

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

ファイナルレポート
要 約

2009年11月

日本工営株式会社
プロアクトインターナショナル株式会社

産業
JR
09-068

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

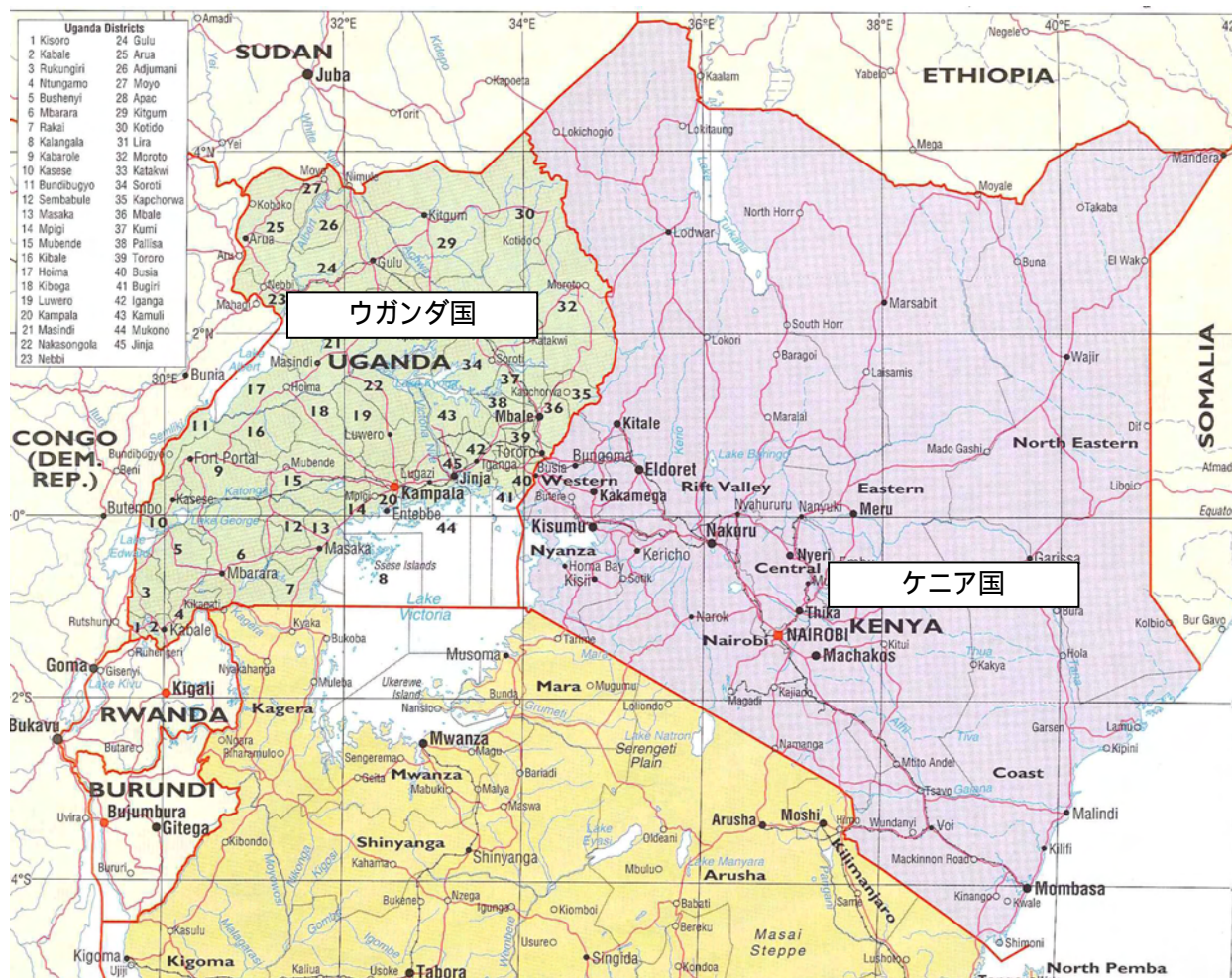
ファイナルレポート

要 約

2009年11月

日本工営株式会社
プロアクトインターナショナル株式会社

調査対象位置図



目次

調査対象位置図.....	i
目次.....	ii
図目次.....	iv
表目次.....	v
略語一覧.....	vi
(序論).....	1
1. 背景.....	1
2. 調査の目的.....	1
3. 調査団構成.....	2
4. 調査活動の概要.....	2
(地方電化の現状).....	3
5. 地方電化の現状.....	3
6. 地方電化に関するドナープロジェクト.....	4
7. 未電化村落の現況と電化ニーズ.....	5
(公共施設の現状と電化計画).....	7
8. 公共施設の現状.....	7
9. 未電化公共施設調査結果.....	8
10. 地方公共施設における電化ニーズ.....	9
11. 地方公共施設電化の基本構想.....	10
(太陽光発電システム設計).....	12
12. 過去の事例.....	12
13. 独立型太陽光発電設備の設計手法と設計ツール.....	12
14. 設計の基本条件.....	13
15. 設計案.....	15
(公共施設電化の対象地域および対象施設の選定).....	24
16. 対象地域の選定.....	24
17. 対象施設の選定.....	24
(複合型太陽光発電設備の利用予測と収支試算).....	26
18. 需要想定.....	26
19. 収支見通し.....	26

(複合型太陽光発電設備の運営管理手法と人材育成).....	27
20. 運営管理手法	27
21. 既存の充電サービス業者との関係	27
22. 業務立ち上げ期の組織育成	27
23. 太陽光発電普及のビジネスモデル	28
24. 人材育成	29
(提言).....	30

図目次

図 23-1 地方部での PV 市場拡大の模式図.....	29
-------------------------------	----

表目次

表 14-1	設計パラメータ.....	15
表 15-1	ケニア国の学校(Secondary School)で想定する負荷	16
表 15-2	システム容量・機器容量及び必要数(ケニア国の学校・ケース I).....	16
表 15-3	システム容量・機器容量及び必要数(ケニア国の学校・ケース II).....	17
表 15-4	ウガンダ国の学校(Secondary School)で想定する負荷	17
表 15-5	システム容量・機器容量及び必要数(ウガンダ国の学校・ケース I).....	18
表 15-6	システム容量・機器容量及び必要数(ウガンダ国の学校・ケース II).....	18
表 15-7	ケニア国の保健施設で想定する負荷.....	19
表 15-8	システム容量・機器容量及び必要数(ケニア国の保健施設・ケース I).....	19
表 15-9	システム容量・機器容量及び必要数(ケニア国の保健施設・ケース II).....	19
表 15-10	ウガンダ国の保健施設で想定する負荷.....	20
表 15-11	システム容量・機器容量及び必要数(ウガンダ国の保健施設・ケース I).....	21
表 15-12	システム容量・機器容量及び必要数(ウガンダ国の保健施設・ケース II).....	22
表 15-13	想定する充電機器の容量と数量.....	23
表 15-14	システム容量・機器容量及び必要数(充電施設).....	23
表 18-1	充電設備の利用者予想.....	26
表 18-2	充電料金収入の予想.....	26

略語一覧

略語	正式名称	訳語
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
DWD	Department of Water Development	ウガンダ土地・水・環境省水開発局
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
IREMP	Indicative Rural Electrification Master Plan	地方電化マスタープラン(ウガンダ)
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
MEMD	Ministry of Energy and Mineral Development	エネルギー・鉱物開発省(ウガンダ)
MoE	Ministry of Energy	エネルギー省(ケニア)
MoES	Ministry of Education and Sports	教育スポーツ省(ウガンダ)
MoMS	Ministry of Medical Service	医療サービス省(ケニア)
MoPHS	Ministry of Public Health and Sanitation	公衆保健衛生省(ウガンダ)
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 Agency	地方電化庁(ケニア)
REA	Rural Electrification Authority	地方電化庁(ウガンダ)
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)
RESP	Rural Electrification Strategy and Plan	地方電化戦略計画(ウガンダ)
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
UBoS	Uganda Bureau of Statistics	ウガンダ国政府統計局
UMEME	(スワヒリ語で「電気」を意味する言葉)	ウガンダ配電会社
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
Ush	Uganda Shilling	ウガンダシリング

通貨と換算レート (2009年4月末現在)

- US\$ 1 = 97.29 円
- Ksh 1 = 1.258 円
- US\$ 1 = Ksh 77.34
- Ush 1 = 0.046 円
- US\$ 1 = Ush 2,115

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 ¹
• kWp (kilowatt-peak)	1,000 Wp
• MWp (Megawatt-peak)	1,000 kWp

¹ 標準測定条件(STC)における太陽電池モジュールの直流出力の最大電力をワットで表したものの。日射強度 1,000W/m²、エアマス 1.5、太陽電池温度 25 の条件が標準測定条件。

(序論)

1. 背景

(1) アフリカ支援

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ている。近年の資源不足から、アフリカの資源開発への投資も増加し、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、アフリカの抱える問題と解決すべき課題は多い。食料価格高騰による影響や気候変動による影響も真っ先に受ける国々である。経済発展により人々を貧困から脱却させることを長期的な目標とするその一方で、現在の気候変動への対応も求められている。つまり今後期待される急速な経済発展においても、二酸化炭素の排出を極力抑制し、環境負荷を最小限に抑えた発展が強く求められている。

このような条件の下、日本政府はアフリカ支援を強力に推し進める方針を打ち出した。2008年5月に開催された第4回アフリカ開発会議(TICAD IV)では、日本の政府開発援助(ODA: Official Development Assistance)を漸次増加させ、今後5年間で2倍にする約束を含めたアフリカ開発のためのイニシアティブ・パッケージを発表した。気候変動対策としては、2008年1月に我が国が提唱した「クールアース・パートナーシップ」資金メカニズムで、再生可能エネルギーの普及支援等の方針を打ち出している。

(2) 再生可能エネルギー普及の支援

国際協力機構(JICA: Japan International Cooperation Agency)では過去の支援経験から再生可能エネルギーの普及には、「ビジネスベースでの普及促進のための環境整備」が重要であるとの教訓を得ている。2008年7月から約4か月間に亘りケニアとウガンダを対象として実施した「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」では、再生可能エネルギーによる電化推進の協力に関して、地方の学校や保健所等の地方公共施設の電化推進の必要性が示された。

これらを踏まえ、JICAは本調査を実施し、新規案件の形成に必要な基礎情報を収集するとともに、ウガンダ・ケニア両国を対象に同プロジェクト研究で提案された公共施設電化にバッテリーチャージング機能を付加したモデルについて、その妥当性の確認と、同提案の内容の具体化を行い、右提案による普及を実現するための周辺環境整備のあり方を検討することになった。

2. 調査の目的

本調査の目的は以下の通りである。

アフリカの未電化村落において太陽光発電(PV: Photovoltaic)技術普及を進めるための電化モデルとして提案されている、学校や保健所等の地方公共施設を対象に給電を行うとともに一般住民にも充電機能を利用可能とする複合型システムについて、ウガンダ・ケニア両国における実施可能性を検討した上で、現地での電化ニーズ調査をもとに基本設計及び事業費、システムの運転管理

方法、電化事業実施対象候補地域に関する情報等を取りまとめ、他ドナーとの連携を含めて我が国の同分野での協力の基本構想を提言する。

3. 調査団構成

以下の3名の専門家により調査団を構成した。

- ・ 大瀧 克彦: 総括 / 地方公共施設電化
- ・ ディパック ビスタ: 太陽光発電
- ・ 小川 良輔: 村落社会調査

4. 調査活動の概要

全体の調査工程を以下に示す。

	2009/4	2009/5	2009/6	2009/7	2009/8	2009/9	2009/10	2009/11
現地調査		ケニア ウガンダ						
レポート					ドラフトファイナルレポート		ファイナルレポート	

主な調査内容を以下に示す。

- ・ 地方電化及び地方公共施設に関する現状、将来の電化計画等についての情報収集
- ・ 地方の未電化地域及びその地域における公共施設に関する情報収集
- ・ 他ドナーの地方電化事業計画に関する情報収集
- ・ 事業対象候補地域(村落)における電化ニーズや施設管理に関するヒアリング調査(公共施設管理者と一般住民が対象)
- ・ 複合型太陽光発電システムの基本設計と概略事業費積算
- ・ 公共施設における複合型太陽光発電システムの運営管理方法の検討
- ・ 電化事業対象候補地域選定基準の検討

(地方電化の現状)

5. 地方電化の現状

(ケニア国)

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。

グリッド電化の人口カバー率は63% (2008年) であるが、高額な引込み費用負担の問題などから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、地方部での世帯電化率は10%程度 (地方部での電力ユーザー450,000、太陽光発電(PV: Photovoltaic)ユーザー300,000の合計) にとどまっている。

地方電化庁では、グリッド電化地域の人口カバー率を2012年までに100%に引き上げること、地方電化率を現状の10%程度から2030年までに100%に引き上げること、また、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%電化する目標を有している²。

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、2013年までに地方電化率を22% (オフグリッドを含む) に引き上げることとしている。

ケニア国では基幹送電線網がかなり整備されてきているため、配電線網の延伸によって未電化世帯の電化を進めていくことが可能となっている。しかし、実際には電源開発の遅れによる電力供給量の不足や引込み料金負担などの問題から、配電線が架設された地区においても電気の引込みを行わない家庭が多い。このため、PVや小水力発電によるオフグリッド電化の必要性は依然として高い。

(ウガンダ国)

ウガンダ国では新電力法が1999年に制定され、未電化地方部のグリッド電化及びオフグリッド電化の推進は政府の役割であると規定された。電化率の向上を達成するための枠組みとして地方電化事業への資金的支援を目的とした地方電化基金 (REF: Rural Electrification Fund) が2001年に、その資金を活用した電化事業の運営組織として地方電化庁 (REA: Rural Electrification Agency) が2003年に設立された。

2001年に作成された地方電化戦略計画 (RESP: Rural Electrification Strategy and Plan) は、新電力法に基づく地方電化の枠組みを示した計画書である。この計画では地方電化プロジェクトに対して、政府がREFから必要な資金助成を行うことが示されている。

ウガンダ国では、2006年現在、全国の世帯電化率は10%とされているが、地方部の電化率はわ

² Rural Electrification Authority Strategic Plan 2008-2012

ずか 3%とされている³。

現在、地方電化については民間主導によってさまざまな電化プロジェクトを全国的に促進するという考え方が採用されている。具体的には、1) ウガンダ電力公社の電力系統の延長について民間企業が投資することによる電化、2) ディーゼル発電や再生可能エネルギー発電による独立型小規模電力系統による電化、さらに、3) PV システムによる電化 の 3 つのタイプの事業に民間投資を呼び込むことで、ウガンダ国政府は 2012 年までに地方部の電化率を 10%まで引き上げることを目標としている。

6. 地方電化に関するドナープロジェクト

(ケニア国)

ケニア国において特筆すべきは国際連合工業開発機関 (UNIDO: United Nations Industrial Development Organization) によって行われている Community Power Center (Energy Kiosk) プログラムである。これは、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施設を整備し、そういった手法の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。このプロジェクトは本構想と極めて近い発想に基づくものであり、その事業内容や成果については精密な分析を行い参考にしていくとともに連携の可能性についても検討する必要がある。

(ウガンダ国)

ウガンダ国で実施されている最大の地方電化プロジェクトは世界銀行による Energy for Rural Transformation (ERT) プログラムである。地方電化の推進と情報通信技術セクターの発展を目的とするもので、電化に関しては RESP の目標である地方電化率 10%を達成するため、地方電化庁と協調しながら進められている。このプロジェクトでは、電源開発、グリッド建設、オフグリッド電化(公共施設電化を含む)など地方部でのエネルギー開発利用に関するさまざまな事業を実施し、また支援している。

地方電化マスタープラン (IREMP: Indicative Rural Electrification Master Plan)は ERT の一環で作成されたもので、これは各地域の送電線拡張計画、人口、地理的条件などの条件をもとに最小費用となる具体的な地方電化プロジェクト案を示し、民間からの投資を加速することを目的としたものである。

ERT は 2009 年 7 月から第 2 期に入る。第 2 期でも PV の普及は依然として大きなテーマであり、学校、保健施設、給水施設などへの PV 設備設置計画が固まっており、合計 2,054 システム、1.50 MW_p の PV システムの設置が予定されている⁴。

現状ではウガンダ国の地方電化率は極めて低く、ERT による PV 設備設置の対象となる公共施設

³ Indicative Rural Electrification Master Plan Report (2009 年 1 月)

⁴ Project Appraisal Document No. 47183-UG (2009 年 5 月), 世界銀行

は必要数の1割程度にとどまっている。そのため、地方電化庁はJICAなど他のドナーによる地方電化、公共施設電化に大きな期待を持っている。

7. 未電化村落の現況と電化ニーズ

ケニア国、ウガンダ国とも、調査団が現地踏査の対象とした地域では、道路に沿ってトレーディングセンターが発達していることが一般的であった。トレーディングセンターとはおもに小規模な商店等が集積している地域である。トレーディングセンター周辺では数十戸から数百戸程度で、周辺地域では数十戸程度から数十戸程度で集落を形成していることが一般的であった。

標準的な村落の規模は、未電化地域内における比較的集積度の高い中心的村落が対象になるという考えから、1集落あたり200世帯ないし300世帯程度と推定するのが妥当である。

おもな産業は農業で、家畜飼育も多くの農家で行っている。調査団が訪問した範囲では家畜飼育について大規模なものは少なく、自家消費程度のものが多かった。ただし、自家消費の程度を大きく超える牧畜を行っている地域もある。ビクトリア湖沿いの地域や島嶼部では漁業が主な産業である。

おもに未電化村落を対象とする調査の結果、電力の需要(将来的に電力が代替しうる他のエネルギーの需要を含む)は、携帯電話の充電、照明、ラジオが主なものであった。この中で、別の村落に行っても、また、そのためだけに代金を払ってでも電気を購入している、いわば最大の電化ニーズともいえるものが携帯電話の充電である。

村落でのインタビュー調査でも、たいていの大人は携帯電話を持っている旨の回答が目立ったこと、未電化村落でも携帯電話のプリペイドカード販売店が目についたこと、充電サービス店が未電化村落にも存在することなどから、携帯電話の普及が相当進んでいることは明らか⁵である。

携帯電話の充電サービス料金はケニア国では1回Ksh 20、ウガンダ国ではUsh 500が一般的で、その利用頻度はケニア国、ウガンダ国いずれでも3日に1回程度あるいは週に2回程度とインタビュー調査に回答する回答者が多かった。

インタビュー調査の結果、充電式ランタンの所有者は多くはなかった。また、充電サービス店でも充電中の充電式ランタンを見かけることはほとんどなかった。しかし、一般の商店や、PVシステム関連機器販売店、都市部の大型スーパーマーケットでは充電式ランタン・懐中電灯が販売されている。その一方で、未電化村落の多くの世帯では毎月4~5リットル程度の灯油を照明用に費やしている。したがって、充電式ランタンのニーズがないわけではなく、そのメリット、特にエネルギー消費量の少ないLEDランタンのメリットがまだ広く知られていないことが、まだ普及していない原因と考えられる。

照明の「電化」ニーズについては、携帯電話充電のニーズと比較してやや低い。照明は従来から灯油等で対応してきており電気によることの必然性がないこと、また、電気によることによる利

⁵ プリペイド式の加入者が大半であると考えられるが、そもそも、ケニア国、ウガンダ国とも2009年5月現在、SIMカード購入時の身元確認が不要であり、国境付近など携帯電話の電波が弱い地域では複数の携帯電話事業者のSIMカードを差し替えて使う加入者も少なくないため、正確な加入者数や世帯普及率を把握することは難しい。

点の知識が普及していないことが、照明の「電化」ニーズが携帯電話充電ニーズよりも顕在化していないことの原因と考えられる。しかし、灯油は高いと言いながら未電化村落では毎日灯油を消費しているのが現状であり、照明のニーズ自体は携帯電話充電同様高いと言える。

電気による照明のメリット、例えば費用(装置自体・充電などにかかる費用)が低廉であること、明るいこと、火災の危険性が少ないこと、煙が出ないこと、二酸化炭素排出量が少ないことなどのメリットが理解され、ランタンの品質が安定し、かつ、未電化村落近辺でも入手可能かつ充電可能となれば⁶、電気による照明のニーズは飛躍的に高まり、爆発的な普及もあり得ると考えられる。

⁶ ランタンの充電電池の容量は携帯電話のそれと比べると上述のようになり大きい。また、既存の充電サービス店の設備はPVパネル1~2枚程度のもので、システム容量は大きいとはいえない。そのため、充電式照明への充電ニーズが増大すれば対応できない可能性が高い。

(公共施設の現状と電化計画)

8. 公共施設の現状

(ケニア国の医療・保健システム)

ケニア国の医療・保健施設は、最上位の National Hospital を頂点に、Provincial Hospital、District Hospital、Health Center、Dispensary から構成され、このうち、National Hospital、Provincial Hospital、District Hospital は医療サービス省 (MoMS: Ministry of Medical Service) の管轄となっており、Health Center 及び Dispensary は公衆保健衛生省(MoPHS: Ministry of Public Health and Sanitation) の管轄となっている。

ケニア国内に医療・保健施設は 6,194 施設あり、そのうち、51% が公立、残りの 49% は私立や FBO (Faith Based Organization) によるものである。なお、医療・保健施設の多くは Dispensary である⁷。Province、District の下位の行政単位である Division に最低 1 つの Health Center を、さらにその下位の行政単位である Location にできる限り Dispensary を設置する方針となっている。

Health Center では Clinical Officer (准医師・4 年制専門学校卒業) と看護師が数名おり、簡単な手術も可能である。Dispensary では若干名の看護師を中心に、診察や投薬、保健衛生知識の普及活動などを行っている。

(ケニア国の教育システム)

ケニア国の教育制度を管轄するのは教育省である。ケニア国の学制は 8-4 制である。最初の 8 年間は Primary School (Standard 1 ~ 8)、次の 4 年間は Secondary School (Form 1 ~ 4) である。ケニア国には 2007 年現在、Primary School が 26,104 校、Secondary School が 6,485 校存在する⁸。(うち、Private Primary School は 8,041 校、Private Secondary School は 2,240 校⁹である。)

Primary School の Standard 6 (日本の小学 6 年に相当) 以上では、Prep Class と呼ばれる補習授業が夜間に行われることが一般的であるが、照明のない学校では行うことは困難で行われていない。そのため、Standard 6 になる前に、地元の学校から電化されている学校へ転校する例も多い。これは、Standard 8 (日本の中学 2 年に相当) 終了時に行われる、Secondary School への進学に重要な KCPE¹⁰ に備えるためである。Primary School 卒業生の Secondary School への進学率は地域にもよるが 40 ~ 50% 程度¹¹ である。Primary School 卒業後に Technical Training Institute に進学する生徒もいる。

⁷ “Health Management Information System” (Ministry of Health, 2005)によると、2004 年現在の保健施設 4,767 施設の内訳は Hospital 562 施設、Health Center 691 施設、Dispensary 3,514 施設となっている。

⁸ Statistical Abstract 2008, Kenya National Bureau of Statistics

⁹ Ministry of Education による。

¹⁰ Kenya Certification of Primary Education

¹¹ “Statistical Abstract 2008” (Kenya National Bureau of Statistics)による。前年の Standard 8(Primary School の最終学年)の生徒数と、当年の Form 1(Secondary School の第 1 学年)の生徒数の比較による値。

(ウガンダ国の医療・保健システム)

ウガンダ国の医療・保健制度を管轄するのは保健省 (Ministry of Health) である。ウガンダ国の医療・保健施設は、最上位の National Referral Hospital を頂点に、Regional Referral Hospitals、District Hospital (District レベル・人口 50 万人に 1 施設)、Health Center IV (County レベル・人口 10 万人に 1 施設)、Health Centre III (Sub-county レベル・人口 2 万人に 1 施設)、Health Centre II (Parish レベル・人口 5,000 人に 1 施設)、Health Center I (Village Health Team・人口 1,000 人に 1 施設)から構成される¹²。Hospital は合計 114 施設、Health Center IV は 160 施設、Health Center III は 955 施設、Health Center II は 2,008 施設の合計 3,237 施設ある¹³。なお、Health Center I は建物を持たない。職員数は施設により差異があるが、Health Center IV では Medical Officer (6 年制大学卒業)が、Health Center III では、Clinical Officer (准医師・4 年制専門学校卒業)が置かれる基準¹⁴になっており、他に、看護師、助産師、警備員などが配置されている。

(ウガンダ国の教育システム)

ウガンダ国の教育制度を管轄するのは教育スポーツ省 (MoES: Ministry of Education and Sports) である。ウガンダ国の学制は 7-4-2 制である。最初の 7 年間は Primary School (Primary 1~7)、次の 4 年間は Secondary School (O (Ordinary) レベル) (Senior 1~4)、さらにその次の 2 年間は Secondary School (A (Advanced) レベル) (Senior 5~6)である。ウガンダ国には 2007 年現在、Primary School が 14,728 校、Secondary School が 2,644 校存在する¹⁵。Secondary School の中には O レベル(Senior 1~4)のみを有しているものもある。Primary School 卒業生の Secondary School への進学率は 59%¹⁶である。Primary School の多くは Public (Government) School であるが、Secondary School には多くの Private School が含まれている¹⁷。Primary School 卒業後、あるいは Secondary School の O レベル終了後に Technical Institute に進学する生徒もいる。Technical Institute の入学要件は Institute により異なっている。

9. 未電化公共施設調査結果

(ケニア国)

ケニア国では District Hospital 以上のレベルは電化されていると考えられるが、行政単位の変更により District の数が増加した際に、Dispensary が District Hospital に格上げされたケースもあるため、このようなところは電化されていないものもある。Health Center や Dispensary は電化されていないものが多数ある¹⁸。多くのドナーの活動により、PV システムやディーゼル発電機、あるいはガソリン発電機により電化された施設も少なくないが、システムの故障や燃料購入費用負

¹² Health Sector Strategic Plan II 2005/06 - 2009/10, Ministry of Health

¹³ Statistical Abstract 2008, Uganda Bureau of Statistics

¹⁴ Health Sector Strategic Plan II 2005/06 - 2009/10, Ministry of Health

¹⁵ Statistical Abstract 2008, Uganda Bureau of Statistics

¹⁶ “Statistical Abstract 2008” (Uganda Bureau of Statistics)による。2006 年の Primary 7 (Primary School の最終学年)の生徒数と、2007 年の Senior 1 (Secondary School の第 1 学年)の生徒数の比較による値。

¹⁷ “Annual School Census 2007”によると、Ownership が Private のものは、Primary School 14,728 校のうち 2,029 校(13.8%)、同様に Secondary School 2,644 校のうち 1,282 校(48.5%)である。

¹⁸ “Rural Electrification Master Plan Draft Final Report” (2009 年 3 月)によると、ナイロビ州を除く、電化状況が把握できている医療・保健施設 3,008 施設のうち、約半数の 1,507 施設が電化されていない。

担の問題から、現在は電気が使用できない施設も少なくない。また、学校も、その多くが電化されていない¹⁹。

(ウガンダ国)

ウガンダ国では Health Center IV では 1%、Health Center III では 34%、Health Center II では 65% が電化されていないと示されている²⁰が、PV システムが設置されているものの十分に機能していないもの、故障して放置されているもの、容量がニーズに対して不足しているものも少なくないことに留意する必要がある。Secondary School の 54%、Primary School (Pre-primary 及び Post-primary を含む)の 82%が “Deep Rural”地域に位置すること、Secondary School の 27.0%、Primary School (同)の 4.6%しか配電線に接続されていないこと、計画に基づく電化が完了後も、それぞれ 22.5%、47.1%が配電線に接続されず配電線から 1 km 以上離れた状態で残ることが “Indicative Rural Electrification Master Plan Report” (Ministry of Energy and Mineral Development, 2009 年 1 月)で述べられている。

10. 地方公共施設における電化ニーズ

保健施設については、ケニア国では、Dispensary とその上位に位置する Health Center が、ウガンダ国では Health Center II、Health Center III ないし、Health Center IV が本構想の対象となり得る公共施設と考えられる。ウガンダ国の Health Center IV を除き、これらの施設には基本的には医師(6年制コース卒業)は配置されていない。ケニア国の Health Center やウガンダ国の Health Center III では、准医師(4年制コース卒業)を中心に、簡単な手術までの対応を行っている。ケニア国の Dispensary やウガンダ国の Health Center II では看護師を中心に、診療や医薬品の処方、保健衛生知識の普及を行っている。

これらの保健施設ではワクチンや輸血用血液保存用冷蔵庫、夜間分娩や急患対応のための照明、防犯用に設置しているセキュリティ用照明のニーズがある。また、保健知識普及のための番組放送のためのテレビやビデオ・DVD 再生装置を有している保健施設では、これらの機器のための電化ニーズもある。

現在、これらの電化ニーズに対しては、小規模な PV システムで対応している場合もあるが、PV システムがない、あるいは容量が不十分な場合、冷蔵庫の場合は LPG、照明の場合は灯油照明(ケロシンキャンドルやケロシンランタン)や懐中電灯で対応している。また、施設によってはガソリン発電機やディーゼル発電機により発電している場合もある。

学校については、Primary School 及び Secondary School が対象となり得る地方公共施設と考えられる。電化ニーズとしては、職員室や寮の照明、職員室やコンピュータ教室でのコンピュータや

¹⁹ “Rural Electrification Master Plan Draft Final Report” (2009 年 3 月)によると、ナイロビ州を除く、電化状況が把握できている学校(Primary School 卒業後の学校・主に Secondary School) 6,115 施設のうち、過半数の 3,364 施設が電化されていない。Primary School は Secondary School 以上に地方部に散在しているため、さらに電化されている施設の率は低いものと考えられる。

²⁰ “Indicative Rural Electrification Master Plan Report” (Ministry of Energy and Mineral Development, 2009 年 1 月)による。配電線(ミニグリッドを含む)で電化されている Health Center (II~IV の合計)はわずか 10%、Standalone (PV システムまたは発電機)で電化されている Health Center は 37%、電化されていない Health Center は 53%と示されている。

プリンタの使用がある。また、電化されている寮の場合、食堂にテレビが設置されており、定められた時間内において生徒がテレビを視聴することができることが一般的である。また、Night Prep. Class と称される夜間の補習・自習時間の照明ニーズは Primary Class の高学年や Secondary School にある。

PV システムやケロシンランプや懐中電灯でこれらのニーズに対応している学校もあるが、「電気がないのでコンピュータ教室がない・Night Prep. Class もない」という学校も地方部には多い。したがって、現在使用している設備・備品のみから PV システムの必要容量を計算するのは望ましくなく、将来的に使用されるであろう設備・備品も考慮に入れなければならない。また、将来の進学を考えて、電気があり Night Prep. Class を行っている Boarding School へ生徒が親元を離れて転校する例、電気がないから優秀な教師が来ないなどの問題を抱えている例もあり、十分な容量の PV システムは単に電気を必要とする設備・備品が使用可能になるということだけではなく、生徒が親元から通学することができるようになる、優秀な教師が来るなど、さまざまな副次的な効果が期待できる。

現時点では Secondary School が対象施設として優先され、現に Night Prep. Class を行っている Boarding Primary School がそれに続く優先順位の対象施設と考えられる。

このほか、給水施設やトレーディングセンターについても電化ニーズは高い。

電化されることにより、公共施設の利用のされ方が急激あるいは大幅に変わるとは考えられないが、照明が確保されることによる利用可能時間の拡大やサービスの向上、テレビ・ビデオ等視聴覚教材の活用などの変化が起こることが予想される。また、電化されたことにより、優秀な職員が定着する、生徒が他の学校に転校する必要性が小さくなるなど、副次的な効果も期待できる。

11. 地方公共施設電化の基本構想

地方農村部における公共施設(保健施設や学校等)を PV で電化することはこれまでも多くのドナーや NGO などが実施している。今回、JICA がケニア国とウガンダ国を対象に調査している構想は、これら公共施設に対する基本的な PV 設備に加え、地域住民が利用できるバッテリー充電機能を付加した複合型システム(=コミュニティソーラーシステム(仮称))である。

公共施設を電化する目的は詳しい説明を要するまでもなく、教育、保健あるいは給水といった地方部においても生活の基本となる公共サービスの向上である。加えて、このような PV を利用した充電施設を地方部に展開し、現下の大きなニーズである携帯電話の充電に対応するとともに LED 利用または蛍光管利用の充電式ランタンの普及を促すためのインフラを整備することによって、未電化農村ではほとんど唯一の照明手段である灯油ランプからの脱却を図るという新しい貧困対策のシナリオを自立的に実現していくことが可能と考えられる。

このバッテリー充電施設については、充電施設のみを分離して設置することももちろん可能であるが、本構想では未電化コミュニティにおける公共施設を対象とした電化設備による住民サービス向上と充電設備を併設することによるシナジー効果を実現するものであり、電化設備、充電設備を別々に設置するよりも大きな効果が期待できる。これは、従来進められてきた未電化コミュニティにおける SHS (Solar Home System) の普及とは異なるアプローチであるが、高価格である

ものの便利な装置である SHS を否定するものではなく、むしろ、SHS への道を切り開く先行的プロジェクトとして位置付けることができよう。

灯油ランプからほぼ同価格の充電式ランタンに切り替われば、燃料の灯油価格上昇による経済的負担増大の抑止、火事などのリスクの低減、煤などによる健康被害の抑制などのメリットがあり、さらに二酸化炭素排出量削減効果も生じる。長寿命・省エネルギーの LED ランタンの未電化地帯への普及は世界銀行/IFC 主導のプロジェクトである“Lighting Africa”とも共通する考え方である。我が国は太陽電池パネル、LED、充電式電池などの分野で世界のトップランナーであり、本件のようなプロジェクトへの期待は大きい。

このプロジェクトによって期待される効果は以下のとおりである。

- ・ 電気の利用(照明、ワクチン冷蔵、事務機器使用など)により公共施設の機能・サービスのレベルが向上する。
- ・ 住民が各種機器(携帯電話、充電式ランタン、自動車用大型バッテリーなど)の充電を地元で容易に行える。
- ・ 充電サービスに対する利用料の徴収によって公共施設の PV 設備の維持管理費用の確保など資金収支が改善され、その結果、公共施設における高いレベルのサービスが持続的に提供可能となる。
- ・ 多数の住民に充電施設を利用してもらう過程で地域内に PV に関する知識が広まる。(啓蒙・教育効果)

充電設備を利用する住民がそこに集まることで各種のバッテリー利用機器に関する情報が村落内に短時間で伝わり、共有される。まだほとんど知られていない充電式 LED ランタンなどこのようなプロセス(情報伝達の「場」)があれば普及のスピードは速くなる。したがって、充電設備については収入を得る手段という側面だけでなく、このような村落内における PV に関する情報(知識)普及効果(マーケット開拓効果)も大きなメリットとして位置付ける必要がある。

(太陽光発電システム設計)

12. 過去の事例

(ケニア国)

ケニア国では、設置するシステムの大きさを決定する際には、事前に施設の実地調査を行い、部屋の数や大きさ、必要負荷量等を確認した上で PV システムの容量を決めている。PV システムは主に照明負荷の電源として利用されており、システムは同じ公共施設であっても建物毎に別々のシステムを設置する方法を取っている。

保健施設の場合、小規模なものでも 1 つの建物に 4~5 部屋ある。保健施設にはワクチン用冷蔵庫が設置されている。LPG により動作しているが、LPG が定期的に届かないため冷蔵庫を停止せざるを得ない保健施設もある。このワクチン用冷蔵庫は 12 V DC や AC による電源供給も可能なものであり、その容量は 85 W である。

エネルギー省が設置を進めている PV システムは、施設全体を 1 つのシステムとせず、建物毎に 1 つずつのシステムを構成するようになっている。また、システム電圧 12 V DC を AC に変換して利用している。システム容量が大きい場合には、充放電装置やインバーターの数を増やして、それぞれ別々にバッテリーを備えて対応している。無日照日は 3 日とし、1 日で放電される量はバッテリーの全容量の 20% となるようにバッテリーの容量を決定している。

(ウガンダ国)

ウガンダ国では ERT (Energy for Rural Transformation) プログラムを実施しており、地方のオフグリッド地域の学校に教育スポーツ省 (MoES: Ministry of Education and Sports) を通じて PV システムを設置している。

ERT では地方の保健施設に PV 設備を設置した。2004 年 3 月から 6 月までにかけて、20 District の計 632 施設の調査を行い、病棟毎に必要なとされる電力量の算出を行っている。その際、施設の大きさ、患者数、地域の位置などを考慮して PV システムの容量を算出している。このため同じ種類の建物であっても、条件によって適切なものを選べるよう、数種類の PV システムが設計されている。

13. 独立型太陽光発電設備の設計手法と設計ツール

独立型 PV 設備は系統連系設備と異なり、太陽電池パネルで発電した電気エネルギーをバッテリーに蓄え、電気機器を利用する際にはそのエネルギーを取り出して利用するというクローズドなシステムである。このため、設備を計画する場合には 1 日に必要とされる電力需要を算定し、それに対応した発電を行うための太陽電池パネル集合体 (Solar array) および蓄電を行うバッテリー集合体 (Battery bank) の規模をそれぞれ算定する必要がある。

クローズドなシステムでバックアップの供給力はないため設備設計においては発電、蓄電それぞれについて余裕を大きめにとることが肝要である。この結果、設備全体としては冗長性の高いものとなり、需要の一時的な増加や日照不足などの特異な状況にも対応でき電力利用の安定性が向

上する。本構想のように途上国の地方農村部に設置する場合には、維持管理についてのリスクを十分考慮し冗長性の高いシステム設計を心がける必要がある。

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、希望的な数値をそのまま採用すると PV 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、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。

Solar array の規模については現地の日照条件に依存することは明らかであり、需要想定と同時に気象データの入手が設計の第一歩となる。また Battery bank の規模については、曇天・雨天で十分な日照がない場合やその他のトラブルによって充電ができない場合でも蓄電されたエネルギーを利用して何日間電力を利用可能とするかという条件(補償日数)の設定の仕方によってその規模は大きく変わってくる。

本構想ではコミュニティ住民が利用できる充電設備を併設することとしている。この充電施設については以下の 3 種類の充電式機器を想定している。

- (1) 携帯電話 (240V AC から充電することを想定)
- (2) 充電式ランプ (同上)
- (3) 自動車用大型バッテリー (太陽電池からの直接充電を想定)

太陽電池パネル、バッテリーともに利用可能な出力、容量は自由に決定できるものではなく、最終的には設計値をもとに市販されている機種の中からどれを利用するかによって実際の設備規模が決定される。したがって、最終的な設備規模は前述の計算結果に基づき選定された太陽電池パネル、バッテリーの定格出力、容量に数量を乗じたものとなる。

本構想を実施する場合には、上記の基本的な設計手法を対象となる保健施設、学校などの公共施設に適用して設計を行うこととなる。しかし、このような施設についてはケニア国、ウガンダ国ともに施設の規模、部屋数、レイアウトなどは地域事情や経済事情などから地点ごとにさまざまであり、設置される PV 設備についても標準モデルという形で提案することはなかなか難しいと考えられる。このため、標準モデルを設定するのではなく、対象となる公共施設に必要な電気設備の数量や消費電力のデータをインプットすることで PV 設備の規模が計算できる「設計ツール」を開発することによってどのような施設でも対応可能とし、さらにケニア国、ウガンダ国以外の国々でも活用できるようにすることが効果的と考えられる。

14. 設計の基本条件

(日射量と補償日数)

ケニア国の全国の日射量は $4 \sim 6 \text{ kWh/m}^2/\text{day}$ あり、エネルギー省や地方電化庁はシステム設計の際には $5 \text{ kWh/m}^2/\text{day}$ (日射時間換算値 5 時間)を使用している。

ウガンダ国の全国の日射量は $4.5 \sim 5.5 \text{ kWh/m}^2/\text{day}$ で、システム設計の際には南西部及び高山地域以外では $5 \text{ kWh/m}^2/\text{day}$ 、南西部及び高山地域では $4 \text{ kWh/m}^2/\text{day}$ を使用している。

本報告書においては、システムの容量を算出する際の日射量の値として、5 kWh/m²/day (日射時間換算値 5 時間)をケニア国、ウガンダ国いずれにおいても使用することとする。

PV 設備を構築するにあたり、天候不順などによってバッテリーへの充電が連続して行われない日数(補償日数または無日照日数)の決定は重要な要素である。通常はこれを 3 日と想定するのが一般的である。ケニア国においては、エネルギー省は無日照日数を 3~4 日で計算しており、地方電化庁も同じ値を使用する方針を示している。また、ウガンダ国でも同様に 3~4 日で計算している。

(システム電圧)

公共施設を PV で電化する際に、ケニア国ではシステム電圧として 12 V DC を採用している。また、ウガンダ国では保健施設では 24 V DC を、学校では 12 V DC を採用している。供給電圧はいずれも 240 V AC、50 Hz を採用している。本構想でも同じ値を使用して、必要機器の選定や容量の算出を行うこととする。

(バッテリー)

ケニア国では国内で生産されている大型の開放型のバッテリーを使用するケースが多い。このバッテリーは自動車用のバッテリーを改良して PV システムでも利用可能としたものであるが、寿命が短く、数年に一度の頻度で交換することが必要である。また、ウガンダ国では運搬やメンテナンスの関係で密閉型バッテリーが使用されている。バッテリーによって放電深度や寿命が異なる。

バッテリー容量は定格容量として 10 時間率や 20 時間率で示しているものが一般的である。本構想では 20 時間率に変換するために、一般的な値である 1.3 を使用して、20 時間率に変換を行った容量を示す。(この値はバッテリーの種類により異なる。) なお、バッテリーの容量は市販されている容量に切り上げている。

(照明負荷)

LED ランプはまだ技術開発が続けられている商品ではあるが、そのエネルギー効率の高さや長寿命であるといったメリットから次世代の照明として注目されている。この LED ランプを PV 機器に利用することも十分可能である。またその価格が高いことから本格的な利用には至っていないが、エネルギー効率が高いため SHS であれば蛍光灯を使う場合よりも PV モジュールを小さくすることができ、ランプの価格以上のコストダウンが実現する可能性がある。また、充電式ランプであればバッテリーの小型化が可能であり、同じ電池を使う場合には蛍光灯の場合よりも充電間隔が長くなるというメリットがある。

さらに、蛍光灯を使う場合には、一定の時間がたてば蛍光管の交換が必要となるが、そのスペアの入手は未電化農村部では容易ではなく、PV システムの持続的な利用を困難にしている大きな要因となっている。長寿命の LED ランプを使うことによってランプの交換が必要なくなるということは未電化農村部での PV の持続性向上に非常に大きなインパクトがある。

本構想では 2 つのケースに分けてシステム設計を行うこととする。

- ・ **ケース I:** 現在公共施設に設置する場合に採用されている標準的な PV モジュール、ソーラーバッテリーなどを利用するケース。PV モジュールは欧米製やインド・中国製などさまざまであるが、調達ロットが小さいため現地価格は割高となる。バッテリーは現地または近隣国で生産されているもので放電深度は 50%と想定する。
- ・ **ケース II:** ケース I をもとに照明器具に省エネルギーで長寿命の LED ランプを使い、設備容量を小型化するケースを参考として示す。ケース I の負荷のうち、照明負荷について 70%としたものである。

表 14-1 に示す設計パラメータを適用して、システム設計を行う。

表 14-1 設計パラメータ

項目	値	単位	備考
平均日射時間	5	時間	1日の日射量を、1,000 W/m ² /hで換算した場合の日射時間 (1,000 W/m ² ×5 h/day=5 kWh/m ² /day)
無日照日	3	日	年間通じて連続で無日照日の可能性ある日数
PVモジュール効率	80	%	汚れ、温度上昇による発電量の低下、経年劣化
インバーター変換効率	90	%	DCからACへの変換を行うため(メーカーや機種によって異なる)
チャージコントローラー効率	95	%	過充放電防止やスムーズな充放電を行うため(メーカーや機種によって異なる)
バッテリー充放電効率	90	%	自己放電含む温度変化による容量変化
バッテリーの最大放電深度(DOD)	50	%	改良型自動車用最高利用可能容量
システム電圧(ケニア国)	12	V	供給電圧は240 V AC・50 Hz
システム電圧(ウガンダ国・保健施設)	24	V	
システム電圧(ウガンダ国・学校及び充電施設)	12	V	
PVモジュール電圧	17	V	選択されるモジュールによって具体的な電圧は異なる

Prepared by JICA Study Team

15. 設計案

設計パラメータ以外に負荷量、利用時間等で必要となる PV システムの容量は大きく左右される。このため、それぞれの施設で必要とされる負荷の容量や利用時間を想定し、必要とされる PV システムの容量を算出することとする。また、住民を対象とした充電施設については、公共施設側の PV システムとは別に容量を算出し、併設が可能な場合には公共施設側の PV システム容量に足して設置を行うこととする。

LED 照明を使用し、負荷が小さくなれば PV システム容量やバッテリーの容量を小さくすることが可能となり、システム全体の価格を下げることも可能になる。現時点では対象未電化地域での LED 照明の入手は困難であるが、我が国が機材供与を行う場合には十分可能である。

(ケニア国・学校)

想定した負荷を表 15-1、必要な機器の容量及び数量を表 15-2 と表 15-3 に示す。

表 15-1 ケニア国の学校(Secondary School)で想定する負荷

Subject	Load (W)	Qty.	Load sub-total (W)	Use (h/day)	Daily load (Wh/day)	Remark
For main building			1,440		3,700	Sub-total
Class room	120	4	480	3	1,440	(20 W x 6 lamps) x 4 room
Laboratory	20	2	40	3	120	20 W x 2 lamps
Principal office	20	1	20	1	20	20 W x 1 lamp
Vic-principal office	20	1	20	1	20	20 W x 1 lamp
Staff office	20	2	40	1	40	20 W x 2 lamps
Administration office	20	1	20	1	20	20 W x 1 lamp
Library	20	2	40	3	120	20 W x 2 lamps
Entrance hall & corridor	10	4	40	3	120	10 W x 4 lamps
Computer for office work (including printer)	350	2	700	2	1,400	Normally running hour is short, it is also use to prepare question papers and printing
Security lights	10	4	40	10	400	Outdoor lights
For dormitory			160		960	Sub-total
Boys dormitory	10	4	40	2	80	10 W x 4 lamps (around 90 student)
Girls dormitory	10	4	40	2	80	10 W x 4 lamps (around 90 student)
Security lights	10	8	80	10	800	Outdoor lights for 2 buildings
For dining hall and kitchen			310		1,210	Sub-total
Kitchen	20	3	60	3	180	Including preparation & cleaning
Dinning hall	20	3	60	3	180	Including cleaning
Security lights	10	4	40	10	400	Out door lights
TV (holidays and free hours)	150	1	150	3	450	At dining hall
For staff quarter			130		340	Sub-total
Bed room	10	2	20	2	40	2 bed rooms
Living room	10	1	10	2	20	Common use
Kitchen	10	1	10	2	20	Common use
TV/Radio	80	1	80	3	240	Common use
Entrance	10	1	10	2	20	10 W x 1 lamp

Prepared by JICA Study Team

表 15-2 システム容量・機器容量及び必要数(ケニア国の学校・ケース I)

Subject	Qty.	Capacity	Unit	Remark
For main building				
PV module	1	1,704	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	1	1,900	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	2	1,000	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	2	60	Amp	Capacity of each
For dormitory				
PV module	2	221	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	2	300	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	2	300	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	2	15	Amp	Capacity of each
For dining hall and kitchen				
PV module	1	558	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	1	700	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	1	500	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	1	40	Amp	Capacity of each
For staff quarter				
PV module	1	157	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	1	200	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	1	300	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	1	10	Amp	Capacity of each

Prepared by JICA Study Team

表 15-3 システム容量・機器容量及び必要数(ケニア国の学校・ケース II)

Subject	Qty.	Capacity	Unit	Remark
For main building				
PV module	1	1,386	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	1	1,600	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	1	1,250	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	2	60	Amp	Capacity of each
For dormitory				
PV module	2	155	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	2	200	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	2	300	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	2	10	Amp	Capacity of each
For dining hall and kitchen				
PV module	1	453	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	1	500	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	1	300	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	1	30	Amp	Capacity of each
For staff quarter				
PV module	1	143	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	1	200	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	1	300	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	1	10	Amp	Capacity of each

Prepared by JICA Study Team

(ウガンダ国・学校)

想定した負荷を表 15-4、必要な機器の容量及び数量を表 15-5 と表 15-6 に示す。

表 15-4 ウガンダ国の学校(Secondary School)で想定する負荷

Subject	Load (W)	Qty.	Load sub-total (W)	Use (h/day)	Daily load (Wh/day)	Remark
For main building			1,680		4,420	Sub-total
Class room	120	6	720	3	2,160	(20 W x 6 lamps) x 6 room
Laboratory	20	2	40	3	120	20 W x 2 lamps
Principal office	20	1	20	1	20	20 W x 1 lamp
Vic-principal office	20	1	20	1	20	20 W x 1 lamp
Staff office	20	2	40	1	40	20 W x 2 lamps
Administration office	20	1	20	1	20	20 W x 1 lamp
Library	20	2	40	3	120	20 W x 2 lamps
Entrance hall & corridor	10	4	40	3	120	10 W x 4 lamps
Computer for office work (including printer)	350	2	700	2	1,400	Normally running hour is short, it is also use to prepare question papers and printing
Security lights around building	10	4	40	10	400	Outdoor lights
For dormitory			200		1,040	Sub-total
Boys dormitory	30	2	60	2	120	(10 W x 3 lamps) x 2 bed rooms
Girls dormitory	30	2	60	2	120	(10 W x 3 lamps) x 2 bed rooms
Security lights	10	8	80	10	800	Outdoor lights for 2 buildings
For dining hall and kitchen			310		1,210	Sub-total
Kitchen	20	3	60	3	180	Including preparation & cleaning
Dinning hall	20	3	60	3	180	Including cleaning
Security lights	10	4	40	10	400	Outdoor lights
TV (holidays and free hours)	150	1	150	3	450	At dining hall
For staff quarter			260		680	Sub-total
Bed room	20	2	40	2	80	(10 W x 2 lamp) x 2 buildings
Living room	10	2	20	2	40	(10 W x 1 lamp) x 2 buildings
Kitchen	10	2	20	2	40	(10 W x 1 lamp) x 2 buildings
TV/Radio	80	2	160	3	480	80 W x 2 buildings
Entrance	10	2	20	2	40	(10 W x 1 lamp) x 2 buildings

Prepared by JICA Study Team

表 15-5 システム容量・機器容量及び必要数(ウガンダ国の学校・ケース I)

Subject	Qty.	Capacity	Unit	Remark
For main building				
PV module	1	2,035	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	1	2,300	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	2	1,000	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	2	60	Amp	Capacity of each
For dormitory				
PV module	2	240	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	2	300	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	2	300	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	2	15	Amp	Capacity of each
For dining hall and kitchen				
PV module	1	558	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	1	700	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	1	500	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	1	40	Amp	Capacity of each
For staff quarter				
PV module	2	157	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	2	200	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	2	300	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	2	10	Amp	Capacity of each

Prepared by JICA Study Team

表 15-6 システム容量・機器容量及び必要数(ウガンダ国の学校・ケース II)

Subject	Qty.	Capacity	Unit	Remark
For main building				
PV module	1	1,618	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	1	1,800	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	2	1,000	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	2	60	Amp	Capacity of each
For dormitory				
PV module	2	168	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	2	200	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	2	300	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	2	10	Amp	Capacity of each
For dining hall and kitchen				
PV module	1	453	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	1	500	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	1	300	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	1	30	Amp	Capacity of each
For staff quarter				
PV module	2	143	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	2	200	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	2	300	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	2	10	Amp	Capacity of each

Prepared by JICA Study Team

(ケニア国・保健施設)

想定した負荷を表 15-7、必要な機器の容量及び数量を表 15-8 と表 15-9 に示す。

表 15-7 ケニア国の保健施設で想定する負荷

Subject	Load (W)	Qty.	Load sub-total (W)	Use (h/day)	Daily load (Wh/day)	Remark
For main building			880		2,920	Sub-total
Waiting room	20	1	20	2	40	20 W x 1 lamp
Examination room	20	2	40	2	80	20 W x 2 lamps
Treatment room	20	2	40	2	80	20 W x 2 lamps
Office	20	1	20	2	40	20 W x 1 lamp
Medicine distribution and store	20	2	40	2	80	20 W x 2 lamps
Emergency operation room	20	5	100	2	200	20 W x 5 lamps
Maternity ward	60	3	180	3	540	(20 W x 3 lamps) x 2 rooms
Store room	10	1	10	1	10	10 W x 1 lamps
TV for information (with DVD/VCR)	350	1	350	3	1,050	Health information to public
Security lights	10	8	80	10	800	Outdoor lights
For refrigerator			85		2,040	Sub-total
Small vaccine refrigerator (12V DC)	85	1	85	24	2,040	Once cooled, low consumption
For staff quarter			260		520	Sub-total
Bed room	20	2	40	2	80	(10 W x 2 lamp) x 2 buildings
Living room	10	2	20	2	40	(10 W x 1 lamp) x 2 buildings
Kitchen	10	2	20	2	40	(10 W x 1 lamp) x 2 buildings
TV/Radio	80	2	160	2	320	80 W x 2 buildings
Entrance	10	2	20	2	40	(10 W x 1 lamp) x 2 buildings

Prepared by JICA Study Team

表 15-8 システム容量・機器容量及び必要数(ケニア国の保健施設・ケース I)

Subject	Qty.	Capacity	Unit	Remark
For main building				
PV module	1	1,345	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	1	1,500	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	1	1,000	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	2	40	Amp	Capacity of each
For refrigerator				
PV module	1	846	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	1	1,000	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	N/A	N/A	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	1	60	Amp	Capacity of each
For staff quarter				
PV module	2	120	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	2	200	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	2	300	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	2	10	Amp	Capacity of each

Prepared by JICA Study Team

表 15-9 システム容量・機器容量及び必要数(ケニア国の保健施設・ケース II)

Subject	Qty.	Capacity	Unit	Remark
For main building				
PV module	1	1,087	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	1	1,200	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	1	800	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	2	40	Amp	Capacity of each
For refrigerator				
PV module	1	846	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	1	1,000	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	N/A	N/A	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	1	60	Amp	Capacity of each
For staff quarter				
PV module	2	107	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	2	200	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	2	300	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	2	10	Amp	Capacity of each

Prepared by JICA Study Team

(ウガンダ国・保健施設)

ERT で施設毎に必要なとされている負荷量を基にシステム容量を算出する。なお、ケース II においては、病棟(Wards)については負荷量の全て、職員住宅(Staff Quarter)については負荷量 40%をそれぞれ想定される照明負荷量とみなした。想定した負荷を表 15-10、必要な機器の容量及び数量を表 15-11 と表 15-12 に示す。

表 15-10 ウガンダ国の保健施設で想定する負荷

	AC Loads (Wh/day)								
	HC IV			HC III			HC II		
	Except light	Light	Total	Except light	Light	Total	Except light	Light	Total
Wards									
OPD	0	628	628	0	580	580	0	475	475
Maternity	0	922	922	0	732	732	0	436	436
General	0	941	941	0	660	660	0	390	390
Operation	0	1,700	1,700	0	900	900	N/A	N/A	N/A
Laboratory	0	172	172	0	80	80	N/A	N/A	N/A
Administration	0	882	882	0	626	626	0	240	240
Staff quarter	Except light	Light	Total	Except light	Light	Total	Except light	Light	Total
Senior medical officer	576	384	960	576	384	960	282	188	470
Doctor	474	316	790	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Clinical officer	282	188	470	282	188	470	N/A	N/A	N/A
Nurse 2	588	392	980	588	392	980	588	392	980
Nurse 1B	450	300	750	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Nurse 1A	258	172	430	258	172	430	258	172	430
Nurse	150	100	250	150	100	250	150	100	250
Other loads									
Refrigerator small (12V DC)			2,040			2,040			2,040
Refrigerator medium			4,800			4,800			N/A
Information TV (with DVD/VCR)			1,050			1,050			1,050

Prepared by JICA Study Team

表 15-11 システム容量・機器容量及び必要数(ウガンダ国の保健施設・ケース I)

Subject	PV module (Wp)	Inverter (W)	C/C (Amp.)	Battery (Ah)	Remark
HC IV					
					Total of PV module: 8,094 Wp
Wards					
OPD	290	800	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Maternity	425	600	15	300	12V battery*2 capacity @20hr
General	434	600	15	300	12V battery*2 capacity @20hr
Operation	783	1,000	30	500	12V battery*2 capacity @20hr
Laboratory	80	200	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Administration	406	600	15	300	12V battery*2 capacity @20hr
Staff quarter					
Senior medical officer	442	600	15	300	12V battery*2 capacity @20hr
Doctor	364	500	15	200	12V battery*2 capacity @20hr
Clinical officer	217	300	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse 2	452	500	15	300	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse 1B	346	300	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse 1A	199	200	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse	116	100	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Other loads					
Refrigerator small (12V DC)	846	N/A	30	500	12V battery*2 capacity @20hr
Refrigerator medium	2,210	800	40	1,200	12V battery*2 capacity @20hr
Information TV (with DVD/VCR)	484	200	15	N/A	No autonomy
HC III					
					Total of PV module: 6,618 Wp
Wards					
OPD	268	600	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Maternity	338	500	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
General	305	300	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Operation	415	500	15	300	12V battery*2 capacity @20hr
Laboratory	37	300	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Administration	289	200	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Staff quarter					
Senior medical officer	442	600	15	300	12V battery*2 capacity @20hr
Clinical officer	217	300	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse 2	452	500	15	300	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse 1A	199	200	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse	116	100	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Other loads					
Refrigerator small (12V DC)	846	N/A	30	500	12V battery*2 capacity @20hr
Refrigerator medium	2,210	800	40	1,200	12V battery*2 capacity @20hr
Information TV (with DVD/VCR)	484	200	15	N/A	No autonomy
HC II					
					Total of PV module: 3,025 Wp
Wards					
OPD	219	600	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Maternity	201	500	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
General	180	300	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Administration	111	200	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Staff quarter					
Senior medical officer	217	600	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse 2	452	500	15	300	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse 1A	199	200	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse	116	100	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Other loads					
Refrigerator small (12V DC)	846	N/A	30	500	12V battery*2 capacity @20hr
Information TV (with DVD/VCR)	484	200	15	N/A	No autonomy

Prepared by JICA Study Team

表 15-12 システム容量・機器容量及び必要数(ウガンダ国の保健施設・ケース II)

Subject	PV module (Wp)	Inverter (W)	C/C (Amp.)	Battery (Ah)	Remark
HC IV					
					Total of PV module: 7,116 Wp
Wards					
OPD	203	800	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Maternity	298	600	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
General	304	600	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Operation	549	1,000	20	300	12V battery*2 capacity @20hr
Laboratory	56	200	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Administration	285	600	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Staff quarter					
Senior medical officer	389	600	15	300	12V battery*2 capacity @20hr
Doctor	321	500	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Clinical officer	191	300	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse 2	398	500	15	300	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse 1B	305	300	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse 1A	175	200	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse	102	100	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Other loads					
Refrigerator small (12V DC)	846	N/A	30	500	12V battery*2 capacity @20hr
Refrigerator medium	2,210	800	40	1,200	12V battery*2 capacity @20hr
Information TV (with DVD/VCR)	484	200	15	N/A	No autonomy
HC III					
					Total of PV module: 5,951 Wp
Wards					
OPD	188	600	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Maternity	236	500	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
General	213	300	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Operation	290	500	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Laboratory	27	300	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Administration	202	200	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Staff quarter					
Senior medical officer	389	600	15	300	12V battery*2 capacity @20hr
Clinical officer	191	300	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse 2	398	500	15	300	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse 1A	175	200	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse	102	100	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Other loads					
Refrigerator small (12V DC)	846	N/A	30	500	12V battery*2 capacity @20hr
Refrigerator medium	2,210	800	40	1,200	12V battery*2 capacity @20hr
Information TV (with DVD/VCR)	484	200	15	N/A	No autonomy
HC II					
					Total of PV module: 2,694 Wp
Wards					
OPD	153	600	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Maternity	141	500	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
General	126	300	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Administration	78	200	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Staff quarter					
Senior medical officer	191	600	10	200	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse 2	398	500	15	300	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse 1A	175	200	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Nurse	102	100	10	100	12V battery*2 capacity @20hr
Other loads					
Refrigerator small (12V DC)	846	N/A	30	500	12V battery*2 capacity @20hr
Information TV (with DVD/VCR)	484	200	15	N/A	No autonomy

Prepared by JICA Study Team

(充電施設)

充電設備に無日照日を考慮してバッテリーを備えた場合、バッテリーのコストに加え、バッテリーの定期的な交換のコストも必要となり、充電料金に転嫁されることになる。しかしながら、携帯電話はバッテリーの容量が限られており、無日照日が続く場合においても充電ニーズが想定される。また、充電式ランタンのうち、バッテリーの容量が小さなものについても同様のニーズが想定される。そのため、本提案では充電施設にも最小限のバッテリーを備えることとし、そのバッテリーの容量は、携帯電話と充電式ランタンの充電負荷についてのみ無日照日を1日と想定した場合の必要容量とする。

想定した負荷を表 15-13、必要な機器の容量及び数量を表 15-14 に示す。

表 15-13 想定する充電機器の容量と数量

Subject	Qty. (/day)	Voltage (V)	Capacity (Ah)	Daily load (Wh/day)	Remark
For mobile phone and lantern				1,051	Sub-total
Mobile phone (700 mAh @70% discharge, 4 V)	100	4	0.49	280	300 nos. (100% of 300HH), charging every 3 days (100 nos./day), AC adapter efficiency (70%) is considered.
Rechargeable lantern (4 Ah @50% discharge, 6V)	45	6	2.00	771	225 nos. (75% of 300HH), charging every 5 days (45 nos./day), converting efficiency from AC to DC (70%) is considered.
For car battery as storage				1,260	Sub-total
Car battery (70 Ah @30% discharge, 12 V)	5	12	21.00	1,260	25 nos. (8% of 300HH), charging every 5 days (5 nos./day)

Prepared by JICA Study Team

表 15-14 システム容量・機器容量及び必要数(充電施設)

Subject	Qty.	Capacity	Unit	Remark
PV module	1	1,009	Wp	And above
Battery (12V, @20hr) with base/box	1	200	Ah	Capacity @20hr
Inverter (In 12V DC, Out 240V,50Hz)	1	300	W	Capacity of each
Charge controller (12 V DC)	1	30	Amp	Capacity of each
Charge controller (12 V DC) with Ah Meter	5	10	Amp	Capacity of each

Prepared by JICA Study Team

(公共施設電化の対象地域および対象施設の選定)

16. 対象地域の選定

本構想に基づく複合型太陽光発電設備の設置対象となる地域は電力グリッドのない未電化地域である。グリッド延伸計画が存在するがその実施時期は未確定となっている地域は当面の対象に含めてよいであろう。さらにそういった広がりを持った未電化地域の中で社会・経済的な機能を集積しているコミュニティ(中核コミュニティ)が優先的な対象となる。

この中核コミュニティとは大小多数のコミュニティが存在する一定の広がりまとまりを持った地域の中で、その地域全体をカバーする公共機能(政府出先機関、高等学校、保健所など)や商業機能(マーケットなど)などを有する重要度の高いコミュニティをいう。

本構想では投資効果を大きくするため、まずそういった中核コミュニティに立地している重要度の高い公共施設を電化してその機能を強化し、さらに充電機能を併設することで周辺村落まで含めた地域住民の生活水準の向上、太陽光発電に関する知識普及を図ることが目的となる。

ケニア国ではすでにグリッドが地方部まで相当程度延伸されており、上記の条件を満たす地域は限定的であり、そういった未電化地域に存在する公共施設数もあまり多くはないと考えられる。現在、ケニア国の地方電化庁では新しい地方電化マスタープランを策定中であり、その一部として2013年までに実施する約250の公共施設のオフグリッド電化計画の対象となる候補地点の選定作業が2009年6月を目標に進められている。したがって、JICAとしてはこの選定結果をもとに対象施設を絞り込んでいくことが適当であろう。

ウガンダ国では地方部の電化率が低く、本構想の対象となりうる地域は広く、そこに存在する公共施設数は非常に多い。ウガンダ国の地方電化の現状としてはグリッド延伸がなかなか進まないため、このような公共施設に対する太陽光発電設備の設置は重要な地方電化プロジェクトと位置付けられており、世界銀行などのドナーも毎年、多数の施設への太陽光発電設備設置事業を進めているが、対象となる施設はまだごく一部にとどまっている。JICAとしては世界銀行などの計画との調整を図りながら、ウガンダ国政府や他のドナーによる計画対象外となっている施設のなかから独自に対象施設を選定することが可能であろう。

ケニア国、ウガンダ国ともにJICAでは立入制限を行っている地域があり、このような地域は一般的に電化率が低いいため、公共施設への太陽光発電設備の必要性は高い。したがって、JICAとしてもこのような制限地域内であっても安全の確認を行いながら事業を実施できるような方策を積極的に検討することが期待される。

17. 対象施設の選定

本構想に基づく公共施設電化の対象となる施設としては、学校については原則として Secondary School やそれと同格の学校が対象となり、保健施設については機能的に上位の施設(ケニア国であれば Health Center、ウガンダ国であれば Health Center III など)が優先的な対象となるであろう。ただし、Primary School であるが過疎地にあつて非常に広い範囲から児童が通学し生徒数も多い場合、また高学年用の寮を有している場合などは、そのコミュニティは地域の中心として重要な

位置付けにあり、教育施設としても重要な施設と考えられるため、Secondary School に準じるものとして太陽光発電設備設置の対象とすることが適当と考えられる。同様に保健施設についても過疎地で広い範囲を対象としているような場合には下位の施設であっても対象としてよいであろう。

充電設備については毎日多数の利用者が予想されるため、公共施設内での設置場所については学校や保健施設の通常業務の支障にならないよう配慮する必要がある。学校の場合には授業の妨げとならぬよう教室からは離れた場所に、また、保健施設であれば診察室や病室からは離れた場所に設置されることが望ましい。

(複合型太陽光発電設備の利用予測と収支試算)

18. 需要想定

外部のユーザーが利用する充電設備についての利用予測の一例を以下に示す。充電式ランプについてはまだ地方部での本格的普及は始まっていないが、すでにドナーや地方電化庁が関心を示しており、また中国、インドなどの製品が地方部にも出回りつつある。また、大型のバッテリーを利用してテレビの視聴や多数の照明の利用を行うといったケースも予想される。このような大型バッテリーの利用(自動車用大型バッテリーの日常生活への利用)はアジア地域では以前から一般的に行われていたが、アフリカ地域ではまだほとんど行われていない。今後、PVの普及に伴ってこの手法が認知され、高所得者層を中心に拡大していくことが予想される。

表 18-1 充電設備の利用者予想

項目	想定根拠
携帯電話充電	保有戸数 300 / 充電頻度 3日ごと / 充電利用者数 100人/日
充電式ランタン充電	保有戸数 225 / 充電頻度 5日ごと / 充電利用者数 45人/日
自動車用大型バッテリー充電	保有戸数 25 / 充電頻度 5日ごと / 充電利用者数 5人/日

Prepared by JICA Study Team

19. 収支見通し

充電設備による料金収入予測(月額)は以下のとおりである。充電料金は携帯電話充電の場合には1回あたりUS\$ 0.25という水準がケニア国、ウガンダ国とも一般的であった。これに対して充電式ランタン利用の事例はごく少なく、料金水準も定着したものは確認できていないが、携帯電話との比較からUS\$ 0.5程度に充電料金が収斂すると予想される。自動車用大型バッテリー充電についてはウガンダ国での実例では充電料金がUS\$ 0.5~2.0の範囲にあった。

表 19-1 充電料金収入の予想

項目	計算根拠	月間収入
携帯電話充電	保有戸数 300 / 月間充電回数 10 / 充電料金 US\$ 0.25	US\$ 750
充電式ランタン充電	保有戸数 225 / 月間充電回数 6 / 充電料金 US\$ 0.50	US\$ 675
自動車用大型バッテリー充電	保有戸数 25 / 月間充電回数 6 / 充電料金 US\$ 1.00	US\$ 150
合計		US\$ 1,575

Prepared by JICA Study Team

一方、支出項目としてはオペレータ給与(通常 月額 US\$ 50 程度)、委員会メンバーへの報酬などのほか、ケーブル・端子類の購入費用、バッテリーやコントローラーの交換費用などが考えられる。このほか、同時に設置される公共施設専用の太陽光発電設備の維持管理費用負担も支出される。しかし、このような費用を合計しても上記の収入があれば十分カバーできるはずであり、余剰金もかなりの額に達する可能性がある。

(複合型太陽光発電設備の運営管理手法と人材育成)

20. 運営管理手法

発電設備の計画段階および設置時においてユーザーの自主的な維持管理についてマニュアル類の整備を行い、十分なトレーニングを行うといった活動が重要である。さらに設置を行った業者による設置後のサポートがあれば運転維持は施設に勤務するスタッフによって可能と考えられる。

最近の携帯電話の普及のおかげで遠方の業者との連絡は容易にできるようになっており、故障時の対応方法や機器の交換などについての情報を得ることは問題なくできるため以前よりも状況は改善されている。

充電設備については、このような充電サービスを必要とするユーザーは非常に多いと考えられ、このような多数の利用者との対応や集金、さらに売上げの記録などは毎日、かなりの作業量になるはずで、この充電設備を適切に運営 (Manage) していくには当該公共施設に勤務するスタッフの片手間で行うことは困難と考えられるため、専任の担当者(オペレータ)による本格的な運営体制を構築する必要がある。

コミュニティ住民への充電サービスの提供が平等かつ円滑に行われ、さらに収入の管理、活用が着実に実施されるよう、コミュニティが管理する資産として位置付け、コミュニティとしてのきちんとした運営組織を構築することが望ましいと考えられる。

充電サービスの運営をコミュニティとして実施する場合、運営組織の基本となるのはその公共性から企業体組織は適当ではなく、コミュニティ、公共施設、住民などの代表者で構成される委員会形式などが適当と考えられる。

21. 既存の充電サービス業者との関係

このような複合型設備を設置するコミュニティにおいて、すでに住民が太陽光発電を利用して小規模な充電サービスを行っているケースもかなりの割合で発生すると予想される。このような場合には既存業者への影響を考慮する必要がある。

本構想による充電設備による料金を既存業者と同条件に設定した場合には、サービス内容の差はほとんどないため、地理的条件などから従来の業者を利用するユーザーも多数残るものと予想される。

この充電設備は携帯電話だけでなく充電式ランタンなどの大型の機器にも対応しており、このような需要については既存業者では多数のユーザーに対応できないため、新しい充電設備で対応していく必要がある。したがって、携帯電話のユーザーを制限し、このような新しい需要を重点的に開拓することによって既存業者との棲み分けを図ることも可能であろう。

22. 業務立ち上げ期の組織育成

運営体制 (Management) の問題はこの設備によって期待される裨益効果を実現するために極め

で重要な要素であるが、コミュニティ住民だけの力で体制を軌道に乗せていくことは容易ではない。その部分については JICA としても設備の設置作業と併せて支援していく責任があるといえよう。

計画から施工に至る段階ではコミュニティ住民との接触が頻繁に行われるが、そういった機会を活用して業務運営、資金管理などの運営体制の構築について住民との対話や指導助言が行われなければならない。設備設置時におけるこのような体制整備はソフトコンポーネント業務として専門知識を有するコンサルタントによって実施されるのが通例である。

JICA による指導が終了した後も数年間はモニタリングを行い、運営体制を強固かつ持続的にしていくような対応を考慮する必要がある。ウガンダ国における PSDC (Private Sector Development Center) の活用などによって、「コミュニティベースのバッテリー充電事業」という小規模ビジネスを持続性の高いビジネスとして確立していける可能性がある。

23. 太陽光発電普及のビジネスモデル

このような太陽光発電による充電施設(コミュニティソーラーシステム)が整備され、住民が携帯電話、充電式ランタン、自動車用大型バッテリーなどの充電を行うことが可能になれば、以下に述べるようなメカニズムが働き、これまで地方部ではなかなか進まなかった太陽光発電の利用が自立的に進行し、将来的に充電式ランタンなどの機器販売の拡大、さらに PV を利用した他の充電機器の開発や市場拡大によって、ビジネスとしての地方部の PV 市場開拓につながっていくことが期待できる。

1) 第 1 段階 - 携帯電話充電の定着

地方農村部でも現時点ですでに大きな需要が存在している携帯電話の充電を村落内で PV によって行う方式が定着する。この充電施設は相当程度の収入を得ることができるため、その収入を活用しつつ村落住民の生活に不可欠な施設として持続的に維持運営されていく。

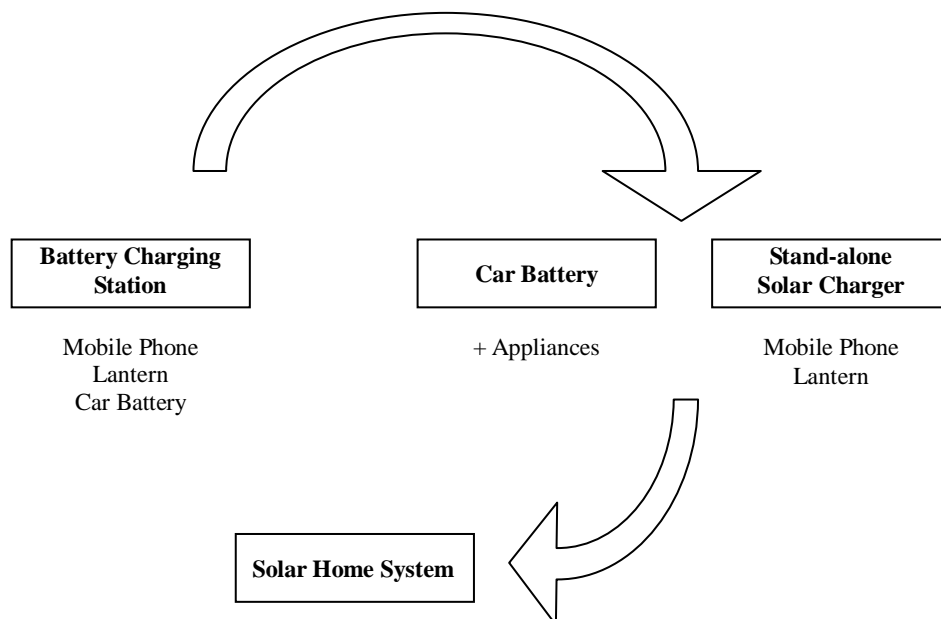
2) 第 2 段階 - その他の充電機器の利用拡大

その後、携帯電話充電以外の充電利用に住民が関心を持つようになり、すでに市場に出回り始めている LED 利用の充電式ランタンや自動車用大型バッテリーなどの利用が徐々に拡大し、これに対応してこのような器具を販売する業者の活動も活発化する。

住民の PV 技術に対する信頼 (Confidence) が高まり、また PV 機器の操作や維持管理にも習熟してくる。このように、単に PV を知識として知っているだけではなく、PV を使った経験を持ち PV への信頼を持った潜在的ユーザーが育成されていく。

3) 第 3 段階 - 高度な PV 機器の販売拡大

PV 利用に関する知識を蓄積し、その効用に対して信頼感を持つ住民が増えれば、経済的に余裕のある階層ではさらに高度かつ高価な PV 機器(SHS: Solar Home System など)に対する購入意欲も出てくるはずである。また、農村部でもかなりの需要が見込めるようになるため、PV 業者としても積極的に販売やサービスを行うようになる。



Prepared by JICA Study Team

図 23-1 地方部での PV 市場拡大の模式図

ここで述べたビジネスモデルはこれまでの ODA の主流となっていた、資金メカニズムを中心に
して最初から SHS 普及を目指すビジネスモデルとは異なり、ユーザーサイドにおける知識・情
報の蓄積によるプラス効果を考慮した新しい発想に基づくものである。

24. 人材育成

このモデルについては、初期投資額としては数百ドル程度の規模でおさまるはずであり、地方部
における既存の小口金融制度等で対応できると考えられる。

資金対策以上に必要なことは、このような新しいビジネスへの関心を喚起するための啓蒙であり、
また必要な設備の取得方法やその維持管理に関する正確な情報の提供である。同時に、ユーザー
側の啓蒙を行うことも重要である。

これまで、ユーザー教育は主に PV 設備を設置する業者によって行われてきたが、遠隔地の場合
には十分な時間や労力を投入することは難しかった。その結果、地方部への知識移転が進まず、
PV 設備の維持管理上のトラブルに対応できず持続的な利用が実現されない大きな要因となっ
ていた。

地方部でこのようなビジネスに取り組む意欲のある人材に対しては PV に関する基礎知識を体系
的に教育し、彼らを情報発信拠点として充電サービスを利用する一般住民に対して知識を広めて
いくという知識伝達メカニズムの構築が可能と考えられる。

(提言)

1) コミュニティソーラーの理論付けの明確化とパイロット事業の実施

公共施設を対象とした施設電化と充電サービスを目的とした太陽光発電利用の複合型施設であるコミュニティソーラーの構想については、太陽光発電を利用した途上国援助の手法としての理論付けが確立しているとは言い難く、関係者への認識もまだ広がっていない。

この構想は既存技術の活用で十分可能なものであって、そのアイデアを理解することは容易であり、どのような組織でも取り組むことが可能なものである。その目的から途上国援助と地球温暖化対策の両面から注目されるべき構想のひとつであり、太陽光発電技術や LED 技術など我が国が得意とする技術分野に深く関連している。

したがって、JICA としてもこれまで検討してきた本構想についてその意義や援助効果を検討し、援助手法としての位置付けを明確にして、早めに本格的事業に取り組むことが期待される。そのためには、早期にいくつかのパイロット事業を実施し、運営面を中心にそのフィージビリティ、持続可能性、自立可能性を実証し、事業実施手法の具体化を図っていく必要がある。

2) 新しいビジネスモデルの成立条件の整備

このビジネスモデルは最初の段階では小規模な充電ビジネスとしてスタートする。この充電設備設置のために必要な投資はせいぜい数百ドルであり、地元の小口金融制度が利用可能であれば地方部でも投資可能な起業家を確保することは十分可能であり、ビジネス開始後は大きな潜在的需要がある携帯電話充電や、近い将来に普及が始まると予想される充電式ランタンなどのユーザーを顧客にしてビジネスとして安定的な収入を確保できる可能性が高い。

小口金融制度の充実のほか、そういったビジネスについて、技術知識、機材購入・設置工事、サービス提供方法などについての啓発 (Sensitization) も重要である。このような情報の提供については新聞などのメディアでとりあげることや、啓発ポスターの制作・配布などの方法が有効と考えられる。もちろん、本構想のように ODA プロジェクトを活用して公共施設電化と同時に充電施設をすることは非常に大きなインパクトがある。また、職業訓練校などで PV を電気工学のカリキュラムの一部として組み込むことも将来の人材供給という点から長期的な効果があるであろう。

消費者サイドについては、消費者の近くで必要な情報を提供し、新規設備の購入や維持管理をサポートできる人材やそのネットワークづくりは重要である。また、すでに品質、価格とも安定してきている携帯電話と比較して、充電式ランタンなど今後の普及が期待される商品についてはさまざまなタイプの商品が出回り始めた段階であり、このような製品についての性能認証制度などの導入も検討されるべきであろう。また、照明器具については LED 技術の利用を進めることが持続性の点から重要であり、LED 利用製品への関税免税などの優遇措置も検討されてよい。

3) 日本国内の人材育成

独立型太陽光発電は国内に需要がほとんどないため、JICA が本構想を途上国に展開しようとする

る場合に必要となる人材については、国内での実務機会、教育機会の不足から将来的にも絶対的に不足するという状況が続くおそれがある。

そういった人材育成ができるのは JICA であって、関連業界に期待することは難しいであろう。JICA としては、プロジェクト実施に必要な国内の人材育成という観点から戦略的な検討をする必要があると考えられる。このようなテーマに関心のある人材が JICA プロジェクトで経験を積みながら成長できるような仕組みをつくることを検討する必要がある。

本構想のような比較的小規模の太陽光発電を利用したプロジェクトの場合には、農村開発などの分野における NGO やボランティアの活動にうまく取り入れることができるであろう。草の根レベルの活動によって太陽光発電に関する知識を途上国に広めていくことは大いに有効であり、JICA 事業を補完することができる。

4) 国際的連携

温暖化ガス排出抑制は地球的規模でますます重要なテーマとなるため、途上国における再生可能エネルギーの普及については世界の主要なすべての援助機関が強い関心を持っている。これから経済発展期を迎え、エネルギー需要が増大するアフリカ地域に対して再生可能エネルギーをいかにして普及させていくか、さらにそれによって貧困削減や生活水準向上をどう実現していくかという大きな課題に対して、各援助機関の果たすべき役割と責任は大きく、国際社会も注目している。したがって、JICA としても他の機関との積極的な協調と連携を行うことで効果的な援助事業を実施する必要があると言えよう。