-26.6
Z	51	51	51	0
E	1,505	1,497	1,497	0
Es	60,864	60,864	60,864	0
Qa	51,572	54,054	63,606	17.7
O	6,907	9,307	20,930	124.9

ここで得られた各土地被覆の面積に IPCC のデフォルト値をかけて、この地域内の植生に含まれる炭素量を推定した。この地域の農業プランテーションは全てアブラヤシと仮定した。2030 年には 2014 年と比較してこの地域の植生炭素量は 4.1 Mt 減少すると推測された。これは 7.5 Mt CO₂-eq に相当し、1 t CO₂-eq = 5 米ドルと仮定すると、約 3,700 万米ドルの損失となる。

2030 年に 2014 年と比較して増加する農業プランテーションの面積は 9,552 ha であるが、2014 年から 2030 年にかけて同じペースで増加していくと仮定すると、累積増加面積は 81,192 ha・

年となる。単位面積あたりパーム油収量を $3.74 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ⁽²⁵⁾ とし、パーム油価格を 562 米ドル t^{-1} ⁽²⁶⁾ とすると、この期間に期待できるパーム油による収入の増加額は 17,000 万米ドルとなる。また、同期間に伐採されることで材木としての収穫が期待できなくなる平地林と丘陵林の面積は 14,040 ha で、2014 年から 2030 年にかけて同じペースで減少していくと仮定すると、累積減少面積は 119,348 ha・年となる。収穫周期を 35 年、単位堆積あたりの価格を 142 米ドル m^{-3} ⁽²⁷⁾ とすると、約 1700 万米ドルの損失となる。以上をまとめると、BAU の条件で 2014 年から 2030 年までの間に土地改変によって増加する収入は 11,600 万米ドルと考えられる (表 2.2-15)。

同様に、(ア) 農業プランテーションを作ることができる土地被覆を疎林と草原とに限定した場合と (イ) 草地のみに限定した場合の両ケースも考えてみると、2014 年から 2030 年までの間に土地改変によって増加する収入はそれぞれ、(ア) 8,520 万米ドル、(イ) 2,800 万米ドルとなる。収入の増加額は改変できる土地被覆を制限するほど減る傾向にある。土地改変せずに森林を保全すること自体に価値を見いだせるかどうか政策を左右する鍵となってくる。

表 2.2-15 各シナリオによる 2014 年から 2030 年までの利益増加額の比較

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Net forest loss	19,711 ha	14,816 ha	11,623 ha
Net P&H loss	14,040 ha	11,623 ha	11,623 ha
Net plantation gain	9,552 ha	4,657 ha	1,464 ha
Price of increased carbon due to plantation developing	-37.3 mil USD	2.00 mil USD	1.82 mil USD
Price of palm oil from newly developed plantation	171 mil USD	83.2 mil USD	26.2 mil USD
Price of increased timber due to developing oil palm plantations	-16.9 mil USD	0 mil USD	0 mil USD
Net increase in profit	116 mil USD	85.2 mil USD	28.0 mil USD

注) Scenario 1: BAU; Scenario 2: Newly developing plantation is only allowed in W and G after 2014, increasing in subsistence agriculture is BAU; Scenario 3: Newly developing plantation is only allowed in G after 2014, increasing in subsistence agriculture is BAU

② 森林減少・劣化シミュレーションー森林減少/劣化の分布の変化の予測

パイロット州である West New Britain 州全域 (面積約 20,340 km^2) で森林減少と森林劣化の分布の変化の予測を試みた。

過去の 2 時点の土地被覆図として、一つは 2011 年の森林基盤図を用い、もう一つは 2005 年の森林被覆図を用いた。それぞれの各ポリゴンにはあらかじめ森林劣化・減少ドライバ情報が付加されている。本解析では、(ア) 森林土地被覆ポリゴンに建物建設、道路建設、森林プランテーション、農業プランテーション、自給自足的農業、一時的耕作、選択的伐採のドライバ情報が含まれるものを「劣化した森林のポリゴン」、(イ) 災害、Wood Collection のドライバ情

²⁵ http://www.soyatech.com/Palm_Oil_Facts.htm (2017 年 4 月 3 日閲覧)

²⁶ <http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=palm-oil&months=300> (2016 年 6 月 9 日閲覧)

²⁷

https://www.wageningenur.nl/upload_mm/5/c/1/b0b121e8-469b-4e65-9689-c4e6fd7c8d1e_WOt-technical%20report%2010%20webversie.pdf (2017 年 4 月 3 日閲覧)

報が含まれたポリゴンとドライバ情報を含まないポリゴンを「劣化していない森林のポリゴン」とした。

まず、2 時期の地図の比較により、2005 年から 2011 年の間にこの地域においてどのような土地被覆が増え、一方どのような土地被覆が減ったのかを調べた。主な土地被覆変化は、主に丘陵林 (H)、平地林 (P)、Woodland (W) が劣化したものと、劣化した P が農業プランテーション (Qa) や自給自足的農地 (O) に変化したものであった。よって、これらの土地被覆変化をモデルに組み入れ、土地被覆分布の将来像 (2026 年) を推定することとした。モデルのパラメータとして、標高 (SRTM、解像度 30m)、斜度、海からの距離、川からの距離、森林/非森林境界からの距離、道路からの距離 (2011 年当時)、Census unit ポイントからの距離、Logged over area からの距離、森林/農業プランテーションからの距離、自給自足的農地からの距離、劣化林からの距離 (2005 年当時)、人口密度 (Kernel 解析による)、保護区バウンダリ、浸水・氾濫帯バウンダリ、アクティブなコンセッション地区バウンダリ (2005 年当時)、森林タイプを使用した。

このモデルの精度は 82.31% で、モデルに十分な精度があると見なされる閾値の 80% を超えたため、有効なモデルと考えられる。モデルの精度に最も大きな影響を与えたパラメータは森林タイプであり、以下劣化林からの距離 (2005 年当時)、森林/農業プランテーションからの距離、自給自足的農地からの距離と続いた。

このモデルを用いて 2026 年の森林被覆図をシミュレートした。劣化 H、劣化 P、劣化 W がそれぞれ 33.8%、7.3%、47.7% 増加し、非劣化 H、非劣化 P、非劣化 W がそれぞれ 51.7%、54%、55.4% 減少した。これは、現在の土地被覆変化の傾向が 2026 年まで続いた場合、つまり BAU を表していると言える。

このことは、健康な森林が 2011 年には約 612,000 ha 分布していたのに対し 2026 年には約 333,000 ha に減少し、一方劣化林は 2011 年には約 1,105,000 ha 分布していたのに対し 2026 年には約 1,358,000 ha まで増加することを示す。Pearson *et al.* (2014) によれば、森林劣化によって大気中に放出される単位面積あたりの炭素量は森林減少によるものの 12% に達するとしている。2011 年から 2026 年までに健康な森林から劣化林に変化する面積のうち約 165,000 ha は Logging によるものと推定されるが、森林の平均炭素蓄積量を 200 Mg C ha⁻¹ とすると、この期間の Logging による森林劣化によって放出される炭素量は、

$$165,000 \times 200 \times 0.12 = 396,000 \text{ (Mg C)}$$

と推定される。さらに 1 t CO₂-eq = 5 USD とすると、West New Britain 州において 2011 年から 2026 年までの間に Logging による森林劣化により放出される炭素の価値は

$$396,000 \times (44/12) \times 5 = 7,260,000 \text{ (USD)}$$

と推定される。

③ Land Change Modeler による将来森林減少の起こりやすいと思われる箇所の推定

森林減少が将来起こりうる位置とそのドライバを予測することは、優先的に森林を保全する地域や重点的にモニタリングを行う地域を特定するのに有効である。森林減少は地理的要因だけではなく、地域住民の伝統的な習慣、政策の変化、民間業者の活動など様々な要因によって影響を受けて起きるため、その場所の正確な将来予測を行うことは難しい。しかし、人間活動

に適した場所は、例えば平ら、暖かい、道路に近い、村に近いなど、特定の条件を満たす傾向があると考えられ、森林減少の起こりやすいと思われる箇所は推定できる可能性がある。ここでは、West New Britain 州において森林減少に影響を与えると思われる条件を推定し、森林減少の起こりやすさの分布を予測した。

2005 年、2011 年および 2015 年の森林被覆図を分析に用いた。始めに、2005 年と 2011 年および 2005 年と 2015 年の森林被覆図をそれぞれ比較し、それぞれの期間における森林減少箇所をそのドライバとともに特定した。これにより、2011 年の森林被覆図に 2005 年から 2011 年までの累積森林減少情報を付加した地図と 2015 年の森林被覆図に 2005 年から 2011 年までの累積森林減少情報を付加した地図がそれぞれ得られた。これらの 2 枚の地図が分析に供された。

2005 年から 2011 年にかけての森林減少率は 1.08%、2005 年から 2015 年にかけての森林減少率は 1.42%であった。森林減少は農業、林業、木材収集、プランテーション、道路建設、災害といった様々な要因により起こっていた。これらの要因の中で、プランテーション、農業、林業が主要なものであった。森林減少は主に丘陵林 (Hill forest)、平地林 (Plain forest)、疎林 (Woodland)、浸水林 (Swamp forest) で起こっていた。本分析では、West New Britain 州全域で 2011 年と 2015 年との間に延べ 200 ha 以上の面積で生じた土地被覆変化パターンのみを対象としてシミュレーションを行った。対象とした土地被覆変化パターンは表 2.2-16 のとおりである。

表 2.2-16 本シミュレーションの対象となった 7 種の土地被覆変化パターン

Rank	2011 年の土地被覆	2015 年の土地被覆	面積 (ha)
1	Plain forest	Deforested (Plantation)	1,813
2	Hill forest	Deforested (Plantation)	1,800
3	Woodland	Deforested (Plantation)	1,331
4	Swamp forest	Deforested (Logging)	435
5	Plain forest	Deforested (Logging)	310
6	Hill forest	Deforested (Agriculture)	294
7	Hill forest	Deforested (Logging)	255

PNF-FRIMS に格納されている 17 種の空間情報を独立変数として用いて、土地被覆が変化する可能性の分布を予測するモデルを作成した。各変数とそれぞれのモデルに与える影響を表 2.2-17 に挙げた。モデルの全精度は 76.04%であった。モデルに最も大きな影響を与えた変数はプランテーションまでの距離で、2 番目は 2011 年における土地被覆、3 番目は材積量であった。

表 2.2-17 モデル作成に用いた変数とそれぞれを定数としたときにモデルに与える影響

Model	Accuracy (%)	Skill measure	Influence order
(With all variables)	76.04	0.7365	N/A
Distance to Plantation	51.41	0.4655	1 (most influential)
Land cover in 2011	56.34	0.5197	2
Timber Volume	64.85	0.6133	3
Active Concession	68.03	0.6484	4

Distance to village point	69.89	0.6688	5
Distance to Sea	73.71	0.7108	6
Driver of Deforestation	74.69	0.7216	7
Slope	75.54	0.731	8
Distance to Road	75.81	0.7339	9
Year of disturbance	76.02	0.7362	10
Distance to Forest edge	76.02	0.7363	11
Elevation	76.04	0.7365	12
Forest density	76.04	0.7365	13
Deforestation density	76.04	0.7365	14
Standard deviation of elevation	76.04	0.7365	15
Population density	76.04	0.7365	16
Distance to Agriculture	76.14	0.7375	17 (least influential)

図 2.2-15 はモデルに大きな影響を与えた変数と土地被覆変化との関係を示したものである。森林減少は多くの場合、プランテーションのバウンダリから 5 km 以内で起こっていた (図 2.2-15-a)。2011 年から 2015 年にかけての土地被覆変化は特に疎林 (4.1%) と浸水林 (2.4%) で起こる傾向があった (図 2.2-15-b)。材積量が大きい場所が土地被覆変化の影響を受ける傾向があった (図 2.2-15-c)。作成されたモデルはこれらの地理的特徴による影響を反映すると考えられた。

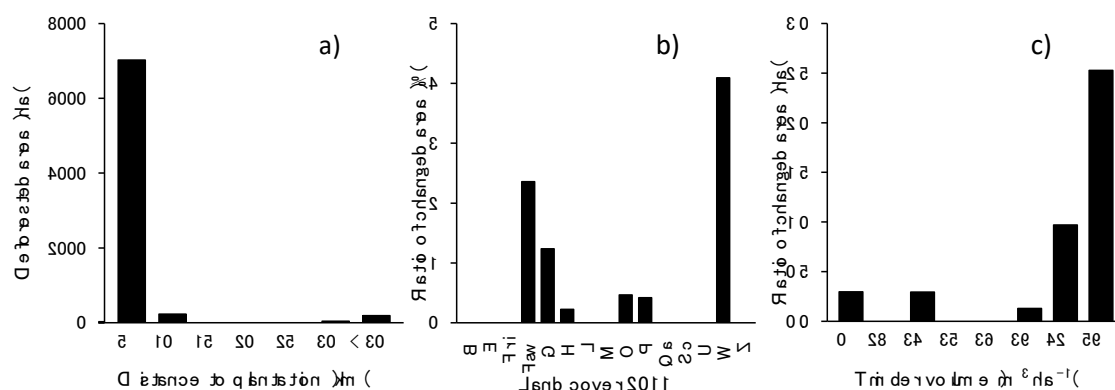


図 2.2-15 森林減少とプランテーションまでの距離 (a)、2011 年の土地被覆 (b)、材積量 (c) との関係

作成されたモデルを用い、West New Britain 州全域で土地被覆変化の起こりやすさのシミュレーションを行った。図 2.2-16 は West New Britain 州西部の一部地域においてシミュレーション結果を示したものである。土地被覆変化の起こりやすい箇所は偏在していた。図 2.2-17-a と比較すると、このような変化の起こりやすい箇所はプランテーションとの境界部分や道路に沿って分布していることが分かる。また、材積量の大きな場所も変化の起こりやすい箇所となっていた (図 2.2-17-b)。加えて、アクティブな林業コンセッションや村の分布もシミュレーション結果に影響を与えていると見られた。一方、例えばプランテーションとの境界部分におい

て、変化の起こりやすさに地点間差が見られ、同じドライバでも影響を受けやすい地域と受けにくい地域があることが示唆された。このような分析によって特に森林減少の起こりやすい箇所を特定することは、保護区の設置を行う等の森林管理上の決定を行う際に助けとなり得る。ただし、過去に起こらなかったような条件が将来起こるとした時に、それをシミュレートすることは出来ないことに留意しておく必要がある。

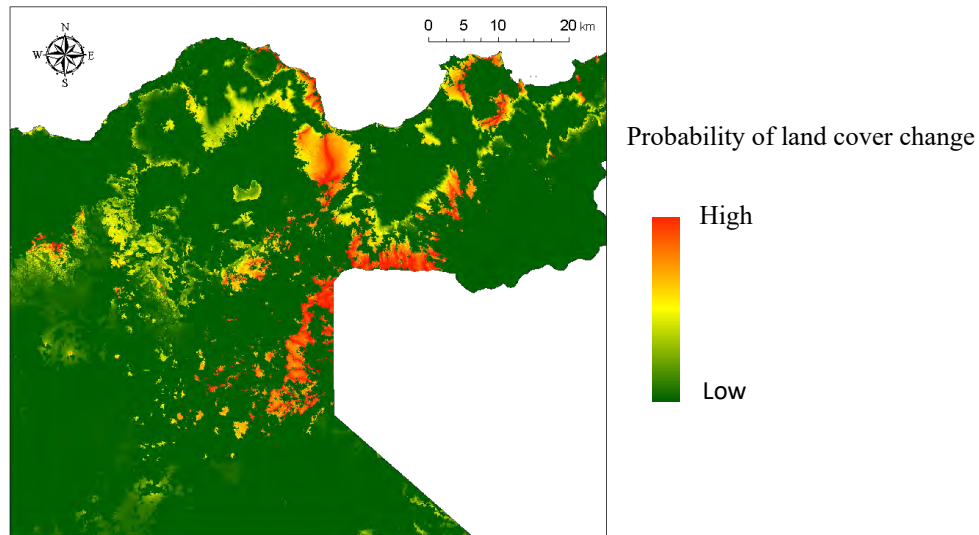


図 2.2-16 West New Britain 州西部における土地変化の起こりやすさの分布

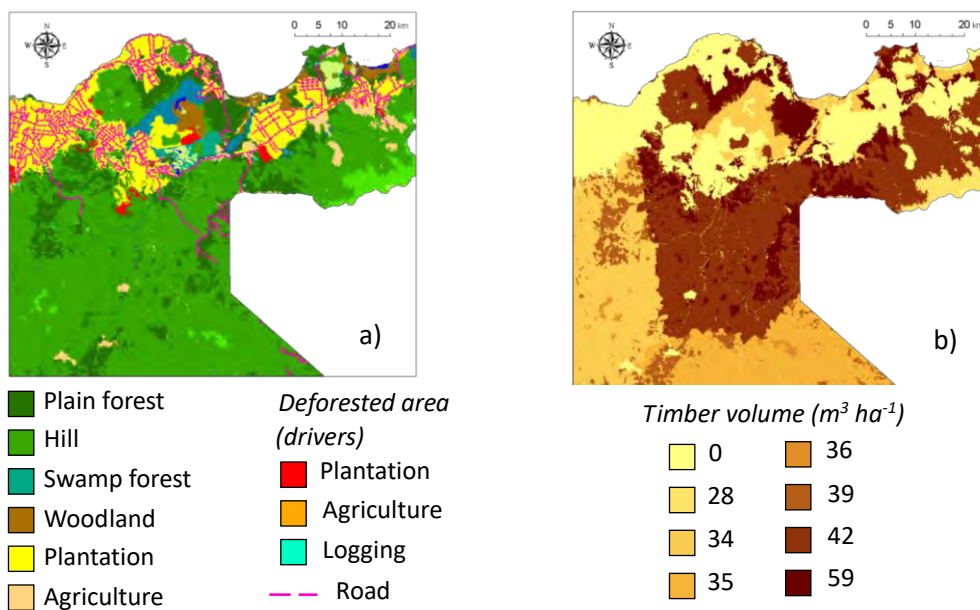


図 2.2-17 West New Britain 州西部における土地被覆と道路 (a) および材積量 (b) の分布

④ Land Change Modeler による土地利用変化シミュレーションに関する能力強化

これまでに試行した Land Change Modeler による土地利用変化シミュレーションに基づいてマニュアル作成を行った (添付資料 10)。また、このマニュアルに沿って C/P の能力強化を行った。実施した訓練の内容と達成状況の詳細は「技術移転計画・達成状況 最終報告書 (2019

年7月) (添付資料44)」に示す。

2) PFPでのPNG-FRIMSの活用可能性の検討

長期専門家、およびC/P機関、森林炭素パートナーシップ基金(FCPF; Forest Carbon Partnership Facility)等関係機関でPFPでのPNG-FRIMSの活用可能性について協議が行われた結果、特に下記の点においてPFPにおけるPNG-FRIMSの有用性が評価された。

- ・森林基盤図の活用
- ・AAC計算
- ・森林基盤図や各種PNG-FRIMSデータベースを用いたテーラーメイドの地図作成
- ・Land Change Modelerの活用可能性

2.2.5 PNG-FRIMSを用いた総合的な森林計画ガイドラインの作成

2.2.2~2.2.4の活動の結果、LCoPの実施に向けた支援が重要であることが認識され、長期専門家によりLCoP向けガイドラインが作成された。また、PNG-FRIMSの利用に関しては、研修で作成したマニュアル等を統合し、「Training Manual for GPS_GIS_LAN-Map for Efficient Forest Monitoring」と「Utilization of UAV in the Forest Area」に取り纏められた(添付資料11)(PDMの活動2.5)。

2.3 成果3に係る活動

2.3.1 森林参照排出レベル/森林参照レベル算出におけるPNG-FRIMSの活用

PNG-FRIMSはPNGFAが所有・管理する「位置情報」を有するデータを森林管理・計画に用いることを主目的として整備された「空間情報」データベースであるが、REDD+の森林参照排出レベル/森林参照レベル(FREL/FRL; Forest Reference Emission Level/Forest Reference Level)の算出における活用や貢献について長期専門家と意見交換・検討を行った。

(1) UNFCCC提出の森林参照排出レベル/森林参照レベルの内容分析

1) UNFCCC提出の森林参照排出レベル/森林参照レベルの手法・方法論のレビュー

PNG国はFAOが開発したOpen Foris/Collect Earthと呼ばれるPoint Samplingベースの解析ツールを活用して全土の土地利用および経年変化を解析しているが、これをUNFCCCへ提出の森林参照排出レベル/森林参照レベルに採用することとなった。Point Samplingベースの年次レベルの判読・解析結果を森林参照排出レベル/森林参照レベルに利用するのはPNG国が初めてであり(他の国は数年毎のWall-to-Wall Mappingをベースにしている)、大変興味深い方法論・事例であると言える。

Collect Earthは設定されたプロット毎(PNG国の場合、4km間隔のSystematic Sampling Grid点)にGoogle EarthやBing Mapsの超高分解能衛星画像、Google Earth Engine上の毎年のLANDSAT雲なし合成画像、およびPNG-FRIMSから提供されたLogged over area情報を活用して、オペレータが土地利用および変化を効率的に判読・入力・解析するツールである。Samplingベースではあるものの、ユーザフレンドリーなインターフェースで非GISユーザであっても詳細な現況土地利用のや時系列一貫性を志向した年次変化の解析が可能である。

現状の方法論は、毎年の森林減少や劣化（攪乱）を CO₂ の排出として計上している。PNG 国報告書の中では触れられていないが、長期専門家は、この方法論には森林の再成長（による吸収）が加味されていないことを指摘した。森林は伐採後に（農地や草地にするのでなければ）30-40 年をかけて再成長（CO₂ を吸収）するので、吸収量を加味する場合は 1975~1985 年以前に遡る必要があるが、森林減少が比較的少なく排出の多くが森林劣化に由来すると考えられている PNG 国にとっては、時間をかけて取り組むべき課題であろうとの指摘である。

2) UNFCCC 提出の森林参照排出レベル／森林参照レベルの技術アセスメントの結果

PNG 国が 2017 年 1 月に提出した森林参照排出レベル／森林参照レベルに対して、UNFCCC のレビューによる技術アセスメント（TA; Technical Assessment）が 2017 年 3 月中旬に行われた。Skype 会議や質問票でのやり取り、ドラフト評価レポートに対するコメント等を経て、2018 年 1 月に最終化された森林参照レベルと評価レポートが UNFCCC の Web サイトに掲載された。PNGFA および FAO コンサルタントの報告によると、最終レポートにおいて、特に指摘された事項は下記のものであった。

① Activity Data の整備、排出量の計算の手法に関する説明の改善

PNG 国は Activity Data の整備の手法と結果について、2013 年に一度レポートとして纏めていて、2017 年中にその改訂・拡張版（排出量計算を含む）を纏める予定であったが、TA 期間に纏めて提出することができなかった。結果として、TA からは森林参照レベルの再現・透明性については完全な評価を得ることはできなかった（2019 年中に改訂版レポートが纏められる予定である）。

② 森林劣化層の排出係数の妥当性（伐採後の再生と繰り返し伐採）

PNG 国の森林劣化の多くがロギングに由来した択伐であることが報告されているが、現状の手法（Collect Earth を活用してサンプリング点に対して高分解能衛星画像による現況把握と時系列衛星データの変化履歴を参考に攪乱の有無を判定）では、かなり幅のある劣化レベルを一つのクラスとしているため、排出係数の不確実性が高いと指摘された。NFI の調査完了と層化および排出係数の再設定までは、既存の PSP のデータを用いて、幅のある森林劣化レベルの排出係数の平均値を用いるのが最善と回答）。

③ 管理された土地の代理利用の区別（Managed/Un-Managed 区分）

現状の Collect Earth の手法はロギングなどの人為影響の分析に絞って実施しているが、自然由来の攪乱と十分な区分がされていない点が指摘された。TA 期間内においては改訂ができなかったが、現在 PNG 国が纏めている GHG インベントリの土地利用、土地利用変化および林業部門（LULUCF; Land Use, Land Use Change and Forestry）においては、NFI のプレインベントリとして調査されたアクセシビリティを用いて非アクセス地域を除外とすることが検討されている。

報告によると、その中で最もチャレンジングなものは②の森林減少・劣化後の吸収と繰り返し攪乱であった。この課題の解決は簡単でないため、TA 期間における改善としては、森林減少後には一定の吸収があるとして統計量に基づき吸収量を加味する対応としたが、繰り返しの攪乱のモニタリングは将来の改善の検討項目とされた。

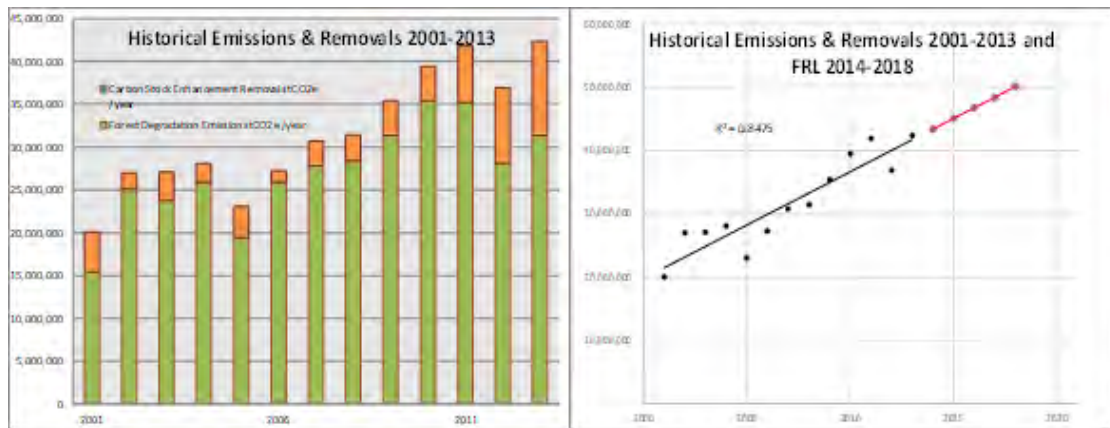


図 2.3-1 PNG 国が 2017 年 5 月に UNFCCC に提出した FREL/FRL のチャート・グラフ

(2) PNG-FRIMS を活用した森林炭素排出量／吸収量の算定方法の検討

1) 森林参照排出レベル／森林参照レベルの課題分析に基づく方向性の検討

PNG 国 (PNGFA) の森林の法的、行政的な資源・伐採情報を管理している PNG-FRIMS は、1950 年代契約のコンセッションから記録されている区域および属性情報を森林行政に活用するシステムであり、現状の FAO 支援の方法論の森林伐採後の再成長による CO₂ の吸収を加味できていない課題の改善に資する可能性がある。

成果 1 の活動 1.3.4 では、再成長による吸収量を加味して成果 3 に用いるためのモデルを検討したが、場所ごとのパラメータを設定することが難しい PNG においては、数年のスパんで精緻なモデルを導入することは現実的ではない。そのため、実用的なツールとして単純なモデルを検討した。PNG-FRIMS の活用方法としては、森林参照排出レベル／森林参照レベル策定の基礎に用いられる Historic Data を国内で検証 (Verification) する独立性の高いデータセットとして、単純な再成長・吸収モデルを用いたデータベースから提供すること、すなわち、その計算過程における国内 Verification のために有用なデータを提供することが考えられる。ここでは、単純に排出・吸収量の推計値を比較するだけでなく、国内 Verification の体制整備・能力開発を進めるために有効なものとすることも重要である。

また、将来の森林参照排出レベル／森林参照レベルや、REDD+活動の結果としての排出・吸収量の報告が、Collect Earth やその発展型により対処されるとしても、吸収量が反映されるためには 5~10 年の NFI が 2 サイクル以上必要であるとされており、その間、Collect Earth がすでに利用している Logged over 区域を始めとして、PNG-FRIMS 由来の伐採コンセッションの記録を用いることの有用性は変わらないと考えられる。

UNFCCC の TA で指摘された課題のうち、最もチャレンジングなものは、森林減少・劣化後の吸収と繰り返し攪乱である。現状の RS の手法・データだけでは、連続的な樹木の再成長段階を評価することが困難であるので、将来的な改善・解決方法としては森林管理情報、具体的には伐採業者から提出される伐採地の図面から伐採区域の境界をデジタイズ (あるいはソフトコピーを入手) して、伐採活動の履歴データを活用することが期待される。

ただし、PNGFA 内に存在している関連データの全体数・量と状況が把握できていなかったため、本プロジェクトでは、その実施に向けたデータの整理と準備を支援した。まずは現地再

委託の業務を通じて全体数・量の把握と整理を行い、その後は特殊備人を雇用してデータ入力
のフォローを行った。本プロジェクトでのデジタイズの対象はパイロット活動を行っているコン
セッション・州としたので、全国レベルへの展開を行うためには、データの完全性のさらなる
確認やデータ入力作業への継続的な投入・体制を検討する必要がある。本プロジェクトでは、
パイロット州・地域における活動を通じて、実施に向けた効果や課題の確認を行った（詳細は
2.2.4（1）にて報告する）。

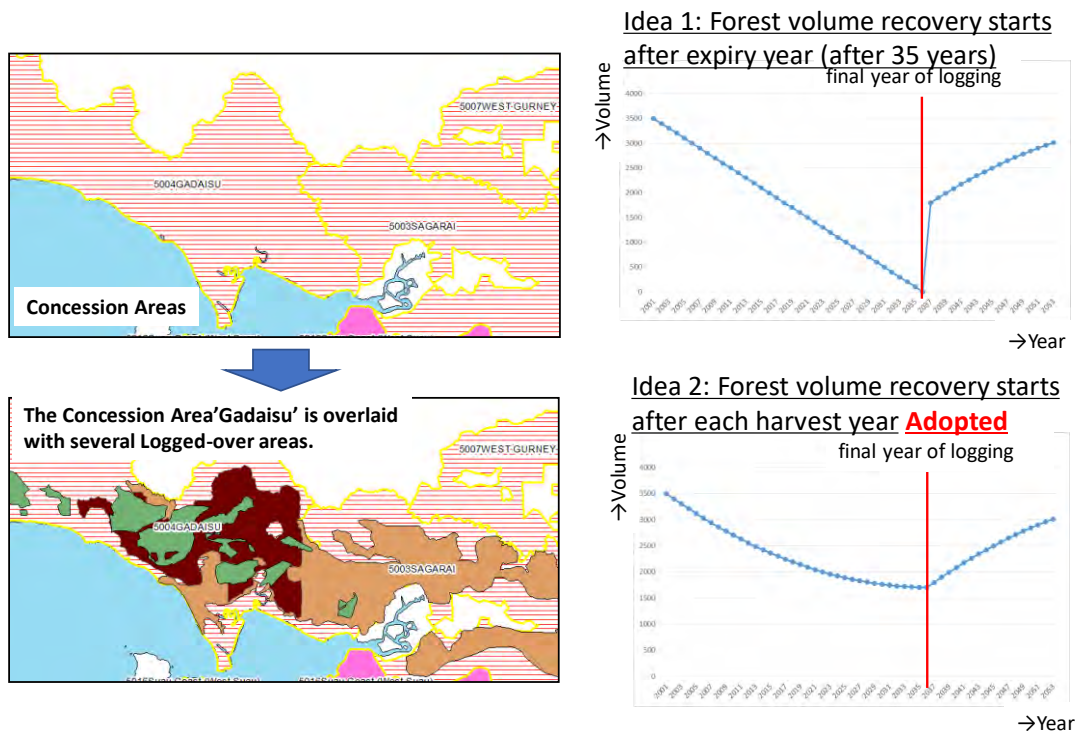


図 2.3-2 木材伐採地における森林の再成長に関する管理情報の活用イメージ

2) PNGFA の伐採データを活用した森林劣化由来の炭素排出量推定の検討

2.3.1（2）1）で検討・整理した方向性も参考に、PNGFA が所有する伐採データを活用した森林炭素排出量/吸収量の推定について検討を行った（詳細は添付資料 5 参照）。本内容は、「Analytical Report No. 3 Potential in Papua New Guinea to Estimate Emissions from Forest Degradation Caused by Logging Based on Field Methods (using FRIMS)」(添付資料 6) としても取り纏めた。

① PNG の木材生産の状況と伐採由来の炭素排出量の推定の検討に係る背景

PNG の木材生産は、国の経済の重要な分野であるが、森林劣化の主な原因の 1 つでもある。PNG はその森林資源の維持に積極的に関与すべきであるので、森林における活動の影響を推定することは重要である。炭素蓄積量は影響を図るために適した指標であり、過去の排出量は 2017 年に提出された PNG の森林参照レベル (FRL) で既に算定されている。この排出量には、伐採後の排出量 (火災、園芸などからの) および再成長による除去も含まれる。一方、幾つか他の国では、事業の直後に現場で観察可能な伐採活動に直接的な要因および関連した影響を測定することにより、国の FRL の森林劣化の量を推定している。類似した情報は、PNGFA によって実施されている日常的なモニタリングにも含まれており、課題は森林炭素モニタリングの

ために、この可能性をどのように利用するかである。そこで、本検討の主な目的は、PNG-FRIMS が所有するデータを用いて、現場および代替方法に基づき伐採排出量を推定する PNG の可能性を評価することである。具体的には、IPCC でも推奨されて、FRL でも採用されている国際的に認められた方法論、PNGFA で利用可能な関連データ、および将来の FRL の改善と森林管理について考察を行った。

② IPCC 標準で FRL で採用されている方法論：Volume Method について

森林炭素への伐採の影響を推定するには、2つの主要な方法論がある (GOFC-GOLD、2016)。

方法 1：活動データ (AD; Activity Data) を決定するための中分解能画像を用いたり RS 方法、および排出係数 (EF; Emission Factors) を計算するための Stock-Change 法

方法 2：木材伐採率、管理計画および/または高解像度画像 (AD 用) と Gain-Loss 法 (Emission EF 用) の組み合わせ

PNG を含む多くの FRL 提出国は方法 1 を選択している。この選択は無償で利用可能な 30 m 分解能の画像 (LANDSAT) によって促進された。PNG では、土地利用の変化 (森林伐採、森林劣化、炭素蓄積量の増加) は RS によって推定されている。また、森林劣化の EF は、伐採前後の炭素蓄積量の差として計算されている。一方、4 カ国 (コンゴ共和国、ガーナ、ガイアナ、スリナム) の FRL では、伐採排出量から抽出された木材量に関連する直接的な損失として数える、Pearson et al (2014) に詳述されている体積法 (VM; Volume Method) を選択している。

Net emissions	=	Activity Data	x	Emission Factor
Emissions from industrial timber production tCO ₂ e		Extracted volumes m ³		Biomass loss associated to timber extraction activities tCO ₂ e/m ³

図 2.3-3 Volume Method の方法論の概要 (Pearson et al. (2014))

VM では、実際の収穫量データを完全なものとして 10 年以上にわたり一貫した信頼できる情報源から得たものを使用して AD を決定することを推奨している。収穫に関連するすべての排出源を説明するために、総 EF は、抽出対数排出量 (ELE)、伐採被害係数 (LDF) および伐採インフラ係数 (LIF) を合計することによって計算される。各 EF を計算するために、履歴データは不要だが、抽出された丸太、丸太の無駄、伐採された木を囲む木からの枯れ木、スキッドトレイル、丸太のデッキ、道路、池やキャンプの建設のための森林の除去など、現場で直接評価できるパラメータをサンプリングする必要がある (なお、現場のインベントリ調査方法に関しては、例えば Winrock International (2018) の Standard Operating Procedures (SOP) によく文書化されている)。

③ PNG における伐採排出量の推定と FRL および MRV での利用の可能性

PNG の木材の伐採量は、すべての州、プロジェクト、および 2000 年以降 (2010 年からデジタル化された) フィールドサービス (Field Services) 部のデータベースに記録されている。付随的な損害に関する情報は、滑走路や伐採枯死木を除いて、セットアップ・ログブックに記録されている (データベースには記録されていない)。

表 2.3-1 PNG における Volume Method の活用可能性の整理

Sources of degradation		Data (unit)	Documents
Logging infrastructure Factor	Forest clearance for roads	- L, W, Area (ha) - Merchantable volume (m3)	- Setup logbook - Setup scaling sheet
	Forest clearance for log decks	- L, W, Area (ha) - Merchantable volume (m3)	- Setup logbook - Setup scaling sheet
	Forest clearance for skid trails	- L, W, Area (ha) - Merchantable volume (m3)	- NO RECORD - Setup scaling sheet
Logging Damage Factor	Felling	Felling deadwood	NO RECORD
	Wasted log pieces	Stump, top, buttress (m3)	Post harvest assessment
Extracted Log Emission	Log extraction	Merchantable log volume (m3)	Setup scaling sheet and DB

将来的に、PNG-FRIMS の空間情報精度の改善やドローンの利用したモニタリング（特に横滑りや伐採ギャップ領域の把握）、さらには Volume 関連データの管理のための意思決定支援システム（DSS; Decision Support System）、異なる森林層の炭素蓄積量の更新と枯れ木に関する情報を提供するための NFI（National Forest Inventory）の補完的な支援が期待される。

PNGFA の Volume Data は、一貫性、完全性、正確性、信頼性に関するほとんどの要件を満たすため、PNG の伐採 AD を決定するために使用可能と考えられる。国別の伐採 EF は、定期的な森林モニタリング（表 2.3-1 を参照）から得られる PNGFA の情報と完全なサンプリング計画に基づいて開発することができる。サンプリングは、いくつかのコンセッション（できるだけ抽出率の範囲を示す）で設計され、現場で直接評価可能な影響の全ての指標を網羅することが推奨されている。先述した 4 つの FRL 提出国においては、FRL は 2 つの方法に基づいている（森林劣化からの排出量を評価するための VM および森林減少からの排出量を推定するための RS 法）。なお、PNG の伐採総排出量は、PNGFA の Volume Data（FCA のコンセッションで発生した Volume を除く）およびコンゴ共和国で計算された EF の値に基づいてシミュレートした。

表 2.3-2 Volume Method による PNG の伐採総排出量のシミュレーション結果

Year	AD	Total EF	Total logging carbon loss (MtC)	Total logging emissions (MtCO2e)
	(Mm3)	(tC/m3)		
2010	3.1	1	3.1	11.2
2011	2.7	1	2.7	9.5
2012	2.6	1	2.6	9.4
2013	2.8	1	2.8	10.0
2014	3.3	1	3.3	11.8
2015	3.6	1	3.6	13.1
2016	2.3	1	2.3	8.2
2017	3.5	1	3.5	12.4

これらを踏まえて、セットアップのクリアランスのためのプロジェクト監督者によって実施される定期的な評価（ログ測定方法、廃棄物評価など）、炭素モニタリングの特定の方法を検討することは、将来の国家炭素 MRV システムの開発へのインプットとして有益である。

④ Volume Method の PNG における実利用に向けた今後の方向性について

VM を開発すると、第一に（ア）伐採からの過去および予測排出量、（イ）過去の Volume Data セットおよび（ウ）PNG への伐採のための特定の EF という森林管理に役立つ結果が得られる。まず、伐採排出量を推定する可能性は、排出削減プログラム（REDD+の観点から）、炭素プロジェクト（自主的な炭素オフセットの観点から）、そして持続可能な森林管理基準（気候変動要素から）の相対的尺度において重要な要素となりえる。第二に、木材生産の動向は、AAC の調整や州の伐採率の比較など森林管理の一般的な目的にも使用できる。第三に、EF（伐採された 1 立方メートル当たりの炭素損失量のトン）を記録することは、伐採活動の環境/炭素への影響の良い指標である。そのため、コンセッション間または内部で実施状況を比較することができる。さらには、EF の開発に関して PNGFA における方法論に関する経験を提供し、2 つの EF の計算を容易にすることができる。

留意点としては、VM は伐採活動に固有のものであることである。インハウスでの方法として、必要なデータのほとんどは PNGFA で入手可能である。AD の開発には歴史的なデータセットが必要で、EF にはサンプリングアプローチが必要ではあるが、VM とインベントリ調査を実施するためのガイダンスは十分に開発されている。残りのニーズとしては、Peason らの方法論に関する専門家および科学出版物の作成、ならびに伐採 EF の開発を支援する、または対価を支払うための経済的な選択肢の提供である。次のステップは、RS と RS + VM の両方のアプローチの利点を比較し、EF を生み出すための研究開発を行い、持続可能な方法論に焦点を合わせた炭素イニシアティブを促進することが必要である（これには関連する資金オプションを特定することを含む）。

（3）森林被覆図を活用したマップベースでの森林炭素排出量/吸収量の算出

国レベルの FREL/FRL は PNG 国にとって最も実際的かつ現実的な唯一の方法として Point Sampling (Collect Earth) が採用されたが、本プロジェクトでは森林モニタリングのパイロットが行われる 2 州については 5 年毎の Wall-to-Wall Mapping の整備を支援した。このデータを用いて FREL/FRL の算定プロセスに資する訓練は、UNFCCC に提出される森林排出・吸収量の計

測・報告、および FREL/FRL の算定プロセスの比較検証手段としても、また FCPF が支援している REDD+における政策・措置 (PaMs; Policies and Measures) の検討にとっても有意義なものとなるので、PNG-FRIMS の活用として試行的に算定を行った。

本プロジェクトでは、パイロット州である West New Britain 州と West Sepik 州において 2000 年、2005 年、2011 年、2015 年の森林被覆図を作成した。そこで、プロジェクトでは、両州を対象に試験的に森林被覆図に基づく排出量/吸収量の算出を行った。

1) マップベースの森林炭素排出量/吸収量の算出方法の基本設計

本解析では 2000 年、2005 年、2011 年 (改訂版)、2015 年の森林被覆図を用い、各年代間の被覆区分の変化面積を算出した。森林から非森林に変化したエリアは「Deforestation」、非森林から森林に変化したエリアは「Afforestation/Reforestation」とした。また、各森林被覆図と Hansen ロスデータをオーバーレイ解析し、2005 年森林被覆図では 2000 年～2004 年の Hansen ロス、2011 年の森林被覆図では 2000 年～2010 年の Hansen ロス、2015 年の森林被覆図では 2000 年～2014 年の Hansen ロスと重なるエリアを抽出し、Hansen ロスが森林と重なるエリアは「Forest Degradation」とした (図 2.3-4)。

森林炭素蓄積量の算出に用いた地上部バイオマス (AGLB) や地下部バイオマス (BGLB) 等の値は、「Papua New Guinea's National REDD+ Forest Reference Level - Submission for UNFCCC Technical Assessment in 2017」報告書の値を参照した。

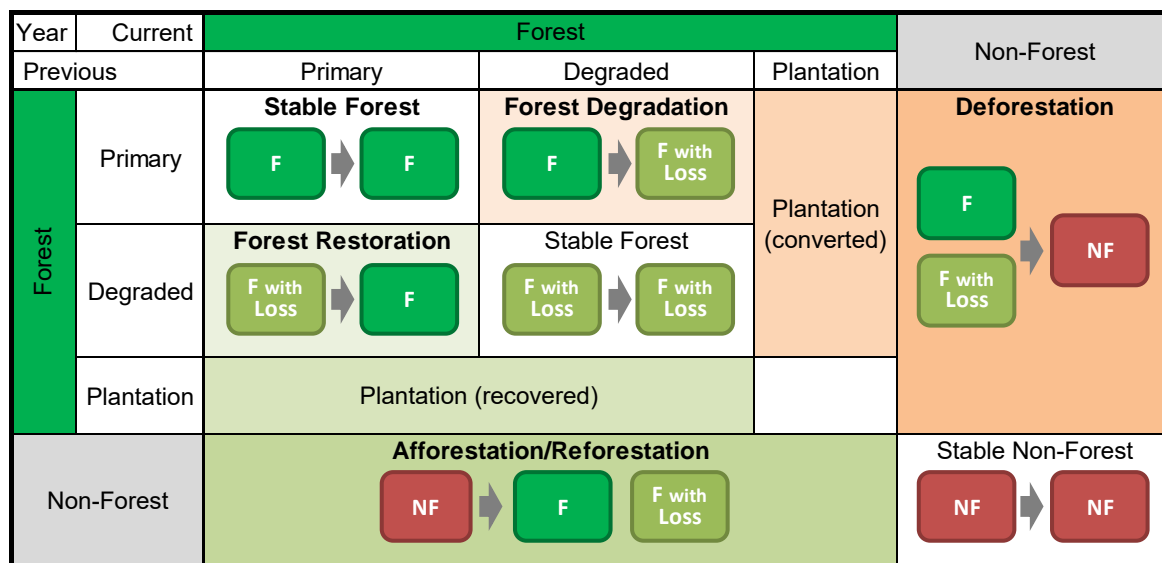


図 2.3-4 森林被覆区分変化タイプの概要

2) パイロット州の森林炭素排出量/吸収量の試験的な計算の結果

West New Britain 州と West Sepik 州における 2000 年から 2005 年、2005 年から 2011 年、2011 年から 2015 年の各炭素排出量/吸収量の年平均を算出した。West New Britain 州の結果を図 2.3-5 と表 2.3-3 に、West Sepik 州の結果を図 2.3-6 と表 2.3-4 に示す。

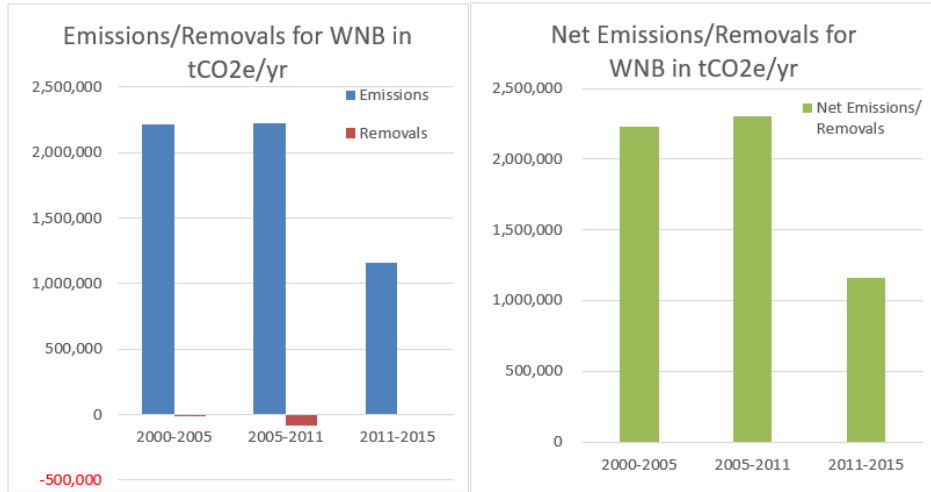


図 2.3-5 West New Britain 州の炭素排出量／吸収量の年平均

表 2.3-3 West New Britain 州の 2000 年から 2015 年の炭素排出量／吸収量の年平均

Terms	Amount of tCO2/yr			
	Deforestation	Forest Degradation	Afforestation	Net Emissions/Removals
	<i>Emissions</i>	<i>Emissions</i>	<i>Removals</i>	<i>Emissions/Removals</i>
2000-2005	2,001,781	217,194	-6,808	2,225,784
2005-2011	1,865,404	356,847	-82,862	2,305,114
2011-2015	746,030	410,369	0	1,156,399
2000-2015	1,612,363	324,569	-35,414	1,901,517

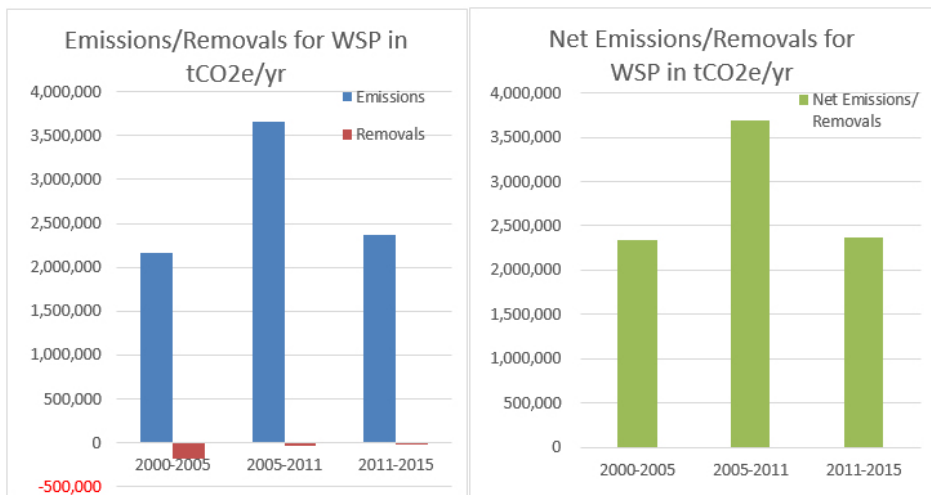


図 2.3-6 West Sepik 州の炭素排出量／吸収量の年平均

表 2.3-4 Wes Sepik 州の 2000 年から 2015 年の炭素排出量／吸収量の年平均

Terms	Amount of tCO ₂ /yr			
	Deforestation	Forest Degradation	Afforestation	Net Emissions/ Removals
	Emissions	Emissions	Removals	Emissions/ Removals
2000-2005	2,031,767	127,653	-177,738	2,337,158
2005-2011	3,339,459	323,270	-33,124	3,695,853
2011-2015	1,796,391	574,165	-2,514	2,373,070
2000-2015	2,492,077	324,970	-73,166	2,743,881

本解析では、West New Britain 州の総炭素排出/吸収量は 2000 年から 2011 年にかけてわずかに増加し、2011 年から 2015 年にかけてかなり減少していた。Global Forest Watch の Tree-cover loss trend (図 2.3-7) では、2001 年から 2011 年にかけて明らかな森林被覆減少は見られない。また、2011 年からの明らかな減少もない。しかしながら、Tree-cover loss trend の森林被覆減少は、天然林と人工林両方の変化を含んでおり「deforestation」と同じではない。つまり、Tree-cover loss trend の森林被覆減少にはプランテーションの変化も含まれる。本解析では、新たなプランテーションは森林変化として捉えるが、既存のプランテーションエリアは森林変化からは除外している。

West Sepik 州においては、本解析の 2005 年から 2011 年の総炭素排出/吸収量が大きかった。Tree-cover loss trend の森林被覆減少は年々徐々に増加している。森林基盤図を詳細に確認すると、2005 年から 2011 年で森林から O (農地) への変化が大きくなっており、これが 2005 年から 2011 年の間の排出量に影響を与えているようであった。プランテーションのみを見ると、年々増加傾向にあるが、O の変化量が Qf (森林植林) /Qa (Qf 以外の植林) の変化量より大きかったため、プランテーションによる変化は相対的に本解析結果にほとんど影響を与えていなかった。

PNG においては、O や Qf/Qa クラスの変化はこういった解析結果に大きな影響を与えるため、より良い結果を得るためにはこれらのクラスの精度を上げていくことが重要である。

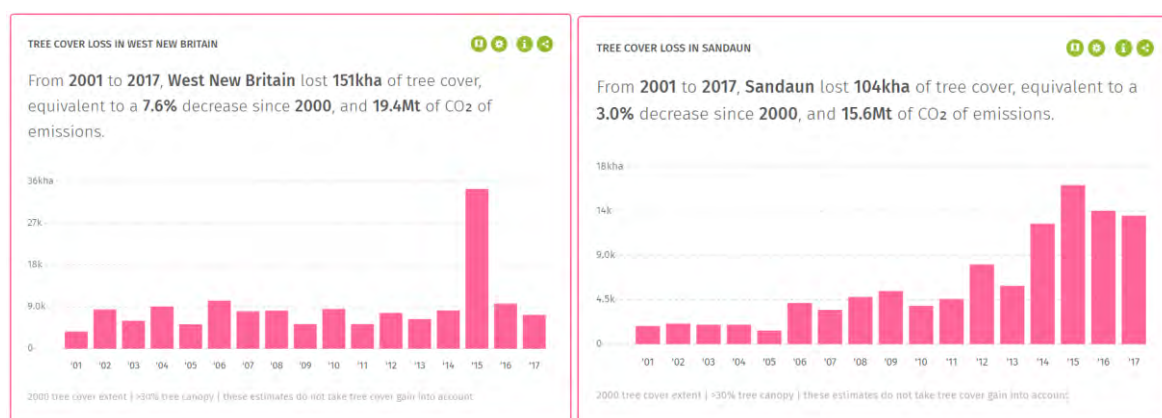


図 2.3-7 West New Britain (左) と West Sepik (右) の Tree-over loss trend

<https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/PNG> (2019 年 4 月 3 日閲覧)

2.3.2 REDD+活動に提供可能な情報の特定

REDD+プロジェクトに提供可能な情報を特定するために、次の 3 つの活動を実施した。

-
- ① REDD+プロジェクトを実施するにあたり必要となるデータを特定する。
 - ② PNG-FRIMS によって提供可能なデータを特定する。
 - ③ 森林における気候変動に関するプロジェクトに必要なデータと PNG-FRIMS によって提供可能なデータを比較し、PNG-FRIMS に欠けている情報を抽出する。

本活動については、PNGFA および PNG 国政府として、プロジェクトレベルにこだわらない方向性を明確にしてきたことから、2016年8月の第3回 JCC において、PDM 中の「プロジェクトレベルの」を削除することが決議され、本活動もその変更を踏まえて検討する必要があった。

本経緯としては、案件開始時時点においては、REDD+パイロット活動を実施して、第三者認証カーボン規格（VCS; Verified Carbon Standard）の認証を取得する動きが見られたが、一方で、森林参照排出レベル/森林参照レベルの設定と並行して、PNG 政府内で州レベルの REDD+事業を実施することが検討されていたことから、プロジェクトベースの REDD+事業実施にかかわらず、PNG-FRIMS による森林資源情報を提供していくこととしたものである。

プロジェクトの開始当初に連携が考えられていたプロジェクトレベルの REDD+活動・構想として、ドイツ国際協力公社（GIZ）支援の Milne Bay 州の Central Suau のプロジェクト構想や、米国国際開発庁（USAID; United States Agency for International Development）支援のアジアの森林からの GHG 排出低減プログラム（LEAF）による Madang 州の土地利用計画策定プロジェクト等があった。州、国レベルへ提供しうる情報としては、気候変動開発公社（CCDA; Climate Change and Development Authority）、各州政府を対象に、必要なスケールでの衛星 RS 画像、森林基盤図（全国）、森林被覆図（パイロット2州）、シミュレーションモデルを用いた土地利用変化の予測図と変化要因分析結果などが考えられた。

なお、PNG においては、州、国レベルへとの方向性が明確になりつつある。CCDA が FCPEF/国際連合開発計画（UNDP; United Nations Development Programme）の支援を受けて策定された National REDD+戦略では、“PNG approach to REDD+will, not directly support the establishment of REDD+Projects targeting the voluntary carbon market”と言及されている。このようなプロジェクトレベルに拘らない方向性は「PNG 国 REDD+戦略策定に向けた政策課題およびオプションペーパー」策定の National Consultation などの近年の REDD+検討の中で明らかになった。

（1）REDD+プロジェクトを実施する際に必要となる方法論およびデータの整理

本活動では、REDD+のスキームに特徴的な実績ベースでの支払いに対する実践的な内容の理解や、PNG における LULUCF に関わるプロジェクト活動の推進に資するものも含めた。本作業は以下の2つの作業に細分化した。

1) PNG における REDD+プロジェクトに必要なデータの特定

- PNG において現在行われている、あるいは計画されている REDD+プロジェクトを詳細にレビューし、それぞれにおいて排出量削減の効果をどのようなスキームで評価するのか、そのスキームではどのような方法論を用い、そのためにはどのようなデータが必要となるのかを見極める。
- PNGFA と各 REDD+プロジェクトの実施機関との間に関係を構築し、PNGFA がそれらの経験豊かな機関に方法論面からの支援を受けられるような体制を整える。

2) カーボンオフセットの枠組みに関連した国際動向のレビュー

- カーボンオフセットに関する枠組み（クリーン開発メカニズム（CDM; Clean Development Mechanism）、REDD+、ボランタリー、JCM 等）のレビューを行い、それぞれの国際的動向や PNG 国内での対応などをフォローする。
- VCS などの国際規格に準拠したプロジェクトを統括する組織と連絡を取り合い、方法論の専門家を現在 PNG 国内で行われている REDD+パイロットプロジェクトの対象地に招いて評価やアドバイスを求める。

PNG 国内で実施されているパイロットプロジェクトの詳細と、それぞれの方法論、モニタリングに使われているデータやパラメータ、PNGFA との関係等についてレビューを行った。取り纏めた結果の概要を以下に示す（詳細は添付資料 32 参照）。

PNG 国内における REDD+関連プロジェクトの要約を表 2.3-5 に示す。

表 2.3-5 PNG 国内における REDD+関連プロジェクト

プロジェクト	Manus	Central Suau	April Salumei
資金提供者	非政府組織 (NGO; Non-Governmental Organizations)	プライベート	ドナー
方法論	独自	VCS 0010	VCS 0010, VCS 0007
住民と生物多様性に対する副次的効果	なし	未定ながら CCBS 検討	CCBS (Bd gold)

現在 PNG 国内において実施されている REDD+プロジェクトでは、VM0007 (REDD)と VM0010 (logged to protected forests)との2つの方法論が用いられている。いずれの方法論でも、モニタリングには数多くの種類のデータやパラメータが必要となる。表 2.3-6 にそれらを要約したリストを示す。

表 2.3-6 モニタリングに用いられるデータとパラメータ

モニタリングに用いるデータとパラメータ	詳細 / 条件	情報源
VM 0007 REDD Methodology framework		
森林被覆図	- 最低 90%の精度を持った森林/非森林分布図 - 少なくとも 5 年に一度のモニタリング - 層化された地図 (詳細は module X-STR に記載)	RS + GPS (B)
森林劣化	森林劣化現象とその要因	参加型住民評価 (PRA; Participatory Rural Appraisal)
限定的森林劣化調査の結果	森林劣化の度合いが REDD+プロジェクトを推進するに十分であるかどうか	PRA
A _{def, PA, int}	森林からの土地利用変化が記録された地区—いつ、どの	RS (C)

	森林タイプがどのような土地利用に変化したか?	5年ごと
地上部および地下部バイオマスにおける炭素蓄積		
A _{sp}	調査地の面積	現地調査
N	プロットの数	現地調査
DBH	胸高直径	現地調査
A _{sf}	毎木調査用プロットの面積	現地調査
バイオマス燃焼にともなう温室効果ガス排出		
A _{burn,i,t}	ある森林タイプ、ある時点における燃焼エリア	RS (E)
C _{AB, tree, i}	ある時点の地上部バイオマスにおける炭素蓄積	RS (F)
木材生産にともなう炭素蓄積量の変化		
A _i	ある森林タイプの分布面積	GPS, RS (A), 筆界特定記録
V _{ex,i}	ある時点における木材生産に伴う蓄積量変化。製品別や樹種別に記録されることが望ましい。 商用に用いられた部分のみでなく、減ったバイオマス全体を記録する。	RS (F), 衛星、 航空データや 地上における 伐採記録
市場に対する効果の推定		
PML _{FT}	商用バイオマスの割合 = AGB (DBH>50cm) / total AGB	計算
VM OO10 IFM L_tPF (VM 00079 以外の方法論)		
違法伐採	どこで違法伐採が行われているのか? 道路からの距離	PRA
限定的違法伐採調査の結果	違法伐採の度合いが REDD+プロジェクトを推進するに十分であるかどうか	現地調査
A _{dist, it}	ある森林タイプ、ある時点における攪乱面積	GPS, RS (D, G)
A _{DIST_IL, i}	ある森林タイプにおける、違法伐採を受ける可能性のある地区	PRA により違法伐採の可能性のある地区を聞き取り、GPS を用いた野外調査を行って詳細を記述する。
C _{DIST_IL, it, PRJ}	ある森林タイプ、ある時点において違法伐採により取り除かれた樹木バイオマスの炭素量	プロットを用いた現地調査
A _{Pi}	違法伐採調査用プロットの総面積	現地調査
PMP _i	商用バイオマス率 = DBH>15cm の BM / 総地上部 BM 注: PMP _i -> 森林計画->法的制限-> 伐採可能バイオマス	インベントリ調査

必要となるデータ群は以下のとおりである。

- 森林の状態についてのデータ: 森林被覆図、燃焼エリア、樹木における炭素蓄積、各森林タイプの面積
- 林業 / バイオマスデータ: ある時点における木材生産に伴う (製品別、樹種別の) 総バイオマス量変化、商用バイオマス率 (DBH > 15 cm および DBH > 50 cm の樹木バイオマスが全体に占める割合)
- 伐採による土地利用変化 / 炭素のデータ: 地上部および地下部バイオマスにおける炭素蓄積、限定的違法伐採調査の結果、違法伐採により取り除かれた樹木バイオマスの炭素量、違法伐採調査用プロットの総面積、森林劣化現象とその要因、限定的森林劣化調査

の結果、違法伐採（PRA 調査）、違法伐採を受ける可能性のある地区、森林からの土地利用変化が記録された地区、攪乱面積

さらに、下記の項目について調査し、プロジェクト支援において PNG-FRIMS の適合性を評価するための質問の要約を作成し、また、PNG-FRIMS 強化において炭素手法を検討する際の利害関係についてまとめた。

- 森林セクターにおける既存の炭素プロジェクト手法：主な手法と PNG に特化して利便性が高い手法
- プロジェクトにおける森林劣化の評価に用いられるデータ/パラメータと手法
- 大規模なプロジェクトにおける森林炭素蓄積の変化を見積もるための手順

REDD+で取り組むドライバとプロジェクト活動の最も代表的な手法は、VM0010、11、04、06、15 の 5 つである。その他の VCS 手法はより一般的なツールである。

表 2.3-7 ベースラインとプロジェクト活動のタイプ

手法	ベースライン	プロジェクト活動
VM0010/11 伐採地の保護 Forests	択抜 計画的劣化 計画外の劣化	保護
VM0004 農業プランテーションによる 泥炭変換の回避	農業プランテーション活動 計画的森林減少 計画外の森林減少	保全
VM0006/15 ランドスケープアプローチ	焼き畑・薪収集 計画外の森林減少 計画外の森林劣化	複数の活動
VM0003/05 低インパクト伐採	択抜 計画的森林減少 計画外の森林劣化	低インパクト伐採

森林劣化および森林減少の判定手法の要約を表 2.3-8 に示す。

表 2.3-8 主要な森林劣化および森林減少ドライバの判定手法

森林劣化および森林減少 ドライバ	判定手法	
	事前の推定 (試算、モデリング)	事後モニタリング
森林劣化		
不法伐採	ランドスケープアプローチ (VM0006/15)	プロジェクト期間中の土地利用変化を検討する全ての手法
合法の択抜	伐採地の森林保護 (VM0010/11)	低インパクト伐採手法 (VM0003/05)
森林減少		
持続的農業の焼き畑	ランドスケープアプローチ (VM0006/15)	プロジェクト期間中の土地利用変化を検討する全ての手法

商業プランテーションの 皆伐	VM0004	プロジェクト排出を考慮して いない（または不適な手法）
火災	森林火災を回避する特定の手法は未だない	プロジェクト期間中の土地利用変化を検討する全ての手法

ここでは、PNG-FRIMS において、手法に必要とされるデータの提供の可否に関する質問リストの項目を表 2.3-9 に示す。

表 2.3-9 手法に必要とされるデータの提供の可否に関する質問リスト項目

大項目	細項目
バウンダリ	現状
層化	履歴
	一貫性
	RS データの前処理
	属性
	モデル
	土地の変遷
炭素貯蔵変化	ドライバ分析
	炭素濃度 (EF)
	活動データ (AD)
	森林減少モデルを測定する活動データ
劣化	過去の履歴の推定
	現状
森林減少と劣化	将来イベントのモニタリング

なお、本項活動に関しては、C/P 機関である PNGFA および PNG 国政府として、REDD+の実施ではプロジェクトレベルにこだわらない方向性を明確にしてきていることから、2016 年 8 月の第 3 回 JCC において、PDM から「プロジェクトレベルの」を削除することが決議されたが、将来的なマルチスケールでの REDD+実施に向けては有効な情報整理である。

(2) 森林参照レベル算出以外の活動への PNG-FRIMS の貢献可能性の検討

PNG-FRIMS は PNGFA が所有・管理する「位置情報」を有するデータを森林管理・計画に用いることを主目的として整備した「空間情報」データベースであるので、広義の REDD+にも位置付けられる持続可能な森林管理 (Sustainable Management of Forest、または SFM; Sustainable Forest Management) に有効であるため、森林参照排出レベル/森林参照レベル算出以外に提供可能な情報や貢献について検討した。なお、これらは本プロジェクトでの実施活動ではなく、可能性の検討・提案であったが、PNGFA と協議を行い、将来のプロジェクトの方向性や活動の検討に活用された (参照：添付資料 12、33)。

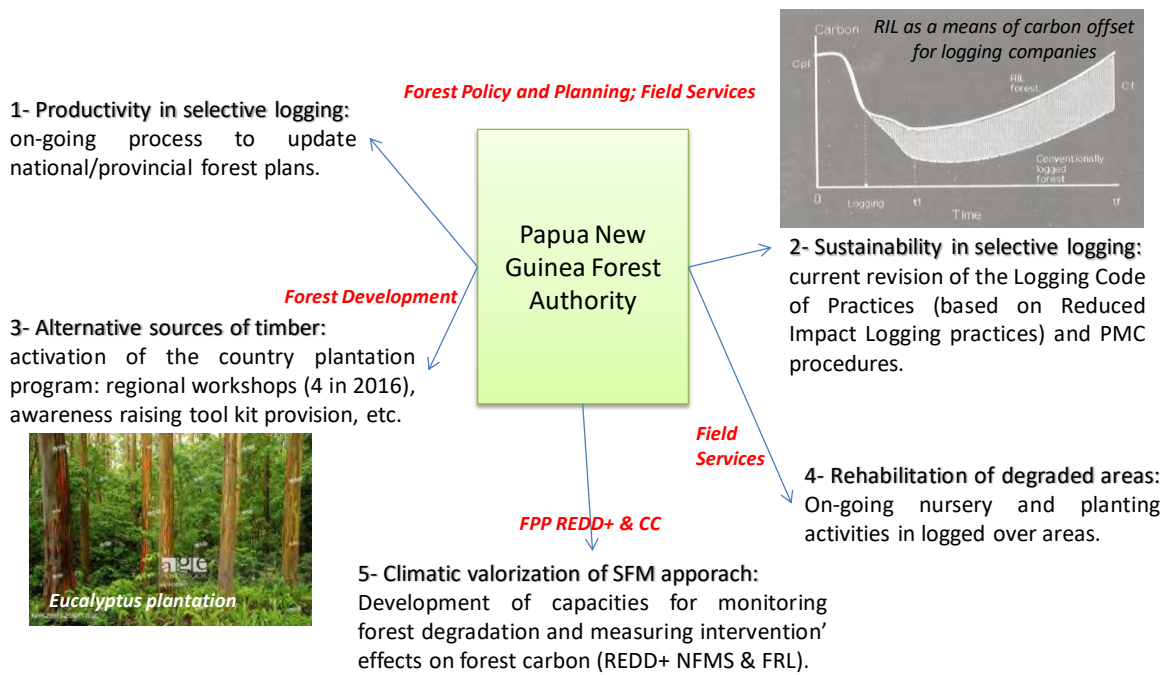
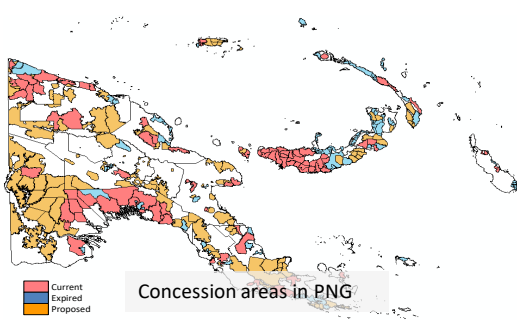


図 2.3-8 PNG-FRIMS を活用した持続的森林管理への貢献活動（案）

1) 土地利用計画における持続性評価の支援（案）

活動としては、PNGFA による土地のポテンシャルとリスクに関する森林利用の計画が考えられる。活動のブレイクダウン、PNG-FRIMS による支援が想定される内容を図 2.3-9 中の表に整理した。

Activity: PNGFA planning of forestland uses regarding land potentialities and risk



Development activities	Zones sought	Consideration
Selective logging	Lowland forest	Forest Management Agreements
Forest timber plantation	- Grasslands - Strongly degraded areas	Plantation zones
Forest regeneration	- Logged Over Areas - Other Degraded forestland	Priority areas for planting
Conservation	High value (Biodiversity, etc.)	Buffer/CA (with CEPA)

Possible support from PNG-FRIMS

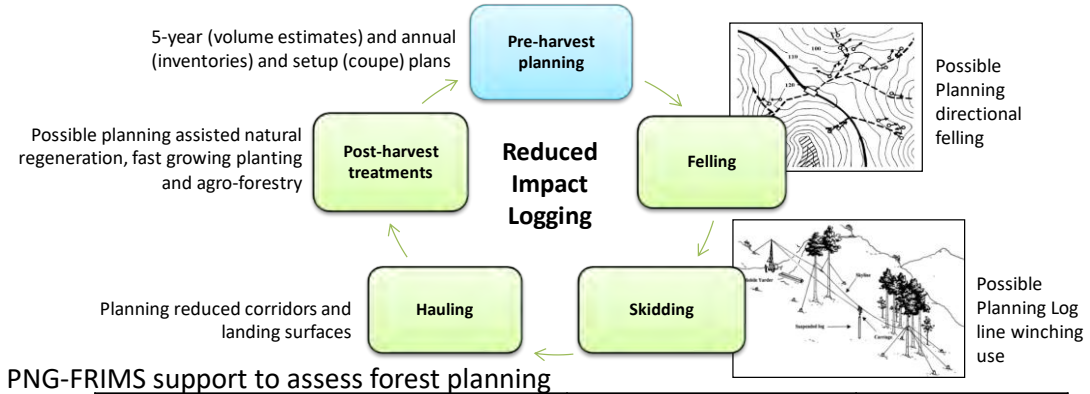
Info sought	Evaluation/monitoring methods	PNG-FRIMS functions used
Land potential (timber volumes per area)	Position and numerical info acquiring	Forest Base Map, FIMS
Environmental constraints (grassland, degraded)	Position acquiring and attributes	LAN Map, GIS
Maps of clan	Boundary position and area calculation	LAN Map, GIS
Deforestation and Degradation spots and drivers	Position acquiring and area calculation	RS imagery

図 2.3-9 土地利用計画および土地持続性評価の支援（案）

2) 伐採施業（影響軽減型伐採）の計画支援（案）

活動としては、伐採活動の木材伐採業者による計画および PNGFA によるアセスメントが考えられる。PNG-FRIMS による森林計画の支援の可能性がある内容を図 2.3-10 中の表に整理した。

Activities: planning (by logging companies) and assessment (from PNGFA) of harvesting steps



PNG-FRIMS support to assess forest planning

Info sought	Evaluation/monitoring methods	PNG-FRIMS functions used
Whether setup area < 150ha	Area calculation	LAN Map
Logged area < 1/7 of total log-able area	Area calculation	LAN Map
Conservation area > 10% concession area (excluding buffer zones)	Area calculation	LAN Map
Position of trees of interest	Position acquiring; picture	LAN Map, GPS
Remaining stump height < 30cm	Position acquiring; picture	GPS
Skid tracks area < 10% of setups area	Area calculation	GPS, GIS
Road corridor width < 40m	Distance measurement	GPS
Log landings < 3 and < 0.25 ha/setup	Position acquiring; Area calculation	LAN Map, GPS
Buffer zones not overlapped	Buffer position and distance to harvest	GPS, GIS
Post-harvest treatment provided (replanting)	Area calculation; Position acquiring	GPS, GIS

図 2.3-10 伐採施業（影響軽減型伐採）の計画の支援（案）

3) 植林プランテーションプログラムの開発支援（案）

活動としては、PNGFA 又は木材伐採会社による植林プランテーションの開発と管理が考えられる。優先地域、PNG-FRIMS による支援が想定される内容を図 2.3-11 中の表に整理した。

Activity: development (PNGFA) and management (PNGFA or timber companies) of forest plantations.

	Province	Plantation	Start	Area (ha)	Species	Ownership
Largest State-owned plantation	Central	Brown River	1955	1266	Tectona grandis	State
		Kuriva	1985	1440	T. grandis	State
	Milne Bay	Ulabo	1985	1500	E.deglupta	State
Priority areas:	Morobe	Bulolo/Wau	1985	12,000	Araucaria, Pinus	State
		Umi	1990	764	Pinus/Eucalytus	State
	Madang	Gogol	1975	12,375	A.Mangium	(JANT)
		North Coast	1985	1,748	E.deglupta	State
	New Irel.	Kaut	1986	570	E.deglupta	Community
	WNB	SBLC	1972	12,000	E.Deglupta	(SBLC)
	East New	- Kerevat	1950	2,385	T. grandis	State
	Britain	- Open Bay	1972	14,000	E.Deglupta	(OBT)
	West High.	Waghi	1962	2100	E.grandis, robusta	State
	South High.	Lalibu	1972	440	Pinus patula	State

PNG-FRIMS support:

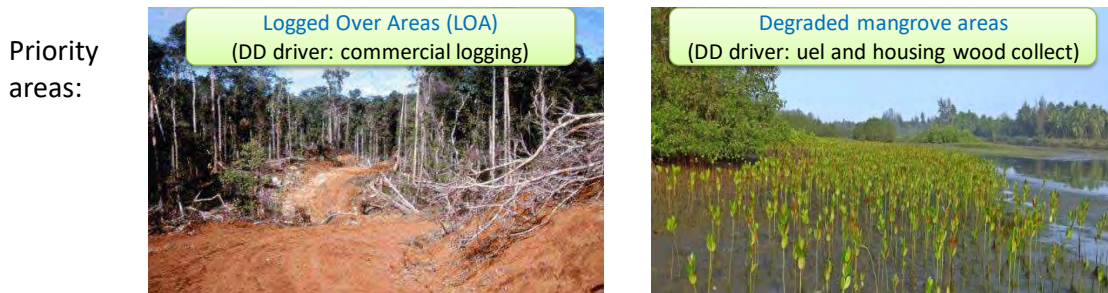
Info sought	Evaluation/monitoring methods	PNG-FRIMS functions used
Mapping and survey of plantation boundaries	Acquiring position of existing plantations; area calculation	LAN Map, GIS, GPS
Mapping of land suitable for new plantations (grasslands, degraded areas)	Acquiring position of grasslands and degraded areas; area calculation	LAN Map, GIS
Sketch plotting of possible project areas	Designing position; area calculation	LAN Map

図 2.3-11 植林プランテーションプログラム開発支援 (案)

4) 森林劣化地域における森林再生に係る支援 (案)

活動としては、PNGFA または伐採会社の活動によって森林が劣化した地域での苗床、植林などが考えられる。優先的な活動場所は、木材伐採が終わった場所 (本プロジェクトで言うところの「Logged over area」)、マングローブ林で劣化している場所である。PNG-FRIMS による支援が想定される内容を図 2.3-12 中の表に整理した。

Activities: Interventions (nursery, planting etc) in degraded areas from PNGFA (or logging companies)



PNG-FRIMS support:

Info sought	Evaluation/monitoring methods	PNG-FRIMS functions used	Info sought	Evaluation/monitoring methods	PNG-FRIMS functions used
Zones for planting native species	Acquiring position of young LOA (< 5 years)	RS analysis of logging road network => Delimitate LOA boundaries and Logging closure time	Zones for interventions (Assisted Natural Regeneration) involving local communities	Acquiring positions of Mangrove boundary and degradation spots	- Forest Base - Outsourced data (Google Earth engine, Maryland University website, etc.)
Zones for fast growing species.	Position of Heavily degraded LOA (any age)				
Zones where assistance is not necessary	Position of LOA > 5 year without heavy disturbance				

図 2.3-12 森林劣化地域における森林再生に係る支援 (案)

5) カーボン・ベネフィットに関する推定支援（案）

活動としては基本的なことであるが、1) 森林被覆変化のモニタリング、2) 介入活動による影響の測定、の2つが考えられる。活動のブレイクダウン、事例を図 2.3-13 の表、絵に整理を行った。

Activities. 1: monitoring forest cover changes (assessment of historic emissions and removals)

Info sought	Evaluation/monitoring methods	PNG-FRIMS functions used
Land classification and Forest stratification	Boundaries and attributes	Forest Base map
Deforestation and forest degradation in roads, skid trails, log landings	Position acquiring, area calculation	Remote sensing tools
Reforestation in plantations and regeneration	Position acquiring, area calculation	RS, LAN Map, GIS

Activities. 2: measuring effects from interventions

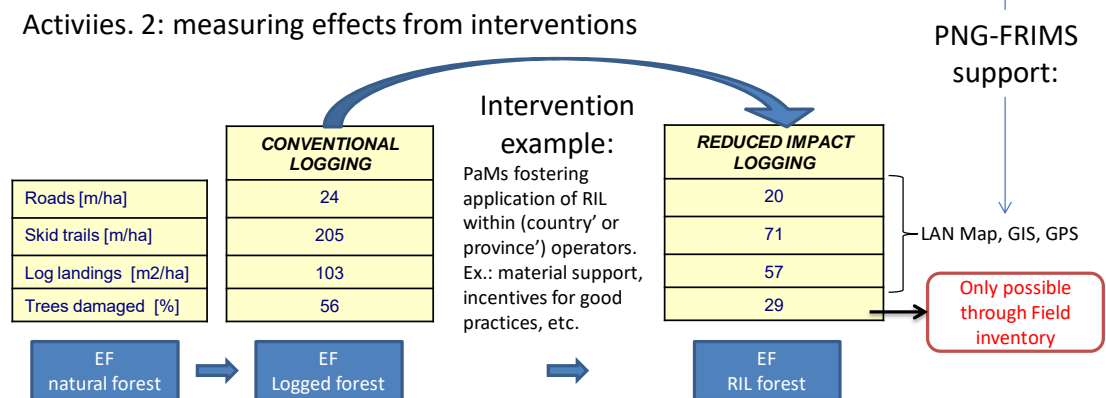


図 2.3-13 カーボン・ベネフィットに関する推定支援（案）

上記の1)～5)の内容は、ロジカルフレームワークとして SFM に対する PaMs 案としても取り纏めた（表 2.3-10、内容補足は添付資料 34）。

SFM の大目標としては、林業活動の森林炭素への影響を制限すること、アプローチとしては、①天然林における伐採活動の影響を軽減すること、②天然林からの伐採活動以外の活動への切り替え、③林産物の価値を高めることである。サブコンポーネントとして、①に関しては、計画管理（ゾーニング・規制）の改善、森林被覆・炭素蓄積変化のモニタリング、コンプライアンス活動の改善、②に関しては、植林プログラム開発の支援、③に関しては、林産物バリューチェーンへのアプローチを整理した。

表 2.3-10 SFM に対する PaMs のロジカルフレームワーク

SFM Goal	Approaches	Sub-approaches	Objectives	PaMs
Limit impact of Forestry activities on forest carbon	[1] Reduce the impact of logging in natural forests	Improve Planning of operations (zoning)	Maximize repartition of production activities	Land use planning
Holistic approach for paradigm shift	(2.1: strengthen capacities for SFM)	Improve Planning of operations (regulations)	Limit wood extraction through legal levers	Amendment of harvest quota (ex.: AAC, MMD)

<i>(this corresponds to the GCF concept note [draft Jan 2018]: component 2. improved management of production forests)</i>			Incentivize good practices through fiscal levers	Experimentation of measures influencing practices (tax, fines, etc.)
			Incentivize good practices through commercial levers	Increase engagement of wood standard organizations
			Support operators practices	Knowledge and know-how development of Reduced Impact Logging
		PNGFA provision of data and planning tools		
		Improve Monitoring of forest cover and carbon stock changes	Facilitate monitoring using RS	Continue development of FRIMS and DSS database and management capacities
				Development of internet connection in provinces for monitoring purposes
				Acquisition of high resolution images
			Facilitate monitoring from data analysis	Facilitation of data sharing from operators (Actual harvested volumes)
			Facilitate field monitoring through integrating carbon parameters to routine assessment of logging projects	Provision of FRIMS info and GPS to field assessors
				Promotion of operators and communities' involvement in monitoring
Development of enabling conditions: funds, staffs, training and review of 'field assessment sheet' document				

		Improve Control of compliance of operations	Improve logistic aspects of control	Facilitation of the independence of supervisors (house, cars)
				Build operators capacities to respond to supervisors' advices (one focal point, trainings)
			Improve technical aspect of control	Engagement of operators in post-harvest treatment
			Activate legal levers for improving control	Hardening of procedures to increase operators consideration of supervisors recommendations
			Activate fiscal levers for improving control	Study of systems to compensate income loss due to operations suspension
	[2] Switch logging out from natural forests <i>(2.3: increase sustainable production through plantations)</i>	Support development of forest plantation programmes	Develop smallholder plantations	Access to demand in material, forest data and training for managing plantations
				extension services (awareness raising, training on nursery or plantation management)
				Propose incentives, for example: half of seedlings provided
		Develop industrial plantations	Increase state owned plantations to reassure investors fearing land tenure issues	
			Promote awareness raising campaigns with landowners on plantations	
			Propose double royalties for landowners accepting plantation projects	

				State the intention of selling abandoned plantations
	[3] Valorize forest products (2.2: promote alternative production and processing)	Wood value chain approach	Improve the Wood value chain	Analysis of the components of PNG wood Value Chain
Favor multiplication of wood processing plants				
Valorization of wood plant' by-products (biomass-to-chips or biomass-to-power)				
Livelihood		Develop livelihood options based on forest products	Valorization of NTFPs through sensitization sessions	
	Development of small-scale wood production (and PNGFA record system)			

PNG の REDD+活動は、国家 REDD+戦略（NRS; National REDD+ Strategy）に基づいて実施されるが、緑の気候基金（GCF; Green Climate Fund）プロジェクトの Concept Note の準備には、整理した PaMs の内容も参考にインプットが行われた。REDD+ Finance Investment Plan（RFIP）の策定に向けた対策活動とその投入の検討においても、今回整理された PAMs も参考に、引き続き PNGFA からインプットを行っていくことが期待される。

（3）州森林計画に対して PNG-FRIMS から提供する情報の検討

PNG 国は FCPF 準備プロジェクトの支援も受けて、2017年に NRS を策定した。その実施準備として PFP の実施を REDD+投資計画に位置づけることを FCPF が PNGFA に提案していることを受けて、JICA プロジェクトの PFP に対する貢献について整理を行った。これまでは、PFP に掲載されているデータ上の課題の改善を中心に支援を行ってきたが、今回は PFP 策定に向けて、（1）PFP ガイドラインの準備レビュー、（2）PFP ドキュメントで求められているデータのレビューを行った（詳細は添付資料 35 を参照）。

1) PFP ガイドラインの内容およびプロセスのレビュー

PFP ガイドライン（1995）は、イントロダクション、既存森林の潜在的利用、現状の森林利用、森林開発の目標とガイドライン、将来の森林開発、社会林業、州行動計画、有効期間というセクションで構成されている。それぞれの内容の概要を表 2.3-11 にまとめた。

表 2.3-11 PFP ガイドライン 1995 の内容

Sections	Summary
1- Introduction	Gen obj, forest policy principles, persons producing and consulted
2- Potential uses of the existing forest	Definition services/products, service uses, product uses, land uses
3- Current forest uses	Protected Areas: status, activities; Production Areas: status, activities
4- Forest development goals and GL	Province goals using forests, priorities, safeguards
5- Future development of forests	Forest resources map, proposition of new PA: potential, priority. Proposition of new production areas: potential, priority
6- Social forestry	Current and expected extension activities : location, activities, actors
7- Provincial action program	Program, projects, activities, timeline
8- Validity	5 years

また、2008年に作成されたPFPに見られる追加の内容について、図2.3-14にまとめた（赤字が特に空間情報に関係するもの、青字はその他追加的内容）。イントロダクションに既存森林の潜在的活用についても記載され、状況分析として森林資源マップ、ロギングの適正分析が追加された。さらに、将来の森林開発の中では、植林やSFM、REDD+についても言及されている。そして、最後にモニタリングと評価についても加えられている。

Introduction + Potential uses of the existing forest

1. Province profile + Stakeholders feedback; SWOT analysis
2. Current forest uses
3. Forest development goals and safeguard
4. Analysis of the situation (suitability analysis)
 - Forest resources map
 - Not suited vs. suited areas for logging (environmental suitability/constraints)
 - Not suited vs. suited areas for logging (status)
5. Future development of forests:
 - Proposition of PA: potential areas, priority areas
 - Proposition of FMA: potential timber, priority areas
 - Proposition of Forest plantations: potential, priority
 - Proposition of further initiatives promoting SFM and REDD+ objectives
6. Social forestry (seminar, workshop, training)
 - Current extension activities (actors, locations)
 - Proposed extension activities
7. Provincial action program
 - Programme, projects, activities and timelines
 - Needs in budgets, and technical and administrative staff
8. Validity, Monitoring & Evaluation

図 2.3-14 2008 年に作成された PFP に見られる追加の内容

上記のレビュー結果を踏まえて、想定される PFP ガイドライン（2018）の内容を表 2.3-12 にまとめた。特に、4 章の現況分析として、土地の適性評価、8 章に予算と資金ソースについてまとめること、最後にモニタリング評価が加わると想定される。加えて、将来の森林開発の項目に REDD+関連の取り組みが追記されることが考えられる。プロジェクトとしては PNG-FRIMS からの森林情報を提供することを検討する。

表 2.3-12 想定される PFP ガイドライン 2018 の内容

Sections	Content
Introduction	Objectives, principles, stakeholders, Potential uses of the existing forest
1- Province profile	Location, Soil and Climate, Vegetation, Demography, Economy, Stakeholders feedback, SWOT analysis
2- Current forest uses	Protected Areas: status, activities; Production Areas: status, activities
3- Forest development goals and GL	Province goals using forests, priorities, safeguards
4- Analysis of the situation (land suitability analysis)	Forest resources map, areas not suited to logging, areas environmentally suited, status of areas
5- Future development of forests	Proposition of potential and priority areas for new Protected Areas, FMAs, plantations and other
6- Social forestry	Current and expected extension activities (location, activities, actors) including seminar, workshop, training
7- Provincial action program	Program, projects, activities, timeline; needs in human resources
8- Budget and source of funding	Cost estimation (act./budget), possible funds (province, PNGFA, external)
9- M & E	Validity of the plan, monitoring and evaluation act scheduled

2) PFP ドキュメントで求められているデータのレビュー

PFP ドキュメントで求められている情報タイプのレビューを行った。州政府による戦略に関しては FCPF プロジェクト²⁸からの支援、また PNGFA から州政府に提供される森林データについては JICA プロジェクトによる支援が期待されている（詳細は図 2.3-15 を参照）。

²⁸ Project Title: Forest Carbon Partnership Facility II. Executing Agency: United Nations Development Programme. Implementing Partner: CCDA/PNGFA. Start Date: 1 January 2018. End Date: 31 December 2020

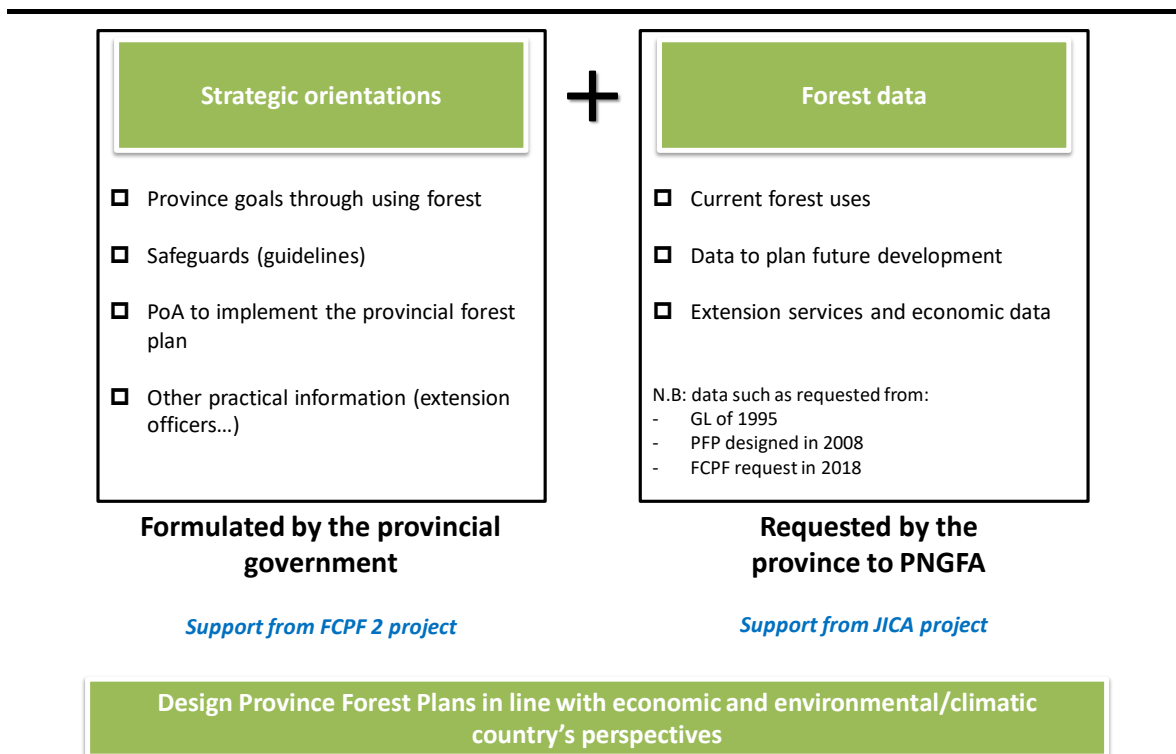


図 2.3-15 PFP ドキュメントで求められる情報タイプ

また、PFP で利用されているデータのうち、最も更新されるデータについて分析を行った。

- 森林現況の説明においては、保護区に関しては CEPA、生産林区域に関しては、PNGFA の関係部局の情報が用いられているが、全ての情報が完全にデータベース化されている訳ではないものの、PNG-FRIMS は多くの情報について改善支援することができる。ただし、技術面および予算面の実現可能性についてはさらに検証する必要があることに留意する（詳細は表 2.3-13 を参照）。
- 将来の森林開発計画においては、森林資源マップ、保護地域の適性・優先分析、森林管理区域の適性・優先分析、植林地の適性・優先分析などが、特に PNG-FRIMS によって改定されるデータである。また、上記の情報以外でも、既存・提案されている開発拡大地域、バリューチェーン、木材生産量・輸出量、ロイヤリティ、歳入や税などの情報もデータベースとして整理され、空間情報に紐付けられるものは検討することが必要となってくると考えられる（詳細は表 2.3-14 を参照）。

表 2.3-13 最も更新されたデータ（1）

Information Sought	Most Updated Sources	Possible Ways of Improving PNG-FRIMS
1) To describe current forest uses		NB: these options need examination of technical and budget feasibility
Existing Protected Areas (PAs)	CEPA, PNG-FRIMS	To update based on CEPA update Aug 2019
Existing production areas: Total	PNG-FRIMS (FIMS): - Adjusted Forest Area - Revised Gross Volume	Update constraints (Inundation and Karst) if there is possible method

FMA	FMA status: PAD, FSD Logged over areas: PNG-FRIMS	To integrate in PNG-FRIMS To update
AAC	PNG-FRIMS	To integrate in PNG-FRIMS
Processing activities	Province, PFO, DSS	To integrate in PNG-FRIMS
TA	Area/Provincial Offices	To integrate in PNG-FRIMS
FCA	PAD, PNG-FRIMS	To update
Community forestry	PFO	To integrate in PNG-FRIMS
Plantations	FDD, PNG-FRIMS	To update

PAD: Project Allocation Directorate; FSD: Field Services Directorate; PFO: Province Forest Offices; FDD: Forest Development Directorate; DSS: Decision Support System; CEPA: Conservation and Environment Protection Authority

表 2.3-14 最も更新されたデータ (2)

Information Sought	Most Updated Sources	Possible Ways of Improving PNG-FRIMS
2) To plan future development of forest		NB: these options need examination of technical and budget feasibility
Forest resources map	Forest Cover Map 2015	On-going design of Forest Cover Map 2020
Suited and priority areas for PA (biodiversity and other values)	CEPA assessment, Province or LLG	To integrate in PNG-FRIMS
Suited and priority areas for FMA (constraint, timber density, etc.)	PNG-FRIMS (FIMS)	To update
Suited and priority areas for plantations (degraded forest and grasslands, soil)	Forest Base Map, forest degradation map PNGRIS and NFI for update	To update
3) Non forest data		
Existing and proposed extension activities	PFO	To integrate in PNG-FRIMS
Timber value chain: Annual harvest rates	FSD, dat in ALP: “Actual harvested volume”	Up digitize in PNG-FRIMS
Timber production	DSS, Marketing branch, prov	To integrate in PNG-FRIMS
Log export	SGS, Export branch	No integration expected
Royalties	FSD royalty officers	No integration expected
Revenues, taxes, fees, infrastructures, jobs	Province, PFO, DSS	No integration expected

PAD: Project Allocation Directorate; FSD: Field Services Directorate; PFO: Province Forest Offices; FDD: Forest Development Directorate; DSS: Decision Support System; CEPA: Conservation and Environment Protection Authority

3) PFP 作成に向けた方向性の提案 (FCPF 連携)

PFP に関しては、FCPF がその活動として、Madang 州、West New Britain 州および East New Britain 州の PFP を改定することを要望しており、PNGFA は、下記を条件として FCPF の活動を認めた。

- 各州の PFP 作成指針となっている PFP ガイドラインを、近年の森林・林業に関する情勢変化を踏まえて改定すること、
- PFP の改訂にあたっては、作成主体である州政府の活動を支援するかたちで PNGFA やコ

ンサルタントが活動を行うこと、

- これらの活動に JICA プロジェクトを参画させ、これまでの JICA プロジェクトの知見等を成果に反映させること

この結果を受けて、JICA プロジェクトは PFP ガイドラインおよび PFP の改訂作業への協力をを行った。

必要事項：

- FCPF コンサルタントを中心としたチームへの積極的な参画と JICA プロジェクトのこれまでの成果の積極的な打ち込み（例：PFP ガイドラインにおいて PNG-FRIMS 活用を記載する、PFP レビュー作業において PNG-FRIMS の森林基盤図等の提供）。
- PFP のレビュー作業に関して、PNGFA の担当が少人数であること、本プロジェクトからの投入に限りがあることから、今後投入が予定される FCPF コンサルタントと連携を図る。
- PFP で必要とされるデータに関して、PNGFA 内で関連するデータを有する部・課間から I&M 課がデータを収集する方法と体制、規約に関して検討を行う。
- PNG-FRIMS のポテンシャルを最大限発揮できるように、提供するデータの内容について、PNGFA の GIS チーム、長期専門家・短期専門家で検討・調整を行う。
- いくつかの州において、PFP の承認や履行を妨げている原因を特定する（22 州のうち、19 州で PFP が策定されているが、いずれも有効期限切れ。新しい Jiwaka 州と Hela 州の 2 州は未実施。NCD（National Capital District）は必要なし）。
- パイロット州における試行結果に関して、他の州での再現可能性を評価する（新ガイドライン、信頼できるデータソースの特定、省庁間協力、等）。

新ガイドラインに向けた事前提案：

- 内容を複雑にし過ぎず（例：劣化ドライバの精密な分析を避ける）、PNGFA や州政府機関の能力に適したものとする。
- PFP における森林を中心とした土地利用計画の重要性を反映させるとともに、PNG-FRIMS における貢献の可能性を提示する。
- SFM や REDD+ といった近年の知見を反映させた標準的なフォーマットを提示するとともに、州政府による自発的かつ継続的な PFP 策定を促すため州政府の作業手順や PNGFA による支援体制等についてビジネスワークフロー図等を用いて示す。

2.3.3 気候変動委員会等の外部機関主催の会議・活動への技術的なインプット

（1）外部機関主催の気候変動関連会議・イベントでの PNGFA の技術的支援

1) MRV-TWG

CCDA（以前の気候変動開発室（OCCD; Office of Climate Change and Development）から組織変更）が開催する MRV-Technical Working Group（MRV-TWG）の機会を利用して、本プロジェクトの成果報告を行うことにより技術的なインプットを行ったほか、長期専門家が参加して適宜インプットを行った。

2015 年 3 月 17 日開催の MRV-TWG では、下記内容でプレゼンテーションを行った（添付資料 52 参照）。

-
- Time Frame of JICA Project (Former/Current)
 - Review of Outcomes of Former JICA Project
 - Review of Scope of New/Current JICA Project
 - Introducing Outcomes of the Project by 2014
 - Basic Design of PNG-FRIMS
 - Accuracy Evaluation of Forest BaseMap (ver.1.0)
 - Integration with Existing FIMS/PNGRIS Data/Info
 - Identifying the Requirement for REDD+ Support
 - Preparation for Data Sharing and Enhancement
 - Publicity (International/In-Country)
 - Summary & Way-forward

2015年8月27日に開催されたMRV-TWGにおいては、本プロジェクトの進捗を報告し、これにより、プロジェクトの進捗・成果が関係者と共有され、技術的な理解が高まった。

また、2016年前半にCCDAが一連のREDD+調査について公表した。FCPF REDD+準備プロジェクトとEU-FAOによって委託されたこれらの調査を下記に列挙する。

- REDD+のための国情、ドライバの評価、削減方策の検討
- 国家森林モニタリングシステム (NFMS; National Forest Monitoring System)、温室効果ガスインベントリ (GHGi)、REDD+ FREL (参照排出レベル)
- PNGにおいて鍵となる農作物の将来の森林への影響を減少させるために、政策・措置のセットを成立させるためのビジネスケースの評価
- PNGにおける森林法施行・ガバナンス・貿易 (FLEGT; Forest Law Enforcement, Governance and Trade) プログラムアクションプラン

PNGFA と本プロジェクトからはCCDAの調査報告へ下記のインプットを行った。

- 国情・ドライバ・削減方策：PNGFAは、国の状況の検討に必要なデータやマップをPNG-FRIMSから提供することができる。
- NFMS、GHGi、FREL：PNG-FRIMSと森林基盤図は活動データ（土地変化）を特定するために不可欠なコンポーネントである。
- 森林に対する農作物の影響：将来の農業プロジェクトを管理し、伐採プロジェクトと競合、重複するのを避けるために委員会へのPNGFAの参加が重要である。また、土地利用計画・管理を支援するPNG-FRIMSと森林基盤図の役割が重要である。
- 将来のパーム油の開発をモデリング：本作業は、PNG-FRIMSや、森林基盤図、また本プロジェクトで向上したPNGFA職員の解析技術によって、PNGFAにおいて実現可能である。

2016年はPNG国としての主な気候変動課題であった森林参照排出レベル／森林参照レベル (FREL/FRL) の提出に係るコンサルテーションが多く開催されたので、MRV-TWG等の気候変動関係委員会は開催されず、本プロジェクトの関連成果の進捗を関係委員会にインプットする機会が限られていた。

2017年は気候変動関係委員会 (Technical Working Group or Committee) は開催されなかったが、GCFプロポーザル準備に関する非公式会合が数回開催され、PNGFA内で技術面を中心に

支援する本プロジェクトチームにもステークホルダーとして会合への参加要請があり、長期専門家チームが参加した。会議に先立ち、長期・短期専門家チーム内で事前に協議を行い、技術面・情報面から会合にインプットを行った。会合では、GCF プロポーザル準備・提出のスケジュールや JICA が支援して PNGFA で検討された森林セクターの活動案、次期 JICA プロジェクトの要請書提出のスケジュールや詳細内容の確定時期などが共有された。

2) TLVS ワークショップ

FAO が EU の資金支援を受けて実施している TLS (Timber Legality Standard) の支援の一環として、TLVS のワークショップが開催されて、PNGFA による適切な森林施業管理・モニタリングのベースとなる空間情報データベースとしての PNG-FRIMS についての概要報告の依頼があり、関係者への技術的インプット機会として捉えて、C/P によるプレゼンテーション資料の準備を支援した。議長サマリーでは TLVS での PNG-FRIMS の活用への期待が述べられた。

2018 年 6 月 20 日に報告されたプレゼンテーションの概要は以下のとおりである。

タイトル：How Can PNG-FRIMS contribute to TLVS ?

- ・ What is FRISM?
- ・ What is FRIMS? (available GIS data/layers)
- ・ What are Functions of FRIMS
- ・ Contribution to monitoring/planning of LCoP
- ・ Contribution to TLVS through the DSS

(2) 外部機関からの依頼に対応する PNG-FRIMS の情報の活用方法の検討

PNG-FRIMS には森林情報を中心に PNG 国内でも随一の豊富なデータが揃っており、他機関からデータの提供を依頼されることがある。PNGFA はデータの秘匿性などの観点からデータの提供にあたっては非常に慎重であるが、森林管理への影響が想定される他機関の方針策定に PNGFA が積極的に関与していくため戦略的にデータ提供を行っていくことが必要である。

本業務では、PNG-FRIMS のデータを活用し、国際的なパームオイルの認証制度がオイルパーム林への転換を避けるべきとする保護価値の高い森林 (HCVF; High Conservation Value Forests) や炭素蓄積の高い生態系 (HCS; High Carbon Stock) が分布する可能性のある地域の特定を試みることにした。オイルパーム林の開発は同国の森林減少のドライバの一つであり、同国としては国際的な認証制度の普及を通じてオイルパーム林の開発を制御する考えである。

HCVF は、生物的、生態的、社会的、文化的価値が高い森林であり、また HCS は HCVF アプローチでは拾いきれない (例えば二次林など) もの、炭素蓄積の多い生態系とされ、いずれも農地開発の際に調査が求められるようになるなど、それらの特定に対するニーズがまわってきている。HCVF や HCS を特定するにあたっては森林被覆図、保護区、村落地点、土壌、気候、地質、道路といった情報の活用が有効であり、これらを有している PNGFA が国の HCVF に一定の役割を果たすことが期待される。

本業務では、HCVF および HCS の方法論の分析を行い、PNG-FRIMS の格納されたデータがどのように活用できるのかを検討した (添付資料 36)。その後、実際に利用可能なデータを用いて HCVF あるいは HCS が分布する可能性のある地域の特定を試み、また試行結果を C/P と共有し、PNG-FRIMS のデータの活用の可能性について検討を行った。

表 2.3-15 HCV 地域の特定のための空間情報の入手・活用の可能性 (PNG)

	Global (examples)	National (in case of PNG)
Biodiversity priority area	Global IUCN Red List	Biodiversity priority area (CEPA)
Designation of authorities	World Heritage Sites	Protected area (CEPA)
Natural habitat	Ramsar sites	Biodiversity priority area (CEPA)
Low levels of disturbance	Hansen loss	Forest cover map (PNGFA)
High connectivity	Hansen tree-cover	Forest cover map (PNGFA)
Remaining natural ecosystems	Intact Forest Landscapes	Forest cover map (PNGFA)
Presence of RTE ecosystems	Global IUCN Red List	Biodiversity priority area (CEPA)
Remote and/or poor rural areas	Open Street Maps	Census unit (PNG statistical office)
Naturally low soil fertility	FAO/UNESCO Soil Map	PNGRIS (UPNG)
Important wetlands	CIFOR map	Forest cover map (PNGFA)
Municipal water sources	---	---
Steep areas, or areas of high rainfall	WorldClim	PNGRIS (UPNG)
Arid or dryland areas	WorldClim	PNGRIS (UPNG)
Access to health centres or hospitals	Open Street Maps	GeoBook (UPNG)
Water and electricity infrastructure	---	---
Low capacity to accumulate wealth	---	---
Living “day to day”	---	---
Small or subsistence scale farming	---	Forest cover map (PNGFA)
Indigenous hunter-gatherers	---	---

表 2.3-16 HCV-HCS-FPIC の統合に向けて必要とされる典型的データ

ENVIRONMENTAL DATA	SOCIAL DATA	GEOSPATIAL DATA
• Topography and slopes	• Location of villages	• Digitised Elevation Model (DEM)
• Vegetation cover	• Stakeholder mapping, including local NGOs and development projects	• Company development plans
• Soil (especially peat)	• Demographics	• Satellite images (e.g. Landsat/Sentinel)
• Hydrology	• Ethnographic tenure data	• LiDAR data (if available)
• Existing biological studies (recent)	• Land cadastre	• Initial land cover maps
• IUCN Red List and maps	• Existing socioeconomic studies (recent)	• Administrative boundaries
• CITES list	• Language background	• Other concessions’ boundaries
• Key Biodiversity Area	• Cultural background	• Protected area boundaries
• National protected species list	• Ethno-botany studies	• Moratorium maps (if applicable)
• Protected areas	• Socioeconomic status and development needs	• Forest and state area maps
• Analysis of relevant environmental plans, policies and regulations	• Relevant official social and development plans, policies and regulations	• Land system maps
• History of forest disturbance		• Spatial planning maps
		• Physiographic regions

2.3.4 森林からの炭素排出・吸収量の計測および報告に係る訓練の実施

森林からの炭素排出・吸収量の計測・報告に係る技術水準の向上のための訓練に関して、PNGFA 関係部署職員に対して、カーボンオフセットに関する枠組みに関連した国際的動向、REDD+コンセプトと REDD+へのプロジェクトの貢献や、森林炭素排出・吸収量計算の試行に関する研修、および PNG-FRIMS を活用した現場レベルでのロギングによる森林劣化からの炭

素排出量の推定の可能性についての協議を行った。

森林からの炭素排出・吸収量の計測・報告に係る訓練の内容を表 2.3-17 に示す。「カーボンオフセットに関する枠組みに関連した国際動向」についての講義資料を添付資料 37 に、「REDD+実施のための森林セクターの可能性」についての講義資料を添付資料 38 に示す。本研修の内容と達成状況は「技術移転計画・達成状況 最終報告書（2019年7月）（添付資料 44）」にも示す。

表 2.3-17 FREL/FRL の計測・報告に係る訓練の内容と達成状況

タイトル	参加者	内容	時期	達成状況
カーボンオフセットに関する枠組みに関連した国際動向	Constin Otto Bigol, Margaret Tongo, Ledino Saega, Samuel Gibson, Perry Malan, Patrick La' a, Jehu Antiko, Gewa Gamoga, Karokaro Mau, George Gunga, Jason Sigamata, Elizabeth Kaidong	- 森林セクターにおける既存の炭素プロジェクト手法(主な手法と特に PNG で利便性の高い手法) についての紹介 - プロジェクトにおける森林劣化の評価に用いられるデータ/パラメータと手法の紹介 - 大規模プロジェクトにおける森林炭素蓄積の変化を見積もるための手順についての紹介 - PNG-FRIMS に期待される REDD+関連事項についての説明	2015年6月 (1日間)	多くの PNGFA 職員にカーボンオフセットに関する枠組みや PNG-FRIMS に期待される事項について触れてもらったが、理解はまだ十分とは言えない。
REDD+コンセプトと JICA-PNGFA プロジェクト	Constin Otto Bigol, Margaret Tongo, Gewa Gamoga, George Gunga, Perry Malan, Patrick La' a, Jehu Antiko	- PNG-FRIMS の REDD+ への貢献および PNGFA 活動での REDD+ の可能性についての検討・協議	2016年6月 (1日間)	PNGFA 内で REDD+ について協議する機会は少なく、 PNG-FRIMS の REDD+利用の可能性や PNGFA 活動での REDD+の可能性を考える機会となった。
森林炭素排出吸収量計算の試行	Perry Malan, Jehu Antiko	2000年、2005年、2011年、2015年の森林被覆図と Hansen ロスイヤードータを用いた森林炭素排出吸収量計算の試行の紹介	2019年3月 11日	データベースおよび RS/GIS 担当職員は森林被覆図の適用例として森林炭素排出吸収量計算を確認した。
PNG-FRIMS を用いた現場レベルでの木材伐採による森林劣化からの	Ruth Turia (Dr), Dambis Kaip, Gewa Gamoga, Perry Malan, Rabie Lalo, Elizabeth Kaidong (FPPD)	- ロギング由来の森林劣化からの炭素排出量の推定手法の紹介と試行計算 - (国家レベルの FRL のため)入手可能な情報や	2019年5月 23日	森林部門の炭素計算手法の一般的な知見が把握された。 PNGFA 各課の日常業務における主な可能性が特定された。

タイトル	参加者	内容	時期	達成状況
炭素排出量推定の可能性	Andrew Aopo、 Lyll Umbo、Kusip Ivo、John Orabi (FSD) Magdalene Maihua、Guduru Romeo、Charles Pakure (Project Allocation directorate) Hitofumi Abe (Dr)、Masamichi Haraguchi	利用例に基づく REDD+ の条件での PNG の炭素排出量計算の可能性 - 森林管理の全般的な目的のため、容積法の構築により得られた成果の利用可能性推定のための追加的活動		炭素推計のギャップが分析された。ロギングセクター向けの炭素排出量推計における将来的なニーズのための PNGFA の可能性を促進するための能力や資源が構築された。本研修成果が「Potential in Papua New Guinea to Estimate Carbon Emissions from Forest Degradation Caused by Logging Based on Field Methods (by using FRIMS)」として取り纏められた。

第3章 教訓と提言

3.1 プロジェクト実施運営上の工夫と教訓

3.1.1 成果の普及活動：パブリケーション（Fact Sheet シリーズ、Big-Book）

JICA 技術協力プロジェクトの目的は C/P の能力向上および体制改善であるため、プロジェクトで纏めるレポートも能力強化についてであり、また本プロジェクトの PDM 上の成果品の多くも PNGFA の森林行政・管理（政策・計画およびモニタリング）の改善を志向したマニュアル類などが中心で、外部向けの成果を取り纏めたパブリケーションは定義されていなかった。

一方で、特に REDD+関連で、他の政府機関や関連プロジェクトから森林基盤図をはじめとした PNG-FRIMS の森林資源情報に対して共有・利用の要望が寄せられることが多くなってきたものの、整備された情報について説明する資料（整備の方法や仕様、制限・留意事項等）が不足していたため、PNGFA が成果の外部への共有に慎重になっているという課題があった。

プロジェクトとしては、この課題を改善すべく、PNG-FRIMS に整備された成果品を説明する資料（背景・目的から整備の方法や仕様、結果の概要、制限・留意事項等）を Fact Sheet シリーズとして取り纏めることとした。また、Fact としての外部への公開は慎重にすべき性質であるが、分析・検討の結果として整理しておくことが有意義なテーマについても Analytical Report として取り纏めた。

Table 3.1-1 Fact Sheet および Analytical Report

Report No	Theme
Fact Sheet No. 1	JICA-PNGFA Project Outline
Fact Sheet No. 2	Papua New Guinea Forest Base Map 2012
Fact Sheet No. 3	PNG-FRIMS
Fact Sheet No. 4	Forest Monitoring Unit (FMU) in Papua New Guinea Forest Cover Map
Fact Sheet No. 5	Constraints Data – Natural Condition Layers in the PNG-FRIMS
Fact Sheet No. 6	Watershed and Catchment Data
Fact Sheet No. 7	Digitized Road Information
Fact Sheet No. 8	Forest Concession and Land Management Layers in PNG-FRIMS
Fact Sheet No. 9	Forest Cover Map 2015
Fact Sheet No. 10	Drone Applications in Sustainable Forestry Management and Monitoring in PNGFA
Analytical Report No. 1	Analysis of Drivers of Deforestation and Forest Degradation in Papua New Guinea
Analytical Report No. 2	Analysis of Future Forest Change Modeling in Papua New Guinea
Analytical Report No. 3	Potential in Papua New Guinea to Estimate Emissions from Forest Degradation Caused by Logging Based on Field Methods (using FRIMS)

さらに、特に多くの要望が寄せられる森林基盤図については、先行プロジェクトでの整備手法の整理も含めて、州ごとの特徴的な樹種などのプロファイルや、Logging Concession、Constraints、Protected Area とあわせて、Atlas 的に整備することが C/P から提案され、C/P の主導によって「Papua New Guinea Forest Base-Map and Atlas」と「Papua New Guinea Forest Resource Information Management System (PNG-FRIMS)」(関係者での通称：Big-Book)として取り纏められた。

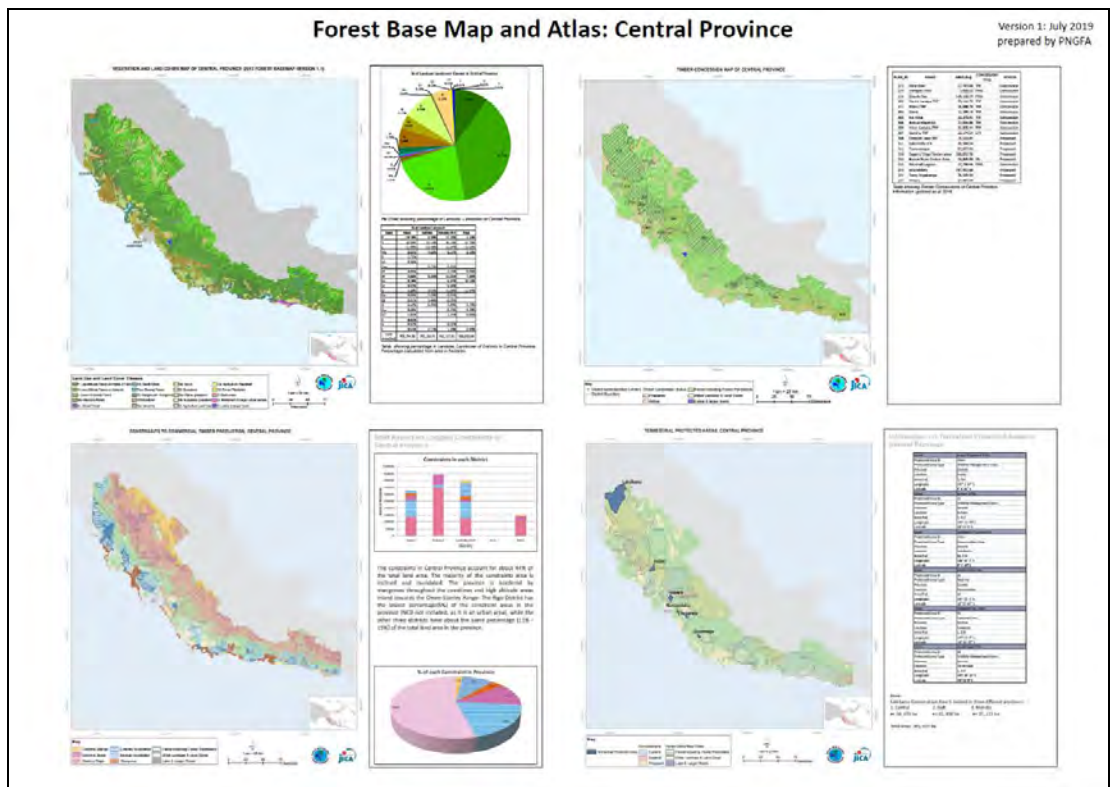
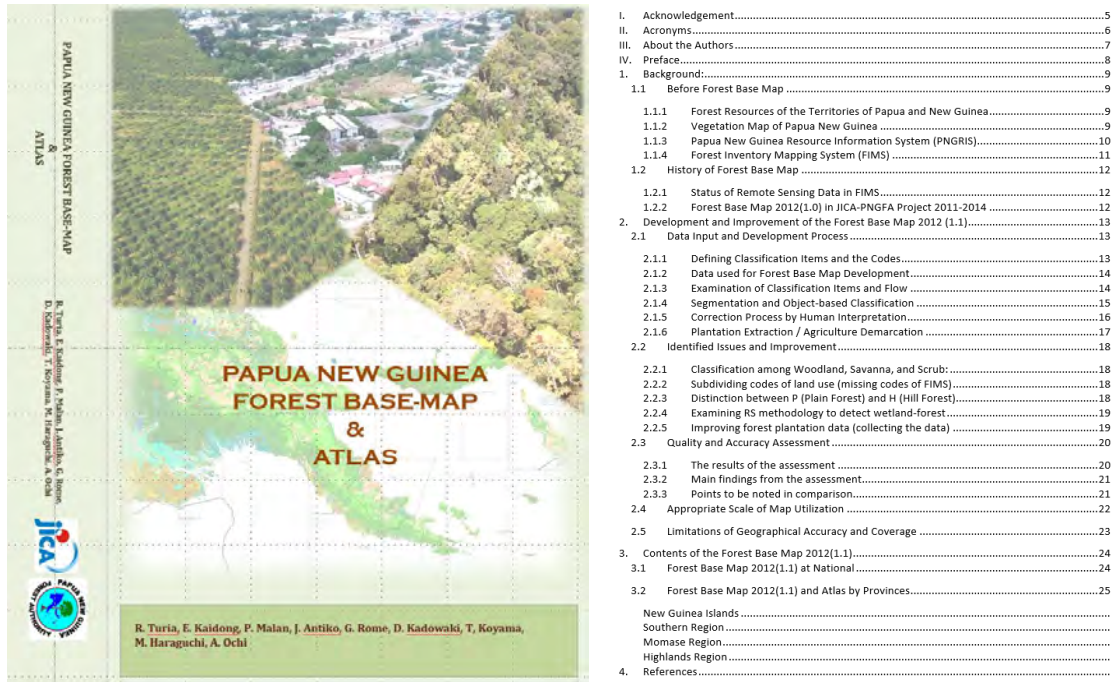


図 3.1-1 森林基盤図のパブリケーション (Papua New Guinea Forest Base-Map and Atlas)

3.1.2 最新のモニタリング技術の森林計画・監視での検討・実践（ドローン等）

本プロジェクトは2013年に設計、2014年に開始されたが、その後も森林モニタリング技術の進化・改善は著しかったため、PDMの内容は踏まえつつも最新技術の適用検討を進める必要性が高まった。そこで、2017年9月に実施した本邦研修「森林資源モニタリング・データ管理」の中で、PNG-FRIMSに関連する様々な新技術（UAV/ドローン、Collect Earth、Google Earth Engine、GLAD Alert、JJ-FAST等）を紹介して、今後のPNGの森林施業計画やモニタリング業務における活用について検討を行った。

本邦研修の結果・報告を受けて、現地における森林施業計画・モニタリングの課題・改善に向けて、C/Pからは特にUAV/ドローンの活用の検討の要望が大きかったため、現場でのドローンを活用した森林施業計画・モニタリングの検討と試行を行い、成果品としてUAV/ドローンの活用マニュアルやガイドラインが整備された。また、本邦研修に参加したC/Pが中心となってPNGにおいて地方職員も含めて森林管理・計画・モニタリングのためのドローン研修を行い、メディアにも取り上げられた（図3.1-2および下記リンク参照（2019年6月21日閲覧））。

また、2019年の5月にフィジーにて開催された大洋州地域のUAVワークショップで活動と成果を報告したところ、技術検討や研究調査だけでなく、森林計画やモニタリングの業務の中で検討・実践が進められていることに対して、地域・隣国の関係者から高い関心と評価を得られた。

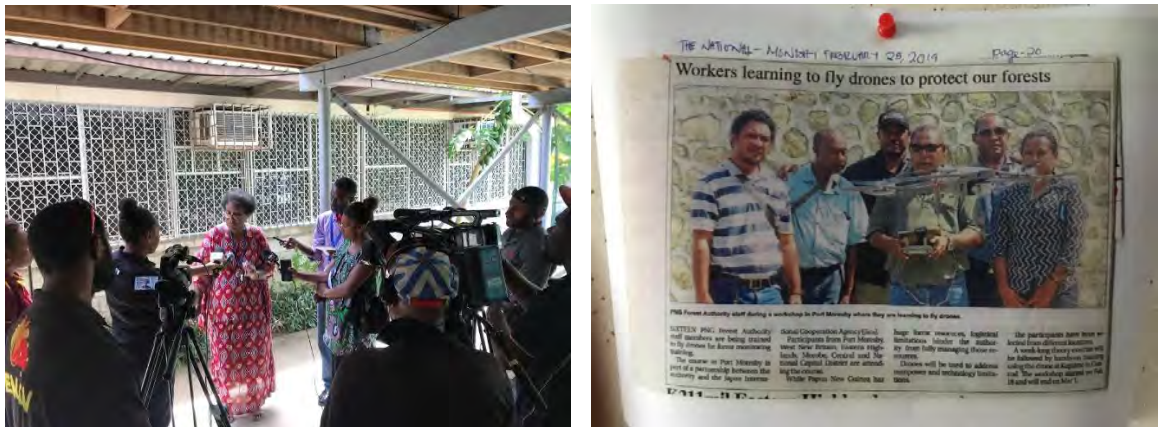


図 3.1-2 PNGでのドローン研修とメディアでの報道

- Post-Courier, 21st February 2019, 'Forestry Hosts Drone Workshop':
<https://postcourier.com.pg/forestry-hosts-drone-workshop/>
- Loop, 26th February 2019, 'Forestry staff trained on drone usage':
<http://www.looppng.com/tech/forestry-staff-trained-drone-usage-82785>
- Loop, 2nd March 2019, 'Forestry officers upskilled on drone usage':
<http://www.looppng.com/tech/forestry-officers-upskilled-drone-usage-82886>
- EMTV Online, 3rd March 2019, 'PNG Forest Authority Incorporating Drones for Forest Monitoring':
https://youtu.be/Qdp8_7ktm9o

3.1.3 現地再委託・現地特殊傭人を活用した業務の推進・実施体制の整備

GIS データの整備を担当する I&M 課の地図製作者チームには 3 名の職員が在籍している。プロジェクト当初は全員に対して全作業の技術移転を実施していたが、人数も限られている中で彼らの通常業務もあるため、全ての技術移転に対して全員の参加は難しい状況であった。そこで、3 名のうち 1 名はチームのリーダーとして全体管理、1 名は主に PNG-FRIMS 運用・管理の担当、1 名は主にデータやマップの作成の担当、と役割分担して技術の習得と作業の推進をしてもらう体制に移行した。

プロジェクトは C/P を中心として着実に PNG-FRIMS の拡充・強化が行われてきたが、途中段階でいくつかの点において、プロジェクト開始当初の計画に対しては追加的な業務が必要になってきた。具体的には、林業活動に伴う森林減少および劣化を正確に把握できるデータとして林業コンセッションの伐採履歴情報 (Logged over area) の整備が望ましいと判明した他、大きな森林減少要因である FCA 活動を把握するために、FCA に関するバウンダリ情報の整備も望ましいことが明らかとなった。

いずれも、PNG-FRIMS の拡充・強化にとって重要だが、C/P およびプロジェクト団員のアサインだけで対応することは困難と判断された。また、作業は多岐にわたるが、お互いに関係しており、PNGFA 職員と密にコミュニケーションを取って業務を進める必要がある。また、業務履行に際して PNGFA の内部情報に接するため、情報へのアクセスをコントロールできる形態が望ましい。これらの要件を満たすため、現地再委託の活用を C/P および JICA に提案して業務の実施体制を整備した。

現地再委託では、PNGFA が管理するコンセッション情報、伐採業者から提出されている伐採計画と伐採履歴のマップの在庫チェックとリスト化を推進した。I&M 課以外の他の部署や地域州事務所にも確認した結果、全ての情報が I&M 課に集約されていないことや、約 50 年前に承認された伐採コンセッションデータに欠落があることなどが明らかとなった。そのため、完全な整備は難しいものの、課題の改善に向けて、PNGFA 内に保管されている紙地図の調査とスキャン、GIS データ化を推進した。

PNG の伐採は基本的に択伐であるため、LANDSAT のような中分解能衛星画像では伐採箇所を確実に検出することは難しい。そこで、比較的確認しやすい伐採道路からのバッファ解析と業者から提出される伐採履歴を組合せてモニタリングする体制を現地再委託も活用して推進・整備した。一方で、衛星データも活用して伐採活動を能動的にモニタリングすることへの期待もあったため、パイロット州を対象に Google Earth Engine を活用した伐採箇所の早期検出システムの検討・開発を行った。

現地再委託を通じて明らかとなった課題とニーズへのフォローとして、現地特殊傭人を複数名雇用して、伐採計画、伐採履歴、および FCA のリスト化やマップのスキャン、GIS データ化 (デジタイズ) を C/P の管理下で推進してもらった。また、ドローン研修や最終セミナーの準備でも特殊傭人の貢献が大きかった。この体制と成果は PNGFA の管理職にも認識され、プロジェクト後も継続して雇用が検討されることが最終セミナー後に Project Director、Managing Director および森林大臣から述べられた。

3.1.4 他ドナー（FAO、UNDP/FCPF）と連携した気候変動対策への貢献

PNG 国は REDD+準備の 4 要素の 1 つである FRL を、FAO の支援も受けて 2017 年 1 月に UNFCCC に提出し、技術評価を経た修正版と評価レポートが 2018 年 3 月に公表された。また、NRS は、CCDA が FCPF/UNDP の支援も受けて作成して、2017 年 5 月に正式に承認された。JICA が支援した PNG-FRIMS は、PNGFA が所有・管理する重要な森林資源情報として FRL や NRS の準備の中でも活用され、提出に貢献した。

また、PNG 国は、GCF へのプロポーザルの Concept Note を、FRL や NRS の内容に基づき、CCDA および FCPF/UNDP の取り纏めで、JICA も含む関係機関も協力して作成して提出した。活動の中の一つが「Enhancing monitoring and enforcement of PNG's Timber Legality Standard」で、本プロジェクトの成果の活用や拡大と関連する内容となった。Concept Note の採択については未定であるが、現在は関係者で協力して RFIP の準備を進めており、JICA プロジェクトもインプットを行っている。

広義の REDD+に位置付けられる、SFM への PNG-FRIMS から提供可能な情報や貢献については、関係者との協議に基づき可能性の検討・提案が行われ、PNGFA の今後の方向性の検討に活用された。また、特に PNGFA が FCPF の支援も受けて州政府の作成支援を進めている PFP については、①PFP ガイドライン準備プロセスのレビュー、②PFP ドキュメントで求められているデータのレビューを行い、PNG-FRIMS の活用の可能性として整理して PNGFA および FCPF にインプットを行った。現在最終化中の改訂版 PFP ガイドラインや将来の実施において活用が期待される。

また、PNG 国では TLS の策定を、ITTO の支援の成果を基に EU 資金で FAO が支援して進めてきたが、その具体的な実施として TLVS の検討が進められている。TLVS の検討ワークショップにおいて、PNG-FRIMS について発表した結果、広義の TLVS として活用すべき重要な既存のシステムとして、PNG-FRIMS と DSS が位置付けられた。特に、適正な伐採活動を促進・検証するベースラインおよびモニタリングの手段として、JICA が支援した LCoP 実施でのドローン活用にも期待が寄せられた。

更に、将来の PNG-FRIMS に整備すべき情報や活用の可能性として、PNGFA が従来から収集・管理している伐採データを活用した森林劣化由来の炭素排出量推定の検討を行い、可能性の整理・提案を行った。現在の PNG の FRL では、森林劣化の計測は RS ベースで行われているが、IPCC ガイドラインにも準拠していて、他国では採用されている Volume Method は、木材生産が重要な産業で、森林劣化の要因でもある PNG では、国内の木材伐採に関する政策と対策の評価としても、将来の FRL の改善にも可能性があるとして、PNGFA の今後の活動として検討されることとなった。

3.2 今後の森林モニタリングに関する提言

PNG 国の森林モニタリングは、2010-2011 年に開始した日本の無償資金協力および JICA 技術協力の支援・貢献を基に大きく進展して、近年は FAO や UNDP の支援と連携して UNFCCC 下の REDD+

準備段階で求められている要求事項の一つである国家森林モニタリングシステムとしても結実してきた。持続的森林管理および REDD+ は今後準備段階から政策および対策を具体的に実施してモニタリングする段階に移行していく。以下では、本報告書で先述した内容も踏まえて、今後の森林モニタリングに関する提言を整理した。

3.2.1 Logging Code of Practice の完全実施（木材合法性証明の支援）

LCoP は 1995 年に策定されたもので、2014 年に見直しが行われているが（2019 年 8 月時点において改訂版は未承認）、技術的・資金的な課題もあって、これまでは十分に実施できているか、そのモニタリングも十分と言い難かった。PNG-FRIMS に整備された森林資源情報やドローンなどのモニタリング手段の改善によって、ようやく LCoP の完全実施に向けた能力と体制が整いつつある。なお、LCoP の完全実施とモニタリングにより伐採活動による CO₂ の排出の低減が期待されるため、REDD+ 活動としても期待される。また、LCoP の遵守は TLS の実施の一つに位置づけられるが、PNG-FRIMS は生産された木材の合法性を証明・検証する広義の TLVS の一つとして期待されている。加えて、REDD+ 活動や TLVS 支援では、LCoP の完全実施による影響を炭素排出や合法性の観点から測定することが肝要であり、これらの観点を踏まえた実行面のモニタリング体制を担保することでより直接的な貢献が可能となる。

3.2.2 PNG-FRIMS の地方展開（Decision Support System との連携）

PNG-FRIMS は PNGFA の本部に設置されたシステムで、本部の C/P は整備や運用に関わる能力を習得してきたが、地方においてはパイロット州およびコンセッションで活用が検討・試行されてきたものの、能力強化・体制整備は必ずしも十分と言い難い。特に、PNG-FRIMS の LAN-Map の運用は、情報セキュリティの観点から当初の計画では PNGFA のイントラネットのみで運用するとしていたが、DSS は本部と州事務所を回線で繋ぐ計画は見送られ、PNGFA 外部からアクセス可能な De-Militarized Zone に設置されて、ユーザおよびパスワードで制御している。LAN-Map の DSS 支援機能として既に地図の URL 作成機能を実現しているが、DSS が機能するためには PNG-FRIMS も DSS と同じゾーンに設置する必要がある、そのために PNG-FRIMS も外部公開用にセキュリティ対策を行う必要がある。

3.2.3 NFI データを用いた PNG-FRIMS/森林基盤図の材積情報の更新

PNGFA と FAO が EU 資金で実施中の NFI プロジェクトでは、PNG 全土から選定された約 1,000 点を対象に地上調査が進めている。同プロジェクトは 2019 年 9 月に終了予定だが、PNG はアクセスが困難な箇所が多く、土地所有者への啓発活動や生物多様性調査もあったために、当初計画より大幅に時間がかかり、全調査は完了できずに調査は一部地域のみで一度整理される予定である（なお、調査は FCPF-II の資金で 2020 年 3 月末まで継続し、その後 EU が支援の継続を検討中である）。NFI 調査と解析が完了すると、PNGRIS ベースの森林種毎の詳細な森林炭素蓄積量に加えて材積量も得られる。NFI データを利用して PNG-FRIMS の森林基盤図に設定されている商用材積量を改定することを検討

していたが完了できなかつたので、調査・解析の終了後に PNGFA 自ら改定することとなっている。

3.2.4 低インパクト伐採の定量評価と二次林の再成長モデルの検討・構築

3.2.1 で触れたように LCoP の完全実施は、低インパクト伐採 (Reduced Impact Logging) として REDD+ 活動としても期待されるが、インパクトを評価するための定義やデータが十分に整理・揃っていない課題がある。まずは既存 PSP データと伐採データの関係性を分析して、将来的には PSP のモニタリング体制を構築することが必要であろう。また、PNG-FIRMS では、伐採後の森林の回復過程をシミュレーションする機能を整備して、AAC 推定機能を開発したが、当初は PINFORM を組み込むことも検討したものの、モデルの詳細を明らかにすることが困難で、データも特定地域のものに基づいていたので導入を見送り、単純な線形回復モデルとしているが、現地調査に基づく科学的な根拠をもった二次林の再成長モデルの検討・構築が期待される。

3.2.5 植林プランテーション情報の精度向上と適地選定および植林実施

PNG-FRIMS の整備を進める中で、植林面積について森林開発部 (Plantations 課を含む) が持っている情報と I&M 課が PNG-FRIMS として整備している情報との間に乖離があることが明らかとなった。PNG-FRIMS/森林基盤図の植林情報は、I&M 課が所持する GIS データに基づき整備された。一方で、Plantations 課の情報は植林業者や現場の植林スタッフの計測データに基づいたものであるが、必ずしも GIS データでなく、また、多くの情報が長らく更新されていないものであった。一方、PNG では Vision2050 において、2025 年までに 250,000ha、2050 年までに 800,000ha の植林目標を掲げているが、既存の植林面積が 50,000ha であることを考えるとチャレンジングである。この目標を達成するためには、既存の植林プランテーション情報の精度の向上と、植林の適地を選定して、着実に植林を進めていくことが不可欠であり、最終 JCC で C/P が発表した植林データ更新のための現場の植林スタッフの能力向上および森林開発部と森林政策計画部間の情報共有が実施されることが望まれる。

3.2.6 木材伐採データを活用した森林劣化由来の炭素排出量計上の実践

本プロジェクトの成果 3 の活動の中で、PNGFA が従来から収集・管理している木材伐採データを活用した森林炭素排出量推定の検討を行い、可能性と実現に向けた課題が整理された。持続的森林管理の一つの手段である LCoP の完全実施が気候変動の緩和策として (また、REDD+ の活動として)、どの程度の効果があるかについて関心を持っていた PNGFA は、本提案の実践に関心を寄せている。この実践のためには、不足しているデータ収集、それにかかる労力・コスト、実際の排出量計上の結果の検証などをパイロット地域で実践してみて、その結果を踏まえて、LCoP や PMCP を改定についても検討すべきと思われる。

なお、上記の内容は、PNGFA が提出予定の次期プロジェクトの要請書に盛り込まれた。また、プロジェクトとしては、次期プロジェクトの要請の検討も C/P の能力強化として有意義であるとして、検討の過程で参考資料をいくつか準備したので、参考までに添付する (添付資料 39、40)。
