

モザンビーク国
土地・環境・村落開発省 (MITADER)
森林総局 (DINAF)

モザンビーク国
REDD+モニタリングのための持続可能な森林資源情報プラットフォーム整備
プロジェクト
業務完了報告書要約(最終)

平成 30 年 5 月

(2018 年 5 月)

独立行政法人

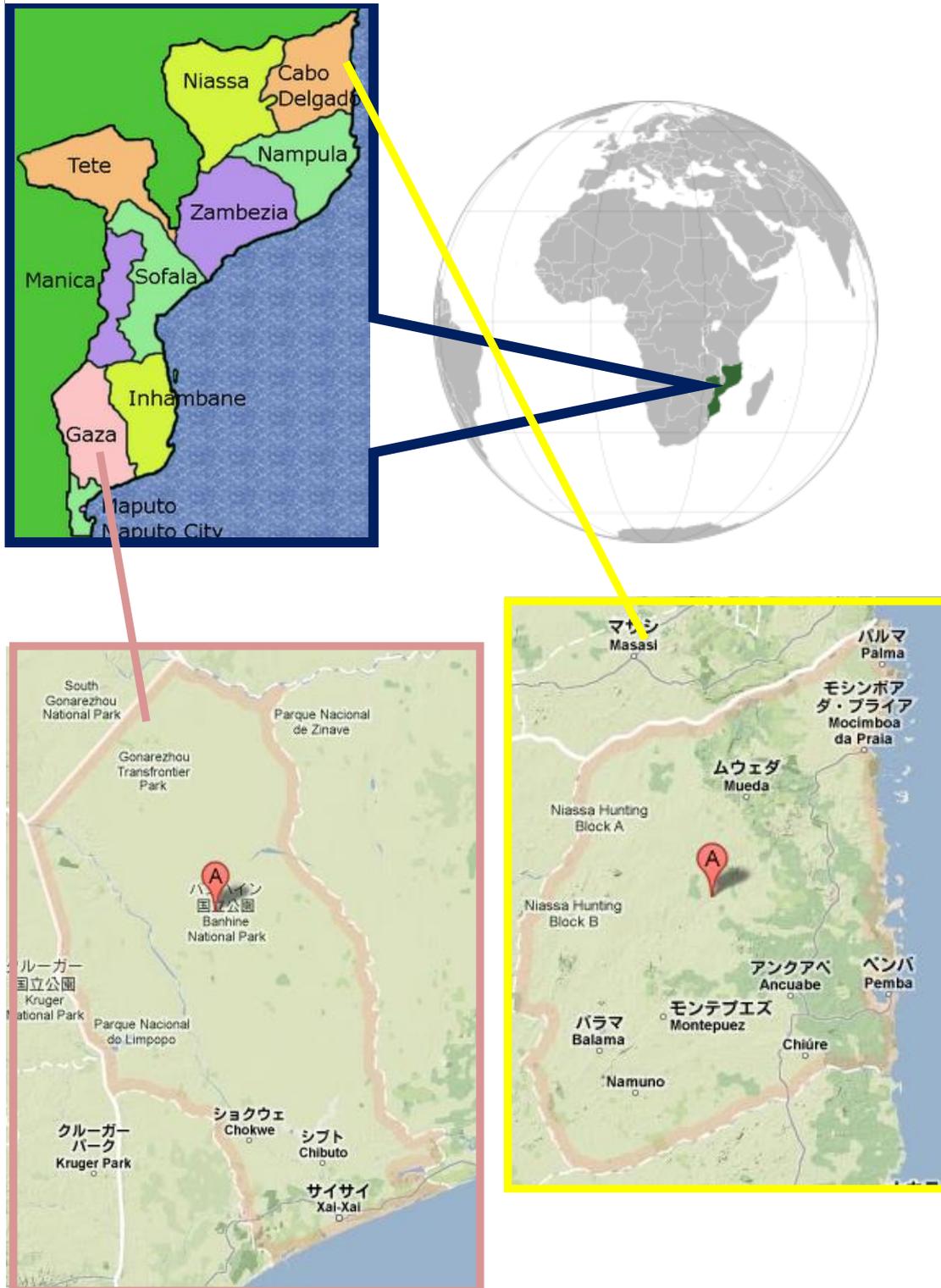
国際協力機構 (JICA)

一般社団法人 海外林業コンサルタント協会

国際航業株式会社

環境
JR
18-051

モザンビーク対象地域（ガザ州、カーボデルガド州）の位置図



目次

1 概要.....	1
1.1 背景.....	1
1.2 プロジェクトの概要.....	1
2 森林資源情報プラットフォーム分野.....	2
2.1 森林資源情報プラットフォームの目的.....	2
2.2 森林資源情報プラットフォームの構築.....	3
2.3 森林資源情報プラットフォームの機能.....	3
2.4 森林資源情報プラットフォーム活用に係るアクションプラン.....	5
2.5 森林資源情報プラットフォーム分野でのキャパシティビルディング.....	5
3 リモートセンシング分野.....	6
3.1 森林被覆・土地利用図の作成.....	6
3.2 参照年地図の作成.....	7
3.3 レーダ画像を利用した森林減少モニタリング.....	8
3.4 リモートセンシング分野でのキャパシティビルディング.....	9
4 森林インベントリー分野.....	10
4.1 プロジェクトでの森林インベントリーのコンセプト.....	10
4.2 森林インベントリーの方法.....	10
4.3 森林インベントリーの結果.....	11
4.4 森林タイプごとの写真とインベントリーの実施の様子.....	12
4.5 森林インベントリー分野でのキャパシティビルディング.....	13
5 バイオマス/炭素量推定分野.....	14
5.1 バイオマス調査.....	14
5.2 森林タイプごとのバイオマスを推定するためのアロメトリー式.....	16
5.3 バイオマス炭素量推定のキャパシティビルディング.....	17
6 FREL/FRL 分野.....	17
6.1 FRL の設定の方法.....	17
6.2 過去の森林の炭素蓄積量及び吸収・排出量の推定.....	18
6.3 カーボデルガド州及びガザ州の FRL の開発.....	19
6.4 FREL/FRL 分野のキャパシティビルディング.....	22
7 ガイドライン及びマニュアルの作成.....	22
8 本プロジェクトの成果の活用の在り方に関する提言.....	24

図の一覧

図 1.1 プロジェクト成果の概要.....	2
図 2.1 森林資源情報プラットフォームの具体的な目的.....	3
図 2.2 森林資源情報プラットフォームのコンポーネントの概念図.....	3

図 2.3	森林資源情報プラットフォームのアウトライン	4
図 2.4	森林資源情報プラットフォーム分野におけるキャパシティビルディング	6
図 3.1	森林被覆・土地利用図の配色	6
図 3.2	グラントトゥルース調査	6
図 3.3	2008 年の森林被覆・土地利用図	7
図 3.4	変化エリア図から参照年地図を作成する手順のイメージ	7
図 3.5	参照年地図作成の例	8
図 3.6	2 時点間の後方散乱係数の差異による森林減少抽出の	9
図 3.7	閾値を用いて抽出された森林減少エリア（赤ポリゴンのエリア）の例	9
図 3.8	リモートセンシング分野におけるキャパシティビルディング	10
図 4.1	層化無作為抽出法の図	11
図 4.2	地図上のクラスターの分布図	11
図 4.3	マングローブ林とその他森林を対象とするプロット形状	11
図 4.4	森林タイプごとの写真とインベントリーの実施の様子	13
図 4.5	森林インベントリー分野におけるキャパシティビルディング	14
図 5.1	バイオマス/炭素量推定におけるキャパシティビルディング	17
図 6.1	FRL 開発のための業務フロー	17
図 6.2	森林変化マトリックスの一例（ガザ州 2005 年と 2008 年の比較）	18
図 6.3	土地被覆タイプの変化に伴う平均炭素ストックの変化（EF）を示すマトリックス	19
図 6.4	参照期間における炭素排出量/吸収量の推移（カーボデルガド州）	20
図 6.5	参照期間における炭素排出量/吸収量の推移（ガザ州）	21
図 6.6	FREL/FRL 分野におけるキャパシティビルディング	22
図 7.1	プロジェクトにより作成されたガイドライン及びマニュアル等	22
図 8.1	プロジェクトの主要成果ごとの活用方法の概要	24
図 8.2	プロジェクト成果の持続的森林管理への活用方法（政策ベースでの詳細活用方法）	25
図 8.3	プロジェクト成果の REDD+への活用方法（政策ベースでの詳細活用方法）	25

表の一覧

表 1.1	プロジェクトの構成	1
表 2.1	8つのコンポーネントから提供される情報/データのアウトライン	4
表 3.1	レーダ画像（レーダーモニタリング）を用いた森林減少モニタリングの概要	8
表 4.1	ガザ州における森林区分別の材積（DBH \geq 5cm）	11
表 4.2	カーボデルガド州における森林区分別の材積（DBH \geq 5cm）	12
表 5.1	サンプル木のデータ	15
表 6.1	カーボデルガド州とガザ州での FREL/FRL の設定方法	18
表 6.2	森林、非森林の土地被覆タイプ別の ha 当たり平均炭素ストック	19
表 6.3	参照期間の年間平均炭素排出/吸収量（FREL/FRL）の計算（カーボデルガド州）	20
表 6.4	参照期間の年間平均炭素排出/吸収量（FREL/FRL）の計算（ガザ州）	21

略語表

略語表記	正式名	和名
AIFM	Integrated Assessment of Land and Forests	土地森林総合評価
AFD	French Development Agency	フランス開発庁
AGB	Above Ground Biomass	地上部バイオマス
ALOS	Advanced Land Observing Satellite	陸域観測技術衛星
AVNIR-2	Advanced Visible and Near Infrared Radiometer-2	高性能可視近赤外放射計 2 型
BA	Burned Area	MODIS のバーンドエリア
BCEF	Biomass Conversion and Expansion Factor	バイオマス変換拡大係数
BGB	Below Ground Biomass	地下部バイオマス
C/P	Counter Part	カウンターパート
CDS	Centre for Sustainable Development	持続的開発センター
CENACARTA	National Centre of Cartography and Remote Sensing	国家リモートセンシングセンター
DBH	Diameter Breast Height	胸高直径
DEM	Digital Elevation Model	数値標高モデル
DINAGECA	National Directorate of Geography and Cadaster	国立地理及び地籍総局
DINAF	National Directorate of Forests	森林総局
DINAT	National Directorate of Lands	土地総局
DFRI/DIRF	Department of Forest Resources Inventory	森林資源評価部
DNRI/DIRN	Department of Natural Resources Inventory	自然資源評価部
DNTF	National Directorate of Lands and Forests	土地森林総局
FCPF	Forest Carbon Partnership Facility	森林炭素パートナーシップ基金
FNDS	Fundo Nacional de Desenvolvimento Sustentável (National Sustainable Development Fund)	持続可能な開発のための国家基金
FREL/FRL	Forest Reference Emission Level/ Forest Reference Level	森林参照排出レベル及び森林参照レベル
FRIP	Forest Resource Information Platform	森林資源情報プラットフォーム
GBFM	Ground-Based Forest Monitoring	地上での森林モニタリング
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
GOFC-GOLD	Global Observation of Forest and Land Cover Dynamics	森林および土地被覆ダイナミクスに関する全球観測実験
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
GT	Ground Truth	グランド・トゥルース
IGN FI	National Institute of Geographic and Forest Information France International	フランス地理・森林情報国立研究所
IIAM	Mozambique Institute for Agrarian Research	モザンビーク農業研究機関
IIED	International Institute for Environment and Development	国際環境開発研究所
IND	National Demining Institute	国立地雷除去機構
INTIC	National Information and Communication Institute	国立情報処理通信院
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	宇宙航空研究開発機構
JCC	Joint Coordination Committee	合同調整委員会
MASA	Ministry of Agriculture and Food Security	農業・食料安全省

略語表記	正式名	和名
MCA	Millennium Challenge Account	ミレニアム・チャレンジ・アカウント
MICOA	Ministry of Coordination of Environmental Affairs	環境調整省
MINAG	Ministry of Agriculture	農業省
MITADER	Ministry of Land, Environment and Rural Development	土地・環境・村落開発省
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer	中分解能撮像分光放射計
MRV	Measurement, Reporting and Verification	測定・報告・検証
MozFIP	Mozambique Forest Investment program	モザンビークにおける森林投資プログラム
NFI	National Forest Inventory	国家森林インベントリー
NFMS	National Forest Monitoring System	国家森林モニタリングシステム
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
OJT	On-the-Job Training	企業等機関内で業務の遂行を通じて行われる訓練・教育・研修
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
PaMs	Policy and Measures	政策と対策
PEDSA	Strategic Plan for Sustainable Development of Agriculture	持続的農業開発戦略計画
QA/QC	Quality Assurance/Quality Control	品質保証/品質管理
RD	Record of Discussion	合意文書
REL/RL	Reference Emission Level/ Reference Level	参照排出レベル及び参照レベル
R-PP	Readiness Preparation Proposal	準備計画
SADC	Southern African Development Community	南部アフリカ開発共同体
SAR	Synthetic Aperture Radar	合成開口レーダ
SDAE	Services for Economic Activities	郡レベル経済活動サービス
SPF	Provincial Service of Forest	州レベル森林サービス
SPFFB	Provincial Service of Forest and Wildlife	州レベル森林野生生物サービス
SPGC	Provincial Service of Geography and Cadaster	州レベル地理土地登記サービス
SPOT	Satellite Pour l'Observation de la Terre	地球観測衛星
TWG	Technical Working Group	技術作業部会
UEM	Eduardo Mondlane University	エドワルドモンドラーネ大学
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動に関する国際連合枠組条約
UPG	Pedagogic University	教育大学
USAID	United States Agency for International Development	アメリカ合衆国国際開発庁
UT-REDD+	REDD+ Technical Unit	REDD+技術部会
WB	World Bank	世界銀行
ZAE	Agroecological Zoning	アグロエコロジカルゾーニング

1 概要

1.1 背景

モザンビーク共和国（以下、モザンビークという）は、国土の約 50%にあたる約 39 百万 ha を森林が占めるが、特に 2006 年からの 5 年間の年平均減少率約 0.53%は過去 5 年間のそれを上回り、森林の減少が進んでいる。森林減少の主な理由は、薪炭材採取、鉱山開発、過度の焼畑利用、農地転用、違法伐採などが上げられ、根本的な要因として、農村部の住民の森林資源への依存度の高さと森林行政の統治力の弱さがあると考えられる。

また、国際社会においても、気候変動対策の観点から、森林の減少及び劣化を抑制し、森林からの温室効果ガスの排出抑制・吸収増大を進めること（REDD+）が重要であるとの認識が高まっており、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）次期議定書のメカニズムの一つとして検討されているところである。

このような状況のもと、モザンビークは REDD+の実施に積極的に取り組んでいるところである。また、モザンビークは REDD+を活用して持続的な経済発展と森林保全の両立の実現を推進することを目指している。

しかしながら、REDD+のモニタリング・測定・報告・検証（M&MRV）に関して森林総局の職員の能力は限定的であり、全国レベルでの森林情報の更新等はシステム化されていない。また、広大なモザンビークの森林資源情報を整備するために必要な衛星画像解析や森林インベントリーの手法についても関係者の技術・知識の向上が必要である。更に、FREL/FRL の策定、バイオマス及び炭素量の算出方法といった REDD+の MRV のために必要なその他の個別の知識・技術も自国のみでは習得困難な状況にある。

以上の背景から、土地・環境・村落開発省の森林総局と JICA が協働で「モザンビーク国 REDD+モニタリングのための持続可能な森林資源情報プラットフォーム整備プロジェクト」（以下、本プロジェクト）を実施した。

1.2 プロジェクトの概要

本プロジェクトにおけるプロジェクト目標、上位目標及び成果等を取りまとめたプロジェクトの構成を以下に示す。

表 1.1 プロジェクトの構成

【上位目標】： 森林資源情報プラットフォームから得られる情報に基づき、モザンビーク全土において持続的な森林管理、REDD+の準備体制が確立される。
【プロジェクト目標】： 森林資源情報プラットフォームの運用計画に基づいて、森林資源モニタリングが定期的に適切に実施される。
成果： 成果 1:森林資源情報プラットフォームとして機能するデータベースシステムの構築 成果 2:森林資源情報プラットフォームの計測・報告・検証（MRV）のための基盤の開発 成果 3:森林資源情報プラットフォームのための参照排出レベル（FREL）あるいは参照レベル（FRL）の策定 成果 4:バイオマス及び炭素量を推定するために必要なデータセットの整備

プロジェクト期間: 2013年4月 - 2018年3月 (5年間)

【プロジェクト対象地域】

拠点: マプト市

パイロット州: ガザ州及びカーボデルガド州 (モザンビークでの典型的な植生を含む)

森林資源情報プラットフォームのデータベースの対象地域: 全国

【C/P 機関】

土地・環境・村落開発省森林総局 (MITADER DINAF)

また、プロジェクトの成果の概要を取りまとめた全体像を以下の図 1.1 に示す。



図 1.1 プロジェクト成果の概要

本要約では、以下、1) 森林資源情報プラットフォーム、2) リモートセンシング、3) 森林インベントリ、4) バイオマス/炭素量推定、5) FREL/FRL の各分野別に実施した活動内容や成果等について記述する。

2 森林資源情報プラットフォーム分野

2.1 森林資源情報プラットフォームの目的

森林資源情報プラットフォームは、森林・林業とそれに関連する問題にかかる情報及びデータの一元的な管理及び共有を可能にし、それらの検索、活用及び更新の機能を提供するためのデータベースシステムとして開発され、REDD+の推進と持続可能な森林経営の策定に貢献するという目的を持っている。これらの目的に基づいて、プラットフォームがどのように利用されるかというアウトプットを意識した6つの具体的な目的が図 2.1 のように設定された。

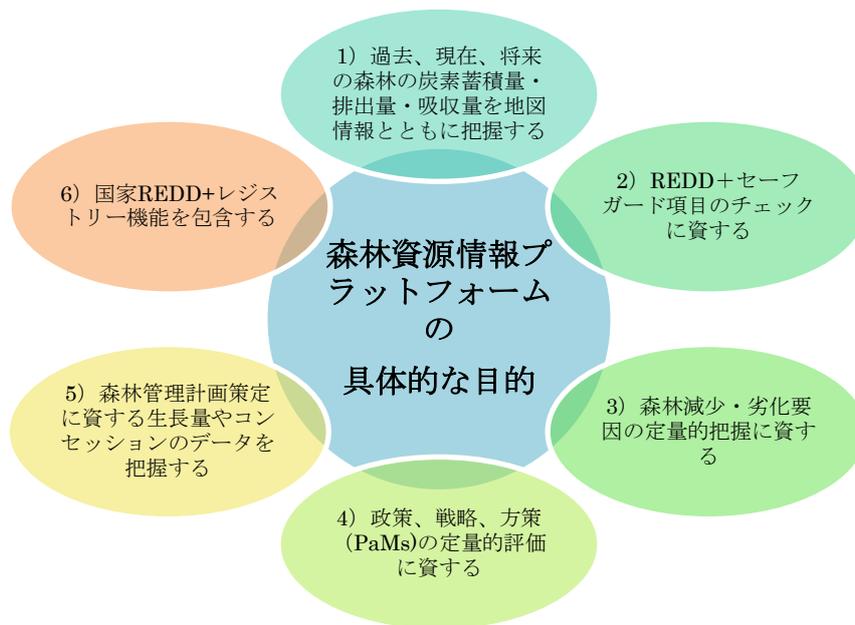


図 2.1 森林資源情報プラットフォームの具体的な目的

2.2 森林資源情報プラットフォームの構築

上記の 6 つの具体的な目的に基づいて、プラットフォームは、図 2.2 で示す 8 項目のコンポーネントで構成された。



図 2.2 森林資源情報プラットフォームのコンポーネントの概念図

2.3 森林資源情報プラットフォームの機能

森林資源情報プラットフォームは、主に図 2.3 に示す 3 つの機能を提供する。

- REDD +に関する情報の提供
- 地図上の森林被覆/土地利用図の可視化
- 森林インベントリー結果の排出量の推定と分析



図 2.3 森林資源情報プラットフォームのアウトライン

REDD+に関する情報は、表 2.1 に示す 8 つのコンポーネントのそれぞれについて提供される。

表 2.1 8 つのコンポーネントから提供される情報/データのアウトライン

コンポーネント	提供される情報のアウトライン
FREL/FRL	<ul style="list-style-type: none"> ● REDD+活動を通じて達成される排出削減量を推定する FREL/FRL が示される。 ● FREL/FRL の設定に使用された活動データ、排出係数および排出量推定に関連するすべての要素が明確に示される。
MRV	<ul style="list-style-type: none"> ● REDD+に関してモザンビークにおいて何をどのように測定し、報告し、検証するかを示したコンセプトと計画が示される。
セーフガード	<ul style="list-style-type: none"> ● REDD+活動を通じてセーフガードがいかに対処され尊重されたかに関する情報は、セーフガード情報システムを通じて提供される。
吸収・排出量モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> ● 森林炭素蓄積量、および吸収・排出量の推移が示される。
国家 REDD+戦略	<ul style="list-style-type: none"> ● 国家 REDD+戦略に関する情報が提供される。 ● 森林管理や REDD+等に関連に関する法体系の情報が提供される。 ● 政策と方策 (PaM) の定量的評価が示される。
国家 REDD+レジストリ	<ul style="list-style-type: none"> ● 「REDD+プロジェクト承認にかかる手続きの規定法」に従って申請・承認された REDD+プロジェクトに関する情報が提供される。具体的には、プロジェクト名称、活動タイプ、実施面積、プロジェクトサイト位置 (シェイプファイル)、プロジェクトの開始日・終了日、目標排出減少・吸収増加量(CO2 t)、現実排出減少・吸収増加量(CO2 t)等である。

コンポーネント	提供される情報のアウトライン
森林行政関連データ	● 森林管理における組織体系、REDD+の推進体制、コンセッション等に関する情報が提供される。
その他データ	● 地図データ（道路データ、河川データ、行政界データ等）等その他の関連データの提供がされる。

この森林資源情報プラットフォームは以下の URL により、一般公開されている。

URL : http://www.dinaf.gov.mz/pirf_mreddplus/

2.4 森林資源情報プラットフォーム活用に係るアクションプラン

森林資源情報プラットフォーム活用に係るアクションプランとして、プラットフォームの機能の改良に関するロードマップ及びデータ・情報の更新に関するロードマップを整理することで、同アクションプランとした。

プラットフォームの機能の改良に関するロードマップは、改良すべき機能について、1) 機能の内容、2) 当該機能の利用者、3) 改良時期を整理した。

機能の利用者については、森林資源情報プラットフォームより提供する情報には、一般にアクセス可能な情報と、DINAF 内部など関係者のみがアクセス可能な情報に分けられる。利用者によって、利用方法や求める機能、アクセス方法が異なるため、それを明確にした。

改良時期については、データ・情報の更新に関するロードマップと概ね整合を図ったが、他のプロジェクト等の進捗に影響される場合がある。

データ・情報の更新に関するロードマップは、1) 統計、2) 法律・規則、3) プロジェクト・レジストリ、4) 活動データ、5) 土地被覆・土地利用、6) 森林劣化、7) 森林減少、8) 森林インベントリー、9) 永久（固定）プロット、10) FREL、11) 森林コンセッション、12) 植林、13) セーフガード、14) MozFIP、15) SUSTENTA プロジェクト関連の情報に分類して、1) 情報の内容、2) 最初のプラットフォームにアップロードする時期、3) データ・情報の更新頻度、4) 情報のフォーマット、5) データ・情報の作成・アップロード責任機関等を整理した。

2.5 森林資源情報プラットフォーム分野でのキャパシティビルディング

森林資源情報プラットフォーム分野に関しては、「戦略的情報計画」と「運営・維持管理」に重点を置いたキャパシティビルディングが (1) テクニカルワーキンググループにおける森林資源情報プラットフォームの扱うデータと機能について議論する過程での OJT、(2) 成果報告のためのワークショップや他の組織との会合での、C/P 自身による森林資源情報プラットフォームのプレゼンテーション、(3) 森林資源情報プラットフォームの内容と地図の更新に関する講義と演習、によって実施された。



図 2.4 森林資源情報プラットフォーム分野におけるキャパシティビルディング

3 リモートセンシング分野

3.1 森林被覆・土地利用図の作成

2008年のALOS AVNIR-2画像を用いて、カーボデルガド州とガザ州の森林被覆・土地利用地図を作成した。主な作製のプロセスは以下のとおり。

- (1) 過去のプロジェクトを参照した分類クラスの検討 (図 3.1)
- (2) グラントゥルース調査 (図 3.2) からの教師データによるオブジェクトベースの分類
- (3) グラントゥルース調査における初期分類結果の検証
- (4) 視覚的解釈によるエラーを訂正することによる分類精度の向上

(半)常緑密林	紫
(半)常緑疎林	緑
メクルース林	青
マングロープ林	赤
(半)落葉密林	黄緑
(半)落葉疎林	緑
モバネ林	茶
落葉チケツ	黄
非森林樹林地・草地 (シュラブを含む)	白
浸水草地 (浸水シュラブを含む)	水色
樹木作物地	黄
耕作地	黄
裸地	黒
集落・都市域	黒
水域	青



図 3.1 森林被覆・土地利用図の配色

図 3.2 グラントゥルース調査

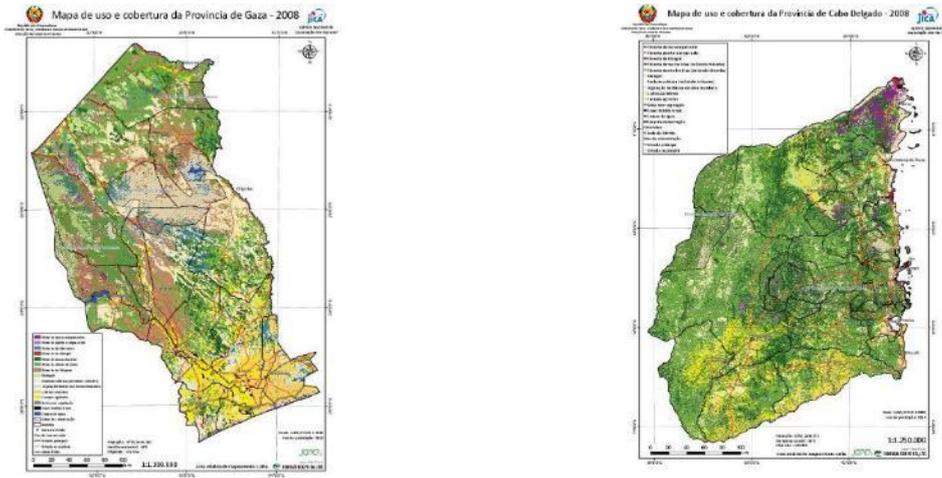


図 3.3 2008 年の森林被覆・土地利用図

これらの地図（図 3.3）は、モザンビークで最初の州レベルの 1/200,000 スケールマップであり、参照年地図及び FREL/REL 設定の開発の基礎として使用された。これは将来の持続可能な森林管理にも利用されることが期待されている。

3.2 参照年地図の作成

基準となる 2008 年の森林被覆図（2008 年ベースマップ）と時系列 Landsat 画像を用いて、2002 年、2005 年、2010 年、および 2013 年の参照年（参照年地図）の森林被覆図が作製され、ヒストリカル・トレンドを分析した。その結果、カーボデルガド州とガザ州の 2 州の FREL/FRL の設定に必要な活動データ（AD）が設定された。以下に図 3.4 とともに作製のプロセスを記述する。

- 1) 2 つの連続する基準点の Landsat 画像を比較して変化エリアを検出する。
- 2) 検出された変化エリアは変化パターンによって分類され、変化エリア図が作成される。
- 3) 2008 年のベースマップに変化エリア図を重ねて、参照年地図を作成する。

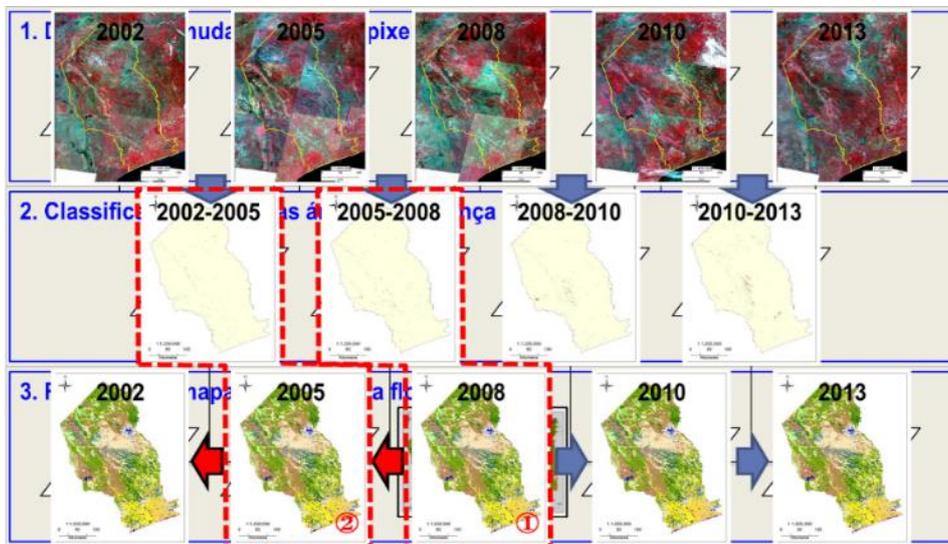


図 3.4 変化エリア図から参照年地図を作成する手順のイメージ

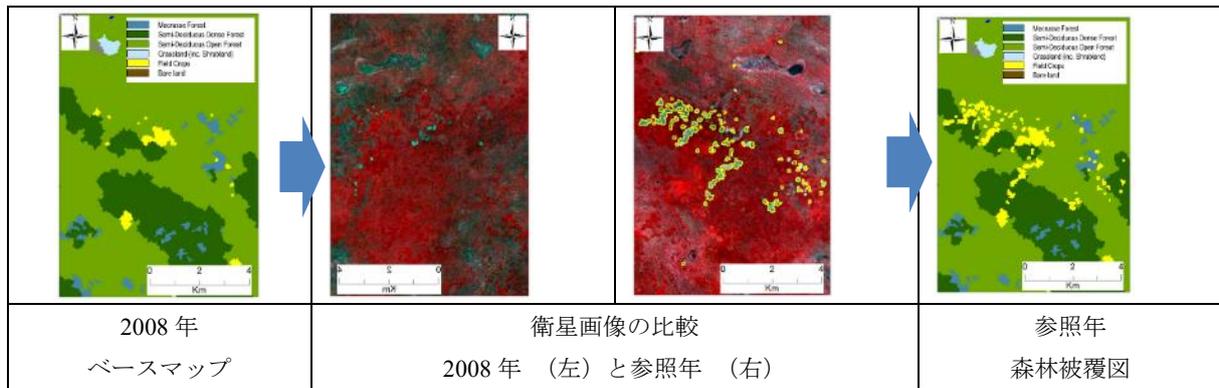


図 3.5 参照年地図作成の例

3.3 レーダ画像を利用した森林減少モニタリング

NFMS の一部であるレーダ画像（レーダーモニタリング）を用いた森林減少モニタリングの概要を以下の表 3.1 に示す。

表 3.1 レーダ画像（レーダーモニタリング）を用いた森林減少モニタリングの概要

項目	内容
主たる目的	<ul style="list-style-type: none"> ● 森林減少エリアを検出し、森林減少面積を推定する。さらに、森林被覆図や道路情報、地形の傾斜情報なども追加して複合的な分析を行い、森林減少対策を優先的に実施するエリアを選定する。 ● 森林減少発生箇所にバッファを設けて、そのバッファゾーンを重点的にモニタリング・対策していくことで、焼畑のような移動耕作に起因する森林減少を抑制する。 ● ボルティン（広報誌）を活用し、住民には森林減少の現状を伝えるとともに、政策決定者には森林減少対策の必要性を報告する。
ターゲットエリア	モザンビーク全地域
衛星画像	ALOS-2/PALSAR-2（25mプロット）
観測時期	主に7月から9月
観測期間	年1回
最少エリア	1 ha

ALOS-2/PALSAR-2 画像を用いて、森林減少エリアの検出のための予備レーダー画像解析を行い、以下の解析手法を開発した。

- 1) 対象とする地域がカバーされている2時点のレーダ画像を入手する。

- 2) 2 時期のレーダ画像間の後方散乱係数の差を計算する。
- 3) 現地調査結果を参考にして求めた閾値以下の差がある区域を森林減少区域として抽出する。

図 3.6 は、2 つの異なる時点のレーダ画像から計算された後方散乱係数の差異の分布を示す。差が赤線で示す閾値より大きい場合、かつ期首の後方散乱係数が-18dB 以上の場合（森林減少エリアと示されている黄緑色の枠内に該当した場合）、その区域は森林減少とみなされる。また、期首の後方散乱係数が-18dB 未満の場合は、元から非森林であることから、差の大小に関わらず森林減少とはみなされない（非森林エリアと示されている灰色の枠内に該当した場合）。図 3.6 の現地検証結果は、作成された赤線の閾値を使用することで、ほぼ全ての森林減少地域が検出できていることを示している。

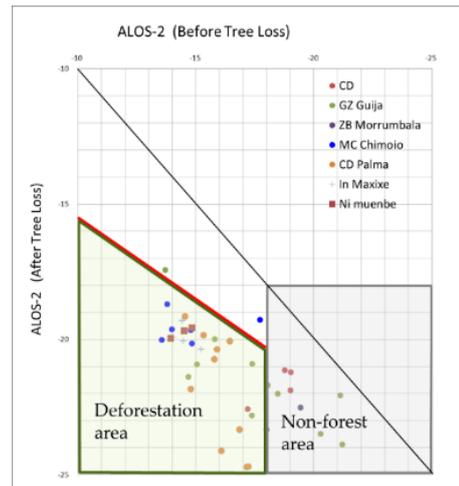


図 3.6 2 時点間の後方散乱係数の差異による森林減少抽出の

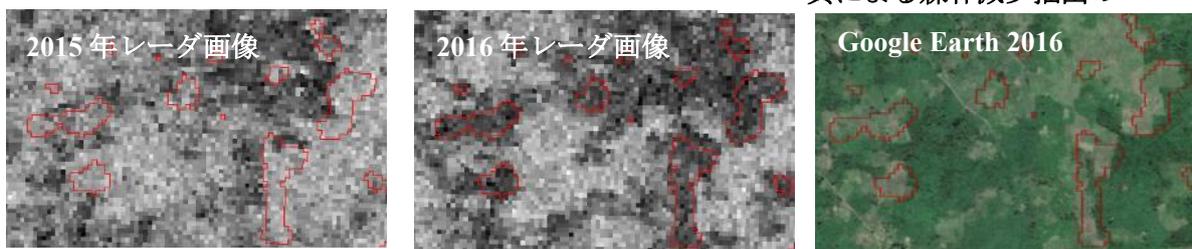


図 3.7 閾値を用いて抽出された森林減少エリア（赤ポリゴンのエリア）の例

3.4 リモートセンシング分野でのキャパシティビルディング

リモートセンシング分野のキャパシティビルディングのプログラムは、(1) 新しい知識と技術を伝達するための講義と演習、(2) 実際のプロジェクト活動の一環としてのグランドトゥールズ調査と画像解析と分類を含む実地訓練を含めた OJT、(3) 仕様および分析結果を協議するテクニカルワーキンググループから構成されている。これらのプログラムは、森林被覆/土地利用図の作成、森林被覆の変化の検出と参照年地図の作成、レーダ画像を用いた森林被覆の変化のモニタリングなど、さまざまな活動をカバーしている。



図 3.8 リモートセンシング分野におけるキャパシティビルディング

4 森林インベントリー分野

4.1 プロジェクトでの森林インベントリーのコンセプト

本プロジェクトで設計された森林インベントリーの目的は、森林減少と森林劣化からの排出量及び REDD +活動による植林などの活動からの吸収量を推定するための要素の 1 つである排出係数を算出することであり、また、モザンビークの森林タイプ別の単位面積当たりの森林蓄積を確認することを通じて将来の持続可能な森林管理計画策定にも資することである。

この森林インベントリー・システムの開発において、モザンビークの過去の事例を参照して様々な方法論を研究し、モザンビークの実施能力を考慮して、シンプルで効率的かつ持続可能な方法を設計することが不可欠である。

4.2 森林インベントリーの方法

(1) 必要なクラスター数の算出と設置

1) 必要なクラスター数の計算

層化無作為抽出法を用いてクラスターを設定し、層化毎に必要なクラスター数を Winrock によるサンプリングプログラムを用いて計算した。

2) 調査地点の選定方法

まず、ArcGIS で森林被覆・土地利用図及び地形図に 1km グリッドを描いた。次に、層化無作為抽出法により、森林タイプ別の必要数に対応するクラスターをグリッド交点から無作為に抽出し、優先クラスターとした。また優先クラスターと同数程度の予備クラスターを地図上のグリッドの交点から無作為に抽出した。

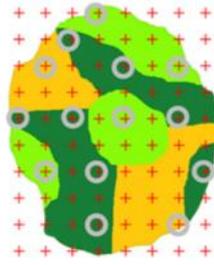


図 4.1 層化無作為抽出法の図

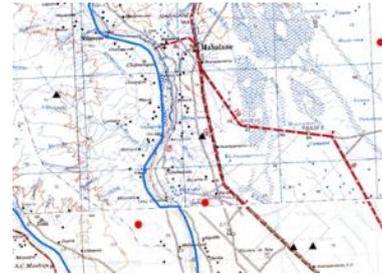


図 4.2 地図上のクラスターの分布図
(●= 優先クラスター, ▲= 予備クラスター)

(2) クラスター及びプロットの形状

クラスターの形状は 100m×100m の正方形を採用した。クラスターの 4 つの角をプロットの開始地点とし、クラスターの南西端にプロット No.1 を設定し、クラスター内で No.2～No.4 のプロットを時計回りに設定した。プロットの形状は 2 つのパターンがあり、1 つはマングローブ林を除くすべての森林タイプに適用された方形 (50m×20m) で、もう 1 つはマングローブ林に適用された円形 (半径 17.84m) であった。(図 4.3 参照)

プロット形状の仕様

単位	形状	サイズ (面積)
クラスター	正方形	100 m x 100 m
プロット	長方形	50 m x 20 m(1,000 m ²)
サブプロット	長方形	25 m x 10 m(250 m ²)
プロット	円形	半径 r = 17.84 m (999.9 m ²)
サブプロット	円形	半径 r = 8.92 m (250 m ²)

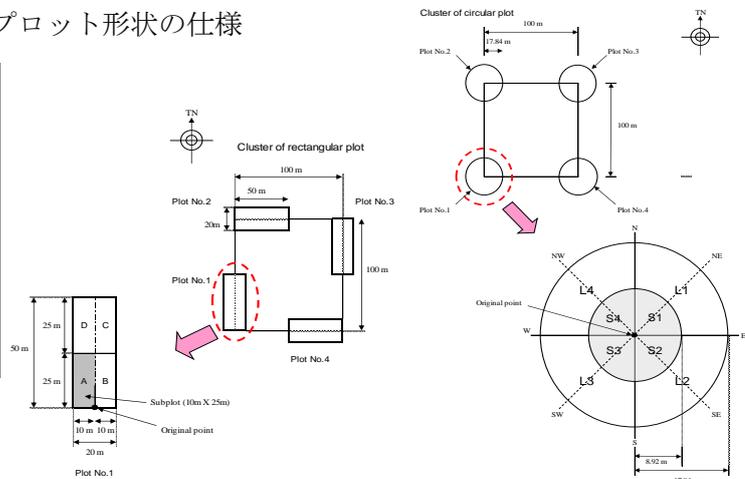


図 4.3 マングローブ林とその他森林を対象とするプロット形状

4.3 森林インベントリーの結果

森林インベントリーの結果の一つとして、ガザ州とカーボデルガド州の 2 州それぞれについて森林タイプ別の材積等を算出してまとめたものを表 4.1 および表 4.2 に示す。

表 4.1 ガザ州における森林区分別の材積 (DBH ≥ 5cm)

森林区分	プロット数	面積(ha)	ha 当り立木本数 (本/ha)	総立木本数(1000 本)	a 当り胸高断面面積 (m ² /ha)	ha 当り商業材積 (m ³ /ha)	総商業材積 (m ³)	ha 当り幹材積 (m ³ /ha)	総幹材積(m ³)
半常緑林	76	142,082	322	45,750	6.98	15.39	2,187,068.23	40.10	5,696,919.87
メクルース林	123	291,616	1,332	388,433	17.87	32.87	9,586,584.38	75.01	21,872,949.70

森林区分	プロット数	面積(ha)	ha 当り立木本数(本/ha)	総立木本数(1000本)	a 当り胸高断面面積(m ² /ha)	ha 当り商業材積(m ³ /ha)	総商業材積(m ³)	ha 当り幹材積(m ³ /ha)	総幹材積(m ³)
マングローブ林	0	291	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
半落葉林(ミオンボ含む)	339	2,545,795	418	1,064,142	6.80	12.97	33,016,415.36	33.78	85,996,955.10
モパネ林	138	1,073,261	449	481,894	4.97	8.78	9,426,451.36	20.87	22,397,883.81
合計	676	4,053,045	489	1,980,219	7.12	13.38	54,216,519.33	33.55	135,964,708.48

表 4.2 カーボデルガド州における森林区分別の材積 (DBH≥5cm)

森林区分	プロット数	面積(ha)	ha 当り立木本数(本/ha)	総立木本数(1000本)	ha 当り胸高断面面積(m ² /ha)	ha 当り商業材積(m ³ /ha)	総商業材積(m ³)	ha 当り幹材積(m ³ /ha)	総幹材積(m ³)
半常緑林	180	365,682	540	197,468	12.26	44.24	16,175,943.27	92.04	33,655,908.55
メクルース林	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
マングローブ林	135	31,412	1,636	51,390	16.20	35.16	1,104,571.57	68.98	2,166,736.94
半落葉林(ミオンボ含む)	753	5,287,878	385	2,035,833	9.95	34.22	180,935,321.53	71.71	379,172,579.87
モパネ林	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合計	1,068	5,684,972	402	2,284,691	10.13	34.87	198,215,836.36	73.00	414,995,225.36

- 注) 1. ガザ州でマングローブ林調査を実施していない。インベントリー調査のサンプリングをガザ州とカーボデルガド州を一体とした形で設計したことにより、層化無作為抽出法でサンプルを抽出した結果ガザ州のマングローブ林からはサンプルが抽出されなかったためである。
2. プロット数は2013年の森林被覆/土地利用図上で各タイプの森林と判断されたプロットの数である。

4.4 森林タイプごとの写真とインベントリーの実施の様子





図 4.4 森林タイプごとの写真とインベントリーの実施の様子

4.5 森林インベントリー分野でのキャパシティビルディング

森林インベントリー分野については、(1) DIRF と SPF スタッフに調査器具を使用しながら森林インベントリーの実施方法を学ばせるための、森林インベントリー基礎研修の実施、(2) 森林インベントリーの精度の検証、精度の改善及びインベントリーの方法論の改良のために QA / QC に関する知識を提供するトレーニングの実施、(3) 再委託先による森林インベントリーの実施を監督する業務を通じての OJT をキャパシティビルディングとして実施した。



図 4.5 森林インベントリー分野におけるキャパシティビルディング

5 バイオマス/炭素量推定分野

5.1 バイオマス調査

本プロジェクトは、モパネ林のバイオマスを推定するためのアロメトリー式を開発する目的で、2016年にガザ州のマサンジェナ地区でモパネ林のバイオマス調査を実施した。モザンビークでは常緑林、モパネ林及びマングローブ林の地下部バイオマス（BGB）を推定するためのアロメトリー式は見つからず、これらの森林タイプの1つについてバイオマス調査を実施することが決定され、中でもモパネ林はこれらの森林タイプの中でモザンビーク最大の被覆面積をカバーしており、重要な森林タイプであるとみなされたため選択された。調査の結果、地上部バイオマス（AGB）およびBGBを推定するためのアロメトリー式が開発された。前者は、モザンビークの既存のアロメトリー式と比較した結果現状ではより適したアロメトリー式として判断され、モパネ林のAGBを算出するために用いられた。

(1) 調査方法

バイオマス調査は以下の手順で行われた。

1) フィールドでのサンプル木の計測



a. 胸高直径ごとのサンプル木の選択



b. サンプル木の胸高直径及び樹高等の計測



c. 根の掘り取り範囲の設定

2) フィールドでのサンプリング木の破壊調査



a. サンプル木周辺の掘り起こしと根の収集



b. サンプル木を押し倒す(バックホウにより押し倒す)



c. サンプル木を4つのパート(幹、枝、葉、根)に分ける



d. 各パートの総生重量測定(写真は幹の重量を測定)

e. 各部分からサブサンプルを抽出する；各サブサンプル片の生重量を測定する

3) 乾燥重量の測定：各部分のサブサンプルを乾燥炉で完全に乾燥させ、その重量を測定する。

4) 測定結果の分析：

a. 各サンプル木の総乾燥重量（バイオマス）の推定

総乾燥重量=総生重量×サブサンプルの乾燥重量/サブサンプルの生重量

b. DBH と樹高とバイオマスとの関係を見つける回帰分析を行う。

(2) 調査結果

1) サンプル木の生重量及び乾燥重量の測定結果

各サンプルツリー（DBH、高さおよび総生重量）のフィールドで収集されたデータ及び推定総乾燥重量のデータを表 5.1 に示す。

表 5.1 サンプル木のデータ

No.	胸高直径 (cm)	高さ (m)	総生重量 (kg)					総乾燥重量 (kg)				
			幹	枝	葉	AG 合計	根	幹	枝	葉	AG 合計	根
1	5.0	4.7	4.3	2.3	0.8	7.3	4.5	2.8	1.4	0.5	4.7	3.0

No.	胸高直径 (cm)	高さ (m)	総生重量 (kg)					総乾燥重量 (kg)				
			幹	枝	葉	AG 合計	根	幹	枝	葉	AG 合計	根
2	8.0	6.9	17.2	4.8	2.5	24.4	18.4	11.4	2.9	1.3	15.6	11.4
3	17.0	11.7	113.3	46.7	6.7	166.8	46.9	82.1	30.3	3.4	115.8	29.9
4	21.0	12.8	189.1	17.3	6.3	212.6	61.8	139.6	11.3	3.3	154.1	41.2
5	24.5	13.7	318.5	173.7	18.7	510.9	164.2	249.4	125.9	9.6	384.9	101.1
6	31.0	16.7	631.6	299.4	14.7	945.7	242.2	473.0	200.7	8.7	682.4	155.9
7	33.5	14.2	568.3	468.7	22.7	1,059.7	250.5	427.4	307.6	12.1	747.1	155.8
8	40.0	17.9	828.3	706.1	68.0	1,602.3	346.0	618.4	499.1	32.7	1,150.2	196.5
9	45.0	16.8	862.0	527.4	25.0	1,414.4	310.5	664.3	404.9	13.1	1,082.3	189.0
10	51.0	16.3	1,268.8	1,598.3	46.3	2,913.4	582.0	957.9	1,037.4	26.4	2,021.7	382.8
11	56.6	17.7	1,599.0	1,196.1	42.3	2,837.4	489.2	1,269.8	860.9	24.4	2,155.1	359.5
12	62.3	22.6	1,798.0	2,938.5	100.5	4,837.0	1,060.9	1,340.5	1,941.2	51.2	3,332.8	815.7
13	74.5	19.2	3,134.4	2,931.3	114.3	6,180.0	1,292.7	2,409.8	2,098.5	59.3	4,567.7	758.7
14	80.5	20.2	2,108.1	4,070.7	39.5	6,218.3	962.2	1,613.9	2,621.5	22.3	4,257.8	541.8
15	87.6	18.9	2,554.1	2,497.3	72.2	5,123.6	1,237.1	2,129.5	1,970.8	39.9	4,140.3	867.9
16	101.8	21.6	3,766.3	4,611.9	66.0	8,444.1	1,928.9	2,929.8	3,039.0	33.6	6,002.5	1,339.0
17	109.2	17.9	4,156.0	5,840.5	95.1	10,091.6	2,142.7	3,299.1	3,808.4	57.4	7,165.0	1,446.3

2) 測定結果の回帰分析

a. AGB 推定のためのアロメトリー式の開発

バイオマス量を2変数 (DBH と樹高) で回帰分析した。適用される回帰モデルは

“AGB (kg) = a * DBH (cm) ^ b * 樹高 (m) ^ c”である。

アロメトリー式: AGB (kg) = 0.03325*DBH^1.848*樹高^1.241 R² = 0.9918

b. BGB を推定するためのアロメトリー式の開発

バイオマス量を2変数 (DBH と樹高) で回帰分析した。適用される回帰モデルは、

“BGB (kg) = a * DBH (cm) ^ b * Height (m) ^ c”である。

アロメトリー式: BGB (kg) = 0.09572*DBH^1.7969*樹高^0.3797 R² = 0.9806

5.2 森林タイプごとのバイオマスを推定するためのアロメトリー式

本プロジェクトは、森林のインベントリー・データとアロメトリー式を用いて、森林タイプごとのバイオマス量と炭素量を推定した。本プロジェクトはまず国内で既に開発されたアロメトリー式を調査した。その結果、エドワルドモンドラーネ大学では、いくつかの森林タイプのアロメトリー式が開発されていることが判明した。また、適切なアロメトリー式が国内で開発されていない森林タイプについては、同様の生態学的条件を有する近隣諸国で開発されたアロメトリー式の有無を調査した。適切なアロメトリー式がモザンビークまたはその周辺国のどちらからも見つからない場合は、2006年度版 IPCC ガイドラインに示されている方程式が適用された。なお、本プロジェクトは、上記のバイオマス調査を実施することによってモパネ林のためのアロメトリー式を開発した。

5.3 バイオマス炭素量推定のキャパシティビルディング

バイオマスおよび炭素量推定のために、次のようにキャパシティビルディングが実施された。(1) バイオマスおよび炭素量推定に関するセミナーを開催した。セミナーは講義と演習から構成され、炭素蓄積量の推定に関する基礎知識、測定手順、他国で実施された調査の事例などについて講義により指導された。また、セミナー参加者はサンプルデータを用いてアロメトリー式の開発や、森林の炭素蓄積量を計算する方法を実習で学んだ。(2) バイオマス調査を実施することによる OJT では、現場での測定方法に関する技術指導が行われた。(3) テクニカルワーキンググループでは、様々なテーマについて話し合うことで、カウンターパートは、バイオマス及び炭素ストックの推定方法並びに関連する問題を理解することができた。



図 5.1 バイオマス/炭素量推定におけるキャパシティビルディング

6 FREL/FRL 分野

6.1 FRL の設定の方法

本プロジェクトは、以下の FRL の開発の枠組みの図に示されている手順に従って、カーボデルガド州とガザ州の森林参照レベル（FRL）を設定した。

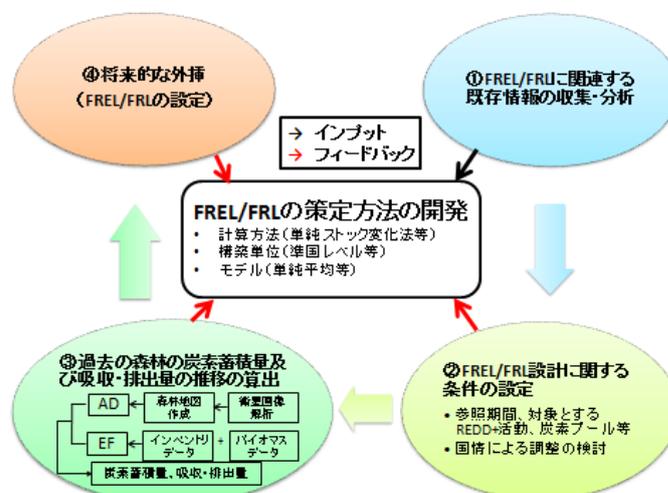


図 6.1 FRL 開発のための業務フロー

FRL の開発に適用された設定方法は、以下の表 6.1 のとおり。

表 6.1 カーボデルガド州とガザ州での FREL/FRL の設定方法

FRL の設定に必要な各項目	採用された方法
対象とする REDD+活動	森林減少からの排出削減；森林炭素ストックの増大
計測対象とする炭素プール	AGB、BGB
参照期間及びデータ分析時点数	参照期間：2002 年～2013 年 分析時点数：5 時点（2002 年、2005 年、2008 年、2010 年、2013 年）
活動データ(AD)の設定方法	ALOS と Landsat の衛星画像を用いて森林被覆の変化を分析し、森林面積変化マトリックスを開発する（ 図 6.2 参照）
排出係数(EF)の設定方法	▶各森林タイプの炭素ストック：森林インベントリー・データ（DBH、樹高）およびアロメトリー式に基づいて設定。 ▶非森林の土地被覆の炭素ストック：2006 年 IPCC ガイドラインで提供されているバイオマスのデフォルト値を適用
層化のレベル	13 クラス（森林 5 クラス；非森林 8 クラス） 森林被覆図に基づいて分類
将来の排出/吸収量の推定方法	参照期間の平均年間純排出量
将来予測に考慮された社会経済要因、国情	国情による調整は行わない。

6.2 過去の森林の炭素蓄積量及び吸収・排出量の推定

過去の森林の炭素蓄積量及び吸収・排出量の推移は、以下に示すように AD と EF に分けて推定された。

1) AD

AD は各分析時点間において、ある土地被覆タイプから異なる土地被覆タイプに変化した面積とした。参照年地図を基に時系列分析を行い、各分析時点間の森林面積変化マトリックス（例として図 6.2 参照）を作成し、各土地被覆タイプ間の変化面積を推定した。

AD: 2005 - 2008 (単位: ha)		期末													合計	
		11	13	14	21	23	33	35	36	37	38	41	42	43		
		常緑林	メグルース林	マングローブ	落葉林	モハシ林	チャケット	(低灌木灌叢地帯含む)	浸水草地	樹木作物地	耕作地	裸地	都市域	水域		
期間	11 常緑林	142,736	0	0	0	0	0	0	7	0	0	18	0	0	1	142,762
	13 メグルース林	0	292,377	0	0	0	0	8	81	0	13	407	1	0	1	292,888
	14 マングローブ	0	0	291	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	291
	21 落葉林	1	0	0	2,556,864	100	26	429	7	86	1,633	10	93	3	2,559,252	
	23 モハシ林	0	0	0	493	1,086,175	0	161	11	4	863	7	62	5	1,087,781	
	33 チャケット	0	1	0	123	1	218,111	140	5	42	605	1	84	1	219,114	
	35 草地	25	0	0	173	787	0	1,917,775	27	7	69	14	75	1,270	1,920,223	
	36 浸水草地	0	0	0	0	0	0	0	115,979	0	0	0	0	0	115,979	
	37 樹木作物地	0	0	0	0	1	0	0	11	0	404,489	21	0	132	0	404,654
	38 耕作地	2	0	0	7	11	0	0	16	0	31	602,243	2	122	0	602,434
	41 裸地	461	2	0	70	51	0	227	22	7	90	52,166	3	1,053	54,154	
	42 都市域	0	0	0	5	0	0	0	13	0	0	9	0	60,450	0	60,478
	43 水域	28	0	0	12	5	0	93	41	8	61	230	0	71,347	71,826	
		合計	143,254	292,380	291	2,557,748	1,087,131	218,145	1,918,954	116,091	404,688	606,019	52,431	61,021	73,682	7,531,834

図 6.2 森林変化マトリックスの一例（ガザ州 2005 年と 2008 年の比較）

2) EF

EF は、ある土地被覆タイプが異なる土地被覆タイプに転換される際に変化（増減）する ha 当たりの平均炭素ストックとした。

森林、非森林の各土地被覆タイプの ha 当たり平均炭素ストックは以下の表 6.2 に示すとおりである。

表 6.2 森林、非森林の土地被覆タイプ別の ha 当たり平均炭素ストック

森林タイプ別炭素ストック (CO2-ton/ha)			非森林タイプ別炭素ストック (CO2-ton/ha)		
被覆タイプ	AGB	BGB	被覆タイプ	AGB	BGB
(半)常緑林	156.43	45.01	チケツト	3.964	11.03
メクルーセ林	113.12	8.48	草地	3.964	11.03
(半)落葉林	101.23	33.84	浸水草地	3.964	11.03
モパネ林	35.88	12.15	樹木作物地	3.964	11.03
マングローブ林	275.26	114.27	耕作地	0	0
			裸地	0	0
			集落	0	0
			水域	0	0

また、これらのデータを基に EF をマトリックスとして図 6.3 のとおり設定した。

EF (単位: CO ₂ -ton/ha)			期末												
			11	13	14	21	23	33	35	36	37	38	41	42	43
			常緑林	メクルーセ林	マングローブ	落葉林	モパネ林	チケツト	草地 (低木炭素含む)	浸水草地	樹木作物地	耕作地	裸地	都市域	水域
期間	11	常緑林	0.00	-79.84	188.10	-66.37	-153.41	-186.45	-186.45	-186.45	-186.45	-201.44	-201.44	-201.44	-201.44
	13	メクルーセ林	79.84	0.00	267.93	13.47	-73.57	-106.61	-106.61	-106.61	-106.61	-121.60	-121.60	-121.60	-121.60
	14	マングローブ	-188.10	-267.93	0.00	-254.46	-341.50	-374.54	-374.54	-374.54	-374.54	-389.53	-389.53	-389.53	-389.53
	21	落葉林	66.37	-13.47	254.46	0.00	-87.04	-120.08	-120.08	-120.08	-120.08	-135.07	-135.07	-135.07	-135.07
	23	モパネ林	153.41	73.57	341.50	87.04	0.00	-33.04	-33.04	-33.04	-33.04	-48.03	-48.03	-48.03	-48.03
	33	チケツト	186.45	106.61	374.54	120.08	33.04	0.00	0.00	0.00	0.00	-14.99	-14.99	-14.99	-14.99
	35	草地	186.45	106.61	374.54	120.08	33.04	0.00	0.00	0.00	0.00	-14.99	-14.99	-14.99	-14.99
	36	浸水草地	186.45	106.61	374.54	120.08	33.04	0.00	0.00	0.00	0.00	-14.99	-14.99	-14.99	-14.99
	37	樹木作物地	186.45	106.61	374.54	120.08	33.04	0.00	0.00	0.00	0.00	-14.99	-14.99	-14.99	-14.99
	38	耕作地	201.44	121.60	389.53	135.07	48.03	14.99	14.99	14.99	14.99	0.00	0.00	0.00	0.00
	41	裸地	201.44	121.60	389.53	135.07	48.03	14.99	14.99	14.99	14.99	0.00	0.00	0.00	0.00
	42	都市域	201.44	121.60	389.53	135.07	48.03	14.99	14.99	14.99	14.99	0.00	0.00	0.00	0.00
	43	水域	201.44	121.60	389.53	135.07	48.03	14.99	14.99	14.99	14.99	0.00	0.00	0.00	0.00

図 6.3 土地被覆タイプの変化に伴う平均炭素ストックの変化 (EF) を示すマトリックス

6.3 カーボデルガド州及びガザ州の FRL の開発

上述の方法に基づいて、参照期間の平均年間純排出量が試算され、この平均年間純排出量が FRL となる。この結果、FRL は、カーボデルガド州において 1,123,456 CO₂-ton/yr、ガザ州において 250,108 CO₂-ton/yr となった。

カーボデルガド州：

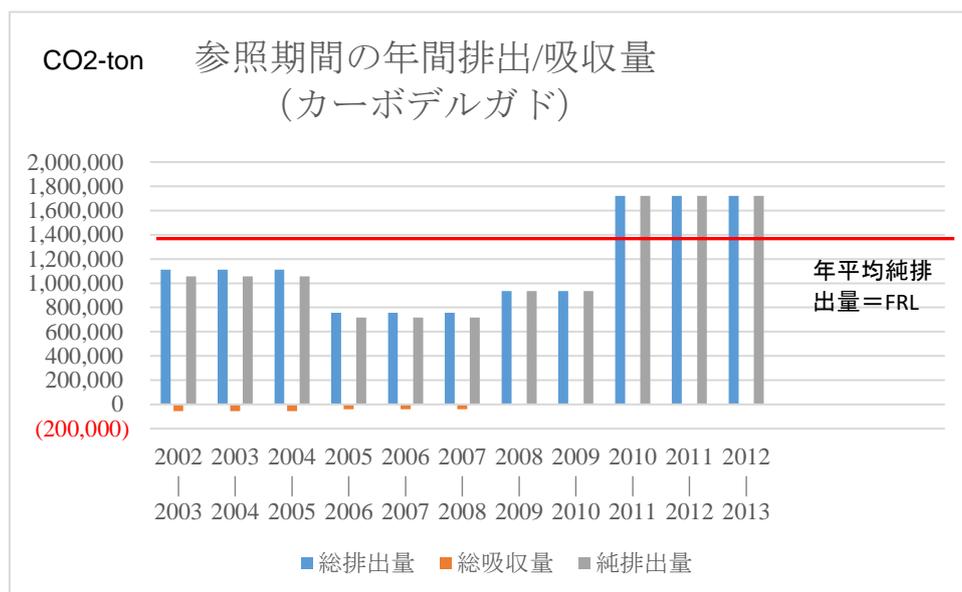


図 6.4 参照期間における炭素排出量/吸収量の推移 (カーボデルガド州)

表 6.3 参照期間の年間平均炭素排出/吸収量 (FREL/FRL) の計算 (カーボデルガド州)

期間	排出/吸収量 (CO2-ton)		年間排出/吸収量 (CO2-ton/yr)		
	総排出量	総吸収量	総排出量	総吸収量	純排出 (吸収) 量
2002 - 2003	3,339,379	165,700	1,113,126	55,233	1,057,893
2003 - 2004			1,113,126	55,233	1,057,893
2004 - 2005			1,113,126	55,233	1,057,893
2005 - 2006	2,267,074	118,937	755,691	39,646	716,046
2006 - 2007			755,691	39,646	716,046
2007 - 2008			755,691	39,646	716,046
2008 - 2009	1,872,568	0	936,284	0	936,284
2009 - 2010			936,284	0	936,284
2010 - 2011	5,163,634	0	1,721,211	0	1,721,211
2011 - 2012			1,721,211	0	1,721,211
2012 - 2013			1,721,211	0	1,721,211
年間平均			1,149,332	25,876	1,123,456
平均法による 2018 年 FRL 値					1,123,456

ガザ州：

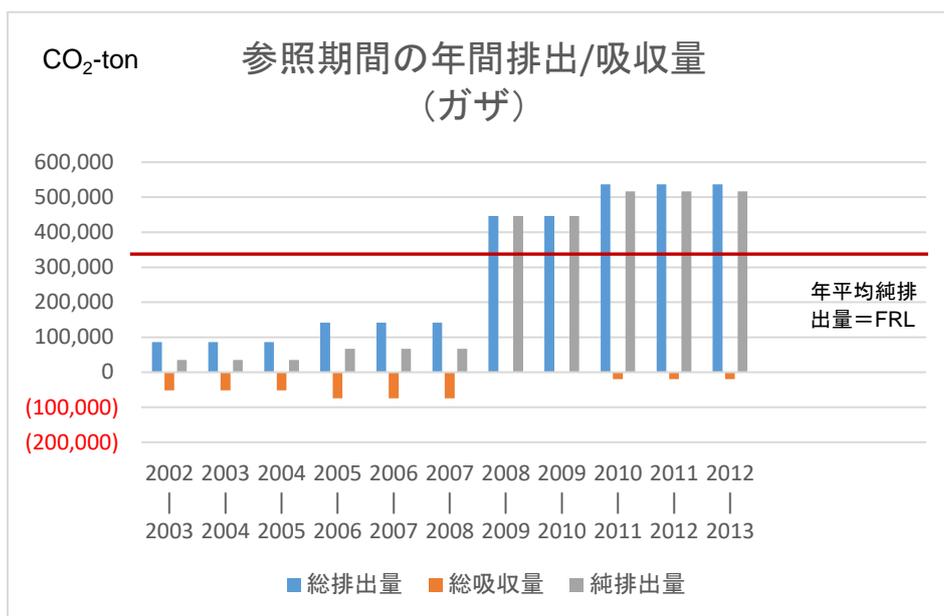


図 6.5 参照期間における炭素排出量/吸収量の推移 (ガザ州)

表 6.4 参照期間の年間平均炭素排出/吸収量 (FREL/FRL) の計算 (ガザ州)

期間	排出/吸収量 (CO2-ton)		年間排出/吸収量 (CO2-ton/yr)		
	総排出量	総吸収量	総排出量	総吸収量	純排出 (吸収) 量
2002 - 2003	259,199	154,344	86,400	51,448	34,952
2003 - 2004			86,400	51,448	34,952
2004 - 2005			86,400	51,448	34,952
2005 - 2006	425,908	224,620	141,969	74,873	67,096
2006 - 2007			141,969	74,873	67,096
2007 - 2008			141,969	74,873	67,096
2008 - 2009	893,752	227	446,876	113	446,763
2009 - 2010			446,876	113	446,763
2010 - 2011	1,610,894	59,374	536,965	19,791	517,174
2011 - 2012			536,965	19,791	517,174
2012 - 2013			536,965	19,791	517,174
年間平均			289,978	39,869	250,108
平均法による 2018 年 FRL 値					250,108

6.4 FREL/FRL 分野のキャパシティビルディング

FREL/FRL については、次のようにキャパシティビルディングが実施された。(1) FREL/FRL に関するセミナーを開催し、FREL/FRL が何であるか、FREL/FRL の開発手順、及び COP 決定に基づいて FREL/FRL を開発するための基本的なポイントが説明された。また、今まで UNFCCC に提出されていた FREL/FRL の概要と、他国が適用する FREL/FRL の開発方法について説明がされた。これらの情報は、モザンビークで適用される FREL/FRL の開発方法の分析の参考となるように提供された。(2) OJT を目的としたテクニカルワーキンググループが開催され、さまざまなテーマを話し合うことで、カウンターパートは REDD+ とそれに関連する問題を理解することができた。



図 6.6 FREL/FRL 分野におけるキャパシティビルディング

7 ガイドライン及びマニュアルの作成

本プロジェクトでは、以下図 7.1 に示された 9 種類のガイドライン及びマニュアル等が作成された。それぞれの概要については以下のとおり。



図 7.1 プロジェクトにより作成されたガイドライン及びマニュアル等

(1) リモートセンシング分析ガイドライン

森林被覆図作成：既存データの収集・精査や衛星画像の仕様確認と処理、また分類項目の検討や画像判読の方法と精度検証等

参照年地図の作成：衛星画像の反射率変換、指標データの作成、差分抽出、主成分分析、セグメンテーション、自動変化抽出、GIS 処理による区分、基盤図と変化エリア図の統合、変化マトリックス作成に関する作業手順等

(2) グランドトゥールース調査ガイドライン

GTに必要な準備と現地調査：衛星画像からの画像判読と調査地点の選定や、調査項目と調査方法及び調査時の注意点等

GTの結果とりまとめ：調査データの整理方法とGISへの取り込み方法、衛星画像と調査結果を整理した現地調査箇所票の作成等

(3) 地上での森林モニタリングガイドライン

森林状況の把握のための定期的な地上での森林モニタリングの設計：森林モニタリング手法としての1)リアルタイム森林火災モニタリング、2)3ヶ月後森林減少確認モニタリング、3)リアルタイム木炭生産者数モニタリングの方法等

(4) 森林インベントリーガイドライン

森林インベントリー調査のデザインと実施手法：必要クラスターの計算方法、クラスターの形状、クラスターの設置方法、プロットの形状と面積、インベントリー実施の調査項目、固定調査プロットの設定方法等

(5) 森林資源情報プラットフォームのデータ作成・更新・利用・管理及びセットアップマニュアル

森林資源情報プラットフォームのデータの作成・更新・利用・管理方法：森林資源情報プラットフォームの目的、アクセス方法、記事・メニューの作成・編集・修正方法、ユーザの設定、データのバックアップと復元の方法、地図の追加・修正の方法等

森林資源情報プラットフォームのセットアップの方法：プラットフォームのメイン・プログラム及び地図プログラムのインストールの方法等

(6) 森林資源情報プラットフォーム基本設計書

森林資源情報プラットフォームの目的・機能概要、機能・使用ソフトウェア・機器構成、開発にあたっての留意事項、機能要件、画面遷移、画面構成、森林インベントリー調査結果集計プログラム（集計処理の流れや計算方法等）

(7) 森林資源情報プラットフォーム運用計画書

プラットフォームの目的、ユーザと権限、運用条件、運用項目、運用体制、運用計画（利用者からの問合せ対応、障害発生時の対応、ソフトウェア・ハードウェアの状態と変更、稼働状況の確認と保守、情報セキュリティ管理等）

(8) FREL/FRLの開発マニュアル

FREL/FRLの設定要件を考慮すべきポイント：スケール、森林定義、REDD+活動、炭素プール、参照期間等

FREL/FRL の設定：過去データの分析や将来の排出量の予測方法、国情による FREL/FRL の調整等

(9) バイオマス及び炭素量推定モデル策定のためのガイドライン

バイオマスと炭素推定モデルの策定：バイオマスと炭素ストックの推定モデルの設計プロセスの説明とモデル設計のために考慮すべき事項等

モザンビークにおけるバイオマスおよび炭素ストックの推定モデル：モザンビークに提案するバイオマスおよび炭素ストックの推定モデルの説明等

8 本プロジェクトの成果の活用の在り方に関する提言

持続可能な森林管理及び REDD+の実施にむけて本プロジェクトで発現させた成果をいかに活用していくのかを検討し、以下のように提言として取りまとめた。

まず、以下の図 8.1 では、本プロジェクトでの主要な成果である、1) 森林資源情報プラットフォーム、2) 2 州の森林被覆・土地利用図及びその変化図、3) 2 州のインベントリー調査のデータ、4) レーダ画像を用いた森林減少範囲の抽出の 4 項目を取り上げ、それらが持続可能な森林管理及び REDD+の実施にむけての活用方法を述べた。ここに記載されたものは、特に重要なものだけであり、成果活用の概要として捉えることができる。

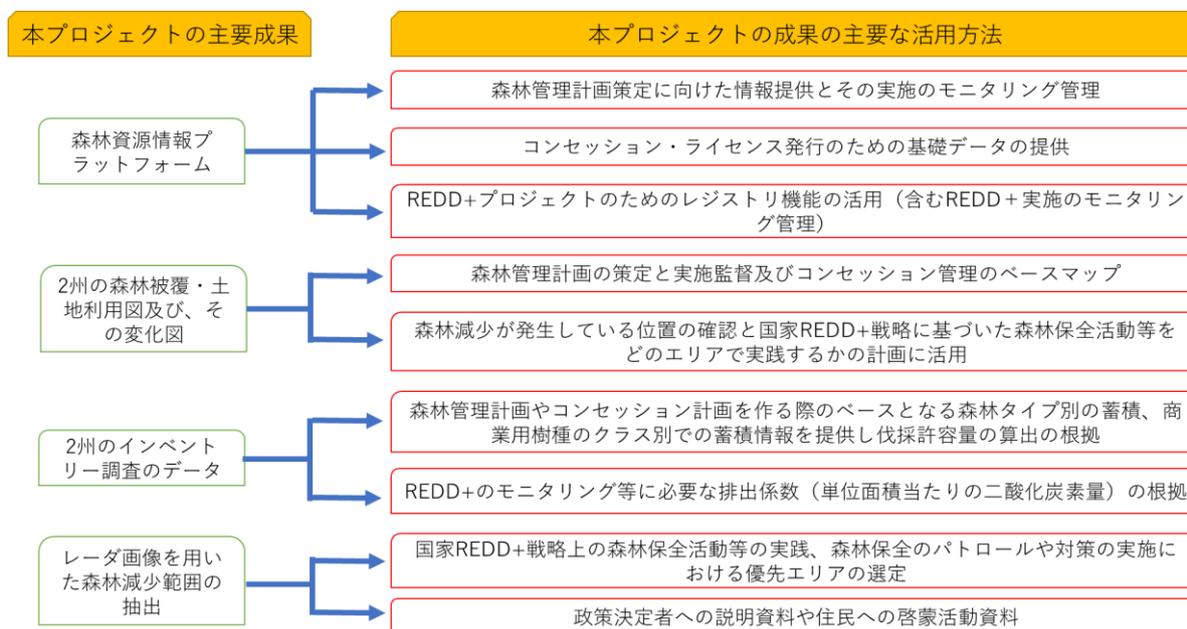


図 8.1 プロジェクトの主要成果ごとの活用方法の概要

次に、持続可能な森林管理及び REDD+の実施に向けた政策課題毎に、より詳しく本プロジェクトの各成果がどのように活用でき、かつ、今後何が課題になるのかをまとめた図 8.2 から図 8.3 を以下に示す。持続可能な森林管理は、1) 森林管理計画の策定・実施（含む、コンセッション計画）、2) 違法伐採対策に、REDD+は、1) REDD+活動の実践、2) FRL の更新、3) NFMS の策定・実施にさらに政策課題を細分化し、活用方法を検討し、最終の JCC での合意を得た。

森林政策上の課題	本プロジェクトの活用可能な成果	成果活用方法	今後の課題	
持続可能な森林経営	(1) 森林管理計画の策定・実施 (含む、コンセクション計画)	森林資源情報プラットフォーム	<ul style="list-style-type: none"> 森林管理計画やコンセクションの閲覧が出来る。 森林管理計画策定のための基礎データとして、森林被覆/土地利用図及びインベントリー・データの閲覧が可能 特別な管理が必要な国立公園や保護区の表示 インベントリーのプロットの植生写真 (一部360° 画像) により視覚的に確認でき、どのような森林管理が必要かの検討に活用できる。 伐採可能量の試算に活用 管理計画の基礎となる地形や地質、土壌の情報が入手できる。 	伐採許容量の試算等森林資源情報プラットフォームの必要な機能の改良
		2州の森林被覆・土地利用図及び、その変化図	<ul style="list-style-type: none"> 森林管理計画の基礎となる、森林被覆/土地利用状況の提供ができる。 コンセクション地図のベースマップになり得る。 SPFスタッフが管理計画実施を監督する際のベースマップになる。 	森林資源情報プラットフォーム上の情報・データのタイムリーな更新
	2州のインベントリー結果のデータ	<ul style="list-style-type: none"> 森林管理計画の伐採計画やコンセクション計画を作る際のベースとなる商業樹種や商業クラス別での蓄積が把握できる。 伐採許容量の算出根拠になる。 	森林被覆/土地利用図をベースにした森林管理上必要な主題図の作成	
	レーダ画像を用いた森林減少範囲の抽出	<ul style="list-style-type: none"> コンセクションの実施管理 (森林減少が発生するような計画を無視した伐採をしていないかどうかチェック) パトロールや森林保全対策を実施する優先エリアの選定 政策決定者への説明資料や住民への啓蒙活動資料 	森林管理上必要な対策の特定と対策を講ずべきエリアの特定の手法を森林被覆/土地利用図やプラットフォームから導き出す手法の開発	
(2) 違法伐採対策	森林資源情報プラットフォーム	<ul style="list-style-type: none"> 過去にどの場所で違法伐採があったかを公表出来る。 違法伐採業者の公開 法的整備情報 (林産物取扱規定など) を公開する。 トレーサビリティ (生産者、仲卸業者、小売店の公開) 第三機関による業者 (生産者、仲卸業者、小売店) の評価 	パトロール活動の実施に向けたプラットフォーム等の活用方法の開発	
	2州の森林被覆・土地利用図及び、その変化図	<ul style="list-style-type: none"> 違法伐採が発生したエリアを示すベースマップになり得る 現場パトロールの際のベースマップとなる。 	トラッキングツールの整備等木材のトレーサビリティの向上に向けたプラットフォームの貢献手法の開発	

図 8.2 プロジェクト成果の持続的森林管理への活用方法 (政策ベースでの詳細活用方法)

森林政策上の課題	本プロジェクトの活用可能な成果	成果活用方法	今後の課題	
REDD+	(1) REDD+活動の実践	森林資源情報プラットフォーム	<ul style="list-style-type: none"> REDD+プロジェクトのためのレジストリ機能の活用。 活動の成果の閲覧機能 (グラフ等で視覚的に) 森林減少の原因 (Driver)、セーフガード情報、植林情報の開示。 FRLに対する将来の排出削減見通しの推定。 REDD+活動のスケジュールの公開 REDD+活動における基本情報は全てプラットフォームに取められる。 	セーフガード情報システムの組み込みや将来削減見通し推定の追加等森林資源情報プラットフォームの必要な機能の改良
		2州の森林被覆・土地利用図及び、その変化図	<ul style="list-style-type: none"> どこで森林変化が起きているかを確認でき、REDD+活動をどのエリアで実践するかの計画に活用。 	森林資源情報プラットフォーム上の情報・データのタイムリーな更新
		アロメトリー式等バイオマスへの変換情報	<ul style="list-style-type: none"> CO2ベースで実際にどの程度の森林減少・劣化による排出削減量あるいは吸収量の増加を把握出来る。 	森林資源情報プラットフォームのデータ管理の安全性の確立 (経済性、メンテナンス、一般職員も扱えるか等)
		2州のインベントリー結果のデータ	<ul style="list-style-type: none"> モニタリングの際のEFのベースとなる。 	森林被覆・土地利用図の継続作成
(2) FRLの更新	森林資源情報プラットフォーム	<ul style="list-style-type: none"> FRL策定に必要なADとEFのデータを確認出来る。 FRLを地域ごとに設定することが出来る。 	レーダ画像のネットからのダウンロード	
	2州の森林被覆・土地利用図及び、その変化図	<ul style="list-style-type: none"> 次期FRL更新の際にADをWall to Wall方式とすると、2013年地図をベースイヤー等の地図として利用出来る 	森林劣化の抽出方法の開発	
	2州のインベントリー結果のデータ	<ul style="list-style-type: none"> EFのベースとなる。 		
(3) NFMSの策定・実施	森林資源情報プラットフォーム	<ul style="list-style-type: none"> 参照期間のCO2ベースでの排出量・吸収量の計算に活用できる。 		
	2州の森林被覆・土地利用図及び、その変化図	<ul style="list-style-type: none"> 透明性のあるNFMS文書の公開 M・MRVの中長期カレンダーの公開 NFMSの実施結果の公開 地図の作成方法及び変化抽出による地図の更新方法の活用 		
	2州のインベントリー結果のデータ	<ul style="list-style-type: none"> EF設定の基礎データとなる。 固定プロットを定期的に観測することが可能である。 		

図 8.3 プロジェクト成果の REDD+への活用方法 (政策ベースでの詳細活用方法)