

ケニア国

ケニア森林公社 (KFS)

ケニア国
持続的森林管理のための
能力開発プロジェクト
(REDD+準備段階コンポーネント)
業務完了報告書 (最終)
(2016年6月～2021年10月)

2021年11月

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

アジア航測株式会社
株式会社パスコ

環境
JR
21-063



ケニア森林公社
(独) 国際協力機構



ケニア国 持続的森林管理のための能力開発プロ ジェクト (REDD+準備段階コンポーネ ント)

業務完了報告書 (最終)

(2016年6月～2021年10月)

令和3年11月 (2021年)

独立行政法人国際協力機構 (JICA)

アジア航測株式会社

株式会社パスコ

ケニア国 持続的森林管理のための能力開発プロジェクト
REDD+準備段階コンポーネントサイト・マップ



目次

目次.....	i
付属資料一覧.....	ii
図一覧.....	iv
表一覧.....	vi
略語表.....	ix
要約.....	1
I プロジェクトとコンポーネントの基本情報.....	4
1 国名.....	4
2 プロジェクトとコンポーネントのタイトル.....	4
3 プロジェクト期間（計画と実際）.....	4
4 背景.....	4
5 本プロジェクトと本コンポーネントの目的.....	5
6 本コンポーネントの実施機関.....	6
II コンポーネントの結果.....	7
1 コンポーネントの結果.....	7
1.1 日本側の投入.....	7
1.1.1 日本人専門家の投入状況.....	7
1.1.2 機材の投入状況.....	7
1.2 ケニア側の投入.....	11
1.3 活動結果.....	11
1.3.1 全般的な活動.....	11
1.3.2 NFMS 及び NFMS を主とする森林情報プラットフォームに関する活動.....	17
1.3.3 各種地図作成に関する活動.....	74
1.3.4 FRL に関する活動.....	95
1.3.5 森林被覆変化モニタリング（ケニア国全土）に関する活動.....	121
1.3.6 MRV 研修に関する活動.....	123
2 コンポーネントの成果.....	141
2.1 成果と指標.....	141
2.1.1 指標 3-1NFMS における森林モニタリングの手法が構築され、文書化される.....	141
2.1.2 指標 3-2 NFMS のデータ管理機能としての森林情報プラットフォームが開発される.....	142
2.1.3 指標 3-3 ケニア政府による UNFCCC への提出に向けて他の関係者との協議を通じ FRL（森林参照レベル）が設定される.....	142
2.1.4 指標 3-4 2020 年土地被覆／土地利用図の作成が企画される.....	142
2.2 プロジェクト目標と指標.....	142
3 PDM の変更.....	142

4 その他.....	143
4.1 環境・社会配慮の結果.....	143
4.2 ジェンダー/平和構築/貧困削減に関する配慮の結果.....	143
III ジョイント・レビューの結果.....	144
1 DAC 評価指標に基づくレビュー結果.....	144
2 実施と成果に影響を与えた主な要因.....	144
IV プロジェクト終了後の上位目標の達成に向けて.....	145
1 上位目標達成の見通し.....	145
2 上位目標達成のケニア側の実施体制と運用計画.....	145
3 ケニア側への提言.....	145

付属資料一覧

付属資料 1 2016 年 7 月 16 日 REDD+準備段階コンポーネントインセプションミーティング会議資料

付属資料 2 2017 年 3 月 28 日-29 日関係者ワークショップ会議資料

付属資料 3 2017 年 12 月 1 日関係者ワークショップ会議資料

付属資料 4 2019 年 12 月 9 日、10 日ワークショップ会議資料

付属資料 5 2016 年 11 月 24 日-25 日 REDD+TWG 会議資料

付属資料 6 2017 年 6 月 28 日 REDD+TWG 会議資料

付属資料 7 2017 年 11 月 29 日-30 日 REDD+TWG 会議資料

付属資料 8 2018 年 9 月 20 日、21 日 REDD+TWG 会議資料

付属資料 9 2019 年 7 月 16 日、17 日 REDD+TWG 会議資料

付属資料 10 2021 年 7 月 1 日、2 日 REDD+TWG 会議資料

付属資料 11 2021 年 10 月 4 日 NFMS REDD+TWG 会議資料

付属資料 12 2016 年 10 月 10 日 REDD+内部協議 FRL 会議メモ

付属資料 13 グラウンドトゥールース調査野帳

付属資料 14 地図作成のリモートセンシング基礎知識

付属資料 15 衛星画像品質管理レポート

付属資料 16 土地被覆/土地利用変化分析レポート（1990 年—2014 年）

付属資料 17 土地被覆/土地利用変化分析レポート（期間：2002 年—2018 年）

付属資料 18 追加のパイロット森林インベントリーのための炭素蓄積量計算

付属資料 19 炭素プール（土壌の除外理由）

付属資料 20 参照年・参照期間及び森林定義と AD 調整

- 付属資料 21 排出係数
- 付属資料 22 FRL レポート案（ピアレビュー用）
- 付属資料 23 FRL レポート 2020 年 1 月 UNFCCC 提出版
- 付属資料 24 UNFCCC 技術評価日程（当初）
- 付属資料 25 UNFCCC 技術評価日程（改訂）
- 付属資料 26 UNFCCC 技術評価照会・回答
- 付属資料 27 FRL レポート 2020 年 8 月改訂
- 付属資料 28 第 1 回 MRV 研修資料（2017 年 7 月）
- 付属資料 29 第 2 回 MRV 研修資料（2018 年 7 月）
- 付属資料 30 第 3 回 MRV 研修資料（2020 年 1 月）
- 付属資料 31 第 4 回 MRV 研修資料（2021 年 7 月）
- 付属資料 32 プロジェクトの変遷

図一覧

図 4.1 本プロジェクトの位置付け	5
図 5.1 本プロジェクトにおける本コンポーネントの位置付けと目的	6
図 1.3.2.1 UNFCCC において NFMS に求められる要件	17
図 1.3.2.2 NFMS 構造のイメージ	19
図 1.3.2.3 土地被覆/土地利用図の作製フロー	21
図 1.3.2.4 8 近傍サーチ	22
図 1.3.2.5 ケニア国における区分図	25
図 1.3.2.6 クラスタデザイン (左図: 山岳林・西部熱帯降雨林と乾燥林に適用、右図: 海岸林・ マングローブと人工林に適用)	27
図 1.3.2.7 プロットデザイン (左図: 乾燥林に適用、右図: 山岳林・西部熱帯降雨林、海岸林・ マングローブ及び人工林に適用)	27
図 1.3.2.8 NRTFAS における森林減少エリアの検出事例	29
図 1.3.2.9 Survey123 の調査フォーム	30
図 1.3.2.10 森林情報プラットフォームの構成図	34
図 1.3.2.11 Operations Dashboard for ArcGIS	37
図 1.3.2.12 8 つのコンポーネント (原案)	38
図 1.3.2.13 タブファンクションスタイル UI	40
図 1.3.2.14 Survey 123 及び Collector for ArcGIS、ArcGIS Online を用いたワークフロー	41
図 1.3.2.15 現地調査ツール (Survey 123 及び Collector for ArcGIS、ArcGIS Online)	42
図 1.3.2.16 FMIS-FIP データ連携ワークフロー	42
図 1.3.2.17 FMIS から取り込んだプランテーションデータ	43
図 1.3.2.18 ハードウェア・ソフトウェア構成図	45
図 1.3.2.19 新規サーバラックレイアウト	46
図 1.3.2.20 既存サーバラックレイアウト	47
図 1.3.2.21 メイン 8 コンポーネントの更新	49
図 1.3.2.22 ハイパーリンクの埋め込み	52
図 1.3.2.23 土地被覆/土地利用変化図 (左) と土地被覆/土地利用図 (右)	52
図 1.3.2.24 複数地図の表示 (ユーザによる表示制御)	54
図 1.3.2.25 データ更新・追加プロセス (以前)	55
図 1.3.2.26 データ更新・追加プロセス (with ArcGIS Pro)	55
図 1.3.2.27 FIP の情報とデータの更新	57
図 1.3.2.28 下層での表示領域の狭域化	58
図 1.3.2.29 拡張されたコンテンツ表示領域	59
図 1.3.2.30 最新のユーザインターフェイス	60
図 1.3.2.31 トップページの更新	61
図 1.3.2.32 動的 HTML 作成のプロセス	61

図 1.3.2.33 調査フォーム (Survey123)	63
図 1.3.2.34 現地調査ツールの講習 (MRV トレーニング、2020 年 1 月).....	64
図 1.3.2.35 プロット中心 (ArcGIS Online 上で確認)	64
図 1.3.2.36 解析結果.....	65
図 1.3.2.37 バイオマス計算ツールフロー	66
図 1.3.2.38 演算結果イメージ.....	67
図 1.3.2.39 パイソンスクリプトとツール (ArcGIS plug-in)	67
図 1.3.2.40 JJ-FAST データ取得ツールフロー	68
図 1.3.2.41 データ検索・取得ルーチン.....	69
図 1.3.2.42 JJ-AST データ取得ツール (ArcGIS plug-in) と取得データ	70
図 1.3.2.43 データ処理と管理に関する構成図.....	70
図 1.3.2.44 FIP の管理運営組織図	72
図 1.3.2.45 コンテンツ公開のフロー	73
図 1.3.3.1 LANDSAT-8 号のサンプル画像.....	76
図 1.3.3.2 左：補正前画像、右：補正後画像.....	76
図 1.3.3.3 マスク処理および雲の除去結果	77
図 1.3.3.4 アグロ・エコロジカルゾーン図.....	78
図 1.3.3.5 左：オリジナル画像、右：衛星画像の分割例	78
図 1.3.3.6 土地被覆/土地利用図に示した調査点	80
図 1.3.3.7 野帳の例.....	82
図 1.3.3.8 現地調査の様子.....	83
図 1.3.3.9 土地被覆図/土地利用図上の検証点と 4 方向の地点写真	83
図 1.3.3.10 森林タイプ別ゾーニングデータ	86
図 1.3.3.11 パイロットエリアでの土地被覆/土地利用図作成の研修の様子	91
図 1.3.3.12 土地被覆/土地利用変化図 (1990 年-2000 年)	93
図 1.3.3.13 FIP に格納されている土地被覆/土地利用変化(例).....	93
図 1.3.3.14 ケニア国全域をカバーする LANDSAT-8 号衛星画像	94
図 1.3.4.1 2014 年版カーボンマップ	96
図 1.3.4.2 ケニア国の森林タイプ区域.....	98
図 1.3.4.3 土地被覆/土地利用変化区分ごとの変化の面積推移.....	99
図 1.3.4.4 森林タイプ別の森林変化土地被覆/土地利用変化区分ごとの変化の面積推移	100
図 1.3.4.5 調査ギャップの考え方.....	102
図 1.3.5.1 樹冠疎密度グラフ	122
図 1.3.6.1 第 1 回 MRV 研修の実施状況	128
図 1.3.6.2 第 2 回 MRV 研修の実施状況	130
図 1.3.6.3 第 3 回 MRV 研修の実施状況	132
図 1.3.6.4 第 4 回 MRV 研修の実施状況	134
図 1.3.6.5 第 1 回および第 2 回小テスト様式 (1)	135

図 1.3.6.6 第 1 回および第 2 回小テスト様式 (2)	136
図 1.3.6.7 第 1 回 MRV 研修小テスト結果	137
図 1.3.6.8 MRV 研修小テスト結果	137
図 1.3.6.9 第 3 回及び第 4 回アンケート様式 (1)	138
図 1.3.6.10 第 3 回及び第 4 回アンケート様式 (2)	139

表一覧

表 5.1 本プロジェクトのアウトプットと目標	5
表 1.1.1.1 日本人専門家の投入状況	7
表 1.1.2.1 機材の投入状況	7
表 1.2.1 C/P 職員一覧	11
表 1.3.1.1 業務計画書及び work plan の提出状況	11
表 1.3.1.2 業務進捗報告書及び Activity Plan 提出状況	12
表 1.3.1.3 参加会議一覧	12
表 1.3.1.4 モニタリングシート提出状況	15
表 1.3.2.1 NFMS 開発のために収集・整理された情報	18
表 1.3.2.2 ケニア国 NFMS 開発の基本指針	19
表 1.3.2.3 NFMS の各モニタリング項目とモニタリング方法	20
表 1.3.2.4 FRL 設定のための SLEEK に基づく森林区分一覧	22
表 1.3.2.5 ケニア国における土地被覆/土地利用変化マトリックスと REDD+活動の対応表	23
表 1.3.2.6 2014—2018 年土地被覆/土地利用変化面積 (ha)	24
表 1.3.2.7 信頼区間推定に基づく必要サンプル数の算出	26
表 1.3.2.8 森林タイプ毎のクラスター内プロット数とプロットサイズ	27
表 1.3.2.9 プロット調査における調査対象	27
表 1.3.2.10 ケニア国 NFMS 文書の目次案	31
表 1.3.2.11 ハードウェア構成	35
表 1.3.2.12 ソフトウェア構成とコンポーネント	36
表 1.3.2.13 各コンテンツの概要 (原案)	38
表 1.3.2.14 FIP のコンテンツ (原案)	38
表 1.3.2.15 コンテンツの種類	39
表 1.3.2.16 ユーザ別アクセス権限	40
表 1.3.2.17 FMIS-FIP 連携項目	43
表 1.3.2.18 マニュアル類一覧	48
表 1.3.2.19 トレーニングスケジュール	48
表 1.3.2.20 各コンテンツ概要の更新	49
表 1.3.2.21 FIP コンテンツの更新	50

表 1.3.2.22 Legal documents and information のコンテンツリスト	51
表 1.3.2.23 更新されたマニュアル	62
表 1.3.2.24 情報収集項目	62
表 1.3.3.1 2014 年版土地被覆/土地利用図で活用された衛星画像リスト	75
表 1.3.3.2 確認調査参加者リスト（ケニア側）	80
表 1.3.3.3 調査スケジュール（グループ1）	81
表 1.3.3.4 調査スケジュール（グループ2）	81
表 1.3.3.5 土地被覆/土地利用図の正確性のアセスメント結果	84
表 1.3.3.6 土地被覆/土地利用図コードとコード別面積	86
表 1.3.3.7 参加者、講師並びにアシスタントリスト（1回目）	87
表 1.3.3.8 研修スケジュール（1回目）	88
表 1.3.3.9 参加者、講師並びにアシスタントリスト（2回目）	89
表 1.3.3.10 研修スケジュール（2回目）	89
表 1.3.3.11 変化項目コード及びカラーリング	92
表 1.3.4.1 森林タイプ別総二酸化炭素蓄積量（t）	95
表 1.3.4.2 土地被覆/土地利用変化抽出区分	97
表 1.3.4.3 IC-FRA パイロット・インベントリーの各森林タイプの数	101
表 1.3.4.4 追加パイロット・インベントリーの各森林タイプの調査実施数	102
表 1.3.4.5 追加パイロット・インベントリーのアグロフォレストリーの調査実施数	102
表 1.3.4.6 2つのパイロット・インベントリーの各森林タイプの合算数	102
表 1.3.4.7 FRL 設定のタイムライン	104
表 1.3.4.8 SLEEK 地図層化の定義	104
表 1.3.4.9 ケニア REDD+活動の土地被覆利用変化モニタリングマトリックス	106
表 1.3.4.10 LANDSAT 衛星画像スクリーニング結果	107
表 1.3.4.11 カントリーデータの各森林タイプの二酸化炭素総量	108
表 1.3.4.12 各区分の各参照年の土地被覆/土地利用面積から算出された参照期間の土地被覆/ 土地利用変化面積（AD）	108
表 1.3.4.13 EF 値（カントリーデータ（森林））	109
表 1.3.4.14 参照期間内の炭素量の推定	109
表 1.3.4.15 推定された炭素排出・吸収量	110
表 1.3.4.16 各 REDD+活動での推定された各炭素排出・吸収量	110
表 1.3.4.17 森林参照レベル	110
表 1.3.4.18 FRL 設定に関する事前情報収集の資料	111
表 1.3.4.19 参照年時間及びサンプリングポイント数	115
表 1.3.4.20 衛星画像のデータスクリーニングの結果	118
表 1.3.4.21 森林区分毎の過去の年間 CO ₂ 排出量（tCO ₂ /年）	119
表 1.3.4.22 REDD+活動毎の過去の年間 CO ₂ 排出量（tCO ₂ /年）	119
表 1.3.6.1 MRV 研修の開催概要	123

表 1.3.6.2 第 1 回 MRV 研修の講義内容	124
表 1.3.6.3 第 2 回 MRV 研修の講義内容	125
表 1.3.6.4 第 3 回及び第 4 回 MRV 研修の講義内容と担当者	126
表 1.3.6.5 第 1 回 MRV 研修参加者	127
表 1.3.6.6 第 2 回 MRV 研修参加者名簿	128
表 1.3.6.7 第 3 回 MRV 研修参加者一覧	130
表 1.3.6.8 第 4 回 MRV 研修参加者名簿	133
表 1.3.6.9 第 3 回 MRV 研修参加者の理解度*アンケート結果.....	139
表 1.3.6.10 第 4 回 MRV 研修参加者の理解度アンケート調査結果.....	140

略語表

略語標記	正式名	和名
AAS	Asia Air Survey Co., Ltd	アジア航測株式会社
AD	Activity Data	活動データ
ASALs	Arid and Semiarid Lands	乾燥・半乾燥地
AR-CDM	Afforestation and reforestation - Clean Development Mechanism	新規植林・再植林クリーン開発メカニズム
CADEP-SFM	Capacity Development Project for Sustainable Forest Management in the Republic of Kenya	ケニア国持続的森林管理のための能力開発プロジェクト
CBO	Community Based Organization	コミュニティ主体の組織
CFA	Community Forest Association	コミュニティ森林組合
COP	Conference of Parties	気候変動枠組条約締約国会議
C/P	Counterpart	カウンターパート
DAC	Development Assistance Committee	開発援助委員会
DB	Data Base	データベース
DRSRS	Directorate of Resource Survey and Remote Sensing	ケニア鉱業省資源調査・リモートセンシング部
EF	Emission Factor	排出係数
FAO	Food and Agriculture Organization	国連食糧農業機関
FCPF	Forest Carbon Partnership Facility	森林炭素パートナーシップ基金
FIP	Forest Information Platform	森林情報プラットフォーム
FMIS	Forest Management Inventory System	森林管理インベントリーシステム
FRA	Forest Resources Assessment	森林資源評価
FREL	Forest Reference Emission level	森林参照排出レベル
FRL	Forest Reference Level	森林参照レベル
GCF	Green Climate Fund	緑の気候基金
GEO GFOI	Group on Earth Observations Global Forest Observation Initiative	地球観測に関する政府間会合による全球森林観測イニシアチブ
GHG	Green House Gas	温室効果ガス
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GNSS	Global Navigation Satellite System	衛星測位システム
GOFC-GOLD	Global Observation of Forest and Land Cover Dynamics	全球森林及び土地利用動態観測のための国際枠組
IC-FRA	Improving Capacity for Forest Resource Assessment	森林資源評価のキャパシティ向上パイロットプロジェクト
INRA	Integrated Natural Resources Assessment	自然資源統合評価
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	国連気候変動に関する政府間パネル
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	国立研究開発法人宇宙航空研究

略語標記	正式名	和名
		開発機構
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジットメカニズム
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JICS	Japan International Cooperation System	一般財団法人日本国際協力システム
JJ-FAST	JICA-JAXA Forest Early Warning System in the Tropics	JICA-JAXA 熱帯林早期警戒システム
JOFCA	Japan and Overseas Forestry Consultants Associate	一般社団法人ジョフカ
KEFRI	Kenya Forest Research Institute	ケニア森林研究所
KFS	Kenya Forest Service	ケニア森林公社
KFIS	Kenya Forest Information System	ケニア森林情報システム
KWS	Kenya Wildlife Service	ケニア野生動物公社
MENR	Ministry of Environment and Natural Resources	ケニア環境・自然資源省
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer	中分解能撮像分光放射計
MoEF	Ministry of Environment and Forestry	ケニア環境森林省
MRV	Measurement Reporting Verification	測定・報告・検証
NDC	Nationally Determined Contribution	自国が決定する貢献
NFI	National Forest Inventory	国家森林インベントリ
NGO	Non-Governmental Organizations	非政府組織
NRCO	National REDD+ Coordination Office	ケニア国家 REDD+調整オフィス
NRS	National REDD+ Strategy	国家 REDD+戦略
NRSC	National REDD+ Steering Committee	ケニア国家 REDD+運営委員会
NRTFAS	Near Real Time Forest Alert System	準リアルタイム森林警報システム
NFMS	National Forest Monitoring System	国家森林モニタリングシステム
Off-JT	Off the Job Training	職場外訓練
OJT	On the Job Training	職場内訓練
OTN	Oracle Technology Network	オラクル・テクノロジー・ネットワーク
PaMs	Policy and Measures	政策及び措置
PD	Project Document	プロジェクトドキュメント
PDA	Personal Digital Assistant	携帯情報端末
PDCA	Plan-Do-Check-Action	PDCA サイクル
PHP	Hypertext Preprocessor	ハイパーテキストプリプロセッサ
PMU	Project Management Unit	プロジェクト・マネジメント・ユニット
PPT	Power Point	パワーポイント
RCMRD	Regional Centre for Mapping of Resources for	開発のための資源地図地域セン

略語標記	正式名	和名
	Development	ター
RDBMS	Relational Data Base Management System	データベース管理システム
REDD+	Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation in developing countries; and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries	発展途上国における森林減少・森林劣化に由来する二酸化炭素の排出の削減と、森林保全、持続可能な森林経営、森林炭素蓄積の増強からの温室効果ガス排出削減
RHEL	Red Hat Enterprise Linux	レッドハット エンタープライズ リナックス
R-PP	Readiness Preparation Proposals	REDD+準備計画提案書
RS	Remote Sensing	リモートセンシング
SBSTA	Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice	科学的、技術的な助言に関する補助機関
SG	Safeguards	セーフガード
SIS	Safeguards Information System	セーフガード情報システム
SLEEK	System for Land Based Emission Estimation in Kenya	ケニア国土地ベース排出推定システムプログラム
SOK	Survey of Kenya	ケニア国土地理院
S/W	Software	ソフトウェア
TA	Technical Assessment	技術評価
TWG	Technical Working Group	技術作業グループ
UNDP	United Nations Development Programme	国際連合開発計画
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動枠組条約
UN-REDD	United Nations collaborative initiative on Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation	森林減少・劣化からの温室効果ガス排出削減における国連共同イニシアチブ
WB	World Bank	世界銀行
WS	Workshop	ワークショップ
WWF	World Wide Fund for Nature	世界自然保護基金

要約

持続的森林管理のための能力開発プロジェクト（以下「本プロジェクト」）のコンポーネント3である REDD+準備段階コンポーネント（以下、「本コンポーネント」）の主な活動は、発展途上国における森林減少・森林劣化に由来する二酸化炭素の排出の削減と、森林保全、持続可能な森林経営、森林炭素蓄積の増強からの温室効果ガス排出削減（REDD+）の実施により得られる成果払いに必要な4つの要件のうち、国家森林モニタリングシステム（NFMS）と森林参照レベル（FRL）の開発を支援することであった。このNFMSとFRLの開発にあたっては、REDD+ TWG 会議や関係者ワークショップを数多く開催し、多くの関係者と議論が行われ、その議論の結果として、これらNFMSとFRLが開発され、FRLはUNFCCCへ提出された。また、本コンポーネントでは、NFMSとFRLの開発に関連して、各種地図作成やMRV研修の活動も実施された。

ケニアのNFMSは、1) 森林管理における正確で透明性のあるデータと情報を収集・保存すること、2) ケニアにおけるREDD+活動と持続可能な森林管理に貢献するために、必要な情報を関係者と共有すること、3) 国際機関への報告や、他国への説明責任を果たすため情報を利活用することを目的として開発された。

この目的を達成するために、ケニアのNFMSは、モニタリング機能とデータ管理機能の2つの機能で構成されている。前者は、1) 活動データのための森林被覆と森林被覆変化、2) 排出係数のための森林炭素ストック、3) 準リアルタイムでの森林被覆変化、4) 政策及び措置、5) 生物多様性、6) REDD+と新規植林・再植林クリーン開発メカニズム（AR-CDM）プロジェクトの6つのモニタリングで構成されている。

一方、本コンポーネントで開発された森林情報プラットフォーム（FIP）がNFMSのデータ管理機能の役割を果たす。FIPは、1) 森林参照レベル（FRL）、2) 測定・報告・検証（MRV）、3) セーフガード情報システム、4) 森林被覆変化モニタリング、5) 国家REDD+戦略及び関連情報、6) 森林管理情報、7) REDD+及びAR-CDMプロジェクト情報、8) その他関連データの8つの要素で構成されている。このようにFIPは、様々な森林関連情報を提供するポータルサイトとなっている。本コンポーネントでは、FIPの設計・実装を行い、FIP上で地図や文書などの各種データを効果的に表示する方法について検討・改善を行った。

また、ケニア国におけるNFMSの継続的な実施、運用、管理のために、ケニア国NFMSの構造や、モニタリング機能及びデータ管理機能などの各機能の方法論を記述した「NFMS文書 Ver1」が作成された。

一方、FRLは、以下のような、FRLの構築のために必要な条件を決定しながら、開発された。

森林定義： 最小森林面積は0.5 ha、森林被覆率は15%以上、樹高は2m（成木）。コーヒーや茶などの多年生農業用樹種は森林と見なさない。

対象 REDD+活動： 1) 森林減少による排出、2) 森林劣化による排出、3) 森林の持続的管理、4) 森林における炭素蓄積の増強

対象炭素プール： 地上部バイオマス及び地下部バイオマス

スケール： 国家レベル

対象温室効果ガス：CO₂

参照期間と参照年：2002 - 2018 年までの 4 年間隔、参照年は 2002 年、2006 年、2010 年、2014 年、2018 年

活動データ (AD)：ケニア国土地ベース排出量推定システム (SLEEK) のプログラムをもとに作成された土地被覆/土地利用変化地図 (2002-2006 年、2006-2010 年、2010-2014 年、2014-2018 年) から、最小森林面積 (0.5ha) を基準に森林変化を抽出。抽出された変化は、変化マトリックスから REDD+活動ごとに変化量を集計して AD データを算出。

排出係数 (EF)： IC-FRA と CADEP-SFM によるパイロット森林インベントリーデータに基づく森林の炭素ストックのデータ (ケニアでは NFI は実施されていない) と、各森林層の成長率と非森林の炭素ストックに関する IPCC のデフォルトデータを用いて EF を設定。

FRL 設定手法： 2002-2006 年、2006-2010 年、2010-2014 年、2014-2018 年に推定された排出・吸収量の過去の値の平均法

FRL レポートは、上記の条件等に基づいて作成され 2020 年 1 月 6 日に UNFCCC に提出された。UNFCCC によるケニア国 FRL の技術評価 (TA) は 2020 年 6 月 8 日～12 日にリモートで実施された。TA の結果に基づいて修正した FRL レポートは 2020 年 8 月に UNFCCC へ提出された。

最終的に、過去の年間平均排出・吸収量から、FRL 値は以下のとおりとなった。

森林参照レベル：52,204,059 CO₂t/年

また、FRL と NFMS に関連する、地図作成に関する活動については、2014 年版土地被覆/土地利用図の正確性についてプロセスと結果のアセスメントを実施し、そのアセスメント結果も考慮しつつ、土地被覆/土地利用図作成指導資料の整備・改善を行い、2020 年版土地被覆/土地利用図の作成指導を行った。一方、FRL の設定のため、参照期間に合わせた土地被覆/土地利用変化図も作成した。

NFMS の実施に向けた能力向上のために、本コンポーネントでは、合計 4 回の MRV 研修を実施した。第 1 回と第 2 回は、基礎コースとして、REDD+に関する知識を十分に有していない KFS スタッフ合計 54 名を対象に実施した。第 3 回と第 4 回は、上級コースとして、第 1 回と第 2 回の研修に参加した KFS スタッフ合計 40 名を対象に実施した。

最後に、ケニアでの REDD+の実践及び持続可能な森林管理に向けて、特に NFMS の運用面で、次のことを提言する。

ケニアでは、持続可能な森林管理や REDD+の実施のために、NFMS の文書で定められる計画や方法論に基づいて NFMS を運用することが不可欠である。NFMS の森林モニタリングについては、ケニア国はすでに土地被覆/土地利用図を作成する能力と、NFI を実施する能力を有しているため、森林地図作製の作業は隔年で継続し、ケニア政府は NFI を実施するために、必要な予算を確保する必要がある。

また、NFMS には、効果的な方法論がまだ開発されていない政策及び措置 (PaMs) や生物多様性

のモニタリング項目もあり、これらについては、具体的なモニタリング方法を開発する必要がある。

本コンポーネントでは、FIP を管理・運営するための上位委員会と KFS 内に設置する管理チームの必要性、構造、役割について議論してきた。KFS 内の管理チームは設立されたが、FIP には様々な機関が関わっているため、上位委員会の設立は遅れている。FIP に蓄積されるデータや情報は、REDD+の実施だけでなく、ケニアの持続可能な森林管理にも活用できるため、FIP は適切に運用されるべきである。そのためには、管理チームを機能させ、関係者との協議により上位委員会を早急に設立する必要がある。

さらに、現在の FRL レポートや NFMS ドキュメントにおいて、将来的な改善が言及されている。したがって、ケニアは本コンポーネントの成果を踏まえ、改良に対応できる技術力や財政を確保し、その改良を進める必要がある。

I プロジェクトとコンポーネントの基本情報

1 国名

ケニア国

2 プロジェクトとコンポーネントのタイトル

持続的森林管理のための能力開発プロジェクト（以下「本プロジェクト」）、REDD+準備段階コンポーネント（以下、「本コンポーネント」）

3 プロジェクト期間（計画と実際）

2016年6月12日–2021年10月11日（実際）（新型コロナウイルスによる4カ月間の延長を含む）

（2016年6月12日–2021年6月11日（計画））

4 背景

ケニアは乾燥・半乾燥地が国土の約8割を占め、森林面積は、2020年にUNFCCCに提出したFRLに基づく国土の約5.8%と小さいが、薪炭利用や農地転用による森林資源の荒廃が問題となっている。また、近年は気候変動の影響を最も受けやすい国の一つと考えられており、森林減少・劣化からの温室効果ガス排出削減（REDD+）の推進や持続的森林管理に係る能力開発は、森林面積の増大及び気候変動緩和策の観点からも重要な開発課題となっている。

このような状況の中、ケニア国政府は、2010年に制定された憲法と国家発展計画である“Vision2030”（2008年）において、約7%（2010年当時）の森林被覆率を2030年までに10%とすることを目標に掲げた。

我が国は、ケニア森林研究所（KEFRI）建設を支援して以来、KEFRIやケニア森林公社（KFS：Kenya Forest Service）に対して、社会林業の推進や乾燥地耐性育種の開発・研究などの技術協力を行っている。このような森林分野で支援実績のある我が国に対し、ケニア国は本分野に係わる持続的森林管理の能力強化にかかる技術協力を要請した。

これを受けて、2015年11月に独立行政法人国際協力機構による詳細計画調査が実施され、その結果、下記の図4.1にも示すとおり、ケニアの森林及び気候変動政策における5つの課題（①政策支援、②カウンティ政府の実施モデル構築のためのパイロット事業、③REDD+準備支援、④林木育種研究、⑤地域協力）に係る協力を行うことにより、中央及びカウンティ政府の持続的森林管理のための能力強化を図り、森林被覆率10%達成に向けた持続的な森林管理の促進に寄与するプロジェクトを実施することとなった。

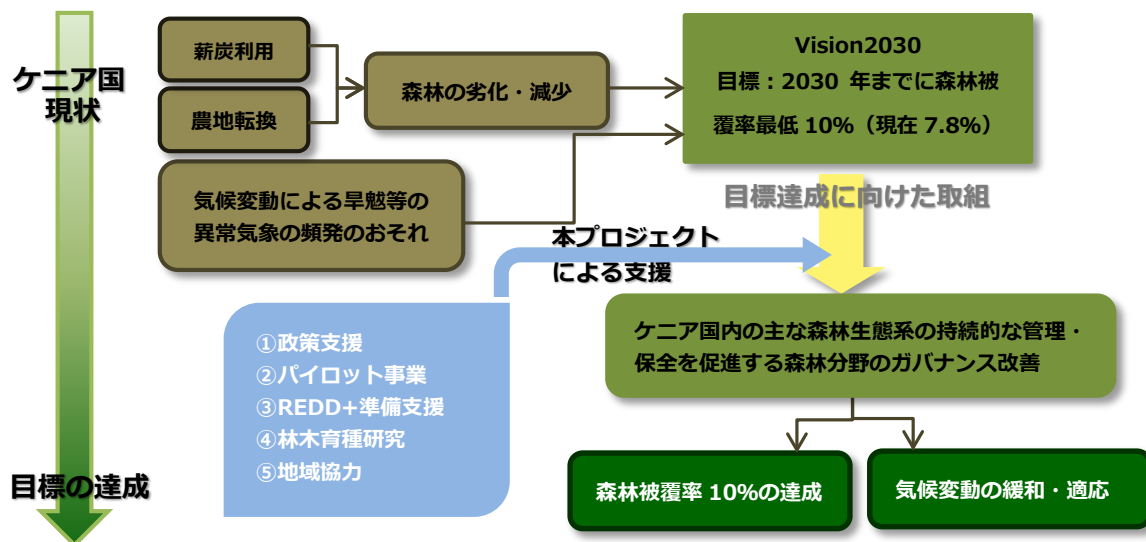


図 4.1 本プロジェクトの位置付け

5 本プロジェクトと本コンポーネントの目的

本プロジェクトは、4.で述べた背景を受け、ケニアにおける森林被覆率 10%達成に向けた持続的な森林管理の促進に寄与することを目的としている。2019年2月に実施された中間評価に基づいて改訂された本プロジェクトのプロジェクト目標と上位目標を以下の表 5.1 に示す。

表 5.1 本プロジェクトのアウトプットと目標

上位目標	ケニアにおける森林率 10%達成に向けて、持続的な森林管理が促進される
プロジェクト目標	中央及びカウンティ政府の持続的な森林管理のための能力が強化される
アウトプット	<ol style="list-style-type: none"> 1. 中央レベルにおける森林関連政策・戦略の実施・モニタリング能力が強化される。 2. 森林普及活動の実施を通じ、政府部門、民間部門および NGOs/CBOs の ASALs における植林推進の能力が向上する。 3. KFS における REDD+の準備段階活動及び持続的な森林管理のための森林モニタリングに関する技術的な能力が強化される。 4. KEFRI における耐乾性林木育種のための能力が改良される。 5. KEFRI における地域協力のための能力がサブサハラアフリカ地域における気候変動・早魃のレジリエンス強化のための知識及びグッド・プラクティスの共有を通して強化される。

本プロジェクトは、長期専門家が行う活動と、短期専門家チーム（以下、「チーム」）がケニアの C/P と一緒に行う本コンポーネントの活動によって達成される。

本プロジェクトを実施していく中で、本コンポーネントは、REDD+準備段階の実施支援部分を主に担当する。日本の協力を含んだ各ドナー及びケニア国内機関の過去の成果を有効に活用しながら国家森林モニタリングシステム（NFMS）及び森林参照レベル（FRL）を構築し、その活動の実

施を通して C/P 機関の能力強化を支援し、もって定期的な森林モニタリングのための体制を整備することを目的としている。以下の図 5.1 に本プロジェクトにおける本コンポーネントの位置付けと目的を示す。



※赤字部分が本コンポーネント担当部分

図 5.1 本プロジェクトにおける本コンポーネントの位置付けと目的

6 本コンポーネントの実施機関

ケニア森林公社 (KFS)

II コンポーネントの結果

1 コンポーネントの結果

1.1 日本側の投入

1.1.1 日本人専門家の投入状況

日本人専門家の投入状況を以下の表 1.1.1.1 に示す。

表 1.1.1.1 日本人専門家の投入状況

(灰色：内自社負担)

名前	所属	担当分野	現地 M/M	国内 M/M
加藤和久	JOFCA /AAS	総括/ 国家森林モニタリングシステム (NFMS) /測定・報告・検証 (MRV)	13.69	3.69
			(0.03)	
佐藤圭	PASCO	森林リモートセンシング/GIS	14.33	1.75
			(0.43)	
山下一宏 /加藤和久	JOFCA /AAS	FRL	6.83	2.70
			(0.03)	
山本耕平/ 石塚伸太郎	PASCO	データベース/データベース(1)	5.63	0.60
			(0.76)	
新藤健司	PASCO	データベース(2)	0.70	0.00
泉保昭伸	PASCO	データベース(3)	4.50	2.32
			(0.57)	
藤村さほり	JOFCA /AAS	森林リモートセンシング/GIS 補佐	2.83	0.00
山下一宏	JOFCA	森林インベントリー	2.13	0.00
佐藤嘉彦	JOFCA /AAS	NFMS(2)/FRL(2)/森林リモートセンシング/GIS 補佐	10.77	3.30
			(0.67)	
滝永佐知子	JOFCA /AAS	業務調整	1.10	0.00
			(1.10)	
合計			62.51	14.36
			(3.59)	

1.1.2 機材の投入状況

プロジェクト開始以降に本コンポーネントで調達された機材の一覧を表 1.1.2.1 に示す。

表 1.1.2.1 機材の投入状況

(灰色：事務所調達)

No	機材名	仕様	製造元	数量	備考
1	GIS クラウドサーバーソフトウェア	ArcGIS Online Organization Plan Level 1 + additional 10 named user	ESRI	1	2018年7月 調達済
2	デスクトップ用リモートセンシングソフトウェア No.1	ERDAS IMAGINE 2016 version	ERDAS	2	2017年1月 調達済
3	リモートセンシングソ	1年保証	ERDAS	2	2017年1月

No	機材名	仕様	製造元	数量	備考
	ソフトウェア保証 No.1				調達済
4	メディアキット	ソフトウェアインストールのためのメディアキット	ERDAS	1	2017年1月 調達済
5	デスクトップ用リモートセンシングソフトウェア No.1	ERDAS IMAGINE 2016 version	ERDAS	1	2018年7月 調達済
6	リモートセンシングソフトウェア保証 No.1	1年保証	ERDAS	1	2018年6月 調達済
7	メディアキット	ソフトウェアインストールのためのメディアキット	ERDAS	1	2018年7月 調達済
8	リモートセンシングソフトウェア保証 No.1	1年保証	ERDAS	2	2018年7月 調達済
9	デスクトップ用リモートセンシングソフトウェア No.2	eCognition 9.2 Developer Included 1 year maintenance	Trimble	1	2017年3月 調達済
10	デスクトップ用 GIS ソフトウェア	ArcGIS for desktop advanced 10.4 with spatial analyst, 3D analyst, geostatistics analyst, publisher	ESRI	1	2017年1月 調達済
11	デスクトップ用 GIS ソフトウェア保証	ArcGIS desktop advanced の 1年保証	ESRI	1	2018年7月 調達済
12	デスクトップ用 GIS ソフトウェア	ArcGIS for desktop standard 10.4 with spatial analyst, 3D analyst, geostatistics analyst, publisher	ESRI	1	2017年1月 調達済
13	デスクトップ用 GIS ソフトウェア	ArcGIS for desktop standard 10.5 with spatial analyst, 3D analyst, geostatistics analyst, publisher	ESRI	2	2018年7月 調達済
14	デスクトップ用 GIS ソフトウェア保証	ArcGIS desktop standard の 1年保証	ESRI	1	2018年7月 調達済
15	ワークステーション	OS: Windows 10 Pro Edition 64 bit (English) CPU: Intel® Xeon® Processor ES-1620, 3.7GHz Turbo or higher, 12M L3, 5.86GT/s or higher Memory: 16 GB or more HardDisk: at least 2TB totally, SATA (No RAID) or more DVD Super Multi Drive Graphic Card: 1G NVIDIA Quadro K600 (1DP and 1DVI) (1DP-DVI and 1DVI-VGA adapter) or higher Wireless network USB adopter (support 11n/11a/11g/11b) 29inch Wide Monitor Microsoft Office 2016 (Home & Business) Security software (24 months) System Recovery media Auto Ranging (100V- 240V) UPS 650 (650VA - 400 Watts), Input 230V / Output 230V at least one year warranty	HP	3	2017年1月 調達済

No	機材名	仕様	製造元	数量	備考
16	ワークステーション	OS: Windows 10 Pro Edition 64 bit (English) CPU: Intel® Xeon® Processor ES-1620, 3.7GHz Turbo or higher, 12M L3, 5.86GT/s or higher Memory: 16 GB or more HardDisk: at least 2TB totally, SATA (No RAID) or more DVD Super Multi Drive Graphic Card: 1G NVIDIA Quadro K600 (1DP and 1DVI) (1DP-DVI and 1DVI-VGA adapter) or higher Wireless network USB adopter (support 11n/11a/11g/11b) 29inch Wide Monitor Microsoft Office 2016 (Home & Business) Security software (24 months) System Recovery media Auto Ranging (100V- 240V) UPS 650 (650VA - 400 Watts), Input 230V / Output 230V at least one year warranty	HP	3	2018年7月 調達済
17	ハンディ GPS	- Capture more positions and increased accuracy in tough GNSS environments - Compatible with existing and planned GNSS constellations to maximize - GNSS Systems: GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, QZSS - SBAS: WAAS, EGNOS, MASAS, GAGAN, SBAS+ - DGNSS accuracy: Horizontal 1cm to 100cm, Vertical 1.5cm to 100cm	Trimble	4	2018年1月 調達済
18	ラージフォーマットプリンター	HP design jet T3500 production printer A0 with Scanner	HP	1	2019年10月 調達済
19	ビジネスプリンター	HP color LaserJet enterprise mfp m 577dn (b5146a)	HP	1	2019年10月 調達済
20	モバイルアプリ (survey 123)	subscription for 5 years	ESRI	14	2018年7月 調達済
21	モバイルマッピングデバイス	7inch tablet with Wi-Fi and socket for SIM card	Samsung Galaxy Tab	5	2018年7月 調達済
22	GPS カメラ	16 mega pixel Optical 4 x zoom, Digital 7.2 x zoom (Combine 28.8 x zoom) Still image:JPEG(Exif Ver.2.3,DCF2.0,DPOF) Movie:MOV form(H.264/AVC,IMA-ADPCM sound(monaural)) media:SD memory card,SDHC memorycard,SDXC memory card GPS English Instruction Manual Universal Power Supply at least one year warranty	RICHO	2	2017年12月 調達済
23	ノートパソコン	HP 17.3 touch screen, Intel core i7, 16GB memory, 1TB Hard Drive windows 10 Microsoft Office 2016 (Home & Business)	HP	2	2019年10月 調達済

No	機材名	仕様	製造元	数量	備考
24	ラミネート機	double-sided A0 size Laminator, Auto Removing film, paper, 600x300/min, Max Lamination width 1100mm	Model: SG-1100s Brand: CIGO	1	2019年10月調達済
25	データベースサーバーソフトウェア	SQL SERVER + 5 USER CALS	Microsoft	2	2018年7月調達済
26	Geo-information データベースソフトウェア (空間データ管理)	ArcGIS for Server Enterprise Standard, Portal for ArcGIS Level1	ESRI	1	2018年7月調達済
27	イメージサーバーソフトウェア	ArcGIS Image Extension for Server Enterprise	ESRI	1	2018年7月調達済
28	Geo-information データベースサーバー	CPU: Intel® Xeon®E5-2640 v4 2.4GHz for 10 core, Memory: 32 GB HardDisk: 8 x SAS 3.84TB, or more, RAID 6 Rack type 2U server * Including Vmware vSphere Standard	HP	2	2018年7月調達済
29	データストレージサーバー	CPU: 1 x Intel® Xeon® E5-26xx v3 series, 1.9GHz, or more Memory : 32 GB HardDisk: 24 x SAS 2TB or more, RAID 6 with necessary software if need it Rack type 2U server	HP	1	2018年7月調達済
30	アンチウィルスソフト	Security software (48 months for server)	Kaspersky	5	2018年7月調達済
31	サーバー用ラック	・ Size: W600 x D1000 x H1388 mm ・ Mount: 27U	Toten cabinet	1	2018年7月調達済
32	Windows サーバ2012 r2 ソフトウェアライセンス	Windows server 2012 r2 software license	Microsoft	4	2018年7月調達済
33	UPS	Schneider Electric Smart-UPS XL 3000VA Rack Mount 200V	APC	2	2018年7月調達済
34	L3 スウィッチハブ	WS-C3650-24TS-L Rack mount Type Auto Ranging (100V- 240V) at least one year warranty	Cisco	1	2018年7月調達済
35	チーム用ビジネスプリンター			1	2016年7月調達済
36	チーム用ノート型パソコン			1	2016年7月調達済
37	GIS ソフトウェア用統合設定	Integration and configuration for software		1	2018年7月調達済
38	バックアップデバイス	Support for LTO-4 or LTO-5 Interface: SAS Port, U320 SCSI or FC available for compressed transfer Auto Ranging (100V- 240V)" &Media tape	HP	1	2018年7月調達済

1.2 ケニア側の投入

C/P 職員一覧を表 1.2.1 に示す。

表 1.2.1 C/P 職員一覧

No.	氏名			職名	機関
1	Mr.	Emilio	Mugo	Chief Conservator of Forests	KFS
2	Mr.	Julius	Kamau	Chief Conservator of Forests (2019年以降)	
3	Mr.	Peter	Nduati	Component 2 & 3 Component Manager	
4	Mr.	Geroge	Tarus	Conservator of Forests	
5	Mr.	Peter	Sirayo	Assistant Conservator of Forests	
6	Ms.	Faith	Muturi	Chief GIS and Remote Sensing Officer	
7	Mr.	Richard	Mwangi	GIS and Remote Sensing Officer	
8	Ms.	Divinah	Nyasaka	ICT officer	

1.3 活動結果

1.3.1 全般的な活動

(1) 業務計画書、work plan の作成

業務の実施方針を示した業務計画書を作成して JICA へ提出するとともに、JICA からのコメントを踏まえて最終化した。各期の提出時期を表 1.3.1.1 に示す。最終化した業務計画書は JICA ケニア事務所担当者、本プロジェクト長期専門家及び C/P (第 1 期の work plan 英文のみ) へ説明して、共有した。

表 1.3.1.1 業務計画書及び work plan の提出状況

区分	提出時期	対象期間	備考
全期	2016年6月	2016年6月—2021年7月	英文 (Work Plan)
第1期	2016年6月	2016年6月—2018年2月	和文
第2期	2018年4月	2018年4月—2019年8月	和文
第3期	2019年9月	2019年9月—2021年10月	和文

第2年次から第5年次においては、各年次7月に前年の調査結果を C/P とともに確認するとともに、当該年次の調査方針、技術移転方針を Activity Plan (英文) として取りまとめて、業務進捗報告書とともに貴機構及び C/P 機関に提出した。各年次の提出時期等を表 1.3.1.2 に示す。

表 1.3.1.2 業務進捗報告書及び Activity Plan 提出状況

年次	提出時期
2年次	2017年7月
3年次	2018年7月
4年次	2019年7月
5年次	2020年7月

(2) 会議の出席・開催

プロジェクト全体の進捗状況等を管理する合同調整委員会 (JCC) 及びプロジェクトマネジメントユニット (PMU) 会議、並びに本コンポーネント活動に関するケニア国 REDD+技術作業部会 (TWG) 会議等に参加し、関係者と協議を行った。参加会議を表 1.3.1.3 に示す。

表 1.3.1.3 参加会議一覧

年月日	場所	会議名
2016年7月16日	KFS CANTEEN ホール (ナイロビ)	REDD+ 準備段階コンポーネント インセプション会議
2016年10月3日、	NSSF Bulding (ナイロビ)	第1回 PMU 会議
2016年10月10日	KFS 会議室 (ナイロビ)	REDD+内部協議
2016年10月13日	NSSF Bulding (ナイロビ)	第2回 PMU 会議
2016年11月24日、25日	ブルーポストホテル (ティカ)	REDD+ TWG 会議
2017年3月28日、29日	MASADA ホテル (ナイバシャ)	関係者ワークショップ
2017年6月28日	KFS 会議室 (ナイロビ)	REDD+ TWG 会議
2017年7月4日	NSSF Bulding (ナイロビ)	第4回 PMU 会議
2017年11月27日	NSSF Bulding (ナイロビ)	第5回 PMU 会議
2017年11月29日、30日	MASADA ホテル (ナイバシャ)	REDD+ TWG 会議
2017年12月1日	MASADA ホテル (ナイバシャ)	関係者ワークショップ
2017年12月5日	NSSF Bulding (ナイロビ)	第2回 JCC
2018年6月26日	Crown Plaza ホテル (ナイロビ)	第1回 CADEP-SFM Interaction Workshop
2018年7月19日	NHIF Building, (ナイロビ)	第3回 JCC
2018年9月20日、21日	Lake Naivasha Resort (ナイバシャ)	REDD+ TWG 会議
2019年2月21日	NHIF Building (ナイロビ)	第4回 JCC
2019年5月23日	NHIF Building (ナイロビ)	第8回 PMU 会議
2019年7月16日、17日	Lake Naivasha Resort (ナイバシャ)	REDD+ TWG 会議
2019年7月21日～24日	KEFRI Kitui center (キツイ、エンプ)	第2回 CADEP-SFM Interaction Workshop

年月日	場所	会議名
2019年12月9日、10日	Lake Naivasha Resort (ナイバシヤ)	REDD+ TWG 会議、関係者ワークショップ
2020年1月28日	NHIF Building (ナイロビ)	第5回 JCC
2021年1月26日	NHIF Building (ナイロビ)	第9回 PMU 会議
2021年7月1日、2日	MASADA ホテル (ナイバシヤ)	REDD+ TWG 会議
2021年9月3日	オンライン	第10回 PMU 会議
2021年9月14日	オンライン	第6回 JCC
2021年10月4日	Utali ホテル (ナイロビ)	REDD+ TWG 会議

本コンポーネント活動に関する会議の概要を以下に記す。

1) 関係者ワークショップ

日時	2016年7月16日	場所	KFS 本局 CANTEEN ホール
会議名	REDD+ 準備段階コンポーネント インセンション	主催者	チームと KFS の共同開催
参加者	TWG メンバー、ドナー、JICA 関係者等、39名 (参照：付属資料 1)		
内容	準備段階コンポーネントの業務計画書内容について説明・協議		
結果	チームはケニア側にコンポーネントの業務計画書について説明し、承認を得た。(参照：付属資料 1)		

日付	2017年3月28日-29日	場所	MASADA ホテル (ナイバシヤ)
会議名	FRL 提出に向けた関係者ワークショップ	主催者	チームと KFS の共同開催
参加者	TWG メンバー、関連ドナー、JICA 関係者等、34名 (参照：付属資料 2)		
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・AD 及び EF の設定方法論の確認 ・NFMS ドキュメント作成にかんする提案 ・森林タイプ別のヘクタールあたりの炭素貯蓄量の計算方法の検討 ・Tier1 データとカントリーデータの比較 ・FRL の参照期間と参照時点 ・土壌炭素貯蓄量 		
結果	FRL の設定と NFMS の開発に関する進捗と今後の作業スケジュールについてステークホルダーと共有し、意見交換を行った。(参照：付属資料 2)		

日付	2017年12月1日	場所	MASADA ホテル (ナイバシヤ)
会議名	FRL 提出に向けた関係者承認ワークショップ	主催者	チームと KFS の共同開催
参加者	TWG メンバー、関連ドナー、コンポーネント団員等 36名 (参照：付属資料 3)		
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・FRL 設定 (AD、EF、国情と炭素排出量の報告) ・NFMS と FIP の開発 		
結果	2018年1月の UNFCCC への FRL レポートの提出に向けて、これまでの検討結果を報告し、TWG およびステークホルダーとの意見交換を行った。(参照：付属資料 3)		

日付	2019年12月9日、10日	場所	Lake Naivasha Resort (ナイバシヤ)
会議名	FRL 提出に向けた REDD+ TWG 会議及び関係者ワークショップ	主催者	チームと KFS、UNDP の共同開催
参加者	TWG メンバー、関連ドナー、コンポーネント団員等 24名 (参照：付属資料 12)		

内容	FRL 設定の修正案の共有 FRL 設定の修正と UNFCCC への提出の作業計画
結果	FRL 設定と FRL 不確実性の算出が、参照期間 2002-2018 年（4 年間隔）を基準に見直された。修正された FRL 設定に基づく FRL レポートの提出について意見交換を行った。（参照：付属資料 4）

2) REDD+ Technical Working Group (TWG)

日時	2016 年 11 月 24 日-25 日	場所	ブルーポストホテル
会議名	FRL と NFMS の開発に関する REDD+ 技術作業部会	主催者	KFS 主催 (参加者：森林リモートセンシング/GIS 担当 佐藤圭)
参加者	TWG メンバー、JICA メンバー等 22 名 (参照：付属資料 5)		
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・FRL 設定に関する方針に関する協議 ・2014 土地被覆/土地利用図の作成と変化抽出にかかる進捗報告 ・2014 年森林変化抽出とその統計に関する協議 ・森林被覆変化に関する協議 (森林減少、森林劣化、エンハンスメント) 		
結果	<ul style="list-style-type: none"> ・FRL は国レベルで設定する。 ・現状では土壌炭素データが不足しており、インベントリーでの情報収集が必要である。 ・土地被覆/土地利用図は教師付き分類と CPN(Conditional Probability Network)によって開発される (参照：付属資料 5) 		

日付	2017 年 6 月 28 日	場所	KFS 会議室
会議名	FRL 設定に係る REDD+技術作業部会	主催者	チームと KFS の共同開催
参加者	TWG メンバー、コンポーネント団員等 28 名 (参照：付属資料 6)		
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・FRL 設定 (FRL の概要と AD、EF 及びその他の要件の設定) ・FRL 文書の作成 ・森林情報プラットフォームのシステム開発 		
結果	国情を除いた FRL 設定に必要な設定要件が決定された。(参照：付属資料 6)		

日付	2017 年 11 月 29 日-30 日	場所	MASADA ホテル (ナイバシヤ)
会議名	FRL 提出に向けた REDD+技術作業部会	主催者	チームと KFS の共同開催
参加者	TWG メンバー、コンポーネント団員等 28 名 (参照：付属資料 7)		
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・FRL 設定 (FRL 参照期間の再設定) ・森林変化分析結果の報告 ・国情検討の報告 ・NFMS の開発 		
結果	緑の気候基金 (GCF) の成果支払いのためのスコア表をもとに、FRL 期間を再設定した。また、これまでの協議によって決定された方法論に基づいて算出された AD、EF 及び炭素排出量について、確認・承認を行った。NFMS についてはその目的や機能について大枠を合意した。(参照：付属資料 7)		

日付	2018 年 9 月 20 日、21 日	場所	Lake Naivasha Resort (ナイバシヤ)
会議名	FRL 提出に向けた REDD+ TWG 会議	主催者	チームと KFS の共同開催
参加者	TWG メンバー、関連ドナー、コンポーネント団員等 24 名 (参照：付属資料 8)		
内容	<ul style="list-style-type: none"> FRL 設定の修正作業の共有 FRL 設定の今後の修正作業の検討 現在の NFMS の開発状況の共有 今後の NFMS 開発作業の検討 		
結果	ケニア国内の関係者からのコメントに基づく、FRL 設定と FRL 不確実性の修正案を共有して意見交換を行った。EF 設定については、ケニア国の専門家意見に基づく EF 設定条件を検討する。NFMS 開発については、NFMS 文書案 Ver.0 が共有され、今後の開発作業が検討された。		

	(参照：付属資料 8)
--	-------------

日付	2019年7月16日、17日	場所	Lake Naivasha Resort (ナイバシヤ)
会議名	FRL 提出に向けた REDD+ TWG 会議	主催者	チームと KFS の共同主催
参加者	TWG メンバー、他ドナー、コンポーネント団員等〇〇名 (参照：付属資料 9)		
内容	<ul style="list-style-type: none"> FRL 設定の再修正作業の共有 FRL 設定の再修正と UNFCCC への提出に向けた作業計画 		
結果	関係者からのコメントに基づいた FRL 設定と FRL 不確実性の修正内容が共有された。修正が反映された FRL レポートと、参照期間及び時系列分析などの今後の修正作業について意見交換を行った。(参照：付属資料 9)		

日付	2021年7月1日、2日	場所	Masada ホテル (ナイバシヤ)
会議名	NFMS 開発に向けた REDD+ TWG 会議	主催者	チームと KFS の共同開催
参加者	TWG メンバー、関連ドナー、コンポーネント団員 33 名 (参照：付属資料 10)		
内容	NFMS 開発状況の共有と、今後の修正作業について		
結果	NFMS 開発について、NFMS 文書案 Ver.1 が共有され、今後の修正作業等について意見交換を行った。(参照：付属資料 10)		

日付	2021年10月4日	場所	Utali ホテル (ナイロビ)
会議名	NFMS 開発に向けた REDD+ TWG 会議	開催者	チームと KFS の共同開催
参加者	TWG メンバー、関連ドナー、コンポーネント団員等 14 名 (参照：付属資料 11)		
内容	NFMS の開発状況の共有と最終化		
Results	NFMS 文書案 Ver.1 が共有され、これまでの修正内容が共有された。モニタリング機能等の詳細について議論され、一部を再修正して NFMS の最終化することとされた。(参考：付属資料 11)		

3) REDD+内部協議

日時	2016年10月10日	場所	KFS 本局内会議室
会議名	REDD+内部協議	主催者	チームと KFS の共同開催
参加者	KFS 関係者とコンポーネント団員、12 名 (参照：付属資料 12)		
内容	実現可能で実用的な AD と EF の設定についての検討		
結果	SLEEK 地図の層化に基づいて EF を計算するため、JICA のコンポーネントの中で追加の森林インベントリーの実施支援の実施が要請された。しかし、追加の森林インベントリーはケニア国全土をカバーするものではなく、プレ・インベントリーのとしての位置づけで実施されることとなった。(参照：付属資料 12)		

(3) モニタリング

対象期間のコンポーネント活動をモニタリングシートに取りまとめ、プロジェクト全体で JICA へ提出した。各モニタリングシートの対象期間を表 1.3.1.4 示す。

表 1.3.1.4 モニタリングシート提出状況

バージョン	対象期間
Ver.00	2016年1月—6月
Ver.01	2016年7月—12月
Ver.02	2017年1月—6月
Ver.03	2017年7月—12月

バージョン	対象期間
Ver.04	2018年1月—6月
Ver.05	2018年7月—12月
Ver.06	2019年1月—6月
Ver.07	2019年7月—12月
Ver.08	2020年1月—6月
Ver.09	2020年7月—12月
Ver.10	2021年1月—6月

(4) 業務進捗報告書の作成

毎年6月末までのコンポーネント活動をC/P職員と共同で業務進捗報告書（英文のみ）として取りまとめ、JICA及びC/P機関に提出した（表1.3.1.1）。同報告書には、次年次の活動計画した年度業務計画書（Activity Plan）を添付した。

(5) 調達機材に係る業務

本業務では、表1.1.2.1に示す機材について「委託契約等における機材調達・管理ガイドライン（2012年4月版）」に基づき調達した。調達する機材については、C/P機関の現状を調査したうえで、C/P担当者及びJICAと協議のうえ仕様・数量等を調整して決定した。C/P機関の現状調査においては、C/P機関が使用している関連機材との互換性・親和性に配慮して、維持管理の容易さや持続性を考慮した。

また、同表1.1.2.1に示されたJICAケニア事務所が調達する機材についても同様にC/Pの状況を確認し、JICAと協議のうえ使用数量等を決定した。本業務では、入札図書、契約書/発注書（案）、機材仕様を作成し、予定価格の積算、参考見積りの取付け、応札書類の評価および納品検収を行うことにより、JICAケニア事務所が行う調達業務を支援した。

(6) 広報活動

ケニア国でのREDD+の取り組みの周知を目的に、今コンポーネントの活動をC/P機関のHP及びJICAHPにおいてニュースレターとして報告した。

KFS：[Kenya Forest Service - JICA set to support Kenya in REDD+ Readiness activities](http://kenyaforestservice.org/index.php?option=com_content&view=article&id=499:jica-set-to-support-kenya-in-redd-readiness-activities&catid=81:news&Itemid=538)

(http://kenyaforestservice.org/index.php?option=com_content&view=article&id=499:jica-set-to-support-kenya-in-redd-readiness-activities&catid=81:news&Itemid=538)

- ✓ JICA set to support Kenya in REDD+ Readiness activities

JICA：<https://www.jica.go.jp/project/kenya/014/news/index.html>

- ✓ MRV 研修（2017年11月）
- ✓ REDD+のTWG会議と関係者ワークショップの開催（2017年11月）
- ✓ REDD+におけるMRV研修の開催（2018年7月6日）
- ✓ REDD+準備段階コンポーネントにおける第3回MRV研修の開催（2020年3月4日）
- ✓ REDD+準備段階におけるFRLレポートのUNFCCCへの提出（2021年5月19日）
- ✓ NFMS構築に向けたREDD+TWG会議の開催（2021年7月1日）

- ✓ REDD+準備段階コンポーネントにおける第4回MRV研修の開催(2021年7月1日)

また FRL に関する活動では、FRL レポートを UNFCCC へ提出することで同機関の HP に掲載され、広く周知された。

UNFCCC : [Submissions - REDD+ \(unfccc.int\)](https://unfccc.int/submissions-redd)

(<https://redd.unfccc.int/submissions.html?country=ken>)

1.3.2 NFMS 及び NFMS を主とする森林情報プラットフォームに関する活動

(1) NFMS の開発

REDD+成果支払いに求められる4つの要件(国家戦略、森林参照レベル、セーフガードに関する情報提供システムの策定及びNFMSの開発)の1つであるNFMSの開発にC/Pと取り組み、REDD+TWG会議等をとおして関係機関の合意形成を図りながら、ケニア国のNFMSを最終的にNFMS文書Ver1.0(2021年10月)として取りまとめた。NFMS開発に関する活動を以下に記載するとともに、ケニア国NFMS文書Ver.1.0を技術協力作成資料として提出する。

1) ケニア国におけるNFMSの開発要件

NFMS開発にあたって、UNFCCCにおいて示されている構築要件(図1.3.2.1)を示し、NFMSで取り組むモニタリング項目について検討を行った。C/P協議及び関係者協議をとおして、ケニア国側から当初、想定されていなかったPaMs、生物多様性及びREDD+及びAR-CDM等の森林炭素関連プロジェクトをモニタリング項目に組み入れる要請を受け、コンポーネントはこれらの項目を追加したNFMSの開発を進めた。

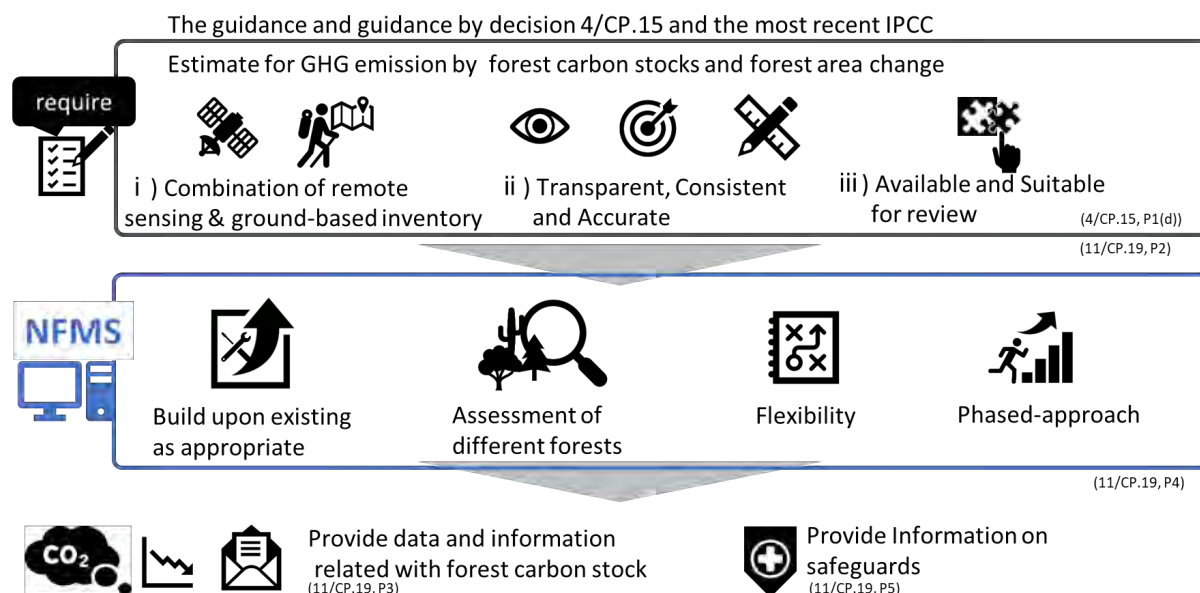


図 1.3.2.1 UNFCCC において NFMS に求められる要件

また、NFMS の開発にあたっては、ケニア国内の関係機関やドナーとの情報共有により、REDD+の指針等において整合性の確保、支援の重複の回避に努めた。

なお、2019年9月に、FCPFのReadiness Fundを利用してケニア国の国家REDD+戦略(NRS)とセーフガード情報システム(SIS)の開発支援を行っているUNDPと個別協議を持った。NFMSで

の PaMs のモニタリングは、NRS と関連し、また、生物多様性のモニタリングは、SIS と関連する。このため本コンポーネントの NFMS 開発の進捗状況と、UNDP が支援する NRS 及び SIS の開発状況をお互いに共有するとともに、情報共有を継続することで連携を図った。

2) NFMS に関する情報の収集

NFMS の開発に向けて、ケニア国内の関係資料、国際機関等から発行された規定やマニュアル等の資料を収集し、整理した（表 1.3.2.1）。

表 1.3.2.1 NFMS 開発のために収集・整理された情報

収集情報	関連機関	発行年	内容
Roadmap for the establishment of Forest Reference Levels and the National Forest Monitoring System	UN-REDD/FAO, UNDP, UNEP, KFS	2017 年	ケニアにおける NFMS の開発と FRL 設定のためのロードマップ
Report on National Forest Resource Mapping and Capacity Development for the Republic of Kenya	JICS、KFS	2013 年（プロジェクト期間 2010-2013 年）	日本の環境・気候変動プログラム無償援助の森林保全で実施された土地被覆図、土地被覆変化図及び森林被覆図の開発
Manuals which were developed by IC-FRA(Improved Capacity in Forest Resource Assessment)	Government of Finland, KFS	2013 年	ケニアにおける EF の開発のための NFI の方法論の構築
SLEEK(System for Land-based Emissions Estimation in Kenya) program	クリントン財団 DRSRS	2016 年	ランドサット画像を使用した 1990 年、1995 年、2000 年～2014 年の土地被覆/土地利用図の作成
REDD+ Readiness Preparation Proposal(R-PP)	FCPF World bank KFS	2010 年 6 月	ケニア国の REDD+実施準備に向けての計画書
National Forest Monitoring Systems: Monitoring and Measurement, Reporting and Verification (M & MRV) in the context of REDD+ Activities	UN-REDD	2013 年	NFMS の構築のためのガイドライン
Action Plan for the Implementation of the National Forest Monitoring System of Pakistan draft report	Pakistan UN-REDD WWF	2015 年 8 月	UN-REDD と WWF の支援によって作成されたパキスタンの NFMS 実施のためのアクションプラン
Decision booklet REDD+	森林総合研究所	2016 年 2 月 1 日 改訂版	NFMS の定義等を含めた COP 決議集
REDD-plus COOKBOOK (ANNEX Research Manual)	森林総合研究所	2012 年	REDD プラスに取組むための基礎知識や技術について、特に森林モニタリングに注目して説明した技術解説書

3) NFMS の開発

NFMS の開発にあたり、UNFCCC における NFMS の構築要件や UN-REDD のガイドラインを参照するとともに、C/P との話し合いや REDD+TWG 会議におけるメンバーとの協議、また関係者ワークショップで他ドナー等と意見交換等を行った。これらの活動をとおして C/P とケニア国の NFMS 開発にあたっての基本指針を取りまとめて（表 1.3.2.2）、NFMS の開発を進めた。図 1.3.2.2 に NFMS の構造のイメージを示す。

表 1.3.2.2 ケニア国 NFMS 開発の基本指針

目的	<p>1) 森林管理における正確で透明性のあるデータと情報を収集・保存する</p> <p>2) ケニアにおける REDD+の実施と持続可能な森林管理に貢献するために、必要な情報を関連する森林のステークホルダーと共有する</p> <p>3) 国際機関への報告や、他国への説明責任を果たすため情報を利活用する</p>
基本設定	<p>1) 森林定義：森林とされる最小の面積は 0.5 ha、森林被覆率は 15%以上、樹高は 2m (成木)</p> <p>2) 対象 REDD+活動：1. 森林減少対策、2. 森林劣化対策、3. 持続可能な森林管理、4. 森林増強</p> <p>3) 対象カーボンプール：地上部バイオマス、地下部バイオマス</p> <p>4) スケール：国家</p> <p>5) 対象温室効果ガス：二酸化炭素</p>
構造	<p>●モニタリング機能 下記項目のモニタリング</p> <ul style="list-style-type: none"> - 森林被覆図/森林被覆変化 (活動データ) - 森林における炭素蓄積量 (排出係数) - 森林変化モニタリング - 政策及び措置 (PaMs) - 生物多様性 - REDD+及び AR-CDM 等の森林炭素関連プロジェクト <p>●データマネジメント機能 モニタリング機能により収集された情報やデータを格納し、REDD +を含む森林管理を実施するための情報を提供するデータベース</p>
NFMS 文書	NFMS の継続的な実施、運営、管理のため、その目的や構造、各機能の詳細について文書化された。

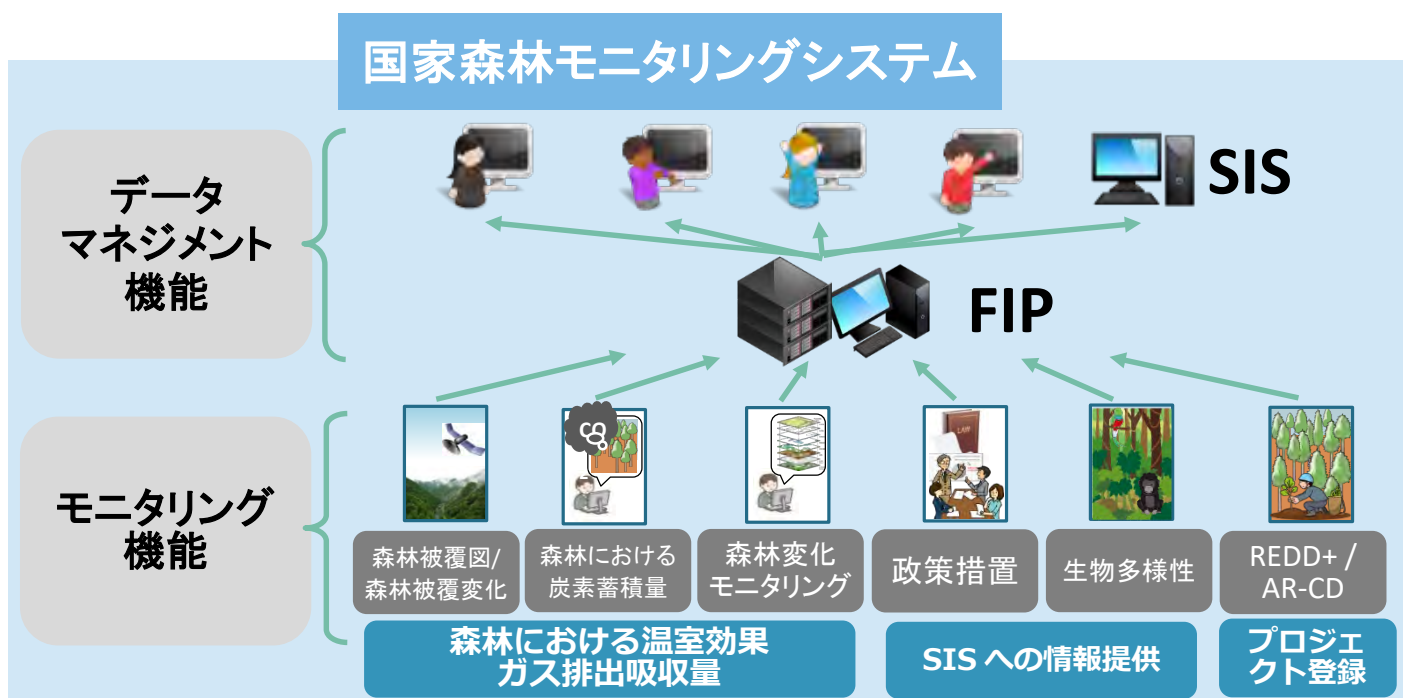


図 1.3.2.2 NFMS 構造のイメージ

次に、NFMS に組み込まれた 6 つのモニタリング項目を表 1.3.2.3 に示す。

表 1.3.2.3 NFMS の各モニタリング項目とモニタリング方法

項目	方法	概要
森林被覆図 /森林被覆 変化（活動 データ）	光学衛星画像の Wall to Wall 解析 によって作成され る土地被覆/土地 利用図	<p>【解析方法】 ピクセルベース分類</p> <p>【土地被-覆/土地利用分類】 森林 3 タイプ（天然林）と被覆率による 3 層化の 9 分類と、森林 1 タイプ（プランテーション）の合計 10 分類 非森林 4 分類</p> <p>【検出方法】 Wall to Wall,教師付き分類と 2014 年土地被覆/土地利用図を基に した Conditional Probability Network のハイブリッド 森林区域の抽出に、フィルタリング処理とゾーニング処理</p> <p>【AD アプローチ】 IPCC アプローチ 3</p>
森林におけ る炭素蓄積 量（排出係 数）	国家森林インベン トリー（NFI）	<p>【サンプリングデザイン】 層化無作為抽出法：SLEEK 層化別（10 種類の森林タイプ）に無 作為抽出。クラスタの位置は 1km×1km の格子点からランダムに 選択する（1km²グリッド）</p> <p>【クラスタデザイン】 IC-FRA によるクラスタ方式（1 クラスタ当たり 6 プロットある いは 4 プロット）</p> <p>【プロットの形】 円形</p> <p>【調査項目】 樹種、胸高直径、その他確認できる情報（病気や枝折の有無等）</p> <p>【バイオマス量への変換】 各森林タイプ別に選定したアロメトリー式の適用。その他、FRL 設定に準ずる。</p> <p>【炭素係数】 IPCC2006 のデフォルト値の適用。その他、FRL 設定に準ずる。</p>
森林変化モ ニタリング	既存の森林減少検 知システム及び現 地ツール	既存の森林減少エリアの検出システム（JJ-FAST 及び NRTFAS） を利用した、ケニア国内の森林減少区域の抽出。 抽出された森林減少区域において、担当区域職員が現地ツール （Survey123）を用いて現地を踏査、報告。
政策及び措 置	ドラフト NRS に 基づくモニタリ ング	ケニア国 NRS ドラフトで示された戦略的、投資的分野ごとの各 施策に対してモニタリング指標を示す。具体的なモニタリング手 法については今後の検討事項である。
生物多様性	国家森林インベン トリー（NFI）デ ータの活用	NFI におけるプロット調査項目を活用したモニタリング。 <p>【樹木データ】：樹種、成立本数、胸高直径及び樹高、健全度な ど</p> <p>【生物多様性データ】：哺乳類、鳥類、爬虫類、昆虫類、菌類など</p>
REDD+ 及 び AR-CDM 等森林炭素 プロジェクト	ケニア国内で実施 される REDD+ 関 連プロジェクトの 情報収集	各プロジェクトの情報を収集するとともに、同プロジェクト情報 とプロジェクトエリアを FIP の GIS 機能で表示。 ケニア国内のプロジェクト活動をモニタリングするとともに、炭 素排出量の削減による成果支払いの二重払い等を防ぐ。

以下、各モニタリング項目におけるモニタリング方法の概要等を記載する。各モニタリング項目
におけるモニタリング方法の詳細はケニア国 NFMS 文書（技術協力作成資料）を参照。

(a) 森林被覆/森林被覆変化 (AD)

土地被覆/土地利用図の作製手法は FRL 設定の条件等に準じて、SLEEK 地図にフィルタリング処理とゾーニング処理により森林区域を抽出する。

SLEEK による土地被覆/土地利用図の作製フローを図 1.3.2.3 に示す。

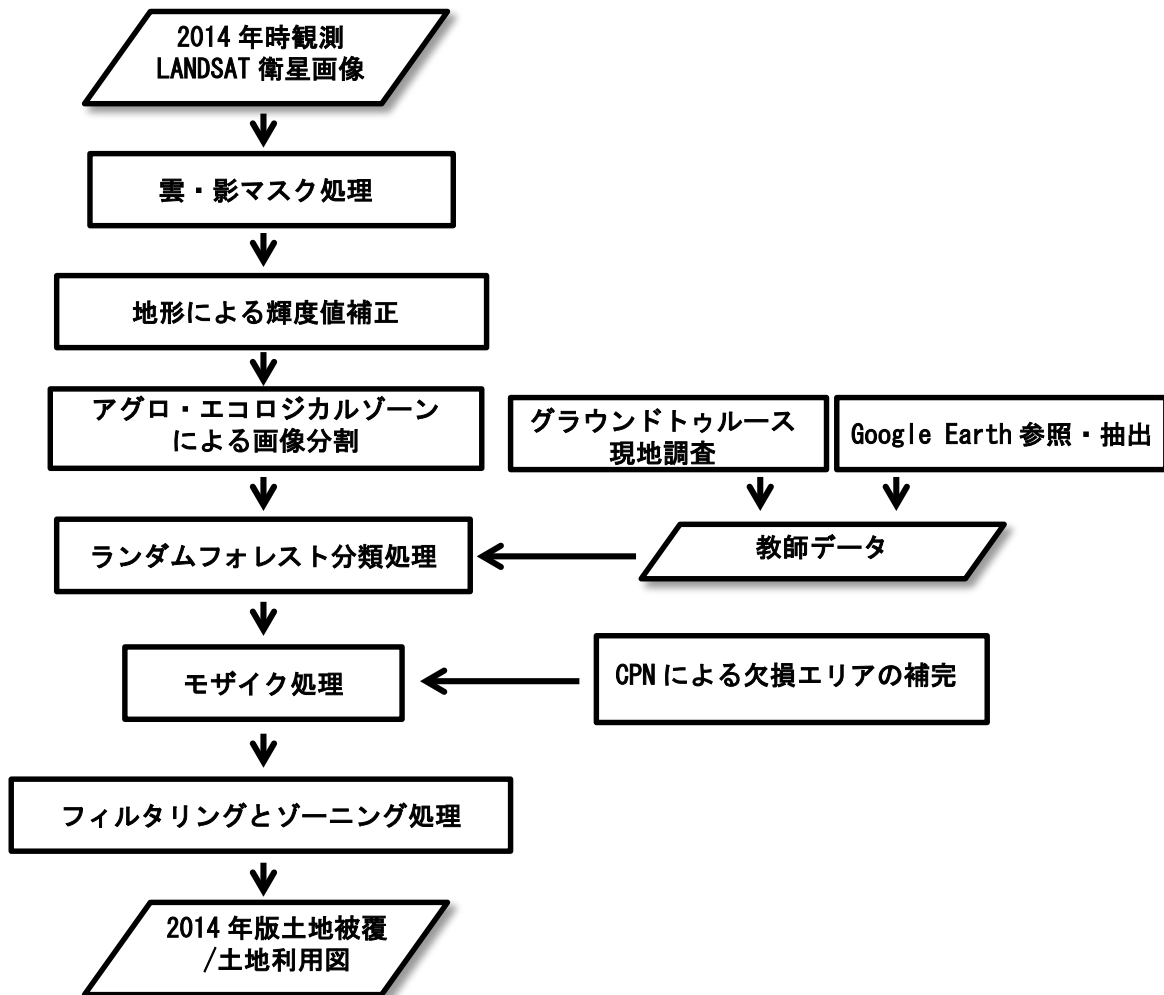


図 1.3.2.3 土地被覆/土地利用図の作製フロー

SLEEK で作成された地図は LANDSAT-8 号衛星画像をもとにしたピクセルベース (1 ピクセル辺り 30m*30m、単位面積 0.09ha) の地図であるが、ケニア国の森林定義における最小面積は 0.5ha である。このため 6 ピクセル (0.54ha) が森林域の最小単位となるようフィルタリング処理を行う。フィルタリング処理では、図 1.3.2.4 に示す 8 近傍サーチにより森林ピクセルを繋がったかたまりとして認識させ、5 ピクセル以下の森林ピクセルの集まりをその周辺で最大の土地被覆/土地利用の分類項目と置きかえることで取り除く。

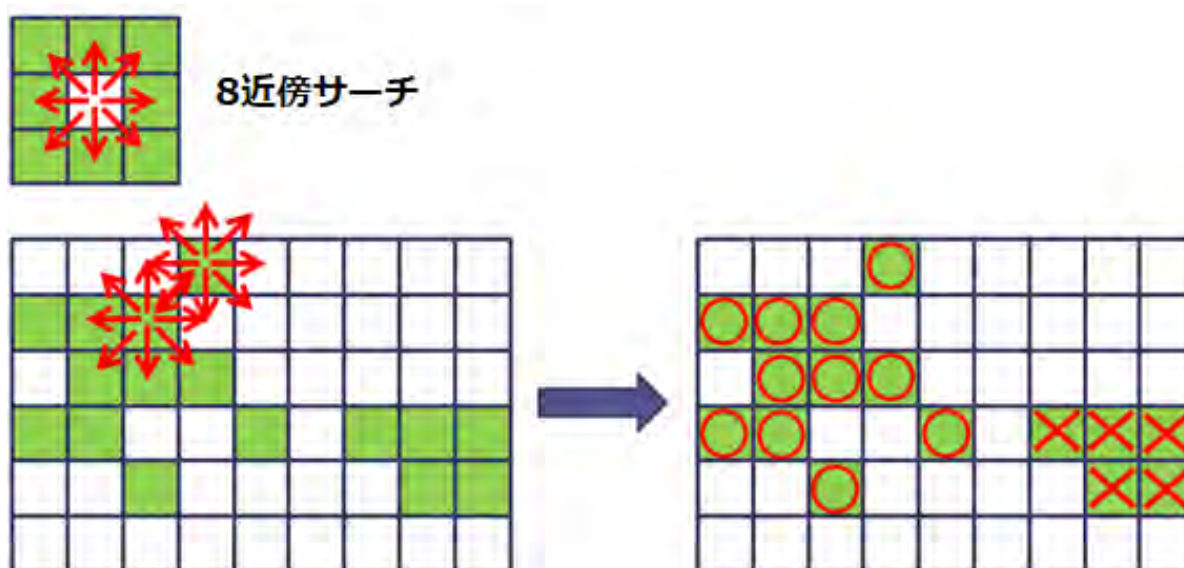


図 1.3.2.4 8 近傍サーチ

フィルタリング処理後は、森林域をゾーニングにより「山岳林・西部熱帯降雨林」、「海岸林・マングローブ」、「乾燥林」、「人工林」の 4 区分に分類して土地被覆/土地利用図を作製する（表 1.3.2.4）。

表 1.3.2.4 FRL 設定のための SLEEK に基づく森林区分一覧

土地区分	第 1 分類	第 2 分類
森林	山岳林・西部熱帯降雨林	密(樹冠率 \geq 65%)
		中(樹冠率 40-65%)
		疎(樹冠率 15-40%)
	海岸林・マングローブ	密(樹冠率 \geq 65%)
		中(樹冠率 40-65%)
		疎(樹冠率 15-40%)
	乾燥林	密(樹冠率 \geq 65%)
		中(樹冠率 40-65%)
		疎(樹冠率 15-40%)
	人工林	—

土地被覆/土地利用変化図は、2 時期の土地被覆/土地利用図を重ね合せて作成する。土地被覆/土地利用変化は、作成された土地被覆/土地利用変化図から土地被覆/土地利用変化区域として抽出され、変化面積が算出される。2 時期の土地被覆/土地利用変化は表 1.3.2.5 の変化マトリックスによって理され、ケニア国が FRL に採用した 4 つの REDD+活動ごとに集計して AD データとする。例として、表 1.3.2.6 に 2014 年～2018 年の変化を示したマトリックス表を示す。この表に示す数値が土地被覆/土地利用変化面積を表し、AD の数値の基となる。

表 1.3.2.5 ケニア国における土地被覆/土地利用変化マトリックスと REDD+活動の対応表

		区域 20XX+(X) 年																
		森林									非森林							
		山岳林・西部熱帯降雨林			海岸林・マングローブ			乾燥林			官公人工林	農地	草地	水地	宅地その他			
		密	中	疎	密	中	疎	密	中	疎								
区域 20XX年	森林	山岳林・西部熱帯降雨林	密	n	dg	dg								df	df	df	df	
			中	e	n	dg									df	df	df	df
			疎	e	e	n									df	df	df	df
		海岸林・マングローブ	密				n	dg	dg						df	df	df	df
			中				e	n	dg						df	df	df	df
			疎				e	e	n						df	df	df	df
		乾燥林	密							n	dg	dg			df	df	df	df
			中							e	n	dg			df	df	df	df
			疎							e	e	n			df	df	df	df
	官公人工林	密										n		s	s	s	s	
		中												s	s	s	s	
		疎												s	s	s	s	
非森林	農地	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	s	NA	NA	NA	NA		
	草地	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	s	NA	NA	NA	NA		
	水地	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	s	NA	NA	NA	NA		
	宅地その他	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	s	NA	NA	NA	NA		

- df 森林減少(森林→非森林)
- dg 森林劣化(森林→森林(劣化))
- e 森林増強(森林→森林(回復), 非森林→森林)
- n 変化なし(森林→森林)
- s 持続的森林管理(森林→非森林, 非森林→森林)
- NA 対象区域外

表 1.3.2.6 2014—2018 年土地被覆/土地利用変化面積 (ha)

土地区分			2018 年													
			山岳林・西部熱帯降雨林			海岸林・マングローブ			乾燥林			官公 人工林	農地	草地	湿地	住宅そ の他
			密	中	疎	密	中	疎	密	中	疎					
2014 年	山岳林・ 西部熱 帯降雨 林	密	834,862	49,209	19,734								88,835	91,840	416	821
		中	40,248	83,235	12,899								11,406	53,825	78	33
		疎	9,843	10,324	26,260								6,435	51,566	10	25
	海岸林・ マング ローブ	密				164,282	87,918	1,363					6,422	160,174	1,632	825
		中				22,023	40,366	2,040					3,565	50,419	458	233
		疎				1,116	989	452					110	2,797	9	12
	乾燥林	密							344,985	97,928	42,170		24,559	455,918	3,874	2,307
		中							57,877	60,223	33,164		4,763	127,932	1,229	1,018
		疎							21,221	20,412	66,984		4,012	185,783	1,445	4,274
	官公人工林											56,315	17,880	7,263	26	23
農地			78,641	8,156	6,568	1,689	2,567	438	21,204	9,163	10,163	3,886				
草地			85,367	48,885	38,956	76,856	82,563	13,417	377,850	207,559	158,441	4,834				
湿地			267	176	12	343	316	38	1,648	1,083	1,877	14				
宅地その他			866	107	1,702	398	470	15	1,667	2,424	3,279	6				

(b) 森林における炭素蓄積量 (EF)

a) 国家森林インベントリー調査におけるサンプリング手法

ケニア国では、IC-FRA により国家森林インベントリー調査手法が確立されているが、同手法は独自に設定された土地区分が用いられている。一方で、ケニア国は FRL 設定において SLEEK に基づいた森林区分を用いた。このため、NFMS の開発においては国家森林インベントリー調査のサンプリングデザインを改めて検討する必要がある。はじめに、IC-FRA の土地区分と SLEEK のエコロジカルゾーンによる森林区分の比較を図 1.3.2.5 に示す。また、FRL で使用された SLEEK に基づく森林区分を表 1.3.2.4 に示す。FRL 設定条件を基準として、SLEEK に基づいた森林区分を用いたサンプリングデザインを構築するとともに、国家森林インベントリー調査に求められる必要サンプル数の算出方法を検討した。

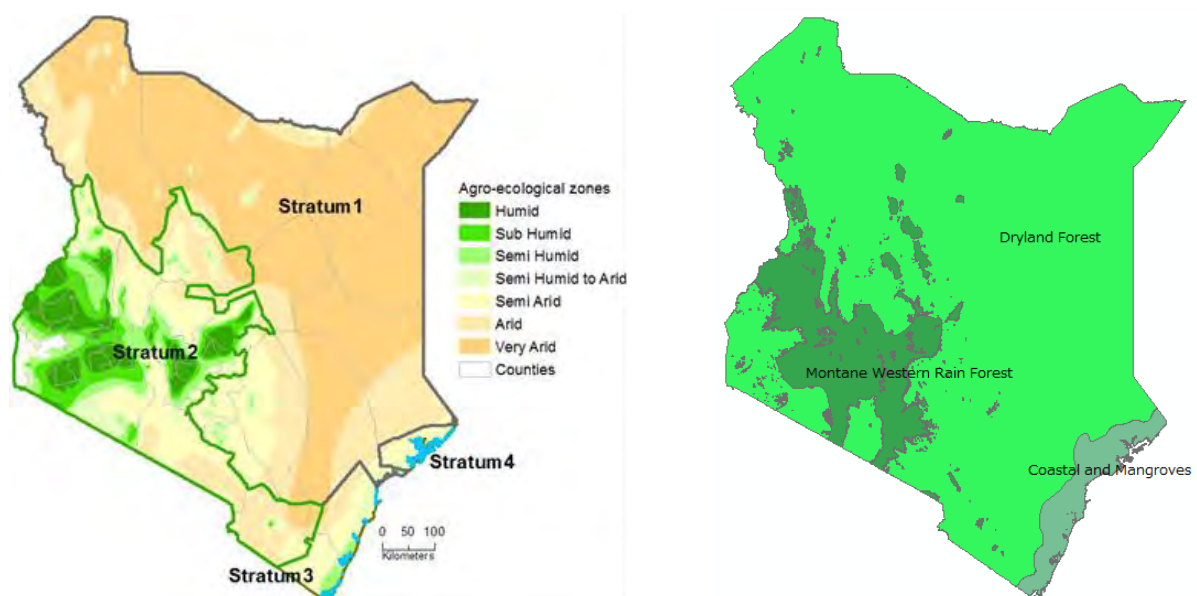


図 1.3.2.5 ケニア国における区分図

(左図：IC-FRA, 右図：FRL 設定に用いられた SLEEK)

国家森林インベントリー調査における必要サンプル数の設定については、既存の IC-FRA による算出方法を検証するとともに、新たな算出手法の検討を行った。

IC-FRA の算出方法の検証により、同算出方法が i) 過去のインベントリー調査の所要時間、ii) 調査データの平均値と誤差率、iii) 地形等の GIS データ、等を組み合わせて、統計ソフト R を用いたシミュレーション (500 回) を行うことで最適な必要サンプル数を算出していることが判明した。シミュレーションのための R コードはケニア国内で保存されていないこと、またシミュレーションに用いられる i) ~ iii) までの各基礎データの更新が困難なことから、ケニア国が採用した FRL での森林区分をもとに IC-FRA の算出方法を用いて再計算することが困難であると考えられた。

代替案として、試験研究分野で一般的に用いられる標本分布の信頼区間と、信頼区間に対応する信頼係数をもとに必要サンプル数を算出する手法方法を検討した (数式 1)。数式 1 は事前のサンプル調査の結果 (平均値と標準偏差) を用いて推定される。ここで n は必要とされるサンプリン

グ数、 $t_{0.05}$ は信頼区間 95% に対応する信頼係数、 C_v は事前サンプル調査結果の標準偏差を平均値から除したものの、 e は目標誤差率を表す。

$$n = \left(\frac{t_{0.05} * C_v}{e} \right)^2 \quad \dots \text{数式 1}$$

今回、ケニア国の FRL 設定で用いたパイロット・インベントリー調査データをもとに、各森林区分の必要サンプル数 n を信頼区間 95% (信頼係数: 1.96)、目標誤差率 10% で算出した ($n=1,227$ 、表 1.3.2.7)。なお、分類区分ごとの計算結果において必要サンプル数 n が 30 未満となる場合は、 $n=30$ が必要最低サンプル数として採用される。

今後この必要数にしたがって、全土を 1km グリッドで線引きした交点からランダムに実際に調査を実施する箇所を設定する。また、国家森林インベントリーの調査クラスタを地図上で配置した後土地利用変化 (例えば、森林から農地への転換) 等により実際に現地で調査ができない場合などを想定して、 n の 20% 分の数を補助サンプルとして設定した。

また、ケニア国はサンプルデータを効率よく収集できることから、IC-FRA によるクラスタ方式 (1 クラスタ当たり 6 プロットあるいは 4 プロット) によるサンプリングを予定している。必要サンプル数の計算結果は、必要クラスタとして適用される。各森林タイプのクラスタデザイン、プロット数及びプロットサイズ、並びにプロットデザインをそれぞれ図 1.3.2.6、表 1.3.2.8 及び図 1.3.2.7 に示す。

表 1.3.2.7 信頼区間推定に基づく必要サンプル数の算出

分類区分	パイロット・インベントリー・データ			C_v	$t_{0.05}$	e	n	
	サンプル数	平均バイオマス量 (t/ha)	標準偏差 (t/ha)					
山岳林・西部熱帯降雨林	密	8	335.37	216.38	0.65	1.96	0.10	160
	中	7	80.05	47.46	0.59	1.96	0.10	135
	疎	5	25.08	9.55	0.38	1.96	0.10	56
海岸林・マングローブ	密	18	113.55	54.04	0.48	1.96	0.10	87
	中	11	63.30	22.00	0.35	1.96	0.10	46
	疎	14	28.81	17.01	0.59	1.96	0.10	134
乾燥林	密	7	54.31	41.10	0.76	1.96	0.10	220
	中	8	44.19	19.21	0.43	1.96	0.10	73
	疎	7	18.26	8.82	0.48	1.96	0.10	90
人工林	-	36	412.48	316.71	0.77	1.96	0.10	226
合計		121						1,227

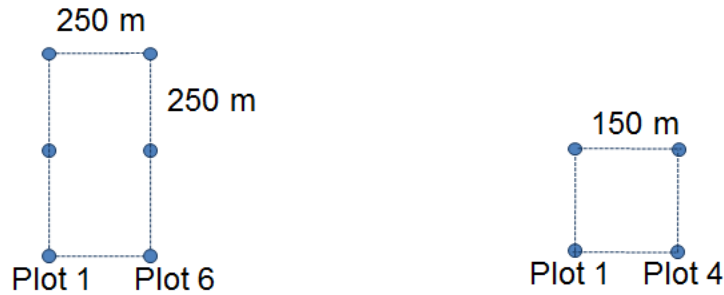


図 1.3.2.6 クラスタデザイン (左図：山岳林・西部熱帯降雨林と乾燥林に適用、右図：海岸林・マングローブと人工林に適用)

表 1.3.2.8 森林タイプ毎のクラスタ内プロット数とプロットサイズ

森林タイプ	クラスタ内プロット数	プロットサイズ (半径 m)	クラスタ内プロット総面積(m ²)
山岳林・西部熱帯降雨林	6	15	4,239
海岸林・マングローブ	4	15	2,826
乾燥林	6	20	7,536
人工林	4	15	2,826

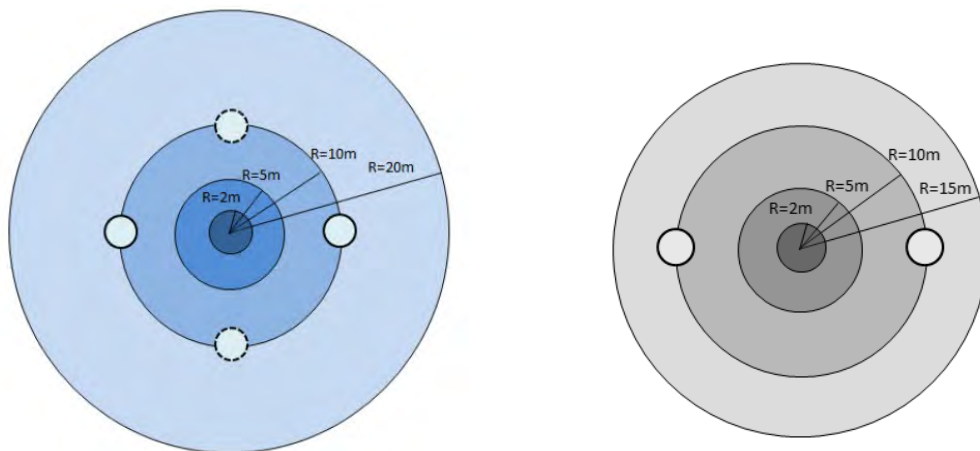


図 1.3.2.7 プロットデザイン (左図：乾燥林に適用、右図：山岳林・西部熱帯降雨林、海岸林・マングローブ及び人工林に適用)

プロット調査における調査対象を表 1.3.2.9 に示す。

表 1.3.2.9 プロット調査における調査対象

調査項目	調査対象と調査区	調査データ
樹木	半径 2m 区	DBH \geq 2cm (実生)
	半径 5m 区	DBH \geq 5cm (幼樹)
	半径 10m 区	DBH \geq 10cm
	半径 20m 区 (乾燥林)	DBH \geq 20cm

調査項目	調査対象と調査区	調査データ
	半径 15m 区 (乾燥林以外)	
灌木	半径 15m 区	-
稚幼樹	2つの小プロット半径 1.5m (プロット中心点から 10m 位置)	樹高 ≥10cm, DBH ≤2cm
枯死木	半径 15m 区 (乾燥林 20m 区)	直径 ≥10cm
切り株	半径 15m 区 (乾燥林 20m 区)	直径 ≥10cm
竹類	半径 10m 区	全樹幹 ≥1.3m
蔓類	半径 2m 区	DBH ≥2cm
	半径 5m 区	DBH ≥5cm

b) バイオマス量換算方法

バイオマス量の換算方法は FRL 設定条件における炭素蓄積量の算出方法と同一とした。

(c) 森林変化モニタリング

a) 森林被覆変化モニタリングにおける外部連携

森林被覆変化モニタリングにおける外部連携の構築については、ALOS-2 衛星を活用した JJ-FAST による森林減少地の検出及び Sentinel-2 衛星を活用した準リアルタイム森林警報システム (NRTFAS) による森林減少地の検出をモニタリング手法として取り入れた。

JJ-FAST は、2ha 以上の大きさの森林減少を検出することが可能であり、観測対象地域はケニアを含む 77 カ国で、熱帯林帯のほぼ全域をカバーしている。マイクロ波によるリモートセンシング技術を採用しているため、熱帯地方特有の厚い雲の下、特に雨季にも検出することが可能である。このシステムは、JAXA の陸域観測技術衛星 2 号 (ALOS-2) に搭載された PALSAR-2 センサが取得した L バンド合成開口レーダデータを用いて、約 1.5 ヶ月ごとに森林伐採を検出し、検出された地点の位置情報をウェブサイトでユーザーに無償で提供されている。

ケニア国 NFMS では、FIP において JJ-FAST が提供する森林減少情報へのアクセスを可能とした。

NRTFAS は、光学衛星 (Sentinel 2) データを用いた森林減少検出システムで、ケニア国では英国がスポンサーとなっている Forest2020 プロジェクトのパイロットプロジェクトとして実施されており、ケニア国北部地域の 8 つの郡が対象とされている。

使用される Sentinel 2 衛星は、EU が打ち上げて運用している。10 日間の周期で地球を観測する 2 つの衛星 (Sentinel 2A と Sentinel 2B) で運用されており、このため 5 日に 1 回の頻度で森林監視が可能である。

NRTFAS は、Sentinel 2 の衛星画像データをダウンロードし、大気の補正と前処理 (教師付き画像分類、雲除去処理、学習データ、2 期間の変化の検出) を行い、森林減少地域を検出する (図 1.3.2.8)。ケニア国 NFMS では、NRTFAS で検出される森林減少エリアを FIP で閲覧可能とした。

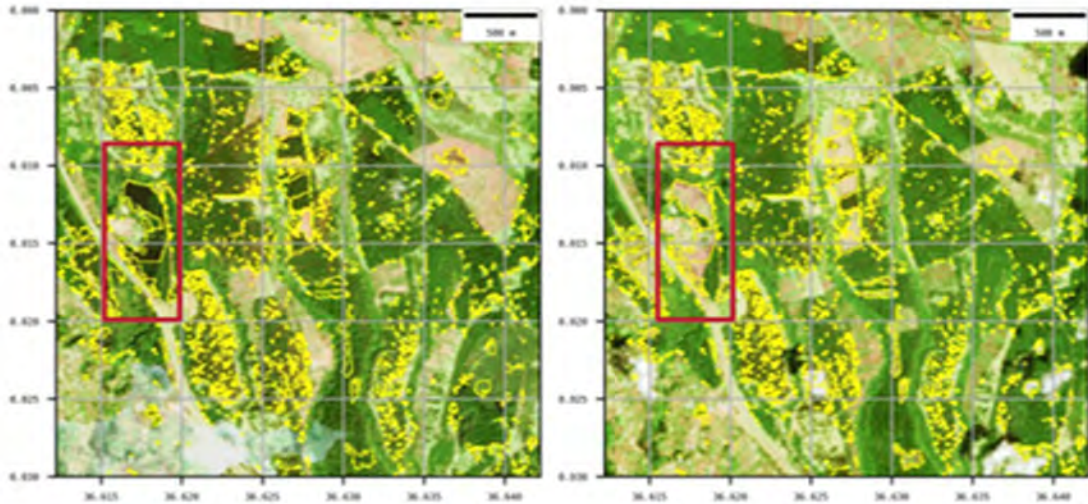


図 1.3.2.8 NRTFAS における森林減少エリアの検出事例

b) Survey123 を用いた現地調査手法

森林被覆変化モニタリングにおいて、上記 a) で記載されたリモートセンシングにより検知された森林減少地域での Survey123 を用いた現地照査してモニタリング手法とする。JJ-FAST や NRTFAS によって検出された森林減少アラート情報は、KFS 本部からカウンティ事務所へ通知される。当該区域を担当する KFS レンジャーはスマートフォンやタブレットなどのモバイル機器に搭載された Survey123 の調査フォームを用いて、現地での確認・報告を可能とする（図 1.3.2.9）。

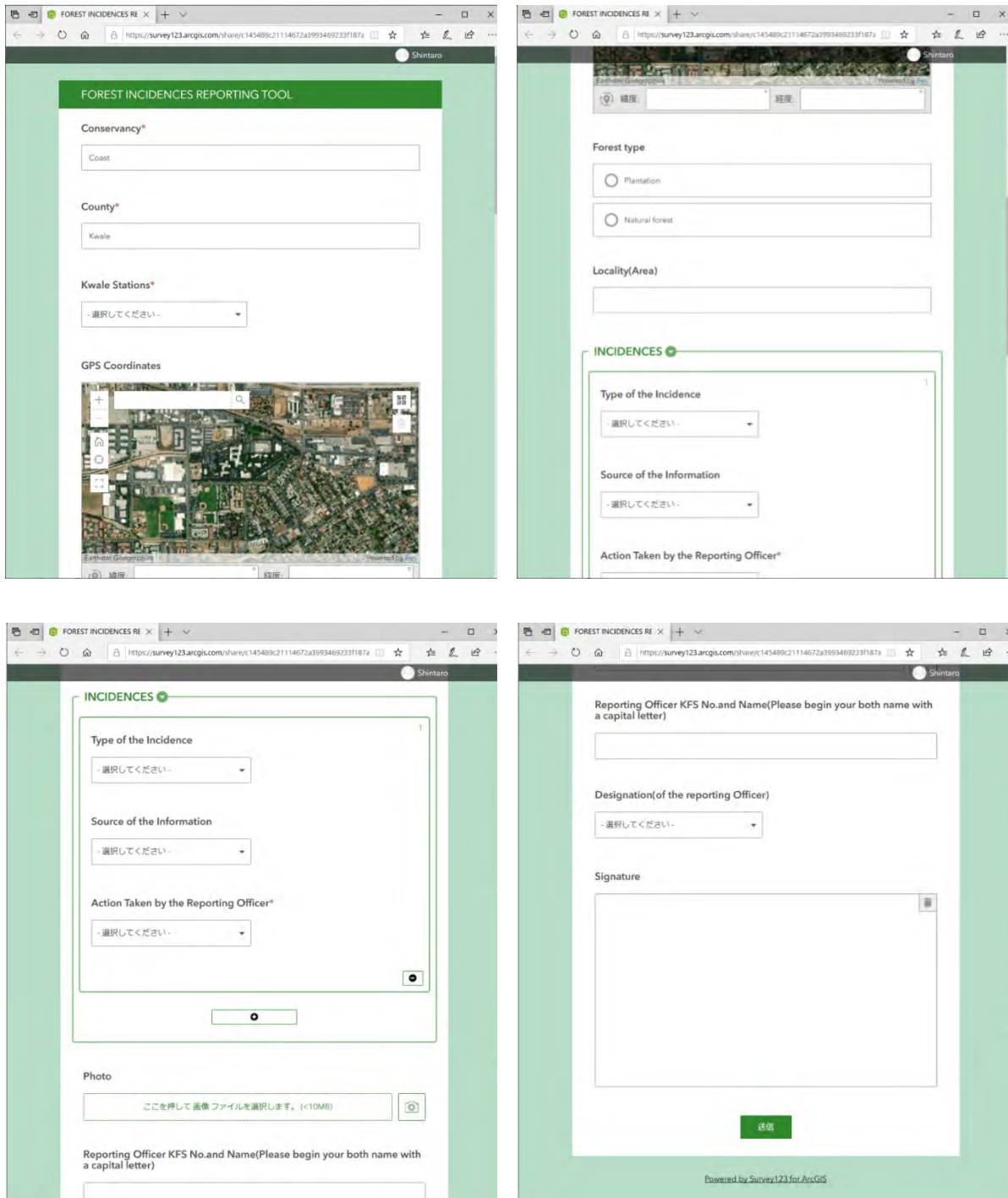


図 1.3.2.9 Survey123 の調査フォーム

(d) PaMs モニタリング手法

REDD+における Policy and Measures (PaMs) モニタリングは、国家 REDD+戦略 (NRS) に基づいて実施されることが望まれるが、ケニア国の NRS は 2021 年 10 月現在、策定中である。このため 2021 年 10 月現在で最終化した NFMS では、2021 年 10 月時点の NRS ドラフトを参考にして森林に関する政策を抽出して、モニタリング指標等を設定した。具体的なモニタリング手法等は今後の検討事項となった。

(e) 生物多様性モニタリング

NFMS における生物多様性モニタリングの方法論については、ケニア国内の状況から 2 つの手法が考えられた。1 つ目は、ケニア国内で関係機関が実施している既存、または今後実施が予定されている生物多様性調査の結果を活用する方法である。2 つ目は NFMS において新たに独自の生物多様性モニタリングの調査方法を設計する方法である。C/P 協議等から、ケニア国の NFMS は 2 つ目の手法を選択して、NFI により収集される情報をもとにした生物多様性モニタリング手法が採用された。NFI により収集される樹種数、樹種別の個体数、個体ごとの群落占有率等により、森林における生物多様性を評価することが可能と考えられる。

(f) REDD+関係プロジェクトのモニタリング

ケニア国内の REDD+及び AR-CDM プロジェクトを対象に、調査項目の情報収集を行いモニタリング手法とする。収集した各プロジェクトの情報は、GIS 機能を用いて位置情報とともに FIP に掲載されることで（図 1.3.2.27）、ケニア国内のプロジェクト運営の透明性の確保が期待できる。また、国内の森林に関係するプロジェクト活動を取りまとめることで、温室効果ガス削減による成果払いの重複を防ぐことが期待される。

4) NFMS 文書作成

NFMS の継続的な実施、運営、管理のため、その構造やモニタリング機能の各方法論、データ管理機能の各方法論をすべて記載した『ケニア国 NFMS 文書』Ver.1.0 を表 1.3.2.10 に示す目次で作成した。ケニア国 NFMS 文書 Ver. 1.0 は、REDD+ TWG 会議での協議や、関係者へ配布して意見を徴収、反映して最終化した。

表 1.3.2.10 ケニア国 NFMS 文書の目次案

第 1 章	NFMS 文書の背景と目的	1.1 背景
		1.2 森林セクターにおける法整備の取り組み
		1.3 UNFCCC の NFMS 構築要件
		1.4 NFMS 文書の目的
第 2 章	UNFCCC の要求事項	
第 2 章	ケニア国 NFMS の基本条件	2.1 土地利用区分
		2.2 森林の定義
		2.3 森林区分
		2.3.1 山岳林・西部熱帯降雨林
		2.3.2 海岸林・マングローブ
		2.3.3 乾燥林
		2.3.4 人工林
		2.4 対象カーボンプール
		2.5 対象温室効果ガス
		2.6 ケニア国の REDD+
		2.6.1 対象スケール
2.6.2 対象 REDD+活動		
2.6.3 対象 REDD+の定義		
第 3 章	ケニアにおける NFMS の概念設計	3.1 ケニアの NFMS の目的
		3.2 NFMS の構成
		3.2.1 モニタリング機能
		3.2.2 データ管理機能
		3.3 段階的アプローチ
第 4 章	モニタリング機能	4.1 活動データ (AD) のための森林被覆面積と森林被覆変

		化面積
		4.2 排出係数 (EF) のための森林炭素ストック
		4.3 森林被覆変化のモニタリング
		4.4 政策と措置 (PaMs)
		4.5 生物多様性
		4.6 REDD+と AR-CDM プロジェクト
第 5 章	データマネジメント機能	5.1 FIP の構成要件と内容
		5.2 FMIS との連携
		5.3 FIP の運営
		5.3.1 運営体制
		5.3.2 データ及び情報の更新方法
		5.3.3 設備及びソフトウェアの管理体制
第 6 章	NFMS の体制	6.1 モニタリング機能の実施体制
		6.2 データ管理機能の実施体制
第 7 章	NFMS のカレンダー	
第 8 章	今後の改善	8.1 今後の FRL の改善に基づく NFMS の改善
		8.2 国家 REDD+戦略の改善に基づく NFMS の改善
		8.3 参加型モニタリングの取り組み

(2) 森林情報プラットフォームの設計開発

1) 森林情報プラットフォームのフレームワークの設計

本コンポーネントでは、システムの拡張に際して既存のデータベースを精査し、過去のデータとの互換性や今後追加される見込みの情報を考慮し、設計開発を実施した。設計にあたっては、データベースソフトの更新もしくは新規導入についても検討し、コンポーネント終了後も拡張性が保てるようにした。

また、KFIS (Kenya Forest Information System、日本国による環境プログラム無償資金協力「森林保全計画 (2010～2013 年)」で構築)のような既存のデータベース、及びデータベースを使用する C/P やステークホルダの運用状況についても調査した。

(a) 既存データベースの調査

本コンポーネントにおいて、KFIS のデータベースの利用状況を調査した結果、KFIS へのアクセスは頻繁に行われていないことが判明した。また、KFIS のデータベースの更新もほぼ実施されていない状況であり、ほとんど運用されていないことがわかった。C/P によると、KFIS は主に 2 つの理由で運用されていないことがわかった。

1 つ目の理由は、フィンランドがドナーとなった MMB(MITI MINGI MAISHA BORA Support to Forest Sector Reform in Kenya)プロジェクトにおいて、KFIS から FMIS (Forest Management Information System) へと森林情報データベースシステムの置き換えが行われた事にある。これにより KFIS は、GIS データの格納場所、または ArcGIS Desktop のライセンスサーバーとしての役割しか果たさなくなり、KFIS に関連したデータはほとんど更新されなくなった。

2 つ目の理由は、オープンソースベースのサーバーシステムを維持させるための人的要員の欠如である。GIS 部門にとって、最新のオープンソースに関する知識を維持していくことは、部門の主要なワークフローとは無関係であり、困難な事であった。また、システム管理者の退職に伴う、データベースのバックアップやフィールド調査におけるデータ収集のサポート、パッチファイルの適用など運用及びメンテナンスに必要な技術的移転が十分になされなかったことも影響を与え

た。結果として C/P の主要な業務をサポートする KFIS のシステム運用は、行われなくなった。

また、本コンポーネントでは、森林情報プラットフォームに関連性のある、他のステークホルダーや国家によってサポートされた、次の3つのプロジェクト及びプログラムを調査した。

1 つ目は上述の MMMB プロジェクトで整備された FMIS である。FMIS は MMMB を構成する 5 つの主要なコンポーネントの中の、森林インベントリーを管理するためのシステムとして構築された。MMMB はオラクルデータベースを基盤とする FMIS を導入し、QGIS（オープンソースの GIS ソフト）で編集した 10 地方局 65 署分の計約 6000 レコードを管理していた。2017 年 3 月に Naivasha にて行われた C/P とのワーキンググループにおいて、情報の散逸を防ぐため FIP から FMIS のデータベースを参照できることが C/P からの要望として挙げられた。

2 つ目が、IC-FRA プロジェクトの拡張である。IC-FRA は 2013 年から 2015 年までフィンランドの支援の下行われた、森林インベントリー調査と FRL のためのプロトタイププロジェクトであった。ここでは FAO が開発した Open Foris Collect という現地調査ツールが試験導入され、250 プロットに及ぶデータがプロジェクト中に収集されている。しかしながら KFIS が交換プログラムを備えているにもかかわらず、現場では運用されたことがなかった。これは、IC-FRA が調査項目を増加させたことによるものであった。2017 年 2 月から 3 月に実施された追加のパイロット調査では、新しい調査ツールが検討され、2 つの必要な機能が明らかになった。1 つはデータベースと登録情報とを適合させるための調査 ID を自動附番させる機能である。この機能は、現地調査における煩雑な作業を減らし、かつ記録された情報の品質を確保するために最も重要なポイントの 1 つである。もう 1 つは最近の PDA には装備されている、デジタルカメラによる撮像や GNSS (Global Navigation Satellite System、衛星測位システム) を利用した精度の高い位置情報の取得であった。これらの機能は、Open Foris Collect では備えていなかったため、森林情報プラットフォーム開発における重点事項の 1 つとした。

3 つ目が、温室効果ガスの排出と推定に関する国家の報告書及び REDD+ の計画と追跡を支援する事を目的とした SLEEK である。C/P は SLEEK プロジェクトのステークホルダーの一員であるため SLEEK との連携は開始当初から想定されている。SLEEK では土地被覆の DB を衛星画像から作成しており、C/P もその作成の関係部署となっていた。コンポーネントは SLEEK 担当チームにインタビューを行い、REDD+に関するデータベース構築、ワークフロー及びシステム機能の重複を回避するようにした。SLEEK システムは 2016 年 12 月から供用開始を予定していたが、インタビュー時点ではプロトタイプのまま、ソースコードとマニュアルが存在している状況であった。

既存データベースの調査を踏まえ、森林情報プラットフォームに必要な拡張・開発要素を以下のとおり整理した。

- オープンソースではなくベンダーサポートを持続的に受けられる商用製品をベースとして構築するシステムであること
- FMIS の GIS データと連携できること
- インベントリー調査時に調査 ID の採番に矛盾がなく、PDA 等を利用し、正確な位置情報を取得できること
- 森林情報プラットフォームのコンセプトである、地図情報を含めた REDD+に関連する様々な情報を集約・管理できるシステムであること

(b) 森林情報プラットフォームのフレームワークの設計

図 1.3.2.10 にフレームワークの構成図を示す。

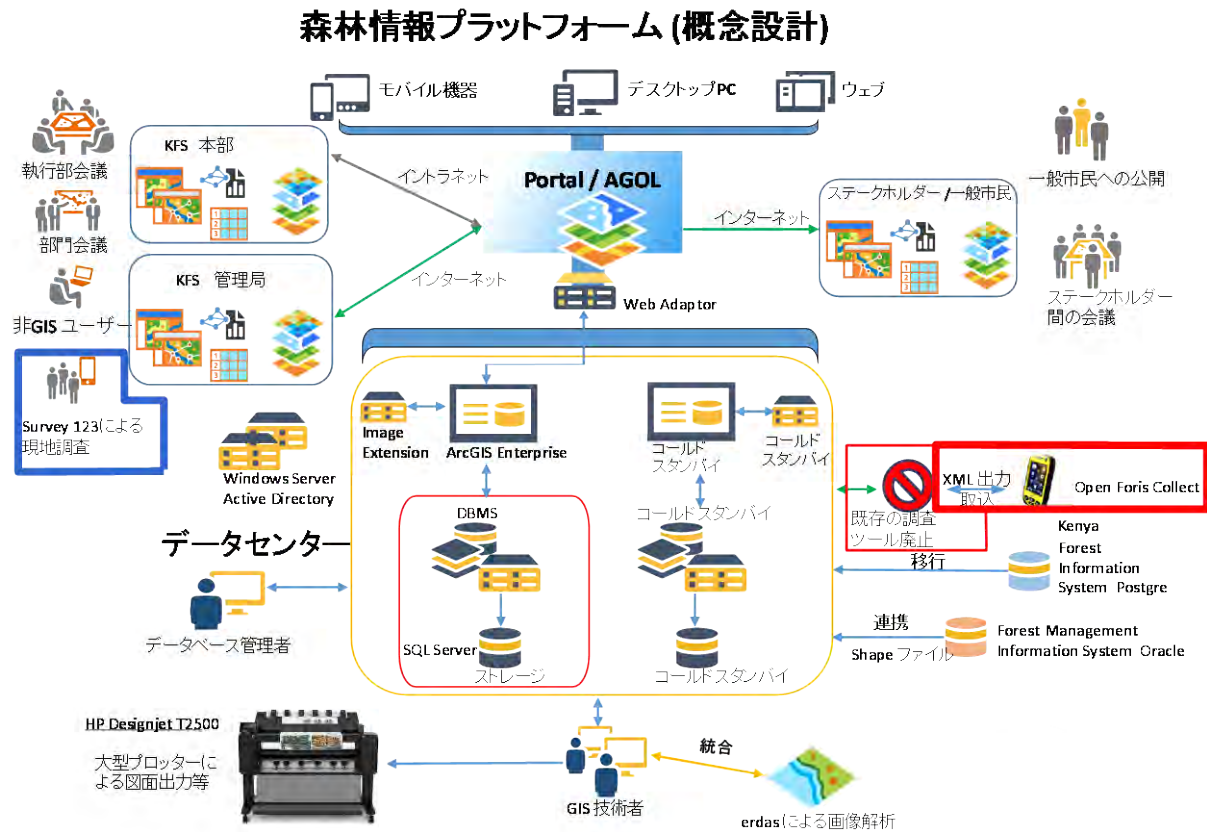


図 1.3.2.10 森林情報プラットフォームの構成図

本構成図では、システム操作におけるセキュリティと持続性について考慮している。データベースはデータセンターに保存され、データ保存のためのデータベース管理システム(RDBMS: Relational Data Base Management System)を備えたストレージはバックアップデバイスとソフトウェアにより保管・復元が可能である。また既存のデータセットを FIP に移行する必要があるため、FIP サーバ機は既存の機器と連携した冗長構成¹をとるものとした。

サーバソフトウェアについては、ArcGIS Enterprise 及び MS-SQL Server を導入し、本局/管理オフィスだけでなく現地調査員を含む全てにベンダーサポートを含めた堅牢なデータベースアクセスを提供する。さらに GIS データベースの情報とコンテンツを保護するために、クラウド GIS サービスである ArcGIS Online 上のコンテンツ (GIS データ、画像) については SLEEK、KEFRI、SOK などのユーザに限定して、直接操作可能な権限を付与することが可能である。また外部関連システムとの連携については、追加の開発事項とした。

データベースの基本及び詳細設計は、FMIS やインベントリーデータベースツールなどの追加開発に関する協議・検討後に実施した。

¹ システム障害対応のために予備の装置をバックアップとして設置する構成のこと

2) 森林情報プラットフォームの設計と開発

(a) ハードウェア設計

FIP の設計は PC サーバ、ストレージ、バックアップテープマガジンドライブ、PC ワークステーション及びその他の周辺機器の構成をベースに行われている。本プロジェクトでは、新たに調達する機器に加え、既存の機器を主にバックアップの機材として利用する事とした。表 1.3.2.11 にハードウェア構成を示す。

表 1.3.2.11 ハードウェア構成

Item	Specification
新規サーバ: GIS サーバ	<ul style="list-style-type: none"> - CPU: Intel® Xeon®E5-2640 v4 2.4GHz for 10 core, - Memory: 32 GB - HardDisk: 8 x SAS 3.84TB, or more, RAID 6 - Rack type 2U server * Including VMware vSphere Standard
新規サーバ: SQL データベース.	<ul style="list-style-type: none"> - CPU: Intel® Xeon®E5-2640 v4 2.4GHz for 10 core, - Memory: 32 GB - HardDisk: 8 x SAS 3.84TB, or more, RAID 6 - Rack type 2U server * Including VMware vSphere Standard
新規データサーバ	<ul style="list-style-type: none"> - CPU: 1 x Intel® Xeon® E5-26xx v3 series, 1.9GHz, or more - Memory: 32 GB - HardDisk: 24 x SAS 2TB or more, RAID 6 - Rack type 2U server
新規バックアップ機器 HPE MSL2024 0-Drive Tape Library (AK379A)	<ul style="list-style-type: none"> - Support Tape: LTO-5, LTO-6,LTO-7 - Tape Slot: 24 - Capacity: 320TB (Compress) - Rack type 2U
新規バックアップ機器 HPE MSL2024 0-Drive Tape Library (AK379A)	<ul style="list-style-type: none"> - Support Tape: LTO-5, LTO-6,LTO-7 - Tape Slot: 24 - Capacity: 320TB (Compress) - Rack type 2U
新規 GIS 処理・画像処理用 PC ワークステーション 6 台	<ul style="list-style-type: none"> - OS: Windows 10 Pro Edition 64 bit (English) - CPU: Intel® Xeon® Processor ES-1620, 3.7GHz Turbo or higher, 12M L3, 5.86GT/s or higher - Memory: 16 GB or more - HardDisk: at least 2TB totally, SATA (No RAID) or more - DVD Super Multi Drive - Graphic Card: 1G NVIDIA Quadro K600 (1DP and 1DVI) (1DP-DVI and 1DVI-VGA adapter) or higher - Wireless network USB adopter (support 11n/11a/11g/11b) - 29inch Wide Monitor - Microsoft Office 2016 (Home & Business) - Security software (24 months) - System Recovery media - Auto Ranging (100V- 240V) - UPS 650 (650VA - 400 Watts), Input 230V / Output 230V
新規現地調査用ノート PC 2 台	<ul style="list-style-type: none"> - OS: Windows 10 Pro Edition 64 bit (English) - CPU: Intel® Core i7® series Processor - Memory: 16 GB or more - HardDisk: at least 1TB

(b) ベースソフトウェア設計

FIP の設計は、商用のソフトウェアを基本とする。これは C/P に対するソフトウェアベンダーによ

るサポート及びトレーニングを受ける事ができるためである。表 1.3.2.12 以下にソフトウェア構成とコンポーネントについて記載する。

表 1.3.2.12 ソフトウェア構成とコンポーネント

ソフトウェア	仕様
空間情報データベース管理ソフトウェア	ESRI ArcGIS for Server Enterprise Standard, Portal for ArcGIS Level1
画像サーバソフトウェア	ESRI ArcGIS image Extension for Server Enterprise
GIS クラウドサーバソフトウェア	ESRI ArcGIS Online Organization Plan Level 1 + additional 5 named user
管理者用 GIS ソフトウェア (PC 版)	ESRI ArcGIS for desktop advanced 10.4 with spatial analyst, 3D analyst, geostatistics analyst, publisher
運用者用 GIS ソフトウェア (PC 版) 3 セット	ESRI ArcGIS for desktop standard 10.4 with spatial analyst, 3D analyst, geostatistics analyst, publisher
リモートセンシングソフトウェア (PC 版)	ERDAS IMAGINE 2016 version
データベースサーバソフトウェア	Microsoft SQL SERVER 2016 or Higher + 5 USER CALS

GIS ポータルモジュール：このモジュールは FIP 上における GIS データの利用に関するユーザインターフェイスを提供する。このモジュールは以下のサブモジュールにより構成される。

- 空間情報データベースソフトウェア及びその管理機能
- イメージサーバソフトウェア
- データベースサーバソフトウェア
- HTTP サーバ (KFS 既存の Web サーバもしくは K FIS の再構築)

このモジュールは KFS 内で利用する GIS のメインゲートウェイとして機能する。またイメージサーバは画像のキャッシュデータを作成し、インターネットアクセスが難しいフィールドにおいても衛星画像などを利用できる環境を提供する。

GIS クラウドモジュール：このモジュールは、フィールド調査員や C/P のステークホルダなど限定されたユーザにアクセスインターフェイスを提供する。このモジュールは以下のサブモジュールにより構成される。

- GIS クラウドサーバソフトウェア
- 管理者用 GIS デスクトップソフトウェア
- 運用者用 GIS デスクトップソフトウェア

このモジュールには、ArcGIS Online を通じて登録されたステークホルダのみが ArcGIS ユーザーライセンスを利用しアクセスすることとなる。このクラウドサービスを使用する事により、登録されたユーザは GIS データセットに安全にアクセスする事が可能となる。

このモジュールのクラウドサービスの管理者機能には他の用途も存在する。例えば Operations Dashboard for ArcGIS は、デスクトップ用の GIS ソフトウェアによる統計分析を直感的なグラフィックを用いて結果表示することが可能である (図 1.3.2.11)。



図 1.3.2.11 Operations Dashboard for ArcGIS

3) 情報セキュリティの設定

FIP の設計は KFS の情報セキュリティ規定を基準としている。C/P では情報の機密性を確保するための認証方法として Active Directory を採用しており、全てのアクセスは Windows のドメインネットワークの制御下にある。整合性などの要素を保護するには、データベースソフトウェアがデータバックアップの整合性を検証できるように、すべてのデータベースをデジタルテープリーダーでバックアップする必要がある。また全ての PC サーバ及びワークステーションを Active Directory のリポジトリに登録し、サービスレベルにおいて全てのサーバプロセスを KFS 内の IT 部門が監視できるようにする必要がある。さらにサーバに問題が発生した場合でも FIP のサービスを継続して提供できるよう、既存のサーバの 1 台をインスタンスのバックアップとして利用する必要がある。

4) サイトマップの設計

2017 年 12 月の TWG において、本コンポーネントは C/P とサイトマップについて協議し、FIP の 8 つのメインコンポーネントを定義した。メインコンポーネントの定義に従い、本コンポーネントはサイトマップの概要を以下の様に設計した。

(a) 8 つのコンポーネントとその内容 (図 1.3.2.12、表 1.3.2.13、表 1.3.2.14)



図 1.3.2.12 8つのコンポーネント (原案)

表 1.3.2.13 各コンテンツの概要 (原案)

対象情報	機能概要
森林参照レベル (FRLs)	<ul style="list-style-type: none"> REDD+活動を通じて達成される排出削減量を定量化し提示 FREL/FRL の設定に使用されたアクティビティデータ、排出係数、推算に関する情報を提示
測定・報告・検証 (MRV)	<ul style="list-style-type: none"> REDD+活動に関し、ケニアにおいて何をどのように測定、報告、検証するのかについて、概念と計画を提示
セーフガード	<ul style="list-style-type: none"> REDD+活動を通じてセーフガードがどのように処理されたかについて、セーフガード情報システムを用いて提示
森林吸収/排出モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> 森林被覆の変化と炭素貯蔵量の移動と排出の傾向を提示
国家 REDD+戦略及び関連情報	<ul style="list-style-type: none"> 国家 REDD+戦略に関する情報を提示 森林伐採並びに減少に関する推進力について定量的に提示 ポリシー、戦略及び対策(PaM)の定量的評価を提示
森林管理情報	<ul style="list-style-type: none"> 森林の拡張や権利に関する情報を提示 (REDD+レジストリとして提出される前に) REDD+プロジェクトの実施者及び投資家が PDD の実現可能性を判断する為の情報を提示
その他関連データ	<ul style="list-style-type: none"> その他関連する情報を提示
プロジェクト登録	<ul style="list-style-type: none"> REDD+及び AR CDM に関連するプロジェクトエリアと情報を地図及びその属性情報として提示

表 1.3.2.14 FIP のコンテンツ (原案)

コンポーネント	データ管理システムで取り扱われる情報
森林参照レベル (FRLs)	FRELS/FRLs
	FRELS/FRLs 制定の根拠
	アクティビティデータ
	森林被覆
	森林被覆/土地利用の時系列情報

コンポーネント	データ管理システムで取り扱われる情報
	排出要因 森林インベントリー調査 バイオマス情報 排出量推算 国家情勢 FREL/FRL の参考情報
測定・報告・検証 (MRV)	MRV コンセプト 測定システム 報告システム 検証システム
セーフガード	セーフガード情報システム
森林吸収/排出モニタリング	森林被覆変化 準リアルタイム森林減少モニタリング 森林炭素蓄積の吸収と排出
国家 REDD+ 戦略及び関連情報	国家 REDD+戦略 国家 REDD+戦略 REDD+関連法 森林減少や劣化を推進するものに関する情報 PaMs
森林管理情報	森林管理と REDD+ 森林管理における法的権限 REDD+報告に関する国の責任 森林伐採権
その他関連データ	都市、河川、気象観測所、道路、鉱業権、土地単位、土地システム、土地境界、農業生態系エリア、土壌、標高、その他 REDD+関連プロジェクト
プロジェクト登録	文書 地図

(b) コンテンツの種類

情報の種類に合わせ、コンテンツの種類を以下の4つに分類した (表 1.3.2.15)

表 1.3.2.15 コンテンツの種類

コンテンツ種別	内容
解説	コンテンツの説明

コンテンツ種別	内容
GIS データ	地図として表示される空間情報
表データ	演算結果やインベントリーの表示
文書	文書

(c) アクセス権限

各コンテンツに対するアクセス権限は4つのタイプのユーザに分類される(1. FIP 管理者、2. KFS、3.関係するステークホルダ、4. 一般市民)。各ユーザの権限について表 1.3.2.16 に示す。例えば GIS データを扱うためにも GIS 及び空間情報に関する専門の知識と管理権限が必要であるため、GIS データの作成、更新については FIP 管理者及び KFS 職員にのみその権限を与えている。

表 1.3.2.16 ユーザ別アクセス権限

コンテンツ種別	アクセス権限			
	FIP 管理者	KFS	関係ステークホルダ	一般市民
解説	表示/作成/更新	表示	表示	表示
GIS データ	表示/作成/更新	表示/作成/更新	表示	表示
表データ	表示/作成/更新	表示/作成/更新	表示	表示
文書	表示/作成/更新	表示/作成/更新	表示/作成/更新	表示

(d) ユーザインターフェイスの設計

本コンポーネントは FIP のユーザインターフェイスとしてとしてタブファンクションを用いるデザインを採用し、設計・実装を行った(図 1.3.2.13)。また FIP のサイトでは地図情報だけでなく Word や PDF、excel または外部 Web サイトも提供できるようにした。

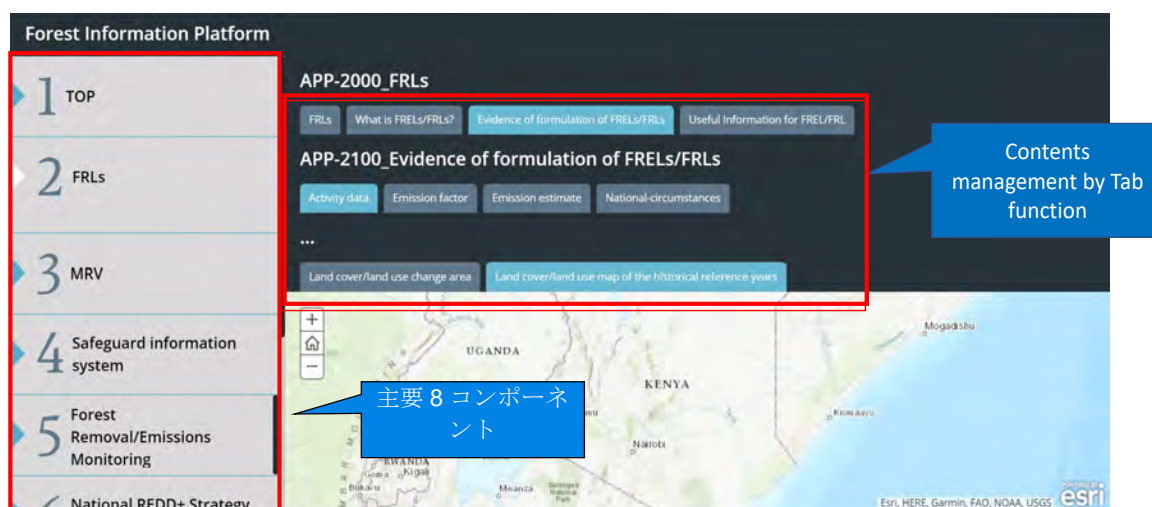


図 1.3.2.13 タブファンクションスタイル UI

(e) 現地調査ツールの設計

本コンポーネントは C/P と協議を行い、現地調査ツール及び収集情報管理ツールの設計を行った。現地調査ツールは ESRI 社製 Survey 123 及び Collector for ArcGIS をベースとし、収集情報管理ツールは ESRI 社製の ArcGIS Online を用いることとした。Survey 123 及び Collector for ArcGIS を用いることで、衛星画像等のデータセットをベースマップとして参照する事が可能となり、また調査結果と位置情報を合わせてサーバに送ることも可能となる。さらに Survey 123 及び Collector for ArcGIS と ArcGIS Online を連携して使う事で、管理者にとっても情報管理が容易となる。本コンポーネントはまた、“Open Foris Collect”(既存の現地調査ツール)の運用方法について調査を行った。この結果に基づき、本コンポーネントは Survey 123 及び Collector for ArcGIS、ArcGIS Online を用いた新しいワークフローを設計した(図 1.3.2.14)。

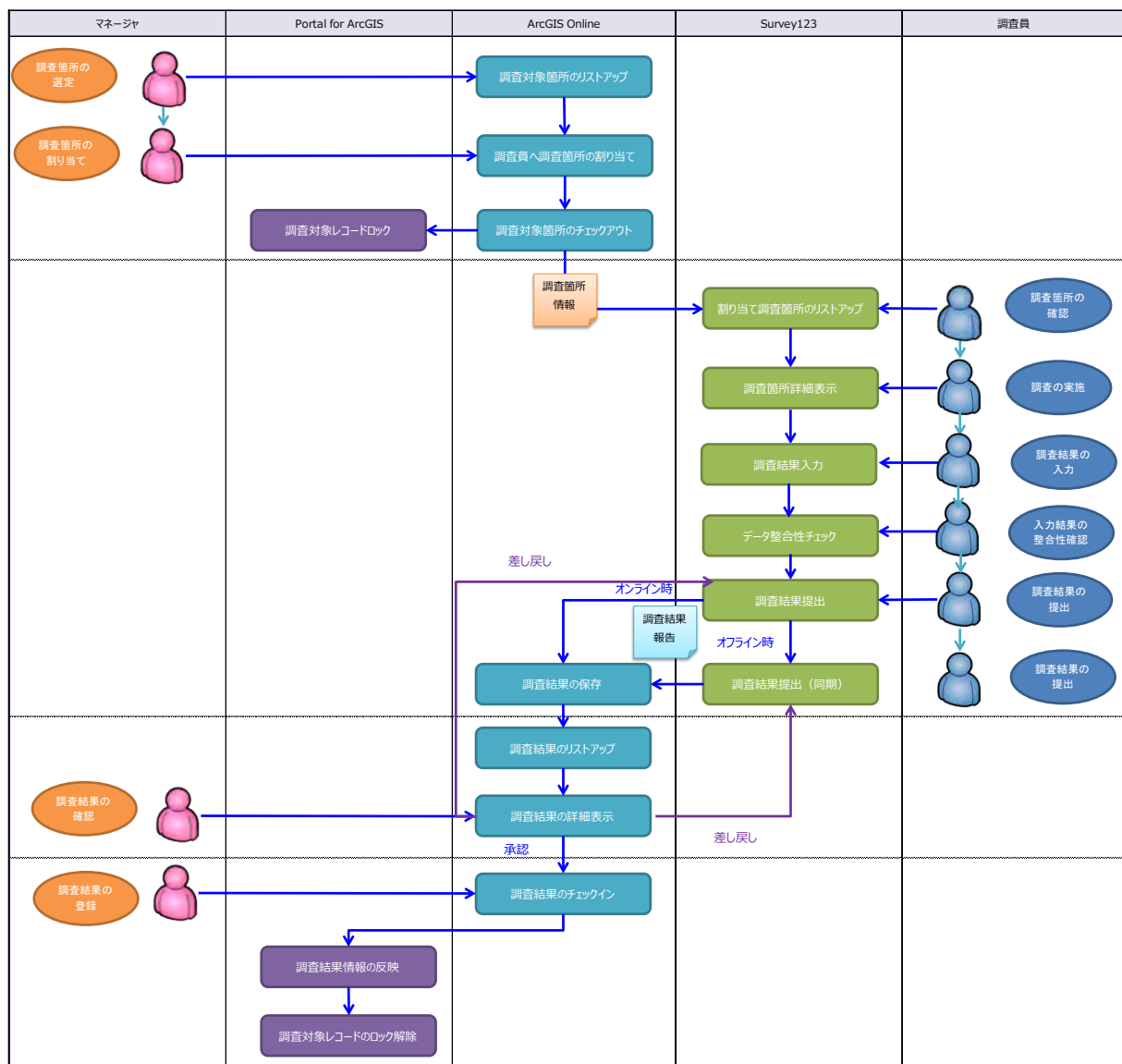


図 1.3.2.14 Survey 123 及び Collector for ArcGIS、ArcGIS Online を用いたワークフロー

図 1.3.2.15 に現地調査ツールのインターフェイスを示す。基本的な機能は Survey 123 及び Collector for ArcGIS、ArcGIS Online の機能を基にカスタマイズしている。

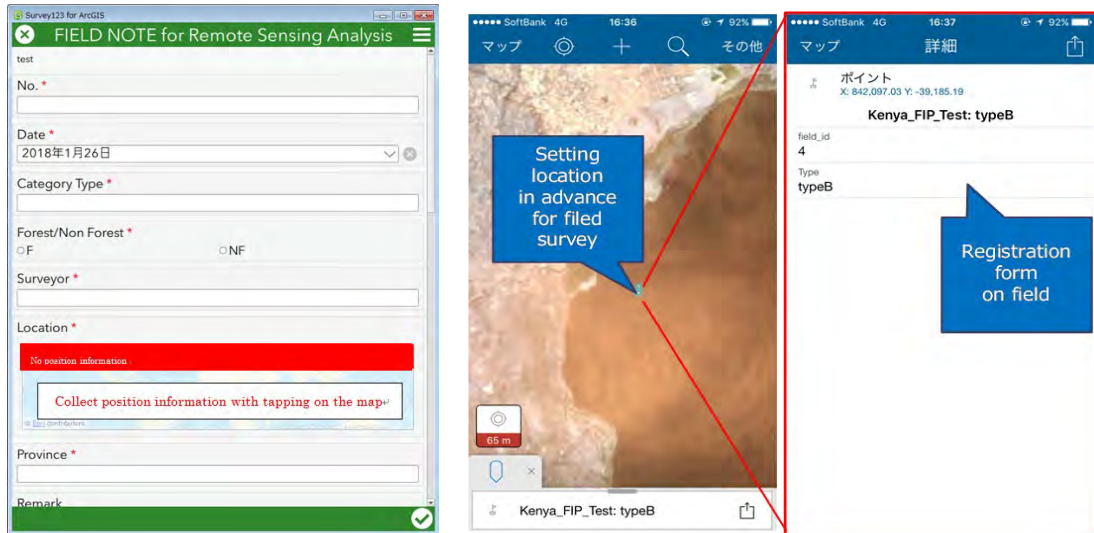


図 1.3.2.15 現地調査ツール (Survey 123 及び Collector for ArcGIS、ArcGIS Online)

(f) FMIS (Forest Management Inventory System)連携

FMIS 管理者と協議を行い、FMIS から FIP へのデータ連携について、要求される事項を抽出した。この中でコンポーネントは FMIS データを FIP へとインポートする際に、厳格な整合性検査を行わないこととした。FMIS と FIP でデータの構造やフォーマットの違いが大きく、厳格な検査を盛り込むと FIP へのデータの取り込みが出来なくなる可能性があったためである。このため適合性検査は、取り込んだ FMIS GIS データの構造のみの検査とした。また連携作業は多くても 1 週間に 1 回程度とした。図 1.3.2.16 に FMIS データ連携のワークフローを示す。

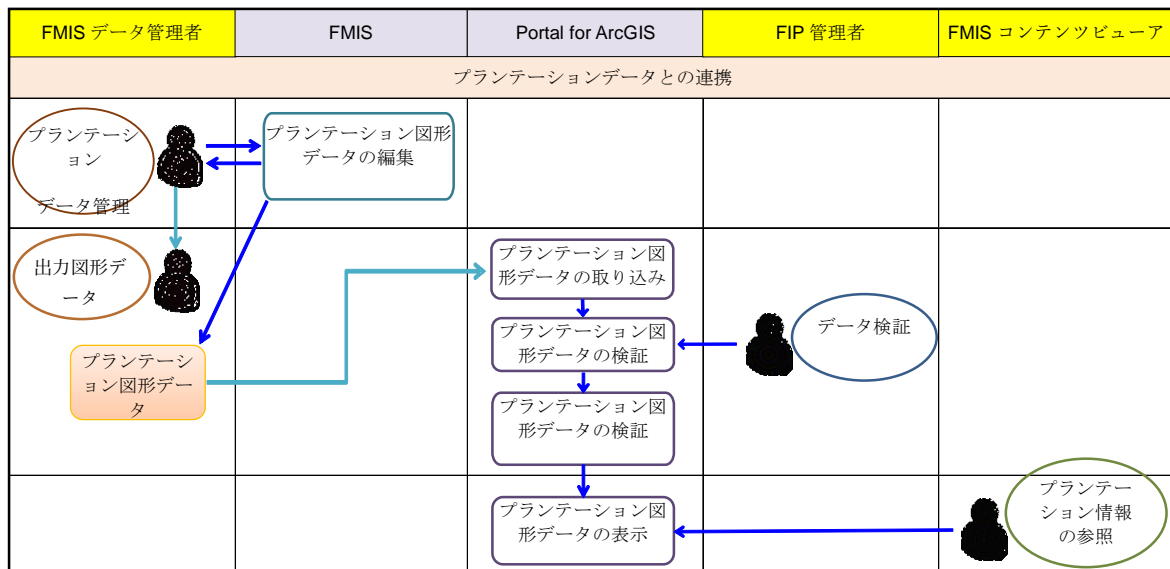


図 1.3.2.16 FMIS-FIP データ連携ワークフロー

また、FMIS の既存の GIS データを検証し、森林情報プラットフォーム上で公開/非公開とする情報項目、地図の色分けに必要な情報項目を C/P と協議し整理した (表 1.3.2.17)。表中の黄色は一般市民に公開せず KFS 内部のみで保有する情報項目、青色は一般市民に公開する情報項目、緑色の「Land Cover (土地被覆)」は森林情報プラットフォーム上で公開した際に土地被覆の種類で色

分け表示する情報項目であることを確認した。

表 1.3.2.17 FMIS-FIP 連携項目

No	フィールド名	エイリアス	フィールドタイプ	フィールドの長さ	null	フィールドの説明	備考
1	FID	FID	OID	4	-	図形データを特定する[0]から始まる連番。	
2	Shape	Shape	Geometry	0	-	図形データの形式-"Polygon"	
3	OID1	OID1	Integer	9	-	不明	全て0
4	GEO_ID	GEO_ID	String	254	なし	UVIO(FMIS)システムで管理する各レコードに対するユニーク番号。[SC_ID]と一致する。	shapeファイルではユニークキーではない。
5	FMIS_QUANT	FMIS_QUANT	Double	19	-	不明。	
6	Station	Station	String	254	なし	大区画の名称。	
7	Block Name	Block Name	String	254	あり	中区画の名称。	
8	Block ID	Block ID	String	254	あり	[Block Name]の省略名	[Block ID]との対応が一致していない
9	Comp	Comp	Double	19	-	[Block ID]の枝番。	
10	Sub Comp	Sub Comp	String	254	あり	[Comp]の枝番。	Plantationデータの最小単位。
11	SC_Code	SC_Code	String	254	あり	[Comp]+[Sub.Comp]の結合レコード。	[Comp]+[Sub.Comp]の対応が一致していない
12	SC_ID	SC_ID	String	254	あり	[Block_ID]+[SC_Code]の結合レコード。UVIO(FMIS)システムで管理する各レコードに対するユニーク番号。[GEO_ID]と一致する。	[Block_ID]+[SC_Code]の対応が一致していない
13	Geo Class	Geo Class	String	254	あり	"Indigenous Forest"か、nullのみ	
14	GEO_C.CODE	GEO_C.CODE	String	254	あり	"Plantation"の省略名である"PLT"が入る。	0か、nullのみ
15	Geo Group	Geo Group	String	254	あり	"Conservation"か、nullのみ	
16	Geo_G.Code	Geo_G.Code	String	254	あり	[Geo.Group]と一対。"Conservation"を省略し、"Con"としている。	
17	Species_1	Species_1	String	254	あり	樹種その1。	大小文字のアルファベット混在や、頭1文字スペースが空いている等、表記が不統一。
18	Year	Year	Double	19	-	樹種その1に対する、植林した年	植林した時期が西暦で入力されている。
19	Area Ha	Area Ha	Double	19	-	樹種その1に対する、ha当たりの面積。	
20	Land_Cover	Land_Cover	String	254	あり	土地被覆	大小文字のアルファベット混在や、頭1文字スペースが空いている等、表記が不統一。
21	Land_use	Land_use	Double	19	-	土地利用	全て0。土地利用の特定は難しいとのこと。(フィールド定義はなぜDouble?)
22	Species_2	Species_2	String	254	あり	樹種その2。	大小文字のアルファベット混在や、頭1文字スペースが空いている等、表記が不統一。
23	Age	Age	Double	19	-	林齢	全て0。
24	Volume	Volume	Double	19	-	材積	全て0。実際はインベントリー調査の結果が入るとのこと。
25	Label	Label	Double	19	-	不明。	全て0。
26	Year_	Year_	Double	19	-	樹種その2に対する、植林した年	全て0。樹種その2に対する情報は、その1と比較し、特定が困難なため、入力しない場合がほとんどとのこと。
27	Area_1	Area_1	Double	19	-	樹種その2に対する、ha当たりの面積。	全て0。樹種その2に対する情報は、その1と比較し、特定が困難なため、入力しない場合がほとんどとのこと。
28	Units	Units	Double	19	-	面積の単位が入る。"ha"	全て0。
29	cat	cat	Double	19	-	不明。	全て0。

 公開用属性情報
 KFS内部のみが閲覧できる属性情報
 地図上で色分けに使用したい属性情報(公開用、KFS用共通)

図 1.3.2.17 に FMIS と FIP とのデータ連携の結果を示す。

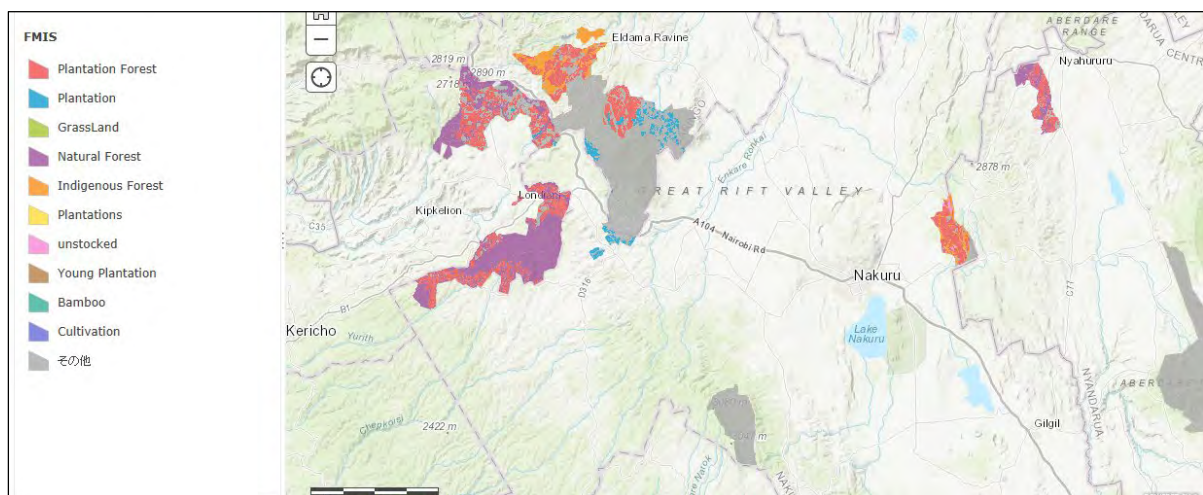


図 1.3.2.17 FMIS から取り込んだプランテーションデータ

5) ケニアはどのように FIP を活用できるか

- FIP は、ケニアの REDD+実施のためのプラットフォームであり、成果払いを受けるための UNFCCC の 4 つの要求事項 (FRL、NFMS、NRS、SIS) へのアクセスを提供することができる。また、このプラットフォームでは、今後、森林由来の CO2 排出量のモニタリング結果を提供することで、FRL と比較した排出削減量を算出や、REDD+や AR-CDM プロジェクトの情報を利用して、成果払いの二重支払いを回避することが可能と考えられる。FIP は、REDD+関連の資料・情報・データを一元的に保管・発信することで、ケニアの REDD+活動を支援することを可能とする。
- FIP では、JJ-FAST で検出された 2ha 以上の森林減少地域が自動的に表示され、1.5 ヶ月ごとに更新される。森林減少地域が検出されると、現場担当者に連絡が入り、同担当者は森林減少の原因を確認し、必要に応じて森林減少の防止・対策を検討する。
- FIP では、森林インベントリーの結果に基づいて、森林タイプごとのバイオマス量や 1ha あたりの CO2 ストック量を自動的に算出するシステムが構築されている。このデータは、REDD+の MRV だけでなく、森林タイプごとの木材生産量の設定、許容伐採量の推定、森林タイプごとの年間成長率の推定にも利用が可能と考えられる。さらに、これらのデータは、持続可能な森林管理計画の策定にも利用できる。
- 最新の土地被覆/土地利用図や土地被覆/土地利用変化図が FIP に保存されており、植林や森林再生のための地域選定の計画に利用することができる。
- FIP には、CADEP-SFM が実施した MRV 研修の講義資料と参加者リストが掲載されている。FIP には、MRV 研修に加えて、今後ケニアで開催される他の REDD+活動に関連する研修の参加者リストや研修資料が掲載される予定であり、これらの人材育成の情報管理をとおしてケニア国での持続可能な REDD+活動の促進に貢献していく。

(3) 森林情報プラットフォームの導入

確定した仕様に基づき、ハードウェア及びソフトウェアが Innovine 社及び Shonitel 社、ESRI 社により 2018 年 7 月に導入された。図 1.3.2.18 は FIP のサーバ構成図である。この構成図に基づき、各社がソフトウェア及びハードウェアのインストール、セットアップを行った。

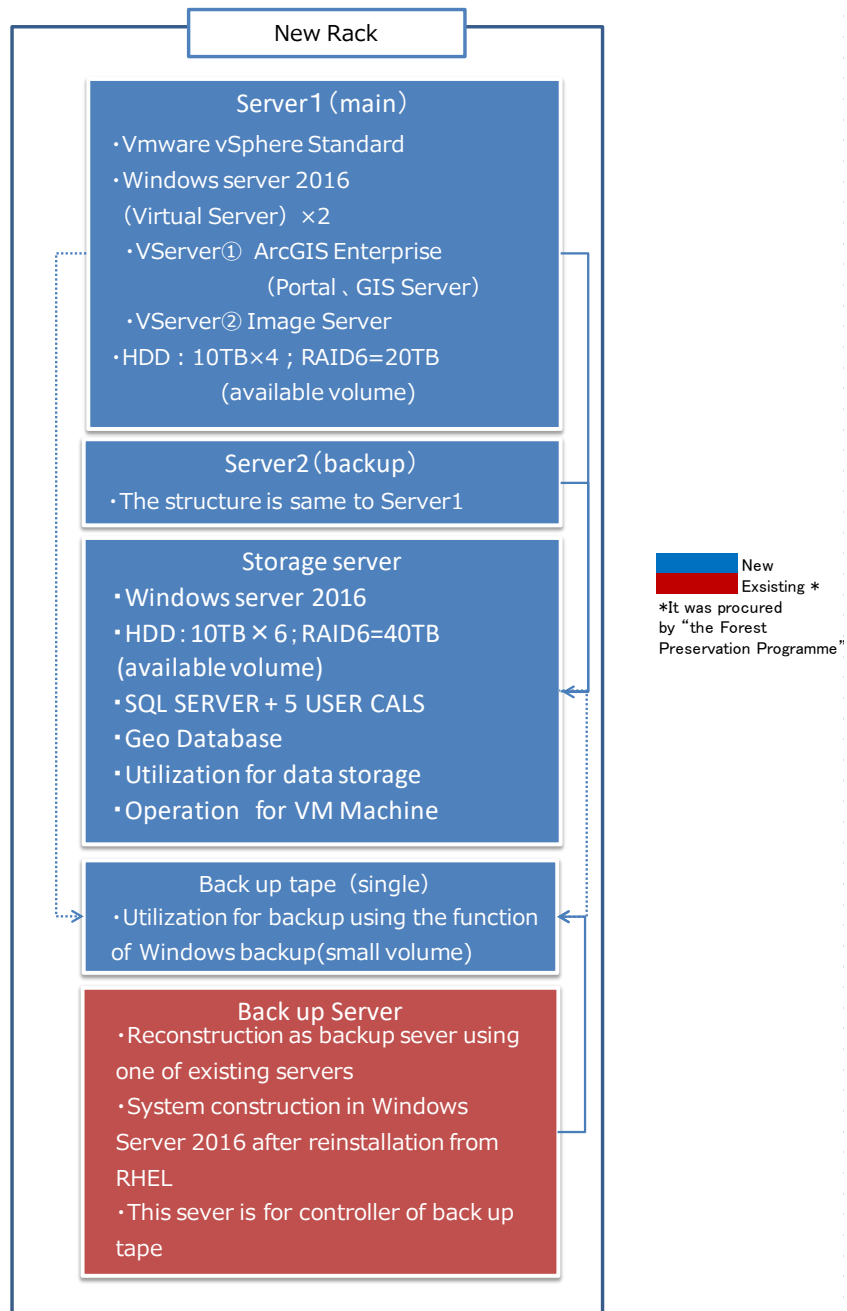


図 1.3.2.18 ハードウェア・ソフトウェア構成図

図 1.3.2.19 及び図 1.3.2.20 に KFS サーバ室に設置した機器の物理レイアウトを示す。

42	
41	
40	
39	
38	
37	
36	
35	
34	
33	
32	
31	
30	
29	
28	
27	
26	
25	L3 Switching HUB
24	DELL PowerEdge R710 *1
23	(Backup Server)
22	
21	
20	KVM Console , KVM Switch
19	HP ProLiant DL380 Gen9
18	[Server1;main]
17	HP ProLiant DL380 Gen9
16	[Server2;backup]
15	HP ProLiant DL380 Gen9
14	[Storage Server]
13	
12	
11	
10	LTO-5 ULTRIUM 3000 *2
9	[Back-up Device (Single)]
8	
7	DELL PowerVault TL4000 *1
6	[Back-up Device (Multi)]
5	
4	APC Smart-UPS RT 3000
3	[UPS1]
2	APC Smart-UPS RT 3000
1	[UPS1]



*1 既存機器 (既存のラックから移動)

*2 既存機器 (故障)

図 1.3.2.19 新規サーバラックレイアウト

42	
41	
40	L3 Switching HUB
39	
38	
37	
36	
35	
34	
33	
32	
31	
30	
29	
28	KVM Console , KVM Switch
27	DELL PowerEdge R710
26	(ArcGIS Server)
25	DELL PowerEdge R710 *1
24	(Web Server)
23	DELL PowerEdge R710
22	(Backup Server)
21	DELL PowerEdge R710
20	(Database)
19	DELL PowerVault MD3200
18	(Backup Server)
17	DELL PowerVault MD3200
16	(Backup Server)
15	
14	
13	
12	
11	DELL PowerVault TL4000 *1
10	[Back-up Device (Multi)]
9	
8	
7	
6	APC Smart-UPS RT 8000
5	
4	
3	Battery Pack
2	
1	



*1 新規ラックに移動

図 1.3.2.20 既存サーバラックレイアウト

(4) 森林情報プラットフォームの OJT での試験運用

FIP のインストール後、試験運用を OJT 形式にて実施した（2018 年 7 月、10 月）。現地調査ツールについては Survey123 及び Collector for ArcGIS の試験運用を 2018 年 10 月に実施した。

試験運用にあたり、本コンポーネントは FIP 及び現地調査ツールのシステムガイドライン及び操作マニュアル、トレーニングデータを用意した（表 1.3.2.18）

表 1.3.2.18 マニュアル類一覧

No.	ドキュメント名称	内容
1	How to construct and edit FIP	FIP データの更新と見た目変更に関する説明
2	Server operation of FIP	サーバの構成および運用、保守に関する説明
3	Collector for ArcGIS for KFS	Collector for ArcGIS を用いた調査フォームの作成と入力に関する説明
4	Survey 123 for KFS	Survey 123 を用いた調査フォームの作成と入力に関する説明

上記のマニュアルを基に以下のスケジュールでトレーニングを行った（表 1.3.2.19）

表 1.3.2.19 トレーニングスケジュール

トレーニング名称	内容	形式	日時
FIP システム管理者講習	FIP サーバ及びコンテンツ、データの管理方法	個別	12 th Jul., 19 th Oct., 2018
		グループ	11 th Oct., 2018
現地調査講習 (Survey 213 and Collector for ArcGIS)	調査フォームの作成及びフィールドでの入力、データ管理に関する講習	個別	3 rd , 4 th , 8 th , 9 th , 12 th , 17 th , Oct., 2018
		グループ	15 th , 16 th , Oct., 2018

(5) 森林情報プラットフォームの運用及びレビュー・改善

FIP インストール後も本コンポーネントは継続して地図データやドキュメント、URL リンクなどを FIP 上で効果的に表示する方法について検討した。

1) コンテンツアップデート

(a) メイン 8 コンポーネントの更新

コンテンツの検討及び協議を行う中で、いくつかのコンテンツについては他のコンポーネントや場所への移動を行った。これらの変更に伴い、メイン 8 コンポーネントについても、更新を行った。例えば”forest carbon stock removal and emissions”のページは“Forest Removal/Emissions Monitoring”コンポーネントから”MRV”コンポーネントへと移動した。またこの移動に伴い、“Forest Removal/Emissions Monitoring”コンポーネントは、森林被覆変動モニタリングを主コンテンツとして扱うこととなった。この変更の結果、コンポーネントの名称も“Forest Cover Change Monitoring”へと変更された（図 1.3.2.21）。

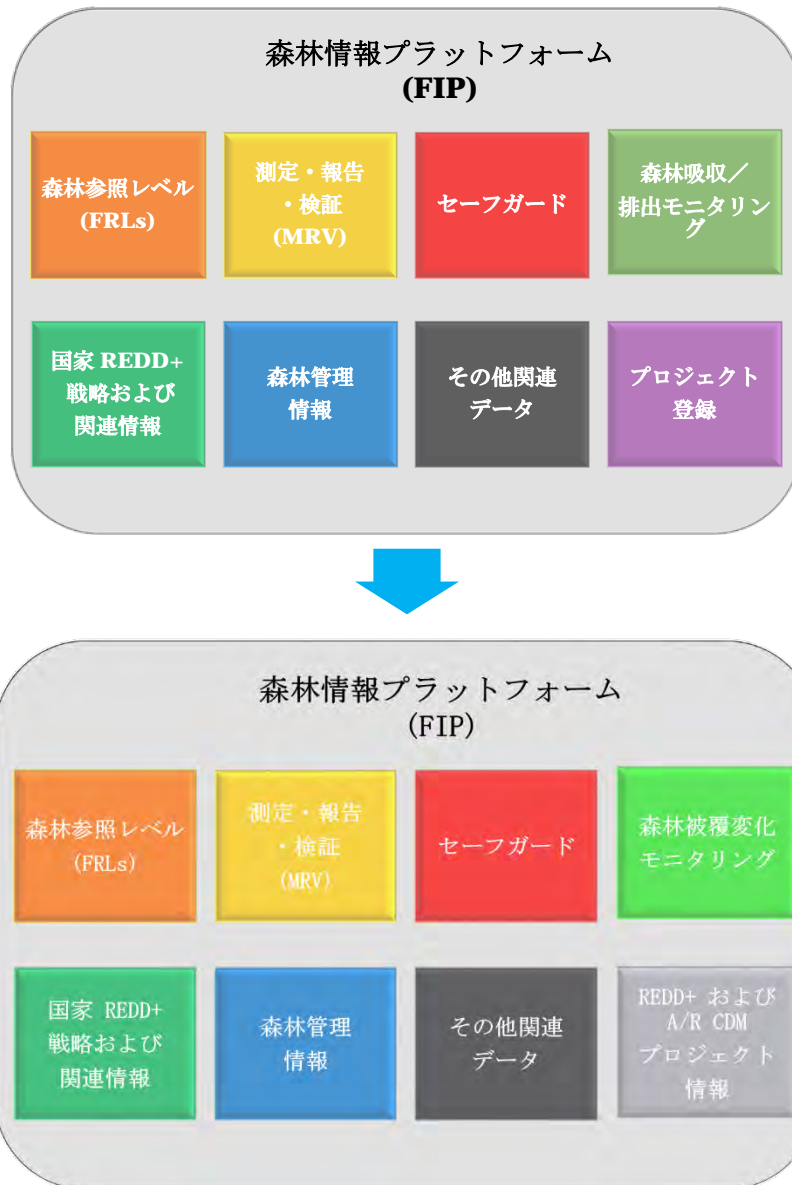


図 1.3.2.21 メイン 8 コンポーネントの更新

メイン 8 コンポーネントの概要の更新を表 1.3.2.20 に示す。

表 1.3.2.20 各コンテンツ概要の更新

対象情報	機能概要
森林参照レベル (FRLs)	<ul style="list-style-type: none"> REDD+活動を通じて達成される排出削減量を定量化し提示 FREL/FRL の設定に使用されたアクティビティデータ、排出要因、推算に関する情報を提示
測定・報告・検証 (MRV)	<ul style="list-style-type: none"> REDD+活動に関し、ケニアにおいて何をどのように測定、報告、検証するのかについて、概念と計画を提示 土地被覆/土地利用変化に関するアクティビティデータ(AD)、森林インベントリーによる排出係数(EF)及び炭素量の除去と排出のモニタリング結果を提示
セーフガード	<ul style="list-style-type: none"> REDD+活動を通じてセーフガードがどのように処理されたかについて、セーフガード情報システムを用いて提示

対象情報	機能概要
森林被覆変化 モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> • JJ FAST 及び NRTFAS を用いたリアルタイムに近い森林減少検出エリアの提示 • 森林減少検出エリアの現地帳結果の提示
国家 REDD+戦略 および関連情報	<ul style="list-style-type: none"> • 国家 REDD+戦略に関する情報を提示 • 森林伐採並びに減少に関する推進力について定量的に提示 • ポリシー、戦略及び対策(PaM)の定量的評価を提示
森林管理情報	<ul style="list-style-type: none"> • 森林の拡張や権利に関する情報を提示 • (REDD+レジストリとして提出される前に) REDD+プロジェクトの実施者及び投資家が PDD の実現可能性を判断する為の情報を提示
その他関連データ	<ul style="list-style-type: none"> • その他関連する情報を提示
REDD+ および AR CDM プロジェクト情報	<ul style="list-style-type: none"> • REDD+及び AR CDM に関連するプロジェクトエリアと情報を地図及びその属性情報として提示

これら変更に伴い、本コンポーネントはコンテンツの追加、更新、移動、削除を行った(表 1.3.2.21)。

表 1.3.2.21 FIP コンテンツの更新

コンポーネント	データ管理システムで取り扱われる情報
森林参照レベル (FRLs)	FRLs とは ケニアの FRL Kenya FRL Dec. 2019 Kenya FRL Aug. 2020 FRELs/FRLs 制定の根拠 アクティビティデータ 森林被覆/土地利用変化テーブル 森林被覆/土地利用変化図 森林被覆/土地利用の時系列情報 排出要因 森林インベントリー調査 バイオマス情報 排出量推算
測定・報告・検証 (MRV)	MRV とは 測定システム モニタリングアクティビティデータ 森林被覆/土地利用変化テーブル 森林被覆/土地利用変化図 森林被覆/土地利用の時系列情報 排出要因 森林インベントリー調査 バイオマス情報 森林炭素蓄積の除去と排出 報告システムからの情報 検証システム MRV トレーニング コミュニティによる森林モニタリング
セーフガード	セーフガード情報システム
森林被覆変化モ ニタリング	JJ-FAST NRTFAS 現地調査報告
国家 REDD+ 戦 略及び関連情報	国家 REDD+戦略 REDD+に関する法律と戦略

コンポーネント	データ管理システムで取り扱われる情報
	ケニア REDD+ に関するその他の情報 気候変動に関する批准された条約
森林管理情報	森林関連組織図 森林管理の法的管轄
その他関連データ	関連情報 国立公園を含む保護地域に関する情報 民族コミュニティを含む統計情報 森林及び景観の回復 EOLAB その他関連地図 土壌図 降水量図 気温図 土地利用 2010 FMS 森林火災 用語解説
REDD+ 及び AR CDM プロジェクト情報	REDD+及び AR CDM プロジェクト情報

(b) Legal documents and information リストの更新

本コンポーネントは FIP 更新のため、REDD+に関係する情報及び森林行政に係る法的文書の調査収集を行った。集められた資料を検証しどの文書を FIP 上に載せるのか等について検討を行った。Legal documents and information のコンテンツリストについて表 1.3.2.22 に示す。

表 1.3.2.22 Legal documents and information のコンテンツリスト

Legislation and strategy related REDD+	Acts	Environmental management and coordination (amendment) act, 2015
		Climate change act, 2016
		Community land act, 2016
	Strategies	Green economy strategy and implementation plan (2016-2030)
		National forest programme 2016-2030
		Any strategies for climate change Adaptation
Policies	National Environment policy, 2013	
	Landuse policy	
	Any policies for climate change Adaptation	
Other information related REDD+ in Kenya	Water	The water act, 2016
	Agriculture	Agriculture, Fisheries and food authority act, 2013
	Driving Force	
Conventions on climate change ratified	Web Link	UNFCC (https://unfccc.int/)
		REDD+ Web platform (https://redd.unfccc.int/)
	Documents	UNFCC
		Paris Agreement
		Kyoto Protocol

(c) PDF によるハイパーリンク

ドキュメントコンテンツ管理方法改善の一環として、ハイパーリンクを持つ PDF の導入を行った (図 1.3.2.22)。これにより、特にリストやテーブル形式のドキュメントページについて、作成が容易となった。

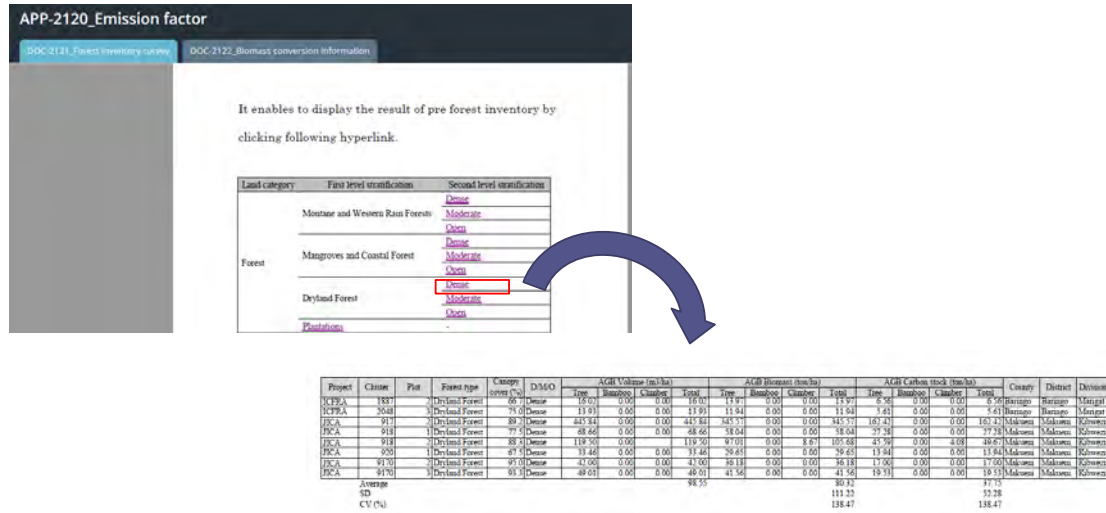


図 1.3.2.22 ハイパーリンクの埋め込み

(d) FRL 報告書のアップデート

2020年1月に UNFCCC に提出した FRL 報告書を FIP に追加した。これに伴い、関連する以下のコンテンツの追加・更新を行った (図 1.3.2.23)。

- FRL 報告書
- 土地被覆/土地利用変化図 (2002-2006, 2006-2010, 2010-2014, 2014-2018)
- 土地被覆/土地利用図 (2002, 2006, 2010, 2014, 2018)。

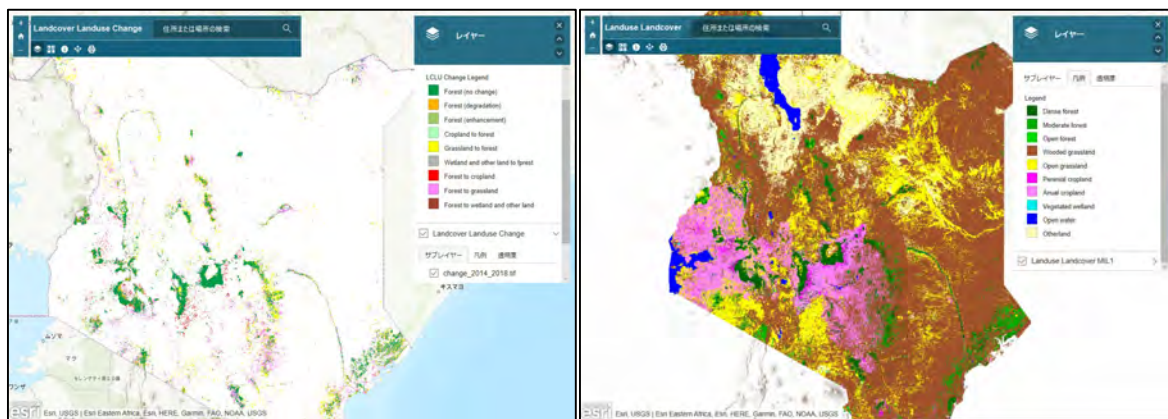


図 1.3.2.23 土地被覆/土地利用変化図 (左) と土地被覆/土地利用図 (右)

2) ArcGIS Pro を用いた FIP コンテンツの管理

FIP の地図データの管理を改善するために、本コンポーネントは ArcGIS Pro を用いたコンテンツ

更新の手法を導入した。

(a) 複数データの表示

本コンポーネントは ArcGIS Pro を用いることにより、複数の地図レイヤを表示する事を可能とした。また、地図データのアップロードも ArcGIS Pro から直接行えるようになった。図 1.3.2.24 はチェックボックスを用い複数の地図データの表示を切り替える事例である。最初の例は 2010 年から 2014 年にかけての土地被覆変化図であり、後者は 2014 年から 2018 年にかけての土地被覆変化図に切り替えている。

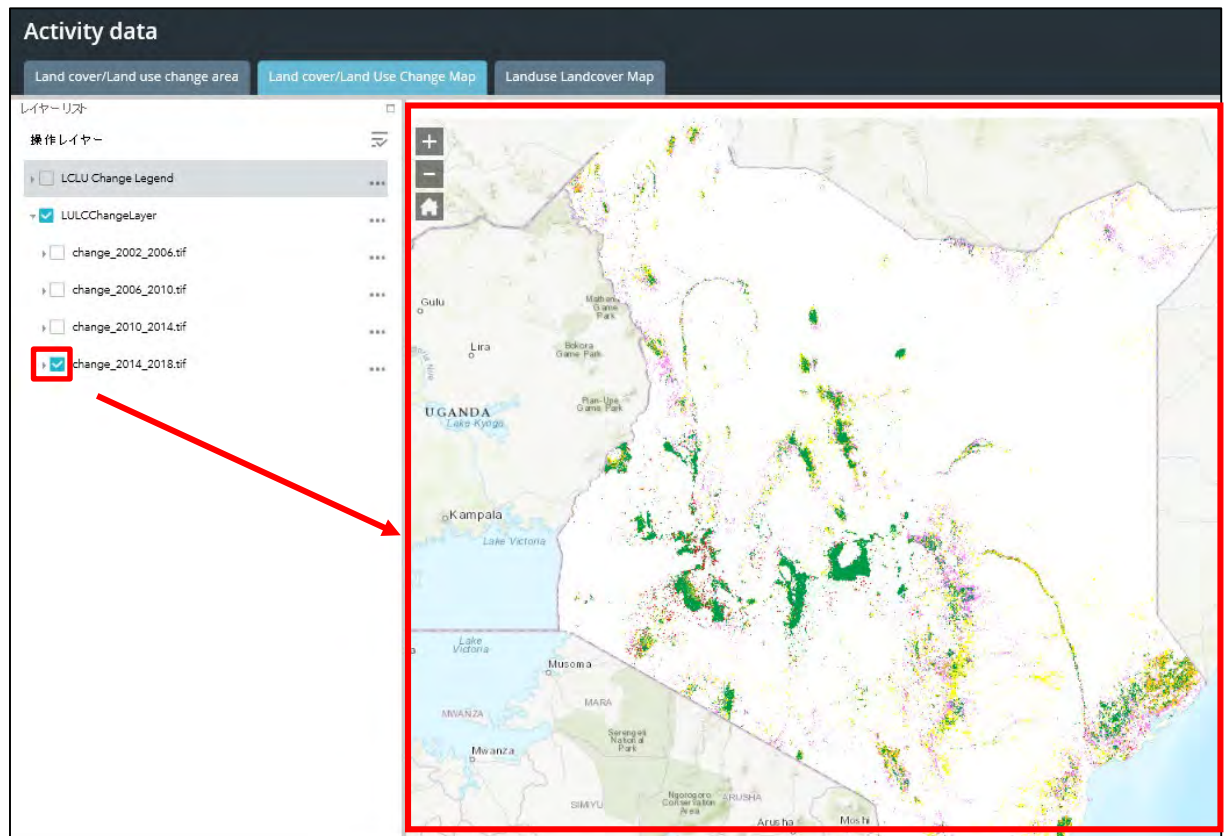
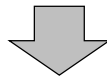
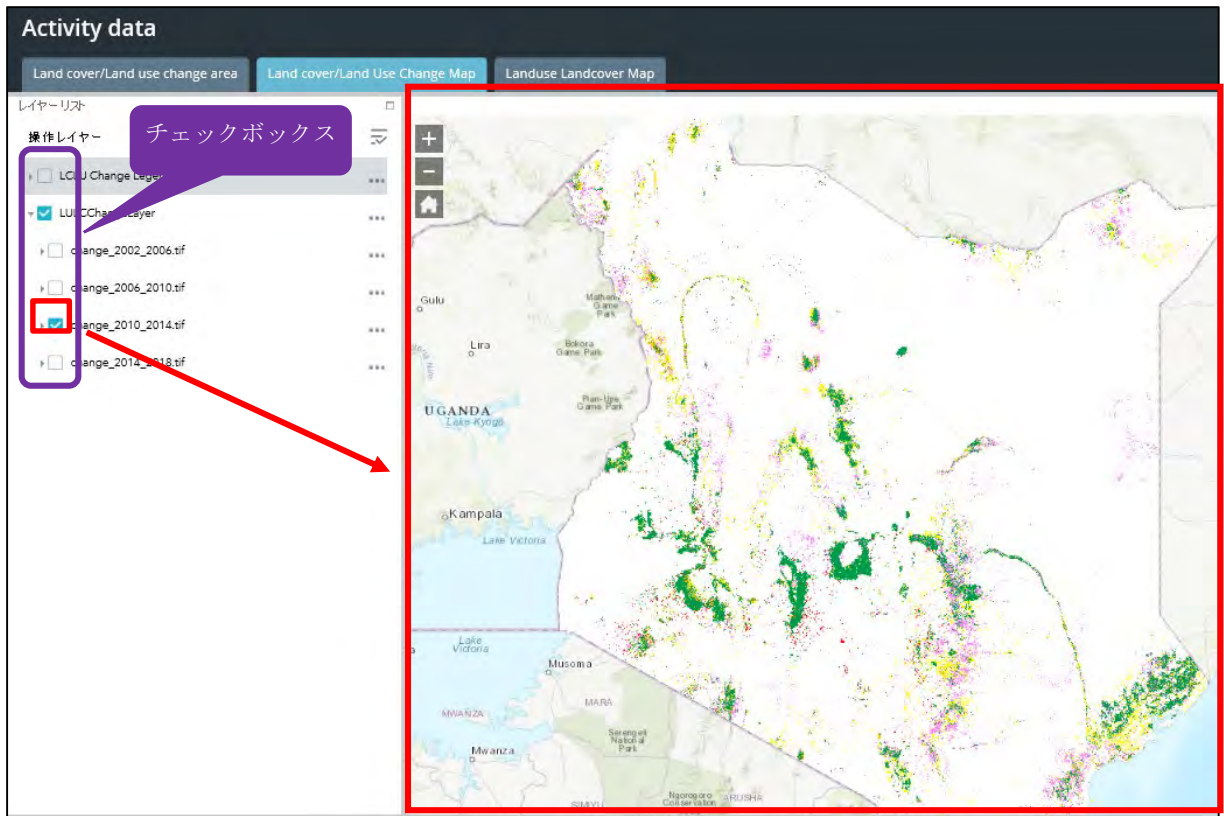


図 1.3.2.24 複数地図の表示 (ユーザによる表示制御)

(b) サーバデータの直接更新

図 1.3.2.25 は FIP の地図データの追加・更新に関する以前の処理の流れを示している。FIP 管理者はローカルマシンに保管された地図データを更新し、ArcGIS Online の管理画面を通じて FIP データの差し替えを行っていた。地図の装飾（シンボルや色など）についても同じく ArcGIS Online の管理画面で行っていた。

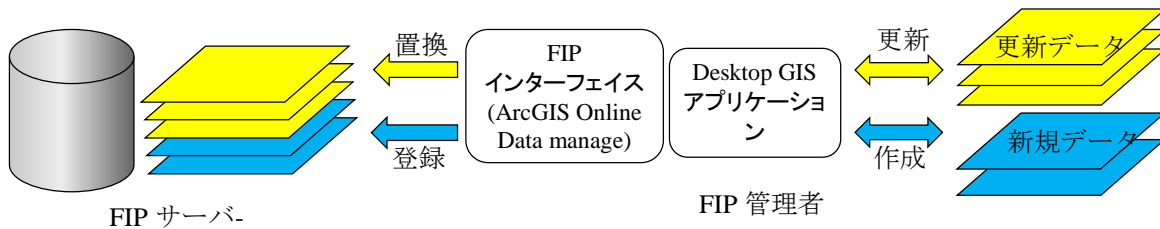


図 1.3.2.25 データ更新・追加プロセス（以前）

図 1.3.2.26 は前記と同じプロセスを ArcGIS Pro を用いて実施した場合の流れである。ArcGIS Pro はサーバデータセットに直接アクセスし、データの更新と管理を行う事ができる。FIP 管理者はサーバ上のデータセットをあたかも彼らのローカル環境にあるようなデータとして取り扱う事ができる。さらに、新規のデータについては、データ作成プロセスは以前と同様であるが、管理者は地図の装飾及びサーバへのアップロードまでの一連の操作を ArcGIS Pro の上で実施する事ができる。これにより FIP 管理者のサーバデータ管理に関する業務負荷を下げる事が可能となった。

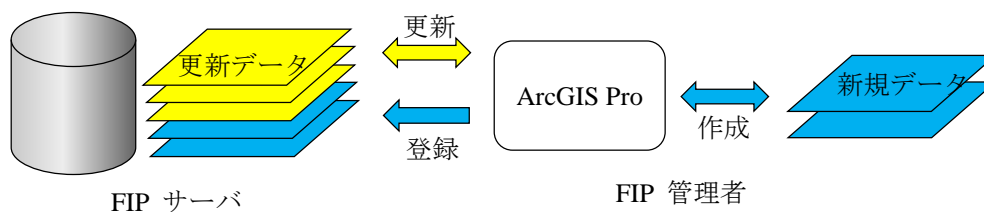
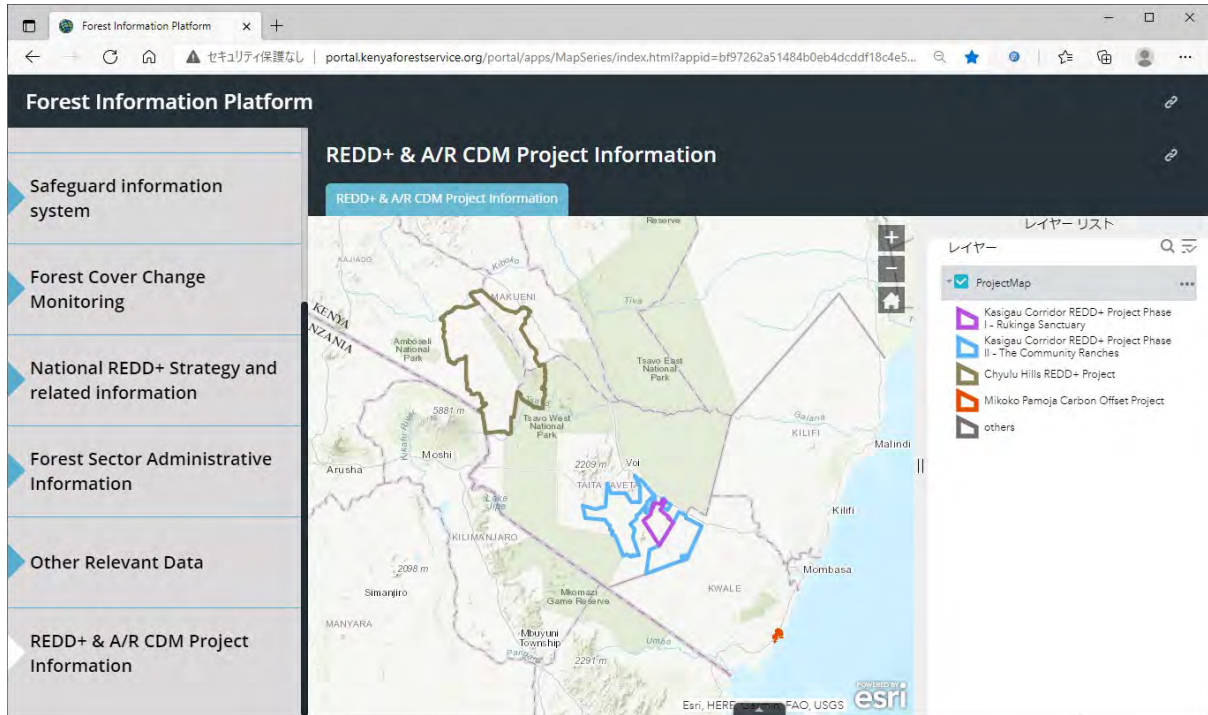
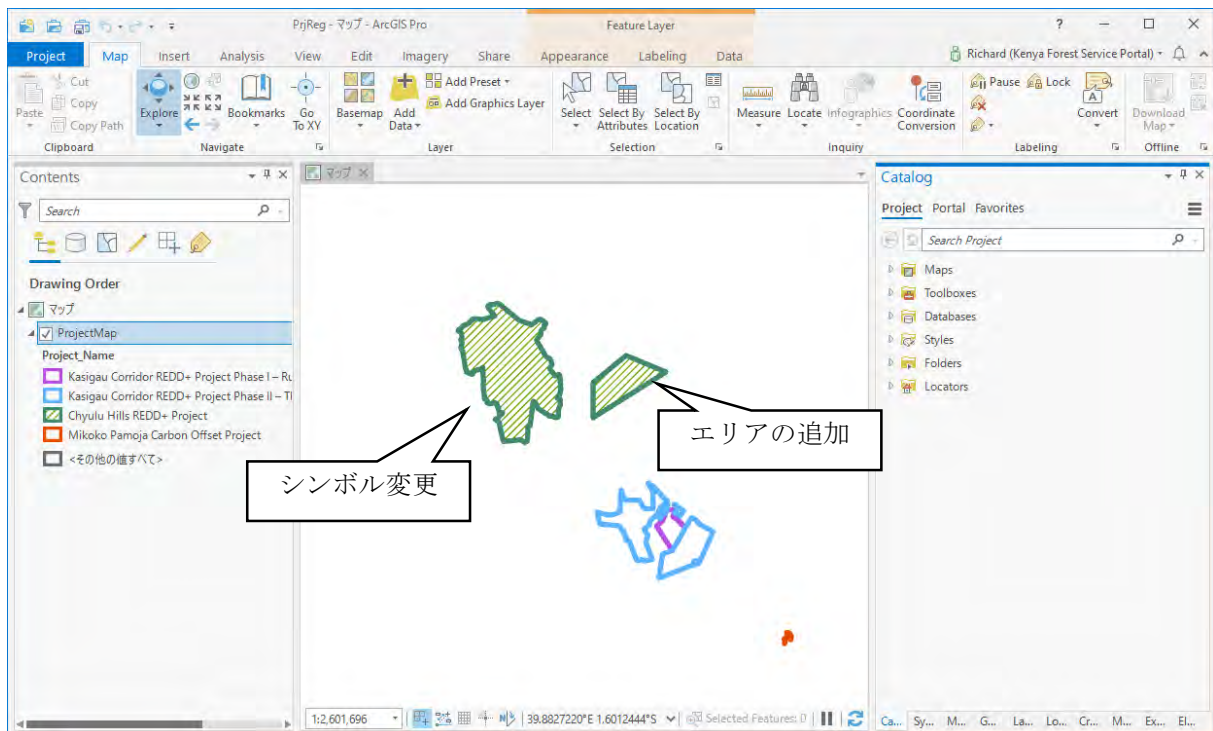


図 1.3.2.26 データ更新・追加プロセス（with ArcGIS Pro）

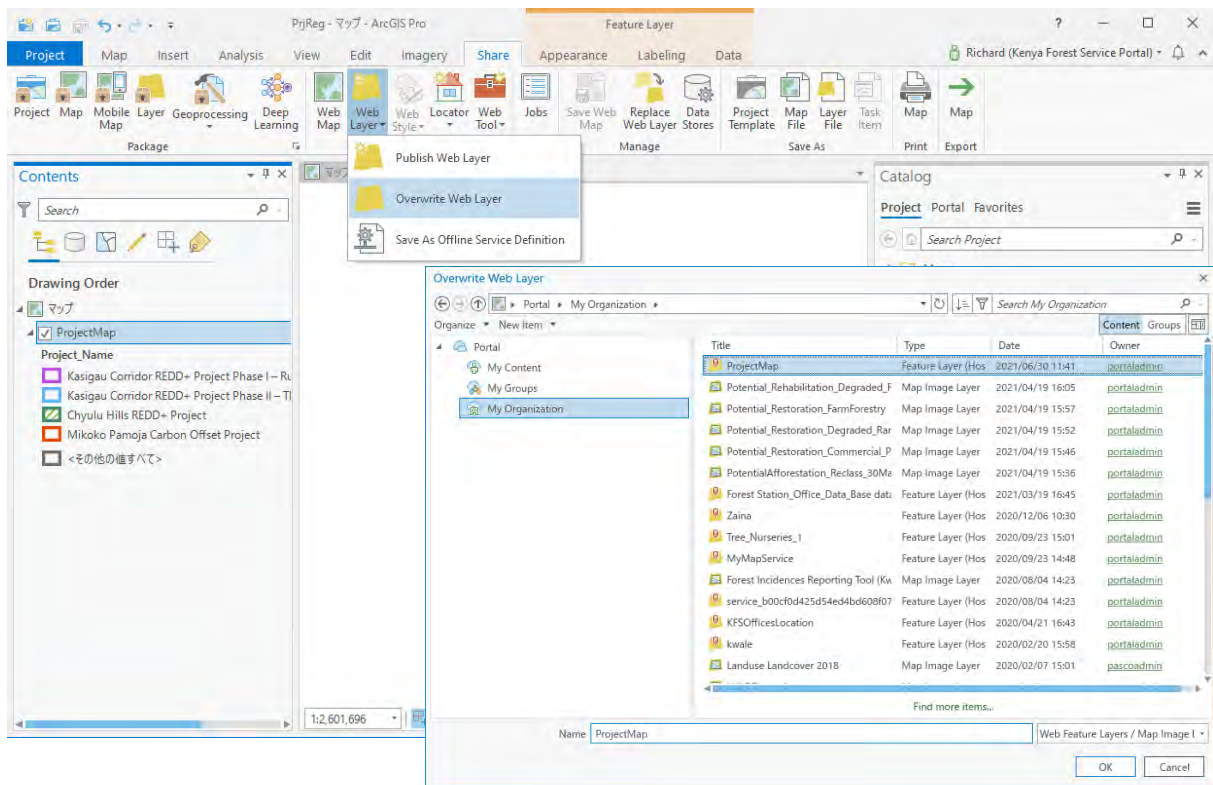
図 1.3.2.27 に ArcGIS Pro を用いた FIP 情報の更新例を示す。



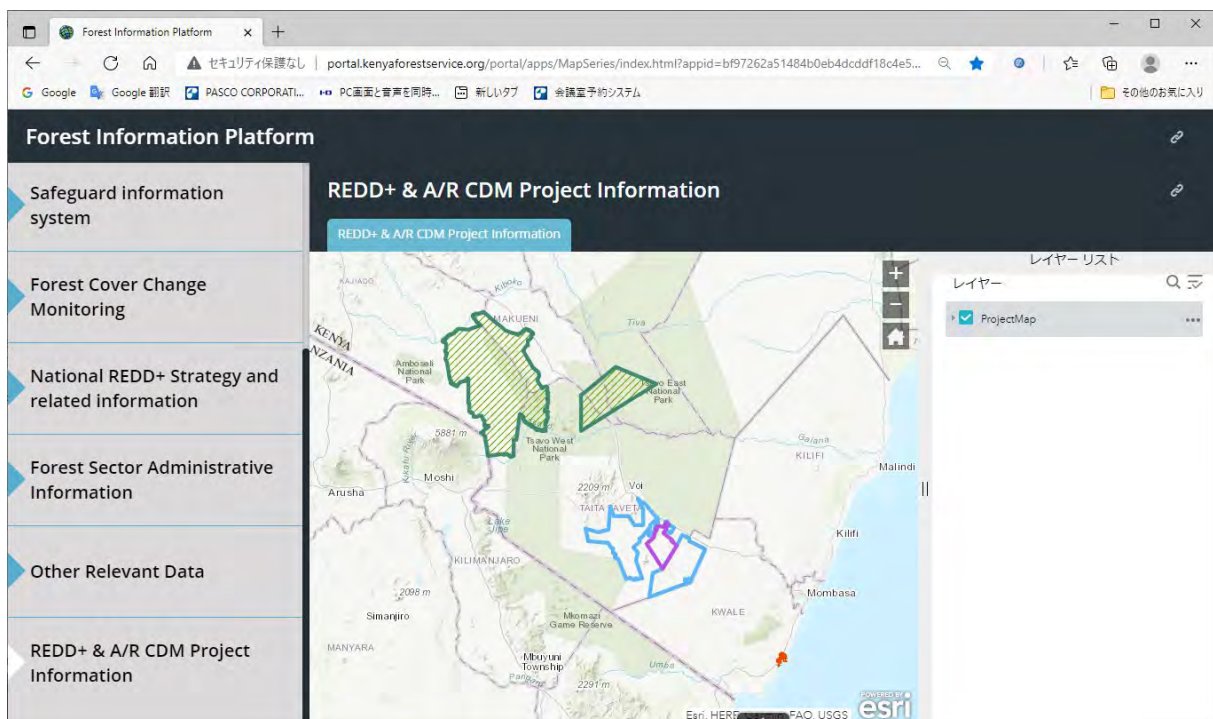
i) 更新前の REDD+プロジェクトマップ (FIP 上)。



ii) ArcGIS Pro から FIP のデータを読み込み、シンボルの変更と新しいエリアを追加 (管理者の PC 上で作業)。



iii) FIP 上の REDD+プロジェクトマップを追加したデータと変更したシンボルで上書き。



iv) FIP 上のコンテンツが更新される。ArcGIS Online の管理画面を経由する必要はない。

図 1.3.2.27 FIP の情報とデータの更新

3) ユーザインターフェースの更新

(a) コンテンツテーブルとタブ機能の複合化

本コンポーネントは継続したユーザインターフェースの改良に取り組んだ。初期の FIP はタブファンクションによる階層構造のみを有していた。このインターフェースはユーザが容易に改造構造を理解することが可能であるが、下位の層に行けば行くほど表示領域が狭くなる欠点があった(図 1.3.2.28)。

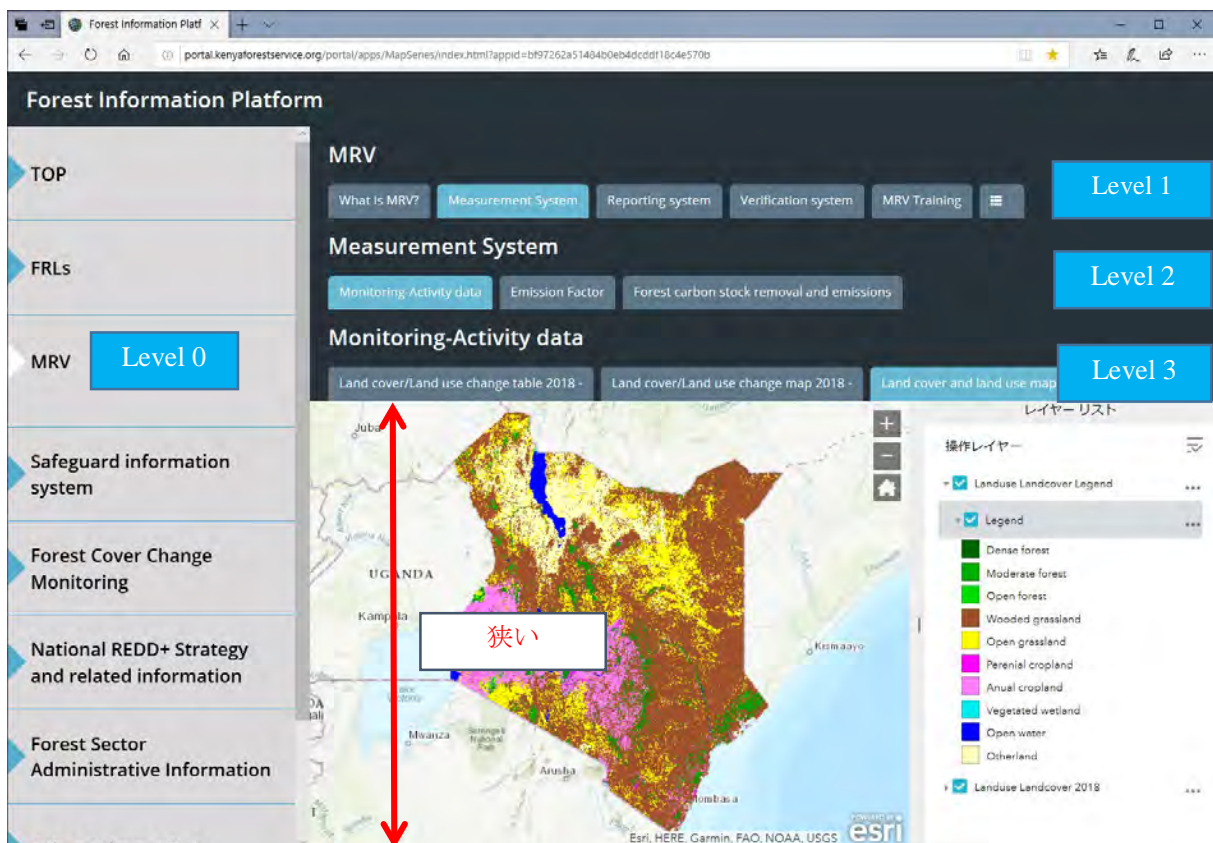


図 1.3.2.28 下層での表示領域の狭域化

この問題を解消するため、本コンポーネントはユーザインターフェースの改良について調査した。その解決方法の1つとして第1層を第0層に統合することとした。これにより下層の表示領域の拡張が可能となった(図 1.3.2.29)。

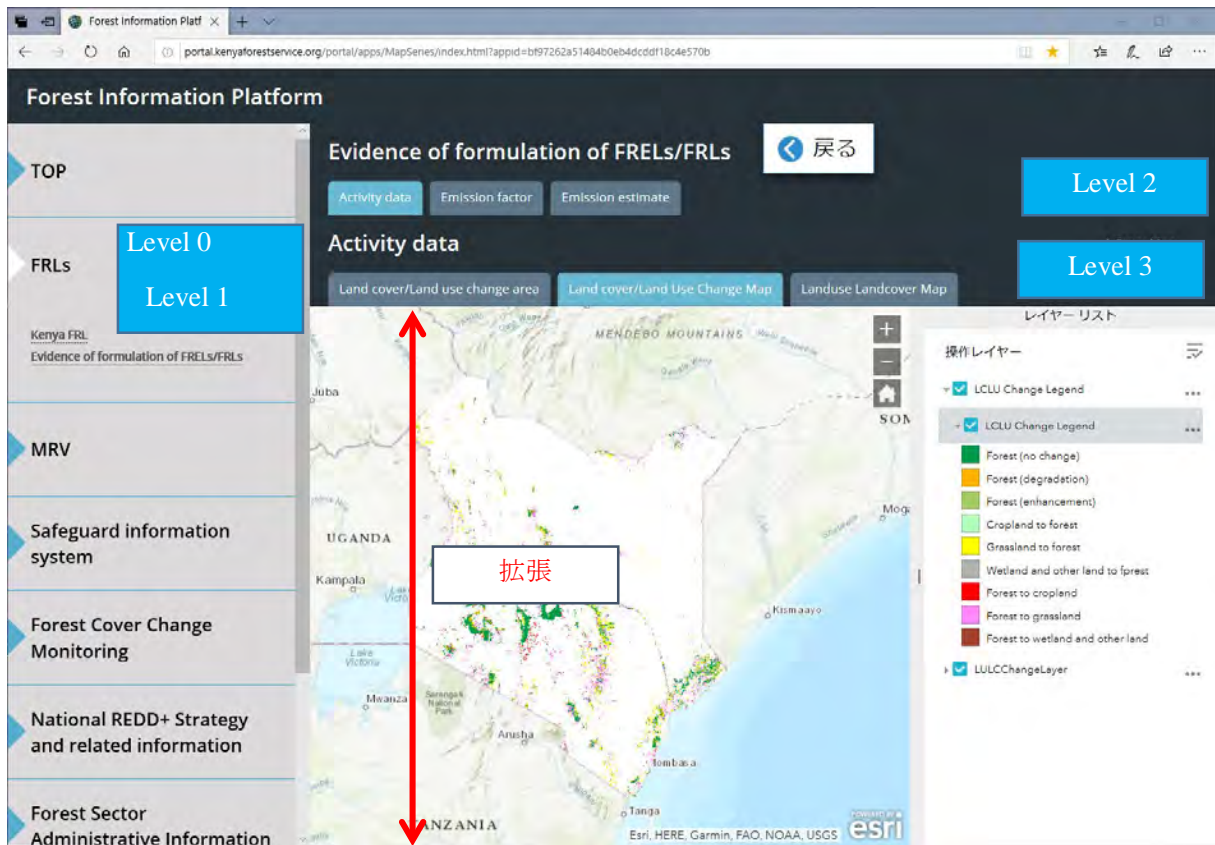


図 1.3.2.29 拡張されたコンテンツ表示領域

最新のインターフェイスは最下層のみタブ表示とし、それより上の階層は全て左サイド（コンテンツテーブル）に移行している。これによりコンテンツ表示領域はより拡大されている（図 1.3.2.30）。

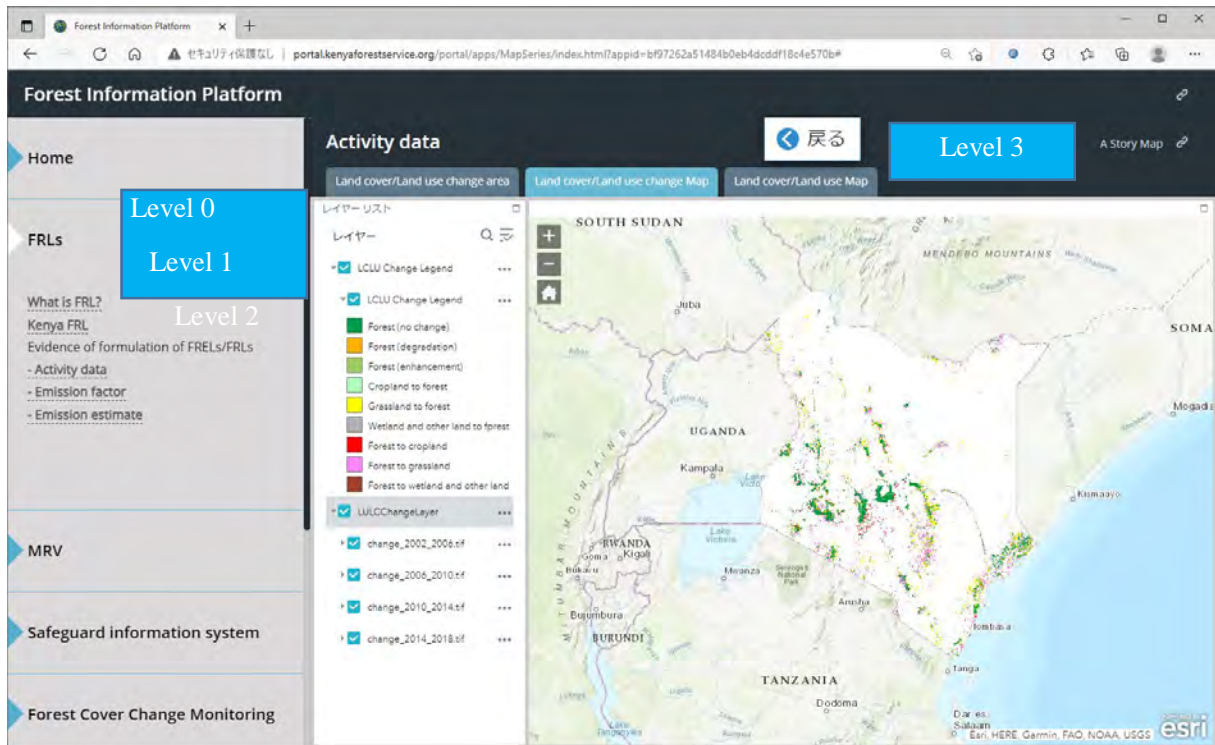
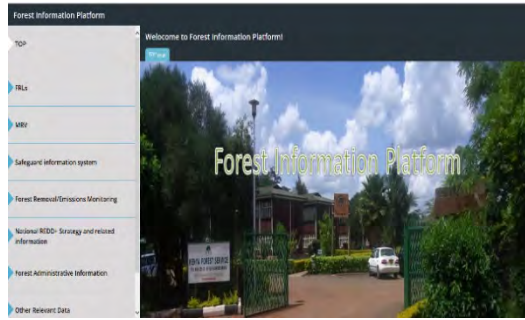


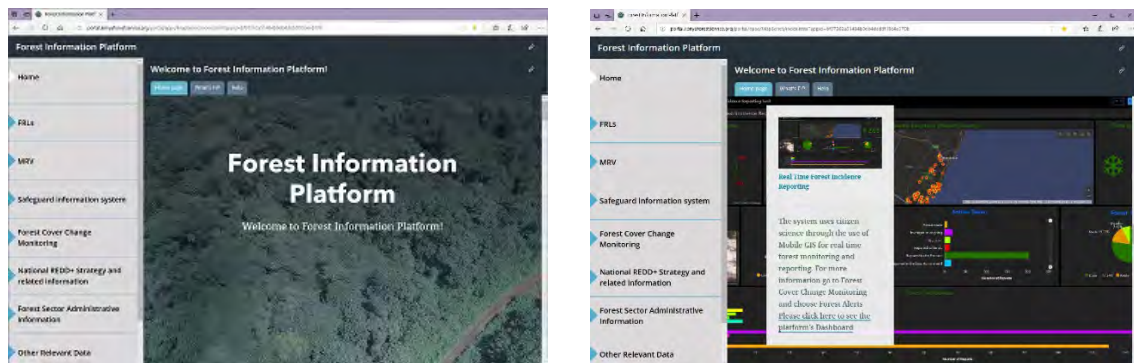
図 1.3.2.30 最新のユーザインターフェイス

(b) ベースソフトウェアのアップデートに伴うユーザインターフェイスの改良

FIPのベースソフトウェアがArcGIS 10.7から10.8に更新された事に伴い、Javascriptなどのdynamic HTMLを用いたFIPコンテンツの作成がより使い易い環境へと更新された。これによりコンテンツとしてアニメーションやスライドショー、簡易データベースなどのリッチなインターフェイスを備える事が可能となった。図1.3.2.31にFIPトップページの更新事例を示す。当初のトップページは写真1枚が表示されるのみであったが、更新されたページでは複数のドキュメントをスライドショーのように表示している。



初期のトップページ（一枚絵のみ）



更新されたトップページ（スライドショー的なインターフェイス）

図 1.3.2.31 トップページの更新

本コンポーネントは FIP の更新について、dynamic HTML の仕様を提案した。dynamic HTML を使用する例として、図 1.3.2.32 に Web ページ上に動的にテーブルを作成するプロセスを示す。この事例では、テーブルに表示されるデータは csv 形式のファイルとして格納されている。ユーザがこのページにアクセスすると、Javascript のプログラムは csv ファイルを読み込み、動的に Web ページ (HTML) を構築する。これによりサイト管理者は web ページそのものを更新する必要は無く csv ファイルのみ更新するだけで良くなる。これによりコンテンツ管理の負荷の軽減が期待できる。

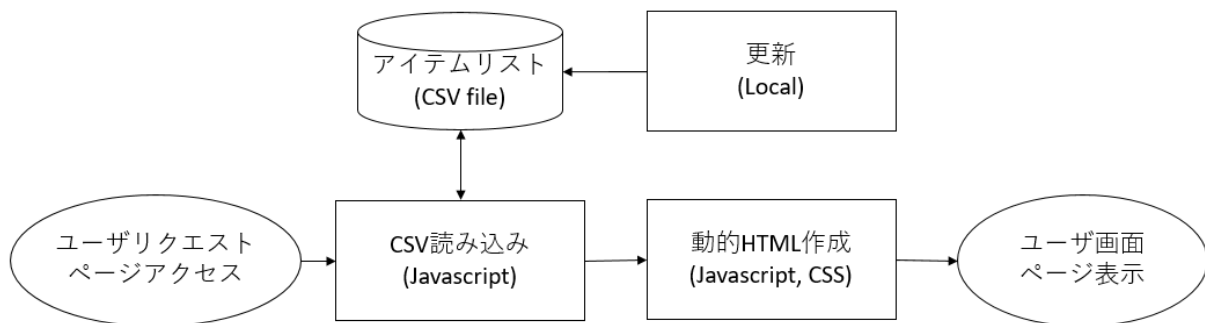


図 1.3.2.32 動的 HTML 作成のプロセス

例えば“National REDD+ Strategy”のページには指針 (Acts) や計画 (Strategies)、政策 (Policies) 他の情報がリスト形式で格納されている。新たなアイテムが追加される場合、管理者は 1. Web ページのベースとなるドキュメントを更新し、2. PDF ファイルに変換、3. FIP へのアップロードという 3 つの段階を経る必要があるが、dynamic HTML を使用した場合、管理者はリストファイル (csv 形式) のみ更新するだけで良く (step 1)、step2 及び step3 の工程は必要なくなる。

4) ドキュメントの更新

FIP 管理方法の更新に伴い、マニュアルの内容を検証し必要に応じ更新を行った (表 1.3.2.23)。

表 1.3.2.23 更新されたマニュアル

マニュアル名	新規 / 更新	内容
Create the Web Map with ArcGIS Pro	新規	ArcGIS Pro を用いた FIP の更新方法
The manual of how to construct and edit FIP	更新	FIP コンテンツの作成・更新 更新事項： 複数の地図を表示するためのテンプレートの使用方法及びユーザによる地図データのアップロード方法

5) 国家森林インベントリー (NFI) に向けた Survey 123 のカスタマイズ

本コンポーネントは NFI をベースとした現地調査ツールのプロトタイプを、Survey123 を基に作成した。MRV トレーニングの 1 つである森林インベントリー調査において、この現地調査ツールの使い勝手 (GPS による位置取得や樹種、胸高直径の入力など) やユーザインターフェイスのレイアウト等を検証した。調査項目は IC-FRA マニュアルより選定し、Survey123 の機能を用いてモバイルタブレット上で動作するよう実装した。表 1.3.2.24 に本調査ツールに実装された収集項目を、図 1.3.2.33 にユーザインターフェイスを示す。また C/P との協議により、Survey 123 のみで本調査に必要な機能を満たすことから Collector for ArcGIS は使用しない事とした。

表 1.3.2.24 情報収集項目

項目	内容
Group ID	調査グループ ID
Date	調査日時
GPS Coordination	プロット中心 (GPS 取得)
Cluster No.	クラスター番号
Plot No.	プロット番号
County Name	カウンティ名称
Canopy Cover	キャノピーカバー率 (パーセント, デンシオメータで計測)
Center	キャノピーカバー率 (中央)
North	キャノピーカバー率 (中央から北へ 15m)
South	キャノピーカバー率 (中央から北へ 15m)
East	キャノピーカバー率 (中央から北へ 15m)

項目		内容
	West	キャノピーカバー率 (中央から北へ 15m)
Trees		樹木インベントリー (全種類)
	Radius(DBH)	中心からの距離 (0m - 2m, 2m - 5m, 5m - 10m, 10 m- 15m)
	Tree No.	樹木番号 (連番)
	Stem No.	幹番号 (フォーク状の樹木)
	Species Name	樹種名称 (リスト選択)
	Any Other Species	樹種名称 (リストに無い樹木)
	DBH	胸高直径 (mm、地上 130cm 地点)
	Height	樹高 (m、5 本毎に計測)

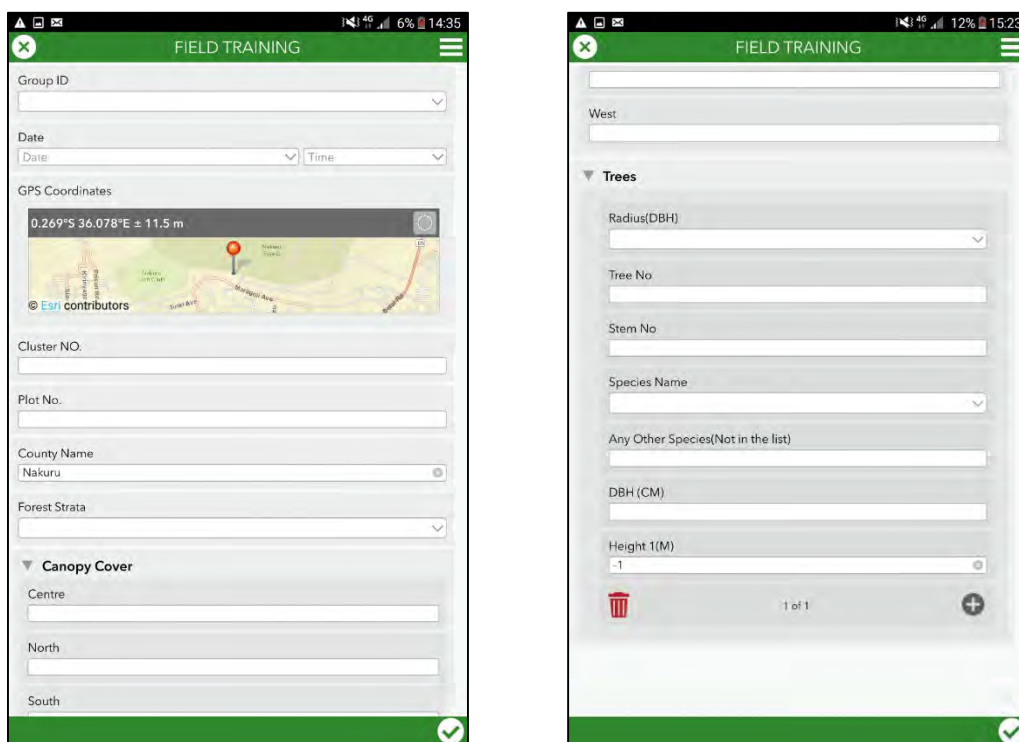


図 1.3.2.33 調査フォーム (Survey123)

現地調査ツールは 2020 年 1 月及び 2021 年 7 月の MRV トレーニング中で検証された。図 1.3.2.34 は 2020 年 1 月の調査の様様で、研修者が調査情報を、ツールを用いて入力している。現地調査データは、プロットがポイントデータとして、樹種や胸高直径などのデータを取得した各樹木の情報がテーブルデータとして ArcGIS Online サーバに格納されている (図 1.3.2.35)。管理者はこれらデータを使い、解析処理を行う (図 1.3.2.36)。



図 1.3.2.34 現地調査ツールの講習 (MRV トレーニング、2020 年 1 月)

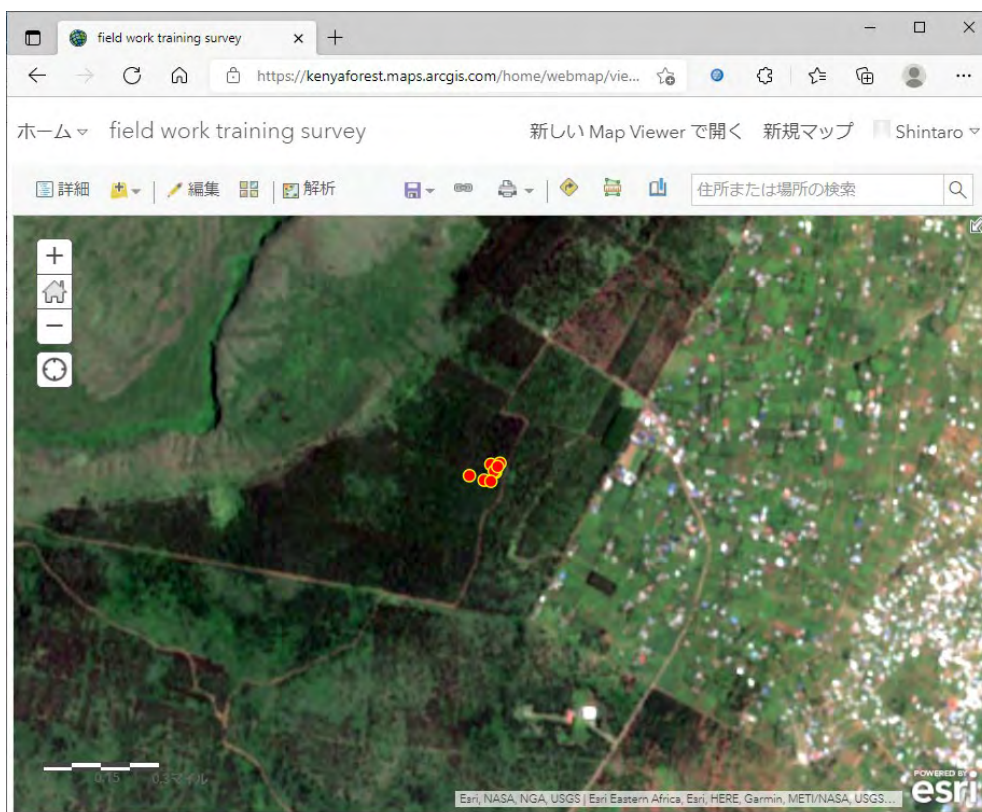


図 1.3.2.35 プロット中心 (ArcGIS Online 上で確認)

Object	Radius(C)	Tree N	Stem	DBH	Height	Est H	Vol(m3)	AGB(kg)	Vol/ha(m3)	AGB/ha(t)
13	radius_4	1		56	1 group_	9.888754	0.012178043	11.0102359	0.103188827	8.761660794
14	radius_3	2		194	1 group_	10.38145	0.153433913	130.5365772	0.051188045	16.62043244
15	radius_3	3		276	1 group_	10.44316	0.312399369	26.5240955	0.025140838	33.26750067
16	radius_3	4		80	1 group_	10.09245	0.025365086	22.5240955	0.309637509	2.868915354
17	radius_2	5		153	1 group_	10.32622	0.094925805	81.69585785	0.330952442	2.600459883
18	radius_2	6		223	1 group_	10.4084	0.203260779	171.7644453	0.15455971	5.467432022
19	radius_2	7		118	9.2 1 group_	9.2	0.050305067	43.95881914	0.624508209	1.399252651
20	radius_2	8		103	1 group_	10.20092	0.04249852	37.28771792	0.739224028	1.186904907
21	radius_2	9		104	1 group_	10.20458	0.043343268	38.0109311	0.724816753	1.209925497
22	radius_1	10		202	1 group_	10.38965	0.166480517	141.3590657	0.424589232	1.999821686
23	radius_1	11		286	1 group_	10.44829	0.335611824	280.2141942	0.210617833	3.964219906
24	radius_1	12		282	1 group_	10.44628	0.326227022	272.563956	0.216676824	3.855991176
25	radius_3	1		289	1 group_	9.696914	0.318045397	265.8902104	0.024694531	33.85419147
26	radius_3	2		54	1 group_	9.159357	0.010488476	9.516741348	0.748820128	1.211709086
27	radius_3	3		69	6.8 1 group_	6.8	0.012713554	11.48252881	0.617764463	1.462000907

図 1.3.2.36 解析結果

6) 追加ツール

(a) バイオマス計算ツール

本コンポーネントは NFI における将来の実装のために、プロット調査におけるデータを使用し、森林の蓄積や炭素量を自動的に算出するためのツールを計画・設計・開発した。入力データは NFI 調査用にカスタマイズされた Survey 123 アプリケーションを想定し、そこから蓄積や炭素量を算出する。図 1.3.2.37 にバイオマス計算ツールのフローを示す。

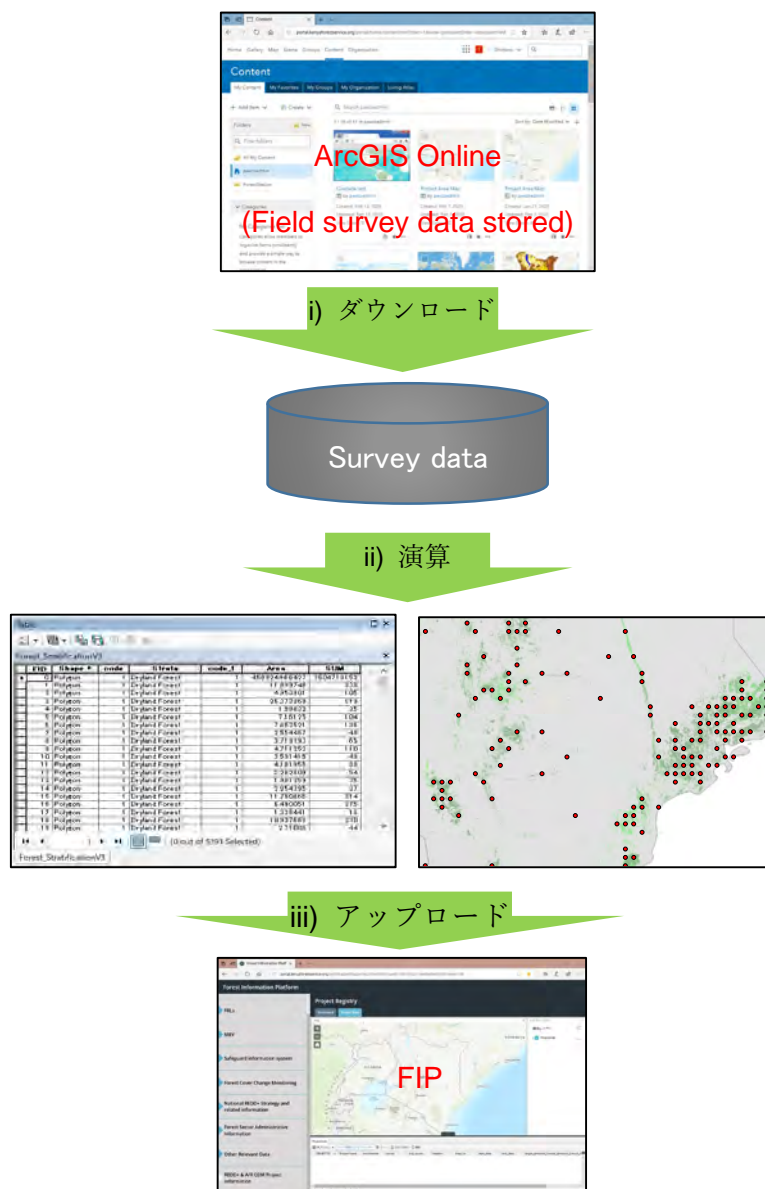


図 1.3.2.37 バイオマス計算ツールフロー

i) ダウンロード：スクリプトを用い、Survey 123 で収集したデータをサーバからダウンロード。

ii) 演算：ダウンロードしたデータの演算を行う。以下に対象となる演算項目を示す。

- 森林タイプ別毎の森林蓄積量 (m3) 及びバイオマスの重量 (t)、並びに地上及び地下バイオマスの炭素量及び二酸化炭素量の総量及び ha 当りの量
- 主要樹木種毎の森林蓄積量 (m3) 及びバイオマスの重量 (t)、並びに地上及び地下バイオマスの炭素量及び二酸化炭素量の総量及び ha 当りの量

iii) アップロード：解析結果を属性データとしてプロットの点データに反映し、FIP へアップロードする（統計処理前の樹木ごとの演算結果については、アップロードはするが、公開はしない）。

図 1.3.2.38 に演算結果のイメージを示す。

Forest strata	Canopy Cover	ABG		BGB		TOTAL	
		Biomass Tonnes/ha ⁶	Biomass Tonnes/ha ⁸	Biomass (Tonnes/ha) ¹⁰	Carbon (Tonnes/ha) ¹¹	CO ₂ (Tonnes/ha) ¹²	
Montane & Western Rain	Dense	244.80	90.57	335.37	157.62	577.95	
	Moderate	58.43	21.62	80.05	37.62	137.96	
	Open	18.31	6.77	25.08	11.79	43.23	
Coastal & Mangrove	Dense	94.63	18.93	113.55	53.37	195.69	
	Moderate	52.75	10.55	63.30	29.75	109.08	
	Open	24.01	4.80	28.81	13.54	49.64	
Dryland	Dense	42.43	11.88	54.31	25.53	93.60	
	Moderate	34.52	9.67	44.19	20.77	76.15	
	Open	14.26	3.99	18.26	8.58	31.47	
Plantation		324.79	87.69	412.48	193.87	710.84	
Cropland Wetland & Settlements/ Otherlands		0	0	0	0 ¹³	0	
Grassland				8.7 ¹⁴	4.09	14.99	

Ranking	Scientific name	Total stem volume	
		(m3)	(%)
1	<u>Colophospermum mopane</u>	36,460,718	26.818
2	<u>Androstachys johnsonii</u>	19,251,783	14.161
3	<u>Guibourtia conjugata</u>	15,359,190	11.297
4	<u>Sclerocarya birrea</u>	8,255,767	6.072
6	<u>Acacia nigrescens</u>	4,365,117	3.211
7	<u>Spirostachys africana</u>	4,292,102	3.157
9	<u>Xeroderris stuhlmannii</u>	2,300,971	1.692
5	<u>Acacia sp.</u>	5,261,411	3.870
8	<u>Combretum apiculatum</u>	2,588,616	1.904
10	<u>Strychnos madagascariensis</u>	2,187,353	1.609

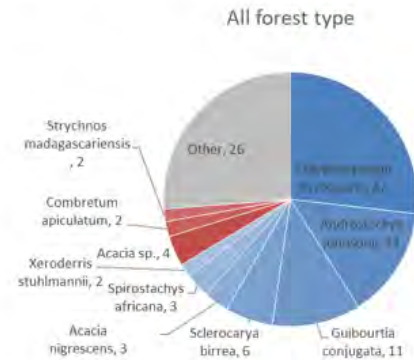


図 1.3.2.38 演算結果イメージ

このツールは ArcGIS のカスタムツールとして、パイソンスクリプトを用いたプラグインとして実装される (図 1.3.2.39)。

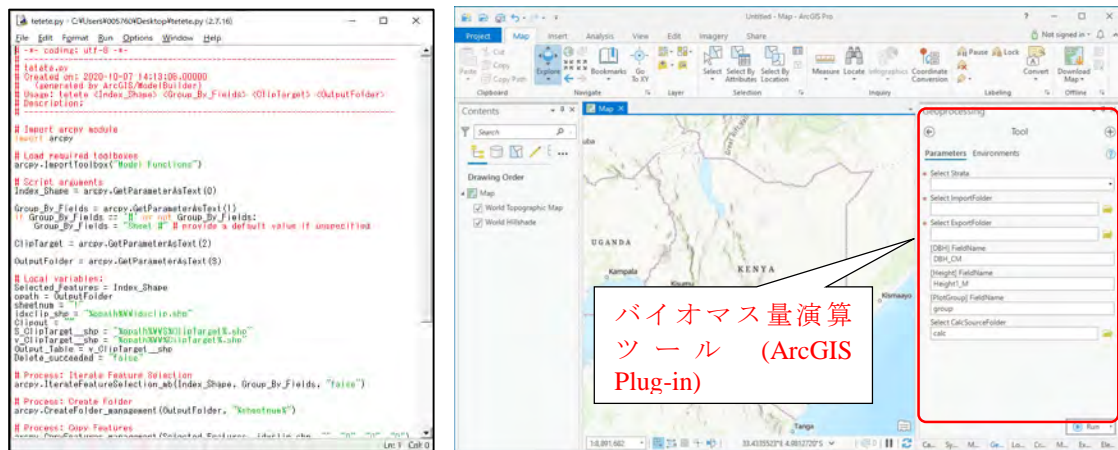


図 1.3.2.39 パイソンスクリプトとツール (ArcGIS plug-in)

(b) JJ-FAST データ取得ツール

本コンポーネントはまた、ArcGIS プラグインとして、半自動的に JJ-FAST のデータを取得・加工し FIP へとアップロードする為のツールを追加で設計・開発した。図 1.3.2.40 に JJ-FAST からのデータ取得ツールのフローを示す。

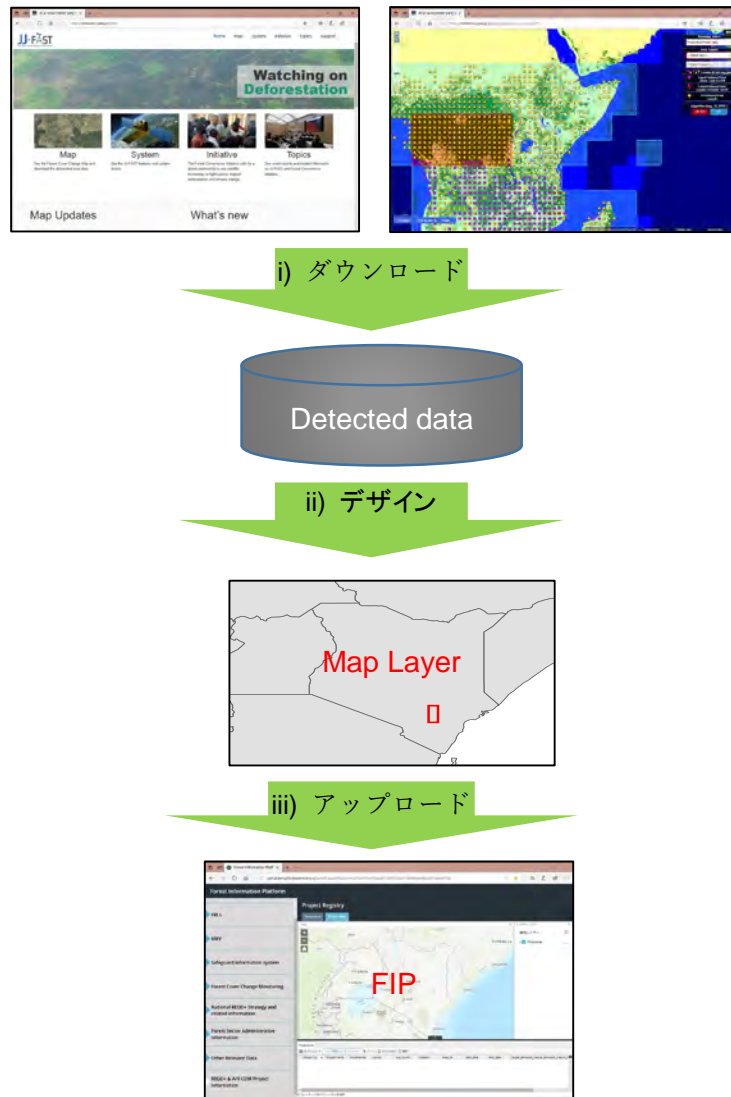


図 1.3.2.40 JJ-FAST データ取得ツールフロー

i) ダウンロード: スクリプトにより JJ-FAST の Web サイトにアクセスし、モニタリングデータを取得する (JJ-FAST の Web サイトではデータが格納されているフォルダをダウンロード用に開放している)。JJ-FAT データは緯度経度で区切られたブロックデータとして格納されており、ケニアを含むデータは 70 程度のブロックに分割されている。ツールはこの 70 程度に分かれたフォルダ全てを検索し、見つけたデータのダウンロードを行う。ダウンロードされたデータは 1 つの空間情報データとしてマージされる (図 1.3.2.41)。

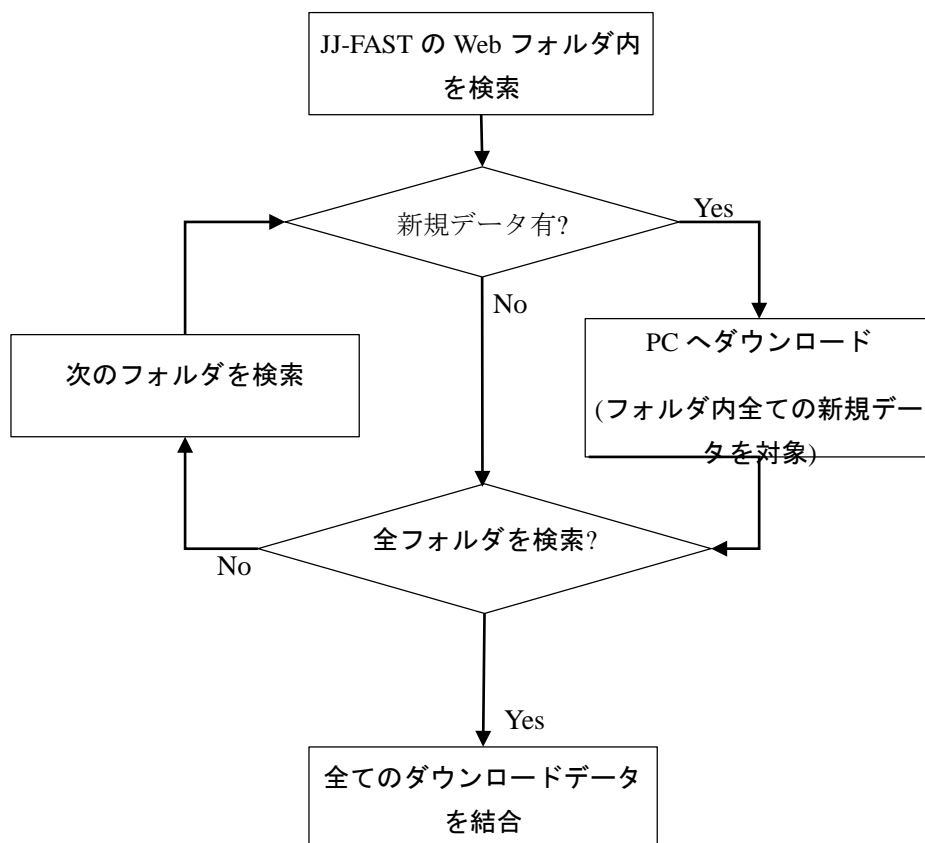


図 1.3.2.41 データ検索・取得ルーチン

ii) デザイン: ダウンロードされた JJ-FAST データに対しレイヤシンボルやスケールなどを設定する。

iii) アップロード: FIP ヘデータをアップロードする。これにより FIP の地図レイヤとして JJ-FAST のデータを参照することが可能となる。

このツールはバイオマス量演算ツールと同様に ArcGIS のカスタムツールとして、パイソンスクリプトを用いたプラグインとして実装される。図 1.3.2.42 に本ツール及び取得したデータの表示画面を示す。

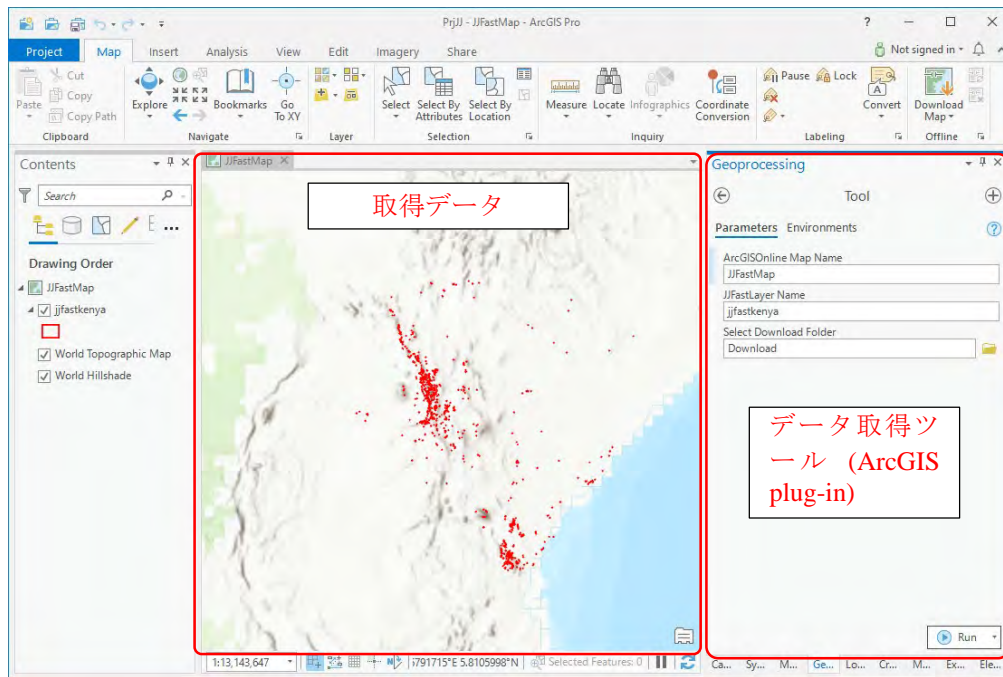


図 1.3.2.42 JJ-AST データ取得ツール (ArcGIS plug-in) と取得データ

(6) 森林情報プラットフォームの運用体制の構築と実践

FIP の継続した運用のために、本コンポーネントは管理運用に関するフレームワークを作成した。加えてコンテンツの公開に関するワークフローについても検討した。

1) 基本的なデータフロー

図 1.3.2.43 は FIP における基本的なデータフロー (左側のデータ収集から右側のデータ公開までの流れ) を示している。滞りない運用を行うには、IT システム管理及び FIP の管理運用技術者が協力して業務にあたる必要がある。そのためには、確立された役割と運用規則が必要とされる。以下に各セクションの役割と要求事項を示す。

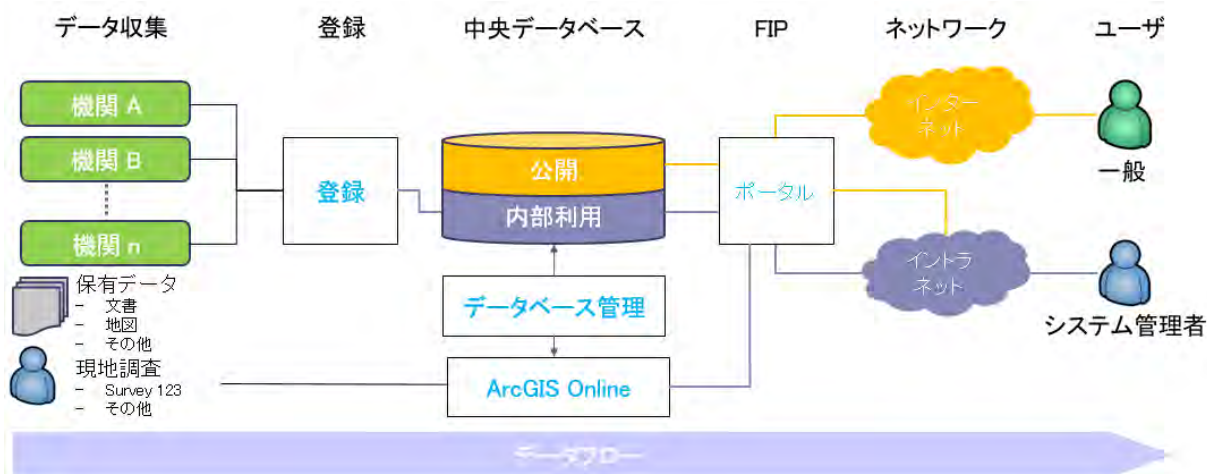


図 1.3.2.43 データ処理と管理に関する構成図

[データ収集]

FIP に関するデータの調査と収集

- 参加すべき、あるいは希望する組織の選定
- ドキュメント、地図等元データの所在と FIP への登録の可否の調査
- データ収集のためのツール等の作成と提供
- 収集したデータの検証
- 技術者のトレーニング

[登録]

収集したデータを中央のデータベースへの登録

- データ登録に関する規則の設定（データアクセス権限、データ検証他）
- データ登録のためのツールの準備
- 技術者のトレーニング

[中央データベース]

データセットを格納

- 管理体制の確立（データベース、ソフトウェア、ハードウェア）
- 技術者のトレーニング

[FIP]

各種情報を外部もしくは内部に対しポータルサイトとして公開

- FIP サイトの構成定義及び運用と保守（ハードウェア、ソフトウェア、ポータルサイト）
- 技術者のトレーニング

[ネットワーク]

データセットをユーザに提供

- セキュリティ管理
- サービス方針の確定（1年 365日 24時間提供）
- 技術者のトレーニング

[ユーザ]

FIP 掲載情報の検索と閲覧

- 制限情報の一般ユーザからの秘匿
- システム管理者は管理者メニューもしくはイントラネットを通じ、全てのデータにアクセス可能

2) 管理体制

継続的な FIP の運用と管理（O&M）を行うためには、次の 2 つの事項を確立することが重要である。1 つは O&M を実施するための体制であり、もう 1 つはコンテンツの信頼性の確保である。本コンポーネントは、カウンターパートと、FIP の運用体制として図 1.3.2.45 に示すような組織の構築を協議した。図 1.3.2.44 に示すように KFS 内に組織化される管理チームは 2 つのセクションから構成される。1 つは森林情報を扱うセクション（ポータル管理：FIP の Web サイトやコンテンツを作成・管理）であり、もう 1 つは IT セクション（IT 管理：ハードウェア・ネットワークのメ

メンテナンスや Web ページ作成の技術的サポート等) である

さらに、FIP が関係する多くの組織のデータを扱い始めた際には、FIP 管理チーム (KFS) の上位に意思決定組織の創設を行う。上位組織は FIP に関する統合的な責任を負う事となる。上位組織はコンテンツの内容の検査及びコントロール (公開情報の検証等) や FIP 運営に関する方針について定期的な会議を行い、意思決定を行う。この上位組織には関係する全てのステークホルダの参加が必要であり、設立には時間を要するものと考えられるため、将来的な設置となるであろう。

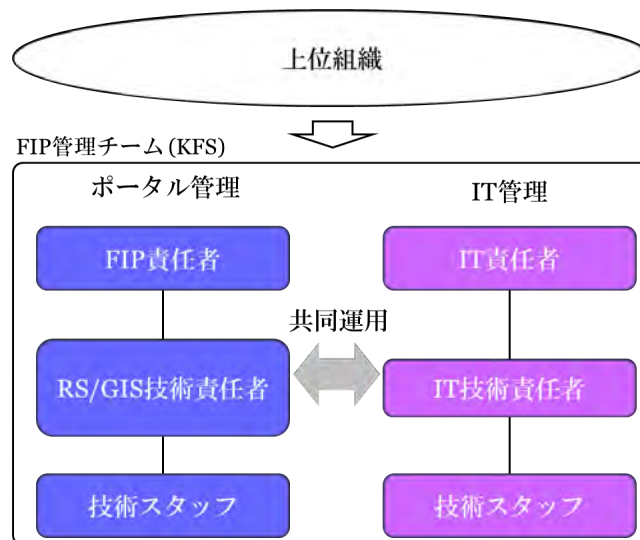


図 1.3.2.44 FIP の管理運営組織図

以下に各セクションの内容、責任事項を示す。

[上位組織]

- FIP に関係する全てのステークホルダで構成
- FIP に関する統合的な責任を負う

[ポータル管理]

FIP 責任者

- FIP の操作に関する責任を負う
- RS/GIS 技術責任者からの FIP に関する提案事項について、承認の可否を判断する

RS/GIS 技術責任者

- 情報の管理を行う (内容、品質、公開等)
- RS/GIS に関するアプリケーション及びデータベース、ポータル管理を行う

技術スタッフ

- RS/GIS に関するアプリケーション及びデータベース、ポータル操作を行う

[IT 管理]

IT 責任者

- ITに関する責任を負う

IT 技術責任者

- ハードウェア及びネットワーク、基本ソフトウェアの管理を行う

技術スタッフ

- IT 機器の操作を行う

3) コンテンツの信頼性

コンテンツの信頼性について、図 1.3.2.45 にコンテンツ掲載までの流れと各ステップにおける責任担当者を示す。

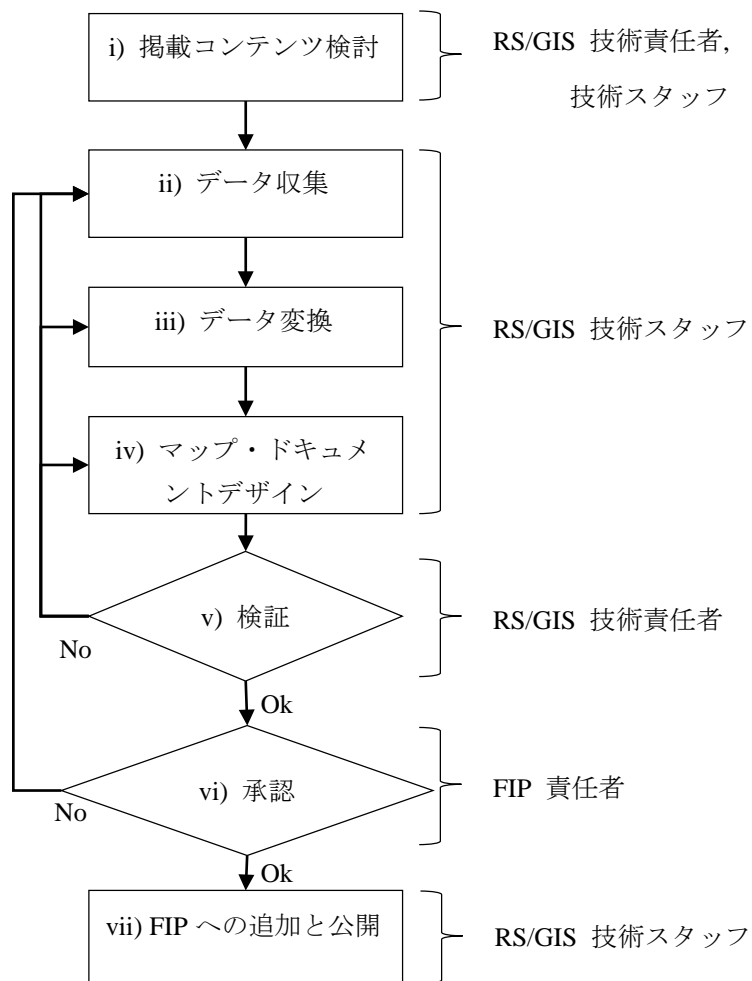


図 1.3.2.45 コンテンツ公開のフロー

i) 掲載コンテンツ検討

RS/GIS 技術責任者と技術スタッフ（及び内容によっては関係するステークホルダ）は公開すべき情報及びそれに必要なデータについて検討を行う。

ii) データ収集

技術スタッフは必要なデータセットの調査及び収集を行う。

iii) データ変換

技術スタッフは必要に応じて、収集データの空間情報やドキュメント形式への変換を行う。

iv) マップ・ドキュメントデザイン

技術スタッフは FIP に掲載するコンテンツとして、マップやドキュメントの装飾を行う

v) 検証

RS/GIS 技術責任者は作成されたコンテンツの内容を検証する。掲載に必要な品質を満たさないと判断された場合は、却下し再作成を指示する。

vi) 承認

FIP 責任者はコンテンツの掲載許可を行う。

vii) FIP への追加と公開

技術スタッフは承認されたコンテンツを FIP に登録し、公開する。

1.3.3 各種地図作成に関する活動

(1) 2014 年版土地被覆/土地利用図の正確性についてプロセスのアセスメント

2014 年度版土地被覆/土地利用図の正確性のプロセスアセスメントでは、クリントン財団サポートによる SLEEK で作成された 2014 年度版土地被覆/土地利用図の作成手法について評価を行った。この土地被覆/土地利用図は、KFS、DRSRS、SOK、RCMRD からアサインされたリモートセンシングチームにより作成されている。評価においては下記に列挙したポイントについて、SLEEK で作成された技術マニュアル並びに作成チームへの聞き取りから行った。

- 1) 使用した地球観測衛星画像
- 2) 画像分類処理の準備
- 3) 土地被覆/土地利用図の分類項目
- 4) 画像分類手法

1) 使用した地球観測衛星画像

使用された地球観測衛星画像は、2013 年 2 月 11 日に打ち上げられ、4 月 11 日にキャリブレーションが完了した LANDSAT-8 号により取得された 2014 年時の衛星画像であった。LANDSAT-8 号が搭載している Operational Land Imager (OLI) は、LANDSAT-7 号搭載の Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) と同様のセンサーである。また LANDSAT-8 号は米国の LANDSAT 衛星シリーズの最新衛星であり、グローバルな土地被覆や土地利用の変化モニタリングに適している。土地被覆図や土地利用図のもととなる過去参照が可能な LANDSAT 衛星シリーズのアーカイブ画像の活用にもつながる。

LANDSAT-8 号搭載の OLI センサーは、185km 刈幅で衛星の進行方向に沿って 180km を一つの単位 (シーン) として地球表面の画像データを取得している。画像データの地上解像度は、1 ピクセルあたり 30m x 30m である。従って、0.5ha を最少マッピング単位(MMU : Minimal Mapping Unit) とした森林定義を満足させることが可能である。

衛星画像を選ぶにあたっては、雲、もや、かすみ、煙や季節の影響ができるだけ少なくなることを考慮しており、特に雲の被覆については最も考慮されていた。衛星画像の選択にあたっては、できる限り分類可能なエリアが最大化させており、取得衛星画像の観測時期については、森林、草地や農地について分類しやすい 6 月～9 月ならびに 1 月～2 月の乾期が主となっていた。その結果、最終的に未分類となってしまう雲量は、ケニア国全体で 3.75% であった。2014 年版土地被覆

/土地利用図作成に活用された衛星画像のリストを表 1.3.3.1 に示す。また図 1.3.3.1 は、LANDSAT-8 号のサンプル画像を示す。

表 1.3.3.1 2014 年版土地被覆/土地利用図で活用された衛星画像リスト

2014 観測 (32 画像シーン: 乾期 32 シーン、雨期 2 シーン)					
番号	パス	ロー	シーン	画像 ID	季節
1	165	61	165061	LC81650612014189LGN00	乾期
2	165	62	165062	LC81650622014189LGN00	乾期
3	166	57	166057	LC81660572014004LGN00	乾期
4	166	58	166058	LC81660582014020LGN00	乾期
5	166	59	166059	LC81660592014004LGN00	乾期
6	166	60	166060	LC81660602014004LGN00	乾期
7	166	61	166061	LC81660612014196LGN00	乾期
8	166	62	166062	LC81660622014084LGN00、LC81660622014196LGN00	乾期
9	166	63	166063	LC81660632014180LGN00	乾期
10	167	57	167057	LC81670572014011LGN00	乾期
11	167	58	167058	LC81670582014011LGN00	乾期
12	167	59	167059	LC81670592014267LGN00	乾期
13	167	60	167060	LC81670602014283LGN00	雨期
14	167	61	167061	LC81670612015014LGN00	乾期
15	167	62	167062	LC81670622014331LGN00	雨期
16	167	63	167063	LC81670632014059LGN00	乾期
17	168	57	168057	LC81680572014018LGN00	乾期
18	168	58	168058	LC81680582014034LGN00	乾期
19	168	59	168059	LC81680592014034LGN00	乾期
20	168	60	168060	LC81680602014258LGN00	乾期
21	168	61	168061	LC81680612014034LGN00	乾期
22	168	62	168062	LC81680622014034LGN00	乾期
23	169	57	169057	LC81690572014025LGN00	乾期
24	169	58	169058	LC81690582014185LGN00	乾期
25	169	59	169059	LC81690592014025LGN00	乾期
26	169	60	169060	LC81690602014025LGN00	乾期
27	169	61	169061	LC81690612014025LGN00	乾期
28	170	56	170056	LC81700562014016LGN00	乾期
29	170	57	170057	LC81700572014032LGN00	乾期
30	170	58	170058	LC81700582014032LGN00	乾期
31	170	59	170059	LC81700592014032LGN00	乾期
32	170	60	170060	LC81700602014032LGN00	乾期
33	170	61	170061	LC81700612014256LGN00	乾期
34	171	57	171057	LC81710572014007LGN00	乾期

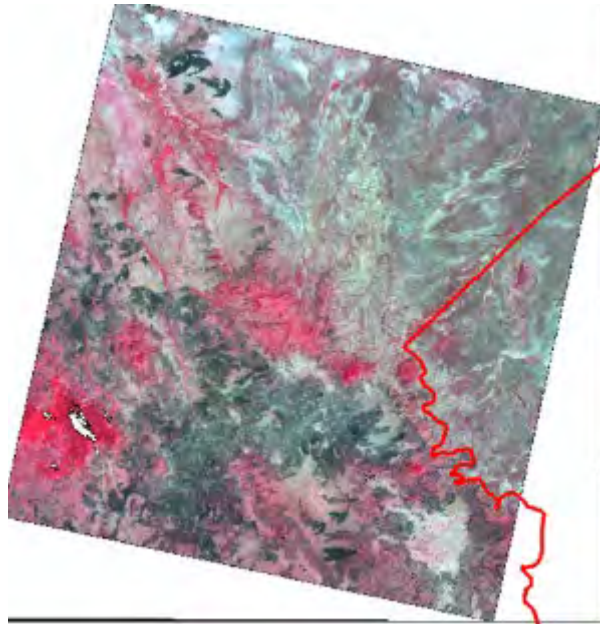


図 1.3.3.1 LANDSAT-8 号のサンプル画像

2) 画像分類処理の準備

画像処理分類の前準備については、下記の項目について考慮した。

- ✓ 地形による輝度値補正
- ✓ 雲および影の除去
- ✓ 画像分割

地形による輝度値補正について

リモートセンシングチームは、ミス分類を防ぐために画像補正を実施している。衛星画像は、地上からの太陽光の反射を捉えたものであるが、地形の傾斜や向きは地上からの太陽光の反射に影響するため、衛星画像にはその影響による輝度値の変化分が含まれている。そのため、地形を加味した輝度値補正が必要であり、分類処理前の事前処理として輝度値補正処理が実施された。下記の図 1.3.3.2 は、輝度値補正前の画像と補正後の画像である。

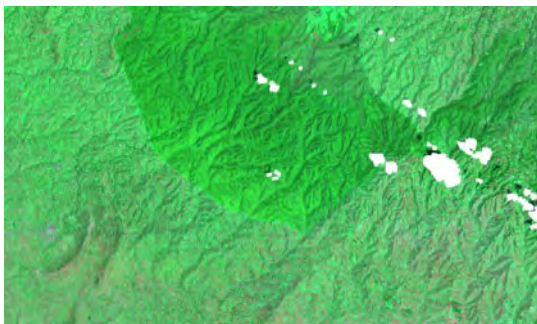


図 1.3.3.2 左：補正前画像、右：補正後画像

雲および影の除去について

衛星画像における雲の影響は、画像分類を行う上での光学系衛星画像を使う障害となる。雲のエ

リアは地上を隠すため、そのエリアの判読や分類が困難となるからである。また薄い雲や雲の影も、画像分類での分類精度に影響を及ぼす。そのため、できるだけ雲の領域を少なくすることを考慮して活用衛星画像を選択するが、それでも雲のエリアと影の影響は残ってしまう。この状況については、画像分類処理を行う前に雲ならびに影のエリアを衛星画像から除去することで対応できる。そのためリモートセンシングチームは、マスク処理手法により、雲と影のエリアの除去を行っていた。次の図 1.3.3.3 にマスク処理と雲を除去した結果について示す。

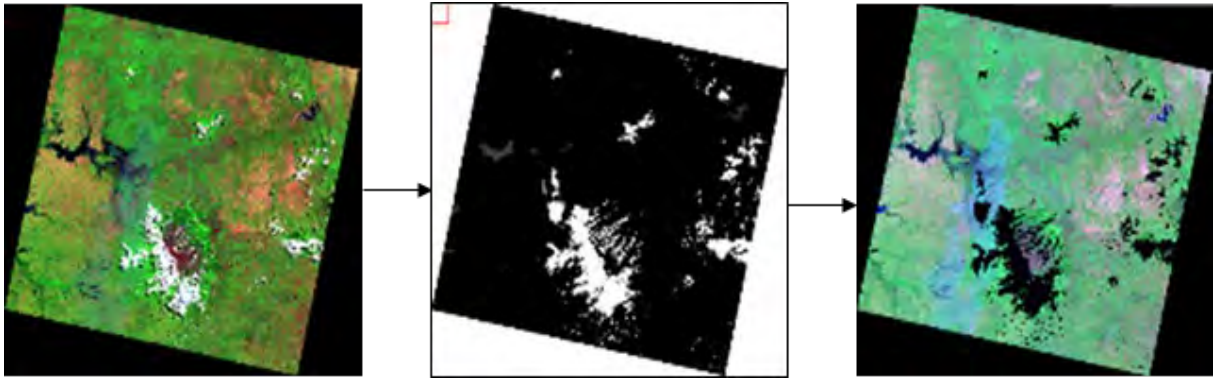


図 1.3.3.3 マスク処理および雲の除去結果

なお、雲を除去したシーンの欠損エリアについては、観測日が違うシーンの分類結果をモザイクすることで欠損エリアを補っている。

画像分割について

土地被覆や土地利用は、ケニア国に全土にまたがって様々な様相を呈している。例えば森林密集地域、広大な乾燥林や灌木草地の地域や異なった農作物の地域などがあり、画像上で異なった特徴の色調を持っている。そのため全ての分類項目に対して、ケニア全土を一つの画像として同時に分類処理することは、ミス分類が増えてしまい分類精度に問題が出てくる。ミス分類を防ぐには、活用する LANDSAT-8 号の衛星画像を色調と土地被覆の特徴別に分割してから分類処理を実施する必要がある。

そのため、リモートセンシングチームでは、ケニア国のアグロ・エコロジカルゾーンを参考にスペクトル特性や土地被覆を考慮し、各シーンの衛星画像を特徴別に分割した上で、画像分類処理を行っている。また、大きな分類エラーが見つかった場合は、分割エリアの統合や変更を行い、画像分割や画像分類を再度実施している。なお、アグロ・エコロジカルゾーンとは、農業省がケニア気象局と共同で作成したゾーンマップで図 1.3.3.4 のとおりである。次の図 1.3.3.5 に LANDSAT-8 号のオリジナル衛星画像と衛星画像の分割例をそれぞれ示す。

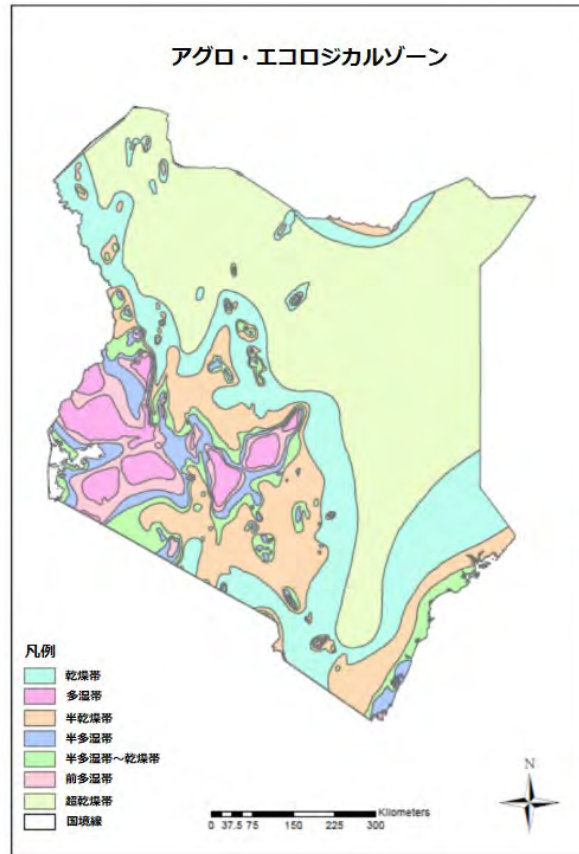


図 1.3.3.4 アグロ・エコロジカルゾーン図

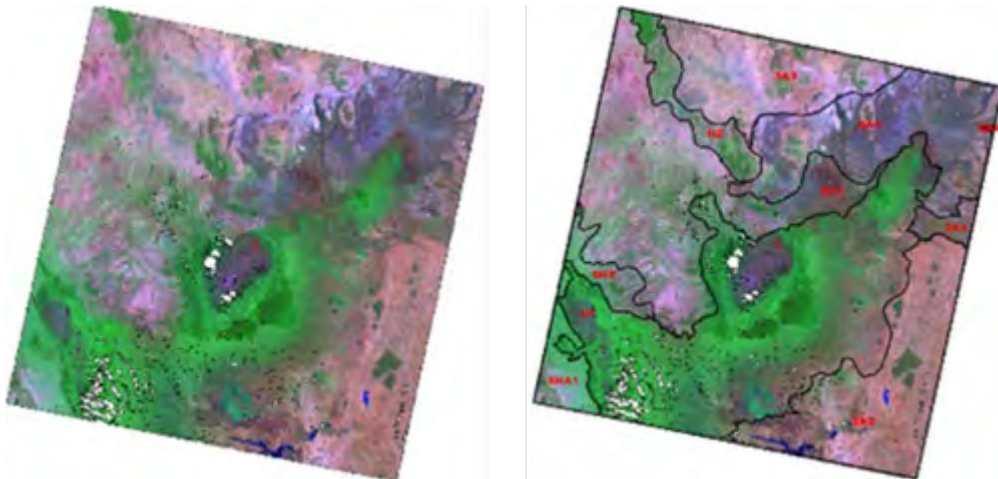


図 1.3.3.5 左：オリジナル画像、右：衛星画像の分割例

3) 土地被覆/土地利用図の分類

土地被覆/土地利用図の分類項目は、下記のとおり。

1. 高密度森林（樹冠率 65%以上）

2. 中密度森林（樹冠率 40 %以上 65%未満）
3. 疎密度森林（樹冠率 15 %以上 40%未満）
4. 単年生作物
5. 多年生作物
6. 草地
7. 灌木草地
8. 水域
9. 湿原
10. その他

これら上記の分類項目には、土地被覆の分類項目と土地利用の分類項目が混在している。土地被覆の分類項目は、高密度森林、中密度森林、疎密度森林、草地、灌木草地、水域、湿地、その他であり、土地利用の分類項目は、単年生作物、多年生作物の 2 項目。衛星画像を使った分類では、土地利用の分類項目を画像処理により分類することは難しいため分類処理工程について考慮する必要がある。そのため、リモートセンシングチームは、アグロ・エコロジカルゾーンにより各衛星画像シーンを分割し、画像処理分類を実施している。

4) 画像分類手法

リモートセンシング技術による画像分類手法は、大きくわけて次の 2 つのアプローチに集約される。一つはピクセルベースによる分類手法、もう一つはオブジェクトベースによる分類手法である。リモートセンシングチームでは、ピクセルベースによる分類手法を使っている。よく使われる典型的な分類手法は下記のとおりである。

- ✓ マルチレベルスライス法
- ✓ ディジションツリー法
- ✓ 最短距離分類法
- ✓ 最尤分類法
- ✓ その他
 - ファジー理論の応用分
 - エキスパートシステムによる分類
 - ニューラルネットワークによる分類

リモートセンシングチームでは、ランダムフォレストと呼ばれる機械学習の要素が入った教師付き分類を 2014 年版の土地被覆/土地利用分類に使っている。この分類手法は、土地被覆/土地利用分類にも適しておりコンピュータ処理時間も他の機械学習アルゴリズムと比較して短い手法である。また前処理で実施している雲や影の除去やゾーンニングによる画像分割は前処理として必要プロセスであり、一種のディジションツリー法を使っていると言える。

1) ～4) の各プロセスを考慮すると、2014 年版土地被覆/土地利用図作成に活用した衛星画像の選択や画像分類手法は、分類項目に合った適切なプロセスを踏んでいたと言える。また、使われているランダムフォレストは、土地被覆上の変化がない限り継続して同じ教師が使えるだけでなく、同じモデルで分類処理を継続させるほどにコンピュータ処理による分類精度も上がる。前処理などの各工程ではマニュアル処理が必要であるが、分類処理については、コンピュータ処理による自動分類のため、判読などを必要とする他の手法と比較し、短時間・少人数でも国レベルでの土地被覆/土地利用図が作成できる。つまり SLEEK で使われた手法は、持続可能な手法と言える。

(2) 2014 年版土地被覆/土地利用図の正確性について結果のアセスメント

2014 年度版土地被覆/土地利用図の正確性についての結果のアセスメントについては、2016 年 9 月 27 日～10 月 8 日にかけてグラウンドトゥルース調査による確認調査を行い、2014 年版土地被覆/土地利用図を作成した際に行われた分類結果の確認調査結果に加味して行った。グラウンドトゥルース調査で調査すべき地点については、カウンターパートと協議の上、決定した。決定にあたって考慮したのは、アクセスのしやすさと確認が必要なミス分類が起りやすいと思われる地域であることと、出来るだけ全ての分類項目が確認できる地域であることであった。特に森林タイプについては、他の分類項目よりも多く確認できるよう考慮した。

確認地点へのアクセスのしやすさについては、道路から地点への距離や 1 日あたりの調査点数が最大になるようベースとなる大きな町からの距離について考慮した。街から調査点までの距離については、調査にかかる時間を考慮し 20km を超えない範囲とし、道路から調査点までの距離は 50m 以内で次の調査点までの距離間は 1.5m km 以内となるよう計画した。次の図 1.3.3.6 は、選択した調査点を土地被覆/土地利用図上に示したものである。

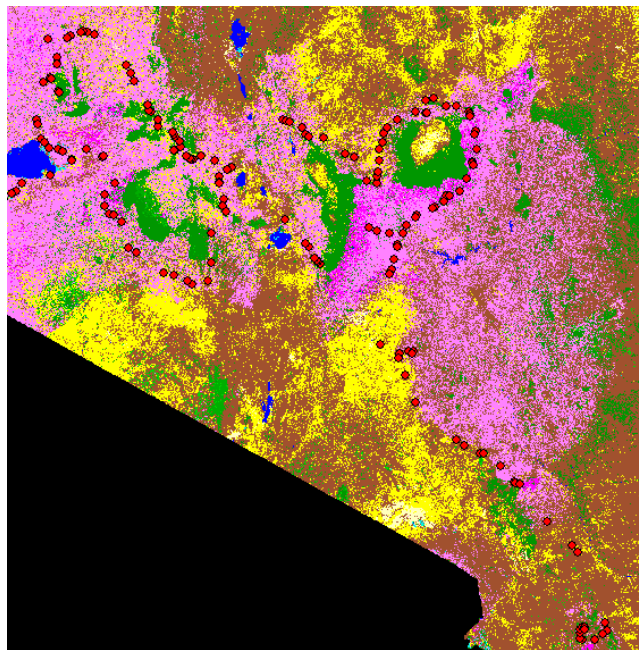


図 1.3.3.6 土地被覆/土地利用図に示した調査点

この確認調査には、KFS スタッフだけでなく SLEEK にかかわった関係機関である DRSSRS や KEFRI などからも参加した。ケニア側の参加者リストと調査スケジュールについては、表 1.3.3.2、表 1.3.3.3 と表 1.3.3.4 に示す。

表 1.3.3.2 確認調査参加者リスト (ケニア側)

	グループ 1	グループ 2
リーダー	Serah Kahuri (KFS)	Faith Mutwiri (KFS)
	Eunice Maina (KFS)	Kioko Nzioka (KFS)
	Safi Ibrahim (KFS)	Antony Ngari (KFS)
	Jira Chimanyi (KFS)	Eric Nganga (RCMRD)
	Tom Kemboi (African Wildlife)	John Ngugi (KEFRI)

	グループ 1	グループ 2
	Foundation)	
	Antony Macharia (SOK)	Merceline Ojwala (DRSRS)

表 1.3.3.3 調査スケジュール (グループ 1)

2016 年	9 月	26 日	月	Field Survey (Nairobi - Kabarnet)
		27 日	火	Field Survey (Kabarnet - Timboiwa - Sacho - Tenges - Kabarnet)
		28 日	水	Field Survey (Kabarnet - Kipcherera - Kapchekor - Tirimionin - Kabarnet)
		29 日	木	Field Survey (Kabarnet - Chebloch - Biretwo - Tambach - Kessup - Iten - Eldoret)
		30 日	金	Field Survey (Eldoret - Kipkabus - Kaptagat - Eldoret)
	10 月	1 日	土	Field Survey (Eldoret - Soy - Kitale)
		2 日	日	Data arrangement / day off (Kitale)
		3 日	月	Field Survey (Kitale - Kaptalelia - Cheptais - Kitale)
		4 日	火	Field Survey (Kitale - Kapenguria - Cherangani - Kitale)
		5 日	水	Field Survey (Kitale - Lodwar)
		6 日	木	Field Survey (Lodwar - Lodwar)
		7 日	金	Field Survey (Lodwar - Lodwar)
		8 日	土	Field Survey (Lodwar - Eldoret)
		9 日	日	Field Survey (Eldoret - Nairobi)

表 1.3.3.4 調査スケジュール (グループ 2)

2016 年	9 月	26 日	月	Field Survey (Nairobi - kimende - Naivasha - Nakuru)
		27 日	火	Field Survey (Nakuru - Sobea - Mau Samit - Londiani - Molo - Elburgon - Njoro - Nakuru)
		28 日	水	Field Survey (Nakuru - Total - Timboroa - Burnt Forest - Eldoret)
		29 日	木	Field Survey (Eldoret - Turbo - Kipkaren - Webuye - Malava - Lubao(Kakamega Forest) - Mukumu - Maragori - Vihiga - Kiboswa - Kisumu)
		30 日	金	Field Survey (Kisumu - Ahero - Awach-Kendu Bay - Homa Bay - Kisumu)
		1 日	土	Field Survey (Kisumu -Ahero - Awasi-Kericho - Bomet - Narok - Mau Narok - Nakuru)
		2 日	日	Data arrangement / day off (Nakuru)
		10 月	3 日	月
	4 日		火	Field Survey (Nanyuki - Timau - Meru - Chogoria - Chuka - Embu)
	5 日		水	Field Survey (Embu -Kutus - Sagana -Muranga - Maragua - Thika)
	6 日		木	Field Survey (Thika - Nairobi - Machakos - Salama - Kibwezi - Voi)
	7 日		金	Field Survey (Voi -Mwatate - Wundanyi - Voi)
	8 日		土	Field Survey (Voi - Nairobi)

確認調査では、各調査点で周辺の被覆状況が確認できる 4 方向 (東西南北) の写真とハンディ GPS からの位置情報を取得するようにし、調査点情報として野帳に記録した。図 1.3.3.7 に記録した野帳の例を示す。野帳には、写真や位置情報だけでなく日時、地名、分類結果と地点の土地被覆/土地利用についても記録している。

リモートセンシング解析用野帳

番号	: 015	日付	: 2016年9月27日
土地被覆/土地利用		調査者	: Sirayo Peter
分類コード	: 3	緯度	: S 00° 32' 34.1"
現地調査		経度	: E 35° 58' 09.9"
分類コード	: 3	標高	: 2589
カウンティ	: Nakuru	備考	:

1. 森林域	コメント
タイプ	: 自然林 (2次林)
高さ	: 6M
樹冠密度	: 疎
備考	:
2. 非森林域	
土地利用	:
備考	:

現場を見て、特筆すべきコメントがあれば記入

写真



図 1.3.3.7 野帳の例

本確認調査では、176 地点について確認出来た。森林タイプについては、樹冠密度についてミス分類が認められ、特に疎密度と中密度での分類ミスが目立った。このようなミス分類は、単年生作物と草地にも見られた。ミス分類の理由としては、LANDSAT-8 号衛星の画像上の色調が似通っていることがあげられる。次の図 1.3.3.8 に現地調査時の様子を示す。また図 1.3.3.9 に確認分析として土地被覆/土地利用図上の検証点と 4 方向の地点写真を示す。



図 1.3.3.8 現地調査の様子

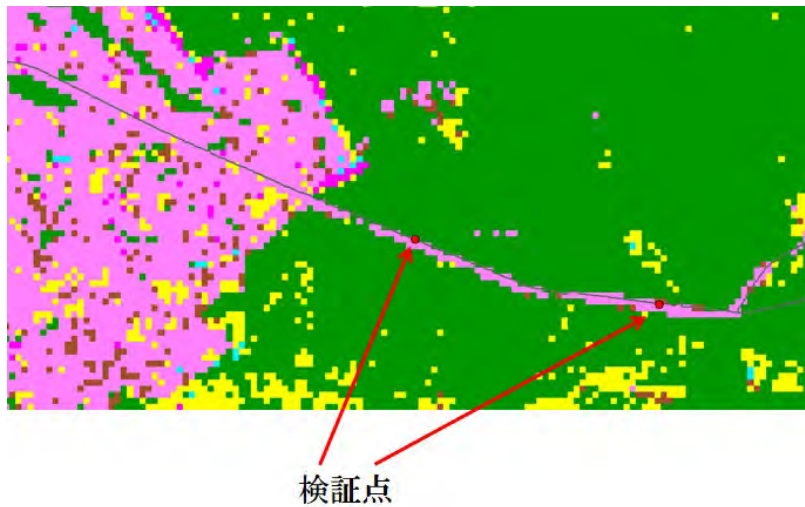


図 1.3.3.9 土地被覆図/土地利用図上の検証点と 4 方向の地点写真

全調査点を記録した野帳は、付属資料 13 を参照。この野帳は、アセスメントの結果報告に活用した。

(3) アセスメント結果の報告

アセスメントの結果については、2017 年 3 月 28 日・29 日開催された関係者協議ワークショップ及び TWG ミーティングで報告した。SLEEK で作成された 2014 年版土地被覆/土地利用図の作成

方法とプロセスは、衛星リモートセンシング技術でよく使われている方法であり、現実的なプロセスであっただけでなく、今後の持続的な継続をふまえた効率の良い手法であった。また分類結果については、本確認調査による調査点及び SLEEK における調査点を加味して行った結果、3,799 地点数に対し全体精度 75.1%の正確さであり、LANDSAT 衛星の画像を使った土地被覆/土地利用図としては、活用可能な分類精度であった。各分類項目における正確性を表 1.3.3.5 に示す。

表 1.3.3.5 土地被覆/土地利用図の正確性のアセスメント結果

分類項目	土地被覆/ 土地利用図	現地調査 検証数	精度
森林(密)	312	239	76.6%
森林(中)	221	153	69.2%
森林(疎)	150	97	64.7%
灌木草地	984	761	77.3%
草地	581	406	69.9%
多年生作物	205	165	80.5%
単年生作物	989	748	75.6%
湿原	95	70	73.7%
水域	47	40	85.1%
その他	215	174	80.9%
TOTAL	3799	2853	75.1%

(4) 土地被覆/土地利用図作成指導資料の整備

2020 年版土地被覆/土地利用図作成に向けた指導資料の整備については、SLEEK プログラムで実施された 2014 年版土地被覆/土地利用図の作成手法が今後もケニア国の地図として踏襲されることから、本コンポーネントで評価した土地被覆/土地利用図作成手法をもとに指導用の資料を整備することとした。またケニア側でもこの手法をもとにした技術マニュアルを整備中であり、本コンポーネントからも森林リモートセンシング/GIS 専門家が技術マニュアル作成会議に参加し、インプットを行った。

土地被覆/土地利用図作成用の指導資料については、パイロットエリアでの土地被覆/土地利用図作成への参加した研修生がリモートセンシングの基礎知識を持たないことから、作成手法の説明だけでなく、衛星リモートセンシングの基礎、REDD+における Activity Data の役割についても説明できる資料とした。作成した指導資料の項目は、次のとおり。詳細は、付属資料 14 を参照のこと。

- ・ REDD+における Activity Data の役割
- ・ リモートセンシング基礎と画像処理
- ・ 現地調査について

- ・ 衛星画像データの選択とダウンロード
- ・ 画像分類処理のための前処理
- ・ 教師データの作成方法と画像分類処理

指導用資料とは別に、KFS スタッフが参照できるよう技術マニュアルについても作成した。本コンポーネントで作成した技術マニュアルは、森林リモートセンシング/GIS 専門家も参加した技術マニュアル作成会議でレビューした内容を踏襲している。また土地被覆/土地利用図作成に特化するようよりシンプルな内容とし、作成工程に合わせた構成及び目次とした。また本コンポーネントで検討した、土地被覆/土地利用図をケニア国の森林定義及び森林 10 分類と合致させるための方法について、技術マニュアルに追記した。追記した詳細については、後述の「(5) 土地被覆/土地利用図作成指導資料の改善」にて詳細を述べる。

(5) 土地被覆/土地利用図作成指導資料の改善

ケニア国では、SLEEK プログラムで活用された土地被覆/土地利用図の作成手法をもとにタイムシリーズ土地被覆/土地利用図を作成しており、このタイムシリーズ土地被覆/土地利用図を活用して FRL に活用する AD を作成することとなった。タイムシリーズ土地被覆/土地利用図では、ピクセルベースの画像分類処理を行っているため、森林被覆は実際には樹木被覆である。このため本コンポーネントでは、AD を作成するため、LANDSAT4, 5, 7, 8 号衛星から作成された土地被覆/土地利用図の樹木被覆をケニア国の森林定義に合致させることを検討した。検討においては、森林 3 タイプ及び被覆率別の 3 層化と、人工林の区別による合計 10 分類となることも考慮した。

検討した結果、土地被覆/土地利用図は LANDSAT-8 号衛星画像をもとにしたピクセルベース (1 ピクセル辺り 30m*30m、単位面積 0.09ha) による地図であることから、森林定義の最少面積 0.5ha を満たすため、6 ピクセル (0.54ha) が森林域の最小単位となるようフィルタリング処理を考案した。考案したフィルタリング処理は、図 1.3.2.4 に示すような 8 近傍サーチにより森林ピクセルが繋がったかたまりとして認識させ、5 ピクセル以下の森林ピクセルの集まりをその周辺で最大の土地被覆/土地利用の分類項目と置きかえるアルゴリズムとなっている。

フィルタリング処理後は、森林域をゾーニングにより「山岳林 / 西部熱帯降雨林」、「海岸林 / マングローブ」、「乾燥地林」、「人工林」の 4 区分に分類した。尚、この図 1.3.3.10 に示す森林タイプ別ゾーニングデータ (シェープ・ファイル) 及び「人工林」の境界データ (シェープ・ファイル) は KFS より提供された。

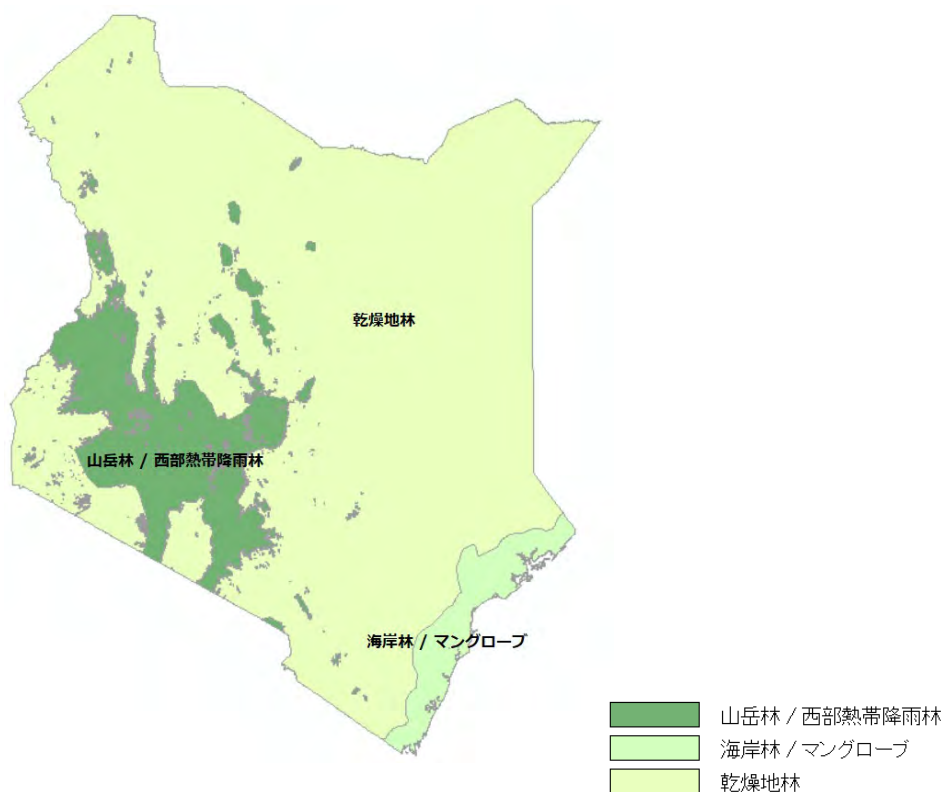


図 1.3.3.10 森林タイプ別ゾーニングデータ

ゾーニング後の土地被覆/土地利用図は、下記表 1.3.3.6 のようにコード化し森林タイプ毎の面積が算出できるようにした。

表 1.3.3.6 土地被覆/土地利用図コードとコード別面積

		コード	1990年	2000年	2010年	2014年
山岳林 / 西部熱帯降雨林 (10)	密 (1)	11	1,174,515	978,308	1,074,485	1,110,721
	中 (2)	12	242,631	249,411	226,519	203,081
	疎 (3)	13	140,587	131,976	86,646	104,792
海岸林 / マングローブ (20)	密 (1)	21	283,968	177,556	303,810	421,452
	中 (2)	22	296,861	373,598	248,156	125,039
	疎 (3)	23	11,848	22,957	14,156	6,241
乾燥地林 (30)	密 (1)	31	844,301	971,645	966,123	970,632
	中 (2)	32	359,589	532,561	330,947	287,009
	疎 (3)	33	320,973	333,874	314,750	305,132
人工林 (40)	密 (1)	41	62,660	41,099	49,091	53,046
	中 (2)	42	2,519	2,216	3,369	1,073
	疎 (3)	43	251	868	321	546
農地 (50)	単年生作物 (1)	51	3,139,213	4,227,298	5,786,329	5,900,262
	多年生作物 (2)	52	303,801	222,932	260,347	299,515
草地 (60)	草地 (1)	61	9,430,989	9,773,592	9,488,048	8,825,587
	灌木草地 (2)	62	34,847,463	33,239,062	31,847,934	32,375,231
湿地 (70)	水域 (1)	71	1,206,488	1,215,703	1,215,930	1,224,234
	湿原 (2)	72	26,636	20,412	45,245	38,845
その他 (80)	人工地 (1)	81	-	-	-	-
	その他 (2)	82	6,505,448	6,685,673	6,938,535	6,948,302
合計			59,200,742	59,200,742	59,200,742	59,200,742

土地被覆/土地利用図作成指導資料の改善では、本コンポーネントで検討した上述のフィルタリング処理及びゾーニング処理について、指導用資料に追記し、パイロットエリアでの土地被覆/土地利用図の作成指導で活用した。このフィルタリング処理及びゾーニング処理については、土地被覆/土地利用図作成の技術マニュアルにも改善点として追記している。また技術マニュアルの方には、AD 作成として土地被覆/土地利用変化に関する処理についても追記している。

(6) パイロットエリアでの土地被覆/土地利用図の作成指導

パイロットエリアでの土地被覆/土地利用図の作成指導では、2017年9月22日～29日、2019年10月7日～15日の2回で作成指導を実施した。

パイロットエリアについては、カウンターパートと協議し、LANDSAT-8号の衛星画像1シーン分をパイロットエリアとして行った。衛星画像1シーン分を選ぶにあたり、土地被覆状況がバラエティに富んでおり、自然林の森林タイプが高樹冠密度、中樹冠密度、疎樹冠密度と3タイプが揃っていることを考慮し、カカメガ森林が含まれているエリアとした。

1回目の作成指導は、カウンターパートであるKFS本局の職員6名を対象として実施した。職員6名とした理由は、SLEEKで使った手法が「1.1.3 各種地図作成に関する活動 (1)2014年版土地被覆/土地利用図の正確性についてプロセスのアセスメント」に記載したように持続可能な効率的な手法であり、6名が専任して実施した場合に3カ月程度でケニア国全土の土地被覆/土地利用図の作成が可能となるからである。参加者リスト及び講師とアシスタントは、表 1.3.3.7 のとおり。

表 1.3.3.7 参加者、講師並びにアシスタントリスト (1回目)

講師

名前	部署	専門
佐藤圭	CADEP-SFM	リモートセンシング/GIS 専門家
Faith K. Mutwiri	KFS (森林情報)	リモートセンシング/GIS 専門家

参加者

名前	部署	専門
Eunice W. Maina	KFS (森林情報)	リモートセンシング
Kevin Ngigi	KFS (森林情報)	GIS
Edna Kimenju	KFS (森林情報)	リモートセンシング
Divinah Nyasaka	KFS (インベントリー)	インベントリー
Frank Juma	FKS (測量)	測量
Richard Mwangi	KFS (森林情報)	データベース

アシスタント

名前	部署	専門
藤村さほり	CADEP-SFM	リモートセンシング/GIS アシスタント
Florence Tuukuo Sialo	CADEP-SFM	CADEP-SFM component3 の現地スタッフ

指導においては、AD の役割、リモートセンシングの基礎、土地被覆/土地利用図作成の目的やこれまでの取り組みと現地調査（グラウンドトゥールズ）の実施方法、衛星画像の選択の仕方、ダウンロードの仕方、教師データの取得方法や教師付き分類など多岐にわたって説明した。現地調査の実践では、24 日から 27 日にかけてケニア南西部のカカメガ森林域に赴き実際にデータ収集や野帳への記入の実習を行った。表 1.3.3.8 に研修スケジュールと指導内容を示す。

表 1.3.3.8 研修スケジュール (1 回目)

日時	内容	講師
2017 年 9 月 22 日 (金)	<ol style="list-style-type: none"> 1. REDD+に対する AD の役割と位置づけ 2. リモートセンシングの基礎と画像処理 3. 現地調査がなぜ必要なのか? 4. 現地調査の仕方 5. 現地調査用の野帳について 6. SLEEK 技術マニュアルの概要説明 	佐藤圭 Faith Mutwiri 藤村さほり
2017 年 9 月 24 日 (日)	Kisumu へ移動	
2017 年 9 月 25 日 (月)	<ol style="list-style-type: none"> 1. カカメガ森林へ移動 2. カカメガ森林管轄事務所への訪問と説明 3. 現地調査の実習 <ul style="list-style-type: none"> - 森林密度 (疎・中・高) について 4. Kisumu へ移動 	佐藤圭 Faith Mutwiri 藤村さほり
2017 年 9 月 26 日 (火)	<ol style="list-style-type: none"> 1. カカメガ森林の周囲へ移動 2. 現地調査の実習 <ul style="list-style-type: none"> - 単年生作物 - 多年生作物 - 灌木草地、草地、その他 3. 野帳の整理 4. Kisumu へ移動 	佐藤圭 Faith Mutwiri 藤村さほり
2017 年 9 月 27 日 (水)	Nairobi へ移動	
2017 年 9 月 28 日 (木)	<ol style="list-style-type: none"> 1. SLEEK 技術マニュアル書の説明 2. 衛星画像の選択とダウンロードの仕方 3. 分類処理のための画像の前処理について 4. 雲と影のマスキ処理の仕方について 	佐藤圭 Faith Mutwiri
2017 年 9 月 29 日 (金)	<ol style="list-style-type: none"> 1. エコロジカルゾーン処理について 2. トレーニングデータの抽出について 3. R スクリプト (ランダムフォレスト) について 	佐藤圭 Faith Mutwiri

第 2 回目のパイロットエリアでの土地被覆/土地利用図の作成トレーニングは、5 名の研修生で実施した。研修生 5 名は、C/P の意向でより多くの職員にも経験してもらうこととしたため、1 人を除いて 4 名が新規の研修生となった。そのため、2017 年 9 月で実施したトレーニングと同様に REDD+での AD の必要性やリモートセンシングの基礎を含め、前回トレーニングと同様の内容を踏襲し、加えてフィルタリング処理ならびにゾーニング処理についてもトレーニングを実施した。

参加者リスト及び講師とアシスタントは、表 1.3.3.9 のとおり。

表 1.3.3.9 参加者、講師並びにアシスタントリスト (2回目)

講師

名前	部署	専門
佐藤圭	CADEP-SFM	リモートセンシング/GIS 専門家
Faith K. Mutwiri	KFS (森林情報)	リモートセンシング/GIS 専門家
Merceline Ojwala	DRSRS	リモートセンシング/GIS 専門家

参加者

名前	部署	専門
Kiyoko Nzioka	KFS (森林情報)	データベース
Edwin Kariuki	KFS (インベントリー)	インベントリー
Peter Sirayo	KFS (CADEP-SFM)	森林
Frank Juma	KFS (測量)	測量
Vancy Kangogo	KFS (測量)	測量

アシスタント

名前	部署	専門
佐藤嘉彦	CADEP-SFM	リモートセンシング/GIS アシスタント
Florence Tuukuo Sialo	CADEP-SFM	CADEP-SFM component3 の現地スタッフ

研修スケジュールの詳細は、表 1.3.3.10 のとおり。

表 1.3.3.10 研修スケジュール (2回目)

日時	内容	講師
2019年10月7日(月)	<ol style="list-style-type: none"> 1. オリエンテーション 2. 現地調査がなぜ必要なのか? 3. 現地調査用の野帳について 4. 現地調査用タブレットツールの使い方 5. キスム群へ移動 	佐藤圭 Faith Mutwiri Merceline Ojwala 佐藤嘉彦
2019年10月8日(火)	<ol style="list-style-type: none"> 1. カカメガ森林へ移動 2. カカメガ森林管轄事務所への訪問と説明 3. 分類結果の現地での確認の仕方 4. 森林タイプ(疎・中・密)の現地データ取得練習 	佐藤圭 Faith Mutwiri Merceline Ojwala 佐藤嘉彦
2019年10月9日(水)	<ol style="list-style-type: none"> 1. カカメガ森林の周辺へ移動 2. 非森林(単年生農地、多年生農地、低木草原、草地、その他)の現地データ取得練習 	佐藤圭 Faith Mutwiri Merceline Ojwala 佐藤嘉彦
2019年10月10日(木)	ナイロビへ移動	
2019年10月11日(金)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ADの必要性和研修の背景について 	佐藤圭 Faith Mutwiri

日時	内容	講師
	2. FRL の為にこれまで実施した AD に関する こと 3. リモートセンシングと画像処理の基礎 4. 衛星画像の選択及びダウンロードの仕方 5. 分類のための画像の前処理の仕方	Merceline Ojwala 佐藤嘉彦
2019年10月14日(月)	1. 雲と影のマスク処理の仕方 2. 現地調査の野帳のとりまとめ 3. 現地調査で取得したデータを衛星画像上で 確認 4. SLEEK プログラムで実施した分類方法の 説明 5. アグロ・エコロジカルゾーンによる画像分 割処理について 6. 教師データの取得について	佐藤圭 Faith Mutwiri Merceline Ojwala
2019年10月15日(火)	1. R スクリプトによるランダムフォレストに ついて 2. フィルタリング処理 3. ゾーニング処理	佐藤圭 Faith Mutwiri

研修時の様子を示した写真を図 1.3.3.11 に示す。



リモートセンシング講義



現地調査時の森林データの収集



現地調査時の非森林（茶畑）データの収集



地図作成に向けた実習

図 1.3.3.11 パイロットエリアでの土地被覆/土地利用図作成の研修の様子

(7) 2014 年版土地被覆/土地利用図の分類区分変更

2014 年版土地被覆/土地利用図の分類区分変更については、①「森林保全計画」で作成された土地被覆図（1990 年、2000 年、2010 年）の分類区分に合わせるか、②SLEEK で作成された 2014 年版土地被覆/土地利用図の分類区分を踏襲するかについて検討することとしていた。2014 年版土地被覆/土地利用図に関するプロセスと結果のアセスメント結果、2014 年版地図が FRL で活用される AD や森林被覆モニタリングの一つとして使えるため、②の分類区分をそのまま踏襲することとし、2014 年版土地被覆/土地利用図の分類区分の変更は実施しなかった。

(8) 土地被覆/土地利用変化図の作成

土地被覆/土地利用変化図については、FRL の参照年に合わせて作成することとなった。参照年については、KFS ならびに関係者を含めた TWG ミーティングにて協議を重ねた結果、様々な参照年時での変化図作成を行った。作成した土地被覆図/土地利用変化図の参照年時は、下記のとおり。

➤ 最初の FRL の参照年に合わせた土地被覆図/土地利用変化図

- ・ 1990 年－2000 年
- ・ 2000 年－2010 年
- ・ 2010 年－2014 年

- 2番目のFRLの参照年に合わせた土地被覆図/土地利用変化図
 - ・ 2000年-2014年
- 最終のFRLの参照年に合わせた土地被覆図/土地利用変化図
 - ・ 2002年-2006年
 - ・ 2006年-2010年
 - ・ 2010年-2014年
 - ・ 2014年-2018年

各年時の土地被覆/土地利用図には、変化図を作成する前にフィルタリング処理とゾーニング処理が施している。土地被覆/土地利用変化の作成にあたっては、チーム内で協議し強調すべき変化項目について表 1.3.3.11 のように変化項目別にコード化とカラーリングを行い作成した。土地被覆/土地利用変化図の参考例として 1990年-2000年間の土地被覆/土地利用変化図を図 1.3.3.12 に示す。

表 1.3.3.11 変化項目コード及びカラーリング

		2000年																
		山岳林/西部熱帯雨林 (10)			沿岸林/マングローブ (20)			乾燥地林 (30)			人工林 (40)							
		密 (1)	中 (2)	疎 (3)	密 (1)	中 (2)	疎 (3)	密 (1)	中 (2)	疎 (3)	密 (1)	中 (2)	疎 (3)					
1990年	山岳林/西部熱帯雨林 (10)	密 (1)	2	3														
		中 (2)	11	11	18													
		疎 (3)	21	22	28													
	沿岸林/マングローブ (20)	密 (1)			35	32	93											
		中 (2)			41	5	43											
		疎 (3)			51	52	35											
	乾燥地林 (30)	密 (1)						61	62	63								
		中 (2)						71	72	73								
		疎 (3)						81	82	83								
	人工林 (40)	密 (1)									91	92	93					
	中 (2)									101	102	103						
	疎 (3)									111	112	113						
農地 (50)	単年生作物 (1)	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132					
	多年生作物 (2)	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151					
草地 (60)	草地 (1)	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170					
	灌木草地 (2)	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189					
湿地 (70)	水域 (1)	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208					
	湿原 (2)	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227					
その他 (80)	人工地 (1)										241	242	243	244	245	246		
	その他 (2)	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306					

		2000年								
		農地 (50)		草地 (60)		湿地 (70)		その他 (80)		
		単年生作物 (1)	多年生作物 (2)	草地 (1)	灌木草地 (2)	水域 (1)	湿原 (2)	人工地 (1)	その他 (2)	
1990年	山岳林/西部熱帯雨林 (10)	密 (1)	4	5	6	7	8	9	10	11
		中 (2)	14	15	16	17	18	19	20	21
		疎 (3)	24	25	26	27	28	29	30	31
	沿岸林/マングローブ (20)	密 (1)	34	35	36	37	38	39	40	41
		中 (2)	44	45	46	47	48	49	50	51
		疎 (3)	54	55	56	57	58	59	60	61
	乾燥地林 (30)	密 (1)	64	65	66	67	68	69	70	71
		中 (2)	74	75	76	77	78	79	80	81
		疎 (3)	84	85	86	87	88	89	90	91
	人工林 (40)	密 (1)	94	95	96	97	98	99	100	101
	中 (2)	104	105	106	107	108	109	110	111	
	疎 (3)	114	115	116	117	118	119	120	121	
農地 (50)	単年生作物 (1)	133	134	135	136	137	138		139	
	多年生作物 (2)	152	153	154	155	156	157		158	
草地 (60)	草地 (1)	171	172	173	174	175	176		177	
	灌木草地 (2)	190	191	192	193	194	195		196	
湿地 (70)	水域 (1)	209	210	211	212	213	214		215	
	湿原 (2)	228	229	230	231	232	233		234	
その他 (80)	人工地 (1)									
	その他 (2)	247	248	249	250	251	252		253	

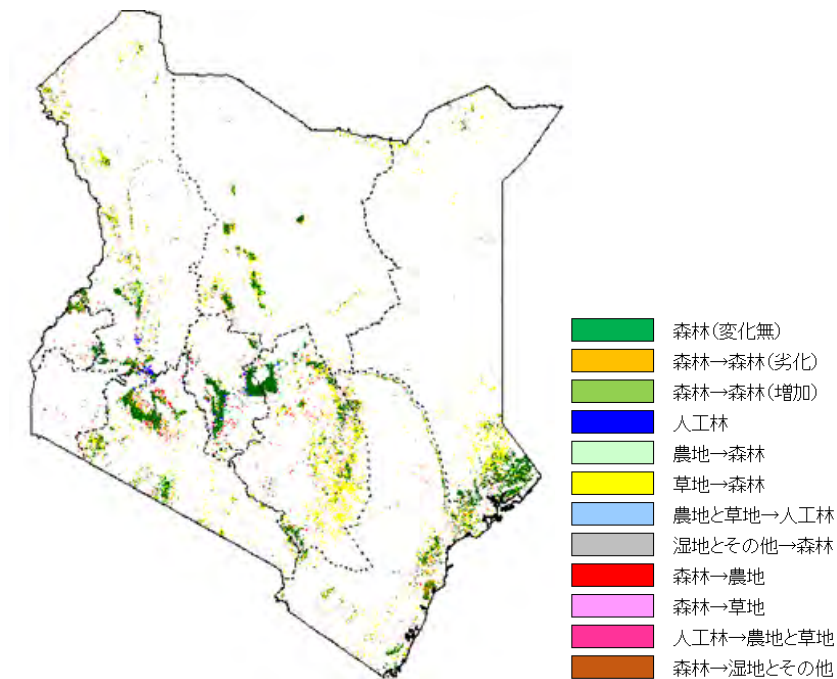


図 1.3.3.12 土地被覆/土地利用変化図 (1990 年－2000 年)

FRL で活用する AD の参照期間は、2002 年－2006 年、2006 年－2010 年、2010 年－2014 年、2014 年－2018 年である。この AD として FRL に活用した土地被覆変化/土地利用変化図については、データとして図 1.3.3.13 のように FIP に格納されている。

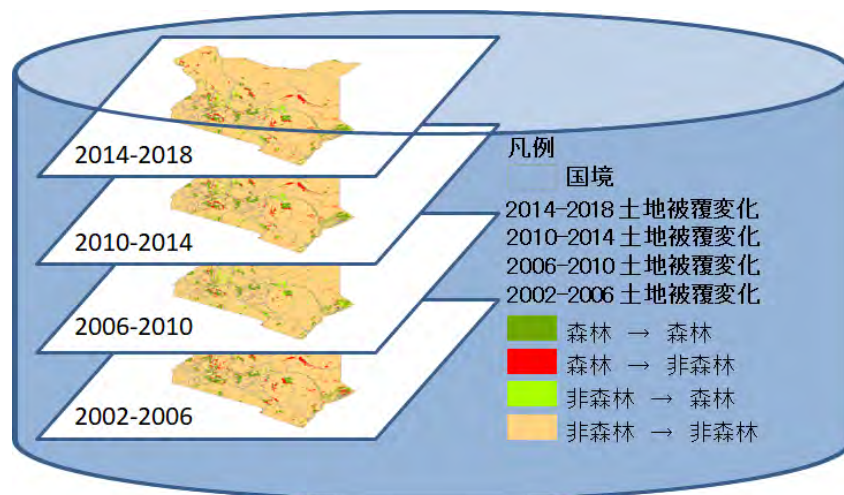


図 1.3.3.13 FIP に格納されている土地被覆/土地利用変化(例)

(9) 2020 年版土地被覆/土地利用図の作成指導

2020 年版土地被覆/土地利用図の作成指導は、LANDSAT-8 号衛星による観測が進んでいることから、2020 年 11 月より開始した。指導した事項は、下記のとおり。

- ・ 衛星画像データ検索、選択及びダウンロード
- ・ 衛星画像品質確認

- ・ 前処理
- ・ 前処理以降の進め方の見直し
- ・ 教師データ

衛星画像データ検索では、2020年に観測されたデータをアーカイブから雲量20%で検索すること、また、雲除去を考慮し、雲が多いシーンについては、複数シーンを候補とすることを指導した。衛星画像データの検索は、2020年1月～10月と2020年10月～2021年3月の2回に分けて実施した。それぞれでダウンロードした衛星画像については、品質確認を行うよう指導した。品質確認レポートは、付属資料15を参照。ダウンロードしたケニア国をカバーするLANDSAT-8号衛星画像を図1.3.3.14に示す。

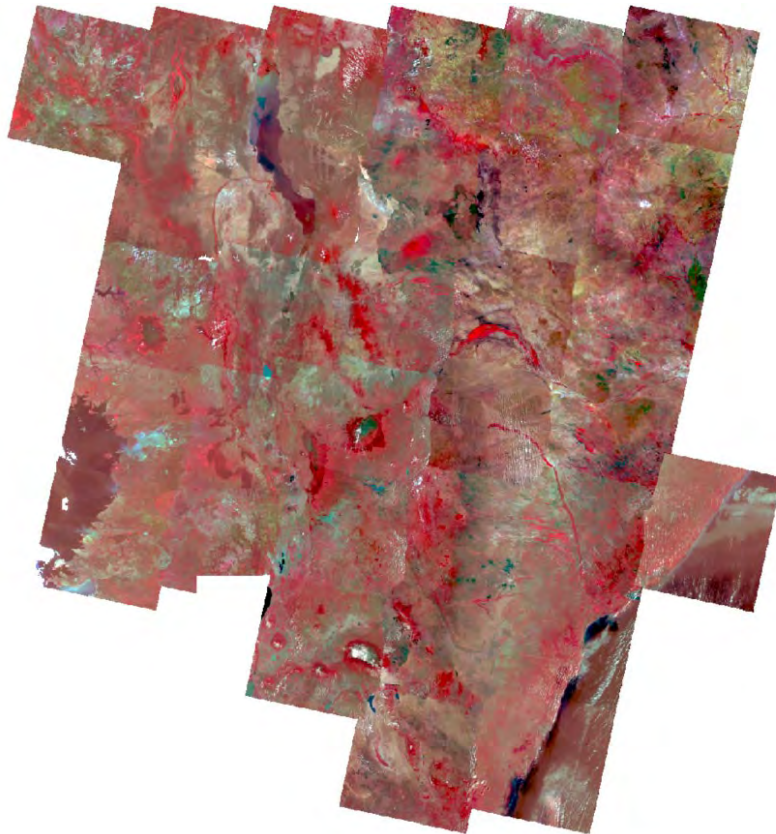


図 1.3.3.14 ケニア国全域をカバーする LANDSAT-8 号衛星画像

ダウンロードした衛星画像の前処理については、タイムシリーズ土地被覆/土地利用図作成時に SOK がこれまで実施していたこと、コロナ禍の中、スタッフの事務所への出勤が限定されていたこと、アメリカ地質調査所 (United States Geological Survey) からの衛星画像ダウンロード自体はインターネット接続環境が良い SOK で実施していたことから、2020年版の衛星画像の前処理についても、SOK に少しずつ進めてもらうこととした。

また前処理以降の処理項目については、コロナ禍が続いていることから、限られたリソースを有効活用して土地被覆/土地利用図作成を加速させるため、作業の進め方を見直し、教師データ取得の為に現地調査を実施しないこととした。その代わりとして、2018年版の土地被覆/土地利用図の作成で活用した教師データや精度検証で実施した現地調査結果を利活用するよう指導した。この

見直しにより、2021年7月から画像分類処理を開始することが出来た。

2020年版土地被覆/土地利用図の作成は、2021年10月時点も画像分類処理が進んでおり、画像分類処理工程だけで見ると90%が完了している。また全体工程での進捗としては、75%まで到達している。今後、画像分類処理が完了すれば、残りの工程はシーン別の分類結果をケニア国全体の分類結果としてとりまとめるモザイク処理、そして分類結果の精度検証（現地調査含む）の2項目のみとなり、2020年版土地被覆/土地利用図の作成完了が期待できる。

1.3.4 FRLに関する活動

(1) 2014年カーボンマップの作成

2014年版土地被覆/土地利用図の分類区分の変更業務の中で実施したフィルタリング並びにゾーニング後の2014年版土地被覆/土地利用図を活用しカーボンマップを作成した。作成にあたっては、カウンティ毎の森林タイプ別面積を2014年版土地被覆/土地利用図から算出し、表1.3.4.1の森林タイプ別の二酸化炭素蓄積量(t/ha)を使って二酸化炭素蓄積量をカウンティ毎に算出した。

表 1.3.4.1 森林タイプ別総二酸化炭素蓄積量 (t)

森林タイプ	樹冠密度	(t/ha)		
		AGB 二酸化炭素量	BGB 二酸化炭素量	TOTAL 二酸化炭素量
山岳林 / 西部熱帯降雨林	密	594.11	170.65	764.76
	中	100.57	28.89	129.46
	疎	39.67	11.39	51.06
海岸林及びマングローブ	密	159.95	50.22	210.17
	中	104.17	25.01	129.18
	疎	60.74	13.71	74.45
乾燥地林	密	136.62	57.36	193.98
	中	58.31	23.32	81.63
	疎	24.58	7.06	31.64
人工林	密	752.54	216.15	968.69
	中	195.67	56.20	251.87
	疎	238.20	68.42	306.62

カウンティ毎に二酸化炭素蓄積量を色分けした2014年版カーボンマップは、図 1.3.4.1のとおり。

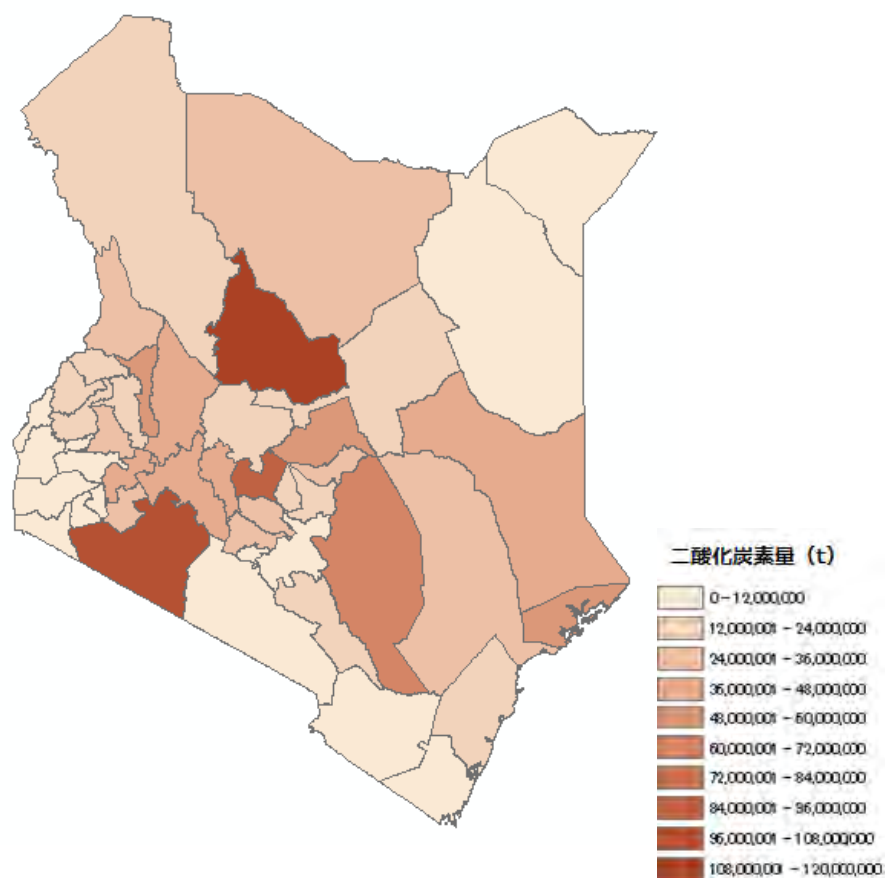


図 1.3.4.1 2014 年版カーボンマップ

また図 1.3.4.1 に示した 2014 年版カーボンマップは、属性データとしてカウンティ毎の二酸化炭素蓄積量の合計だけでなく、森林タイプ別の二酸化炭素蓄積量についても格納されている。そのため、森林情報プラットフォーム上でカーボンマップを表示する際には、カウンティ単位に各森林タイプ別の面積や森林タイプ毎の二酸化炭素蓄積量についても表示可能となっている。

(2) 土地被覆/土地利用変化の分析

土地被覆/土地利用変化の分析を行い、ケニア国の森林変化の特徴について考察した。森林変化の特徴の把握することは、FRL 算出の妥当性や透明性の検証、UNFCCC 等の外部機関への情報提供や報告、ケニア国内の効果的な森林減少劣化対策の実施など、今後の REDD+ の実践に向けた活動に資すると期待される。

ケニア国の FRL は当初、1990-2000 年、2000-2010 年、2010-2014 年の 3 期間を参照期間（1990-2014 年）として 2019 年 1 月に UNFCCC へ提出される予定であった。しかし、ケニア国内で関係機関の合意が得られず、2019 年 1 月に FRL レポートは UNFCCC へ提出されなかった。最終的にケニア国の FRL は、参照期間を 2002-2006 年、2006-2010 年、2010-2014 年、2014-2018 年の 4 期間に変更して 2020 年 1 月に提出された。このため、本活動では 2018 年に当初の FRL 参照期間（1990-2014 年）で分析を行い、さらに 2021 年に変更後の FRL 参照期間（2002-2018 年）で分析を行って、報告書にそれぞれ取りまとめた（詳細は、付属資料 16 及び付属資料 17 を参照）。取

りまとめた報告書は C/P 担当者等へ分析データとともに共有して、報告とした。










以下に、変更後の FRL 参照期間（2002-2018 年）を対象とした土地被覆/土地利用変化分析の要約を記述する。

(方法)

ケニア国では、収集した衛星データの雲の影響や衛星画像の乱れによるノイズの影響を精査し、これらの影響が比較的小さい、2002 年、2006 年、2010 年、2014 年、2018 年の土地被覆/土地利用図を使用した（表 1.3.4.20）。これらの土地被覆/土地利用図を用いて、2002-2006 年、2006-2010 年、2010-2014 年、2014-2018 年の 4 つの期間を対象とした土地被覆/土地利用変化図が作成された。土地被覆/土地利用変化図の作成にあたり、抽出した変化の区分を表 1.3.4.2 に示す。作成した各期間の土地被覆/土地利用変化図および各土地被覆/土地利用変化区分の面積の推移から、土地被覆/土地利用変化の地理的および時間的な特徴を把握した。

また、ケニア国は FRL の設定において森林タイプを 4 つの区域に区分している（図 1.3.4.2）。各森林タイプの区域でも土地被覆/土地利用変化について、地理的及び時間的な特徴の把握を試みた。

表 1.3.4.2 土地被覆/土地利用変化抽出区分

No	Forest Cover Change	The Legend of Forest Cover Change Map	REDD+ activities
1	Forest remaining as Forest (No Change)	 Forest (No Change)	-
2	Forest remaining as Forest (Degradation)	 Forest (Degradation)	Reducing emissions from degradation
3	Forest remaining as Forest (Enhancement)	 Forest (Enhancement)	Enhancement of forest carbon stocks
4	Cropland converted to Forest	 Cropland to Forest	Enhancement of forest carbon stocks
5	Grassland converted to Forest	 Grassland to Forest	Enhancement of forest carbon stocks
6	Other Land uses converted to Forest	 Wetland and Other Lands to Forest	Enhancement of forest carbon stocks
7	Forest converted to Cropland	 Forest to Cropland	Reducing emissions from deforestation
8	Forest converted to Grassland	 Forest to Grassland	Reducing emissions from deforestation
9	Forest converted to Other Land uses	 Forest to Wetland and Other Lands	Reducing emissions from deforestation

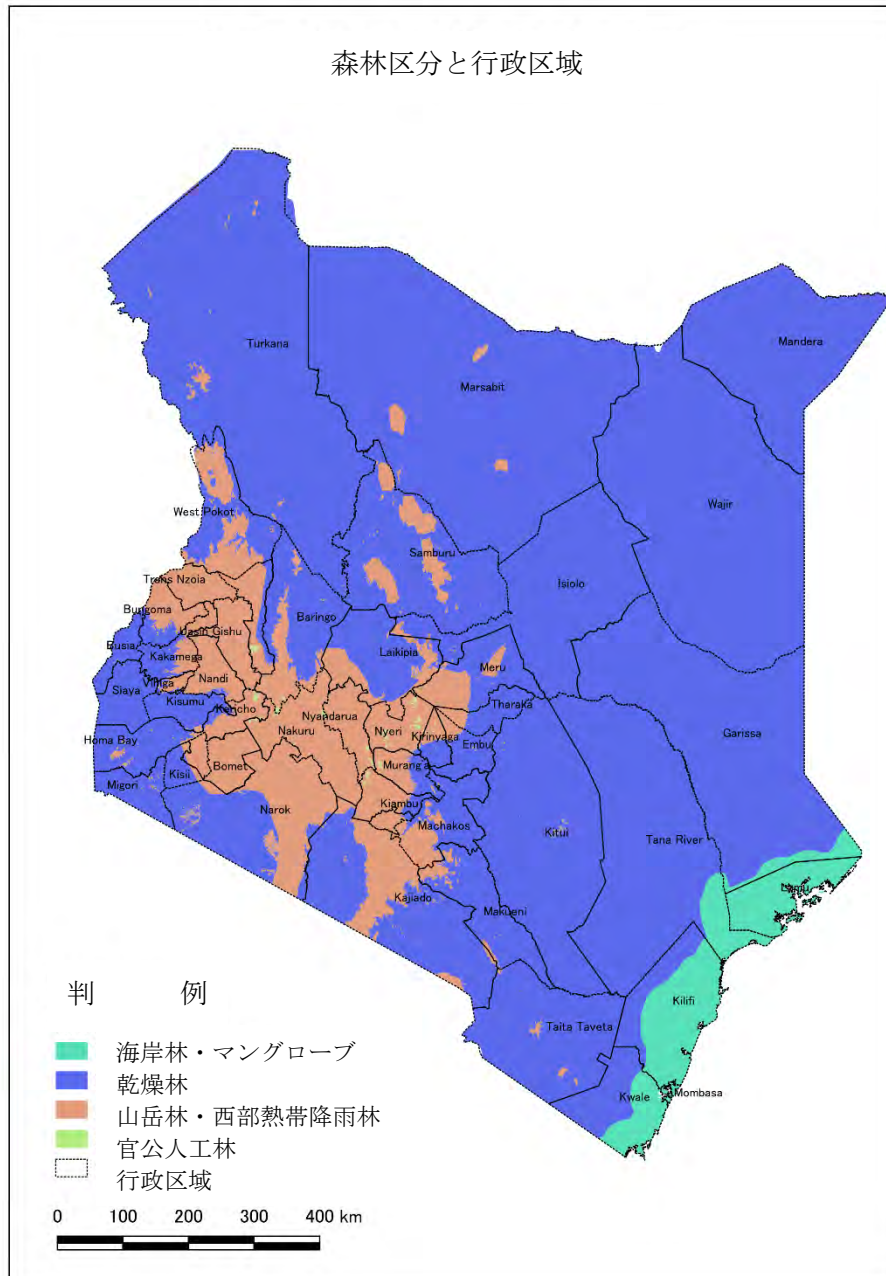


図 1.3.4.2 ケニア国の森林タイプ区域

(結果)

各期間における変化の特徴は以下のとおり。

2002-2018 年（全期間）：

- ・ 森林に係る土地被覆・土地利用の変化が検出された地域は、ケニア国の南部に集中している。
- ・ 森林として維持されている地域の多くが森林保護区である。
- ・ 森林内の変化では、森林の樹冠粗密度が変化した面積（森林回復と森林劣化）に比べて、樹冠粗密度が変化しない面積が多かった。

2002-2006 年：乾燥林において草地と森林の間での変化、一部の地域で顕著な農地から森林への変

化（特に、この傾向は人口集中地域で顕著であった）が確認された。

2006-2010年：乾燥林において草地から森林への変化、農地から森林地への変化が確認された。

2010-2014年：乾燥林において森林から草地への変化、農地から森林地への変化が確認された。

2014：2018年：乾燥林において草地から森林への変化が確認された。また、一部の地域で顕著な森林劣化が確認された。

次に、土地被覆/土地利用変化区分ごとの変化発生面積の推移を図 1.3.4.3 に示す。この図から、各期間において森林として持続的に維持されている森林（棒グラフ：緑色）、草地から森林（棒グラフ：黄色）または森林から草地（棒グラフ：ピンク色）へ変化している面積が他の変化区分と比較して多いことが分かる。

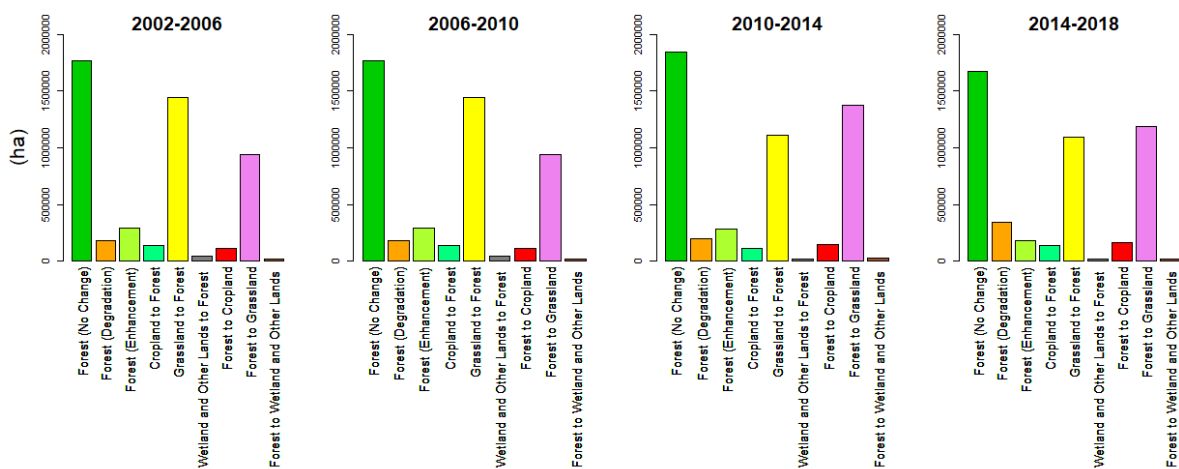


図 1.3.4.3 土地被覆/土地利用変化区分ごとの変化の面積推移

図 1.3.4.4 に森林タイプ毎の土地被覆/土地利用変化区分ごとの変化発生面積の推移を示す。この図から、樹冠粗密度が変化せず森林として維持されている森林（棒グラフ：緑色）は他の森林タイプと比較して山岳林・西部熱帯降雨林（M&W Forests）に多いこと、草地から森林（棒グラフ：黄色）または森林から草地（棒グラフ：ピンク色）へ変化している区域が乾燥林（D Forest）に多いことが分かる。

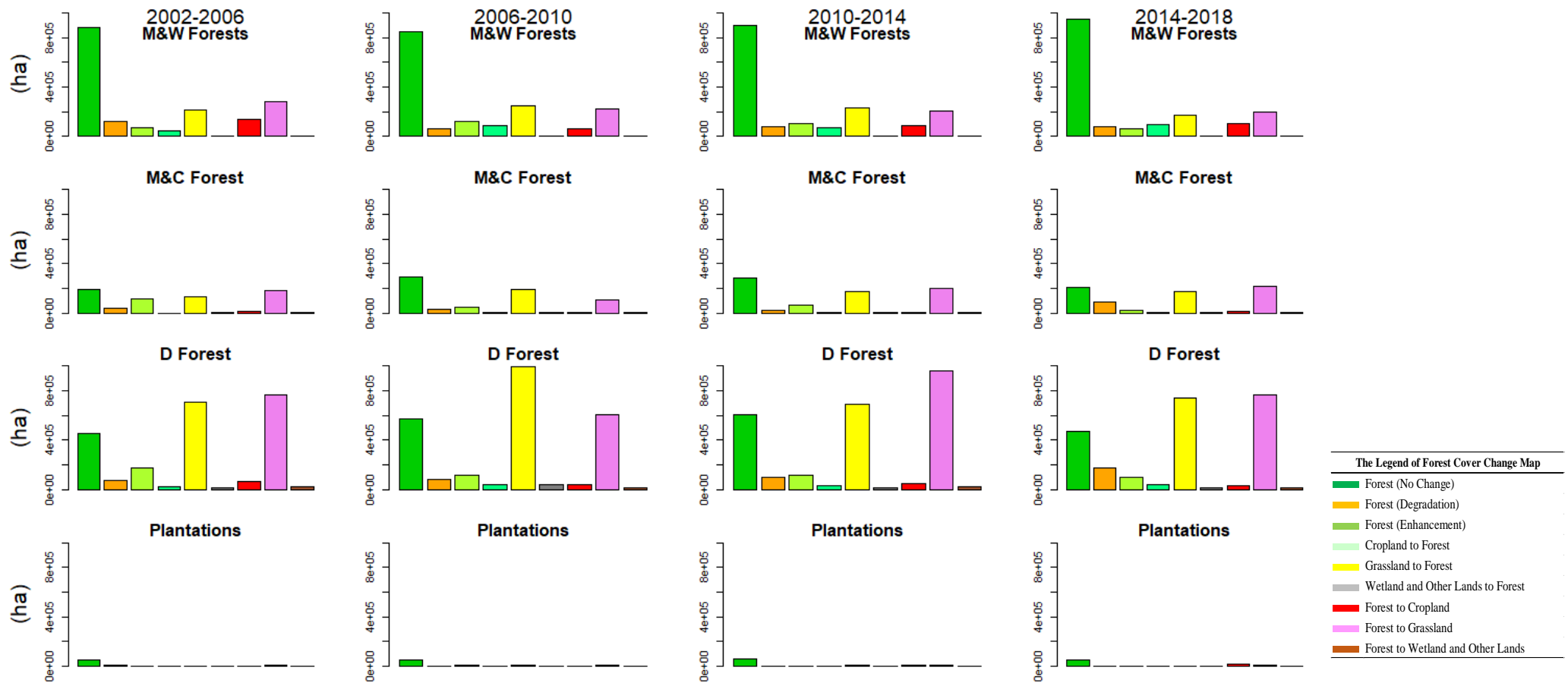


図 1.3.4.4 森林タイプ別の森林変化土地被覆/土地利用変化区分ごとの変化の面積推移

(考察)

今回の分析から、ケニア国における2つの大きな土地被覆/土地利用変化の特徴を把握することができた（①人口集中地域での森林の農地転用、②乾燥林における草地と森林間で発生する大規模な変化）。今後のREDD+の実践に向けた活動では、これらに関する森林減少および森林劣化の対策を検討することが重要と考えられる。また、今回の分析では、変化の要因を詳細に理解できていない（特に、乾燥林における草地と森林間の大規模な変化）。このため、現地におけるモニタリング調査や植生調査により原因究明を進めるとともに、土地被覆/土地利用変化図の作成方法の改良等により分析の精度を高め、現地の変化に応じたREDD+の実践に向けた活動に繋げていくことが重要と考えられた。

(3) 排出係数の情報収集及び排出係数の設定に必要な森林インベントリー調査手法の指導

1) 排出係数の情報収集

排出係数については、「森林資源評価のキャパシティ向上パイロットプロジェクト（IC-FRA）」で実施されたパイロット森林インベントリーから情報を収集した。その収集されたデータをSLEEK及びゾーニングによる山岳林及び西部熱帯降雨林等の森林タイプによる森林分類に層化して分析し直した。これは、IC-FRAのパイロット森林インベントリーはSLEEKと異なる層化に基づいて実施されたが、今回のFRLの設定は、右記のとおりSLEEKの層化にゾーニングによる山岳林等の森林タイプを加味した森林分類によりなされることとなっているためである。この森林分類に基づいて、IC-FRAのデータのうち、排出係数の設定のためのカントリーデータの計算に用いることが可能と判断されたプロット数を表1.3.4.3に記載した。

表 1.3.4.3 IC-FRA パイロット・インベントリーの各森林タイプの数

森林タイプ	密	中	疎	小計
山岳林及び西部熱帯降雨林	4	4	0	8
海岸林及びマングローブ林	10	2	3	15
乾燥地林	2	2	7	11
人工林	23	6	0	29
総計				63

2) 排出係数の設定に必要な森林インベントリー調査手法の指導

まず、カントリーデータとしての排出係数を如何に設定するかということだけではなく、ケニア国のNFIの実施に向けてのプレ・インベントリー調査を実施するという考え方に基づいて、既存のIC-FRAデータを精査した結果に基づくギャップ調査を実施した。ギャップ調査の考え方は、次の説明に記載するとおりである（図1.3.4.5参照）。

追加パイロット森林インベントリー調査で求められるプロット数の設定のために（この差異をギャップと呼ぶ）、まず、1)に記されたように、IC-FRA森林インベントリーデータの有効なプロット調査データを調査した。FRLの活動データは、分類された12森林タイプに適合するIC-FRAのデータのみを有効なデータとして用いることが出来ると決定し、そのデータを抽出した（表2.2.16）。次に、必要とされる調査プロット数が設定された。プレ・インベントリー調査としては、

各区分に、5 から 10 プロットのサンプル数が必要とされる²。一方、当然のことながら、NFI の必要サンプル数以下であるならば、そのデータには NFI 調査としての信頼性は無くなるが、CADEP-SFM においては、当初より予算的に NFI の調査の実施は出来ないことが確認されていたので、追加パイロット森林インベントリー調査で NFI を満たすだけのサンプル数は確保できないことは明白であった。したがって、このギャップ調査に基づいて、実施された追加パイロット森林インベントリー調査のデータは EF のための Tier 2 レベルのカントリーデータとして活用することのみならず、将来の Tier 3 レベルの NFI の必要サンプル数を決定するために信頼の置けるものとすることを目標とした。

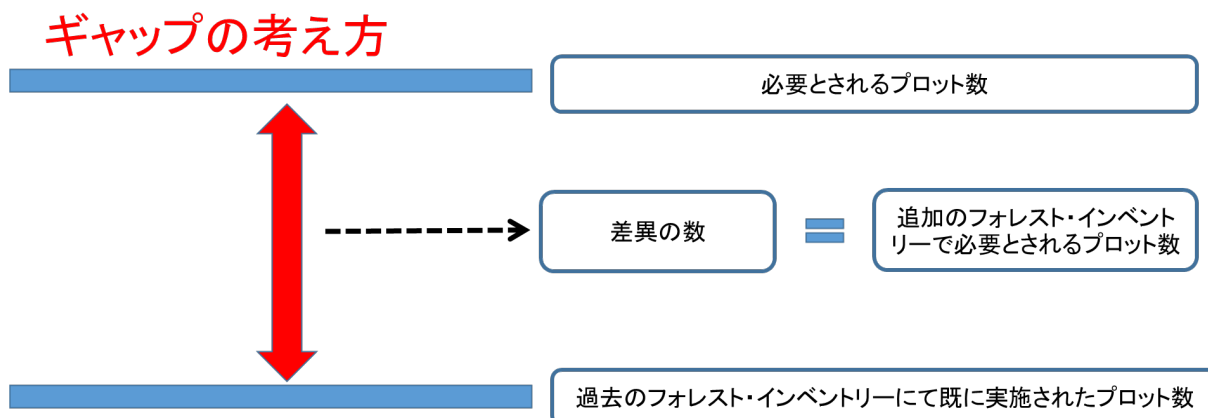


図 1.3.4.5 調査ギャップの考え方

表 1.3.4.4 追加パイロット・インベントリーの各森林タイプの調査実施数

森林タイプ	密	中	疎	小計
山岳林及び西部熱帯降雨林	5	3	6	14
海岸林及びマングローブ林	8	10	13	31
乾燥地林	6	6	0	12
人工林	0	0	7	7
総計				64

表 1.3.4.5 追加パイロット・インベントリーのアグロフォレストリーの調査実施数

森林タイプ	総計
アグロフォレストリー	10

表 1.3.4.6 2つのパイロット・インベントリーの各森林タイプの合算数

森林タイプ	密	中	疎	小計
山岳林及び西部熱帯降雨林	9	7	6	22
海岸林及びマングローブ林	18	12	16	46
乾燥地林	8	8	7	23
人工林	23	6	7	36
総計				127

² 片岡秀夫（1959）近代的森林調査法の実務 日本林業調査会

上記の考え方に基づいて、NFI に向けたプレ・インベントリーとして必要とされる調査プロット数から IC-FRA 森林インベントリーによる有効なデータとの差分の計算がギャップの結果となった。すなわち、その値は求められる追加パイロット森林インベントリーの調査プロット数となった。ギャップ調査の分析の結果から追加パイロット森林インベントリー調査としての野外調査は、76 プロットで実施されたが、その内正確なデータとしての有効な総数は、74 プロットであった。追加パイロット森林インベントリー調査での森林タイプとアグロフォレストリーでの調査結果数は、表 1.3.4.4 と表 1.3.4.5 に記載したとおりである。IC-FRA データ (表 1.3.4.3) と有効な追加パイロット森林インベントリーのデータ (表 1.3.4.4) を含めたプロット総数は表 1.3.4.6 に記載したとおりである。なお、海岸林及びマングローブ林の追加パイロット調査のプロット数を増やした理由は、それぞれの森林を将来、再区分して計算する可能性があったためによる。

追加のパイロット森林インベントリーの調査は、2017 年 2 月 15 日から 3 月 14 日で実施された。調査の概要は以下の i) から iv) のとおりである。

i) プロット設置：標準地調査

ii) プロット形状：円形プロット (IC-FRA パイロット森林インベントリーと同様)

iii) 測定方法：IC-FRA 野外調査マニュアルにより計画・実施

iv) 測定内容：樹高、胸高直径、調査地の傾斜、樹木の位置、森林被覆率、種の同定、プロットでは樹木、竹、蔓、枯死木、根株の測定結果を記録

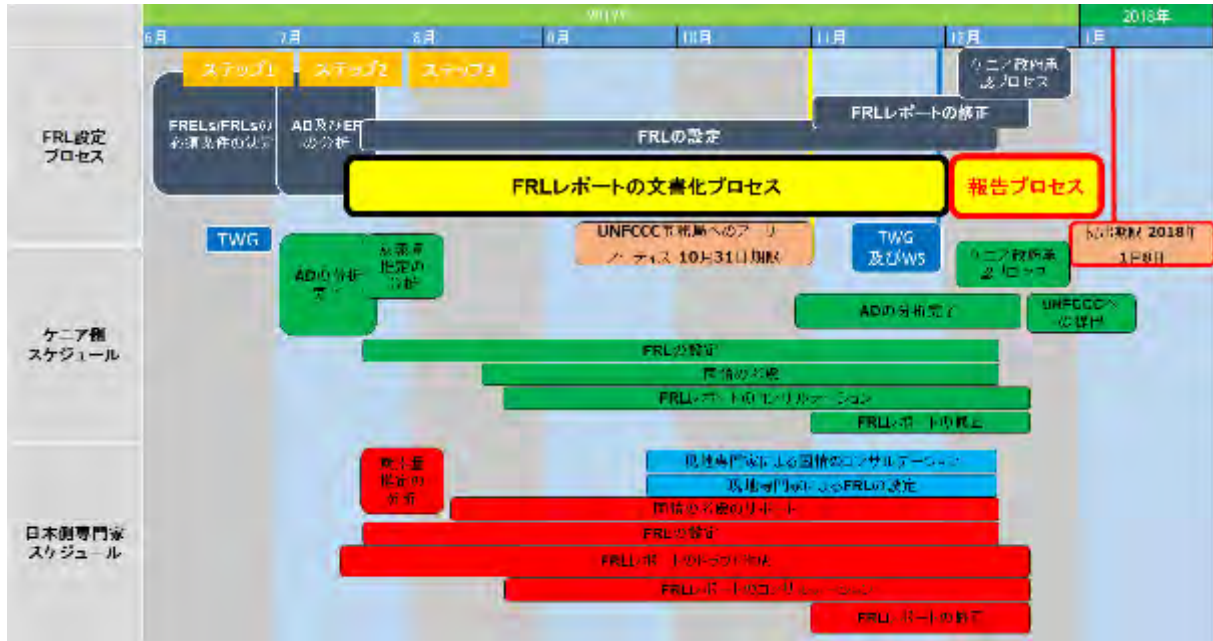
調査終了後に、FRL 設定のための排出係数計算の準備として各調査チームの調査データは一つにまとめられ、地上部バイオマスの値はコンピュータによって計算された。その後、プロットの計算結果を用いて地下部バイオマスの値が、地上部・地下部の比率を使って算出された。一方、炭素量は CF によって計算された。この業務においては、地上部バイオマスの計算には、アロメトリー式が適用された。上記の方法に基づいて材積、バイオマス量、炭素量が計算された (詳細、付属資料 18 参照)。

(4) FRL の作成

1) 2018 年 1 月に UNFCCC への提出に向けた FRL の最初のドラフトの作成

FRL は、(a) FRL 設定のための必須条件の決定、(b) AD 及び EF の分析、(c) 炭素量推定の分析、(d) FRL の設定、(e) 国情の検討、(f) FRL レポートの文書化のプロセスを経て、チームと C/P の共同で作成された。2018 年 1 月にレポートを提出する目標とした FRL 設定のタイムラインは、表 1.3.4.7 に示した。以下、各項目を説明する。

表 1.3.4.7 FRL 設定のタイムライン



(a) FRL 設定のための必須条件の決定

FRL 設定のために決定された必須条件を以下に記す。

a) スケール :

国レベルと決定された。

b) 森林定義 :

森林とされる最小の面積は 0.5 ha であり、森林被覆率は、15%以上、樹高は 2m がケニア国の森林定義であることから、同じ定義を用いた。

c) ケニアの森林区分 :

森林は 人工林と天然林に分類される。また、その亜区分では、天然林は海岸林及びマングローブ、山岳林・西部熱帯降雨林及び竹林、乾燥地林に区分される。さらに、森林タイプ区分は、SLEEK 地図に基づいた森林被覆（15%以上 40%未満, 40%以上 65%未満, 65%以上）を基に区分されている。SLEEK 地図に基づいた土地被覆/土地利用図の分類の定義は、以下の表に記す（表 1.3.4.8）。

表 1.3.4.8 SLEEK 地図層化の定義

	定義	層化	準層化	定義
森林	最小面積 0.5 ha 以上、樹高 2m 以上、森林被覆率 15%以上	山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林	-	山岳林及び西部熱帯降雨林、竹林エリアの森林はゾーニングによって層化*
	森林被覆率は、	海岸林及びマングローブ林	-	海岸林及びマングローブ林エリアの森林はゾーニングによって層化

	定義	層化	準層化	定義
	疎中密に区分 (疎 15%以上 40%未満、中 40%以上 65%未 満、密 65%以上) →分類は画像解 析	乾燥地林	-	乾燥地林エリアの森林はゾーニングに よって層化
		人工林	-	人工林エリアは KFS の人工林の境界を 指し、このエリアは KFS の人工林の境 界情報によりゾーニングして層化
非森林	森林以外の土地 →分類は画像解 析	草地	木本性草地	樹木を含む森林被覆率 15%未満の草地 及び被覆率に関わらずブッシュ系の樹 木が混入されている草地→分類は画像 解析
			開放型草地	草地→分類は画像解析
		農地	多年性農地	茶、コーヒー、サイザル麻、サトウキビ 等のプランテーション、アグロフォレ ストリーを含む多年生作物の農地→分 類は画像解析
			一年生農地	コーン、小麦等の一年生農地 →分類は画像解析
		湿地	植生のある湿 地	分類は画像解析
			開放水域	湖、河川 →分類は画像解析
		居住地とその 他の土地	居住地	データなし、その他の土地と合わせた 区分
			その他の土地	分類は画像解析

*森林層化のゾーニングはエコロジカルゾーニングによる天然林の3区分をした後、KFS の人工林の境界ファイルを用いて4区分された。

d) REDD+活動：

ケニアの REDD+ 活動は、森林減少による排出の削減、森林劣化による排出の削減、森林炭素蓄積の増大、持続可能な森林管理の4つを対象と決定した。表 1.3.4.9 に示される各 REDD+活動区分のマトリックスは、FRL を設定するために作成されたものである。

表 1.3.4.9 ケニア REDD+活動の土地被覆利用変化モニタリングマトリックス

		200X+00年のエリア														
		森林												非森林		
		山岳林、西部熱帯雨林、林及び竹林			海岸林及びマングローブ林			乾地森林			人工林			草地	開墾された森林	
200X年のエリア	森林タイプ	密	中	薄	密	中	薄	密	中	薄	密	中	薄	草地	開墾された森林	
		200X年のエリア	山岳林、西部熱帯雨林、林及び竹林	密	n	dg	dg									
中	w			n	dg										dg	dg
薄	c			c	n											dg
海岸林及びマングローブ林	密					n	dg	dg							dg	dg
	中					w	n	dg							dg	dg
	薄					w	w	n							dg	dg
乾地森林	密								n	dg	dg				dg	dg
	中								w	n	dg				dg	dg
	薄								n	w	n				dg	dg
人工林	密											n	w	w	w	w
	中											w	n	w	w	w
	薄											w	w	n	w	w
非森林	草地	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	
	開墾された森林	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	

dg 森林減少
 dg 森林劣化
 w 森林炭素蓄積の増大
n 変化無し
 w 持続可能な森林管理 (KFS人工林内の土地被覆利用の変化)

e) 炭素プール：

UNFCCC への FRL の第一回目の提出のプールとして地上部バイオマスと地下部バイオマスが最終決定された。また、枯死木、リター、土壌は、今回の提出の内容としては含まれないことが決定された。土壌については含めるべきという意見もあったが、最終的には土壌は除外された。土壌をプールから除外した理由は付属資料 19 に示す。

f) GHG:

2017年6月28日開催のTWGミーティングによってGHGはCO₂のみを計算対象とすることが最終決定された。言い換えると、ケニアはCH₄に示されるような非CO₂ガスの放出は含まないことを決定した。CH₄ガスは、山火事や管理上で利用された火元等から特に放出される。しかしながら、現在のところ、ケニアではCH₄の計算のための森林火災の量的な空間データが保持されていないことが除かれた理由である。

g) 参照年・参照期間、及び森林定義とAD調整：

参照年は当初、1990年、2000年、2010年、2014年が選択された。その後、GCFのスコアカード³から、20年以上の参照期間が不可と評価されることになったことから2000年と2014年の2時点とした。また、これに伴って参照期間は2000年から2014年の14年間となった。

基準年および基準期間は、LANDSAT画像データの雲量つまりNO-DATAのエリア率及びセンサーエラーによるストライプ状の欠損画像などの画質をスクリーニングした結果に基づいて決定した。データスクリーニングの結果を表1.3.4.10に示す。緑色で示された年は、NO-DATA面積率が

³ GCF第18回理事会において成果払いの実施方法の決定がなされた。GCFスコアカードは、その成果払いを受けするための条件についての取り決めの詳細を示している。詳細資料はGCF(2017)GCF/B.18/23参照。

小さく、ストライプ影響が小さい高品質な LANDSAT 画像が使用されている。一方、若干 NO-DATA 率が高いが良い品質、僅かな NO-DATA 率で中程度の品質、または若干 NO-DATA 率が高く中程度の品質の良い LANDSAT 画像の年度は、黄色で示した。

表 1.3.4.10 LANDSAT 衛星画像スクリーニング結果

	1990年	1995年	2000年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年
No DATA(%)	10.59%	14.35%	6.50%	6.53%	8.56%	23.77%	20.86%	23.13%
LANDSAT4(シーン数)	26	0	0	0	0	0	0	0
LANDSAT5(シーン数)	8	34	0	0	0	0	0	0
LANDSAT7(シーン数)	0	0	34	34	34	34	34	34
欠損シーン数	0	0	0	0	0	0	0	0
LANDSAT8(シーン数)	0	0	0	0	0	0	0	0
ストライプ影響画像(シーン数)	0	0	0	0	0	34	34	34
ストライプ影響シーン率(%)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
No DATA(%)	26.14%	28.00%	15.85%	6.81%	12.51%	20.85%	16.98%	3.75%
LANDSAT4(シーン数)	0	0	0	0	0	0	0	0
LANDSAT5(シーン数)	0	0	11	24	15	0	0	0
LANDSAT7(シーン数)	34	34	23	9	19	34	13	0
欠損シーン数	0	0	0	1	0	0	0	0
LANDSAT8(シーン数)	0	0	0	0	0	0	21	34
ストライプ影響画像(シーン数)	34	34	23	9	19	34	13	0
ストライプ影響シーン率(%)	100.00%	100.00%	64.60%	26.50%	55.90%	100.00%	38.20%	0.00%

さらに、森林定義に伴う AD の調整に関して、LANDSAT のピクセルサイズは、30m x 30m で 0.09ha /ピクセルであるが、一方、森林定義での最小の森林面積は 0.5ha である。したがって、森林定義を満たすために、隣り合う森林区分のピクセルを最低で 6 ピクセル 0.54ha で構成されている必要がある。このため、本コンポーネントでは、6 ピクセル未満の森林ピクセルグループを除去するフィルタリング機能を開発した。詳細を付属資料 20 に示す。

h) 排出係数 (EF) :

パイロット・インベントリーの実施結果に基づく Tire2 レベルのカントリーデータを用いた排出係数の計算方法については、文献調査をもとに材積からバイオマスに転換するアロメトリー式を用いて計算した。このアロメトリー式とそれを用いて計算したバイオマス量と炭素蓄積を付属資料 18 に示す。一方、2017 年 3 月に実施された関係者ワークショップで排出係数の設定に関しては、付属資料 21 に示すカントリーデータ、及びデフォルトデータを用いた二つの算出方法が示された。その後、6 月 28 日に実施された TWG ミーティングによって排出係数としてカントリーデータを FRL 設定のために用いることが決定された。決定の理由としては、カントリーデータは森林区分との一貫性があるためであった。

以下に、排出係数算出のための公式を記す。

排出係数 (森林から森林への変更) = 二酸化炭素総量 (参照期間の期末の森林タイプ) - 二酸化炭素総量 (期首の森林タイプ)

排出係数 (森林から非森林への変更) = 二酸化炭素総量 (森林タイプ) - 二酸化炭素総量 (非森林タイプ)

排出係数の計算の基となる各森林タイプの二酸化炭素総量は下記の表 1.3.4.11 に示す。

表 1.3.4.11 カントリーデータ各森林タイプの二酸化炭素総量

(ton/ha)				
森林タイプ	森林被覆率	AGB	BGB	小計
山岳林及び西部熱帯降雨林	密	594.50	170.76	765.26
	中	100.70	28.92	129.62
	疎	40.09	11.52	51.61
海岸林及びマングローブ林	密	163.07	50.89	213.96
	中	104.17	25.01	129.18
	疎	61.14	13.80	74.93
乾燥地林	密	138.42	58.13	196.56
	中	59.49	23.83	83.32
	疎	24.58	7.06	31.64
人工林	密	752.54	216.15	968.69
	中	195.67	56.20	251.87
	疎	238.20	68.42	306.62

i) FRL の設定方法：

設定方法は参照年度が二時点のため平均法を用いることが決定された。

j) 国情：

国情は加味しないことが決定された。詳細は (e) 国情に記載する。

(b) AD 及び EF の分析

決定された各参照年 (2000 年と 2014 年) 2 時点から 1 期間の参照期間内での土地利用土地被覆変化を算出した。その後、算出されたデータを元にして REDD+活動のマトリックスの区分(表 1.3.4.9)によりデータを集計して AD を設定した (表 1.3.4.12)。表 1.3.4.12 から見られる傾向として、森林炭素蓄積の増大においては、草地から天然林の密への変化の値が大きく見られる。また、森林減少については、乾燥地林から草地への変化の値が大きく見られた。

表 1.3.4.12 各区分の各参照年の土地被覆/土地利用面積から算出された参照期間の土地被覆/土地利用変化面積 (AD)

		2014													(ha/14 years)						
		山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林			海岸林及びマングローブ林			乾燥地林			人工林			農地					草地	湿地	居住地及びその他の土地
		密	中	疎	密	中	疎	密	中	疎	密	中	疎								
2000	山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林	密	764,212	32,274	11,406										75,352	74,634	312	634			
		中	80,651	75,942	13,003										18,195	58,395	540	89			
		疎	28,207	12,440	24,809										15,817	49,464	30	177			
	海岸林及びマングローブ林	密				130,627	14,832	662							1,164	29,471	259	539			
		中				149,599	70,438	2,636							7,748	141,963	377	838			
		疎				2,185	2,034	255							1,410	16,942	14	116			
	乾燥地林	密						332,473	35,597	21,645					68,784	509,509	1,881	1,523			
		中						117,224	64,691	25,926					28,461	291,851	1,618	2,734			
		疎						33,921	31,761	50,164					11,168	200,725	1,432	4,669			
	人工林	密									46,713	1,029	525		6,578	5,959	8	6			
		中									3,392	302	47		381	737	5	2,225			
		疎									1,403	53	7		202	268	0.09	0			
	農地	47,196	4,175	1,804	2,304	303	18	16,270	1,756	421	6,557	134	74								
	草地	164,906	76,748	53,075	134,762	36,753	2,624	462,145	148,928	194,297	20,137	853	293								
	湿地	254	13	6	1,209	476	42	3,577	1,359	843	0	0	0								
	居住地及びその他の土地	450	236	289	775	196	4	4,597	2,877	11,836	109	0.90	0								

* 人工林用 (KFS 管理植林地用) の総面積は 136,890 ha である。このうち、非森林から非森林への変化は、非森林

から非森林への総面積（表の黒塗りの部分）のうち 41,115 ha である。これらの地域はストックのない森林地域と定義され、REDD+実施中は持続可能な森林管理の下に置かれる。

また、EF の設定は、パイロット・インベントリー結果を活用したカントリーデータに基づいて REDD+活動のマトリックスの項目毎に計算し、データを計上した（表 1.3.4.13）。表中のプラスの値は排出を表し、マイナスは吸収を表す。表 2.2.28 から示される傾向として、表 1.3.4.11 は EF 値を設定するための各森林の二酸化炭素量を示しており、そのため、表 1.3.4.11 に示される山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林の密、並びに人工林の密における値の大きさは、表 1.3.4.13 に示される森林炭素の蓄積の増大、及び森林減少の値にも大きく影響を及ぼしている。また、持続可能な森林管理においては KFS の境界内の人工林の値を示すが、調査手法の結果、森林被覆率が疎の森林区分は間伐終了後の老齢林分からデータを採取したため、森林被覆率が疎の森林区分の値は、森林被覆率が中の森林区分の値よりも大きくなっている。

表 1.3.4.13 EF 値（カントリーデータ（森林））

(CO2 (ton/ha))

		期間中最終年												農地	草地	湿地	居住地及びその他の土地	
		山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林			海岸林及びマングローブ林			乾燥地林			人工林							
期間	年	密	中	疎	密	中	疎	密	中	疎	密	中	疎					
		期間中初年	山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林	密	0	635.64	713.66										765.26	749.31
中	-635.64			0	78.02										129.62	113.67	129.62	129.62
疎	-713.66			-78.02	0										51.61	35.66	51.61	51.61
海岸林及びマングローブ林	密					0	84.78	139.03							213.96	198.01	213.96	213.96
	中					-84.78	0	54.25							129.18	113.23	129.18	129.18
	疎					-139.03	-54.25	0							74.93	58.98	74.93	74.93
乾燥地林	密							0	113.24	164.91					196.56	180.61	196.56	196.56
	中							-113.24	0	51.68					83.32	67.37	83.32	83.32
	疎							-164.91	-51.68	0					31.64	15.69	31.64	31.64
人工林	密										0	716.82	662.07	968.69	952.74	968.69	968.69	968.69
	中										-716.82	0	-54.75	251.87	235.92	251.87	251.87	
	疎										-662.07	54.75	0	306.62	290.67	306.62	306.62	
	農地	-765.26	-129.62	-51.61	-213.96	-129.18	-74.93	-196.56	-83.32	-31.64	-968.69	-251.87	-306.62					
	草地	-749.31	-113.67	-35.66	-198.01	-113.23	-58.98	-180.61	-67.37	-15.69	-952.74	-235.92	-290.67					
	湿地	-765.26	-129.62	-51.61	-213.96	-129.18	-74.93	-196.56	-83.32	-31.64	-968.69	-251.87	-306.62					
	居住地及びその他の土地	-765.26	-129.62	-51.61	-213.96	-129.18	-74.93	-196.56	-83.32	-31.64	-968.69	-251.87	-306.62					

(c) 炭素排出・吸収量推定の分析

上記 (b) の AD 及び EF の値から炭素排出・吸収量推定の分析を行なった結果を以下の表 1.3.4.14 に示す。表 1.3.4.14 の傾向としては、草地から天然林の密への変化に見られる森林炭素の蓄積の増大が甚だしく大きな値を示している。この原因としては、上記の AD のデータによる草地から天然林の密への変化に見られる森林炭素蓄積の増大の値の大きさや、EF 値の特徴として示された山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林と人工林の森林被覆率が密の森林区分の EF 値の大きさに影響されたことによると示唆される。

表 1.3.4.14 参照期間内の炭素量の推定

(tCO₂/14 years)

		2014												農地	草地	湿地	居住地及びその他の土地	
		山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林			海岸林及びマングローブ林			乾燥地林			人工林							
期間	年	密	中	疎	密	中	疎	密	中	疎	密	中	疎					
		2000	山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林	密	0	20,514,964	8,140,090										57,664,330	55,924,102
中	-51,265,071			0	1,014,428										2,358,513	6,637,946	70,020	11,549
疎	-20,130,464			-970,508	0										816,247	1,763,688	1,565	9,136
海岸林及びマングローブ林	密					0	1,257,445	92,079							249,042	5,835,443	55,400	115,403
	中					-12,682,673	0	142,987							1,000,922	16,074,723	48,703	108,229
	疎					-902,777	-110,366	0							105,670	999,272	1,066	8,659
乾燥地林	密								0	4,030,849	3,589,564				13,519,988	92,020,735	389,141	269,423
	中								-13,273,936	0	1,339,786				2,271,370	19,662,222	134,600	227,623
	疎								-5,594,010	-1,641,319	0				353,401	3,150,090	45,327	147,733
人工林	密										0	737,266	347,626	6,372,412	5,676,949	7,323	6,190	
	中										-2,431,790	2,902	-2,548	95,841	173,939	1,292	567	
	疎										-928,710	2,902	0	62,008	77,802	28	110	
	農地	-36,109,674	-941,130	-80,072	-493,039	-39,146	-1,369	-4,197,946	-146,288	-113,311	-6,351,978	-33,795	-22,794					
	草地	-123,566,003	-8,724,210	-1,892,434	-26,883,995	-4,181,591	-154,777	-83,466,477	-10,033,410	-3,049,180	-19,185,148	-201,159	-95,153					
	湿地	-194,293	-1,727	-316	-259,612	-61,457	-3,143	-703,129	-113,241	-26,685	0	0	0					
	居住地及びその他の土地	-344,644	-30,600	-14,918	-165,739	-25,287	-290	-803,505	-239,702	-374,538	-105,752	-227	-83					

*参照期間における AD と EF の掛け算の値である。

(d) FRL の設定

上記 3) の炭素排出・吸収量の推定では、参照期間が 2000 年から 2014 年までの期間で算出された。この値を一年間の吸収・排出量の値として算出したものを表 1.3.4.15 に、これを REDD+活動から区分した排出・吸収量を表 1.3.4.16 に、また森林参照レベルを表 1.3.4.17 に示した。なお、FRL の設定方法は平均法を用いられたことにより、表 1.3.4.15 及び表 1.3.4.16 の総排出量が、FRL 値と同じとなる。また、これらの表により、ケニアの FRL はマイナスの値を示し、吸収量を示すこととなった。純吸収量が純排出量を上回った訳であるが、表 1.3.4.16 にその内訳が示されるとおり、森林減少の値よりも森林炭素蓄積の増大が示す値が大きい。

表 1.3.4.15 推定された炭素排出・吸収量

(tCO ₂ /year)	
参照期間	2000-2014
総排出量	-7,471,382
純排出量	24,039,316
純吸収量	-31,510,697

表 1.3.4.16 各 REDD+活動での推定された各炭素排出・吸収量

(tCO ₂ /year)	
参照期間	2000-2014
森林減少	20,206,141
森林劣化	2,864,442
持続可能な森林管理	-1,127,606
森林炭素蓄積の増大	-29,414,359
総排出量	-7,471,382

表 1.3.4.17 森林参照レベル

(tCO ₂ /year)	
参照期間	2000-2014
森林参照レベル	-7,471,382

(e) 国情の検討

本来、付託条件 (TOR) には必須ではない項目であったが、ケニア側の要望によりその検討が為された。以下に、(a)チームによる事前情報収集、(b)チームによる国情の検討方法の提案、(c) 現地専門家による国情の検討、(d) C/P との最終協議を含めた作業過程を記す。

a) チームによる事前情報収集

チームは、UNFCCC に提出済みの FRL レポートから各国の国情の反映状況を整理し、UN-REDD+、GEO-GFOI 及び FCPF- Carbon Fund の発行している FRL 設定に関するレポートから国情の追加について、国際的な動向の検討を行った。ケニアの FRL は過去のデータに基づいた平均法で設定しており、これに国情を加味する場合、参照期間後に森林減少、劣化が加速する等、参照期間と FRL

の期間の状況に変化があることを示す必要があった。このため、ケニアにおける森林減少、劣化ドライバーとなっている農業やエネルギー、社会インフラに関連する政策等の情報収集及び、ドライバーを抑制し、新たな森林炭素の増大に貢献する可能性のある新たな森林政策等について情報収集を行った。以下に検討した資料を表 1.3.4.18 に示す。

表 1.3.4.18 FRL 設定に関する事前情報収集の資料

資料名	発行機関	内容
COP 決議 (4/CP.15, 1/CP.16, 12/CP.17 and 13/CP.19)	UNFCCC	FRL は透明性の高い過去のデータをもとに、国情を加味する (4/CP/15)
Emerging approaches to Forest Reference Emission Levels and/or Forest Reference levels for REDD+(2014)	UN-REDD,	UNFCCC に提出済の FRL レポートから、ブラジル、チリ、コスタリカ、コンゴ民主主義共和国、ガーナ、ガイアナ、メキシコ、ネパール、ベトナムの FRL 設定を分析
Technical considerations for Forest Reference Emission Level and/or Forest Reference Level construction for REDD+ under the UNFCCC (2015)	UN-REDD,	UNFCCC に提出済の FRL レポートから構築方法を整理。国情は一律の%の加味とモデルによる加味の 2つのアプローチを提示。
Integrating remote-sensing and ground-based observations for estimation of emissions and removals of green house gasses in forests Edision2.0(2016)	GEO - GFOI	FRL の国情加味の決定のためのデシジョン・ツリーを提示、ドライバーの状況が続くか、続かないことが明確か、その影響が数値で表せるかがポイントになる。
Methods and Guideline document module3 : Forest Reference Emission Levels and Forest Reference Levels : Extended Methodological Advice (2015)	GEO - GFOI	FRL の国情加味の決定のためのデシジョン・ツリーを提示、ドライバーの状況が続くか、続かないことが明確か、その影響が数値で表せるかがポイントになる。(Integrating remote-sensing and ground-based observations for estimation of emissions and removals of green house gasses in forests と同じ)
Sourcebook COP22 version01 (2016)	GOFCI - GOLD	国情を加味する場合にはどのように国情を考慮したかを明確に示す。
Methodological Framework (2016)	FCPF Carbon Fund,	ER-P の FRL は過去の森林減少率が低く、現在森林被覆が高い場合を除いて、過去の平均排出量を上限とする。また、高森林被覆率、低森林減少で、FRL の調整を行う場合は参照期間の年間排出量の 0.1%を超えてはならない。過去トレンドが明らかに減少している場合は、FRL 設定に反映する。
UNFCCC に提出された FRL レポートと TA コメント (メキシコ、ベトナム、コスタリカ、ガイアナ、コロンビア、コンゴ共和国、ペルー)	各国	コロンビア、コンゴ共和国は平均法で算出した後、国情を一律の%で加味、ベトナムは過去の政策の成果を一律減、ペルーは平均法ではなく直線回帰、メキシコは ER-PIN ではモデルを使ったが、UNFCCC では平均法、コスタリカは過去トレンドを 2期に分けて算出。
Vision2030	GoK	2030 年までに森林被覆率 10%を達成や、植林、カーボンオフセットスキームの利用による貢献の記載はあるが具体的数値無し

資料名	発行機関	内容
Second National Communication to UNFCCC	GoK	今後の森林セクターの GHG の排出削減貢献について、REDD と植林と再生プログラムでの貢献割合を予測 (REDD の貢献は森林セクターの貢献のうちの 4%)
Draft National Forest Policy,2015	ケニア 環境省	2030 年までに森林被覆率 10%を達成するための方針を述べているが、具体的な数値の記載はなし
Technical Report on the national assessment of Forest and Landscape restoration opportunities in Kenya 2015	ケニア 環境省	ケニアにおける森林減少・劣化ドライバー分析と森林再生プログラムの可能性の検討で今後の具体的数値目標等なし
National Forest Programme 2016-2030	KFS	植林プログラムや森林再生プログラムの記載はあるが、具体的な数値計画の記載なし
AGRICULTURAL SECTOR DEVELOPMENT (ASDS)(2009-2020)	GoK strategy	森林から農地への転換による農地拡大計画等の数値の記載なし
Analysis of drivers and underlying cause of forest cover change in the various forest types of Kenya	Ministry of Forestry and Wildlife	ケニアにおける森林減少の直接的なドライバーは農地等への土地利用の変化と木材、燃料等の確保のための森林伐採
Agriculture and Food Authority (AFA) Strategic Plan 2016 – 2021	ケニア 農業畜産省	森林から農地への転換による農地拡大計画等の数値の記載なし
ENERGY OPPORTUNITIES KENYA(2016)	Business IN Sweden	現在のケニアの電力供給は約 50%が水力発電であるが、2030 年までにその割合は 5%に縮小し、地熱発電が拡大する。

b) チームによる国情の検討方法の提案

ケニア側の要望である国情についての検討方法についても同時に協議を進めた。チームからは、上記の収集した資料のうち、UNFCCC に提出された他の国の FRL レポートや UN-REDD や GEO-GFOI といった国際機関が発行している FRL 設定マニュアル等の検討の結果、国情を加味する場合、森林減少のドライバーの動向が、過去の参照期間と FRL 期間で変化する場合に数値として加味する必要があることを伝えた。また、ケニア側で今後森林減少のドライバーの動向が変化することを裏付けるデータ等がある場合、そのデータをどのように国情として加味するか検討を行い、十分な数値データがない場合は、レポートの文章のなかで国情について説明し、フェーズドアプローチで、数値データの入手が可能になってから FRL 値に反映していくことを提案した。

c) 現地専門家による国情の検討

ケニア側は、2010 年に実施した GHG インベントリーで、今後の経済成長や政策を盛り込んだモデルを使って 2030 年までの森林セクターの排出量の予測を行っていることから、FRL 値に関しても同様に、今後始まる政策等の国情を盛り込んだモデルを開発して加味することの必要性を主張した。そのため、これまでのコンポーネント 3 の取り組みで開発した平均法による過去トレンドの値に、雇用した現地専門家の開発する国情モデルを加味し、ケニアの FRL 値を検討することとなった。

具体的には国情は数値として反映できる内容であるのかが検討され、まず、現地専門家の GHG インベントリーでの経験に基づき、森林ガバナンス、気候、経済、エネルギー、インフラ・工業発展、農業発展、森林、開発の分野が検討された。上記の各分野において、C/P 側の意向は、各分野の森林分野への関係性があるのかどうかを基に確認することであり、具体性を持たせられる分野のみが拾い上げられた。その結果、検討された分野のうち気候分野の内容を国情に反映することは、対象が広範囲となるため不適切であるとされ、右記の分野を構成する気温分布、年間気温変化、降水量分布、気候変動性、極度な気候事象については対象として削除されるに到った。また日本人専門家より、上記の検討された分野の内容を反映する FRL 算出方法・モデルに関して、当初は、EF のみを変数にした解析をする計算式であったものに対して、AD も含めて、AD 及び EF の変数全体に政策が反映されるように変数を設定するよう指摘された。

さらに、日本人専門家によって提案された国情を加味せず算出された FRL 値を基にした国情の加味が、現地専門家によって NDC の森林セクター部分の削減目標をもとに計算が実施されたが、途中、参照された土地被覆/土地利用図の参照年の精度に再度言及や、参照年及び参照期間の変更、草地と森林間の変化への対処方法の検討に時間が掛かったこと等がある中で、国情の検討が実施された。

d) C/P との最終協議

上記のプロセスを経た国情の検討は、12 月中旬に最終判断が実施された。2018 年 1 月に提出する予定の FRL レポートについては、正確なデータ等が揃わないために国情は投影されないことが決定された。これにより、平均法に基づいて出された炭素排出・吸収量の推定値から導かれた FRL が 2030 年まで投影することが決定された。

(f) FRL レポートの文書化のプロセス

2017 年 6 月の TWG ミーティングでは、FRL 設定を JICA 専門家が支援し、プロジェクト内で FRL の算出の後に UNFCCC へ提出するドキュメント案を共同で作成することが業務として決定された。これに基づきチームは C/P との共同の下、FRL レポートの文書化を実施した。

詳細としては、FRL 文書化のプロセスからのドラフトの作成は、第一回目の提出が 8 月上旬に C/P へ第一稿が送付された。ステークホルダ間での共有は C/P と専門家側が共に実施した。2017 年 10 月 31 日には、KFS 側から MENR を通して UNFCCC へ 2018 年 1 月に FRL レポートを提出する通知がなされ、おおよそのドラフトは 12 月中旬までに作成され、ケニア側に提出された。提出されたドラフトについては C/P との間で複数回、内部協議が重ねられた（国情については、上記 (e) に詳細を記載。）。

また、2017 年 12 月下旬に作成された FRL レポートドラフトは、TWG ミーティング内で決定したとおり、KFS 側の意向により関係者間で、2018 年 1 月 1 日を期限に回覧が開始された。期限終了までにケニア側のネットワークから UNFCCC の査読者のコメント等も挙げられた。これらに伴い C/P からの要望に応えながら、第一回目の提出に向けて時間が限られる中、出されたコメントへどの様に対応しレポートの内容に一貫性を持たせて内容を纏め上げるかが専門家等で検討された。最終化されたドラフトは 2018 年 1 月 4 日に提案された。その後、引き続き 2018 年 1 月 8 日の UNFCCC への FRL レポート提出期限に向けてケニア側は提出準備を進めた。しかしながら、コメントへの完全な対応はできておらず、コメント対応に更なる検討が必要と判断され、とりわけ、

FRL の値そのものが排出量ではなく吸収量になっており、成果支払いを得ることを考慮するとネガティブな値であることから、AD の修正が一つのポイントとしてあげられ、2018 年 1 月の提出は次年度以降に延期された。

FRL レポートのドラフトについては、関係者によるピアレビューに廻す前のバージョンを付属資料 22 に詳細を記載。

2) 2020 年 1 月に UNFCCC への提出に向けた FRL の構築

FRL レポートを UNFCCC に提出するための FRL 設定条件の変更などを検討し、FRL ドラフトの改善に向けた一連の協議が行われた。改善・修正すべきポイントは、2017 年 12 月に行われたピアレビューのコメントを中心に、以下のとおり。

- (a) FRL の不確実性の方法論
 - a) EF の不確実性の方法論
 - b) AD の不確実性の方法論
- (b) FRL 設定の条件
 - a) 森林劣化による炭素排出量の推定
 - b) 枯損木やリターの炭素プールへの活用
 - c) 非森林から天然林の密への変化による EF の再検討
 - d) 参照期間における参照年の追加
 - e) 森林樹冠密度の低いクラスから高いクラスへの転換の EF の再検討
 - f) 人工林の樹冠密度の統合

各作業の概要は以下のとおり。

(a) FRL 不確実性の方法論

FRL の不確実性の評価は、EF と AD のそれぞれの不確実性から算出する必要がある。以下、それぞれの不確実性の評価方法を記述する。

a) EF の不確実性の推定

EF の不確実性は、EF 設定の基礎となった 127 プロットのインベントリ調査データを用いて推定した。母集団としてのプロット数（127 プロット）が少ないため、不確実性を算出するには不十分であるため、ブートストラップ法を用いて母集団の近似分布を算出した。10,000 回のブートストラップにより、EF の不確実性を推定するため、信頼区間 95% の範囲を持つ平均値からの下限値と上限値はそれぞれ-22.8%と 24.7%であった。

b) AD の不確実性の評価

本コンポーネントでは、AD の不確実性をどのように算出するか、AD 評価のためのサンプリング方法をどのように設計するかを検討した。この検討では、リモートセンシング学会などで発表された科学論文を収集し、それらをレビューした。参考となった主な論文は以下の通り。

- ・ “Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change”
- ・ “Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation”

Olofsson 教授がメインで執筆した上記の 2 つの論文は、FRL レポートの AD 評価や AD の不確実性の算出において、多くの国から参照されている。本コンポーネントでは、論文で述べられている精度検証のためのサンプリング調査方法を参考に、必要なサンプリングポイント数の算出、サンプリングポイントの割当などのサンプリング設計を行った。また KFS のリモートセンシング担当者が持続的にサンプリング設計できるように、土地被覆/土地利用変化項目の面積を入力すれば、自動的に必要なサンプリングポイント数が計算できる計算シートの作成を行った。

不確実性の算出についても、論文を参考に不確実性の計算シートを作成し、AD アセスメントの結果を入力するだけで不確実性が算出できるようシンプルな計算シートとした。これら作成したサンプリングポイント数の計算シートならびに不確実性の計算シートについては、今後も KFS で持続的に実施できるようリモートセンシング担当者へは説明を行い技術移転した。

本コンポーネントで実施した、AD 評価のためのサンプリングの設計内容は、下記の通り。

- ・ 各土地被覆/土地利用変化パターンの面積に基づいて、必要なサンプリングポイント数を算出する。
*留意点：サンプリングポイントの総数は、信頼区間 95%を満たすこと。
- ・ 各土地被覆/土地利用変化パターンにおける最低限必要なサンプリングポイント数を 50 ポイントとし、希少な変化パターンへ強制的に 50 点を割当てて。
*Olofsson 教授が推奨する最低限必要なポイント数は 50~100 ポイント。
- ・ サンプリングポイントは、ランダムに発生させ、各土地被覆/土地利用変化パターンへ割当てたポイント数に応じて配置する。

上記のサンプリング設計にもとづき、本コンポーネントでは、FRL の参照年時間での AD の正確性について検証を行った。各参照年時間及び変化の正確性検証で統計上の信頼区間 95%を満たすのに必要なサンプリングポイント数を表 1.3.4.19 に示す。

表 1.3.4.19 参照年時間及びサンプリングポイント数

参照年時間	信頼区間 95%を満たすポイント数
2002 年－2006 年	2,925
2006 年－2010 年	2,923
2010 年－2014 年	2,918
2014 年－2018 年	2,927

本コンポーネントでは、各サンプリングポイントを検証するにあたり、検証結果を入力する時のヒューマンエラーを出来るだけ軽減できるよう配慮し、サンプリングポイントチェックシートを作成した。

(b) FRL 設定の条件

a) 森林劣化による炭素排出量の推定

i) 薪・木炭消費による森林劣化からの炭素排出量（統計データの整合性とケニアの薪・木炭生産の状況の確認）

FAO によるケニアの薪・木炭生産に関する統計データである FAOSTAT と、イェール大学等が実施した WISDOM (Wood fuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping) との比較を行った。また、WISDOM データを用いた森林劣化による炭素排出量の推定方法を検討した。比較分析の結果、薪のデータは測定値が少なく、2005 年と 2006 年以降のデータにギャップがあるため、FAOSTAT データの利用は適さないことが予想された。一方、WISDOM データは個人消費と人口推移に基づいて推計されているため、最新の個人消費を用いることでケニアの実情を反映することが可能である。したがって、WISDOM データは FAOSTAT データと比較してより有効であると結論づけられた。

WISDOM では、森林の年間成長量を超えて生産される薪や木炭の量は、総生産量の 35% から 41% であると報告されている。したがって、森林劣化による炭素排出量の一部は、これらの年間の成長量分を超える生産量に基づいて推定できると考えられた。

しかしながら、この方法は、実際に森林で何が起きているかについてのより正しい情報を提供してくれるかも知れないが、その推定は、将来のモニタリングのためには、人口の変化、改良ストーブの採用に関するデータ、非バイオマスエネルギー源の活用に関するデータが必要になる。しかしながら、このような時系列で変化するデータは入手できず、正確な推定方法もない状況である。

以上のことから、現在の FRL の設定では、薪や木炭の消費量を用いた森林劣化による排出量の推定は見送られ、森林劣化による排出量の推定方法は、森林樹冠密度が密から中または疎、中から疎への変化に基づいた従来の方法を採用することとした。

ii) 森林火災による森林劣化からの二酸化炭素排出量

中分解能撮像分光放射計 (MODIS)、FAOSTAT、KFS の統計データによる森林火災データを比較検討した。MODIS はアメリカ航空宇宙 (NASA) が開発した放射計で、放射線の観測により森林火災を検出することができる。FAOSTAT と KFS のデータを比較検討した結果、MODIS の火災データは森林地域で確認されており、FAOSTAT のデータも同様の傾向を示していたことから、MODIS の火災データが最も有効であると判断された。つまり、ケニアでは MODIS の火災データの精度と互換性が高い。

しかしながら、前述のように、森林劣化による排出量の推定方法は、薪や木炭の消費、森林火災を用いない従来の方法を採用することになったため、森林火災データも使用しないこととなった。

b) 枯損木やリターの炭素プールへの活用

ケニアで実施された過去の森林インベントリー報告書によると、枯損木やリターの炭素量は少ないことが検出された。これにより、枯損木やリターは炭素プールとしては重要ではないことが証明された。また、枯損木は薪や木炭として利用されていると考えられている。薪や炭の生産量に基づいて森林劣化の炭素排出量を推定すると、炭素排出量が二重にカウントされてしまう危険性がある。したがって、枯損木やリターを測定対象の炭素プールに含めないこととした。

c) 非森林から天然林の密への変化による EF の再検討

設定された非森林から天然林の密への変化の EF は、IPCC ガイドラインで示されている年間成長量の標準値に 2000 年と 2014 年の参照年の場合の参照期間 14 年を掛け合わせることで計算され

た量に比べて過大であると指摘された。天然林の密が成熟した森林であることを前提にすると、非森林から天然林の密への変化量の EF 値を、成熟した森林に成長するまでの期間を考慮して設定する必要がある。例えば、成熟した森林に成長するのに 60 年かかるとすれば、現在の EF を 60（年）で割った値に 14（年）を掛けて EF を修正する方法が考えられる。そのため、ケニアの森林がどのくらいの期間で成熟するのかを調査した。調査の結果、SLEEK による成長モデルの利用の可能性があると認識された。しかしながら、この成長モデルを含む SLEEK のマニュアルはこの時点で開発されていないことが判明した。したがって、成長曲線を作成するためのキャパシティビルディングが将来的に必要であり、現状はこの方法を活用できないことが判明した。

一方、非森林から森林への転換については、上記の成長モデルを用いる代わりに、想定される参照期間から森林は 20 年に達していないことから、IPCC2006 年のガイドラインにある 20 年生未満の森林の成長率を用いて EF を算出することが提案された。また、成長量からの計算の結果、その量が特定の樹冠クラスのストック量を超えた場合は、そのストック量を EF とすることにした。

d) 参照期間における参照年の追加

FRL の最初のドラフトでは、参照期間に参照年を追加することが推奨された。そこで、参照期間である 2000 年～2014 年のポイントを増やすことが検討されたが、衛星画像の品質が良いのは 2000 年に近い年だけであり、その年のデータを使って参照年を増やすには近すぎるため、参照年を増やすことは困難と判断された。一方、DRSRS を主体として、2018 年の土地被覆/土地利用図が作成された。

このため、最新の土地被覆・土地利用データに基づいた年である 2018 年を基準年として追加することを検討した。検討した結果、2000 年、2014 年、2018 年を基準年とすることが当初考えられた。しかしながら、以下の理由により、2002 年と 2018 年の 2 点を基準年とすることが提案された。

まず、2000 年ではなく 2002 年を採用した理由は以下のとおり。

2001 年には、167,000 ヘクタールの林地を伐採する計画の一部が、マウ地区の森林で部分的に実施され、少なくとも 67,000 ヘクタールの林地が農地に転換された。2002 年は、2001 年に実施されたこの大規模な伐採の直後であり、それ以上の伐採は行われていない。

また、2002 年に新政府が誕生したことで、「ビジョン 2030」の目標のもと、大規模な開発が計画された。さらに、2002 年以降は、森林保護につながるような環境に優しい政策が数多く制定された。気候変動関連の政策としては、「2010 年国家気候変動戦略」、「2016 年ケニア気候変動法」、「2016 年国家気候変動枠組み政策」、「2018 年気候変動行動計画」などがある。

そのため、2000 年ではなく 2002 年を基準年とすることが提案された。

次に、基準年を 2 つにした理由は以下のとおりである。

2002 年、2014 年、2018 年の 3 点の基準年に基づいて過去の排出量を計算した結果、2014 年から 2018 年の年間排出量を、2002 年から 2014 年の同値と比較したところ、2014 年から 2018 年の年間排出量は、4 倍以上の大きな値となった。これは、前述のように森林炭素の強化の EF は参照期間を掛けて算出しており、2002 年から 2014 年までの 12 年間と 2014 年から 2018 年までの 4 年間で基準にすると、後者の EF の値が前者の値よりも小さくなっていることが考えられる。これは、

非森林から森林への変化としては同じであるにもかかわらず、2014年から2018年までの4年間の方が吸収量も小さくなる。

また、例えば、2002年から2014年まで非森林から森林に変化した場所が、2014年から2018年まで非森林に再度変化した場合、前述のように、2002年から2014年までのEFは、年間成長量に基づいて設定されており、2014年時点ではその年間成長量をベースとしたEF値と同じCO2ストック量しか持っているにもかかわらず、現状の方法では、それよりも大きいプロットデータに基づくCO2ストック量が2014年から2018年の間に排出された計算になってしまう。この点を解決するためには、時系列分析（TSA）の考え方（2つの期間に分けて考えるのではなく、1つのピクセルを全期間追うイメージ）で、同じ場所が3つの参照年でどのように変化したのかを捉えることができれば、1つの期間の同じ変化において、異なるEF値の採用によって、より正確な排出量を推定することができる。しかしながら、ケニアでは森林が密、中、疎に分類されているため、このTSAを実施することはかなりの労力を要するため困難であった。このような状況を考慮して、FRLの参照年と参照期間を2002年と2018年の2つの時点で設定することが提案された。

一方、参照年は、土地被覆/土地利用図の時系列作成に使用した衛星画像の品質などの技術的条件に基づいて選択する必要がある。表 1.3.4.20 は、衛星画像の品質を示している。緑色で示された年は、1) (a) で記述された NO-DATA 面積率が小さく、ストライプの影響の少ない品質の良いLANDSAT画像を使用しており、地図作成に適している。一方、黄色で表示されている年は、無色で表示されている年に比べて、ストライプの影響の比率が低いため、2番目に良い品質のLANDSAT画像を利用している。これによると、2002年と2018年は品質の良い年である。

表 1.3.4.20 衛星画像のデータスクリーニングの結果

	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
No DATA (%)	6.50%	6.53%	8.56%	23.77%	20.86%	23.13%	26.14%	28.00%
LANDSAT4 (scene)	0	0	0	0	0	0	0	0
LANDSAT5 (scene)	0	0	0	0	0	0	0	0
LANDSAT7 (scene)	34	34	34	34	34	34	34	34
Missing scenes	0	0	0	0	0	0	0	0
LANDSAT8 (scene)	0	0	0	0	0	0	0	0
Stripping Effect (scene)	0	0	0	34	34	34	34	34
Ratio of Stripping Effect (%)	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2018
No DATA (%)	15.85%	6.81%	12.51%	20.85%	16.98%	3.75%	4.00%	4.30%
LANDSAT4 (scene)	0	0	0	0	0	0	0	0
LANDSAT5 (scene)	11	24	15	0	0	0	0	0
LANDSAT7 (scene)	23	9	19	34	13	0	0	0
Missing scenes	0	1	0	0	0	0	0	0
LANDSAT8 (scene)	0	0	0	0	21	34	34	34
Stripping Effect (scene)	23	9	19	34	13	0	0	0
Ratio of Stripping Effect (%)	64.60%	26.50%	55.90%	100.00%	38.20%	0.00%	0.00%	0.00%

2019年7月のREDD+TWGでは、参照年と参照期間は上記のように一旦決定されたが、同年8月に開催された国家インベントリー報告書とGHGインベントリーの研修では、1) 参照年の追加による参照期間の改善が可能であれば検討する、2) 1995年から2015年までの5年間隔で排出量を推定する、などの提案がなされた。この研修では、FRLの参照年の追加についても議論され、2002年、2006年、2010年、2014年、2018年の5つのデータを活用して、4年間隔で参照年を追加することが提案された。

この研修を踏まえて、3 つ以上の参照年データポイントで AD を推定する方法を再度検討することとし、排出量の実績値を確認するために3つの参照年データポイントと5つの参照年データポイントで排出量の試算を行った結果、2002年、2006年、2010年、2014年、2018年の5つのデータポイントの参照年と、2002-2006、2006-2010、2010-2014、2014-2018の4つの期間に基づいてADを設定することになった。

e) 森林樹冠密度の低いクラスから高いクラスへの転換の EF の再検討

森林の樹冠密度の高密度化による森林のストック量の改善に関して、森林樹冠密度の低いクラスから高いクラスへの転換のための EF を、IPCC2006年のガイドラインに基づいて20年以上の森林層の年間成長量を用いて計算することとなった。20年以上の数値を使うこととしたのは、以前に劣化し、ある程度年数が経っている森林が成長して、ストック量が増強されることによる。また、森林は保全を開始した後に成長のプロセスを経るということから、樹冠率の改善（天然林の疎林が天然林の密林に変わる場合など）による森林層は、年間成長量に年数を掛け合わせた炭素ストック量を獲得することとなる。

f) 人工林の樹冠密度の統合

人工林の樹冠率のばらつきは、森林劣化と森林炭素の強化に関連しない可能性がある。そのため、ケニアでは人工林の樹冠率を密・中・疎に区分せず、単一とした。

(c) UNFCCC に提出する FRL レポートの作成

上記の結果に基づき、FRL レポートが改訂された。修正された過去の排出量は以下のとおりである。

表 1.3.4.21 森林区分毎の過去の年間 CO2 排出量 (tCO2/年)

森林区分	年間 CO ₂ 排出量 (CO ₂ t/年)				
	2002-2006	2006-2010	2010-2014	2014-2018	平均
山岳林及び西部熱帯降雨林	44,644,932	26,587,270	29,212,476	31,226,464	32,917,786
海岸林及びマングローブ林	4,824,805	2,015,603	5,196,054	9,712,528	5,437,247
乾燥林	10,631,166	7,666,989	14,132,878	12,239,340	11,167,593
官公人工林	2,732,682	1,829,312	1,887,435	4,276,302	2,681,433
合計	62,833,585	38,099,174	50,428,843	57,454,634	52,204,059

表 1.3.4.22 REDD+活動毎の過去の年間 CO2 排出量 (tCO2/年)

REDD+活動	年間 CO ₂ 排出量 (CO ₂ t/年)				
	2002-2006	2006-2010	2010-2014	2014-2018	平均
森林減少	54,755,246	39,143,087	48,736,134	50,033,292	48,166,940
森林劣化	13,836,587	8,350,601	9,563,829	11,792,785	10,885,950
森林の持続可能な管理	2,732,682	1,829,312	1,887,435	4,276,302	2,681,433
森林炭素の強化	-8,490,930	-11,223,826	-9,758,555	-8,647,746	-9,530,264
合計	62,833,585	38,099,174	50,428,843	57,454,634	52,204,059

FRL の構築方法は、平均法であることから、2002 年から 2018 年までの排出量と吸収量の過去平均を 4 年間隔で算出したものを平均した。そのため、上の表の過去の平均的な年間排出量を基準にすると、FRL の値は以下ようになる。

森林参照レベル (CO₂t/年) : 52,204,059

修正された FRL 報告書に基づいて、2019 年 12 月 9 日、10 日に最終の関係者ワークショップが開催された。KFS、DRSRS、MoEF、KEFRI などの政府機関、JICA 専門家、大学、民間企業、Wildlife Works などの NGO から合計 30 名が参加した。ワークショップでは、AD、EF、排出量推定といった FRL の各要素が詳しく説明され、それぞれのトピックについて議論が行われ、最終的には、参加者全員が改訂版の FRL 報告書に基本的に合意した。

関係者ワークショップでの議論を基に作成された FRL レポートの最終ドラフトは、2019 年 12 月 16 日に KFS の CCF に提出され、UNFCCC に提出するための最終承認を得るため、MoEF に廻された。MoEF の承認を得て、2020 年 1 月 6 日に UNFCCC に報告書を提出した (UNFCCC に提出した FRL レポートについては、付属資料 23 を参照)。

(5) UNFCCC による技術評価に基づく FRL の改善の支援

当初の計画では、UNFCCC による一連の技術評価 (TA) 中の評価セッションは、3 月 16 日の週にドイツのボンで開催される予定だったが、COVID-19 のパンデミックのために延期された (当初の計画については、付属資料 24 参照)。その後の UNFCCC の調整により、ケニアの FRL については、6 月 8 日から 12 日にかけてリモート・アセスメント・セッションとして開催された (改訂版の TA 計画については、付属資料 25 参照)。

リモートセッションに先立ち、ケニアの FRL を担当する UNFCCC の TA チームは、ケニアに対して、UNFCCC に提出された FRL 報告書に関する質問・確認事項への回答を求めた。その回答を作成し、TA チームに提供した。

リモート・アセスメントは、質問・確認事項とその回答に基づいて行われた。また、審査の際には、TA チームから追加の質問があり、ケニアはそれに対応し、回答した。TA で議論された主な事項は、1) 森林定義における森林タイプの閾値 (15%、40%、65%) の設定の根拠、2) Excel スプレッドシートに基づく排出量の推定方法の確認 (FRL 値の計算でエクセルの四捨五入の関係で、表面上の数値にずれが生じている点)、3) 衛星画像の解析方法の確認、4) 官公人工林を対象としている森林の持続的管理の活動の AD と EF 及び活動の考え方等の確認、5) GHG インベントリーと FRL の整合性、6) 森林炭素の強化に関する活動の EF の確認であった (照会・回答の詳細は付属資料 26 を参照)。

TA 結果に基づいて FRL 報告書の修正作業が進められ、修正した FRL レポートを 2020 年 8 月に UNFCCC に提出した (修正 FRL レポートについては、付属資料 27 を参照)。

修正された主な点は、1) 森林定義の根拠の追加、2) 5 つの REDD+活動のうち、森林の持続可能な管理の対象となる KFS 管理の人工林の明確化、3) 対象 REDD+活動に森林炭素ストックの保全を含めない理由の追記、4) GHG インベントリーとの整合性に関する記載の修正、5) 四捨五入による数値の違いの説明、6) FRL レポート表 20-23 の内容を本文で説明、7) 将来の改善に向けて、地下部バイオマスの計測や非森林地域の特に永年性農地等における炭素ストックの測定について

の追記であった。

UNFCCC に提出した修正 FRL レポートでは、過去の排出量は 2020 年 1 月に提出した FRL レポートから変更されず、表 1.3.4.21 及び表 1.3.4.22 のとおりである。したがって、FRL 値も修正されず、

FRL 値 (tCO₂/年) : 52,204,059

である。

TA チームは、修正された FRL の提出を受けて、ドラフト TA レポートを作成した。この報告書のドラフト版には、ケニア側からコメントが提出され、TA 報告書は、同コメントに基づいて最終的に作成され、以下の URL で公表された。

<https://unfccc.int/documents/267566>

1.3.5 森林被覆変化モニタリング（ケニア国全土）に関する活動

ケニア国全土の森林被覆変化モニタリングについては、ケニア国では樹冠を疎、中、密の 3 つの森林タイプに区分して画像分類していることから、本コンポーネントでは、樹冠疎密度がモニタリングできる手法を検討し、モニタリング機能の構築を図った。しかしながら、2019 年 2 月 14 日～21 日までの中間レビューで、FRL 開発を含む REDD+プロセス活動に対し、限られた JICA 専門家の投入を行うためには、コンポーネントの活動を効率的かつ柔軟に調整することが求められたことから、この活動は中間レビュー時に中止となった。なお、ケニア国では、タイムシリーズ土地被覆／土地利用図を年ベースで更新する可能性があること、かつ、JJ-FAST による森林被覆変化モニタリングも可能であることも理由として挙げられる。本節では、中間レビューまでに本コンポーネントで実施した本活動に関しての(1)持続的な森林被覆モニタリング手法の検討、及び(2)森林被覆モニタリング機能の構築について述べる。

(1) 持続的な森林被覆モニタリング手法の検討

森林被覆変化モニタリングは、年に 1 回の頻度で実施することとされていた。一方、モニタリングの対象として「森林減少」、「森林劣化」、「森林回復」があげられる中で、年 1 回と言うことを考慮すると、「森林減少」と「森林回復」については、SLEEK による手法を活用して年毎に土地被覆/土地利用図を作成することで一つの持続的な森林被覆変化モニタリングとすることが可能である（2017 年～2018 年の協議時には、年 1 回の土地被覆/土地利用図の作成が検討されていた。NFMS 文書で示された NFMS カレンダーでは、2 年に 1 回の同地図の作成が計画されている）。そのため、「森林劣化」を対象とした変化モニタリングについて、カウンターパートと協議を重ね検討を行った。その結果、土地被覆/土地利用図における森林タイプ（疎・中・高樹冠密度別）の分類精度向上や森林劣化抽出の一環として、光学衛星画像を使った森林樹冠密度の解析手法について検討していくこととした。この森林樹冠密度を統一した指数として時系列に比較することで密度の変化具合が分かり、「森林劣化」の変化モニタリングが可能となる。

森林樹冠密度解析については、土地被覆分類から樹冠密度を 2 段階～3 段階に分ける方法や、植生指数 (NDVI : Normalized Difference Vegetation Index) の高低で樹冠密度を段階で分けるなどいろいろな手法があるが、土地被覆分類の場合における分類の困難さと分類エラーの発生、植生指数の高低が単なる樹冠密度だけに依存していない等の問題点もある。そのため、できるだけ樹冠密度の濃淡に依存した数値が出る手法となるよう心掛けて検討した。

検討を重ねた結果、樹冠密度を抽出する一つの方法としては、植生指数と裸地指数（BI：Bare land Index）を組み合わせた疎密度解析を使うこととした。この方法の利点は、植生指数だけでなく裸地指数を組み合わせることで、植生指数に含まれている樹冠密度以外の要素を押さえ、樹冠密度で重要な指標の一つとなる地面の見え方の度合いも加味できる点にある。具体的には、両方の指数をそれぞれ個別に画像処理により抽出し、その両方の指数について各地点での割合を図 1.3.5.1 に示すようなグラフとしてプロットすることで、最適な樹冠疎密度指数の回帰式を導く。

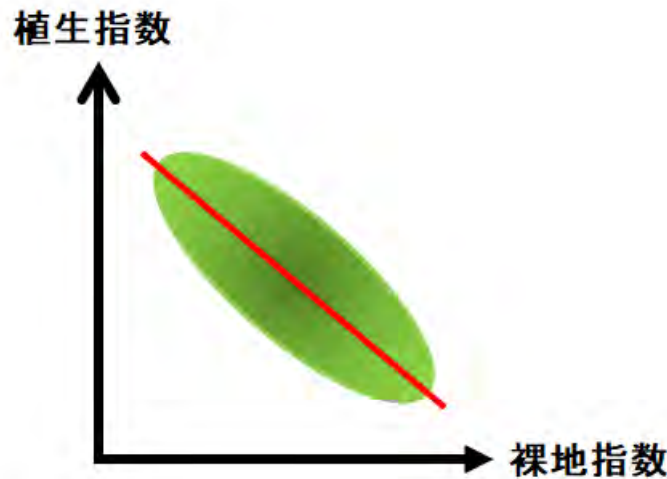


図 1.3.5.1 樹冠疎密度グラフ

樹冠密度解析を森林被覆変化モニタリングとして活用するには、年毎の衛星画像の平準化も必要である。平準化することにより、各年時の衛星画像における樹冠疎密度指数を同じ基準でモニタリングすることができるようになる。ここで言う衛星画像の平準化とは、同じ場所でも観測年時の違いによって輝度値にバラつきのある衛星画像を観測年時によらない均一衛星画像として揃えることであり、この平準化により衛星画像に含まれる大気による影響を除去する大気補正も同時に実施されることになる。

衛星画像の平準化後については、樹冠疎密度指数を算出することになるが、その前に地域特性にあった最適な植生指数ならびに裸地指数について求める必要がある。そのため、平準化後の衛星画像を使って、森林域における衛星画像の各バンド（例えば青、緑、赤、近赤外、中間赤外など）の輝度値について調査し、各バンドの有効性について検討することとした。これは、森林樹冠密度解析に最適なバンドを検討するために必要なステップとなる。

(2) 森林被覆変化モニタリング機能の構築

森林被覆変化モニタリング機能の構築では、上記の持続的な森林被覆変化モニタリング手法の検討結果にもとづき、最適な衛星画像のバンドの組み合わせによる樹冠疎密度指数の算出について、具体的に実施することとした。

ケニア国の土地被覆状況は様々な様相を呈しており、森林域についても「山岳林 / 西部熱帯降雨林」、「海岸林 / マングローブ」、「乾燥地林」のように森林タイプが地域毎で違っているため、森林タイプ別に最適なバンドを調査する必要がある。また、これは、地域特性が違うことによる衛星画像の色調の違いに対応するためでもある。そのため、各森林タイプや地域特性が違っている衛星画像を使う必要があり、3 シーン分の衛星画像を機能構築のためのテストエリアとした。実

際に使うシーンについては、カウンターパートの方で検討し、一つは 2020 年版土地被覆/土地利用図作成指導のパイロットエリアとして設定したカカメガ森林域が入った衛星画像エリアとした。また、変化モニタリングの機能構築であることから、2013 年、2014 年、2015 年、2016 年、2017 年の 5 時期の LANDSAT-8 号衛星画像を活用することとした。

設定した 3 シーンの各年時における衛星画像については、各地域での各バンド（例えば青、緑、赤、近赤外、中間赤外など）を年時間で比較するためにも平準化を行うこととした。衛星画像の平準化については、各年時の衛星画像から共通して使える変化の無い明るい地点と暗い地点を抽出し、平準化式を算出することで行う。そのため、活用する各年時の衛星画像の観測時期をできるだけ同じにそろえることとした。

中間レビュー後、森林被覆モニタリング機能の構築は、上述の計画段階以降は中止となったが、本コンポーネントで検討した樹冠密度解析手法は、「森林劣化」を対象とした森林被覆変化モニタリングとなるだけでなく、森林タイプ（疎・中・高樹冠密度別）の分類精度向上につながる。今後、ケニア側でこの解析手法を活用した森林被覆モニタリング機能を構築していくことが期待される。

1.3.6 MRV 研修に関する活動

MRV 研修は、REDD+の概要や MRV の方法論の習得をとおして、ケニア国での REDD+活動の実践において MRV を適切に実施するための人材育成を目的としている。本コンポーネントで KFS 職員を対象に 4 回の MRV 研修を実施し、延べ参加者数は 94 名であった。第 1 回と第 2 回の MRV 研修では、REDD+の知識を有していない KFS 職員を中心に、REDD+の基礎知識の習得を目指した。第 3 回及び第 4 回 MRV 研修は、第 1 回及び第 2 回 MRV 研修の参加者を対象に、ケニア国に関する REDD+の専門的知識やケニア国の REDD+準備活動の進捗状況等を把握するために応用編として実施した。表 1.3.6.1 に各 MRV 研修の開催概要を示す。また、各 MRV 研修資料を付属資料 28～付属資料 31 に示す。

なお MRV 研修は例年 7 月の開催を予定したが、第 3 回 MRV 研修については 2020 年 1 月に UNFCCC へ提出した FRL を講義内容に組み入れていることから開催時期を 2020 年 1 月に変更した。また、第 4 回 MRV 研修については当初、2020 年 7 月に開催を予定していたが、COVID-19 感染拡大の影響を受けて、日本人専門家の渡航が規制されたことから、2021 年 7 月へ開催時期を変更した。

表 1.3.6.1 MRV 研修の開催概要

コース	開催	日付	場所	参加者数	内容	付属資料
基礎	第 1 回	2017 年 7 月 5 日、6 日	Naivasha	24	REDD+ 概要、ケニア国の REDD+の取り組み、MRV としての NFMS の概要、AD 計測方法ほか、排出係数の計測方法ほか	付属資料 28
	第 2 回	2018 年 7 月 4 日、5 日		30		付属資料 29
応用	第 3 回	2020 年 1 月 21 日—23 日	Nakuru	20	REDD+と NFMS の概要の復習、FIP の概論と紹介、森林インベ	付属資料 30

コース	開催	日付	場所	参加者数	内容	付属資料
	第4回	2021年 7月7日—9日		20	ントリーの現地実習、住民参加型モニタリング手法の紹介ほか	付属資料 31

以下、各 MRV 研修の開催状況を、基礎：第 1 回及び第 2 回と、応用：第 3 回及び第 4 回に分けて記載する。

(1) MRV 研修計画の策定

(基礎コース：第 1 回及び第 2 回)

第 1 回 MRV トレーニングについては C/P と協議の上、今後のケニアの REDD+ を担っていく人材を育成することを目指した。このため、REDD+ の知識を有していない KFS 職員を対象として、REDD+ の全般とケニアの状況を理解し、MRV の M、特に AD と EF についての理解を図る目的で講義を計画した。1 日目に REDD+ 概論と MRV の M としての NFMS について、2 日目に AD と EF（森林インベントリーとバイオマス調査）についての講義を取り入れた（表 1.3.6.2）。

また、第 2 回 MRV 研修では、第 1 回 MRV 研修実施後の改善として研修生による意見をより多く取り入れるため、第 1 回 MRV 研修講義内容にグループワークの時間を設定して、研修生による討議、発表の時間を設けた（表 1.3.6.3）。

表 1.3.6.2 第 1 回 MRV 研修の講義内容

1 日目		
時間	活動	担当
8.30am - 9.00am	受付	Ms. Florence Tuukuo
9.00am - 9.20am	研修目的の確認と CADEP-SFM プロジェクトの概要	Mr. Peter Nduati
9.20am - 10.50am	REDD+ の概要－背景と REDD+ メカニズムについて①	加藤和久
11.00am - 11.30am	休憩	
11.30am - 1.00pm	REDD+ の概要－背景と REDD+ メカニズムについて②	加藤和久
1.00pm - 2.00pm	昼休憩	
2.00pm - 3.30pm	ケニアにおける REDD+ の進捗	Mr. Peter Nduati
3.30pm - 4.00pm	休憩	
4.00pm - 5.30pm	MRV における M としての NFMS の概要	加藤和久

2 日目		
時間	活動	担当
8.30am - 10.00am	AD（活動データ）の計測 リモートセンシングの概要と森林モニタリングにおけるリモートセンシングの利用	佐藤圭
10.00am - 10.30 am	休憩	

2 日目		
時間	活動	担当
10.30am - 12.00pm	AD（活動データ）の計測 SLEEK 地図の作成と土地被覆/土地利用変化マトリックス	Ms. Faith Mutwiri
12.00pm - 1.30pm	EF（排出係数）の計測 NFI	山下一宏
1.30 pm - 2.30 pm	昼休憩	
2.30 pm - 4.00pm	EF（排出係数）の計測 バイオマス量から炭素蓄積量の算出	藤村さほり
4.00pm - 4.30pm	確認テストと研修終了挨拶	Mr.Peter Nduati
4.30pm - 17.00pm	解散	

表 1.3.6.3 第 2 回 MRV 研修の講義内容

1 日目		
時間	活動	担当
8 : 30 ~ 9 : 00	受付	Ms. Florence Tuukuo Sialo
9 : 00 ~ 9 : 20	オリエンテーションと自己紹介	Mr.Peter Nduati
9 : 20 ~ 11 : 20	REDD+の概要－背景と REDD+メカニズムについて	加藤和久
11 : 20 ~ 11 : 50	休憩	
11 : 50 ~ 13 : 00	NFMS の概要	加藤和久
13 : 00 ~ 14 : 00	昼休憩	
14 : 00 ~ 15 : 30	ケニア国における REDD+の進捗	Mr.Peter Nduati
15 : 30 ~ 16 : 00	休憩	
16 : 00 ~ 17 : 30	AD（活動データ）の計測 リモートセンシングの概要と森林モニタリングにおけるリモートセンシングの利用	佐藤圭

2 日目		
時間	活動	担当
9 : 00 ~ 10 : 00	AD（活動データ）の計測 SLEEK 地図の作成と土地被覆/土地利用変化マトリックス	佐藤圭
10 : 00 ~ 10 : 30	休憩	
10 : 30 ~ 11 : 30	EF（排出係数）の計測 NFI	佐藤嘉彦
11 : 30 ~ 12 : 30	EF（排出係数）の計測 バイオマス量から炭素蓄積量の算出	Mr. Fredrick Ojuang
12 : 30 ~ 13 : 30	昼休憩	
13 : 30 ~ 15 : 10	グループワーク ・ 討議課題の導入 ・ グループ討議 ・ グループ討議内容の発表、質疑応答	Mr. Peter Nduati 加藤和久
15 : 10 ~ 15 : 30	確認テスト	加藤和久
15 : 30 ~ 16 : 00	休憩	
16 : 00 ~ 16 : 30	研修のふりかえり及び確認テストの正答確認	Mr. Peter Nduati 加藤和久

2 日目		
時間	活動	担当
16:30 ~ 17:00	研修終了挨拶	Mr.Peter Nduati

(応用コース：第3回及び第4回)

第3回及び第4回 MRV 研修については C/P と協議の上、主として第1回、第2回 MRV 研修の参加者を対象として、より高度な MRV の知識と技術の習得、ケニア国の REDD+準備状況の把握を目標とした。特に、ケニア国の森林由来の炭素排出量の基準となる FRL について、FRL 設定における方法論を学ぶことで、今後のケニア国内の REDD+活動の推進に繋げることを狙いとした。また、今後のモニタリング活動で重要となる NFI の実施を想定して、森林インベントリー調査におけるプロット設定や樹木測定の手法を現地実習として取り入れた。研修内容を表 1.3.6.4 に示す。

森林内での現地実習を行うことから、KFS 職員とともに Nakuru 県内の KFS が所管する森林を事前に踏査し、森林内の状況（林内の見通し、下草の繁茂状況等）や現地へのアクセス条件、安全を考慮して研修会場等を計画した。

表 1.3.6.4 第3回及び第4回 MRV 研修の講義内容と担当者

	時間	活動	担当
1 日目	8:30 - 9:00	受付	Ms. Florence Tuukuo /Ms. Veronica Syombua
	9:00 - 9:20	オリエンテーション	Mr.Peter Nduati
	9:20 - 10:20	1.1 REDD+の概要—背景と REDD+のメカニズム (復習)	加藤和久
	10:20 - 11:10	1.2 ケニア国の NFMS の概要 (復習)	加藤和久
	11:10 - 11:30	休憩	
	11:30 - 12:30	ケニア国の FIP 開発	Mr. Richard Nguni Mwangi 泉保明伸
	12:30 - 13:30	昼食	
	13:30 - 15:30	1.3 ケニア国の FRL 設定(1)	Ms. Faith Mutwiri
	15:30 - 16:00	休憩	
	16:00 - 17:30	1.4 ケニア国の FRL 設定(2)	Dr. Kinyanjui Mwangi
2 日目	8:30 - 9:30	2.1 現地実習の概要説明 1) 調査機器の使用手法 2) 調査プロットの設定方法 3) 樹木の測定方法	Mr. Fredrick Ojuang 泉保明伸 佐藤嘉彦
	9:30 - 10:30 @Alps hotel	2.2 森林インベントリー調査の現地実習(1) 調査機器の使用手法	〃
	10:30 - 11:30	休憩	
	11:30 - 13:00 @KFS forest	2.2 森林インベントリー調査の現地実習(2) 調査プロットの設定方法	〃
	13:00 - 14:00	昼食	
	14:00 - 16:00 @KFS forest	2.2 森林インベントリー調査の現地実習(3) 樹木の測定方法	〃
	16:00 - 16:30	休憩	
3 日目	8:30 - 9:30	3.1 プロットデータを用いた森林バイオマス量、森林炭素蓄積量の算出	Mr. Fredrick Ojuang
	9:30 - 10:00	3.2 住民参加型モニタリング手法の紹介	佐藤嘉彦
	10:00 - 10:30	休憩	
	10:30 - 12:30	3.3 グループワーク	Mr.Peter Nduati

時間	活動	担当
	テーマ：ケニア国の土地被覆/土地利用変化 図を用いた森林減少・劣化の分析	加藤和久
12:30 - 13:30	昼食	
13:30 - 14:30	研修のふりかえり	Mr.Peter Nduati 加藤和久

(2) MRV 研修の実施

(基礎コース：第1回及び第2回)

第1回 MRV 研修は2017年7月5日、6日の2日間に Nivasha の Masada Hotel で開催した。開催概要は下記のとおり。

研修目標	: REDD+の全般とケニアの状況を理解し、MRV の M、特に AD と EF についての理解を図る
参加者	: KFS 職員 24 名
日時	: 第1回 2017年7月5日～6日 (2日間)
場所	: Masada Hotel (Nivasha)

参加者は REDD+の知識を有していない KFS 職員を対象とし、基本的に KFS 本局より 10 名、各 Conservancy (保全局) より 2 名 (若手 1 名+中堅 1 名) の計 30 名を参集した。研修当日に計 6 名の欠席があったため、合計 24 名での実施となった (表 1.3.6.5)。研修の実施状況を図 1.3.6.1 に示す。

表 1.3.6.5 第1回 MRV 研修参加者

No.	氏名	県	所属
1	ERICK ABUNGU	Nandi	North Rift
2	TOBIAS ACHUNGU	Uasingishu	North Rift
3	PATRICIA KITHEKA	Nairobi	Nairobi
4	PHILIP KOSGEY	Nairobi	Nairobi
5	ROBERT KIPLAGAT TARUS	Nyeri	Central Highlands
6	CAROLINE JULIA NJUA	Kiambu	Central Highlands
7	BENJAMIN PARENO	Kajiado	Nairobi
8	BENJAMIN MUINDI	Kajiado	Nairobi
9	CHARLES MURIUKI	Kajiado	Nairobi
10	DANIEL MBURU	Kajiado	Nairobi
11	ELIZABETH MUTHONI KARIUKI	Embu	Eastern
12	MARGARET WANJIRU (NYANDARUA)	Nyandarua	Central Highlands
13	EUNICE NJOROGE	Nyandarua	Central Highlands
14	DOMINIC MUSANGO	Nairobi	KFS HEADQUARTERS
15	ALEX KATHUKU	Nairobi	KFS HEADQUARTERS
16	CAROLINE BUSURU	Nairobi	KFS HEADQUARTERS
17	EDWARD K. MUNENE	Baringo	Mau

No.	氏名	県	所属
18	BONIFACE MULWA	Kericho	Mau
19	AMBROSE GENGA	Nakuru	Mau
20	PETER KARIUKI KOORO	Kirinyaga	Central Highlands
21	PETER NGANGA	Kirinyaga	Central Highlands
22	SIMON GUCHU	Thika	Central Highlands
23	FREDRICK OJUANG	Nairobi	KFS HEADQUARTERS
24	MARGARET WANJIRU(NAIROBI)	Nairobi	Nairobi



写真 1：C/P 職員によるファシリテーション



写真 2：日本人専門家による講義



写真 3：C/P 職員による講義



写真 4：講義終了後の集合写真

図 1.3.6.1 第 1 回 MRV 研修の実施状況

第 2 回 MRV の開催概要を下記に示す。

- 研修目標** : REDD+の全般とケニアの状況を理解し、MRV の M、特に AD と EF についての理解を図る
- 参加者** : KFS 職員 30 名 (表 1.3.6.6)
- 日時** : 第 2 回 2018 年 7 月 4 日～5 日 (2 日間)
- 場所** : Masada Hotel (Naivasha)

研修の実施状況を図 1.3.6.2 に示す。

表 1.3.6.6 第 2 回 MRV 研修参加者名簿

No	氏名	職名	県	所属
1	Jane Chepkonga	ACF*	Kiambu	Central Highlands
2	Charles Muriuki	ACF	Nakuru	Mau
3	Amina Osman	ACF	Muranga	Central Highlands
4	Margaret Wanjiru	ACF	Nakuru	Mau
5	Beth Welemba	ACF	Narok	Mau
6	Erick Migaya	ACF	Uasin Gishu	North Rift
7	Edwin Kipkut	ACF	Nyandarua	Central Highlands
8	Joseph Macharia	ACF	Kajiado	Nairobi
9	Isaac Omoding	ACF	Migori	Nyanza
10	Ambrose Genga	ACF	Kilifi	Coast
11	Brian Watiri	ACF	Kilifi	Coast
12	Hance Juma	Forester	Isiolo	Ewaso North
13	Salome Biwott	Forester	Tharaka Nithi	Eastern
14	Antony Tompoi	Forester	Meru	Eastern
15	Allan Awita	Forester	Laikipia	Central Highlands
16	David Keiza	Forester	Kiambu	Central Highlands
17	Dominic Mose	Forester	Muranga	Central Highlands
18	Pius Mugendi	Forester	Meru	Eastern
19	Eliud Thuo	Forester	Kericho	Mau
20	Everline Kiptoo	Forester	Muranga	Central Highlands
21	Geofrey Olemeibuko	Forester	Meru	Eastern
22	Irine Kiprono	Forester	Makueni	Eastern
23	Jacob Kongo	Forester	Kitui	Eastern
24	Sarah Keah	Forester	Nyandarua	Central Highlands
25	Peter Kirui	Forester	Homabay	Nyanza
26	Nancy Gacheri	Forester	Embu	Eastern
27	Newton Ngero	Forester	Nyeri	Central Highlands
28	Rose Wawira	Forester	Kericho	Mau
29	William Shikuku	Forester	Baringo	Mau
30	Winnie Jemosop	Forester	Vihiga	Western

*ACF : Assistant Conservator Forests



写真 1：研修の実施状況



写真 2：グループ討議の様子

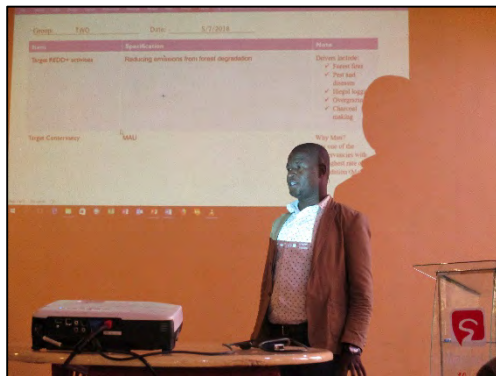


写真 3：グループ討議内容の発表



写真 4：小テストの実施状況

図 1.3.6.2 第 2 回 MRV 研修の実施状況

(応用コース：第 3 回及び第 4 回)

第 3 回 MRV 研修は、2020 年 1 月に UNFCCC へ提出された FRL レポートの内容を講義に取り入れるため、2019 年 7 月に予定した開催時期を 2020 年 1 月に移行して実施した。開催概要を下記に示す。

- 研修目標** : 高度な MRV の知識と技術の習得、及びケニア国の FRL 設定における方法論の習得
- 参加者** : KFS 職員 20 名（主として第 1 回、第 2 回 MRV 研修の修了者対象）
- 日時** : 第 3 回 2020 年 1 月 21 日～1 月 23 日（3 日間）
- 場所** : Alps Hotel（Nakuru）

第 3 回 MRV 研修では、各 Conservancy と KFS HQs の KFS 職員 20 名を参集し、参集者全員が研修に参加した（表 1.3.6.7）。

表 1.3.6.7 第 3 回 MRV 研修参加者一覧

No	氏名	職名	県	所属
1	Jane Chepkonga	ACF*	Kiambu	Central Highlands
2	Edwin Kipkut	ACF	Nyandarua	Central Highlands
3	Allan Awita	Forester	Laikipia	Central Highlands
4	Robert Tarus	Forester	Nyeri	Central Highlands
5	Ambrose Genga	ACF	Kilifi	Coast

No	氏名	職名	県	所属
6	Antony Tompoi	Forester	Meru	Eastern
7	Irene Kiprono	Forester	Makueni	Eastern
8	Hance Juma	Forester	Isiolo	Ewaso North
9	Margaret Mugure	ACF	Nakuru	Mau
10	Brian Watiri	ACF	Baringo	Mau
11	Boniface Mulwa	ACF	Kericho	Mau
12	Charles Muriuki	ACF	Nakuru	Mau
13	Joseph Macharia	ACF	Kajiado	Nairobi
14	Margaret Wanjiru	ACF	Nairobi	Nairobi
15	Erick Migaya	ACF	Uasin Gishu	North Rift
16	Carolyn Busuru	ACF	Nandi	North Rift
17	Peter Kirui	Forester	Homabay	Nyanza
18	Winnie Jemosop	Forester	Vihiga	Western
19	Amina Osman	ACF	Nairobi	KFS HQs
20	Isaac Omoding	ACF	Nairobi	KFS HQs

*ACF : Assistant Conservator Forests

第3回 MRV 研修の2日目に実施した現地研修では、インベントリー調査機器としてタブレットを用いた Survey123 と樹高測定用として Vertex の使用方法を指導した（図 1.3.6.3 写真2）。現地研修では参加者を4班に分けて、各班に KFS からの指導職員または日本人専門家が随伴して個別に指導を行った。また同班は3日目のグループワークにおいて、班ごとにケニア国の森林減少・劣化の分析を実施した（図 1.3.6.3 写真4）。



写真 1. 講義の様子



写真 2. 樹高測定機器を用いた実習



写真 3. プロット設定の現地実習



写真 4. グループワーク
(ケニア国内の森林減少・劣化の分析)

図 1.3.6.3 第 3 回 MRV 研修の実施状況

第 4 回 MRV 研修は、コロナ感染防止策から日本人専門家のケニア国渡航が制限されたことから、2020 年 7 月から 2021 年 7 月へ移行して開催した。第 4 回 MRV 研修の開催概要を下記に示す。

研修目標	: 高度な MRV の知識と技術の習得、及びケニア国の FRL 設定における方法論の習得
参加者	: KFS 職員 20 名 (主として第 1 回、第 2 回 MRV 研修の修了者対象)
日時	: 第 4 回 2021 年 7 月 7 日～7 月 9 日 (3 日間)
場所	: Alps Hotrel (Nakuru)

第 4 回 MRV 研修はコロナ禍の相対での開催のため、事前に JICA ケニア事務所担当者に協議して承認を得るとともに、コロナ感染対策として以下の点に留意した。

コロナ感染症対策:

1. 広い会場を借上げ、会議中のソーシャルディスタンス確保に努める。
2. 参加受付時の検温、マスクの常時着用、手指の消毒を徹底する。予備マスク及び消毒液を準備、持参する。
3. 昼食時、休息時のソーシャルディスタンス確保、飲食時の手指の消毒を呼びかける。
4. 研修参加のための移動時の感染リスクを避けるよう事前に参加者へ通知する。

第 4 回 MRV 研修では、各 Conservancy と KFS HQs の KFS 職員 20 名を参集し、参集者全員が研修に参加した (表 1.3.6.8)。研修の実施状況を図 1.3.6.4 に示す。

表 1.3.6.8 第 4 回 MRV 研修参加者名簿

No	氏名	職名	県	所属
1	Beth Welemba	ACF*	Narok	EC's office
2	Salome Biwott	Forester	Tharaka Nithi	Eastern
3	David Keiza	Forester	Kajiado	Nairobi
4	Dominic Mose	Forester	Muranga	Central Highlands
5	Pius Mugendi	Forester	Meru	Eastern
6	Everline Kiptoo	Forester	Nyeri	Central Highlands
7	Geofrey Olemeibuko	Forester	Baringo	Mau
8	Jacob Kongo	Forester	Kitui	Eastern
9	Sarah Keah	Forester	Nyandarua	Central Highlands
10	Nancy Gacheri	Forester	Embu	Eastern
11	Rose Wawira	Forester	Meru	Eastern
12	Patricia Kitheka	ACF	Nairobi	Nairobi
13	Eunice Njoroge	ACF	Nyandarua	Central Highlands
14	Betina Odhiambo	ACF	Nairobi	Karura
15	Vashit Kivondo	ACF	Nairobi	Karura
16	Philip Kosgey	ACF	Kajiado	Loitokitok
17	Benjamin Muindi	ACF	Narok	Mau
18	Erick Abungu	ACF	Marsabit	Ewaso North/lorenge
19	Tobias Achungu	ACF	Uasin Gishu	North Rift
20	Newton Ngero	Forester	Meru	Eastern

*ACF : Assistant Conservator Forests



写真 1. 講義の様子



写真 2. 樹高測定機器を用いた実習



写真 3. 樹木計測の現地実習



写真 4. 現地での集合写真

図 1.3.6.4 第 4 回 MRV 研修の実施状況

(3) MRV 研修のレビュー・改善

(基礎コース：第 1 回及び第 2 回)

研修生の理解度は、講義終了後に小テストを用いて確認した。小テストは REDD+概要関連 8 問、AD 関連 4 問、NFI 関連（森林インベントリー）4 問、Carbon Stock 関連（バイオマス調査と計算）4 問の計 20 問で構成される、正誤問題である（図 1.3.6.5 及び図 1.3.6.6）。第 1 回の結果は、平均が 13.0 点（20 点満点）であり、正答率は 65.2%であった（図 1.3.6.7）。第 2 回の結果は、平均点が 13.3 点（20 点満点）であり、正答率は 66.7%であった（図 1.3.6.8）。いずれの結果からも、REDD+概要関連（REDD+の概論と NFMS 関連）における正答率が他の分野と比較して低かった。REDD+概論等は REDD+活動の枠組みや方法論等の理論や、国際的な議論の方向性等、抽象的な内容を多く含んでおり、REDD+の初心者が短期間で理解することが困難と考えられた。

なお、研修生側からの研修に対するコメントとしては、講義内容が REDD+を理解するに役立つという意見が多くみられた。また要望として、「もっと多くの時間を研修時間に充ててもらいたい」、「研修の講義資料のデータをもらいたい」などが挙げられた。これらの結果は C/P と共有し、次回（第 3 回および第 4 回）の MRV 研修開催に向けて、研修日数や内容、講義形式の見直しに繋がった。

The Short Test of REDD+ Training on Measurement, Reporting, and Verification (MRV)

The REDD+ component in the Capacity Development Project for the Sustainable Forest Management in the Republic of Kenya.

At Naivasha, 5th July 2018

first name	family name

Question	Answer	
1. According to the Fourth Assessment Report of the IPCC, which was published in 2007, about 30% of GHG emissions comes from deforestation and forest degradation. Also, FAO shows that deforestation is in progress in particular Brazil, Indonesia, and tropical Africa.	True	False
2. In the Cancun agreement, the Parties are required to set (a) action plan and/or national strategy of REDD+, (b) Forest reference levels and / or forest reference emission levels, (c) National forest monitoring system, and (d) Safeguard information system.	True	False
3. In a phased approach, it is divided into three phases, which are first phase; readiness, the second phase; implementation, and the third phase; full implementation.	True	False
4. The five activities of REDD + are, (i) Reducing emissions from the deforestation, (ii)reducing emissions from the forest degradation, (iii) conservation of forest carbon stocks, (iv) Enhancement of forest carbon stocks, and (v)monitoring of the forest carbon stocks.	True	False
5. It is necessary to clarify the driving forces of the deforestation and forest degradation, which are the basis for implementation of the REDD + activities.	True	False
6. For the calculation of the emission/removal, "Emission factor" that can be grasped by remote sensing image analysis and "Activity data" that can be grasped by National forest inventory and Biomass survey are required.	True	False
7. There are 5 items in the Safeguard for REDD+, (e.g. forest governance, respect for the knowledge and right of indigenes people, conservation of natural forest and biodiversity).	True	False
8. GCF is the biggest fund among international funds.	True	False
9. The resolution of LANDSAT satellite image which is used in SLEEK is 10m.	True	False
10. High reflection from vegetation occurs in the near infrared.	True	False
11. The classification method used in SLEEK is a supervised classification	True	False

1 / 2

図 1.3.6.5 第 1 回および第 2 回小テスト様式 (1)

12. The classification accuracy of the land cover / land use map created by SLEEK is less than 70%	True	False
13. Sampling for NFI implementation requires statistical processing.	True	False
14. The internationally approved shape of sampling plot is only square.	True	False
15. The plot shape of Kenya is that circle is proposed.	True	False
16. In the plot of the ICFRA proposal, regeneration have to be measured.	True	False
17. The amount of biomass is half (1/2) of the dry weight	True	False
18. Kenya has developed original allometric equation to calculate EF.	True	False
19. When designing a biomass survey, tree of the maximum diameter class must be included in the sample	True	False
20. By using BCEF, the amount of biomass can be calculated from volume.	True	False
If you have any comments or request that you can share with us, please describe in below		

Thank you .

図 1.3.6.6 第 1 回および第 2 回小テスト様式 (2)

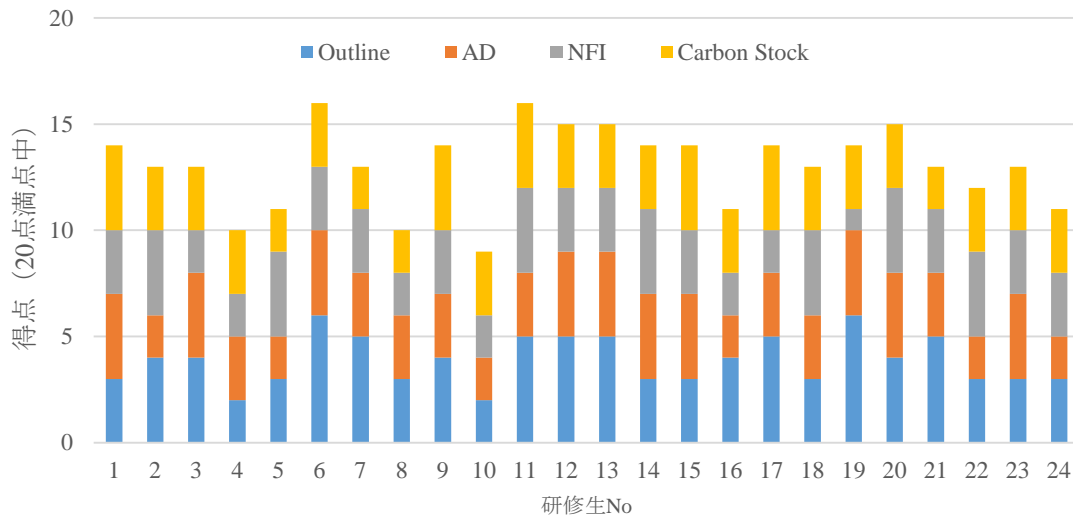


図 1.3.6.7 第1回 MRV 研修小テスト結果

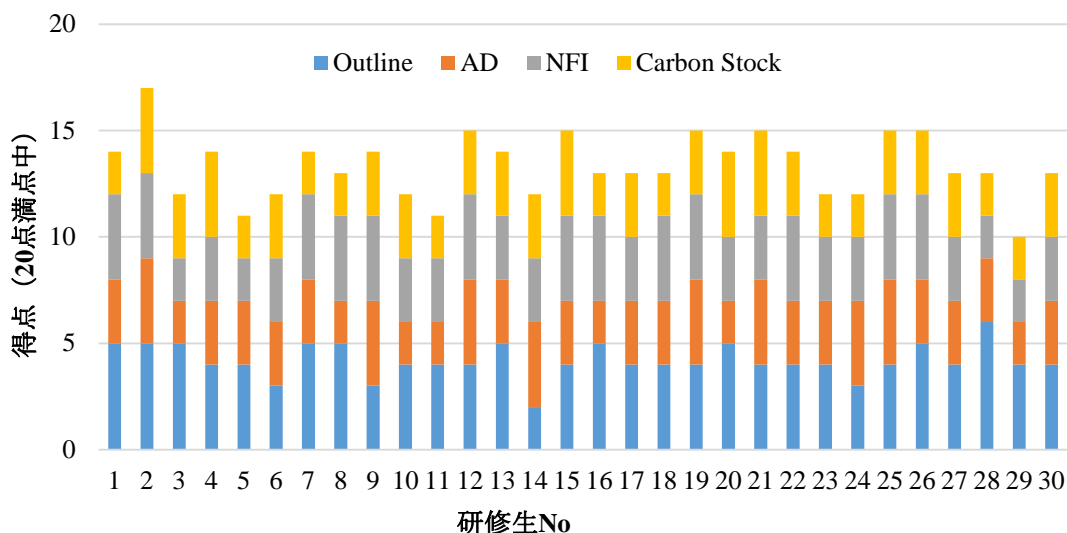


図 1.3.6.8 MRV 研修小テスト結果

(応用コース：第3回及び第4回)

研修最終日にアンケートを実施し、各参加者の各講義に対する理解度を5段階（5：よく理解できた、から1：とても難しかった、まで）で回答させた（図 1.3.6.9 及び図 1.3.6.10）。各講義の理解度平均値は5段階中の4.5（第3回）、3.9（第4回）であり、参加者は概ね講義内容を理解できたと考えられた（表 1.3.6.9 及び図 1.3.6.10）。コメントからは「研修内容が有益だった」と評価する意見が多く見られた。また、「研修の定期開催」や「現地実習の時間確保」等の要望も見られ、研修内容の定着やより内容を理解するための対応が求められた。

4th REDD+ Training on Measurement, Reporting, and Verification (MRV) in 2021.

Date → → : From 7th to 9th July 2021.

Place → → : Alps hotel and KFS forest in Nakuru.

..

Name → → :

Conservancy → → :

..

Please answer the following questions so that we can improve our training in the future. Your cooperation to this questionnaire will be appreciated. ↓

..

Q1: About the contents of the training, How well did you understand each class? Please select an applicable number as below for each class..

1. Very difficult to understand.

2. Difficult to understand ↓

3. Fair to understand ↓

4. Easy to understand ↓

5. Very easy to understand.

..

Day1.

1.0 Outline of CADEP-SFM, Forest Management in Japan, Introducing Drone.

(Select an applicable number):

1. → 2. → 3. → 4. → 5.

1.1 Review of Outline of REDD+.

1. → 2. → 3. → 4. → 5.

1.2 Review of Outline of National Forest Monitoring System (NFMS) of Kenya.

1. → 2. → 3. → 4. → 5.

1.3 Forest Information Platform (FIP) in Kenya including practice of use of FIP.

1. → 2. → 3. → 4. → 5.

1.4 FRL setting in Kenya (1).

1. → 2. → 3. → 4. → 5.

..

Day2.

2.1 Explanation of the field practice for National Forest Inventory.

1. → 2. → 3. → 4. → 5.

2.2 Field practice for forest inventory.

1. → 2. → 3. → 4. → 5.

Day3.

3.1 Conversion from volume to biomass amount and carbon stock.

1. → 2. → 3. → 4. → 5.

図 1.3.6.9 第 3 回及び第 4 回アンケート様式 (1)

3.2 Introduction of Community Based Forest Biomass Monitoring .
1. 2. 3. 4. 5.

3.3 Group Work .
 Theme: Analysis of deforestation and forest degradation in Kenya .
1. 2. 3. 4. 5.

..
 ..

Q2: If you have any comments or request that you can share with us, please describe in below .

図 1.3.6.10 第 3 回及び第 4 回アンケート様式 (2)

表 1.3.6.9 第 3 回 MRV 研修参加者の理解度*アンケート結果

講義 /No	1 日目				2 日目		3 日目			平均
	1.1 REDD+	1.2 NFMS	1.3 FIP	1.4 FRL setting	2.1 現地実 習説明	2.2 現地実 習	3.1 蓄積量 算出	3.2 住民参 加	3.3 WG	
1	3	4	4	3	5	5	4	3	5	4.0
2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.0
3	4	4	5	3	3	3	4	5	5	4.0
4	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4.4
5	4	4	4	3	4	5	3	3	4	3.8
6	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4.3

講義 /No	1日目				2日目		3日目			平均
	1.1 REDD+	1.2 NFMS	1.3 FIP	1.4 FRL setting	2.1 現地実 習説明	2.2 現地実 習	3.1 蓄積量 算出	3.2 住民参 加	3.3 WG	
7	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4.8
8	4	5	4	3	5	4	3	4	4	4.0
9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.0
11	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4.9
12	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3.7
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5.0
14	4	5	3	5	5	5	5	4	5	4.6
15	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4.2
16	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4.7
17	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4.8
18	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4.9
19	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4.8
20	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4.9
平均	4.4	4.6	4.6	4.2	4.6	4.6	4.1	4.4	4.6	4.5

*理解度の評価基準：

5. とてもよく理解できた
4. よく理解できた
3. だいたい理解できた
2. 難しかった
1. とても難しかった

表 1.3.6.10 第4回 MRV 研修参加者の理解度アンケート調査結果

講義 /No	1日目					2日目		3日目			平均
	1.0 CADEP -SFM	1.1 REDD+	1.2 NFMS	1.3 FIP	1.4 FRL setting	2.1 現地実 習説明	2.2 現地 実習	3.1 蓄積量 算出	3.2 住民 参加	3.3 WG	
1	4	5	5	4	4	5	5	3	4	5	4.4
2	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	4.0
3	3	4	3	3	2	4	5	4	3	5	3.6
4	3	4	4	4	5	5	5	3	3	4	4.0
5	5	4	5	4	4	5	5	3	3	5	4.3
6	4	5	4	5	4	3	5	4	4	5	4.3
7	4	4	3	3	4	4	3	3	4	5	3.7
8	4	5	3	4	4	5	5	3	4	5	4.2
9	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4.1
10	4	5	4	4	5	5	4	4	3	5	4.3
11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4.1

講義 /No	1日目					2日目		3日目			平均
	1.0 CADEP -SFM	1.1 REDD+	1.2 NFMS	1.3 FIP	1.4 FRL setting	2.1 現地実習 説明	2.2 現地 実習	3.1 蓄積量 算出	3.2 住民 参加	3.3 WG	
12	4	3	3	3	1	1	1	2	3	1	2.2
13	4	4	4	4	4	4	5	3	4	5	4.1
14	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4.3
15	4	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4.6
16	3	4		3	3	4	4	3	4	5	3.7
17	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4.2
18	5	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4.0
19	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1.3
20	4	4	4	4	4	4	5		3	4	4.0
平均	3.8	4.2	3.8	3.7	3.7	4.0	4.2	3.3	3.7	4.4	3.9

*理解度の評価基準：

5. とてもよく理解できた
4. よく理解できた
3. だいたい理解できた
2. 難しかった
1. とても難しかった

(4) MRV 研修の NFMS への反映

(基礎コース：第1回及び第2回)

第1回 MRV 研修では、REDD+の知識を有していない KFS 職員を中心に座学を中心とした講義となったため、NFMS に反映することのできるフィードバックは少なかった。このため第2回 MRV 研修以降は、研修生からの幅広いフィードバックを得られるよう講義形式だけでなく、研修生のディスカッションや発表を研修に取り入れた。

MRV 研修参加者からは研修資料等の共有を求める声があったため、MRV 研修に利用した教材や参加者の情報を、FIP に掲載して共有を図った。

(応用コース：第3回及び第4回)

第3回及び第4回 MRV 研修では、NFI の実践を想定して Survey123 や Bertex を利用した実地での森林調査方法の研修に取り組んだ。また開発段階の FIP を研修生に紹介して、FIP に搭載される各種機能が C/P 開発担当者から説明した。これらの取り組みをとおして、Survey123 における調査フォームの改善、ユーザー目線による FIP の開発等に繋げた。

2 コンポーネントの成果

2.1 成果と指標

2.1.1 指標 3-1NFMS における森林モニタリングの手法が構築され、文書化される

<達成>

活動データのための森林被覆と森林被覆変化及び排出係数のための森林炭素ストック等の森林モ

モニタリングの方法論が開発され、右記のようなモニタリング機能の方法論だけでなく、データ管理機能の構造、NFMS 運営の実施体制やカレンダー等を記載した NFMS ドキュメント Ver.1 (ドラフト) が作成された。

2.1.2 指標 3-2 NFMS のデータ管理機能としての森林情報プラットフォームが開発される

森林情報プラットフォーム(FIP)は新しく調達したサーバにインストールされた。FIP の基本となるソフトウェアはインストールされ、またアップデートされた。さらに、FIP コンテンツの作成や地図のようなデータのアップロードに関する方法について、改善を行った。FIP の運用や GIS アプリケーションの操作、現地調査ツールの利活用について、その知識・技能は強化された。FIP の運用と管理に関する組織体制は構築され、FIP の管理チーム体制が KFS 内に設立された。FIP に関係するステークホルダ全てが参加する上位組織については、将来設置される予定である。

2.1.3 指標 3-3 ケニア政府による UNFCCC への提出に向けて他の関係者との協議を通じ FRL (森林参照レベル) が設定される

<達成>

FRL レポートは、2020年1月に UNFCCC に提出された。その後、2020年8月に UNFCCC による技術評価 (TA) の結果に基づいて修正した FRL レポートを UNFCCC に提出した。TA レポートが作成され、UNFCCC のウェブサイトを通じて公開された。

2.1.4 指標 3-4 2020 年土地被覆/土地利用図の作成が企画される

2020年版土地被覆/土地利用図の作成は、計画され、作成が開始されたことから、この指標は達成された。なお、作成自体は、活用される LANDSAT8 衛星画像データのダウンロード、前処理が実施された。画像分類も行われ、2020年版土地被覆/土地利用図のドラフト版が作成された。現在は、分類エラーなどの品質について最終確認中。2021年10月現在、地図作成の進捗率は75%。

2.2 プロジェクト目標と指標

NFMS と FRL の構築により REDD+準備プロセスが進行する。(本コンポーネントに関する指標)

<達成>

FRL の構築は完了し、NFMS の開発もほぼ完了した。これらの開発プロセスを通じて、ケニアの REDD+準備プロセスは前進した。

3 PDM の変更

本コンポーネントによる提案を踏まえ、運営ミッション (2018年7月) と中間評価 (2019年2月) を通じて、複数の PDM 修正案が提言され、JCC における承認後、ケニア政府及び JICA により PDM の変更が行われた。中間レビューによる大きな変更点は、本コンポーネントの対象であるアウトプット3の名称であった。

成果	PDM ver.2 の成果の名称	PDM ver.3 の成果の名称	変更の理由
3	KFS における REDD+の準備段階活動に関する技術的な能力	KFS における REDD+の準備段階活動及び持続的森林管理の	強化されるべき技術的な能力は、REDD+の準備段階の

が強化される。

ための森林モニタリングに関する技術的な能力が強化される。
能力だけではなく、持続的森林管理のためのモニタリング能力であるから。

本プロジェクト(含む本コンポーネント)は、当初2021年6月に終了する予定であったが、COVID19のパンデミックによる活動の遅れを理由に、2021年4月に4ヶ月延長(2021年10月まで)された。指標や活動に関するその他のPDMの変更点は、付属資料32を参照。

4 その他

4.1 環境・社会配慮の結果

特記事項なし。

4.2 ジェンダー/平和構築/貧困削減に関する配慮の結果

特記事項なし。

III ジョイント・レビューの結果

1 DAC 評価指標に基づくレビュー結果

DAC 指標に基づくレビュー結果については、本プロジェクトの事業完了報告書で評価していることから、同報告書を参照されたい。

2 実施と成果に影響を与えた主な要因

1) ESRI 製品の保守契約

ESRI 製品の保守契約の更新とその予算確保は KFS の責任であるが、それが遅れ、当初は予算確保ができない可能性があった。保守契約が更新されなければ、FIP や Survey123 を利用した現地調査システムの運用に支障をきたし、最悪の場合、システム自体が稼働しなくなる可能性もあった。

2) FIP の管理・運営チームと上位委員会の設置

本コンポーネントでは、FIP を管理・運営するためのチームと上位委員会の必要性、構成、役割について議論した。KFS の管理チームは設立されたが、FIP には様々な機関が関わっているため、上位委員会の設立は遅れている。上位委員会が発足しないと、情報の収集・更新やその信頼性に問題が生じる可能性がある（除く KFS のコンテンツ）。

<教訓>

1) ESRI 製品の保守契約

システムを継続的に稼働させるためには、保守契約の予算の確保が不可欠である。そのため、予算確保のために相手国の理解を得る活動/運動を実施し、相手国の反応や考えを注視する必要がある。

2) FIP の管理運営チームと上位委員会の設立

政府機関の中に委員会を設置することには多くの困難があり、被援助国の事情に合わせて委員会の設置方法を検討する必要がある。

IV プロジェクト終了後の上位目標の達成に向けて

1 上位目標達成の見通し

本プロジェクトにおいて設定された上位目標の指標のうち、コンポーネント 3 に関する指標の達成見通しについて以下のとおり述べる。

指標：NFMS で設定された手法によるモニタリングが持続的に実施され、NFMS のデータ管理機能としての森林情報プラットフォームが持続的に活用される。

NFMS で構築された方法論によるモニタリングの実施については、KFS を含むケニアの政府機関等は、NFMS のモニタリングの主要な構成要素である土地被覆/土地利用図の作成と NFI の実施能力を有している。また、NFI 用の Survey 123 を使用したデータ入力フォーマットを作成し、その使用方法を習得するための演習も実施した。さらに、森林情報プラットフォーム (FIP) の運用を持続的に行っていくために、FIP 等のデータ更新能力を確保するための検討を行ってきた。加えて、ESRI ArcGIS サーバー上に開発された FIP については、KFS が ESRI 社との保守契約を 2020 年 12 月に継続した。以上を考慮すると、持続可能な FIP が保証されてきている。しかしながら、PaMs のモニタリング等は、ケニアがこれまで実施してこなかったことであり、モニタリング項目ごとに具体的な方法をさらに開発する必要がある。

一方、FIP に蓄積されたデータや情報は、FIP が運用されれば、ケニアにおける REDD+ の実施や持続可能な森林管理に活用することができる。しかしながら、その運用のためには、ESRI 製品の保守契約を継続的に確保し、上記 III. のように FIP の管理・運用組織を構築・運営する必要がある。

なお、本指標を達成することにより、森林率 10% の目標や NDC の目標が達成されたかどうかを定量的に確認することができる。この意味からも、本指標の達成は重要である。

2 上位目標達成のケニア側の実施体制と運用計画

SLEEK は、土地被覆/土地利用地図を作成するための技術的能力を有する KFS を含む他の関連組織と協力して、土地被覆/土地利用地図の作成を調整する機能を有する。また、KFS は NFI を調整・実施する能力を持っている。したがって、技術的にも制度的にもモニタリングを実施することが可能である。しかしながら、モニタリングを実施するための予算計画はまだ作成されていない。

3 ケニア側への提言

ケニア政府は、NFMS 文書に記載されているモニタリングを継続して実施するための予算を確保するとともに、FIP を適切に管理・運営するためのコストを確保する必要がある。

また、現状の FRL レポートや NFMS 文書では、将来の改善について言及している。したがって、ケニアがこの改善に対応可能な技術を入手・習得した場合、ケニアはその改善を進めるべきである。