

パプアニューギニア独立国

森林公社

パプアニューギニア国
気候変動対策のための森林資源
モニタリングに関する
能力向上プロジェクト

業務完了報告書(第二年次)

平成26年3月

(2014年)

独立行政法人
国際協力機構(JICA)

国際航業株式会社

巻頭写真 : 現地活動状況

2011年6月～2012年2月



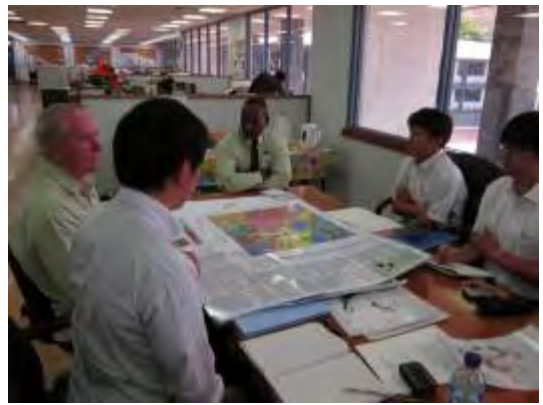
MRV デザインワークショップへの参加



森林公社との打合せ



UPNG Dr. Phil との打合せ



資源公社との打合せ



UNITECH Dr. Pal との打合せ



森林研究所との打合せ

2012年3月～2012年9月



PNGFA-JICA ワークショップ(進捗報告)



PNGFA-JICA ワークショップ(GPS 研修)



リモートセンシングに関する研修



データベースに関する議論



炭素蓄積量推定に向けた現地調査(研修)



炭素蓄積量推定に向けた現地調査(キャンプ)

2012年10月～2013年3月



PNGFA-JICA ワークショップ(進捗報告)



PNGFA-JICA ワークショップ(GIS 研修)



グラントゥルース研修の様子(GPS&スケッチ)



グラントゥルース研修(GPS&遠景写真)



衛星画像判読とグラントゥルースに関する演習



地方職員を指導する森林公社本部の職員

2013年6月～2013年9月



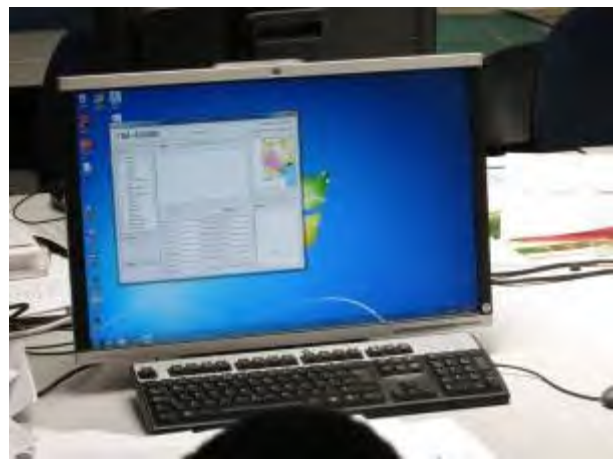
森林被覆図:画像判読・共通認識の協議1



森林被覆図:画像判読・共通認識の協議2



改良版森林資源データベースの説明・協議



改良版森林資源データベースの起動画面



グランドトゥルース:Western 州の Scrub(写真奥)

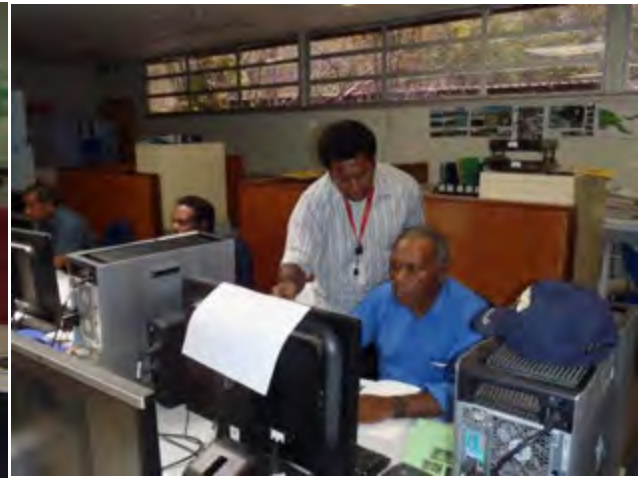


グランドトゥルース:Western 州の Dry Seasonal Forest

2013年10月～2014年3月



農地情報整備ワークショップ(デジタイズ指導)



農地情報整備ワークショップ(植生分類品質確認)



最終ワークショップでの Project Director の報告



最終ワークショップで JICA 所長の報告



最終ワークショップでのプロジェクト成果の報告



最終ワークショップでの森林基盤図の展示・説明

目次

巻頭写真 現地活動状況

第1章	業務の概要	1
1.1	背景	1
1.2	目的	2
1.3	業務の範囲	2
1.3.1	相手国関係者	2
1.3.2	対象地域	2
1.3.3	業務の範囲	2
1.4	業務の実施体制	3
1.4.1	パプアニューギニア側実施機関	4
1.4.2	日本人専門家チーム	5
1.4.3	合同調整委員会 (Joint Coordinating Committee)	5
1.4.4	業務の全体工程	5
第2章	業務実施の基本方針	6
2.1	本業務の役割	6
2.2	プロジェクトデザインマトリックス(PDM)	9
2.3	活動計画 (Plan of Operation)	11
第3章	プロジェクトの活動成果	12
3.1	成果の達成状況	12
3.2	業務実施工程	13
3.3	現地業務費実績	17
3.4	業務実施フロー	18
3.5	成果1に係る活動	20
3.5.1	リモートセンシング活用状況の把握・分析	20
3.5.2	リモートセンシング解析の基本設計	22
3.5.3	リモートセンシングデータの一次解析	27
3.5.4	一次解析結果の現地確認	35
3.5.5	リモートセンシングデータの二次解析	41
3.5.6	二次解析結果を踏まえた全国森林被覆分類図作成	49
3.5.7	作成・利用・管理マニュアル及び作業フローデザイン	61
3.5.8	3.5.2～3.5.7に必要なOJT	62
3.5.9	森林被覆図(森林基盤図 ver.0)の成果・課題の確認・評価	63
3.5.10	グランドトゥールースを活用して森林被覆図を改善するOJT	67
3.5.11	地域組織と連携した農地情報整備(森林基盤図 ver.1の作成)	76

3.5.12	既存データを活用した過去の森林被覆図の作成に関する協議・OJT	80
3.5.13	森林被覆図区分における炭素蓄積量観点からの層化についての検討	84
3.6	成果2に係る活動	90
3.6.1	森林資源に関する既存データの把握・分析	90
3.6.2	森林資源データベースの基本設計	99
3.6.3	森林被覆図と地上データをリンクさせたデータベース整備	115
3.6.4	3.6.1～3.6.3に必要なOJT	123
3.6.5	改良版森林資源データベースの運用管理に関するOJT	126
3.6.6	データベース設計(要件整理)及びレポート作成スキルに関するOJT	143
3.6.7	改良版森林被覆図を用いた新たな資源量評価に関する協議、試行	152
3.7	成果3に係る活動	154
3.7.1	森林資源モニタリングの基本設計／設計書作成1	154
3.7.2	森林資源モニタリングの基本設計／設計書作成2	162
3.7.3	過去の森林炭素蓄積量の変化の算出	173
3.7.4	試行的な参照排出レベルの作成の検討	193
3.8	プロジェクト実施上の工夫、教訓	210
3.9	今後のPNGにおけるリモートセンシングを利用した森林モニタリングに関する提言	211
3.10	技術協力成果品	214
第4章	研修・ワークショップ実績	215
4.1	研修(本邦研修を含む)	215
4.2	ワークショップ	215
第5章	機材調達	227

添付資料:

- 添付資料1: 森林基盤図作成・利用・管理のためのマニュアル及び作業フロー
- 添付資料2: 森林資源DB作成・利用・管理のためのマニュアル及び作業フロー
- 添付資料3: 全国森林基盤図 Ver.1 (州ごとの出力図面、集計結果)
- 添付資料4: 最終成果報告ワークショップ資料 (アジェンダ、発表資料)

略語表

AusAID	The Australian Agency for International Development	オーストラリア国際開発庁
COP	Conference of the Parties	締約国会議
C/P	Counterpart	カウンターパート
DAL	Department of Agriculture and Livestock	農業畜産省
DB	Data-Base	データベース
DEC	Department of Environment and Conservation	環境保全省
DSM	Digital Surface Model	数値表面モデル
DTM	Digital Terrain Model	数値地形モデル
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国際連合食糧農業機関
FIMS	Forest Inventory Mapping System	森林インベントリ地図システム
FIPS	Forest Inventory Processing System	森林インベントリ処理システム
FRI	Forest Research Institute	森林研究所
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
GUI	Graphical User Interface	グラフィカルユーザインタフェース
IC/R	Inception Report	インセプションレポート
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JICS	Japan International Cooperation System	財団法人日本国際協力システム
K	Kina	キナ(パプアニューギニア国の通貨単位)
MRA	Mineral Resource Authority	鉱物資源公社
MRV	Measurable, Reportable and Verifiable	測定・報告・検証可能
NFI	National Forest Inventory	森林資源調査
NFS	National Forest Services	国家森林サービス
OCCD	Office of Climate Change and Development	気候変動室
OJT	On the Job Training	日常業務を通じた教育
PALSAR	Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar	フェーズドアレイ方式 L バンド合成開口レーダ
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト デザイン マトリックス
PNG	Papua New Guinea	パプアニューギニア
PNGFA	Papua New Guinea Forest Authority	パプアニューギニア森林公社

PNGRIS	Papua New Guinea Resource Information System	パプアニューギニア資源情報システム
PO	Plan of Operation	活動計画
R/D	Record of Discussions	討議議事録
REDD	Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation (in developing countries)	森林減少と森林劣化による排出の削減
RS	Remote Sensing	リモートセンシング
SFM	Sustainable Forest Management	持続可能な森林経営
UML	Unified Modeling Language	統一モデリング言語
UN-REDD	United Nation REDD	国連 REDD(プログラム)
UNITECH	University of Technology	技術大学
UPNG	University of Papua New Guinea	パプアニューギニア大学

PNG の州の略称と名称

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

第1章 業務の概要

1.1 背景

パプアニューギニア国（Papua New Guinea、以下 PNG とする）は、世界でも有数の熱帯雨林を有する国であり、Coalition of Rainforest Nations(熱帯雨林諸国連合)をリードしている。PNGにおいて、森林から産出される木材は、鉱物資源、農産物とともに主要な輸出品目となっており、国家経済に重要な役割を果たしている。また、PNGの人口の約87%は地方部に居住しており、森林は食料、繊維、建築資材等の供給源として地方部の住民生活にとっても重要な役割を果たしている。さらに、PNGの熱帯雨林では、毎年のように新種生物が確認されており、生物多様性保全の観点からも重要である。

しかしながら、森林面積の推移を見ると、主に自給用農地への転用等を原因として、1972年の3,800万ha（国土の約82%）から2002年には3,300万ha（同約71%）に減少しており、森林資源の減少・劣化の進行が大きな問題となっている。

PNGは、2005年の国連気候変動枠組条約第11回締約国会議（COP11）において、「途上国における森林減少・劣化に由来する温室効果ガス排出削減（REDD）」を最初に提案した国（コスタリカとの共同提案）である。その後PNG政府は、2009年に「気候変動に関する森林部門の政策フレームワーク」を策定した他、2010年には気候変動室の下にREDD⁺のテクニカル・ワーキンググループを立ち上げ、関係政府機関やドナー等の参画のもと、森林減少・劣化に対する施策実施に向け積極的に活動を行っている。

一方、REDD+を進めていくには森林の炭素排出・吸収量算定が基本となるが、PNGでは算定のために必要な精度の森林情報が十分に整備されておらず、具体的な施策推進に当たって大きな課題となっている。

PNG政府はこのような現状を踏まえ、同国の広大な森林をモニタリングするために衛星画像やGIS等を用いたシステム構築とそれらのための人材育成を目的として、森林資源モニタリングに関する能力向上のための技術協力を我が国政府に要請した。本要請を受けて、JICAは2010年11月に詳細計画策定調査を実施し、協力のフレームワークについてPNG政府と合意し、同2010年11月26日にその内容を示した討議議事録（R/D：Record of Discussions）の署名・交換を行った。

これに基づき、JICAは2011年3月より2014年3月までの3ヶ年の期間で、PNG森林公社をカウンターパート（C/P）として、「気候変動対策のための森林資源モニタリングに関する能力向上プロジェクト」が実施され、長期専門家としてチーフアドバイザー/森林管理（2011年3月～2014年3月）と森林調査/業務調整（2011年5月～2014年3月）の2名が派遣された。

¹ 現在、「REDD」は森林減少・劣化対策だけでなく、持続的な森林管理の推進を含めた「REDD+」として、国際的な制度枠組みが議論されている。

1.2 目的

プロジェクトの上位目標、目標及び成果は、以下の通りである。活動を通じて、長期専門家との協働によりプロジェクト目標を達成することを、本業務の目的とした。

- | | |
|-----------|---|
| 上位目標： | 気候変動に対する重要な緩和策及び適応策として、PNG の森林が持続的に保全、経営される。 |
| プロジェクト目標： | 気候変動対策に資するため、PNG 関係機関における炭素蓄積量を含む森林資源モニタリングの実施能力が強化される。 |
| 成果： | <ol style="list-style-type: none">1. リモートセンシング技術の活用により、全国の森林被覆率が改良される。2. 森林資源データベースが改良される。3. 気候変動対策に資するため、炭素蓄積量を含めた森林資源のモニタリングシステムが改良される。 |

1.3 業務の範囲

本業務は、2010年11月にPNG政府とJICAが署名を行ったR/Dに基づき実施される技術協力プロジェクトの一部である。

1.3.1 相手国関係者

【カウンターパート】 PNG 森林公社

【受益者】 PNG 森林公社森林政策・計画局インベントリ地図課職員他

1.3.2 対象地域

本件の対象地域は PNG 全域であるが、主な活動はポートモレスビーで実施する。なお、プロジェクト事務所は、ポートモレスビーの森林公社内に設置した。

1.3.3 業務の範囲

本業務を通じて C/P 機関に対しリモートセンシング技術等の能力開発支援を行うことである。

1.4 業務の実施体制

本業務の実施体制を図 1-1 に示す。

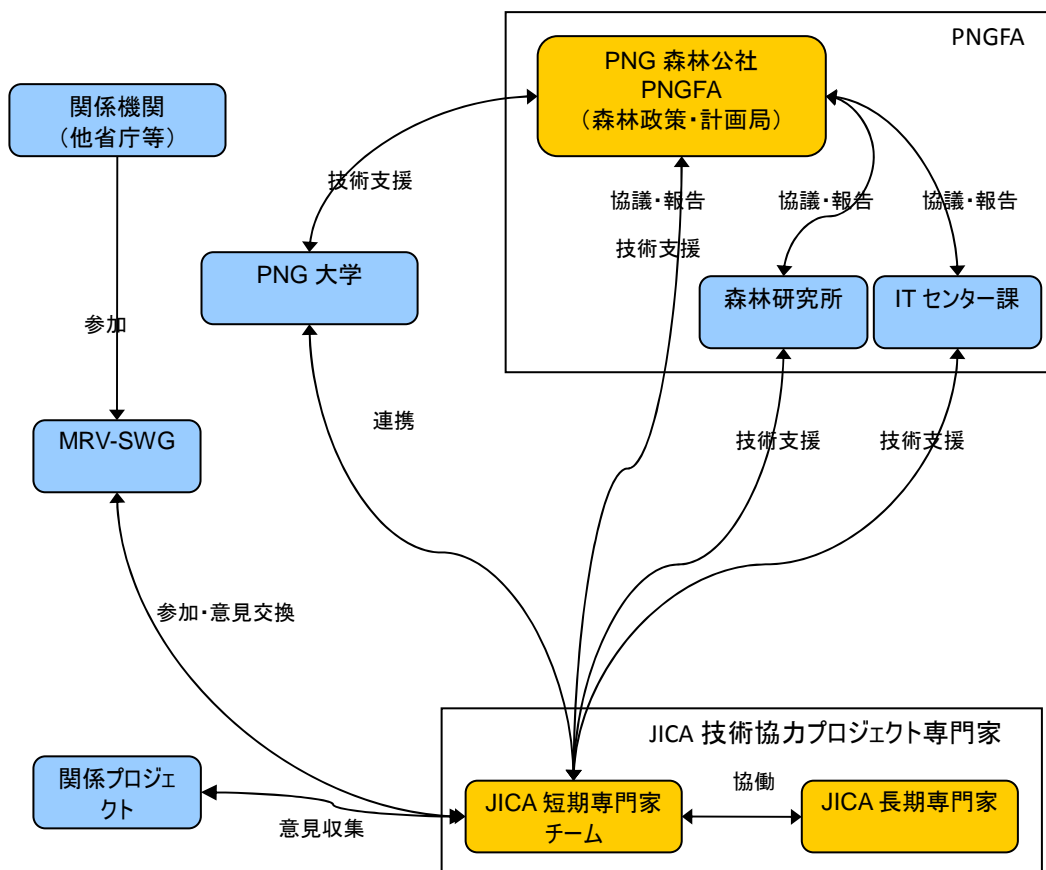


図 1-1 プロジェクト実施体制

1.4.1 バプアニューギニア側実施機関

カウンターパート（協議・活動に参加した主なメンバー）を表 1-1 に示す。

表 1-1 カウンターパート一覧

氏名	部署（役職）	プロジェクト担当分野
Ruth C H Turia	Director - Forest Policy and Planning	Project Director
Goodwill Amos	Manager - REDD & Climate Change	REDD Advisor
Constin Bigol	Manager - Inventory & Mapping	Project Manager
Dambis Kaip	Manager - Aid Coordinator	Coordinator
John Worimbangu	Senior Forest Plans Officer	Forest Planning
Margaret Tongo	Forest Plans Officer	Forest Planning
Perry Malan	Senior Cartographer	RS/GIS and Database
Patrick La'a	Cartographer	RS/GIS and Database
Jehu Antiko	Cartographer	RS/GIS and Database
Ledino Saega	Senior Forest Inventory Officer	Inventory Survey
Samuel N. Gibson	Forest Inventory Officer	Inventory and RS/GIS
Gewa Gamoga	Senior Climate Change Officer	REDD & Climate Change
Elizabeth Kaidong	Adaptation Officer	REDD and RS/GIS
Rabbie I. Lalo	Planning Analyst	Vegetation and RS/GIS
Jason Sigamata	Desktop/ Network Support Officer	Network and Database
Thomas Matambuaii	Desktop/ Network Support Officer	Network and Database
Iki Wak	Personal Assistant	Personal Assistant
Posa Terra	Office Assistant	Office Assistant
Matilida Kila	Office Assistant	Office Assistant
Simon Saulei	Director, Forest Research Institute	Project Director at FRI
Martin Golman	Deputy Director, Forest Research Institute	Inventory Advisor at FRI
Patrick Nimiago	Manager Natural Forest Management	Project Manager at FRI
Bruno Kuroh	Researcher at Forest Research Institute	Field Survey Leader
Cossey Yosi	Researcher at Forest Research Institute	Field Survey Leader
Agnes Sumareke	Researcher at Forest Research Institute	GIS Trainee at FRI
Miller Kawanamo	Researcher at Forest Research Institute	GIS Trainee at FRI
Kipiro Damas	Researcher at Forest Research Institute	GIS Trainee at FRI
Kunsey Lavong	Researcher at Forest Research Institute	Field Survey Leader and GIS Trainee at FRI
Maman Tavune	Researcher at Forest Research Institute	Field Survey Leader and GIS Trainee at FRI

第2章 業務実施の基本方針

2.1 本業務の役割

プロジェクトの全体像を図 2-1 に示す。本業務は、パプアニューギニアにおける持続可能な森林経営（SFM）を通じた気候変動対策（REDD+）を推進するため、その基盤となる森林の現状及び変化等を的確に把握するための全国森林資源モニタリング体制を整備する。

主な活動内容は、「1. 衛星データを活用した全国森林資源の現況把握（森林基盤図の作成）」、「2. 衛星データと地上データをリンクさせた全国森林資源データベースの開発」、及び、「3. REDD+のための試行的参照排出レベルの開発」であり、かつ、「1.」～「3.」に必要なトレーニングの実施である。

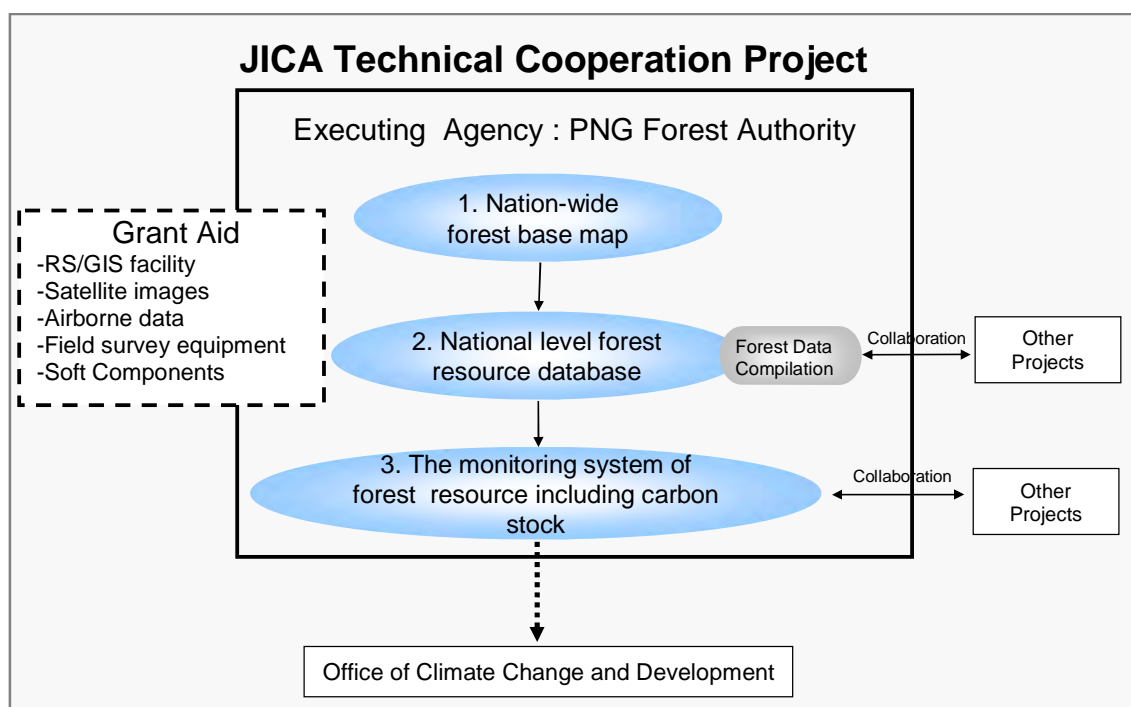


図 2-1 JICA 技術協カプロジェクトの全体像

また、図 2-1 に示したプロジェクトの全体像を具体的にイメージできるように、PNG の森林資源モニタリングの現在の状況（As-Is）、将来の目標（To-Be）、その間に存在する課題（Problem）として整理して、本プロジェクトがそれぞれについてどのように取り組むか、その関係性について図 2-2 にまとめた。

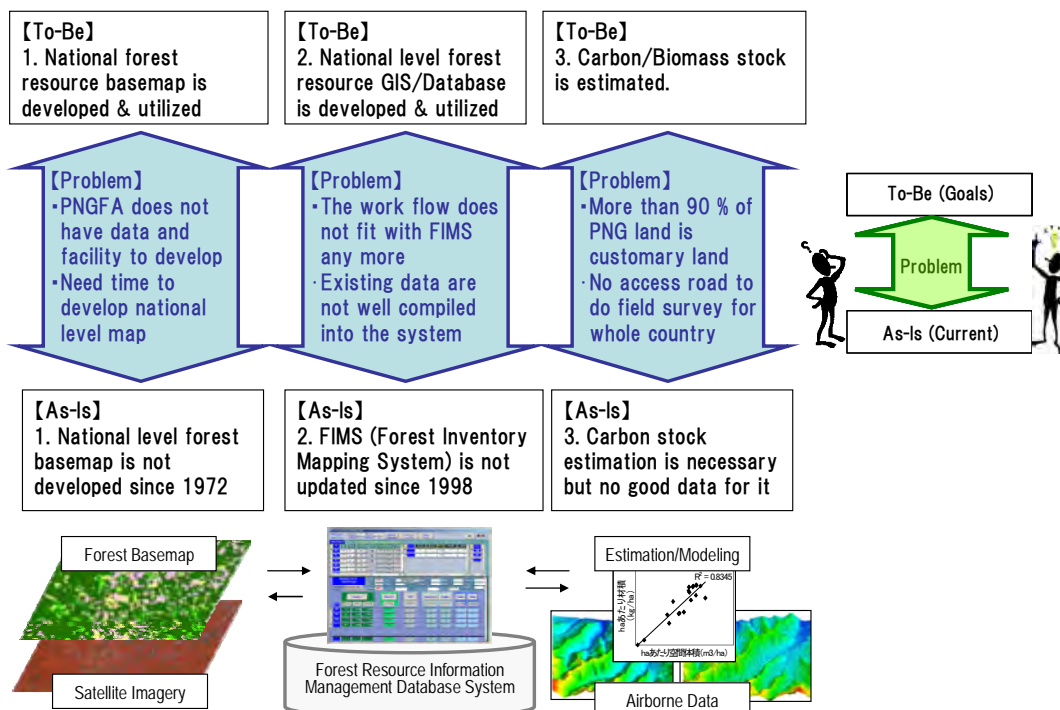


図 2-2 PNG の森林モニタリングの現状、将来目標、課題の整理

また、本プロジェクトは平成 21 年度環境プログラム無償資金協力森林保全計画（以下、環プロ無償）と密接に連携しながら進められた。図 2-3 に JICA 技術協力と環プロ無償の技術支援との連携と役割分担を示す。本プロジェクトは森林モニタリングの解析および設計、マップやデータベースの活用・運用、それらに関するキャパシティビルディングを主に担当する。

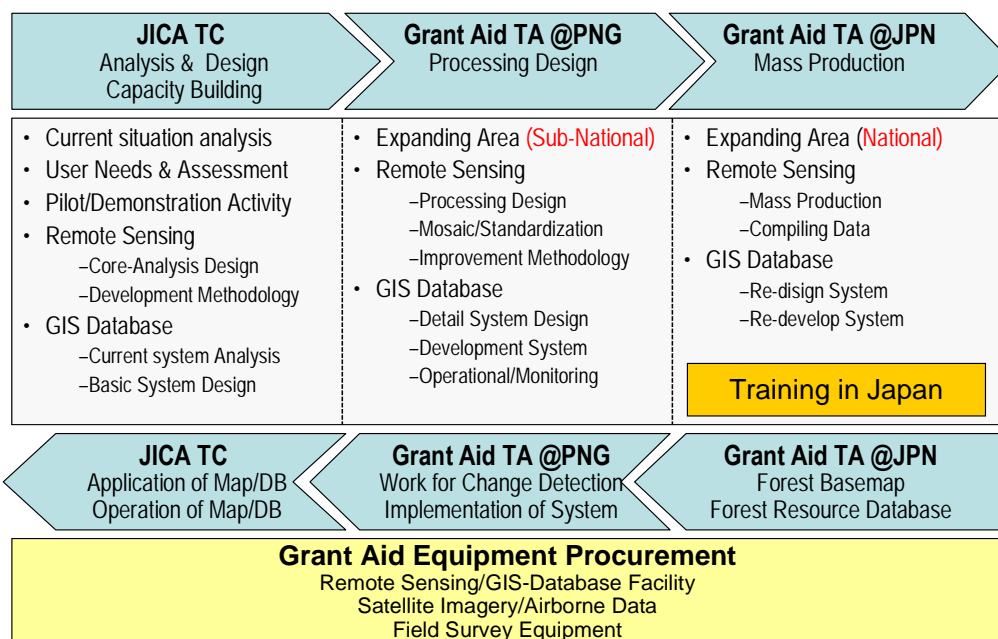


図 2-3 JICA 技術協力と環プロ無償の連携と役割分担

環プロ無償の機材入札は 2011 年の 8 月に行われ、2012 年の 3 月に納品された。2012 年 3 月 13 日には機材についての引き渡し式が行われた。過去のデータ取得状況から懸念されていた光学の衛星画像についても、5 機体制の RapidEye 衛星を利用することで、約 1 年という短い期間にも関わらず PNG 全土を 5m 分解能のカラー画像で整備することができた。

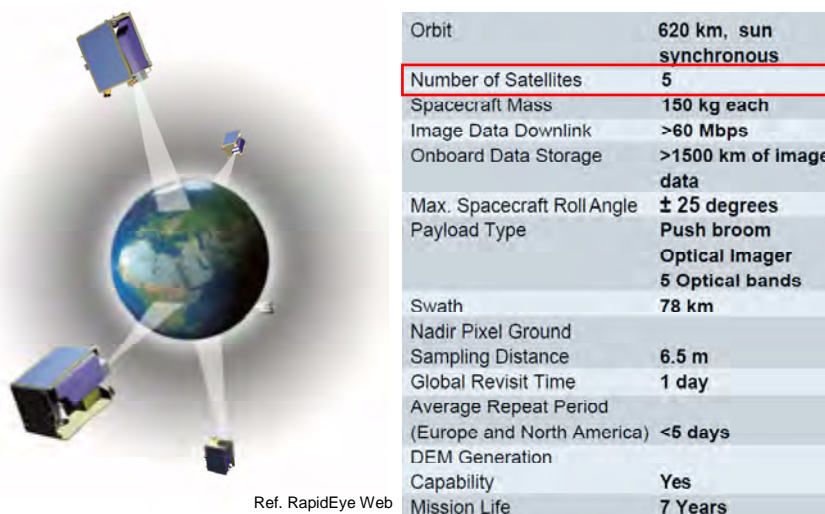


図 2-4 環プロ無償で調達する衛星画像(RapidEye)のスペック



2002年 SPOT4 カバー状況(雲量 20%以下)

2010年 RapidEye カバー状況(雲量 20%以下)

図 2-5 過去の衛星画像の整備状況と環プロ無償で調達された衛星画像の撮影状況

2.2 プロジェクトデザインマトリックス (PDM)

本プロジェクトは、上述のように PNG 側 C/P 機関に対しリモートセンシング技術等の能力開発支援を行うものである。この目的に対して、表 2-1 に示す枠組みで協力を実施することとし、これに基づく PDM が作成され、第 1 回 JCC で承認された。

表 2-1 プロジェクトデザインマトリックス(PDM)

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verifications	Important Assumptions	
<p>Overall Goal: Forests in PNG is conserved and managed in sustainable manner as an important mitigation and adaptation measure against climate change.</p>	<p>1 Forestry sector policies and plans for climate change mitigation and adaptation are developed/revised by using upgraded forest resource database. 2 Forest areas which are sustainably conserved and managed, are increased and aligned to meet the targets of PNG Vision 2050.</p>	<p>Reports of related government agencies and local governments</p>	<p>- Appropriate satellite images are continuously provided.</p>	
<p>Project Purpose: To address climate change, the capacity of relevant institutions in PNG is enhanced for the monitoring of nation-wide forest resource including carbon stock.</p>	<p>Nation-wide monitoring of forest resource including carbon stock is carried out and the improved GIS database is properly managed in collaboration with related institutions.</p>	<p>1 Project reports 2 Interview with PNGFA, OCCD and related institutions</p>	<p>- There is no particular change in government's policies on nature conservation and climate change. - There is no particular change in natural conditions of PNG.</p>	
<p>Outputs: 1 Nation-wide forest base map is improved by using remote sensing technology. 2 National level forest resource database is improved. 3 To address climate change, the monitoring system of forest resource including carbon stock is improved.</p>	<p>1.1 Nation-wide forest base map is developed by using remote sensing data. 1.2 Manuals and workflow design documents for preparing, utilizing and managing the forest base map are prepared. 1.3 More than 10 officers become capable of preparing and managing nation-wide forest base map. 1.4 Workshops for the developed nation-wide forest map are held and 70% of the participants consider the workshops useful. 2.1 GIS-based national level I forest resource database is developed. 2.2 Manuals and database design documents for preparing, utilizing and managing the forest resource database are prepared. 2.3 More than 10 officers become capable of preparing and managing nation-wide forest resource database. 2.4 Workshops for the developed national level forest resource database are held and 70% of participants consider the workshops useful. 3.1 The basic design of appropriate forest resource monitoring system is prepared in written format. 3.2 The past change of national forest carbon stock is estimated. 3.3 Preliminary reference emission levels for REDD+ are developed.</p>	<p>1.1 Developed Nation-wide forest base map 1.2 Prepared manuals and workflow design documents 1.3 Examination of trained staff 1.4 Questionnaires to the workshop participants 2.1 Developed GIS-based database 2.2 Prepared manuals and database design documents 2.3 Examination of trained staff 2.4 Questionnaires to the workshop participants 3.1 Project reports 3.2 Project reports 3.3 Project reports</p>	<p>- There is no significant organizational change in PNGFA affecting implementation of the Project.</p>	
<p>Activities: 1.1 Capture and analyze current condition of remote sensing utilization in forest sector. 1.2 Prepare a basic design of remote sensing analysis based on the result of 1.1. 1.3 Conduct preliminary analysis of remote sensing data. 1.4 Conduct on-site checking of the result of the preliminary analysis. 1.5 Conduct secondary analysis of remote sensing data using the result of on-site checking. 1.6 Develop nation-wide forest base map. 1.7 Train related institutions/personnel for above 1.2 to 1.6 activities. 2.1 Capture and analyze currently available data on nation-wide forest resources. 2.2 Prepare a basic design of national level forest resource database based on the result of 1.2 and 2.1. 2.3 Develop the national level forest resource database linked with the forest base map and ground survey data. 2.4 Train related institutions/personnel for above 2.2 to 2.3 activities. 3.1 Participate in national multispectral working groups for addressing climate change including REDD+ working group to promote communication and collaboration with relevant public and private organizations. 3.2 Liaise with the Office of Climate Change and Development (OCCD) to ensure the project activities are implemented in line with national policies and strategies. 3.3 Prepare a basic design of the forest resource monitoring system. 3.4 Estimate the past change of forest carbon stock by analyzing the developed national forest resource database. 3.5 Develop preliminary reference emission levels for REDD+, based on the estimated past change in forest carbon stock.</p>	<p style="text-align: center;">Input:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><u>Japanese Side</u></p> <p><u>Experts</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Chief Advisor/ Forest Management - Project Coordinator - Remote sensing Expert - Forest GIS / Database Expert - Biomass Survey Expert - Other experts necessary for the implementation of the Project <p><u>Machinery and Equipment</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Vehicle: 1 unit - Equipment for training and survey; - Office equipment and stationeries; - Other materials necessary for the implementation of the Project <p><u>Training of Papua New Guinean personnel in Japan/PNG</u></p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><u>Papua New Guinean Side</u></p> <p><u>Counterparts & Administrative personnel</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Project Director - Deputy Project Director - Project Managers - Deputy Project Manager - Technical staff - Administrative personnel (Secretary, Drivers, Other supporting staff) <p><u>Land, Buildings and Facilities</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Office spaces and facilities within Forest Policy and Planning Directorate, PNGFA HQ, Port Moresby for the implementation of the project; - Electricity, air conditioning, water supply and necessary telecommunication facilities including telephone, facsimile and internet services; and - Other facilities necessary for the implementation of the Project <p><u>Administration and operational costs</u></p> </td> </tr> </table>	<p style="text-align: center;"><u>Japanese Side</u></p> <p><u>Experts</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Chief Advisor/ Forest Management - Project Coordinator - Remote sensing Expert - Forest GIS / Database Expert - Biomass Survey Expert - Other experts necessary for the implementation of the Project <p><u>Machinery and Equipment</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Vehicle: 1 unit - Equipment for training and survey; - Office equipment and stationeries; - Other materials necessary for the implementation of the Project <p><u>Training of Papua New Guinean personnel in Japan/PNG</u></p>	<p style="text-align: center;"><u>Papua New Guinean Side</u></p> <p><u>Counterparts & Administrative personnel</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Project Director - Deputy Project Director - Project Managers - Deputy Project Manager - Technical staff - Administrative personnel (Secretary, Drivers, Other supporting staff) <p><u>Land, Buildings and Facilities</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Office spaces and facilities within Forest Policy and Planning Directorate, PNGFA HQ, Port Moresby for the implementation of the project; - Electricity, air conditioning, water supply and necessary telecommunication facilities including telephone, facsimile and internet services; and - Other facilities necessary for the implementation of the Project <p><u>Administration and operational costs</u></p>	<p>- Commitment by Papua New Guinean government and cooperation by authorities concerned are maintained. - Counterparts are not transferred to other departments and/or agencies. - Papua New Guinean government budget for PNGFA is maintained at least at the same level as present.</p> <p style="text-align: center;"><u>Pre-conditions</u></p> <p>- There is no particular change in government's policies on nature conservation and climate change.</p>
<p style="text-align: center;"><u>Japanese Side</u></p> <p><u>Experts</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Chief Advisor/ Forest Management - Project Coordinator - Remote sensing Expert - Forest GIS / Database Expert - Biomass Survey Expert - Other experts necessary for the implementation of the Project <p><u>Machinery and Equipment</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Vehicle: 1 unit - Equipment for training and survey; - Office equipment and stationeries; - Other materials necessary for the implementation of the Project <p><u>Training of Papua New Guinean personnel in Japan/PNG</u></p>	<p style="text-align: center;"><u>Papua New Guinean Side</u></p> <p><u>Counterparts & Administrative personnel</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Project Director - Deputy Project Director - Project Managers - Deputy Project Manager - Technical staff - Administrative personnel (Secretary, Drivers, Other supporting staff) <p><u>Land, Buildings and Facilities</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Office spaces and facilities within Forest Policy and Planning Directorate, PNGFA HQ, Port Moresby for the implementation of the project; - Electricity, air conditioning, water supply and necessary telecommunication facilities including telephone, facsimile and internet services; and - Other facilities necessary for the implementation of the Project <p><u>Administration and operational costs</u></p>			

2.3 活動計画（Plan of Operation）

活動計画（PO）は、PDMの「活動」と「指標」、「目標値」と連動して作成されている。表 2-2 に PO を示す。

表 2-2 活動計画

As of November 26, 2010

Outputs	Activities	Year 1				Year 2				Year 3			
		1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
1 Nation-wide forest base map is improved by using remote sensing technology.	1.1 Capture and analyze current condition of remote sensing utilization in forest sector.	■											
	1.2 Prepare a basic design of remote sensing analysis based on the result of 1.1.		■										
	1.3 Conduct preliminary analysis of remote sensing data.			■	■								
	1.4 Conduct on-site checking of the result of the preliminary analysis.					■							
	1.5 Conduct secondary analysis of remote sensing data using the result of on-site checking.						■	■					
	1.6 Develop nation-wide forest base map.								■	■			
	1.7 Train related institutions/personnel for above 1.2 to 1.6 activities.				□	□	□	□	□	□	□	□	□
2 National level forest resource database is improved.	2.1 Capture and analyze currently available data on nation-wide forest resources.	■											
	2.2 Prepare a basic design of national level forest resource database based on the result of 1.2 and 2.1.		■										
	2.3 Develop the national level forest resource database linked with the forest base map and ground survey data.					■	■	■					
	2.4 Train related institutions/personnel for above 2.2 to 2.3 activities.				□	□	□	□	□	□	□	□	□
3 To address climate change, the monitoring system of forest resource including carbon stock is improved.	3.1 Participate in national multisectoral working groups for addressing climate change including REDD+ working group to promote communication and collaboration with relevant public and private organizations.	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨
	3.2 Liaise with the Office of Climate Change and Development (OCCD) to ensure the project activities are implemented in line with national policies and strategies.										▨	▨	▨
	3.3 Prepare a basic design of the forest resource monitoring system.			■	■	■	■	■	■				
	3.4 Estimate the past change of forest carbon stock by analyzing the developed national forest resource database.									■	■		
	3.5 Develop preliminary Reference Emission Levels for REDD+, based on the estimated past change in forest carbon stock.											■	■

Legends

- Activities that must take place at a given time
- Occasional activities
- Activities that will be continued over the given time, but in low intensity

第3章 プロジェクトの活動成果

3.1 成果の達成状況

2014年3月5日から6日にかけて開催された本プロジェクトの最終成果報告 Workshop において、C/P のプロジェクトマネージャーおよび長期専門家より、プロジェクト目標とそれに対応する成果の評価・達成状況が報告された。その評価および成果の達成状況を表 3-1 に示す。

表 3-1 プロジェクト目標および成果の達成状況

プロジェクト目標	指 標	評 価
気候変動対策に資するため、PNG 関係機関における炭素蓄積量を含む森林資源モニタリングの実施能力が強化される。	炭素蓄積量を含む森林資源の全国的なモニタリングが実施されるとともに、改良された GIS データベースが関係機関との協力の下で適切に管理される。	成果 1 および成果 2 が達成され、成果 3 も概ね達成されたことから、本プロジェクトの目標も達成された。
成 果	指 標	評 価
アウトプット 1 リモートセンシング技術の活用により、全国の森林被覆図が改良される	<p>【指標 1】 リモートセンシングデータを用いて全国の森林被覆図が作成される。</p> <p>【指標 2】 森林被覆図を準備・利用・管理するためのマニュアルとワークフロードキュメントが作成される。</p> <p>【指標 3】 10 名以上の担当官が全国森林被覆図の準備・管理をできるようになる。</p> <p>【指標 4】 作成された全国森林被覆図についてのワークショップが開催され、7 割の参加者がこのワークショップを有用であるとする。</p>	<p>【指標 1】 全国森林被覆図 Version 1 が作成された。(ただし、さらなる改良が必要である。)</p> <p>【指標 2】 衛星画像判読カード、衛星画像分類マニュアル、GIS/GPS 利用マニュアルなどが作成された。</p> <p>【指標 3】 10 名の担当官が訓練を受け、うち 5 名は Leading Officer として重点的に訓練を受けた。</p> <p>【指標 4】 5 つの Area ごとの森林被覆図改善ワークショップを開催し、有用であると評価した。</p>




<p>アウトプット2 森林資源データベースが改良される</p>	<p>【指標1】 GIS ベースの全国森林資源データベースが作成される。</p> <p>【指標2】 森林資源データベースを準備・利用・管理するためのマニュアルとデータベースデザインドキュメントが作成される。</p> <p>【指標3】 10名以上の担当官が全国森林資源データベースの準備・管理をできるようになる。</p> <p>【指標4】 作成された全国森林データベースについてのワークショップが開催され、7割の参加者がこのワークショップを有用であるとする。</p>	<p>【指標1】 GIS ベースの全国森林資源データベースが作成された。</p> <p>【指標2】 森林目録処理システム FIPS、及び森林目録地図化システム FIMS のマニュアルが作成された。</p> <p>【指標3】 11名の担当官が訓練を受け、うち5名は作業担当者として重点的に訓練を受けた。</p> <p>【指標4】 2012年3月のWSでは10割の、2013年3月のWSでは9割の研修員がWSを有用であると評価した。</p>
<p>アウトプット3 気候変動対策に資するため、炭素蓄積量を含めた森林資源のモニタリングシステムが改良される</p>	<p>【指標1】 適切な森林資源モニタリングシステムの基本デザインが文書として作成される。</p> <p>【指標2】 過去の炭素蓄積量の変化が推計される。</p> <p>【指標3】 試行的な REDD+ の参照排出レベルが算出される。</p>	<p>【指標1】 現地における植生・状況調査のマニュアルなどが作成され、部分的に完了した。</p> <p>【指標2】 部分的に完了した。（特定地域のみで、全国ではない。）</p> <p>【指標3】 部分的に完了した。（特定地域のみで、全国ではない。）</p>

3.2 業務実施工程

上記 PO を踏まえた業務実施工程（第2フェーズ提案時に改訂）を表 3-2 に示す。また、業務従事者の従事实績（第1フェーズ）を表 3-3、業務従事者の従事計画（第2フェーズ）を表 3-4 に示す。

表 3-4 業務従事者の従事計画(第2フェーズ)

	担当業務	氏名	所属	格付	第二年次												人・月		
					2013						2014						合計		
					4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	現地	国内	自社
現地作業	総括/ リモートセンシング1	原口 正道	国際航業株式会社	3		5/25	6/8	7/6	7/20	9/7	9/21				1/11	2/1	3.5		
	リモートセンシング2 (SAR)	河合 雅己	国際航業株式会社	3		6/15	6/22				10/5	10/19				0.5			
	森林GIS/データ ベース1 (全体設計)	石井 邦宙	国際航業株式会社	3											3/1	3/8	0.27		
	データベース2 (詳細設計/運用・開発)	岡田 泰征	国際航業株式会社	3		6/1	6/15	7/6	7/20	9/7	9/21	11/16	11/30	1/25	2/8	2.73		0.03	
	森林基盤図整備/ グラントゥールス	梶原 領太	国際航業株式会社	4		6/15	6/29				11/16	11/30			2/22	3/1	1.5		
								7/6	7/20										
															8.50		0.03		
国内作業	総括/ リモートセンシング1	原口 正道	国際航業株式会社	3		□				□					□		0.75		
	リモートセンシング2 (SAR)	河合 雅己	国際航業株式会社	3															
	森林GIS/データ ベース1 (全体設計)	石井 邦宙	国際航業株式会社	3		□				□					□		0.75		
	データベース2 (詳細設計/運用・開発)	岡田 泰征	国際航業株式会社	3															
	森林基盤図整備/ グラントゥールス	梶原 領太	国際航業株式会社	4															
																1.5			
報告書等						△				△					△				
						IC/R					PG/R				F/R				
															現地	国内	自社		
															8.5	1.5	0.03		
															計				
															10.0				

凡例:  現地業務  国内業務  自社負担

3.3 現地業務費実績

現地業務費実績

年次毎の現地業務費の実績を表 3-5 に示す。

表 3-5 年次毎の現地業務費実績

第1フェーズ(平成 23 年 6 月から平成 25 年 3 月)

項 目	金 額 (円)
一般業務費（車両関連費、消耗品費、旅費・交通費、通信・運搬費）	3,421,000
機材購入費	1,638,000
ローカルコンサルタント契約	0
合計	5,059,000

第二年次(第2フェーズ)(平成 25 年 5 月から平成 26 年 3 月) (平成 26 年 2 月現在)

項 目	金 額 (円)
一般業務費（車両関連費、消耗品費、旅費・交通費、通信・運搬費）	3,585,000
機材購入費	0
ローカルコンサルタント契約	0
合計	3,585,000

ローカルコンサルタント契約の実績

本プロジェクトでは、ローカルコンサルタント契約は行わなかった。

再委託業務の成果

本プロジェクトでは、再委託は行わなかった。

3.4 業務実施フロー

業務実施のフローチャート（第2フェーズ提案時に改訂）を図3-1に示す。

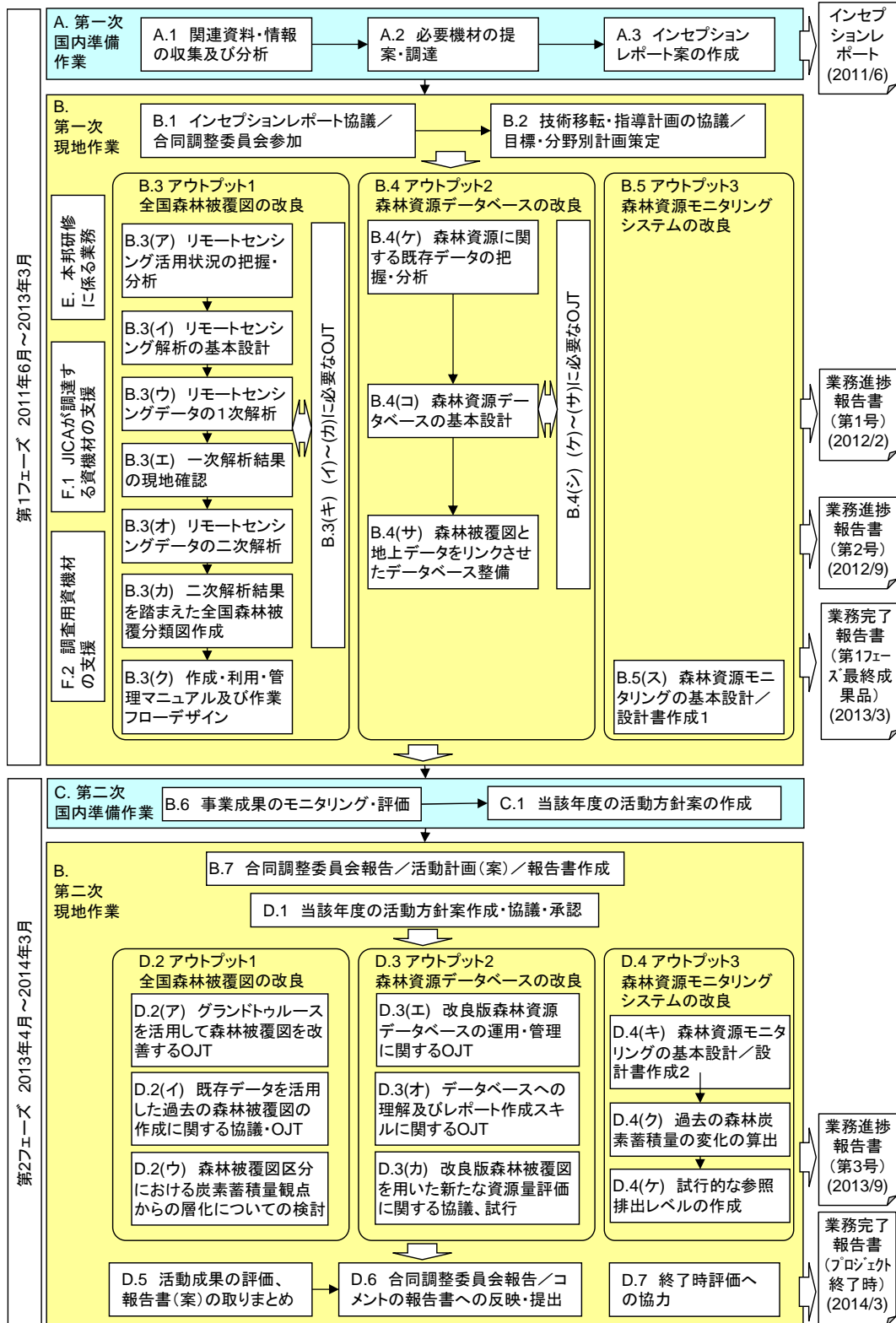


図3-1 業務実施のフロー(第2フェーズ提案時に改訂)

各業務実施項目の担当（第2フェーズ提案時に改訂）を表3-6に示す。

表 3-6 職務分担表(第2フェーズ提案時に改訂)

作業内容	担当業務名 担当者名	総括/ リモートセンシング1	リモートセンシング2 (SAR)	森林GIS/データ ベース1(全体設計)	データベース2(詳細 設計/運用・開発)	森林基盤図/ グランドトゥールズ
		原口 正道	河合 雅己	石井 邦宙	岡田 泰征	梶原 領太
A. 第一次国内作業						
A.1 関連資料・情報の収集及び分析		◎	○	○	○	
A.2 必要機材の提案・調達		◎				
A.3 インセプションレポート案の作成		◎	○	○	○	
B. 第1次現地調査						
B.1 インセプションレポート協議/合同調整委員会参加		◎	○	○	○	
B.2 技術移転・指導計画の協議/目標・分野別計画策定		◎	○	○	○	
B.3 全国森林被覆図の改良1		◎	○			
(ア) リモートセンシング活用状況の把握・分析		◎	○			
(イ) リモートセンシング解析の基本設計		◎				
(ウ) リモートセンシングデータの一次解析			◎			
(エ) 一次解析結果の現地確認			◎			
(オ) リモートセンシングデータの二次解析			◎			
(カ) 二次解析結果を踏まえた全国森林被覆分類図作成			◎			
(キ) (イ)~(カ)に必要なOJT		◎	○			
(ク) 作成・利用・管理マニュアル及び作業フローデザイン		◎				
B.4 森林資源データベースの改良1				◎	○	
(ケ) 森林資源に関する既存データの把握・分析				◎	○	
(コ) 森林資源データベースの基本設計				◎	○	
(サ) 森林被覆図と地上データをリンクさせたデータベース整備					◎	
(シ) (ケ)~(サ)に必要なOJT				◎	○	
B.5 森林資源モニタリングシステムの改良1		◎		○		
(ス) 森林資源モニタリングの基本設計/設計書作成1		◎		○		
C. 第二次国内作業						
B.6 事業成果のモニタリング・評価		◎		○		
C.1 当該年度の活動方針案の作成		◎	○	○	○	○
D. 第二次現地調査						
B.7 合同調整委員会報告/活動計画(案)/報告書作成		◎		○		
D.1 当該年度の活動方針案作成・協議・承認		◎		○		
D.2 全国森林被覆図の改良2		◎	○			○
(ア) グランドトゥールズを活用して森林被覆図を改善するOJT		◎	○			○
(イ) 既存データを活用した過去の森林被覆図の作成に関する協議・OJT		◎	○			○
(ウ) 森林被覆図区分における炭素蓄積量観点からの層化についての検討		◎	○			○
D.3 森林資源データベースの改良2				○	◎	
(エ) 改良版森林資源データベースの運用・管理に関するOJT				○	◎	
(オ) データベースへの理解及びレポート作成スキルに関するOJT				○	◎	
(カ) 改良版森林被覆図を用いた新たな資源量評価に関する協議、試行				○	◎	
D.4 森林資源モニタリングシステムの改良2		◎				○
(キ) 森林資源モニタリングの基本設計/設計書作成2		◎		○		○
(ク) 過去の森林炭素蓄積量の変化の算出		◎				○
(ケ) 試行的な参照排出レベルの作成		◎				○
D.5 活動成果の評価、報告書(案)の取りまとめ		◎	○	○		○
D.6 合同調整委員会報告/コメントの報告書への反映・提出		◎	○	○		○
D.7 終了時評価への協力		◎	○	○	○	○
E. 本邦研修に係る業務						
E.1 研修業務の支援		◎	○			
F. 資機材調達等に係る業務						
F.1 JICAが調達する資機材の支援		◎				
F.2 調査用資機材の支援		◎				

3.5 成果 1に係る活動

アウトプット 1：リモートセンシング技術の活用により、全国の森林被覆図が改良される

<第 1 フェーズ：2011 年 6 月～2013 年 3 月>

3.5.1 リモートセンシング活用状況の把握・分析

第 1 回現地調査（2011 年 6 月 25 日から 7 月 9 日）において、リモートセンシングの現状把握のヒアリングおよび打合せを実施した。

(a) FIMS/FIPS におけるリモセンデータの現状把握

FIMS の作成に用いられた航空写真は 1970 年代に撮影されたもので、空間分解能は高いがアナログ時代であったため、森林分布と森林区分は小縮尺でデジタイザボードにより作業された。そのため、現状の森林分布と森林区分の不一致が起きたり、位置ずれが発生したりしていた。そのような問題を解決するために、現状の FIMS および FIPS に関するヒアリングを実施した。

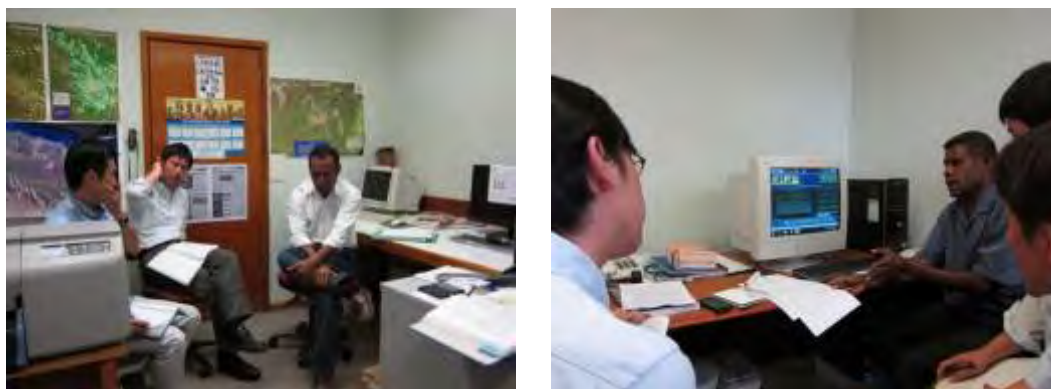


図 3-2 FIMS(左)および FIPS(右)に関するヒアリングの様子

また、下記の資料についても入手して、現状を把握するための一助とした。

- Forest Resource Vegetation Mapping of Papua New Guinea
- Papua New Guinea Resource Information System (PNGRIS) Handbook 3rd
- FIM Forest Inventory and Mapping System User Guide

(b) REDD+への要求事項の把握

2014 年 3 月までに本プロジェクトで作成される森林基盤図が、REDD+にどのように関係するのかを把握するために、FIMS と FIPS、衛星画像との関連を整理した。REDD+への要求事項を C/P と議論し

て、図 3-3 のようにとりまとめた。

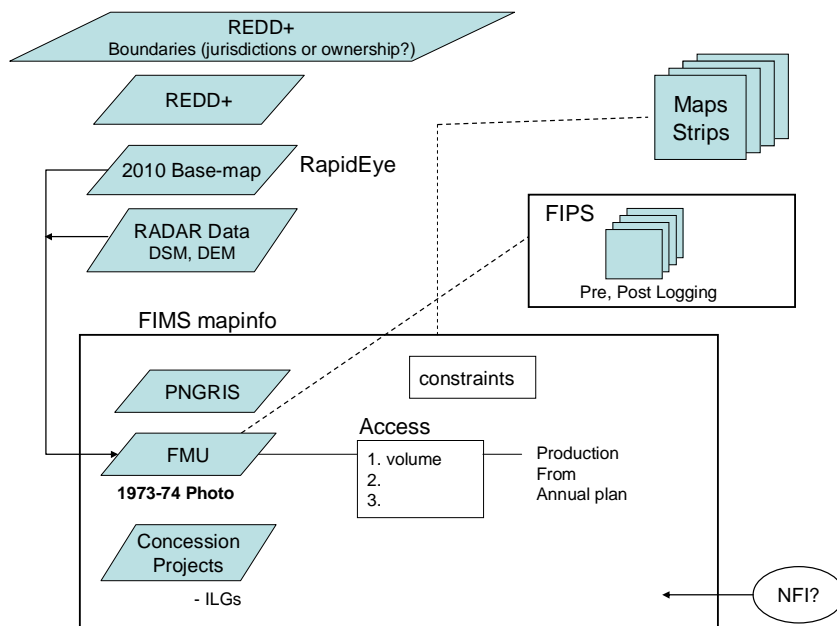


図 3-3 REDD+への要求事項の把握

(c) その他機関との協力について

本プロジェクトおよび無償資金協力において調達する衛星画像の共有範囲を検討するための打合せを実施した。対象データは RapidEye（光学センサ）、PALSAR（レーダ）、GeoSAR（航空機 SAR）である。それぞれ、データの共有可能なライセンス数が異なるため、どの機関と共有するのかを C/P と議論した。表 3-7 は各衛星画像のプロダクトレベルと使用可能なライセンス数（機関数）である。

表 3-7 各衛星画像のプロダクトレベルとライセンス数

		Preliminary (5,000km ²)	G.A. (whole country)
RapidEye	1:Raw data	1 ^{*1}	5
	2: Processed/Analysis (Raster)	1	5
	3: Processed/Analysis (Vector)	no limit	no limit

*1 Can be increase later by additional payment

PALSAR	1:Raw data	1	1
	2: Processed/Analysis (Raster)	no limit	no limit
	3: Processed/Analysis (Vector)	no limit	no limit

GeoSAR (2011)	1:Raw data	depend on PNGFA	x *2
	2: Processed/Analysis (Raster)	depend on PNGFA	x
	3: Processed/Analysis (Vector)	depend on PNGFA	x

*2 But, 2006 data can be accessible (only mainland)

3.5.2 リモートセンシング解析の基本設計

第2回現地調査（2011年10月8日から10月22日）において、森林被覆図を作成するための基本設計に関するヒアリングおよび打合せを実施した。

(a) 分類項目の整理

まず始めに、FIMSに登録されている土地被覆分類コードを抽出して整理した。森林公社の業務に必要な分類コードを担当者に選択してもらうとともに、実際に衛星画像から分類可能なコードを検討した。整理に当たって本プロジェクトにおいて、衛星画像から分類する項目を表3-8のうち青字で記した17項目とした。

表 3-8 FIMS における分類コードと本プロジェクトで対象とする分類コード

IPCC GL-AFOLU	UPNG	Structural formation	Vegetation type	Condition	Code					
Forest lands		Forest	Low Altitude Forest on Planins and Fans	below 1000m	Pl	Large to medium crowned forest				
					Po	Open forest				
					Ps	Small crowned forest				
			Low Altitude Forest on Uplands	below 1000m	HI	Large crowned forest				
					Hm	Medium crowned forest				
					HmAr	Medium crowned forest with Araucaria common				
					Hmd	Medium crowned depauperate/ damaged forest				
					Hme	Medium crowned forest with an even canopy				
					Hs	Small crowned forest				
					Hse	Small crowned forest with an even canopy				
					HsAr	Small crowned forest with Araucaria common				
					HsCa	Small crowned forest with Castanopsis				
					HsCp	Small crowned forest with Casuarina papuana				
					HsN	Small crowned forest with Nothofagus				
					HsRt	Small crowned forest with Rhus taitensi				
					Lower Montane Forest	above 1000m	L	Small crowned forest		
							LAr	Small crowned forest with Araucaria common		
			LN	Small crowned forest with Nothofagus						
			Lc	Small crowned forest with conifers						
			Ls	Very small crowned fores						
			LsCp	Very small crowned forest with Casuarina papuana						
			Montane Forest	above 300m	Mo	Very small crowned forest				
			Dry Seasonal Forest		D	Dry evergreen forest				
			Litoral Forest		B	Mixed forest				
					BCe	Forest with Casuarina equisetifolia				
					BMI	Forest with Melaleuca leucadendron				
			Seral Forest		Fri	Riverine mixed successions				
					FriCg	Riverine successions with Casuarina grandis				
					FriK	Riverine successions with Eucalyptus deglupta				
					FriTb	Riverine successions with Terminalia brassii				
					Fv	Volcanic				
			Swamp Forest		Fsw	Mixed swamp forest				
					FswC	Swamp forest with Camptosperma				
					FswMI	Swamp forest with Melaleuca leucadendron				
					FswTb	Swamp forest with Terminalia brassii				
			Grassland		Woodland		W	Woodland		
							Wri	Riverine successions dominated by woodland		
							WriCg	Riverine successions with Casuarina grandis woodland		
							Wv	Volcanic successions dominated by woodland		
							Wsw	Swamp woodland		
							WswMI	Swamp woodland with Melaleuca leucadendron		
							Savanna		Sa	Savanna
									Saf	Savanna with galley forest
									SaMI	Savanna with Melaleuca leucadendron
									Scrub	
					ScBc	Scrub with Melaleuca leucadendron				
					Grassland and Herbland				Scv	Volcanic successions dominated by scrub
G	Grassland									
Ga	Alpine grassland									
Gi	Subalpine grassland									
Gf	Grassland with some forest									
Gr	Grassland reverting to forest									
Grf	Grassland reverting to forest with some forest									
Gsw	Swamp grassland									
Gri	Riverine successions dominated by grass									
Gv	Volcanic successions dominated by grass									
Forest		Estuarine Communities				M	Mangrove			
Cropland		Other Non-vegetation and areas dominated by land use				O	PNGRIS agricultural land use intensity classes 0-4			
Wetlands						E	Lakes and large rivers			
Other Land						Z	Bare areas			
Settlements						U	Larger urban centres			

(b) 分類項目の特徴の把握

現存する植生タイプについて、光学センサ画像（RapidEye）やレーダセンサ画像（PALSAR）でどのように見えるのかを比較した。比較に際しては既存の GIS データを衛星画像と重ねあわせ、どのような項目（形状、色、大きさ、パターン、影など）がどのように判読できるのかを確認して、表 3-9 に整理した。



図 3-4 分類項目の検討

表 3-9 光学センサ(RapidEye)から判読できる各分類項目の特徴

Structural formation	Vegetation type	Shape (Crown)	Color	Shape	Size	Pattern	Texture	Shade	Circumstance	Tree picture
Forest	Low Altitude Forest on Plains and Fans "P" (<1,000m)		Mixed			Relatively regular Scattered crown	Relatively regular, fine in Natural (RGB 4:5:2) Image of RapidEye		Along coast, flat topography, lower elevation (<50-100) than H	
	Low Altitude Forest on Uplands "H" (<1,000m)					vary	vary in RapidEye in Natural Image (RGB 4:5:2) of RapidEye		Upland, hilly/ aspects/ slope, higher elevation (>50-100) than P, Mountain range	
	Lower Montane Forest (>1,000m) "L"		(Dark when Intact, lighter after disturbance)			Relatively regular,	(Dense, thick, undulating canopy) (RGB452)		(1,000 m demarcation is not very visible) (Inaccessible areas)	
	Montane Forest "Mo" (>3,000m)									
	Dry Seasonal Forest "D"									
Structural formation	Vegetation type	Shape (Crown)	Color	Shape	Size	Pattern	Texture	Shade	Circumstance	Tree picture
Forest	Littoral Forest "B"			sparsely, patchily scattered Crown Open canopy	Medium	Regular crowns	Relatively regular, fine in Natural		Sign of settlement and gardening Often within 150-200m from coast line	
	Seral Forest (River line) "Fri"		Lighter green		Vary in small area	Mixed	Mixed		Along river (can be mixed with gardening)	
	Swamp Forest "Fsw"									
Woodland "W"										
Savanna "Sa"										
Scrub "Sc"										
Grassland and Herbland "G"	Grassland		Reddish brown (RGB452)	NA	NA	NA	Matt		Sign of settlement and gardening and areas Often contains burnt patches	
Structural formation	Vegetation type	Shape (Crown)	Color	Shape	Size	Pattern	Texture	Shade	Circumstance	Tree picture
Estuarine Communities	Mangrove		Medium green in RapidEye optical image (RGB452) Visible from PALSAR				Rough, uneven		Often within 150-200m from coast line Along the river (can be associated with littoral forest)	
Other Non-vegetation and areas dominated by land use	PNGRIS agricultural land use intensity classes 0-4				Oil palm: Small, fine	Oil palm: Very regular,	Oil palm: smooth	Oil palm: None	Oil palm: Along road, flat	
	Lakes and large rivers		Purple, blue						(Sea surface looks similar)	
	Bare areas		Light brown							
	Road system		Clearly visible in RGB5:4:2							
	Larger urban centres									

また、表 3-9 の特徴を参考に、実際に光学センサ画像 (RapidEye) から判読により森林区分が可能かどうかを検討した。



図 3-5 実際に判読した結果(オレンジ色のマーカー線が判読による境界線)

3.5.3 リモートセンシングデータの一次解析

(a) リモートセンシング解析に向けた基本知識の強化

リモートセンシングデータの解析に先立ち、JICA-NET を用いた研修および本邦研修を実施した。JICA-NET とは、RS/GIS 解析の自習用のテキストである。本邦研修には、森林公社から Constin 氏（課長）と Perry 氏（上級地図製作技師）が来日して参加した。

本邦研修の目的は、REDD+の概論とリモートセンシング／GIS の基礎を習得することである。研修前半においては、日本の REDD+関連の事例紹介を通じて、今後の活動の全体像のイメージを掴むことが目標である。研修後半では、PNG の衛星画像を実際に使用しながら、リモセンによる森林分類の実習を行うことで、今後のプロジェクト推進に必要とされる基礎情報の整理を行うことが目標である。本邦研修のスケジュールを表 3-10 に示す。

表 3-10 本邦研修のスケジュール

Week 1 (12th – 16th September)				
12 th September	13 th September	14 th September	15 th September	16 th September
Orientation	Lecture and Discussion	Lecture and Discussion	Facility Tour	Orientation
<ul style="list-style-type: none"> •Orientation at JICA Tokyo. •Courtesy call for JICA headquarter and Forestry Agency. <ul style="list-style-type: none"> •Introduction of JICA's REDD+ projects in other countries. 	<ul style="list-style-type: none"> •JAFTA: Design for forest resource monitoring investigation. •ERSDAC: Japan's satellite data. 	<ul style="list-style-type: none"> •FFPRI: Projection of warming impacts and evaluation of carbon sink. •FFPRI: Global warming impacts and evaluation of carbon sink. 	<ul style="list-style-type: none"> •Visit to the Geospatial Information Authority of Japan. •Visit to University of Tsukuba. 	<ul style="list-style-type: none"> •Company introduction •KKC Facility tour •Overview of Remote sensing and GIS training.

Week 2 (19th – 23rd September)				
19 th September	20 th September	21 st September	22 nd September	23 rd September
Holiday (Aged People's Day)	Facility Tour and Lecture	Lecture and Discussion	Lecture and Assessment	Holiday (Autumnal Equinox Day)
<ul style="list-style-type: none"> •Visit to Asakusa and Akihabara. 	<ul style="list-style-type: none"> •JAXA: Visit to JAXA space center. •JAXA EORC: Introduction of case examples of SAR in forestry. 	<ul style="list-style-type: none"> •Basic training about Remote Sensing and GIS using PNG satellite data. •Discussions about local forest cover classifications. •Creation of interpretation cards (Google Earth vs. RapidEye). 	<ul style="list-style-type: none"> •Lecture about GIS and database of PNG forest. •Basic training and discussions about specifications. •JICA Tokyo: Assessment meeting. (Constin) 	<ul style="list-style-type: none"> •Excursion of downtown Tokyo.

表 3-10 本邦研修のスケジュール(続き)

Week 3 (26th – 30th September)				
26 th September	27 th September	28 th September	29 th September	30 th September
OJT: RapidEye Processing	OJT: RapidEye Processing	OJT: PALSAR Processing	OJT: PALSAR Processing	Summary and Discussion
<ul style="list-style-type: none"> •Introduction of Remote Sensing softwares. •Geometric correction. •Mosaic RapidEye images. 	<ul style="list-style-type: none"> •Atmospheric correction. •Introduction of Object-base classification. •Explain of function of ERDAS IMAGINE for optical images. 	<ul style="list-style-type: none"> • Applications of PALSAR data. • How to search PALSAR data using ERSDAC GDS website. • Introduction of GeoSAR data (difference between P-band and X-band). 	<ul style="list-style-type: none"> • Processing of PALSAR data. • Comparison between HH and HV polarization. • Comparison between PALSAR images in 2007,2010. 	<ul style="list-style-type: none"> •Comparison between RapidEye and PALSAR image. •Follow-up to this week training.

Week 4 (3rd – 7th October)				
3 rd October	4 th October	5 th October	6 th October	7 th October
Manual Development	Manual Development	OJT : Arc GIS training	Report Development Summary and Discussion	Seminar and Assessment
<ul style="list-style-type: none"> •Development of simple operation manual (optical). •Follow-up discussions. 	<ul style="list-style-type: none"> •Development of simple operation manual (radar). •Follow-up discussions. 	<ul style="list-style-type: none"> •Introduction of ArcGIS. 	<ul style="list-style-type: none"> •Development of evaluation report about the training. •Review of the training. •Discussion about the future plan. 	<ul style="list-style-type: none"> •Participation to Viet Nam REDD+ seminar. •JICA Tokyo: Assessment meeting. (Perry)

本邦研修前半に訪問した機関と講義内容は以下のとおりである。

- ・ JICA 本部（他国における JICA の REDD+プロジェクト）
- ・ 林野庁（日本の森林の紹介、森林資源 DB 室の視察）
- ・ 日本林業技術協会（森林資源モニタリング調査の設計）
- ・ 資源・環境観測解析センター（日本の衛星データについて）
- ・ 森林総合研究所（温暖化影響予測と二酸化炭素吸収源の評価等）
- ・ 国土地理院（地図と測量の科学館見学）
- ・ 宇宙航空研究開発機構（合成開口レーダによる森林解析事例）

図 3-6 に講義の様子を示す。



図 3-6 森林総合研究所での講義の様子

本邦研修後半は、OJT による衛星画像解析の実習を中心とした。衛星画像解析ソフトウェアは、環境プログラム無償で調達が予定されていた ERDAS Imagine を使用した。画像解析の基本機能を学習した後に、先行解析エリアである Milne Bay の Rapid Eye 画像および PALSAR 画像を使用して、それぞれの画像の違いや解析方法の違いを学習した。

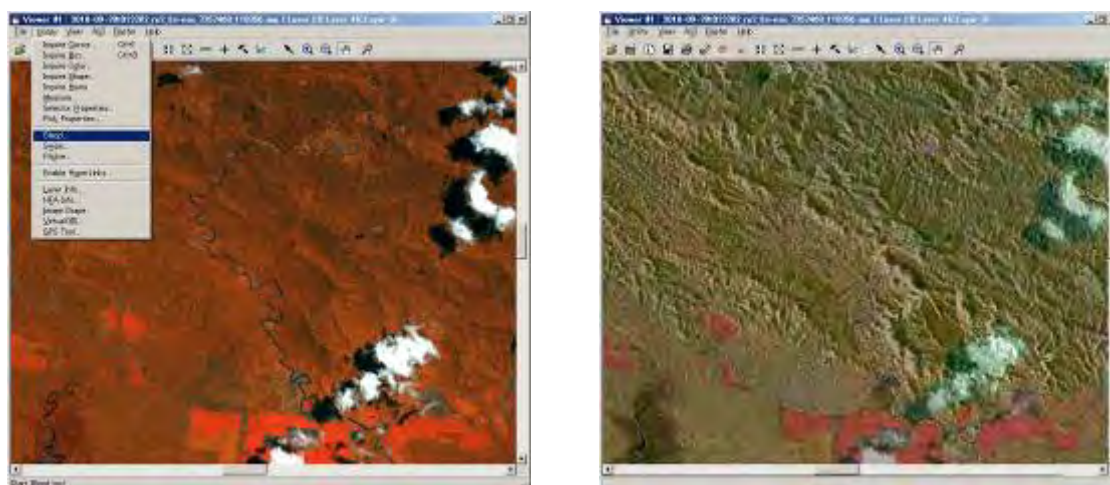


図 3-7 光学センサ(左)と光学・レーダ画像の透過処理による特徴比較(右)

研修の最後に、光学センサ、レーダセンサ、航空機 SAR データそれぞれのアプリケーションと利用の際のデメリットについて、表 3-11 のようにまとめられた。

表 3-11 リモセン画像のアプリケーションと利用の際のデメリット

RapidEye	PALSAR	GeoSAR
Applications Forest/Vegetation Types Plantation Land-use Roads Rivers Settlements Natural/Man-made disaster	Applications Forest/Vegetation Change detection Geological structure Natural/man-made disaster Plantations	Applications Forest cover detection Tree height
Demerits Cloud cover Expensive	Demerits Difficult to interpret/understand	Demerits More expensive One time observation Limited area of observation (Cannot cover whole of PNG)

本邦研修の成果は、画像解析マニュアルとしてとりまとめられた。また、研修者の帰国後には森林公社にて研修報告会が行われた。発表資料は参加者自身で作成された。発表では多少間違いも見受けられたが、本邦研修の内容をおおむね理解できていることが確認された。

研修報告会の様子を図 3-8 に示す。

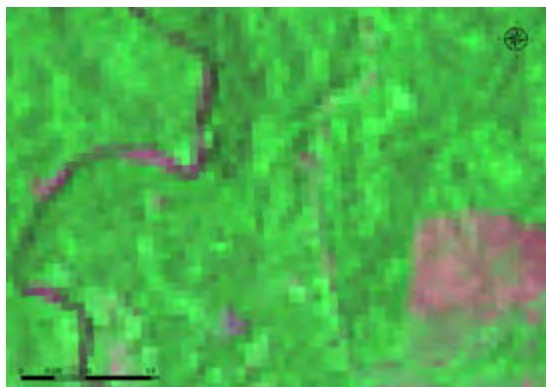


図 3-8 研修報告会の様子

(b) リモートセンシング解析による成果イメージのデモ

環プロ無償で入手予定であった衛星画像（RapidEye, PALSAR）および標高データについて、一部の地域を事前に入手してリモートセンシングや GIS を用いてどのようなことができるか（成果）について、関係者がイメージを持てるようにデモンストレーションを行った。デモンストレーションには森林公社の総裁にも参加いただき、成果の中間報告も兼ねることとなった。

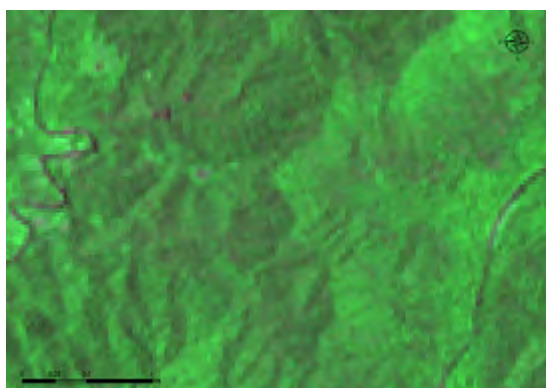
図 3-9 に衛星画像の分解能の違いによるモニタリング対象の判読性の検証についてまとめた。①と②を見比べると、LANDSAT の 30m クラスの分解能では森林公社がモニタしなければならないロギング道路や集積地を十分に確認することが難しいが、RapidEye の 5m クラスの分解能によると明瞭に判読できることを確認できる。次に③と④を見比べると、2010 年には画像中央に整備されているロギング道路が RapidEye では十分に判読できることが確認できる。



①2000 年 LANDSAT (30m 分解能)



②2010 年 RapidEye (5m 分解能)



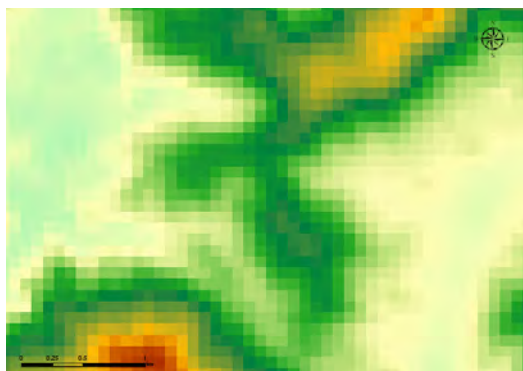
③2000 年 LANDSAT (30m 分解能)



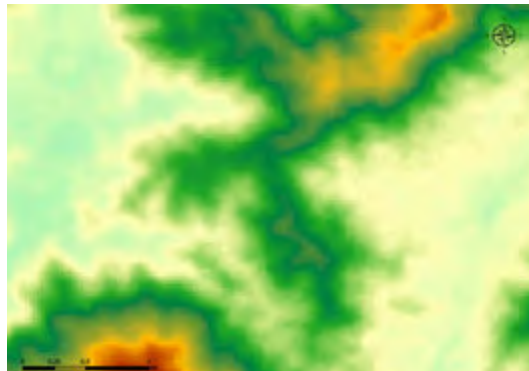
④2010 年 RapidEye (5m 分解能)

図 3-9 衛星画像の分解能の違いによるモニタリング対象の判読性の検証

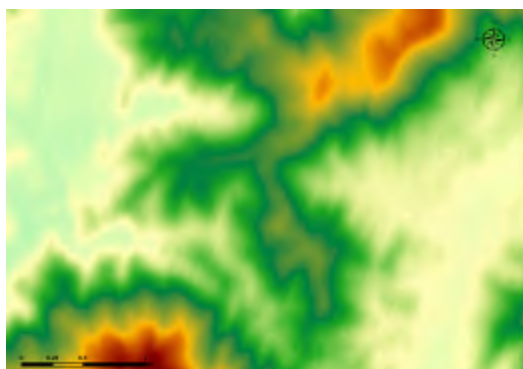
図 3-10 に標高データの分解能の違いと地形解析のデモについて纏めた。①は世界で標準的に使われている 90m 分解能の標高データだが、PNG はかなりの山岳国であるのでロギング道路やインベントリ調査の設計用途では十分でなく、30m 分解能の標高データは判読性は改善（②参照）するが、被雲率の高い PNG では安定的な品質を確保できないことが確認された。PNG の本島全土をカバーしている 5m 分解能の標高データ（③参照）は等高線の計算（④）や陰影分析（⑤）、傾斜分析（⑥）を行うのに十分な分解能を有しており、実際のロギング道路とよく整合している。



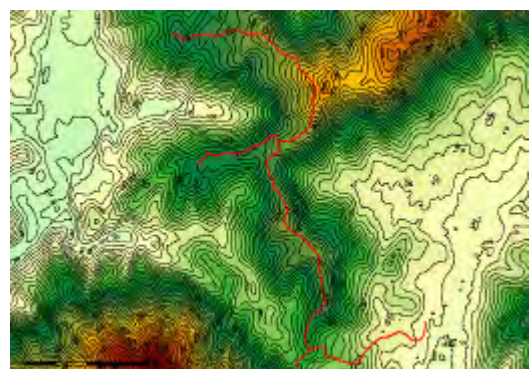
①標高データ(90m 分解能:SRTM)



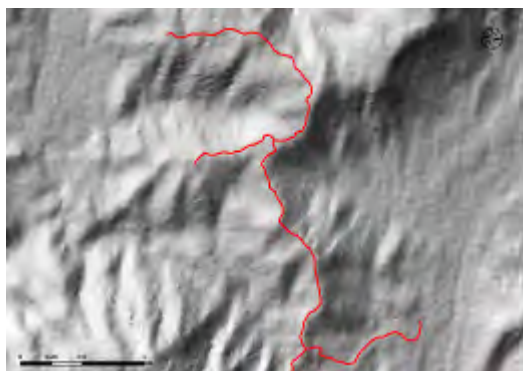
②標高データ(30m 分解能:ASTER GDEM)



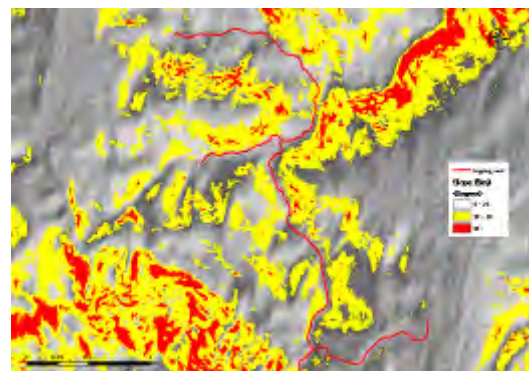
③標高データ(5m 分解能:GeoSAR サンプル)



④標高データ由来の等高線とロギング道路



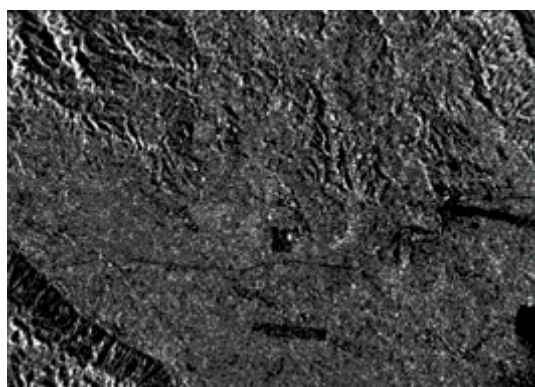
⑤標高データ由来の陰影図とロギング道路



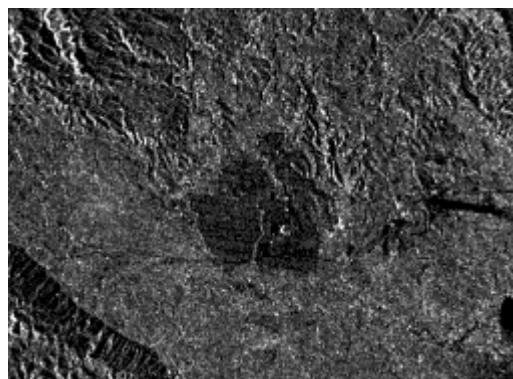
⑥標高データ由来の傾斜図とロギング道路

図 3-10 標高データの分解能の違いと地形解析のデモ

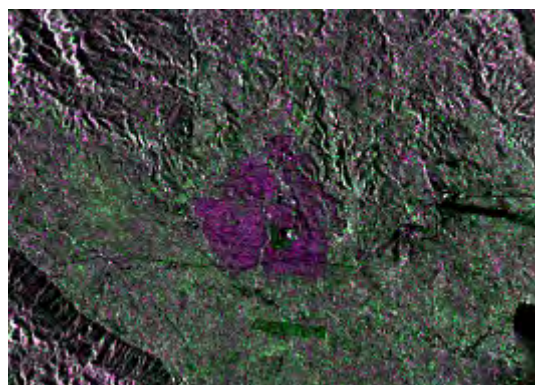
図 3-11 に PALSAR データによる変化抽出デモと光学画像 (RapidEye) との比較を纏めた。PALSAR データで森林減少箇所は暗く表示されるが、それを年度の異なるデータ (①と②) を単純に合成するだけで (③)、どの場所が森林減少が起こった可能性があるか確認できる (③で紫色に表示されている箇所)。ただし、減少箇所の土地利用の判定までは難しく、光学画像と組み合わせて利用することが効果的である (③と④の組み合わせ)。また、解析ソフトを用いた土地利用境界線の自動算出のデモも行った (単純な設定にて) (⑤と⑥)。



①2007年 PALSAR データ



②2010年 PALSAR データ



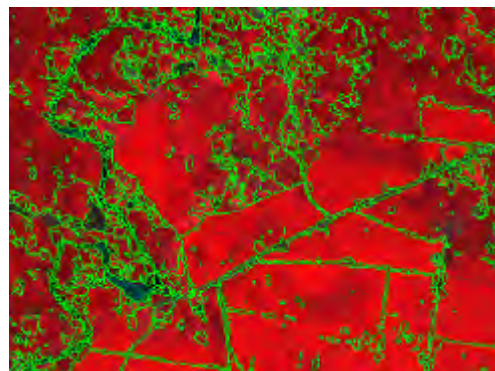
③2007年と2010年 PALSAR 色合成画像



④2010年 RapidEye 画像



⑤RapidEye (フォールスカラー表示)



⑥境界線の自動算出 (デモ)

図 3-11 PALSAR データによる変化抽出デモと光学画像 (RapidEye) との比較

3.5.4 一次解析結果の現地確認

(a) 地上からの森林観察

PNG の森林状況を把握するために、C/P とともに日帰りの現地調査を行った。図 3-12 の赤印で示す Brown River 周辺のガーデニング、プランテーション、天然広葉樹林を観察した。

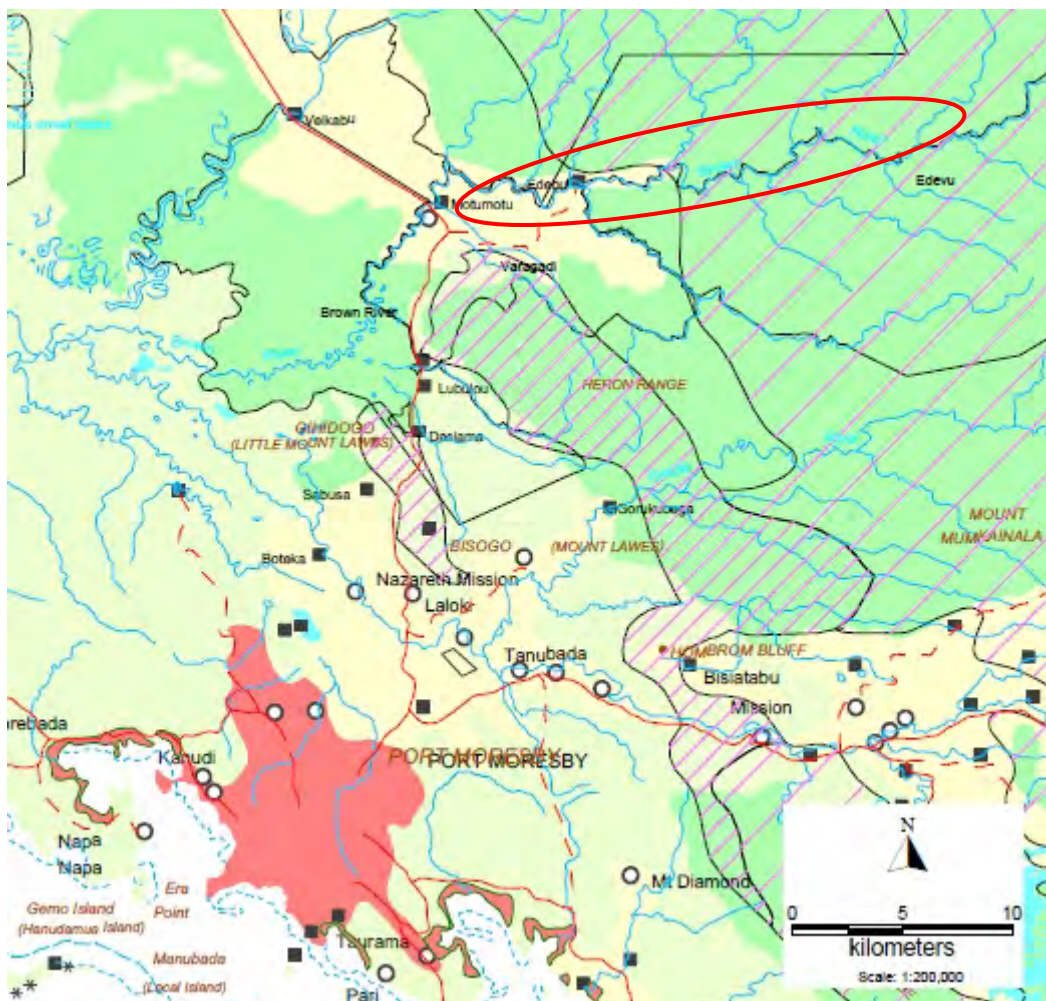


図 3-12 現地調査位置図

現地の森林の様子を図 3-13 に示す。



図 3-13 Brown River 沿いの森林の様子

(b) ヘリからの森林観察

PNG の森林状況をリモートセンシングで解析するにあたり、森林状況を上空から観察することで森林状況と衛星画像の対応関係や判読可能性を把握するために、C/P と長期専門家が企画したヘリコプター（Chopper）による森林視察調査に参加した。調査地域は C/P と長期専門家との相談の結果、標高の変化に富み、植生のバリエーションが豊富だが、地上調査が困難である Highland 地方 Mt. Hagen 周辺に設定された。図 3-14 にヘリ調査の飛行計画・経路および重点調査箇所を赤線および赤丸で示す。

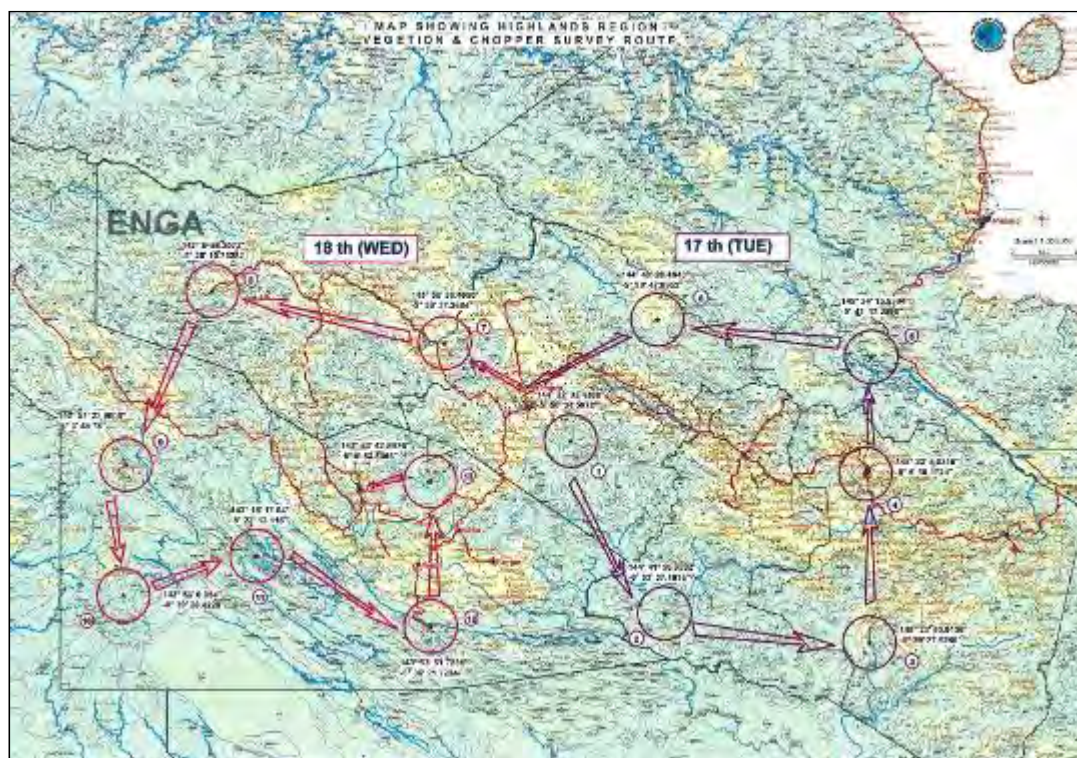


図 3-14 ヘリ調査の飛行計画・経路および重点調査箇所

実際に飛んだ飛行経路（赤線）と GPS カメラにて撮影した写真の位置と方角（黄色矢印）および地上移動経路（青線）を図 3-15 に示す。GPS 情報を持った写真（GeoTag 付写真）は環プロ無償で調

達予定であった ArcGIS を用いて撮影箇所と方角を効率的に表示する仕組みを C/P にデモを行った（当時この地域の衛星画像は調達されていなかったため、背景画像は 2000 年の LANDSAT である）。

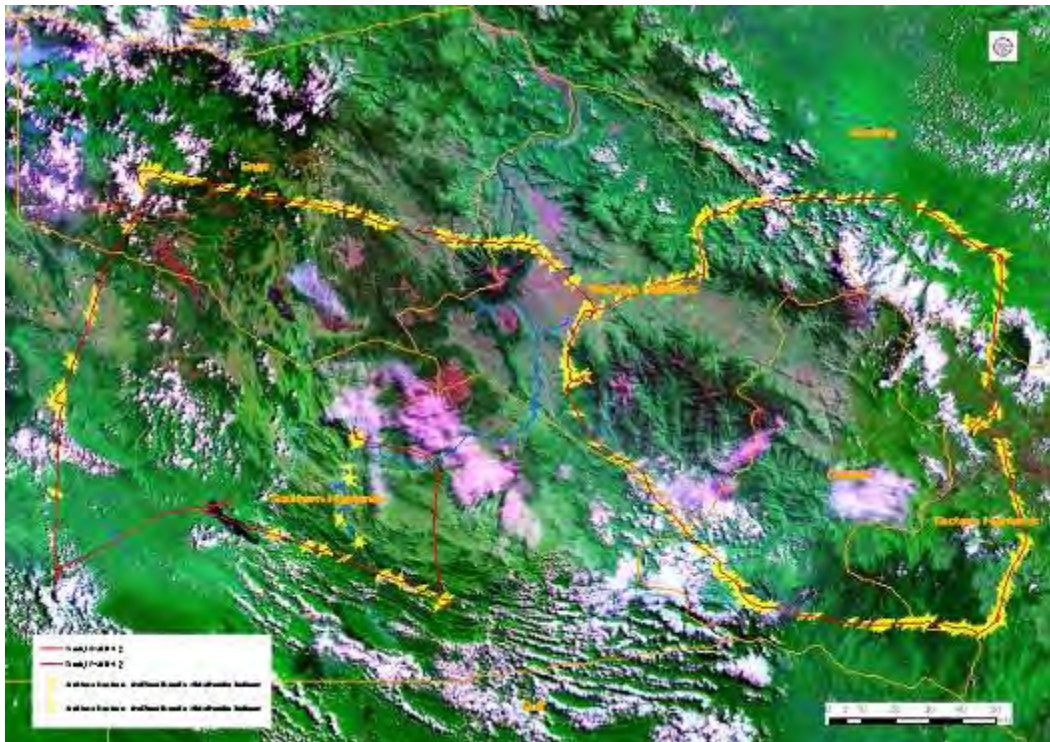
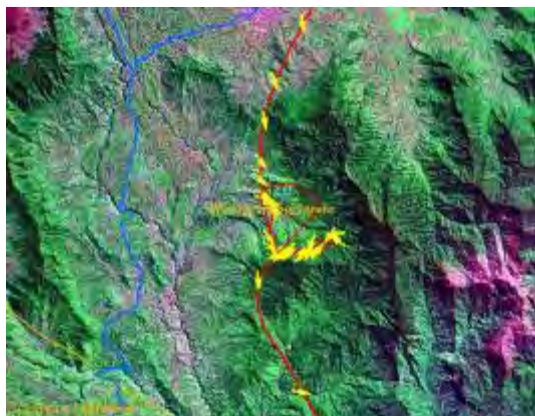


図 3-15 実際の飛行経路および GPS 付き写真撮影箇所

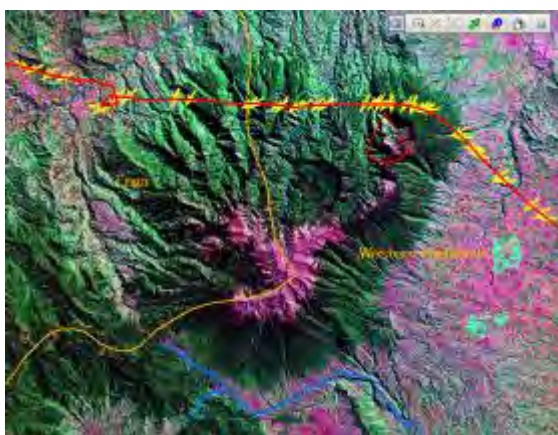
図 3-16 に GPS 付き写真撮影箇所のいくつかを拡大したものを示す。このように衛星画像と実際の写真をリンクさせることで、リモートセンシング解析のグランドトゥールズ（現地確認データ）として活用することができる。特に今回ヘリ調査を行った地域は地上からのアクセスが困難な箇所であり、今後進めていく分類作業のサンプルや分類結果の検証に向けて貴重なデータを取得できた。



撮影箇所と方角表示(赤い扇形)



天然林の植生・樹冠の状況



撮影箇所と方角表示(赤い扇形)



かなり急峻な山岳地



撮影箇所と方角表示(赤い扇形)



人工植林地

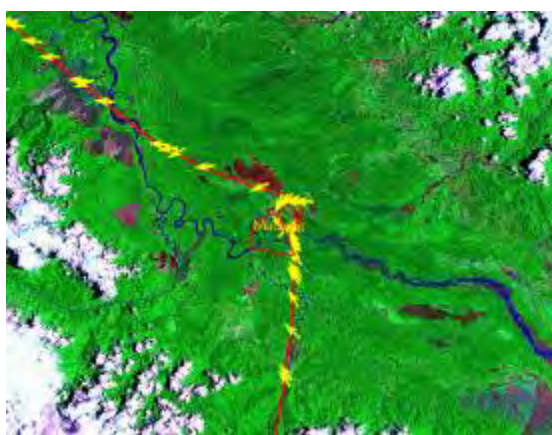
図 3-16 GPS 付き写真撮影箇所の拡大図と実際の写真



撮影箇所と方角表示(赤い扇形)



草地



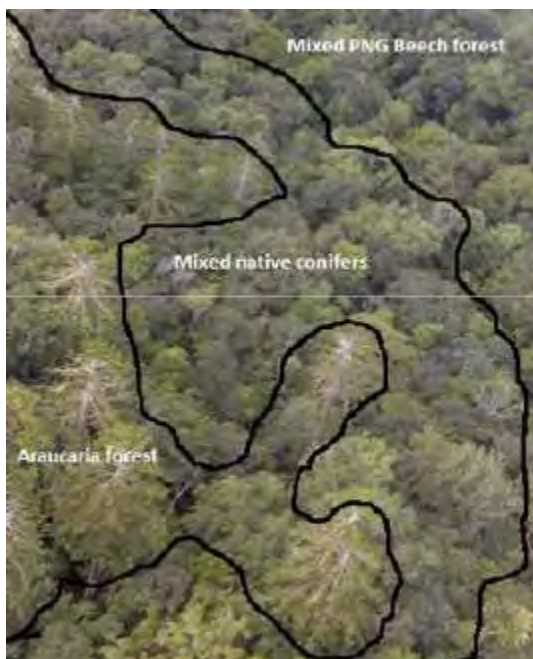
撮影箇所と方角表示(赤い扇形)



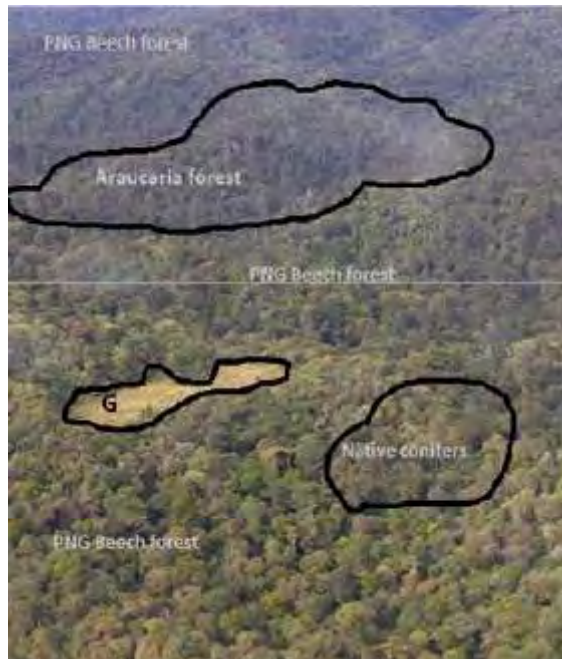
湿地林

図 3-16 GPS 付き写真撮影箇所の拡大図と実際の写真(続き)

また、植生に詳しい C/P にカメラ付 GPS で撮影した写真を植生判読してもらい、それぞれの特徴について纏めてもらった。図 3-17 に GPS 付き写真と植生判読のサンプルを示す。C/P の多くも、実際に上空から森林観察を行ったことは初めてであり、今後実際にリモートセンシング解析を行う上で重要となる衛星画像上での植生判読能力として貴重な経験となった。



Lc: Lower Montane Forest, small crowned forest with conifers, >2,400 m a.s.l



L: Lower Montane Forest, small crowned forest >1,400 m a.s.l

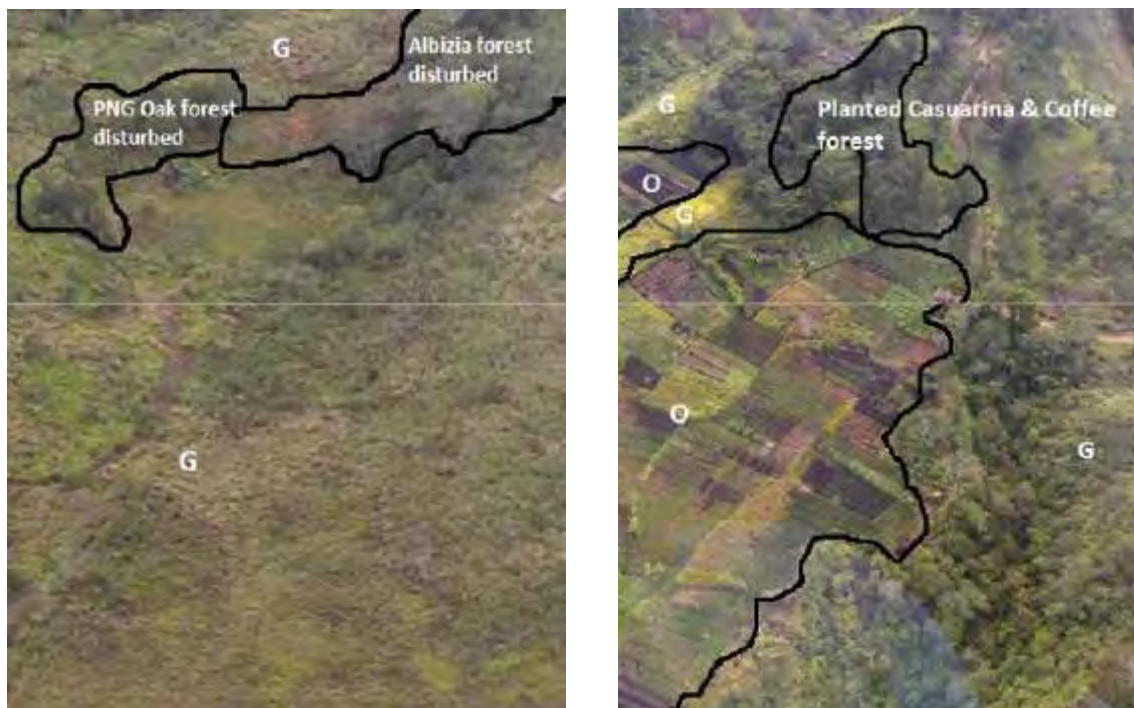


Hm: Low Altitude Forest on Uplands, <1,000m



Mo: Montane Forest, >3,000m a.s.l

図 3-17 GPS 付き写真と植生判読のサンプル



G: Grassland

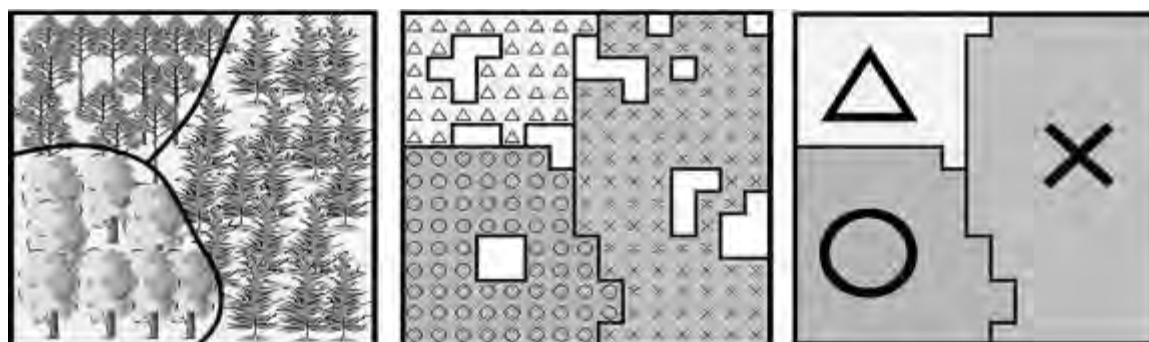
O: PNGRIS Agricultural land use intensity 0-4

図 3-17 GPS 付き写真と植生判読のサンプル(続き)

3.5.5 リモートセンシングデータの二次解析

(a) 森林分類フローチャートの検討

前述した本邦研修において、光学センサやレーダセンサ画像の特徴や、衛星画像解析ソフトウェアの使用方法を学習した。ここでは、実際に環プロ無償で調達された衛星画像を使用して、森林分類するための手法を検討した。森林分類には、オブジェクトベース分類が可能なソフトウェア（eCognition）を使用した。オブジェクトベース分類によって、画像の色調や形状を認識することで、衛星画像の画素単位でなく、森林の林班や林層単位でのまとまりを認識して森林分類することが可能である（図 3-18 参照）。



(a) 森林の状況

(b) 画素単位の分類

(c) オブジェクトベース分類

図 3-18 画素単位とオブジェクト単位による分類の違い(イメージ)

本プロジェクトにおいて、森林分類の項目は「表 3-8 FIMS における分類コードと本プロジェクトで対象とする分類コード」でとりまとめた 17 項目である。これらの項目について、カウンターパートに衛星画像を確認してもらい、どの衛星画像（バンド組合せおよび植生指数、標高データ）が森林分類に有効かを検討した。その結果を表 3-12 に示す。

表 3-12 の結果および eCognition の分類特徴から、森林分類に使用する入力画像として、衛星画像（5 バンド）、NDVI（植生指数）、DEM（標高データ）、Slope（斜面角度）、Watershed（流域界）とした。現時点では、PNG メインランドの樹高データは入手できていないため、樹高データの利用については、引き続き検討していくこととした。

これらの入力データを eCognition に使用して、それぞれの森林タイプについてどの入力データが分類に有効かを検討した。そして、分類に適用するしきい値を試行錯誤により決定した。eCognition による分類の様子を図 3-19 に、試行中の分類結果を図 3-20 に示す。

表 3-12 森林分類に有効な入カデータの検討結果

Classification Work Flow

No.	Vegetation or Forest Types	RS & GIS techniques Used to detect forest types									
		NDVI	Unsupervised Classification	PCA	True Imag	Red Edge Band	Watershed polygons	Contour lines	Slope	DEM	Tree Canopy height
Evergreen Broadleaf Forests											
1	Mangrove Forest	Good	Cannot	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
2	Litoral Forest	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
3	Swamp Forest	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
4	Seral Forest	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
5	Dry Seasonal Forest	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
6	Low Altitude Forests on Plains & Fans	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
7	Low Altitude Forests on Uplands	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
8	Lower Montane Forests	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
9	Mid Montane Forests	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
10	Montane Forests	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
Evergreen Mixed Conifer Forests											
11	Low Altitude Forest with Araucaria common	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
12	Lower Montane Forests with Araucaria common	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
13	Mid Montane Forests with Conifers	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
14	Montane Forests with Conifers	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
Other Wood Lands											
15	Woodland	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
16	Savanna	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
17	Scrub	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
18	Grassland & Herbland	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good
*	Bareland,waterbodies,clouds, shadows etc...	Good	Cannot	Cannot	Good	Good	Good	Not sure	Good	Good	Not sure
*	Watershed (catchment)	Good	Cannot	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
*	Degraded areas	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Not sure
*	Ridges & terrains	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
*	Young & matured forests	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
*	Canopy height	Cannot	Cannot	Cannot	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good

Key:

Broad detection	Orange
Good detection	Yellow
Cannot detect	Black
Not sure	Blue

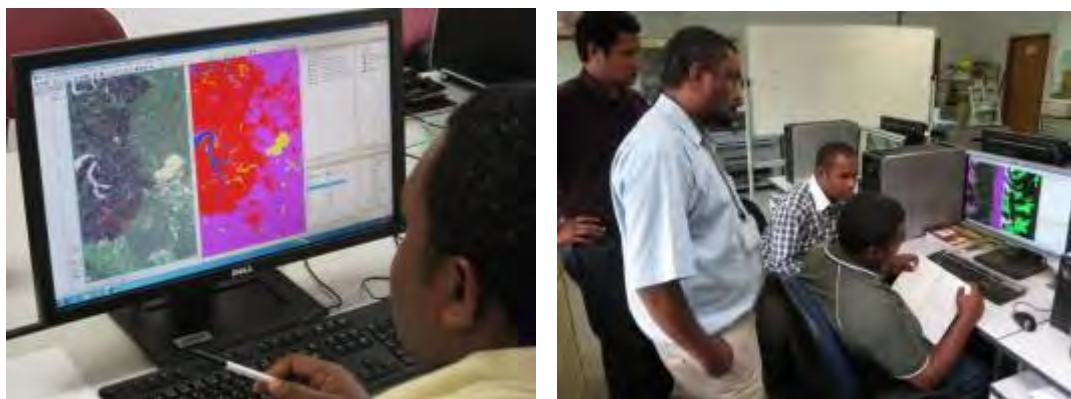
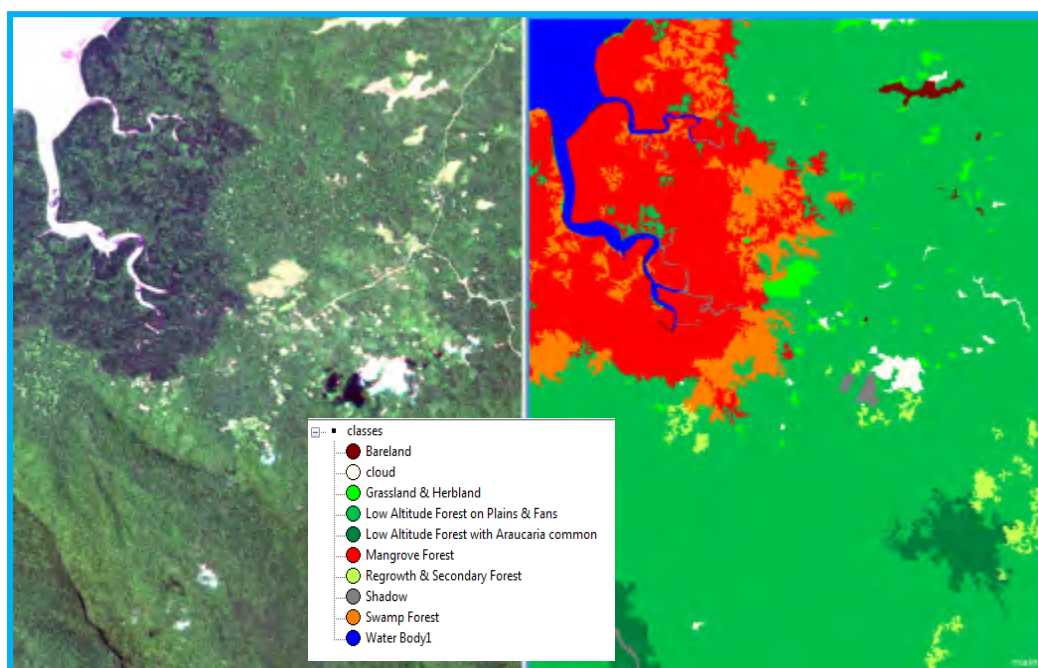


図 3-19 分類フローチャートの検討の様子



左図：衛星画像

右図：分類パラメータの検討および分類結果

図 3-20 森林分類結果(パラメータ検討中の分類結果)

全 17 の森林タイプについて、オブジェクト分類に使用するデータとそのしきい値を 1 つの表にとりまとめる際には、検討に参加したカウンターパート 4 人全員で議論しながら決定した。これは、しきい値の決定が人間の判断と試行錯誤によりなされるため、その値が適切かどうかを判断するために、相互確認が必要なためである。作成された森林分類テーブル（ドラフト）を表 3-13 に示す。そのテーブルを図示化した、森林分類フローチャートを図 3-21 に示す。この森林分類のテーブルの汎用性を確認して、テーブルの値を最適化して、森林分類テーブルおよびフローチャートの確定版が作成された。

表 3-13 森林分類テーブル(ドラフト:数字は撮影条件によって変わるので参考)

No Vegetation	-1.0 <= NDVI < 0.0	Cloud Water Shadow	Brightness > 6,000 NIR < 6,000 Brightness < 3,000 NIR < 6,500 RedEdge < 2,820				
		Bareland (NDVI < 0) Larger urban centres	Human Interpretation Human Interpretation	* Rocks, Limestones			
Low Vegetation	0 <= NDVI < 0.5		0 < NDVI < 0.35	Woodland Savanna Scrub	Human Interpretation 5 < TreeHeight <= 10 TreeHeight <= 5		
		Glassland and Herblan Agricultual Landuse Bareland (NDVI > 0)	0.35 <= NDVI < 0.5 Human Interpretation Human Interpretation				
High Vegetation	0.5 <= NDVI < 1.0	(Plain)	0 <= DTM < 500	Litoral Mangrove Swamp Seral (Riverline) Low Altitude Forest on Plains and Low Altitude Forest on Uplands Plantation	9,000 < NIR DTM < 85 Green < 4,000 Green < 6,000 DEM < 25 NIR > 8,000 NIR > 11,000 4 < DTM < 210 15 <= Slope < 30 12,000 <= NIR RedEdge <= 4,500	SP=150 SP=200	
		(Lowland)	500 <= DTM < 1,000	Swamp Seral Dry Seasonal Forest Low Altitude Forest on Plains and Low Altitude Forest on Uplands Plantation	Green <= 6,300 NIR > 11,000 Green <= 1,920 10 <= Slope < 15 15 <= Slope < 30 12,000 <= NIR RedEdge <= 4,500	Gulf Western	
		(Midland)	1,000 <= DTM < 3,000	Swamp Seral Dry Seasonal Forest Plantation Lower Montane Forest	2,000 <= NIR < 5,680 0.5 <= Slope <= 1.65 NIR > 11,000 2,000 <= DTM 12,000 <= NIR RedEdge <= 4,500 Green <= 5,700 DTM < 2,000 DTM < 1,500		
		(Highland)	3,000 <= DTM	Swamp Seral Montane Forest	2,000 <= NIR < 5,680 0.5 <= Slope <= 1.65 NIR > 11,000 Other		

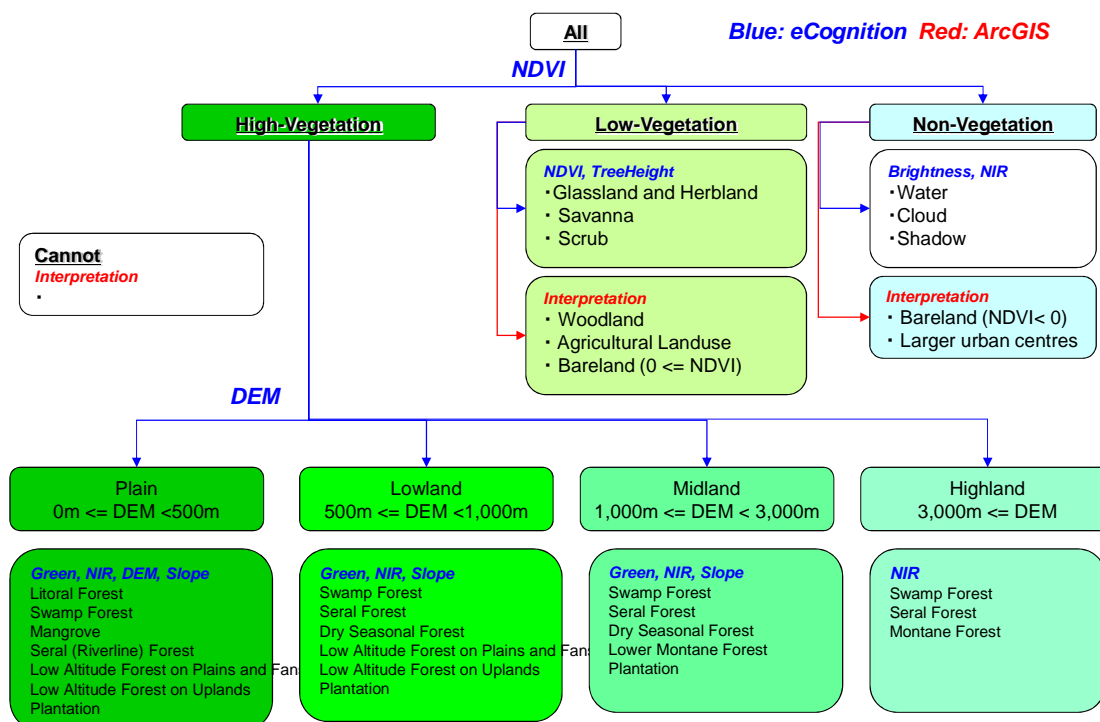


図 3-21 森林分類フローチャート(ドラフト)

図 3-21 の分類フローチャートを適用することで、eCognition による大量の衛星画像の森林自動分類が可能である。しかし、コンピュータによる自動分類は完璧ではないため、少なからず人の目（判断）による判読修正が必要となる。そのため、判読修正するための資料として、カウンターパートにより森林判読カードを作成した。森林判読カードには、FIMS における森林の定義や、表 3-9 で検討した「光学センサ (RapidEye) から判読できる各分類項目の特徴」、eCognition による分類の定義を記載している。森林判読カードのひな形を表 3-14 に示す。

表 3-14 森林判読カードのひな形

Structural formation		Forest	
Vegetation type		Low Altitude Forest on Plains and Fans“P” (<1,000m)	
Definition of FIMS (Forest)		Tree canopy is greater than 5m in height. Crowns are touching or overlapping. Ground layer is not visible on airphotos.	
Characteristics of RapidEye image	Shape (Crown)	-	
	Color	Mixed	
	Shape	-	
	Size	-	
	Pattern	Relatively regular Scattered crown	
	Texture	Relatively regular, fine in Natural (RGB 4:5:2) Image of RapidEye	
	Shade	-	
eCognition	Circum-stance	Along coast, flat topography, lower elevation (<50-100) than H	
	1st condition		
	2nd condition		
	3rd condition		
RapidEye sample images	4th condition		
	Rapid Eye true color image	Google Earth image	
Comments			

(b) Watershed の解析(森林分類での利用に向けて)

流域界は山地では尾根線や鞍部に位置し、物質や人の流通を妨げる機能をなし、生活圏や文化圏の区切りとなり得る。また、生活圏・文化圏の区切りはそのまま行政界となる場合がある。流域内では物質・エネルギーの流れが流下方向に連続して作用し、流域が生態系の一つの系をなしている。そのため、森林管理や水資源確保、災害予測等において、流域界を把握することが求められる。

そこで、本プロジェクトでは、リモートセンシングのDEMデータを用いてWatershed解析を行い、流域界を作成することとした。流域界のサイズは、様々なレベルでの利用を考慮し、大流域から小流域まで三つのレベルで作成する。特に最も詳細な小流域界は、本プロジェクトで作成する森林被覆分類図の植生境界を把握する際にも利用する。

流域界の作成手順を図 3-22 に示す。DEMデータはC/Pと連携中のUPNG RSCより借用した2006年のGeoSARデータを用いた。GeoSAR DEMは分解能が5mと非常に細かいが、本GeoSAR DEMにはデータが欠損している箇所がある。欠損域は90m分解能のSRTMデータを用いて補完した(図 3-22 の①)。小流域界のサイズは、いくつかのサイズの流域界を作成し、各流域界と衛星画像を重ね合わせ、植生境界をよりよく反映した流域サイズをC/Pと協議し決定した(図 3-22 の⑧)。流域界と植生図を重ね合わせて調査した結果を図 3-23 に示す。検討の結果、小流域界は累積流量条件を50,000以上、中流域界は500,000以上、大流域界は5,000,000以上とした。

図 3-24 に作成した小流域界のサンプルを示す。

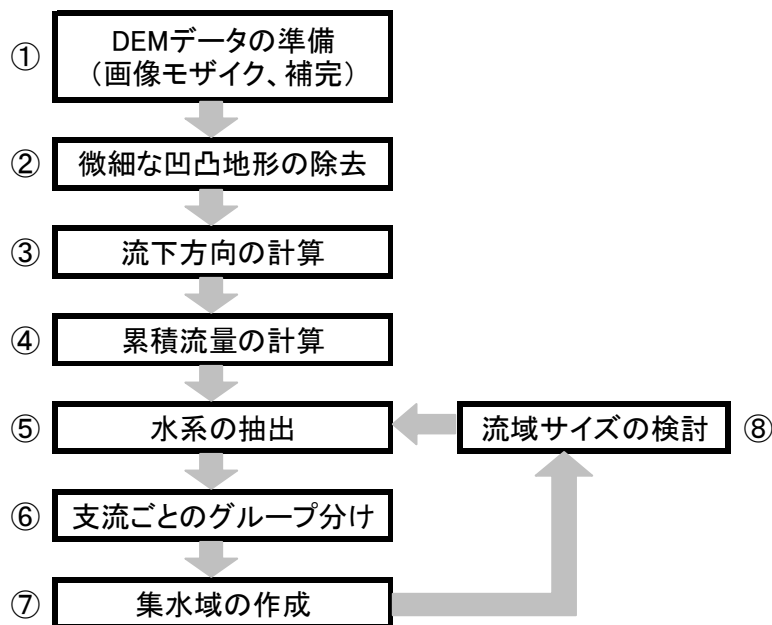


図 3-22 流域界の作成手順

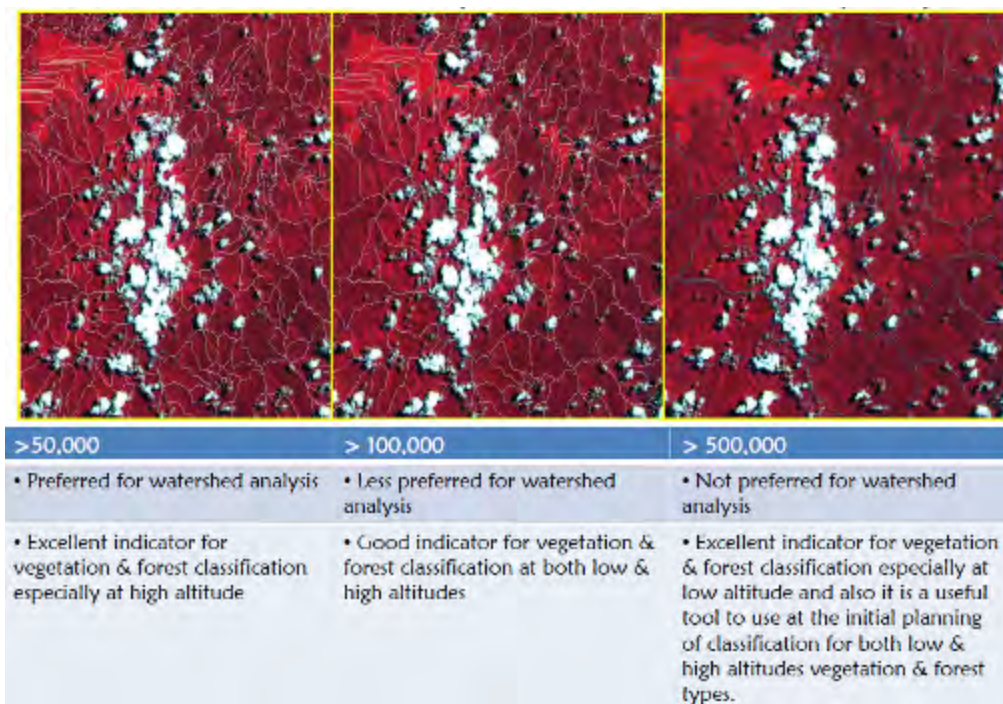


図 3-23 累積流量条件別流域界と衛星画像の重ね合わせ調査結果

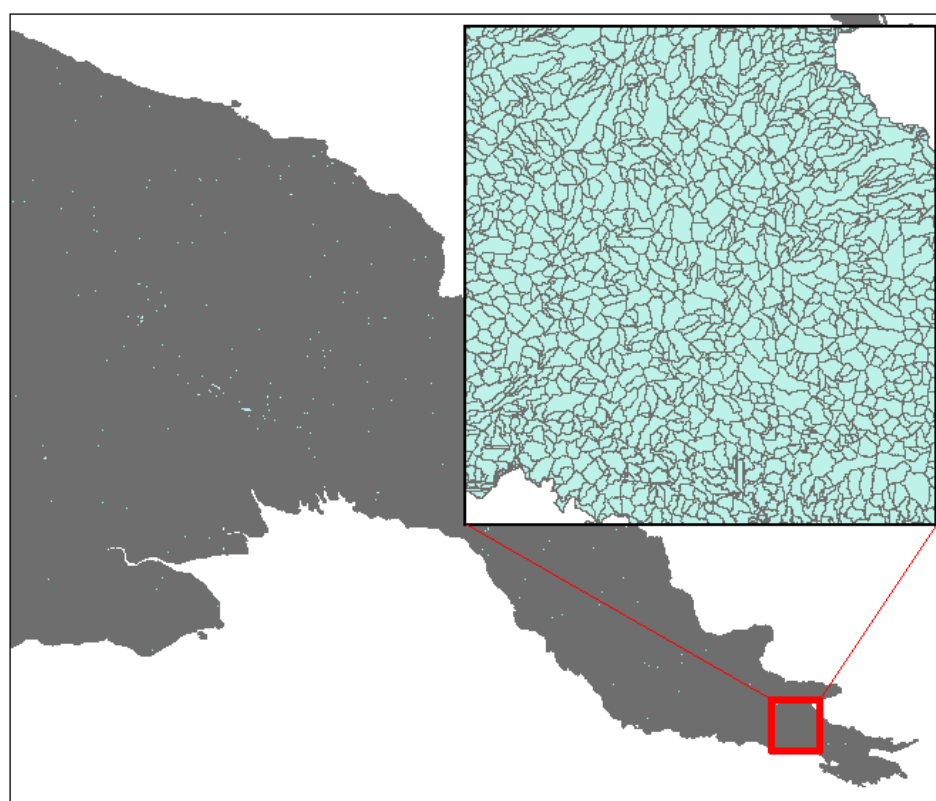


図 3-24 DEM データ解析で作成した PNG の小流域界

3.5.6 二次解析結果を踏まえた全国森林被覆分類図作成

(a) 分類区分の追加

森林被覆図の分類項目について、再度 C/P および長期専門家と協議した。その結果、Grassland and Herbland を標高で区分することと、Forest plantation については、C/P が Plantation の境界データを持っていることから、Forest Plantation とその他 Plantation (Plantation other than forest plantation) とに区分することとした（図 3-25 参照）。

これらを反映した、最新の植生分類項目一覧表を表 3-15 に示す。

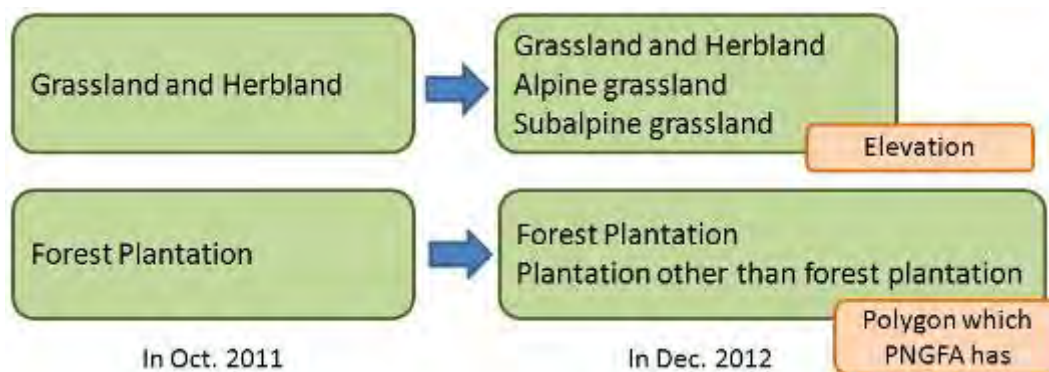


図 3-25 草地と植林地の分類項目の変更

表 3-15 森林/植生分類項目一覧表

As of 10th December, 2012

IPCC GL-AFOLU	No.	Vegetation type	Condition	Code	No.	Remarks		
Forest land	1	Low Altitude Forest on Plains and Fans	below 1,000m	Pl		Large to medium crowned forest		
				Po		Open forest		
				Ps		Small crowned forest		
	2	Low Altitude Forest on Uplands	below 1,000m	Hl		Large crowned forest		
				Hm		Medium crowned forest		
				HmAr		Medium crowned forest with Araucaria common		
				Hmd		Medium crowned depauperate/damaged forest		
				Hme		Medium crowned forest with an even canopy		
				Hs		Small crowned forest		
				Hse		Small crowned forest with an even canopy		
				HsAr		Small crowned forest with Araucaria common		
				HsCa		Small crowned forest with Castanopsis		
				HsCp		Small crowned forest with Casuarina papuana		
				HsN		Small crowned forest with Nothofagus		
				HsRt		Small crowned forest with Rhus taitensis		
	3	Lower Montane Forest	above 1,000m	L		Small crowned forest		
				LAr		Small crowned forest with Araucaria common		
				LN		Small crowned forest with Nothofagus		
				Lc		Small crowned forest with conifers		
				Ls		Very small crowned forest		
				LsCp		Very small crowned forest with Casuarina papuana		
				LsN		Very small crowned forest with Nothofagus		
	4	Montane Forest	above 3,000m	Mo		Very small crowned forest		
	5	Dry Seasonal Forest	in Western Prov.	D		Dry evergreen forest		
	6	Littoral Forest		B		Mixed forest		
				BCe		Forest with Casuarina equisetifolia		
				BMI		Forest with Melaleuca leucadendron		
				Fri		Riverine mixed successions		
	7	Seral Forest		FriCg		Riverine successions with Casuarina grandis		
				FriK		Riverine successions with Eucalyptus deglupta		
				FriTb		Riverine successions with Terminalia brassii		
				Fv		Volcanic successions		
	8	Swamp Forest		Fsw		Mixed swamp forest		
				FswC		Swamp forest with Camptosperma		
				FswMl		Swamp forest with Melaleuca leucadendron		
				FswTb		Swamp forest with Terminalia brassii		
	9	Woodland		W		Woodland		
				Wri		Riverine successions dominated by woodland		
				WriCg		Riverine successions with Casuarina grandis woodland		
				Wv		Volcanic successions dominated by woodland		
				Wsw		Swamp woodland		
				WswMl		Swamp woodland with Melaleuca leucadendron		
10	Savanna		Sa		Savanna			
			Saf		Savanna with galley forest			
			SaMl		Savanna with Melaleuca leucadendron			
11	Scrub		Sc		Scrub			
			ScBc		Scrub with Bambusa and Cyathea			
			Scv		Volcanic successions dominated by scrub			
			G		Grassland			
			Gf		Grassland with some forest			
Grassland	Grassland and Herbland		Gr		Grassland reverting to forest			
			Grf		Grassland reverting to forest with some forest			
			Gsw		Swamp grassland			
			Gri		Riverine successions dominated by grass			
			Gv		Volcanic successions dominated by grass			
			Hsw		Herbaceous swamp			
			Ga		Alpine grassland (above 3,200m)			
			Gi		Subalpine grassland (2,500m - 3,200m)			
			12	Alpine grassland	above 3,200m			
			14	Subalpine grassland	2,500m - 3,200m			
Forest land		Estuarine Communities		M	15	Mangrove		
Cropland		Other Non-vegetation		O	16	PNGRIS agricultural land use intensity classes 0-4		
Wetlands				E	17	Lakes and larger rivers		
Other Land				Z	18	Bare areas		
Settlements				U	19	Larger urban centres		
				-	20	Forest Plantation		
			-	21	Plantation other than forest plantation			

(b) 分布特性の追加

自動分類による誤分類を削減するために、それぞれの分類項目がどの地域に存在し、かつ、どのくらいの面積が存在するのかを確認した。FIMS の要約書（FOREST RESOURCES OF PAPUA NEW GUINEA

SUMMARY STATISTICS FROM THE FOREST INVENTORY MAPPING (FIM) SYSTEM, 1998) を参考に、各州の植生タイプおよび森林タイプの面積を集計した。植生タイプを表 3-16 に、森林タイプを表 3-17 に示す。

表 3-16 各州の植生タイプ毎の面積 (sq km, 1975)

Province		Vegetation Type							
Name	Area	Forest	Woodland	Savanna	Scrub	Grassland/ Herbland	Mangroves	Land use ^(a)	Other ^(b)
Western	90,452	61,352	11,526	9,202	4,465	7,716	1,235	1,035	1,937
Gulf	34,801	29,767	1,709	199	79	430	2,836	857	337
Central	29,872	20,278	1,430	1,710	208	1,670	864	3,842	43
Milne Bay	14,264	9,900	79	14	48	2,181	420	1,835	7
Northern	22,772	18,792	1,887	713	149	1,647	171	1,898	45
Southern Highlands	26,748	20,229	118	0	26	579	0	4,745	60
Enga	11,824	7,815	0	0	68	846	0	3,098	< 5
Western Highlands	9,141	5,253	0	0	32	586	0	3,258	0
Simbu	6,184	4,052	0	0	19	89	0	2,000	0
Eastern Highlands	11,205	3,550	< 5	0	6	1,737	0	3,611	< 5
Morobe	33,833	22,565	469	0	73	3,276	32	7,190	26
Madang	29,095	21,595	923	0	143	2,223	21	3,952	239
East Sepik	10,813	25,609	7,259	0	< 5	7,631	320	2,593	17
West Sepik	36,064	32,896	598	0	49	1,034	14	1,474	0
Manus	2,150	1,520	244	0	33	17	76	253	< 5
New Ireland	9,610	7,799	282	0	0	179	199	1,158	0
East New Britain	15,344	13,062	29	0	126	11	22	2,088	5
West New Britain	20,468	18,420	337	0	141	193	168	1,181	73
North Solomons	9,433	7,043	293	0	321	224	45	1,488	48
Totals	464,101	330,656	26,936	11,805	6,014	32,411	6,016	47,406	2,750

(a) areas of significant land use: urban, mining, etc.
(b) barterona, kakas, etc.

Source: FOREST RESOURCES OF PAPUA NEW GUINEA
SUMMARY STATISTICS FROM THE FOREST INVENTORY MAPPING
(FIM) SYSTEM, 1998.

表 3-17 各州の森林タイプ毎の面積 (sq km, 1975)

Province		Forest Type							
Name	Area	Lowland Plains (<1,000m)	Lowland Hills (<1,300m)	Lower montane (>1,000m)	Montane (>3,000m)	Dry Seasonal	Littoral	Sea	Swamp
Western	90,452	2,556	33,610	3,105	< 5	10,629	377	218	10,652
Gulf	34,801	8,617	19,800	1,870	0	0	27	< 5	4,249
Central	29,872	2,489	10,942	8,288	397	0	147	61	87
Milne Bay	14,264	1,269	7,117	1,417	< 5	0	90	20	6
Northern	22,772	2,956	6,410	4,364	221	0	6	208	105
Southern Highlands	26,748	147	7,109	12,698	71	0	0	0	162
Enga	11,824	0	602	8,895	324	0	0	0	< 5
Western Highlands	9,141	0	1,120	3,942	183	0	0	0	0
Simbu	6,184	0	1,627	2,304	102	0	0	0	0
Eastern Highlands	11,205	0	46	5,088	61	0	0	0	0
Morobe	33,833	458	7,966	13,531	207	0	34	56	246
Madang	29,095	2,719	12,695	5,012	166	0	20	53	941
East Sepik	10,813	1,489	14,051	2,474	< 5	0	32	400	4,254
West Sepik	36,064	8,228	17,414	9,148	99	0	39	20	963
Manus	2,150	14	1,492	0	0	0	17	0	0
New Ireland	9,610	131	6,576	1,032	0	0	0	55	0
East New Britain	15,344	417	9,689	2,786	0	0	22	197	29
West New Britain	20,468	1,758	15,818	687	0	0	17	242	863
North Solomons	9,433	1,470	3,732	1,120	0	0	77	186	469
Totals	464,101	32,808	179,489	91,099	1,774	10,629	686	1,710	22,503

Source: FOREST RESOURCES OF PAPUA NEW GUINEA
SUMMARY STATISTICS FROM THE FOREST INVENTORY MAPPING
(FIM) SYSTEM, 1998.

表 3-16 より、植生タイプについて以下のことが確認できる。

- Woodland は Enga, Western Highlands, Simbu Prov. には存在しない (Eastern Highlands は 5km² 未満)。
- Savanna は Western, Gulf, Central, Milne Bay, Northern Prov. に存在する。
- Scrub は Eastern Highlands, East Sepik, New Ireland Prov. には存在しない (ここでは 10km² 未満を指す)。
- Mangrove は Eastern/Western/Southern Highlands, Enga, Simbu Prov. には存在しない。

また、表 3-17 からは、森林タイプについて以下のことが確認できる。

- Lowland Plains (標高 1,000m 以下) は Eastern/Western Highlands, Enga, Simbu Prov. には存在しない。
- Lower Montane Forest (標高 1,000m 以上) は Manus Prov. には存在しない。
- Dry Seasonal Forest は Western Prov. のみに存在する。
- Littoral Forest の多くは Western, Central, Milne Bay, North Solomons Prov. に存在し、その割合は約 8 割である。
- Seral Forest は Eastern/Western/Southern Highlands, Enga, Simbu, Manus Prov. には存在しない。
- Swamp Forest は Eastern/Western Highlands, Simbu, Manus, New Ireland Prov. には存在しない。多くは Western, Gulf, East Sepik Prov. に存在し、その割合は約 85% である。

自動分類および判読修正を行う際には、これらの情報を考慮して誤分類をできるだけ少なくするような分類フローと判読手順を構築する。

(c) 森林分類フローチャートの更新と確定

上述した内容を踏まえて、再度 C/P および長期専門家と協議して、森林自動分類に使用するフローチャートを作成した。森林分類フローチャートを図 3-26 に示す。ただし、解析を進める際に直面した課題に基づき、改良を加えていくこととする。

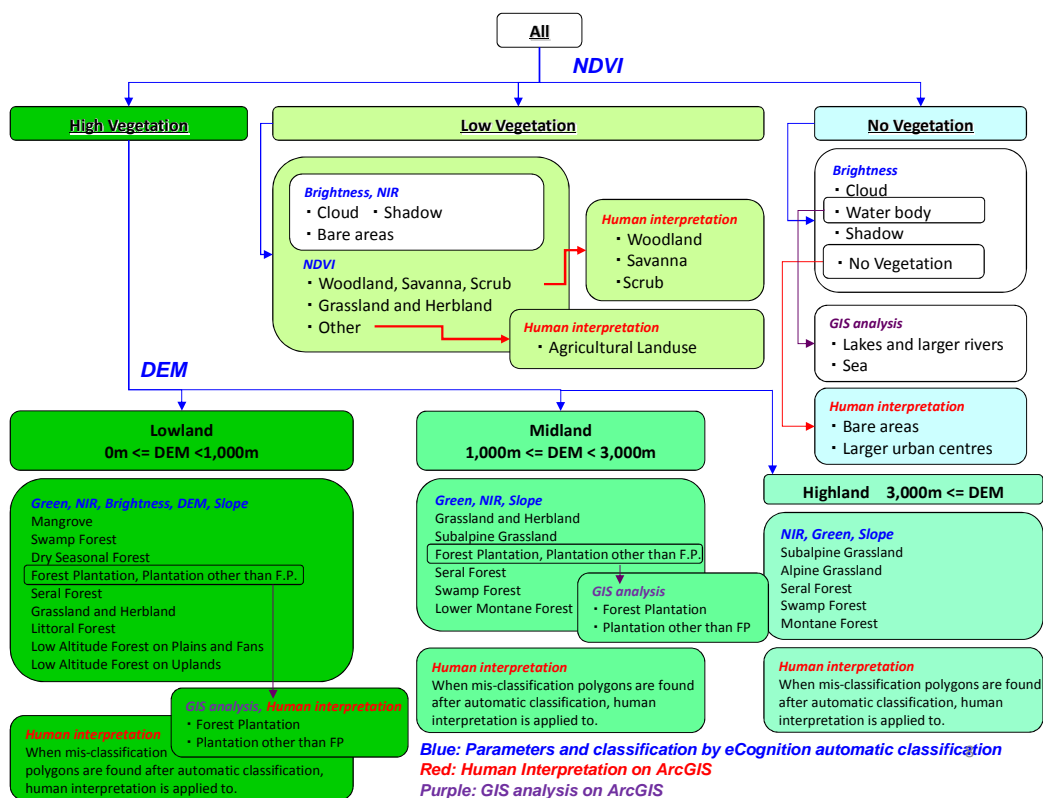


図 3-26 更新した森林分類フローチャート



図 3-27 森林分類フローチャート検討の様子

(d) 自動分類結果の確認と修正

森林分類に使用する入力画像を、RapidEye 衛星画像（5バンド）、NDVI（植生指数）、DEM（標高データ）、Slope（斜面角度）、Watershed（流域界）とした。これらを RapidEye のタイル ID 毎（25km 四方）に入力して、eCognition にてセグメンテーションを作成した。

セグメンテーションを分類最小単位として、セグメンテーション内の全画素値から各パラメータの平均値と標準偏差を算出して、それらの値を特徴量に用いて森林/植生分類を行った。図 3-26 のフローチャートに従って、分類されていく過程を図 3-28 に示す。

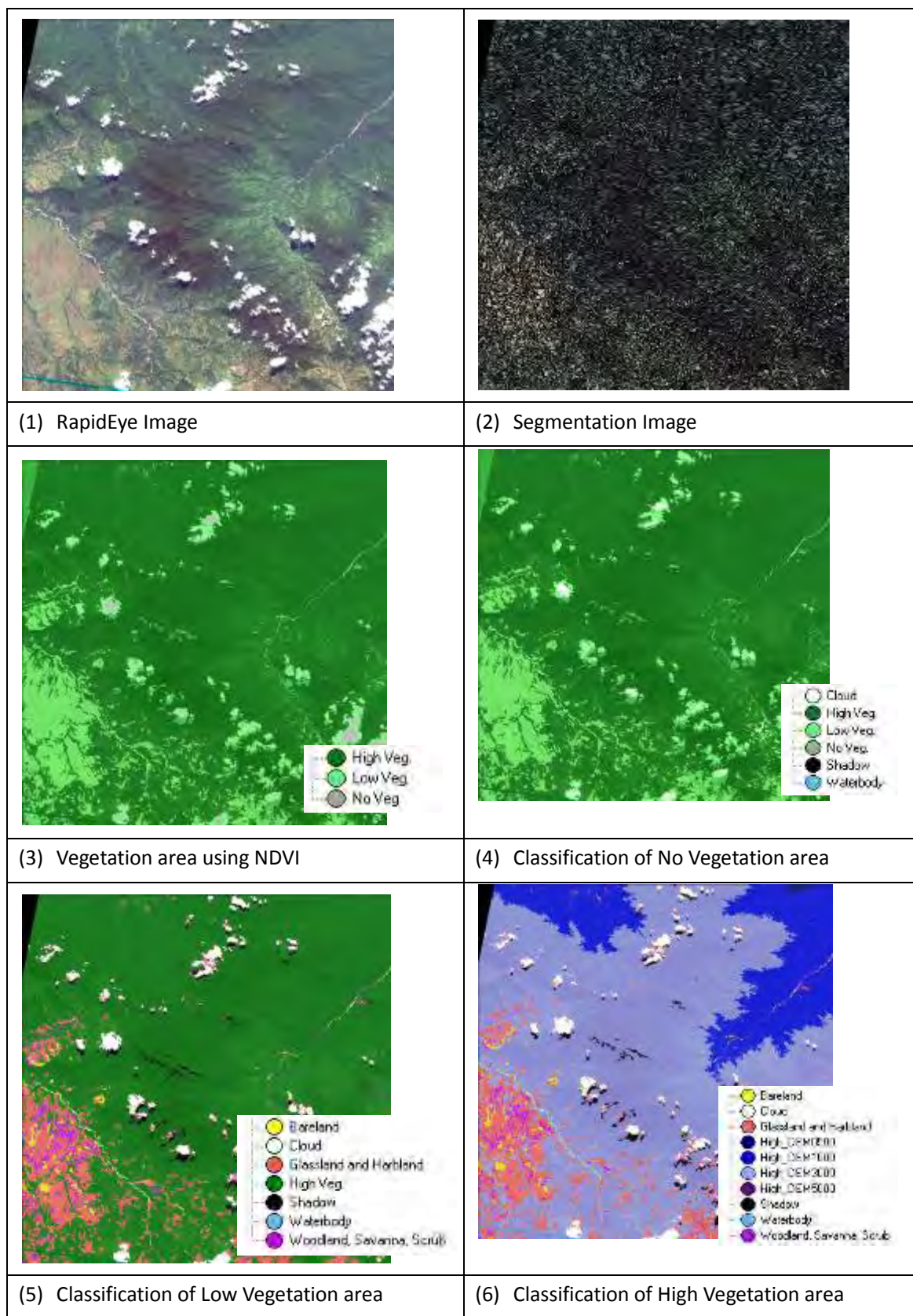
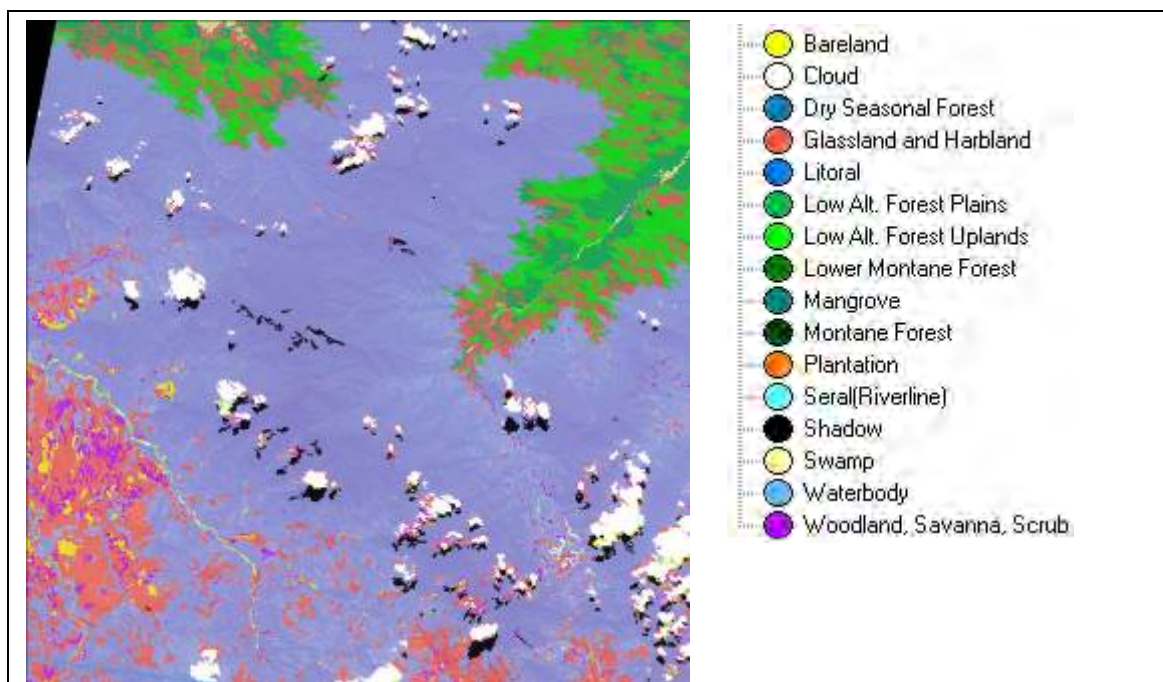
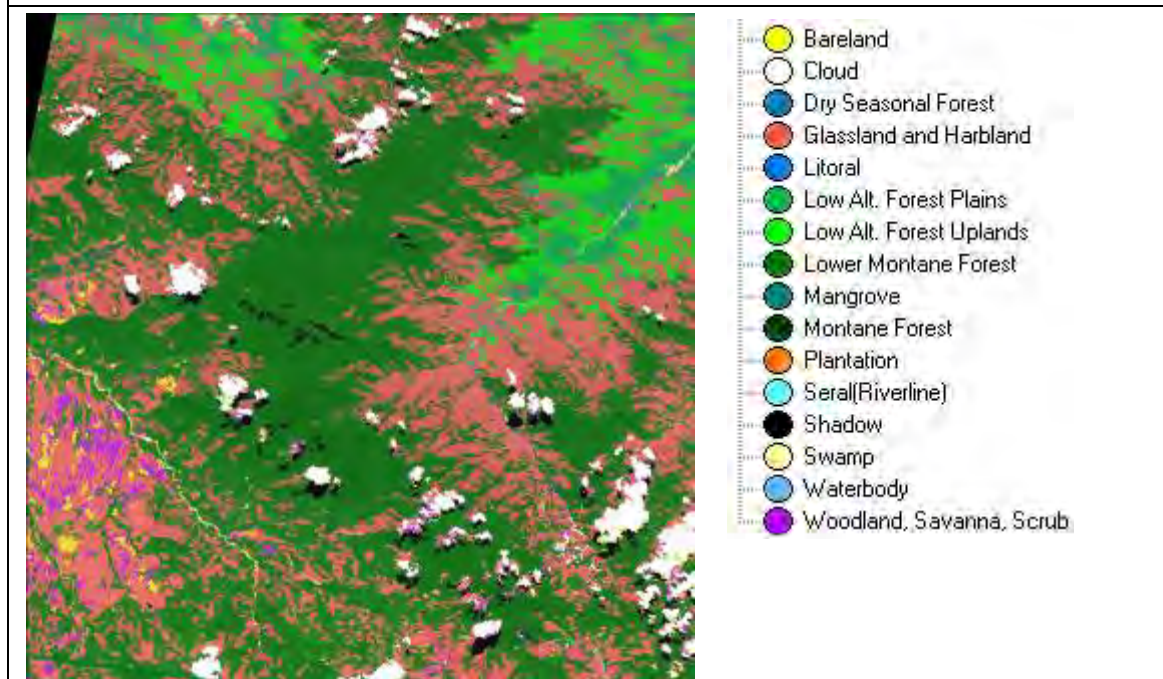


図 3-28 植生図作成過程



(7) Classification of High Vegetation area



(8) Classification of High Vegetation area

図 3-28 植生図作成過程(続き)

自動分類後の分類結果については、誤分類がいくつか見られたため、誤分類の箇所（ポリゴン）を目視により抽出し、どのような理由で分類ミスが起きたのかをとりまとめた。誤分類を抽出して、パラメータの再検討に使用した票を図 3-29 に示す。また、誤分類の抽出作業の様子を図 3-30 に示す。これらの作業には、森林/植生に詳しい FRI（森林研究所）の職員にも参加してもらい、彼等の知見も大いに活用した。そして、分類フローのパラメータを最適化して、再度自動分類を試みた。

プロジェクトサイトにおいて、パラメータ更新前後の自動分類結果を比較した。その結果を図 3-31 に示す。

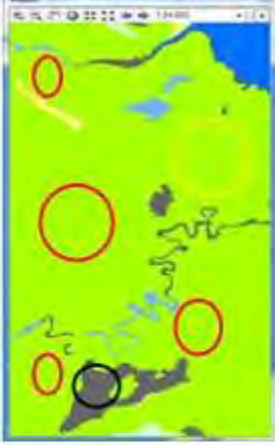



Title ID	5534626	Officer(s)	Elizabeth Kaidong
Province	Milne Bay	Region	Southern
Veg. Type			
Acq. Date	02/03/2011	Doc. Date	30/11/2012
Classification Result		Rapid Eye image	
			
FIMS		Parameters	
			
Comments	<p>This polygon (red) is classified as low alt. forest plains but it is grassland. The second polygon (yellow) is classified as low alt. forest plains but is mangrove forest. The third polygon (black) is classified as shadow but it is bare land.</p>		

図 3-29 誤分類の抽出結果



図 3-30 誤分類の抽出の様子

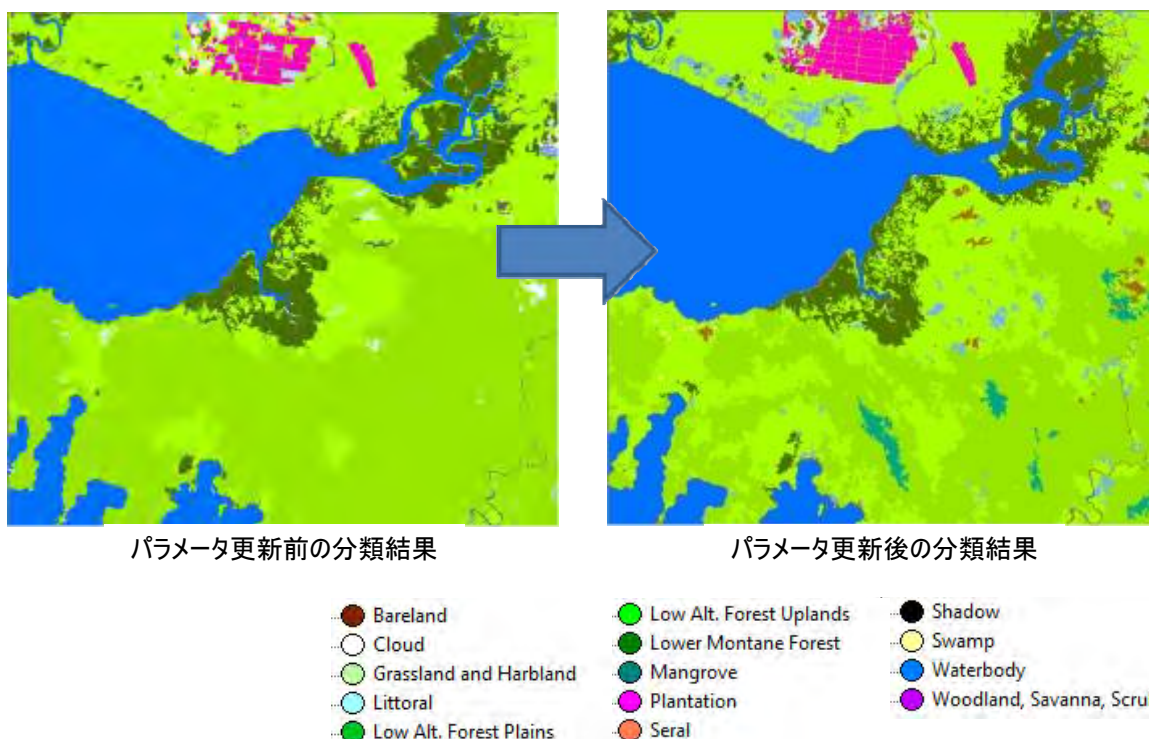


図 3-31 分類フロー／パラメータ更新後の森林分類結果

図 3-31 より、パラメータ更新前の分類結果には Littoral や Dry Seasonal Forest 等の誤分類がいくつか見られたが、更新後の分類結果ではそれらが軽減されていることが分かる。分類のためのパラメータを最適化したことと、地域または分布域の特性を分類フローに反映させたことで、分類精度の向上に繋がったと考えられる。

この分類フローを Milne Bay の Central Suau プロジェクトサイト周辺に適用した結果を図 3-32 に示す。図の広さは約 60km×100km (RapidEye12 タイル相当) である。自動分類の分類結果を評価するために、FIMS の植生境界を赤線で重ね合わせた。

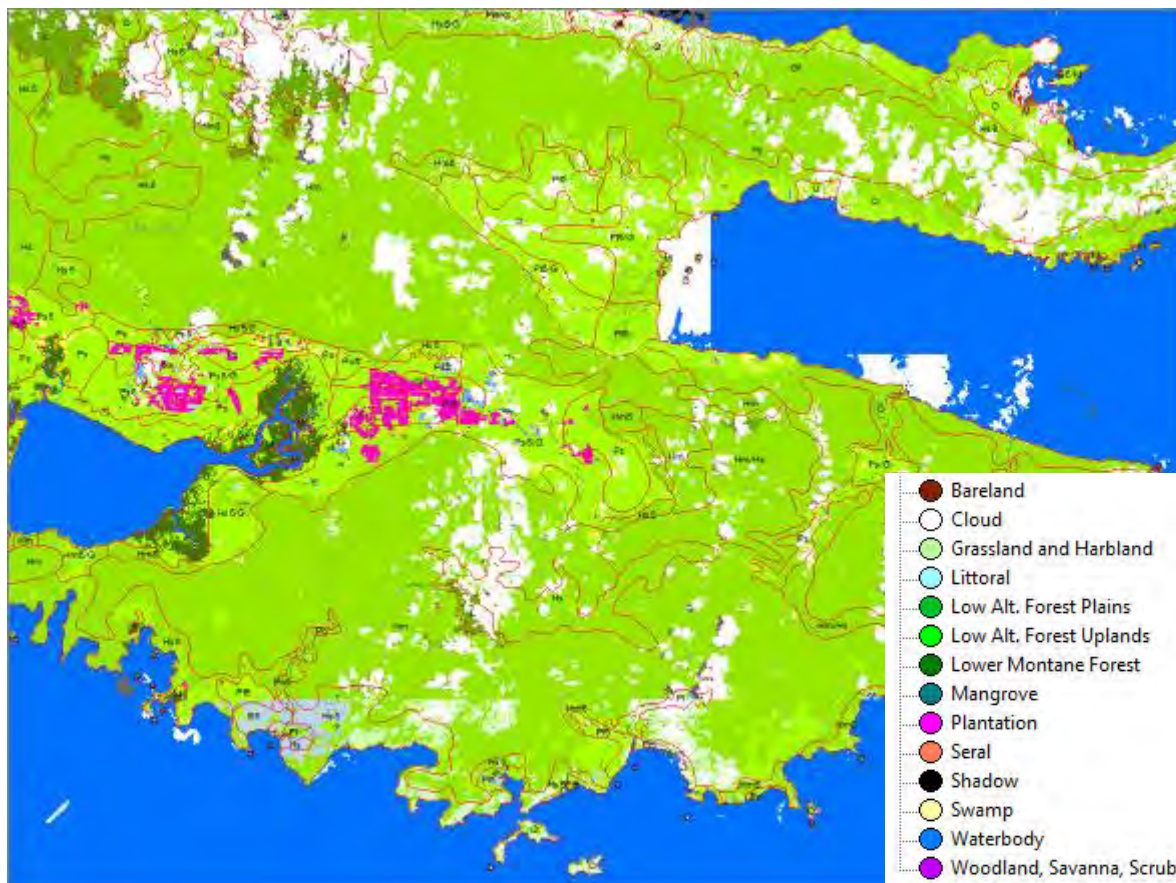


図 3-32 自動分類による森林被覆分類図(FIMS の植生境界を赤線で重ね合わせ)

PNG 全土を対象とした森林被覆分類図の作成は、環境プログラム無償の技術支援のプロジェクトで実施しているため、本プロジェクトでは、森林被覆分類図作成に関する検討や C/P のキャパビリティを中心に実施した。

(e) 判読カードの作成

自動分類のみで正確な森林分類を行うことはできないので、人間の目視判断による判読修正を行う必要がある。そのため、判読に必要な判読カード（分類の事例集）を C/P によって作成した。C/P および長期専門家との協議の上、判読カードは 5 つの植生地域毎に作成することとした。植生地域は、Central/Milne Bay/Oro Province, Highlands Region, Momase Region, Western/Gulf Province, Islands Region の 5 地域とした。

また、作成する判読カードは、特に判読による修正を必要とする分類項目について、優先順位をつけて判読サンプルを多めに作成した。一方で、自動分類である程度の分類が可能な分類項目については、判読サンプルを少なくして C/P の作業量（通常業務とのバランス）に配慮した。

判読カードの作業進捗票を表 3-18 に示す。判読結果に個人の主観が入るのを防ぐため、判読カードの作成にあたっては 2 人ペアで作業した。判読カードの作成例を図 3-33 に示す。判読カードの衛星画像上には、パプアの植生に詳しくない判読修正者でも森林/植生分類の境界が明確に識別できるようにするために、C/P に境界線を記入してもらうこととした。

表 3-18 判読カードの作業進捗票

As of 20th December, 2012

Priority	No.	Vegetation type	Code	Samuel Patrick	Elizabeth Rabbie (Margaret)	Perry Ledino (John)	Total
High	9	Woodland	W	/ 3	/ 3	/ 3	0 / 9
	10	Savanna	Sa	/ 3	/ 3	/ 3	0 / 9
	11	Scrub	Sc	/ 3	/ 3	/ 3	0 / 9
	7	Seral Forest	Fri	/ 2	/ 2	/ 2	0 / 6
	8	Swamp Forest	Fsw	/ 2	/ 2	/ 2	0 / 6
	16	PNGRIS agricultural land use intensity classes 0-4	O	/ 2	/ 2	/ 2	0 / 6
	20	Forest Plantation	-	/ 2	/ 2	/ 2	0 / 6
	21	Plantation other than forest plantation	-	/ 2	/ 2	/ 2	0 / 6
Subtotal				0 / 19	0 / 19	0 / 19	0 / 57
Normal	6	Littoral Forest	B	/ 2	/	/	0 / 2
	5	Dry Seasonal Forest	D	/	/	/	0 / 0
	12	Grassland and Herbland	G	/ 1	/ 1	/ 1	0 / 3
	13	Alpine grassland	Ga	/ 1	/ 1	/ 1	0 / 3
	14	Subalpine grassland	Gi	/ 1	/ 1	/ 1	0 / 3
	15	Mangrove	M	/ 2	/	/	0 / 2
	4	Montane Forest	Mo	/	/ 2	/	0 / 2
	3	Lower Montane Forest	L	/	/ 2	/	0 / 2
	1	Low Altitude Forest on Plains and Fans	P	/	/	/ 2	0 / 2
	2	Low Altitude Forest on Uplands	H	/	/	/ 2	0 / 2
	19	Larger urban centres	U	/	/	/	0 / 0
Subtotal				0 / 7	0 / 7	0 / 7	0 / 21
Total				0 / 26	0 / 26	0 / 26	0 / 78



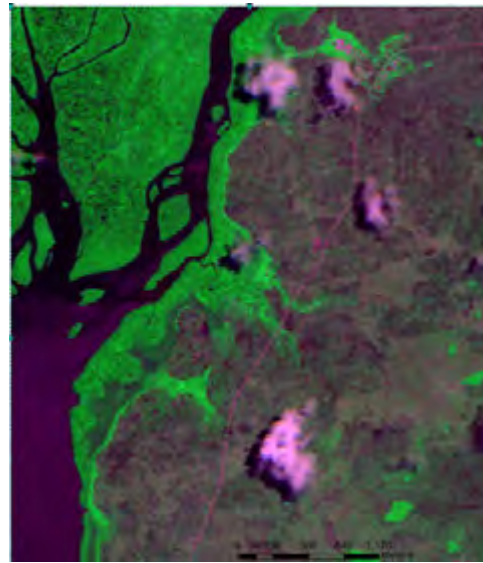

Structural formation		Forest land		
Vegetation type		Savanna "Sa"		
Definition of FIMS		Scattered to moderately dense layer of trees.		
Characteristics of RapidEye image	Shape (Crown)	-		
	Color	-		
	Shape	-		
	Size	-		
	Pattern	-		
	Texture	-		
	Shade	-		
	Circum-stance	-		
Province		Central		
Bookmark		Sa_03		
Rapid Eye (Color: B:1 G:2 R:3)		Google Earth image		
Image ID:	5535013	Satellite		
				
Location X 146°39'54.78" E Location Y 8°45'57.665" S		Location X 146°36'.51.07" E Location Y 8°48'52.48" S		
Date: Scale: 1:20,000		Date: Elevation 14m		
RapidEye sample images	Rapid Eye (Color: B:2 G:5 R:3)		Google Earth image	
	Image ID:	5535013	Satellite	
				
Location X 146°39'54.78" E Location Y 8°45'57.665" S		Location X 146°36'38.42" E Location Y 8°49'20.79" S		
Date: Scale: 1:20,000		Date: Elevation 11m		
Comments	False colour	Feature		
	Dark purplish Light green Light green (bright) Pinkish- green tops	water body Mangrove grassland?/woodland Savanna (shrubs, palms, trees)		

図 3-33 判読カードの例

3.5.7 作成・利用・管理マニュアル及び作業フローデザイン

3.5.5 リモートセンシングデータの二次解析、および3.5.6 全国森林被覆分類図作成、に利用したオブジェクトベース分類のマニュアル作成を C/P と協働で進めた。マニュアルの構成は以下のとおりである。Chapter 1～2については、リモートセンシングデータの二次解析の中で検討を進め、また環プロ無償で実施した本邦研修とも連携して具体的な作業フローデザインの検討を進めた。

1. Introduction
 - 1) Object-Based Classification
 - 2) Region grow
 - 3) Algorithms
2. Characteristics of Spectrums
 - 1) Characteristics of spectrums for each landcover materials
 - 2) Band combinations
3. Differences between Regular Ver. and Trial Ver. of Develop
4. Start eCognition Developer
 - 1) Boot eCognition Developer
 - 2) Create new project
 - 3) Image layer mixing
 - 4) Split windows
5. Management of Process Tree
6. Segmentation
 - 1) Multi-resolution segmentation
 - 2) Manage levels of segmentation
 - 3) Manage aliases
7. Classification
 - 1) Check a characteristics of each layers for each classes
 - 2) Adjust a threshold based on the mean value
 - 3) Create class hierarchy
 - 4) Classification
 - 5) Delete Classification
8. Export a Results

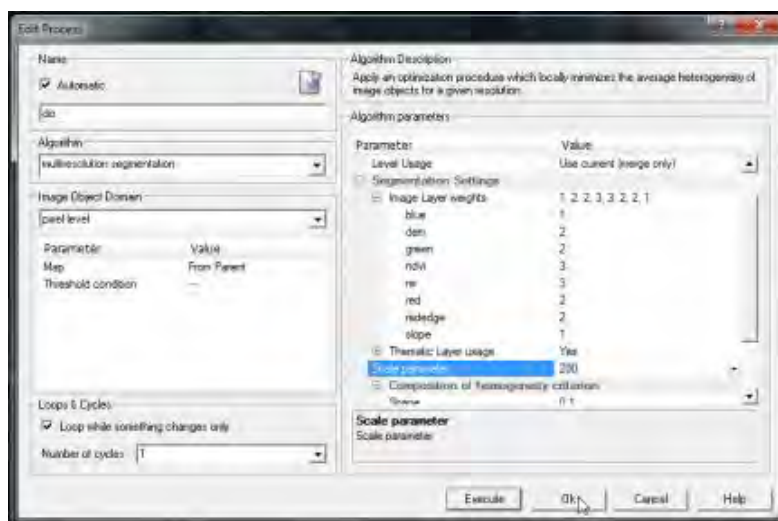


図 3-34 ドラフトマニュアルのセグメンテーションの設定画面(例)

3.5.8 3.5.2～3.5.7 に必要な OJT

3.5.2～3.5.7 に示した成果は、下記 OJT の実施によるものである。

表 3-19 OJT の実施

日程	OJT の内容	参加メンバー
2011 年 9 月 26 日(月) 2011 年 9 月 27 日(火)	RapidEye 画像の画像処理	Perry (本邦研修)
2011 年 9 月 28 日(水) 2011 年 9 月 29 日(木)	PALSAR 画像の画像処理	Perry (本邦研修)
2011 年 10 月 3 日(月) 2011 年 10 月 4 日(火)	画像解析マニュアルの作成	Perry (本邦研修)
2011 年 10 月 5 日(水)	Arc GIS の練習	Perry (本邦研修)
2011 年 10 月 13 日(木) 15:20～16:20	分類項目の打合せ	Inventory and Mapping Branch
2011 年 10 月 14 日(金) 13:30～14:50	本邦研修報告会	Perry Inventory and Mapping Branch
2011 年 10 月 18 日(火) 10:30～12:20,13:30～16:30	衛星画像分類の打合せ 衛星画像判読に関する協議(試行・検討)	Inventory and Mapping Branch
2011 年 10 月 20 日(木) 10:00～12:00,14:00～17:00	衛星画像判読 判読結果の整理	Inventory and Mapping Branch
2012 年 1 月 25 日(水) 2012 年 2 月 1 日(水)	ハンディ GPS の使い方 データ取り込み&利活用デモンストレーション	Inventory and Mapping Branch
2012 年 3 月 5 日(月)～ 2012 年 3 月 9 日(金)	ArcGIS 準備&デモンストレーション 樹冠高体積推定デモンストレーション	Inventory and Mapping Branch & Climate Change & REDD
2012 年 9 月 18 日(火)～ 2012 年 9 月 28 日(金)	森林分類フローチャートの最終化 森林判読カードの作成の指導	Perry, Rabbie, Samuel, Patrick
2013 年 1 月 21 日(月)～ 2013 年 1 月 25 日(金)	オブジェクトベース森林分類に関するフォー ローアップ研修 (eCognition)	Perry, Patrick, Samuel, Elizabeth

<第2フェーズ：2013年4月～2014年3月>

3.5.9 森林被覆図（森林基盤図 ver.0）の成果・課題の確認・評価

第1フェーズの活動に基づいて策定された森林被覆分類の手法に基づき、環プロ無償の技術支援活動によって、全国森林被覆図（森林基盤図 ver.0）が作成された。

PNGFA の FIMS（Forest Information Mapping System）で用いられている全国植生図（1972年航空写真をベースに作成）を図 3-35 に、本プロジェクトと環プロ無償の連携により作成された森林基盤図 2012(ver.0)（2010年～2011年に撮影された衛星画像をベースにして作成）を図 3-36 に示す。森林基盤図 2012(ver.0) は被覆図であるために、農地（黄色）を含まないことに留意する。

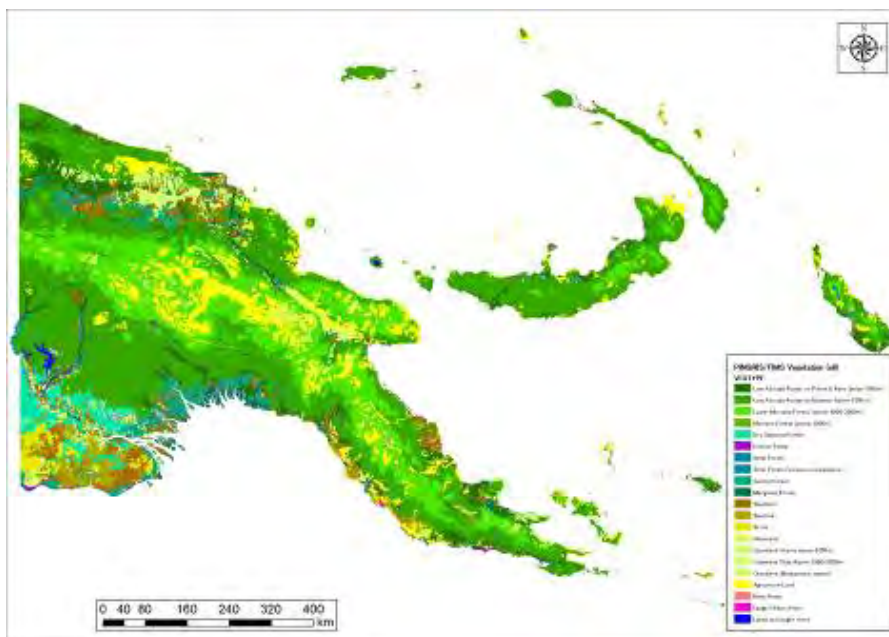


図 3-35 森林公社で用いられている全国植生図(1972年航空写真ベース)

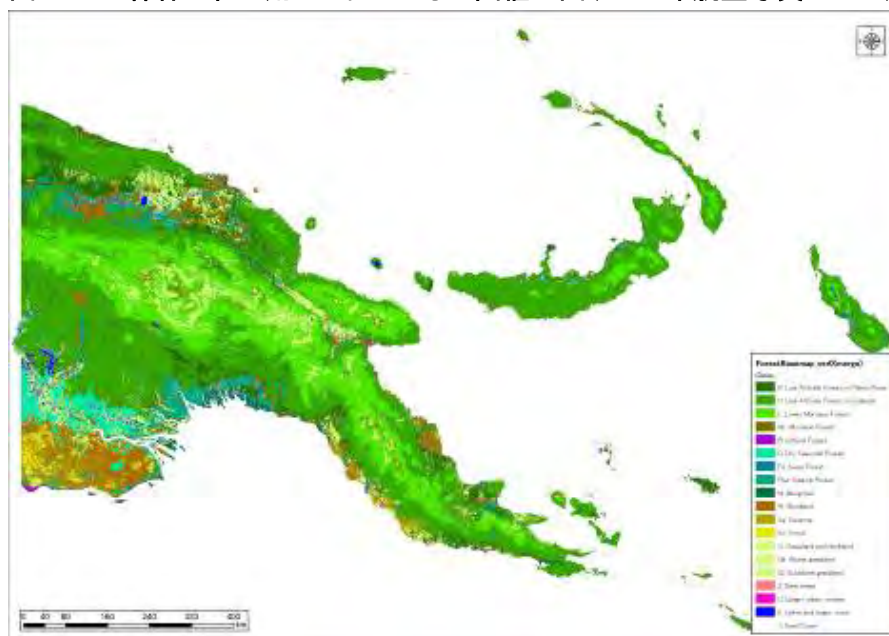


図 3-36 作成した森林基盤図 2012(ver.0) (2011-2012年衛星画像ベース)

森林基盤図 2012 (ver. 0) の作成には、RapidEye という 5 機の同スペックの衛星群を用いて、2010-2011 年にかけて約 1 年間という短期間で、できるだけ雲の少ない画像の取得を試みたが、地域によっては年中雲がかかってしまうことは避けられない。そこで本プロジェクトでは光学衛星画像に加えてレーダ（SAR）衛星画像を用いて、光学では解析が困難な雲部の森林・非森林を補完した。

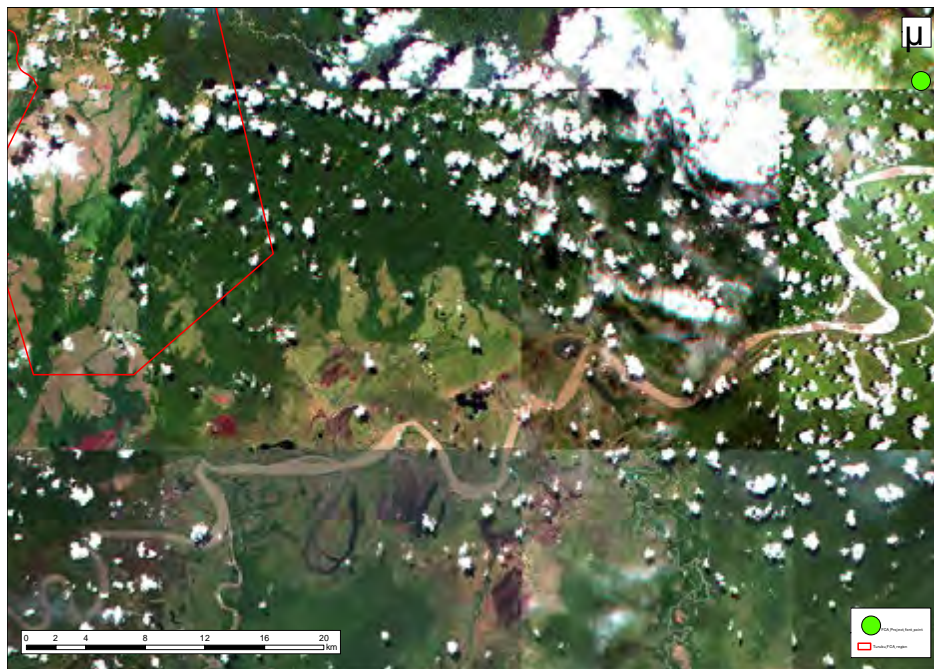


図 3-37 森林基盤図 2012(ver.0)作成に用いた光学衛星画像

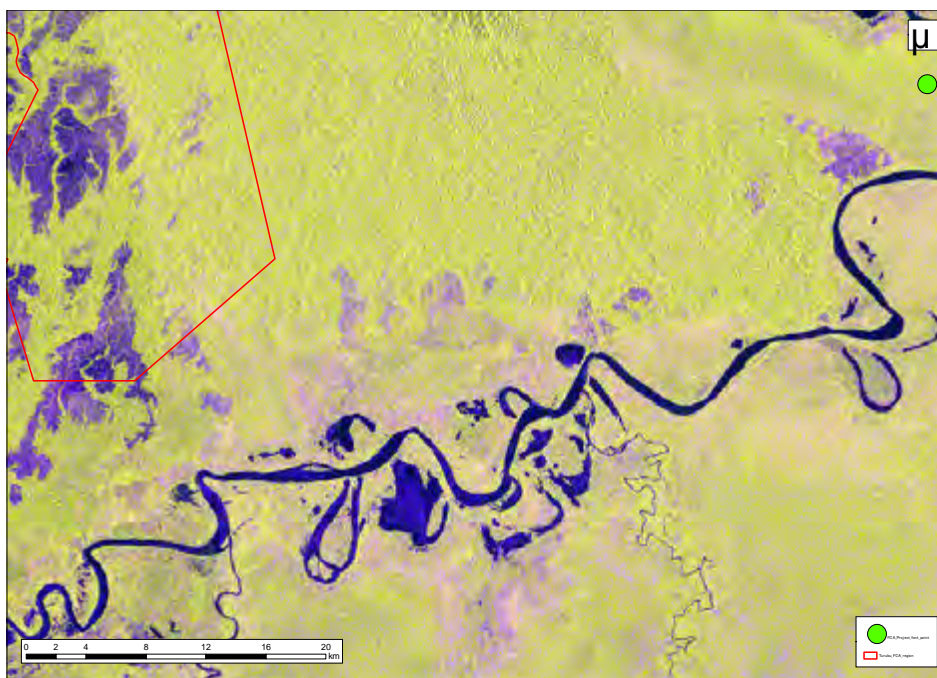


図 3-38 森林基盤図 2012(ver.0)作成に用いたレーダ衛星画像

図 3-37 の光学衛星画像、図 3-38 のレーダ衛星画像を用いて作成された森林基盤図 2012(ver. 0)の拡大図を図 3-39 に示す。また、比較のために森林公社で用いられている植生図 (1972 年ベース) を図 3-40 に示す。図 3-37 の画像とは概ねよく一致しており、図 3-40 と比較すると全国レベルの小縮尺では確認することができなかった森林区分の詳細度の改善 (水域も精度よく抽出) や雲部がレーダ画像による森林・非森林を参照して補完されていることが確認できる。

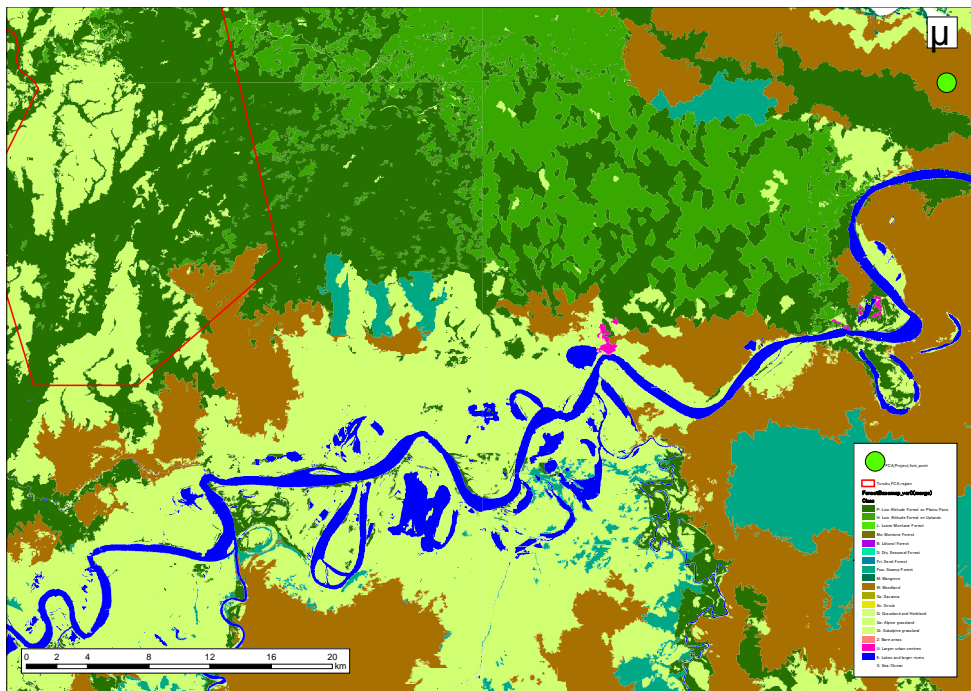


図 3-39 作成した森林基盤図 2012(ver.0)の拡大画像

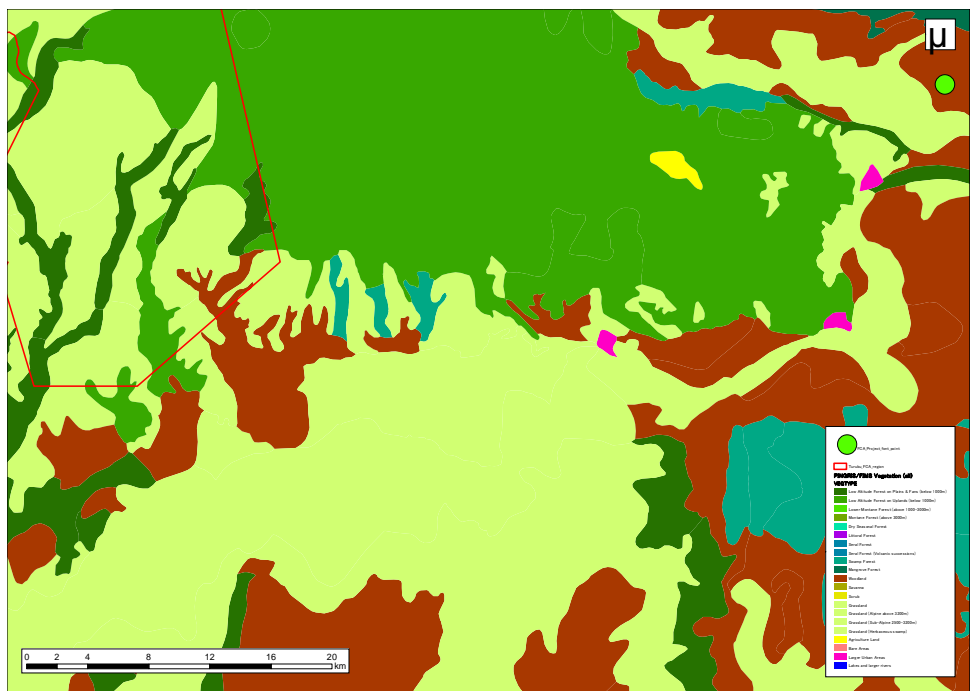


図 3-40 森林公社の植生図(1972 年ベース)の拡大画像

レーダ衛星（ALOS/PALSAR）を用いた雲部補完のイメージを図 3-41 に示す。

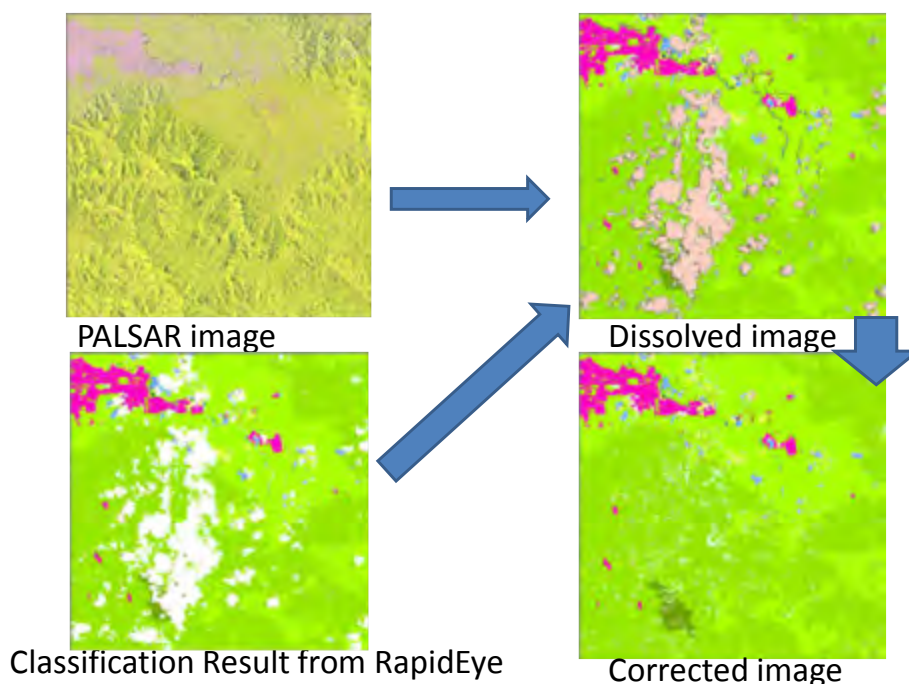


図 3-41 ALOS/PALSAR による雲部の森林・非森林補完のイメージ

なお、今回作成した森林基盤図 2012 (ver. 0) は、衛星画像上で明らかに特定できる森林／非森林（水域、雲部&影部を含む）をまず区分して、森林および非森林のそれぞれのカテゴリ内における細分については森林公社で用いられている植生図からサンプルを取って分類したものを、明らかな誤分類について判読修正を行ったものである。現状では本格的な精度検証は行っていないものの、C/P と協議した結果、以下に記載した課題を中心に改善していく必要があるという結論となった。

- ① Agriculture-land／Cropland を作成していない
 - ver. 0 は物理的定義による Landcover であり Landuse はカバーしていない
 - 農地の判読にはその土地の知見や補助的データの利用が必要であるため
- ② Woodland、Savanna、Scrub の区別が明確でない
 - C/P の中でも上記の区別の認識が必ずしも共通ではないことが判明した
 - IPCC の森林定義に基づく森林／非森林の区分に影響するカテゴリである
- ③ Plain Forest と Hill Forest の区別が上手く行っていない（箇所がある）
 - 解析に用いた DEM の品質の問題から、区分が自然でない箇所がある
 - Western 州の平地に Hill Forest が多く存在するので追加の定義が必要

上記の課題に対するプロジェクト期間内での対応およびプロジェクト以降の対応に関する方針を検討するためにも、追加的にグラントゥルースを実施することとなった。

3.5.10 グラントゥールースを活用して森林被覆図を改善する OJT

(a) 判読カードの改訂

3.5.6 の(e)において、自動分類により作成された森林被覆分類結果を改善することを目的に、目視判読による判読修正を行うための判読カードが作成された。当時の作成目的は、個々の森林/植生タイプにおける判読事例集的な位置付けであったが、C/P と判読カードを作成していく中で、PNG における実際の森林/植生は複雑で、どのような理解の下で森林/植生を判読していくか、を C/P 全員が同一の認識を持つことが重要であることが分かってきた。そのため、共通認識醸成ミーティングを行い、C/P 全員でどのように分類すべきかを議論して、その結果を新判読カードとしてまとめていくこととした。

・画像強調パラメータの変更

これまで、画像強調の方法は標準偏差を利用して、最適な色および明るさになるように分散のパラメータを調整してきた。しかし、雲の多い PNG では雲の明るい白色が影響して、暗い部分が判読しにくい状況であった。これらを改善するために、今年度は Percent Clip という方法を適用し、画像中における「雲などの明るい部分」と「雲影や海などの暗い部分」の割合を指定して、それらを除いた中でヒストグラムを調整して強調表示する方法に変更した。標準偏差に比べ、これらのパラメータ（除外する割合）を指定することは、画像処理の経験が必要とすることから難しいが、画像判読が容易になるため Percent Clip で画像強調を行った。これまでの標準偏差と Percent Clip の画像強調の違いを図 3-42 に示す。



図 3-42 画像強調の違い(左:標準偏差、右:Percent Clip Tile ID:5534418)

・共通認識醸成ミーティング

Percent Clip により表示された True Color 画像と False Color 画像を使用して、どのように森林/植生を判読するか、を議論する共通認識醸成ミーティングを実施した。その様子を図 3-43 に示す。本ミーティングは、次に述べる新判読カードを用いて、1 個所につき 1 時間半から 2 時間かけて議論された。



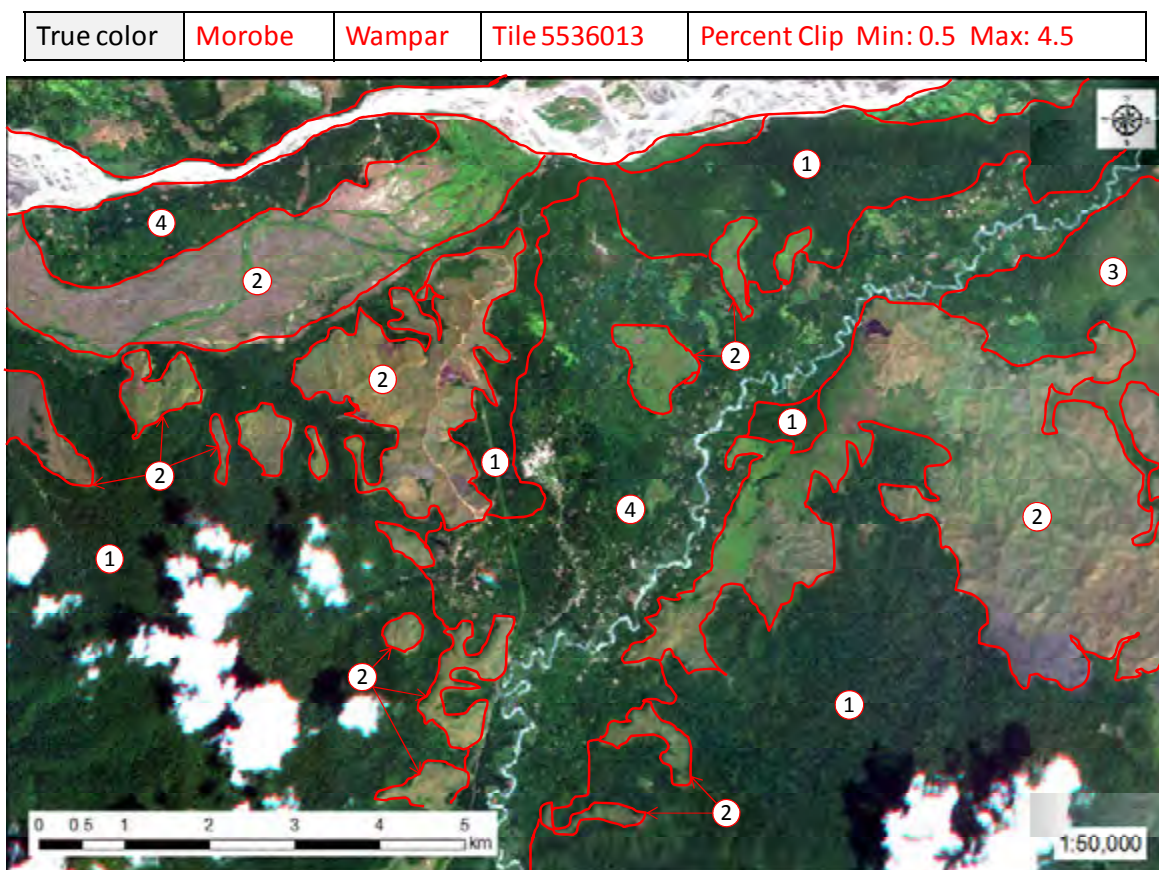
図 3-43 共通認識醸成ミーティングの様子

・新判読カードの作成

共通認識醸成ミーティングを受けて、新判読カードを作成した。新判読カードの一例を図 3-44 に示す。新判読カードは、判読したポリゴンを重ね合わせて、その森林/植生タイプと判断した特徴（色、明るさ、テクスチャ、分布域など）や、そこに分布している地形的および社会的背景、C/P の知見に基づく分類コード、FIMS の分類コード、Google Earth による高分解能画像から読み取れる事項、が記載されている。それらを総合的に判断して、共通の判読結果（Final Conclusion/Common Understanding）が形成された。

これらの新判読カードは、植生ゾーン毎に作成することとした。C/P により優先順位が設定され、特に優先度の高い 25 ゾーンについては、少なくとも 1 枚作成することとした。また、重要かつ複数の森林/植生タイプが存在する場合には、1 つの植生ゾーンでも複数枚の新判読カードを作成することとした。新判読カードの進捗管理表を表 3-20 に示す。

これまで C/P 内でリモセン画像からの森林/植生判読の認識に違いが見られたが、共通認識醸成ミーティングや新判読カード作成の OJT により、判読基準を統一することができた。今後は、統一された基準を用いて、C/P によって森林基盤図が継続的に更新されていくことが期待される。



Conclusion of the Development of Common Understanding

RAPID EYE TILE# 5436125 REGION Highlands PROVINCE Southern Highlands DISTRICT _____

DATE OF ACQUIRED RAPID EYE TILE 14/11/2010 IMAGE ENHANCEMENT (True) Percent Clip Min: 0.5, Max: 6.5 RGB 3 - 2 - 1

IMAGE ENHANCEMENT (false) Percent Clip Min: 15, Max: 8 RGB 3 - 5 - 2

General description of the image

No.	True Colour/Texture viewed from Rapid Eye Image within Tile#.	False Colour/Texture viewed from Rapid Eye Image within Tile#.	Officers' observation by Ground /Field Knowledge (Possible Vegetation in the Rapid Eye Image)	FIMS classification	Google Earth high resolution image	Final Conclusion/Common Understanding	Note
1	Brownish Green	Green to Light Green	L	L, IIm		L, II	
2		Dark Greyish Green	Fsw	HtriN		H	
3		Light Green along the lake	Fsw (Sago)	IImS		II	
4	Light Green along the river/road		Gardening, Settlement	I, N, Fsw	Land use (Gardening)	Land use (Gardening)	
5	Smooth Green		Gsw, HSw	Wsw/Fsw	Fsw	Fsw	
6	Scattered Light Brown		Gardening	LI	Gardening & Settlement	Gardening & Settlement	

図 3-44 新判読カードの例

表 3-20 新判読カードの進捗管理表

Code	Province	Forest Zone	Priority	No. of IC	Vegetation Types within image	RapidEye tile No.	Officer in charge*	Adviser	Common understanding meeting	Date of completion
1	Bougainville (North Solomons)	North Solomons	★★★	2		5636524	Samuel			
					Sc	5636622	Samuel			
2	New Ireland	Southern New Ireland	★★★	1		5636915	Perry			
3	New Ireland	Central New Ireland	★★★	1		5637510	Perry			
4	New Ireland	Northern New Ireland	★★							
5	New Ireland	New Hanover	★							
6	New Ireland	Mussau	★							
7	East New Britain	Gazelle	★★★	2	O	5637010	Patrick	Gewa		
					Forest plantation	5637011	Patrick	Gewa		
8	East/West New Britain	Central New Britain	★★★	1		5636707	Patrick	Gewa		
9	West New Britain	Fullborn	★							
10	West New Britain	West New Britain	★★★	2	2nd Forest	5636201	Suzuki			
					Sc	5636503	Suzuki			
11	Oro/Milne Bay	Oro	★★★	1	G	5534723	Perry			
12	Milne Bay	D'entrecasteaux	★★							
13	Milne Bay	Woodlark	★							
14	Milne Bay	Louisiade	★							
15	Milne Bay	Milne Bay	★★★	1		5634201	Elizabeth			
16	Central/Milne Bay	Central-South	★★★	3	Sa, B	5534419	Samuel			
						5534420	Samuel			
						5534517	Samuel			
17	Central	Central-North	★★★	3	Sa	5534716	Samuel			
						5534815	Samuel			
						5534816	Samuel			
18	Gulf/Central	Kerema	★★★	1	M, Fsw, B	5535606	Samuel			
19	Western/Gulf	Aramia-Kikori	★★★	1	W, Fsw	5535603	Samuel			
20	Western	Kiunga	★★★	2		5436215	Samuel			
						5436216	Samuel			
21	Western/Southern Highlands	Bosavi-Strickland	★★							
22	Western	Central Fly	★★★	1	D, W	5435419	Rabbie			
23	Western	Southern Fly	★★★	3	D, W, Sa, Sc, Fsw	5434917	Rabbie			
						5434925	Rabbie			
						5435516	Rabbie			
24	West Sepik	Oenake	★							
25	West Sepik	Pual River	★★							
26	West Sepik	Aitape	★★★	1		5437620	Suzuki			
27	East Sepik	Sepik Coastal	★★							
28	West Sepik/East Sepik	Bewani-Sepik	★★★	1		5437215	Perry			
29	East Sepik/West Sepik	South Sepik	★★★	2	Fsw, Fri, W	5437026	Elizabeth	Margaret		
						5437118	Elizabeth	Margaret		
						5437121	Elizabeth	Margaret		
30	West Sepik	Telefomin	★							
31	East Sepik	Sepik Plains	★★★	1	G	5437324	Elizabeth	Margaret		
32	Madang	Madang-Bogia	★★★	1		5536904	Rabbie			
33	Madang	Gogol-Ramu	★★★	1		5536507	Suzuki	Samuel		
34	Madang	Ramu-Bismark	★★							
35	Morobe/Madang	Finisterres-Huon	★★★	1		5536509	Perry			
36	Western H./ Eastern H./Southern H. /Chimbu/Enga	Highlands	★★★	9	O	5436125	Kawai			
					Fsw	5436325	Kawai			
						5536003B	Kawai			
					H, L, W, G	5536110	Patrick	Gewa		
						5536201	Patrick	Gewa		
						5536202	Patrick	Gewa		
						5536301	Patrick	Gewa		
						5536302	Patrick	Gewa		
	5436625	Patrick	Gewa							
37	Western Highlands/Enga	Jimi	★★							
38	Morobe	Lae	★							
39	Morobe	Umboi	★							
40	Morobe	Watut	★★★	3	O	5536013	Suzuki			
					H	5536013	Suzuki			
					Forest plantation	5535713	Samuel			
41	Morobe/Oro	Morobe	★★							
42	Manus	Manus	★★★	1		5538116	Elizabeth			
Total No. of IC				46						

* Officers who finished their own tasks should assist another officers who have not finished yet.

(b) グラントゥールス調査の実施

C/P と判読カードの議論を進める中で、PNG の植生をよく知る C/P であっても、その土地を訪れたことがない地域の植生については十分な知見を有していないため、判読カードの改訂を進めるため、ひいては森林基盤図 2012 (ver. 0) の改善を検討するためにも、グラントゥールス調査を実施することが要望され、本プロジェクトでも新たなグラントゥールス団員を提案して調査を実施した。

・ Western 州（4 月 29 日～5 月 5 日）

Western 州は PNG の中でもかなり特殊な植生となっているが、森林公社本部の C/P は Western 州を訪問したことがなかったために、グラントゥールス調査を実施することとなった。この地方には特に Dry Seasonal Forest と呼ばれる季節林があり、これが今回利用する衛星画像 (RapidEye) で区別が可能かどうかを中心に確認を行った。

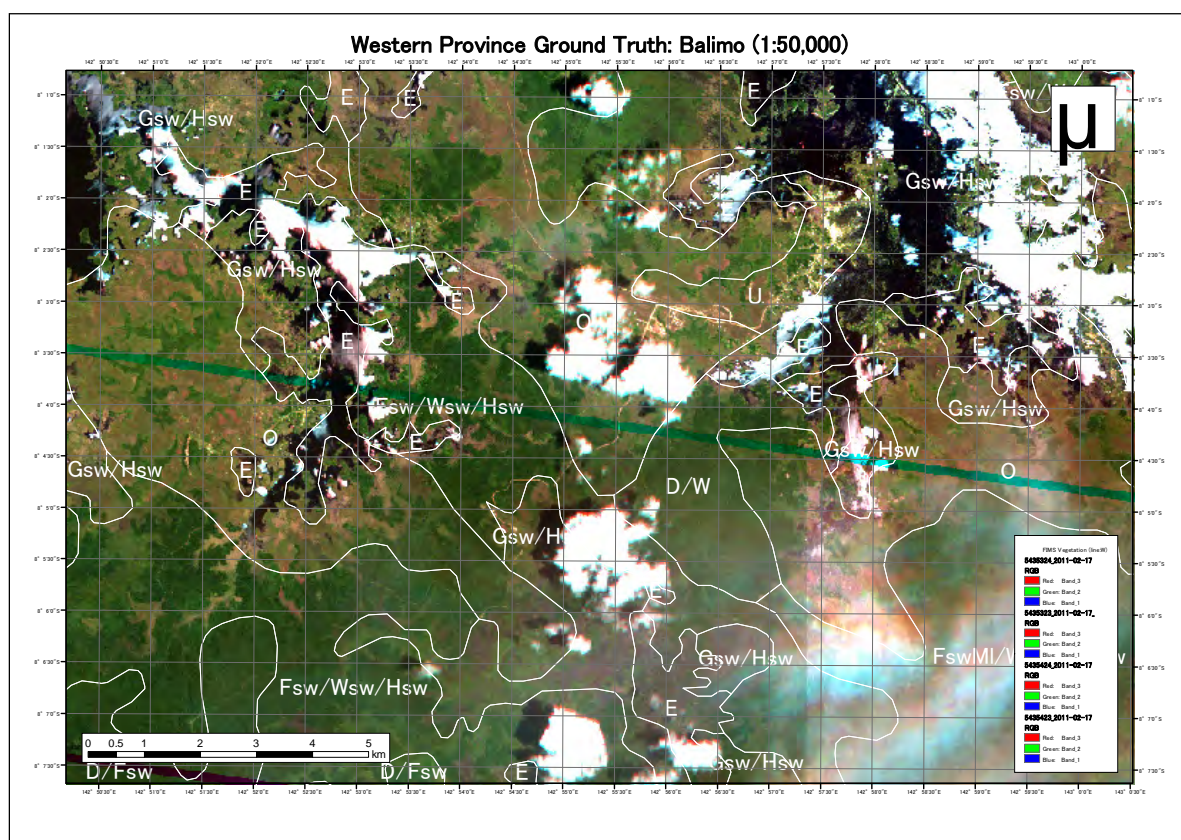
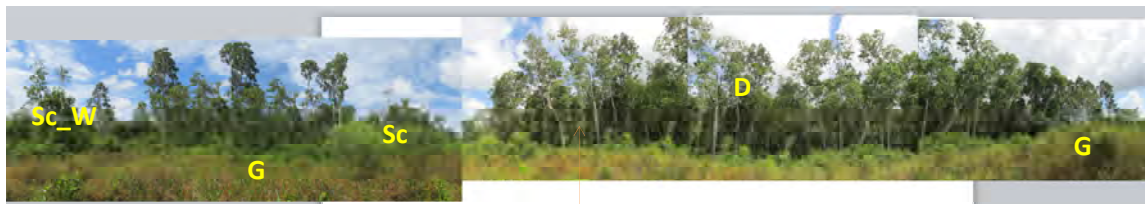


図 3-45 Western 州のグラントゥールス調査の基図 (Balimo 周辺)

結論としては、Dry Seasonal Forest はその構成樹種を以って判断することができるが、今回利用する衛星画像ではこれを識別することは困難であることを確認した。航空写真または高分解能衛星画像であれば、ある程度の確認ができるが、この地域は Google にも十分な画像が存在していない。そのため、Dry Seasonal Forest を区分するためには、まずは森林・非森林を区分し、古いながらも航空写真を用いて構成樹種も加味されている作成された FIMS の Dry Seasonal Forest の範囲を参照して区分の判読を進めることが妥当であることを確認した。



Dry Seasonal Forest (D), Scrub (Sc) , Woodland (W) and Grassland

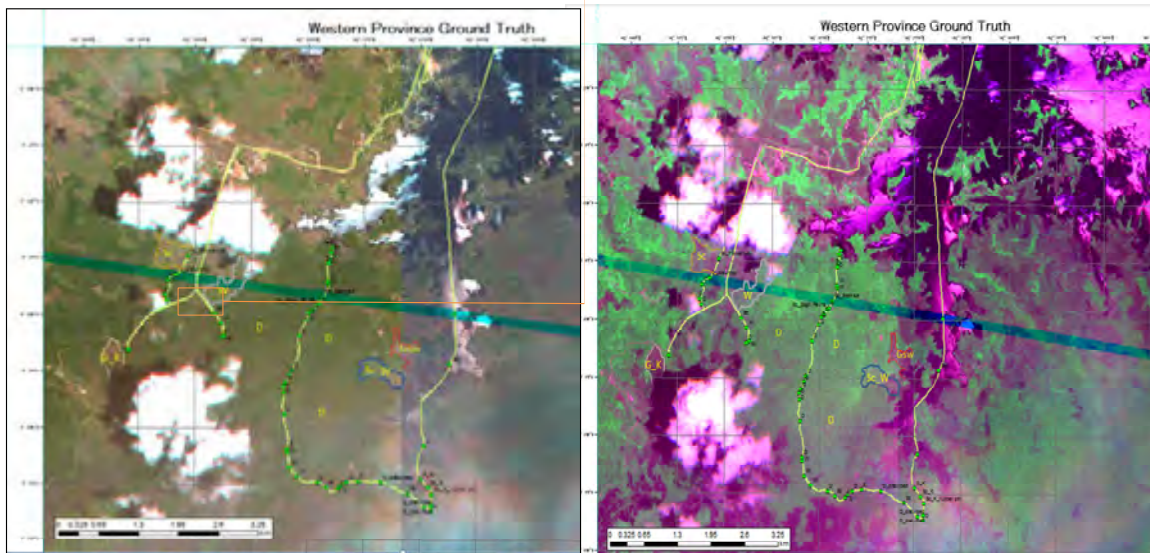


図 3-46 Western 州のグランドトゥルース確認結果(Dry Seasonal Forest 含む地域)

・ Morobe 州/KAINANTU/RAMU (6月24日～7月1日)

本グランドトゥルース調査は、計画から実施までC/Pが主導して行った。GISを用いての図面作成、GPSカメラを用いての調査結果の確認など、これまで行ってきた技術移転の成果と課題が確認された。



図 3-47 Morobe 州のグランドトゥルース確認結果(GIS 上での GPS カメラ写真表示)

・Central 州（7月16日）

森林定義に関する Woodland、Savanna、Scrub を中心に、今回利用する衛星画像でどの程度識別が可能かを Central 州の首都近郊で確認を行った。



図 3-48 Savanna のグラントウルース確認結果

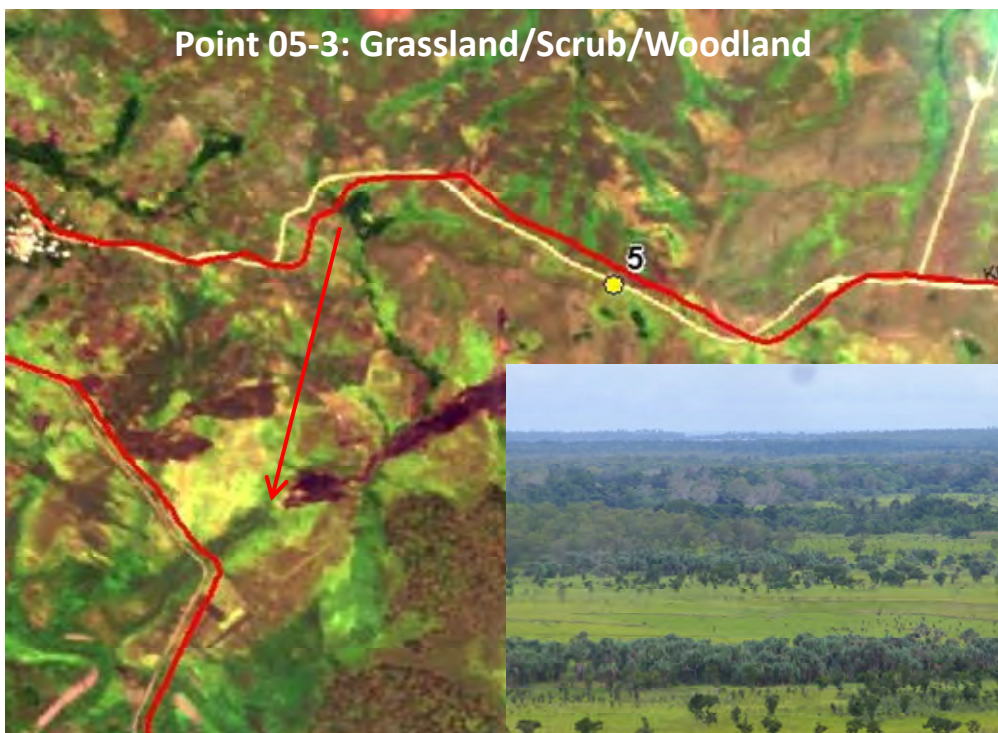


図 3-49 Scrub のグラントウルース確認結果

結論としては、Scrub と Grassland を今回用いる衛星画像（RapidEye）では区別することは難しいということが明らかとなった。PNGRIS/RIMS に基づく森林定義（最小面積：1ha、樹冠率：10%、樹高：3m、詳細は成果 3 の中で報告）では、森林／非森林のラインは Savanna や Scrub と Grassland の間に設定することが検討されている。つまり、リモートセンシングおよび画像判読ではこのラインを正確に検証・モニタすることが難しいことになってしまうが、Savanna はある気象・生態学的条件下、人為的な火入れが繰り返された結果として一部地域にのみ存在するものであり、また Scrub も同様に特定樹種の構成による低木林であるため、FIMS を参考に地域性を考慮して特定することとした。

本グランドトゥルース調査の結果と森林定義との関係を図 3-50 に整理した。

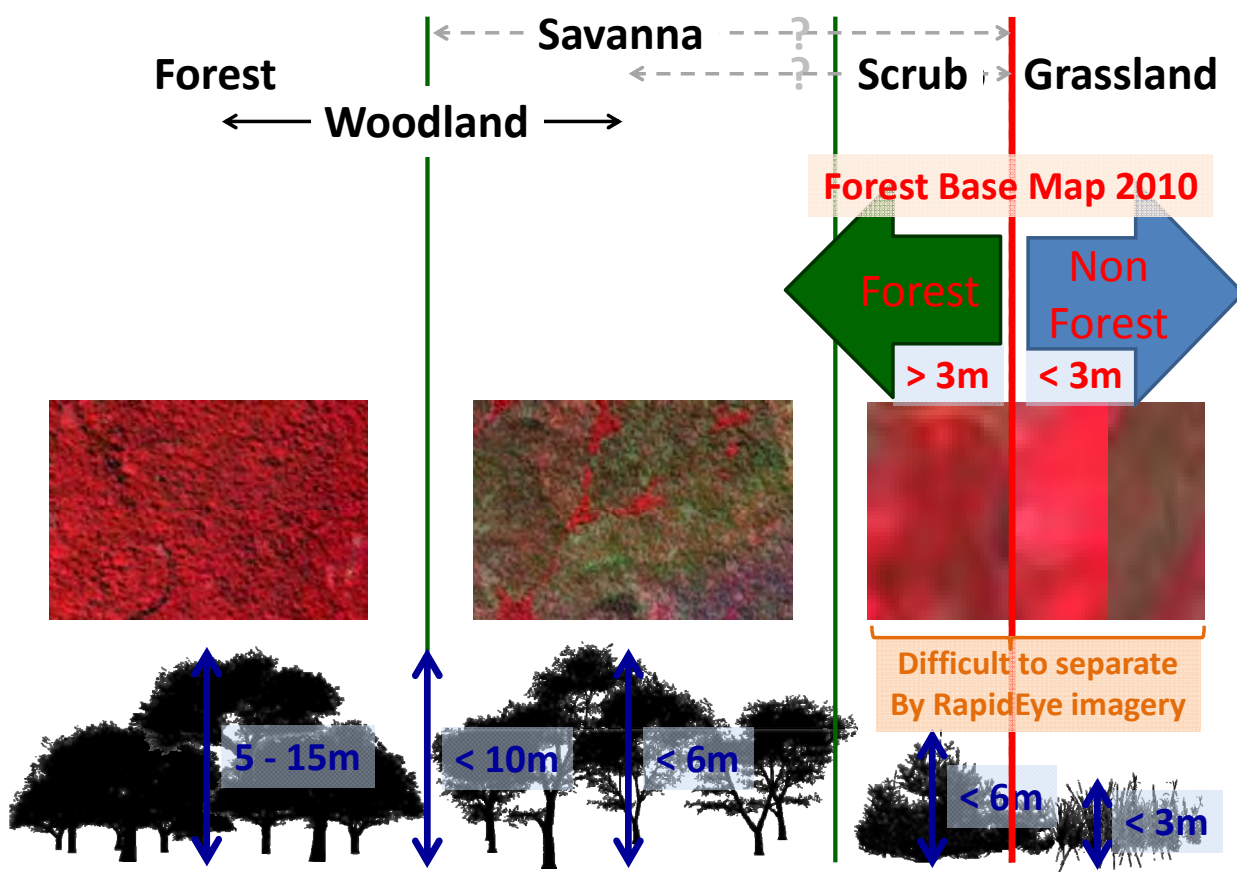


図 3-50 グランドトゥルース確認結果と森林定義の関係整理

・ New Guinea Island (NGI 島) 地方 (8 月 22 日～8 月 28 日)

この地方で盛んであるプランテーション (Forest、Agriculture の双方) およびその周辺に広がる自給自足農業地域を中心にグランドトゥルース調査を行った。特に、新たに収集した MASP (Mapping Agriculture Systems Project : 豪州国立大学研究成果) という農業 GIS 情報がどの程度使えそうかを中心に確認を行った。



NGI 島のプランテーション・農地地域の衛星画像



現地で確認した農地・プランテーション

図 3-51 グランドトゥルースによる農地・プランテーションの確認



PNGRIS の農地情報と最新の衛星画像



MASP の農地情報と最新の衛星画像

図 3-52 既存の農地情報と最新の衛星画像の比較

グランドトゥルースの結果、農地・土地利用活動は動態が激しく、繰り返し行われるために、MASP も PNGRIS のどちらの情報も既に古くなっていて課題があり、改定が必要であることが明らかとなった。ただし、どの地域に以前から農地が広がっているかを把握するための参照情報としては貴重な情報であることが明らかとなった。また、この調査を通じて DAL が最新の農地情報を整備・管理しているかを確認したが、全国レベルでは PNGRIS 以外に情報を持っていないことを確認した。

この結果も参考にして、10 月から地方職員を招聘して森林基盤図 2012 (ver. 0 : 森林被覆分類) に地方職員（地域事務所、州事務所）を招聘して、管轄する地域の農地情報を、彼らの持つ現地の知見や情報に基づき、追加する活動を中心としたワークショップを開催することとなった。

3.5.11 地域組織と連携した農地情報整備（森林基盤図 ver.1 の作成）

農地情報整備に関して C/P および長期専門家と協議した結果、農地は土地被覆としては、裸地のよう見えたり（収穫後、焼畑後）、草地のよう見えたり（畑地の作物）、森林のよう見えたり（プランテーション）で判断が難しく、リモートセンシングでも本邦コンサルタントや本部職員による判読でも整備することが困難であることが明らかになった。また、本部 C/P は他プロジェクトの活動も本格化して、本作業に専念することが難しい状況となってきた。

そこで、地方職員の衛星画像判読・GIS 研修を行うワークショップを開催することとし、地方組織の土地知見を活用すると共に、環プロ無償で調達された資機材の活用に向けた能力開発を行う体制で農地情報を整備することとした。期間としては、地域を 3 つに整理してそれぞれ 2 週間の作業、本部 C/P の準備および取り纏めを 1 週間の合計 3 週間、全部で約 9 週間に渡る活動となった。



地方職員に GIS 利用を指導する本部職員



地方職員と本部職員による農地情報整備

図 3-53 森林基盤図改善(農地情報整備)ワークショップの様子

なお、本ワークショップで整備する農地情報は、国によってオーソライズされたものではなく、あくまで森林基盤図情報を改善するためのものであるが、PNG では PNGRIS、MASP 以来の全国レベルの農地情報になるため、将来の PNG にとって貴重な農地情報になりうると考えられる。環プロ無償で農業畜産局にも衛星画像および簡易 GIS が調達されており、本情報も参考にして PNG としての農地情報管理に寄与することが期待される。

農地情報の整備には、最新の衛星画像（RapidEye）と、ワークショップ前に GPS で取得してきてもらった位置情報付き写真、地域・州事務所の職員はその土地の知見に加えて、参照データとして、GoogleEarth/Bing Map の超高分解能衛星画像、既存の農地情報（MASP および PNGRIS）、そして地形データ（DEM: Digital Elevation Model）を活用した。

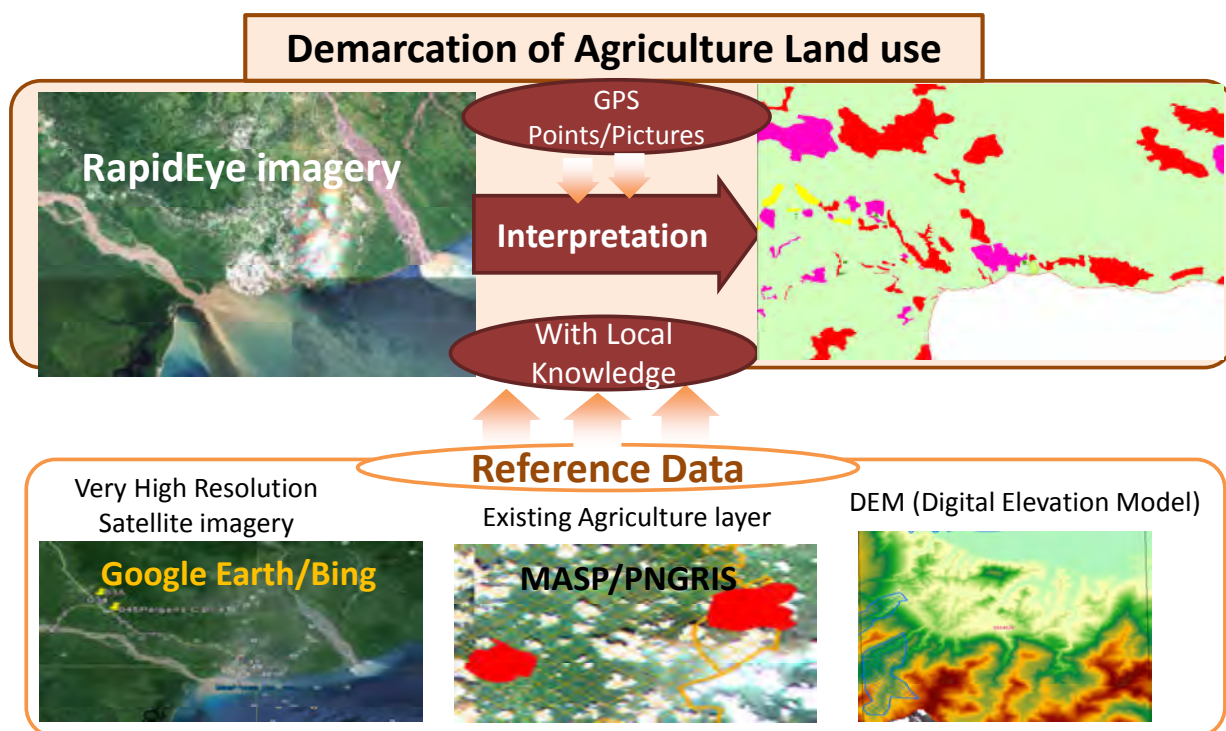


図 3-54 農地情報整備に利用した情報と参照データ

また、農地情報（正確には農地可能性地域）の整備に際して、現場の知見、GIS やリモートセンシングの視点、既存農地情報の定義を踏まえて、今回のワークショップで整備する情報の定義を行い、分類のグループおよびコードを定義した。

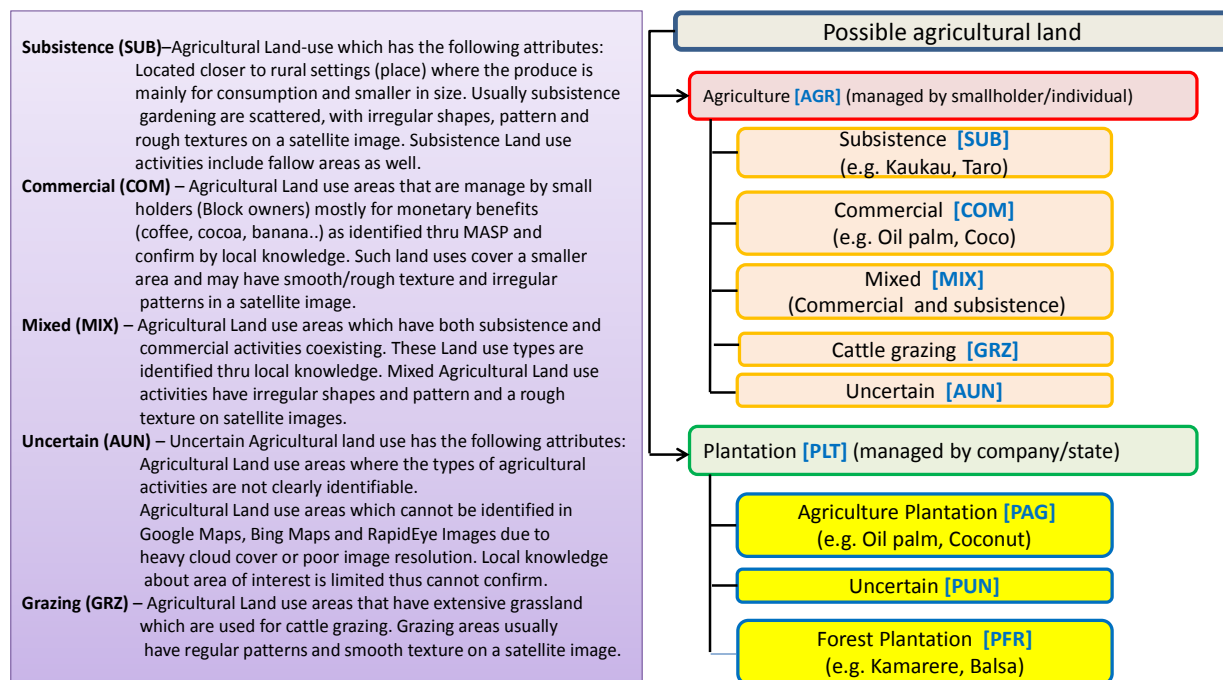


図 3-55 農地情報の項目定義と区分のグループ・コード

元の森林被覆図（森林基盤図 ver. 0）とワークショップを通じて作成された農地付き森林被覆図（森林基盤図 ver.1 原型）のサンプル（West New Britain 島）を下記に示す。

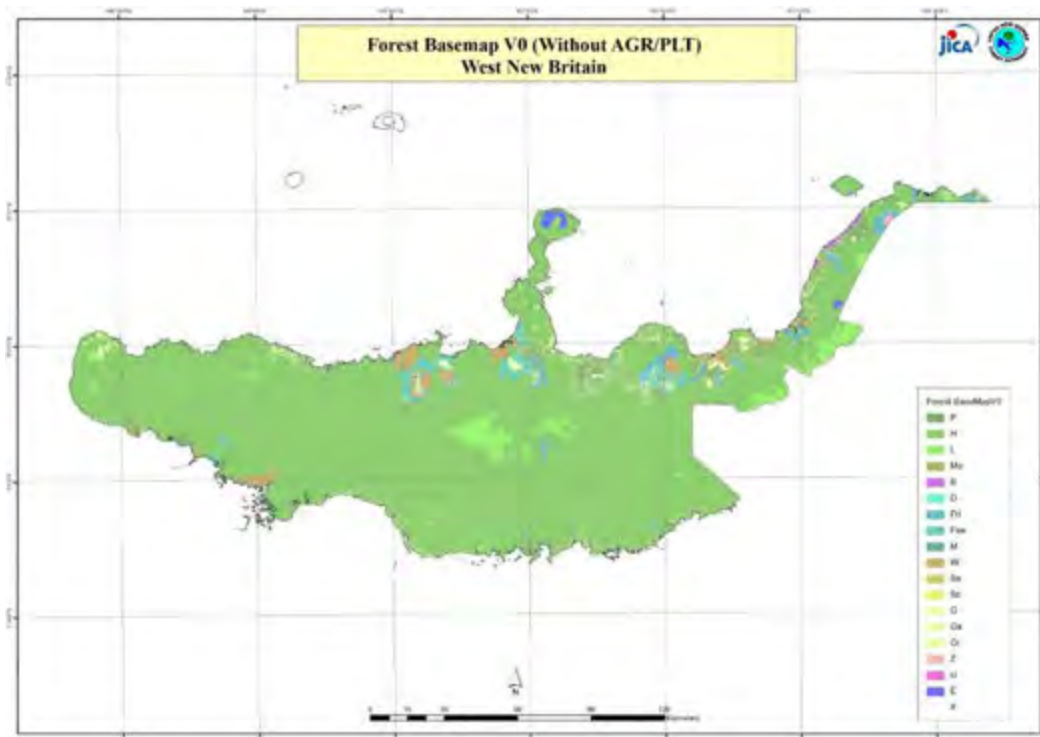


図 3-56 元の森林被覆図（森林基盤図 ver.0）サンプル（West New Britain 島）

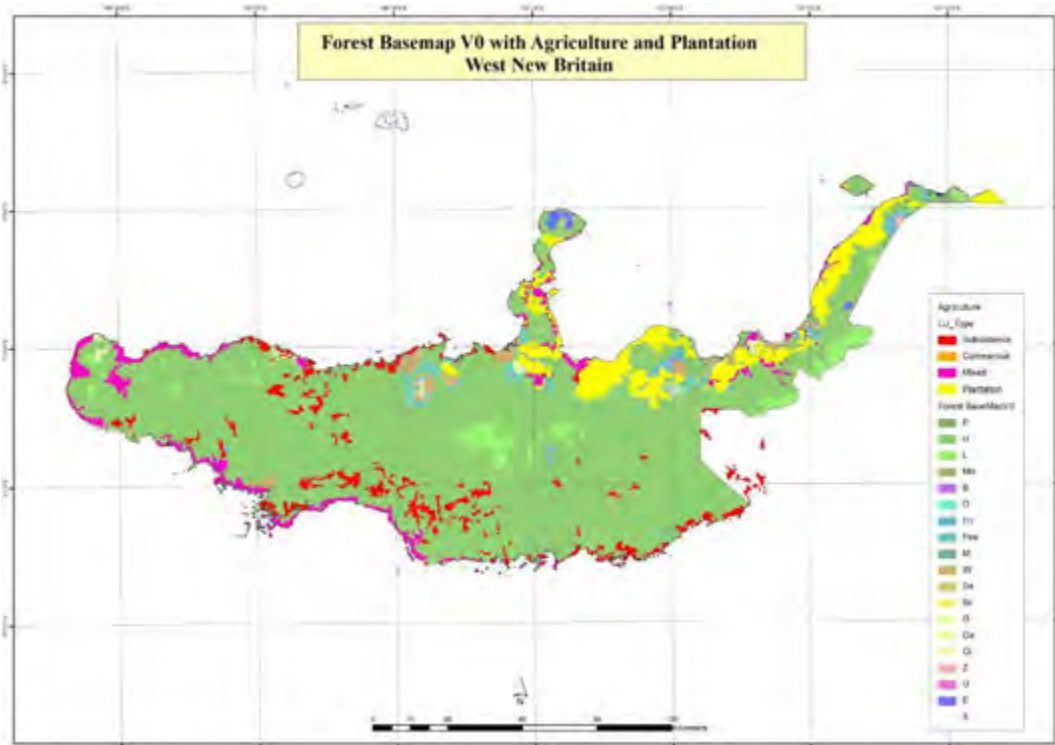


図 3-57 農地付き森林被覆図（森林基盤図 ver.1 原型）サンプル（West New Britain 島）

整備された農地情報を基にして、森林基盤図 ver. 1 のクラスとして農地、プランテーション農地、プランテーション林地に再整理して森林基盤図 ver. 1 が完成した。

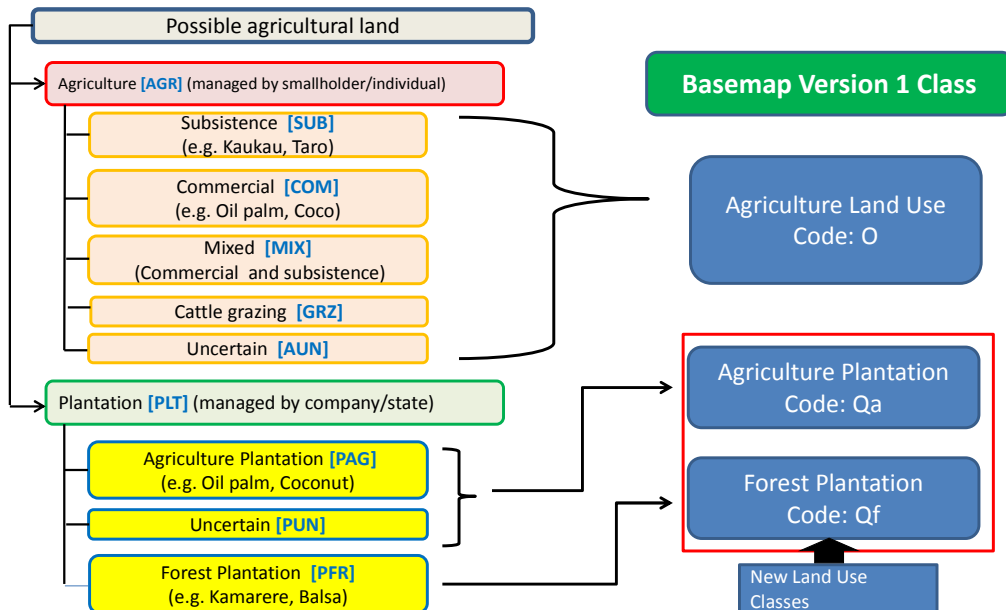


図 3-58 農地情報を統合した森林基盤図 ver.1 の作成

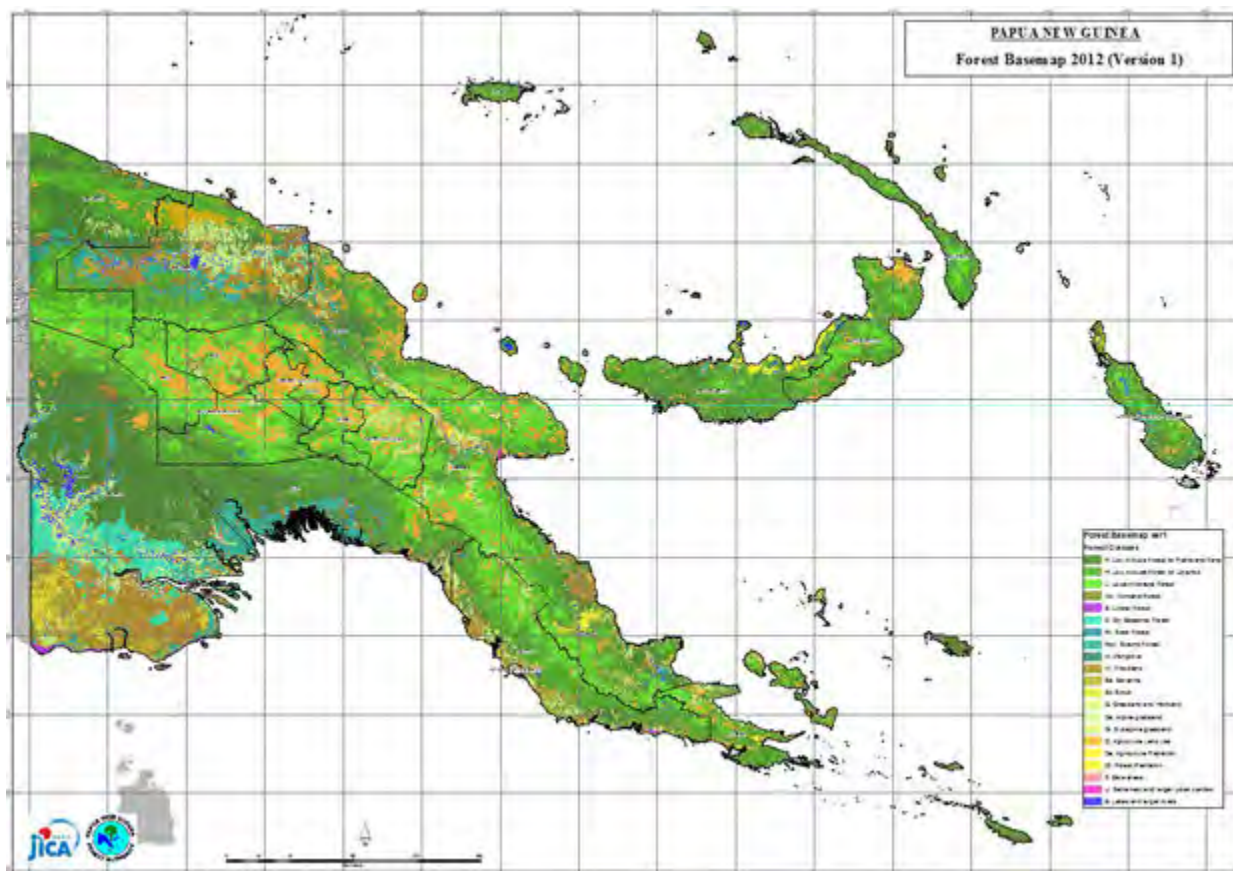


図 3-59 完成した全国版森林基盤図 Ver.1(農地情報統合)

3.5.12 既存データを活用した過去の森林被覆図の作成に関する協議・OJT

(a) 既存衛星データのレビュー

世界中どこでも同じであるが、過去の衛星画像データとしては、LANDSAT しか存在しない。そこで、PNG の過去の LANDSAT のデータがどのような状況であるかを確認した。PNG 全土をカバーするためには 42 シーンが必要となるが、これらを複数年に渡って全てオルソ補正することはかなりの労力であるため、米国地質研究所（USGS）が無償公開しているオルソ変換済のデータの利用を基本とした。

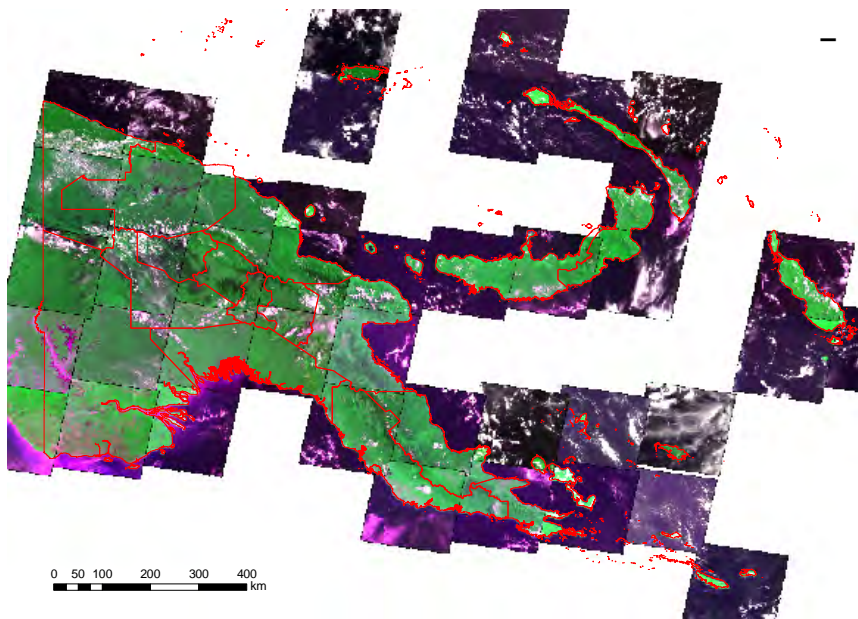


図 3-60 PNG の LANDSAT1990 のデータ状況

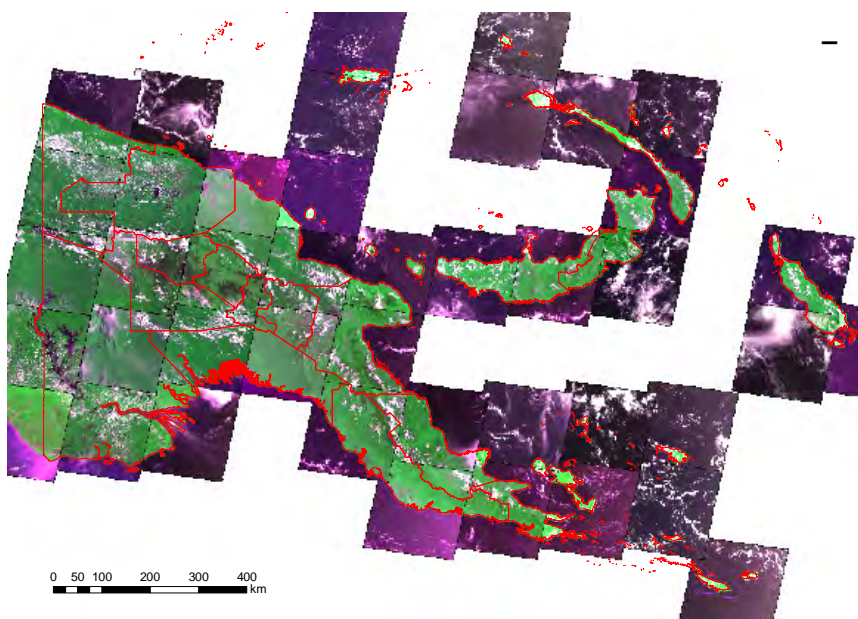


図 3-61 PNG の LANDSAT2000 のデータ状況

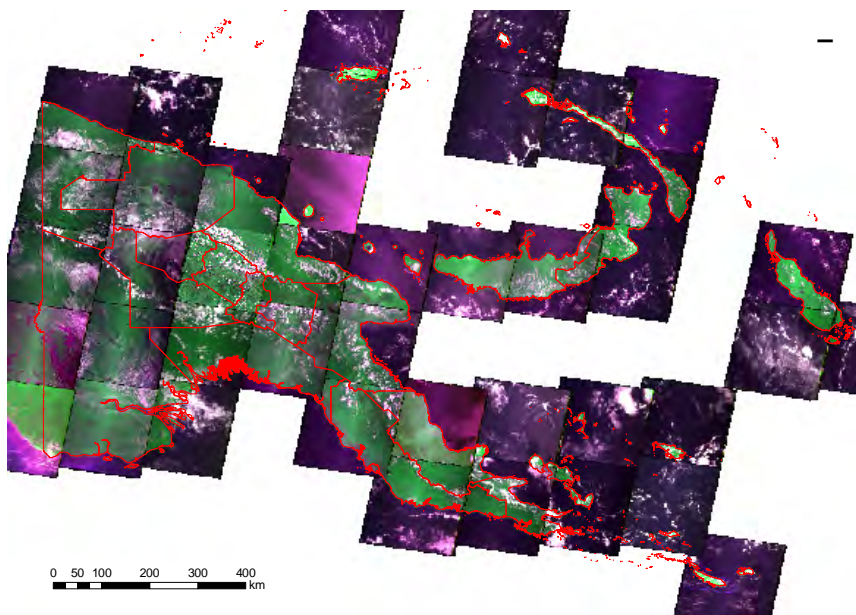


図 3-62 PNG の LANDSAT2005 のデータ状況

以下のデータを収集・ダウンロードして、PNGFA のサーバに Index マップと共に整備した。1990、2000、2005 と呼んでいるが、実際は 1990 というのは 1990 年付近前後の複数年に渡るデータである。

- ・ LANDSAT 1990: TM (MS: 30m) : 42 シーン
- ・ LANDSAT 2000: ETM+ (Pan:15m, MS:30m) : 42 シーン
- ・ LANDSAT 2005: ETM+ (Pan:15m, MS:30m) : 42 シーン

画像の品質を確認したところ、全体的に雲が少ない画像が選定はされているが、2005 年データについては 2002 年に LANDSAT 7 号のセンサの一部が故障した影響で、ストライプ上の No Data ラインが入ってしまっている。そのため、分類・解析には適していない。そのため、過去の森林被覆図は 1990 年と 2000 年のデータを用いることが妥当であると判断された(2005 年については利用する場合は判読により補う手法が適切である)。

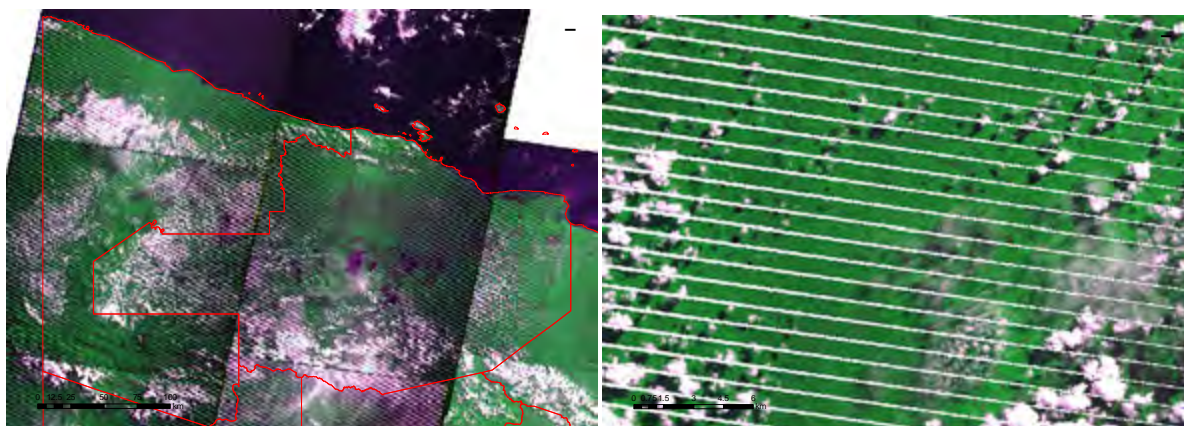


図 3-63 PNG の LANDSAT2005 のデータ状況(拡大:ストライプ)

(b) 既存の調査結果のレビュー

長期専門家の協力を得て、過去の森林被覆図に関する調査結果のレビューを行い、C/P と協議した。2011年に Winrock International が複数データソースによる PNG の森林被覆の長期化傾向の分析の中で、1975年～2010年に報告されている森林面積とその変化を整理している。①UPNG の研究結果、②PNG 政府から FAO への報告値、③FAO が採用した値、④Hansen ら（メリーランド大学）による研究結果に基づく数値が比較されている。

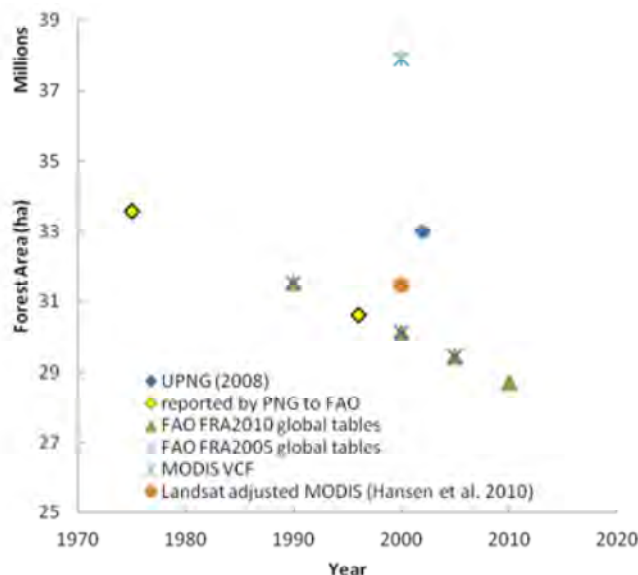


Figure 2: Trends in forest cover over time in Papua New Guinea according to multiple data sources.

図 3-64 PNG の複数のデータソースによるパプアニューギニアにおける森林被覆の長期変化傾向

出典: Rapid Assessment of the political, legal and institutional setting, Papua New Guinea

Winrock International

PNG 政府（森林公社）から FAO に報告され、採用されている数値は 1975 年（航空写真判読による）と 1996 年（その後のデータ及び Landsat TM 画像使用）の 2 時点の数値を、1990、2000、2005、2010 各年に単純に内挿、外挿したものであると考えられる。一方、UPNG Sharman らや Hansen らの数値は一時点のみが示されており、いずれも PNGFA・FAO の森林面積よりも大きい。

この数値の違いは、森林定義の違い、また用いられているデータの違いに起因していると考えられる。UPNG は IPCC が定めている森林定義の範囲（例：樹冠率 10～30%）とは関係なく、LANDSAT で解析・判読できる情報で森林・非森林を判定している。一方で、森林公社は 1972 年に取得された航空写真を用いて作成された PNGRIS/FIMS の定義をベースに森林・非森林を特定している。

また、PNG 国内においても、UNFCCC 報告向け森林定義（詳細は成果 3 の中で報告）が議論された。樹冠率については 10～30%いずれにおいても、PNGRIS/FIMS の Woodland は樹冠率としては森林定義を満たすものであるが、FAO の FRA では Woodland は Savanna や Scrub と同様に Other Woodlands として非森林で扱われている。

表 3-21 IPCC-GL、FRA2010 と PNGRIS/FIMS に基づく森林基盤図(ver.0)の比較

IPCC 2006 GL AFOLU	FAO FRA2010 PNG CR	Forest and Non-forest in Forest Base Map 2010	No.	Vegetation type in Forest Base Map 2010	Condition	Code
Forest land	Forest	Forest	1	Low Altitude Forest on Plains and Fans	below 1,000m	P
			2	Low Altitude Forest on Uplands	below 1,000m	H
			3	Lower Montane Forest	above 1,000m	L
			4	Montane Forest	above 3,000m	Mo
			5	Dry Seasonal Forest	in Western Prov.	D
			6	Littoral Forest		B
			7	Seral Forest		Fri
			8	Swamp Forest		Fsw
Depending on national definition of forest and thresholds chosen	Other wooded land (Non Forest)	Forest	9	Woodland		W
			10	Savanna		Sa
			11	Scrub		Sc
Grassland	Other land	Non-forest	12	Grassland and Herbland		G
			13	Alpine grassland	above 3,200m	Ga
			14	Subalpine grassland	2,500m - 3,200m	Gi
Forest land	Forest	Forest	15	Mangrove		M
Cropland	Other land	Non-forest	16	Agricultural Land Use		O
Wetlands	Inland Water Bodies	Non-forest	17	Lakes and larger rivers		E
Other Land	Other land		18	Bare areas		Z
Settlements			19	Settlements and larger urban centres		U
Forest land	Forest	Forest	20	Forest Plantation		-
Depending on national definition of forest and thresholds chosen	Other land	Non-forest	21	Plantation other than forest plantation		-

つまり、いずれの結果・成果もそのままでは同じ定義・条件で作成されていないものであるため、そのままでは比較することはできないことが明らかとなった。現在整備を進めている森林基盤図2012が完成した後、一貫した定義、手法にて過去の森林被覆図を再整備する必要がある。

(c) UPNG の成果（森林図 2002）の共有の協議

PNGRIS 以降に PNG で全国レベルの森林図を作成したのは UPNG だけであり、本プロジェクトは過去の森林図に関して UPNG と協力することを検討していた。ところが、EU の支援を受けて UPNG が提案していた炭素蓄積量推定プロジェクトが承認されなかったこと、森林公社が進めている政策・計画に同意できない点があるとのことから、UPNG は森林公社との協力を見直すこととなり、本プロジェクトとの「データの共有」に関しては白紙となってしまった。先述した森林定義の違いもあるため、自分達の成果を否定されることに繋がることを懸念しており、何度か協議を重ねてきたが本プロジェクトでは入手を断念することとした。

(a) (b) (c) の結果に基づき、C/P と協議した結果、全国レベルで過去の森林被覆図を整備することは極めて困難であることが判明したため、C/P および長期専門家と協議した結果、過去の森林被覆図の整備は現在 PNG が進めている REDD+パイロットプロジェクト地域でデモンストレーションを行うこととなった。

3.5.13 森林被覆図区分における炭素蓄積量観点からの層化についての検討

(a) 既存データのレビュー

どのような炭素蓄積量の推定が可能かを検討するために、炭素蓄積量推定に利用できる可能性のあるデータのレビューを行った。

- ・ PSP と FIMS 植生図の関係

森林研究所（FRI）から入手した PSP を FIMS 植生図、ForestZone に重ねてその関係を分析した。

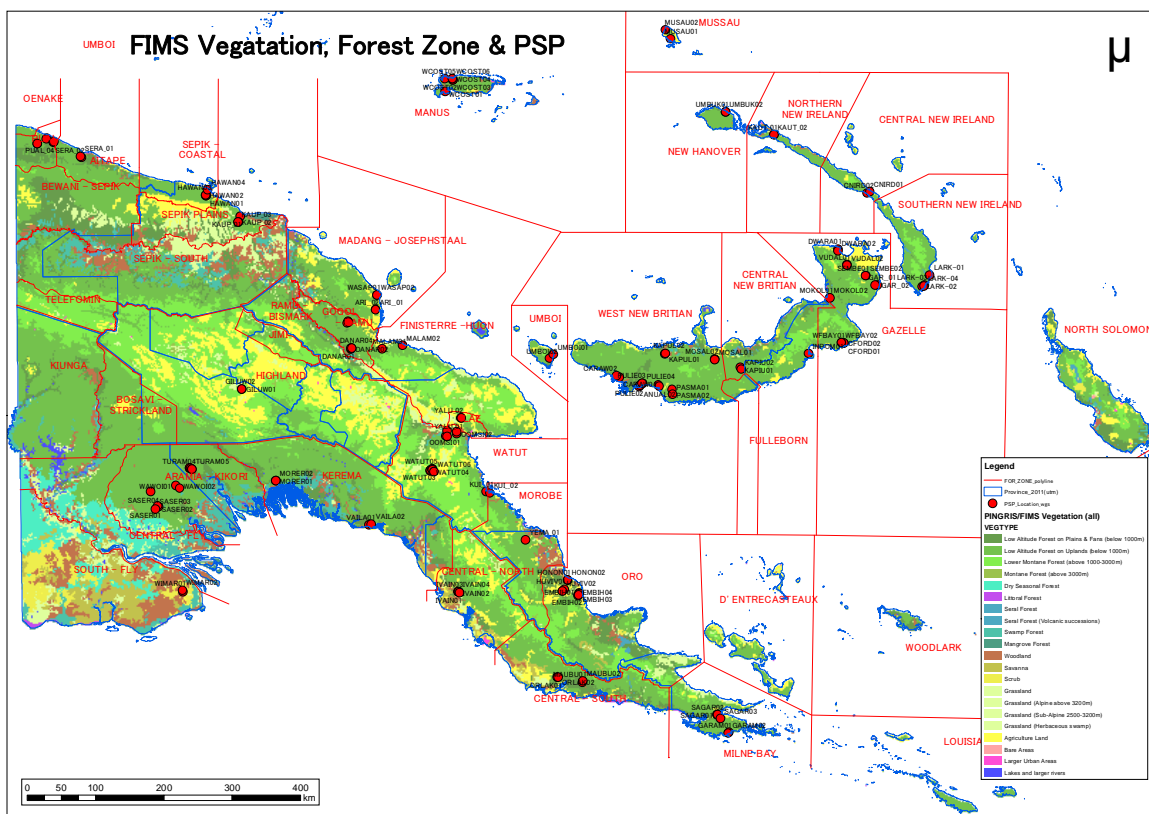


図 3-65 PSP と FIMS 植生図、Forest Zone の関係

PNG の PSP は元々 Secondary Forest の回復モデルを作成するために設置されたものが多いため、ロギングが行われた後の低地の平地林（Plain Forest）および丘陵林（Hill Forest）にしかデータが存在しておらず、その他多くの植生タイプはカバーされていないことが見て取れる（図 3-65）。また、PSP と FIMS の植生タイプの関係の分析結果を表 3-22 に示す。

表 3-22 PSP と FIMS 植生タイプの関係

Vegetation	SUM	WES	GUL	CEN	NCD	MIL	NTH	SHY	ENG	WHY	SIM	EHY	MOR	MAD	ESK	WSK	MAN	NIR	ENB	WNB	NSL
Pl	6						3									3					
Pl/G	2						2														
Pl/Hm	2																				2
Po	3												2		1						
Po/G	1											1									
Po/Wsw	2											1									
Ps	4			4														2			
Ps.f	2			2																	
Ps/G	1					1															
Hl	1												1								
Hm	50		6			3							3	2		5		6	12	13	
Hm/D/Fsw	1	1																			
Hm/Fsw/Wsw	8	5	3																		
Hm/G	1												1								
Hm/Hs	5					2												1	1	1	
Hmd	6														6						
Hmd/G	3													3							
Hme/Hm	6																6				
Hs	2			2																	
L	2												2								
LN	8							2					6								
Fsw	1														1						
Fsw/Wsw/Gsw	3														3						
W	2	2																			
Gf	2												2								
O	10							2							3				3	2	
U	1							1													
SUM	135	8	9	2	0	5	3	2	0	0	0	0	14	13	6	5	6	10	15	14	0

・ コンセッションと FIMS 植生図の関係

PSP を FIMS 植生図およびロギングコンセッション(資源量評価のためのインベントリ調査に關係)のエリアに重ねて關係を分析した。多くは低地の平地林 (Plain Forest) または丘陵林 (Hill Forest) においてロギング活動が行われていることが見て取れる (図 3-66)。

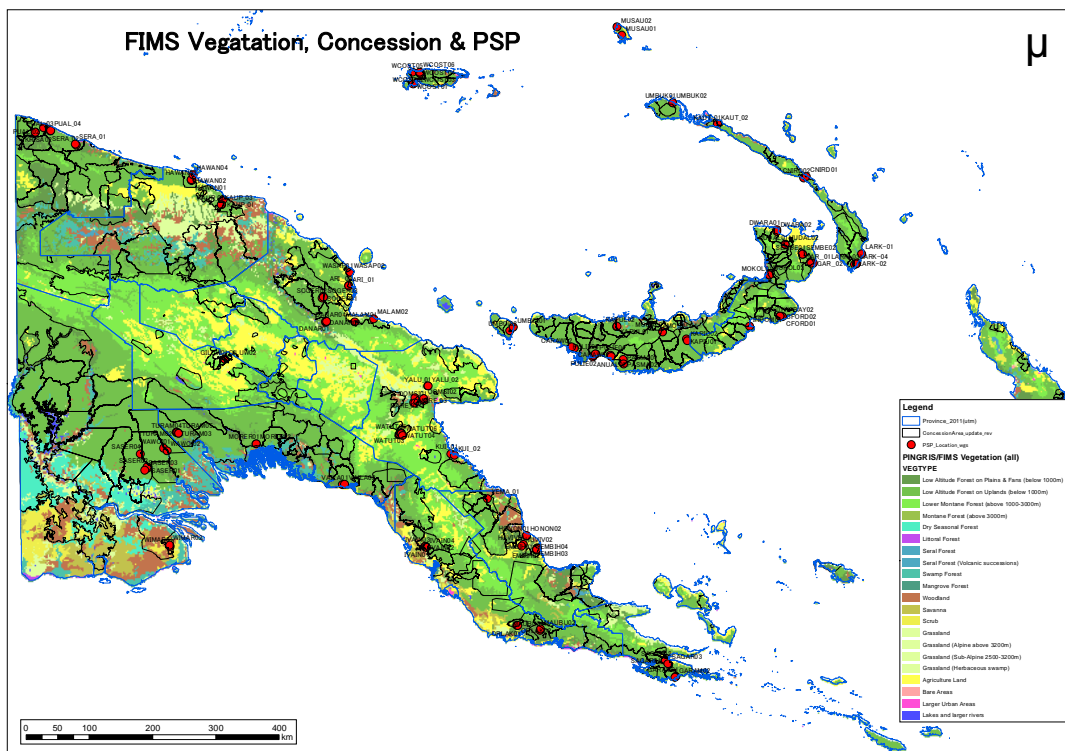


図 3-66 PSP と FIMS 植生図、ロギングコンセッションの關係

一方、森林公社がコンセッション付与前に行うインベントリ調査データを格納したデータベース FIPS は現状では位置情報が入力されていないので、コンセッション名と調査名称でリンクするしかない状況であるが、全 109 の調査データのうち、リンクが可能なものはおおよそ 60 となっている。しかし、いずれにせよ、低地の平地林もしくは丘陵地林のデータしか揃わない状況である。

表 3-23 州毎のロギングコンセッションの数と FIPS の調査の関係

ID	Province	Code	Survey	Identified	Block	Identified	Vegetation Type
01	Western	WES	7	2	11	4	
02	Gulf	GUL	2	2	4	4	
03	Central	CEN	9	5	11	7	
04	National Capital District	NCD	0	0	0	0	
05	Milne Bay	MIL	8	5	9	5	
06	Northern	NTH	7	6	7	6	
07	Southern Highlands	SHY	9	6	14	9	
08	Enga	ENG	0	0	0	0	
09	Western Highlands	WHY	2	1	2	1	
10	Chimbu	SIM	1	1	2	2	
11	Eastern Highlands	EHY	4	0	4	0	
12	Morobe	MOR	4	2	5	3	
13	Madang	MAD	4	2	11	7	
14	East Sepik	ESK	4	1	10	3	
15	West Sepik	WSK	11	6	13	10	
16	Manus	MAN	1	1	1	1	
17	New Ireland	NIR	19	12	19	12	
18	East New Britain	ENB	8	4	15	9	
19	West New Britain	WNB	8	4	16	4	
20	North Solomons	NSL	1	0	1	0	
		SUM	109	60	155	87	

・ REDD+パイロット調査地域のデータ

PNG の森林公社が進める REDD+パイロット調査地域の一つである、MilneBay 州 Central Suau 地域においては、限られた地上調査の情報を補う手法の検討のために環プロ無償により航空機データが調達されて、また本プロジェクトではその解析のための詳細な地上調査を実施した。そこで、この地域で揃うデータとそれを広域に拡大するため手法を検討するために情報を整理・分析した。

図 3-67 に Central Suau 地域で揃うデータを地図上に整理した。下記はその凡例の説明である。

- 青色の大枠：航空機レーダ（GeoSAR）の取得範囲
- 水色の小枠：航空機 LiDAR のデータの取得範囲
- 赤色の▲印：詳細な地上調査が行われた凡その位置
- 赤色の●印：PSP (Permanent Sample Plot) の位置
- 黄色の直線：FIPS（コンセッション調査）Strip Line
- ピンクの線：ロギングコンセッション
- 背景の画像：地形情報に FIMS の植生図を重ねたもの

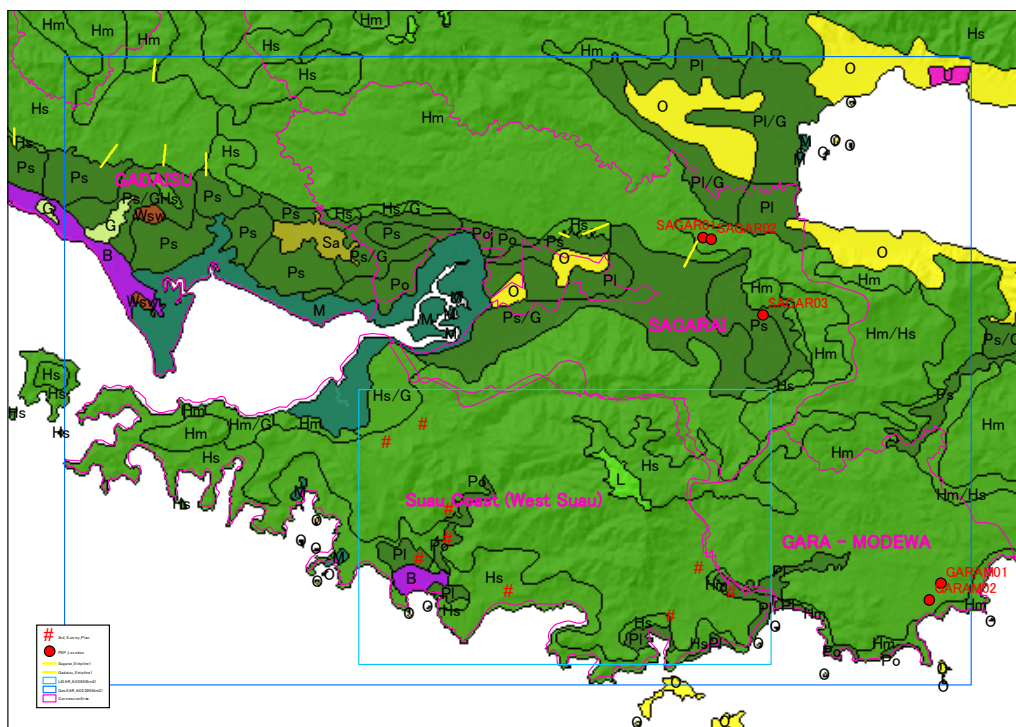


図 3-67 Central Suau 地域で揃うデータ(詳細は先述)

Central Suau 地域で地上調査が行われた植生タイプを表 3-24 の赤字で示す。植生タイプ L (標高 1000m 以上) の調査も試みたが、アクセスの困難さからかなわなかった。やはり、低地林 (P) と丘陵林 (H) の情報を基礎とせざる得ない状況である。

表 3-24 Milne Bay 州のゾーン名と植生タイプ、材積(m³/ha)、調査点(赤字)

Province	ProvinceName	Zone	ZoneName	VEG_TYPE	VOLUME
5 Milne Bay	5 Milne Bay	501 Oro	501 Oro	Hm	30
5 Milne Bay	5 Milne Bay	501 Oro	501 Oro	Hs	20
5 Milne Bay	5 Milne Bay	501 Oro	501 Oro	Pl	55
5 Milne Bay	5 Milne Bay	501 Oro	501 Oro	Po	40
5 Milne Bay	5 Milne Bay	501 Oro	501 Oro	L	35
5 Milne Bay	5 Milne Bay	501 Oro	501 Oro	LN	55
5 Milne Bay	5 Milne Bay	501 Oro	501 Oro	Lc	70
5 Milne Bay	5 Milne Bay	502 D'entrecasteaux	502 D'entrecasteaux	Hs	35
5 Milne Bay	5 Milne Bay	502 D'entrecasteaux	502 D'entrecasteaux	Hs/Hm	40
5 Milne Bay	5 Milne Bay	502 D'entrecasteaux	502 D'entrecasteaux	Ps	35
5 Milne Bay	5 Milne Bay	502 D'entrecasteaux	502 D'entrecasteaux	Po	35
5 Milne Bay	5 Milne Bay	502 D'entrecasteaux	502 D'entrecasteaux	L	35
5 Milne Bay	5 Milne Bay	503 Woodlark	503 Woodlark	Hs	40
5 Milne Bay	5 Milne Bay	503 Woodlark	503 Woodlark	Ps	35
5 Milne Bay	5 Milne Bay	504 Louisiade	504 Louisiade	Hs	30
5 Milne Bay	5 Milne Bay	505 Milne Bay	505 Milne Bay	Hm	30
5 Milne Bay	5 Milne Bay	505 Milne Bay	505 Milne Bay	Hs	30
5 Milne Bay	5 Milne Bay	505 Milne Bay	505 Milne Bay	Hm/Hs	30
5 Milne Bay	5 Milne Bay	505 Milne Bay	505 Milne Bay	Ps	35
5 Milne Bay	5 Milne Bay	505 Milne Bay	505 Milne Bay	Pl	50
5 Milne Bay	5 Milne Bay	505 Milne Bay	505 Milne Bay	Po	40
5 Milne Bay	5 Milne Bay	505 Milne Bay	505 Milne Bay	L	35

・ FIMS で定義されている材積情報

FIMS にはシステムの開発当時に入手することができた地上インベントリ調査の結果に基づいて、森林ゾーンの植生タイプ毎に材積の数字が算定されている。それを図示したものが図 3-68 である。また、全国レベルで図示したものが図 3-69 である。これまで既存データ、調査をレビューした限り、このデータが PNG の全国レベルで森林資源量を評価した唯一のものであると思われる。

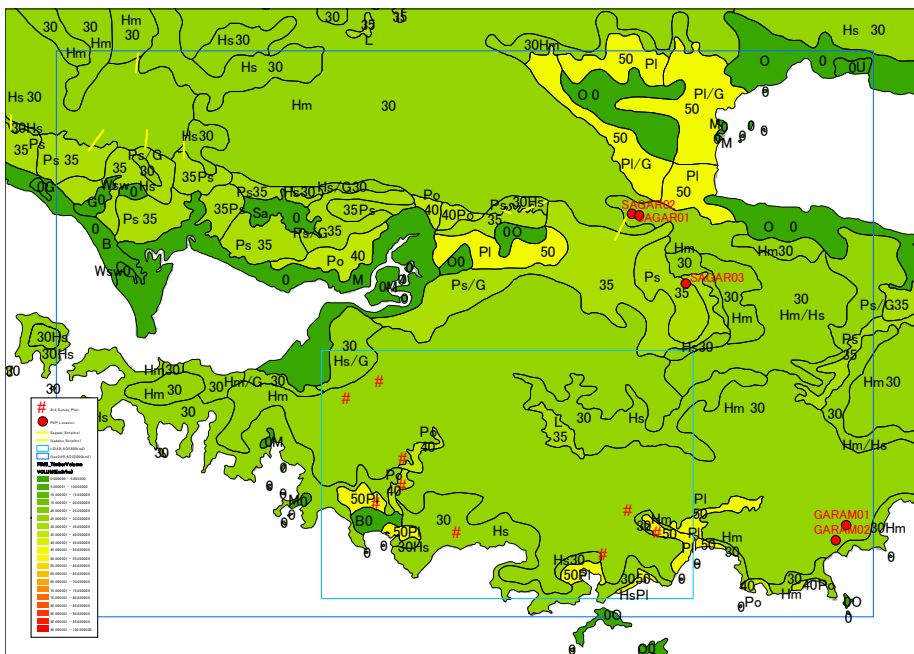


図 3-68 Central Suva 地域の FIMS 材積マップ(植生タイプ毎)

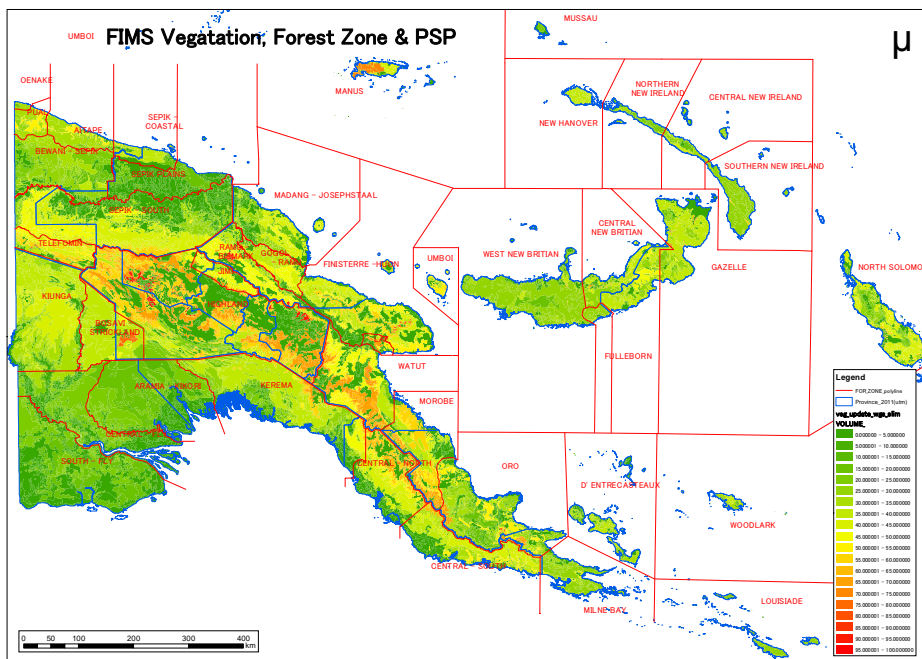


図 3-69 全国の FIMS 材積マップ(森林ゾーン、植生タイプ毎)

(b) レビュー結果の整理と本プロジェクトでの対応

森林公社が所持するインベントリデータ（FIPS）、固定サンプルプロット（PSP）共に、ロギング地域（ほぼ低地林のみ）にしかデータが存在しておらず、またプロット位置の設定方法についても、必ずしも統計的優位性の確保を十分に考慮されたものでないことが明らかとなった。また、表 3-25 に整理したとおり、これらの情報を利用して主に2つの研究が行われているが、本プロジェクトで整備した森林基盤図(ver.1)を用いて、Tier2 レベルの国際報告を目指す準備としては、必ずしも十分でないと思われた。

表 3-25 既存データの状況整理と過去の研究成果と課題

5カーボン プール	PNG 森林において入手可能なデータ	課題
地上バイオマス (AGB)	Bryan ら(2010) は 22 の非伐採森林のデータと 35 の伐採地森林データを用いて平均 AGB を推定	✓ 全ての森林タイプの平均値による推定は Tier2 レベルの推定としては十分でない
	Fox ら(2010)は 低地林の 125 の PSP サンプルを用いて AGB 及び炭素蓄積量を推定	✓ その他の森林タイプの AGB/炭素蓄積量の推定は行われていない。 ✓ PSP の設定位置によりバイアスがかかっている可能性がある。
地下バイオマス (BGB)	十分でない	
リター	十分でない	
枯死木	十分でない	
土壌有機物	十分でない	

上記のレビュー結果に基づき、C/P、JICA 長期専門家および UN-REDD/FAO アドバイザーと協議した結果、本プロジェクトでは、対象範囲に応じて以下の2つの対応を取ることがよいと結論づけた。

A) 全国レベルを対象とした森林炭素蓄積量の推定

森林基盤図 ver.1 の Activity Data（森林タイプ毎の面積）と IPCC のデフォルト値を用いて、まずは最も基礎的かつロバストな推定を目指し、FRA2015 の報告や UN-REDD&EU/FAO が支援する National Forest Inventory の検討の基礎データとすることを目指す。

B) パイロット地域における森林炭素蓄積量の推定

森林公社が REDD+パイロット調査を行っている地域において詳細な地上調査を実施して（立ち入り可能なため）バイオマス量を推定するとともに、環プロ無償で調達された航空機データを用いて試行的に炭素蓄積量推定を行い、将来広域に展開するための課題を整理する。

3.6 成果 2 に係る活動

アウトプット 2：森林資源データベースが改良される

3.6.1 森林資源に関する既存データの把握・分析

(a) FIMS の初期分析

森林資源データベースは、既存の FIMS をベースとするため、始めに FIMS のデータの把握、分析を実施した。FIMS については、データベース設計書等のデータに関する詳細なドキュメントが存在しなかったため、「FIMS User Guide」と実際のデータを収集し、表 3-26 のようなデータ項目から構成されることを確認した。

表 3-26 FIMS の既存データの概要(FIMS User Guide と実データを元に作成)

データ項目	説明
Forest Mapping Unit(FMU)	An area of forest or other vegetation type mapped as a unique polygon in the 1:100,000 forest inventory mapping series. FMUs are numbered 1 --->n for each Province.
Concession Area	Concession Area
Protected Area	Protected Area under the Flora and Fauna Act (e.g. Wildlife Management Areas, National Parks, Catchment Management Areas).
Slope(Extreme)	land with over 30 degree dominant slope.
Altitude	land over 2400m altitude.
Karst	land with polygonal karst landform.
Inundation(Extreme)	land permanently or near permanently inundated extending over more 80% of the area of that land.
Mangroves	land covered by mangroves.
Inundation(Serious)	land with dominant slope of 20-30 degrees and sub-dominant slope over 30 degrees and with high to very high relief.
Slope/Relief	Slope/Relief
Logged_NotLandUse	areas logged and left to regenerate.
Logged_LandUse	areas logged and subsequently converted to other forms of non-forest forms of land use.
LandUse_NotLogged	areas cleared (but not logged commercially) and subsequently converted to other non-forest land use.
Logged_And_Luse	areas cleared (but not logged commercially) and subsequently converted to other non-forest land use.
Forest Zone	Forest Zone

表 3-27 FIMS のデータ項目と属性(実データを元に作成)

Feature(layer)	attribute name	Feature(layer)	attribute name
Forest Mapping Unit(FMU)	PROVINCE	Concession Area	PLAN_ID
	FMU		NAME
	ZONE		AREA
	MAP_NO		PURCHASE
	MAP_ID		EXP
	VEG_TYPE		CONSTYPE
	VEG_AREA		STATUS
	SLOPE		SCALE
	ALTITUDE	Protected Area	PROTECT_ID
	KARST		NAME
	INUNDATION		TYPE
	MANGROVE		GAZ_DATE
	SLOPERELIE		PROVINCE
	INUNDATIO		LOCATION
	AREA		TENURE
	AREA0		AREA
	EXTREME		ALTITUDE
	SERIOUS		LOGITUDE
	AREA1		LATITUDE
	EXT_SL		
	EXT_ALT	Slope(Extreme)	province
	EXT_KST		provname
	EXT_IN		area
	EXT_MAN		slope1
	SER_SL		
	SER_IN	Altitude	province
	TYPE		provname
	NO_DIST		area
VEG_TYPE_1	altitude		
VEG_TYPE_2			
VEG_TYPE_3	Karst	province	
TYPE_BASE		provname	
AREA_75		area	
INDEX			

Feature(layer)	attribute name	Feature(layer)	attribute name
	PERCENT		landform
	AREA_750	Inundation(Extreme)	
	VOLUME		province
	VOL_75		provname
	75TO96		area
	75TO960		inund
	75TO961		iextent
	EXT_SL0		Mangroves
	EXT_ALT0	province	
	EXT_KST0	vegtype	
	EXT_IN0	area	
	EXT_MAN0	Inundation(Serious)	
	SER_SL0		province
	SER_IN0		provname
	CURRENT		area
	CURRENT0		inund
	CURRENT1		iextent
	CURRENT2	Slope/Relief	
	EXT_SL1		province
	EXT_ALT1		provname
	EXT_KST1		area
	EXT_IN1		slope1
	EXT_MAN1		slope2
	SER_SL1		relief
	SER_IN1		Logged_NotLandUse
	AREA2	province	
	AREA3	area	
	FOREST_VOL	Logged_LandUse	
	TEMP_1		province
	TEMP_2		area
	TEMP_3	LandUse_NotLogged	
	TEMP_4		province
	TEMP_5		area
	TEMP_6	Logged_And_Luse	
	TEMP_7		province
	ERR_1		area
	ERR_2	Forest Zone	

Feature(layer)	attribute name	Feature(layer)	attribute name
	ERR_3		
	ERR_4		
	ERR_5		
	ERR_6		
	ERR_7		

(b) FIMS の二次分析

収集資料の一次分析を踏まえ、FIMS のデータ構造を UML クラス図として整理した。その結果を次項以降に示す。

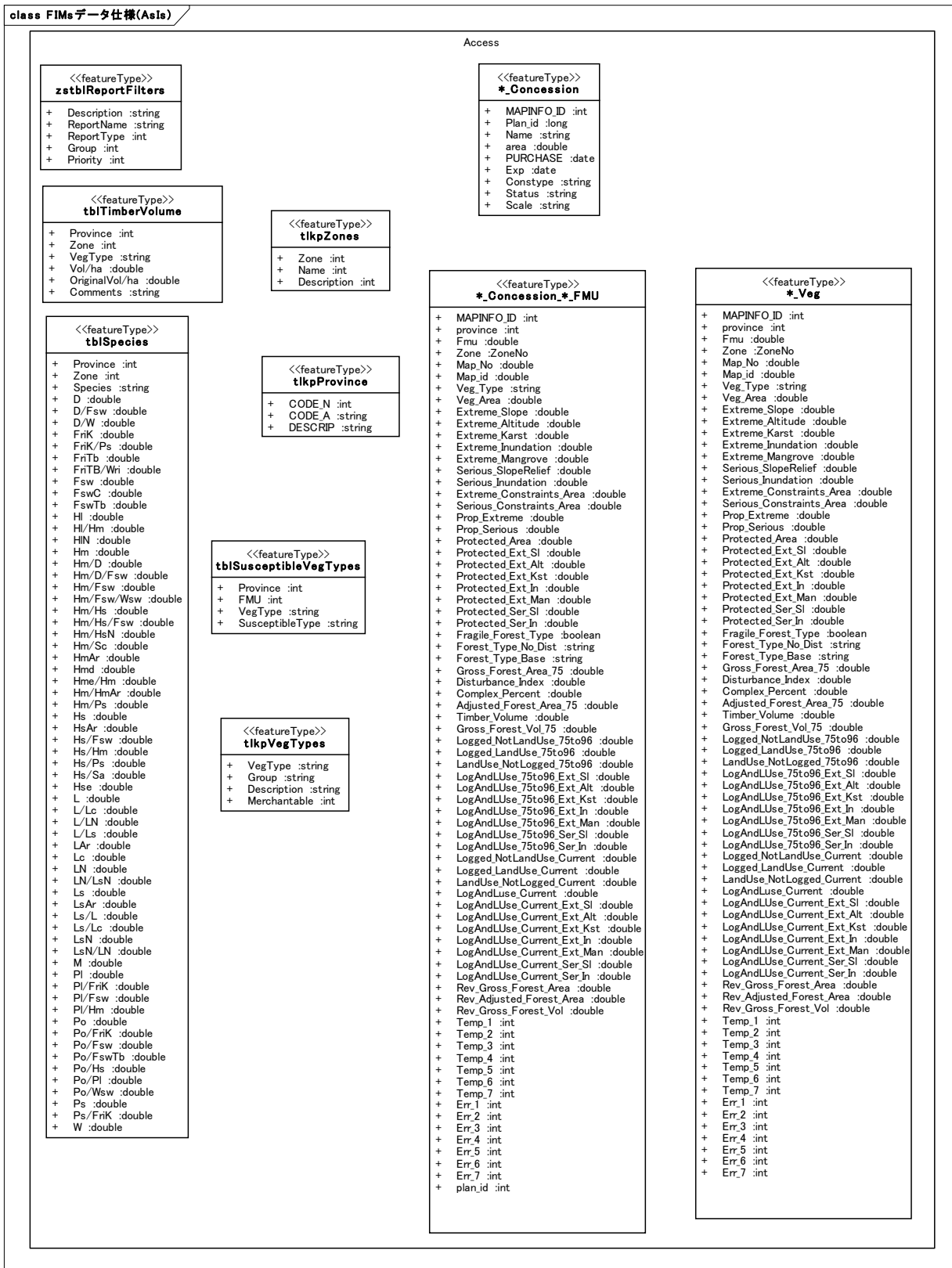


図 3-70 既存の FIMS の UML クラス図(Access 部分)

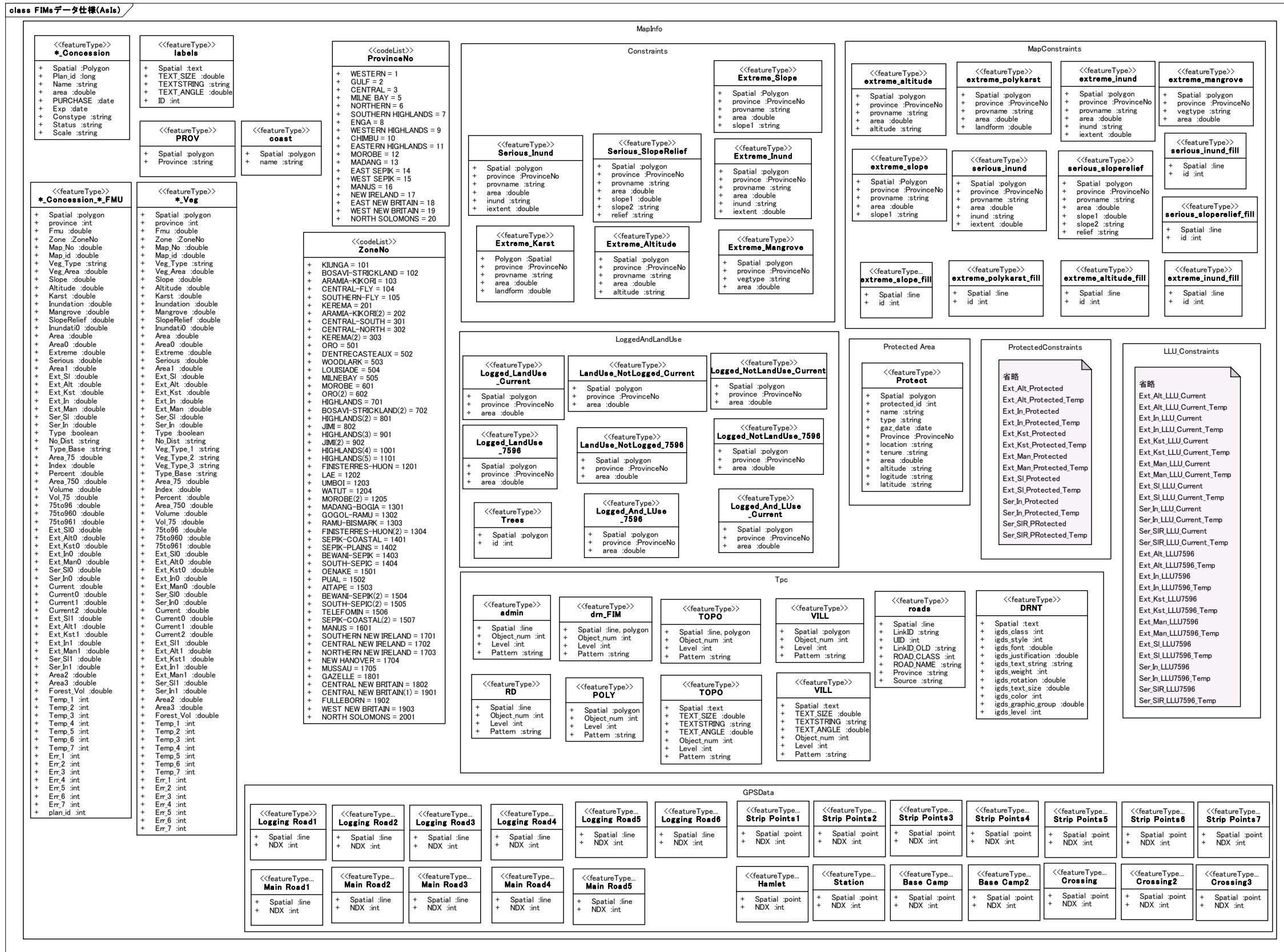


図 3-71 既存の FIMS の UML クラス図 (MapInfo 部分)

(c) FIPS の分析

FIMS と同様に FIPS についても、データの把握、分析を実施した。FIPS も FIMS 同様、データベース設計書等のデータに関する詳細なドキュメントが存在しなかったため、「FIPS User Manual」と実際のデータを収集し、その内容を確認し、図 3-72 のようなデータ構造・内容であることを把握した。

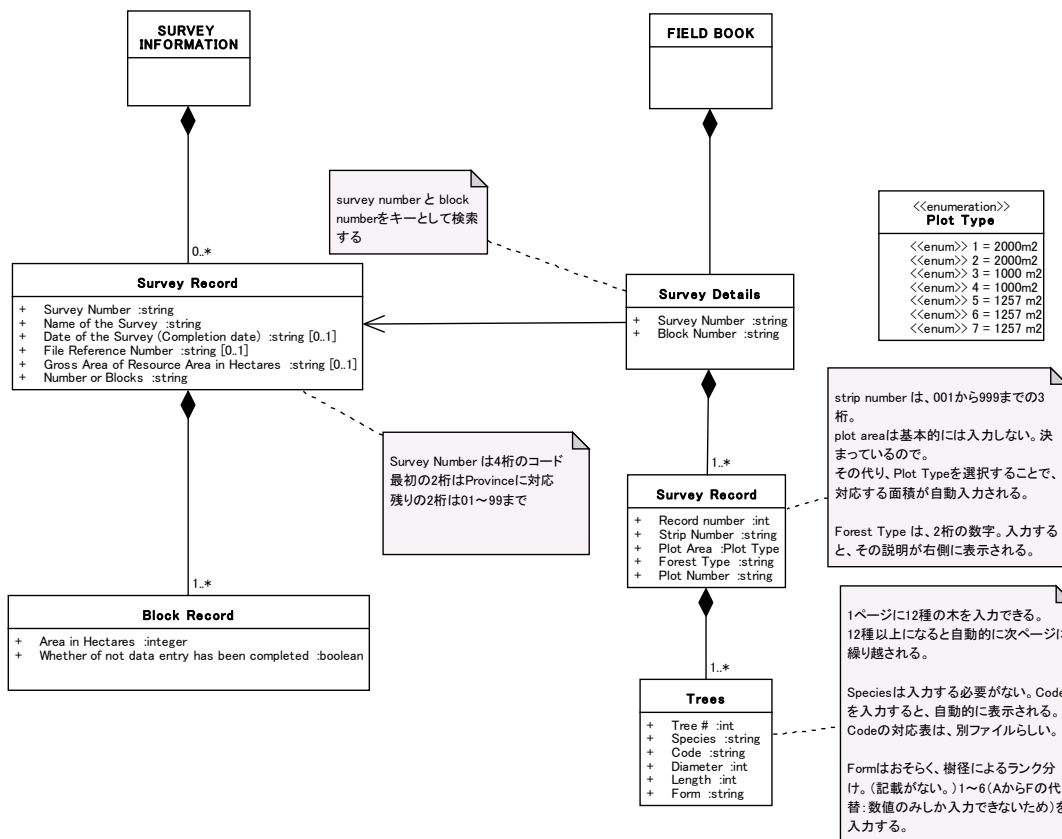


図 3-72 FIPS の既存データの概要把握(UML クラス図イメージ)

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Data Structure					
3	Feature (area)	Attribute (table)	#MapInfo attribute name	Value type	Definition	Domain (allowable attribute value)
4	Forest Mapping Unit (FMU)				An area of forest or other vegetation type mapped as a unique polygon in the 1:100,000 forest inventory mapping series. FMUs are numbered 1 ---/n for each Province.	
5		Province	PROVINCE	code	Province code	Provincial Code 1~20(4 is unused number?)
6		Fmu	FMU	integer	FMU	
7		Zone	ZONE	integer	Forest zone code	
8		Map No	MAP NO		Original map number from 1:100,000 sheets	
9		Map id	MAP ID		1:100,000 sheet id	
10		Veg_Type	VEG_TYPE		Vegetation type	Classification of vegetation types. A total of 58 forest and other vegetation types are distinguished, and of these 35 are forest types. A further four types deal with land use, urban areas, bare areas and lakes.
11		Veg Area	VEG AREA		Vegetation area (hectares)	
12		Extreme Slope	SLOPE		Extreme physical limitations - slope (ha) - derived from PNGRS overlav slope > 30 degrees (slope 1)	

図 3-73 既存データの把握・分析の詳細分析

将来的には、FIMS 及び FIPS の二つのシステムでそれぞれ管理されている森林資源に関するデータを統合することで、より利活用性の高い森林資源データベースとなる。特に、FIPS で管理されているデータは、地球上の位置を表す情報（緯度・経度）が付与されておらず、地図上へのマッピングがされていない、という課題がある。

そこで、C/P と、FIMS と FIPS のデータの統合方法についても表 3-28 に示す形式で今後検討していくこととした。

表 3-28 FIPS のデータへの位置情報の付与方法の検討

Method		Good point	Bad point	note
Add GPS information	Measured by GPS equipment in field survey.	Once in every plot		have to be measured in field survey.
		Once in every strip		
		Once in every block		
Digitize on GIS map	Point data	Every plot		
		Every strip		
		Every block		
	Line data	Every strip		
		...		
Relate to the information made with GIS	Input the information that relate to the place into FIMS, then relate to that information with the coordinates.	Province		
		Block		
		...		

また、既存のシステムで管理されている森林資源データに加え、今後新たに追加したほうがよいデータの有無についても検討した。検討に際しては、森林伐採企業が提出する Logging Plan のサンプル図面を収集し、その記載内容を確認した。

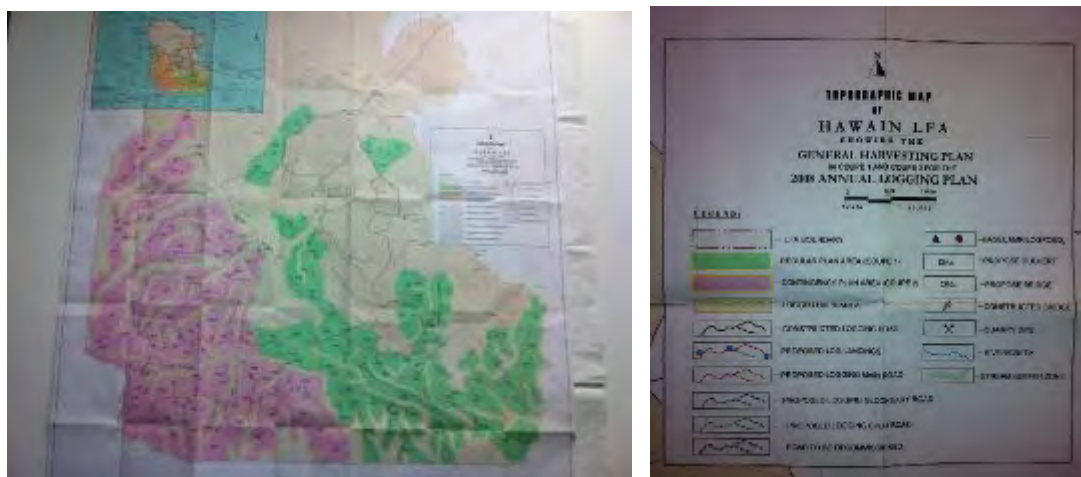


図 3-74 Logging Plan のサンプル図面

その結果、図 3-75 に整理したような関係があり、今後森林資源データとして管理することが望まれるデータ項目として、「Set-up Area」、「Coupe Area」、「ALP (Annual Logging Plan) Area」等があることがわかった。

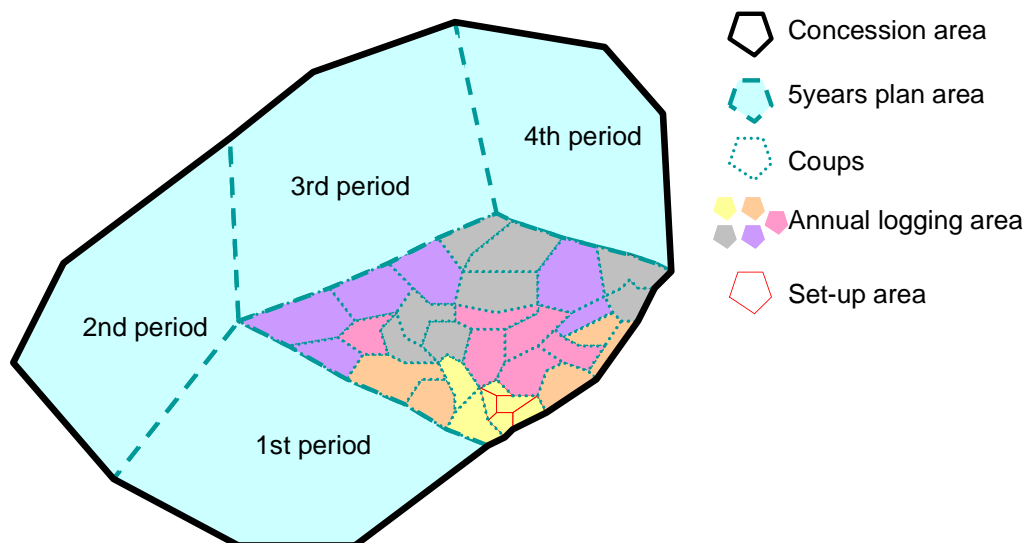


図 3-75 コンセッションエリアにおける空間的な位置関係

3.6.2 森林資源データベースの基本設計

森林資源データベースの基本設計は、現状の業務のワークフローを明らかにすること（業務分析）を主目的に、次の手順で進めた。

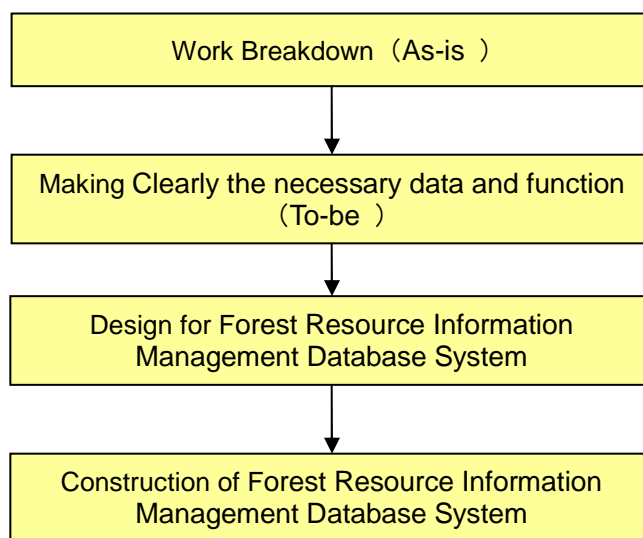


図 3-76 森林資源データベースの基本設計手順(業務分析の方法)

第1回現地調査で収集した情報に基づき、暫定的に設定した森林資源データベースのスケープと基本構成を図 3-77 および図 3-78 に示す。

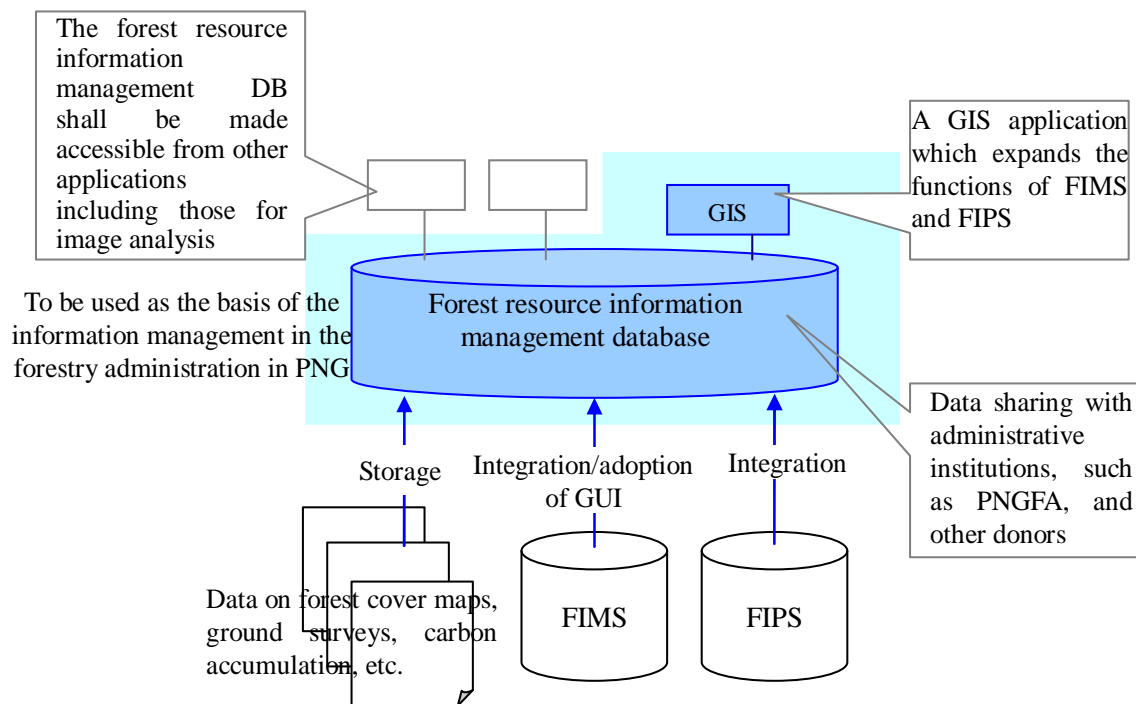


図 3-77 森林資源データベースのスコープ(暫定)

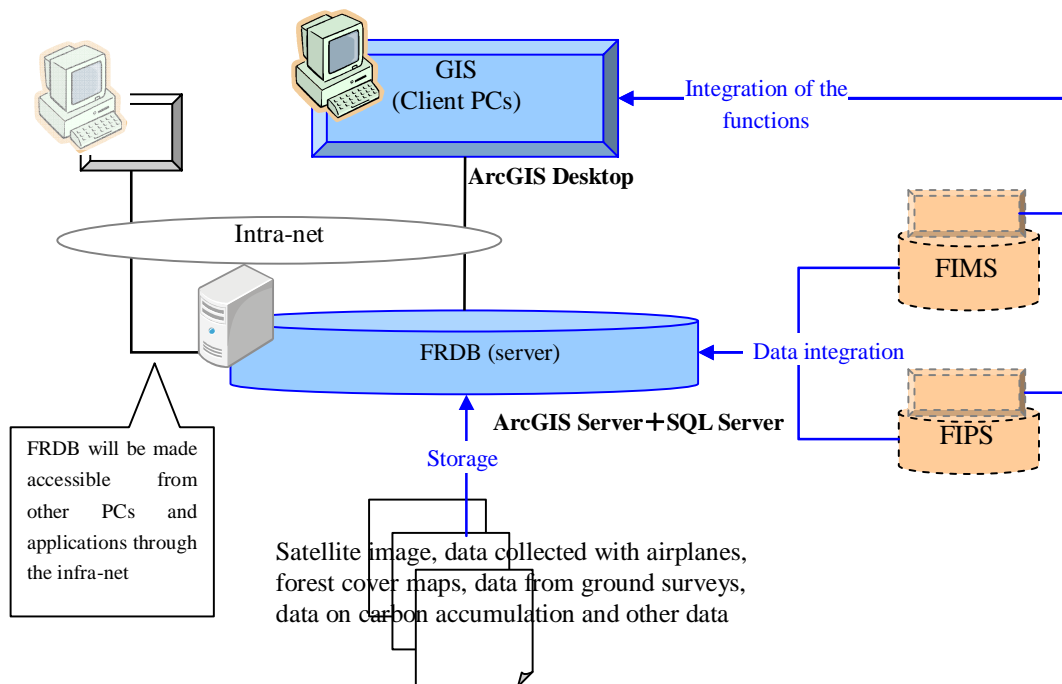


図 3-78 森林資源データベースの基本構成(暫定)

以下に、実施した作業の内容について述べる。

(a) ワークブレイクダウン（現状作業内容の詳細化）（As-Is）

- ① コンセッションの全体ワークフローを関係者全員で議論
- ② 個々のワークについて各担当者と詳細を議論

現行のワークのブレイクダウンを関係者と議論することで、次の効果を狙った。

- コンセッションの全体ワークフローを関係者全体で理解することができる（自分の担当外の仕事の流れを把握することができる）。
- 現行のワークフローの問題点を明らかにし、関係者間で共有することができる。
- 森林資源データベースのあるべき姿（理想的なシステム）を、関係者間で検討し、FIMS（森林資源データベース）の改良方針を決めることができる。

こうした検討方法は、一般的なシステム開発で行われる方法であり、今後 C/P がシステム改良を自ら進めていく上での標準的な手順として参考となる。

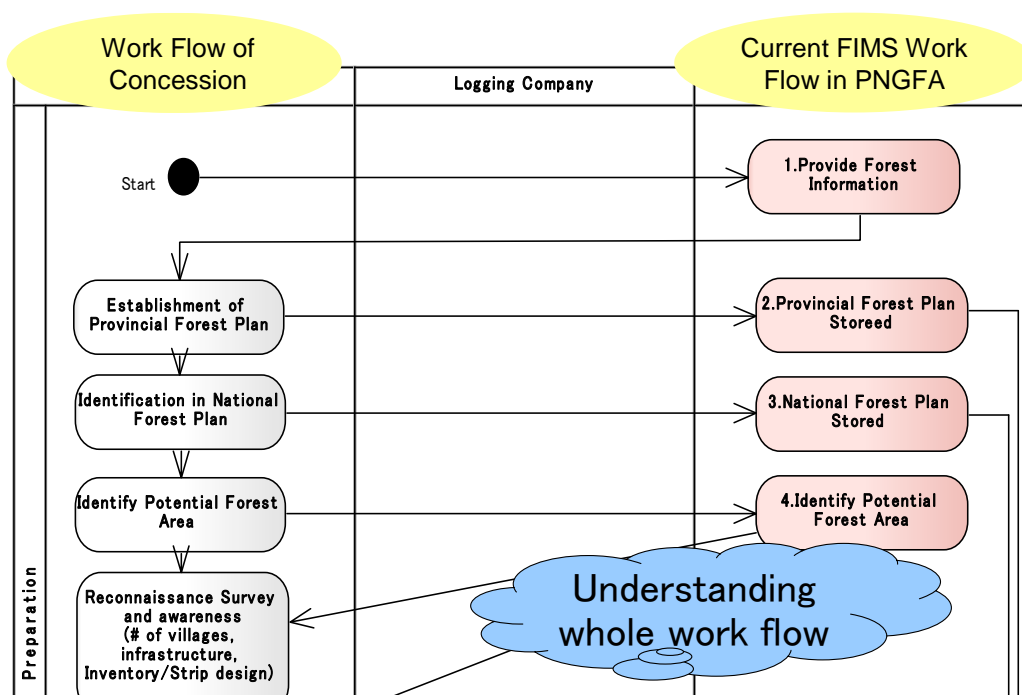


図 3-79 ワークフローの整理イメージ

表 3-29 ユースケース整理表

sequential serial number	Use case (As Is)							What are there between "AS IS" and "TO BE"
	Work	Who	When	for What	Input Data(Information)	Output Data	Function	
FA1	Sequence for Provide Forest Information(FIMS)	FIMS administrator to Senior Plan Supervisor	Every five years (It takes a couple of hours each provinces)	To make Provincial Forest Plan	Protected area data from DEC Logged area from Company	Paper Maps Spreadsheet data (each province)	Mapinfo Access	Viewing & Printing (not editing) for Managers by LAN "Current" in report changes to concrete year
FA2	Sequence for Provincial Forest Plan	Senior Plan Supervisor	Every five years based on Section 49 of Forestry Act 1991 (as amended)	Requirement of the Act. Review of plan.	Relevant stakeholders consultations. Previous Provincial Forest Plans. Paper Maps and spreadsheet data of each province	Revised Provincial Forest Plan. New concession area(proposed area) Expired concession area(update) Protected area(not often)	Map stored in FIMS. #New concession area(proposed area)(new) #Expired concession area(update) #Protected area(not often)	
FA3	Sequence for National Forest Plan	Senior Plan Supervisor	Every five years based on Section 49 of Forestry Act 1991 (as amended)	Requirement of the Act. Review of plan.	Provincial Forest Plans.	Revised National Forest Plan.	Map stored in FIMS.	
FA4	Sequence for Identify Potential Forest Area	Senior Management and Manager of Inventory and Mapping	Based on National Forest Plan impact project area	For development of new timber project.	Maps of proposed concession area from FIMS	Timber resource information from FIPS.	Resource acquisition	History of Potential Forest area boundary should be stored in FIMS for record purpose.
FA5	Sequence for forest inventory (in potential area identified in NFP)	Senior Inventory Officer	After the area identified in NFP according to the priority and plan identified in Provincial Forest Plan. ASAP as resource available.	To determine merchantable volume, or timber potential.	Field survey data	Timber volume from sampling assessment.	Data stored in FIPS. Information provided to the local consultation.	
	Sequence for Confirm Potential Timber Resource Volume							
FA6	Sequence for Select FMA Area for Development	FIMS administrator	Based on 5 year plan	To determine merchantable volume, or timber potential.	Sketched Map by Inventory Section	FMA polygon	Map digitizing. Mapinfo (Attribute are automatically calculated)	"Current" in report changes to concrete year
FA7	Sequence for identifying Landgroups	Acquisition team and manager	After the inventory report received.	Finalizing FMA boundary.	Inventory report. Paper Map	FMA boundary.	FMA boundary established in FIMS. Generate report including mapping information and timber volume.	
	Sequence for formation of ILG for FMA project (FIMS)							
FA8	Sequence for map to Managements: Reference for Boundary demarcations	MD to FIMS administrators	2 times / month (Forest management agreement stage)	To determine the concession boundary for forest management agreement	Request (sketch maps)	Maps #concession area(updated from proposed concession area)	Changing concession boundaries (Map digitizing.)	Viewing & Printing (not editing) for Managers by LAN
FA9	Sequence for NFS Evaluation	Project branch team and manager	After 5 year plan, annual plan, basecamp plan, and log ponds plan or accomplishment report with ALP received.	Consistency of the plan. Control monitoring purposes.	Map form and report form from FIMS.	To achieve the project annual allowable cut and timber permit conditions.	Control and monitor the logging plan.	
FA10	Sequence for Updating logged over area in Concession Area for calculating remaining resource	FIMS administrator	After the logging plan (5-years, annual, set-up plan) received.	To update logged over area	Logged over area by ALP	-	Map digitizing.	Changes between plan and implementation result to be justified. To store annual coupe plan area by 5years plan and set-up plan area by ALP/ Set-up plan.To receive plans from logging company on time.To receive GIS data from logging company.To customize report format.Viewing & Printing (not editing) for Managers by LAN
FA11	Sequence for FAD							
FA12	Sequence for Waste assessment							
FA13	Sequence for SGS Evaluation	SGS						
FA14	Sequence for Post Logging Inventory Survey (Before the completion of the Project)				Logged over area map from FIMS.			
FA15	Sequence for Submit Report of Current Forest Inventory to the Management		When the management decision or the operating company requested to verify remaining timber resources					
A16	Managements: Any FIM Maps and Reports: Reports upon request	PNGFA officer to FIMS administrators	5 times / month	To report	-	Maps & reports	Generating Maps & Reports	Viewing & Printing (not editing) for Managers by LAN

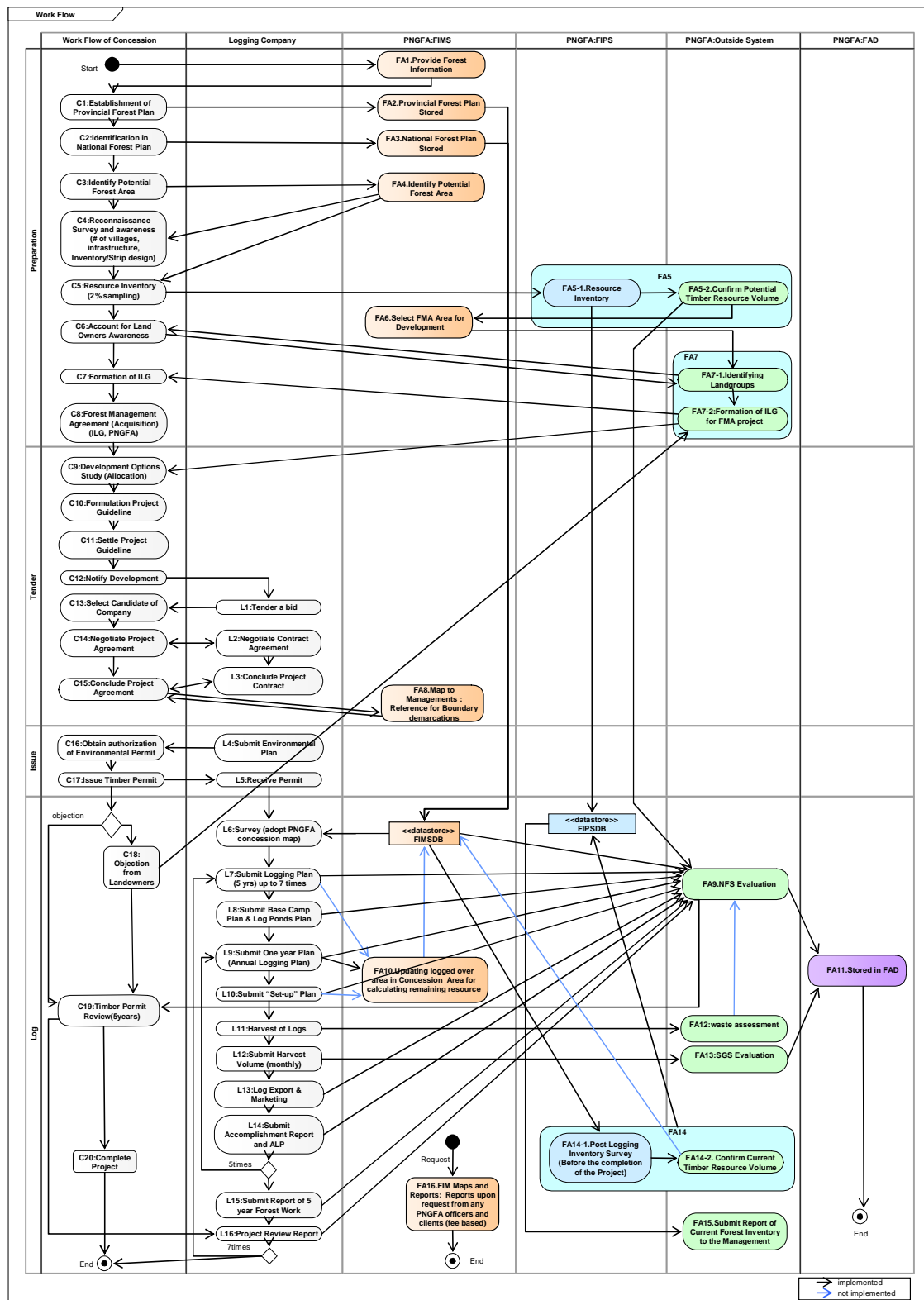


図 3-80 C/P と作成したコンセッションの全体ワークフロー(改訂版)

(b) 必要なデータ及び機能の洗い出し (To-Be)

ワークフロー整理の結果を踏まえ、各作業者間の情報のやり取りについて協議し、改善すべき点として、図 3-80 の青矢印の必要性を導き出した。

また、FIMS と FIPS のデータ連携については、インベントリ調査終了時 (After Resource Inventory、図 3-80 の FA5) と伐採終了後の調査終了時 (After Post Logging Inventory Survey、図 3-80 の FA14) の 2 時期において、改善の必要性が認識された。インベントリ調査終了時、伐採終了後の調査終了時とも、FIMS で管理されている森林資源量と、インベントリ調査結果より推定される森林資源量を比較できるようにすることが要求事項として整理された。

(c) 森林資源データベースの設計

上記の検討を踏まえ、森林資源データベースの設計を行った。

データベース整備は、表 3-30 に示すように、2 段階に分けて実施した。

なお、データベースの開発そのものについては、別途実施中の無償資金協力において実施される計画であった。したがって本件では、整備の開発・運用に必要な技術の強化、要求事項の検討を実施した。

表 3-30 データベース整備の手順

整備のステップ	整備内容
第一段階	既存の FIMS および FIPS について、現行の機能をそのままリプレースする。 [FIMS] (現行) MapInfo ==> ArcGIS [FIPS] (現行) FoxPro ==> Access
第二段階	FIMS および FIPS に対する要求事項への対応を実施する。 FIMS および FIPS の統合利用環境の開発を行う。

i) 第一段階の設計

FIMS、FIPS とも、現行の機能をそのままリプレースするための設計を実施した。

結果は、それぞれの基本設計書として取りまとめた。

なお、FIMS について、当面のリプレース作業においては、既存 FIMS の機能をそのまま移行するため、データ構造・内容は基本的に変更することはないが、ArcGIS 版へのリプレースにあたり、以下の 3 項目について見直しを行った。

見直しを行った結果として、ArcGIS 版データ仕様 (UML クラス図) を図 3-82 に示す。

- Access と MapInfo の両方で保有するデータの統合

既存 FIMS では、Access と MapInfo の 2 種類のソフトウェアを使用しており、その両方でデータを保有している (図 3-70、図 3-71 参照)。これに対し、リプレースする ArcGIS 版では ArcGIS のみでデータを保有することになる。そのため、Access と MapInfo の両方で重複保有していたデータ項目を統合し、一つのデータ項目とした。

具体的には以下の表 3-31 のとおりデータ項目を統合した。

表 3-31 リプレース版におけるデータ構造の変更内容

既存 FIMS (MapInfo 版)		リプレース版 (ArcGIS 版)
ソフトウェア	データ名称	統合後データ名称
MapInfo	*_Concession	ConcessionArea
Access	*_Concession	
MapInfo	*_Concession_*_FMU	Concession_FMUI
Access	*_Concession_*_FMUI	
MapInfo	*_Veg	FMUI
Access	*_Veg	

注) データ名称の”*”は、州名称またはコンセッション番号を表す。

- ArcGIS のデータ構造記載ルールに則った記載方法への対応

ArcGIS では、UML クラス図によるデータ構造の記載ルールが定められているため、そのルールに則った記載方法に変更した。ArcGIS では、図 3-81 に示すとおり、空間属性を持つ地物を Feature (図形) と ObjectClass (属性) に分けて保持する。

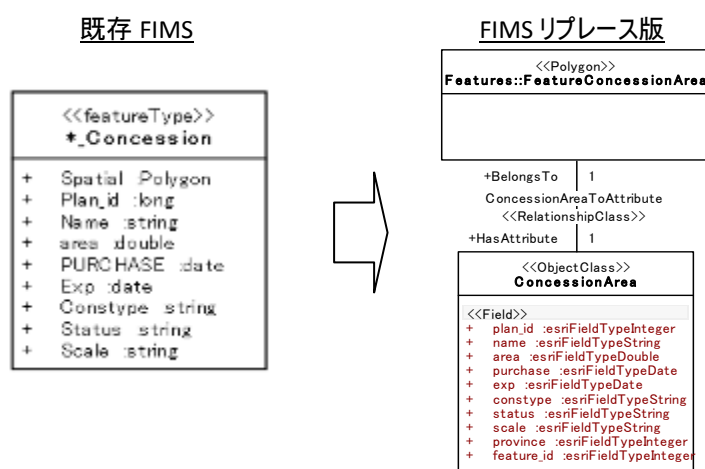


図 3-81 ArcGIS データ構造記載ルールに則った変更

- テンポラリデータ、テンポラリフィールドの削除

既存 FIMS では、MapInfo による空間解析の途中結果を記録するためのデータが存在している (ProtectedConstraints フォルダ以下のデータ、LLU_Constraints フォルダ以下のデータ)。また、MapInfo の”*_Veg”、”*_Concession_FMUI”には、空間解析用のフィールドとして、Temp_1~7 と Err_1~7 というフィールドが存在する。これらは、いずれも空間解析時の途中結果であり、データとして保持する必要はないため、削除を行った。

- データベースとして管理するデータと表示用データの区別

既存 FIMS のデータの中には、表示のみに使用されるデータが含まれる（例えば、Labels、PROV、coast、Tpc フォルダ以下のデータ、GPSData フォルダ以下のデータ）。これらのデータは、FIMS の各機能から利用されることはないため、管理用データとは別のデータとして区別することとした。

なお MapConstraints フォルダ以下のデータについては、上記と同じ FIMS の各機能から利用されることはない表示用のデータであるが、C/P との協議の結果、FIMS で管理されるデータとの関連が他のデータ項目と比べて強いため、表示用データとは別扱いとした。

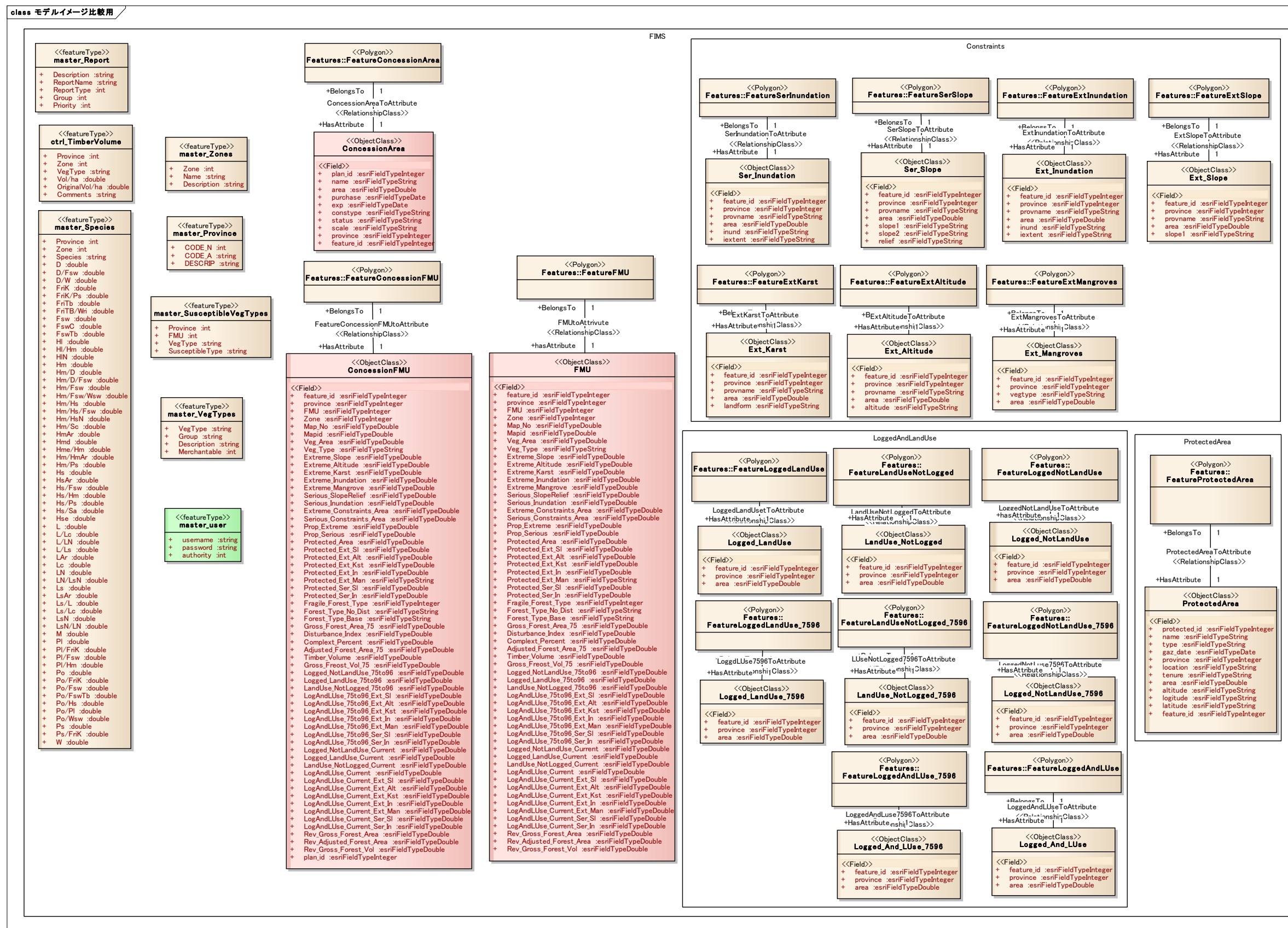


図 3-82 FIMS ArcGIS 版の UML クラス図

ii) 第二段階の設計

現行機能でリプレースしたシステムに対し、改良の必要性について検討した。

なお、FIMS と FIPS のデータ連携に関する事項は、次項にて取りまとめた。

-FIMS におけるレポート様式の変更

FIMS のレポート様式は、図 3-83 の赤枠内に示すとおり、1975 年から現在（Current）までの変化量を計算できるようになっている。しかし、次のような課題が C/P から指摘されている。

- ・“Current” がいつの時点を示すのか不明である。
- ・1975 年以降、1996 年、2002 年、2009 年にデータが更新されているため、各時期のデータ変化についても把握したい。

Date	Forest Type	Residual Area 1975			Change (000 - Current)			Current Residual		
		Gross (ha)	Adjusted	Gross (ha)	Logged Area (ha)	Converted to Land Use	Cleared (ha)	Gross (ha)	Adjusted	Gross (ha)
00/00/00	<input checked="" type="checkbox"/> Forest with Oxleyia equisetifolia	704	0	0	0	0	0	704	0	0
01/01/01	<input checked="" type="checkbox"/> Dry evergreen forest	209,100	207,024	8,085,000	0	0	0	209,100	207,024	8,085,000
01/01/01	<input checked="" type="checkbox"/> Dry evergreen forest/Mixed swamp forest	142,207	141,886	3,947,120	2,803	0	3,280	145,010	136,149	3,403,720
01/01/01	<input type="checkbox"/> Dry evergreen forest/Mixed swamp forest/Grassland	2,427	789	19,720	0	0	0	2,427	789	19,720
01/01/01	<input checked="" type="checkbox"/> Dry evergreen forest/Mixed swamp forest/Swamp grassland	15,907	10,038	256,400	0	0	0	15,907	10,038	256,400
01/01/01	<input checked="" type="checkbox"/> Dry evergreen forest/Mixed swamp forest/Herbaceous swamp	22,818	14,834	28,800	0	0	0	22,818	14,834	28,800
01/01/01	<input checked="" type="checkbox"/> Dry evergreen forest/Swamp forest/Swamp woodland	7,753	4,213	108,020	0	0	0	7,753	4,213	108,020

図 3-83 現行 FIMS のレポート画面

レポートに、各データ更新年との比較結果を挿入する場合、レポートに十分なスペースはなく、また今後もデータを更新するたびに比較結果を挿入する必要がある。また FIMS は、データが常に上書きされる仕組みとなっており、過去のデータ更新時のデータは既に存在しない状況にあり、当時のデータは、レポートとして紙に出力されたものしか存在しない。このような状況を踏まえ、各時点のレポートを確認できるよう、PDF として保存されたレポート情報を、各コンセッション等と関連づけて閲覧できるような方法を検討した。

“Current” の時点表示については、出力時点の日付だけでなく、最終更新日の日付も併せて表示することとする。

PDF の登録は、図 3-84 に示すように、コンセッションの属性入力画面にファイルのアップロード機能を設け、各保存時点のレポートを登録できる仕組みを検討した。

The screenshot shows a report window titled 'rpt_National_Change_ForestType'. The report is titled 'National Change Summary - by Forest Type' and includes a 'Printout : 25-Feb-2013' and 'Last update : 20-Dec-2012'. The data is organized into columns for Forest Type, Resource Area at 1975, Change 1975 - Current, and Current Resource. Each row represents a forest type with a checkbox in the 'Forest Type' column.

Class	Forest Type	Description	Resource Area at 1975			Change 1975 - Current			Current Resource		
			Forest Area (ha)		Gross Vol (cum)	Logged Area (ha)	Consumed by Land Use		Forest Area (ha)		Gross Vol (cum)
			Default	Adjusted			Logged Area	Current Area	Gross	Adjusted	
B/Ce	<input checked="" type="checkbox"/>	Forest with Casuarina subsp. indica	104	0	0	0	0	104	0	0	
D	<input checked="" type="checkbox"/>	Dry evergreen forest	208,600	207,824	8,803,600	0	0	208,100	207,824	8,803,600	
D/Few	<input checked="" type="checkbox"/>	Dry evergreen forest/mixed swamp forest	142,577	141,685	2,567,120	2,000	0	12,200	125,140	2,401,220	
D/Few/D	<input type="checkbox"/>	Dry evergreen forest/mixed swamp forest/lowland	2,427	89	18,725	0	0	0	2,427	89	18,725
D/Few/Daw	<input checked="" type="checkbox"/>	Dry evergreen forest/mixed swamp forest/swamp grassland	15,907	10,228	205,475	0	0	0	15,907	10,228	205,475
D/Few/Haw	<input checked="" type="checkbox"/>	Dry evergreen forest/mixed swamp forest/herbaceous swamp	22,575	14,354	305,000	0	0	0	22,575	14,354	305,000
D/Few/Waw	<input checked="" type="checkbox"/>	Dry evergreen forest/swamp forest/lowland	7,733	4,212	103,225	0	0	0	7,733	4,212	103,225

図 3-84 FIMS レポート画面の修正案



図 3-85 レポートファイルの登録イメージ

-FIPS 直径クラス 10～19 cmの計測・集計結果の追加

現行のレポートフォームに関し、C/P より直径クラス 10～19cm の計測・集計結果の追加の要望が挙げられた。この要望に対応するため、レポートフォームの改訂案を下記のとおり作成した。

表 3-32 直径クラス 10~19cm の追加が必要なレポートフォーム(案)

No.	レポート名	対応	No.	レポート名	対応
1	MasterControlFile	必要なし	15	Table3_Whole	必要
2	ForestTypeList	必要なし	16	Table4_SingleBlock	必要
3	SpeciesListAlphabetical	必要なし	17	Table4_Whole	必要
4	SpeciesListByCode	必要なし	18	Table5_SingleBlock	必要
5	FieldBookData	必要なし	19	Table5_Whole	必要
6	Table1_SingleBlock_Long	必要	20	10cmTable_SingleBlock_Long	必要なし
7	Table1_SingleBlock_Short	必要	21	10cmTable_SingleBlock_Short	必要なし
8	Table1_Whole_Long	必要	22	10cmTable_Whole_Long	必要なし
9	Table1_Whole_Short	必要	23	10cmTable_Whole_Short	必要なし
10	Table2_SingleBlock_Long	必要	24	ForestTypes	必要
11	Table2_SingleBlock_Short	必要	25	PlotListing	必要
12	Table2_Whole_Long	必要	26	Stat_Analysis	必要
13	Table2_Whole_Short	必要	27	Summary_Report	必要
14	Table3_SingleBlock	必要	28	Summary_Report_Whole	必要

既存のレポート

Species	Species Code	DClass 20-49 CM Stems	Percent of Volume 20-49 Vol.	DClass 50 CM + Stems	Percent of Volume 50CM + Vol	DClass 20 CM + Stems	Percent of Volume 20CM + Vol
Pometia pinnata	451	5.15	3.153	17.01	3.71	6.101	15.55
Elmerrillia papuana	308	0.37	0.251	1.35	1.27	3.183	6.11
Buchanania	513	0.66	0.474	2.56	1.15	2.573	6.56

対応後のレポート(様式案)

Species	Species Code	DClass 10-19 CM Stems	Percent of Volume 10-19 Vol.	DClass 20-49 CM Stems	Percent of Volume 20-49 Vol.	DClass 50 CM + Stems	Percent of Volume 50CM + Vol	DClass 10 CM + Stems	Percent of Volume 10CM + Vol				
Pometia pinnata	451	0	0.000	0.000	5.15	3.153	17.01	3.71	6.101	15.55	8.87	9.254	15.828
Elmerrillia papuana	308	0	0.000	0.000	0.37	0.251	1.35	1.27	3.183	6.11	1.64	3.434	6.821
Buchanania	513	0	0.000	0.000	0.66	0.474	2.56	1.15	2.573	6.56	1.81	3.047	5.793

※以下のレポートも同様の対応
 Table1_SingleBlock_Short(No.7), Table1_Whole_Long(No.8),
 Table1_Whole_Short(No.9), Table3_SingleBlock(No.14),
 Table3_Whole(No.15)

図 3-86 Table1_SingleBlock_Long(No.6)の様式案

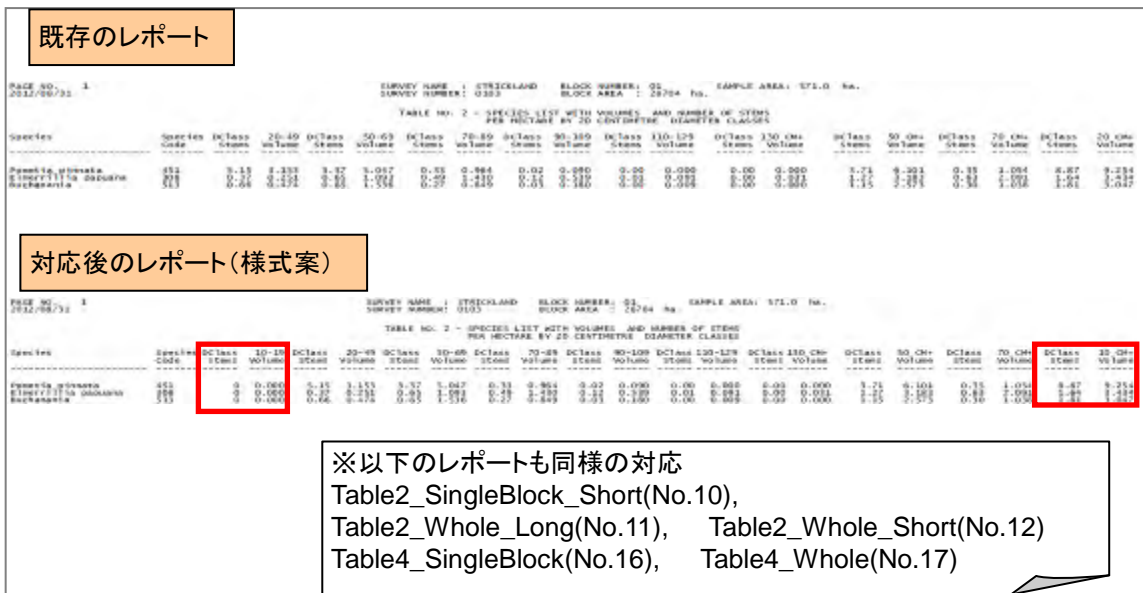


図 3-87 Table2_SingleBlock_Long(No.10)の様式案

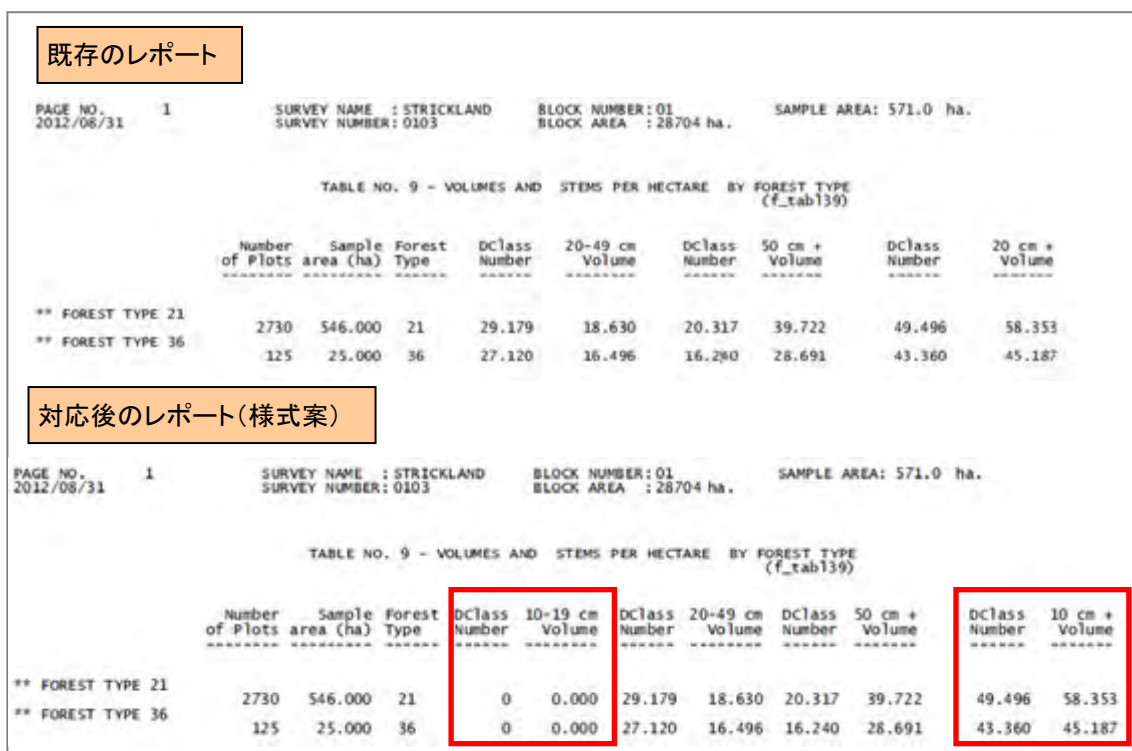


図 3-88 ForestTypes(No.24)の様式案

既存のレポート										
PAGE NO. 1 2012/08/31		SURVEY NAME : STRICKLAND SURVEY NUMBER: 0103			BLOCK NUMBER: 01 BLOCK AREA : 28704 ha.		SAMPLE AREA: 571.0 ha.			
SAMPLE PLOT LISTING WITH NUMBER OF STEMS AND PLOT VOLUMES TOTALLED BY STRIPLINE (f_tab130)										
Strip Number	Plot Number	PlotArea in ha	Forest Type	DiamClass Stem No.	20-49 cm Volume	DiamClass Stem No.	50 cm up Volume	Total Stems	Total Volume	
** STRIP NUMBER 001										
001	001	0.2000	21	0	0.000	0	0.000	0	0.000	
001	002	0.2000	21	0	0.000	0	0.000	0	0.000	
001	003	0.2000	21	7	4.275	2	3.278	9	7.553	

対応後のレポート(様式案)											
PAGE NO. 1 2012/08/31		SURVEY NAME : STRICKLAND SURVEY NUMBER: 0103			BLOCK NUMBER: 01 BLOCK AREA : 28704 ha.		SAMPLE AREA: 571.0 ha.				
SAMPLE PLOT LISTING WITH NUMBER OF STEMS AND PLOT VOLUMES TOTALLED BY STRIPLINE (f_tab130)											
Strip Number	Plot Number	PlotArea in ha	Forest Type	DiamClass Stem No.	10-19 cm Volume	DiamClass Stem No.	20-49 cm Volume	DiamClass Stem No.	50 cm up Volume	Total Stems	Total Volume
** STRIP NUMBER 001											
001	001	0.2000	21	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
001	002	0.2000	21	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000
001	003	0.2000	21	0	0.000	7	4.275	2	3.278	9	7.553

図 3-89 PlotListing(No.25)の様式案

既存のレポート				対応後のレポート(様式案)							
PAGE NO. 1 2012/08/31		SURVEY NAME : STRICKLAND PROVINCE : Western		SURVEY NUMBER : 0103 BLOCK NUMBER : 01		PAGE NO. 1 2012/08/31		SURVEY NAME : STRICKLAND PROVINCE : Western		SURVEY NUMBER : 0103 BLOCK NUMBER : 01	
STATISTICAL ANALYSIS - BLOCK NUMBER 01 [FIPS Access version 0.1]				STATISTICAL ANALYSIS - BLOCK NUMBER 01 [FIPS Access version 0.1]							
BLOCK AREA (Ha.) : 28704		DATE OF SURVEY : 1992/11/06		BLOCK AREA (Ha.) : 28704		DATE OF SURVEY : 1992/11/06		BLOCK AREA (Ha.) : 28704		DATE OF SURVEY : 1992/11/06	
SAMPLE AREA (Ha.) : 571.0 (stems 50 cm +)		FILE REFERENCE : 90-01-03		SAMPLE AREA (Ha.) : 571.0 (stems 50 cm +)		FILE REFERENCE : 90-01-03		SAMPLE AREA (Ha.) : 571.0 (stems 50 cm +)		FILE REFERENCE : 90-01-03	
NUMBER OF PLOTS : 2855				NUMBER OF PLOTS : 2855				NUMBER OF PLOTS : 2855			
SAMPLING INTENSITY : 1.989 %				SAMPLING INTENSITY : 1.989 %				SAMPLING INTENSITY : 1.989 %			
(A) STEMS PER HECTARE				(A) STEMS PER HECTARE							
	20 - 49 CM	50 CM +	20 CM +		10 - 19 CM	20 - 49 CM	50 CM +	10 CM +		10 CM +	
MEAN	29.089	20.138	49.228	MEAN	0.000	29.089	20.138	49.228	MEAN	0.000	
VARIANCE	562.310	179.404	869.997	VARIANCE	0.000	562.310	179.404	869.997	VARIANCE	0.000	
STANDARD DEVIATION	23.713	13.394	29.834	STANDARD DEVIATION	0.000	23.713	13.394	29.834	STANDARD DEVIATION	0.000	
STANDARD ERROR OF THE MEAN	0.442	0.248	0.480	STANDARD ERROR OF THE MEAN	0.000	0.442	0.248	0.480	STANDARD ERROR OF THE MEAN	0.000	
AS PERCENTAGE	1.518 %	1.232 %	0.974 %	AS PERCENTAGE	0.000 %	1.518 %	1.232 %	0.974 %	AS PERCENTAGE	0.000 %	
95 PERCENT CONFIDENCE LIMITS				95 PERCENT CONFIDENCE LIMITS							
MEAN + OR -	0.886	0.487	0.941	MEAN + OR -	0.000	0.886	0.487	0.941	MEAN + OR -	0.000	
AS PERCENTAGE	2.977 %	2.417 %	1.911 %	AS PERCENTAGE	0.000 %	2.977 %	2.417 %	1.911 %	AS PERCENTAGE	0.000 %	

図 3-90 Stat_Analysis(No.26)の様式案

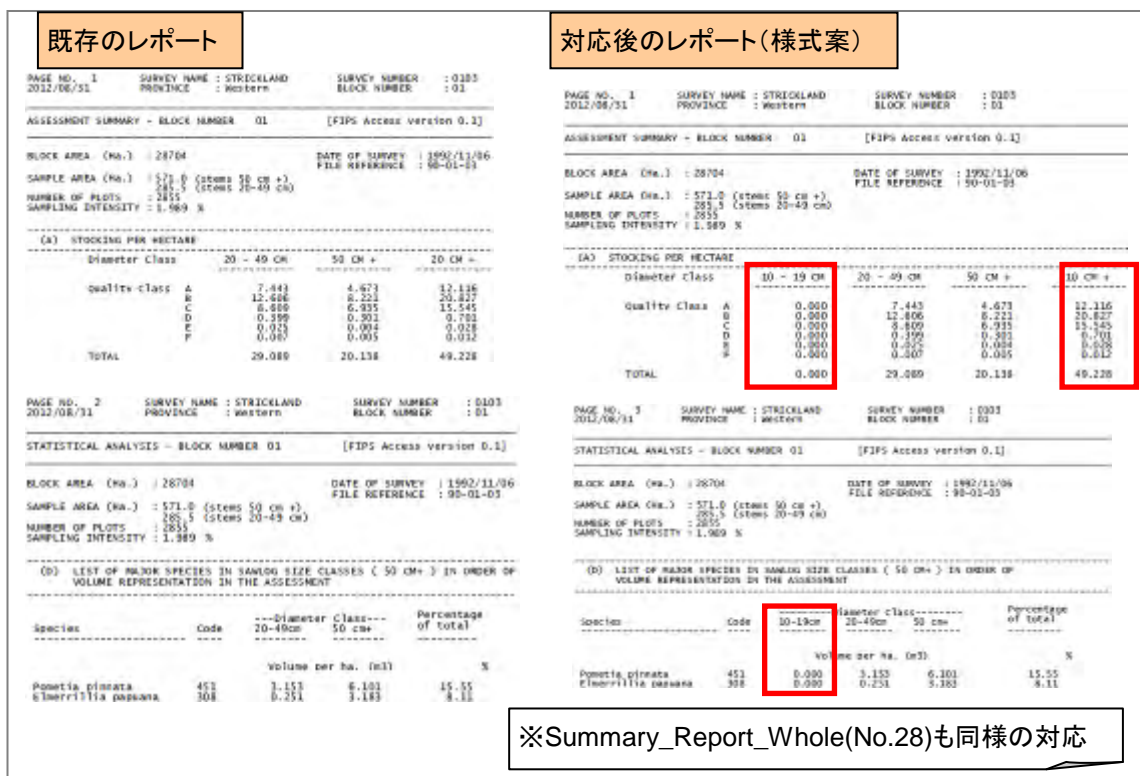


図 3-91 Summary_Report(No.27)の様式案

-FIPS 様々な評価方法に対応したレポートの作成

インベントリ調査結果は、各コンセッションの状況に応じて、様々な評価を行い、レポートとして出力する必要がある。現行の FIPS のレポート様式だけでは対応が困難であり、柔軟に評価できる仕組みが求められている。

このような状況を踏まえ、FIPS での計算結果を Excel もしくは CSV 形式で出力できる機能について検討した。

表 3-33 樹種グループごとの森林量計算例

Species Group	Log Form Volume (m³)					Basal Area (m²)	Total Vol (m³)	Gross Vol/ha (m³)	Comp %
	A	B	C	D	E				
1	334.680	463.760	259.207	4.953	7.684	142.603	1070.284	11.866	39.671
2	61.074	103.377	56.407	0.000	0.000	32.161	220.859	2.449	8.19
3	172.970	302.225	154.679	3.113	1.065	80.383	634.053	7.029	23.50
4	201.327	353.722	203.609	10.526	3.511	98.502	772.694	8.566	28.64
Total	770.052	1223.085	673.902	18.592	12.260	353.648	2697.890	29.910	100.000

3.6.3 森林被覆図と地上データをリンクさせたデータベース整備

森林資源に関する既存データの把握・分析結果、森林資源データベースの基本設計の結果を踏まえ、森林被覆図と地上データをリンクさせたデータベースの検討、整備を実施した。

C/P とのコンセッション全体のワークフローの議論を踏まえ、FIMS と FIPS のデータ連携（統合）方法について検討、協議した。その内容を図 3-92、図 3-93 に示す。

インベントリ調査終了時、および伐採後の調査終了時の 2 時期において、既存の FIMS で管理されている木材量を確認できるとともに、インベントリ調査結果から推定される木材量と、それをもとに評価された資源量（伐採可能森林資源量および残存森林資源量）を、同一画面で表示する方法である。

このような FIMS と FIPS のデータ連携を実現する上で留意すべき事項を以下に示す。

- FIMS のデータと FIPS のデータは、対象範囲の大きさや調査の質が異なるため、例えば FIMS のデータの一部を FIPS のデータで置き換えるなどの方法は望ましくない。
- FIMS と FIPS の運用は、それぞれの担当者の下で行われており、責任範囲とワークフローは確立している。ワークフローの変更を伴うような変更は望ましくない。
- FIPS のデータを FIMS 上に表示できるようにするために、GPS で計測した座標情報を FIPS に追加する必要がある。

以上を踏まえ、FIMS と FIPS のそれぞれについて、具体的な実現方法を検討、協議した。

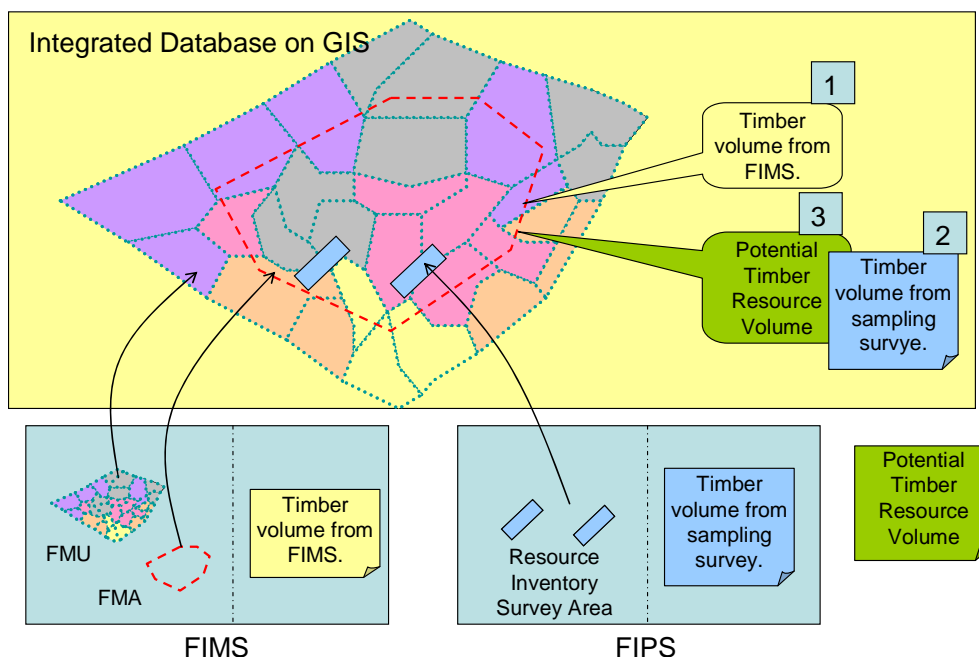


図 3-92 インベントリ調査終了時における FIMS と FIPS の統合利用イメージ

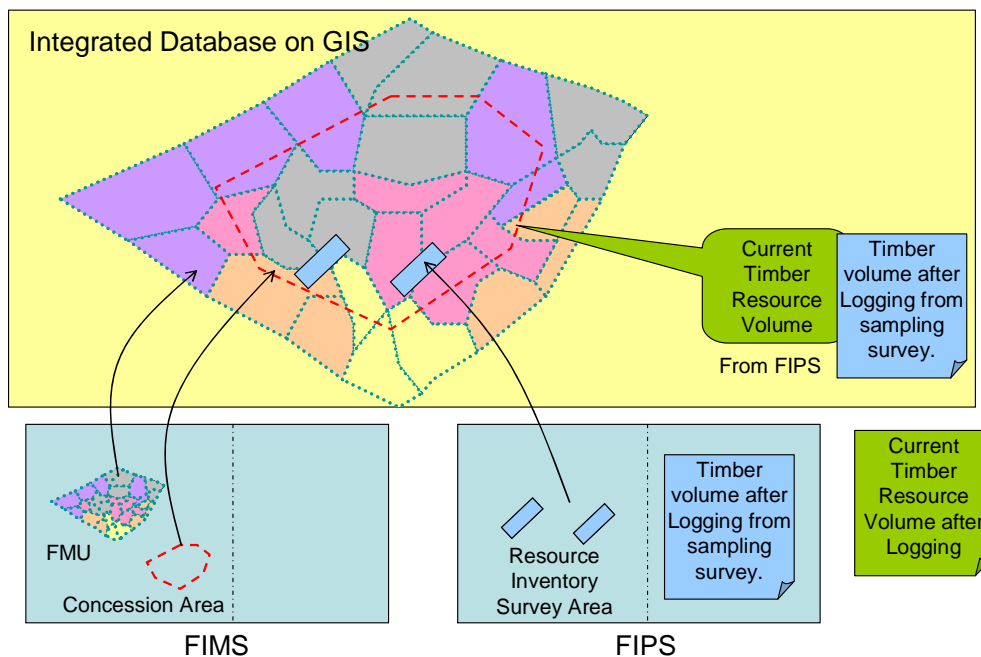


図 3-93 伐採終了後の調査終了時における FIMS と FIPS の統合利用イメージ

(a) FIMS

i) インベントリ調査データの表示

FIPS に格納されているインベントリ調査結果について、調査場所と調査結果を表示する。表示イメージを図 3-94、図 3-95 に示す。

FIMS で想定される森林量と、現地調査により推定された森林量との比較ができるよう、Main Window において両者を並べて閲覧できるよう設計した。

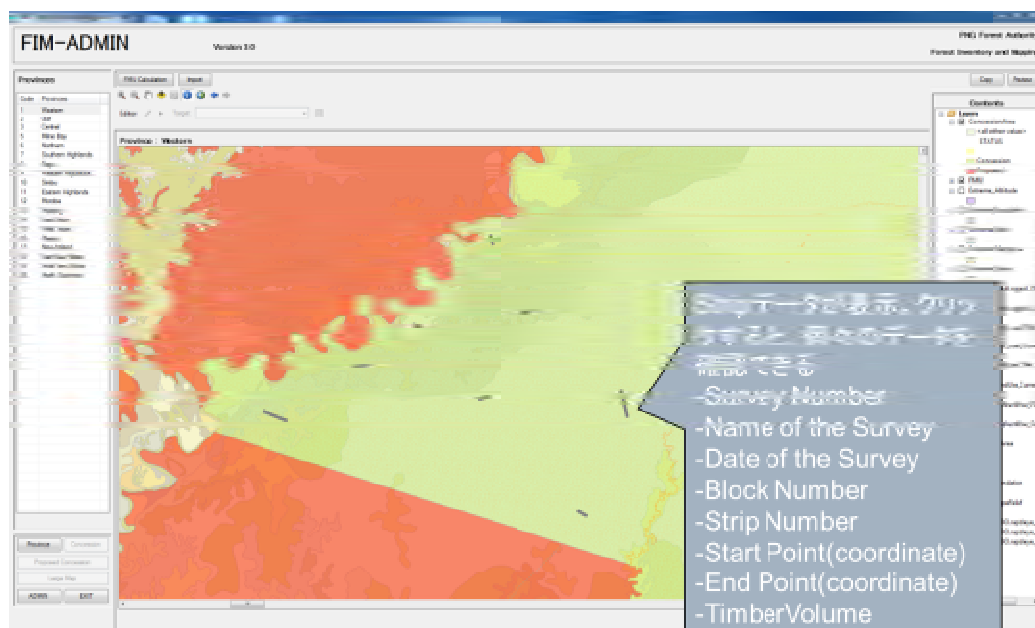


図 3-94 LargeMap Window におけるインベントリ調査地 (Strip line) の表示イメージ

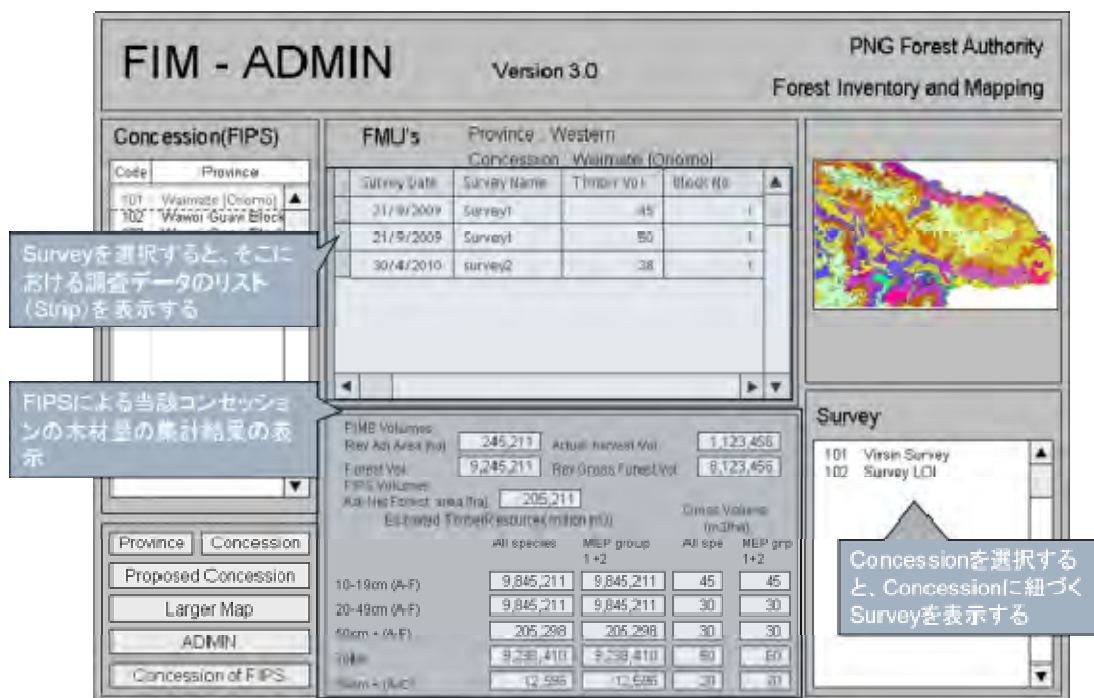


図 3-95 Main Window におけるインベントリ調査による集計結果の表示イメージ

ii) Actual harvest volume の蓄積

FIMS で想定される森林量、現地調査により推定された森林量を比較するだけでなく、実際に伐採された森林量 (Actual harvest volume) についても確認できるようにすることが重要である。

Actual harvest volume は、現在 Logging company から Annual report として毎年提出されている。伐採エリアは、現行のフローにおいても、その範囲のみ GIS データとして FIMS で登録されている。したがってその登録時に、Actual harvest volume も併せて登録できるような方法を検討した。

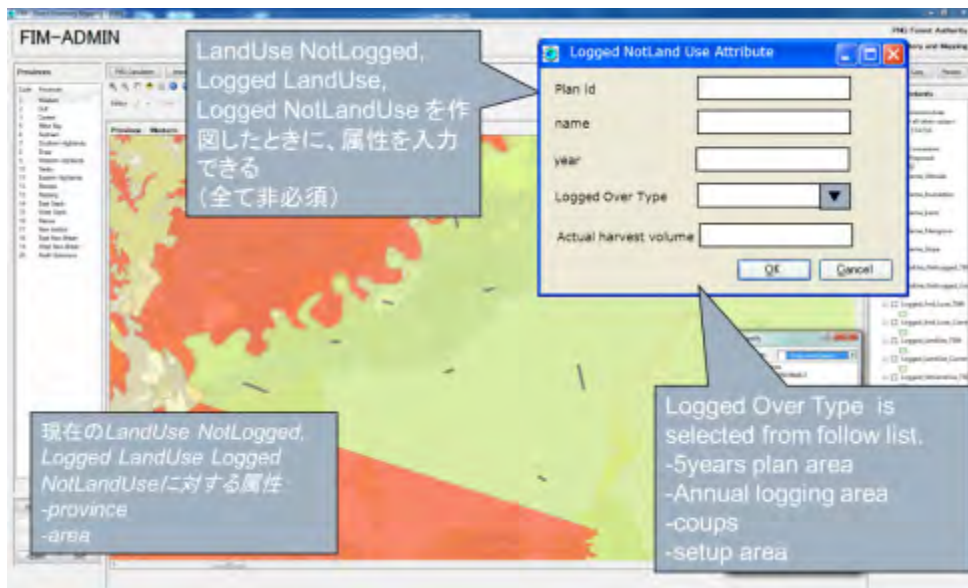


図 3-96 Actual harvest volume の登録イメージ

iii) FIPS データのインポート

FIMS と FIPS については、それぞれユーザも異なることから、それぞれ独立したシステムとすることは先に述べた。データ連携にあたっては、FIMS に情報を集約することとした。データのインポートは、管理者権限で行うこととする。

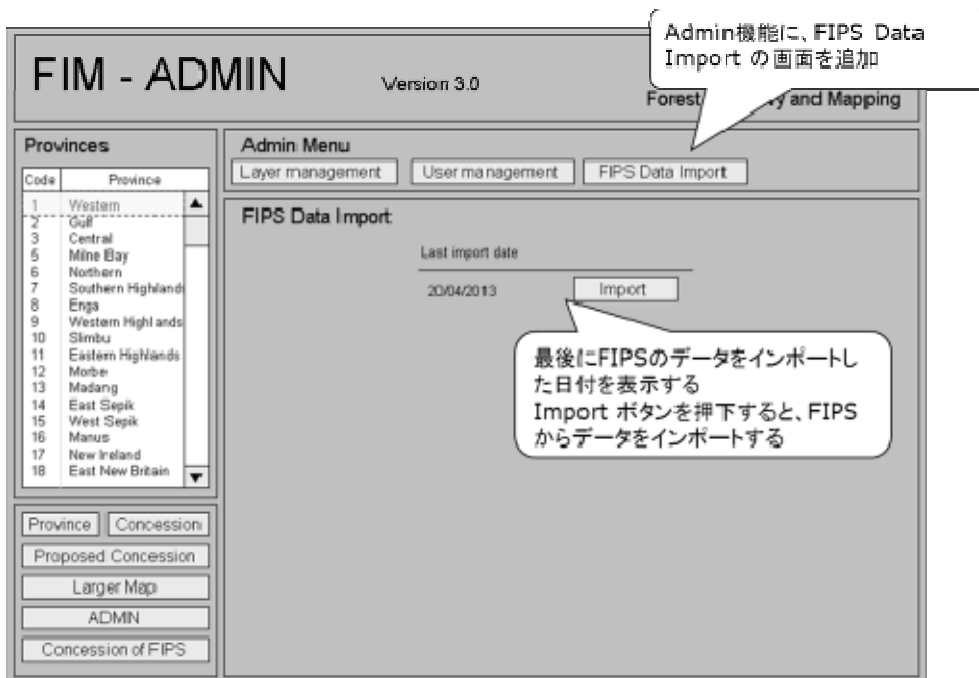


図 3-97 FIPS データのインポート方法

インポートする FIPS データは、FIMS にある森林資源量と比較可能なデータであり、下記のとおりとする。

Strip line	Plan_id
	Survey Number
	Name of the Survey
	Date of the Survey
	Block Number
	Strip Number
	Volume
	Start Point (coordinate)
	End Point (coordinate)
Survey Summary	Plan_id
	Survey_Number
	Name_of_the_Survey
	Adj_Net_Forest_Area
	10-19_m3_per_ha
	20-49_m3_per_ha
	500ver_m3_per_ha
	Total_m3_per_ha
	500ver2_m3_per_ha
	10-19_grp1-2_m3_per_ha
	20-49_grp1-2_m3_per_ha
	500ver_grp1-2_m3_per_ha
	Total_grp1-2_m3_per_ha
500ver2_grp1-2_m3_per_ha	

iv) FIMS と FIPS のデータの関連付け

インベントリ調査は、コンセッション単位で実施される。したがって FIPS の情報を、FIMS が持つコンセッションに関連付ける方法とした。関連付けの方法としては、次の 2 種類の方法が考えられた。

- FIMS のコンセッションが持つ ID を、FIPS の調査データにも付与し、共通の関連 ID により関連付けを行う。
- FIPS の調査データに付与した調査の起点・終点の座標情報を使用し、GIS 上で FIMS のどのコンセッションの領域（ポリゴン）に含まれるかどうか空間解析を行い、該当するコンセッションと関連付ける。

現時点では、各コンセッションに領域の重複がないため、後者の方法が新たな情報項目の入力の必要がないという利点があった。しかし、過去に伐採が終わったコンセッションで、新たな伐採が行われた場合、位置情報だけで関連付けを行った場合は、どの時期の伐採に関連した調査であるかを判断できないため、前者の FIMS のコンセッションが持つ Plan id による関連付けの方法を採用した。

(b) FIPS

i) 調査位置の情報の追加

FIMS は位置情報を持ったシステムであるため、連携を行うためには FIPS にも位置情報を付与が必要となる。インベントリ調査にあたっては、別途無償資金協力により供与された GPS を携帯することになるため、位置情報の取得が可能となる。

詳細な調査を行う各 Plot の位置は、Strip line により自動的に決まる。そこで、Strip line の始点と終点のみの座標値を、FIPS において新たに登録することにした。

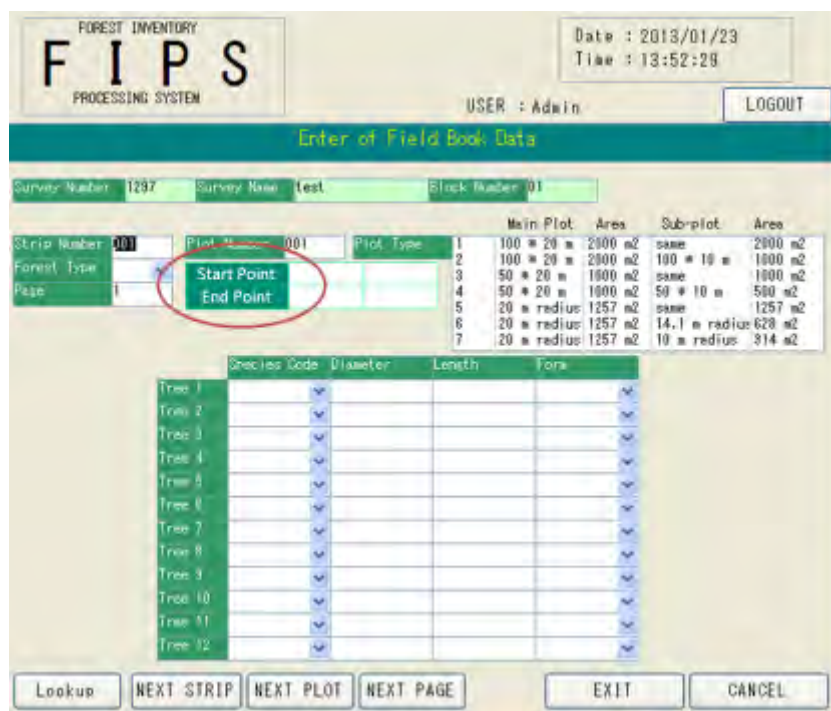


図 3-98 FIPS における座標値の登録画面(案)

ii) FIMS との連携のための配置方法

FIMS と FIPS を連携させるための DB の配置方法を検討した。

連携のための配置方法として、3つの方法を検討した。

複数作業員での同時作業は必ずしも必要ではないが、データの管理を考え、案③が最も適しているという評価となった。現地でのデータ入力・計算ツールとしての利用ニーズがあるため、案③をベースに、外部での入力ツールとの併用を検討することになった。

表 3-34 FIMS と連携するための FIPS の配置方法

	方法	メリット	デメリット
案①	FIPS をクライアント PC に配置する。 FIMS と連携するテーブルのみを SQL Server に移行する。	ネットワーク接続環境にない PC でも利用可能（現地調査等への外部持ち出しが可能）。 ※但し、SQL Server にデータを反映するには、ネット接続環境にある PC で再計算する必要がある。	クライアント PC のデータを最終的に 1 つのアクセスファイルに統合する必要があるため、最新データの管理が複雑となる。
案②	FIPS をサーバ PC の共有フォルダに配置する。クライアント PC から共有フォルダ上の FIPS を直接操作する。 FIMS と連携するテーブルのみを SQL Server に移行する。	Access のファイルを一箇所で管理するため、どのクライアント PC からでも最新のデータを操作できる。 ネットワーク接続環境にない PC でも利用可能（ただしネットワーク接続時にデータ反映作業が必要）。	複数作業による同時利用はできない。
案③	全てのテーブルを SQL Server に移行した FIPS をクライアント PC に配置する。	SQL Server が持つ排他制御を利用できるため、複数作業者が同時に利用する場合でも安全にデータを操作できる。 データのバックアップ、復元が容易。	SQL Server へのログインが必須となるため、ネットワーク接続環境にない PC では利用できない。

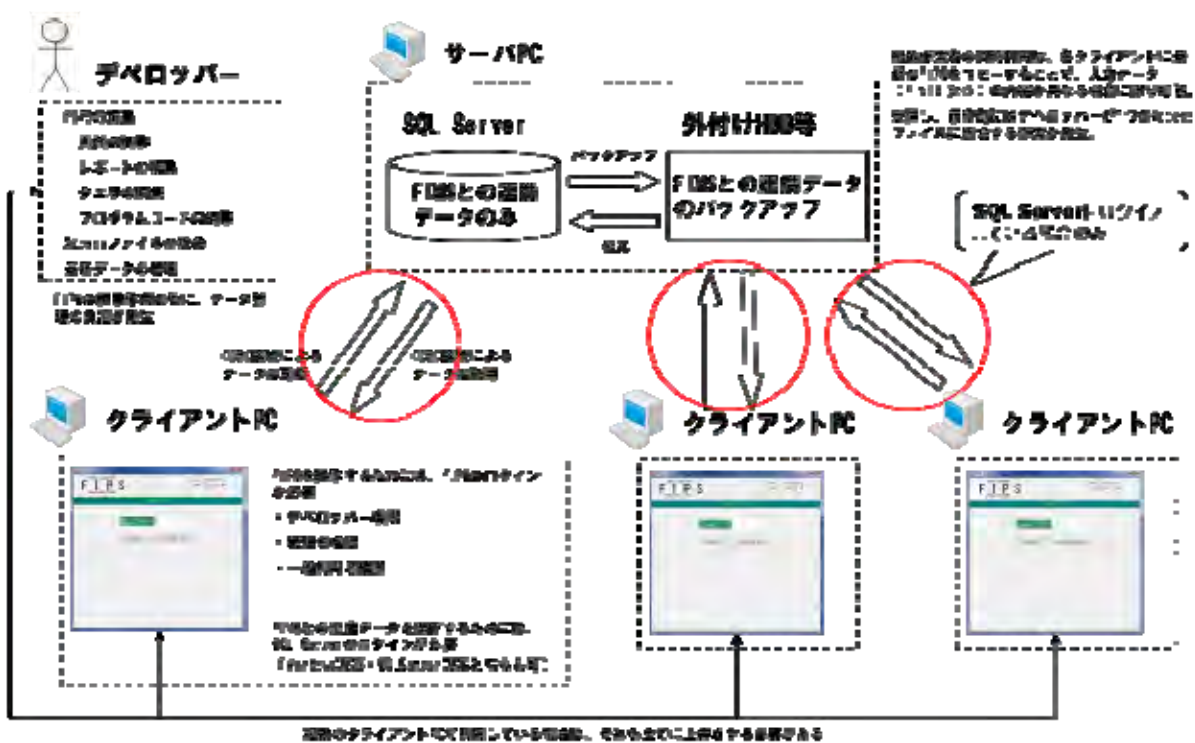


図 3-99 FIMSと連携するためのFIPSの配置方法1

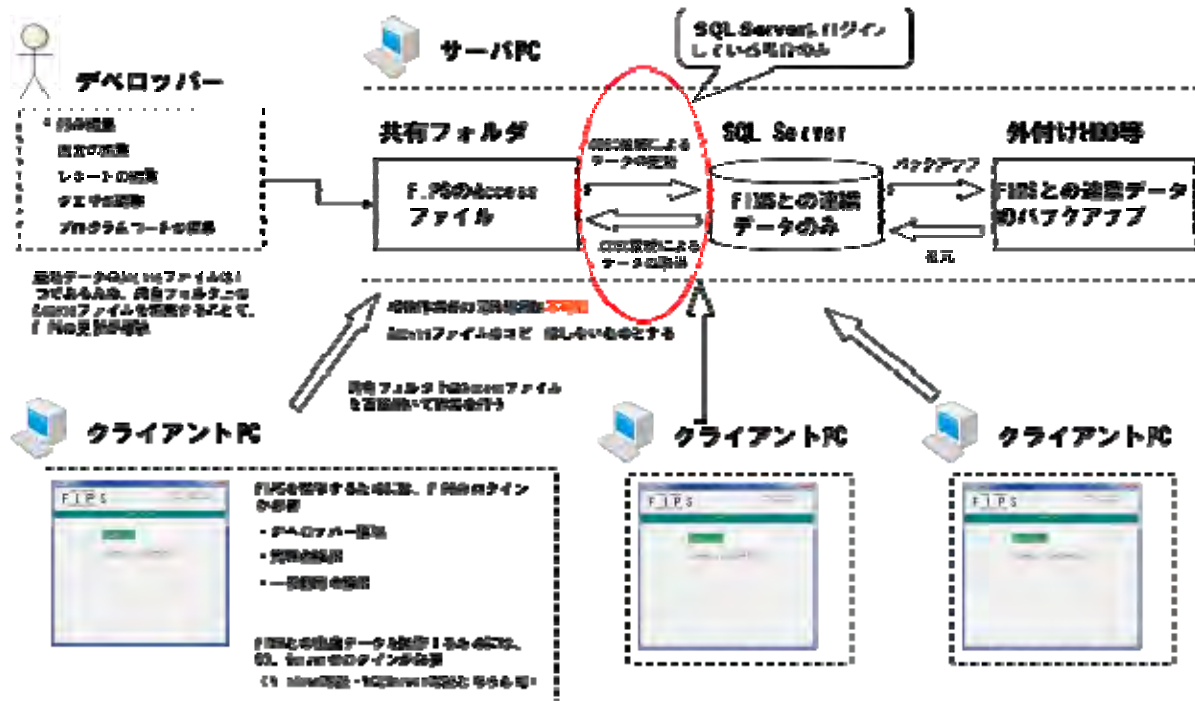


図 3-100 FIMSと連携するためのFIPSの配置方法2

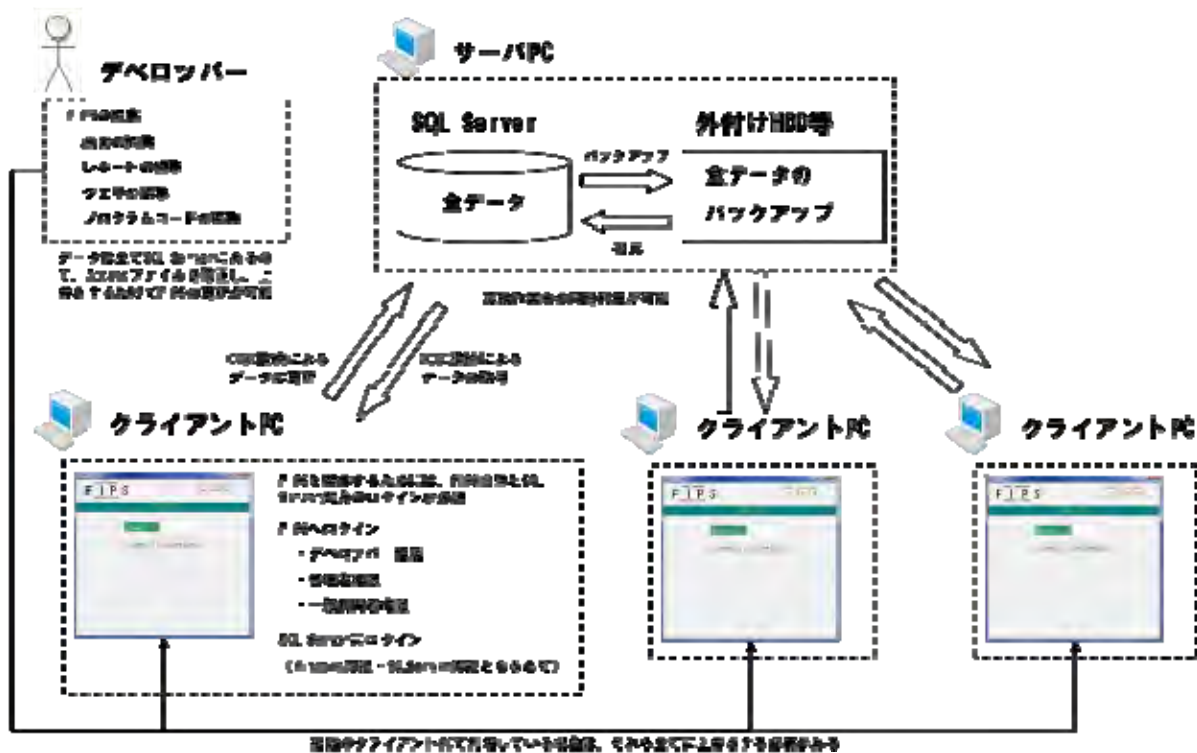


図 3-101 FIMS と連携するための FIPS の配置方法 3

3.6.4 3.6.1～3.6.3 に必要な OJT

3.6.1～3.6.3 に示した成果は、下記 OJT の実施によるものである。

表 3-35 OJT の実施

日程	OJT の内容	参加メンバー
2011 年 10 月 14 日 (金) 10:00~12:00	コンセッションのワークの業務分析	全体
2011 年 10 月 17 日 (月) 15:00~17:00	コンセッションのワークの業務分析	全体
2011 年 10 月 19 日 (水) 10:00~12:00 13:30~16:00	コンセッションのワークの業務分析	全体
2011 年 10 月 24 日 (月) 13:30~15:00	コンセッションのワークの業務分析	全体
2011 年 10 月 24 日 (月) 15:15~15:45	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sequence for Provincial Forest Plan ■ Sequence for National Forest Plan 	Inventory and Mapping Branch
2011 年 10 月 25 日 (火) 10:00~12:00 13:30~15:30	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sequence for Provide Forest Information(FIMS) ■ Sequence for Select FMA Area for Development ■ Sequence for Updating logged over area in Concession Area for calculating remaining resource 	Inventory and Mapping Branch
2011 年 10 月 26 日 (水) 13:30~16:00	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sequence for Submit Report of Current Forest Inventory to the Management ■ Map to Managements: Reference for Boundary demarcations ■ "Managements: Any FIM Maps and Reports : Reports upon request" 	Inventory and Mapping Branch
2011 年 10 月 28 日 (金) 9:30~10:30	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sequence for NFS Evaluation 	Acquisition Team
2011 年 10 月 28 日 (金) 11:30~12:30	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sequence for identifying Landgroups and formation of ILG for FMA project (FIMS) 	Projects Team
2011 年 11 月 1 日 (火) 13:30~14:30	コンセッションのワークの業務分析	全体
2011 年 11 月 1 日 (火) 14:30~15:30	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sequence for Identify Potential Forest Area ■ Sequence for forest inventory (in potential area identified in NFP) ■ Sequence for Confirm Potential Timber Resource Volume ■ Sequence for Post Logging Inventory Survey (Before the completion of the Project) 	Inventory and Mapping Branch
2012 年 9 月 4 日 (火) 10:00~12:00	<p>データベース構造の理解のための UML クラス図の理解</p> <p>・2011年9月本邦研修で使用した「Introduction to Geographic Information Standards」の資料の復習</p>	Inventory and Mapping Branch (Perry Malan, Patrick La'a)

日程	OJT の内容	参加メンバー
2012年9月5日(水) 10:00~12:00	既存の FIMS および ArcGIS 版 FIMS のデータ構造と変更内容について、UML クラス図を元に確認。既存の FIMS については、MapInfo 形式のデータの中身と比較確認を実施。	Inventory and Mapping Branch (Perry Malan, Patrick La'a)
2012年9月6日(木) 10:00~12:00	統合対象の FIPS のデータ構造について、UML クラス図を元に確認。Access 形式のデータの中身と比較確認。 FIMS と FIPS の統合利用の方法について協議。	Inventory and Mapping Branch (Perry Malan, Patrick La'a)
2012年9月11日(火) 9:30~12:00	Access データベースの構成、使い方の説明。	Inventory and Mapping Branch (Perry Malan, Patrick La'a)
2012年9月13日(木) 11:00~12:00	Access データベースの構成、使い方の説明。	Inventory and Mapping Branch (Perry Malan, Patrick La'a)
2012年9月19日(水) 9:00-10:00, 13:00-14:00	PSP と FIMS/FIPS との連携の可能性、改良の必要性について協議。	FRI (Cossey Yosi)
2012年9月27日(木) 14:00-16:00	FIMS と FIPS を統合するため、FIPS データへの位置情報の与え方について協議。	Inventory and Mapping Branch (Ledino Saega, Samuel N. Gibson)
2012年11月23日(月) 9:45-10:45	FIMS リプレース版の基本操作説明。	Inventory and Mapping Branch (Perry Malan)
2012年12月17日(月) 14:30-15:30	FIMS リプレース版の基本操作説明。	Inventory and Mapping Branch (Patrick La'a)
2013年2月27日(水) 14:00-15:00	FIMS/FIPS の改良点に関する協議。	Inventory and Mapping Branch (Constin Bigol)

3.6.5 改良版森林資源データベースの運用管理に関する OJT

改良版のデータベース（環境プログラム無償で開発）の運用に向け、新しい FIMS (Forest Inventory Mapping System) 及び FIPS (Forest Inventory Processing System) を使用した作業手順について、カウンターパートとの協議及び OJT を実施した。

(a) FIMS の運用に関する協議及び OJT

i) 森林伐採エリアの登録・更新

森林伐採エリアの登録・更新作業は、森林伐採企業が PNGFA (森林公社) に提出する Annual Logging Plan の地図に示される伐採エリア (Logged Over Area) 及び伐採計画エリア (Planned Area) をマップデジタル化し、森林資源データベースへ反映する。伐採エリアに関する情報を反映することによって、より正確な森林量を FIMS によって計算することができる。

この作業は、カウンターパートが既存の FIMS を用いてこれまでを実行してきた中心的な作業であることから、FIMS 始動の最初のワークとした。

新しい FIMS を使用した森林伐採エリアの登録・更新作業の運用を検討するにあたり、これまでの運用手順の確認とその課題の整理をカウンターパートと行った。これまでの運用手順を図 3-102 に示す。

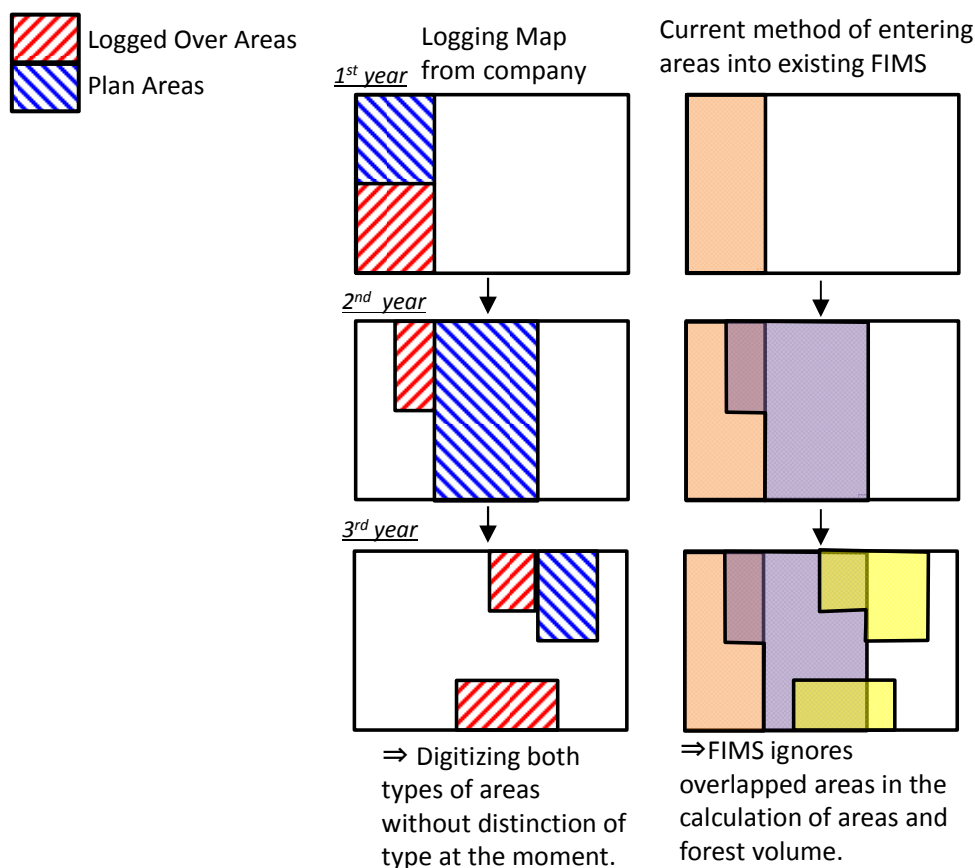


図 3-102 これまでの森林伐採エリアの入力(登録・更新)方法

既存の FIMS を使用した、これまでの森林伐採エリアの入力は、Annual Logging Plan の地図が示す “Logged Over Area” と “Plan Area（次年度の伐採予定エリア）” を区別することなく、カウンターパートが作業していることがわかった。

森林公社として、森林伐採企業から報告のあった伐採予定エリアに対し、翌年度に実際どの程度のエリアが伐採され、どの程度の収穫量があったかを把握していくことは、PNG の森林管理にとって重要となることから、図 3-103 に示す方法で運用していくこととした。

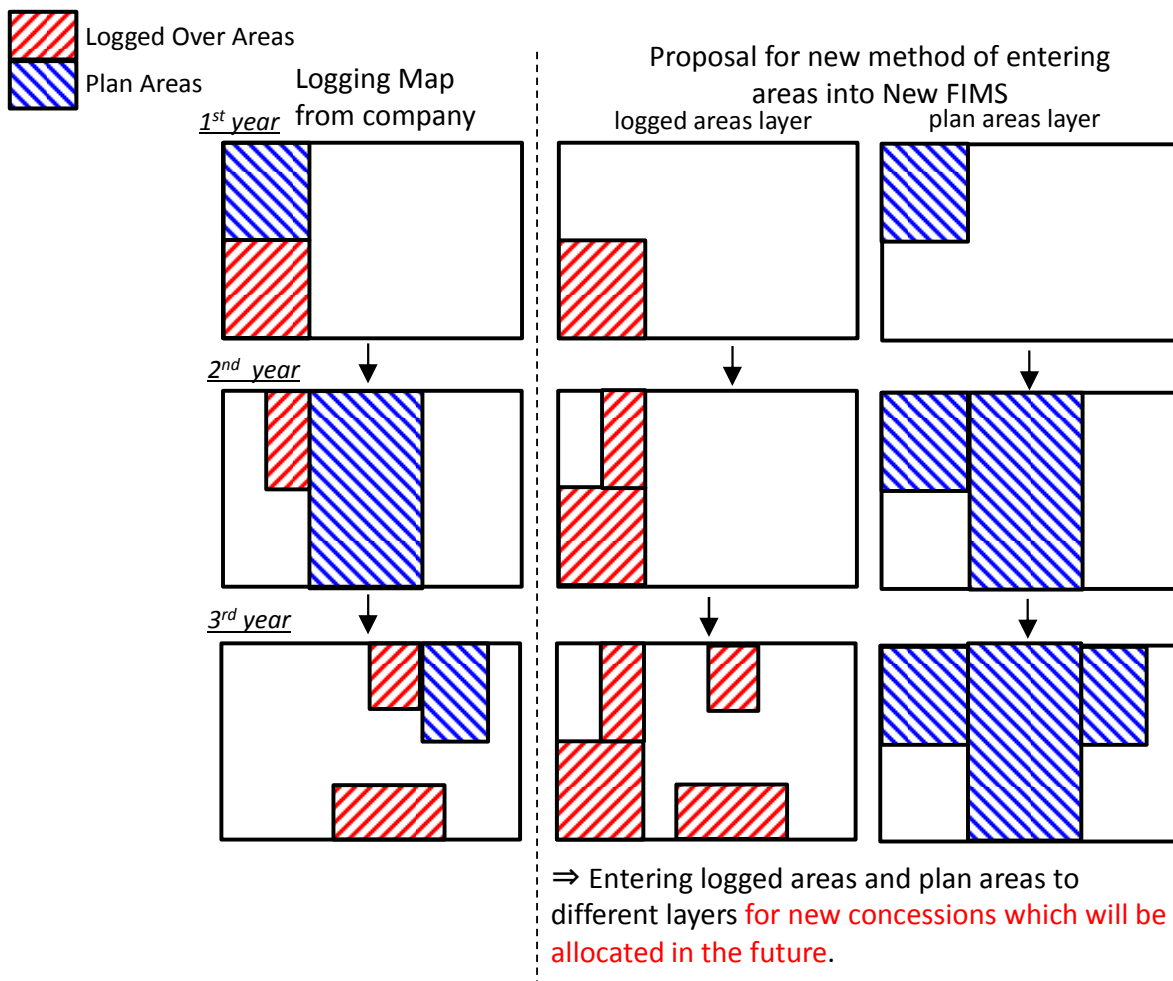


図 3-103 これからの森林伐採エリアの入力(登録・更新)方法

Points of Proposal for new method

- New FIMS can enter actual harvest volume information which is submitted by company into Logged and land-use areas layer.
- It is important to distinguish logged areas from plan areas.
- If you enter an actual harvest volume by each logged area when you digitize, it is more useful for PNGFA. You can compare an actual harvest volume with estimated volume.

※it might be difficult to apply this method to the areas entered already.

FIMS Volumes	18,281	Actual harvest Vol	50,000
Per Adj Area(ha)			
Forest Vol	1,836,085	Rev Gross Forest Vol	941,814

図 3-104 森林伐採エリアの新しい入力方法のポイント

ii) 改良版森林資源データベースの更新作業のOJT

改良版森林資源データベースの作業手順を確立するために、「Logged Over Area」、「Planned Area」及び「Concession Area」の更新作業を実施した。

データベースの更新方法には、次の二つの方法がある。それぞれの方法の特徴をカウンターパートと協議した。

表 3-36 森林資源データベースの更新方法

方法	手順	特徴
方法1： MapInfo 形式データをインポート(従来の方法)	(1) デジタイジングボード上で図面をデジタイズして図形を作成 (2) デジタイズしたデータをこれまで使用していた旧 FIMS (MapInfo) 上で属性入力 (3) 新 FIMS がインポート可能なデータ形式に変換 (4) 新 FIMS にインポートしデータベースを更新	<ul style="list-style-type: none"> • 新旧の FIMS を運用し検証期間を設けることができる • デジタイジングボードを使うほうが図面全体を見渡すことができ、図形の作成が効率的 • 一方で、図形のトレース精度が粗くなるため、位置の正確さは悪くなる
方法2： 図面をスキャニングし FIMS 上でデータ入力	(1) A0 スキャナーで図面をスキャニング (2) ArcGIS を使いスキャンされた画像を幾何補正 (3) 新 FIMS に画像をインポート (4) 新 FIMS 上で図形及び属性を入力しデータベースを更新	<ul style="list-style-type: none"> • Annual Logging Plan 等の図面をデジタル化して保管できる • モニタ上で図形をデジタイズするため、デジタイジングボードに比べ作業効率が落ちる • 図面を拡大することができるため、位置を正確に取得できる

OJT の実施段階において、デジタイジングボードを使用したデータ入力カウンターパートによって進められていたため、始めに方法 1 を使用した OJT を実施した。

また、デジタイジングボードで未入力の Annual Logging Plan の地図（PASSISMANUA INLAND LFA）を使い、方法 2 によるデータベースの更新を行った。

OJT 実施にあたっては、森林資源データベース更新のための作業マニュアルを用意した。

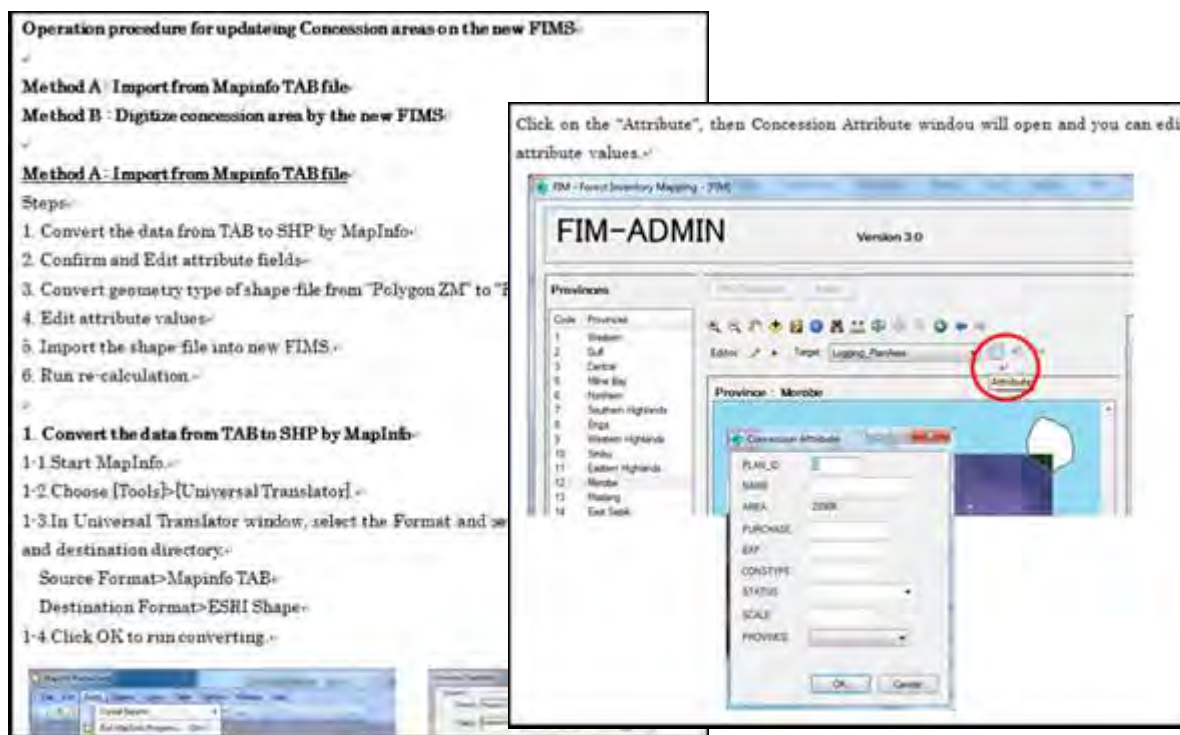


図 3-105 FIMS トレーニングに使用した作業マニュアル(抜粋)

OJT によって更新した FIMS のデータベースの内容を次に示す。

表 3-37 OJT によって更新したデータベースの内容

対象データ	プロヴィンス名	森林伐採地域
Logged Over Area	West Sepik	Amanab Block 5 and 6 FMA
		Aitape Lumi Consolidated FMA
		Bewani LFA
		Vanimo Forest Product Ltd
		Aitape Lumi Consolidated FMA
		Amanab Block 4 FMA
	East Sepik	Turubu Intergrated Agricultural Project
		Lower Sepik LFA
		Hawain LFA Project
	Madang	Sogeram TRP Project Coupe 9
Rai Coast TRP (TP 12-18)		
Middle Ramu Block1 FMA		

	Morobe	Umboi Block1 TRP (Kaimanga)
		Buhem Mongi Busigai
	Manus	West Coast Manus TRP
		WestCoastManus_Loggover_2010_2011
	East New Britain	Bergberg Extension
		Tokai Matong TRP Project
		Sigite Mukus Integrated Development Project
		InlandLassulbaining_LoggOver_2010_2011
	New Ireland	Turiu_Int_Agri_Loggover_2012_2013
		Central New Ireland TRP Project
		Central New Hanover FCA Project
		Central_New_Hanover_LoggOver_2011_2012
		Central_New_Hanover_LoggOver_2012_2013
Gulf	New_IrelandTRP_LoggOver_2010_2013	
	Vailala Block 1	
Western New Britain	PASSISMANUA INLAND LFA	
Planned Area	East New Britain	Sigite Mukus Integrated Development Project
		Illi Wawas Integrated Agro-Forestry Project
		InlandLassulBainingLoggOver_Planned_2012_2013
Concession Area	East Sepik	Hawain Extension
	Morobe	Umboi Block4

iii) 改良版森林資源データベース (FIMS) の保守・運用に関する OJT

改良版森林資源データベース (FIMS) の管理者に対し、改良版森林資源データベースの構成に関する OJT を実施した。

改良版森林資源データベース (FIMS) は、SQL サーバ上に構築した ArcGIS GeoDatabase に格納されている。データベースへアクセスするには、森林公社内で設定されているドメインユーザの認証を経る必要がある。

本プロジェクトの完了時点では、次の 4 名を SQL サーバへ接続可能なデータベース管理者としている。Inventory & Mapping Branch 内の ArcGIS がインストールされている Workstation6 台から、データベースへアクセスすることができる。

- Constin Bigol
- Perry Malan
- Patrick La'a
- Jehu Antiko

SQL サーバは、データベースへアクセスするための標準的はインタフェース (ODBC: Open Database Connectivity) をもっている。データベースの仕組みを理解するために、FIMS 以外のソフトウェアを使用してデータベースへアクセスし、格納されているデータを利活用する OJT を実施した。OJT の実施内容を次に示す。

- ArcMap10/ArcCatalog10 からのデータベースへのアクセス
 - Direct Connection の生成
 - ArcMap10/ArcCatalog10 を使用した地図表示

- ArcMap10 を使用した地図・属性編集
- Microsoft Access2010 からのデータベースへのアクセス
 - Access データベースファイルの生成
 - ODBC 接続の設定
 - Access を使用したデータベース（属性）の表示
 - Access を用いたレポート作成（3.6.6 を参照）

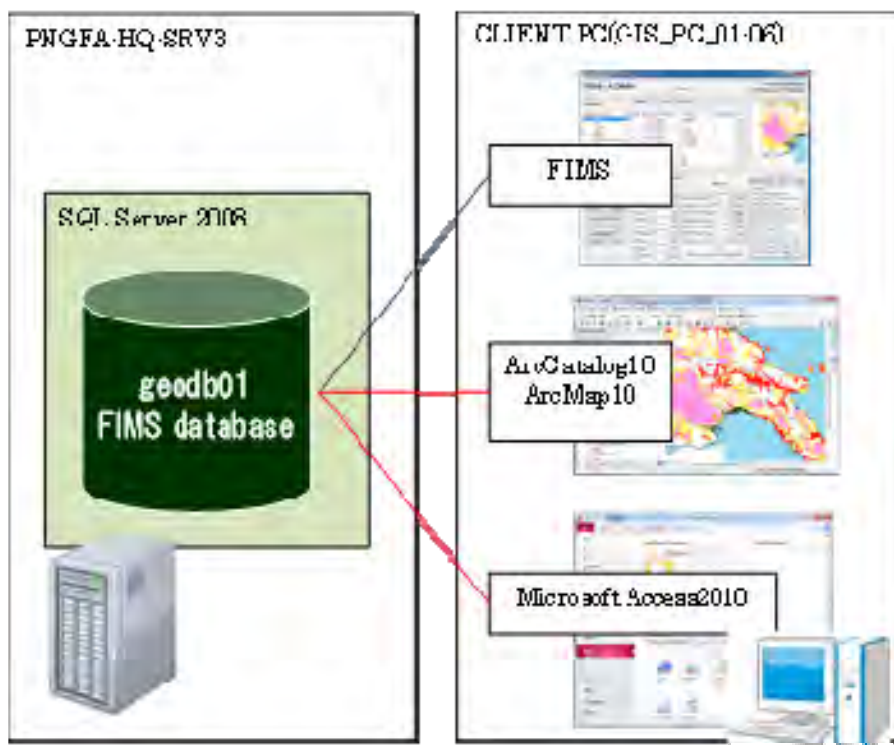


図 3-106 FIMS データベースの構成

(b) FIPS の運用に関する協議及びOJT

i) 既存のスプレッドシート（エクセルファイル）からの登録方法

近年の現地調査結果は、旧 FIPS に直接登録されず、エクセルファイルで管理されている。そこで、カウンターパートが使用しているエクセルファイルに記録されている現地調査結果を、新しい FIPS へ移行するためのマニュアルを用意し、トレーニングを実施した。

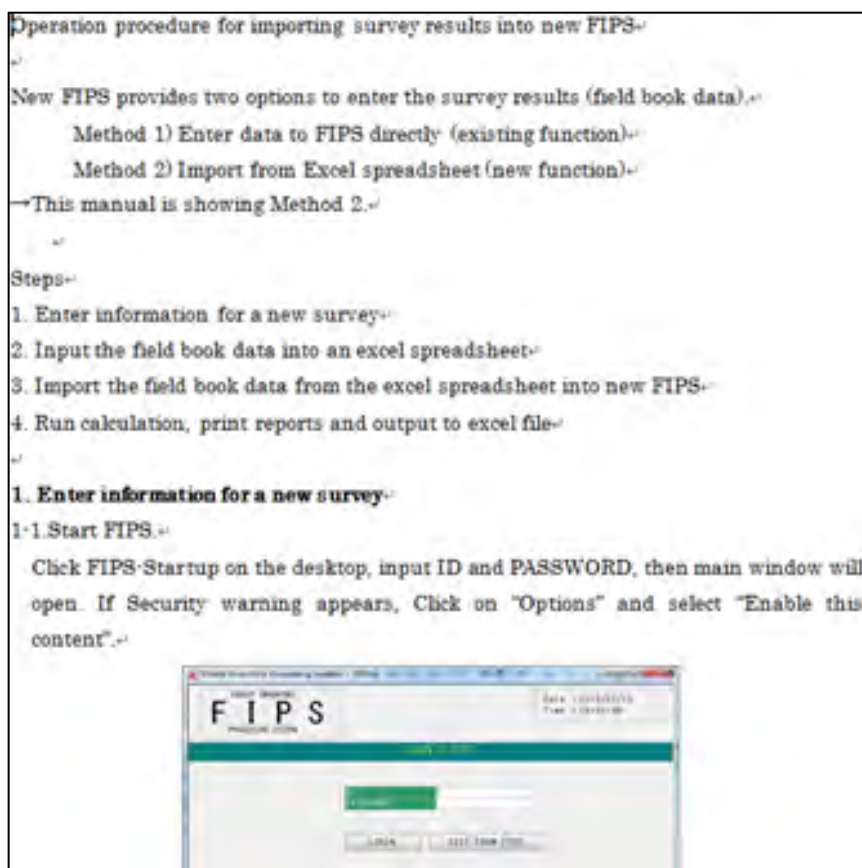


図 3-107 FIPSトレーニングで使用した作業マニュアル(抜粋)

Before the project

- Old FIPS had the only way to enter field book data into the system directly. It was not efficient enough.
- Some results of survey were managed in excel spread sheet.

Achievement

- New FIPS makes it possible to import field book data from excel spread sheet, which makes it easier to update the FIPS database.

Plot No.	Plot No.	Tree No.	Species Code	Form	Diameter (cm)	Height (m)
1	1	1	403	2	28	10
		2	403	3	48	6
		3	434	2	26	10
		4	451	2	30	6
	2	5	509	3	30	8
		6	451	3	36	8
		7	451	2	20	10
		8	539	3	25	8
		9	451	2	27	8

図 3-108 FIPS のエクセルインポート機能

改良後の FIPS には、直接 FIPS に Field Book Data を入力する機能に加え、カウンターパートが日頃から使用していたエクセルファイルを取り込む機能を新たに追加した。その結果、FIPS データベースの更新作業をこれまでよりも効率的に実施できるようになった。

OJT によって更新したデータベース（現地調査結果）の内容を次に示す。

表 3-38 OJT によって更新した FIPS のデータベース内容

プロヴィンス名	現地調査名
Western	MAKAPA TRP LOI
Gulf	TURAMA BLK 1 EXT. (UNLOGGED)
	TURAMA BLK 1 EXT. (LOI)
Central	BAINA TA (UNLOGGED)
	IVA INIKA LOI
Milne Bay	SAGARAI GADAISU TRP LOI
	GADAISU TRP LOI
	SAGARAI TRP LOI
	GADAISU TRP
Oro (Northern)	KUMUSI SAIHO TRP LOI
Sandaun (West Sepic)	VANIMO TRP LOI
	VANIMO TRP (Unlogged)
East Sepik	HAWAIN LFA LOI
	HAWAIN LFA (Unlogged)
Madang	SOGERAM TRP LOI
	SOGERAM TRP (Unlogged)
West New Britain	KAPULUK TRP LOI
	KAPULUK TRP (Unlogged)
East New Britain	OPEN BAY CONSOLI. TRP (Unlogged)
	OPEN BAY CONSOLI. TRP LOI
New Ireland	CENTRAL NEW IRELAND LOI
Manus	MANUS WEST COATS LOI
	MANUS WEST COATS (Unlogged)

ii) FIPS データベースのレビュー

新しい FIPS データベースの内容について、カウンターパートとレビューを行い、課題の抽出と対処方針を協議した。旧 FIPS は現在動作していないが、過去に印刷出力されたレポートがハードコピーとして保管されており、これとの比較を行った。

課題が見つかった現地調査と、その対処方針を協議した結果を表 3-39 に示す。

表 3-39 FIPS データベースのレビュー結果

プロヴィンス名	現地調査名 (調査 ID)	課題	対処方針
Western	SEMABO T.A	All data/Results OK Area is different from original	Change area figure. Field book data was updated on 15/11/1993.
	TAPILA -WIPIM	Not recorded, missed. Original Results copy in file * Check data	Enter servey detail. Field Book data is existing in FIPS.
	KAMULA DOSO	Data incomplete, cant print results * Check data	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it. This filed book data might had been deleted on the old FIPS.
	WA/GUAVI LOI	Results different from original original Blks 2 & 3 results Currently only Blk 1 * Check data	Old FIPS has had only field book data of Blk 1. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copies of field book data for Blks 2 & 3, we can re-enter them.
Gulf	(2001)	No survey record on both original and current	No Data on the old FIPS.
Central	LOI/KUPIANO	No data Original no file copy (could have been lost) * Check data	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it.
	BONUA MAGARIDA	Data/Results OK but 2 different areas * check area figure	Change area figure. Field book data was updated on 12/11/1990
	EDEVU TA	Area figure different on original All data/Results OK	Change area figure if necessary. …There are two copies on the file.
	HAUNAKALANA	Empty Original - result on file	Enter servey detail. New FIPS is showing "empty" in survey name.
	(3007)	Missing - no survey name	No Data on the old FIPS.

	NAUMANEHA TA	No data Original Results on file	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it.
	CLOUDY BAY	Original 3 Blocks- Results on file Current- only 2 blocks Data/results OK * Check data for missing one	The old FIPS has lost the field book data of blk3. If we find the copy of field book data for blk3, we can re-enter it. This filed book data might had been deleted on the old FIPS. ⇒Leave it
Milne Bay	(4002)	Empty same as in Original ⇒No copy in file	Enter servey detail. New FIPS is showing "empty" in survey name. Old FIPS has the field book data of blk1. The old FIPS has lost the field book data of blk2. The filed book data of blk2 might had been deleted on the old FIPS. ⇒Leave it
	WEST SUAU	All data/Results OK * Year of survey should be 2010 not 1910	Change Date of Survey in Survey details. ⇒Changed survey name from WEST SUAU to CENTRAL SUAU
Oro(Northern)	IOMA 4 LOI	Data/Results OK Original Survey name is .. IOMA BLOCK 4 * Change to original name	Change survey name.
	IOMA BLK 4	No data Original - No file copy	No Data on the old FIPS.
	IOMA BLK 4 LOI	No data Original - No file copy	No Data on the old FIPS.
	HUVIVI MONGE	No data	No Data on the old FIPS.
	MUSA PONGANI	No data/ no results Original- on file copy * check data	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it. This filed book data might had been deleted on the old FIPS.

	IOMA BLK 5	Original- this survey number is... IOMA BLK 5 with hard copy results on file * check original data	No Data on the old FIPS.
Southern Highlands	(6006)	Missing-Original/Current	No Data on the old FIPS.
	(6007)	Missing-Original/Current	No Data on the old FIPS.
	POROMA KUTUBU	All data/Results OK * Correct year of survey.. Not 1911.. Should be 2011	Change Date of Survey in Survey details.
Eastern Highlands	WAGAVE	No data Original- copy on file * check data	No Data on the old FIPS.
Western Highlands	JIMI	Data ok but check volume original total is.. 172.861, new is.. 172.092	New FIPS has the field book data which has been in old FIPS. The field book data of JIMI was updated on 02/06/1993. ⇒Leave it.
Sandaun (West Sepic)	PALAI 1	Data/Result different from original copy * Correct result ⇒Different Volume	New FIPS has the field book data which has been in old FIPS. The field book data of PALAI was updated on 30/08/1993. ※This survey was held on 16/09/1996???
	YEFTIM	No data Original- copy on file	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it.
	KABORE	No data Original- copy on file	No Data on the old FIPS.
	PALA 2	No data Original- copy on file	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it. This filed book data might had been deleted on the old FIPS.

	WES	No data Original- copy on file	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it. This filed book data might had been deleted on the old FIPS.
	AMANAB -5	No data Original- copy on file	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it.
	AMANAB - 6	No data Original- copy on file	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it.
East Sepik	(11004-11006)	Mssing Original- results on file * Check data	No data on the old FIPS
	ARAPESH	Missing Original- results on file	Enter servey detail. Field Book data is existing in FIPS.
	NUNGS /BUNGAS	Missing Original- results on file	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it.
	MARIENBERG	Missing Original- results on file	Enter servey detail. Field Book data is existing in FIPS.
	(11010)	Missing- Original & New	No data on the old FIPS
	KIUNGA	No data Original- No record	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it. This filed book data might had been deleted on the old FIPS.
Morobe	MAZIYE	All data/Results OK * Check area figure, not same from original copy	Change area figure. Filed book data was updated on 14/09/2009. ⇒Leave it

	WATUT/ONGA WA	Missing Original- Result on file * Check data	No data on the old FIPS
West New Britain	KANDRIAN 1	All data/Results OK ⇒ Original has only 1 block copy(whole). Old FIPS has 5 Blocks record.	The survey name should be changed? ⇒Leave it. Confirm to constin.
	HOSKINS	No data Original- no file copy	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it. This filed book data might had been deleted on the old FIPS.
	SBLC EXTN.	No data Original- present in file copy	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it. This filed book data might had been deleted on the old FIPS.
	ARIA VANU 2	No data Original- no file copy	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it.
	VANU TAMU	Missing Original- file copy available	No data on the old FIPS
	GAHO MALASA	Missing Original- file copy available	No data on the old FIPS
	(14010)	Missing Original- No record	No data on the old FIPS
	AGULU	Missing Original- No record	Enter servey detail. Field Book data is existing in FIPS.

パプアニューギニア国気候変動対策のための森林資源モニタリングに関する能力向上プロジェクト（第二年次）

New Ireland	C ' N ' HANOVER	No data Original- no file copy	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it. This filed book data might had been deleted on the old FIPS.
	KAUT LOI	All data/Results OK Original- no area figure	Area should be deleted? This field book data was updated on 12/04/1990 ⇒Leave it
	MAMIRUM LOI	All data/Results OK Original- no area figure	Area should be deleted? This field book data was updated on 09/04/1990 ⇒Leave it
	NAKMAI	No data Original- result on file	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it. This filed book data might had been deleted on the old FIPS.
Manus	JAHA - LFA	No data Original- result on file	The old FIPS has lost field book data of this survey. method1: Delete this survey record method2: Leave it. If We find the copy of field book data, we can re-enter it. This filed book data might had been deleted on the old FIPS.
Enga	SAU TARU	Missing Original- result on file * Check data	No data on the old FIPS

また、FIPS に登録されている現地調査エリアと、FIMS データベースに登録されている Concession Area との対応関係についてカウンターパートと確認した。

新しいFIPS の現地調査に対し、ConcessionArea がもつ PlanID を入力することで、両者のデータベース間の連携が可能となる。この機能によって、コンセッションエリアにおける FIPS と FIMS それぞれで推計した森林ボリュームの比較ができるようになった。

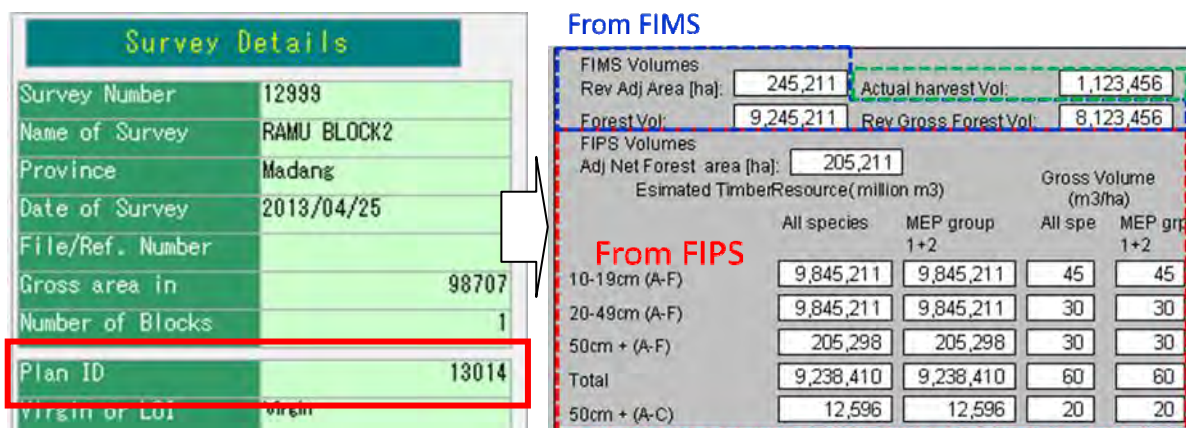


図 3-109 FIPS と FIMS の連携

FIPS の現地調査名と FIMS の Concession Area の対応関係を表 3-40 に示す。

表 3-40 FIPS の現地調査名と FIMS の ConcessionArea との対応関係

FIPS		FIMS	
Province	survey_name	PlanID	ConcessionName
Western	EAST AWIN	1007	EAST AWIN
	SEMABO T. A.	1006	SEMABO
	KAMULA DOSO	1012	KAMULA DOSO Block 1
		1013	KAMULA DOSO Block 2
1014	KAMULA DOSO Block 3		
Gulf	MALALAU	2015	Meporo (Malalaua)
	TURAMA EXT. 1	2011	TURAMA BLOCK 1
Central	LOI M/LAGOON	3015	Marshall Lagoon FMA
	BONUA MAGARI	3006	Bonua Magarida
	MARSH. LAGOON	3015	Marshall Lagoon FMA
	CLOUDY BAY	3016	Cloudy Bay FMA
Milne Bay	E/C. WOOD TA	5011	East Collingwood
	WOODLARK 2ND	5008	WOODLARK IS
	WEST GURNEY	5007	WEST GURNEY
	WEST SUAU	5016	Suau Coast (West Suau)

Northern	IOMA 4 LOI	6004	IOMA BLOCK 4
	IOMA BLK4	6004	IOMA BLOCK 4
	IOMA BK4 LOI	6004	IOMA BLOCK 4
	IOMA FOUR	6004	IOMA BLOCK 4
	EMBI-LAKES	6008	EMBI HANAU
	MUSA/PONGANI	6012	Musa Pongani
Southern Highlands	NOGOLI SHP	7013	Nogoli
	KOIYA, SHP	7008	Koia Wekomini
	BOSAVI	7009	Bosavi
	HEKIKO	7011	Hekiko
	E. PNAGIA	7010	East Pangia
	POROMA KUTUB	7012	Kutubu - Poroma
Simbu	BOMAIKARAMUI	10004	KARAMUI BOMAI
Western Highlands	JIMI	9004	JIMI RIVER TRP
West Sepik	PALAI	15012	east west palai
	TADJI-ROMEI	15025	Wes Romei Tadji
	AMANAB BK4&3	15008	Amanab Block 3-4
	WAPEI S' WEST	15007	South West Wapei
	E' CST AITAPE	15009	Aitape East Coast
	AMANAB-5	15021	Amanab5
	AMANAB-6	15022	Amanab 6
East Sepik	APRIL-SALUME	14005	April Salume
Madang	JOSEPHSTAAL	13012	Josephstaal
	RAMU BLOCK2	13014	Middle Ramu Block 2
	MOROBE T. A.	12009	Morobe Coast
	MAZIYE	12021	Maziye/Dzia
West New Britain	ASENSENG	19058	asengseng
	ARIA VANU 2	19061	Aria vanu blk 2
	ASIRIM	19063	Asirim
	LOI/KAPULUK	19035	Kapuluk
	KAPULUK TRP	19035	Kapuluk
	KAPULUK TRP LOI	19035	Kapuluk
East New Britain	CAPE ORFORD	18021	Cape Orford
	INLAND POMIO	18015	Inland Pomio
	NUTUVE T. A.	18017	Nutuve
	CAPE BORGAN	18024	Cape Bogan
New Ireland	C' N' HANOVER	17021	Central New Hanover

New Ireland	KAUT LOI	17001	Kaut
	MUSAU LOI	17006	Mussau Island
	UMBUKUL NIP	17018	Umbukul
	NAKMAI LOI	17005	Nakmai
	KONOS LOI	17008	Konos
	C. N. I. LOI	17012	Central New Ireland
	UGANA LOI	17019	Uganai
	NAKMAI	17005	Nakmai
	KAMDARU-URU	17022	Kamdaru Huru
	LAMASSA	17023	Lamassa
	LAK - KANDAS	17025	Lak-Kandas
Manus	JAHA-LFA	16003	Jaha

iii) 改良版森林資源データベース（FIPS）の保守・運用に関する OJT

FIPS の運用担当者に対し、改良版森林資源データベース(FIPS)の構成に関する OJT を実施した。改良版森林資源データベース(FIPS)は、FIMS のデータベース同様、ICT Branch 内に設置されている SQL サーバに格納されている。

本プロジェクト完了時点では、次の 3 名をデータベース管理者としている。データベースへは、下記 3 名のパソコンと、Inventory & Mapping Branch 内の Workstation6 台から、アクセスすることができる。

- Constin Bigol
- Ledino Saega
- Samuel N. Gibson

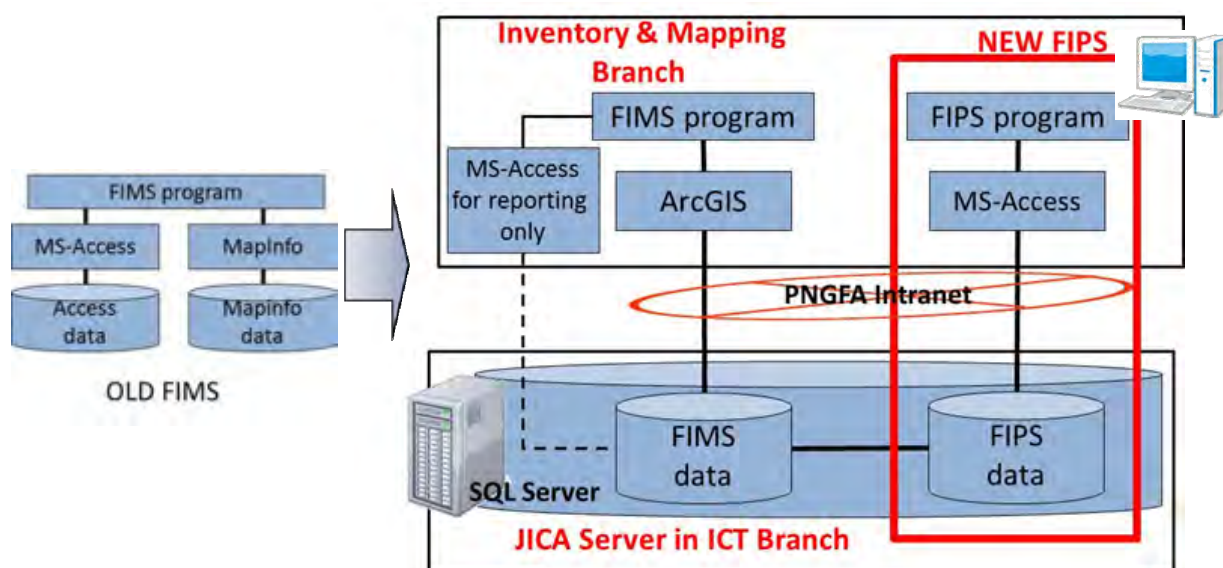


図 3-110 FIPS のデータベース構成

3.6.6 データベース設計（要件整理）及びレポート作成スキルに関する OJT

改良版森林資源データベースの特性の理解を深めるために、データベース構造に関する協議を実施した。また、実際の改良版森林資源データベースの利活用機会を増やすために、Web ブラウザ上で改良版森林資源データベースを閲覧するシステムを用意し、運用することとした。

さらに、データベース管理者に対して、改良版森林資源データベースを活用した簡易的なレポート作成スキル習得のための OJT を実施した。

(a) 改良版森林資源データベースの理解の促進

改良版森林資源データベースに格納されている森林情報について、カウンターパート間で、それぞれの森林情報の定義に対する理解が統一されていないことがわかった。

そこで、National Forest Plan で使用されている森林用語と、改良版森林資源データベースとの対応関係をカウンターパートと協議した。

いくつかの森林情報については、定義の明確化までには至らず、カウンターパート内で引き続き検討していくこととなった。

表 3-41 改良版森林資源データベースの主要データの定義

Layer		Remarks
FMU		FMU has an area of each vegetation type and an overlapped area among each other layers.
Concession Area		FIMS distinguish an existing concession area and a proposed concession area.
Extreme Constraints	Extreme Slope	> 30° Slope
	Extreme Altitude	> 2,400m Altitude
	Extreme Karst	Tower Karst
	Extreme Inundation	> 80% Inundated
	Extreme Mangrove	Mangroves
Serious Constraints	Serious SlopeRelief	20-30° Slope and very high to high relief
	Serious Inundation	> 50% Inundated
Protected Area		Areas gazetted as protected under the Flora and Fauna Act and consequently a constraint to logging.
Logged Area	Logged_NotLandUse Area	Areas logged and left to regenerate

	LandUse_NotLogged Area	Areas logged and subsequently converted to other forms of non-forest forms of land use
	Logged_LandUse Area	Areas cleared (but not logged commercially) and subsequently converted to other non-forest land use

表 3-42 改良版森林資源データベースに格納されている森林面積の定義

面積の種類	Remarks
Gross Forest Area('75)	Total area of FMU except the FMU which has zero timber volume.(for example : "G" or "O" has zero timber volume.)
Adjusted Forest Area('75)	Gross forest area may contain areas of disturbance and areas of non-forest vegetation in complex with forest areas. Adjusted forest area is calculated by deducting non-forest areas and reducing the disturbed areas by the percentage disturbance. Formula: $GrossForestArea * (Disturbance_Index / 10) * (Complex_Percent / 100)$ (for example) Hm8 : Disturbance_Index=8 Hm/Wsw : Complex_Percent=65
Revised Gross Forest Area(current)	An area subtracting Logged Areas(Logged_NotLandUse, LandUse_NotLogged, Logged_LandUse) from Gross Forest Area('75)
Revised Adjusted Forest Area(current)	Formula: $Revised\ GrossForestArea * (Disturbance_Index / 10) * (complex_Percent / 100)$

表 3-43 改良版森林資源データベースと National Forest Plan の関係の協議結果

Item	Definition in National Forest Plan	改良版森林資源データベースの内容
(A) Production Forest	Identified as timber production areas in the long term	Existing concession area
(A-1)Acquired Operable	(unclear)	Existing concession area excluding Acquired Inoperable (A-2).
(A-1.1)Logged <ul style="list-style-type: none"> • Logged_NotLandUse Area • LandUse_NotLogged Area • Logged_LandUse Area 		Logged area
(A-2)Acquired Inoperable	(unclear)	Extreme constraints and Protected Area in existing concession area
(B) Future Product Forest	(unclear)	Proposed concession area
(B-1) Net Forest Area	(unclear)	Proposed Concession area excluding extreme constraints (B-2).
(B-2) Non Forest & Inoperable	(unclear)	Extreme constraints and Protected Area_in proposed concession areas

(C) Reserve Forest	Not yet otherwise classified, but upon which a decision will be reached later	Forest area excluded (A)Existing Concession, (B)Proposed concession, (D)Protection Area, (E)Afforest (F)Other Areas
(C-1) Potential Forest	(unclear)	Reserve Forest outside of Mountain Forest & Inundated (C-2)
(C-2) Mountain Forest & Inundated	(unclear)	Extreme Altitude(> 2,400m Altitude) and Extreme Inundation (> 80% Inundated) outside of ConcessionArea
(D) Protection Forest	By virtue of their location, topographic constraints, and ecological, cultural, or environmental considerations.	Gazetted protected Area stored in FIMS (updated from DEC)
(E) Afforest & Salvage Area	Afforest : Predominantly anthropogenic grassland areas	FMU_vegetationType=G, Gf, Gr, Grf, Gsw, Gri, Gv (GrassLand)
	Salvage Area : Forest to be cleared for other uses	FCA, Mining, (LNG)
(F) Other Areas	Area taken up by other land-use including urban settlements, agriculture and so forth	FMU_vegetationType=O(agricultural land use) , E(Lakes and large rivers), Z(Bare areas), U(Larger urban centres)

表 3-44 主な確認内容

Item	Question	confirmatory result
(A) Production Forest	Does Acquired Operable Area include serious constraints?	YES
(B) Future Product Forest	Does Net Forest Area include serious constraints?	YES
(C) Reserve Forest	Does Mountain Forest & Inundated include serious inundation?	YES&No
(D) Protection Forest	Protected area in FIMS has not been updated. How can we the change of Protection Forest?	From new data from DEC
(E) Afforest & Salvage Area	FMU in FIMS has not been updated since start using FIMS. How can we get the change of afforest?	Further Discussion
(F) Other Areas	FMU in FIMS has not been updated since start using FIMS. How can we get the change of other areas?	Further Discussion

表 3-45 森林用語の比較(カウンターパートによって確認中)

Forest Classification(in National Forest Plan)	Forest Resource Of Papua New Guinea	PNG's Forest Resource Base
Gross Area	Total Land Area	Total Land Area
-(Total Forest Area)	-Total Forest Area	-Total Forest Area
--(Production Forest Area)	--Production Forest Area	--Production Forests
---Forest Production	---Concession Areas	---Acquired Areas
	----Current Concession	
----Acquired Operable	----Under Timber Permits	----Under Timber Permits
----Acquired Inoperable	----Unallocated Areas	
	----Expired Concession	
---Future Production Forest	---Potential Forest Production Areas	---Available Areas
----Net Forest Area		

---Non Forest & Inoperable		
--Reserve Forest	--Reserve Forests	--Reserve Forests
---Potential Forest		
---Mountain Forest & Inundated		
--Protection Forest	--Protection Forest	
-Afforest & Salvage Area	-Non Forest Area	-Non Forest Area
-Other Areas	-Other Area	-Other Area

(b) Web Browser Map を通じた改良版森林資源データベースの理解促進

本プロジェクトが始まる前までは、FIMS 及び FIPS へのデータベースのアクセスは、特定の職員の特定のマシンのみからのアクセスに限定されていた。しかし、環境プログラム無償で開発した改良版森林資源データベースは、FIMS 及び FIPS 以外のアプリケーションからも、データベースへのアクセスが可能となった。

そこで、Web Browser 経由でアクセスできる環境を構築し、カウンターパート間で改良版森林資源データベースの共有を図ることとした。Web Browser Map の構築にあたり、Project Director, Project Advisor 及び Project Manager と協議し、要件を整理した。

表 3-46 Web Browser Map の要件

要件	
Purpose	To Share FIMS map within PNGFA HQ
アクセス方法	ArcGIS がインストールされていないパソコンからも、Web Browser 経由で改良版森林資源データベースを閲覧できる。
	No access to the map through Internet from outside. (Access from only inside PNGFA HQ)
公開するデータベース	Concession Area : PlanID, Name, Status (concession or proposed)
	FMU : PROVINCE_CODE, FMU_ID, ZONE_CODE, Vegetation_Type, TimberVolume (vol/ha) FMU の面積は公開しない。TimberVolume と面積がわかると、そのエリアの森林量を推定できるため。推定された森林量へのアクセスは、FIMS・FIPS の担当者及び Decision maker のみとする。
	Rapid Eye Image (Satellite Image)
アクセス許可を与える職員	MD、5人のDirectors、Inventory & Mapping 課及び REDD & Climate Change 課の職員

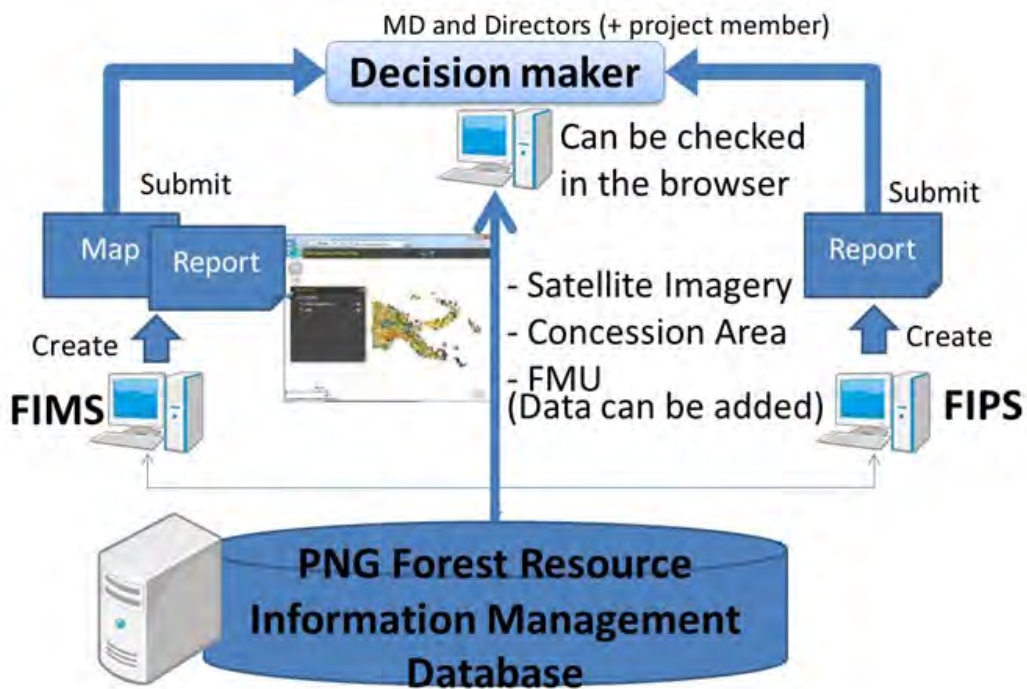


図 3-111 Web Browser Map のコンセプト

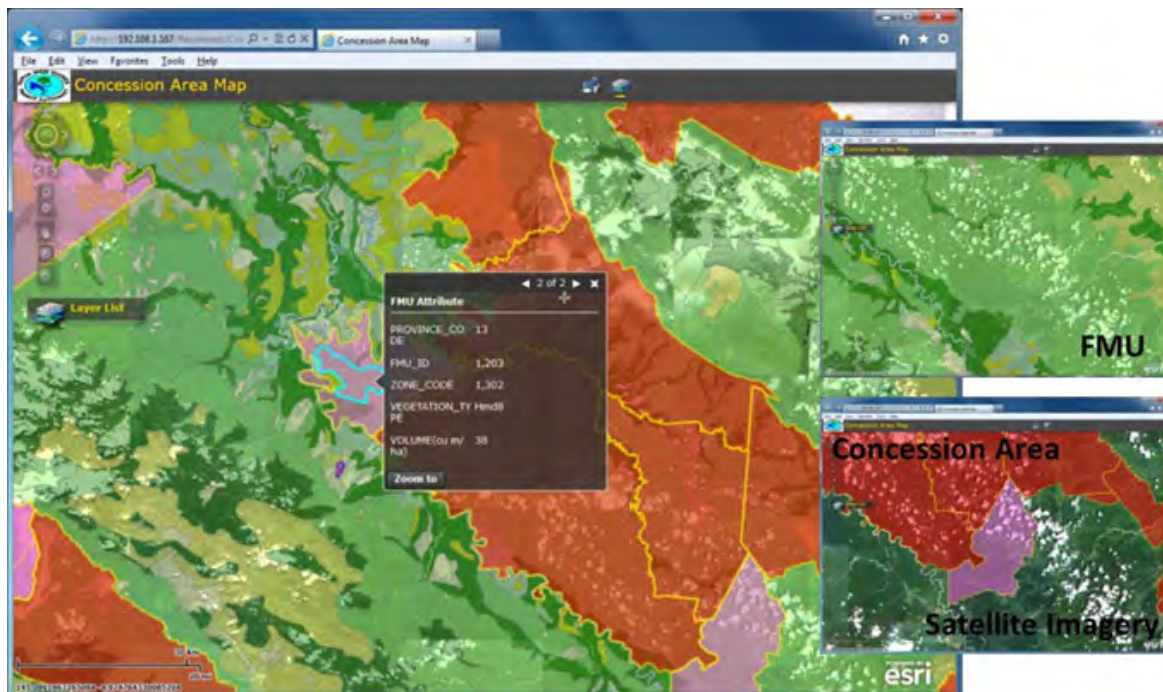


図 3-112 Web browser Map のイメージ

(c) レポート作成スキルに関する OJT

改良版森林資源データベースを活用し、データベース管理者自らが簡易的なレポートを作成できるようになるための OJT を実施した。改良した FIMS 及び FIPS はレポート機能を持っているが、レポートの出力フォームの変更ができない。レポートに出力される内容は、情報量が多く専門的な内容となっている。そのため、FIMS 及び FIPS に馴染みのない職員にとってはレポートの内容を理解することが難しい。カウンターパートの日常業務においても、データベースから特定のデータ項目のみを引き出した簡易な表形式のレポートの提出を求められることが多い。

そこで、SQL (Structured Query Language) と Microsoft Access を活用したレポート作成の OJT を実施した。OJT の実施にあたって、SQL 学習用のテキストと演習問題を作成した。また、この OJT を通じ、改良版森林資源データベースの構造に関するカウンターパートの理解をさらに深めていった。

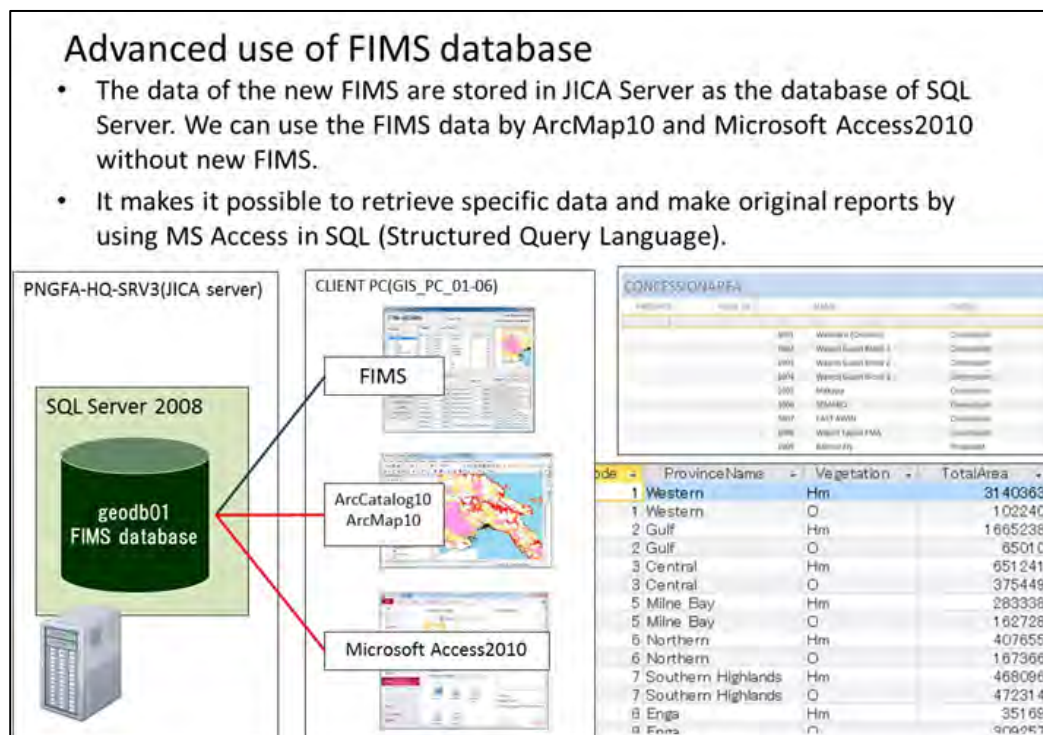


図 3-113 改良版森林資源データベースの利活用

Write SQL statement in the area to retrieve data from the database.

4-2. Main structure of commonly-used tables for the reports
 The following table shows a main structure of "dbo_FMUs" table.

Field name in dbo_FMUs	Description
PROVINCE	Province code
FMU	FMU No
ZONE	Forest Zone code
VEG_TYPE	Vegetation type
VEG_AREA	Vegetation area (he

Enter the following code:

```
SELECT F.province, P.descrip AS ProvinceName, SUM(F.veg_area) AS TotalArea
FROM dbo_FMUs AS F, dbo_master_Province AS P
WHERE F.province = P.code_n
GROUP BY F.province, P.descrip
ORDER BY F.province
```

Result:

province	ProvinceName	TotalArea
1	Western	9845211
2	Gulf	3480065
3	Central	2987176
5	Milne Bay	1426403
6	Northern	2277222
7	Southern Highlands	2574829
8	Enga	1182384
9	Western Highlands	914120
10	Simbu	613361
11	Eastern Highlands	1120510
12	Morobe	3393295

図 3-114 レポート作成スキルに関する OJT に使用したテキスト(抜粋)

(d) OJT 実施スケジュール

(a)～(c)に示した成果は、下記 OJT 及び協議の実施によるものである。

日程	OJT/協議の内容	参加メンバー
2013年11月20日(水) 14:00～15:00	SQL トレーニング	Patrick、Jehu
2013年11月21日(木) 15:00～16:00	SQL トレーニング	Patrick、Jehu
2013年11月27日(水) 11:00～12:30 2013年12月4日(水)	森林用語（テクニカルターム）に関する協議	全体
2014年2月6日(木) 9:30-12:00	SQL トレーニング	Perry, Jehu
2014年2月6日(木) 13:30-14:00	SQL トレーニング	Constin
2014年2月6日(木) 14:00-16:00	SQL トレーニング	Perry, Jehu

日程	OJT/協議の内容	参加メンバー
2014年2月6日（木） 18:15-19:00	Web Browser Map に関する協議	Constin
2014年2月7日（金） 9:00-9:45	Web Browser Map に関する協議	Amos
2014年2月28日（金） 16:00-17:00	Web Browser Map に関する協議	Turia

3.6.7 改良版森林被覆図を用いた新たな資源量評価に関する協議、試行

- フェーズ2に引き継がれる課題

FIMS は、商用樹種の森林量を推定する機能をもっている。この森林量は、改良版森林資源データベースに格納されている FMU (Forest mapping unit) のデータを使用する。

この FMU のデータは、“Timber Volume (cu m/ha)” と自身の“面積 (ha)” の情報をもっており、これらの積によって森林ボリュームを計算することができる。

Area[ha]:	9,845,211	Gross Forest Area '75:	6,746,903
Protected:	605,298	Adjusted Forest Area '75:	5,706,220
Ext Slope:	69,791	Gross Forest Volume '75:	173,800,953
Ext Altitude:	12,596	Logged and Land Use:	1,072,366
Ext Karst:	174,250	Rev Gross Forest Area:	5,703,614
Ext Inundation:	1,587,339	Rev Adj Forest Area:	4,721,244
Ext Mangrove:	87,571	Rev Gross Forest Vol:	146,769,960
Ser Slope:	190,207		
Ser Inundation:	687,072		

図 3-115 FIMS で推定される商用樹種の森林量

PNG の全土は同じ傾向にある森林範囲ごとに 42 の Zone に分けられている。FMU に割り当てられている Timber Volume の値は、同じ Vegetation Type であっても Zone が異なれば、そこに割り当てられている Timber Volume の値は異なる場合がある。

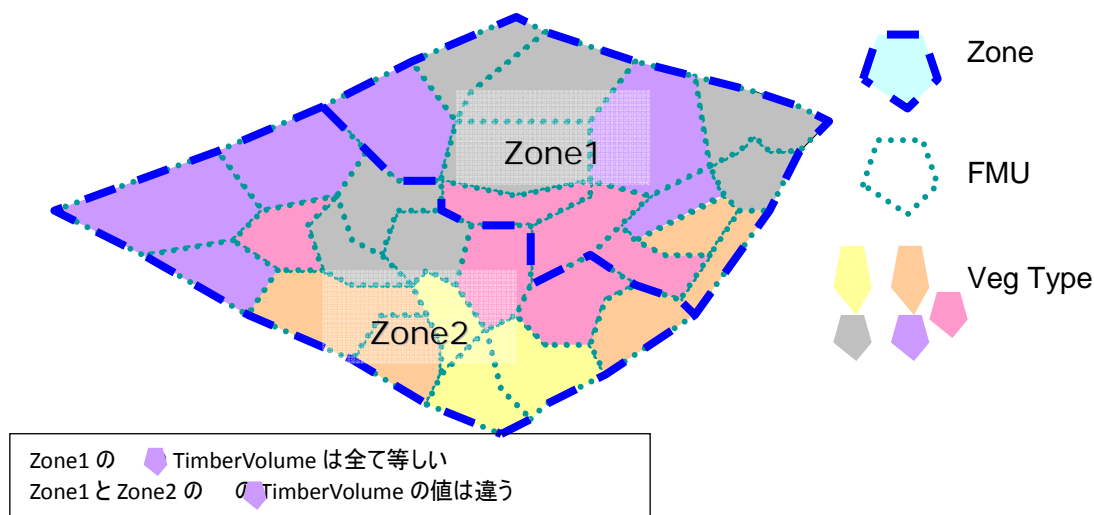


図 3-116 FMU、Vegetation Type と Zone の関係

この FMU のデータは、旧 FIMS から引き継いでいるデータであり、PNGFA での利用が開始して以来、一度もデータの更新がされておらず、現況と乖離している可能性がある。

そこで、次期プロジェクトでは、本プロジェクトで改良された全国の森林被覆図を用いた PNG の森林量の推定の実現がカウンターパートからも望まれている。

また、森林伐採開始から 35 年以上を経た森林伐採地域（コンセッションエリア）も存在し、森林再生を考慮した FIMS の推定機能の改良が必要となる。

次期プロジェクトで検討すべき課題を次に示す。

- 改良版森林被覆図のさらなる改良
 - 改良版の森林被覆図を構成する各 Vegetation のデータに、FMU 同様の Timber Volume (cu m / ha) の値の設定（手法の検討を含む）
 - Zone の考え方を踏襲し、PNG の森林特性を考慮した Timber Volume の設定（手法の検討を含む）
- FIMS のさらなる改良
 - 改良版森林被覆図の取り込みと表示機能の開発（データベース仕様検討を含む）
 - 改良版森林被覆図を使用した森林量の推定機能とレポート出力機能の開発
 - FMU と改良版森林被覆図を使い推定したそれぞれの森林量の比較機能の開発
 - 伐採から数十年を経た再生森林を考慮した森林量の推定機能（ユースケース、要件定義の検討、データベース仕様検討を含む）