

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
(テクニカルバックグラウンドレポート)

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

第1章 序論

1. 1 調査の背景と目的	1-1
1. 1. 1 本件調査に至るまでの経緯	1-1
1. 1. 2 本件調査の目的	1-2
1. 1. 3 調査対象地域	1-2
1. 1. 4 カウンターパート機関	1-2
1. 2 調査団の構成	1-2
1. 3 全体調査業務とスケジュール	1-3
1. 3. 1 全体調査業務	1-3
1. 3. 2 全体調査スケジュール	1-5
1. 4 調査グループの編成	1-5

第2章 電力セクターの法制度的枠組み

2. 1 電力セクターの構造	2-1
2. 1. 1 EC	2-1
2. 1. 2 PURC	2-2
2. 1. 3 VRA	2-2
2. 1. 4 ECG	2-3
2. 1. 5 NED	2-4
2. 2 電力政策	2-5
2. 2. 1 貧困削減	2-5
2. 2. 2 政策の枠組み	2-6
2. 2. 3 構造改革	2-8
2. 2. 4 電化資金	2-9
2. 2. 5 電化およびPVに関する環境配慮	2-9
2. 3 エネルギー価格と電気料金制度および市場価格	2-10
2. 3. 1 エネルギー価格	2-10
2. 3. 2 電力料金制度	2-12
2. 3. 3 NEDの財務状況	2-13
2. 3. 4 ECGの財務状況	2-18
2. 3. 5 地方電化におけるO&Mコスト	2-19

第3章 オングリッドとオフグリッドによる地方電化プログラム

3. 1 オングリッド電化	3-1
3. 1. 1 NES、SHEPの制度政策的な検討	3-1

3. 1. 2	NES、SHEPの技術的検討	3-3
3. 2	オフグリッドPV電化	3-5
3. 2. 1	オフグリッドPV電化関連政策および制度	3-5
3. 2. 2	過去のPVプロジェクトのレビュー	3-8
3. 2. 3	過去のPVプロジェクトにおける問題点のまとめ	3-14
3. 2. 4	オフグリッドPV電化の技術的検討	3-16

第4章 村落社会経済の現状

4. 1	村落社会経済調査の目的	4-1
4. 2	村落社会経済調査の方法	4-2
4. 2. 1	2次データの収集・分析	4-2
4. 2. 2	サンプル調査の実施	4-2
4. 3	村落社会経済調査の分析結果	4-10
4. 3. 1	電化は本当に必要なのか（妥当性）	4-11
4. 3. 2	どのような電化システム・規模が適当であるのか（有効性）	4-18
4. 3. 3	電化によってどのようなインパクトがもたらされるのか（インパクト）	4-21
4. 3. 4	電化システムの利用に対する支払いや維持管理体制に問題はないか（持続性・自立発展性）	4-21

第5章 オフグリッドPV地方電化計画

5. 1	再生可能エネルギーポテンシャル	5-1
5. 1. 1	太陽光ポテンシャル	5-1
5. 1. 2	小水力ポテンシャル	5-4
5. 1. 3	風力、バイオマスポテンシャル	5-7
5. 2	PV電化のニーズおよび役割の明確化	5-13
5. 2. 1	地方電化が貧困削減に果たす役割の確認	5-13
5. 2. 2	オングリッドとオフグリッドPVの品質や容量の違いに対する配慮	5-14
5. 2. 3	北部地域におけるPV電化ニーズの整理・分析	5-14
5. 3	電力需要想定	5-15
5. 3. 1	電力需要想定の方法および手法	5-15
5. 3. 2	電力需要想定の方法および手順	5-16
5. 3. 3	電力需要想定の実施（PV電化）	5-17
5. 3. 4	電力需要想定の実施（グリッド電化）	5-22
5. 3. 5	人口統計からの算出手法	5-27
5. 3. 6	需要想定結果のまとめ	5-31
5. 4	オングリッド・オフグリッドの棲み分け	5-32
5. 4. 1	オングリッドからのアプローチ	5-32
5. 4. 2	オフグリッドからのアプローチ	5-38
5. 4. 3	コスト分析による棲み分け	5-47

5. 5	地域選定基準	5-49
5. 5. 1	過去の PV プロジェクトにおける地域選定基準	5-49
5. 5. 2	ガーナ北部におけるオフグリッド PV 電化地域選定基準	5-49
5. 6	PV 普及のためのビジネスモデル	5-50
5. 6. 1	過去の PV プロジェクトにおける課題の抽出および分析	5-50
5. 6. 2	課題改善のために関係者が考慮すべき事項	5-53
5. 6. 3	オフグリッド PV 電化におけるビジネスモデルの提案	5-55
5. 6. 4	北部地域村落の社会経済状況に応じた電化モデルの提案	5-55
5. 7	オフグリッド PV 電化普及のための政府と民間の役割	5-56
5. 7. 1	政府の役割	5-57
5. 7. 2	民間の役割	5-57
5. 8	オフグリッド PV 電化プログラムの考え方	5-58
5. 9	PV 普及のためのインセンティブ対策の検討	5-58
5. 9. 1	制度面からの市場環境の整備	5-58
5. 9. 2	エネルギー価格や料金設定による経済的インセンティブ対策の検討	5-59

第6章 アクションプラン

6. 1	RESPRO の立て直し	6-1
6. 1. 1	RESPRO の抱える問題	6-1
6. 1. 2	事業内容の縮小と既存 SHS 資産の処理	6-1
6. 1. 3	RESPRO の新たなビジネス・モデル	6-3
6. 2	品質保証体制の確立	6-4
6. 2. 1	市場の信頼を得るための品質保証体制のあり方	6-4
6. 2. 2	人材育成と試験設備の整備	6-5
6. 2. 3	政府規制のあり方	6-5
6. 3	PV システムの技術力向上（技術基準、試験センター、トレーニング）	6-6
6. 3. 1	技術基準・設置基準およびエンドユーザーマニュアル	6-6
6. 3. 2	試験センター、トレーニングセンター	6-7
6. 4	制度整備を通じた PV 産業の促進施策	6-11
6. 4. 1	政府が行うべきマーケット整備	6-11
6. 4. 2	民間が行うべきマーケット整備	6-14
6. 4. 3	ローカルマーケットの整備	6-14
6. 5	使用済みバッテリーの処理、リサイクルシステムの改善	6-15
6. 5. 1	使用済みバッテリーの処理、リサイクルの現状	6-15
6. 5. 2	バッテリー処理、リサイクルシステムの改善案	6-17

第7章 GIS/データベースの整備

7. 1	GIS/データベースの必要性	7-1
7. 2	ガーナにおける GIS 開発状況	7-1

7. 3 GIS/データベースの構築	7-3
7. 3. 1 GIS/データベースに必要な情報	7-3
7. 3. 2 GIS/データベースの構成	7-4
7. 4 作成された GIS/データベースの構成	7-4
7. 4. 1 基本構成	7-4
7. 4. 2 Access と Arcview の関係	7-8
7. 5 GIS/データベースに関する技術移転	7-9
7. 6 GIS/データベースの維持・管理体制について	7-9

付属資料

1. 村落社会経済調査調査票

- a) Community Profiles
- b) Households Questionnaire
- c) Commercial, Public and Social Facilities Questionnaire
- d) Focus Group Discussion Guide

2. 技術基準・設置基準

- a) Technical Standard for Off-grid Photovoltaic Systems (Draft)
- b) Code of Practice for Off-grid Photovoltaic Systems (Draft)

図表目次

<表>

第1章

表 1.2.1	調査団の構成.....	1-2
表 1.4.1	調査グループと主な活動内容.....	1-6

第2章

表 2.1.1	ガーナの発電設備容量（2004年現在）.....	2-3
表 2.1.2	ECGの売買電力量とシステム損失.....	2-4
表 2.1.3	ECGの需要家戸数.....	2-4
表 2.1.4	NEDの事業状況.....	2-5
表 2.2.1	エネルギー政策の枠組み（電力部門に係わるもののみ抜粋）.....	2-6
表 2.3.1	2004年5月の電力料金.....	2-13
表 2.3.2	VRA-NED損益計算書.....	2-14
表 2.3.3	VRA-NEDバランスシート.....	2-16
表 2.3.4	VRA-NEDキャッシュフロー.....	2-18
表 2.3.5	RESPROの収入と支出のバランス.....	2-20

第3章

表 3.1.1	2000年12月現在のNESの達成状況.....	3-2
表 3.1.2	配電設備の主要な技術基準.....	3-4
表 3.1.3	プロジェクト内容.....	3-4
表 3.1.4	SHEPの状況.....	3-5
表 3.2.1	ガーナにおけるオフグリッド電化の関係政策・法令.....	3-6
表 3.2.2	現在行われているPV技術者へのトレーニング.....	3-8
表 3.2.3	RESPROによって設置されたPVシステム.....	3-9
表 3.2.4	スペインプロジェクトで設置されたシステム.....	3-13
表 3.2.5	現地調査を行ったPV電化地点.....	3-14
表 3.2.6	過去のPVプロジェクトの問題点の整理.....	3-15
表 3.2.7	ガーナにおけるPV設置数（2003年現在）.....	3-16
表 3.2.8	機材仕様の例.....	3-17
表 3.2.9	PV業者一覧.....	3-18
表 3.2.10	Design parameter（RESRO and BEST Solar）.....	3-20
表 3.2.11	推奨する設計条件（for off-grid PV system）.....	3-21
表 3.2.12	地域別月平均日射量（日射時間）の例.....	3-22
表 3.2.13	電気需要.....	3-22

第4章

表 4.2.1	村落社会経済状況を示す各種調査文献	4-2
表 4.2.2	サンプル調査の目的・対象・調査項目	4-3
表 4.2.3	Northern 州調査対象村落	4-6
表 4.2.4	Upper East 州調査対象村落	4-8
表 4.2.5	Upper West 州調査対象村落	4-9
表 4.3.1	質問票調査の回答者数	4-11
表 4.3.2	フォーカスグループディスカッション (FGD) の対象村落	4-11
表 4.3.3	北部3州における公共施設 (教育、医療) の電化状況	4-17
表 4.3.4	電化製品の使用状況	4-19
表 4.3.5	人々が好む電化システム	4-20
表 4.3.6	電化の負の影響ならびに懸案事項について	4-21
表 4.3.7	一般家庭におけるエネルギー支出	4-22
表 4.3.8	一般家庭におけるエネルギー支出 (詳細版)	4-23
表 4.3.9	一般家庭における支払い意志額	4-23
表 4.3.10	商業施設における毎月のエネルギー支出	4-24
表 4.3.11	購入を希望する電化製品	4-25
表 4.3.12	電化製品の容量および市場相場	4-26
表 4.3.13	電化に関する知識	4-27

第5章

表 5.1.1	地域別年間平均日射量	5-2
表 5.1.2	月別日射量	5-2
表 5.1.3	地上観測と衛星による日射量の比較	5-3
表 5.1.4	水系別水力地点	5-4
表 5.1.5	小水力ポテンシャル地点	5-5
表 5.1.6	灌漑ダム諸元	5-6
表 5.1.7	月平均風速 (高さ 12m)	5-8
表 5.1.8	風車仕様例	5-9
表 5.1.9	風速出現率、年間発電量	5-10
表 5.1.10	ガーナの主要農業廃棄物	5-13
表 5.2.1	グリッド電化と PV 電化の品質の違い	5-14
表 5.2.2	ガーナ北部地域におけるオフグリッド PV 電化ニーズ	5-15
表 5.3.1	一般的な電力需要想定手法	5-15
表 5.3.2	電化製品の需要原単位	5-17
表 5.3.3	北部3州における教育施設および医療施設の電化状況	5-20
表 5.3.4	未電化村落における PV 需要	5-22
表 5.3.5	北部3州における電化製品の利用状況	5-23
表 5.3.6	未電化家屋のオングリッド電化需要	5-24

表 5.3.7	商業施設のグリッド電化需要	5-25
表 5.3.8	医療施設のグリッド電化需要	5-26
表 5.3.9	未電化村落におけるグリッド電化需要	5-26
表 5.3.10	人口と家屋数、商業施設数、および公共施設数の関係	5-27
表 5.3.11	需要想定手法（対象施設数が明確な場合）	5-31
表 5.3.12	人口から各施設数を推定する方法	5-31
表 5.4.1	標準需要モデル（オングリッドを太枠で表示）	5-34
表 5.4.2	コスト計算のための諸条件	5-35
表 5.4.3	NEDにおける配電線コスト	5-35
表 5.4.4	末端村落の分担費用	5-35
表 5.4.5	各州における村落間の平均距離	5-36
表 5.4.6	PV 機器の価格例（RESPRO）	5-38
表 5.4.7	日本国内における PV 機器価格例	5-39
表 5.4.8	PV 標準システム価格	5-40
表 5.4.9	バッテリー価格	5-40
表 5.4.10	電化対象施設別想定電気需要	5-41
表 5.4.11	モデル化されたシステムのバッテリー容量と電圧の考え方	5-42
表 5.4.12	オフグリッド PV による電化費用（US \$）	5-42
表 5.4.13	PV システム別年経費（US \$）	5-44
表 5.4.14	システム別発電単価	5-44
表 5.4.15	標準需要モデルの構成（オフグリッドを太枠で表示）	5-45
表 5.4.16	コスト算出条件	5-46
表 5.4.17	標準需要モデル電化費用	5-47
表 5.5.1	既存の PV プロジェクトの地域選定基準	5-49
表 5.5.2	地域選定基準で考慮すべき項目	5-50
表 5.5.3	地域選定基準のスコアシート（案）	5-50
表 5.6.1	組織制度上の問題点および課題	5-51
表 5.6.2	需要家別の問題点と課題	5-52
表 5.6.3	ビジネスモデルによる問題点と課題	5-53
表 5.6.4	想定される PV 実施主体とその特徴	5-54
表 5.6.5	想定される PV 実施主体とその特徴	5-54
表 5.6.6	事業主体とビジネスモデルの適用可能性	5-55
表 5.7.1	PV 事業者の取り組みおよび要望事項	5-57
表 5.9.1	事業者が要望するインセンティブ対策および実現するための課題	5-59

第 6 章

表 6.3.1	PV training center curriculum (Tentative plan)	6-9
表 6.3.2	List of PV training center facilities and/or Test center facilities (Tentative plan)	6-10
表 6.4.1	北部 3 州における主要な公共施設への PV 電化イニシャルコスト	6-12

第7章

表 7.2.1	GIS に関する聞き取り結果.....	7-1
表 7.2.2	EC の所有する GIS が含む情報.....	7-2
表 7.2.3	Survey Department の GIS データが含むレイヤー	7-3

<図>

第1章

図 1.3.1	全体業務のフロー	1-4
図 1.3.2	全体調査スケジュール	1-5

第2章

図 2.3.1	ECGの買電量(GWh)と買電コスト(百万セディ)	2-10
図 2.3.2	卸電力料金の推移	2-11

第3章

図 3.1.1	北部地域の送電線・配電線系統	3-3
図 3.2.1	PV設置例	3-16
図 3.2.2	バッテリーに直結させた配線(チャージコントローラーがバイパスされている)	3-19
図 3.2.3	壊れた接続箱およびバッテリー	3-19

第4章

図 4.1.1	村落社会経済調査のコンセプト	4-2
図 4.2.1	Northern州地図	4-6
図 4.2.2	Upper East州地図	4-8
図 4.2.3	Upper West州地図	4-9
図 4.3.1	農村部における主な職業形態	4-12
図 4.3.2	一般家庭の生活パターン	4-13
図 4.3.3	商業施設の活動パターン	4-13
図 4.3.4	公共施設(教育、医療施設)の活動パターン	4-14
図 4.3.5	施設別の電化の必要性	4-15
図 4.3.6	電化ニーズのランキング	4-16

第5章

図 5.1.1	日射量マップ	5-1
図 5.1.2	月別日射量の推移	5-2
図 5.1.3	地上観測および衛星データによる日射量の推移	5-3
図 5.1.4	小水力ポテンシャル地点位置図	5-5
図 5.1.5	北部地域における至近3カ年の雨量(2002-2004)	5-6
図 5.1.6	サテライトデータによる風速マップ(地上70m)	5-8
図 5.1.7	2,000kW級風車のパワーカーブ例	5-9
図 5.1.8	バイオマスエネルギー変換技術の体系	5-11
図 5.1.9	エネルギー利用系統図	5-12
図 5.1.10	熱分解ガス化発電システム	5-13

図 5.3.1	電力需要想定の検討フロー	5-16
図 5.3.2	未電化家屋における月支払い可能額分布	5-18
図 5.3.3	代表的な商業施設における月平均エネルギーコスト	5-19
図 5.3.4	PV 電化モデル	5-21
図 5.3.5	人口と家屋数の関係 (Northern 州)	5-28
図 5.3.6	人口と家屋数の関係 (Upper East 州)	5-28
図 5.3.7	人口と家屋数の関係 (Upper West 州)	5-28
図 5.3.8	人口と商業施設数の関係 (北部 3 州)	5-29
図 5.3.9	人口と商業施設数の関係 (Northern 州)	5-29
図 5.3.10	人口と商業施設数の関係 (Upper east 州)	5-30
図 5.3.11	人口と商業施設数の関係 (Upper West 州)	5-30
図 5.3.12	人口と穀類製粉所数の関係 (北部 3 州)	5-30
図 5.4.1	政策的、物理的アプローチによるオングリッド候補地域	5-32
図 5.4.2	オングリッド電化モデル	5-33
図 5.4.3	Northern 州のオングリッド年経費	5-37
図 5.4.4	Upper East 州のオングリッド年経費	5-37
図 5.4.5	Upper West 州のオングリッド年経費	5-37
図 5.4.6	PV システムの例	5-39
図 5.4.7	システム別発電単価	5-45
図 5.4.8	北部 3 州のオン・オフグリッド原価 (途中の村を經由しない場合)	5-48
図 5.4.8	北部 3 州のオン・オフグリッド原価 (面的に村落を電化する場合)	5-48
図 5.6.1	民生用と公共用の棲み分け	5-56

第 6 章

図 6.2.1	品質保証制度の体系	6-4
図 6.3.1	試験センター運用のイメージ	6-8
図 6.4.1	PV におけるリボルビングファンドの概要図	6-13
図 6.5.1	PV 用バッテリー処理の流れ	6-15
図 6.5.2	PV 業者で保管されている使用済みバッテリー	6-16
図 6.5.3	自動車用バッテリー処理の流れ	6-16
図 6.5.4	自動車用バッテリー処理への取り込み	6-17
図 6.5.5	日本におけるバッテリーリサイクリングシステムフロー	6-18

第 7 章

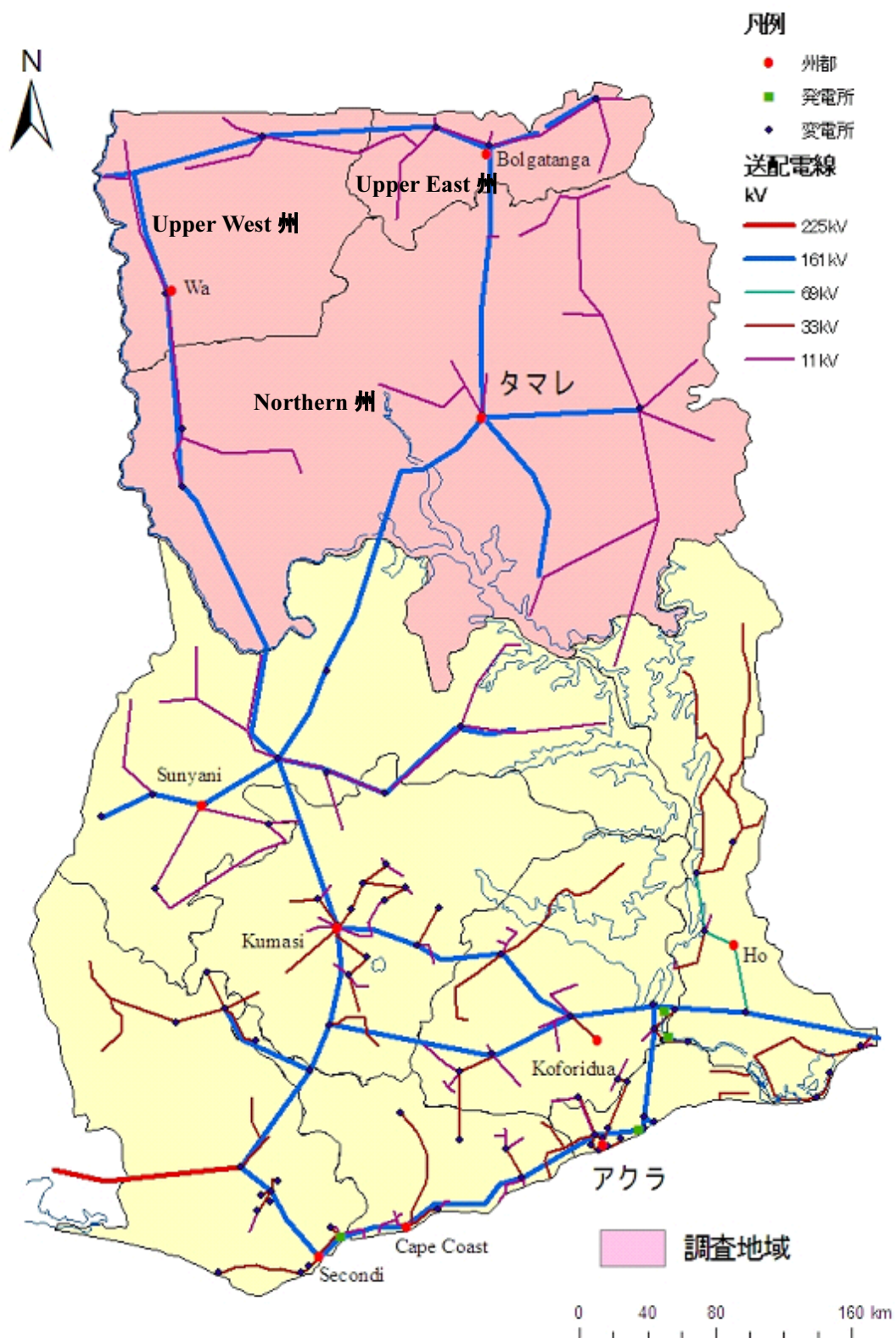
図 7.2.1	EC が所有する GIS (一例)	7-2
図 7.3.1	GIS/データベースに必要な情報	7-3
図 7.3.2	GIS/データベースのイメージ	7-4
図 7.4.1	GIS/データベース メイン画面	7-5
図 7.4.2	村落基礎データ	7-5

図 7.4.3	再生可能エネルギーデータ	7-6
図 7.4.4	発電設備データ	7-6
図 7.4.5	流通設備データ	7-7
図 7.4.6	村落社会経済調査データ	7-7
図 7.4.7	GIS マップ	7-8
図 7.4.7	Archview による閲覧	7-8
図 7.5.1	GIS/データベース 技術指導風景.....	7-9
図 7.6.1	GIS/データベースの維持・管理体制（案）	7-10

略語一覧

AAC	All Aluminum Conductor
AC	Alternating Current, 交流
BCS	Battery Charging Station, バッテリー充電所
BHN	Basic Human Needs, ベーシックヒューマンニーズ
CDM	Clean Development Mechanism, クリーン開発メカニズム
CEB	Benin Electricity Community, ベニン電力会社
CIE	Compagnie Ivoirienne d' Electricite, コートジボアール電力会社
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
FGD	Focus Group Discussion, フォーカスグループディスカッション
FS	Feasibility Study, フィージビリティ調査
GDP	Gross Domestic Product, 国内総生産
GEF	Global Environmental Facility, 地球環境ファシリティ
GIS	Geographic Information System, 地理情報システム
GNPC	Ghana National Petroleum Corporation, ガーナ国有石油公社
GPRS	Ghana Poverty Reduction Strategy, ガーナ貧困削減戦略
GSB	Ghana Standards 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
IPP	Independent Power Producer, 独立発電事業者
JI	Joint Implementation, 共同実施
JICA	Japan International Cooperation Agency, 国際協力機構
JSS	Junior Secondary School, 中学校
KII	Key Informant Interview, キーインフォマントインタビュー
KNUST	Kwame Nkrumah University of Science and Technology
M/M	Minutes of Meeting, 会議議事録
MLGRD	Ministry of Local Government and Rural Development, 地方自治開発省
MME	Ministry of Mines and Energy, エネルギー省の前身
MOE	Ministry of Energy, エネルギー省
MOEdu	Ministry of Education, 教育省
MOH	Ministry of Health, 保健省
MOI	Ministry of Industry, 産業省
NED	Northern Electrification Department (of Volta River Authority), 北部電力庁
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization, 新エネルギー・産業技術総合開発機構
NES	National Electrification Scheme, 国家電化計画
NGO	Non Governmental Organization, 非政府組織

O&M	Operation and Maintenance, 維持管理
OJT	On the Job Training, オンザジョブトレーニング
PURC	Public Utilities Regulatory Commission, 公益規制委員会
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
RET s	Renewable Energy Technologies, 再生可能エネルギー技術
S/W	Scope of Works, 調査対象範囲
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
TAPCO	Takoradi Power Company, タコラディ電会社
TICO	Takoradi International Company, タコラディ国際会社
TOR	Tema Oil Refinery, テマ製油所
UNDP	United Nations Development Program, 国連開発計画
UNEP	United Nations Environmental Program, 国連環境計画
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)

第1章 序論

1. 1 調査の背景と目的

1. 1. 1 本件調査に至るまでの経緯

ガーナ国では地方農村部の貧困問題が依然として深刻であり、ガーナ貧困削減戦略ペーパー（GPRS¹）では、地方電化事業が地方農村部住民の生活水準の向上、貧困層撲滅に不可欠な事業と位置づけられているだけでなく、再生可能エネルギー導入の必要性が謳われている。

ガーナ国エネルギー省（MOE²）では、2020年までに人口500人以上の全町村への電化を最終目標として、「全国電化計画」（NES³）およびそのコンポーネントである「自立電化計画」（SHEP⁴）を策定し、配電線の延伸による地方電化事業を推進している。しかし、現地通貨セディの下落および大口需要家の電気料金滞納などにより電力セクターは財政難に陥っている。このため、地方農村部の地方電化事業は進んでおらず、全国平均の電化率約30%、都市部電化率約60%に対して、北部を中心とした地方農村部の電化率は平均20%と依然極めて低い。

また、特に貧困層が集中している北部サバンナ地域では人口密度が小さく、集落や家屋が分散していることから、配電線の延伸による電化にはコスト的に限界がある。一方、同地域においては日射量が豊富で安定しており、太陽光発電（PV⁵）を中心とする再生可能エネルギーを利用した、個別分散型電源による電化が高い可能性を持っている。

こうした状況を踏まえ、2003年6月ガーナ国政府は日本国政府に対し、北部農村地域における再生可能エネルギー利用による中長期的な地方電化マスタープランの策定および持続可能な実施体制の検討を目的とした開発調査を要請した。独立行政法人国際協力機構（JICA⁶）は2004年2月プロジェクト形成調査団を派遣し、さらに2004年10月に事前調査団を派遣して要請背景の詳細および先方の調査に対する要望を検討するとともに、その重要性を確認した。

本調査は、ガーナ国政府およびJICAの間で、2004年11月12日に署名された調査対象範囲（S/W⁷）及び、2004年3月2日、10月6日に署名された会議議事録（M/M⁸）に基づき実施された。

¹ Ghana Poverty Reduction Strategy

² Ministry of Energy

³ National Electrification Scheme

⁴ Self Help Electrification Programme

⁵ Photo Voltaic

⁶ Japan International Cooperation Agency

⁷ Scope of Works

⁸ Minutes of Meeting

1. 1. 2 本件調査の目的

(1) 下記の活動を含む北部地域再生可能エネルギー利用地方電化マスタープランの策定

①再生可能エネルギーを利用した地方電化の政策提言

②オフグリッドPV利用地方電化計画

③持続的なオフグリッド再生可能エネルギー電化を普及させるためのアクションプラン

(2) 再生可能エネルギー利用地方電化の持続的実施のための技術移転

1. 1. 3 調査対象地域

ガーナ国北部3州（Northern 州、Upper-West 州、Upper-East 州）を対象州とする。

1. 1. 4 カウンターパート機関

エネルギー省（MOE: Ministry of Energy）

1. 2 調査団の構成

下表に、7人の調査団員の氏名と担当分野を示す。

表 1.2.1 調査団の構成

No.	氏名	担当
1	石黒 正康	総括/地方電化政策
2	川上 康博	副総括/再生可能エネルギー電化組織制度
3	山形 浩生	エネルギー経済分析・財務分析
4	半田 茂喜	村落社会経済調査
5	宮城 勝	太陽光発電他再生可能エネルギー技術
6	木村 敏章	GIS ⁹ /データベース
7	白木 圭二	配電計画

⁹ Geographic Information System

1. 3 全体調査業務とスケジュール

1. 3. 1 全体調査業務

本件調査は4つの調査段階により構成される。

第1段階（調査目標明確化段階）

インセプションレポートの協議やワークショップを通じて、ガーナ側と本件調査の目標および枠組みについて明確にする。

第2段階（基礎調査および地方電化政策調査段階）

基礎調査段階および地方電化政策調査段階として、以下の情報収集・分析を実施する。

- 地方電化政策、電源開発計画・エネルギー需給、再生可能エネルギーなどの基礎情報の収集・レビュー
- 村落社会経済基礎調査および現地再委託調査の開始
- 包括的な地方電化政策およびオフグリッドPV地方電化の枠組みの検討

第3段階（オフグリッドPV地方電化計画段階）

以下の作業を通じて、オフグリッドPV地方電化が自立的・継続的に普及するための具体的戦略・方針を明らかにし、オフグリッドPV地方電化計画の作成を行う。

- 包括的な地方電化政策およびオフグリッドPV地方電化の枠組みの策定
- オフグリッドPV電化地点選定基準の策定
- オフグリッドPV電化モデルの前提条件および持続的な普及に関する諸条件の明確化
- 政府、再生可能エネルギープロジェクト（RESPRO¹⁰）、民間PV産業の役割および責任の明確化、促進戦略の策定
- 公共サービスの向上と整合性のあるオフグリッドPV地方電化戦略策定

第4段階（アクションプラン策定段階）

マスタープランで実施すべき内容を具体化し、かつ実施段階で顕在化してくる問題点を解決するために必要となる北部地域再生可能エネルギーマスタープラン実行のためのアクションプランを策定する。

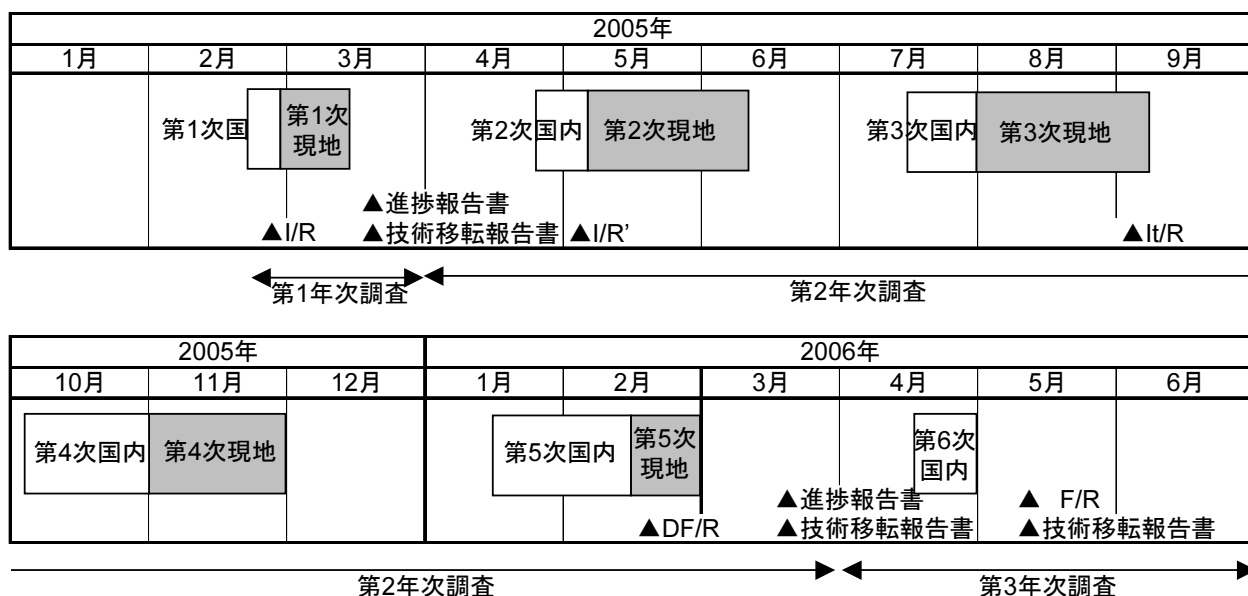
全体調査業務のフローを図1.3.1に示す。

¹⁰ Renewable Energy Service Project

1. 3. 2 全体調査スケジュール

本調査は、2005年2月から2006年5月までの約16ヶ月間にわたり、合計5回の現地調査を実施した。

図1.3.2に調査の全体スケジュールを示す。



I/R: Inception Report I/R': Revised Inception Report It/R: Interim Report
 DF/R: Draft Final Report F/R: Final Report

図 1.3.2 全体調査スケジュール

1. 4 調査グループの編成

本件調査は、単に PV 技術を移転することだけが目的ではなく、政策・制度面といったマクロな切り口からのアプローチ、住民参加型のマイクロなアプローチ、民間参加型のアプローチ、さらには地域社会経済配慮からのアプローチなど、オフグリッド PV 地方電化マスタープラン策定のために多岐にわたる技術の移転をねらいとしている。

このねらいを達成するためには、調査開始直後からカウンターパートやその他関連機関とともに密接に連携して調査を実施する必要があり、共同作業による実践的な技術移転を効果的に行い、本件調査を円滑的に実施することを目的として、「調査グループ」を設置した。

表 1.4.1 に調査グループと主な活動内容を示す。

表 1.4.1 調査グループと主な活動内容

調査グループ名	主な活動内容
地方電化政策・制度 G	<ul style="list-style-type: none"> ・電化政策との整合性（オングリッド・オフグリッド） ・地方電化推進政策の検討 ・地方電化のための再生可能エネルギー利用推進政策の検討
オフグリッド PV 電化組織・制度 G	<ul style="list-style-type: none"> ・事業運営組織の検討 ・料金制度や料金徴収方法の検討 ・地域開発に根ざした PV システムの利用方法検討
PV システム技術 G	<ul style="list-style-type: none"> ・技術基準や設置基準の技術検討 ・試験センターに必要な機材やプログラムの検討 ・技術者のための研修プログラム検討
経済財務分析・電力需要想定 G	<ul style="list-style-type: none"> ・適正なエネルギー価格との比較検討 ・プロジェクトの経済財務分析手法の検討 ・対象地点の需要予測手法
村落社会経済調査 G	<ul style="list-style-type: none"> ・データ収集手法 ・村落データ分析手法
GIS・データベース G	<ul style="list-style-type: none"> ・収集データの GIS を用いたデータベース化検討 ・データベース更新手法の検討
配電計画 G	<ul style="list-style-type: none"> ・オングリッド地方電化計画の確認 ・地方電化費用の比較分析

第2章 電力セクターの法制度的枠組み

2. 1 電力セクターの構造

ガーナは最終エネルギー消費の約8%を電力に依存している。電源は主に水力に依存しているが、一部コートジボワールといった近隣諸国からの輸入も行っている。発電容量165万2,000kWのうち107万2,000kWが水力、55万kWが火力であり、他に3万kWのディーゼル発電が Tema にあり、緊急用電源として使っている。

2002年のセンサス報告書によれば国民の43%が電気にアクセスできているが、民生用電力の80%は都市部に限定されている。

電力部門では、エネルギーを所管する政策省庁である MOE の他に以下の五つの機関が関与している。

- エネルギー委員会 (EC¹¹) : エネルギー政策に係わる助言、計画、規制、監督
- 公益規制委員会 (PURC¹²) : 料金規制
- ボルタ河電力公社 (VRA¹³) : 発電・送電
- ガーナ電力会社 (ECG¹⁴) : 配電 (南部)
- 北部電力庁 (NED¹⁵) : 配電 (北部)

2. 1. 1 EC

ECは1997年エネルギー委員会法(法律541号)¹⁶により設立された。ECの役割はエネルギー資源の利用に関する規制と管理、そしてそれに関連する政策調整である。

特に、ECは国内エネルギー資源の開発と利用に対する提言、エネルギー大臣に対する政策面での諮問、エネルギー産業の規制や監視の枠組み作りを行う。このエネルギー産業に係わる規制には、事業の認可、検査、監督などが含まれる。

さらに、国家計画の見直し、エネルギー開発のための政策決定のためのデータベース作り、エネルギー市場の競争促進などを行うこともその役割となっている。

エネルギー大臣はECに対する責任を持つ。委員会は議長と六名のメンバーからなる七名で構成される。

¹¹ Energy Commission

¹² Public Utilities Regulatory Commission

¹³ Volta River Authority

¹⁴ Electricity Company of Ghana

¹⁵ Northern Electrification Department (of Volta River Authority)

¹⁶ Energy Commission Act of 1997 (Act 541)

2. 1. 2 PURC

PURC は 1997 年公共規制委員会法（法律 538 号）¹⁷に基づいて設立された規制機関であり、電気事業者のサービスについての規制と監督を行う。現状では、PURC が規制する部門は電力と水道であるが、天然ガスについても今後 PURC の規制対象となる。

委員会は 9 名のメンバーから構成され、委員は大統領によって任命される。PURC の主な仕事は以下のとおりである。

- 公益事業者¹⁸が提供するサービスの料金設定に対するガイドラインの設定
- 水道料金と電気料金の審査と認可
- 消費者および事業者の利益の保護
- 公益事業者のサービスの監視と基準の遵守
- 公益事業者の競争の促進
- 需要家と公益事業者の間の紛争の審査と調停
- 公益事業者に対する助言

法律 538 号は PURC が規制を制定する権限を与えており、これまでに二つの規制が施行されている。一つが「1999 年公益事業者のサービス停止規制（LI1651）¹⁹」であり、事業者が需要家に対するサービスの提供を停止するための条件を設定している。もう一つは「1999 年公益事業の苦情手続き規制（LI1665）²⁰」であり、公益事業者あるいは需要家が苦情を申し立てる際の手続きを示している。

2. 1. 3 VRA

現在、水力発電のすべてが VRA の責任で行われている。VRA はボルタ河水系の開発、そこからの発電、送電、卸電力供給を行うため、ボルタ河開発法 46 号に基づいて 1961 年に設立された。

VRA は Aksombo と Kpong の二カ所の水力発電所と Aboadze の火力発電所を所有する。Aksombo 発電所は現在改修中であり、2005 年末に工事が終了すれば 10 万 8000kW の発電能力が追加増強され、総出力 102 万 kW となる。

Aboadze 火力発電所は、Takoradi 電力会社（TAPCO²¹）と Takoradi 国際会社（TICO²²）二つの会社に分かれている。TAPCO は 33 万 kW の複合サイクル発電設備を運転し、TICO は VRA と米国ミシガン州の CMS との合弁事業で運営され、TAPCO のプラントをコピーした設備で二機の 11 万 kW ガスタービン発電機を単サイクルで運転していたが、2004 年に複合サイクル化され、33 万 kW に強化された。

¹⁷ Public Utilities Regulatory Commission Act of 1997（Act 538）

¹⁸ Public Utilities

¹⁹ Public Utilities（Termination of Service）Regulation 1999, LI1651

²⁰ Public Utilities（Complaints Procedure）Regulations 1999, LI1665

²¹ Takoradi Power Company

2004年現在のガーナの発電設備容量は合計176万2,000kWである（表2.1.1参照）。

表 2.1.1 ガーナの発電設備容量（2004年現在）

発電所	設備容量 (MW)
<u>水力</u>	<u>1,072</u> <u>(61%)</u>
Aksombo 水力	912
Kpong 水力	160
<u>火力</u>	<u>690</u> <u>(39%)</u>
Aboadze 火力	660
Tema・ディーゼル	30

（出所）VRA, MOE

国内需要を賄うため、これらの発電設備に加えて、コートジボワールから25万kWまでの電力輸入を行っている。

ガーナは、1995年まで余剰供給力がありコートジボワールのコートジボアール電力会社（CIE²³）およびトーゴとベニンのベニン電力会社（CEB²⁴）に電力を輸出していた。しかし、その後の需要の伸びと不適切な配電線の延長により供給余力は急速に低下し、CIEへの電力輸出は1995年に停止し、現在はトーゴとベニンに輸出するのみである。逆に、コートジボワールとは最大25万kWの電力輸入契約を結んでいる。

2002年6月にVRAはブルキナファソのSONABELへの電力輸出を契約し、10月に輸出が開始された。

系統電力に加え、4,000基を超える太陽光発電システムを導入しており、2001年で約1,000kWに及んでいる。

2. 1. 4 ECG

1997年11月、ECGは1993年企業法（法律461）に基づいて1963年企業コード²⁵に基づく株式会社として登記された。この新会社は、1967年に政令（NLCD125）によって設立された旧ガーナ電力公社²⁶を引き継いだものであり、政府が全ての株を所有する。

ECGはほぼ全ての電力をVRAからバルクで購入し、最終需要家に販売する配電会社であり、Accra East、Accra West、Tema、Eastern、Central、Western、Ashanti、Voltaの八つの地域の配電と電力供給が義務づけられている。

²² Takoradi International Company

²³ Compagnie Ivoirienne d' Electricite

²⁴ Benin Electricity Community

²⁵ Companies Code, 1963

²⁶ Electric Corporation of Ghana

1997年以降の販売電力量の伸びは年率3.9%を示し、2002年には43億kWhとなった。これに対して需要家戸数の伸びは1999年から2002年で年率9.2%を示し、97万となっている。すなわち小口の需要家の伸びが著しいことが分かる。

ECGの配電損失は高く、2002年で基準値²⁷の18%に対して26%に及んでいる。この原因の多くは非技術損失であり、料金徴収率は80%にとどまっている。これはPURCの指針である95%に比べてかなり低い。非技術損失の内訳としては、不正検針が50%、メーターのバイパス25%、電線からの直接接続10%、料金間違い5%、勝手な再接続5%²⁸と報告されている。

表 2.1.2 ECGの売買電力量とシステム損失

(単位：GWh)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	年伸び率 (97-02)
電力購入量	3,386	3,118	3,846	3,989	4,175	4,326	5.0%
販売電力量	2,647	2,417	2,828	3,086	3,080	3,200	3.9%
システム損失	739	701	1,019	903	1,095	1,127	-
損失率	21.8%	22.5%	26.5%	22.6%	26.2%	26.0%	-

(出所) ECG 年次報告書

表 2.1.3 ECGの需要家戸数

(単位：戸)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	年伸び率 (99-02)
特別負荷料金	-	-	-	-	-	827	-
非特別負荷料金	-	-	-	-	-	936,299	-
プリペイド料金	-	-	-	-	-	32,548	-
合計	-	-	744,005	832,593	893,880	969,674	9.2%

(出所) ECG 年次報告書

2. 1. 5 NED

NEDは1987年にVRAの子会社として設立され、Brong Ahafo、Northern、Upper East、Upper West州からなる北部地域への配電と電力供給の責任をECGから受け継いだ。

NEDの需要家数と販売電力量は急速に伸びており、需要家数は2002年の13万9,683戸から2004年の17万4,144戸へと年率11.7%の伸びを示した。同じく販売電力量は2002年の2億6,540万kWhから2004年の3億2,450万kWhへと年率10.6%の伸びを示した。この販売電力量の増加は、国家電化計画とSHEPによって配電線に接続した町が増えたことを反映したものである。

²⁷ Benchmark

²⁸ 2001 Annual Report

表 2.1.4 NED の事業状況

	2002	2003	2004	年伸び率 (02-04)
電力供給量 (GWh)	383.0	423.9	480.3	12.0%
課金電力量 (GWh)	265.4	284.5	324.5	10.6%
用途が明確な電力量 (GWh)	271.4	292.4	336.0	11.3%
システム損失率	29.1%	31.4%	30.1%	-
料金収入 (10 億 ¢)	128.9	203.1	259.7	-
徴収料金 (10 億 ¢)	89.5	141.2	202.1	-
料金徴収率 (%)	69%	70%	78%	-
売掛金 (10 億 ¢)	77.1	132.5	200.8	-
回収期間 (日)	218.0	238.0	282.0	-
需要家数	139,683	150,950	174,144	11.7%
平均料金 (¢ /kWh)	486	714	797	-

(出所) NED 年次報告書

NED は、2004 年で 30.1% という高いシステム損失を出している。この高い損失の原因としては以下があげられる。

- 長距離かつ過剰な負荷が掛かった低圧フィーダ
- 変圧器への過剰負荷
- 旧式な配電網
- 盗電
- 非効率な検針と料金請求
- 広い対象地域を運営するには不適切な経営資源

NED は広大な貧しい地域を対象に事業運営しており、これらは国の 65% を占めている。需要家の多くは点在しており、その多くはライフライン料金が適用されている。このような悪条件が投資と運営コストを上昇させている。このような問題があるゆえに、NED の財務状況は非常に悪化しており、事業運営に際しては VRA から多額の補助が行われている。

2. 2 電力政策

MOE は 2002 年にエネルギー政策を発表し、2004 年にそれを改訂している。その中で、政府の電力政策を述べている。

2. 2. 1 貧困削減

ガーナのエネルギー政策は貧困削減戦略と密接に係わっている。

1999年にガーナは主な輸出産品である金とココアの価格下落と石油輸入価格の上昇により大きな経済打撃を受けた。これに加えて、構造調整政策の遅れが相まったことで、急速な為替の下落とインフレの進行が進んだ。国の財政は危機に直面し、財政予算の赤字は2000年で国内総生産(GDP²⁹)の23%に及んだ。

2002年1月、ガーナは十債務貧困国(HIPC³⁰)イニシアティブ(債務救済措置)のデシジョンポイント(決定時点)に到達した。債務救済措置の下で、GPRSを通してマクロ経済の立て直しを図りつつある。このGPRSはガーナの新たなビジョンを示すものであり、その中で富の創造、統治能力の強化、地域間の貧富の差の縮小を強調している。

貧困削減を進めるなかで、政府はマクロ経済環境の安定とインフレの抑制、インフラの整備、市場へのアクセス、健康と教育サービスの向上、社会的弱者の保護を重視している。

政府は基礎的インフラの整備が地方の経済活動の発展に不可欠と考えている。とりわけ電力供給は地方部の通信手段を確保、あるいはその信頼性を向上するために重要であり、これによって地域経済の拡大を進め、さらには仕事の機会を作り、所得の向上を図ろうとしている。

2. 2. 2 政策の枠組み

エネルギー政策はその枠組みとして七つの目的を掲げ、その目的と進めるべき行動を明確にしている(表2.2.1参照)。そのなかで、電力部門に関して取るべき政策的な行動として、電力部門の構造改革、コスト回収可能な水準への電気料金の是正、地方部における電化の推進と経済開発、太陽光、風力、小水力といった再生可能エネルギーの利用拡大に重点を置いている。

表 2.2.1 エネルギー政策の枠組み(電力部門に係わるもののみ抜粋)

<p><u>目的1：既存のエネルギー供給システムの強化と改善</u></p> <ul style="list-style-type: none">● エネルギー供給システムへの再投資のために、公共部門との協力の下で民間投資を確実にする。● 電気事業者の再構築と電力供給システムの分割、そして石油部門の規制緩和を通して、既存のエネルギー供給システムの経営効率を高める。ガーナ国有石油公社(GNPC³¹)とECGの再構築と送電会社の設立を実施する。● 全てのエネルギー・サービスの効率的な価格付けを行うことで、エネルギー供給のコスト回収を確実なものとする。VRA、ECG、Tema製油所(TOR³²)は全て財務的な問題を抱えており、それが国のエネルギー供給を崩壊させることにもなりかねない。経済が求めるエネルギー需要に見合うようなエネルギー供給を途絶えさせることのないように、MOEはこのような状況を是正する。 <p><u>目的2：高品質なエネルギー・サービスへのアクセスの増大</u></p> <ul style="list-style-type: none">● MOEはグリッドの延伸とPVや小水力といった分散型の電源を使って地方電化を支援する。● 職業機会の増大という目的と並行し、地方部において生産的な電気の利用を支援する

²⁹ Gross Domestic Product

³⁰ Highly Indebted Poor Country

³¹ Ghana National Petroleum Corporation

³² Tema Oil Refinery

ためのプログラムを提供する。

- 5年から10年の間にグリッドに接続できない僻地の村落³³が存在することから、地方電化プログラムの中で、MOEは電気事業者や民間企業と協力してそのような村落にPVシステムを供給するための計画を率先する。

目的3：将来のエネルギー供給の確保

- 代替エネルギー資源の開発を通してエネルギー供給を多様化する。
- MOEは、バイオマスと同様に、風力、太陽光、小水力といった国産の再生可能エネルギーの利用を促進する。
- 最終エネルギー利用効率の向上と省エネルギーを進める。
- 独立発電事業者（IPP³⁴）の導入を促進するために法規制を整える。

目的4：経済開発の促進

- エネルギー輸出：近隣諸国へのエネルギー市場にエネルギー・サービスを提供する。西アフリカ電力プールに正味で輸出できるようなるため、国内の発電能力の拡大のための戦略を立てる。
- 地方における生産的な電力エネルギー利用の拡大：産業省（MOI³⁵）や地方政府地方開発省（MLGRD³⁶）との協力の下、地方電化プログラムを進める。また地方の村落への電力供給が農業の支援やや中小規模の事業の創造を確実なものとするをねらう。
- 政府収入の強化：エネルギー部門は、エネルギー供給や消費に係わる税収を強化できるように、その体制を整える。
- 雇用の拡大：発電、電力小売、石油精製といったエネルギー・サービスの運営の拡大を通して雇用機会を作る。

目的5：エネルギー供給と消費の環境影響の最小化

- 国のエネルギー・ミックスの中で環境に優しい再生可能エネルギー資源（太陽光、風力、小水力）の供給を順次増大する。
- 気候変動を緩和することを進める国際的な努力や国際機関との協力を支援すると共に、積極的に参加する。MOEは国連の共同実施（JI³⁷）やクリーン開発メカニズム（CDM³⁸）を支援する。

目的6：制度的、人的資源の能力、エネルギー分野に係わる研究開発の強化

- エネルギー委員会法541号と公益規制委員会法538号に並行して、エネルギー部門の規制改革を進める。
- 既存の規制機関（ECとPURC）を強化して、エネルギー部門の規制環境を整える。
- エネルギー開発と管理の全てにおいてガーナ人の教育研修を支援する。

³³ ガーナの場合、村落をコミュニティ（Community）と呼んでいる。

³⁴ Independent Power Producer

³⁵ Ministry of Industry

³⁶ Ministry of Local Government and Development

³⁷ Joint Implementation

³⁸ Clean Development Mechanism

³⁹ Renewable Energy Technologies

⁴⁰ Transmission Utility Company（まだ設立されていない）

- エネルギー基金の用途をエネルギー研究開発分野に再度振り向ける。

目的7：特別項目

- 再生可能エネルギー技術（RETs³⁹）
 - ・ 全ての予算的、技術的な障害を取り除くことで、再生可能エネルギーの市場を作り出す。
 - ・ 事業者がエネルギー・ミックスの中で再生可能エネルギーを使うことを奨励する。
 - ・ 電力供給のように競争的な仕組みの中で「再生可能エネルギー技術に優しい」価格の枠組みを設定する。
 - ・ 経済開発（農業）や社会開発（学校、ヘルスセンター、水飲み場）のための再生可能エネルギー分散型電源の支援に資金援助を行う。
 - ・ RETs のパイロット実証プロジェクトや地域的な生産を通して技術開発やコスト削減を進める。
- 構造改革
 - ・ EC 法と PURC 法の成立により、発送配電部門および規制部門の構造改革を進める法的枠組みが提供された。
 - ・ 法により、民間部門が発電所に投資したり所有したりすることが可能となった。
 - ・ 政府所有の送電会社⁴⁰は、発電事業者に対して顧客に対するオープンアクセス送電サービスを提供しなければならない。
 - ・ 民間部門は ECG と共同で配電サービスへの投資を行うことが出来る。政府は少数株主を対象に配電事業者の民営化を約束する。MOE は配電事業者の部分的な民営化のための手続きを終了させる予定である。
 - ・ 電気料金の認可は独立規制機関である PURC の権限となった。政府は電気料金が発電、送電、配電コストを反映したものとなることを確信するが、他方、料金は社会の貧困層にも手の届くものでなければならない。
 - ・ 既存の規制環境を強化し、IPP の導入を促進し、電気事業者の事業効率を向上させる。

(出所) MOE

2. 2. 3 構造改革

ガーナにおいても構造改革は進められており、これまでのような電気事業の運営に必要な投資を政府財政と国際機関に依存する体制から、民間資金の導入を促進するような方向に進めようとしている。

このための構造改革として、以下を進めようとしてきた。

- 新しい規制体制の確立。
- 卸電力供給への競争原理の導入。
- 既存の政府所有の電力会社を民営化し、民間の参加を保証する。

- 政府の役割を最小化し、多様な社会の力を利用する。
- NES の下で送配電プロジェクトをコスト効果的に進めるために、多様な資源を投入する。

一方、これまでに立法措置を通して二つの規制機関、EC と PURC が設立され、事業者の認可、技術基準の策定、料金認可、需要の保護といった規制環境は整備されつつある。しかし、既存の電気事業者（VRA、ECG、NED）の機能分割、再構築による抜本的な構造改革については、原案は出来たものの具体的な実施時期は決まっていない⁴¹。

2. 2. 4 電化資金

現在、電気を含むエネルギーの売り上げには特別税⁴²が課されており、それを地方電化あるいは PV の普及に使用することができる。

一つは最終消費者が使用した電気料金への課税を原資とする電化基金であり、もう一つが石油製品への課税を原資とするエネルギー基金である。前者は kWh あたり 1.7 セディ、後者はリットルあたり 5 セディの課税額となっている。

エネルギー基金は石油代替の促進が目的であり、PV を含む再生可能エネルギーの開発利用への支出は認められる。

しかし、その規模という点からはかなり限定的なものとなる。例えば、電化基金で確保できる税収は、ECG と NED の販売電力量の合計は 2002 年で 34 億 6,500 万 kWh であり、電化基金の税収は約 59 億セディ（65 万ドル）に過ぎない。加えて、電力会社の料金回収率は ECG が 80%、NED では 69%にとどまっており、実際の税収も未収が発生している。

エネルギー基金も年間の税収がおよそ 70 億セディであり、その中で PV に割り当てることができる原資は当然限られる。

このように税収を基に電化を進めることは資金的に難しく、現状の地方電化は HIPC ファンドを使うことで進められている。

2. 2. 5 電化および PV に関する環境配慮

ガーナでは、環境影響評価についての規制を環境保全局（EPA⁴³）が担当しており、環境影響評価を必要とする事業やその手続きについて、1999 年の環境影響評価規則⁴⁴で規定している。電力については送電線、火力発電所、ダムおよび水力発電所の建設について環境影響評価を義務付けているが、PV 電化については特に明記されていない。PV の場合、環境に最も影響に与えるのはバッテリーであり、その処理やリサイクルを行う施設については水質や土壌汚染の観点から環境影響評価の対象となる。

EPA、MOE や EC では使用済みバッテリーの廃棄処理やリサイクルの重要性を認識しており、

⁴¹ VRA はその機能（水力、火力、送電）ごとに分割し、配電会社である ECG と NED は統合する。

⁴² Government Levy

⁴³ Environmental Protection Agency

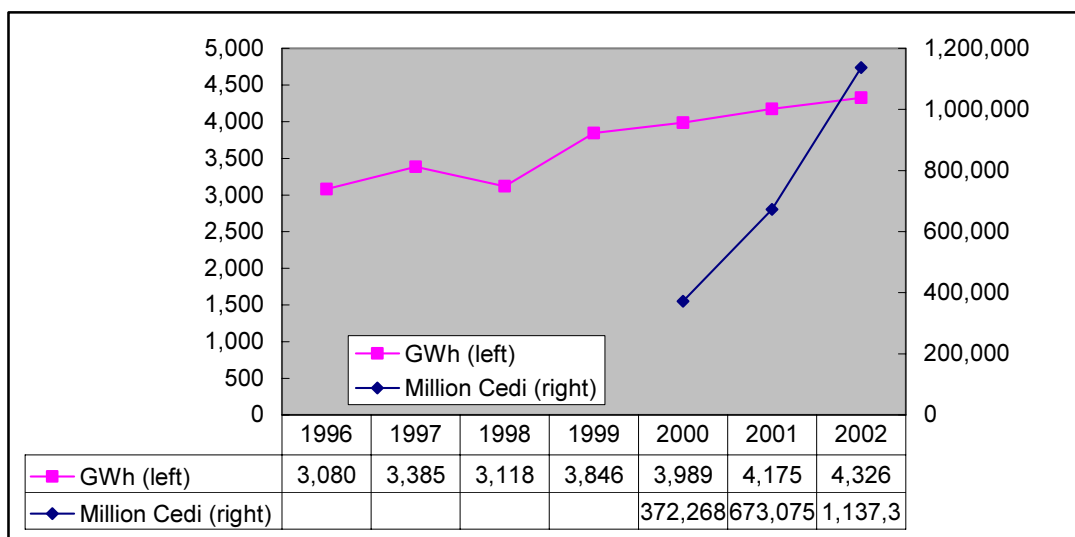
⁴⁴ Environmental Assessment Regulations 1999

将来 PV が電化手段として普及した時の対応について協議を行っている。また、EC が現在 PV 事業者に付与している暫定免許⁴⁵においても、EPA の環境規則に従い事業を行うことが記載されており、さらにバッテリー処分の際に事業者からの報告を義務づけている。しかし、現状では車用のバッテリー処理業者はいるが、PV 専用バッテリーの処理は組織立って行われていない。

2. 3 エネルギー価格と電気料金制度および市場価格

2. 3. 1 エネルギー価格

すでに述べたように、ガーナにおける電力は、VRA および IPP による発電を ECG が購入して配電を行う構造となっており、また今回の調査対象となる北部地域では VRA-NED が、VRA より電力を購入して需要家に供給する形で電力供給が行われている。ECG の買電は、1998 年の渇水時における落ち込みを除いては安定した増加を見せ、1996-2002 年の平均で年率 5.8%の上昇となっている（図 2.3.1 参照）。



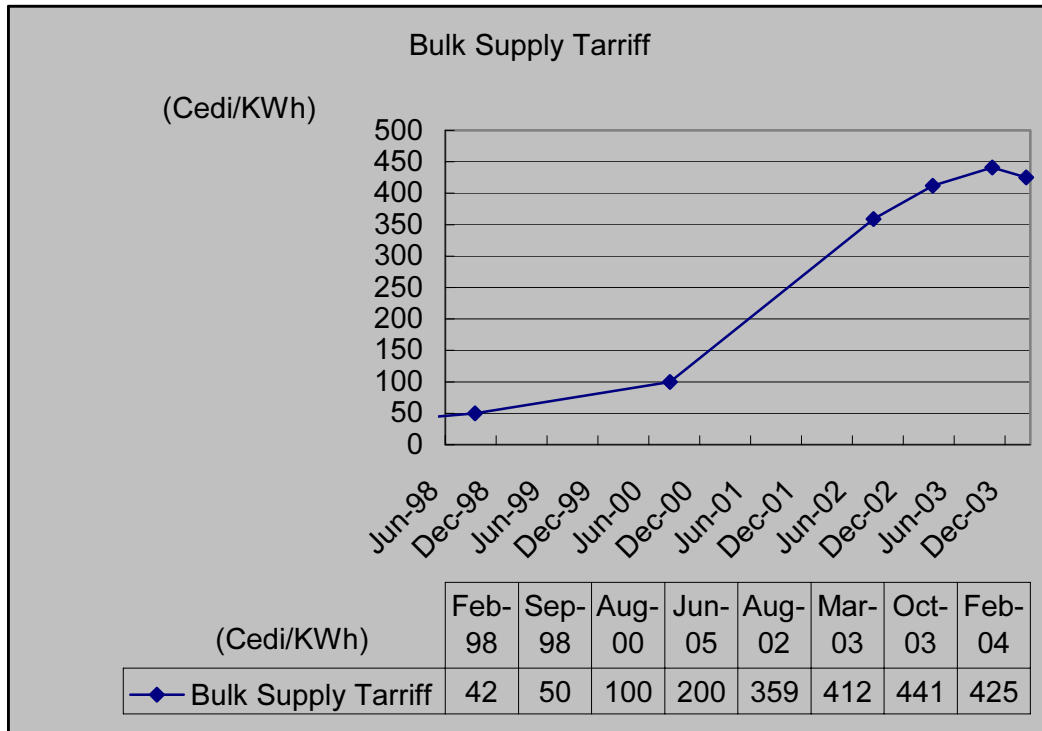
(出所) ECG

図 2.3.1 ECG の買電量 (GWh) と買電コスト (百万セディ)

しかしそれに対して、買電のコストの増加は著しい。2000 年以降では買電は 4-5%程度の伸びなのに対し、買電コストは毎年ほぼ倍増している。単価ベースでも、2000 年から 2001 年では 72%増加、2001-2002 年では 63%の増加となっている。この時期、ガーナは 25%程度というきわめて高いインフレ率を示しており、価格上昇の一部はこの反映ではあるが、買電単価はこれをはるかに上回って上昇している。

VRA や IPP からの卸売り電力価格は、PURC により規制を受けている。PURC による卸電力価格は、1998 年と比べて 2004 年には 10 倍の水準にも達している（図 2.3.2 参照）。

⁴⁵ Provisional License



(出所) PURC

図 2.3.2 卸電力料金の推移

この上昇は、ガーナにおける電源構成の変化に負うところが大きい。これまで水力中心だったガーナの電源構成は、徐々に火力中心の電源構成となっており、2002-2003年ではそれぞれ半々となっている。この変化のため、卸電力価格も国際的な燃料価格の変動を反映せざるを得なくなってきた。水力発電であれば燃料コストがないために低く抑えることも可能だった卸電力価格も、燃料購入のための支出が恒常的に発生する状況では、それを適切に反映せざるを得ない。

こうした燃料価格反映の試みとして、2002年から2003年頃には以下のような価格調整式が存在していた。

$$P = P_0 (a \times FP/FP_0 + \beta \text{CPI}/\text{CPI}_0)$$

ただし

- P: Adjusted Variable Energy Price
- P₀: Base Thermal Variable Energy Price
- FP: Fuel Price 燃料価格
- FP₀: Base Fuel Price (2.2 US\$/bbl)
- CPI: United States CPI
- CPI₀: 2%
- a: 0.89
- β: 0.11

$$BST = (X_1H_c + X_2P_2 + X_3P_3) + nK) \times \text{ExchangeRate} + \text{Transmission Cost}$$

ただし

- P2; 上式より計算した Simple Cycle 発電コスト
- P3: 上式より計算した Combined Cycle 発電コスト
- X1: 水力発電比率
- X2: Simple Cycle 発電比率
- X3: Combined Cycle 発電比率
- K: System Capacity Price
- n: thermal 発電比率

この式に基づき、一時は自動的に価格調整が行われる仕組みとなっていた。これにより、燃料コスト（含む為替ロス）がすべて卸売り価格に転嫁される構造となっていることがわかる。現在ではこの式自体は使われていないものの、卸売り電力価格の決定にほぼ似たような考え方が使われていることは推測できる。

2. 3. 2 電力料金制度

2004年2月現在のエンドユーザ電力料金を表 2.3.1 に示す。Residential, Non-residential の料金は累進制となっており、各世帯は 50kWh/月までは 1 万 9,080 セディを支払い、それを超えた分については kWh あたり 583 セディ/kWh を支払うこととなる。たとえば月の利用が 80kWh であれば、支払額は $1 万 9,080 + (80 - 50) \times 583 = 3 万 6,570$ セディとなる。この料金体系は、卸売り電力価格と同じく PURC が定めるものとなっている。

PURC の定める卸売り電力価格が 425 セディ/kWh であり、また送電コストは 315 セディ/kWh となっているため、単純に計算しても供給コストは 740 セディ/kWh となる。これに対し、家庭用の電気料金は、最も低いランク（ライフライン料金）においては、50kWh をすべて使い切った場合には、381 セディ/kWh 程度と半分近い水準にとどまっている。これは、卸売り電力価格にすら満たないきわめて低い水準である。実際には需要が 50kWh に満たない場合もあると思われるので、影響は多少緩和されるものの、この低水準が電力セクターの財務状況に与える影響は大きい。さらに需要がその一つ上のランクに達した場合でも、料金は供給コストに届かない。

表 2.3.1 2004 年 5 月の電力料金

Residential		
0-50kWh (lifeline)	19,080 Cedi/Month	
51-300kWh	583 Cedi/kWh/Month	
300+kWh	1,018 Cedi/kWh/Month	
Non-Residential		
0-300kWh	848 Cedi/kWh/Month	
300+kWh	1,039 Cedi/kWh/Month	
Service Charge	21,200 Cedi/Month	
Special Load Tariff- Low Voltage		
Max Demand	143,100 Cedi/kVA/month	
Energy Charge	403 Cedi/kWh	
Service Charge	63,600 Cedi/Month	
Special Load Tariff- Low Voltage		
Max Demand	97,520 Cedi/kVA/month	
Energy Charge	382 Cedi/kWh	
Service Charge	63,600 Cedi/Month	
Special Load Tariff- High Voltage		
Max Demand	89,040 Cedi/kVA/month	
Energy Charge	371 Cedi/kWh	
Service Charge	63,600 Cedi/Month	

(出所) PURC

ライフライン料金はその名前からも明らかな通り、政策的に定められた社会平等を狙うための政策料金であり、支払い意志額や所得水準などを考慮して定められているとされる。このため、単純なコスト転嫁による引き上げが行いにくく、現在のような状況に至っている。

1998 年時点ではこのライフライン料金は、2,250 セディ/月となっていた。当時の卸売り電力価格は 50 セディ/kWh であり、ライフライン料金はほぼ卸売り電力料金に相当する水準に定められていた。このため、影響は比較的小さかった。しかしながら、この料金も引き上げられてはきたものの、供給コストの上昇にはまったく追いついていない。ガーナの世帯所得は高くないため、多くの家庭はこのライフライン料金内で需要が足りてしまう。このため、このランクの需要家が増えれば増えるほど、ECG および VRA-NED は損失をこうむる構造となっている。

さらに、この低料金が濫用されるケースも多い。今回の調査でヒアリングしたある団体は、需要家としては一口なのに電力接続を 4 口契約し、それぞれをライフライン料金におさめることで電力料金の節約を図っていると述べていた。低い料金設定が、顧客マネジメント能力の不足とあいまって、電力経営をきわめて深刻な状況に追い込んでいることが指摘できる。

2. 3. 3 NED の財務状況

以上の電力経営をめぐる原価と料金の問題をふまえて、現在ガーナ北部地域の電化を担当している VRA-NED の財務的な状況について検討を行う。

(1) 損益計算書

NEDの損益計算書を表2.3.2に示す。なお、2005年11月時点においても2004年度のアニュアルレポートは完成しておらず、財務諸表もなかったため、分析はこの時点で入手できていた2003年までの数字をもとに行う。

表 2.3.2 VRA-NED 損益計算書

(million Cedi)		
Profit and Loss		
	2002	2003
Total Sales	123,614	195,205
Power Sales	120,000	191,053
Residential	59,896	104,600
Non-Residential	41,626	58,057
Low Voltage	9,228	13,397
High Voltage	9,250	14,999
Other	3,614	4,152
New Connection	1,498	1,241
Other	343	543
Interest	1,773	2,368
Operating Cost	127,426	216,590
Power Purchase	101,645	175,008
Salaries	15,686	25,393
Materials	290	1,185
Repairs&Maintenance	1,884	2,652
Other	7,921	12,352
Depreciation	129,017	158,802
Total Cost	256,443	375,392
Net Profit	-132,829	-180,187

(出所) VRE-NED

売上は2002年から2003年にかけて、年率58%の大幅な増大を示している。一方、GWhベースで見ると、需要は年率7%程度の伸びとなっており、料金引き上げによる売上増加の影響は大きい。

しかしながら、売上の構成を見ると、最大を占めるのが住宅用途である。この部分が売上の伸びの大部分を占める状態となっている。この期間、住宅需要家の数は概ね1万3,000口程度増加しており、そのほとんどが、前節で述べたライフライン料金内の需要家であると思われる。このため、こうした需要家の増大はNEDの財務をさらに圧迫する結果となっている。

コスト面で見ると、最も大きな伸びを示しているのは買電コストであり、75%増となっている。これは売上の増加を上回る伸びであり、絶対額で見ても、売上の増加はほぼこの買電コストの上昇で相殺されてしまっている。

それ以外のコストもそれなりに大きな伸びを見せてはいるが、ガーナのインフレ率が20%超であることを考慮すれば実質ベースではほぼ横ばいであり、極端なコストの暴騰が生じているとは

言えない。それなりにコストを押さえる努力が行われていると見るべきであろう。

簿価で 3 兆セディ近い設備プラント類を持つ NED の修理メンテナンスコストが、その 0.1%に満たない 26.5 億セディにとどまるというのはきわめて低い水準に見える。ただしバランスシートの分析で見ると、この 3 兆セディ近い設備総額は、インフレ会計に伴う資産の評価替えを繰り返すことで見かけ上膨れ上がったものであり、これだけを持って必ずしも低すぎる水準とは結論できない。

また、こうした問題にさらに拍車をかけているのは、送電ロスがきわめて大きいことである。NED における送配電ロスは 30%を超えている。これは NED に限らず ECG においても指摘される問題である。

最終的に、NED の赤字は 2002-2003 年にかけて拡大を見せ、2003 年末の時点では 1,802 億セディとなっている。これは過去 5 年以上にわたりずっと続いている傾向である。需要家が、逆ざや構造になっている家庭部門で最も大きく増加していること、結果として買電コストの上昇を補うだけの料金収入引き上げが行えないことがその原因であり、この赤字は NED の能力の問題ではなく、むしろ料金やコスト構造に端を発する構造的なものであることがわかる。これが改善されない限り、今後 NED の財務が好転する見通しはない。

(2) バランスシート

VRA-NED のバランスシートを表 2.3.3 に示す。ただし、NED のアニュアルレポートの記述方法を通常の会計方式に書き換えたものとなっているため、NED アニュアルレポートとは必ずしも一致しない部分があることは留意されたい。

総資産は 2 兆 5,000 億セディから 2 兆 9,000 億セディへと増大を見せている。ただし、これは必ずしも新規設備の追加によるものばかりではない。2002 年の Work in progress を見ると 39 億セディ程度であり、2003 年までの設備資産増加分の 4,000 億セディに遙かに及ばないことがわかる。設備資産の大幅な増大は、ほとんどが資産評価替えの結果である。高インフレのため、NED は毎年資産の評価替えを行っており、それによる増分がこの増加のほとんどを占める。

表 2.3.3 VRA-NED バランスシート

	(million Cedi)	
Balance Sheet	2002	2003
Fixed Asset	2,516,106	2,934,870
Property, Plant&Equipment	2,512,157	2,924,602
Work in Progress	3,949	10,268
Current Asset	135,113	229,609
Stocks	4,557	12,695
Power Debtor (account recievable)	91,874	152,698
less provision for bad debts	-1,837	-3,054
Other debtors	4,068	15,689
Short Term Investment	5,622	7,319
Cash etc.	30,829	44,262
Total Asset	2,651,219	3,164,479
Current Liability	157,540	402,588
Deposit for new connection	11,596	17,859
Levy/electricity find	2,777	3,383
trade creditor (Accounts payable)	160	161
Other	3,290	5,160
VRA Current Account	139,717	376,025
Equity	2,493,679	2,761,889
VRA Investment Account	326,354	203,578
Retained Earnings (income surplus)	-86,566	-203,677
Capital Surplus (asset reevaluation)	2,253,891	2,761,988
Total Equity and Liabilities	2,651,219	3,164,477

(出所) VRE-NED

短期資産 (Current Asset) で注目されるのが、Power debtor として表示されている売掛金である。この金額は、Profit and Loss statement における Power sales の額の実に 80%を占める。すでに述べた送配電ロスに加え、実際に配電した分についても、回収が大幅に遅れていることがわかる。2002 年にはこの数字は 76%であり、状況は悪化していることが見て取れる。ここから見ると、売上の増加分のほとんどは、実際には回収できておらず、現金収支の改善には貢献していない。

一方、短期負債 (Current liability) を見ると、Deposit for new connection が多少大きい金額を占めている。新規接続の接続料を受け取っているのに、まだ接続が行われていない需要家がある程度存在することがわかる。設置が申し込みに追いついていない状況である。また、きわめて大きいのが VRA Current Account であり、VRA から短期の借り入れを行うことで運営をまかなっていることが見て取れる。

NED は VRA の部局であるため、独立して融資を受けることはできない。このため、長期負債に相当する部分はバランスシートには存在しない。特に投資的な資金は、VRA からの Investment account 経由で VRA から得られる。ただし、現状ではその部分は Retained earnings でほぼ相殺されてしまう規模となっている。エクイティ部分で最大の割合を占め、バランスシート右側のほとんど

とすべてを占めているのは、Capital surpluses であり、これは資産再評価による簿価増大分の累計である。これは実際に NED が得た資金ではなく、インフレ会計を行う際の帳簿処理からくる金額である。このインフレ会計による操作により、NED のバランスシートは多少見通しが悪くなっており、注意が必要である。

(3) キャッシュフロー

キャッシュフローの状況を見ると、NED の経営の概ねがわかる (表 2.3.4 参照)。営業赤字は、現金収支で見ればほとんど減価償却分と相殺する程度となっている。しかしながら、売上の増加とともに売掛金が年々増加しており、手持ち現金はマイナスとなっている。その分は、VRA Current account から短期の資金を供与してもらうことでなんとか補っている。

新規投資は低い水準にとどまる。ここ数年、年間 63 億セディから 70 億セディ程度であり、メンテナンスコストの倍程度である。一部設備の大規模修繕にとどまるのではないかと見られる。

また Financing 活動は、借り入れがないため、VRA からの資金供与次第となる。2003 年には、アカウントから 1,228 億セディの資金が引き揚げられたために、Financing からのキャッシュフローはマイナスとなっている。

最終的には、多少の手持ち現金は残っている。2003 年末時点では 515 億 8,000 万セディの手持ち現金があり、これは総コストの 1/3 程度となり、十分な水準となっている。ただし、自前で新規の投資などを大規模に行う余力はまったくない状態であり、現状のオペレーションを続けるのがやっとであると思われる。

表 2.3.4 VRA-NED キャッシュフロー

Cash Flow	(million Cedi)	
	2002	2003
Operating Profit	-132,829	-180,187
Adjustment		
Depreciation	129,017	158,802
Interest on Investment	-1,773	-2,368
Fixe asset sales proceeds	0	
Decrease/(Increase)in :		
Stocks	764	-8,138
Accounts recievable	-41,262	-71,227
(Decrease)/Increase in:		
accounts payable	5,536	8,740
VRA Current Account	62,549	236,308
Net CF from Operations	22,002	141,930
Cash Flow from Investment		
Interest	1,773	2,368
Purchase of plant	-2,953	-74
Work in Progress	-3,958	-6,319
Net Cash from Investment	-5,138	-4,025
Cash Flow from financing		
Investment from VRA	0	-122,776
Net CF from financing	0	-122,776
Change in Cash etc.	16,864	15,129
Opening Cash etc.	19,587	36,451
Closing Cash etc.	36,451	51,580

(出所) VRA-NED

2. 3. 4 ECG の財務状況

ECG は、NED から電力を購入して送配電している機関である。ECG も財政的には決してよい状況にあるとはいえない。その財務報告もまた 2005 年末の時点で 2004 年度のものが完成しておらず、数字は 2003 年のものがベースとなる。

ECG は今回の調査にとって直接的な関連が VRA-NED より低いため、財務諸表それぞれについての詳細な分析は行わない。しかしながら需要が増大し、そのための送電システムに関わる設備投資需要が急増しているにも関わらず、それに見合った料金引き上げができないために、経常的に営業損失を出しているという状況は、VRA-NED の場合とほとんど変わらない。

ECG の顧客数は、2003 年末時点で 109 万顧客となっており、2002 年末に比べて 12.7% の増加となっている。同じ期間の販売電力は 3,199GWh から 3,342GWh へと増加した。これは 4.4% の増加にすぎない。顧客数の増加の比での売電量の低さは、小口顧客の増加ぶりを物語るものである。

同期間における総資産は約 6 兆 2,000 億 セディから 7 兆セディと 12% 程度の増加となっており、おおむね売電量と見合った形の設備投資が行われている様子がうかがえる。ただし設備の老朽化

および新規設備投資の必要性などから、この水準でも必ずしも十分とはいえない状況である。

売電量の伸びは少なかったものの、2003 年中には料金が二度にわたり引き上げられたために、売上金額は 2002 年の 1 兆 5,500 億セディから 2003 年には 2 兆 2,700 億セディと、46%もの増加を見せている。しかしながら、その分 NED からの買電がほとんどをしめる直接経費も同額だけ上昇しており、さらにはオペレーションの拡大に伴う販管費も増加を見せているために、営業利益は 4,826 億セディの損失を計上している。損失計上はここ数年にわたり恒常的に続いており、慢性的なものとなっている。

キャッシュフロー的には、損失分はおおむね減価償却分と相殺されており、資金ショートには至っていない。しかしながら借入れはかさんでおり、大規模投資も困難となっている。このため 2003 年には政府補助の形で長期負債およびその累積金利分あわせて 7,924 億セディの免除措置を受け、財務改善のてこ入れを受けている状態となっている。だが現状の赤字継続状況では、早晩またもとの状況に戻ってしまう可能性もある。ECG もまた大量の投資を行うのが困難な状況であることがわかる。

2. 3. 5 地方電化における O&M コスト

PV の運転維持管理 (O&M⁴⁶) コストは、所有者/利用者が最低限の掃除等を行えば実際にはほとんどかからない。しかしながら現実には、その水準の O&M もなかなか期待できるものではなく、最低限のチェックは必要となる。現在、こうしたソーラーを中心とした電化におけるオペレーションコストの詳細としては、RESPRO のものがある。ただし、経理担当者交代に伴う引き継ぎ上の問題などから、長期的なデータが整備されていない。また、RESPRO 自体も規模が変動しているために、必ずしも信頼性の高いデータがとれないのが現状である。

RESPRO は現在、2,000 基のソーラーホームシステム (SHS⁴⁷) について、月 2 ドルでメンテナンスを行っている。実務を行っているのは、数名のエンジニアおよび職員であり、彼らの給与やオペレーションコストが支出に充てられる。表 2.3.5 に、RESPRO の収入に対する支出の概要を示す。

⁴⁶ Operation and Maintenance

⁴⁷ Solar Home System

表 2.3.5 RESPRO の収入と支出のバランス

	Actual Cost/Income
Revenue	40,000,000
Salary	20,000,000
Daily Service Allowance	30,000,000
Equipment	5,000,000
Vehicle	20,000,000
Utility& Office Supply&Bank Charge	30,000,000
Tax etc.	15,000,000
Total Cost	120,000,000
Profit/(Loss)	-80,000,000

(出所) RESPRO

これは記録のある数ヶ月を平均したものである。現状でも RESPRO は月額 8,000 万から 1 億セディ程度の赤字を出していることがわかる。これはどうてい持続可能な状況とはいえない。

さらに、現在の RESPRO 職員の給与水準はきわめて低く、このため人材流出が著しい状況となっている。電力会社にいけば現在の給与水準の三倍はもらえるとのことである。部分的には、熟練技術者にかわって未熟練技術者を複数雇うなどの方策を通じて人件費を抑えることは可能ではあるが、それでも現行水準の二倍程度の人件費は最低でも必要となるはずである。

この状況を考えると、今後のオペレーションとしては 2,000 基のメンテナンスコストとして月額 2 億セディ、つまり一機あたり月額 10 万セディ程度が支払われなければ採算があわない。これは月額で 10 ドル、現在の 5 倍程度の金額となる。年間では 120 ドルとなる。同時に、5 年ごとに 300 ドル程度のバッテリー交換費用を見込むのであれば、さらに月あたり 5 ドルの積み立てが必要となる。

地方電化、特に SHS というシステムの性格上、これは規模の経済が必ずしも働きやすいコストではない。今後、集金方法の工夫や、担当者配置などの面で多少のコストダウンははかれるにしても、おおむねバッテリー交換費用とあわせて月額 11-12 ドル以下の水準の費用は不可欠となると思われる。

第3章 オングリッドとオフグリッドによる地方電化プログラム

3. 1 オングリッド電化

3. 1. 1 NES、SHEP の制度政策的な検討

(1) 国家電化計画 (NES)

政府は、1989年に経済回復プログラムと並行して、1990年から2020年に至る30年間で国の電化を達成することを目標とするNESを制定した。この電化の目的は経済開発の促進と生活水準の向上にある。計画を進めるために必要な原資は、無償、有償の援助資金⁴⁸、国家電化基金⁴⁹による課税、政府予算が充てられる。

NESの策定にあたってはカナダ政府から無償資金が提供され、この資金で国家電力計画調査が実施された。カナダのコンサルタント会社Acres Internationalがこの調査を行い、六つの五カ年計画からなる向こう30年間にわたる国家電化マスタープラン⁵⁰が作られた。計画では、電化対象の資格がある対象地域として、人口500人以上の4,221カ所の村落の名があげられた。

NESの第一フェーズでは全ての州都と州都に向かう途中にある村落が電化対象となった。その後のフェーズでは、経済的にフィージビリティのあるプロジェクトから手を付けることになった。

(2) 自立的電化プログラム (SHEP)

NESを補完するプログラムとしてSHEPが作られた。SHEPは既存の33kVまたは11kV配電線から20km以内にある村落の電化を支援するものであり、村落が低圧配電線の電柱の購入を行うことが条件⁵¹となる。これによりNESで計画する系統接続の目標年次を前倒しすることを目指した。

1990～91年に実施されたSHEP1では50カ所の村落が系統に接続した。これに続いて1992～94年でSHEP2が実施され250カ所の村落が系統に接続した。

1993～94年には全国調査が行われ、SHEP3の対象となる村落1,400カ所の名前があがった。SHEP3は規模が大きかったために三つのフェーズに分割された。フェーズ3の終了は2004年末であった。

⁴⁸ Grant and Concessionary Credit

⁴⁹ National Electrification Fund

⁵⁰ National Electrification Master Plan

⁵¹ 現在は、低圧配電線の購入も政府が負担するようになってきている。NEDの例では、平均的には住民は家屋までの接続費用負担として5,000セディ、屋内配線の全額を負担しているのが実態となっている。[NEDへのインタビューによる]

2000年12月現在、合計1,877の町（全ての郡都⁵²を含む）がこのNESとSHEPの下で系統に接続された。

2001年、政府はSHEP4の実施に手を付け始めた。SHEP4には2,500の村落から申請が出され、政府はECGとVRAにフィージビリティ調査の実施を求めた。その結果、この2,500の村落を電化するためには約3億5,000万ドルの費用が掛かるものと推定された。SHEP4の第一フェーズでは、SHEP3で残った資材を使って進められており、2004年末には193カ所の村落が電化された。

SHEP4の資金はソフトローンや無償資金協力で賄うことを想定しているが、現状で確定しているのは、2004年に決まったインド輸出入銀行⁵³が提供する1,500万ドルだけである。

表 3.1.1 2000年12月現在のNESの達成状況

プロジェクト	村落の数
国家電化計画（NES）	430
他のターンキー/二国間援助プロジェクト	373
SHEP 1	100
SHEP 2	250
SHEP 3 フェーズ 1	280
SHEP 3 フェーズ 2	494
合計	1,877

（出所）MOE

このような電化計画を進めた結果、NES開始当時の1989年には全国の家庭の電化率が約15%に過ぎなかったものが、2000年には43%を達成しており、これはサハラ以南の国の中では最も高い数字となっている。

しかしNESは多くの課題を抱えている。とりわけ地方部の買電収入は料金の未払いで問題を生じている。その結果、電力供給網の拡張を進める投資のための収入確保がますます難しくなっている。

⁵² District Capital

⁵³ Export-Import Bank of India

3. 1. 2 NES、SHEP の技術的検討

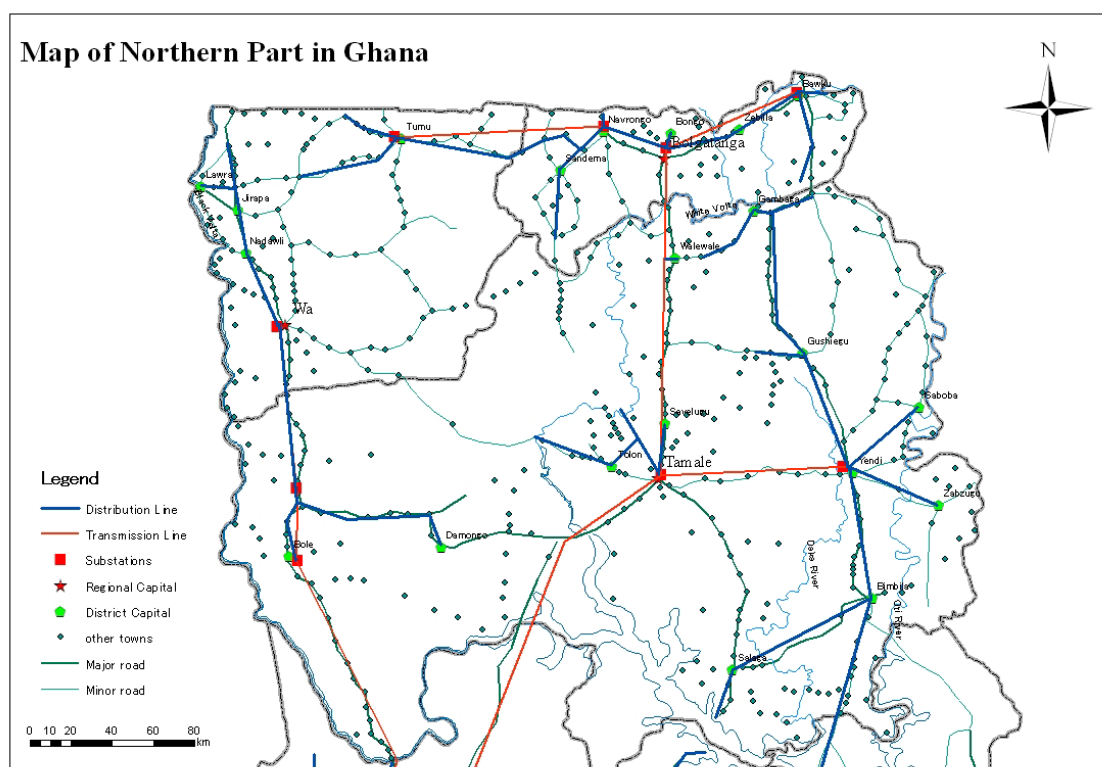
(1) 配電系統の状況

ガーナ Northern 州の配電設備は、Tamale、Bolgatanga、Wa に所在する NED の各州の地方局 (Regional Office) により運転・管理が行われている。

(注) NED は北部 3 州以外にも Techiman、Suyani においても供給を行っている。

配電線は、そのほとんどが 33kV に相当する 34.5kV と 11kV で構成される。配電線は各州の主要都市である Tamale、Yendi、Bolgatanga、Wa、Sawla の変電所から引き出されている。電圧は Sawla を除き 11kV で Sawla のみ 34.5kV となっている。このほかの準送電線から直接、配電線が引き出されるケースも多く存在し、これは分散する地方都市へ送電する方法として有効と考えられる。準送電線の電圧は 34.5kV であるが、特殊な事例として、Techman と Bolgatanga 間の送電線の 2 本の架空地線 (Shield Wire) に対地間電圧 20kV あるいは 30kV の電流を流して、そこから配電線を分岐させているケースも存在する。

北部地域における、送電線・配電線系統は図 3.1.1 のとおりである。



(出所) NED 資料より調査団作成

図 3.1.1 北部地域の送電線・配電線系統

(2) 配電設備の技術基準

ガーナでは ECG、NED 双方に共通の技術基準 (Electrical Power System Specification) が存在し、設備はその基準に基づき形成されている。この基準に基づいて電化が行われれば、保安上あるいは供給信頼度上においても問題のない設備形成が進められると考えられる。

表 3.1.2 配電設備の主要な技術基準

項目		規格
周波数		50Hz
電圧	33kV	定格電圧：33kV 最大電圧：36kV
	11kV	定格電圧：11kV 最大電圧：12kV
	低圧	定格電圧：433/250V 最大電圧：438/253V 最低電圧：358/207V
電線	高圧	All Aluminum Conductor (AAC) 標準的なサイズ 33kV 幹線：400mm ² 、240mm ² 、150mm ² 分岐線：240mm ² 、120mm ² 、50mm ² 11kV 幹線：265mm ² 、150mm ² 、120mm ² 分岐線：120mm ² 、50mm ²
		支持物
設計径間		高圧：11m 柱の場合 100m 低圧：46m

(出所) ECG、NED

(3) NED におけるプロジェクトおよび SHEP の状況

1) プロジェクトの実施状況

NED により着手された最新のプロジェクトは表 3.1.3 のとおりである。

表 3.1.3 プロジェクト内容

プロジェクト内容	地点等
2.5MVA 変電所 (33/11kV) 1 台の新設	Ntroso
315kVA 配電用変圧器 (33/0.433kV) 1 台の新設	Kenyasi
315kVA シールドワイヤー用変圧器 (30/0.433kV) 1 台の新設 高圧線 5.2km の新設	Akomadan
200kVA 配電用変圧器 (34.5/0.433kV) 2 台の新設 200kVA 配電用変圧器 (11/0.433kV) 1 台の新設	Tamale
50kVA 配電用変圧器 (34.5/0.433kV) 8 台の新設	Tamale Airport Junction 他
11.5kV 高圧配電線の延長 315kVA 配電用変圧器 1 台の新設	Watech
25kVA 配電用変圧器 (単相) 1 台の新設	Kobedi

(出所) NED 年次報告書

2) SHEP の実施状況

NED における至近年の SHEP の状況は表 3.1.4 のとおりである。

表 3.1.4 SHEP の状況

2004 年	電化世帯数：2,006 世帯 新規配電用変電所の着工：147 カ所 (8,925kVA) 新規 34.5kV 配電線の着工：976 k m
2003 年	電化村落数：26 村落
2002 年	電化村落数：7 村落

(出所) NED 年次報告書

3) 配電設備の現状から見た課題

配電線は、これまでの電化計画により主要な村落に向けて延ばされているが、その途中に経由する村落には未電化村落もいくつか存在する。こうした村落の電化は、配電用変圧器および低圧配電線の延伸により、比較的安価に電化することができるが、SHEP においては、電化に対する村落の意欲が優先されるため、未電化のまま残っていく場合も考えられる。こうした点も考慮しながら、国家的地方電化計画を推進する上においては、早期にマスタープランを作成して電化順位や方法を決定する必要があると考えられる。

3. 2 オフグリッド PV 電化

3. 2. 1 オフグリッド PV 電化関連政策および制度

(1) 政府による PV 電化の推進

ガーナ政府では、NES や SHEP といった配電線延伸による地方電化プログラムが向こう 10 年程度届かない地域を対象として、再生可能エネルギー、特に PV を利用したオフグリッド電化を進めようとしている。

このため、MOE や EC では、オフグリッド PV に関する組織制度作りを進めてきたが、技術面や資金面の問題もあり、これを包括的に推進する体制には至っていない。表 3.2.1 に、主な関連法令や政策などにあるオフグリッド電化に関する記載内容を示す。

表 3.2.1 ガーナにおけるオフグリッド電化の関係政策・法令

関連政策・法令	年	記載内容
エネルギー委員会 (EC) 法	1997	石油製品、電気、天然ガス収入からエネルギーファンドとして徴収する。この基金は太陽光を含む再生可能エネルギープロジェクトの開発や利用促進のために利用される。
ガーナ貧困削減戦略 (GPRS)	2002	地方において貧しい人々に対して、再生可能エネルギー (太陽光、風力、バイオガス) による電気を通じて、生産活動を促進させる。
エネルギー政策 (ドラフト)	2004	MOE は、地方電化推進のため、オングリッド電化とともに太陽光や小水力といったオフグリッド電化を推進する。 MOE は、電気事業者や民間事業者と共同で将来的にグリッド電化が難しい村落に対して、PV 電化プログラムに着手する。

(出所) 各種資料より調査団作成

PV 電化のための資金は、エネルギーファンドを利用することができることにはいるが、その年間の収入が 70 億セディと非常に小さいこともあり、殆ど利用されておらず、公的資金の投入は限られている。また、保健や教育など他のセクターにおいて、独自にドナーファンドなどによる PV プロジェクトが進められていることもあって、MOE が十分にプロジェクトを把握できていない点も認められる。

(2) 免許制度

EC では、既に DENG と Terra Solar の 2 社に対して暫定免許を付与して、今後の PV 事業に対する免許制度を開始している。この暫定免許についてはサービスプロバイダーとして、PV 機器を設置して料金を徴収する事業者を対象としたものであり、売り切り型の事業や機器販売といった多様な PV 産業に対応しているわけではない。

また、環境配慮に係る使用済みバッテリー処理の具体的な計画や技術基準が未整備なこともあり、まだ免許制度としては確立していない。なお EC によると、暫定免許の概要については以下のとおりである。

- ガーナで事業を行う資格があり、EPA の環境に関する要求内容を満たすこと。
- 免許は 2 年間有効で、更新手続きを要すること。
- 所要の免許取得料を納めること。
- ファイナンシャルプランを含めたサービス料金の設定をすること。
- 調達や設置に関して、技術基準を遵守すること。

- バッテリーの処理に関する報告をすること。
- 活動に対して定期的に報告を行うこと。

(3) 技術基準・設置基準およびエンドユーザーマニュアル

PV 設備の品質を一定レベルに維持するため、また事業者やユーザーに対して適正な技術情報を提供するという意味においても、国としての技術基準や設置基準を整備することは必要不可欠であり、ガーナ政府もその必要性を認識している。2002 年の 1 月には、デンマーク国際開発庁 (DANIDA⁵⁴) の支援のもと、ガーナ太陽光エネルギー協会 (GHASES⁵⁵) とガーナ標準化委員会 (GSB⁵⁶) が協力して、技術基準のドラフト策定を行った⁵⁷。EC では技術基準完成のための予算を計上しているが未だ承認されておらず、手続きは止まったままである。

2005 年 3 月に実施された第 1 回ワークショップにおいては、技術基準によって政府の規制が強化されることに対して懸念を表明する事業者も見受けられたが、このような技術基準の設定が従来の国際基準の考え方を逸脱するものではないこと (ダブルスタンダードを設けるわけではないこと)、マニュアルによるユーザーへの正しい知識の提供が最終的には PV 産業を発展させることなどが議論の焦点となり、最終的に参加者の合意を得ることができた。

しかし、ガーナでは技術基準や設置基準が未整備であるため、機器個別の仕様や輸入対象国の基準を暫定的に適用しているのが現状である。このため、現在 EC が中心となって 2005 年末を目処に技術基準や設置基準のドラフトを作成中である。

また PV の場合、ユーザーが基本的なメンテナンス (パネルの清掃、チャージコントローラーの読み、バッテリーの保守など) を適正に行うことにより、システムの寿命を延ばすことができる。現状では、事業者が独自に作成したマニュアルに基づき、ユーザーに対してシステムの使用説明を行っている。これらマニュアルをある程度統一的に整備することについて、同じく第 1 回ワークショップにおいて参加者の基本合意を得ることができた。

(4) 研修・トレーニング制度および機器試験センター

ガーナでは、国レベルでの PV 関係者に対する統一的なトレーニングは実施されておらず、大学機関や事業者が独自にカリキュラムを組んで行われているのが現状である。また、現場におけるオン・ザ・ジョブトレーニング (OJT⁵⁸) により熟練者からの技術指導が行われている。

しかし、技術力の向上や公的な資格を得ることへのインセンティブの付与という点で、全国レベルでのトレーニングや技術認証制度のニーズは高い。また、北部地域の都市 Tamale にある工業

⁵⁴ Danish Agency for Development Assistance

⁵⁵ Ghana Solar Energy Society

⁵⁶ Ghana Standards Board

⁵⁷ Draft Standardized Requirements for the Application of Photovoltaic (PV) Systems in Ghana

⁵⁸ On The Job Training

専門学校⁵⁹でも、トレーニング制度設立への準備が進められている。表 3.2.2 に現在実施されている PV 関連のトレーニングの概要を示す。

表 3.2.2 現在行われている PV 技術者へのトレーニング

実施主体	期 間	内 容
KNUST ⁶⁰	2 週間	MOE の要請に従って、テクニシャンのトレーニングを行っている。ここ 1 年の受け入れ実績はない。RESPRO のテクニシャンはこの研修を受講した。また、KNUST では太陽光を扱うコースが修士課程にあり、西アフリカ諸国からの学生も受け入れている。
DENG 社	2 週間	オーストラリアの Institute for Sustainable Power (ISP) が作成したカリキュラムに従って、設計・設置など一連のトレーニングを実施している。テキストには、小水力などの再生可能エネルギーも含まれる。年間 100 名程度のテクニシャンを育成する予定。

(出所) インタビュー結果より調査団作成

PV 機器の品質確保のための試験センターは KNUST および DENG に設けられている。しかし、まだ大規模なものではないため、一般的には輸入元の工場検査の結果を適用している。

3. 2. 2 過去の PV プロジェクトのレビュー

ガーナ政府では、SHEP による配電線延伸が難しい地域にオフグリッド電化を進めるため、1990 年代後半からドナーの支援などによりオフグリッド PV 電化のパイロットプロジェクトを実施してきた。このうち代表的な 4 つのプロジェクトについて、その内容を以下に示す。

(1) 再生可能エネルギーサービスプロジェクト (RESPRO)

本プロジェクトの正式名称は、「地方部における社会経済開発のための再生可能エネルギー電力」である。プロジェクトに対する当初三年間の資金は、地球環境ファシリティ (GEF⁶¹) の無償資金 250 万ドル、ガーナ政府からの 50 万ドル (30 万ドル相当の PV 機器を含む)、米国エネルギー省国立再生可能エネルギー研究所からの技術協力資金 100 万ドルにより賄われた。

RESPRO はガーナにおいて実施された単独の PV プロジェクトとしては最大規模のものであり、Northern 州の East Mamprussi 郡を対象に行われた。プロジェクトでは、13 カ所以上の村落をフィー・フォー・サービス方式による PV 電化を進めようとするものであった。

プロジェクトの目的は以下のとおりであった。

- 地方電化推進にあたって PV を独立型電源として利用する際に要求される技術水準、機器選定、コスト、O&M コストについてガーナ政府の理解を深める。
- 小型の PV システムを大規模に導入することの技術的、経済的、制度的なフィージビ

⁵⁹ Tamale Poly Technique

⁶⁰ Kwame Nkrumah University of Science and Technology

⁶¹ Global Environmental Facility

リティについて政府関係者、民間部門、援助機関に対して実証する。

- MOE や電気事業者が現在進めている地方電化の活動の中で、再生可能エネルギーを取り込むことを可能にする。
- 僻地にある 13 カ所の未電化村落を電化する。
- PV 技術を大規模に利用するための触媒として作用する。

特に、プロジェクトの実施にあたって根本となる思想としてあったのは、完全にコスト回収できる形で PV による電力供給を民間ベースの事業として立ち上げることであった。

当初は、電気事業者をプロジェクトに強く関与させることを狙ったが、北部地域を担当する NED は、当時、干魃による水力発電の出力低下により電力危機の状況にあり、PV プロジェクトを支援するだけの余裕がなかったため、強い関心を示さなかった。

このため、電気事業者の参加がないまま、MOE が RESPRO ユニットを作り、そこがプロジェクトを管理する形をとることで、1999 年 2 月にプロジェクトを開始した。そして、プロジェクトを通して、約 1,400 基の PV システムを設置した（表 3.2.3 参照）。

表 3.2.3 RESPRO によって設置された PV システム

1. 家庭用

郡 (District)	町 (Town)	合計
Bolgatanga	Tengzuk	40
	Bolga	45
Bawku/East	Pusiga	45
Navrongo		192
Tamale		108
	Pishegu	40
E/Mamprusi	Nakpanduri	310
	Bunkpurugu	535
Upper West		34
合計		1,349

2. 非家庭用

郡 (District)	教会 モスク	バー	サロン	商店	事務所	学校	洋品店	燃料店	合計
Tamale		1		1					2
Kasena/Nankana		3							3
E/Mamprusi	6	8	1	7	1	1	1	2	27
E/Gonja	1			1					2
Gushegu/Karaga				3					3
合計	7	12	1	12	1	1	1	2	37

3. 公共サービス

街路灯	13	Binde (4) , Yunyoo (3) , Tengzu (1)
井戸ポンプ	1	Binde
診療所用ワクチン冷蔵庫	3	Wantugu, Singa, Binde

(出所) New Energy, Renewable Energy Service Project (RESPRO) —Socio-Economic Impact Assessment Study of Photovoltaic Electrification for Rural and Economic Development in Northern Ghana, September 2002

PV 機器は RESPRO が所有して、メンテナンスサービスを行うことにより料金を徴収している (フィー・フォー・サービス)。家屋用の場合、50W システムで初期設置費用 1 万セディ、月額 1 万 5,000 セディで、100W システムの場合は初期設置費用 1 万 5,000 セディ、月額 2 万 5,000 セディとして、設置時に 6 ヶ月程度のデポジットを需要家に負担させた。月の料金は、オングリッドのライフライン料金に抑えられたため、バッテリーの交換費用を RESPRO が賄えず、今後は需要家が負担とする計画が立てられている。

この RESPRO プロジェクトを通して得られた教訓は以下のとおりであった。

- PV システムの設置と運営を行うエネルギーサービス会社 (ESCO⁶²) のオーバーヘッドは高い。
- RESPRO ではプロジェクトが僻地であったために運営コストが高くついた。
- PV 市場を確立するためには政府の明確な政策が伴わなければならない。
- PV プログラムの実施には複合的な戦略が必要である。
- PV をより広く浸透させていくためには、適切な資金メカニズムを伴った政策の枠組み作りが必要である。
- PV の便益を最大化させるためには、電気事業者の関与が必要である。
- フィー・フォー・サービス型のビジネスモデルは改善する必要がある、このモデルだけではもはや限界がある。

このような形で GEF の資金で進められたプロジェクトとしての RESPRO は 2002 年で終了した。しかし、プロジェクトを実施した RESPRO ユニットは非政府組織 (NGO⁶³) として法人登録され、現在は MOE の監督下で PV 設備の設置運営事業者として活動している。

2005 年 6 月現在、RESPRO には 5 名のテクニシャン (うち 2 名は Upper East 州に常駐)、1 名の経理職員、1 名の倉庫担当が勤務している。

⁶² Energy Service Company

⁶³ Non Governmental Organization

(2) DANIDA プロジェクト

正式名称は「ガーナにおける再生可能エネルギー資源開発⁶⁴」である。プロジェクトはデンマーク政府の無償資金協力として行われ、その一部が再生可能エネルギーサービスセンター⁶⁵の設置資金に充てられた。14 のセンターが建設され、ここにバッテリー充電所 (BCS⁶⁶) が設置された。うち三カ所にはソーラー電話局も併設された。このプロジェクトでは、受益者である農民の収入水準が低いことから、コストの大きい SHS を採用せず BCS とした。

また、プロジェクトでは、受益者がバッテリーや電球を買うための資金として地方銀行⁶⁷がローンを提供した。

プロジェクトは 1999 年に開始され、2000～2002 年の二年間でセンターの運営が行われた。2003 年にプロジェクトは EC に移管され、翌 2004 年に EC はプロジェクトを州議会に移管した。州議会への移管後は、州議会は毎年の BCS の運転状況と財務報告書を EC に出すことが求められた。また、受益者にローンを提供した銀行も財務報告を行うことが求められた。

二年間の実証期間を経てプロジェクトは EC に移管されたが、その間に以下のような問題点が発生した。

- BCS の運転員は日々の充電の使用料徴収を含む管理に加え、地方銀行が融資したローンの返済状況の調査とローン回収のために各戸を回らなければならなかった (戸別のローンの回収は銀行にとってコストがかかるため、運転員に委託する形を取った)。
- 銀行は四年のローンを組み、ローンを受ける者に保証となる預金を求めた。これに対して、借り手が実行したことは保証金を預金しただけで、その後のローン返済はほとんど行われなかった。
- 融資を受けた受益者が返済を拒んだ結果、銀行への返済は滞り、最初の 3 年間に回収できた元金は 10%程度でしかなかった。
- 銀行は支払いの途絶えた借り手の所に職員を送って交渉しても、相手は支払いを拒むだけであった。また、回収を委託していた運転員も返済の回収をしようとしなかった。

銀行からのローンの回収で決定的な問題が起きた原因としては、以下が考えられた。

- プロジェクトの組成段階から銀行が入っていなかったため、住民は銀行がプロジェクトのパートナーであるという意識を持っていなかった。
- DANIDA のプロジェクト実施者は、銀行のローンに 10%の金利と 1%の手数料がかかり、その返済が借り手の義務であることを住民に十分説明していなかった。
- 銀行もプロジェクトの内容について十分な説明を受けていなかった。この結果、住民

⁶⁴ Development of Renewable Energy Resources in Ghana

⁶⁵ Energy Service Center

⁶⁶ Battery Charging Station

は設備が無償資金で行われていると思っており、銀行にローンを返済しなければならぬことが理解できなかった。

- 受益者はバッテリーが寿命前に壊れてしまったことに不満を持っていた。各戸の電球が切れても、それは運転員が交換するものと思っており、直さないまま放置された。さらに運転員の技術能力が高くなかった。このような状況がローンの借り手の返済意欲を削いだ。
- 村落は血縁で結びついており、運転員がローン回収をするにしても、厳しい対応が出来る環境になかった。
- 運転員が返済金を回収しても、銀行に返済せずに自分の金として使ってしまった。
- 中には個人で SHS を購入した者もあり、信頼性の低い BCS の利用をやめ、バッテリーも自宅の SHS に接続してしまった。その結果、使用しない BCS のために、ローンの返済を返す必要はないと主張した。
- ローンの金額が貧しい農民には大き過ぎた。他方、銀行にとっては僻地の借り手を回って返済を回収するにはオーバーヘッドが大き過ぎた。

このプロジェクトから得られた教訓は、プロジェクトの実施にあたって、住民に対してそのプロジェクトが持つ意味を十分に理解させること、バッテリーの利用にあたって必要な知識を教え込むことなどであった。また、北部はとりわけ貧しい住民が多いことから、資金を回収することは容易ではなく、安易な融資システムは失敗に結びつく可能性の高いことを示した。

(3) 鉱業エネルギー省 (MME⁶⁸) / スペインオフグリッドプロジェクト

これは、RESPRO や DANIDA の先駆けとして 1998 年 7 月に開始されたプロジェクトである。最初の二年間で設置工事を行い、残り一年は請負業者の保証機関であった。プロジェクトでは、スペイン政府の資金援助の下、10 カ所の村落を対象に 2,196 基、出力合計 265kW の PV システムが設置され、その運営はフィー・フォー・サービス方式で行われた。

プロジェクトの目標は PV の利用可能性を実証し、NES に中にフィー・フォー・サービスによる PV 電化を組み込むための条件を明らかにすることであった。

プロジェクトはスペイン政府からの融資⁶⁹ (50%) と輸出信用⁷⁰ (50%) で賄った。プロジェクト実施機関は鉱業エネルギー省とスペインの ISOFOTON S.A. (現地カウンターパートは Wilkins) であった。プロジェクトの目的は以下のとおりである。

- 分散型の PV システムで 10 カ所の村落に電気供給する。
- フィー・フォー・サービスによる PV 電化の適用の課題を調査する。

⁶⁷ Rural Bank

⁶⁸ Ministry of Mines and Energy, エネルギー省の前身

⁶⁹ Confessional Loan

⁷⁰ Export Credit

- 政府の施設にグリッド接続した集中型 PV システムを設置することの影響を調査する。
- PV に対する関心を高め、学術機関の人的資源を強化する。

表 3.2.4 スペインプロジェクトで設置されたシステム

PV システム	単位出力 (Wp)	設置基数	合計出力 (Wp)
家庭用 (A)	50	760	38,000
家庭用 (B)	100	1,163	116,300
病院	600	14	8,400
街路灯	150	200	30,000
学校/村落	250	48	12,000
用水ポンプ (飲料水)	6,000	1	6,000
用水ポンプ (灌漑)	1,200	1	1,200
バッテリーチャージングセンター	500	6	3,000
集中型システム	50,000	1	50,000
合計		2,194	264,900

(出所) Ahiataku-Togobo, Wisdom, *MME/Spain Offgrid Sola PV Rural Electrification Project*, Ministry of Mines and Energy, November 2000

プロジェクトの実施にあたっては、郡議会⁷¹との強い協力が行われ、対象とする村落の選択にあたっては既存のグリッドから 20km 以上離れていることが条件であった。対象となる村落について PV の啓蒙を行い、次の条件を満足することが実施の条件となった。

- 接続費用と屋内配線のために、設置を希望する各戸は初期費用 7 万セディ (当時の金額で約 16 ドル) を州議会を通して一定期間内に支払うこと。
- 村落の設置希望者の少なくとも 30% は SHS であること。
- 毎月の支払額はシステム一基あたり 2 ドルであること。

一定期間内でこの条件を満足することのできる村落が選定された。議長、あるいは村落・チームの協力の下、地域の電化委員会 (技術員を含む 3~6 名で構成) が設立され、彼らが政府に代わって設備の管理を行った。委員会は、毎月の料金の徴収、設備の維持管理に責任を持ち、全ての支払者のリストを回収料金と共に政府に提出するものとした。さらに 4 カ月以上料金を支払わなかった者は、それから 1 ヶ月以内に支払わなければ設備を取り外すことを伝えた。この委員会の維持のために、徴収金額の 20% が委員会に手数料として支払われた。

全ての料金徴収を管理するために特別の口座 (オフグリッドソーラー電化口座) を開設し、1999 年 1 月~2000 年 6 月の間に約 1 億 5,000 万セディ (当時の金額で 3 万ドル) が貯まった。

EC のレポート「Reconnaissance/Feasibility Studies for Solar PV Rural Electrification in off-grid Communities in Ghana」において、本プロジェクトの問題点を以下のように指摘している。

- 10 の村落のうち 8 つは VRA が計画する移住地域であり、PV 設置後グリッドが届いたが、システムの移設を考慮に入れていなかった。このためユーザーは、支払い能力に

⁷¹ District Assembly

拘わらず、オン・オフ両方のシステムを有することとなった。

- システムの所有権は政府にあったが、プロジェクトの回収資金の不足でバッテリーなどの交換が出来なかった。また、村落メンバーは集めたお金を政府に戻さなかった。
- 料金を支払わないユーザーからの強い抵抗に会い、システムを取り上げることは、政府直轄では事実上不可能であった。
- 政府のスタッフが直接システムの維持管理や料金徴収を行うことは、作業量が多すぎて現実的ではなかった。

なお、プロジェクト期間の終了にともない、現在は全てが RESPRO に移管されている。

(4) MOE による中学校 (JSS⁷²) 電化プロジェクト

MOE では、2004 年より HIPC ファンドを利用して全国 200 箇所の中学校に対して、照明のシステムを設置している。地域間の不平等を無くすため、各郡から最低 1、2 校電化対象を選ぶことを基本とし、最終的には地域の有力者と協議して対象校を選出している。機材は MOE が調達して、設置業務を RESPRO に委託し、2005 年の完成を目指している。

3. 2. 3 過去の PV プロジェクトにおける問題点のまとめ

調査団は、MOE や RESPRO にインタビューを実施して PV プロジェクトの現状を把握するとともに、過去の PV プロジェクトの現状を確認するため、表 3.2.5 に示す地域において、現地調査を実施した。

表 3.2.5 現地調査を行った PV 電化地点

州	郡/町村	調査したシステム
Northern	Bunkpurugu Yunyoo/ Bunkpurugu	・ RESPRO が設置した SHS (家屋、公共施設) および BCS
Upper West	Wechiau/Wechiau	・ スペインの協力で MOE が設置した SHS (家屋、公共施設)、および BCS
Upper West	Wa/Wa	・ Wa 市内で、SHEP による電化から取り残された比較的裕福な家庭の SHS ⁷³ (RESPRO による)
Upper West	Lawra/Babile	・ RESPRO が PV を設置してから比較的早くグリッドが来た地点(商店、家屋) ・ RESPRO が設置した中学校の SHS
Northern	West Gonja/Busumu	・ DANIDA-New Energy プロジェクトで設置したクリニックおよび夜間学校の SHS
Northern	Central Gonje/Sankpala	・ DANIDA プロジェクトで設置した BCS
Northern	Tolon Kumubungu/ Wantulu	・ 保健省 (MOH ⁷⁴) が設置したクリニックの SHS (照明、無線機、冷蔵庫)

(出所) 調査団作成

これら現場を通じて、以下に示す組織制度上の問題を追加的に確認することができた。

⁷² Junior Secondary School

⁷³ この家庭ではグリッド用の屋内配線敷設が完了しており、冷蔵庫などの電化製品も揃えたが、18本の電柱費用が賄えないため、300WのPVシステムを設置した。

⁷⁴ Ministry of Health

- PV電化された後にグリッドが到達した地域で、商店や家屋が両方のシステムを保有し、照明はPV、その他の機器はグリッドのような使い分けをしている例、あるいはPVをバックアップとして使用している例が見られた。ユーザーはグリッド料金が従量料金制であることを理解しており、単一料金で使い切りのPVを志向しているためである。
- 公共施設についてはユーザーがシステムの所有者を理解しておらず、不具合が生じても放置している例が多く見受けられた。また、ユーザーは不具合を郡議会や、郡にある省庁の出先機関に報告しているが、報告を受けた郡からのアクションがあまり無い。
- 需要家の多くは零細農家であるため、支払時期が一定ではなく、収入のあった時に一括して支払う例がある。
- BCSについては管理人が村落から選出され、システムの管理や料金徴収を実施しているが、それ以外のシステムで組織立った活動は見られなかった。
- 地域によっては直流(DC⁷⁵)用の照明など交換用の機器が供給されないため、システムが稼働していない。

1990年代後半からドナーの支援を受けて行われたPVパイロットプロジェクトを通じて、ガーナは技術力を身につけるとともに、多くの教訓を得た。過去に行われたプロジェクトから得られた問題点について、計画、維持管理、料金や支払い、および需要家の観点から整理したものを表3.2.6に示す。

表 3.2.6 過去のPVプロジェクトの問題点の整理

プロジェクト	スペイン/MME	RESPRO	DANIDA
システム	SHS	SHS	BCS
事業主体	政府および村落	ESCO	地方銀行および村落
ビジネスモデル	フィー・フォー・サービス	フィー・フォー・サービス	地方銀行の需要家への融資
計画	・グリッド延伸が予想される地域を電化対象としてしまった。	・当面グリッドが見込めない地域を選定したはずだが、グリッドが早く来てしまい、移設の問題が生じた。	・プロジェクト主体が地方銀行や需要家に事前の説明を十分していなかったために、問題点が生じた。
維持管理	・政府の技術職員がカバーするには地域が広すぎ、十分にサポートできなかった。	・RESPROが技術サポートを行っているが、直営作業のため運営コストが高い。	・BCSの運転員がメンテナンスを行ったが、技術が未熟で問題解決できなかった。
料金設定および料金回収	・料金設定が低く、回収がうまくできなかったことで、事業が破綻した。 ・回収した料金を村落が政府に戻さなかった。	・料金がライフライン料金並のUS\$2に抑えられたためコスト回収ができていない。 ・RESPRO職員が直営で料金回収に当たっており、運営コストが高くなっている。	・BCSの運転員が料金を回収したが、血縁関係により厳しい対応が出来なかった。 ・運転員が回収した料金を着服した例も見られた。
需要家	・料金を支払っていないにも拘わらず、システムの撤去に応じなかった。	・顧客に零細農家が多く収入が一定していないため、滞納した後一括払いをしている例が見られる。	・収入レベルの低い住民に貸し付けを行った。 ・事前説明が不十分で、返済義務があることを理解していなかった。

(出所) プロジェクト報告書およびインタビュー結果より調査団作成

3. 2. 4 オフグリッド PV 電化の技術的検討

(1) ガーナにおける PV 電化の実績

1) PV 設置実績

ガーナにおける PV 設置数は 2003 年現在で 4,911 システム、設備容量にて 1.0MW に達しているが、そのほとんどはオフグリッドシステムである。また、2004 年より MOE によって中学校電化プロジェクトが進められており、最終的には全国 1,100 の学校への PV 設置が行われる予定である。このように、ガーナにおいて PV は地方電化の有効な手段となっている。

表 3.2.7 にガーナにおける PV 設置数を示す。また、図 3.2.1 に PV 設置例を示す。

表 3.2.7 ガーナにおける PV 設置数 (2003 年現在)

Application	No. of installation
Solar Home Systems	4,500
Water Pumping	80
Vaccine Refrigeration	210
Telecommunication (repeater stations)	63
Radio transceivers	34
Rural telephony	3
Battery charging stations	20
Grid connected (50kW)	1
Total Number of Installed Systems	4,911
Total Installed Capacity	1.0MWp

(出所) MOE CHALLENGES OF SOLAR PV FOR REMOTE ELECTRIFICATION IN GHANA



Clinic system (Busunu)

(写真) 調査団撮影



Battery Charging Station system (Wacheu)

図 3.2.1 PV 設置例

既存 PV システムの機材仕様はプロジェクトごとに、または設置業者やメーカーごとに異なっており統一された仕様は未だ無い。機材仕様の例として中学校（JSS）プロジェクト、DANIDA、MME/Spain の機材仕様を表 3.2.8 に示す。統一基準・仕様が不在であることは機器の互換性がない、入手が困難などの潜在的な問題を含んでおり、基準・仕様の整備が急がれる。

表 3.2.8 機材仕様の例

Item	MOE/JSS		DANIDA	MME/Spain	
PV Module					
Cell type			Monocrystal	Monocrystal	
Peak power	50W	100W	50W	50W	100W
Peak power voltage	16.5-18.0V	16.5-18.0V			
Peak power current	2.92-3.22A	5.98-6.29V			
Short-circuit current	3.10-3.22A	6.53-6.87A	3.27A		
Open-circuit voltage	21-22V	21-22V	21.6V		
Warranty	15-20years	15-20years			
Charge controller					
Normal system voltage	12V	12V	12/24V		
Normal current rating	10A	20A	10A	8A	15A
Maximum input current	15A	25A	25%		
Input voltage range	12-25V	12-25V			
Warranty	5years	5years			
Battery					
Type	Flooded or Sealed	Flooded or Sealed	Flooded	Sealed gel	Sealed gel
Normal voltage	12V	12V	12V	12V	12V
Amp-hour capacity	80Ah-C ₁₀	144Ah-C ₁₀	60Ah-C ₂₀	105Ah	144Ah
Deep cycle capacity	2500cycle at 50%	2500cycle at 50%			
Depth of discharge			50-60%		
Warranty	5years	5years			
DC/AC ⁷⁶ Inverter					
Rated Power	250W				
Surge power	600W				
Efficiency	92%				
Input current	22A				
Output voltage	230V				
Warranty	5years				

(出所) MOE SECTION VI-TECHNICAL SPECIFICATIONS
 SUPORT FOR THE DEVEROPMENT AND MANEMENT OF RENEWABLE ENERGY IN GHANA PROJECT
 COMPLETION REPORT
 MME, SPAIN OFF-GRID SOLAR PV RURAL ELECTRIFICATION PROJECT

2) ガーナにおける PV 業者

PV プロジェクトの経験を通して、ガーナ国内でも多くの信頼できる PV 業者が育っている。表 3.2.9 に MOE が推奨する PV 業者の一覧を示す。代表的な業者の概要は以下のとおりである。

表 3.2.9 PV 業者一覧

No.	Name	No.	Name
1	Wilkins Engineering Ltd.	5	DENG Engineering
2	SOLARCO Ltd.	6	Terra Solar
3	Gold River Solar Electric	7	WISE ENERGY
4	Solar Light Company	8	BEST Solar

(出所) MOE

●Wilkins Engineering Ltd.

1993年にエンジニアリングコンサルタントとして設立。1996年から配電及びPVの設置、機材の供給を行っている。機材はスペインの Isofoton 社から輸入している。従業員は28名、内12名がPVのテクニシャンである。他にパートタイム社員が60人いる。PVの主な実績はMOEに導入した50kW系統連係システム、全国の学校に300システムを導入した。

●Deng Engineering

1995年に温水器事業を開始し1998年からPV事業を行っている。従業員は約50名で、アクラとKumashiに事務所がある。Donkorkrom, Nkoranza, Tamaleには代理店がある。ECのサービスプロバイダー免許も取得している。2005年4月からPVテクニシャンに対して、設計、設置、メンテナンスに関する総合的なトレーニングコースを開始している。最近5年でSHSを2,000システム、ソーラーランタンを5,000個販売した。

●Terra Solar

1998年設立、2004年にECの暫定免許を取得している。従業員は3人。機材は主にアメリカ、カナダ、ベルギーから輸入している。

●BEST Solar

1989年からNew Energy (NGO)のもとで太陽光事業を実施し、2002年に会社を設立した。社員は7名、内4名がPVテクニシャンである。DENG社のTamaleでの代理店でもある。機材は主にDENG社より購入しているが、シール型バッテリーはWISE ENERGY社より購入している。RESPROやDANIDAのプロジェクトにてPVの設置を行った。

●WISE ENERGY

2001年にオランダのStroomweak社により設立された。社員は15名、内3名がエンジニアである。機材はStroomweak社より輸入している。SHS、Street Light、ポンプシステム、バックアップシステム等を扱っているが殆どが規格化され、キットとして販売している。このSHSシステムはStroomweak社がマリ国に1万台設置した実績がある。

⁷⁶ Alternative Current, 交流

3) 既設 PV システムにみられる問題点

北部地域に設置された PV システムの調査を 2005 年 5 月に行った。多くの利用者は週に一度はパネルの清掃を実施するなど上手く運用していた。しかしながら、幾つかのシステムにおいて以下のような技術的な問題点がみられた。なお、問題点については設置当初からの場合と利用者の維持管理において生じている場合がある。

図 3.2.2 及び、図 3.2.3 に問題点の例を示し、a) ～i) にその問題点を記す。



(写真) 調査団撮影

図 3.2.2 バッテリーに直結させた配線 (チャージコントローラーがバイパスされている)



(写真) 調査団撮影

図 3.2.3 壊れた接続箱およびバッテリー

- a) チャージコントローラーが故障した為、PV パネルから直接バッテリー接続している。
→過充電、過放電によるバッテリーの損傷、寿命の低下
- b) 液不足によりバッテリーが作用せずシステムが稼動していない。
- c) 電球が切れてしまっているが管理者が不明確な為、そのままになっている。
- d) パネル容量に対してバッテリー容量が小さい、バッテリーとインバーターの低電圧保護動作値が合っていない等、機器の組み合わせが適当でない。
→システム効率が悪い。動作点の相違による機器の損傷

- e) 顧客が日常点検の方法を理解していない。故障時の連絡先も分らない。
→汚れ等による故障の誘発
→不具合発見の遅れにより、より重大な故障への発展
- f) PV パネルのサポート部材の長さが足りず、継ぎ足して使っている。
→サポート部材の強度低下。
- g) パネルの向きが揃っていない。
→発電効率の低下。
- h) 使用済み、または破損したバッテリーが放置されている。
→バッテリーに含有される酸、鉛などによる土壌汚染、水質汚染
- i) バッテリーへ配線接続にターミナル端子を使用していない。端子部が露出している。
→配線が外れることによるシステムの停止、短絡。
→端子部への接触による感電。

これらの問題点の技術的な原因として、技術基準・設置基準がプロジェクトやメーカーにより異なり統一されていないことや、技術者の不足、ユーザーへの日常点検等の教育不足、ユーザーマニュアルがないこと、ユーザー及び技術者の電気に関する基礎知識・PV 関係知識が不十分なこと等に起因している。したがって、統一された技術基準・設置基準を策定し、ユーザーマニュアルの整備、ユーザーの啓蒙・情報提供、専門技術者の育成が問題解決の重要な課題である。

(2) オフグリッド PV システムの設計条件

1) 推奨する設計条件

PV システムの設計に際しては、設計条件の設定によって PV モジュール出力やバッテリー容量などが異なってくるため適切な条件設定が重要である。表 3.2.10 に RESPRO と BEST Solar 社の設計条件の例を示す。

表 3.2.10 Design parameter (RESRO and BEST Solar)

Item	RESPRO	BEST Solar
Battery charging efficiency	-	90%
Cable loss	2%	-
Inverter efficiency	-	85%
PV Module manufacture tolerance	-	-3%
Design factor (dirt,temperature,e.t.c.)	-	95%
Peak sunshine hour	5	5.06
Days of autonomy	2	5
Depth of discharge (D.O.D)	80%	70%
Charge controller safety factor	1.3	-
Inverter safety factor	1.75	-

(出所) RESPRO、BEST Solar による聞き取り。

両者の大きな相違点は連続不日照日の設定日数である。BEST Solar 社は 5 日間であるのに対して、RESPRO では 2 日間としている。ただし、RESPRO においてもプロジェクトとして実施する場合、例えば国連開発計画（UNDP⁷⁷）/GEF や JSS プロジェクトでは 5 日間としている。これは RESPRO がフィー・フォー・サービス型の事業を行っているため、設備投資を抑えることを目的に不日照日などの設計条件を厳しく設定しているものと思われる。設計に裕度を持たせることはシステムの信頼性を高くできるが、反面、設備容量が大きくなったり、高価な製品を使用せざるを得ないなど、システム価格が高くなっていくため利用者に負担を強いることになり、PV 普及の妨げになっていくことが懸念される。そのため、設計条件を厳しく設定して必要最小限のシステムとすることも重要なことである。これらのことを勘案し、推奨する設計条件を表 3.2.11 および表 3.2.12 に示す。

表 3.2.11 推奨する設計条件（for off-grid PV system）

Item	Parameter	Remarks
Battery charging efficiency	80%	鉛蓄電池の一般的な値
Cable loss	5%	配線は電圧降下が 5%以内となるように配線サイズを選定すること。
Inverter efficiency	85 to 90%	インバーターの一般的な値 AC システムに適用（DC システム=100%）
Design factor (dirt,temperature,e.t.c.)	85%	パネルの汚れ、温度による発電効率の低下、機器のロス等を考慮した
Peak sunshine hour (Irradiation)	Minimum Monthly Average	設置地域の月平均の最低値を採用する。表 3.2.12 を参照。
Days of autonomy	3 to 5	一般的な設備の場合 3 日 地域特性により日射条件の悪い日が続く地域は 5 日 (観測データを精査すること) 重要な設備（例えばワクチン用冷蔵庫）5 日
Depth of discharge (D.O.D)	70%	ディープサイクルバッテリーの場合 70% その他のバッテリーの場合 50%
Charge controller safety factor	-	PV Module の開放電圧以上であること DC システムの場合、負荷の起動電流を含めた最大電流以上の容量であること これに加えて 20%の余裕があることが望ましい
Inverter safety factor	-	負荷定格消費電力の合計以上の定格容量があること。 負荷のサージ電力以上のサージ容量であること。 これらの容量に 20%の余裕があることが望ましい。

(出所) 調査団作成

⁷⁷ United Nations Development Program

表 3.2.12 地域別月平均日射量（日射時間）の例

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ave.
Accra	4.66	5.21	5.26	5.67	5.42	4.61	4.19	4.53	5.12	5.62	5.51	4.93	5.06
Kumasi	4.82	5.31	5.31	5.37	4.71	4.03	4.04	3.78	3.99	4.71	5.00	4.55	4.63
Tamale	5.12	5.48	5.61	5.89	5.87	5.51	4.95	4.84	5.00	5.47	5.70	5.21	5.39
Yendi	5.16	5.46	5.56	5.86	5.92	5.42	5.04	4.63	4.96	5.62	5.67	5.17	5.37
Bole	5.42	5.82	5.76	5.80	5.71	5.09	4.65	4.49	4.83	5.54	5.52	5.25	5.32
Wa	5.46	5.81	5.80	5.86	5.87	5.61	5.14	4.94	5.13	5.64	5.65	5.38	5.52
Navrongo	5.39	5.4	5.78	5.96	5.93	5.72	5.34	5.10	5.32	5.68	5.62	4.82	5.51

(出所) EC 提供データ

2) 推奨する設計条件でのシステム設計例

推奨する設計条件にて 12V-DC システムの SHS を設計する場合の設計例を示す。本例における電気需要は表 3.2.13 のとおりとし、設置場所を Tamale と仮定した。

表 3.2.13 電気需要

Item	W	Number	Used time	Wh	A	Using W
light	8	2	4	64	1.3	16
W&B TV	30	1	2	60	2.5	30
Radio	15	1	2	30	1.3	15
Total				154	5.1	61

(出所) 調査団作成

a) PV モジュールの選定

$$\text{使用電流量 } I_u = \frac{\text{消費電力量}}{\text{システム電圧}} = \frac{154\text{Wh}}{12\text{V}} = 12.83\text{Ah}$$

$$\text{必要電流量 } I_n = \frac{\text{使用電流量 } I_u}{\text{バッテリー効率} \times \text{インバーター効率} \times \text{設計係数}}$$

$$= \frac{12.83}{0.8 \times 1.0 \times 0.85} = 18.9 \text{ Ah}$$

$$\text{必要 PV 出力 } W = \frac{\text{必要電流量 } I_n \times \text{システム電圧 } V}{\text{日射時間 } h} = \frac{18.9 \times 12}{4.84}$$

$$= 46.9 \quad \Rightarrow$$

最大出力 46.9Wp 以上の PV モジュールを選定する。

b) バッテリー容量の算出

$$\text{バッテリー容量} = \frac{\text{使用電流量 } I_u \times \text{不日照日}}{\text{放電深度} \times \text{インバーター効率}}$$

$$= \frac{12.83 \times 3}{0.7 \times 1.0} = 55 \quad \Rightarrow$$

容量 55Ah 以上のディープサイクルバッテリーを選定する。

c) チャージコントローラーの選定

チャージコントローラー容量は、PV 短絡電流より大きくなければならない。また、DC システムの場合、負荷電流はチャージコントローラーを経由して流れるので、これより大きな容量が必要である。

負荷電流の最大電流は機器により異なり、概ね次のとおりである。

電灯類 = 定格電流 × 1~2、テレビ = 定格電流 × 2.5~5、

モーター類 = 定格電流 × 5~10 である。したがって、本例ではテレビを最大として

最大負荷電流 = テレビの最大電流 + 電灯定格電流 + ラジオ定格電流

$$= (2.5 \times 5) + 1.3 + 1.3 = 15.1 \text{ A}$$

選定された PV モジュールの短絡電流 3.45A であったとすると

$$3.45 < 15.1 \quad \Rightarrow$$

容量 15.1A 以上のチャージコントローラーを選定する。

第4章 村落社会経済の現状

4.1 村落社会経済調査の目的

電化を考える際には、電化機材や設備を供給する側だけでなく、それらを利用する需要家（潜在的な需要家を含む）の状況を把握しておく必要がある。その場合、以下の視点から、種々の社会経済的状況を把握することが重要である。

- ① 電化は本当に必要なのか（妥当性）
- ② どのような電化システム・規模が適当であるのか（有効性）
- ③ 電化によってどのようなインパクトがもたらされるのか（インパクト）
- ④ 電化システムの利用に対する支払いや維持管理体制に問題はないか（持続性・自立発展性）

例えば、①に関しては、対象地域の人々の生活パターン、人々が必要とする種々の“もの・サービス”と比較した電気ニーズの高さ、各種開発活動や経済活動の活発さ、などが指標となる。

②に関しては、電化対象住居の分布状況や、電化製品の利用状況、人々が好む電化システムが、電化方法や電力需要を想定する際の指標となる。

③に関しては、電化によって生じた種々の出来事やそれらに対する需要家の意識が指標となる。

④に関しては、エネルギー関連支出を元にした支払い可能額や、購入希望の電化製品と可処分所得との関係、電化システムの維持管理体制・能力が指標となる。

そしてこれらの客観的なデータは、地方電化マスタープランを作成する際の電力需要想定や地域選定基準およびビジネスモデル策定に重要であり、政府関係者が今後の電化政策に対する議論を行う際に、その妥当性や有効性、持続性を示すものとしても有益である。このため、本マスタープラン調査においても、対象となる北部3州における需要家の、特に電力やエネルギーと関連した社会経済状況に関するデータを収集・分析した。

本村落社会経済調査には、時間的・予算的な制限があった。このため効率的にデータを収集・分析するために、地域レベルの一般的な社会経済状況に関するデータについては、既存の統計資料や各種報告書などの2次データを利用することとした。一方、各村落レベルの詳細な社会経済状況に関するデータ（特に既存のものが少ない電化やエネルギーに関連するデータ）については、サンプル村落⁷⁾を対象としたフィールド調査で収集・分析することとした。

このような二つの調査コンポーネントにより、定量的かつ定性的なデータを収集・分析し、特に太陽光発電を想定した地方電化マスタープランの作成に役立てることを目的とした。なお、今

回の村落社会経済調査のコンセプトを図式化したものを図 4.1.1 に示す。

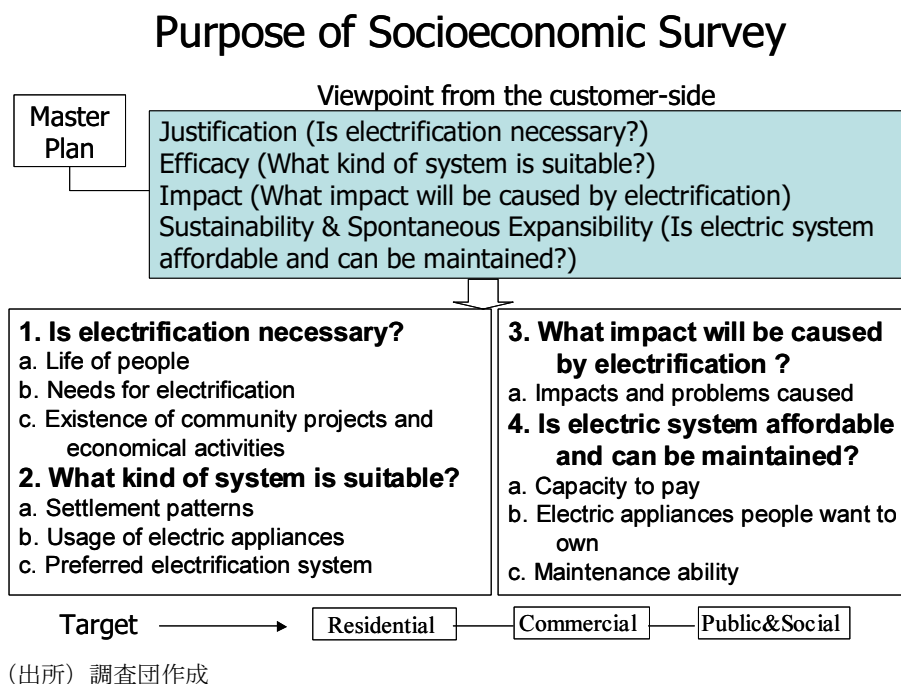


図 4.1.1 村落社会経済調査のコンセプト

4. 2 村落社会経済調査の方法

4. 2. 1 2次データの収集・分析

既にガーナでは、村落の社会経済状況を示す各種調査が行われており、それを元にした文献や統計データが存在している。これらのデータを有効に利用し、本村落社会経済調査を効率的に実施するため、表 4.2.1 の資料を利用し、北部 3 州の一般的な社会経済状況の把握と分析を行った。

表 4.2.1 村落社会経済状況を示す各種調査文献

文献名	内容	備考
郡中期開発計画 (District Medium Term Development Plan)	各郡の一般状況ならびに開発戦略	2002-2004 版が主であるが、2001-2005 版も存在する。
2005 年度郡開発計画 (District Annual Development Plan 2005)	各郡の一般状況ならびに開発戦略	既に 2005 年度が始まっているが現在作成中の郡が多い。
郡貧困プロファイリング & 地図 (District Poverty Profiling and Mapping Report)	各郡の一般状況ならびに貧困に関する各種データ	GTZ の援助により北部 3 州で調査および報告書の作成が行われていたがまだ完成していない郡が多い。

(出所) 調査団作成

4. 2. 2 サンプル調査の実施

様々な調査手法を用い、表 4.2.2 の内容 (目的、対象、調査項目) でサンプル調査を実施した。

⁷⁸ ここでは村落は、“Community” または “Locality” と呼ばれているものを指す。

表 4.2.2 サンプル調査の目的・対象・調査項目

1. 調査票調査
<ul style="list-style-type: none"> ● 目的： <p>家庭および公共施設、商業施設を対象として、特に電化やエネルギーに関連した定量的かつ定性的な社会経済データを収集する。調査票（questionnaire）を用いる。</p> ● 対象： <p>各村落において、約 20 件を対象とする。内訳は、家庭 14 件、公共施設 3 件、商業施設 3 件であるが、各村落の公共施設数や商業施設数により数に変更がありうる。</p> <p>様々な家庭が一箇所に集まったコンパウンドがガーナ地方の住宅の形態として普通であるが、対象家庭はコンパウンドを基準とはせず、経済的に独立したグループを基準とする。</p> <p>公共施設として想定しているのは、教育施設、保健・医療施設、水供給関連施設、村落センター、政府関係施設、モスクや教会、市場、自動車・バスステーション、外灯設備管理機関、などである。</p> <p>商業施設として想定しているのは、工場などの大規模な施設ではなく、雑貨店、飲食店、宿泊施設、家内制手工業施設、などである。</p> <p>* 各村落を代表するサンプル家庭は、スタート地点からの、各村落のおおよその総家庭数に応じて計算された一定距離ごとに選ぶ。公共施設や商業施設は、ランダムに選択する。</p> ● 調査項目： <p>家庭</p> <p>①家庭一般情報（家族構成、家の作り、家長の職種、など）、②電気・エネルギー情報*（電化に対する知識、照明用機材とその支出、家電製品の使用状況、電気の使用および維持管理上の問題、支払い意思額、など）、③他の重要情報（収入と支出、必要としているサービス）</p> <p>*電化地域と未電化地域で質問内容が異なる場合がある。</p> <p>公共施設、商業施設</p> <p>①業務内容、②電気・エネルギー情報（照明用機材とその支出、家電製品の使用状況、電気の使用上の問題、支払い意思額、など）</p>
2. フォーカスグループディスカッション
<ul style="list-style-type: none"> ● 目的： <p>文献調査や調査票調査など従来の調査法では得られにくい、より詳細な定性的データを収集する。ガイドラインを元に、相手や状況によって質問の順番や質問の内容を変更したり、削除・追加しながら臨機応変に進める。特に、1) 電化に関する村落の意識、期待、必要性などの本音を把握する、2) 村落の電力消費および維持管理能力を測る。</p> ● 対象： <p>93 村落のうち、30 村落（既電化村落 15、未電化村落 15）のみで実施する。村長、村落議員、女性グループ代表、青年グループ代表、教員、宗教リーダー、水管理委員会代表、農家、商人など様々な立場の村民 10 名程度。</p> ● 調査項目：

①一般情報（人口、コンパウンド数、コンパウンドや施設の密集度、人々の典型的な1日の活動、公共施設・商業施設の有無、村落組織の有無、村落開発プロジェクトの有無、村落が必要としているサービス、など）、②電気・エネルギー情報*（電化に対する知識、電気の使用および維持管理上の問題、未電化の理由、電化の影響、支払い意思額、など）、

*電化地域と未電化地域で質問内容が異なる場合がある。

3. キーインフォマントインタビュー

- 目的：

文献調査や調査票調査など従来の調査法では得られにくい、より詳細な定性的データを収集する。ガイドラインを元に、相手や状況によって質問の順番や質問の内容を変更したり、削除・追加しながら臨機応変に進める。特に、ソーラーPVシステムが重要な役割を果たしうる教育、保健・医療施設の関係者にインタビューし、電化の問題点や可能性を探る。

- 対象：

北部3州28郡（全34郡）における教育、保健・医療分野の関係者（州教育省およびガーナ保健サービス）を対象とする。

- 調査項目：

電化の影響と維持管理の問題点（電化施設）、電化のニーズと維持管理体制の可能性（未電化施設）、教育および保健・医療分野の戦略と電化の関係、他の開発プロジェクトとの関係など。

（出所）調査団作成

北部3州の村落社会経済状況を代表するサンプル調査対象村落は、以下の手順により決定した。

手順1

今回は、6,585という村落数（2000年度センサス）から、人口250人以下の村落を除外⁷⁹した数3,246を調査対象村落の母集団とした。それをもとに、以下の公式⁸⁰を用い、統計学的に有意と言える調査対象村落数93を決定した。

$$n = \frac{N}{\left(\frac{\varepsilon}{K(\alpha)}\right)^2 \frac{N-1}{P(1-P)} + 1}$$

α = 母集団特性値の推定を誤る確率（危険率）=通常5%=その場合の $K(\alpha) = 1.96$

ε = 標本比率につける誤差のプラスマイナスの幅。誤差の幅がプラスマイナス10%を超えると、明確な比較分析が困難となってしまうため、今回はプラスマイナス10%とした。

n = 必要とされるサンプル数。

N = 母集団の大きさ。

P = 母比率。北部3州の村落社会経済状況を代表できる村落が母集団に占めるであろう割合。今回は過少サンプルになることを避けるため、 $P(1-P)$ の値が $0.5 \times 0.5 = 0.25$ と最大になる50%を設定した。

⁷⁹ 人口250人以下は対象となる村落規模としては小さすぎると判断したため、本サンプル調査からは除外した。

⁸⁰ 標本数の決定など、統計学的手法については、各種社会調査および統計手法に関する文献を参考としたがここでは詳しい説明は行わない。

手順 2

次に、なるべく多くの地域性を代表させるために、調査対象村落を以下のように分類した。

未電化村落

- オフグリッド PV のみで電化が可能⁸¹な村落
- 将来オングリッド (SHEP) によって電化が可能⁸²な村落

電化村落

- オフグリッド PV で電化された村落 (2001 年 12 月以前)
- オフグリッド PV で電化された村落 (2002 年 1 月以降)
- オングリッドで電化された村落

他ドナーによるオフグリッド PV プロジェクトが 1990 年の後半に多く実施された。そのため、オフグリッド PV の持続性に大きく関係するバッテリーの問題が、2001 年 12 月以前の村落では多く発生している可能性がある。そのような各種データの比較を行うため、オフグリッド PV で電化された村落については 2002 年を境に分類し調査することとした。

さらに、調査時期が雨期であることを考慮し、アクセスに問題があると思われる地域は除外することとした。

手順 3

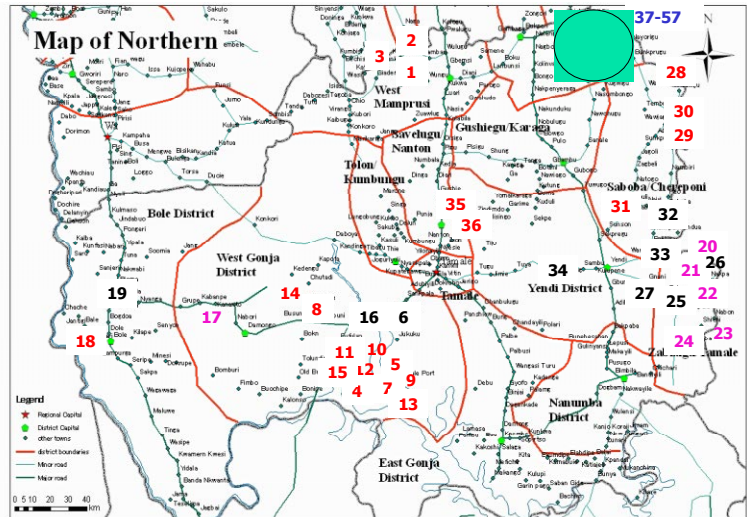
以上の条件で対象村落を大きく分類し、その後ランダムサンプリング方法により、サンプル村落を選定することとした。その結果、以下のようなサンプル村落が決定した。

なお、全体のサンプル数は 93 であるが、北部 3 州の村落数の違い (Northern 州村落数 4,015、Upper East 州村落数 1,392、Upper West 州村落数 1,178) や、2002 年 1 月度以降にオフグリッド PV で電化された地域が少ないことを考慮し、各分類の数を決定することとなった。今回対象となるサンプル村落は図 4.2.1~4.2.3 および表 4.2.3~4.2.5 のとおりである。

⁸¹ 「将来オングリッド (SHEP) によって電化が可能な村落」以外の未電化村。

⁸² 現在 SHEP の対象となっている村落と、申請をすれば物理的にオングリッド電化が可能な地域を含む。

Northern 州



電化状況	サンプル村落数
オフグリッドPVのみで電化が可能な村落	21
将来オングリッド (SHEP) によって電化が可能な村落	6
オフグリッドPVで電化された村落 (2001年12月以前)	21
オフグリッドPVで電化された村落 (2002年1月以降)	0
オングリッドで電化された村落	9
合計	57

(出所) 調査団作成

図 4.2.1 Northern 州地図

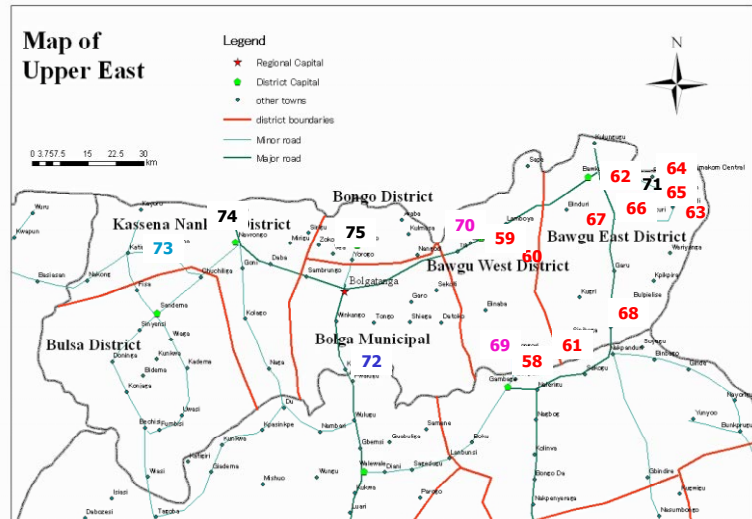
表 4.2.3 Northern 州調査対象村落

No.	村落名	郡名	電化状況 ^{*1}	人口 ^{*2}
1	Bimbini	West Mamprusi	1	138
2	Duu	West Mamprusi	1	4,500
3	Kpasenkpe	West Mamprusi	1	14,200
4	Mpaha	Central Gonja	1	7,000
5	Kafulwurape	Central Gonja	1	465
6	Kusawgu	Central Gonja	5	484
7	Sheri	Central Gonja	1	1,978
8	Busunu	West Gonja	1	2,572
9	Bethlehem	West/Central Gonja	1	409
10	Butei	West/Central Gonja	1	495
11	Lampur	West/Central Gonja	1	261
12	Kokope	West/Central Gonja	1	585
13	Kakale	West/Central Gonja	1	350
14	Langatire	West/Central Gonja	1	326
15	Kpabuso	West/Central Gonja	1	1,443
16	Yapei	West/Central Gonja	5	6,524
17	Kananto	West/Central Gonja	2	506
18	Mandari	Bole	1	2,790

No.	村落名	郡名	電化状況 ^{*1}	人口 ^{*2}
19	Sawla	Sawla	5	6,082
20	Yachadom	Zabzugu/Tatale	2	872
21	Nahuyili	Zabzugu/Tatale	2	1,616
22	Kulkpaligu	Zabzugu/Tatale	2	1,250
23	Sheini	Zabzugu/Tatale	2	980
24	Kandin	Zabzugu/Tatale	2	1,142
25	Zabzugu	Zabzugu/Tatale	5	12,370
26	Tatale	Zabzugu/Tatale	5	6,100
27	Sabare	Zabzugu/Tatale	5	1,078
28	Wenchiki	Saboba/Chereponi	1	1,131
29	Kpani	Saboba/Chereponi	1	957
30	Kudani	Saboba/Chereponi	1	549
31	Wapuli	Saboba/Chereponi	1	1,695
32	Saboba	Saboba/Chereponi	5	3,687
33	Demon	Saboba/Chereponi	5	1,022
34	Sang	Yendi	5	6,162
35	Tamaligu	Savelugu/Nanton	1	1,720
36	Bagurugu	Savelugu/Nanton	1	1664
37	Jilig No. 2	East Mamprusi	3	523
38	Jimbale	East Mamprusi	3	1,590
39	Nanjong No.2	East Mamprusi	3	1,793
40	Nanjong No. 1	East Mamprusi	3	1,909
41	Binde	East Mamprusi	3	1,759
42	Bunkpurugu	East Mamprusi	3	1,234
43	Boufouk	East Mamprusi	3	256
44	Bumbuna	East Mamprusi	3	2,778
45	Chintilong	East Mamprusi	3	924
46	Gbankoni	East Mamprusi	3	6,000
47	Gbedank	East Mamprusi	3	2,091
48	Gbetimopak	East Mamprusi	3	418
49	Jiling	East Mamprusi	3	520
50	Kambatiak	East Mamprusi	3	1,064
51	Kambogu	East Mamprusi	3	1,476
52	Kinkango	East Mamprusi	3	859
53	Kpenteng	East Mamprusi	3	528
54	Mangol	East Mamprusi	3	481
55	Navier	East Mamprusi	3	2,200
56	Pagnatik	East Mamprusi	3	700
57	Tatara	East Mamprusi	3	21

(出所) 調査団作成

Upper-East 州



電化状況	サンプル村落数
オフグリッド PV のみで電化が可能な村落	11
将来オングリッド (SHEP) によって電化が可能な村落	2
オフグリッド PV で電化された村落 (2001 年 12 月以前)	1
オフグリッド PV で電化された村落 (2002 年 1 月以降)	1
オングリッドで電化された村落	3
合計	18

(出所) 調査団作成

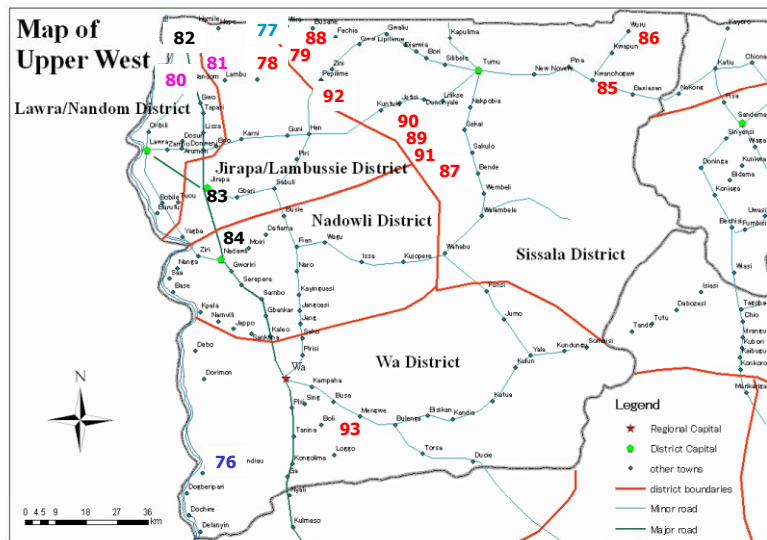
図 4.2.2 Upper East 州地図

表 4.2.4 Upper East 州調査対象村落

No.	村落名	郡名	電化状況*1	人口*2
58	Zongoyire	Bawku West	1	588
59	Tanga Natinga	Bawku West	1	600
60	Goriga	Bawku West	1	1,198
61	Duri	Bawku East	1	2,000
62	Sarabogo	Bawku East	1	2,308
63	Poanaba	Bawku East	1	96
64	Kanjam	Bawku East	1	445
65	Vortkom	Bawku East	1	214
66	Bugri Natinga	Garu Tinpane	1	2,122
67	Bas Yonde central	Garu Tinpane	1	2,279
68	Sumaduri	Garu Tinpane	1	738
69	Apodabogo	Bawku West	2	1,247
70	Windnaba	Bawku West	2	3,000
71	Pusiga	Bawku West	5	6,823
72	Tenzuk	Talensi/Nabdum	3	847
73	Chiana	Kasena Nankana	4	2,890
74	Paga	Kasena Nankana	5	7,819
75	Bongo	Bongo	5	4,787

(出所) 調査団作成

Upper-West 州



電化状況	サンプル村落数
オフグリッドPVのみで電化が可能な村落	11
将来オングリッド (SHEP) によって電化が可能な村落	2
オフグリッドPVで電化された村落 (2001年12月以前)	1
オフグリッドPVで電化された村落 (2002年1月以降)	1
オングリッドで電化された村落	3
合計	18

(出所) 調査団作成

図 4.2.3 Upper West 州地図

表 4.2.5 Upper West 州調査対象村落

No.	村落名	郡名	電化状況 ^{*1}	人口 ^{*2}
77	Wechau	Wa	3	13,341
78	Fielmo	Sissala	4	2,497
79	Kongo	Jirapa	1	223
80	Buo	Jirapa	1	2,100
81	Kogle	Jirapa	2	839
82	Ketuo	Jirapa	2	960
83	Kokoligo	Jirapa	5	1,500
84	Jirapa	Jirapa	5	8,060
85	Nadowli	Nadowli	5	3,882
86	Banu	Sissala	1	253
87	Wuru	Sissala	1	370
88	Bichemboi	Sissala	1	646
89	Puzene	Sissala	1	611
90	Dasima	Sissala	1	982
91	Duwie	Sissala	1	759
92	Gbelle	Sissala	1	229
93	Wasai	Sissala	1	325
94	Kulkpong	Sissala	1	1,455

*1 電化状況は以下のように分類される。

1=オフグリッド PV のみで電化が可能な村落、2=将来オングリッド (SHEP) によって電化が可能な村落、3=オフグリッド PV で電化された村落 (2001 年 12 月以前)、4=オフグリッド PV で電化された村落 (2002 年 1 月以降)、5=オングリッドで電化された村落

*2 人口数は各村での関係者への聞き取りによって得た最新の数である。そのため、2000 年度の人口センサスから人口 250 人以上の村落を選択していたものの、実際の人口数が 250 人以下であった村落も含んでいる。

(出所) 調査団作成

4. 3 村落社会経済調査の分析結果

既述のとおり、①電化は本当に必要なのか (妥当性)、②どのような電化システム・規模が適当であるのか (有効性)、③電化によってどのようなインパクトがもたらされるのか (インパクト)、④電化システムの利用に対する支払いや維持管理体制に問題はないか (持続性・自立発展性) という視点から、文献調査およびサンプル調査により得られた種々の社会経済的データの分析を試みた。

なお、未電化村落については、当初、オフグリッド PV のみで電化が可能な村落、将来オングリッド (SHEP) によって電化が可能な村落という二種類に分類していた。また、オフグリッド PV で電化された村落については 2002 年を境に分析し調査することを想定していた。

しかし、未電化村落の分類とオフグリッド PV で電化された村落の分類に関しては、比較の結果、データに多くの違いがなかった。そのため、本章における以降の記述では、分析結果のわかりやすさを考慮し、上記細分類をなくして、“未電化村落”、“オフグリッド PV で電化された村落”、“オングリッドで電化された村落” の 3 分類で分析を行った。

サンプル調査は、2005 年 6 月から 8 月にかけて実施された。サンプル調査は既述のとおり、質問票調査、フォーカスグループディスカッション (FGD⁸³)、キーインフォマントインタビュー (KII⁸⁴) からなる。各家庭や商業施設、公共施設において、質問票調査の対象となった回答者数の内訳を表 4.3.1 に示す。

⁸³ Focus Group Discussion

⁸⁴ Key Informant Interview

表 4.3.1 質問票調査の回答者数

Number of Subjects of Questionnaire Survey									
	Residential Houses			Commercial Facilities			Public&Social Facilities		
Northern Region	843	UE-OFF	317	124	UE-OFF	28	66	UE-OFF	14
		UE-ON	92		UE-ON	11		UE-ON	7
		E-OFF (before	275		E-OFF (before	75		E-OFF (before	37
		E-OFF (after 2002)	29		E-OFF (after 2002)	0		E-OFF (after 2002)	0
		E-ON	130		E-ON	10		E-ON	8
Upper-East Region	267	UE-OFF	150	55	UE-OFF	37	40	UE-OFF	27
		UE-ON	30		UE-ON	4		UE-ON	3
		E-OFF (before	14		E-OFF (before	0		E-OFF (before	0
		E-OFF (after 2002)	31		E-OFF (after 2002)	4		E-OFF (after 2002)	2
		E-ON	42		E-ON	10		E-ON	8
Upper-West Region	308	UE-OFF	199	27	UE-OFF	13	24	UE-OFF	9
		UE-ON	35		UE-ON	1		UE-ON	4
		E-OFF (before	29		E-OFF (before	3		E-OFF (before	3
		E-OFF (after 2002)	0		E-OFF (after 2002)	2		E-OFF (after 2002)	3
		E-ON	45		E-ON	8		E-ON	5
Total	1418			206			130		

(出所) 調査団作成

表 4.3.2 に示すように、FGD の対象は 30 村落であった。

表 4.3.2 フォーカスグループディスカッション (FGD) の対象村落

Target Villages for FGD								
No.	Village	Region	No.	Village	Region	No.	Village	Region
1	Bimbini	Northern	33	Demon	Northern	65	Vorkom	Upper East
6	Kusawgu	Northern	35	Tamaligu	Northern	71	Pusiga	Upper East
9	Bethlehem	Northern	38	Jimbale	Northern	74	Paga	Upper East
15	Kpabuso	Northern	41	Binde	Northern	75	Bongo	Upper East
16	Yapei	Northern	42	Bunkpurugu	Northern	76	Wechau	Upper West
17	Kananto	Northern	50	Kambatiak	Northern	77	Fielmuo	Upper West
24	Kandin	Northern	53	Kpenteng	Northern	78	Kongo	Upper West
26	Tatale	Northern	54	Mangol	Northern	79	Buo	Upper West
27	Sabare	Northern	60	Goriga	Upper East	80	Kogle	Upper West
28	Wenchiki	Northern	62	Sarabongo	Upper East	84	Nadowli	Upper West

(出所) 調査団作成

KII の対象は、教育省 (MOEdu⁸⁵) および保健省の州事務所 (Regional Officers in the Education and Ghana Health Service) であった。

4. 3. 1 電化は本当に必要なのか (妥当性)

電気を使用する各種電化製品は人々の生活をより便利なものに変えてくれるが、水や食糧と違い、電気がなくても人々は生きることができる。したがって、電化が計画されても、現在の人々の生活パターンに家電製品の利用がさほど必要でない場合や、他のニーズと比べて電気のニーズがあまり高くない場合、さらに、電気を必要とする各種開発活動や経済活動が活発でない場合は、電化の普及に時間がかかると考えられる。このような状況では、電気料金が無料でもない限り、全ての人々が電気を利用するあるいは利用できるとは考えられず、特に貧困家庭では、何らかの助成がない限りは、自立的・持続的に電気を利用することは難しい。ここでは、電化の妥当性に関連するデータ分析を行う。

⁸⁵ Ministry of Education

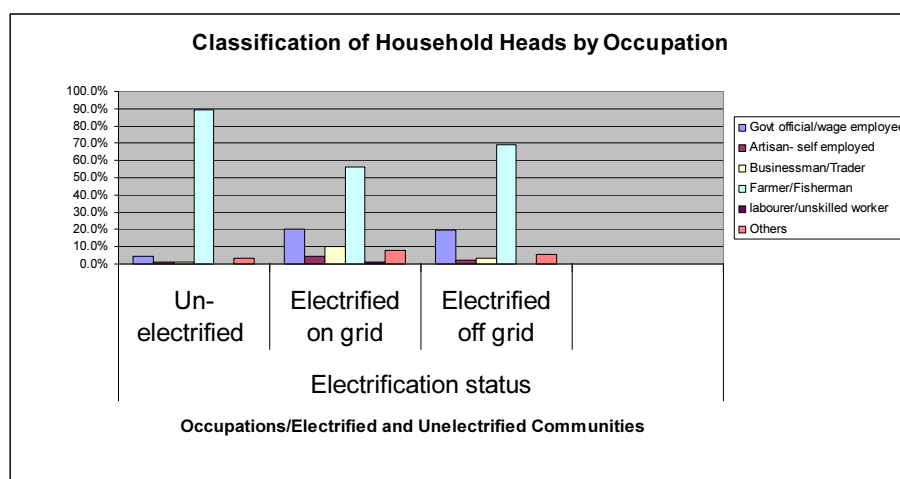
(1) 地方村における人々の生活状況

人々の毎日の生活を考察することにより、そもそも人々が電気を本当に必要とする生活パターンを有しているかという点について分析、判断を加えることは重要な視点である。

一般家庭

質問票調査では、未電化村落において、約 89%の回答者が自給的農家であった。オフグリッド PV で電化された村落では約 70%、オングリッドで電化された村落では約 57%であった。主な農産物は、落花生、ヤムいも、キャッサバ、とうもろこし、Shorgum、雑穀、米、野菜である。換金作物は、Shea nuts、綿、cashew、たまねぎである。家畜としては、主に羊やヤギ、家禽、豚、牛が飼われている。農業は天水にたよっており、その生産量は一般的に低く、また収穫予測が難しいため、食糧の自給でさえ容易でない場合が多い。また、全体の約 1%以下しか灌漑施設を利用していない。

一方、ローカルバー（Drinking bar/ Pito brewing）や小規模商店（General goods/ drug store）、植物油採取（vegetable oil extractio）に見られるような生計向上活動が家庭内でも多少行われている。このような経済活動は未電化村落よりも既電化村落で盛んである。この他、政府雇用（未電化村落：約 5%、オフグリッド PV で電化された村落：約 18%、オングリッドで電化された村落：約 20%）、手工業（未電化村落：約 1%、オフグリッド PV で電化された村落：約 2%、オングリッドで電化された村落：約 5%）、小売業（未電化村落：約 1%、オフグリッド PV で電化された村落：約 3%、オングリッドで電化された村落：約 10%）、など非農業活動に従事する人々も存在するが、それらの割合は、オングリッドで電化された村落でやや多くなっている。地方村における主な職業形態を図 4.3.1 に示す。



(出所) 調査団作成

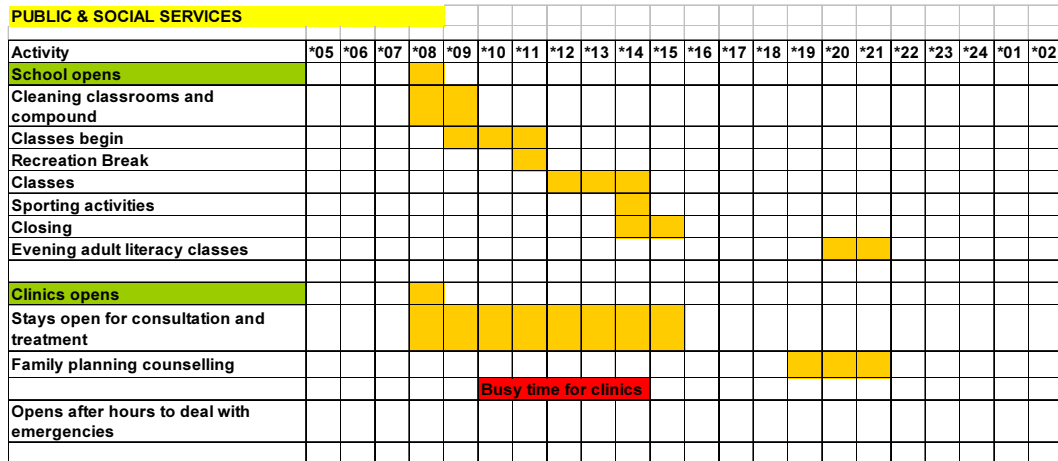
図 4.3.1 農村部における主な職業形態

人々の一日の生活パターンは、それぞれの地域の伝統や宗教によって違いがある。このため、今回の調査では、人々の一般的な生活パターンを FGD により捉えようと試みた。北部 3 州の一般家庭（農村部、成人男女）の典型的な生活パターンを図 4.3.2 に示す。

である（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）。また、バーも小規模商店と同様の営業時間であるが、冷蔵庫やファンを有している場合が多く、その点では電灯以外の電気の消費量が大きくなる場合が多い。

公共施設

北部 3 州における公共施設（特に、中学校およびクリニック）の一日の活動パターンを図 4.3.4 に示す。



（出所）調査団作成

図 4.3.4 公共施設（教育、医療施設）の活動パターン

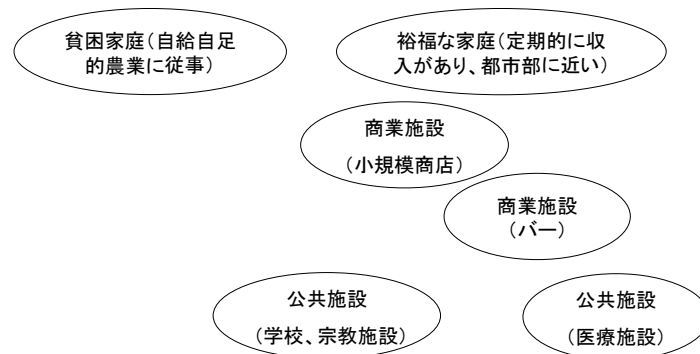
中学校は朝 8 時から午後 3 時まで開いているケースが典型的である。電灯を設置している学校はあるものの、窓を開けての自然光による授業が可能であるため、電灯のニーズはあまり高くない。また、教員がニュースを聞くためのラジオの使用が見られるが、その他家電製品のニーズは低い。このように、正規の授業用には電気のニーズは低い。一方、高学年の自習や成人のための識字教室用として施設が夜間に使用される場合は、電灯のニーズが高まる。

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が、衛生面から窓を開けることはあまり好ましくなく、その点では日中でも電灯の必要性は高い。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機関への無線連絡などの点でも、電気のニーズは高い。

宗教施設では、礼拝の時間に電気の必要性が高まる。しかし電灯、カセットプレーヤー、マイク・スピーカーなどの利用時間は比較的短く、また、夜の明かりについては灯油の使用が一般的であった（質問票調査の回答者の約 67%）

電化対象ごとの電化の必要性・緊急性の程度を施設別に整理したものを図 4.3.5 に示す。

(電化の必要性・緊急性 低い) ←————→ (電化の必要性・緊急性 高い)



(出所) 調査団作成

図 4.3.5 施設別の電化の必要性

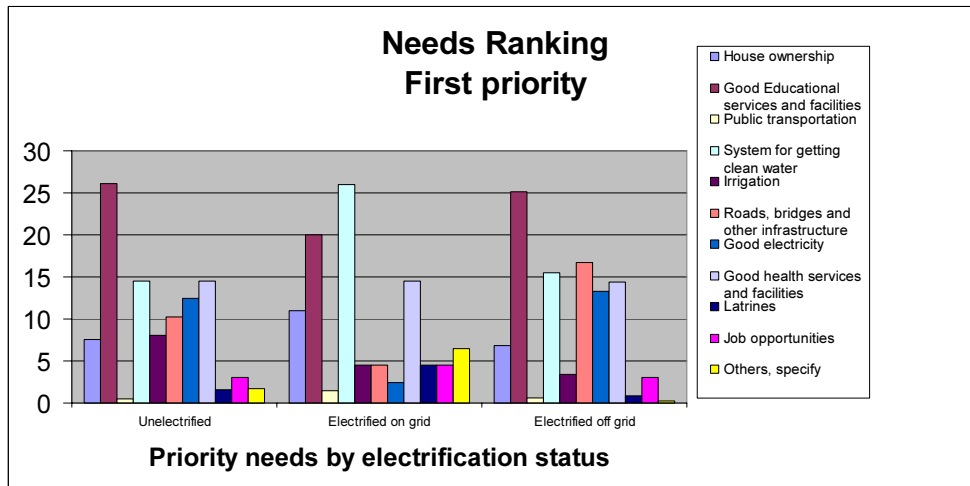
全ての人々を対象に電化が行われることは望ましいが、現在の生活・活動状況を考慮し、必要性・緊急性が高いと思われる分野から電化を進めていくことがより現実的である。特に、地方村の一般家庭ならびに貧困家庭においては、電気料金を支払ってまでして持続的に電気を利用することは難しい。一方、定期的な収入のあるより裕福な家庭、あるいは電気の利便性を知っており、電化製品による娯楽を間近に見ていることから、電化に対するモチベーションが高いと思われる都市周辺に居住している家庭については、電化の妥当性が高まる。また、公共施設の電化は、多くの利用者に同時にインパクトを与えることができるため、その優先度を高めることが望ましいと言える。

(2) 人々が考える現在必要とする“もの・サービス”

生活を豊かにする電気は、人々が将来その恩恵を受けたいと考えている各種“もの・サービス”の一つである。しかし、それぞれの家庭によって、各種“もの・サービス”に対する必要性のプライオリティは異なっている。そのため、電気のプライオリティが、他の“もの”のプライオリティよりも低い場合には、未電化村落では十分に電化が普及しない、あるいは、既電化村落でも電力消費が増加しないといった傾向が生じる可能性がある。したがって、電力マスタープランの作成にあたっては、人々の電気に対するニーズについても、十分に調査・検証することが重要である。

一般家庭

今回の調査において、質問票調査ならびに FGD をとおして、様々な“もの・サービス”に対する必要性のプライオリティ付けを行った結果を図 4.3.6 に示す。



(出所) 調査団作成

図 4.3.6 電化ニーズのランキング

未電化村落において、人々が必要性の高いと考える“もの・サービス”の上位 5 つは、①よい教育サービスとその施設、②安全な水、③よい保健サービス、④電気、⑤状態のよい道路や橋などの公共インフラ、であった。

これに対して、オフグリッド PV で電化された村落では、①安全な水、②よい教育サービスとその施設、③よい保健サービス、④家の保有、⑤その他、の順であった。

また、オングリッドで電化された村落では、①よい教育サービスとその施設、②状態のよい道路や橋などの公共インフラ、③安全な水、④よい保健サービス、⑤電気、の順であった。

“よい教育サービスとその施設”、“安全な水”、“よい保健サービス”は、電化状況に関わらず人々のニーズが高い“もの・サービス”であった。この傾向は、FGD でも同様である。この理由としては、教育や水、健康が、人々の生活になくてはならない、いわゆるベーシックヒューマンニーズ (BHN⁸⁶) の最たるものであり、またそのニーズが依然として北部 3 州の多くの地域で満たされていないからである。

一方、電気のニーズは、必ずしも低いわけではないが、教育や水、保健サービスに比べると BHN としての認識の程度は低い。電気がなくても耐えることができるからである。教育を受ける環境があり、安全な水が確保され、健康も保障されてはじめて、人は電気のプライオリティを感じ始めるものと言えよう。

このように、電化以外の主要な BHN がまずは満たされなければ、人々の電気に対するニーズも高まらず普及が難しくなる。そのため、よい教育、安全な水、よい保健サービスのさらなる開発・普及が、電気の普及と同時に必要である。もしくは、よい教育や安全な水、よい保健サービスを促進するツールの一つとして電気が使われれば、その意義は高まるであろう。

⁸⁶ Basic Human Needs

公共施設

KII を通して調査した結果から、教育施設と保健施設という 2 大公共施設の現在の電化状況を表 4.3.3 に示す。

表 4.3.3 北部 3 州における公共施設（教育、医療）の電化状況

Electrification Status of Educational & Health Facilities in the Northern Part																
SUMMARY-UJER		EDUCATIONAL FACILITIES							HEALTH FACILITIES							
No.	District	Pre/Prim.	JSS	SSS	Voc	Trg Col.	Tertiary	Adult Lit.	CHPS	Clinic	Health Cen.	Hosp.	Dist. Hosp.	Reg. Hosp.	Nut. Cen.	Trg Inst.
1	SUMMARY-NR	2013	354	37	3	3	2	3797	12	46	89	7	6	1	9	3
2	SUMMARY-UJER	719	218	22	2	2	2	2015	17	48	26	0	2	1	3	4
3	SUMMARY-UWR	619	264	17	7	2	2	1858	30	5	50	5	3	1	?	2
	Total	3351	836	76	12	7	6	7670	59	99	165	12	11	3	12	9
	Electrified grid	455	211	74	12	7	6	455	8	22	54	12	11	3	10	9
	Electrified PV	2	144	1				1350	1	11	28					
	Unelectrified	2894	481	0	0	0	0	6320	50	66	83	0	0	0	2	0
	% Unelectrified	86%	58%	0%	0%	0%	0%	82%	85%	67%	50%	0%	0%	0%	17%	0%

(出所) 調査団作成

各種電化製品を必要とする高度なレベルの教育施設や保健施設は、既にほぼ電化されている。その理由は、これらの施設は既に電化が普及している都市部に設置されたり、電化無しにはその施設の機能が十分果たせないからである。さらに、教育省が郡レベルでの情報通信技術 (ICT⁸⁷) の普及のための電化を推進しているような政策的な要因もある。一方、地方部に設置されている初期レベルの保健施設や教育施設は、未だ電化されておらず、電化の妥当性はある。

さらに、KII 以外に FGD でもその必要性が指摘された保健施設や教育施設に付随するスタッフハウスの電化は、家屋内での各種業務の重要性 (教師の教材研究など)、利便性や娯楽性の向上による都会からの転勤者へのモチベーション向上などのために重要であり、電化の妥当性があると言える。

(3) 各種開発活動や経済活動の活発さ

各村落における各種開発活動や経済活動の活発さも、電化の妥当性を測る一つの目安となる。つまり、電気を必要とする各種開発活動や経済活動が盛んであれば、電気のニーズも高くなり、電化が進むと考えられるからである。

FGD によって、各村落における各種開発活動や経済活動を確認した結果、村落開発委員会 (Village Development Committee) やインフラ整備に関する委員会 (Unit Committee)、自助努力グループ (Self Help Group) が様々な活動を行っていることが判明した。

各種開発活動で代表的なものは、水道施設整備、学校整備、保健施設整備、トイレ設置、灌漑施設整備であった。経済活動で代表的なものは、 Shea Butter 製造 (shea butter production)、穀物銀行 (grain banking)、石鹼作り (soap making)、穀物製粉 (grain milling)、各種食品加工 (other food processing)、であった。その他、識字教室の運営もあった。

⁸⁷ Information and Communication Technology

電気の必要性の観点から考えると、各種開発活動の中では、電動井戸ポンプを利用した水道施設および灌漑施設整備が重要な電化対象と考えられる。また、保健施設における電灯や冷蔵庫の必要性、識字教室の運営における電灯の必要性も高い。このような理由で、村の各種公共施設についても、電気が貢献できる可能性が高い。

一方、各種経済活動では、人力に頼るという伝統的な製法が使われるため、電気の必要性は低い。唯一、オングリッド電化がされている村落で見られたように、穀物の製粉のための電動の製粉機利用が考えられる。しかし、製粉機利用には多大な電力が消費されるため、オフグリッド PV システムでは対応できない。

このように、村落においては、特に公共的施設や設備について電化の妥当性があると言える反面、一般的な経済活動においては、現状ではあまり電気の必要性が顕著ではない。動力用のニーズは否定しないが、大容量のオングリッドシステムでなければ対応できない状況だと言える。

4. 3. 2 どのような電化システム・規模が適当であるのか（有効性）

電化の妥当性があった場合、どのような電化システムや規模が現在および将来必要となるのかを検討せねばならない。オングリッドやオフグリッド PV の費用対効果を検討するには、対象住居や施設の分布状況が一つの目安となる。また、電化製品の利用状況は、どれほどの電力需要が現在および将来あるのかを想定する際の指標となる。さらに、人々の電化システムに対する嗜好もシステムの選択の目安となる。

（1）住居の分布状況

PV システムを想定した場合、日照時間といったデータも重要であるが、社会経済的観点からは、住居の分布状況が重要と考えられる。住居の分布状況は、電化方法の決定や送配電設備拡張計画などに影響を与える。例えば、多くの未電化住居が既存の配電線から遠くに位置していれば、拡張費用や維持管理費用を考慮すると、ソーラーPVのような独立システムシステムの導入が効果的となる場合があるだろう。このように、それぞれの村落において、住居や施設の分布状況を把握しておくことは非常に重要な意味を持つ。今回の調査対象である北部 3 州は、人口約 350 万人、人口密度は 1 平方キロメートル四方あたり約 44 人と、1 平方キロメートル四方あたり 79 人の全国平均より低い。そして、現地視察によってもわかるが、各村落において、住居は中央にのみ密集して、あとは数キロメートルの距離で散らばっている場合が多い。この住居の密集度に関しては、FGD 内でも確認されたが、Northern 州においては、約 80%の住居は、村長宅やマーケットが近い中央に密集している。一方、Upper East 州や Upper West 州はより村落が拡散しており、約 20%から 30%が中央に位置し、残りは広い地域に拡散している。この点では、ソーラーPVのような独立システムシステムは、特に Upper East 州や Upper West 州において効果的である。

（2）家電製品の利用状況

一般家庭

家電製品の利用状況を見ることで、人々が電化後に買うあるいは買うことのできる家電製品と、

それらの使用時間に伴う電力需要の推測が可能である。各家庭において所有される家電製品の割合を示したものを表 4.3.4 に示す。未電化村落において通常家電製品は使われにくいだが、幾つかの家庭では個人的に小規模なジェネレータを使用しており、また電池が使用できる家電製品を所有している家庭も存在する。

表 4.3.4 電化製品の使用状況

Appliance owned and in use	Unelectrified			Electrified off-grid			Electrified on grid		
	N	Penetration	Hours of use	N	Penetration	Hours of use	N	Penetration	Hours of use
Small colour tv	4	0%	5	5	1%	2.3	14	6%	3.42
Big colour tv	9	1%	2.9	9	2%	1.9	43	20%	3.95
Black and White tv	17	2%	2.2	23	6%	3.5	21	10%	3.41
VCR	11	1%	3.2	15	4%	2.4	30	14%	2.71
Radio	563	68%	5.9	225	60%	5	96	44%	4.52
Radio cassette player	401	49%	4.2	185	49%	3.7	123	57%	4.35
Small refrigerator	1	0%	6	3	1%	12	20	9%	16.2
Big Refrigerator	0	0%	0	2	1%	8	12	6%	15.09
Small freezer	0	0%	0	0	0%	0	6	3%	17.2
Big Freezer	0	0%	0	1	0%	24	5	2%	17
Cell phone charger	3	0%	24	0	0%	0	7	3%	17.14
Incandescent lights	3	0%	3	8	2%	8	107	49%	8.1
Flourescent lights	2	0%	7.5	60	16%	7.6	50	23%	8.8
Fan	7	1%	2.6	8	2%	2.8	55	25%	5.4
Flash light	453	55%	5.3	328	87%	3.4	91	42%	3.8
Sewing machine	1	0%	0	0	0%	0	1	0%	0
Electric iron	1	0%	0	4	1%	1	28	13%	1
Coil heater	0	0%	0	2	1%	1.2	19	9%	1.6
Table-top single burner cooker	0	0%	0	0	0%	0	0	0%	0
4 burner electric cooker	0	0%	0	0	0%	0	0	0%	0
Total No. of Respondents	823			378			217		

(出所) 調査団作成

これによると、電化の状況に関わらず、多くの人々が所有している家電製品の上位 3 製品は、電灯（懐中電灯を含む）、ラジオ、カセットプレーヤー（ラジオを含む）であった。

電灯の効果は言うまでもないが、人々がまず利用する家電製品である。懐中電灯は、屋外で活動する人々が多く、また屋外が電化されておらず暗い地方村においては、必要性が高い。

ラジオは持ち運びに便利であり、各種情報や娯楽を人々に与えてくれるため、同じく人気が高い。しかし、特に田舎においては、ラジオは電池で使用されている場合が多い。カセットプレーヤーに関しては、ラジオ目的もあるが、音楽好きな民族性や、歌や踊りによる社会的コミュニケーション促進のために人気が高い。

そしてラジオやカセットプレーヤーの使用目的が発展すると、テレビの購入を検討することになる。テレビは情報・娯楽ツールとして非常に人気が高く、特に田舎ではある種のステータスシンボルともいえる。しかし、テレビの使用が一般的になるためには、テレビ電波が全国に届くようになることも重要である。

この他では、電化レベルが上がるにつれて、扇風機の所有率も高まっている。これは、ガーナの気温から妥当な電化製品である。一方、冷蔵庫の必要性は高いはずであるが、あまり所有率は高くない。これは、地方村落においては、時給自足の生活が主流であり、人々が冷蔵庫を容易に買えるほどの可処分所得を有してはいないことを意味していると言える。

これら主要な電化製品の使用時間から、需要予測を立てることが可能である。

商業施設

小規模商店で使用されている主な電化製品は、電灯とラジオ、ラジオ付きカセットプレーヤー、扇風機である。電灯は一日に平均9時間、ラジオやカセットプレーヤーは6時間程度、扇風機は7時間程度の使用である。

公共施設

中学校で使用されている主な電化製品は、電灯とラジオである。電灯は一日に平均7.5時間、ラジオは1時間程度の使用である。高校は既にオングリッドで電化されており、電灯やラジオ付きのカセットプレーヤー以外に、扇風機やテレビ、冷蔵庫を所有している学校もある。電灯は一日に平均13時間、ラジオ付きのカセットプレーヤーやテレビは4時間程度、扇風機は10時間程度の使用である。

保健施設（Health center）では、電灯や冷蔵庫、扇風機、水ポンプなどが使用されている。しかし、冷蔵庫によく見られるように、電気だけでなく、ガスや灯油などの他のエネルギーが利用できる製品を使っている場合がある。電灯の使用時間は長い（一日平均10時間以上）。冷蔵庫は長く使いたいが、エネルギー代が高く付くため、一日数時間しか使っていないケースが多い。

宗教施設では、電灯や扇風機、ラジオやラジオ付きカセットプレーヤー、マイクやスピーカーが使用されている。それぞれが、一日平均2-4時間程度の利用である。

（3）人々が好む電化システム

質問票調査によって得られた、人々が好む電化システムを表4.3.5に示す。

表 4.3.5 人々が好む電化システム
Preferred electrification system (%)

	On-grid	SHS	BCS	I don't know
Unelectrified	60.8	31.2	1.6	6.4
Electrified off-grid	92.5	5.2	0.7	1.5
Electrified on-grid	82.7	13.5	0.0	3.8

（出所）調査団作成

別のデータでは、電化システムへの理解度そのものが低いことが示されている。しかし、大半の回答者がオングリッドシステムを好むのは、オフグリッド PV の容量の小ささや、それと比較した料金の高さを人々が感じているからである。また、質問票調査によると、PV システムで問題が起こったときのサービス業者の対応の遅さが、オフグリッド PV で電化された村落において多く指摘されている（回答者の約55%）。

今後、特にオフグリッド PV 電化を推進していくためには、人々の“オフグリッド PV がオングリッドシステムより劣っている”という感覚をなくすためのキャンペーン活動などを行う必要があるだろう。

4. 3. 3 電化によってどのようなインパクトがもたらされるのか（インパクト）

人々の認識している電化のインパクトは、電化の意義付けや、将来の電化に役立つ教訓を得るためのよい指標である。しかし、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みなされ、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。適切に電気が維持管理、そして供給されれば人々に利益をもたらすためである。特に、公共施設中の医療施設では、業務を快適にするものとして、電気の正のインパクトが高く評価されている。

そのため、今回の社会経済調査では、電気の正のインパクトよりも負のインパクトや、電化に関する懸案事項を調査した。KII や FGD などの定性的調査から得られた電化の影響に関する人々の認識は、表 4.3.6 のとおりである。

表 4.3.6 電化の負の影響ならびに懸案事項について

<p>一般家庭 (未電化村落)</p> <ul style="list-style-type: none">- グリッドシステムへのアクセスがない。 <p>(オフグリッド PV で電化された村落)</p> <ul style="list-style-type: none">- 供給が不安定。- グリッドへのアクセスがない。- 製粉機を使うほどの容量がない。- 村落内でオフグリッド PV で電化された家庭がまだまだ少ない。- 冷蔵庫やテレビに使えない。 <p>(オングリッドで電化された村落)</p> <ul style="list-style-type: none">- 村落内でオングリッドで電化された家庭がまだまだ少ない。- 電気の消費により金銭的負担が増えた（電気システムを使ってもその他のエネルギーの消費も減らない、等）。- 若者が電気のある娯楽施設に行くようになったり、テレビやビデオを見ることに夢中になってしまった。そのため、家庭で過ごす時間が少なくなったり、家庭での手伝いをしなくなったり、勉強をしなくなった。それに関連して村の伝統的な文化が廃れていく恐れもある。- 電気により様々な活動が増えたため、特に夜うるさくなった。

(出所) FGD より調査団作成

商業施設および公共施設とも、電化の負の影響ならびに懸案事項は一般家庭と類似しており、電化システムの容量とその料金が主な問題である。また、公共施設の場合は、中央政府関係機関、地方政府機関、施設運営者、利用者のどこにその維持管理の責任があるのかが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に時間がかかる場合がある。

4. 3. 4 電化システムの利用に対する支払いや維持管理体制に問題はないか（持続性・自立発展性）

電化自体に妥当性があつたとしても、電気の使用は無料ではありえない。したがって、需要家ならびに潜在的需要家の支払い能力の有無は、電化の自立発展性に極めて重要な要素である。

また、オングリッドシステムは、需要家にとってあまり維持管理の手間がかからず、またそれ

は業者が通常行うものである。一方、オフグリッド PV システムは、業者が維持管理を行う場合もあるが、使用者がパネルの清掃や、一日の電気の使用量およびバッテリーの管理などをある程度行わなければならない場合も多い。そのため、家庭ならびに各村落において十分な維持管理体制ならびにその維持管理体制がうまく機能する要素があるか否かは、電化システムの自立発展性に極めて重要となる。

ここでは、電化の自立発展性に関連するデータを分析する。

(1) 支払い可能額

一般家庭

オングリッド電化システムの支払いに関係する経済状況に関するデータは、特に電化マスタープランの作成における需要想定や支払い可能額の推計に重要である。しかしながら、短期間で適切な経済データを得ることは難しい作業である。その理由としては、以下があげられる。

- ① 住民は自らの収入や支出に関する正確な記録を持っていないこと。
- ② 多くの住民が、自然に影響されやすい自給自足的農業に従事しており、定期的にある一定の収入を得られる状況にないこと。
- ③ 住民は自らの経済状況をあまり他人に言いたくなく、そのため、得られる情報の信憑性に問題が見られる場合があること。

このため、ここでは、一般的な収支のデータ⁸⁸ではなく、各種エネルギー（電気、灯油、ろうそく、電池など）への支出状況から、電気に関する支払可能額を類推するものとした。また、今回の調査結果のみならず、既存の社会経済調査のデータと比較することも重要である。

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表 4.3.7 に示す。

表 4.3.7 一般家庭におけるエネルギー支出

	Valid number	Average total energy cost		Running cost for PV		Available running cost
		Initial	Running	Cost	ratio	
Unelectrified households	986	120,000	59,000			14,000
PV electrified households	193	291,000	80,000	19,000	23.8%	
Grid electrified households	216	296,000	77,000			

(出所) 調査団作成

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) が、照明 (灯油ランプ等電気を使用しないものを含む) および家電製品使用のための各種エネルギーに月々支払われている。

⁸⁸ ちなみに、サンプル数は少ないものの、質問票調査によって得られた人々の月収データは、オングリッドで電化された地域では、約 90 万 3,000 セディ (約 US\$99.1)、未電化村落で約 51 万 1,000 セディ (約 US\$56.1) であった。また、土地や家屋の所有率なども貧富の目安となるが、個人所有ならびに家族所有 (コンパウンド型) が全体の 9 割近くを占めるなど、土地や家屋の所有という点で、ガーナの地方村は恵まれていると言える。

さらに細かく、各エネルギーの月々の支出金額を示したものが表 4.3.8 である。

表 4.3.8 一般家庭におけるエネルギー支出（詳細版）

	Monthly average cost									Total	
	Grid	Generator	Kerosene	Candle	Dry cell	SHS	BCS	Lantern	Others		
Unelectrified households	0	0	37,617	166	20,712	0	0	0	572	120,124	59,067
PV electrified households	0	0	34,730	149	25,126	13,155	6,028	92	318	291,434	79,598
Grid electrified households	43,181	0	20,574	207	12,439	138	565	0	37	295,869	77,141

（出所）調査団作成

たとえ電化されても灯油や電池の使用はなくなっていない。これは、既成の電化システムが、①持ち運びする商品には合わない、②電気の使用料金との兼ね合いで他のエネルギーとの併用が進んでいる、からである。

いずれにせよ、主要な非電気エネルギーである灯油には、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地域で約 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。

このように、未電化村落での各種エネルギー支出状況、特に、主要な非電気エネルギーである灯油や電池の支出金額から考察すると、電化に関する支払い可能額は以下のように推測できる。

- ①電気が灯油や電池の使用目的を全て代替できる場合には、約 5 万 8,000 セディ（約 6.4 ドル）。
- ②現在の半分の支出が電化により代替できる場合には、約 2 万 9,000 セディ（約 3.2 ドル）。
- ③現在の 4 分の 1 の支出が電化に代替できる場合には、約 1 万 4,000 セディ（約 1.5 ドル）。

電化されても、灯油や電池の使用による支出がなくなる可能性は低いこと、現在、オフグリッド PV システムで電化された村落での PV 支出がエネルギー支出全体の 4 分の 1 程度であること（SHS と BCS 合計で、約 1 万 9,000 セディ（約 2.1 ドル））であることを考えると、人々が無理なく支払える PV 料金は、③の月額 1 万 4,000 セディ（約 1.5 ドル）程度と考えたほうがよい。

さらに、人々のエネルギーへの支払い意思額に関するデータを収集した。結果を表 4.3.9 に示す。

表 4.3.9 一般家庭における支払い意思額

	Willing to pay more		Willing to pay less	
	Number	Difference from present cost (average: cedis)	Number	Difference from present cost (average: cedis)
Unelectrified households	214	28,841	480	32,445
SHS electrified households	4	35000	11	34,077
BCS electrified households	11	21,818	49	58,893
Grid electrified households	17	20500	39	42,654

（出所）調査団作成

支出を抑えたいと思う意思はどの家庭でも一般的なため、エネルギーの支払の減額を希望する家庭が増額を認める家庭より多いことは驚くに値しない。ここで重要なのは、両者の割合の開き

である。未電化家庭が増額 30 対減額 70、オングリッドで電化された家庭が増額 30 対減額 70 であるのに対して、SHS で電化された家庭は増額 26 対減額 74、BCS を利用している家庭は増額 18 対減額 82 となっている。

エネルギー支払額には電気以外のエネルギーも含まれているが、この結果からは PV システムの料金により不満を持つ需要家が多いと言える。オフグリッド PV で電化された村落での FGD においても、容量が大きい上に政府の補助が入るグリッドシステムと比較して、オフグリッド PV に対する人々の不公平感が大きいことが判明した。

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表 4.3.10 に示す。

表 4.3.10 商業施設における毎月のエネルギー支出

		General goods/drug store	Restaurant/bar	Drinking bar/pito brewing	Bakery	Furniture/carpenter	Handicraft	Tailor/seamstress	Hair salon/barber shop	Repair shop	Grain milling	Veg. oil extraction	Guest house	(Reference) households
Un-electrified	Num. of facilities	23	1	26	2	3	2	21	6	5	34	4	10	986
	Avg. mont. prof.	1,205,882	1,250,000	997,619	1,000,000	2,875,000	1,250,000	681,818	750,000	450,000	751,250	350,000	-	-
	Avg. engy. cost	38,870	19,000	38,327	-	-	30,000	52,588	18,000	17,500	374,303	115,826	24,700	59,000
PV electrified	Num. of facilities	9	-	6	-	1	-	2	1	-	-	-	2	193
	Avg. mont. prof.	1,812,500	-	1,125,000	-	1,250,000	-	462,500	-	-	-	-	-	-
	Avg. engy. cost	44,556	-	72,667	-	56,000	-	25,000	15,000	-	-	-	57,500	80,000
On-grid electrified	Num. of facilities	4	1	3	-	2	-	3	4	2	2	-	1	216
	Avg. mont. prof.	600,000	500,000	3,750,000	-	-	-	250,000	625,000	1,000,000	625,000	-	-	-
	Avg. engy. cost	75,000	80,500	191,667	-	160,000	-	61,000	60,250	60,250	355,000	-	75,000	77,000

(出所) 調査団作成

商業施設のうち比較的サンプル数の多い小規模商店におけるエネルギー支出は、平均 5 万 2,800 セディ (約 5.8 ドル) (未電化村落で 3 万 8,000 セディ (約 4.2 ドル)、PV システムにより電化された村落で 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 7 万 5,000 セディ (約 8.2 ドル)) となっている。

バーは、平均 10 万 800 セディ (約 11.1 ドル) (未電化村落で 3 万 8,000 セディ (約 4.2 ドル)、PV システムにより電化された村落で 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)) となっている。

テイラーは、平均 4 万 6,100 セディ (約 5.1 ドル) (未電化村落で 5 万 2,000 セディ (約 5.7 ドル)、PV システムにより電化された村落で 2 万 5,000 セディ (約 2.7 ドル)、オングリッドシステムにより電化された村落で 6 万 1,000 セディ (約 6.7 ドル)) となっている。

公共施設

公共施設については、中学校レベルでは月々 1 万 1,500 セディ (約 1.3 ドル)、高校レベルでは月々 15 万セディ (約 16.5 ドル) である。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。

(2) 購入希望の家電製品

電気は生活を便利にする種々の電化製品に使われるものである。そのため、人々がどのような

電化製品を欲しいと思っているかを示すデータは、人々の電気の必要性和そのシステムのあり方を示す指標となりうる。

一般家庭

表 4.3.11 に質問票調査により得られた、人々が購入したいと思う家電製品の一覧を示す。

表 4.3.11 購入を希望する電化製品

Appliance want to own	Unelectrified		Electrified on grid		Electrified off grid	
	N	Penetration	N	Penetration	N	Penetration
Small colour tv	182	21%	60	30%	56	16%
Big colour tv	308	36%	66	33%	151	43%
Black and White tv	86	10%	6	3%	41	12%
VCR	61	7%	23	12%	17	5%
Radio	31	4%	15	8%	10	3%
Radio cassette player	157	18%	36	18%	68	19%
Small refrigerator	180	21%	39	20%	97	27%
Big Refrigerator	192	22%	63	32%	111	31%
Small freezer	41	5%	10	5%	19	5%
Big Freezer	50	6%	23	12%	28	8%
Cell phone charger	31	4%	13	7%	3	1%
Incandescent lights	228	27%	12	6%	35	10%
Flourescent lights	233	27%	15	8%	74	21%
Fan	177	21%	61	31%	93	26%
Flash light	6	1%	2	1%	1	0%
Sewing machine	26	3%	9	5%	8	2%
Electric iron	65	8%	22	11%	131	37%
Coil heater	73	8%	13	7%	41	12%
Table-top single burner cooker	38	4%	7	4%	45	13%
4 burner electric cooker	12	1%	5	3%	10	3%
Total No. of Respondents	859		200		353	

(出所) 調査団作成

この表からわかることは、各家電製品を比較すると、①未電化村落では電灯のニーズが高い、②既電化村落では冷蔵庫や扇風機のニーズが高い、③電化の状況に関わらずテレビに対するニーズが高い、ということである。

電化が進むにつれ、使いたいと思う家電製品も高度化していくと言える。しかし②や③の状況を考えると、たとえ電化されたとしても依然としてテレビや冷蔵庫などを人々は欲しており、各種家電が普及していないことがわかる。電化がされれば人々が最初から様々な家電製品を利用することはなく保有する家電製品の種類が次々と拡大していくというわけではなく、電灯やテレビを使用する程度のレベルになるのが一般的と言える。

一方、既に述べた家電製品の利用状況と比較して考えると、現在あまり家電製品を所有していないにも関わらず、欲しいと思う各家電製品の割合が全体的に低い（オフグリッド PV で電化された村落での、テレビの割合 43%が最高）。この理由としては、各種家電製品が周りで流通してお

らず、欲しいと思う家電製品のイメージが人々に浮かばなかったこと、また、家電製品購入のための十分な資金を持たない家庭が多く、他の必要なものの購入を差し置いてまで欲しい家電製品がなかったことが、考えられる。家電製品の市場相場を表 4.3.12 に示す。

表 4.3.12 電化製品の容量および市場相場

	Item	Typical wattage	Average price *1	Average price *1 (Tamale)	Average price *1 (Local town)
1	Color TV (20 inch)	77	1,900	1,930	1,870
2	Sec. Color TV (20 inch) *2		1,600	NA	1,600
3	Color TV (14 inch)	53	1,365	1,450	1,280
4	B&W TV	30	360	340	380
5	VCR/VCD/DVD	13	1,300	1,100	1,500
6	Radio	DC3V	75	80	70
7	Stereo (including Radio)	150	335	290	380
8	Ref. big		4,680	4,430	4,930
9	Ref. mid	130	2,895	3,390	2,400
10	Sec. Ref. mid *2		2,000	NA	2,000
11	Ref. small		1,950	2,000	1,900
12	Sec. Ref. small *2		1,600	NA	1,600
13	Freezer big	180	4,970	4,970	NA
14	Freezer small	140	3,750	3,200	4,300
15	Light (incandescent)	40	2	1	2
16	Light (fluorescent) 4feet	36 (2feet-18)	55	50	60
17	Fan	55	215	170	260
18	Ceiling fan	65 (big-78, middle-70)	110	50	170
19	Air Conditioner	2,000	6,385	5,570	7,200
20	Flash light		18	NA	18
21	Sewing Machine	100	720	720	NA
22	Electric Iron	750	95	80	110
23	Washing machine	350	1,710	1,710	NA
24	Hair dryer	1,300	120	120	NA
25	Rice cooker	700	260	210	310
26	Coil heater		10	NA	10
27	Table top single burner	1,500	170	160	180
28	Computer/Printer		8,500	8,500	NA
29	Telephone/Fax machine	20	3,130	3,130	NA
30	Micro phone/Speaker	1,000	725	950	500
31	Hand Speaker	A battery-6	155	130	180
32	Keyboard		1,290	1,290	NA

*1 Price unit = Thousand cedi

*2 Sec. = Second-hand

Kerosene		15	15	NA
Manual Sewing Machine		480	480	NA
Generator (1000W)		4200	4200	NA

(出所) 調査団作成

購入に必要な資金が用意できなければ、家電製品を手に入れることができない。また身近に、これら質のよい家電製品やスペアパーツを売っている場所がなければ容易に買ったり、修理したりすることもできない。

電気利用者は最初に最も基本的かつ値段が安い電灯を買う。しかし、それだけでは、人々は十分な満足度を得ることができない。電灯以上の様々な家電製品を使うことができ、その利便性や娯楽性を理解することにより、電気の使用量も徐々に増えていくと考えられる。

そのためには、生きるために必要となる最低限の生活資金以外の可処分所得 (disposable income) の有無が必要である。可処分所得があれば、これら様々な家電製品を手に入れることが可能であるからである。しかしながら、ガーナの地方村では自給自足的な生活が主であり、十分な可処分所得を有している家庭は少なく、家庭での電化普及は急速には進展しないと予想できる。

質問票調査では、商業施設や公共施設で要望の高い電化製品は何かを尋ねてはいない。しかし、KIIによると、中学校では、テレビやビデオの要望が高かった。それは、遠隔教育用の教育番組を教材として使いたいからである。また、室内温度が高いため、快適性を上げる扇風機の要望も高かった。

(3) 維持管理体制・能力

PV 電化システムの普及には、地元の維持管理体制・能力の有無が重要である。維持管理体制・能力を測る目安としては、①既に結成されている各種組織がうまく機能しているかどうか、②電気に関する知識を人々が有しているかどうか、ということがあげられる。

FGD により、既存の各種組織の活動状況に関するデータが得られた。それによると、既述のとおり、村落開発委員会 (Village Development Committee) やインフラ整備の委員会 (水や衛生、教育施設など)、様々な自助努力グループ (Self Help Group) が活発に活動を行っている。また、地元や国際 NGO の取り組みもあり、まとまって何らかの活動を行える可能性は有している。

しかしながら、村主導の活動 (製粉所や BCS の運営) が必ずしもうまくいっていない場合も見られた。この理由としては、資金管理を含むマネジメント能力不足や技術不足、オーナーシップに関する意識の欠如が指摘されている。これとは対照的に、PV システムの維持管理という点では、地元の PV システムを扱う小規模サービス業者がうまく機能している場合もある。

以上のように各村落には各種組織があり、PV システムの維持管理・能力の可能性があると言えるが、マネジメントや技術的な能力不足は否めず、今後とも彼らの啓発および訓練が必要である。また、維持管理の中心人物として、地元の小規模サービス業者を有効活用する意見や、エンパワメントの意味から女性維持管理者の育成・雇用する案が、FGD などでは得られた。

電気に関する知識も維持管理体制・能力を推測する際に重要となるデータである。質問票調査の結果を表 4.3.13 に示す。

表 4.3.13 電化に関する知識

Knowledge about Electrification (%)			
	About National Electricity Grid	About SHEP	About SHS
Unelectrified	19.5	25.1	69.3
Electrified off-grid	8.8	30.0	84.1
Electrified on-grid	36.5	22.6	50.0

(出所) 調査団作成

オングリッド電化や SHEP へのアクセスの理解度は電化状況に関わらず低い。特に、オングリッドで電化された村落での知識度は、ある村がオングリッドにより電化されたと判定されても、

依然として電気へアクセスできない村人が多数存在していることを意味している。つまり、既電化村落内でも、電化レベルの格差が存在しているのである。

また、質問票調査によると、オフグリッド PV で電化された村落においては、約 89%の回答者が維持管理のための訓練を特には受けていないと答えていた。

このように末端の需要家に対する、電気に関する啓発活動、広報活動も重要である。