

ナイジェリア連邦共和国  
電力鉄鋼省  
科学技術省  
ナイジェリアエネルギー委員会  
地方電化庁

ナイジェリア連邦共和国  
太陽エネルギー利用マスタープラン調査  
報告書

第1巻 要約

平成19年2月  
(2007年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

八千代エンジニアリング株式会社  
株式会社レックス・インターナショナル

ナイジェリア連邦共和国  
太陽エネルギー利用マスタープラン調査

ファイナルレポート  
目次

- 第1巻 要約
- 第2巻 主報告書（マスタープラン）
- 第3巻 パイロットプロジェクト
- 第4巻 ジェンダー／人間の安全保障
- 第5巻 太陽エネルギー技術研究開発アクションプラン
- 第6巻 太陽エネルギー利用啓蒙普及活動実績

## 序 文

日本国政府は、ナイジェリア国政府の要請に基づき、同国太陽エネルギー利用マスタープラン調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成17年6月から平成19年2月まで、6回にわたり八千代エンジニアリング株式会社国際事業部の西川光久氏を総括とし、同社と株式会社レックス・インターナショナルの団員から構成される調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、ナイジェリア国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、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、本プロジェクト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戴いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成19年2月

独立行政法人国際協力機構  
理事 伊沢 正

独立行政法人  
国際協力機構  
理事 伊沢 正 殿

## 伝達文

ここに、ナイジェリア連邦共和国太陽エネルギー利用マスタープラン調査報告書を提出できることを光栄に存じます。

八千代エンジニアリング株式会社及び株式会社レックス・インターナショナルによる調査団は、独立行政法人国際協力機構との業務実施契約に基づき、平成17年6月から平成19年2月にかけて、ナイジェリア国においてパイロットプロジェクトの実施を含む6回の現地調査と、関係する日本における国内調査を実施いたしました。

調査団は、ナイジェリア国政府及び関係機関の職員との十分な協議のもと、調査結果を基に太陽エネルギー利用にかかるマスタープラン、研究開発アクションプラン並びに啓蒙普及活動アクションプラン等本報告書に取りまとめましたのでご報告いたします。

ナイジェリア国政府関係者ならびにその他関係機関に対し、調査団がナイジェリア国滞在中に受けたご好意と惜しみないご協力について、調査団を代表して心から謝意を表明いたします。

また、独立行政法人国際協力機構、外務省、経済産業省及び在ナイジェリア国日本大使館に対しても、現地調査の実施及び報告書の作成にあたって、貴重なご助言とご協力をいただきました。ここに、深く感謝申し上げます。

平成19年2月

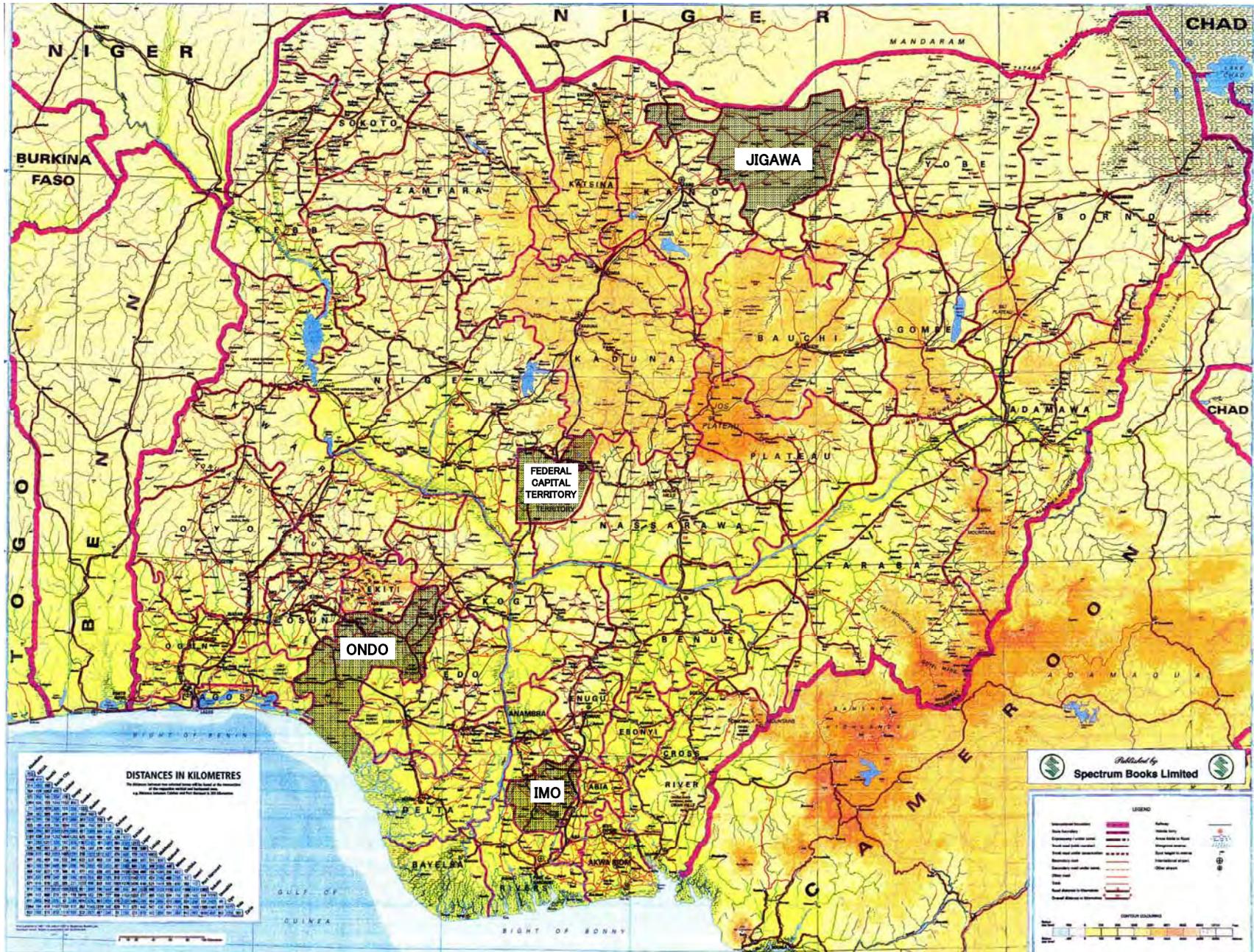
ナイジェリア連邦共和国  
太陽エネルギー利用マスタープラン調査団  
総括 西川 光久

ナイジェリア連邦共和国  
太陽エネルギー利用マスタープラン調査

ファイナルレポート  
(第1巻 要約)  
目次

位置図／図表リスト／略語集  
結論と提言

第1章 調査の背景と経緯	1-1
1.1 調査の背景	1-1
1.2 調査の目的	1-1
1.3 調査対象地域	1-2
1.4 調査の基本方針	1-2
1.5 マスタープラン策定のプロセス	1-4
第2章 基礎調査	2-1
2.1 ナイジェリアの社会経済状況	2-1
2.2 電力セクター及び太陽エネルギー利用の概況	2-5
2.3 環境社会配慮の現況	2-9
2.4 エネルギー研究センターの現状	2-10
2.5 ジェンダー及び人間の安全保障の現状	2-12
第3章 マスタープラン	3-1
3.1 村落社会経済調査	3-1
3.2 プレ・フィージビリティスタディ調査	3-3
3.3 パイロットプロジェクトからの実施	3-7
3.4 全国PV電化計画	3-9
3.5 州政府に対するPV地方電化計画	3-25
3.6 マスタープラン実施のための維持管理体制	3-37
3.7 太陽エネルギー利用啓蒙普及アクションプラン	3-42
3.8 太陽エネルギー技術研究開発アクションプラン	3-52
3.9 マスタープラン実施のための環境社会配慮	3-64
3.10 ジェンダーと人間の安全保障	3-66



ナイジェリア連邦共和国 調査対象地位置図

## 図のリスト

- 図 1-1 太陽エネルギー技術研究開発の PDCA サイクル
- 図 1-2 マスタープラン策定のプロセス
- 図 2-1 電力セクター全体の組織運営体制（セクター改革後）
- 図 2-2 電力セクター改革後の電気事業者の構成
- 図 2-3 REA の組織構成
- 図 3-1 村落社会経済調査の流れと位置付け
- 図 3-2 プレ・フィージビリティスタディ調査
- 図 3-3 パイロットプロジェクト対象村落位置図
- 図 3-4 オフグリッド PV 電化手法の選定フロー
- 図 3-5 導入される PV システムとサービス提供事業者、利用者の関係
- 図 3-6 2010 年及び 2020 年に導入されるオフグリッド PV システム
- 図 3-7 PV 利用地方電化に関する組織体系図
- 図 3-8 州政府による PV 地方電化計画策定
- 図 3-9 啓蒙普及活動のステークホルダーとその関連
- 図 3-10 政府内及び政府による直接啓蒙普及活動の関連
- 図 3-11 啓蒙普及活動のフェーズ分け
- 図 3-12 啓蒙普及活動
- 図 3-13 太陽電池ユニットの研究開発の流れ
- 図 3-14 SERC、NCERD 太陽電池ユニットの開発スケジュール
- 図 3-15 太陽熱利用ユニットの研究開発の流れ
- 図 3-16 太陽熱利用ユニットの研究開発の計画とスケジュール
- 図 3-17 「ナ」国のバッテリー・リサイクルシステム
- 図 3-18 「ナ」国における人間の安全保障への脅威
- 図 3-19 NEEDS の戦略を形成する 3 分野とその内容

## 表のリスト

表 2-1	人口調査時の総人口とその間の増加率
表 2-2	GDP の産業別構成比率 (2004)
表 2-3	使用している光源による世帯分布
表 2-4	水及び電気の供給状況
表 2-5	PHCN の発電、販売電力実績
表 2-6	「ナ」国の発電設備増強計画 (2006 年策定)
表 2-7	「ナ」国の再生可能エネルギーの導入目標
表 2-8	各省庁のジェンダー問題への取組みの現状
表 3-1	村落社会経済調査の対象村落数
表 3-2	未電化村落の一般的なエネルギー源
表 3-3	PV システムにより代替可能な支出
表 3-4	各 PV システムの料金 (1~5 年目)
表 3-5	Pre-F/S 対象村落の現況
表 3-6	ジガワ州の PV システム導入数量並びに参考価格
表 3-7	オンド州の PV システム導入数量並びに参考価格
表 3-8	イモ州の PV システム導入数量並びに参考価格
表 3-9	FCT の PV システム導入数量並びに参考価格
表 3-10	全国 PV 電化計画におけるビジネスモデル
表 3-11	全国電化計画 (グリッド+オフグリッド)
表 3-12	全国 PV 電化計画
表 3-13	「全国 PV 電化計画」を実現するために必要な投資額
表 3-14	「全国 PV 電化計画」を実現するために必要な補助金額
表 3-15	各タイプの経済内部収益率、経済純現在価値、B/C 比率
表 3-16	2010 年及び 2020 年時点でジガワ州に導入が想定される PV システム
表 3-17	ジガワ州で毎年必要となる BCS 事業への設備投資費用
表 3-18	BCS 設備導入に際して各世帯で当初キャッシュとして用意する 必要のある金額
表 3-19	BCS 設備導入後、毎月徴収される金額、バッテリー充電の際に 各回で徴収される金額
表 3-20	ジガワ州で毎年必要となる SHS 事業への設備投資費用

表 3-21	55W SHS 設備導入に際して各世帯で当初キャッシュとして用意する必要のある金額、及び導入後、毎月徴収される金額
表 3-22	オンド州で毎年必要となるミニグリッド事業への設備投資費用
表 3-23	2010 年及び 2020 年時点でイモ州に導入が想定される PV システム
表 3-24	イモ州で毎年必要となるミニグリッド事業への設備投資費用
表 3-25	イモ州で毎年必要となる SHS 事業への設備投資費用
表 3-26	SHS 設備導入に際して各世帯で当初キャッシュとして用意する必要のある金額、及び導入後、毎月徴収される金額
表 3-27	FCT で毎年必要となるミニグリッド事業への設備投資費用
表 3-28	研究開発用資材購入計画
表 3-29	研究開発用測定・計測機器購入計画
表 3-30	施設建設及び運転経費計画
表 3-31	スタッフ数と人件費の算定基準
表 3-32	スタッフ数と人件費の計画
表 3-33	研究開発資金計画
表 3-34	太陽熱ユニットの研究開発計画 (1)
表 3-35	太陽熱ユニットの研究開発計画 (2)
表 3-36	太陽熱研究用計測器
表 3-37	研究室運転経費計画
表 3-38	展示場開設・運営経費計画
表 3-39	研究スタッフ数と人件費
表 3-40	研究開発資金計画
表 3-41	村落における男女の役割分担
表 3-42	SELF プロジェクトにおける太陽光発電のメリット
表 3-43	レベル別・分野別の太陽光発電による裨益

## 略語集

B/C Ratio	Benefit/Cost ratio (便益／費用比率)
B C S	Battery Charging Station (バッテリー充電所)
B P E	Bureau of Public Enterprises (公共事業庁)
C D	Capacity Development (キャパシテイ・ディベロップメント)
E C N	Energy Commission of Nigeria (エネルギー委員会)
E I R R	Economic Internal Rate of Return (経済内部収益率)
E N P V	Economic Net Present Value (経済純経済価値)
F C T	Federal Capital Territory (連邦首都圏)
F I R R	Financial Internal Rate of Return (財務内部収益率)
E N P V	Economic Net Present Value (経済純経済価値)
F N P V	Economic Net Present Value (財務純経済価値)
F M P S	Federal Ministry of Power and Steel (電力鉄鋼省) (電力鉄鋼省は2007年1月からエネルギー省に改組された)
F M S T	Federal Ministry of Science and Technology (科学技術省)
I E C	International Electrotechnical Commission (国際電気会議規格)
I P P	Independent Power Producer (独立系発電事業者)
I S O	International Organization for Standards (国際標準化機構)
J A E F	Jigawa Alternative Energy Fund (ジガワ州代替エネルギー基金)
J I C A	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
J I S	JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD (日本工業規格)
J W G	Joint Work Group (ジョイントワークグループ)
L G A	Local Government Area (郡に相当する行政区域)
L W G	Local Work Group (ローカルワークグループ)
N C E R D	National Center for Energy Research and Development—University of Nigeria NSUKKA (ヌスカエネルギー研究開発センター)
N E D O	New Energy Development Organization (新エネルギー・産業技術総合開発 機構)
N E P A	National Electric Power Authority (国家電力公社)
N E S C O	National Electricity Supply Corporation (Nigeria) Limited (全国電気 供給公社)
N E R C	National Electric Regulatory Committee (国家電気規制委員会)

N I M E T	Nigeria Meteorological Agency (ナイジェリア気象庁)
N P C	National Planning Commission (国家計画庁)
O & M	Operation and Maintenance (運転・維持管理)
O S E B	Ondo State Electricity Board (オンド州電力委員会)
P D M	Project Design Matrix (プロジェクト・デザイン・マトリックス)
P H C N	Power Holding Company of Nigeria (ナイジェリア電力持株会社)
P U R D	Imo State Ministry of Public Utilities and Rural Development (イモ州公共サービス・地方開発省)
R E A	Rural Electrification Agency (地方電化庁)
R E F	Rural Electrification Fund (地方電化基金)
S E L F	Solar Electric Light Fund (太陽光発電基金)
S E R C	SOKOTO Energy Research Center (ソコトエネルギー研究センター)
S H S	Solar Home System (家庭用太陽光発電システム)
U S A I D	United States Agency for International Development (米国国際開発庁)
U N I D O	United Nations Industrial Development Organization (国連工業開発機関)
W H O	World Health Organization (世界保健機構)

## 結論と提言

### 1. ナイジェリア国の電化政策

- 1.1 電化目標： 2004年3月に開始された国家経済開発戦略(National Economic Empowerment and Development Strategy: NEEDS)では、2020年までに国民の75%が安定した電力にアクセスできる。
- 1.2 地方電化： 2004年に電力鉄鋼省が(FMPS)が設定した地方電化の中長期的目標(地方電化政策: Rural Electrification Policy)では、新規需要家の最低10%を再生可能エネルギーにより供給する。
- 1.3 再生エネルギー利用： 現在電力鉄鋼省(FMPS)は再生可能エネルギー政策ガイドライン(Renewable Electricity Policy Guidelines)と、同ガイドラインを実現するための具体的な実施方策として、再生可能エネルギーアクションプログラム(Renewable Electricity Action Program)を策定中である。

### 2. 太陽エネルギー利用政策

再生可能エネルギーアクションプログラム(Renewable Electricity Action Program)では再生可能エネルギーの導入目標を以下の通り設定している。同表より、太陽光発電により再生可能エネルギーによる供給目標の約18%を達成することが必要とされている。

#### 「ナ」国の再生可能エネルギーの導入目標

(単位: MW)

種類	導入目標		
	2007	2010	2016
小水力	50	100	400 (54.4%)
太陽光 (PV)	10	20	130 (17.7%)
風力	0	20	100 (13.6%)
バイオマス (バガス)	0	15	105 (13.6%)
合計	60	155	735 (100.0%)

出所: FMPS "Renewable Electricity Action Program"

### 3. 本マスタープラン (M/P) の位置づけ

本 M/P は上記の国家経済開発戦略(National Economic Empowerment and Development Strategy: NEEDS)に基づいた、「地方電化政策」及び「再生可能エネルギー政策ガイドライン」を具現化するための、太陽エネルギーを利用したオフグリッド地方電化を推進する中長期 M/P として位置づけられる。

### 4. 政府及びドナーによる現在までのPV導入実績

実施主体	実施時期	プロジェクト概要
FMST (ECN)	1990年以降継続的に実施	6村落におけるACミニグリッド村落電化。発電容量はそれぞれ10kW以上。
		大学などの研究室・宿泊施設(2~5kW)。36校に設置。
		灌漑用井戸ポンプ(1.5~2kW)。18箇所を設置。
		ワクチン保存用PV冷蔵庫(0.45kW)。36箇所を設置。
		無線設備4箇所。
FMPS	2006年10月現在、機材調達段階	Bauchi州とKatshina州に、SHS(モジュール50Wp)をそれぞれ250軒分導入。
		Ogun州とCross River州に、それぞれミニグリッドシステム(17.5kW)を導入。
		コミュニティシステム(モジュール200Wp、11W蛍光灯10灯)9箇所。
		街路灯(モジュール42Wp以上)36箇所。井戸ポンプ28箇所。
ソコト州	2003年	井戸ポンプ8箇所。
ラゴス州		井戸ポンプ1箇所(離島用)。
USAID	2004年	ジガワ州の5村落を対象に、SHS、街路灯、井戸ポンプ、公共施設、商業施設などを導入。
UNDP	2006年~2007年	全国6ヶ村を対象にミニグリッドシステムを導入予定。最大1000住宅、井戸ポンプ、公共施設への電力供給を検討。
UNIDO	計画段階	個人企業家へのマイクロファイナンスによるBCSの導入。
UNICEF		2001年にソコト州でPV冷蔵庫を導入した他、プラトー州で井戸ポンプを導入している。

## 5. 全国太陽光発電利用地方電化M/P (PV電化計画)

単位(軒数)

2010年までのPV電化計画					2020年までのPV電化計画(累計)				
BCS (760 システム)	SHS		Mini Grid (860 システム)	電化達成 住宅軒数 (総数の 1.8%)	BCS (1,210シ ステム)	SHS		Mini Grid (11,250 システム)	電化達成 住宅軒数 (総数の 1.8%)
	エネルギー- 供給会社、 村落組合	直接販 売				エネルギー-供 給会社、 村落組合	直接 販売		
15,200	34,110	3,790	19,200	72,300	24,200	84,810	9,290	225,000	343,000

出所：調査団による

上記電化達成件数は以下により算出された。

- ① 2020年までに国家経済開発戦略 (NEEDS) に示されているとおり、国民の75%が電力にアクセスすることが可能となる。
- ② 新規に接続される需要家の内、最低10%は「地方電化政策」に基づき再生可能エネルギーを利用するものとする。
- ③ 更に再生可能エネルギーで電化される新規需要家の内18%が「再生可能エネルギーアクションプログラム」で目標とされているとおりPVで電化されるものとした。

## 6. PV電化計画と資金需要

上記「全国太陽光発電利用地方電化マスタープラン」に基づき、2020年までにPV電化計画を推進すると、総投資額と補助金額(50%補助の時)は以下のとおりとなる。(単位：百万ナaira)

### 「全国PV電化計画」を実現するために必要な投資額

年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ミニグリッド	536	682	975	1,082	1,758	1,939	2,088
BCS	365	348	332	316	71	67	63
SHS	1,510	1,443	1,375	1,307	737	697	656
合計	2,411	2,473	2,682	2,704	2,566	2,703	2,807

年	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ミニグリッド	2,205	2,454	2,282	2,166	2,170	2,143	2,083
BCS	59	55	52	48	44	40	36
SHS	616	576	535	495	455	414	374
合計	2,880	3,085	2,869	2,708	2,669	2,597	2,493

### 「全国PV電化計画」を実現するために必要な補助金額

年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ミニグリッド	268	341	488	541	879	969	1,044
BCS	182	174	166	158	35	34	32
SHS	755	721	687	654	368	348	328
合計	1,205	1,237	1,341	1,352	1,283	1,351	1,404

年	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ミニグリッド	1,102	1,227	1,141	812	543	268	0
BCS	30	28	26	18	11	5	0
SHS	308	288	268	186	114	52	0
合計	1,440	1,542	1,434	1,016	667	325	0

補助金は、当初約12億NgN/年でスタートし、概ね、12億~15億NgN/年のレンジで推移するが、2017年から減少し、2020年には、補助金ゼロとなる。2020年までの累計の補助金額は、156億NgNである。

## 7. PV関連民間企業の現状と問題点

ナイジェリア国に在る PV 関連民間企業は ECN の統計によると 1999 年時点で 44 社、現在は約 50 社と推定されおり、内、約 70% がラゴスで事務所登録していると思われる。現在各企業は小規模な機器の販売と機器据付工事の実績を有しているが、定期的なシステムの維持管理業務や料金徴収業務は行っていない（グリッド電化事業では PHCN が独占している）。

今後の PV 地方電化事業を推進するためには、民間セクターによる PV システム導入の中核として、民間の電力供給事業者の育成が重要であるので、「ナ」国政府は定期的なシステムの維持管理業務や料金徴収業務を民間の電力供給事業者が受託可能となるように配慮すると共に（必要な法改正を含む）、民間企業に所属する技術者の人材育成を図る必要がある。併せて中長期的には公的セクターは政策立案、事業の監理等に業務範囲を段階的に縮小し、民間部門に機材の調達から据付工事、維持管理並びに料金徴収まで行わせるよう、その活用を最大限促進する方策を検討する必要がある。

## 8. PV 電化計画推進への提言

8.1 本 M/P 調査のナイジェリア国側のカウンターパートである連邦政府（FMPS, FMST, ECN, REA）と州/地方政府はそれぞれの役割・任務と責任を明確にし、M/P 完成後も合同作業会（Joint Working Group: JWG）を継続・維持し、「再生可能エネルギー政策ガイドライン」の中に本 M/P を取り入れ、協力して PV 地方電化の推進と PV システムの啓蒙普及・研究開発並びに人材の育成を図る。

(1) FMPS は地方電化事業の政策立案・実施監督機関として、地方電化政策の細則を策定し、実際の地方電化事業を実施する REA、州/地方政府、民間企業（RESCO）の実施状況を全国レベルで把握すると共に、FMST と協力して PV 機器の仕様と据付に関する基準・規格を整備し、機器認証制度を確立する。

併せて FMPS は PV 関連機器の普及を図るため、輸入機器の関税や VAT の低減、民間企業の法人税の減税等 PV システム導入に必要な初期投資の低減を図ることが望ましい。また、FMPS は太陽エネルギー利用に関わる「環境管理計画」を策定し、連邦環境省と協議し、PV システムの運用については環境影響評価（EIA）実施の適応除外を働きかける。

(2) FMST はソコトとヌスカのエネルギー研究開発センターを統括し、PV 関連機器の研究開発を推進すると共に、FMPS と協力して PV 関連機器の仕様と据付に関する基準・規格を整備し、品質確認、受入れ試験等担当する。併せて開発された製品の製造技術を民間企業に移転し、PV 機器製造産業の育成と PV システムの啓蒙普及を図る。また、他の機関、ドナー等が実施している太陽エネルギー利用に関する情報・資料を収集し、関連機関や民間企業への水平展開を図ると共に、PV システム普及に関する他ドナー、国際機関等との連携を強化する。

(3) ECN は既に実施した SHS、ミニグリッドシステム等を通して蓄積した PV システムの技術的ノウハウ（計画、システム設計、工事発注、施工監理等）を「ナ」国の他の機関、州/地方政府関係者に水平展開を図ると共に、州/地方政府並びに PV システムを運用している村落や民間企業（RESCO）の運転・維持管理に携わる技師、技能工に技術的訓練を実施する。

併せて ECN は保有する PV システムの技術的ノウハウを、セミナーやワークショップの開催を通して広く民間企業の技術者の人材育成を図る。

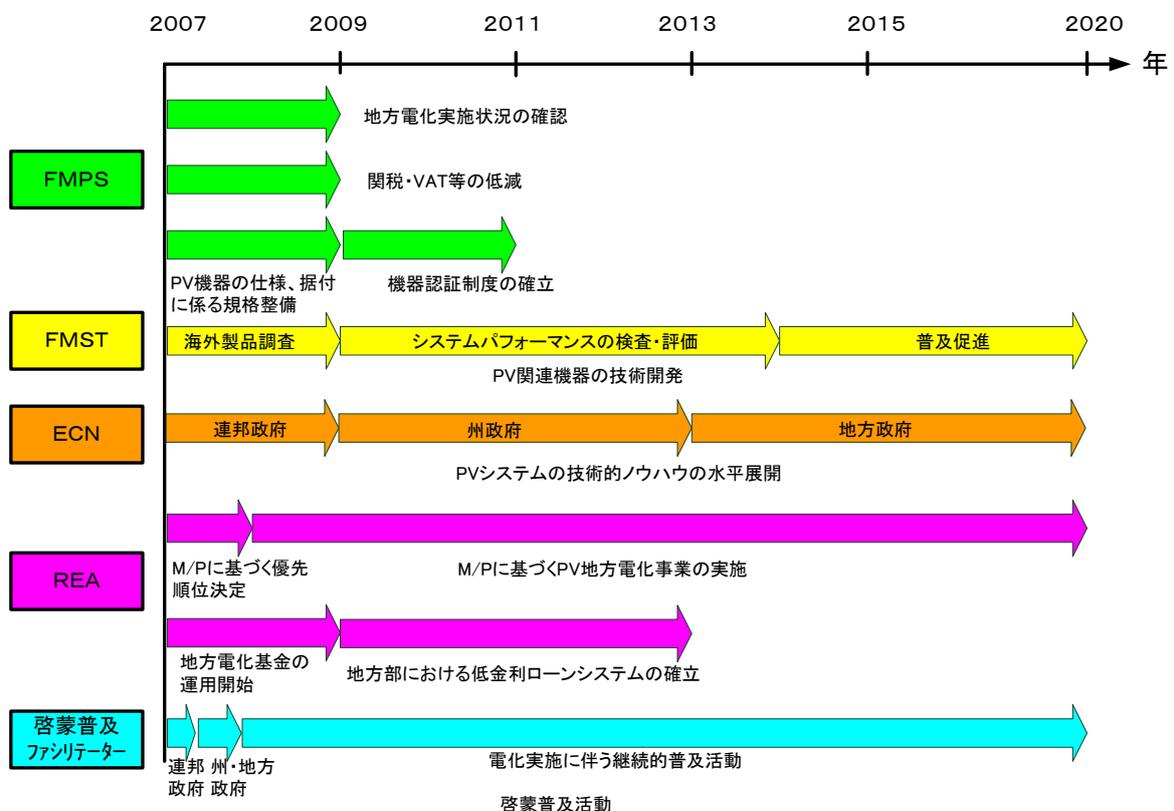
(4) REA は FMPS が策定した 地方電化事業政策と本 M/P の推進の主体となると共に、電力収入に対する 2% 上乗せの目的税により PV 電化に求められる安定した財源の確保を図り、地方電化基金を使用した今後の地方電化計画の優先順位付けを、本 M/P に基づいて行う。併せて REA は村落電化組合や民間企業（RESCO 等）が PV 地方電化の早期推進を図るため、地方電化基金（Rural Electrification Fund）の早期の運用開始と、PBN 等の弱者救済のために設立されている政府系金融機関との協力により低金利のローンシステムの確立を図る。

また、REA は地方電化事業の規制機関として、村落電化組合や民間企業（RESCO 等）が実施する地方電化事業の保安規定、技術基準、サービスレベル等に関する標準を策定する必要がある。

(5) 州/地方政府は、FMPS が策定した地方電化政策に基づき、REA と協力の上、各地方地域内での PV 地方電化を推進する。また、州/地方政府は実施中の PV 地方電化事業をモニタリングし、現地で対応できない技術的課題が発生した場合には上位機関と連携して対処するとともに、他村落で類似地方電化事業が計画されている場合には、運転・維持管理に係るノウハウを水平展開する。

- 8.2 FMPS と ECN は太陽エネルギー利用の研究・開発を推進するため、本 M/P の研究開発アクションプランに示されている計測・検査機器等を早急にソコトとヌスカのエネルギー研究開発センターに整備し、両センターの研究・開発の推進を図る必要がある。
- 8.3 本 M/P 調査のナイジェリア国側カウンターパート (FMPS, FMST, ECN, REA) は、本 M/P を通して、日本側が PV 機器を貸与して実施したパイロットプロジェクトの運転・維持管理状況、料金徴収状況等のモニタリングを、調査団が示したログシートに基づき、継続して行い、その結果を将来の PV 地方電化事業の計画・運営に反映させる。
- 8.4 本 M/P 調査のナイジェリア国側カウンターパートは、本 M/P 調査に示されている啓蒙普及アクションプランに従い、JWG 内にファシリテーターを立ち上げ、PV 地方電化に関わるステークホルダーを動員すると共に、メディア、NGO、教育研究機関等の情報交換をとおして、政府関係者、民間業者、PV 機器利用者等に継続的に啓蒙普及を行う。
- 8.5 本 M/P 調査のナイジェリア国側カウンターパートは連邦女性省と連携して、本 M/P の推進に当たってジェンダー配慮を行うと共に、各機関内にジェンダー配慮のための組織造りを行うことが必要である。

上記 M/P 実施のため、ナイジェリア国側カウンターパートは、以下の実施計画に従い、PV 地方電化計画を推進していくことが必要である。



PV 地方電化計画推進のための実施計画

## 第1章 調査の背景と経緯

### 1.1 調査の背景

ナイジェリア連邦共和国（以下、「ナ」国と称す）では、現在全国民の約 60%が電気にアクセスできない生活を送っている。特に、全人口の約 7 割が居住する地方部では電力を含む基礎インフラの整備が遅れており、約 90%の住民が未電化の生活を送っている。このため、地方部ではエネルギー源の多くを薪に依存するため森林破壊が進んでいる他、ワクチンや医薬品の保冷ができない、収穫した農作物の脱穀ができないなど、電気が使えないことから住民の日常生活に影響が出ている。

係る状況に対し、「ナ」国政府は監督官庁である電力鉄鋼省（FMPS: Federal Ministry of Power and Steel）、及び電気事業者のナイジェリア電力持株会社（PHCN: Power Holding Company of Nigeria）を通して、発電所の新增設と修復、送配電網の修復・拡充に取り組んでいるが、予算及び要員の不足からその進捗は計画から大幅に遅れている。また、既存配電網から遠く、電力需要密度の小さい遠隔農村では、配電線延長による電化（グリッド電化）の実施が経済的に困難となるため、分散型電源によるオフグリッド電化の戦略的な導入が求められている。

このため、「ナ」国政府は中長期に亘り電化から取り残される可能性が高い遠隔農村地域を対象として、再生可能エネルギーを利用した、分散型電源の普及によるエネルギー供給計画を検討している。特に太陽エネルギー（熱利用を含む）については、FMPS だけでなく、科学技術省（FMST: Federal Ministry of Science and Technology）と、その傘下のエネルギー委員会（ECN: Energy Commission of Nigeria）も導入を検討しており、ソコト州やエヌグ州にある研究施設などで、太陽エネルギー利用に関する技術研究開発、啓蒙普及活動を実施している。しかしながら、現状では FMPS、FMST、ECN が、各々独立して太陽エネルギー導入のためのパイロットプロジェクトを実施しており、太陽エネルギーを利用した遠隔農村地域の電化計画の実現にはマスタープランに基づいた省庁横断的な取り組みが必要である。

他方、世界銀行の支援を受けて公共企業庁（BPE: Bureau of Public Enterprises）にて策定された、電力セクター改革法案（Electric Power Sector Reform Bill）は 2005 年 3 月にオバサンジョ大統領に承認され、2006 年 3 月には政府から独立した組織として、地方電化事業を担当する地方電化庁（REA: Rural Electrification Agency）が設立された。また、同電力セクター改革の一環として、ナイジェリア電力規制委員会（NERC: Nigerian Electricity Regulatory Commission）が設立されるなど、太陽エネルギー利用、並びに地方電化事業を取り巻く状況は大きく変化している。

これら太陽エネルギー利用への環境変化を踏まえた、導入への取り組みを一層推進するため、2004 年 2 月に「ナ」国政府は我が国に対し、太陽エネルギー利用 M/P 調査（以下、本調査と称する）の実施を要請してきた。JICA はこれを受けて、2004 年 9 月に鉱工業プロジェクト形成調査、2005 年 1 月に予備調査をそれぞれ実施し、プロジェクトに関する基礎的な計画について協議の上、「ナ」国側と合意した。本調査は 2005 年 4 月 6 日に署名された Scope of Work (S/W)、及び 2004 年 9 月 7 日、2005 年 1 月 25 日、2005 年 7 月 8 日、2005 年 10 月 10 日にそれぞれ署名された Minutes of Meeting (M/M)に準拠し、調査内容、カウンターパートとの役割分担及び工程等は、上記文書に基づいて実施された。

### 1.2 調査の目的

本調査は、太陽エネルギー利用に関するマスタープラン（以下、M/P と称する）及び、各種提言の作成を通じて、「ナ」国政府に対し太陽エネルギー利用促進のための方策を策定し、太陽エネルギー利用推進に関し主要な役割を負う組織（REA、FMPS、FMST、ECN、州政府等）の能力強化を行うものであり、下記の 3 点が本調査の成果品となる。

- (1) 太陽光発電 (PV) 利用地方電化マスタープラン
- (2) 太陽エネルギー技術研究開発アクションプラン
- (3) 太陽エネルギー利用啓蒙普及アクションプラン

### 1.3 調査対象地域

「ナ」国全域を対象とする。ただし、地方電化に関する調査のうち、プレフィージビリティスタディー（以下 Pre-F/S: Pre-Feasibility Study と称する）については、ジガワ州、オンド州、イモ州、及び首都圏（アブジャ）で実施することとし、パイロットプロジェクトについては、ジガワ州、オンド州及びイモ州（2005年10月10日に締結された M/M にて追加）で実施することとする。

### 1.4 調査の基本方針

#### (1) 技術移転の視点

本調査は単に報告書をまとめるものではなく、M/P策定のプロセスを通じて、太陽エネルギー利用推進に関し主要な役割を担う組織（REA、FMPS、FMST、ECN、州政府等）の太陽エネルギー利用普及推進に係るキャパシティ・ディベロップメント（CD）を行うことが主要な目的となっている。このため、現地調査期間を通じてジョイント・コーディネーティング・コミッティ（JCC）<sup>1</sup>及びジョイント・ワークグループ（JWG）<sup>2</sup>を結成し、両ワークグループはパイロットプロジェクトの計画・モニタリング、Pre-F/Sの実施、啓蒙普及活動、及び研究開発指導等、本調査における技術移転を進めるためのカウンターパートとして、効率的に活動を進めることが出来た。また、2006年3月に設立されたREAと、従来の組織（FMPS、FMST、ECN等）の役割分担を明確化し、JWGがこれら関係組織を取りまとめ、太陽エネルギー導入を一貫して推進することを提言している。

また本調査では、「ナ」国の研究機関が独自に太陽エネルギー利用機器の研究開発が実施できることを目標に、主に機器の性能評価のための計測技術の移転を行った。図1に研究開発のPDCAサイクルを示す。「ナ」国では試作した機器の性能評価を行うための計測技術が確立されていないことから、調査開始時点ではPDCAサイクルの第2段階（D）で止まっていた。

本調査で計測・評価技術を移転することで、DoからCheck（図1矢印②）への移行が可能となり、更に評価結果に基づく提言を行うことでCheckからAction（図1矢印③）への移行を可能とすることで、1回目のPDCAサイクルを回すことを目標とした。また、本調査では研究開発アクションプランを策定し、2回目以降のPDCAサイクルは「ナ」国が独自に実施できるよう、評価・分析から改善方策の立案に至る過程を重視したキャパシティ・ディベロップメントを実施した。

<sup>1</sup> Joint Coordinating Committee：本調査の円滑な進捗、調整のための委員会。議長であるFMPSの局長はプロジェクトの総括責任者となった。

<sup>2</sup> Joint Work Group：JCCの下部組織で、日常的な活動を円滑に進めるための実務的なグループ。リーダーとしてFMPSの課長が選任された。

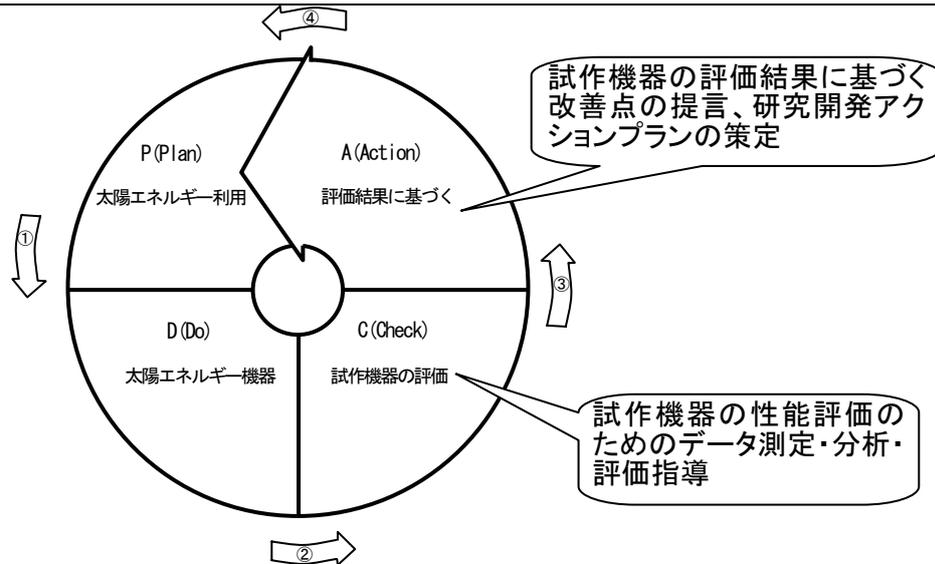


図 1-1 太陽エネルギー技術研究開発の PDCA サイクル

更に、本調査では 2005 年 11 月 29 日から 12 月 14 日（13 日間）に、「ナ」国研修生 8 名を対象とした、カウンターパート研修を実施した。同研修では、シャープ株式会社、京セラ株式会社にて PV パネル製造ラインを見学するとともに、PV システムの設計に関する講義、演習、意見交換が行われ、帰国後に研修員が自立的に問題を解決できるよう配慮した。

## (2) パイロットプロジェクトの計画・モニタリングによるフィードバック

本調査では、バッテリーチャージングステーション (BCS)、ソーラーホームシステム (SHS)、公共施設、並びに街路灯を基本コンポーネントとして、パイロットプロジェクトをジガワ州、オンド州、及びイモ州にて実施した。プロジェクトの計画・実施に当たっては、参加型開発手法を適用し、住民の心理的不安を解消させるとともに、再生可能エネルギーの技術的限界を受益者に理解させることを目的に、州政府及びプロジェクト・サイトにて住民集会を実施した。PV システムの運転開始後には、維持管理における持続可能性評価のための運転・保守記録データを取得し、今後の類似プロジェクト実施において参考となる評価結果を M/P に反映している。更に、機材据付後のメンテナンス体制を組織横断的にサポートするため、エンジニア、維持管理要員、利用者それぞれを対象とした、維持管理マニュアルを策定し、カウンターパートに説明した。

## (3) 地域特性を踏まえたビジネスモデルの提案

全国レベルの PV 電化計画を策定する際には、「ナ」国の地理的な広がり、また州単位もしくはジオ・ポリティカルゾーン<sup>3</sup>単位での独立性を考慮すれば、単一のビジネスモデルを全国展開するのではなく、各地域で想定される PV 電化需要を満足できる、複数のモデルを並行して展開することが必要となる。「ナ」国では、電力需要密度が高く、また電気料金支払い可能額の高い地域から優先的にグリッド電化が導入されていること、また全州を統一的に比較するための指標の抽出が困難であることから、本調査では既存の電化率を指標として、全国を以下の 3 モデルに分類し、それぞれの導入数量を予測することにより、全国 PV 電化計画を策定した。

### ① 電化モデル A (ジガワ州モデル) : 電化率 30% 未満の州

短期的 (~2010 年まで) には公共施設への PV システムの導入、及び BCS を先行して導入し、PV 関連機器の普及が進んだ段階 (2010~2020 年) で、BCS 及び SHS を導入。

### ② 電化モデル B (イモ州モデル) : 電化率 30% 以上 70% 未満の州

<sup>3</sup> Geo political zone

---

短期的（～2010年まで）には SHS を先行して導入し、PV 関連機器の普及が進んだ段階（2010～2020年）でミニ・グリッドシステムを導入。

### ③ 電化モデル C(オンド州、FCT モデル):電化率 70%以上の州

短期（～2010年まで）及び中長期（2010～2020年）ともに、ミニ・グリッドシステムを導入。

ここで、上記のモデルを提案する根拠は、以下の通りである。

- 電化率の低い州では、既存グリッドから電化対象村落までの平均距離が長く、近い将来グリッドが延長される可能性は低い。従って、PV 導入の可能性は高いが、逆に料金支払い能力が低いため、機器導入費、維持管理費及び支払い料金がより安価なシステム導入が望ましい。
- 電化率の高い州では、既存グリッドから電化対象村落までの平均距離が短く、近い将来グリッドの延長が想定されること、また料金支払い能力もある程度高いことから、ミニ・グリッドシステムの導入が可能であり、既存グリッドから配電線が延長されたときにミニ・グリッドシステムの利用が可能であること。

## 1.5 マスタープラン策定のプロセス

本調査では、4州（ジガワ州、オンド州、イモ州、首都圏）政府及び REA が自ら PV 地方電化計画を推進することを目的として、全国及び4州を対象とした、2020年までの PV 地方電化計画を取りまとめた。本要約及び主報告書にて詳述する、PV 利用地方電化 M/P の策定に至るプロセスを図 1-2 に示す。

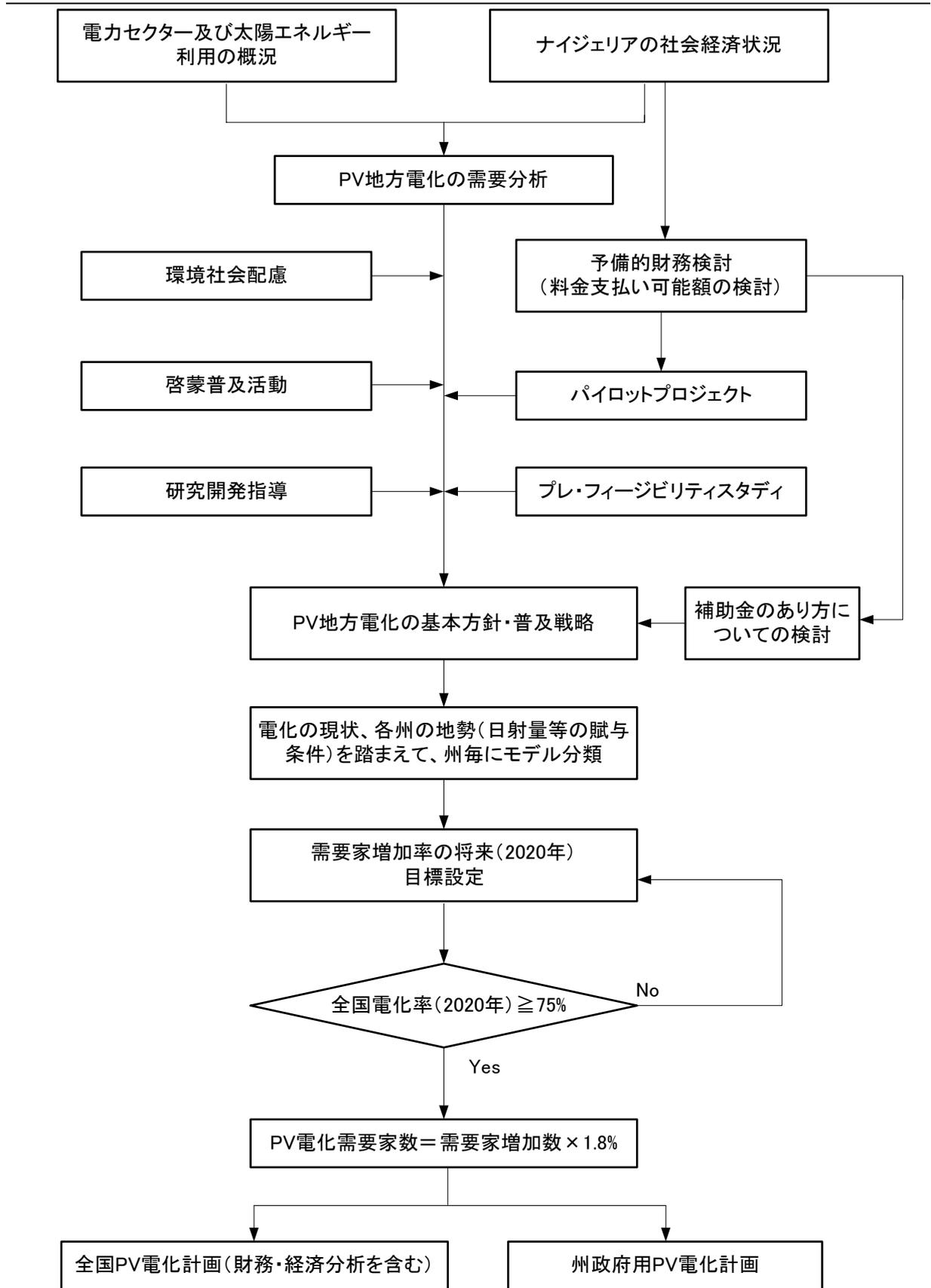


図 1-2 マスタープラン策定のプロセス

## 第 2 章 基礎調査

### 2.1 ナイジェリアの社会経済状況

#### 2.1.1 概要

「ナ」国は、1960年に英国からの独立を達成した。16年に及ぶ軍事政権の後に1999年に新憲法が制定され、同年5月にはオルセグン・オバサンジョ大統領が民主的に選出され、現在同大統領は2期目の任期にある。近年「ナ」国は、民主主義への移行、経済改革開始等によりその国際的地位は高まりつつある。オバサンジョ大統領はアフリカ連合の議長を務め、また「ナ」国は英国連合、アフリカ開発のための新パートナーシップ(NEPAD)、西アフリカ諸国経済連合体(ECOWAS)においてリーダー的存在である。

「ナ」国は、36州と首都圏(Federal Capital Territory :FCT)から成っており、6つの地理的・政治的ゾーンに区分されている。また州及び首都圏は、地方政府庁(名称は、州においてはLocal Government Area、首都圏においてはArea Council)に区分されている。

#### 2.1.2 人口

人口調査は1991年に実施され、当時の総人口は88,992千人、人口密度は105人/km<sup>2</sup>である。1991年のセンサスにおいて、都市とは2万人以上の住人がいる居住地と定義されており、これに従うと都市居住者は全国では36%となる。

1952/53年以來、植民地時代には人口調査は実際のカウントではなく推計に依っていた。それぞれの人口調査時の総人口とその間の増加率を表2-1に示す。増加率は指数増加法を用いて算出している。1952/53年から1991年までの39年間の増加率は2.8%とするのが現状に近いと考えられている。

「ナ」国は約250の民族から成り、最大の民族は北部のハウサ及びフラニ(Hausa-Fulani, 29%)、次いで南西部のヨルバ(Yoruba, 21%)、南東部のイボ(Igbo, 18%)、これらに次ぐのがイジョー(Ijaw, 10%)、カヌリ(Kanuri, 4%)、イビビオ(Ibibio, 3.5%)、ティブ(Tiv, 2.5%)である。「ナ」国には約350の言語があり、宗教についてはイスラム教(50%)、キリスト教(40%)、土地固有の信仰(10%)である。

表 2-1 人口調査時の総人口とその間の増加率

調査年	人口(百万)	期間(年)		増加率 (%)	
		調査の間	1953より	調査の間	1953より
1911	16.05	-	-	-	-
1921	18.72	10	-	1.54	-
1931	20.06	10	-	0.69	-
1952/53	30.42	22	0	1.89	-
1963	55.66	10	10	6.04	6.04
1973	79.76	10	20	3.60	4.82
1991	88.99	18	38	0.61	2.82

出所: 1962/63 Census Nigeria, 1991 Population Census

#### 2.1.3 生活水準

「ナ」国はその大きな人的資源・自然資源にかかわらず、貧困が広がっており、「ナ」国の社

会指標は世界で 20 位以内の最貧国のひとつであることを示している。人口の約 52%が 1 日約 1 米ドルの貧困ラインの下に位置している。経済運営の稚拙さ、汚職、原油への過度の依存が経済低迷と貧困増大の主な原因である。オバサンジョ大統領の新政策である経済改革プログラム－国家経済開発戦略（National Economic Empowerment and Development Strategy: NEEDS）は 2004 年 3 月に開始された。NEEDS では、政府とその関連機関の改革、原油以外の民間セクターの成長等による貧困削減、富の創造、人間開発に主眼が置かれている。

## 2.1.4 経済活動

「ナ」国の経済は大きく原油セクターに依存している。輸出の 95%、政府収入の 76%、GDP の約 3 分 1 を同セクターが占めている。農業は 2 番目に大きな産業であるが、その成長は人口の急速な伸びに追いつけず、一時は食料の輸出国であった「ナ」国が今は輸入国となっている。卸及び小売業は 3 番目の産業であり、GDP の 15.1%を占めている。以下表 2-2 に GDP の産業別構成比を示す。

表 2-2 GDP の産業別構成比率（2004）

（単位：百万ナイラ）

セクター	金額	(%)
<b>農業</b>	<b>2,578,963</b>	<b>31.20</b>
作物生産	2,155,133	26.08
家畜飼育	243,887	2.95
林業	51,658	0.63
漁業	128,285	1.55
<b>鉱業</b>	<b>2,842,844</b>	<b>34.40</b>
原油・天然ガス	2,831,320	34.26
その他	11,524	0.14
<b>製造業</b>	<b>372,061</b>	<b>4.50</b>
石油精製	22,457	0.27
セメント	5,477	0.07
その他	344,127	4.16
<b>卸及び小売業</b>	<b>1,250,337</b>	<b>15.13</b>
<b>不動産</b>	<b>444,688</b>	<b>5.38</b>
<b>運輸</b>	<b>358,373</b>	<b>4.34</b>
陸上輸送	337,555	4.08
航空輸送	3,010	0.04
運輸関連サービス	16,892	0.20
その他	916	0.01
<b>金融</b>	<b>102,953</b>	<b>1.25</b>
<b>建設</b>	<b>80,088</b>	<b>0.97</b>
ホテル・レストラン業	15,649	0.19
<b>通信</b>	<b>5,050</b>	<b>0.06</b>
公共サービス	82,230	0.99
その他サービス	131,726	1.59
<b>合計</b>	<b>8,264,962</b>	<b>100.00</b>

出所：The Nigerian Statistical Fact Sheets on Economic and Social Development

オバサンジョ大統領が、経済再生の新しい取組みとして 2004 年に着手した NEEDS では、政府改革、石油以外の民間セクターの育成、社会憲章の実施における新規プランを通じた貧困削

減、富の創出、人間開発に焦点をあてたものとなっている。

## 2.1.5 調査対象州の概要

### (1) ジガワ州

ジガワ州の主な民族はハウサ族 (Hausa)、フラニ族 (Fulani) であるが、Manga、Badawa 等の民族が大きな割合を占める地域もある。またエミール (Emir) と呼ばれる伝統的な首長が統治する 6 つの管轄区に分けられる。エミールは政治的な力は持たないが、伝統の保持等においてその影響力は大きい。

ジガワ州は、小学校就学率では全国で最下位、英語の識字率では最下位から 2 番目となっている。「15 歳以上でいずれかの言語の読み書きが可能」という識字率の定義のもとでは、識字率は男性 51%、女性 22% であり、これは全国的に低いレベルにあると共に男女差も際立っている。世帯収入及び貧困に関しても全国で最下位となっている。

主な産業は農業であり 49% の労働者がこれに従事している。次いでサービス業 21%、商業 15% となっている。男性に限れば 76.5% が農業に従事している。

2002 年に 2000 世帯を対象に行なわれた調査結果によれば、食糧確保は、世帯にとって重要な課題となっており、60% の世帯が最近 1 年間に食糧の需要を満たすことに問題があったことがあると回答している。

同じ調査で光源として利用しているものは以下表 2-3 に示すとおり、農村部では 97.5% が光源として灯油ランプに依存している。

表 2-3 使用している光源による世帯分布

(単位：%)

	灯油	グリッドからの電気	発電機による電気	電池	薪	合計
農村部	97.5	1.8	0.2	0.2	0.4	100.0
都市部	59.9	38.4	1.8	0.0	0.0	100.0

出所：Core Welfare Indicators Questionnaire Survey, 2002

### (2) オンド州

オンド州の主な民族は Yoruba 族であるが、他に Akoko、Akure、Ijaw、Ikale、Ilaje、Ondo、Owo 等の民族が共存し、外国人も多く、豊かな文化・芸術を有している。

オンド州は全国で、小学校就学率は上位から 4 位と高いが、識字率は中程度となっている。世帯別収入では全国で上位から 12 位、貧困に関しては上位から 11 位であり比較的裕福であるといえる。産業従事者は、商業 (30.9%)、農業 (26.0%)、製造業 (21.5%) となっている。水及び電気の供給状態については、表 2-4 に示す通りである。

表 2-4 水及び電気の供給状況

区分	地方政府庁	全コミュニティの数*	水供給のあるコミュニティ		電気供給のあるコミュニティ	
			コミュニティの数	(%)	コミュニティの数	(%)
Ondo North	Akoko North East	12	6	50.0	6	50.0
	Akoko North West	18	3	16.7	17	94.4
	Akoko South East	8	6	75.0	6	75.0
	Akoko South West	14	7	50.0	9	64.3
	Ose	36	6	16.7	13	36.1
	Owo	188	18	9.6	12	6.4
Sub-total		<b>276</b>	46	16.7	63	22.8
Ondo Central	Akure North	130	19	50	17	13.1
	Akure South	125	8	6.4	7	5.6
	Idanre	108	20	18.5	NA	-
	Ifedore	157	31	19.7	12	7.6
	Ondo East	80	17	21.3	21	26.3
	Ondo West	202	33	16.3	2	1.0
Sub-total		<b>802</b>	128	16.0	59	7.4
Ondo South	Ese-odo	243	5	2.1	3	1.2
	Ilaje	302	5	1.7	10	3.3
	Ile-Oluji/Okeigbo	320	56	17.5	5	1.6
	Irele	249	5	2.0	2	0.8
	Odigbo	328	14	4.3	25	7.6
	Okitipura	108	3	2.8	24	22.2
Sub-total		<b>1550</b>	88	5.7	69	4.5
Total		<b>2628</b>	262	10.0	191	7.3

\*: コミュニティとは、町および村を指す。

出所: Ondo State Socio-economic Indicator, 2002

ここに見るように、水供給のあるコミュニティは全体の 10%、電気供給のあるコミュニティは 7.3%に過ぎない。特に州の南部はこれらの整備が遅れている。

州都アクレは、大きな町に成長し農村部及び小さな町から人々が集まるようになっており、低所得者によるスラム形成や失業という問題をかかえている。

### (3) イモ州

イモ州の主な民族はイボ (Igbo) 族であり、文化的に同質のグループから成っておりイボ語は州の全域で使われている。また豊かな文化・芸術を有している。

全国で、小学校就学率は上位から 5 位、識字率は 3 位となっており、教育程度の高い州であるといえる。世帯別収入では全国で中程度であるが、貧困率に関しては下位から 4 位でありオンド州と同じく比較的裕福であるといえる。しかし人口密度が高く (全国で 3 番目)、このことが土地、森林等への高い人口圧力となり、結果的に農村の貧困につながっている。このため仕事や農地を求めて他州へ移住する人もいる。地下資源に富んでおり、石油、天然ガス、鉛、亜鉛、石灰石等を産出する。

### (4) FCT

FCT にはいくつかの民族があり主な民族としては Gbagyi、Gwari、Koro、Bassa 等があるが、ここはまた全ての民族の集まる場であり Hausa、Fulani、Igbo、Yoruba も多く居住する。

FCT は全国で、小学校就学率、識字率ともに全国で中程度となっている。世帯別収入は全国で 2 位と高いが、貧困に関しては全国で中程度となっている。アブジャは 1976 年に誕生し 1991

年 12 月に首都となった。

## 2.2 電力セクター及び太陽エネルギー利用の概況

### 2.2.1 電力セクターの概況

「ナ」国の電気事業は電力鉄鋼省（FMPS）が監督し、その管理の下で国家電力庁（NEPA）が全国の発送配電設備の運転・維持管理を担当してきたが、2005 年 5 月に NEPA は発電（6 社）、送電（1 社）、配電（11 社）会社に分社化され、ナイジェリア電力持株会社（PHCN）が設立された。PHCN の 2001 年～2005 年の発電、販売電力実績を表 2-5 に示す。これより、発電設備容量は 2005 年まで横這いであるが、最大需要電力は年平均 8%、販売電力量は年平均 14% と高い伸び率を示しており、近年は PHCN の発電設備のみでは供給力不足の状態となっている。「ナ」国では PHCN 以外に IPP が発電所を運転しており、2006 年時点で 750MW の発電設備容量を保有しているため、統計上は辛うじて発電可能出力が最大需要電力を満たしているが、潜在需要がかなり見込まれ、実質的には大幅に供給力が不足している。

表 2-5 PHCN の発電、販売電力実績

	2001	2002	2003	2004	2005
発電設備容量(MW)	6,158	6,085	6,119	6,119	6,104
発電可能出力(MW)	2,525	3,211	3,781	3,410	3,736
最大需要電力 (MW)	3,242	3,243	3,479	3,427	3,774
発電電力量(GWh)	16,841	21,532	22,612	24,132	24,008
販売電力量(GWh)	9,649	19,098	20,499	21,632	16,458
需要家総数(×1000 軒)	3,300	4,656	4,805	4,560	4,431

出所：PHCN

更に「ナ」国では 2005 年から 2020 年の 15 年間に於いて、平均 10～11% の伸びで販売電力量が増加すると見込まれている。このため、「ナ」国政府は国家開発戦略（NEEDS）において、2007 年までに発電設備容量を 10,000MW、送電設備容量を 9,340MVA、配電設備容量を 15,165MVA まで増強することを目標としている。表 2-6 に今後の発電設備増強計画を示す。

表 2-6 「ナ」国の発電設備増強計画（2006 年策定）

(単位: MW)

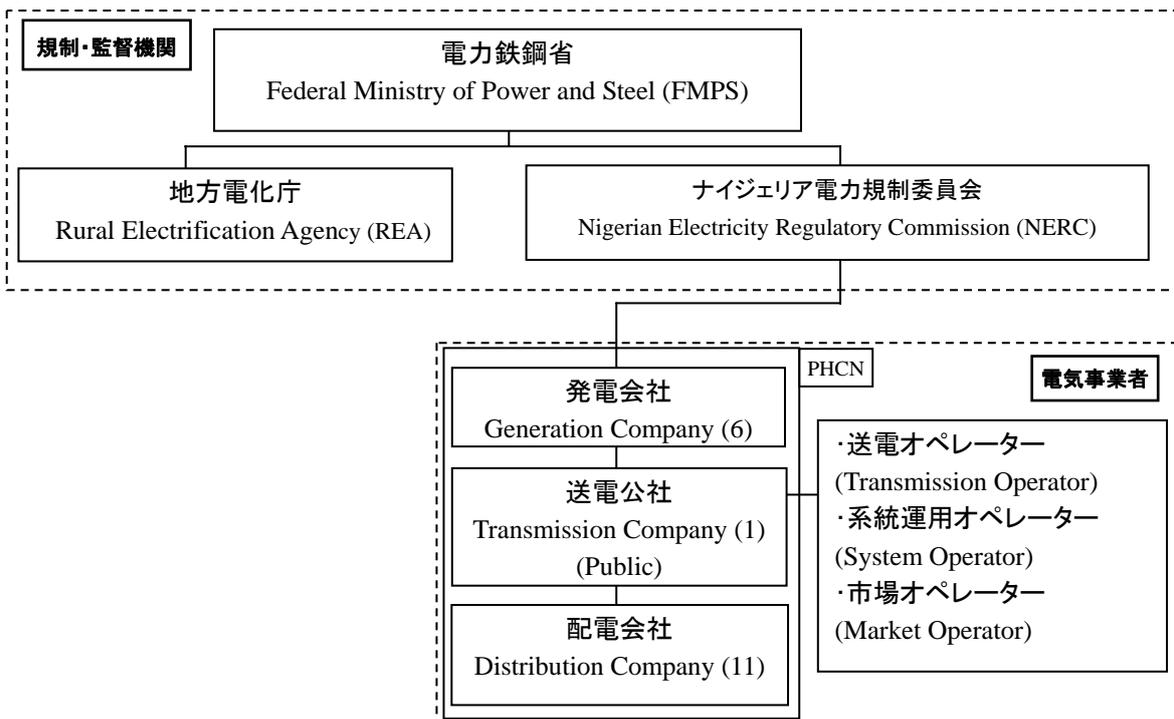
	2006 年 12 月	2007 年 5 月	2007 年 12 月	2008 年 12 月	2009 年 12 月	2010 年 12 月
PHCN 既存発電所 (発電可能出力)	3,357	4,027	4,027	3,880	3,780	3,780
IPP 既存発電所 (発電可能出力)	750	750	750	750	750	750
政府案件 (実施中)	1,001	1,462	1,496	2,511	3,528	4,544
ナイジェリア計画	0	1,315	2,203	2,624	2,624	2,624
IPP 増強計画 (JV)	0	876	1,820	2,790	2,790	2,790
その他 IPP	90	510	510	1,265	1,365	1,365
合計	5,198	8,940	10,806	13,820	14,837	15,853

出所：PHCN

## 2.2.2 電力セクター改革と地方電化

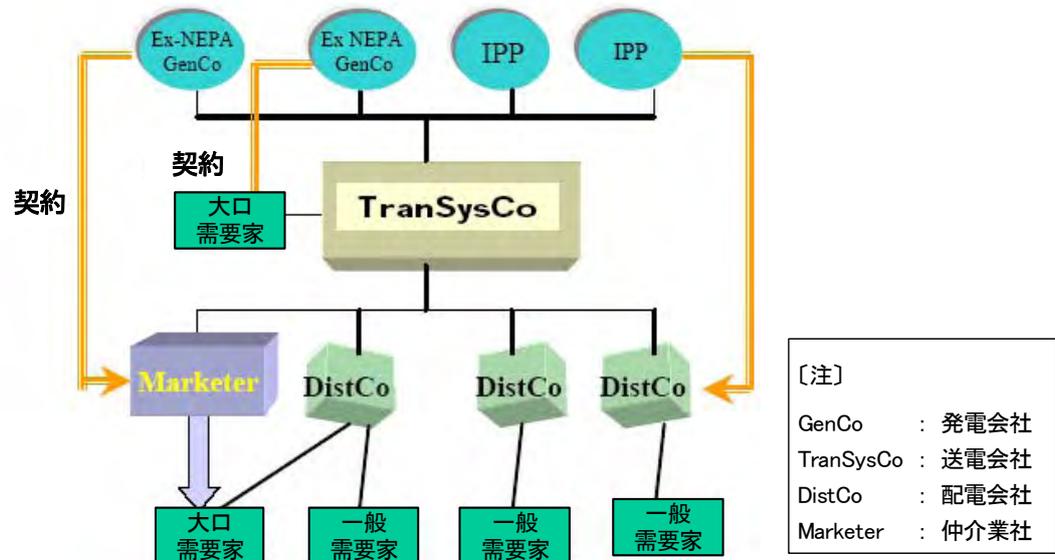
電力セクター改革法案（Electric Power Sector Reform Bill）は 2005 年 3 月にオバサンジョ大統領に承認され、正式に Electric Power Sector Act が発効した。同 Act によって 2006 年 7 月には PHCN も解体され、各電気事業者及び独立系発電事業者（IPP）はナイジェリア電力規制委員会（NERC：Nigerian Electricity Regulatory Commission）による規制、ライセンスを受けて電気事業を運営する他、電力卸売市場の自由化（小売は除く）が導入される予定となっている。PHCN 解体後、発電及び配電会社には民間企業の参入が可能であるが、送電会社は今後も政府所有となる。

地方電化に民間企業の参入を促進するには、現在 50% の政府補助を受けている低い料金水準（304.5 ナイラ/月：定額制）を値上げする必要がある。値上げ後に補助がなければ需要家は料金支払いが困難となるので、地方電化事業者（民間企業、NGO、州政府、コミュニティ等あらゆる供給者を想定）に対して補助金を提供するために、FMPS の下部組織として地方電化庁（Rural Electrification Agency）、並びに地方電化基金（Rural Electrification Fund）が 2006 年 3 月に設立された。図 2-1 に電力セクター改革後に想定されるセクター全体の組織運営体制、図 2-2 に電気事業者の構成、図 2-3 に REA の組織構成を示す。



出所：FMPS

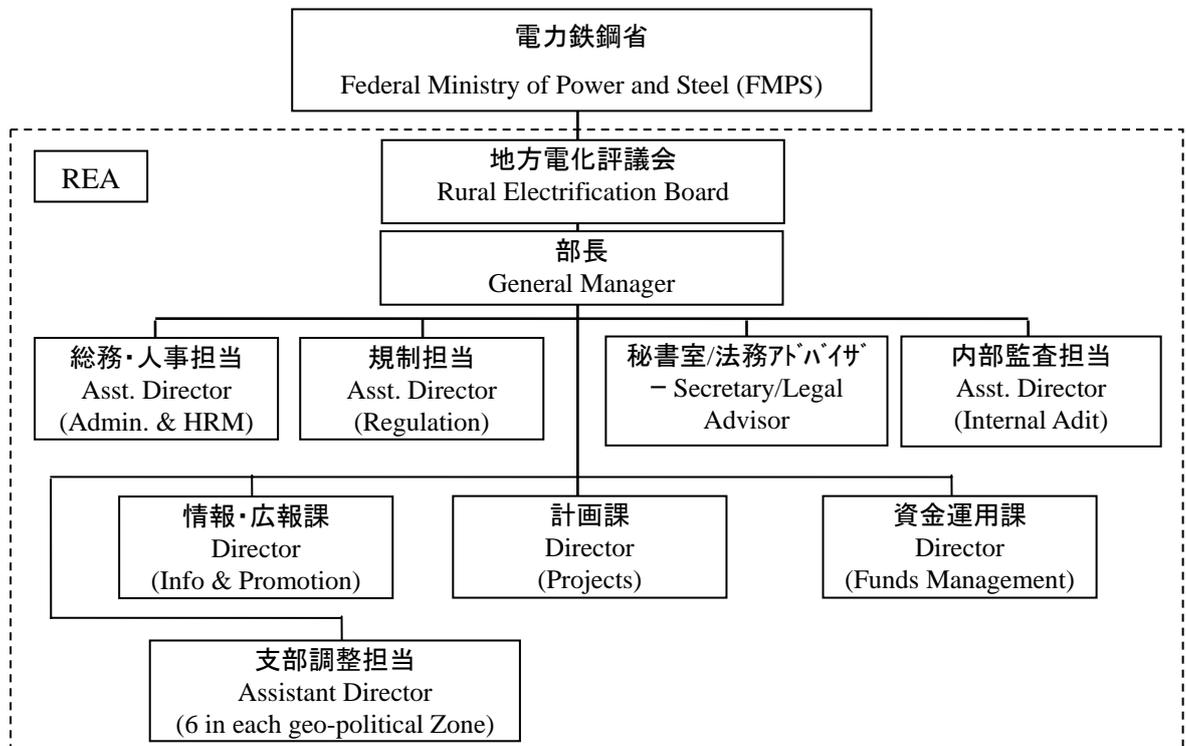
図 2-1 電力セクター全体の組織運営体制(セクター改革後)



出所：NEPA “The Power Sector: *The Catalyst for Economic Growth & Development*”, 2004年3月

図 2-2 電力セクター改革後の電気事業者の構成

REA は政府から独立した組織として、地方電化基金（REF: Rural Electrification Fund）を運用するため、候補となる地方電化プロジェクトの選定と基金の配分を行う。REA は地方電化について、REF の運用に係る政策ガイドラインの策定と、地方電化事業に関する規制機関として、保安規程・技術基準、サービスレベルに関する標準などを策定・運用する。このため、REA は首都アブジャに本部を置くとともに、各地方組織を立ち上げて州・地方政府や、PHCN から分社化される配電会社と協調を取りながら、地方電化事業をモニタリングすることになる。



出所：REA

図 2-3 REA の組織構成

### 2.2.3 太陽エネルギー利用の現状と将来目標

「ナ」国の再生可能エネルギー利用に関しては、1960年代に水力発電所の開発が始められた。現在、水力は全発電電力量の約 25%を占めており（2005 年）、火力に次ぐ発電資源である。国内のエネルギー消費の半分以上は薪の利用によるものであり、需給バランスの不均衡により、森林伐採、山林侵食などの環境問題が深刻化している他、経済活動に支障が出ている地域もある。太陽エネルギーは、地方部において野菜や果物の乾燥用としても利用されている。

今後の開発ポテンシャルとしては、小水力及び太陽エネルギー利用の可能性が高く、風力エネルギーについては十分なポテンシャルを期待することは難しい。小水力について、1980 年代に全国 12 州を対象にした調査結果によると、全国 277 のサイトで合計 734MW の発電能力が確認されているが、その後のフォローアップ調査は行われておらず、データベースの更新が必要となっている。風力エネルギーについては、平均風速が北部で 4.0～5.12 m/s、南部では 1.4～3.0 m/s（地上高 10m）となっており、沿岸部もしくは洋上でのサイトを除き、風力発電としての利用可能性は低いと言える。

再生可能エネルギーを利用した電力供給を拡大するための政策ガイドラインとして、FMPS では「再生可能エネルギー政策ガイドライン（Renewable Electricity Policy Guidelines）」のドラフトを作成中である。本ガイドラインによると、経済・社会開発に見合う発電供給力を増強するため、またエネルギー安全保障の観点から、発電資源を多様化するため、更に地方部の電化率を改善するため、再生可能エネルギーを利用した電力供給を進める必要があるとしている。また、同ガイドラインを実現するための具体的な実施方策として、再生可能エネルギーアクションプログラム（Renewable Electricity Action Program）」も併せて策定中である。同アクションプログラムでは、2007 年から 2016 年における 10 年間に於いて、再生可能エネルギーの導入目標を表 2-7 に示す通り設定している。同表より、2016 年の目標として、太陽光発電により再生可能エネルギーによる供給目標の約 18%を達成することが必要とされている。

表 2-7 「ナ」国の再生可能エネルギーの導入目標

（単位：MW）

種類	導入目標		
	2007	2010	2016
小水力	50	100	400
太陽光 (PV)	10	20	130
風力	0	20	100
バイオマス (バガス)	0	15	105
合計	60	155	735

出所：FMPS “Renewable Electricity Action Program”

以下、太陽エネルギー利用の現状について示す。

太陽光発電の導入主体として、主に FMST 及びその下部組織である ECN が主体となって、技術開発（検証）を目的として導入を進めている他、2005 年から FMPS がカチナ州とバウチ州にてパイロットプロジェクトを実施している（2006 年 10 月現在、機材調達段階）。その他に各州レベルで独自に導入を進めているものがあり、今後はグリッド地方電化と同じく、連邦政府と州・地方政府が連携して計画的に PV を導入していくためのマスタープランが必要である。

## 2.2.4 太陽エネルギー利用に関わる他ドナーの支援

他ドナーによる支援としては、USAID とジガワ州政府の資金援助を受け、Solar Electric Light Fund (SELF、ワシントンに拠点を置く NGO) と Jigawa Alternative Energy Fund (JAEF、2001 年にジガワ州政府によって設立されたローカル NGO) が共同で PV 地方電化事業を実施している。

本計画については、2005 年 9 月に発行された、USAID による事後評価報告書によると、以下の教訓が提示されている。

- 1) SHS については、ひとつのプロジェクトでより多くの世帯に対するシステム導入を推奨している。SHS 設置を希望している多くの世帯では、料金支払いも問題がなく、各村落に 20 セット程度を導入しても、住民の電気利用に関する要望に応えることはできず、むしろ需要家選定などの面で問題を誘発する恐れがあるとしている。
- 2) PV によるヤシ油抽出機、移動式灌漑ポンプなどの実験的技術については、複数の村落に亘る大規模プロジェクトでは導入すべきではない。これら実験的利用については、別途小規模な調査、プロジェクトに適用することが望ましい。
- 3) JAEF に対しては大規模な技術トレーニングが実施されたが、今後の類似案件実施に当たっては、維持管理組織内で指導者的な役割を演ずることができる人材を育成するため、プロジェクト・マネージメントについての訓練が必要である。

更に、UNDP では再生可能エネルギーマスタープラン「Renewable Energy Master Plan」を実証するための、パイロットプロジェクトを 2006 年 9 月より実施している。本計画では、PV 利用によるミニ・グリッドシステムの運用を、全国 6 ヶ村（各 Geo-Political Zone で 1 村）にて検証するため、インド、バングラデシュ等で豊富な実績を持つ「エネルギー資源研究所（The Energy and Resources Institute: TERI）」と技術提携し、インドとの南南協力により資機材調達、技術協力を進めていることが特徴である。UNDP によると、飲料水用の井戸や、貧困層住民の収入改善につながる農業・商業活動への適用を促すため、独立型の SHS ではなく、ミニ・グリッドシステムの持続可能性を重点的に検証することが必要とされている。

他には UNICEF が 2001 年にソコト州で PV 冷蔵庫を導入した他、プラトー州で井戸ポンプを導入しているが、その事後評価は不明である。また UNIDO が個人企業家へのマイクロファイナンスによる BCS の導入、所得向上につながる電気の生産的利用を検討しているが、未だ計画段階である。

## 2.3 環境社会配慮の現況

「ナ」国における環境影響評価（EIA）は、環境省（Federal Ministry of Environment）が担当しており、1992 年に制定された Environmental Impact Assessment Act No. 86（Decree No. 86）、及び 1995 年に公布されたガイドラインに基づき実施される。開発プロジェクトは同ガイドラインに基づき、以下の 3 つのカテゴリーに分類されている。

カテゴリー 1：完全な環境影響評価（Full-Scale EIA）が必要なプロジェクト

カテゴリー 2：環境影響緩和策、環境計画を中心とする部分的環境影響評価（Partial EIA）の実施が必要なプロジェクト（プロジェクト・サイトが特別な環境社会配慮を必要とするエリアに近い場合は完全な環境影響評価が必要）

カテゴリ3：環境に対して「本質的に良いインパクト」を与えるプロジェクト（環境省が環境影響報告書（Environmental Impact Statement）を作成）

太陽エネルギーを含む再生可能エネルギーの開発事業は、上記のうちのカテゴリ2、即ち中程度の影響を有するプロジェクトに分類され、部分的なEIAが義務付けられている。したがって本件調査のパイロットプロジェクトの実施にあたっては部分的EIAが必要とされることとなり、規定にしたがってFMPSは環境省にパイロットプロジェクトのEIA実施を申請した（2005年11月）。その際、太陽光発電は、使用済みバッテリーの適切な処理に留意すれば環境への重大な影響は予測されないことを説明するプロジェクト概要書を添付した。環境省は申請書類の審査の後、環境管理計画の提出を条件に、パイロットプロジェクトのEIA免除を承認した（2006年2月）。FMPSは指示通りに環境管理計画を提出した。

FMPSが提出したプロジェクト概要書と環境管理計画に含まれる項目は以下の通りである。

#### プロジェクト概要書の項目

プロジェクトの概要（実施主体、内容、位置、資金源等）・背景・スケジュール、現在の社会環境、設置機材、配置する専門家、予測される環境影響、緩和策

#### 環境管理計画の項目

維持管理組織、予測される環境影響、環境管理（実施主体、方法）、環境管理のためのキャパシティ・ディベロップメント計画

## 2.4 エネルギー研究センターの現状

### 2.4.1 エネルギー研究センターの概要

「ナ」国には、太陽エネルギー技術の研究開発を行っている研究所は次の2箇所である。

- ソコトエネルギー研究センター（SOKOTO Energy Research Center：以下SERCと称する。）
- ヌスカエネルギー研究開発センター（National Center for Energy Research and Development—University of Nigeria NSUKKA：以下NCERDと称する。）

両研究所とも、科学技術省（FMST）傘下のエネルギー委員会（ECN）の下部組織として設立されている。

「ナ」国では、「ナ」国のエネルギー研究開発を地域的に南北に分け、北をソコト（SOKOTO）のSERC、南をヌスカ（NSUKKA）のNCERDに担当させている。両研究センターは殆ど同じ内容の研究開発を目的とし、研究開発内容、試作製品の種類、試作開始時期、試作後の対応等のみならず、計測器不足、予算不足等同様の課題を抱えている。

研究所の規模は両者ともほぼ同一であるが、日射量の平均値はソコトが $5.92 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{日}$ 、ヌスカが $4.54 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{日}$ と日射量はソコトが大きいので、太陽エネルギーの研究開発にはソコトが最適の地である。

#### (1) ソコトエネルギー研究センター(SERC)の概要

SERCは、ソコト州ソコト市のウスマヌ・ダンフォディオ大学の中にある。当該センターは1982年に大学の附属研究機関として発足したが、1988年エネルギー委員会（ECN）の下部組織となった。

##### 1) ソコトエネルギー研究センターの研究目的

当該センターの主な研究目的は下記のとおりである。

- ① 経済的、効率的な代替エネルギーとしての再生可能エネルギーの研究。
- ② 再生可能エネルギーを農業、工業用に使用するための研究開発。
- ③ 再生可能エネルギーに関するエンジニアの養成。
- ④ 太陽エネルギーと他のエネルギーとのハイブリット研究。
- ⑤ 再生可能エネルギーの利用効率の向上。

## 2) ソコトエネルギー研究センターの組織

SERC の職員数はセンター長 (Director) 以下 70 名であり、5 ユニットに分かれて研究開発を行っている。しかし年間予算が不足しているため、研究センターの予算の多くは職員の人件費に費やされ、研究開発に向ける費用は捻出することが出来ない状況となっている。従って研究開発用の計測器は壊れ、故障した計測器は、修理も買い替えもされず放置されており、現在使用できる計測器は、皆無の状態である。

## (2) ヌスカエネルギー研究開発センター(NCERD)の概要

NCERD は、エヌグ州の国立ヌスカ大学内に ECN の下部組織として 1980 年に設立された。ヌスカ (Nsukka) 市はエヌグ (Enugu) 州北部のサバンナベルト地帯に存在する。

### 1) エネルギー研究開発センター (NCERD) の目的

同研究開発センターは下記の事項の基本研究とシステム開発を行うために設立されている。

- ① PV の研究
- ② 太陽熱利用 (乾燥機、温水ヒーター、調理器、鶏インキュベータ) の開発
- ③ バイオマス、バイオガス機器の開発
- ④ 練炭利用機器の開発
- ⑤ エネルギー効率研究 (省エネルギーの研究)

### 2) エネルギー研究開発センターの組織

NCERD の職員数は所長 (Director) 以下 65 名で、うち研究員は 26 名である。研究開発は SERC 同様 5 ユニットに分かれて行われている。当センターも予算不足が原因で必要機材の不足、故障、老朽化等により満足な研究開発がされていない。

## 2.4.2 「ナ」国のエネルギー研究センター(SERC/NCERD)の共通の課題

SERC と NCERD は、下記に示すように研究センターとして共通の課題を有している

### (1) 研究体制と方向性の不備

エネルギー研究センター設立の方向性・目的が不明確であるため、FMST、ECN、両エネルギー研究センターは、下記につき再検討する必要がある。

- ① 当エネルギー研究センターの研究開発の方向性を定めるため、研究センターの研究目的を明確にし、研究内容、目的、実施計画等を策定する必要がある。
- ② FMST、ECN、SERC、NCERD は人材育成の対象及び方策、研究開発予算に関して協議し、その実施と獲得に努める。
- ③ 上記事項を推進するため、FMST、ECN、SERC、NCERD はエネルギー研究センターの体制・組織を再編成する。

### (2) 研究資材の不備

SERC 及び NCERD は、研究に必要な資材 (計測器、試験機、研究材料、工具、室内設備) など

皆無に近い状態であるので、現状では研究開発の継続は不可能である。従って、FMST、ECN、SERC、NCERD は必要な資機材の購入計画を立案し、早期にその予算獲得に努める必要がある。

### (3) 研究員の経験不足

研究員は、経験不足の上研修を受ける機会も少なく、技術的な知識・経験を積むことが出来ない。従って FMST、ECN、SERC、NCERD は、他国や援助機関が実施する研修に参加することも含めて、研修計画を立案し実施する必要がある。

### (4) 研究資金不足

資金不足のため研究が実施されていない状況を改善するため、FMST、ECN は、SERC、NCERD に対して研究目的、研究項目、研究スケジュールなどに沿った予算的バックアップ体制を早急に構築する必要がある。

## 2.5 ジェンダー及び人間の安全保障の現状

### 2.5.1 ジェンダーの現状

「ナ」国の各省庁のジェンダー問題への取組みは以下の表 2-8 に示す通りである。

表 2-8 各省庁のジェンダー問題への取組みの現状

省庁	取組み
女性省	1995 年設立。女性の健全な開発とともに、子供の保護と参加促進にも取り組んでいる。スタッフ 400 名のうち約半数が女性、Director は 5 名のうち 3 名が女性である。
教育省	UNICEF の支援により Universal Basic Education (UBE) のためのジェンダー政策を作成中である。
国家統計局	「ジェンダーと開発」ユニットは 1995 年の設置以来、データ収集にジェンダーの視点が反映されるように務めている。スタッフは 6 名（男性 5、女性 1）。
NPC	ジェンダー担当部局があり 2 名のスタッフがいる。「経済向上開発戦略におけるジェンダー主流化のためのマニュアル(Mainstreaming Gender into States' Economic Empowerment Development Strategy)」を女性省の協力のもとに作成した。
電力鉄鋼省	ジェンダーを専門的に扱う部署、ジェンダー政策は無いが、スタッフ採用・登用に関してはジェンダーの区別は全く無く本人の能力・資格に依っている。スタッフ 842 名のうち女性は 35% である。上位職 130 名のうち女性は 26% である。
科学技術省	ジェンダーを専門的に扱う部署、ジェンダー政策は無いが、スタッフ採用・登用に関してはジェンダーの区別は全く無く本人の能力・資格に依っている。スタッフ 374 名のうち女性は 45% である。女性では Director はいないが専門職は多数いる。
ECN	ジェンダーを専門的に扱う部署、ジェンダー政策は無いが、スタッフ採用・登用に関してはジェンダーの区別は全く無く本人の能力・資格に依っている。スタッフ 127 名のうち女性は 13% である（うち専門職は 127 名うち女性は 15%、さらにその中でエンジニアは 23 名、女性は 0%）。2006 年 9 月にドラフト作成した国家エネルギーマスタープランにおいては、その作成メンバーに女性省の代表を加える等女性の視点を入れることには務めている。当委員会に属するヌスカ・エネルギーセンターにおいてはスタッフ 84 名のうち女性は 27%（うち研究員は 17 名、うち女性が 17%）。
地方電化庁	設立後間もないため現在、業務開始のために必要な人員 98 名の採用を進めている。採用に際しては、ジェンダーの区別は全く無く本人の能力・資格に依る。

出所：本調査団

### 2.5.2 ジェンダー問題取り組みの課題

「ナ」国でジェンダー問題に取り組む団体（Women's Rights Advancement and Protection Alternative）は、政府機関の現状のジェンダー取組み状況について、その報告書「ジェンダー主流化とジェンダー平等へのチャレンジ(Gender Mainstreaming & Future Challenges towards

Gender Equality)」に以下の課題を挙げている。

- 政府機関では一般にジェンダー意識は高いがそれを開発の中心課題とするには至っていない。
- 調査対象とした19の政府機関のうち16機関においてジェンダーオフィサーまたは女性のオフィサーはいるが、政策に影響を与える地位にはいない。
- 政府機関においては、ジェンダー主流化を実施するための政策・枠組みは十分でない。
- 女性をターゲットとしたプログラムはあるが、必ずしもジェンダーの不公平に目を向けたものではない。
- 国際機関等の開発パートナーは明確にジェンダーの枠組みを示すが、政府機関はそれに対応していない。

「ナ」国の「国家経済発展開発戦略(National Economic Empowerment and Development Strategy : NEEDS)」では主要な項目のひとつとして「人々のエンパワーメント」があり、その中では貧困削減、住居供給、雇用創出、青年のエンパワーメント、子供の福祉、セイフティ・ネットの増強の項目と並んで、「女性のエンパワーメント」が挙げられている。その中では、社会の全ての組織や機能において女性の参加を30%に増やすこと、国連の「女性差別撤廃条約(Convention on Elimination of all forms of Discrimination Against Women: CEDAW)」の条項を実施すること、女性が小規模金融や他の貧困削減戦略を利用しやすくすること、教育機会を増大すること等が挙げられている。

### 2.5.3 「ナ」国における人間の安全保障

「ナ」国政府は人間の安全保障という文言は使っていないものの、その開発戦略(NEEDS)はこれに配慮したものとなっている。地方電化の推進は、人間の安全保障への取り組みの一つと捉えることができ、人々からの期待も大きくその貢献度も高い。今後の地方電化の推進に当たっても、人間の安全保障であるという位置付けの中で行なっていくことが重要である。

したがって、「ナ」国においても、「人間の安全保障」という考え方そのものを取り入れ、今後はこの観点からも国の現状を分析し、開発の計画・戦略を作成していくことが必要とされる。このことによって人間の安全保障が、どの時点においてもより確実に確保されていくことが期待される。

## 第 3 章 マスタープラン

### 3.1 村落社会経済調査

#### 3.1.1 村落社会経済調査の概要

マスタープランの作成には、村落の社会経済状況を反映させることが重要である。そのため調査対象の 3 州 (Jigawa州, Ondo州, Imo州) と FCT の村落の現状を把握するために社会経済調査を行なった。調査対象地域の選定に当たっては「ナ」国の地域特性並びにジオ・ポリティカル・ゾーンと 2020 年までのグリッドへの接続可能性等を配慮し、これに首都であるアブジャを加えて選定されたものである。尚、Jigawa州についてはUSAIDの協力で実施中のSelf Projectのモニタリング結果が本調査に生かされることも期待している。

調査の流れと位置付けを図 3-1 に示す。フィールド調査は 2 段階の調査 (再委託調査 1 及び 2) から成っており、いずれも現地コンサルタントに委託して実施した。

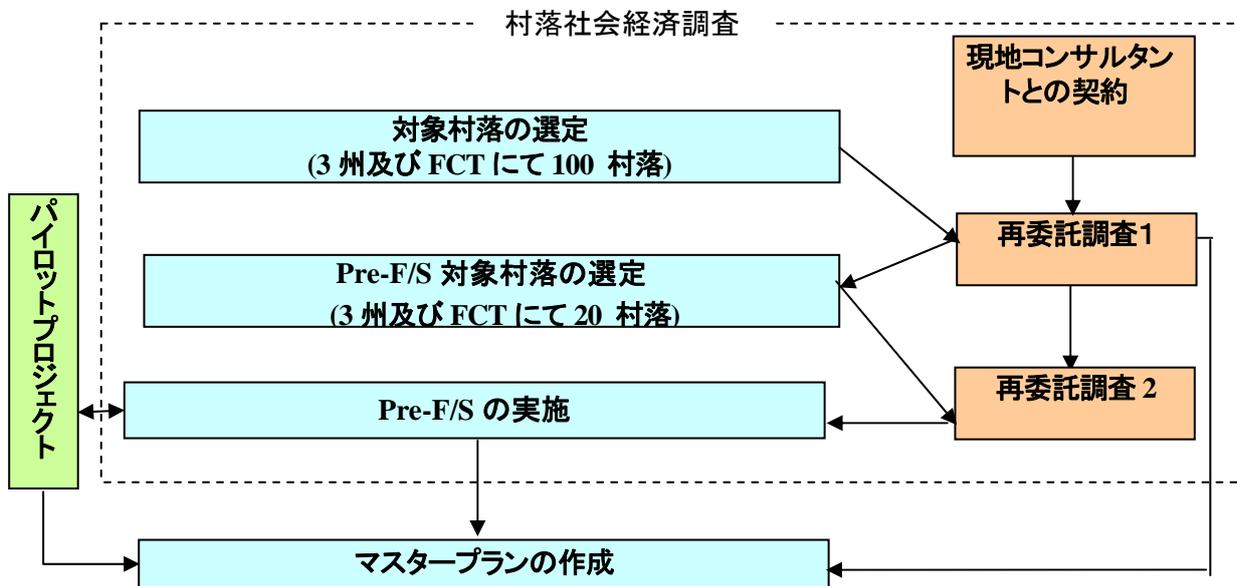


図 3-1 村落社会経済調査の流れと位置付け

#### 3.1.2 再委託調査-1 の結果

##### (1) 対象村落

再委託調査 1 の対象村落 (合計 100 村落) の内訳は以下表 3-1 に示す通りである。

表 3-1 村落社会経済調査の対象村落数

	ジガワ州	オンド州	イモ州	FCT
カテゴリーA	4	5	9	1
カテゴリーB	0	3	0	0
カテゴリーC	26	22	21	9
<b>合計</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>10</b>

カテゴリーA: 既電化 (グリッド電化)  
 カテゴリーB: 既電化 (ディーゼル電化)  
 カテゴリーC: 未電化

## (2) 未電化(カテゴリーC)村落の調査結果

未電化村落については、合計 78 の村落において調査が行なわれた。

### 1) 収入源

全ての村落において主な収入源は農業である。それに次ぐ産業は家畜飼育（ジガワ州）、家畜飼育・商業（オンド州）、商業（イモ州）となっている。他の生計手段として手工芸品販売、出稼ぎ、公共サービス、バイクによる搬送等が多くの村で挙げられている。

### 2) エネルギー源とその出費

未電化村落の一般的なエネルギー源については、以下表 3-2 に示すようにまとめることができる。

表 3-2 未電化村落の一般的なエネルギー源

用途	エネルギー源	備考
調理用	薪	広く使用され、自身で収集する場合と購入する場合がある。
	灯油	薪に比べ高額であるため使用は少ない。
照明用	灯油	広く使用される。
	パーム油	自家製のために代金を払う必要がないことから、イモ州ではよく利用される。
	ディーゼル	自家用発電機の所有者 <sup>1)</sup> が利用しているが、高額のために使用頻度をおさえている人が多い。
	乾電池	懐中電灯（家庭内、外出時双方に利用）に使用される。
ラジオ	乾電池	ラジオは大部分の人が所有している。
その他	ディーゼル	扇風機、テレビ等に一部の人が、利用している。

注<sup>1)</sup>:自家用発電機の所有割合（所有者/回答者）：9/130(ジガワ), 3/110(オンド), 12/105(イモ), 9/45(FCT)

出所：調査団による

この状況から、PV システムを導入した場合にこれに代替されるのは灯油ランプ、ディーゼル発電機、ラジオ用乾電池であると考えられる。

州ごとの傾向を把握するために各エネルギー支出への平均を示したものが表 3-3 である。イモ州及び FCT においては、これらへのエネルギー支出が 3,000 ナイラ/月を越えており、この金額に相当する PV システムを利用するとすれば、かなり高度なシステムが利用可能となる。ジガワ州については、1,000 ナイラ/月未満であるので利用可能であるのは BCS または SHS の最小ユニットが一般的であろうと思われる。

表 3-3 にはエネルギー支出と収入との関連を見るために、収入等に関するデータも記載した。イモ州においては当該のエネルギー支出の収入に占める割合が 13.3%と最も高くなっている。他の 2 州と FCT においてはその割合は 6.5~7.7%の間である。

表 3-3 PV システムにより代替可能な支出

〔単位：N/月〕

	ジガワ	オンド	イモ	FCT
(1) 灯油及びディーゼルへの支出平均	762	1,451	3,657	2,873
(2) ラジオの乾電池への支出平均	155	223	148	280
(3) PV システムにより代替可能なエネルギー支出の平均(1)+(2)	917	1,674	3,805	3,153
(4) 収入平均（月額換算）	14,077	21,810	28,648	44,012
(5) (3)が平均収入に占める割合 (3)/(4) *100	6.5%	7.7%	13.3%	7.2%

出所：調査団による

### 3) PV システムへの支払能力の推計

現在のエネルギー支出に基づき、PV システムへの支払能力を推計し、更に現在の出費の内  
の 90%を PV システムに支払うことを前提とし、調査対象世帯をその PV への支払能力によ  
り表 3-4 に示す 5 段階に分類した。PV への支払能力は設置可能な PV システムに対応してい  
る。例えば支払い能力が 800N/月以上であれば 1 つ目のグループに分類され BCS 導入が可  
能であるということになる。

表 3-4 各 PV システムの料金(1~5 年目)

	PV システム	料金 (N/月)
1	BCS	800
2	SHS 55W	1,200
3	SHS 110W	1,600
4	Mini・Grid	2,000
5	SHS 165W	2,700

注：BCS では月額料金 621N/月に充電料金を加えた値を想定。  
一部の料金では 10N の値で四捨五入。

出所：調査団による

## 3.2 プレ・フィージビリティスタディ調査

### 3.2.1 調査概要

村落社会経済調査の内、100 村落を対象として実施した現地再委託調査-1 の結果に基づき以  
下の条件に該当する合計 20 村落を対象として現地再委託調査-2 を実施した。内訳はジガワ州、  
オンド州、イモ州において各 6 村落、FCT において 2 村落である。下記に示す 1)~4) の条件は、  
既に再委託調査-1 の対象村落選定に用いた条件であるが、選定された村落が必ずしもこれらの  
条件を満たしていなかったため、再度選定条件として用いることとし、更に 1) の条件につい  
てはオンド州では 1,000 人に満たない村落が多いという現状、3) の条件については、イモ州では  
多くの調査対象村落においてグリッドからの距離が 12km 以下であるという現状などを勘案し  
て、適宜条件を緩和した。

- 1) 人口が 1,000 人以上である。
- 2) 既存のグリッドより 20 km 以上離れている。
- 3) 2020 年まで電化の計画がない。
- 4) 活動的な村民組織がある。
- 5) 太陽光発電導入の要望が高い。

ここではその結果を分析し、パイロットプロジェクト実施の過程で得られた知見も踏まえて、  
Pre-F/S を実施し、持続可能な太陽エネルギー利用モデルとその実現のための方策について提  
案する。Pre-F/S 調査の関連を図 3-2 に示す。

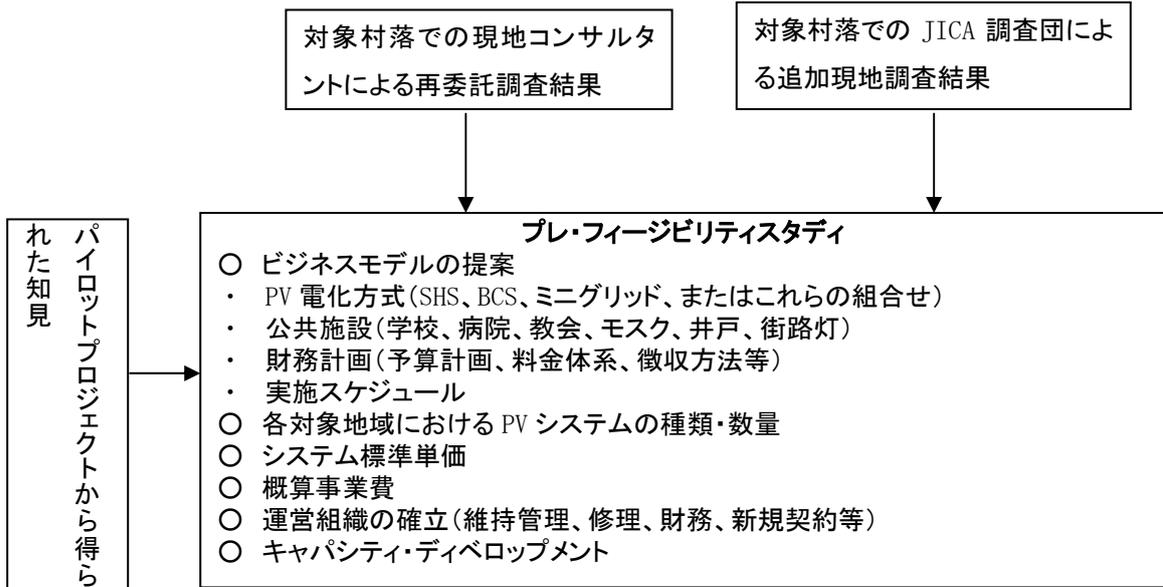


図 3-2 プレ・フィージビリティスタディ調査

### 3.2.2 現地調査結果

再委託調査-2 を通して得た調査対象村落の人口、世帯数、現在のエネルギー支出等のデータを表 3-5 に示す。20 村落における調査結果については、州による際立った差異は見られない。

表 3-5 Pre-F/S 対象村落の現況

村落名	人口	世帯数	平均収入* [₦/月]	エネルギーへの平均支出* [₦/月]			
				灯油	ディーゼル	ラジオ用乾電池	合計
ジガワ州							
Giginya	6,700	650	13,983	288	0	150	438
Maitsamiya	4,000	500	14,433	448	320	160	928
Jarmari	5,500	600	29,150	928	288	180	1,396
Auramo Tudu	4,600	600	5,425	172	0	160	332
Kale Hayintara	3,650	120	22,133	672	0	160	832
Dankoshe	1,970	60	9,567	704	0	120	824
オンド州							
Onisere	1,500	300	NA	NA	NA	420	—
Oloruntedo	1,200	200	16,333	1,400	0	140	1,540
Kajola Camp	500	60	13,133	1,680	320	NA	—
Fayomi Camp	500	62	22,333	1,400	0	NA	—
Shegbemi	2,300	126	12,017	1,680	0	150	1,830
Tekule	1,200	117	30,833	1,426	260	180	1,866
イモ州**							
Umuokpo (Emeabiam)	3,300	1,000	21,600	1,736	0	120	1,856
Agunumee (Nri-Ukwu)	4,000	800	20,800	2,440	0	120	2,560
Umudim (Onicha-Uboma)	6,500	1,700	21,400	1,190	0	150	1,340
Obibi (Okwuamasihe)	4,000	800	8,000	2,588	0	200	2,788
Ozara (Mgbee)	3,000	500	19,100	2,680	0	120	2,800
Obokuwu (Mbutu)	8,000	500	57,300	2,624	0	180	2,804
FCT							
Gudun Karya	1,000	100	26,333	800	6,440	200	7,440
Yelwan Gawu	1,100	100	95,717	1,200	288	360	1,848

\* 平均収入と灯油・ディーゼルへの支出は再委託調査 1 の結果、ラジオ用乾電池の支出は再委託調査 2 の結果であり、調査対象、方法ともに異なるが参考値として示した。

### 3.2.3 Pre-F/S 実施計画

村落社会経済調査の結果等に基づき、Pre-F/S の実施に当たり以下の手順で現実的と考えられる導入可能数量を算出した。

- 1) 一般家庭では、現在支出している「PV で代替可能なエネルギー」への現在の支出（灯油、ディーゼル、ラジオ用電池）の 90%を PV に支出する意志があると仮定する。
- 2) 1) の仮定のもとに求めた PV への支払意志額を、「800 ナイラ／月以下であれば導入不可」、「800-1200 ナイラ／月の範囲であれば BCS 導入」というように金額により 5 段階に分類する。
- 3) 各村落において、全世帯数を PV 支払意志額の分布に応じて按分した。また、本事業に参加の世帯も想定されることから、更に算定された数量の 70%を採用した。

以上のプロセスで算定した各 PV システムについて、現地 PV 業者の見積もり単価を適用して、概算事業費を州毎に積算した結果を以下に示す。

### 3.2.4 概算事業費及び経済評価

前項で示す手順に基づき算出した各 PV システムと数量を基に、現地 PV 業者の見積もり単価を適用して、本計画の概算事業費を積算した結果を以下に示す。

ただし、各州での導入数量が小さく、民間企業（RESCO）が村落ベースで事業の採算性を確保することは困難であると想定されるため、本項では財務分析を省略し、グリッド電化と同様に、政府により初期投資費用の 50%分に相当する補助金が支出されるものとして、経済分析のみを実施することとした。

#### (1) ジガワ州

ジガワ州では SHS でも小規模システム（55W）が希望されており、また「ナ」国北部では水資源確保の観点から、ソーラーポンプの導入可能性が非常に高い。また、村落社会経済調査の結果から、住民の料金支払能力が低く、平均電力需要も小さいことから、対象 1 村落で BCS を導入する計画である。

表 3-6 ジガワ州の PV システム導入数量並びに参考価格

	村落別導入数量						合計導入数量	参考見積もり単価(NGN)	機材費+据付費(NGN)
	Giginya	Maitsaniya	Jamari	Auramotudu	Kale Hayintara	Dankoshe			
SHS(55W)						20	20	195,000	3,900,000
SHS(110W)		80	190				270	259,000	69,930,000
SHS(165W)							0	434,000	0
BCS					2		2	3,100,000	6,200,000
ミニグリッド			4				4	6,000,000	24,000,000
ソーラーポンプ	1	1		1	1		4	5,500,000	22,000,000
学校	1	1	1	1	2	1	7	900,000	6,300,000
診療所	1	1	1		1	1	5	1,800,000	9,000,000
モスク	3	5	4		10	1	23	900,000	20,700,000
街路灯	13	15	18	13	40		99	150,000	14,850,000
合計									176,880,000

経済評価の結果、ジガワ州の経済的内部収益率（EIRR）は 38.6%、経済純現在価値（ENPV）が 92,895,000NgN、B/C 比率（JBIC、世銀、ADB の経済評価の慣習にしたがい、10%の割引率を用いた。）は 2.55 となり、経済的に有意義な事業であると判断できる。

#### (2) オンド州

オンド州では、貧困層と富裕層の中間的な住民が多く、SHS55W、SHS110W を中心とした供与内容となっている。ミニ・グリッドシステムについては、村落電化委員会による維持管

理体制が不十分であることから、現段階の導入は困難であると想定される。ソーラーポンプは2村落で要請されており、各村落の規模から妥当な要請内容である。

**表 3-7 オンド州の PV システム導入数量並びに参考価格**

	村落別導入数量						合計導入数量	参考見積もり単価(NGN)	機材費+据付費(NGN)
	Onisere	Oloruntedo	Kajola camp	Fayomi camp	Shegbemi	Tekule			
SHS(55W)	45		25	50	60	15	195	195,000	38,025,000
SHS(110W)		160	10		40		210	259,000	54,390,000
SHS(165W)			10			35	45	434,000	19,530,000
BCS	9					2	11	3,100,000	34,100,000
ミニグリッド							0	6,000,000	
ソーラーポンプ	2			1			3	5,500,000	16,500,000
学校	1	1	1				3	900,000	2,700,000
診療所	1					1	2	1,800,000	3,600,000
モスク、教会	5	9	2	1		10	27	900,000	24,300,000
街路灯	25	20				13	58	150,000	8,700,000
集会所							0	900,000	0
合計									201,845,000

経済評価の結果、オンド州の経済的内部収益率 (EIRR) は 34.8%、経済純現在価値 (ENPV) が 113,394,000NgN、B/C 比率は 2.39 となり、経済的に有意義な事業であると判断できる。

### (3) イモ州

再委託調査の結果によると、イモ州では3種類の SHS のうち、交流負荷対応の大規模システム (165W) が希望されている。また、エネルギー支出水準の高い4村落において、ミニ・グリッドシステムを導入する。ただし、貧困層を含めた村落世帯のほぼ 100%の住民が、同システムを維持管理するために必要な料金支払を行うことができるとは想定できないため、電化需要の推定を行い、同結果に基づいて以下の通り導入数量をとりまとめている。

**表 3-8 イモ州の PV システム導入数量並びに参考価格**

	村落別導入数量						合計導入数量	参考見積もり単価(NGN)	機材費+据付費(NGN)
	Umuokpo	Agunume	Umudim	Obibi	Ozara	Obokuwu			
SHS(55W)	480	255	1020				1755	195,000	342,225,000
SHS(110W)							0	259,000	0
SHS(165W)	160					160	320	434,000	138,880,000
BCS	8					4	12	3,100,000	37,200,000
ミニグリッド		19		32	20	16	87	6,000,000	522,000,000
ソーラーポンプ			1				1	5,500,000	5,500,000
学校					1		1	900,000	900,000
診療所	1		1				2	1,800,000	3,600,000
モスク							0	900,000	0
街路灯	10	20	10	20	20	20	100	150,000	15,000,000
集会所		1		1		1	3	900,000	2,700,000
合計									1,068,005,000

経済評価の結果、イモ州の経済的内部収益率 (EIRR) は 41.1%、経済純現在価値 (ENPV) が 1,020,069,000NgN、B/C 比率は 2.73 となり、経済的に有意義な事業であると判断できる。

### (4) FCT

FCT では、SHS(55W 及び 165W) を中心に住宅用のシステムを導入する他、ソーラーポンプシステム、学校、街路灯など公共施設での PV 利用が希望されている。

表 3-9 FCT の PV システム導入数量並びに参考価格

	村落別導入数量		合計導入数量	参考見積もり単価(NGN)	機材費+据付費(NGN)
	Gudun Karya	Yelwan Gawu			
SHS(55W)		15	15	195,000	2,925,000
SHS(110W)			0	259,000	0
SHS(165W)	15		15	434,000	6,510,000
BCS	3		3	3,100,000	9,300,000
ミニグリッド		1		6,000,000	
ソーラーポンプ	2	1	3	5,500,000	16,500,000
学校	1	1	2	900,000	1,800,000
診療所	1	1	2	1,800,000	3,600,000
モスク、教会	5	2	7	900,000	6,300,000
街路灯	10	20	30	150,000	4,500,000
警察署		1		900,000	0
裁判所		1	1	900,000	900,000
合計					52,335,000

経済評価の結果、FCT の経済的内部収益率 (EIRR) は 36.0%、経済純現在価値 (ENPV) が 20, 235, 000NgN、B/C 比率は 2.46 となり、経済的に有意義な事業であると判断できる。

### 3.3 パイロットプロジェクトからの実施

#### 3.3.1 パイロットプロジェクトの概要

##### (1) パイロットプロジェクトの目的

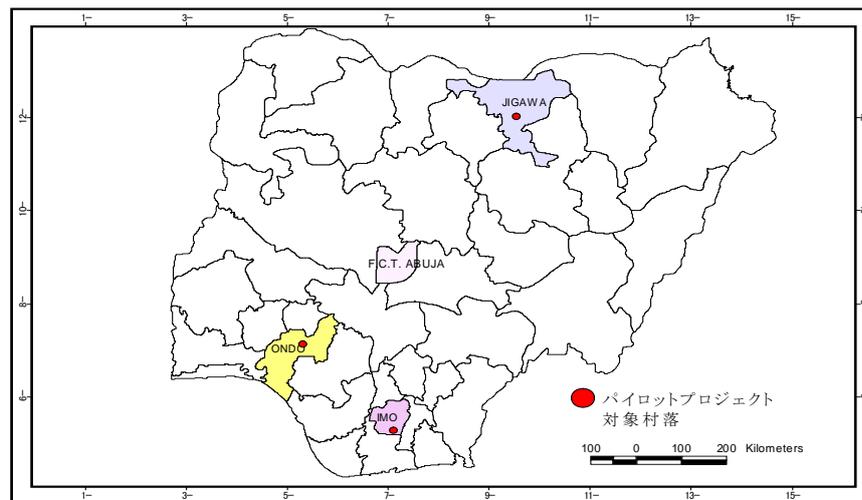
パイロットプロジェクトを実施する目的は以下の通りである。

- 1) PV システムの持続的発展に留意した適切な設備を選定・設計するとともに、参加型手法を用いて運営維持管理組織と料金徴収体制を構築する。
- 2) 機器の据付段階から、約 1 年間に亘って PV システムのモニタリングと運用記録の評価を行い、その成果を太陽エネルギー利用マスタープランの策定に反映する。
- 3) デモンストレーション機材として小規模な PV システムと太陽熱利用機器を調達し、プロジェクト対象州においてセミナーを開催して太陽エネルギー利用の啓蒙普及活動を実施する。
- 4) 本プロジェクトの実施を通じ、PV システムの設計・施工監理・運転保守に関するカウンターパートのキャパシティ・ディベロップメントを図る。

##### (2) 村落選定基準

パイロットプロジェクト実施地域の選定に当たっては、村落社会経済調査対象地域の選定と同様に、「ナ」国の地域特性並びにジオ・ポリティカル・ゾーンと 2020 年までのグリッドへの接続可能性等を配慮し以下の点に留意して選定された。その結果、調査当初は北部地域からジガワ州、西南部地域からオンド州が選定されたが、その後「ナ」国側の強い要望により東南部のイモ州が加えられた。選定されたパイロットプロジェクト実施地域を図 3-3 に示す。

- 1) 既存の配電線からの距離が遠く(20 km 以上を目安とした)、当面電化の予定がないこと。
- 2) 住民が PV システムの技術的な限界を理解した上で、PV 電化に賛同すること。
- 3) 住民は PV システム利用料金の支払いに十分な現金収入があること。
- 4) 既にバッテリーを利用している住民がいること。
- 5) また、近郊でバッテリー用の蒸留水が調達可能なこと。さらに、バッテリーを運搬する有効な手段を有すること。



出所：調査団による 図 3-3 パイロットプロジェクト対象村落位置図

### (3) 設備計画

各パイロットプロジェクトサイトへ設置した設備は以下のとおりである。

#### 1) ジガワ州

- BCS (Battery Charging Station: BCS) 及び需要家設備 20 戸
- 家庭用 PV システム (Solar Home System: SHS) 40 戸
- 街路灯 10 基
- 公共施設 1 棟 (モスク)

#### 2) オンド州

- 家庭用 PV システム (Solar Home System: SHS) 60 戸
- 街路灯 10 基
- 公共施設 1 棟 (診療所)

#### 3) イモ州

- 家庭用 PV システム (Solar Home System: SHS) 80 戸
- 街路灯 10 基
- 公共施設 1 棟 (集会所)

### 3.3.2 パイロットプロジェクトの問題点と提言

#### (1) 技術移転

調査団はパイロットプロジェクト実施機関を通してカウンターパート等へ以下の技術移転を実施した

- 1) SHS 及び BCS 設計例を用いて PV システム仕様検討手順について講義した。
- 2) パイロットプロジェクト技術仕様書を活用し、各機器の技術的要求事項、関連規格、据付工事の方法、工場・現地試験内容について解説した
- 3) PV システムマニュアルを活用してシステム構成機器概要と SHS 設計手順について説明した。
- 4) 本調査の一環で購入したデモンストレーションキットを使用して PV システムの結線

及び使用方法を実演した。

- 5) 請負業者が主催した PV システム取扱い講習を受講させた。
- 6) JICA 作成の PV システムリーフレットと SHS ハンドブックを配布・説明した。

しかし、これまでカウンターパート自身で PV システムを設計した事例が少なく、エンジニアとして求められる設計に必要な諸条件を理解し、システム構成機器の仕様を定め、図面・仕様書を作成することを満足に実践できるカウンターパートはおらず、調査団の技術移転が浸透したとは言い難い。今後は、彼らに類似プロジェクトで実際に設計する機会を与え、これを逐一指導するようなアプローチが必要である。

一方、施工監理に関してはポイントを指摘さえすれば、カウンターパートのみで忠実に施工監理を実践することは可能であった。ただし、如何に施工監理上の問題点を抽出するかはエンジニアリング能力に帰結するため、カウンターパートに数多く類似業務を経験する機会を与えることが必要である。

## (2) 組織運営

各パイロットプロジェクトの日常点検は村落集会を通して組織された村落電化委員会が任命するテクニシャンが行うこととなるが、彼らは高度な技術力は保有していないため、州及び地方政府カウンターパートには、定期的に村落を訪問して技術的な支援を行うと共に、電化委員会が健全に機能しているかを監理するよう要請した。

一方、村落電化委員会は需要家から電気料金の徴収を行う必要があるが、2006 年 11 月現在、地方政府からの補助金額未定の対象村落も在ったため、未だ料金の徴収が行われていない村落もあり、連邦政府のカウンターパートと州/地方政府は料金徴収についても村落電化委員会を監理・指導する必要がある。

## (3) PV 地方電化を普及させるための提言

調査団が現地調査の結果も踏まえて検討した、「ナ」国で PV 地方電化を普及させるための課題は以下の通りである。

- 1) 事業者の資金負担能力が低い
- 2) 地方部の維持管理担当の人材不足
- 3) PV 機器価格の引き下げ努力が不十分 (PV 機器普及の不足、輸入関税などによる)

「ナ」国カウンターパートはこれらの課題を解決し、本 MP に基づき PV 地方電化を推進するためには、村落電化委員会の設立並びに RESCO を含むビジネスモデルの検討による事業主体の選定、技術力の向上と維持管理要員の増員、並びに PV システムの啓蒙普及活動の実施が不可欠である。

## 3.4 全国 PV 電化計画

### 3.4.1 地方電化政策におけるオフグリッド地方電化の方向性

FMPS が 1981 年に策定した全国地方電化プログラム (National Rural Electrification Programme) は、グリッド延長による地方電化を前提としていることから、FMPS ではガイドラインとして「地方電化政策 (Rural Electrification Policy)」を策定し、地方電化の中長期的目標を達成するため、グリッド延長、オフグリッドによる地方電化を包括的に進めていくこととし

ている。更に、FMPS では「再生可能エネルギー政策ガイドライン (Renewable Electricity Policy Guideline)」策定し、その実施手段として「再生可能エネルギーアクションプログラム (Renewable Electricity Action Programme)」を策定中であり、本 M/P は、上記地方電化政策並びに再生可能エネルギー政策ガイドラインを具現化するための、オフグリッド地方電化に関する中長期マスタープランとして位置づけられる。

「ナ」国の地方電化は、FMPS が 1981 年に策定した地方電化プログラムに従い、トップダウン型で実施されているが、地方電化政策 (Rural Electrification Policy: REP) では「村落の規模」「商業活動の多寡」「電気料金の支払い意思、及び支払い能力」に基づいて、政府が未電化地域の電化プライオリティを決定し、より透明性の高い合理的なトップダウン型の計画を策定している。また、長期にわたり持続可能な地方電化事業は地域住民の電化要望が高く、また実際に支払能力がある地域を対象とすべきであり、このためには民間セクター及び地域住民のステークホルダーを積極的に導入して、市場原理に基づくボトムアップ型の電化計画が必要である。ただし、実際には都市部から離れた地域での、小規模住宅需要家を対象とした地方電化事業は、プロフィット・マージンが小さく、初期投資額も大きいことから、後述する地方電化基金 (Rural Electrification Fund: REF) により補助金を投入し、ジガワ州の SELF に見られるローカル NGO、コミュニティの村落電化委員会、そして民間企業を含む多くの組織が参入できる公平かつ透明な市場を設立する必要がある。REP では、従来型の電源に加えて再生可能エネルギーの導入促進も目標に掲げられており、今後の新規接続需要家の 10%を再生可能エネルギーで賄うこととしている。

### 3.4.2 REA と NERC の役割、組織、業務内容

2006 年 3 月に設立された地方電化庁 (REA) は、政府から独立した組織として、地方電化基金 (REF) を運用するため、公正かつ透明なルールに基づいて、候補となる地方電化プロジェクトの選定、基金の配分を行うことが求められる。 REA はグリッド、オフグリッドによる地方電化を区別することなく、REF を公平に運用にするための政策ガイドラインを策定する予定である。また、REA は地方電化事業に関する規制機関として、最低限の保安規程・技術基準、サービスレベルに関する標準などを策定・運用する必要がある。REA は首都アブジャに本部を置くとともに、各地方支部を立ち上げて州・地方政府や、PHCN から分社化された配電会社と協調を取りながら、地方電化事業をモニタリングすることになる。

その他、電力セクター改革の一環として、ナイジェリア電力規制委員会 (NERC : Nigerian Electricity Regulatory Commission) が 2005 年 10 月 31 日に設立された。NERC は発送配電事業全体に関する電気事業者 (民間企業含む) に対する規制監督機関である。NERC の権限対象には、地方電化事業も含まれるが、発電設備容量 1MW、及び配電設備容量 100kW 未満の事業に関しては規制対象外となるため、当面オフグリッド地方電化事業に関しては対象に含まれることはない。民間事業者の新規参入を促進するため、NERC による安全・品質規制は必要最小限とする方向性であるが、電氣的知識に乏しい地方部の需要家を、適切に保護することも NERC の重要な役割である。

### 3.4.3 ビジネスモデル

PV 地方電化では、普及のためのビジネスモデルとして売切りモデル (Sales Model) とサービスモデル (Service Model) に大別され、対象とする需要家数、需要密度、料金支払い能力等に応じて適切なモデルを選定することが事業の成功につながる。サービスモデルでは、設備の所有権はサービス供給者 (RESCO: Rural Energy Service Company、コミュニティ、PV サプライヤー、電気事業者等) に残り、機器寿命や破損による設備の更新、及び料金徴収などの維持管理はサービス供給者が行う。他方、売切りモデルでは一括、ローン購入又は長期リース契約 (Hire Purchase 方式) により、最終的には設備の所有権が住民に移転するもので、システムの設置及び設備の運用・保守は個人で行うか、契約ベースで外部委託するものである。

プロジェクト事業主体が注意すべき点として、サービスモデルであってもバッテリー交換費用は需要家負担とすることが必要である。これにより、需要家はバッテリーの寿命を延ばすために取り扱いが慎重になり、定期的な蒸留水の補水 (ベント型の場合) も適切に行われる。これに対して、バッテリー交換をサービス供給者の負担とすると、経年的なバッテリーの性能劣化に伴い、需要家からクレームが出るため、事業者が早めにバッテリーを交換するなどの対応が必要となり、運営コストが上昇する結果となる。

一般的な PV 利用形態である SHS で、設備初期投資に加えてメンテナンスコスト、及びバッテリー等機器更新費用を含めた総費用に基づき料金を設定すると、補助金により低額に設定されたグリッド電化料金 (「ナ」国では 304.5 NgN/月: 定額制) より高くなるのが現実である。このため、PV 利用地方電化の持続性の確保には、補助金もしくは事業から派生する収入源の確保が不可欠であり、「ナ」国では 2006 年 3 月に導入された地方電化基金 (REF) に PV 利用地方電化を包含し、電力セクター全体の制度設計の中で解決することが重要である (補助金制度の詳細については、第 2 巻第 2 編第 3 章を参照)。

### 3.4.4 オフグリッド PV 電化手法の選定について

#### (1) グリッド電化計画の確認

FMPS による全国地方電化プログラムや、州/地方政府によるグリッド電化計画の対象地域として含まれていないかどうか、確認する。

#### (2) 現地状況の確認

電化候補村落においては、想定される PV 需要家数、既存グリッドからの距離、人口、公共/商業施設数などを確認する。また、コーンミル等の農業機械や商業用の冷蔵庫などがディーゼル発電機により運転され、三相電気製品を導入する可能性が高い場合には、オフグリッド PV 地方電化では電力需要を満足できないため、グリッド電化対象地域として検討する。グリッド電化が有望な電化手法となった場合には、対象村落までの道路状況、河川横断箇所などを確認し、配電線ルートの検討を行う。特に「ナ」国の南部地域では、雨季に村落が河川により分断され、サイトアクセスが困難となる場合があるので、留意する必要がある。

#### (3) ライフサイクルコスト分析

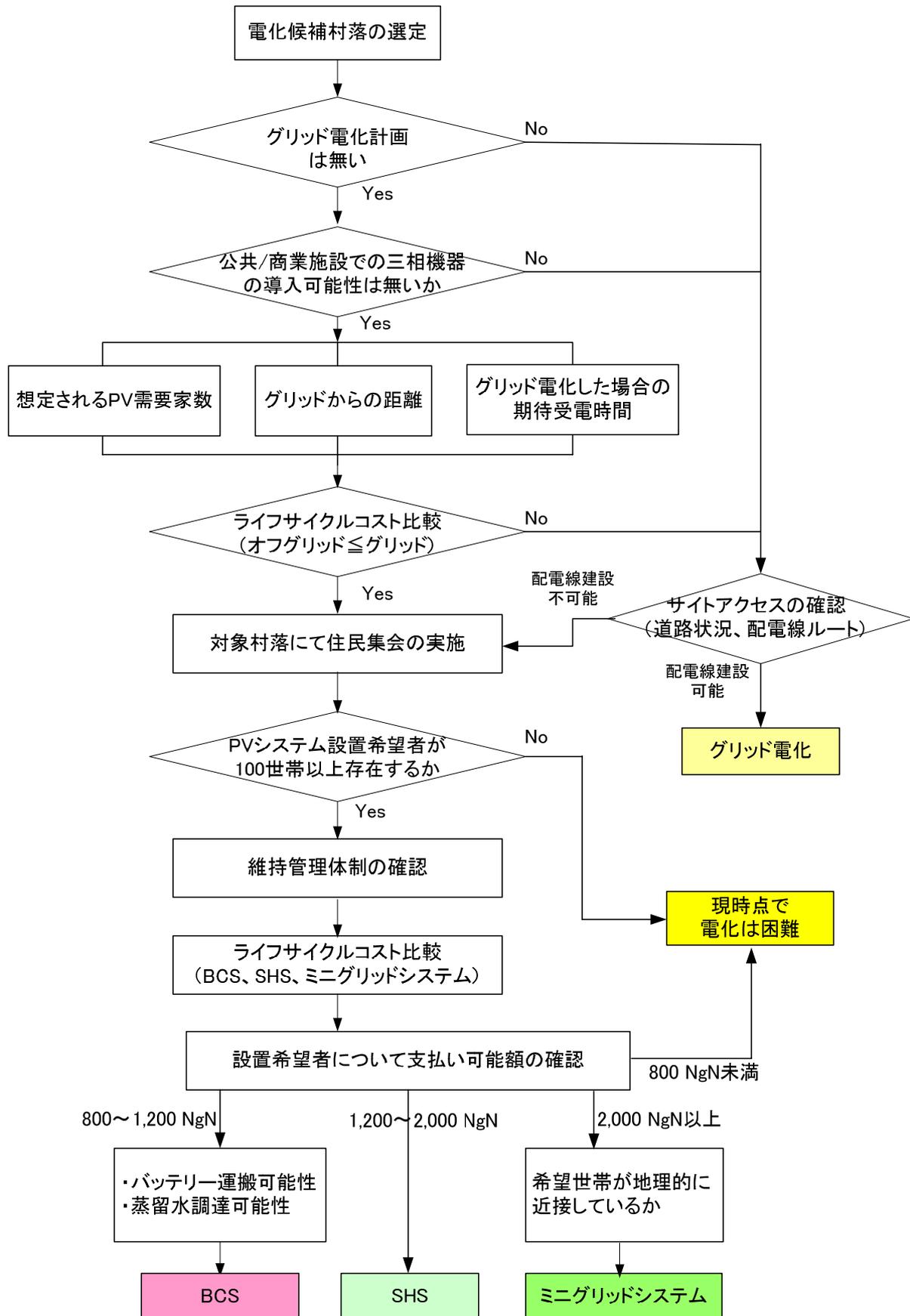
次に計画されているオフグリッド電化計画のライフサイクルコストが、グリッド電化によるライフサイクルコストよりも小さくなっていることを確認する。このため、地域配電会社より、電化候補地域周辺でのグリッド電化対象地域をサンプルとして、グリッド電化した場合の期待

受電時間を調査する必要がある。

#### **(4) 住民集会により維持管理体制、支払い可能額を確認**

PV システムを導入するには、対象地域で住民集会を開催し、住民の意思を事前に確認することが必要である。村落電化委員会による維持管理体制、役割分担を確認した後、前述のライフサイクルコスト分析（BCS、SHS、ミニグリッド）を踏まえ、設置希望者について支払い可能額を確認する。

以上のステップによる PV システムの選定は、全ての PV システムが導入可能である前提で行われるものである。本 M/P では電化モデルに応じて事業実施機関毎に推奨される PV システムが州毎に計画されるため、図 3-4 の選定フローは、これら推奨システムの導入が妥当な地域を確認するためのツールとして位置づけられる。



出所：調査団による

図 3-4 オフグリッド PV 電化手法の選定フロー

### 3.4.5 電力需要想定

2005年実績によると、「ナ」国の年間の最大電力需要は3,774MWであるが、「ナ」国では電力供給信頼度が低いことから、潜在需要（Suppressed Load）が需要実績の70～100%に達するものと考えられる。PCHNでは、最大電力需要、年間消費電力量ともに、ベースケースでは2020年までの間に年平均10%の伸び率で増加していくと想定している。ただし、2006年12月時点の発電供給力としては約4,100MWであり、ベースケースの想定値（11,000MW）と比較して大きな乖離がある。FMPSは2010年までの供給計画を策定しているが、中長期的な政府及びIPPによる発送配電設備の増強計画（未策定）には、本M/Pにて提案するPV電化計画による供給力を加味する必要がある。

### 3.4.6 全国PV電化計画の策定

全国レベルのPV電化計画を策定する際には、「ナ」国の地理的な広がり、また州単位もしくはジオ・ポリティカルゾーン単位での独立性を考慮すれば、単一のビジネスモデルを全国展開するのではなく、各地域で想定されるPV電化需要を満足できる、複数のモデルを並行して展開することが必要となる。つまり、本編第1章で4州（ジガワ州、オンド州、イモ州、FCT）に導入した、以下のPV電化モデルのいずれかを「ナ」国全州に適用し、それぞれの導入数量を予測することにより、全国PV電化計画を策定する。

#### ① 電化モデルA(ジガワ州モデル):電化率30%未満の州

短期的（～2010年まで）には公共施設及びBCSを先行して導入し、PV関連機器の普及が進んだ段階（2010～2020年）で、BCS及びSHSを導入。

#### ② 電化モデルB(イモ州モデル):電化率30%以上70%未満の州

短期的（～2010年まで）にはSHSを先行して導入し、PV関連機器の普及が進んだ段階（2010～2020年）で、ミニグリッドシステムを導入。

#### ③ 電化モデルC(オンド州、FCTモデル):電化率70%以上の州

短期（～2010年まで）及び中長期（2010～2020年）ともに、ミニグリッドシステムを導入。

また、事業実施主体については、FMPSによる地方電化政策（ドラフト）の思想を尊重し、中長期的にはRESCO及び村落電化委員会主体による民間企業の参入を促進する観点から、以下の通りPVシステム毎に提案している。

#### ① BCS

短期的には政府/ODA主導及び民間（RESCO及びコミュニティ）による導入を想定し、中長期的には政府主導から民間主導への移行を図る。

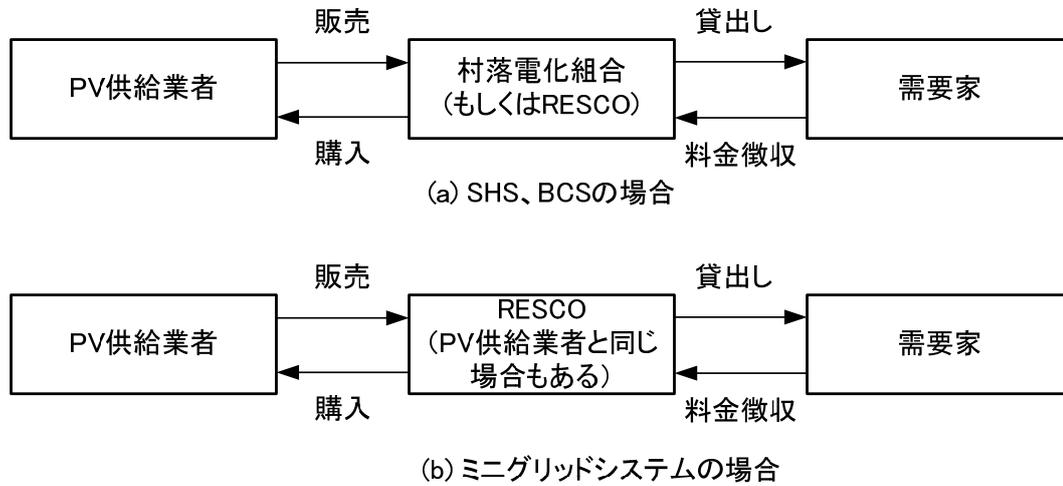
#### ② SHS

短期及び中長期共に民間（RESCO及びコミュニティ）による導入を想定しているが、全供給量の10%はPV業者から需要家への直接販売を仮定した。

#### ③ ミニグリッドシステム

短期的には政府/ODA主導及び民間（RESCO）による導入を想定し、中長期的には政府主導から民間主導への移行を図る。なお、同システムではPV専門業者による定期的な維持管理が必要となることから、民間RESCOによる実施を主体とし、コミュニティ電化委員会による実施を除外している。

上記の各 PV システムについて、PV 供給業者とサービス提供事業者、利用者との関係を図 3-5 と表 3-10 に示す。



出所: 調査団による

図 3-5 導入される PV システムとサービス提供事業者、利用者の関係

表 3-10 全国 PV 電化計画におけるビジネスモデル

	Electrification Rate (1997)	Proposed PV Systems (up to Year 2010)				Proposed PV Systems (from Year 2010 to 2020)			
		BCS	SHS	Mini grid	Pubic Facilities	BCS	SHS	Mini grid	Pubic Facilities
Group A	~30%	○			○	○			
Group B	30%~70%		○				○		
Group C	70%~			○			○		
Implementing Organization									
Private	ESCO	○	△*	○		○	△*	○	
	Community	○	△*			○	△*		
Public	Gov / ODA	○		○	○				

(\*)SHS については、PV 業者による需要家への直接販売(セールスモデル)も考慮する。

出所: 調査団による

上記の PV 電化モデルを踏まえ、国家エネルギー政策に従い、2020 年に全国の 75%に電力供給を達成するための、中長期電化計画(グリッド+オフグリッド)を表 3-11 に示す。また、「ナ」国の地方電化政策(Rural Electrification Policy)に従い、新規電化需要家の 10%を再生可能エネルギーにて供給するものとし、更に再生可能エネルギー全体の約 18%が太陽光発電により供給されるものとして、全国レベルの PV 電化計画を表 3-12 の通り策定した。これは、2016 年時点の再生可能エネルギー導入目標として、合計 735MW の再生可能エネルギーのうち、約 18%に相当する 130MW を太陽光発電で供給することが、FMPS による再生可能エネルギーアクションプログラム(ドラフト)にて提示されていることを踏まえたものである。

表 3-11 全国電化計画(グリッド+オフグリッド)

No.	State	No. of Households as of 1997 (*1)	% of Household with Electricity as of 1997 (*2)	No. of Households with Electricity as of 1997	Annual growth rate of consumers (%)	% of Household with Electricity			No. of Household with Electricity		
						2006	2010	2020	2006	2010	2020
1	Taraba	432,880	12	50,301	7.80	17	21	34	98,888	133,542	283,012
2	Jigawa	823,164	12	99,685	7.77	18	22	35	195,520	263,766	557,554
3	Zamfara	593,479	13	77,924	7.71	20	23	37	152,101	204,752	430,492
4	Sokoto	686,178	13	90,095	7.71	20	23	37	175,859	236,734	497,734
5	Kebbi	592,137	13	77,807	7.71	20	23	37	151,866	204,431	429,794
6	Katsina	1,074,392	14	145,902	7.69	20	24	38	284,184	382,194	801,663
7	Gombe	426,284	17	72,553	7.49	25	30	46	139,031	185,628	382,367
8	Bauchi	819,259	17	139,438	7.49	25	30	46	267,198	356,753	734,857
9	Benue	788,111	17	135,003	7.49	25	30	46	258,565	345,146	710,537
10	Yobe	400,682	19	75,729	7.39	27	32	50	143,826	191,270	390,098
11	Ebonyi	416,196	25	102,759	7.06	39	46	69	189,857	249,413	493,343
12	Enugu	608,334	25	150,198	7.06	39	46	69	277,505	364,554	721,096
13	Cross River	547,224	29	159,954	6.80	40	47	68	289,196	376,273	726,572
14	Nassarawa	345,773	31	108,607	6.68	43	49	71	194,326	251,669	480,372
15	Plateau	602,456	31	189,231	6.68	43	49	71	338,583	438,495	836,973
16	Kano	1,663,337	32	538,256	6.62	44	51	72	958,709	1,239,106	2,353,218
17	Borno	725,970	34	248,935	6.51	46	53	75	439,310	565,469	1,062,926
18	Adamawa	601,745	35	210,069	6.48	47	54	76	369,621	475,140	890,189
19	Akwa-Ibom	689,703	36	246,638	6.43	47	55	77	432,200	554,578	1,034,327
20	Niger	693,215	42	288,932	6.10	54	61	83	492,124	623,542	1,126,789
21	Kaduna	1,126,632	43	479,607	6.05	55	62	84	813,402	1,028,655	1,850,037
22	Kogi	614,828	50	309,996	5.60	62	70	90	506,218	629,499	1,085,526
23	Bayelsa	321,102	52	167,069	5.51	64	71	91	270,706	335,469	573,511
24	Rivers	912,575	52	474,813	5.51	64	71	91	769,348	953,408	1,629,926
25	Abia	547,888	52	287,587	5.48	53	58	75	464,946	575,611	981,623
26	Imo	711,551	61	433,833	5.00	72	78	96	673,132	818,258	1,333,107
27	Delta	741,568	62	462,294	4.92	73	79	96	712,530	863,590	1,396,589
28	Edo	621,770	63	388,855	4.91	73	79	96	598,757	725,382	1,171,814
29	Kwara	443,257	68	299,509	4.63	77	83	98	450,021	539,288	847,795
30	Osun	617,802	71	436,539	4.45	80	85	99	646,094	769,082	1,188,952
31	Abuja	106,397	71	75,436	4.44	80	85	99	111,517	132,676	204,841
32	Ogun	668,065	72	483,813	4.35	81	86	99	709,928	841,842	1,289,056
33	Ekiti	439,644	72	318,698	4.35	81	86	99	467,484	554,265	848,386
34	Ondo	643,968	72	466,812	4.35	81	86	99	684,748	811,860	1,242,673
35	Anambra	800,534	78	621,295	4.06	85	88	99	888,786	1,042,097	1,551,263
36	Oyo	988,395	78	771,541	4.03	85	89	100	1,101,286	1,289,986	1,915,566
37	Lagos	1,638,903	96	1,577,936	3.00	96	96	97	2,058,848	2,317,252	3,114,193
	Total Nigeria	25,475,400	44	11,263,648	6.04	53	58	75	17,776,220	21,870,672	37,168,770

(Remarks)

(\*1) No. of Households as of 1997 was extrapolated based on the result of 1991 Census.

(\*2) % of Household with Electricity as of 1997 was quoted from the result of General Household Survey 1997/98.

Average number of persons per household 4.13

Annual growth rate of consumers (Highest) 7.80 %

Annual growth rate of consumers (Lowest) 3.00 %

出所: 調査団による

表 3-12 全国 PV 電化計画

No.	State	Target No. of Households for Year 2010 (Accumulated sum)					Target No. of Households for Year 2020 (Accumulated sum)						
		BCS	SHS		Mini Grid	Total for Household electrification	Public Facilities (*2)	BCS	SHS		Mini Grid	Total for Household electrification	Public Facilities (*2)
			RESCO Community	Direct Sales(*1)					RESCO Community	Direct Sales(*1)			
1	Taraba	600			600	1	1,000	2,100	200		3,300	1	
2	Jigawa	1,200			1,200	1	1,900	4,000	400		6,400	1	
3	Zamfara	900			900	1	1,500	3,100	300		4,900	1	
4	Sokoto	1,100			1,100	1	1,700	3,600	400		5,700	1	
5	Kebbi	900			900	1	1,500	3,100	300		4,900	1	
6	Katsina	1,700			1,700	2	2,800	5,800	600		9,200	2	
7	Gombe	800			800	1	1,300	2,700	300		4,300	1	
8	Bauchi	1,600			1,600	2	2,500	5,200	600		8,300	2	
9	Benue	1,500			1,500	2	2,400	5,000	600		8,000	2	
10	Yobe	800			800	1	1,300	2,800	300		4,400	1	
11	Ebonyi	1,100			1,100	1	1,600	3,400	400		5,400	1	
12	Enugu	1,500			1,500	2	2,400	5,000	600		7,900	2	
13	Cross River	1,500			1,500	2	2,300	4,900	500		7,700	2	
14	Nassarawa		900	100	1,000			900	100	4,100	5,100		
15	Plateau		1,620	180	1,800			1,620	180	7,000	8,800		
16	Kano		4,500	500	5,000			4,500	500	19,700	24,700		
17	Borno		1,980	220	2,200			1,980	220	8,800	11,000		
18	Adamawa		1,710	190	1,900			1,710	190	7,300	9,200		
19	Akwa-Ibom		1,980	220	2,200			1,980	220	8,500	10,700		
20	Niger		2,070	230	2,300			2,070	230	8,900	11,200		
21	Kaduna		3,420	380	3,800			3,420	380	14,500	18,300		
22	Kogi		1,980	220	2,200			1,980	220	8,100	10,300		
23	Bayelsa		990	110	1,100			990	110	4,300	5,400		
24	Rivers		2,970	330	3,300			2,970	330	11,900	15,200		
25	Abia		1,800	200	2,000			1,800	200	7,100	9,100		
26	Imo		2,340	260	2,600			2,340	260	9,100	11,700		
27	Delta		2,430	270	2,700			2,430	270	9,400	12,100		
28	Edo		1,980	220	2,200			1,980	220	7,900	10,100		
29	Kwara		1,440	160	1,600			1,440	160	5,400	7,000		
30	Osun				2,200					9,600	9,600		
31	Abuja				400					1,700	1,700		
32	Ogun				2,300					10,300	10,300		
33	Ekiti				1,500					6,700	6,700		
34	Ondo				2,200					9,900	9,900		
35	Anambra				2,700					11,700	11,700		
36	Oyo				3,300					14,400	14,400		
37	Lagos				4,600					18,700	18,700		
	Total Nigeria	15,200	34,110	3,790	19,200	15	24,200	84,810	9,290	225,000	343,300	15	

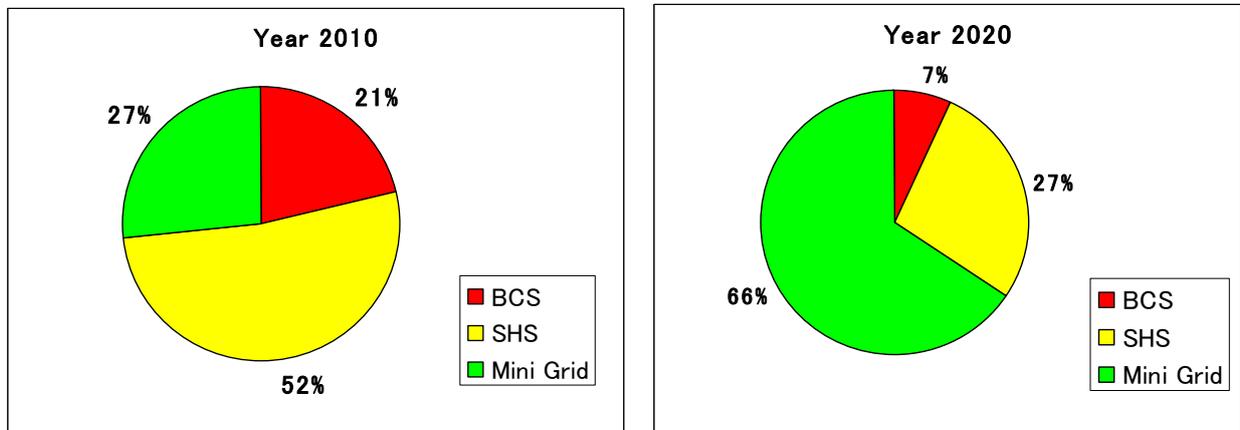
(Remarks)

(\*1) 10% of total number of SHS will be supplied directly by PV dealers.

(\*2) Average number of public facilities (mosque, church, school, clinic) is assumed 1 per 1,000 households.

出所：調査団による

上記結果を図示すると図 3-6 の通りとなる。導入当初は BCS 及び SHS を中心に導入が進められるが、PV システムの普及と共に、電化モデル B、C で導入されるミニグリッドが拡大し、2020 年には数量割合で全体の 66% に達する。



出所：調査団による

図 3-6 2010 年及び 2020 年に導入されるオフグリッド PV システム

### 3.4.7 事業実施計画

#### (1) 基本方針

表 3-12 に示すとおり、2007 年から 2020 年までの計画として、総計約 34 万世帯余りに対して PV 利用地方電化を導入することになるが、その実現のためには政府の強い決意と長期的な戦略の確立が不可欠である。「ナ」国の現状として、民間の資本や技術蓄積が十分でなく、また PV 地方電化を普及させるための補助金制度が整備されていないことから、民間事業が早期に本格始動する可能性は低い。従って、当初は政府と民間が共同で事業を推進し、技術蓄積、市場拡大により徐々に民間事業者を拡大し、次の段階を見据えた事業展開を図っていくことが必要である。

#### (2) フェーズ 1 (2007 年～2010 年)

この段階では、REA 本部は各年度の PV 導入対象地域を州毎に定め、更に REA 支部では、地域の配電会社と協力して、グリッド電化による計画対象地域を明確にし、PV システム導入対象となる村落を選定する。既にパイロットプロジェクトを実施しているジガワ州、オンド州、イモ州においては、州／地方政府の電化担当部局は、パイロットプロジェクトの維持管理状況を継続的にモニタリングし、地域内で類似案件を実施する場合には、維持管理のノウハウを水平展開する。 また、本調査でパイロットプロジェクトの計画・運営に携わった FMPS、FMST、ECN の担当者は、対象村落の調査、住民説明、工事計画の立案、資機材調達、工程管理、住民組織への指導など、必要なスキルを州／地方政府及び REA 担当者へ伝達する。 地方電化政策の思想を遵守し、公共セクターによる導入はフェーズ 1 までとし、フェーズ 2 以降は民間セクター主体の導入を想定する。

#### (3) フェーズ 2 (2011 年～2014 年)

2011 年から 2014 年までのフェーズ 2 においては、フェーズ 1 において育成された民間 PV 事業者が本格的な事業化に乗り出し、PV 関連機器の供給網や、修理代理店などのビジネスインフラが整備され、民間の自主的な事業が活性化してくる。フェーズ 1 でのモデル事業が一通り完了し、REA 並びに州／地方政府レベルまでノウハウの移転が完了しているため、州／地方政府では地域内の未電化村落の調査、住民説明などで民間事業者を支援し、REA は各年度の州別・地方別補助金額を公平に公表するとともに、制度の活用を民間事業者に普及する必要がある。

#### (4) フェーズ 3 (2015 年～2020 年)

2015 年から 2020 年までのフェーズ 3 においては、PV システム単価の一層の低下や、関連ビジネスの拡大により、民間事業者は増加し、事業者間の競争により更に価格が低下、サービスも多様化することが期待できる。民間事業として採算性が確保できる段階になれば、補助金は減額もしくは廃止し、公共セクターの関与は最小限とする。ただし、REA としては、これら民間事業者による事業内容について厳密に審査し、全国的に良質なサービスが提供されるよう、規制・指導を行うことは必要である。

### 3.4.8 「全国 PV 電化計画」を実現するための投資額、及び必要となる補助金、それに関連したファイナンスング・スキーム

#### (1)「全国 PV 電化計画」を実施するために必要な投資額

表 3-12 に示す「全国 PV 電化計画」を実施するために必要な投資額について計算すると、以下の表 3-13 に示すとおりである。

年間の投資額は、約 24 億 NgN から開始し、徐々に上昇し、25 億 NgN～30 億 NgN の範囲で推移する。2020 年までの累計投資額は、約 376 億 NgN である。

表 3-13 「全国 PV 電化計画」を実現するために必要な投資額

Investment cost		Unit: NgN million					
Year	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Mini-grid	536	682	975	1,082	1,758	1,939	2,088
BCS	365	348	332	316	71	67	63
SHS	1,510	1,443	1,375	1,307	737	697	656
Total	2,411	2,473	2,682	2,704	2,566	2,703	2,807
Year	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Mini-grid	2,205	2,454	2,282	2,166	2,170	2,143	2,083
BCS	59	55	52	48	44	40	36
SHS	616	576	535	495	455	414	374
Total	2,880	3,085	2,869	2,708	2,669	2,597	2,493

#### (2)「全国 PV 電化計画」を実施するために必要な補助額

グリッド電化が初期投資の 50%補助を行っていることに鑑み、上記の投資額のうち、50%は補助金で支援していくこととする。ただし、当面は補助金 50%を支給するが、PV 機器の市場形成が進み、設備価格が国際市場なみに下落すれば、補助金は中止すべきである。そこで、2017～2020 年に徐々に遡減させ、2020 年には補助金ゼロにする想定で考える。実際、第 2 巻第 3 章の財務分析等でも、そのように、後段で補助金を遡減し、2020 年にはゼロとするスケジュールで財務内部収益率等の財務計算は行っている。そのような前提のもと、REA として用意すべき補助金は、以下表 3-14 のようになる。

補助金は、当初約 12 億 NgN でスタートし、概ね、12 億～15 億のレンジで推移するが、2017 年から減少し、2020 年には、補助金ゼロとなる。2020 年までの累計の補助金額は、156 億 NgN である。

表 3-14 「全国 PV 電化計画」を実現するために必要な補助金額

Necessary subsidy cost		Unit: NgN million					
Year	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Mini-grid	268	341	488	541	879	969	1,044
BCS	182	174	166	158	35	34	32
SHS	755	721	687	654	368	348	328
Total	1,205	1,237	1,341	1,352	1,283	1,351	1,404
Year	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Mini-grid	1,102	1,227	1,141	812	543	268	0
BCS	30	28	26	18	11	5	0
SHS	308	288	268	186	114	52	0
Total	1,440	1,542	1,434	1,016	667	325	0

出所：調査団による

#### (3) 経済財務分析

全国 PV 電化計画の財務財部収益率 Financial Internal Rate of Return (FIRR)、純現在価値 Net Present Value (NPV) を計算した結果は以下のとおりである。

FIRR (Financial Internal Rate of Return)	19.7%
NPV (Net Present Value)	499,543,738 NgN

また、ミニグリッド、SHS、BCS のタイプごとの経済内部収益率 (EIRR)、経済純現在価値 (ENPV)、B/C 比率 (JBIC、世銀、ADB の経済評価の慣習にしたがい、10%の割引率を用いた。) は、表 3-15 に示すとおりである。

**表 3-15 各タイプの経済内部収益率、経済純現在価値、B/C 比率**

	Mini-grid	55WSHS	110W SHS	165WSHS	BCS
EIRR(%)	40.9%	32.0%	30.5%	21.8%	34.1%
ENPV(NgN)	442,243	202,901	253,646	238,087	181,074
B/C Ratio	2.71	2.24	2.15	1.67	2.36

(注) ENPV は、世帯当たりの値

(出所) 調査団による

財務分析で見てきたとおり、PV 機器は、「ナ」国の市場においてまだ全く未普及といってよい状態なので、価格は、市場普及が進むにつれて逡減が予想される。価格逡減が起これば、経済内部収益率、経済純現在価値の数値も上昇する。

#### (4) PV 電化向けの補助金の制度化

「ナ」国で PV システムの大量普及による将来の価格低下を促すためには、日本において、(財)新エネルギー財団により導入された「住宅用太陽光発電導入促進事業」を模倣した補助金制度を導入・実施することが考えられる。つまり、民間 RESCO、村落電化委員会のような事業団体の電化事業にだけ補助金を付与するのではなく、一般の各家庭が市場で PV 機器を購入し、設置する場合についても同率の補助を行えることが、普及を一層促進し、また国民に対して公平な政策の視点では望ましい。これと併せて、啓蒙普及、PR の努力は十分に行わねばならないが、市場メカニズムによって、自然に普及の働きかけの作用を持ちえる。日本では、これによって、一般家庭用の系統連系型 PV システム設置が急速に進み、その普及進行につれて、補助金の適用範囲・補助率は徐々に縮小され、国内で PV 機器の普及が進んだ現在では、この補助金制度は終了となっている。「ナ」国でも、市場への普及が進み、価格が逡減してくる中で、補助金は徐々に逡減・撤廃する漸次措置として適用するほうが望ましい。

#### (5) 補助金財源確保のための目的税的策の採用・実施

また、この PV 電化の普及を推進するために、既にグリッド電化された地域から徴収される電気料金収入に対して 2%税を上乗せして、その税収入をファンド化して、それをまだグリッド電化されていない地域における PV 電化の利用普及プロジェクトの実施に利用する。そのような目的税の資金受け入れ、運用のために、「太陽エネルギー利用普及ファンド」(仮称)を設定するという目的税的財政方策を講じるのも一案である。2005 年時点での、ナイジェリア全国における電力収入は、6.87 億ドルであり、その 2%は、1,380 万ドルであるので、既述

の補助金の年間必要額（12 億～15 億 NgN）にちょうど相当する金額である。このような資金還流が実施できれば、都市と地方の格差、富裕層と貧困層における格差、それらについての是正、所得再分配にも資する、有効な策となろう。

#### **(6) PV 電化の普及を推進するため金融支援策**

PV 電化のために必要な初期投資額の 50%を補助金で支給したとしても、残る 50%の資金は、村民が保有するキャッシュから、あるいは借入金として調達する必要がある。

現在の「ナ」国での農村部における金融サービスは、極めて未発達な状況にあるが、主に農村部で利用可能な金融サービスは、インフォーマルに大きく依存している状況にある。ただ、インフォーマル金融は、フォーマルに比べれば、非常に金利が高いため、PV 電化を強く推進していくためには、政策的に、PV 電化のための金融支援措置を講ずることが望ましい。フォーマル金融機関としては、商業銀行、政府系銀行、政府支援のルーラル・セクター支援プログラムなどがあるが、一般に商業銀行は、都市部での貸付業務に重きを置いており、農村部での活動、プレゼンスは非常に低い。

政府系銀行で、農村部で活躍するのは、まずは、NACB (Nigerian Agricultural and Cooperative Bank) がある。NACB は、農業生産の向上、農村部の社会経済開発の推進、農村部人口の所得・生活水準の向上に資するべく、金融を行う機関として連邦政府が設立した金融機関である。

PBN (People's Bank of Nigeria) は、これまで既存の金融機関を利用しにくかった恵まれない人々、あるいは零細企業への金融アクセスの改善のために、1989 年に連邦政府によって設立された機関である。農村部だけでなく都市部も扱うが、農村部でのマイクロ・クレジットは、PBN にとって最重要な貸付分野のひとつである。設立目的からして、女性支援、寡婦救済、貧困撲滅、ハンディキャップへの救済などは、まさに対象とすべき PBN にとって金融支援対象である。

一方、地方電化庁 (REA) 自体には、金融に関するノウハウはないものの、PV 電化を実現・推進していくためには、PV 電化する農村に対して有効な金融支援を打てるかどうか、事業推進のために極めて重要である。REA としては、PBN と組んで、PV 電化で必要となる資金供給の一翼を担う、金融支援プログラムを用意することも考えるべきであろう。

### **3.4.9 PV 地方電化の推進に関する方策**

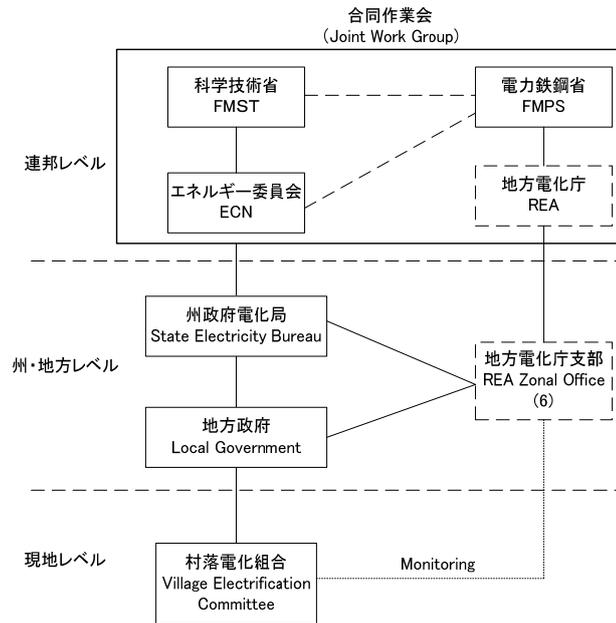
#### **(1) 組織体制・人材開発・維持システムの構築**

PV 地方電化計画を持続的に実施するためには、本 M/P の推進に主要な役割を果たす連邦政府 (FMPS、FMST、ECN)、州政府の能力強化に加え、地方政府さらに村落電化委員会の直接参加によるサービス、維持管理体制の強化が重要である。

なお、2006 年 3 月に地方電化庁 (REA) が設立され、地方電化基金 (REF: Rural Electrification Fund) の運用が開始されている。REA は首都アブジャに本部を置くとともに、6 つの Geo-Political Zone に支部を設立するため、州・地方政府のみならず、地域配電会社とも協調を取りながら、対象村落の電化事業をモニタリングすることになる。

また、キャパシティ・ディベロップメント (CD) も現地組織、地方及び州政府組織、更には連邦政府レベルそれぞれに適切な訓練プログラムを設立するとともに、図 3-7 に示す各組織が有機的に連携して、計画立案・事業運営に取り組める体制整備が必要である。このために

は、PV 利用地方電化にかかる各組織の役割分担及び到達目標を明確化し、それぞれに必要なとなる CD 計画を立案することが重要である。



出所: 調査団による

図 3-7 PV 利用地方電化に関する組織体系図

### 1) 現地レベルの組織体制整備

パイロットプロジェクトでの村落電化委員会と同様の方法で、地方／州政府組織が以下の通り現地レベルの組織体制を構築し、システムの故障対応や料金徴収業務を確実に実施できるよう指導する。また、PV システムの点検記録、料金徴収、故障対応などに利用している記録様式についても情報を共有する。現地保守員が実施する保守作業内容（案）は次のとおりである。

- 毎月全ての PV システムの点検を行い、台帳に記録する。
- 毎月（もしくは定期的に）住民から電気料金を徴収し、その記録を保管する。
- 初歩的な故障原因の追求を行い、可能であれば修理する。現地对応が不可能な場合は、地方又は州政府による支援を要請する。
- 料金未払いや違法使用者の PV システムを停止する。
- 現地で保管するスペアパーツの調達、保守管理を行う（州/地方政府、JAEF により支援する）。
- 住民へのサービスやクレームに対する処理を行う。

また、現地保守員の教育に当たっては、PV システムの基本原理を理解し、適切な維持管理が行われるよう調査団が作成したマニュアルを利用するとともに、保守作業員により日常／定期点検が実施されたかどうか、地方／州政府のエンジニアが定期的にサンプリング調査（モニタリング）により確認を行う。

### 2) 地方及び州政府による現地サポート体制の整備

#### ① 州・地方政府

現地保守員の定期的な訓練・監督のための技術者（エンジニア）を地方及び州政府レベルで養成し、技術者が定期的に現地を訪問し問題解決できる体制を整備する。また、現地で解決できない問題が発生した時の対応、PV 機器メーカー等技術者への情報連絡、資機材購入時の手続き、必要経費負担を明確にする。これら技術者の育成に当たっては、REA もしくは FMPS、

FMST のカウンターパートが、調査団作成の PV マニュアル等を参照して、継続的なキャンペーン・ディベロップメントを自立的に実施できる体制を構築する。

また、州・地方政府では電線・電柱など資機材の発注・管理に関するノウハウを有しているため、現地で保管するスペアパーツの調達、管理業務を支援することが期待される。

## ② REA 支部

REA は首都アブジャに本部を置くとともに、各地方組織を立ち上げて州・地方政府や、PHCN から分社化される配電会社と協調を取りながら、REF の適用候補となる、グリッドもしくは PV 地方電化対象地域の選定、事業実施、及びモニタリングを担当することになる。ただし、現状では REA 職員の技術水準などは不透明であり、今後、REA 支部と州・地方政府、地域配電会社との役割分担について明確化する必要がある。

## 3) 連邦政府による PV 地方電化計画体制の整備

連邦政府レベルでは FMPS、FMST、ECN 及び REA が PV 利用地方電化に関わる組織であるが、現状では各組織が独自に PV 利用地方電化計画を実施している状況である。従って、連邦政府省庁間で協調の取れた政策立案・計画実施を推進するための合同作業会（Joint Work Group: JWG）を定期的開催する。既に JWG は本調査期間中に運営されているが、現在は調査団が滞在中のみ開催されている。今後は「ナ」国側が自主運営できる組織として、関係機関における JWG の位置づけを高める必要がある。また、関係省庁・組織間の役割分担・責任等については、以下の通り明確化することで、「ナ」国側と調査団は基本的に合意している。

### ① FMPS (Federal Ministry of Power and Steel)

FMPS はオングリッド及びオフグリッド地方電化事業の政策立案・実施監督機関であり、政策面から PV 利用地方電化の監視・評価を行う。FMPS には電力部に再生可能エネルギーを担当する部署があるものの、担当者は火力・水力発電建設なども兼務しているため、既に PV 利用地方電化の実績がある ECN と連携しながら、以下の作業に着手することが望まれる。

現地製品の品質規格や型式承認制度を導入し、PV 関連製品の品質向上を図る。

資機材の標準単価を設定し、政府調達物品が適正価格で調達可能となるようにする。

### ② FMST (Federal Ministry of Science and Technology)

FMST はソコト及びブスカのエネルギー研究開発センターを統括し、PV 関連機器の新規開発を推進するとともに、これら新製品の導入に係る品質確認、受入試験を担当する。また、本調査の技術開発指導により引き渡された計測機材を利用して、国内の太陽エネルギーに関するデータの収集、関連機関への水平展開を図る。

### ③ ECN (Energy Commission of Nigeria)

ECN は既に SHS、ミニ・グリッドシステムを中心に PV システム導入の経験があり、計画、システム設計、工事発注、施工監理業務の技術的ノウハウを蓄積している。このため、今後は JWG を利用して、これら蓄積技術の水平展開を図るとともに、州・地方政府の電化局、及び村落レベルの維持管理組織に対して、PV 利用に関する基礎的知識、維持管理技術に関する指導を行う。

### ④ REA (Rural Electrification Agency)

REA は政府から独立した組織として、地方電化基金（REF: Rural Electrification Fund）を運用するため、公正かつ透明なルールに基づいて、候補となる地方電化プロジェクトの選

定、基金の配分を行うため、REF 運用に係るガイドラインを策定する予定である。また、REA は地方電化事業に関する規制機関として、最低限の保安規程・技術基準、サービスレベルに関する標準などを策定・運用する。

#### 4) ローカル NGO の活用

パイロットプロジェクト対象地域のひとつであるジガワ州では、ローカル NGO である JAEF (Jigawa Alternative Energy Fund) が SELF プロジェクトの維持管理を担当している。JAEF は現地の地理、社会経済状況に精通しており、現地組織をサポートするために必要な要員・基礎的技術知識を備えていることから、本パイロットプロジェクトで運営維持管理の協力体制を構築し、今後州内、更には近隣州での類似事業への展開を計画する。

### (2) 連邦政府による PV 普及促進方策

オフグリッド PV 地方電化を今後本格的に導入していくためには、持続的な普及促進体制の環境を整備するため、連邦政府（公的セクター）と民間部門（PV 産業および金融部門）が取り組むべき方策を整理する必要がある。従って、全国レベルで PV 地方電化の普及を図るための政策的な課題として、連邦政府（REA）による以下の取り組みが望まれる。

- PV 地方電化を、FMPS による地方電化プログラムに取り込み、地方電化政策枠内に一貫した政策として明確に位置付ける。
- PV を新規産業として育成するための投融資環境の整備。
- PV 普及に関する他ドナー、国際機関との連携強化。
- REF の公正な運用により初期投資額の低減を図り、市場規模の拡大によるコストダウンの循環を実現。

更に、技術的な PV 普及支援策として、以下の課題への取り組みについて提言する。

#### 1) PV 関連機器の輸入関税の削減

「ナ」国では高関税が PV 機器輸入の妨げとなっている。このため、ECN では関税率を低減するための法案「再生可能エネルギー利用機器の輸入について (Importation of Renewable Energy Equipment)」を 2002 年に上院に提出している。

また、その他の財政支援策として、PV 関連民間企業に対する法人税（現在 30%）の減税、PV 関連機器の購入に係る VAT（付加価値税）の低減により、PV システム導入に必要な初期投資額の低減を図ることが望ましい。

#### 2) PV 関連機器及び据付工事の技術基準の導入・適用

「ナ」国では PV システムの主要構成機材は輸入品であり、今後の PV システムの本格的普及に際しては国際的協力が不可欠である。このため、技術基準の制定に当たっては国際規格との整合性を重視しつつ、既存の国際規格でカバーされない部分や、地域特性から新たに要求される試験方法や規格を研究することが求められる。

当面の対応策として、PV モジュールの技術基準については、既存の国際規格（IEC、PV-GAP）に適合している事の証明書を、PV 関連製品の販売代理店に求める必要がある。更に国内の認証制度が整備された後は、審査合格製品に認証ラベルを添付し品質管理体制を確立する必要がある。

#### 3) PV 関連機器の認証制度を導入

PV 機器の普及を図るためには、上記の技術基準への適合性を評価するための品質試験制度と機器の認証制度を導入する必要がある。今後、PV 関連機器も一般の電気製品と同様に店頭

販売で普及することが想定されるので、購入者に判りやすいようにラベルを使って認証品表示する。過去の他ドナーによる PV プロジェクトでは、PV 関連機器の品質管理が不十分であったために、システム設置直後に動作不良が発生し、利用者の顧客満足度が低下、料金徴収が滞るといった悪循環が発生している。このため、上記 2) 項と合わせて品質管理を徹底し、PV システムに対する利用者の満足度を高めることが、導入初期段階では重要な方策となる。

### (3) 民間による PV 普及促進方策

ECN による報告書「A Survey of Business Activities in Solar-PV in Nigeria」によると、「ナ」国では 1999 年時点で 44 の民間企業（研究所を含む）が活動している。「ナ」国政府は民間企業による PV システムの普及を促進するとの姿勢を明確化し、関連機器に対する免税、法人税の減税などを行うと同時に、一般国民に対する PV システムの啓蒙普及活動を早期に開始することが望まれる。

また、政府及びドナーが PV 地方電化事業を実施する過程で、RESCO 事業者の育成を行うことも重要である。「ナ」国では、PV システムの調達、設置工事等を受託することができる民間企業は多いが、定期的なシステムの維持管理や、料金徴収業務など RESCO 事業者として必要な維持管理業務については、民間企業での受託が可能となるよう配慮することが必要である。

このように、「ナ」国政府は、今後中長期的には公的セクターの業務範囲を段階的に縮小し、民間部門の活用を最大限促進する方策を検討する必要があるが、近隣国の事例として、東アフリカのケニアでは、政府からの補助金や援助機関からの支援に頼らず、民間セクターの積極的な取り組みにより、1990 年以降年率 10～18% で PV の導入が進められており注目に値する。

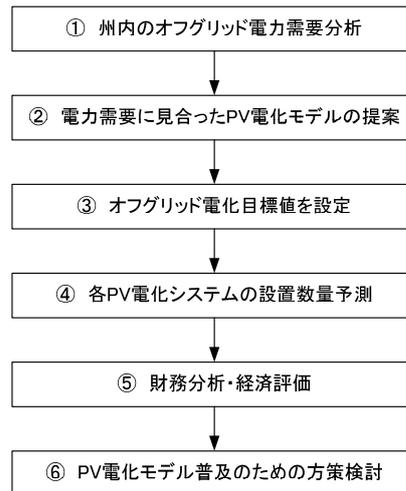
民間金融部門への支援としては、PV 利用地方電化向けのマイクロファイナンスや中小企業育成に対するソフト・ローンの適用が有望であり、アジア、中南米諸国で数多く適用されている民間 PV 産業に対しては、「ナ」国では未だ太陽エネルギー関連の市場規模が 100kW 以下と小さいことから、SHS 周辺機器（DC 蛍光灯、チャージコントローラ等）の生産・供給を短期目標とし、中長期的には PV パネルの組立工程導入を目指し、本調査にて策定した、太陽エネルギー技術開発アクションプランの実施を通じて、必要なキャパシティ・ディベロップメントを行う。

## 3.5 州政府に対する PV 地方電化計画

### 3.5.1 全州政府共通事項

「ナ」国では連邦政府（FMPS）による地方電化プログラムと並行して、州政府または地方政府（ここでは両者を合わせて州政府と称する）の独自予算によりグリッド地方電化計画が進められている。ソコト州など一部州政府は PV ポンプの導入実績があるものの、州政府によるオフグリッド地方電化としての PV 利用実績はない。

今後州政府及び PHCN がオフグリッド地方電化を戦略的に進めていくためには、グリッド電化に係る情報収集したうえで、オフグリッド地方電化計画策定を策定する必要がある。図 3-8 に州政府による PV 地方電化計画策定の流れを示す。



出所:調査団による

図 3-8 州政府による PV 地方電化計画策定

本 M/P の対象地域となる 4 州は地理的に分散し、太陽エネルギーの利用ポテンシャルが異なり、住民一人当たりの電力需要、電化率に大きな格差があることから、一律の PV 電化モデルを適用するのは合理的ではない。このため、以下に示すとおり、各州にて最適な PV 電化モデルを提案するものとする。

### 3.5.2 ジガワ州

#### (1) 電力需要分析

ジガワ州は「ナ」国内でも年間平均日射量が  $5.66\text{kWh}/\text{m}^2\text{-day}$  (全国平均では  $5.50\text{kWh}/\text{m}^2\text{-day}$ ) と高く、太陽エネルギー利用のポテンシャルは非常に高い。一方、州内の 33/11kV 配電線は LGHQ や重要町村を中心に延長されてきたことから、州の一般家屋の電化率は 12% と低く、PV を利用した地方電化の導入可能性は比較的大きい。ジガワ州の最大需要電力は、2005 年実績で約 29.6MW が記録されており、平均力率を 0.85 と仮定すると  $15 \times 2 \times 0.85 = 25.5 < 29.6$  となることから、既に変電所の変圧器は過負荷運転を行っており、PHCN では 2006 年中に Dutse 市内に変電所の増強 (40MVA × 2 台) を計画している。

一般的にはグリッド電化はオフグリッド電化に比べて大容量の電気製品を長時間利用できることから需要家満足度は高いが、村落社会経済調査結果によると、「ナ」国のグリッド電化村落では、停電時間の長さ、回数から需要家満足度が低く、PV によるオフグリッド地方電化の対象地域は相対的に大きくなる。

#### (2) PV 電化モデルの提案

ジガワ州は本調査対象の 4 州の中で最も貧しい地域である。村落社会経済調査の結果によると、未電化村落におけるエネルギー支出額 (灯油、ディーゼル、乾電池支出の合計) の分布は平均 917 (NgN/月) となっており、低い料金支払い支払能力に見合った PV 電化モデルを提案する必要がある。従って、短期的 (2010 年まで) には、グリッドから最も離れた最奥の遠隔村落から順次、住宅用 PV 電化システムとして最も初期投資が小さい BCS を導入すると共に、貧困層住民にも裨益効果が高い公共施設への PV システム導入を提案する。

PV システムの普及が進み、将来的に機器の量産効果や PV 業者のサービス網拡大が想定さ

れる 2010 年以降 2020 年までは、PV システムの価格低下並びに住民の経済的負担能力が向上することから、BCS に加えて、より支払能力の高い需要家向けに SHS の導入も想定される。

以上をまとめると、短期及び中長期の PV 電化モデルとして、以下の通り提案する。

- ・ BCS 及び公共施設 (短期：～2010 年)
- ・ BCS 及び SHS (中長期：2010 年～2020 年)

### (3) オフグリッド電化目標値の設定

「ナ」国の国家エネルギー政策による 2020 年の目標電化率を達成するためには、ジガワ州全体では 161 万世帯 (2020 年の想定世帯数) の 35% である 56 万世帯への電力供給が必要となる。2006 年時点では、グリッド電化により約 20 (万世帯) に対して電力が供給されており、2020 年の目標値に到達するには、 $56-20=36$  万世帯への供給 (グリッド+オフグリッド) が求められる。「ナ」国の地方電化政策、並びに再生可能エネルギーアクションプログラムによると、今後の新規接続需要家の約 1.8%を太陽光発電で賄うこととしているため、約 6,300 世帯に対してオフグリッド PV 地方電化による供給が必要となる。

上記を踏まえ、2010 年及び 2020 年時点でジガワ州に導入が想定される PV システムを表 3-16 に示す。ただし、SHS については PV 業者から富裕層需要家への直接販売による、セールスモデルでの市場浸透が予測されるため、SHS 導入量の 10%を直接販売による需要家増加分として想定している。

表 3-16 2010 年及び 2020 年時点でジガワ州に導入が想定される PV システム

Year	～ 2010		～ 2020			
	BCS	Public Facilities	BCS	SHS		Public Facilities
Implementing organization	1.ESCO 2.Community 3.Gov / ODA	Gov / ODA	1.ESCO 2.Community	1.ESCO 2.Community	Direct Sales	Gov / ODA
No. of PV systems	60	1	95	4,000	400	1

出所：調査団による

### (4) 財務分析・経済評価

#### 1) BCS 事業

ジガワ州での BCS 事業の導入については、上記の表 3-16 に示された導入スケジュールに対応して、2007 年～2010 年の 4 年間で、60 システム (1200 世帯) を電化するので、毎年 15 システム (300 世帯) を導入・電化すると想定する。2011～2017 年の 7 年の期間に、毎年約 5 システム (約 100 世帯) のペースで導入・電化するものと想定する。

表 3-17 ジガワ州で毎年必要となる BCS 事業への設備投資費用

(単位：NgN)

Installation year	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013
Investment cost per system	2,304,000	2,200,615	2,097,231	1,993,846	1,890,462	1,787,077	1,683,692
Number of BCS systems to be installed	15	15	15	15	5	5	5
Investment cost	34,560,000	33,009,231	31,458,462	29,907,692	9,452,308	8,935,385	8,418,462
Necessary subsidy for 50% initial cost	17,280,000	16,504,615	15,729,231	14,953,846	4,726,154	4,467,692	4,209,231
Installation year	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Investment cost per system	1,580,308	1,476,923	1,373,538	1,270,154	1,166,769	1,063,385	960,000
Number of BCS systems to be installed	5	5	5	5	0	0	0
Investment cost	7,901,538	7,384,615	6,867,692	6,350,769	0	0	0
Necessary subsidy for 50% initial cost	3,950,769	3,692,308	3,433,846	3,175,385	0	0	0

出所：調査団による

BCS は、遠隔地の裕福でない村落への展開に適しており、民間会社 RESCO よりも、村落電化委員会によるコミュニティ主導の電化事業として実施する方が適している。村落電化委員会は、組織の性格としては、民間株式会社のような利益追求の目的は持っておらず、あくまで村落住民が電化の恩恵を受けつつ、プロジェクト・ライフの期間を通してキャッシュフロー上の赤字を出さずに運営する、マージナルな料金レベルを検討することに意義がある。

また、PV システムの技術革新、市場規模の増大により、時間の推移とともに PV システムの価格低減は着実に進むという前提の下、初期投資の 50%は補助金で、30%はソフト・ローンで、20%はキャッシュで用意する前提を設定する。その結果、各世帯での初期投資の負担金額(表 3-18)、毎月の徴収される金額とバッテリー充電料金(表 3-21)は以下のとおりである。

表 3-18 BCS 設備導入に際して各世帯で当初キャッシュとして用意する必要のある金額

(単位 : NgN)

Installation year	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Initial payment per household	23,040	22,006	20,972	19,938	18,905	17,871	16,837
Installation year	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Initial payment per household	15,803	14,769	13,735	12,702	11,668	10,634	9,600

出所 : 調査団による

表 3-19 BCS 設備導入後、毎月徴収される金額、バッテリー充電の際に各回で徴収される金額

(単位 : NgN)

Installation year	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013
Monthly tariff (1-5 year)	621	593	565	537	510	482	454
Battery charger tariff (1-20 year)	66	64	61	59	57	54	52
Installation year	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Monthly tariff (1-5 year)	426	398	370	342	314	287	259
Battery charger tariff (1-20 year)	50	47	45	43	40	38	36

出所 : 調査団による

## 2) SHS 事業

ジガワ州での SHS 事業の導入については、2011 年~2020 年の 10 年間で、4,000 世帯、毎年 400 世帯ずつ整備するペースで導入・電化するという想定である。(2010 年までは、SHS は導入しない計画)。ジガワ州は他の州に比べ、貧しい村落へのオフグリッド電化に、この SHS を設備するので、全期間を通じて、55W の SHS のみを整備する前提で考える。

表 3-20 ジガワ州で毎年必要となる SHS 事業への設備投資費用

(単位 : NgN)

Installation year	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013
Investment cost per system	144,000	137,538	131,077	124,615	118,154	111,692	105,231
Number of 55W SHS systems to be installed	0	0	0	0	300	300	300
Investment cost	0	0	0	0	35,446,154	33,507,692	31,569,231
Necessary subsidy for 50% initial cost	0	0	0	0	17,723,077	16,753,846	15,784,615
Installation year	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Investment cost per system	98,769	92,308	85,846	79,385	72,923	66,462	60,000
Number of 55W SHS systems to be installed	300	300	600	600	600	300	400
Investment cost	29,630,769	27,692,308	51,507,692	47,630,769	43,753,846	19,938,462	24,000,000
Necessary subsidy for 50% initial cost	14,815,385	13,846,154	25,753,846	17,861,538	10,938,462	2,492,308	0

出所 : 調査団による

55W SHS は、BCS と同様に遠隔地の裕福でない村落への展開に適しており、村落電化委員会によるコミュニティ主導の電化事業として実施する方が適している。上記の BCS 電化事業と同じく、村落電化委員会は、キャッシュフロー上、赤字が出ないような運営を行えばよい状況であり、プロジェクト・ライフの期間を通してキャッシュフロー上の赤字を出さずに運営する、マージナルな料金レベルを検討する。各世帯での初期投資の負担金額、毎月の徴収される金額) は以下の表 3-21 とおりである。

**表 3-21 55W SHS 設備導入に際して各世帯で当初キャッシュとして  
用意する必要のある金額、及び導入後、毎月徴収される金額**

(単位 : NgN)

Installation year	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Initial payment	28,800	27,508	26,215	24,923	23,631	22,338	21,046
Monthly tariff (1-5 year)	1,210	1,160	1,110	1,050	1,000	950	900
Monthly tariff (6-20year)	620	590	570	550	530	500	470
Installation year	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Initial payment	19,754	18,462	17,169	15,877	14,585	13,292	12,000
Monthly tariff (1-5 year)	850	800	750	700	650	600	550
Monthly tariff (6-20year)	450	420	400	370	350	320	290

出所 : 調査団による

### 3) SHS を利用者が個人ベースで購入

SHS を消費者が個人ベースで PV ディーラーから購入する台数が、2011-2020 年の 10 年間にシステムとして 400 台として想定されているが、これは、裕福な個人が任意に購入する場合であり、本検討の対象からは除外する。

### 4) 公共施設

公共施設の整備数は、非常に限られていることから、ここでは、検討対象からは除外する。

## 3.5.3 オンド州

### (1) 電力需要分析

オンド州の年間平均日射量は  $5.60\text{kWh}/\text{m}^2\text{-day}$  (全国平均では  $5.50\text{kWh}/\text{m}^2\text{-day}$ ) と高いものの、雨季となる 8 月には平均日射量が  $3.50\text{kWh}/\text{m}^2\text{-day}$  まで低下することから、ジガワ州など北部地域と比べて、太陽エネルギー利用の用途は限定される。また州内の家屋電化率は 72% と全国平均 (44%) と比べて非常に高く、既に 33/11kV 配電線は LGHQ や重要町村のみならず、主要幹線道路を中心に面的に拡大していることがわかる。

しかし、現状の 2 変電所 (Akure、Ondo) は既に過負荷運転となっており、オンド州電化局では Ikare Akoko もしくは Okitipupa と Ado-Ekiti の 2 箇所に 132/33kV 変電所を新設する計画である。33kV 配電線、配電用変圧器 (33/0.415kV) も老朽化が進んでおり、計画的な更新が望まれるところである。

また、オンド州は国内でも特に停電が頻発する地域のひとつであり村落社会経済調査結果によると、「ナ」国のグリッド電化村落では、停電時間の長さ、回数から需要家満足度が低く、PV によるオフグリッド地方電化の対象地域は相対的に大きくなる。

### (2) PV 電化モデルの提案

村落社会経済調査の結果によると、未電化村落におけるエネルギー支出額 (灯油、ディーゼル、乾電池支出の合計) の分布は平均 1,840 (NgN/月) と高くなっている。更に、PV 電化

は利用可能な電気製品の容量や使用時間が限定されるため、需要家の満足度を高めることができるハイスペックのPV電化モデルを提案する必要がある。また、既にグリッドが主要幹線道路を中心に面的に拡大していることから、未電化村落までのグリッド延長距離も短く、グリッド延長に要する kWh 当たりのライフサイクルコストは相対的に小さくなる。このため、PVシステムはグリッド電化が実現されるまでの暫定的な電化手法と捉え、近い将来にグリッド電化された場合にも容易に移設可能な、ミニグリッドシステムの導入を提案する。

### (3) オフグリッド電化目標値の設定

「ナ」国の国家エネルギー政策による 2020 年の家屋電化率が達成されると、オンド州全体では 125 万世帯 (2020 年の想定世帯数) × 99% (オンド州の 2020 年の電化率) = 124 (万世帯) への電力供給が必要となる。2006 年時点では、グリッド電化により約 68 (万世帯) に対して電力が供給されており、2020 年の目標値に到達するには、124-68=56 万世帯への供給 (グリッド+オフグリッド) が求められる。「ナ」国の地方電化政策、並びに再生可能エネルギーアクションプログラムによると、今後の新規接続需要家の約 1.8%を太陽光発電で賄うこととしているため、約 9,900 世帯に対してオフグリッドPV地方電化による供給が必要となる。この様にオンド州の場合には、電化率が既に 72%に達していることから、需要家増加率を小さく設定しても、今後導入が必要となる、オフグリッドPVシステムの計画数量は、ジガワ州より大きくなる。上記を踏まえ、2010 年及び 2020 年時点でオンド州に導入が想定される PVシステムはミニグリッドシステムとなる。ここでプロジェクトの実施機関としては、今後民間企業の参入を可能な限り進める REA の方針に沿い、民間 RESCO による導入が主体となることを想定している。オンド州で導入が想定されるミニグリッドシステムは、1 システムあたり 20 世帯とすると、2010 年までに 110 システム、2020 年までには 495 システムの導入となる。

### (4) 財務分析・経済評価

#### 1) ミニグリッド事業

オンド州でのミニグリッド電化による整備・導入については事業会社 (RESCO) としての展開を想定する。整備ペースは導入スケジュールに対応して、2007 年は会社設立準備などの年として、2008 年～2010 年の 3 年間で 2,200 世帯に 110 システム (20 世帯×110 システム) を整備・電化する (2008 年、30 システム、2009 年と 2010 年は、各年、約 40 システム)。2011～2020 年の 10 年間の期間において 395 システム、7,700 世帯 (20 世帯×385 システム)、前半 5 年間は、各年 38 システム、後半 5 年間は 39 システムのペースで導入・電化するものと想定する。

表 3-22 オンド州で毎年必要となるミニグリッド事業への設備投資費用

(単位:百万 NgN)

Installation year	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013
Price of mini-grid system	0	3.55	3.39	3.22	3.05	2.89	2.72
Number of mini-grid systems to be installed	0	30	40	40	38	38	38
Investment cost	0	107	135	129	116	110	103
Necessary subsidy for 50% initial cost	0	53	68	64	58	55	52
Installation year	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Price of mini-grid system	2.55	2.38	2.22	2.05	1.88	1.72	1.55
Number of mini-grid systems to be installed	38	38	39	39	39	39	39
Investment cost	97	91	86	80	73	67	60
Necessary subsidy for 50% initial cost	48	45	43	30	18	8	0

出所：調査団による

オンド州で、上記のミニグリッド電化の民間 RESCO の事業を行っていく会社を想定して、当該民間 RESCO の事業会社の財務内部収益率、財務内部純現在価値を算定する。結果は下表のとおりであり、財務内部収益率(FIRR)：17.9%、財務純現在価値(FINPV)：約 3.5 億ナイラである。

FIRR (Financial Internal Rate of Return)	17.9%
NPV (Net Present Value)	351,085,700 NgN

### 3.5.4 イモ州

#### (1) 電力需要分析

イモ州の年間平均日射量は 4.67kWh/m<sup>2</sup>-day (全国平均では 5.50kWh/m<sup>2</sup>-day) と低く、雨季となる 8 月には平均日射量が 3.73kWh/m<sup>2</sup>-dayまで低下することから、ジガワ州など北部地域と比べて、太陽エネルギー利用の用途は限定される。また州内の家屋電化率は 61%と全国平均(44%)と比べて高いこと、Pre-F/S対象村落においてグリッドからの平均距離が約 8kmと他州に比べて短いことから、既に 33/11kV配電線はLGHQや重要町村のみならず、主要幹線道路を中心に面的に拡大していることがわかる。しかし、イモ州においても他の南部地域と同様に、発電・送変電供給力が十分でないために、州内の全電力需要に供給できない状況である。同州では、抑圧需要を含めた最大需要電力は 120MWと想定されているが、供給可能な電力容量は 60MWに過ぎず、全電力需要の約 50%しか供給できていない。このため、132/33kV配電用変電所及び開閉所の新增設が計画されているが、需要家数、最大電力はそれぞれ平均年率 6.7%、5.9%で増加しており、早急な設備増強が必要である。

#### (2) PV 電化モデルの提案

村落社会経済調査の結果によると、未電化村落におけるエネルギー支出額(灯油、ディーゼル、乾電池支出の合計)の分布は平均 3,800 (NgN/月)であり、調査対象地域の中で最も大きくなっている。更に、携帯用の自家用発電機も約 10 人に一人が所有していることから、未電化村落の潜在的な電力需要は大きいと想定される。

上記より、イモ州においてもオンド州と同様に、毎月の料金支払いが高くとも、需要家の満足度を高めることができる PV 電化モデルを提案する必要がある。ただし、イモ州は FCT (71%) やオンド州 (72%) に比べて電化率が低く、短期的には SHS による個別の PV 電化モデルにより、グリッドからの距離が大きく需要規模の大きい村落から順次、民間 RESCO による導入を提案する。中長期的に PV システムの普及が進み、将来的に機器の量産効果や PV 業者のサービス網拡大が想定される 2010 年以降 2020 年までは、未電化村落までのグリッド延長距離も短くなり、グリッド延長に要する kWh 当たりのライフサイクルコストは相対的に小さくなる。このため、短期及び中長期の PV 電化モデルとして、近い将来にグリッド電化された場合にも容易に移設可能な、ミニグリッドシステムの導入を提案する。

以上をまとめると、短期及び中長期の PV 電化モデルとして、以下の通り提案する。

- ・ SHS (短期：～2010 年)
- ・ ミニグリッドシステム (中長期：2010 年～2020 年)

### (3) オフグリッド電化目標値の設定

「ナ」国の国家エネルギー政策による 2020 年の電化率全国平均 75%が達成されると、イモ州の電化率目標は 2020 年で 96%と設定される。従って州全体では  $139 \text{ (万世帯)} \times 0.96 = 133 \text{ (万世帯)}$  への電力供給が必要となる。2006 年時点では、グリッド電化により約 67 (万世帯) に対して電力が供給されており、2020 年の目標値に到達するには、 $133 - 67 = 66$  万世帯への供給 (グリッド+オフグリッド) が求められる。「ナ」国の地方電化政策、並びに再生可能エネルギーアクションプログラムによると、今後の新規接続需要家の約 1.8%を太陽光発電で賄うこととしているため、約 11,700 世帯に対してオフグリッド PV 地方電化による供給が必要となる。

上記を踏まえ、2010 年及び 2020 年時点でイモ州に導入が想定される PV システムを表 31 に示す。ここでプロジェクトの実施機関としては、今後民間企業の参入を可能な限り進める REA の方針に沿い、民間 RESCO による導入が主体となることを想定しているが、SHS については、PV 業者から富裕層需要家への直接販売による、セールスモデルでの市場浸透が予測されるため、SHS 導入量の 10%を直接販売による需要家増加分として想定している。

表 3-23 2010 年及び 2020 年時点でイモ州に導入が想定される PV システム

Year	～ 2010		～ 2020		
System	SHS		SHS		Mini Grid
Implementing organization	1.ESCO	Direct Sales	1.ESCO	Direct Sales	ESCO
	2.Community		2.Community		
No. of PV systems	2,340	260	2,340	260	455

出所:調査団による

### (4) 財務分析・経済評価

#### 1) ミニグリッド事業

イモ州においてもミニグリッド電化による整備・導入については、BCS や SHS のような村落ベースのコミュニティ参加型の事業でなく、事業会社 (RESCO) としての展開を想定する。

表 3-24 イモ州で毎年必要となるミニグリッド事業への設備投資費用

(単位:百万 NgN)

Installation year	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013
Price of mini-grid system	0	3.55	3.39	3.22	3.05	2.89	2.72
Number of mini-grid systems to be installed	0	0	0	0	45	45	45
Investment cost	0	0	0	0	137	130	122
Necessary subsidy for 50% initial cost	0	0	0	0	69	65	61
Installation year	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Price of mini-grid system	2.55	2.38	2.22	2.05	1.88	1.72	1.55
Number of mini-grid systems to be installed	45	45	46	46	46	46	46
Investment cost	115	107	102	94	87	79	71
Necessary subsidy for 50% initial cost	57	54	51	35	22	10	0

出所：調査団による

上記のイモ州の PV ミニグリッド電化事業をある民間 RESCO が実施していくとすると、2011年～2020年の10年間で455システム(1システム20世帯カバー)を整備していくと想定する。

当該民間 RESCO の事業会社の財務内部収益率、財務内部純現在価値を算定する。結果は下表のとおりであり、財務内部収益率(FIRR)：16.6%、財務純現在価値(FINPV)：約2.7億ナイラである。

FIRR (Financial Internal Rate of Return)	16.6%
NPV (Net Present Value)	268,517,917 NgN

## 2) SHS 事業

イモ州での SHS 事業の導入については、2007年～2010年の4年間で、2,340世帯を導入・電化するという想定である。イモ州はジガワ州とは異なり電化に対する要求水準も高く、ジガワ州のように電灯だけが灯せる55WのSHSのタイプだけでは満足できない層も含まれていると推察される。すなわちハイスペックのSHS電化がイモ州では適用されると想定する。3章の3.3で検討している300世帯の規模の村落向けで、3種類のタイプのSHS(55W(60%:180世帯)、110W(30%:90世帯)、165W(10%:30世帯))を導入するオフグリッド電化事業を適用する想定である。

表 3-25 イモ州で毎年必要となる SHS 事業への設備投資費用

(単位:NgN)

55W	Installation year	2,007	2,008	2,009	2,010
	Investment cost per system	144,000	137,538	131,077	124,615
	Number of 55W SHS systems to be installed	324	360	360	360
	Investment cost	46,656,000	49,513,846	47,187,692	44,861,538
	Necessary subsidy for 50% initial cost	23,328,000	24,756,923	23,593,846	22,430,769
110W	Installation year	2007	2008	2009	2010
	Investment cost per system	194,400	185,677	176,954	168,231
	Number of 110W SHS systems to be installed	162	180	180	180
	Investment cost	31,492,800	33,421,846	31,851,692	30,281,538
	Necessary subsidy for 50% initial cost	15,746,400	16,710,923	15,925,846	15,140,769
165W	Installation year	2007	2008	2009	2010
	Investment cost per system	324,000	309,462	294,923	280,385
	Number of 110W SHS systems to be installed	54	60	60	60
	Investment cost	17,496,000	18,567,692	17,695,385	16,823,077
	Necessary subsidy for 50% initial cost	8,748,000	9,283,846	8,847,692	8,411,538
Total investment cost		95,644,800	101,503,385	96,734,769	91,966,154
Total necessary subsidy		47,822,400	50,751,692	48,367,385	45,983,077

出所：調査団による

上記のマルチタイプの SHS 事業は、都市部から離れた立地条件であり、村落ごとに展開せざるを得ないので、村落電化委員会によるコミュニティ主導の電化事業として実施する。ジガワ州での BCS、SHS 電化事業と同じく、村落電化委員会は、キャッシュフロー上、プロジェクト・ライフの期間を通してキャッシュフロー上の赤字を出さずに運営する、マージナルな料金レベルを検討する。(各世帯での初期投資負担金額、毎月の徴収される金額)は表 3-26 のとおりである。

表 3-26 SHS 設備導入に際して各世帯で当初キャッシュとして用意する必要のある金額、及び導入後、毎月徴収される金額

(単位: NgN)

Installation year		2007	2008	2009	2010
55W	Initial payment per household	28,800	27,508	26,215	24,923
	Monthly tariff (1-5 year)	1,200	1,140	1,090	1,040
	Monthly tariff (6-20 year)	600	580	550	530
110W	Initial payment per household	38,880	37,135	35,391	33,646
	Monthly tariff (1-5 year)	1,620	1,539	1,472	1,404
	Monthly tariff (6-20 year)	810	783	743	716
165W	Initial payment per household	64,800	61,892	58,985	56,077
	Monthly tariff (1-5 year)	2,700	2,565	2,453	2,340
	Monthly tariff (6-20 year)	1,350	1,305	1,238	1,193

出所：調査団による

### 3) SHS を消費者が個人ベースで購入・導入

SHS を消費者が個人ベースで PV ディーラーから購入する台数が、2007-2010 年の 4 年間にシステムとして 260 台として想定されているが、これは、裕福な個人が任意に購入する個人的な購入活動の場合であり、本財務検討の対象とはしない。

### 3.5.5 FCT(アブジャ首都圏: Federal Capital Territory)

#### (1) 電力需要分析

FCTの年間平均日射量  $6.01\text{kWh}/\text{m}^2\text{-day}$  (全国平均では  $5.50\text{kWh}/\text{m}^2\text{-day}$ ) と高いものの、雨季となる 8 月には平均日射量が  $3.86\text{kWh}/\text{m}^2\text{-day}$  まで低下することから、ジガワ州など北部地域と比べて、太陽エネルギー利用の用途は限定される。また州内の家屋電化率は 71%と全国平均 (44%) と比べて非常に高く、既に 33/11kV配電線はLGHQや重要町村のみならず、主要幹線道路を中心に面的に拡大している。しかし 33kV配電線は放射状系統を構成しており、供給信頼度は低く配電線系統を再構成する必要がある。需要家数の増加率は年間 12~27%と高く、最大需要電力も 2005 年に 39%と高い伸び率を示しているが、年によりばらつきがある。これは、近隣州から首都圏への人口流入による需要家増加が原因と考えられる。

#### (2) PV 電化モデルの提案

村落社会経済調査の結果によると、未電化村落におけるエネルギー支出額 (灯油、ディーゼル、乾電池支出の合計) は平均 3,153 (NgN/月) と高くなっている。PV 電化は利用可能な電気製品の容量や使用時間が限定されるため、毎月の料金支払いが高くとも、需要家の満足度を高めることができるハイスペックのPV 電化モデルを提案する必要がある。また、未電化村落までのグリッド延長距離も短く、近い将来にグリッド電化された場合にも容易に移設可能な、ミニグリッドシステムの導入を提案する (オンド州と同じPV 電化モデル)。

#### (3) オフグリッド電化目標値の設定

「ナ」国の国家エネルギー政策により 2020 年に全国平均 75%の電化率が達成されると、FCT の電化率目標は 2020 年で 99%と設定される。FCT 全体では  $21$  (万世帯)  $\times 0.99 = 20$  (万世帯) への電力供給が 2020 年には必要となる。2006 年時点では、グリッド電化により約 11 (万世帯) に対して電力が供給されており、2020 年の目標値に到達するには、 $20-11=9$  万世帯への供給 (グリッド+オフグリッド) が求められる。「ナ」国の地方電化政策、並びに再生可能エネルギーアクションプログラムによると、今後の新規接続需要家の約 1.8%を太陽光発電で賄うこととしているため、約 1,700 世帯に対してオフグリッドPV 地方電化による供給が必要となる。

上記を踏まえ、2010 年及び 2020 年時点で FCT に導入が想定される PV システムはミニ・グリッドシステムであり、2010 年までに 20 ユニット、2020 年までに 85 ユニットが想定される。プロジェクトの実施機関としては、REA の方針に沿い、民間 RESCO による導入が主体となることを想定している。

#### (4) 財務分析・経済評価

##### 1) ミニグリッド事業

FCT でのミニグリッド電化による整備・導入については、民間事業会社 (RESCO) としての展開を想定する。FCT で毎年必要となるミニグリッド事業への設備投資費用を表 3-27 に示す。

表 3-27 FCT で毎年必要となるミニグリッド事業への設備投資費用

(単位: 百万 NgN)

Installation year	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013
Price of mini-grid system	0	3.55	3.39	3.22	3.05	2.89	2.72
Number of mini-grid systems to be installed	0	7	7	6	6	6	6
Investment cost	0	25	24	19	18	17	16
Necessary subsidy for 50% initial cost	0	12	12	10	9	9	8
Installation year	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Price of mini-grid system	2.55	2.38	2.22	2.05	1.88	1.72	1.55
Number of mini-grid systems to be installed	6	6	7	7	7	7	7
Investment cost	15	14	16	14	13	12	11
Necessary subsidy for 50% initial cost	8	7	8	5	3	2	0

出所：調査団による

FCT で電化事業を行う事業会社 (RESCO) の財務内部収益率、財務内部純現在価値を算定する。結果は下表のとおりである。財務内部収益率(FIRR)：17.5%、財務純現在価値(FINPV)：約 3.2 億ナイラである。

FIRR (Financial Internal Rate of Return)	17.5%
NPV (Net Present Value)	320,897,841 NgN

### 3.6 マスタープラン実施のための維持管理体制

本調査団は「ナ」国のジガワ州及びイモ州・オンド州、そして首都圏（FCT）を対象として、基礎調査の実施やPV地方電化計画に関わる情報収集やパイロットプロジェクト実施した。更にパイロットプロジェクト実施村落では村落電化委員会（Village Electrification Committee）を組織化し、その育成に取り組んできた。本章はこれらの活動を通して得た知見を基に、マスタープラン実施に向けた、地方の村落自治組織による電化事業における維持管理体制の問題点やその解決策、円滑な運営方法などの住民の組織化に係る手法を検討し取り纏めたものである。尚、本項はPV供給業者（RESCO）による電化事業については対象外としている。

#### 3.6.1 伝統的な村社会と開発組織

ナイジェリアの地方農村では、村長を中心とする長老グループに村の運営及び土地等に関する全ての権限を握られていることが多く、村民による民主的な決定が困難な場合も少なくない。従って長老グループの協力無しでは、村に新しい技術や設備を導入することは極めて困難である。また、教育レベルの低さや技術普及の遅れも、村に革新的な技術が浸透することを妨げていることが多く見られる。

また、ナイジェリアの農村社会でも、これまでさまざまな住民組織が設置されてきたが、住民独自の手で円滑に運営されている組織は残念ながら数少ない。援助機関の指導で設置された組織も、支援の終了とともに、組織が崩壊することがこれまでの状態である。

若者は一般に長老グループに比べてPVのような新技術の導入に対し前向きな姿勢を示す。したがって、開発を受け容れるための住民側の体制を整える際には、長老グループの協力を得ながら、若者を主体とする新たな組織の設置が望ましく、PV地方電化計画を実施するに当たっては、長老グループの考え方や、村の意思決定の方法などを確認し、開発に対する住民側の判断が迅速に行われ、かつ、村内対立を生じないよう進めて行く必要がある。

#### 3.6.2 参加型手法による維持管理組織の設立及び安定化

##### (1) 住民参加の原則

住民参加による地方農村のPV地方電化計画を策定・実施するにあたっては、現場でのファシリテーターとしての上部機関（州政府や地方政府）が、住民から自発的な意見が出せるような助言と雰囲気作りに徹すること重要である。村には排他的な「村社会」が存在し、カウンターパート機関も村人にとって当初は「見知らぬ人」であり、地域住民のメンタリティーを考慮して、住民のイニシアティブを尊重する姿勢が望まれる。またPV電化を実施するに当たり以下のことを基本原則とする。

- 住民ニーズとPV電化事業の目的を調和させる。
- 住民生活を尊重し、生活の中にPV電化事業を組み込んだ余裕のある計画を策定し、実施にあたっては柔軟な対応をする。
- 住民のイニシアティブを尊重し、PV電化事業を促進する。
- 未電化村落住民の負担能力を前もってきちんと調べておく。

生活の中に電化事業を組み込む具体的な事例は、実施計画の中に農事暦に基づいた祭りや儀式などの生活行事を組み入れ、その暦の中に住民が選択した事業コンポーネントを組み入れて、

電化実施スケジュールを作成することである。また、事業の実施にあたっては、自然条件（災害、天候不順等）や社会条件（政権交代、ストライキ等）の変化に合わせたスケジュールの変更など柔軟な対応が要求される。

## (2) 地域住民と上部機関の役割

地域住民、上部機関、援助機関は、それぞれ次のような責任と役割を担う。

### 1) 地域住民

- 地域住民は、事業を計画・実施する主役である。
- 地域住民は、事業実行の主体である村落電化委員会（Village Electrification Committee）を組織し、運営する。
- 地域住民は設置された設備を正しく使い、その運用実績を記録する。

地域住民は、事業計画を作成するに当たり、村の現状を把握すると共に、自らは何を担えるのか（負担できる頭金、月毎の支払い可能額、工事中の労働奉仕等）を検討する。また、事業の実施に当たって上部機関に期待すること（補助金、技術指導・援助等）を検討・整理・依頼する必要がある。つまり住民自身が実行の主体を担い、全ての過程で住民自身が積極的に行動することが不可欠である。

### 2) 上部機関（州／地方政府）

- 上部機関は、住民参加による事業を現地でファシリテートし、住民自らの力で事業を計画・実施出来るように支援し助言する立場にある。
- 上部機関は、住民参加による PV 電化事業をファシリテーターとして立ち上げ、コーディネートする役割も担う。
- 従って地域住民に事業主体である村落電化委員会（Village Electrification Committee）を組織し、運営することを指導する。
- 上部機関は建設完了後も電化事業のモニタリングを定期的につけ、必要な助言と援助を村落電化委員会に行う。
- 上部機関だけでは解決できない問題が起きたときには、更に連邦政府へ問題を持ち上げ、指導・協力・援助を依頼する。

上部機関は、事業計画作成の会議などで、住民に意見を強要し、自らの意見を押し付けるような提案をしてはならない。「地域のことは、地域の住民が一番良く知っている」ことを念頭において、参加者の動機を高め、住民間の公平な意見交換を活性化させる役割に徹する必要がある。

## (3) 村落電化委員会(Village Electrification Committee)の組織化

PV 電化事業のファシリテーターである上部機関の指導・協力に基づいて、地域住民は以下の点に留意して村落電化委員会を組織する。

- 委員会は、原則として一行政村に一委員会を組織する。
- 委員会には、委員長、副委員長、書記、会計、連絡係（Vocal）等を置く。
- 委員会の監視のもとに、プロジェクト維持管理スタッフを雇用する。
- 委員会の組織構成は、出来るだけシンプルなものとする。

- 会計を通じて維持管理費用を需要家から徴収し、銀行口座に保管・管理する。
- 更に、組織された村落電化委員会は以下の点に留意して運用される。
- 委員会は最高意思決定機関であるから、委員会委員の選任に当たっては、全ての集落から委員が選出されているのが望ましい。
- 委員会は、住民と外部組織（連邦政府を含む上部機関、援助機関、NGO、関係官庁、民間企業）とを結ぶ重要なパイプ役でもある。
- 委員長は、住民の総意で選出する。その選出方法は、選挙、互選など住民の提案で決定する。
- 委員会は、行政との連携を図る。
- その他委員会の組織化には、その地域の社会的慣習を尊重する。

#### (4) プロジェクト維持管理スタッフの役割

村落電化委員会によって選任されたプロジェクト維持管理スタッフ（テクニシャンや、警備員及び料金徴収係）は、原則としてPV電化された村落に常駐し、以下の業務を行う。

- 設置した太陽光発電システムの運転・維持管理データの記録と上部機関への報告。
- 機材の故障時及び寿命時における修理・交換。
- 機材の適切な使用方法の需要家教育と使用状況の監視。
- 需要家から維持管理費用の徴収。
- 徴収した料金の銀行口座での保管、適切な簿記方法での管理。

#### (5) 住民との契約

住民参加型のPV電化事業を実施する場合は、電化事業主体である村落電化委員会と需要家である村民の間で、機材賃貸契約書を取り交わす必要がある。その手順と内容は以下のとおりである。

- 契約書の原案は、上部機関や援助機関の助言・指導を仰いで作成する。
- 契約書は、住民に提示して合意を得た上で正式な書類とする。
- 契約書には住民が支払うべき頭金、月毎の支払額、機材の管理方法、故障時の連絡方法等住民の行うべき責任と義務、並びに故障時の修理、消耗品の交換、上部機関への報告等電化委員会の責任と義務を明記する。

#### (6) 現地技術講習会の実施

PV電化事業参加住民に機材の使用方法、維持管理方法、記録の記載方法等を指導するため、上部機関である州／地方政府は村落電化委員会と協力して、次の要領で講習会を開催する。講師は主として州／地方政府のPV電化担当者となるが、必要に応じて連邦政府（FMPS, FMST, REA, ECN）やエネルギー研究センターから講師を招くこともある。

上記講習会に用意・使用する教育用材料は以下に留意する必要がある。

- 技術講習会は、各事業別に現地技術説明会と現地実習に区別して実施する。
- 現地技術説明会では、模造紙にイラストと説明のポイントを書きこんだ解説図など視覚に訴える。
- 現地実習は、現地技術説明会で理解した技術を実際に試行することである。必ず技術説明会終了後に現地実習に移行する。

- 現地技術説明会で説明するポスターや配布資料は、分かり易い言葉で作成し、現地技術説明会終了後も住民などに保管させ、必要に応じて随時確認できるようにすること。また、不参加住民への普及にも利用すること。
- 現地技術説明会では、必ず質問を受け付け、十分な理解が得られてから、現地実習に移行すること。
- 現地実習でも、質問や疑問には逐次回答して進めること。
- 現地実習に必要な資機材で、住民に用意出来るものは、可能な限り用意させること。また、事前に用意する資材など住民に的確に連絡すること。

### 3.6.3 モニタリング

#### (1) モニタリング方法

PV システムを正しく使用し、末永く運用するためには、その使用状況を定期的にモニタリングする必要がある。以下調査団が Pilot Project の運転・保守記録を採る為に作成した様式を基に、モニタリング方法を述べる。尚、この様式は記録の一貫性とシステム利用者の文盲率等を考慮している。

- 1) SHS、BCS、公共施設の日々のエネルギー消費を記録する。
- 2) 運転保守記録は、電化委員会の保守員が対象者の家屋を毎日訪ねて記録用紙に記入する
- 3) 運転保守記録は上部機関（州政府又は地方政府の担当者）へ定期的に提出する。
- 4) 予備品と消耗品の在庫数をシステム利用期間中は毎月記録する。
- 5) もし調達に長時間掛かる予備品や消耗品に不足が予想される時は、早めに手配する。

#### (2) モニタリング結果の分析

上部機関（州政府又は地方政府）は村落電化委員会から提出された上記記録を基として、以下の分析を行い、必要な提言、指導を村落電化委員会の維持管理スタッフに行う。

- 1) 技術面
  - 負荷パターンの分析（最大電力、使用時間）
  - メンテナンス結果の分析（点検内容、故障機器、トラブルシューティング）
- 2) 組織運営面
  - 料金徴収
  - 資金管理

### 3.6.4 今後の維持管理体制

本調査団がパイロットプロジェクトのモニタリングを行った結果並びその解析を行った結果、本マスタープラン実施のために村落委員会が組織した村落電化委員会が今後維持管理を遂行して行く為には、以下の点に留意する必要がある。

- 1) 村落電化委員会の維持管理担当者は十分な技術を保有しているとは言えず、現地組織に対する適切なサポート体制を構築する必要がある。
- 2) 本来は「村落電化委員会への適切なサポート体制を構築」するのは上部機関である地方や州政府であるが、人材・技術レベル共に不足している。
- 3) 更に、地方や州政府は連邦政府レベルでの協力を仰ぐことが必要不可欠である。
- 4) その為には、主要な役割を果たす連邦政府（FMPS、FMST、ECN、REA）は州政府の能力強化

に加え、地方政府、更に村落電化委員会、現地住民の直接参加によるサービス、維持管理体制の強化が重要である。

- 5) 更に ECN 傘下のエネルギー研究センターの職員による PV 電化村への技術指導員の定期的な派遣を検討する必要がある（必要な派遣実費の手当ても含む）。
- 6) PV 機器価格が現状では非常に高く、PV 機器が普及し価格が下がるまで村民の大きな負担となるので、料金体系、料金徴収システムの検討にあたっては、電化対象村落の詳細な社会経済調査や周辺の電気料金を勘案して決定する必要がある。

### 3.7 太陽エネルギー利用啓蒙普及アクションプラン

#### 3.7.1 啓蒙普及活動の役割

啓蒙普及活動の役割とは、「ナ」国政府が太陽エネルギーの利用促進を図るため、短期的にはPV等の設置、メンテナンス等における問題回避、解決のため、長期的にはその普及のためのより良い環境を作るために、政府が太陽エネルギーの利用について宣伝したり、説明したり、啓発したりということになる。

その結果として、太陽エネルギー利用機器の普及拡大が価格低下へつながり、利用拡大を生むという好循環となることが期待される。これらを達成するためには、単に情報や知識のみでなく調整能力、判断能力、それらを活用する制度的、組織的、物理的環境の整備が必要である。太陽エネルギー利用の関係者がこれらを総合的に把握・理解し、その普及の実現を目指すために必要なものがキャパシティ・ディベロップメントであり、啓蒙普及活動は、主に情報の伝達を用いたキャパシティ・ディベロップメントの一部であると言える。

#### 3.7.2 啓蒙普及活動概説

啓蒙普及は主体、客体、主題のある活動であり、ここでは誰が何を誰に対してどうやるのかという点を一般的に考えてみる。

「誰」、主体と客体、啓蒙普及活動において役割を持つグループをステークホルダーとする。啓蒙普及活動におけるステークホルダーには、政府関係の啓蒙活動を行うグループ、ユーザー、企業等の啓蒙普及活動の対象となるグループに、NGO、メディア、教育研究機関等の多様なグループも加わる。啓蒙し、また啓蒙されるという場合もある。たとえば政府関係者は、まずは住民を、あるいは産業界を啓蒙する側の主役であるが、そのためには政府関係者の十分な準備が必要で、準備が不十分な場合は啓蒙される側にもなろう。また、政府の保健衛生、教育、農業、通信関係の担当者は、太陽エネルギー利用においては、ユーザー側の立場でもある。

次に「何」をとは、主題、啓蒙普及活動において発信する情報の内容、啓蒙普及する内容、である。それぞれのステークホルダーの役割、関心に見合う内容が発信される。各ステークホルダーに共通な点も有れば、あるステークホルダーにとって固有な点もあり、全体は非常に多岐にわたる。概念的にまとめると以下のようなになる。

- 啓発し、動機付ける点
- 理解の無い点、不足な点、間違っている点
- ステークホルダー固有の重要な点
- 印象的な興味を引く例

共通な点の1例として、間違った理解や期待を是正するため、また太陽エネルギー利用ということが肯定的、積極的に受け入れられるために、太陽光エネルギーとは何か、PVとは何かということは全てのステークホルダーによって最低限理解されねばならない。

更に、「どうやるか」、つまり方法と手順である。啓蒙普及活動は、情報の伝達を用いたキャパシティ・ディベロップメントの一部であり、従ってその方法は情報の伝達方法ということになる。具体的には様々な方法があるが、概念的には2つの方法、あるいは段階が考えられる。主題の存在をなるべく簡単メッセージとしてメディア等を使いなるべく多くの者へ発信することがまず1つ。次に主題の特定の内容を特定のターゲットに向かって発信することがもう1つ

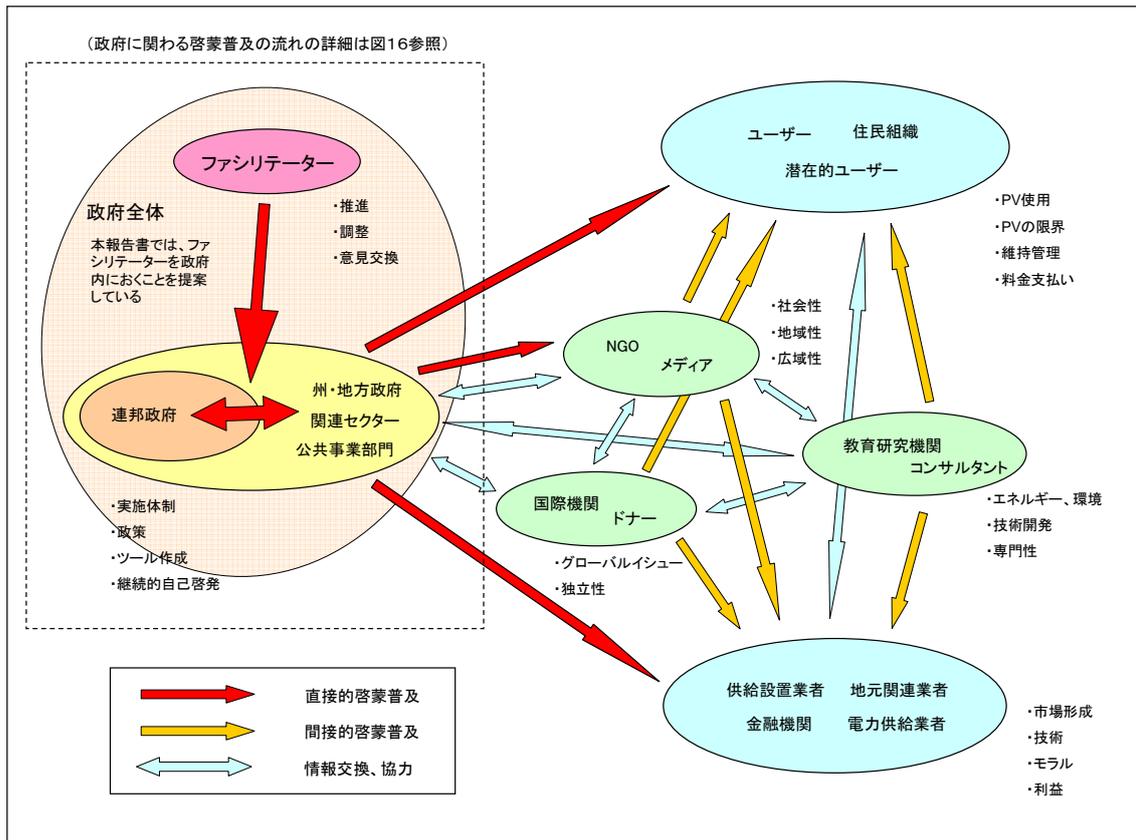
である。啓蒙対象と場合により最も効果的になるよう様々な方法、媒体を使い分ける必要がある。

以上の啓蒙普及活動の各構成要素、すなわちステークホルダー、内容、方法と手順に、いつやるかという時間的要素を加えたものが具体的なアクションとなる。本アクションプランは、以下のアクションを含む。

- 政府が啓蒙普及活動を行うための体制を作るアクション
- それ自体が啓蒙普及活動であるアクション
- 啓蒙普及活動の準備となるアクション
- 政府以外のステークホルダーによる啓蒙普及活動を促進するためのアクション

### 3.7.3 ステークホルダー(啓蒙普及活動の主体、客体、媒体等)

啓蒙普及に関連するステークホルダーとその概ねの関連は図 3-10 の通りである。図中において政府による直接的啓蒙普及と示された部分が、主に本マスタープランで扱う領域である。政府内での啓蒙啓発活動および政府が行う啓蒙普及活動の関連は後述の図 3-9 に示す。



出所：調査団による

図 3-9 啓蒙普及活動のステークホルダーとその関連

### 3.7.4 啓蒙普及を行うステークホルダー

本マスタープランの枠組みでは啓蒙普及活動を行うのは「ナ」国連邦政府である。アクションプランを考える上での政府内で啓蒙普及活動を発動、推進する機能上の母体となるステークホルダーをファシリテーターとする。これを太陽エネルギー利用啓蒙普及委員会などといって

も良い。啓蒙普及戦略を行動に移す際、ここから始まる。図 3-10 ではファシリテーターは左端に描かれているが、概念的には中心にいて、政府を通じて全てのステークホルダーに関わっている。現実的な案として、本調査のJWGを発展的に継承させた部門をファシリテーターとすることを提案する。組織上許されれば業界、金融界、NGO、教育研究機関、メディア等からのメンバーも参加すべきである。

ファシリテーターはまず政府内で、PV 利用地方電化の直接当事者である FMPS、FMST、REA、ECN 等の連邦政府機関、関連する保健衛生、教育、農業、通信等の連邦政府機関、また州政府、地方政府と連携し啓蒙普及活動実施のための体制を作る。その後は、ファシリテーターは政府内での自己啓発活動、啓蒙普及活動実施体制の維持拡大と、各実施主体ステークホルダーによる総合的継続的な啓蒙普及活動推進のためのステークホルダー間の情報交換の場として機能する。

政府以外に、教育研究機関、NGO、国際機関等も啓蒙普及を行う。彼らによる啓蒙普及活動を促進するための関係政府各省の取り組みをモニター、調整するのもファシリテーターである。

### 3.7.5 啓蒙普及の対象となるステークホルダー

#### (1) 政府関係

ここにはエネルギー部門、電力部門、政策部門、財政部門、教育、環境、ジェンダー等各関連セクター、州政府、地方政府、公共事業部門等が含まれる。政府は基本的に啓蒙普及活動の主体であるが、そのための準備として対象ともなる。関連セクターはユーザーとしての立場もある。政府が政府に対して行う啓蒙普及とは、自己啓発的なものとなる。政府は啓蒙普及する側であるという自覚が必要である。

政府関係者は、啓蒙する側であり、基本的に全ての点についての理解が必要である。太陽エネルギー利用を合理化する、ナイジェリアの電化の状況、世界の環境、エネルギー、貧困、ジェンダー等の諸問題を理解し、それらにどのように PV が応える事が出来るかを納得しなければならない。自ら納得しないことを他のものに納得させることは出来ない。

#### (2) ユーザー及び潜在的ユーザー

ユーザーとはすなわち、地方電化事業の実施により、電気により恩恵を受ける住民、住民組織、企業、公共機関、政府機関、等々である。一般的に太陽エネルギー利用によって恩恵を受けるものとするれば、既電化地域のユーザーも加わる。

ユーザーに対しては、太陽光エネルギー、PV についての基本的な理解に加え、失望を防ぐための PV の限界、日頃のメンテナンス、費用、支払いについての十分な啓蒙が必要である。

#### (3) 製品、サービス供給関係

地方電化の推進、実施にあたって製品製造、販売、サービス等を供給して利益を得る、民間の PV 機器製造・供給、設置、維持・管理会社、地方の電気工事店、村のテクニシャン、銀行等金融関係、民間の電力供給会社等である。彼等が企業活動（ビジネス）に励む動機は主に利潤の追求であり、啓蒙普及活動のみで彼らの行動の喚起は難しいが、総合的な政策の中で行えることは多く、ビジネスのアイディアを提供することも可能である。製品、サービスの質の重要性に関する企業モラルの醸成も重要な啓蒙ポイントである。

#### (4) その他

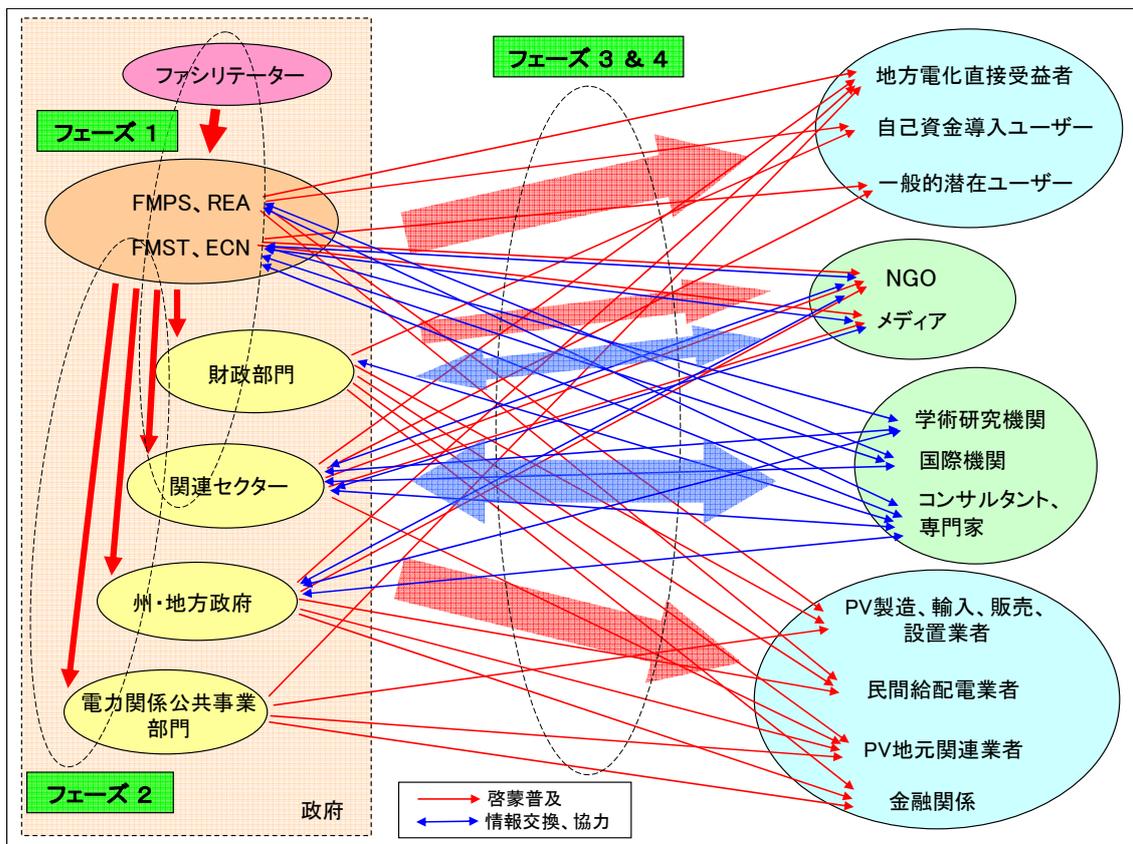
啓蒙普及の対象となるその他のステークホルダーとしては、NGO、メディア等がある。彼ら

に PV 利用普及の重要性を啓蒙することにより、触媒としてのより一層の啓蒙普及効果が期待できる。

啓蒙普及活動の対象として NGO は、自費購入ユーザー、地方政府に近いものがある。一般的には彼らに対してはより深い啓蒙活動が可能であろうと思われる。特に村落電化委員会の組織運営、PV システムの運用、維持管理に関する知識の理解とその普及活動については彼らの能力は重要である。テレビ、ラジオ、ISP、新聞、雑誌等のメディアは、主に啓蒙普及活動の手段、媒体である。政府の啓蒙普及活動の実施体はその実施方法に関する助言を行うことも出来る。

### 3.7.6 政府内及び政府に関わる直接啓蒙普及活動の関連

すでに述べたように、本マスタープランにおいて扱う啓蒙普及活動等の主体は政府である。その対象（客体）ステークホルダーは大別すれば、政府自身（自己啓発）、ユーザー、業者、その他（NGO、学術研究機関等）となるが、それぞれはさらに性格の異なるいくつかのサブグループに分類される。現在の電力セクター改革を踏まえつつ、地方電化プログラムは進行中であり、政府内の各ステークホルダーの役割は必ずしも明確ではないが、それらの主に関わるであろう政府による啓蒙普及活動及び情報交換活動の関連は大まかに言えば、以下の図 3-10 のようになる。政府をひとつの枠にくくれば、政府による啓蒙普及活動の流れは、5 本の太い矢印に集約される。これは前出の図 3-9 にも示されている通りである。



出所：調査団による

図 3-10 政府内及び政府による直接啓蒙普及活動の関連

### 3.7.7 啓蒙普及アクションプラン

啓蒙普及活動は図 3-11 に示すように 4 フェーズで実施すべきと考える。フェーズ 1 は連邦政府内での体制作りとトレーニング（3 ヶ月程度）で本マスタープラン提出後に開始される。フェーズ 2 は州政府、地方政府を巻き込んだ体制作りとトレーニング（6 ヶ月程度）でフェーズ 1 に続く。フェーズ 1 及び 2 は準備段階であり、実際の PV 地方電化が本格的に開始されるまでに終了するのが望ましい。

啓蒙普及活動が本格化するフェーズ 3 は長期間にわたり継続するので、フェーズ 3 に入った時点でさらに現実に即した具体的計画が策定されることとなるが、本アクションプランにおいても現時点で考えられるアクションを記述する。フェーズ 4 は実際の電化作業に関わる地域の住民、業者等に対する啓蒙普及活動であり、フェーズ 3 と並行し継続する。

実施主体	フェーズ 1 (約 3 ヶ月) 2007 年開始	フェーズ 2 (約 6 ヶ月)	フェーズ 3 (継続的活動)
ファシリテーター 連邦政府	ファシリテーターの形成 内部体制作り ツール作成 トレーニング		メディア等による一般的啓蒙普及 政府機関他セクターとの連携 州政府、地方政府の指導 PV 関連企業との情報交換 NGO、メディアとの情報交換 国際機関等との情報交換 自己啓発活動  → 継続

連邦政府による指導

実施主体	フェーズ 1	フェーズ 2 (約 6 ヶ月)	フェーズ 3 (継続的活動) 及び フェーズ 4 (REA による地方電化の実施に連動)
州政府 地方政府		内部体制作り ツール作成 トレーニング	住民への一般啓蒙普及 地元 PV 関連企業との一般情報交換 地元 NGO 等との情報交換 連邦政府との連携 自己啓発活動 電化実施のための啓蒙普及活動 (フェーズ 4) 地元 PV 関連企業との情報交換 (フェーズ 4)  → 継続

出所：調査団による

図 3-11 啓蒙普及活動のフェーズ分け

#### (1) フェーズ 1: 連邦政府体制作り

##### 1) ファシリテーターの立ち上げ

本調査の JWG を発展的に継承させた部門を REA 内に設けてファシリテーター (FMPS、FMST、REA、ECN 等からの委員からなる太陽エネルギー利用啓蒙普及委員会) とすることを提案し

た。この事がまず関係各省により正式に合意されねばならない。JWG はすでに存在しており、当面必要なものは会議等の場所である。その後、以降述べる一連のワークショップの外務リソースパーソンへの謝礼、交通費等の経費の負担が合意されなければならない。

2) ファシリテーター内ワークショップ

ファシリテーター（この段階では連邦政府レベル）結成の後、本調査マスタープランを用いて一連のファシリテーター内ワークショップを持つ。リソースパーソンの選定には、大学、コンサルタント等の助言を仰ぐ。ナイジェリア国内でも十分な人材が得られよう。本調査マスタープランがそのためのマニュアルとなる。

3) 政府内啓蒙普及活動ワークショップ

部内においての啓蒙普及活動への認識が充分深まった後、ファシリテーターがリソースパーソンとなり、保健衛生、教育、農業、財務、女性等の関連セクター、および、REA の支部担当官を招き、政府内ワークショップを持つ。このワークショップでは、本マスタープラン調査団の購入したデモ機材も活用することを提言する。

4) 政府内啓蒙普及活動ワークショップ用ツール作成

充分理解が深まった後、今後継続的に州政府、地方政府、関連セクターを含む政府関係を対象とした啓蒙普及ワークショップ等で使われるべきプレゼンテーション、マニュアル、資料等を作成する。

5) ユーザー及び業者向けツール作成

PV 電化のユーザー対象のセミナー向けのプレゼンテーション、資料、ユーザー向けマニュアル、要点をまとめたパンフレット、さらに要点を絞ったチラシを作成する。機材を供給する業者向けのパンフレット、チラシ、情報収集用質問表を作成する。これ等は後にフェーズ 2、3、4 で使用する。本調査団作成のマニュアル等が参考になろう。

**(2) フェーズ 2: 州政府、地方政府体制作り**

1) 州政府内啓蒙普及活動ワークショップ

フェーズ 1 で作成されたツールを用い、REA 各支部内で、州政府関連セクターの代表を集めフェーズ 1 同様のワークショップを持つ。ファシリテーターがリソースパーソンとなる。併せてデモ機材も活用し、支部内でソーラーパネル等があればそれも活用する。リソースパーソンの移動が車の場合はアブジャからデモ機材を持参しても良い。

2) 地方政府内啓蒙普及活動ワークショップ

いくつかの地方政府を選び、ファシリテーターがリソースパーソンとなり、州政府及び地方政府関係者内のワークショップを行う。

3) 地方向けツールの作成

州政府、地方政府内の理解が充分高まった段階で、フェーズ 1 で作成したユーザー用パンフレット、チラシの現地語版を作成する。言葉だけでなく図で説明している JICA のパンフレットが参考になろう。

4) 地方政府管轄地域内ユーザー向けセミナー

PV 電化の対象となる、あるいはその可能性の高い地域の住民向けセミナーを地方政府担当がリソースパーソンとなり行う。これは若い地方政府担当者のトレーニング的要素もある。

### (3) フェーズ 3-1: 連邦政府による継続的啓蒙普及アクション

#### 1) 継続的自己啓発、広報活動

ファシリテーターは補佐構成員を含め定期的に会合を持ち、継続的自己啓発、連邦政府と州政府間の意見交換に努める。FMST、FMPS 等による一般ユーザー、業者等政府外部を対象とした活動は、掲示板、ニュースレター、メディア、ウェブサイト等既存のあらゆる手段で外部に発信する。将来的には、太陽エネルギー専用ウェブサイトを立ち上げる。

#### 2) セクター間の連携

ファシリテーターは関連セクター間でも定期的に会合を持ち、継続的啓蒙に努め、意見交換を行う。太陽エネルギー利用に関する各セクターの活動もまた、既存のあらゆる手段で外部に発信する。フェーズ 1 で作成したデータベースをアップデートし、必要部分は政府外部に公表する。

#### 3) NGO、メディア、教育研究機関の連携、意見交換

ファシリテーターは NGO（女性、ユース、環境、等々）、メディア、教育研究機関を対象にワークショップを開催し意見交換の機会を作る。ここで得られた知見は以下の一連の啓蒙普及活動に役立てる。質問表による情報収集も行う。

#### 4) 一般ユーザー、業界向けのメディア利用の啓蒙活動

本調査団の作成した番組素材（ラッシュ）あるいは独自の取材を基に一般ユーザー、業界向けのテレビ広告番組の制作、また同様に一般ユーザー、業界向けのウェブサイト立ち上げのために、メディア、IT 関係者を集め説明会をアブジャおよびラゴスで開く。

業者の選定の後、さらに深い意見交換を行う。彼らのアイデアも募る。ウェブサイト完成後は広く一般に公開する。

#### 5) 質問表による民間 PV 関連情報収集

民間 PV 関連業者に質問表を記入してもらい情報収集に努める。得られた情報はデータベースに入れ、今後の活動に活用する。

#### 6) NGO、メディア、研究開発機関啓発のための啓蒙活動

各連邦政府広報活動、ウェブサイト、プロモーションビデオ、セミナー等を通じた継続的な啓蒙活動により、NGO、メディア、教育研究開発機関が太陽光利用普及に動き出す動機付けに努める。

#### 7) 有識者会議

過去のワークショップに招いたリソースパーソン等を集め、広く意見交換会を開催する。その際に出てきた啓蒙普及に関するアイデアを基に、広く一般人を対象にしたイベント等、種々の企画を実施する。また、機会があれば、たとえば世界環境の日等を選んだイベント、コンファレンス等を開催するのも良い。アブジャ及びラゴスを考慮する。

#### 8) 議会における啓蒙活動

関連政府高官は国会、その他の集会において、PV 関連政策についての啓蒙に務める。

#### 9) モニタリング

啓蒙普及活動は、各地、各セクターにおいて様々な企画やイベントの実施を通して進んでゆく。ファシリテーターはそれらを、PV の普及度、地方電化の進行度等と合わせモニターし、データベースをアップデートしてゆく。その結果は、「ナ」国の今後の啓蒙普及活動の

みならず電化計画策定のための貴重な資料となろう。

#### (4) フェーズ 3-2: 州、地方政府による継続的啓蒙普及アクション

##### 1) 州、地方政府による住民対象のセミナー

地方レベルの電化地域選定のある程度の青写真が出来た段階で、関連地域住民対象の一連のセミナーを実施する。青写真が出来ていない場合は、州都等で一般ユーザー向けのセミナーを実施する。

もしこの段階ですでに、電化地域、電化方法等の具体的案があれば、それに沿った形で更に具体的なアクションとなるし、業者も対象とした啓蒙普及アクションになる。これについてはフェーズ 4 となる。

##### 2) 州、地方政府による電化計画策定のための調査の利用

州、地方政府による電化計画策定のための現地調査の際、調査員はフェーズ 2 で作成したチラシ等を持参し、地域の有力者、有識者に配布することも地域住民への啓蒙普及活動の出発点となりうる。

##### 3) 州、地方政府による政府間、セクター間会議

ファシリテーター支部担当は定期的に政府間、セクター間との会合を持ち、継続的自己啓蒙、意見交換に努める必要がある。またこれらの活動経緯、活動結果は掲示板、ニュースレター等既存のメディアで発信する。

##### 4) 州、地方政府、各セクターによる PV 導入

ファシリテーター支部担当は州政府内、地方政府内、セクター間の会合において、地方事務所等で可能な小規模の PV 導入を積極的に説き、その導入を推進し、なるべく多くの人の目に PV を触れさせることが重要である。また機材の購入に当たっては、作成済みの業者用パンフレットを活用し入札説明会等で配布、説明等も行うのも普及活動のひとつとなる。

##### 5) 導入済み PV、パイロットプロジェクトの活用

州地方政府、関連セクターは導入済み PV の公開使用、それらを活用したデモンストレーションの実施、デモンストレーションセンターの設置、パイロットプロジェクトサイトへのツアー等を企画し、PV 機器の啓蒙に務める。

##### 6) 地域 NGO との連携、意見交換

地域に関連分野の NGO、住民組織がある場合は積極的に意見交換の場を設け、PV システムの啓蒙普及を図ることとする。

##### 7) 質問表による民間 PV 関連情報収集

地域の民間 PV 関連業者に質問表を記入してもらい情報収集に努める。得られた情報はデータベースに入れ、今後の活動に活用する。

##### 8) 議会における啓蒙活動

州、地方関連政府は州地方議会、その他の集会において、PV 関連政策についての啓蒙に務める。

##### 9) モニタリング

ファシリテーター同様、各啓蒙普及活動の継続的モニタリングを行い、その結果を次の活動に生かすように努める。モニタリング結果は逐次ファシリテーターに報告する。

#### (5) フェーズ4-1: 州、地方政府による PV 電化実施前の住民向けアクション

電化が実施される地域におけるユーザー、村落電化委員会等に対する電化実施を効果的、スムーズに行うための一連の啓蒙普及活動である。住民に対しては、これは単なる啓蒙普及だけの活動ではなく、実際の PV システムの運用のための住民参加による、住民意識の醸成、住民組織作りの導入的活動となる。

##### 1) 村落長老、有識者への説明

電化実施予定地域において、地域の社会・経済状況を考慮し、長老、有力者、有識者、もしあれば NGO、住民組織等を対象に PV システム利用に関する説明を行う。その際、作成済み現地語版ユーザー向けチラシ、パンフレットを利用する。

##### 2) 一般住民への説明

長老、有力者、有識者の参加の下、ガイダンス的な住民対象の説明会（住民会議）を持ち、現地語版ユーザー向けチラシ等を活用して PV システムの説明を行うと共に、住民からの意見、質問から住民の期待、理解の程度を把握し、住民の維持管理体制確立のために活用する。

#### (6) フェーズ4-2: 州、地方政府による PV 電化実施に伴う業者向けアクション

電化が実施される地域における業者、地元技術者等に対する電化実施を効果的、スムーズに行うための一連の啓蒙普及活動である。これ等は、前述のフェーズ 4-1 の住民向けアクションと並行する。

##### 1) 入札時における説明

機材購入に際し実施される入札時に、作成済みの業者向けパンフレットを配布説明し、業者の関係者に PV システムの啓蒙を図る。

##### 2) 納入、設置作業過程における業者の啓蒙

入札を通して選定され、実際に機材の納入、設置を行う業者に対して、パイロットプロジェクトの経験、教訓を充分活用し継続的な啓蒙を行う。

##### 3) 地元業者、テクニシヤンの啓蒙

設備のメンテナンス、修理等の任に当たる地元業者、テクニシヤン、村落電化委員会の担当に対して継続的な啓蒙を行う。

### 3.7.8 啓蒙普及活動におけるジェンダー

啓蒙普及活動実施においては、ジェンダー配慮はステークホルダー（主体、客体、媒体）、内容、方法の全てに関わってくる。啓蒙普及活動は人と人との交流に拠る場合が非常に多く、セミナー、パンフレット等の内容にジェンダーの視点を盛り込む事は重要であるが、実際の啓蒙普及の場に女性の存在を実現させることもまた重要であり、それぞれのアクション実施においてこの点を常に留意しなければならない。具体的には以下の様な点に留意する。

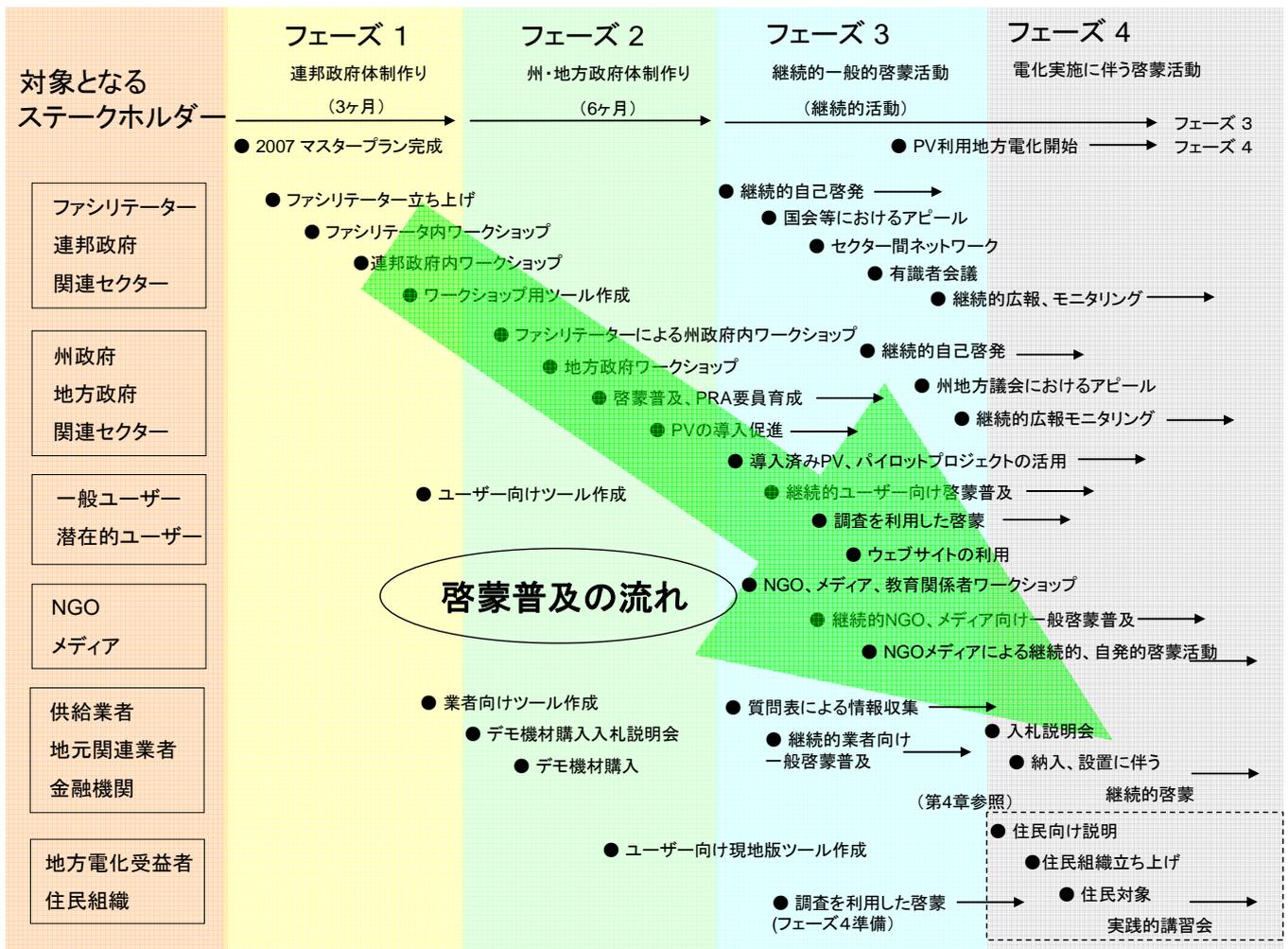
- 啓蒙普及活動の主体（政府）、特にファシリテーター内における女性の存在は必須である。関連セクター、州地方政府においても同様である。
- 啓蒙普及活動の客体（対象）におけるジェンダー配慮は、特定の対象に対する特定のアクションを考えると具体化する。たとえば、イスラム教徒の多い地域の住民対象のセミナーを考えた場合、女性は家の中におりセミナーへの参加が難しいかもしれない。そのため対処法として、セミナーの実施者を女性として、女性センター内あるいは村の

長老宅内などにセミナーを持ち込むことなどが考えられる。

- 啓蒙普及活動の媒体（手段、方法）におけるジェンダー配慮も同様に、特定のアクションを考えると具体化する。前述の女性による女性のためのセミナーはその例であるし、たとえばイベント会場におけるジェンダー、たとえばプリントメディアに現れるジェンダー等々、対象の地域性、社会性等とあわせジェンダーの啓蒙普及効果を考慮する。
- 啓蒙普及活動の内容におけるジェンダー配慮はすでに、5.4節ステークホルダーと5.5節啓蒙普及活動の内容において触れられている。関連セクター特に保健衛生分野、女性関連分野でPV 地方電化がもたらす女性への恩恵は、広く政府関係者及び人々に理解されねばならない。

### 3.7.9 アクション全体の概観

啓蒙普及活動のアクション全体の流れを図 3-12 に示す。地方電化に焦点を当てた場合は、啓蒙普及活動は時間経過に伴い、中央から地方へ、政府から民間へというのが本アクションプランの大体の方向性ではあるが、PV 普及環境の整備、PV 市場の拡大という点においては、啓蒙普及活動の多様性から、それぞれの地域、民間を含む各セクターにおける自発的な同時進行的啓蒙普及活動を誘起するファシリテーターの役割が重要である。



出所：調査団による

図 3-12 啓蒙普及活動

## 3.8 太陽エネルギー技術研究開発アクションプラン

### 3.8.1 太陽電池(PV)研究開発アクションプラン

#### (1) 太陽電池ユニットの研究開発の内容と手順

太陽電池の研究開発には、太陽光に関する基礎データの蓄積が必要不可欠である。従って両エネルギー研究センター（SERC、NCERD）の太陽電池ユニット共、基礎データ取得に必要な計測機器を購入・導入し、基本データの採取を実施すると同時に、研究開発計画に基づき、下記のような研究開発を順次開始する。

- ① PV システムの周辺機器であるコントローラとインバータの研究開発と試作を行う。
- ② 既存のPV モジュールを海外から購入し、自製したコントローラとインバータを使用して、SHS システムの組立てを実施し、技術的向上を図る。
- ③ PV 機器の検査規準を作成し、検査技術を高めて、機器製造や組立技術の向上を図る。
- ④ 民間企業にコントローラ、インバータの製造技術を移転する。
- ⑤ SHS システムの組立て技術と製造技術を民間企業へ移転する。併せてモジュールの輸入とSHS システムの組立て販売を推奨する。
- ⑥ 他の再生可能エネルギーと配電設備とのハイブリッドシステムの構成を研究開発し、実用化を図る。
- ⑦ SERC は、結晶系セルを海外から輸入して PV モジュールの製作、検査、評価に関わる研究開発を行う。
- ⑧ NCERD は、アモルファス太陽電池モジュールの製作、検査、評価に関わる研究開発を行う。
- ⑨ 太陽電池検査・認定機関の設立を図る。

上述した研究開発の流れを図 3-13 に示す

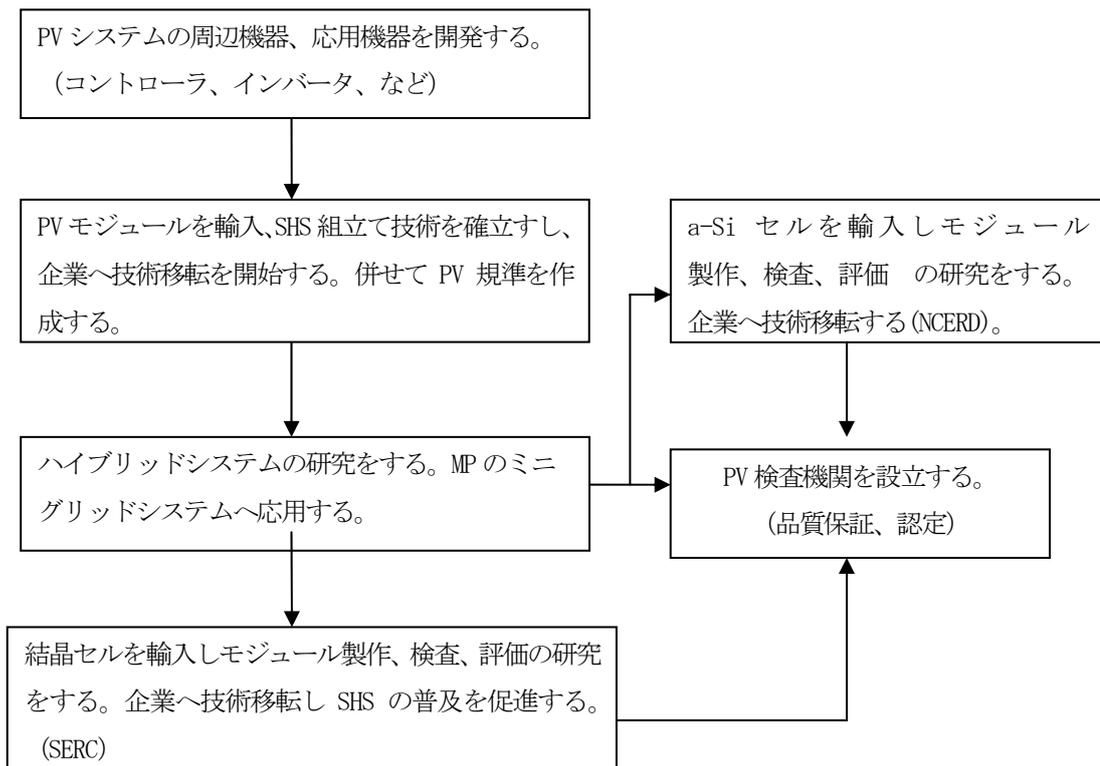


図 3-13 太陽電池ユニットの研究開発の流れ

## (2) 太陽電池ユニットの研究開発のスケジュール

本計画は、研究・開発期間を3年で区切り、1プロジェクトを3年間で完了するように作成した。又両研究センターで共通に研究するプロジェクトと、別々に研究・開発するプロジェクトに分類した。プロジェクトの研究内容を下記する。

### 1) 2007年—2009年

- ① 日射量計を使用し仰角と日射量の関係、年間日射量と発電量等のデータ取得と蓄積を行う。
- ② コントローラ、インバータの研究開発を実施する。

### 2) 2010年—2012年

- ① PVモジュールを輸入しSHSの組み立て研究開発を実施する。
- ② SHSシステムの検査・評価技術の研究開発を実施する。
- ③ 両研究センターが中心になり、「ナ」国のPVに関する規準を作成する。
- ④ PVと風力発電、マイクロ水力発電、ディーゼルなどとのハイブリッドシステムの開発研究をする。

### 3) 2013年—2015年

- ① SHSの検査・評価技術の研究を継続する。
- ② 2014年からモジュールの開発研究を開始する。
- ③ SERCは、シリコン結晶モジュールの研究開発を実施する。
- ④ NCERDは、アモルファスモジュールの研究開発を実施する。

- 4) 2016年—2020年
- ⑤ PVモジュールの組み立て研究開発を続行する。
  - ⑥ PVモジュールの検査・評価技術を研究開発する。
  - ⑦ モジュールの組み立て、検査、評価技術が開発できたら、民間企業へ技術を移転し、普及を図る。
- 5) 全体期間を通して
- ① 研究センターの研究者は、研究用計測器の取り扱いに関するマニュアル（取り扱い方法、使用後の整理方法、故障時対応、など）を作成する。
  - ② 研究者は、計測器などの管理責任者を決める。管理責任者は責任を持って、その計測器が、いつでも使用できるように管理する。計測器使用者ノートを作成する。
  - ③ 研究センターの研究者は、地方技術者のPV教育を実施する。
  - ④ 教育用のマニュアル(PVの原理、取り扱い方法、故障時の対応、修理方法など)を作成する。

図3-14に研究開発項目ごとのタイムフレームを示す。

年度	1期 (2007 - 2009)	2期 (2010 - 2012)	3期 (2013 - 2015)	4期 (2016- 2020)
研究センターの目標	周辺機器 研究開発	輸入モジュールでシステム構成	システム構築	民間企業にへ技術移転する。
太陽データ採取	日射量、仰角 	PV規準作成 		
コントローラインバータ	外国製品研究 	PVシステム検査評価	検査、評価、普及促進	
ハイブリッド(構内設備利用)		風力/PV 	水力・Diesel/PV	普及促進 
Siモジュール研究(ソコトSERC)			調査、実験 	研究開発
モルファス・モジュール研究(ヌスカNCERD)			調査、実験 	研究開発

出所：調査団による

図3-14 SERC、NCERD 太陽電池ユニットの開発スケジュール

### (3) 研究開発用機材調達計画

#### 1) 研究開発用資材調達計画

研究開発に必要とする資材の調達計画を表3-28に示す。この調達計画はSERC、NCERDそれぞれ別個の調達計画である。

**表 3-28 研究開発用資材購入計画**

研究開発	2007 - 2009 年			2010 - 2012 年			2013 - 2015 年			2016 - 2020 年		
	購入数	単価 (KN)	金額 (KN)									
コントローラ研究用	30	250	7,500	30	250	7,500						
インバータ研究用	30	300	9,000	30	300	9,000						
SHS (モジュール, バッテリー, コントローラ, ランプ 等を含む)			0	30	104	3,320	30	104	3,320	100	104	10,400
ハイブリッド機材 (コントローラ, インバータ等)			0	30	1,260	3,780	30	1,260,0	3,780	50	1,260,0	6,300
モジュール研究用材料			0			0	30	28	840	170	28	4,760
合計額 (KN)	16,500-			23,600-			7,940-			21,460-		
各年毎必要額 (KN)	5,500-/年			7,870-/年			2,650-/年			4,300-/年		

出所：調査団による

### 2) 研究開発用測定・計測機器調達計画

研究開発に必要なとする測定・計測機器の調達計画を表 3-29 に示す。この調達計画は SERC、NCERD それぞれ別個の調達計画である。

**表 3-29 研究開発用測定・計測機器購入計画**

研究開発	2007 - 2009 年			2010 - 2012 年			2013 - 2015 年			2016 - 2020 年		
	購入数	単価 (KN)	金額 (KN)									
I=V meter				1	900	900						
Laminator							1	8,000	8,000			
Solar simulator for Cell							1	14,800	14,800			
Solar simulator for Module							1	20,000	20,000			
I-V meter for cell							1	6,000	6,000			
Spectroscope							1	4,500	4,500			
I-V meter for Module							1	5,000	5,000			
Thunder shock tester							1	10,000	10,000			
Meteorological meter	1		5,000									
Other small meters	1 lot		13,000									
合計額 (KN)	18,000-			900-			68,300-					
各年毎必要額 (KN)	6,000-/年			300-/年			22,870-/年					

出所：調査団による

### 3) 施設建設・運転経費計画

研究開発に必要なとする施設建設及び運転経費計画を表 3-30 に示す。この調達計画は SERC、NCERD それぞれ別個の調達計画である。

**表 3-30 施設建設及び運転経費計画**

研究開発	2007 - 2009 年			2010 - 2012 年			2013 - 2015 年			2016 - 2020 年		
	購入数	単価 (KN)	金額 (KN)									
新設実験室(100 m <sup>2</sup> )				1	8,000	8,000						
家具備品 (動・工具を含む)	1 lot		4,000	1 lot		2,000	1 lot		1,000	1 lot		1,500
水道・光熱費	1 lot		1,500	1 lot		2,000	1 lot		2,500	1 lot		4,500
事務用品費・雑材料費	1 lot		1,400	1 lot		800	1 lot		1,300	1 lot		2,000
合計額(KN)	6,900-			12,800-			4,800-			8,000-		
各年毎必要額(KN)	2,300-/年			4,300-/年			1,600-/年			1,600-/年		

出所：調査団による

#### (4) 研究開発スタッフと人件費計画

##### 1) スタッフ増員計画

研究開発に関わるスタッフは、研究開発が進むにつれて研究員、助手とも増員が必要である。現在 SERC、NCERD に勤務する研究員の平均年齢は約 33 歳で、大学卒業約 10 年の研究センターに勤務の経験を有しており、助手は高校卒業か大卒の若手である。表 3-31 に各研究センター毎の人員計画を示す。

**表 3-31 スタッフ数と人件費の算定基準**

項 目	現 在	2007-2009 年	2010-2012 年	2013-2015 年	2016-2020 年
研究員数	3	4	5	7	10
増加研究員数		1	1	2	3
研究助手数	2	2	4	7	7
増加研究助手数		0	2	3	—
スタッフ合計(人)	5	6	9	14	17

出所：調査団による

##### 2) 人件費計画

「ナ」国では国の方針で研究所に勤務する研究者に対しては高給を支払っており、一般的な連邦政府の職員の給与と比較すると、約 2 倍の給与を支払われている。

表 3-31 に示す人員計画に基づいた、人件費計画を表 3-32 に示す。本アクションプランに基づいた研究所毎のスタッフ増員計画に基づいた人件費計画を示す。

**表 3-32 スタッフ数と人件費の計画**

項 目	人件費単価	2007-2009 年	2010-2012 年	2013-2015 年	2016-2020 年
研究員数	N 170,000-/月	4	5	7	10
研究員人件費計	(KN)	24,480	30,600	42,840	102,000
研究助手数	20,000-/月	2	4	7	7
研究助手人件費計	(KN)	1,440	2,820	5,040	8,400
人件費計	(KN)	25,920	33,480	47,880	110,400
年間人件費	(KN)	8,640	11,160	15,860	22,080

出所：調査団による

## (5) 研究開発資金計画

本アクションプランに基づいて、SERC、NCERD が研究開発を実施する時に必要となる、それぞれの太陽電池ユニットの研究開発資金計画を表3-33に示す。FMST と ECN は研究開発を進めるために、本資金計画に沿って SERC と NCERD の毎年の予算を確保する必要がある。

表 3-33 研究開発資金計画

(単位：N)

項目	2007 - 2009 年	2010 - 2012 年	2013 - 2015 年	2016 - 2020 年
研究開発用資機材費	16,500,000	23,600,000	7,940,000	21,460,000
測定・計測機器購入費	18,000,000	900,000	68,300,000	0
施設建設・運転経費	6,900,000	12,800,000	4,800,000	8,000,000
人件費	25,920,000	33,480,000	47,880,000	110,400,000
合計	67,320,000	70,780,000	128,920,000	139,860,000
年間経費合計(研究所毎)	22,440,000	23,600,000	42,980,000	27,980,000
年間経費合計 (SERC、NCERD の合計)	44,880,000	47,200,000	85,960,000	55,960,000

出所：調査団による

## (6) 太陽電池ユニットの人材育成

SERC、NCERD の太陽電池ユニットは、自立的な研究開発を実施し、研究目的を達成できる人材を育成しなければならない。両エネルギー研究センターは、イギリスの大学と提携して数年に1人の割合で、留学生を送り出して人材育成に努めているが、卒業した留学生が帰国しないという問題点もあり、この留学制度は現在のところエネルギー研究センターの人材育成に寄与しておらず、帰国しない留学生は「ナ」国人材育成の問題点である。

従って、両センターの今後の人材育成教育は、国内研修、OJT、OFF・JT (Off the Job Training)、留学、海外研修、国際機関の協力、南南協力による研修、アフリカ人造り拠点 (AICAD) などとの連携・協力を図る必要がある。

### ① 開発途上国のエネルギー研究所での研修

中国、インド、タイ等には優秀なエネルギー研究所があるが、下記に示すタイ国の太陽エネルギー研究所が、太陽エネルギーに関する研究経験も豊富である。タイ国は「ナ」国と日射条件もほぼ同一であり、環境も類似しているため、タイ国の太陽エネルギー研究所と連携して研究・開発を進めたり、更に国際会議等に参加し情報の入手に勤め、且つ論文発表が可能なまでの技術向上が図れば、「ナ」国エネルギー研究センターにとって開発成果も上がり意義深いものになる。タイ国の太陽エネルギー研究所を下記する。

#### \* AIT (Asian Institute of Technology)

AIT は、PV 関連機器の開発や標準化を周辺諸国と連携しながら進めている。かつ、周辺諸国の PV 技術者の教育も実施している。

#### \* SERT (School of Renewable Energy Technology)

SERT は、メコン川の沿岸諸国である、タイ、ベトナム、カンボジア、ラオス、中国雲南省のエネルギー研究所と連携し、太陽エネルギー、再生可能エネルギーの研究を実施してい

る。周辺国から多くの研究者が留学しており、毎年、再生エネルギー会議をこれら周辺国との間で開催している。同会議には南アジア、インド、パキスタン、ネパール、バングラディッシュをはじめ、日本のNEDO、GTZなども参加している。

\* KMUTT (Mongkut University of Technology)

再生可能エネルギーの研究開発や技術者の研修を実施している。

上記3大学は、周辺国と連携し、アジア地域での太陽エネルギー研究、利用、統一基準作成など中心的役割を担っており、日本のNEDOとの交流も実施している。

#### ② AICAD (African Institute for Capacity Development)アフリカ人造り拠点との連携

AICADは、JICAが東アフリカ3国(ケニア、タンザニア、ウガンダ)の国立大学、研究所、NGO、中小企業、住民組織などを対象とし、アフリカの研究開発、研修、情報管理の活動、人材育成などを目的とし、アフリカの他の地域との連携も実施している組織である。

本部は、ケニア国のジョモケニヤッタ農工大学にあり、再生可能エネルギー研究を重点項目の1つにしている。ケニアは、アジア、ヨーロッパ等よりも距離的にも近く、経済、文化、生活環境、自然環境なども似ているだけでなく、設立目的もアフリカ諸国の貧困削減と社会経済活動の活性化に貢献することであり、「ナ」国太陽エネルギー研究センターのAICADとの連携・協力は将来、西アフリカ諸国の再生エネルギー開発に必要不可欠である。

#### ③ 欧米ドナー、国連関係による研修

USAID、GTZ、SIDA、UNDP、GEFなど国連、欧米諸国のドナーも太陽エネルギーに関する研修を様々な方法で実施しており、アフリカ諸国のPVエンジニアを教育することにより、PVによる地方電化が円滑に実施されることを期待している。

また、「ナ」国の太陽エネルギー研究センターの上部機関であるFMST、ECN等は、上部機関としての研究センターの役割を認識し、エネルギー研究のあり方、研究体制、人材育成方法、資金調達等、研究機関の監督機関の要員として国連、欧米諸国のドナーの研修等を受講することが重要である。

#### ④ 日本への留学

「ナ」国のエネルギー研究センターの研究者は、日本での勉強を強く望んでおり、JICAのホームページから検索して、関係機関と接触している研究者もいる。外務省によると、同省の国費留学生制度により、毎年1-2名、ナイジェリアから留学生を受け入れているが、この留学制度の枠は現在のところ増加する可能性がないので、本制度による留学は極めて狭き門である。

### 3.8.2 太陽熱利用ユニットの研究計画

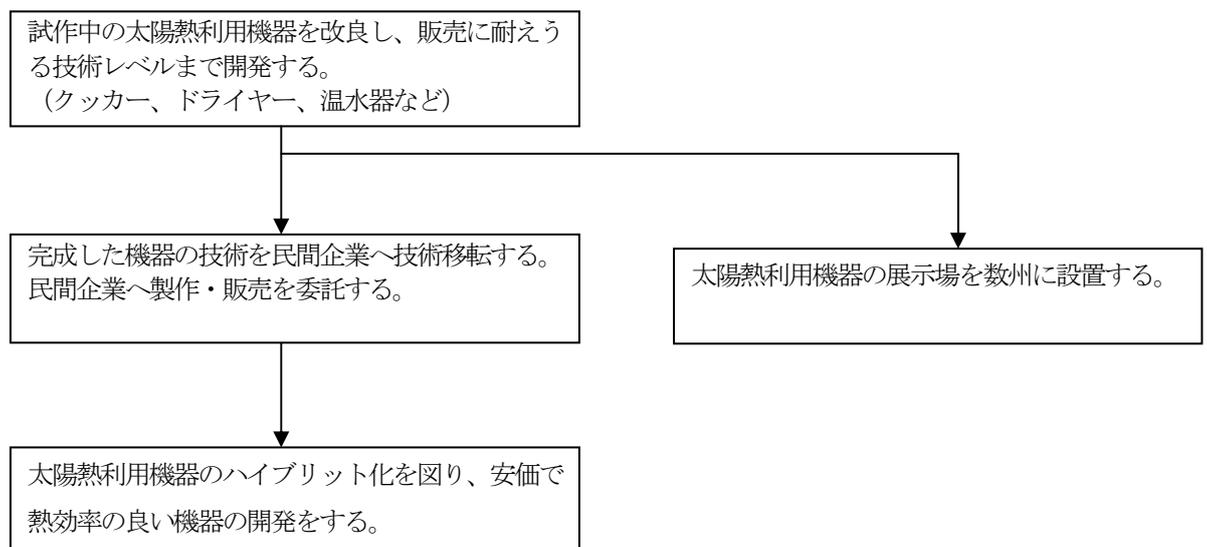
#### (1) 太陽熱利用ユニットの研究開発の具体的な内容と手順

当該ユニットの目的は、安価な太陽熱利用機器を開発して、住民の生活レベルの向上と、灌木伐採を削減し、併せて石油資源の消費を減少させることである。

太陽熱利用ユニットは太陽電池ユニットと同様に、太陽光に関する基礎データの蓄積が必要不可欠であり、SERCとNCERDの太陽熱利用ユニットは、導入した計測器を利用して基本データの採取をすると同時に、以下の研究開発を順次開始する必要がある。

- ① パラボリッククッカーの研究開発
- ② ドライヤーの研究開発
- ③ 温水器の研究開発
- ④ 蒸留水器の研究開発
- ⑤ インキュベータの研究開発
- ⑥ ブルーダーの研究開発
- ⑦ ハイブリット太陽熱機器の研究開発

上述した研究開発の流れを図 3-15 に示す



出所：調査団による

図 3-15 太陽熱利用ユニットの研究開発の流れ

## (2) 太陽熱利用ユニットの研究開発スケジュール

太陽熱利用ユニットは、各機器の研究開発を進めるに当たり、最終目的、開発時期、開発期間を定めて研究開発を進める。本計画は、研究・開発期間を3年で区切り、1プロジェクトを3年間単位で完了するように作成した。

図 3-16 に研究開発スケジュールを示す

年	2007-2009	2010-2012	2013-2015	2016-2020
クッカー パラボリック	研究開発	研究開発	研究開発・技術移転	
ドライヤー	改良研究	技術移転	研究開発・技術移転	
温水器	改良研究	技術移転	研究開発・技術移転	
蒸留水器		改良研究	研究開発・技術移転	
インキュベータ	改良研究	研究開発・技術移転	研究開発・技術移転	
ブルーダー	改良研究	研究開発・技術移転	研究開発・技術移転	
ハイブリッド機器			研究開発	研究開発、技術移転

出所：調査団による

図 3-16 太陽熱利用ユニットの研究開発の計画とスケジュール

### (3) 研究開発用機材調達計画

#### 1) 研究開発資機材費

太陽熱機器の研究開発に必要な資材の調達計画を表 3-34、表 3-35 に示す。2007 年から 2012 年まで実施する小型機器の研究開発を実施し、2012 年から 2020 年までは家内工業者や農家が使用できる中型、大型機器の研究開発を実施する。この調達計画は SERC、NCERD それぞれの調達計画である。

表 3-34 太陽熱ユニットの研究開発計画(1)

試作・製造機器	材料費単価 (N)	2007-2009 年		2010-2012 年		備 考
		数	金額 (N)	数	金額 (N)	
クッカー	30,000	15	450,000	45	1,350,000	小型パラボリック
ドライヤー	110,000	20	2,200,000	45	4,950,000	小型ドライヤー
温水器	95,000	30	2,850,000	45	4,275,000	小型温水器
蒸留水器	85,000	5	425,000	45	3,825,000	小型蒸留器
インキュベータ	130,000	30	3,900,000	45	5,850,000	700 卵用
ブルーダー	100,000	30	3,000,000	45	4,500,000	100 羽用
ハイブリッド機器	150,000	0		0		
合 計			12,825,000		24,750,000	
各年必要額 (N)			4,275,000		8,250,000	

出所：調査団による

**表 3-35 太陽熱ユニットの研究開発計画(2)**

試作・製造機器	材料単価 (N)	2013-2015年		2016-2020年		備 考
		数	開発費 (N)	数	開発費 (N)	
クッカー	40,000	30	1,200,000	50	2,000,000	中型パラボリック
ドライヤー	150,000	30	4,500,000	50	7,500,000	大型ドライヤー
温水器	150,000	30	4,500,000	50	7,500,000	中型温水器
蒸留水器	100,000	30	3,000,000	50	5,000,000	中型 (1 m3) 蒸留器
インキュベータ	180,000	30	5,400,000	50	9,000,000	1000 卵用
ブルーダー	400,000	30	1,200,000	50	20,000,000	7 m2
ハイブリッド機器	150,000	30	4,500,000	50	7,500,000	例：蒸留器と温水器
合 計			24,300,000		58,500,000	
各年必要額 (N)			8,100,000		11,700,000	

出所：調査団による

## 2) 研究開発用計測機器調達計画

太陽熱利用ユニットが研究開発を進めるために今後購入が必要な主な計測機器を表 3-36 に示す。この調達計画は SERC、NCERD それぞれの調達計画である。

**表 3-36 太陽熱研究用計測器**

計測器名	購入価額 (N)	2007-2009年		2010-2012年		2013-2015年		2016-2020年	
		購入数	金額 (KN)						
気象計	5,000,000	1	5,000					1	5,000
日射計	500,000	2	1,000					2	1,000
携帯日射計	300,000	3	900					3	900
分光計	3,500,000	1	3,500					1	3,500
記録計	700,000	3	2,100					3	2,100
データロガー	300,000	2	600					3	900
温度計各種			1,000						1,000
精密はかり	200,000	3	600					3	600
その他メータ			1,500						1,500
合計			16,200						16,500
各年必要額(N)			5,500						3,300

出所：調査団による

## (4) 施設建設・運転経費計画

太陽熱利用ユニットが研究開発を進めるのに必要な運転経費計画を表 3-37 に示す。この調達計画は SERC、NCERD それぞれの調達計画である。

表 3-37 研究室運転経費計画

研究開発	2007 - 2009 年			2010 - 2012 年			2013 - 2015 年			2016 - 2020 年		
	購入数	単価 (KN)	金額 (KN)									
購入資機材												
家具備品 (動・工具を含む)	1 lot		2,400	1 lot		2,200	1 lot		2,400	1 lot		6,000
水道・光熱費	1 lot		1,200	1 lot		2,000	1 lot		1,200	1 lot		1,500
事務用品費・雑材料費	1 lot		1,200	1 lot		1,100	1 lot		1,200	1 lot		2,000
合計額 (KN)	4,800			5,300			4,800-			9,500		
各年毎必要額 (KN)	1,600/年			2,300/年			1,600/年			1,900/年		

出所：調査団による

**(5) 太陽熱利用機器展示場開設・運転経費計画**

「ナ」国に太陽熱利用機器の啓蒙普及を図るため、6 地勢ゾーンへ太陽熱利用機器の展示場を開設する。開設する時期と運転経費計画を表 3-38 に示す。

表 3-38 展示場開設・運営経費計画

(単位 N)

	2007-2009 年	2010-2012 年	2013-2015 年	2015-2020 年
展示場設備費		21,600,000		
運営経費		11,520,000	17,280,000	28,800,000
合 計		33,120,000	17,280,000	28,800,000
各年毎必要経費 (N)		11,040,000	5,760,000	5,760,000

出所：調査団による

**(6) 研究開発スタッフの人員費計画**

研究センターのスタッフは研究開発の進展に伴い、随時増員する計画である。その計画を表 3-39 に示す。

表 3-39 研究スタッフ数と人員費

(単位 N)

項 目	平均給与 (N/月)	2007-2009 年	2010-2012 年	2013-2015 年	2016-2020 年
研究員数		4	5	5	6
増加研究員数		0	1	1	2
研究助手数		2	3	3	4
増加研究助手数		0	1	1	2
スタッフ合計 (人)		6	8	8	10
研究者人員費 (N)	170,000	24,480,000	30,600,000	30,600,000	61,200,000
研究助手人員費 (N)	20,000	1,440,000	2,160,000	2,160,000	4,800,000

出所：調査団による

### (7) 研究開発資金計画

本アクションプランに基づいて、SERC、NCERD が研究開発を実施する時に必要となる、それぞれの太陽熱利用ユニットの研究開発資金計画を表 3-40 に示す。FMST、ECN は、研究開発を進めるために、本資金計画に沿って SERC と NCERD の毎年の予算を確保する必要がある。

**表 3-40 研究開発資金計画**

(単位：N)

項 目	2007 - 2009 年	2010 - 2012 年	2013 - 2015 年	2016 - 2020 年
研究開発用資機材費	12,525,000	24,300,000	35,100,000	17,500,000
測定・計測機器購入費	16,200,000	0	0	16,500,000
施設建設・運転経費	4,800,000	5,300,000	4,800,000	9,500,000
展示場経費		33,120,000	17,280,000	28,800,000
人 件 費	25,920,000	32,760,000	32,760,000	66,000,000
合 計	59,445,000	95,489,000	89,940,000	138,300,000
年間経費合計(研究所毎)	19,815,000	31,829,700	29,980,000	27,660,000
年間経費合計 (SERC、NCERD の合計)	39,630,000	44,869,000	54,200,000	49,560,000

出所：調査団による

### (8) 太陽熱利用ユニットの人材育成

SERC と NCERD 両エネルギー研究センターは、自立的な研究開発を実施・継続し、研究目的を達成できる人材を育成せねばならない。人材育成に関しては、太陽電池ユニットの人材育成 (3.8.1 (6) 項) と同様である。

### 3.9 マスタープラン実施のための環境社会配慮

#### 3.9.1 マスタープラン実現に向けた留意点

本マスタープランを実施してゆく上で留意すべき環境社会配慮の問題点は以下のとおりである。

- ① 廃バッテリー処理
- ② 環境影響評価 (EIA) 申請
- ③ 社会環境面での留意事項

以下、留意すべき事項に付き示す。

##### (1) 廃バッテリー処理

「ナ」国においては、商業ベースでバッテリーのリサイクルシステムが確立しており収集業者を通じて集められた廃バッテリーは、国内のリサイクル施設または海外のリサイクル業者へ送られ再生されている (図 3-17)。また、3つのパイロットプロジェクト村落の近隣にそれぞれ位置するカノ、アクレ、オウエリの各都市で廃バッテリー収集業者の存在が確認されたことから、州都等の大都市では同様の収集業者が存在する可能性は高いと考えられる。したがって今後、村落での太陽光発電プロジェクトにより発生する廃バッテリーについては、それらの業者に処理を委託することが一般的な方法となろう。

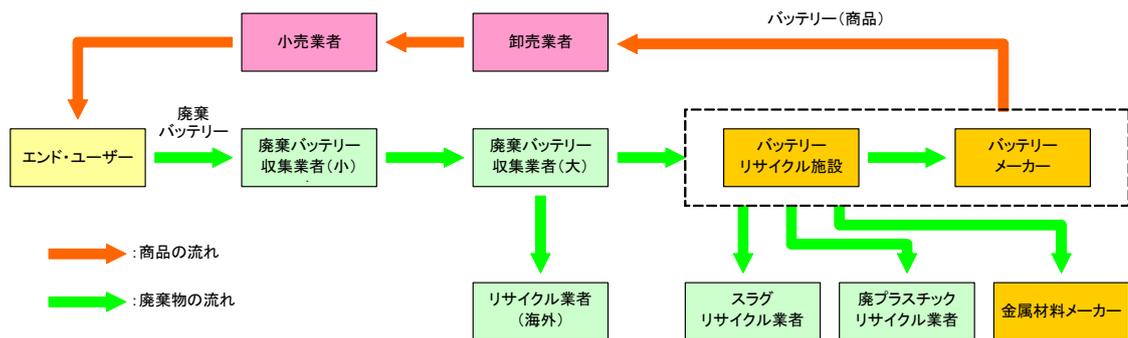


図 3-17 「ナ」国のバッテリー・リサイクルシステム

今後の太陽光発電においては村落の維持管理組織が設立された段階で、組織メンバーに廃バッテリー処理の重要性を周知すること、近隣のバッテリー収集業者の存在を確認する等処理方法を視野に入れておくこと等が必要となる。基本的には REA 地方支部並びに州政府の担当者が責任を持ってこれらを指導することが望まれる。

##### (2) EIA の実施申請

EIA はプロジェクトの実施主体が行うものであるため、州政府または地方政府庁が EIA の申請を行なう場合が多いと考えられる。しかし不慣れな場合には手続きを理解し書類を作成することが困難であると予想されるので、REA 本庁がその支部を通じて指導することが望まれる。

ただし根本的には、連邦環境省が再生可能エネルギーの開発事業全てを Environmental Impact Assessment Act No. 86 のカテゴリー 2 に組み入れ、原則的には部分的 EIA が必要という位置付けとしていること自体が適切とは考えられない。再生可能エネルギーの中でも例えば一定規模以下の太陽光発電については、環境管理計画の提出のみ義務付け、部分的 EIA は不要とする等へ制度を改

善していくことが望まれ、この点について連邦政府は今後環境庁と協議していく必要がある。これについて主導的役割を果たす機関としては REA または ECN が適切であろう。現行制度では申請時に申請料金が必要とされるので、これをどの機関が負担するかについても明確にしておく必要がある。

### (3) 社会環境面の留意点について

このほかに社会環境面では、合意形成、太陽光発電機器の設置世帯の選出等に留意が必要であるが、これらは維持管理組織の設立・維持の枠組みの中で考慮されるのが適切と考えられる。

なお、PV電化によって、環境的には、化石燃料消費によるCO<sub>2</sub>排出量を削減する効果がある。世銀の「ナ」国のプロジェクト「Rural Electrification and renewable Energy Development Project」においては、SHSにより1世帯あたり年間120kgのCO<sub>2</sub>排出量削減の効果とされており、この数字を適用して、この全国PV電化計画によるCO<sub>2</sub>削減の効果を推計すると、2007年～2020年の間に設置されるPV機器がそれぞれ耐用年数を20年持つとすると、2040年までに総計865,101トンのCO<sub>2</sub>の削減をもたらすと予想される。

### 3.10 ジェンダーと人間の安全保障

#### 3.10.1 ジェンダー

##### (1) 男女の役割分担

調査対象村落における男女の役割分担については、以下の表 3-41 のようにまとめることができる。いずれの州においても、男性が主な生計手段である農業（少数ながら漁業の場合もある）を主体的に行ない、女性はそれを補佐すると共に家事・育児と副業に従事するというのが基本的な形態と見られた。ジガワ州においては、女性は農場に出ることはなく、その仕事の全てが家庭内とその周囲に限られているということに特徴があり、これはイスラム教の影響によると考えられる。また女性の居場所は家庭とその近隣であることが原則であるためか、通常女性の仕事とされている水汲み、薪拾いを男性が行なう点も他地域と異なる。なお薪拾いは特に女性には過酷な力仕事であるが、調査団が数か村で聞き取りをした結果からによると、薪拾いは家事労働の一部であるので当然女性の仕事であると男女共に捉えていた。

表 3-41 村落における男女の役割分担

州	主な民族	男性の仕事	女性の仕事
ジガワ*	ハウサ(Hausa)	農作業、水汲み、薪拾い、市場での農産物販売	家事と育児、農産物加工、縫製、スナック類製造、小規模商店経営、編物(マット、帽子等)
オンド	ヨルバ(Yoruba)	農作業、家畜飼育、薪拾い(少数の村落のみ)、漁業(川沿いの村落のみ)	家事と育児、水汲み、薪拾い、農作業、小規模商店経営、農産物販売
イモ	イボ(Igbo)	農作業	家事と育児、水汲み、薪拾い、農作業、農産物販売
FCT	コロ(Koro)、グバギ(Gbagyi)、グワリ(Gwari)、バサ(Basa)等	農作業	家事と育児、水汲み、薪拾い、農産物加工、農作業(収穫)

出所：村落社会経済調査の結果より作成

\*ジガワ州でもカヌリ族(Kanuri)の村では、女性は家事・育児のほか、農作業、水汲み、薪拾い、物品販売(以上はKandi1村、Jarmari村にて)、自分自身の畑の所有、村落活動への参加(以上はMarigadu村にて)等を行っており、ハウサ族の村とは女性の行動範囲が異なっている。またハウサ族が80%を占める村でも農作業、物品販売などにも従事したり、女性組織が落花生の搾油機を所有して女性が共同で搾油を行ったりしている例があった(Galadi村)。

##### (2) パイロットプロジェクト村落における電化のメリット

本マスタープラン作成の一環として、3州の各1村落において太陽光発電のパイロットプロジェクトが実施された。各家庭に設置されたのは55Wの最も小さい型であるので、電気の使用可能時間は、1日当たり蛍光灯が2灯 x 4時間、ラジオが1台 x 2時間に限られるが、利用した世帯は格段に明るさが増した蛍光灯によるメリットがあると述べている。女性からは以下の事項等が挙げられた。

- 夜、副業のミシンかけ、編物等が楽にできる。
- ベッドの準備が楽にできる。
- 子供に食事を与えることが楽にできる。
- 夜でも料理ができる。
- 家族や近隣の人と会話を楽しむ時間が増えた。
- 来客をもてなすことができる。

### (3) 他事例にみる太陽光発電のメリット

ジガワ州ではUSAID とジガワ州政府の資金援助を受け実施された SELF Project の事後評価報告書ではジェンダーに関して以下表 3-42 に示された報告がされている。

**表 3-42 SELF プロジェクトにおける太陽光発電のメリット**

電化対象	男女両者への（または男女の特定不可の）メリット	女性へのメリット
街路灯(12基)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・村の入り口が明るくなったことにより、外部からの侵入者とのトラブルがなくなった。</li> <li>・夜の集会の開催が容易になった。</li> <li>・共同水栓付近が明るくなったことで、水を得るのが容易になった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・夜、街路灯の下での料理販売というビジネスを始めることができた。</li> </ul>
クリニック（電灯・ワクチン保存用冷蔵庫）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・医師は夜多くの患者を診ることができ、医療行為も容易、安全となった。</li> <li>・ワクチンが長期に安全に保存できるようになった。</li> </ul>	
学校（電灯）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・夜間に、成人学級を開設すると共に、子供の自習にも使えるようにした。</li> </ul>	
ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・手作業に比べ作業が楽になると共に、列を作って順番を待つ必要もなくなった。</li> <li>・以前より深い井戸からの汲み上げが可能となり水質が改善された。</li> </ul>	
モスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>・夜の使用機会が増えた。</li> </ul>	
床屋、仕立て屋等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・店内を電化して新しいビジネスを始めた人がいる。</li> </ul>	
家庭（SHS）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家でのビジネス（ミシン掛け等）がはかどるようになった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・砂糖を小さな袋に小分けする仕事をしている女性の作業効率が3倍になった。</li> </ul>
搾油機の導入		<ul style="list-style-type: none"> <li>・落花生搾油機の導入で、女性の仕事が楽になり時間も短縮された。</li> </ul>

出所：Solar Electric Light Fund (SELF) ‘Final Report- Village Electrification Project in Jigawa State’ より調査団が作成

### (4) 女性のエンパワーメントへの寄与の可能性

エンパワーメントとは、女性が個人としてあるいは社会集団として意思決定過程に参画し、自律的な力をつけることである。ジェンダーの主要課題として JICA は貧困、経済活動、教育、健康、環境、平和構築、グッド・ガバナンス、人権、情報の9つの課題を挙げている（JICA「課題別指針ジェンダー主流化・WID」）。これらに関連するプロジェクトを実施する際に、電化を組み合わせることで、以下に示すような女性のエンパワーメント達成度向上が期待される。

#### 1) 経済活動

##### ① 労働環境の改善

- 部屋が明るくことで家事を容易にし、効率を上げ、女性の家事負担を軽減できることから、電灯を設置する。
- 女性の労働負担を軽減するような基礎的インフラ（ポンプ、脱穀機等）を整備する。
- 女性の薪拾いの労働負担を軽減するように、太陽光調理器を設置する（結果的に薪炭材取得による森林劣化の防止につながる可能性もある）。

② 女性は小規模な商店経営、農産物販売、手工芸品販売等の商業活動を行なっている場合が多いが、女性の携帯電話利用が増加することにより、事業拡張、新商品開発等のための有用な情報を得ることが可能となる。

③ 太陽光発電による搾油機、太陽熱乾燥器等の利用によって、女性による食品加工を振興が

可能となる。

## 2) 教育

- ① 通常夜間に開催される女性のための識字教育、職業訓練など、非公式な教育が行なわれる場合、教室内の電灯により学習が効率的に行なえる。また街路灯により夜道を安全に歩ける。
- ② 全国で約 500 ヶ所以上ある女性センター運営の問題点として、施設・機材の不備、教官の不足、予算不足、人々のジェンダー問題への無理解等が挙げられている。女性センターの電化により電灯や扇風機が利用可能となることは、施設の不備の問題点のひとつを解決することになる。

## 3) 保健・医療

- ① 村落のクリニックに電灯を設置することで、保健・医療サービス、出産が現状よりも適切に行われる。
- ② 現在医師や看護師が常駐していない地方のクリニックでも、電灯やワクチン保存用冷蔵庫の設置により労働条件を改善することで、医師や看護師の常駐を可能にする。
- ③ 農村地域では現在ほとんどの家庭で光源として灯油ランプが（イモ州ではパーム油ランプも）使用されているが、これは目や呼吸器系に悪影響があると言われている。女性は在宅の時間が男性より長い場合が多いので、その影響を受け易い。ランプを電灯に替えることでこのような弊害を防止することができる。

## 4) 情報

- ① 電化によりラジオ、テレビの利用機会が増加し、番組の中で女性支援運動や、国内外のジェンダー事情を知ることにより、男女双方のジェンダー意識の向上が見込まれる。
- ② 電化によりコンピュータ等の機器設置と利用者のための講習というハード、ソフト両面の整備が行われれば、女性がインターネットを日常的に利用できるようになる可能性がある。

## (5) 提言

### 1) 実際的ニーズから戦略的ニーズへ

ジェンダーという視点からの開発計画策定に大切なことは、女性の2種類のニーズを区別することである。1つ目の実際的ニーズは水、医療、雇用のような生活上の不足に関わるニーズである。他方の戦略的ニーズは、男女の既存の役割分担や、女性を従属的立場に追いやり、ジェンダー格差を生み出している既存の社会・政治・経済の構造を変えていくためのニーズである。しかし女性自身が差別されていることを気付かないため、女性が戦略的ニーズを意識するにはある程度の期間を要する。その観点から見ると実際的ニーズと戦略的ニーズは全く別のものでなく、むしろ連続していると捉えられるべきである。実際的な女性のニーズについて話をするのが、ジェンダーの不平等に気付く始点であり、そこから戦略的ニーズも創造されていくと考えられる。

### 2) 国レベルの取り組みへ

ジェンダー問題の解決のためには国レベルの取り組みが必要であり、「ナ」国では女性省がその取り組みの中核となることが適切であろう。女性省も、夜間に行なわれる女性識字教室の電化、そこへ至る道路への街路灯の設置、女性による家庭内小工業の電化等に関心を示している。地方電化庁（REA）と女性省が連携してそれらの実現を図ってゆくこと、更に長期的には、エネルギー関連の全省庁でエネルギー政策に関与する女性の参加を増やすこと、ジェンダー配慮のできる

男性を増やすことも必要であろう。

### 3) コミュニティレベルでの取組み

自らの生活に影響を与えるプロジェクトの計画や実施段階において、男性と女性が同等に意思決定プロセスに参加できるよう配慮を行う。例えば、村落でPVの維持管理組織形成の際には女性メンバーを加え、さらに維持管理のための訓練では女性も対象とする。これには2つの利点が期待できる。1点目は女性の意識を向上させるということであり、2点目は、例えばクリニックの電化にあたって、実際にクリニックへ子供を連れていくことが多い女性は、そこへ至る道路の街路灯設置の必要性にも気付くであろう。

利用者の視点に立った計画作りという点からも、生活者としての女性の視点を加えることは計画の質の向上に有意義である。

## 3.10.2 人間の安全保障

### (1) 人間の安全保障とは

日本政府は、2003年8月に定めた新ODA大綱で、この「人間の安全保障」の概念を取り入れたODAの実施を謳っている。2005年2月に策定された新しいODA中期政策では、「人間の安全保障」を「ひとりひとりの人間を中心に据えて、脅威にさらされ得る、あるいは現に脅威の下にある個人及び地域社会の保護と能力強化を通じ、各人が尊厳ある生命を全うできるような社会づくりを目指す考え方である」と定義し「開発支援全体にわたってふまえるべき視点」として位置づけた。

人々の脅威について、同政策では、紛争、テロ、犯罪、人権侵害、難民の発生、感染症の蔓延、環境破壊、経済危機、災害といった「恐怖」や、貧困、飢餓、教育・保健医療サービスの欠如などの「欠乏」を挙げている。これらをふまえた上で「人間の安全保障」の考えとは、人々が安心して生活できるような社会づくりを行うための枠組みと言えよう。

### (2) 地方電化と人間の安全保障

太陽光発電による裨益は、レベル別・分野別に以下表3-43に示すよう捉える事が出来るが、これらはいずれも「人間の安全保障」の具体例であると考えられる

**表 3-43 レベル別・分野別の太陽光発電による裨益**

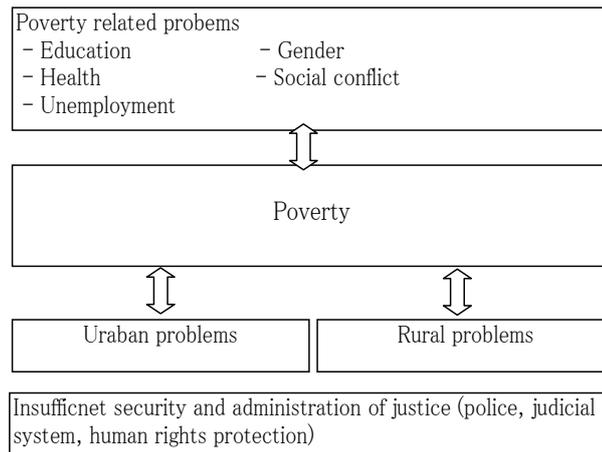
	健康、安全、環境	教育、通信、情報	生計、経済
個人・世帯レベル	従来の灯油ランプを電灯に代替させることにより、煤を出さないことによる室内環境の改善、火傷や火災の防止に役立つ。	家庭において、夜間の学習、ラジオによる情報取得等が可能となる。	収入増加が見込まれる（商店の営業時間延長、夜間の生計向上活動等）。
地域社会レベル	公共施設の照明、医療施設でのワクチン等の冷蔵保存等による医療・保健の向上等、BHN 充足や生活の質向上が見込まれ、都市の発展から取り残されつつある地方を対象とした社会開発の手段の一つとして位置付けることができる。	夜間成人教育の充実により教育レベルの向上が期待される。	農産物加工（精米、ナッツ類の乾燥等）による付加価値等により地域経済の活性化を図ることが期待される。
国レベル	化石燃料は枯渇、価格暴騰、政治的な理由による入手困難等の可能性があり、水力発電は今後の気候変動により降雨減少による発電量低下もありえる。一方、太陽光というエネルギーは無償であり無限である。危機管理の一環としての電源の多様化という意味も有する。	ラジオ、テレビの使用拡大により地方における情報格差拡大の解消が期待できる。	農業セクターの問題点の1つとして農村から都市への人口移動がある（出所：NEEDS）。移動の目的としては仕事探し、収入向上の希求等がありうるが、電化による農村の生活の質向上、雇用機会の増大が、人口移動の歯止めの1つとして寄与できる可能性がある。
地球レベル	エネルギー消費に伴う二酸化炭素の排出量削減は、電力分野での途上国支援において重要な課題である。発電に伴う二酸化炭素の排出を低減できる太陽光発電の推進は、人類全体という広い視野から見た安全保障である <sup>1)</sup> 。		

<sup>1)</sup>太陽電池、石油火力発電それぞれによるCO<sub>2</sub>排出量は以下のように算出されている（出所：太陽光発電協会ホームページ）  
 太陽電池のCO<sub>2</sub>排出量：約 20g/kWh  
 石油火力発電のCO<sub>2</sub>排出量：約 200g/kWh

### (3) 「ナ」国における人間の安全保障

#### 1) 人間の安全保障への脅威

「ナ」国における人間の安全保障を脅かす事項の関連を図化したのが図 3-18 である。



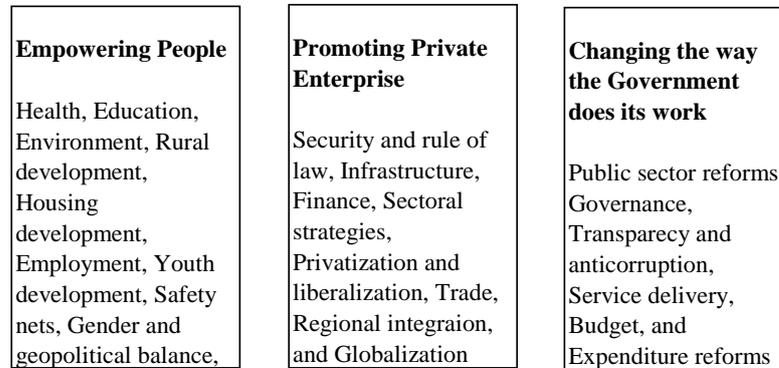
出所：NEEDS をもとに調査団作成

**図 3-18「ナ」国における人間の安全保障への脅威**

#### 2) 「ナ」国政府の取組み

「ナ」国は、経済再生の新しい取組みをうたう国家戦略として経済向上開発戦略(National

Economic Empowerment and Development Strategy: NEEDS)を打ち出しているが、その中では前項 1)にあげた安全保障への脅威を認識した上で、図 3-19 に示す 3 つの柱から成る戦略を策定している。



出所：NEEDS

図 3-19 NEEDS の戦略を形成する 3 分野とその内容

#### 4) 「ナ」国における人間の安全保障

「ナ」国では人間の安全保障という文言は使っていないものの、その開発戦略 (NEEDS)はこれに配慮したものとなっている。今後は、例えば就学率の上昇等の形で人間の安全保障への脅威は改善されていくと考えられるが、その時点では新たに異なる分野の脅威が生じることは十分予想される。これは先進国と言われる国々でも同様である。したがって、「ナ」国においても、「人間の安全保障」という考え方そのものを取り入れ、今後はこの観点からも国の現状を分析し、開発の計画・戦略を作成していくことが望まれる。このことによって人間の安全保障が今後もどの時点においてもより確実に確保されていくことが期待されるからである。

一方、地方電化は、前述のように人間の安全保障への取り組みのひとつと捉えることが出来、人々からの期待も大きく、その裨益や貢献度も高い。今後の地方電化の推進に当たっても、人間の安全保障であるという位置付けの中で行なっていくことが重要であろう。