

ガーナ共和国
エネルギー省

ガーナ国
北部再生可能エネルギー利用
地方電化マスタープラン調査

ファイナルレポート
(メインレポート)

平成18年5月
(2006年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

委託先
株式会社野村総合研究所
中部電力株式会社

序 文

日本国政府は、ガーナ国政府の要請に基づき、同国再生可能エネルギー地方電化マスタープラン調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 17 年 2 月から平成 18 年 5 月までの間、5 回にわたり株式会社野村総合研究所の石黒正康氏を団長とし、同社と中部電力株式会社の団員から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ガーナ国政府及びエネルギー省関係者と協議を行うとともに、現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係者各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成 18 年 5 月

独立行政法人 国際協力機構
理 事 伊 沢 正

平成 18 年 5 月

独立行政法人 国際協力機構

理事 伊沢 正 殿

伝 達 状

ガーナ国北部再生可能エネルギー利用地方電化マスタープラン調査を終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき、株式会社野村総合研究所および中部電力株式会社が平成 17 年 2 月から平成 18 年 5 月までの約 16 カ月にわたり実施したものであります。

本調査では、ガーナ国北部 3 州において太陽光発電を使った持続的なオフグリッド電化を推進できる体制を確立することを前提としてマスタープランを策定しました。また、調査にあたっては、これまでの太陽光発電プロジェクトが抱えていた問題にとどまらず、オングリッド、オフグリッドを含めた地方電化のあり方についても検討を加え、制度面、体制面から今後の課題を明確にしました。これと並行して、技術面からは電化計画を進める上での需要想定方法、オングリッド電化とオフグリッド電化の棲み分けの明確化、電化モデルの設定、技術基準の策定などについても詳細な分析と検討を行い、総合的な観点から、太陽光発電を使った地方電化の進め方について提言を行いました。

私どもは、これらの提言が実現されることで、ガーナ国における持続可能な地方電化の推進が達成され、ひいてはそれが同国の社会開発に大きく貢献するものと信じております。

ガーナ共和国政府が、本調査を通じた技術移転の成果を活用し、本報告書の提言を優先的に実現していくこと強く希望するものであります。

最後に、貴機構、外務省、経済産業省各位のご支援、ご指導に心より感謝申し上げます。また、私どもの調査実施に際して、ガーナ共和国政府を始めとする関係諸機関各位、ならびに JICA ガーナ事務所、在ガーナ国日本大使館から戴きましたご協力とご支援に対して厚く御礼を申し上げます。

ガーナ国

北部再生可能エネルギー利用地方電化マスタープラン調査

総括 石黒 正康

目次

要 旨.....	1
1. 背景と目的.....	3
2. マスタープラン作成のプロセス.....	5
2.1 調査の基本方針.....	5
2.2 マスタープランの構成.....	5
2.3 データの収集.....	7
2.3.1 文献を中心とする基礎データの収集.....	7
2.3.2 フィールド調査の実施.....	7
2.3.3 インタビューを通じた関係者との対話.....	8
2.4 電力需要の想定方法.....	8
2.5 PV オフグリッド電化とオングリッド電化の地理的な棲み分けの検討.....	8
2.6 電化対象地域の選定.....	8
2.7 技術基準作り.....	9
2.8 PV オフグリッド電化を推進するための制度的、政策的な検討.....	9
3. マスタープランの成果と特徴.....	10
3.1 これまでの PV 電化計画推進上の問題点の明確化.....	10
3.1.1 オングリッド電化への過度の期待と PV オフグリッド電化への理解不足.....	10
3.1.2 PV 電化プロジェクトの財務的な自立の難しさ.....	10
3.2 北部3州の村落社会経済の特徴.....	11
3.2.1 生活状況と電気のニーズ.....	11
3.2.2 電化がもたらす社会へのインパクト.....	13
3.2.3 電気への支払い能力.....	14
3.3 PV 電化の潜在需要想定.....	16
3.3.1 電化対象.....	16
3.3.2 PV 電化モデル.....	19
3.3.3 需要推計方法.....	19
3.3.4 オングリッドとオフグリッドの棲み分け.....	22
3.4 オフグリッド PV 電化の地域選定基準の考え方.....	26
3.5 オフグリッド PV 電化プログラムの考え方.....	27
3.5.1 電化ターゲットの峻別（公共部門と民生部門の明確な分離）.....	27
3.5.2 PV 電化を進めるためのビジネスモデル.....	27
4. 提言.....	29
4.1 官民の役割の明確化.....	29
4.2 SHEP との整合性のあるオフグリッド PV 電化プログラムの立案.....	29
4.3 RESPRO 事業の立て直し.....	30
4.4 PV 産業の育成と品質保証制度の確立.....	31
4.5 政府規制のあり方.....	32

4.6	政府プロジェクトを通じた市場の開拓	32
4.7	資金の動員	33
4.8	公共サービス向上のための社会開発プロジェクトとの連携	34
4.9	情報普及のための体制作り	35
4.10	民間が行うべきマーケット整備	35
4.11	ローカルマーケットの整備	35
4.12	MOE の実施体制について	36
5.	オフグリッド PV 電化促進に係わる JICA のさらなる貢献について	37
5.1	オフグリッド PV 電化のための政策支援	37
5.2	PV 技術普及のための技術協力	37
5.3	PV パイロットプロジェクトによる公共施設の電化	38
5.4	民生部門を対象にした民間事業者のビジネスモデルの構築	38

図目次

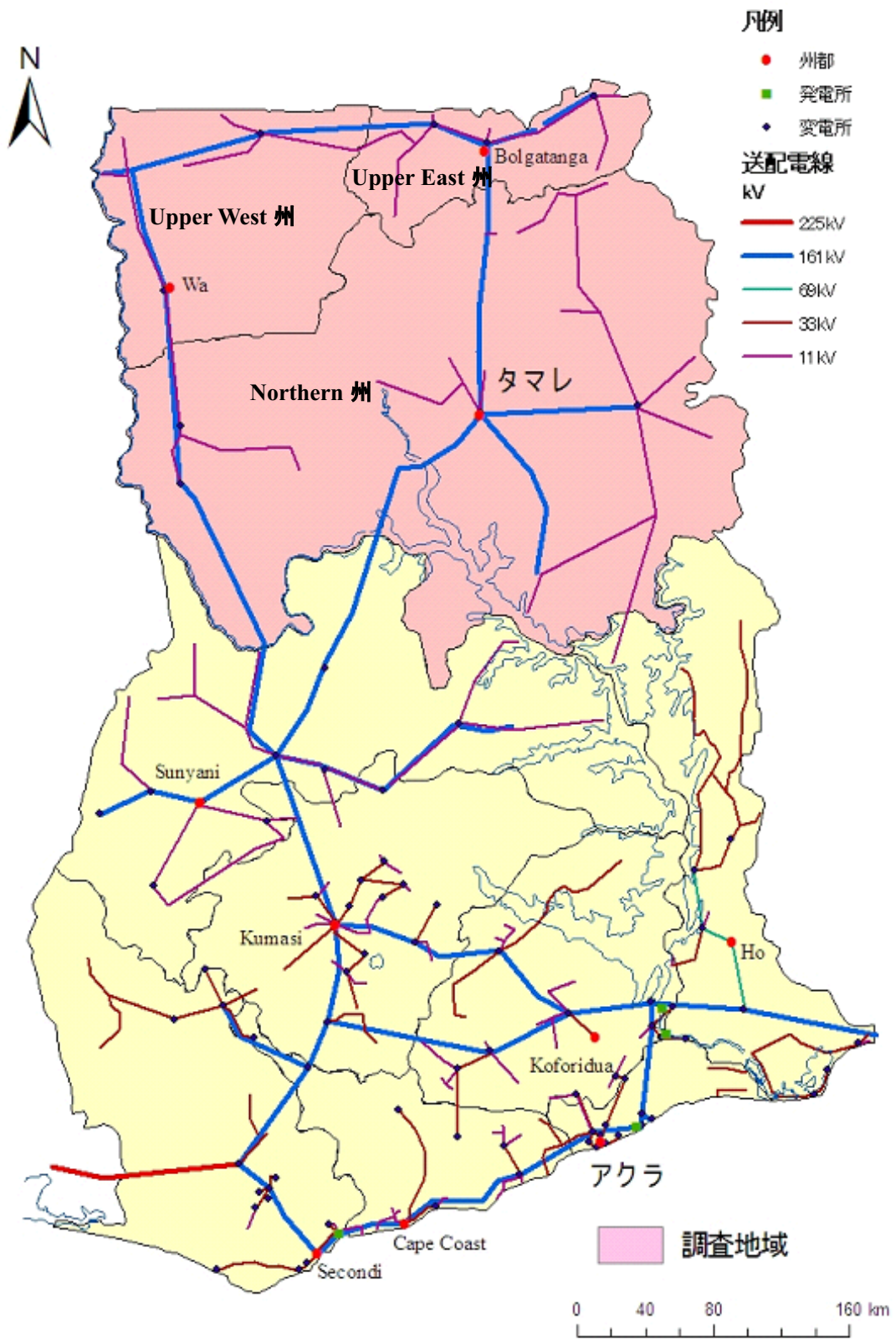
図 1：マスタープランの構成.....	7
図 2：北部地域における主な職業形態.....	12
図 3：家屋における各種エネルギーの支出データ.....	14
図 4：商業施設における毎月のエネルギー支出.....	15
図 5：未電化家屋における月額支払い可能額分布.....	16
図 6：未電化商業施設における1ヶ月の収入.....	17
図 7：PV 電化モデル.....	19
図 8：オングリッド電化モデル.....	23
図 9：北部3州のオン・オフグリッド電化の原価（途中の村落を經由しない場合）.....	25
図 10：北部3州のオン・オフグリッド電化の原価（面的に村落を電化する場合）.....	25
図 11：公共部門と民生部門とで電化ターゲットの分離.....	27
図 12：品質保証制度の体系.....	31
図 13：PV におけるリボルビングファンドの概念.....	34

表目次

表 1：適用する PV システムの規模.....	19
表 2：需要想定手法（対象施設数が明確な場合）.....	21
表 3：人口から各施設数を推定する方法（対象施設数が明確でない場合）.....	21
表 4：標準となる村落モデルの概要.....	22
表 5：コスト計算のための前提条件（オングリッド）.....	23
表 6：電化対象施設別の電気需要の想定.....	24
表 7：地域選定基準で考慮すべき項目.....	26
表 8：地域選定基準のスコアシート（案）.....	26

略語表

BCS	Battery Charging Station, バッテリー充電所
DANIDA	Danish Agency for Development Assistance, デンマーク国際開発庁
DC	Direct Current, 直流
EC	Energy Commission, エネルギー委員会
ECG	Electricity Company of Ghana, ガーナ電力会社
EPA	Environmental Protection Agency, 環境保全局
ESCO	Energy Service Company, エネルギーサービス会社
GEF	Global Environmental Facilities, 地球環境ファシリティ
GIS	Geographic Information System, 地理情報システム
GSB	Ghana Standard Board, ガーナ標準化委員会
HIPC	Highly Indebted Poor Country, 重債務貧困国
ICT	Information and Communication Technology, 情報通信技術
JICA	Japan International Cooperation Agency, 国際協力機構
JSS	Junior Secondary School, 中学校
MOE	Ministry of Energy, エネルギー省
MOEdu	Ministry of Education, 教育省
MOH	Ministry of Health, 保健省
NED	Northern Electrification Department, 北部電力庁
NES	National Electrification Scheme, 国家電化計画
NGO	Non Governmental Organization, 非政府組織
O&M	Operation and Maintenance, 運転維持管理
PV	Photo Voltaic, 太陽光発電
RESPRO	Renewable Energy Service Project, 再生可能エネルギーサービスプロジェクト
SHEP	Self Help Electrification Programme, 自立的電化プログラム
SHS	Solar Home System, 家庭用太陽光発電システム
VRA	Volta River Authority, ボルタ河電力公社



(出所) 調査団作成

図 ガーナ国 送配電網図 (2005年現在)

要 旨

本マスタープラン調査は、ガーナ国と日本国政府との合意に基づき、国際協力機構（JICA¹）の技術援助として実施したものである。

ガーナの北部 3 州は、相対的に所得水準が低いことに加え、人口密度も低く、集落が分散していることから、配電線の延長はコスト高となり、オングリッドによる電化は遅々として進んでいない。

一方、北部は太陽光に恵まれていることから太陽光発電（PV²）を使ったオフグリッド電化への期待が高く、これまでも、ドナーの資金でソーラーホームシステム（SHS³）システムの設置が進められてきた。

その代表的なプロジェクトが地球環境ファシリティ（GEF⁴）の支援で実施された再生可能エネルギーサービスプロジェクト（RESPRO⁵）であった。この RESPRO プロジェクトは、フィーフォースサービスという新しい事業運営方式を試みた。ここでは、RESPRO が SHS の所有権をユーザーに移転することなく、住民からその使用料を取ることによって事業の維持を試みた。また、料金設定にあたっては、住民の負担額をオングリッド電化のもっとも低い料金水準であるライフライン料金並（月 2 ドル程度）に抑えた。しかし、このように料金を低く抑えたことで、事業の継続性に問題が起きた。RESPRO は、事業の継続が財務的に難しくなって来ており、新たな資金の投入がなければ、寿命が尽きたバッテリーの交換すらままならない状況に置かれている。

このように、政府は様々なパイロットプロジェクトを試みて来たが、事業運営の持続性という点で、必ずしも成功といえるモデルを構築することは出来なかった。

PV 電化の問題は、このような経済性の点だけではない。それ以上に、地方電化の基本となる自立的電化プログラム（SHEP⁶）自体が抱える問題が PV プロジェクトの実施に大きな陰を落としている。

オフグリッド電化はオングリッド電化を補完する立場にある。しかし、SHEP の年次計画の継続性に整合性がなく、当初配電線が来ないはずであった所にある日突然グリッドが届くという事態が頻繁に起きた。その結果、過去に設置した 2,000 基の SHS のうち約半数は移設を余儀なくされるという状況下にある。

今後、ガーナが PV 電化を進めるにあたっては、オングリッドとオフグリッドの両方を見据えた地方電化計画全体の整合性と、PV 設備の持続的な維持管理を可能とする事業の仕組みを考えていかねばならない。

このように PV 電化の推進は、地方電化の枠組みという根本的な部分で問題を抱えていることから、本調査では、あえて PV 電化プロジェクトのリスト作りは行わなかった。それに代わって、電化プログラムの策定作業に不可欠な電化対象となる家屋、商業施設、公共施設のシステム規模の決定、PV 電化の地域選定基準、村落ベースでの需要の推定方法を検討するとともに、PV 技術と設置基準作りや、地理情報システム（GIS⁷）を使ったデータの整備といった基礎的な体制作り

¹ Japan International Cooperation Agency

² Photo Voltaic

³ Solar Home System

⁴ Global Environmental Facility

⁵ Renewable Energy Service Project

⁶ Self Help Electrification Programme

⁷ Geographic Information System

に力を注いだ。

このような技術面のアプローチに加えて、本調査では、北部 3 州の PV 電化計画の推進にあたって、重要かつ原則的な考え方を示した。

一つは、オフグリッド PV 電化で適用する事業モデルのダウンサイジングの必要性である。北部地域の一般家庭の所得水準は低く、電気に対する支払い可能額は月平均で 1 万 4,000 セディ (約 1.5 ドル) にすぎない。これを考えれば、SHS を購入することができる住民はほとんど存在しない。また、ライフライン料金並みのフィーフォーサービス方式を適用することが PV 事業として成り立たないことも、RESPRO の経験から明らかである。

このような住民の経済的な負担の限界を解決するためには、従来志向してきたような SHS の普及ではなく、バッテリー充電所 (BCS⁸) を使ったよりコストを抑えた電化モデルの適用が必要である。しかし、本調査の結果からは、例え、BCS であってもその負担ができるのは全家庭の 20% にすぎないと見られる。同様に、商業部門についても、電化コストの負担が可能な施設は BCS で全体の 25%、SHS で 5%、合計でも 30%にとどまる。

もう一つは、資金的な制約がある中で政府がどこまで PV プロジェクトの資金負担を行うかという点である。政府にとっても、原資は限られており、ドナーの資金か重債務貧困国 (HIPC⁹) 基金が中心とならざるを得ない。政府は限られた資金をより効果的に使うべきである。

このため、政府が直接資金を投入する PV 電化プロジェクトは公共施設に限定すべきであり、民生部門の PV 電化にまで資金を出すことは、政府の財政能力から見て大いに疑問がある。民生部門については、民間事業者がユーザーに SHS を直接販売したり、民間ベースで BCS 事業を興すことにより電化を進めることが望ましい。

とはいえ民間事業者もガーナでは未だ幼名期にあり、資金力や人材の点でまだ完全に自立できるものは少ない。このような民間事業者の活動を間接的に支援するために、政府が進める公共施設への SHS 設置という調達行為を通して、民間事業者に事業機会を提供し、そこで産業を育成し、民生部門での市場の拡大を後押しすることが必要である。

⁸ Battery Charging Station

⁹ Highly Indebted Poor Country

1. 背景と目的

ガーナ政府は、国の社会経済開発を促進するための下支えとして、全国電化計画（NES¹⁰）を策定するとともに、その一環として自立的電化プログラム（SHEP¹¹）を通して配電線の延長、すなわちオングリッドによる地方電化を推進してきた。

そのような中、全国平均に比べて相対的に貧しい北部3州は、人口密度が低く、集落が分散していることから配電線の延長はコスト高となり、電化の進捗は遅々としている。その結果、北部3州は依然として低い電化率にとどまったままである。一方、北部地域は太陽光に恵まれていることから、オングリッド電化に代わる手段として、太陽光発電（PV¹²）を使ったオフグリッドによる電化の推進に高い期待が寄せられている。

しかしながら、ガーナ政府の地方電化政策の中で、オフグリッド電化の目的はオングリッド電化を補完するという一般的な合意は出来ているものの、プロジェクトの実施段階において、だれが実施主体となってPV電化を進めていくのか、貧困層が大半を占める北部地域で電化コストの回収をどのようにするのか、さらにはSHEPの年次展開の継続性に問題があるなかでどのようにオフグリッド電化の持続性を保つのか、という点で、政府は明確な政策を持っていない。

加えて、北部3州において実施中のPVプロジェクトに目を向ければ、RESPROによるフィーフォースービス型のプロジェクトの継続にはすでに限界に来ており、財務的にも、体制的にも、事業を継続するが難しくなりつつある。

このようなオフグリッドPV電化の現状が示すように、ガーナ政府は、現在、オフグリッドPV電化の戦略を立て直す時期に来ていると考えられる。

このような背景があることから、本マスタープラン調査の実施にあたっては、北部3州のオフグリッドPV電化について、技術面、財政面、制度面から多面的かつ広範な検討を行うことを重視した。このため、本調査のアウトプットについては、一般的なマスタープラン作成に典型的に見られるような、向こう20年間のプロジェクトリストの候補を選定するといった作業は行っていない。

本マスタープランの目的をこのようなPVオフグリッド電化推進のための戦略の検討に重点を置いた理由は、次の二つである。

第一に、ガーナ全土の電化プロジェクトであるSHEPの枠組みが、年次計画の継続性、整合性という点から見て必ずしも合理的なものとなっておらず、技術的にも経済的にも問題を含んでいることがあげられる。具体的には、SHEPにおける電化対象村落の選定条件が、配電線からの距離制限と電柱の地元負担という単純なものであるがゆえに、それぞれのオングリッド電化プロジェクトが地理的な継続性と投資対効果という点で合理性を欠いたまま進められてきた。

一方、オフグリッド計画は当然のようにオングリッド電化計画に大きく影響を受ける。オフグリッド電化はオングリッド電化を補完する立場にあるが、前述のようにSHEPに年次計画の継続性で問題があり、当初、配電線の届くことが予想されていなかった地点が突然オングリッド電化されるという状況が頻繁に起きた。そのあおりを受けて、エネルギー省（MOE¹³）がこれまで設置した2,000基に上るSHSの約半数は、ある日突然配電線が延長されたことにより移転を余儀な

¹⁰ National Electrification Scheme

¹¹ Self-help Electrification Project

¹² Photovoltaic

¹³ Ministry of Energy

くされるという状況に陥っている。すなわち、SHEP の問題が玉突き的にオフグリッド電化に問題を発生させるという状況が起きている。

第二に、これまでガーナで実施した PV プロジェクトの成果が必ずしも成功ばかりでなかった点である。デンマーク国際開発庁 (DANIDA¹⁴) プロジェクトは、SHS 購入のために地方銀行が需要家に貸し付けた融資のほとんどが回収できないまま、設備を地元の村落¹⁵に移転することで幕引きとなった。GEF の支援で実施した RESPRO プロジェクトについても、フィーフォーサービス方式という新しい仕組みを試みたものの、GEF の関与が終わった後は、設備の維持管理や新たな再投資で資金的な見通しが立たない状況に置かれている。

ガーナの地方電化にこのような問題点が多々残されていることから、本調査では基本に立ち返ってオフグリッド電化が抱える現状の課題を明確にし、PV オフグリッド電化計画を立案するために必要な検討事項、例えば所要のデータの収集、収集したデータの分析方法、電化対象の需要想定方法、オングリッドとオフグリッド電化の棲み分けの考え方、PV オフグリッド電化の推進体制のあり方、そして解決が望まれるいくつかの問題点などについて対応策を示すことに力を入れた。

今後の PV 電化プロジェクトの具体的なリストの作成、言葉を換えれば電化プログラムの立案については、本調査で示した様々な課題を解決した段階で、初めて実施可能な作業と考える。とりわけ現在のように、電化プロジェクトが HIPC 基金とドナーからの無償資金だけに依存している状況下では、例え電化プロジェクトの拡大を図ったとしても、それが自立的に維持できる見通しはない。これは過去に実施した PV 電化プロジェクトの結果や、北部地域でのグリッドの拡大が北部電力庁 (NED¹⁶) の財務に莫大な累積赤字をもたらしている点をみれば明らかである。

政府として早急に検討すべきは、実施可能な着実な電化政策を示すことである。資金源を曖昧にしたまま、あるいは資金確保の目処が立たないままプロジェクトの拡大を図るべきではないし、例え初期投資が可能であったとしても、その後の自立的な運営ができない電化プログラムの実施は再考すべきである。

¹⁴ Danish Agency for Development Assistance

¹⁵ ガーナの場合、村落をコミュニティ (Community) と呼んでいる。

¹⁶ Northern Electricity Department (of the Volta River Authority)

2. マスタープラン作成のプロセス

2.1 調査の基本方針

本調査で対象とする電化手段は再生可能エネルギーを使ったオフグリッド方式であり、SHEPで進めるオングリッド方式とはその特性が大きく異なる。

PV はグリッドによる電力供給と異なり、その出力は小さく、用途も限定的である。典型的なSHSであれば、大きなものでも100W程度にすぎず、冷蔵庫の動力用として使うことはできない。すなわち、照明、ラジオ、白黒テレビのような低容量の電気製品の電源にしかならない。また、グリッドのように24時間安定的に電気を供給することもできず、一日の使用は数時間程度に限られる。

電化の事業主体もオフグリッドとオングリッドでは大きく異なる。オングリッド電化は地域の電力会社が設備の建設から維持管理まで責任を負って進めるが、オフグリッドの場合には事業主体は様々である。電力会社がオフグリッド電化を行うこともあるが、地元の村落が行うことも可能であり、独立した民間事業者が行うことも一般的である。

さらに、電化コストの回収方式も、オングリッド電化のように事業主が設備を保有したま、ユーザーから電力供給の対価として料金を回収する場合もあれば、発電装置（例えばSHS）をユーザーに売り渡し、その後の維持をユーザーの責任に転嫁する場合もある。

このように、オフグリッド電化はオングリッド電化と大きく特性が異なることから、電化計画を策定する際には、ターゲットとする電化対象、電化を進める際に適用する事業モデル、さらにはコスト回収の仕組み、電化を促進するためのインセンティブ供与のあり方などをきめ細かに検討しておく必要がある。

このため、本調査の実施にあたっては、北部地域の社会構造に合った電化事業モデルを構築するため、電化のニーズ、電力使用の形態、支払い能力などの基礎的な条件を明確化するとともに、事業の運営そのものが持続可能となることを大前提として計画策定することを基本とした。

2.2 マスタープランの構成

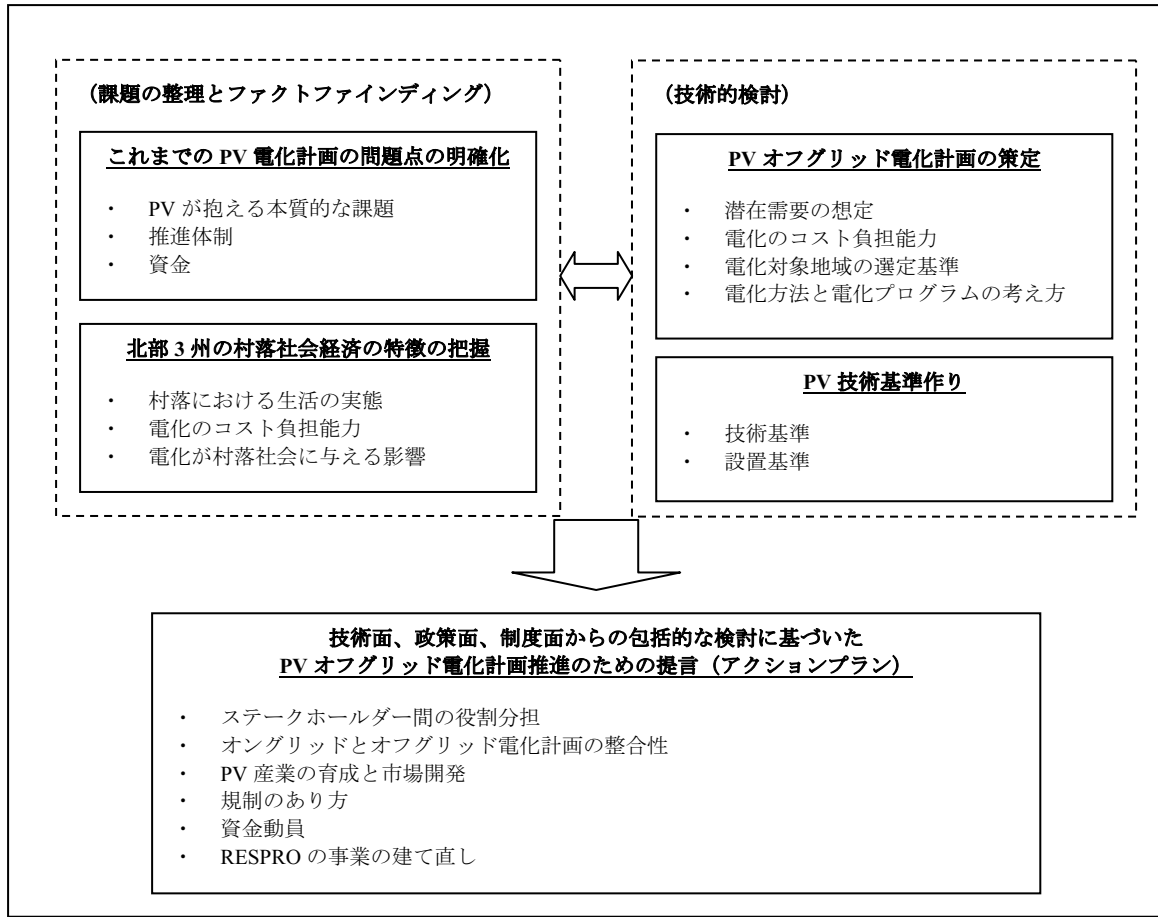
本マスタープランは、以下に示すように大きく五つの項目で検討作業を行い、それを三つの枠組みで取りまとめるという構成になっている。

図1に示すように、基礎的な作業として、過去のPVプロジェクトで経験した問題点や課題を明確にするとともに、北部3州の村落社会経済環境について実態を明確にし、それを前提条件（あるいはマスタープラン作成のためのインプット）として取りまとめた。

続いて、このような前提条件に基づいてPVオフグリッド電化計画の策定に必要な手順を検討し、取りまとめた。また、その作業と並行してPV技術基準の案を作成した。この電化計画の策定と技術基準案の作成は、本マスタープランの技術的な検討結果（技術面からのアウトプット）となっている。

さらにこれらのすべての検討結果に基づいて、今後、ガーナがPVオフグリッド電化を推進するために必要となる提言を具体的なアクションプランとして示した。当然、ここには技術面のみならず、政策面あるいは体制面からの提言が盛り込まれている。

- (1) これまでの PV 電化計画の問題点の明確化
 - 過去に行われてきた PV 電化プロジェクトが抱えた問題とその原因を明らかにした。とりわけ、技術面のみならず、プロジェクトの運営で大きな障害となったコスト回収と財務的な持続性の担保について今後の課題を明確化した。
- (2) 北部 3 州における村落社会経済の特徴の把握
 - マスタープランの対象となる北部 3 州の村落における社会生活の実態を明らかにし、電化のニーズ、電化のコスト負担能力（支払い能力）、電化が村落社会に与える影響について実態を把握した。
- (3) PV オフグリッド電化計画の策定
 - 過去の PV プロジェクトにおける問題点を踏まえた上で、需要想定方法、電化対象地域の選定基準、電化方法と電化プログラムの考え方といった計画策定の手順を策定した。
- (4) PV 技術基準作り
 - PV に係わる技術基準と設置基準の原案を作成した。
- (5) PV オフグリッド電化計画推進のための提言（アクションプラン）
 - 将来の PV オフグリッドプロジェクトを成功裏に推進するために求められるアクションプランを提言した。
 - とりわけ、地方電化の柱となっているオングリッド電化（SHEP）との整合性の確保、PV 産業と市場の育成を通じた PV 電化の促進、そこで求められる規制のあり方や資金動員について具体的な提案を行った。



(出所) JICA 調査団

図 1 : マスタープランの構成

2.3 データの収集

2.3.1 文献を中心とする基礎データの収集

文献ベースでの一般的な基礎データの収集については、政府が発行する統計および資料、電力会社であるガーナ電力会社 (ECG¹⁷)、ボルタ河開発公社 (VRA¹⁸)、そしてその配電部門である NED の資料を使用した。

ガーナ国内の PV 技術に係わるデータについては、主に RESPRO や PV ディーラーから入手した。ただし、これらのデータは必ずしも一般公開されておらず、まとまった情報として整備されていないものも多いことから、これらの事業者にとどまらず大学や専門学校の関係者との間でも繰り返し協議の場を持つことで、データの信頼性を上げた。

2.3.2 フィールド調査の実施

このような既存データの収集に加えて、北部 3 州における電化ニーズ、受益者の支払い能力、さらには電化による社会生活の変化などの実態を明らかにするため、本調査では、フィールドでの村落社会経済調査を実施した。

¹⁷ Electricity Company of Ghana

¹⁸ Volta River Authority

2.3.3 インタビューを通じた関係者との対話

関係者との対話を通して、既存制度の問題点、今後、出てくるであろう将来の問題点についても検討を加えた。例えば、規格基準作り、ライフライン電気料金制度がもたらす PV システム使用料金への負の影響、住民の電化への期待と現実とのギャップなどの概念的な事柄については、ワークショップの場、あるいは個別にインタビューの機会を設定して、関係者からの意見を聴取した。

2.4 電力需要の想定方法

電化計画を立てるに際しては、電化コストの負担能力や電化の必要性を考慮すれば、対象地域内にあるからといって、必ずしも全ての施設や家屋が電化対象になるわけではない。

電化対象として考える個別の施設や家屋の数をどの程度の規模で想定するのか、さらには施設あたり、家屋あたりでどの程度の電力需要が発生するかを推定しなければ、設置する個別 PV システムの大きさ、さらには電化計画全体の規模や所要投資規模を決めることが出来ない。

特に重要な点は、北部 3 州は所得水準が低く、全ての家庭や公共施設を電化しても、その後の支払いが不可能となる状況が大いに考えられることである。すなわち支払い能力を加味した上で、電力需要を推定する必要がある。また、各施設や各家庭において、電化後、どのような電気器具が使われるかを十分に見極めておく必要がある。このため、本調査では、村落社会経済調査のデータに基づいて、積み上げによる需要家ごとの需要推定モデルを作成した。

ちなみにオフグリッド PV 電化の場合には、使用可能な電化製品が限られること、一般的な PV システムのサイズが 50W あるいは 100W といったように設備容量が限定されることから、潜在需要の推定に際しては、システムサイズの制約を加えた。

2.5 PV オフグリッド電化とオングリッド電化の地理的な棲み分けの検討

過去のプロジェクトでオフグリッド PV 電化した地域がそれほど時期を経ずしてオングリッド電化されてしまったという状況がしばしば見られることから、今回の調査では、オフグリッド電化とオングリッド電化の棲み分けについて明確な指針を示す必要性が出ていた。

オフグリッド電化はオフグリッド電化が見込めない地域を補完することがその役割であるという基本的な考え方は、これまでも関係者の間で共有されていたものの、その境界条件の設定については、詳細な分析が行われていなかった。

このような課題を解決するために、本調査では、オングリッドとオフグリッドの境界点を算定するためのモデルを作成し、論理的に両者の間で経済性の比較を行った。

2.6 電化対象地域の選定

PV 電化対象地域の選定にあたっては、まず政策的な判断および技術的な判断に基づくオン・オフグリッドの境界点を明確にした上で、政府として限られた予算の中で、遠隔農村地域における PV 電化の重点を絞り込んでいく必要がある。

このため、本調査では電化対象地域を選定する上で必要な判断材料を提示するとともに、医療施設や公共施設の電化に重点を置いた地域選定基準の案を提示した。

2.7 技術基準作り

PVにとどまらず、ある技術が産業としての幼名期にある時には、設計段階での間違い、設置方法の不具合、維持管理の未熟さに基づく様々な問題を引き起こすことで、消費者の信頼を失い、ひいては市場の健全な発展を阻害するといった結果を招くことは決して珍しくない。

本調査で提案する技術基準あるいは設置基準作りのねらいは、このような問題を未然に防ぐために技術指針を提供することであり、決してPV産業の活動や市場を規制するものではない。

このため、技術基準については、システムを構成するコンポーネントについて最低限要求される性能を示し、設置基準については設計、設置、検査、維持管理といった工程ごとに必要な条件を取りまとめた。

2.8 PV オフグリッド電化を推進するための制度的、政策的な検討

RESPRO を含む過去のPVプロジェクトの結果が様々な問題を抱えてきたことを踏まえれば、受益者のニーズ、経済的社会的環境、市場環境に合わせたPV オフグリッド電化の新たなビジネスモデルの確立が必要なことは明らかである。

政府においては、別途、PV技術の規格作りやPV事業者への免許の交付を含めた規制について検討を進めている。しかし、過度な規制は市場の育成を妨げることにもなりかねない。この点で、制度的、政策的な枠組み作りは、あくまでも産業を発展させる方向に向かわなければならない。

一方、PV設備の設置に際して、過去においても政府が進めるプロジェクトは大きな存在であり、民間のPV事業者への市場機会を提供していることは紛れもない事実である。しかし、政府の財政事情を見れば明らかなように、PV オフグリッド電化の全てについて、今後も引き続いて政府資金で継続していくことは限界に達している。

このため、資金が限られる中でいかに効率的なPV電化を進めるべきかという視点で政府と民間の役割を明確にし、持続的な電化推進体制の整備に必要な具体的な行動計画について検討を加えた。

3. マスタープランの成果と特徴

背景と目的で述べたように本調査のアウトプットについては、過去のマスタープラン策定で典型的に見られたプロジェクトリストの作成を目指すものでなく、今後、PV 電化プログラムを策定する際に必要な問題点の明確化、ガーナが着実な PV 電化を進める際に必要なアプローチの方法、政府が今後取り組まなければならない課題についての検討結果をまとめたものとなっている。

この理由についても冒頭で述べたように、最も基本となるオフグリッド電化計画、すなわち SHEP そのものが年次計画の継続性、プロジェクト間の地理的な整合性で問題を抱えており、その結果、オフグリッド電化された地域が時期を経ずしてオングリッド電化されてしまうという重複が起きて来ているためである。

加えて、これまでガーナで実施してきた PV プロジェクトの成果が必ずしも成功ばかりでなかった点も大きな課題である。とりわけ、RESPRO プロジェクトは成功が期待される電化モデルとして推進されたが、現状では事業収支を賄うことが難しく、今後の事業継続が危ぶまれる状況に陥っている。

このように PV オフグリッド電化に係わる根本的な問題が解決されないまま、新たなプロジェクトを進めたとしても、過去に起きた同様な問題を繰り返すことは明白である。

3.1 これまでの PV 電化計画推進上の問題点の明確化

3.1.1 オングリッド電化への過度の期待と PV オフグリッド電化への理解不足

国の地方電化計画として最も根本をなすべき SHEP の実施に政治的な力が働いており、必ずしも整合性のあるプロジェクト推進体制が取られていないことが全ての問題の原因となっている。本調査の対象である北部 3 州においても、地域によっては、配電線を無理やり延長していることから、電柱は立ったものの、架線が来ないまま電化を待たされるという状況がしばしば見られた。

一方、一般住民には SHEP により今にも配電線が届くという期待感が先行しており、PV システムに必ずしも好意的な考え方を持っていない者が多い。

電気の出力と安定性を考えれば、オングリッド電化の方がオフグリッド電化より優れていることは明らかである。オフグリッド電化の実施にあたっては、それがあくまでもオングリッド電化が望めない地域における代替手段であるという認識が得られていることが前提である。このような理解がなければ、住民の間に PV オフグリッド電化への不満と誤解を発生させることになる。その典型的な例が、RESPRO プロジェクトでも経験した「NED と同じ料金を払っているのに SHS の出力は限られる」という利用者の不満である。

また、他のプロジェクトでは、利用者の知識不足からシステムに故障が起き、それがゆえに、受益者が購入資金のローン返済を拒むという状況も発生している。

3.1.2 PV 電化プロジェクトの財務的な自立の難しさ

電化資金の回収という点からも問題は多い。過去の PV プロジェクトは援助機関の資金で実施されたことから、プロジェクトへの再投資、資金の回転¹⁹、運転維持管理（O&M²⁰）コストの確

¹⁹ 料金、あるいは売り上げから投資を回収し、次の投資に回すこと。

保が必要であるという認識がプロジェクトの実施者および受益者の間で弱かった。とりわけ、一般家庭の受益者には、プロジェクトはタダでもらったものであるという意識があり、使用料を払う、O&M コストを払う、という認識が欠如することもあった。これがプロジェクトの持続性を阻害する大きな原因となった。

GEF の支援によって実施されたフィーフォーサービス方式についても、財務的に RESPRO の運営が難しいことが明確となった。料金は既存の配電線電気料金が比較対象となるために、ライフライン料金が目安とされてしまう。しかし、月 2 ドルの料金では初期投資を回収することはおろか、O&M の回収すらおぼつかない。すでにプロジェクトの開始段階で設置した蓄電池は交換時期に来ているが、これを RESPRO の事業収益から再投資することが出来なくなっている。すなわち、現在の形態を維持したままフィーフォーサービスを拡大するためには、RESPRO に対する継続的な資金投入が必要であり、もはや持続的な発展は臨めない状況にある。

3.2 北部 3 州の村落社会経済の特徴

3.2.1 生活状況と電気のニーズ

村落における社会生活の実情と電気のニーズについて家庭、商業、公共部門ごとに調査した結果は、以下のとおりである。

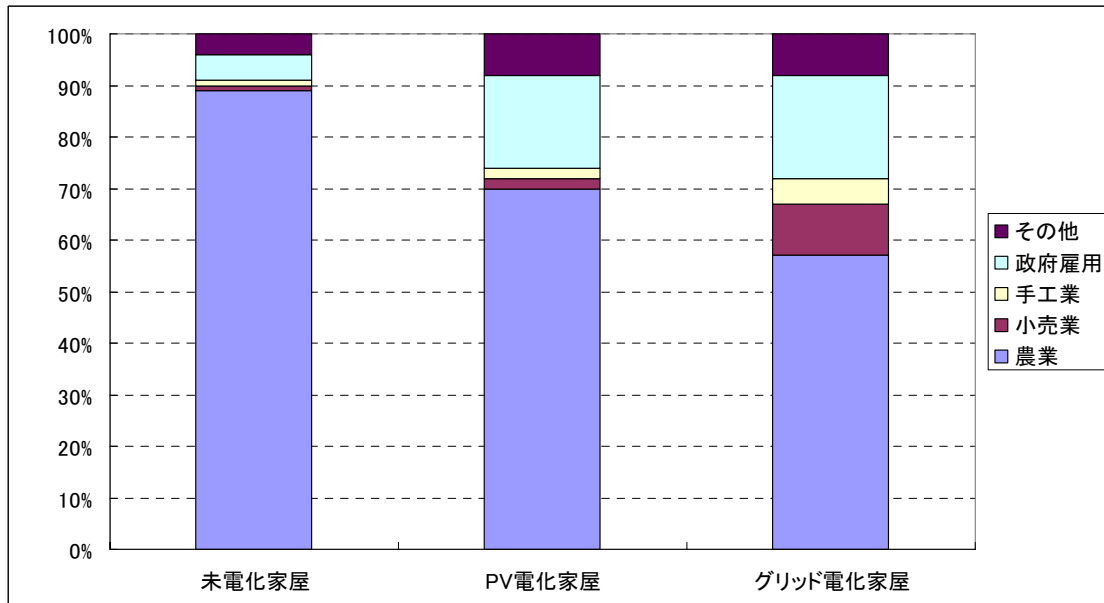
3.2.1.1 家庭

職業形態

一般家庭の過半は自給的な農家であり、その比率は未電化村落で 89%に及ぶ。ただし、電化が進むにつれてその比率が減少する傾向が見られ、オングリッドによって電化された村落では 57%まで下がる。農家の家計は貧しい。とりわけ北部の農業は、ほとんどを雨天に頼っていることから生産性が低く、自給すら難しいケースもある。

これに対して、一部の家庭では農業だけに依存するのではなく、飲食店（バー）や小規模商店を経営したり、換金作物（植物油の採取）を作ったりするといった経済活動を営んでいる者もいる。さらに、政府雇用、手工業、小売業に従事する者も存在するが、その比率は未だ低い。これら非農業従事者の比率は、未電化村落よりも既電化村落の方が高い（図 2 参照）。

²⁰ Operation and Maintenance



(出所) JICA 調査団

図 2：北部地域における主な職業形態

日常生活と電気のニーズ

人々の日常の生活行動については、成人男性は、女性に比べて、家やコンパウンドの外での活動が多い。これに対して成人女性は、家やコンパウンド内での家事や社会活動が主となっている。

電気の利用、特に電灯が使われる可能性のあるのは、早朝と夜である。朝 5 時から数時間の祈りの時間、夜間の料理や掃除、食事、各種社会活動がそれに当たる。その他、ラジオやテレビの視聴でも電気が使われるが、ラジオは乾電池を使う場合が多く、テレビは保持する者がきわめて少ない。他方、日中は外で働くことが多いため、電気の必要性は低い。

このような状況から判断すると、電気のニーズとしては、朝夜 6 時間程度の電灯使用、ラジオ 6 時間程度、テレビ 3 時間程度が平均的な姿として考えられる。

しかし、一口に一般家庭といっても幅がある。自給自足的な農業従事者は現金収入に乏しく、電気代の支払いという点でかなりの困難が予想される。他方、現金収入に結びつく経済活動に携わっている家庭は経済的にも恵まれており、電化製品の購入は農業従事者より容易であり、かつ電気への支払いについても負担能力は高くなる。

3.2.1.2 商業施設

小規模商店は、朝 7 時前後から 12~13 時間にわたって開店している。一部には深夜まで営業してあるケースも見られるが、一般的には、電灯だけの利用であれば、電力需要は夜の数時間のみと考えられる²¹。また、バーも小規模商店と同様の営業時間帯であるが、冷蔵庫やファンを有していることが多く、この点で電灯以外の電力消費量が大きくなる。

²¹ ただし、冷蔵庫やファンを利用している場合は、その限りではない

3.2.1.3 公共施設

学校

中学校（JSS²²）は朝 8 時から午後 3 時まで開いているのが一般的である。電灯を設置している学校はあるものの、窓を開けて、自然光による授業が可能であるため、電灯のニーズはあまり高くない。また、学校では教員がニュースを聞くためにラジオを使用しているが、その他の家電製品に対するニーズは低い。

このように、正規の授業だけに目を向けると電気のニーズは低い。しかし、高学年の自習や成人のための識字教室用として施設が夜間に使用されることがあり、このような場合には電灯のニーズが高まる。

医療施設

クリニックなどの医療施設は、学校と同様に忙しい時間帯はお昼前後である。医療施設では、衛生面から窓を開けることはあまり好ましくなく、この点で日中でも電灯のニーズは高い。もちろん、夜間の通常診察ならびに助産などの緊急対応には、電灯は非常に重要である。さらに、ワクチンや血液の保存、遺体の安置やより高レベル医療を提供する機関への無線連絡などの点でも、電気のニーズは高い。

3.2.2 電化がもたらす社会へのインパクト

一般家庭

一般家庭については、電気は人々の生活を楽にするプラスの効果をもたらすものと見なされ、実際に電気の存在そのものを否定する意見はほとんど聞かれないのが一般的である。それは、適切に電気が維持管理、供給されるならば、人々に利益をもたらすからである。しかしその半面、住民からは電化に対するいくつかの懸念も出ている。

オフグリッド PV により電化された村落では、PV は製粉機の動力、冷蔵庫やテレビの電源としては使えない、という不満が出ている。

オングリッドにより電化された村落では、電気への支払いで金銭的な負担が増える、若者が電気を使った娯楽に走るようになる、テレビやラジオに夢中になり家庭の手伝いや勉強を疎かにするようになる、その結果、村落の伝統的な文化が壊される、さらには夜間騒がしくなる、といった負のインパクトについての意見がある。

公共施設、商業施設

公共施設については、とりわけ医療施設の電化では、業務を快適にするものとして正のインパクトが高く評価されている。

他方、住民からは商業施設および公共施設の電化に係わる負のインパクトも指摘されており、電化に際してのシステム容量の大きさとその料金負担が特に大きな問題となっている。とりわけ、公共施設の電化では、中央政府関係機関、地方政府機関、施設運営者、利用者のどこに維持管理

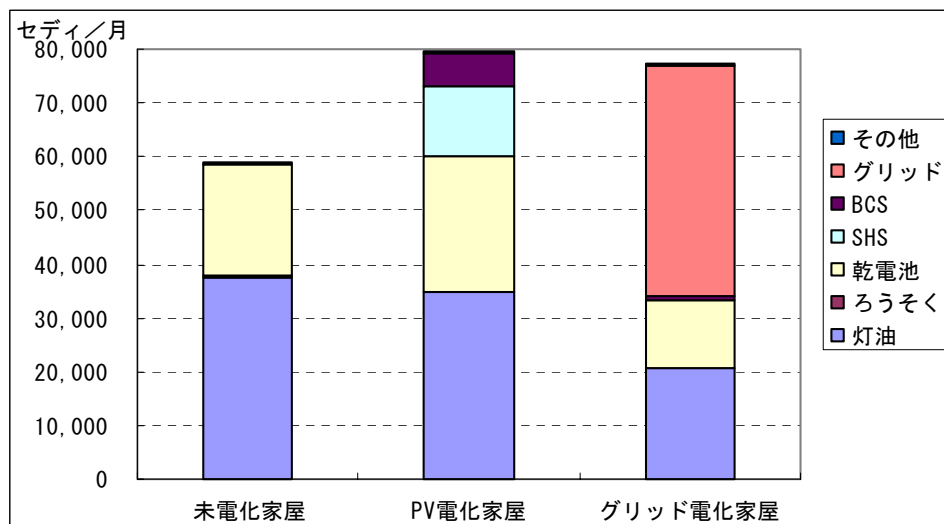
²² Junior Secondary School

の責任があるのか明確になっていない場合が多く、電気料金の支払いや維持管理の対応で時間がかかることがある。

3.2.3 電気への支払い能力

3.2.3.1 一般家庭

質問票調査によって得られた各種エネルギーへの支出データを図3に示す。



(出所) JICA 調査団

図3: 家屋における各種エネルギーの支出データ

各種のエネルギーに対する月の支払額は、未電化村落では約5万9,000セディ(約6.5ドル)、オフグリッドPVにより電化された村落では約8万セディ(約8.8ドル)、オングリッドにより電化された村落では約7万7,000セディ(約8.6ドル)である。この金額が、照明と家電製品の使用に使われる。

主要な非電気エネルギーである灯油については、未電化村落で約3万7,000セディ(約4.1ドル)、オフグリッドPVシステムで電化された村落で約3万4,000セディ(約3.7ドル)、オングリッドで電化された村落で約2万セディ(約2.2ドル)が支出されている。

電池については、未電化村落で約2万セディ(約2.2ドル)、オフグリッドPVシステムで電化された村落で約2万5,000セディ(約2.7ドル)、オングリッドで電化された村落で約1万2,000セディ(約1.3ドル)が支出されている。

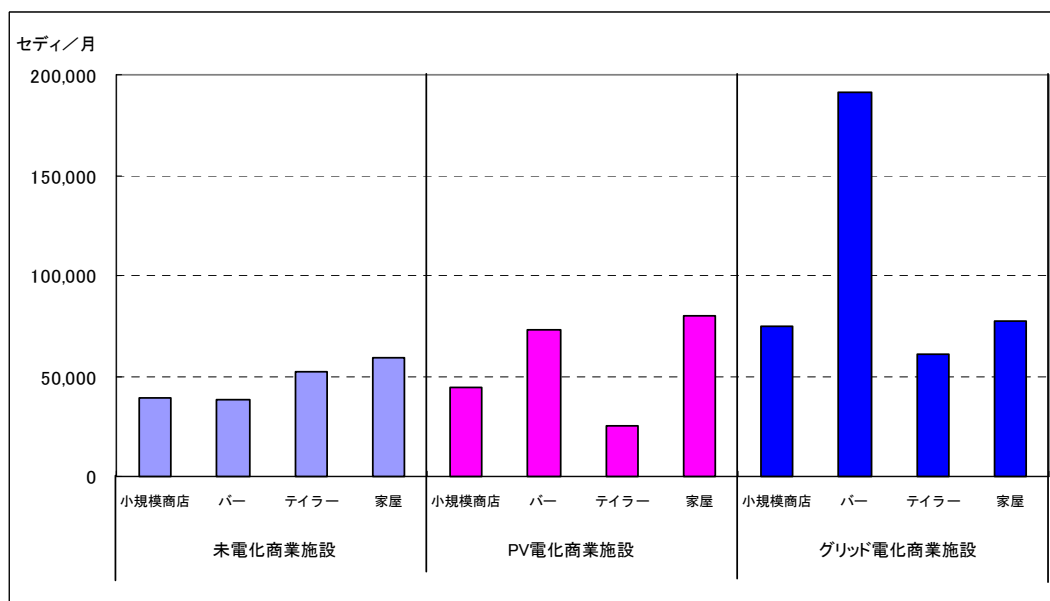
このようなデータに基づいて、未電化村落を電化した際の電気に対する支払い可能額を推定すると、概ね以下のような考え方が成り立つ。

- 灯油や電池の使用を全て電気で代替する場合には、約5万8,000セディ(約6.4ドル)。
- 現在のエネルギーへの支出の半分を電気への支出に向けることができる場合には、約2万9,000セディ(約3.2ドル)。
- 同様に1/4の支出を電気への支払いに向けることができる場合には、約1万4,000セディ(約1.5ドル)。

しかしながら、例え電化されたとしても、現実問題として、灯油や電池の使用が全くなくなる可能性は低いこと²³、現在、オフグリッドPVシステムで電化されている村落でのPVへの支出額がエネルギー支出全体の4分の1程度であることを考慮すれば、人々が無理なく支払えるPVへの支払額は、3番目の推論にあたる月額1万4,000セディ（約1.5ドル）程度と考えることが妥当である。

3.2.3.2 商業施設

各種商業施設における、毎月のエネルギー支出を図4に示す。



(出所) JICA 調査団

図4：商業施設における毎月のエネルギー支出

商業施設のうち、小規模商店におけるエネルギー支出は電化のレベルが進むほど増加し、未電化村落では3万8,000セディ（約4.2ドル）であるが、PVシステムにより電化された村落では4万4,000セディ（約4.8ドル）、オングリッドシステムにより電化された村落では7万5,000セディ（約8.2ドル）となる。

バーの月平均支払額も小規模商店と同様に、未電化村落で3万8,000セディ（約4.2ドル）であったものが、PVシステムにより電化された村落では7万2,000セディ（約7.9ドル）、オングリッドシステムにより電化された村落で19万1,000セディ（約21ドル）と増加する。

洋服屋（テイラー）の月平均支払額は前述の二つのケースと異なり、未電化村落では5万2,000セディ（約5.7ドル）であるが、PVシステムにより電化された村落では2万5,000セディ（約2.7ドル）と下がっている。オングリッドシステムにより電化された村落では6万1,000セディ（約6.7ドル）と再び増加する。

また、未電化地域およびPV電化地域のいずれにおいても、商業施設でのエネルギー支出は家屋の平均を下回っている。

²³ 停電時および外出時に使用するなど電気の代替として使用される。

3.2.3.3 公共施設

公共施設については、中学校レベルでは月額1万1,500セディ（約1.3ドル）に過ぎないが、高校レベルでは月々15万セディ（約16.5ドル）と大きく増加する。また、宗教施設では、電灯や小さな電化製品の使用に月々11万3,000セディ（約12.4ドル）を支出している。

3.3 PV電化の潜在需要想定

3.3.1 電化対象

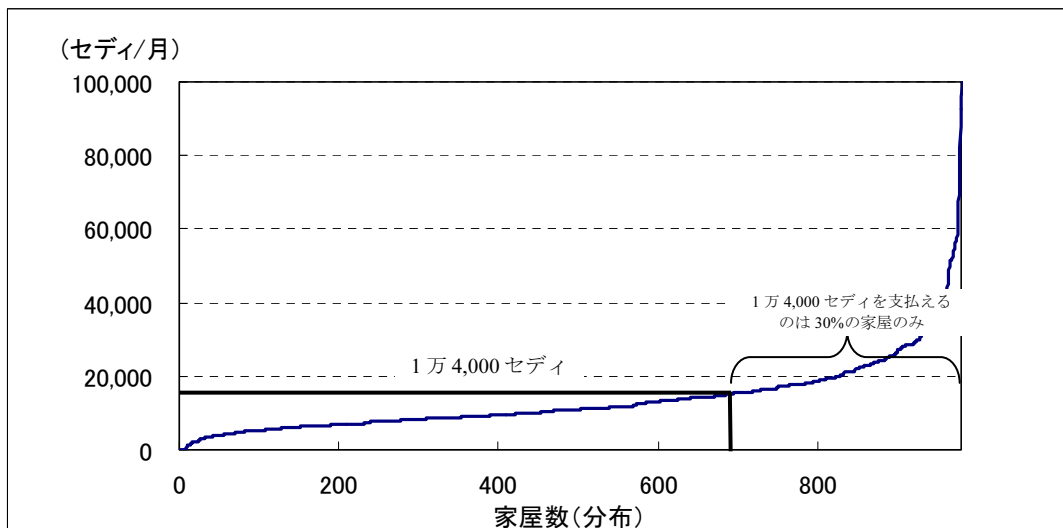
3.3.1.1 一般家庭

PVで電化された家屋においても依然として灯油や乾電池をエネルギー源として利用しており、PVに用いているコストは全体の約1/4に過ぎない。未電化家屋において、現在のエネルギー支出をベースにその1/4をPVの使用に充てた場合、月1万4,000セディ（約1.5ドル）程度を振り向けることができる²⁴。

一方、電化に要する費用を考えると、SHSの設置については、50Wシステムで約650ドル（600万セディ）の価格であり、これを現金で支払うことのできる住民は皆無に等しい。

このため、本調査では、家屋電化には、SHSだけでなく、BCSを導入することを検討した。BCSで週1回充電する費用を3,000セディとすれば、月の支払い可能額1万4,000セディで賄うことができる。すなわち、BCSであれば、住民は何とか電化を享受できる。

ただし、未電化家屋におけるエネルギー支出には分布があり、全ての家屋が1万4,000セディを支払えるわけではない。エネルギーに1万4,000セディ以上を支払っている家庭は少なく、全体の約30%に過ぎない（図5参照）。



(出所) JICA 調査団

図5：未電化家屋における月額支払い可能額分布

²⁴ 村落社会経済調査結果から、未電化住民の支払い意思額については、電化されてもこれ以上エネルギー支出を増やしたくないという住民の多いことが分かっている。また、SHSやBCSのユーザーの多くは現状以上の支出を望んでいない。このような状況から判断して、未電化家屋にPVが導入されても多くの支出は望めない。

一方、初期費用の負担可能額については、未電化家屋では平均 12 万セディ（約 13.3 ドル）にとどまっているが、PV 電化家屋ではこれが 2 倍を超える平均 29 万セディ（約 32.2 ドル）に増えている。このことから類推して、確かにカーバッテリーの費用 50 ドル（45 万セディ）は平均で見た負担可能額を大きく上回るものの、カーバッテリーが購入できる家屋もそこそこ存在することが考えられる。

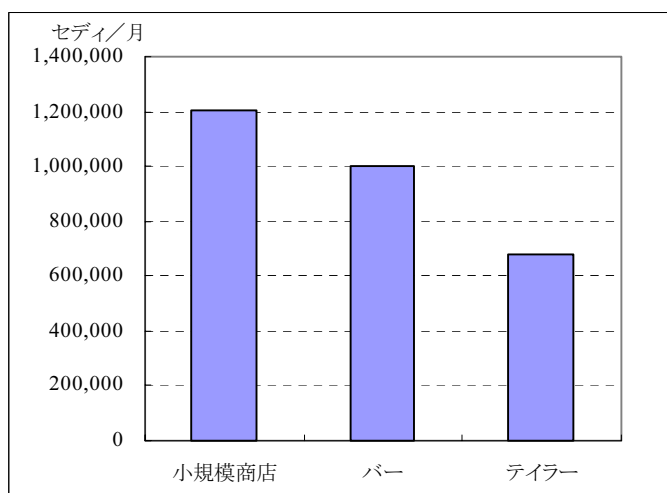
以上の点から月額支払い能力だけで見ると、未電化村落のうち約 30%の家屋は BCS による電化が可能と考えられるが、これに加えてバッテリーの初期費用の負担能力を考慮しなければならず、現実的なモデルとしては、電化対象となる家屋の比率はさらに下がり 20%程度と推定される。

3.3.1.2 商業施設

図 4 に示すように、未電化地域および PV 電化地域のいずれにおいても、商業施設でのエネルギー支出は家屋の平均を下回っている。

これは、一般的な村落の商業施設の構造が一部屋だけの小さな建物であること、そして店を閉めた後、店主は家に帰ってしまうことから、エネルギー消費が比較的限られるためである。また、飲食店については料理を裏の家屋で行うことも原因となっている。このため、商業施設の PV 購入能力を現在のエネルギー支出から想定することは適切ではないと考えられる。

未電化地域の一般商店やバーでは、一月あたり約 100～120 万セディ（110～130 ドル）の収入があることから（図 6 参照）、一般家屋に比べれば、PV が購入できる可能性が高いことは容易に想像できる。例えば、収入の 10%をエネルギー支出に充て、さらにそのうちの 1/4 を PV への支払いに使うならば、商店の支払い可能額は月 2 万 5,000～3 万セディ（約 2.8～3.3 ドル）と推定され、未電化家屋のそれを若干上回る。



（出所） JICA 調査団

図 6：未電化商業施設における 1 ヶ月の収入

一方、PV 電化商店で利用されている電化製品はそのほとんどが照明とステレオ（音響）程度であり、使用範囲は限られている。

以上を勘案すると、全商店のうち 30%程度が PV オフグリッド電化の対象と考えられ、うち 25%ほどは BCS、5%ほどが SHS を利用することが可能と考えられる。

3.3.1.3 公共施設

公共施設の電化は、社会サービスの充実を通じた貧困削減の手段として、政府による電化推進が必要である。しかし、全ての施設を電化することは政府の財政能力から見て不可能であり、必要最小限の電化対象施設に絞り込まなければならない。

医療施設

村落社会経済調査の結果によれば、北部 3 州では病院規模以上の医療施設の電化はほぼ完了しており、CHIPS コンパウンド、クリニックそしてヘルスセンターのうち 199 施設が未電化である。

保健省（MOH²⁵）は、小規模なものを含めてこれら全ての未電化施設の電化を推進しており、本調査では、医療施設については全てを PV 電化の対象とした。

教育施設

教育施設については、481（58%）の中学校および 2,894（86%）の小学校が未電化である。

このうち小学校については、オングリッドによる電化があまり進んでいないこと、2,894 の施設を電化するためには莫大な費用がかかること、そして教育省（MOEdu²⁶）が郡レベルでの情報通信技術（ICT²⁷）の普及のための電化を推進していることなどを勘案して、電化対象から除外した。このため、教育施設については、中学校のみを PV 電化の対象とした。

その他の公共施設

その他の公共施設については、警察、街灯、井戸やボアホールのポンプ施設が PV 電化の対象として考えられる。うち、警察については、MOE を始めとするステークホルダー間での合意を必要とするものの、政府系の施設として電化の対象とした。

しかし、街灯については、バッテリー保護のための措置が必要となり、費用が割高になることに加え、受益者が不明確であり、かつ維持管理体制の構築が殆ど不可能であると考えられるため、本マスタープラン調査では電化対象から除外した。

また、ポンプ施設については設計が個別に異なること、これまでの導入事例も少ないことから、基本的には対象としないものとした。

スタッフハウス

医療や教育施設に対する電化によるサービスの充実とともに、遠隔村落で勤務する教職員の定着を図るため、スタッフハウスの電化も重要な課題である。

これらのスタッフは都会からの転勤者であることを配慮し、彼らに対して田舎に住むことのインセンティブを与えるため、MOE の提案どおり教育施設と保健施設については 3 家屋（CHIPS コンパウンドは 1 家屋）ごとに 100W の SHS を導入する。さらに、警察などの政府系施設のスタッフハウスについても 1 家屋に 100W の SHS を導入するものとした。

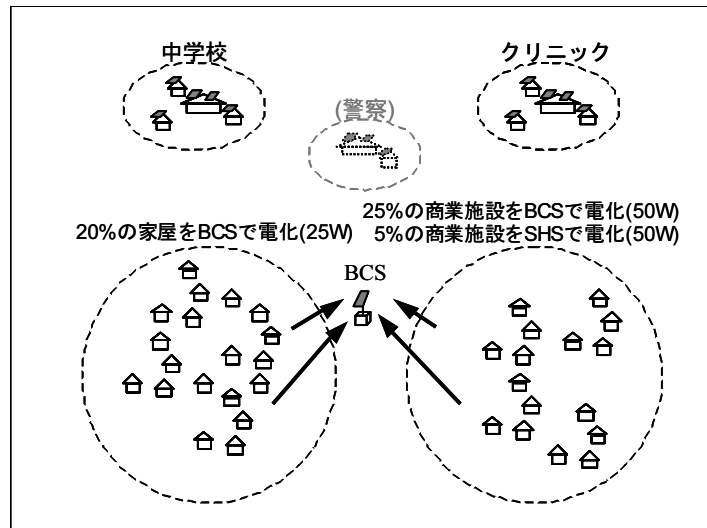
²⁵ Ministry of Health

²⁶ Ministry of Education

²⁷ Information and Communication Technology

3.3.2 PV 電化モデル

上記で設定した電化対象および電化割合に基づいて描いた北部 3 州の PV 電化モデルが図 7 に示すものである。公共施設は SHS で、家屋や商業施設は主として BCS で電化するものとした。



(出所) JICA 調査団

図 7：PV 電化モデル

3.3.3 需要推計方法

需要推計方法については、電化対象となる家屋と施設の数分かっている場合と、それが分からない場合の二通りの検討を行った。

3.3.3.1 電化対象となる家屋と施設の数に基づいた推計方法

オフグリッド PV の電力需要

電化対象ごとのシステム規模の考え方については、表 1 に示すとおりとした。

表 1：適用する PV システムの規模

電化対象	システム規模および考え方
一般家庭	25W (照明程度の利用にとどまる)
商業施設	50W (照明が主流であるが、小型扇風機やラジオカセットなどの利用も考慮)
公共施設	MOE の提案に従う。
クリニック、ヘルスセンター	建物 (無線を含む) : $2 \times 100W = 200W$ 、冷蔵庫 : $1 \times 200W = 200W$ スタッフハウス : $3 \times 100W = 300W$
CHIPS コンパウンド	建物 : $1 \times 100W = 100W$ 、スタッフハウス : $1 \times 100W = 100W$
中学校	建物 : 250W、スタッフハウス : $3 \times 100W = 300W$
警察を中心とした政府系の建物	建物 : 100W、スタッフハウス : $1 \times 100W = 100W$

(出所) JICA 調査団

オングリッドの電力需要

社会経済調査の結果によれば、オングリッドで電化された村落においても、家屋電化率は 32%にとどまっている。

家屋における電気機器の利用状況を見ると、照明やラジオ、ラジオカセットといった電化製品が主流を占めており、他の電化製品はそれほど普及していない。ただし、カラーテレビや扇風機の利用により、PV で電化された場合と比較して平均需要規模が 107.0W と大きくなる。

商業施設での需要については、20kW の動力を使用する穀類製粉所があり、これを電化需要として考慮しなければならない。この点は PV 電化された村落との大きな違いである。調査結果から、グリッド電化村落 116 か所の製粉所のうち、31 か所 (27%) が電化されている。

製粉所以外の商業施設では、平均してみると 195.7W の需要規模がある。また、製粉所を除く商業施設のオングリッド電化率は 31%であり、これに上記の平均的な需要をかけたものが、当該村落の商業施設での需要規模となる。

公共施設については、PV 電化の場合と同様な考え方とし、中学校で照明とテレビ用に 110.5W、医療施設で現在の実績から 278.2W (CHIPS コンパウンドは半分の 139.1W) とした。その他の公共施設については、社会経済調査の結果から家屋並みの 107.0W とした。

3.3.3.2 人口統計を使った PV 需要の推計方法

需要を想定するにあたって、対象とする公共施設、商業施設および家屋の数が明確な場合には、上記で説明した手法を採用することができる。しかし、電化計画の策定段階でこのようなデータが必ずしも十分に入手できていないのが一般的であるため、便法として人口統計を使って需要を概算的に推定する手法を検討した²⁸。

本調査で行った村落社会経済調査のうちフォーカスディスカッショングループ調査によって確認されたデータに基づいて、人口に対する家屋、商業施設、そして公共施設の数を経験的に処理することで、それぞれの相関を求めた。

人口と家屋数との相関

人口と家屋数については、今回の調査データからは州別による優位な差が見られなかった。次式のように、コンパウンドの数は人口に対して係数を 0.09 とする一次式で回帰できる。

$$N_H = 0.09 P \quad (\text{ここで、} N_H : \text{家屋数、} P : \text{村落人口})$$

人口と商業施設数との相関

人口と商業施設の数についても、家屋数と同様に 3 州で優位な差が見られなかった。商業施設の数も人口に対して係数を 0.025 とする一次式で回帰できる。

$$N_B = 0.025 P \quad (\text{ここで、} N_B : \text{商業施設数、} P : \text{村落人口})$$

なお、商業施設のうち穀類製粉所のみについては、係数は 0.0021 となった。

$$N_G = 0.0021 P \quad (\text{ここで、} N_G : \text{穀類製粉所の数、} P : \text{村落人口})$$

²⁸ この手法はあくまでも村落の PV 需要の概要を掴むために簡易的に行うものであり、電化にあたっては施設の使用状況や数量を確認する必要があることに留意しなければならない。

人口と公共施設との相関

中学校については、人口 1,000～5,000 人規模の村落で 1 か所、5,000 人以上の村落で 2 か所が設置されているものとした。医療施設については、人口 1,000 人以上の村落で 1 か所とした。ただし、村落社会経済調査を行った村落では CHIPS コンパウンドの数が少なかったため、ここでいう医療施設とは、全てがヘルスセンターあるいはクリニックとした。

その他の公共施設については、社会経済調査で得られたデータからは判断しにくいですが、警察が郡都や主要都市に存在することから、人口 5,000 人以上で 1 か所が設置されているものとした。

3.3.3.3 需要想定法のまとめ

これまでに述べた需要想定手法について、対象施設の数が明確な場合とそれが不明であり人口から推計する場合の二つに分けてとりまとめたものを表 2 と 3 に示した。

表 2：需要想定手法（対象施設数が明確な場合）

対象施設	PV 電化	オングリッド電化
家屋	25W×家屋数×20%	107.0W×家屋数×32%
商業施設	50W×施設数×30%（うち BCS が 25%、SHS が 5%）	195.7W×施設数×31%
穀類製粉所	考慮せず。	20,000W×施設数×27%
中学校	250W×施設数	110.5W×施設数
クリニック・ヘルスセンター	400W×施設数	278.2W×施設数
CHIPS コンパウンド	100W×施設数	139.1W×施設数
オフィス	100W×施設数	107.0W×施設数
スタッフハウス	100W×3 基× [クリニック・ヘルスセンター数] + 100W×1 基× [CHIPS コンパウンド数] +100W×3 基× [中学校数] +100W×1 基× [その他の公共オフィス数]	考慮せず。

(出所) JICA 調査団

表 3：人口から各施設数を推定する方法（対象施設数が明確でない場合）

対象施設	施設数の想定手法
家屋	$N_H = 0.09 P$
商業施設	$N_B = 0.025 P$
穀類製粉所	$N_G = 0.0021 P$
中学校	人口 1,000～5,000 人の村落については 1 か所、それ以上の村落には 2 か所とする。
クリニック ヘルスセンター	人口 1,000 人以上の村落について 1 か所とする。
CHIPS コンパウンド	考慮せず。
オフィス	人口 5,000 人以上の場合、1 か所とする。

(注) P: 人口； N_H : 家屋の数； N_B : 商業施設の数； N_G : 穀類製粉所の数

(出所) JICA 調査団

3.3.4 オングリッドとオフグリッドの棲み分け

オングリッド電化のコストは、供給する村落の位置や需要によって大きく異なるため、厳密には実際のオングリッド電化計画をもとに算定する必要がある。しかし、現時点でそのような電化計画が存在しない。

そこで本調査では、電力需要想定結果に基づき、人口の違いで小規模、中規模、大規模となる三つの代表的な村落モデルを設定することにより、それぞれのモデルの電化コストを推定した(表4参照)。

表 4：標準となる村落モデルの概要

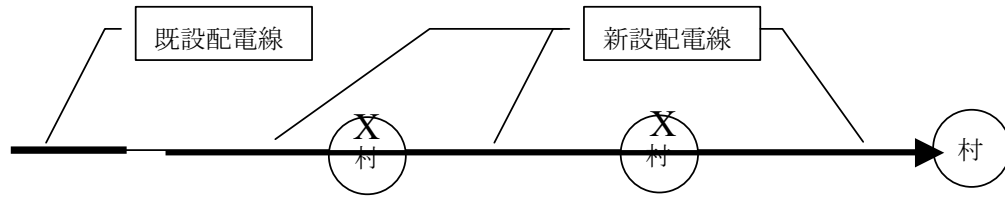
	村落構成率	オフグリッドPV	オングリッド
需要モデル① (人口 500 人)	91.74% (1,000 人未満村落の割合)	・家屋 (BCS) ・商業施設 (BCS)	・家屋 ・商業施設
需要モデル② (人口 2,000 人)	7.55% (1,000 人以上 5,000 人 未満村落の割合)	・家屋 (BCS) ・商業施設 (BCS, SHS) ・公共施設	・家屋 ・商業施設 (製粉所含む) ・公共施設
需要モデル③ (人口 5,000 人)	0.71% (5,000 人以上村落の割合)	・家屋 (BCS) ・商業施設 (BCS, SHS) ・公共施設	・家屋 ・商業施設 (製粉所含む) ・公共施設

(出所) JICA 調査団

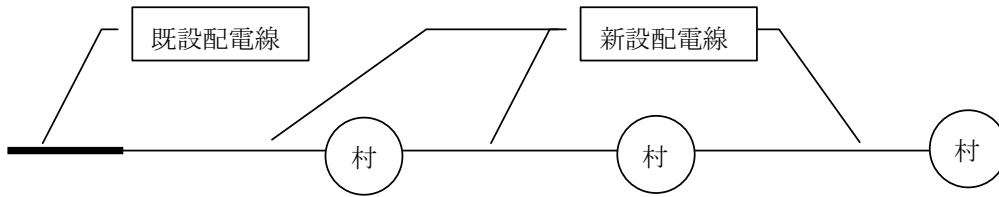
3.3.4.1 オングリッド電化コストの算出手法

オングリッドで電化する場合のコスト算定については、SHEP のようにターゲットとなる村落だけを電化し、その途中にある村落は電化しない(途中の村落を経由しない)場合と、ターゲットとなる村落だけでなく、経路の途中にある全ての村落を電化する場合という、二つのケースを想定した(図8参照)。

電化の経済性の点からは、前者では、ターゲットとなる村落だけがすべてのコストを負担するのに対して、後者では、経路にある全ての村落が共有する高圧配電線のコストを均等に分担することになる。このため、「途中にある村落を経由しない場合」に比べ、「途中に存在する村落を全て電化する場合」の方が、受益者の数を増やすことで高圧配電線のコスト負担を相対的に下げることが可能となる。



途中の村落を經由しない場合（SHEP 相当）



途中に存在する村落を全て電化する場合

（出所）JICA 調査団

図 8：オングリッド電化モデル

また、一年あたりのライフサイクルコストは、配電線の建設に要するイニシャルコスト（材料費、運搬費、建設費等）とランニングコスト（O&M コストと送配電損失）をそれぞれに算定して求めた。コスト算定的前提条件は、表 5 に示すとおりである。

表 5：コスト計算のための前提条件（オングリッド）

耐用年数	30 年
メンテナンス費用	イニシャルコストの 2%
ロス率	12%
利子率	8%
為替レート	1 ドル=9,000 セディ

（出所）JICA 調査団

3.3.4.2 オフグリッド電化コスト算出手法

想定された需要モデルをもとに、村落の中に存在する電化対象施設として、商業施設、政府系オフィス、職員宿舎（スタッフハウス）、クリニック、学校、一般家屋を想定することで、電化に使うシステムの規模をモデル化した。それぞれの施設が使う電化機器とシステムの規模は、表 6 に示すとおりである。

表 6：電化対象施設別の電気需要の想定

施設	電化機器	消費電力量 (Wh)
SHS1 (50W 相当で商業施設が該当する)	蛍光灯 (8W) x 2、白黒テレビ (30W) x 1、ラジオカセット (15W) x 1	154
SHS2 (100W 相当のスタッフハウス)	蛍光灯 (8W) x 5、白黒テレビ (30W) x 1、ラジオカセット (15W) x 1、小型扇風機 (55W) x 1	290
政府系オフィス (100W 相当)	蛍光灯 (8W) x 3、白黒テレビ (30W) x 1、ラジオカセット (15W) x 1、小型扇風機 (55W) x 1	274
クリニック (400W 相当)	電灯 (8W) x 10、ワクチン冷蔵庫 (54W) x 1、無線機 (5.4W) x 1、小型扇風機 (55W) x 1	1,044
中学校 (JSS) (250W 相当)	電灯 (職員室 8W) x 4、電灯 (倉庫 18W) x 6、白黒テレビ (30W) x 1、ラジオカセット (15W) x 1、小型扇風機 (55W) x 1	760
BCS 家屋 (25W 相当)	蛍光灯 (8W) x 1、白黒テレビ (30W) x 1	64
BCS 商店 (50W 相当)	蛍光灯 (8W) x 2、白黒テレビ (30W) x 1、ラジオカセット (15W) x 1	109

(出所) JICA 調査団

なお、BCS の規模については、もしも 1,000W システムを使うならば、50W 相当の需要規模のある商店が使用するバッテリーを 1 日あたり 4~5 個充電することが可能であり、これは 20~25 軒の商店に対応可能なシステム容量である。このような前提条件の下でモデル化した、PV システムの設置費用を算出した²⁹。

3.3.4.3 オングリッドとオフグリッド電化の境界点

以上のような手順を踏んで求めたオングリッドとオフグリッドの電化コストを比較して、両者の年経費が拮抗した地点が、オングリッド、オフグリッドの経済性の観点から見た境界点となる。コスト比較に際しては、電化製品の利用時間を考慮して電力量 (kWh) で評価を行った。

なお、オフグリッド電化のコスト計算では電化製品や屋内配線が入っているため、オングリッドとの比較検討のベースを合わせる必要があり、これらのコストを差し引いた上で比較を行った。

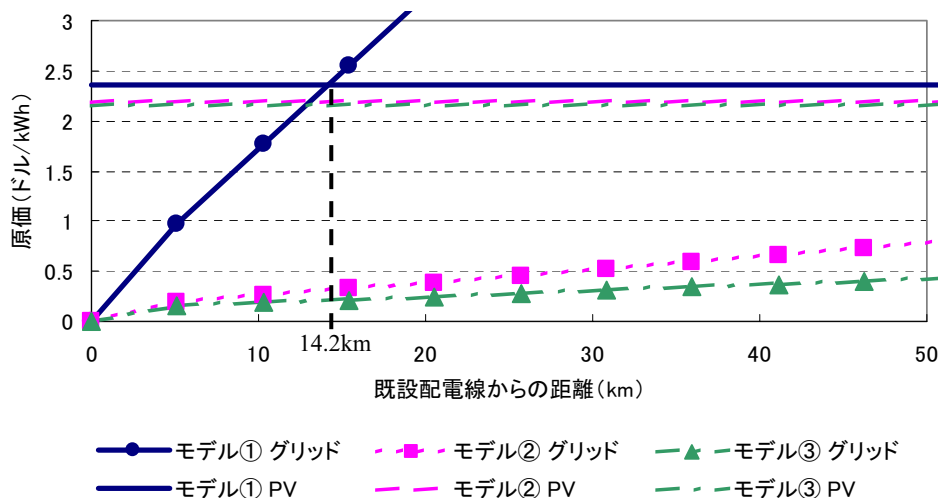
途中の村落を経由しない場合 (SHEP 相当)

新規配電線が途中の村落を経由しない場合のオングリッド電化とオフグリッド電化の分岐点は、図 9 のとおりとなる。

電化ターゲットとなる村落を北部地域で代表的な需要モデル①とした場合、既存のグリッドから 14km 程度以上離れているならば、オングリッドよりもオフグリッド PV による電化の方が経済的となる。ただし、この条件下でも、電化には kWh あたり 2 ドルを超えるコストを要する。

²⁹ PV 出力 1W 当たりの設置コストは、SHS1・50W システムが約 12 ドル、SHS2・100W システムが約 12 ドル、クリニックシステムが約 20 ドル、学校システムが約 10 ドル、BCS システムが約 6 ドルとなった。

一方、需要モデル②と③の村落については、圧倒的に分岐点となる距離が長くなり、オングリッドによる電化の方が好ましいといえる。

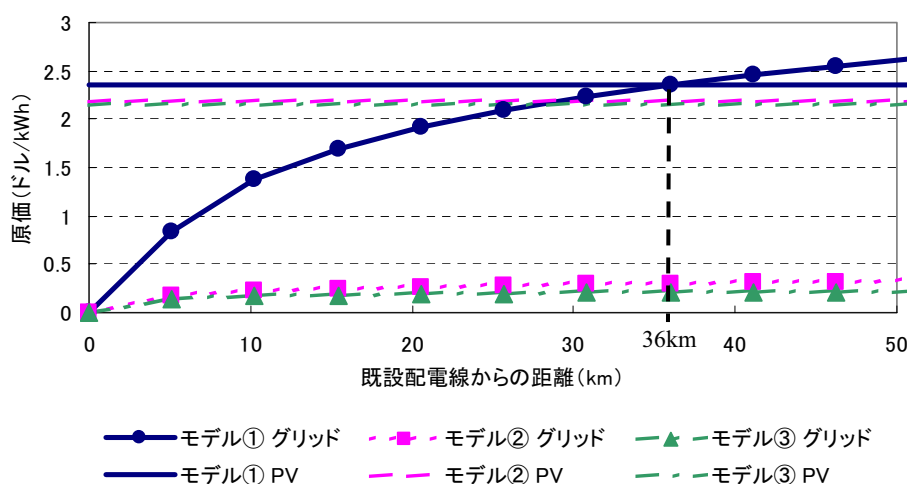


(出所) JICA 調査団

図 9：北部 3 州のオン・オフグリッド電化の原価（途中の村落を經由しない場合）

途中に存在する村落を全て電化する場合

途中に存在する村落を全て電化する場合（面的に全ての村落を電化する場合）の計算結果を図 10 に示す。ここで明らかなように、需要モデル②と③についてはオングリッドによる電化が優位である。また、需要モデル①についても電化コストは高くなるが、36km まではオングリッドによる電化が好ましいという結果になった。



(出所) JICA 調査団

図 10：北部 3 州のオン・オフグリッド電化の原価（面的に村落を電化する場合）

3.4 オフグリッド PV 電化の地域選定基準の考え方

オフグリッド PV 電化地域の選定基準策定にあたっては、まずオングリッドとオフグリッドの地域選定を明確にしなければならない。その際に最も重要な要素は、オフグリッド PV 電化とオングリッド電化のコスト比較であり、当然、オングリッド電化にコスト優位性のない地域をオフグリッド電化とすべきである。今後も SHEP の下で引き続きオングリッド電化が進められていけば、最低限 MOE 内部で情報を共有し、境界点をはっきりさせる必要がある。

このようにしてオフグリッド PV による電化を決めた地域については、今度は対象地域ごとに優先順位付けを行わなければならない。ここで考慮すべき項目を表 7 に示した。

優先順位の決定にあたっては、まず公共施設の電化を重視し、高い重み付けを行う。一方、民生部門については、社会経済活動の活発さを示す指標として人口に着目して、同様に重み付けを行う。

参考として公共施設と人口の数に対する重みの合計点が 100 となるような配分の例を表 8 に示した。ここでは公共部門の重みを 70%、民生部門の重みを 30%としている。

表 7：地域選定基準で考慮すべき項目

	項目	備考
技術的側面	グリッド電化が不可能な地域	・ 離島など
	政策／技術的な判断	・ 10 年以上 SHEP が到達しない地域
	グリッド電化とのコスト比較	・ 既設配電線からの距離
社会経済的側面	公共施設の数	・ 医療施設、教育施設など ・ 施設などの重要度に応じて重みを決定
	人口（家屋数、商業施設数）	・ 人口が経済活動の指標となる

(出所) JICA 調査団

表 8：地域選定基準のスコアシート（案）

公共施設数 (70点)	保健施設	クリニック	ヘルスセンター	CHIPS コンパウンド	
	*30点	30点	30点	15点	
	教育施設	中学校	小学校		
	30点	30点	-		
	警察 国境事務所	警察 国境事務所			
10点	10点				
人口 (家屋数) (30点)	人口	5,000人以上	2,000人～ 5,000人	1,000人～ 2,000人	～ 1,000人
	30点	30点	20点	10点	5点
トータル100点					

* 最大30点とする。

(出所) JICA 調査団

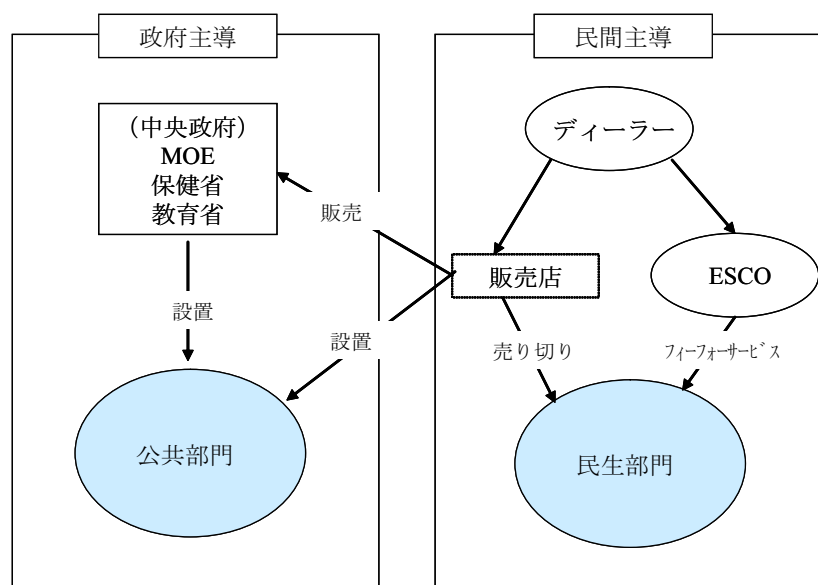
3.5 オフグリッド PV 電化プログラムの考え方

3.5.1 電化ターゲットの峻別（公共部門と民生部門の明確な分離）

PV 電化プログラムの実施にあたって、政府の限られた原資を有効に使うためには、電化ターゲットを公共部門と民生部門の二つを明確に分ける必要がある。公共部門については政府の責任の下で電化を進め、民生部門については市場を活性化させてディーラーなどの民間活力を利用することが好ましい。

現在のガーナ政府には財政負担能力にきわめて限りがあり、その限られた原資を効果的に投入することを目指さなければならない。この点で、政府が実施する PV プロジェクトは公共施設に限定する必要がある。逆に公共施設であれば、基礎的なインフラの整備という理由により、その支出も正当化できる。加えて、このような公共施設については、施設を所有する官庁がその予算内で PV システムの維持費の支払いに責任を持つならば、少なくとも当該 PV システムの継続的な維持管理は保証される。

しかし、民生部門（家庭用と商業用）については、政府が現在の乏しい税源を投入して積極的に PV システムを導入することには疑問がある。政府にコストを負担するための財源がない以上、受益者負担の原則を適用することが必要である。また、政府の乏しい財政考えれば、当面、その資金は公共部門に集中的に投入せざるを得ない。



(出所) JICA 調査団

図 11：公共部門と民生部門とで電化ターゲットの分離

3.5.2 PV 電化を進めるためのビジネスモデル

事業を安定的に継続するためには事業コスト（投資費用と O&M 費用）の回収が前提となるが、すでに繰り返し述べたように、RESPRO の経験が示すようにフィーフォースサービス方式による PV 電化は、資金の回収という点で運営が非常に難しい。フィーフォースサービス方式は、電力会社がグリッドの延長が実現するまでの「つなぎの対策」として、電気事業の総収入の中で維持するか、

あるいは公的資金を事業者に継続して投入し続けられない限り、運営は不可能である。

このような点から、民生部門については、政府は民間の事業活動を支援し、PV市場を拡大することの方がより現実的かつ健全な対応である。

系統電力に比べてPVシステムの出力は限られており、両者を単純に比較すれば利用者から不満が出ることは明らかである。それゆえに、過去のPVプロジェクトでは、ドナーの無償資金を使ってSHSを各家庭に設置したものの、需要家のコスト負担と満足度の間に乖離が発生し、需要家が支払いを止め、資金回収が出来なくなった結果、故障したシステムが修理されないまま放置されるというケースが出ている。

受益者のオーナーシップが確実に担保され、かつコストと便益を十分納得した上で、自らの負担でPVシステムの利用を判断することが重要である。このことから、民生部門でのSHSの拡大は市場にゆだねることが望ましい。

もしこのような買い手と売り手との間の規律が保たれないまま政府資金でPVシステムを設置してゆけば、受益者の支払いの滞りや設備の放置が起きることは過去の事例が示している。PVシステムのオーナーシップが不明確なまま民生部門にシステムを導入しても、政府が恒久的に補助金を投入し続けられない限り、システムの維持と普及拡大は望めない。

SHSの販売方法については、基本的に各ディーラーが判断する問題であるが、割賦方式あるいは個人を対象とした直接融資を使うことは、過去のプロジェクトの経験、例えば、DANIDAプロジェクトの結果から明らかのように、個人ローンの回収はかなり難しい。このため、売り切り方式が原則となる。

もう一つの大きな課題は、民生部門でSHSを自らの負担で購入することができる受益者はまだ数が限られる点である。社会経済調査の結果と需要想定を検討結果から分かるように、住民のコスト負担能力はSHSの価格に比べて低い。また、多くの住民の電気に対するニーズは電灯とラジオの利用が中心である。このようなコスト負担と電気の需要規模に限界があることから、これまでのようなSHSの導入だけを手段とするのではなく、電化手段のダウンサイジング、すなわちBCSの導入を並行して進めることがより現実的な対応である。

SHSの導入拡大と同様に、このBCS事業の運営についても、民間が主体的となって進めるべきである。北部地域には、大手のPVディーラーの傘下にある個人のPV設置事業者、販売事業者が事業を開始しており、さらに過去の政府のPVプロジェクトに従事した者がPV事業を興そうという動きもある。このような民間の動きを有効に活用し、発展させていくことが非常に重要である。さらにPVに関連する事業者ばかりでなく、村落内で石油製品を販売している者がエネルギー販売事業の拡大を意図してSHSを購入し、これを使ってBCS事業を開始することも可能である。

4. 提言

北部 3 州のオフグリッド電化を推進するためには、これまで述べてきた様々な課題を解決することが必要である。とりわけ、政府資金で全てのオフグリッド PV 電化を進めることが現実問題として不可能である以上、政府は PV 市場を活性化し、民間と手をつないで電化の推進を進めることが不可欠である。

このような考え方に立って、本調査では以下の提言を行う。

4.1 官民の役割の明確化

政府の第一の役割は、オフグリッド電化について明確な政策を示し、本調査をベースとした電化プログラムを策定することである。

第二は、政府は電化プログラムの中で公共部門を対象とした PV プロジェクトを実施することであり、その調達や設置の機会を通して、民間の PV ディーラーや設置業者の育成を図る。

第三には、政府は PV 産業の育成を図るための制度整備が求められる。具体的には、技術基準や設置基準の設置、技術者の育成、品質管理のための制度、機器類の試験設備の拡充などがあげられる。また、利用者に対する PV 利用に関する理解の向上と啓発活動も併せて進めなければならない。

他方、民間の役割は、政府の施策と連係して、PV 市場を拡大することである。依然として、政府が実施する公共施設への PV 設置プログラムは大きな市場である。この政府調達の機会を利用して、地域での O&M サービス体制の確立を図り、そのネットワークを通して同時に民生用の PV 市場を開拓することは是非とも必要である。

加えて、政府が進める PV 産業育成のための制度作り、さらには大学や技術専門学校と協調して、品質保証制度、民間ベースの技術者育成、試験センターの設置などで官民の協力体制を作ることも必要である。

このような業界の品質保証、政府との協力を進めるためにも、PV 業界としてまとまる時期に入っている。

4.2 SHEP との整合性のあるオフグリッド PV 電化プログラムの立案

政府の役割の第一にあげたように、MOE は今後オングリッド電化とのコスト比較に基づく地域選定基準に従って、オフグリッド PV 電化プログラムを策定しなければならない。北部地域には、数千の村落が未電化のまま残されており、これらを全て電化するためには、最小のコストで最大の効果を上げることを重視しなければならない。

そのためには、地方電化の柱である SHEP とオフグリッド PV 電化計画との間の整合性を取ることが大前提であり、MOE の電化ユニットにおいて、SHEP の年次計画とオフグリッド PV 電化計画を一元的に管理する必要がある。また、地方電化コストの最適化を図り、地方電化に伴う電化事業者の負担を少しでも軽減するためには、グリッド電化計画自体の見直しの是非を検討する必要がある。

4.3 RESPRO 事業の立て直し

フィーフォーサービスに基づいた RESPRO の事業の将来性には、期待が持たなくなっている。このため、RESPRO の事業内容を根本的に見直し、将来の展望が開けるような事業の再構築が必要となっている。今後、RESPRO はこれまでのフィーフォーサービス方式の事業の継続から脱却し、事業を縮小することが必要である。

具体的には、現在所有する資産（SHS）を第三者に移転し、バランスシートを小さくした後、契約ベースでの設備設置や維持管理に特化した競争力のある分野に力を集中することが望ましい。

RESPRO がフィーフォーサービス事業を終了するに当たっては、GEF の資金で設置した SHS 資産の処理と既存のユーザーへの対応が必要である。当然、RESPRO から資産を受け継ぐ者は、ユーザーへの対応と資産の運用に責任を負う。この点で、資産を移転する先は、少なくとも 2,000 基に及ぶ SHS を運用するだけの財務基盤と組織体制を備えている必要がある。

その候補としては、とりあえず地元の村落議会³⁰と配電会社である NED の二つが考えられる。

しかし、前者の村落議会については、地元による設備の運営という面では望ましいように見えるが、組織体制、あるいは今後も必要となる O&M コストの捻出という点で問題が多い。DANIDA プロジェクトの教訓から見ても、組織として力の弱い村落議会に資産を移転しても、維持できないまま放置される可能性は高い。

他方、後者の NED については、配電会社として技術者を含めて強い組織力を持っており、地方の拠点もある。さらに、NED への既設 SHS の移転には次のような利点がある。

第一に、SHS はグリッド電化の補完という位置づけがあるものの、グリッド電化を行う SHEP が事業の継続性で問題を抱えており、そのあおりを受けて SHS 電化プロジェクトの実施に障害が出ている。もし、NED が RESPRO に代わって既存の SHS を所有するならば、グリッド電化の推進状況に応じて、NED が「つなぎの電化対策」として既存 SHS 設備を次の未電化地点に移設しつつ PV 電化を展開することが可能である。

RESPRO がこれまでに設置した 2,000 基ほどの SHS のうち半数は、配電線が到達したことにより移転が必要となっている。このような状況を解決するためにも、NED が SHEP の進捗に応じて移転先を決めることは合理的な判断となる。

第二に NED が SHS の所有者となるならば、フィーフォーサービスの最大の課題である SHS へのライフライン料金の適用についても理由が成り立つ。SHS の利用は、NED が行う需要家への電力供給サービスの一環としてグリッドが届くまでの暫定的な措置であるとするならば、配電線による電力供給と同じ料金体系とすることは可能である。これは、ある意味で NED の電気料金体系の中での内部補助³¹を発生させるが、そもそもライフライン料金の設定自体に課題があり、料金体系全体の中で解決すべき問題であろう。

第三に、NED にとって SHEP による配電線の延長は財務上大きな負担となっており、これが事業の赤字を累積させる原因を作っている。電化方法の選択肢の一つとして PV オフグリッド電化を加えることで、無理な配電線の延長計画の実施を遅らせ、地方電化に要する投資金額の削減を図り、財務の健全化を進めることも必要であろう。

なお、資産の移転に際しては、今後の O&M にコストがかかることを考えれば、移転価格をき

³⁰ Community Assembly

³¹ Cross-subsidy

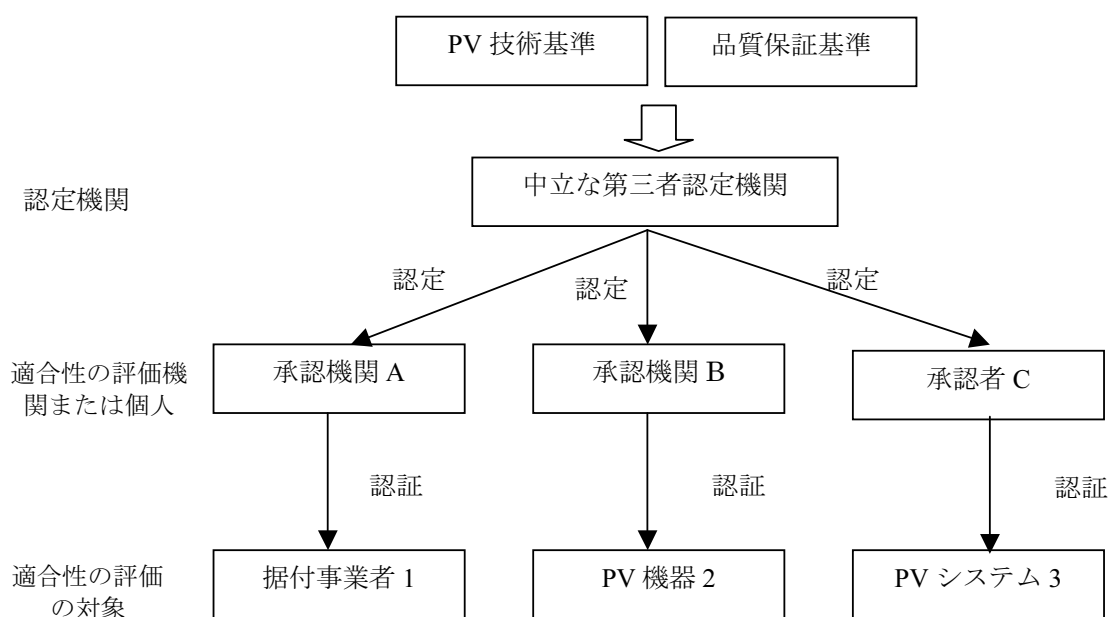
わめて低くしない限り、資産を継承する者にとってインセンティブとはならない。RESPRO の既存設備は GEF の資金で設置されていることから、RESPRO にとって実際の負債は残っていないので、将来かかる O&M コストと相殺するという意味で例えば 1 セディといった価格付けも必要であろう。

4.4 PV 産業の育成と品質保証制度の確立

ガーナの PV 産業は未だ幼名期にあり、これから市場を開拓していかねばならない。そのような中で、消費者の信頼を損なうような低品質な PV 機器を市場に流通させることは、是非とも避けねばならない。これは消費者の利益を守るという点でも重要な課題である。

しかし、品質保証の考え方は標準化の中にあり、品質管理や品質保証は国の規定や規格に基づいて実施されるべきである。また、標準化の考えに従えば、PV の規格を決めるにあたっては、政府がそれを決めるのではなく、中立な第三機関が定めなければならない。もちろん、この第三機関を構成するメンバーの中には政府の関係省庁が参加するが、大学などの学術分野の代表、民間からも関連する企業の代表、そしてユーザーからの代表もその中に入らなければならない。

一方、品質保証制度の下では、品質保証を認証³²する組織または個人を認定する機関も政府ではなく第三者でなければならない。一般的な品質保証制度は図 12 のように構築されている。



(出所) JICA 調査団

図 12 : 品質保証制度の体系

ガーナでは、標準化は国の標準化庁³³の管轄であり、MOE とエネルギー委員会 (EC³⁴) がこの標準化庁と連携しながら、PV 産業の代表、大学などの学術機関などの関係者とともに PV の技術基準の設定を行い、品質保証制度をできる限り早く作り上げることが望まれる。

³² Accreditation

³³ National Standards Board

³⁴ Energy Commission

一方、品質保証の認証³⁵を与える機関（組織）または個人は、認定機関から認定を取得すれば、認証行為が可能となる。この認証組織は民間が設立してもよいし、大学などの研究機関が携わってもよい。さらには、民間と大学が連携して認証機関を設立することもあり得る。

4.5 政府規制のあり方

EC はすでに PV 産業に対する暫定的な免許制度³⁶ を作っており、大手 PV ディーラーの数社が免許を申請している。EC が免許制を導入しようとする理由は、まさに前述したように、市場に回る PV システムの品質を確保することで、PV に対する消費者の信頼が失われるといった事態を避けようとする点にある。

しかしその半面、余りにも厳しい規制は逆に市場の芽を摘んでしまうことにもなりかねない。とりわけ、地方で零細ながら PV 事業を興そうという者にとって、免許の取得はその費用負担を含めてそれほど簡単な話ではなく、関係者の間では、政府の過度な規制に対する懸念が出ている。

ひるがえって見れば、免許制度の導入は単なる規制の方法にすぎない。免許制度の妥当性を議論する上でむしろ重要なことは、どのようにして PV 産業に携わる企業や技術者の品質を保証するかである。これはまさに前述の標準化の流れに従った品質保証制度の導入を指すものであり、政府が PV 業界に何らかの形で規制の枠組みをはめるとしても、この品質保証制度を取り込んだ形でなければならない。当然のことながら、品質保証を取得した企業や個人は、免許あるいは登録の資格条件を備えていると考えるべきである。

政府が進める PV プロジェクトの実施に際して、品質が保証された企業だけを入札対象者と見なすという意味で PV ディーラーの登録制度は意味がある。ただし、その審査基準は、品質保証制度と整合したものでなければならない。

最も根本的な問題として、PV システムの据付や O&M を行う事業者を免許制度で管理することが果たして妥当なことであるかという疑問にも答えておく必要がある。PV ディーラーは電気事業者³⁷と異なり、市場で独占的な権限を与えられている訳ではなく、PV システムの販売に料金制度が適用されるわけでもない。あくまでも市場競争の中で価格を決定している。この点で、PV ディーラーの性格は、電気製品や自動車の販売と何ら変わりはない。

このような観点から、政府による免許制度の是非とその内容について再検討する必要がある。

4.6 政府プロジェクトを通じた市場の開拓

これまで、政府には PV プロジェクトに対する明確な資金源が確保されておらず、援助機関からの資金提供をベースに個別に実施してきたのが実態である。また、その内容もパイロットプロジェクトの実施など極めて限定的であった。これは、政府の PV 電化促進政策が明確でなかったことが大きな原因である。

今後も PV 電化に投入できる政府資金源に限られることは明らかであり、政府は公的資金を使って実施する PV プロジェクトの対象を公共施設に絞り込み、そのような公的なプロジェクトで

³⁵ Approval

³⁶ Provisional License Scheme

³⁷ Electric Utility

の調達を通して PV 市場の活性化を後押しするという立場を明確化すべきである。

そして、MOE はこのような戦略に基づいた長期 PV 電化プログラムを作成する必要がある。この電化プログラムの中で実施する PV プロジェクトについては、政府は品質保証制度の中で認定を受けた事業者に対して入札機会を与えることで、機器の調達や設置、維持管理などの市場を提供していくべきである。

なお、公共のプロジェクトといえども、設置後の維持管理体制が保証されるものでなければならぬ。MOE が実施する政府系施設への電化にあたっては、初期費用のみを電化資金から提供するとどめ、設置した PV 施設は所轄の省庁に移管すべきである。過去のパイロットプロジェクトにおいては、引渡し後の所有権が不明であったため、その後の維持管理が適切に行われず、設備が利用されないまま放置されるという事態が起きている。

このような事態を避けるためにも、以下のような点から、MOE は公共施設を所有する所轄の省庁が PV システムの維持管理に責任を持つことを確認した上でプロジェクトを実施すべきである。

- 維持管理予算の確保
- 設置業者もしくは他の認証事業者との維持管理契約の締結
- 施設内の管理責任者の指定（ユーザートレーニングを受講済みであることが条件となる。）
- 地方機関や中央政府との連絡体制の構築

4.7 資金の動員

PV 電化を進めるための資金動員は、政府にとって大きな課題である。これまでのように、資金のほとんどを援助機関に依存するだけでは、持続可能な電化プログラムの推進は望めない。

MOE 自前の電化資金の不足は深刻な問題である。kWh あたり 1.7 セディの地方電化基金³⁸、そして石油製品 1 リットルあたり 5 セディのエネルギー基金により集められる税収は十分ではない。課税額は約 10 年前に定められたままであり、その後、引き上げられていない。急激なインフレや為替通貨下落によって、その価値は当初の約 5% 以下にまで目減りしている。現在は、地方電化基金とエネルギー基金それぞれが 30~50 億セディ、つまり合計で年間 60~100 万ドル程度にしかない。

一方、MOE によれば、学校、医療施設、警察などの主な公共施設の PV 電化コストは約 2,000 万ドルに及び、調査団の試算では北部 3 州の未電化公共施設のだけの PV 電化でも約 500 万ドルもの初期費用がかかる。

これらの電化資金を確保するためには、その一助として地方電化基金やエネルギー基金を増額することを考えるべきであろう。これらの資金は、電気料金や石油価格コストが 1998 年から 10 倍にも上昇しているにもかかわらず、課税額はまったく変わっていない。電気料金に合わせて同じ比率で課税額が上昇したとすれば、これらの基金に入る金額も 10 倍となり、毎年 600~1,000 万ドル程度の資金が確保できる。この基金は他にも用途があるため、このすべてを PV 電化のために使うことはできないが、長期にわたる PV 電化プログラムを進める資金として重要な資金源の一つとなる。

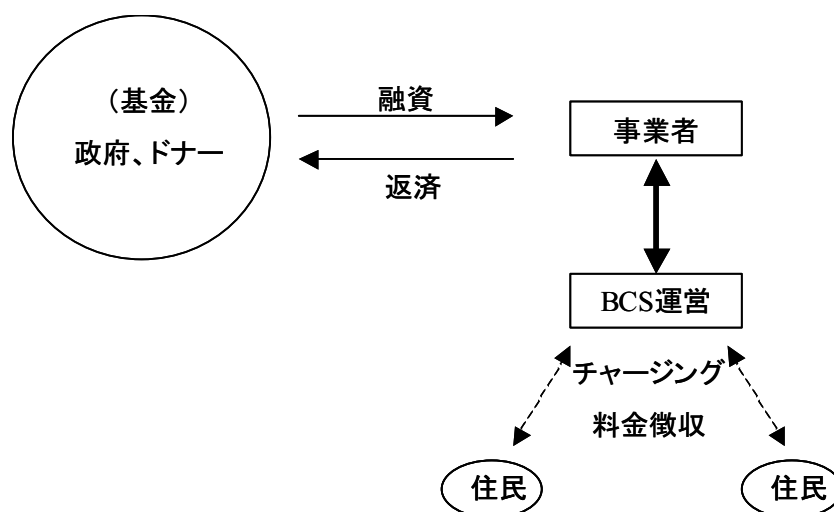
一方、民営部門の PV 電化に対する間接的な資金対策も必要である。とはいうものの、家屋や

³⁸ Rural Electrification Fund

商店などの民間施設に対する補助金の導入やマイクロクレジットのようなローンの提供については、資金の目処が付かないこと、またシステムを手にした需要家のオーナーシップの欠如が原因となる過去の失敗事例からみて、現実的とは思えない。

しかし、ディーラーや非政府組織（NGO³⁹）などの事業者に対する少額・低利の融資であれば、事業者と与信能力⁴⁰は個人より高く、検討に値する。例えば、田舎に設置する BCS 事業者に対して低利で事業資金を貸し出し、数年以内に資金を回収して再び基金に戻し、その基金で新たな事業者に貸し付けるといった回転資金（リボルビングファンド）のメカニズムの導入は可能であろう。この場合、500W のシステムで 3,000～4,000 ドル程度の貸し出しとなる。

ただし、回収できなかった場合は、契約の規律を守るためにシステム（現物）で資金を返却させるという条項を入れることも考慮する必要があるだろう。



(出所) JICA 調査団

図 13： PV におけるリボルビングファンドの概念

4.8 公共サービス向上のための社会開発プロジェクトとの連携

オフグリッド PV 電化については、それ自体が最終目標ではなく、教育や医療水準向上あるいは安全な水供給など、基礎的な社会インフラの手段として用いられるべきである。例えば医療施設の場合、医療機器の充実や井戸の整備などとともに電化がプログラムの中に組み込まれており、これは MOE の資金ではなく、保健省の自己資金やドナーの資金により予算化され、実行されている。

また、これ以外にも小規模灌漑などの分野で PV システム導入を行う可能性もあるため、電化の推進に責任を持つ MOE は、他省庁に対して定期的に MOE 独自の電化プログラム（SHEP）および PV に関する情報提供を行うとともに、彼らが計画する電化プログラムの動向を把握し、効率的な電化計画を策定すべきである。

³⁹ Non Governmental Organization

⁴⁰ Creditworthiness

4.9 情報普及のための体制作り

オングリッドの電化に対して、遠隔農村部での PV 電化の目的や知識は著しく不足している。また、PV 電化の対象とされた住民がオングリッド電化から見放されたと感じている例も数多く見られる。このため、PV 電化の目的がオングリッド電化の実施が当面難しい地域における有効な電化手段であること、さらには照明程度の電化であっても教育や医療の向上につながるといった効用のあることを積極的にアピールする必要がある。

MOE 独自の取組みとして、地方において PV システムにテレビやラジオなどを組み合わせたデモンストレーションを実施したり、テレビやラジオといったメディアを通じた情報の普及活動を行うことが考えられる。しかし、これだけでは北部遠隔農村部に PV 電化の情報を広く普及させるためには十分であるとは言えない。住民レベルで知識や情報を普及させるためには、村落ベースでの活動が必要であり、上記の社会開発セクターとの連携が有効である。

例えば学校や医療施設において、住民や生徒への説明会を開催してもらう、あるいは PV 電化の効用を示すポスターを貼るといった活動を通じて、PV への正しい知識を普及させることも可能である。

4.10 民間が行うべきマーケット整備

すでに幾つかの PV ディーラーや設置業者などが育成されてきているが、ガーナの PV 産業は依然未成熟である。本調査で実施したステークホルダー会議の場において、個別の会社の利益に基づく発言は見られるが、産業として統一した意見が出せるほどの組織化はなされていない。

組織化のための手始めとして、PV の品質を確保するための技術基準や設置基準など、システムの規格作りのために必要な業界窓口（業界団体）を早急に立ち上げる必要がある。事業者は、すでに様々なシステムを市場に導入しているので、もしそれらが社会的に認知された技術として承認されるならば、それが事実上の基準⁴¹となる。

また、設計・設置・維持管理あるいは機器類の認証制度を実施するにあたって、産業としてまとまった業界団体を整備しておくことは必要不可欠である。

さらに、上記政府が行う啓蒙活動の実施にあたって、このような業界団体は大きな役割を持つ。政府が行うメディアやポスターなどを通じた啓蒙活動に際して、その中で同時に業界団体の連絡先も知らせることができるならば、MOE とともに、この業界団体は将来のユーザーに対する窓口となることができる⁴²。

なお、PV の品質を保証するという観点からも、業界団体への参加企業は認証を受けた（受ける意志のある）事業者のみとすることが好ましい。

4.11 ローカルマーケットの整備

村落経済社会の調査の結果を見ても分かるように、北部地域の村落における商業施設や家屋は地理的に分散しており、住民は SHS などの高価な PV システムを大量に購入するほどの資金を有

⁴¹ Defact standards

⁴² マラウイでは、業界団体 REIAMA (Renewable Energy Industry Association in Malawi) を立ち上げ、政府から若干の補助金を受けてステークホルダー会議に参加するとともに、啓蒙活動を行っている。

するわけでもない。加えて、PV 自体の出力に限界があるため、PV で電化されたからといって、村落の経済状況が急激に改善されるわけではない。

このような障害が多くある中で、民生部門（商店や家屋）を対象に PV を普及させるためには、事業者は料金徴収や維持管理のコストを極力下げなければ、事業として成立させることはなかなか難しい。

問題を解決するための一例として、集金に係るコストを軽減については、ガソリンスタンドなどのローカル事業者が BCS の運営や SHS の集金業務を請け負わせることが考えられる⁴³。遠隔農村部に設置する BCS の場合、せいぜい数百 W 程度の小型のものになると想定されるため、ガソリンスタンドなどに併設することは可能である。

また、RESPRO 型のフィーフォースービスについても、ローカル事業者がユーザーから料金を徴収し、フィーフォースービスの実施主体はローカル事業者が集金した料金を回収する。特別なメンテナンス作業、あるいは料金不払ユーザーからのシステムの取り上げといった限定的な業務のみについて、事業者が直接手を下すことで、運営費を低く抑えることができる。

このような集金作業を村落で代行するというのも選択肢としてあるが、ガーナの村落の場合、血縁関係などにより身内から料金を徴収することの難しさもあり、あまり現実的と思えない。

4.12 MOE の実施体制について

提言の第一と第二で述べたように、MOE は、今後、オングリッド計画と整合性のある形で PV 電化プログラムを作っていかなければならない。また、技術基準作りでは EC や民間企業との協力も必要である。

しかし、現状では、PV 電化を推進するための MOE の組織体制はきわめて弱いものと言わざるを得ない。これまで RESPRO を統括してきた再生可能エネルギー局長⁴⁴は、PV 電化の推進で重要な立場にあるが、RESPRO の職員は全てタマレにおり、MOE 本省には直接の部下がいない。他方、MOE 本省の再生エネルギーユニット⁴⁵は、電力局長⁴⁶の下にあり、MOE の中で二つの組織が PV 電化に係わるという体制になっている。加えて、再生エネルギーユニットの職員は僅か二人のすぎず、オングリッド電化に比べ、明らかに人員の配置は少ない。

今後のオフグリッド PV 電化プログラムの立案にあたっては、SHEP と一体化した検討が必要であり、MOE 内での組織の一体化と体制の強化は不可欠である。

⁴³ Upper West 州の Pusiga において設置されている BCS（設備容量 500W）は、RESPRO が民間に運営を委託し、一定の月額をその民間事業者から受け取る方式で事業を円滑に行っている。

⁴⁴ Director of Renewable Energy

⁴⁵ Renewable Energy Unit

⁴⁶ Director of Power

5. オフグリッド PV 電化促進に係わる JICA のさらなる貢献について

本調査において調査団が提言したように、オフグリッド PV 電化の推進については、基本的なところでいくつかの問題を抱えているが、それが理由となってガーナにおける地方電化の促進が遅れることにはならない。

地方電化の重要性については、ドナーである JICA としても十分理解している。ガーナ政府として、今後、オングリッドとオフグリッド電化計画の整合性を取った地方電化計画の推進について明確な政策を打ち出し、かつ PV 電化については、MOE が公共部門に絞ったプロジェクトの実施と、民生部門における民間の PV 事業者のための市場環境整備に力を入れるという条件が満足されるのであれば、JICA としては次のようなさらなる支援を提供することが可能である。

5.1 オフグリッド PV 電化のための政策支援

長期専門家（政策アドバイザー）の派遣を通して、ガーナ政府の地方電化政策および地方電化プログラム策定を支援する。

- (1) オングリッドおよびオフグリッド電化の両方を踏まえた総合的な地方電化政策の立案。
- (2) オングリッド電化とそれを補完するオフグリッド電化の明確な区分と、そのような区分に基づいた年次計画として整合性を持った地方電化プログラムの策定
- (3) PV 電化プログラムの策定
 - PV 電化のための地域選定基準の策定：
 - － 開発調査の提言に基づいた地域選定基準を策定する。
 - 中・長期的な PV 電化プログラム策定：
 - － 政府が実施する公共施設の電化と民間が主体となって実施する商業施設・家屋の電化を明確に区分けした PV 電化プログラムの策定
 - PV 電化プログラムの実施にあたっての省庁連絡会議の実施：
 - － 各省庁が進める PV 電化プログラムの間の調整を行う。
 - － 公共プロジェクトにおける PV 設備の維持管理体制について確認を行う。
 - PV 電化パイロットプロジェクト候補の選定：
 - － 社会経済開発の下支えを目的とした PV パイロットプロジェクト候補を選定する。

5.2 PV 技術普及のための技術協力

上述の長期専門家と協力する形で短期専門家を派遣し、以下の分野で PV 技術普及のための支援を行う。

- (1) 本調査で提言した PV 品質保証のための制度設計および制度の確立
 - PV に係わるステークホルダー（政府関係者、PV 事業者、NGO、研究機関など）を集め、

品質保証制度の策定のため基本合意の形成を図り、かつ制度を設計する。

(2) 本調査で原案に基づいた技術基準および設置基準の策定

- ステークホルダーとの協議を通じた技術基準を策定する。
- この作業には、ガーナ標準化局（GSB）⁴⁷との連携が必要となる。

(3) PV 試験センターの整備

- 試験項目の検討、機材の供与および適切な使用方法の整備を行う。
- センター設置場所の候補としては、大学や地方のポリテクニクを想定する。

(4) 研修制度の整備

- 上記 PV 試験センターを利用した研修プログラムの策定、あるいは研修を実施するその他の実施機関との調整を行う。

(5) PV セミナーの実施

- PV の設計・設置・検査・維持管理に関する PV セミナーを実施する。

5.3 PV パイロットプロジェクトによる公共施設の電化

(1) MOE と保健省ならびに教育省との連携により、公共施設への PV 設備を設置するとともに、その後の維持管理体制を確立し、持続可能な PV 普及モデルの確立を図る。

- 設置対象については、中学校、医療施設（病院、診療所など）が想定される。
- 設置する SHS については、JICA より無償提供することを想定する。
- 維持管理体制を強化するために、公共施設に設置した SHS については、PV ディーラーとの間の維持管理契約の確認、ユーザートレーニングによる維持管理体制の構築を図る。

(1) 農村部における社会経済開発を目的とした、PV パイロットプロジェクトの立案と実施を行う。

- PV は出力が小さく、動力用電源としての使うことが難しいため、対象は井戸水のくみ上げなどに限定される。

5.4 民生部門を対象にした民間事業者のビジネスモデルの構築

家屋や商業施設の PV 電化を推進するために、リボルビングファンドを活用した BCS 運営を含めたビジネスモデルを構築する。

⁴⁷ Ghana Standard Board