

ラオス人民民主共和国

ラオス国農林省林野局

ラオス人民民主共和国

ラオス国持続可能な森林経営及びREDD+の ための国家森林情報システム構築に係る 能力向上プロジェクト（第2年次）

業務完了報告書

平成28年 3月
(2016年 3月)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

国際航業株式会社
アジア航測株式会社

環境
JR
15-137

活動対象地域位置図

ラオス国持続可能な森林経営及び
REDD+のための国家森林情報システム構築に係る
能力向上プロジェクト



ラオス人民民主共和国

Lao People's Democratic

プロジェクトサイト位置図



出典 : University of Texas

プロジェクト活動写真

2013年9月～2016年3月



第1回JCC



業務主任による説明



グラントトゥルス調査



他ドナーとの意見交換



NFIパイロット調査



最終報告会

略 語 集

略語	英語名	日本語名
AGB	Above Ground Biomass	地上部バイオマス
AFOLU	Agriculture, Forestry and Other Land Use	農業・林業・その他の土地利用
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
AWLCA	Ad hoc Working Group on Long-Term Cooperative Action	長期的協力のための特別作業部会
BGB	Below Ground Biomass	地下部バイオマス
CIFOR	Center for International Forestry Research	国際林業研究センター
CliPAD	Climate Protection through Avoided Deforestation Project	森林減少回避による気候保護プロジェクト
COP	Conference of the Parties	締約国会議
C/P	Counterpart	カウンターパート
CSI	Center for Statistics and Information	統計・情報センター(農林省計画局に所属)
DAFO	District Agriculture and Forestry Office	郡農林事務所
DB	Database	データベース
DBH	Diameter at breast height	胸高直径
DME	Distance Measuring Equipment	距離測定器
DFRM	Department of Forest Resource Management	森林資源管理局
DG/DGG	Director General / Deputy Director General	局長、次長
DOF	Department of Forestry	林野局
DOFI	Department of Forest Inspection	森林監視局
EDN	ESRI Developer Network	ESRI ディベロッパーネットワーク(ArcGIS ベースの GIS アプリケーション開発ソフトウェア)
FAO	Food and Agriculture Organization (of the United Nations)	国連食糧農業機関
FCPF	Forest Carbon Partnership Facility	森林炭素パートナーシップ基金
FFPRI	Forestry and Forest Products Research Institute	森林総合研究所
FIM	The Programme for Forest Information Management	森林資源情報センター整備計画
FIP	Forest Investment Program	森林投資計画
FIPD/DOF	Forest Inventory and Planning Division (Department of Forestry)	森林調査計画課(林野局)
FOMIS	Forest Inventory and Management Information System	生産林管理データベース
FPP	Forest Preservation Program	森林保全計画
FRA	Global Forest Resources Assessments	世界森林資源評価
FRIMS	Forest Resources Information Management System	森林資源情報管理システム
FSCAP	Forest Sector Capacity Development Project	森林セクター能力強化プロジェクト
GCF	Green Climate Fund	緑の気候基金
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GIS/RS	Geographic Information System / Remote Sensing	地理情報システム/リモートセンシング
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
IFC	International Finance Cooperation	国際金融公社
IT	Information Technology	情報技術
ITTO	International Tropical Timber Organization	国際熱帯木材機関
JICA	Japan International Cooperation Agency	(独)国際協力機構
JICS	Japan International Cooperation System	(財)日本国際協力システム
JNR	Jurisdictional and Nested Approaches	ジュリスディクショナル ネステッドアプローチ
LEAF	Lowering Emission in Asia's Forests	アジアの森林における排出削減プロジェクト
MAF	Ministry of Agriculture and Forestry	農林省
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment	天然資源環境省

略語	英語名	日本語名
MRV	Measuring, Reporting and Verifying	測定・報告・検証
NFCMs	National Forest Carbon Maps	全国森林炭素マップ
NFI	National Forest Inventory	国家森林インベントリ
NFIDB	National Forest Information Database	国家森林情報データベース
NFIS	National Forest Information System	国家森林情報システム
NFMS	National Forest Monitoring System	国家森林モニタリングシステム
NTFP	Non-Timber Forest Product	非木材林産物
PAFO	Provincial Agriculture and Forest Office	県農林事務所
PaMs	Policy and Measures	政策・事業
PAREDD	Participatory Land and Forest Management Project for Reducing Deforestation	森林減少抑制のための参加型土地・森林管理プロジェクト
PFA	Production Forest Area	生産林エリア
PLUP	Participatory Land Use Planning	参加型土地利用計画
R/D	Record of Discussion	討議議事録
REDD	Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in developing countries	開発途上国における森林の減少及び劣化による排出の削減
REDD+	Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in developing countries and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries	開発途上国における森林の減少及び劣化による排出の削減並びに森林保全、持続可能な森林経営及び森林炭素蓄積の増加の役割
REL/ RL	Reference Emission Level / Reference Level	参照排出レベル / 参照レベル
R-PP	Readiness preparation proposal	FCPF (森林炭素パートナーシップ基金) 準備計画案
RS	Remote Sensing	リモートセンシング
SG	Safeguards	セーフガード
SIDA	Swedish International Development Cooperation Agency	スウェーデン国際開発庁
SBSTA	Subsidiary Body for Scientific and technological advice	科学的・技術的助言に関する補助機関
SUFORD	Sustainable Forest and Rural Development (Project)	持続可能な森林管理・村落開発プロジェクト
SN-REDD	Subnational REDD Project	準国レベル REDD プロジェクト
TA	Technical Assistance	技術支援
TF	Task Force	タスクフォース
TWG	Technical Working Group	技術ワーキンググループ
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	国連気候変動枠組み条約
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
VCS	Verified Carbon Standard	認定炭素基準
WCS	Wildlife Conservation Society	野生生物保護協会
WG	Working Group	ワーキンググループ

目 次

調査対象地域位置図

プロジェクト活動写真

略語集

第1章	プロジェクトの概要	1-6
1.1	プロジェクトの背景と経緯.....	1-6
1.2	目的と成果.....	1-6
1.3	業務フローチャート.....	1-8
第2章	業務実施方法	2-1
2.1	作業フロー.....	2-1
2.2	全体にかかる活動.....	2-3
2.3	成果1に係る活動.....	2-5
2.4	成果2に係る活動.....	2-6
2.5	成果3に係る活動.....	2-7
2.6	成果4に係る活動.....	2-8
2.7	業務実施人月表.....	2-9
第3章	協力の成果	3-1
3.1	プロジェクト目標達成度および当該機関の成果達成状況.....	3-1
3.2	成果1に係る成果.....	3-1
3.3	成果2に係る成果.....	3-8 6
3.4	成果3に係る成果.....	3-1 3 6
3.5	成果4に係る成果.....	3-1 5 9
3.6	成果品.....	3-1 9 0
第4章	プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓等	4-1
4.1	プロジェクト全体に係る課題.....	4-1
4.2	森林分布図作成にかかる課題.....	4-2
4.3	炭素層化にかかる課題.....	4-3
4.4	国家森林情報データベース構築に係る課題.....	4-3
4.5	次期国家森林インベントリ設計に係る課題.....	4-5
4.6	REDD+で求められる関連情報整備に係る課題.....	4-7
第5章	上位目標達成に向けての提言	5-1
5.1	全体に係る提言.....	5-1

添付資料

- 添付資料 1 - 1 : 第一回合同調整委員会の議事録
- 添付資料 1 - 2 : 第二回合同調整委員会の議事録
- 添付資料 2 - 1 : ワークショップ（プロジェクト概要他）の議事録
- 添付資料 2 - 2 : ワークショップ（森林区分）の議事録
- 添付資料 2 - 3 : ワークショップ（NFI）の議事録
- 添付資料 3 : 本邦研修完了報告書（研修員受け入れ実績）
- 添付資料 4 : 業務実施機材の譲渡品目リスト
- 添付資料 5 : 収集資料一覧表
- 添付資料 6 : NFMS 構築にかかるアクションプランおよび人材育成に関する提言
- 添付資料 7 : 県毎/森林タイプ毎の胸高直径と地上バイオマス量の単回帰分析
- 添付資料 8 : リモートセンシング基礎理論講義資料
- 添付資料 9 : Overview of potential NFI design approaches
- 添付資料 10 : 次期 NFI マニュアル
- 添付資料 11 : NFI for forest carbon sampling -Guidance Document
- 添付資料 12 : パイロット調査報告書
- 添付資料 13 : REDD+の参照レベル（REL/RL）開発の方法論に係る整理分析レポート
- 添付資料 14 : REDD+セーフガードに係る情報の整理・レポート
- 添付資料 15 : ルアンプラバン県ポンサイ郡における「森林減少抑制のための参加型土地・森林管理プロジェクト」の森林減少抑制手法の効果検証にかかる報告書
- 添付資料 16 : 技術移転実施報告書
- 添付資料 17 : 国家森林情報データベースのプロトタイプに係る報告書
- 添付資料 18_GHG インベントリソフトとの連携の検討
- 添付資料 19_NFI Pilot R Script Technical Summary

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

ラオスの森林率は1940年代には70%以上であったが、1989年には47%まで減少し、2010年には40%まで低下した。ラオス政府は森林率を70%に回復させることを目標とした「森林戦略2020」を策定するとともに、途上国の森林減少・劣化に由来する排出の削減（Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation（以下「REDD+」））についても森林保全を行う上で、全てのレベルにおける管理能力強化と行政歳入及び地域住民の生計向上に資する有効な手段としてとらえ、REDD+タスクフォースを設置し我が国を含む多くのドナーの支援を受けながらREDD+の実施準備に取り組んでいる。

一方で、REDD+につながる森林保全を促進するためには、衛星情報解析等による精度の高い森林資源情報の整備が不可欠であるものの、当国においては、森林資源情報管理に必要なハード・ソフトウェアの処理能力や容量が不十分であるとともに、それら関連情報を集積・分析する人材が極めて不足している状況にあり、REDD+を通じた森林保全を推進していくための基盤がぜい弱な状況にある。

このため、無償資金協力「森林情報センター整備計画」（FIM）では森林資源調査及び衛星画像解析等に必要なハード・ソフトウェア等の資機材を供与するとともに、それらの活用に必要な基礎的技術を習得するための支援を行い、その成果の一部として「森林基盤図」を作成したところである。

しかしながら、ラオスが国際的議論に基づく制度構築過程にあるREDD+に対応していくためには、森林情報を活用した炭素蓄積量の推定、森林動態予測及び森林資源モニタリング等を担う人材の育成が喫緊の課題となっている。

かかる状況を受けて、ラオス政府から我が国に対して本技術協力プロジェクト実施の要請があった。これを受けJICAでは2013年3月に詳細計画策定調査を実施し、2013年5月20日同調査における結果を基にR/Dを締結した。

本事業は同R/Dに基づき、ラオス農林省林野局をカウンターパートとして、ラオスの森林セクターにおける森林情報システム構築に向けて必要な構成要素の整備をとおして、ラオス側カウンターパートの能力向上を行い、ひいてはラオスの持続可能な森林経営に貢献することを目的とするものである。

1.2 目的と成果

活動の実施を通して、CP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する。プロジェクトの上位目標、目標、成果及び活動概要は以下のとおりである。

(1) 上位目標

ラオスの国家森林情報システムが構築される

(2) プロジェクト目標

国家森林情報システム構築に必要なコンポーネントが整備される

(3) 期待される成果

成果1：全国レベルの森林炭素動態に関する情報が整備される

成果2：国家森林情報データベースのプロトタイプが設計される

成果3：次期国家森林インベントリ（NFI: National Forest Inventory）が設計される

成果4：REDD+で求められる関連情報が整理される

(4) 活動の概要

成果1に係る活動

- 1-1 森林基盤図となる2010年の森林分布図及び2005年、2000年の森林分布図の精度検証を行う
- 1-2 上記1-1の結果に基づき森林分布図を修正する
- 1-3 過去のNFIデータ及びFIMの地上調査情報を含む関連情報を参考に、炭素と相関の高い因子を特定する（例：地域別、標高別）
- 1-4 1-3を基に、全国森林炭素マップ作成のための、森林層化方法を決定する（例：地域別、標高別）
- 1-5 1-4に基づき、全国森林炭素マップ（2010年、2005年、2000年）を作成する

成果2に係る活動

- 2-1 既存の森林情報データを分析・整理する
- 2-2 国際的・国内的に必要な統計・レポート等のための機能・仕様を検討する
- 2-3 必要とする森林情報データの種類と仕様を特定する
- 2-4 2-1～2-3の結果を基に、国家森林情報データベースを設計する

成果3に係る活動

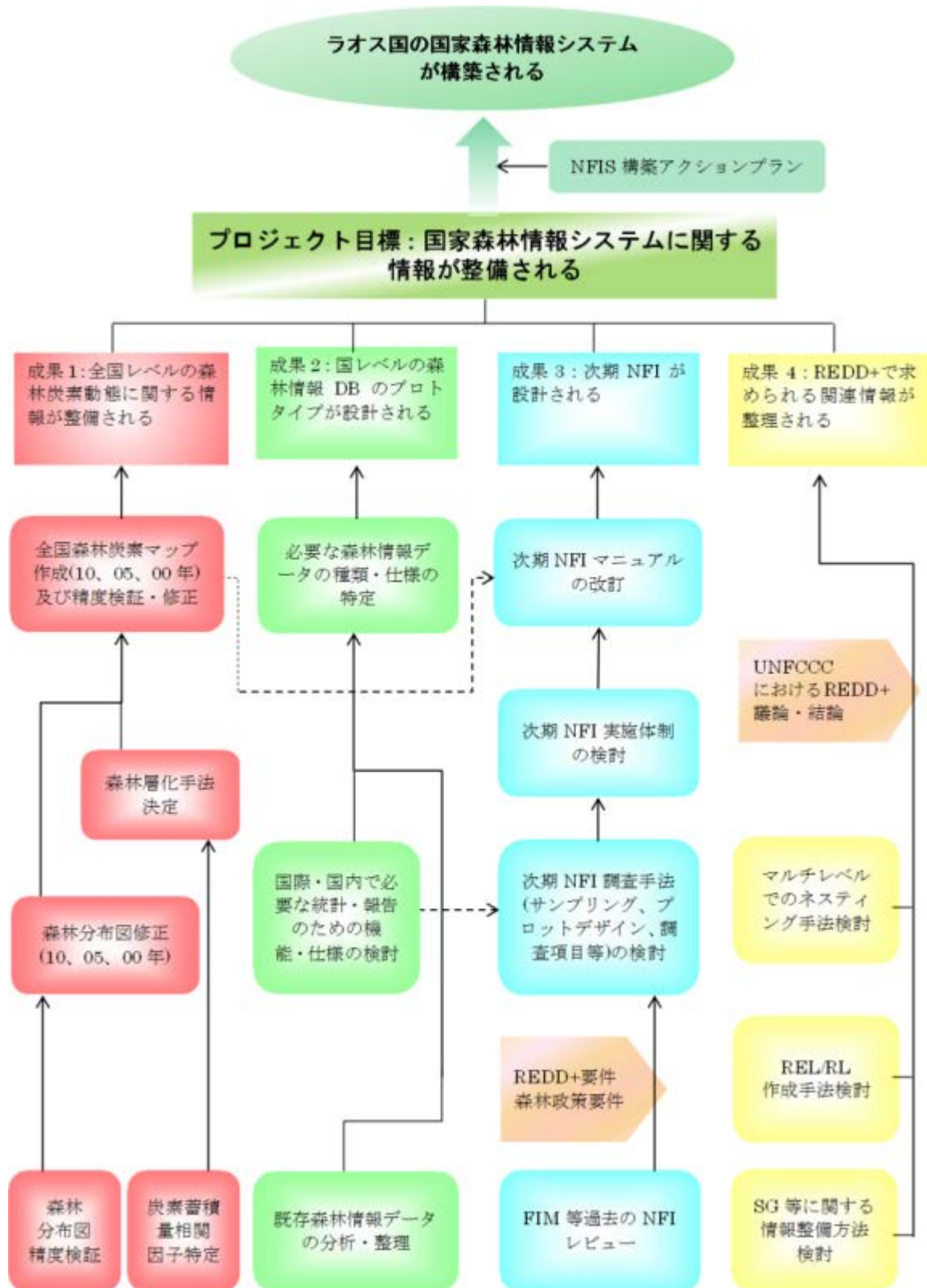
- 3-1 FIMを含む過去のNFI結果をレビューする
- 3-2 3-1を踏まえ、次期国家森林インベントリ調査方法（サンプリング方法、プロットデザイン、調査項目等）を検討する
- 3-3 次期国家森林インベントリの実施体制について検討する
- 3-4 国家森林インベントリマニュアルを改訂する

成果4に係る活動

- 4-1 REDD+のREL/RLの作成方法について検討する
- 4-2 国レベルと準国・プロジェクトレベルの測定・報告・検証（MRV: Measurement, Reporting, and Verification）に関する調整について検討する
- 4-3 セーフガード等に関する情報整備方法について検討する

1.3 業務フローチャート

本プロジェクトの流れは、次に示すとおりである。



なお、本プロジェクトの上位目標となっている「国家森林情報システム」とは、「持続的な森林管理及び REDD+のための必要な関連情報やデータを包括的に運用管理(定期的更新含む)するための情報システム」と定義されおり、衛星画像、インベントリ等データ、伐採に関する情報など森林管理に関する情報・データ及びREDD+に必要な炭素蓄積量推移、REL/RL、セーフガード等も含むものである。

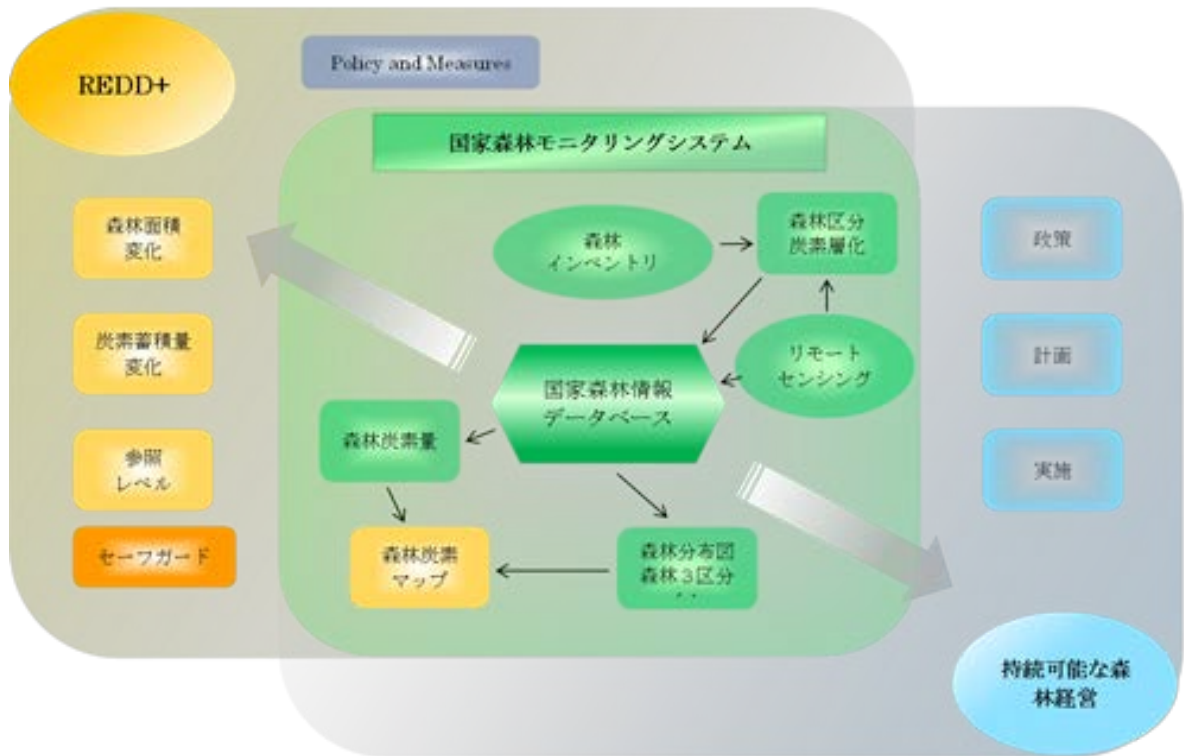


図 1-1 : 国家森林情報システム(NFIS)の概念図

第2章 業務実施方法

2.1 作業フロー

本プロジェクトは、JICAの業務指示書に示された『第2 調査の目的・内容に関する事項』並びにインセプションレポート第2章で示した『業務実施の基本方針』に基づき、下表「作業工程概要」に沿って実施した。

表 2-1：作業工程概要

2013年9月～2015年9月
プロジェクト全体にかかる作業
【1】 既存資料等の整理・分析
【2】 調査方針の確認、及び詳細の検討
【3】 インセプションレポートの作成
【4】 インセプションレポートの説明・協議
【5】 技術移転計画書(案)の作成
【6】 技術移転計画書(案)の説明・意見聴取及び技術移転計画書の作成
【7】 既存情報の収集・分析
【8】 ワークショップでのインセプションレポートの説明・意見交換
【9】 他ドナーの活動実績レビュー及び、本調査での活用方針の検討
【10】 他ドナーとの連携について協議・検討
【11】 カウンターパートへの研修計画の策定
【12】 第1次現地調査結果の報告
【13】 業務完了報告書(第1年次)の作成・協議
【14】 第2年次に行う調査、活動の開始または準備
【15】 第1次現地調査の進捗を機構に報告
【16】 第1次調査結果の説明・意見聴取
【17】 第2年次の調査方針、技術移転方針の作成
【18】 第2次現地調査結果の報告、技術普及セミナーの実施
【19】 第2次現地調査の進捗を機構に報告
【20】 国家森林モニタリングシステム構築に係るアクションプラン・業務完了報告書(最終)(案)の作成
【21】 業務完了報告書(最終)の作成
成果1 (全国レベルの森林炭素動態に関する情報整備)に係る作業
【22】 森林分布図(2000年、2005年、2010年)の精度検証
【23】 森林分布図(2000年、2005年、2010年)の修正
【24】 炭素量と相関の高い因子の特定
【25】 森林層化方法の決定
【26】 全国森林炭素マップの作成

<p>成果2 (国レベルの森林情報データベースのプロトタイプ設計)に係る作業</p> <p>【27】既存の森林情報データベースの分析・整理</p> <p>【28】統計・レポート等のための機能・仕様の検討</p> <p>【29】森林情報データの種類・仕様の特定</p> <p>【30】国家森林情報データベースの設計</p> <p>【31】「国家森林情報データベースのプロトタイプに係る報告書」の作成</p>
<p>成果3 (次期国家森林インベントリ(National Forest Inventory)設計)に係る作業</p> <p>【32】国家森林インベントリ結果のレビュー</p> <p>【33】次期国家森林インベントリ調査方法の検討</p> <p>【34】次期国家森林インベントリ実施体制の検討</p> <p>【35】国家森林インベントリマニュアルの改訂、完成</p>
<p>成果4 (REDD+で求められる関連情報整理)に係る作業</p> <p>【36】REL/RLの作成方法を検討</p> <p>【37】MRVに関する調整について検討</p> <p>【38】セーフガード等に関する情報整備方法について検討</p> <p>【39】国際会議への参加</p> <p>【40】上記検討結果をまとめたレポートの作成、完成</p>

2.2 全体にかかる活動

2.2.1 既存資料等の整理・分析

既存及び収集した資料等を整理・分析し、利用可能な資料と第1次現地調査で収集すべき資料を明確にした。

2.2.2 調査方針の確認、及び詳細の検討

当共同企業体のプロポーザルで示したプロジェクトの基本方針等に基づき全体の調査方針を明確にするとともに、調査計画及び手法の詳細を検討した。

2.2.3 インセプションレポートの作成

上記2.2.1及び2.2.2を基に契約交渉時に貴機構と協議決定された事項を含むインセプションレポートを作成した。

2.2.4 インセプションレポートの説明・協議

調査開始に先立ちインセプションレポートの内容について合同調整委員会で先方政府に対し説明、協議を行い、調査実施方針、調査内容と手法、技術移転実施方針、便宜供与事項等について合意を得るとともに、協議の内容をミニッツに取りまとめた。(添付資料1-1)

2.2.5 技術移転計画書(案)の作成

技術移転計画書(案)を作成した。内容については、以下の項目を含む。(添付資料2)

- (ア) 技術移転の方針、方法、内容、時期
- (イ) 技術移転を行う担当者、またそれを受けるカウンターパート
- (ウ) 技術移転プログラム
- (エ) 第2年次に実施予定の技術普及セミナー(案)
- (オ) その他技術移転上の課題

2.2.6 技術移転計画書(案)の説明・意見聴取及び技術移転計画書の作成

技術移転計画書(案)をC/P機関に説明し、意見を聴取の上、技術移転計画書をC/P機関とともに作成した。

2.2.7 既存情報の収集・分析

既存情報の収集・分析(森林管理制度の現状、森林利用状況、関連法規・制度、REDD+タスクフォースの動向、他ドナーの活動等)を行った。

2.2.8 ワークショップでのインセプションレポートの説明・意見交換

ワークショップを開催し、関係する他ドナー・プロジェクトに対して、インセプションレポートを説明するとともに、意見交換を行った。(添付資料1-2)

2.2.9 他ドナーの活動実績レビュー及び、本調査での活用方針の検討

関連する他ドナーの活動実績をレビューし、成果、問題点等を整理したうえで、本調査における活用方針を検討した。

2.2.10 他ドナーとの連携について協議・検討

関連する他ドナーとの連携について協議、検討した。

2.2.11 カウンターパートへの研修計画の策定

各成果に係る活動のうち、能力向上のための研修については、ラオス側カウンターパートの習熟度の確認を行い、適切な研修計画を策定した。

2.2.12 第1次現地調査結果の報告

第1次現地調査終了時に第1次現地調査の結果を基に、先方政府を対象とした報告会を2014年3月14日および19日に行った。DOFのキャンパイ局長代行、FIPDのリントン課長(PD)、スーカン課長補佐(PM)及びサワンREDD+室長等が参加した。

2.2.13 業務完了報告書(第1次)の作成・協議

第1次現地調査の結果及び、上記報告会を踏まえ、業務完了報告書(第1次)を作成し、先方政府と協議のうえ、合意を得た。

2.2.14 第2年次に行う調査、活動の開始または準備

第2年次で行う業務の中で、第1年次で開始できるものについては、調査、活動を開始または準備する。成果ごとの活動は以下の通り。また、それぞれの活動を通して必要な技術移転を実施した。

2.2.15 第1次現地調査の進捗を貴機構に報告

第1次現地調査の進捗状況を貴機構ラオス事務所に報告した。

2.2.16 第1次調査結果の説明・意見聴取

第1次現地調査結果の説明および意見聴取をC/Pから行った。

2.2.17 第2年次の調査方針、技術移転方針の作成

第2年次の調査方針、技術移転方針を業務実施計画書として作成した。

2.2.18 第2次現地調査結果の報告、技術普及セミナーの実施

第2次現地調査結果の報告、技術普及セミナーをC/Pおよび関連政府機関、他ドナー等を招いて実施した。

2.2.19 第2次現地調査の進捗を機構に報告

第2次現地調査の進捗状況を貴機構ラオス事務所に報告した。

2.2.20 国家森林モニタリングシステム構築に係るアクションプラン・業務完了報告書（最終）（案）の作成

国家森林モニタリングシステム構築に係るアクションプラン・業務完了報告書（最終）（案）を作成した。

2.2.21 業務完了報告書（最終）の作成

業務完了報告書を作成し、貴機構に提出した。

2.3 成果1に係る活動

2.3.1 森林分布図（2000年、2005年、2010年）の精度検証

森林基盤図となる2010年の森林区分図について、修正前の精度検証を行った。また、森林分布図の精度検証に係る本邦研修を実施した。（研修概要：添付資料3）精度検証結果に基づき、森林基盤図となる2010年の森林分布図の修正方法を開発し、C/Pと協議・合意した。さらに、ラオスにおける森林の定義及び国レベル分類システムを国内森林政策及び国際報告の観点から検討・再編し、C/P及び他ドナーなど森林セクター全体を巻き込んだ議論を行い、森林セクター内での合意を得た。

2.3.2で2000年、2005年、2010年の森林分布図を作成した後、各年の森林分布図について精度検証を行った。

2.3.2 森林分布図（2000年、2005年、2010年）の修正

修正作業に必要なグランドトゥルース調査および研修を実施した。技術者間の判読能力の違いによる分類結果のばらつきを抑えるため、グランドトゥルース調査の結果を基に判読カード及び判読キーを各分類項目及び各衛星画像（RapidEye、SPOT multi-spectral、LANDSAT）毎に作成・開発した。

また、衛星画像解析に関する理論に対する知識向上を目的とした講義を以下の通り実施した。第1回目はリモートセンシング基礎理論講義、第2回目は層化解析に関する理論的な講義を予定していたが、結果的に層化解析に関する講義内容はOJTをとおしてほぼ網羅されており、反対に最も重要なリモートセンシング基礎理論について第1回目の講座をとおして理解が深まったものの、この理論を実

際のオペレーションに結び付けて実践するための実習時間を十分に確保できなかったことから、現地も含めたより実践的な実習を重視したリモートセンシング基礎理論講義2を第2回目に行うこととした。

2.3.1 で合意された修正方法に従い、2010年森林分布図を修正した。また、新たに変化抽出に基づく2000年、2005年の森林分布図作成方法を開発し、C/Pと協議・合意した。これに従い、2000年、2005年の森林分布図を作成した。

2.3.3 炭素量と相関の高い因子の特定

各プロットの単位面積当たり平均炭素量と、既存のGISデータ（地域データ、標高、エコリージョンなど）や樹冠率などのデータと相関解析することで、炭素層化に有効な因子を検討した。また、各森林タイプの単位面積当たり平均炭素量の不確実性を計算した結果、いずれも高くなかった。

2.3.4 森林層化方法の決定

2.3.3の結果から、炭素量の観点ではこれ以上の項目の分割は不要と判断し、反対に項目の統合を検討した。既存データから単位面積当たり平均炭素量の不確実性と分類された面積の不確実性を計算し、各森林タイプ及び項目を統合した場合の総合不確実性をそれぞれ仮に評価した。国際的に求められる総合不確実性の評価に必要な情報が現時点で揃わないため仮の評価ではあったが、仮の森林層化案としてC/Pと協議し、理解を得た。最終の森林層化は、必要データである2015年森林分布図及び次期NFI実施後に再度検討し、決定することとなった。

2.3.5 全国森林炭素マップの作成

2.3.4で検討した森林層化案と従来の森林区分で、それぞれ2000年、2005年、2010年の森林炭素マップを作成した。また、これをもとに各総炭素蓄積量変化の不確実性を計算し、それをもって森林炭素マップの精度検証結果の代替とした。

2.4 成果2に係る活動

2.4.1 既存の森林情報データベースの分析・整理

SUFORDが支援してDOFで稼働している生産林管理データベース（FOMIS）、林野局報告システム（DOF Reporting System）、第1回NFIのデータベース（ForestCalc）を分析した。Forest Calcを除いた既存データベースは共同企業体が実施中のFPPの技術支援にて一度整理されているので、これをレビューすると共にForest Calcを重点的に分析した。また、各ドナープロジェクトによるデータベース支援状況を担当者との協議に基づき、整理した。

2.4.2 統計・レポート等のための機能・仕様の検討

UNFCCC向け国別報告書・隔年更新報告書、FAOが実施予定のFRA2015を国際機関向けレポート

として機能・仕様をレビューした。また、NFIDB に格納すべきデータおよび機能について、調査データの収集・格納、利用可能なアロメトリ式、平均バイオマス・炭素量の定義について、今後の方向性を整理した。国内向けのレポートとしては、FPP/TA2 の活動を通じて整理された関係部署のレポート種別のレビューを行った。

2.4.3 森林情報データの種類・仕様の特定

2.4.1、2.4.2 の結果に基づき、既存の森林情報（およびその統計）により対応が可能なもの、統計・算定方法の整理・検討が必要なもの、他の政府機関（MAF、MONRE、地図局（NGD）等）やプロジェクト（SUFORD、CliPAD 等）から収集が必要なもの、衛星画像や地形データなどから生成が可能なもの、すぐには整備することが困難なものを特定した。また、将来の国際報告に向けたデータソースの検討を行い、現在での対応状況と将来の対処可能性について整理した。

2.4.4 国家森林情報データベースの設計

2.4.1、2.4.2 および 2.4.3 の結果も踏まえて、国家森林モニタリングシステム（NFMS）との関係の整理や UNFCCC 報告および世界森林資源評価（FRA）における NFIDB の役割の定義、NFIDB のユーザ・インターフェース（案）の検討等を行った。また、国家森林情報データベースのプロトタイプに係る報告書に関して、データ製品仕様書（案）、機能要件定義書（案）について検討を行い、取りまとめを行った。

2.5 成果 3 に係る活動

2.5.1 国家森林インベントリ結果のレビュー

FIM を含む過去の NFI の目的、設計、実施結果及び実施体制を目的、設計及び実施体制等の観点からレビューした。

2.5.2 次期国家森林インベントリ調査方法の検討

REDD+及び持続可能な森林経営(マクロ管理政策)の観点から次期 NFI に求められる事項・要件等を検討し、調査方法概要のオプションを整理した。

2.5.3 次期国家森林インベントリ実施体制の検討

FIPD 及び関連地方組織の調査体制・能力等を調査・確認し、上記調査方法のオプションに応じた実施体制を検討した。

2.5.4 国家森林インベントリマニュアルの改訂、完成

上記調査方法および実施体制の検討結果をふまえて作成した森林インベントリマニュアル（案）をベースに実施したパイロット調査結果をもとに国家森林インベントリマニュアルを最終化した。

2.6 成果4に係る活動

2.6.1 REL/RLの作成方法を検討

UNFCCCにおけるREL/RLに関する決定事項の整理及び提出されたFREL/FRLの整理・分析、並びに準国・国レベルでのREL/RLの作成に関するガイドライン、作成されたFREL/FRLの事例(FCPF炭素基金及びVCS/JNR)を整理・分析するとともに、将来のUNFCCCへのFREL/FRL提出に向けて収集が必要なデータ・情報及び手法・手順等を検討した。また、UNFCCC及び炭素基金に提出するラオスFREL/FRL暫定案を作成し「REDD+の参照レベル(REL/RL)開発の方法論に係る整理・分析レポート」とした。

2.6.2 MRVに関する調整方法について検討

ラオス国内で形成・実施されている準国・プロジェクトレベルのREDD+活動について炭素推定手法・内容、特にカーボンプール、GHG、森林分類等に関する情報を収集するとともに、国レベルとの関係を整理した。



2.6.3 セーフガード(SG)等に関する情報整備方法について検討

UNFCCCにおけるSG及びSG情報システムに関する決議、提出されたSG情報概要(ブラジル)の整理・分析、マルチプロセス、特にラオスが参加しているFCPFのSGに関する規定やラオスR-PPにおける関連内容等の情報収集整理を行うとともに現行の法令におけるセーフガード関連条項を調査し、今後の検討事項を整理した。また、SG関連情報を提供しているウェブサイト、データベースを調査し将来のSG情報システム構築手法について検討し、「REDD+のセーフガードに係る情報の整理・分析レポート」とした。




2.7 業務実施人月表

要員配置は次に示すとおりに行った。

Title of Work	Name	From	2013						2014			M/M	
			9	10	11	12	1	2	3	Laos	Japan		
			18 10	25 32	25 10	31 10	3 14	7 2	28 20	20 4.00	0.33		
Chief Adviser/REDD+	Noriyoshi KITAMURA	Kokusai Kogyo	18 10	25 32	25 10	31 10	3 14	7 2	28 20	20	4.00	0.33	
Deputy Chief Adviser/Forest GIS /Database1	Masamichi HARAGUCHI	Kokusai Kogyo	25 10	31 10	3 14	7 2	28 20	20	1.00	0.00			
Forest GIS/Database2	Toru FURUYA	Asia Air Survey	14	2				4	20	2.17	0.00		
Forest Remote Sensing1	Mitsuru NASU	Asia Air Survey		20				23	9	0.50	0.00		
Forest Remote Sensing2	Ryota KAJIWARA	Kokusai Kogyo	30 5	45	13		6	2	12	3.67	0.25		
Forest inventory	****	****								0.00	0.00		
Cordinator/Forest Inventory Assistance	Yuta MORIKAWA	Kokusai Kogyo	25 10	16				2	20	1.17	0.00		
Report	Deadline of Submission				▲ IO/R								
Training in Japan	Schedule												
Seminar/Debrief meeting/Workshop	Schedule				▲ Workshop								
JCC	Schedule				▲ JCC								
											12.50	0.58	

 Works in Lao
 Works in Japan

Title of Work	Name	From	2014												2015												M/M					
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	15/10-16/3	Laos	Japan									
Chief Adviser/REDD+	Noriyoshi KITAMURA	Kokusai Kogyo	20	29	7	31	1	10	8	22	1	5	3	28	12-16,26-30	23	27	2	13	11	22	1	12	13	24	3	14	6.35	0.33			
Deputy Chief Adviser/Forest GIS/Database1	Masanichi HARAGUCHI	Kokusai Kogyo	7	16	3	13										3	13	11	25	30			6	18			1.67	0.00				
Forest GIS/Database2	Toru FURUYA	Asia Air Survey					17	31			7	21								6		1	15				1.50	0.00				
Forest Remote Sensing1	Mitsuru NASU	Asia Air Survey					20	31	1	2						2	17										1.00	0.00				
Forest Remote Sensing2	Ryota KAJIWARA	Kokusai Kogyo	21	25	7	31	16	30	1	5	11	31	1	25	8	27	13	17	16	28	1	7	13	19	29	30	1	17	27	31	6.17	0.50
Forest inventory	Sarah Walker	Winrock International																28	31	1	12	2	9			5	17			1.97	0.30	
Forest Monitoring	Takayuki NAMURA	Kokusai Kogyo																	4	12			6						1.00	0.35		
Coordinator/Forest Inventory Assistance	Yuta MORIKAWA	Kokusai Kogyo					21	31	1	2	15	30	1	11	7	27							27	30	1	15	29	30	1	18	3.27	0.00
Work Plan			22.92																								1.48					
Report	Deadline of Submission		Work Completion Report																													
Training in Japan	Schedule		Tech WS																													
Seminar/Debrief meeting/Technical Workshop	Schedule		Tech WS Tech WS Tech WS Final WS																													
JCC	Schedule		2nd JCC																													

 Works in Lao
 Works in Japan/USA
 Consultant burden

第3章 協力の成果

3.1 プロジェクト目標達成度および当該機関の成果達成状況

1.2 で記載しているプロジェクトの目標は全て達成した。詳細は次項以降に記載する。

3.2 成果 1 に係る成果

成果 1 に係る業務は大きく分けて、精度検証、炭素層化、森林分布図の修正であり、これらのワークフローの概要を図 3-1 に示す。このうち、精度検証、炭素層化の一部、森林分布図の修正のうちグラントゥールス調査が第 1 年次の業務内容である。最終精度検証、炭素層化の一部、2000 年、2005 年、2010 年森林分布図の作成・修正、森林炭素マップの作成が第 2 年次の業務内容である。

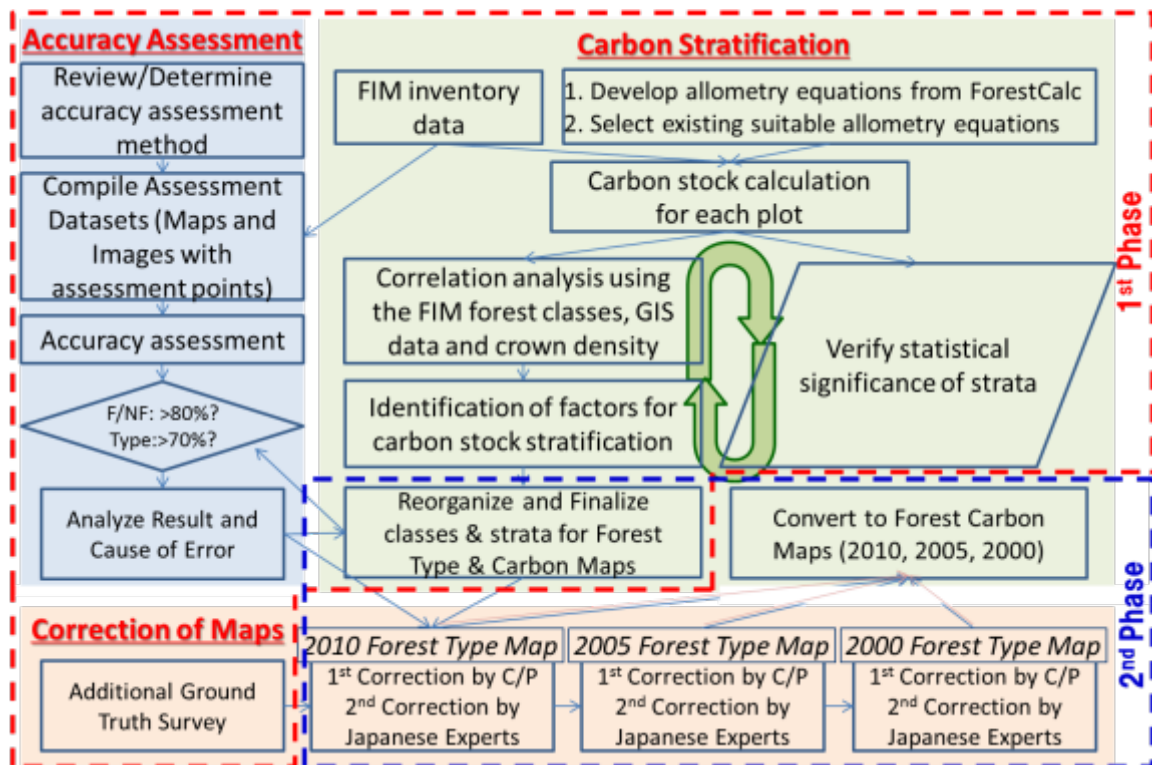


図 3-1 : 成果 1 に係るワークフロー

3.2.1 森林分布図（2010年）の精度検証

森林基盤図となる 2010 年の森林分布図の精度検証方法を、C/P と協議の上決定した。精度検証に係るワークフローを図 3-2 に示す。

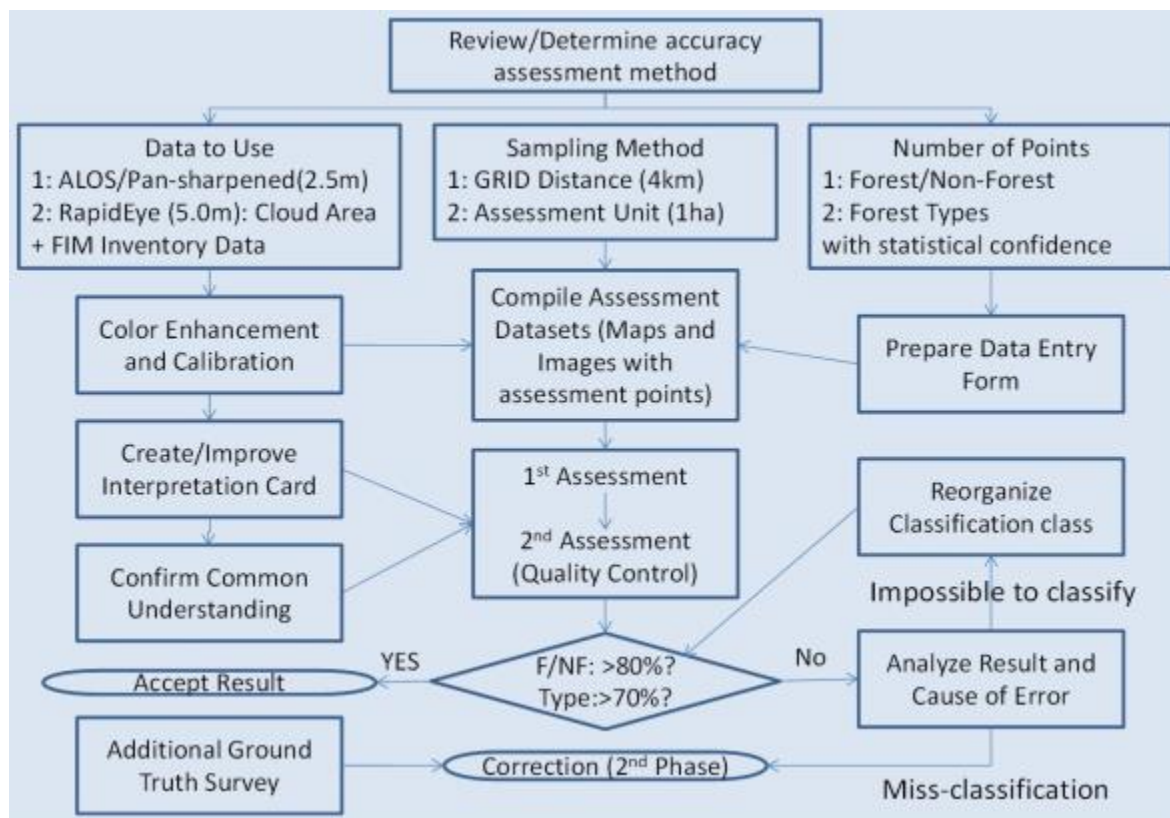


図 3-2 : 精度検証に係るワークフロー

精度検証のサンプリング方法は、まず日本を始め多くの国で採用されている 4km グリッド上にポイントを発生させ (図 3-3)、統計的に必要なサンプル数を算出した後、ランダムに選定することとした。

既存の計算式¹から統計的に必要なサンプル数を算出したところ、予備の点も含め分類クラスあたり 100 点あれば十分であることが分かった。分類クラスが 13 クラスあることから、全体の点数を 1,300 点とし、これを各県および各分類クラスの面積が全国の面積に占める割合で乗ずることで、各県および各分類クラスのサンプル数を算出した (表 3-1)。ただし、対象面積が広い場合の分類クラスあたりサンプル数は 75 点以上必要であると経験的に言われており¹、算出したサンプル数が 75 点に満たない分類クラスはサンプル数を 75 点に増やし (表 3-1 中の青字)、4km グリッド上の全ポイントを合計しても 75 点に満たない分類クラスは、4km グリッド上の全ポイントをサンプルとすることとした (表 3-1 中の赤字)。この後、図 3-4 のとおり、4km グリッド上のポイントからここで算出したサンプル数をランダムで選定した。

¹ Congalton RG, Green K (1999) Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices, CRC Press

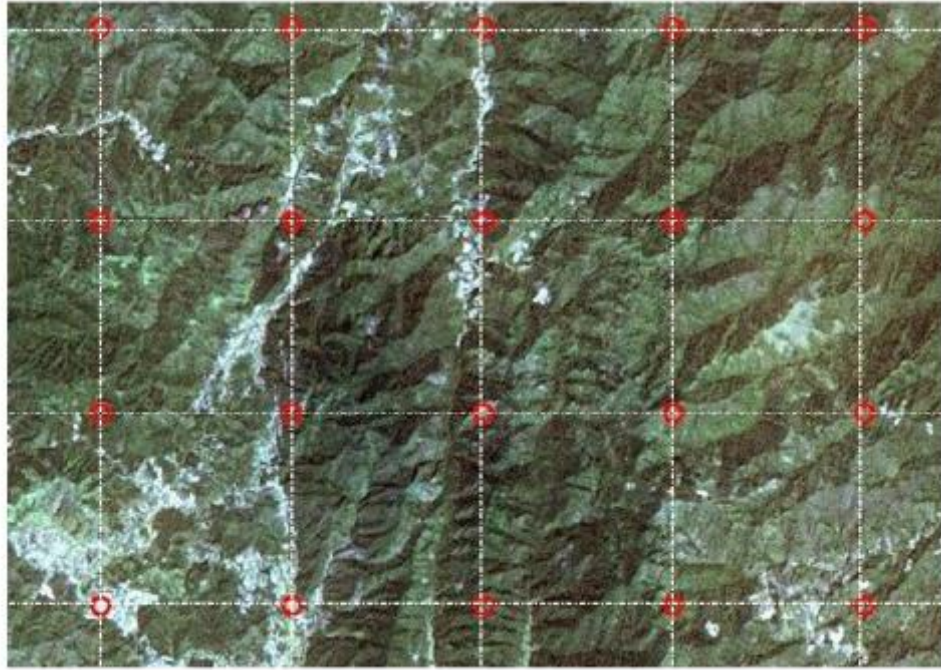


図 3-3 : 衛星画像上に展開した 4km 間隔のグリッド点

表 3-1 : サンプル点数の算出

Rate of occupied area by each provinces and classes in whole country

Number of sampling points for accuracy assessment

	Current Forest								Potential Forest				NF
	EF	DF	MED	CF	MCB	DD	EP	DP	B	OF	YF	SB	
Phongsaly	0.2%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.1%	0.5%	0.2%	0.4%
Luangnamtha	0.3%	2.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.2%	0.1%	0.2%	0.1%
Oudomxay	0.4%	2.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.0%	0.1%	0.3%	0.1%
Luangprabang	0.5%	3.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	3.1%	0.2%	0.4%	0.5%
Houaphanh	0.0%	3.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	2.7%	0.1%	0.3%	0.4%
Bokeo	0.2%	1.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.1%	0.1%	0.2%
Xiengkouang	0.2%	2.7%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	1.9%	0.2%	0.1%	0.7%
Xayaboury	0.6%	3.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	1.4%	0.7%	0.2%	0.5%
Vientiane	1.2%	3.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	1.3%	1.0%	0.2%	1.3%
Bolikhamxay	0.9%	3.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	1.5%	0.3%	0.1%	0.6%
Vientiane Capital	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.3%	0.0%	0.6%
Khammuane	0.9%	1.9%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.3%	0.3%	0.1%	1.6%
Savannakhet	0.0%	3.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%	0.0%	0.1%	0.0%	2.8%	0.1%	0.3%	1.4%
Saravane	0.0%	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.1%	0.0%	1.0%
Sekong	0.1%	2.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	0.1%	0.2%
Champasak	0.1%	3.1%	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%	0.1%	0.0%	1.2%
Attapeu	0.1%	2.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.1%	0.6%	0.0%	0.0%	0.4%

	Current Forest								Potential Forest				NF
	EF	DF	MED	CF	MCB	DD	EP	DP	B	OF	YF	SB	
Phongsaly	3	17	0	0	0	0	0	1	0	53	10	5	6
Luangnamtha	5	29	0	0	0	0	0	0	2	16	1	5	2
Oudomxay	5	28	0	0	0	0	0	0	0	27	2	7	2
Luangprabang	7	50	0	0	0	0	0	0	4	41	4	11	7
Houaphanh	0	48	0	0	0	0	0	0	21	35	2	9	6
Bokeo	2	21	0	0	0	0	0	0	2	12	1	3	2
Xiengkouang	3	35	0	1	1	0	0	0	10	24	4	3	11
Xayaboury	8	43	0	0	0	0	0	0	6	18	13	6	7
Vientiane	16	40	0	0	0	0	0	0	19	17	18	6	19
Bolikhamxay	12	42	0	0	0	0	0	0	4	20	6	3	9
Vientiane Capital	0	6	0	0	0	0	0	0	1	4	5	1	8
Khammuane	11	24	0	3	0	0	0	0	0	30	5	3	24
Savannakhet	0	39	0	0	0	23	0	1	0	37	2	8	21
Saravane	0	23	0	0	0	14	0	0	0	7	1	1	16
Sekong	1	27	0	1	0	4	0	0	0	11	0	3	3
Champasak	1	40	0	0	0	26	1	0	2	3	1	0	18
Attapeu	1	35	0	0	0	8	1	0	4	7	0	1	5

75 547 0 49 17 75 19 21 75 362 75 75 166 1556

Calculating

Selecting sample points randomly from 4km grid points

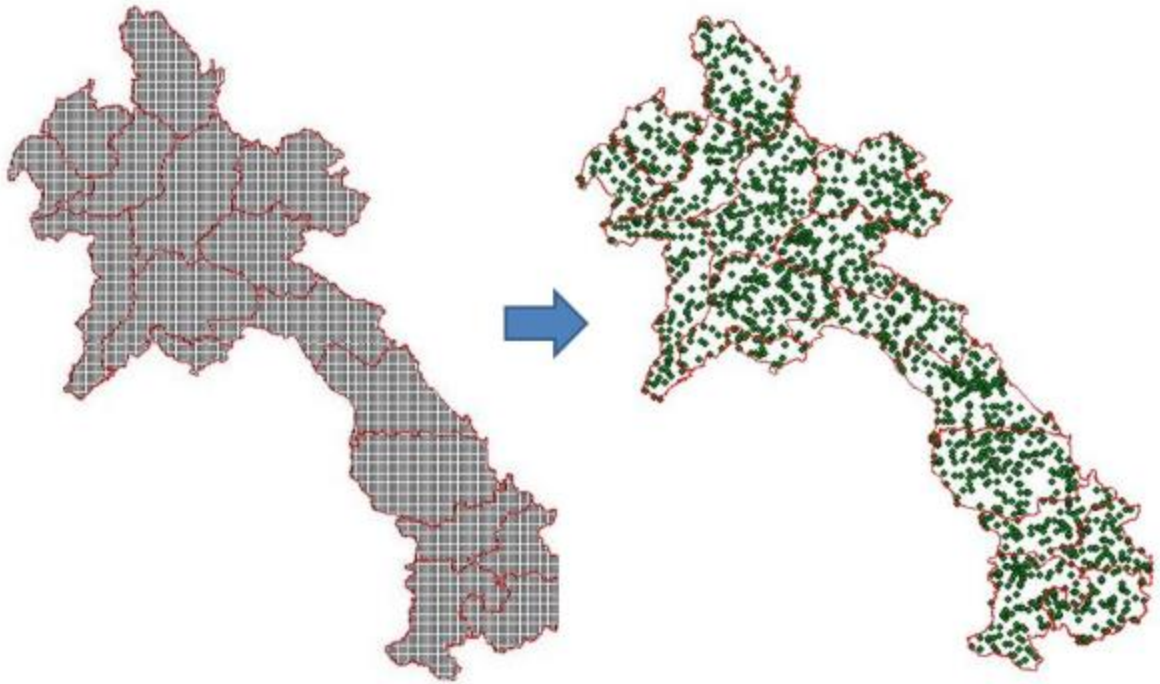


図 3-4 : サンプルの配点

精度検証の対象となる2010年森林分布図は、2010年撮影のRapidEye画像を用いて作成されており、精度検証に用いる参照画像はより高分解能の画像を用いることが望ましい。同時期に撮影されたラオス全土をカバーする画像は、RapidEye以外に2010年撮影のALOS Pansharpen画像しかないため、これを主に参照画像として用い、撮影時期のずれた画像（図中黄色枠部）や雲のかかった箇所については、RapidEye画像で代用することとした（図 3-5）。ALOS Pansharpen画像とRapidEye画像の分解能の違いは、図 3-6のとおりである。また、画像を参照するに際して、撮影時期が違う画像間には雲や大気から受ける影響に違いがあるため、色調補正を行わずそのまま表示すると見え方が異なるため、適切な精度検証を行うことが難しい。各画像間の色調をなるべく統一して精度検証結果の品質を均一にするため、全画像に対し図 3-7のとおり色調補正を行った。

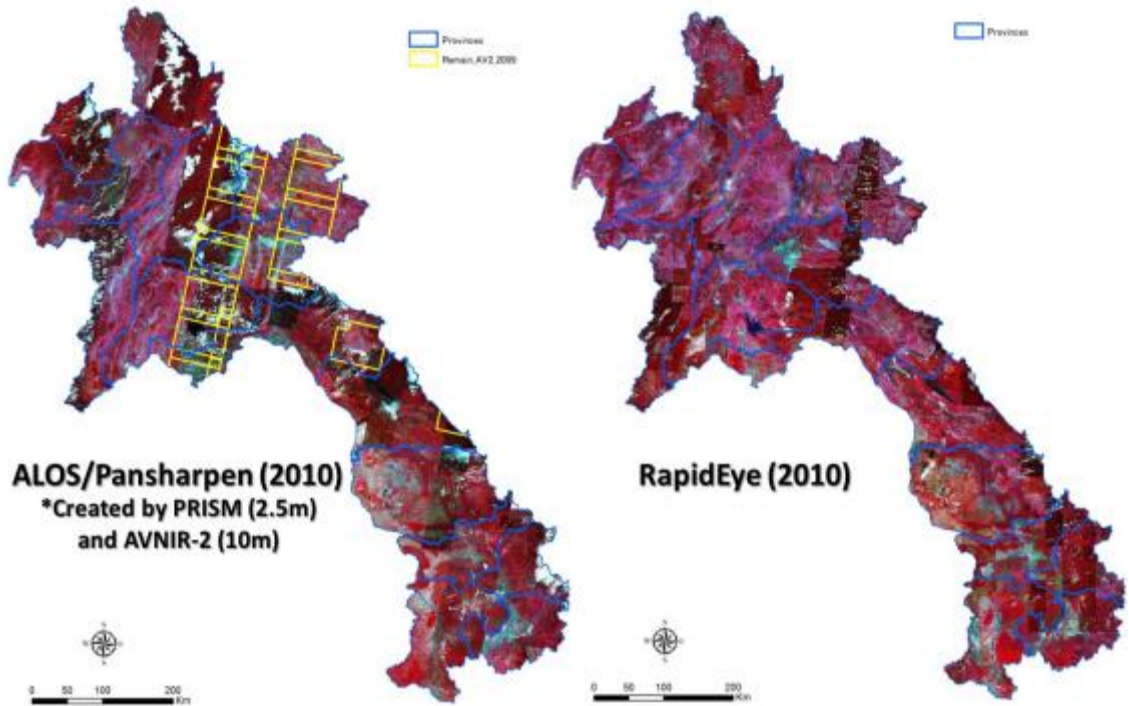


図 3-5 : 精度検証に用いた衛星画像 (左 : ALOS Pansharpen、右 : RapidEye)

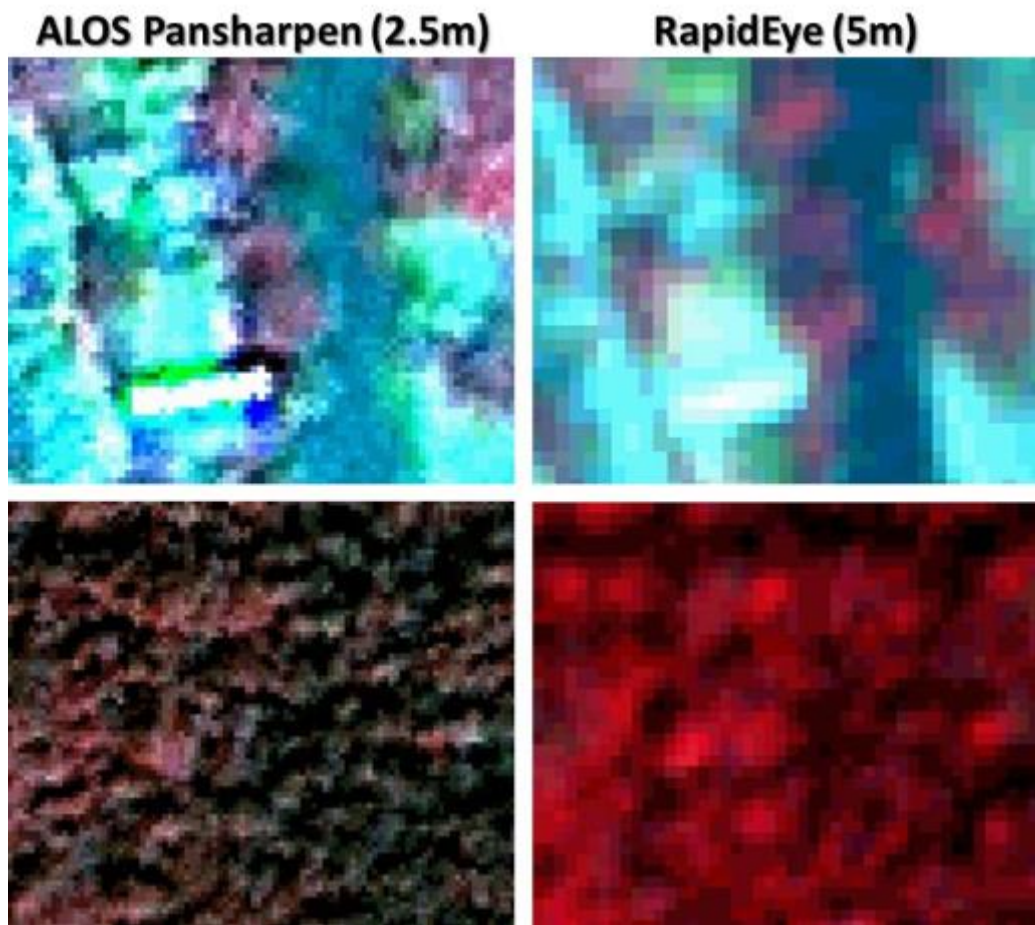


図 3-6 : 精度検証に用いた衛星画像の分解能の違い(上 : 川沿いの樹木や集落、下 : 森林)



図 3-7 : 色調補正のイメージ

精度検証のワークフローを図 3-8、実施体制を図 3-9 に示す。図 3-9 の上段の表が 1 次精度検証の実施体制、中段の表が 2 次精度検証の実施体制、下段の表が各チームが担当する県の割り振りを示している。上段・中段の表内の「FIM Inventory」が FIM のインベントリー調査の際にそれぞれが担当した県、「Assess」が今回の精度検証で担当する県を意味している。図 3-8・図 3-9 のとおり、1 次精度検証作業を C/P の RS/GIS 技術者が担い、2 次精度検証作業をより高度な技術・豊富な経験をもった RS/GIS 上級技術者が担うことで、品質向上を図ることとした。なお、FIM プロジェクトにおいて行われた森林調査に従事し、現地をよく知る技術者を担当者として配置し、その中でも当時実際に調査を担当した県を、それぞれ精度検証でも担当してもらうこととした。また、本邦 RS/GIS 技術者が 1 次・2 次精度検証にて確度が低いとされたサンプル点に特化して最後の 3 次精度検証作業を行うことで、更なる品質向上を図った。さらに、各作業日の終わりには、その日の作業結果のうちいくつかを全員でチェックし、判読基準の共有を図ることで品質管理を行った（図 3-10）。

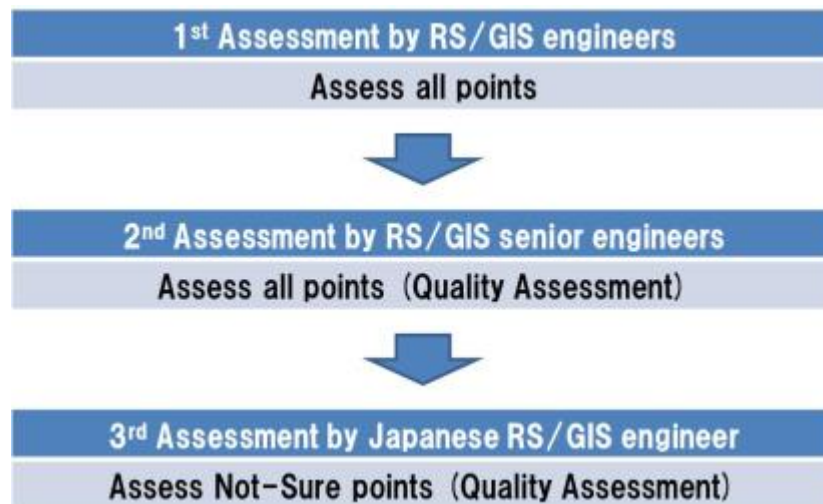


図 3-8 : 精度検証のワークフロー

Team	1st Assessor	FIM Inventory	Assess	Supporter
1	Phouthone	1	1	Chansamouth
2	Keovilay	2	2	Khamsouk
3	Kongsy	0	3	Bounthanome
4	Souvanna	6	4	Khamkhong
5	Piya	5	5	Onkeo
6	Somxay	6	6	Amphaivanh
	Siamphone	0	6	

Team	2nd Assessor	FIM Inventory	Assess
1	Chansamouth	1	1
2	Khamsouk	2	2
3	Bounthanome	3	3
4	Khamkhong	4	4
5	Onkeo	5	5
6	Amphaivanh	6	6

Team	Provinces for each teams			
1	Ponsaly	Oudomxay		
2	Xaybuly	Luannamtha	Bokeo	
3	Luangphabang	Xienkuang	Houaphang	
4	Vientian C	Vientiane	Bolikamxay	Xaisomboune
5	Khamouan	Swamnameht	Salavang	
6	Champasak	Sekong	Attaphou	

図 3-9 : 精度検証の実施体制



図 3-10 : その日の精度検証結果を全員で確認

精度検証をするにあたって、判読で判定する対象範囲の考え方を C/P と協議の上、図 3-11 のとおりとした。まず、選定したサンプル点を含む一様な土地被覆・利用の範囲を参照し、この範囲の面積が 0.5ha 以上（ラオス国の森林定義を構成する要素の一つ）の場合、この範囲を対象として判定する。しかし、この範囲の面積が 0.5ha 未満の場合、この範囲に隣接する一様な土地被覆・利用のうち、最も接する境界線が長く、かつ面積が 0.5ha 以上ある範囲を対象として判定することとした。これは、2010 年森林分布図において、ラオス国の森林定義および最小マッピングユニット定義の 0.5ha 以上を満たさないポリゴンを ArcGIS のエリミネート処理で隣接するポリゴンに統合させており、この処理は統合されるポリゴンに隣接する最も共有境界線が長いポリゴンに統合するというアルゴリズムを用いているためである。

判定の手順は、最初に森林・非森林を判定し、次に各森林タイプを判定することとした（図 3-12）。これは、現在のところ国際的に要求されている国レベル森林分布図の精度が森林・非森林の区分精度であるため、森林・非森林の判定がより重要であると判断したためである。森林タイプの判定については、現在のところラオス国の森林定義を満たしている Current Forest グループに属する分類クラスが森林タイプであるが、Potential Forest グループに属する焼畑地に発生する分類クラスも国際報告上は森林とすべきか議論があるため、念のため判定することとした。それ以外の分類クラスについては、非森林として一括りにした。

また、判定の際には、C/P と協議の上、図 3-13 のとおり 1/25,000 および 1/5,000 の2つのスケールで判読することとした。詳細は 1/5,000 で確認できるが、周辺の土地利用状況も合わせて確認することで、判定の精度を上げることができる。スケールを決めなかった場合、各々が別々のスケールで判読することになり、判定結果の品質にばらつきが生じるため、判定する際のスケールを固定することが望ましい。

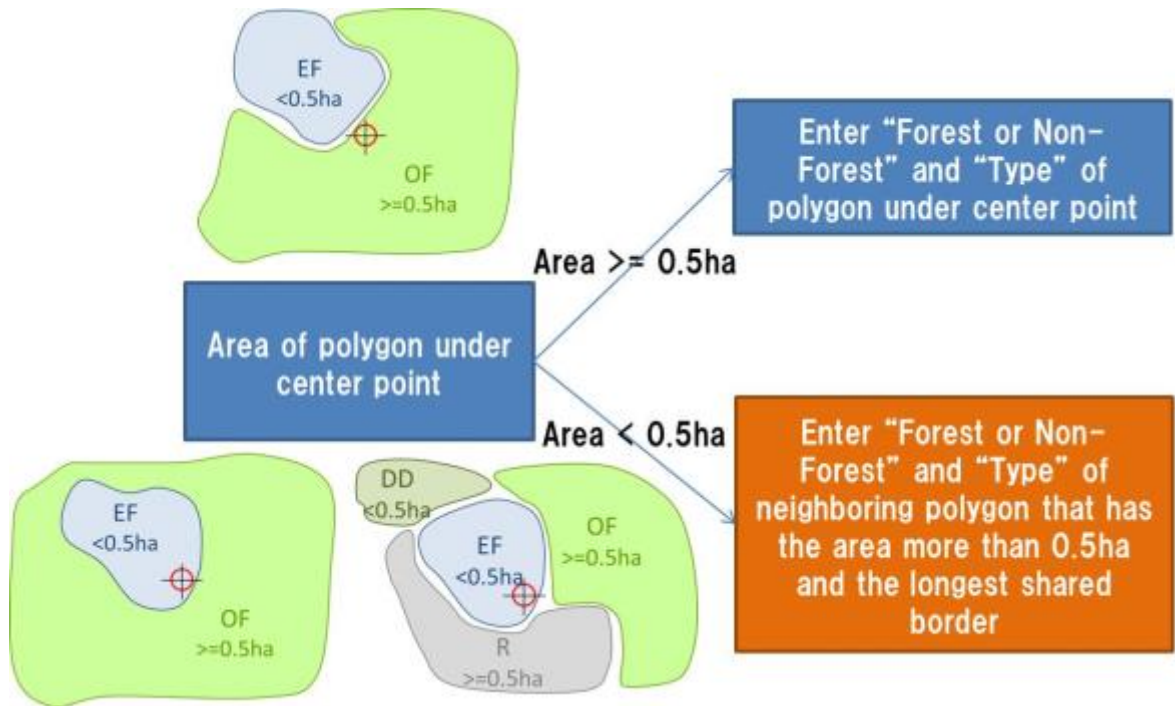


図 3-11 : 判定する対象範囲の考え方

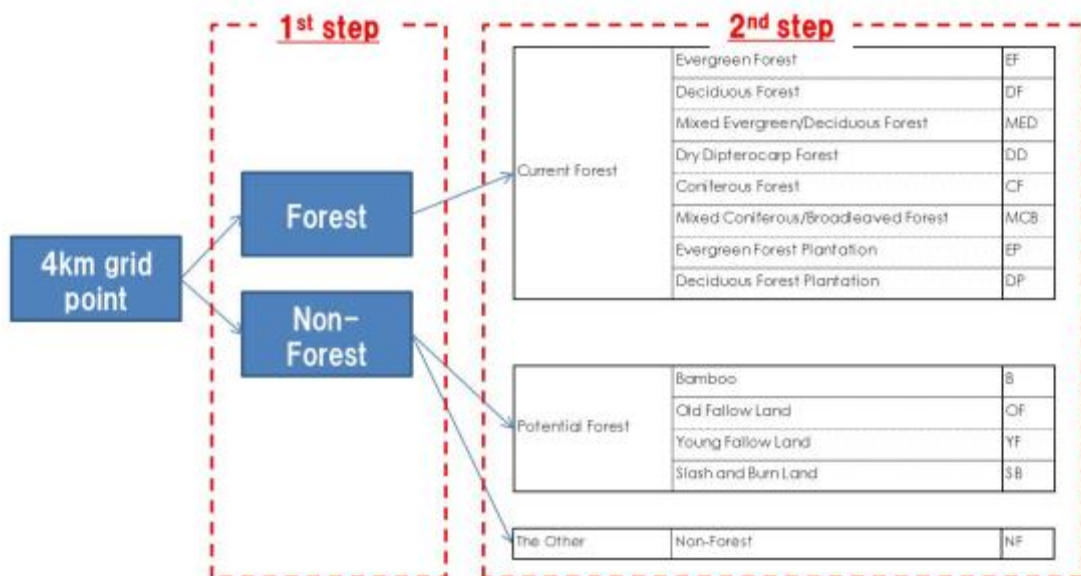


図 3-12 : 判定のステップ

Assess by 2 scales

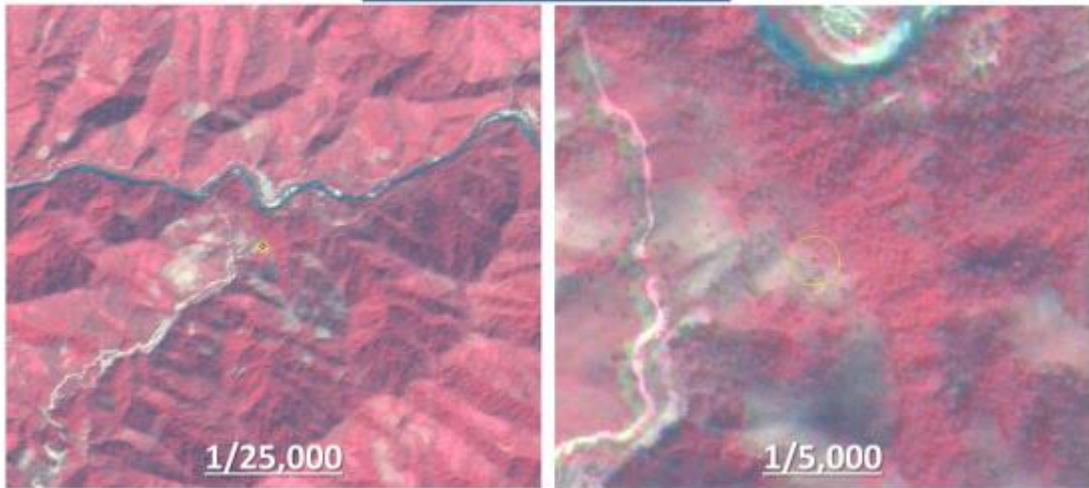


図 3-13 : 判定に用いたスケール

精度検証実施後のワークフローを図 3-14 に示す。精度検証結果が、本プロジェクトで独自に設定した森林・非森林の区分精度 80%以上、特記仕様書に示された森林タイプの区分精度 70%以上を超えない場合、区分精度が低くなった原因を分析する。その原因が判読ミスであれば、第 1 年次に行ったグラントゥールース調査の結果を基に判読能力の向上を図り、第 2 年次において森林分布図の判読修正を行う。しかし、そもそも画像の持つ情報および C/P の持つ現地の知見で区分が困難と見なされた場合、他の分類クラスと統合して区分精度の向上を図る必要がある。

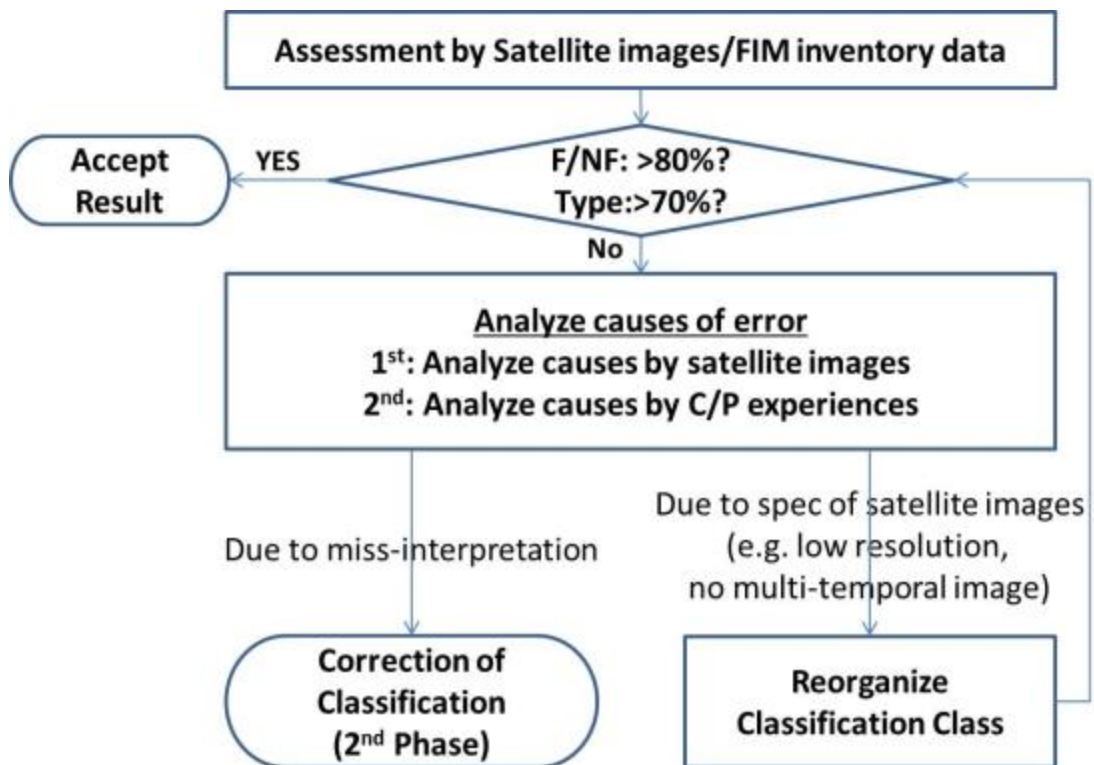


図 3-14 : 精度検証実施後のワークフロー

決定した精度検証方法について、実習を含む研修を実施し、理解度をはかるため簡単な試験を行った。まず本邦研修において4名の上級技術者に対し研修を行い、その後現地にてその他の技術者に対し研修を実施した。試験結果は、いずれも研修前後で向上しており、研修によってある程度技術移転が進んだことがわかる。また、この後も引き続き OJT で実習を行い、さらに技術向上を図った。なお、本邦研修に関する報告書は、添付資料3として提出している。

以上の精度検証方法に従って推定された 2010 年森林分布図の森林・非森林の区分精度の検証結果を表 3-2 の判別効率表に示す。Potential Forest グループの焼畑地における分類クラスは、現時点のラオス国の定義では非森林として扱われているため、本精度検証でも非森林として扱った。その結果、森林・非森林区分の総合精度は 72.8%であった。これは、本プロジェクト内で独自に設定した森林・非森林区分精度 80%には及ばないものの、第2年次の修正作業によって達成可能な数字であると思われる。

表 3-2：森林・非森林の区分精度

		Assessment data			
		Forest	Non-Forest	Total	U.A
Map	Current Forest	530	213	743	71.3%
	Potential Forest	147	379	526	74.5%
	NF	28	131	159	
	Total	705	723	1428	
	P.A	75.2%	70.5%		
Overall Accuracy		72.8%			

2010 年森林分布図の森林タイプの区分精度の検証結果を表 3-3 の判別効率表に示す。上記同様、Potential Forest グループの焼畑地における分類クラスは、現時点のラオス国の定義では非森林として扱われているため、他の分類クラスと合わせて非森林として扱った。その結果、森林タイプ区分の総合精度は 61.8%であった。これは、本プロジェクトの目標である森林タイプ区分精度 70%には及ばないものの、分類項目の統合、第2年次の修正作業によって達成可能な数字であると思われる。

表 3-3 : 森林タイプの区分精度

			Assessment data										Total	U.A
			Current Forest								NF			
			EF	DF	MED	DD	CF	MCB	EP	DP	NF			
Map	Current Forest	EF	15	48								5	68	22.1%
		DF	35	291		20	3	1				147	497	58.6%
		MED										0	0	
		DD		9		34			1			31	75	45.3%
		CF	1	15		4	15	3				11	49	30.6%
		MCB		2			8	5				2	17	29.4%
		EP							15			4	19	78.9%
		DP		5						2		11	18	0.0%
	NF	NF	15	117	0	34	5	2	2	2	508	685	74.2%	
Total		66	487	0	92	31	11	20	2	719	1428			
P.A		22.7%	59.8%		37.0%	48.4%	45.5%	75.0%	0.0%	70.7%				
Overall Accuracy			61.8%											

森林タイプの区分精度の検証結果をさらに詳細に分析するため表 3-4 の判別効率表のとおり Potential Forest グループの焼畑地における分類クラスを含む精度の検証結果を示す。森林分布図の分類クラスが精度検証で判定した分類クラスに合致している程度を示す利用者精度 (U.A.) が70%に達していない分類クラスについて、その原因を分析した。

表 3-4 : 焼畑地の分類クラスを含めた区分精度

			Assessment data													Total	U.A
			Current Forest								Potential Forest				NF		
			EF	DF	MED	DD	CF	MCB	EP	DP	B	OF	YF	SB	NF		
Map	Current Forest	EF	15	48							1	4				68	22.1%
		DF	35	291		20	3	1			22	103	6	5	11	497	58.6%
		MED														0	
		DD		9		34			1			9	1		21	75	45.3%
		CF	1	15		4	15	3			1	10				49	30.6%
		MCB		2			8	5							2	17	29.4%
		EP							15						4	19	78.9%
		DP		5					2			5	3		3	18	0.0%
	Potential Forest	B	2	17				1			19	17	6		8	70	27.1%
		OF	10	77		21	2				27	141	16		27	321	43.9%
		YF	1	5		1	1	1		2	4	19	11	3	23	71	15.5%
		SB		3		3	1				2	5	13	13	24	64	20.3%
	NF	NF	2	15		9	1	0	2	0	2	6	6	1	115	159	72.3%
	Total		66	487	0	92	31	11	20	2	78	319	62	22	238	1428	
P.A		22.7%	59.8%		37.0%	48.4%	45.5%	75.0%	0.0%	24.4%	44.2%	17.7%	59.1%	48.3%			

3.2.2 区分精度向上のための統合・修正方法

3.2.1 の分析の結果、表 3-5 のとおり精度向上方法を検討し、C/P と協議・合意した。この内容について、以下のとおり詳述する。

表 3-5 : 区分精度向上のための統合・修正方法

	区分精度の低い項目	優先	分布地域	修正/統合方針	修正順番
統合	DF/MED	-	-	MDに統合	-
	EP/DP			PIに統合	
	OF/YF/B			FLに統合→Bは区分するようC/Pから要請	
判読修正	EF/MD	4	全国	1) EF地帯をゾーニング 2) EF地帯内のMDを修正 3) EF地帯外のEFを修正	2nd
	MD/FL	1	全国	1) PALSARデータの後方散乱係数化 2) PALSARデータをもとに修正	
	CF/MCB	5	南部(セコン県、カムアン県) 中部(ポリカムサイ県) 北部(フアパン県、シエンクワン県)	1) CF地帯をゾーニング 2) CF地帯内を修正 3) CF地帯外のCF/MCBを修正	3rd → 4th → 1st
	DD/NF (SA, SR, RP)	2	南部(全県) 中部(ビエンチャン県、ポリカムサイ県)	1) 作成した判読カードを参照に修正	
	CF/MD, FL	3	南部(セコン県、カムアン県) 中部(ポリカムサイ県) 北部(フアパン県、シエンクワン県)	1) CF地帯をゾーニング 2) CF地帯内を修正 3) CF地帯外のCF/MCBを修正	
	FL, SB/NF (RP, etc)	6	全国	1) PALSARデータの後方散乱係数化 2) PALSARデータをもとに修正	

統合

DF (Deciduous Forest) / MED (Mixed Evergreen and Deciduous Forest)

MED は、森林分布図で区分されておらず、C/P に確認したところ、DF と MED を合わせて以前の分類クラスである MD (Mixed Deciduous Forest) として区分しているとのことであった。実際に、DF と MED を区分することは難しく、これらの分類クラスは統合して MD に戻すことが現実的であると考えられるため、統合を提案し、合意された。

EP (Evergreen Forest Plantation) / DP (Deciduous Forest Plantation)

DP は、多くが DF や OF と誤分類されている。これまでの森林分布図の作成や C/P との協議の経験から、DP は DF や OF とは明らかに色調が異なっているため、この誤分類は判読ミスと考えられる。一方、これまでラオスにおける DP は主にチーク林だけであると認識していたが、第 1 年次に実施したグランドトゥールース調査で確認したところ、北部地域ではゴム林も落葉しているのが確認された。中南部のゴム林は落葉しないため EP と分類していたが、上述のとおり落葉するゴム林もあることから厳密に EP と DP を区分することが難しいため、これらを統合し P (Forest Plantation) とすることを提案し、合意された。

OF (Old Fallow Land) / YF (Young Fallow Land) / B (Bamboo)

OF は DF、YF は OF・NF に多く誤分類されている。OF と DF (MD) については後述のとおり修

正による精度向上が可能であるが、YF と OF は図 3-15 のとおり色調もテクスチャも似通っており、区別が困難である。そのため、OF と YF を統合して FL (Fallow Land) とすることを提案し、合意された。なお、YF と誤分類された NF は、おそらく OA (Other Agriculture) や G (Grassland) と考えられるが、これらは分布地域が YF と異なるため、修正による精度向上は可能と考えられる。

一方、B については、多くが DF や OF と誤分類されている。これまでの森林分布図の作成や C/P との協議の経験から、特に B と OF の区別は難しいことが知られている。また、第 1 年次に実施したグランドトゥールース調査時に現地を確認したところ、図 3-16 のとおり超高分解能衛星画像上では違いが確認できるものの、RapidEye 画像上では色調もテクスチャも似通っており、区別することは困難であることが改めて確認された。さらに、ほとんどの B は焼畑地域で OF や YF と混じって分布することから、OF と YF を統合した FL に B を統合させることが望ましいと考える。しかし、C/P との協議の結果、B は研究対象になるなどラオスにとって重要な植生であるという理由から、この提案は受け入れられず、引き続き区別することとなった。画像上での区別が困難であることから、C/P が把握している B の分布地域の情報に基づき、区別することとした。

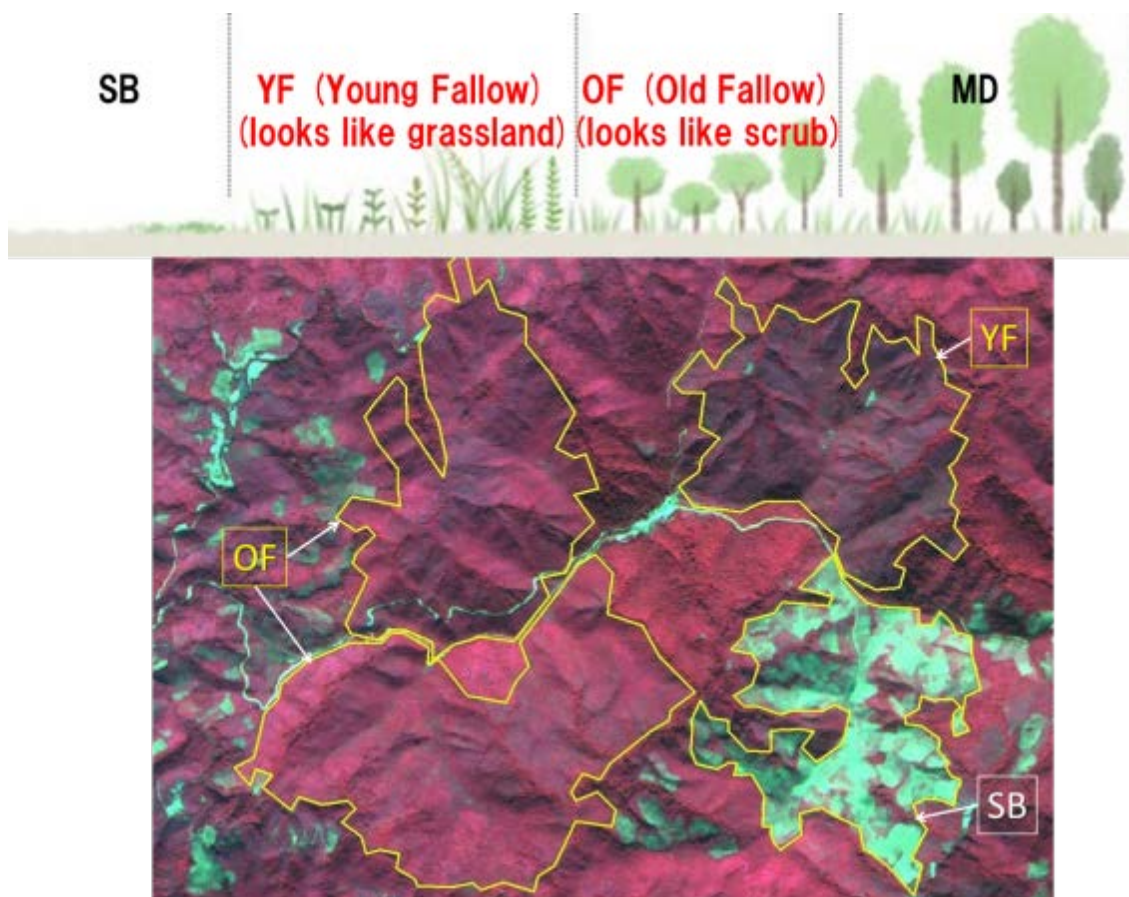


図 3-15 : RapidEye 画像上の OF と YF

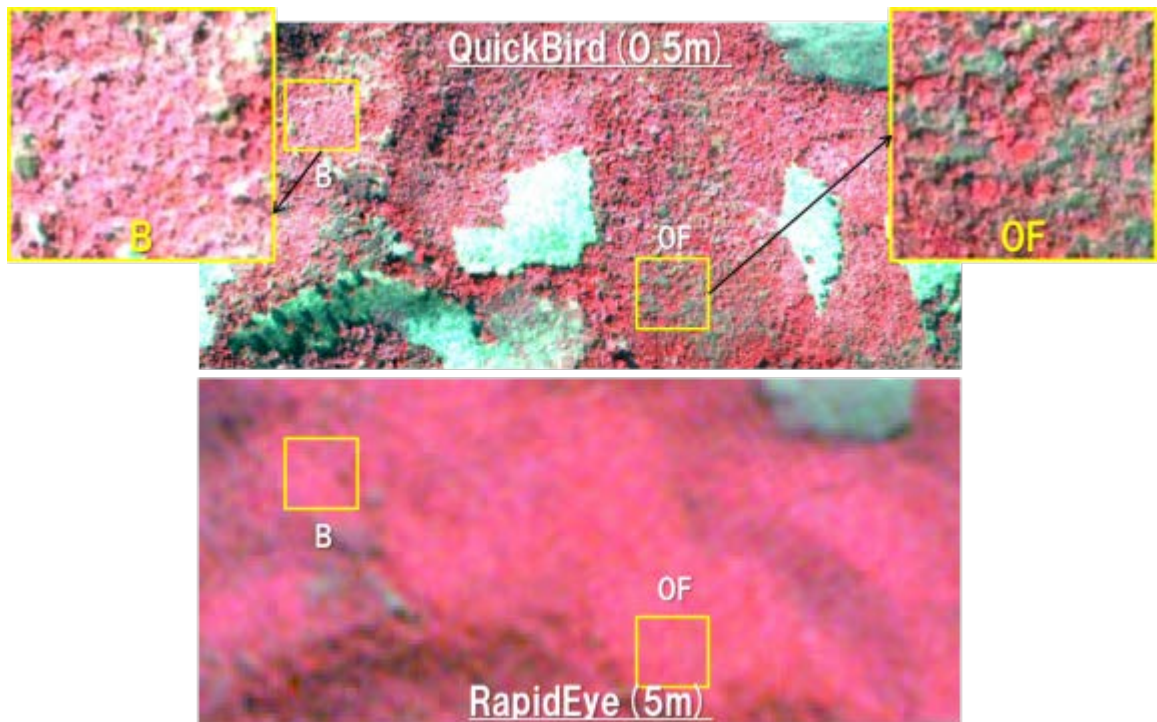


図 3-16 : QuickBird 及び RapidEye 画像上の B と OF

修正

EF (Evergreen Forest) /MD (Mixed Deciduous Forest)

EF は、多くが MD (DF) と誤分類されている。EF と MD の区分が難しいことはルアンパバン県においても報告されているところであり、第 1 年次に実施したグランドトゥールーズ調査でも同じく確認されたが、「3.2.9 炭素量と相関の高い因子の特定」で後述するように EF と MD の間には明らかなバイオマス量の差があり、C/P から引き続き区分するよう強い要請があったことから、既存 GIS データを用いた修正方法を検討した。

C/P と協議した結果、精度向上に寄与しうる情報として、分布地域情報、標高、降水量が候補としてあげられた。まず、このうち標高と降水量について、図 3-17・18 のとおり EF・MD の分布地域との関係を分析した。その結果、いずれの指標においても、EF・MD 間の有意な違いを見出すことができなかった。一方、EF は主に NBCA (National Biodiversity Conservation Area)、国境沿いの山岳地、人為的な影響が及ばないリモートエリア (以降 EF 帯と呼ぶ) に多く分布することが知られている。EF と MD は衛星画像上で似通った色調・テクスチャを有しており、高い精度で分類するには注意深くパターン (多くの場合、EF は周辺に人為影響がなく、MD は周辺に人為影響がある) を読み解く必要があるため時間がかかる。そこで、この EF 帯に絞ってパターンを読み解くことによって、効率的に修正することとした。

まず、現地をよく知るシニア技術者に EF 帯を大まかに括ってもらった。次に、括った EF 帯内の

MD を検索機能で抽出し、その正誤を判読・修正した。最後に、EF 帯外の EF を検索機能で抽出し、その正誤を判読・修正した。

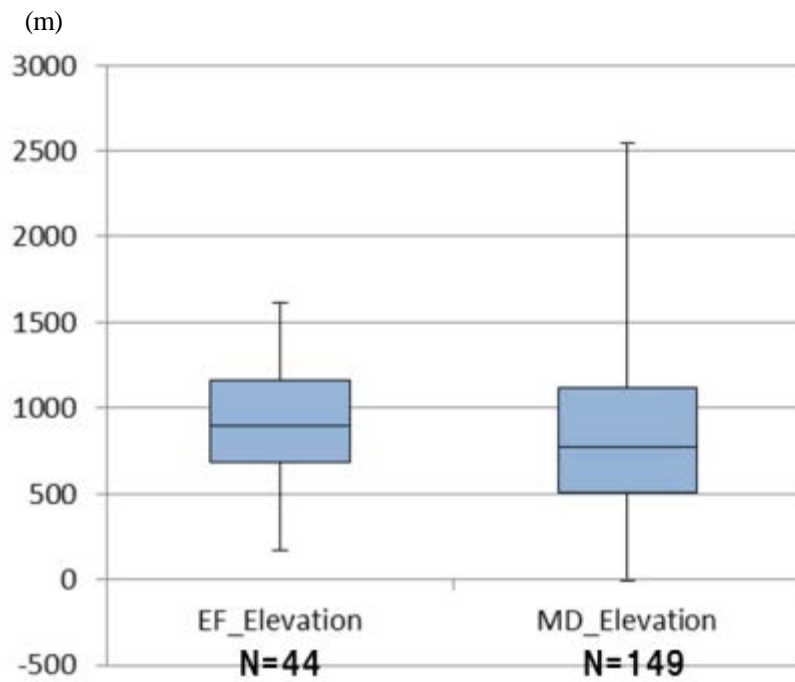


図 3-17 : EF 及び MD の分布地域の標高帯

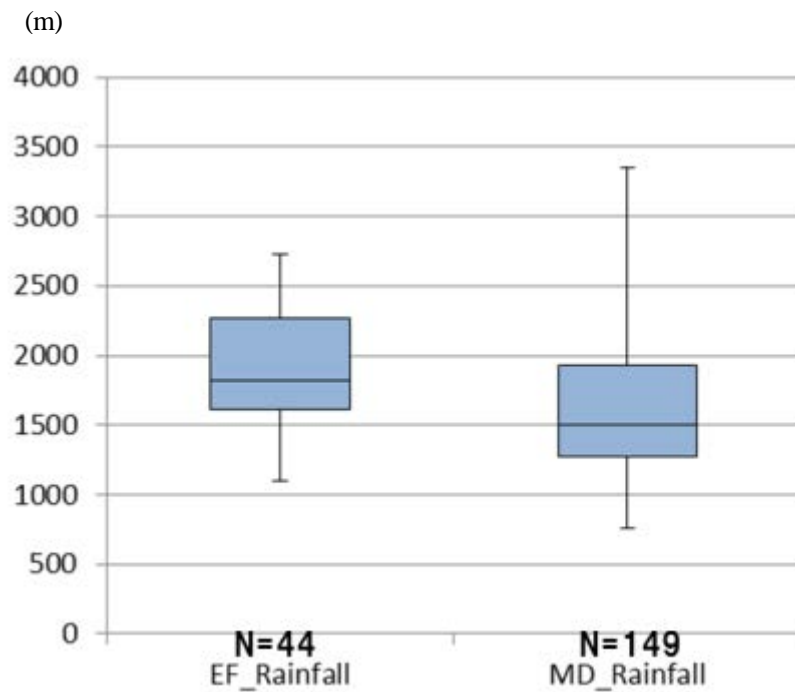


図 3-18 : EF 及び MD の分布地域の年間降水量

MD (Mixed Deciduous Forest) /FL (Fallow Land)

MD (DF) は、多くが FL (OF) と誤分類されている。MD と FL を合わせた面積はラオス国土の7割以上を占めることから、この分類精度を向上させることで全体の分類精度を大きく向上させることができるため、最重要修正作業と位置づけた。図 3-19 のとおり、MD と FL は遷移段階が連続しているため、これらの境界の閾値付近では分類が大変難しい。これらの分類精度を向上させるため、ALOS/PALSAR による変化抽出を採用することとした。ALOS/PALSAR は、合成開口レーダ (SAR) センサーの1種で、地表面の物質の物理特性を計測することができ、違う時期の同じ地表を計測することで変化があった箇所を容易に抽出することができる。まず、図 3-19 のとおり、5年間 (2006～2010年) の PALSAR で変化抽出することにより、4年間の SB を把握した。焼畑地では、焼畑耕作後に約4年間放棄することで、その土地は森林定義の閾値に達すると言われており、サンプル数は少ないものの現地調査の結果からも約4.3年間の放棄期間で森林に戻ることが確認された。そのため、4年間で1度も SB が発生していない箇所は概ね森林 (MD) と考えられ、4年間で1度も SB が発生した箇所は概ね SB もしくは FL と考えられる。この法則を用いて、次のように修正作業を行った。

図 3-20 は、2006～2008年撮影 PALSAR の後方散乱係数画像を合成したものを例に合成画像上の各色が何を意味するか説明したものである。また、図 3-21 は、2006～2008年及び2008～2010年撮影 PALSAR の後方散乱係数画像を合成したものである。これらの画像のうち、シアン色とマゼンダ色の箇所が、それぞれ2007年及び2009年の SB 発生箇所と2008年及び2010年の SB 発生箇所である。つまり、シアン色とマゼンダ色の箇所は過去に一度でも SB が発生した箇所であるため、SB もしくは FL と考えられる。この特性を基に、シアン色とマゼンダ色の箇所で MD と分類されたポリゴンを FL もしくは SB と修正し、シアン色とマゼンダ色以外の箇所で FL と分類されたポリゴンを MD と修正した。なお、修正の際は、2010年撮影の RapidEye 画像も確認しながら行うこととした。

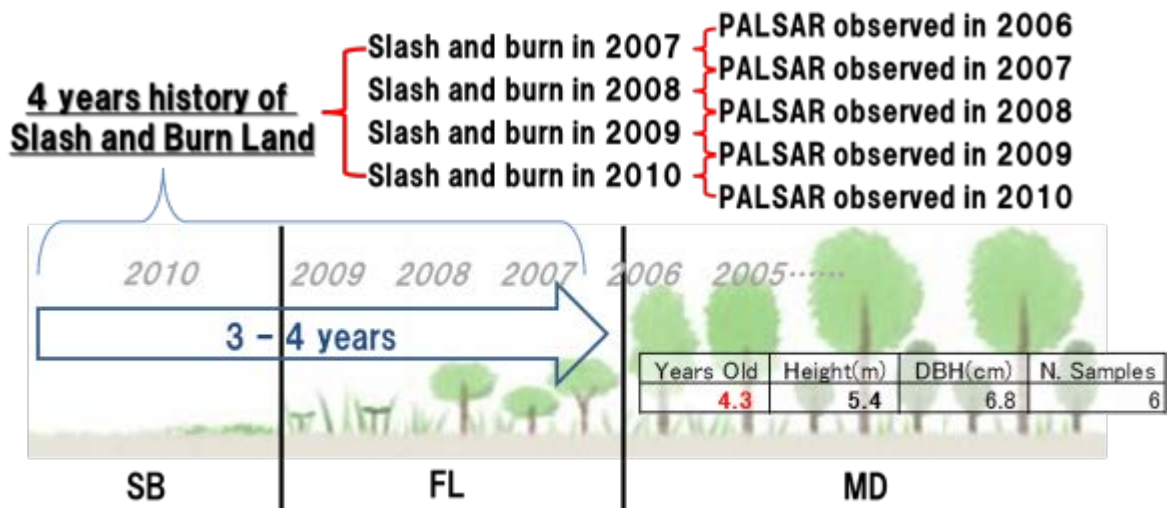


図 3-19: PALSAR の変化抽出を用いた MD と FL の修正方法

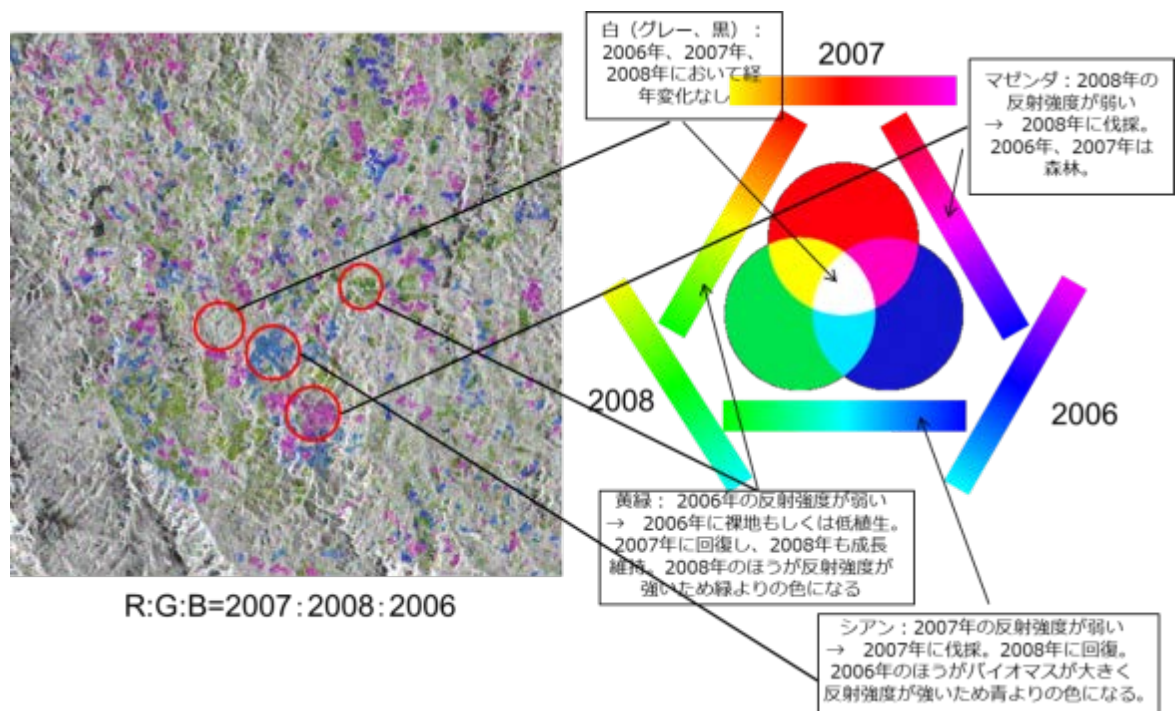


図 3-20:合成した複数時期の PALSAR 後方散乱係数画像上の色調の意味

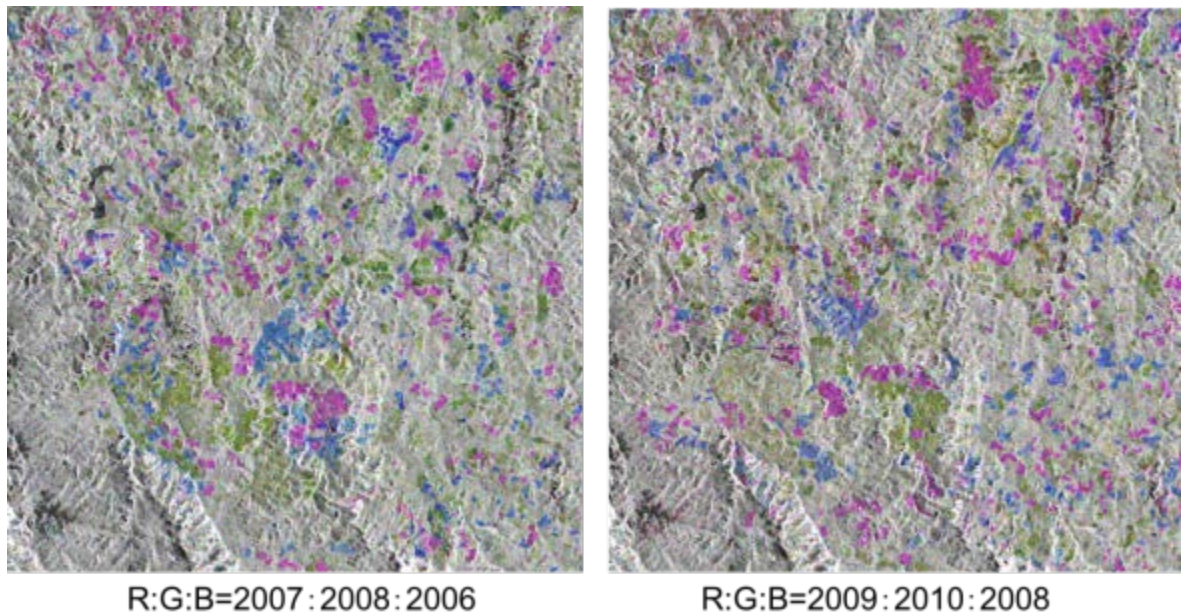


図 3-21: 2006~2008 年 (左) 及び 2008~2010 年 (右) PALSAR 後方散乱係数合成画像

DD (Dry Dipterocarp Forest) /NF (Non-Forest)

DD は、多くが NF と誤分類されているが、分布地域が同じ Scrub、Savannah、Rice Paddy と誤分類されているものと考えられる。これらは色調が似通っており、高い精度で分類するには注意深く判読する必要があるため時間がかかる。DD は中南部に広く分布しているものの、ある程度分布地域 (以降 DD 帯と呼ぶ) を絞ることはできる。よって、DD 帯に絞って判読することにより、効率的に修正することとした。DD 帯は広いが多くの技術者が分布地域を概ね把握しているため、とくに括ることはせずに、各技術者が衛星画像上から DD 帯を特定して、集中的に判読・修正した。

MCB (Mixed Coniferous and Broadleaved Forest) /CF (Coniferous Forest) /MD/FL

MCB の多くは CF と誤分類されており、CF の多くは MD や FL と誤分類されている。図 3-22 のキャプチャのとおり、これらは衛星画像上で似通った色調・テクスチャを有しており、高い精度で分類するには注意深く判読する必要があるため時間がかかる。しかし、CF 及び MCB の分布地域 (以降 CF 帯と呼ぶ) は限られており、この地域に絞って判読することによって、効率的に修正することとした。

まず、現地をよく知るシニア技術者に CF 帯を大まかに括ってもらった。次に、括った CF 帯内だけを集中的に判読・修正することとした。最後に、CF 帯外の CF 及び MCB を検索機能で抽出し、その正誤を判読・修正することとした。

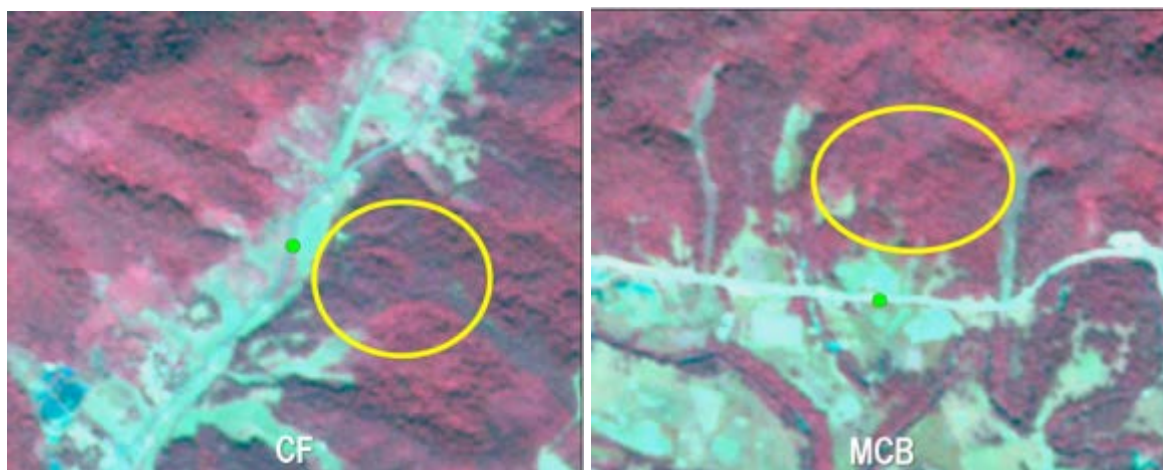


図 3-22:RapidEye 衛星画像上の CF と MCB

SB/RP (Rice Paddy)

SB は、収穫後の乾季の画像上で区分しているため、画像上では裸地化しているように見え、他の植生との区分は難しくない。しかし、RP については、同じく乾季は多くが収穫を終えているため、色調が収穫後の SB と似通っており、誤分類が起こりやすい。そこで、SB の多くが山の斜面に分布するのに対して、RP は谷部もしくは平地に分布することに着目し、傾斜・地形・形状を参考に修正を行うことで、区分精度を向上させることとした。

3.2.3 グラントゥールース調査

修正作業に必要なグラントゥールース調査について、概要・計画に関する研修を 2014 年 1 月 31 日および 2 月 19 日、実施に関する研修を 2014 年 2 月 20 日に行った (図 3-23)。参加者数はそれぞれ、12 名と 11 名であった。今回は、実施に関する研修を 1 日のみで実施したが、グラントゥールース調査時にスーカン課長補佐と協議したところ、技術者の中には現地調査の経験が浅く、現地で適確に森林タイプを判定することが困難な者もいるため、各地域の植生に応じた研修が必要とのコメントがあり、また第 1 次現地調査結果の報告会の際にもカンパイ局長代行から同様のコメントがあったことから、今後の課題とした。



図 3-23 : 概要・計画に関する研修 (左) 実施に関する研修 (右)

研修後、図 3-24 のとおり調査チームを編成し、グラントゥールス調査を実施した。各 FIPD チームの担当県は、図 3-24 の最下段の表のとおりだが、日本人チームはラオス全国をまわることとした。各 FIPD チームの担当県は、実際に各 FIPD チームメンバーが森林分布図の修正作業を担当する県を想定して割り当てており、本邦技術者は全国の修正作業を担当することになるため、全国を対象に調査を行った。なお、日本人チームの高主(Takanushi)は、国内での修正作業に備えて、国際航業株式会社の自社負担で調査に加わることとした。日本人チームの行程表を表 3-6 に示す。また、今回のグラントゥールス調査の目的は以下のとおりとした。

- ① 森林分布図の修正のため、衛星画像上で不確かな土地被覆・利用を確認する。
- ② 本邦技術者が国内で修正作業を行うため、ラオス全国の典型的な土地被覆・利用を確認する。
- ③ ラオスの森林定義において最小の森林（樹高 5m など）における樹木の樹冠直径を計測する。
- ④ 精度検証作業で不確かであった箇所を確認する。

調査は図 3-25 の野帳を用いて行った。本調査の主な目的は上記の①および②であるが、ラオスの森林定義において最小サイズの森林の樹木が、衛星画像上どのように見えるかを確認するため、③の目的も加え、野帳の「3. Measure Trees of Minimum Size of Forest」に記載するようにした。また、現地で衛星画像を確認する目的で全体マップと詳細マップを作成したが、全体マップについては過去からの変化がわかるように 2005 年、2000 年のマップも作成した。

FIPD Teams

	FIPD (Leader)	FIPD				
1	Chansamouth (1)	Piya (5)	Driver	PAFO	DAFO	Villager
2	Khamsouk (2)	Keovilay (2)	Driver	PAFO	DAFO	Villager
3	Sombath (*)	Kongsy (*)	Driver	PAFO	DAFO	Villager
4	Khamkhong (4)	Souvanna (6)	Driver	PAFO	DAFO	Villager
5	Onkeo (5)	Phouthone (1)	Driver	PAFO	DAFO	Villager
6	Amphaivanh (6)	Siamphone (*)	Driver	PAFO	DAFO	Villager

Japanese Teams

	FIPD	Japanese 1	Japanese 2		
1	Soukanh	Kajiwara	Takanushi	Driver	PAFO
2	Khamma	Nasu	Furuya	Driver	

Provinces for each FIPD Teams

1	Phonsaly	Oudomxay		
2	Xayabuly	Luangnamtha	Bokeo	
3	Luangprabang	Xiengkouang	Houaphang	
4	Vientian C	Vientiane	Bolikamxay	Xaisomboune
5	Khamouan	Svannakhet	Saravane	
6	Champasak	Sekong	Attapeu	

図 3-24 : 調査の実施体制

表 3-6 : 日本人チーム行程表

GT Survey Schedule for Japanese Teams

Date		Transfer		GT Survey	Accommodation	Nasu	Furuya	Kajiwara	Takanushi
2/24	AM	Vientiane to Oudomxay	Airplane		Oudomxay Hotel	○	○	○	○
	PM	Airport to Oudomxay Hotel	4WD						
2/25	AM	Oudomxay Hotel to Luangnamtha Hotel	4WD	Nam Ha NBCA	Luangnamtha Hotel	○	○	○	○
	PM		4WD						
2/26	AM	Luangnamtha Hotel to south Luangnamtha	4WD	South Luangnamtha	Luangnamtha Hotel	○	○	○	○
	PM		4WD						
2/27	AM	Luangnamtha Hotel to Oudomxay Hotel	4WD	South Oudomxay	Oudomxay Hotel	○	○	○	○
	PM		4WD						
2/28	AM	Oudomxay Hotel to Nong Khiaw	4WD	Oudomxay to Houaphang	Viang Thong Hotel	○	○	○	○
	PM	Nong Khiaw to Viang Thong Hotel	4WD	Oudomxay to Houaphang					
3/1	AM	Viang Thong Hotel to Xam Nua Hotel	4WD		Xam Nua Hotel	○	○	○	○
	PM		4WD	Houaphang					
3/2	AM	Xam Nua Hotel to Phonsavan Hotel	4WD	Houaphang to Xiengkouang	Phonsavan Hotel	○	○	○	○
	PM	Xam Nua Hotel to Phonsavan Hotel	4WD	Houaphang to Xiengkouang					
3/3	AM	Phonsavan Hotel to south Luangphabang	4WD		Phonsavan Hotel	○	○	○	○
	PM		4WD	South Luangphabang / Xiengkouang					
3/4	AM	Xiengkouang to Vientiane	Airplane		Vientiane Hotel	○	○	○	○
	PM	Airport to Vientiane Hotel	Hotel pick-up						
3/5	AM	Organize the data	4WD		Vientiane Hotel	○	○	○	○
	PM	Organize the data	4WD						
3/6	AM	Vientiane Hotel to Savannakhet Hotel	4WD	VTE to SVK by car	Savannakhet Hotel	○	○	○	○
	PM	Vientiane Hotel to Savannakhet Hotel	4WD						
3/7	AM	Savannakhet Hotel to Phou Xang He NBCA?	4WD		Savannakhet Hotel	○	○	○	○
	PM		4WD	Phou Xang He NBCA					
3/8	AM	(SVK to VTE by airplane for Nasu)	Airplane	Savannakhet to Pakse	Pakse Hotel	○	○	○	○
	PM	Savannakhet Hotel to Pakse Hotel	4WD						
3/9	AM	Pakse Hotel to Pakxong	4WD	Bolaven Highland	Attapu Hotel		○	○	○
	PM	Pakxong to Attapu Hotel	4WD	Bolaven to Attapu					
3/10	AM	Attapu Hotel to Pakse Hotel	4WD	Attapu to Pakse	Pakse Hotel		○	○	○
	PM	Attapu Hotel to Pakse Hotel	4WD	Attapu to Pakse					
3/11	AM	Pakse to Vientiane	Airplane		Vientiane Hotel		○	○	○
	PM	Airport to Vientiane Hotel	Hotel pick-up						
3/12	AM	Vientiane Hotel to Thaphabath	4WD		Vientiane Hotel		○	○	○
	PM		4WD	Thaphabath					
3/13	AM	Vientiane Hotel to Vientiane Province	4WD	Vientiane	Vientiane Hotel		○	○	○
	PM		4WD	Vientiane					

FIELD NOTE of Ground Truth Survey (NFIS)	
0. General Information	
Waypoint No. :	Date :
Province :	Surveyor :
District :	Lat / Lon : ° ' " × ° ' "
Village :	Elevation : m
1. Forest land	Main Species & Comment
Type : EF MD CF MCB DD P	
Density : Dense Medium Sparse	
Another :	
2. Non-Forest land	Main Crops & Comment
Land use : B SB YF OF SA SR RP AP	
OA G SW R U W O	
Another :	
3. Measure Trees of Minimum Size of Forest (NOT every plots, only 3plots per provinces)	
Years Old : years	Comment
SB in 2010 / Minimum Size of Forest	
Height : m m m m	
D. B. H. : cm cm cm cm	
Crown Diameter : m m m m	
4. Photo/Sketch/Memo	
Photo No. :	
Direction :	
Condition : View / Zoom, View / Zoom, View / Zoom, View / Zoom, View / Zoom, View / Zoom,	
Sketch/Memo	

図 3-25 : 調査に用いた野帳

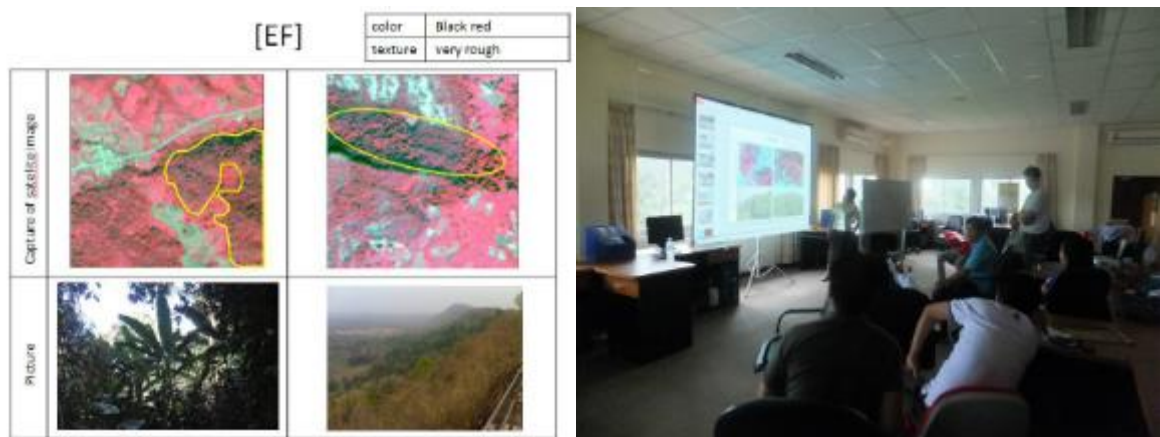
3.2.4 判読キー及び判読カードの整備

本プロジェクトの成果品である2010年、2005年、2000年の森林分布図は、各種衛星画像を基に作成される。その際、衛星画像を読み解いてある土地の被覆・利用状況を正しく判定する必要があるが、

そのためには衛星画像判読と現地調査の豊富な経験を必要とする。また、土地被覆・利用状況の判定基準は、各個人の経験値の差によって大きく異なり、一様な品質の森林分布図を作成することは容易ではない。C/Pの衛星画像判読能力はFIMや本プロジェクトの技術支援をとおして向上しているものの、各個人（特に新旧C/P間）の経験値の差は依然として大きい。そのため、グラントトゥールズ調査結果を基に判読キー及び判読カードを作成することで、判読基準の標準化を図ることとした。なお、判読キーとは、色調・テクスチャ・形状といった各衛星画像（RapidEye、SPOT multi-spectral、LANDSAT）上の各土地被覆・利用が有する特徴を整理した表であり、判読カードとは、各衛星画像上の各土地被覆・利用の事例集のことである。これらを用いて衛星画像判読することにより、個人の経験値の差による影響を最小化し、一様な判読基準で土地被覆・利用状況を判定できるようになる効果が期待できる。

判読キー及び判読カードの作成は、以下の手順で行った。また、作成した判読キーを表 3-7、判読カードのサンプルを図 3-26、図 3-27 に示す。

- ① 各衛星画像上の各土地被覆・利用のキャプチャ画像と現地写真を選定し、資料に整理する。



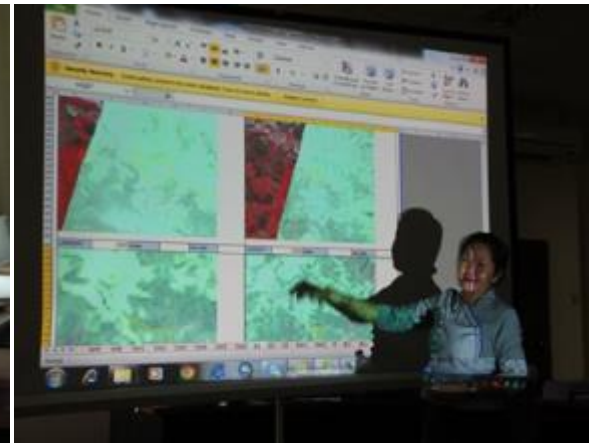
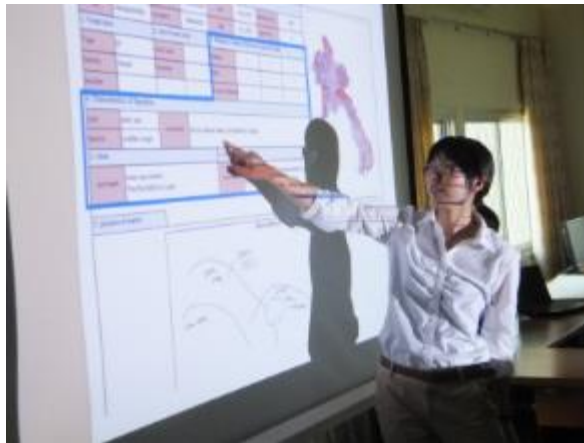
整理したキャプチャ画像と現地写真（左）及びプレゼンテーションの様子（右）

- ② ①を基に各衛星画像上の各土地被覆・利用の特徴（色調・テクスチャ・形状・ロケーション）を協議して決定し、判読キー整理表としてまとめる。



判読キー協議の様子

- ③ 整理した判読キーごとに各衛星画像上のキャプチャ画像と現地写真を選定し、判読カードを作成する。



判読カード作成研修（左）及び作成後のプレゼンテーションの様子（右）

表 3-7 判読キ一整理表

Group	Class	RapidEye 2010			LANDSAT 2014/2000		SPOT 2005		Location	Shape	Reference Data
		Difference	Color	Texture	Color	Texture	Color	Texture			
Current Forest	EF	- Dense	Dark deep red	Very rough	Dark deep red	Rough	Dark deep red	Very rough	NBCA, Near national border, Far from shifting cultivation area	Natural	NBCA, 1992 or/and 2002 Maps
		Medium	Dark red	rough	Dark red	A bit rough	Dark red	Rough	NBCA, Near national border, Far from shifting cultivation area		
	MD	1 Old	Dark red	rough	Dark red	A bit rough	Dark red	A bit rough	Anywhere of accessible area (Shifting cultivation area, Logging area)	Natural	-
		2 Young	Red	A bit rough	Red	Smooth	Red	A bit rough	Anywhere of accessible area (Shifting cultivation area, Logging area)	Natural	-
	DD	1 Central/South area	Gray mixed with light red	Rough dott	Gray mixed with light red	Mottled	Gray mixed with light red	Indistinct dott	Plane of Central/South area	Natural	-
		2 Luangphabang	Gray mixed with light red	Rough dott	Gray mixed with light red	Mottled	Gray mixed with light red	Indistinct dott	Mountain of Luang Phabang Province	Natural	-
	CF	-	Dark gray/Gray	Rough dott	Dark gray/Gray	Indistinct dott	Dark gray/Gray	Indistinct dott	Specific area of Houapanh/Xiengkuang/??? Provinces	Natural	Specific zone data (will be created)
	MCB	-	Red/Dark red mixed with dark gray	Rough mixed with dott	Red/Dark red mixed with dark gray	Mottled	Red/Dark red mixed with dark gray	Rough mixed with dott	Specific area of Houapanh/Xiengkuang/??? Provinces	Natural	Specific zone data (will be created)
	P	1 Teak plantation in North area	Dark gray	Rough	Dark gray	Smooth	Dark gray	Smooth	Along road or river	Artificial	Concession data (will be acquired)
		2 Rubber plantation in North area	Bright red/Gray	Smooth	Bright red/Gray	Smooth	Bright red/Gray	Smooth	Mountain of North area	Natural	Concession data (will be acquired)
3 Rubber/Eucariptus plantation in Central/South area		Bright red/Gray	Smooth	Bright red/Gray	Smooth	Bright red/Gray	Smooth	Plane of Central/South area	Artificial	Concession data (will be acquired)	
Potential Forest	FL	1	Bright pink	Smooth	Bright pink	Smooth	Bright pink	Smooth	Anywhere of accessible area (Shifting cultivation area, Logging area)	Natural	
		2 Depend on	Red	Smooth	Red	Smooth	Red	Smooth	Anywhere of accessible area (Shifting cultivation area, Logging area)	Natural	
		3 - years old	Bright red	Smooth	Bright red	Smooth	Bright red	Smooth	Anywhere of accessible area (Shifting cultivation area, Logging area)	Natural	
		4 - color enhancement	Dark red	Smooth	Dark red	Smooth	Dark red	Smooth	Anywhere of accessible area (Shifting cultivation area, Logging area)	Natural	
		5 - aspect of slope	Light red/pink on gray	Smooth	Light red/pink on gray	Smooth	Light red/pink on gray	Smooth	Anywhere of accessible area (Shifting cultivation area, Logging area)	Natural	
	SB	1 Depend on	Bright gray	Smooth	Bright gray	Smooth	Bright gray	Smooth	Upland (Shifting cultivation area)	Natural	
2 - color enhancement		Gray	Smooth	Gray	Smooth	Gray	Smooth	Upland (Shifting cultivation area)	Natural		
3 - aspect of slope		Dark gray	Smooth	Dark gray	Smooth	Dark gray	Smooth	Upland (Shifting cultivation area)	Natural		
Other Wooded Area	SA	-	Gray	Sparse dott	Gray	Smooth	Gray	Sparse Indistinct dott	South plane area	Natural	
	SR	1 on Plane	Dark gray	Smooth	Dark gray	Smooth	Dark gray	Smooth	South plane area	Natural	
2 on Rock		Red	Rough	Red	Smooth	Red	A bit rough	On Rock	Natural		
Permanent Agriculture Area	RP	1 Depend on	Bright gray	Smooth	Bright gray	Smooth	Bright gray	Smooth	Lowland (near river, valley)	Artificial	
		2 - color enhancement	Dark gray	Smooth	Dark gray	Smooth	Dark gray	Smooth	Lowland (near river, valley)	Artificial	
	AP	1	Bright red	Smooth	Bright red	Smooth	Bright red	Smooth	Tea (Phonsaly)	Artificial	Concession data (will be acquired)
		2 Tea, Mango, Longan, Banana, Oil Palm, etc.	Dark red	Smooth	Dark red	Smooth	Dark red	Smooth	Mango (Houaphang, etc.)	Artificial	Concession data (will be acquired)
		3 Depend on	Light red on gray	Smooth	Light red on gray	Smooth	Light red on gray	Smooth	Longan (Houaphang, etc.)	Artificial	Concession data (will be acquired)
		4 - growth	Bright gray	Smooth	Bright gray	Smooth	Bright gray	Smooth	Banana (North area)	Artificial	Concession data (will be acquired)
		5 - color enhancement	Dark gray	Smooth	Dark gray	Smooth	Dark gray	Smooth	Oil Palm (Bolikamsay, etc.)	Artificial	Concession data (will be acquired)
		6 Coffee	Mix colors (Red/Light red on gray/Gray)	Mix textures (smooth/rough)	Mix colors (Red/Light red on gray/Gray)	Mix textures (smooth/rough)	Mix colors (Red/Light red on gray/Gray)	Mix textures (smooth/rough)	Boraven Highland	Artificial	Concession data (will be acquired)
	OA	1	Bright red	Smooth	Bright red	Smooth	Bright red	Smooth	Along road or river	Artificial	
		2 Cone, Casava, Sugarcane, Pineapple, Water Melon, Cucamber, etc.	Dark red	Smooth	Dark red	Smooth	Dark red	Smooth	Along road or river	Artificial	
		3	Light red on gray	Smooth	Light red on gray	Smooth	Light red on gray	Smooth	Along road or river	Artificial	
		4 Depend on	Bright gray	Smooth	Bright gray	Smooth	Bright gray	Smooth	Along road or river	Artificial	
		5 - growth	Dark gray	Smooth	Dark gray	Smooth	Dark gray	Smooth	Along road or river	Artificial	
		6 - color enhancement	Mix colors (Red/Light red on gray/Gray)	Smooth	Mix colors (Red/Light red on gray/Gray)	Smooth	Mix colors (Red/Light red on gray/Gray)	Smooth	Along road or river	Artificial	
Other Non-Forest Area	G	1 Depend on	Dark gray	Smooth	Dark gray	Smooth	Dark gray	Smooth	Top of mountain, Jars Plane, Specific area	Natural	
		2 - growth	Light red on gray	Smooth	Light red on gray	Smooth	Light red on gray	Smooth	Top of mountain, Jars Plane, Specific area	Natural	
		3 - color enhancement	Dark green	Smooth	Dark green	Smooth	Dark green	Smooth	Top of mountain, Jars Plane, Specific area	Natural	
	SW	1 Depend on	Dark deep gray (nearly black)	Smooth	Dark deep gray (nearly black)	Smooth	Dark deep gray (nearly black)	Smooth	Lowland (near river)	Natural	
		2 - season	Dark deep red/pink	Smooth	Dark deep red/pink	Smooth	Dark deep red/pink	Smooth	Lowland (near river)	Natural	
	R	-	Nearly Black	Irregular	Nearly Black	Irregular	Nearly Black	Irregular	Bolikamsay, Khamuane, Savannakeht, Sekong, Attapue, Houaphang, Xiengkuan, Luangphang, etc.	Natural	
	BL	1 Sandbar in river, Mining area, etc.	White	Smooth	White	Smooth	White	Smooth	Sandbar in river, Mining area, etc.	Natural	
		2 Depend on	Bright gray	Smooth	Bright gray	Smooth	Bright gray	Smooth	Sandbar in river, Mining area, etc.	Natural	
		3 - color enhancement	Dark gray	Smooth	Dark gray	Smooth	Dark gray	Smooth	Sandbar in river, Mining area, etc.	Natural	
	U	-	City, Village	Mix many colors	Mix many textures	Mix many colors	Mix many textures	Mix many textures	Anywhere	Artificial	
	Other Land	O	-	Road, Airport, Stadium, the others.	Many patterns	Many patterns	Many patterns	Many patterns	Many patterns	Anywhere	Artificial (Natural?)





0. General Information							
Primary ID or Waypoint No.	TR.110501-1	Date	24/03/2011	Lat	104.66135	Elevation(m)	513
Province	Borikhamxay	Surveyor	Khamkhong	Lon	18.2841	Team No.	4
1. Forest		2. Non-Forest		3. Measure Trees of Minimum Size of Forest			
Type	EF	Land use		Height	-	-	-
Density	93.75	Another		DBH	-	-	-
Another				Crown Diameter	-	-	-
4. Characteristics							
Satellite	Color	Texture	Shape	Location	Comment		
RapidEye 2010	Dark deep red	Very rough	Natural	NBCA, Near national border, Far from shifting cultivation			
SPOT 2005	Dark deep red	Rough	Natural	NBCA, Near national border, Far from shifting cultivation			
LANDSAT 2000	Dark deep red	Very rough	Natural	NBCA, Near national border, Far from shifting cultivation			
5. Other				6. Comment for years gap	0		
7. Picuture & sketch							
							
							
Direction	S			Direction			
Type/Landuse	EF			Type/Landuse			
							
Direction	N			Direction	E		
Type/Landuse	EF			Type/Landuse	EF		

図 3-26: 判読カード (サンプル表)

8. Satellite Image											
LANDSAT8	2014	scale	10,000	obs.date	03/01/14	LANDSAT8	2014	scale	25,000	obs.date	03/01/14
Rapid Eye	2010	scale	10,000	obs.date	2010/9/12	Rapid Eye	2010	scale	25,000	obs.date	2010/9/12
SPOTS	2005	scale	10,000	obs.date	09/2004	SPOTS	2005	scale	25,000	obs.date	09/2004
LANDSAT	2000	scale	10,000	obs.date	2000/4/11	LANDSAT	2000	scale	25,000	obs.date	2000/4/11

図 3-27: 判読カード (サンプル裏)

3.2.5 リモートセンシング基礎理論講義備

C/P は、リモートセンシング画像を解析して森林調査を実施する実務的なトレーニングを受け、画像処理や GIS ソフトの操作を行う能力は向上している。しかし、その背景にある理論や原理についての理解をより向上する必要があった。本講義では、GIS・RS セクションの職員を対象に、「Theory of Remote Sensing」と題する講義を行うとともに、画像判読キー作成の OJT 研修を実施した。

① 実施期間

業務の実施期間は次のとおりである。

2015 年 7 月

21 日 (月)	講義資料作成	
22 日 (火)	FIPD と打ち合わせ、講義の実施	
23 日 (水)	講義 (午前)	OJT (午後)
24 日 (木)	講義 (午前)	OJT (午後)
25 日 (金)	講義 (午前)	OJT (午後)
26 日 (土)	講義資料作成	
27 日 (日)	講義資料作成	
28 日 (月)	講義 (午前)	OJT (午後)
29 日 (火)	講義 (午前)	OJT (午後)
30 日 (水)	講義 (午前)	OJT (午後)
31 日 (木)	講義 (午前)	OJT (午後)

2015 年 8 月

1 日 (金)	OJT (午前)	OJT (午後)
---------	----------	----------

② リモートセンシング基礎理論講義の概要

リモートセンシング基礎理論講義の主要なテーマは以下のとおりである。

(1) 序論

- ・リモートセンシングによる調査の原理
- ・リモートセンシングの理論の講義の位置づけ

(2) Basics of Radiation Physics for Forest Remote Sensing

- ・リモートセンシングにおいて情報収集に利用される電磁波の性質
- ・電磁波の種類と波長による呼称
- ・電磁波の主たる発生源である太陽光の性質
- ・太陽からの電磁波の大気との相互作用による減衰
- ・大気中の物質の種類

- ・大気中の物質の種類と大きさ並びに電磁波長の散乱法則
- ・大気の窓
- ・大気補正の方法（絶対補正、相対補正、標準大気モデルによる絶対補正）

(3) Radiation Properties of Vegetation, Soil, and Water

- ・森林等の地表面における電磁波の相互作用（反射、吸収、透過）
- ・表面の反射の性質（完全反射、ランバート反射、偏向反射）
- ・炭酸同化作用における光の利用
- ・植物の葉の細胞における光の反射・吸収・透過の状況
- ・地物の種類による電磁波の反射率の特性
- ・各種の植生による分光特性
- ・樹冠の葉の厚さによる電磁波の反射、吸収、透過の特性
- ・植生と土壌の相対的な電磁波反射特性
- ・土壌の含水率や有機物の量による赤・近赤外面像の性質
- ・各種の地表物体のアルベド（全反射率）
- ・L A I（リーフエリアインデックス）とは
- ・L A Iの全球的調査の結果
- ・L A Iと降水量や土壌の肥沃度との関係
- ・ラオスの落葉樹とその立地のボリカムサイ県における例
- ・落葉樹のL A Iの季節変化
- ・L A Iの樹高による分布
- ・表面反射の性質
- ・反射の方向性の性質と斜面方向や太陽の照射との関係
- ・樹冠の陰の影響
- ・地形補正の方法と適用例

(4) Earth Observation Systems

- ・地球観測システムの全容
- ・小規模サテライトの種類
- ・衛星観測システム
- ・センサ設計の考え方
- ・空間分解能、スペクトル分解能、ラディオメトリック分解能、テンポラル分解能
- ・低分解能、中分解能、高分解能画像の事例
- ・LANDSAT 8号のバンドの種類と性質
- ・ピクセル
- ・リニヤアレイセンサ
- ・光学的三次元センサーと3次元計測の原理

- ・ SAR画像
- ・ SRTMプロジェクトと全球DEM
- ・ 航空レーザーセンサーと利用

(5) Processing of Optical Remote Sensing Data

- ・ 画像解析の全体の流れ
- ・ 幾何補正の方法
- ・ 画像のリサンプリングにおける補間方法の問題点
- ・ デンシティスライシング
- ・ 色合成画像の作成
- ・ 人の眼の色の視覚
- ・ 色合成とバンドの組み合わせの特性
- ・ 画像強調の種類と特徴
- ・ 各種の植生指標と特徴
- ・ NDVI、SVI、EVIの特徴

(6) Use of Multispectral Information for Sensing Vegetation Properties and for Image Classification

- ・ 各種の主題図の作成方法
- ・ 画像分類の論理
- ・ 画像分類アルゴリズム
- ・ エキスパートシステム
- ・ オブジェクト指向分類の方法
- ・ 肉眼判読の方法と利点
- ・ エビデンスの収束による分類の判定
- ・ 画像判読キー
- ・ 画像判読の要素

(7) Photo Interpretation Theory and Practice

- ・ 画像判読の実際
- ・ 目標の明確化
- ・ 画像の特徴の理解
- ・ 画像判読の要素
- ・ 各種の画像上の地物の特徴 (LANDSAT2000、SPOT2005、RapidEye2010、LANDSAT2014、航空写真の比較)
- ・ ボリカムサイ・カムカット郡、ルアンパバン・パクセン郡の衛星画像の例
- ・ 異なるバンドのカラー合成画像の比較
- ・ サバナケート生産林の画像の比較解析 (既存の林相図、LANDSAT2000、SPOT2005、RapidEye2010、LANDSAT2014、航空写真の比較)

(8) Sampling, Errors and Accuracy Analysis

- ・リモートセンシングで解析された成果の精度検証の一般的な方法
- ・サンプリング理論
- ・ヒストグラム
- ・主題図の誤差の要因
- ・サンプリングの方法と特徴
- ・Wall-to-wall とサンプリング
- ・正規分布
- ・正規分布の性質
- ・カイ二乗分布とカイ二乗テスト
- ・サンプルサイズの決定方法
- ・数学において用いられる記号
- ・サンプル数の具体的な求め方
- ・誤差マトリックス
- ・カッパ解析

(9) SRTM の DEM の利用

- ・ SRTM
- ・ ArcScene を利用したグラウンドツルースの 3D 表示画像の作成



講義の様子

③ トレーニングの結果の評価とまとめ

トレーニングの結果の評価は、研修生への評価アンケート（図 3-28）により実施した。その結果は表 3-8 に示すとおりである。

Questionnaire for the Training (Theory of Remote Sensing)

Instructor: Mitsuru NASU, Ph.D.

Trainee's Name: _____

You have completed your training session. Please answer the following questions relevant to this training. (Please circle the appropriate number below and comment).

Q1. The objective of the training "Theory of Remote Sensing" is to provide you broad knowledge of theoretical bases of forest remote sensing technology.

Did you achieve the objective?

Unachieved					fully achieved
1	2	3	4		5

Q2. What is your overall evaluation for the contents of the training?

Poor	Rather poor	Good	Fair	Very good
1	2	3	4	5

Q3. How do you think of the material (text) of the training ?

Poor	Rather poor	Good	Well prepared	Very well prepared
1	2	3	4	5

Q4. How well could you understand the contents of the lecture? Evaluate yourself and choose level of understanding for each topic.

1. Basics of Radiation Physics of Forest Remote Sensing:

1-Very difficult 2-Difficult 3-Understood 4-Well understood 5-Very well understood

2. Radiation Properties of Vegetation, Soil, and Water:

1-Very difficult 2-Difficult 3-Understood 4-Well understood 5-Very well understood

3. Earth Observation Systems:

1-Very difficult 2-Difficult 3-Understood 4-Well understood 5-Very well understood

4. Processing of Optical Remote Sensing Data:

1-Very difficult 2-Difficult 3-Understood 4-Well understood 5-Very well understood

5. Use of Multi-spectral Information for Sensing Vegetation Properties and for Image Classification:

1-Very difficult 2-Difficult 3-Understood 4-Well understood 5-Very well understood

6. Theory of Image Interpretation and comparison of various remote sensing images:

1-Very difficult 2-Difficult 3-Understood 4-Well understood 5-Very well understood

7. Sampling, Errors, and Accuracy Analysis:

1-Very difficult 2-Difficult 3-Understood 4-Well understood 5-Very well understood

Q5. How do you think of the duration of the training?

Too short	Short	Too long	Long	Good
1	2	3	4	5

Any comment and/or advices on the training "Theory of Remote Sensing". (In any languages)

.....

図 3-28: 評価アンケート

表 3-8: トレーニングの内容の評価 (数字は回答者数と比率、研修生の数=17)

設問	評価点E	D	C	B	A
1. 研修目的の達成度	不達成	やや達成	概ね達成	達成	十分達成
	0	0	4 (23%)	9(53%)	4(24%)
2. 研修内容の評価	Poor	Rather poor	Good	Fair	Very good
	0	0	7(41%)	7(41%)	3(18%)
3. テキストの評価	Poor	Rather poor	Good	Fair	Very good
	0	0	7(41%)	9(53%)	1(6%)
4. 研修テーマ別理解度 (達成度) (テーマ (T1~T7) については図 3-28 の アンケート調査票を参 照)	Very difficult	Difficult	Understood	Well understood	Very well understood
	T1: 0	0	2(12%)	15(88%)	0
	T2: 0	0	6(35%)	10(59%)	1(6%)
	T3: 0	0	7(41%)	7(41%)	3(18%)
	T4: 0	0	1(6%)	14(82%)	2(12%)
	T5: 0	0	5(29%)	11(65%)	1(6%)
	T6: 0	1(6%)	5(29%)	11(65%)	0
	T7: 0	1(6%)	6(35%)	8(47%)	2(12%)
5. 研修の長さ	Too short	Short	Too long	Long	Good
	0	4(24%)	0	0	13(76%)

上記の表に示す研修の評価結果からは、次のことが言える。

1. 研修目的の達成度: 達成以上の回答が 77%であり、研修の目的は達成されたといえる。
2. 研修内容の評価: Good と Very good が半々であり、概ね良しといえる。
3. テキストの評価: Good と Fair が半々であり、概ね良しといえる。
4. 研修テーマ別理解度(達成度): 講義のテーマ別の理解度を評価した結果、テーマ1~テーマ5の比較的基礎的なテーマについては Understood~Very well Understood の回答が多かったが、テーマ6の画像判読やテーマ7の誤差や精度解析については Difficult という回答がそれぞれ一人と、幾分難しかったという傾向が見られる。
5. 研修期間については、Good という回答が 76%と、適当な長さであったと考えられる。
6. 自由記述のコメント・意見

17名中12名が何らかのコメントや意見の記述を行った。コメントのいくつかは以下のようなものである。

- ・ トレーニングは衛星画像をどのように取扱い利用すればよいか、また判読カードをどのように作成す

るかを理解するのに役立つ有用なものであった。

- ・ リモートセンシングの理論とともに実習を伴うものであればもっと良かった。
- ・ 次回のトレーニングがあるのであれば、もっと時間を当ててほしい。
- ・ リモートセンシングをよく理解している通訳があればもっと良い。

以上のように、全体として研修の内容については良い評価結果が得られ、本研修が研修生にとっては有意義なものであったと考えられる。

しかしながら、本評価には自己評価の結果が多くあり、講義の内容は相当に高度なものであったことを勘案すると、より掘り下げた内容の研修を、実習を伴わせながら繰り返し行うことが理論と実際を実用的なレベルにまで引き上げるためには必要である。

なお、本研修では、上席カウンターパートに英語～ラオス語の通訳を依頼したが、通訳をどのように行うのが良いか検討も必要である。また、講義資料は添付資料8のとおり英語で作成した。講義には間に合わなかったが、理解向上のため講義終了後ラオス語に翻訳し、C/Pに渡している。



図 3-29 : 修了証授与の様子

3.2.6 リモートセンシング基礎理論講義備2

第1回目はリモートセンシング基礎理論講義、第2回目は層化解析に関する理論的な講義を予定していたが、結果的に層化解析に関する講義内容はOJTをとおしてほぼ網羅されており、反対に最も重要なリモートセンシング基礎理論について第1回目の講座をとおして理解が深まったものの、この理論を実際のオペレーションに結び付けて実践するための実習時間を十分に確保できなかったことから、現地も含めたより実践的な実習を重視したリモートセンシング基礎理論講義2を第2回目に行うこととした。

本講義では、GIS・RS セクションの職員を対象に、2014年7月に実施した「Theory of Remote Sensing」と題する研修及びOJTの続きとして、「Theory of Remote Sensing-Part 2」を行うとともに、ビエンチャン近郊のPhou Khao Khouay 国立公園で現地調査の研修を実施した。

① 実施期間

業務の実施期間は次のとおりである。

- 3月3日(火) 打ち合わせ・準備
- 4日(水) OJT(午前) 講義(午後)
- 5日(木) OJT(午前) 講義(午後)
- 6日(金) OJT(午前) 講義(午後)
- 7日(土) 現地実習
- 8日(日) 講義資料作成
- 9日(月) 講義資料作成
- 10日(火) OJT(午前) 講義(午後)
- 11日(水) OJT(午前) 講義(午後)
- 12日(木) OJT(午前) 講義(午後)
- 13日(金) 研修取りまとめの会議

② リモートセンシング基礎理論講義の概要

本研修は前回の研修内容のレビュー・アップデートするとともに、特に重要と考えられる土地利用・土地被覆に関する分光特性と植生指標について、ラオスの実データ（ポリカムサイ、ビエンチャン、サバナケート県の RapidEye、LANDSAT8、一部既存の航空写真や林相図等）を使用し、実際にどのようにして分光特性や植生指標を解析すれば良いか、その原理と手法をできる限り具体的な設問を入れながら研修した。設問に対する研修生の反応は非常にポジティブであり、興味ある意見交換ができた。

Theory of Remote Sensing-2 の講義の主要テーマは以下のとおりである。

(1) 序論

- ・リモートセンシングによる調査の原理
- ・リモートセンシング画像によるランドカバー解析において考慮すべき要素（地形、地質・土壌、土地利用、植生、気候・季節・降雨量等）

(2) Basics of Radiation Physics for Forest Remote Sensing

- ・リモートセンシング調査において情報収集に利用される電磁波の性質、電磁波の種類と波長による呼称
- ・太陽からの電磁波の大气等との相互作用による減衰の影響

(3) 地球観測システム（アップデート）

- ・最近の地球観測リモートセンシングシステムの動向
- ・ビデオ画像の登場
- ・マイクロサテライトの動向
- ・空間分解能・分光計測分解能・時間分解能
- ・実際の衛星画像の取得結果と雲被覆の例

- ・マルチテンポラル衛星画像と土地被覆・植生等の変化（日本の例）
- ・センサ設計における空間分解能・分光計測分解能・時間分解能のトレードオフ
- ・センサの波長帯別の観測特性（ランドサット8号の光学センサを例として）

(4)調査地域の地形学的な解析方法

- ・ Topography の判読解析
- ・ 画像のトーンと地形判読
- ・ 水系パターン
- ・ ガリー侵食の形態判読
- ・ Boundary 形態の判読
- ・ 水系パターンの判読と地域の特徴の把握（ボリカムサイ県の画像を使った実習）

(5)Radiation Properties of Vegetation, Soil, and Water

- ・ 森林等の地表面における電磁波の相互作用（反射、吸収、透過）
- ・ 表面の反射の性質（完全反射、ランバート反射、偏向反射）
- ・ 植物の葉の細胞における光の反射・吸収・透過の状況
- ・ 地物の種類による電磁波の反射率の特性
- ・ 各種の植生による分光特性
- ・ 樹冠（葉）の厚さによる電磁波の反射、吸収、透過の特性
- ・ 植生と土壌の相対的な電磁波反射特性
- ・ 土壌の含水率や有機物の量による赤・近赤外面像の性質
- ・ 各種の地表物体のアルベド（全反射率）

(6)実際の森林と土地利用・土地被覆の分光特性解析

- ・ サバナケート県シエバンハン生産林のデータを使用した各種被覆の分光特性解析
- ・ 地形・土地利用図、林相図、オルソ画像（1/5000 航空写真画像）、現地調査データ
- ・ 分光特性の解析方法
- ・ Multi-temporal LANDSAT8 画像の準備（7シーン）
- ・ 各種データの重ねあわせのための ArcGIS を使ったジオリファレンス
- ・ Mixed Deciduous Forest、Dry Dipterpcarp Forest、Fallow Land、Rice Paddy、Savannah、Water の分光特性グラフの作成と変化比較
- ・ LANDSAT8 画像の各バンドの組み合わせによるカラー合成画像の作成と特徴の解析

(7)Phou Khao Khouay National Park における現地調査と結果の解析

- ・ 現地調査（3月7日（土）に実施、10名参加）
- ・ 4箇所の調査地点においてプロット調査を実施（Dry Dipterpcarp Forest、Bamboo、古代のメコン川氾濫域における地形と土壌、その特徴、Rubber Plantation への土地利用形態の変化の状態を現地と衛星画像で確認）
- ・ 現地調査の結果を取りまとめ、RapidEye 画像や LANDSAT8 画像上における特徴を解析

- ・各調査地点の分光特性グラフの作成と解析
- ・RapidEye4 バンド（レッドエッジ）の特徴と調査地域における森林調査における効果の検討
- ・水系図の作成と地形の特徴の推定
- ・研修員による現地調査と画像解析の結果（成果）の取りまとめ

(8)植生指標（NDVI）と関連事項の解析

- ・植生指標（NDVI 等）と各種の土地被覆の種類や状況による植生指標の関係を理解
- ・基本となる LAI（リーフエアインデックス）とは
- ・森林学で用いられる LAI とリモートセンシングにおける NDVI の関係
- ・NDVI の生態学的な基礎
- ・LAI、NDVI、SVI の関係
- ・葉の乾燥度合いと分光特性（実験例）
- ・LAI と LANDSAT ETM+ のバンドの北欧針葉樹林における分光特性の性質の研究事例
- ・サバナケートの生産林における多時期衛星画像を使った NDVI の変化の解析
- ・植生指標のグラウンドツルースとは（バイオマス量、樹冠密度、樹高、LAI 等）
- ・サンプリング調査の必要性
- ・サバナケート生産林における森林プロット調査の例と結果
- ・森林プロット調査結果からの地上バイオマス量、カーボン量の推定方法
- ・アロメトリ式の例（ラオスにおける Dr.Kiyono モデル、IPCC の熱帯林の一般式）
- ・地上バイオマスと NDVI 等の植生指標の関係の解析方法
- ・航空写真から求めた樹冠密度（%）と NDVI の関係の解析
- ・航空写真、NDVI（Landsat 8 画像による）、RapidEye 画像、LANDSAT8 画像の比較
- ・NDVI と樹冠密度との関係の解析結果

(9)研修のまとめ

- ・今回の研修の狙いと成果のとりまとめ
- ・今後の継続的な自発的学習の必要性、特にインターネットを使った各専門分野の研究成果の収集の可能性と知識の高度化の必要性

(10)研修終了会議の開催と修了証の授与

研修生 9 名に対して研修修了証を授与した。また、3 月 13 日（金）に研修生及び関係者の参加のもとに研修終了の会議を開催した。

研修の風景及び修了証授与の写真を図 3-30 に示す。

2 2 3 4 5

Q3. How do you think of the material (text) for the training ?

Poor Rather poor Good Well prepared Very well prepared
1 2 3 4 5

Q4. How well could you understand the contents of the lecture and the field survey ?

Evaluate yourself and choose level of understanding for each topic.

1. Process and Elements of Remote Sensing Survey (Chapter 1):

1-Very difficult 2-Difficult 3-Understood 4-Well understood 5-Very well understood

2. Characteristics of the Light (Sun light) for Forest Remote Sensing (Chapter 2)

1-Very difficult 2-Difficult 3-Understood 4-Well understood 5-Very well understood

3. Earth Observation Systems-Up-dated information and concept of multi-spectral, multi-resolution, multi-temporal remote sensing (Chapter 3):

1-Very difficult 2-Difficult 3-Understood 4-Well understood 5-Very well understood

4. Terrain and Landform Interpretation (Chapter 4)

1-Very difficult 2-Difficult 3-Understood 4-Well understood 5-Very well understood

5. Field Survey at the Phou Khao Khouay National Park and Analysis of the Results (Additional material)

1-Very difficult 2-Difficult 3-Understood 4-Well understood 5-Very well understood

6. Radiation Properties of Vegetation, Soil, and Water (Chapter 5):

1-Very difficult 2-Difficult 3-Understood 4-Well understood 5-Very well understood

7. Understanding Actual Spectral Characteristics of Forest and Land-cover Features in Lao PDR (Chapter 6)

1-Very difficult 2-Difficult 3-Understood 4-Well understood 5-Very well understood

8. Analyses of Multi-temporal Remote Sensing Imageries (at Savannakhet province) (Additional material):

1-Very difficult 2-Difficult 3-Understood 4-Well understood 5-Very well understood

9. Understanding Vegetation Indices of Forest and Various Land-Cover Features (Chapter 7):

1-Very difficult 2-Difficult 3-Understood 4-Well understood 5-Very well understood

Q5. How do you think of the duration of the training?

Too short Short Too long Long Good
1 2 3 4 5

Any comment and/or advices on the training "Theory of Remote Sensing-Part 2". (In any languages)

.....

図 3-31:評価アンケート

表 3-9: トレーニングの内容の評価 (数字は回答者数と比率、研修生の数=9)

設 問	評価点E	D	C	B	A
1. 研修目的の達成度	不達成	やや未達成	概ね達成	達成	十分達成
	0	1(11%)	5 (56%)	2(22%)	1(11%)
2. 研修内容の評価	Poor	Rather poor	Good	Fair	Very good
	0	0	6(67%)	2(22%)	1(11%)
3. テキストの評価	Poor	Rather poor	Good	Fair	Very good
	0	0	4(44%)	3(33%)	2(22%)
4. 研修テーマ別理解度 (達成度) (テーマ (T1～T7) については図 3-31 のアンケート調査票を参照)	Very difficult	Difficult	Understood	Well understood	Very well understood
	T1: 0	0	5(56%)	3(33%)	1(11%)
	T2: 0	2(22%)	4(44%)	2(22%)	1(11%)
	T3: 0	1(11%)	4(44%)	3(33%)	1(11%)
	T4: 0	0	7(78%)	1(11%)	1(11%)
	T5: 0	1(11%)	3(33%)	3(33%)	2(22%)
	T6: 0	1(11%)	4(44%)	3(33%)	1(11%)
	T7: 0	0	6(67%)	1(11%)	2(22%)
	T8: 0	0	4(44%)	4(44%)	1(11%)
	T9: 0	1(11%)	4(44%)	3(33%)	1(11%)
5. 研修の長さ	Too short	Short	Too long	Long	Good
	0	7(78%)	0	0	2(22%)

上記表に示す研修の評価結果からは、次のことが言える。

1. 研修目的の達成度: 概ね達成上の解答が 89% であり研修の目的は概ね達成されたといえるが、上位の達成以上の回答が 33% であり、幾分低いといえる。
2. 研修内容の評価: Good 以上が 100% であり、概ね良いといえる。
3. テキストの評価: Good 以上が 100% であり、概ね良いといえる。
4. 研修テーマ別理解度(達成度): 講義のテーマ別の理解度を評価した結果、全体として Understood～Very well Understood の回答が多かった。しかし、テーマ 1 のリモートセンシング調査の要素、テーマ 2 の光の性質、テーマ 5 の放射特性等、基礎的なテーマについては Difficult とあり、幾分難しかったという傾向が見られる。
5. 研修の期間:

研修期間については、Short という回答が 78% と多かったが、他の業務が多忙な時期であり、

十分な講義時間を確保するのが難しかったためと推察する。また、このような事情により平日の研修時間が短縮された分を、週末の現地調査で補うこととなった。

6. 自由記述のコメント・意見

9名中5名が何らかのコメントや意見の記述を行った。コメントのいくつかは以下のようなものである。

- ・ トレーニングにより衛星画像の色をどのように解釈すればよいかについて以前より知識が向上した。
- ・ 講義や国立公園における現地調査は非常に良かった。バイオマスの計測についても研修して欲しい。
- ・ フィールドプロット調査のデータから、その後どのようにしてデータを得るかトレーニングして欲しい。
- ・ もっと時間を当ててほしい。

研修の内容については妥当な評価結果が得られ、本研修が研修生にとっては有意義なものであったと考えられる。また、研修生に対しては、特に継続的な自己研鑽の必要性についてアドバイスした。

今後は、実務における経験を積み重ねながら、初級技術者については同様の基礎的研修を継続するとともに、中・上級技術者に対しては、関連する知見を学術論文等から収集し理論に裏付けされた技術に関する自己能力を向上していく基礎的訓練が重要である。

3.2.7 森林定義及び国レベル分類システムの検討、準国レベル分類システムとの整合

REDD+に適用させるため、UNFCCC 報告に用いるべき森林定義及び国レベル分類システムについて、2011 年以来林野局及び各ドナー間で議論を行ってきた。本プロジェクトでは、REDD+に用いることを想定した国レベル森林分布図及び森林炭素図を作成することから、森林定義及び国レベル分類システムについて関係者間で合意を得ておくことが望ましい。また、これまで森林定義及び国レベル分類システムの議論を主導してきた立場から、業務仕様書の範囲を超えた活動と認識するものの、一連の議論を一定の結論に導く責任があるものと考え、複数回にわたる技術ワークショップの開催及び個別協議を行い、議事録という形で関係者間の合意を得ることができた。

① 技術ワークショップ(CliPAD 共同開催)

2014 年 6 月 10 日に CliPAD と技術ワークショップを共同開催した。本ワークショップでは、国・準国レベルの森林定義及び分類システムの整合、国・準国レベルの炭素層化及び炭素量推定、国・準国レベルのデータベース開発について協議した。本ワークショップには、各省局やドナーから 47 名が参加し、本テーマへの関心の高さが伺えた。本ワークショップで合意された事項は、精度検証結果を基に再整理した NFIS で作成する森林分布図に用いる分類項目案 (Bamboo 以外)、森林定義の要素の 1 つである「樹高 5m 以上」を「胸高直径 10cm 以上」に仮置き換えることであった。



技術ワークショップ（左：Thongphath 局長、中：全体の様子、右：北村総括）

② フォローアップ技術ワークショップ

次に、2014年6月24日にフォローアップ技術ワークショップを開催した。本ワークショップでは、国・準国レベルの森林定義及び分類システムの整合について協議した。より具体的かつ詳細な議論をするため、テーマを国・準国レベルの森林定義・分類システムに絞り、参加者も各省局やドナーから17名と絞って開催した。本ワークショップでは、前回の協議で保留された分類項目の **Bamboo** について合意されたものの、国・準国レベルの分類システムの整合については、今後の課題として合意は見送られた。また、UNFCCC 下における焼畑地の森林定義についても次回以降改めて協議することとした。



フォローアップ技術ワークショップ（左：北村総括、中：全体の様子、右：プレゼン・協議の様子）

③ 分類に関する技術ワークショップ

さらに、2014年10月21日に分類に関する技術ワークショップを開催した。本ワークショップでは、引き続き国・準国レベルの森林定義及び分類システムの整合、UNFCCC 下における焼畑地の森林定義について協議した。本ワークショップには、各省局やドナーから約30名が参加した。本ワークショップでは、国・準国レベルの分類項目の整合については合意を得たが、国レベルの分類システム及びUNFCCC 下における焼畑地の森林定義については、**Khamphay** 林野局次長を含めた個別協議で協議することとなった。なお、合意された国・準国レベルの分類項目の整合は、表 3-10 のとおりである。



分類に関する技術ワークショップ（左：他ドナーの質問、中：全体の様子、右：梶原専門家）

表 3-10 : 国・準国レベル分類項目の整合表

National Level 2010 Forest Type Map (NFIS)			Sub-National Level 2012 Forest Type Map in Houaphan Province (CIIPAD)		
Class Groups	Class Items		Aggregated Class Name	Detailed (Level 2) Classification	Overall Class Name
Current Forest	Evergreen Forest	EF	Evergreen Forest	Evergreen Forest, Medium Density Evergreen Forest, High Density	Natural Forest
	Mixed Deciduous Forest	MD	Deciduous Forest	Deciduous Forest, Medium Density Deciduous Forest, High Density	
	Dry Dipterocarp Forest	DD	-	-	
	Coniferous Forest	CF	Coniferous Forest	Coniferous Forest, Medium Density	
	Mixed Coniferous/Broadleaved Forest	MCB	-	-	
	Forest Plantation	P	Plantation	Plantation (2010 Cleared, 2012 Planted)	Plantation Forest
Potential Forest	Fallow Land	FL	Swidden Agriculture	Swidden Agriculture (2010 Forest/Shrub, 2012 Planted)	Lowland and Upland Agriculture
			Upland Agriculture	Upland Agriculture (2010 Cleared, 2012 Planted) Upland Agriculture (2010 Planted, 2012 Planted)	
			Bamboo / Shrub	Bamboo or Shrub (Old Fallow)	Non-Forest Vegetation
			Scrub	Scrub (Young Fallow)	
	Slash and Burn Land	SB	Swidden Agriculture	Swidden Agriculture (2010 Forest/Shrub, 2012 Cleared)	Lowland and Upland Agriculture
			Upland Agriculture	Upland Agriculture (2010 Cleared, 2012 Cleared) Upland Agriculture (2010 Planted, 2012 Cleared)	
Other Wooded Area	Savannah/Open Woodland	SA	-		
	Scrub, Heath	SR	Scrub	Scrub (Young Fallow)	Non-Forest Vegetation
Permanent Agriculture Area	Rice Paddy	RP	Lowland Agriculture	Lowland Agriculture (2010 Cleared, 2012 Cleared) Lowland Agriculture (2010 Planted, 2012 Cleared)	Lowland and Upland Agriculture
	Other Agriculture Area	OA		Lowland Agriculture (2010 Planted, 2012 Planted)	
	Agriculture Plantation	AP	-	-	
Other Non-Forest Area	Grassland	G	Permanent Grassland	Permanent Grassland	Non-Forest Vegetation
	Swamp	SW	-	-	
	Rock	R	-	-	
	Barren Land	BL	Bare Land	Bare Land (2010 Cleared, 2012 Cleared)	Non-Forest Non-Vegetation
				Bare Land, Earth Road	
				Bare Land, Logging Yard	
Bare Land, Paved Road					
Bare Land, Sand Bar					
Urban Area	U	Settlement	Settlement, Town Settlement, Village		
Water	Water	W	Water	Water	
Other Land	Other Land	O	-	-	
Other	Cloud	CL	Cloud Affected	Cloud or Cloud Shadow	
	Shadow	SH			

④ 国レベル森林定義及び分類システムに関する協議

最後に、国レベル分類システム及びUNFCCC 下における焼畑地の森林定義について、2014年10月24日に林野局のKhamphay 次長、Somchay 次長、Linthong 森林調査計画課課長と個別協議を行い、議事録という形で合意を得た。合意された議事録は、添付資料2-2のとおりである。このうち、合意された国レベル分類システムを表 3-11、森林定義を表 3-12に示す。

国レベル分類システムについては、Level 1 及び2の分類項目は全てのレベルで適用されるべきものとし、Level 3の分類項目は準国・プロジェクトレベルにおいて柔軟に用いることができるものとして整理した。また、UNFCCC 下の焼畑地の森林定義については、これまで Slash and Burn Land としていた焼き払い後の耕作地を Upland Crop と改名し、IPCC 土地利用区分における農地として扱い、これまで Fallow Land としていた耕作後の放棄地を Regenerating Vegetation と改名し、IPCC 土地利用区分における森林地として扱うことで合意した。さらに、Bamboo については、2014年10月21日開催の分類に関する技術ワークショップで一旦 Fallow Land に含めることで合意したものの、研究対象として重要であるなどして改めて区分するよう要請があり、引き続き分けることとした。

整理すると、土地被覆としての森林は Level 1 の Current Forest であり、土地利用としての森林地は IPCC Definition の Forest Land である。そして、REDD+は森林地を対象とし、森林地から他の IPCC Definition への変化が森林減少、森林地内の変化が森林劣化となる。

なお、議事録にあるとおり、今後は林野局が他省局の関係者と本合意内容について協議し、正式な定義とするべく働きかけていくことになっており、本プロジェクトも必要に応じて引き続き支援していく予定である。

表 3-11 : 国レベル分類システム

Land/Forest Classification at National Level for Lao PDR

Land/Forest Classification at National Level for Lao PDR is shown below in comparison with IPCC land use categories.

'Level 1' have to be used for any level of map.

'Level 2' should be used for any level of map.

'Level 3' can be used for Sub-National/Project Level.

IPCC Definition	National Level Classification System for Lao PDR				
	Level 1	Level 2		Level 3	
Forest Land	Current Forest	Evergreen Forest	EF	High Density Evergreen Forest	HEF
				Low Density Evergreen Forest	LEF
		Mixed Deciduous Forest	MD	High Density Mixed Deciduous Forest	HMD
				Low Density Mixed Deciduous Forest	LMD
		Dry Dipterocarp Forest	DD	High Density Dry Dipterocarp	HDD
				Low Density Dry Dipterocarp	LDD
		Coniferous Forest	CF		
		Mixed Coniferous and Broadleaved Forest	MCB		
		Forest Plantation	P	Evergreen Forest Plantation	EP
				Deciduous Forest Plantation	DP
Regenerating Vegetation	B	Bamboo	B		
		Regenerating Vegetation	RV		
Grassland	Other Vegetated Areas	Savannah	SA		
		Scrub	SC		
		Grassland	G		
Wetlands		Swamp	SW		
Cropland	Cropland	Upland Crop	UC		
		Rice Paddy	RP		
		Other Agriculture	OA		
		Agriculture Plantation	AP		
Settlements	Non Vegetated Areas	Urban	U		
Other Land	Other Land	Barren Land and Rock	BR		
		Other Land	O		
Wetlands	Water	Water	W		
				Evergreen Forest	
				Deciduous Forest	
				Bamboo	B
				Fallow Land	FL
				Degraded Forest	DF

表 3-12 : 改定された森林定義における各最小閾値

Minimum Threshold of Forest Definition		
DBH	Crown Density	Area
10cm	20%	0.5ha

3.2.8 森林分布図（2000年、2005年、2010年）の修正

新たに2000年、2005年の森林分布図作成方法を提案し、C/Pと協議・合意した。合意された2000年、2005年の森林分布図作成ワークフローを図3-32に示す。この手法は、基本的に各2時点間の変化（まず2010年RapidEyeから2005年SPOTの変化、その後2005年SPOTから2000年LANDSATの変化）を読み解き、変化箇所のみ目視判読で区分するものである。区分の単位であるポリゴンは、基本的に2010年森林分布図のものを用いるが、2時点間で区分の境界線が変わることは起こりえるため、その際は新たにマニュアルで境界線を追加することとした。ただし、焼畑発生地（UC）は各時点間でほぼ確実に新たな境界線を発生させるため、全てをマニュアルで追加することは効率が悪い。そのため、UCに限って2000年、2005年で独自にポリゴンを作成・抽出し、2010年森林分布図にオーバーレイさせてから作成作業に入ることにした。また、時点間で現実的に起こりえない変化に対する調整を行った。

3.2.2で合意された2010年森林分布図修正方法及び上述の2000年、2005年の森林分布図作成方法に従い、2000年、2005年、2010年森林分布図を作成した。表3-13に作業の体制を示す。また、作成した各森林分布図を図3-33～図3-35、各森林分布図における各森林タイプの被覆面積を表3-14に示す。ラオス国の森林定義を満たすCurrent Forestの面積は、2000年13,915,062ha（60.4%）、2005年13,797,575ha（59.8%）、2010年13,430,740ha（58.3%）と微減している。Upland Cropを除く焼畑跡地が多くを占めるRegenerating Vegetationの面積も、2000年6,231,011ha（27.0%）、2005年6,079,325ha（26.4%）、2010年5,523,443ha（24.0%）と微減している。一方、Upland Cropを含むCroplandの面積は、2000年1,811,945ha（7.9%）、2005年2,076,163ha（9.0%）、2010年2,538,589ha（11.0%）と増加している。これは、2000年から2010年にかけて、森林の農地転換が進んだ可能性を示している。ただし、2005年から2010年にかけてのUpland Cropの増加については、新規に発生したその他の農地もしくはPlantationとUCの区分が一時期の画像からでは難しく、発生後の経過を確認できる2000年及び2005年は区分が可能であるが、2010年は発生後の経過を確認することができないため、確実に判読ができない場合はUpland Cropと区分したことにも起因している。今後2010年以降の画像を確認することで、改善可能と考えているが、今後の対処方法については次回（2015年）データを作成する時に検討が必要である。なお、2010年におけるCloudとShadowが2.4%あり、今後2010年以降の画像を参照することで改善する必要があるが、その結果上述の面積の増減が発生する可能性がある。

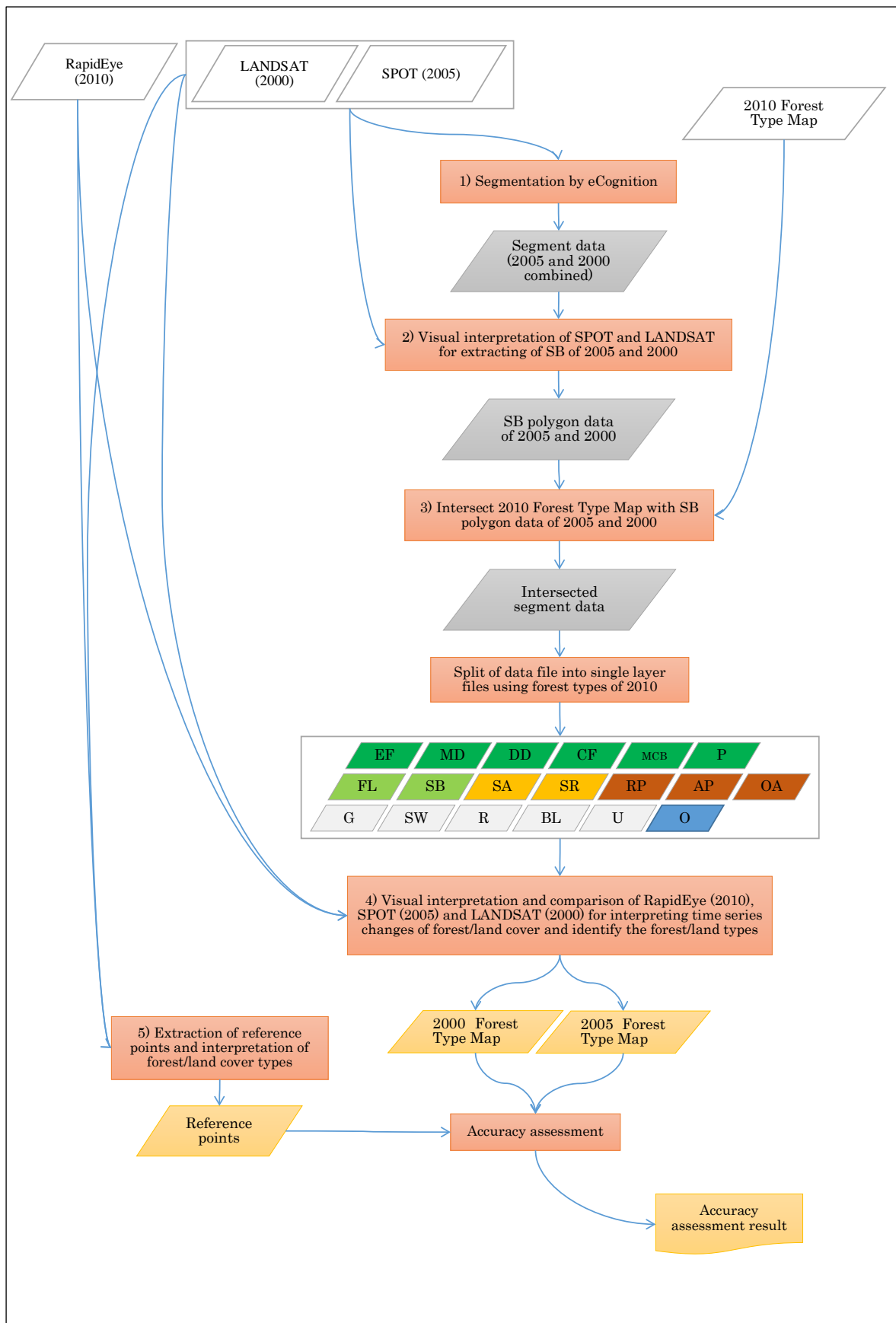


図 3-32 : 2000 年、2005 年森林分布図作成ワークフロー

表 3-13 : 修正作業の体制

Correction Team	Survey Team	Leader	Sub Leader	Staff	Senior Engineer
A	5&6	Onkeo	Amphayvanh	Piya	Bounthanome
B	2&4	Khamkhong	Khamsouk	Keovilay	Chansamouth
C	1&3	Kongsy	Phouthone	Somxay	Sombath

Correction Team	Survey Team	Provinces for each teams			
A	5	Khammuane	Savannakhet	Saravane	
	6	Champasak	Sekong	Attapeu	
B	2	Xayaboury	Luangnamtha	Bokeo	
	4	Vientiane C	Vientiane	Bolikhamxay	Xaisomboune
C	1	Phongsaly	Oudomxay		
	3	Luangprabang	Xiengkouang	Houaphanh	

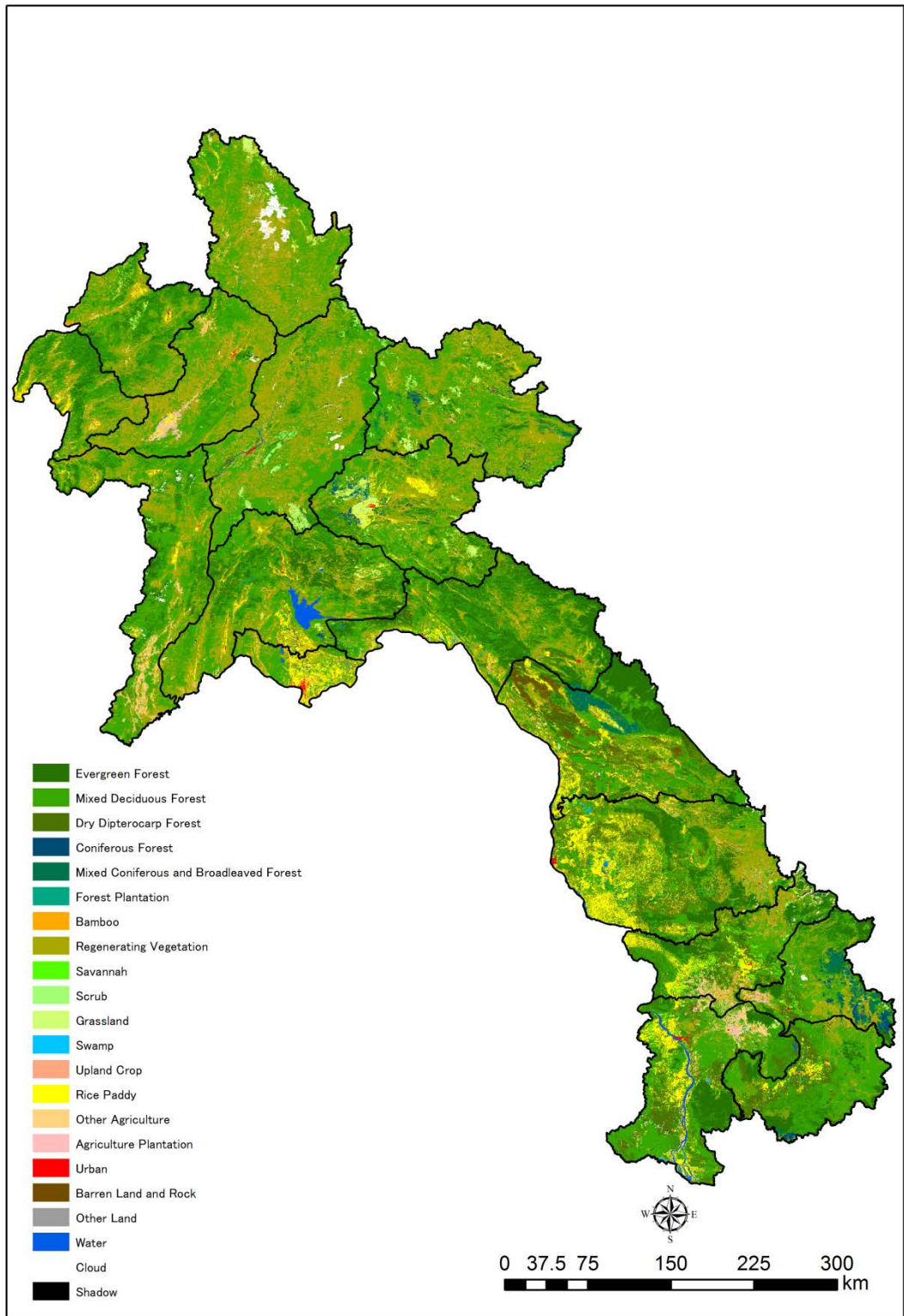


图 3-33 : 2000 年森林分布图

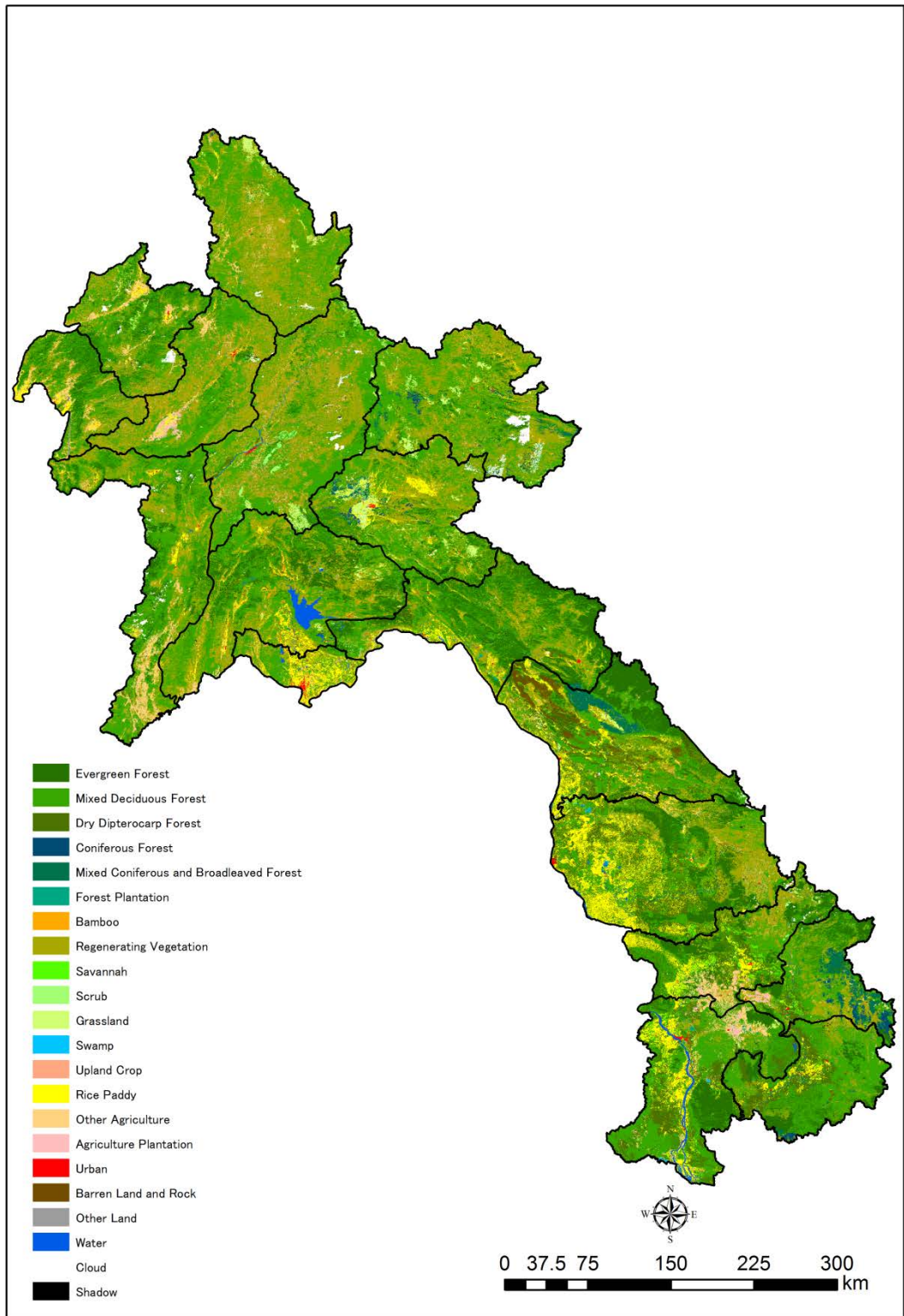


图 3-34 : 2005 年森林分布图

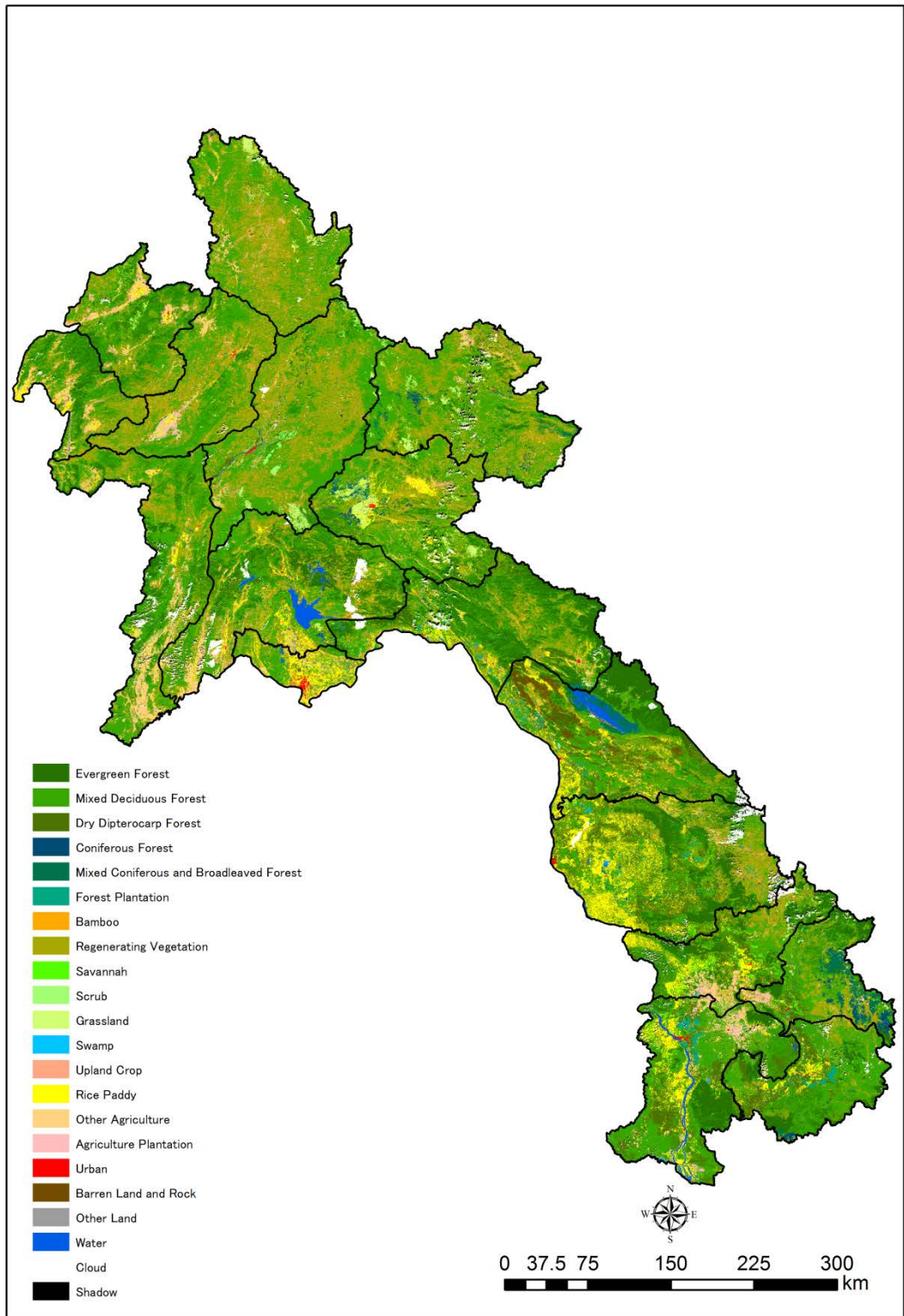


图 3-35 : 2010 年森林分布图

表 3-14 : 2000 年、2005 年、2010 年森林分布図の区分別面積

National Level Classification System for Lao PDR			2010		2005		2000	
Level 1	Level 2		ha	%	ha	%	ha	%
Current Forest	Evergreen Forest	EF	2,984,601		3,055,050		3,047,762	
	Mixed Deciduous Forest	MD	8,827,908		9,097,006		9,215,611	
	Dry Dipterocarp Forest	DD	1,205,454		1,293,013		1,301,558	
	Coniferous Forest	CF	86,270		86,646		87,997	
	Mixed Coniferous and Broadleaved Forest	MCB	218,932		244,121		244,439	
	Forest Plantation	P	107,575	58.3%	21,738	59.8%	17,695	60.4%
Regenerating Vegetation	Bamboo	B	87,517		68,491		63,343	
	Regenerating Vegetation	RV	5,435,926	24.0%	6,010,834	26.4%	6,167,668	27.0%
Other Vegetated Areas	Savannah	SA	103,998		106,643		107,786	
	Scrub	SR	24,626		27,623		27,489	
	Grassland	G	245,150		272,691		283,065	
	Swamp	SW	10,187	1.7%	9,685	1.8%	11,156	1.9%
Cropland	Upland Crop	UC	441,336		238,892		196,960	
	Rice Paddy	RP	1,187,568		1,178,021		1,152,985	
	Other Agriculture	OA	844,124		609,283		414,027	
	Agriculture Plantation	AP	65,561	11.0%	49,967	9.0%	47,973	7.9%
Non Vegetated	Urban	U	72,224		64,280		63,776	
	Barren Land and Rock	BR	182,691	1.1%	184,365	1.1%	183,322	1.1%
Other Land	Other Land	O	20,310	0.1%	19,181	0.1%	18,994	0.1%
Water	Water	W	342,776	1.5%	277,043	1.2%	276,151	1.2%
Other	Cloud	CL	400,276		129,225		113,249	
	Cloud Shadow	SH	159,216	2.4%	10,427	0.6%	11,220	0.5%
SUM			23,054,225	100%	23,054,225	100%	23,054,225	100%

① 進捗管理

作業の進捗は、チームごとに表 3-15 の進捗管理表と表 3-16 の進捗集計表を作成し、毎日各チームリーダーが更新して週に一度マネージャー及び本邦コンサルに報告することで管理することとした。この方法は FIM の際にも用いたが、FIM の時はなかなか機能しなかったものの、本プロジェクトではほとんど毎週確実に報告がなされたことから、C/P の進捗管理能力が向上していることが確認された。

表 3-15 : 進捗管理表

Information			Correction							
Observed Date	Mosaic ID	Shape file ID	1. [CF/MCB], [CF/MD,FL]							
			Create CF zone		Correct CF/MCB in CF zone		Correct CF/MCB in other area		Check between scenes	
			Date	Person	Date	Person	Date	Person	Date	Person
20101105	20101105t044948_01_or_mo	t044948_01	14/07/2014	Sombath	07/08/2014	Phouthone	07/08/2014	Phouthone	17/09/2014	kongsv
20101108	20101108t043432_03_or_mo	t043432_03	14/07/2014	Sombath	21/07/2014	Somxay	21/07/2014	Somxay	24/09/2014	Yomala
20101108	20101108t043432_04_or_mo	t043432_04	14/07/2014	Sombath	06/08/2014	Phouthone	06/08/2014	Phouthone	30/09/2014	Phouthone
20101108	20101108t043432_05_or_mo	t043432_05	14/07/2014	Sombath	07/08/2014	Phouthone	07/08/2014	Phouthone	14/08/2014	kongsv
20101108	20101108t045545_01_or_mo	t045545_01					07/08/2014	kongsv	14/10/2014	kongsv
20101108	20101108t045545_02_or_mo	t045545_02					07/08/2014	kongsv	10/09/2014	kongsv
20101108	20101108t045545_03_or_mo	t045545_03					08/08/2014	kongsv		
20101109	20101109t043506_03b_or_mo	t043506_03b					08/08/2014	kongsv	18/08/2014	kongsv
20101109	20101109t043506_05a_or_mo	t043506_05a					08/08/2014	kongsv	01/09/2014	kongsv
20101109	20101109t043506_05b_or_mo	t043506_05b					08/08/2014	kongsv	02/09/2014	kongsv
20101113	20101113t043919_02_or_mo	t043919_02					08/08/2014	kongsv	03/09/2014	kongsv

表 3-16 : 進捗集計表

Correction																			
1. [CF/MCB], [CF/MD,FL]						2. [EF/MD]						Check between scenes		4. [MD/FL], [SB,FL/RP] by PALSAR		Check between scenes			
Create CF zone		Correct CF/MCB in CF zone		Correct CF/MCB in other area		Create EF zone		Correct EF in EF zone		Correct MD in other area		done	all	done	all	done	all	done	all
done	all	done	all	done	all	done	all	done	all	done	all	done	all	done	all	done	all	done	all
14	14	14	14	47	47	18	18	18	18	44	47	44	47	25	47	0	47		
100%		100%		100%		100%		100%		94%		94%		53%		0%			

② 品質管理

品質管理を以下のとおり行った。

図 3-36 のとおり、週の初めに全体ミーティング、週の終わりにリーダーミーティングを行うことで、週単位で修正作業の結果や課題を各チームリーダー及びシニア技術者が確認し、早期に軌道修正できるよう配慮した。また、各修正作業後に各シーン間の不整合がないか確認する作業を入れることによって、シーン間の品質のばらつきを最小化するよう心がけた。さらに、C/P 修正作業後に本邦コンサルタントが一貫性などの確認・修正作業をすることで、品質管理を行った。

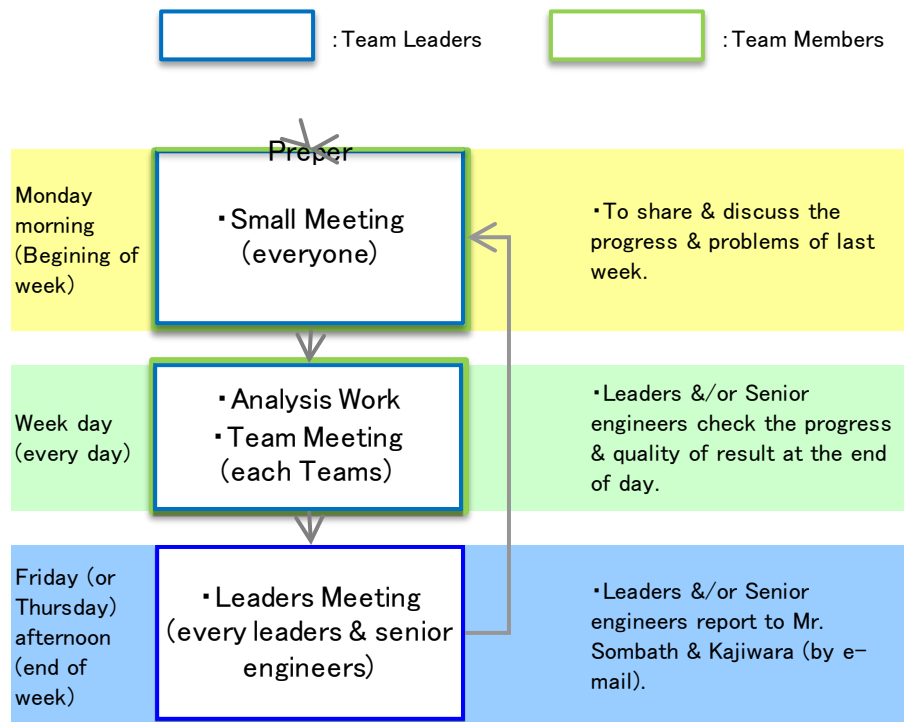


図 3-36 : 週のワークフロー

3.2.9 森林分布図（2000年、2005年、2010年）の第2次精度検証

作成・修正された2000年、2005年、2010年森林分布図に対し、精度検証を実施した。この精度検

証の目的は2つあり、1つ目は森林分布図に設定される森林/非森林及び森林タイプごとの精度目標に到達したか確認すること、2つ目は国際報告で求められるであろう不確実性の計算のためである。これらの目的を満たすため、検証する項目を表 3-17 のとおり整理した。2010年森林分布図は、森林・非森林のみでなく森林タイプの精度目標も設定されているため、森林については全項目、非森林については不確実性の計算に必要な IPCC の土地利用区分について検証することとした。2000年、2005年森林分布図は、森林タイプの精度目標は設定されておらず、森林・非森林の精度目標への到達を確認する必要があるため、森林はひとくくりにして1つの項目について、非森林は2010年森林分布図と同様に IPCC の土地利用区分について検証することとした。なお、2010年森林分布図用参照データは作成済みであったが、非森林をひとくくりにしていたため、IPCC の土地利用区分で再判読した。また、2000年、2005年森林分布図用参照データは、2010年森林分布図用参照データと同じポイントにおいて、表 3-17 の項目に従って各時点間の変化の有無を確認した後に判読することで新たに検証データを作成した。なお、上述の作業を通して一部誤判読が確認されたことから、該当箇所の見直しを行った。

表 3-17：森林分布図の検証項目

LULUCF Categories	Forest Cover Map Classes		Accuracy Assessment 2010		Accuracy Assessment 2005/2000	
Forest Land	Evergreen Forest	EF	Evergreen Forest	EF	Forest Land	F
	Mixed Deciduous Forest	MD	Mixed Deciduous Forest	MD		
	Dry Dipterocarp Forest	DD	Dry Dipterocarp Forest	DD		
	Coniferous Forest	CF	Coniferous Forest	CF		
	Mixed Coniferous/ Broadleaved Forest	MCB	Mixed Coniferous/ Broadleaved Forest	MCB		
	Forest Plantation	P	Forest Plantation	P		
	Bamboo	B	Bamboo	B		
	Fallow land	FL	Fallow land	FL		
Cropland	Slash and Burn Land	SB	Cropland	C	Cropland	C
	Rice Paddy	RP				
	Agriculture Plantation	AP				
	Other Agriculture Area	OA				
Grassland	Savannah/Open Woodland	SA	Grassland	G	Grassland	G
	Scrub, Heath	SR				
	Grassland	G				
Wetlands	Swamp	SW	Wetlands	W	Wetlands	W
	Water	W				
Settlements	Urban Area	U	Settlements	S	Settlements	S
Other Land	Rock	R	Other Land	O	Other Land	O
	Barren Land	BL				
	Other Land	O				
	Cloud Shadow	CL SH				

2010年、2005年、2000年森林分布図の最終精度検証結果を、表 3-18～表 3-25 に示す。表 3-18～表 3-21 は本プロジェクト開始当初の分類システム表 3-22～表 3-25 は3.2.7で報告した本プロジェクトをとおして森林セクター内で最終的に合意した分類システムにおける最終精度検証結果である。特記仕様書で示された精度目標は前者に対して本プロジェクト開始当初に設定されたものであるが、両方について評価することとした。これらの分類システムの違いは、前者が焼畑地における焼畑放棄地 (RV) および竹林 (B) を森林地に含まれていなかったことに対して、後者はRV およびB を森林地に含まれていることである。後者の分類項目で精度検証を行うことによって、UC への森林減少後の変

化経過として多く発生する RV と MD の区分（森林地での別項目への変化なので森林劣化の一形態）の課題を分析した。

特記仕様書で示された精度目標は、2010 年森林分布図における森林タイプの区分精度 70%以上であったが、2010 年森林分布図の森林タイプの総合精度は、72.7%（表 3-18）で目標値を達成した。また、本プロジェクトで独自に設定した 2010 年、2005 年、2000 年森林分布図の森林・非森林の区分精度 80%以上については、2010 年森林分布図の森林・非森林の総合精度が 81.2%（表 3-19）と目標値を達成したのに対して、2005 年、2000 年森林分布図の森林・非森林の総合精度はそれぞれ 78.6%（表 3-20）、78.6%（表 3-21）とわずかに目標値に達しなかった。

本プロジェクトで合意した分類システムに基づく区分精度については、2010 年、2005 年、2000 年森林分布図の森林・非森林の総合精度がそれぞれ 91.2%（表 3-23）、88.4%（表 3-24）、90.3%（表 3-25）と VCS 等の国際基準に照らしても高かったのに対し、2010 年森林分布図の森林タイプの総合精度は 66.9%（表 3-22）と 70%を下回った。これはラオス国土の大部分を占め、動態も激しく区分が簡単でない MD および RV が新たに合意された分類システムでは森林地に含まれるため（森林劣化として扱われるため）、森林タイプの区分精度が低くなったと考えられる。実際に表 3-22 を確認すると、全検証点数の約 6 割を占める MD および RV の利用者精度は、修正前の利用者精度から改善しているものの、60.8%および 62.7%と精度は高くないことが分かる。MD および RV は、3.2.2 で記述しているとおり、一時期の衛星画像上で区分することは簡単でないため、更に精度を改善するためには時系列データの活用を前提として、定義・作業・検証方法の更なる明確化が必要と考える。現在様々な時系列のグローバルデータセットが開発されており、今後はこれらの活用も含め、参照排出レベルの策定の活動の中で、森林劣化への取り組み、不確実性の低減として引き続き取り組むことが望ましい。また、検証点数は少ないものの、利用者精度が 70%を大きく下回っているものに CF (52.2%) と B (21.7%) がある。CF と MCB は同じ植生の組合せが連続的に変化したもので、画像上では明確な区分が難しいことが今回の結果で明らかとなったため、森林管理上の区分としては残すが、炭素量算定の総合不確実性の評価としては同じ項目として扱うことも視野に入れるべきであろう。B については、今回の結果を踏まえて確認したところ、画像上の見え方と分布範囲について作業員間の認識を統一できていないことが主因であろうと推察された。ラオス国内で利用可能となった航空写真なども活用して分布範囲を特定し、衛星画像での見え方を検証した上で項目として残すかを検討すべきであろう。

表 3-18 : 2010 年森林区分図の森林タイプの区分精度 (当初の分類システム) ^{2,3}

2010				Reference data								
				Forest						NF	Total	U.A
				Current Forest								
				EF	MD	DD	CF	MCB	P			
Map	Forest	Current Forest	EF	121	28	2				11	162	74.7%
			MD	40	293	18	3	3	1	124	482	60.8%
			DD		7	48			1	13	69	69.6%
			CF		3		12	3		5	23	52.2%
			MCB	2	6	2	1	29		1	41	70.7%
			P		1				22	6	29	75.9%
	NF			9	82	9	1	1	7	513	622	82.5%
Total			172	420	79	17	36	31	673	1428		
P.A			70.3%	69.8%	60.8%	70.6%	80.6%	71.0%	76.2%			
Overall Accuracy				72.7%								

表 3-19 : 2010 年森林区分図の森林・非森林の区分精度 (当初の分類システム) ^{2,3}

2010		Reference data			
		Forest	Non-Forest	Total	U.A
Map	Forest	646	160	806	80.1%
	Non-Forest	109	513	622	82.5%
	Total	755	673	1428	
	P.A	85.6%	76.2%		
Overall Accuracy		81.2%			

² U.A: User's accuracy (利用者精度)、P.A: Producer's accuracy (作成者精度)

³ Overall Accuracy (総合精度) は、総検証点数のうち Map と Reference data 間で一致した総点数 (青字) の割合

表 3-20 : 2005 年森林区分図の森林・非森林の区分精度（当初の分類システム）^{2,3}

2005		Reference data			
		Forest	Non-Forest	Total	U.A
Map	Forest	636	177	813	78.2%
	Non-Forest	128	487	615	79.2%
	Total	764	664	1428	
	P.A	83.2%	73.3%		
Overall Accuracy		78.6%			

表 3-21 : 2000 年森林区分図の森林・非森林の区分精度（当初の分類システム）^{2,3}

2000		Reference data			
		Forest	Non-Forest	Total	U.A
Map	Forest	639	179	818	78.1%
	Non-Forest	126	484	610	79.3%
	Total	765	663	1428	
	P.A	83.5%	73.0%		
Overall Accuracy		78.6%			

表 3-22 : 2010 年森林区分図の森林タイプの区分精度 (最終の分類システム) ^{2,3}

2010				Reference data										
				Forest Land								NF	Total	U.A
				Current Forest						Potential Forest				
				EF	MD	DD	CF	MCB	P	B	RV			
Map	Forest Land	Current Forest	EF	121	28	2					11		162	74.7%
			MD	40	293	18	3	3	1	4	101	19	482	60.8%
			DD		7	48			1		2	11	69	69.6%
			CF		3		12	3			4	1	23	52.2%
			MCB	2	6	2	1	29				1	41	70.7%
			P		1				22		3	3	29	75.9%
	Potential Forest	B	2	8					5	7	1	23	21.7%	
		RV	6	66	2	1	1	2	7	224	48	357	62.7%	
	NF			1	8	7	0	0	5	1	19	201	242	83.1%
	Total			172	420	79	17	36	31	17	371	285	1428	
P.A			70.3%	69.8%	60.8%	70.6%	80.6%	71.0%	29.4%	60.4%	70.5%			
Overall Accuracy				66.9%										

表 3-23 : 2010 年森林区分図の森林・非森林の区分精度 (最終の分類システム) ^{2,3}

2010		Reference data			
		Forest	Non-Forest	Total	U.A
Map	Forest	1102	84	1186	92.9%
	Non-Forest	41	201	242	83.1%
	Total	1143	285	1428	
	P.A	96.4%	70.5%		
Overall Accuracy		91.2%			

表 3-24 : 2005 年森林区分図の森林・非森林の区分精度（最終の分類システム）^{2,3}

2005		Reference data			
		Forest	Non-Forest	Total	U.A
Map	Forest	1112	124	1236	90.0%
	Non-Forest	42	150	192	78.1%
	Total	1154	274	1428	
	P.A	96.4%	54.7%		
Overall Accuracy		88.4%			

表 3-25 : 2000 年森林区分図の森林・非森林の区分精度（最終の分類システム）^{2,3}

2000		Reference data			
		Forest	Non-Forest	Total	U.A
Map	Forest	1156	101	1257	92.0%
	Non-Forest	38	133	171	77.8%
	Total	1194	234	1428	
	P.A	96.8%	56.8%		
Overall Accuracy		90.3%			

3.2.10 炭素量と相関の高い因子の特定

炭素量と相関の高い因子を検討するため、炭素層化の解析方法を C/P と協議の上決定した。炭素層化に係るワークフローを図 3-37 に示す。

炭素層化を検討するにあたり、国レベルのインベントリーデータが必要だが、既存のものは表 3-26 のとおり、1991～1999 年に実施された 1st NFI と 2010～2011 年に実施された FIM インベントリーがある。1st NFI データは、独自の変換係数を用いてバイオマス量を算出しており、その値は IPCC デフォルト値に比較的近い。一方、FIM インベントリーデータを後述する擬似アロメトリー式でバイオマス量に変換したところ、IPCC デフォルト値に比べて極めて小さい値となった。ただ、FIM インベントリーは近年の比較的短期間に実施され調査地の位置情報が記録されているのに対して、1st NFI は 1990 年代に約 10 年間かけて調査され、正確な位置情報が記録されていない。以上から、これらのイ

ンベントリーデータはそれぞれ一長一短あるが、炭素層化検討ではGISデータとの比較を行うため位置情報が必須であることから、まずはFIMインベントリーデータで検討を始めることとした。

まず、FIMで実施した各調査区のインベントリーデータ（毎木調査で胸高直径、樹高、樹冠率の計測含む）をアロメトリ式でバイオマスに換算する必要がある。しかし、ラオスには独自のアロメトリ式が存在しないため、①過去のNFI(以下1st NFI)データを使って算出されたバイオマスデータを用いて擬似アロメトリ式を調製する、もしくは②周辺国やIPCCで開発・整理された既存のアロメトリ式のうちラオスに適用可能なものを整理する必要がある。バイオマス化したFIMインベントリーデータと、炭素量と相関の可能性のある既存のGISデータを比較・検討し、相関関係の有無を確認する。その後、炭素層化を行った場合の有意性を検定し、要求精度を満たすか確認することになる。第1年次では、一部の既存GISデータを用いて相関関係を検討するところまでを実施した。

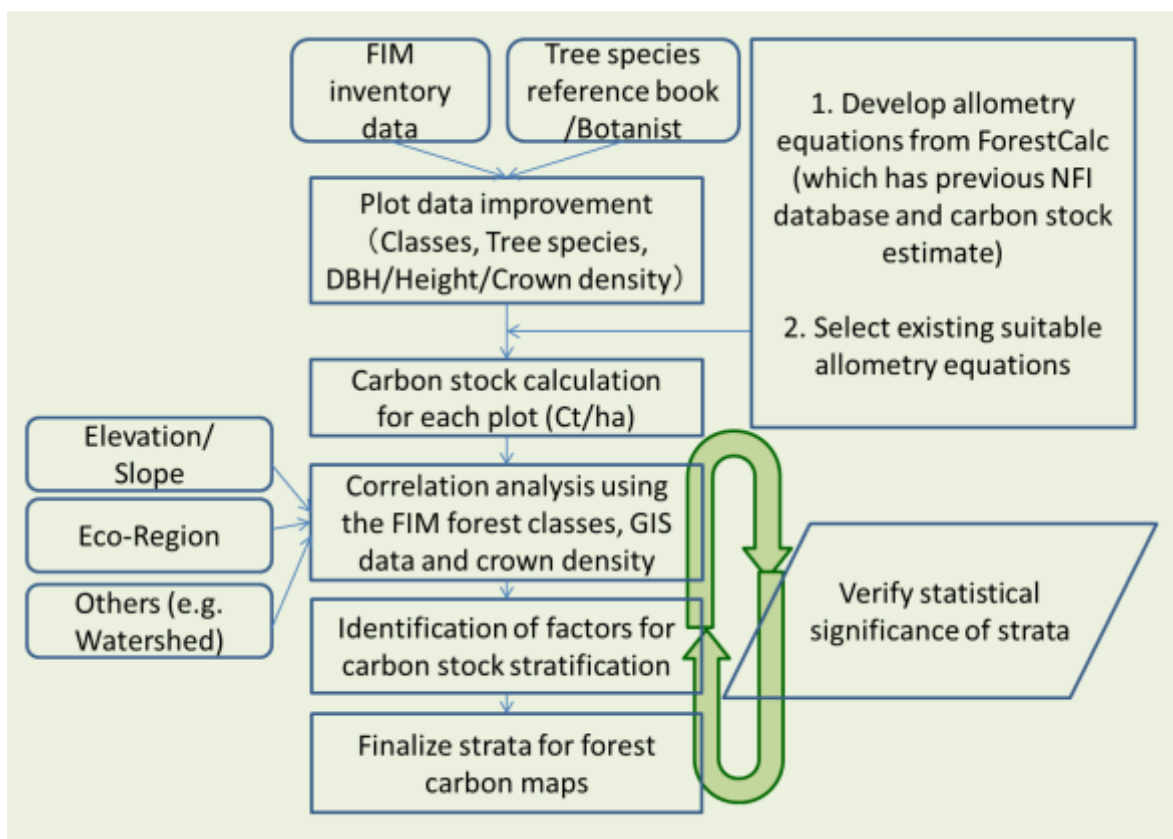


図 3-37 : 炭素層化に係るワークフロー

表 3-26 : 既存の国レベルインベントリーデータ

	1st NFI	FIM inventory
Year	1991-1999	2010-2011
Location information	No	Yes
Estimated amount of biomass	Similar with IPCC default	Very lower than IPCC default

上記のとおり、ラオスには独自のアロメトリ式がないため、以下の2つの方法で適用可能なアロメトリ式を検討した。

①1st NFI のバイオマスデータを用いて擬似アロメトリ式を調製

②周辺国や IPCC で開発・整理された既存のアロメトリ式のうちラオスに適用可能なものを整理

このうち、①は「3.3.1 既存の森林情報データベースの分析・整理」にて詳細を記載しているため、ここでは②について詳述する。

周辺国のアロメトリ式として、ベトナムとカンボジアのアロメトリ式を検討した。周辺国のアロメトリ式のうち、WWF の Ecoregions⁴がラオスのある地域と共通する場合、これを採用することとした。ベトナムでは、UN-REDD がベトナム各地のアロメトリ式を開発⁵しており、それぞれ North East、North Central Coast、South Central Coast 地方がラオスと共通の Ecoregions に属しているため、それらにおける Evergreen Forest (EF) のアロメトリ式を当調査においても採用することとした。本来はこれらの式は Evergreen Forest にのみ適用可能であるが、ラオスの Mixed Deciduous Forest (MD) にあたる森林タイプのアロメトリ式がないため、本調査において同植生においては上記 Evergreen Forest のアロメトリ式を仮に採用することとした。次に、カンボジアにおいて汎用式として開発されたアロメトリ式⁶を、ラオスのカンボジアと共通の Ecoregions において採用することとした。また、ラオスの Dry Dipterocarp Forest (DD) に対応するアロメトリ式がないため、インドシナ地域における熱帯季節林の落葉林に適用できるアロメトリ式⁷を仮に採用することとした。

残りの森林植生については、IPCC Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry にて整理されている汎用式の中から、Coniferous Forest (CF) には Temperate/tropical pines、Mixed Coniferous and Broadleaved Forest (MCB) には Temperate/tropical pines およびベトナムのアロメトリ式、Plantation Forest (P) には Eucalyptus sp.および Tectona grandis b のアロメトリ式を採用した。

採用したアロメトリ式を表 3-27・表 3-28 のとおり整理した。上記のとおり、Mixed Deciduous Forest や Dry Dipterocarp Forest は、周辺国や IPCC で開発・整理されたアロメトリ式で良く一致するものがなく、他の森林タイプのアロメトリ式を仮に採用するなど課題も残った。しかし、「3.3.1 既存の森林情報データベースの分析・整理」で後述するとおり、1st NFI データを用いて調整されたデータベースのアロメトリ式は、県毎・森林タイプ毎に調整することに成功している。C/P 等から、擬似的とはいえラオス国独自の NFI データから調整したアロメトリ式を用いることが望ましい旨発言があったことから、炭素層化の検討には、1st NFI データを用いて調整されたデータベースのアロメトリ式 (図 3-60) を用いることとした。

⁴ http://wwf.panda.org/about_our_earth/ecoregions/about/

⁵ Tree allometric equation development for estimation of forest above-ground biomass in Viet Nam, UN-REDD PROGRAMME, October 2012

⁶ Kiyono Y. (2010) Carbon Stock Estimation by Forest Measurement Contributing to Sustainable Forest Management in Cambodia, JARQ 44 (1), 81 - 92

⁷ Monda 式, REDD-Plus Cookbook, REDD Research and Development Center

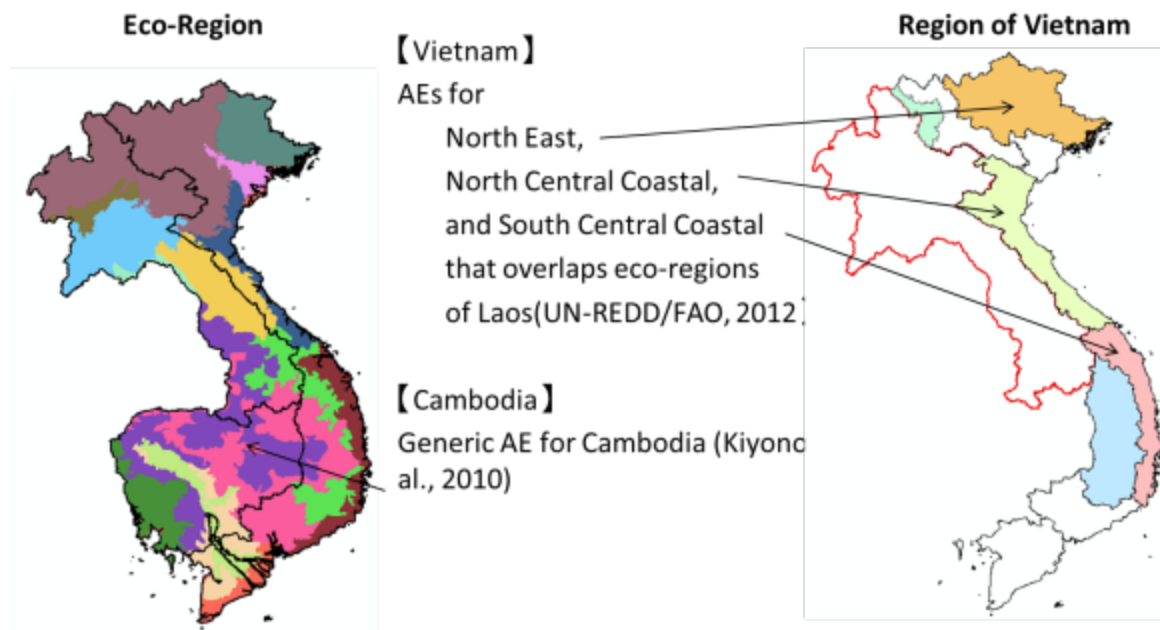


図 3-38 : ラオスに適用可能な周辺国のアロメトリ式

表 3-27 : ラオスの Ecoregions および森林タイプに適用可能な周辺国および IPCC などのアロメトリ式の整理 1

Eco-region		Ecoregions in Laos								
		0137	0139	0121	0138	0136	0202	0152	0210	
		Northern Indochina Subtropical Forests	Northern Thailand-Laos Moist Deciduous Forests	Luang Prabang Montane Rain Forests	Northern Khorat Plateau Moist Deciduous Forests	Northern Annamites Rain Forests	Central Indochina Dry Forests	Southern Annamites Montane Rain Forests	Southeastern Indochina Dry Evergreen Forests	
Forest Type in Laos	EF	1) UN-REDD: Vietnam North East	1) UN-REDD: Vietnam North East	2) UN-REDD: Vietnam North Central Coast	-	2) UN-REDD: Vietnam North Central Coast	4) Kiyono equation	3) UN-REDD: Vietnam South Central Coast	4) Kiyono equation	
	MD	1) UN-REDD: Vietnam North East	1) UN-REDD: Vietnam North East	2) UN-REDD: Vietnam North Central Coast	2) UN-REDD: Vietnam North Central Coast	2) UN-REDD: Vietnam North Central Coast	4) Kiyono equation	3) UN-REDD: Vietnam South Central Coast	4) Kiyono equation	
	DD	5) Monda equation	5) Monda equation	5) Monda equation	5) Monda equation	5) Monda equation	5) Monda equation	5) Monda equation	5) Monda equation	
	CF	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	-	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines
		6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	-	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines
	MCB	1) UN-REDD: Vietnam North East	1) UN-REDD: Vietnam North East	2) UN-REDD: Vietnam North Central Coast	-	2) UN-REDD: Vietnam North Central Coast	4) Kiyono equation	3) UN-REDD: Vietnam South Central Coast	4) Kiyono equation	
	P	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b

表 3-28 : ラオスの Ecoregions および森林タイプに適用可能な周辺国および IPCC などのアロメトリ式の整理 2

Model	Equation	Variable	Applicable Area	Applicable Forest Type
1) UN-REDD: Vietnam North East	$AGB = 0.1142 * DBH^{2.4451}$	DBH = diameter at breast height (cm)	Northern Indochina Subtropical Forests Northern Thailand-Laos Moist Deciduous Forests	Evergreen Forest
2) UN-REDD: Vietnam North Central Coast	$AGB = 0.1245 * DBH^{2.4163}$	DBH = diameter at breast height (cm)	Luang Prabang Montane Rain Forests Northern Khorat Plateau Moist Deciduous Forests Northern Annamites Rain Forests	Evergreen Forest
3) UN-REDD: Vietnam South Central Coast	$AGB = \exp(-2.24267 + 2.47464 * \ln(DBH))$	DBH = diameter at breast height (cm)	Southern Annamites Montane Rain Forests	Evergreen Forest
4) Kiyono equation	$W(\text{stem}) = 2.69 * ba^{1.29} * WD^{*1.35}$ $W(\text{branch}) = 0.217 * ba^{1.25} * WD^{*1.48}$ $W(\text{leaf}) = 173 * ba^{0.938}$	ba = basal area of a stem at 1.3m height (m ²) WD = basic density of stem wood (kg/m ³)	Central Indochina Dry Forests Southeastern Indochina Dry Evergreen Forests in neighboring country of Cambodia	Tropical and subtropical dry land forest
5) Monda equation	$AGB = 0.3510 * DBH^{2.3655} * WD^{1.7827}$	DBH = diameter at breast height (cm) WD = basic density of stem wood ()	Indochina area	Tropical and seasonal deciduous forest
6) IPCC: Temperate/tropical pines	$AGB(\text{kg/tree}) = 0.887 + [(10486 * (DBH)^{2.84}) / ((DBH)^{2.84} + 3)]$	DBH = diameter at breast height (cm)	Temperate/tropical area	Pine forest
7) IPCC: Eucalyptus sp.	$AGB(\text{kg/tree}) = 1.22 * DBH^2 * H * 0.01$	DBH = diameter at breast height (cm) H = total height of tree (m)	Tropical area	Eucalyptus forest
8) IPCC: Tectona grandis ^b	$AGB(\text{kg/tree}) = 0.153 * DBH^{2.382}$	DBH = diameter at breast height (cm)	Tropical area	Teak forest

次に、FIM インベントリーデータを 3.3.1 で整理されたアロメトリ式でバイオマスに換算した（表 3-29）。FIM インベントリーの調査区は、図 3-39 のとおり 25m 半径の円形プロットとなっており、その中の 5m 半径の小円形内で胸高直径 10cm 未満の樹木を計測、それ以外で胸高直径 10cm 以上の樹木を計測している。過去の NFI では、胸高直径 10cm 以上の樹木のみを計測しているため、比較ができるよう FIM インベントリーでも 5m 半径の小円形内で得られたデータは除外し、調査区面積からも当範囲を除外して計算した。また、ラオスの森林定義外の樹高 5m 未満の樹木、樹冠被覆率 20% 未満の調査区は除外した。

バイオマス量に変換した FIM インベントリーデータと Ecoregions・県・森林タイプ・樹冠被覆率とを比較し、それぞれの相関関係を考察した。FIM のバイオマス量と県・森林タイプとの比較を表 3-30、Ecoregions・森林タイプとの比較を表 3-31、樹冠被覆率・森林タイプとの比較を図 3-40・表 3-32 に示す。

森林タイプ別の単位面積当たり平均バイオマス量を見ると、Evergreen Forest (EF) が大きく、Mixed Deciduous Forest (MD) や Dry Dipterocarp Forest (DD) の約 3 倍となった。Evergreen Forest は多くの場合人為影響の少ない天然林を指すためストック量が比較的大きくなると思われる一方、Mixed Deciduous Forest は多くの場合人為的影響を受けた二次林を指し、また Dry Dipterocarp Forest は土壌条件が悪い場所に発生するために樹高がそれほど高くならず、ストック量が比較的小さくなるものと思われる。また、Coniferous Forest (CF) と Mixed Coniferous and Broadleaved Forest (MCB) との間にも、バイオマス量に約 3~4 倍の差が見られ、前者のほうが少ない傾向があった。Coniferous Forest のサンプル数が少ないことも影響している可能性があるが、後述する 1stNFI のバイオマス量においても同様の傾向が見られた。第 1 年次に実施したグランドトゥールース調査時に現地で確認したところ、Coniferous Forest は土壌条件が悪いために他の植生が発生しにくく、かつ牧草供給のために定期的に焼いているところも多く、立木密度も低いことからバイオマス量が少ない傾向が見られたものと考えられる。一方、Mixed Coniferous and Broadleaved Forest は、広葉樹種も侵入可能なことから土壌が Coniferous Forest に比べて比較的良いと考えられる。そのため、針葉樹・広葉樹が密生して立木密度も高く、バイオマス量も多かったものと考えられる。

Ecoregions、県など地域別に平均バイオマス量を見ると、地域の違いによるバイオマス量の大小の明確な傾向は見られなかった。

森林タイプ別の樹冠被覆率とバイオマス量との相関係数は、Mixed Coniferous and Broadleaved Forest が約 0.51 で弱い正の相関が見られるものの、その他はほとんど相関関係が見られなかった。

表 3-29 : FIM インベントリーデータのバイオマス化 (サンプル)

959 plots

Primary_ID	DBH (cm)	Province	Forest Type	Allometric Equation	AGB/Plot	AGB/Plot/ha
TR_0704003-4	201	Houaphane	EF	$(AGB)=0.0002 \times (DBH)^{2.4655}$	95.40	506.13
TR_1209002-3	157	Khammuane	DF	$(AGB)=0.0002 \times (DBH)^{2.4673}$	26.18	138.88
TR_1004004-3	146	Vientiane	EF	$(AGB)=0.0002 \times (DBH)^{2.4629}$	42.82	227.15
TR_1106002-4	130	Bolikhamsay	EF	$(AGB)=0.0002 \times (DBH)^{2.4578}$	15.69	83.24
TR_1106002-4	130	Bolikhamsay	EF	$(AGB)=0.0002 \times (DBH)^{2.4578}$	15.69	83.24
TR_1102007-2	130	Bolikhamsay	DF	$(AGB)=0.0002 \times (DBH)^{2.4995}$	19.22	101.98
TR_1304007-4	130	Savannakhet	DF	$(AGB)=0.0002 \times (DBH)^{2.5018}$	19.44	103.12
TR_0708003-3	129	Houaphane	EF	$(AGB)=0.0002 \times (DBH)^{2.4655}$	31.97	169.59
TR_1704002-3	125	Attapeu	DF	$(AGB)=0.0002 \times (DBH)^{2.5285}$	20.05	106.35
TR_0102001-3	123	Vientiane Capital	DF	$(AGB)=0.0002 \times (DBH)^{2.4498}$	26.36	139.82
TR_1103002-5	120	Bolikhamsay	EF	$(AGB)=0.0002 \times (DBH)^{2.4578}$	12.89	68.38
TR_1104006-4	120	Bolikhamsay	EF	$(AGB)=0.0002 \times (DBH)^{2.4578}$	12.89	68.38
TR_1102003-5	120	Bolikhamsay	EF	$(AGB)=0.0002 \times (DBH)^{2.4578}$	12.89	68.38
TR_1102001-4	120	Bolikhamsay	EF	$(AGB)=0.0002 \times (DBH)^{2.4578}$	12.89	68.38

⋮

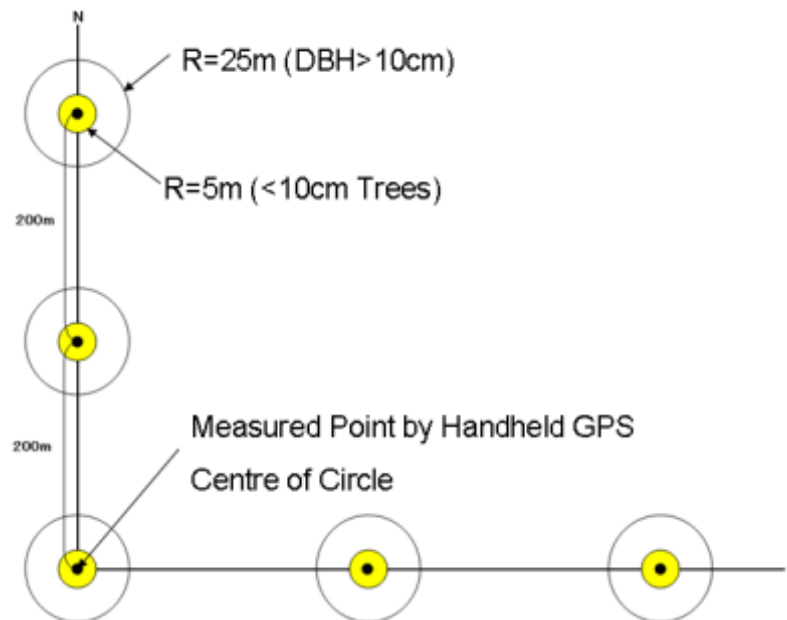


図 3-39 : FIM インベントリー調査の調査区デザイン

表 3-30 : 県・森林タイプ毎の平均バイオマス量および標準偏差

Forest Type	EF		MD		DD		CF		MCB		Average	
	Average of AGB/ha	Standard Diviation of AGB/ha	Average of AGB/ha	Standard Diviation of AGB/ha	Average of AGB/ha	Standard Diviation of AGB/ha	Average of AGB/ha	Standard Diviation of AGB/ha	Average of AGB/ha	Standard Diviation of AGB/ha	Average of AGB/ha	Standard Diviation of AGB/ha
Phongsaly	144.87	27.51	32.27	34.05							37.64	41.42
Luangnamtha	38.08	0.00	10.88	6.38							11.44	7.39
Oudomxay	88.24	78.80	22.59	23.31							27.28	35.13
Bokeo			9.68	9.52							9.68	9.52
Luangprabang	119.23	93.52	8.61	9.56	88.85	0.00					45.95	71.55
Houaphane	92.34	104.99	38.49	26.32					10.51	5.79	76.26	94.04
Xayaboury			13.42	13.31	11.49	7.86					12.82	11.93
Xiengkouang	55.37	34.17	24.87	38.76			6.80	0.00	26.86	18.90	40.58	34.94
Vientiane	168.23	90.80	32.07	19.78							73.13	81.64
Vientiane Capital			65.32	53.14							65.32	53.14
Bolikhamxay	98.37	48.96	34.95	26.61							58.41	47.65
Khammuane			37.25	44.12	12.70	8.19					35.40	42.97
Savannakhet	79.34	0.00	53.10	47.73	33.77	26.89					45.11	41.19
Saravane			52.80	46.05	50.13	34.22					51.49	40.72
Sekong			26.59	24.03	18.21	7.04					24.12	20.90
Champasak			31.39	20.70	17.18	13.87					24.19	18.96
Attapeu			60.20	52.49	34.03	35.23					51.00	48.78
Average	102.27	85.31	32.31	35.88	27.99	27.46	6.80	0.00	24.14	18.45	39.70	49.20

表 3-31 : Ecoregions・森林タイプ毎の平均バイオマス量および標準偏差

Forest Type	EF		MD		DD		CF		MCB		Average	
	Average of AGB/ha	Standard Diviation of AGB/ha	Average of AGB/ha	Standard Diviation of AGB/ha	Average of AGB/ha	Standard Diviation of AGB/ha	Average of AGB/ha	Standard Diviation of AGB/ha	Average of AGB/ha	Standard Diviation of AGB/ha	Average of AGB/ha	Standard Diviation of AGB/ha
Northern Indochina Subtropical Forests	95.42	97.99	22.65	26.31					10.51	5.79	34.00	52.84
Northern Thailand-Laos Moist Deciduous Forests	96.81	98.24	10.17	10.20	16.73	25.87					16.42	34.29
Luang Prabang Montane Rain Forests	102.84	79.94	30.55	29.78	13.65	8.48	6.80	0.00	26.86	18.90	52.68	62.23
Northern Khorat Plateau Moist Deciduous Forests	120.10	7.65	32.21	25.22							37.09	31.77
Northern Annamites Rain Forests	129.74	47.04	40.96	44.91	29.59	19.90					48.70	51.24
Central Indochina Dry Forests	79.34	0.00	48.28	40.46	31.62	28.21					40.60	36.19
Southern Annamites Montane Rain Forests			20.67	19.88	20.69	4.77					20.67	18.49
Southeastern Indochina Dry Evergreen Forests			54.80	49.97	27.43	29.97					41.68	43.79
Average	102.27	85.31	32.31	35.88	27.99	27.46	6.80	0.00	24.14	18.45	39.70	49.20

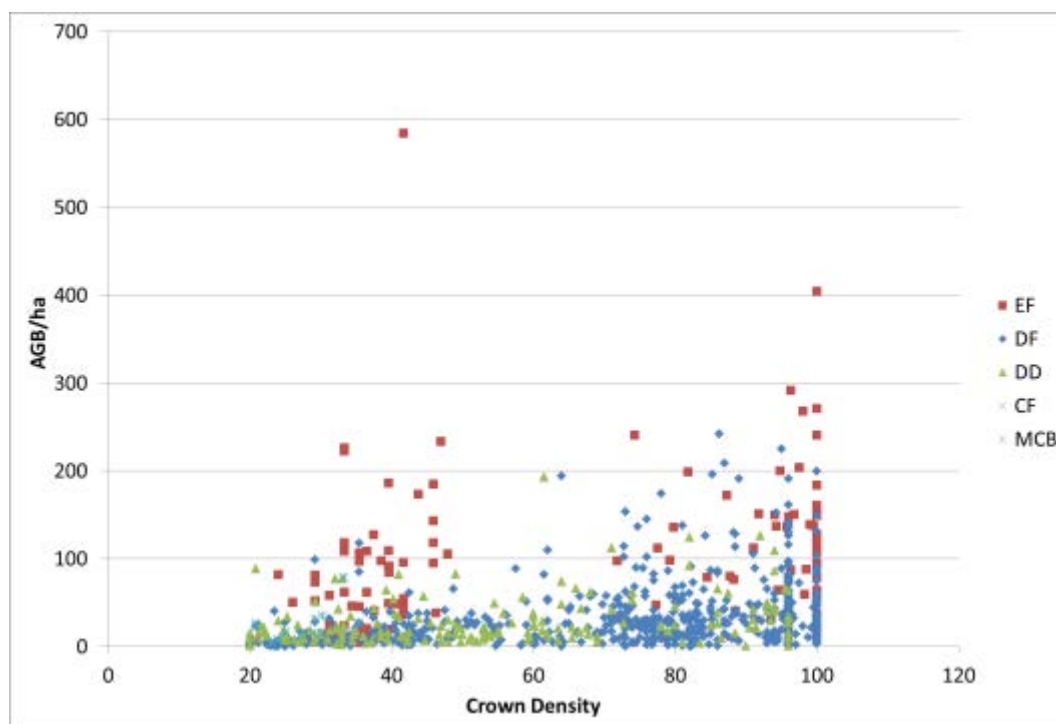


図 3-40 : 樹冠被覆率と平均バイオマス量の森林タイプ別散布図

表 3-32 : 樹冠被覆率と平均バイオマス量の森林タイプ別相関係数

EF (Number of sample: 114)	Crown Density
AGB/ha	0.2942
MD (Number of sample: 656)	Crown Density
AGB/ha	0.3566
DD (Number of sample: 176)	Crown Density
AGB/ha	0.3243
MCB (Number of sample: 12)	Crown Density
AGB/ha	0.5074

次に、バイオマス量に変換したFIMインベントリーデータとバイオマス量に変換した過去の1st NFIデータをそれぞれCO₂-t/haに換算し、表 3-33 のとおり比較を行った。

1st NFI データをバイオマス量に変換するにあたり、過去の1st NFI のデータベース (ForestCalc) および資料を分析した。1st NFI は、図 3-41 のとおりプロット A、B、C から構成される L 字型の調査トラクトを設置して調査を行っている。プロット A では全ての樹木、プロット B では胸高直径 30cm 以上の樹木、プロット C では胸高直径 60cm 以上の樹木を計測している。1st NFI のバイオマスデータは、1つのプロット A、2つのプロット B、1つのプロット C を合わせて1つのプロット群として (図中赤枠線)

算出されている。つまり、プロット群内の胸高直径 60cm 以上の樹木は全て計測され、胸高直径 30～60cm の樹木はプロット群内のプロット A および B で計測され、胸高直径 30cm 以下 10 cm以上の樹木はプロット群内のプロット A で計測されている。このため、ha あたりのバイオマス量を算出するにあたり、胸高直径 60cm 以上の樹木はちょうど総面積 1ha のプロット群内全てで計測されているので全樹木のバイオマス総量をそのまま用い、胸高直径 30～60cm の樹木はプロット群内のプロット A および B を合わせた面積 0.2ha でバイオマス総量を除し、胸高直径 30cm 以下 10 cm以上の樹木はプロット群内のプロット A の面積 0.04ha でバイオマス総量を除して、これらを合計した。

表 3-33 を見ると、1st NFI の $\text{CO}_2\text{-t/ha}$ に比べて FIM インベントリーの $\text{CO}_2\text{-t/ha}$ は低い結果となった。この原因としては、表 3-34 に示すとおり、1st NFI においては FIM インベントリーに比べて中・大径木の総バイオマス量に占める割合が多く、近年森林の劣化が進んだ結果として中・大径木が減少したためである可能性と、FIM インベントリーでは道路から 500m のバッファを発生させてその中で調査区を選定した結果、劣化した森林に偏って調査をした可能性の両方がある。なお、空白の欄は、過去の NFI もしくは FIM インベントリーでデータが取得されていない項目である。

表 3-33 : 1st NFI および FIM の県・森林タイプ別 CO₂-t/ha

Province	Forest Type	Past NFI	FIM NFI	Province	Forest Type	Past NFI	FIM NFI
Phonsaly	EF		265.59	Vientiane Capital	EF		
	MD	198.36	59.17		MD	183.65	119.75
	DD				DD	60.35	
	CF				CF		
	MCB				MCB		
Luang Namtha	EF		69.81	Bolikhamsay	EF		180.35
	MD	133.19	19.95		MD	194.09	64.08
	DD				DD	201.45	
	CF				CF		
	MCB				MCB		
Oudomxay	EF	433.99	161.78	Khammuane	EF	292.94	
	MD	114.08	41.41		MD	279.57	68.29
	DD				DD	165.18	23.28
	CF				CF		
	MCB				MCB	457.26	
Bokeo	EF			Savannakhet	EF	501.93	145.45
	MD	118.13	17.74		MD	184.04	97.36
	DD	15.88			DD	155.09	61.91
	CF				CF		
	MCB				MCB		
Luangprabang	EF		218.58	Saravane	EF	465.06	
	MD	36.17	15.79		MD	339.10	96.80
	DD	234.20	162.88		DD	242.87	91.90
	CF				CF		
	MCB				MCB	375.48	
Huaphane	EF		169.30	Sekong	EF	362.25	
	MD	148.81	70.56		MD	199.92	48.74
	DD				DD	178.26	33.38
	CF	133.52			CF	58.10	
	MCB	178.34	19.27		MCB		
Xayabury	EF	424.42		Champasak	EF	304.65	
	MD	232.92	24.60		MD	217.21	57.54
	DD	252.21	21.06		DD	131.05	31.49
	CF				CF		
	MCB				MCB	268.95	
Xiengkouang	EF		101.51	Attapeu	EF	253.22	
	MD	137.00	45.60		MD	297.19	110.36
	DD				DD	199.42	62.39
	CF	120.31	12.47		CF		
	MCB	113.11	49.25		MCB		
Vientiane	EF		308.42	Whole Country	EF	410.28	187.50
	MD	109.73	58.79		MD	220.43	59.23
	DD				DD	168.63	51.32
	CF				CF	118.63	12.47
	MCB				MCB	310.88	44.25

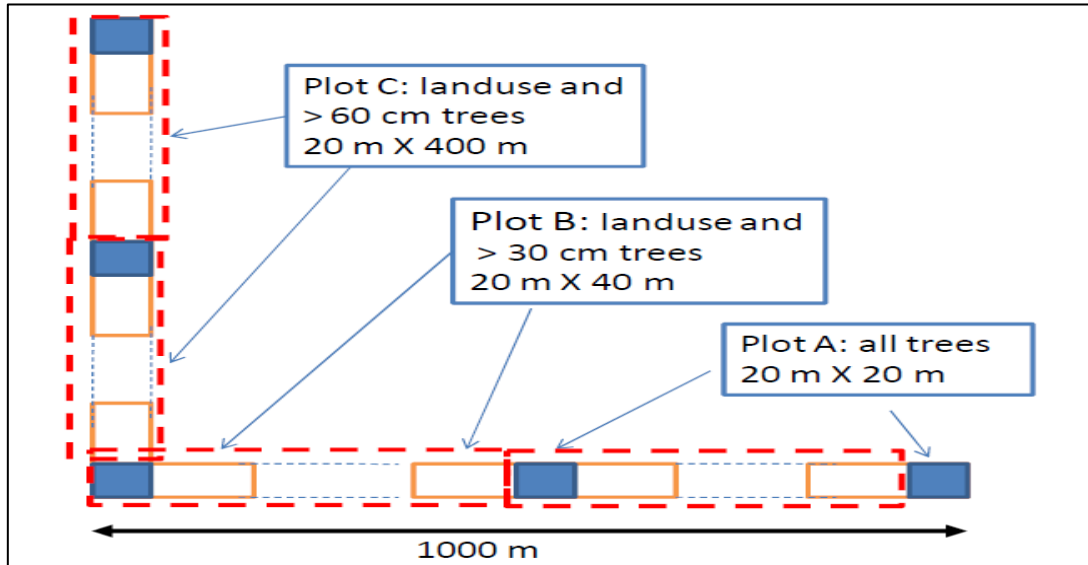


図 3-41 : 過去の NFI の調査区デザイン

表 3-34 : 過去の NFI と FIM の直径階別計測樹木の本数

	Past NFI		FIM NFI	
	Number	Rate	Number	Rate
10cm<=DBH<20cm	8178	33.92%	5194	42.41%
20cm<=DBH<30cm	3044	12.63%	3701	30.22%
30cm<=DBH<40cm	4617	19.15%	1856	15.15%
40cm<=DBH<50cm	2310	9.58%	795	6.49%
50cm<=DBH<60cm	1064	4.41%	324	2.65%
60cm<=DBH<70cm	1974	8.19%	190	1.55%
70cm<=DBH<80cm	1182	4.90%	83	0.68%
80cm<=DBH<90cm	725	3.01%	46	0.38%
90cm<=DBH<100cm	416	1.73%	32	0.26%
100cm<=DBH<110cm	209	0.87%	6	0.05%
110cm<=DBH<120cm	146	0.61%	5	0.04%
120cm<=DBH<130cm	88	0.37%	9	0.07%
130cm<=DBH<140cm	61	0.25%	5	0.04%
140cm<=DBH<150cm	32	0.13%		
150cm<=DBH<160cm	31	0.13%		
160cm<=DBH<170cm	19	0.08%		
170cm<=DBH<180cm	4	0.02%		
180cm<=DBH<190cm	6	0.02%		
190cm<=DBH<200cm	3	0.01%	1	0.01%
Total	24109	100.00%	12247	100.00%

また、国際的に認められた炭素層化の標準的な手法は見当たらないものの、USAID の LEAF が開発した手法⁸があり、これを用いた炭素層化の検討も進めた。この手法では、既存の NFI を基に、まず IPCC の 6 土地利用カテゴリーごとの不確実性を計算する。このうち不確実性が 20%以上の土地利用カテゴリーについては、その国の国もしくは準国レベルの分類でさらに層化し、各層について不確実性を再計算する。それでも 20%を超えるものがある場合、専門家の意見を基にアクセス性や土地利用管理区分などを用いてさらなる層化を行う。ただし、この開発に関わった Winrock International や現地コンサルタントにヒアリングしたところ、既に国レベルでマップが開発されている場合は、国レベルの分類からスタートさせることがよいとのことであった。

ラオスの場合、JICA の支援で既に国レベルの森林分布図を作成している状況であったため、国レベルの分類ごとに不確実性を計算した。計算結果は、表 3-35 のとおりである。これによると、不確実性が 20%を超えるのは Mixed Coniferous and Broadleaved Forest (MCB) だけだが、これはサンプル数が極端に低いことに起因している。また、Coniferous Forest (CF) はサンプル数が 1 のため、計算不可であった。いずれにせよ、MCB も CF も分布面積は極めて小さく、これ以上の層化は現実的ではない。以上から、FIM インベントリーデータを用いた検討ではこれ以上の層化は不要と判断できるため、次に森林タイプの統合を検討することとした。

表 3-35 : FIM インベントリーデータを用いた各森林タイプの不確実性評価

	Current Forest Classification				
	EF	MD	DD	CF	MCB
Mean AGB/ha	102.7	32.3	28.0	6.8	24.1
Standard Division	85.5	35.9	27.5	0.0	18.5
Number of data	113	656	176	1	12
90% CI	13.2	2.3	3.4	N/A	8.8
Uncertainty (%)	12.9	7.1	12.2	N/A	36.3

3.2.11 森林層化方法の決定

上述したとおり、当初は炭素層化の検討には位置情報を持つ国レベルのインベントリーデータが必要だったため FIM インベントリーデータを用いたが、これ以上の層の細分化が不要であれば、必ずしも位置情報は必要ではない。そこで、推定したバイオマス量が IPCC のデフォルト値に比べ極めて低い FIM インベントリーデータではなく、1st NFI データを用いて統合の検討を行うこととした。

層の統合の検討には、総合不確実性の評価が意思決定に寄与すると考えた。層化は GHG 排出削減

⁸ LEAF Technical Guidance Series: Forest Carbon Stratification Using NFI Data
<http://theredddesk.org/sites/default/files/resources/pdf/Module%20STR-NFI.%20Forest%20Carbon%20Stratification%20Using%20FI%20Data.pdf>

量推定の精度向上（不確実性低下）のために行うものであり、仮に高い不確実性を含有する場合は、推定した GHG 排出削減量を保守的に評価する必要がある。また、ラオスでは現在世界銀行の FCPF（Forest Carbon Partnership Facility）/CF（Carbon Fund）への参加を計画中であり、FCPF/CF では表 3-36 のとおり総合不確実性の値によって明確に保守要素を定義しており、総合不確実性を抑えることによって保守要素も限定でき、より多くの排出削減量を報告することができることになっている。このため、統合によって総合不確実性を抑制できるかを検討することが、C/P の意思決定に寄与すると考えた次第である。

表 3-37 のとおりまずは統合前の総合不確実性を計算した。ただし、本来総合不確実性を計算する場合、実際の Activity Data（AD）及び Emission Factor（EF）を用いて計算する必要があるが、この時点でデータが揃う、期初に行った 2010 年森林分布図の精度検証結果及び 1st NFI データを用いて仮に計算した。

これによると、統合を行わない場合の総合不確実性は約 16%であった。この時点で CF 及び MCB の不確実性が高いが、これらはマップ上で区分が難しく、また樹種構成も針葉樹種を含むため共通点があることから、統合を試みた（表 3-38）。統合した CF/MCB は依然不確実性が高いため、マップ上で誤判読が見られ樹種構成でも共通点がある MD との統合を再度試みた（表 3-39）。統合した MD/CF/MCB の不確実性は低く抑えられたものの、この場合の総合不確実性は約 16%と統合を行わない場合の総合不確実性とほとんど変わらなかった。そこで、次に不確実性の高かった EF との統合をさらに試みた（表 3-40）。なぜなら、EF と MD はマップ上で区分が難しく、構成樹種の多くは共通するためである。この結果、総合不確実性は約 14%と若干下がった。これはあくまで仮のデータを用いた計算ではあるが、FCPF/CF の保守要素との関係を示した表 3-36 によると、総合不確実性が 15% 以下であれば、推定された GHG 排出削減量は保守的に評価されることなく報告できるため、この統合案はラオスにとって有益であることを示している。

以上の結果は、国際的に求められる総合不確実性の評価に必要な情報が現時点で揃わないため仮の評価であり、統合のアプローチも一つの考え方として検討したが、仮の炭素層化案として C/P とは協議し、理解を得た。ただし、最終の炭素層化は、次期 NFI データを用いることが理想であるが、少なくとも現在森林調査を進めている各プロジェクトのインベントリーデータ（フィンランド/世界銀行の SUFORD-SU が全国の生産林、ドイツの CliPAD が北部県、本プロジェクトの NFI パイロットで中部県、民間の SN-REDD が南部県）を用いて再度検討し、決定することとなった。

表 3-36 : FCPF/CF における総合不確実性と保守要素の関係

Aggregate Uncertainty of Emissions Reductions	Conservativeness Factor
≤ 15%	0%
> 15% and ≤ 30%	4%
> 30 and ≤ 60%	8%
> 60 and ≤ 100%	12%
> 100%	15%

表 3-37 : 期初の 2010 年森林分布図精度検証結果と 1st NFI データを用いた総合不確実性評価

(統合前)

<i>All</i>		EF	MD	DD	CF	MCB	RV	Total
Uncertainty of area of map	90% CI	20%	5%	16%	47%	78%	6%	
- Number of classification data		68	497	75	49	17	462	1,168
- Number of reference data		66	487	92	31	11	459	1,146
- Map area (ha)		1,300,729	9,684,810	1,146,274	82,283	27,577	7,570,539	19,812,212
Uncertainty of carbon stock	90% CI	16%	4%	4%	25%	12%	21%	
- Mean (AGB/ha)		251	127	98	72	165	37	
- Standard Deviation		185	90	68	61	111	29	
- Number of plot		58	836	655	32	81	39	1,701
- Amount of Carbon (t)		163,370,728	616,799,529	56,137,576	2,975,023	2,273,617	134,453,192	976,009,665
Total Uncertainty	90% CI	25%	7%	17%	53%	79%	22%	
Overall Uncertainty	90% CI	16%						

表 3-38 : 期初の 2010 年森林分布図精度検証結果と 1st NFI データを用いた総合不確実性評価

(CF/MCB 統合)

<i>Aggregation CF/MCB</i>		EF	MD	DD	CF/MCB	RV	Total
Uncertainty of area of map	90% CI	20%	5%	16%	40%	6%	
- Number of classification data		68	497	75	66	462	1,168
- Number of reference data		66	487	92	42	459	1,146
- Map area (ha)		1,300,729	9,684,810	1,146,274	109,860	7,570,539	19,812,212
Uncertainty of carbon stock	90% CI	16%	4%	4%	12%	21%	
- Mean (AGB/ha)		251	127	98	139	37	
- Standard Deviation		185	90	68	108	29	
- Number of plot		58	836	655	113	39	1,701
- Amount of Carbon (t)		163,370,728	616,799,529	56,137,576	5,248,640	134,453,192	976,009,665
Total Uncertainty	90% CI	25%	7%	17%	42%	22%	
Overall Uncertainty	90% CI	16%					

表 3-39 : 期初の 2010 年森林分布図精度検証結果と 1st NFI データを用いた総合不確実性評価

(MD/CF/MCB 統合)

Aggregation MD/CF/MCB		EF	MD/CF/MCB	DD	RV	Total
Uncertainty of area of map	90% CI	20%	5%	16%	6%	
- Number of classification data		68	563	75	462	1,168
- Number of reference data		66	529	92	459	1,146
- Map area (ha)		1,300,729	9,794,670	1,146,274	7,570,539	19,812,212
Uncertainty of carbon stock	90% CI	16%	4%	4%	21%	
- Mean (AGB/ha)		251	129	98	37	
- Standard Deviation		185	93	68	29	
- Number of plot		58	949	655	39	1,701
- Amount of Carbon (t)		163,370,728	622,048,169	56,137,576	134,453,192	976,009,665
Total Uncertainty	90% CI	25%	6%	16%	22%	
Overall Uncertainty	90% CI	16%				

表 3-40 : 期初の 2010 年森林分布図精度検証結果と 1st NFI データを用いた総合不確実性評価

(EF/MD/CF/MCB 統合)

Aggregation EF/MD/CF/MCB		EF/MD/CF/MCB	DD	RV	Total
Uncertainty of area of map	90% CI	4%	16%	6%	
- Number of classification data		631	75	462	1,168
- Number of reference data		595	92	459	1,146
- Map area (ha)		11,095,399	1,146,274	7,570,539	19,812,212
Uncertainty of carbon stock	90% CI	4%	4%	21%	
- Mean (AGB/ha)		136	98	37	
- Standard Deviation		104	68	29	
- Number of plot		1,007	655	39	1,701
- Amount of Carbon (t)		785,418,897	56,137,576	134,453,192	976,009,665
Total Uncertainty	90% CI	6%	16%	22%	
Overall Uncertainty	90% CI	14%			

3.2.12 全国森林炭素マップの作成

従来の区分および検討した炭素層化案を基に、図 3-42～図 3-44 (従来の区分) および図 3-45～図 3-47 (炭素層化案) のとおり、それぞれ 2000 年、2005 年、2010 年の森林炭素マップを作成した。また、区分別炭素蓄積量を表 3-41 に示す。これによると、2000 年 4,915,958,121CO₂t、2005 年 4,885,205,583CO₂t、2010 年 4,836,938,716CO₂t と炭素蓄積量が減少していることがわかる。3.2.8 で述べたとおり、炭素蓄積量の 9 割以上を占める Current Forest の森林面積は減少しており、これに比例して炭素蓄積量も減少している。ただし、最も炭素蓄積量変化に影響を与えられと考えられる MD 及び RV 間の変化(2 区分で国土の 60%以上を占め、多くが焼畑地帯に分布するため相互間変化が頻繁に起き、単位面積当たり炭素蓄積量の差が大きいため)については、3.2.2 で記述しているとおりの(注: MD と

当初の FL (Fallow Land) について) 相互間の区分が簡単でないことから、温暖化効果ガス排出・吸収量を保守的に推定するために、現状は RV を過小傾向に取っている (確実に判読・確認できたもののみを抽出)。3.2.9 で記述しているとおり、今後参照排出レベルの策定に向けた森林劣化の解析の取り組みの中で、時系列データを活用して MD 及び RV 間の区分精度を向上させることによって、今回の結果よりも多くの MD と RV 間の変化を取ることが可能になる可能性があり、その結果として炭素蓄積量変化も大きくなる可能性がある。

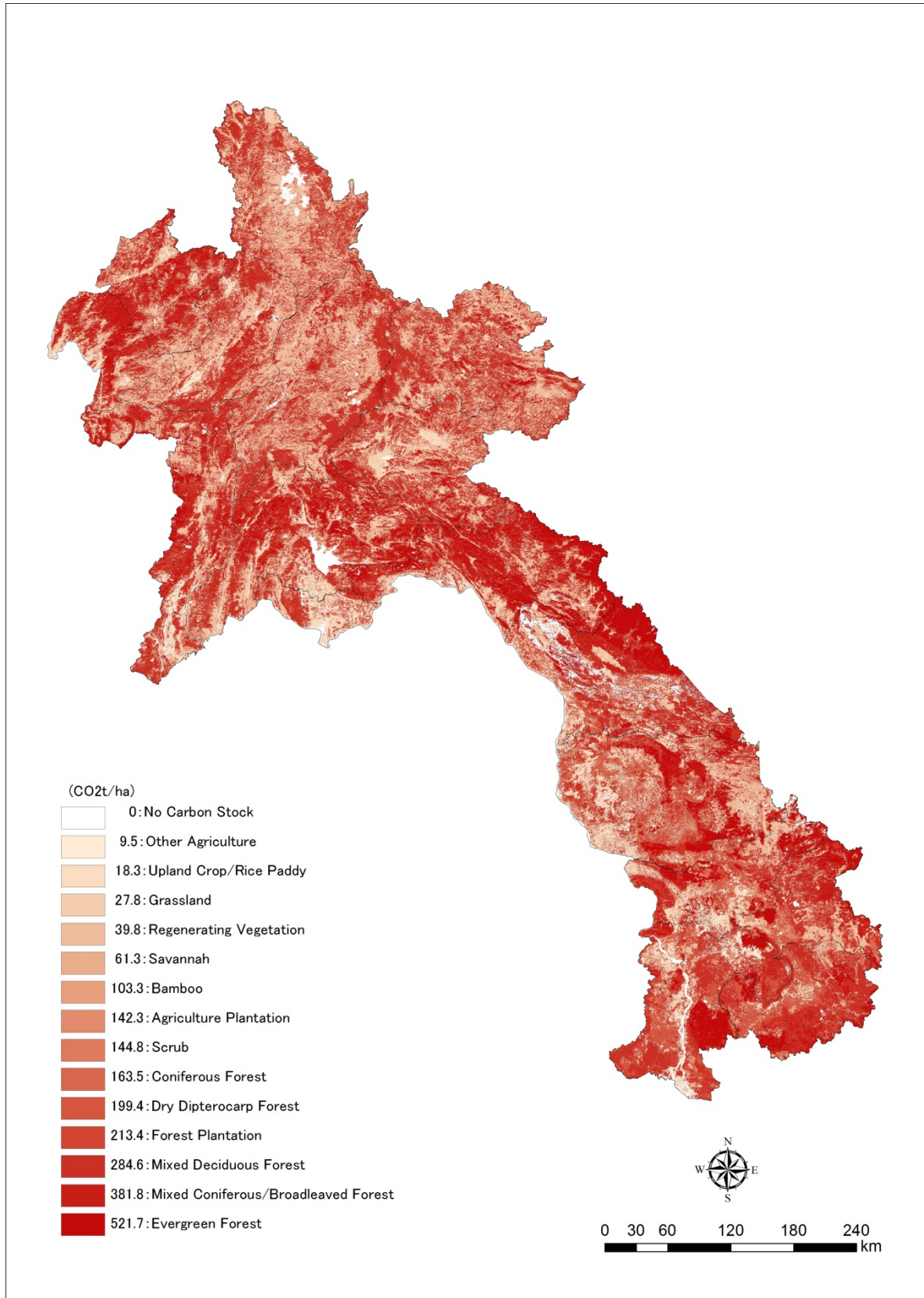


図 3-42 : 2000 年森林炭素マップ (従来の区分)

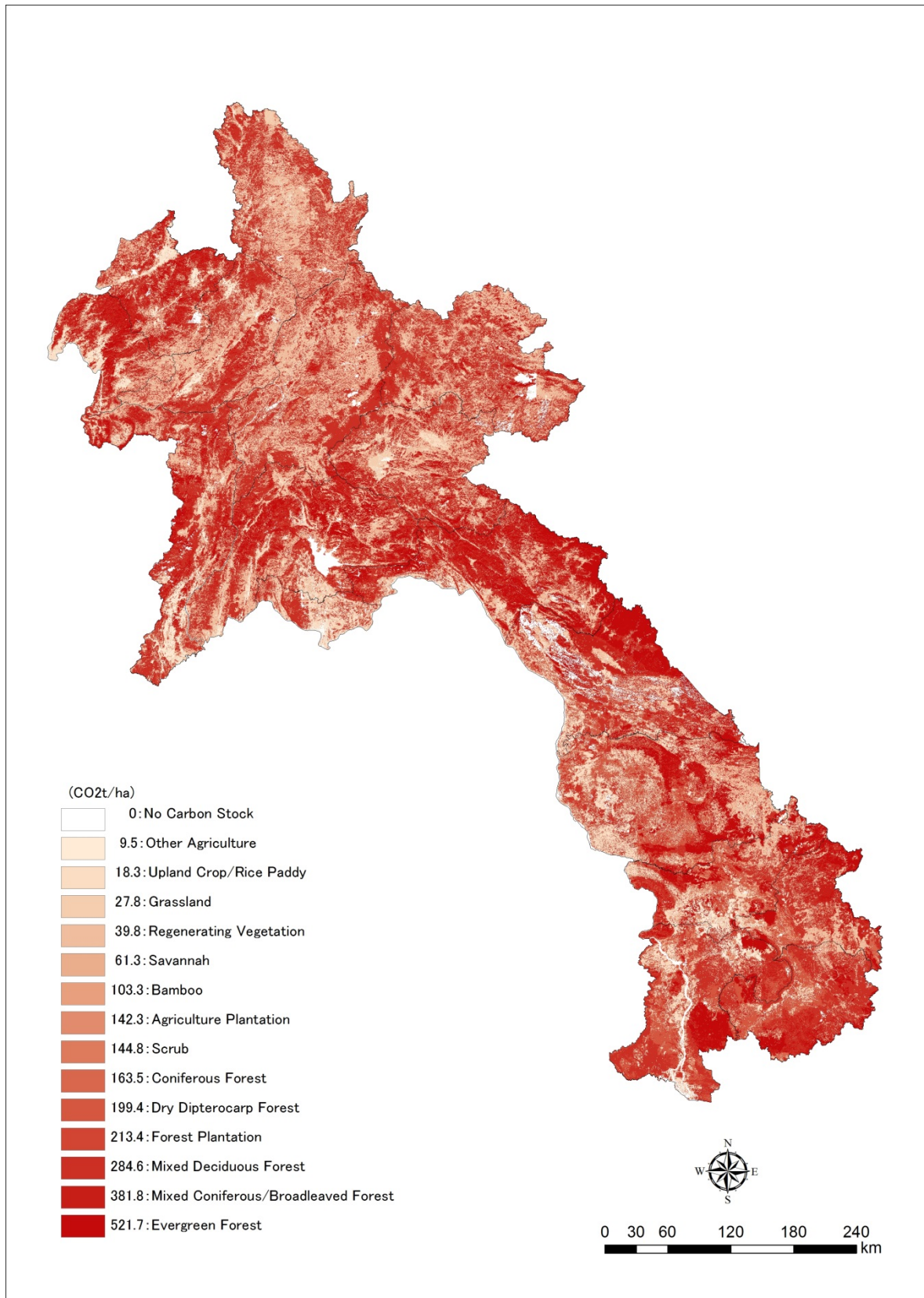


図 3-43 : 2005 年森林炭素マップ (従来の区分)

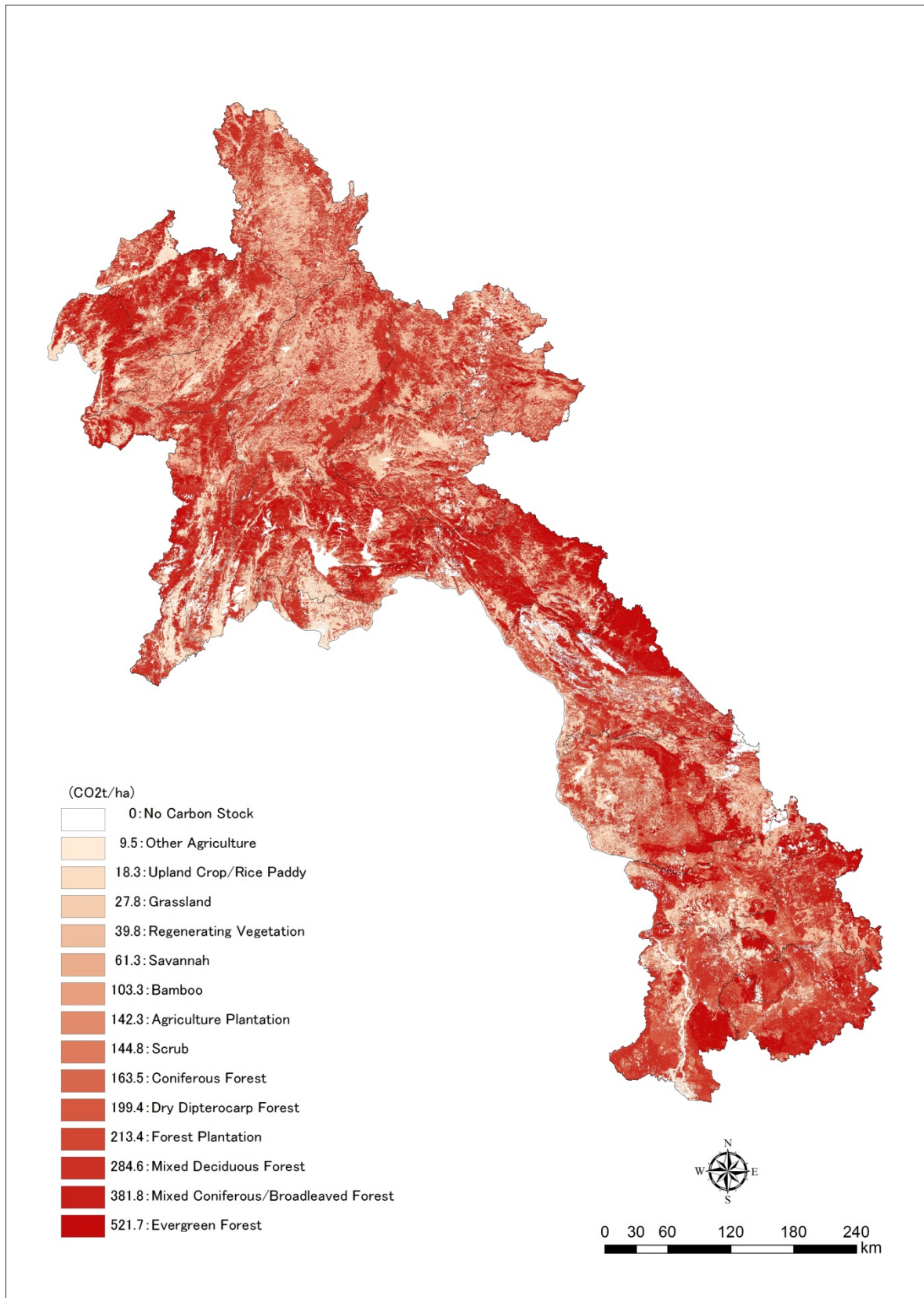


図 3-44 : 2010 年森林炭素マップ (従来の区分)

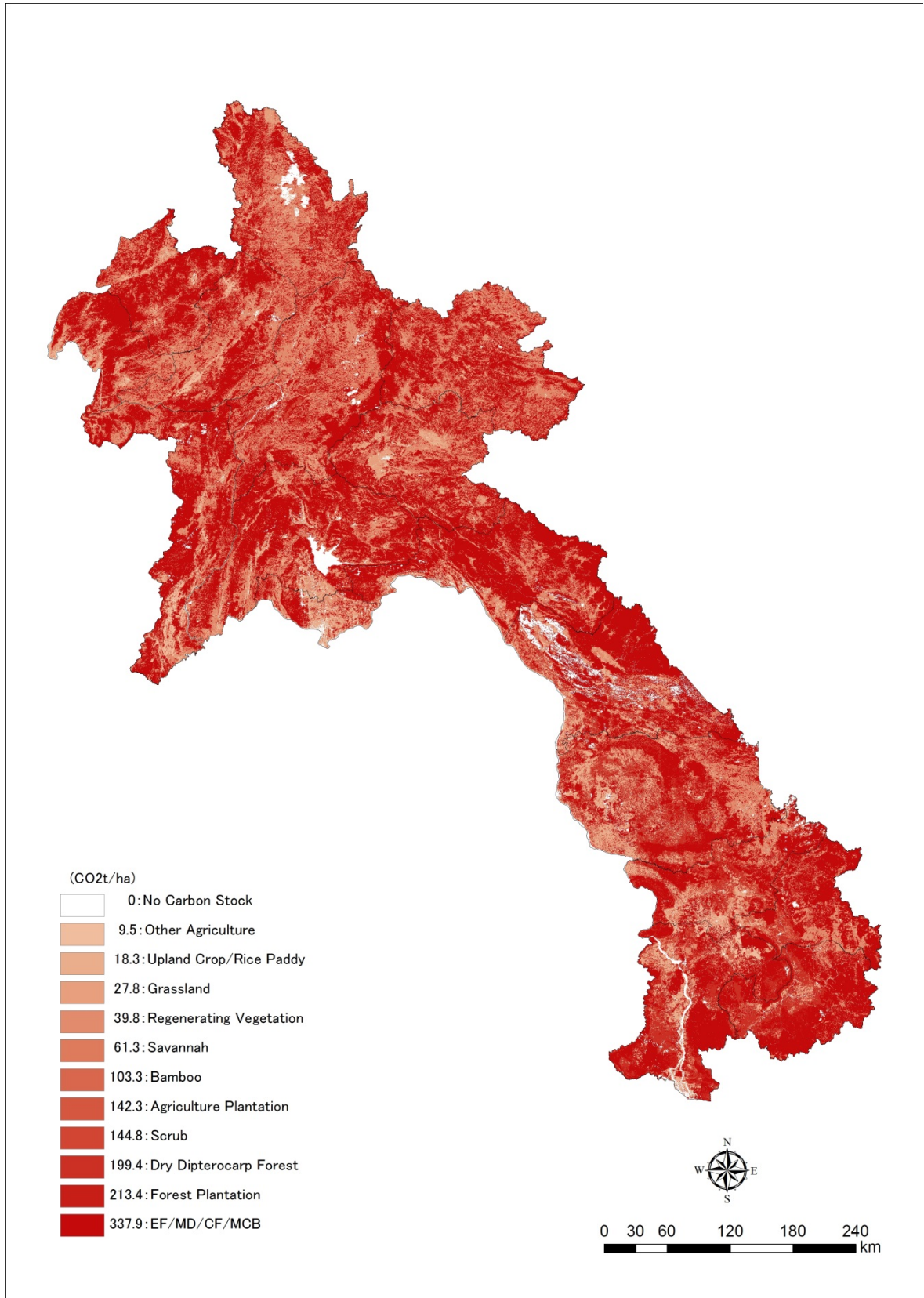


図 3-45 : 2000 年森林炭素マップ (炭素層化案)

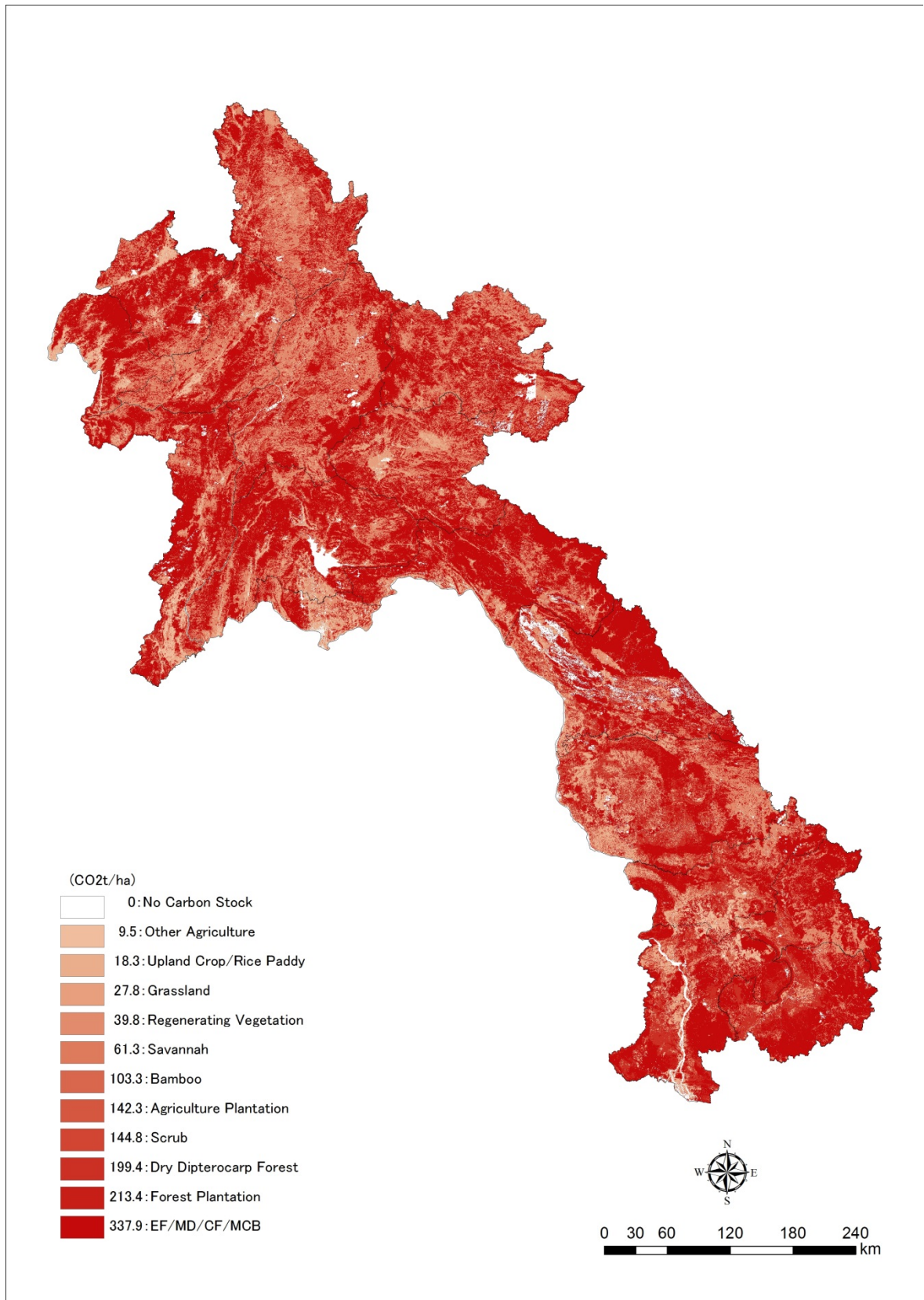


図 3-46 : 2005 年森林炭素マップ (炭素層化案)

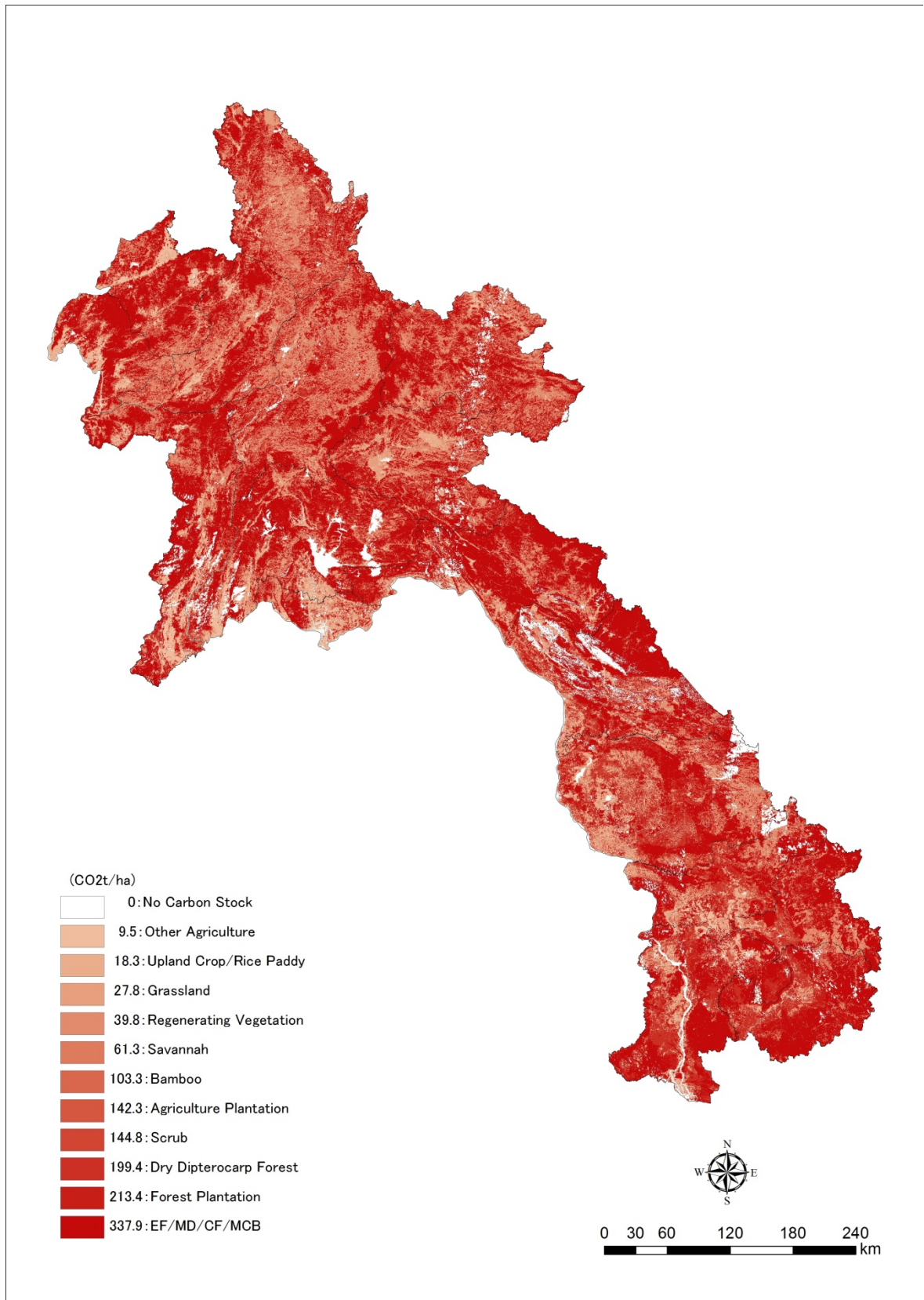


図 3-47 : 2010 年森林炭素マップ (炭素層化案)

表 3-41 : 2000 年、2005 年、2010 年の区分別炭素蓄積量

Existing Classification									
IPCC Definition	National Level Classification System for Lao PDR			2010		2005		2000	
	Level 1	Level 2		CO2t	%	CO2t	%	CO2t	%
Forest Land	Current Forest	Evergreen Forest	EF	1,595,792,303		1,603,531,861		1,598,647,348	
		Mixed Deciduous Forest	MD	2,574,800,540		2,604,673,871		2,636,885,869	
		Dry Dipterocarp Forest	DD	246,356,486		259,409,049		260,950,419	
		Coniferous Forest	CF	14,457,889		14,254,888		14,467,541	
		Mixed Coniferous and Broadleaved Forest	MCB	85,659,728		93,765,404		93,825,382	
		Forest Plantation	P	23,532,247	93.9%	4,668,211	93.8%	3,797,439	93.7%
	Regenerating Vegetation	Bamboo	B	9,268,068		7,120,305		6,580,742	
Grassland	Other Vegetated Areas	Regenerating Vegetation	RV	221,493,781	4.8%	240,431,749	5.1%	246,541,711	5.1%
		Savannah	SA	6,529,871		6,573,257		6,639,319	
		Scrub	SR	3,653,493		4,023,077		4,000,872	
Cropland	Cropland	Grassland	G	6,979,692	0.4%	7,621,549	0.4%	7,906,256	0.4%
		Upland Crop	UC	8,292,401		4,406,372		3,630,537	
		Rice Paddy	RP	22,313,602		21,728,679		21,252,795	
		Other Agriculture	OA	8,247,470		5,843,899		3,968,483	
		Agriculture Plantation	AP	9,561,147	1.0%	7,153,412	0.8%	6,863,409	0.7%
		SUM		4,836,938,716	100%	4,885,205,583	100%	4,915,958,121	100%

Provisional Carbon Stratification									
IPCC Definition	National Level Classification System for Lao PDR			2010		2005		2000	
	Level 1	Level 2		CO2t	%	CO2t	%	CO2t	%
Forest Land	Current Forest	EF/MD/CF/MCB		4,270,710,459		4,316,226,024		4,343,826,139	
		Dry Dipterocarp Forest	DD	246,356,486		259,409,049		260,950,419	
		Forest Plantation	P	23,532,247	93.9%	4,668,211	93.8%	3,797,439	93.7%
	Regenerating Vegetation	Bamboo	B	9,268,068		7,120,305		6,580,742	
Grassland	Other Vegetated Areas	Regenerating Vegetation	RV	221,493,781	4.8%	240,431,749	5.1%	246,541,711	5.1%
		Savannah	SA	6,529,871		6,573,257		6,639,319	
		Scrub	SR	3,653,493		4,023,077		4,000,872	
Cropland	Cropland	Grassland	G	6,979,692	0.4%	7,621,549	0.4%	7,906,256	0.4%
		Upland Crop	UC	8,292,401		4,406,372		3,630,537	
		Rice Paddy	RP	22,313,602		21,728,679		21,252,795	
		Other Agriculture	OA	8,247,470		5,843,899		3,968,483	
		Agriculture Plantation	AP	9,561,147	1.0%	7,153,412	0.8%	6,863,409	0.7%
		SUM		4,836,938,716	100%	4,885,205,583	100%	4,915,958,121	100%

これをもとに各森林炭素マップの不確実性を計算し、それをもって森林炭素マップの精度検証結果の代替とした。2010年、2005年、2000年森林炭素マップの不確実性を表 3-42～表 3-44 に示す。2005年、2000年森林分布図の精度検証は、国際報告で最低限求められている IPCC の土地利用区分で行っており、2010年森林分布図は森林タイプで精度検証を行っているものの、2005年、2000年と比較可能とするため、全ての年の不確実性を IPCC の土地利用区分で評価した。ただし、IPCC の土地利用区分のうち、炭素蓄積があるのは Forest Land、Grassland、Cropland であるため、これらに限って評価することとした。また、Emission Factor の不確実性は 1st NFI を基に計算しているが、1st NFI では Grassland および Cropland に該当する土地被覆・利用でバイオマス調査を行っていないため、データが存在する Forest Land について算出した。なお、信頼区間 95% および 90% において不確実性を評価した。

表 3-42～表 3-44 に示すとおり、全ての年において森林炭素マップの総合不確実性は 20% を超えた。これは、FCPF の Carbon Fund で示される不確実性評価に照らすと、4% の Conservativeness Factor を用いることとなる。ただし、上述のとおり今回は Emission Factor の不確実性評価に必要な NFI データが十分でないため、次期 NFI 実施後に改めて評価をする必要があると考える。

表 3-42 : 2010 年炭素蓄積推定量の不確実性評価

2010		Forest Land	Grassland	Cropland	Total
AD Uncertainty	95% CI	1.7%	27.7%	10.4%	
	90% CI	1.4%	23.1%	8.7%	
- Number of classification data		1,171	17	170	1,358
- Number of reference data		1,136	45	177	1,358
- Map area (ha)		18,954,183	373,774	2,538,589	21,866,547
EF Uncertainty	95% CI	7.9%	-	-	
	90% CI	6.6%	-	-	
- Mean (AGB/ha)		40	-	-	
- Standard Deviation		49	-	-	
- Number of plot		958	-	-	958
Total Uncertainty	95% CI	8.0%	27.7%	10.4%	
	90% CI	6.7%	23.1%	8.7%	
Overall Uncertainty	95% CI	27.3%			
	90% CI	22.8%			

表 3-43 : 2005 年炭素蓄積推定量の不確実性評価

2005		Forest Land	Grassland	Cropland	Total
AD Uncertainty	95% CI	2.0%	26.9%	11.8%	
	90% CI	1.6%	22.4%	9.8%	
- Number of classification data		1,220	19	129	1,368
- Number of reference data		1,145	49	174	1,368
- Map area (ha)		19,876,900	406,957	2,076,163	22,360,019
EF Uncertainty	95% CI	7.9%	-	-	
	90% CI	6.6%	-	-	
- Mean (AGB/ha)		40	-	-	
- Standard Deviation		49	-	-	
- Number of plot		958	-	-	958
Total Uncertainty	95% CI	8.1%	26.9%	11.8%	
	90% CI	6.8%	22.4%	9.8%	
Overall Uncertainty	95% CI	26.5%			
	90% CI	22.2%			

表 3-44 : 2000 年炭素蓄積推定量の不確実性評価

2000		Forest Land	Grassland	Cropland	Total
AD Uncertainty	95% CI	1.8%	27.3%	14.1%	
	90% CI	1.5%	22.8%	11.8%	
- Number of classification data		1,238	21	113	1,372
- Number of reference data		1,191	49	132	1,372
- Map area (ha)		20,146,073	418,340	1,811,945	22,376,357
EF Uncertainty	95% CI	7.9%	-	-	
	90% CI	6.6%	-	-	
- Mean (AGB/ha)		40	-	-	
- Standard Deviation		49	-	-	
- Number of plot		958	-	-	958
Total Uncertainty	95% CI	8.1%	27.3%	14.1%	
	90% CI	6.8%	22.8%	11.8%	
Overall Uncertainty	95% CI	27.0%			
	90% CI	22.5%			

3.3 成果 2 に係る成果

3.3.1 既存の森林情報データベースの分析・整理

NFIS および NFIDB の方向性の提示・協議

第 1 年次のワークプランの説明や第 2 年次の技術ワークショップ（第 2 回は CHPAD と共催）などの機会を通じて NFIS および NFIDB のコンセプトと取り組みの方向性、既存の森林情報データベース（DB）との関連性を説明して、関係者と協議・コンサルテーションを行った。また、Project Director、Manager および DOF の局長らの意思決定者には事前にコンサルテーションを行い、NFIDB の方向性

に関して合意を得た。

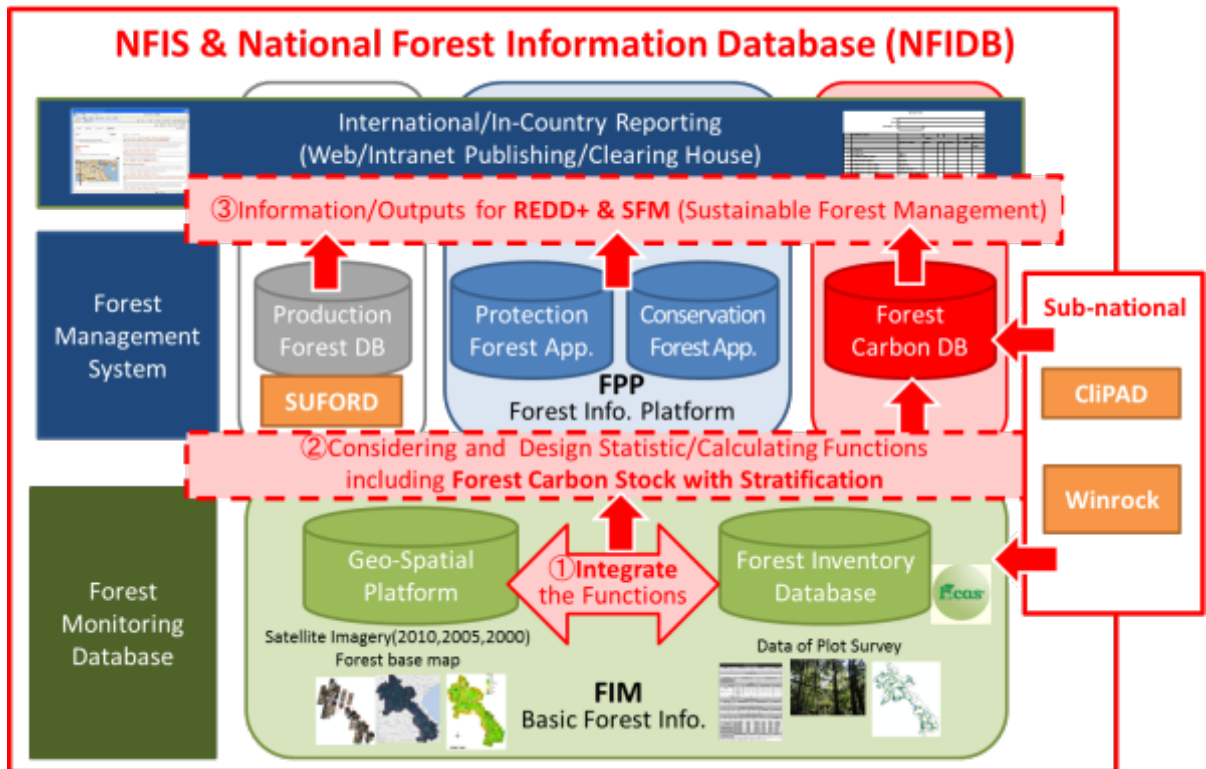


図 3-48 : NFIS および NFIDB の概要と方向性、既存データベースとの関係性

成果2の活動の現況分析として、既存の森林情報関連データベースとして、共同企業体が従事した FIM プロジェクトで整備した地理空間情報プラットフォームおよび森林インベントリデータベース (FoCAS)、森林管理情報システム (FPP/TA2: 森林情報プラットフォームと改称)、加えて林野局報告システム (DOF Reporting System)、生産林管理データベース (FOMIS) および第1回 NFI のデータベース (ForestCalc) の分析・整理を行った。

森林インベントリデータベース (FIM)

FIM のインベントリデータがリレーショナルデータベースに格納されている。データの入力・閲覧フォームが整備され、入力エラー・冗長性が排除されているが、空間情報機能は有していない。

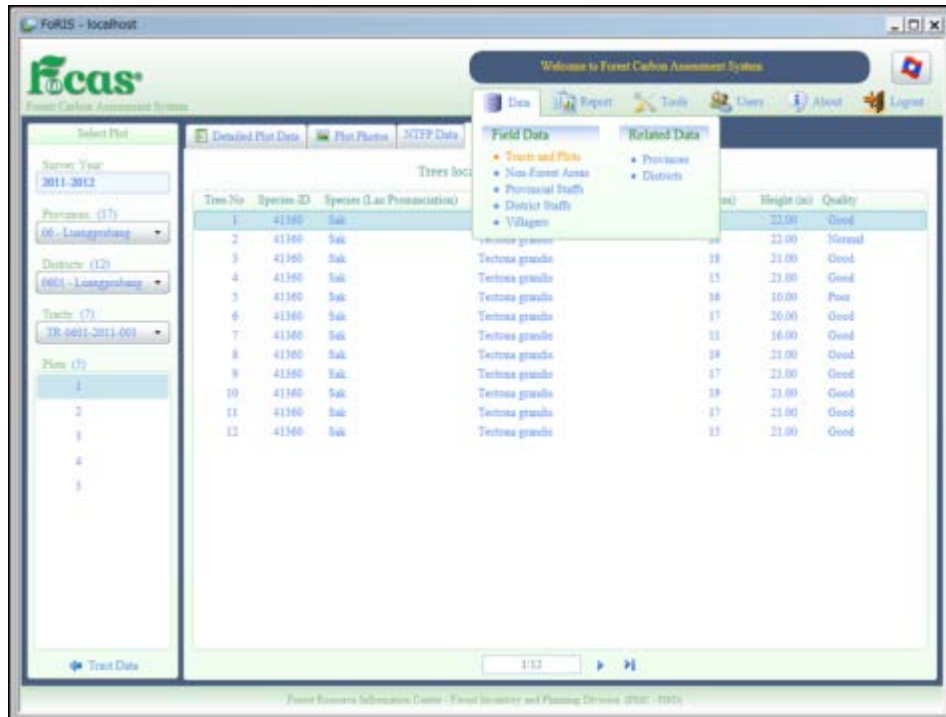


図 3-49 : FIM で整備されたインベントリデータベース (FocAS) の入力画面

地理空間情報プラットフォーム (FIM)

FIM の衛星画像データ、GIS データが格納されている。ファイル名称およびメタデータのルールが定められ、ワークフローに基づき、成果データがサーバ上に保存される体制となっている。

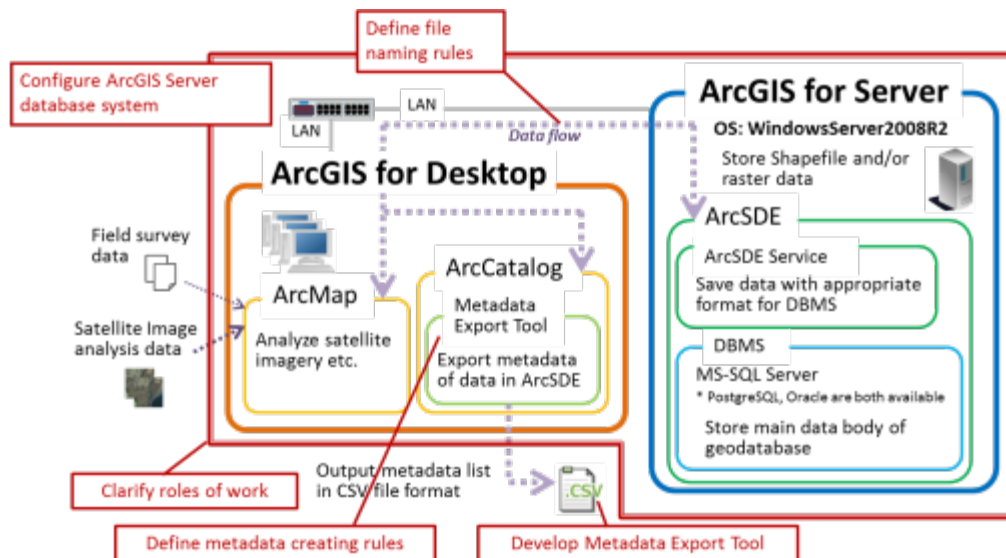


図 3-50 : FIM で整備された地理空間情報プラットフォームの概要

森林管理情報システム (FPP/TA2)

共同企業体が実施中であった FPP の技術支援活動 (TA2) の進捗および成果を確認した。FPP/TA2 では 2013 年 12 月に森林管理情報システム (ベータバージョン) を完成させて、FIPD に設置して DOF

のイントラ環境でテスト運用を行った。その後システムのラオス語化が行われ、また FPP の残余金で DFRM でも同じ環境・システムの構築準備が進められた。

本システムでは、DOF および DFRM の部・課のユーザがログインすると、部・課毎に準備された GIS ポータルサイトが立ち上がり、それぞれの課で必要とするニュース/イベント、ドキュメント、プロジェクト情報、および GIS マップ情報が表示されるようになっている。

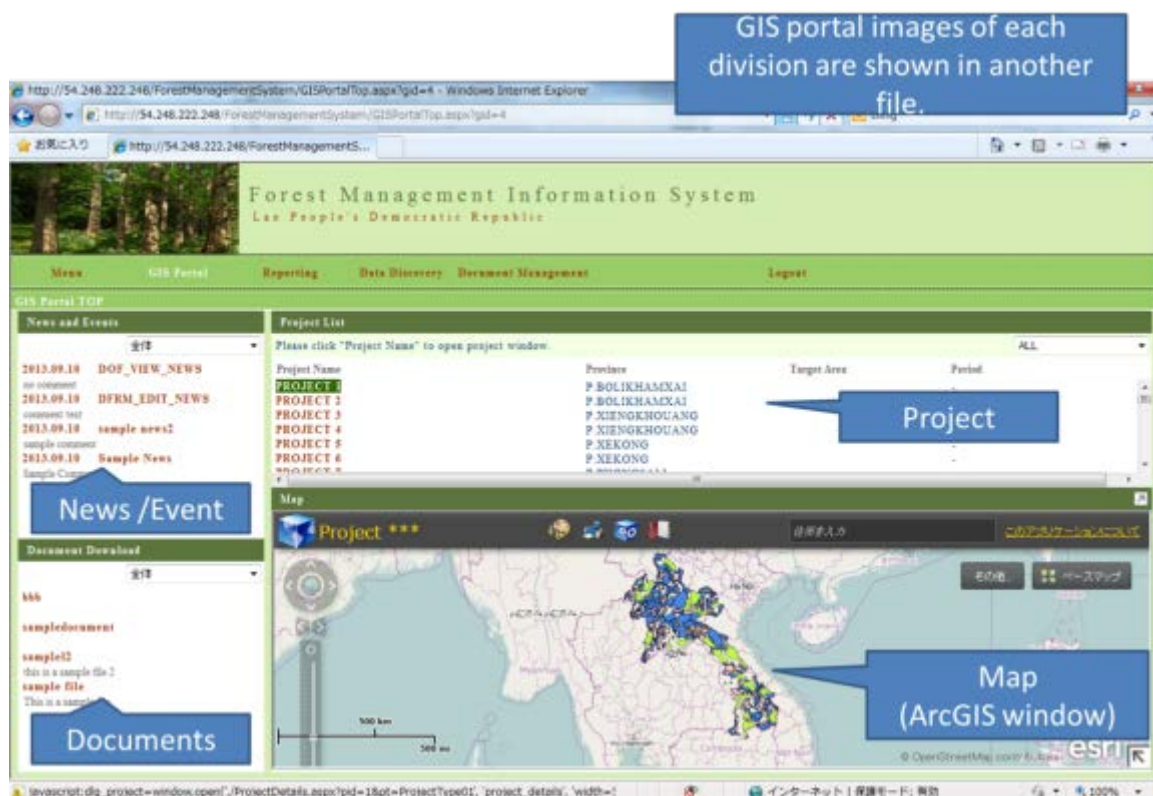


図 3-51 : 森林管理情報システム (FPP/TA2) のトップページ

現在はシステムのデモンストレーション運用であるため、FPP の既存データや FIM で作成されたドラフトデータの幾つかが登録されているが、データ及びコンテンツが十分でないことが課題である。ただし、NFIS や関連プロジェクトで整備されたデータは適宜追加することが可能で、森林管理に必要な情報の閲覧・利用のためのプラットフォームの準備が整いつつある。本プロジェクトでは、特に REDD+を実施していく上で必要・重要な炭素蓄積量の計算をする機能を本システムで実現するために、必要なデータや計算手法の検討を進めることとした。また、炭素量等物理データ以外にも REDD+の PaMs や SG 関連情報を整理・提供する手法等についても検討を行うこととした。

林野局報告システム (DOF Reporting System)

共同企業体が実施中であった FPP の技術支援活動 (TA3) と連携して、DOF Reporting System に関して DOF、DFRM および SUFORD と協議を行うことで現状と課題を把握した。結果として、TA3 の

活動により DOF Reporting System は全国で機能できる体制（機材調達およびトレーニング）が整ったこと、システムの対象は DOF 担当の生産林だけでなく、DFRM が担当の保護林や保全林も含まれるので実施体制について再検討が必要なこと、FPP の技術支援活動（TA2）ではクリアリングハウスの実装に必要な情報の取り出し方法・体制に関して調査済みであることを確認した。今後本システム内のテーブル属性について DOF、DFRM 関係者で確認してどのようにアップデートしていくかについて検討されることを確認した。

生産林管理データベース（FOMIS）

共同企業体が実施中であった FPP の技術支援活動（TA2）と連携して、FOMIS に関して DOF および SUFORD と協議を行うことで現状と課題を把握した。結果として、FOMIS から必要な情報を取り出すための改修が容易でないこと（ソースコードや設計の詳細が不明なため）、DOF は現在推進している住民参加型生産林管理計画の実施に向けて FOMIS の改定の希望があること、SUFORD は FOMIS だけの改定は計画していないことを確認した（第 1 年次）。確認した状況を踏まえて DOF、SUFORD、および FPP と協議した結果、FOMIS から国レベルの報告に必要な情報を取り出す機能拡張の準備を整えるため、FPP/TA2 の活動の中で FOMIS のシステム改定を行うことで一度合意したが（第 2 年次前半）、SUFORD の後継プロジェクト（SUFORD SU）にて生産林管理データベース・モニタリングシステムが検討されることが決定したため（第 2 年次中盤）、その設計および開発段階において、双方のデータベースからやり取りする情報と仕組みを協議・調整することとなった（第 2 年次終了時）。

第1回 NFI のデータベース (ForestCalc)

ラオスでは、1991 から 2000 年まで長期間かけてスウェーデンの支援により全県で NFI が実施され、また 2009 から 2010 年にかけて SUFORD (世銀/フィンランド) が原データおよびバイオマス・炭素蓄積量の計算機能を含むデータベース (ForestCalc) を整備している。まずは、既存ドキュメントをレビューして、ForestCalc のデータおよび機能をレビューして概要を把握した。図 3-52 に ForestCalc のバイオマス・炭素蓄積量計算のフローを示す。

元々、Stem Volume について詳細に調査されたものであるが、それをベースに Wood Density、Biomass Expansion Factor、Carbon Fraction などをローカル調査結果のレビューと IPCC デフォルト値を参考にバイオマス・炭素蓄積量が計算されている。

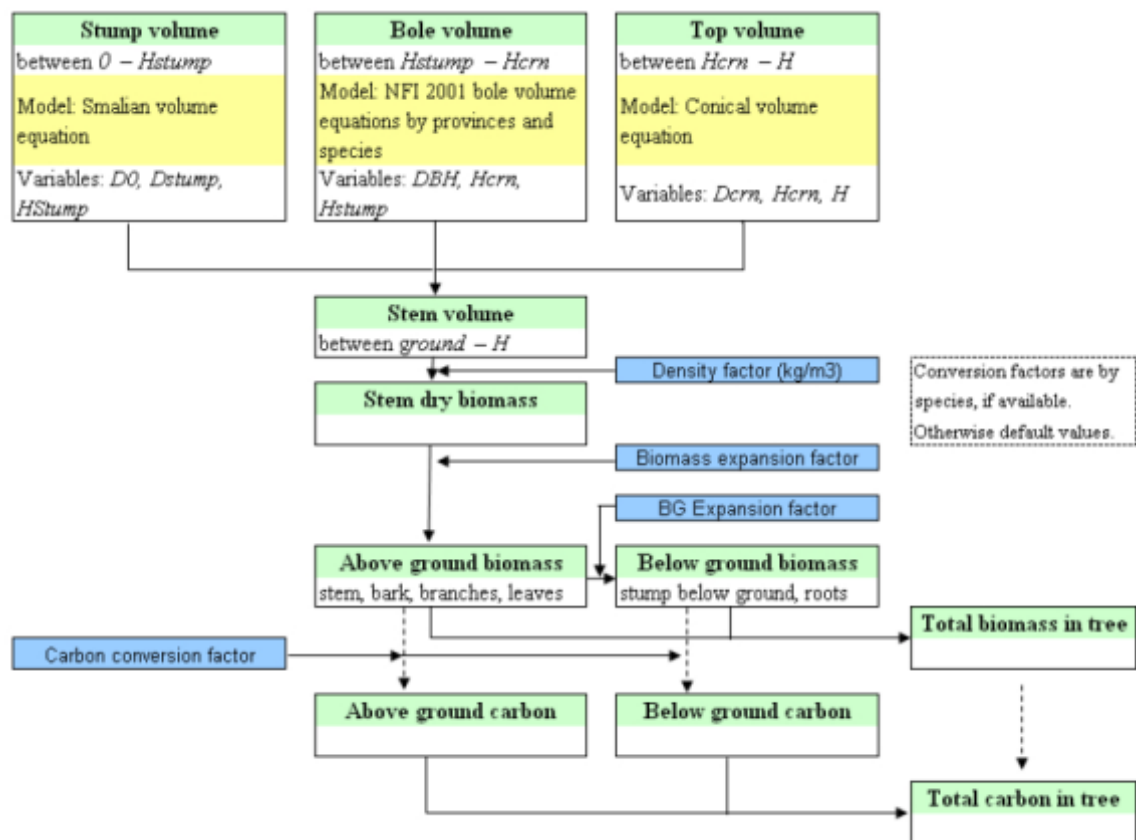


図 3-52 : Forest Calc のバイオマス・炭素蓄積量計算のフロー

本プロジェクトでは、ForestCalc のデータを分析することで、県毎 (地域毎) および森林タイプ毎で胸高直径および樹高と ForestCalc で計算された地上バイオマス量の関係を分析して、炭素層化のためのデータベースのアロメトリ式の開発を行った。分析に際しては、SUFORD の Chief Technical Adviser の承認を得て、また必要に応じて ForestCalc データベースの開発者と連絡を取って進めた。

なお、炭素量と相関の高い因子の特定は、成果 1 に係る活動で実施されるので、成果 2 では Forest Calc データベースにおいてクエリ (検索要求) を作成して必要データを取り出して、アロメトリ式の開発を行うまでを対象とした。

Example of Extracted/Summarized Information from ForestCalc

Province	Plot	Species	Landuse	D	H	Biomass AG	Biomass Total	Carbon AG	Carbon Total
1	110011801	142	106	33.8	31.1	6.89	8.61	3.45	4.31
1	110011801	142	106	21.2	26.1	11.85	14.81	5.92	7.40
1	110011801	142	106	14.6	12.7	2.58	3.23	1.29	1.62
1	110011801	142	106	31.8	22.5	3.61	4.52	1.81	2.26
1	110011801	142	106	14.2	12.4	2.42	3.02	1.21	1.51
1	110011801	999	106	11.5	7.6	1.35	1.69	0.67	0.84
1	110011801	999	106	12.0	8.0	1.48	1.86	0.74	0.93
1	110011801	999	106	10.0	6.6	0.86	1.08	0.43	0.54
1	110011801	999	106	11.1	7.4	1.23	1.54	0.62	0.77
1	110011801	999	106	13.7	9.1	2.07	2.59	1.04	1.30
1	110011801	999	106	24.0	15.3	8.71	10.88	4.35	5.44

Image & Step to develop tentative Carbon Stratified Map

1) (Tentative) Allometric Equation by Forest-Type/Province



図 3-53 : ForestCalc による県毎／森林タイプ毎のデスクベースのアロメトリ式開発イメージ

デスクベースのアロメトリ式開発

ForestCalc の森林区分はFIM の森林区分とは完全に一致はしていないので表 3-45 の対比表を整理して、アロメトリ式を作成する森林区分（赤字項目）を特定した。

表 3-45 : ForestCalc と FIM の森林区分の比較とアロメトリ式開発区分の特定

Code	LU ForestCalc	LU FIM 2010	For Allometry Equation
101	Lower evergreen	Evergreen Forest	Evergreen Forest
102	Upper evergreen		
103	Lower dry evergreen		
104	Upper dry evergreen	Mixed Evergreen and Deciduous Forest	Mixed Deciduous Forest
105	Lower mixed deciduous		
106	Upper mixed deciduous	Deciduous Forest	
107	Dry dipterocarp	Dry dipterocarp	Dry dipterocarp
108	Gallery forest	included in Evergreen~Deciduous	-
109	Coniferous	Coniferous	Coniferous
110	Mixed broadleaved and coniferous	Mixed broadleaved and coniferous	Mixed broadleaved and coniferous
111	Man-made, plantation	Evergreen Forest Plantation	Forest Plantation
		Deciduous Forest Plantation	
201	Pure bamboo	Bamboo	Bamboo
202	Unstocked	Old Fallow Land	Fallow Land
		Young Fallow Land	
204	Ray	Slash and Burn Land	Slash and Burn (No stock)
203	Natural regeration		
301	Savannah, open woodlands	Savannah/Open Woodland	Savannah/Open Woodland
302	Heath, stunted and scrub forest	Scrub, Heath	Scrub, Heath
401	Rice paddy	Rice Paddy	Rice Paddy
402	Fruit plantation	Agriculture Plantation	Agriculture Plantation
403	Other agriculture	Other Agriculture Area	Other Agriculture Area
501	Barren lands, rock	Barren Land	Barren Land
		Rock	Rock
502	Grassland	Grassland	Grassland
503	Swamps	Swamp	Swamp
504	Urban areas	Urban Area	Urban Area
505	Other land areas	Other Land	Other Land
506	Water	Water	Water

最初に、胸高直径と樹高のそれぞれと地上バイオマス量との相関について単回帰分析してみたところ、胸高直径と地上バイオマスはよい相関を示し、樹高についてはバラつきが目立つ結果となった。このため、今回の分析では胸高直径と地上バイオマスについて、森林タイプ毎/県毎に単回帰分析することとした。下記に単回帰分析の結果を示す。

※添付資料7に全データ掲載

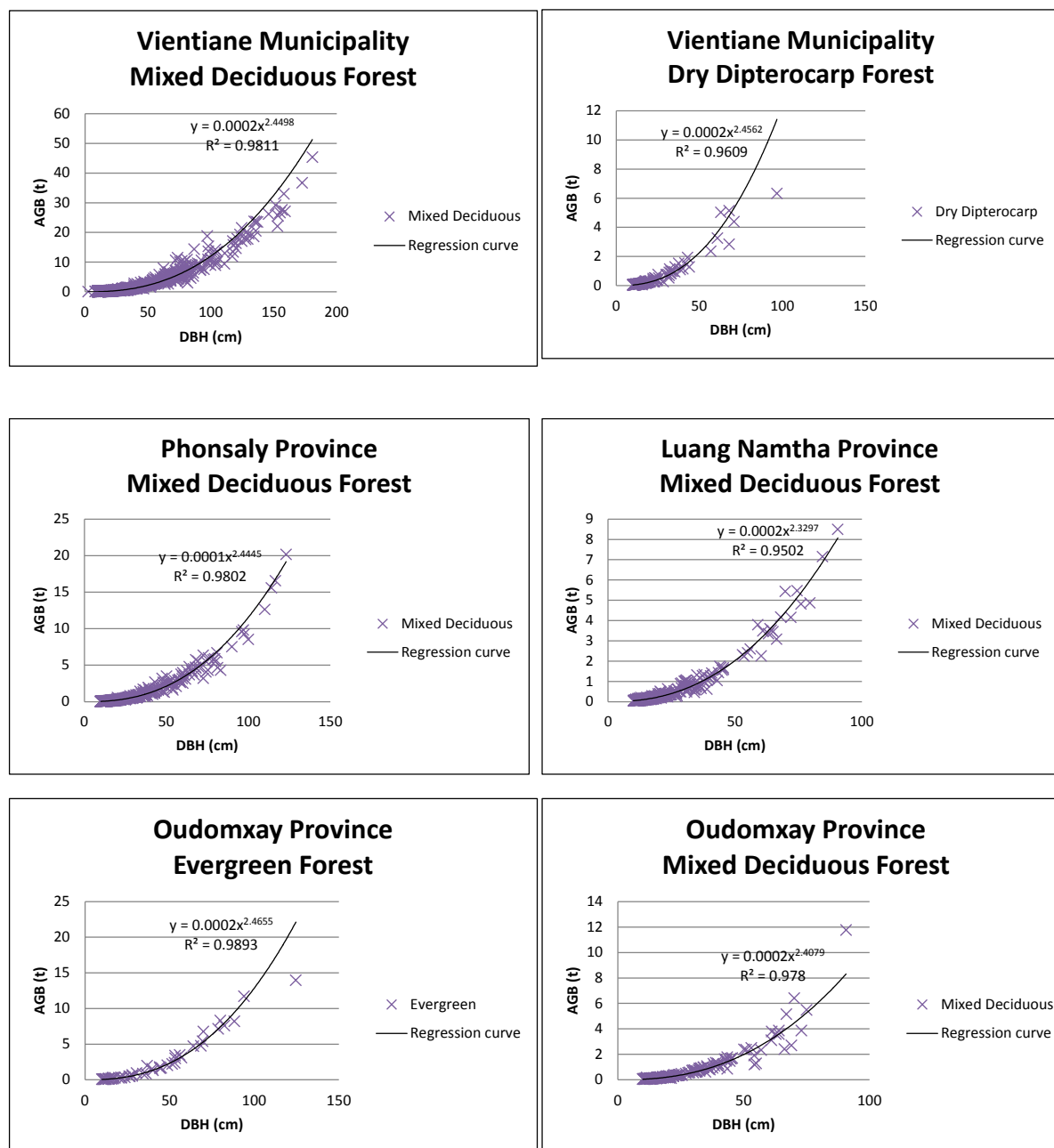


図 3-54 : 県毎/森林タイプ毎の胸高直径と地上バイオマス量の単回帰分析 (サンプル)

各ドナープロジェクトによるデータベース支援の状況整理

DOF を支援しているプロジェクトのデータベース (DB) 担当者と協議を行い、その結果に基づいて各ドナープロジェクトによる DB 支援の現状整理を行った。

JICA (FIM) は、元々はオープンソース DB の PostgreSQL を使用する予定であったが、DOF・FIPD からの要求・推薦およびローカルエンジニアの経験・能力を考慮して、インベントリ DB や FPP/TA2 のプラットフォームではバックエンド DB には商用の Microsoft SQLServer を使用している。

CliPAD は、準国レベルにおいて森林インベントリ調査の Standard Operation Procedure (SOP) を整備するとともに、タブレットベースの調査ツールを活用しているが、JICA/NFIS と共同で国レベルのバイオマス DB との統合を志向しており、バックエンド DB は MS-SQLServer を予定している。

SUFORD SU は、生産森林管理モニタリングの DB を設計中であるが、CliPAD と同じタブレットベースの調査アプリケーション (ODK 及び FormHub) を使用することを検討中だが、カスタマイズする計画であり、バックエンド DB はオープンソースの PostgreSQL を使用する予定である。

また、FAO も、プレインベントリ解析・現地調査ツールおよび統計分析システムを開発しており、無償提供されているのでラオスでも利用することも可能であるが、バックエンドの DB には PostgreSQL が利用されている。

表 3-46: 各ドナープロジェクトによるデータベース支援の状況整理

	CliPAD	JICA(NFIS)	SUFORD SU	FAO
Analysis Application	QGIS & IDRISI (FC) eCognition (Aruna)	ArcGIS eCognition	ArcGIS ERDAS	TerraAmazon
Mobile Application	ODK & FormHub(->Ona)		ODK & FormHub (customize)	OpenForis Collect
Survey Database	NoSQL (MangoDB)		PostgreSQL (new table for display)	SQLite/PostgreSQL
Back-end Database	MS SQL Server		PostgreSQL	PostgreSQL

このように見ると様々な DB が存在しているようで懸念されるが、JICA と CliPAD が検討しているバイオマス DB と生産林管理 DB で必要とされる情報は大きく性質が異なるので、必ずしも同じ DB とする必要はなく、それぞれの目的にあったもので開発すればよい。それよりも重要なことは、CliPAD が SOP で提案しているように、調査データや解析手法が標準化されていることであって、DB 間でのデータのやり取りについては、入出力の使用・規約を定めれば、技術的には解決が可能であるので、大きな問題はない。ただし、このような状況をよく理解した上で適宜プロジェクト間・技術者同士で協議・調整を行うことが重要である。

3.3.2 統計・レポーティング等のための機能・仕様の検討

MRV システムの R（報告）の実施能力向上に向けて、NFIDB では国際報告を支援する機能・仕様の検討が必要である。現在 DOF は国際報告として UNFCCC 報告の森林セクターならびに FRA（世界森林資源評価）のカントリーレポートを担当していることから、NFIDB ではこれらの国際報告の取り纏めに必要な情報やデータの検索・データの要約の作成などの国際報告支援機能の設計が必要となる。そこで、その現状を調査して、NFIDB に求められる役割と関係性を整理した。

表 3-47 : DOF が担当する国際報告

国際報告の種類	実施する国際機関	DOF の担当事項
UNFCCC 報告 ◆ 国別報告書（NC : National Communication） ◆ 国家 GHG インベントリレポート ◆ 隔年更新報告書（BUR : Biannual Update Report）	UNFCCC	森林セクターデータの取り纏め (MONRE が UNFCCC のフォーカルポイントとなっている)
世界森林資源評価（FRA : Forest Resource Assessment）カントリーレポート	FAO	カントリーレポートの取りまとめ

UNFCCC 報告に関する現状分析

ラオスでは国家 GHG インベントリ報告として、これまでに第 1 回（2000 年）、第 2 回（2013 年）国別報告書を UNFCCC に提出している。また現在、ドイツ国際協力公社（GIZ）が支援する CliPAD プロジェクトにおいて、AFOLU（Agriculture, Forestry and Other Land Use）セクターの国家 GHG インベントリ報告（国別報告書、隔年更新報告書）の取りまとめに係る能力向上プログラムが実施されている。本プログラムでは、主に UNFCCC のフォーカルポイントである MONRE に対してトレーニングが実施され、特にラオスの NFMS の GHG インベントリの能力向上が図られることが期待されている。

本プロジェクトにおいては、第 1 回、第 2 回国別報告書の確認ならびに CliPAD プロジェクトのインセプション・ワークショップに参加した。その結果、以下の課題が明らかとなった。

- UNFCCC に提出された第 2 回国別報告書ならびに FRA 2015 の比較の結果、異なる活動データ（AD）と排出係数（EF）が使われていることが分かった。後述の通り、FRA 2015 では過去のインベントリデータ（1982 年、1992 年、2002 年）と Forest Cover Assessment data（2010 年）をデータソースとして 1990-2010 年の歴史的な森林被覆変化を推定している一方、第 2 回国別報告書では過去のインベントリ I データ（2002 年）と Five-Year Sustainable Forest Protection Action Plan（2006 - 2010 年）を用いて 2000 年と 2010 年の森林被覆率を推定している。FRA 2015 においては、2000 - 2010 年の森林被覆変化において若干の減少傾向（-0.4%/年）を示しているのに対して、第 2 回国別報告書においては将来予測セクションの目標では同時期で増加傾向（3.8%/年）、BAU では漸減を示しているが、いずれもデータの整備手法に一貫性が確保されていない。

- また、炭素排出量・吸収量の推定に用いられる排出係数も異なっていた。第2回国別報告書はIPCC Good Practice Guidance (GPG) for LULUCF のデフォルト値 (Tier レベル 1) を用いているのに対して、FRA 2015 は IPCC Guidelines のデフォルト値ならびに国家森林インベントリ (NFI) データより得られた国特定値を組み合わせさせて使っている (Tier レベル 1 または 2)。

表 3-48 : FRA 2015 および第2回国別報告書で使用される活動データと排出係数

	活動データ	排出係数
第2回国別報告書	NFI データベース (2002 年)	IPCC Good Practice Guidance for LULUCF のデフォルト値
	Five-Year Sustainable Forest Protection Action Plan (2006-2010)	
FRA 2015	NFI データベース (1982 年, 1992, 2002 年)	NFI データ: 材積
	Forest Cover Assessment (2010 年)	2006 IPCC Guidelines デフォルト値 ・ バイオマス変換拡大係数 (BCEF) ・ 地上部・地下部比 (R) ・ 炭素比 (CF)

第2回国別報告書においては、ラオスにおける国家 GHG インベントリの取り纏めに関して、次の課題が指摘されている。森林セクターにおいては、次期プロジェクトで構築される NFIDB から出力される森林情報を関係する異なる省庁間で共有することにより、特に下記の 1、2、4、5 の課題解決を図ることが期待される。

- 1) 不十分で不正確な情報と活動データ
- 2) 地域特定の排出係数の不足
- 3) 関係機関のラオス人研究者の能力不足
- 4) インベントリ活動を支援するデータベースの不足
- 5) 連携・協調の不足
- 6) 定期的なインベントリ実施プログラムの不足

特に上記 5 の課題解決は、一貫性のある国際報告 (国家 GHG インベントリ報告と FRA カントリーレポート) の実施に必要不可欠である。前述の通り、現状は国別報告書と FRA に使われた活動データと排出係数が異なるために、将来の二酸化炭素排出量・吸収量において異なる予測がラオス政府より示されている。この課題の解決には、国家 GHG インベントリに関係する異なる省庁 (AFOLU セクターにおいては MAF・DOF と MONRE) 間の協調を図ること、例えば全てのセクターにおいて関係する省庁で技術作業部会を組織し、GHG インベントリの方法論や報告の取りまとめ方を検討すること等が必要である。ただし、これは本プロジェクトの C/P やスコープを超えるものであるため、本プロジェクトでは C/P (林野局森林インベントリ計画課) が果たす役割を中心に検討を行った。

世界森林資源評価（FRA）に関する現状分析

世界森林資源評価（FRA）はFAOにより1948年から実施されており、現在では5年毎に世界の森林資源状況に関する情報を提供している。FRAは各国により作成されたカントリーレポートならびにリモートセンシングの解析結果を基に取り纏められる。ラオスにおいては、DOFがFRA報告（カントリーレポートの作成）をナショナル・コレスポンデントとして担当している。カントリーレポートは国際的な公式文書として各国の森林資源状況の報告や、森林分野の援助プログラム・プロジェクトの計画資料にも用いられることから、可能な限り最新で正確な情報・データを用いた取り纏めが必要である。ラオスにおいては、FRA 2015の最終ドラフト文書を2013年12月にFAOに提出して、その後最終化された。本プロジェクトにおいては、FIPDと共にFRA 2015のカントリーレポートに必要なデータの収集・報告書の取りまとめ、ならびに将来のFRA報告に向けたNFIDBの設計の基礎調査を実施した。

上記のカントリーレポートの取り纏め、ならびにNFIDB設計の基礎調査を通じて、FRA報告取り纏めに関して次の課題が明らかとなった。

- 1) FRA報告に必要な情報やデータは異なる省庁に分散している。
- 2) 情報はアナログ形式(手書きを含む)で取り纏められていることが多い。
- 3) 情報やデータは個人が保有していることが多く、省庁内外で共有されていない。
- 4) 過去のFRA報告の経験が現在FRA報告を担当するDOF職員に引き継がれていない。
- 5) FRA報告に必要な情報やデータを収集・統合する組織的な体制は整備されていない。現在はFRAを担当する一人のFIPD職員がこれらの業務を実施している。

NFIDBに格納するデータおよび機能について

UNFCCC報告およびFRA報告のいずれについても、現状ではデータの一元的管理ができておらず、情報の一貫性の確保が十分でない課題がある。NFIDBにおいては、この課題の改善・解決することが期待されているが、そのためには下記の3つのデータおよび機能を実現することが重要である。

- (a) 「調査データ(生データ)」をエラーなしで効率的に収集・格納する
- (b) 調査データからバイオマス・炭素量を「計算する式」を整理・格納する
- (c) 調査データと計算式により平均バイオマス・炭素量を「定数」として格納する

以降では、(a)(b)(c)のそれぞれについて、本プロジェクトで整理した結果を報告する。

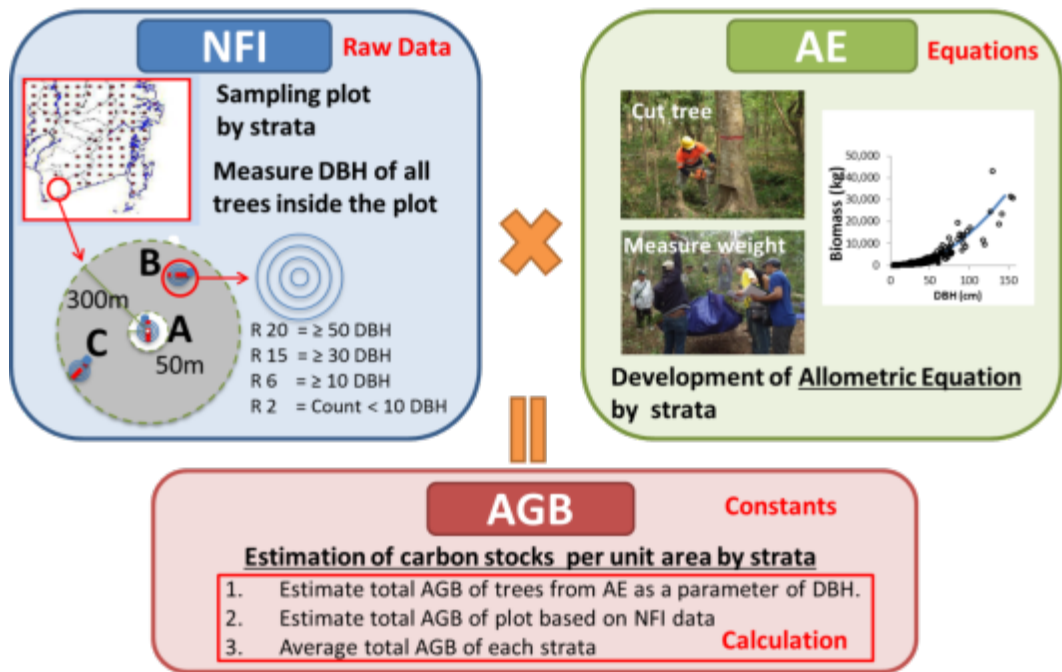


図 3-55 : NFIDB に格納するデータおよび機能の概要 (例 : 地上部バイオマス (AGB))

(a) 「調査データ(生データ)」をエラーなしで効率的に収集・格納する

本プロジェクトでは、調査データ（生データ）をエラーなしで効率的に収集する手段として、CliPAD/KfW が準国レベルで整備・実施した SOP に基づき、タブレットベース調査ツールおよびセキュアド・クラウドサーバを用いた手法を採用することとした。

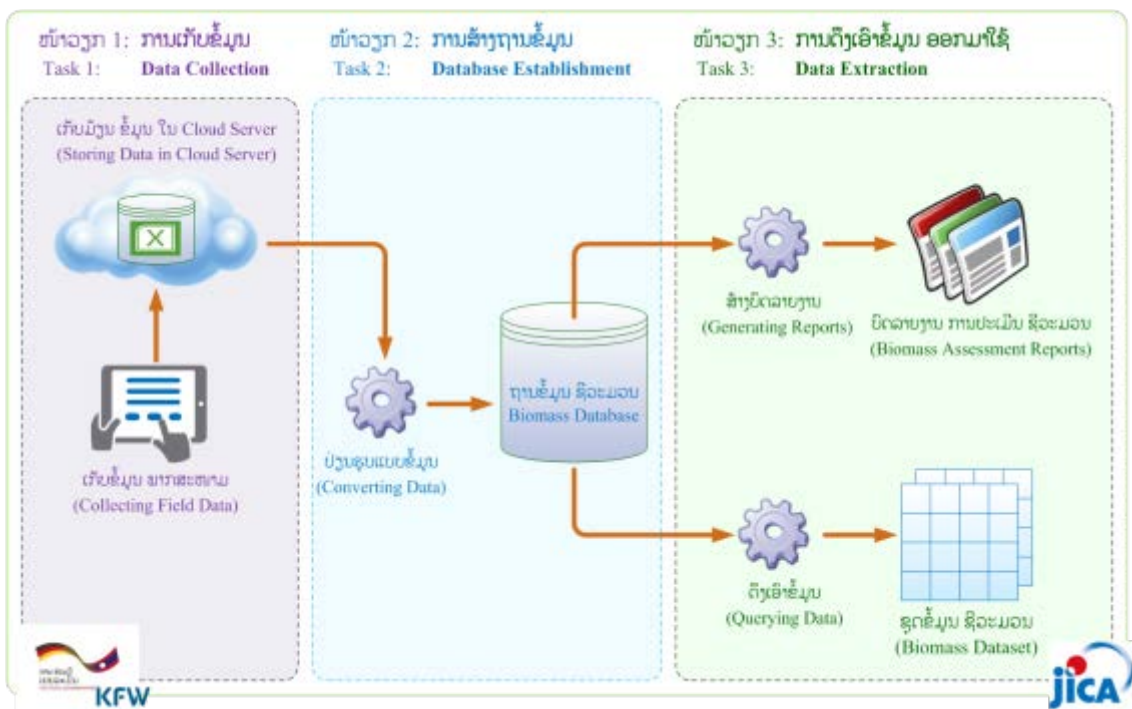


図 3-56 : 森林インベントリ調査データの収集・格納および利用の概要

また、セキュアド・クラウドからダウンロードした調査データを統計・レポートングするためにデータをデータベースに取り込んで分析ができるように、データベースのテーブル及びリレーション（ER ダイアグラム）の設計が必要である。このリレーショナルデータベースの設計は、FIM で整備したインベントリ DB（FoCAS）および CliPAD/KfW が Houaphanh 県で行ったパイロット調査の内容に基づくこととし、本プロジェクトで行った NFI のパイロットの調査も同じ形式で実施した。

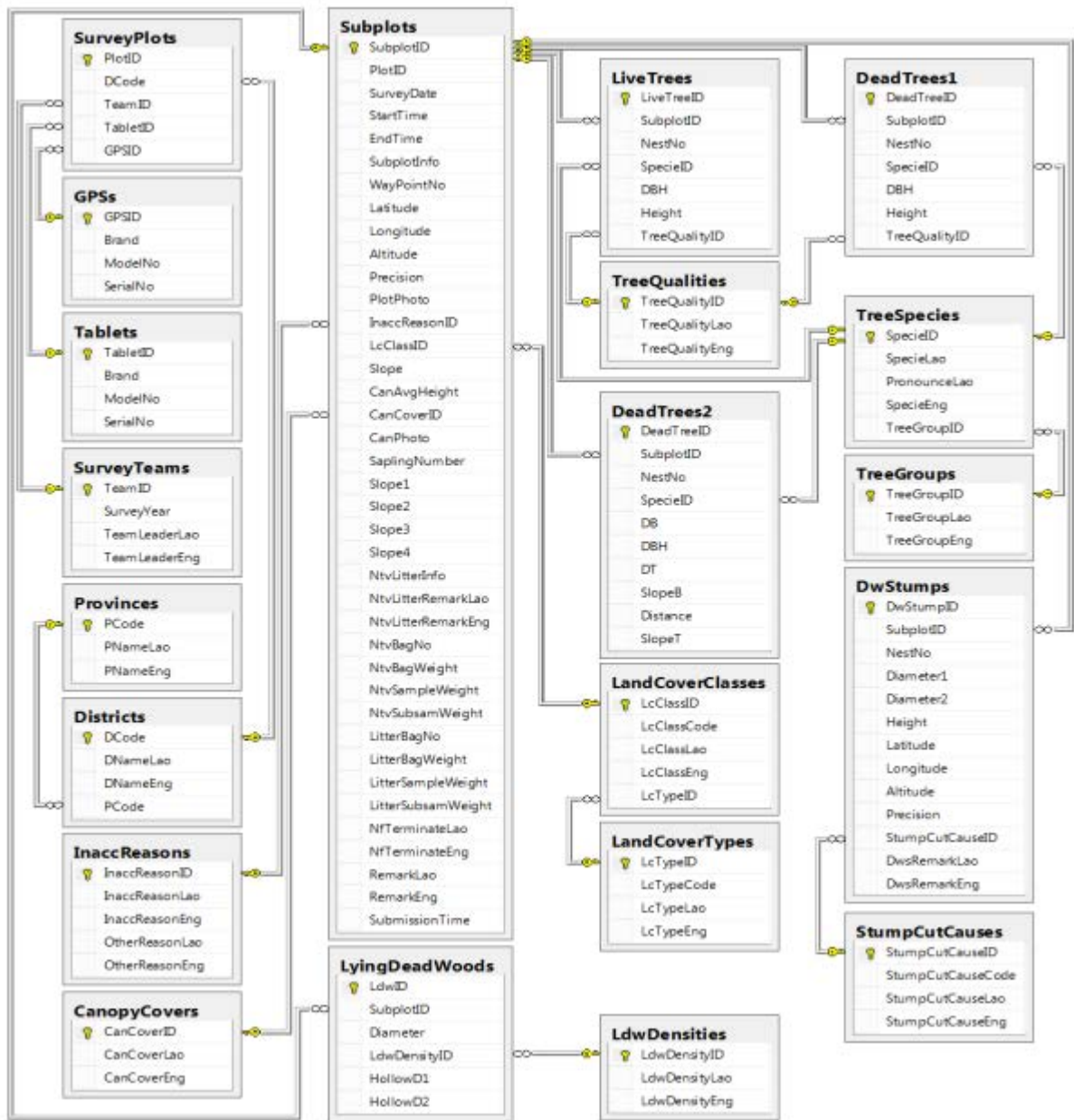


図 3-57 : 森林インベントリ・バイオマス DB の ER 図

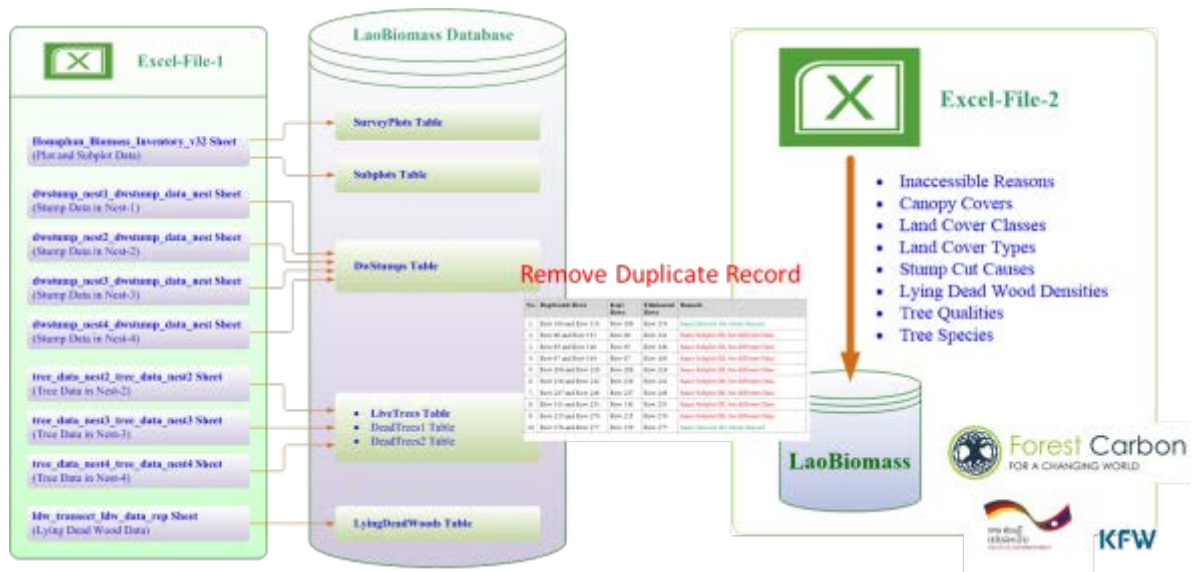


図 3-58 : インベントリ調査データのバイオマス DB への変換・格納の概要

(b) 調査データからバイオマス・炭素量を「計算する式」を整理・格納する

■ 現在利用可能なアロメトリー式

現時点では、以下の3つのオプションがある。

オプション① : 既存の Region ベース (または IPCC 登録済み) のアロメトリー式 __図 3-59

オプション② : 1st NFI データに基づくデスクベースのアロメトリー式 (県毎) __図 3-60

オプション③ : ジェネリックのアロメトリー式 (地域・森林タイプの区別はなし) __図 3-61

■ 将来利用可能なアロメトリー式

ラオスでは、FPP の残余金 (TA6) にて、国および地域固有のアロメトリー式の開発のために、2015 年 3 月~2016 年 6 月に全国レベルで破壊調査を行う予定であり、2016 年中にはラオス国および地域固有のアロメトリー式が開発され、これが利用されることになる予定である。

つまり、現在利用可能なアロメトリー式はいずれのオプションも約 1 年後には必要性は低下する。そのため、現在利用可能なアロメトリー式の整理・格納に大きな手間をかける必要はないものの、過去データとの比較など、目的に応じて使い分けることは重要である。

		Ecoregions in Laos							
		0137	0139	0121	0138	0136	0202	0152	0210
Eco-region		Northern Indochina Subtropical Forests	Northern Thailand-Laos Moist Deciduous Forests	Luang Prabang Montane Rain Forests	Northern Khorat Plateau Moist Deciduous Forests	Northern Annamites Rain Forests	Central Indochina Dry Forests	Southern Annamites Montane Rain Forests	Southeastern Indochina Dry Evergreen Forests
Forest Type in Laos	EF	1) UN-REDD: Vietnam North East	1) UN-REDD: Vietnam North East	2) UN-REDD: Vietnam North Central Coast	-	2) UN-REDD: Vietnam North Central Coast	4) Kiyono equation	3) UN-REDD: Vietnam South Central Coast	4) Kiyono equation
	MD	1) UN-REDD: Vietnam North East	1) UN-REDD: Vietnam North East	2) UN-REDD: Vietnam North Central Coast	2) UN-REDD: Vietnam North Central Coast	2) UN-REDD: Vietnam North Central Coast	4) Kiyono equation	3) UN-REDD: Vietnam South Central Coast	4) Kiyono equation
	DD	5) Monda equation	5) Monda equation	5) Monda equation	5) Monda equation	5) Monda equation	5) Monda equation	5) Monda equation	5) Monda equation
	CF	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	-	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines
	MCB	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	-	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines	6) IPCC: Temperate/tropical pines
		1) UN-REDD: Vietnam North East	1) UN-REDD: Vietnam North East	2) UN-REDD: Vietnam North Central Coast	-	2) UN-REDD: Vietnam North Central Coast	4) Kiyono equation	3) UN-REDD: Vietnam South Central Coast	4) Kiyono equation
	P	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b	7) IPCC: Eucalyptus sp. 8) IPCC: Tectona grandis ^b


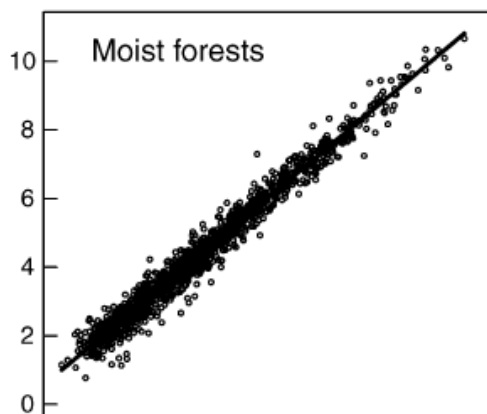
	Model	Equation
	1) UN-REDD: Vietnam North East	$AGB = 0.1142 * DBH^{2.4451}$
	2) UN-REDD: Vietnam North Central Coast	$AGB = 0.1245 * DBH^{2.4163}$
	3) UN-REDD: Vietnam South Central Coast	$AGB = \exp(-2.24267 + 2.47464 * \ln(DBH))$
	4) Kiyono equation	$W(\text{stem}) = 2.69 * ba^{1.26} * WD^{1.35}$ $W(\text{branch}) = 0.217 * ba^{1.26} * WD^{1.48}$
	5) Monda equation	$AGB = 0.3510 * DBH^{2.3655} * WD^{1.7827}$
	6) IPCC: Temperate/tropical pines	$AGB(\text{kg/tree}) = 0.887 + [(10486 * (DBH)^{2.84}) / ((DBH)^{2.84} + 3768)]$
	7) IPCC: Eucalyptus sp.	$AGB(\text{kg/tree}) = 1.22 * DBH^2 * H * 0.01$
	8) IPCC: Tectona grandis ^b	$AGB(\text{kg/tree}) = 0.153 * DBH^{2.382}$

図 3-59 : オプション①既存の Region ベース (または IPCC 登録済み) のアロメトリー式

	Type	Slope	Multiplier	Determination Coefficient		Type	Slope	Multiplier	Determination Coefficient
Vientiane	MD	0.0002	2.4498	R ² = 0.9811	Bolikhamxai	EF	0.0001	2.4578	R ² = 0.9834 (Khammuane)
Capital	DD	0.0002	2.4562	R ² = 0.9609		MD	0.0001	2.4895	R ² = 0.9788
Phonsaly	EF	0.0002	2.4655	R ² = 0.9893 (Oudomxay)		DD	0.0002	2.4137	R ² = 0.9492
	MD	0.0001	2.4445	R ² = 0.9802	Khammuane	EF	0.0001	2.4578	R ² = 0.9834
Luangnamtha	EF	0.0002	2.4655	R ² = 0.9893 (Oudomxay)		MD	0.0001	2.4673	R ² = 0.979
	MD	0.0002	2.3297	R ² = 0.9502		DD	0.0001	2.5344	R ² = 0.951
Oudomxay	EF	0.0002	2.4655	R ² = 0.9893	MCB	0.0001	2.5258	R ² = 0.9833	
	MD	0.0002	2.4079	R ² = 0.978	Savannakhet	EF	0.0001	2.5756	R ² = 0.9893
Bokeo	MD	0.0001	2.4195	R ² = 0.9874		MD	0.0001	2.5018	R ² = 0.9756
	DD	0.0005	2.0564	R ² = 0.964		DD	0.0001	2.4745	R ² = 0.9603
Luangphabang	EF	0.0002	2.4629	R ² = 0.9812 (Xayabury)	Saravane	EF	0.0001	2.4792	R ² = 0.9834
	MD	0.0001	2.4198	R ² = 0.9827		MD	0.0002	2.4386	R ² = 0.9775
	DD	0.0003	2.4056	R ² = 0.9682		DD	0.0002	2.4988	R ² = 0.9635
Houaphane	EF	0.0002	2.4655	R ² = 0.9893 (Oudomxay)	MCB	0.0002	2.4184	R ² = 0.9819	
	MD	0.0002	2.4475	R ² = 0.9794	Sekong	EF	0.0002	2.4268	R ² = 0.9881
	CF	0.0003	2.2901	R ² = 0.9786		MD	0.0002	2.4569	R ² = 0.9785
	MCB	0.0001	2.5402	R ² = 0.9793		DD	0.0002	2.3479	R ² = 0.9597
Xayabury	EF	0.0002	2.4629	R ² = 0.9812	CF	0.0007	2.0415	R ² = 0.6485	
	MD	0.0001	2.4919	R ² = 0.9741	Champasak	EF	0.0001	2.5208	R ² = 0.9672
	DD	0.0002	2.5037	R ² = 0.9539		MD	0.0002	2.4568	R ² = 0.9797
Xiengkhuang	EF	0.0002	2.4629	R ² = 0.9812 (Xayabury)		DD	0.0001	2.5024	R ² = 0.9652
	MD	0.0002	2.3952	R ² = 0.9735	MCB	0.00009	2.6345	R ² = 0.9886	
	CF	0.0001	2.4569	R ² = 0.9452	Attapeu	EF	0.0001	2.5973	R ² = 0.9917
	MCB	0.0001	2.4835	R ² = 0.9649		MD	0.0001	2.5285	R ² = 0.9805
Vientiane	EF	0.0002	2.4629	R ² = 0.9812 (Xayabury)		DD	0.0001	2.5342	R ² = 0.967
	MD	0.0001	2.5579	R ² = 0.9827					

No data in 1st NFI thus use the one in neighbor province

図 3-60 : オプション②第1回 NFI データに基づくデスクベースのアロメトリー式 (県毎)



Chave et al. 2005

Moist forest stands:

$$\langle AGB \rangle_{est} = \exp(-2.977 + \ln(\rho D^2 H)) \equiv 0.0509 \times \rho D^2 H$$

$$\langle AGB \rangle_{est} = \rho \times \exp(-1.499 + 2.148 \ln(D) + 0.207 (\ln(D))^2 - 0.0281 (\ln(D))^3)$$

Chave et al. 2014

$$AGB_{est} = \exp[-1.803 - 0.976E + 0.976 \ln(\rho) + 2.673 \ln(D) - 0.0299 |\ln(D)|^2]$$

$$E = (0.178 \times TS - 0.938 \times CWD - 6.61 \times PS) \times 10^{-3}$$

図 3-61 : オプション③ジェネリックのアロメトリー式 (地域・森林タイプの区別はなし)

表 3-49 : ラオス国および地域固有のアロメトリー式の開発の優先順位

		Area (ha)	Area (%)	AGB (t/ha)	Total AGB (t)		Priority
Evergreen Forest	EF	1,300,729	5.6%	251.2	326,743,127	16.7%	1
Mixed Deciduous Forest	MD	9,684,810	42.0%	127.37	1,233,554,284	63.2%	1
Dry Dipterocarp Forest	DD	1,146,274	5.0%	97.95	112,277,573	5.8%	1
Coniferous Forest	CF	82,283	0.4%	72.31	5,949,919	0.3%	5
Mixed Coniferous/Broadleaved Forest	MCB	27,577	0.1%	164.9	4,547,370	0.2%	4
Regenerating Vegetation	FL	7,327,151	31.8%	37	268,906,427	13.8%	2
Forest Plantation	P	65,645	0.3%		N/A		-
Bamboo	B	243,388	1.1%		N/A		3

(c) 調査データと計算式により平均バイオマス・炭素量を「定数」として格納する

炭素層化については成果1および成果3が連携して検討してきたが、DB 整備の観点からは、炭素層化が確定すれば (いくつかオプションはあってもよい)、調査データとアロメトリー式から各層毎の平均バイオマス・炭素量を計算して定数として格納する、もしくは動的に計算するような仕組みを実装すればよい。定数はそれほど頻繁には変更がないと考えられるので、DB のパフォーマンスの観点からはあらかじめ計算して定数として保存しておく方がよい。

この実装が完了すれば、ユーザが指定した対象範囲 (国、州などの行政区、もしくは GIS アプリ上で指定した関心領域) について、マップに基づく炭素階層毎の面積と平均炭素蓄積量を掛け合わせて対象範囲のバイオマス量・炭素量を計算することができる。

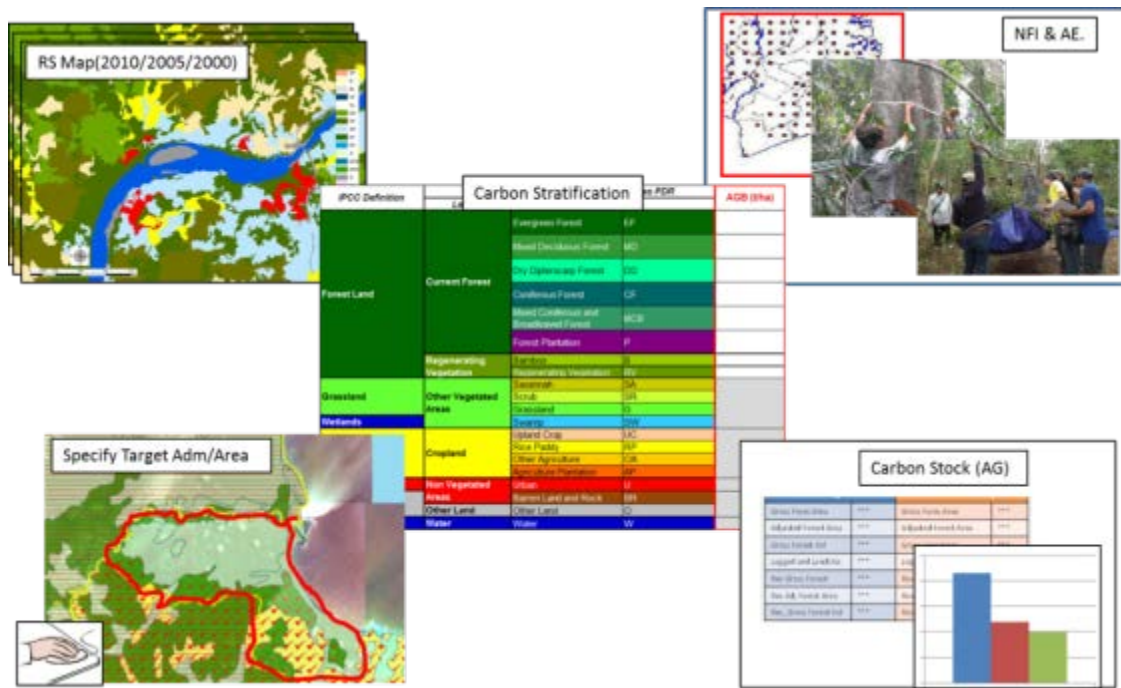


図 3-62 : 炭素層化ごとの対象範囲 (面積) とバイオマス・炭素量の推定のイメージ

インベントリ調査データ早期解析システムのデモ版開発

本プロジェクトはNFIDB の設計までがスコープであるが、インベントリ調査データを早期 (迅速) に解析する機能を「R」と呼ばれるフリーの統計分析ソフト上で動作するスクリプトとしてデモ版を開発した (成果3 参照)。次期プロジェクトではシステムを改良して実運用に繋げることが期待される。



図 3-63 : R を利用したインベントリ調査データ早期解析システムのデモ開発

GHG インベントリとの連携の検討

GHG インベントリソフト（IPCC inventory software、ALU software）のうち、GIS データとの連携機能が比較的強い ALU software について、連携するためのステップを調査した。以下のステップでは、EF については IPCC のデフォルト値を用いることを想定しているが、基本的に気候タイプ、土壌タイプおよび土地利用データの統合が必要となることに留意する必要がある。

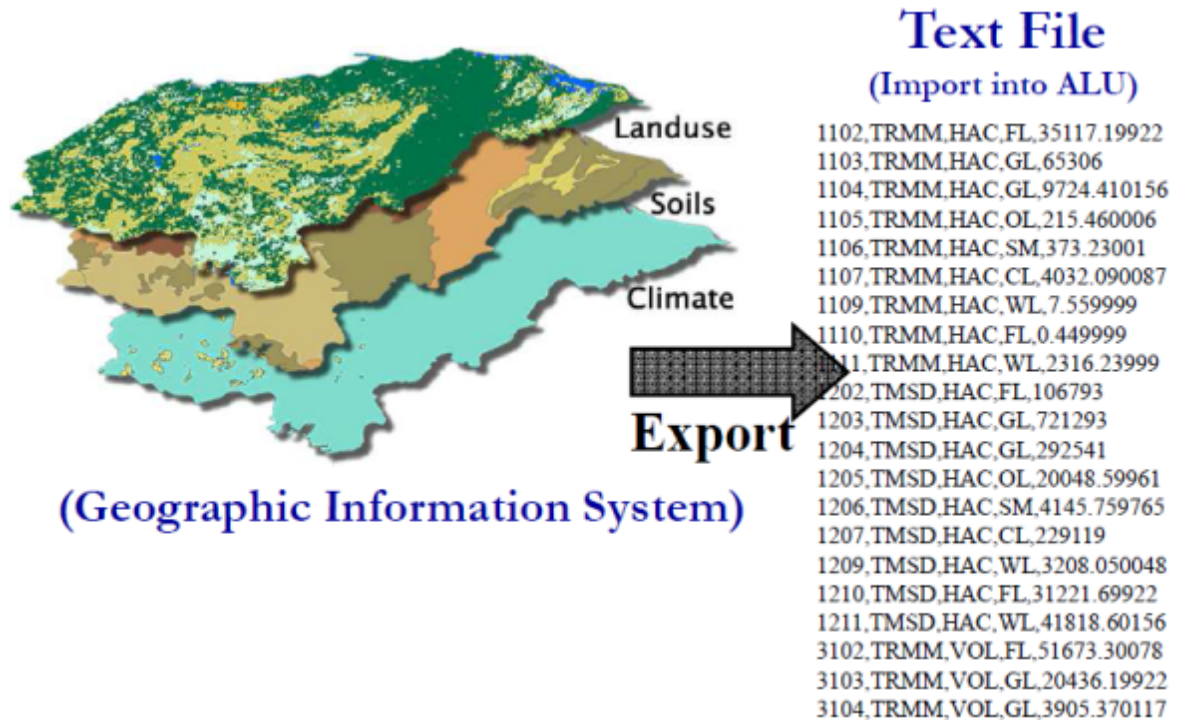


図 3-64 : ALU software への GIS データの取り込み（出典 : Colorado State University 資料）

ステップ 1 :

使用する土地利用空間データについて、気候、土壌、土地利用、土地利用のサブカテゴリを含む GIS データの属性テーブルに頭字語フィールドを作成する。気候、土壌、土地利用、土地利用のサブカテゴリの頭字語は IPCC のカテゴリのデフォルト（下記）または国固有の定義ファイル（コンパイラが作成）と一致していなければならない（注：土地利用のサブカテゴリは常に国固有のもので、デフォルトが設けられていない）。また、頭字語は、各国固有の定義ファイル内で一意でなければならない。

IPCC デフォルトの気候タイプを使用している場合は、ALU が気候領域のデフォルトの排出係数やストック変化係数への入力に関連付けることができるように、以下の略語を使用する必要がある。

気候タイプ	頭字語
Tropical Moist Montane	TRMM
Tropical Dry Montane	TRMD
Tropical Wet	TRW
Tropical Moist – Short Dry Season	TMSD
Tropical Moist – Long Dry Season	TMLD
Tropical Dry	TRD
Warm Temperate Moist	WTM

Warm Temperate Dry	WTD
Cool Temperate Moist	CTM
Cool Temperate Dry	CTD
Boreal Moist	BOM
Boreal Dry	BOD
Polar Moist	POM
Polar Dry	POD

IPCC デフォルトの土壌タイプを使用している場合は、ALU は気候の地域のデフォルトの排出係数やストック変化係数への入力に関連付けることができるように、以下の略語を使用する必要がある。

土壌タイプ	頭字語
High Activity Clay Mineral Soils	HAC
Low Activity Clay Mineral Soils	LAC
Sandy Soils	SAN
Wetland Soils	WET
Sporadic Soils	SPO
Volcanic Soils	VOL
Organic Soils	ORG

土地利用区分とアプローチ 1 の Activity Data のための頭字語は、以下のとおりである。

土地利用区分	頭字語
Forest Land	FL
Cropland	CL
Grassland	GL
Settlements	SM
Wetlands	WL
Other Lands	OL

土地利用区分とアプローチ 2 または 3 の Activity Data のための頭字語は、以下のとおりである。

土地利用変化区分	頭字語
Forest Land remaining Forest Land	FF
Cropland converted to Forest Land	CF
Grassland converted to Forest Land	GF
Forest Land converted to Cropland	FC
Forest Land converted to Grassland	FG
Other categories	see IPCC 2006 Guidelines Volume 4 Annex 1

注 : Approach 1: Data that is not spatially explicit and does not track land use through time

Approach 2: Data that provides land use change through time but is not spatially explicit

Approach 3: Data that provides land use change through time and is spatially explicit

ステップ 2 :

GIS ソフトウェアを使用して気候、土壌、土地利用と土地利用サブカテゴリデータをオーバーレイし、ユニオンのプロセスを使用して、その交差からポリゴンを作成する。土地利用のサブカテゴリが GIS データで利用できない場合、気候、土壌、土地利用を使用してその交差からポリゴンを作成する。

ステップ3 :

次の順序でデータベースから6フィールドをエクスポートする: ポリゴンのIDコード(またはGISデータとのALUにデータをリンクするために使用することができる、別のIDコード)、気候タイプ頭字語、土壌タイプの頭字語、土地利用区分の頭字語、土地利用のサブカテゴリ頭字語(オーバーレイに含まれている場合)、およびそれぞれのポリゴンの面積(ha)。エクスポートファイルは、各フィールドを分離する区切り文字で、テキストファイルでならない(例えば、タブ区切り)。土地利用のサブカテゴリフィールドはSettlement、Other land、Wetlandの場合空白になるので注意する。

将来の連携形態

NFISでは次期NFIの設計を行っており、現在準備中の技術協力では設計したNFIの実施を行うことが検討されている。また、バイオマス調査も並行して検討・準備が行われている。そのため、NFIDB設計においては、国独自のアロメトリー式を用いた炭素量などの推定値を開発した後の連携方法も想定する必要がある。ただし、その値の開発が完了して、公式化されるまでは、気候レイヤおよび土壌レイヤを土地利用区分と予め統合しておき、GHGインベントリソフトで簡易に取り込めるようにCSV形式で出力する機能が必要になる。

関係部局のレポート種別に関する調査

FPP/TA2の活動で整理されたC/P関係部局が必要とするレポート種別のレビューを行った。

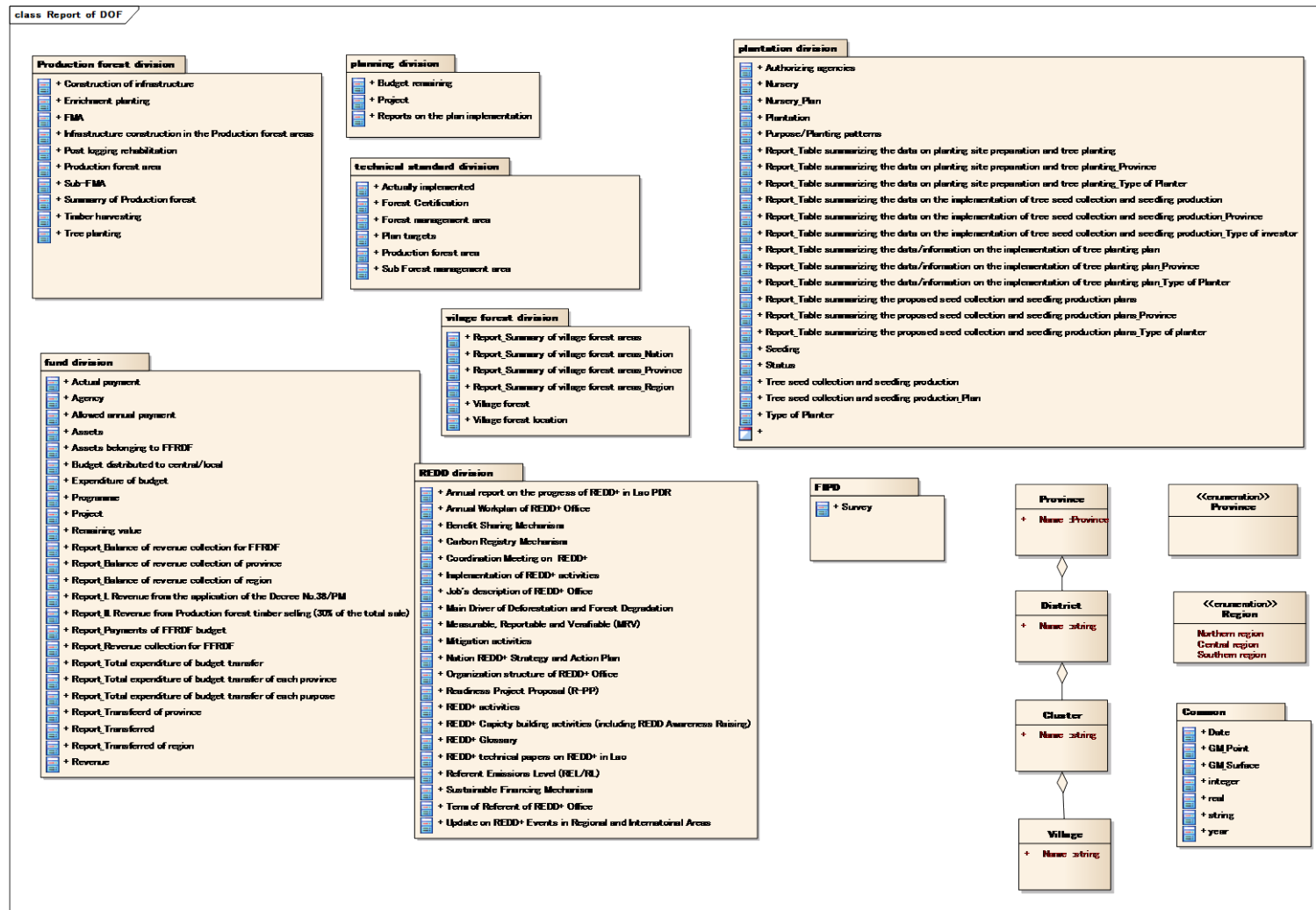


図 3-65 : FPP/TA2 で整理されたレポート種別

3.3.3 森林情報データの種類・仕様の特定

第1年次の調査では、技術ワークショップを開き、地理空間 DB の基本構造および搭載するデータについて検討を行った。データベースに必要なデータは、以下のクライテリアに沿って特定した。

- ◆ データの利用方法
- ◆ データの種類
- ◆ FIPD におけるデータ保有の有無
- ◆ データの所在 (FIPD で保有していない場合)
- ◆ 未作成データについて、NFIS DB への作成の必要性
- ◆ 未作成データについて、どこで・誰が・どのように作成するか

FIPD 職員と協議・検討した結果、調査・特定すべき森林情報データの種類・仕様について、下記の利用分野とデータ種別毎に整理することとした。

表 3-50 : 森林情報データの種類・仕様の整理

利用分野	データ種別
REDD+ & SFM	Contour, DEM, Geology, Soil, Watershed, River network, Road network, Administrative boundary, Village point, National Forest Inventory, Land use plan, Concession, Statistics/Census, Development plan area, Irrigation, Mining, Military zone, Forest along national borders.
REDD+	Eco-region, Climate, REDD+ project boundary, Biodiversity hotspot, Electric power line network.
SFM	Forest category, Village boundary, Forest management area.
Basemap	Satellite image, Aerial photo, Ground truth.

第2年次の調査では、第1年次の調査で必要性が確認された他の省庁が所有しているデータの入手についても調査を行った。GIS データ収集の訪問先リスト、整理・収集/作成されたデータリストを表 3-51 に整理した。

表 3-51 : GIS データ収集 : 訪問先リスト

	省庁・部署名	データ
1	Natural Resources and Environmental Information Center	GIS Data on land leases and concession
2	Department of Investment Promotion, MPI	GIS Data on land leases and concession
3	Department of Geology and Minerals, MONRE	GIS Data on mining concession

4	Department of Electricity, Ministry of Energy and Mines	GIS Data on hydropower concession
5	Department of Meteorology and Hydrology, MONRE	Meteorological and hydrological data from weather stations
6	Department of Irrigation, MAF	GIS Data on Irrigation Network
7	Mekong River Commission	GIS Data on Watershed
8	Department of Road, MPWT	
9	National Geographic Department, MONRE	
10	Agriculture Land Management and Development Department, MAF	

表 3-52 : NFIDB 構築に向けて調査・特定されたデータリスト

Application	Data	Category	Description of data (source, year, methodology of production)	Availability of data in FIPD (Yes or No)	Location of data (if not available in FIPD)	Necessity of creating un-available data for NFIS DB	Where, who and how to create un-available data	Contact Person	Person in Charge	Availability of Supply	Cost
REDD+ and SFM	Contour	Contour interval (100m, 50m, 20m)	NGD (National Geographic Department), Updated in 2003 based on aerial photo taken in 1999 (scale: 1:100,000), (http://www.ngdlaos.la/2012/02/01/contour-lines/)	Yes							
	DEM	Elevation, Slope	FIM (Program for Forest Information Management) project, 2010-2012, Automatic generation from ASTER G-DEM	Yes							
	Geology	Geological Structure	Geological Data (Made from various studies conducted by the government, foreign donors and private companies)	JPEG file is available but no GIS file.	DGM, MONRE	Geology data is required for forest use planning taking into account potential mining area.	Digitizing from JPEG file	Mr. Kuangnouvong (Mobile: 55702756)	Japanese Consultant	Only JPEG file	Free
	Soil	Soil type, pH, Depth	Department of Land (former Soil Research Centre of NAFRI, located in NAFRI compound)	JPEG file is available but no GIS file.	Department of Land, MAF	Necessary to collect or create GIS file.	Department of Land	Official Letter to DG of Department of Land, MAF	Japanese Consultant	Limited area with official letter. If you pay some money you may get larger area	If you pay, you can get more.
	Watershed	Main watershed, Sub-watershed	1. MRC (Mekong River Commission): Mekong watershed data 2. GTZ project (Watershed management and forest cover monitoring project), Forest cover (1994-1998), Watershed (1999), Digitization of paper maps	1. No 2. Yes	1. MRC	Necessary to collect MRC watershed data.	Check MRC for availability of watershed GIS data.		Japanese Consultant		

River network	River, Stream, Small stream	NGD, Updated in 2003 based on aerial photo taken in 1999 (scale: 1:100,000), (http://www.ngdlaos.la/2012/02/01/rivers/)	Yes							
Road network	Major road, Road, Logging road, Footpath	1. NGD, Updated in 2003 based on aerial photo taken in 1999 (scale: 1:100,000), (http://www.ngdlaos.la/2012/02/01/roads/) 2. Communication and Transport Department (unsure)	1. Yes 2. No		Updating of NGD road network data is necessary.	Updating will be conducted in FIPD using RapidEye images (2010) and aerial photo (2011) orthophoto images.		Khamkhong		
Amount of Rainfall		DMH						Khamsouk		
Temperature		DMH						Khamsouk		
Administrative boundary	National boundary, Provincial boundary, District boundary	NGD, Updated in 2003 based on aerial photo taken in 1999 (scale: 1:100,000), (http://www.ngdlaos.la/2012/02/01/administrative-boundary/) -> Xaysomboune Province	Yes							
Village	Village point	NGD, Updated in 2008 based on data from the Lao Statistics Bureau, (http://www.ngdlaos.la/2012/02/01/villages/)	Yes	Center of Statistics Institute/MAF	Updating of village point data is necessary.	Check Lao Statistics Bureau.	Dr. Thatheva	Khamkhong		
National Forest Inventory	Sample plot	FIPD, NFI (1991-1999) -> Only Hard Copy , FIM project (2010-2012)	Yes							

Land use plan	agro-ecological zoning map	Made from soil map (original) with climate data (temperature, rainfall, etc. from Department of Meteorology and Hydrology, MONRE)	No	Department of Land	Yes	Department of Land		Onkeo	Available with official letter	free for limited area, if you pay you may get nationwide map.
Concession	Concession type and area	State Land Lease/Concession Inventory (SLLCI) ; Collected from various government organizations including provincial and district levels.	Can be accessed through internet with User ID and password provided by NREIC	MONRE, Natural Resource and Environment Information Center (NREIC)	Yes	Check MONRE.	Ekvinay (NREIC)	(Amphaybang), Phoukhong, Japanese Consultant	The center will provide User ID and password to access database.	free
Statistics / Census	Population	Unsure	Yes	Lao Statistics Bureau	Yes, but possible to collect only national data in this project.	Check Lao Statistics Bureau.		Khamsouk		
	Income	Unsure	Yes	Lao Statistics Bureau	Yes, but possible to collect only national data in this project.	Check Lao Statistics Bureau.		Khamsouk		
	Employment	Unsure	Yes	Lao Statistics Bureau	Yes, but possible to collect only national data in this project.	Check Lao Statistics Bureau.		Khamsouk		
	Forestry (Timber and/or NTFP)	Unsure	Yes	Ministry of Trade (Timber trade)	Yes, but possible to collect only national data in this project.	Check Ministry of Trade.		Khamsouk		

	Illegal logging	Unsure	Yes	DOFI (Department of Forest Inspection)	Yes	Check DOFI.		Khamsouk		
	Agriculture	Unsure	Yes	MAF	Yes, but possible to collect only national data in this project.	Check MAF.		Khamsouk		
	Livestock	Unsure	Yes	MAF	Yes, but possible to collect only national data in this project.	Check MAF.		Khamsouk		
Development plan area	Unsure	Unsure	No	Ministry of Planning and Investment	Yes	Check Ministry of Planning and Investment.		Japanese Consultant		
Irrigation	Irrigation System (main canal, dam, weir, etc.)	Irrigation Technical Study Center, Department of Irrigation, MAF (now updating and will be completed in December 2014)	No	DOI	Yes	Available with official letter from DOF	Mr. Vongsakda VONGXAY (Deputy Director of Irrigation Technical Study Center, DOI, MAF)	Japanese Consultant	Available with official letter	Free
Mining	Mining Concession Area	Mining Concession Area (as of October 2014)	JPEG file is available but no GIS file.	DGM, MONRE	Yes	Digitizing from JPEG file	Mr. Kuangnouvong (Mobile: 55702756)	Japanese Consultant	Only JPEG file (52Mb)	Free
Military zone	Unsure	Unsure	No	Military	Yes, but impossible to collect data.					
Forest along national borders	Unsure	Unsure	No	Military	Yes, but impossible to collect data.					

REDD+	Eco-region	Eco-region	The Nature Conservancy (http://maps.tnc.org/gis_data.html)	Yes	Website of The Nature Conservancy	Yes	Download from website of The Nature Conservancy.				
	Climate	temperature (max-min), humidity, dew point temperature, vapor, rainfall, sunshine, evaporation, wind direction and speed, hydrological data - water level, discharge	At present, data is observed at 45 weather stations and 109 rainfall station in the country. Period of record is different by each station.	No	DMH, MONRE	Yes		Mr. Sangkhane Thiangthammavong (DDG of DMH, Office: 021-215010), Mr. Nikhom Keosavan (Climate and Agro-Meteorology Div., Mobile: 22209181)	Japanese Consultant	DMH requested us to specify necessary data type/kind, period, frequency, etc.	Free
	REDD+ project boundary	Project boundary	PAREDD, Clipad, WWF	No	PAREDD, ClipAD, WWF, etc.	Yes	Check each project.		Japanese Expert		
	Biodiversity hotspot	NBCA boundary	NBCA (National Biodiversity Conservation Area)	Yes, but only boundary is available. No attributes data.	MONRE (Ministry of Natural Resource and Environment)	Yes, need to create attribute data for NBCA boundary data (shapefile).	English translation by the project side and data input by FIPD.		Amphaybang		
	Electric power line network	Electric power line network	Unsure	No	Department of Energy, Trade and Business	Yes	Check Department of Energy, Trade and Business.		Amphaybang		
SFM	Forest category	Conservation forest	MONRE	Yes							

	Protection forest	MONRE	Yes							
	Production forest	DOF	Yes							
	Village	Village boundary	No	Center of Statistics Institute/MA F	Yes, but impossible to create in this project.		Dr. Thatheva	Khamkhong		
	Forest management area	FMA (Forest Management Area), Sub-FMA, FC (Forest Compartment)	No	SUFORD	Yes	Check SUFORD as well as Forest Product and Harvest Division (Section name in English is not sure).		Phoukhong		
Basemap	Satellite image		RapidEye (2010), ALOS (2010), SPOT-5 (2005)	Yes						
	Aerial photo		Ortho-rectified aerial photo (2011): 6 provinces from Khammouan down to South (http://www.ngdlaos.la/2012/02/01/aerial-photograph/)	Yes						
	Ground truth		FIM (2010-2012), 720 points from non-forest and 1,680 points from forest	Yes						

森林情報データの森林情報プラットフォームへの追加

これまでの活動を通じて収集することができた森林情報を、FPP/TA2 で整備した森林情報プラットフォームに追加するデモを C/P の能力向上活動として実施した。

現在、森林情報プラットフォームはまだパブリックの internet には公開していないが、DOF の LAN/intranet で稼働している。このプラットフォームに 51 の生産林プロジェクトの GIS 情報およびドキュメントを追加した。プロジェクトの名称、期間、概要、状況などを閲覧することができる。

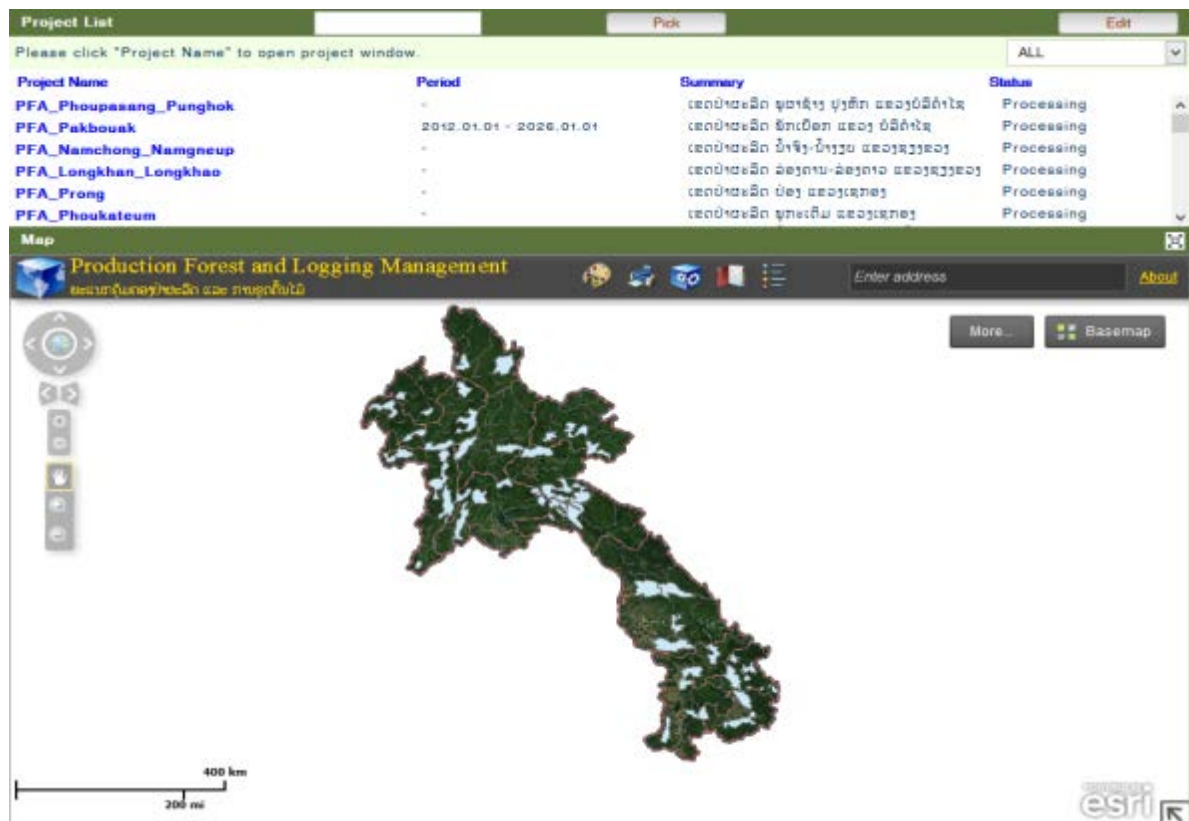


図 3-66 : 森林情報プラットフォームに追加された生産林プロジェクト情報

プラットフォームの画面上部に表示されているプロジェクトリストのうち一つをクリックすると、プロジェクトエリアが自動的にズームアップされる。また、プラットフォームの画面上で関心のあるプロジェクトのポリゴンをクリックすると、プロジェクトの属性情報を閲覧することができる（図 3-67）。また、プラットフォームには GIS 情報としてベクターレイヤ以外にも、画像情報（ラスターレイヤ、例：LANDSAT、RapidEye、航空写真など）を追加して閲覧することができる（図 3-68）。さらにプラットフォームには関連ドキュメントを追加してユーザにダウンロードができるようにする機能もあり、いくつかのドキュメントがデモとして追加されている（図 3-69）。

なお、これらのデータ追加は NFIDB においても重要な役割を果たす、森林情報プラットフォームの運用に向けて DB 担当の C/P が実施した。

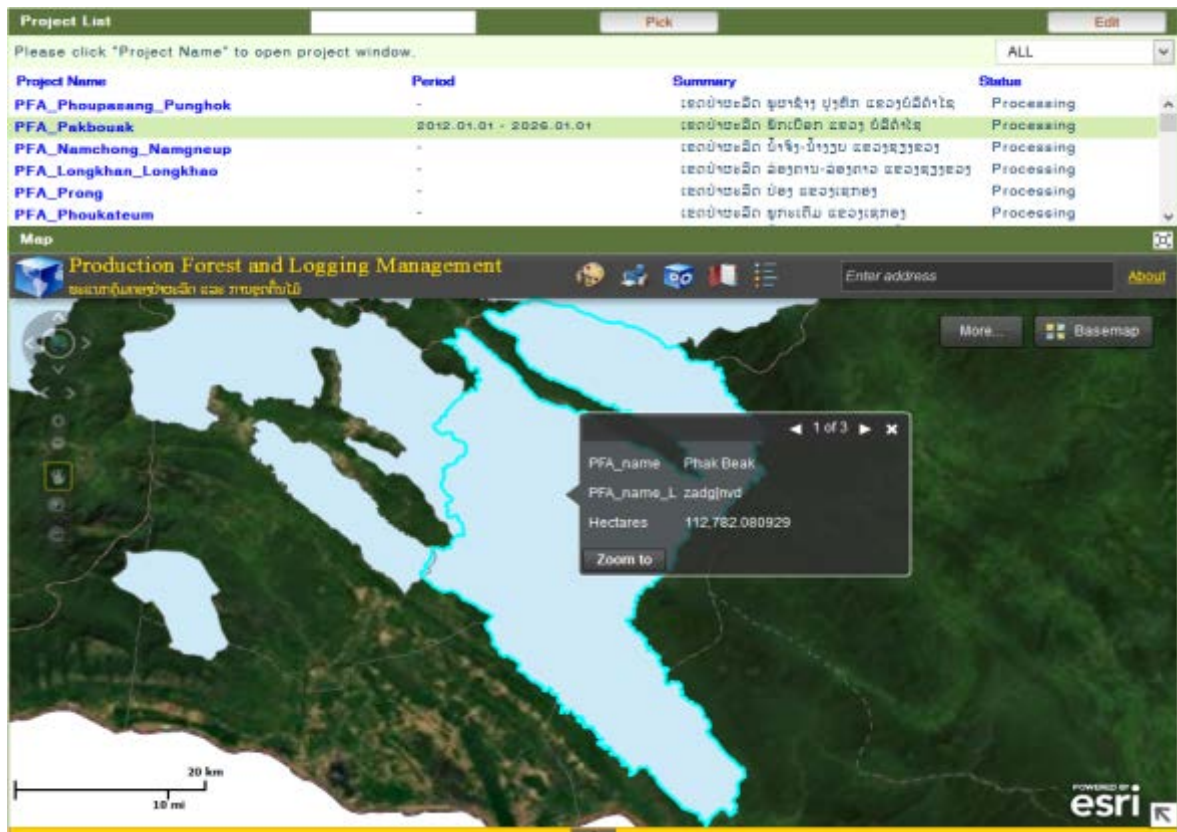


图 3-67：森林情報プラットフォーム上の生産林プロジェクト属性情報確認

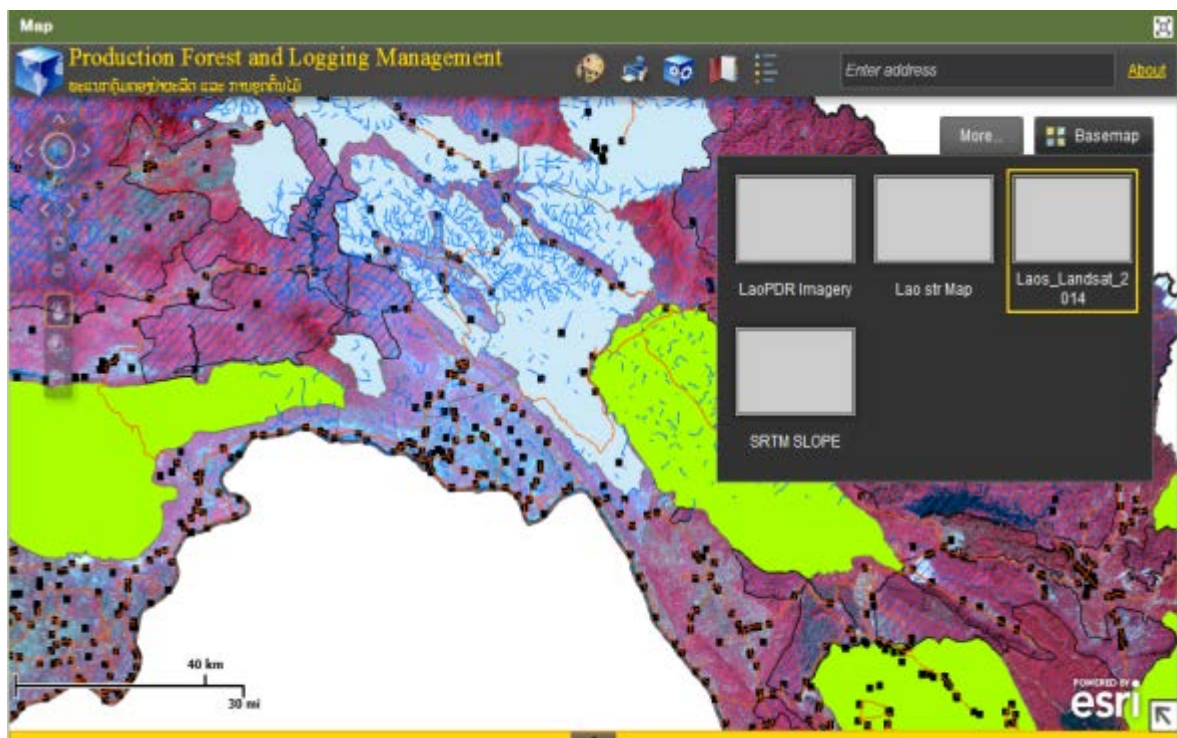


图 3-68：森林情報プラットフォーム上のその他 GIS 情報、画像情報

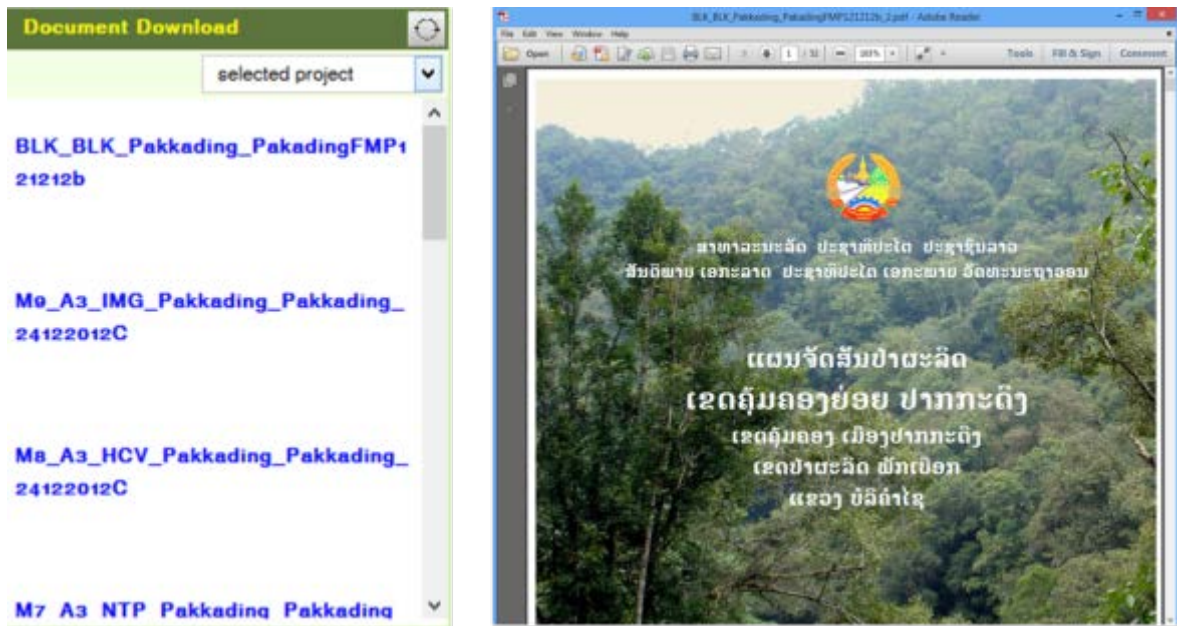


図 3-69 : 森林情報プラットフォームに追加されたドキュメント情報

将来の国際報告に向けたデータソースの検討

UNFCCC 報告

表 3-53に第2回国別報告書および次期国家GHGインベントリレポート（国別報告書又は隔年更新報告書）において用いられるUNFCCC報告（AFOLUセクター）のデータソースを示す。NFIDBの構築により活動データと排出係数のTierレベルが向上することから、次期国家GHGインベントリレポートの精度も向上する予定である。

表 3-53 : NFIDB 構築により更新される UNFCCC 報告のデータソース一覧

	第2回国別報告書(2013年)	次期国家GHG インベントリレポート	
活動データ [Tierレベル]	NFIデータベース(2002年) [Tier 2] Five-Year Sustainable Forest Protection Action Plan (2006-2010年) [Tier 1]	NFIS DB (2000、2005、2010年) [Tier 2]	
排出係数 [Tierレベル]	1996 IPCC Guidelines デフォルト値 [Tier 1]	Forest land	国固有のAllometry式: 森林タイプ別の平均 Biomass量 [Tier 2] IPCC Guidelinesのデフォ ルト値: 地上部・地下部 比(R)、炭素比(CF) [Tier 1]
		その他の 土地利用	IPCC Guidelinesのデフォ ルト値 [Tier 1]

FRA 報告

表 3-54 に FRA 2015 のカントリーレポートに必要な表と項目の一覧ならびに FRA2015 と FRA2020 に用いられるデータソースを示す (FRA 2020 には本プロジェクトで得られる成果をデータソースに加えている)。FRA 2015 においては、過去のインベントリデータ (1982 年、1992 年、2002 年) ならびに Forest Cover Assessment data (2010 年) をデータソースとして、FRA 報告年のデータ予測 (森林被覆面積 (1a)、森林増加・減少面積 (1b)、材積 (3a)、地上部・地下部バイオマス量 (3d)、地上部・地下部炭素量 (3e)) を行っている。しかし、これらのデータは作成手法が異なっており、データの一貫性が低い。過去のインベントリデータ (1982 年、1992 年、2002 年) は衛星画像および森林インベントリ調査データを用いて平面的な森林被覆データを構築している一方、Forest Cover Assessment data (2010 年) では 4km グリッド点の森林/非森林判定結果を基に統計解析を用いて森林被覆率を推定している。

本プロジェクトにおいて作成される 3 時期 (2000 年、2005 年、2010 年) の森林タイプ・炭素層化マップについては、炭素量推定に必要な精度 (森林/非森林分類で 80%以上の精度) と品質 (Tier 2 レベル、国固有または地域固有のアロメトリ式・変数の適用により異なる) を有する予定であることから、次期 FRA 報告 (FRA 2020) においては、これらのデータをデータソースに組み込み、データの一貫性と品質向上を図る予定である。FRA 2020 においては、NFI データベース (1982 年、1992 年) および NFIS データ (2000 年、2005 年、2010 年) がデータソースとなる予定である。

表 3-54: FRA 報告に必要なデータソース一覧

Tables in FRA2015	Variable	Unit	Reporting year for FRA2015					Reporting responsible department/section	Data source for FRA2015	Data source for FRA2020	Remarks
			1990	2000	2005	2010	2015				
FOREST AREA AND FOREST CHARACTERISTICS											
1a	Forest area	1000 ha	x	x	x	x	x	FIPD	NFI database (1982, 1992, 2002) & Quick assessment map (2010)	NFI database (1982, 1992) & NFIS database (2000, 2005, 2010)	
	Area of other wooded land	1000 ha	x	x	x	x	x				
	Area of other land	1000 ha	x	x	x	x	x				
	... of which with tree cover	1000 ha	x	x	x	x	x				
	Inland water bodies	1000 ha	x	x	x	x	x				
	Total country area	1000 ha	x	x	x	x	x				
1b	Forest expansion	1000 ha/yr	x	x	x	x	FIPD	NFI database (1982, 1992, 2002) & Quick assessment map (2010)	NFI database (1982, 1992) & NFIS database (2000, 2005, 2010)		
	... of which afforestation	1000 ha/yr	x	x	x	x					
	... of which natural expansion of forest	1000 ha/yr	x	x	x	x					
	Deforestation	1000 ha/yr	x	x	x	x					
	... of which human induced	1000 ha/yr	x	x	x	x					
	Reforestation	1000 ha/yr	x	x	x	x					
2a	... of which artificial	1000 ha/yr	x	x	x	x	SUFORD & FIPD	SUFORD/FIPD forest cover data from SPOT-5 and Landsat	SUFORD database		
	Primary forest	1000 ha	x	x	x	x					
	Other naturally regenerated forest	1000 ha	x	x	x	x					
	... of which introduced species	1000 ha	x	x	x	x					
	... of which naturalized	1000 ha	x	x	x	x					
	Planted forest	1000 ha	x	x	x	x					
2b	... of which introduced species	1000 ha	x	x	x	x	FIPD	-	-	No mangrove forest in Lao PDR	
	Primary forest transition matrix	1000 ha	(1990-2000, 2000-2010, 2010-2015)								
2c	Area of mangrove forest	1000 ha	x	x	x	x	-	-	-	No mangrove forest in Lao PDR	
	... of which planted	1000 ha	x	x	x	x					
PRODUCTION											
3a	Total forest growing stock	Million m ³	x	x	x	x	x	FIPD & SUFORD	NFI database (1982, 1992, 2002) & Quick assessment map (2010) as well as SUFORD database	NFI database (1982, 1992) & NFIS database (2000, 2005, 2010) as well as SUFORD database	Growing stock factor (Forest: 59.27 m ³ /ha, OWD: 6.87) derived by NFI (1992-1997) is applied to forest area.
	... of which coniferous	Million m ³	x	x	x	x					
	... of which broadleaved	Million m ³	x	x	x	x					
	Total other wooded land growing stock	Million m ³	x	x	x	x					
	... of which coniferous	Million m ³	x	x	x	x					
	... of which broadleaved	Million m ³	x	x	x	x					
3b	Volume of top ten species	Million m ³	x	x	x	x	SUFORD	SUFORD database	SUFORD database		
	Net annual increment	m ³ /ha/yr	x	x	x	x					
3c	... of which coniferous	m ³ /ha/yr	x	x	x	x	SUFORD	n.a.			
	... of which coniferous	m ³ /ha/yr	x	x	x	x					
	... of which broadleaved	m ³ /ha/yr	x	x	x	x					
3d	Above-ground biomass	Million tonnes	x	x	x	x	FIPD	NFI database (1982, 1992, 2002) & Quick assessment map (2010) as well as default BCEF values from 2006 IPCC Guidelines	NFI database (1982, 1992) & NFIS database (2000, 2005, 2010) as well as country/region specific allometry functions		
	Below-ground biomass	Million tonnes	x	x	x	x					
3e	Dead wood	Million tonnes	x	x	x	x	FIPD	Default carbon fraction value from 2006 IPCC Guidelines	Default carbon fraction value from 2006 IPCC Guidelines		
	Carbon in above-ground biomass	Million tonnes	x	x	x	x					
	Carbon in below-ground biomass	Million tonnes	x	x	x	x					
	Carbon in dead wood	Million tonnes	x	x	x	x					
4a	Carbon in litter	Million tonnes	x	x	x	x	FIPD	Default value from 2006 IPCC Guidelines	Default value from 2006 IPCC Guidelines		
	Soil carbon	Million tonnes	x	x	x	x					
4b	Production forest	1000 ha	x	x	x	x	NAFRI	SUFORD database	SUFORD database		
	Multiple use forest	1000 ha	x	x	x	x					
4b	Value of most important commercial NWFP	1000 local currency				x	NAFRI	n.a.			

 : information to be updated by the result of NFIS project
 *Abbreviation: n.a.: not available; DOF: Department of Forestry; MONRE: Ministry of Natural Resources and Environment; OWL: Other wooded land; DFRM: Department of Forest Resource Management; FRDF: Forestry and Forest Resource Development Fund; NBCA: National Biodiversity Conservation Area; BCEF: Biomass conversion and expansion factors

PROTECTIVE FUNCTIONS ECOSYSTEM SERVICES												
5a	Protection of soil and water	1000 ha	x	x	x	x	x		DFRM·MONRE	Protection area data	Protection area data	
	...of which production of clean water	1000 ha	x	x	x	x	x					
	...of which coastal stabilization	1000 ha	x	x	x	x	x					
	...of which desertification control	1000 ha	x	x	x	x	x					
	...of which avalanche control	1000 ha	x	x	x	x	x					
	...of which erosion, flood protection or reducing flood risk	1000 ha	x	x	x	x	x					
	...of which other	1000 ha	x	x	x	x	x					
5b	Ecosystem services, cultural or spiritual values	1000 ha	x	x	x	x	x		DFRM·MONRE	n.a	Protection area data	
	...of which public recreation	1000 ha	x	x	x	x	x					
	...of which carbon storage or sequestration	1000 ha	x	x	x	x	x					
	...of which spiritual or cultural services	1000 ha	x	x	x	x	x					
	...of which other	1000 ha	x	x	x	x	x					
BIODIVERSITY/CONSERVATION												
6	Conservation of biodiversity	1000 ha	x	x	x	x	x		DFRM·MONRE	NBCA data	NBCA data	
	Forest area within protected areas	1000 ha	x	x	x	x	x		FIPD	n.a	NFI database (1982, 1992) & NFIS database (2000, 2005, 2010)	
7	List of woody invasive species	1000 ha			x	x			DFRM·MONRE	n.a	Protection area data	
	Area of forest affected by woody invasive species	1000 ha			x	x						
DISTURBANCE AND FOREST DEGRADATION												
8a	Total land area burned	1000 ha	Annual data 2003-2012					FIPD	n.a	Protection area data		
	...of which forest area burned	1000 ha	Annual data 2003-2012									
8b	Area of forest damaged by outbreak of insects, diseases and severe weather	1000 ha	List of year(s) of latest outbreak									
9	Area of forest with reduced canopy cover	% canopy cover	2000-2010									
MEASURING PROGRESS TOWARD SFM												
I. National-scale enabling environment for SFM												
10	Policies supporting sustainable forest management	Boolean	Latest available year					SUFORD	Yes	Yes	DOF policy/law includes regulation for village forests.	
	...of which in publicly owned forests	Boolean	Latest available year									
	...of which in privately owned forests	Boolean	Latest available year									
	Legislation and regulations supporting SFM	Boolean	Latest available year									
	...of which in publicly owned forests	Boolean	Latest available year									
	...of which in privately owned forests	Boolean	Latest available year									
11	National stakeholder platform	Boolean	Latest available year					DOF	n.a			
12	Forest area intended to be in permanent forest land use	1000 ha				x		DOF	n.a	Protection area data		
	...of which permanent forest estate	1000 ha				x						
13a	Forest area monitored under a national forest monitoring framework		Latest available year					FIPD	n.a	Filled based on the result of NFIS project		
13b	Criteria and indicators reporting	Boolean	Latest available year						n.a			
	Periodic national state of the forest reporting	Boolean	Latest available year					FIPD	n.a			
	Other	Boolean	Latest available year						n.a			
	None	Boolean	Latest available year						n.a			

 : information to be updated by the result of NFIS project
 *Abbreviation: DFRM: Department of Forest Resource Management; DOF: Department of Forestry; FRDF: Forestry and Forest Resource Development Fund; MONRE: Ministry of Natural Resources and Environment; NBCA: National Biodiversity Conservation Area; OWL: Other wooded land; BCEF: Biomass conversion and expansion factors

3.3.4 国家森林情報データベース（案）の設計

国家森林モニタリングシステム（NFMS）と関係の整理

REDD+（REDD）の枠組みについては2005年の国連気候変動枠組条約（UNFCCC）のCOP（締約国会議）11（モントリオール）以降、継続的に議論されてきた。

2009年のCOP15（コペンハーゲン）において提示された最初のREDD+に係る方法論的指針においては、開発途上国に対して次の要件を有す頑健で透明性のある国家森林モニタリングシステム（NFMS）の構築を求めている。

- 1) 適宜、人類起源の森林に関する温暖化ガスの排出、並びに吸収源、森林炭素の蓄積及び森林面積の変化による排除を評価するための、リモートセンシング及び地上観測に基づく炭素インベントリによるアプローチを活用する（モニタリング・計測）
- 2) それぞれの国の能力と許容量を考慮し、透明で一貫した、そして可能な限り正確な、並びに不確実性を減少させた、見積もりを提供すること（報告）
- 3) それらは、透明で、その結果は締約国会議によって合意された評価に利用可能で適切であること（検証）

UN-REDDにおけるNFMS戦略計画（UN-REDD programme, 2013）においては、NFMS（図 3-70）はモニタリングとMRV（計測・報告・検証）により構成される。MRVには「衛星データを用いた土地モニタリングシステム」および「国家森林インベントリ」「GHGインベントリ」が含まれる。NFISプロジェクトでは成果の一つとしてNFIDB（データベース）設計があるが、本データベースは将来ラオスで構築されるNFMSの中核を担うことが計画されている。NFIDBには（1）地理空間DB、（2）森林インベントリDB、（3）森林炭素DB、（4）生産林・保護林・保全林管理DBの4つが含まれる。地理空間DBには衛星画像アーカイブデータおよび3時期（2000年、2005年、2010年）の森林炭素マップなどの基礎的な地理空間データを格納し、また歴史的な森林被覆変化や参照排出レベル

（REL）・参照レベル（RL）作成に必要な情報も提供できることから、UN-REDD案の「衛星データを用いた土地モニタリングシステム」の構築の中核になる。また、NFIDBの森林インベントリDBと森林炭素DBはNFMSの「国家森林インベントリ」「GHGインベントリ」構築の中核になるが、その構築においては、ラオス国内で実施される他の森林インベントリ・GHGインベントリ関連のプロジェクト・活動からの情報やデータの統合が必要である。

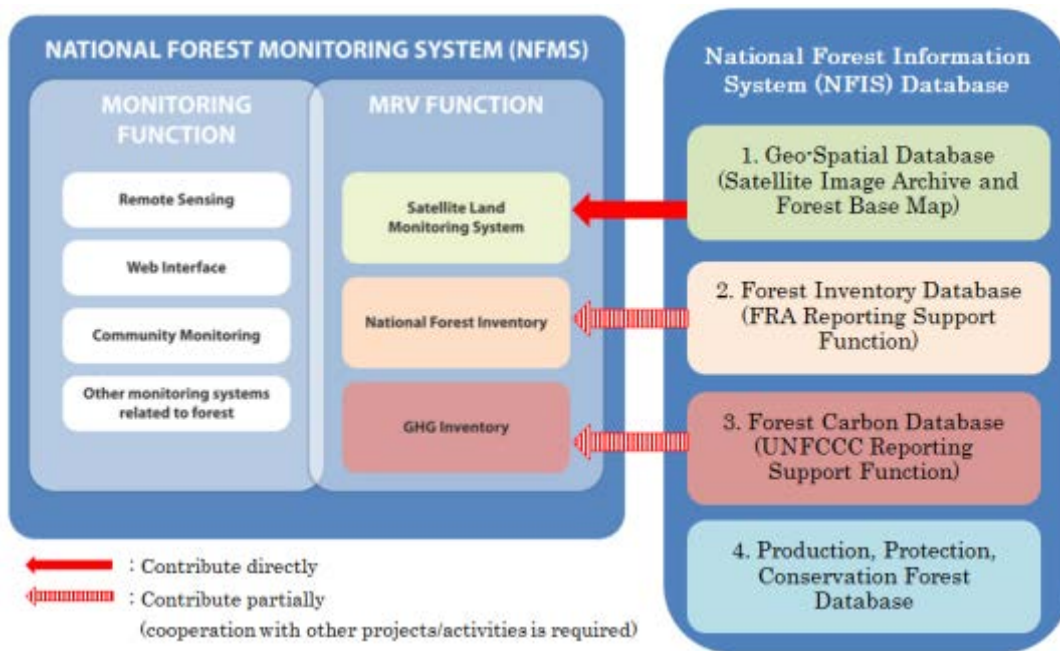


図 3-70 : NFMS (UN-REDD 案) の中核を担う NFIDB

UNFCCC 報告における NFIDB の役割の定義

ラオス国の UNFCCC 報告のフォーカルポイントである MONRE では、GHG インベントリソフトを導入する計画がある。現在、AFOLU セクターの GHG インベントリを取りまとめるソフトとして IPCC inventory software (図 3-71) と ALU software (図 3-72) がある。

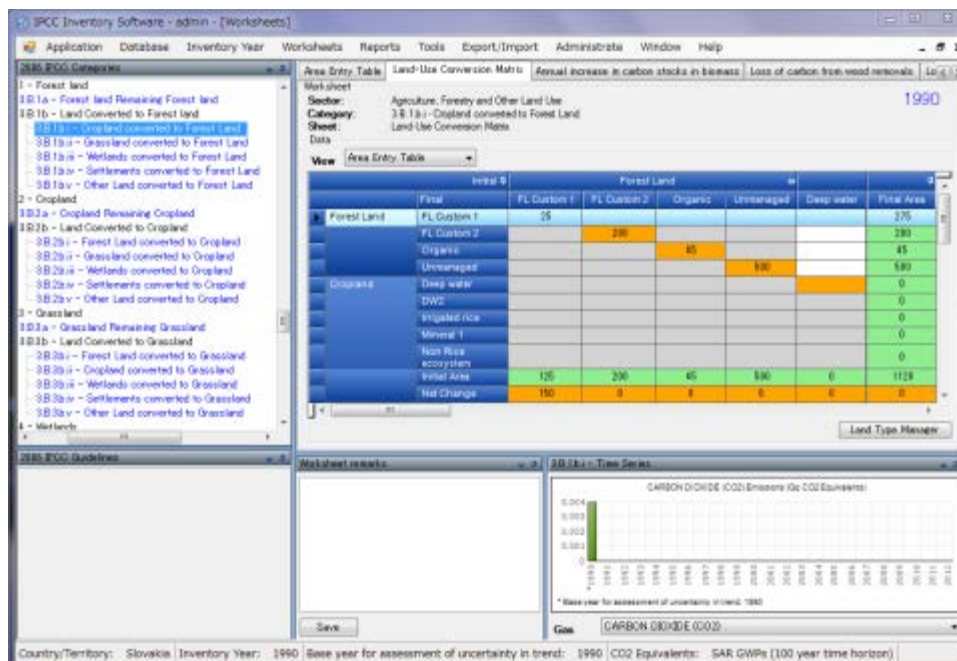


図 3-71 : IPCC inventory software

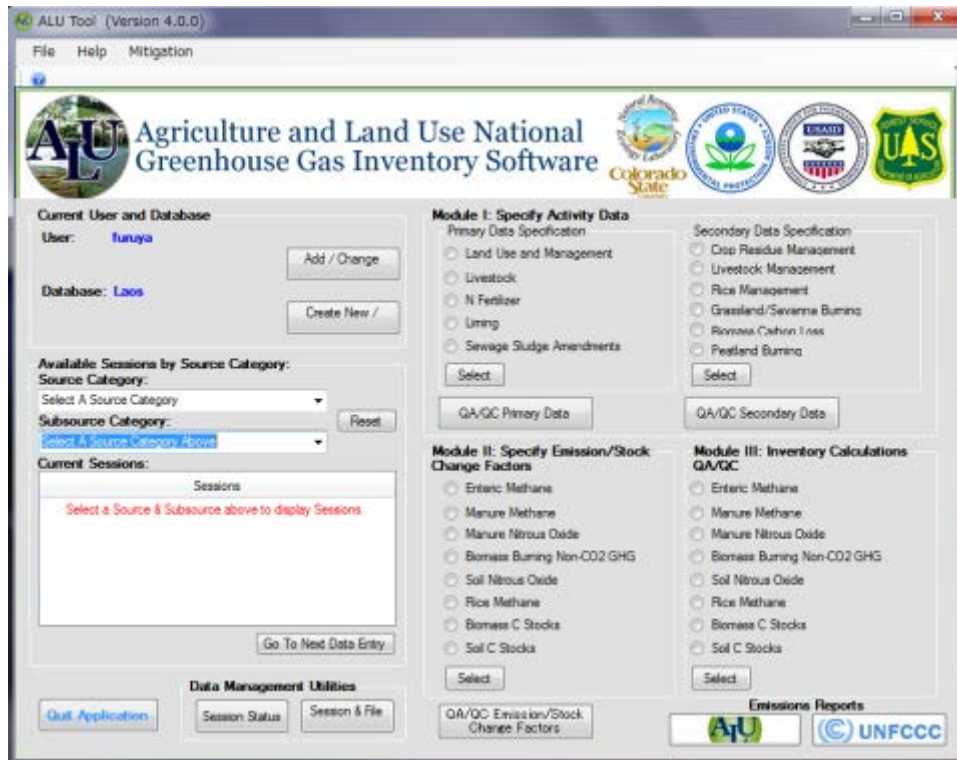


図 3-72 : ALU software

これらの GHG インベントリソフトと NFIDB は連携した運用が必要である (図 3-73)。NFIDB では必要な地域の活動データと排出係数を検索し、検索データの要約 (表や GIS データ) 作成に用いる。さらに、NFIDB は森林被覆変化マトリクス、参照排出レベル (REL)・参照レベル (RL)、対象地域の図面作成に用いる。NFIDB より作成したデータの要約を用いて、GHG インベントリソフトへ活動データと排出係数の入力を行う。

一方、GHG インベントリソフトは主に品質評価 (QA)・品質管理 (QC)、不確実性解析、データ表の出力に用いる。出力されたデータ表は UNFCCC のフォーカルポイントである MONRE に送信され、MONRE 側で全てのセクターからの GHG インベントリデータの統合及び IPCC ガイドラインに沿った国家 GHG インベントリレポートの作成を行う。

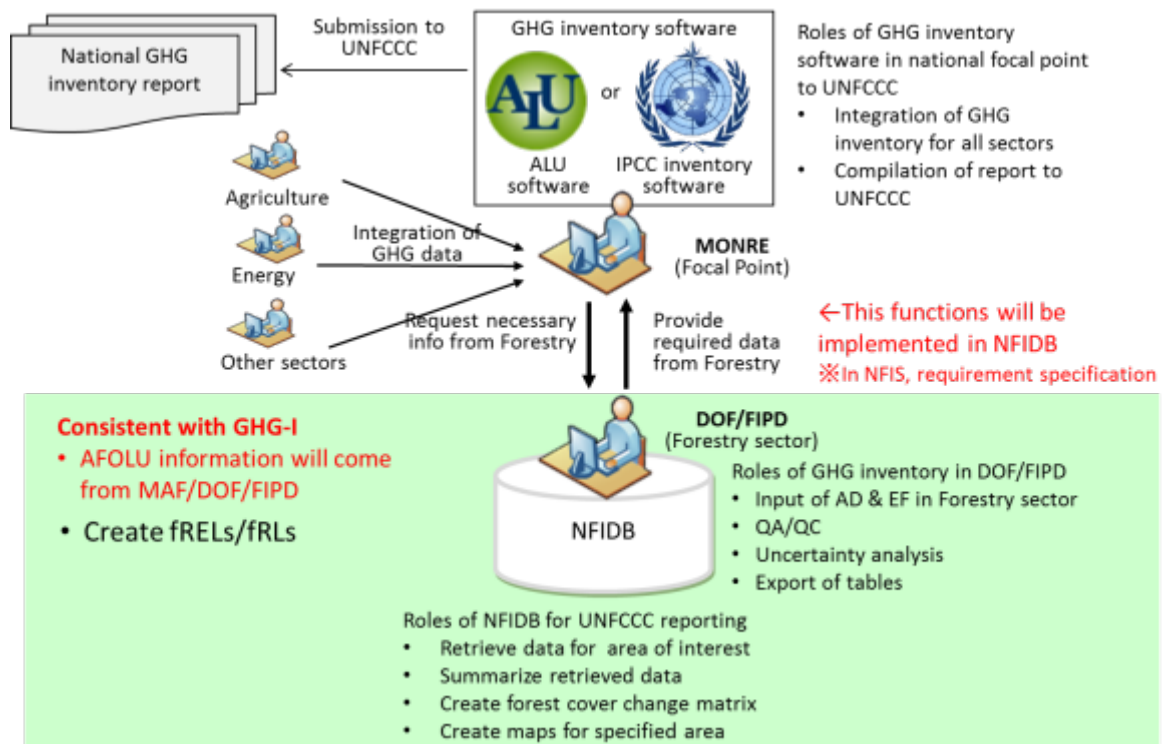


図 3-73 : 国家 GHG インベントリにおける NFIDB の役割

FRA 報告における NFIDB の役割の定義

前述のとおり、FRA 報告に必要な情報やデータは異なる省庁に分散しており、既存情報のリストが整理されていない。そのため、情報・データの整備状況や状態、更新頻度等が確認できず、また整備されていない情報・データの整備計画の策定が困難な状態である。それゆえ、定期的に異なる省庁から FRA 報告に必要な情報を収集し、統合したデータをデータベースに格納する組織的な体制構築が必要とされる。その基礎となるべく、本プロジェクトでは将来の FRA 報告に向けて NFIDB にデータの格納や要約の機能（案）を検討・設計した。

FRA 2015 においては、FAO がオンラインのデータ入力システム（森林資源情報管理システム、FRIMS）を各国に提供し、所定のフォーマットに沿ったカントリーレポートの作成を支援している（図 3-74、図 3-75）。この FRIMS と NFIDB は連携した運用が必要である（図 3-76）。FRA 報告に必要な情報やデータは定期的に DOF や MONRE の異なる部門より収集し、収集した情報・データは NFIDB に格納する。NFIDB においては、FRA 報告に必要な情報の検索、既存情報を用いた FRA 報告年のデータの予測、森林被覆変化マトリクスの作成、FRIMS 入力用のデータ要約作成に用いる。また作成したデータの要約は、関係省庁にフィードバックされる。一方、FRIMS は FRA の所定のフォーマットに沿ったカントリーレポートの作成ならびに最終化した報告書の FAO への送信に用いられる。



図 3-74 : 森林資源情報管理システム (FRIMS)

Table 1a

Categories		Area (000 hectares)				
		1990	2000	2005	2010	2015
	Forest	310134				
	Other wooded land	919591				
	Other land	507266				
	... of which with tree cover					
	Inland water bodies					
	Total					
	TOTAL					

図 3-75 : FRIMS のデータ入力フォーム

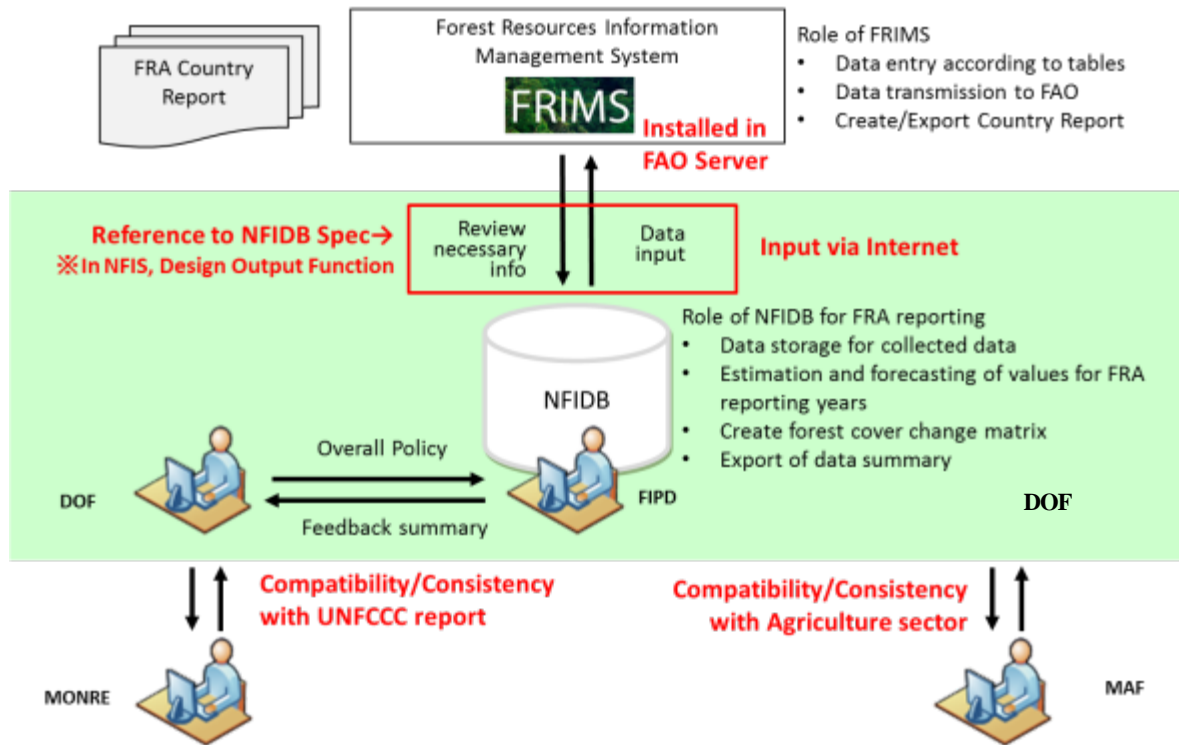


図 3-76 : FRA 報告における NFIDB の役割

ユーザ・インターフェース (案) の検討

FIM で整備した空間情報データベースと森林インベントリデータベースの連携に関して、インターフェースのイメージを検討して、ワークショップにて提示・説明を行った。

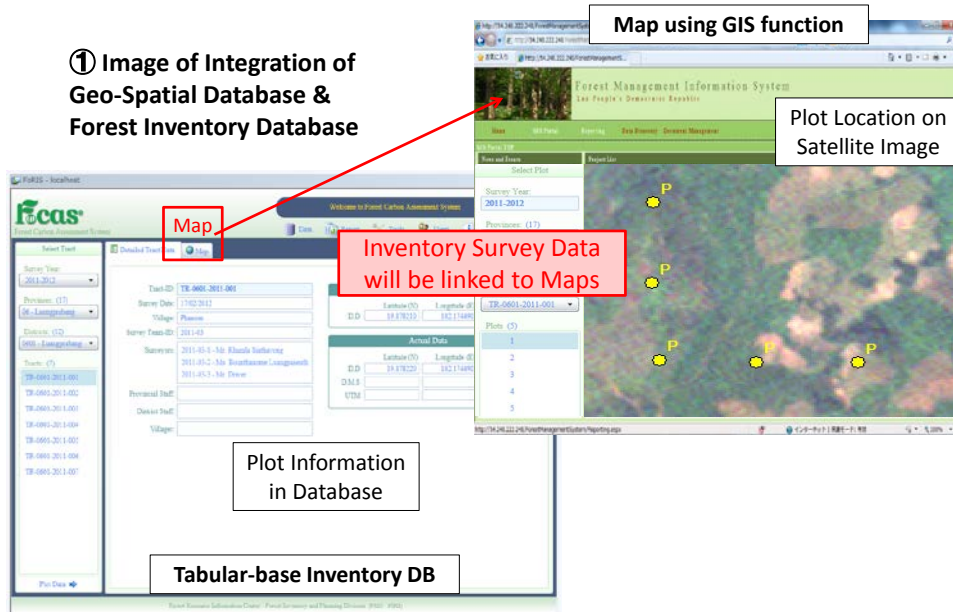


図 3-77: 空間情報データベースと森林インベントリデータベースの連携イメージ

また、レポートのインターフェースとしては、FPP で開発されている森林管理情報システムのブラウザベースのインターフェースを活用した仕組みを検討することをワークショップで提示した。

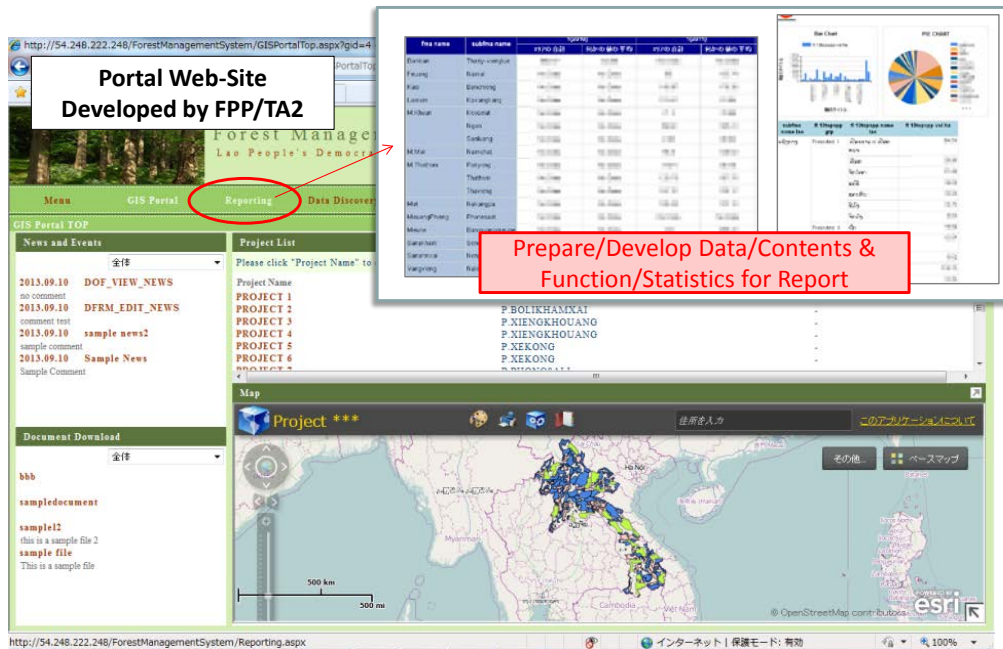


図 3-78: ブラウザベースのレポートインターフェースのイメージ

「国家森林情報データベースのプロトタイプに係る報告書」の検討


データ製品仕様書（案）については、整理・作成するデータリストとともに、下記のような様式にて纏めることとした。

データ製品仕様書（案）

Requirements definition of GIS data

Name of Object	CSA20110203					
Definition	Protection Forest Area in Laos					
Origin Data	FIM (Forest Information Management)					
Acquisition Basis						
Spatial Attribute	Polygon					
Time Attribute	—					
Subject Attribute						
Attribute Name	Attribute Definition	Type	Unit	Range	Number of Digits	Scope of Disclosure
FID_NBCA2011	ID 1	Integer	—		—	
F3CAT_Code	F3CAT code	String	—	6	—	
Name_Eng	Name in English	String	—	30	—	
Name_Lao	Name in Lao	String	—	30	—	
Hectare	Area (Hectares)	Float	—		—	
Degree_No	Degree No	Integer	—		—	
Degree_Date	Degree date	Date	—		—	
Degree_Area	Degree area	Float	—		—	
Shape_Length	Shape Length	Float	—		—	
Shape_Area	Shape Area	Float	—		—	
Subject Figure						
Name	Attribute Definition	Type	Quantity	Related Attribute		
—	—	—	—	—		
Object Relation						
Related Name	Related Definition			Related Object Name		
—	—			—		
Area of Scope for Object	Laos					
Description						
Edit	Cannot be edited					
Others						

【Figure Specification】

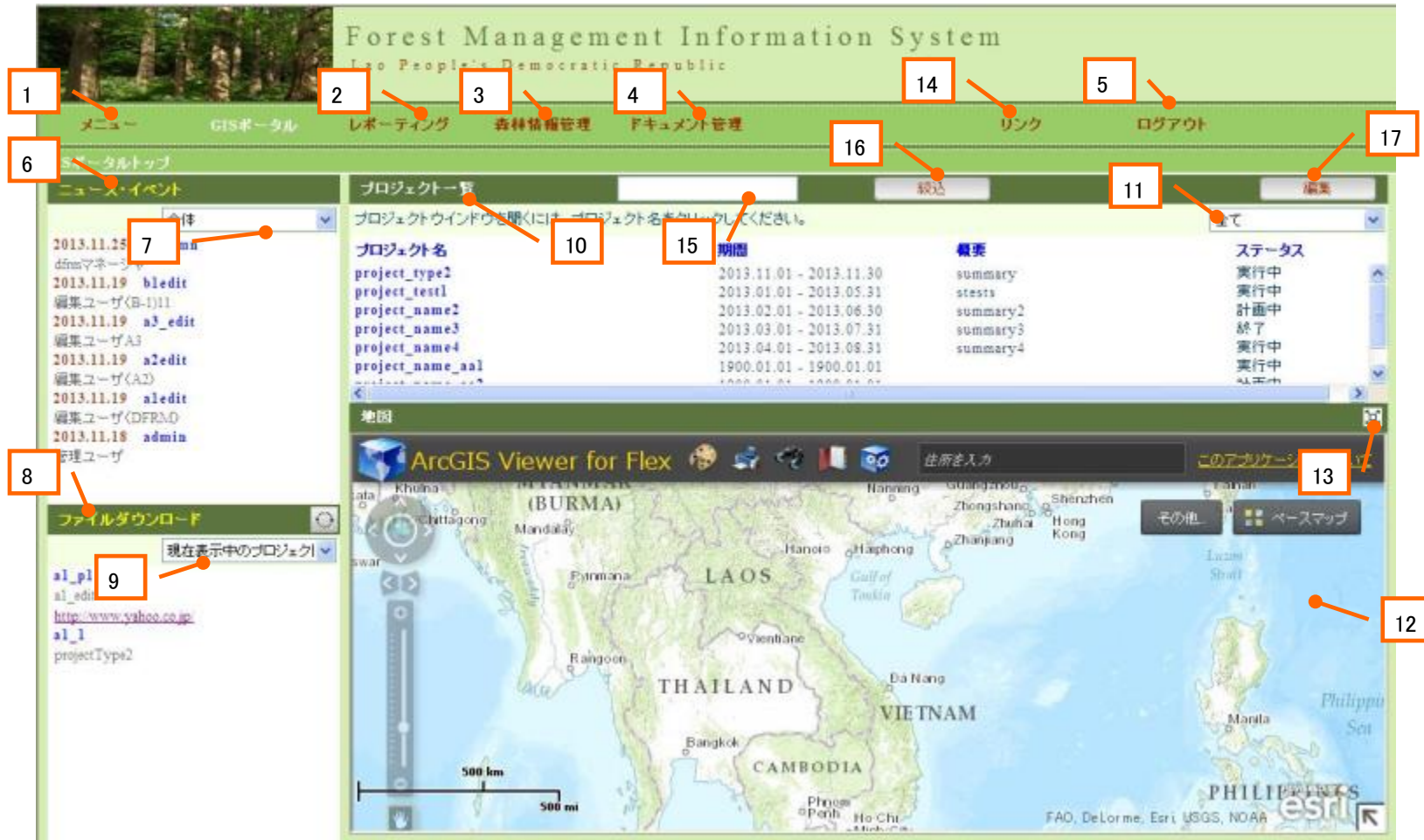
Shape	Scale	Related File	Weight	Color	R	G	B
	※	N/A	※	※	※	※	※

機能要件定義書（案）については、過去のプロジェクトの事例を参考にして、機能リスト様式（案）、画面設計様式（案）、レポート設計様式（案）について検討した。

機能リスト様式 (例)

No	Function	Description	Authority			
			Administrator	General user		
3	LargeMap	(1) Function Selection	Enable selection of a function to be used/Display a list of provinces initially. Have the same layout as the FIMS-Admin screen/Display a province when it is selected.	○	○	
		a. Province	Display a list of FMUs of a selected province.	○	○	
		b. Concession	Display a list of Concessions of a selected province.	○	○	
		c. Proposed Concession	Display a list of proposed Concessions of a selected province.	○	○	
		d. Map display function	Indicate that this function is being selected.	○	○	
		e. Management function	Open the management function screen.	○	—	
		(2) Map display				
		a. Map display function				
			Map display function	Display the map of the FMU of a PNG./Specify a layer to be displayed/Add or delete a layer that can be displayed/Zoom in or out and move the display position/Specify a layer and change the display method (colors, patterns, etc.).	○	○
		b. Legend display				
			Layer display	Display the names of layers being displayed on a map and the legends for them.	○	○
		c. Draw/Edit				
			Draw function	Specify a layer and draw planimetric features. Differentiate between layers that can and cannot be drawn.	○	—
			Attribute edit function	Edit the attributes of a planimetric feature after drawing it. Edit the attributes of a planimetric feature after selecting it on a map. Automatically acquire the values of "Area" attribute.	○	—
			Graphic edit function	Edit the graphic of a planimetric feature after selecting it on a map.	○	—
		d. Import function		Import to replace a layer that can be drawn.	○	—
		e. Print function				
			Copy function	Copy a map being displayed to the clipboard.	○	○
			Preview function	Display the print preview of a map being displayed. The preview shall also display legends.	○	○
			Print function	Print a map being displayed. The print result shall also include legends.	○	○
f. Calculation function		After editing a planimetric feature, recalculate the area and reflect the result on the Province, Concession, and Proposed Concession.	○	—		

画面設計様式 (例)



No.	Item name	Element	Input assistance/default	Required	Description	Acquisition table	Field
1	Menu	Link	-	-	Jumps to the Menu window	-	-
2	Reporting	Link	-	-	Jumps to the Reporting window	-	-
3	Data Discovery	Link	-	-	Linked to the Forest Information Management Function	-	-
4	Document Management	Link	-	-	Linked to the Document Management System	-	-
5	Logout	Button	-	-	When clicked, the system is logged out and the Login window appears.	-	-
6	News and Events	Text	-	-	The List of News and Events is displayed.	Information	insert_date, title, comment
7	Filter	Combo	o	-	Screening by filter	-	-
8	Document Download	Text	-	-	The List of Documents is displayed.	RelationFile	All
9	Filter		-	-	Screening by filter	-	-
10	Project List	Text	-	-	The List of Projects is displayed.	Project Layer	Attribute information
11	Filter				Screening for [Implementing], [In Planning], [End] and [All]	-	-
12	Map				The ArcGIS Viewer for Flex is displayed in the In-line frame	-	-
13	Full Screen	Button	-	-	A map is displayed on the full screen of the GIP Portal.	-	-
14	Link	Link	-	-	Jumps to the Link window	-	-
15	Search Condition Entry	Text	-	-	The search conditions are entered.	-	-
16	Pick	Button	-	-	Screening of the search conditions	-	-
17	Edit	Button	-	-	Jumps to the Project Management window	-	-

レポート設計様式 (例)

FIM - Forest Inventory
and Mapping

National Change Summary - by Forest Type and Province

1
16

Print out: 24-Apr-2013
Last update: 23-Apr-2013

2

North Solomons

Forest Type			Resource As at 1975			Change 1975 - Current			Current Resource											
Code	F	Description	Forest Area (ha)		Gross Vol (cu m)	Logged Over Area (ha) (b)	Converted to Land Use		Forest Area (ha)		Gross Vol (cu m)									
			Gross (a)	Adjusted			Logged (ha) (c)	Cleared (ha) (d)	Gross (e)	Adjusted										
3	4	5																		
Po/Wsw/Gs	<input type="checkbox"/>	Open forest/Sw amp woodland/Sw amp grassland	6	3,239	7	2,105	8	52,625	9	0	10	0	11	0	12	3,239	13	2,105	14	52,625
ScBc/L	<input type="checkbox"/>	Scrub with Bambusa and Cyathea/Small crowned forest		22,855		6,623		165,575		0		0		0		22,855		6,623		165,575
Province Totals				26,094		8,728		218,200		0		0		0		26,094		8,728		218,200

Western

Forest Type			Resource As at 1975			Change 1975 - Current			Current Resource											
Code	F	Description	Forest Area (ha)		Gross Vol (cu m)	Logged Over Area (ha) (b)	Converted to Land Use		Forest Area (ha)		Gross Vol (cu m)									
			Gross (a)	Adjusted			Logged (ha) (c)	Cleared (ha) (d)	Gross (e)	Adjusted										
D	<input checked="" type="checkbox"/>	Dry evergreen forest		269,160		267,824		6,695,600		18		0		0		269,142		267,815		6,695,375
D/Fsw	<input checked="" type="checkbox"/>	Dry evergreen forest/Mixed sw amp forest		142,297		141,885		3,547,125		48,293		0		3,295		90,709		90,446		2,261,150
Province Totals				411,457		409,709		10,242,725		48,311		0		3,295		359,851		358,261		8,956,525
National Totals				437,551		418,437		10,460,925		48,311		0		3,295		385,945		366,989		9,174,725

Adjusted Forest Area = Gross Forest Area, less area of disturbance and the non-forest proportion of FMU's mapped as complexes

Current Gross Forest Area = Gross Forest Area in 1975, less areas of Logged Over or Converted to Land Use between 1975 and current date

(e) = (a) - (b) - (c) - (d)

15

Page 1 of 1

No	Part	Data	Digit number	memo
1	Page Header	sysdate	10	Print Date
2	Page Header	qry_rpt_National_Change_ForestType_ByProv.ProvinceName	15	
16	Page Header	ctrl_LastCalculationDate. CalcDate	10	Calculation Date
3	Detail	qry_rpt_National_Change_ForestType_ByProv.Forest_Type_No_Dist	15	
4	Detail	qry_rpt_National_Change_ForestType_ByProv.FirstOfFragile_Forest_Type	1	
5	Detail	qry_rpt_National_Change_ForestType_ByProv.Dscription	250	
6	Detail	IIf(Not IsNull([SumOfGross_Forest_Area_75]),CLng([SumOfGross_Forest_Area_75]),0)	18	Summary to Report Footer
7	Detail	IIf(NotIsNull([SumOfAdjusted_Forest_Area_75]), CLng([SumOfAdjusted_Forest_Area_75]),0)	18	Summary to Report Footer
8	Detail	IIf(Not IsNull([SumOfGross_Forest_Vol_75]),CLng([SumOfGross_Forest_Vol_75]),0)	18	Summary to Report Footer
9	Detail	IIf(NotIsNull([SumOfLogged_NotLandUse_Current]), CLng([SumOfLogged_NotLandUse_Current]),0)	18	Summary to Report Footer
10	Detail	IIf(NotIsNull([SumOfLogged_LandUse_Current]), CLng([SumOfLogged_LandUse_Current]),0)	18	Summary to Report Footer
11	Detail	IIf(NotIsNull([SumOfLandUse_NotLogged_Current]), CLng([SumOfLandUse_NotLogged_Current]),0)	18	Summary to Report Footer
12	Detail	IIf(NotIsNull([SumOfRev_Gross_Forest_Area]),CLng([SumOfRev_Gross_Forest_Area]),0)	18	Summary to Report Footer
13	Detail	IIf(NotIsNull([SumOfRev_Adjusted_Forest_Area]), CLng([SumOfRev_Adjusted_Forest_Area]),0)	18	Summary to Report Footer
14	Detail	IIf(Not IsNull([SumOfRev_Gross_Forest_Vol]),CLng([SumOfRev_Gross_Forest_Vol]),0)	18	Summary to Report Footer
15	Page Footer			Current Page No / Total Page No

3.4 成果3に係る成果

3.4.1 国家森林インベントリレビュー結果

第1年次においては第1回NFI(1991-99年)、SUFORDによるFRA設計(Forest Resource Assessment)、FIMにおけるインベントリ及びCliPADにおけるバイオマス調査手法の分析・整理を行った。なお、このうちSUFORDによるFRA設計は具体的な手法は第1回NFIで用いたトラクト(クラスタープロット)のデザインを修正したものを示している以外はプロット数や調査項目等の提案を行っていないため分析の対象とはしなかった。

第1回NFI、FIMインベントリ及びCliPADバイオマス調査の目的、対象範囲、調査項目等は表3-55に示すとおりであるが、目的に応じ調査項目も大きく異なっている。

表 3-55：各調査の目的・対象・調査項目

	1 st NFI	FIM	CliPAD
目的	- 材積量推定 - 幹材積式開発 - 森林定義等の必要に応じた変更	- 森林炭素量推定 - 森林分布図作成参考	- VCS 認証のためのバイオマス調査
対象地	全国 (アクセス可能地のみ)	全国 (アクセス容易地のみ)	フアパン県
実施年	1991-1999	2011-2012	2014
計測プロット数	森林: 2368 非森林: 1696	森林: 1680 非森林: 720	
プロットデザイン及び計上			
単一プロット			
クラスタープロット	X	X	X
入れ子プロット	X	X	X
円形プロット		X	
方形プロット	X		X
森林分類	X	X	X
写真		X	X
調査項目			
生立木	X	X	X
DBH	X	X	X
樹幹上部・中間部直径	X		

	1 st NFI	FIM	CLIPAD
樹高	X	X	
形状	X	X	
幼樹数	X	X	
樹冠密度	X	X	X
非森林分類	X	X	X
森林構造	X	X	
樹種(地域名)	X	X	X
傾斜	X	X	X
落葉率			X
落葉係数			X
伐根	X		X
直径	X		X
高さ	X		X
非樹木植生			
生重			
乾重			
枯死立木			X
DBH			X
樹高			X
枯死倒木			X
直径			X
密度			
分解クラス			X
林床植生			
生重			
土壌	X		
種類	X		
密度			
有機炭素含有量			
非木材生産物(NTFP)	X		
ラタン	X		
竹	X		
搬出	X		

	1 st NFI	FIM	CLIPAD
道路までの搬出距離	X		
搬出路の傾斜	X		

資料

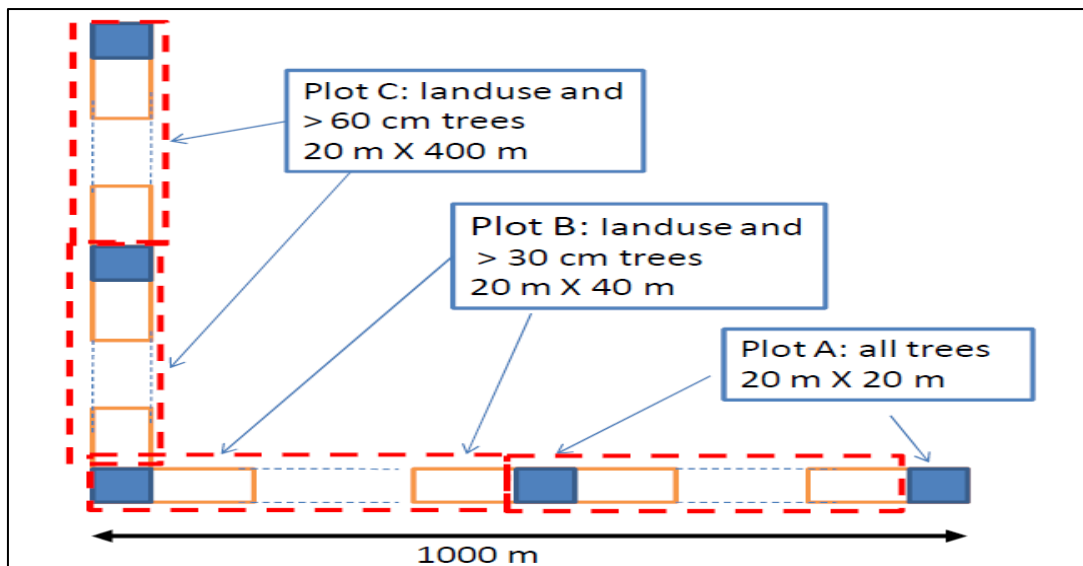
1st NFI: Lao National Forest Inventory Field Manual 1993/94, DOF

FIM: Guideline on National Forest Inventory Survey for Satellite Image Classification Analysis, Jul 2012, JICS/FIPD/Kokusai Kogyo

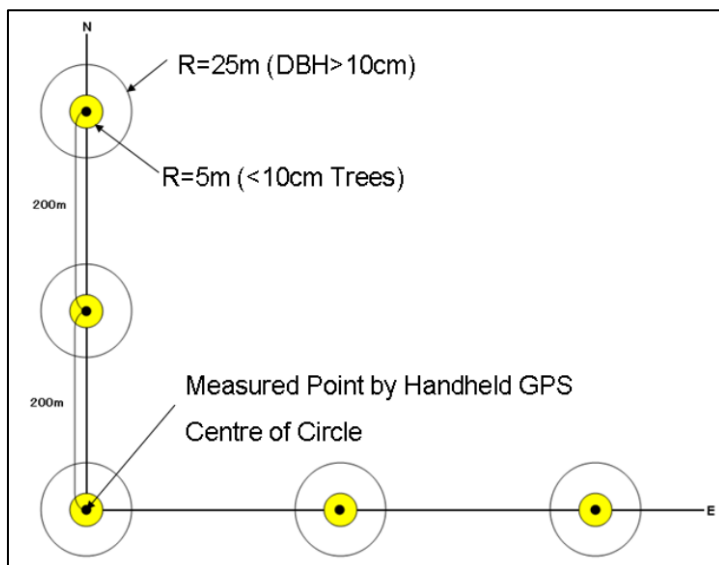
CLIPAD; Proposed National Carbon Assessment Standard Operating Procedures submitted by Felipe Casarim, Gabriel Eickhoff, Timothy Pearson and Sandra Brown, Sep 2013

また、各調査のプロットデザインは次のとおりである。

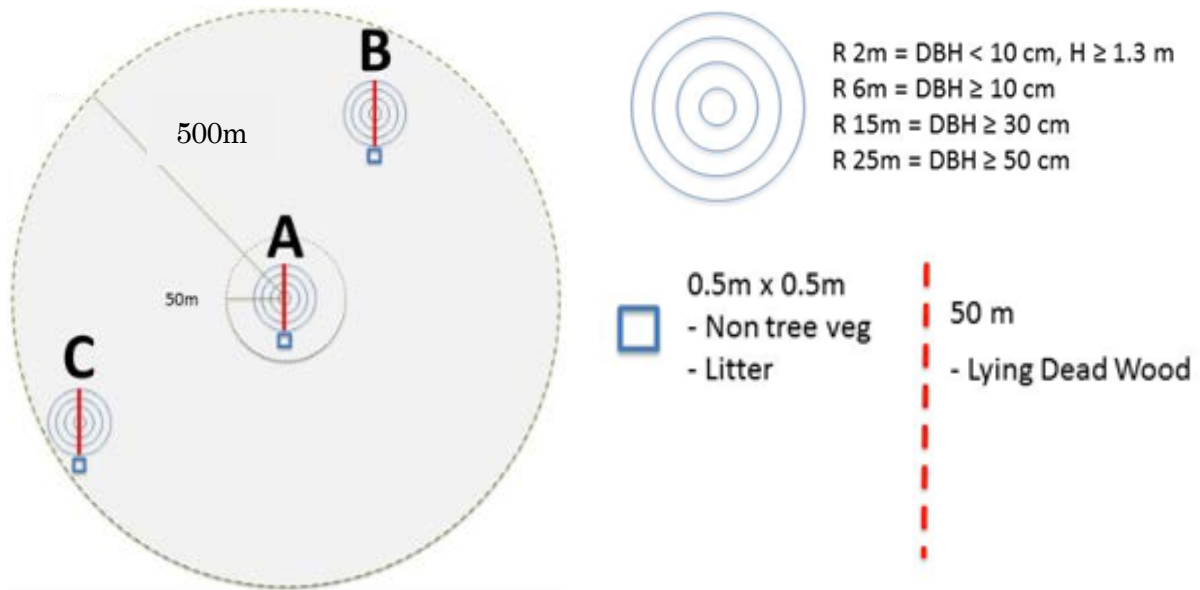
1st NFI



FIM



CliPAD



第1回NFIは林木及び主なNTFPであった竹・ラタンの商業用伐採・収穫のための資源量把握を目的としており、これに応じた調査項目となっている。一方、CliPADはVCS認証による炭素クレジット獲得のためVCSのJNR規定に応じたいわば炭素に特化した調査内容となっている。なお、CliPADのプロットデザインはSUFORDのFRA設計において推奨されたものであり、レーザー測距機の利用により従来のロープ等を用いた方形プロットの設定を行わずに調査を進めることが出来るとされている。また、FIMはこれらの調査の中で唯一円形のクラスタープロットを採用しており、プロットの測量による設定は方形よりも効率的となっており、音波測距機の利用によりプロット境界上にある樹木の測定の際に要・不要が容易に行える。

また、第1回NFIは1チーム8名(運転手等を除く)で構成され、チームリーダー、測樹、樹種特定、様式記載などの担当に分かれていた。SUFORDの分析によると1トラクト(クラスタープロット)当たり平均40時間を要している。FIMインベントリでは平均で1日1トラクトを計測している。

データ及び報告書リストの作成

上記のレビューに加え、インベントリ調査を過去および現在実施しているプロジェクトの報告書及びデータを収集し、一覧形式の表にまとめた。表をもとに、C/Pへの情報共有および必要なデータの追加収集を行った。なお表は添付ファイル11参照。

インベントリ調査実施プロジェクトからのデータ提供

類似調査データをSN-REDD、PAREDD+の各プロジェクトに提供を依頼した。SN-REDDは報告書、調査生データを含む成果品を当初1月末、変更契約後4月末に共有可能との事であったが、2015年7月現在成果品は収められていない。次期NFI実施前までに成果品が共有されればマニュアル等の調査

設計に活用していく。また PAREDD+からは貴機構を通して最終成果品が共有された。

3.4.2 次期NFI調査方法（サンプリング方法、プロットデザイン、調査項目等）の検討

これまで実施した過去、現在進行中プロジェクトのレビューを参考に次期 NFI 調査方法についてとりまとめ、C/P と議論を重ねた上で一定の合意を得た。以下項目ごとに成果をまとめた。

調査項目オプションの作成

NFI の調査目的を C/P と議論し決定していくために、下記調査項目オプションを作成した。NFI の目的は炭素量把握、材積把握、非木材材産物調査など様々である。また、目的に応じて調査項目も変わってくる。目的ごとにどのような調査項目を設定するのが下記表から把握できる。また、1st NFI、FIM、CliPAD、PFA（Production Forest Area）における調査項目を参考情報として併記した。

表 3-56: 調査項目オプション

優先度	パラメーター	目的						他プロジェクト			
		炭素	材積	NFP	森林劣化	森林組成	成熟度	1st NFI	FIM	CLIPAD	PFA Inventory
	<u>サンプリングプロット配置</u>										
	Systematic							X			
	Random								X		X
	Two-stage systematic random									X	
	Post-stratification							X			X
	Pre-stratification								X	X	
	Permanent plots										
	Temporary plots							X	X	X	
	<u>サンプリングプロットタイプ</u>										
	Single plots										
	Cluster plots, nested							X	X	X	
	Transect of plots, nested										X
	Circular plots								X	X	

	Rectangular plots								X			X
	<u>サンプリング</u>											
	チーム構成								8	6	3	X
	プロットまでの所要時間 (徒歩)								40 時 間	1 日	1 日	
	1プロットあたりの調査時間											
	移動費用											
	調査費用											
	必要機材											
優先度	パラメーター	目的							他プロジェクト			
		炭素	材積	NTFP	森林劣化	森林組成	成熟度		1st NFI	FIM	CLIPAD	PFA Inventory
	<u>サンプルプロット情報</u>											
	土地被覆	X	X		X	X	X					X
	土地利用	X			X	X	X					X
	写真							X	X	X		
	傾斜	X	X		X							X
	傾斜方位				X							X
	プロット設置個所の地形							X				
	地表面クラス							X				
	土地利用根拠				X							
	放牧				X							
	火災				X							
	伐木				X							
	NTFP 収集				X							X
	被害度		X		X	X		X				
	浸食				X							
	樹冠密度				X	X		X	X	X	X	X

	落葉率				X	X						
	落葉係数				X	X					X	
	森林構造							X	X	X		
	道路までの搬出距離		X					X				
	搬出ルート		X					X				
	着生植物											
	植物種				X	X						X
	病虫被害				X	X						X
	フィールドサイン				X	X						X
	指標種の有無				X	X						
優先度	パラメーター	目的						他プロジェクト				
		炭素	材積	NTFP	森林劣化	森林組成	成熟度	1st NFI	FIM	CLIPAD	Inventory	PFA
	<u>生立木</u>											
	樹種	X	X			X		X	X	X	X	
	DBH	X	X				X	X	X	X	X	
	樹高		X					X	X	X	X	
	幹の高さ		X									X
	幹の長さ		X									
	幹の状態		X		X	X						
	樹冠の状態				X	X						
	病中被害				X	X	X					
	樹木の品質		X					X	X			X
	<u>パーム</u>											
	樹種	X		X	X			X	X	X		
	樹高	X		X	X	X		X	X	X		
	<u>苗木</u>											
	数	X	X				X	X	X	X	X	
	種類					X						

	苗												
	数	X	X					X					X
	種類					X							
	竹												
	竹齡			X	X	X			X		X	X	X
	種類			X	X	X			X		X	X	X
	ラタン												
	稗			X	X	X			X				X
	孤立性			X	X	X			X				X
	更新度合			X									X
優先度	パラメーター	目的							他プロジェクト				
		炭素	材積	NFTP	森林劣化	森林組成	成熟度		1st NFI	FIM	CLIPAD	Inventory	PFA
	つる性植物												
	構成種				X	X							X
	DBH	X											X
	低木												
	病虫被害				X	X			X				
	構成種				X	X							
	非樹木植生												
	構成種				X	X					X		
	枯死立木 (切り株含む)	X			X								
	DBH										X		
	梢端部の直径								X		X		
	樹高								X		X		
	枯死倒木	X			X						X		
	リター	X			X								
	土壌												
	容積重	X			X								
	有機炭素含有量	X			X								

Overview of potential NFI design approaches の作成

C/P との協議資料として、下記項目を含む資料を作成した。詳細は添付資料 9 参照。なお技術ワークショップ実施前には C/P の理解を深めるため、ラオス語に翻訳した。

- NFI とは
- NFI 検討前に求められる要件
- NFI の主な目的
- NFI が対象とする土地被覆区分
- プロット配置デザインについて
- 実施体制
- 調査頻度

NFI の目的および調査項目等の合意

これまで分析してきた過去及び現在のインベントリ調査結果に加え、上記で作成した資料を元に、C/P と技術ワークショップを二回行った。NFI 調査方法を設計するプロセスから C/P が参加することで、目的や調査項目の意味を改めて考えてもらうと同時に、詳細内容が決定していくフローを理解してもらう事を強く意識した。なお技術ワークショップの概要は下記の通りである。

	日時	場所	参加者	内容
第一回	14/9/25	FIPD 研修室	Mr. Linthong KHAMDY, Director, FIPD Mr. Soukanh Sanontry, DDG, FIPD Mr. Bounpheng VICHITH, DDG, FIPD FIPD 森林インベントリ計画課スタッフ約 8 名 団員及び再委託先技術者	NFI の目的、他国の事例紹介、ラ国における事例紹介、調査項目候補の紹介、国際社会からの要求、層化、サンプリングデザインについて主に講義。
第二回	14/10/10	FIPD 研修室	Mr. Khamphay MANIVONG, Deputy DG, DOF Mr. Somchay SANONTRY, Deputy DG, DOF Mr. Linthong KHAMDY, Director, FIPD Mr. Soukanh Sanontry, DDG, FIPD Mr. Bounpheng VICHITH, DDG, FIPD 団員及び再委託先技術者	第一回技術ワークショップを受けて調査目的、調査項目、調査頻度、実施体制、プロット配置デザインについて議論。

第二回技術ワークショップにおいて決定した事項を DOF の Khamphay 次長のサイン入りミニッツという形で残した。ここに記載された決定事項に基づいて次期 NFI 調査項目案および実施体制案を設計していく。なお、決定事項の概要を下記に示す。詳細は添付資料 2-3 参照のこと。

表 3-57 :次期 NFI の決定事項

項目	主な決定事項
NFI の主目的	<ul style="list-style-type: none"> ・ 次期 NFI では炭素/バイオマス蓄積把握に焦点をあてる ・ 3 つの森林区分（保護林、保全林、保安林）におけるプロット配置数は異なるべきである ・ NTFP については有無を調査するだけで十分である ・ 第一回 NFI では主要樹種の一部で幹材積算出の為の拡大係数が開発されなかったため、今年度予定されているバイオマス調査（アロメトリー式開発調査）においては開発をする
NFI で対象とする土地被覆	<ul style="list-style-type: none"> ・ 森林区分および森林定義はできる限り早い段階で公式に定められるべきである
プロット配置デザイン	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基本的に systematic random, pre-stratification を採用する
プロットタイプ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 主に Temporary plots を設定する ・ 成長量を把握するために若干数の Permanent plot も設置する
調査頻度（期間）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 資金的な実現可能性は別として、（ラオスの土地被覆変化は早いので）NFI は 1 年間で調査実施すべきである。ただし調査項目等により、2-3 年間での実施は許容範囲である。期間は短ければ短いほど良いと考えている

マニュアル“案”の作成

これまで実施した調査、C/P との合意事項をふまえ、インベントリ パイロット調査に先駆け、次期 NFI マニュアル案および森林炭素サンプリング ガイダンスを作成した。詳細は添付資料 10,11 参照。ただし添付資料は 3.4.4 で記載するパイロット調査の結果を反映したバージョンである。なおここでは目次案のみ次頁に掲載する。

上記表 3-11 では言及されていないが、次期 NFI では紙の調査野帳に記入するのではなく、タブレットを使用して調査を実施していくことが C/P と合意されている。タブレットを活用する前提でマニュアルが作成されている。

Terrestrial Carbon Measurement_July 2015 Version

CONTENTS.	
Introduction and How to Use this Document	3
General SOPs:	4
SOP Field safety.....	5
SOP Labeling Sampling Points.....	6
SOP Quality Assurance/Quality Control.....	7
SOP Data Storage and Archiving	9
SOP Calibration of Hagl6f DME 201 Cruiser	11
SOP Field work with the GPSMAP 60CSx.....	12
SOP Use of a Clinometer and Measurement of Slope.....	19
SOP Measurement of Height.....	21
Stocks of Carbon Pools SOPs:.....	22
SOP Sampling Design and Layout.....	23
SOP Establishment of Sampling Plots	27
SOP Measurement of Trees.....	32
SOP Measurement of Palms, Lianas, and Bamboo.....	36
SOP Measurement of Standing Dead Wood	39
SOP Measurement of Lying Dead Wood.....	42
SOP Measurement of Non-tree Woody and herbaceous Vegetation.....	44
SOP Measurement of Litter Layer.....	47
SOP Measurement and Estimation of Dead Wood Density Classes	48
SOP Destructive Sampling of Saplings.....	52
APPENDIX I: EXAMPLE DATASHEETS.....	54

Table of Contents⁺

1	Scope and Audience	3
2	Overview of National Forest Inventories	3
2.1	IPCC Technical Background	5
2.2	Comparison between FAO Forest Resource Assessments and an NFI	8
2.3	Comparison between a forest inventory and GHG emission estimation.....	10
3	Decisions informing NFI development	10
3.1	Forest Definitions.....	11
3.2	Land cover types included within NFI	11
3.3	Stratification.....	11
3.4	Temporal Frequency and monitoring	13
3.5	Allometric equations.....	15
3.6	Carbon Pools	16
4	Institutional Arrangements and Field Coordination	17
4.1	Field Crew Composition.....	18
4.2	Data Collection Logistics, Permission, and Coordination	18
4.3	Awareness Raising and Training Materials.....	19
5	Forest Inventory Guidance	20
5.1	Sampling Design.....	20
5.2	Field Measurements	26
5.3	Quality Control.....	27
5.4	Calculation methods	27
6	References.....	28
7	Appendix A – National Forest Inventories in other countries	29
8	Appendix B – Overview of Previous forest biomass work in Laos	34
9	Appendix C – Fundamental concepts in sampling designs	42
10	Appendix D Land Use Classes and Forest Type Definitions.....	53

3.4.3 次期国家森林インベントリの実施体制について検討

3.4.2 で述べた第二回技術ワークショップ（14/10/10 開催）において次期国家インベントリの実施体制についても議論された。下記表にある役割分担が C/P との間で確認された。

表 3-58：次期 NFI 実施体制（役割分担）概要

	National	Provincial	District	Local
Key Task				
サンプリングデザイン	×			
SOP マニュアル作成	×			
研修資料作成	×			
研修の実施	×			
現地調査の実施		×	×	×
現地調査結果の報告		×	×	
調査データをデータベースへ入力		×	×	
データ解析	×			
報告書作成	×			

なお、上記はあくまで大枠での役割分担である。その後の議論で FIPD を中心に、PAFO, DAFO, PONRE, DONRE スタッフも調査体制に含めることになった。また、DFRM 森林調査課も次期 NFI では調査に加わることが最終報告会で確認された。

また、次期 NFI 実施前に NFI steering Committee を設立し、調査目的、方法、体制等を承認する。さらに調査実施に必要な許認可を関係省庁に周知し、スムーズな調査実施ができるように努める。

3.4.4 インベントリパイロット調査概要

下記にパイロット調査の概要、結果を示す。なお詳細は添付資料 12 を参照のこと。

概要

項 目	内 容
目的	<ul style="list-style-type: none"> - 次期 NFI マニュアル（案）に定められた調査方法を効率性、正確性等の観点から精査する - 3つの対象森林タイプの平均炭素蓄積量、標準偏差を把握する - プロットあたりの平均所要時間を把握する - プロットデザイン（L 字タイプ or Floating タイプ）の検証 - 次期 NFI への改善点を提案する
調査地	Khammuane 県 全域
調査対象森林タイプ	- Dry Dipterocarp

	<ul style="list-style-type: none"> - Mixed Deciduous Forest - Evergreen Forest
スケジュール	2015年1月-3月 : 調査方法およびプロットデザインの検討 3月9日-13日 : FIPD スタッフ研修 3月19日-4月7日 : 現地調査 5月1日-10日 : 調査結果分析
実施体制	研修および現地調査監督 : Forest Carbon(再委託先)および森川専門家 現地調査チーム数 : 3チーム チーム構成 : FIPD インベントリ班2-3名、PAFO 1-2名、DAFO 1-2名
調査予定地点数	85 クラスター

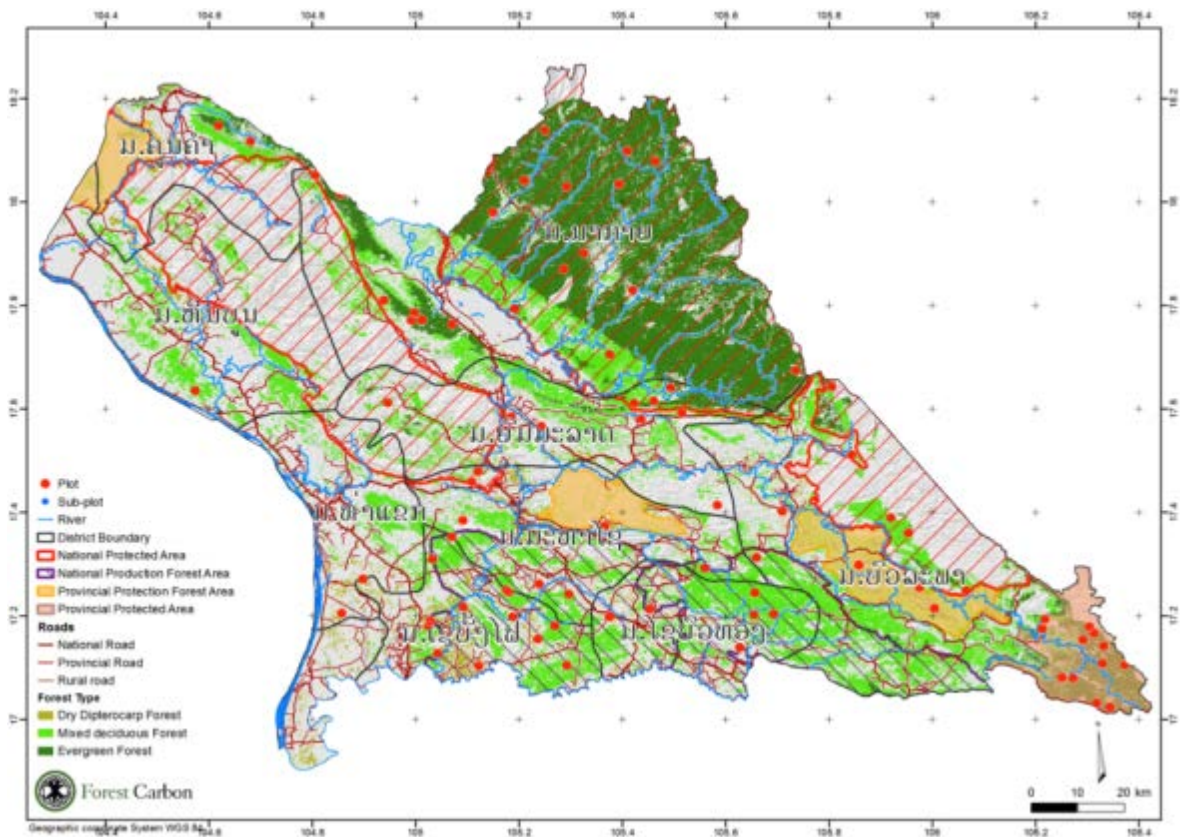


図 3-79:パイロット調査プロット配置図



タブレットでのルート確認



プロット設定



リター収集



枯死木計測

結果

①クラスタープロットデザイン検証結果（L字 or Floating）

パイロット調査開始前に、GIS上でクラスタープロットのデザインとしてL字タイプ（左図）と Floating タイプ（右図）のどちらが対象地域の森林分布状況にふさわしいか検討した。結果として、小さなパッチ上の森林区分が広がる Khammuane 県ではL字タイプのデザインでは同一森林区分上にプロットが落ちることが少なく、ランダムで配置しても調査対象外となってしまうクラスターが多く出現することがわかった。よって、本パイロット調査では Floating タイプを採用した。

なお、Floating タイプの詳細は図 3-80 参照。クラスターの中心ポイントとなるプロット A から 50m ～300m の範囲以内に別のプロット B および C を同一森林タイプのポリゴン内に落ちるように GIS 上で無作為に配置する。

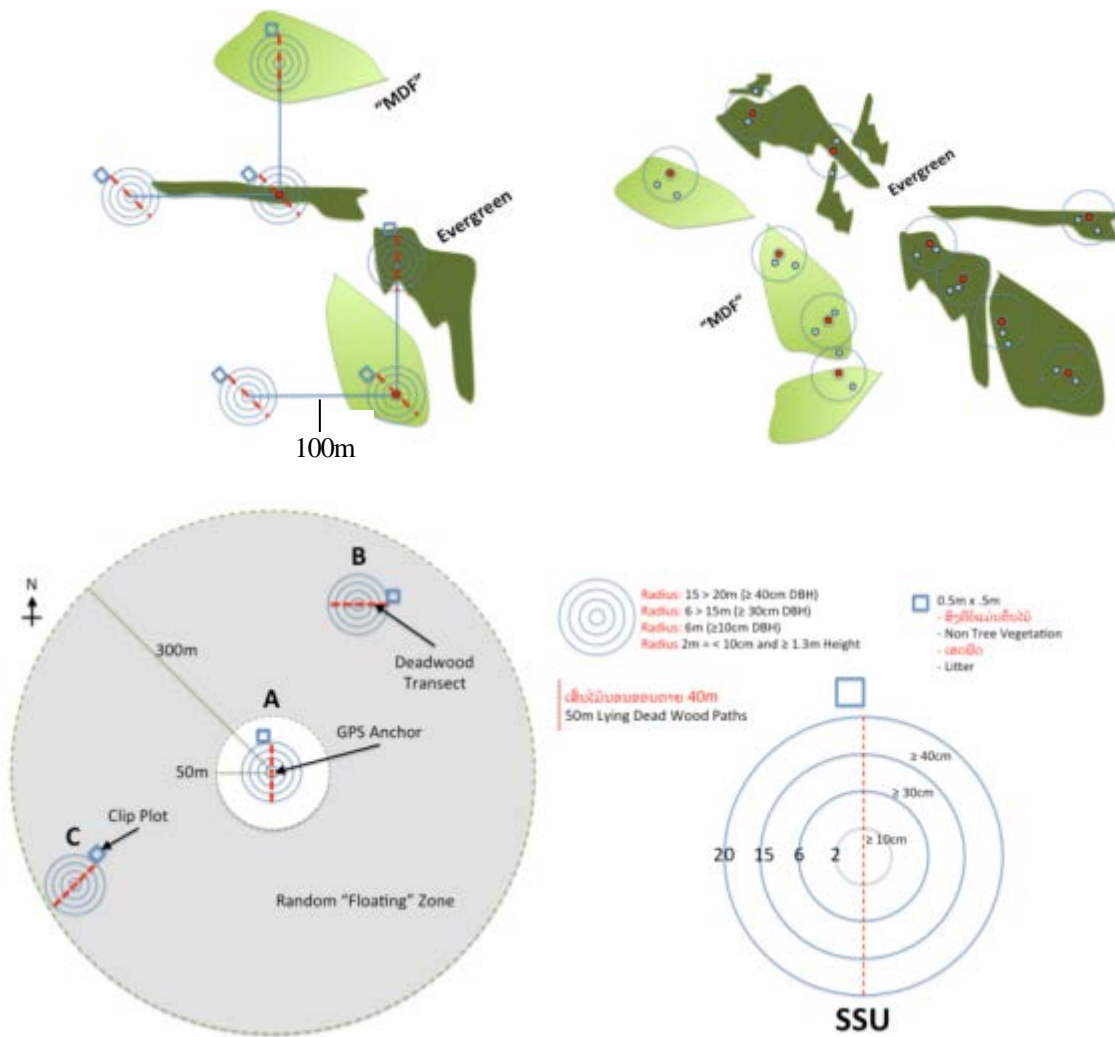


図 3-80 : Floating タイプクラスターデザイン

図 3-81 : プロットデザイン

②森林タイプ毎の調査結果

表 3-59 : 森林タイプ毎の調査結果に森林タイプ毎の炭素量 (tC/ha) , 標準偏差、調査地点数等をまとめた結果を示す。ラオス独自のアロメトリー式は2016年6月完成予定のため、炭素量の算出には広く熱帯地域で使われている Chave et al 2005 を採用した。式の詳細を下記に示す。

$$\langle AGB \rangle_{est} = \rho \times \exp(-1.499 + 2.148 \ln(D) + 0.207(\ln(D))^2 - 0.0281 (\ln(D))^3)$$

Where:

ρ = a default wood density of 0.6 (g/cm³)

D = measured diameter at breast height of the tree (cm)

表 3-59 : 森林タイプ毎の調査結果

Strata	Mean tC/ha	Std.Dev	Plots	Max	Min	CI	Uncertainty
Dry Dipterocarp	62.69	21.42	13	18.40	103.31	12.94	21%
Mixed Deciduous	169.24	74.54	33	65.13	344.50	26.43	16%
Evergreen	252.01	61.26	2	208.69	295.33	550.41	218%

※CI:Confidence Interval

Evergreen はアクセスおよび時間的な制限から 2 地点しか調査できなかった為、あまり参考にならない。一方で MixedDeciduous は調査地点数も 30 点以上あり十分量と考えられ、平均炭素量蓄積量(tC/ha)も既存の結果から大きくかい離しているわけではなく妥当な値といえる。県における調査である点をふまえても、Mixed Deciduous の不確実性は低い。プロットデザインがラオスの森林にフィットしており、調査精度がある程度高い事が要因かと思われる。

また、MixedDeciduous と DryDipterocarp について CarbonPool 毎の炭素量を表 3-60 に示した。どちらの森林タイプにおいても LivingTree が 90%以上の炭素量を占めており、DeadWood や Bamboo は合計でも 5%以下であることから IPCC のガイドラインによれば無視しても問題ないことがわかる。なお CliPAD プロジェクトにおいて Houaphane 県で実施された調査においても同様の結果がでている。

表 3-60 : Carbon Pool 毎の炭素量

Strata	Plots	Pool	C (tC/ha)	Min	Max	Std Dev	Percent (Chave 2005)
Mixed Deciduous Forest	33	Living Trees AGB (Chave2005)	128.81	49.03	266.51	58.65	76.32
		Living Trees BGB (Chave2005)	36.07	13.73	74.62	16.42	21.37
		Bamboo	0.44	0	5.91	1.31	0.26
		Deadwood -Trees	1.8	0.99	9.4	2.8	1.07
		Deadwood -Stump	0.18	0.13	0.93	0.24	0.11
		Deadwood -LDW	1.49	0.06	8.32	1.74	0.88
Dry Dipterocarp Forest	13	Living Trees AGB (Chave2005)	46.96	14.01	80.41	16.5	74.91
		Living Trees BGB (Chave2005)	13.15	3.92	22.52	4.62	20.97
		Bamboo	0.59	0.23	6.97	1.92	0.94
		Deadwood -Trees	0.56	2.21	2.53	1.06	0.89
		Deadwood -Stump	0.22	0.1	0.53	0.16	0.36
		Deadwood -LDW	1.21	0.13	4.6	1.37	1.92

表 3-61 は森林タイプ毎のクラスタープロットにおける平均調査時間を示している。傾斜や植生密

度で調査時間にはばらつきはあるが、アクセスを含めてもどの森林タイプでも平均1日で1クラスター（3プロット）の調査が終了している。また、具体的な所要時間は記録していないが、調査対象地を管理している DOF ないし DFRM から調査許可を得ていても、ラオスの文化として対象地の村の許可を得る必要があり、時には半日以上このプロセスに費やすこともわかった。

表 3-61 各森林タイプにおけるクラスタープロットの平均調査時間

Forest Types	Sub Plot Sample Size	Mean time per subplot (minutes)	StdDev
Dry Dipterocarp	35	16.04	9.92
Mixed Deciduous Forest	98	23.23	11.37
Evergreen Forest	3	17.78	2.76

分析ツールの開発 (R-Script)

パイロット調査で採用したタブレットはインターネットに接続されると入力された調査データが自動的にサーバーにデータがアップロードされる仕組みとなっている。日々調査地点や調査データを首都に居ながら確認することができる。

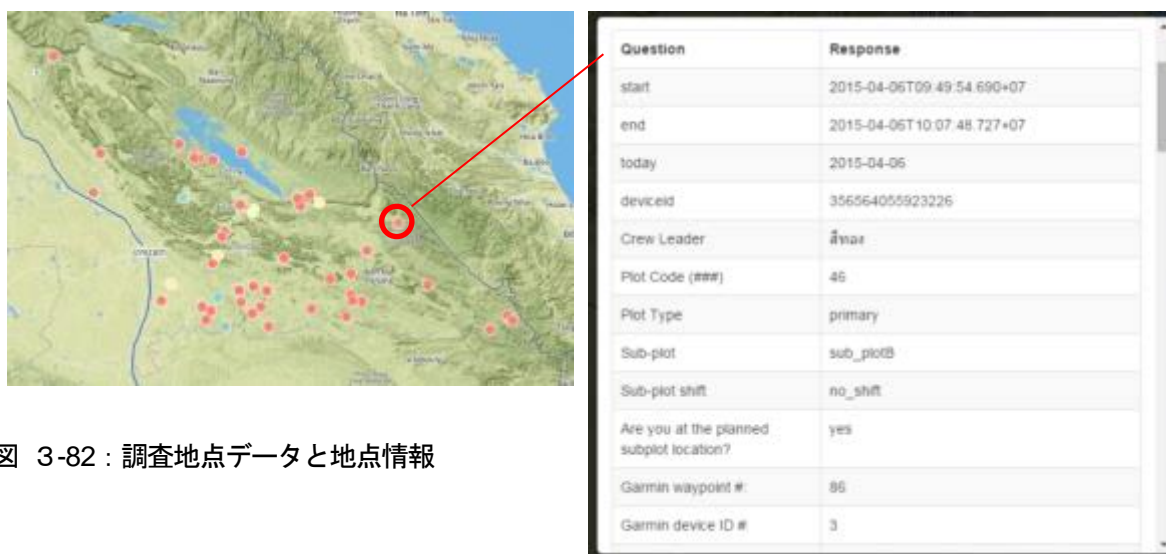


図 3-82 : 調査地点データと地点情報

一方、調査データの解析は従来通り Excel で行っており、マニュアル操作から発生する人的エラーや解析結果が得られるまでのタイムラグがどうしても発生していた。そこで R という無料の統計解析ソフトウェアにおいて解析結果（層ごとの炭素量、標準偏差、DBH 散布度等）が 10 秒～15 秒で出力されるようなスクリプトを開発した。図 3-83 : 開発された R スクリプト 画面キャプチャ（画面右下が解析結果）参照。

NFI のマニュアルが改定される度に、このスクリプトも改定する必要があるが、次期 NFI でもこの

スクリプトをベースにした解析の利用が期待される。なお、人的エラーの発生や解析時間を抑えられるだけでなく、調査期間中に毎日進捗状況を確認できることから、必要な調査地点数が得られた時点で調査を終了する判断ができる事は大きなアドバンテージであると考えられる。

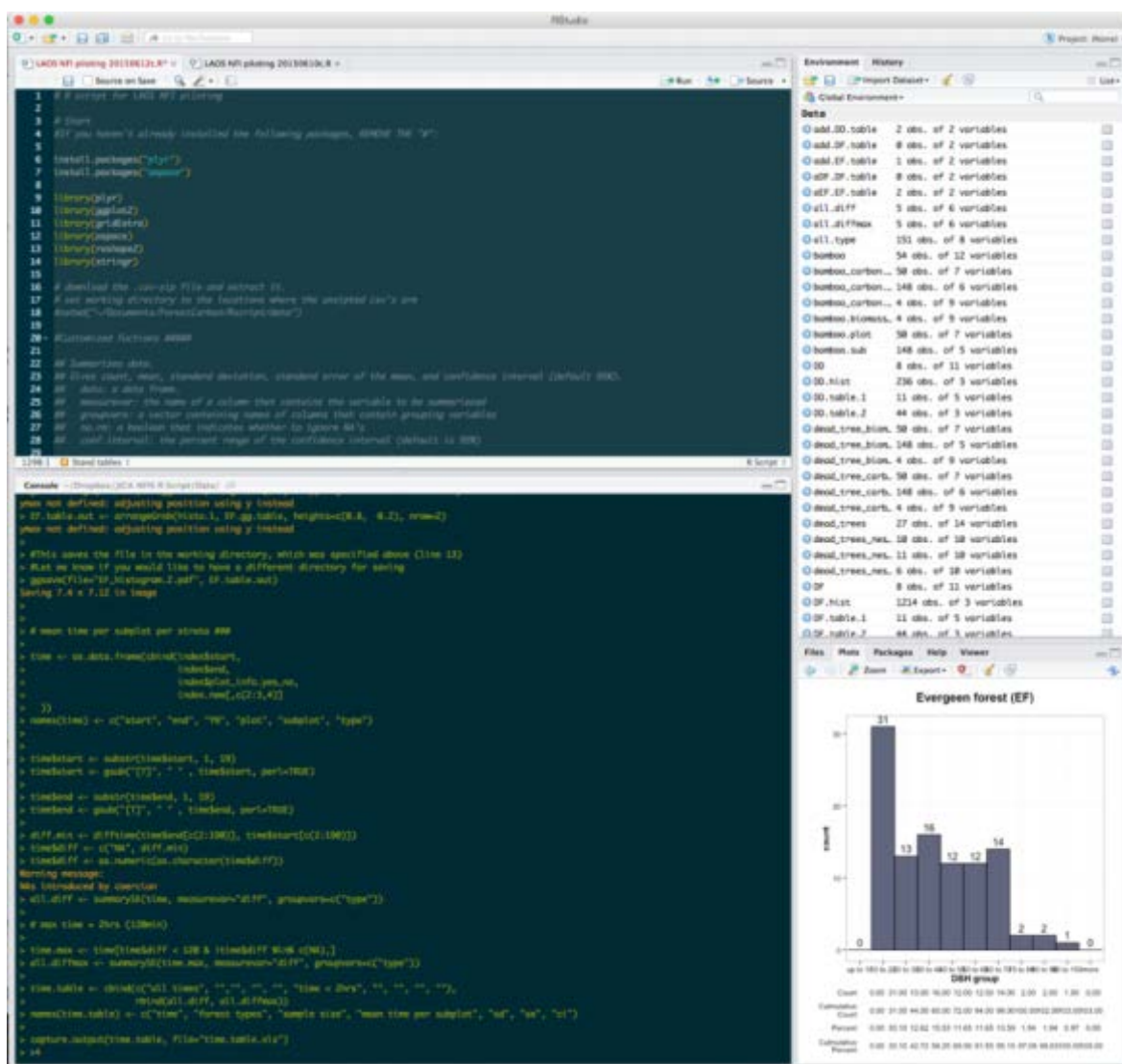


図 3-83 : 開発された R スクリプト 画面キャプチャ (画面右下が解析結果)

3.4.4 次期NFIマニュアル最終案

上記パイロット調査をふまえ、3.4.2 で作成したマニュアル案から変更した点等を下記に記載する。

プロットデザイン

パイロット調査を実施した Khammuane 県および CliPAD プロジェクトで実施した Houapahane 県において L 字ではなく、Floating タイプの有効性が確認されたことから、次期 NFI でも Floating タイプを採用することとした。

Carbon Pools

3.4.3 で述べたとおり、パイロット調査および Houapahane 県での調査結果からは DeadWood は無視できる炭素量しか蓄積していないという結論が導かれている。一方で、2 県だけの結果である点、調査時間が非常に短いこと、そして DeadWood を調査しておくことは、森林劣化や違法伐採等の分析に将来的に使う可能性もあることから次期 NFI でも調査項目に含めることにした。

調査体制

パイロット調査の結果を受けて、C/P と協議した結果、下記の様な調査体制で次期 NFI を実施していくことが期待される。

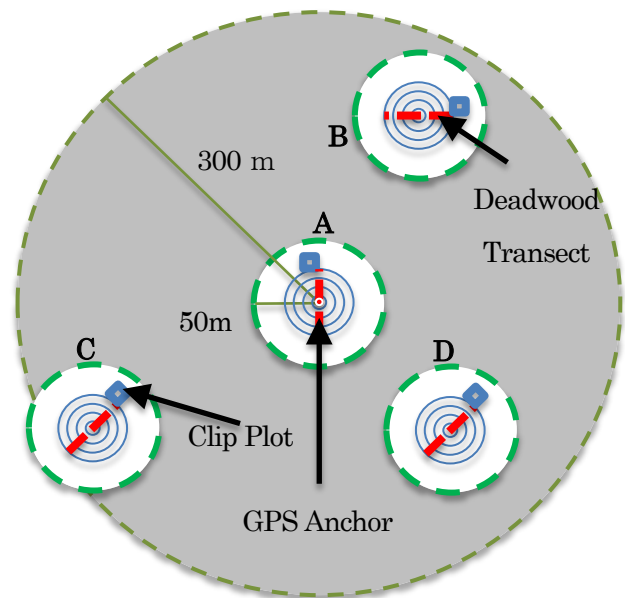
- チームリーダー/データ入力 (FIPD)
- DBH 計測 1 (FIPD)
- DBH 計測 2 (PONRE or PAFO)
- 枯死木およびクリッププロット (PONRE or PAFO or DONRE or DAFO)
- 他 (DONRE or DAFO or 地域住民)

また、DFRM 森林調査課との協働が C/P と確認されているが、具体的な担当は今後要検討である。

なお、上述の通り、調査地に入る前に地域住民への挨拶および調査地までのルート探索に非常に時間を要するため、チーム全体で動く事は非効率的である。その為、先導者として 1 名ないし 2 名が 3 日～1 週間ほど先に現地入りして、挨拶とルート開拓を終わらせておくことを次期 NFI では実施することが C/P 側から提案があり、次期 NFI マニュアルにも組み込まれた。

プロットデザイン

パイロット調査では、1 クラスターのデータとして取り扱う為には、少なくとも 2 プロットの調査を実施することをルールとした。仮に 2 プロットとも非森林地であった際は、3 プロット目は調査せずに、次のクラスターに移動するとしていた。また、3 プロット調査を実施しても、データのバラつきが小さいクラスターも確認された。そこで、2 プロット以上調査できる確率を上げる事とデータのバラつきを少しでも抑える事を目的に、プロットの数 3 つでは



なく 4 つに増やす事とした。なお、プロットの配置位置を中心点から 300m 以内にしたこともあり、一日で 1 クラスターを実施しても数十分の時間的猶予があることも確認されているので、プロット数を増やす事による調査効率性への影響は小さい。

次に、プロット内の調査対象 DBH および Nest サイズであるが、下記の様に変更した。半径のサイズが最大 20m である点は使用している機材、DME がラオスの森林内で十分に機能するには 20m であ

ることが確認されたので25mから20mに変更した。また、DBHの大きさも当初15mで $\geq 30\text{cm}$ 、20mで $\geq 40\text{cm}$ としていたが、パイロット調査およびCiPADのHouaphane調査結果から得られたデータを解析し、最も効率的かつ抜けの少ないプロットデザインにする為、下記のように変更した。ただし、解析データが少ない為、今後SUFORDから提供されるデータ等も考慮して次期NFI調査開始前に最終化する必要がある。

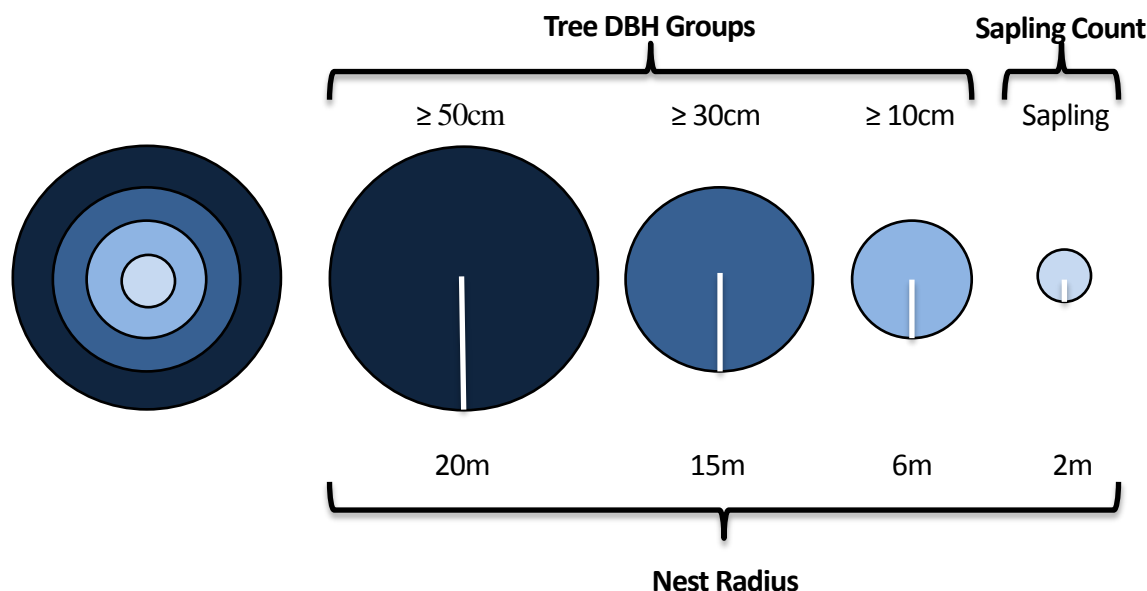


図 3-84 : 対象DBHおよびNestサイズ

調査機材

必要な機材は下記と想定している。パイロット調査の結果を受けて変更したのはDMEの数を1から2に変更した。またClinometerは傾斜を測れるタイプと直接高さを計測できるタイプがあるが、FiPDが所有しているのは多くが後者であり、傾斜が計測できない。次期NFI開始前には十分数を購入する必要がある。

表 3-62 : 調査機材リスト

Equipment	Quantity	Equipment	Quantity
NFI Sampling Coordinator		AA batteries for transponder	many
Tablet w Code	1	9V batter for DME grey box	many
GPS w memory card	1	Clinometer	1/team
AA batteries for GPS	Many	Measuring Tape - 50 m	2/team
Field Sampling Crew		(Biodegradable) Flagging tape	2/team
Machete	2/team	Diameter tape measure	2/team

Whistles	1/person	Work gloves	1/person
First Aid Kit	1/team	Equipment backpacks	3+/team
1.3 m poles	2/team	Small backpack or hipsack	1/person
Durable plastic tarp ~2 m x 2 m	1/team	Sturdy backpacks, bags	2/team
Two-way radios	1/team	Permanent Marker	5/team
Tablet w Code	1	Pens	many
Camera (or use Tablet)	1/team	Pencils	many
GPS w memory	1/team	Erasers	many
GPS Waterproof case	1/GPS	Stapler	1/team
AA batteries for GPS	many	small notebooks	1/person
Bright colored spray paint	many	small notebooks	1/person
DME pole	1/team	Clip board	1/team
DME transponder (yellow piece)	1/team	Compass	1/team
DME distance measuring unit (grey box)	2/team		

次期 NFI における調査地点数

これまで入手できている 1st NFI, CliPAD の Houaphane データ、パイロットプロジェクトの Khammuane データを基に、必要な調査地点数を算出した。なお算出には各層の平均炭素量、標準偏差、求める不確実性を用いている。具体的な式を下記に示す。

$$\text{number of plots for strata} = \left(t * \frac{\text{standard deviation}}{0.10 * x} \right)^2$$

t = Critical value from a two tail-test with n-1 degrees of freedom, based on target confidence level (e.g. 90%)

下記収集したデータの一覧である。

表 3-63 : 必要調査地点数算出に用いたデータ一覧

Survey	Stratum Name	Number of Plots Surveyed	Mean AG Tree Carbon (t C ha ⁻¹)	StandardDeviation (t C ha ⁻¹)
1st NFI	EF	56	110	50
Khammuane	EF	2	185	31
1st NFI	MD	805	60	41
Houaphan	MD	82	92	63
Khammuane	MD	33	114	51

1st NFI	DD	636	43	26
Khammouane	DD	13	48	16
1st NFI	CF	27	32	26
1st NFI	MCB	74	80	48
1st NFI	RV	102	7	10

表 3-64：次期 NFI において必要な調査地点数（暫定版）は最小の調査地点数算出結果である。県データを使用していることから、国レベルで考えた時よりも標準偏差は低くなっている点や成果 1 で記載されている様に、Conifer は森林面積の割合が小さい点等を考慮した結果である。ただし、こちらはあくまで暫定的な結果であり、必ずしもこの調査地点数が最適であるとは考えていない。第 4 章でも記載するが、次期統合プロジェクトでは調査開始前までに類似プロジェクトからデータ収集を実施し、必要調査地点数を再検討する必要がある。

表 3-64：次期 NFI において必要な調査地点数（暫定版）

Strata Level 2	Minimum number of Plots	Error Target
Evergreen Forest	70	<10% Error at 90% CI
Mixed Deciduous Forest	200	<10% Error at 90% CI
Dry Dipterocarp Forest	120	<10% Error at 90% CI
Coniferous Forest	50	<20% Error at 90% CI
MCB	120	<10% Error at 90% CI

3.4.5 補助文書

3.4.4 で記載した次期 NFI マニュアルの他に補助文書/ツールとして下記を C/P に提供した。

- NFI Sampling Guidance document
- Pilot Survey Results Report
- Sample Plot Calculator Excel Tool (to estimate number plots)
- Calculations for Estimating Carbon Stocks Manual
- Statistical software 'R' script to transform field data collected on tablets into analyzed data

またマニュアルを最終化するにあたり、下記の文書が「環境プログラム無償 ラオス国 森林保全アロメトリ式開発プロジェクト（2015年3月～2016年6月）」より提供される事が期待される。

- Allometric Equation Evaluation Guidance Document
- 環境プログラム無償 ラオス国 森林保全アロメトリ式開発プロジェクト 報告書

3.5 成果4に係る成果

3.5.1 REL/RLの作成方法に関する検討

UNFCCCにおける決定事項

UNFCCCにおけるFREL/FRLに関する決議はCOP15、16、17及び19で行われているがその概要は以下の通りである。

Decision 4/COP15, パラ7; 過去データの考慮及び国状により調整

Decision 1/CP.16, パラ71(b); REDD+に必要な4要素の一つとして国FREL/FRL(経過措置として準国)の作成

Decision 12/CP.17, FREL/FRLの様態について

パラ7; 年当たり二酸化炭素量トン数として表現し、REDD+活動実施成果を評価するベンチマークとなる

パラ8; 各国のGHGインベントリーにおける人為の森林に関連する排出源毎のGHG排出量及び吸収源毎のGHG吸収量との一貫性の確保

パラ9; 添付のガイドラインに沿ってFREL/FRL開発に関する国状及びその適用を含む情報・根拠の提出

パラ10; より精度の高いデータ、多くのプール等の採用によりFREL/FRLを段階的に向上

パラ11; 準国FREL/FRLは国レベルへの移行措置として認められる

パラ12; 新たな知見、動向、FREL/FRLの範囲・手法の見直し等を考慮しFREL/FRLは適宜改訂されるべき

パラ13; 途上国に任意によりFREL/FRL(提案)を9条の情報等を添えて提出するよう求める。

パラ14; 提出されたFREL/FRLを含むFREL/FRLに関する情報をUNFCCCのREDDウェブサイトフォームに掲載するよう事務局に求める。

パラ15; SBSTAで作成されるガイダンスに基づいて提出されたFREL/FRLについて技術的アセスメントを実施するプロセスを立ち上げることに合意

パラ9に定めるガイドラインの概要は以下の通りである。

提出されるFREL/FRLはCOPが認定ないし推奨する最も新しいIPCCガイドラインに基づいて作成されるべきであり次の情報を含むこと。

- (a) FREL/FRL 作成に用いられた過去データを含む全ての、かつ透明性のある情報
- (b) FREL/FRL 開発に用いられたデータセット、アプローチ、方法・方法論、モデル、前提、関連する政策・計画等を含む透明、完全、一貫的かつ正確な情報
- (c) FREL/FRL 作成にふくまれるプール及び温室効果ガス、並びに REDD+活動。重要なプール・ガスは含まれるべきという前提で、含まれないプール・ガスを除外した理由。
- (d) FREL/FRL 作成に用いられた森林の定義。国の GHG インベントリや国際機関への報告に用いられている定義と異なる場合は異なる定義を用いた理由及び手法の説明

COP19 において技術的アセスメントのガイドライン及び手順(提出国との意見交換等を含む)等が採択(Decision 13/CP.19)されているが、ガイドラインの内容は COP17 の決定内容とほぼ同じであり、FREL/FRL 作成に関する具体的な方法、基準等は定められておらず、技術評価の過程で提出国が修正することは可能とされているのみで、基本的には提出された FREL/FRL を成果支払いのための MRV のベンチマークにするものと考えられる。しかしながら、以下の事例にも見られるように提出される FREL/FRL の技術的精度、国状の考慮等には大きな差があると考えられ、今後 FCPF 炭素基金での取り組み等を基に更に議論が行われる必要があると思われる。

提出された REL/RL の整理・分析

1. ブラジル

地域(準国)：アマゾン生物圏(Amazon Biome)

アマゾン生物圏はブラジルに存する 6 生物圏のうちアマゾン川流域をカバーする最大の生物圏で面積は約 420 万 km²(全国面積の 49.3%)となっている。下記 REDD+活動にも記載されているように、対象とする REDD+活動が森林減少抑制による排出削減のみであるため、対象地域全てにおける森林減少を計上している(IPCC ガイドラインによる管理、非管理の区分は行っていない)。

2000 年の第 2 回国別報告では LULUCF 分野における排出が全排出量の 78%を占め、このうち半分強がアマゾン生物圏からとされている。また、FREL/FRL 作成に使われたデータや区分は第 2 回国別報告の LULUCF 分野の GHG インベントリと整合しているとされている。

REDD+活動

「森林減少抑制による排出削減」のみ

カーボンプール

AGB、BGB 及びリター

AD 及び EF 測定

① Activity Data

主にLandsatにより1996年以降毎年の対象地域全域における新規皆伐面積を測定(最小ポリゴン面積6.25ha)している。

② Emission Factor

対象地域森林を22の森林タイプ、また1970-85年の間に行われた森林調査により22地域に区分している。森林調査の対象となっている9の森林タイプ及び地域については胸高直径(5cm以上)を独立変数とするアロメトリー式により、平均AGBバイオマス量を推定している。その他の調査に基づき計算されたAGBに対するBGB及びリターの平均割合を加え、樹木のAGB+BGB+リターB、そして炭素量、二酸化炭素量を推定している。

樹木に加えヤシ科植物及びツル性植物のバイオマス量を調査に基づき加えている。調査された森林タイプのうち調査されていない地域のバイオマス量等については、調査された植生地域の内挿または外挿法、調査されていない森林タイプについては既存文献から森林タイプ毎の平均炭素量を計算している(調査された森林タイプはよりバイオマス量の大きいものとなっている)。

③炭素マップの活用

②の結果に基づきアマゾン地域を単位面積当たり平均炭素量区分による炭素マップを作成し、①における新規皆伐地域の所在・面積によりGISを用いて当該年の炭素排出量を自動計算している。

FREL

①参照期間及び手法

面積データを取り始めた1996年からの参照期間とし過去データの平均を次期5年間のFREL/FRLとする手法を用いている。

②FREL/FRL(年平均)

第1 FREL/FRL(2006-2010年)は1996-2005年過去データの平均で約1106百万tCO₂

第2 FREL/FRL(2011-2015年)は1996-2010年過去データの平均で約908百万tCO₂

③ポリシーインセンティブ対象量(クレジット量; 2006-2010年)

2006-10年の年平均排出量は既に計測済みで約512百万tCO₂であることからFREL/FRLとの差として計算されるクレジット量は年平均594百万tCO₂となる。仮に単価\$1/tCO₂としても\$594百万ドルとなり5年分で約30億ドルとなり、GCFに拠出表明された約90億ドルの3分の1に達する。

注: GCF資金はREDD+支払いのみに使用されるわけではない。また、拠出目標は年間1000億ドルとされている。

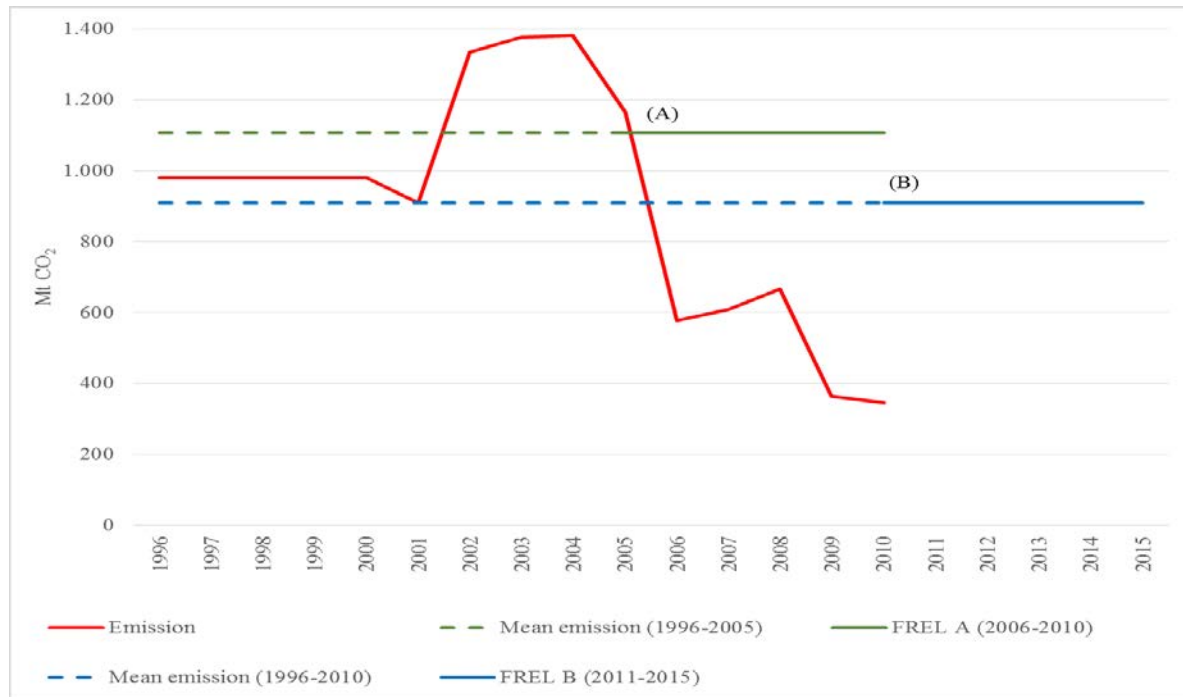


図 3-85 : ブラジルの過去排出量及び FREL

資料 ; Brazil's submission of a forest reference emission level for deforestation in the Amazon biome for results-based payments for REDD+ under the UNFCCC

所感

アマゾン基金との共通部分

単位面積当たり炭素量を除けば、森林減少面積測定、FREL/FRL 設定手法及びクレジット量計算等はアマゾン基金とほぼ同じであり、既にあるデータ等を UN-FCCC 提出用に書き直したということも出来る。アマゾン基金へも同様な FREL に基づき多額の支払いがノルウェーなどから行われている。この支払いは排出権の移転を伴うものではないため、制度的には同様な排出削減についても UNFCCC から成果支払いを受取ることが出来るが、アマゾン基金のような制度を持たない国にとっては多額の成果支払いが2重になされることについて問題視をする可能性があると思われる。

単位面積当たり炭素量

ha 当たり炭素量(EF)は 30 年以上前の調査に基づくものを一貫して使用しているが、この間の伐採等による劣化(EF の減少)を考慮していないことから、近年の排出量、そして結果的にクレジット量が過大に計算されている可能性がある。なお、森林減少のみを対象としていることから伐採等による劣化に伴う排出量も含んだものと理解することも可能と思われる。また、MRV においては森林減少抑制による他の地域における伐採増大などの排出移転を検討する必要があると思われる。

転用先の炭素量

皆伐後の転用先(大豆等プランテーション、放牧地等)における炭素量を計上しておらず全排出量＝純排出量となっており、排出量が過大に計算されているとも言える。また、計上していない理由が記載されていない。

参照期間及び FREL/FRL 作成手法

1996 年以降の排出量平均を FREL/FRL としているが、20 年前の減少ドライバーと現在のものが同じかどうか説明がなく、過大なクレジット量を生み出す手法と解釈される可能性もある。

ブラジル FREL/FRL との比較及び参考点

表 3-65 : ブラジル FREL/FRL とラオスの比較

項目	ブラジル	ラオス
対象地域	今回はアマゾン生物圏のみ(将来、国レベルへ拡大を指向)	全国(森林炭素変化傾向及びドライバーの相違により FREL/FRL 作成地域を区分する可能性あり)
参照期間	1996 年以降 2005 年まで	2000 年 - 2015 年
参照データ頻度	毎年	5 年おき
AD	ランドサットを主体に毎年の新規皆伐量を把握。	2000 年ランドサット、2005 年 SPOT4、2010 及び 2015 年 Rapideye と異なる解像度の画像で 5 年おきに変化量を把握(2010 年森林図が基盤図となる)
EF	1970-80 年代調査データを一つのアロメトリー式で変換した EF を参照期間及び FREL/FRL 作成に使用。	1990 年代及び 2017-18 年の 2 時点における森林調査データを層化に応じたアロメトリー式で炭素量に変換。
対象 REDD+活動	AD 推定手法から森林減少による排出抑制のみ(将来、劣化等も対象とする方向で検討中)	AD 及び EF 推定手法から減少、劣化、増加及び純変化のいずれも推定可能であり、FREL/FRL 作成手法、見込まれるクレジット量等を基に決定。
モニタリング頻度	AD は毎年	AD は 5 年おき(第 1 回モニタリングは 2020 年と見込まれる)
FREL/FRL 作成手法	①1996 年以降の減少による排出量の	①平均、トレンド等試行の後決定

及び期間	平均 ②2006-2010 年を FREL/FRL 作成第 1 期、2011-15 年を第 2 期としている。	②2016-2020 年の 5 年間になると見込まれる。
GHG インベントリとの整合	第 2 回国別報告(2000 年時点)における GHG インベントリと整合しているとされる。	第 2 回国別報告における GHG インベントリは 1996 年 IPCC ガイドラインによるもので面積データ等をもっていない。

表 3-66 : UNFCCC の FREL/FRL に関する技術的評価ガイドラインの主な評価項目との整合性

評価項目	ブラジル	ラオス
GHG インベントリとの整合性	整合しているとされる(本プロジェクトでは未確認)。	第 2 回国別報告は面積データ等を有していないため、次回の国別ないし隔年報告の GHG インベントリを 2003 年 IPCC ガイドラインに沿って作成する必要がある。データは 2005-2010 年の森林面積・単位面積当たり炭素量変化・森林炭素変化マトリックスを用いることが可能。
過去データの活用	過去データの平均であり過去データに基づくものとなっている。	手法は不明であるが過去データに基づくものになると見込まれる。
提供される情報(手法に関するものを含む)の透明性、完全性、一貫性及び正確度	<u>透明性</u> 全ての Web 上で公表されている <u>完全性</u> 全てのデータが提供されている <u>一貫性</u> AD については同一解像度の衛星(ランドサット主体)を同一機関が推計しており一貫している。 <u>正確度</u> AD、EF 及び炭素変化量に関する不確実性の計算はされていないが、不確実性の所在は明記され、今後の対応も記載されている。	<u>透明性</u> 今後の検討 <u>完全性</u> すべてのデータの提供可能 <u>一貫性</u> 画像解像度は一貫していないが近年 2 回分が同一の高解像となっており、また 2010 年基盤図との比較で AD 変化量が同一機関による解読で把握されており一貫していると言える。しかし、森林定義の変更が予定されており、各年の森林図を新たな定義により判読する必要がある。 <u>正確度</u>

		AD 及び EF 等について不確実性の推定・記述は可能。
適切な REDD+政策等の記載	アマゾンにおける森林減少の防止・規制に関する行動計画が記載されている。	今後の REDD+戦略作成が順調に進む必要がある。
対象プール、ガス、REDD+活動の明記及び除外されたプール等の非重要性に関する記述	いずれも明記。 除外されたプール(土壌炭素)、減少以外の活動を含まない理由は明記されていない。	明記可能。 対象プール及びガスは特定されていないが土壌は含まれない見込みであり、この非重要性を説明するデータが必要。
森林定義の記述及び GHG インベントリ等で用いている定義との同一性	定義は明記され、FAO の FRA へ提出されたデータの定義と同様であるとされている。	森林定義の変更が予定されており記述は可能である。今後の GHG インベントリ作成・提出は新たな定義に基づいて行う見込みである。FAOFRA も同様な対応が可能。

ラオス国 FREL/FRL 作成への参考点

① データ等

AD 及び EF とともにラオス国は独自のデータを収集・取りまとめの予定であり、特に参考となるものはない。

② 作成手法・期間

森林減少が減少し始めた 2006 年からの FREL/FRL 対象期間とし、FREL にはデータがある時点まで遡っての過去排出量の平均法を用いている。これは、クレジット量を最大限にする手法とも考えられ、ラオス国も同様な観点から手法を検討することも可能である。

2. メキシコ

提出時期及び機関

時期：提出された FREL 文書には時期が明示されていないが 2014 年 11 月の COP21 期間中。

機関：メキシコ天然資源・環境省

UNFCCC による技術アセスメント

FRELの技術アセスメントは年に1回とされており2015年中に他に提出されている5カ国と合わせてアセスが実施されるものと考えられる。

対象地域及びREDD+活動

対象地域は全国であり、森林減少と森林火災による排出のみを対象のREDD+活動としている。

カーボンプール及びGHG

カーボンプール

森林減少についてはAGB+BGB、森林火災については枯死木、リター、下層植生及び腐養層を対象としている(生立木は燃えないとしている)。

GHG

森林減少についてはCO₂のみであるが、森林火災についてはCO₂に加え、CH₄、CO、N₂O及びNO₃を計算している。

AD測定・適用

森林減少面積

90年代に行われた地上調査に基づく森林図、2002-05年のLANDSAT(解像度30m)及び2007-10年のSPOT5(解像度10m)判読に基づく森林図(最小面積;50ha)における各期間の森林タイプ毎(全19タイプ)の森林減少面積を測定・適用している。

森林火災面積

1995年以降の毎年の森林火災報告面積を森林火災面積として排出量計算に適用している。

EF測定・適用

森林減少

2004-07年に行われた全国森林調査(グリッドに基づく体系的サンプリング。総プロット数は26,220で各プロットに4サブプロットを設定)及び樹種毎に適切なアロメトリー式を適用しプロットが位置する森林図上の森林タイプ毎のAGB及びBGBを測定している。森林減少のうち農地等植生を有する土地利用への転用については転用後植生のバイオマス量をIPCC(2003)のデフォルト値を用い、森林炭素量との差分を排出量としている。植生を有しない利用への転用については森林炭素量全てが排出されるものとしている。

森林火災

枯死木、リター及び腐養層の炭素量及び燃焼によるCO₂、CH₄、CO、N₂O及びNO₃排出量を文献

により推定し、これに一定の燃焼率(すべてが燃えるわけではない)を乗じ、排出係数としている。

森林定義

森林定義は面積 50ha 以上、樹高 4 m 以上及び樹冠率 10% であり FAO 報告及び GHG インベントリに用いられているものと同じであり、GHG インベントリーの土地カテゴリーの一つである林地にもこの定義が用いられているとしている。

参照期間及び FREL/FRL

2001 年の National Forestry Commission 設立、2003 年の持続可能な森林管理法制定等に基づく様々な施策の実施等を根拠として 2000-2010 年の 11 年間を参照期間としている。

この 11 年間の排出量の年平均を 2011-15 年の FREL/FRL(約 45 百万トン)と設定し、2011-15 年のモニタリング結果による成果支払いを求めるとしている。

Table 13. Total annual emissions due to deforestation and forest fires and the average representing the forest reference emission level

Year	Emissions GgCO ₂ e
2000	46,792.70
2001	43,881.55
2002	57,101.37
2003	60,012.41
2004	54,127.95
2005	58,115.62
2006	58,146.21
2007	28,563.15
2008	30,202.90
2009	31,486.21
2010	27,367.61
Average	45,072.52

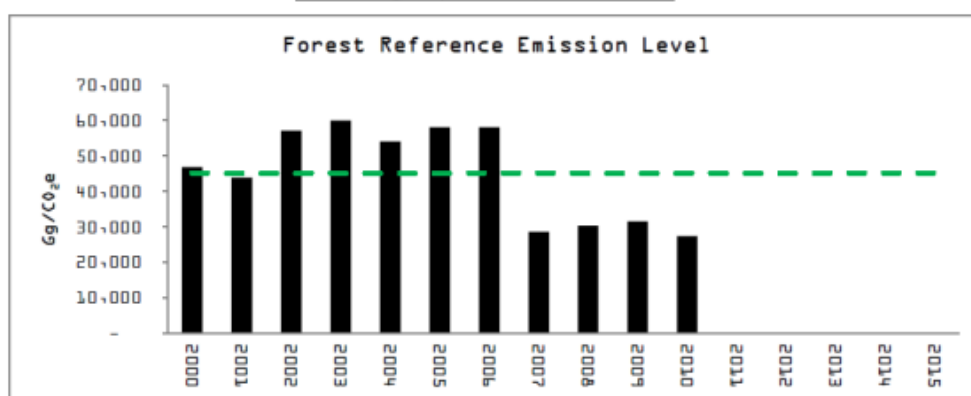


図 3-86 : 排出量および FREL

所感

森林火災からの排出の算入

森林火災(人為の場合のみ)は焼畑と同様に CO2 以外の温暖化効果の極めて高い GHG を排出するため総排出に一定の割合を占める場合は算入が必要と思われるが、メキシコの FREL では人為か自然火災かの区分がされておらず、また、報告されたもののみという中途半端な取り扱いとなっており、改善が必要であろう。

参照期間及び成果支払い

森林に関する体制や制度の整備、それに基づく持続可能な森林政策の実施を主な根拠として 2000-2011 年を参照期間とし、2011-15 年の成果に基づき支払いを求めるとしているが、参照期間以後の REDD+関連政策の実施が重要であり、その点が触れられていない。また、参照期間は同様な森林減少ドライバーが作用としている期間でもあるがその点の説明がない(UNFCCC 決議上は明確に求められていないと思われるが、11 年間の年平均という手法の根拠として必要と思われる)。

森林定義及び森林タイプ毎の炭素量

森林図の最小面積が 50ha であることから森林定義もそれに合わせているものと考えられるが、50ha の中には複数の森林タイプ(特にメキシコは 19 種類)が存在するとも考えられ、やや粗く、精度検証(行われていない)も難しいのではないかと思量される。また、森林調査プロットの森林タイプはプロットが位置する森林図上の森林タイプとしているが調査プロットの植生に基づき森林タイプを判断すべきと思われる。

ラオス国 FREL/FRL 作成への参考点

ラオスにおいては広範に焼畑が行われている。メキシコの森林火災は表層部の火災による CO2 以外の GHG ガス排出量を計算しているが、ラオスの焼畑及びプランテーション等における農地造成も既存植生の皆伐・刈払い・焼払いを行っておりこれらの面積及び関連して排出される GHG ガスの推定が不可欠である。

FCPF 炭素基金における方法論枠組み

FCPF はいくつかの国において成果支払いのパイロットを実施するため炭素基金を設け、参加希望国は Emission Reduction Program (ERP)を作成し、世銀の仲介により炭素基金拠出者(国、民間、NGO 等)と Emission Reduction Purchase Agreement (ERPA)を締結し MRV 結果に基づき支払いを受けるとされている。方法論枠組み(Methodological Framework)は FREL/FRL 作成や MRV の具体的基準を示すものではなく参加希望国が ERP 作成のための規準・指標 (Criteria and Indicators) を設定しているものであり、

FREL/FRL や MRV 以外にも不確実性、排出移転対処、非永続性対処、SG、便益配分、非炭素便益等についても原則・指標を示している。

FREL/FRL については3 規準・10 指標を示しておりその概要は以下のとおりである。

規準1 : FREL/FRL 作成は UNFCCC における FREL/FRL 開発に関する決議等にならう。

指標 1.1 : FREL/FRL は年間の二酸化炭素同等量(トン)で表示される。

指標 1.2 : ERP は国レベル FREL/FRL との関連を説明する。

指標 1.3 : ERP は国レベル GHG インベントリーとの関連を説明する。

規準2 : 参照期間が明示されている。

指標 2.1 : 参照期間の終期は 2013 年以前の森林被覆が IPCC アプローチ 3(wall-to-wallmapping)で表示される最も新しいデータとする。

指標 2.2 : 参照期間の始期は終期の約 10 年前とする。合理的な理由を前提に異なる始期は可能であるが 15 年以下とする。

規準3 : ERP で用いる森林定義は UNFCCC・COP17 のガイダンスに従って示される。

指標 3.1 : FREL/FRL 作成に用いた森林定義は明確に ERP に示される。国の GHG インベントリーや他国際機関への報告に用いる定義と異なる場合は ERP においてその理由、内容を説明する。

規準4 : FREL/FRL は参照期間の年平均を上回らない。限られた数の ERP については限定的に年平均に上乘せすることを認める。

指標 4.1 : FREL/FRL は参照期間の年平均を上回らない。明確に排出が減少している場合にはこのトレンドが FREL/FRL 作成に考慮される。

指標 4.2 : 次の場合、FREL/FRL は参照期間年平均を上回ることが出来る。

- 1.過去長期にわたり森林減少が国全土において少なく、高い森林率を有する。
- 2.森林減少要因等国状が変化し、参照期間年平均が将来の排出量より過少である。

指標 4.3 : (ラオスには該当しないと思われるため略)

指標 4.4 : (同上)

また、成果の計算に関する規準・指標では計算される排出削減量の不確実性に依じて一定の割合を割引、割引いた分の削減量をバッファリザーブにおくこととされている。

排出削減量に関する不確実性	割引率
15%	0%
≥15%–30%≤	4%
≥30%-60≤%	8%

≥60%-100≤%	12%
>100%	15%

更に MRV に関する規準・指標において、森林減少に関しては AD は IPCC アプローチ 3(wall-to-wall mapping)、排出係数(EF)については IPCC Tier2 以上(国独自の排出係数)としている。

VCS の JNR 要求事項(JNR ; Jurisdiction and Nested REDD+ Requirements)におけるベースラインに関する規定

JNR は国・準国レベルにおける REDD+実施及びプロジェクトも加えたベースライン(UNFCCC での FREL/FRL)の作成・整合及びクレジット配分手法について細かく定めているが、国・準国レベルでのベースライン (BL) 作成に関する規定の主なものは以下のとおりである。

期間	5-10 年間 (その後見直し)
対象活動	森林減少、劣化、吸収促進等を VCS 区分に応じて個別に扱い、同一地域では 2 つ以上取り扱わない
作成のための過去データ	<ul style="list-style-type: none"> - Activity Data ; 過去 10 年以内に少なくとも 3 回の AD 推定が必要であり、最新のものは BL 期間始期から 2 年以内のものとする - Emission/Removal Factor ; AGB については直接計測し、検定された不確実性が VCS が定めた基準に収まるものとする(95%信頼水準で信頼区間が推定値の 30%以内) 、その他のプールについて IPCC ガイドライン数値の使用を可とする。計測値は BL 期間始期から 10 年以内のものとする
作成手法	<ul style="list-style-type: none"> - 少なくとも年平均値(BL 始期 2 年前を最終とするそれ以前 8-12 年間)及びトレンド値((BL 始期 2 年前を最終とするそれ以前 10 年間)を計算・提出する。変数を用いたモデルの作成・提出も可 - 国等排出削減目標達成事業等の考慮 ; 国等の排出削減目標達成のために国独自のしは支援を受けて行われている事業の削減量を BL 作成に考慮する - 森林・非森林区分の精度は少なくとも 75% - 排出・吸収を総合したネットの GHG 変化を計算する場合は信頼水準 95%で信頼区間幅が推定値の 50%を上回る場合は適切な推定値の修正を行う - 森林減少等個別の活動を対象とする場合は EF についての上記の不確実性を確保すること

ラオス国における FREL/FRL 作成関連データの現状及び作成見込み

詳細は添付 13 REDD+の参照レベル(REL/RL)開発の方法論に係る整理分析レポート参照

① 森林面積変化

本プロジェクトの支援により 2015 年 8 月末までに 2000, 2005, 2010 年における森林区分図が作成される予定である。環境プログラム無償森林保全計画において 2015 年森林率調査のため 2014 年末から 2015 年当初にかけて全国をカバーする衛星画像を購入予定であり 2015 年森林区分図は統合技プロ本格フェーズ等で支援されれば 2016 年中には作成が可能である。

② 単位面積当たり炭素量

1990 年代に行われた第 1 回全国森林調査のデータを SUFORD 支援により一部デフォルト式・値を用いて炭素量に変換済みであるが、県により調査年が異なっている(1991 年から 2000 年まで)。

これらのデータを基に本プロジェクトにより森林タイプのみならず、他の要因による層化を検討中であり、上記層化結果にも基づき環境プログラム無償森林保全計画によりラオス独自のアロメトリー式が 2016 年中ごろまでに開発予定である。

また、本プロジェクトの支援により次期全国森林調査設計を行っており、統合本格フェーズ等で実施・とりまとめが 2017-18 年ごろ支援されれば最新の森林炭素量がアロメトリー式を用いて計算可能となる。また、第 1 回森林調査データも同様に炭素量に変換される見込みである。

③ 対象プール及び GH ガス種類

フアパン及びカムアン県でのバイオマス調査結果に基づき、基本的には根を含む生立木のみが対象プールとなる。

ラオスでは広く焼畑が行われるとともに、プランテーション用地においても残存植生の焼き払いが行われており、これに伴い発生する NH₄ 等のガス排出量推定、そして CO₂ 換算が必要である。この場合、焼き払い面積及び燃焼割合(対象となる土地/森林のバイオマス量のうち燃焼されるバイオマスの割合)の推定が必要となる。

④ FREL/FRL 作成見込み

上記のように面積変化量は 3 期間分が 2016 年中に把握される。

層化や 90 年代及び 2017-18 年時点での炭素量変化の状況にもよるが、面積当たり炭素量も 2000, 05, 10 及び 15 年時点で何らかの手法により推定可能と見込まれる。以上から、4 時点間 3 期間における森林炭素量の変化が層毎に減少、劣化及び増加のすべてについて推定可能となる見込みである。

3 期間における変化の要因分析等により対象とする REDD+活動の特定、必要に応じて FREL/FRL を作成する地域区分等を行い平均、トレンド及びモデル作成による試行を行い、UNFCCC へ提出する

ラオス国 REDD+森林 FREL/FRL を作成する。

⑤ MRV 見込み

ラオス国の UNFCCC において合意されている国家森林モニタリングシステムの構築及びそれに基づく MRV のうちの MR に関する体制・制度等の構築はこれからであるが、国家開発計画期間(5 年間)、ラオス国の能力等を考慮すれば、森林面積変化把握は 5 年おきに行われると思われる。しかし、面積当たり炭素量把握のための全国森林調査は 5 年おきに実施可能かどうかは不明である。

3.5.2 MRVの調整に関する検討

1990年代のNFIは上記のように商業伐採等を目的とした資源調査であることから主に生立木の幹材積推計に力点が置かれている。これをSUFORDにおいてAGBに換算している。また、FIMも生立木を計測しており、これらのデータが基になり作成されるFREL/FRLはAGBのみ、ないしは定数を乗して得られるBGBを加えた2プールのみについてのものとなり残りの3プール(枯死木、リター及び土壌)は除外されることとなる。したがって、国全体でのこれら3プールに関する調査が行われない限り、将来の国レベルのMRVもAGBのみで十分となる。

一方、CliPADはフアパン県におけるバイオマス調査において土壌を除く4プールを計測しており、枯死木及びリターについては森林炭素総量の数%を占めるのみとなっている。また、NFISがカムアン県で行ったパイロット調査においても同様の結果が示されている。

国レベルと準国/プロジェクトレベルMRVの調整手法については下記の通り現行の準国/プロジェクトREDD+と国レベルREDD+のUNFCCCへの認証・登録に関して一定の想定をおき検討した当面の結果は以下の通りである。ラオスにおいてUNFCCC以外の制度で認証等可能性がある準国/プロジェクトレベルのREDDとして考えられるのは以下の3件である。なお、認証時期は想定である。

- ① サバナケート県のSN-REDDが同様な時期、期間等でVCS認証・登録、モニタリング、クレジット発行・販売（VCS規則ではREDDプロジェクトのベースライン期間は10年間）
- ② ルアンプラバン県ボンサイ郡においてJCM/REDDプロジェクト開発調査が行われており、2016年に認証・登録、2016-2020年の5年間のベースライン期間(JCMは当面2020年まで、2国間合意により延長可能とされている)。2020年モニタリング、クレジット発行・販売と想定
- ③ FCPF炭素基金Emission Reduction Program(LPB県を含む北部6県；準国)；参加の可否は現時点では不明であるが、参加した場合、国レベルデータを使用し、UNFCCCと同じような時期にREL/RL提出(2015年が最終基準年で2017-18年)、18-19年頃MRVとなるがクレジット期間中に2度のAD測定を義務付けられており2021-22年にかけて2回目の独自のMRV

上記①及び②は場所が異なるためこれらの中で対象 REDD+活動や炭素プール等について整合を図る必要はなく、それぞれの制度下で認証・モニタリング等を行い、クレジット発行・販売等を行うことが出来る。ただ、森林定義等についてホスト国の規則に従うことがそれぞれの制度の規則・要件に示されている。

従って、整合を取る必要が考えられるのは①、②の REDD+と国レベル(UNFCCC)及び炭素基金と国レベル(UNFCCC)の二つのケースにおいて FREL/FRL 登録を行い、モニタリング結果に対しインセンティブを受ける場合と考えられる(UNFCCC では FREL/FRL を「認証」、「登録」する、また「クレジット発行」するという規則はないが、比較を容易にするためこれらの用語を用いる)。②は炭素基金対象地域内に位置しており整合が必要であるがプロジェクトー国レベルでの整合手法が適用可能である。

想定されるケース毎に下記まとめた。

ケース 1：国レベル FREL/FRL の UNFCCC 認証・登録がプロジェクトのそれより遅れる場合

REL/RL 検討手法のセクションに記載されているように国レベル REDD+の準備状況から UNFCCC への REL/RL 提出は早くても 2017-18 年頃と見込まれこのケースが現実的である。具体的な調整手法の検討の簡素化のために UNFCCC への FREL/FRL 提出・認証・登録を 2018 年、FREL/FRL 期間を 2016-25 年の 10 年間(2015 年が過去データ最終年であり REDD+戦略は検討中であろうが 2016 年からの 5 年計画に REDD+推進、その方策等が記載されていると想定し 2016 年以降をモニタリング対象とし、モニタリング結果提出を 2020 年、2025 年と想定する。

プロジェクト REDD+は国レベルより 3 年早い 2015 年に認証されるが、FREL/FRL 期間は 2016-2025 年の 10 年間(ポンサイ郡は 16-20 年の 5 年間)、モニタリングも 2020、25 年(ポンサイ郡は 20 年の 1 回のみ)と同じである。プロジェクト REDD+はいずれも国と実施について MOU 等の約束をしており少なくとも当初の FREL/FRL 期間(10 年間)は MOU 通り事業、モニタリング、クレジット販売等が行われるものとする。

国レベルの FREL/FRL にはプロジェクト REDD+の対象地も含まれており、モニタリングの結果いずれにもクレジットが発生した場合はダブルカウントされている可能性が高い(国レベル FREL/FRL を県等のレベルに分けることが出来ないため、また使用している AD、EF 等データが異なるためダブルカウントの量等については明確にはならない)。

この 2 重計上・発行を避けるためには次の二つの手法が考えられる。(VCS は他の認証プログラムとの 2 重計上を認めていない。UNFCCC の現行決議には準国やプロジェクトレベルとの 2 重計上に関する規定は設けられていないが、基本的には認めないものと想定される。ただし、ノルウェーがベトナムなどで行おうとしている成果支払いはクレジットのノルウェーへの移転を前提としておらず、ホスト国はこの分も UNFCCC への国レベル FREL/FRL 等に含めることが出来るものと思われる。)

ア. 国レベル FREL/FRL は国全体を対象とするが計算された FREL/FRL から準国等の FREL/FRL を差し引いたものを UNFCCC に提出する。

イ. 国レベル AD データから準国/プロジェクト対象地域を除外して FREL/FRL を計算する。

このうちアについては FREL/FRL 作成に使用しているデータ(対象炭素プール、炭素推計手法等主に EF に関するもの)及び作成手法が国、準国そしてプロジェクトにより異なっている可能性が高いことから、単純に差引くことは適切でなく、国レベルのデータ等を使用してそれ以外の個々の FREL/FRL を再計算することが必要となる。また、モニタリング結果のクレジット量も同様な再計算を行い国レベルクレジット量からそれ以外の量の計を差し引くこととなる。

一方、イについては国レベル FREL/FRL 作成の対象から除外されていることからこうした再計算の必要がなく、いずれのクレジットも独立しているものと扱うことが出来ることから、この手法が簡便で適切と考えられる。なお、販売の手続き、クレジット価格等から上記のいずれの手法をとらない場合(例えば UNFCCC による買取が簡素で価格も高ければ準国/プロジェクト独自のクレジット販売を行わず国一本とし販売利益を受取り、何らかの手法でこれらに配分する場合など)も考えられるがここでは技術的な面のみでの検討とする。

2025 年モニタリング以降の取扱いについては国の REDD+ に関する規則、準国/プロジェクト REDD+ 事業の継続等に関する国や事業者の意向、REDD+クレジット市場・価格の動向等により、単純に上記の差引手法を延長する場合から国→事業者への配分まで様々なケースが考えられる。

ケース 2：国レベル FREL/FRL の UNFCCC 認証・登録がプロジェクトのそれより早い場合

これは現時点では少なくとも当初の認証・登録については可能性が低いケースであるが、国レベル FREL/FRL の UNFCCC 認証・登録後に上記 2 件のプロジェクト以外の新たな準国/プロジェクトレベル REDD+ が VCS 等第 3 者認証制度の認証・登録を受けようとする場合などが考えられる。

国としては UNFCCC に国レベル FREL/FRL を提出し認証登録を受けた場合でも REDD+ の PaMs を推進し、国全体で受取るクレジット量を増やしたい意向を有する場合には民間事業者等の投資を準国やプロジェクトレベルで促進したいという方針を有する場合は第 3 者認証という手法を取る、あるいは国がそれを認めるケースと第 3 者認証を認めないケースが考えられる。

第 1 のケースでは 2 重計上を避けるために第 3 者機関による認証・登録が行われた時点で国レベル FREL/FRL を上記イの手法で再計算・再提出することが必要となる。また、モニタリング結果も同様となる。

第 2 のケースでは民間事業者の投資について国が合意する際に将来国レベルで発生するクレジットの一定量の分配(民間事業者はそれを販売)、ないしは国レベルで受取る成果支払いの一定部分を支払

うことを含む内容になると考えられる。準国/プロジェクトに分配するクレジット量あるいは成果支払い額についてはそれらの成果に関する客観的なデータ等が不可欠となることから、そのための手法として第三者認証と同様な資料・企画書等の提出を求め国が審査を行うか、国レベルデータ・手法を用いて国が準国/プロジェクトの FREL/FRL を計算し、投資者と合意することなどが考えられる。

ケース3；炭素基金地域と国レベル

このケースは同じデータセットを用いて同じ時期に REL/RL を提出することとなる。また、炭素基金は支払い契約の条件として UNFCCC 同様に国レベルでの REDD+戦略、NFMS 及び SG 情報システムの設立を条件としており、NFMS に基づく第1回 MRV も同じデータセットで同じ時期となる可能性が高い。

一方、炭素基金は支払い資金を有し、支払い契約等の制度も整えており、これらが未整備の UNFCCC に比べ支払いが早くなる可能性が高い。従って、UNFCCC 提出の REL/RL 及び MRV は炭素基金からの支払いが行われる場合(炭素基金対象地分を除いたもの)と全国の場合の2種類を提出しておき、炭素基金の支払いの有無に応じて UNFCCC へどちらを採用するか通知すればよいと考えられる。

3.5.3 セーフガードに関する情報整備手法に関する検討

UNFCCC における決議等

COP16 のいわゆるカンクン合意において開発途上国が REDD+活動を実施するに当たり取り組むべき事項として下記のような7項目からなるセーフガード(SG)が決議の添付文書として採択されている。また、決議本文においても添付文書に含まれる項目以外に土地に関する権利関係、ジェンダーへの取り組みも明記されている。一般にはこれらも SG に含めて議論されることが多い。

表 3-67：カンクン合意で示されたセーフガード

項目	記載内容	分類*
(a)	国家森林プログラムや関連する国際条約及び国際合意を補完し、かつ一貫性を保った活動を促進・支援すること	森林ガバナンス
(b)	ホスト国の法令及び主権を踏まえ、透明かつ効果的な国家森林ガバナンスを促進・支援すること	
(c)	先住民や地域住民の知見や権利、関連する国際的な義務、各国の状況や法制度を考慮し、さらに UNDRIP (先住民族の諸権利に関する国連宣言) の尊重を促進・支援すること	社会

(d)	利害関係者（特に先住民や地域住民）の効率的な参加を支援すること	
(e)	天然林の保全及び生物多様性保全と一貫性を保ち、天然林を転換せず、天然林及び生態系サービスの保護・保全に関するインセンティブを付与し、さらに社会・環境的便益の増強となるような行動を促進・支援すること	環境・社会
(f)	反転（結果的に一時的に排出削減・吸収しただけ）が起こらない活動を促進・支援すること	気候
(g)	排出の移転（Displacement）を抑制する活動を促進・支援すること	

UNFCCC（2011）をもとに FFPRI（2012）作成

*表の分類は FFPRI による

COP17 においては開発途上国が成果支払いを受けるには SG への取組み、遵守に関する情報提供を行うシステムを有することが条件とされ、また SG 情報概要の提供を 4 年に一度の国別報告において行うこととされている。つまり、途上国は REDD+戦略または計画、FREL/FRL 及び国家森林モニタリングシステムに関する情報の提出に加えて、SG 情報概要を国別報告に含めて、ないしは COP で合意された communication channels を通じて提出することとされている。また、情報提供システムのあり方については COP17 で次のような決議が採択されている。

Decision 2/CP.17 paragraph 2:

“Agrees that systems for providing information on how the safeguards referred to in appendix I to decision 1/CP.16 are addressed and respected should, taking into account national circumstances and respective capabilities, and recognizing national sovereignty and legislation, and relevant international obligations and agreements, and respecting gender considerations:

(a) Be consistent with the guidance identified in decision 1/CP.16, appendix I, paragraph 1;

(b) Provide transparent and consistent information that is accessible by all relevant stakeholders and updated on a regular basis;

(c) Be transparent and flexible to allow for improvements over time;

(d) Provide information on how all of the safeguards referred to in appendix I to decision 1/CP.16 are being addressed and respected;

(e) Be country-driven and implemented at the national level;

(f) Build upon existing systems, as appropriate;

COP19 においては成果支払いの検証・分析のための MRV は 2 年に一度の隔年報告に添付することとされているが、SG 情報概要も 4 年に一度の国別報告等に含めて定期的に提出すること、また、こ

れに加えて UNFCCC の REDD+ サイトを通じての任意提出も可能とされた。

2015 年 6 月に開催された SBSTA42 においては残されていた REDD+ 制度に関する課題すべてについて合意がなされこれらが 12 月の COP21 において正式に決議される予定であり、その一つが SG 報告の透明性、一貫性、総合性及び効果を確保するためのガイダンスであり主な合意事項は以下の通りである。

5. *Strongly encourages* developing country Parties, when providing the summary of information referred to in paragraph 1 above, to include the following elements, where appropriate:

(a) Information on national circumstances relevant to addressing and respecting the safeguards;

(b) A description of each safeguard in accordance with national circumstances;

(c) A description of existing systems and processes relevant to addressing and respecting safeguards, including the information systems referred to in decision 12/CP.17, in accordance with national circumstances;

(d) Information on how each of the safeguards has been addressed and respected, in accordance with national circumstances;

6. *Encourages* developing country Parties to provide any other relevant information on the safeguards in the summary of information referred to in paragraph 1 above;

7. *Also encourages* developing country Parties to improve the information provided in the summary of information referred to in paragraph 1 above taking into account the stepwise approach;

合意に見られるようにどのような情報をどの程度提供するかについては具体的な基準等はなく、記載事項を簡単に次のように整理したものである。

1. SG 適用・遵守に関する国の状況に関する情報
2. 各 SG 事項の国の状況に応じた解説
3. SG 情報システムを含む SG 適用・遵守に関するシステムやプロセスの国の状況に応じた解説
4. 各 SG 事項の国の状況に応じた適用・遵守に関する情報
5. その他関係する情報を SG 情報概要に含める
6. 段階的に SG 情報概要に含まれる情報の改善

なお、最後に SG 適用・遵守に関するこれ以上のガイダンスは不要とされており、各国から提出される SG 情報概要には内容、分量等で大きな差があることが予想される。また、参照レベルや MRV と異なり提出された情報概要については専門家によるアセス等がないため、ごく簡単に取りまとめるケースも予想される。

UNFCCC に提出されたブラジルの SG 情報概要の整理・分析

UNFCCC に提出されたブラジルのセーフガード適用・遵守状況に関する概要(SG 概要)

① 提出文書の主な項目

- 1) 初めに ; SG やその概要提出、SG 情報システム(SIS)に関連する UNFCCC 決議との関連(成果支払いの条件等)、遵守等を説明
- 2) 手法;提出された SG 概要は民間から選ばれた委員で構成するテクニカルパネルがまとめた Survey to identify information and sources to feed the Safeguards Information System (April 2013) を基礎としていること、SG 概要(案)はブラジルの REDD+に関するウェブサイトで 2 週間公表され意見等を受け付けたこと、改訂版のテクニカルパネル及びその他専門家による精査後最終版が作成され環境省より国別報告を所管する科学技術革新省へ送付されたこと、また、この概要は COP19 の決議に基づき UNFCCC の REDD+ウェブサイトで公表されるため UNFCCC へ提出されたことなどを説明。
- 3) ブラジルの REDD+;ブラジルは成果支払いを受けるため FREL 提出済みであること、国家 REDD+戦略を有すること、MRV のためのデータ・情報を 2014 年末提出の BUR に添付していること等を説明の後、FREL 対象地であるアマゾン生物圏に関する森林減少規制行動計画、当該行動計画の下での政府・州プログラムを紹介。また、アマゾン基金により実施されているプロジェクトの種類・概要等を紹介。
- 4) SG 各項目の解釈、アマゾン生物圏における活動での SG の適用・遵守状況を解説
- 5) SIS 開発に関連する既存の情報システムの紹介及び SIS 開発の意志等を説明

② 特徴

1) SIS 確立前の SG 情報概要の提出

カンクン合意において途上国が整備すべき REDD+要素の一つとして SIS が規定され、ワルシャワ REDD+枠組み等において成果支払いを受けるためには SG 概要提出が条件とされていることから一般的には SIS 設置後、SIS からの SG 概要が UNFCCC へ報告されるものと理解されている。しかし、ブラジルはその SG 概要の中で SIS と SG 概要は異なるものとしている。これは SIS 開発には相当な時間がかかることから、既に FREL(準国;アマゾン生物圏)、及び当該地域の MRV を含む BUR を提出しており、成果支払いを受ける条件としては SG 概要提出で十分であることが基本的な要因と考えられる。しかし、UNFCCC が SIS 未整備でも成果支払いの要件を満たしていると判断するかどうかは今後の推移を見る必要がある。

2) 提出された FREL との関連

UNFCCC の技術アセスを経て提出された FREL がアマゾン生物圏を対象としていることから主

にアマゾン生物圏を対象とした政府政策・計画、政府・州プログラム、そしてアマゾン基金の支援により実施されている各種 REDD+プロジェクトにおける SG 適用・遵守を説明している。これは当初の成果支払いをアマゾン生物圏としていることから当然と考えられる。

3) 各 SG 項目に関する記載の概要

(a) 国家森林プログラムや関連する国際条約及び国際合意を補完し、かつ一貫性を保った活動を促進・支援すること

ブラジルは REDD+推進に関係する多くのプログラムや活動を有しているとした上で、憲法、新森林法、先住民地域における地域・環境管理に関する国家政策、公有林管理法、国家環境政策等を列挙している。

REDD+支払い対象地としているアマゾン生物圏においてはアマゾン生物圏に関する森林減少規制行動計画においてこれらの政策・プログラムの相互補完性及び一体性が確保されているとしている。

(b) ホスト国の法令及び主権を踏まえ、透明かつ効果的な国家森林ガバナンスを促進・支援すること

この SG 項目の「透明かつ効果的な国家森林ガバナンス」を評価するための規準がテクニカルパネルにより設定された。規準は1)体制・制度及び2)透明性に分けられ、1)については構成(政府と市民社会の公平性)、定期性(会議回数)、所管等に関する情報を収集、2)についてはデータの存在、公表に関する情報を収集した。

アマゾン生物圏に関する森林減少規制行動計画の体制が事業実施、透明性及び協議の3分野で構成されていること、行動計画策定に当たり市民社会との協議が大前提となっている。また、各事業分野毎にグループが形成され協議、事業モニタリング及び課題解決の場となっている。

アマゾン基金による事業実施についてはガイダンス委員会 (COFA) が設置され、プロジェクト実施のガイドライン作成やモニタリングを行っているが、委員会には関連省庁、州政府機関に加え、NGO、先住民組織、産業界、科学者団体等が参加している。また、COFA 会合記録や実施プロジェクトはアマゾン基金サイトで公表されている。

(c) 関連する国際的な義務、各国の状況や法制度を考慮し、さらに UNDRIP (先住民族の諸権利に関する国連宣言) に留意しながら先住民や地域住民の知見や権利を尊重すること

テクニカルパネルは先住民等の権利に関する規程を洗い出し、ILO 条約169、及び憲法、先住民地域における地域・環境管理に関する国家政策、先住民に関する法令等14の規程を挙げている。これらの中で最も重要と思われる権利として FPIC、先住民地域での権利、資源利用及び便益分配に関する権利を挙げている。

アマゾン生物圏に関する森林減少規制行動計画の実施に当たりこうした権利の行使、環境犯罪

や権利違反等、先住民地域の確定・管理計画策定などの状況を評価することが必要としている。先住民地域については1000万haが確定されたとしながらも、テクニカルパネル委員から確定に当たっての紛争や暴力に関する国家先住民組織からのデータが使用されていないなどの指摘があり、このSG項目実施に関する更に詳しい評価が必要としている。

先住民地域におけるアマゾン基金プロジェクトの選定・実施については国家先住民組織も関与しており、当該組織が作成した先住民地域における土地・環境管理計画作成ガイドラインを考慮するとしている。また、国家先住民組織は国家REDD+戦略策定のため関係省庁で構成するWGにも積極的に参加しているとしている。

ILO条約169の実施に関する国家規則や権利違反担当組織の欠如がこのSG項目実施の向上の必要な分野の一つと指摘されている。

(d) 利害関係者（特に先住民や地域住民）の十分かつ効率的な参加を支援すること

連邦レベルでのプロセス

テクニカルパネルは「十分かつ効率的な参加」とはREDD+政策や活動の形成・実施に関する意思決定過程に先住民等の代表者が参加することと解釈し、先住民地域におけるREDD+に関し先導的な役割を果たすことが重要とされている。

アマゾン生物圏に関する森林減少規制行動計画策定に当たり協議分野において様々な利害関係者が参加している。しかし、テクニカルパネル委員はこうした機会は主に技術的な議論に終始しており、草の根レベルでの意見等を十分に反映したものとなっていないと指摘した。近年、国家先住民組織が主体となってテーマ別ワークショップが定期的に行われ草の根レベルでの意見徴収・参加が確保されているとしている。

アマゾン基金プロジェクトの実施に関するガイダンス委員会（COFA）には先住民組織が委員として参加していること、COFAが認定した基金のガイドラインは1) プロジェクトはすべてのパートナーの受入を必要とすること、2) 先住民等に関連するプロジェクトは関連する先住民等のFPIC受諾に関する文書の提出が求められていること、としている。

更に国家REDD+戦略策定に当たって市民社会、先住民組織、科学者等様々な利害関係者が参加したことを詳述するとともにSGについて先住民組織と対話が行われたとし、これらの情報が環境省のREDD+サイトで公表されているとしている。

このSG概要(案)の公表、意見聴取に当たり非政府機関及び政府機関の更なる参加を連邦政府が促進することが必要と強調する意見があったとしている。

炭素プロジェクト及び有害な契約

ブラジル政府は国家REDD+戦略策定に当たりUNFCCC合意に基づきREDD+は当面は生態圏レベル(準国)で実施し、順次国家単位へ移行すると決定し、炭素プロジェクトや行政単位での実施は行わないとしている。

その間任意市場を対象とした炭素プロジェクトがブラジルにおいても沢山立ち上げられたが、先住民と海外の会社と交わされた契約の中にはカンクン SG、特に次のような法令や国際合意に違反したものがあつた；

- 先住民地域における先住民のみによる利用を定めた憲法等に違反したプロジェクト活動
- 関係者、特に先住民の十分かつ効果的な参加や FPIC を無視した契約等の交渉等

これらに関し国家先住民組織は法令に定めた最低限の規準を満たさない契約を先住民と交渉している約 20 の外国会社のリストを 2011 年に公表した。環境省は連邦検察局などと連携しこれらの契約等を検証するとともに、他の企業等の動向を監視しており、その結果 2013, 14 年とこうしたケースは減少している。

- (e) 天然林の保全及び生物多様性保全と一貫性を保ち、天然林を転換せず、天然林及び生態系サービスの保護・保全に関するインセンティブを付与し、さらに社会・環境的便益の増強となるような行動を促進・支援すること

ブラジルは生物多様性保全に関していくつかの法的措置を有しているとして、国家生物多様性政策、生物多様性及び国家生物多様性委員会に関する国家プログラム等を例示し、これらの効果的な実施がこの SG 項目の促進の条件としている。

アマゾン生物圏においてはアマゾン生物圏に関する森林減少規制行動計画に基づき 5000 万 ha の保護林が連邦及び州政府により設置され、保護林内における森林減少面積は著しく減少し、生態圏全体での減少面積に占める割合も連邦保護林で 4%以下、州保護林 6%以下に維持されているとしている。

しかしながら、テクニカルパネル委員はこれら保護林の十全な管理、保護林間及び周囲の統合がこの SG 項目尊重にとって必要であると指摘している。アマゾン基金による活動については、特に公有林・保護林管理、森林減少地での回復、生物多様性の保全・持続的利用を支援することとされており、この SG 項目の尊重に繋がるものとしている。

- (f) 反転（結果的に一時的に排出削減・吸収しただけ）が起こらない活動を促進・支援すること
- REDD+成果を維持する既存の措置・手段として、所有地内自然植生地の 80%を維持するよう義務付けている新森林法等を例示するとともに、森林・植生モニタリングプログラムや違法伐採監視システムがこれら規制の実施に役立つとしている。

また、REDD+成果支払いが反転の抑制の鍵としている。これまでの森林減少抑制は主に連邦予算によるモニタリングと法令施行で得られたが、近年の減少単位は 25ha 以下と小さくなっており、これまでのシステムでは対応が困難であり、アマゾン生物圏における土地管理や持続可能な生産活動の実施が有効、不可欠である。REDD+成果支払いはこうした資源利用形態への転換

を促す重要な投資となるとしている。

(g) 排出の移転 (Displacement) を抑制する活動を促進・支援すること

排出移転抑制活動には REDD+の環境十全性を確保するための頑健、総合的かつ常時の森林モニタリングが含まれるとし、反転に関する SG 対策と同様に森林・植生モニタリングプログラムや違法伐採監視システムがこれに役立つとしている。

森林減少モニタリングに加え、森林劣化モニタリングシステムも有しており(2007年以降毎年)、劣化地情報は公開されている。森林減少の抑制が他地域での劣化増大に繋がるという関係性は確認されていないとしている。

更に森林減少抑制維持の措置として森林減少面積等の基準に基づいて特定の市町村を指定し、森林モニタリングや抑制活動の改善、土地所有・利用計画確定、環境的に持続可能な経済活動の支援等を行っているとしている。

また、アマゾン生物圏のモニタリングシステムの他生態圏そして全国への拡大がアマゾン生物圏からの排出移転に抑制に不可欠であり、既にセラード生態圏においてはモニタリングが開始されている。国家 REDD+戦略には排出移転抑制のためにも REDD+活動を他生態圏に拡大することを謳っており、森林モニタリングシステムの全国への拡大に着手しているとしている。

③ ブラジルにおける既存の情報システム

テクニカルパネルは既存の情報システムやデータベースの存在を確認している。これらはそれぞれ独立しており、連携性はないが、将来の SIS の基盤になるとし、森林情報、アマゾン森林モニタリングシステム情報、生物多様性・エコシステム情報等の9の情報システムが列挙されている。

④ 所感及びラオス SG 情報整備への適用性

1) 初の SG 情報概要の提出

ブラジルの SG 概要提出は初めてのケースであり、他国、特に既に FREL/REL を提出している国にとって提出すべき SG 情報概要の重要な参考になると思われる。SG 情報の整備、概要提出は相当手間がかかり、複雑な作業になるのではないかと考えられて来たがブラジルのケースはどのような情報を集め、どのように概要として取りまとめるかの先例となり、他国での SG 情報整備に役立つと思われる。

2) アマゾン生物圏と国レベル SG 情報概要

ブラジルの SG 情報概要は各 SG 項目の情報概要においてまず国レベル取り組みを簡単に紹介し、FREL 及び成果支払い対象地としているアマゾン生物圏における詳しい情報を提供している。

3) 課題の列挙

社会・環境関連の SG 項目については法制度やガイドラインの紹介に併せて、実施上の課題もテクニ

カルパネル委員からの指摘という形で提供されており、とりわけ法令等の実施に大きな課題を有するラオスにとっては現在進行形、将来の課題も SG 情報概要として整理・提出可能であると思われる。

4) ラオスでの SG 情報整備への適用性

上記 1)及び 3)はラオスにも該当すると思われる。しかし 3)については、民主主義国家で森林減少問題や先住民問題に制度・実施の面で長期間かけて取り組み、解決して来たブラジルとラオスの政治・社会状況は大きく異なっており、今後森林管理(計画策定から実施・モニタリングまで)への住民の積極的・効果的参加を制度、実施の両面で担保する努力が必要と思われる。

SG に関連したマルチプロセスの取り組み

REDD+に取り組んでいる途上国はFCPFないしUN-REDDの支援を受けている国が殆どであるがこれらのプロセスでも SG に関連した取り組みを行っている。FCPF では世銀がプロジェクト等の支援を実施する際の環境及び社会影響に関するガイドラインを設けており、これらを基に R-PP において REDD+戦略や活動について事前にチェックを行う Strategic Environment and Social Assessment(SESAs)を行い、SESAs において特定された社会・環境上のリスク等に対処するために Environment and Social Management Framework (ESMF)の策定を義務付けている。SESAs 及びESMF は SG7 項目のような具体的なチェック項目を示してはならず、広範な関係者の参加による十分な検討手順等に重きを置いている。

UN-REDD においては更に具体的な Social and Environmental Principles and Indicators (SEPC)を定め、各国における REDD+プログラム策定の際に適用することとされている。SEPC は 7 つの原則と 25 基準からなる SESAs よりも具体的な検討事項を示しており、SG7 項目との関連性も明確に示されている。また SEPC の具体的な適用に関するガイドラインも作成されている。

ラオスにおける取り組み状況

ラオスは FCPF の当初参加 14 カ国の一員であり、R-PP は 2010 年 8 月に提出され、修正を経て同年 12 月に FCPF 委員会において承認されている。しかしながら、SESAs が R-PP テンプレートに本格的に組込まれたのは 2010 年 9 月版であり、ラオスはそれ以前のテンプレートを使用しているためその R-PP には SESAs 及びその結果としての ESMF 開発は含まれていない。R-PP ないし新規に策定が予想される REDD+国家戦略についての SESAs 及び ESMF 開発は FCPF 準備プロジェクト(360 万ドル)において実施されることとされたが、準備プロジェクトは森林管理機関の 2 省への分割等の影響を受けて遅れ、2014 年末に開始されたが REDD+の 4 要素確立を主に担当するコンサルタントの選定は開始されたばかりであり、具体的な業務は 2016 年当初からと見込まれている。

「透明かつ効果的な森林ガバナンス体制」の評価に関するワークショップ

2014年10月27-28日に世銀及びChPAD等の支援によりSG項目の一つである「透明かつ効果的な森林ガバナンス体制」の評価に関するワークショップがビエンチャンにおいて開催された。目的は参加者が森林ガバナンスに関する事項についてスコアをつけ、低いものの改善等について提言等を行うことを目的としている。

森林ガバナンスを1)政策・法制度、2)計画・意思決定プロセス及び3)実施・執行・遵守の3分野について各10-20名で構成するグループにおいて、該当する分野に関してあらかじめ用意された事項について高、中、低等の評価を合意で行った。本プロジェクトからは業務主任が政策・法制度のグループ討議に参加した。他の参加者は開発計画省、農林省、天然資源環境省、CSO、外国人アドバイザー等であった。森林内での転用プロジェクトは関係機関間で協議が行われることとされている等の評価事項があり参加者間の意見に差があるものもあったが、政府機関参加者も法制度の欠陥を認めるケースもあった。評価結果は世銀コンサルタントにより取りまとめられ公表される予定である。

ラオス現行法制度におけるセーフガード確保状況及び対応方向

現時点におけるラオス法制度下でのSG適用・遵守状況及び対応策等について次のようにまとめた。

UNFCCCへ提出するSG情報概要はSBSTA42で合意したガイダンスに沿って準備することになると思われるが国の状況として下表にあるような国による一元的な森林を含む天然資源管理、途上にある森林ガバナンス改善や課題等を説明するとともに、こうした状況に即した各SG項目の解釈を示す必要があると思われる。

SG項目	ラオスでの具体的項目	REDD+活動との関連・対応策
(a) 国家森林プログラムや関連する国際条約及び国際合意を補完し、かつ一貫性を保った活動を促進・支援すること	<p>1. 国家森林プログラム；当面2020年森林戦略及び第8次国家経済社会開発計画(2016-2020)の森林関係目標；具体的には森林率70%</p> <p>2. 関連する国際条約及び国際合意</p> <p>ラオスはUNFCCCに加え、CBD及びラムサール条約の加</p>	<p>1. REDD+活動はその目的から70%目標達成に資するものであると考えられる(補完)。また、REDD+活動との一貫性確保のためには今後策定されるREDD+戦略・行動計画と国家森林プログラムの内容の突合せが必要。</p> <p>2. CBDは国家生物多様性戦略及び行動計画の策定、年次報告を求めているが現行戦略及び行動計画は2010年までのものであり改訂が必要であり、その中で補完的かつ一貫性を持ってREDD+活動の位</p>

SG 項目	ラオスでの具体的項目	REDD+活動との関連・対応策
	盟国である。	置づけを行う必要がある。
<p>(b) ホスト国の法令及び主権を踏まえ、透明かつ効果的な国家森林ガバナンスを促進・支援すること。</p>	<p>1. 森林に関する権限、責任等を明確かつ一体的に定められた国及び地方を含む行政組織(透明性)。</p> <p>2. 国家森林プログラムの目標達成のための政策・活動を立案・実施できる能力、予算等を有した体制(効果的)。</p>	<p>1. 農林省及び天然資源環境省に主に管轄する森林タイプで分割された中央での森林行政、木材販売に関する関係機関(農林省、商工省、財務省)、違法伐採・伐採材に関する関係機関(MONRE、MAF、警察等)、及びこれらの地方機関間の権限、責任等が不明確、かつ重複しており REDD+活動実施のためにはこれらの整理、普及及び公開が不可欠である。</p> <p>2. 具体的な森林管理活動等は 1 に記載された各関係機関による統一性のない活動のため効率的でないことに加え、ドナープロジェクト等による活動・支援に依存しており、効果的な実施体制とはなっていない。REDD+活動実施及び成果支払い等を通じ能力・予算面を含む体制の強化が必要。</p>
<p>(c) 先住民や地域住民の知見や権利、関連する国際的な義務、各国の状況や法制度を考慮し、さらに UNDRIP (先住民族の諸権利に関する国連宣言) の尊重を促進・支援すること。</p>	<p>1. (地域住民の知見や権利に関する)ラオス国の状況や法制度の考慮</p> <p>ラオスでは憲法、土地法、森林法等において森林等天然資源は国民全体が所有するものであり、国がその利用権を個人、世帯、組織等に配分すると定めている。</p> <p>森林についても村落利用林は村落が一定の利用を認めら</p>	<p>1. 現行の憲法等における天然資源の所有・配分等の基本的取決めは変更不可能である。</p> <p>2. 各プロジェクトにおいて Participatory Land Use Planning (PLUP) に基づく村落土地利用計画が策定・認可・実施されており、これが REDD+活動の主なものの一つとなる可能性が高いが第 3 者に対する法的効力を有するかどうか不明(例えば国によるコンセッション付与の対象外ないし村落との協議が不可欠、保護林等内での PLUP の保護林等に関する規制との関係性が不明確などの課題の解決が必要</p>

SG 項目	ラオスでの具体的項目	REDD+活動との関連・対応策
	<p>れているが対外的効力のある 利用権を有せるかどうかは不 明確である(ごく一部の村落に おいて村落利用権の設定試行 が行われたが、公式に認められ たものか、現在も効力を有する のかどうか不明)。</p> <p>生産林においては管理計画 策定や実施に関係する村落が 参加し、木材販売収入の一部を 受取る制度が確立しているが、 その過程で地域住民の知見や 権利も尊重されている模様。</p> <p>その他の森林では限定的な 森林産物の採取・利用が認めら れているのみである。</p> <p>なお、新たな国家土地政策が 検討されており、共有地の設定 が認められる方向であるが、一 方では私的開発のための国に よる土地収用(現在は公的の み)の可能性も検討されている 模様である。</p> <p>2. 地域住民の知見の尊重</p> <p>2.1 村落利用林の設定や利用 規則策定・認可(郡長権限)に当</p>	<p>である。</p> <p>3. 現在保護林等3種森林界の見直しが進 められているが(見直し手法開発の段階)、 REDD+にも大きく関係すると思われ、地 域住民の知見・権利の尊重の観点から、 見直し手法及びその実施に地域住民の知 見・慣習的利用権利の尊重が含まれるべ きである。</p> <p>4. 国家土地政策の決定に基づき土地に関 係する土地法、森林法等の改訂が行われ る見込みであるが地域住民の知見・権利 尊重という観点から改訂方向に注視する 必要がある。</p> <p>5. 上記(b)の効果的な国家ガバナンスの 支援・促進のためにも各種 REDD+活動実 施において現実に森林を利用している地 域住民の知見・権利の尊重が重要である。</p>

SG 項目	ラオスでの具体的項目	REDD+活動との関連・対応策
	<p>たり住民の森林資源や水資源の状況に関する知見を尊重すること。</p> <p>2.2 その他の森林管理計画の策定や実施に当たり森林・水資源・NTFP等の状況に関する地域住民の知見を活用・尊重すること。</p> <p>3. 地域住民の権利の尊重</p> <p>3.1 村落利用林の設置・利用規則の策定等に従来からの利用状況等を反映すること。</p> <p>3.2 その他森林管理計画の策定や実施に当たり地域住民の森林・水資源・NTFP等の慣習的利用を尊重すること。</p>	
<p>(d) 利害関係者(特に先住民や地域住民)の(十分かつ)効率的な参加を促進・支援すること。</p>	<p>1. 各種森林管理計画や森林関連活動計画の意思決定まで含む策定過程及び実施に地域住民が参加すること。(b)の効果的な森林ガバナンスの重要な要素でもある)</p> <p>上記(c)にあるように現行の法制度では生産林を除き各種森林管理計画の策定に地域住民の(十分かつ)効率的な参加は行われていない。また、公聴会等利害関係者からの意見徴集なども行われていない。</p>	<p>1. 国・県での REDD+戦略・活動案の決定過程等の段階的な公開のための制度・システム整備の検討が必要(SG 情報システム整備以前の活動として)</p> <p>2. 広大な面積で多数の村落を含む保護林等の管理計画策定のどのレベルにどのように地域住民(ないしその代表)が参加することが効果的・効率的であるかの検討が必要。</p>

SG 項目	ラオスでの具体的項目	REDD+活動との関連・対応策
<p>(e) 天然林の保全及び生物多様性保全と一貫性を保ち、天然林を転換せず、天然林及び生態系サービスの保護・保全に関するインセンティブを付与し、さらに社会・環境的便益の増強となるような行動を促進・支援すること。</p>	<p>1. 天然林の保全及び生物多様性保全との一貫性</p> <p>天然林保全については現存する天然林(一定の定義が必要)の位置、面積等の把握を行い、保全林編入等の保全措置が必要となる。</p> <p>生物多様性については上記(a)にもあるようにラオスはCBD 加盟国であるが、義務を履行できていない。</p> <p>2. 天然林及び生態系サービスの保護・保全に関するインセンティブの付与</p> <p>これが REDD+の目的とするところでもあるが、国内的には公平かつ透明性のある REDD+便益の配分システム、そしてその前提となる明確な森林管理権等が必要となる。</p> <p>3. その他社会・環境的便益の増強となるような行動を促進・支援</p> <p>REDD+を通じてその他の森林環境サービスに対する支払い制度の検討・実施も必要であ</p>	<p>1. REDD+活動は一般的に天然林の保全及び生物多様性保全を促進するものであり一貫性はあると考えられるが、具体的に担保するために生物多様性戦略改訂と REDD+戦略の整合性確保が必要となる。</p> <p>また、現存する天然林(一定の定義が必要)の位置、面積等の把握を行い、保全林編入等の保全措置が必要となる。</p> <p>2. 公平かつ透明性のある REDD+便益の配分システム、そしてその前提となる明確な森林管理権等の明定が不可欠である。</p> <p>3. REDD+で言われる非炭素便益の増強を指すと思われるが上記1及び2の確保により担保可能と考えられる。</p> <p>水力発電業者に対して水源域森林保全活動に関する支払いを制度化する動きがあるが水源域森林保全は REDD+にも効</p>

SG 項目	ラオスでの具体的項目	REDD+活動との関連・対応策
	る。	果的なものであり支援検討が必要。
(f) 反転（結果的に一時的に排出削減・吸収しただけ）が起こらない活動を促進・支援すること	<p>1. 森林管理者に対する必要な支援の継続</p> <p>2. 反転の際の対処策の決定・周知</p> <p>3. 森林モニタリング</p>	<p>1. REDD+便益配分を森林管理のインフラ投資へ使用する等長期的な森林保全に繋がる手法の検討</p> <p>2. 国レベルにおける反転への対処については国際的な制度が検討される可能性がある。国内の地域的な反転についてはその要因等に基づき対処策の検討・決定・周知が必要。</p> <p>3. 国レベル、地域レベルでの反転の抑止及び確認のため正確かつ定期的な森林モニタリングが不可欠</p>
(g) 排出の移転（Displacement）を抑制する活動を促進・支援すること	<p>1. 森林減少・劣化の要因とも関連するが、移転の可能性が高いREDD+活動、例えば違法伐採取締り強化などは可能性のある地域全体に対して行う必要がある。</p>	<p>1. 同左</p>

既存の SG 関連ウェブサイト・データベースの調査及び SG 情報システム構築手法検討

添付資料 14：REDD+のセーフガードに係る情報の整理・分析レポートに記載した。

3.6 成果品

(1) 報告書

本報告書を本プロジェクトの成果品として作成した。

(2) 技術協力成果品

下記報告書を本プロジェクトの技術協力成果品として作成した。

報告書名	部数
改訂版森林基盤図（2010年）、森林分布図（2005年、2000年）	デジタルデータのカラー出力図 2部（C/P へ1部）
全国森林炭素マップ（2010年、2005年、2000年）	デジタルデータのカラー出力図 2部（C/P へ1部）
国家森林情報データベースのプロトタイプに係る報告書	和文 5部 英文 7部（C/P へ5部） CD-ROM（和・英）
改訂版国家森林インベントリマニュアル	和文 5部 英文 7部（C/P へ5部） CD-ROM（和・英）
REDD+の参照レベル（REL/RL）開発の方法論に係る整理・分析レポート	和文 5部 英文 7部（C/P へ5部） CD-ROM（和・英）
REDD+のセーフガードに係る情報の整理・分析レポート	和文 5部 英文 7部（C/P へ5部） CD-ROM（和・英）
国家森林モニタリングシステム構築に係るアクションプラン	和文 5部 英文 7部（C/P へ5部） CD-ROM（和・英）
デジタル画像集	CD-R 2セット

第4章 プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓等

4.1 プロジェクト全体に係る課題

4.1.1 プロジェクト成果の国の制度・データとしての採用

本プロジェクトの主な成果は3時点における森林区分図、層化された炭素図、次期 NFI 設計等であるが基本となる森林定義や森林・土地分類等については10年毎に行われてきた森林率調査報告書に記載されているが国としての公式なものが定まっていない。CP 機関である DOF とはこれらについて他プロジェクトも加えて協議を行い、ミニッツという形で合意したことは一歩前進であった。

次期GHGインベントリやREDD+参照レベルの決定・提出はMONREが窓口であり、DOFはMONRE関係局(気候変動局及び土地管理局)や農林省(農地開発局)等と協議を行い国としての定義等として早急に採用するよう促進・支援して行くようミニッツで確認を行っている。また、F-PREP が開催したREDD+のNFMS等に関するWS(2015年5月)及びNFIS最終報告会(2015年7月)に気候変動局のGHGインベントリ担当職員や農林省関係職員を招待し、これらの協議を呼びかけた。

4.1.2 C/P オーナーシップ意識の向上

本プロジェクトのプロジェクトダイレクター(PD)はFIPD課長であるが、プロジェクト開始当初は精度検証等技術的課題についての知見が豊富ではないことなどから、自らDOF幹部への説明等を行うことが少なく、日本人専門家がREDD+担当次長に説明・相談、更に重要な課題については局長代行・局長に相談・意見を仰ぐことも多かった。

しかし、本プロジェクトの成果がラオスにおけるREDD+構築や持続可能な森林経営推進の最も基本的な部分を担っている点を強調するとともにPDへの説明・相談を頻繁に行った結果、PD自らの幹部への説明、打合せやWSでの発言も多くなり専門家の負担が軽くなるとともに、ラオス側オーナーシップが形成されたと理解される。

4.1.3 他ドナーとの連携・調整

本プロジェクトと関連した活動を行っているプロジェクトはFSCAP/F-PREP、PAREDD、SUFORD-SU、CliPAD、SN-REDD等であり技術内容等に応じて連携・調整を図った。

CliPADはフアパン県の2郡でREDD+準国活動を行っているが、FIM時点から良好な関係にあり本プロジェクト期間中に森林定義・分類等についてのWSを共催するなどし、DOF等との合意に達することが出来た。また、SUFORD-SUとも森林分類作業、SUFORDの森林ランドスケープ管理手法開発への協力等良好な連携を保つことが出来た。

また、次期NFI設計に必要なデータ・情報の収集のためにPAREDD、WWF及びSN-REDDに提供依頼の文書をDOFより送付し、回答を得る見込みである。森林定義や土地・森林分類については最終決定ではないがDOF/DFRMと合意を見ており、本プロジェクトのこうした全国レベルでの情報を

準国・プロジェクトレベルでの REDD+に情報発信していくことも必要である。

4.1.42 REDD+工程表の作成

上記 4.1.1. とも関連するが気候変動に関する次期枠組みの一環として REDD+が含まれること、UNFCCC における REDD+に関する決議・枠組み作りは概ね終了しており、既にブラジル等数か国が参照レベルを、更にブラジルは 2014 年末に参照レベルに対する MR (V) 結果を技術アネックスとして添付した BUR、2015 年 5 月にはセーフガード情報概要を提出している。

ラオスにおいても REDD+戦略作り等中核を担う FCPF 準備支援プロジェクトが開始されるなどプレーヤーは揃いつつあり、また、本プロジェクト及び持続可能な森林経営・REDD+支援プロジェクト本格フェーズを通じたデータ整備等に基づき参照レベルの作成・提出、NFMS の構築、第 1 回 MRV 実施を支援することとなっている。こうした国際・国内状況を踏まえ REDD 戦略作成、参照レベル作成・提出、国家森林モニタリングシステム構築等について REDD+タスクフォースにおいて工程表として作成し合意することが各作業の実施及び支援機関特定、関連した作業の特定・調整の実施等による効率的推進に有効かつ不可欠であることから、第 3 回 REDD+タスクフォース会合(2015 年 7 月)においてその作成を呼びかけ基本的な賛同を得た。

4.2 森林分布図作成にかかる課題

4.2.1 森林定義及び国レベル分類システムの非森林セクターとの合意形成

本プロジェクトを通して森林定義及び国レベル分類システムを改定し、C/P だけでなく、森林セクターの政府機関、他ドナー、大学の林学関係者を巻き込んで合意形成を図ることができた。しかし、森林定義及び国レベル分類システムは森林セクターだけでなく、農業セクター、土地管理セクターなど多くの分野に影響するものであるため、他セクターとの合意形成が必要である。そのため、C/P に合意形成を図るよう依頼をしたが、今後も引き続き働きかけていく必要がある。

4.2.2 画像判読能力の継続的な強化

C/P の RS/GIS 技術者の判読能力は、人事異動の影響なども受けて不均一な状態であった。そのため、第 1 年次に実施したグランドトゥルース調査の結果も踏まえて、森林分布図を修正する際の判読キーを統一し、それをもとに C/P の判読能力強化の研修を OJT を通して重点的に行った。その結果、C/P の判読能力は向上したものの、未だに能力差は残っている状況である。画像判読能力は短期間で身につくものではないことから、今後も継続的に技術支援していくことが重要であると考えられる。

4.2.3 グランドトゥルース調査能力の強化

グランドトゥルース調査時にスーカン課長補佐と協議したところ、技術者の中には現地調査の経験が浅く、現地で適確に森林タイプを判定することが困難な者もいるため、各地域の植生に応じた研修

が必要とのコメントがあり、また第1次現地調査結果の報告会の際にもカンパイ局長代行（当時）から同様のコメントがあった。本プロジェクトでは、グランドトゥルース調査実施中に数チームに1～2日間合流して現地実習を行ったが、今後は現地実習期間をより拡充することや、全チームの代表を一同に集めて現地実習する期間を確保するなど共通理解の醸成により重きをおいて実施していく必要があると考える。

4.2.4 森林・農業プランテーション区分における課題

本プロジェクトで開発した森林分布図で区分されている森林・農業プランテーションは、衛星画像上では区別することが難しいため、GT 調査を通して現地をよく知る CP の知見を基に多くを区分している。また、山岳地帯における森林・農業プランテーションは、プランテーションの特徴である区画が明確に見えないことから、焼畑放棄地などとの区別が困難である。これらの区分精度を向上させるためには、GIS 化されたコンセッションデータが有効であるが、現時点でほとんどのコンセッションデータは GIS 化されておらず、またコンセッションエリアは利用可能地域として広く許認可されており、実際のプランテーションはそのエリア内の一部であるが、取得者から造成・作付エリアの報告がほとんどなされていないという実態もあり、データの整備を難しくしている。今後、プランテーションの区分精度を向上させるためには、コンセッションデータの整備に取り組む必要があるが、様々な利権が絡むこの取り組みを実行することは容易ではないことが予想される。

4.3 炭素層化にかかる課題

4.3.1 不確実性評価に必要なデータの整備

炭素層化は、総不確実性の評価をベースに検討するのが望ましいが、現時点で揃う国レベル EF データが課題のある 1st NFI データのみであり、結論を出すのが難しかった。次期 NFI データが理想ではあるが、フィンランド/世界銀行の SUFORD-SU が全国の生産林、ドイツの CliPAD が北部県、本プロジェクトの NFI パイロットで中部県、民間の SN-REDD が南部県で森林調査を実施しており、これらのデータをコンパイルして検討することが次善策と考える。

4.3.2 炭素層化の合意形成

4.3.1 で炭素層化の案は検討可能だが、最終的な炭素層化を決定するためには、関係者間での合意形成のコンサルティングが不可欠である。炭素層化に関係するのは森林セクターだけではなく、国際報告の窓口である気候変動関連部局との協議も必要と考える。この合意形成に関して、引き続き支援を続ける必要があると考える。

4.4 国家森林情報データベース構築に係る課題

4.4.1 既存の森林情報データベースとの連携

既存の森林情報データベースとの統合

第1回 NFI の DB (ForestCalc)、FIM インベントリ DB (FoCAS) について、本プロジェクトで分析

を行ったが、それぞれ調査の性質は完全には一緒ではないために、データを組合せて用いることには課題があることが明らかとなった。そのため、物理的には同じ DB に格納して、テーブルやリレーションは既存の DB を参考に設計を行い、また実装済みの機能は引き継ぐが、テーブル・データの統合などは行わず、必要に応じてデータを抽出できる仕組みを実装することが必要である。

生産林管理・モニタリング DB との連携

SUFORD SU が進める生産林管理モニタリング DB については、本プロジェクト実施中においては、まだ内部の検討・設計段階であったために、双方の DB の役割・方向性については協議を行ったが、具体的に共有（入出力）するデータ、共有の実現方法など、運用面・技術面については十分に詰めることはできなかった。次期プロジェクトにおいては、双方のプロジェクトの進捗状況を再度確認して C/P および双方の技術者で適宜協議を行い、運用面・技術面について詰める必要がある。

4.4.2 統計・レポート関連機能の実装

調査データの DB への取込・変換の自動化

本プロジェクトの範囲はプロトタイプ DB の設計であったが、NFI のパイロットの調査データを早期解析する R スクリプトのデモ版の開発を行った。一方で、DB の構造としては他の既存データと組合せて利用することも考慮し、リレーショナルな DB 構造を設計しているが、調査レコード群をリレーショナル DB へ自動的に取り込む／変換する機能は実現されていない。次期プロジェクトでは将来の運用方法を再度整理して、必要に応じて取込・変換の機能を実装する必要がある。

国内用レポートに関する要求仕様の整理

FPP/TA2 の活動を通じて、ラオス国内で必要となるレポートの種別について一度整理されたことを確認したが、当時は炭素層化や NFI の調査内容が固まっていない段階であったため、詳細については具体的に詰めることが叶わなかった。本プロジェクトの活動を通じて、炭素層化や NFI の調査内容が固まり、また関係省庁が所有するデータについても整理が進んだので、次期プロジェクトにおいては具体的なサンプルを提示して C/P 他関係者と再度検討・協議することが期待される。

カスタマイズが可能な統計・レポート機能

本プロジェクトを通じて、DB に格納するデータ、計算式、定数、そして国際報告で必要とされる情報の整理を行ったが、実際の利用に際してはユーザのニーズに応じてカスタマイズが可能な統計・レポート機能があると有益である。MS の Report Builder 以外にもブラウザベースでインタラクティブにカスタマイズ可能なサービスも出てきているので、新しい技術の動向・状況も適宜確認をしながら、具体的な実装を行っていくことが必要である。

4.4.3 森林情報データの収集および情報公開

情報データ収集に係るコンサルテーション

本プロジェクトの活動を通じて林野局および関係省庁に所在する森林情報データを調査して所在を確認したが（一部はサンプルとして入手）、実際に公式な形でデータの提供を要請して入手する必要が

ある。また、データ収集だけでなく NFIDB からデータ提供者に対しての利点やフィードバックする情報についても提示する必要がある。このためには、データの利用の目的や条件などについて個別にコンサルテーションを行うことが必要である。

森林情報プラットフォームによる情報公開

本プロジェクトでは、いくつか収集できたサンプルデータを用いて、森林情報プラットフォームを活用した情報公開のデモを行ったが、情報公開に際しては、どのデータは公開できるか/すべきか、どのデータは内部利用・閲覧に留めるべきか、またどのようにしてそのような承認を行っていくか等の運用プロセス・規定の整理が必要である。また、プラットフォームと通常の省庁ポータルサイトとの連携や段階的な実現方法についても整理が必要であろう。

4.4.4 国家森林情報データベースの開発・運用

CP の能力/担当 C/P への業務量の集中

ラオス森林セクター関連機関には、IT 関連技術を有した、または素養のある C/P が限られているが、これまでの技術協力活動を通じて一部 C/P は自らシステムを改修・運用できる能力を身につけてきているが、人数が限られているために担当 C/P に業務が集中してしまっている。このような C/P の人数の拡大が急務である。また、能力を身に付けた C/P であっても、国の DB の設計や開発を全て担っていくには経験が不足しており、ローカルリソースの活用は必須である。

開発の実施体制と将来の維持管理・運用

ラオスでは、森林セクターの業務を理解した IT 関連ローカルリソースも不足しており、一部の人間に業務が集中してしまい課題となっている。従って、ラオス国や森林セクターに限らず、隣国（特に使用言語が類似するタイ）のリソースも含めた開発・運用体制の検討も必要であろう。本邦コンサルタントの限られたアサインで DB 開発を行うことは現実的でないので、次期プロジェクトではローカルリソースを活用した DB 開発予算を確保し、C/P を巻き込んだ開発・運用体制の構築が必要である。

4.5 次期国家森林インベントリ設計に係る課題

4.5.1 C/P 能力

NFI の設計

パイロット調査を通して確認されたが、現地調査に関しては少なくとも中心的な役割を求められる FIPD インベントリ班は必要な技術を習得していると考えられる。一方で、なぜこのプロットデザインを採用しているか等、インベントリ設計に関する理解度は低いと認めざるを得ない。インベントリの設計は、単に効率的に炭素量を把握できる手法の開発ではなく、国際社会が求める精度を把握しておくことや、機材一つ一つの使い方、限界、利点等全てを把握した上で実施される性質がある。C/P の中でも課長級のスタッフは 1stNFI を経験していることもあり、ある一定の理解は得られていると考えられるが、現場スタッフはほど遠い。本プロジェクトにおいては、技術ワークショップ、パイロ

ト調査の研修においても繰り返しそれらの点を伝えてはいるが、浸透度は決して高くない。全てのスタッフに 100%の理解を求める必要はないが、インベントリ班の中でもリーダー格の数名に関しては次期 NFI が実施される際には更なるキャパビルが必要である。

GIS 及び DB スキル

繰り返しになるが、FIPD インベントリ班は現地調査における測量やタブレットの使用については十分に習得していると考えられる。一方で調査プロットの配置やタブレットのデータセット準備についてはサポートが未だに必要である。また、開発されたのがプロジェクト終了直前であったため、統計ソフト R については使い方のデモを見ただけであり、使用方法の研修は実施されていない。R の開発に求められる技術力は高いが、使用については非常にシンプルであることから次期 NFI においては研修の実施が期待される。また、調査プロットの配置やタブレットのデータセットに関してはある一定の IT 能力 (特に GIS) が求められるため、FIPD の GIS/RS 班との協力体制の構築も必要となってくる。

4.5.2 調査許認可

パイロット調査において十分な調査地点数が確保できなかった事の最も大きな要因は DFRM が管理する保全林、保護林における許認可取得に想定以上の時間を要した事である。FIPD から DOF に調査概要説明書とレターを提出し、その後に DFRM→PONRE→DONRE と調査許可書が通達される。この様な問題が起きないように、次期 NFI においては調査開始前に **Steering Committee** を設立し、関係機関を招集した上で、調査概要、許認可について説明する場を設ける事が最終ワークショップで確認された。また、調査員に DFRM のスタッフを含めることで保護林、保全林における許認可取得および調査がよりスムーズに行われる事が期待される。

4.5.3 次期 NFI マニュアルの最終化

第 3 章においても記載しているが、インベントリ関連調査を実施しているプロジェクトからのデータ収集に想定以上の時間を要した。また、一部のデータはプロジェクト終了を迎えた現在も未入手である。更に、アロメトリー式開発プロジェクトの様に次期 NFI 実施が予定されている 2016 年-2017 年 乾季までに完了するプロジェクトもある。次期統合プロジェクトにおいてはそのようなデータ、報告書を引き続き収集し、NFI マニュアルを最終化する必要がある。現時点で修正が必要と認識されているのは下記の様な点である。

— Regenerating Vegetation および Bamboo の調査方法

例えば、アロメトリー式開発プロジェクトにおいて、**Regenerating Vegetation** の式のパラメーターが DBH になるのか焼畑後の経過年数になるのか未定である。アロメトリー式開発プロジェクトの報告書をふまえて、NFI のマニュアルも最終化する必要がある。

— 調査地点数

SUFORD プロジェクトが 2016 年 12 月に完成させる予定の PFA レポートを解析することで、

PFA における調査地点数を減少できる可能性がある。他のデータも収集分析して改めて必要地点数を算出する必要がある。

ー プロットデザイン

Nest 毎の計測 DBH に関しては第 3 章で述べているように、暫定的には決めてあるが、十分なデータ量の解析結果とはいえない。今後得られるデータ、特に PFA レポートの調査生データを入手し、引き続き解析してマニュアルを最終化する必要がある。

4.6 REDD+で求められる関連情報整備に係る課題

4.6.1 AD 追加整備の必要性

REL/RL 作成方法は様々だが、いずれの方法でも 3 期間以上の総炭素蓄積量変化の推定が求められる。本プロジェクトで 2000 年、2005 年、2010 年の森林分布図を作成したことで、2 期間の AD を得たことから 2 期間の総炭素蓄積量変化が推定できるが、上述の要求に応えるためには、もう 1 時期の森林分布図が必要である。Forest Preservation Programme の残預金で 2015 年撮影の RapidEye 画像が調達されていることから、これをベースに 2015 年森林分布図を作成することが、RapidEye 画像を基に作成されている 2010 年森林分布図との一貫性を保つ意味でも望ましいと考える。

4.6.2 森林劣化の定義及びモニタリング手法の検討

本報告書において、UNFCCC への報告上は焼畑放棄地を森林地として扱う旨が合意されたと報告したが、その場合、常緑広葉樹林 (EF) や混交落葉林 (MD) から焼畑放棄地への変化は森林劣化として扱われることとなる。混交落葉林 (MD) と焼畑放棄地で国土の 8 割近くを占めるラオスでは、この森林劣化は大きな排出源となるため、ラオスは森林劣化に取り組まざるを得ない状況と考える。

一方、それ以外の森林劣化の主なドライバーは、択伐、薪炭材採集、森林火災などがあるが、いずれにせよ何を持って森林劣化とするか定義を明確にする必要がある。さらに、これらの森林劣化をどのようにモニターしていくか手法の検討も必要である。

4.6.3 Tier2 レベルの炭素量推定値

第 3 章の協力の成果においても述べているが、本プロジェクトの成果として計算される各森林タイプ及び全国森林のバイオマス量は 90 年代の NFI データを一部デフォルト式・値を用いて換算したものであり、FCPF 炭素基金や VCS の JNR が求める Tier 2 レベルではない。

DOF は本プロジェクトとも協議して森林保全計画の残預金使用による全国での破壊的バイオマス量調査(相対成長式の開発)を提案し、合同委員会において了解された。調査は既に開始され 2016 年中頃にラオス独自の相対成長式が開発される予定であり、持続可能な森林経営・REDD+支援プロジェクト本格フェーズで支援が予定されている第 2 回 NFI 結果と掛け合わせることで Tier 2 レベルでの森林タイプ別平均炭素量推定値に変換することが可能となる。

4.6.4 SG 情報と REDD+戦略・PaMs の関連

UNFCCC 決議におけるセーフガード (SG) は途上国が REDD+5 活動を実施する際に支持・尊重されるべきものとされており、具体的な REDD+活動の内容により収集すべき SG に関する情報が異なるものと思われる。例えば、国レベルでは政策・法令順守・事業(全国的に展開するものは予算の制限もあり極めて限定的と思われる)が主体となるが、これらが何か明確にならなければどのように住民参加を確保するか、どの情報を収集するのか、また生物多様性への影響がどのようになるか等、SG の尊重及びそれに関する情報の収集・提供も具体的には行えない。

REDD+の国レベル活動は既存のもの強化が主体になると思われ、また REDD+戦略が策定されるのは本プロジェクト終了以降であると見られることから、本プロジェクトでは現行法令・事業等における SG 関連事項の把握に努めた。

4.6.5 森林タイプ変化の検証

5 年毎の森林タイプ毎の面積変化を示す変化マトリックスは炭素変化量計算のための Activity Data を提供するものであるが、EF と MD や MD と RV の判読が難しいこともあり、マトリックスにおいては EF \leftrightarrow MD、MD \leftrightarrow RV という変化が相当面積あることが予想される。EF、MD、RV の順に面積当たり炭素量は小さくなるが森林の取り扱い(伐採、薪炭材採取等)によりこのように連続的に変化するのかどうか検証が必要である。

もし過度な EF の伐採が MD への森林タイプ変化の原因であれば、これを劣化と規定することが出来るが、両タイプの主な樹種構成は同じという結果も出ており、落葉樹の割合という定義に基づく判読ではなく、大径木の存在や密度で判読しているとすれば定義を変える必要がある。また、EF・MD の RV への変化は途中で伐採・焼払いを伴っているケースが多いと考えられる。従って、連続的な変化ではなく、RV は焼払いによる森林減少後に再生したものであり、これを劣化と規定出来るかどうか更に検討が必要である。最終 WS においてラオス技術者の意見を求めたが明確な結論を得ることは出来なかった。

第5章 上位目標達成に向けての提言

5.1 全体に係る提言

上位目標：「ラオス国の国家森林情報システムが構築される」に向けての提言を下記に示す。

REL/RLの策定およびMRV実施への貢献

国家森林情報システムの設計および開発については、ラオス国としてのREL/RL（第1版）の策定と並行して進められるので、その内容をシステムの設計・開発に反映させつつ、またREL/RLと一貫性を持ったMRVを構築された国家森林情報システムを実際に活用して実施することが期待される。

2015年7月に開催された第3回国家REDDタスクフォース（NRTF）会合では、REL/MRV等6つのテクニカルWG（TWG）の設置が決定された。各TWGのTORや構成については9月に予定されている第4回会合で提案・合意される見込みであり、統合技プロ本格フェーズは本プロジェクトの成果等を基にREL/RLTWGのリードドナーとしてREL/MRV作業、またその装置としてのNFMSの構築に大きく貢献することが望まれる。

NFMS構築およびSIS運用への貢献

国家森林情報システムはNFMSのモニタリングの基礎となるものであり、またモニタリングによる更新情報を格納すべきものでもある。NFMSにおいては、継続的に衛星データや地上確認データを取得し、その解析結果を各REDD+活動とともに国家森林情報システムに登録していく必要がある。また、REDD+活動に関連した情報を国家森林情報システムの一機能として設置される森林情報プラットフォームを活用して公開し、ラオス国としてのSIS運用に繋げることが必要である。

GHGインベントリーとの整合確保

UNFCCC下のREDD+のMRVは国レベルGHGインベントリ（GHG-I）の添付資料として提出されることとなっており、AFOLU分野でのGHG-IとREDD+のREL/RL及びMRは整合をとることが求められている。GHG-Iでは林地から他用途地、特に一定のバイオマス量を有する農地・草地への転換、あるいはこれらから林地への転換などにおける炭素量増減を算出するために、他用途地の炭素量や面積を把握する必要がある。このためにはGHG-Iを担当するMONREの気候変動及び土地部局及びMAF農地管理局との連携が不可欠であり、NRTF下に設置されたREL/MRVに関するTWGメンバーに関係局を含め、当該TWGでの議論を主体に連携を図って行く必要がある。

関連プロジェクトとの連携・調整

第3章で述べた他プロジェクトは全国レベルでのデータ整備は行わないものの、REL/RL、SG等REDD+関連情報について現場を通じての知見を有している。また、2014年末に開始したFCPFのReadiness SupportプロジェクトはREL/MRVのコンポーネントを有しており、これらとの適切な連携

を図り、効率的かつ利用者サイドに立った国家森林モニタリングシステムの構築に取り組む必要がある。

REDD+戦略策定の推進

REDD+戦略は参照レベル及び国家森林モニタリングシステム (NFMS)及び SG 情報概要とともに REDD+実施国が整備すべきものである。また、第3章にもあるように戦略の内容と SG 情報は密接に関連している。今後 FCPF プロジェクトを主体に作成される REDD+戦略は R-PP に記載されている戦略オプションと大きく異なるものになるとは思われないが、本プロジェクトによる炭素量変化推移や 2015 年 NFI/森林面積調査の結果等によっては変更も考えられる。統合本格フェーズでは戦略策定への支援も予定しており、本プロジェクトの成果等も踏まえ、早期かつ的確な戦略の策定が行われ、REL/RL 等他要素の整備とに差がなく UNFCCC 提供に遅れが生じないように促していく必要がある。