

ケニア共和国
地方電化庁

ケニア共和国
再生可能エネルギーによる
地方電化モデル構築プロジェクト
事業完了報告書

平成 27 年 3 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

NIPPON KOEI
Challenging mind, Changing dynamics

KRI International
Corporation
KANSAI RESEARCH INSTITUTE

産公
JR
15-029

ケニア共和国
地方電化庁

ケニア共和国
再生可能エネルギーによる
地方電化モデル構築プロジェクト
事業完了報告書

平成 27 年 3 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

NIPPON KOEI
Challenging mind, Changing dynamics

KRI International
Corporation
KRI KENNEDY INSTITUTE

目 次

目 次	.....	i
表	.....	iv
図	.....	vi
略 語 表	.....	vii
電気に関する用語	.....	ix
位置図	.....	x
第1章 プロジェクトの概要	.....	1
1.1 プロジェクト背景	.....	1
1.2 目的	.....	2
1.2.1 上位目標	.....	2
1.2.2 プロジェクト目標	.....	2
1.2.3 成果	.....	2
1.3 地方電化の現状	.....	2
1.3.1 概要	.....	2
1.3.2 地方電化の現状	.....	3
1.3.3 公共施設の電化	.....	6
1.4 対象地域	.....	7
第2章 プロジェクト活動	.....	8
2.1 プロジェクト管理	.....	8
2.1.1 プロジェクトデザインマトリックス（PDM）と詳細活動計画（PO）	.....	8
2.1.2 ワークプラン	.....	17
2.1.3 ワーキンググループ（WG）	.....	17
2.1.4 カウンターパート研修	.....	19
2.1.5 機材供与	.....	20
2.1.6 定期的な会議開催及び進捗報告	.....	21
2.1.7 合同調整委員会（JCC）	.....	23
2.1.8 中間評価と終了時評価	.....	23
2.2 公共施設のPVシステム電化パイロットプロジェクト計画	.....	24
2.2.1 既存データ・情報のレビュー	.....	24
2.2.2 サイト選定	.....	25
2.2.3 ベースライン調査	.....	26
2.2.4 ニーズ評価並びに能力評価	.....	27
2.2.5 環境及び社会の現況	.....	28
2.3 パイロットプロジェクトの詳細計画	.....	30
2.3.1 システム設計	.....	30
2.3.2 維持管理計画	.....	32
2.3.3 財務計画	.....	32
2.4 パイロットプロジェクトの実施	.....	37
2.4.1 環境許可に係る支援	.....	37
2.4.2 PVシステム調達の支援	.....	44
2.4.3 第1回ステークホルダー会合	.....	45
2.4.4 PVシステム設置前の利用者訓練	.....	45

2.4.5	PV システム設置作業の検査	46
2.4.6	第2回ステークホルダー会合.....	47
2.5	パイロットプロジェクトのモニタリング.....	48
2.5.1	設置後の利用者訓練	48
2.5.2	パイロットプロジェクトのモニタリング.....	49
2.5.3	利用者との情報共有会合	52
2.5.4	国およびカウンティ/サブカウンティレベルでの進捗・情報共有会合 の開催	52
2.5.5	評価会議	52
2.5.6	オーナーシップの引き渡し	52
2.6	太陽光発電による地方電化モデルの策定.....	54
2.6.1	ニーズ評価並びに能力評価の更新	54
2.6.2	効果的な充電サービスの分析	55
2.6.3	財務赤字に対する対策案の検討	60
2.6.4	保健サービス機関のための地方電化モデル.....	64
2.6.5	学校のための地方電化モデル	73
2.6.6	充電サービスの定量的分析	77
2.6.7	PV システムのガイドライン・マニュアル.....	81
2.7	太陽光発電の技術移転	83
2.7.1	維持管理分野での技術移転と方法、および結果.....	83
2.7.2	財務部門の技術移転の方法と成果	83
2.7.3	技術部門の技術移転の方法と成果	83
2.8	オフグリッド PV の系統接続にかかる検討.....	84
2.9	ビジネス/産業施設のパイロットプロジェクトの準備.....	89
2.9.1	小水力パイロットプロジェクトの準備.....	89
2.9.2	バイオガスパイロットプロジェクトの計画.....	90
2.9.3	風力パイロットプロジェクトの計画	91
2.10	小水力技術の技術協力	93
2.10.1	既存調査のレビュー	94
2.10.2	技術移転	94
2.10.3	簡易プレ F/S.....	95
2.10.4	ガイドライン	97
2.10.5	地方電化に向けた技術提言	98
2.11	バイオガスの技術協力	100
2.11.1	既存調査のレビュー	100
2.11.2	技術移転	100
2.11.3	簡易プレ F/S.....	102
2.11.4	技術ガイドライン	103
2.11.5	地方電化に向けた技術提言	104
2.12	風力技術の技術協力	107
2.12.1	既存調査のレビュー	107
2.12.2	技術移転	108
2.12.3	簡易プレ F/S.....	109
2.12.4	技術ガイドライン	110
2.12.5	地方電化に向けた技術提言	110
2.13	環境社会配慮	111
2.13.1	ケニアの自然環境概要	111

2.13.2	ケニアの社会環境概要	113
2.13.3	環境社会配慮に関する法制度	114
2.13.4	ケニアの環境管理制度	115
2.13.5	ケニアの EIA 手続き及び許可制度	116
2.13.6	ケニアにおける用地取得／住民移転制度	120
2.13.7	環境関連法規の改定の進捗（2013年現在）	120
2.13.8	関連法に基づく、ソーラーパネル、蓄電池及び他の有害物質の廃棄 に関する提案	120
2.13.9	環境社会配慮に係る技術協力	122
2.14	産学プラットフォームの強化	124
2.14.1	JKUATで開催された小型風力ワークショップでの発表（2013年）	124
2.14.2	BRIGHTプロジェクトのPV技術セミナーへの参加	124
2.14.3	JKUAT 学術会議における簡易プレ F/S の発表	125
2.15	国際ワークショップ	127
第3章	プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓	130
3.1	情報共有における効果的事例	130
3.2	技術移転業務における効果的事例	130
3.3	ビジネス・産業モデルのパイロットプロジェクトの中止	131
3.4	パイロット施設選定	131
3.5	安全面での予防措置	132
3.6	省庁間の合意書締結	133
3.7	プロジェクト事務所の問題点	133
第4章	プロジェクト目標の達成	134
4.1	中間評価の結果	134
4.1.1	5項目評価の結果	134
4.1.2	総評	134
4.1.3	提言と教訓	135
4.2	終了時評価	135
4.2.1	5項目評価の結果	135
4.2.2	総評	136
4.2.3	提言と教訓	136
4.2.4	終了時評価後の活動	138
第5章	上位目標（達成）のための提言	141
5.1	再生可能エネルギーを用いた地方電化への提言	141
5.1.1	再生可能エネルギー	141
5.1.2	太陽光発電	142
5.1.3	小水力	143
5.1.4	バイオガス	144
5.1.5	風力発電	145
5.1.6	系統連系	145
5.2	モデル普及のための提言	146
5.2.1	モデルの改訂	146
5.2.2	ガイドラインの配布	146
5.2.3	他の関係機関との協力	146
5.3	今後の協力実施可能性	147

5.3.1	再生可能エネルギー	147
5.3.2	その他エネルギー	147
5.3.3	電力系統	148

付 属 資 料 (英語版に添付)

Attachment A	Project Management
Attachment B	Minutes of Meeting
Attachment C	Technical Transfer and Counterpart Trainings
Attachment D	Features of Pilot Projects
Attachment E	Draft MOU of REA and MoH/MoEST for Financial Support of O&M
Attachment F	Guidelines, Manual and Seminar/Workshop Materials for Solar PV System
Attachment G	Materials for Solar PV System (O&M Part)
Attachment H	Materials for Solar PV System (Financial Part)
Attachment I	Materials for Solar PV System (Technical Part)
Attachment J	Additional Study on Grid Connection of Off-grid PV System
Attachment K	Materials for Technical Transfer for Micro Hydropower (MHP)
Attachment L	Materials for Technical Transfer for Biogas
Attachment M	Materials for Technical Transfer for Wind
Attachment N	Materials for Environmental and Social Considerations
Attachment O	Materials of International Workshop

表

表 1.3.1	公共施設の電化 (2014年6月時点)	6
表 2.1.1	PDMにおける指標と達成状況.....	9
表 2.1.2	PDM活動項目の達成状況.....	12
表 2.1.3	WGメンバー (2014年10月時点)	18
表 2.1.4	カウンターパートの目標と達成度 (REAカウンターパート職員回答)	19
表 2.1.5	カウンターパート研修概要	20
表 2.1.6	供与機材リスト	21
表 2.1.7	月例会議の主な協議内容 (2013年10月~2015年1月)	22
表 2.1.8	5項目評価基準による評価結果	23
表 2.2.1	MoE&PによるPVシステムを設置した公共施設と設備容量	24
表 2.2.2	REAによるPVシステムを設置した公共施設数と設備容量.....	24
表 2.2.3	Lot 1でPVシステムを設置した公共施設	25
表 2.2.4	Lot 2でPVシステムを設置した公共施設	25
表 2.2.5	Lot 1パイロットプロジェクト施設.....	28
表 2.2.6	Lot 2パイロットプロジェクト施設.....	29
表 2.3.1	各施設のPV設備容量	31
表 2.3.2	Lot 1財務計画の条件.....	33
表 2.3.3	Lot 1財務収支の当初予測.....	34
表 2.3.4	Lot 2財務計画の条件.....	35
表 2.3.5	Lot 2財務収支の当初予測.....	35
表 2.4.1	Lot 1パイロットプロジェクトの概要	37
表 2.4.2	環境社会影響の予測 (Lot 1)	38
表 2.4.3	Lot 2パイロットプロジェクトの概要	39
表 2.4.4	環境社会影響の予測 (Lot 2)	40
表 2.4.5	Lot 1 PV容量の変更.....	43
表 2.4.6	Lot 2 PV容量の変更.....	43

表 2.4.7	Lot 1 調達支援の工程.....	44
表 2.4.8	Lot 2 調達支援の工程.....	44
表 2.4.9	Lot 1 設置作業とオペレータ訓練の実績.....	46
表 2.4.10	Lot 2 設置作業とオペレータ訓練の実績.....	47
表 2.5.1	充電収入の予想と実績の比較.....	50
表 2.6.1	必要な電話台数及び顧客世帯数.....	56
表 2.6.2	充電サービスへの適用.....	57
表 2.6.3	Lot 1 財務収支の更新予測.....	61
表 2.6.4	Lot 2 財務収支の更新予測.....	61
表 2.6.5	想定単位電力需要（保健施設）.....	68
表 2.6.6	電力需要ごとのパッケージ.....	68
表 2.6.7	各パッケージの主要機器の想定単価.....	69
表 2.6.8	主要機器の想定単価と耐用年数.....	70
表 2.6.9	想定充電サービス収入.....	70
表 2.6.10	需要に応じた照明モデルのパッケージ.....	71
表 2.6.11	充電サービスモデルの想定需要パターン.....	72
表 2.6.12	充電サービスモデルの PV アレイ容量.....	72
表 2.6.13	想定単位電力需要（小学校）.....	75
表 2.6.14	ラップトップモデルの想定使用パターン.....	76
表 2.6.15	ラップトップモデルの PV アレイ容量.....	76
表 2.6.16	未電化公共施設数.....	78
表 2.6.17	太陽光発電による既電化公共施設数.....	79
表 2.6.18	充電サービスの実施可能性の分析.....	80
表 2.6.19	モデル適用可能な公共施設数の推定数（施設電化+充電サービス施設）.....	81
表 2.6.20	モデル適用可能な公共施設数の推定数（充電サービス施設のみ）.....	81
表 2.8.1	PV システム系統連系の費用と便益想定.....	86
表 2.8.2	年間発電量・便益算定のパラメータ.....	87
表 2.8.3	系統連系財務分析の結果.....	88
表 2.11.1	バイオガス技術移転スケジュール.....	101
表 2.11.2	バイオガス簡易プレ F/S 費用、便益、経済財務評価の結果.....	103
表 2.11.3	ケニアのバイオガスにおける課題と提言.....	105
表 2.12.1	収集資料リスト（風力技術）.....	107
表 2.12.2	技術移転スケジュール（風力発電）.....	109
表 2.13.1	ケニアの国土概要.....	111
表 2.13.2	ケニアの少数民族及び先住民.....	113
表 2.13.3	環境社会配慮に関する関連法及び規則.....	115
表 2.13.4	ケニア国の EIA 手続きと JICA 環境社会配慮ガイドラインとの関係性.....	117
表 2.13.5	用地取得及び住民移転に関する法規.....	120
表 2.13.6	再生可能エネルギー事業における E-waste.....	120
表 2.13.7	E-waste 取扱方法.....	121
表 2.13.8	環境社会配慮に係る技術協力実施の 3 ステップ.....	122
表 2.13.9	環境社会配慮に関する技術協力の要点.....	122
表 2.13.10	環境社会配慮に関する REA-JICA 専門家の定期会合概要（2013 年）.....	123
表 2.14.1	PV 技術セミナーへの参加.....	124
表 2.15.1	国際ワークショップの全体行程.....	127
表 4.2.1	終了時評価後の活動.....	138

 図

図 1.3.1	ケニアにおけるエネルギー分野の現行組織	3
図 1.3.2	各カウンティの家屋電化率（2009年時点）	4
図 1.3.3	REM 2009 で提案されている電化手段の分類	5
図 2.6.1	Porter の 5 つの力モデル	57
図 2.6.2	世帯数及び集落携帯によるパイロット施設の分類	58
図 2.6.3	Lot 2 での集落タイプによる充電サービス月額売り上げ（標準ケース）	59
図 2.6.4	政府予算の提案に至る考察経緯	60
図 2.6.5	診療所の維持管理モデル	65
図 2.6.6	PV システムの財務モデル概念図	67
図 2.6.7	小学校の維持管理モデル	74
図 2.6.8	充電サービスの定量分析のワークフロー	77
図 2.8.1	オフグリッド PV システムの系統連系簡略図	85
図 2.9.1	乳牛密度（1 km ² 当たりの乳牛数）	90
図 2.10.1	小水力技術の技術協力活動実績概要	93
図 2.10.2	Asurur 小水力地点の現地踏査	96
図 2.10.3	Asurur 小水力の代替レイアウト	97
図 2.11.1	バイオガスシステムのモデル	102
図 2.13.1	NEMA 組織図	115
図 2.13.2	EIA プロセス概略図	118
図 2.13.3	EIA 及び環境許可工程（案）	119
図 2.15.1	国際ワークショップ、JICA 専門家チームとカウンターパート	128
図 2.15.2	Olkaria 地熱発電所における試験井戸と制御室	129

特記無しの場合、換算レートは以下の通り（2015年2月時点）

1US\$ = 117.93JPY

1KSh. = 1.308JPY

略語表

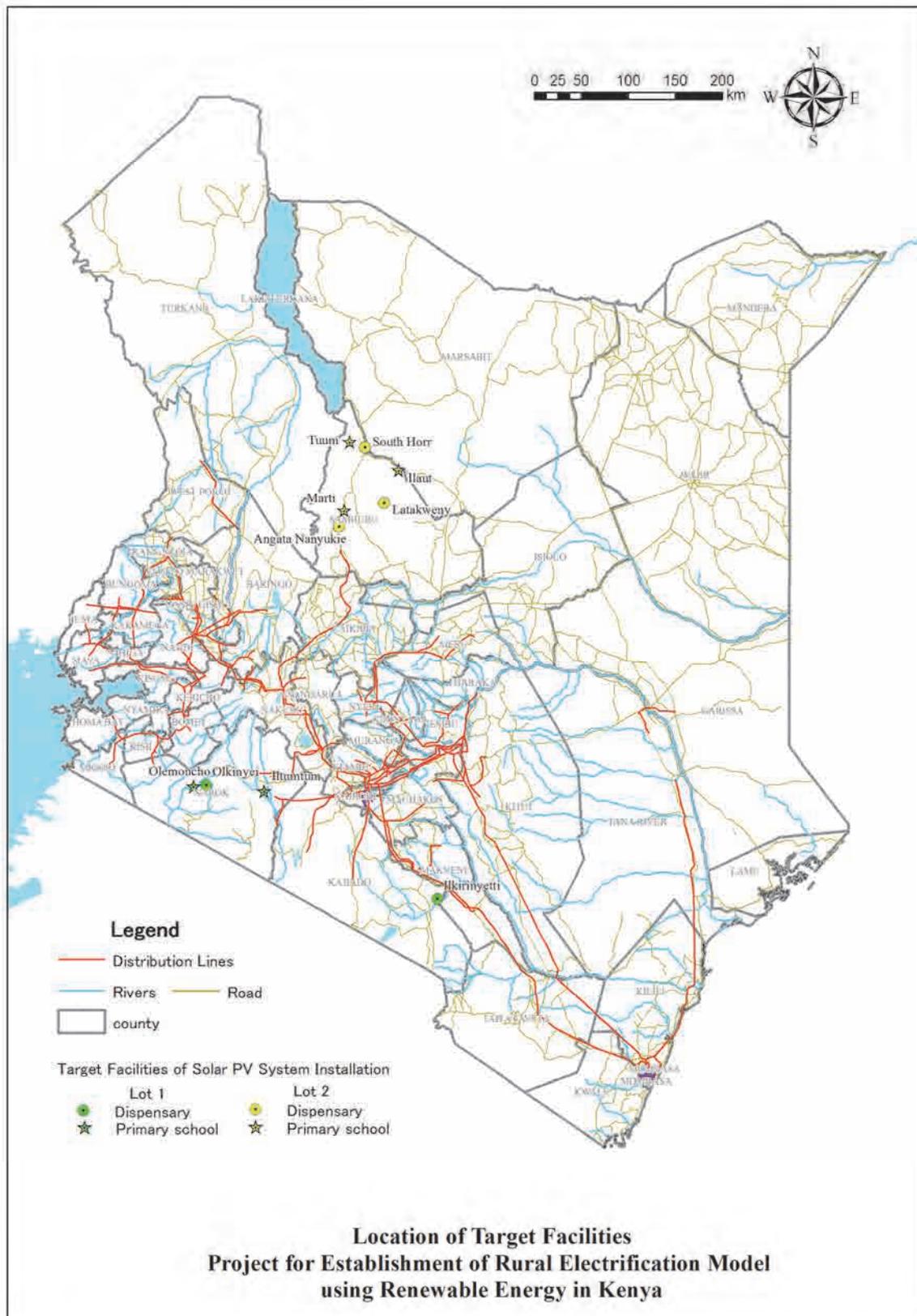
略語	英語表記	日本語表記
ABC-K	The Association of Biogas Contractors of Kenya	ケニアバイオガスコントラクター協会
ABPP	Africa Biogas Partnership Programme	アフリカバイオガスパートナーシッププログラム
AC	Alternating Current	交流
AIT	Ashikaga Institute of Technology	足利工業大学
ASAL	Arid And Semi-Arid Lands	乾燥・半乾燥地
ASL	Above Sea Level	海拔
BCS	Battery Charging Station	充電小屋
BOD	Biological Oxygen Demand	生化学的酸素要求量
BOQ	Bills of Quantity	集計表
C/P	Counterpart	カウンターパート
CBO	Community Based Organization	住民組織
CC	Charge Controller	チャージコントローラ
CDF	Constituency Development Funds	選挙区開発基金
CEO	Chief Executive Officer	最高経営責任者
CHP	Combined Heat and Power	コンバインドサイクル
CSS	Community Solar System	複合型太陽光発電設備
DBFZ	Deutsches Biomasse Forschungs Zentrum	ドイツバイオマス研究所
DC	Direct Current	直流
DRSRS	Department of Resource Surveys and Remote Sensing	資源探査リモートセンシング局
EA	Environmental Audit	環境監査
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIA-TAC	Environmental Impact Assessment Technical Advisory Committee	環境影響評価技術諮問委員会
EMCA	Environmental Management and Coordination Act	環境管理調整法
ERC	Energy Regulatory Commission	エネルギー規制委員会
FAO	Food and Agriculture Organization	国連食糧農業機関
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
FIT	Feed-In Tariff	固定価格買取制度
FPEF	Free Primary Education Fund	無償初等教育基金
DISCOs	Distribution Companies	配電会社
GDC	Geothermal Development Company	地熱開発公社
GIS	Geographical Information System	地理情報システム
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (German Society for International Cooperation)	ドイツ国際協力公社
GNP	Gross National Product	国民総生産
GoK	Government of Kenya	ケニア政府
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (German Society for International Cooperation)	ドイツ技術協力公社
HH	Household	世帯
Hivos	Humanist Institute for Development Cooperation	開発協力ヒューマニスト教会
HSSF	Health Sector Service Fund	保健分野サービス基金
IBAs	Important Bird Areas	鳥類重要渡来地
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境影響評価
IGAD	Intergovernmental Authority on Development	政府間開発機構
IPP	Independent Power Producer	独立発電事業者

略語	英語表記	日本語表記
ITCZ	Inter-Tropical Convergence Zone	熱帯収束域
IUCN	International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources	世界自然保護連合
JCC	Joint Coordination Committee	合同調整委員会
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JET	JICA Expert Team	JICA 専門家チーム
JKUAT	Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology	ジョモ・ケニヤッタ農工大学
KBS	Kenya Bureau of Standards	ケニア基準局
KENDBIP	Kenya National Domestic Biogas Programme	ケニア国世帯バイオガスプログラム
KenGen	Kenya Electricity Generating Company	ケニア電力公社
KETRACO	Kenya Electricity Transmission Company	ケニア送電公社
KIRDI	Kenya Industrial Research and Development Institute.	ケニア産業開発研究所
KMD	Kenya Metrological Department	ケニア気象局
KNBS	Kenya National Bureau of Statistics	ケニア国民統計局
KPLC	Kenya Power & Lighting Company	ケニア電力電灯会社
KSh.	Kenya Shilling	ケニアシリング (通貨)
KTDA	Kenya Tea Development Agency	ケニア紅茶開発公社
KWS	Kenya Wildlife Services	ケニア野生生物公社
LED	Light Emitting Diode	発光ダイオード
LoU	Letter of Understanding	基本合意書/確約証
LPG	Liquefied Petroleum Gas	液化石油ガス
MC	Management Committee	管理委員会
MEMR	Ministry of Environment and Mineral Resources	環境鉱物資源省
MHP	Micro Hydro Power	小水力
MoEST	Ministry of Education, Science and Technology	教育科学技術省
MoE&P	Ministry of Energy and Petroleum	エネルギー・石油省
MoH	Ministry of Health	保健省
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
MRGI	Minority Rights Group International	少数民族の権利 (民間団体の名称)
NEAP	National Environment Action Plan	国家環境行動計画
NEMA	National Environment Management Authority	国家環境管理局
NERA	National Electrification and Renewable Energy Authority	国家電化再生可能エネルギー庁
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
NPED	National Policy on Environment and Development	環境と開発に関する政策
NPV	Net Present Value	純現在価値
NRF	Non-Reverse Flow	逆潮流無
NWMP	National Water Master Plan	国家水資源マスタープラン
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OFR	Overfrequency Protection Relay	過周波数継電器
OJT	On the Job Training	現場研修/実地研修
OPD	Out Patient Department	外来診療部門
O&M	Operation and Maintenance	維持管理
ORP	Oxidation Reduction Potential	酸化還元電位
OSHA	Occupational Safety and Health Act	労働安全衛生法令
OVR	Overvoltage Protection Relay	過電圧継電器
UFR	Underfrequency Protection Relay	周波数低下継電器
UVR	Undervoltage Protection Relay	不足電圧継電器

略語	英語表記	日本語表記
PCR	Project Completion Report	事業完了報告書
PCS	Power Conditioner	電圧変換装置
PDM	Project Design Matrix	プロジェクトデザインマトリックス
PO	Plan of Operations	詳細活動計画
PP	Power Package	電力パッケージ
PPE	Personal Protection Equipment	個人用保護具
PR	Progress Report	進捗報告書
PTA	Parents Teachers Association	保護者教員団体
PV	Photovoltaic	太陽光発電
RE	Renewable Energy	再生可能エネルギー
REA	Rural Electrification Authority	地方電化庁
REMP	Rural Electrification Master Plan	地方電化マスタープラン
REP	Rural Electrification Programme	地方電化プログラム
RNB	Reverse-flow with no Battery	蓄電池無逆潮流
RURA	Rwanda Utilities Regulatory Agency	ルワンダ公益事業規制庁
RWB	Reverse-flow with Battery	蓄電池有逆潮流
SEA	Strategic Environmental Assessment	戦略的環境アセスメント
SMC	School Management Committee	学校管理委員会
SNV	Stichting Nederlandse Vrijwilligers (Netherlands Development Organization)	オランダ国際開発機構
STC	Standard Test Condition	標準試験条件
TC	Technical Cooperation	技術協力
TERI	The Energy and Resources Institute	インドエネルギー資源研究所
ToR	Terms of Reference	仕様書
TOT	Training of trainers	講師研修
ULH-MHP	Ultra-Low-Head Micro Hydro Power	超低落差マイクロ水力発電
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development	国連環境開発会議
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	国連教育科学文化機関
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization	国連工業開発機関
WHO	World Health Organization	世界保健機関
WRMA	Water Resource Management Authority	水資源管理庁
WG	Working Group	ワーキンググループ

電気に関する用語

Unit	Description
A (Ampere)	Unit of current
V (Volt)	Unit of voltage
kV (kilovolt)	1,000 volts
W (Watt)	Unit of electric power
kW (kilowatt)	1,000 watts
MW (Megawatt)	1,000 kW
Wh (Watt-hour)	Unit of energy
kWh (kilowatt-hour)	1,000 Wh
MWh (Megawatt-hour)	1,000 kWh
Wp (Watt-peak)	Unit of PV generation output
kWp (kilowatt-peak)	1,000 Wp
MWp (Megawatt-peak)	1,000 kWp



JICA 専門家チーム作成

位置図

第1章 プロジェクトの概要

1.1 プロジェクト背景

近年、アフリカはアジアに続く経済発展地域として世界から注目されている。特に、アフリカの資源開発への投資が増加している。現在は、世界経済減速の影響を受けているが、長期的にはアフリカ経済が低迷から脱する好機といえる。一方、アフリカ地域の成長を支える農民の生活水準は低く、電力への接続を向上させることで、生活水準も向上させることが可能と考えられている。ケニアの地方部における電化率は未だ10%程度に留まっており、公共サービスの内容などにおいて都市部との格差が顕著となっている。他方、都市部からの電力系統の延伸は、村落が広大な土地に分散しているため、インフラ整備の観点から非効率と考えられている。そのため、地方部が電力系統による電化対象となるまでには時間を要する状況である。従って、地方電化の手法としては分散型の独立電源である太陽光発電、小水力発電などの再生可能エネルギーの導入が効果的であるとされている。

このような状況を踏まえ、JICAは、2008年7月から約4ヶ月間に亘りケニア国とウガンダ国を対象として「アフリカ未電化地域での再生可能エネルギーの活用と普及に係るプロジェクト研究」を実施した。その結果、再生可能エネルギーによる電化推進のためには、地方の学校や保健施設等の地方公共施設の電化が有効な手段であることが確認された。

さらに、JICAは、2009年4月から、ケニア国とウガンダ国における再生可能エネルギー普及の現状と課題を把握し、具体的な協力の在り方を検討することを目的として「アフリカ未電化村落における再生可能エネルギー活用プログラム（ビジネス及び資金メカニズム）準備調査」および「アフリカ未電化村落における再生可能エネルギー活用プログラム（公共施設電化）準備調査」を実施した。公共施設電化については、学校および保健施設を太陽光発電設備によって電化し、同設備を用いて地域住民が携帯電話端末および蓄電池等を充電できる機能（充電所機能）を有する「複合型太陽光発電設備（コミュニティソーラーシステム：CSS）」が提案された。同設備の基本的な仕様が検討され、同発電設備を用いたパイロットプロジェクトの実施を通じた普及モデルを確立することの重要性が提案された。

上記提案を受けてJICAは、2010年2月から5月にかけてケニア国において「複合型太陽光発電設備」として実施するパイロットプロジェクト情報を整備するとともに、学校および保健施設を対象に現地調査を実施し、優先度の高い3地点における太陽光発電設備の概略設計を行った。

一方、ケニア国で実施されている他ドナーによる地方電化プロジェクトとして、国際連合工業開発機関（UNIDO）のCommunity Power Center（Energy Kiosk）プログラムがある。この計画は、未電化コミュニティにおいて太陽光、小水力、バイオマス、風力などの再生可能エネルギーを利用したオフグリッド発電設備を整備し、同手法の電化可能性を実証するとともに地場産業育成や住民への充電サービス提供による生活水準向上を目指している。

これらの経緯を踏まえ、ケニア政府の再生可能エネルギーを活用した地方電化モデルの構築を目的とした技術協力の要請に従い、JICAは本技術協力プロジェクト「ケニア国再生可能エネルギー利用による地方電化構築プロジェクト」を実施することとした。

1.2 目的

1.2.1 上位目標

ケニア国民の生活の質を向上させるため、再生可能エネルギーを利用した地方電化モデルが国内に普及し、公共施設等の施設電化率が向上する。

1.2.2 プロジェクト目標

未電化地域における再生可能エネルギー利用による地方電化モデルを構築し、公共施設等の施設電化率向上に貢献する。

1.2.3 成果

プロジェクト成果を下に示す。

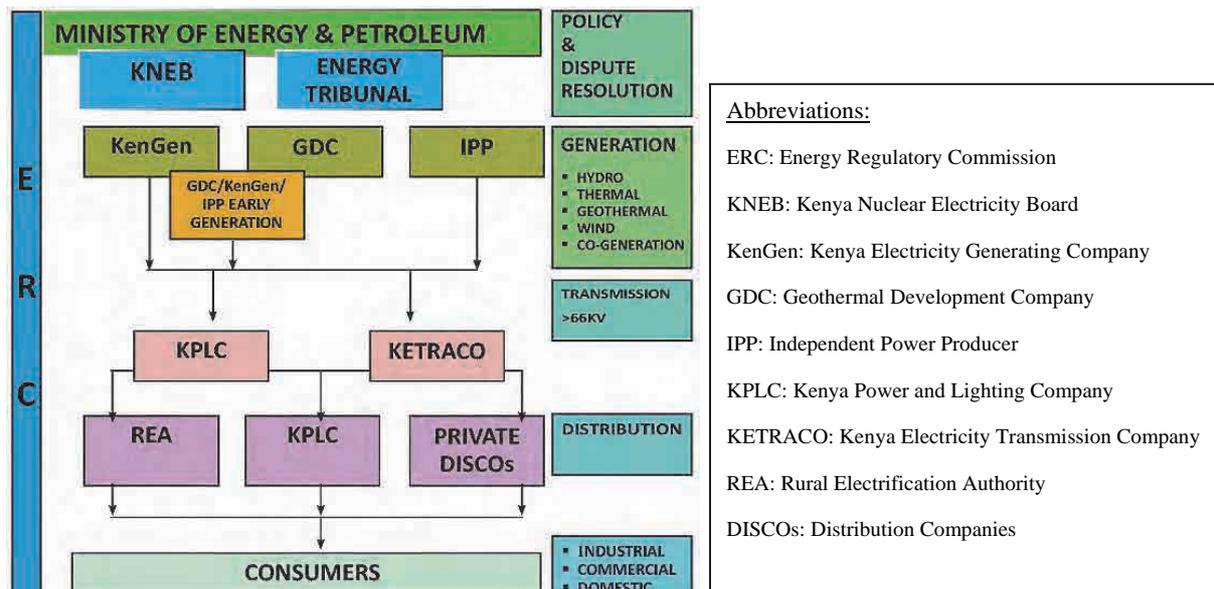
- (1) パイロットプロジェクトを通じて、未電化地域における保健施設の太陽光発電による電化の実用モデルが開発される。
- (2) パイロットプロジェクトを通じて、未電化地域における学校施設の太陽光発電による電化の実用モデルが開発される。
- (3) REA（地方電化庁）/ MoE&P（エネルギー・石油省）において小水力、バイオガスおよび風力を利用したプロジェクトの実施能力が向上する。
- (4) 再生可能エネルギーによる地方電化モデルがケニア国内で普及するための政策・制度に関する提言が行われる。

1.3 地方電化の現状

1.3.1 概要

地方電化は、ケニア政府が策定した『Kenya Vision 2030』、および MoE&P が作成した 2014 年 6 月時点の『国家エネルギー政策（案）』において、最重要課題の一つとして取り上げられている。電気への接続は、社会経済の再構築およびケニア国民の生活水準向上にとって基本的な社会基盤の一つである。Vision 2030 の中で、2030 年までに電気への接続を 100% とすることが、国家目標の一つとして掲げられている。

以下に示すエネルギー分野の現行組織の中で、REA が地方電化の実施機関である。



出典： “5000+MW by 2016 Power to Transform Kenya”, MoE&P, Page 5

図 1.3.1 ケニアにおけるエネルギー分野の現行組織

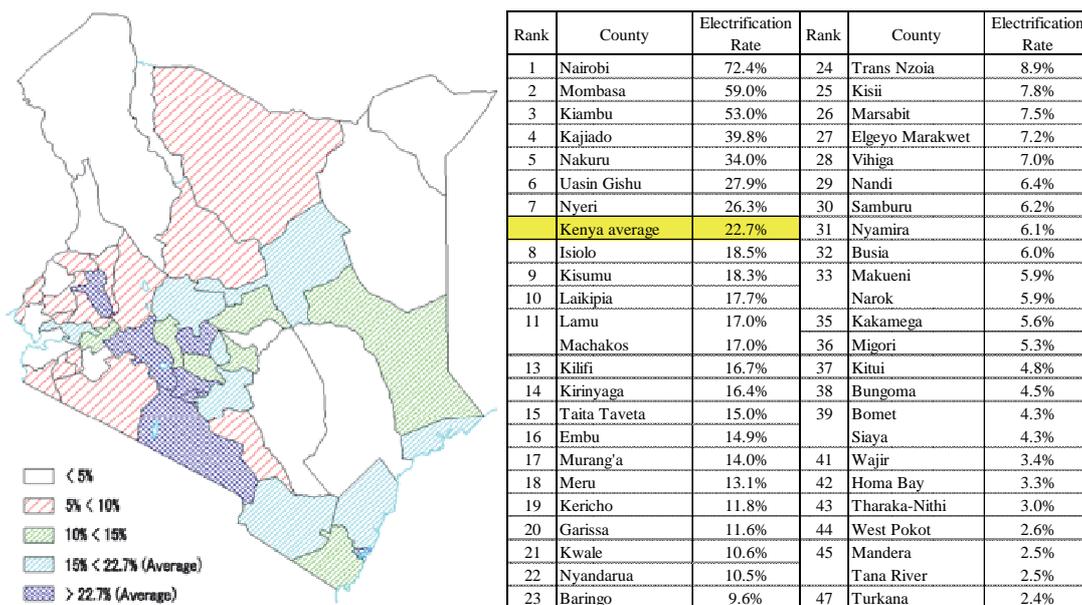
REA は、電気への接続を 100%にするという国家目標を達成させるため、2006年のエネルギー政令に基づいて、2007年に発足した地方電化を推進する実施機関である。政令に規定されている REA の機能は、次の通りである。

- 地方電化プログラムの予算の管理
- 地方電化プログラムのマスタープランの策定と更新
- 地方電化プログラムの実施と資金調達
- 再生可能エネルギー資源の利用促進と開発、および
- 地方電化のための許認可に係る評価基準、入札、裁定の管理

1.3.2 地方電化の現状

(1) 家屋の電化率

国家統計による家屋の電化率を以下に示す。全国の家屋電化率は、2009年時点の家屋数に対して 22.7%となっている。47 カウンティ中 40 カウンティで全国電化率の平均以下となっている。最も高い電化率は首都である Nairobi カウンティの 72.4%、最も低い電化率は Turkana カウンティの 2.4%となっている。



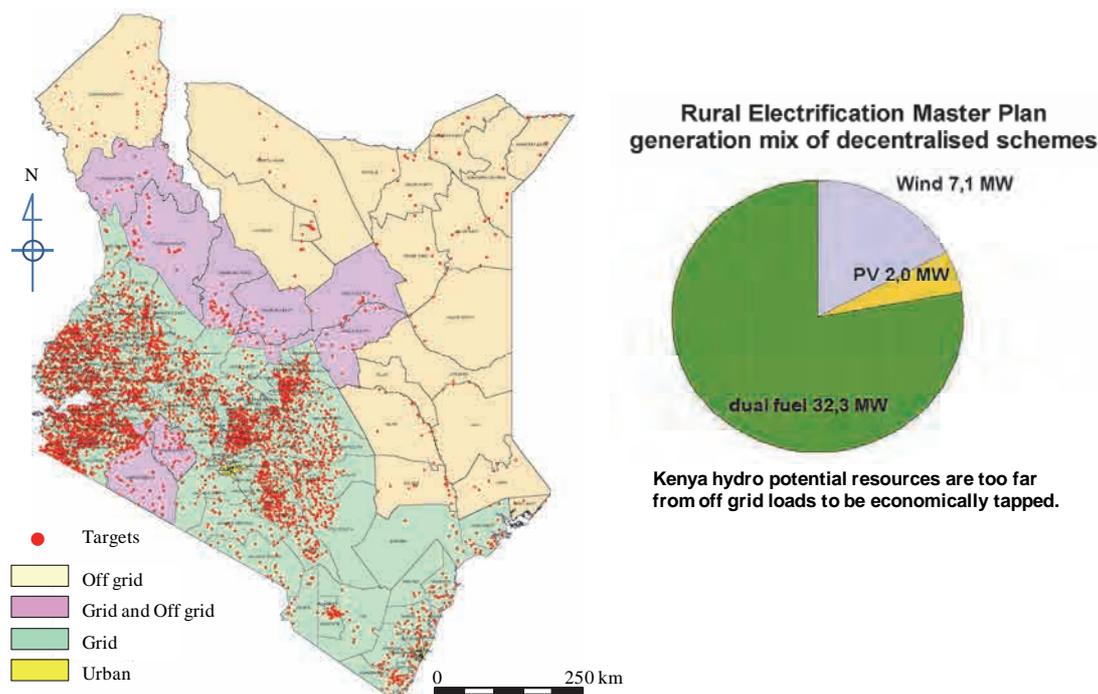
出典： Kenya County Fact Sheets Dec 2011/Kenya Open Data (<http://www.opendata.go.ke/>) (JICA 専門家チーム編集)

図 1.3.2 各カウンティの家屋電化率 (2009 年時点)

(2) 地方電化計画

REA および MoEn (現在の MoE&P) は、2009 年 8 月に地方電化マスタープラン (REM 2009) を策定し、図 1.3.3 に示す通り、系統延伸と独立電源による地方電化の地域区分をそれぞれ提案している。また独立系統では、2013 年までにピーク電力需要計 41 MW が追加が必要となると予想されている。独立系統の電源として、ディーゼル・風力・太陽光システムなどによるハイブリッドが計画されている。

なお、KETRACO (ケニア送電会社) および KPLC (ケニア電力電灯会社) は、それぞれ独自の送電系統延伸および配電系統延伸のマスタープランを持っているが、現状では、それらの計画は互いに調整されていない。MoE&P は、地方電化のため、それらを統合するマスタープランを策定しようと計画している。



出典： Rural Electrification Master Plan (REM 2009), “Final Report Volume 1 – Main Report, Figure ES-3” and “Presentation of the Master Plan and the Five-year Action Plan (2009 – 2013) on 15 August 2009, Page 24” (JICA 専門家チーム編集)

図 1.3.3 REM 2009 で提案されている電化手段の分類

(3) 地方電化の実施中プロジェクト

地方電化は、配電網の延伸を中心に実施されており、遠隔地域においてはディーゼル発電もしくは太陽光発電により実施されている。実施中の主な地方電化プロジェクトは以下の通りである。

- i) ケニア政府による独立系統のディーゼル発電所の新設
- ii) ケニア政府による独立系統の既存ディーゼル発電所の改修
- iii) 世銀の資金援助による配電網延伸
- iv) スペイン政府の資金援助による太陽光発電プロジェクト
- v) ラップトップ事業による太陽光発電の小学校への導入

(4) 地方電化の課題

地方電化は、以下の課題に直面している。

- i) 地方部の人口が分散している事により、長い配電線が必要となり、建設費および維持管理費が高くなっていること
- ii) 厳しい地形、道路網の未整備、および公共機関と土地所有者に対する高額の補償費支払いにより建設費が増大していること
- iii) 長距離である事に加え、変圧器の燃料や配電線の盗難などにより、維持管理費が増大していること。
- iv) 大半の地方住民にとって接続料金が高額であるため、接続率が低いこと

- v) 発電・配電機器の製造・設置・維持管理のための人材と能力が不足していること。
- vi) 予算が不足していること

高い接続料金のための低い接続率は、大きな問題の一つである。一般世帯約 880 万の内、約 700 万世帯が地方部に分散していると推定されるが、その中で約 180 万世帯（26%）が電化しており、約 520 万世帯（74%）が未電化である。

MoE&Pは、2015年現在、2020年までに全世帯が接続するプログラムを含む、第2次戦略計画（2013/14 – 2017/18）を策定中であり、次の内容が検討されている。

- i) 採用機材の仕様の見直し
- ii) 前払いの接続料の廃止と、それに代わる支払いシステムの導入
- iii) 変圧器の範囲内に位置する全世帯の接続の促進
- iv) 配線費用低減のための出来合い分電盤の採用
- v) 政府による低電圧（LV）網整備への予算確保

第2次戦略計画の究極の目標は、2030年までにケニアの全世帯が電化されることを確実にすることである。

1.3.3 公共施設の電化

REAの第1次戦略計画（2008/09 – 2012/13）では、2012/13会計年度までに全ての主要公共施設の電化を掲げている。主要公共施設 26,177 の内、22,998（90%）が電化される計画である。

REAのCorporate Planning Departmentより入手した2014年6月時点の公共施設の電化率を以下に示す。主要公共施設の電化率は84%に留まっている。

表 1.3.1 公共施設の電化（2014年6月時点）

（単位：施設数）

No.	Public Facility	Electrified	Non Electrified	Total
I.	Main Public Facilities			
1	Trading centre	9,174	2,868	12,042
2	Public Secondary Schools	7,879	335	8,214
3	Health Centers	3,905	768	4,673
	Sub-total I	20,958 84.1%	3,971 15.9%	24,929 100.0%
II.	Other Public Facilities			
4	Primary Schools & Nursery	15,157	6,065	21,222
5	Administrative Offices/ Police Posts	2,674	2,197	4,871
6	Water Project/ Boreholes/ Beaches	1,967	1,784	3,751
7	Tea Buying centers/ Coffee Factories	2,227	1,189	3,416
8	Social Halls/ Churches & Mosques	8,039	5,956	13,995
	Sub-total II	30,064 63.6%	17,191 36.4%	47,255 100.0%
	Total (I+II)	51,022 70.7%	21,162 29.3%	72,184 100.0%

出典：REA (JICA 専門家チーム編集)

なお、表中に示される通り、対象となる主要公共施設数が 1,228 箇所（2012/13 会計年度の 26,177 から 2013/14 会計年度の 24,929）、減少している。JICA 専門家チームは、REA にこの理由を問い合わせたが、明快な回答は得られなかった。

1.4 対象地域

本プロジェクトの対象地域は、ケニア全土である。JICA 専門家チームは、既設電力からの距離が離れており、直近の系統延伸計画に入っていない箇所をパイロットサイトとして選択した。

第2章 プロジェクト活動

2.1 プロジェクト管理

プロジェクト開始当初に、プロジェクト管理のツールとして、プロジェクトデザインマトリックス (PDM)、詳細活動計画 (PO) およびワークプランが作成された。PDM と PO について、小水力、バイオガスおよび風力のパイロットプロジェクトが中止となったため、改定が行われている。本章では、以下のプロジェクト管理項目について示す。

- プロジェクトデザインマトリックス (PDM) と 詳細活動計画 (PO)
- ワークプラン
- ワーキンググループ (WG)
- カウンターパート研修
- 機材供与
- 定期的な報告書と会議
- JCC (合同調整委員会)
- 中間評価・終了時評価

2.1.1 プロジェクトデザインマトリックス (PDM) と詳細活動計画 (PO)

PDM および PO は、プロジェクト実施において、分析および管理のためのツールとして用いられている。PDM と PO は、プロジェクト周辺環境の変化に応じて改定が行われ JCC において承認を得ている。以下に、全ての PDM および PO を示す。PDM は Attachment A-1、PO は Attachment A-3 にそれぞれ示す。

(1) PDM

- PDM Version 1.0, June 2012
- PDM Version 1.4, November 2012
- PDM Version 2.1, December 2012
- PDM Version 3.1, October 2013

(2) PO

- Plan of Operation ver.1.0, June 2012
- Plan of Operation ver.1.1, November 2012
- Plan of Operation ver.2.1, October 2013

表 2.1.1 と表 2.1.2 に、PDM にあるプロジェクト活動の達成状況を示す。

表 2.1.1 PDM における指標と達成状況

OBJECTIVELY VERIFIABLE INDICATORS	Achievement
Overall Goal: Rural electrification models using renewable energy are disseminated in the country to improve the quality of Kenyan's life.	
1. Number of public facilities who apply and follow the model has increased all over the non-electrified areas in Kenya.	1. Developed model will be applied in REA project 2015 / 2016. For technical model, the 48 V system was installed in two public facilities in Baringo County in January 2015.
2. Dissemination structure of national and county governmental agencies is established.	2. MOU on O&M for dispensaries is expected to be signed between REA and MoH. For primary schools, REA opted not to sign MOU with MoEST, however, ideas on O&M budget are being developed between REA and MoEST.
Project Purpose: Rural electrification models using renewable energy are established	
1. The developed guidelines and manuals are applied to the projects implemented by REA and MoE&P (C/P).	1. In the solar PV project that REA carries out in 2014/2015 and 2015/2016, guideline and manual prepared in this project are expected to be adopted.
2. The Outputs of the Project are incorporated into implementation of REA Annual Renewable Energy Work Programme (Performance Contract).	2. In 2015/2016 Annual Renewable Energy Work Programme of REA, implementation of the demonstration project using developed model will be written.
3. Renewable energy facilities installed by the Project are operated and maintained properly with sustainable.	3. There was a clause on O&M in the handover agreement from JICA to REA.
4. Implementation structures of national/county governmental agencies and local stakeholders are established.	4. Implementation structures of national/county governmental agencies and local stakeholders were established. According to the changes in external conditions, REA will modify the structures.
5. Variety of expertise in renewable energy is increased among members of C/P (C/Ps).	5. Technical transfer on MHP, Biogas and Wind were conducted to the counterpart. Expertise is increased among member of CPs.
Output: I. A practical model for PV electrification of health service institutions in non-electrified areas is developed through pilot projects.	
0. All level	
0-0 All sub-group working members for Output 1 participate monitoring at least twice as a monitoring team member.	0-0 Lot 1: 3 times Hannington (2 times Ilkilnyeti; financial training, Olkinyei: technical) Colleta (1 time Olkinyei) monitoring Lot 2: 1 time Hannington (1time to 3 dispensaries) baseline survey
0-1 Monitoring trainings for the monitoring team members including both technical and environmental/community development staff at REA and MoE&P are provided based on their Objective & Achievement Sheet through OJT; On the Job Training.	0-1 Lot 1: 5 times Lot 2: 2 times
0-2 At least 3 monitoring team members achieve their objectives through trainings. Achievements are confirmed by trainee's self-assessment and evaluation by Japanese Experts (JEs).	0-2 3 monitoring team members achieved their objectives through trainings. Objective & Achievement test was carried out.
0-3 PV electrification, operation and maintenance manual for health service institutions with battery charging business is prepared for C/Ps including user manual and accounting manual.	0-3. Guideline (manual) and user manual were prepared.

0-4 At least 2 people from health institution and management committee as well as the operator of charging center are trained to have accurate understanding and to be able to conduct proper O&M of PV facilities including disposal of solar panels, batteries and toxic materials.	0-4. Lot 1: Olkinyei: O&M1: 7, O&M2: 15 Ilkilnyeti: O&M1: 5, O&M2: 10, O&M3: 5 Lot 2: Latakweny: 5 South Horr: 3 Angata Nanyukei: 3
1. National Level	
1-1 Collaboration among relevant governmental agencies is started and maintained at national level to support the establishment and dissemination of the model.	1-1. Information sharing meeting was carried out among MoEST, REA and MoE&P twice. The first meeting was on Mar. 14, 2014 and the second was on Jan. 19, 2015
1-2 Key criteria of the site selection are analyzed and established and sites for Lot 1 and Lot 2 are selected accordingly.	1-2. Sites for Lot 1 and Lot 2 were selected according to the following criteria. <ul style="list-style-type: none"> • Not near to the existing grid line • Not belonging to private or mission • Not overlapping with candidate sites of other donors • Confirmed safe security environment
2. County/Sub-county Level	
2-1 Collaboration among C/Ps, county and sub-county medical officers is started and maintained to the level of supporting the establishment, operation and maintenance of the model.	2-1. Information sharing meetings were carried out among County education department, REA and MoE&P twice in 2014. Narok County: Jun 16 and Nov. 11, Samburu County: Jun.19 and Nov.14.
3. Local/Institutional Level	
3-1. The target health institutions secure the money from battery charging business and other financial source(s) for sufficient maintenance cost such as future purchase of batteries.	3-1. Draft MOU between REA and MoH is under examination of the Attorney General. Agreements on O&M which secure the budget for future replacement will be signed between County health department and REA.
3-2. Periodical monitoring is carried out by the monitoring team at least 3 times for Lot 1 and twice for Lot 2. Satisfaction for the system is conformed through monitoring.	3-2. Lot 1: 5 times Lot 2: 2 times
3-3. Awareness raising activities on installed solar PV systems at target health institutions and communities are held at least 3 times for each Lot 1 sites and 2 times for Lot 2 sites.	3-3. (2014.8.31) Lot 1: 9 times Lot 2: 6 times
Output 2: A practical model for PV electrification of schools in non-electrified areas is developed through pilot projects.	
0. All level	
0-0 All sub-group working members for Output 1 participate monitoring at least twice as a monitoring team member.	0-0 Lot 1: 2 times Colleta (Iltumtum,Olemoncho) monitoring Hannington (Iltumtum,Olemoncho) technical monitoring Lot 2: 1 time Hannington (3 schools) baseline survey
0-1 Monitoring trainings for the monitoring team members including both technical and environmental/community development staff at REA and MoE&P are provided based on their Objective & Achievement Sheet through OJT.	0-1 Lot 1: 5 times Lot 2: 1 time
0-2 At least 3 monitoring team members achieve their objectives through trainings. Achievements are confirmed by trainee's self-assessment and evaluation by JEs.	0-2. 4 monitoring team members achieved their objectives through trainings. Objective & Achievement test was carried out.
0-3 PV electrification, operation and maintenance manual for schools with battery charging business is prepared for C/Ps including user manual and accounting manual.	0-3. Guideline (Manual) and user manual were prepared.

0-4 At least 3 people from school and management committee as well as the operator of charging center are trained to have accurate understanding and to be able to conduct proper O&M of PV facilities including disposal of solar panels, batteries and toxic materials.	0-4 Lot 1: Iltumtum: O&M1: 35, O&M2: 4 Olemoncho: O&M1: 30, O&M2: 10 Lot 2: Mart: 7, Tuum: 10, Illaut: 3
1. National Level	
1-1 Collaboration among relevant governmental agencies is started and maintained at national level to support the establishment and dissemination of the model.	1-1. Information sharing meetings were carried out among MoEST, REA and MoE&P.
1-2 Key criteria of the site selection are analyzed and established and sites for Lot 1 and Lot 2 are selected accordingly.	1-2. Sites for Lot 1 and Lot 2 were selected according to the following criteria. <ul style="list-style-type: none"> • Not near to the existing grid line • Not belonging to private or mission • Not overlapping with candidate sites of other donors • Confirmed safe security environment
2. County/Sub-county Level	
2-1 Collaboration among C/Ps, County and Sub-county education officers is started and maintained level to support the establishment, operation and maintenance of the model.	2-1. Information sharing meetings were carried out among County education department, REA and MoE&P twice in 2014. Narok County: Jun 16 and Nov. 11, Samburu County: Jun.19 and Nov.14.
3. Local/Institutional Level	
3-1. The target schools secure the money from battery charging business and other financial source(s) for sufficient maintenance cost such as future purchase of batteries.	3-1 O&M budget for solar PV system is still under the discussion among REA, MoEST and the other governmental institutions.
3-2. Periodical monitoring is carried out by the monitoring team at least 3 times for Lot 1 and twice for Lot 2. Satisfaction for the system is conformed through monitoring.	3-2.Lot 1: 5 times Lot 2: 2 times
3-3. Awareness raising activities on installed solar PV system at target schools and communities are held at least 3 times for each Lot 1 sites and 2 times for Lot 2 sites.	3-3. Lot 1: 9 times Lot 2: 6 times
Output 3: The Capacity of REA MoE&P to undertake project using MHP, Biogas and Wind technologies is enhanced.	
3-1. OJT is conducted with at least 2 C/Ps for each renewable energy technology through manual development.	3-1. MHP: 3 (Mr. Semekiah Ongong'a, Ms. Judith Kimeu, Mr. Anthony Wanjara) Biogas: 2 (Ms. Caroline Kelly, Mr. Gilbert) Wind: 2 (Mr. Hannington Gochi, Ms. Colleta)
3-2. Manual Development Committee is established and holds meetings at least twice for each renewable technology (MHP, Biogas and Wind).	3-2. Manuals (guidelines) were developed . Manual Development Committee was established in October 2014.
3-3. Manuals are adopted and utilized by relevant ministries, governmental agencies and County/Sub-county offices.	3-3. Manuals (guidelines) will be used by staff of REA and MoE&P.
3-4. Seminar and training for technical transfer are conducted for C/Ps based on their Objective & Achievement Sheets.	3-4. MHP : 1 time Biogas: 1 time Wind: 1 time
3-5. At least 6 C/Ps achieve their objective through training. Achievements are confirmed by trainee's self-assessment and evaluation by JEs.	3-5. Objective & Achievement tests were carried out.

3-6. At least one pre-feasibility study document for future practical model for MHP, Biogas and Wind is prepared.	3-6. Progresses of simple pre-F/S are: MHP (100%), Biogas (100%), Wind (100%).
Output 4: Necessary policy and institutional frameworks for rural electrification using renewable energy are recommended.	
4-1. International workshop is held to share the results of the project (e.g. EAC conference).	4-1. International workshop was held in February 2015.
4-2. Technical transfer workshops for C/Ps are held 3 times.	4-2. total 3 times Solar PV: 1 time (27th Sept 2013) MHP/Biogas : 1 time (25th Oct 2013) Wind : 1 time (15th Nov 2013)
4-3. Recommendations for C/P to implement the effective electrification by renewable energy are provided to be reflected on their rural electrification policy.	4-3. Recommendations were finalized.

JICA 専門家チーム作成

表 2.1.2 PDM 活動項目の達成状況

Activities		Progress (1) Chapter in PCR (2) Summary of the report (3) Progress (4) Progress Confirmation Date
	For Preparation	
1	Set up a Working Group (WG) consisting of 3 sub-groups for Outputs 1, 2 and 3, with clarified roles and functions of the counterpart personnel.	(1) 2.1.3 (2) Member of Working Group is updated at JCC 2 nd (3) 100% (4) 2013/10/3
	For all Outputs	
1.	A weekly project status report is prepared and shared by both C/Ps and JEs.	(1) 2.1.6 and 3.1 (2) The weekly project status has been shared (3) 49 times (4) 2014/12/8
2.	Monthly project meeting is held by REA.	(1) 2.1.6 and 3.1 (2) Minutes of meeting are attached on Attachment B-2. (3) 13 times (4) 2014/12/9
3.	Progress report is prepared by JEs including the progress summary table according to PDM to monitor and report the progress of indicators to achieve outputs.	(1) 2.1.6 (2) "Progress Summary Table" is prepared in PCR, as well as the previously submitted progress reports. (3) 100% (4) 2015/2/6
	For Output 1 (The Health service institution Model)	
	1-1 National Level	
1-1-1	Review policies, studies, surveys and projects related to electrification of health service institutions using Solar PV.	(1) 2.2.1 (2) The number of solar PV installations at public facilities is summarized. (3) 100% (4) 2014/12/8
1-1-2	Organize a progress and information sharing meetings with REA, MoE&P, and MoH at least twice to discuss on model establishment and dissemination at national level.	(1) 2.5.4 / Attachment B-3 (2) Meetings with JET, REA, MoE&P and MoH have been carried out twice. (3) 100% (4) 2015/2/6
1-1-3	Prepare policy recommendations with institutional framework to promote the health institution model(s).	(1) 5.2 (2) Recommendation for health institution model is summarized.

Activities		Progress (1) Chapter in PCR (2) Summary of the report (3) Progress (4) Progress Confirmation Date
		(3) 100% (4) 2015/2/6
1-1-4	Prepare a proposal for the disposal of solar panels, batteries and toxic materials according to the current conditions and regulations	(1) 2.13.7 (2) A proposal for the disposal of solar panels, batteries and toxic materials was prepared. (3) 100% (4) 2015/2/6
1-2	County/Sub-county Level	
1-2-1	Account book and cash flow statement are submitted to County Medical Officer(s) of the project sites at least twice for Lot 1 and once for Lot 2.	(1) 2.5.2 / Attachment H-3 (2) Account books and cash flow statements are submitted for all the pilot project sites. (3) Lot 1: 100% (4/4) Lot 2: 100% (3/3) (4) 2015/2/6
1-2-2	O&M reports are submitted to County Medical Officer(s) twice for Lot1 and once for Lot 2.	(1) 2.5.2 / Attachment H-3 (2) O&M reports were made and submitted. (3) Lot 1: 100% (4/4), Lot 2: 100% (3/3) (4) 2015/2/6
1-2-3	Organize a progress and information sharing meetings with REA, MoE&P (monitoring team members), and County and Sub-county medical officers at least twice to discuss on model establishment and dissemination at County/Sub-county level.	(1) 2.5.4 / Attachment B-4 (2) Meetings with JET, REA, MoE&P and County/Sub-county medical officers were carried out twice. (3) Lot 1: 100%, Lot 2: 100% (4) 2015/2/6
1-2-4	Conduct the baseline survey at the target facilities and surrounding communities	(1) 2.2.3 / Attachment G-2 (2) Baseline survey was conducted at all the pilot project sites. (3) Lot 1: 100% (2/2), Lot 2: 100% (3/3) (4) 2014/2/28
1-2-5	Conduct capacity & needs assessment of County/Sub-county medical officers in terms of renewable energy utilization and dissemination.	(1) 2.2.4 (2) Capacity & needs assessment has been conducted. (3) Lot 1: 100%, Lot 2 100% (4) 2015/2/6
1-3	Local/Institutional Level	
1-3-1	Conduct capacity & needs assessment of target communities and other stakeholders.	(1) 2.2.4 (2) Capacity & needs assessment has been conducted. (3) Lot 1: 100%, Lot 2: 100% (4) 2015/2/6
1-3-2	Sustainable financial plan is prepared.	(1) 2.6.3 (2) Financial model is presented. (3) Lot 1: 100% , Lot 2: 100% (4) 2015/2/6
1-3-3	Sufficient financial trainings for the operator of charging center, staff of health institution, and members of management committee are provided through lectures and OJT.	(1) 2.4.4 and 2.5.1 (2) Sufficient trainings were done. (3) Lot 1: 100% (2/2), Lot 2: 100% (3/3) (4) 2014/9/15
1-3-4	The operator of the charging center accurately records daily sale.	(1) 2.5.2 (2) All sites record daily sales. (3) Lot 1: 100% (2/2), Lot 2: 100% (3/3) (4) 2014/12/8
1-3-5	Assigned nurse, a treasurer and a chairperson of the management committee accurately records an account book and cash flow statement.	(1) 2.5.2 / Attachment H-3 (2) Account books and cash flow statements are submitted for all the pilot project sites. (3) Lot 1: 100% (4/4) Lot 2: 100% (3/3) (4) 2011/12/8

Activities		Progress (1) Chapter in PCR (2) Summary of the report (3) Progress (4) Progress Confirmation Date
1-3-6	Assigned nurse and a chairperson of the management committee prepare O&M reports.	(1) 2.5.2 / Attachment H-3 (2) O&M reports were prepared. (3) Lot 1: 100% (2/2), Lot 2: 100% (3/3) (4) 2015/2/8
1-3-7	Identify and manage to obtain agreement with the agencies and/or organization to provide financial support to sustain the model according to the income by battery charging system.	(1) 2.6.3 (4) (2) Draft MOU is under examination of the Attorney General (3) 80% (4) 2015/2/7
1-3-8	Prepare detailed plans of the pilot projects including “System design” and “Sustainable O&M” with staff of REA and MoE&P through OJT.	(1) 2.3.1 and 2.7.3 (2) “System design” and “Sustainable O&M” were prepared and transferred to C/P through OJT. (3) Lot: 1: 100%, Lot 2: 100% (4) 2014/12/8
1-3-9	Organize a stakeholder meeting with the members of management committee and owners of facility to discuss on operation and maintenance at least once for each pilot facility.	(1) 2.4.3 and 2.4.6 / Attachment B-5 (2) Stakeholder meetings were done at all the pilot project sites. (3) Lot 1:100%, Lot 2:100% (4) 2014/9/15
1-3-10	Organize an information sharing meeting with users of pilot facility and County/Sub-county medical officer(s) at least once for each pilot facility.	(1) 2.5.3 Meetings were done with all the medical offices. (3) Lot 1: 100% (2/2), Lot 2: 100% (3/3) (4) 2014/9/15
1-3-11	Organize an evaluation meeting with the members of management committee and owners and users of facility, County and Sub-county medical officers at the end of the project period at least once for each pilot facility.	(1) 2.5.5 / Attachment B-6 (2) Evaluation meetings were held at all the pilot project sites. (3) 100% (4) 2014/12/8
2.	For Output 2 (School model)	
2-1	National Level	
2-1-1	Review policies, studies, surveys and projects related to electrification of schools using Solar PV.	(1) 2.2.1 (2) The number of solar PV installations at public facilities is summarized. (3) 100% (4) 2014/12/8
2-1-2	Organize a progress and information sharing meetings with REA, MoE&P, and MoEST at least twice to discuss on model establishment and dissemination at national level.	(1) 2.5.4 / Attachment B-3 (2) Meetings with JET, REA, MoE&P and MoEST have been carried out twice. (3) 100% (4) 2015/2/6
2-1-3	Prepare policy recommendations with institutional framework to promote the school model(s).	(1) 5.2 (2) Recommendation for school model is summarized. (3) 100% (4) 2015/2/6
2-1-4	Prepare a proposal for the disposal of solar panels, batteries and toxic materials according to the current conditions and regulations.	(1) 2.13.7 (2) A proposal for the disposal of solar panels, batteries and toxic materials was prepared. (3) 100% (4) 2015/2/6
2-2	County/Sub-county Level	
2-2-1	Account book and cash flow statement are submitted to County Education Officer(s) of the project sites at least twice for Lot 1 and once for Lot 2.	(1) 2.5.2 / Attachment H-3 (2) Account books and cash flow statements are submitted for all the pilot project sites. (3) Lot 1: 100% (4/4) Lot 2: 100% (3/3) (4) 2015/2/6

Activities		Progress (1) Chapter in PCR (2) Summary of the report (3) Progress (4) Progress Confirmation Date
2-2-2	O&M reports are submitted to County Education Officer(s) twice for Lot1 and once for Lot 2.	(1) 2.5.2 / Attachment H-3 (2) O&M reports were made and submitted. (3) Lot 1: 100% (4/4), Lot 2: 100% (3/3) (4) 2015/2/6
2-2-3	Organize a progress and information sharing meetings with REA, MoE&P (monitoring team members), and County and Sub-county education officers at least twice to discuss on model establishment and dissemination at County/Sub-county level.	(1) 2.5.4 / Attachment B-4 (2) Meetings with JET, REA, MoE&P and County/Sub-county education officers were carried out twice. (3) Lot 1: 100%, Lot 2: 100% (4) 2015/2/6
2-2-4	Conduct the baseline survey at the target facilities and surrounding communities	(1) 2.2.3 / Attachment G-2 (2) Baseline survey was conducted at all the pilot project sites. (3) Lot 1: 100% (2/2), Lot 2: 100% (3/3) (4) 2014/2/28
2-2-5	Conduct capacity & needs assessment of County/Sub-county education officers in terms of renewable energy utilization.	(1) 2.2.4 (2) Capacity & needs assessment has been conducted. (3) Lot 1: 100%, Lot 2 100% (4) 2015/2/6
2-3	Local/Institutional Level	
2-3-1	Conduct capacity & needs assessment of target communities and stakeholders.	(1) 2.2.4 (2) Capacity & needs assessment has been conducted. (3) Lot 1: 100%, Lot 2: 100% (4) 2015/2/6
2-3-2	Sustainable financial plan is prepared.	(1) 2.6.3 (2) Financial model is presented. (3) Lot 1: 100% , Lot 2: 100% (4) 2015/2/6
2-3-3	Sufficient financial trainings for the operator of charging center, staff of school, and members of management committee are provided.	(1) 2.4.4 and 2.5.1 (2) Sufficient trainings were done. (3) Lot 1: 100% (2/2), Lot 2: 100% (3/3) (4) 2014/9/15
2-3-4	The operator of the charging center accurately records daily sale.	(1) 2.5.2 (2) All sites record daily sales. (3) Lot 1: 100% (2/2), Lot 2: 100% (3/3) (4) 2014/12/8
2-3-5	Head teacher, a treasurer and a chairperson of the management committee accurately record an account book and cash flow statement.	(1) 2.5.2 / Attachment H-3 (2) The account book and cash flow statement were prepared. (3) Lot 1: 100% (2/2), Lot 2: 100% (3/3) (4) 2015/2/6
2-3-6	Head teacher and a chairperson of the management committee prepare O&M reports.	(1) 2.5.2 / Attachment H-3 (2) O&M reports were prepared. (3) Lot 1: 100% (2/2), Lot 2: 100% (3/3) (4) 2015/2/6
2-3-7	Identify and manage to obtain agreement with the agencies and/or organization to provide financial support to sustain the model according to the income by battery charging system.	(1) 2.6.3 (4) (2) O&M budget for solar PV system is still under the discussion among governmental institutions. (3) 50% (4) 2015/2/7
2-3-8	Prepare detailed plans of the pilot projects including “System design” and “Sustainable O&M” with staff of REA and MoE&P through OJT.	(1) 2.3.1 and 2.7.3 (2) “System design” and “Sustainable O&M” were prepared and transferred to C/P through OJT. (3) Lot: 1: 100%, Lot 2: 100% (4) 2014/12/8

Activities		Progress (1) Chapter in PCR (2) Summary of the report (3) Progress (4) Progress Confirmation Date
2-3-9	Organize a stakeholder meeting with the members of management committee and owners of facility to discuss on operation and maintenance at least once for each pilot facility.	(1) 2.4.3 and 2.4.6 / Attachment B-5 (2) Stakeholder meetings were done at all the pilot project sites. (3) Lot 1:100%, Lot 2:100% (4) 2014/9/15
2-3-10	Organize an information sharing meeting for the users of the pilot facility and County and Sub-county education officer(s) at least once for each pilot facility.	(1) 2.5.3 Meetings were done with all the education offices. (3) Lot 1: 100% (2/2), Lot 2: 100% (3/3) (4) 2014/9/15
2-3-11	Organize an evaluation meeting with the members of management committee and owners and users of facility, County and Sub-county education officers at the end of the project period at least once for each pilot facility.	(1) 2.5.5 / Attachment B-6 (2) Evaluation meetings were held at all the pilot project sites. (3) 100% (4) 2014/12/8
3.	For Output 3 (MHP, Biogas and Wind)	
3-1	Conduct inventory and review of existing studies on MHP, Biogas and Wind.	(1) 2.10.1 MHP, 2.11.1 Biogas, 2.12.1 Wind (2) Inventory and review of existing studies are summarized. (3) MHP (100%), Biogas (100%), Wind (100%) (4) 2015/2/6
3-2	Prepare guidelines for rural electrification using renewable energy (MHP, Biogas, Wind) according to the contents of the technical trainings in terms of planning, design, procurement, monitoring and maintenance.	(1) 2.10.4 / Attachment K-1 (MHP), 2.11.4 / Attachment L-1 (Biogas), 2.12.4 / Attachment M-1 (Wind) (2) Technical Guidelines have been finalized. (3) MHP (100%), Biogas (100%), Wind (100%) (4) 2015/2/6
3-3	Conduct technical training for REA / MoE&P staff on MHP, Biogas and Wind.	(1) 2.10.2 / Attachment K-3 and K-4 (MHP), 2.11.2 / Attachment L-3 and L-4 (Biogas), 2.12.2 / Attachment M-3 and M-4 (Wind) (2) Technical transfer through training was conducted. (3) MHP (100%), Biogas (100%), Wind (100%) (4) 2014/12/8
3-4	Carry out simple pre-feasibility study focusing on technical examination for MHP, Biogas and Wind.	(1) 2.10.3 / Attachment K-2 (MHP), 2.11.3 / Attachment L-2 (Biogas), 2.12.3 / Attachment M-2 (Wind) (2) Simple Pre-F/S's have been finalized. (3) MHP (100%), Biogas (100%), Wind (100%) (4) 2015/2/6
3-5	Prepare technical recommendation for rural electrification using MHP, Biogas and Wind.	(1) 2.10.5 MHP, 2.11.5 Biogas, 2.12.5 Wind (2) Technical recommendations are summarized. (3) MHP (100%), Biogas (100%), Wind (100%) (4) 2015/2/6
3-6	Collect necessary data and equipment for technical trainings and development of the guidelines.	(1) 2.10.4 MHP, 2.11.4 Biogas, 2.12.4 Wind (2) Collected toward finalization of Guidelines. (3) MHP (100%), Biogas (100%), Wind (100%) (4) 2015/2/6
3-7	Hold workshops for stake holders to validate guidelines on MHP, Biogas and Wind.	(1) 2.10.4 MHP, 2.11.4 Biogas, 2.12.4 Wind (2) The workshops for stakeholders were held. (3) MHP (100%), Biogas (100%), Wind (100%) (4) 2014/12/8
4	For Output 4 (Policy recommendations)	

Activities		Progress (1) Chapter in PCR (2) Summary of the report (3) Progress (4) Progress Confirmation Date
4-1	Implement and monitor the preparation activities of policy recommendations of Output 1, 2 and 3.	(1) 5.1 and 5.2 (2) Policy recommendations are outlined. (3) 100% (4) 2015/2/6
4-2	Organize workshop(s) on rural electrification models using renewable energy and/or present the results of the project by C/Ps at the domestic or international conference for information sharing with other stakeholders and donors in the energy sector of Kenya and East Africa.	(1) Attachment F-4 / 2.14.1, 2.14.3 and 2.15 (2) Five workshops were held for domestic stakeholders. C/Ps made presentations at international workshop. (3) 100% (4) 2015/2/6
4-3	Compile policy recommendations.	(1) 5.1 and 5.2 (2) Policy recommendations are compiled. (3) 100% (4) 2015/2/6
4-4	Initiate and strengthen the concept of Academic-Private Sector Platform in collaboration with JICA Experts of “the Project for Capacity Development for Promoting Rural Electrification Using Renewable Energy.”	(1) 2.14.1, 2.14.2 and 2.14.3 (2) County Health officials have attended a solar PV training conducted by “the Project for Capacity Development for Promoting Rural Electrification Using Renewable Energy.” C/Ps presented at JKUAT conferences. (3) 100% (4) 2015/2/6

JICA 専門家チーム作成

2.1.2 ワークプラン

ワークプランは、プロジェクト開始当初に作成したが、小水力、バイオガス、風力に関するパイロットプロジェクトの中止に伴い、以下の改定を行なっている。改定したワークプラン(2)は、第1回 JCC においてカウンターパートに説明し承認を得た。

- ・ワークプラン(1) 2012年6月
- ・ワークプラン(2) 2012年12月

ワークフロー図を Attachment A-2 に示す。

2.1.3 ワーキンググループ (WG)

(1) WG リスト

表 2.1.3 は、WG 人員体制を示す。

表 2.1.3 WG メンバー (2014年10月時点)

Project Director	
Mr. N'gang'a Munyu	Ag. Chief Executive Officer, REA
Project Manager	
Eng. Ephantus Kamweru	Chief Manager, Renewable Energy Department, REA
Eng. Isaac N. Kiva	Senior Principal Superintending Engineer (RE), MoE&P
Working Group	
Mr. James Muriithi	Senior Engineer, Renewable Energy Department, REA
Mr. Hannington Gochi	Senior Technician, Renewable Energy Department, REA
Mr. Anthony Wanjara	Technician, Renewable Energy Department, REA
Ms. Colleta Koech	Assistant Engineer, Renewable Energy Department, REA
Ms. Caroline Kelly	Assistant Officer, Renewable Energy Department, REA
Mr. Gilbert Gichunge	Training Engineer, Renewable Energy Department, REA
Mr. Semekiah Ongong'a	Assistant Engineer, Renewable Energy Department, REA
Ms. Judith Kimeu	Assistant Engineer, Renewable Energy Department, REA
Ms. Peninah Karomoh	Environmental Scientist, Renewable Energy Department, REA
Mr. Alex Makori	Technician, Renewable Energy Department, REA
Ms. Eunice Wambui	Economist, Corporate Planning Department, REA
Ms. Lucy Muricho	Senior Communications Officer, Communications Department, REA
Mr. Samson Kasanga	Assistant Director, Renewable Energy, MoE&P
Mr. Jacob Chepkwony	Assistant Engineer, Renewable Energy, MoE&P
Mr. Edwin Owiti	Assistant Engineer, Renewable Energy, MoE&P
Mr. Mungai Kihara	Engineer, Renewable Energy, MoE&P
Mr. Dickson Kisoa	Principal Renewable Energy Assistant (RE), MoE&P

JICA 専門家チーム作成

(2) 技術移転活動を通じたカウンターパートの目標達成度

2014年11月に目標達成シートを REA の各カウンターパート職員に配布した。この目標達成シートにおいて、以下の質問を行った。

- 1) プロジェクト活動目標と技術移転活動を通じた個人的目標
- 2) 上記目標にかかる達成度 (スコア 1 から 5、最も低い=1、最も高い=5)

表 2.1.4 は、上記質問に対する回答の要約である。

表 2.1.4 カウンターパートの目標と達成度 (REA カウンターパート職員回答)

Field	Objectives of the project activities and individual goals in the OJT	Achievements*
Solar PV (Technical)	Designing a solar PV system	4
	Monitoring the performance of a solar PV system	4
Solar PV (Monitoring)	Interacting with the government officials of the area and helping understand what the project entails	4
	Helping light up the rural areas and also assisting in activities such as phone charging	5
MHP	Determining the area demand and hydro power potentials	4
	Designing a MHP system	4
	Operating various measuring equipment	5
Biogas	Designing a biogas system with or without a generator system	5
	Preparing a bidding document including technical specification	5
	Monitoring existing systems and conducting analysis of the biogas obtained and conditions of the digester	5
Wind	Conducting pre-feasibility study on wind power technology	4
	Conducting wind data analysis	4
	Sizing of hybrid systems (wind/solar/diesel)	4

*Achievements corresponding to the above-mentioned individual goals (Score 1 to 5, 1=lowest, 5=highest)

出典：目標達成シート (JICA 専門家チーム編集)

REA の各カウンターパート職員が回答した目標達成シートを、Attachment C-4 に添付する。

2.1.4 カウンターパート研修

カウンターパート研修は日本、インド、タイにおいて一度ずつ、合計三度実施された。JICA 専門家チームは、研修に必要な書類の準備及び研修計画の作成、研修時の調整を行った。

各研修の概要は表 2.1.5 の通りである。

表 2.1.5 カウンターパート研修概要

1st Year (conducted in Japan)	
1) Course Title	Rural Electrification using Renewable Energy
2) Overall Goal	To learn the sustainable planning and managing methodology of renewable energy projects in Japan and other countries and apply into the policies, development plan and legislative system of Kenya
3) Duration	29th August-14th September 2012
4) Trainees (age) at the time of the training	Mr. Anthony Oredo (34), Technician, Renewable Energy Department, REA
	Mr. Edwin Owiti (30), Assistant Engineer, Renewable Energy, MOE&P
	Mr. Jacob Chepkwony (31), Assistant Engineer, Renewable Energy, MOE&P
2nd Year (conducted in India)	
1) Course Title	Rural Electrification using Renewable Energy
2) Overall Goal	To apply the planning and managing methodology from renewable energy projects in rural India into the policies, development plan and legislative system of the Republic of Kenya
3) Duration	9th November-22nd November 2013
4) Trainees (age) at the time of the training	Mr. Semekiah Ongon'ga (37), Assistant Engineer, Renewable Energy Department, REA
	Ms. Caroline Kelly (34), Assistant Officer, Renewable Energy Department, REA
	Ms. Peninah Karomoh (31), Environmental Scientist, Renewable Energy Department, REA
	Mr. Dickson Kisoa (50), Principal Renewable Energy Assistant, Renewable Energy, MOE&P
3rd Year (conducted in Thailand)	
1) Course Title	Rural Electrification using Renewable Energy
2) Overall Goal	To learn the renewable energy technologies and to apply the sustainable planning and managing methodology of renewable energy projects in rural Thailand into the policies, development plan and legislative system of Kenya
3) Duration	2nd August-16th August 2014
4) Trainees (age) at the time of the training	Mr. Gilbert Gichunge (34), Training Engineer, Renewable Energy Department, REA
	Mr. Hannington Gochi (38), Senior Technician, Renewable Energy Department, REA
	Mr. Benson Mwakina (47), Senior Principal Superintending Engineer, Renewable Energy, MOE&P

JICA 専門家チーム作成

各研修のスケジュール及び内容の詳細については Attachment C-1、C-2 及び C-3 に添付する。

2.1.5 機材供与

効果的なプロジェクト実施のために、運営、調査と維持管理の為の機材が必要と判断し、調達を実施した。これら機材の利用目的は以下の通りである。

- (1) プロジェクト事務所運営のために必要な機材
- (2) サイト調査に必要な機材
- (3) 再生可能エネルギープロジェクト用のモニタリング機材

これら全ての機材は、プロジェクト終了時の 2015 年 2 月に REA へ引き渡しを行った。

上記(3)については、プロジェクト中盤で調達を行った。これは REA のカウンターパート職員に調査、モニタリング機材の使用方法を示す必要が生じたためである。表 2.1.6 にこれらの機材リストを示す。

表 2.1.6 供与機材リスト

Item	Nos. of Units	Model	Cost in KSh.	Cost in JPY	Date of Purchase
Desktop Computers (computers with anti-virus software)	3	HP	342,000		29 May 2012
Photocopy Machine (with A3/A4 laser printing and scanner function)	1	S/NFAJ11641 (2020L)	380,000		30 May 2012
Auto CAD	1	LT 2013	95,000		31 May 2012
Projector	1	Epson ES01 2600 Lumens	56,000		29 May 2012
UPS	3	1500KVA Mercury Smart	42,000		29 May 2012
GPS	1	Garmin eTrex30		29,907	5 June 2014
Satellite Phones	2	Thuraya XT	255,351		24 March 2014
Refractometer (for density measurement)	2	RHA-200ATC		13,889	28 June 2014
Refractometer (for density measurement, Additional)	2	B-012		9,574	29 Sep 2014
Current Meter	1	UC-200V		427,464	27 June 2014
AC/DC Digital Clamp meter	2	KEW MATE 2012R		27,709	20 June 2014
pH Meter	1	M610T		5890	19 May 2014
ORP Meter	1	RM-30P		58,500	27 June 2014
Methane Gas Detector	1	XP-3140		158,400	5 June 2014
Laser Distance Meter	1	GLM 80		19,395	19 May 2014

JICA 専門家チーム作成

REA へ供与した機材リスト、および引き渡しにかかる書面を Attachment A-5 に添付する。

2.1.6 定期的な会議開催及び進捗報告

(1) 運営会議

第二回合同調整会議（JCC）開催までは、年次の JCC 以外の議論の場は運営会議（Management Meeting）であった。運営会議の参加者は、WG 構成員、プロジェクトマネージャーと JICA 専門家チームである。会議メンバーは議題、カウンターパート職員の都合により調整した。都合が合わず会議が開催されなかった場合も生じた。

(2) 週報 E メール

2013 年 10 月の第二回 JCC において、情報共有の機会の増加が必要であることを協議した。対応策の一つとして、週単位の簡易報告を含む週報 Eメールの送付を提案した。このメールは REA、MoE&P、JICA 本部、JICA ケニア事務所、BRIGHT プロジェクトと本プロジェクトの JICA 専門家チームを宛先として送信するものである。JICA 専門家チームは、週の半ばまでに翌週予定を REA へ送信し、REA との確認調整を行ったうえで関係者へ送付を行った。

(3) 月例会議

運営会議に代わり、第二回 JCC の後、月例会議を開催した。月例会議の参加者は REA のカウンターパート職員と JICA 専門家チームで、議長は REA の CEO 或はプロジェクトマネージャーである。月例会議の開催月と主な内容を以下に示す。

表 2.1.7 月例会議の主な協議内容 (2013 年 10 月～2015 年 1 月)

Months of Monthly Meeting	Main Contents	Chaired By
October 2013	1. Revised PDM 2. Progress report 3. Future events/schedule	Mr. Munyu
December 2013	1. Progress report 2. Confirmation of PDM/PO 3. Training in India 4. Evaluation of knowledge transfer 5. Future events/schedule	Mr. Munyu
January 2014	1. Progress report 2. Future schedule 3. Evaluation of knowledge transfer	Eng. Kamweru
February 2014	1. Progress report 2. Future schedule 3. Evaluation of knowledge transfer	Mr. Munyu
March 2014	1. Progress report 2. Future schedule 3. Progress of assignments from JET	Mr. Munyu
April 2014	1. Progress report 2. Future schedule 3. Upcoming counterpart training in Thailand	Eng. Kamweru
May 2014	1. Progress report 2. Future schedule 3. Evaluation of knowledge transfer	Eng. Kamweru
June 2014	1. Progress report 2. Future schedule 3. Optimization of solar designs for Laptop Programme	Mr. Munyu
July 2014	1. Progress report 2. MOU for ownership and maintenance of the project 3. Optimization of solar designs for Laptop Programme 4. Overview of model 5. International workshop	Eng. Kamweru
August 2014	1. Progress report 2. Ownership and maintenance MOU 3. Optimizing solar designs for Laptop Programme 4. Overview of the JICA model 5. International Workshop preparation and progress	Eng. Kamweru
September 2014	1. Progress report 2. MOU 3. JKUAT Conference 4. International Workshop preparation and progress	Eng. Kamweru
November 2014	1. Progress report 2. JKUAT Conference 3. Finalization of Guidelines 4. MOU 5. International Workshop 6. PV Systems Handover	Mr. Semekiah Ongong'a
December 2014	1. Progress Report 2. International Workshop preparation and progress 3. MOU	Eng. Kamweru
January 2015	1. Progress Report 2. International Workshop preparation and progress 3. MOU 4. Finalization of Guidelines	Eng. Kamweru

JICA 専門家チーム作成

月例会議は、プロジェクト進捗にかかる項目や問題点を議論する場であり、REA が議題を準備し、会議を進行する公式な情報共有の場として機能した。会議の議事録を Attachment B-2 に添付する。

(4) 事業進捗報告書

事業進捗報告書第一号、二号、三号、四号、五号を、半年に一回、JICA とカウンターパート機関へ提出した。

事業進捗報告書の章立ては以下の通りである。

- 1) プロジェクトの概要
- 2) 活動内容
- 3) プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓
- 4) 次期活動計画

2.1.7 合同調整委員会 (JCC)

合同調整委員会 (JCC) において、プロジェクトの進捗、課題、評価についてカウンターパート機関と協議した。開催日程を以下に示す。また、JCC の議事録を Attachment B-1 に示す。

第一回 JCC (2012 年 11 月 30 日)

第二回 JCC (2013 年 10 月 3 日)

第三回 JCC (2014 年 10 月 14 日)

第四回 JCC (2015 年 2 月 13 日)

2.1.8 中間評価と終了時評価

JICA はプロジェクト評価の方法として、5 項目評価基準を採用している。下表は、中間評価および終了時評価の 5 項目評価基準の結果を示したものである。2 つの評価結果について詳細は、それぞれ 4.1 節および 4.2 節に示す。

表 2.1.8 5 項目評価基準による評価結果

Evaluation Item	Midterm Evaluation (October 2013)	Terminal Evaluation (October 2014)
1) Relevance	high	relatively high.
2) Effectiveness	moderate	fair at present
3) Efficiency	low to moderate	fair
4) Impact	too early to evaluate	fair
5) Sustainability	too early to evaluate	fair

JICA 専門家チーム作成

2.2 公共施設の PV システム電化パイロットプロジェクト計画

2.2.1 既存データ・情報のレビュー

MoE&P の FY2005/06 から FY2012/13 のデータによると、MoE&P が PV システムを設置した公共施設とシステムの容量は下表の通りである。

表 2.2.1 MoE&P による PV システムを設置した公共施設と設備容量

Fiscal Year (FY)	Public Institutions (No.)	Total Installed Capacity (kW)
2005/2006	16	39.53
2006/2007	40	158.16
2007/2008	40	158.51
2008/2009	54	64.56
2009/2010	125	260.54
2010/2011	191	430.00
2011/2012	274	524.35
2012/2013	212	439.52
Total	951	2,075.17

出典：MoE&P（JICA 専門家チーム編集）

上表に加え、スペイン政府資金による 380 の公共施設を対象とした PV システム設置事業が実施中である。2014 年 9 月に終了する予定であったが、地方への配電網延伸の為に遅延している。将来的には、配電網延伸対象外の施設リストを確実に整備する事が必要である。また、REA は 2009/2010 会計年度、2010/2011 会計年度に下表に示す通り公共施設に PV システムを設置している。

表 2.2.2 REA による PV システムを設置した公共施設数と設備容量

Fiscal Year (FY)	Public Institutions (No.)	Total Installed Capacity (kW)
2009/2010	34	53.770
2010/2011	31	69.190
Total	65	122.960

出典：MoE&P（JICA 専門家チーム編集）

上に加え、REA は 2013 年にラップトップ事業を開始している。これはケニア政府の号令の下、全ての小学校がラップトップ（ノートパソコン）を導入する為の電源を、配電網延伸と PV システムで供給する事業である。REA は小学校への PV システム調達を 2013/2014 会計年度の第四四半期から実施している。概要は以下の通りである。

- i) PV システム設置対象小学校の数：約 3,000
- ii) 設置開始：2014 年 3 月、設置完了目標：2015 年 6 月
- iii) 設備容量：1,440 W（ラップトップ用電源）+ 240 W（照明用電源）

2.2.2 サイト選定

PVシステムによる電化において、Lot 1では5サイト、Lot 2で6サイトを選定した。選定は系統連系の可能性、社会面、施設とコミュニティの協力意思等を考慮の上、行った。

(1) Lot 1 対象施設

予備調査時にサイト選定の基準を以下の通りとすることを、REA と協議の上決定した。

- ・既存配電網の近傍ではないこと
- ・私設、ミッション系ではないこと
- ・他のドナーの候補地と重複していないこと
- ・安全な環境であること

上の基準に基づき、JICA 専門家チームと REA が協議し、Lot 1 対象 4 施設を下表の通り決定した。位置を巻頭図に示す。

表 2.2.3 Lot 1 で PV システムを設置した公共施設

S. No.	Community	County	District (Sub-county)	Type of Institution
1	Ilkilnyetti	Kajiado	Kajiado Central	Dispensary
2	Iltumtum	Narok	Narok North	Primary school
3	Olemoncho	Narok	Narok South	Primary School
4	Olkinyei	Narok	Narok South	Dispensary

JICA 専門家チーム作成

なお、Kajiado カウンティの Meto Dispensary も当初 Lot 1 対象として含めていたが、設置時に配電線延伸が確認された為、対象から除外した。よって、実施を行ったのは選定した 5 サイトの内、上表の通り 4 サイトである。

Lot 2 対象施設

Lot 2 対象施設も Lot 1 と同様の基準で選定した。Lot 1 地域においても配電線延伸が急速に進むことになった。同様の問題が回避できるよう REA と JICA 専門家チームは十分に確認、協議し、Lot 2 対象施設を選定した。結果、対象となる 6 施設を下表の通り、全て Samburu カウンティより選定した。場所は巻頭図の通り。

表 2.2.4 Lot 2 で PV システムを設置した公共施設

S. No.	Community	County	District (Sub-county)	Type of Institution
1	Tuum	Samburu	North Samburu	Primary school
2	Illaut	Samburu	North Samburu	Primary school
3	Marti	Samburu	North Samburu	Primary school
4	Latakweny	Samburu	North Samburu	Dispensary
5	South Horr	Samburu	North Samburu	Dispensary
6	Angata Nanyokei	Samburu	Central Samburu	Dispensary

JICA 専門家チーム作成

2.2.3 ベースライン調査

(1) 目的

ベースライン調査の目的は、パイロットプロジェクト対象施設とそのサービス圏内にあるコミュニティの社会経済状況に関する基本情報を得ることであった。この情報は施設設計、維持管理計画、財務計画、およびモニタリング指標の設定に用いた。

(2) 調査方法

ベースライン調査は、Lot 1 は 2012 年 11 月¹、Lot 2 は 2013 年 10 月に、JICA 専門家チームが作成した調査票を用いて実施した。調査ではパイロットプロジェクトの対象施設職員、管理委員会、および近隣コミュニティの長老を対象として聞き取りを行った。また、Lot 1 では近隣世帯と地方行政官にも聞き取りを行った。

(3) 主な成果 (Lot 1 及び Lot 2)

- すべての施設で夜間照明としてケロシンランプを使用している。また診療所は LPG を用いたワクチン冷蔵庫を使用している。これらの支出は HSSF ないし FPEF から行われているが、全施設で額が不足している。
- 数施設で稼働中の PV システムがあるが、状態はよくない。運転コストは HSSF や FPEF で支払われているが、金額は不十分である。
- 最も好まれている電気の利用は携帯電話の充電である。1 回の充電費はベースライン調査時から下落し、2013 年 10 月には KSh. 20 であった。
- Lot 1 では Meto、Lot 2 では South Horr 以外安定した携帯電話網がないが、未通地域でも少なからぬ住民が携帯電話を所有している。携帯電話数や充電回数は今後増えると予測される。
- いずれの対象施設にも政府が設立した管理委員会 (MC) がある。MC は施設の運営管理や意志決定の責任を有している。

(4) Lot 1 地区と Lot 2 地区の比較

Lot 1 地区と Lot 2 地区との間には顕著な社会経済的な格差がある。平均収入、世帯あたり携帯電話保有数、携帯電話充電支出、ケロシン購入支出等について Lot 1 地区の平均値を 1 とした場合、Lot 2 各地区は、Tuum のケロシン支出以外は 1 以下である。

(5) 社会開発の視点から見たケニアの旧ディストリクトの分類

本プロジェクトの目的は再生可能エネルギーを用いた公共施設電化モデルの策定であり、ケニアの他の未電化地区でも適用可能でなければならない。モデル適用の対象となるのは国境地帯など遠隔地のカウンティである。JICA 専門家チームは旧ディストリクトの社会経済指標を用い、これら地域を対象に主成分分析を行った。その結果、Samburu ディストリクト (現 Samburu カウ

¹ JET は 5 候補施設で調査を行ったが、そのうち Meto 診療所は設備設置前にキャンセルとなった。

ンティとほぼ同じ) は、Turkana、Mandera、Marsabit などともに「Low human development」と名付けうるグループに入っている。一方 Kajiado 及び Narok は中程度の発展状況に位置づけられた。

2.2.4 ニーズ評価並びに能力評価

(1) 目的及び評価手法

再生可能エネルギーによる地方電化には、関係政府機関が率先して責任を持ち、計画、予算措置、人的資源の配置、ならびに対象施設に必要な支援を提供しなければならない。JICA 専門家チームはこれらに係わる当該機関のニーズと能力の評価を行った。評価においては、ステークホルダーとしての役割に集中して次のような観点をを用いた。

- 公共施設：PV システムの運転、維持管理を技術・財務とも適切に行っているか。
- カウンティおよびサブカウンティの保健省と教育省：対象施設を支援しているか。
- REA：(i) JICA 専門家チームと連携してパイロットプロジェクトを実施しているか。(ii) 施設と関係省庁に技術助言と支援を行っているか、(iii) 維持管理技術の教育を行っているか、(iv) 必要機材と場合によっては資金を供給しているか、(v) 再生可能エネルギーによる電化の価値の理解を高める活動をしているか、そして (vi) 将来的に本プロジェクトで策定するモデルを未電化地区に普及する力があるか。

1) 分析のための準拠枠

能力評価においては、JICA 「Capacity Assessment Handbook (JICA Research Institute, 2008)」に記載されている、テクニカル・キャパシティ、コア・キャパシティ、環境基盤の3要素を適用した。

(2) 対象機関の評価結果

1) REA

REA の主たる業務はケニア地方部に電化された地域を拡大していくことである。REA は優先ニーズとして、(i) スタッフの教育を行うための社会資源、(ii) 再生可能エネルギーに関する意識向上と教育を行うためスタッフの増員を挙げている。REA のニーズは、第一に再生可能エネルギーの持続性を保障するための制度的枠組み、第二に上について、利用者が維持管理するために、再生可能エネルギーに関する意識向上と教育に投資することである。これらを実施する能力について、パイロットプロジェクトを通じて評価した。

2) カウンティ及びサブカウンティ

サブカウンティ²は、2012年-2013年の地方行政改革において各省の地方における第一線の行政組織となった。行政官は、再生可能エネルギーの普及を行うためには、知識のある人的資源、再生可能エネルギーの普及を正規業務にすること、普及機材、そして資

2 当初、評価時はディストリクト

金が必要であると提案している。

3) コミュニティ及びその他のステークホルダー

パイロットプロジェクト対象施設はすべて、維持管理を行う能力が弱いと自己評価している。そのため、最も重要なニーズはPVシステムの運転に関する知識と技能であるとしている。対象施設は施設管理も財務管理も経験と知識がほとんどないことが明らかである。しかし各施設はPVシステムを得ることを強く望んでおり、充電サービスを行う意欲を示している。したがって、対象施設のニーズは、PVシステムの維持管理及び小規模なビジネスを行う能力を高めることである。

(3) 課題

能力評価によれば、すべてのステークホルダーは、普及及び充電サービスのような非技術分野に重点を置いていない。PVシステム管理および組織管理・財務管理が彼らの通常業務と結びついている度合いは非常に低い³。

2.2.5 環境及び社会の現況

(1) Lot 1 パイロットプロジェクト

1) Lot 1 パイロットプロジェクト施設

Lot 1 パイロットプロジェクト施設を下表に示す。

表 2.2.5 Lot 1 パイロットプロジェクト施設

Lot 1 施設			GPS		標高 (m ASL)
County	Community	Facility	Latitude	Longitude	
Kajiado	Ilkilnyetti	Dispensary	S 2.29268	E 37.61312	1,035
	Meto*	Dispensary	S 2.41089	E 36.54955	1,686
Narok	Iltumtum	Primary School	S 1.24511	E 35.95778	1,855
	Olkinyei	Dispensary	S 1.18395	E 35.40691	1,973
	Olemoncho	Primary School	S 1.19849	E 35.28584	1,799

Note: m ASL: meters Above Sea Level

* Meto Dispensary was cancelled in July 2013, just before the installation works, due to grid extension.

JICA 専門家チーム作成

Lot 1 予定地とケニアの保護区及び保全地区等（UNESCO 文化遺産及び自然遺産含む）の位置関係を Attachment N-2 Figure N-2.2.1 に示す。同様に Lot 2 パイロットプロジェクトの予定地と、ケニアの考古学的及び文化的遺跡／施設（UNESCO 文化遺産及び自然遺産含む）の位置関係を同様に Attachment N-2 Figure N-2.2.2 に示す。

3 本プロジェクト開始時には指示書に従い、「再生可能エネルギーの普及のためのニーズや能力」を評価の対象とした。その後パイロットプロジェクトの成果に基づき、各ステークホルダーのより現実的な役割が判明した。

以上から Lot 1 パイロットプロジェクトの各サイトは、これら保護区等の中には位置せずまた相当な距離があることが分かる。

2) Lot 1 予定地周辺の環境及び社会状況

Lot 1 パイロットプロジェクトの各予定地及び近隣の環境及び社会状況を確認するため現地踏査を実施した。踏査結果から各予定地及び周辺には、貴重動植物や少数民族居住地等の存在は確認されなかった。

(2) Lot 2 パイロットプロジェクト

1) Lot 2 パイロットプロジェクト施設

Lot 2 パイロットプロジェクト施設を下表に示す。

表 2.2.6 Lot 2 パイロットプロジェクト施設

(New) Lot 2 Sites			GPS		Altitude (m ASL)
County	Community	Facility	Latitude	Longitude	
Samburu	Tuum	Primary (Boarding) School	N 2.14533	E 36.77296	1,426
	Illaut	Primary (Boarding) School	N 1.86749	E 37.24077	785
	Marti	Primary (Boarding) School	N 1.47290	E 36.71998	1,642
	Latakweny	Dispensary	N 1.54728	E 37.10295	906
	South Horr	Dispensary	N 2.09171	E 36.92031	1,015
	Angata Nanyokei	Dispensary	N 1.31809	E 36.67377	2,155

Note: m ASL: meters Above Sea Level

JICA 専門家チーム作成

2) Lot 2 予定地周辺の環境及び社会状況

Lot 2 パイロットプロジェクトの各予定地及び近隣の環境及び社会状況を確認するため現地踏査を実施した。踏査結果から Lot 1 と同様、各予定地及び周辺に貴重動植物や少数民族居住地等の存在は確認されなかった。

2.3 パイロットプロジェクトの詳細計画

JICA 専門家チームは、パイロットプロジェクトの準備を通じて、ケニアにおける既存 PV システムの多くに主要機器の機能障害が発生していることを確認した。その最大の原因は、PV システムの維持管理に必要な予算がほとんど考慮されていない事にあると評価した。

本プロジェクトのパイロットプロジェクトでは、PV システムの維持管理費を得る一つ的手段として、充電サービスを考えた。公共施設は、充電サービスを提供する事で、周辺住民から収入を得る事ができる。

PV システムの耐用期間の維持管理体制および資金調達構造を確立する事を目的とし、この充電サービスの影響と有効性を検証するために、JICA 専門家チームはシステム設計、維持管理計画、および財務計画からなる詳細計画を作成した。

2.3.1 システム設計

学校や診療所など公共施設は、其々の役割を持った複数の建物から成る。学校の場合、教室、男女別寄宿舎、食堂、職員宿舎等である。診療所の場合は、外来、分娩室、産科病棟、一般病棟、倉庫等となる。電力消費パターンや電力消費量は建物ごとに異なる。よって、各建物の需要を算定し、効率的な個別設計とした。

個別設計の利点は、個別需要に適する PV システムの容量を選択できる事である。また、一つの建物で故障が生じて、他の建物に影響を与える事がない。更に PV システムは複雑な組合せを回避でき、蓄電池などの交換費用を最小化できる。個別 PV システムは集中化の大型システムより、個別の小規模需要に対応できる点で有利である。

Lot 1 では、MoE&P と REA の経験に基づき DC12 V で設計した。設置運用開始後、電圧降下の為、蓄電池が満充電しない問題が生じた。この為、480 W 以上は DC24 V の機器構成としてシステムの修正を行った。

Lot 2 は Lot 1 の経験に基づき、充電サービスと 300 Wh/日以下の消費量の場合を除いて、DC 24 V のシステムで設計した。また、ケニア政府は小学校にラップトップを提供するプロジェクトを開始しており、この事業の為に追加電源を含めた。ラップトップ用の電源は必要な容量と電流が大きいため、DC48 V の設計とした。

各施設の負荷パターンと需要により PV アレイ容量は変わる。よって、負荷と需要、及び負荷の種類と電力供給の重要性の情報が、設計には不可欠である。

(1) PV アレイ容量決定方法

現地調査で負荷パターンと需要算定の為に、現地調査を実施した。Lot 1 では部屋毎の照明ワット数を、部屋面積と照明の要求により決定した。Lot 2 では、1、2 個のワット数の大きい管型蛍光灯ではなく、小型の小ワット数の照明を、同様の明るさが得られるように、スイッチと共に複数設置した。これにより、需要側が必要なだけの照明を使用し負荷を調整できる。

PVの最小必要容量算定には、日射量と係数が重要である。また入札図書作成においては、市場にある製品のPV容量に合わせる必要がある。よって、最小必要容量計算結果と入札図書の指定容量には差が生じる。

その他、システム設計に考慮した点は以下の通り。

- 1) PV容量の決定には、全国平均日射量の代わりに、全国最低平均日射量を用いた。これは全国平均値より10%低い。
- 2) PV容量決定において、REAの慣例ではシステム基本設計係数を70%としている。この係数にどのような補正率と数値が適用されているのかは不明である。Lot 1、Lot 2の設計では慎重側に取り、長期間の運転での問題発生を避けるため、システム基本設計係数を52%とした。これは18%厳しい側の効率である。
- 3) REAの慣例ではPVの傾斜角は決められておらず、設置業者任せとなっている。通常、既存の屋根に添う傾斜と方角に設置されている。よって、同じ施設でもPVの傾斜と方角は建物によって異なっている。Lot 1では、既存の屋根にそう傾斜と方角に設置したが、季節と日射量により、蓄電池の満充電に時間がかかる例が見られた。最悪の場合は満充電されないまま利用されることになる。これを考慮し、Lot 2では年中で発電量が同じになるようにPVの傾斜と方向を定めた。
- 4) PVシステムを設置する地域で雨が一日中継続する事は、雨期でもほとんどない。よって、蓄電池は日射量の低い日をカバーできる最小の容量とした。

上の計算に応じ、各施設のPVシステム設備容量を下表の通り決定した。

表 2.3.1 各施設のPV設備容量

LOT 1			LOT 2		
S. No.	Institutions	Installation Capacity (W)	S. No.	Institutions	Installation Capacity (W)
1	Iltumtum Pry School	3,360	1	Tuum Pry School	5,250
2	Olemoncho Pry School	2,640	2	Illaut Pry School	5,000
3	Ilkilnyeti Dispensary	1,680	3	Marti Pry School	6,750
4	Olkinyei Dispensary	800	4	Latakweny Dispensary	2,500
--	----	---	5	Angata Nanyokei Dispensary	750
--	----	---	6	South Horr Dispensary	500
Total		8,480	Total		20,750

JICA 専門家チーム作成

(2) システムの電圧降下

システム設計ではケーブルの電圧降下を計算し補正する必要がある。電力供給と蓄電池を満充電にする為に、電圧降下の検討が必須である。Lot 1の反省を踏まえ、電圧降下を最小にするために、Lot 2では充電サービスとPVモジュール1枚を用いた場合のみ、システム電圧をDC12Vと

し、他の場合を DC 24 V、ラップトップ事業の場合 DC 48 V とした。電圧降下は、気温、結晶系セルの温度上昇、最小ケーブル径、ケーブルの各セクションの影響を考慮し算定した。

実際は、チャージコントローラの充電電圧は蓄電池電圧に影響される。満充電に近づくにつれ、充電電圧の増加に応じて充電電流は低下する。どの電流がどの蓄電池を充電しているかを特定することはできない。よって安全側に見る為、チャージコントローラを通じて蓄電池に向かう PV アレイからの電流は定格電流であるとして、電圧降下の計算を行った。

PV アレイ容量、蓄電池容量、電圧降下の計算の詳細は、ガイドラインに示す。

2.3.2 維持管理計画

パイロットプロジェクト開始時において、JICA 専門家チームは下記の通りのステークホルダーを特定した⁴。またこれに基づき、ステークホルダー会合でそれぞれの役割を説明した。

- (1) 対象施設：PV システム管理の責任機関
- (2) サブカウンティ（当初はディストリクト、保健及び教育）：対象施設の監督
- (3) MC メンバー：管理実施者
- (4) REA および MoE&P：プロジェクトの共同運営者
- (5) 近隣コミュニティの住民：対象施設の利用者、かつ充電サービスの顧客
- (6) 末端の地方行政官（チーフ、アシスタントチーフ）：施設と周辺コミュニティの間のコーディネーター
- (7) 地方のリーダー（長老）：施設と周辺コミュニティの間のコーディネーター
- (8) JICA 専門家チーム：進行役

2.3.3 財務計画

- (1) Lot 1 の財務収支予測

JICA 専門家チームは、Lot 1 に対するシステム設計および 2012 年 11 月・12 月のベースライン調査に基づいて、Lot 1 の財務計画作成の基本条件を以下の通り設定した。

⁴その後パイロットプロジェクトの実施を通じて、より実質的な責任や役割が判明した。それらについては、2.6.1 項を参照のこと。

表 2.3.2 Lot 1 財務計画の条件

Items	Specified Condition
1. Life Span of Solar PV System	20 years
2. Financial Resource	Income from charging service
3. Expenditure	1). Replacement cost of major equipment: a) Battery : to be replaced each 5 years b) Inverter : to be replaced each 7 years c) Charge controller : to be replaced each 7 years JET estimated replacement cost based on the market prices as of January 2013 and number of equipment in each PV system. The lifetime was estimated as on average under proper O&M conditions. 2). Regular O&M cost : KSh. 3,000/month It is the daily operational expenses which include distilled water, consumables (cable, lining checks, etc.), transportation, etc. 3). Salary for operator : KSh. 3,500 to 4,000/month Operator is required for financial and technical aspects of the system. The monthly salary was discussed and decided by each MC. 4). Miscellaneous cost : 1% of the initial cost
4. Charging Service	1). Operating days : 22 to 26 days/month 2). Number of customers : 20 persons/day 3). Charging fee : KSh. 20 or 30/charging (market price) Only mobile phone charging was taken to simplify the simulation.

JICA 専門家チーム作成

上記の条件に基づいて、2013年4月時点で Lot 1 の財務収支を次頁表の通り予測した。

下表に示される通り、2 施設で黒字、3 施設で赤字と予測された。この赤字を補填するためには、予測に対して 1.7～2.2 倍の充電単価もしくは利用者が必要となる。

表 2.3.3 Lot 1 財務収支の当初予測

Description	Unit	Ilkilnyeti Dispensary	Itumtum Primary School	Olkinyei Dispensary	Olemoncho Primary School	Meto Dispensary	Notes
Given Condition (Designed & estimated by JET)							
a. System Capacity	kW	1.47	2.98	0.74	2.35	1.21	
b. System Initial Cost	Ksh.	1,864,765	3,359,595	1,359,065	2,539,575	1,461,815	
c. Batterie's cost per replacement	Ksh.	240,200	460,700	145,700	346,500	177,200	5 year of lifespan
d. Invertor's cost per replaceemnt	Ksh.	96,000	256,000	82,000	202,000	42,000	7 year of lifespan
e. CC's cost per replacement	Ksh.	102,000	186,000	70,000	149,000	79,000	7 year of lifespan
A Expenditure	Ksh./year	178,973	272,879	142,445	222,839	145,344	(= 1+2+3+4)
1 Replacement Cost	Ksh./year	76,326	155,283	50,854	119,443	52,726	(= f + g + h)
f. Annualized battery cost	Ksh./year	48,040	92,140	29,140	69,300	35,440	(= c / lifespan)
g. Annualized invertor cost	Ksh./year	13,714	36,571	11,714	28,857	6,000	(= d / lifespan)
h. Annualized CC cost	Ksh./year	14,571	26,571	10,000	21,286	11,286	(= e / lifespan)
2 Regular O&M Cost	Ksh./year	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	Estimated by JET
3 Manpower Cost	Ksh./year	48,000	48,000	42,000	42,000	42,000	(= i x j x 12months)
i. Monthly salary per operator	Ksh./month	4,000	4,000	3,500	3,500	3,500	
j. Number of operator	persons	1	1	1	1	1	
4 Miscellaneous	Ksh./year	18,648	33,596	13,591	25,396	14,618	(= b. x 0.01)
B Income from Charging Service	Ksh./year	105,600	124,800	158,400	124,800	158,400	(= e x 12months)
a. Charging Fee							
i). Mobil phone & Lantern	Ksh.	20	20	30	20	30	Market price
ii). Hair cut - Adult	Ksh.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
iii). Hair cut - Child	Ksh.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
b. Daily demand							
i). Mobil phone & Lantern	phone	20	20	20	20	20	Estimated by JET
ii). Hair cut - Adult	head	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
iii). Hair cut - Child	head	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
c. Daily income	Ksh./day	400	400	600	400	600	(= a x b)
d. Expected operation days	days/month	22	26	22	26	22	Estimated by JET
e. Monthly income	Ksh./month	8,800	10,400	13,200	10,400	13,200	(= c x d)
C Profit and Loss	Ksh./year	(73,373)	(148,079)	15,955	(98,039)	13,056	(= B - A)
Breakeven Point							
By Charging Fee	Ksh.	33.9	43.7	27.4	35.7	27.5	Daily demand fixed.
By Daily Demand	phone	33.9	43.7	18.0	35.7	18.4	Charging fee fixed.

Note: Meto Dispensary was cancelled in July 2013, just before the installation works, due to decision of grid extension.

JICA 専門家チーム作成

(2) Lot 2 の財務収支予測

Lot 2 は、対象施設の選定に時間を要したため、実施開始が予定よりも遅れた。このため、Lot 1 の財務状況が明らかとなったが、その充電収入の実績は 4 施設全てで予測を下回っていた。

JICA 専門家チームは、Lot 1 の財務状況、Lot 2 に対するシステム設計および 2013 年 10 月のベースライン調査に基づいて、支出を最小化し、収入の見込みを現実的な水準として、Lot 2 の財務計画作成の基本条件を以下の通り設定した。

表 2.3.4 Lot 2 財務計画の条件

Items	Specified Condition
1. Life Span of Solar PV System	20 years
2. Financial Resource	Income from charging service
3. Expenditure	<p>1). Replacement cost : As same as Lot 1 except unit prices. Market prices as of February 2013 were applied for the estimation.</p> <p>2). Regular O&M cost : KSh. 3,000 /month (as same as Lot 1)</p> <p>3). Salary for operator : Excluded It was identified that salary condition for operators is one of the main causes for the big deficit from the charging service in Lot 1. Therefore, JET planned to appoint only one operator from the engaged personnel for the primary duty in order to avoid additional overhead cost.</p> <p>4). Miscellaneous cost : 1% of the initial cost (as same as Lot 1)</p>
4. Charging Service	<p>1). Operating days : 24 to 28 days/month</p> <p>2). Number of customers : 5 to 8 persons/day</p> <p>3). Charging fee : KSh. 20 or 30/charging (market price) As network of mobile telephone is not sufficient and weaker in Samburu County, haircut service seems more potential than mobile phone charging. Therefore, different charging fees for mobile phone and haircut were set based on market price.</p>

JICA 専門家チーム作成

上記の条件に基づいて、2014年3月時点でLot2の財務収支を以下の通り予測した。

表 2.3.5 Lot 2 財務収支の当初予測

Description	Unit	Latakweny Dispensary	Marti Primary School	Tuum Primary School	Illaut Primary School	South Horr Dispensary	Angata Nanyukei Dispensary	Notes
Given Condition (Designed & estimated by JET)								
a. System Capacity	kW	2.40	6.36	4.92	4.20	0.48	0.92	
b. System Initial Cost	Ksh.	1,684,139	3,467,199	2,654,987	2,584,399	1,133,241	1,114,531	Contract Price
c. Batterie's cost per replacement	Ksh.	235,000	640,000	478,000	408,000	57,000	95,000	5 year of lifespan
d. Invertor's cost per replaceemnt	Ksh.	165,000	510,000	405,000	360,000	50,000	75,000	7 year of lifespan
e. CC's cost per replacement	Ksh.	55,000	135,000	102,000	89,000	20,000	29,000	7 year of lifespan
A Expenditure	Ksh./year	131,270	290,815	230,578	207,587	68,732	81,002	(= 1+2+3+4)
1 Replacement Cost	Ksh./year	78,429	220,143	168,029	145,743	21,400	33,857	(= f + g + h)
f. Annualized battery cost	Ksh./year	47,000	128,000	95,600	81,600	11,400	19,000	(= c / lifespan)
g. Annualized invertor cost	Ksh./year	23,571	72,857	57,857	51,429	7,143	10,714	(= d / lifespan)
h. Annualized CC cost	Ksh./year	7,857	19,286	14,571	12,714	2,857	4,143	(= e / lifespan)
2 Regular O&M Cost	Ksh./year	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	Estimated by JET
3 Manpower Cost	Ksh./year	0	0	0	0	0	0	(= i x j x 12months)
i. Monthly salary per operator	Ksh./month	0	0	0	0	0	0	
j. Number of operator	persons	1	1	1	1	1	1	
4 Miscellaneous	Ksh./year	16,841	34,672	26,550	25,844	11,332	11,145	(= b. x 0.01)
B Income from Charging Service	Ksh./year	31,680	51,840	60,480	51,840	31,680	31,680	(= e x 12months)
a. Charging Fee								
i). Mobil phone & Lantern	Ksh.	20	20	20	20	20	20	Market price
ii). Hair cut - Adult	Ksh.	30	30	30	30	30	30	
iii). Hair cut - Child	Ksh.	20	20	20	20	20	20	
b. Daily demand								
i). Mobil phone & Lantern	phone	5	8	8	8	5	5	Estimated by JET
ii). Hair cut - Adult	head	2	3	3	3	2	2	
iii). Hair cut - Child	head	1	2	2	2	1	1	
c. Daily income	Ksh./day	110	180	180	180	110	110	(= a x b)
d. Expected operation days	days/month	24	24	28	24	24	24	Estimated by JET
e. Monthly income	Ksh./month	2,640	4,320	5,040	4,320	2,640	2,640	(= c x d)
C Profit and Loss	Ksh./year	(99,590)	(238,975)	(170,098)	(155,747)	(37,052)	(49,322)	(= B - A)
Breakeven Point								
By Charging Fee	Ksh.	89.2	123.7	83.3	87.6	45.7	54.3	Daily demand fixed.
By Daily Demand	phone	19.8	43.6	29.7	31.2	10.5	12.3	Charging fee fixed.

JICA 専門家チーム作成

上表に示す通り、6箇所全ての Lot 2 施設で赤字と予測された。この赤字を補填するためには、予測に対して 2.3～6.2 倍の充電単価、もしくは 2.1～5.4 倍の利用者が必要となる。

Lot 1 および Lot 2 の予測結果を踏まえ、JICA 専門家チームは地方電化モデルを構築するために、以下の項目について検討を進める事とした。

- ✓ 充電収入により補填される支出の範囲を確認する。
- ✓ 赤字を解消するために利用できる資金を調査する。

(3) 充電サービスの会計処理の枠組み

パイロットプロジェクトによる充電サービスの財務状況を適切に管理するため、JICA 専門家チームは会計処理手順およびパイロットプロジェクトで必要となる会計書式を作成した。

JICA 専門家チームは、上記の会計処理の管理について、既に診療所および小学校で組織されている管理委員会に委託し、以下の主要人物により運営してもらう事を計画した。

- ✓ 管理委員会の委員長
- ✓ 管理委員会の秘書（看護師長／校長）
- ✓ 管理委員会の会計係
- ✓ 管理委員会により指名されるオペレータ

さらに、これらの主要人物の財務運営上の役割分担を計画した。

JICA 専門家チームは、これら会計処理手順および主要人物の役割分担を、第一回利用者訓練の際に各管理委員会に対して説明し、彼らの実情に合わせて調整しながら、充電サービスの運営を支援した。

2.4 パイロットプロジェクトの実施

2.4.1 環境許可に係る支援

ケニアの環境管理法制度（2.13.4 項および 2.13.5 項参照）が求める環境許可に関する手続きに係る技術支援として、各パイロットプロジェクト実施のための、現地踏査（2.2.5 項参照）、影響の予測、住民協議や環境社会配慮における必要な手続き及び提言を以下の通り実施した。

(1) Lot 1 パイロットプロジェクト

1) プロジェクト・システム構成 (Lot 1)

表 2.4.1 に Lot 1 パイロットプロジェクトの概要を整理する。

表 2.4.1 Lot 1 パイロットプロジェクトの概要

Lot 1 施設			システム構成			
County	Community	Facility	PV Size* (kW)	Inverter	Battery	Lamps
Kajiado	Ilkilnyeti	Dispensary	1.4	DC/AC	Lead-acid	Fluorescent & LED
	Meto*	Dispensary	1.4	DC/AC	Lead-acid	Fluorescent & LED
Narok	Itumtum	Primary School	4.2	DC/AC	Lead-acid	Fluorescent
	Olkinyei	Dispensary	1.1	DC/AC	Lead-acid	Fluorescent
	Olemoncho	Primary School	3.0	DC/AC	Lead-acid	Fluorescent

* The capacities of solar PV system in above table were the initial designs as of Project Description Report submitted to NEMA. After then, due to engineering consideration, the capacities have been modified as appropriately, of which modification application to NEMA have been made as summarized in the item (5) of this Section 2.4.1. The definitive capacity of each Lot 1 project is as shown in Table 2.4.5.

* Meto Dispensary was cancelled in July 2013, just before the installation works, due to decision of grid extension.

JICA 専門家チーム作成

2) Lot 1 パイロットプロジェクト実施による環境及び社会影響の簡易予測

2.2.5 項で整理した環境及び社会のレビュー及び現地踏査から、Lot 1 パイロットプロジェクト実施による環境及び社会への影響を表 2.4.2 に整理する。即ち、自然及び社会環境に関して大きな影響は無いと評価される。

表 2.4.2 環境社会影響の予測 (Lot 1)

環境項目	事業段階	環境社会影響予測 (Lot 1 サイト)					
		Ilkilnyeti D.	Meto D.***	Itumtum P.S.	Olkinyei D.	Olemoncho P.S.	
自然環境	Noise/ Vibration	Construction	In slight degree				
		Operation	No	No	No	No	No
	Air pollution (Exhaust, Dust)	Construction	In slight degree				
		Operation	No	No	No	No	No
	Solid Waste	Construction	No*	No*	No*	No*	No*
Operation		No**	No**	No**	No**	No**	
社会環境	Resettlement/ Evacuation	Construction	No	No	No	No	No
		Operation	No	No	No	No	No
	Educational/ Medical Activities	Construction	In slight degree				
		Operation	No	No	No	No	No
	Living and Traffic Accident	Construction	In slight degree				
		Operation	No	No	No	No	No

Note; D.; Dispensary P.S.; Primary School

* Trash and packaging materials during the construction shall be taken away by contractor(s) to be disposed in compliance with the Environmental Management and Coordination (Waste Management) Regulations 2006.

** Excluding replacement of used batteries, fluorescent tubes and other electrical appliances, which shall be controlled by each facility in compliance with the Environmental Management and Coordination (Waste Management) Regulations 2006 and the Guidelines for E-Waste Management in Kenya

*** Meto Dispensary was cancelled in July 2013, just before the installation works, due to decision of grid extension.

JICA 専門家チーム作成

3) 住民説明及び相談会等 (Lot 1)

Lot 1 パイロットプロジェクト候補施設の選定段階の初期に、ステークホルダーへの説明会等が実施された。この結果、事業への反対意見等は確認されていない。

さらに、Lot 1 施設の選定後、環境社会配慮を含む各 JICA 専門家は関連の調査を実施するため各 Lot 1 予定地を訪問し、その際に関係者と事業実施に関する協議等を実施した。

4) Lot 1 パイロットプロジェクトに係る EIA/EA 手続き及び環境許可

以下の法規により、環境許可を得るために国家環境管理庁 (NEMA) の承認が必要となる。

- ✓ 環境管理調整法 (EMCA: Environmental Management and Coordination Act of 1999)
- ✓ 環境影響評価及び環境監査規則 (EIA/EA Regulation, 2003)

なお、事業内容や規模によっては NEMA の判断により EIA/EA 手続きが除外される。

i. Lot 1 パイロットプロジェクトに係る EIA/EA 手続きの必要性

REA は 2012 年 10 月 31 日付に、Lot 1 各パイロットプロジェクトに対し EIA 手続きが求められる否かの質問を記した公文書を、「事業概要書 (Project Description Report for Lot 1)」を添付し、NEMA 本部に送付した。

2012 年 11 月 14 日に NEMA 本部から REA に対し、Lot 2 の各パイロットプロジェクトは環境許可等の手続きが必要ないとした回答があった。

ii. 付帯条件 (Lot 1)

なお、以下の通り幾つかの付帯条件が NEMA 公文書に明記されている。

However, you are required to:

1. Ensure that you obtain the requisite approvals from the Olkejuado/Narok county Council before commencement of the projects
2. Comply with the relevant principal laws, By-laws and guidelines issued for development of such a project within the jurisdiction of Olkejuado/Narok County Council, Ministry of Energy, Ministry of Lands, Ministry of public works and other relevant Authorities.
3. The proponent shall ensure that all waste material and debris is collected, reused and where need be disposed off as per the Environmental Management and Coordination (Waste Management) Regulations 2006.
4. The proponent shall ensure strict adherence to the provisions of Environmental Management and Coordination (Noise and Excessive Vibrations Pollution Control) Regulations 2009.
5. The proponent shall ensure strict adherence to the Occupational Safety and Health Act (OSHA), 2007.
6. The proponent shall ensure that construction workers are provided with adequate personal protection equipment (PPE) , sanitary facilities as well as adequate training
7. Emphasis must be given to control of dust, noise, vibration, occupational hazards and provision of sanitary facilities to the construction workforce.

(2) Lot 2 パイロットプロジェクト

1) プロジェクト・システム構成 (Lot 2)

下表に Lot 2 パイロットプロジェクトの概要を整理する。

表 2.4.3 Lot 2 パイロットプロジェクトの概要

Lot 2 施設			システム構成			
County	Community	Facility	PV Size* (kW)	Inverter	Battery	Lamps
Samburu	Tuum	Primary (Boarding) School	4.92 kW	DC/AC	Lead-acid	LED
	Illaut	Primary (Boarding) School	4.2 kW	DC/AC	Lead-acid	LED
	Marti	Primary (Boarding) School	6.36 kW	DC/AC	Lead-acid	LED
	Latakweny	Dispensary	2.4 kW	DC/AC	Lead-acid	LED
	South Horr	Dispensary	0.48 kW	DC/AC	Lead-acid	Fluorescent & LED
	Angata Nanyokie	Dispensary	0.72 kW	DC/AC	Lead-acid	Fluorescent & LED

* The capacities of solar PV system in above table were the initial designs as of Project Description Report submitted to NEMA. After then, due to engineering consideration, the capacities have been modified as appropriately, of which modification application to NEMA have been made as summarized in the item (5) of this Section 2.4.1. The definitive capacity of each Lot 2 project is as shown in Table 2.4.6.

JICA 専門家チーム作成

3) Lot 2 パイロットプロジェクト実施による環境及び社会影響の簡易予測

2.2.5 項で整理した環境及び社会のレビュー及び現地踏査から、Lot 2 パイロットプロジェクト実施による環境及び社会への影響を表 2.4.5 に整理する。即ち、自然及び社会環境上大きな影響は無いと評価される。

表 2.4.4 環境社会影響の予測 (Lot 2)

環境項目		事業段階	環境社会影響予測 (Lot 2 サイト)					
			Tuum P.S.	Illaut P.S.	Marti P.S.	Latakweny D.	South Horr D.	Angata Nanyokie D.
自然環境	Noise/ Vibration	Construction	In slight degree	In slight degree	In slight degree	In slight degree	In slight degree	In slight degree
		Operation	No	No	No	No	No	No
	Air pollution(Exhaust, Dust)	Construction	In slight degree	In slight degree	In slight degree	In slight degree	In slight degree	In slight degree
		Operation	No	No	No	No	No	No
	Solid Waste	Construction	No*	No*	No*	No*	No*	No*
		Operation	No**	No**	No**	No**	No**	No**
社会環境	Resettlement/ Evacuation	Construction	No	No	No	No	No	No
		Operation	No	No	No	No	No	No
	Educational/ Medical Activities	Construction	In slight degree	In slight degree	In slight degree	In slight degree	In slight degree	In slight degree
		Operation	No	No	No	No	No	No
	Living and Traffic Accident	Construction	In slight degree	In slight degree	In slight degree	In slight degree	In slight degree	In slight degree
		Operation	No	No	No	No	No	No

Note: P.S. (Primary School) D. (Dispensary)

* Trash and packaging materials during the construction shall be taken away by contractor(s) to be disposed in compliance with the Environmental Management and Coordination (Waste Management) Regulations 2006.

** Excluding replacement of used batteries, fluorescent tubes and other electrical appliances, which shall be controlled by each facility in compliance with the Environmental Management and Coordination (Waste Management) Regulations 2006 and the Guidelines for E-Waste Management in Kenya

JICA 専門家チーム作成

3) 住民説明及び相談会等 (Lot 2)

Lot 2 パイロットプロジェクトの予定施設選定段階の早い段階で、ステークホルダーへの説明会等が実施された。この結果、Lot 2 パイロットプロジェクトにおける予定施設選定の際と同様に、事業への反対意見等は確認されていない。

さらに、Lot 2 施設の選定後、環境社会配慮を含む各 JICA 専門家は関連の調査を実施するため各 Lot 2 予定地を訪問し、その際に関係者と事業実施に関する協議等を実施した。

4) Lot 2 パイロットプロジェクトに係る EIA/EA 手続き及び環境許可

以下の法規により、環境許可を得るために国家環境管理庁 (NEMA) の承認が必要となる。

- ・ 環境管理調整法 (EMCA: Environmental Management and Coordination Act of 1999)
- ・ 環境影響評価及び環境監査規則 (EIA/EA Regulation, 2003)

なお、事業内容や規模によっては NEMA の判断により EIA/EA 手続きが除外される。

i. Lot 2 パイロットプロジェクトに係る EIA/EA 手続きの必要性

REA は 2013 年 12 月 18 日付に、Lot 2 各パイロットプロジェクトに対し EIA 手続きが求められる否かの質問を記した公文書を、「事業概要書 (Project Description Report for Lot 2)」を添付し、NEMA 本部に送付した。

2014 年 1 月 27 日に NEMA 本部から REA に対し、Lot 2 の各パイロットプロジェクトは環境許可等の手続きが必要ないとした回答があった。

ii. 付帯条件 (Lot 2)

なお、以下の通り幾つかの付帯条件が NEMA 公文書に明記されている。

1. Ensure that you obtain the requisite approvals from the Samburu County Government before commencement of the projects
2. Comply with the relevant principal laws, By-laws and guidelines issued for development of such a project within the jurisdiction of Samburu County Government, Ministry of Energy and Petroleum, Ministry of Lands, Housing and Urban Development and Ministry of Transport and Infrastructure and other relevant Authorities.
3. Ensure that all waste material and debris is collected, re used and where need be disposed off as per the Environmental Management and Coordination (Waste Management) Regulations 2006.
4. Ensure strict adherence to the provisions of Environmental Management and Coordination (Noise and Excessive Vibrations Pollution Control) Regulations 2009.
5. Ensure strict adherence to the Occupational Safety and Health Act (OSHA), 2007.
6. Ensure that construction workers are provided with adequate personal protection equipment (PPE) , sanitary facilities as well as adequate training.
7. Emphasis must be given to control of dust, noise, vibration, occupational hazards and provision of sanitary facilities to the construction workforce.

(3) JICA 環境社会配慮ガイドライン(Lot 1 及び Lot 2)

本プロジェクトに適応される JICA 環境社会配慮ガイドライン (2004 年 4 月版) に従い、Lot 1 及び Lot 2 の最終サイト選定後に、REA は JICA 専門家チームによる技術支援の一環としてスクリーニングフォーマットを作成した。各フォーマットは REA により以下の通り承認された。

(Attachment N-1 参照)

- ✓ Lot 1 各パイロットサイトの JICA スクリーニングフォーマットは 2012 年 11 月 28 日付に REA により承認・署名された。
- ✓ Lot 2 各パイロットサイトの JICA スクリーニングフォーマットは 2014 年 2 月 24 日付に REA により承認・署名された。

(4) Lot 1 及び Lot 2 パイロットプロジェクトに係る環境社会配慮に関する提言

Lot 1 及び Lot 2 パイロットプロジェクトは、同様なシステム構成、小規模ソーラーPV の特性 (静的なシステム) や地域社会による管理等の類似性から、両パイロットプロジェクト実施における環境社会配慮への提言は以下に示す通り同じ内容となった。

1) 交通管理/安全

REA もしくは請負業者は、交通事故を避けるため関連の交通法規を遵守するよう運転者への安全運転教育や指示を事前に実施する必要がある。

2) 掲示板、警告板及び警備員

建設時、各パイロットサイトに、掲示板、警告板及び警備員 (必要であれば) は、以下の法規に従いあるいは参考にし、請負業者により設置及び配備される必要がある。

- ✓ 労働安全衛生法 (OSHA: Occupational Safety and Health Act, 2007)
- ✓ 建設現場における掲示板規則 (政府により施行される予定)
- ✓ 建設法案 (法制手続き中)

このため REA は請負業者に掲示板等の設置の確実な実施を指導する。

3) 廃棄物

廃棄物管理は、環境管理調整「廃棄物管理」規則（2006）と関連法規に従い REA 及び／あるいは請負業者が以下の通り実施する必要がある。

i. 建設時:

建設に伴い発生するごみ屑や包装材等は請負業者が持ち帰り、適切に処分する必要がある。このため REA は請負業者に対し廃棄物管理を確実にするよう指導する。

ii. 供用時: (詳細は 2.13.8 項参照)

2.8.7 項記載の通り、使用済み蓄電池、蛍光灯や電気機器は、各施設により管理する必要がある。このため REA は各施設及び関係者と協議をし、こうした廃棄物の管理処理方法の解決策を検討する。

4) 騒音振動

騒音振動の管理は、環境管理調整「騒音及び高振動公害管理」規則（2009）に従い REA 及び／あるいは請負業者が対応する必要がある。なお、供用時に騒音/振動の発生は無い。

5) 労働安全

労働環境、作業状況や衛生施設への対応は、労働安全衛生法（OSHA: Occupational Safety and Health Act, 2007）に従い、REA もしくは請負業者が実施する必要がある。

6) 建設及び使用規則の導入

建設及び使用規則をステークホルダーと請負業者と協議に基づき導入するよう、REA は請負業者を指導する。

- ✓ 各サイトの工期は 10 日前後のため、重作業は週末（土日）に可能な限り集中させる等して、教育や医療活動への悪影響を配慮する。
- ✓ 小学校の授業は通常午前 8 時から午後 3 時 10 分、保健所の活動は午前 8 時から午後 5 時であるため、教育及び医療活動への影響を回避するため毎日（平日）工事時間帯規則の導入を各施設の責任者（教師あるいは保健師）と工事請負人との間で協議する。

(5) パイロットプロジェクトに係る追加的環境配慮措置

1) Lot 1 の PV 容量の変更

各 Lot 1 パイロットプロジェクトの PV 容量の変更（表 2.4.6）に伴い、後日変更があった旨を記した公文書を REA が JICA 専門家チームと協議し作成し、2013 年 6 月 26 日付（文書 No. REA/REN/MRE/T/jm/4）NEMA に送付した。これに対し、NEMA から 2013 年 6 月 27 日付公文書（No. NEMA/5/23/Vol. V）が送付され、変更に関し特段問題なく了解した旨の回答があった。

表 2.4.5 Lot 1 PV 容量の変更

Lot 1 サイト	カウンティ	PV 容量		変更差異
		(1) Initial (W)	(2) Revised (W)	(2)-(1) (W)
Ilkilnyeti	Kajiado	1,400	1,680	280
Meto Dispensary	Kajiado	1,400	1,320	-80
Iltumtum Primary School	Narok	4,200	3,360	-840
Olkinyei Dispensary	Narok	1,100	800	-300
Olemoncho Primary School	Narok	3,000	2,640	-360

Note: - A negative difference shows that the revised capacity is smaller than the initial size proportion
 - A positive difference shows that the capacity of the revised system is bigger than the initial capacity
 - Piloting at Meto Dispensary was cancelled in July 2013.

JICA 専門家チーム作成

2) Lot 1 パイロットプロジェクト建設に係る環境社会配慮実施の確認

Lot 1 各プロジェクト建設に対する環境社会配慮に関する NEMA 付帯条件と JICA 専門家チームの提言内容の実施を求める公文書を JICA 専門家チームとの協議に基づき REA が作成し、建設開始前の 2013 年 7 月 2 日（文書番号 REA/REN/MRE/jm）に Lot 1 請負業者に送付した。

これに対し当該請負業者から 2013 年 7 月 3 日付の文書にて、建設時に求められる環境社会配慮を実施する旨の回答があった。

3) Lot 2 の PV 容量の変更

各 Lot 2 パイロットプロジェクトの PV 容量の変更（表 2.4.7）に伴い、後日変更があった旨を REA は JICA 専門家チームと共に NEMA 本部に相談をした。これに対し NEMA 本部から、2014 年 2 月 25 日付の JICA 専門家チーム宛ての電子メールが送付され、変更に関し特段問題なく変更申請のレター発信は必要ない旨の回答があった。

表 2.4.6 Lot 2 PV 容量の変更

Lot 2 サイト	カウンティ	PV 容量		変更差異
		(1) Initial (W)	(2) Revised (W)	(2)-(1) (W)
Tuum Primary School	Samburu	4,920	5,250	+330
Illaut Primary School	Samburu	4,200	5,000	+800
Marti Primary School	Samburu	6,360	6,750	+390
Latakweny Dispensary	Samburu	2,400	2,500	+100
South Horr Dispensary	Samburu	480	500	+20
Angata Nanyokei	Samburu	720	750	+30

Note: - A positive (+) difference shows that the capacity of the revised system is bigger than the initial capacity

JICA 専門家チーム作成

4) Lot 1 パイロットプロジェクト建設に係る環境社会配慮実施の確認

Lot 2 各プロジェクト建設に対する環境社会配慮に関する NEMA 付帯条件と JICA 専門家チームの提言内容の実施を求める公文書を JICA 専門家チームとの協議に基づき REA が作成し、建設開始前の 2014 年 3 月 24 日に Lot 1 請負業者に送付した。

これに対し当該請負業者から 2014 年 3 月 31 日付の文書にて、建設時に求められる環境社会配慮を実施する旨の回答があった。

2.4.2 PVシステム調達の支援

(1) Lot 1

JICA 専門家チームは下表の通り Lot 1 の PV システム機器の調達を支援した。

表 2.4.7 Lot 1 調達支援の工程

Work schedule	Contents	Responsibility
12th April 2013	Distribution of tender document	JICA office, Kenya
8th and 9th May 2013	Technical evaluation of Lot 1 offer	MoE&P, REA and JET
14th June 2013	Signing of Contract	Contractor/supplier and JICA office, Kenya
Beginning of July 2013	Site inspection and confirmation of installation work	Contractor/Supplier and JET
From 19th July 2013	Installation work at site, operation & maintenance training to local operator	Contractor/Supplier (Inspection by JET and REA)
End of July 2013	Final inspection of system installation and operation	REA and JET

JICA 専門家チーム作成

業者に対し、JICA 専門家チームは蒸留水の補充など維持管理教育の為に、液入り蓄電池を採用すべきとした。また、利用者訓練の為にトレーニングキットの例を示した。

(2) Lot 2

システムの持続性確保と設置作業、サイト場所、容量等の面から、Lot 2 の調達期間は Lot 1 より長く取り、雨期を避けた。Lot 2 の調達支援の工程を下表に示す。

表 2.4.8 Lot 2 調達支援の工程

Work schedule	Contents	Responsibility
Beginning of Dec. 2013	Submission of tender document to JICA Kenya office	JET
2nd week of Dec. 2013	Distribution of tender document	JICA office, Kenya
4th week of Dec. 2013	Submission of tender offer by bidders	Local Contractor/Supplier
14th & 15th Jan. 2014	Technical evaluation of Lot 2 offer	MoE&P, REA and JET
4th week of Jan. 2014	Overall evaluation of Lot 2	JICA office, Kenya
Last week of Jan. 2014	Announcement of evaluation result	JICA office, Kenya
End of Jan. to beginning of Feb. 2014	Negotiation between JICA and selected Contractor/Supplier	JICA office, Kenya
From 1st week of Feb. 2014	Procurement Starts	Bid winner (Contractor/Supplier)
1st week of Feb. 2014	Site inspection and confirmation of installation work	Contractor/Supplier and JET
Middle of Mar. 2014	Inspection of procurements before dispatching to the sites	JET and REA
From middle of Mar. 2014	Installation work at site, operation & maintenance training to local operator	Contractor/Supplier (Inspection by JET and REA)
End of April. 2014	Final inspection of system installation and operation	REA and JET

JICA 専門家チーム作成

調達は上表の通り行った。一方、チャージコントローラと蓄電池は入札図書通りの仕様の機器が設置に間に合わず、他の種類ものを一時的に入れ、後日仕様通りの機器と取りかえる事となった。

2.4.3 第1回ステークホルダー会合

(1) 開催計画

ステークホルダー会合は、パイロットプロジェクトにおいて、制度確立、多様なステークホルダーの参加、ならびに PV システムの持続的 management を行うための活動である。JICA 専門家チームでは各地区計 3 回の会合の開催（設置前、設置直後、パイロットプロジェクト終了時）を計画した。併せて住民向け公聴会も計画した。

(2) 公聴会（住民向け会合）の議題

JICA 専門家チームはコミュニティ住民もパイロットプロジェクトに巻き込んで理解を高めるため公聴会を開催した。目的は、パイロットプロジェクトの説明、充電サービスの説明、Q&A 及び討議である。

(3) 第1回ステークホルダー会合の議題と結果

Lot 1 地区では 2013 年 5 月末から 6 月上旬に公聴会及び第 1 回ステークホルダー会合を開催した。主な結果は以下の通りである。

<Lot 1 地区>

- PV システムの管理主体は管理委員会（MC）。維持管理意欲を表明。
- 管理委員会メンバーは定期的に交代する（2013 年 5 月に交代）。
- 携帯電話の充電料は市場価格かそれ以下に決定。またオペレータを選出。

<Lot 2 地区>

- 全施設で維持管理に対する意欲を表明。
- South Horr 以外は安定した携帯電話用の電波は来ていない。
- 4 地区で充電料を KSh. 20（市場価格）に設定するも一部では、市場価格以下の提案があった。

2.4.4 PV システム設置前の利用者訓練

JICA 専門家チームは、管理委員会およびオペレータの能力を訓練し、充電サービスの適正な財務管理を行うため、各対象施設で利用者訓練を実施した。その概要を Attachment H-1 に添付する。

JICA 専門家チームは、Lot 1 施設に対する第 1 回訓練を 2013 年 5 月に、Lot 2 施設に対する第 1 回訓練を 2014 年 4 月・5 月に、それぞれ 2 日間ずつ実施した。第 1 回訓練の主な内容は、次の通りである。

- i) PV システムの概要と主要機器の交換が必要であることの説明
- ii) 主要機器の交換のために資金を積み立てることの重要性の説明
- iii) 充電サービス用システムの追加設置は、維持管理費用を得るための一つの手段として計画されたことの説明
- iv) 充電サービスの会計処理手順と主要人物の役割分担の説明

v) 主要人物の選任

vi) 複式簿記の演習

各管理委員会は、JICA 専門家チームの説明を受けて、充電サービスを含む PV システムの全体的な責任を取ることに合意した。

次に、会計・財務管理計画専門家は各管理委員会に、充電サービスの単価、1名か2名のオペレータの選定、オペレータの給与、独立した銀行口座の開設について議論し、決定することを求めた。充電単価の設定について、会計・財務管理計画は、既存充電ビジネスの価格よりも安くはならず、同額もしくは高額とすべき事を説明した。また PV システムの財務収支の予測結果を伝え、維持管理費用を捻出するためには、高い単価が望ましい事を説明した⁵。

また複式簿記の演習を通じて、彼らにとってその記録は困難である事が確認された。このため、会計書式を簡略化し、後日改めて各管理委員会にその記載方法を指導した。

2.4.5 PV システム設置作業の検査

(1) Lot 1

Lot 1 の設置作業は機器の輸入が遅れた為に遅延したが、設置後の運転に問題が無い事を JICA 専門家チームが検査で確認した。2013年6月に検査証明書にサインをし、JICA へ提出した。実際の設置作業とオペレータ訓練の実績を下表に示す。

表 2.4.9 Lot 1 設置作業とオペレータ訓練の実績

NO	Name of Institution	Activity	Date
	NAROK		
1.	Iltumtum Primary School	Delivery of materials, installation and training	19/July/2013 - 23/July/2013 28/July/2013 & 29/July/2013
2.	Olkinyei Dispensary	Delivery of materials, installation and training	24/July/2013 & 29/July/2013
3.	Olemoncho Primary School	Delivery of materials, installation and training	25/July/2013 - 27/July/2013
	KAJIADO		
4.	Ilkilnyeti Dispensary	Delivery of materials, installation and training	30/July/2013 & 31/July/2013

JICA 専門家チーム作成

地方における PV システムの運用では利用者訓練が持続性の鍵である。利用者訓練を全ての Lot 1 サイトで業者が実施し、PV キットを用いて各部分の役割を説明した。

(2) Lot 2

当初の Lot 2 の設置予定は 2014 年 3 月であったが、機器の輸入が遅れたため遅延した。また、一旦仕様外のチャージコントローラと蓄電池を設置し、後に業者の負担で仕様通りの機器に交換した。調達の遅れを取り戻す為、設置は 2 グループで下表の通り行った。

⁵ 財務専門家は、Lot 1 施設では、収入はバッテリー・インバータ・コントローラの交換を含む全ての必要経費を補填する必要があると説明したが、その後モニタリング結果に対応して、Lot 2 施設では、収入は通常の維持管理費用を補填するべきと説明した。

表 2.4.10 Lot 2 設置作業とオペレータ訓練の実績

Technical Team (Group 1)		
Tuum Primary School 4 th to 15 th April, 2014	Illaut Primary School 13 th to 23 rd April, 2014	South Horr Dispensary 21 st to 25 th April, 2014
Technical Team (Group 2)		
Marti Primary School 4 th to 17 th April, 2014	Latakweny Dispensary 15 th to 24 th April, 2014	Angata Nanyokei Dispensary 22 nd to 29 th April, 2014

JICA 専門家チーム作成

業者の不十分な作業員の指導や材料の準備不足の為に、当初は設置に混乱が見られた。設置は遅れたものの、2014年5月1日に蓄電池・チャージコントローラ等の暫定機器設置を含めて終了した。仕様通りの機器への交換は2014年8月に行い、再度利用者を訓練し、関連作業を含め2014年9月26日に終了した。材料不足、作業員の再雇用などで交換作業も遅延が生じた。

2.4.6 第2回ステークホルダー会合

JICA 専門家チームは PV システムの供与開始直前、Lot 1 は 2013 年 7 月から 8 月、Lot 2 は 2014 年 5 月に第 2 回ステークホルダー会合を開催した。内容は以下の通り。

- MC のオペレータ選出。
- MC の PV システムの維持管理と充電サービスビジネスを管理する表明
- JICA 専門家チームにより利用開始の宣言
- 必要な利用規則の説明
- 携帯電話等の充電サービスの促進
- Q&A、意見聴取

2.5 パイロットプロジェクトのモニタリング

2.5.1 設置後の利用者訓練

(1) 技術的訓練

PVシステムの持続的な運用の為に、(a) 設置されたPVシステムの理解、(b) 需要者側の調整（デマンドサイドマネジメント）に関する技術的な訓練の実施が必要である。設置時と設置後に各施設の担当者がオペレータを選出し、システム運用の訓練を行う必要がある。技術訓練には少なくとも2日間が必要である。それでも不十分な場合があり、追加訓練を行った。

日常運用の最小要求を満たす技術訓練として、以下の項目を含み実施した。

- ✓ PVの基本原理、機器の各要素の目的と機能、期待されるシステム性能と限界
- ✓ インバータ、断路器、ヒューズの使い方、システムの運用と維持管理
- ✓ 各部品の寿命と部品の供給元
- ✓ PVキットを用いた実践訓練
- ✓ 配線を含む蓄電池の交換、蓄電池への蒸留水の補充とタイミング、蒸留水の供給元
- ✓ チャージコントローラのランプ点灯の意味とランプを元にした負荷・需要管理
- ✓ 故障時の対応（簡易トラブルシューティング）、システムと部品の保証
- ✓ コンシューマユニットの役割と機能
- ✓ ブレーカーのオン・オフ、ヒューズ・ブレーカーの交換
- ✓ マルチメータの使い方と記録

上について系統的な訓練を行ったが、オペレータが実際に必要となる作業を説明のみで理解する事は難しかった。よってLot 2では以下の訓練を追加で実施した。

- (a) 選定したオペレータが設置作業に立ち会い、作業内容と設置された部品や機器を理解するよう求めた。
- (b) 訓練の際に、訓練員の指示で設置作業を補佐するよう求めた。
- (c) 維持管理の手順を理解するため、実際の日常作業を訓練の中で何度も実施した。
- (d) 日常の定期作業で訓練の伝達事項を確認した。

Lot 2では学校からは3、4名が、診療所からは最低2名が訓練に参加した。また、運用開始後、一定期間経過した後に、追加の訓練と支援を行った。学校では、学校代表者または学校管理委員会から1名、先生から1名、及び、充電サービスを行うオペレータ1名が訓練を受けた。診療所では、診療所代表者又は管理委員会から1名、充電サービスを行うオペレータ1名が訓練を受けた。

設置と訓練の後、JICA 専門家チームは再度、需要・負荷調整の方法を含めたシステムの基本事項を説明した。

チャージコントローラと蓄電池は暫定のものだったが、2014年4月に訓練を実施した。それら機器の交換の際、2014年9月に再度訓練を行った。

(2) 財務訓練

JICA 専門家チームは、PV システムの設置後に第 2 回目の利用者訓練を実施した。Lot 1 施設に対する第 2 回訓練を 2013 年 8 月に、Lot 2 施設に対する第 2 回訓練を 2014 年 9 月に、それぞれ 1 日ずつ実施した。利用者訓練の概要を、Attachment H-1 に添付する。

PV システム設置後のモニタリングにより、対象施設の大半がカウンティ事務所に提出すべき月報を提出していない事が判明していた。このため第 2 回訓練では、簡略化した書式の記入方法を復習した上で、月報の作成について集中的に指導した。

また、いくつかの施設で主要人物が交代していたが、維持管理作業および会計の適切な引き継ぎが為されていなかった。主要人物が交代する場合の、適切な引き継ぎに対する特別な配慮が必要である事が確認された。

2.5.2 パイロットプロジェクトのモニタリング

(1) モニタリングについて

1) 目的

モニタリングは持続性を維持するための鍵となる⁶。JICA 専門家がパイロットプロジェクトのモニタリング計画を策定し、JICA 専門家チームが PV システムの供与開始後から 2014 年 11 月のパイロットプロジェクト終了時まで 2 ヶ月に 1 回の頻度で、PV システムの運転、維持、管理のモニタリングとフォローアップを行った。

2) モニタリングの内容

- 組織管理：関係する MC が予想したように機能しているかどうか。
- 技術面：オペレータは PV システムを適切に運転・維持しているかどうか。
- 財務面：MC は収入を得ているか、出納を管理できているかどうか。
- 行動変化：施設利用者の行動は治療や学習において変化したかどうか。
- ステークホルダーの満足：施設職員らは PV システムに満足しているかどうか。
- 関係行政機関の行動変化：PV システムの管理と支援をしているかどうか。

モニタリング計画とモニタリング票は Attachment G-3.1 及び G-3.2 を参照のこと。

6 モニタリング自体は本プロジェクトの PDM ver. 3.1 記載の活動に含まれていないが、多くの指標の基礎となっているため JICA 専門家はモニタリング計画を策定し、ここに結果を報告する。

(2) 財務管理

1) 会計簿

JICA 専門家チームは、各管理委員会の実際の能力に応じ、充電サービス実施前に準備した会計処理手順を修正し、会計書式を簡略化した。パイロットプロジェクトで実際に使用した会計書式を Attachment H-2 に添付する。

JICA 専門家チームは、モニタリング期間を通じて、カウンティ事務所に提出する月報の作成について、各管理委員会を支援した。これらの調整と継続した支援の結果、全ての対象施設は、会計日誌に基づいて帳簿を記録する事ができ、帳簿に基づいて作成した月報を各カウンティ事務所に提出することができた。提出された月報の写しを Attachment H-3 に添付する。

2) 充電サービス

モニタリングの一つの重要な分析は、充電収入が必要な支出をどの程度補填できるかを検証する事であった。充電収入の予測と実績を以下に示す。

表 2.5.1 充電収入の予想と実績の比較

Public Facility	Monthly Average Income (Ksh./month)			Monthly Average Expenditure (Ksh./month)			Balance (Ksh./month)		Daily Average Customer (person)	
	Projection	Actual	Ratio	Projection	Actual	Ratio	Projection	Actual	Projection	Actual
Lot 1										
Ilkilnyeti Dispensary	8,800	4,698	(53%)	7,000	3,430	(49%)	1,800	1,268	20	10.7
Iltumtum Primary School	10,400	7,732	(74%)	7,000	5,029	(72%)	3,400	2,703	20	16.1
Olkinyei Dispensary	13,200	303	(2%)	6,500	19	(0%)	6,700	284	20	0.5
Olemoncho Primary School	10,400	1,480	(14%)	6,500	810	(12%)	3,900	670	20	3.1
Lot 2										
Tuum Primary School	5,040	323	(6%)	3,000	0	(0%)	2,040	323	8	0.5
South Horr Dispensary	2,640	1,116	(42%)	3,000	642	(21%)	-360	474	5	1.9
Illaut Primary School	4,320	437	(10%)	3,000	0	(0%)	1,320	437	8	0.7
Latakweny Dispensary	2,640	653	(25%)	3,000	0	(0%)	-360	653	5	1.1
Marti Primary School	4,320	1,679	(39%)	3,000	64	(2%)	1,320	1,615	8	2.8
Angata Nanyokei Dispensary	2,640	312	(12%)	3,000	0	(0%)	-360	312	5	0.5

Note: Projected amount of the expenditure not include reserve amount for replacement due to comparison purpose.

JICA 専門家チーム作成

上表に示す通り、10箇所全ての対象施設で収入・支出ともに当初予測金額を下回り、その収支はかろうじて黒字を示した。いくつかの施設では、オペレータの不在と管理委員会の能力不足のため、充電サービスが継続的に運営されていなかった⁷。また全ての対象施設で、主要機器の交換に対する積み立てができる財務状況は達成できなかった。

3) 管理委員会に対する支援

JICA 専門家チームは財務管理の能力を向上させるために、以下のように管理委員会を支援した。

⁷ 秘書（校長）でさえ会計書式への記入方法を即座に理解できていない管理委員会が数施設あった。

- i) 会計処理に対する支援：いくつかの対象施設は、複写機のある場所まで行くためにバスを利用する必要があった。JICA 専門家チームは交通費を出して会計書式を複写して利用するのではなく、市販のノートに会計日誌を記録し、支出を軽減する等、経費節減を勧めた。
- ii) 財務収支に対する支援：オペレータの給与が充電サービス会計を圧迫している事が判明したので、JICA 専門家チームは施設の職員をオペレータに指名する事を薦めた。これは充電サービスの収支を好転させたが、オペレータの本業のため、充電サービスの時間が制限された。

管理委員会の充電サービス運営および会計処理活動の要約を Attachment H-4 に添付する。

4) 財務管理に係るその他の確認事項

- 委員長と秘書（看護師長と校長）は、オペレータに対する補助を含み、会計処理を管理する能力はある程度ある。
- 秘書が交代する際に、PV システムの管理を十分に引き継ぐことができない。
- 管理委員会が月報を作成できるようにするためには、複数回の十分な訓練の機会が必要である。

(4) 維持管理

1) Lot 1 地区モニタリングの結果概要

- Olkinyei 診療所以外の 3 地区で PV システムの利用に関する内規を作成し、MC の合意を得た。
- オペレータの勤務態度は良くなく、交代した施設もある。また Iltumtum 以外は維持管理記録を適切に付けていない。
- PV システムと充電サービスに関する報告書を各施設の月例報告書に添付してサブカウンティ事務所に提出している。
- JICA 専門家チームは当初、充電サービスによって維持管理費と更新費を生み出すと期待したが、競争者が多く、収入は予測より遙かに低い。
- 系統が 2014 年初頭に Iltumtum 小学校に到達した。
- Lot 1 全体として、MC とオペレータの維持管理への参加度が低いこと、充電サービスが不活発である。

2) Lot 2 地区モニタリングの結果概要

- South Horr 以外の 5 施設では、PV システム利用に係わる内規を作成し MC の同意を得ている。
- オペレータは Lot 1 地区に比較して良好に運転管理と記録を行っている。
- 携帯電話の電波網がないこと、および貧困度が高いため、充電サービスは不調である。

- Illaut と South Horr の MC は、自身の技術及び財務管理能力が低いと自覚しており、さらなる訓練が必要と考えている。

Lot 1 及び Lot 2 共通の問題として、保健省が診療所に二つ以上の銀行口座開設を認めていないため、JICA 専門家チームが指導していた充電サービス収入のための銀行口座が開設できていないことがあげられる。

2.5.3 利用者との情報共有会合

ステークホルダー会合とは別に JICA 専門家チームは対象施設の職員及び MC メンバーと情報共有会合を行った。内容は、パイロットプロジェクト計画、維持管理に関する補助的な支援などである（議事録は Attachment B-5）。

2.5.4 国およびカウンティ/サブカウンティレベルでの進捗・情報共有会合の開催

(1) 国レベル

JICA 専門家チームは、REA、MoE&P 及び関連省庁とともに第 1 回進捗・情報共有会合を 2014 年 3 月に、また第 2 回会合を 2015 年 1 月に開催した。これら以外にも JICA 専門家チームは保健省や教育省本省と数回にわたる会合を行った（議事録は Attachment B-3）。

(2) カウンティ/サブカウンティレベル

JICA 専門家チームはパイロットプロジェクト期間中に、REA、MoE&P と共に関連するカウンティ/サブカウンティ事務所との進捗・情報共有会合を計 12 回実施した（議事録は Attachment B-4）。REA 職員が Narok カウンティでの第 2 回会合に同行できなかったため、JICA 専門家チームは REA を含めた第 3 回会合を 2015 年 1 月に Narok で実施した。

2.5.5 評価会議

JICA 専門家チームはパイロットプロジェクト終了時の 2014 年 11 月に対象 3 カウンティにおいて評価会議を開催した。目的は、REA と JICA 専門家チームによるパイロットプロジェクトの終了宣言、各施設と MC がパイロットプロジェクト期間中の活動と成果を表明する機会をもつこと、及び PV システムの持続的な利用の認識を高めることにあった。

その結果、全施設からの参加者が PV システムの維持管理に適切に対応するとの発言を行った。しかし同時に、維持管理能力が高くはないという自己評価もあった。Samburu カウンティの会合では、保健省職員がカウンティ事務所は財務及び技術支援を行うと発言する一方、教育省は MC が自身で管理するようにと指示した（議事録は Attachment B-6）。

2.5.6 オーナーシップの引き渡し

JICA 専門家チームによるモニタリング活動は、10 か所のパイロット施設にある PV システムの所有権を JICA から REA への引き渡すことにより、正式に終了した。2015 年 2 月 4 日に

Iltumtum 小学校において象徴的な式典が行われた。この式典において、JICA 本部より正式に REA への引き渡しが行われた。

2.6 太陽光発電による地方電化モデルの策定

2.6.1 ニーズ評価並びに能力評価の更新

JICA 専門家は、パイロットプロジェクトの実施を通じてステークホルダーのニーズと能力を評価し、パイロットプロジェクト終了時に評価結果を更新した。

(1) ニーズ評価及び能力評価の更新結果

1) 財務状況

各施設は HSSF あるいは FPEF として中央政府から予算を受け取って活動を行っているが、その額は必要額には全く不足する。各施設の管理能力を高めるためには、より多くの資金が配分されることが必要である。

2) 対象施設のスタッフ

校長および看護師は MC の秘書である。彼らは管理及び会計帳簿記帳訓練を受けており HSSF や FPEF の帳簿を管理して定期的にサブカウンティ事務所に報告書を提出している。しかし本業多忙のため PV システムの管理を行う十分な時間はない。

3) 管理委員会 (MC)

MC メンバーはコミュニティの住民から選ばれ、施設管理の訓練をほとんど受けておらず、またその仕事の報酬はなきに等しい⁸。またメンバーは 2, 3 年ごとに交代する決まりとなっている。したがって JICA 専門家チームは、遠隔地の MC は PV システムの技術、維持管理についてより多くの能力を向上させる必要があると評価した。

4) オペレータ

オペレータは住民の中から MC が選定し JICA 専門家チームが技術訓練を行った。当初の財務計画では充電による収入でオペレータの給料を賄う計画であったが、収入を圧迫すること、オペレータの能力が予想より低いこと、また数施設で訓練を受けていない人間に交代し業務が停滞していることが、モニタリングにより判明していた。

以上から、施設レベルでのステークホルダーの能力は PV システムを管理するには不十分である。したがって、JICA 専門家チームはシステムの所有者である保健省及び教育省のカウンティ事務所が、技術面および管理面での支援を与えることを奨励した。また Lot 2 ではオペレータ雇用費を HSSF ないし FPEF から支出するよう勧告した。

5) 保健省 および教育省のサブカウンティ事務所

保健省と教育省のサブカウンティ事務所は、日常業務として診療所や学校を管轄しており、他のどの政府機関よりもこれら施設のことを知っている。サブカウンティ保健事務所は全体として PV システムの管理指導を行う意向を示したが、サブカウンティ教育事務所は人材も資金もなく支援は困難と回答した。

8 MC の仕事をした場合昼食費にあたる額を得るのみであり、それも常時ではないとのこと。

6) 保健省および教育省のカウンティ事務所

地方行政改革は未だ途上にあるが、カウンティ事務所が診療所や学校の監督を行う機関である事は確実である。カウンティ政府は国庫から定期的に予算を配布されているが、カウンティ政府がこの予算を公共事業に使う場合には、予算要求書を作成しカウンティ議会に提出して議決を得る必要がある。太陽光発電による電化の対象地域が非常に開発の遅れた貧しい地域であることを考慮すると、維持管理費や更新費はカウンティ政府の責任とすることが妥当である。

7) 保健省 および教育省の本省

両本省は政策策定の役割を担っている。保健省本省は REA と結ぶ PV システムの維持管理に関する MOU の署名者となる一方、教育省本省は学校施設に設置される PV システムの維持管理に関する予算も人材もないため、かかる作業は不可能と認識している。

8) REA

REA の任務は建設及び設置であり、所有者への所有権移転後の維持管理は行わない。したがって、維持管理に関する予算や人材はない。また REA には社会経済分析や参加型開発、組織論の専門家はいない。

以上をまとめると、PV システムの管理監督に係わる政府機関の能力は高いとはいえない。JICA 専門家チームは各カウンティ事務所に対し必要な予算を準備し職員に技術訓練を受けさせること、及び本プロジェクトで策定するモデルを適用するよう提言した。

9) その他

設備を設置するケニア企業の技術能力は低いことが判明した。

2.6.2 効果的な充電サービスの分析

(1) 充電サービスの背景

本プロジェクトの指示書により、JICA 専門家チームは充電サービス機能を付加した複合型システム⁹をパイロットプロジェクトに適用した。これは JICA の『アフリカ地域未電化村における再生可能エネルギー活用促進プログラム(公共施設電化) 準備調査』(2009年)において提案されたモデルである。この報告書では供給側(計画者)の視点のみ述べられており、需要側(住民)の意欲や社会経済状況は記述されていない。本プロジェクトではケニアで初めてこのモデルを現場に適用した。

9 仮称コミュニティソーラーシステム

(2) パイロットプロジェクトにおける活動及び得られた知見

1) 必要な収入額と必要な顧客数

JICA 専門家チームは指示書に従い、複合型システムによる収入を維持管理費及び更新費の主たる財源とする方針でパイロットプロジェクトを開始した。充電収入によってすべての経費をまかなう場合に必要となる携帯電話の最低充電数を把握するため、JICA 専門家は Lot 1 でのパイロットプロジェクト開始前に試算を行った。供給側（必要経費）と需要側（単価×携帯電話数×充電頻度×営業日数）を比較した¹⁰。試算の条件は以下の通り。

- 機器の耐用年数は利用状況によって幅があるため、ここでは JICA 専門家チームの経験値として、蓄電池 4.5 年、チャージコントローラとインバータは 7.5 年とした。
- 太陽光パネルの価格は含めない。
- 各地区で一世帯が所有する平均携帯電話台数、充電頻度、及び週あたり営業日数はベースライン調査及びステークホルダー会合の結果を用いた。
- 顧客は「安定して充電する世帯」すなわち各施設のみで充電する世帯と仮定した。

結果を表 2.6.1 に示す。この推計によれば、学校施設においては必要世帯数が実際の世帯数を上回っており、充電サービスは簡単に成功するとはいえなことが判明した。

表 2.6.1 必要な電話台数及び顧客世帯数

施設	Ilkilnyeti	Itumtum	Olkinyei	Olemoncho
最低充電電話台数/日	29 台/日	35 台/日	15 台/日	34 台/日
安定して充電する最低世帯数	34.8 世帯	65.6 世帯	25.0 世帯	42.5 世帯

JICA 専門家チーム作成

2) 克服すべき課題

充電サービス収入を高める障害となっている要素を、下記の通り推測した。

- 充電サービス自体は一般化しており多くの競合が近隣に存在する。公共施設での充電サービスに優位性はない。また充電価格は市場価格として固定している。
- 公共施設の所有者（省）は、パイロットプロジェクト開始時点では PV システム管理や充電サービス運営に強い意欲や責任を示していない。
- 住民負担を求める声もあったが、所有権を持たない住民に負担を強要することは適切でない。

これらはパイロットプロジェクトにおいて突破口を探して克服すべき課題である。適用した手段は、住民への利用促進と情報拡散、充電で利用できる機器の紹介、そして PV システム所有者（保健省、教育省）の巻き込みである。

10 基本計算は財務専門家が行った。耐用年数についてはこの後再検討を行い、蓄電池 5 年、インバータ及びコントローラは 7 年と設定した。太陽光パネルの価格は含んでいない。なお電話所有数並びに充電頻度はベースライン調査の結果を利用した。

3) 充電サービスの結果

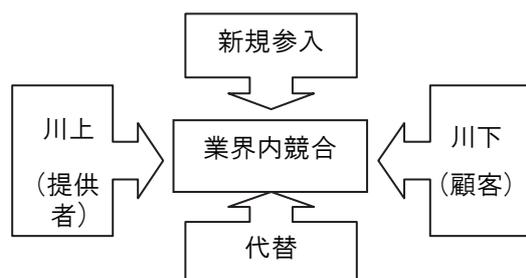
パイロットプロジェクトのモニタリングの結果、充電サービスの収入は維持管理費をまかなうのも困難であることが判明した。それは地域内及び周辺に競争相手がいること、そして民間充電サービス業者の数が増大しているためである。収入と支出内訳は Attachment G-4-1 にまとめた。

4) パイロットプロジェクトから得られた知見

充電サービスに対するニーズやウォンツは低かった¹¹。この結果、JICA 専門家は、充電サービスでは維持管理費¹²をまかなうのは困難という結論を得るに至った。この状況を受け、公共施設の所有者である省が人材や資金の責任を持つべきであるとの考えを強め、JICA 専門家チームは保健省、教育省と維持管理についての話し合いを開始した。

(3) 充電サービス産業の分析（詳細は Attachment G-4-2）。

充電サービスはビジネスであり、損益は需要と供給の関係によって決定する。JICA 専門家チームはまず、よく知られたビジネス分析のツールである Michael Porter の「5つの力分析」手法（図 2.6.1 参照）を用い、充電サービスを分析した。



出典：Porter, M. E. (1980). Competitive Strategy

図 2.6.1 Porter の5つの力モデル

表 2.6.2 充電サービスへの適用

力	充電サービスに及ぼす脅威あるいは魅力の程度
提供者の力	低
代替品の脅威	低 - 中
新規参入の障壁	中
顧客の力	高
業界内競争の強さ	高

JICA 専門家チーム作成

充電サービス業に対して影響を与えているのは、5つの力の中でも特に顧客の力と業界内競争の強さである。顧客の力としては、人口（世帯数）や集落携帯、経済力、民間充電業者との社会関係である。JICA 専門家チームは現況を考慮して、5 km 圏内に 50 世帯あるかどうか、および集落

11 ニーズとは充電したいという願い、ウォンツとは他の場所ではなくここで充電したいという期待。

12 蒸留水や電球購入費、小規模の修理費など。

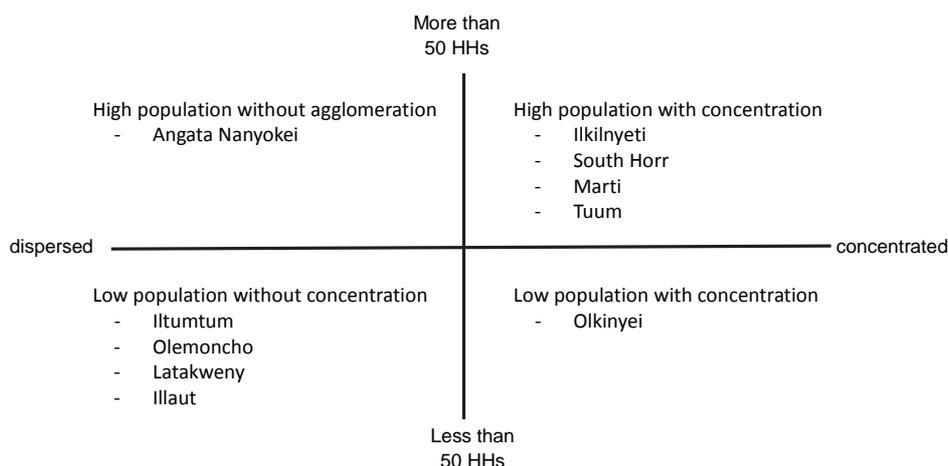
が分散しているか核があるか、の2点、また業界内競争の強さについては、施設の近隣に存在しているかどうか、をサービス業の可能性に関する基本的な判別基準として設定した。

1) 分類と分析

まず JICA 専門家は、パイロットプロジェクト対象施設を、世帯数（5 km 圏内に 50 世帯以上か否か）、集落形態（分散か核があるか）、の基準で分類した（図 2.6.2）。

次に JICA 専門家チームは競争の有無を検討した。その結果、核を持ち世帯数が多い地区（Ilkilnyeti、South Horr、Marti 及び Tuum）は競争が存在する事が明らかになった。一方、このような集落は充電需要が高いことも明らかである。

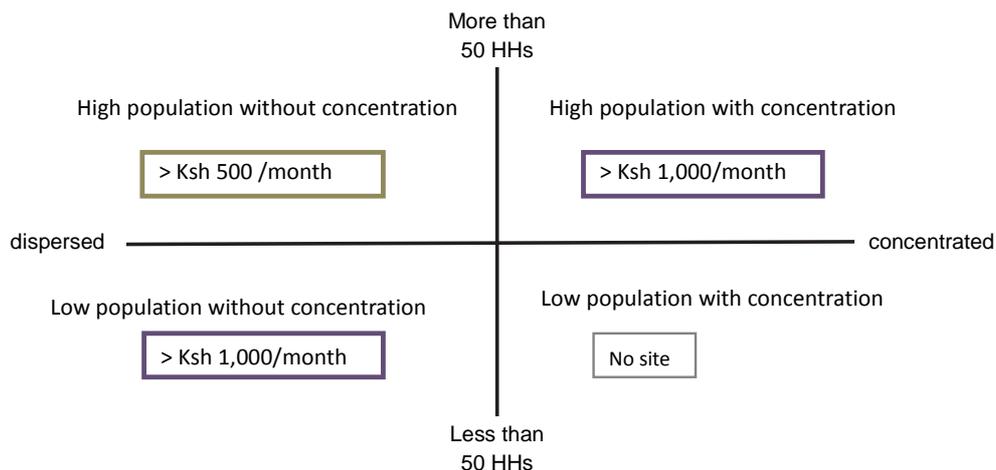
第三のステップとして JICA 専門家チームは次図のそれぞれの象限における充電サービス売り上げを確認した。PV システムを普及するのは発展の遅れた遠隔地が主であることから、Lot 2 のデータを分析に用いた。その結果、集落の核に近い施設では月に KSh. 1,000 以上の収入を得ているのでこれを標準（中間）的なケースとした。South Horr 以外は携帯電話網が到達していないが、もし到達すれば、「ブルー・オーシャン」として新規市場開拓の可能性はある。また散髪は、診療所にも小学校にも重要な収入源である。



注：数値は推計

モニタリング及び視察により JICA 専門家チーム作成

図 2.6.2 世帯数及び集落集約によるパイロット施設の分類



モニタリング及び視察により JICA 専門家チーム作成

図 2.6.3 Lot 2 での集落タイプによる充電サービス月額売り上げ（標準ケース）

2) その他の判別要素

Porter の 5 つの力は外部状況で観察可能である。しかしモニタリング結果からは、MC の管理能力など内部状況も売り上げに影響を与えている事が判明している。MC の自己管理及びオペレータのコントロール能力が重要である。

(5) 充電サービスの意義

1) 充電サービスの便益と最低条件

充電サービスによる収入は、PV システム維持管理のための緊急ニーズや日常経費のために MC が利用する。MC は他の財源に依存することなくシステムの維持管理が可能となるので、MC の自由資金のみならず、資金管理の経験を重ねて社会開発のための能力を高める機会になる。

充電収入は少なくとも初期投資を上まわらなければならない。JICA 専門家の試算によれば、初期投資¹³の O&M 費は KSh. 1,120/月以上である。このことは、各施設がこれを上回る収入を得れば、すなわち標準的なケースであれば、充電サービスは施設にとって便益がある。JICA モデル普及の優先地区となるのはこのような施設である（Attachment G-4 の表 G.4 参照）。このような施設の具体的な条件を把握するため Porter の 5 つの力分析枠等を用いて分析を行ったその結果、South Horr と Marti は初期投資と日常の O&M に必要な額に当たる収入を得ていることが分かった。

この状況をもとに検討した結果、JICA モデル普及対象施設として必要な条件は、

- a) 核となる集落の内部かすぐ近くであること
- b) 5 km 圏内に 50 世帯以上が存在すること

13 充電小屋、発電装置、充電装置

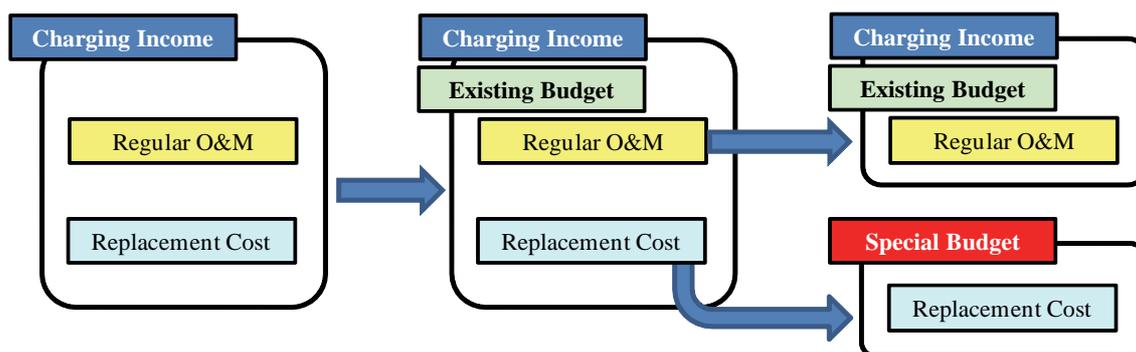
- c) 携帯電話網が近々来ること、及び
- d) 公共施設が民間業者や M-Kopa よりも先に充電サービスを始めること

これらは充電サービスが維持管理、および REA の初期投資を無駄にしないための収入を得ることができる条件を予測したものである。REA および関係省は、充電サービスを伴う太陽光発電による公共施設電化計画を作成・設計する前に、これら要素について調査を行う事が求められる。

2.6.3 財務赤字に対する対策案の検討

JICA 専門家チームは、本章で説明するとおり、パイロットプロジェクトの結果および既存公共预算の適応性を検討した。その結果、未電化地域の公共施設に設置される PV システムの持続的利用を確実にするために、主要機器の交換費用の財源として、中央もしくはカウンティ政府の年次予算に特別予算を設ける必要があるという結論に達した。

以下の図は、充電収入が全ての費用を賄うという当初の考えから始まり、モニタリング結果を経て、提案する財務支援システムに到達した経緯を示している。



JICA 専門家チーム作成

図 2.6.4 政府予算の提案に至る考察経緯

(1) パイロットプロジェクトの財務収支の見直し

JICA 専門家チームは、モニタリングにより得られた月平均収入と月平均支出に基づいて、財務収支予測を以下の通り更新した。

表 2.6.3 Lot 1 財務収支の更新予測

Description	Unit	Ilkilnyeti Dispensary	Itumtum Primary School	Olkinyei Dispensary	Olemoncho Primary School	Meto Dispensary	Notes
a. System Capacity	kW	1.47	2.98	0.74	2.35	Cancelled	
b. System Initial Cost	Ksh.	1,275,420	2,341,160	848,960	1,907,230		Contract Price
A Expenditure	Ksh./year	92,510	183,723	59,363	139,325		(= 1+2+3)
1 Replacement Cost	Ksh./year	76,326	155,283	50,854	119,443		As same as previous.
2 Regular O&M Cost	Ksh./year	41,160	60,348	228	9,720		(= c x 12months)
c. Monthly average expenditure	Ksh./month	3,430	5,029	19	810		Actual average
3 Miscellaneous	Ksh./year	12,754	23,412	8,490	19,072		As same as previous.
B Income from Charging Service	Ksh./year	56,376	92,784	3,636	17,760		(= d x 12months)
d. Monthly income	Ksh./month	4,698	7,732	303	1,480		Actual average
e. Daily demand	Person/day	10.7	14.9	0.7	2.8		Back-calculated value
C Profit and Loss	Ksh./year	(36,134)	(90,939)	(55,727)	(121,565)		(= B - A)
Proportion of Income	Percent	61%	51%	6%	13%		(= B / A)
Breakeven Point							
By Daily Demand	Person/day	17.5	29.4	11.2	22.3		Charging fee fixed.

JICA 専門家チーム作成

表 2.6.4 Lot 2 財務収支の更新予測

Description	Unit	Latakweny Dispensary	Marti Primary School	Tuum Primary School	Illaut Primary School	South Horr Dispensary	Angata Nanyukei Dispensary	Notes
a. System Capacity	kW	2.40	6.36	4.92	4.20	0.48	0.92	
b. System Initial Cost	Ksh.	1,684,139	3,467,199	2,654,987	2,584,399	1,133,241	1,114,531	Contract Price
A Expenditure	Ksh./year	95,270	255,583	194,578	171,587	40,436	45,002	(= 1+2+3)
1 Replacement Cost	Ksh./year	78,429	220,143	168,029	145,743	21,400	33,857	As same as previous.
2 Regular O&M Cost	Ksh./year	0	768	0	0	7,704	0	(= c x 12months)
c. Monthly average expenditure	Ksh./month	0	64	0	0	642	0	Actual average
3 Miscellaneous	Ksh./year	16,841	34,672	26,550	25,844	11,332	11,145	As same as previous.
B Income from Charging Service	Ksh./year	7,836	20,148	3,876	5,244	13,392	3,744	(= d x 12months)
d. Monthly income	Ksh./month	653	1,679	323	437	1,116	312	Actual average
e. Daily demand	Person/day	1.4	3.5	0.6	0.9	2.3	0.7	Back-calculated value
C Profit and Loss	Ksh./year	(87,434)	(235,435)	(190,702)	(166,343)	(27,044)	(41,258)	(= B - A)
Proportion of Income	Percent	8%	8%	2%	3%	33%	8%	(= B / A)
Breakeven Point								
By Daily Demand	Person/day	14.5	38.3	25.1	25.8	6.3	7.0	Charging fee fixed.

JICA 専門家チーム作成

表中に示される通り、パイロットプロジェクトの充電収入は、最高で必要経費の61%、最低で必要経費の2%であった。充電収入により、将来の主要機器の交換費用を含む全ての費用を賄う事は現実的ではない事が示された。

この問題に対処するため、JICA 専門家チームは以下の方策を検討した。

- 1) オペレータの給与を支出から除外する。
- 2) 追加資金として既存公共予算の利用を検討する。
- 3) 中央政府から割り当てられる資金を利用する。
- 4) カウンティ政府から割り当てられる資金を利用する。
- 5) 選挙区開発基金 (CDF) へ申し込み、基金を受け取る。

f) コミュニティあるいは保護者会（小学校の場合）からの寄付を求める。

(2) PVシステムに適用できる既存公共予算

JICA 専門家チームは、公共施設（診療所と小学校）に対する政府の既存公共予算を確認し、公共施設に設置される PV システムの維持管理にそれらを適応できるかどうかを検討した。その結果を以下に要約する。

1) Health Sector Services Fund (HSSF)

四半期ごとに KSh. 27,500 の予算が、各保健所に交付される。使途は診療に要する経費と一般経費である。この一部は、PV システムの維持管理に適応可能である。

2) Free Primary Education Fund (FPEF)

児童当たり KSh. 1,020/年の予算が、各小学校に交付される。使途は教材備品の購入と一般の経費である。この一部は、PV システムの維持管理に適応可能である。

3) Infrastructure Fund

初等・中等学校を対象とする、教室等施設の向上のための予算である。カウンティ全体で年間総額 KSh. 2,000,000 のものである。毎年 2 校が選ばれ、各校 KSh. 1,000,000 が公布交付される。PV システムの維持管理に適応は難しい。

4) 選挙区開発基金(CDF)

地域開発のための予算である。CDF 委員会による採択が必要である。財源は中央政府である。交付は案件ごとに行われ、金額は特に定めはない。PV システムの維持管理に適応は難しい。

5) 地方電化基金

地方電化のための予算である。REA によって管理されているが予算の詳細は不明である（REA は JICA 専門家チームに開示しなかった）。

調査の結果、これらの予算は、審査により予算配分を受けられる施設が限定的であること、毎年継続して予算が確保できないこと、予算規模が PV システムの必要経費に対して僅かであること、等により、地方電化モデルの収入に組み入れる事は不適切であると判断した。

(3) 維持管理のための新予算の必要性

パイロットプロジェクトのモニタリングの結果、充電収入は通常維持管理費用を賄う事は可能であるが、主要機器の交換費用は賄いきれない事が明白となった。一方、診療所および小学校に対する既存公共予算では、赤字を補填するためには不十分である事が確認された。

このような背景の下、JICA 専門家チームは、パイロットプロジェクトによる PV システムの維持管理費用の確保について、REA、MoE&P、保健省、および教育省と協議した。保健施設および学校施設に対する予算確保の状況について、以下に整理する。

1) 保健施設に対する予算

保健省の場合、本省は政策策定の権限のみを持っており、保健施設の運営予算は各カウンティの保健事務所に移管されている。したがって、パイロットプロジェクトの主要機器の交換費用は、各カウンティの保健事務所に拠出を求める必要がある。

JICA 専門家チームは、パイロットプロジェクトの位置する各カウンティの主要人物と協議を行った。各カウンティの保健事務所は、維持管理費用の不足分を支払う意欲を示す積極的な見解を述べた。

各施設の管理委員会は、充電収入を管理し、それらを PV システムの通常維持管理に使用する。現在、管理委員会は、HSSF の分配を受け取るために、四半期毎に HSSF 予算の支出計画を作成し、それをカウンティ保健事務所に提出しなければならない。充電収入の内、銀行口座に預金した金額については、同様の手続きが必要となる。

2) 学校施設に対する予算

教育省の場合、本省は施設インフラのための独自の予算を持っておらず、前述した小学校に分配される FPEF を管理しているのみである。

FPEF は、使用目的別に金額が規定されているが、この中で PV システムの維持管理に利用できる費目の合計金額は、児童一人当たり KSh. 137/年である。これに対象の学校の児童数を掛け合わせた金額が最大予算となる。

一方、中央政府は、2013 年 4 月に新大統領が選出されて以来、ケニアの全ての小学校にラップトップを導入する“ラップトップ事業”を推進している。これにより、全国で 3,000 校以上の小学校に PV システムが導入されつつある。このため、公立学校に導入された PV システムの持続性を検討すべき状況にある。

財務計画なしでは、ラップトップ事業により導入された PV システムは、PV パネルの耐用期間に亘って、継続使用する事ができない。したがって、REA、MoE&P、教育省、国庫、財務省などの関係者が協議する機会が必要である。その協議を通じて、未電化地域の公共教育施設に導入される PV システムの持続的利用のための具体的な解決を見出すことが期待される。

(4) MOU

JICA 専門家チームは、充電収入の限界および新予算の必要性を踏まえて、2014 年 7 月に PV システムの主要機器の交換費用の財源確保に関する MOU 案を準備して REA に提示した。そして REA、保健省、教育省と協議を続けたが、プロジェクト期間中には、MOU 締結に至らなかった。2015 年 1 月末時点の状況は、以下の通りである。

1) REA と保健省との MOU

REA は、2014 年 11 月に MOU 案を保健省に提出した。これを受けて保健省は MOU 案の内部検証を経て、2015 年 1 月末時点で法務長官による審議を受けている。

2) REA と教育省との MOU

REA は当初、保健省と同様に、教育省に向けた MOU 案を準備していたが、2014 年 12 月に小学校に設置される PV システムの維持管理について、REA 自身が責任を持つ意向を示し始めた。

REA は、小学校に導入された太陽光発電設備の維持管理の方法として、サービスコントラクトの導入を検討している。詳細は本事業終了時点で明らかにされなかったが、民間業者への外部委託による四半期ごとの定期点検を想定している。太陽光発電の設備に不具合があった場合、業者が必要経費を見積もり REA に提出することになる。REA は予算として国に KSh.260 百万を申請している状況にある。

MOU 締結・開始する前、ならびにサービスコントラクトが実際に締結された場合は、PV システムの所有権は何れも REA にある。従って故障対応については、REA と教育省のカウンティ・サブカウンティ事務所で連絡を取り合い、必要な維持管理等に対応する。ただし、パイロットプロジェクト施設での具体的な故障については、JET は設置業者に直接連絡するよう指導した。

2.6.4 保健サービス機関のための地方電化モデル

(1) 維持管理モデル

維持管理モデルの目的は、診療所が太陽光発電で生み出された電気を、発電パネルの耐用年数（20-25 年）まで利用できる維持管理体制を示すことである。

1) 関係機関の役割（REA、保健省、カウンティ政府）

<REA、MoE&P>

- REA および MoE&P は PV システムの設置責任者である。保健省本省は全体的な監督を行い、カウンティ保健事務所は維持管理の監督、機材更新およびモニタリング/フィードバックを行う。
- MoE&P は未電化地域での PV システム設置の政策を策定し REA が実施する。REA は設置を行い、カウンティ保健事務所に PV システムを移管する。
- MoE&P と REA は本モデルを効果的に実現するための条件を整える必要がある。未電化公共施設の情報更新が必要であり、その他にはスタッフの拡充が求められる。
- REA は充電サービス施設を設置し、施設が収入を得られるようにする。

<保健省>

- 保健省本省は、MoE&P、REA とカウンティ保健事務所との連携を調整する。
- カウンティ保健事務所は PV システムの所有者である。PV システム全体の運営をコントロールするとともに、維持管理及び更新に必要な十分な予算を準備する。カウンティの技術職員は定期的に PV システムのモニタリングを行い、問題対策を行う。

- 診療所の職員と MC メンバーは、維持管理や充電サービスを行い、記録をとってカウンティ保健事務所に提出する。

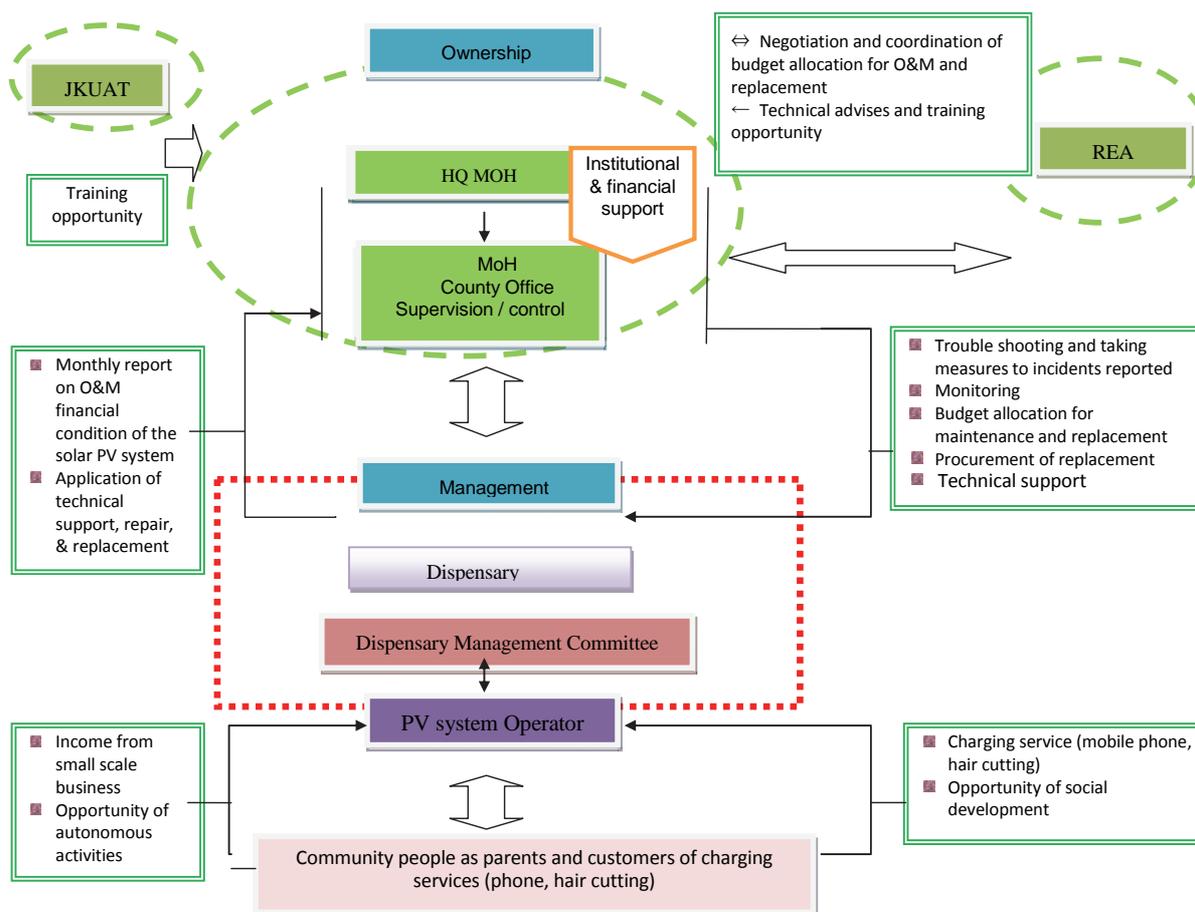
2) 充電サービス

- 充電サービスは診療所 MC が日常のニーズを満たすために使われる。これは PV システムの持続的な利用と MC の自立的な活動に貢献する。
- 可能なサービスは携帯電話の充電、散髪、ランタン充電などである。

携帯電話充電の場合、充電回数は電話網、競合数、施設からの距離などによって決定する。Latakweny 診療所の場合、世帯数= 600、利用世帯率 = 1.0、世帯あたり携帯電話数 = 0.02、週あたり充電回数 = 0.5、充電単価 = 20 であり、収入は週あたり KSh. 120 以下と算定される。

Operation and Management Model for Dispensary

Main Target area: Dispensaries in West Pokot, Samburu, Turkana, Marsabit, Isiolo, Mandala, Wajir, Garissa, Lamu and Tana River counties



JICA 専門家チーム作成

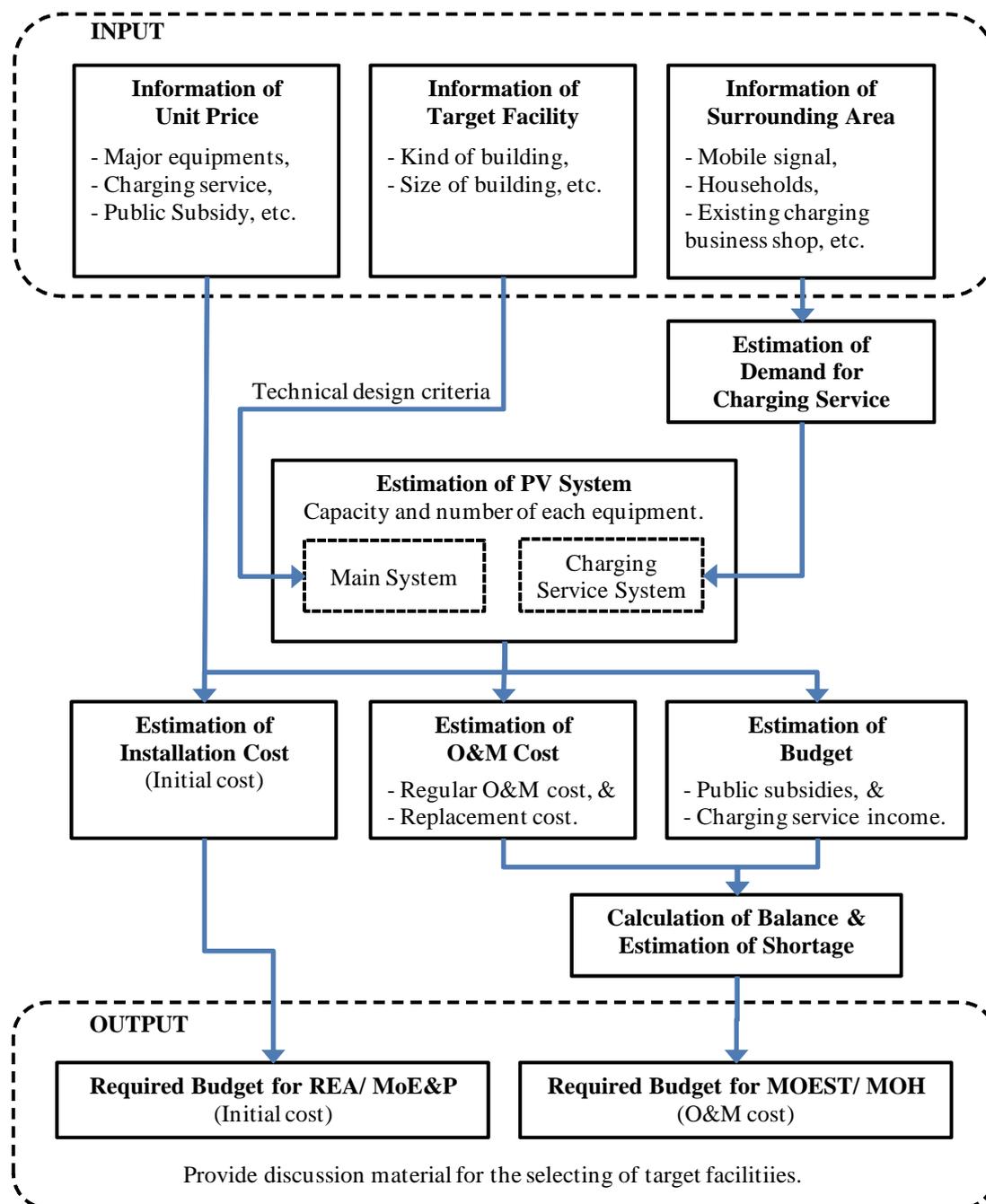
図 2.6.5 診療所の維持管理モデル

(2) 財務モデル

パイロットプロジェクトの結果、未電化地域の公共施設に PV システムが設置される場合、中央もしくはカウンティ政府は、その初期投資費用だけでなく、維持管理費用をも準備する必要性が明らかとなった。

JICA 専門家チームは、PV システムの設置と維持管理のために必要となる予算規模を示す事が、関係省庁との事前協議、およびそれぞれが管掌する予算を確保するために必要かつ重要な情報であると考えた。そこでパイロットプロジェクトの結果に基づいて、必要な予算規模を概算する財務モデルを作成した。

提案する財務モデルの概念図を以下に示す。



JICA 専門家チーム作成

図 2.6.6 PV システムの財務モデル概念図

以下に財務モデルの内容を説明する。

1) PV システムの規模の想定 [REA]

PV システム規模を想定するために、対象施設の各建物の需要を想定する。表 2.6.5 の通り、部屋の目的別に単位電力需要を設定した。また、電力需要の規模に応じて投入する 4 種類のパッケージを表 2.6.6 の通り設定した。

表 2.6.5 想定単位電力需要（保健施設）

No.	Room Type	Unit Power Demand (Wh/day)
D1	Main building	650
D2	Sub-building (max. 2 rooms)	300
D3	Staff quarter (max. 2 rooms) + TV	600
D4	Kitchen	100
D5	Store	50
D6	Security for each building (10 W x 11 hr.)	110

JICA 専門家チーム作成

表 2.6.6 電力需要ごとのパッケージ

No.	Unit Power Demand (Wh/day)	Power Package (cf. Table 3.3.3)
PD1	~ 350	PP0
PD2	~ 700	PP1
PD3	~ 1,400	PP2
PD4	~ 700	Charging Model

JICA 専門家チーム作成

建物に含まれる各部屋の単位電力需要を足し合わせた値を建物の電力需要とする。電力需要を想定したら、それを満たすために必要なパッケージ数を設定する。対象施設の全ての建物について同様に必要なパッケージ数を設定し、それらの合計を対象施設全体で必要とされる PV システムの規模とする。

2) 初期投資費用の想定 [REA]

PV システムの初期投資額は、パイロットプロジェクトの実績に基づいて、以下の式で想定する。

$$P_{IC} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

$$P_2 = P_1 \times 0.25$$

$$P_3 = 130,000$$

$$P_4 = (P_1 + P_2 + P_3) \times \alpha$$

- ここに、
- P_{IC} : PV システムの初期投資額
 - P_1 : 主要機器の調達・据付費用
 - P_2 : 付属機器の調達・据付費用 (P_1 の 25%)
 - P_3 : 充電小屋の建設費 = KSh. 130,000
 - P_4 : 手数料
 - α : 直接経費に対する手数料の割合
(診療所の場合 30% / 小学校の場合 10%)

主要機器の調達・据付費用は、上記で想定される各パッケージの必要数と以下に示す各パッケージの単価を掛け合わせる事により与えられる。

表 2.6.7 各パッケージの主要機器の想定単価

Major Equipment	Lighting Model			Charging Model
	PP0	PP1	PP2	
1. Solar module (120 W)	12,000 (1 unit)	24,000 (2 units)	48,000 (4 units)	24,000 (2 units)
2. Roof mounting structure	1,800	3,500	7,000	3,500
3. Isolator	5,000	5,000	5,000	5,000
4. Charging controller	9,000	9,000	11,000	11,000
5. Battery	19,000 (1 unit)	38,000 (2 units)	54,000 (2 units)	19,000 (1 units)
6. Inverter	25,000	25,000	35,000	25,000
7. DC fuse/breaker	9,200	9,200	9,200	92,000
8. Consumer units	8,500	8,500	8,500	8,500
Total	89,400	122,100	177,600	105,100

Note: The above unit prices have been specified based on the pilot project in 2014. Therefore, these unit prices are needed to update.

JICA 専門家チーム作成

3) 通常維持管理費 [診療所]

通常維持管理費（蒸留水、消耗品、交通費、等）は、パイロットプロジェクトのモニタリング結果に基づいて、以下の式により想定する。

$$P_{OM} = 1,000 + 100 \times N_{BT}$$

ここに、 P_{OM} : 通常維持管理費 (KSh./月)

N_{BT} : 蓄電池数 (台)

4) 主要機器交換費用 [カウンティ保健事務所]

主要機器（蓄電池、インバータ、およびチャージコントローラ）の交換費用は、パイロットプロジェクトの入札実績に基づいて、以下の式により想定する。

$$P_{RP} = P_1 + P_2$$

ここに、 P_{RP} : 主要機器の交換費用

P_1 : 主要機器の調達・据付費用

P_2 : 手数料 (P_1 の40%)

主要機器の想定単価と耐用年数を以下の通り設定した。

表 2.6.8 主要機器の想定単価と耐用年数

Major Equipment	Capacity	Unit Price (KSh./unit)	Equipment Life
Battery			
For lighting model of PP0, 12 V	100 Ah	19,000	5 years
For lighting model of PP1, 12 V x 2 = 24 V	100 Ah	38,000	
For lighting model of PP2, 12 V x 4 = 48 V	200 Ah	54,000	
For charging model, 12 V	100 Ah	19,000	
Charge Controller			
For lighting model of PP0, 12 V	10 A	9,000	7 years
For lighting model of PP1, 12 V x 2 = 24 V	10 A	9,000	
For lighting model of PP2, 12 V x 4 = 48 V	20 A	11,000	
For charging model, 12 V	20 A	11,000	
Inverter			
For lighting model of PP0, 12 V	300 W	25,000	7 years
For lighting model of PP1, 12 V x 2 = 24 V	300 W	25,000	
For lighting model of PP2, 12 V x 4 = 48 V	400 W	35,000	
For charging model, 12 V	300 W	25,000	

Note: The above unit prices have been specified based on the pilot project in 2014. Therefore, these unit prices are needed to update.

JICA 専門家チーム作成

5) 既存公共予算による収入

診療所に対する既存公共予算は、考慮しない。

6) 充電サービスによる収入 [診療所]

パイロットプロジェクトのモニタリングの分析結果に基づき、以下の通り想定する。

表 2.6.9 想定充電サービス収入

Case	Household within 5 km	Village Type	Monthly Revenue (KSh./month)
1	More than 50 HHs	Concentrated or having core area	2,000
2	More than 50 HHs	Dispersed	1,000
3	50 HHs and less than 50 HHs	Concentrated or having core area	1,000
4	50 HHs and less than 50 HHs	Dispersed	1,000

JICA 専門家チーム作成

財務モデルは、PV システムの耐用期間（20 年）に亘る各年に発生する上記の支出（上記の 2）、3）、5）と収入（上記の 5）と 6）のキャッシュフローを得る事ができる。保健施設に PV システムを導入する場合の財務モデル適用例を Attachment H-5 に添付する。

(3) 技術モデル

施設の電力需要と消費パターンを考慮し、保健施設に適用する技術モデルを作成した。

施設で異なった需要を適切に適用する為、PV システムは三つのタイプに分けた。また、モデルでは基本設計係数を 60%とした。一方、Lot 1 及び Lot 2 では基本設計係数を 52%としていた。これは過去に REA が用いていた補正係数の詳細が不明で、長期運用において安全側に見込んだ

為であった。設置後の観察とカウンターパートとの協議に基づき、補正係数を検証し、モデルにおいては60%とした。

1) 照明用 PV システム

実際、PV システムは建物ごとに設置する。照明の容量算定に以下を考慮した。

- a) 通常、保健施設は互いに距離のある複数の建物を含む。負荷パターンは其々の建物で異なる。
- b) 容量の大きい PV パネルを支える強度が既存の屋根にはない場合がある。また一年を通じて屋根の上にかかる影を避ける必要がある。
- c) 全ての建物を接続する複雑な配線は避ける必要がある。また、各建物ごとにシステムを設置することで、故障が生じた際の一斉停電を避ける。これは機器交換費用、特に蓄電池の交換費用を最小にするのに適切である。

職員棟、外来、薬局、分娩室、産科、診断室などでの異なった需要や負荷パターンを考慮した。照明のモデルは三つの異なるパッケージとした。需要が大きい場合、下表のモデルの複数パッケージを組み合わせる。

表 2.6.10 需要に応じた照明モデルのパッケージ

Power Package (PP) Type	PP0	PP1	PP2
Load demand (Wh/day)	Up to 350	350 to 700	700 to 1,400
County minimum average solar irradiation (kWh/day)	5.1	5.1	5.1
Total system design factor	0.6	0.6	0.6
Calculated minimum required PV array capacity (W)	114	229	458
If chosen PV module capacity (W)	120	120	120
DC system voltage (V)	12	24	24
Adjusted PV array capacity (W)	120	240	480
Days of autonomy (days)	3	3	3
Storage battery capacity (Ah)	100	100	200
Charge controller (CC) capacity (A)	10	10	20
Inverter capacity (W)	300	300	400

JICA 専門家チーム作成

2) 充電サービスの為の PV システム

電気器具が用いられていない地方では、需要の算定、将来需要予測が難しい。ケニアの現状の電気使用量は年々増大している。充電サービスモデルはコミュニティの携帯電話、ランタン、シェーバー（散髪用）のための最小電力を満たすものとした。公共施設の PV システムでは、充電サービスの収益をランプやヒューズ、蒸留水など消耗品の交換に用いる。充電サービスモデルの想定需要を下表の通り示す。

表 2.6.11 充電サービスモデルの想定需要パターン

Items	Quantity	Watt (AC)	Use (hr/day)	Total Demand (Wh/day)
Mobile phone	20	2	3	120
Lantern (LED)	20	3	5	300
Hair clipper	1	75	2	150
In House Light (LED)	1	5	4	20
Security Light	1	10	11	110
Total				700

JICA 専門家チーム作成

上の合計需要より、充電サービスモデルの PV アレイ標準容量を下表の通り定めた。

表 2.6.12 充電サービスモデルの PV アレイ容量

Load demand (Wh/day)	Up to 700
County minimum average solar irradiation (kWh/day)	5.1
Total system design factor	0.6
Calculated minimum required PV array capacity (W)	228
Capacity of each PV module (W)	120
DC system voltage (V)	12
Adjusted PV array capacity (W)	240
Storage battery capacity (Ah)	100
Charge controller (CC) capacity (A)	20
Inverter capacity (W)	300

JICA 専門家チーム作成

充電サービスでは、発電した電力のほとんどが昼間に用いられる。よって蓄電池の無日照日を数日間想定する必要はない。このシステムでは、蓄電池は各時間の電力をバランスさせる為、電圧の安定、及び充電小屋の室内照明と安全灯の為に必要である。室内照明と安全灯のみの場合は無日照日を三日間考慮する必要がある。もし公共充電サービスの需要が増えれば、充電システムの追加が必要になる。

3) ワクチン冷蔵庫用 PV システム

現状、オフグリッド地域の保健サービス施設の冷蔵庫は、動力に蓄電池付 PV システムまたは LPG を選択して用いる事ができる形式である。通常、PV システムの蓄電池が寿命になれば、LPG を用いられている。これは単に、蓄電池の定期的な交換は財務上の負担が大きく難しいためである。LPG を用いる場合も、LPG 購入の為に資金が定期的に必要である。

近年、PV システムから直接動力を供給し蓄電池を持たない、WHO が認可したソーラーワクチン冷蔵庫が使用されている。この形式のワクチン冷蔵庫 MKS044 を、本件のモニタリングの為に Lot 1 の Olkinyei 診療所と Lot 2 の Latakweny 診療所に設置した。メーカーは 32°C 以下の気温地域での使用を推奨している。この冷蔵庫の最大 DC 入力電流は 15 A である。Lot 1 では 6.68 A、120 W の PV モジュールを、Lot 2 では 7.0 A、125 W の PV モジュールを導入した。Latakweny 診療所の冷蔵庫は気温が高く、冷却により多くの時間を要した。32°C 以上の地域では、その気候に適した WHO の認可のある製品を用いるべきである。

(4) 利用者の便益を高める支援

利用者の便益を最大化する最も重要なツールは、プロジェクトサイクルを理解し、モニタリング/フィードバックを適用することである。REA 及びカウンティ保健事務所はモニタリング/フィードバックに関する認識を高め、実施組織と予算を準備する必要がある。

2.6.5 学校のための地方電化モデル

(1) 維持管理モデル

維持管理モデルの目的は、学校が太陽光発電で生み出された電気を、発電パネルの耐用年数（20-25年）まで利用できる維持管理体制を示すことである。

1) 関係機関の役割（REA、教育省、カウンティ政府）

<REA、MoE&P>

- REA および MoE&P は PV システムの設置責任者である。教育省本省は全体的な監督を行い、カウンティ教育部は維持管理の監督、機材更新およびモニタリング/フィードバックを行う。
- MoE&P は未電化地域での PV システム設置の政策を策定し REA が実施する。REA は設置を行い、教育省に PV システムを移管する。
- MoE&P と REA は本モデルを効果的に実現するための条件を整える必要がある。未電化公共施設の情報更新が必要であり、そのためにはスタッフの拡充が求められる。
- REA は充電サービス施設を設置し、施設が収入を得られるようにする。

<教育省>

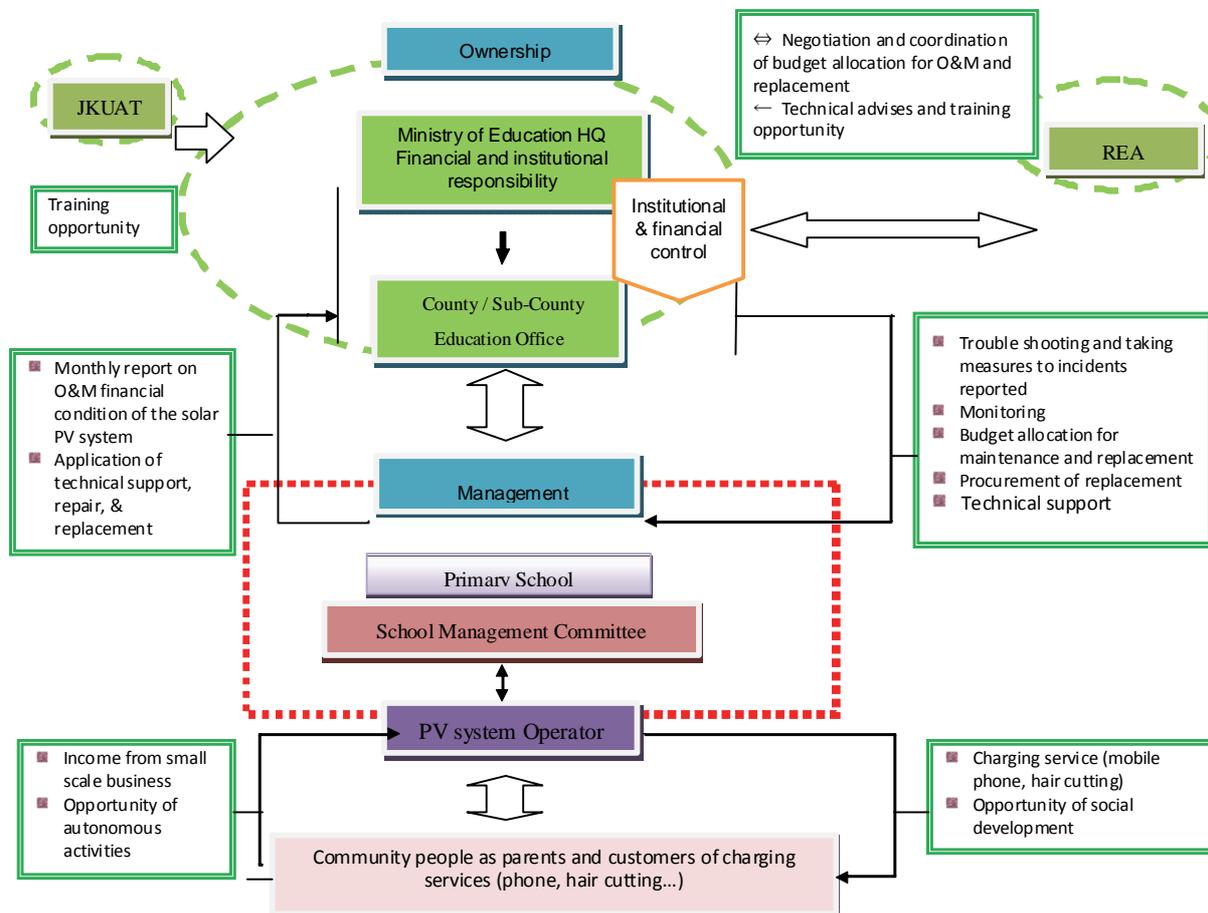
- 教育省本省は、学校 MC の訓練や助言、支援の計画を策定する。学校職員と MC メンバーは維持管理と充電サービスを実施する。カウンティ教育ダイレクターは PV システム全体の運営をコントロールし、本省は維持管理及び更新に必要な十分な予算を準備する。教育省本省はカウンティを通じて全体管理を行い、サブカウンティ事務所はモニタリングと月報の確認を行う。
- 教育省本省職員は太陽光発電に関する十分な知識がないため、JKUAT での研修に参加し知識を得るとともに、モニタリングのための適切な予算を策定する。またカウンティ事務所の職員数が少ないため、能力ある職員を増やす。

2) 充電サービス

- 充電サービスは学校 MC が日常のニーズを満たすために使われる。それは PV システムの持続的な利用と MC の自立的な活動に貢献する。可能なサービスは携帯電話の充電、散髪、ランタン充電などである。

Operation and Management Model for Electrification of Primary School

Main Target area: Primary Schools in West Pokot, Samburu, Turkana, Marsabit, Isiolo, Mandela, Wajir, Garissa, Lamu and Tana River counties



JICA 専門家チーム作成

図 2.6.7 小学校の維持管理モデル

- 携帯充電の場合、充電回数は電話網の有無、競合数、施設からの距離などによって決定する。Itumtum 小学校の場合、世帯数=27、利用世帯率 = 0.9、世帯あたり携帯電話数 = 1.6、週あたり充電回数 = 2.0、充電単価 = 20 であり、収入は週あたり KSh. 1,555 である。同校では散髪収入もあり、週あたりの売り上げは KSh. 2,000¹⁴程度になる。

(2) 財務モデル

学校施設の財務モデルは、保健施設のそれと同様に、関係者の事前協議と予算確保の材料を提供するものである。基本的に 2.6.4 項で説明した保健施設の財務モデルと同様の概念で作成した。

14 同校 MC はオペレータの給料を払わなければならない。

学校施設と保健施設の財務モデルの間で異なる点は、以下の通りである。

1) PV システムの規模の想定 [REA]

PV システム規模の想定手順および電力需要ごとのパッケージは保健施設の場合と同様であるが、小学校に含まれる各部屋の単位電力需要を以下のように設定した。

表 2.6.13 想定単位電力需要 (小学校)

No.	Room Type	Unit Power Demand (Wh/day)
S1	Class room (each room 40W x 4 hr.)	160
S2	Teacher room (Light: 160 Wh/day + Power socket 300 Wh/day)	450
S3	Dining hall (Light 100W x 4 hr + TV 100W x 4hr)	800
S4	Dormitory (Light 80W x 4 hr)	320
S5	Store quarter (max. 2 rooms) + TV	600
S6	Store	50
S7	Security for each building (10 W x 11 hr.)	440

JICA 専門家チーム作成

2) 初期投資費用の想定 [REA]

PV システムの初期投資額は、保健施設の場合と同じ公式を用いるが、パイロットプロジェクトの入札実績に基づき、手数料の割合を 10%としている（診療所の場合は 30%）。

各パッケージの主要機器の想定単価は、保健施設と同様である。

3) 通常維持管理費 [小学校] 保健施設と同様

4) 主要機器交換費用 [教育省/REA] 保健施設と同様

5) 既存公共予算による収入 [教育省]

小学校に対する既存公共予算は、FPEF を考慮する。児童当たりの FPEF の年額 KSh. 1,020 の内、KSh. 64 を PV システムの維持管理費に使用できると想定する。

6) 充電サービス収入 [小学校] 保健施設と同様

学校施設に PV システムを導入する場合の財務モデル適用例を Attachment H-5 に添付する。

(3) 技術モデル

1) 照明及び充電サービスの為の PV システム

施設の電力需要と消費パターンを考慮し、学校に適用する技術モデルを作成した。基本設計係数、容量算定方法、照明用 PV システム形式については、2.6.4 項保健施設モデルと同様である。学校は教室、職員室、寄宿舎、職員寮、事務室、食堂等の設備があり、其々負荷パターンと需要がある。学校の照明モデルのパッケージを 2.6.4 項の表 2.2.11 と同様とした。また充電サービスについても 2.6.4 項と同様である。

2) ラップトップ用 PV システム

PV の容量決定の為、一台当たり電力消費量と使用パターンを把握する必要がある。教育省からの情報を元に、ラップトップモデルの電力供給を下表の通りとした。

表 2.6.14 ラップトップモデルの想定使用パターン

Items	Quantity	Watt (AC)	Use (hr/day)	Peak Demand (kW)	Total Demand (kWh/day)
Laptop	50	25	3	1.25	3.75
Computer for teacher (Administration)	1	50	3	0.05	0.15
Projector	1	230	1	0.23	0.23
Laser printer	1	600	1	0.60	0.60
Total		905		2.13	4.73

教育省の情報を元に JICA 専門家チーム作成

上表のピーク需要 2.13 kW、電力量需要 4.73 kWh/日より、下表の通りラップトップモデルの PV システム容量を設定した。

表 2.6.15 ラップトップモデルの PV アレイ容量

Load demand (kWh/day)	4.73
County minimum average solar irradiation (kWh/day)	5.1
Total system design factor	0.6
Calculated minimum required PV array capacity (kW)	1.545
Chosen PV module capacity (W)	120
DC system voltage (V)	48
Adjusted PV array capacity (kW)	1.92
Days of autonomy (days)	1.5
Total battery capacity (Ah)	200
Charge controller (CC) capacity (A)	40
Inverter capacity (kW)	3.0

JICA 専門家チーム作成

上表より、実際の使用パターンが異なっても、長期間の運用が可能である。PV アレイ容量は 1,545 W であるが、PV モジュールは直列並列で接続する。実際の PV アレイ容量は、算出した最小 PV アレイ容量の他、適切な DC システム電圧、市場入手可能な製品により異なる。よって PV アレイの容量を 1,920 W に調節した。この容量で 5.85 kWh/日の電力供給が可能である。

ラップトップモデルの蓄電池の容量算出について、以下の通り想定した。

- a) ラップトップは平日の昼間用いるため、無日照日は想定しない。
- b) 蓄電池の役割は、電圧の安定と、ある時間の需要に PV アレイ出力が満たない場合に備える事である。
- c) 週末と長期休暇時に蓄電池は用いない。
- d) 交換費用を最小化する。

インバータの規模を決めるのに、参考値としてピーク需要を考慮した。これにはシステム運転時の発生ピーク電力の確認が必要である。全てのノートパソコンは個別の小型電池を有する為、全てのラップトップが同時に最大電力を消費することは非常に稀である。

また、動力系のモーターなどの負荷がシステムに生じるとは考えられない。よって、需要側の管理が行われれば、最小2kWのインバータが適用可能である。

モデルのPV容量、蓄電池容量、ケーブル電圧降下、ケーブル径、補正係数の詳細はガイドラインに示す。

(4) 利用者の便益を高める支援

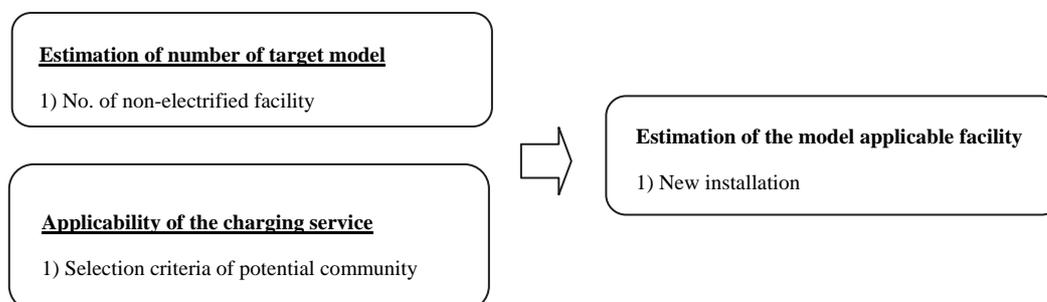
利用者の便益を最大化する最も重要なことは、プロジェクトサイクルを理解し、モニタリング/フィードバックを適用することである。REA及びカウンティ教育事務所はモニタリング/フィードバックに関する認識を高め、実施組織と予算を準備する必要がある。

2.6.6 充電サービスの定量的分析

モデルには2種類の適用がある。新規の太陽光発電設備に充電サービス施設を併設するものと既存の太陽光発電設備に充電サービス施設を併設するタイプが考えられる。

- (1) 公共施設に新設する太陽光発電設備と充電サービス施設
- (2) 太陽光発電による既電化の公共施設に併設する充電サービス施設

モデルを適用することが出来る公共施設数を推定するために、入手したデータをもとに未電化公共施設および太陽光による既電化施設の数を確認する必要がある。また、充電サービスモデルの適用出来る割合を推定する。これらのデータおよび推定値をもとに、モデルを適用できる施設数を推定した。



JICA 専門家チーム作成

図 2.6.8 充電サービスの定量分析のワークフロー

(1) 未電化施設

REAは、未電化公共施設数を集計して年度毎に公表している。JICA 専門家チームは公表済みデータをカウンティ毎に集計をした。カウンティ毎の診療所の施設数は、REAおよび保健省から入手することは出来なかったため、ヘルスセンターの数から推定した。ケニアには、全国で診療所が2954施設、ヘルスセンターは682施設ある。診療所とヘルスセンターの比率は4.33倍となる。カウンティ毎の未電化の診療所の数は、未電化ヘルスセンター数を4.33倍して推定したものである。未電化施設のデータはREAから入手したものである。小学校のデータは、カウンテ

ィ毎のデータが既存する 2013 年度のものを用いている。中学校およびヘルスセンターについては、2014 年度のデータを用いている。未電化公共施設の数を表 2.6.16 に示す。

表 2.6.16 未電化公共施設数

No.	County	Non-electrified Facility			
		Primary Schools (July 2013)	Sec. School/ Polytechnics (Sep 2014)	Health Center (Sep 2014)	Dispensary (Estimation)
1	BARINGO	266	44	89	385
2	BOMET	269			
3	BUNGOMA	471	88	45	194
4	BUSIA	144	29	28	121
5	ELGEYO_MARAKWET	259	22	40	173
6	EMBU	170	29	23	99
7	GARISSA	79	13	26	112
8	HOMABAY	493	107	80	346
9	ISIOLO	33			
10	KAJIADO	256	25	38	164
11	KAKAMEGA	237	50	25	108
12	KERICHO	245			
13	KIAMBU	201	59	30	129
14	KILIFI	367	69	56	242
15	KIRINYAGA	184	18	12	51
16	KISII	127			
17	KISUMU	210	29	34	147
18	KITUI	839	63	49	212
19	KWALE	248	25	34	147
20	LAIKIPIA	256			
21	LAMU	50	13	27	116
22	MACHAKOS	553	46	38	164
23	MAKUENI	548	186	173	749
24	MANDERA	98	16	15	64
25	MARSABIT	111			
26	MERU	474			
27	MIGORI	255	13		
28	MOMBASA				
29	MURANGA	181	21	9	38
30	NAIROBI		8	3	12
31	NAKURU	328			
32	NANDI		127	196	848
33	NAROK	372			
34	NYAMIRA	282			
35	NYANDARUA	480	55	26	112
36	NYERI	58	14	6	25
37	SAMBURU	120	14	45	194
38	SIAYA	255	23	25	108
39	TAITA_TAVETA	67	6	1	4
40	TANA_RIVER	129	6	21	90
41	THARAKA	209			
42	TRANS_NZOIA	158	19	8	34
43	TURKANA	251	42	132	571
44	UASIN_GISHU	238			
45	VIHIGA	154			
46	WAJIR	66	21	79	342
47	WEST_POKOT	272	48	74	320
	(N/A)	1			
	TOTAL	11,064	1,348	1,487	6,421

JICA 専門家チーム作成

(2) 太陽光発電による既電化施設

太陽光発電による既電化施設を表 2.6.17 に示す。太陽光による既電化施設のデータは、REA と MoE&P から入手したものである。ラップトップ事業による太陽光発電施設数は、据付済および計画が決定した施設数である。MoE&P のプロジェクトで導入された施設数は、2005 年度から 2012 年度の数を集計し、カウンティ毎に分類したものである。スペインプロジェクトの詳細は入手できていないが、既に 280 施設に導入されている。

表 2.6.17 太陽光発電による既電化公共施設数

No.	County	Electrified by Solar PV				
		Solar PV under Laptop Program (19 Jan 2015)	MoE&P (2005/2006 - 2012/2013)			
			Primary Schools	Secondary Schools	Dispensary	Health Center
1	BARINGO	167	26	8	22	2
2	BOMET					
3	BUNGOMA					
4	BUSIA					
5	ELGEYO_MARAKWET	17		9	3	
6	EMBU	5		5	5	
7	GARISSA	121	17	12	25	3
8	HOMABAY		1		5	
9	ISIOLO	24	6	6	11	
10	KAJIADO	180	3	1	5	1
11	KAKAMEGA					
12	KERICHO					
13	KIAMBU					
14	KILIFI	28	2	3	4	
15	KIRINYAGA					
16	KISII					
17	KISUMU					
18	KITUI	347	3	25	28	4
19	KWALE	41	1	5	9	
20	LAIKIPIA	54	4	9	18	2
21	LAMU	55		3	10	1
22	MACHAKOS	36	1	3	6	
23	MAKUENI	53		30	8	4
24	MANDERA	132	5	10	8	1
25	MARSABIT	79	12	15	24	6
26	MERU		2	1	3	2
27	MIGORI					
28	MOMBASA					
29	MURANGA					
30	NAIROBI					
31	NAKURU	6				
32	NANDI	1		1		
33	NAROK	197	9	9	16	4
34	NYAMIRA					
35	NYANDARUA					
36	NYERI					
37	SAMBURU	107	24	4	17	1
38	SIAYA			1		1
39	TAITA_TAVETA	6		4	1	
40	TANA_RIVER	102	1	6	13	1
41	THARAKA	42	2	6	4	
42	TRANS_NZOIA					
43	TURKANA	264	53	15	30	4
44	UASIN_GISHU					
45	VIHIGA					
46	WAJIR	143	4	8	20	1
47	WEST_POKOT	167	33	12	8	6
	(N/A)					
	TOTAL	2,374	209	211	303	44

JICA 専門家チーム作成

(3) 充電サービスの適用性

本報告書 2.6.2 に記載したとおり、JICA 専門家チームは充電サービスが成果を生む基準を「充電収入が初期投資を上回ること（月額 KSh. 1,120 以上）」と設定した。この基準により、対象となる公共施設選定のための条件を特定した。予測期間は、再生可能エネルギーによる地方電化マスタープランがないことから短期間のみの予測とし、最大 5 年間とした。次に定量的予測を行うための分析枠として、Michael Porter の 5 つの力のうち充電サービスに影響を与える、代替品の脅威、顧客の力、および業界内競争の強さの 3 要素を用いた。

Lot 2 のモニタリング結果に基づいて検討した結果、月額収入が KSh. 1,000 を超えるのはおおよそ対象施設の 7% に相当するという結果になった。すなわち、代替品の脅威が低い地区が 2/3、顧客が見込まれるのは 2/6、そして携帯電話網が存在するのも 2/6 の頻度で発生している。したがって 3 要素全体の出現率は 2/27（約 7%）となる。

表 2.6.18 充電サービスの実施可能性の分析

Porter' Five Force Factors	Actual situation	Potential of sound business (learning from Pilot Project)
Threats of substitute produces or service	<ul style="list-style-type: none"> ● M-Kopa ● Financial support from the government and NGOs to the community¹⁵ 	2/3 (i.e. other than South Horr, Angata Nanyokei)
Bargaining power of customers	<ul style="list-style-type: none"> ● More than 50 HHs within 5km radius ● Having core area just adjacent to the facility 	Household 4/6 (i.e. other than Illaut, Latakweny) Core 3/6 (i.e. Illaut, Latakweny, Angata Nanyokei) Frequency 4/6 × 3/6 = 1/3
Intensity of competitive rivalry	<ul style="list-style-type: none"> ● Where mobile phone network starts prior to the electrification, lots of private service providers. ● If electrification starts a few years prior to the network, little competitors. 	Mobile phone reaching 2/6 (i.e. South Horr, Marti)

JICA 専門家チーム作成

(4) モデルが適用可能な施設数の推定

モデルの適用可能な割合は、7%と推定した。そのため、太陽光発電設備の新規設置および充電施設の併設の対象施設数は、診療所が 449 施設、ヘルスセンターが 104 施設と推定された。小学校と中学校は、REA と MoE&P により全施設が電化される予定であるため、新規に電化する施設はない。モデル適用が可能な新規施設数は、553 施設と推定される。

¹⁵ Olemoncho では住民の土地を政府が野生動物保護のために利用している。政府は土地代を地主に支払っており、地主はその収入で PV システムを購入し、自身や親戚知人の携帯電話の充電を行うようになった。

表 2.6.19 モデル適用可能な公共施設数の推定数（施設電化+充電サービス施設）

	No. of non-electrified facility	Applicable number of facility
Dispensary	6,421	449
Health Center	1,487	104
Total	7,908	553

JICA 専門家チーム作成

下表は、太陽光発電による既電化施設および電化が計画されている施設数を示している。本モデルは、太陽光発電による既電化施設に充電施設を併設するものである。モデルの適用可能数は、小学校で 180 施設、中学校で 14 施設、診療所で 21 施設、ヘルスセンターで 3 施設になる。また、スペインプロジェクトで 280 公共施設に太陽光発電が導入されている。これに対するモデル適用可能数は 19 施設になる。合計で、237 施設がモデルの適用可能数になると推定される。

表 2.6.20 モデル適用可能な公共施設数の推定数（充電サービス施設のみ）

	No. of solar PV electrified facility	Applicable number of facility
Primary School	2,583	180
Secondary School	211	14
Dispensary	303	21
Health Center	44	3
Spanish Project	280	19
Total	3,421	237

JICA 専門家チーム作成

2.6.7 PV システムのガイドライン・マニュアル

(1) 公共施設の PV システムガイドライン

Lot 1、Lot 2 設置での教訓、及び既存 PV システムの視察の教訓を元に、将来の PV システムの為の適切な設計手順をガイドラインの中で明確にする必要がある。運用後一定期間が経過すれば、故障や自然の影響、維持管理の不足による技術的問題が発生する可能性がある。

詳細はガイドライン“Guideline for Solar PV System for Public Institutions (Health Institutions and Schools)”に示した。ガイドライン策定においてカウンターパートと頻繁に議論し、その過程で技術移転を行った。PV システムのガイドラインは主にシステム設計、調達、設置、維持管理、系統接続後の修正を含む。

(2) PV システム運用マニュアル

利用者が設置された PV システムを理解する為、及び、維持管理の必要事項を参照する為の PV マニュアルを Attachment F-1 及び F-2 の Annex 1 の通り作成した。まず Lot 1 設置の間にマニュアルを作成し、各施設に分配した。Lot 2 で設置した PV システムに合わせてマニュアルを改訂し、利用者に配布した。

マニュアルは、独立型 PV システムの基本、公共施設に設置されるシステムについて、及び、充電サービスについての記述を含む。地方のオペレータが理解しやすいよう、多くのイラストを用意した。充電サービスの運用の為に、オペレータは技術面だけではなく会計面運営面も学ぶ必要がある。よって運営、会計面もマニュアルに含めた。

2.7 太陽光発電の技術移転

2.7.1 維持管理分野での技術移転と方法、および結果

REAには社会科学、特に社会開発やプロジェクトマネジメントを専門とする職員がいない。この状況に対しJICA専門家は、REAスタッフにOJTの形で技術移転を行うこととした。指名された職員に対し、ベースライン調査、ステークホルダー会議や評価会議への同行を求めた。結果として、延べ11人が第1回ステークホルダー会合、延べ6人が評価会議に参加した。ソフトコンポーネント分野を専門とする職員はいないものの、JICA専門家チームは、彼らがこの分野に関し意味ある経験を得たと評価しており、今後の業務に活かしていくことを期待している。

2.7.2 財務部門の技術移転の方法と成果

財務部門の技術移転は、当初、PVシステムの耐用期間の維持管理費とそのキャッシュフローの予測ができるようにする事を目的と考えていた。REAは財務担当のカウンターパートを指名したが、彼らは他業務に忙殺されていたため、座学による技術移転は実施できなかった。

JICA専門家は、REA職員が利用者訓練に同行する事を要求し、その結果、Lot1の第1回利用者訓練に2名が、Lot1の第1回利用者訓練に計4名のREA職員が同行した。しかし利用者訓練に同行したREA職員は、いずれもその専門が財務以外であったため、技術移転の成果は限定的だった。

2.7.3 技術部門の技術移転の方法と成果

2012年のLot1のサイト調査にはREAのPV担当のカウンターパートが同行し、専門家はサイトの選定や容量の算定、利用者への説明等について技術移転を行った。また、PV運用マニュアルの作成を通じて、O&Mの説明を行った。2013年7月の施工監理においては、各PVシステムを回り施工作業の定期的なチェックを行い、業者への指導を行うことにより、カウンターパートへ施工監理の方法論を伝達した。

さらに、PVシステムの技術移転の為に、PVの原理とPVシステムにかかる技術情報配布資料を用意し、カウンターパートと共有した。配布資料を元に、PVシステムの詳細、PVとシステムの特徴、設計方法と補正係数等について、2014年2月にREAのカウンターパートに説明した。

2014年10月、Lot1のシステムのモニタリングと運用の確認の際に、JICA専門家チームにカウンターパートが同行し、維持管理についての技術移転を行った。サイトにおいて故障原因や問題の発見など実用的な演習を行った。さらに、機器・部品の交換について、蓄電池電解液の比重測定や蒸留水追加、他の技術的課題について実地訓練を行った。JICA専門家チームは、カウンターパートからの技術事項についての質問に答えた。

本件で説明されたシステム設計方法の詳細に基づき、カウンターパートはモンバサのスラム電化事業のサイトを調査し、システムの計画を行った。

2.8 オフグリッド PV の系統接続にかかる検討

(1) オフグリッド PV の系統接続検討の目的：

ケニア政府は 2020 年までの系統接続 100% を目標としている。よって現在、MoE&P と REA が地方電化計画で導入したオフグリッド PV の多くが近い将来系統に接続されることになる。Lot 1 のパイロットプロジェクトサイトの中でも、Illtumtum と Olemoncho 地域に対して系統延伸が行われた。MoE&P 及び REA が 2005 年から 2013 年に約 1,000 箇所の公共施設に PV システムを導入したが、この内約 4 割は配電網中心の電化を行うとされているカウンティにあり、系統接続が将来的に行われる可能性がある。

この状況において、系統接続後の PV システムの最適な活用方法を評価する必要がある。系統接続検討の目的は、以下の通り。

- 系統接続後の PV システムの便益を明らかにする。
- 系統接続後の PV システム活用方法につき、逆潮流有・蓄電池有、逆潮流有・蓄電池無、逆潮流無、の中から最適な方法を評価する。

Lot 1 の Illtumtum と Olemoncho のデータを用いて、系統接続のケーススタディを行った。系統接続後の PV システムの活用にかかる検討である為、PV システムを移設するケースは想定しない。

(2) オフグリッド PV の系統接続の方針

数 kW 程度の小規模の PV システムの逆潮流について、制度は整えられていない。可能性のある制度は、固定価格買い取り (FIT) とネットメタリングの二通りがある。FIT は、現状ではオフグリッド PV は 500 kW 以上、1 MW 以下に適用され、買い取り標準価格は、0.2 US\$/kWh と規定されている。よって、小規模の PV システムに現状では適用されない。一方、ネットメタリングは、系統への売電と系統からの受電を差し引きで決済する概念であり、小規模の PV システムに適合する。2014 年のエネルギー政策 (案) はネットメタリングの枠組みを整備すると記載しているが、いつ実施可能になるかは明らかではない。

ここでは、将来的なネットメタリングの採用を前提として評価を行った。

(3) 系統連系のパターン

系統連系において 1) 逆潮流有・蓄電池有、2) 逆潮流有・蓄電池無、3) 逆潮流無の三種の方法を検討した。

1) 逆潮流有・蓄電池有、及び 2) 逆潮流有・蓄電池無

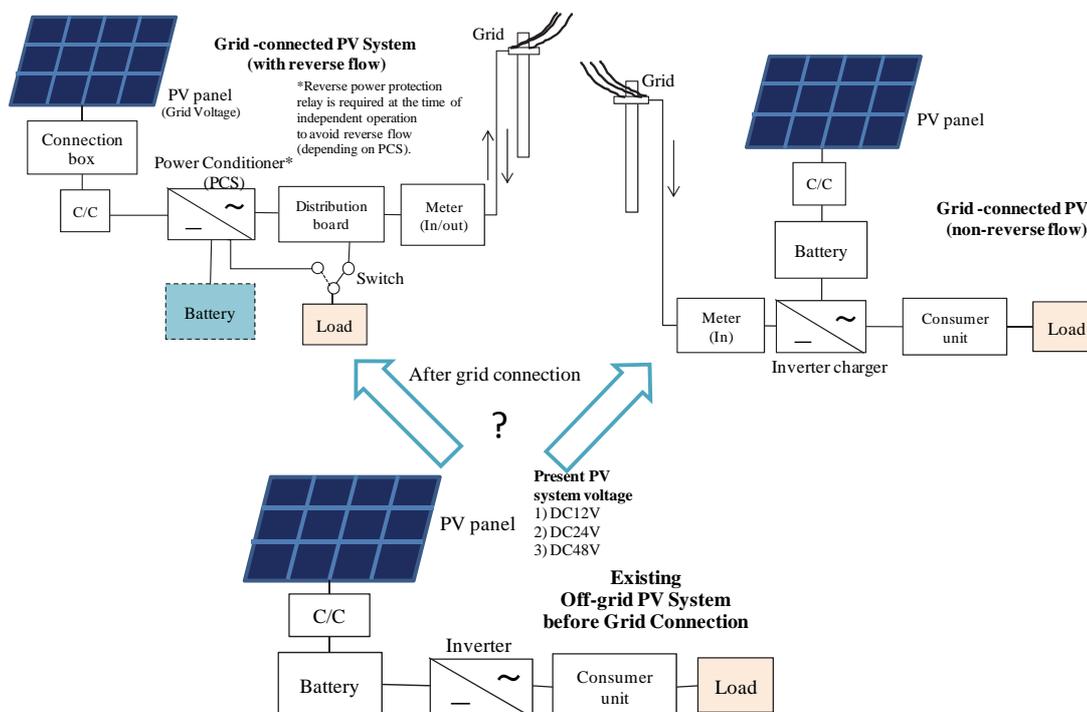
利用者は、系統の電力使用量から PV システムで発電された電力量を差し引いた電気料金を支払う。PV の発電電力量が利用者の電力使用量が少ない昼間、PV の発電電力は系統に送られる。

オフグリッドで設置した PV システムは一か所に集め集電箱で接続する。また、系統接続に必要な保護機能とインバータを備えたパワーコンディショナー (PCS) を新たに設置する。

蓄電池有の場合、停電時間中も施設への電力供給が可能である。蓄電池が無い場合は停電中の電力供給はできないが、日中 PV が稼働していれば独立運転で給電が可能である。

3) 逆潮流無

PV システムと系統を切り替えて給電する。系統への PV からの供給は行わない。インバータチャージャーを用いて蓄電池を充電する。



JICA 専門家チーム作成

図 2.8.1 オフグリッド PV システムの系統連系簡略図

(4) 費用・便益分析方法

逆潮流有、逆潮流無の場合の初期費用および維持管理費用と便益の内訳を下表に示す。

表 2.8.1 PV システム系統連系の費用と便益想定

Item	Reverse Flow		Changeover (non-reverse flow)
	No battery	With battery back-up	
Initial Cost	- Connection box - Power conditioner - Distribution board - Assembling and rewiring	- Connection box - Power conditioner - Distribution board - Battery - Assembling and rewiring	- Inverter charger - Rewiring
Operation Cost	- Equipment replacement	- Equipment replacement - Battery replacement	- Inverter charger and battery replacement
Benefit	- Sales of PV energy to KP grid (by net-metering)	- Sales of PV energy to KP grid (by-net metering) - Energy supply during power cut	- Electricity supply during power cut - Electricity saving by PV

JICA 専門家チーム作成

ネットメタリングの便益は、平均電力料金に PV システムの発電電力量を乗じて算定した。蓄電池の便益は停電時の PV からの電力供給量より決定した。

想定条件として、オフグリッド PV システムがあり系統接続していない状態をベースとした。また、PV システムの初期費用、系統接続にかかるメーターや配線等の費用は考慮しない。系統接続にかかる機器の費用を算定する。系統接続は三相で行われるものと仮定した。

(5) 電力料金レート

電力料金はカテゴリー別の固定価格、従量料金に加え、燃料税、地方電化基金、為替レート等により決められ、定率ではない。ここでは電力会社の 2013 年の家庭・小規模商業カテゴリーの電力収益を販売電力量で割った平均値から 18.5 KSh./kWh とした。

(6) 停電時間

停電時間を蓄電池の便益の算定に用いた。ケーススタディのサイトのある Central Rift Valley 州の 2013 年 6 月から 2014 年 1 月の日別停電時間平均値、2.13 時間/日を用いた。

(7) PV システムからの供給電力量と便益

PV システムの発電電力量に電力料金レートを乗じた額が便益になる。ケーススタディでは平日と休日に分けて電力消費量を算定した。便益算定の条件は以下の通り。

- 電力消費量は 5 年目まで 5.0%/年上昇するとする。
- 電力使用量が PV システムの発電量より小さい場合、全て PV システムから電力供給され、その差分を系統に供給するとする。
- 電力使用量が PV システム発電量を超えた場合、超過分は系統より供給される。この時便益は PV システム発電量となる。

- PV パネルは一か所に集めるが、サイトにより PV を乗せる屋根の補強または支持が必要となる。この費用は考慮しない。

年間 PV 発電量と便益算定に用いた数値は下表の通り。

表 2.8.2 年間発電量・便益算定のパラメータ

Item Description	Unit	Itumtum	Olemoncho
Assumed energy consumption (School days)	kWh/day	7.49	5.93
Assumed energy consumption (Holidays)	kWh/day	4.14	2.99
Annual energy consumption increase (1-5year)	per year	5.0%	5.0%
Nos of holidays/year	days	96	96
Original output of PV module	kW	3.36	2.64
Output of PV for reverse flow system	kW	3.36	2.64
Solar irradiation	kWh/day	5.0	5.0
Average PV system efficiency		0.60	0.60
Daily energy production for reverse flow	kWh/day	10.08	7.92
Daily energy production, non-reverse flow	kWh/day	10.08	7.92
PV deterioration factor	per year	1%	1%

JICA 専門家チーム作成

(8) 初期費用、維持管理費用

既存のオフグリッド PV パネルを使い続ける前提で、系統接続の機器またはインバータチャージャーについて業者見積もりを取得し、蓄電池、配線、利用者訓練等かかる費用を、Lot 1 価格を参考に見積もった。なお、蓄電池は系統接続の時点で劣化していると想定し、新規購入するとした。なお、逆潮流有、蓄電池有のシステムの場合、蓄電池の電圧を PCS の要求に合わせる必要があるが、その為の機器等は考慮していない。

機器の寿命は、PCS が 10 年、蓄電池が 5 年、インバータチャージャーが 7 年と想定した。Lot 1 の結果より、事務、人件費、輸送費の合計を機器費用の 5.2% と算定した。

(9) 財務分析結果

上の算定に基づき、割引率 10%、20 年間、免税の条件を仮定して財務分析を実施した。各ケースのキャッシュフローを Attachment J-1 に示す。また、財務分析の結果を下表に纏める。

表 2.8.3 系統連系財務分析の結果

Item Description	Unit	Iltutum			Olemoncho		
		Reverse flow, no battery (RNB)	Riverse flow, with battery (RWB)	Non reverse flow (NRF)	Reverse flow, no battery (RNB)	Riverse flow, with battery (RWB)	Non reverse flow (NRF)
Tariff rate (Net metering)	KSh./kWh	18.5					
Average Energy supplied from PV	kWh/year	2,551	2,799	2,799	1,975	2,167	2,167
Average Power Cut Hours	hrs/day	2.13					
Average Benefit from PV system	KSh./year	55,512	60,918	51,783	43,616	47,864	40,089
Investment Cost	KSh.	848,685	993,735	562,685	712,065	751,765	480,535
Annual O&M Cost	KSh./year	41,291	71,810	61,434	32,086	52,432	37,446
Net Present Value (cost, DR10%)	KSh.	1,123,065	1,514,750	1,034,557	920,498	1,129,803	755,646
Net Present Value (benefit, DR10%)	KSh.	488,402	535,970	437,831	383,745	421,119	339,201
Net Present Value (B/C)	-	0.43	0.35	0.42	0.42	0.37	0.45
Net Present Value (B/C) with -10% equipment cost	-	0.47	0.37	0.45	0.45	0.39	0.46

JICA 専門家チーム作成

上の全てのケースにおいて B/C は 1.0 以下となる。PV システム使用や系統への逆潮流による利用者の便益はあるが、民間投資を呼び込む事はできず、接続の初期コストの補助が必要である。

ケーススタディの結果、Iltutum の場合逆潮流有・蓄電池無の場合が逆潮流無のシステムより有利であり、Olemoncho の場合は逆だった。この差異は些少である。どちらが有利かは、機器の価格と利用者の需要により、ケースバイケースとなる。PCS のコストが下がれば、逆潮流有のシステムはより有利になる。なお、逆潮流有・蓄電池有の経済性は、双方で最も低かった。

(10) 結論

ネットメータリングが適用されれば、オフグリッド PV の系統接続により利用者に 10,000～20,000 KSh./年の便益がある。一方、現在の財務条件では B/C は 1.0 以下であり、系統接続の民間ビジネスとして財務的には成り立たない。公的事業として初期費用の補助が必要である。

PCS を導入する逆潮流有のシステムと、逆潮流を行わないシステムの経済性はほぼ同じであった。逆潮流の優位性は、利用者の需要と系統に流しこめる電力量による。また、逆潮流有のシステムで蓄電池を導入する場合、蓄電池の更新費用が便益を超え、経済性は低い。

政策でネットメータリング導入が検討されているが、1-10 kW 規模の PV を系統連系するには、なお制度整備、及び技術基準の制定が必要である。また、維持管理体制を構築する必要がある。

PV の系統接続による逆潮流は、地方に長距離延伸された系統の電圧低下を緩和に寄与する。一方、小規模の PV の系統連系の例は無く、かかる機器費用が高価である。制度整備が行われ、多数の箇所ですぐに調達が行われれば、規模の経済により機器費用が低減される見込みがある。

2.9 ビジネス/産業施設のパイロットプロジェクトの準備

当初の作業指示書では、再生可能エネルギー（小水力、バイオガス/バイオマス、風力）を利用したビジネス/産業施設の地方電化モデルを構築するためのパイロットプロジェクトが計画されていた。これは UNIDO によるエネルギー・キオスク/コミュニティーパワーセンターの構想を活用する事を想定していたためである。しかし、本プロジェクト開始後の調査でこれらの実績が良好でないことが確認された。このため、ビジネス/産業施設のパイロットプロジェクトを中止する事が 2012 年 11 月に JICA、REA 及び MoE&P の間で合意された。

本章では、第一年次（2012 年）に実施されたビジネス/産業施設のパイロットプロジェクトの準備に係る活動について記載する。

2.9.1 小水力パイロットプロジェクトの準備

(1) 水力開発の可能地域

ケニアにおける水力開発の可能地域は、降雨状況と河川の低水流量から、ケニア山周辺地域と西部ケニア地域に限定されている。したがって、小水力によるパイロットプロジェクト候補地点は、これらの地域内で検討した。

(2) 現地踏査

パイロットプロジェクトの対象地点を見出すため、JICA 専門家チームは 2012 年 5 月～6 月の期間に計 13 箇所（建設中 9 箇所、計画 4 箇所）の現地踏査を実施した。これらの現地踏査の結果、西部ケニア地域よりも、ケニア山周辺地域の方で積極的に小水力開発が実施されている事が判明した。このため、今後の地方電化モデルの普及を目指すパイロットプロジェクト地点としては、西部ケニア地域の方が適当であると判断した。

(3) パイロットプロジェクト地点の選定

以下の状況を勘案し、パイロットプロジェクト地点を選定した。

- ✓ 地点周辺に近い将来の REA または KPLC 配電網整備計画がないこと
- ✓ ビジネス/産業活動のため、開発規模は 10-20 kW 程度であること
- ✓ 将来の混乱を避けるため、如何なる建設工事も開始されていないこと
- ✓ 事業の持続的運営ができそうなコミュニティ組織があること

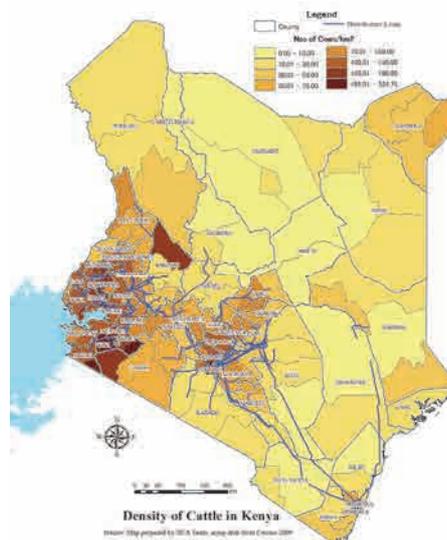
検討の結果、Nandi カウンティに位置する Asurur 小水力計画をパイロットプロジェクト地点として選定した。前述の通り、パイロットプロジェクトは中止となったが、Asurur 小水力地点は第 2 年次以降、簡易プレ・フィービリティ調査（簡易プレ F/S）の対象として採用された。

2.9.2 バイオガスパイロットプロジェクトの計画

(1) バイオガスプロジェクトのポテンシャル地域

バイオガスの原材料として可能なものを、酪農、園芸、畜産などから検討し、関連機関と協議した。結果、牛糞の利用に適していることとセクター組織の成熟度から、酪農(牛乳生産)を最も適したセクターとして選択した。

また、オフグリッド地域における酪農地域の選定の為に、GIS で郡ごとの乳牛の密度と配電網データを重ね、オフグリッド酪農地域を特定した。右図に示す通り、Kajiado, Narok, Sotik, Bometなどがポテンシャル地域と判断された。



JICA 専門家チーム作成

図 2.9.1 乳牛密度 (1 km²当たりの乳牛数)

(2) サイト調査

上ポテンシャル地域において 2012 年 6 月にサイト調査を実施した。Kenya Dairy Board と協議し、オフグリッド地域にある Singiroi 牛乳冷却設備の牛乳収集地域にある 3 村で調査を実施した。

(3) パイロットプロジェクトサイトの選定

バイオガスサイトの一般的な選定基準は、以下の通りである。

- ✓ 原料(牛糞)の発生量が十分である。
- ✓ 国家電力系統から距離があり、近い将来の系統接続の可能性が少ない。
- ✓ サービスに対する電力需要がある。
- ✓ 首都ナイロビからのモニタリングが容易な距離である(1日以内が望ましい)。
- ✓ コミュニティの結束が強く、事業経験があり、リーダーを有している。

上の条件を満たす Transmara カウンティの Chemamit 村の学校を選定した。この村は人口約 13,000、約 2400 世帯で、世帯当たり平均 10 頭以上の牛を有する。

この村では牛乳は 1 日に朝夕 2 回搾乳されるが、夕方搾乳された乳は翌朝までに悪化するため廃棄される。これにつき、バイオガスを使用した冷蔵庫を導入し、翌朝まで冷やして朝搾乳の牛乳と共に販売し、付加価値とする計画である。

(4) システム概要

提案されたシステムの内容は、以下の通りである。

- ✓ 機器類：エンジン、発電機、冷蔵庫、製粉機、バッテリー、インバータ、携帯電話充電器、LED照明、配電盤、センサー、メーター類、安全用具
- ✓ バイオガスユニット：バイオガス発酵槽、バイオガスホルダー、フィルターユニット、ガスメーター
- ✓ 土木：発電所、原料受付、貯水槽、牛舎、配管類

システムの主要な仕様は、以下の通りである。

- ✓ 発酵槽容量：50 m³ (ガスホルダー20 m³)
- ✓ 発電機容量: 13 kW (実効出力: 6.2 kW)
- ✓ 想定需要 16 kWh/日

(5) 実施体制

Chemamit コミュニティバイオガスグループを結成し、サイトに事務所を置く。運営メンバーはコミュニティと学校から指名される。メンバーは運転、原材料収集、維持管理、コミュニティや地方自治体代表者との調整、会計管理などを行なうとした。

事業中止の後、対象 Chemamit 村は 2014 年に系統接続された。よって上の計画は適用できないが、基本的な考え方は他のオフグッド地域の同様の畜産地域に適用できる。

2.9.3 風力パイロットプロジェクトの計画

(1) 選定基準

下の選考基準を用いて、ビジネスモデルのパイロット候補地および施設を選定した。

- ✓ 再生可能エネルギーのポテンシャルが高いこと
- ✓ 既設の電力系統から十分な距離があり、近い将来に連系計画がないこと
- ✓ ビジネスおよび産業の需要があること
- ✓ 安全な地域にあること

以下のプロセスに従い、サイト選定を行った。

- ✓ 候補地域の選定
- ✓ 現地調査
- ✓ 候補コミュニティの選定

下表に、最終候補地として挙げられた3つの候補地について、人口、ビジネス・産業活動に関する情報をまとめたものを示す。比較検討の結果、パイロットの候補地として Naikarra が選定された。

表 2.9.1 風力パイロットプロジェクト候補地

Community Name	Population*	No. of HHs*	No. of Shops	No. of Posho mills
Naikarra	6,364	1,299	24	6
Leshuta	3,547	739	10	1
Ololaimutia	6,000	n/a	25	5

出典：National Census 2009 (JICA 専門家チーム編集)

基礎情報

サイト: Naikarra, Narok South District
人口: 6,364 (Male: 3,046, Female: 3,318)
面積 (km²): 280 km²
人口密度: 23 (人/km²)

2.10 小水力技術の技術協力

再生可能エネルギー（小水力、バイオマス、および風力）の技術移転は、ビジネス/産業施設のパイロットプロジェクトに代わって、プロジェクトの作業項目の一つとなった。本章では、2013年5月～2015年2月に亘る期間の技術協力に関する活動について記載する。

小水力技術の技術協力の活動実績は、以下の表のとおり要約される。

Activities	2013												2014												2015																				
	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M																						
i. Review of existing Studies	As required																																												
ii. Preparation of Guideline	As required																																												
1. General																																													
2. Identification	■																								■																				
3. Investigation & Planning	■																								■																				
4. Basic Design							■												■																										
5. Economic & Financial Evaluation																			■																										
6. Environmental & Social consideration							■																																						
7. Construction supervision													■												■																				
8. Operation & Maintenance																			■						■																				
Finalization																																													
iii. Technical Training	As required																																												
1. Technical Lecture	■ 3 times									■ 2 times																																			
2. Site Visit of Kaptega MHP	■ 23rd to 25th May																																												
3. Technical Transfer Seminar	▼ 25th Oct.																																												
iv. Simple Pre-feasibility Study	As required																																												
1. Data Collection							■												■																										
2. Site Investigation																																													
3. Hydrological Analysis																																													
4. Plan Formulation																																													
5. Initial Evaluation																																													
Presentation at JKUAT Conference																																													
v. Preparation of Technical Recommendation																																													
													▼ Tentative Recommendation (PR4)			▼ Draft Recommendation (PR5)			▼ Final Recommendation																										
vi. Data Collection	As required																																												
vii. Validation Workshop																																													
Assignment of JICA Expert	■ 1st May - 13th Jun			■ 2nd Oct. - 6th Nov.						■ 7th Jan. - 20th Feb.			■ 1st Jul. - 10th Aug.						■ 2nd Oct. - 16th Nov.			■ 1st Jan. - 21st Feb.																							

JICA 専門家チーム作成

図 2.10.1 小水力技術の技術協力活動実績概要

小水力技術のカウンターパート職員として、REA は以下の 3 名を指名した。

- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Ms. Judith Kimeu | REA 再生可能エネルギー部 Assistant Engineer |
| Mr. Semekiah Ongong'a | REA 再生可能エネルギー部 Assistant Engineer |
| Mr. Anthony Wanjara | REA 再生可能エネルギー部 Technician |

2.10.1 既存調査のレビュー

(1) 小水力に関連する情報の収集と整理

ケニアにおける水力発電の可能地域を把握するため、小水力に関連する既存報告書、REA 内部資料などの情報を収集し、整理した。

(2) 関連する組織との面談

既存資料の収集に加え、ケニアにおいて小水力開発に関与している NGO（Practical Action, GPower）、ケニア紅茶開発公社（KTDA）、ケニア産業開発研究所（KIRDI）などの組織と面談し、情報収集を行った。関連組織との面談により、小水力開発は、地域のビジネス/産業のための電源確保が主な目的であること、将来的には中央電力系統への接続を検討していること、等を確認した。

(3) 既存小水力発電所の現状

2012 年末時点の 5 箇所の既存小水力発電所の状況を調査した。5 箇所の内、2 箇所の発電所が稼動中であり、3 箇所が稼動していない状況であった。稼動していない 3 箇所の状況はまちまちであるが、発電施設の部品交換ができない保守上の問題、配電線の盗難などの社会的な問題、料金徴収が適切に為されていない財務的な問題、等が稼動をしていない要因となっていることを確認した。

2.10.2 技術移転

(1) 技術講義

REA カウンターパート職員に対し、JICA 専門家が 5 回の技術講義を実施した。5 回しかできなかった主な理由は、カウンターパートたちが本プロジェクト以外にも多くの作業を抱えており、JICA 専門家と会う時間的余裕がなかったためである。

✓ 2013 年 5 月～6 月 : 候補地選定および計画立案に係る講義 3 回

✓ 2013 年 10 月 : 小水力発電所施設の基本設計に係る講義 2 回

講義形式による技術移転は 2013 年 10 月で終了し、その後、小水力 WG は、2013 年 10 月の中間評価により PDM 項目に加えられた簡易プレ F/S に専念し、その調査実務を通じた技術移転を実施した。技術講義のために準備した資料は、ガイドラインに活用した。

(2) Kaptega 小水力計画地視察

REA は、Trans-Nzoia カウンティ政府から、Kaptega 小水力計画地の案件形成支援の要請を受けた。Kaptega 小水力は、Elgon 山の東麓を流れる Suam 川の支流に位置しており、ウガンダとの国境のすぐ脇に位置している。

小水力 WG は、2013 年 5 月 23～25 日に Trans-Nzoia カウンティを訪問し、地方政府の要人との面談、計画地点が位置するアンダーソン農場の地主との面談、計画地点の踏査を実施した。

JICA 専門家は、カウンターパートに対して、Kaptaga 地区の電化計画・地形図・水文記録等の入手、近隣の保護区の有無の確認、等の案件形成に向けたアドバイスをした。

(3) 技術移転セミナー

小水力技術の技術移転セミナーは、バイオガス技術のそれと共同で、2013年10月25日に REA 本庁の会議室で実施された。セミナーは、カウンターパート自身が技術講義で学んできた内容を紹介する機会とした。セミナーにおける発表は、カウンターパートたちが作成した。彼らの発表は、講義された内容の紹介に留まらず、自らの知識を含めた内容であった。

小水力の技術移転セミナーの配布資料は、Attachment K-3 に添付されている。

(4) 技術発表

上記以外に、小水力のカウンターパートは、JICA 専門家の支援の下、以下の機会に自らの活動結果を発表した。これらの機会もまた彼らの理解促進に有益であった。

- ✓ 検証ワークショップ：ガイドラインの概要説明（2.10.4 (3)参照）
- ✓ JKUAT 学術会議：簡易プレ F/S の概要説明（2.10.3 (1)参照）
- ✓ 国際ワークショップ：ケニアの小水力開発とガイドラインの概要説明（2.15 参照）

2.10.3 簡易プレ F/S

小水力 WG は、当初パイロットプロジェクトとして選定されていた Nandi カウンティの Asurur 小水力計画を簡易プレ F/S の対象とした。時間と予算の制約のため、通常のプレ F/S の内容を網羅できず、限定された内容となっている。

Asurur 小水力の簡易プレ F/S 報告書は Attachment K-2 に添付されている。簡易プレ F/S の主な活動内容を、以下に説明する。

(1) 情報収集

WG は、調査に必要な情報収集を実施した。主な収集資料は、水文資料（雨量・流量）、全国水資源マスタープラン 2030 最終報告書、地形図、配電網延伸計画、建設単価、等である。

(2) 計画地視察

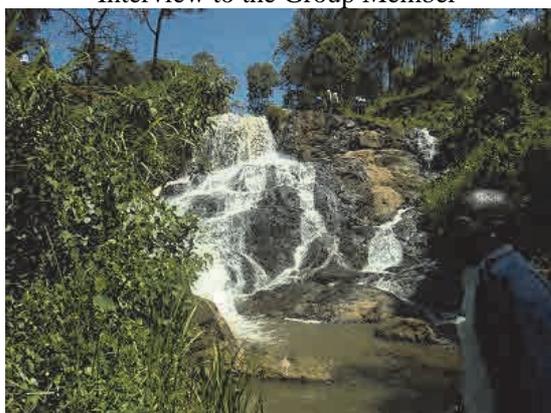
WG は、2014年1月28日～31日に計画地を視察した。Asurur 小水力は、もともと登録済みの地域団体である「Asurur Multipurpose Water Project Group（住民グループ）」により提案された計画である。WG は、地元グループを訪ね、地域の現状や将来の電気利用の計画について聞き取りを行うとともに、計画地点の標高、座標および流量を測定した。



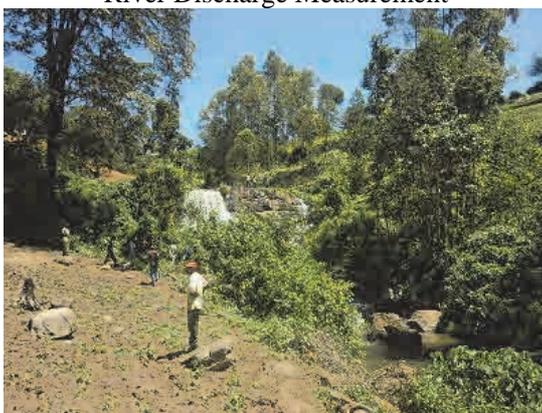
Interview to the Group Member



River Discharge Measurement



Asurur Waterfall



Proposed Powerhouse Site

JICA 専門家チーム撮影（2014年1月）

図 2.10.2 Asurur 小水力地点の現地踏査

(4) 電力需要予測

WG は、i). 家庭利用者、ii). 公共利用者、および iii). 産業利用者の 3 種類について、電力需要を想定した。各利用者の単位需要量および各利用者数を聞き取り調査の結果を踏まえて想定し、各利用者の時間毎の利用率を仮定して日負荷曲線を作成した。

(5) 水文評価

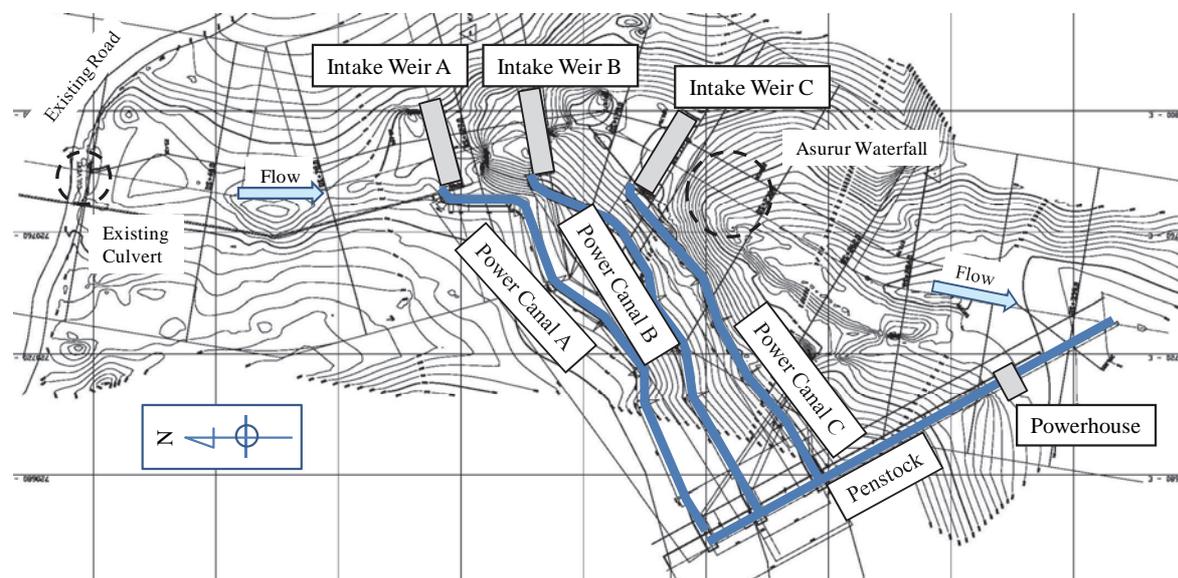
WG は、i). WRMA 日流量データ、ii). KMD 月間降水量データ、iii). NWMP 2030 の解析流量データ・流域の洪水曲線、および iv) WG による観測流量データの 4 種類のデータを用いて、開発地点の保障流量と確率洪水流量を評価した。

WG は、それぞれのデータに基づいて流況曲線を作成し、観測データと比較して、設計流量を検討した。また、合理式と NWMP 2030 の流域の洪水曲線を用いて確率洪水流量を評価した。計算された洪水流量はクリーガ曲線により検証した。

(6) 計画策定と初期評価

WG は、1 : 500 地形図に基づいて、3 箇所の取水堰候補地点と 1 箇所の発電所計画地を選定し、以下に示す 3 つの代替案（Layout A、Layout B および Layout C）を作成した。各代替案の建設費

(C) と便益 (B) を比較すると共に予測した電力需要量に対する発電容量を比較した。その結果、Layout A を最適案レイアウトとして選定した。



出典：小水力 WG 作成

図 2.10.3 Asurur 小水力の代替レイアウト

(7) 次期段階に対する提言

調査の結果、想定した発電容量は予測した需要量を下回った。WG は次期調査に対して以下の点を考慮する事を提言した。

- 1) 水文解析の精度を向上させるための現地における継続的な水位観測
- 2) 電力需要に見合う最低出力増加を考えた取水堰高さの最適化検討
- 3) 建設費の精度を向上させるための発電機器の製造業者からの見積りの取得
- 4) ディーゼル発電機とのハイブリッドや系統接続等の水力以外の電源の検討

2.10.4 ガイドライン

小水力 WG は、案件の発掘から運転保守に至る各段階で、小水力プロジェクトを如何に推進するかを説明するガイドラインを作成した。Attachment K-1 に添付されているガイドラインの概要を以下に説明する。

(1) ガイドラインの概要

本ガイドラインは、10 ～ 1,000 kW の範囲に含まれる小水力プロジェクトを対象とし、REA 再生可能エネルギー部の職員および REA のプロジェクトの実施を担う技術者に向けて、地方電化に小水力を利用するための手引となる事を期して作成された。

WG は、既存のガイドラインやマニュアルを参照すると共に、並行して実施した Asurur 小水力簡易プレ F/S での経験を反映し、ケニアの実情に即した内容となるように留意してガイドラインを編集した。

本ガイドラインの特徴として、以下の2点が挙げられる。いずれも案件の発掘、調査と計画立案の作業を簡易に実施できる事に資するものである。

1) NWMP 2030 の検討結果の採用

小水力開発にとって一つの大きな課題である水文データの不足を軽減するため、“全国水資源マスタープラン 2030 (NWMP 2030)” の解析流量データをガイドラインに加えた。

2) 日本の経験式の採用

代替案の相対的評価のために、工事数量を求める経験式を紹介している。これらによりいくつかの主要諸元を仮定して比較検討が容易に実施できるようにした。

(2) ガイドライン検証ワークショップ

JICA 専門家チームは、ガイドラインの内容を検証する検証ワークショップを、2014 年 11 月 6 日にナイロビ市内の Kivi Milimani ホテルで開催した。検証ワークショップにおける説明資料を Attachment K-1 に添付する。

参加者からのコメントと WG の対応は、以下の通り要約される。WG は、これらのコメントを踏まえて、ガイドラインを最終化した。

- 1). ケニア製設備の採用に関する記載の追加が提案された。WG は、部分毎に異なる製造元から調達すると調整作業が煩雑となるので、住民による運転が想定される小水力として望ましくないとの見解を示し、不採用とした。
- 2). 水撃圧に対する適切な設計の重要性の記載が求められた。WG は、既に水撃圧に関して記載しているが、構造設計詳細に関しては記載していないので、他の参考書を参照して欲しいと理解を求めた。
- 3). 超低落差水力 (ULH-MHP) の紹介が提案された。WG は、これを採用した。
- 4). MoE&P で小水力ポテンシャル調査を実施中であり、2015 年初頭に終了する予定なので、その成果を掲載する事が提案された。WG は、これを採用しようとしたが、2015 年 1 月に MoE&P に確認したところ、成果品が公表されるのは本年 3 月以降なので、現段階では共有できない事を確認した。
- 5). 政策策定者が内容を把握しやすいように要約の追加が提案された。WG は、これを採用し、要約を追加した。

2.10.5 地方電化に向けた技術提言

本プロジェクト活動を通じて確認した、今後小水力を利用した地方電化を推進するために必要と思われる課題を以下に纏める。

(1) マスタープランの統合と標準仕様書

MoE&P が実施中である以下の活動は、小水力による地方電化促進に向けて非常に重要である。REA は関係者の一員として、これらの活動に関与する事を推奨する。

- ✓ REA、KPLC および KETRACO それぞれの既存マスタープランを統合した GIS を含むマスタープランの策定、その定期的な更新、および関連機関との共有。
- ✓ 2015 年の完成を目指して KBS と準備中の“Guideline Specification Standard for Development of Micro/ Small Hydropower in Kenya (仮番号 KS1859)”の策定。

(2) 小水力計画の対象地域の選定

小水力の可能地域はケニア山周辺地域と西ケニア地域に限定されている。現在、MoE&P が策定中である統合マスタープランに基づいて、小水力の可能地域内の未電化地域を確認し、数箇所の小水力による電化の対象地域を選定し、小水力開発の労力を集中させる事を推奨する。

(3) 直営工事によるパイロットプロジェクトの実施

小水力による地方電化を実施するために、REA 職員は小水力施設の調査計画、設計、施工および運転・保守管理に関する経験が必要である。REA 直営による複数の小水力プロジェクトの調査計画、設計、施工を実施する事を推奨する。直営による実施は物事を深くかつ速く習得する最良の方法である。

実施にあたっては、ケニア電力公社 (KenGen) や外国コンサルタント会社などの専門家から REA 職員が技術的な助言を受けられる体制を構築する必要がある。

(4) 維持管理段階の役割分担の調整

2014 年末時点では、小水力の維持管理段階の役割分担が明確に規定されていない。小水力の維持管理段階の役割分担を協議・調整するために、関連機関との協力を開始する事を推奨する。

地方における小水力発電所の規模は 1,000 軒以下の家屋と少数の産業であると想定される。これは政府や電力会社が直接管理するには小規模すぎるため、小水力の維持管理は、地元住民により新たに組織される運営機関の下で住民自身が主導する事になる。

新組織に対する支援は、計画段階から必要とされる。従って、運営組織の設立、発電開始前後の研修・訓練プログラムなどの役割分担を明確に整理しておく必要がある。

2.11 バイオガスの技術協力

2.11.1 既存調査のレビュー

関連政府機関資料、地方電化マスタープラン、センサス統計資料、経済指標、各ドナーや政府機関が作成したバイオガス関連の調査、マニュアルやF/S報告書など、既存資料のレビューを行った。

既存のバイオガス事業としては、2008年から開始されている Africa Biogas Partnership Programme (ABPP) が 10,000 世帯へのバイオガス導入を目標として実施中である。6,000 世帯の導入が行われ、バイオガスコントラクター協会 (Association of Biogas Contractors of Kenya: ABC-K) には約 30 の会社が加盟している。6-12 m³ 規模の世帯バイオガス設備は民間ベースにあると言える。また、MoE&P が 14 か所の刑務所でし尿を原料としたバイオガス事業を実施した。発電に用いる、50 m³ 規模以上のバイオガスシステムの導入例は少なく、ケニアにおいては未だ実証段階である。官民連携により MoE&P が Thika と Isinya の花プランテーションに導入 (其々 55 kW と 100 kW) した。また GIZ が Kilifi のサイザル麻プランテーションで 150 kW の設備を設置し、運転中である。REA は 2011 年に二か所の学校に 20 kVA 及び 12.5 kVA のバイオガス発電設備を導入した。一方、Homabay, Bungoma, Wema, Kamahura 等のバイオガス設備については、原材料の問題や訓練の不足、運転員不在など課題が見られた。

2.11.2 技術移転

(1) 目的

バイオガス分野のカウンターパートへの技術移転は、プレ F/S 作成とガイドライン作成の協働、セミナーの実施、REA 事業のモニタリング等を通じて行った。技術移転の主要な目的を以下の通りとした。

- バイオガス事業実施の持続可能な方法構築の支援。
- REA の将来のバイオガス発電システムに適用できる技術ガイドラインの作成。
- REA 職員によるバイオガス発電事業につき、計画、設計、調達、施工監理、試験、維持管理にかかる能力の向上。

対象は REA が指名した以下の REA 職員 2 名からなる。

Ms. Caroline Kelly	REA 再生可能エネルギー部 Assistant Officer
Mr. Gilbert Gichunge	REA 再生可能エネルギー部 Training Engineer

この 2 名に REA 監理技術者と JICA 専門家チームを加え、バイオガス WG とした。

(2) 方法

技術移転は以下の方法により実施した。

- 1) REA 事業や他の既存バイオガスサイト訪問・踏査

- 2) プレ F/S 作成におけるアドバイス、レビュー及び設計の協働作業
- 3) 技術セミナーの文書・プレゼン作成の補佐
- 4) REA 職員のニーズに基づいたガイドラインの作成
- 5) バイオガスの調査・モニタリング・評価に必要な機材の供与

(3) スケジュール

技術移転のスケジュールを以下の通り示す。

表 2.11.1 バイオガス技術移転スケジュール

Year	2012												2013												2014												2015	
Month	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2					
Planning of pilot biogas project	■		■		■																																	
Existing project monitoring/evaluation	■		■		■		■		■		■																											
Preparation of Pre-FS	■																																					
Site survey for 6 biogas sites	■																																					
Energy and demand assessment	■																																					
Basic planning and design	■																																					
Cost estimation and evaluation	■																																					
Optimal study	■																																					
Preparation of BoQ	■																																					
Preparation of biogas guideline	■																																					
Provision of monitoring equipment	■																																					
Preparation for seminar	■																																					
Asssingment of Biogas Expert	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■									
Seminar	▲																																					
Output	(PG/R (1))		(PG/R (1))		(PG/R (1))		(PG/R (2))		(PG/R (2))		(PG/R (2))		(PG/R (3))		(PG/R (3))		(PG/R (3))		(PG/R (4))		(PG/R (4))		(PG/R (4))		(PG/R (5))		(Draft GR)		Final/R									

JICA 専門家チーム作成

(4) 技術移転セミナー

バイオガスの技術移転セミナーを 2013 年 10 月 25 日に実施した。目的は中間時期における理解度の確認とプロジェクト後半における課題の整理である。バイオガス WG が、バイオガスの基本と特徴、システムのモデル、過去の事業の教訓、サイト調査、簡易プレ F/S の基本計画（エネルギー生産量、需要、便益、基本設計、費用、財務評価）からなるプレゼンを作成した。カウンターパートが発表し、基本事項の理解を示した。資料を Attachment L-3 に添付する。

(5) REA 事業のモニタリング

2011 年に REA は Mangu High School と Moi Girls' High School の二か所にバイオガス発電設備を導入した。WG は 2012 年後半から 2013 年にこれをモニタリングし、維持管理状況を調べ、評価に必要なデータを収集し、将来の事業への課題を整理し、かかる技術移転を行った。

双方、原材料はし尿および牛糞である。ガス発生量が原材料の予想より少ない事やガスが発生していない問題、ガスの漏れ、利用者のトイレの使用方法や水・洗剤の取り扱い等課題を整理した。また、発酵後の液肥の利用・処理、水洗使用水量の制限、利用者のトイレ利用方法、発酵の促進等にかかる教訓をまとめた。

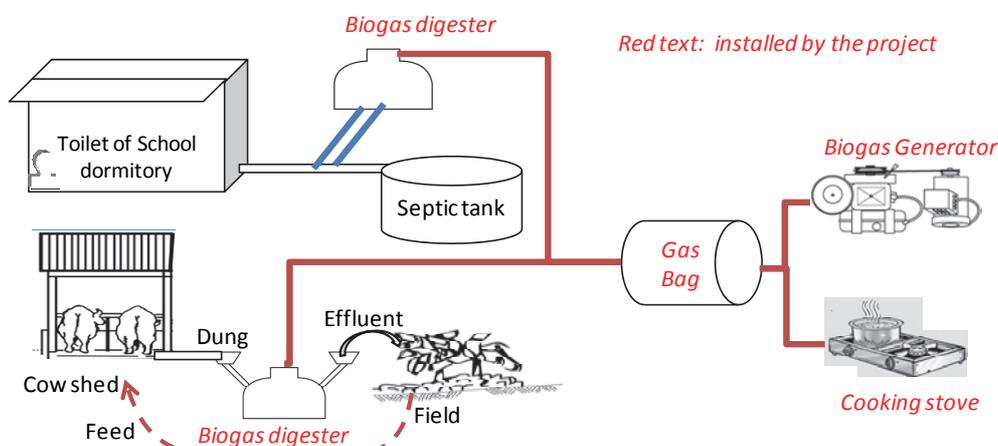
(6) 調査・モニタリング機材

REA は当初、バイオガスの調査・モニタリング・評価にかかる機材を有していなかった。pHメーター、メタン検知器、酸化還元電位計、距離計、GPS を 2014 年 6 月に調達し、WG に使用方法を指導した。

2.11.3 簡易プレ F/S

REA は当初、2012-2013 会計年度に 5 サイトのバイオガス実施を計画し、学校 10 候補地の予備的検討を実施していた。この内、バイオガス WG は場所や原材料の確度から学校 6 サイトを選定し、サイト調査を実施し簡易プレ F/S を実施した。

6 サイトで適用したバイオガスシステムのモデルは下図の通り。



JICA 専門家チーム作成

図 2.11.1 バイオガスシステムのモデル

上のモデルは学校など公共施設の事業として汎用性がある。特徴は以下の通りである。

- (1) し尿は元から浄化槽に集められており、トイレと浄化槽の間にバイオガス消化槽を設置する。メタン発酵後の廃液は BOD や固形分が減少し、浄化槽への負荷が少なくなる利点がある。
- (2) 牛舎等からの畜ふんをバイオガス消化槽に送る。発酵後の廃液は液肥として野菜や餌の収量を増やすのに利用可能。餌は家畜に与えられ、原料のサイクルが為される。
- (3) 発生したバイオガスはガスバッグに貯め、調理用のガスまたは発電に用いる。

簡易プレ F/S は、各サイトの概要、目的、概略設計、エネルギー・需要算定、便益算定、簡易費用算定、経済財務評価の各項目から成る。結果をランク付けし実施の優先度とした。結果を、下表の通りに纏める。

表 2.11.2 バイオガス簡易プレ F/S 費用、便益、経済財務評価の結果

Base condition:

Diesel Oil Price	110.00 KSh/L
Diesel efficiency	2.40 kWh/L
Emission factor of electricity	0.81805 ton-CO ₂ /MWh
Price of fuel wood	3,300 KSh/ton
Exchange rate	86.28 KSh/US\$
Carbon credit	1,294 KSh/ton-CO ₂ (15US\$/ton)

Item	Unit	Nyeri High School	Rware High School	Litein High School	Kipsigis Girls High School	Mukumu Girls High School	Cardinal Otunga High School
Project Cost	KSh	3,755,264	1,453,168	6,861,967	3,658,669	4,271,187	4,703,232
Planned gas production for fuelwood saving	m ³ /yr	6,248	3,285	4,466	1,533	4,822	4,411
Planned gas production for electricity saving	m ³ /yr	2,321	0	4,380	5,179	2,683	4,380
Annual planned generated energy	kWh/yr	2,321		4,380	5,179	2,683	4,380
Annual planned fuelwood Saving	ton/yr	36.3	19.1	25.9	8.9	28.0	25.6
Financial benefit	KSh/yr	165,466	62,945	164,856	130,357	174,026	171,690
Total economic benefit	KSh/yr	620,758	269,170	571,344	368,448	554,544	566,853
EIRR		15.09%	16.44%	5.85%	7.79%	11.27%	10.26%
Ranking		1	5	6	4	2	3

Note: Shadow exchange rate is not considered in financial cost.

JICA 専門家チーム作成

また、調理用熱源と発電の財務価値の検討を Nyeri 高校のケースで行った。バイオガスの調理用熱源としての価値は薪価格が 3,300 KSh/ton とすると 19.2 KSh/m³ であり、発電は当該施設の平均電気料金 19.7 KSh/kWh とすると 19.7 KSh/m³ となる。一方、発電にはエンジン・発電機が必要で、初期コストが大きく、維持管理や消耗品の交換が必要になる。この費用を考慮すると、それらが不要な調理用熱源としてのみバイオガスを用いる方が、経済性は高いと言える。

上の簡易プレ F/S はカウンターパートと協働で作業し、方法を技術移転した。最も高いランクとなった Nyeri 高校の事業について、今後 REA が独自に F/S を実施する予定である。簡易プレ F/S の結果からバイオガス WG が技術論文をまとめ、JKUAT の技術学術会議でポスター発表を行った。内容を Attachment L-4 に纏める。

2.11.4 技術ガイドライン

バイオガス発電事業にかかるガイドラインを WG が協働で作成した。

(1) ガイドラインの概要

REA によるバイオガス事業の計画、サイト調査、基本設計、実施、施工監理、維持管理、モニタリング、評価に資する事を目的として、ガイドラインを作成した。ガイドラインの利用者はバイオガス事業にかかる政府組織関係者を想定した。規模は消化槽 100 m³、発電 20 kVA 程度迄を想定している。これより大規模な事業は、計画や設計、維持管理方法が事業特有になるため、ガイドラインでは想定していないが、基本的な事項は共通である。ガイドラインは以下の三パートから成る。

- ✓ Part-1 Guideline for Biogas Generation Planning
- ✓ Part-2 User Guideline for Biogas Generation Operation
- ✓ Part-3 Guideline for Monitoring and Evaluation

Part-1 はバイオガスの調査、計画、設計、評価、調達等に関わる政府や関係機関の職員、ドナー等を想定した。対象は学校等公共施設におけるバイオガス設備で、反復可能性を重視している。大規模スケールの民間事業は、個別で F/S 等が実施されるため、対象とはしていない。Part-2 はバイオガス導入設備での利用者を対象とした。バイオガス設備の一般説明と維持管理の事項について記述している。バイオガス消化槽の詳細と発電機は業者の仕様による為、個別のマニュアルが必要である。Part-3 は実施後のバイオガス事業のモニタリング、評価を行う政府やドナー等の職員を対象としている。

バイオガス発電ガイドラインを Attachment L-1-1 に添付する。

(2) ガイドライン検証ワークショップ

ガイドラインの検証ワークショップが 2014 年 11 月 6 日に開催された。ガイドラインのドラフトをドナー(JICA、GIZ、IDA 等)、大学 (JKUAT)、建設業者組合など関係者に配布した。KNBS がバイオガスの標準案を準備中である事、ローカル業者に有用であるべきであること、バイオガス消化槽の規模についてのコメントが寄せられ、かかる対応を行い最終化した。検証ワークショップの発表内容を Attachment L-1-2 に示す。

2.11.5 地方電化に向けた技術提言

(1) 課題

ケニアにおけるバイオガス事業の課題と提言を以下の表に纏める。

表 2.11.3 ケニアのバイオガスにおける課題と提言

SN	課題	提言
1	地方分権化におけるカウンティやサブカウンティレベルの組織の、計画やモニタリングにかかる能力不足	地方自治体を対象にした計画、実施、施工監理、モニタリングについての技術支援が必要である。
2	維持管理にける、地方利用者と業者の繋がり欠如	維持管理の持続可能性を高める為、利用者が問題発生時に業者と必要な連絡が取れる体制とする。必要に応じ地方自治体が調整を行う。
3	バイオガス建設民間業者の知識・経験の不足と品質確保の必要性	適切な建設と品質確保の為、民間業者が順守すべき技術基準を整理し、業者の指導を行うべきである。
4	公共事業における、建設時の施工監理と業者の管理、その為の予算の欠如	公共事業においては政府側が施工監理を行い、その為の技術者・コンサルタントの予算を事業費内で確保すべきである。
5	利用者の維持管理必要性の理解不足、担当者が変わる際の引き継ぎ不足	利用者訓練が業者から十分為される必要がある。利用者は計画、施工監理、維持管理訓練に参加し、訓練の到達度の確認、モニタリングを行うべきである。訓練は三名以上が受けるべきである。マニュアルは紙媒体と電子媒体双方で保管される必要がある。
6	高価で複雑なシステムの適用、処理の難しい原材料の選択	適用地域において適切なシステムか、実施前に十分な調査と検討を行い、最適なシステムを選択するべきである。
7	事業評価の為のデータ収集とモニタリングの必要性	モニタリングと維持管理の為に、簡便な様式の記録用紙を利用者に提供し、記録を指導する必要がある。
8	政府組織の縦割り体制と省庁間・ドナー間の情報共有の不足、役割や事業の重複	効率的で目的に応じた事業実施と教訓の共有の為に、省間とドナーの調整が必要である。

JICA 専門家チーム作成

(2) オフグリッド地域のバイオガス施設についての提言

オフグリッド地域のバイオガスは、以下の理由で発電より調理熱源に用いた方が持続性と経済性が高い。

- 1) バイオガス発電には大量の原材料供給が必要である。例えば 10 kWh/日の発電を行う場合 300-400 kg/日の投入が必要である。一方、オフグリッド地域の学校や公共施設は規模が小さく原材料の集積は難しい。
- 2) エンジンオイルやスペアパーツ、フィルタ交換、エンジンオーバーホールなど維持管理がオフグリッド地域では技術的に難しい。一方、調理熱源の場合は機械部分が無く維持管理が容易である。
- 3) 発電に必要な機器の初期コストが大きく、経済性が低くなる。

オフグリッドでのバイオガス発電は、F/S で持続可能性を検討し、十分な原材料と訓練された運転員が確保できる場合のみに実施を制限するべきである。

(3) オングリッド地域の公共施設バイオガスについての提言

オングリッド地域におけるバイオガス摘要の目的は、薪、LPG、石炭、木炭等の燃料の低減と電気料金の節約である。F/Sにおいて需要、エネルギー生産、経済財務評価、及びシステムの検討を十分に行う必要がある。通常、施設からの原材料の量ではバイオガスで施設の使用エネルギーを全てまかなう事はできない。発電、熱供給のどちらか、または組合せで、エネルギーの代替に最も経済性の良い手段を選択すべきである。

発電には発電機、配電盤、エンジンが必要で、初期投資額と維持管理額は、熱供給よりも大きくなる。一方、熱供給で薪を節減する経済性は大きい。発電ありきではなく、F/Sで発電を含むか、熱供給のみとするか、最適なシステムを検討すべきである。

(4) その他の技術的提言

- ✓ 設計において十分なサイト調査に基づいた最適なレイアウトを検討する必要がある。圧力損失を防ぐためパイプラインは最短にする、牛糞を利用する消化槽は液肥の重力輸送が可能であるようにする、などである。
- ✓ し尿利用のバイオガスは塩素系の殺菌作用のある洗剤の使用禁止、水洗用の水量を適量に制限する事、生理用品の処理等、トイレ利用者への十分な指導が必要である。これを業者への契約に盛り込み利用者の理解度を確認するべきである。
- ✓ バイオガス発電は土木、電気の作業を含む。工事の品質を確保するため、建設・設置、試験、利用者訓練時、常駐の職員又はコンサルタントを配置するべきである。その為の予算の確保が必要である。
- ✓ パイプラインやガスバッグからのガス漏出、火気厳禁、消火器の設置等、防止安全事項は念を入れた確認が必要である。
- ✓ 利用者が適切に発生ガス量、発電量、電気料金、薪使用量等利用者が記録し、後のモニタリング・評価に活用できるよう、利用者訓練を周到に行う必要がある。
- ✓ バイオガス事業の計画、サイト踏査、発生エネルギー・需要算定、基本設計、調達、施工監理、試験、モニタリング、評価において、作成したガイドラインが活用できる。

2.12 風力技術の技術協力

風力発電についての技術移転は、風力エネルギーの分析に焦点を絞り実施した。プロジェクトでは、風力・ディーゼルハイブリッド発電設備について、カウンターパートと現地調査を実施している。風力・ディーゼルのハイブリッド発電に関する簡易プレF/Sを、Baragoi ディーゼル発電所を対象に実施した。ガイドラインをカウンターパートと共同で作成した。また、風力発電に関する技術面の提言をまとめた。

2.12.1 既存調査のレビュー

下表に収集資料のリストを示す。

表 2.12.1 収集資料リスト（風力技術）

SN	Document	Organization	Format	Year
1	Wind Data (Dol_Dol 092010-082011)	MoEn	pdf	2011
2	Wind Data (Kapiti_Plain 052011-082011)	MoEn	pdf	2011
3	Wind Data (Kieni 072010-082011)	MoEn	pdf	2011
4	Wind Data (Kilimambogo 042011-082011)	MoEn	pdf	2011
5	Wind Data (Maili_Nne__Nyahururu 062011-082011)	MoEn	pdf	2011
6	Wind Data (Narok 072010-082011)	MoEn	pdf	2011
7	Wind Data (Njabini 072011-082011)	MoEn	pdf	2011
8	Wind Data (Nyambene_Hills 032011-052011)	MoEn	pdf	2011
9	Wind Data (Tharaka 032011-082011)	MoEn	pdf	2011
10	Wind Energy Resource Atlas of Kenya	MoEn	pdf	2003
11	Kenya Energy Atlas	UNDP/GVEP	pdf	2005
12	Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA)	UNEP / GEF	pdf	2004
13	Hybrid Energy System for Off – Grid Rural Electrification	Department of Wind Energy Gotland University	pdf	2011
14	Assessment and Utilization of Wind Power in Kenya – A Review	University of Nairobi	pdf	2008
15	Wind Data (Habaswein 072011 – 012013)	MoEn	excel	2013
16	Wind Data (Baragoi – 092010 – 092011)	MoEn	excel	2013
17	“ Study on Small Wind Turbines for Base Transceiver Stations and Rural Electrification”	Foreign Ministry of Japan (Contract : Zephyr Corporation, Pacific Consultants Co.,Ltd.)	pdf	2014
18	FINAL PROJECT REPORT	WindForce Management Services Pvt.Ltd.	pdf	2013

JICA 専門家チーム作成

2.12.2 技術移転

ケニアにおける風力発電は、普及の黎明期にある。本プロジェクトは、REA および MoE&P の風力発電プロジェクトの準備および実施に必要とされる知識の移転を通じた人材育成を目的としている。

(1) 目的

- ✓ 風力発電に関する既存情報の収集および整理
- ✓ 風力発電の開発および実施に必要とされるガイドラインの作成
- ✓ 風力発電を用いたプロジェクトを成功裏に開発および実施できる REA、MoE&P 職員の人材育成

(2) 実施

上記目的を達成するために、専門家およびカウンターパートが協力して様々な活動を行っている。主な活動内容は以下のとおりである。

- ✓ 既存の風力プロジェクトおよび開発計画のレビュー
- ✓ 技術移転セミナーの実施
- ✓ 風力発電に関するガイドラインの作成

風力発電に関する技術移転の対象者は、REA の指名した以下の 2 名である。

Mr. Hannington Gochi	REA 再生可能エネルギー部 Senior Technician
Ms. Colleta Koech	REA 再生可能エネルギー部 Assistant Engineer

(3) 活動結果

活動結果を以下にまとめる。

- 1) 既存の風力プロジェクトおよび開発計画のレビュー
 - ✓ 現在の状況および技術を理解するために、既存プロジェクトおよび開発計画のレビューを実施した。
 - ✓ 将来の開発動向を確認するために既存の風力開発計画のレビューを実施した。
 - ✓ ガイドラインをカウンターパートと共同で作成した。この作業を通じて、風力発電に関する知識を移転した。
- 2) 技術移転セミナーの実施

2013年11月15日、JKUATにおいて小型風力発電セミナーが実施された。REA カウンターパートの Mr. Hannington Gochi が風力・ディーゼルハイブリッド発電システムについて、発表を行った。プレゼンテーション資料を、Attachment M-3 Material of Technical Seminar for Wind に示す。

3) 風力発電ガイドラインの作成

ガイドラインの検証ワークショップを2014年11月6日に関係者を集めて開催した。

(4) スケジュール

風力発電に関する活動スケジュールを次表に示す。

表 2.12.2 技術移転スケジュール (風力発電)

	2012												2013												2014												2015	
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2		
Review of existing studies	[Blue bar spanning from 2012.3 to 2014.12]																																					
Preparation for Pilot Simple -Pre F/S	[Blue bar spanning from 2012.4 to 2012.10]																					[Blue bar spanning from 2014.2 to 2014.7]																
Preparation of guideline Recommendation													[Blue bar spanning from 2013.5 to 2014.12]																									
Sitevisit	[Blue bar: Ngonghill Wind Park]																					[Blue bar: Marsabit Wind-Diesel Hybrid]																
Seminar													[Blue bar: Habaswein Wind-Diesel Hybrid]			[Blue bar: JKUAT seminar on small wind]															[Blue bar: Validation for guideline]		[Blue bar: JKUAT Conference]		[Blue bar: International workshop]			
Output													[Blue bar]			[Blue bar]			[Blue bar]															[Blue bar]				
Assignment of JICA Expert	[Blue bar]	[Blue bar]						[Blue bar]						[Blue bar]			[Blue bar]			[Blue bar]						[Blue bar]												

JICA 専門家チーム作成

2.12.3 簡易プレ F/S

簡易プレ F/S では、ディーゼル・風力ハイブリッド発電システムを対象としている。ケニアでは、独立型の小型風力発電機は、主に携帯電話の基地局用電源として民間ベースで導入されてきている。簡易プレ F/S の選択基準を以下に示す。

- (1) ディーゼル発電所があるところ
- (2) 風況データが入手できるところ
- (3) 日本人専門家が活動できるところ

簡易プレ F/S の候補地は下の3地点である。最終的に Baragoi が選定された。

- ✓ Baragoi
- ✓ Hola
- ✓ Mfangano Island

簡易プレ F/S の結果は、Attachment "M-2 Simple Pre-feasibility Study on Wind-Diesel Hybrid System in Baragoi"に示す。簡易プレ F/S の結果は、2014年11月に開催された JKUAT の会議において発表を行った。プレゼンテーション資料を Attachment "M-4 Material of JKUAT Technical Conference for Wind"に示す。

2.12.4 技術ガイドライン

(1) ガイドラインの概要

ガイドラインは、REA のカウンターパートと協働で作成した。Samburu カウンティの Baragoi にあるディーゼル発電所と風況観測装置の現地調査をカウンターパートと協働で実施した。ガイドラインは、風況分析、発電量の推定、ディーゼル・風力ハイブリッドを含む独立型風力発電システムの設計に焦点を置いて実施した。

(2) ガイドライン検証ワークショップ

ガイドラインの検証ワークショップを 2014 年 11 月 6 日に実施した。Attachment ”M-1 Technical Guidelines for Wind” に示す。

2.12.5 地方電化に向けた技術提言

(1) 風況精査

ケニアでは 90 地点以上で風況観測が行われている。簡易プレ F/S の際に入手したデータには、多くの観測ミスが認められたため、活用出来ないデータが多くあった。定期的なデータ確認と観測機器の定期点検を提言する。

(2) 発電システムの運転記録

ケニア国にはディーゼル・風力のハイブリッド発電施設が存在するが、発電施設の運転データは記録されていない。運転データを記録し、将来の新規施設設置の際の参考とすることを提言する。

(3) ディーゼル・風力ハイブリッド施設の入札資料

ディーゼル系統に適正な風力発電の併入率を計算し、入札資料の中で適正な風力発電容量を示すことを提言する。

(4) ケニアで入手可能な風力発電機のデータベース化

風力発電からの発電量は、各機器の性能により大きく異なる。そのため、発電量を推定するためにデータベースを整理する必要がある。

(5) プレ F/S

REA および MoE&P は風力データを所有しているので、風力ポテンシャル地域においてプレ F/S を実施することを提言する。

2.13 環境社会配慮

2.13.1 ケニアの自然環境概要

(1) 国土概要

ケニアの国土概要を表 2.13.1 に示す。

表 2.13.1 ケニアの国土概要

国土	概要
Topography	<ul style="list-style-type: none"> ✓ The altitude varies from sea level to the peak of Mt. Kenya, situated north of the capital Nairobi, which is 5,199m above sea level. ✓ An inland region of semi-arid, bush-covered plains constitutes most of the country's land area. ✓ In the northwest, high-lying scrublands straddle Lake Turkana (Lake Rudolf) and the Kulal Mountains. ✓ In the southwest lie the fertile grasslands and forests of the Kenya Highlands, one of the most successful agricultural production regions in Africa. ✓ North of Nairobi, the Kenya Highlands is bisected by the Great Rift Valley, an irregular depression that cuts through western Kenya from north to south in two branches. ✓ The Rift Valley is the location of the country's highest mountains, including, in the eastern section, the snow-capped Mt. Kenya, the country's highest point and Africa's second highest. In the south, mountain plains descend westward to the shores of Lake Victoria.
Principal Rivers	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kenya's principal rivers are the 710-km-long Tana, and the Athi, both flowing southeast to the Indian Ocean. ✓ Other rivers include the Ewaso Ngiro, flowing northeast to the swamps of the Lorian Plain, and the Nzoia, Yala, and Gori, which drain into Lake Victoria. ✓ The country shares a number of rivers with other countries; <ul style="list-style-type: none"> ・ The Umba, Mara, and Pangani basins shared with the United Republic of Tanzania ・ The Sio, Malaba, and Malakisi basins shared with Uganda ・ The Omo and Daua basins shared with Ethiopia and the Nile basin shared with nine other countries
Climate	<ul style="list-style-type: none"> ✓ The climate is generally equatorial and influenced by the movement of the inter-tropical convergence zone (ITCZ) and the country's position on the Indian Ocean seafront. ✓ This influence is again modified by the altitudinal differences, giving rise to varied climate regimes FAO (2007) ranging from permanent snow above 4,600m on Mt. Kenya to true desert type in the Chalbi desert in the Marsabit District in the north of the country. ✓ The rainfall distribution pattern is bimodal with long rains falling from March to June and short rains from October to November for most parts of the country. ✓ The driest month is August, with 24mm average rainfall, and the wettest is April, the period of "long rains," with 266mm. ✓ The hottest month is February, with temperatures of 13°C to 28°C, and the coolest is July, with temperatures of 11°C to 23°C. The highlands feature a bracing temperate climate. ✓ Nairobi, at an elevation of 1,820 m, has a very pleasant climate throughout the year.
Soils	<ul style="list-style-type: none"> ✓ The soil types in the country vary from place to place due to topography, the amount of rainfall and the parent material. ✓ The soils in western parts of the country are mainly Acrisols, Cambisols, and their mixtures, highly weathered and leached with accumulations of iron and aluminium oxides. ✓ The soils in central Kenya and the highlands are mainly the Nitisols and Andosols, which are young and of volcanic origin. ✓ The soils in the arid and semi-arid lands (ASAL) include the Vertisols, Gleysols, and Phaeozems and are characterized with pockets of sodicity and salinity, low fertility, and vulnerability to erosion. Coastal soils are coarse textured and low in organic matter and the common types are the Arenosols, Luvisols, and Acrisols. ✓ Widespread soil salinity, which has adversely influenced irrigation development, is found in isolated pockets around the Lake Baringo basin in the Rift Valley and in the Taveta division in the coastal provinces (FAO, 2007).

出典：KENYA NATIONAL ENVIRONMENT ACTION PLAN (NEAP) 2009 – 2013, 2009 NEMA

(2) 生態地域

国家環境行動計画（NEAP:2009 – 2013, NEMA）はケニアの生態地域を以下としている。

- ✓ ケニアは、主要な生態系として7つの農業生態地域を持つ。
- ✓ 国土の20%は、人口の80%を保持できる高から中程度の耕作地である。
- ✓ 残りの80%の土地は、人口の20%を保持できる乾燥及び半乾燥地帯（ASALs: arid and semi arid lands）である。
- ✓ ケニアにおける家畜の50%及び野生生物資源の80%-90%がASALsに生息している（出典: DRSRS: Department of Resource Surveys and Remote Sensing, Ministry of Environment and Mineral Resources）。

(3) 野生生物及び保護区

国家環境行動計画（NEAP:2009 – 2013, NEMA）はケニアの野生生物及び保護区を以下の通り整理している。

- ✓ ケニアは、アフリカの中で最も豊富で多様化して野生生物が生息する国の一つで、世界遺産、ラムサール湿地や生物居住域等の国際的に認証あるいは保護されている幾つもの保護区を持つ。
- ✓ ケニアの野生生物資源は、ユニークな資源遺産を形成し、国内外で重視されている。
- ✓ 現在、ケニアの国立公園や保護地域は全土の8%の面積を占めている。

しかしながら、80%の野生生物は保護地域以外に生息していることが確認されている（参考; State of the Environment Report, NEMA 2003）。

また、「Kenya State of the Environment and Outlook 2010 (NEMA 2011)」は、ケニアの保護区を以下としている。

- ✓ 保護区の国土に占める面積の割合は1990年の12.1%から2007年の12.7%に増加した（UNEP 2009）。
- ✓ 国立公園や保護区は、戦略上、陸上及び水界生態系において野生生物が豊富な地域に指定され、生物学的多様性保護の重要地域として世界的に認知されている。
- ✓ 生物学的多様性保護や、国立公園や保護区指定に加え、民間保全地域により補完されている。

(4) 生物多様性

「Kenya State of the Environment and Outlook 2010 (NEMA 2011)」によるとケニアの生物多様性を以下としている。

- ✓ ケニアの生物多様性は、植物7,000種、無脊椎動物25,000種（内21,575種は昆虫）、鳥類1,133種、哺乳類315種、爬虫類191種、淡水魚180種、海水及び汽水魚692種、両生類88種、及び、菌類及び微生物2,000種である（参考: National Environment Research Agenda 2008 -2030, NEMA 2009）。

- ✓ ケニアの哺乳類の多様性はアフリカ第3位であり、内14種はケニアの固有種である（参考: IGAD Environmental Outlook, IGAD (Intergovernmental Authority on Development) 2007, Djibouti）。
- ✓ ケニア野生生物公社（KWS: Kenya Wildlife Services）は、国内外で重要とされている凡そ50の絶滅危機に瀕しているケニアの生態系を明確にしている。

ケニアの絶滅危惧生態系及び環境上重要な地域、動物相、植物層の詳細は Attachment N-4 に示す。

2.13.2 ケニアの社会環境概要

(1) 少数民族及び先住民

MRGI (Minority Rights Group International) は「Kenya: Minority, Indigenous Peoples and Ethnic Diversity (MRGI 2005)」の中で、ケニアの少数民族及び先住民を表 2.13.2 に示すように分類している。

表 2.13.2 ケニアの少数民族及び先住民

分類	概要
Religious minorities	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Having been colonized by a Christian nation, most Kenyans today profess to be Christians, although there is no state religion. ✓ This has made followers of non-Christian religions religious minorities. ✓ Thus, Muslims are a religious minority in Kenya, along with Buddhists, Hindus, and those Kenyans who practice traditional African religions.
Ethnic minorities	<ul style="list-style-type: none"> ✓ An ethnic group is a tribalistic grouping. ✓ It has a sense of common historic origins and frequently develops a sense of common destiny. ✓ Sharing a number of cultural traits and institutions, such as dress, food, language, and family patterns, nationalities generally precede the much later establishment of nation states, tracing their origins back to times before historical records were kept. ✓ Kenya's population is a composite of ethnic communities. ✓ According to the population census, Kenya has three big homogenous communities – the Kamba, Kikuyu and Luo. ✓ Ethnic minorities here are distinguished
Linguistic minorities	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Because ethnic groups invariably speak their own language, most ethnic minorities are similarly linguistic minorities. ✓ The Kenyan Constitution recognizes only two languages: English and Kiswahili. Kiswahili is the national language and English is the official language. ✓ Other languages are not officially recognized as national or official, save as 'mother tongues' (or 'first languages'). ✓ This makes all the African languages spoken in Kenya, apart from Kiswahili, carry the minority status. ✓ These minority languages are increasingly becoming endangered and yet more have become extinct, including the Malakote and Terik.
Indigenous peoples	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Post-colonial Constitutions, based on the Westminster model, have failed to recognize indigenous peoples as entities with their own cultures. ✓ Such Constitutions see land and resource ownership as individual or corporate, rather than collective. ✓ Governments are often reluctant to recognize indigenous peoples because of the implications in terms of land and resources. ✓ In Kenya, traditional indigenous activities such as pastoralism and honey gathering are not recognized as economic activities. ✓ Further, indigenous peoples are not benefiting from tourism on their lands. ✓ They are too poor to access health care and are blocked from their traditional lands, which provided traditional cures. ✓ For example, the Ogiek have been excluded from the forests, which have been declared government property, yet these had been their homes and source of livelihood. ✓ Some of the Ogiek's traditional forests include Tinet Forest in Nakuru District, Narok Forest and Mt Elgon Forest within Narok and Mt Elgon Districts respectively. ✓ The focus on the cash economy has prevented recognition of their cultural and spiritual identity. ✓ The Endorois and the Turkana are among Kenya's other indigenous communities.

出典：Kenya: Minority, Indigenous Peoples and Ethnic Diversity, by Maurice Odhiambo Makoloo with a preface by Yash Ghal, Minority Rights Group International (2005), Tabulated by the JICA Expert Team

また、「East Africa Living Encyclopedia, the African Studies Center at the University of Pennsylvania¹⁶」は、ケニアの民族集団及び先住民を以下の通り示している。

- ✓ 凡そ 700 万人の Kikuyu 族から Turkana 湖沿岸に住む 500 人余りの El Molo 族に至るまで約 70 以上もの明確な民族集団が存在する。
- ✓ 民族集団は、大きく 3 つの言語学上のグループ、即ち Bantu, Nilotic 及び Cushite に分類することができる。
- ✓ 国民の多数派は民族集団では無く、最大民族集団の Kikuyu 族は 20% を占めるに過ぎない。
- ✓ 5 主要民族－ Kikuyu 族（不均衡ながら一般民、政府、財界や専門職に代表される）、Luo 族（主に貿易及び熟練工）、Luhya 族及び Kamba 族（弁護人や法律家に代表される）そして Kalenjin 族（主に、農家）が 7 割を占める。
- ✓ 国民の 97.58% は 32 の主要先住民に属している。
- ✓ 主な非先住民の少数民族はアラブ系及びアジア系である。
- ✓ ケニア系アラブ人の殆どは沿岸部に住み、内半数がモンバサに居住している。
- ✓ アラブ系居住者の 99% 以上はケニアの市民権を持ち、アラビア語よりはスワヒリ語を喋り一般的にアフリカ人とみなしている。
- ✓ 非ケニア系アラブ人は、主にイエメンからの小規模商人で Shihiri と呼ばれている。

ケニアの民族、言語学上の民族集団、少数民族の詳細、考古学的文化遺跡、文化遺産の詳細を Attachment N-4 に示す。

2.13.3 環境社会配慮に関する法制度

ケニアにおける環境社会配慮に関する関連法及び規則を表 2.13.3 に示す。

¹⁶ <http://www.africa.upenn.edu/NEH/kethnic.htm>

表 2.13.3 環境社会配慮に関する関連法及び規則

法規名	年
The Constitution of Kenya	2010
Antiquities and Monuments (Repealed) Act	1983
Environment and Land Court Act No. 19	2011
Environmental Management and Coordination Act	1999
Environmental Management And Co-ordination (Water Quality) Regulations, 2006, legal notice No. 120	2006
Environmental Management And Co-ordination (Waste management) Regulations 2006, legal notice no. 69	2006
The Environmental Management and Co-ordination (Wetlands, River banks, Lake shores and Sea shore Management) Regulations, 2009, legal notice no. 19	2009
The Environmental Management and Coordination (Noise and Excessive Vibration Pollution) (Control) Regulations, 2009, legal notice no. 61	2009
Environmental (Impact Assessment and Audit) Regulations	2003
Electric Power Act	1997
Energy Act	2006
Films and Stage plays Act	1963
Forest Act No. 7 of 2005 (enacted year)	2007
Lakes and Rivers (repealed by Merchant Shipping Act, No 4 of 2009)	2009
National Museums and Heritage Act, 2006	2006
Kenya Cultural Centre Act, Cap 218	1951
Physical Planning Act of 1996 (enacted year)	1998
Water Act 2002 (enacted year)	2003
Wildlife (Conservation and Management) Act	1976

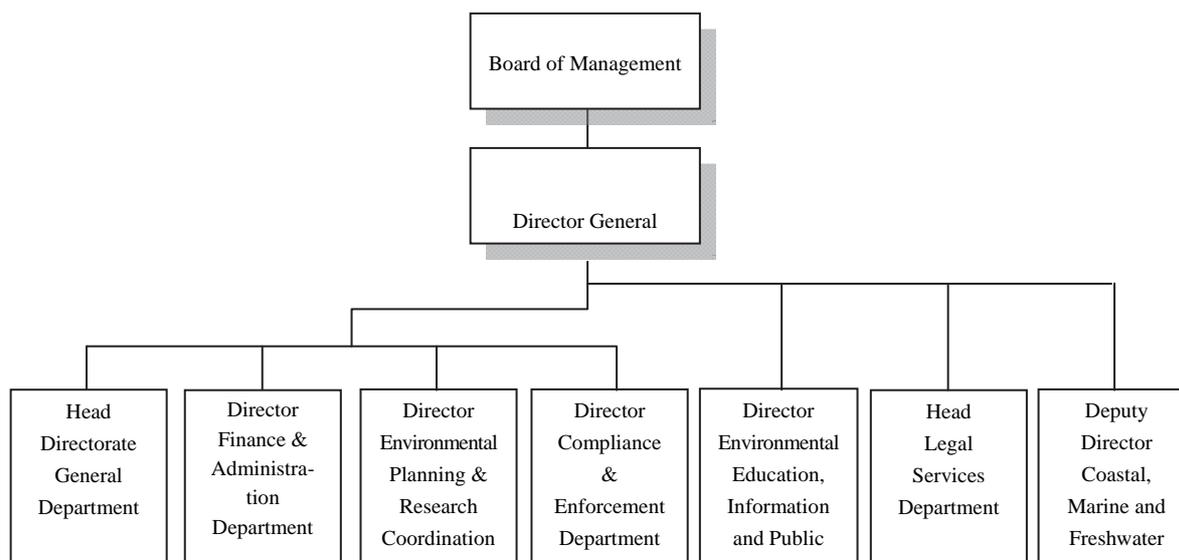
Note: Cap: Chapter

出典： National Council for Law Reporting (www.kenyalaw.org), NEMA homepage (www.nema.go.ke)

2.13.4 ケニアの環境管理制度

(1) 国家環境管理局 (NEMA)

ケニア国の中央レベルにおける環境管理における実施機関として国家環境管理局 (NEMA: National Environment Management Authority) が組織されている。NEMAにおける環境影響評価や環境社会配慮等は The Compliance and Enforcement Department の管轄となる (図 2.13.1)。



出典： National Environment Management Authority Strategic Plan 2008-2012, June 2009, NEMA (JICA 専門家チーム編集)

図 2.13.1 NEMA 組織図

(2) 地方における環境管理制度

1) 地方分権化及び行政改革（移行時期）

2010年の新憲法の施行により、これまでの“プロビンシャル及びディストリクト制度”から“カウンティ制度”へ移行する地方分権、行政改革及び法規の改正が開始された。なお、環境管理及びEIAレビュー手続きに関しては、以下に示す通り移行期にあると考えられる。

- ✓ NEMAは、2012年7月に、NEMA組織の地方分権に関する公示を公告した。
- ✓ 一方、環境管理調整法（EMCA 1999）及びEIA/EA規則（Amendment）2009の改定は行われていない。
- ✓ また、EIA関連報告書のレビューは、影響の程度や事業セクター別に、中央（NEMA本部）あるいはカウンティレベルで行われる旨、規定している。
- ✓ さらに、EIA関連報告書のレビューは各カウンティへ委譲されてはいるが、既存の「ディストリクト環境委員会」は、EMCA1999及びEIA/EA規則（Amendment）2009の改定により「カウンティ環境委員会」が組織されるまで存在することになると考えられる。
- ✓ なお、「ディストリクト環境委員会」はEMCA1999で規定されているため、単に行政による公示のみでは無く、法改正が必要となる。
- ✓ 他の主要機関は変わらずそのままであり、EIA実施においてはその機関に対しNEMAからコメント等の指示が出される。

以上から、既存の制度、法規制と地方分権に伴う新制度等が現時点では混在していることが分かる。このため、既存のプロビンシャル環境委員会（PEC）及びディストリクト環境委員会（DEC）の概要を次項に整理する。

2) 州立環境委員会（PEC）及びディストリクト環境委員会（DEC）

EMCA1999及びEIA/EA規則(Amendment)2009に基づき、NEMAは州及びディストリクトの両レベルでの関連活動を行っている。即ち、州環境委員会（PEC）及びディストリクト環境委員会（DEC）がNEMAにおける基本的な機能となる。

2.13.5 ケニアのEIA手続き及び許可制度

(1) EIAが必要な事業分野

EIAが必要となる事業分野は、環境管理調整法（EMCA 1999）の“Second Schedule”に明記されている。なお、本規定（EMCAのSecond Schedule）は、事業分野のみで、事業規模は明記されていない。即ち、規模によらず、当該事業分野はEIA手続きが必要となる。

1) JICA パイロットプロジェクトと EIA 手続きの必要性

提案のパイロットプロジェクトは、再生可能エネルギー分野であり、EMCA の”Second Schedule”における”No. 10 Electrical Infrastructure”の事業分野となるため、EIA 手続きが必要となる。

2) NEMA の EIA ガイドライン(案)

NEMA は、2002 年 EIA ガイドライン (案) を発行した。しかしながら、EIA 手続き及び環境許可手続きにおいて、実際的には、EIA/EA 規則 (Amendment) 2009 が優先される。

(2) EIA レビュー及び環境許可手続き

EIA レビュー及び環境許可手続きは、環境管理調整法(EMCA)1999 及び EIA/EA 規則で規定されており、EIA “Project Report” 手続き EIA “Study Report” 手続きの二つを含む。

図 2.13.2 に EIA 手続き全体 (“Project Report”及び“Study Report” 手続き) を示す。

(3) ケニア国 EIA 手続きと JICA 環境社会配慮ガイドラインとの関係性

ケニア国の EIA 手続きと JICA 環境社会配慮ガイドラインとの関係性は表 2.13.4 に示す。

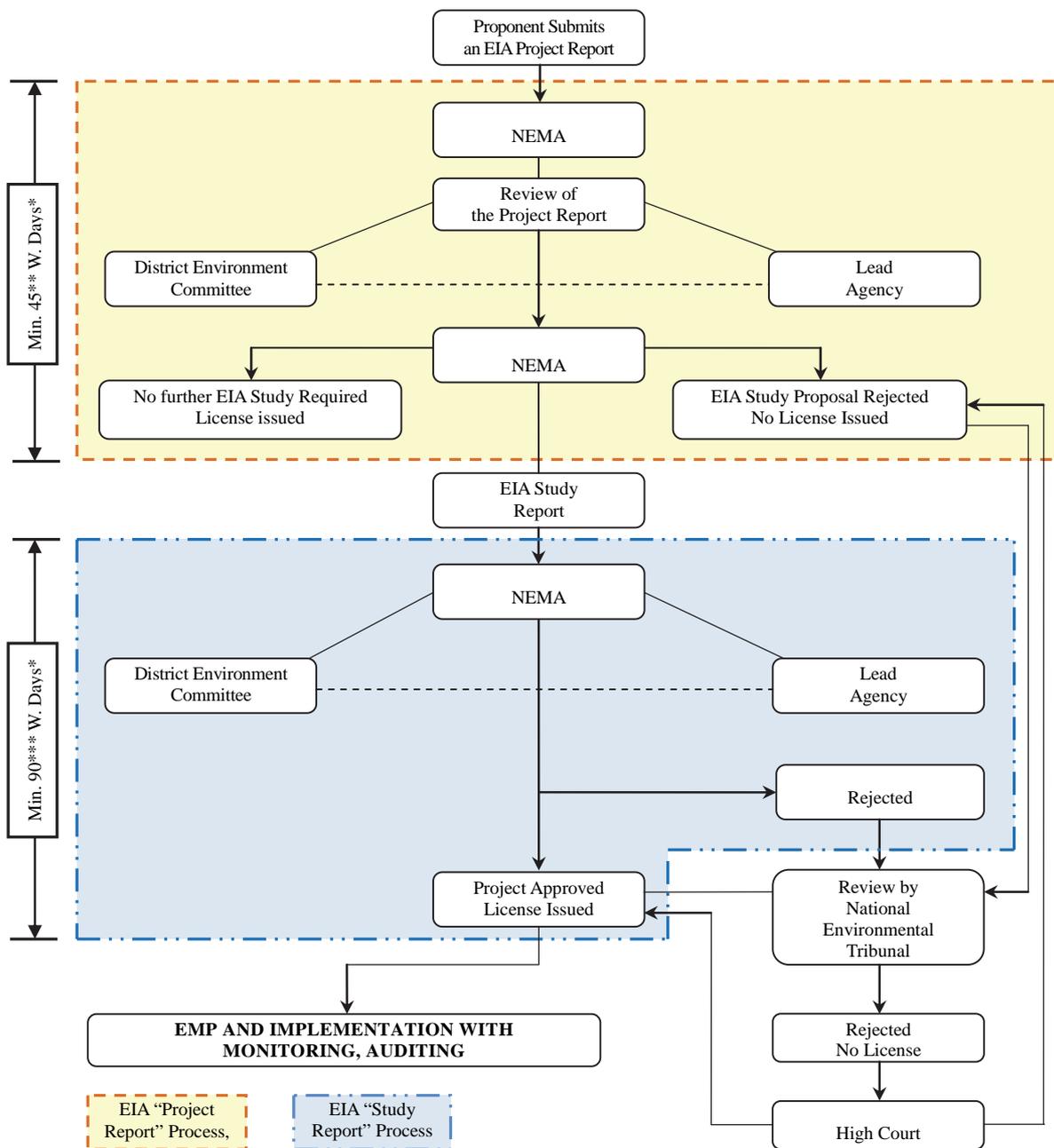
表 2.13.4 ケニア国の EIA 手続きと JICA 環境社会配慮ガイドラインとの関係性

ケニア EIA 手続き EMCA 1999 and EIA/EA Regulations 2009	JICA 環境社会配慮ガイドライン
EIA “Project Report” Process	Screening, Initial Environmental Examination (IEE)
EIA “Study Report” Process	Scoping, EIA Study

JICA 専門家チーム作成

(4) REA プロジェクトにおける EIA レビュープロセスと環境許可工程

以上のレビューから、REA プロジェクトにおける EIA レビュープロセスと環境許可の工程を図 2.13.3 に示す。



Note, *According to NEMA, "days" in the procedures stands for "Working days"

** According to NEMA, not "within forty-five days" but "Minimum forty-five days" for the EIA Project Report Review and Licensing period

*** According to NEMA, not "within 90 days" but "Minimum 90 Working days" for the EIA Project Report Review and Licensing period

出典：NEMA (NEMA 本部との協議を経て JICA 専門家チームが編集)

図 2.13.2 EIA プロセス概略図

Item	1 st Month	2 nd Month	3 rd Month	4 th Month	5 th Month	6 th Month	7 th Month	8 ^h Month	9 th Month
1.1 Selection of Lead EIA/EA Expert(Consultant)	■								
2. EIA Project Report	2.1 Environmental Study, Survey & Report Preparation.	■							
	2.2 Lands Adjudication /Coordination	■							
	2.3 EIA Project Report Submission to NEMA			▲					
	2.4 EIA Project Report Reviews and Approval by NEMA			■ Min. 45 Working Days					
	2.5 Determination by NEMA (Project Repot is approval or EIA study process)				▲	Approved: Licence or EIA is required move to 3. below ↓			
3. EIA Study Report	3.1 Scoping/TOR for EIA				■				
	3.2 Submission of TOR to NEMA				▲				
	3.3 TOR Approval by NEMA				■ 7 W. Days				
	3.4 EIA Study, Survey, and Report Preparation				■				
	3.5 EIA Study Report Submission to NEMA					▲			
	3.6 Acceptance of EIA Study Report/Distribution to Relevant Agencies and Committee						■ 14W. Days		
	3.7 Invitation & Receiving of Public Comments						■ 30 W. Days		
	3.8 EIA Study Report Reviews by Lead Agencies and Committee						■ 30 W. Days		
	3.9 Decision of EIA Study Report of Communication to Proponent							■ 14 W. Days ▲	
	3.10 Licensing								▲ Licence
Min. 90Working. Days									

JICA 専門家チーム作成

図 2.13.3 EIA 及び環境許可工程 (案)

2.13.6 ケニアにおける用地取得／住民移転制度

(1) 用地取得及び住民移転に関する法規

用地取得及び住民移転に関する法規を表 2.13.5 に整理する。

表 2.13.5 用地取得及び住民移転に関する法規

法規名	年
Land Acquisition Act	1968 (Repealed in 2012)
Land Act, 2012	2012
Land Adjudication Act (Cap 284)	1968
Land Consolidation Act (Cap 283)	1959
Land (Group Representatives) Act (Cap 287)	1968
Trust Land Act (Cap 288)	1960
Land Registration Act	2012
Land Control Act (Cap 302)	1967
Land Dispute Tribunal Act	1990 (Repealed in 2011)
Law of Contract Act (Cap 23)	1st June 2003
National Land Commission Act	2012

出典：National Council for Law Reporting (www.kenyalaw.org), Ministry of Land official website (www.ardhi.go.ke)

用地取得や保障手続きの詳細を Attachment N-4 に示す。

2.13.7 環境関連法規の改定の進捗（2013年現在）

2010年の新憲法制定による、環境管理調整法（EMCA）1994及び環境影響評価/環境監査規則（EIA/EA）2009は、2013年12月現在、改定中である。

2.13.8 関連法に基づく、ソーラーパネル、蓄電池及び他の有害物質の廃棄に関する提案

(1) 法的根拠

供用時の廃棄物処理は、以下のケニア関連法規を遵守する。

- ✓ 環境管理調整法（EMCA）1999年
- ✓ 環境管理調整（廃棄物管理）規則 2007年
- ✓ ケニア E-waste 管理ガイドライン 2010年

(2) 電気電子廃棄物（E-waste）

使用済みの蓄電池、蛍光灯やソーラーパネルやインバータを含む他の電子機器の廃棄（E-waste）に伴う有害要素を表 2.13.6 に示す。

表 2.13.6 再生可能エネルギー事業における E-waste

E-waste	有害要素(物質)
Used Lead-acid batteries	Lead and Sulfuric Acid
Used Fluorescent tubes	Mercury
Used PV panels, Inverters and Other appliances	Other Heavy Metals

JICA 専門家チーム作成

(3) 有害及び非有害要素

E-waste は、EMCA 及びケニア E-waste 管理ガイドラインの有害及び非有害要素に関する規制や規定を受ける。

(4) E-waste 取扱方法

プロジェクトから発生する E-waste の取扱方法を表 2.13.7 に示す。

表 2.13.7 E-waste 取扱方法

機器構成	寿命*(年)	方法	備考
Battery	3 to 8	<ul style="list-style-type: none"> In order to prevent diffusion of toxic substances in batteries, used ones shall safely be kept without damage (Do not Crash! Do not Take Apart!) until properly dispose them. Used batteries can be sold to licensed e-waste handlers and/or battery producing companies in Kenya 	<ul style="list-style-type: none"> Licensed e-waste handlers or contact each NEMA county office to get more fresh information of such handlers Battery Producing Companies or contact each NEMA county office) Purchase Prices are subject to the market trends
Fluorescent Lamp	2 to 4	<ul style="list-style-type: none"> In order to prevent diffusion of mercury in fluorescent lamps, used ones shall safely be kept without damage (Do not Crash! Do not Take Apart!) until properly dispose them. Used Fluorescent Lamps shall be transported to licensed e-waste handlers in Kenya to be disposed. 	<ul style="list-style-type: none"> Licensed e-waste handlers or contact each NEMA county office to get more fresh information of such handlers
LED Lamp	5	<ul style="list-style-type: none"> Used LED Lamps shall be transported to registered e-waste handlers in Kenya to be disposed. 	
PV Solar Panel	20 to25	<ul style="list-style-type: none"> Used PV Solar Panels shall be transported to registered e-waste handlers in Kenya to be disposed. 	
Inventor	5 to 10	<ul style="list-style-type: none"> Used Inventor shall be transported to licensed e-waste handlers in Kenya to be disposed. 	

* Note: Vary depending on the intended use as well as status of use

JICA 専門家チーム作成

(5) E-waste 管理体制

施設／コミュニティにおけるプロジェクト管理制度の中に e-waste 管理体制組織する。

- 1) REA 主導により、E-waste 管理体制の組織についてステークホルダー内で協議する。
- 2) 各コミュニティには、ソーラーパネルやインバータ等の電子機器は長期間使用できるが、寿命後は取り換えが必要であることについての啓発をする。
- 3) 各コミュニティに対し、電子機器等の有害要素（物質）が健康や環境に有害である点や鉛の様な有害物質の中には再利用が可能であることについての啓発をする。

(6) E-waste 処分制度

E-waste は登録業者による処理を行う。

- 1) 交換を行う際に各施設からの使用済み機器は、納入業者に引き取りを依頼する（交換時の条件とする）
- 2) 公共物であるため、蓄電池や他の E-waste 販売からの利益は、納入業者から各施設へ m-pesa を利用し送金する。
- 3) 送金された販売益は各施設の歳入とし管理する。
- 4) 適切な輸送と処理のために、E-waste マニフェスト制度を導入する。

2.13.9 環境社会配慮に係る技術協力

(1) 技術協力のステップ

表 2.13.8 に示す 3 ステップにより環境社会配慮に係る技術協力を実施した。

表 2.13.8 環境社会配慮に係る技術協力実施の 3 ステップ

ステップ	期間 (年)	主な活動	TC レベル (対象)	その他
First	2012	<ul style="list-style-type: none"> ・ Review of Environmental Management legislation and EIA Systems ・ Review of Natural and Social Environment in Kenya ・ Site Surveys, impacts predictions and necessary actions on environmental permissions and JICA Screening formats for Lot 1 Pilot Project 	Organization Level of REA	<ul style="list-style-type: none"> ・ One specific REA staff in the field of environment was recruited and then assigned as the C/P for Environmental and Social Considerations at the end of 2012. ・ By that time a person of REA was concurrently served as a temporally C/P.
Second	2013	<ul style="list-style-type: none"> ・ Site Surveys, impacts predictions and necessary actions on environmental permissions and JICA Screening formats for Lot 2 Pilot Project ・ Preparation of Guidelines and Manuals of environmental portion for renewable energies 	Individual Level of C/P	<ul style="list-style-type: none"> ・ Practical TC was implemented to the REA C/P in the field of environment.
Third	2014	<ul style="list-style-type: none"> ・ Necessary procedures and actions on environmental and social considerations were taken to implement the pilot projects ・ Finalization of Guidelines and Manuals of environmental portion for renewable energies 	Organization Level of REA and Individual Level of C/P	<ul style="list-style-type: none"> ・ Based on TC in 1st and 2nd steps, REA and C/P initiated relevant actions for environmental and social considerations for the pilot projects such that REA and C/P asked contractors for making sure their compliance with the environmental and social considerations for the Pilot Projects

JICA 専門家チーム作成

(2) 技術協力の要点

JICA 専門家により REA に対して実施した環境社会配慮に関する技術協力の要点を表 2.13.9 に整理する。

表 2.13.9 環境社会配慮に関する技術協力の要点

環境社会配慮に関する技術協力	本報告書における当該項目
a) “Overlay mapping” to acknowledge possible environmental/social impacts	Section 2.2.5
b) “Matrix” methods to predict possible environmental/social impacts	Section 2.4.1
c) Preparation of “Project Description Report for Lot1 & 2	Section 2.4.1
d) Preparation of JICA’s “screening formats” for Lot 1 & 2	Section 2.4.1
e) Recommendations for environmental and social consideration for Lot 1 & 2	Section 2.4.1

環境社会配慮に関する技術協力	本報告書における当該項目
f) Necessary procedures to be taken for the modification of PV sizes of Lot 1 & 2	Section 2.4.1
g) Actions to be taken for environmental and social considerations for Lot 1 & 2	Section 2.4.1
h) Preparation for Manuals in the part of environmental and social considerations	Attachment F

JICA 専門家チーム作成

(3) 定期会合の開催

環境社会配慮に関する技術協力において、REA カウンターパートと JICA 専門家（派遣期間中）の定期会合を表 2.13.10 に整理した通り実施した。

各会合の結果は議事録として纏め、JICA 専門家チーム及び REA 内で共有した。

表 2.13.10 環境社会配慮に関する REA－JICA 専門家の定期会合概要（2013 年）

Date	Leading Agendas/ Points Discussed
12 th Jun. 2013	<ol style="list-style-type: none"> 1. Self-introduction(Kick-off Meeting)* 2. Environmental and Social Considerations for Lot 2 3. Result of the stakeholder meetings of Lot 1 and future plan of training and monitoring
14 th Jun. 2013	<ol style="list-style-type: none"> 1. Familiarization with the work plan (Environmental & Social Considerations) 2. Possibility of legislative changes on laws & regulations governing EIA process in line with the new constitution 3. Appointment with NEMA's EIA section to explain the projects and enquire about item 2 above
21 st Jun. 2013	<ol style="list-style-type: none"> 1. Review of items of the previous meetings 2. Follow up on review of EIA laws and regulations/meeting with NEMA officials 3. Progress on Lot 2 sites selection and subsequent site visits 4. Manuals for solar, mini hydro, wind and bio-gas power 5. Changes in the solar capacity of lot 1 sites
28 th Jun. 2013	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconfirmation of Lot 1 project components for necessary further actions to be taken 2. Lot 2 sites' selection progress 3. Stakeholder meetings for each Lot 4. Preparation of manual for each renewable energy component
12 th Jul. 2013	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessary actions on Environmental and Social Considerations for Lot 1 projects 2. Survey results for Lot 2 project sites and preparation of Project Description Report for EIA NEMA procedures 3. Preparation of the JICA screening formats for Lot 2 4. Manual preparation for mini hydro, wind and bio-gas power
22 nd Jul. 2013	<ol style="list-style-type: none"> 1. Final coordination on the necessary actions on Environmental and Social Considerations for Lot 1 projects 2. Final confirmation on the necessary actions on Environmental and Social Considerations for Lot 2 projects including preparations for Project Description Report, REA letter to NEMA on EIA/EA procedures, JICA Screening formats for Lot 2 projects. 3. Basic idea of table of contents in the field of environmental and social considerations to be discussed in the manuals of mini hydro, wind and bio-gas power.
27 th Nov. 2013	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparation for site survey visits for new Lot 2 sites 2. Preparation of the JICA screening formats for the new Lot 2 sites 3. Progress of the manuals(Guidelines)for mini hydro, wind and bio-gas power
06 th Dec. 2013	<ol style="list-style-type: none"> 1. Survey results for the new Lot 2 project sites and preparation of Project Description Report 2. Scheduling for preparation of Project Description Report for the new Lot 2 sites and NEMA applications by REA as well as JICA formats 3. Progress of the manuals (Guidelines) for mini hydro, wind and bio-gas power

*Note: A new REA counterpart in the field of environmental and social consideration was assigned in the December 2012.

JICA 専門家チーム作成

2.14 産学プラットフォームの強化

JICA で実施中の案件“the Project for Capacity Development for Promoting Rural Electrification Using Renewable Energy (BRIGHT プロジェクト)”と協力して産学プラットフォームの強化するために以下の活動を実施した。

BRIGHT プロジェクトは、再生可能エネルギーによる地方電化促進にかかる能力向上をはかることを目的とし、本プロジェクトと同時に実施されている。このため、産学プラットフォーム強化を図るべく BRIGHT プロジェクトと協働することは重要であった。

2.14.1 JKUAT で開催された小型風力ワークショップでの発表 (2013 年)

2013 年 11 月 15 日に JKUAT で開催された第 8 回“Scientific, Technological and Industrialization Conference”の中で小型風力ワークショップが開催された。JICA/REA プロジェクトで行っている活動について、REA のカウンターパートが風力エネルギーおよびディーゼル・風力ハイブリッドシステムについて発表を行っている。

2.14.2 BRIGHT プロジェクトの PV 技術セミナーへの参加

本プロジェクトでは、保健省（カウンティ含）と教育省（カウンティ含）は裨益者かつ PV システムを維持管理する責任機関として位置づけられている。このため、BRIGHT プロジェクトは、両プロジェクト間で調整後、表 2.14.1 にある 2 つの PV 技術セミナーにこれらの機関を招待した。

表 2.14.1 PV 技術セミナーへの参加

1)	Name of Course	4th Solar PV Training of Trainers Course	
	Period	7th-17th April 2014	
	Participant	Mr. Isaac Tuukuo, Medical Engineering Technician, County Health Office (Kajiado)	
2)	Name of Course	5th Solar PV Training of Trainers Course	
	Period	18th-29th August 2014	
	Participants	Mr. Daniel Tubei, Senior Technician, County Health Office (Narok) Mr. Peter Kilel, Senior Medical Engineer, County Health Office (Narok) Mr. Patrick Wanjohi, Engineering Technologist, County Health Office (Samburu)	
3)	Course Contents (same for both courses above)	1. Introduction to ERC Regulations 2. DC Basics 3. Introduction to Solar PV Systems 4. Solar Energy 5. Measuring Instruments 6. Solar PV Modules 7. Batteries 8. Charge Controllers 9. Inverters	10. Lighting 11. Appliances 12. Wiring 13. End User Education 14. System Behaviours 15. System Sizing 16. System Installation 17. Commissioning 18. Troubleshooting and Maintenance

JICA 専門家チーム作成

予算関係上、教育関連職員はこれらのセミナーに参加はできなかった。しかし、今後教育省が PV 研修用予算を準備することができれば、BRIGHT プロジェクト或は JKUAT は教育省用の新たなセミナーの機会を検討する。

2.14.3 JKUAT 学術会議における簡易プレ F/S の発表

JICA 専門家チームは、技術移転の結果を発表する機会の一つとして、小水力、バイオガスおよび風力に関する簡易プレ F/S の結果を JKUAT 学術会議 2014 において発表を行うことを提案した。REA は、2014 年 6 月 10 日に開催された月例会議でこれに同意した。各技術の WG が JKUAT で開催される学術会議用に要約を作成し、7 月に提出した。全ての要約が受理された。各 WG は、JICA 専門家チームと協力のもと論文を作成し、JKUAT の実行委員会に 2014 年 9 月 29 日までに論文を提出した。

JKUAT 学術会議 2014 の概要は以下のとおりである。

名称: The Ninth JKUAT Scientific, Technological and Industrialisation Conference

テーマ: Science, Technology, Innovation and Entrepreneurship for Sustainable Development

場所: JKUAT Main Campus, Juja

日程 13th and 14th November 2014

各発表の要旨を以下に示す。

(1) 小水力発電の発表

適切な水力開発計画のためには、河川流量の評価が肝要であるが、Asurur 調査では資料はあるものの、資料ごとに異なる解析結果が導き出されて、その評価が困難であった。この問題は、他の小水力計画でも起こり得る問題であるので、簡易プレ F/S における水文解析の経験を紹介した。

小水力の発表は、JKUAT 学術会議の実行委員会により、ポスター展示による発表に分類された。発表論文とポスターは Attachment K-4 に添付されている。



出典：JICA 専門家チーム撮影

学術会議の当日、WG の REA 職員が訪問者の質問に回答している様子

(2) バイオガスの発表

JICA 専門家チームと REA は、バイオガスの簡易プレ F/S を、Nyeri・Western カウンティ及び西部州の六ヶ所の学校に置いて実施した。それぞれ、サイト調査を実施し、利用可能な原材料（畜ふん・し尿）、需要等のデータを収集し、バイオガス設備の最適検討と経済性を検討した。

バイオガス設備の便益と費用を算定し、予備的な設計を行い、現状の電気代や燃料代を用いて簡易的に財務評価、経済評価を実施した。また、経済性のランク付けを行い、最も経済評価の高い結果だった Nyeri 高校における最適設計を検討した。

初期費用の内約 32%が発電機・エンジン・電気関係を占める。一方、バイオガスで発電を行わず、薪代替の熱源としてのエネルギー供給のみを行う場合、コストや維持管理費は低い。ここで、バイオガス 1 m³ 当たりの発電、薪代替の便益はほぼ同じであった。つまり、発電は初期費用・維持管理費用が高いため、システムとしては薪代替に目的を絞る方が経済性は高くなる。

これらについて REA と共に技術論文に纏め、JKUAT 学会でポスター発表を行った。内容を Attachment L-4 に示す。

(3) 風力発電の発表

Samburu カウンティの Baragoi ディーゼル発電所を対象とした、ディーゼル・風力ハイブリッド発電システムについて JKUAT の会議で発表を行った。発表は REA カウンターパートの Mr. Hannington Gochi が行った。Baragoi の風況観測結果およびディーゼル発電所の運転データについて分析を行った。簡易プレ F/S の技術論文および説明資料を、Attachment M-4 に示す。

2.15 国際ワークショップ

(1) 広域東アフリカからの参加

広域東アフリカの4か国（ブルンジ、エチオピア、ルワンダ、ウガンダ）より、各国で再生可能エネルギー利用の地方電化を担当している職員を国際ワークショップに招待した。当該職員は、ワークショップにおいて自国の政策や経験について発表を行い、出席者と情報共有を行った。また、国際ワークショップ後に本プロジェクトの成果を確認するためにパイロットサイトを訪問した。参加者詳細は以下の通りである。

- 1) Burundi: Mr. Aloys Ndugaritse, Senior Advisor to Minister of Energy and Mines
- 2) Ethiopia: Mr. Girma Welkeba, Manager, Ethiopia Electric Power
- 3) Rwanda: Mr. Blaise Munyemana, Chief Officer, Ministry of Infrastructure
- 4) Uganda: Mr. Benon Bena, Manager Off-Grid Renewable Energy Development, Rural Electrification Agency

また、下表に国際ワークショップの全体行程を示す。

表 2.15.1 国際ワークショップの全体行程

Date	Stay	Activities
2nd February 2015 (Mon)	Nairobi	Arrival of officers from Eastern Africa in Kenya
3rd February 2015 (Tue)	Nairobi	International Workshop
4th February 2015 (Wed)	Naivasha	Visit to Lot 1 Pilot Project site (Itumtum)
5th February 2015 (Thu)	Nairobi	Visit to Olkaria Geothermal Power Plant
6th February 2015 (Fri)	-	Departure of officers from Eastern Africa

JICA 専門家チーム作成

(2) 国際ワークショップ

2015年2月3日にナイロビにおいて国際ワークショップを開催した。目的は以下の通りである。

- ✓ プロジェクトのモデルと成果を共有し、議論する。
- ✓ ケニアと広域東アフリカ諸国における再生可能エネルギーによる地方電化の経験を共有する。
- ✓ 地方電化と再生可能エネルギーにかかる政策、問題、教訓を共有し、今後の方向性を探る。

合計75名の参加があった（REA、JICA、JICA 専門家チーム、MoE&P、広域東アフリカ、JKUAT とその他三つの大学、KERA、The Energy and Resources Institute (TERI)、その他関連組織、民間企業からの参加を含む）。

広域東アフリカからの職員は、再生可能エネルギー利用の地方電化事業にかかる政策、現況や問題に関する発表を行った。REA 職員は、本プロジェクトで提案した太陽光発電のモデル、簡易プレ F/S、風力・小水力・バイオガスのガイドラインについて発表を行った。加えて、TERI は

再生可能エネルギーにかかるインドおよびアフリカでの経験を発表した。最後に、発表者は他の参加者と議論を行った。主な議論内容は以下の通りである。

- 広域東アフリカにおける再生可能エネルギー研修や教育システムの必要性
- 地方電化率向上のための政策
- PV システムの持続性にかかる問題と業者の質の問題
- ガイドラインの REA による更新の必要性
- パイロットサイトにおける各世帯データの分析
- 大規模再生可能エネルギーの系統接続に対する脆弱性



JICA 専門家チーム撮影

図 2.15.1 国際ワークショップ、JICA 専門家チームとカウンターパート

JICA 専門家チームは、ワークショップにおけるプレゼンテーション資料と 4 技術 5 種類のガイドラインを記録した CD-ROM を参加者に配布した。ワークショップのプレゼンテーション資料と議事録は、Attachment O に添付されている。

(3) パイロットサイトの視察

PV システム設置例を視察するため、また 2.5.6 項にある JICA による引渡式に参加するため、広域東アフリカからの参加者、REA 職員と JICA 専門家チームは、パイロットサイトを訪問した。充電サービスの成績が良好であること、ナイロビからの距離が比較的近いことから **Itumtum** 小学校を選択した。

2015 年 2 月 4 日に行われたこの式典において、パイロットサイト 10 地点に設置された PV システムは JICA から REA に正式に引き渡された。

(4) Olkaria 地熱発電所への視察

2015 年 2 月 5 日、広域東アフリカからの参加者、REA 職員と JICA 専門家チームは、KenGen 所有の Olkaria 地熱発電所を視察した。



JICA 専門家チーム作成

図 2.15.2 Olkaria 地熱発電所における試験井戸と制御室

広域東アフリカからの参加者は地熱発電の技術面、財務面に大きな興味を示した。彼らは、KenGen のスタッフと積極的に以下のような情報交換、情報収集を行った。

- 炭化水素と地熱の共存について
- 温度と圧力の条件及び地熱貯留槽への掘削深度
- 硫化水素を含む蒸気の扱いにかかる安全策
- 長期にわたる開発期間と地熱井の掘削に要する大規模投資
- 地熱井の掘削分析用の 3D シミュレーション
- 投資費用と地熱発電の発電量単価
- 地熱開発における固定価格買取制度と民間セクターの参入可能性
- KenGen が毎年、広域東アフリカの対象者向けに実施している地熱研修の詳細

第3章 プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓

3.1 情報共有における効果的事例

プロジェクトの実施にあたり、関係機関との情報共有は重要である。本プロジェクト事務所は、REA および MoE&P のプロジェクトマネージャーが業務を遂行しているナイロビ市内の事務所とは離れた位置関係にあった。プロジェクト関係者の情報共有を改善するために、運営会議、月例会議、週報 E メールを実施した。

当初、プロジェクトでは、不定期に運営会議を実施していた。しかし JICA による中間レビューの提言に応じ、第2回 JCC で REA の CEO を議長とする月例会議の開催と REA から関係者に配布される週報 Eメールの発信を決定した。定期的な月例会議と週報 Eメールにより、JICA 専門家チームおよびカウンターパート機関の情報共有が改善された。

このように定期的な情報共有および懸案事項を協議する機会を設けることは、プロジェクトの運営に大きく貢献するものと考えられる。

3.2 技術移転業務における効果的事例

前述の通り、本プロジェクトでは、プロジェクト事務所が REA 本部から離れた場所に位置していたため、カウンターパートと協働する機会が限られていた。また、REA 職員は他業務を多く抱えており、本プロジェクトのための技術移転の予定を組むことが容易ではなかった。その中で、以下の項目はカウンターパートと協働することにより、効果的であった事例である。

(1) サイト調査

サイト調査においては、カウンターパートが他作業を同時に課されないため、JICA 専門家とカウンターパートは作業に集中することができた。また、JICA 専門家チームは、前もって REA と MoE&P にサイト調査の工程を提示した。これにより REA と MoE&P への技術移転の機会を確保することができた。

(2) カウンターパートによるプレゼンテーション資料準備と実施

JICA 専門家チームは、技術移転活動の一環としてカウンターパートが行うプレゼンテーションの機会を設けた。これはカウンターパートによる主体的な準備と理解の促進に寄与したと考えられる。

(3) 第三国におけるカウンターパート研修

本プロジェクトでは、カウンターパート研修を本邦だけでなく、インドおよびタイの第三国でも実施した。インドとタイにおける研修では、ケニアに適用できる地方電化の実践的な内容が紹介され、研修生にとって有益であった。また日本での研修は、再生可能エネルギーの最新技術に関する知見を深めることができ、研修生は技術の将来展望を得た。

本プロジェクトのように、日本の最新技術に関する研修だけでなく、当該国で適用できる技術の事例を学ぶ機会を設けることが技術協力プロジェクトでは有益であると考えられる。

(4) 技術移転に用いる機材

プロジェクトの途中段階において、JICA 専門家チームは、REA への技術移転に用いる機材の追加調達を行った。これは、実際に機材を用い、機材の使用方法も含めた技術移転を実施する必要があったためである。結果これら機材は、調査・モニタリングにかかる技術移転を効果的にした。

3.3 ビジネス・産業モデルのパイロットプロジェクトの中止

プロジェクト1年目に、PDMの成果3について見直しを行い、産業・ビジネス施設を対象としてパイロット施設の建設が中止となった。これに伴い、プロジェクトの目的が以下のように変更となった。

- ✓ オリジナル：パイロットプロジェクトを通じて、未電化地域におけるコミュニティセンター等の零細ビジネス拠点施設（生産的活動を行う施設）の再生可能エネルギーによる電化の実用モデルが開発される。
- ✓ 改定後：風力、小水力、バイオガスを活用した地方電化プロジェクトを実施する REA/MoE&P の能力が向上する。

上記の変更は、UNIDO と協力して実用的なプロジェクトモデルをプロジェクト期間内に構築することが困難であると判明したためである。JICA ケニア事務所は、UNIDO が実施したエネルギー・キオスクの実態を調査した。結果を基に JICA と REA が協議を行い、PDM 成果3は REA の人材育成に集中して行う内容に改定された。この為に時間的なロスが生じた。

このように第三者機関との協力を含む事業の実施を計画する場合、案件公示前の事前検討が肝要と考えられる。

3.4 パイロット施設選定

プロジェクトの開始時、パイロット施設は、2009年に実施された準備調査で選定された候補地20地点から選定することになっていた。JICA 専門家チームは、2012年に20地点の中の有望3候補地点の現地調査を実施したが、その内2地点は既に電化されていた。ケニアでは、電力システムの延伸が急速に進んでいるため、準備調査後に殆どの候補地が電化済であった。REA と MoE&P は、未電化施設のデータベースの整理を行っていない。さらに、対象未電化施設の多くは、安全性が確認されていない北部地域にある。これらの状況により、プロジェクト対象地の選定に想定以上に多大な時間を要した。

本プロジェクトのように、パイロットプロジェクトの実施が含まれる場合、相手国当該機関が候補施設の現状をどのように把握しているか、データベースの有無とその更新状況はどの程度構築・運営されているか、といった基本的な状況を評価する必要がある。また、円滑な事業の実施が見込めるかどうか、そうでない場合はその為の投入の判断が必要である。

3.5 安全面での予防措置

(1) プロジェクト事務所

プロジェクト事務所は REA 所有の倉庫敷地内に位置していた。2014 年 9 月 26 日、武装強盗団による襲撃があった。人的被害はなく物品被害のみであった。強盗は、セキュリティ人員を自動小銃で脅し倉庫敷地内に侵入した後、倉庫より機材を盗んだ。REA はこの後、以下の予防措置について予算申請を行った。

- 1) 管轄警察（Administration Police）の雇用
- 2) 電気柵装置の起動
- 3) 電気柵を高くする

事務所の場所選定には事前の十分な安全検討が必要であり、選定された事務所における安全対策の確認、強化が必要である。

(2) サイト調査

1) 警察エスコート

Lot 2 サイトは部族争いが頻発する Samburu カウンティに位置している。移動は警察エスコートが必要であり、かかる手配を行った。結果、直接の襲撃等は発生しなかった。

2) 住民による道路の封鎖

Samburu カウンティにおいては、住民による道路の封鎖がしばしば行われている。JICA 専門家チームは、住民対応につき飲料水配布等を行った。

3) 脆弱な通信網

特に Samburu カウンティでは携帯電話の通信網が弱い。Lot 2 サイトへ出張に行く JICA 専門家は、地域で電波が一番強い会社の携帯電話を使用する他、緊急連絡用に衛星携帯電話を使用した。

4) 車両進入

サイト調査時及びナイロビ内で使用する車両につき、多発する車両強盗の予防策として、車両の窓ガラスを着色加工する等の対策を実施した。

(3) 現地アシスタントの交通事故

2013 年 5 月 15 日、コミュニティ開発/地域社会モニタリング分野のケニア人アシスタントが、プロジェクト事務所近くのモンバサ通りにおいて交通事故で死亡した。アシスタントはプロジェクト事務所へ向かって歩行中に、接触事故を起こした二台の車両に巻き込まれた。JICA 専門家チームは、この事件にかかる団内会議を開き、各現地アシスタント・JICA 専門家に交通の注意喚起を行った。ローカルスタッフに対しても安全意識の向上、十分な指導が必要である。

3.6 省庁間の合意書締結

REA は 2014 年 11 月 10 日に合意書案を保健省に提出した。その後、合意書案は司法長官室に送られている。2015 年 1 月末時点で、保健省は司法長官室からの回答を待っている状態にある。

REA と教育省との間の合意書は、公共施設に設置された PV システムの維持管理予算の方針が不確定であるため断念された。REA はラップトップ事業のもと、2014 年度中に約 3,000 の小学校に PV システムを据付けする予定である。その維持管理予算を確保することは事業の最重要課題の 1 つである。維持管理予算の財源は、関連省庁の間で検討中である。

合意書の準備で得た教訓として、ラップトップ事業のような進行中の国家プロジェクトに関連した合意書を即座に得ることは難しく、政府の組織間で締結する合意書に関しては、同意に至るためには省幹部を含めた長期間にわたる調整が必要である。

3.7 プロジェクト事務所の問題点

プロジェクト事務所は REA 本部からは離れた、REA 所有の倉庫敷地内に位置していた。このため、JICA 専門家から本部のカウンターパートに対する技術移転活動に支障があった。この懸念はプロジェクト開始時に REA と共有された。しかし、プロジェクト期間を通して REA 本部内のスペースは限られていたため、プロジェクト事務所の移転は不可能であった。

また事務所内においては携帯電話の電波が弱く、コミュニケーションの遅延をもたらした。カウンタートパート機関が妥当なプロジェクト事務所を提供できない場合は、JICA 専門家チームがカウンタートパート機関の事務所から近い場所でプロジェクト事務所を確保することが望ましい。

第4章 プロジェクト目標の達成

4.1 中間評価の結果

中間評価は、2013年9月16日から10月6日の間で行われた。結果を以下に要約する。

4.1.1 5項目評価の結果

(1) 妥当性：高い

ケニア国の政策で、Vision 2030（2030年までに全世帯電化）や地方電化マスタープラン（2020年までに地方電化率40%）において重要性が明示されている。

(2) 有効性：現在の成果達成状況から中程度

プロジェクト活動が半分程度しか終了していないので予測を含んでいる。有効性を高めるためには、プロジェクト目的と成果3の相関関係と因果関係を明確にする必要がある。プロジェクト目標と、いくつかの成果3に関連する指標を改定する必要がある。

(3) 効率性：低から中程度

Lot 2の候補地選定の遅れは、成果1および2を達成のリスクを高めている。ラップトップ事業の実施に伴う急速な送配電網の延伸等の、プロジェクト開始時に予想していなかった政策変更があったとしても、関係機関から基礎的な情報を収集し対応すべきであった。

(4) インパクト：評価には時期尚早

プロジェクト上目標の達成を妨げるリスクに、急速に進展している送配電網延伸プロジェクトのために、地方電化の価値が小さくなるかもしれない。

(5) 持続性：評価には時期尚早

モデルの持続性を維持するためには、カウンターパートの役割が重要である。現在は、技術移転が開始されたばかりの状況であるので、評価を行うには時期尚早である。JICA 専門家チームは、カウンターパートを Lot 1 と Lot 2 のモニタリングに引き込む必要がある。

4.1.2 総評

地方電化に対する大きな需要と再生可能エネルギーに特化した政策傾向から、プロジェクトの妥当性は高い。現在の成果の達成状況から有効性は中程度である。インパクトと持続性に関しては、評価は時期尚早である。

効率性については、全ての成果を達成するために改善を要する。関係機関でのさらに密なる情報共有が必要である。

4.1.3 提言と教訓

(1) プロジェクトへの提言

中間評価チームは、以下についてプロジェクトへ提言を行った。

- 1) 情報共有の体制
 - ✓ Eメールによる週報を、カウンターパートが REA、MoE&P および JICA 専門家チームに配布する。
 - ✓ REA の CEO による月例会議の実施
 - ✓ 関係機関との情報および進捗状況の共有
- 2) 太陽光発電が設置されたサイトへ系統延伸された場合の対策
- 3) プロジェクトスケジュールの管理
- 4) PDM と PO の改定

(2) 教訓

人材育成、ニーズ評価、カウンターパートとの協議等は、プロジェクト実施前に詳細に行われるべきであった。

4.2 終了時評価

終了時評価は、2014年9月30日から10月14日の間で実施された。終了時評価の要約を以下に示す。

4.2.1 5項目評価の結果

(1) 妥当性：高い

プロジェクトは、ケニアに対する日本の ODA 政策だけでなくケニアの開発優先度にも合致している。ケニアは急速に送配電網の延伸が進んでおり、いくつかのパイロットプロジェクト施設も電化されている。この状況は、プロジェクト開始前に戦略的で整理された地方電化が REA および MoE&P により計画されていれば避けることが出来た。

(2) 有効性：中程度

予定されているプロジェクト終了時までには、プロジェクト目標が高い確率で達成される見込みとしても、全ての成果について不確定なものがある。プロジェクト活動が順調で効率的に実施され、関係機関が提言に従い活動した場合、プロジェクトの終了時において有効性は高まることが期待される。

(3) 効率性：中程度

日本側とケニア側の投入は、計画通りに供給された。しかし、カウンターパートの業務量が大きく、中間評価前までは特にプロジェクト活動に十分な時間をとれていない。PDM 成果3の中止

に伴うプロジェクトの再調整に時間を要している。一方、JKUAT との協働は、プロジェクトの効率性を高めるのに役立っている。

(4) インパクト：中程度

効果的なインパクトとして、(1) 再生可能エネルギー技術の関係者が、維持管理コストの高さについて認識を深めた。(2) REA が将来に実施するプロジェクトについて、施設導入を検討する機関と維持管理に関する問題を協議しようとしている。夜間照明により、女生徒およびスタッフの安全性が高まった。村落の人、特に女性と子供は、夜間の出産等、より良いサービスを受けることが出来るようになった診療所を活用している。

(5) 持続性：中程度

REA は 2017 年までに電化・再生可能エネルギー省 (NERA) に改組される予定があるため、現時点で政策と組織の持続性について判断するのは難しい。太陽光発電の維持管理について、役割と責任を国およびカウンティのレベルでさらに明確化する必要がある。カウンターパートの実務上のスキルは向上させる余地がある。モデルを普及させるために政府予算は確保されていないので、特に太陽光発電の適正な維持管理のために、財務面についても改善の余地がある。

4.2.2 総評

終了時評価の時点では、プロジェクト目的の達成度は中程度である。しかしながら、プロジェクトが遅延なく残された活動を終えることが出来れば、プロジェクトの達成度は高まる。特に、太陽光発電の適正な維持管理を提示することは、関連機関から理解と合意を得ることが必要である。モデルがカウンターパート組織で活用されるように、プロジェクトは、有効な提言を与える必要がある。これらが達成されるならば、プロジェクト本目的の達成レベルは非常に高くなる。

4.2.3 提言と教訓

(1) プロジェクトへの提言

1) 維持管理モデル作成により持続性の確保

プロジェクトは、太陽光発電の利用について持続性を確保するために、維持管理モデルについての協議を保健省、教育省、カウンティ政府およびその他の関係諸機関と継続して行う。モデルに関連する予算や組織等について公的なものにするために、関係諸機関と協議し MOU を締結することを提言する。積算された年間の維持管理費用について、総額と細目を提供することで、MOU に署名する機関が情報に基づいて意思決定を行えるようになる。提案された維持管理モデルは、カウンターパート機関によって認められなければならない。モデルを、継続して改定してゆく責任者または部局を確定し決める必要がある。

2) モデル適用についての定量的分析とカウンターパートへの説明

提案モデル適用についての定量的分析を実施し、結果を REA/MoE&P へ説明することを提言する。a) 将来の地方電化計画に対する提案モデルの適用範囲、b) 適用できる施設数の推定、c) 必要な維持管理コスト、の3点についての定量的な情報は、カウンターパート機関に有益となる。定量分析を行う際には、サイト選定の基準を明確にする必要がある。

3) 現実的な政策提言

プロジェクトは提案する太陽光発電のモデルについて、関係機関と協議を密に行う必要がある。現実的な政策提言を行い関係機関から実現化の支持を得なければならない。さらに、提案モデルが REA に活用されるために、モデル適用は REA の “Annual Renewable Energy Work Programme (Performance Contract)” および “Rural Electrification Master Plan (REMP)” が更新された際に、記載される必要がある。

4) カウンターパートの積極的参加による集中的な技術移転の実施

残りのプロジェクト期間で、必要な技術と知識の移転を行うために、専門家からカウンターパートに対する積極的な技術移転が望まれる。カウンターパートの積極的参加が、技術移転が十分なレベルに達するために最も重要と要因なる。これには、国際ワークショップの参加と発表等が含まれる。

5) 指標データの目標達成度の記録等

終了時評価において、PDM のいくつかの指標データは目標値に達していなかった。今後数カ月間で達するものと期待されている。プロジェクト完了報告書を作成する 2015 年 2 月において、これら指標データの達成状況を明確に示す必要がある。さらに、持続性を向上させるために実施する残りの活動およびカウンターパートや関係機関との協議について完了報告書に正確に記述する必要がある。

(2) カウンターパート機関への提言 (中長期)

1) 提案モデルの継続的な利用と更新

カウンターパート機関は、プロジェクトで提案された太陽光モデルについて継続的な利用と更新を行うことが提言された。モデルを継続して改定するために、担当部局および担当者を決める必要がある。

2) ガイドラインの継続利用と改定

小水力、バイオガス、風力について、カウンターパートがプロジェクトを通じて得た経験と知識を実際のプロジェクトで活用することを提言する。そのためには、太陽光発電を含むガイドライン類の利用と改定が継続して行われる必要がある。REA はガイドラインの改定と更新を行う責任がある。

3) 地方電化マスタープラン (REMP)のデータベースの改善

現在の地方電化マスタープランは、GISを用いて改善を行う必要がある。データベースの改善は、開発機関を含む関係機関にとって、将来においてプロジェクトが重複するのを避けるのに有益である。また、将来の開発において実施場所を決定する際に有益である。

4) JKUAT との情報および人材交流

REA および MoE&P と JKUAT との情報共有は、有益である。JKUAT との継続した情報および人的交流は、REA および MoE&P の再生可能エネルギーに関与する人的資源の強化になる。情報共有は、プロジェクトで作成したガイドラインおよび他の文書等も含む。JKUAT は、これらの文書を研修に活用することが出来る。JKUAT での太陽光発電に関する研修については、保健省、教育省およびカウンティ政府から参加出来るように確認する。

5) 電気工事の基礎能力の向上

電気設備工事に関する基礎的な作業能力が低いことが観察された。そのため、本プロジェクトで施工監理を担当する専門家は、据付された施設の点検・修理の作業に追われた。専門家の監督がない場合、現地業者により据付けられた電気機器は、すぐに壊れてしまいか機能しなくなってしまうだろう。据付の能力を向上させるために、REA が請負業者の作業を厳しく監督することは重要である。

(3) 教訓

プロジェクトの開始前および実施中に、マイナス要因を最小とする適正な措置を講じる。

プロジェクトの成果達成が遅れているのは、終了時評価で特定された8つのマイナス要因に起因する。プロジェクトの実施中にマイナス影響を与えたのは、内部要因および外部要因を合わせて8つの要因がある。プロジェクト実施機関は、望まぬ結果が最小になるように、プロジェクト開始前および実施中に、これらの重大な問題を確認および取組む努力を、もっと行うべきであった。いくつかのケースについて例を挙げるならば、プロジェクト範囲の改訂と専門家派遣方法の変更等も含めてプロジェクト計画の思い切った修正を行い、主要な問題に対処することができた。

4.2.4 終了時評価後の活動

表 4.2.1 は上記の提言に対応した活動を要約したものである。活動は、終了時評価終了の2014年10月14日以降、2015年2月末までの間に行われたものである。

表 4.2.1 終了時評価後の活動

Recommendations in Terminal Evaluation Report	Activities
1. Ensuring sustainability by establishing the O&M models (1) Having high-level dialogues and then entering into MOUs with relevant institutions is strongly recommended. (2) With regard to MoEST's institutional framework	(1) (2) JET convened the Progress and Information Sharing Meeting with high level officers at MoH and MoEST headquarters on 19 th January 2015. In the meetings, JET explained the results of the pilot

Recommendations in Terminal Evaluation Report	Activities
<p>for O&M, an option such as giving a stronger facilitation or role to County Education Offices is to be considered. The offices could then effectively link the solar PV-installed schools and MoEST when the schools are in need of financial resources for solar PV O&M.</p> <p>(3) Furthermore, appropriate management and handling of cash generated from the battery charging business needs to be discussed in order to prevent possible misconduct at the facilities.</p> <p>(4) The proposed O&M models, on the other hand, should be authorized by the C/P organizations. Departments/persons responsible for continuous improvement of the models should also be identified and appointed.</p>	<p>project as well as the challenges of sustainability of the solar PV system. JET requested MoH and MoEST to take direct responsibility for the sustainability of the systems in terms of technical and financial support and human resource allocation. JET also requested the ministries to instruct county offices to implement periodic monitoring of machinery and charging services, and prepare annual budgets for future replacement of batteries, inverters and controllers. Though MoEST has no special budget for infrastructure management at this moment, the explanation was understood.</p> <p>(3) JET conducted the Progress and Information Sharing Meetings with MoH and MoEST county offices of Kajiado, Narok and Samburu Counties in November 2014 and January 2015. In the meetings, JET explained the progress and results of the pilot project as well as the challenges of the sustainability of solar PV systems. JET requested MoH and MoEST county offices to take direct responsibility for the sustainability of the systems in terms of technical and financial support and human resource allocation. JET also requested the ministries' county offices to implement periodic monitoring of machinery and charging services, and prepare annual budgets for future replacement of batteries, inverters and controllers. Though MoEST has no special budget for infrastructure management at this moment, the explanation was understood.</p> <p>(4) JET identified the Director of REA's Renewable Energy Department as the responsible person for authorization of the JICA Model.</p>
<p>2. Conducting and presenting a quantitative analysis on applicability of the models</p> <p>(1) A quantitative analysis on applicability of the proposed models is recommended to be conducted and presented to REA/MoE&P.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) A projected scope of applicability of the proposed models to their future rural electrification plans, 2) Estimated number of applicable cases. 3) Required O&M costs. <p>(2) Project is advised to build upon its knowledge acquired through its experience on the pilot activities and propose most appropriate criteria.</p>	<p>(1) Quantitative analysis was explained and adopted at the fourth (4th) JCC.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Summarized in Chapter 2.6.6. 2) Summarized in Tables 2.6.26 and 2.6.27 in Chapter 2.6.6. 3) Summarized in Guidelines' Chapter 4 on Financial System (Schools & Health Institutions) <p>(2) The criteria is written in Project Completion Report Chapters 2.6.3, and 2.6.4.</p>
<p>3. Formulating realistic policy recommendations</p> <p>(1) For Output 4, Project is advised to have close dialogues with relevant institutions regarding the</p>	<p>(1) A meeting was convened with REA and MoE&P to discuss the recommendations.</p>

Recommendations in Terminal Evaluation Report	Activities
<p>proposed solar PV models.</p> <p>(2) The Project should formulate realistic policy recommendations and garner support for their implementation by the concerned institutions.</p> <p>(3) Furthermore, in order to facilitate active adoption of the proposed models by REA in future, application of the models is advised to be specified in REA's "Annual Renewable Energy Work Programme (Performance Contract)" as well as in the "Rural Electrification Master Plan (REMP)" at the time of updating. The Project and REA are encouraged to work on this issue before the Project terminates.</p>	<p>(2) Recommendations were compiled and explained at the fourth (4th) JCC.</p> <p>(3) In the project, JET has proposed to install 48 V systems for laptop power sources in primary schools. REA has installed and commissioned two (2) 48 V systems at Kapgemui Primary School and Kamugei Primary School in Baringo Central Constituency.</p> <p>The recommended policies will be included in Performance Contract 2015/16.</p>
<p>4. Working on intensive technical transfer with strong participation from the C/Ps</p> <p>In order to fill the knowledge/skills gap, it is advised that technical transfer from the Experts to C/Ps be undertaken actively during the remaining project period. The C/Ps' participation includes, but not limited to, preparation and presentation of papers for the iInternational Workshop to be held in February 2015.</p>	<p>Counterparts made presentations at The Ninth (9th) JKUAT Scientific, Technological and Industrialization Conference held on 13th and 14th November 2014. They also made presentations and shared their experiences of the works conducted under REA/JICA project at an international conference which held at Panafric Hotel on 3rd February 2015.</p>
<p>5. Recording the achievements of the Objectively Verifiable Indicators, challenges and recommendations</p> <p>At the time of the terminal evaluation, some of the key Objectively Verifiable Indicators in PDM have not reached their targets. They are expected to be attained in the next few months as the Project progresses. When writing the Project Completion Report to be submitted in February 2015, the achievement levels of those indicators should be clearly written. Furthermore, remaining challenges and measures to be taken for raising sustainability should be discussed with the C/Ps and other related organizations and the results of the discussions should be delineated in the Project Completion Report.</p>	<p>Progress of PDM activities and Objectively Verifiable Indicators were written in Chapter 2; Table 2.1.1 Objectively Verifiable Indicators and Achievement in PDM and Table 2.1.2 Activities in PDM respectively.</p>

JICA 専門家チーム作成

第5章 上位目標（達成）のための提言

5.1 再生可能エネルギーを用いた地方電化への提言

太陽光、小水力、バイオガスおよび風力等の再生可能エネルギーを用いた地方電化のための提言を以下に要約する。

5.1.1 再生可能エネルギー

(1) 再生可能エネルギー地方電化マスタープラン

プロジェクトでパイロット候補地を選択する際、既電化地域に関する情報が十分ではなく、選定に時間を要した。再生可能エネルギーのマスタープランは、送配電網延伸による電化との重複を避けるためにも必要である。2009年に地方電化マスタープランが作成されているが、表データが更新されるのみであり地理情報の更新はない。系統電化地域とオフグリッド地域において再生可能エネルギーの導入計画を示すマスタープランが必要である。これは、既存の地方電化マスタープランと統合した、再生可能エネルギー地方電化マスタープランとなる。地方電化を速やかに効率的に進めるためには不可欠といえる。このマスタープランが策定されれば、多くのドナーによる事業促進にも寄与する。よって、REAとMoE&Pが、再生可能エネルギーを用いた地方電化マスタープランを作成することを提言する。

(2) 地方電化プロジェクトへのGISデータベースの適用

1) 地方電化GISデータベース活用の組織体制

現在、電気施設に関するGISデータベースは、関連組織によって断片的に作成されている。Kenya Powerによる既存送配電網データ、MoE&Pによる水力データ等がある。これらのデータベースを統合し、オフグリッドの計画を加えた新規GISデータベースが必要である。REAは、再生可能エネルギーを利用した地方電化に活用するGISを構築する為に、組織体制を確立すべきである。

2) 再生可能エネルギーによる地方電化GISデータベースの構築

既存の送配電網と拡張計画の情報、既存の独立発電設備、再生可能エネルギーのポテンシャル情報などは、政府のためにだけでなく国際機関またはドナーにとっても、事業推進に不可欠である。これらの情報は、発電量の算定や実施可能性を測る為に必要である。

REAは以下を統合したGISデータベースを構築すべきである。

- 未電化公共施設
- 既設の独立電源（ディーゼル、太陽光、小水力、バイオガス、風力）
- 再生可能エネルギー（小水力、バイオガス、風力）のポテンシャル

3) REAによるデータベース更新のワーキンググループ設立

送配電網や関連施設の GIS データを得るために、REA と MoE&P、Kenya Power、KETRACO 等、関係機関との調整が必要である。それら機関とともに、各々の GIS データベースを更新するためのワーキンググループを設立すべきである。

4) GIS データベースによる政府機関、ドナー、投資家への情報提供

未電化地域における保健省や教育省等の公共施設電化などにつき、関係する機関に GIS データベースの情報を適宜提供すべきである。これはオフグリッド地方電化および施設電化などの計画を推進させる。また、ドナーや投資家にとっても関心は高い。

5) 再生可能エネルギー利用地方電化のマスタープランへの統合

作成された GIS データベースを、上記の再生可能エネルギー利用の地方電化マスタープランの一部とするべきである。

(3) REA 職員の人材育成継続

1) 技術研修、セミナー、会議等への参加

REA は技術研修、セミナーおよび会議に職員を参加させ、人材育成を継続して推進する必要がある。例えば、JKUAT の太陽光発電研修等がある。REA は技術職員をそれら研修に継続して優先的に参加させるべきである。

2) 環境および社会経済の職員

REA には、環境および社会経済を担当する職員が少ない。一方で、政府プロジェクトを含む全ての開発事業には、環境手続きが必要である。また、社会経済調査は計画段階において、事業の持続性の面からも必要不可欠であり、これを担当する職員が必要である。

(4) ケニアの民間セクター能力向上

再生可能エネルギー事業の据付工事を行う民間業者の能力向上が必要である。ケニア国内には、再生可能エネルギー技術関連の製造会社もあり、民間セクターの能力向上に政府の支援や管理が必要である。コントラクターの選定資格は、有資格者や研修修了などの要件を設ける必要がある。また REA は、機材の受入検査および完工前の検査等を、品質管理と共に慎重に行う必要がある。

5.1.2 太陽光発電

(1) 維持管理費用の確保

モデルでは、充電サービス施設からの収入を維持管理予算に充当する予定であった。しかしモニタリングでは、充電サービスの収入は維持管理費に及ばない結果だった。この不足額を補うために、他の公的予算またはカウンティ予算からの充当が必要である。維持管理予算を確保するために、REA における予算化、またはカウンティ政府が予算を確保する REA との合意書を交わすこ

とを提言する。将来的には、太陽光発電の維持管理費用は各カウンティで予算化されるべきである。

(2) カウンティを拠点とした維持管理体制の確立

不適切な維持管理の為に、十分に機能していない太陽光発電が多く存在する。将来、各カウンティの責任において太陽光発電の維持管理を行う体制を提言する。そのためには、以下の体制構築が必要である。

1) 診療施設

- REA と MoE&P 職員は、カウンティ保健事務所のエンジニアに維持管理について技術的助言を行う。カウンティ保健事務所のエンジニアは JKUAT の講師研修 (Training of Trainers) 等に参加する。
- 講師研修を受けたカウンティ保健事務所のエンジニアが、各施設の維持管理および日常点検について運転員を訓練する。

2) 学校

- 教育省は、カウンティ教育事務所に教育施設の管理を行う人材を配置する必要がある。さらに、研修の機会および太陽光発電設備のモニタリングに必要な予算を確保する。カウンティ教育事務所のエンジニアが、JKUAT の講師研修等に参加する。
- REA と MoE&P 職員は、カウンティ教育事務所のエンジニアに維持管理の技術的助言を行う。
- 講師研修を受けたカウンティ教育事務所のエンジニアが、各施設の維持管理および日常点検について運転員を訓練する。

5.1.3 小水力

(1) 標準仕様書の整備

MoE&P が 2015 年の完成を目指して KBS と準備中である “Guideline Specification Standard for Development of Micro/ Small Hydropower in Kenya (仮番号 KS1859)” の策定は、地方電化および小水力開発の促進に対して非常に重要である。これらの活動を確実に継続すべきである。

(2) 系統接続を念頭に置いた中小水力開発

水力開発が可能な地域は、ケニア山周辺地域と西ケニア地域に限られている。2009 年の地方電化マスタープランによると、それらの地域は系統延伸による電化が計画されている地域と重なっている。よって、小水力による地方電化は、短・中期的に独立系統として開発されたとしても、最終的には基幹系統に接続される可能性が高い。

したがって、小水力開発は系統接続を視野に入れて検討する必要がある。更に規模による優位性、および生態に対する影響の観点から考えて、小規模水力よりも中規模水力を優先して開発すべきである。

(3) 他の水資源開発計画との調整

水資源はケニアにとって貴重な天然資源であるため、小水力開発は水資源利用の一部と捉えるべきである。他の水資源開発計画との整合性を持った小水力開発計画を立案するために、環境・水・天然資源省との協力関係を強化する必要がある。

(4) WRMA との水文観測記録の共有

水力開発に拘らず、全ての水資源開発にとって、河川流量の評価が適切な計画立案のために最も肝要な点の一つである。河川流量の観測・整理の実施機関は WRMA であるが、そのデータは、多くの欠測期間を含んでおり、現時点では不確実である。REA は WRMA と水文記録を共有し、WRMA はその観測精度を向上させる必要がある。

5.1.4 バイオガス

(1) F/S を通じた最適システムの選定

施設から発生する原材料は、運搬の現実性から全てをシステムに用いる事はできない。運搬に維持管理のコストを要し利用者の負担になる原材料などは切り捨てる必要がある。既存のトイレや牛舎の位置から消化槽の位置を最適化し、経済性を最大にする技術的検討が必要である。また、状況により、発電を除外しガスを全て煮炊きの熱源に用いるほうが、経済性が高くなる場合が多い。そうした最適検討の為に F/S の実施が必要である。

(2) ガイドラインの更新

KBS がバイオガスの標準書を準備している。標準書が公表され次第、カウンターパートが必要箇所をバイオガスのガイドラインに取り入れ更新する必要がある。

(3) 既存バイオガスシステムのモニタリングと実態把握

家庭用の煮炊き熱源用の小型バイオガスはケニアに数千基導入されているが、使用者の訓練不足、建設の低品質、不適切な原材料、ガス発生量の低下等の問題を抱えている。既存バイオガスをモニタリングし、課題と問題点を抽出し、今後の効率的な運転と最適設計に応用し、関係機関で共有すべきである。

(4) オフグリッド地域のバイオガス発電

オフグリッド地域では本質的に、原材料の発生量は少なく、分散しているため運搬が必要であり、程度の高い運転員は不在である。オフグリッド地域においては規模の大きいシステムは非現実的である。対象地の F/S で十分に原材料と運転員の可能性を検討し、持続性を確保する必要がある。発電ではなく煮炊きの熱供給のみとする事が、最適でありうる。

(5) 計画、実施、モニタリングの為にカウンティ・サブカウンティ能力強化

地方分権化後、事業形成、計画、設計、工事監理、モニタリング等にカウンティ政府の参加が必要になる。カウンティ、サブカウンティの能力強化が必要である。

(6) 省庁間・ドナー間の情報共有

バイオガスは農業や環境セクターとも関連する。セクター間の調整不足、情報共有不足により、事業のスケープや役割の重複が見られる。効率的な事業実施と情報共有の為、省庁間、ドナー間の調整が必要である。

5.1.5 風力発電

(1) 風力発電プロジェクトの経験蓄積

REAは風力発電に関して十分な経験を持っていない。そのため、経験を蓄積する必要がある。正確な風力発電の予測が最も重要である。発電量の推定方法は小型風力発電でも同じであるため、小型風力発電の導入を通じて経験を蓄積するべきである。このような経験を積むことで、中型またはディーゼル発電とのハイブリッド等に関しても導入が容易になる。

(2) 維持管理体制の確立

ディーゼル発電に連系される風力発電は、運転および維持管理はディーゼル発電所の職員によって行われている。しかし、公共施設などに設置される小型風力発電機に関しては、適正な維持管理が行われる必要がある。公共施設に設置された小型風力発電機に関しては、太陽光発電の維持管理体制を適用することを提言する。

5.1.6 系統連系

(1) 小規模太陽光を系統する為の政策制度

現状、FITは200 kW以上が対象である。また、ネットメータリングは政策で整備を開始したばかりであり、施行に至ってはいない。今後、小規模PVシステムを有する数百の公共設備の系統接続が予想される。電力設備から逆潮流を可能にするためのガイドラインはあるが、Kenya Powerとの調整の上、数kW程度の小規模太陽光系統接続の為の制度整備と技術基準がなお必要である。また、系統連系にかかる維持管理体制の構築が必要である。

(2) 系統連系の政府補助

地方公共施設の逆潮流を含む系統連系は、民間ビジネスとして実施できるほど財務的に有利ではない。また、系統接続に必要なPCS等の費用は高く、利用者は負担できないため、公共事業として行う必要がある。公共施設PVシステムの系統連系を行う場合、費用を減じる為、施設数を纏めて政府事業として一括調達で進めるのが望ましい。

(3) 系統接続されたPVのデータベース

5.1.1項に関連し、既存のPVシステムを有する公共施設のデータ、及び、それらの系統接続の現状と計画についてのデータベースをREAが構築し、更新と管理を行うべきである。

5.2 モデル普及のための提言

プロジェクトで構築されたモデルは、太陽光発電を利用した地方電化プロジェクトに活用され、カウンターパートにより普及されなくてはならない。モデル普及のための提言を以下に要約する。

5.2.1 モデルの改訂

(1) REA の再生可能エネルギー部局によるモデルの改訂

プロジェクトの終了時期に、近い将来に REA が太陽光発電の維持管理予算を確保する見通しがあった。この見通しが現実となった場合、REA はモデル内の維持管理体制を修正する必要がある。

(2) REA によるモニタリングの継続

REA は、保健省および教育省を通じてモデル改訂のために運転状況のモニタリングを継続して実施する必要がある。

(3) 他の公共施設への適用

REA は、小学校および診療所のほかに、中学校、職業訓練校、ヘルスセンター等の公共施設電化も行っている。他の公共施設へもモデルを適用することを提言する。

5.2.2 ガイドラインの配布

モデルの内容はガイドラインに要約してある。そのため、REA はガイドラインを教育省および保健省を通じてカウンティおよび関係機関に配布する必要がある。

5.2.3 他の関係機関との協力

(1) カウンティ政府

- 1) REA はカウンティ政府に、指導者の訓練を含む技術面の支援を行う必要がある。
- 2) REA はカウンティ政府に、指導者の訓練を含む会計と帳簿に関する支援を行う必要がある。
- 3) REA はカウンティ政府に、太陽光発電に関する研修の情報を共有する必要がある。
- 4) REA は、太陽光発電設備の維持管理に関して、カウンティ政府と合意および署名を交わす準備を行う。

(2) 保健省

- 1) REA は、保健省と協力のもと、ケニア全土にある未電化の保健施設のリストを準備する必要がある。
- 2) REA は、保健省と協力して、モデルを適用する施設を特定するために社会経済調査を実施する。
- 3) REA は、モデルを適用する施設について優先順位をつける。

- 4) REA は保健省を通じて、カウンティ政府の保健事務所にガイドラインを配布する。
- (3) 教育省
- 1) REA は、教育省と協力してモデルを適用する施設を特定するために社会経済調査を実施する。
 - 2) REA は、モデルを適用する施設について優先順位をつける。
 - 3) REA は教育省を通じて、カウンティ政府の教育事務所にガイドラインを配布する。

5.3 今後の協力実施可能性

技術協力実施過程においての課題や問題点から、以下の協力実施の可能性が挙げられる。

5.3.1 再生可能エネルギー

(1) 再生可能エネルギー地方電化マスタープラン

5.1.1 項の提言に基づき、再生可能エネルギーによる地方電化マスタープランの策定と更新の為に技術移転が求められる。オングリッド・オフグリッド電化情報の更新と、行政区界、配電網、オフグリッド対象施設の地理情報、及び電化計画を含む GIS データベースの整備、統合、かかる人材育成が必要である。

(2) 広域エネルギー供給に向けた再生可能エネルギーの検討

地方電化を主眼としたマスタープランでは、未電化地域で利用可能な再生可能エネルギーに特化した計画となる。一方、ケニアにおいては、現状でも、大規模な水力・地熱など多くの再生可能エネルギーが利用されている。今後、国レベルあるいは送電線を連携している東アフリカ地域レベルで、システムの安定性を含み、再生可能エネルギーの利用を如何に促進してゆくべきかの検討が必要である。

5.3.2 その他エネルギー

(1) ディーゼル発電の経済的運用

ケニアの地方部では、独立電源としてディーゼル発電が導入されている。しかし、電力需要と発電出力のバランスが悪いため、燃費効率が低い状態で運用されているケースが見られる。電力需要に合わせて、ディーゼル発電が燃費効率の良い回転数帯で発電できるようにする必要がある。そのためには、複数台のディーゼル発電機を導入して、沖縄等で用いられている EDC (Economic Load Dispatching Control) 等の電力需要に合わせた経済的な運転方式の導入が考えられる。

(2) 廃棄物発電

ナイロビ及びモンバサなど大都市のごみの収集、処理が課題となっている。ゴミの分別・収集システムの整備と、生分解性廃棄物を用いたメタン発酵による発電、可燃性廃棄物を燃料とした廃棄物発電について、計画、設計、実施における支援が求められる。

5.3.3 電力系統

(1) 配電網延伸の計画設計技術支援

現在、REAは急激な配電網延伸を実施しており、建設した設備を Kenya Powerに引き渡している。しかし、中圧線延伸が100 kmを超えて行われるなど、適切な潮流計算に基づく設計になっているとは言えない。また、電化後の需要増加への対応、損失の改善に課題が見られる。配電網延伸計画画面での専門家支援が必要である。

(2) 系統連系

今後、これまでに導入された千箇所近くの公共施設のPVシステムの内、四割程度が系統接続される可能性がある。それらのPVシステムを効率的に活用する為、小規模再生可能エネルギーの系統連系の為の技術基準整備、及び、系統連系機器の導入が技術協力の項目として挙げられる。

(3) 系統接続の安定性確認・規制の必要

現在ケニアにおいて、Turkana 風力(300 MW)、Kepeto 風力(100 MW)を始め合計630 MWの風力、Garissa 太陽光(50 MW)などの太陽光をはじめ、IPPを含む大規模な風力・太陽光発電が計画されている。風力や太陽光は変動が大きく、出力変動を吸収できる貯水池式水力や火力の容量が系統に必要である。ケニアの現在の電力系統の容量は全体でも1,765 MW(2013年)である。これに加え、合計の系統容量を6762MWとするMoE&Pの5000MW+計画がある。1,646 MW地熱、1,920MWの石炭火力、1,050MWのガス火力がラインアップされているが、これらは短時間で出力を調整できない。一方、変動を吸収できる貯水池式水力発電は、タナ川水系のMasinga水力(40 MW)、Kamburu水力(94.2 MW)、Gitar水力(225 MW)、Kindaruma水力(72 MW)、Kiambere水力(168 MW)、等が存在し、その他と併せて700 MW程度の設備容量である。今後、大型再生可能エネルギーの系統接続が進行すると、将来的に変動を吸収できず、系統の安定性が乱れることが懸念される。今後の大型再生可能エネルギー開発計画と、他の電源を含んだ系統安定性を検討すべきである。