

示したものである。同戦略で電力セクターについては、以下の目標が掲げられている。

- ・ 電力セクター改革プログラムを推進する。
- ・ 2007年までに発電容量の増強を図る（4,200MW→10,000MW）。
- ・ 送電線容量の増強を図る（5,838MVA→9,340MVA）。
- ・ 配電線容量の増強を図る（8,425MVA→15,165MVA）。
- ・ 送配電損失を低減する（45%→15%）。
- ・ 石炭、太陽光、風力、水力などの代替エネルギーの開発を実施する。
- ・ 電気料金の徴収率を高める（70%→95%）。
- ・ 民間企業参入を進めるため電力セクターの規制緩和を推進する。

また、NEEDS では農業及び食糧加工業の促進、教育・医療施設の充実が地方部の発展には必要とされており、安定した電力供給による地方開発の促進が期待されている。

3.2.2 国家エネルギー政策 (National Energy Policy)

国家エネルギー政策は、石油、天然ガス、電力、再生可能エネルギーなど複数のエネルギー資源にまたがる、「ナ」国の総合エネルギー政策として、1993年にエネルギー委員会（ECN）により草案が作成され、2005年8月に最終版が取りまとめられた。

同政策によると、電力セクターについては、以下の目標が掲げられている。

- ・ 2020年までに国民の75%に対して安定した電力供給（グリッド電化に限定されていない）を確保する。
- ・ 2010年までに全ての州都、地方政府庁（Local Government Headquarters:全774）並びに主要都市への電化を完了する（注：現在661のLGHQへの電化が完了）。
- ・ ナイジェリア国民の参加を前提として、民間セクターの導入を促進する。
- ・ 地方部の産業発展を促進し、地方部から都市部への移住を抑制する。

また、太陽エネルギーについては、太陽熱を利用した農作物等の乾燥機としての利用しか進んでいないものの、沿岸部で12.6MJ/m²/day、北部では25.2 MJ/m²/dayの日射強度が観測されていることから、未利用の太陽エネルギー利用を積極的に進めることとしている。このため、国内の研究開発体制の充実や人材のトレーニングを通じて、太陽エネルギー利用技術開発を進め、先進諸国の技術水準までキャッチアップすることを最終目標としているが、より具体的な政策及び目標などは明記されていない。

3.2.3 全国地方電化プログラム (National Rural Electrification Programme)

地方電化のマスタープランとして、1981年に電力鉄鋼省（FMPS）が主体となり作成し、現在はナイジェリア電力持株会社（Power Holding Company of Nigeria: PHCN）の技術支援を受けて実施されており、オングリッドの全国送電網への連系による電化事業を行っている。2003年に発足した第二期オバサンジョ政権は、国家政策の中で地方部の生活環境改善を重要目標として位置付けており、その中でも地方の電化率向上を特に優先順位の高い施策と位置付け、地方電化プログラムを強力に推進している。しかしながら、同プログラムでは、地方政府庁（LGHQ）及び主要都市の電化までしか計画されておらず、また具体的なタイムスケジュール、経済的な電化手法の選定など、政策ガイドラインとして必要な内容が記載されていないことから、FMPSでは新たに地方電化政策（Rural Electrification Policy: REP）を策定中である²。

²予備調査報告書では「地方電化戦略」と称している。

同プログラムの電化対象地は、未電化の地方政府庁（LGHQ）所在地及び地域開発上重要な町村の電化を優先し、選択されている。表 3-8 に示すとおり、2005 年 10 月現在で、774 の地方政府庁所在地については全体の 85%に相当する 661 の電化が完了し、残る 113 箇所の LGHQ のうち、56 箇所については、現在電化計画が進められているが、57 箇所については予算充当の見込みが無いことから電化の目途が立っていない。FMPS によると、LGHQ については今後「ナ」国側の自助努力により目標達成が可能であるが、重要町村については依然として電化が進んでおらず、今後 LGHQ に加えて重要町村の電化を進めていくことが急務となっている。

表 3-8 全国地方電化プログラムの進捗状況 (2005 年)

LOCAL GOVERNMENT HEADQUARTER (LGHQ)						IMPORTANT TOWNS				
Total No. of Towns	On Grid	% On Grid	% On Grid by Geopolitical Zone	On-Going	Yet to be Committed	Total No. of Projects (A)	Completed	On-Going	Proposed in 2005 (B)	
16	16	100	99	0	0	28	0	28	17	
20	20	100		0	0	61	19	42	39	
20	20	100		0	0	167	49	118	39	
18	17	94		0	1	97	16	81	6	
30	30	100		0	0	92	33	59	64	
33	32	97		1	0	136	49	87	37	
17	16	94	89	1	0	48	13	35	83	
21	19	91		1	1	66	21	45	56	
13	10	69		3	0	28	8	20	16	
17	16	94		1	0	65	18	47	27	
27	24	89		2	1	95	37	58	16	
27	25	93	88	2	0	80	26	54	26	
23	22	96		1	0	15	4	11	31	
44	41	93		3	0	87	29	58	61	
34	31	91		2	1	63	15	48	24	
21	16	76		4	1	16	4	12	12	
23	16	70		6	1	27	5	22	18	
14	13	93		0	1	8	3	5	8	
21	20	95		1	0	42	25	17	35	
20	20	100	0	0	49	28	21	64		
27	18	63	71	1	8	98	62	36	42	
11	11	100		0	0	146	72	74	77	
16	4	25		6	6	19	3	16	22	
17	7	41		5	5	23	0	23	37	
6	6	100		0	0	3	0	3	1	
23	16	70	83	3	4	83	10	73	27	
21	16	76		3	2	73	23	50	26	
16	15	94		0	1	114	43	71	30	
13	13	100		0	0	13	6	7	5	
25	22	88		2	1	52	7	45	32	
17	13	77		3	1	48	5	43	17	
31	27	87		0	4	135	28	107	54	
8	0	0	78	3	5	21	1	20	15	
18	14	78		0	4	46	3	43	21	
25	22	88		0	3	48	28	20	10	
18	17	94		0	1	83	32	51	17	
23	16	65		2	5	68	9	59	10	
774	661	85%		85%	56	57	2,343	734	1,609	1,122

出所：FMPS

3.2.4 地方電化政策 (Rural Electrification Policy)

地方電化の中長期的目標を設定すると共に、目標達成のための手段として、オングリッド、オフグリッド地方電化を総括的に計画するための戦略ペーパーである³。これまでの連邦政府主

³ 2004 年 12 月にドラフト版の Policy Paper が完成しているが、最終版は未完成。

導による、中央集権的な地方電化事業の実施スタイルを脱却し、電化需要に即した（demand-driven）、市場指向型の（market-oriented approach）へと中長期的には移行することを基本原則としている。

同政策では、地方電化基金（Rural Electrification Fund）の公平な運用により、グリッド延長による地方電化（グリッド電化）⁴が今後も主要な地方電化の形態であるものの、ミニグリッドシステム、独立型システムによるオフグリッド地方電化も併せて促進していくとしている。このため、今後計画されている地方電化事業については、新規接続需要家の最低 10%を再生可能エネルギーにより供給することを目標としている。

3.2.5 再生可能エネルギー政策ガイドライン(Renewable Electricity Policy Guidelines)

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、2006年11月現在 FMPS にてドラフトを作成中である。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ための政策ガイドラインである。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年間において、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、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 3-9 「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”

本 M/P は上記の国家開発計画の中でも、「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、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。

3.3 組織・要員

3.3.1 電力鉄鋼省(FMPS)

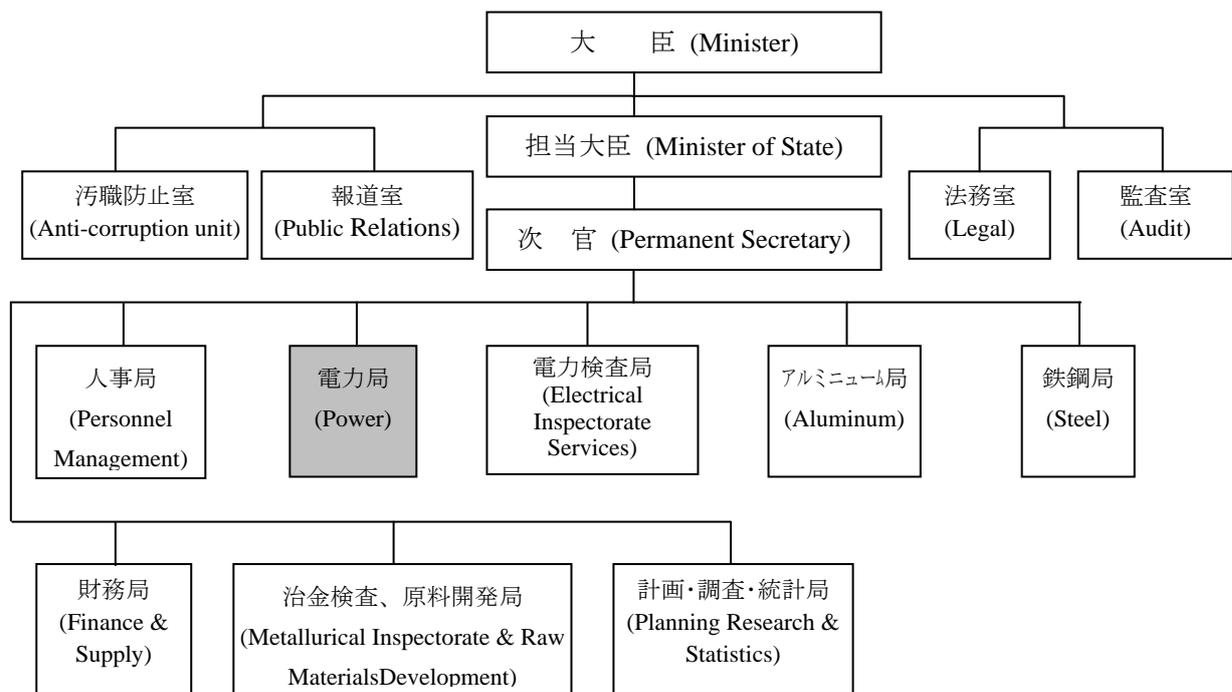
「ナ」国の電気事業は連邦電力鉄鋼省（FMPS）が監督し、その管理の下で国家電力庁(NEPA)が全国の発送配電設備の運転・維持管理を担当してきた。また、州政府の地方電化局（REB）が計画・運営している電気設備や、NESCO、AES 等の IPP（独立系発電事業者）方式で運営されている地域もある。「ナ」国では「国家経済開発戦略（NEEDS）」に従い電力セクター改革プログラムを推進しており、2005年3月に電力セクター改革法案（Electric Power Sector Reform Bill）

⁴地方部の電力需要密度の低い地域におけるグリッド電化の促進については、需要家当たりの電気料金が少額となることから、検針や料金徴収業務にかかるコストを低減させることが必要とされている。

がオバサンジョ大統領に承認され、正式に電力セクター改革法 (Electric Power Sector Act) が発効した。NEPA は発電 (6 社)、送電 (1 社)、配電 (11 社) 会社に分社化され、持株会社 (PHCN) が 2005 年 5 月に設立された。

FMPS は図 3-7 に示すとおり 8 つの局 (電力局、電力検査局、アルミニウム局、鉄鋼局、計画・調査・統計局、冶金検査・原料開発局、財務局及び人事局) から構成されている。この内、全国地方電化プログラムは、電力検査局が担当している。同局では、計画対象地域の選定、年度予算等の政策的な計画決定を行い、その決定を受けて PHCN が設計・工事等の技術的な業務を実施し、施設施工は国内業者を主体とした請負工事にて実施されている。施設の工事完了までは FMPS が監理しているが、施設の運転・維持管理は PHCN の地方電化局が担当している。FMPS は全国に 15 の支部局を持ち、2005 年 10 月現在の職員数は 907 人である。

FMPS は電力セクター改革後も、地方電化事業の政策立案・実施に関する最上位の監督機関であり、政策面から地方電化プログラムの監視・評価を行う。地方電化プログラムは後述する REA の他、州・地方政府にて実施されることになるため、これらの実施状況を全国レベルで把握し、必要に応じて目標設定、見直しを行う。また、地方電化事業は教育、医療、水供給など他セクターとも緊密な連携が求められており、FMPS が連邦政府他省庁との調整機能を果たすことで、総合的な地方開発が期待されている。



備考：①着色部は、本計画担当部所を示す。

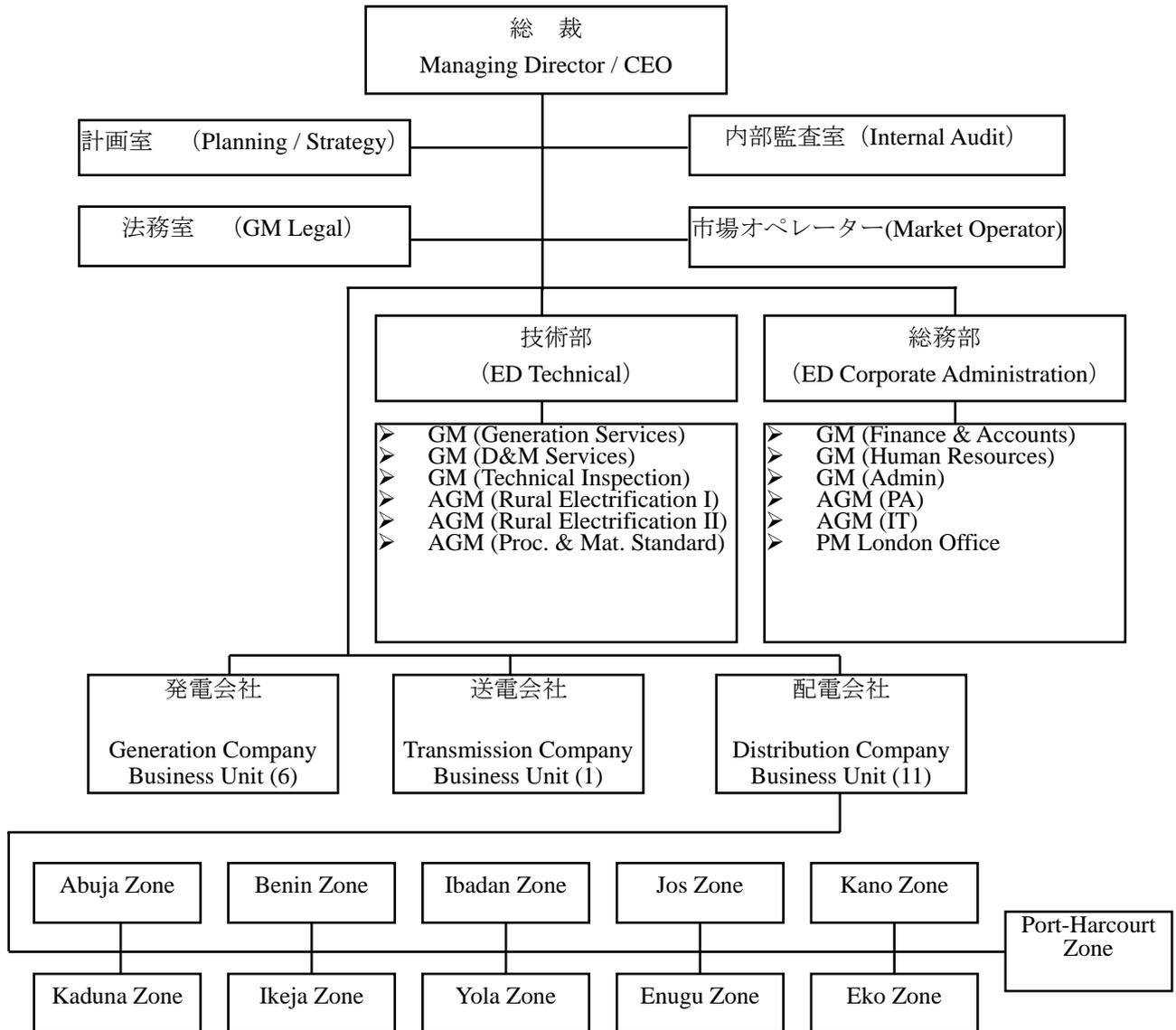
②総職員数 907 人 (2005 年 10 月現在)

出所：電力鉄鋼省

図 3-7 FMPS の組織図

電力鉄鋼省の中で、本調査に関連するのは電力局及び電力検査局であるが、調査団に対する直接的なカウンターパートとしては電力局が指定されている。電力局は PHCN に対する監督、再生可能エネルギーの導入を担当し、電力検査局は自家用発電設備の設置に関する規制、許可権限を有する他、オングリッドの地方電化を担当している。

PHCN の組織は、図 3-8 に示すとおり、計画室、内部監査室、法務室、市場オペレーターが総裁直轄機関として運営され、持株会社の直属機関としては総務部、及び地方電化を管理する技術部が含まれている。なお、「ナ」国で現在採用されている電圧階級は、330kV、132kV、33kV、11kV 及び 415-240V であるが、この内、330kV 及び 132kV 系統は、発電・送電会社が、また 33kV 以下の系統は配電会社が管理している。配電会社は 11 の支店（ゾーン・オフィス）に分割され、各支店は更に下位組織であるビジネス・ユニット、事業所（undertaking）、出張所を統括している。



備考：職員数 31,609 人（2005 年）

出所：PHCN

図 3-8 PHCN の全社組織図

また、配電設備の運営・維持管理を担当する、PHCN の支店及びその下部組織であるビジネス・ユニットの代表的な組織図を図 3-9 並びに図 3-10 に示す。事業所（undertaking）はビジネス・ユニットの下位組織として、遠隔地の料金徴収、簡易な設備メンテナンスを担当している。

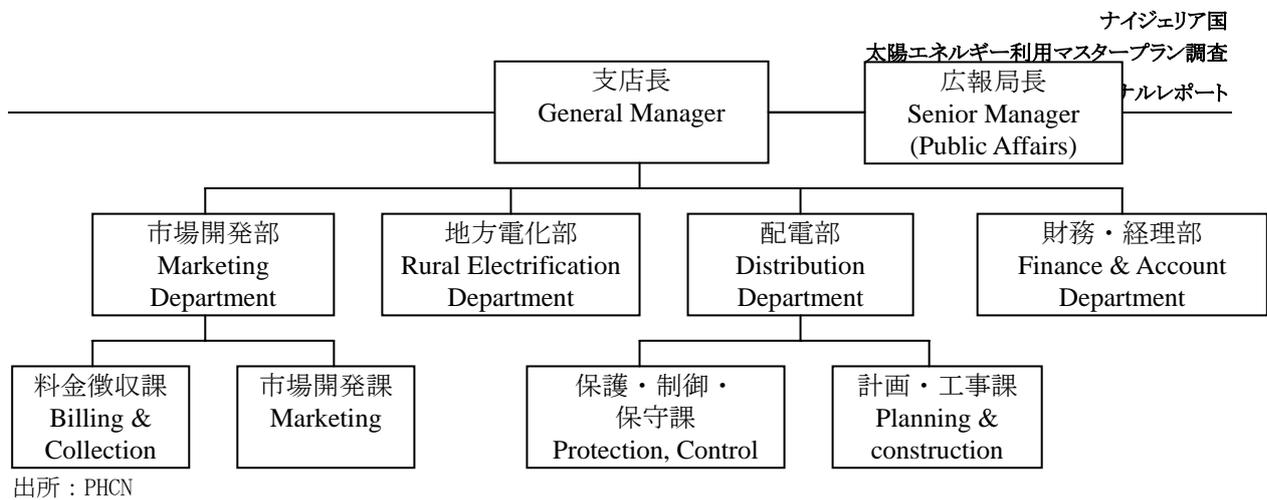


図 3-9 PHCN 支店の代表的な組織図

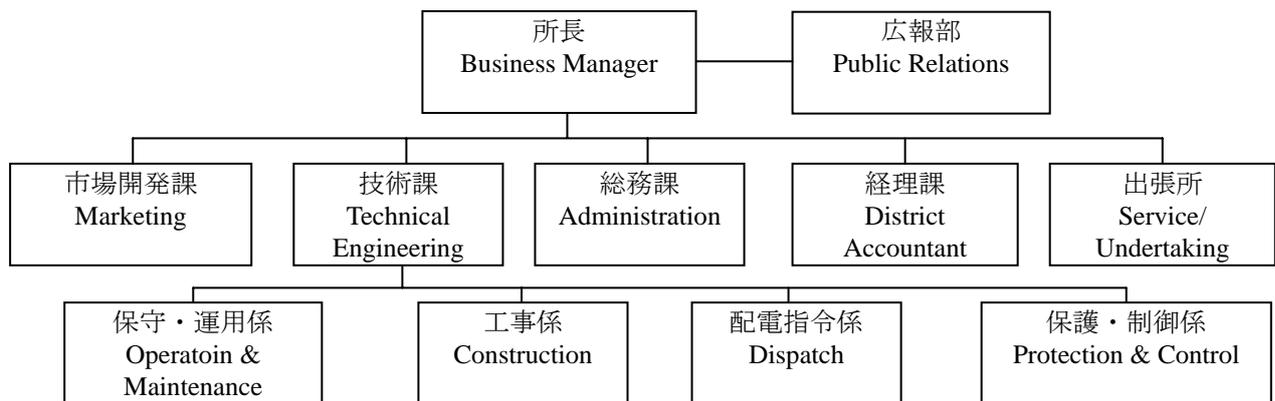


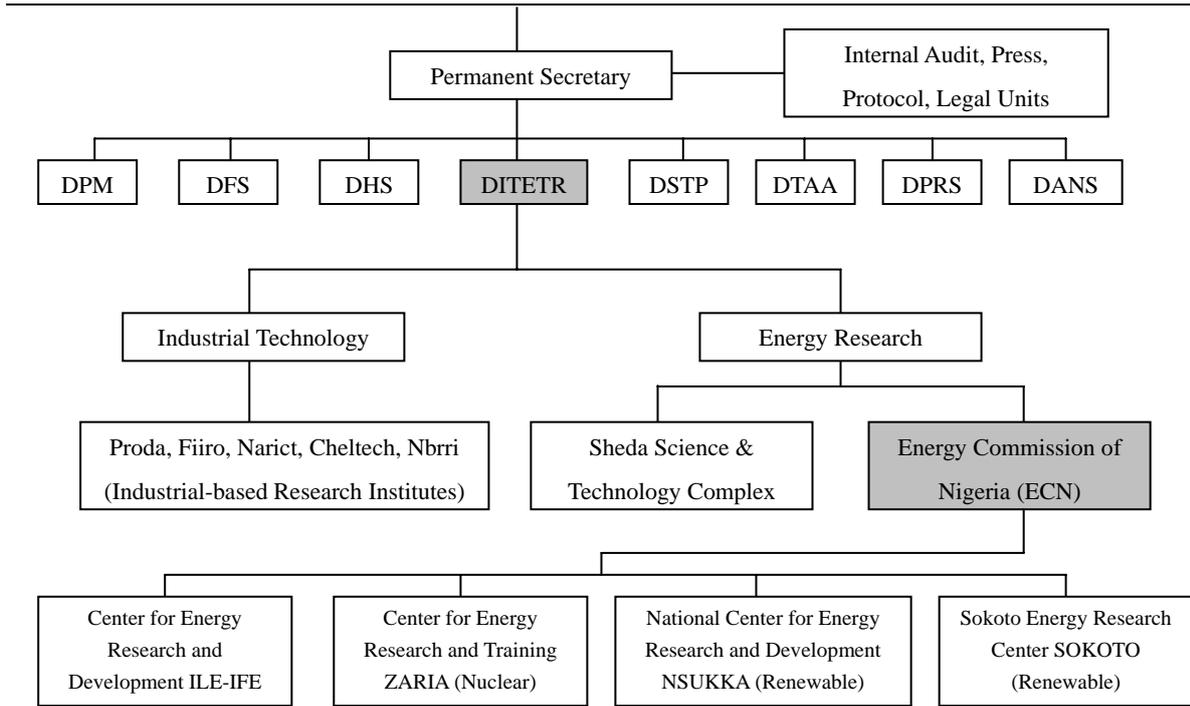
図 3-10 PHCN の代表的なビジネス・ユニットの組織図

PHCN が分割民営化された後は、地域毎に発足する配電会社に加え、民間企業、NGO 等が配電会社として事業を開始することになる。ただし、現状の PHCN による配電事業では、収益性の高い都市部から地方部への内部補助により、地方部の低需要密度地域での運営維持管理の原資が捻出されている事に留意すべきである。つまり、新規参入の地方配電会社には、負荷密度が小さい需要家が広範囲に分散した地域でのメーター検針、電気料金徴収業務の効率化が必須である。このため、配電設備の所有権をより地域に密着した組織（住民組織、村落電化委員会、NGO 等）にフランチャイズ移転することも検討されている。

3.3.2 科学技術省(FMST)

科学技術省では、その下部組織であるエネルギー委員会（ECN: Energy Commission of Nigeria）において、太陽エネルギーを含む再生可能エネルギーの導入促進を進めている。ECN はヌスカ、ソコトに再生可能エネルギー関連の研究所を管轄しており、太陽熱を利用した技術と太陽光発電（PV）の両方についてパイロットプロジェクトを実施し、導入を促進している。PV については、FMPS や州による地方電化とは別に、ソーラーポンプやミニグリッドの地方電化を独自に実証研究している。また、「ナ」国では国産のシリコンが採取可能であるため、今後は国内での PV モジュール製作を目指した研究開発を計画している。

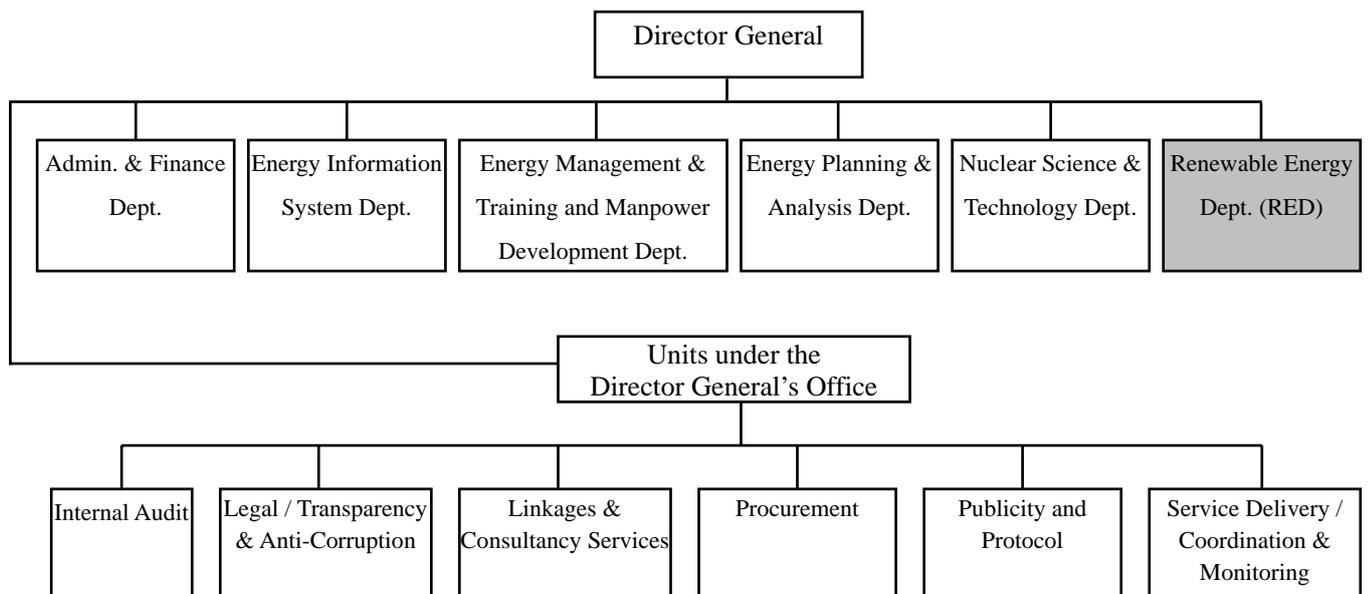
Minister



(注) DPM: Department of Personnel Management
 DFS: Department of Finance & Supplies
 DHS: Department of Health Sciences
 DITER: Department of Industrial Technology & Energy Research
 DSTP: Department of Science & Technology Promotion
 DTAA: Department of Technology Acquisition & Assessment
 DPRS: Department of Planning Research & Statistics
 DANS: Department of Agricultural and Natural Sciences
 SHESTCO: Sheda Science and Technology Complex

出所：FMST

図 3-11 FMST の組織図



出所：ECN

図 3-12 ECN の組織図

3.4 財政・予算

3.4.1 電力事業の経営状況

FMPS において地方電化事業を監督する電力検査局の 2005 年度予算を表 3-10 に示す。174 件の地方電化事業、またそれらに関する 228 件の変電所新設・増強工事が完了しているが、全体予算の 15%に相当する約 12 億ナイラ（約 9.7 億円）が未払い債務支払いに適用されており、新規の地方電化事業の投資に振り向けられる予算は限られている。

表 3-10 電力鉄鋼省(FMPS)の地方電化予算項目(2005 年)

No.	予算項目	予算額 (百万ナイラ)
1	配電線工事完了分 (174 件)	565
2	変電所工事完了分 (228 件)	1,539
3	架線工事完了分 (526 件)	592
4	未払い債務支払い分 (工事費)	1,023
5	未払い債務支払い分 (コンサルタント費)	167
6	新規プロジェクト発注分	3,600
7	技術調査、事業開始、モニタリング費用	100
8	その他	284
合 計		7,870

出所：FMPS

PHCN の 2000 年から 2004 年までの収支バランスを表 3-11 に示す。過去 5 年間に於いて販売電力量は順調に増加しているが、PHCN の収支は常に赤字となっている。これは、送配電損失が大きい (40%台) こと、料金回収率が低い (70%程度) こと、表 3-12 に示す通り家庭用電気料金が低く設定されていること等が原因と考えられる。営業費用に関しては、人件費が全体の 30～45%と大きな割合を占めている。

表 3-11 PHCN の収支バランスの推移

単位：百万 US\$

	2000 年 (実績)	2001 年 (実績)	2002 年 (実績)	2003 年 (実績)	2004 年 (推定)
販売電力量 (GWh)	8,810	10,228	11,242	12,247	14,264
平均電力料金 (US¢/kWh)	3.84	3.42	4.96	4.67	4.36
送配電損失 (%)	40	40	46	45	39
1. 営業収入	346.0	362.2	648.8	660.3	687.1
2. 営業費用	378.4	522.8	700.6	693.4	724.6
2.1 電力購入	0.6	21.2	54.4	70.8	63.9
2.2 燃料	10.7	40.1	46.3	36.2	21.7
2.3 人件費	166.9	234.5	200.1	209.2	224.9
2.4 メンテナンス費	107.7	109.2	157.0	168.1	194.7
2.5 減価償却費	40.9	33.1	37.7	36.6	47.5
2.6 未収金	51.5	84.6	205.1	172.5	171.9
3. 営業収支	-32.4	-160.8	-51.8	-33.1	-37.5
4. 金利支払等	128.8	20.0	60.0	42.8	32.9
5. 純利益	-161.3	-180.6	-111.8	-75.8	-70.3

出所：The World Bank, 2005, “Project Appraisal Document (National Energy Development Project)”

世界銀行は電力セクター支援である National Energy Development Project⁵において、送電線整備、配電線整備による送配電損失の改善（目標：損失の 25%削減）、カスタマーセンター

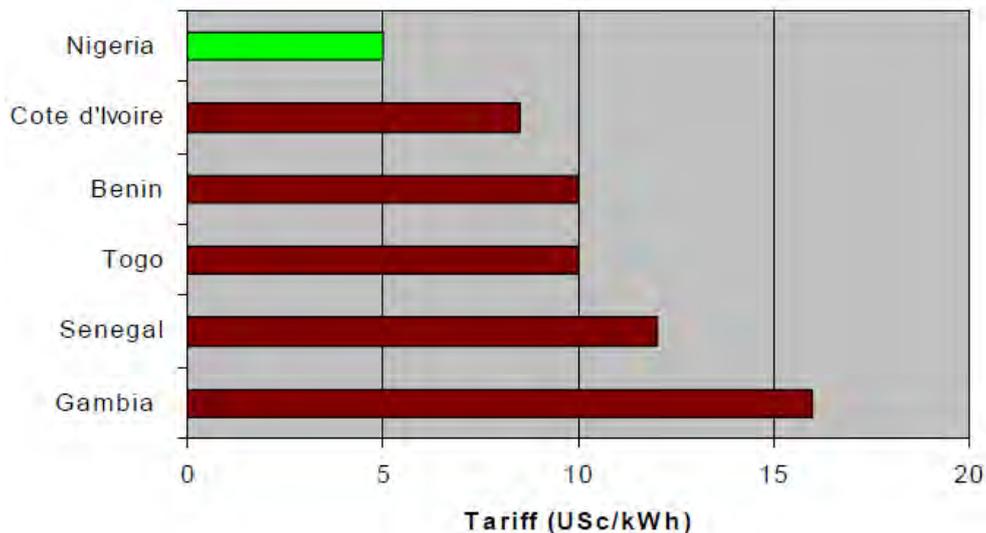
⁵ Project ID : P090104, 2005 年 7 月 1 日承認, IDA 貸付 1.72 億 US ドル

の設立、課金・検針方法の改善による料金徴収率の向上を目指している。このような世銀支援と電力セクター改革により、PHCN及び配電会社の経営改善が期待される。

3.4.2 電気料金

PHCNの電気料金（表 3-12 参照）は、積算電力量計が設置されていない定額制の料金が 2004 年に改定されたものの、その他の基本・従量料金については 2002 年以降改定されていない。この間、国内では約 50%のインフレが発生したことから、現地通貨ナイラの貨幣価値は対米ドルで 15%、対ユーロで 44%低下し、PHCNの収支を圧迫してきた。また、表 3-11 に示す平均電力料金（販売電力量で荷重平均）は、長期限界費用⁶（約 6.5US¢/kWh）以下であるため、販売電力量当り 2US¢/kWh程度の損失が発生することになる。

図 3-13 に示すとおり、「ナ」国の電気料金は近隣諸国と比較してかなり低いレベルにあることから、電力事業経営の健全化のために電気料金の引き上げが必要となる。しかしながら、現在の不安定な電力供給やサービスのレベルが改善されない限り、電気料金引き上げに対する国民の理解を得ることは困難であると想定されることから、供給信頼性の確保と経営効率化によるコスト削減を優先課題として取り組む必要がある。



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

図 3-13 「ナ」国と近隣アフリカ諸国との電気料金比較

⁶ 運転費と資本費を統合した最小化総費用

表 3-12 PHCN の電気料金(2006 年 10 月時点)

	分類	負荷範囲	契約容量 当り料金 (ナイラ/kVA)	最低料金 (ナイラ/月)	基本料金 (ナイラ/月)	従量料金 (ナイラ/kWh)
1.0	家庭用					
1.1	R1	<5kVA	-	-	20.00	1.20
1.2	R2	>5kVA <15kVA	-	-	30.00	4.00
1.3	R3	>15kVA <45kVA	-	120.00	120.00	6.00
1.4	R4	>55kVA <500kVA	-	5,000.00	120.00	8.50
1.5	R5	>500kVA <20MVA	-	31,250.00	-	8.50
2.0	商業用					
2.1	C1	<5kVA <15kVA	-	90.00	90.00	6.50
2.2	C2	>15kVA <45kVA	-	120.00	120.00	8.50
2.3	C3	>55kVA <500kVA	230.00	5,000.00	240.00	8.50
2.4	C4	>500kVA <20MVA	250.00	31,250.00	-	8.50
3.0	産業用					
3.1	D1	<5kVA <15kVA	-	90.00	90.00	6.50
3.2	D2	>15kVA <45kVA	-	120.00	120.00	8.50
3.3	D3	>55kVA <500kVA	230.00	5,000.00	240.00	8.50
3.4	D4	>500kVA <2MVA	250.00	31,250.00	-	8.50
3.5	D5	>2MVA	270.00	1,500,000.00	-	8.50
4.0	街路灯					
4.1	S1	1-Ph, 3-Ph	-	240.00	-	6.50
5.0	特別料金*					
5.1	A1	<15kVA <45kVA	-	120.00	120.00	5.80
5.2	A2	>55kVA <500kVA	-	5,000.00	240.00	5.80
5.3	A3	>500kVA <2MVA	-	31,250.00	-	5.80
5.4	A4	>2MVA	-	31,250.00	-	5.80
5.5	A5	>2MVA	230.00	5,000.00	240.00	12.00
5.6	A6	>2MVA	250.00	31,250.00	-	12.00
6.0	溶接用					
6.1	D1	>5kVA <15kVA	-	90.00	90.00	6.50
6.2	D2	>15kVA <45kVA	200.00	120.00	500.00	8.50
7.0	スタッフ					
7.1	R2	>5kVA <15kVA	-	-	30.00	4.00
8.0	年金受給者					
	R2	>5kVA <15kVA	-	-	30.00	4.00
9.0	電力会社設備					
商業	C1	>5kVA <15kVA	-	90.00	90.00	6.50
	C2	>15kVA <45kVA	-	120.00	120.00	8.50
	C3	>55kVA <500kVA	230.00	5,000.00	240.00	8.50
	C4	>500kVA <20MVA	250.00	31,250.00	-	8.50
産業	D1	>5kVA <15kVA	-	90.00	90.00	6.50
	D2	>15kVA <45kVA	-	120.00	120.00	8.50
	D3	>55kVA <500kVA	230.00	5,000.00	240.00	8.50
	D4	>500kVA <2MVA	250.00	31,250.00	-	8.50
	D5	>2MVA	270.00	1,500,000.00	-	8.50

出所：PHCN 資料

[注]*：NPO（モスク、教会等）、NGO、国際機関

1 ナイラ=0.938 円（2006 年 11 月）

3.5 地方電化事業の現状と課題

2006 年の電化率は全国平均で 35%、地方部では約 10%とされており、政府では今後の目標として、グリッド電化とオフグリッド電化を合わせて、2010 年までに全国電化率を 50%、2020 年には 75%まで引き上げる計画となっている⁷。

「ナ」国の地方電化の政策策定及び電化対象村落の決定は FMPS の電力検査局が担当してお

⁷ 本報告書で言及する電化率は、全て世帯電化率で表現している。

り、地方電化プログラムに従ってトップダウン型で実施される場合 (LGHQ 及び主要都市) と、州・地方政府からの要請に従ってボトムアップ型で実施される場合の 2 種類がある。個別案件については、前者の場合大臣承認なしで計画的に毎年実施されるが、後者については利用可能な資金額を考慮して電力鉄鋼大臣が承認する。いずれの場合も、PHCN が現場調査、配電線設計、工事費積算を行った上で、FMPS を経由して国会承認を得て、FMPS が工事業者と契約する。

以上の連邦政府が実施する地方電化に加えて、州政府の組織である州電力局 (SEB: State Electricity Board)、地方政府の地方電化局 (REB: Rural Electrification Board)、総合地方開発局 (IRDA) 等は独自の電化計画を実施 (予算も連邦政府とは別) しており、建設後に PHCN が承認すれば設備を PHCN に移管し、PHCN が運営・維持管理を担当している。言い替えれば、州・地方政府はある地域を電化する場合、連邦政府 (FMPS) へ要請する方法と、州・地方政府独自の予算で実施する方法のいずれかを選択する事になる。

上記の事情により、連邦政府と州・地方政府の地方電化事業が並行して実施され、計画的かつ効率的に事業が進捗しておらず、地方電化プログラムが制定された 1981 年当時よりも、未電化人口は増加しているのが実情である。更に、州毎に配電設備の技術仕様が異なり、必ずしも FMPS の中長期的政策に従って地方電化計画が実施されていないため、FMPS—PHCN—各州政府地方電化担当機関への統一的な指示・命令システムを確立するとともに、地方電化プロジェクトを統括的に管理する体制を確立する必要がある。

また、PHCN は配電設備に関する技術基準を有しているが、州政府は独自の基準で地方電化事業を計画・実施しており、完工した施設の品質が著しく悪いため、PHCN が移管を拒否しているケースが多発している。また、州政府は指摘を受けた部分を即座に是正・改善する余力が技術的・経済的になく、そのまま放置しているプロジェクトが数多く見受けられる。このような問題を解決するため、連邦及び州政府の横断的組織において、地方電化計画で建設される配電設備の統一的な技術基準を策定する必要がある。

3.6 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。NEPA は発電 (6 社)、送電 (1 社)、配電 (11 社) 会社に分社化され、持株会社の PHCN (Power Holding Company of Nigeria) が 2005 年 5 月に設立された。

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、今後は電力卸売市場の自由化が導入される予定である (小売自由化は次のステップとして予定している)。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⁸) 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。地方電化事業に参入を希望する組織は、REA から事業許可を得れば、その地域の配電会社に許可を得ることなく地方電化を実施することができることが特徴である。図 3-14 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 3-15 に電気事業者の構成、

⁸積算電力量計が設置されていない需要家が対象となる。2004 年にそれまでの 150 ナイラ/月から値上げされた。

図 3-16 に REA の組織構成を示す。

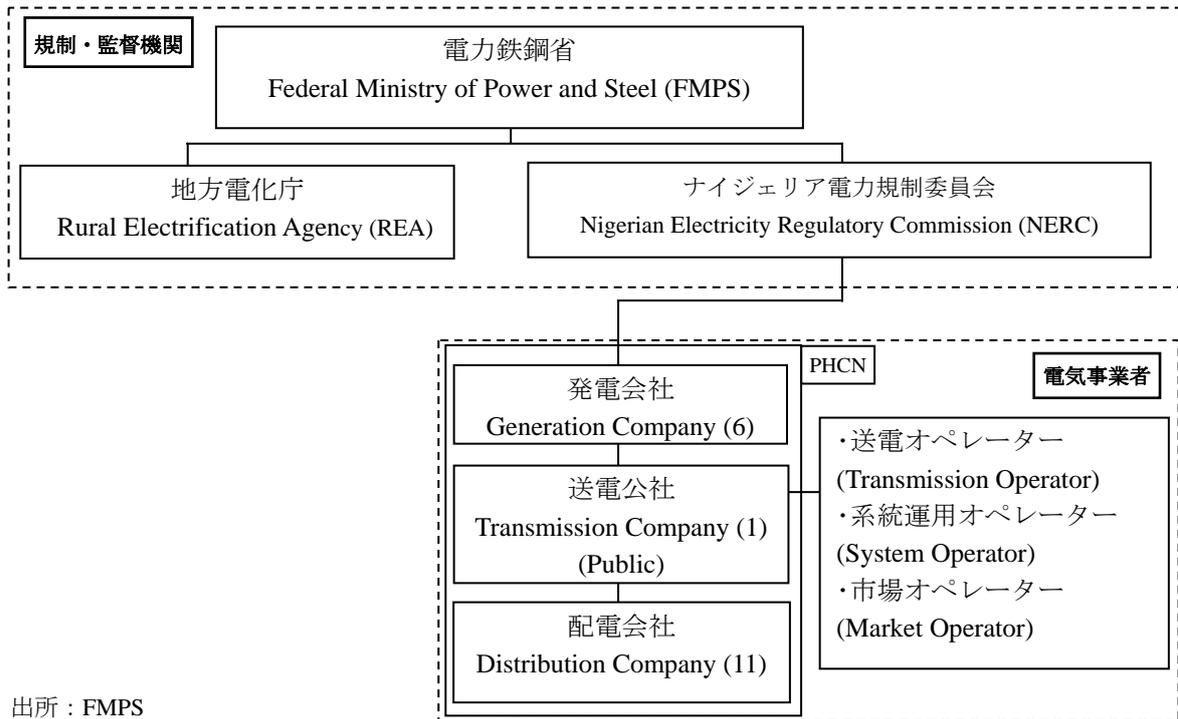
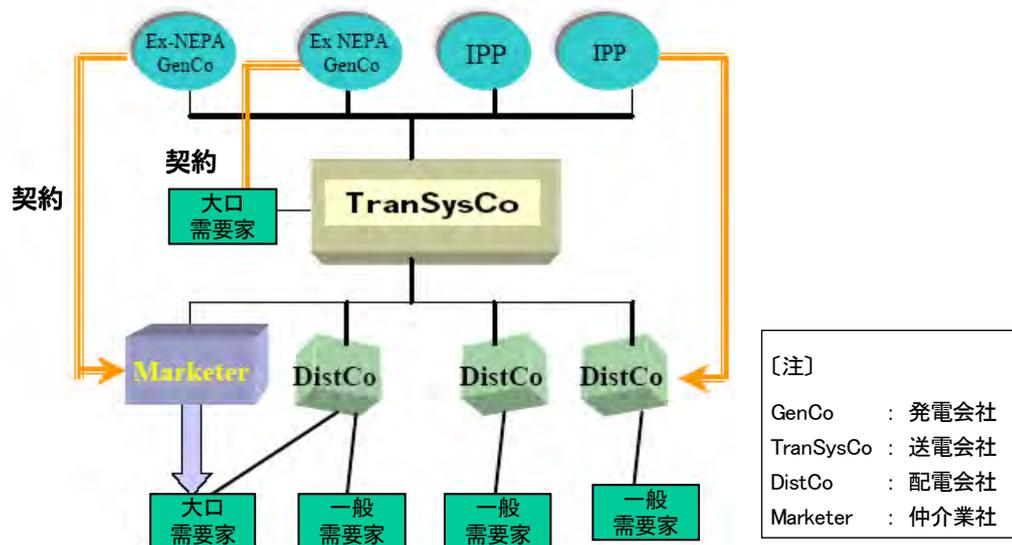


図 3-14 電力セクター全体の組織運営体制(セクター改革後)



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

図 3-15 電力セクター改革後の電気事業者の構成

3.7 太陽エネルギー利用の現状と課題

3.7.1 再生可能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広く利用されている。

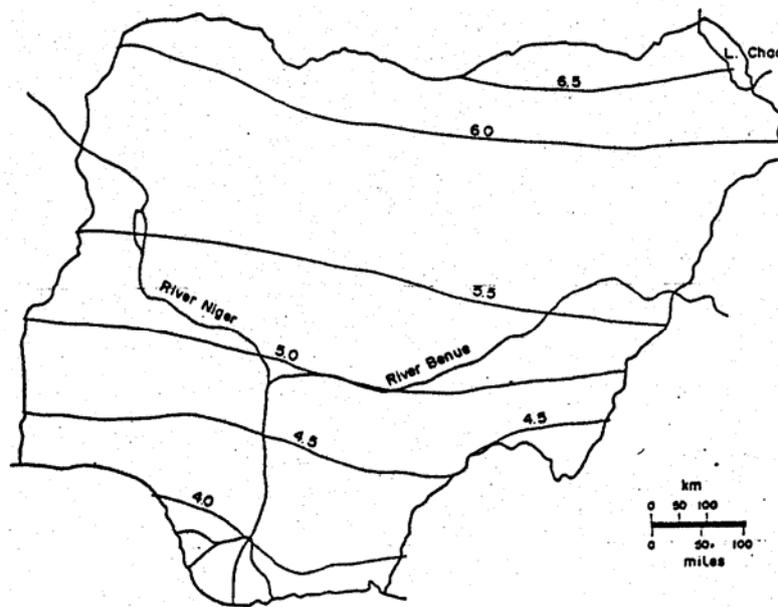
今後の開発ポテンシャルとしては、小水力及び太陽エネルギー利用の可能性が高く、風力エネルギーについては十分なポテンシャルを期待することは難しい。小水力について、1980年代に全国12州を対象にした調査結果によると、全国277のサイトで合計734MWの発電能力が確認されているが、その後のフォローアップ調査が行われておらず、データベースの更新が必要となっている。

風力エネルギーについては、「ナ」国北部でポテンシャルが高く、平均風速で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、最大風速は一般的に4月～8月に観測されている。このため、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想定される。

以下の節では、太陽エネルギー利用の現状について、より詳細に報告する。

3.7.2 気象条件

「ナ」国の平均日射量は北部半乾燥地帯で最も高く7.0 kWh/m²/day、南部の沿岸地帯で最も低く3.5 kWh/m²/day、全国平均では5.5 kWh/m²/day、日射時間6時間/dayであり、太陽光発電を利用するための自然条件には恵まれていると言える。一年間では、日射量は11月から4月までの乾季のハマターンの吹かないときに最大となり、5月から10月までの雨期に最小となる。



出所：ECN

図 3-16 ナイジェリア全国日射量マップ

表 3-13 ナイジェリア全国日射量

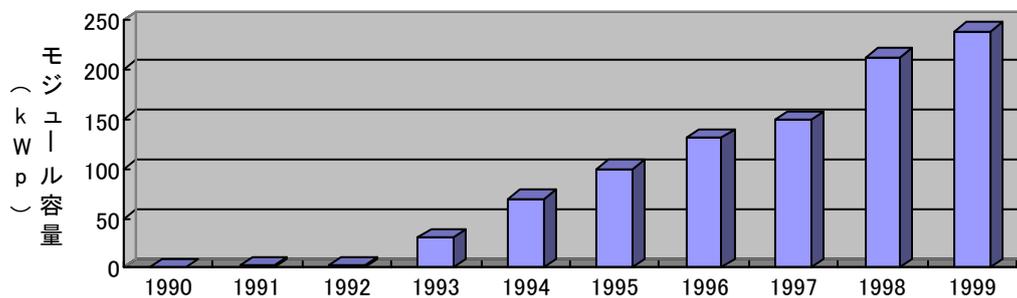
(単位: kWh/m²/day)

Stations	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Annual Mean
Aheokuta	4.107	4.764	4.742	4.951	4.703	3.878	3.510	3.438	3.952	4.423	4.449	4.114	4.253
Abuja	5.404	5.695	5.986	5.811	5.521	5.114	4.533	4.184	4.880	5.520	5.753	5.637	5.337
Akure	4.184	4.881	5.153	5.191	4.590	4.206	3.983	3.639	4.021	4.574	4.694	4.608	4.485
Azare	5.202	5.756	6.176	5.491	5.638	5.771	5.370	5.592	5.880	5.828	5.301	4.842	5.571
Bauchi	5.614	6.082	6.405	5.913	5.907	5.398	5.194	4.577	5.371	6.037	6.063	6.011	5.714
B.City	3.963	4.355	4.517	4.784	4.491	4.100	3.619	3.613	3.939	4.279	4.557	4.206	4.202
Calabar	3.889	4.546	4.292	4.544	4.206	3.636	3.233	3.415	3.747	3.925	3.983	3.684	3.925
Enugu	4.472	4.903	5.013	5.156	4.981	4.332	3.954	3.993	4.234	4.050	4.805	4.571	4.539
Ibadan	4.740	5.150	5.299	5.106	4.984	4.285	3.764	3.480	4.437	4.616	4.956	4.577	4.616
Ilorin	4.717	4.456	5.706	5.470	5.182	4.787	4.176	4.016	5.310	4.964	5.017	4.940	4.979
Jos	6.108	6.656	6.416	5.598	5.350	5.365	4.730	4.347	5.216	5.865	6.118	4.060	5.653
Kaduna	5.700	6.050	6.340	5.930	6.050	5.410	4.707	4.184	5.172	5.930	6.020	6.566	5.673
Kano	5.577	5.849	6.114	6.421	6.572	6.121	5.881	5.245	6.115	6.361	6.062	5.899	6.003
Katsina	3.554	3.691	4.910	5.834	5.870	5.839	5.342	4.014	4.150	4.750	5.482	3.757	4.766
Lagos	4.372	4.146	5.012	5.014	4.536	3.837	3.762	3.779	3.953	4.401	4.471	3.780	4.256
LokoJa	4.815	4.797	5.099	5.890	5.388	4.622	4.891	4.931	4.737	5.309	5.154	4.845	5.035
Maidug	5.805	6.145	6.664	6.892	6.705	6.173	5.746	5.106	6.043	6.505	6.315	6.008	6.176
Makurdi	5.107	5.634	5.628	5.705	5.349	4.786	4.459	4.323	4.547	5.181	5.230	4.906	5.077
Minna	5.386	5.843	5.827	5.881	5.877	5.294	4.525	4.295	4.934	5.659	5.932	5.665	5.427
N.Bussa	4.647	5.103	5.557	5.509	5.292	4.786	4.268	4.032	4.975	5.083	5.135	5.040	4.952
Nguru	6.297	5.036	6.850	5.960	8.848	7.288	7.761	7.793	7.825	6.719	6.538	6.356	6.966
Obudu	3.574	4.438	5.505	4.797	4.520	3.879	3.176	3.750	4.160	4.425	4.275	3.850	4.224
Owerri	4.018	4.307	4.191	4.775	4.523	4.040	3.639	3.729	4.008	4.113	4.280	4.122	4.146
PH	4.000	4.517	4.211	4.634	4.210	3.878	3.477	3.610	3.893	3.968	3.890	3.992	4.023
Serti	3.936	4.522	4.678	4.758	4.281	4.476	4.760	4.009	4.611	4.696	4.416	4.782	4.488
Sokoto	5.417	6.038	6.284	6.266	6.321	6.169	5.743	5.026	5.799	6.205	6.004	5.772	5.920
Warri	3.060	3.486	3.822	4.429	3.139	3.420	3.585	3.386	3.764	4.045	3.865	3.462	3.746
Yola	5.459	6.282	6.460	5.942	5.978	5.630	5.141	4.806	5.262	5.941	6.106	6.277	5.774

Source: Renewable Energy for Rural Industrialization and Development in Nigeria, UNIDO and ECN, Dec. 2003

3.7.3 太陽光発電利用実績

「ナ」国では 1980 年代から PV が導入されているが、本格的に普及が開始したのは 1993 年以降であり、現在では PV システムの基本コンポーネントであるモジュール、バッテリー、インバータ、チャージコントローラ等は全て国内で調達可能である。モジュールについては米国、日本、中国などから輸入されており、インバータ、チャージコントローラ等は米国、欧州各国から輸入されている。

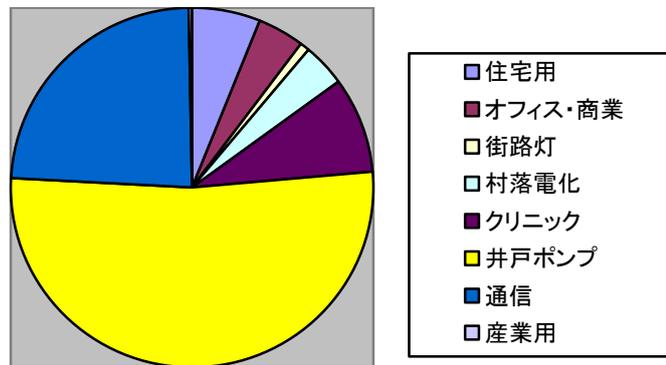


出所: "Technical Report No ECN/EPA/02/3" ECN

図 3-17 ナイジェリアでの PV モジュール容量推移

PV の導入実績容量を利用目的別に分析すると、井戸ポンプが最も多く (52%)、通信設備 (24%)、住宅及びオフィスなどの照明 (15%)、クリニック (9%) の順となっている。太陽光発電の導入が進んでいる地域としては、日射条件が有利な北部地域 (Yobe, Kano, Jigawa, Kaduna and Katsina

州) で井戸ポンプ及びクリニックへの導入が多く、ラゴス地域など南部州では住宅用照明、通信設備での利用が進んでいる。これは、南部では比較的降水量が多く、また河川流域などでは北部半乾燥地帯に比べて、井戸ポンプの需要が低いためと考えられる。



出所：”Technical Report No ECN/EPA/02/3” ECN

図 3-18 利用目的による導入実績 (1999 年)

太陽光発電の導入主体として、これまでは主に 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。

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。事業規模は、USAID 資金 28 万ドル、Jigawa 州政府資金 24.2 万ドルであり、ジガワ州内の 5 村落に SHS、PV ポンプ、PV 街路灯、PV 冷蔵庫等を設置した他、インターネット、ヤシ油抽出機や電動マシンが利用できる商業施設、移動式灌漑ポンプなどを実験的に導入している。

SELF Project 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。

また、政府や他ドナーによる支援を受けず、コミュニティの自己資金で設置、運営されている PV ミニグリッドシステム (Hope Eden Village, Kuje LGA, FCT) は、今後の PV 導入に示唆を与えるものである。同村落は 1999 年に設立され、村落住民のみならず、宿泊施設を兼ね備えたコミュニティであり、常時 20~30 人が生活している。太陽光パネルは合計 670W が分散配置され、インバータ、コントローラ、バッテリーは 2 系統に分けて運用されている。電気製品としては冷蔵庫、ミシン、ラジカセ等が住宅で 18:00~翌日 6:00 まで利用することができ、PV ポンプで水供給を賄っている。

その他、「ナ」国では表 3-14 に示すとおり、ECN が中心となりミニグリッドシステムを積極的に導入している。エヌグ州の Ikeakpa 村に 1996 年に建設されたシステムは、2003 年にグリッドが延長されたため、現在は PV パネルを一部 (550W) 集会所の電源として使用している。ミニグリッドとして運用されていた時の仕様を、表 3-15 示す。同システムでは、住宅での無制限な電気製品の利用を防ぐため、配線用遮断器 (MCCB) の設置により、各家庭で照明 1~2 灯の利用、街路灯照明のみの供給としている他、利用時間を夜間のみ制限している。更に、FMPS ではオグン州とクロス・リバー州にて、それぞれミニグリッドシステム (17.5kW) を導入する予定であり、2006 年 10 月現在入札準備中である。

表 3-14 政府及びドナーによる 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 (照明、テレビ、アイロン、冷蔵庫等)。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 箇所に設置。
		ワクチン保存用 PV 冷蔵庫 (0.45kW)。36 箇所に設置。 無線設備 4 箇所。
FMPS	機材調達段階	Bauchi 州と Katshina 州に、SHS (モジュール 50Wp、11W 蛍光灯 3 灯、5W ラジオ) 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。
		井戸ポンプ 28 箇所。
		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。
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、再生可能エネルギーマスタープランのパイロットプロジェクトとして、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、所得向上につながる電気の生産的利用を検討。
UNICEF		2001 年にソコト州で PV 冷蔵庫を導入した他、プラトール州で井戸ポンプを導入している。

出所：調査団による

表 3-15 エヌグ州のミニグリッドシステム仕様

1. PV パネル	総容量 1.8kW (PV モジュール 55W、シーメンス社製)
2. 配電電圧	AC 220V
3. 配電軒数	54 軒 (うち 14 軒は照明 2 灯、40 軒は照明 1 灯)
4. 街路灯	16 灯
5. 合計	84 灯 (1 灯 15W)
6. 電力供給時間	18:00~23:00

出所：調査団の現地聞き取り結果による

また、太陽熱利用について、ソコトのエネルギー研究開発センターでは、温水器（7セット：平板に直パイプ、渦巻き状パイプ）、乾燥器（5セット）、大型乾燥器（2セット）、調理器（箱型3セット）、水蒸留器（1セット）等が展示されている。これまでに ECN により開発された、太陽熱利用機器の概要を表 3-16 に示す。しかしながら、これら太陽熱利用機器は 10 年以上前に試作された製品であるが、その後改修・改良されたこともなく、現在は計測データすら記録されていない。また過去に商品化された実績もないため、研究開発の必要性すら疑問視される。

表 3-16 ECN により開発された太陽熱利用機器

機器名	概要
乾燥機	冷蔵庫のない地方の農民のため、果物、野菜、肉、魚を乾燥して保存する。直射日光で箱内の温度を上昇させる。乾燥果物として販売可能である。
孵卵器	養鶏場で卵から雛が孵るまでの期間温度を上昇させる。ヌスカ研究所に設置したものは 250 匹の雛を同時に孵することができる。
ひな保育箱	両研究所の他、エヌグ州とベヌエ州において F/S を実施中。オングリッドで電気を利用した機器も導入されている。
温水器	ソコトにある産院にて 10 年間実証試験を実施している。ただし、地方ではシャワーを利用する家庭は少なく、商品としての需要は見込めない。
蒸留水製造器	PV 利用地方電化にて、バッテリー補充水を得るために導入すればニーズが見込める。コンクリート、スチール製の箱の上部を透明なガラスとして採光し、水を蒸発させガラス面に結露した水滴を回収する。
調理器	ボックス型の調理器で、集光を多くするため、鏡を併用している。

出所：ECN

第4章 環境社会配慮

4.1 環境影響評価等に係る規制体系

「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）

カテゴリー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）

EIAは通常以下の手順で実施される。

- 1) プロジェクト実施主体は、プロジェクトプロポーザルを環境省に提出し EIA 実施を申請する。記載が義務付けられている主な項目は、以下の通りである。
プロジェクトの名称、実施主体、位置、概要、セクター、予測されるプロジェクトライフ、用いる材料の調達源、EIAの実施予定者（コンサルタント等）
- 2) 環境省はその内容を精査し必要に応じて現場踏査を行い、申請されたプロジェクトがカテゴリー1～3のいずれに該当するかを最終決定する。
- 3) プロジェクト実施主体は、その決定に基づき、EIAのTORを作成する。
- 4) プロジェクト実施主体は、環境省によるTORの承認の後、EIAを実施する。

また本計画の機材の選定、工事計画の策定に関連した規制として以下に示す環境関連規制がある。

- S.I.8 National Environmental Protection (Effluent Limitation) Regulation, 1991
- S.I.9 National Environmental Protection (Pollution Abatement in Industries and Facilities Generating Wastes) Regulations, 1991
- Guidelines and Standards for Environmental Pollution Control in Nigeria, 1991

4.2 パイロットプロジェクトの環境影響評価

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、4.1に述べたカテゴリー1～3の3段階のうちのカテゴリー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っても部分的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

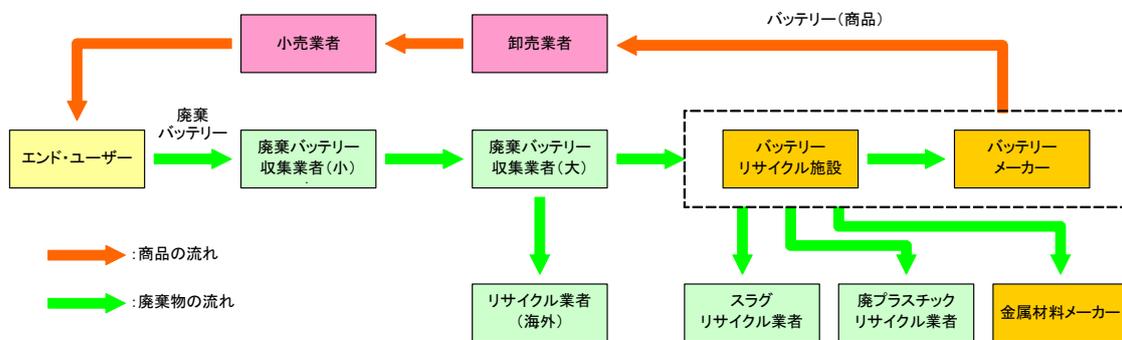
維持管理組織、予測される環境影響、環境管理（実施主体、方法）、環境管理のためのキャパシティ・ディベロップメント計画

4.3 マスタープラン実現に向けた留意点

(1) 廃バッテリー処理

太陽光発電プロジェクトにおいて、特に留意が必要であるのは廃バッテリーの扱いである。上述の環境管理計画においても、環境管理上で最も重大なものは廃バッテリーの処理であること、その処理方法として、具体的に業者名も記述した上で収集業者に処理を委託すること等を記述した。

「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 4-1）。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。



出所：調査団による

図 4-1 「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。

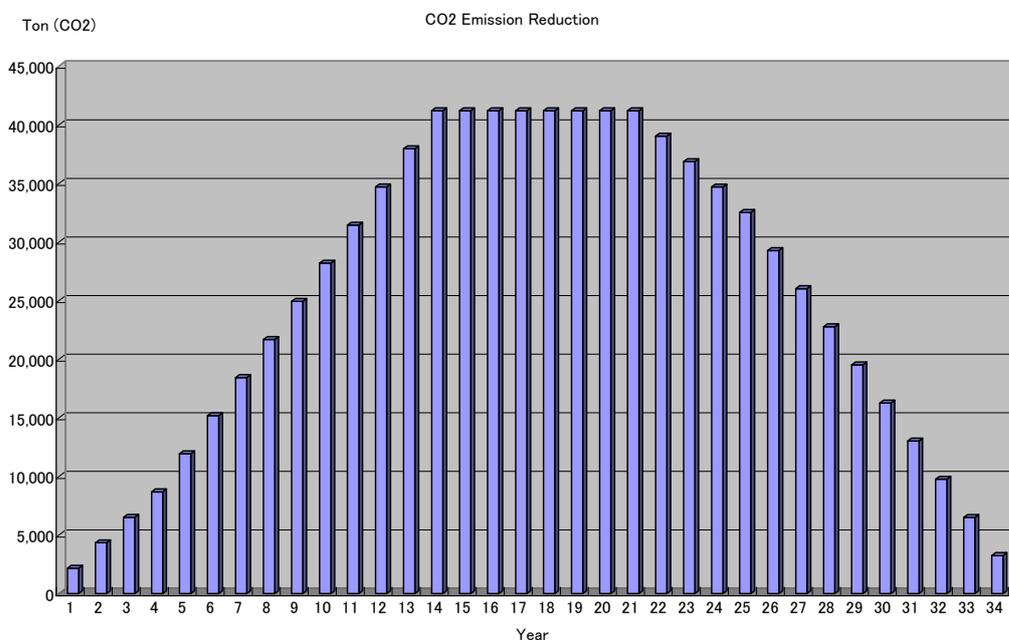
ただし根本的には、再生可能エネルギーの開発事業全てをカテゴリー2 に組み入れ原則的には部分的 EIA が必要という位置付けとしていること自体が適切とは考えられない。再生可能エネルギーの中でも例えば一定規模以下の太陽光発電については、環境管理計画の提出のみ義務付け部分的 EIA は不要とする等へ制度を改善していくことが望まれ、この点について今後環境庁と協議していく必要がある。これについて主導的役割を果たす機関としては REA または ECN が適切であろう。現行制度では申請時に申請料金が必要とされるので、これをどの機関が負担するかについても明確にしておく必要がある。

(3) 社会環境面の留意点

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。

(4) CO2 排出量削減効果

PV電化には化石燃料消費によるCO₂排出量を削減する効果がある。世銀によるナイジェリアにおける「地方電化及び再生可能エネルギー開発プロジェクト(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CO₂排出量削減の効果があるとされており、この数字を用いてこの全国PV電化計画によるCO₂の効果を推計した。2007年～2020年までに配備される設備によって、耐用年数は20年として、2040年まで削減効果が発揮され、総計865,101トンのCO₂削減をもたらすと算出された。PV機器の設置が進むほどCO₂削減効果が増していくが、それを以下に図示した。



出所：調査団による

図 4-2 全国PV電化計画によるCO₂削減効果の推移予想

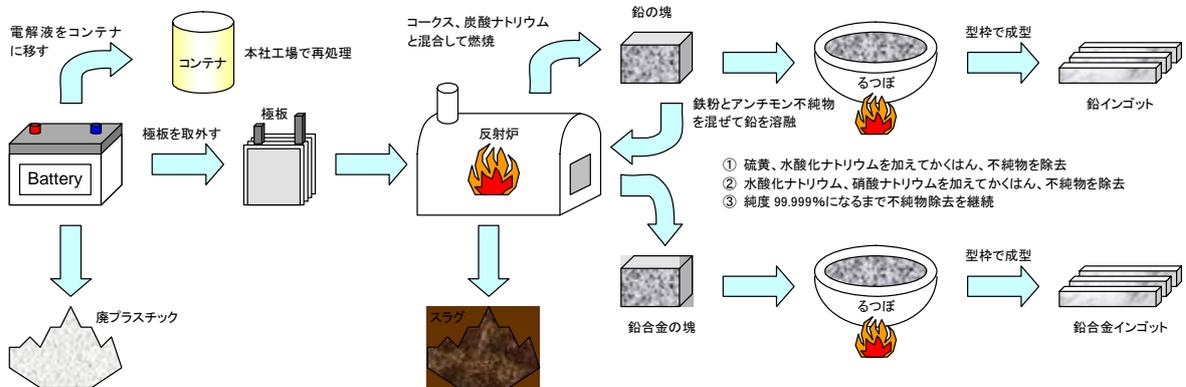
削減効果は、4年後の2011年には1万トン、2014年に2万トン、2017年に3万トンをそれぞれ超える。ピークは2020年～2027年の期間で毎年約4万1千トンの削減効果を発揮する。

添付: バッテリーリサイクルの現況

1. バッテリーリサイクル施設

「ナ」国のバッテリーリサイクル施設の現状を調査するため、アナンブラ州ネウイ市郊外のリサイクル施設を訪問した (Union Recycling Plant, Umuzu Otolu, Nnewi, Anambra)。Union Recycling Plant は自動車部品メーカーである Union Autoparts 社が所有するバッテリーリサイクル設備である。同社は、石油化学工業大手の Ibeto グループ傘下の企業として 1987 年に創業された。現在、ネウイ市内の Ibeto Petrochemical Industry 社の工場敷地内に本社工場を構え、バッテリーの他、各種自動車部品の製造を行っている。同社の製造するバッテリーは全て自動車用ベント形であり、シール形バッテリーの製造は行っていない。

Union Recycling Plant は本社工場から車で 20 分ほどの山奥に位置する。ここでは、電解液を取り除いた廃棄バッテリーを分解・再処理し、鉛・鉛合金の精錬、廃プラスチック・スラグ (非金属製のかす) の再生を行っている。同施設のリサイクルフローを図 4-3 に示す。



出所：調査団による

図 4-3 Union Recycling Plant のリサイクルフロー

Union Autoparts 社は廃棄物収集業者が持ち込む廃棄バッテリーを買い取り (買取価格は 50Ah 程度の小型バッテリーで 400~480 ナイラ/個)、同社の処理施設において再生鉛を精錬してバッテリーの材料として利用している。また、バッテリーの処理工程で発生する廃プラスチックやスラグはリサイクル業者に販売し、最終的に再生プラスチックの材料や舗装材・充填材として再利用されている。

2. 廃棄バッテリー収集業者

以下の 4 か所において廃棄バッテリー収集業者の調査を行なった。カノ、アクレ、オウエリの業者はいずれもパイロットプロジェクトを実施している村落で将来廃棄バッテリーが出るのであればそれを回収することは可能であると答えている。

(1) アブジャ市郊外

Sani Investment 社はアブジャ市郊外 (Durami) に位置しアブジャ周辺で廃棄されるバッテリーを収集し、ラゴスのバッテリーリサイクル業者に販売している。同社が 1 ヶ月当たり販売する廃棄バッテリーの数量は数千個に上る。調査当日には、敷地内に電解液を抜かれたバッテリーが千個以上積み上げられていた。また、収集したバッテリーの一部は自ら分解し、鉛合金を精錬して別のリサイクル業者に売っている。その量も 1 ヶ月当たり数千個に上り、

バッテリーリサイクル業者に販売する分と合わせると1ヶ月で7、8千個の廃棄バッテリーを取り扱っている勘定となる。エンドユーザーからのバッテリーの買取価格は11～12 ナイラ/kg（小型バッテリーで約250 ナイラ/個）、一方リサイクル業者への販売価格は400 ナイラ/個である。同社はソコト州でも収集業を営んでおり、またジョス市やカドゥナ市には同業者がいるとのことである。シール形鉛蓄電池も引取り可とのことであった。

Sani Investment社では、廃棄バッテリーの電解液を中和処理せずにそのまま捨てている。日本では、電解液は強酸のために特別管理産業廃棄物に該当し、廃棄物処理法に基づいた適正な処理が求められている。「ナ」国においても、人体・環境への悪影響を防ぐため、収集業者の段階においても電解液の中和処理を行う必要がある。簡易な方法としては、プラスチック製の水槽に電解液を集め、ここに重曹（炭酸水素ナトリウム、 NaHCO_3 ）、苛性ソーダ（水酸化ナトリウム、 NaOH ）、水酸化マグネシウム（ MgOH ）等を加えてpH（水素イオン指数）が7（純水に相当）になるように中和処理する。

(2) カノ（カノ州）

ジガワ州では回収業者の情報が得られなかったため、隣接するカノ州の州都カノ（ジガワ州の州都ドゥツセから車で約90分）において、一業者からヒアリングを行なった。この業者は、使用済みバッテリーの回収及び再生を行なう業者である。使用済みバッテリーを一般の人から200 ナイラ/個で買取り、それを再生して1500 ナイラ/個で販売しており、顧客は約10人/日である。再生不可のバッテリーは、カノ州のSabon Gariにあるバッテリー再生工場へ300 ナイラ/個で売り渡している（業者：Solomon Battery Center, Masallagi St., Tarauni, Kano, c/o 080-2840-0797）。

(3) アクレ（オンド州）

アクレ市内にて一業者にヒアリングを行なった。廃棄バッテリーを扱う業者は非常に少ないとのことであり、この業者がアクレ唯一の業者である可能性もある。この業者は、自動車の電気系統修理、バッテリー販売、グリッドからのバッテリー・チャージ等を行なっている。廃棄バッテリーは新しいバッテリーを購入した顧客から回収しており、それらをオヨ州（オンド州の北西部に位置）から来る業者に、3ヶ月に1度程度の頻度で売り渡している（価格は、60Ah：200～300 ナイラ、100Ah：400 ナイラ、200Ah：500 ナイラ）。パイロット事業を行なうオケ・アグンラ村で将来、廃棄バッテリーが出るのであればその回収と同時に新バッテリーの販売も合せて行いたいとのことであった（業者：Mr. Akomolafe Oyewole, 29 Afere St. Owocle Qut. Akure, 080-3369-0570）。

(4) オウェリ（イモ州）

オウェリ市内にて一業者にヒアリングを行なった。オンド州と同様に廃棄バッテリーを扱う業者は非常に少ないとのことである。この業者は、廃品回収業者であり、バッテリーの他に金属、びん等の回収を行なっており、廃品の倉庫は密集した住宅街からはずれたところに位置している。廃棄バッテリーは車輛整備工場等から回収しており、30～50 ナイラ/個での買い取り、または無償での入手である。ある程度の個数の廃棄バッテリーを確保したところで、それらを再利用工場のあるラゴスまたはネウィ(Nnewi)に自分で運搬し中間業者に売る。売り渡し金額はビジネス上の秘密とのこと聞き取ることはできなかった（業者：Mr. Uchem Gerald, 37 Amaiybo Street, Owerri, 080-3782-1981）。

第5章 プレ・フィージビリティスタディ調査

5.1 調査概要

村落社会経済調査を実施した100村落のうち20村落を対象として（対象村落の選定については2.3.3に記述）再委託調査2を実施した。これは、プレ・フィージビリティスタディ（Pre-F/S）の予備調査と位置づけられる。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（図5-1）。

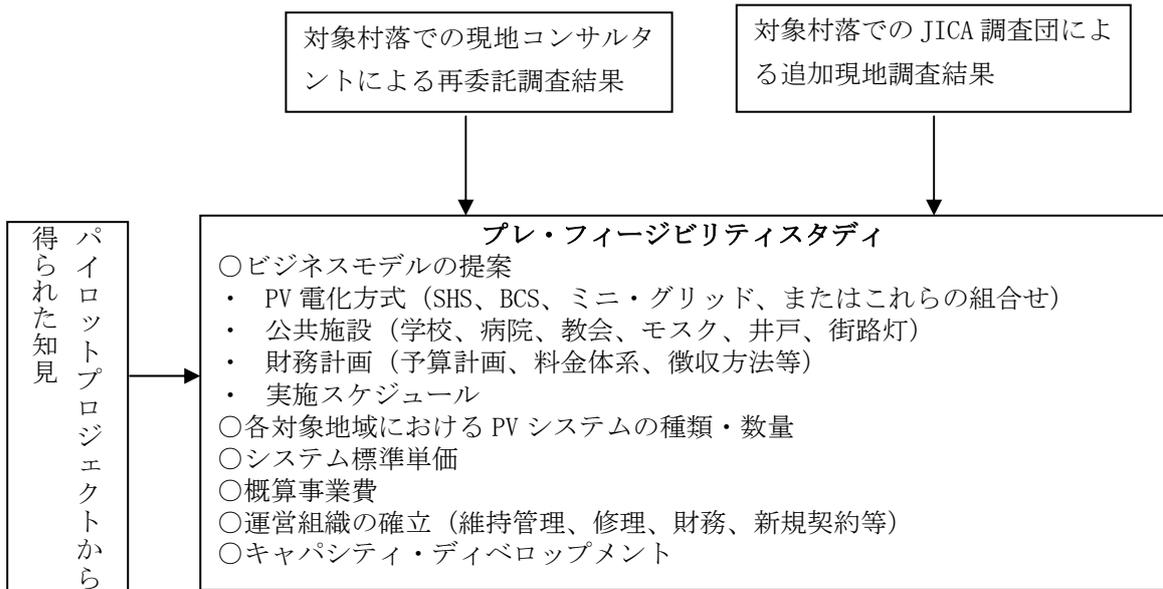


図 5-1 プレ・フィージビリティスタディ調査

5.2 現地調査結果の概要

調査対象村落の概要を表5-1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特に見られず、概要は以下の通りである。実際の料金徴収、維持管理組織設立に際しては、これらを参考にすると共に、当該村落における現実の慣習等に留意しながら、住民参加のプロセスを踏まえて決めていく必要がある。本調査時点で、最も実現性の高いモデル、方策については5.5～5.7にて提案する。

表 5-1 Pre-F/S 対象村落の現況

村落名	人 口	世帯数	平均収入 * [₦/月]	PVへの代替可能なエネルギーへの 平均支出* [₦/月]			
				灯り用 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。

**イモ州ではいくつかの村落の集合をコミュニティとして扱うことが多い。村落名の後の括弧内はその名称を示している。

(1) ビジネスモデル

ビジネスモデル（売切りモデルとサービスモデル）については、全ての村落においてサービスモデルの方がよいという回答があった。その理由として、サービスモデルであれば当初の大きな支出がなく長期間にわたり支出が平均化されるので支払が比較的容易であるということが挙げられた。このことは、例えば SHS55W の価格 12 万ナイラは、FCT 以外では平均年収 17 万～34 万ナイラの世帯にとって困難であることから理解できる。また売切りモデルで購入とした場合、そのためのローンを組める金融機関は無いということも指摘された。

これらの住民からの意見と、PV システムの価格等を勘案した上で、村落電化委員会または ESCO が PV 機器を購入し、それを住民に貸出し、必要なサービスを提供する形態が現実的と考

えられる。本 M/P では地方及び州政府による現地サポート体制と、REA 支部 (Zonal Offices) による村落の電化事業モニタリングを提案しており、これらの体制のもとで、住民が満足するサービスを提供される状況にあることを確認する必要がある。

(2) 料金徴収

料金徴収を適切に行うための方法について住民から挙げられた主な意見を以下に示す。

徴収方法

－村落内の区域ごとに、区域の長の関与のもとに徴収する。

徴収の頻度

－作物収穫時に一括徴収する。

－毎月末に徴収する。

－市が開かれる日に徴収する。

－商業従事者に対しては週 1 回、農業従事者には月 1 回または収穫時に年 1 回等、支払者が払い易い徴収時期を設定する。

集金の管理

－台帳に記録し、領収書を発行する。

－集めた料金は銀行に預金し、村長と他 2 名をその預金口座の署名者とする。

－預金は年に一定回数の監査を行なう。

料金滞納の防止対策

－作物収穫後の一括払いや前払いを奨励する。

－利用者に、PV システムは支払う意思のある世帯へ移設可能であることを周知する。

－料金徴収に村落内で権威のある人の参加を求める。

－滞納者の PV システムを利用不可能な状態にする。

－滞納者の氏名を公表する。

－滞納者の収穫物を差し押さえる。

－滞納者には村落における他の便益も享受できないようにする。

－滞納者に罰金を科す。

(3) 村落組織のあり方

村落の維持管理組織のあり方についての主な意見を以下に示す。

－維持管理組織は、全くの独立組織とする。

－村落の代表者を構成員とする。

－独立した会計監査を任命する。

－訓練のための研究機関との連携、部品調達のための業者との接触を維持する。

－組織には男性・女性ともに含まれるようにする。

(4) キャパシティ・ディベロップメント

キャパシティ・ディベロップメントが必要とされる項目は以下の通りである。太陽光発電のための実用的な技能のみならず、将来の村落開発も視野に入れた意見も出されている。

－技術的スキル (発電設備の設置、維持管理)

－システムへの過度な負荷防止等の賢明なシステム利用法

－記録・会計

－参加型の意志決定プロセスの進め方

- －対立防止と対立の解決プロセスの進め方
- －内規策定を含む村落組織開発
- －PV 設備効率の評価法
- －PV 供給業者の選定法
- －参加型の意志決定プロセスの進め方

5.3 調査対象地域の電化需要

(1) 家庭の電化

各家庭に導入する PV 電化システムについて、住民の要望を調査したところ、村民は実際に支払い可能なシステムよりも上位のシステムを要望する傾向が強い。したがって導入数量については村落毎の社会経済状態の実態を踏まえて、料金支払可能額から妥当なシステムを提案する必要がある。このことから、家計の調査結果等に基づき、調査団が以下の手順で現実的と考えられる導入可能数量を推計した。この数量を用い、表 5-4～5-7 における金額を算出した。

- 1) 再委託調査 1 における各村落での調査対象世帯は、村落全体の支出構造を代表しており、各世帯は、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 に支出できると仮定する。90%とする理由は、一晩中灯しておく灯油ランプのように、PV 導入後も必要な支出が「PV で代替可能なエネルギー」支出には含まれており、それを全体の 10%とみなすことによる。
- 2) 1)で求めた PV への支可能額を、「第 2 章 社会経済の状況 表 2-21」の区分にしたがって金額により 6 段階に分類する。村落ごとの、PV 支払可能額の分布状況を示す（表 5-2）。
- 3) 各村落において、全世帯数を表 5-2 に示すパーセンテージにより按分した。ただし、同一村落でミニ・グリッドと SHS165W が共存することになる村落では、電気使用量に融通性のあるミニ・グリッドに統一した。また、支払可能な世帯が全て PV 電化に参加すると考えることは現実的ではなく、実際には様々な理由により PV 電化に参加しない世帯があると予測され、それを 2 割程度と仮定して全体から差引いた（表 5-3）。

表 5-2 各村落における PV 支払可能額の分布状況

(単位：%)

		不可	BCS	SHS55W	SHS110W	ミニ・グリッド	SHS165W
		-800 N/月	800-1200 N/月	1200-1600 N/月	1600-2000 N/月	2000-2700 N/月	2700- N/月
Jigawa	Giginya	100	0	0	0	0	0
	Maitsamiya	80	0	0	20	0	0
	Jamari	40	0	40	0	20	0
	Auramo Tudu	100	0	0	0	0	0
	Kale Hayintara	80	20	0	0	0	0
	Dankoshe	60	0	40	0	0	0
Ondo	Onisere	0	80	20	0	0	0
	Olorunredo	0	0	100	0	0	0
	Kajola Camp	0	0	60	20	0	20
	Fayomi Camp	0	0	100	0	0	0
	Shegbemi	0	0	60	40	0	0
	Tekule	0	40	20	0	0	40
Imo	Umuokpo	0	20	60	0	0	20
	Agunumee	0	0	40	0	20	40
	Umudim	25	0	75	0	0	0
	Obibi	0	0	0	0	100	0
	Ozara	0	0	0	0	40	60
	Obokuwu	0	20	0	0	40	40
FCT	Gudun Karya	0	80	0	0	0	20
	Yelwan Gawu	20	20	20	0	20	20

表 5-3 各村落の PV システムの導入可能数量

(単位：世帯)

州	村落名	全世帯数	BCS	SHS55W	SHS110W	ミニ・グリッド	SHS165W
			800-1200 N/月	1200-1600 N/月	1600-2000 N/月	2000-2700 N/月	2700- N/月
Jigawa	Giginya	650	0	0	0	0	0
	Maitsamiya	500	0	0	80	0	0
	Jamari	600	0	190	0	80	0
	Auramo Tudu	600	0	0	0	0	0
	Kale Hayintara	120	20	60	0	0	0
	Dankoshe	60	0	20	0	0	0
Ondo	Onisere	300	180	45	0	0	0
	Olorunredo	200	0	160	0	0	0
	Kajola Camp	60	0	25	10	0	10
	Fayomi Camp	62	0	50	0	0	0
	Shegbemi	126	0	60	40	0	0
	Tekule	117	40	15	0	0	35
Imo	Umuokpo	1000	160	480	0	0	160
	Agunumee	800	0	255	0	380	0
	Umudim	1700	0	1020	0	0	0
	Obibi	800	0	0	0	640	0
	Ozara	500	0	0	0	400	0
	Obokuwu	500	80	0	0	320	160
FCT	Gudun Karya	100	60	0	0	0	15
	Yelwan Gawu	100	0	15	0	20	10

(2) 公共施設の電化

各村落で住民に公共施設の電化の要望を調査したところ、診療所、モスク・教会、街路灯等が挙げられた。その種類と数量を表 5-4～5-7 に示す。全ての村落において、公共施設の電化に要する費用は、村落において負担する意思が示されている。

(3) 商工業関連の電化

商工業関連の需要は調査対象に含まれていなかったが、オンド州の Tekule 村では電化を希望するビジネス用機器として以下が挙げられた。他の村落においても同様の潜在的需要はありと考えられる。これらは世帯及び公共施設の電化が終了した次の段階の課題として視野に入れておくことが望ましい。

- ・製粉機 ・木材加工機 ・パン製造機 ・灯油販売用ポンプ
- ・油ヤシ加工機 ・孵化器 ・カカオ乾燥機 ・コシヨウ粉砕機
- ・パーム核粉砕機 ・溶接機器 ・理容機器

5.4 プロジェクトの実施期間

「ナ」国でオフグリッド PV 地方電化プロジェクトを実施するには、政府実施機関及び民間 PV 産業の技術水準を考慮すると、現地及び州政府レベルにおいて運営維持管理組織設立のためのソフト支援が必要となることを踏まえ、REF を活用した自己資金による電化事業、もしくはドナーからの援助スキームを想定することが重要である。つまり、PV 機器の資機材供与、据付工事の完了後において、利用料金徴収や機器の故障発生時の対応など、村落電化委員会や州／地方政府担当部所のキャパシティ・ディベロップメントが必要となることを想定し、専門家によるきめ細かな技術指導を通じて、適切な運営維持管理体制が構築され、プロジェクト実施後の持続可能性を確認できるスキームが望ましいと言える。

本 Pre-F/S の実施に当たっては、パイロットプロジェクトにおける実施設計、入札、調達監理業務での経験を踏まえ、以下のとおりの事業実施工程とした。この場合、基本設計調査の開始から据付工事完了まで最低でも約 20 ヶ月を必要とし、長期間の工程となることを念頭において事業を計画する必要がある。

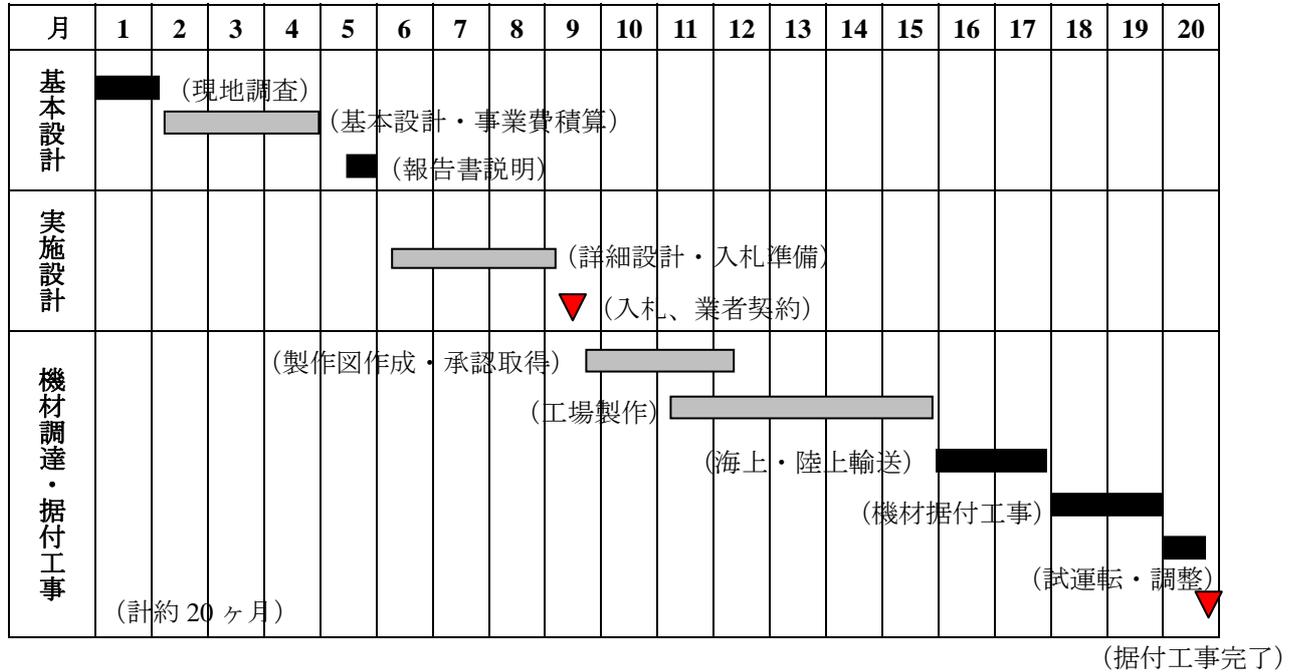


図 5-2 事業実施工程表

5.5 ビジネスモデル

Pre-F/S のビジネスモデルとしては、「ナ」国政府（連邦政府、州政府）による設備所有、維持管理を原則としているため、売切りモデル（Sales Model）ではなく、サービスモデル（Service Model）を適用するものとする。なお、家庭用の PV システムとして、パイロットプロジェクトで導入した BCS、SHS 以外にもミニ・グリッドシステムを想定していることから、サービスモデルによる集中的な維持管理体制が必要となることに留意する。

パイロットプロジェクトでは、他国の類似開発調査案件にて適用されている、民間 PV デイラーによる維持管理組織を導入することなく、現地住民による維持管理組織を構築することとし、これによりシステム利用者のオーナーシップを高めると共に、維持管理費用の低減を図っている。Pre-F/S 対象のジガワ州では、既存の維持管理組織としてローカル NGO の JAEF が存在するため、同組織と連携した組織運営が可能である。その他の州では、住民による直接の維持管理を、以下の方法で支援することが望ましい。これら技術支援に必要な費用負担や、連絡体制については、今後、同様の方法でパイロットプロジェクトのモニタリングを継続していく段階で「ナ」国側にて調整される。

- 1) ジガワ州ではソコト、イモ州、オンド州ではヌスカのエネルギー研究所の研究者（助手クラス）により、技術的な問題が発生したときのサポートを行う。
- 2) パイロットプロジェクトでの経験を水平展開するため、各州の電化局の技術者を活用して、上記 1) と並行した技術サポート体制を構築する。
- 3) PV システムの基礎的な取り扱いに関する技術移転、技術的サポートを現地で行うため、ECN により実施されている現地巡回トレーニング（ECN 技術者による出張ベースの技術移転）を定期的実施する。

ただし、FCTについてはパイロットプロジェクトを実施していないため、FCTの電化局担当者を事前にジガワ州、オンド州の電化局並びにパイロットプロジェクト対象村落に招聘し、維持管理に必要な記録様式、マニュアルなど必要なノウハウの水平展開を行うことが望ましい。

5.6 導入が想定されるPVシステム

(1) ソーラーホームシステム (SHS)

パイロットプロジェクトでは、貧困層住民への電気料金支払負担を軽減し、より多くの家庭で利用できるシステムとして、55WのSHSを導入することとした。その後、村落社会経済調査の調査結果、住民集会の討議結果などを踏まえ、Pre-F/Sにおいては利用者の料金支払能力に応じて、55W、110W、165Wの3種類から容量を選択できることとした。

1) 55W システム

初期投資が小さく、毎月の料金支払いを考慮すると、貧困層の多い地方村落では最も普及可能性の高いシステムであり、主に照明用電力需要を前提としている。コンセントは据え付けるものの、ラジオ等小型機器の利用に限定され、白黒テレビは利用不可能である。

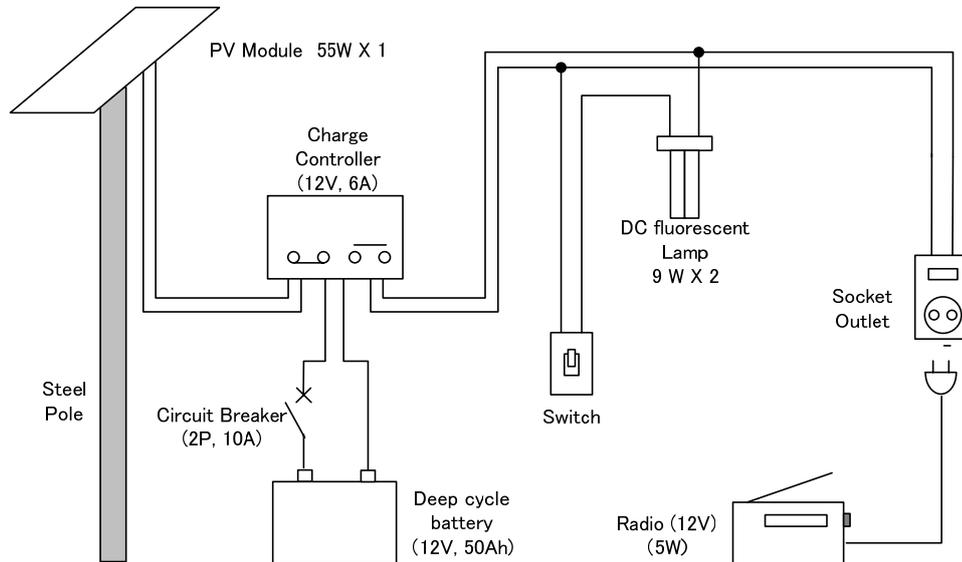


図 5-3 SHS (55W) の標準システム構成

2) 110W システム

55W システムでは蛍光灯の利用は最大 2 灯（1 日の利用時間は 4 時間）まで、ラジオ（5W）も 2 時間までと少なく、また「ナ」国で人気の高い電気製品であるテレビを使えないため、利用料金の増加に耐えうる需要家に対しては、110W システムを提案する。110W システムでは、蛍光灯は最大 4 灯（1 日の利用時間は 4 時間）まで、白黒テレビ（30W）を 1 日 2 時間、ラジオも併せて利用可能である。ただし、PV モジュールの容量増加に対応して、バッテリーの容量も 55W システムの 50Ah から 120Ah に増加し、バッテリー更新時に必要な費用も増加することを、システム選択時点で需要家に啓発する必要がある。

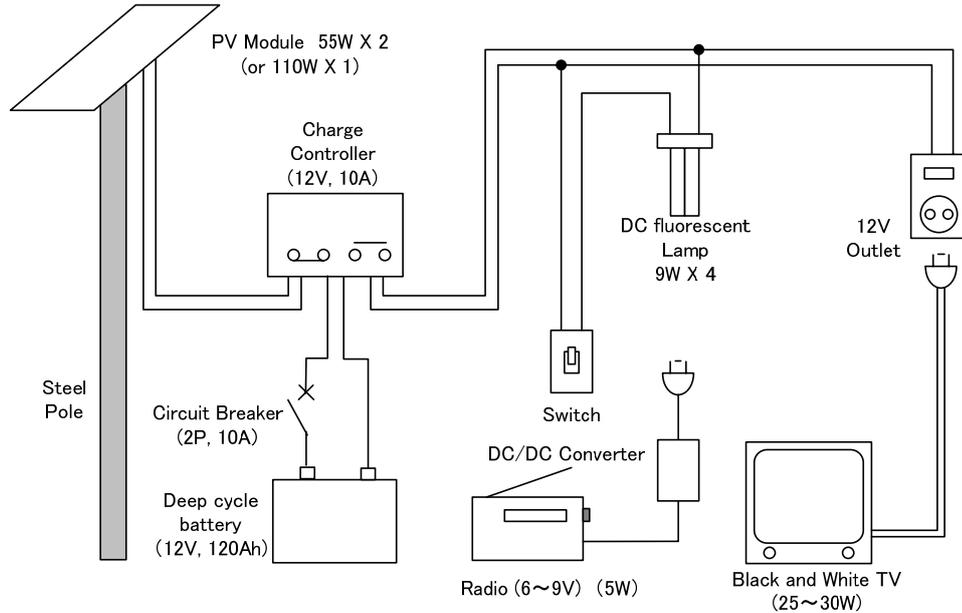


図 5-4 SHS(110W)の標準システム構成

3) 交流システム

今後「ナ」国で SHS が商業ベースで普及を開始すると、村落内で初めにシステムを導入するのは村長など富裕層であり、これら想定される需要家の大部分は既に自家用発電機を利用して、カラーテレビや冷蔵庫などを所有していることから、ハイエンドユーザー向けのシステムとして、インバータを導入した交流 SHS についても導入を検討する。なお、同システムでは蛍光灯 (40Wx6 台) 4 時間、カラーテレビ (300W) 8 時間、冷蔵庫 (150W) 8 時間、天井扇 (230W) 8 時間まで一日に使用可能である。ただし、PV モジュール出力は 150W 以上必要となり、初期投資額が高価となるばかりか、インバータの寿命 (約 10 年)、故障が発生した場合のメンテナンス費用を賄うことができるか、事前に需要家に確認するとともに、導入対象地域で PV 専門業者によるアフターサービス体制を確立することが必要である。

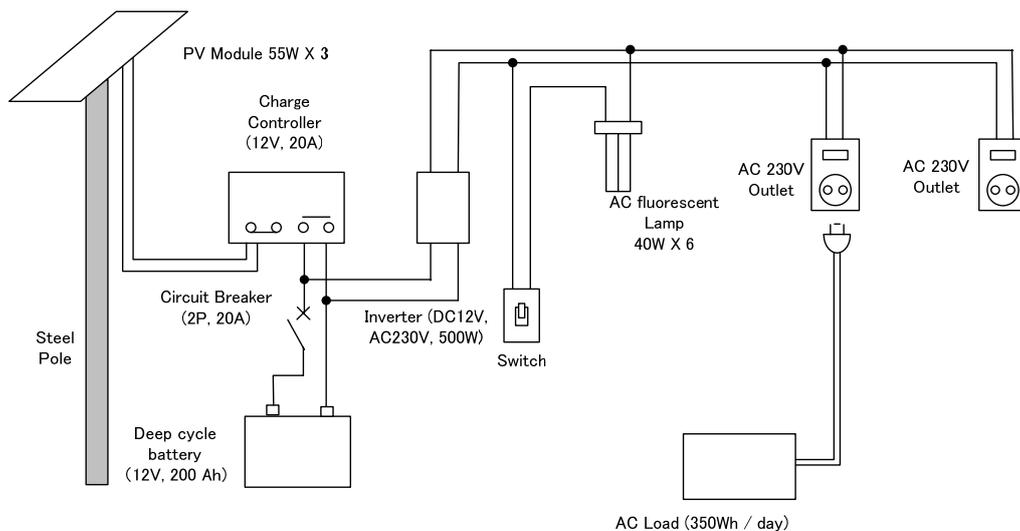


図 5-5 SHS(交流システム)の標準システム構成

(2) バッテリー・チャージング・ステーション (BCS)

BCS が普及するための社会経済条件として、以下が想定される。

- 村落内で住宅が集中して位置している
- 酋長（村長）による統制が強く、充電の順番など利用者が規則を守る土壌がある
- 住民の平均収入水準が低く、SHSを導入した場合の料金支払いが困難である

これら条件を満足し、更に対象地域住民が各需要家に設置される機器（バッテリー、屋内配線、照明機器など）の費用及び据付工事費を負担することに合意した場合のみ、BCSはSHS（55W）よりも1軒当たりの初期コストが割安となり、導入検討の余地があると言える。

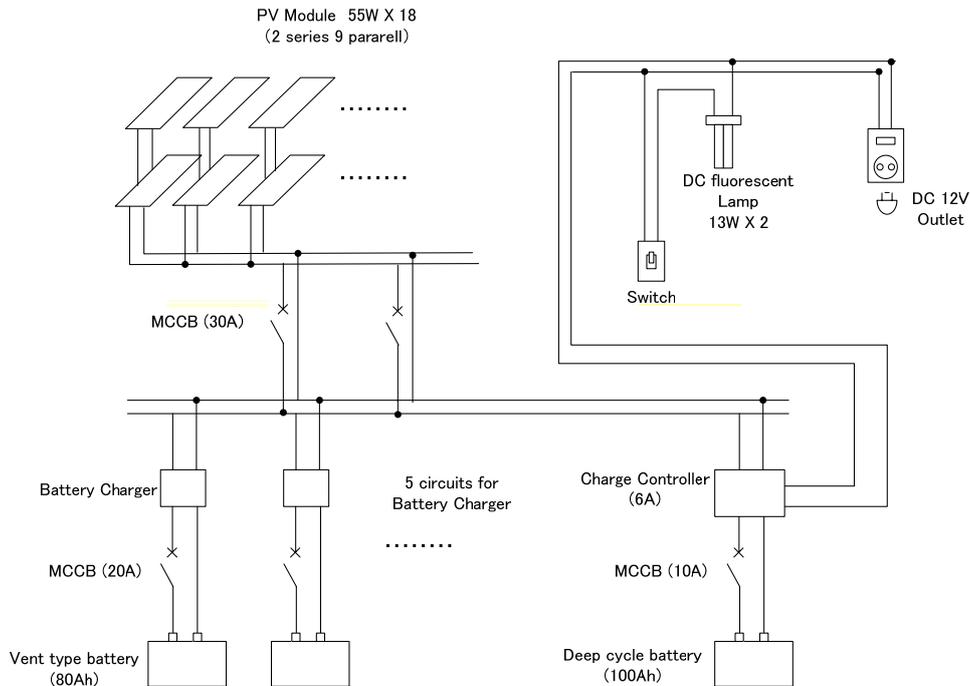


図 5-6 BCS の標準システム構成

(3) ミニ・グリッドシステム

カラーTV、ファン、冷蔵庫など AC 負荷を利用したいという住民の希望に応えるため、ECN が主体となって 1990 年代から導入が進められている。独立型の SHS に比べてメンテナンスを集中的に実施できるため、維持管理が容易であり、また交流機器が利用できる利点があるが、バッテリー過放電とならないよう、利用者には時間帯、機器容量の制限があることを周知する必要がある。

20 軒の一般住宅需要家を対象として、ミニ・グリッドシステムを設計した結果を図 5-7 に示す。例えば、100 軒の村落に対しては、同システムを 5 系列並列に接続すればよい。

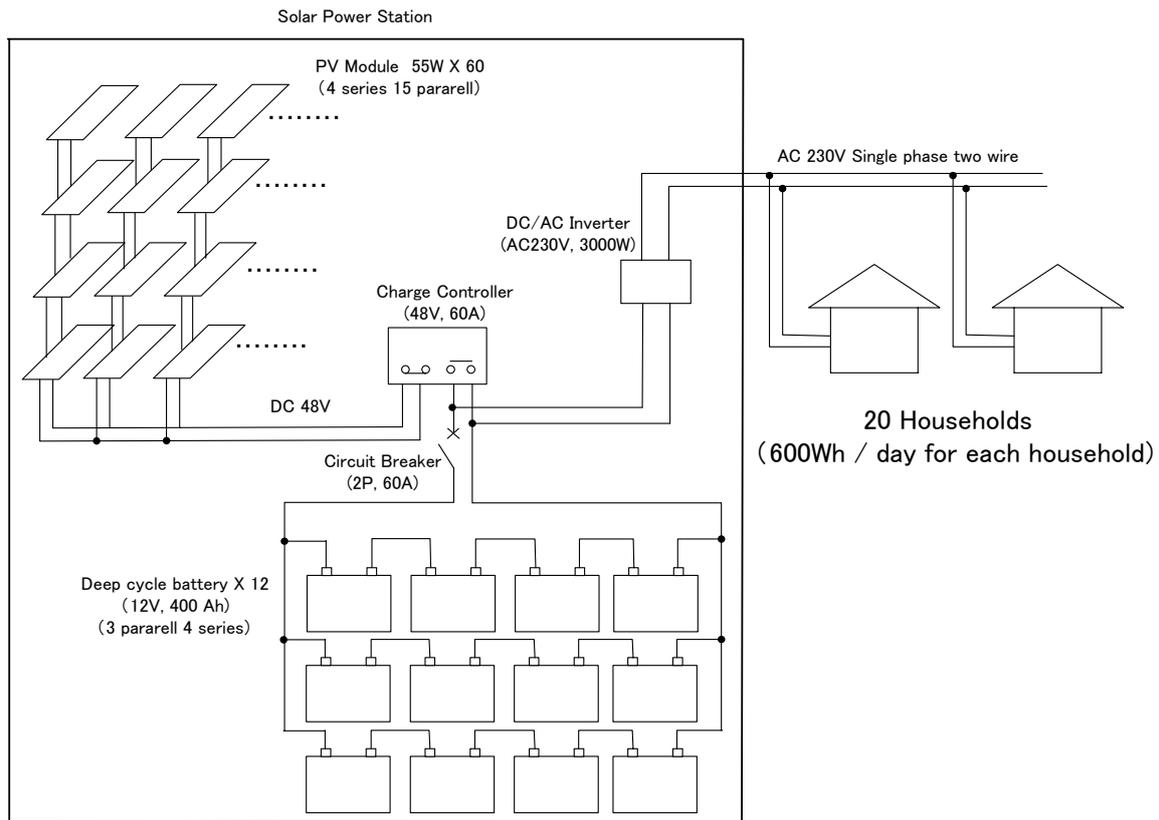


図 5-7 ミニ・グリッドシステムの標準システム構成

(4) 公共施設

村落社会経済調査及び Pre-F/S 対象村落の現地調査結果を勘案すると、「ナ」国で PV システムの導入が期待される、代表的な公共施設としては以下が想定される。

1) 学校

学校は児童、生徒のための授業のみでなく、夜間の成人教育や住民集会の場として活用されることもあり、現在ケロシンランプが使われている未電化地域の学校については、潜在的な照明需要は大きい。照明機器以外でも、酷暑の学習環境を改善するための天井扇の利用、IT 教育の一環としてパソコン、プリンターなどの導入、視聴覚教材を導入するためのテレビ、ビデオの利用、家庭科教育では電動ミシンを利用することが可能となる。

さらに、「ナ」国では学校の校庭に井戸が建設されることが多く、児童、生徒のみならずコミュニティ住民の貴重な飲料水として利用されているため、後述するソーラーポンプシステムについても、普及の可能性は高い。

2) 診療所（クリニック）

現在ケロシンランプを使用している未電化診療所への PV 導入により、照明機器の利用が可能となり、夜間の急患対応、分娩などの診療が可能となる。「ナ」国では、照明機器に加えて風土病のワクチン保存用冷蔵庫が導入されているが、今後 PV の普及が進めば、非常時の無線電話や血球計測器など、既存の PV 利用による医療機器の導入により、医療サービスの質的向上が期待される。

3) 教会、モスク

教会やモスクは、中規模以上の村落であれば必ず存在し、宗教目的での利用以外にも定期的な住民集会の場所として利用され、利用頻度は高い。これら施設では、照明機器及び拡声器（マイクロフォン、スピーカー）及びカセットレコーダー等の音響機器の利用が考えられる。

4) 街路灯

地方村落では、日没後の強盗、窃盗といった治安上の問題に加えて、蛇、サソリといった夜行性の野生動物により婦女子が被害を受けることが多いため、安心して夜間に外出できないのが実情である。このため、ジェンダー配慮の観点から、村内の幹線道路、交差点に街路灯を設置し、住民生活環境の改善を図る。

5) ソーラーポンプシステム

PV による井戸ポンプシステムは、高架水槽（標準容量：1,000 ガロン）と組み合わせて、水の位置エネルギーを保存することができるので、電力保存のためのバッテリーが不要であり、機器のメンテナンスが容易であることから、PV 電化の導入初期には望ましいシステムである。ただし、井戸及びポンプ、PV システムの維持管理体制を確保するため、メーカー、工事業者による技術支援が必須である。「ナ」国では北部半乾燥地帯を中心として導入されており、従来はインバータと組み合わせた AC ポンプシステムが導入されたが、インバータの故障による運転停止が問題となり、近年は DC ポンプシステムの方がより多く導入されている。

再委託調査の結果、Pre-F/S 対象村落では既に手押しポンプやディーゼルエンジンによる給水ポンプが導入されており、それらの揚程は 100m 以下、標準揚水量は 25m³/日であることから、本計画では最小限の飲料水供給を目標として、運営維持管理が容易な DC ポンプシステムを導入する。

5.7 概算事業費

5.6 で導入した各 PV システムについて、Pre-F/S 対象村落にて要請されている数量を再委託調査により集計し、調査団にて査定した数量を基に、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。

(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 5-4 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

(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、现阶段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 5-5 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

(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、5.3で述べたとおり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 5-6 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 e	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

(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 5-7 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