


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準備調査（その2）

ファイナルレポート

平成 22 年 6 月
(2010 年)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

 日本工営株式会社

産業
CR(1)
10-056


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準備調査（その2）

ファイナルレポート

平成 22 年 6 月
(2010 年)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

 日本工営株式会社

調査対象位置図



略語一覧

略語	正式名称	訳語
BCS	Battery Charging Station	バッテリーチャージングステーション
CBO	Community Based Organization	地域に基盤をおく団体
CDF	Constituency Development Fund	選挙区開発基金
CREEC	Center for Research in Energy and Energy Conservation	エネルギー及び省エネルギー研究所
CSS	Community Solar System	コミュニティーソーラーシステム
ERT	Energy for Rural Transformation	地方改革エネルギープログラム
GNI	Gross National Income	国民総所得
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit	ドイツ技術協力公社
IFC	International Finance Cooperation	国際金融公社
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KenGen	Kenya Electricity Generating Co. Ltd.	ケニア発電公社
KPLC	Kenya Power and Lighting Co. Ltd.	ケニア電灯・電力会社
Ksh	Kenya Shilling	ケニアシリング
LED	Light Emitting Diode	発光ダイオード
MoE	Ministry of Energy	エネルギー省(ケニア)
MoMS	Ministry of Medical Service	医療サービス省(ケニア)
NFE	Non Formal Education	ノンフォーマル教育
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PSDC	Private Sector Development Center	
PV	Photovoltaic	太陽光発電
REA	Rural Electrification Authority	地方電化庁(ケニア)
REF	Rural Electrification Fund	地方電化基金
REM	Rural Electrification Masterplan	地方電化マスタープラン(ケニア)
SHS	Solar Home System	ソーラーホームシステム
TICAD	Tokyo International Conference on African Development	アフリカ開発会議
UNEP	United Nations Environment Programme	国際連合環境計画
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization	国際連合工業開発機関
US\$	US Dollar	米ドル

Electrical Terminology

- V (Volt) Unit of voltage
- kV (kilovolt) 1,000 volts
- W (Watt) Unit of active 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 output
- kWp (kilowatt-peak) 1,000 Wp
- MWp (Megawatt-peak) 1,000 kWp

2010年3月 為替レート： US\$1.00 = Ksh 77.2500 = JPY 93.04

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準備調査（その2）
ドラフトファイナルレポート

目次

調査対象位置図.....	i
略語一覧	ii
目次	iii
表目次	iv
図目次	iv
第1章 序論.....	1
1.1 調査の背景.....	1
1.2 調査の目的.....	2
1.3 調査団構成.....	2
1.4 調査活動の概要.....	3
第2章 地方電化の現状.....	4
2.1 政府の地方電化政策とその達成状況.....	4
2.2 他ドナーによる地方電化プロジェクトの概要.....	9
第3章 複合型太陽光発電設備のパイロットプロジェクト候補地点の選定.....	12
3.1 候補地点の選定方法.....	12
3.2 地方電化庁の候補地点リストのレビュー（30 候補地点→20 候補地点）.....	14
3.3 村落社会調査による絞り込み（20 候補地点→6 候補地点）.....	20
3.4 調査団による詳細村落社会調査による絞り込み（6 候補地点→3 候補地点）.....	23
3.5 6 候補地点の財務収入および支出の検討.....	28
3.6 3 候補地点選定結果に関する関連機関との協議内容.....	31
第4章 村落社会調査.....	34
4.1 現地再委託調査による20 候補地点の村落社会調査結果.....	34
4.2 調査団による6 候補地点の詳細村落社会調査結果.....	37
第5章 関連資機材の現地調達にかかる市場調査.....	54
5.1 ケニア国内における太陽光発電関連の資機材の動向.....	54
5.2 ケニア国内の太陽光発電関連資機材の単価調査.....	54
第6章 複合型太陽光設備の概略設計.....	57
6.1 コミュニティソーラーシステムの設計.....	57
6.2 パイロットプロジェクト候補地点の概要設計及び積算.....	64
第7章 維持管理体制にかかる提案.....	103
7.1 コミュニティソーラーシステムの運転と維持管理のあり方.....	103
7.2 コミュニティソーラーシステムの収支見通し.....	108
第8章 提言.....	110
資料 I 未電化村落・公共施設調査結果	
資料 II Technical Specification of MOE	

表目次

表 2.1.1	ケニア国の州別公共施設の電化率	6
表 2.1.2	過去の MOE が設置した PV システム実績（合計）	7
表 2.1.3	過去の MOE が設置した PV システム実績（学校）	7
表 2.1.4	過去の MOE が設置した PV システム実績（医療機関）	8
表 2.1.5	過去の MOE が設置した PV システム実績（国立公園）	8
表 3.2.1	全候補 38 地点のロングリスト	15
表 3.2.2	パイロットプロジェクト候補 20 地点	16
表 3.3.1	詳細村落社会調査対象のパイロットプロジェクト 6 候補地点選定結果	22
表 3.4.1	候補地点のスコアリング評価基準	24
表 3.4.2	詳細村落社会調査結果のスコアリングの集計結果	25
表 3.4.3	6 候補地点の合計スコアおよび基本情報	26
表 3.5.1	パイロットプロジェクト 6 候補地点の財務収支計算	30
表 4.1.1	村落社会調査工程表	34
表 4.1.2	パイロットプロジェクト候補 20 地点村落社会調査結果概要	35
表 4.2.1	複合太陽光発電設備の 6 候補地点の携帯電話充電需要の予測	38
表 5.2.1	太陽光発電関連の主要資機材の単価表（5 社）	56
表 6.1.1	ケニア国全国最低・最高及び月平均水平面日射量(kWh/m ² /day)	58
表 6.2.1	室内照明数（MOE 仕様との比較）	67
表 6.2.2	Ilimotiok Secondary School で想定する 1 日当たりの電力需要量（要約）	68
表 6.2.3	Ilimotiok Secondary School で想定する 1 日当たりの電力需要量（詳細）	69
表 6.2.4	Olopironito Dispensary で想定する 1 日当たりの電力需要量（要約）	71
表 6.2.5	Olopironito Dispensary で想定する 1 日当たりの電力需要量（詳細）	72
表 6.2.6	Meto Dispensary で想定する 1 日当たりの電力需要量（要約）	73
表 6.2.7	Meto Dispensary で想定する 1 日当たりの電力需要量（詳細）	73
表 6.2.8	パイロットプロジェクト実施費用	74
表 6.2.9	Ilimotiok Secondary School 主要数量表（合計）	75
表 6.2.10	Ilimotiok Secondary School 詳細数量及び積算結果	76
表 6.2.11	Olopironito Dispensary 主要数量表（合計）	82
表 6.2.12	Olopironito Dispensary 詳細数量及び積算結果	82
表 6.2.13	Meto Dispensary 主要数量表（合計）	84
表 6.2.14	Meto Dispensary 詳細数量及び積算結果	85
表 6.2.15	想定される工程表	87
表 7.2.1	充電サービスの収支見通し	108

図目次

図 1.4.1	業務全体の流れ	3
図 2.2.1	乾燥および半乾燥地帯	10
図 2.2.2	UNIDO による Energy Kiosk のパイロットプロジェクト候補地点（案）	11
図 3.1.1	パイロットプロジェクト候補地点の選定手順	13
図 3.2.1	パイロットプロジェクト候補 20 地点位置図	17
図 3.2.2	バッテリーチャージング施設のレイアウトバリエーション	19
図 3.4.1	パイロットプロジェクト 3 候補地点（案）の位置図	27
図 4.1.1	村落分布図（Meto Dispensary の事例）	37

図 6.1.1	ソーラーパネルの特性の例	59
図 6.1.2	PV システム構成図（照明とコンセント）	62
図 6.1.3	PV システム構成図（ソーラー冷蔵庫（診療所）独立系）	62
図 6.1.4	PV システム構成図（バッテリーチャージング）	63
図 6.2.1	アフターサービス体制	87
図 6.2.2	Ilimotiok Secondary School 配置図.....	89
図 6.2.3	Iltumtum Secondary School 配置図.....	90
図 6.2.4	Olopironito Dispensary 配置図.....	91
図 6.2.5	Meto Dispensary 配置図.....	92
図 6.2.6	Mailwa Dispensary 配置図.....	93
図 6.2.7	Iloodokilani Secondary School 配置図.....	94
図 6.2.8	Ilimotiok Secondary School 立体図（Group 1）	95
図 6.2.9	Ilimotiok Secondary School 立体図（Group 2, Group 3）	96
図 6.2.10	Ilimotiok Secondary School 立体図（Group 4）	97
図 6.2.11	Ilimotiok Secondary School 立体図（Group 5）	98
図 6.2.12	Ilimotiok Secondary School 立体図（Group 6, Group 7）	99
図 6.2.13	Olopironito Dispensary 立体図（Group 1）	100
図 6.2.14	Olopironito Dispensary 立体図（Group 2）	101
図 6.2.15	Meto Dispensary 立体図.....	102
図 7.1.1	充電サービスの運営体制模式図	106

第1章 序論

1.1 調査の背景

アジアに続く経済発展地域としてアフリカが世界から注目され、最近の世界的な資源不足から、アフリカの資源開発への投資も増加している。現在進んでいる世界経済の減速の影響は確実に受けるものの、長期的にはアフリカ経済が低迷から離陸する好機を迎えている。

一方、アフリカ地域の成長を支える農民の生活レベルは低く、農村部における電力へのアクセス向上により生活レベルを向上させることが有効と考えられている。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、広大な土地と分散した村落の分布によりインフラ整備の観点から非効率と考えられ、地方部がその対象となるまでには時間を要する状況である。従い、地方電化の手法としては独立型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が効果的であると判断されている。

このような状況を踏まえ、国際協力機構（以下機構と略す）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、地方の学校や保健所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、これらの結果を踏まえて機構は、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、「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。同調査、特に公共施設の電化については、学校および保健所を太陽光発電設備によって電化し、さらに同設備を用いて地域住民が携帯電話端末およびバッテリー等を充電できる機能（充電所機能）を持つことが考案され、複合型太陽光発電設備（コミュニティソーラシステム：CSS）として基本的な仕様が提案された。このCSSは、①対象公共施設電化に加え周辺コミュニティにもサービスを提供、②収入を得ることによる持続的な維持管理体制の構築および、③コミュニティへの電気の利便性に関する啓発効果、メンテナンス方法等にかかる理解促進と潜在的市場の掘り起こしなどを目的として計画するものである。また、CSS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。

また、ケニア国におけ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）によって行われている 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たプロジェクトであり、すでに多くのサイトで実証事業を開始している。

前述の準備調査の結果踏まえ、機構およびケニア国側のカウンターパート機関である地方電化庁並びに連携機関となる UNIDO は、Letter of Understanding (LOU) を締結し、三者による協力枠組みについて整理した。同 LOU では、3 者連携のもとに、機構が約 10 地点の太陽光発電を用いたパイロットプロジェクトを実施し、また、UNIDO が 10 地点の Energy Kiosk のパイロットプロジェクトを実施することが想定されている。さらに機構と UNIDO のパイロットプロジェクトの共同実施についての検討も提案されている。LOU では、パイロットプロジェクト対象地点選定基準が検討され、同基準を基に、地方電化庁（および UNIDO）が対象地点リストを作成することとなった。

これらの経緯を踏まえ、機構は本調査を実施し、先の準備調査の結果および現地での関係機関間での調整結果を受けて、ケニア国におい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、最も優先度の高い 3 地点における太陽光発電設備の概略設計を行うこととなった。

1.2 調査の目的

本調査の目的は以下の 3 点である。

- 複合型太陽光発電設備（バッテリーチャージング機能が付加された太陽光発電設備）を活用した公共施設電化のパイロットプロジェクト候補地点の優先度を含む情報を整理する。
- 最も優先度の高い 3 地点における複合型太陽光発電設備の概略設計を実施する。
- 太陽光発電を活用した公共施設電化設備の維持管理体制の構築にかかる留意点の整理と提案を行う。

1.3 調査団構成

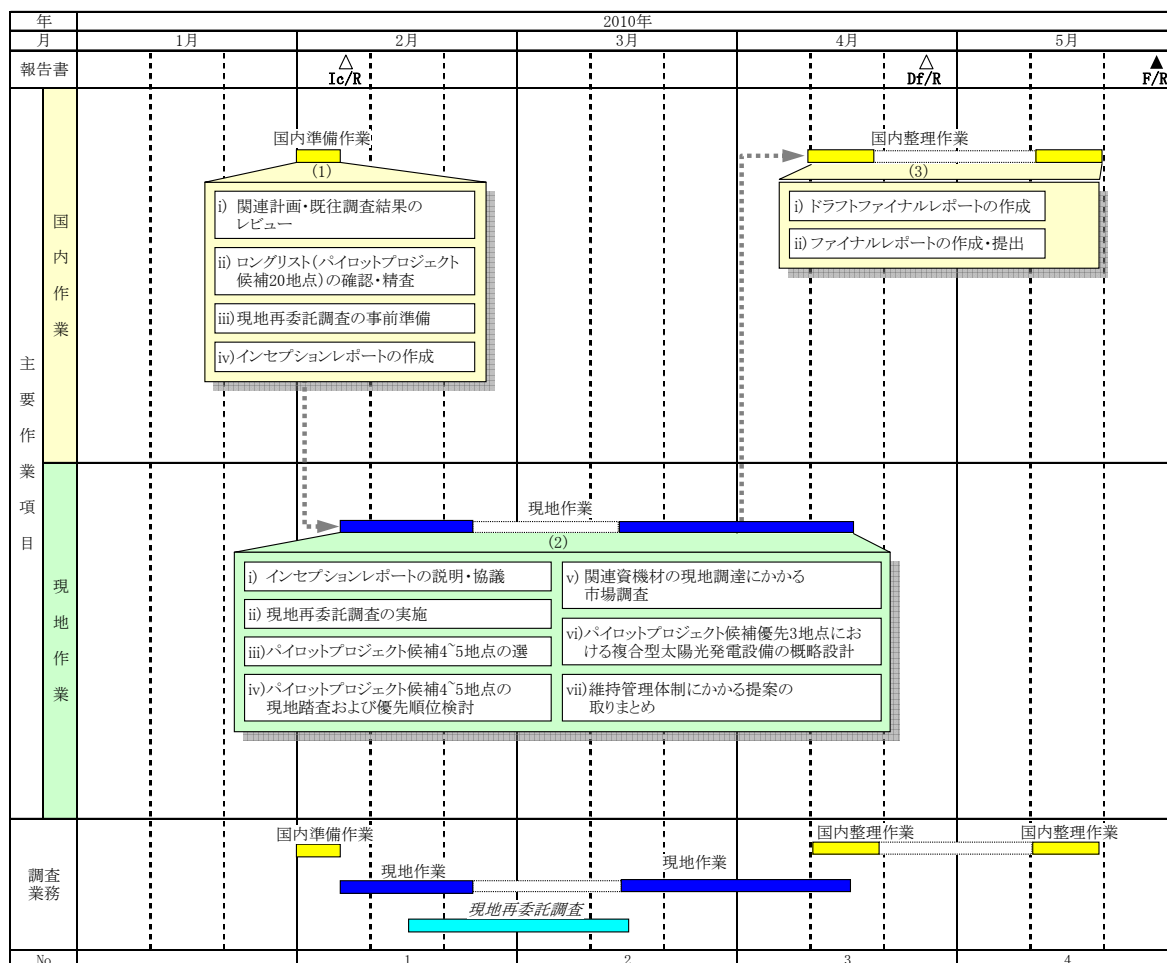
本調査に必要な専門家として、それぞれの専門性を有し、かつ、アフリカ案件の従事経験を有する下記 4 名により調査団を構成した。

番号	氏名	担当分野
1	片岡 琢士	総括／地方電化
2	大瀧 克彦	太陽光発電技術／維持管理体制
3	藤井 稔	設計・積算／市場調査
4	五味 剛史	村落社会開発

1.4 調査活動の概要

調査団は、2月初旬の国内準備作業の後現地に入り込み、第1次現地調査を実施した。この第1次現地調査において、地方電化庁から提供されたコミュニティーソーラーシステム(CSS)のパイロットプロジェクト候補対象30地点のリスト内容を確認した上で、候補地点を20地点に絞り込んだ。また、この候補20地点に対して現地再委託による村落調査を開始するべく準備を行った。調査団は、2月末に一旦帰国し、現地再委託による村落調査が完了する時期である3月中旬に、村落調査担当を先行派遣し、村落調査結果の取りまとめ作業を実施した。他の団員も3月末に現地に入り込み、村落調査結果に基づいて、詳細村落調査対象6地点を選定した。この選定結果について、地方電化庁およびエネルギー省に説明の上、調査団独自による詳細村落調査を実施した。この詳細村落調査の結果に基づいて、パイロットプロジェクト候補地点の第一グループとなる3地点を選定し、再度地方電化庁およびエネルギー省に説明の上、協議を行った。その後、第2次現地調査からの帰国前および国内整理作業期間に、最終的に選定した候補3地点の施設に対し、CSSの概略設計を実施し、組織運営に関する提案を取りまとめた。

業務全体の流れを図1.4.1に示す。



JICA 調査団作成

図 1.4.1 業務全体の流れ

第2章 地方電化の現状

2.1 政府の地方電化政策とその達成状況

（1）ケニア国の地方電化政策

ケニア国ではエネルギー省（MoE: Ministry of Energy）が地方電化を所管してきたが、2007年に地方電化庁（REA: Rural Electrification Authority）が設立され、2009年から本格的な事業を開始した。地方電化庁は、地方電化事業の推進を強化するために設立されたものであり、現在グリッド延伸を中心とした事業を遂行している。太陽光発電などによる公共設備のオフグリッド電化は、現時点ではエネルギー省が担当しており、2005年以降現在に至るまで、学校施設、保健施設などにおいて多くの太陽光発電設備の設置を実施してきている。また、エネルギー省は、他ドナーが実施するオフグリッド太陽光発電による公共施設実施の窓口ともなっている。ただし、今後は、オフグリッド太陽光発電に関する事業は徐々に地方電化庁に移管されていくことになるということである。

また、ケニアの電力会社として、KenGen (Kenya Electricity)および KPLC (Kenya Power & Lighting Company Limited)が存在する。KenGen はケニアの消費電力の約 80%を発電する発電会社で、自ら再生可能エネルギーの促進させる制度は持たないが、経済合理性の観点から再生可能エネルギーによる発電事業は行っている。一方、KPLC はケニアの送電事業に関する独占企業である。ケニアの送配電設備は全て KPLC の所有である。KPLC の固定価格買取制度は、系統に接続された再生可能エネルギーにより発電された電力を決められた料金で買い取る制度で、ケニアの再生可能エネルギーの開発に有効な制度といえる。

ケニアにおいては、既存の 33kV もしくは 11kV の配電網エリアに住む人口が総人口の 63%であるが、高額な引込み費用負担の問題などから配電網への接続率が低いため、電化地域の拡充速度が必ずしも実際の電化率向上には繋がらず、電気を利用可能な地域でも未電化の家庭が非常に多い。このため、電化率は都市部で 47-50%であるが、地方部では 8-10%にとどまっている。

この状況下、地方電化庁では以下の目標の下、その実現に向け各関係機関との協議およびパイロットプロジェクトの実施促進を行っている。

- グリッド電化地域の人口カバー率を 2012 年までに 100%に引き上げる。
- 地方電化率を現状の 10%程度から 2030 年までに 100%に引き上げる。
- トレーディングセンター・学校・保健施設・公共給水施設・行政機関などの公共施設については 2012 年までに 100%電化する。

2007 年から作成が続けられていた地方電化マスタープラン（REM: Rural Electrification Master

Plan) は 2009 年 5 月に最終案が提出された。このマスタープランは 2018 年までの 10 年間を対象としている。また、同マスタープランは、2008 年から 2013 年までの 5 年間の事業（アクションプラン）を具体的に示しており、2008 年の地方電化率 9%から 2013 年までに 20%に、また 2018 年までに地方電化率を 33%に引き上げることとしている。この電化率の上昇は、2003 年から 2008 年までの地方新規電化の実績に比べると、飛躍的な上昇を目指すものである。また、REM に記載してある KPLC およびエネルギー省の情報によると、地方電化計画に於ける 2018 年までの地方部の電化は、対象家屋数の 70%程度が配電線延伸による電化となる見通しであり、配電線延伸による電化の割合は経年的に低くなっていくと推定している。

高圧送電線の延伸計画は、計画および建設が進められており、国内の電力融通を考慮した将来の電源拡充に伴った電化率向上に備える形となっている。下記に示す 3 路線が建設済みもしくは建設中である。

- Construction of the 130 km Kamburu-Meru 132 kV single circuit line (commissioned at end of 2009)
- Construction of the 203 km Olkaria-Lessos 220 kV line (commissioning at end of 2010)
- Addition of the Lessos-Kisumu 85 km 132 kV line (commissioning at end of 2012)

（2）ケニア国の行政単位と地方電化率の分布

ケニア国の行政単位は 8 州（Central, Coast, Eastern, Nairobi, North Eastern, Nyanza, Rift Valley, Western の各 Province）とその下位の行政単位である 254 の県（District）により構成されている。Division、Location、Sub-location、Village がさらにその下位の行政単位である。

また、各行政単位の州別行政単位の公共施設である県庁、商業中心地、公共教育施設および公共補編施設の電化率および地方電化マスタープラン(REM2009)に於ける電化目標は、表 2.1.1 に示すとおりである。表 2.1.1 に示すとおり、公共施設の未電化比率は、North Eastern Province が最も高く、次に Eastern Province、Nyanza、Coast および Rift Valley が続いている。これらの状況を把握した上で、REM2009 における電化計画が立てられて、全国的な電化率の向上を目指しているが、North Eastern Province については、アクセスの悪さ、治安面の問題などが多く、Rem2009 以降も継続した電化促進が求められることとなる。

表 2.1.1 ケニア国の州別公共施設の電化率

District Headquarters

Province	Electrified (No.)	Non-electrified	Unknoun (No.)	Total (No.)	Non-Electrified	REM 2009		Non-Electrified after REM2009
						Off-grid	Grid extension	
Coast	11	0	0	11	0.0%	0	0	0.0%
North Eastern	7	4	0	11	36.4%	4	0	0.0%
Eastern	25	4	0	29	13.8%	2	2	0.0%
Nyanza	21	0	0	21	0.0%	0	0	0.0%
Rift Valley	39	4	0	43	9.3%	2	2	0.0%
Contral	11	0	0	11	0.0%	0	0	0.0%
Western	19	0	0	19	0.0%	0	0	0.0%
Total	133	12	0	145	8.3%	8	4	0.0%

Towns & Trading Centers

Province	Electrified (No.)	Non-electrified	Unknoun (No.)	Total (No.)	Non-Electrified	REM 2009		Non-Electrified after REM2009
						Off-grid	Grid extension	
Coast	261	350	10	621	56.4%	12	186	24.5%
North Eastern	25	162	0	187	86.6%	66	0	51.3%
Eastern	973	1378	32	2383	57.8%	32	720	26.3%
Nyanza	780	832	11	1623	51.3%	0	563	16.6%
Rift Valley	913	1224	20	2157	56.7%	58	948	10.1%
Contral	1520	720	12	2252	32.0%	0	328	17.4%
Western	625	355	2	982	36.2%	0	286	7.0%
Total	5097	5021	87	10205	49.2%	168	3031	17.9%

Public School

Province	Electrified (No.)	Non-electrified	Unknoun (No.)	Total (No.)	Non-Electrified	REM 2009		Non-Electrified after REM2009
						Off-grid	Grid extension	
Coast	130	82	1	213	38.5%	7	29	21.6%
North Eastern	35	71	0	106	67.0%	21	0	47.2%
Eastern	598	827	6	1431	57.8%	12	396	29.3%
Nyanza	709	803	3	1515	53.0%	0	388	27.4%
Rift Valley	774	998	77	1849	54.0%	20	379	32.4%
Contral	737	278	4	1019	27.3%	0	180	9.6%
Western	420	265	8	693	38.2%	0	184	11.7%
Total	3403	3324	99	6826	48.7%	60	1556	25.0%

Public Health Facilities

Province	Electrified (No.)	Non-electrified	Unknoun (No.)	Total (No.)	Non-Electrified	REM 2009		Non-Electrified after REM2009
						Off-grid	Grid extension	
Coast	120	157	0	277	56.7%	11	75	25.6%
North Eastern	13	91	0	104	87.5%	50	0	39.4%
Eastern	253	323	0	576	56.1%	29	162	22.9%
Nyanza	320	260	4	584	44.5%	0	135	21.4%
Rift Valley	488	543	74	1105	49.1%	32	294	19.6%
Contral	332	146	0	478	30.5%	0	56	18.8%
Western	173	45	4	222	20.3%	0	46	0.0%
Total	1699	1565	82	3346	46.8%	122	768	20.2%

Note: Non-electrified (%) is estimated with assumption of that the numbers of facilities of unknown is counted as electrified.

出典: Rural Electrification Master Plan, Final Report, May 2009

(3) ケニアにおける公共施設の太陽光電化

エネルギー省の資料によればケニアにおいては 2005/6 年度以降、未電化地帯の学校や保健施設を対象とした大型太陽光発電設備の設置が本格化している。現在ではこの事業の実施機関は REA に移行しつつある。このプログラムでは 2005/6 年度から 2007/8 年度にかけては学校(主に Secondary school、一部 boarding primary school)だけが対象とされ、1 箇所当たりの太陽光パネル容量は敷地内施設の規模に対応して合計で 4~5kW という大規模なものも多数設置されている。2008/9 年度からは保健施設 (Health Center または Dispensary) も対象となっている。Dispensary

の場合には学校に比べて施設の規模が小さく、合計設備容量が 400~600W 程度のもものも多い。このプログラムで 2009/10 年度までに電化される施設は合計 223 となっている。エネルギーが設置した PV システムの実績を表 2.1.2、表 2.1.3、表 2.1.4 および表 2.1.5 に示す。エネルギー省によれば、今後の太陽光による電化の対象は、治安改善の観点から警察関連施設も加えた形で、計画していく予定であるとのことであった。

表 2.1.2 過去の MOE が設置した PV システム実績（合計）

Total					
	No. of Sites Installed with PV System (1)	Total Cost (Ksh) (2)	Average Cost (Ksh/Site) (3)=(2)/(1)	Total PV Capacity (W) (4)	Average PV Capacity (W/Site) (5)=(4)/(1)
FY2005-2006	16	51,262,682.00	3,203,917.63	39,530	2,471
FY2006-2007	40	170,381,288.62	4,259,532.22	158,160	3,954
FY2007-2008	40	181,962,301.47	4,549,057.54	158,510	3,963
FY2008-2009	54	83,323,086.00	1,543,020.11	64,560	1,196
FY2009-2010	73	191,423,769.31	2,622,243.42	153,462	2,102
Total	223	678,353,127.40	3,041,942.28	574,222	2,575

出典: MOE

表 2.1.3 過去の MOE が設置した PV システム実績（学校）

School					
	No. of Sites Installed with PV System (1)	Total Cost (Ksh) (2)	Average Cost (Ksh/Site) (3)=(2)/(1)	Total PV Capacity (W) (4)	Average PV Capacity (W/Site) (5)=(4)/(1)
FY2005-2006	16	51,262,682.00	3,203,917.63	39,530	2,471
FY2006-2007	40	170,381,288.62	4,259,532.22	158,160	3,954
FY2007-2008	39	181,287,960.47	4,648,409.24	157,960	4,050
FY2008-2009	5	16,403,027.00	3,280,605.40	13,130	2,626
FY2009-2010	42	143,064,693.85	3,406,302.23	116,475	2,773
Total	142	562,399,651.94	3,960,560.93	485,255	3,417

出典: MOE

表 2.1.4 過去の MOE が設置した PV システム実績（医療機関）

Medical Institutions (Dispensary, Health Center, Hospital)

	No. of Sites Installed with PV System (1)	Total Cost (Ksh) (2)	Average Cost (Ksh/Site) (3)=(2)/(1)	Total PV Capacity (W) (4)	Average PV Capacity (W/Site) (5)=(4)/(1)
FY2005-2006	0	0.00	0.00	0	0
FY2006-2007	0	0.00	0.00	0	0
FY2007-2008	1	674,341.00	674,341.00	550	550
FY2008-2009	49	66,920,059.00	1,365,715.49	51,430	1,050
FY2009-2010	29	37,518,202.46	1,293,731.12	26,867	926
Total	79	105,112,602.46	1,330,539.27	78,847	998

出典: MOE

表 2.1.5 過去の MOE が設置した PV システム実績（国立公園）

National Park

	No. of Sites Installed with PV System (1)	Total Cost (Ksh) (2)	Average Cost (Ksh/Site) (3)=(2)/(1)	Total PV Capacity (W) (4)	Average PV Capacity (W/Site) (5)=(4)/(1)
FY2005-2006	0	0.00	0.00	0	0
FY2006-2007	0	0.00	0.00	0	0
FY2007-2008	0	0.00	0.00	0	0
FY2008-2009	0	0.00	0.00	0	0
FY2009-2010	2	10,840,873.00	5,420,436.50	10,120	5,060
Total	2	10,840,873.00	5,420,436.50	10,120	5,060

出典: MOE

エネルギー省の技術仕様書（Technical Specifications）によれば、このプログラムで電化する場合には小規模な太陽光発電設備（最低規模は 220W）であってもすべて 240V AC の電気に交流変換することになっている。AC 供給の場合には通常の電気設備（蛍光灯照明、テレビ、パソコンなど）がそのまま利用できるため使用者としては便利である。ただし、この場合には、ユーザーがコンセントからの電気を電力系統からの電気と同様に考えて自由に使う結果、使いすぎてしまう傾向が出やすく、充電用バッテリーへの負担が大きくなり、バッテリーの劣化が進みやすいという問題がある。また、交流変換に伴うエネルギーロスやインバーター設備のコスト増などの問題もある。この方式は技術的な難しさはなく資金に余裕がある場合には十分可能であるが、通常の開発援助としての地方電化事業で求められる低コストで持続可能な設備（小型太陽光発電パネルによる電気をバッテリー(12V)から直接利用する）とは大きく異なっている。

エネルギー省担当者の説明によれば 1 年間の保証期間を設定しており、その期間内における故障は無料で修理交換が行われるとのことであった。しかし、太陽光発電設備の持続性における最大の問題点はバッテリーの寿命であり、それは 5 年程度と考えられ、その時点でバッテリー交換費用（1 個当たり 30,000Ksh 前後（200Ah）、学校の場合には 10 個程度使うケースが多い）が必要

となるが、保障期間以降の維持管理は、設備設置の対象施設の責任で実施することとなっている。従い、各施設を所管する教育省、保健省等から別予算を確保するか、選挙区開発基金 (Constituency Development Fund)を利用した対応を取る必要がある。

（4） 公共施設の太陽光発電設備の持続可能性

上記の設計思想が基本となっているため今後ケニアの公共施設を対象に太陽光発電電化を行う場合には AC 変換を前提とした大型設備を設置する必要があると考えられる。しかし、このような大型設備の場合には使用している機材も高価なものが多く、故障や劣化の場合の交換費用負担は大きい。その点を解決できなければ設置後数年で機能停止に陥る可能性もあると考えられる。ちなみに利用されているバッテリーは 12V 200Ah という最大クラスのサイズであり、その価格は一個当たり 30,000Ksh 程度である。学校施設ではそれを数台まとめて使用しており、それが劣化した場合には全部を一度に交換しなければならない。

また、設置時点でのユーザーへの説明も不十分と考えられる。バッテリーを長持ちさせるための電気の使い方などについて設置時に詳しく説明している様子はなく、施設側の危機感は希薄でオーナーシップは育っていないように感じられる。

このような状況から、JICA 事業としてのパイロット事業を構想する場合には、こういった大型設備が多数建設されているという状況を前提として、そういった設備の場合における持続可能性確保の観点から、携帯電話充電、ランプ充電などの住民のニーズに対応した収入確保策を提案することは非常に効果的と考えられる。また、同時にユーザーサイドの知識基盤の育成、Capacity Development も重要であり、この面からのトレーニングや啓蒙活動も実施することが必要であろう。

2.2 他ドナーによる地方電化プロジェクトの概要

スペイン政府援助資金による公共施設電化計画

本調査による地方電化計画と類似した案件として、スペイン政府からの援助(資金規模約 1000 万ユーロ)で同様の学校や保健施設を対象とした太陽光発電電化事業が決定しており、その対象となる乾燥および半乾燥地帯(Arid and Semi-Arid Land)の 380 施設も選定済である。工事内容は、太陽光発電設備の設計、機材調達および据付および試運転であり、エネルギー省からの入札案内は 2010 年 2 月 22 日に出され、2 ヶ月後の 2010 年 4 月 23 日が入札締切りである。

MAP OF KENYA SHOWING ARID AND SEMI ARID DISTRICTS

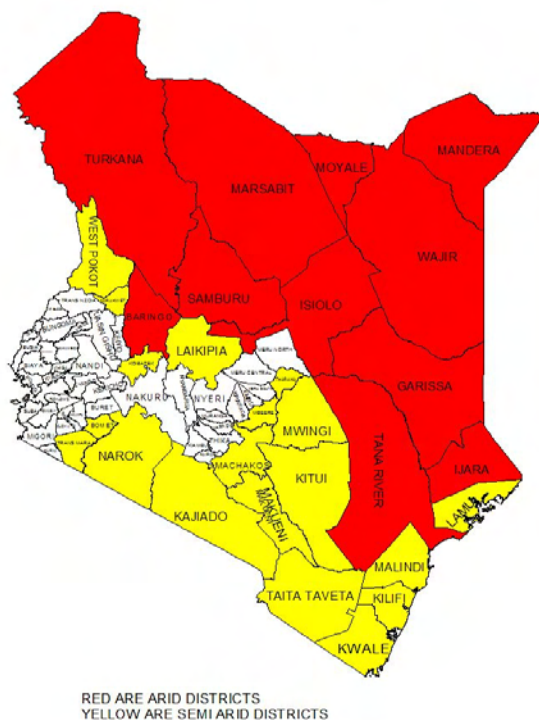


図 2.2.1 乾燥および半乾燥地帯

出典：National Policy of ASAL Development (2004-2013)

本計画に関するエネルギー省の情報によると、維持管理計画については設備の設置後 1 年間は設置を請け負った会社の保証期間があるが、それ以降の維持管理は、設備設置の対象施設の責任で実施することとなっている。

UNIDO による電化計画

機構およびケニア国側のカウンターパート機関である地方電化庁並びに連携機関となる UNIDO は、Letter of Understanding (LOU) を締結し、三者による協力枠組みについて整理している。同 LOU では、UNIDO が 10 地点の Energy Kiosk のパイロットプロジェクトを実施することが予定された。この対象地点の選定のために、UNIDO は、候補地点 100 地点を選定しその内容を”National CPC Sites Survey Report, January 2010”に取りまとめ、この中から 10 地点を選定している。これらの候補地点においては、太陽光発電、小水力発電、風力発電およびバイオガス発電を組み合わせたハイブリッドタイプの発電形態を提案しており、各地域の産業開発を目的としている。今後、各サイトの詳細調査が実施される予定である。UNIDO が選定している 10 地点の位置は図 2.2.2 に示すとおりである。

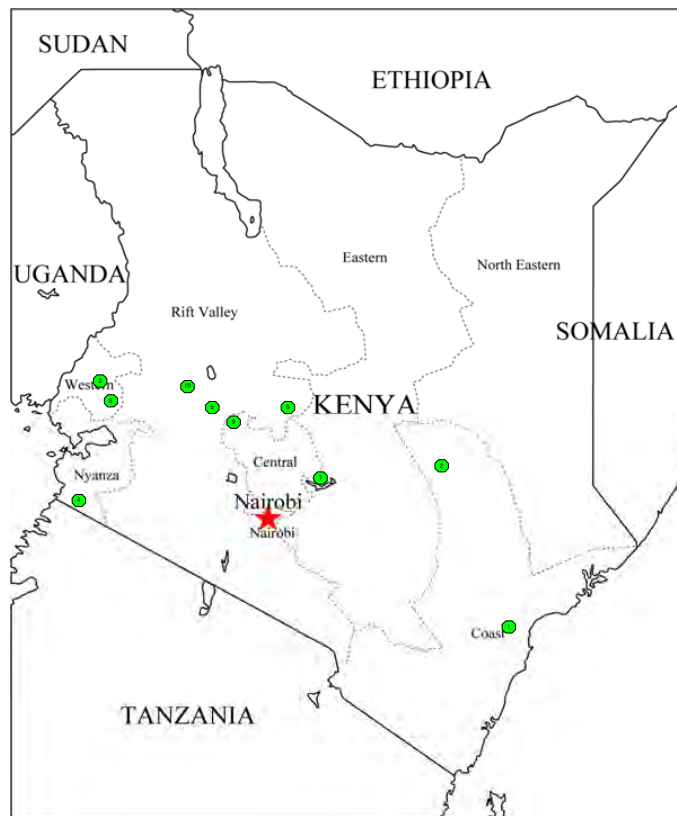


図 2.2.2 UNIDO による Energy Kiosk のパイロットプロジェクト候補地点（案）

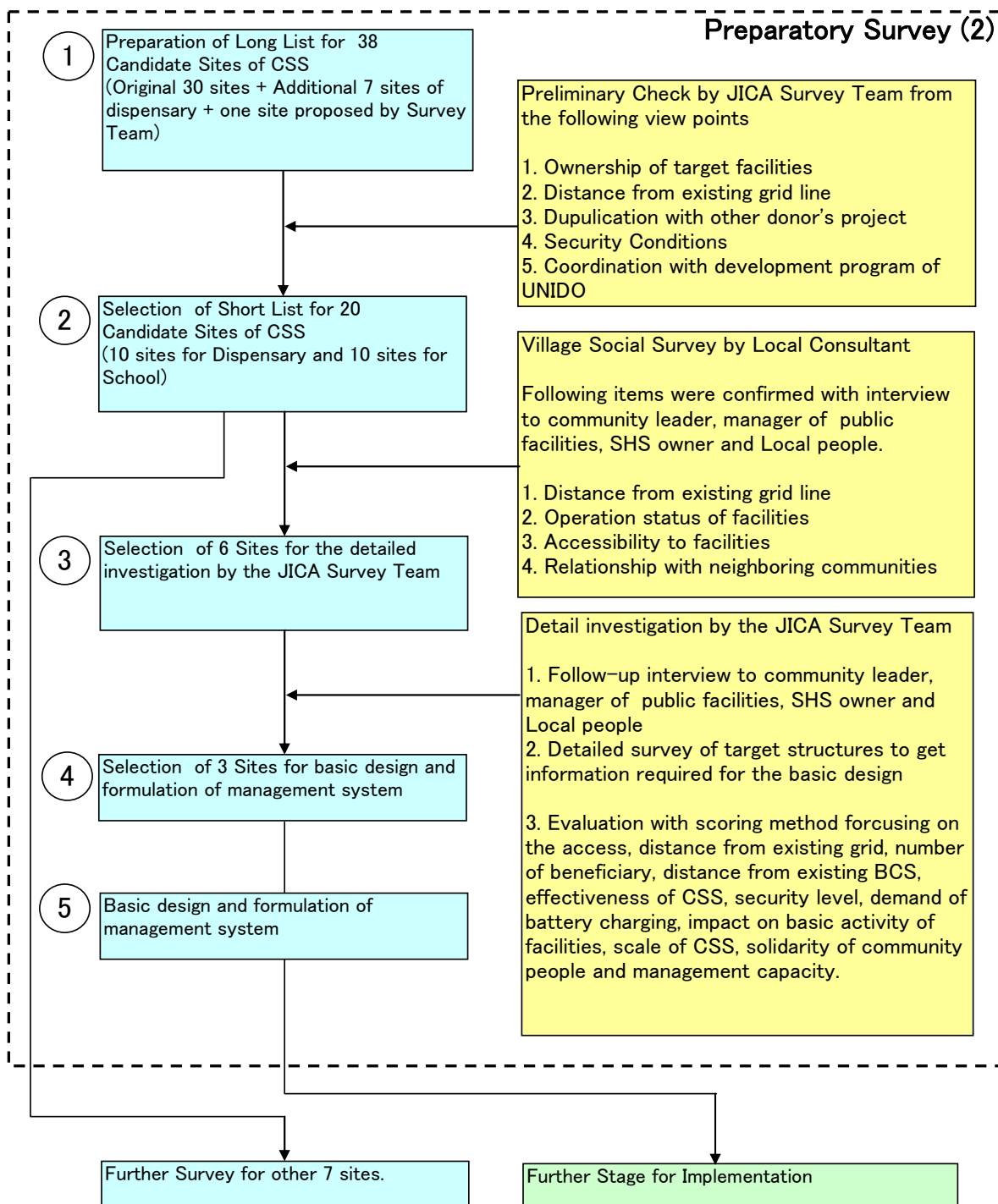
出典：UNIDO

第3章 複合型太陽光発電設備のパイロットプロジェクト候補地点の選定

3.1 候補地点の選定方法

本調査において、パイロットプロジェクト候補地点は、調査に先立ち地方電化庁より 20 候補地点が提供される予定であったが、調査開始時に、地方電化庁より 30 候補地点のリストが示された。本調査においては、この 30 候補地点から最終的にコミュニティーソーラーシステム(CSS)のパイロットプロジェクト第一グループとなる 3 候補地点への絞り込みを行った。パイロットプロジェクト候補地点の選定手順を図 3.1.1 に示す。

Procedure of the Preparatory Survey on Renewable Energy Promotion Program in Africa (2)



JICA 調査団作成

図 3.1.1 パイロットプロジェクト候補地点の選定手順

3.2 地方電化庁の候補地点リストのレビュー（30 候補地点→20 候補地点）

まず、地方電化庁から入手したパイロットプロジェクト候補 30 地点（学校施設および保健施設）の位置情報（緯度経度）を入手した上で、各候補地点について次の点に関して確認を行った。

（1）既存配電線グリッド（11kV および 33kV）からの距離

地方電化庁から入手した対象施設の位置情報より地図上に位置を示し、REMP 報告書の既存配電線グリッド情報および KPLC から入手した同情報との位置関係を確認することにより、既存配電線グリッド（11kV および 33kV）からの距離が 10 km 以内の候補地点は、近年中に配電線グリッドが到達すると見込み、候補地点として適さないと判断した。エネルギー省および地方電化庁のオフグリッドによる電化を判断する指標は、既存配電線グリッドからの距離が 15 km としているが、この時点での距離情報の不確実さを考慮し、判断基準 10 km 程度とした。

（2）対象施設の所有者

地方電化庁から入手した対象施設リストを他の保健施設一覧リストと照合し、施設の所有が公共ではなくミッション系の施設等について、候補地点として適さないと判断した。

（3）他ドナーの候補地点との重複の確認

地方電化庁から入手した対象施設リストをエネルギー省の実施予定リストおよび前述のスペイン政府援助資金により実施予定である公共施設電化計画 380 地点のリストと照合することにより、重複している案件を除外した。

（4）候補地点の治安に関する確認

候補地点の位置に基づいて、安全海外情報の危険地帯に位置する候補地点がないか確認した。

確認・精査の結果、当初地方電化庁から提示された候補 30 地点の内、18 候補地点が上記確認事項にて、候補地点として適さないことが判明した。特に、保健施設の候補地点数が極端に不足することとなった。したがって、地方電化庁と協議の上、上記確認事項を満足する新たな保健施設候補地点 7 地点追加し、さらに Part-1 調査において JICA 調査団が現場視察をした Kajiado South の保健施設を 1 地点追加することで、最終的なパイロットプロジェクト候補 20 地点を選定した。なお、20 地点の候補地点は、10 地点が学校施設であとの 10 地点が保健施設とした。

表 3.2.1 および表 3.2.2 に、当初地方電化庁から入手した 30 地点も含む、全候補 38 地点のロングリストおよび最終的なパイロットプロジェクト候補 20 地点のショートリストを示し、図 3.2.1 にそれらの位置を示す。また、これらのショートリストされた 20 地点は、UNIDO が Energy Kiosk として計画中である候補地店（図 2.2.2）と重複しないことを確認した。

表 3.2.1 全候補 38 地点のロングリスト

Province	Constituency	Electrification Ratio of Constituency	No.	School/health Facility	Latitude	Longitude	Approx. Distance from existing distribution line	Extension plan of distribution line	Candidate sites for Village social Survey	Remarks
Rift Valley	Narok South	5.93%	1	Limotiok Secondary School	-0.8630	35.5150	50 km from 33kV	No	Yes	
			2	Meleo Secondary School	-0.9190	35.6190	35 km from 33kV	No	Yes	
			3	Olkoroi Dispensary	-1.6978	35.5571	70 km from 33kV	No	No	Misson
			4	Entasekera Health Center	-1.8322	35.8071	90 km from 33kV	No	No	Misson
			5	Mara Rianta Dispensary	-1.2376	35.1222	100 km from 33kV	No	No	Misson
	Narok North	28.05%	6	Entoltol Dispensary	-0.9408	35.8799	15 km from 33kV	No	No	to be done as Spanish Project
			7	Ngoirienito Dispensary	-0.936	36.241	0 km from 33kV	Yes	No	
			8	Itumtuni School	-1.4000	36.2300	40 km from 33kV	No	Yes	
			113	Olposimoru Disp	-0.5676	35.7250	50 km from 33kV	No	Yes	
			114	Olopironito Disp	-0.9042	35.9070	15 km from 33kV	No	Yes	
	Kilgoris	25.45%	9	Olmelil High School	-0.8980	34.9950	2.8 km from 11kV	Yes	No	
			10	Olaaitong Girl's Secondary School	-1.3680	34.8140	5 km from 33kV	Yes	Yes	
			11	Takitech Dispensary	-0.9491	35.0545	1 km from 11kV	No	No	
			118	Kimintet dispensary	-1.1210	35.0741	10 km from 33kV	Yes	Yes	
			120	Emarti Health centre	-0.9977	35.1801	10 km from 33kV	No	Yes	
	Kajiado South	33.87%	12	Oloolaiser Girl's Secondary School	-1.39379	36.73387	0 km from 33kV	No	No	
			13	Meto Dispensary	-2.4090	36.5560	35 km from 33kV	Yes	Yes	Existing PV for lighting and too small. Additional PV system is required for Refresirator, delivery and
			14	Oloile Secondary School	-2.8080	37.5270	16 km from 11kV	Yes	Yes	200 students, 11 rooms,
			31	Mailwa Dispensary	-2.3289	36.7350	15 km from 33kV	No	Yes	PV system is required for 6 rooms.
			15	Olmamen Boarding Primary School	-1.7940	37.1270	7 km from 11kV	No	No	
Kajiado Central	27.27%	16	Loodokilani Secondary School	-1.6260	36.6390	20 km from 11kV	No	Yes	New School	
		17	Tanyileel Girl's Secondary School	0.6000	35.8800	8 km from 33kV	No	No		
Baringo East	25.00%	127	Loiwat Disp	1.048	35.728	35 km from 33kV	No	Yes		
		128	Ptikii Community disp.	1.352	35.726	35 km from 33kV	No	Yes		
Baringo North	30.84%	18	Katibel Secondary School	0.6240	35.6710	0 km from 33kV	Yes	No		
		19	Moiguitwo Dispensary	0.7790	35.8080	4 km from 11kV	No	No	Small Dispensary with 2 rooms 100hh has PV system.	
		133	Issas H/C	0.714	35.861	8 km from 33kV	Yes	Yes		
Coast	Taita Taveta	50.00%	20	Mrabani Bording Primary School	-3.4300	38.3040	0 km from 11kV	Yes	No	
Eastern	Kitui West	23.15%	21	Syomunyu Girl's Secondary School	-1.6730	37.8300	12 km from 11kV	No	Yes	Boading, 153 students, 15 rooms
			22	Kanyangi Boys Secondary School	-1.7530	37.9050	15 km from 11kV	Yes	Yes	Day School, 200 students, 12 rooms
	Kitui South	12.69%	23	Malani Secondary School	-1.2300	38.2120	30 km from 33kV	Yes	Yes	
			24	Kithumuthura Secondary School	-1.2490	37.9430	0 km from 11kV	Yes	No	
			25	Kamutei Dispensary	-1.9300	38.0350	20 km from 33kV	Yes	Yes	
	Mutomo		26	Ikanga Boys	-1.7050	38.0630	0 km from 33kV	Yes	No	Bording, 366 students, 31 rooms
			27	Kiyatune Girls	-1.7810	38.1140	0 km from 33kV	Yes	No	Day/Bording, 250 students, 10 rooms
	Mutito	7.06%	28	Mutito Girl's Secondary School	-1.2270	38.1820	28 km from 33kV	Yes	Yes	Boading, 345 students
			29	Voo Swecondary School	-1.6680	38.3260	27 km from 11kV	Yes	Yes	Day/Boading, 140 students
			30	Kiongwe Dispensary	-1.3850	38.1030	0 km from 11kV	Yes	No	

Candidate sites to be eliminated:

School:

Dispensary / Health Center:

JICA 調査団作成

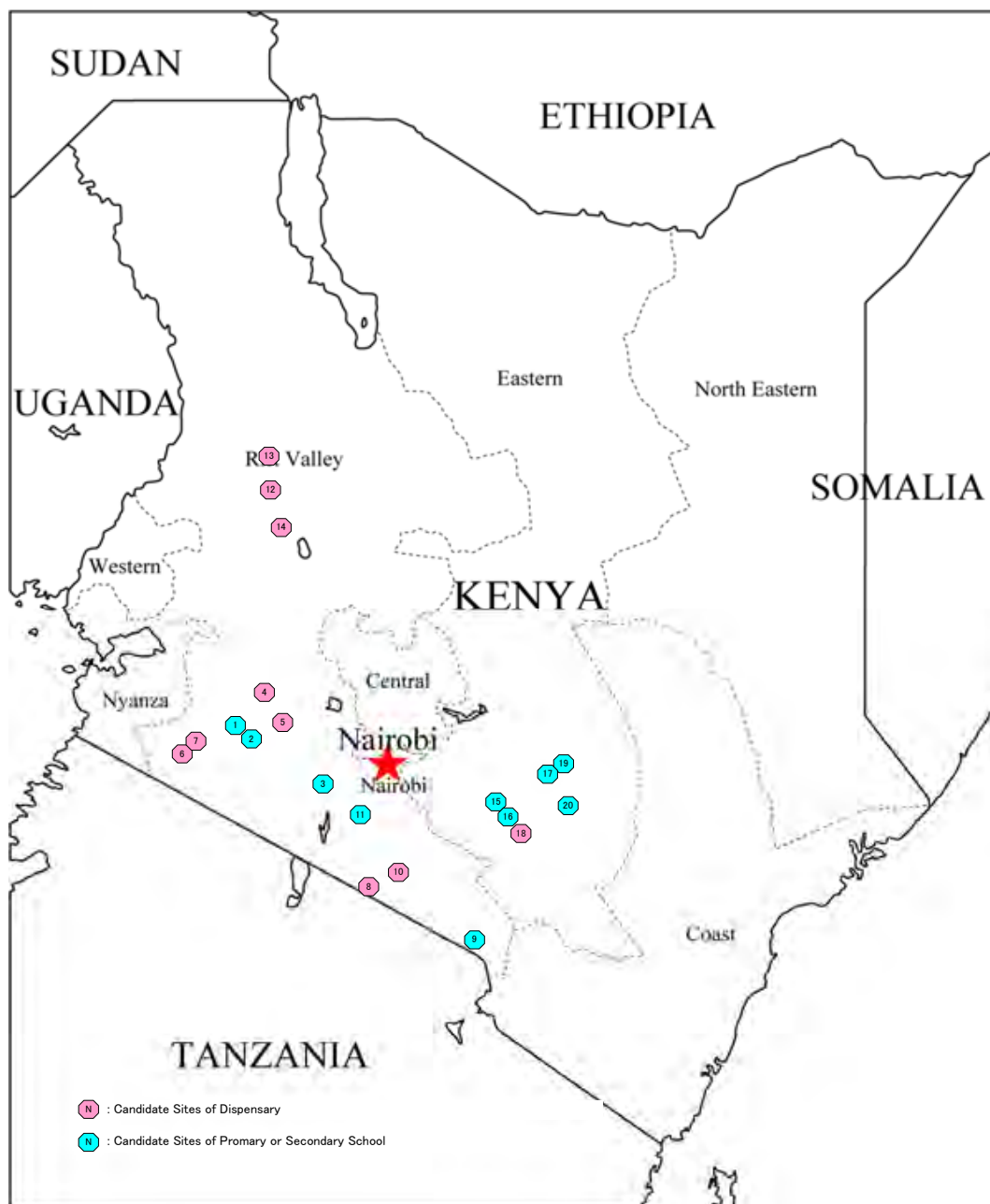
表 3.2.2 パイロットプロジェクト候補 20 地点

Province	Constituency	Electrification Ratio of Constituency	No.	School/health Facility	Latitude	Longitude	Approx. Distance from existing distribution line	Extension plan of distribution	Remarks
Rift Valley	Narok South	5.93%	1	Limotiook Secondary School	-0.8630	35.5150	50 km from 33kV	No	
			2	Meleo Secondary School	-0.9190	35.6190	35 km from 33kV	No	
	Narok North	28.05%	3	Iltumtum School	-1.4000	36.2300	40 km from 33kV	No	
			4	Oloposimoru Dispensary	-0.5676	35.7250	50 km from 33kV	No	
			5	Olopironito Dispensary	-0.9042	35.9070	15 km from 33kV	No	
	Kilgoris	25.45%	6	Kimintet Dispensary	-1.1210	35.0741	10 km from 33kV	Yes	
			7	Emarti Health centre	-0.9977	35.1801	10 km from 33kV	No	
	Kajiado South	33.87%	8	Metu Dispensary	-2.4090	36.5560	35 km from 33kV	Yes	Existing PV for lighting and too small. Additional PV system is required for Refresirator, delivery and operation room.
			9	Oloile Secondary School	-2.8080	37.5270	16 km from 11kV	Yes	200 students, 11 rooms,
			10	Mailwa Dispensary	-2.3289	36.7350	15 km from 33kV	No	PV system is required for 6 rooms.
	Kajiado Central	27.27%	11	Loodokilani Secondary School	-1.6260	36.6390	20 km from 11kV	No	New School
	Baringo East	25.00%	12	Loiwat Dispensary	1.0480	35.7280	35 km from 33kV	No	
	Baringo North	30.84%	13	Ptikii Community disp.	1.3520	35.7260	35 km from 33kV	No	
			14	Issas H/C	0.7140	35.8610	8 km from 33kV	Yes	
Eastern	Kitui West	23.15%	15	Syomunyu Girl's Secondary School	-1.6730	37.8300	12 km from 11kV	No	Boading, 153 students, 15 rooms
			16	Kanyangi Boys Secondary School	-1.7530	37.9050	15 km from 11kV	Yes	Day School, 200 students, 12
	Kitui South	12.69%	17	Malani Secondary School	-1.2300	38.2120	30 km from 33kV	Yes	
			18	Kamutei Dispensary	-1.9300	38.0350	20 km from 33kV	Yes	
	Mutito	7.06%	19	Mutito Girl's Secondary School	-1.2270	38.1820	28 km from 33kV	Yes	Boading, 345 students
			20	Voo Swecondary School	-1.6680	38.3260	27 km from 11kV	Yes	Day/Boading, 140 students

School:
Dispensary / Health Center:



JICA 調査団作成



JICA 調査団作成

図 3.2.1 パイロットプロジェクト候補 20 地点位置図

(5) CSS の学校施設への設置の教育活動への影響

調査開始直後のエネルギー省との会議において、エネルギー省より学校施設に CSS を設置するコンセプトは適切でないとの意見が出された。理由は、CSS は公共設備を太陽光によって電化するとともにバッテリーチャージング施設を併設して設備の維持管理費用を徴収することを目的としているが、学校施設にバッテリーチャージング施設を併設した場合、不特定多数の村民が学校に立ち入ることとなり、学校のセキュリティーレベルが低下すること、および村民立ち入りに伴

う雑音が教育活動の妨げになる可能性があるということであった。

これに対し、JICA 調査団より学校に対する CSS のレイアウトとして、エネルギー省が懸念している弊害を最小化するためのアイデアを検討し、貴機構のアイデアも含めて下記に示す対応策についてエネルギー省に説明した。ただし、これらの対応策については、CSS のパイロットプロジェクト第一グループ 3 候補地点として学校施設にて実施することにたいするエネルギー省の同意を得るには至っておらず、本調査後も引き続き、検討および説明を進めていくことが必要である。

対応策 1

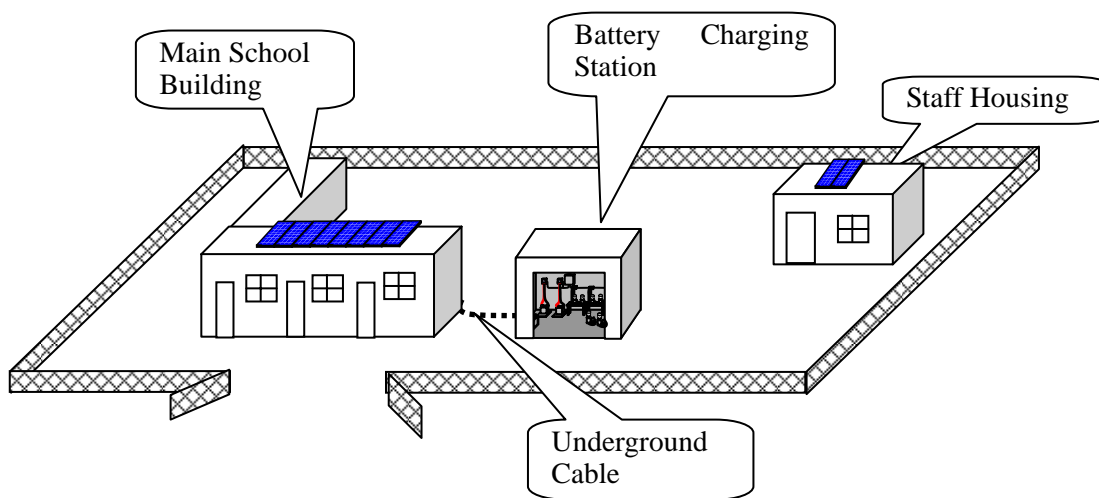
バッテリーチャージング施設を学校施設から切離し、孤立した設備とすることで上記問題を解決することについて検討した。図 3.2.2 に、バッテリーチャージング施設のレイアウトバリエーションおよびバッテリーチャージング設備の概念設計を示す。図中の Type 1 は、CSS を学校施設の敷地内に設置するレイアウトである。この場合、エネルギー省の懸念しているとおりに、多くの村民が学校敷地内に立ち入ることとなる。これに対し、Type 2 は、太陽光発電設備は学校内部に設置するものの、バッテリーチャージングステーションは配電線のみ接続する学校敷地外の構造物に設置し、バッテリーチャージング施設利用者を学校敷地から隔離することを可能とする。さらに、Type 3 は、太陽光発電設備およびバッテリーチャージングステーションを学校施設から完全分離することにより、より学校教育活動への影響を最小化することを目指した案である。ただし、オペレーション、メンテナンスおよび財務管理は、1 組織のもとで運営されることになる。

対応策 2

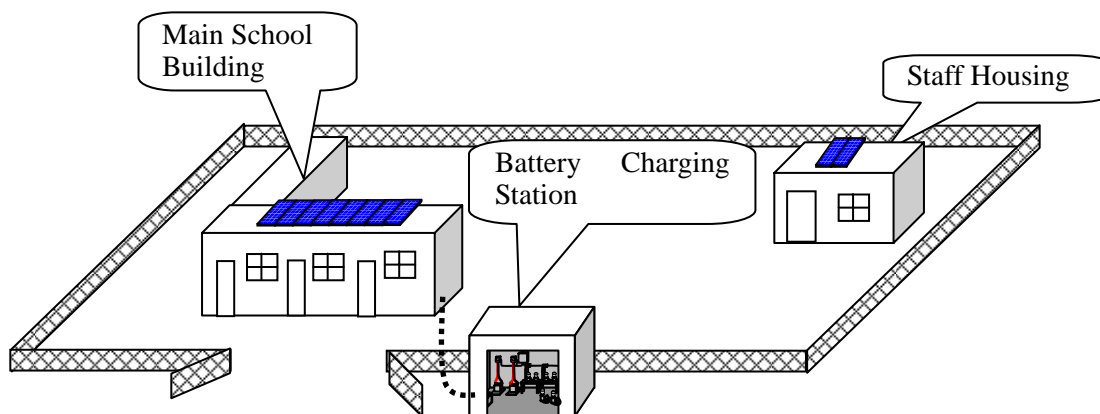
上記の対応策 1 において、オペレーションおよびメンテナンスの点、発電設備の盗難を考慮したセキュリティーの点では、Type 1 の立地が望ましいと判断する。そこで、Type 1 の類似案として、携帯電話などの充電のみを学校敷地内で行い、携帯電話の収集および分配はオペレーターがコミュニティーセンターにて実施する形式とすることが考えられる。作業手順は下記に示すとおりである。

- ① 毎朝オペレーターが定刻に所定の場所で携帯電話を登録、集金の上収集し学校に持ち帰る。
- ② 学校内部で、太陽光発電を利用した携帯電話の充電を行う。
- ③ 充電終了後に、定刻に所定の場所にて充電後の携帯電話を分配する。（携帯電話の受取が困難な顧客に対して、分配用の代理店を用意する）

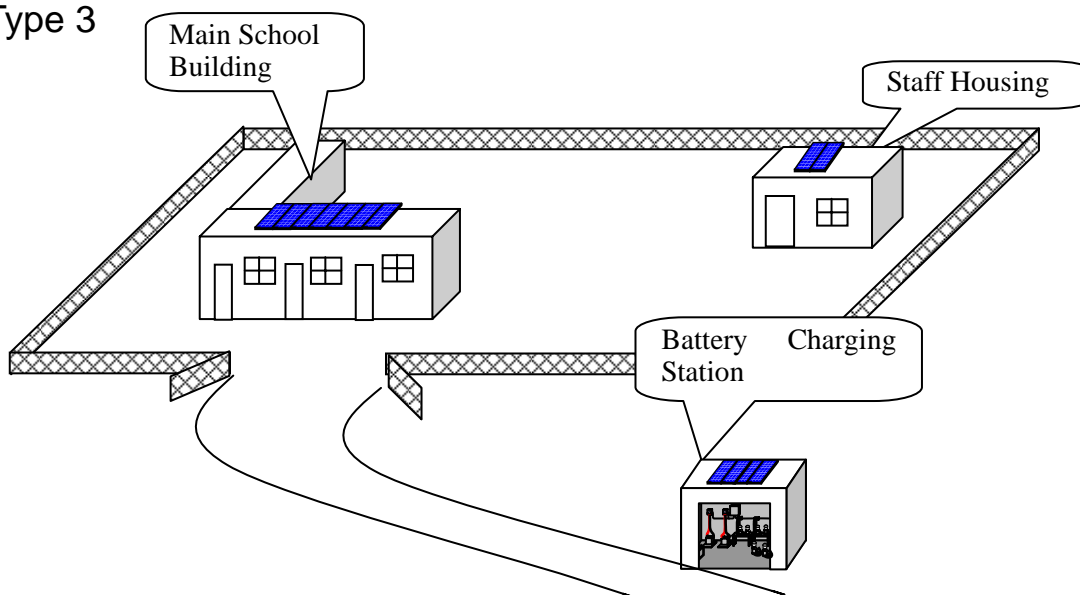
Type 1



Type 2



Type 3



JICA 調査団作成

図 3.2.2 バッテリーチャージング施設のレイアウトバリエーション

対応策 3

学校施設におけるバッテリーチャージングサービスを、村民を対象とした携帯電話などの充電サービスとするのではなく、学校内部の生徒を対象とした充電式ランタンなどに限定するサービスとする。現時点では、充電サービス地点が少ないこと、また、充電式ランタンの製品が地方部村落に浸透していないことにより、充電式ランタンの使用頻度が低い状況である。そこで、学校を拠点として充電式ランタンの貸出しサービスを開始し、各自宅での充電式ランタンの使用を促進することにより、同機器の普及ならびに、村民の生活レベルの向上を図ることを目的とするものである。通常は、生徒が充電式ランタンを家に持ち帰り、使用後学校で充電することを基本とするものである。CSS の維持管理費用は、充電式ランタンの使用に際する料金収集も考えられるが、教育現場における公平性を保つために使用する生徒の家庭からの料金徴収が適しているとはいえず、学校施設の教職員およびPTAとの調整が必要である。

3.3 村落社会調査による絞り込み（20 候補地点→6 候補地点）

第1次現地調査時に選定した20地点を対象に、2月24日から3月15日にかけて現地再委託調査により村落社会調査を実施した。この社会村落調査の結果に基づき、調査団自身で実施する詳細村落社会調査の対象6候補地点を選定した。現地再委託にて実施した村落社会調査の結果は第4章に取りまとめた。

6候補地点の選定においては、村落社会調査をとおしてパイロットプロジェクトの候補地点として適当でない要因が確認された候補地点を消去法にて対象外とする手法をとった。候補地点として適当でないと判断した要因は、下記のとおりであり、選定理由および選定結果を表3.3.1に取りまとめた。

（1）既存送電グリッドからの距離

エネルギー省および地方電化庁のオフグリッドによる電化を判断する指標は、既存配電線グリッドからの距離が15kmとしている。同指標に従い、既存送電グリッドから対象施設までの距離が15km以下の候補地点は、グリッド延伸までの期間が比較的短いと想定し対象外とした。同内容の確認は、村落社会調査対象20地点を選定した初期確認の際にも実施したが、REAおよびKPLCの情報が最新のものではなく、村落社会調査の実施段階にて、数候補地点が既存送電グリッドから近いことが判明し、候補地点として適当でないと判断した。表3.2.3における、候補No.2, 4, 7, 9, 14, 15および16が該当する。

（2）アクセス

村落社会調査対象20地点を選定する際に、地図上の置ける距離計測によるアクセス所要時間を推定していた。しかし、村落社会調査を実施した際に、未舗装道路の悪条件により想定以上に走行時間を要し、アクセスの悪さよりパイロットプロジェクト候補地点として適さないという判断

した候補地点があった。基本的に、未舗装道路片道走行時間が5時間を越える候補地点は、対象外とした。表 3.2.3 における、候補 No.12, 13, 17, 18, 19 および 20 が該当する。

（3）近傍コミュニティとの関係

村落社会調査にて、コミュニティリーダーに、近傍コミュニティとの関係について聞き込みを行った結果、3 候補地点において民族間抗争などの事実を確認し該当する候補地点を対象外とした。表 3.2.3 における、候補 No.6, 7 および 12 が該当する。

この他、候補 No.13 の Ptikii Community dis.が、診療を行っていないことが判明しており、候補地点の対象外とした。

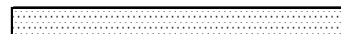
表 3.3.1 詳細村落社会調査対象のパイロットプロジェクト 6 候補地点選定結果

Province	Constituency	Electrification Ratio of Constituency	No.	School/health Facility	Distance from existing distribution line	Operation of facility	Distance from existing BCS	Existing Solar PV (Small capacity)	Distance of Unpaved Road Driving Time	Relationships with neighboring communities	solidarity of community people
Rift Valley	Narok South	5.93%	1	Ilimotook Secondary School	15 km		500 m		15km/ 1hour	Good	High (86%)
			2	Meleo Secondary School	1 km		200 m		20km/1hour	Good	High (86%)
	Narok North	28.05%	3	Iltumtum School	20 km		3000 m	Yes	20km/1hour	Good	High (86%)
			4	Olposimoru Dispensary	700 m		-		10km/0.5hour	Good	High (86%)
			5	Olopironito Dispensary	46 km		-		35km/2 hours	Good	High (100%)
	Kilgoris	25.45%	6	Kimintet Dispensary	30 km		500 m		40km/ 2 hours 100km/ 9 hours	Poor	High (86%)
			7	Emarti Health centre	7 km		-		35km/2hour	Not so Good	High (86%)
	Kajiado South	33.87%	8	Meto Dispensary	42 km		1000 m	Yes	38km/2 hours	Good	High (100%)
			9	Oloile Secondary School	1 km		3000 m	Yes	30km/ 1 hour	Good	High (86%)
			10	Mailwa Dispensary	21 km		100 m		15km/ 1hour	Good	High (100%)
	Kajiado Central	27.27%	11	Iloodokilani Secondary School	32 km		400 m		40km/2.5 hours	Good	High (100%)
	Baringo East	25.00%	12	Loiwat Dispensary	36 km		0 m	Yes	70km/5hours	Poor	High (80%)
			13	Pukii Community disp.	14 km	No. ope.	6000 m		90km/8 hours	Good	Medium (73%)
	Baringo North	30.84%	14	Issas H/C	0 km		-		5km/0.5 hour	Good	High (86%)
Eastern	Kitui West	23.15%	15	Syomunyu Girl's Secondary School	10 km		150 m	Yes	30km/ 1 hour	Good	Medium (53%)
			16	Kyangi Boys Secondary School	0 km		300 m		50km/3 hours	Good	Medium (66%)
	Kitui South	12.69%	17	Malani Secondary School Mutito B	54 km		-	For TV	73km/5 hours	Good	High (80%)
			18	Kamutei Dispensary	36 km		100 m		80km/6 hours	Good	High (86%)
	Mutito	7.06%	19	Mutito Girl's Secondary School	54 km		500 m		73km/5 hours	Good	High (86%)
			20	Voo Swecondary School	36 km		400 m		86km/7 hours	Good	Medium (73%)

School:

Dispensary / Health Center:

Name of the facility omitted:



JICA 調査団作成

3.4 調査団による詳細村落社会調査による絞り込み（6 候補地点→3 候補地点）

調査団は、詳細村落社会調査の対象 6 候補地点の現地調査を 3 月 30 日から 4 月 6 日にかけて実施した。この詳細村落調査より得られた、アクセスなどの立地的要因、近傍のコミュニティーに及ぼす社会影響さらにマネジメント組織の能力などを総合判断をすることを目的として、表 3.4.1 に示す候補地点のスコアリング評価基準に基づいて評価を行った。スコアリングの集計結果は表 3.4.2 に示すとおりであり、合計スコアの高い 3 候補地点をパイロットプロジェクト候補地点（案）として選定した。6 候補地点の合計スコアおよび基本情報を表 3.4.3 に示す。

6 候補地点のうち、Olopironito Dispensary および Meto Dispensary は、合計スコアが他の候補地点より郡を抜いて高い結果となった。これは、未電化の公共施設の新規の電化であること、Dispensary のため基本的な診療活動への影響が低いと想定されたこと、裨益人口が高く携帯電話充電の需要が高いと推定されたことおよび、近傍村落間に民即間紛争などの問題が存在しないことなどによるものである。一方、学校施設では、Ilimotiok Secondary School および Iltumtum Primary School の 2 施設が最高スコアを獲得することとなった。ただし、エネルギー省および地方電化庁は、寄宿舎の使用および夜間授業の必要度から、地方電化の対象としては Primary School より Secondary School を優先する方針を取っており、本調査においても Ilimotiok Secondary School を 3 つ目のパイロットプロジェクト候補地点として選定した。

今回、パイロットプロジェクト候補地点の第 1 グループをして選定されなかった保健施設および学校施設は、第 2 グループ以降の 7 候補地点を選定する際に、再度、他の候補地点と比較することによりパイロットプロジェクトとしての妥当性および有効性を検討する必要がある。また、今回は 6 候補地点に残らなかった、Eastern Province の Kitui South および Mutito 地区の学校施設と保健施設に関しては、次回の調査時にアクセスに関して再確認した上で、7 候補地点の候補となりうるかどうかの判断をすることが望ましい。

3 候補地点（案）の位置を図 3.4.1 に示す。

表 3.4.1 候補地点のスコアリング評価基準

No.	Evaluation Item	Index	High Score		Midium Score		Low Score	
1	Accesssibility:	Driving time of un-paved road	less than 30 minutes	3	30 minutes or more but not exceeding 60 minutes: 2	2	more than 60 minutes: 1	1
2	Adequacy of off-grid electrification	Distance from Existing Distribution Line	more than 30 km	3	20 km or more but not exceeding 30 km	2	less than 20 km	1
3	Effectiveness for the community	Population of community	more than 2,000	3	1,000 or more but noe exceeding 1,000	2	less than 1,000	1
4	Suitability of CSS at the community	Distance from existing BCS	more than 5 km:	3	1 km or more but not exceeding 5 km	2	less than 1 km	1
5	Effectiveness for the facilities	Status of electrification	New electrification	3	Replacement of power source	2		
6	Security level of facilities	Numbers of security staff	Two watchman	3	One watchman	2	No watchman	1
7	Degree of contribution to community people	Expected daily demand of battery charging	more than 80 person	3	40 persons or more but not exceeding 80	2	less than 40	1
8	Possibility of disturbance of original activity of facilities	Level of disturbance	Negligible(dispensary): 3	3	Minor (School): 2	2	Serious: 1	1
9	Scale merit of CSS	Scale of Solar PV (kW)	more than 5 kW	3	2 kW or more but not exceeding 5 kW	2	less than 2 kW	1
10	Solidarity of community people	Results of interview to the community leader	High	3	Medium	2	Poor	1
11	Expected management Level	Results of interview to the management committee	High	3	Medium	2	Poor	1
12	Financial stability	Expected yearly balance (Revenue - expenditure)	Yearly balance/O&M cost > 5	3	1<Yearly balance/O&M cost < 5	2	Yearly balance/O&M cost < 1	1
	Total Score			36		24		11

JICA 調査団作成

表 3.4.2 詳細村落社会調査結果のスコアリングの集計結果

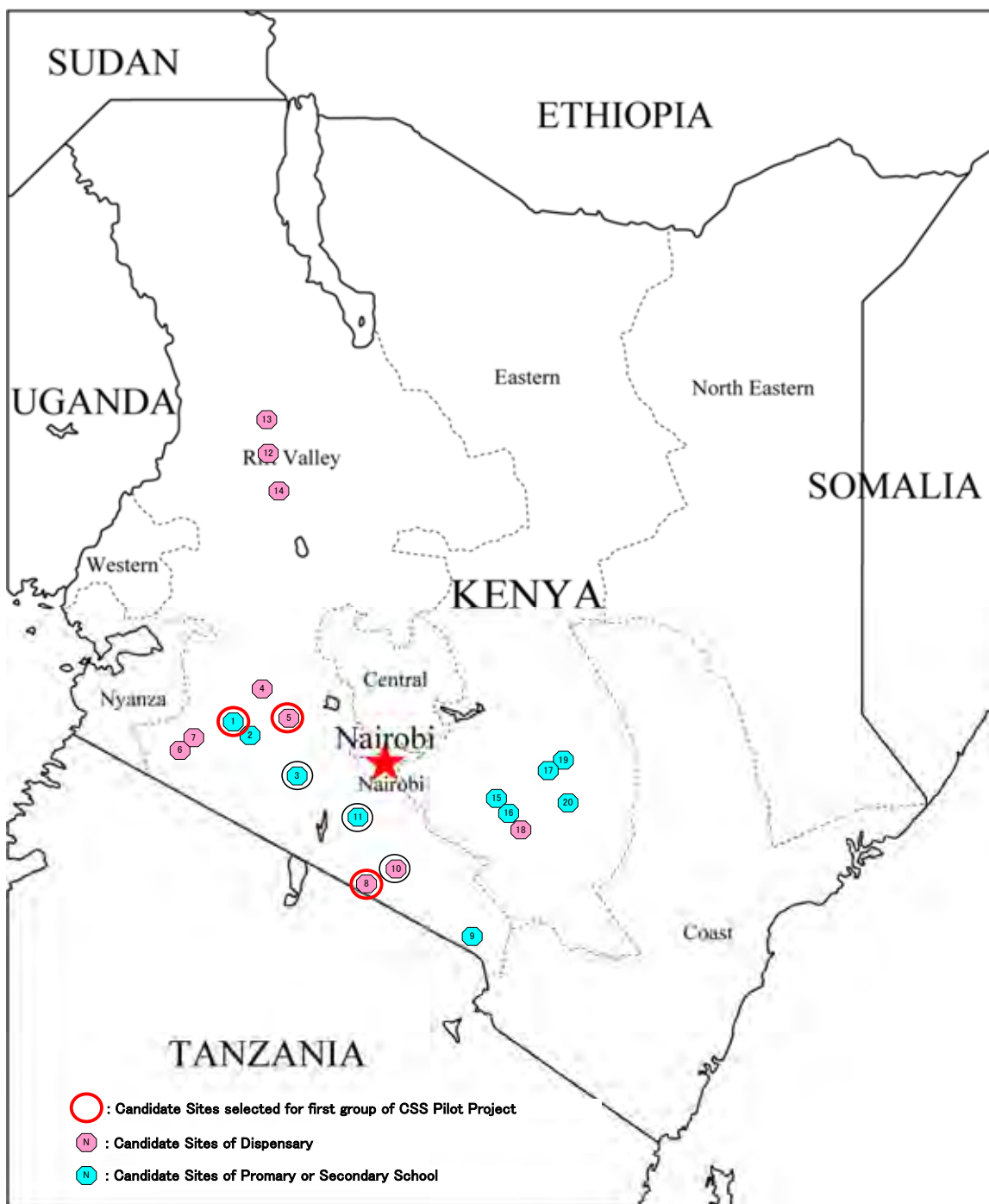
No.	Evaluation Item	Index	1	3	5	8	10	11
			Ilimotiok Secondary School	Iltumtum Primary School	Olopironito Dispensary	Meto Dispensary	Mailwa Dispensary	Iloodokilani Secondary School
1	Accessibility:	Driving time of un-paved	2	2	2	1	2	1
2	Adequacy of off-grid electrification	Distance from Existing Distribution Line	1	2	2	3	2	2
3	Effectiveness for the community	Population of community	1	2	3	3	3	3
4	Suitability of CSS at the community	Distance from existing BCS	1	2	3	2	1	1
5	Effectiveness for the facilities	Status of electrification	2	2	3	3	3	3
6	Security level of facilities	Numbers of security staff	3	1	2	2	1	2
7	Degree of contribution to community people	Expected daily demand of battery charging	2	2	3	2	1	2
8	Possibility of disturbance of original activity of facilities	Level of disturbance	2	2	3	3	3	2
9	Scale merit of CSS	Scale of Solar PV (kW)	3	2	2	1	1	1
10	Solidarity of community people	Results of interview to the community leader	3	3	3	3	3	2
11	Expected management Level	Results of interview to the management committee	3	2	2	3	2	2
12	Financial stability	Expected yearly balance (Revenue - expenditure)	1	2	3	2	1	2
	Total Score	(Full score: 36)	24	24	31	28	23	23

JICA 調査団作成

表 3.4.3 6 候補地点の合計スコアおよび基本情報

Province	Constituency	Electrification Ratio of Constituency	No.	School/health Facility	Effectiveness	Scale of Solar PV (kW)	Total Score in evaluation sheet (Full score: 36)	Recommended 1st group of Pilot Project
Rift Valley	Narok South	5.93%	1	Ilimotook Secondary School	Replacement of power source	4.78	24	Yes
	Narok North	28.05%	3	Iltumtum School	Additional electrification	2.88	24	-
			5	Olopironito Dispensary	New electrification	1.78	31	Yes
	Kajiado South	33.87%	8	Meto Dispensary	New electrification (Existing system is not working properly.)	1.38	28	Yes
			10	Mailwa Dispensary	New electrification	1.48	23	-
	Kajiado Central	27.27%	11	Iloodokilani Secondary School	New electrification	1.48	23	-

JICA 調査団作成



LOCATION MAP

JICA 調査団作成

図 3.4.1 パイロットプロジェクト 3 候補地点（案）の位置図

3.5 6 候補地点の財務収入および支出の検討

コミュニティーソーラーシステム(CSS)のパイロットプロジェクトの6候補地点から3候補地点を選定する際のスコアリング結果を示した Table 3.4.2 の No.12 において、各候補地点の財務収入および支出の評価を行っている。下記にこの評価内容の説明を示す。

財務収入および支出の検討は、CSS の特徴の一つであるあるバッテリーチャージングによる収入により、システムの維持管理費用およびオペレーターの給与等の支出をカバー出来るかどうかの試算を目的とするものである。

(1) 財務収入

CSS の財務収入は、携帯電話充電による村民からの料金徴収によるものとし、詳細村落社会調査時に収集したデータに基づいて推定した。充電の対象としては、車両用バッテリーおよび充電ランタンも考えられるが、CSS 開設初期段階での確実な収入を想定して、携帯電話充電のみを対象とした。推定に使用した主なデータは下記のとおりであり、月単位の財務収入を推定した。

- 1日あたりの携帯電話充電の顧客数（第4章にて推定根拠を記載）
- 携帯電話充電1回当たりの料金（既存のBCS単価を参照）
- 携帯電話充電の1週間あたりの営業日数（ヒアリング調査結果を参照）

ただし、上記の顧客数および携帯電話充電料金に関しては、その変動を考慮し、下記に示す感度分析を実施した。

- 1日あたりの携帯電話充電の顧客数：20%減少
- 携帯電話充電料金：25%低減

(2) 財務支出

CSS の支出は、オペレーターの給与、システムの機器交換費用および維持管理用の雑費を対象に推定した。オペレーターの給与は、詳細村落社会調査時の対象施設のマネジメント組織との協議の際に想定される月額を入手し使用した。システムの機器交換費用については、交換時期を下記のとおりに設定した上で、初期費用を耐用年数で割った金額を年経費として計上した。

<u>機器交換費用</u>	
バッテリー 200AH	: 5年で交換と想定
コントローラ	: 7.5年で交換と想定
インバータ	: 7.5年で交換と想定
<u>維持管理用の雑費</u>	
蒸留水	: 月額 1,000 Ksh
文房具ノート・ペン	: 月額 1,000 Ksh
送金費用	: 月額 1,000 Ksh

上記の財務収入および支出を各6候補地点のCSS規模を想定し算出した結果を表3.5.1に示す。

検討の結果、財務収入より支出を差し引いた残額が最も多くなると推定された候補地点は、**Olopironito Dispensary** であった。これは、CSS 規模が中規模であり、機器交換費用が標準レベルであるが、既存のバッテリーチャージングステーションまでの距離が遠く、CSS がバッテリーチャージング機能を備えた場合の推定された1日あたりのバッテリーチャージングの顧客数が120人と比較的大きく推定されていることに起因している。一方、**Ilimotiook Secondary School** は、CSS 規模が大きく、機器交換費用が高額となり、財務収入と支出の差が小さくなると推定された。この場合は、パイロットプロジェクト実施の際に、バッテリーチャージングの顧客を確保するためのアイデアを慎重に検討することが必要である。

本件と検討結果をパイロットプロジェクト候補地点選定の集計に使用するために、財務収入より支出を差し引いた残額の年間維持管理費用に対する比率より3段階に分けた評価とした。判定基準は、表 3.4.1 に記載した。

表 3.5.1 パイロットプロジェクト 6 候補地点の財務収支計算

No.	1			3			5			8			10			11		
School/Health Facility	Ilmotook Secondary School			Itumtum Primary School			Olonpironito Dispensary			Meto Dispensary			Mailwa Dispensary			Iloodkilani Secondary School		
Constituency	Narok South			Narok North			Narok North			Kajiado South			Kajiado South			Narok North		
Scale of Solar PV (kW)	4.78			2.88			1.78			1.38			1.48			1.48		
Cases	Basic Case	Sensitivity Analysis		Basic Case	Sensitivity Analysis		Basic Case	Sensitivity Analysis		Basic Case	Sensitivity Analysis		Basic Case	Sensitivity Analysis		Basic Case	Sensitivity Analysis	
		80% of demand	75% of charge fee		80% of demand	75% of charge fee		80% of demand	75% of charge fee		80% of demand	75% of charge fee		80% of demand	75% of charge fee		80% of demand	75% of charge fee
1. Revenue from battery charging																		
Expected demand of battery charging (person/day)	44	35	44	55	44	55	120	96	120	50	40	50	15	12	15	44	35	44
Expected battery charging fee (Ksh/phone)	20	20	15	20	20	15	20	20	15	30	30	22.5	30	30	22.5	20	20	15
Daily revenue (Ksh)	880	704	660	1,100	880	825	2,400	1,920	1,800	1,500	1,200	1,125	450	360	338	880	704	660
Expected number of operating days	30	30	30	30	30	30	30	30	30	21	21	21	30	30	30	26	26	26
Monthly revenue (Ksh)	26,400	21,120	19,800	33,000	26,400	24,750	72,000	57,600	54,000	31,500	25,200	23,625	13,500	10,800	10,125	22,880	18,304	17,160
Yearly revenue (Ksh)	316,800	253,440	237,600	396,000	316,800	297,000	864,000	691,200	648,000	378,000	302,400	283,500	162,000	129,600	121,500	274,560	219,648	205,920
2. Personnel Expenditure																		
Salary of operator (Ksh/month)		5,000			3,000			3,000			3,000			3,000			3,000	
Yearly expense for salary for operator (Ksh)		60,000			36,000			36,000			36,000			36,000			36,000	
3. Expenditure for O&M		227,293			131,671			131,907			61,724			67,709			67,709	
4. Revenue - Expenditure (Yearly)	29,507	-33,853	-49,693	228,329	149,129	129,329	696,093	523,293	480,093	280,276	204,676	185,776	58,291	25,891	17,791	170,851	115,939	102,211
Evaluation	C			B			A			B			C			B		
5. Breakdown of Expenditure for O&M																		
Battery 200AH																		
Unit rate of Battery-200AH (Ksh)		31,100			31,100			31,100			31,100			31,100			31,100	
Number of Battery in CSS		24			12			13			5			5			5	
Initial cost for Battery-200AH (Ksh)		746,400			373,200			404,300			155,500			155,500			155,500	
Life period of Battery (years)		5			5			5			5			5			5	
Annual expenditure for Battery		149,280			74,640			80,860			31,100			31,100			31,100	
Battery 100AH																		
Unit rate of Battery-100AH (Ksh)		16,900			16,900			16,900			16,900			16,900			16,900	
Number of Battery in CSS		2			2			3			3			2			2	
Initial cost for Battery-100AH (Ksh)		33,800			33,800			50,700			50,700			33,800			33,800	
Life period of Battery (years)		5			5			5			5			5			5	
Annual expenditure for Battery		6,760			6,760			10,140			10,140			6,760			6,760	
Controllor-20A																		
Unit rate of Controllor-30A (Ksh)		8,400			8,400			8,400			8,400			8,400			8,400	
Number of Controllor-30A in CSS		3			4			3			3			4			4	
Initial cost for Controllor-30A (Ksh)		25,200			33,600			25,200			25,200			33,600			33,600	
Life period of Controllor-30A (years)		5			7.5			7.5			7.5			7.5			7.5	
Annual expenditure for Controllor-30A (Ksh)		5,040			4,480			3,360			3,360			4,480			4,480	
Controllor-30A																		
Unit rate of Controllor-30A (Ksh)		14,720			14,720			14,720			14,720			14,720			14,720	
Number of Controllor-30A in CSS		0			0			0			0			0			0	
Initial cost for Controllor-30A (Ksh)		0			0			0			0			0			0	
Life period of Controllor-30A (years)		7.5			7.5			7.5			7.5			7.5			7.5	
Annual expenditure for Controllor-30A (Ksh)		0			0			0			0			0			0	
Controllor-40A																		
Unit rate of Controllor-40A (Ksh)		17,000			17,000			17,000			17,000			17,000			17,000	
Number of Controllor-40A in CSS		0			0			2			2			0			0	
Initial cost for Controllor-40A (Ksh)		0			0			34,000			34,000			0			0	
Life period of Controllor-40A (years)		7.5			7.5			7.5			7.5			7.5			7.5	
Annual expenditure for Controllor-40A (Ksh)		0			0			4,533			4,533			0			0	
Controllor-60A																		
Unit rate of Controllor-60A (Ksh)		19,250			19,250			19,250			19,250			19,250			19,250	
Number of Controllor-60A in CSS		6			4			2			0			2			2	
Initial cost for Controllor-60A (Ksh)		115,500			77,000			38,500			0			38,500			38,500	
Life period of Controllor-60A (years)		7.5			7.5			7.5			7.5			7.5			7.5	
Annual expenditure for Controllor-60A (Ksh)		15,400			10,267			5,133			0			5,133			5,133	
Inverter-300W																		
Unit rate of Inverter-300W (Ksh)		8,100			8,100			8,100			8,100			8,100			8,100	
Number of Inverter-300W in CSS		0			0			0			0			0			0	
Initial cost for Inverter-300W (Ksh)		0			0			0			0			0			0	
Life period of Inverter-300W (years)		7.5			7.5			7.5			7.5			7.5			7.5	
Annual expenditure for Inverter-300W (Ksh)		0			0			0			0			0			0	
Inverter-500W																		
Unit rate of Inverter-500W (Ksh)		7,300			7,300			7,300			7,300			7,300			7,300	
Number of Inverter-500W in CSS		2			2			2			2			2			2	
Initial cost for Inverter-500W (Ksh)		14,600			14,600			14,600			14,600			14,600			14,600	
Life period of Inverter-500W (years)		7.5			7.5			7.5			7.5			7.5			7.5	
Annual expenditure for Inverter-500W (Ksh)		1,947			1,947			1,947			1,947			1,947			1,947	
Inverter-1000W																		
Unit rate of Inverter-1000W (Ksh)		57,333			57,333			57,333			57,333			57,333			57,333	
Number of Inverter-1000W in CSS		6			4			3			1			2			2	
Initial cost for Inverter-1000W (Ksh)		343,998			229,332			171,999			57,333			114,666			114,666	
Life period of Inverter-1000W (years)		7.5			7.5			7.5			7.5			7.5			7.5	
Annual expenditure for Inverter-1000W (Ksh)		45,866			30,578			22,933			7,644			15,289			15,289	
Others (Distilled water, stationery, remittance)		3,000			3,000			3,000			3,000			3,000			3,000	
Total Expenditure for O&M		227,293			131,671			131,907			61,724			67,709			67,709	

3.6 3 候補地点選定結果に関する関連機関との協議内容

上述の CSS のパイロットプロジェクトの第一グループとなる 3 候補地点選定結果を各関係機関に説明した。その際の、協議内容について下記に示す。これらの協議内容は、次のパイロットプロジェクト実施段階において、各関係機関との再協議の際の重要事項となると想定される。

(1) 地方電化庁との協議内容

地方電化庁より、スコア方式による 3 地点の選定手法および選定結果について同意を得られた。ただし、地方電化庁から、パイロットプロジェクトの選定結果に 1 地点の学校があることについて、エネルギー省の事務次官の意向にあっていないので、エネルギー省での協議が必要との指摘があった。

調査団は、前回の説明時になかった、新提案（携帯電話収集チャージ&配布サービス）について再度エネルギー省に説明の上、理解を得るよう努力する方針を述べた。

(2) エネルギー省との協議内容

- a. 本 CSS のパイロットプロジェクトとして 2 箇所の Dispensary を対象とすることについて、異論はない。
- b. ただし、1 箇所の学校施設 Ilimotiook Secondary を最初に実施する第一グループの 3 地点に入れているが、エネルギー省としては、初年度フェーズで Dispensary を対象にまず実施してみて、その運営の妥当性を確認した上で、2 年度目以降に学校施設に展開する計画として欲しい。（タイミングをずらすべき）

その理由は、

- ① 病院施設は、現在患者から治療代を集金し、それを運営資金に割り当てており、集金と運用になれているが、学校設備は、日々の集金というシステムになっておらず、本来業務との隔たりから多少なりとも戸惑いが生じる可能性がある。
- ② エネルギー省の次官（Permanent Secretary）の意見であり、学校教育活動への障害となる懸念を払拭することは難しい。
- ③ エネルギー省が太陽光電化事業を実施した初年度（2005 年度）に学校職員の住居も電化し、職員が親しい近隣者が持ち込んだバッテリーに充電の便宜を供与してトラブルとなったケースがあり、エネルギー省では教室棟から離れた場所にある職員の住居は電化の対象から現在は除外している。病院施設の場合は仮に同様のトラブルが発生したとしても、夜間診療を可能にするため電化事業の妥当性を主張しやすい。

これに対し、調査団より次の返答を行った。

- ① 今回対象とする学校施設の運営状況は良好であり、財務担当も存在する。学校設備のマネージメントコミッティーとの協議を通して、本 CSS を実施した場合のマネージャー、財務担当およびオペレーターの職務にあたる人の選定手法も想定もされており、バッテ

リーチャージングステーション(BCS)の集金および運用手法について不安は感じられない。

- ② BCS を学校施設が面している道路沿いに設置することにより、BCS を利用する住民の学校内への立ち入りを制限する対策は以前説明したとおりであり、前回までの説明に含まれていなかった学校教育活動への障害を最小化する方策として、学校外部に受け付けを設け、オペレーターによる学校外部での携帯電話の収集・記録の後、学校に持ち帰った後で充電し、再度学校外部で携帯電話を配布する手法について説明した。また、この手法について、学校側も現実的な手法であることを確認していることも説明した。
- ③ 今回対象とする学校施設には職員の住居は含まれていない。

学校施設の取扱いにかかるケニア側の懸念事項については慎重に検討する必要があるところ、実際のパイロットプロジェクトが開始される前に、日本側との協議を引き続き実施し、方針を決定する必要がある。

(3) UNIDO との協議内容

- a. 3箇所のパイロットプロジェクト候補地点の選定については、問題ないと考える。絞込みのクライテリアとして既存グリッドからの距離を 15 km と設定しているが、UNIDO の考えは 5 km の距離があれば当分の間グリッド延伸による電化は期待できないと考える。JICA 調査の場合は、このクライテリアを 15km としており、十分すぎるほどの間隔を確保できているという指摘があった。

調査団より、既存グリッドか 15 km の距離があれば、十分パイロットプロジェクト候補地になりうることを確認したことを伝えた。

- b. パイロットプロジェクト候補地の絞込みにおいて重要事項は、裨益人口が多いかどうかである。学校および保健施設の電化は必要であるが、これらの施設が人口の多いコミュニティに位置しているかどうか重要であるとの意見が出された。

調査団より、今回の村落調査において、対象施設が電化されることにより、携帯電話の充電という便益を得られる人数を概算で把握している。この結果、携帯電話充電サービスによる収入により維持管理費用を確保できるという確認を行っている。これらより、サイトにより多少の規模の差はあるものの、十分な裨益人口を確保できるものと判断していることを説明した。

- c. CSS にて電化した際の電気の使用用途について多くのことを検討、その中を拡大していくことが重要であり、携帯電話充電に留まるべきではないとの指摘があった。

本件、調査団も同意見であり、携帯電話バッテリーの充電のほか、充電式ランタンおよびテレビ等用のカーバッテリーの充電も視野に入れており、また、村落調査の過程で得た情報と

して、学校に於けるコピーショップの運営も一つの可能性として考えられると判断していることを説明した。

- d. 発電電力の私用用途については、現地施設管理者と綿密に打ち合わせて、電力需要にあった設備設計とするべきである。また、パイロットプロジェクトとしてコミュニティーにて使用する最初の電化製品は取り揃えてあげるべきである。施設の責任において、電気、機械設備を購入、準備することは財務的に困難となる可能性が高いとの指摘があった。

調査団は、機構本部へ持ち帰り、今後の検討課題とすることとした。

- e. 機構調査結果は、ある程度の未電化村の経済レベルが高い場所を選定して、太陽光発電設備および BCS の設置を行い、維持管理費用を確保しようとするものであるが、経済レベルがそれほど高くない村落に対してどのようにアプローチすることを考えているか？

調査団の考えとして、今回選定した対象施設が必ずしも経済レベルの高い村落のみから選定したわけではないと考えていること説明した。対象村落の学校ないしは保健施設を電化することにより、太陽光発電の仕組みが近傍住民に広がり、また、現在使用しているプレッシャーランプの代替品としての充電式ランタンなどの普及による各家庭の生活レベルアップにつながることを期待しており、ひいては貧困層の生活レベルアップに貢献できるものと考えていること補足した。

- f. 次の段階で、学校施設および保健施設に太陽光発電設備を導入することになる。マネジメントコミッティーが運営を行っていくということになるようであるが、太陽光発電の電力の所有権、使用用途、マネジメントコミッティーメンバーが交代する場合の引継ぎ事項などについて、文書にて明確にしておかないと、世代が替わった場合に、当初の J I C A の意図を引き継がず、私利私欲に走るケースが有り、注意深い設備の立ち上げが重要であるとの指摘があった。
- g. 本調査結果にたいして、MOE が学校設備への実施を後回しにしたがっていることに対して、UNIDO としては、学校施設であれ保健施設であれ大差はなく、重要なことは、CSS によって得られた利益を電化された施設が独占することなく、コミュニティー全体の生活レベルの向上に繋がるように管理することであり、逆に難しい部分でもあるとの助言を受けた。

(3) 公共施設管理者

- a. 公共施設の利用者数や施設の規模
- b. コミュニティによる施設運営委員会の有無
- c. 公共施設での電力状況と電力需要、既存配電グリッドからの距離

(4) 太陽光発電設備保有者

- a. 太陽光発電の規模や種類
- b. 太陽光発電設備の維持管理
- c. バッテリーチャージング施設を利用したビジネスの有無

上記のアンケート調査に加えて、村落分布図、施設概略図、施設写真の作成を行った。村落分布図では、パイロットプロジェクト候補地点を中心に各村落の分布、井戸や川を含む水資源、マーケット等の社会資源地図を作成した。更に、電化対象の候補に挙げられている施設の規模を把握する為に施設概略図や施設写真を作成し、候補地点選定のための基礎情報とした。また、前回の絞込みの際に既存配電グリッドからの距離は、REMP 報告書および KPLC のデータより判読していたが、村落社会調査においては、コミュニティーリーダー・住民・施設管理者への聞き取り調査を基に再確認した。村落社会調査結果の概要を表 4.1.2 に示す。

表 4.1.2 パイロットプロジェクト候補 20 地点村落社会調査結果概要

パイロットプロジェクト候補20地点村落社会調査結果概要										
県	選挙区	選挙区の電化率	番号	施設名	既存配電グリッドからの距離	施設運営	バッテリーチャージング施設の距離	太陽光発電設置(小規模)	未舗装道路の距離と走行時間	近隣コミュニティとの関係性
Rift Valley	Narok South	5.93%	1	Ilmokiok Secondary School	15 km		500 m		15km/ 1hour	普通
			2	Meleo Secondary School	1 km		200 m		20km/ 1hour	普通
	Narok North	28.05%	3	Itumtum School	20 km		3,000 m	有	20km/ 1hour	普通
			4	Olposimoru Dispensary	700 m		-		10km/ 0.5hour	普通
			5	Olopironito Dispensary	46 km		-		35km/ 2 hours	普通
	Kilgoris	25.45%	6	Kimintet Dispensary	30 km		500 m		40km/ 2 hours 100km/ 9 hours	悪い
			7	Emarti Health centre	7 km		-		35km/ 2hour	悪い
			8	Meto Dispensary	42 km		1,000 m	有	38km/ 2 hours	普通
	Kajiado South	33.87%	9	Oloile Secondary School	1 km		3,000 m	有	30km/ 1 hour	普通
			10	Mailwa Dispensary	21 km		100 m		15km/ 1hour	普通
	Kajiado Central	27.27%	11	Iloodokilani Secondary School	32 km		400 m		40km/ 2.5 hours	普通
	Baringo East	25.00%	12	Loiwat Dispensary	36 km		0 m	有	70km/ 5hours	悪い
			13	Ptikii Community disp.	14 km	閉鎖中	6,000 m		90km/ 8 hours	普通
	Baringo North	30.84%	14	Issas H/C	0 km		-		5km/ 0.5 hour	普通
Eastern	Kitui West	23.15%	15	Syomunyu Girl's Secondary School	10 km		150 m	有	30km/ 1 hour	普通
			16	Kanyangi Boys Secondary School	0 km		300 m		50km/ 3 hours	普通
	Kitui South	12.69%	17	Malani Secondary School	54 km		-	有(TV用)	73km/ 5 hours	普通
			18	Mutito Bay's Secondary School	36 km		100 m		80km/ 6 hours	普通
	Mutito	7.06%	19	Mutito Girl's Secondary School	54 km		500 m		73km/ 5 hours	普通
			20	Voo Secondary School	36 km		400 m		86km/ 7 hours	普通

学校施設
 病院施設



JICA 調査団作成

調査の結果、1箇所の保健施設(Pitikii Community Dispensary)では人員・薬品不足の為、現在閉鎖中である事が分かった。また、数箇所のパイロットプロジェクト候補施設では既に配電グリッドにより電化されているかもしくは、配電グリッドからの距離が 15km 以内である事が分かった。例えば、Meleo Secondary School, Kanyangi Boys Secondary School、Issas Health Center では既に配電グリッドにより施設が電化されている事が確認された。また、Olosimoru Dispensary と Oloile Secondary School では既存配電グリッドがそれぞれ 700m、1km の距離まで延びておりグリッド接続による電化が近年中に予定されることになるかと判断した。さらに、6 施設(Iltumutum School, Oloile Secondary School, Syomunyu Girls Secondary School, Mutito Boys Secondary School, Meto Dispensary, Loiwat Dispensary)では小規模ながら太陽光発電を利用して一部施設を電化している事が確認されたが、その規模や発電設備の状況を詳細村落社会調査等で確認する必要があると判断した。更に、プロジェクト候補地点と同じコミュニティ内で既にバッテリーチャージング施設による携帯電話等の充電サービスを行っているところも散見された。例えば、Ilimotiok Secondary School, Meleo Secondary School, Loodokilani Secondary School, Syomunyu Girls Secondary School, Kanyangi Boys Secondary School, Mutito Girls Secondary School, Voo Secondary School、Kimintet Dispensary, Mailwa Dispensary, Kamutei Dispensary の近隣 1km の範囲では既に太陽光発電やディーゼルエンジン発電機を利用して、携帯電話を含むバッテリーチャージング施設が運営されており、調査団による詳細村落社会調査では競合する施設も考慮に入れながら調査を進めて行く必要がある事が確認された。上記の通り、村落社会調査の結果より、各パイロットプロジェクト候補地点の基本的な電力使用状況を把握することが出来た。

さらに、各施設の維持管理能力を判断するために、コミュニティの一体性と対象施設近辺の治安状況を確認する事が不可欠である。コミュニティリーダーや一般住民からの聞き取りを行った結果、例えば、Kimintet Dispensary や Emarti Health Center の近隣ではマサイ族とキピシギン族の部族抗争が激しく、両部族の領土国境線では牛泥棒とそれに関連した紛争が頻繁に発生しておりコミュニティの社会的一体性と治安の面から特別な配慮が必要とすることが確認された。また、Loiwat Dispensary ではポコット族とマラクワット族の間で部族間抗争が絶えず、ケニア特有の部族間抗争をもった村落社会構造も確認された。その一方で、単一部族が大多数を占めるコミュニティでは慣習的な村落社会構造を色濃く残している事も分析出来た。例えば、Meto Dispensary 近隣はマサイ族を中心としたコミュニティでタンザニアとケニアの国境を往来しながら暮らしている。慣習的な村落社会構造も残っており、lidoity と呼ばれるコミュニティでの揉め事を調停するグループやそれほど大きな問題ではない時の調停役として利用される Isenri と呼ばれるグループも存在し、社会構成が多重化していることが確認された。このようなコミュニティでは他のコミュニティと比較して住民の組織化や維持管理体制を構築するのが容易となる可能性が高いと分析出来る。

また、再委託調査を行った現地コンサルタントから聞き取り調査を行い、各候補地へのアクセスに関しての情報を収集分析した。例えば、Kimintet Dispensary へのルートは2つあり、雨季に未舗装道路がぬかるみ走行が不可能な場合はマサイマラ国立公園を抜けた代替ルートがある等、実際にプロジェクト実施の段階になったときに必要な施設へのアクセスとルート情報を確認した。このように、各パイロットプロジェクト候補地の電化状況やアクセス、そしてコミュニティの村

落社会構造に至るまで幅広く必要な基礎情報の収集分析が出来た。

上記のアンケート調査に加えて、村落分布図を作成することにより各施設や近隣の村落分布、マーケット、水資源等の配置を視覚的に表現した。例えば、Meto Dispensary では近隣にコミュニティセンターや学校が位置しており、Meto Dispensary がコミュニティの中心にあり、この中心を放射線状にして各集落が位置している事が判読出来る。また、水資源としては2つの川と井戸、ダムが存在することが読み取れる。川沿いに井戸が位置している事からコミュニティの中心部ではある程度水資源の確保が容易であるが、反対に各集落の住民はこの距離を歩いて来る事が推測される。村落分布図の作成により調査団による詳細村落社会調査の際に必要な基礎データを収準備する事が出来た。

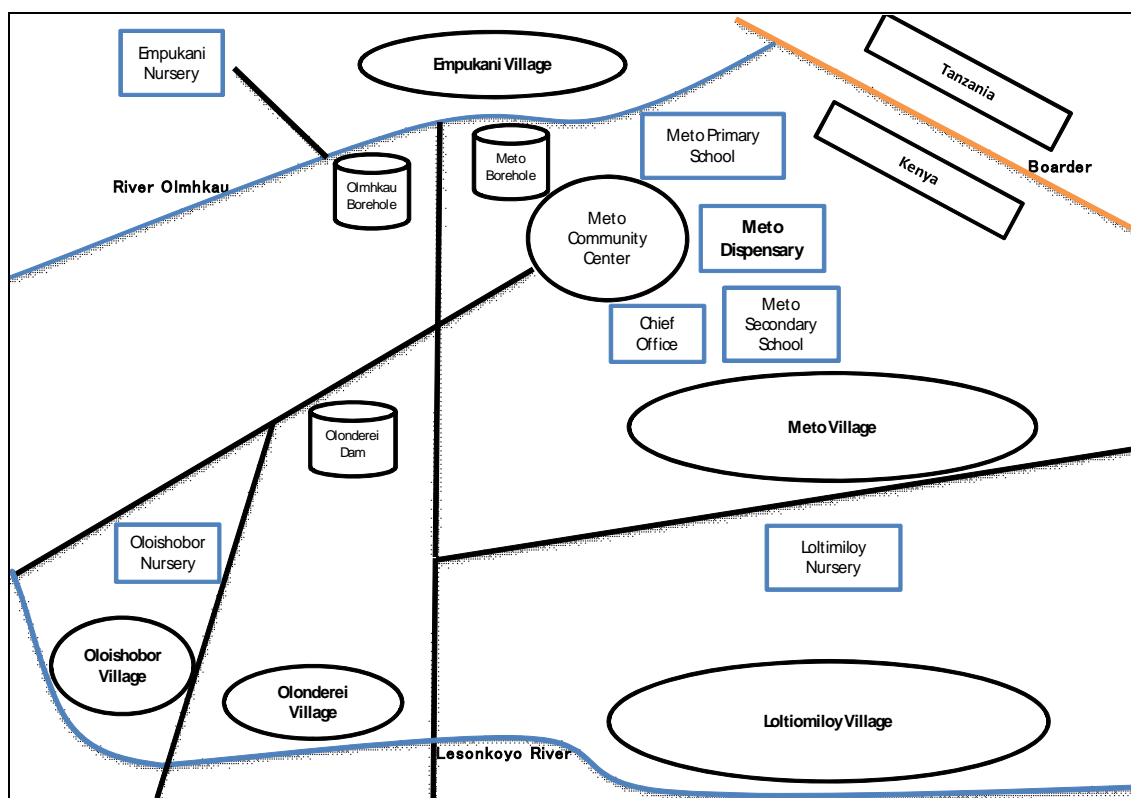


図 4.1.1 村落分布図（Meto Dispensary の事例）

出典：現地再委託調査報告書

4.2 調査団による6候補地点の詳細村落社会調査結果

現地再委託調査による20候補地点における村落社会調査の結果を基に、調査団はパイロットプロジェクト候補地点として、より有望な6候補地点を選定した。選定経緯は、第3章に記載した。また、調査団は、パイロットプロジェクトの第一グループとなる3候補地点を選定するために、6候補地点の詳細村落社会調査を実施した。現地再委託調査で得た一般住民の基礎情報及び村落分布図を基本として、下記の項目について再確認の上、取りまとめた。

- 位置およびアクセス
- 対象施設の概要
- 複合太陽光発電設備による電化の必要性
- 複合型太陽光発電設備の適合性

6 候補地点における、上記の調査結果は後述する。

また、本複合太陽光発電設備の基本構想である、バッテリーチャージングの需要を予測するために、下記の情報について収集分析し、各対象施設における 1 日当たり携帯電話充電需要の予測を行った。

- (1) バッテリーチャージング施設を利用すると予測される村落数
- (2) 該当する村落の人口
- (3) 該当する村落の携帯電話保有人口
- (4) 携帯電話普及率と既存の携帯電話の充電方法・支払料金
- (5) 携帯電話充電頻度

上記の情報を整理し、また、各候補施設でのマネージメントコミッティーとの協議における参考情報も踏まえて、1 日当たりの携帯電話充電の顧客数を表 4.2.1 に示すとおり推定した。

表 4.2.1 複合太陽光発電設備の 6 候補地点の携帯電話充電需要の予測

施設名	集落数	総人口	成人人口	携帯電話 保有人口	携帯電話 保有率	一人当たり 平均充電回数/月	平均充電 需要/日	備考
Olopironito Dispensary	2	2,000 人	1,200 人	1,000 人	83%	12 回	120 人	携帯電話保有人口の 3 割が施設を利用するものと推定
Ilimokiook Secondary School	5	685 人	380 人	240 人	63%	11 回	44 人	88 人/日の充電需要が確認出来るが、44 人/日はコミュニティセンターの競合充電施設を利用と推定
Iltutum Primary School	7	1,008 人	480 人	166 人	35%	10 回	55 人	現在の充電施設は徒歩で 3~4 時間のナロックタウンなので、競合充電施設はないものと推定
Iloodokilani Secondary School	5	2,001 人	1,302 人	366 人	28%	6 回	44 人	73 人/日の充電需要が確認出来るが、29 人/日はコミュニティセンターの競合充電施設を利用と推定
Mailwa Dispensary	4	6,380 人	3,590 人	1,975 人	55%	4 回	15 人	282 人/日充電需要が確認出来るが、対象施設近傍の充電ショップの実績および競合を考慮して推定
Meto Dispensary	5	3,125 人	1,845 人	460 人	25%	6 回	50 人	102 人/日充電需要が確認出来るが、Home Solar 所有者もあり、需要は半減すると推定

JICA 調査団作成

調査の結果、携帯電話保有人口は 6 候補地点において 25%~83%、充電需要者数は 1 日当たり

15～120名と分析される。村落住民によって期待される1回の充電利用料は10ksh～30kshである。加えて、携帯電話の使用目的に関して聞き取り調査を行うと、(1)農作物や家畜を売る際の市場価格、(2)放牧に関する情報交換、(3)寄宿舎で生活する子供の様子を知る等、実用的な目的の為に携帯電話を利用している事が分かった。つまり、生活を営む上で欠かせない情報を入手する為に携帯が使われており、その為に3～4時間かけて歩き携帯電話を充電している集落もあった。携帯電話充電も2.5日～7.5日の間隔で行っており、未電化村においても携帯電話と充電というのは必要不可欠な要素となっている事が確認された。更に、村落での充電式ランプ普及や需要についても調査を行った。調査の結果、携帯電話の普及と比較すれば充電式ランプ使用者数は僅かである。この理由として、(1)未電化村落部や近郊の地方都市部でも充電式ランプの流通が限られていること、(2)使い方に関する知識や存在を知らない住民が多いこと、(3)充電施設が近隣にない為、一度購入した充電式ランプの使用を諦めていること等が聞き取り調査の結果確認された。その一方で、小中学生を持つ両親からは子供の家庭学習に充電式ランプを使用しているとの意見が多かった。つまり、充電式ランプに対する需要がないのではなく、市場に出回っていないので普及が遅れている事、そして充電する場所がないので頻繁に使えないというのが最大の課題であり、充電式ランプ普及の阻害要因は経済的な理由ではないことが推測される。価格帯としては、1,000ksh～3,000kshであれば未電化村落部の住民でも購入の意思がある事が分かった。その為、公共施設が太陽光発電により電化され、バッテリーチャージング施設が併設された場合、充電式ランプの需要は高いものと推察される。

また、最後に、コミュニティの社会的一体性や治安に関して聞き取り調査を行った。詳細村落社会調査の結果、5候補地点はマサイ族を中心としたコミュニティ、1候補地点はキピシギス族を中心としたコミュニティであった。それぞれ、慣習的な村落社会構造が残っており、コミュニティでは揉め事を調停する年齢別グループ(Age-Set Group) やそれほど大きな問題ではない時の調停役として利用されるグループ、若者を指導するグループ、家畜の放牧とセキュリティーを担当するグループ等、社会の多重構造が確認された。つまり、割礼を通した一般的な年齢別グループ(Age-Set Group)や長老グループがコミュニティの自治を司っている事から社会的一体性の高さや治安の確保が考察される。

詳細村落社会調査結果

Olopironito Dispensary

-NAROK NORTH-

1. 位置およびアクセス

Olopironito Dispensary は、Narok の東方 15km 地点の国道 147 号線より未舗装の道路を北北東に走ること約 20 km（未舗装部分走行時間 40 分）地点に位置する。コミュニティは 5 村落から形成されており、Ildamat 村がその中心となっている。Olopironito Dispensary は、Ildamat 村より 5km 程度はなれている一方、他の 4 村落との距離は 2~3 km である。また、既存送電グリッドからの距離は 20 km 程度である。Secondary School など主要施設は、Ildamat 村に位置している。また、Ildamat 村から Olopironito Dispensary は、道路がぬかるみ、乗用車でのアクセスが困難な場合がある。

2. 保健施設概要

コミュニティの総人口は、2,000 人であり、Ildamat 村の人口がその 44% を占めている。Olopironito Dispensary の従業員は、看護師が 1 名いるだけであるが、対象とする患者数は 4,981 人となっている。

3. 複合型太陽光発電設備による電化の必要性

診療施設は、職員宿舎も含めて電化されておらず、ワクチン冷蔵のための冷蔵庫もガス式である。現在診療は日中に実施されているが、日没後の診療および救急時の対応のためにも証明設備が必要である。また、ワクチン保存用の冷蔵庫も電化し信頼度を向上する必要がある。また、運営組織の意見によると、この診療施設を複合型太陽光発電設備で電化し、メンテナンス費用に余裕が出来た場合は、太陽光発電電化を学校施設に展開し、コミュニティの生活レベル向上に繋げたいとの意識が確認された。

4. 複合型太陽光発電設備の適合性

診療施設は電化されておらず、本設備によって電化することの効果は大きい。また、診療所の医薬品の警備にあたる人員が常駐しており、セキュリティの観点からも問題はない。バッテリーチャージングショップは、Ildamat 村にはあるが、診療所付近の 4 村落にはなく、携帯電話充電のために、2~3km の道のりを通わなければならない状況であり、本診療所へのバッテリーチャージング機能の設置は、有効である。また、診療のために、常に不特定の村民が診療所に立ち寄る状況であり、付属設備としてのバッテリーチャージング設備を設置することによる村民が立ち寄ることによる弊害はないものと考えられる。

5. 現場写真



Olopironito Dispensary 施設外観



Olopironito Dispensary 施設外観



学校運営委員会との会議



Olopironito Dispensary への道路

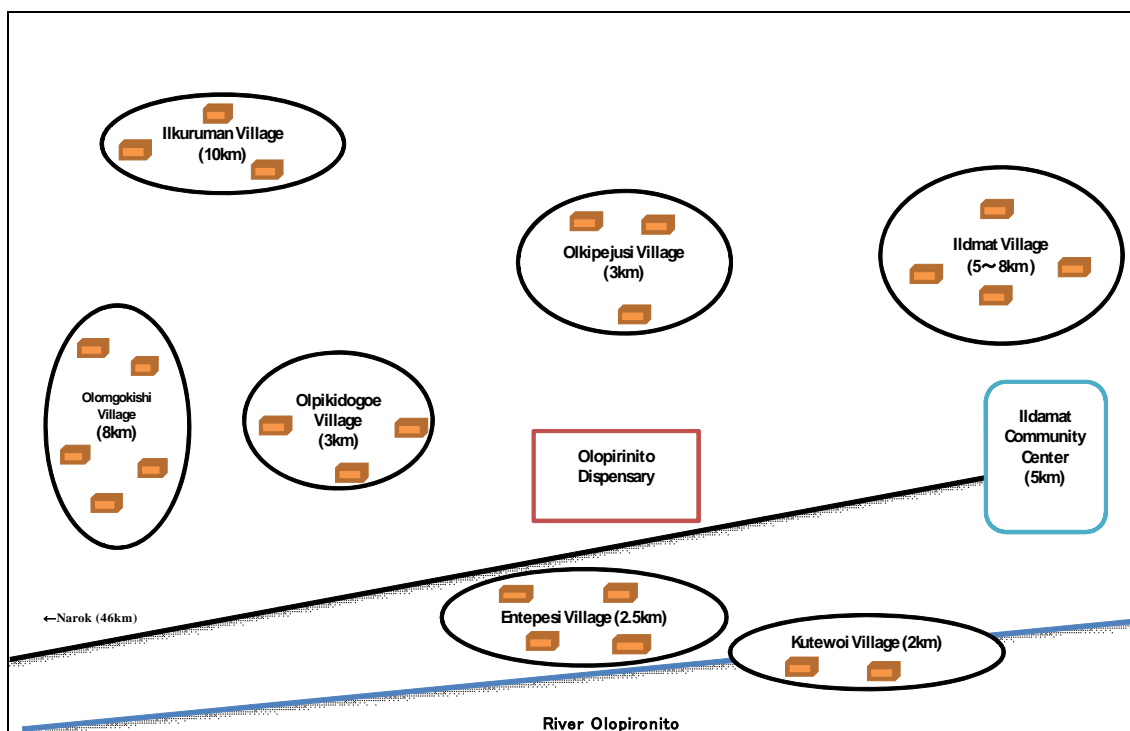


Olopironito Dispensary から Ildamat 村への道路
ぬかるみによる車輛のスタック



近隣の Secondary School

6. 村落分布図



-Ilimotiock Secondary School-

-NAROK SOUTH-

1. 位置およびアクセス

Ilimotiock Secondary School は、Narok の西方 50km 地点の国道 147 号線より未舗装の道路を北東に走る約 15 km (未舗装部分走行時間 35 分) 地点に位置する。コミュニティは 5 村落から形成されており Ilimotiock 村がその中心となっている。Ilimotiock Secondary School は、Ilimotiock 村に隣接している。コミュニティセンターやマーケットも Ilimotiock 村に隣接しており、Ilimotiock 村が近隣コミュニティの中心に位置している。その他の 4 村落との距離は 2~3 km である。また、既存送電グリッドからの距離は 15 km 程度である。

2. 学校施設概要

コミュニティの総人口は、685 人であり、Ilimotiock 村の人口がその 20% を占めている。

Ilimotiock Secondary School の教師は 34 人、生徒数が 360 人(男子生徒 192 名、女子生徒 168 名)名である。

3. 複合型太陽光発電設備による電化の必要性

学校施設はディーゼルエンジン発電機によって電化されているが、ガソリン代や修繕費など年間の運営費用は 162,000Ksh である。これは生徒の学費等から賄われており、その負担額は大きい。太陽光発電により電化されれば年間のガソリン代等を学校施設の充実などに使う事が出来る。

4. 複合型太陽光発電設備の適合性

ガソリン代などの負担を考慮すると本設備によって電化することの効果は大きい。また、学校の警備にあたる人員も配置されており、セキュリティの観点からも問題ない。バッテリーチャージングショップは Ilimotiock 村にはあるが、学校付近の4村落にはなく、携帯電話充電のために2～3kmの道のりを通わなければならない状況であり、本学校へのバッテリーチャージング機能の設置は有効である。また、学校にバッテリーチャージング設備を設置する場合、不特定多数の住民の出入りが懸念されるが、学校の正門横にある警備室や学校施設の外等、教室から離れた場所にバッテリーチャージング設備を設置ことにより弊害はないものと考えられる。

5. 現場写真



学校施設外観



学校施設外観



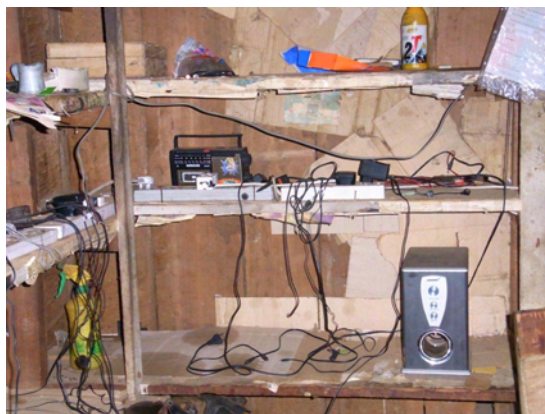
学校正門に併設された警備室



学校運営委員会との会議

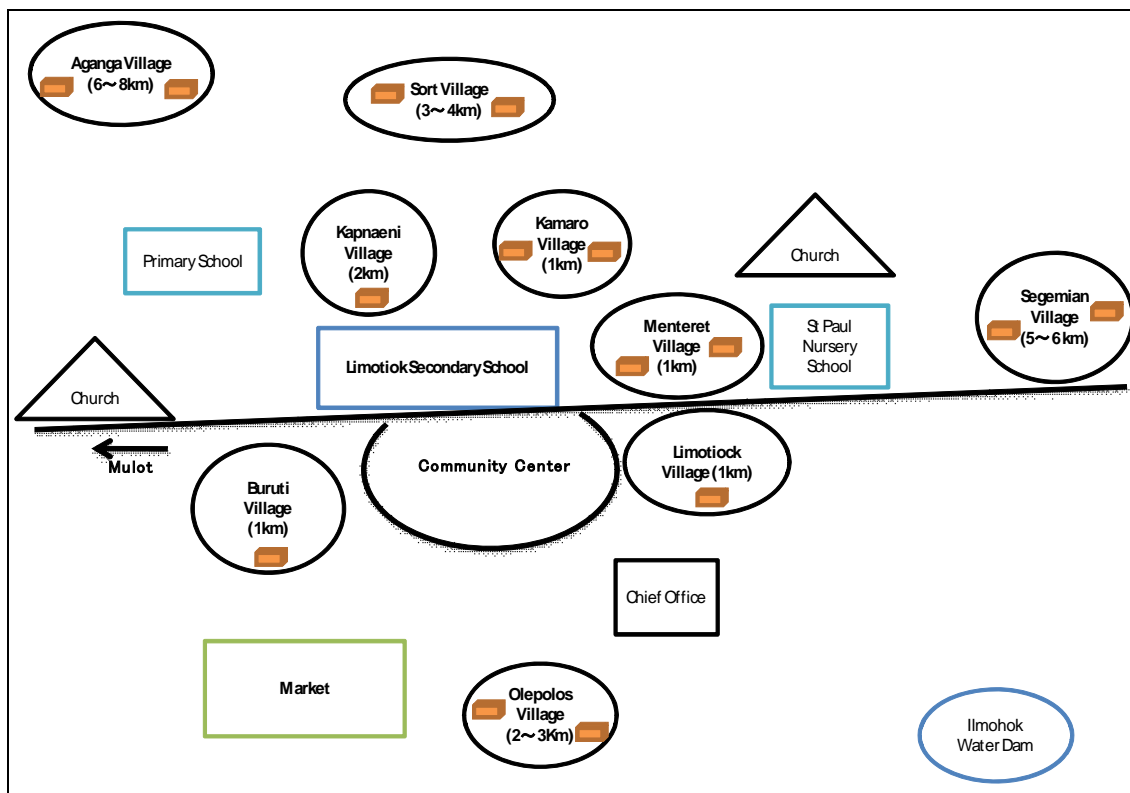


コミュニティセンターにあるバッテリー
チャージング施設店員



バッテリー充電の様子

6.村落分布図



-Iltumutum Primary School-

-NAROK NORTH-

1. 位置およびアクセス

Iltumutum Primary School は、Narok の町から国道 147 号線の未舗装道路を約 20 km (未舗装部分 走行時間 40 分) 南下した地点に位置する。コミュニティは 7 村落から形成されており、Iltumutum

村がその中心となっている。Iltumutum Primary School は、Iltumutum 村より 1km 程度離れている一方、他の 7 村落との距離は 1~5 km である。また、既存送電グリッドからの距離は 20 km 程度である。マーケット等の主要施設は 20~30km 程度離れた Narok の町になる。未舗装道路は比較的良好な状態であり、雨季でも走行可能と考えられる。

2. 学校施設概要

コミュニティの総人口は、1,008 人であり、Iltumutum 村の人口がその 19% を占めている。Iltumutum Primary School は教師が 10 名、対象とする生徒数は 235 名となっている。

3. 複合型太陽光発電設備による電化の必要性

学校は太陽光発電により一部の施設が既に電化されているが、小規模であり全ての施設を電化するには十分な電力とは言えない。加えて、Iltumutum Primary School 近隣は典型的な過疎地である為、通学距離の長さが学業を続けて行く上での阻害要因となっている。また、通学路にゾウなどの野生動物が生息している事から、通学が困難な生徒は寄宿舎で生活しながら学業を続けている。この為、寄宿舎を含め太陽光発電電化を学校施設に展開し、コミュニティの教育レベルを高める必要性は極めて高い。

4. 複合型太陽光発電設備の適合性

バッテリーチャージング施設は Narok の町にしかなく、携帯電話充電のために 20~30km の道を通わなければならない状況であり、本学校へのバッテリーチャージング機能の設置は極めて有効である。また、学校の敷地が広大な事、マサイ族の典型的な社会である事を考慮すると、不特定多数の村民が学校に立ち寄ることにより授業の妨げやセキュリティー等の弊害はないものと考えられる。

5. 現場写真



学校施設外観(食堂)



学校施設外観(教室)



太陽光発電コントローラー



学校運営委員会との会議

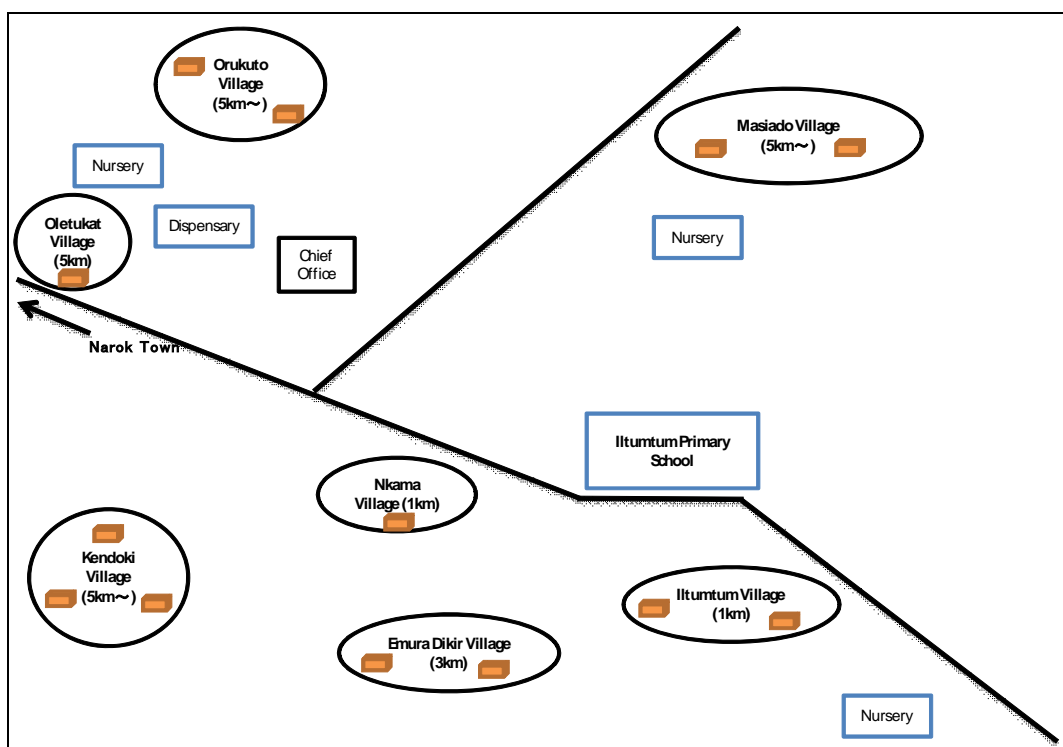


携帯電話を使う住民



携帯電話を使う住民

6.村落分布図



-Iloodokilani Secondary School -

-Kajiado Central-

1. 位置およびアクセス

Iloodokilani Secondary School は、Kajiado の町より国道をナイロビ方面に 2km 程度走行した後、未舗装の道路を約 40 k m（未舗装部分走行時間 2.5 時間程度）地点に位置する。未舗装道路は数箇所、川を挟んでおり、雨季の走行は極めて困難であると考えられる。コミュニティは 5 村落から形成されており、Holy Ground 村がその中心となっている。Iloodokilani Secondary School は、Holy Ground 村より 1km 程度はなれている一方、他の 4 村落との距離は 2~8 k m である。また、既存送電グリッドからの距離は 32 k m 程度である。マーケット等の主要施設は Holy Ground 村周辺に位置している。

2. 学校施設概要

コミュニティの総人口は、2,001 人であり、Holy Ground 村の人口がその 18% を占めている。Iloodokilani Secondary School は教師が 11 名、対象とする生徒数は 49 名となっている。

3. 複合型太陽光発電設備による電化の必要性

学校施設は、電化されていない。今後、寄宿舎の増設等を予定しているため、太陽光発電設備を利用した照明設備の設置に対する必要性は高い。また、運営組織の意見によると、この学校施設を複合型太陽光発電設備で電化し、携帯電話充電だけでなくコピーやパソコンサービスを行い、コミュニティの生活レベル向上に繋がりたいとの意識が確認された。

4. 複合型太陽光発電設備の適合性

学校施設は電化されておらず、本設備によって電化することの効果は大きい。また、学校の警備にあたる人員が常駐しており、セキュリティの観点からも問題はない。バッテリーチャージングショップは、Holy Ground 村周辺のマーケットにはあるが、基本的に土曜日だけしか開いていない。加えて学校付近の 4 村落にはなく、携帯電話充電のために、2~8km の道のりを通わなければならない状況であり、本学校へのバッテリーチャージング機能の設置は有効である。

5. 現場写真



学校施設外観



学校施設外観(入口)



教室



学校運営委員会との会議

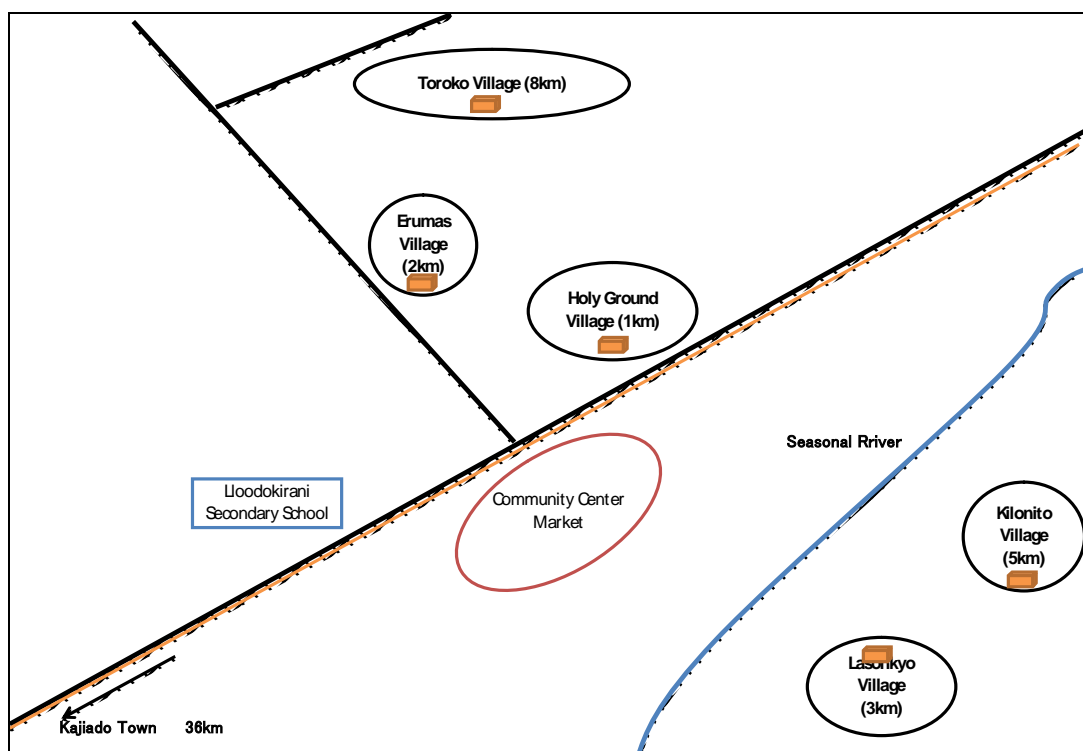


コミュニティセンター内の
バッテリーチャージング施設



携帯電話を使う住民

6.村落分布図



-Meto Dispensary-

-Kajiado South-

1. 位置およびアクセス

Meto Dispensary は、Kajiado の南方 57km 地点の国道 104 号線より未舗装の道路を西南西に走ること約 38 km（未舗装部分走行時間 70 分）地点に位置する。コミュニティは 5 村落から形成されており、Meto 村がその中心となっている。Meto Dispensary は、コミュニティの一番奥に位置しており、隣国であるタンザニア国との国境近くに位置している。Meto Dispensary には、タンザニア国に居住するマサイ族も診療に来ており、明確な国境による社会区分は存在しない。また、既存送電グリッドからの距離は 38 km と遠い。Meto Dispensary の近傍の施設として、Primary School が存在しており、Secondary School は、現在建設中である。既存 Primary School の近くで市場が開催される際は、各村落から多くの人が集まる。

2. 保健施設概要

コミュニティの総人口は、3,125 人であり、Meto 村の人口がその 10%以上を占めている。Meto Dispensary の従業員は、男性の主任看護師が 1 名および女性の看護師が 1 名いるだけであるが、対象とする患者数は多く、調査団訪問時には診察待ちの親子などが行列を作っていた。Meto Dispensary の施設は、医療品保管用の部屋などがきれいに管理されており、機能的な診療が行われている様子である。

3. 複合型太陽光発電設備による電化の必要性

診療施設は、以前 NGO の援助で、一度太陽光発電設備で電化されたことがある。現在は、同設備のバッテリーの電圧が低下しており、バッテリーとして機能していない。発電設備に対する過剰負荷が原因と推察される。その結果、太陽光パネルはコントローラーと接続されておらず、各部屋の電力負荷と直結しており、太陽光のある日中は照明が使用可能で、夜間は、使用不可である。したがって、ワクチン冷蔵のための冷蔵庫もガスによって使用されている。現在診療は日中に実施されているが、日没後の診療および救急時の対応のためにも照明設備が必要である。また、ワクチン保存用の冷蔵庫も電化し信頼度を向上する必要がある。また、メンテナンス費用に余裕が出来た場合は、現在建設中である Secondary School への太陽光発電設備の拡張が有効である。

4. 複合型太陽光発電設備の適合性

診療施設は電化された経緯はあるが、現在本来の機能が発揮されておらず、本設備によって電化することの効果は大きい。また、診療所の医薬品の警備にあたる人員が常駐しており、セキュリティの観点からは問題はない。

バッテリーチャージングショップは、Meto 村にはあるが、診療所付近にはなく、携帯電話充電の充電需要はタンザニア国に居住している村民にも確認でき、本診療所へのバッテリーチャージング機能の設置は、有効である。また、診療のために、付属設備としてのバッテリーチャージング設備を設置することによる村民が立ち寄ることによる弊害はないものと考えられる。

5. 現場写真



診療所外観



診療所玄関



太陽光発電設備設置候補位置



医薬品用冷蔵庫（ガス使用）

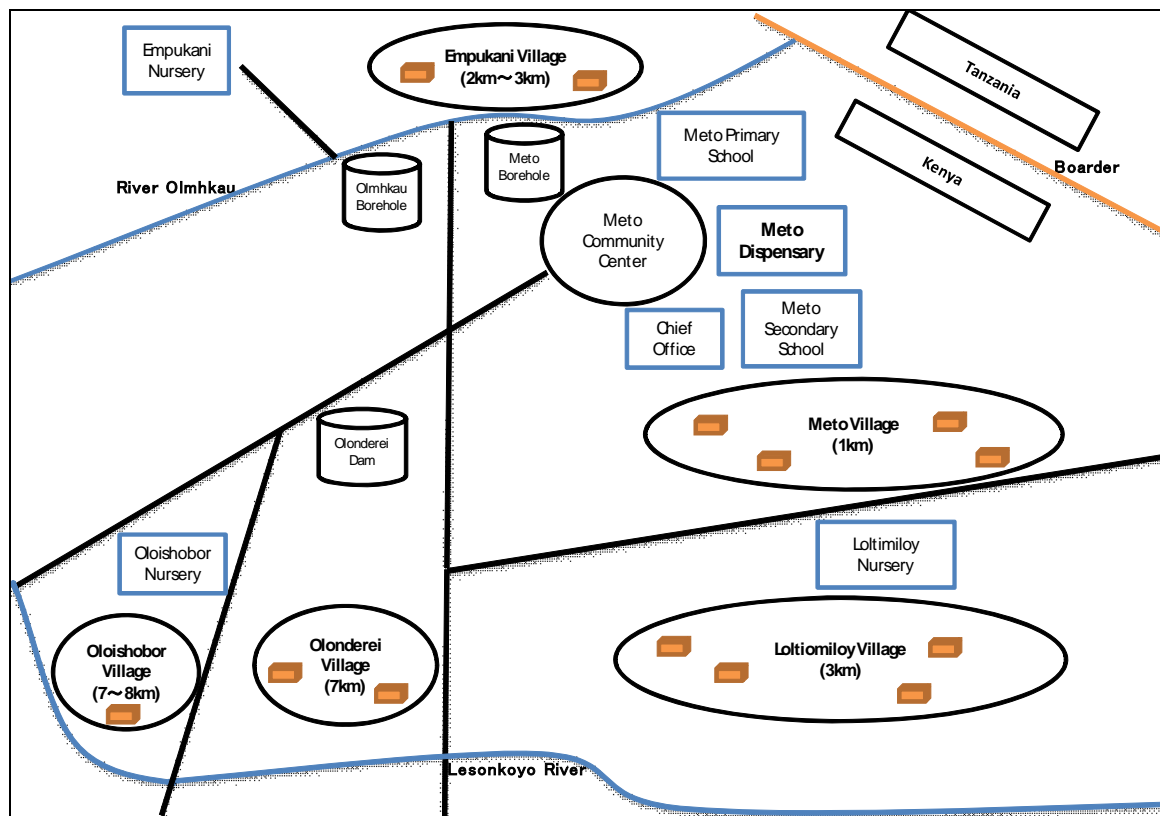


コミッティーメンバーとの協議風景



太陽光パネルからのケーブルはコントローラーと接続されておらず、負荷と直接接続されている

6. 村落分布図



-Mailwa Dispensary-

-Kajiado South-

1. 位置およびアクセス

Mailwa Dispensary は、Kajiado の南方 70km 地点の国道 104 号線より未舗装の道路を北東に走ること約 22 km (未舗装部分走行時間 30 分) 地点に位置する。コミュニティは 5 村落から形成されている。Mailwa Dispensary は、コミュニティのほぼ中央部に位置している。既存送電グリッドからの距離は 22 km と遠く、グリッド延伸の計画も存在しない。Mailwa Dispensary の近傍の施設として、Primary School が存在している。

2. 保健施設概要

コミュニティの総人口は、6,380 人と多く、持ち回り制の市場が開催される日は多くの村民がその場所に集中することとなる。Mailwa Dispensary の従業員は、女性の主任看護師が 1 名と通いの清掃男性支援である。保健施設としては小規模であり、施設を囲う塀、ゲートはなく、セキュリティーも近隣の Secondary School と共用しているとのことである。Mailwa Dispensary の施設は、部屋数は通常の Dispensary と同様であるが、医療施設としての用途を果たしてない、宿泊施設として利用している部屋があり、医療機能は低いという印象を受けた。

3. 複合型太陽光発電設備による電化の必要性

医療施設は電化されておらず、現在診療は日中に実施されているが、日没後の診療および救急時の対応のためにも照明設備が必要である。また、ワクチン保存用の冷蔵庫も電化し信頼度を向上する必要がある。また、メンテナンス費用に余裕が出来た場合は、現在建設中である **Primary School** への太陽光発電設備の拡張が有効である。ただし、医療施設の近傍に、既存のバッテリーチャージングショップがあり、携帯電話のバッテリー充電サービスを行っており、充電サービスは既存のショップと競合することになる。既存店へのヒアリングの結果、1日の携帯電話充電の顧客数は20名程度ということである。

4. 複合型太陽光発電設備の適合性

診療施設は電化されておらず、本設備によって電化することの効果は大きい。ただし、診療所のセキュリティーレベルは低く、盗難などの問題が発生する可能性はないとはいえない状況である。バッテリーチャージングショップも、競合店が存在し、太陽光維持管理のための安定した収入を確保できるかどうか不確実と判断される。

5. 現場写真



診療所外観



診療所玄関



診療所外観



太陽光発電設備によるバッテリー充電設備設置候補位置

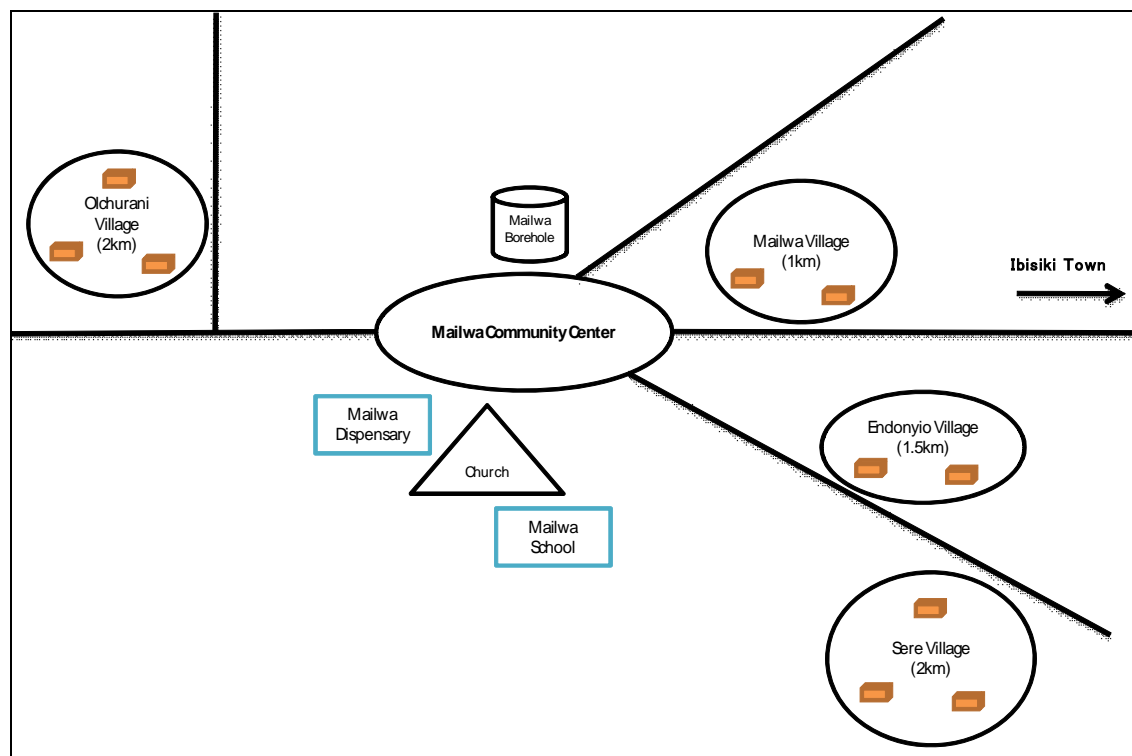


コミッティーメンバーとの協議風景



近傍に位置する BCS の営業の様子

6.村落分布図



第5章 関連資機材の現地調達にかかる市場調査

5.1 ケニア国内における太陽光発電関連の資機材の動向

本調査における概略設計及び積算に必要な情報を得る為、ケニア国内の太陽光発電関連資機材流通動向を調査した。

首都ナイロビには複数の太陽光発電設備専門業者が存在し、そのうち何社かはインターネットを通じて業務内容及び関連情報を発信¹しており、業務の活動内容を垣間見る事ができる。また、大手業者は設計/積算から施工及び竣工後のメンテナンスまでといった一連の作業をフルターンキー契約で行っている。

大手業者の場合、地方の核となる都市に設置した営業所や販売店を通じて営業活動を行っており、地方都市でも太陽光(PV)パネルの販売や設置された施設を見る事ができる。

各資機材の価格は、1年前（2009年）に入手した関連資機材単価と比較して、関連資機材の価格動向は大きな変動は確認されず、太陽光発電分野の価格動向は比較的安定していると判断できる。また、ケニア政府は、太陽光発電を促進する為、関連資機材の付加価値税（VAT）16%の免除（一般用に活用できる資機材を除く）を実施している。

ケニアにおいては中国及びインドの会社が製造した関連資機材が広く流通している。日本を含む先進国の会社が製造した資機材も流通しているが、価格は他のものと比較すると約1.2～1.5倍程度高めである。

5.2 ケニア国内の太陽光発電関連資機材の単価調査

第1回目の現地調査では、対象候補地点決定の前に、PVパネル、バッテリー、インバーター等を始めとする太陽光発電に関連する主要資機材の単価調査を実施した。

現地調査前に日本国内でインターネットを活用して情報が取得できた太陽光発電関連資機材の専門業者5社にコンタクトをとり、質問票の形式で関連資機材の単価調査を実施した。コンタクトした現地業者は下記の通りである。

¹ <http://www.solarbuzz.com/CompanyListings/Kenya.htm> 参照

（アルファベット順）

業者名	担当者	電話番号
Chloride Exide Kenya Ltd.	Mr. Sammy Waite Technical Manager	020 532 211
Davis & Shirliff Ltd.	Mr. Norman Chege Solar Manager	020 696 8000
Kenital Solar Ltd.	Ms. Connie Nyamboki Sales Executive	020 271 4551
Solagen Power Ltd.	Mr. John Kiama Technical Manager	020 444 1160
Telesales Ltd.	Mr. Nashir N. Abdulla Director	020 387 3179

また、上記5社から入手した太陽光発電関連の主要資機材の価格情報は表 5.2.1 の通りである。

上記5社から入手した主要資機材の各単価を精査した結果、妥当な価格の範囲であるため、これらの平均価格を活用して本調査の積算を行うこととした。

同時に行った聞き取り調査の結果、各社とも独立型太陽光発電技術に関する基本的な知識を持ち合わせており、各社とも設計/積算から施工及び施工後のメンテナンスまでといった一連の作業をフルターンキー契約で業務を行うことが可能である。

表5.2.1 太陽光発電関連の主要資機材の単価表(5社)

Item	Major Available Size		Average Price (Ksh)	(1) Chbrde Exide Kenya Ltd.		(2) Davis & Shroff Ltd.		(3) Kenita Solar Ltd.		(4) Solagen Power Ltd.		(5) Iebsales Ltd.						
				Size	Price (Ksh)	Size	Price (Ksh)	Size	Price (Ksh)	Size	Price (Ksh)	Size	Price (Ksh)					
PV Module	50 W	12 V	22,000	50 W	12 V	25,000	50 W	12 V	18,000	60 W	12 V	35,000	50 W	12 V	23,000	50 W	12 V	22,000
	60 W	12 V	35,000															
	80 W	12 V	36,950	80 W	12 V	40,000	80 W	12 V	28,800	80 W	12 V	44,000				80 W	12 V	35,000
	85 W	12 V	35,500										85 W	12 V	35,500			
	100 W	12 V	40,250	100 W	12 V	41,000										100 W	12 V	39,500
	120 W	12 V	49,733				120 W	12 V	43,200	120 W	12 V	58,000	120 W	12 V	48,000			
	130 W	12 V	55,000										130 W	12 V	55,000			
	150 W	24 V	63,475				150 W	24 V	54,000	150 W	12/24 V	85,900	150 W	12 V	58,000	150 W	12 V	56,000
	160 W	24 V	70,000	160 W	24 V	70,000												
Charge Controller	10 A	12/24 V	3,900	10 A	12 V	2,600	10 A	12 V	2,900				10 A	12/24 V	3,000	10 A	12/24 V	7,100
	12 A	12/24 V	4,000							12 A	12/24 V	4,000						
	15 A	12 V	3,800				15 A	12 V	3,800									
	20 A	12/24 V	8,400	20 A	12/24 V	5,000				20 A	12/24	12,000	20 A	12/24 V	7,000	20 A	12/24 V	9,600
	30 A	12/24 V	14,720	30 A	12/24 V	16,300	30 A	12 V	18,000	30 A	12/24	16,000	30 A	12/24 V	12,000	30 A	12/24 V	11,300
	40 A	12/24 V	17,000	40 A	12/24 V	13,000				40 A	12/24	25,000	40 A	12/24 V	13,000			
	45 A	12/24 V	22,250				45 A	24 V	25,000							45 A	12/24 V	19,500
	60 A	12/24 V	19,250	60 A	12/24 V	19,000							60 A	12/24 V	19,500			
Inverter	150 W	12 V	3,500	150 W	12 V	3,500												
	300 W	12 V	8,100	300 W	12 V	4,800			300 W	12 V	7,500	300 W	12 V	12,000				
	375 W	12 V	7,500				375 W	12 V	7,500									
	500 W	12 V	7,300	500 W	12 V	7,300												
	600 W	12 V	22,000									600 W	12 V	22,000				
	700 W	12 V	18,000				700 W	12 V	18,000									
	720 W	12 V	20,000						720 W	12 V	20,000							
	750 W	12 V	39,000				750 W	12 V	39,000									
	1000 W	12/24 V	57,333	1000 W	12 V	70,000						1000 W	12 V	62,000	1000 W	12/24 V	40,000	
	1250 W	12 V	46,000				1250 W	12 V	46,000									
	1500 W	12/24 V	75,000						1500 W	12/24 V	75,000							
	2000 W	12 V	117,000	2000 W	12 V	160,000	2000 W	12 V	74,000									
	2400 W	12/24 V	91,333				2400 W	24 V	94,000	2400 W	12/24 V	85,000	2400 W	12/24 V	95,000			
	3000 W	12/24 V	212,500	3000 W	24 V	210,000				3000 W	12/24 V	140,000	3000 W	12/24 V	215,000			
3500 W	12/24 V	140,000							3500 W	12/24 V	140,000							
Deep Cycle Battery	45 Ah	12 V	5,600						45 Ah	12 V	5,600							
	50 Ah	12 V	8,550	50 Ah	12 V	5,100	50 Ah	12 V	12,000									
	70 Ah	12 V	9,500							70 Ah	12 V	9,500						
	75 Ah	12 V	11,550	75 Ah	12 V	7,100	75 Ah	12 V	16,000									
	100 Ah	12 V	16,900	100 Ah	12 V	11,000	100 Ah	12 V	18,000	100 Ah	12 V	22,000	100 Ah	12 V	16,000	100 Ah	12 V	17,500
	150 Ah	12 V	27,000				150 Ah	12 V	29,000				150 Ah	12 V	25,000			
	200 Ah	12 V	31,100	200 Ah	12 V	27,000	200 Ah	12 V	34,000	200 Ah	12 V	39,000	200 Ah	12 V	28,000	200 Ah	12 V	27,500
	1000 Ah	2 V	68,000	1000 Ah	2 V	68,000												
	1320 Ah	2 V	64,000									1320 Ah	2 V	64,000				
Lamp	FL straight	10 W 12V	1,060				10 W FL straight	1,200							10 W FL straight	920		
	CFL	11 W 12V	410	11 W CFL	390				11 W CFL	550	11 W CFL	350	11 W CFL	350				

JICA Survey Team作成

(VAT16%含まず)

第6章 複合型太陽光設備の概略設計

6.1 コミュニティソーラーシステムの設計

6.1.1 設計の基本方針

公共施設を対象としたコミュニティソーラーシステムについては、基本的に公共施設本体への電力供給設備と地域住民が利用する充電設備という2種類の構成要素がある。ケニアにおけるコミュニティソーラーシステムの設計については、以下の4つのサブシステムに分けて検討することが適当であろう。このうち、3)のワクチン保管冷蔵庫に供給される電力は製品仕様から12V DCであり、その他についてはケニアエネルギー省（MOE）の方針に従い、バッテリーに蓄電した電気をインバーターで交流変換し、商用電源と同じ240V ACとして供給する。

- 1) 公共施設の電化設備
- 2) 公共施設職員宿舎の電化設備
- 3) 保健所のワクチン保管冷蔵庫用電源設備
- 4) コミュニティ住民のための充電設備

独立型太陽光発電設備では通常、電力の変換ロスが生じシステム規模が増大する交流変換を行わずに小型の12V DC用の器具、例えば10W 蛍光灯、を使うことが一般的であるが、ケニアでは公共施設用設備については240V ACに変換するという方針を採用している。これは使用される蛍光灯の取り替えなどの場合に補充品の購入が容易である、すでにディーゼル発電を利用している施設の場合に移行が容易であるといった点を重視した考え方によるものである。

また、2)の職員宿舎については、本格的には居住者数や部屋数などをもとに設計を行うことが必要であるが、ケニア地方部では規格化された構造の宿舎が多いと判断されることから、1世帯あたりの標準的な設計を提案し、世帯数を乗じて設備規模を設定することでよいと考えられる。なお、MOEの説明によれば、学校の職員宿舎については以前発生したトラブルが原因で太陽光発電設備を設置しないという方針になっているとのことである。このため、今回はこの方針を受けて、学校については校長（Principal）クラスの宿舎のみに太陽光発電設備を設置することとした。

さらに4)のコミュニティ用充電設備については、基本的に日中のみの業務であり、他の設備が主に夜間の照明などに利用されるのとは本質的に異なっている。このため、バッテリーへの負担は軽減される。充電設備の容量については、当面想定される需要は携帯電話の充電であるが、充電式照明器具など将来の需要増加をある程度織り込んだ規模とする。

6.1.2 需要想定

太陽光発電設備の設計に当たっては、まず使用される電力量の想定を行う必要がある。設備設

計作業の第一歩となる 1 日当たりの電力需要(Wh/day)を算定するためには、使用される予定の電気機器の容量(W)、台数、使用時間の積の総和を計算する。次にバッテリーの充電等に必要の直流の電力需要量について、バッテリーの電圧(V)、個数、充電すべき容量(Ah)の積¹の総和を計算する。このようにして求められた交流と直流の需要値(=Wh/day)をもとにソーラーパネルの容量やバッテリーの容量を計算する。

未電化地域の公共施設を対象とした電力需要想定を行う場合の注意事項としては、施設管理者がさまざまな電気機器についての希望を出すことが多く、その利用予想時間についても必要以上に長くなりがち傾向があることである。このような希望的な数値をそのまま採用すると太陽光発電設備が必要以上に大型化し、その設備利用率が低いまま推移する結果となり、投資額の増大のほか過剰設備という批判を受ける可能性も生じる。このような事態を避けるためには、電力需要想定においては最大需要ではなく平均需要を採用するという考え方を徹底する必要がある。独立型太陽光発電設備の場合にはバッテリーに電気エネルギーが貯蔵されているため、電池容量に十分な余裕があれば計画段階で想定された平均的需要を超える需要が一時的に発生しても十分対応可能である。

公共施設に設置する太陽光発電設備の設計についてはエネルギー省（MOE）が Technical Specifications という資料を作成している。MOE の説明によれば、この資料は電力設備技術基準とは異なり、あくまでも指針（guideline）であって、この基準を守らなければならない(mandatory)という強制的なものではないとのことである。この指針によれば、電力需要の内訳として照明が最も重要であるが、なかでも施設の外部に取り付けられる外灯（Security light）の利用時間を夜間 12 時間程度と設定しており、その結果、電力需要に占める外灯のウエイトが非常に高くなる。その他の需要としては、学校、診療所いずれにもパソコンや小型コピー機が導入されることを想定し、それらを利用可能とするようインバーターの容量(W)に余裕を持たせることが必要である。

6.1.3 設備規模の算定

ここで 1 日当たりの電力需要が 100Wh である場合に必要となるソーラーパネルの容量を計算してみる。ケニアの場合には日照条件は以下のとおり²であり、平均日射量は 5.75 kWh/m²/day と高く、ソーラーパネルの出力算定の基本となる日射エネルギーである 1kW/m²に換算した日照時間は 5.75 時間となる。

表 6.1.1 ケニア国全国最低・最高及び月平均水平面日射量(kWh/m²/day)

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average	Average Elevation
Average	6.12	6.56	6.30	5.70	5.41	5.11	5.14	5.51	6.15	5.88	5.47	5.73	5.75	819
Minimum	5.15	5.64	5.71	5.13	4.87	4.46	4.62	4.97	5.51	5.26	4.72	5.09	5.09	(m)
Maximum	6.81	7.38	6.87	6.18	5.92	5.61	5.72	6.07	6.70	6.40	5.96	6.32	6.33	

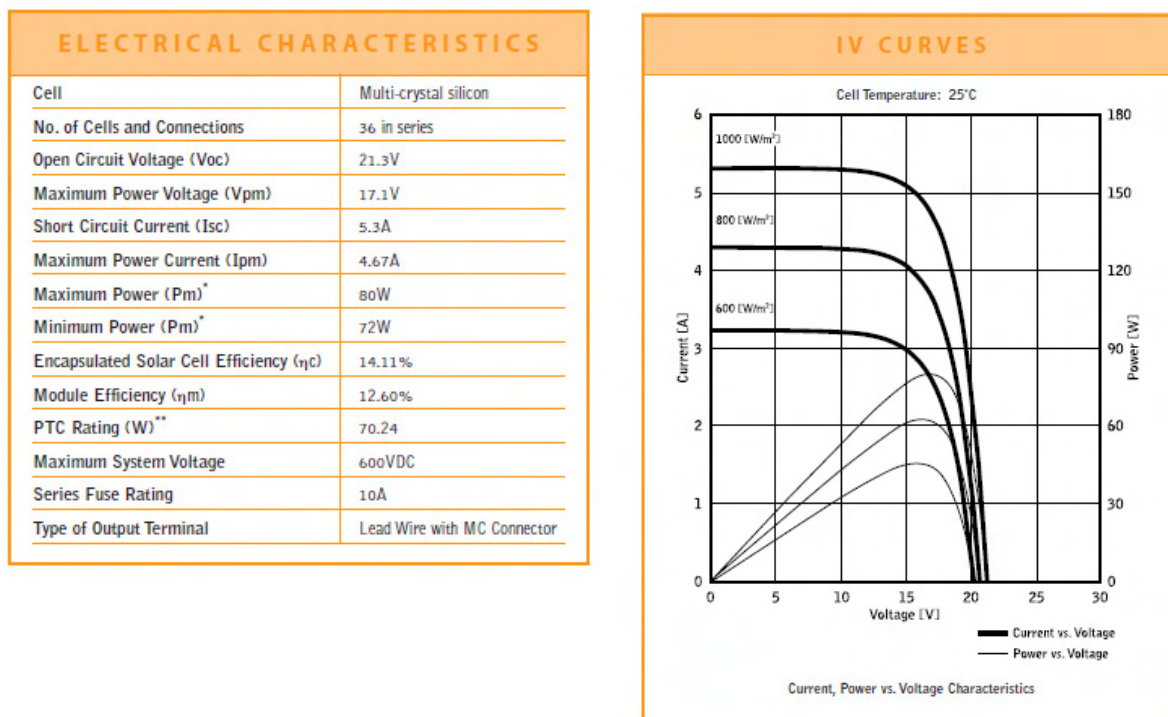
Source : NASA (<http://eosweb.larc.nasa.gov/>)

つぎに考慮すべきことはソーラーパネルの特性である。図 6.1.1 に 12V バッテリーに充電するた

¹ V×Ah=Wh

² 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（JICA 2009）報告書 p37

めに用いられる典型的なソーラーパネルの特性図 (I-V 曲線)³を示す。これによれば、このソーラーパネルの最大出力である 80W は電圧が 17.1V の時 (電流は 4.67A) に得られる。しかし、実際にバッテリーに接続された場合には動作電圧は 14V 程度となるため、この時の電流値はグラフから読み取った約 5.2A であり出力は 72W となっている。すなわち 80W のパネルを使っても 12V のバッテリー充電に用いる場合には約 10%の出力低下が生じる。



出典 : http://www.rentech.com/content/solar_electricity/Sharp_80W.pdf

図 6.1.1 ソーラーパネルの特性の例

このような条件を考慮すれば、100Wh/day を供給するのに必要なソーラーパネルの容量は以下の通り計算できる。

$$W_p * 5.75 * 0.9 = 100 \quad \text{式(1)} \quad \therefore W_p = 100 / (5.75 * 0.9) = 19.3$$

しかし、ケニアでは太陽光発電設備の設計条件として、日照時間については雨季などの場合を考慮して 5.0 時間を用いることが一般的である。また、ソーラーパネルの方角・角度のずれ、表面のよごれ、温度上昇による出力低下、バッテリー充放電によるロス、インバータロスなどさまざまな要因から実際に取り出せる電力量は減少する。このロス分をどのように評価するかについてはさまざまな考え方があがるが、ここでは安全側に複合要因として 40%のロスが生じると仮定する。したがって、式(1)を以下のとおり修正する。

$$W_p * 5.0 * 0.9 * 0.6 = 100 \quad \text{式(2)} \quad \therefore W_p = 100 / (5.0 * 0.9 * 0.6) = 37.0$$

³ Sharp NE-80U1 のカタログによる

この結果から 100Wh/day の需要を満たすために必要なソーラーパネルの容量は 37W となる。

次にバッテリーの容量を試算する。市販の 12V バッテリーについては実際の動作電圧は最大で 13.6V 前後であり、平均的には 13V と想定できる。したがって 100Wh のエネルギーを放出するとバッテリーの容量は $7.7\text{Ah} (=100/13)$ 減少する。太陽光発電設備のバッテリー容量は充電が行われなくても電力供給を行う日数(補償日数 Days of autonomy)をどのように設定するかによって大きく左右される。補償日数が長くなれば必要なバッテリーの容量は増加するため、初期投資や更新費用の増加を招く。逆に短くすれば電気が利用できない日数の増加、バッテリーの消耗の加速といった問題がある。ケニアの場合には補償日数を 3 日間とするのが一般的である。また、設計においてはバッテリーの放電深度をどこまで許容するかということも重要な点である。通常のソーラーバッテリーの場合には許容放電深度は 70% 程度である。このような条件を考慮すれば 100Wh/day の重要に対応するバッテリーの容量 X (Ah) は以下の式から計算される。

$$13 * X * 0.7 = 100\text{Wh} * 3 \quad \text{式(3)} \quad \therefore X = (100 * 3) / (13 * 0.7) = 33.0$$

すなわち、100Wh/day の需要に対応するバッテリーの容量は 33Ah (12V) となる。

以上の検討結果から、ケニアの場合には電力需要想定 (Wh/day) の値をもとにソーラーパネルの容量 (Wp) と 12V バッテリーの容量 (Ah) は以下の簡便式で計算できる。

$$\text{ソーラーパネル容量(Wp)} = \text{電力需要} * 0.37$$

$$\text{バッテリー容量(Ah)} = \text{電力需要} * 0.33$$

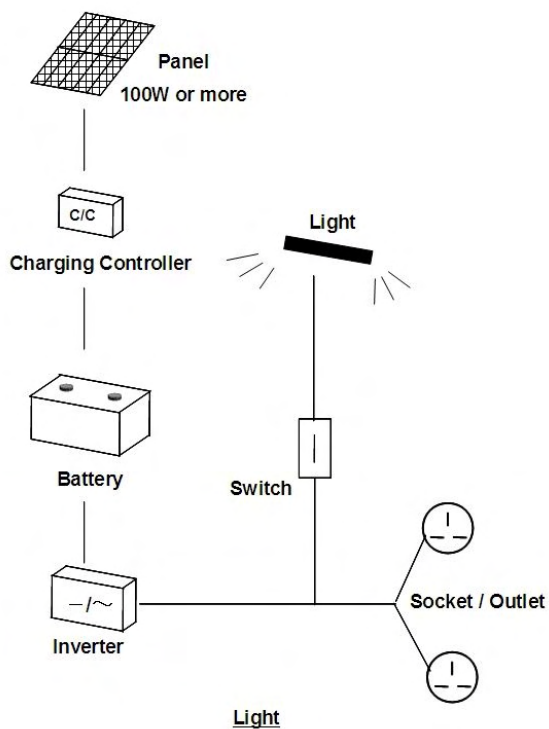
6.1.4 設計の留意点

外灯の長時間利用は太陽光発電設備には大きな負担となり、ソーラーパネルの規模やバッテリー台数の増加に直結し、さらに維持管理費用の負担増を招く。したがって設計においては、外灯数を合理的な範囲で抑制するとともに、その省エネ化を図ることが重要である。このためには LED 化が最も望ましいが、まだケニアでは市販品はごくわずかである。しかし、わが国ではすでに販売が開始されている省エネで長寿命の LED 電球が諸外国でもまもなく販売されるようになると予想され、それに将来交換できるよう外灯には口金が標準サイズのコンパクト蛍光灯 (CFL18W) を利用することを推奨する。(MOE が推奨している直管式蛍光灯に代替する LED 蛍光灯は一般的ではないため) なお、室内照明については利用時間があまり長くないため、発光効率が高くまた劣化時の交換が容易な直管式蛍光灯(18W)を用いることとする。

本報告書では保健所のワクチン保管冷蔵庫用電源設備については利用する冷蔵庫の機種を容量 165L、電力消費量 168Wh/day の標準的なタイプと想定している。この機種は 12V DC 利用であるため、他の機器とソーラーパネルは共用し、インバーターの手前で分岐配線を行うこととする。ワクチン保管冷蔵庫用太陽光発電設備の補償日数について WHO の勧告が 5 日となっていることを考慮し、バッテリー容量に追加 2 日分の容量である約 40Ah の余裕を持たせる。なお、この冷蔵

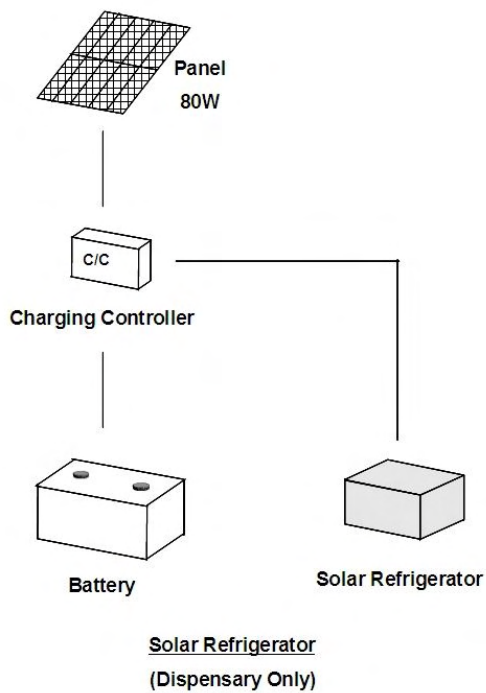
庫を独立で設置する場合には、ソーラーパネルは 80W、バッテリーは 100Ah を用いることが適当である。

充電施設については、携帯電話などの小型機器については雨天なども想定してバッテリーを介してインバーターで交流変換して 240V AC を供給して充電を行う。当面想定される携帯電話充電の場合には、電池容量が平均的に 1 個当たり 4V/0.75Ah (=3Wh) であり、この容量の 70% を充電すると仮定すれば 2.1Wh である。仮に 1 日 60 個の充電需要があるとすれば需要は 126Wh となり、必要なソーラーパネル容量は 47W となる。さらに、将来利用が予想される充電式照明についてはさまざまなタイプが想定されるが、大型の場合には 6V/4Ah (=24Wh) の鉛電池を持つことが予想される。この電池の特性から最大放電量は 50% と想定され、仮に 1 日に 30 個の充電需要があるとすれば需要は 360Wh となり、必要なソーラーパネル容量は 133W となる。ただし、このレベルに達するのは数年以上必要であろう。このような条件を踏まえ、本調査の概略設計では、当初ある程度確実な携帯電話の充電需要を満たし、さらに将来の充電需要増を考慮して、標準的な 240V AC 充電用のシステムとしてソーラーパネル容量を 160W (=80W×2) と設定する。なお、この充電は日中に行われるためバッテリーは日照条件の変動に対応するバックアップとなる。これに対し、TV 等のための自動車用バッテリー (12V クラス) の充電については、専用のソーラーパネルからコントローラを介して直接行うこととなる。よく使われる 50Ah や 70Ah サイズの充電を 1 日で行うためには、この容量の 50% を充電すると仮定すれば (12V/60Ah(平均)*0.5=) 360Wh 程度となり 133W 程度のソーラーパネルが必要という計算となる。一般に自動車用バッテリーの充電設備では対応するソーラーパネル容量を 150W 程度としている設計例が多い。このため、概略設計では、自動車用バッテリーが 1 日 2 個充電できるように、160W (=80W×2) の充電設備を 2 系列設置する。ケニアでは自動車用バッテリーを利用している家庭はまだ少なく、充電需要は当初はあまり大きなものではないと予想されるため、充電しない場合には専用のソーラーパネルが遊んでしまう。このようなケースに対応するため、予備のバッテリーを用意して、それに充電して充電室まわりの屋内照明などに利用するほか、他のバッテリー充電装置の故障時のバックアップも可能とする。このような考え方にに基づき充電設備の標準設計を行う。(以下の図 6.1.2 ～図 6.1.4 参照)



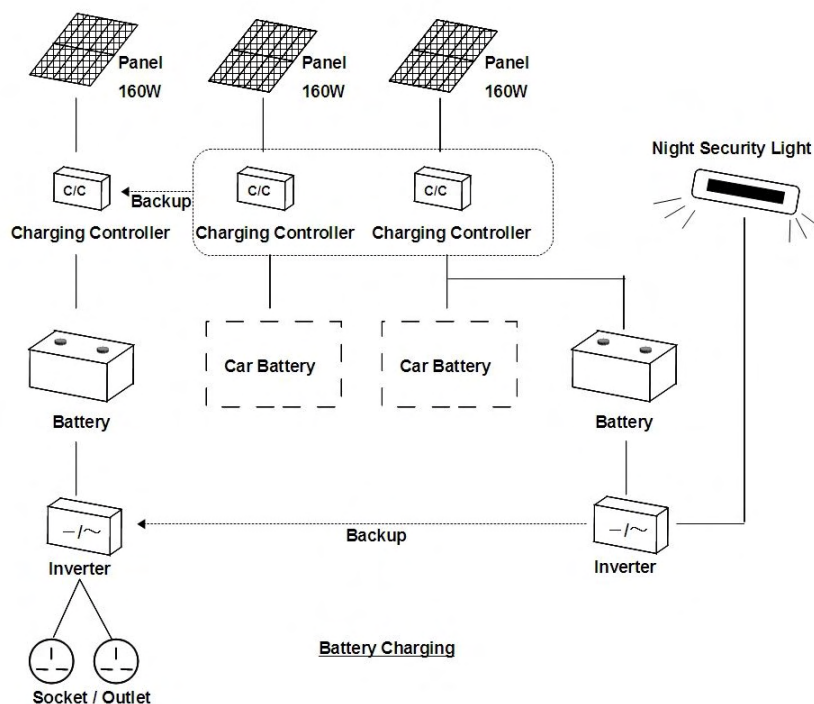
JICA Survey Team 作成

図 6.1.2 PV システム構成図（照明とコンセント）



JICA Survey Team 作成

図 6.1.3 PV システム構成図（ソーラー冷蔵庫（診療所）独立系）



JICA Survey Team 作成

図 6.1.4 PV システム構成図（バッテリーチャージング）