

ナイジェリア連邦共和国
電 力 省
カツィナ州立
ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学

ナイジェリア連邦共和国 太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画 準備調査報告書

平成 24 年 3 月
(2012 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先
八千代エンジニアリング株式会社

産公
CR(1)
12-026

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ナイジェリア連邦共和国の「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」にかかる協力準備調査を実施することを決定し、平成21年12月から平成23年12月まで、八千代エンジニアリング株式会社の不二葦教治氏を総括とする調査団を組織しました。

調査団は、ナイジェリアの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踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成24年3月

独立行政法人国際協力機構
産業開発・公共政策部
部長 桑島京子

要 約

要 約

① 国の概要

ナイジェリア連邦共和国（以下「ナ」国と称す）は、国土面積 923,773 平方キロメートル（日本の 2.5 倍）、人口約 1 億 5,830 万人（2010 年、UNFPA）、国民一人当たり GNI が 1,190 米ドル（2009 年、世銀）であり、アフリカ最大の産油国、天然ガス埋蔵国、GDP がアフリカ第 2 位という、アフリカ有数の大国である。地政学的には、ハウサ、ヨルバ、イボをはじめとした 250 以上のエスニック・グループといくつかの宗教が複雑に絡み合っているため、6 つの地政学的ゾーンのバランスに配慮した行政が行われている。原油生産に関しては、約 213 万バレル/日を誇る OPEC 第 7 位（2009 年）の産油国であり、2009 年には総歳入の 71%、総輸出額の 88%を石油関連（ガスを含む）が占めており、「ナ」国の経済は原油生産に大きく依存している。

近年、「ナ」の経済成長率は 6%台で推移してきたが、2009 年には世界的な金融危機・景気後退の影響と、OPEC による生産割当量の減少等により、経済成長率は 2.9%に低下する見込みであり、貿易収支に関しては、輸出の 98%程度を占める石油関連製品の輸出額が総輸入額を上回っており、常に貿易黒字で推移している。

② プロジェクトの背景、経緯及び概要

「ナ」国は、OPEC 第 7 位の産油国であり、世界第 9 位の天然ガス埋蔵量を有するなど、エネルギー資源大国であるが、このような化石燃料に依存するエネルギー供給には限りがあり、また気候変動の影響によりニジェール川水系の流量が減少し、ナイジェリアの主要電源である水力発電所の発電量が減少するなど、持続可能なエネルギー供給、エネルギー安全保障の実現が困難となる中、従来の化石燃料を中心としたエネルギー政策の転換が求められた。このような背景から、2003 年に策定された「国家エネルギー計画」では、再生可能エネルギーを持続可能なエネルギー供給の一つの柱と位置付け、2005 年に「再生可能エネルギーマスタープラン」を策定し、太陽光、風力、小水力、バイオマス等の再生可能エネルギーの導入が進められている。「再生可能エネルギーマスタープラン」では、再生可能エネルギーの導入目標が定められており、電力供給のうち、2007 年に 0.8%、2015 年に 5%、2025 年には 10%が再生可能エネルギーによって賄われることを目指している。しかしながら①再生可能エネルギー市場を拡大させるための政策、規制、制度的枠組みが存在しない。②初期導入コストが高く資金調達が難しい。③製品の品質や技術基準に関する規制がない、等の障害の為、再生可能エネルギーの導入は思うように進んでいない。

我が国は、温室効果ガス排出削減と経済成長を両立させ、気候の安定化に貢献しようとする開発途上国に対する支援策として、「クールアース・パートナーシップ」、「鳩山イニシアティブ」といった資金援助の枠組みを設けているが、こうした我が国の政策を受けて JICA では、再生可能エネルギーを含むクリーンエネルギーに係る日本の先進的な技術を積極的に活用することが方針として定められ、中でも我が国として極めて優位性の高い太陽光発電技術の国際協力事業

への活用が求められることとなった。

以上の背景から、外務省によりクールアース・パートナー国を対象として太陽光発電等を活用した環境プログラム無償のニーズ調査が実施された。その結果、要請のあった「ナ」国を対象に、太陽光を活用したクリーンエネルギー導入に係る協力準備調査が実施されることとなった。

「ナ」国から要請されたプロジェクトの概要は、カツィナ州立ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学 (Umaru Musa Yar'adua University: UMYU) を対象とした、出力 1MWp の系統連系型太陽光発電システムの調達及び据付である。

③ 調査結果の概要とプロジェクトの内容

JICA は協力準備調査団を 2011 年 6 月 12 日～7 月 6 日に「ナ」国に派遣し、「ナ」国関係者（主管官庁：電力省、実施機関：UMYU）と要請内容の再確認、実施内容の協議を行うとともに、プロジェクトサイト調査及び関連資料の収集を実施した。

帰国後、調査団は現地調査資料に基づき、プロジェクトの必要性、社会・経済効果、妥当性について検討し、その結果を協力準備調査報告書（案）に取りまとめた。JICA は 2011 年 12 月 11 日から 12 月 18 日まで協力準備調査報告書（案）説明調査団を「ナ」国に派遣し、同報告書（案）の説明及び協議を行い、「ナ」国関係者との間で基本合意を得た。

調査の結果策定した協力対象事業は、カツィナ州立ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学 (Umaru Musa Yar'adua University: UMYU) へ太陽光発電設備（出力 850 kWp）と関連する変圧器、11kV 遮断器、415 V 遮断器、11kV/ 415 V 配電線等の資機材の調達・据付を行うものである。同太陽光発電設備は、「ナ」国で最大の規模となり、同国では事例のない系統連系型の設備であることから、竣工後の運転・維持管理が問題なく行えるよう、十分に配慮した設計とした。また、本計画が今後の「ナ」国における系統連系型太陽光発電設備の普及促進に資するよう、ソフトコンポーネントを活用して運転・維持管理や系統連系に係る技術移転を行うこととした。

基本計画の概要

	下記太陽光発電資機材の調達及び据付	数量
資機材 調 達 と 据 付 工 事 計 画	太陽光発電モジュール及び設置架台	1 式
	接続箱（メーカーにより数量は異なる）	1 式
	集電箱（メーカーにより数量は異なる）	1 式
	パワーコンディショナー及びコンビネーションオペレーティングパネル	1 式
	連系用変圧器	1 台
	11kV スイッチギア及び 11kV 受電盤用不足電圧保護継電器	1 式
	33kV 取引用計器パネル	1 面
	33kV ライン保護用地絡過電圧保護継電器	1 台
	表示装置及び計装装置	1 式
	配線材料、接地工事材料、埋設防護管、その他	1 式
資機材 調 達 計 画	太陽光発電設備用交換部品、保守道工具及び試験器具、安全保護具	1 式

④ プロジェクトの工期及び概略事業費

本計画を我が国の無償資金協力で実施する場合、概略事業費は約 9.82 億円（我が国負担経費：約 9.80 億円、「ナ」国側負担経費：約 2.4 百万円）と見積もられる。このうち、「ナ」国側が負担する主な事項は、PV パネル設置場所の草木の伐採工事（約 1.4 百万円）、資金移動に係る日本の銀行への手数料支払い（約 1.0 百万円）である。本計画の工期は実施設計を含め、約 19.5 ヶ月である。

⑤ プロジェクトの評価

以下に示すとおり、本計画は「ナ」国の開発計画やエネルギー政策の実現に資すると共に、一般国民に裨益するものであることから、協力対象事業の妥当性は高いと判断される。

[妥当性]

● 裨益人口

本計画の実施により、UMYU の教職員（約 690 人）及び学生（約 4,300 人）が太陽光発電による電力供給を享受することとなる。なお、太陽光発電による地球温暖化ガスの排出削減については、「ナ」国の全国民が裨益対象となる。

● 公共福祉施設の安定した運営への貢献

大学という公共福祉施設への電力供給に資するとともに、UMYU 内に設立される再生可能エネルギー研究センターが、本計画で設置される太陽光発電設備を活用したデータ収集、研究、研究成果の公表を行うことにより、再生可能エネルギーの啓蒙普及に貢献するものである。

● 運営・維持管理能力

本計画で調達する資機材の仕様は、「ナ」国の保有する技術力で十分に運用・維持管理が可能であり、本計画実施上、特に問題は発生しないと判断される。

● 「ナ」国の開発計画に資するプロジェクト

「ナ」国政府が進めている国家エネルギー政策、再生可能エネルギー計画の実現に資するプロジェクトである。

● 我が国の無償資金協力スキーム

我が国の無償資金協力スキームがプロジェクトの実施に支障となることはなく、また、本計画は無償資金協力スキームの枠内で無理のない事業内容と工程計画を策定しており、特段の困難なく実施可能である。

● 日本の技術を用いる必要性・優位性

再生可能エネルギーを含むクリーンエネルギーに係る日本の先進的な技術、中でも我が国として極めて優位性の高い太陽光発電技術を活用することができる。

[有効性]

本計画の実施により、目標年次に於ける期待される定量的効果は、以下のとおりである。

指標名	基準値 (2011 年)	目標値 (2016 年)
太陽光発電設備による送電端 発電電力量 (MWh/年) *	0	561
CO ₂ 削減量 (t/年) *	0	232

*:本計画によるもの

定性的効果としては、太陽光発電の啓蒙効果、及び系統連系型の大型太陽光発電設備の技術的な知見が蓄積され、将来の普及促進に繋がること等が期待される。

以上のように、本計画を実施することで多大な効果が期待されると同時に、本計画が「ナ」国のエネルギー政策の実現に寄与するものであることから、協力対象事業の一部に対して、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認される。さらに本計画の実施および実施後の運営・維持管理についても、「ナ」国側の体制は人員・予算計画とも十分で問題はないと考えられる。

序文	
要約	
目次	
位置図／写真	
図表リスト／略語集	

第1章	プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1	当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1	現状と課題	1-1
1-1-2	開発計画	1-1
(1)	国家経済強化開発戦略（NEEDS）	1-1
(2)	ビジョン 20：2020	1-2
(3)	国家エネルギー政策（NEP）	1-2
(4)	再生可能エネルギーマスタープラン	1-3
1-1-3	社会経済状況	1-4
1-2	無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-5
1-3	我が国の援助動向	1-6
1-3-1	無償資金協力	1-7
1-3-2	技術協力	1-7
1-4	他ドナーの援助動向	1-8
第2章	プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2-1	プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1	組織・人員	2-1
2-1-2	財政・予算	2-3
2-1-3	技術水準	2-3
2-1-4	既存施設・機材	2-3
2-1-4-1	既設自家発電設備・所内電力設備の現状	2-3
2-2	プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-5
2-2-1	関連インフラ	2-5
2-2-2	自然条件	2-6
2-2-2-1	気象条件	2-6
2-2-2-2	日射量・日射条件	2-7
2-2-3	環境社会配慮	2-9
(1)	環境影響評価等に係る規制体系	2-9
(2)	本プロジェクトの環境影響評価	2-10
2-3	グローバルイシュー等	2-10
第3章	プロジェクトの内容	3-1
3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	3-1
3-1-2	プロジェクトの概要	3-1

3-2	協力対象事業の基本設計	3-1
3-2-1	設計方針	3-1
3-2-1-1	基本方針	3-1
3-2-1-2	自然環境条件に対する方針	3-1
3-2-1-3	社会経済条件に対する方針	3-2
3-2-1-4	建設事情／調達事情に対する方針	3-2
3-2-1-5	現地業者の活用に関わる方針	3-2
3-2-1-6	運営・維持管理に係わる方針	3-3
3-2-1-7	施設、機材等のグレードの設定に係わる方針	3-3
3-2-1-8	工法／調達方法、工期に係わる方針	3-3
3-2-2	基本計画（機材計画）	3-4
3-2-2-1	計画の前提条件	3-4
(1)	対象施設の電力需要	3-4
(2)	系統連系に係わる制度及び技術検討	3-7
(3)	主要機材の仕様選定に係わる前提条件	3-13
3-2-2-2	全体計画	3-17
3-2-2-3	機材計画	3-18
(1)	施設計画の条件	3-18
(2)	機材概略仕様	3-18
3-2-3	概略設計図	3-28
3-2-4	施工計画／調達計画	3-36
3-2-4-1	施工方針／調達方針	3-36
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項	3-39
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分	3-40
3-2-4-4	施工監理／調達監理計画	3-41
3-2-4-5	品質管理計画	3-42
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-43
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3-44
(1)	初期操作指導計画	3-44
(2)	測定指導と安全対策指導	3-45
(3)	運転開始前、各機器の整定値、整定時間の調整	3-46
(4)	運用指導計画	3-47
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3-47
3-2-4-9	実施工程	3-54
3-3	相手国側分担事業の概要	3-54
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-55
3-4-1	日常点検と定期点検項目	3-55
3-4-2	予備品購入計画	3-61
3-5	プロジェクトの概算事業費	3-63
3-5-1	協力対象事業の概算事業費	3-63

(1) 日本側負担経費	3-63
(2) 相手国側負担経費	3-63
(3) 積算条件.....	3-63
3-5-2 運営・維持管理費	3-63
3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	3-66
第4章 プロジェクトの評価.....	4-1
4-1 プロジェクトの前提条件	4-1
4-1-1 事業実施のための前提条件	4-1
4-1-2 プロジェクト全体計画達成のための前提条件・外部条件.....	4-1
4-2 プロジェクトの評価	4-1
4-2-1 妥当性.....	4-1
4-2-2 有効性.....	4-2
4-2-3 結論.....	4-3

[資料]

1. 調査団員氏名、所属
2. 調査日程
3. 相手国関係者リスト
4. 討議議事録
5. 事業事前計画表
6. ソフトコンポーネント計画書
7. プロジェクトの裨益効果

位置図／写真



■ アフリカ全図

■ ナイジェリア連邦共和国全図



ナイジェリア連邦共和国太陽光パネル設置要請サイト位置図

対象サイトの現状 (1/2)



カツィナ市内。太陽光パネルによる街灯が設置されている。



ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学正門。本案件のプロジェクトサイトである。



大学正門より伸びる構内のメイン道路。同道路左側に太陽光パネルを設置し、学生・来客に対する広報効果が期待できる。



太陽光パネル設置予定地 (16,500 m²)。奥に見える道路が上記正門より伸びるメイン道路である。



大学用 33kV 配電線の引込柱と電気室。



33kV/11kV 変圧器 (5MVA)。現在 33kV で引き込まれている配電線の降圧変圧器として利用されている。

対象サイトの現状 (2/2)



電気室内の11kV配電盤。既設の11kV配電盤の右端に新しい配電盤を設置し、太陽光発電システムと接続する。



2011年11月末に完成した再生可能エネルギー研究センター。大学における再生可能エネルギー研究の拠点となる。



管理棟エントランスホール。向かって右側壁面に発電量を示すディスプレイを設置する予定である。



管理棟裏に設置されている太陽光パネル。脇にあるパラボナアンテナの電源として利用。



大学内に設置されている太陽光パネルによる外路灯。至る所に太陽光を利用した器具が散見される。



物理学クラスの授業風景。

図表リスト

第1章

表 1-1-2.1	REMP における再生可能エネルギー導入目標	1-3
表 1-1-2.2	REMP における太陽光導入計画の内訳	1-4
表 1-1-3.1	「ナ」国の主な経済指標	1-5
表 1-3-1.1	「ナ」国電力セクター無償資金協力案件リスト	1-7
表 1-4.1	他ドナー国・国際機関による援助実績（エネルギー・電力分野）	1-9

第2章

図 2-1-1.1	電力省の組織	2-1
図 2-1-1.2	UMYU の組織	2-2
図 2-1-1.3	メンテナンス部門組織図	2-2
図 2-2-2.1	カツィナの年平均気温及び湿度（2008～2010年）	2-6
図 2-2-2.2	カツィナの年間降水量及び降水日（2008年～2010年）	2-7
図 2-2-2.3	カツィナの日射量	2-8
図 2-2-2.4	カツィナの水平面、傾斜面日射量	2-9
表 2-1-2.1	電力省の予算	2-3
表 2-2-2.1	カツィナにおける水平面日射量（単位：kWh/m ² /day）	2-8
表 2-2-2.2	カツィナの水平面、傾斜面(13度)日射量（単位：kWh/m ² /day）	2-9

第3章

図 3-2-2.1	UMYU の昼間商用電源負荷曲線	3-4
図 3-2-2.2	日射量測定値	3-6
図 3-2-2.3	UMYU の休日負荷と太陽光発電バランス	3-7
図 3-2-2.4	PHCN 管轄の配電系統図	3-9
図 3-2-4.1	基太陽光発電モジュールの仕様	3-37
図 3-2-4.2	調達代理機関管理体制	3-38
図 3-2-4.3	初期操作指導スケジュール	3-44
図 3-2-4.4	再生可能エネルギーセンター組織	3-48
図 3-2-4.5	PV システム運営委員会実施体制（案）	3-52
図 3-2-4.6	ソフトコンポーネント・スケジュール	3-53
図 3-2-4.7	本計画の事業実施工程表	3-54
表 3-2-2.1	マルチメーターの測定結果(昼間負荷データ)	3-5
表 3-2-2.2	UMYU の水平、傾斜角日射量	3-6
表 3-2-2.3	UMYU の負荷と発電量バランス	3-7
表 3-2-2.4	マルチメーターの測定結果	3-9
表 3-2-2.5	異常時に発電設備等を解列するための装置（高圧配電線との連系時）	3-13

表 3-2-2.6	太陽電池の種類.....	3-14
表 3-2-2.7	モジュール仕様.....	3-15
表 3-2-2.8	気象条件及びサイト条件.....	3-17
表 3-2-2.9	基本計画の概要と主要機材の調達数量.....	3-19
表 3-2-2.10	基太陽光発電モジュールの仕様.....	3-19
表 3-2-2.11	太陽光モジュール設置用架台の仕様.....	3-19
表 3-2-2.12	接続箱の仕様.....	3-20
表 3-2-2.13	集電箱の仕様.....	3-20
表 3-2-2.14	コンビネーションオペレーティングパネルの仕様.....	3-20
表 3-2-2.15	パワーコンディショナーの仕様.....	3-21
表 3-2-2.16	コントロールパネルの仕様.....	3-22
表 3-2-2.17	直流電源装置の仕様.....	3-23
表 3-2-2.18	変圧器の仕様.....	3-23
表 3-2-2.19	11kV スイッチギアの仕様.....	3-24
表 3-2-2.20	11kV 受電盤用不足電圧保護継電器の仕様.....	3-24
表 3-2-2.21	33kV 取引計器パネルの仕様.....	3-25
表 3-2-2.22	33kV ライン保護用地絡過電圧保護継電器の仕様.....	3-25
表 3-2-2.23	計装装置の仕様.....	3-26
表 3-2-2.24	電線材料の仕様.....	3-26
表 3-2-2.25	埋設防護管の概要.....	3-27
表 3-2-4.1	「ナ」国側の施工負担区分.....	3-40
表 3-2-4.2	現状の問題点とその改善案.....	3-49
表 3-2-4.3	トレーニング内容.....	3-51
表 3-2-4.4	PV システム運営委員会実施体制（案）.....	3-52
表 3-4-1.1	日常点検項目.....	3-56
表 3-4-1.2	定期点検時の点検項目.....	3-57
表 3-4-1.3	高圧連系点検項目と判定基準（点検日時 点検者）.....	3-59
表 3-4-2.1	主機材の取替周期と点検内容（推奨例）.....	3-61
表 3-4-2.2	予備品の保管.....	3-62
表 3-4-2.3	交換部品の時期と費用.....	3-62
表 3-5-2.1	季節的雇用費用.....	3-65
表 3-5-2.2	運営維持管理費.....	3-65
表 3-5-2.3	電気料金.....	3-66

略語集

DAC	Development Assistance Committee (開発援助委員会)
E/N	Exchange of Notes (交換公文)
ECN	Energy Commission of Nigeria (ナイジェリアエネルギー委員会)
ECOWAS	Economic Community of West African States (西アフリカ諸国経済共同体)
EIA	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
EPA	Environment Protection Agency (環境保護局)
EU	European Union (欧州連合)
FMP	Federal Ministry of Power (電力省)
FMST	Federal Ministry of Science and Technology (科学技術省)
G/A	Grant Agreement (贈与契約)
GDP	Gross Domestic Product (国内総生産)
GNI	Gross National Income (国民総生産)
IDA	International Development Association (国際開発協会)
IEC	International Electro technical Commission (国際電気標準規格会議)
IMF	International Monetary Fund (国際通貨基金)
ISO	International Organization for Standardization (国際標準化機構)
JEC	Japanese Electro technical Committee (電気学会電気規格調査会標準規格)
JEM	Standards of Japan Electrical Manufacturer's Association (社団法人日本電気工業会規格)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
JIS	Japanese Industrial Standards (日本工業規格)
NPC	National Planning Commission (国家計画委員会)
LIWV	Lightning Impulse Withstanding Voltage (雷インパルス耐電圧試験電圧値)
MW	Mega Watt (メガワット)
OJT	On the Job Training (O J T : 現場訓練)
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries (石油輸出国機構)
O&M	Operation and Maintenance (運転・維持管理)
PV	Photovoltaic (太陽電池)
UNFPA	United Nations Population Fund (国連人口基金)
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund (ユニセフ)
UMYU	Umaru Musa Yar'Adua University (ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学)

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

ナイジェリア連邦共和国（以下「ナ」国と称す）は、OPEC 第7位の産油国であり、世界第9位の天然ガス埋蔵量を有するなど、エネルギー資源大国である。しかしながら、このような化石燃料に依存するエネルギー供給には限りがあり、また気候変動の影響によりニジェール川水系の流量が減少し、ナイジェリアの主要電源である水力発電所の発電量が減少するなど、持続可能なエネルギー供給、エネルギー安全保障の実現が困難となる中、従来の化石燃料を中心としたエネルギー政策の転換が求められた。このような背景から、2003年に策定された「国家エネルギー計画」では、再生可能エネルギーを持続可能なエネルギー供給の一つの柱と位置付け、2005年に「再生可能エネルギーマスタープラン」を策定し、太陽光、風力、小水力、バイオマス等の再生可能エネルギーの導入が進められている。

「再生可能エネルギーマスタープラン」では、再生可能エネルギーの導入目標が定められており、電力供給のうち、2007年に0.8%、2015年に5%、2025年には10%が再生可能エネルギーによって賄われることを目指している。しかしながら以下の点が障害となり、再生可能エネルギーの導入は思うように進んでいない。

- ① 再生可能エネルギー市場を急速に拡大させるための政策、規制、制度的枠組みが存在しない。
- ② 他のエネルギーと比較して初期導入コストが高く、資金調達が難しい。
- ③ 再生可能エネルギーに係る製品の品質や技術基準に関する規制がない。
- ④ 啓蒙普及活動が十分でない。
- ⑤ 再生可能エネルギーに係る人材や製造能力が不足している。

1-1-2 開発計画

(1) 国家経済強化開発戦略（NEEDS）

2004年5月に「ナ」国政府は、他の途上国の貧困削減戦略書（PRSP）に相当する「国家経済強化開発戦略」（NEEDS：National Economic Empowerment and Development Strategy）を策定した。NEEDSは2004年から2007年までの4年間を対象とし、① 富の創出、② 雇用創出、③ 貧困削減、④ 価値の新たな方向付け、という四つの政策目標とその達成手法を示したものである。NEEDSにおいて電力は、民間セクター主導の経済成長・発展に不可欠なインフラと位置付けられており、電力・エネルギー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%）
- エネルギー供給における再生可能エネルギーの割合を増加させる
- 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

現在、NEEDS に続く 4 年間を対象とする NEEDS-2（2008 年～2011 年）の策定が進められているところであり、NEEDS における実績を踏まえた新たな政策目標が設定される予定である。

(2) ビジョン 20 : 2020

「ナ」国の長期的な経済成長・開発戦略としては、2009 年から 2020 年を対象とした Nigeria Vision 20 : 2020 (NV20 : 2020) があり、2009 年 10 月にドラフト版が完成している。NV20 : 2020 は、原油生産に依存する経済構造からの脱却と、民間セクター主導による持続可能な経済成長を基本方針に掲げ、2020 年までに世界第 20 位の経済大国となることを目標としている。電力セクターに関しては、NV20 : 2020 に示した経済成長ビジョンの達成に必要な電力需要を満たすため、2009 年末までに 6,000 MW、2015 年末までに 20,000 MW、2020 年末までに 35,000 MW の発電設備容量を確保することをセクター全体の目標として掲げている。また、エネルギー安全保障の観点から、風力、太陽光、水力、バイオマスといった再生可能エネルギーを発電に利用することが、主要課題の一つとして挙げられている。

(3) 国家エネルギー政策 (NEP)

「ナ」国では、2003 年 4 月に策定された国家エネルギー政策 (NEP : National Energy Policy) が現状で最新のエネルギー政策である。NEP では、エネルギーは国家の開発目標達成のために不可欠なものであり、国家が直面するエネルギー問題を解決することが政府の重要な役割であるとの認識のもと、エネルギー安全保障と効率的なエネルギー供給を達成するため、多様なエネルギー源の開発を推進すること、適正価格で安定かつ持続可能なエネルギー供給を環境に優しい方法で行うこと、等を政策目標として掲げている。

再生可能エネルギーに関しては、太陽光、バイオマス、風力について、短期（1～2 年）及び中期（5 年）の実施計画が以下の通り定められている。

[短期]

- ① パイロットプロジェクトの実施やワークショップ、啓蒙キャンペーンの開催により、太陽光、バイオマス、風力といった再生可能エネルギーの適用、市場への浸透を図る。
- ② 太陽光、バイオマス、風力といった再生可能エネルギーについて、経済的なインセンティブを導入する。
- ③ 地方部における太陽光、バイオマス、風力といった再生可能エネルギーの導入促進と継

続に関して、規定やガイドラインを設定する。

- ④ 太陽光、バイオマス、風力といった再生可能エネルギーに関して、機器の製造、運転・維持管理に係る訓練を計画、実施する。
- ⑤ 太陽光、バイオマス、風力といった再生可能エネルギーに関して、機器の開発者、製造者、供給業者に対する経済的なインセンティブを導入する。

[中期]

- ① パイロットプロジェクトの実施とモニタリングの継続、並びにその他の短期実施計画の項目を継続する。
- ⑥ 国内のバイオマスエネルギー機器製造者の支援のため、パイロットプロジェクトを実施する。
- ⑦ 太陽光パネル及びセル、風車発電機、バイオガス発生装置等の製作工場の設立を支援する。

(4) 再生可能エネルギーマスタープラン

NEEDS、NEP、ミレニアム開発目標（MDGs：Millennium Development Goals）といった国家の開発計画、目標の達成に資するため、再生可能エネルギー導入の目標と実施計画を定めた「再生可能エネルギーマスタープラン」（REMP：Renewable Energy Master Plan）が2005年11月に策定された。REMPでは、表1-1-2.1に示す通り再生可能エネルギーの種類別に導入目標が定められている。また、エネルギー源別に具体的な導入形態、導入量、プロジェクト数の目標が定められている。太陽光に関する導入計画の内訳を表1-1-2.2に示す。

表 1-1-2.1 REMPにおける再生可能エネルギー導入目標

[単位：MW]

エネルギー源	2007年	2015年	2025年
風力	1	20	40
太陽光発電	5	75	500
太陽熱利用	-	1	5
小水力	50	600	2,000
バイオマス	-	50	400
再生可能エネルギー合計	56	746	2,945
最大電力予測（高成長ケース）	7,000	14,000	29,000
電力需要に占める再生可能エネルギーの割合	0.8%	5%	10%

[出所] Energy Commission of Nigeria (2005.11) ” Renewable Energy Master Plan”

表 1-1-2.2 REMP における太陽光導入計画の内訳

	2007 年		2015 年		2025 年	
	単位容量	目標数	単位容量	目標数	単位容量	目標数
家庭用太陽光 (SHS)	50W	40,000	50W	400,000	50W	4,000,000
太陽光給水ポンプ	400W	2,500	400W	37,500	400W	250,000
コミュニティー用太陽光	10kW	100	10kW	1,500	10kW	10,000
街灯、信号	100W	10,000	100W	100,000	100W	500,000
大規模太陽光発電	—	—	500kW	30	1MW	50
合計(単位容量×目標数)	5 MW		75 MW		500 MW	

[出所] Energy Commission of Nigeria (2005.11) “Renewable Energy Master Plan”

[注] 1 kW=1,000W、1,000kW=1MW

1-1-3 社会経済状況

「ナ」国は、国土面積 923,773 平方キロメートル(日本の 2.5 倍)、人口約 1 億 5,830 万人(2010 年、UNFPA)、国民一人当たり GNI が 1,190 米ドル(2009 年、世銀)であり、アフリカ最大の産油国、天然ガス埋蔵国、GDP がアフリカ第 2 位という、アフリカ有数の大国である。地政学的には、ハウサ、ヨルバ、イボをはじめとした 250 以上のエスニック・グループといくつかの宗教が複雑に絡み合っているため、6 つの地政学的ゾーンのバランスに配慮した行政が行われている。原油生産に関しては、約 213 万バレル/日を誇る OPEC 第 7 位(2009 年)の産油国であり、2009 年には総歳入の 71%、総輸出額の 88%を石油関連(ガスを含む)が占めており、「ナ」国の経済は原油生産に大きく依存している。

表 1-1-3.1 に「ナ」国の主な経済指標を示す。近年、「ナ」国の経済成長率は 6%台で推移してきたが、2009 年には世界的な金融危機・景気後退の影響と、OPEC による生産割当量の減少等により、経済成長率は 2.9%に低下する見込みである。

財政収支についても、世界的な景気動向と原油価格、生産量に影響され、2009 年には 2 兆 2,610 億ナイラ(約 1 兆 3,792 億円)の財政赤字となる見込みである。この財政赤字額は、2009 年の GDP の 9%に相当するものである。過去の軍事政権時代には、不適切な財政運営により慢性的な財政赤字と巨額の累積債務に陥ったが、2005 年 10 月のパリクラブ合意により、主要先進国から多額の債務免除を取りつけ、それ以降は財政、対外債務の状況は改善されている。

貿易収支に関しては、輸出の 98%程度を占める石油関連製品の輸出額が総輸入額を上回っており、常に貿易黒字で推移している。

表 1-1-3.1 「ナ」国の主な経済指標

指標分類	内 訳	実績			予測
		2006年	2007年	2008年	2009年
経済成長	実質GDP成長率 (%)	6.0%	6.4%	6.0%	2.9%
財政収支 ^{1*}	歳入	6,336	5,926	8,063	5,598
	石油関連歳入	5,445	4,564	6,535	3,761
	非石油関連歳入	891	1,362	1,529	1,837
	輸出・消費税	178	241	281	300
	法人税	245	327	417	524
	付加価値税	227	302	405	499
	その他(教育、関税)	60	92	129	141
	連邦政府独立収入	33	243	115	175
	地方政府独立収入	148	158	182	199
	歳出	5,033	6,149	7,159	7,859
	連邦政府	1,669	2,343	2,625	2,992
	予算外支出	212	367	265	345
	地方政府	2,362	2,582	3,529	3,004
	インフラ関連支出	194	205	0	245
	燃料補助金	4	49	119	146
	その他	592	603	622	1,128
財政収支	1,303	-223	904	-2,261	
貿易収支 ^{2*}	輸出	57.4	66.6	84.1	51.0
	石油/ガス	56.4	65.0	82.0	49.4
	その他	1.0	1.6	2.1	1.6
	輸入	22.6	30.4	36.9	32.0
	石油/ガス	5.1	5.6	8.2	4.6
	その他	17.6	24.8	28.7	27.4
貿易収支	34.8	36.2	47.2	19.0	
石油関連	原油生産(百万バレル/日)	2.36	2.21	2.09	2.06
	ナイジェリア原油価格(USD/バレル)	64.3	71.1	97.0	61.5

[出所] International Monetary Fund (2009.7) "Article IV Staff Report"

[備考] 1*:単位は10⁹ナイラ (1ナイラ=0.61JPY) 2*:単位は10⁶USD (1USD=90.87JPY)

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

2008年1月、福田総理大臣(当時)はダボス会議で発表した「クールアース推進構想」の中で、温室効果ガス排出削減と経済成長を両立させ、気候の安定化に貢献しようとする開発途上国に対する支援として、5年間で、累計1兆2,500億円程度(おおむね100億ドル程度)の新たな資金を活用した「クールアース・パートナーシップ」を開発途上国との間で構築する旨表明した。クールアース・パートナーシップにおいては、気候変動に脆弱な途上国(アフリカ、島嶼国など)が地球温暖化に『適応』するための支援(適応策支援)、近代的なエネルギー・サービスを享受できない途上国(アフリカなど)がクリーンエネルギーを活用しながら経済発展をするための支援(クリーンエネルギーアクセス支援)、温室効果ガスの排出低減により気候変動を『緩和』するための支援(緩和策支援)を途上国に対して行うこととしている。この取り組みの一環として、2008年度に「環境プログラム無償資金協力事業」が導入された。

その後誕生した鳩山政権においては、2009年9月22日に開催された「国連気候変動首脳会

合」において鳩山総理大臣が演説を行い、「2020年までに1990年比で25%の削減を目指す」という我が国の温室効果ガス削減目標を示すとともに、地球温暖化に対する途上国支援の四原則（鳩山イニシアティブ）を提案、これまでと同等以上に資金的、技術的な支援を行う用意がある旨表明した。これを受けて日本政府は、国連演説での鳩山総理の提案を具体化した「鳩山イニシアティブ」を2009年12月に公表、従前のクールアース・パートナーシップを再編した新たな資金援助の枠組みを構築し、2012年末までの3年間で官民合わせて約1兆7,500億円（概ね150億ドル）規模の支援を実施することを約束した。

上述の我が国の政策を受けてJICAでは、再生可能エネルギーを含むクリーンエネルギーに係る日本の先進的な技術を積極的に活用することが方針として定められ、中でも我が国として極めて優位性の高い太陽光発電技術の国際協力事業への活用が求められることとなった。

以上の背景から、外務省によりクールアース・パートナー国を対象として太陽光発電等を活用した環境プログラム無償のニーズ調査が実施された。その結果、要請のあった「ナ」国を対象に、太陽光を活用したクリーンエネルギー導入に係る協力準備調査が実施されることとなった。

「ナ」国から要請されたプロジェクトの概要は、カツィナ州立ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学（Umaru Musa Yar' adua University:UMYU）を対象とした、出力1MWpの系統連系型太陽光発電システムの調達及び据付である。

その後、2011年6月に実施された第4次現地調査において、大学の電力負荷、太陽光パネル設置面積、プロジェクトの予算規模等を考慮して「ナ」国側と協議した結果、太陽光発電の出力は500kWpを基として計画を進める事となった。その後、概算事業費の積算を行った結果、同じ予算規模にて出力850kWp程度まで発電容量を増やすことが可能となった。

1-3 我が国の援助動向

我が国は、アフリカ有数の大国である「ナ」国における民主化及び経済改革の進展がアフリカ、特に西アフリカ地域の安定と成長に大きく寄与すること、及び「ナ」国がNEPAD（New Partnership for African Development）やAU（African Union）を牽引するなど、アフリカ開発において主導的役割を果たしていることから、「ナ」国との関係を重視している。また、1990年代に経済成長が著しく後退したことに伴って深刻化した貧困問題に対処するためにNEEDSを策定し、これに沿った取組を行っている「ナ」国の自助努力に対し、基礎生活改善や地方活性化を念頭に置いて住民に直接裨益する支援を実施することは、ODA大綱の重点分野の一つである「貧困削減」の観点からも意義は大きいと考えられる。

1999年5月のオバサンジョ政権への民政移管に伴い、我が国は対ナイジェリア経済協力を再開した。政策協議を経て両国は、(A) 農業・農村開発（(イ) 保健医療、(ロ) 基礎教育、(ハ) 農業）及び(B) 地方インフラ整備（(ニ) 水供給、(ホ) 地方電化）を経済協力の重点分野とした上で、分野横断的視点として(ヘ) ジェンダーを重視していくことで合意している。

上述の方針を受けて、我が国は 2000～2002 年度にかけて、「ナ」国北部 4 州において無償資金協力による地方電化計画を支援し、2005 年 6 月～2007 年 3 月には、「太陽エネルギー利用」に関する開発調査を実施、更に 2006 年～2008 年度には東部 2 州における無償資金協力による地方電化計画を支援している。

1-3-1 無償資金協力

過去に「ナ」国電力セクターに対して供与された無償資金協力は、3 期分け 2 回合計 6 年間で、以下に示すとおりである。

表 1-3-1.1 「ナ」国電力セクター無償資金協力案件リスト

交換公文 (E/N) 締結日	案件名	電化対象地域及び主要都市	E/N 供与限度額 (百万円)
2000 年 11 月 21 日	地方電化計画 (1/3 期)	ナサラワ州アウエ郡アウエ町、ケアナ郡ケアナ町	1,200
2001 年 8 月 7 日	地方電化計画 (2/3 期)	ハ ^レ ウチ州ホ ^レ コロ郡ホ ^レ コロ町、ゴン ^レ ハ ^レ 州ア ^レ ッコ郡カ ^レ ッシンギ ^レ 町	653
2002 年 7 月 11 日	地方電化計画 (3/3 期)	ホ ^レ ル州モ ^レ ハ ^レ ール郡ダ ^レ マク ^レ 町	1,628
2006 年 6 月 22 日	地方電化計画 (1/3 期)	クロス・リバー州ランチコミュニティ地区、	932
2007 年 8 月 16 日	地方電化計画 (2/3 期)	クロス・リバー州エ ^レ フルコミュニティ地区	899
2008 年 7 月 11 日	地方電化計画 (3/3 期)	アクワ・イボム州イ ^レ ド ^レ ウ ^レ ・イ ^レ ア ^レ コ ^レ ット ^レ ・ク ^レ ラン地区	574

上記援助による効果としては、工事完了後 1 年後に未電化地区の電化対象の一つであるナサラワ州ケアナ町の現地踏査において、電化後約 1～2 年間で各地区の一般住宅約 11～27%が電化されており、また PHCN (Power Holding Company of Nigeria) は需要家からの接続申し込みを随時受け付けていることが確認され、この傾向が継続されれば数年後に電化率は 100%近くに到達するものと予測されている。また、同地区の電気利用に対するニーズが最も高い公共施設の中でも、合同庁舎、警察署、モスク、教会、病院・診療所での、照明、天井扇、エアコンが有効に利用されるようになり、同施設の事務作業や活動の能率が向上した。また、電柱に公衆街路灯が設置され、夜間の治安向上ならびに露天商の商売に役立っている。

また、2006 年以降の援助については、工事完成後、対象地域の重要町村の村落電化率がクロス・リバー州では約 35%から約 90%に、アクワ・イボム州では約 20%から約 31%へ向上し、我が国の援助効果は高いとの評価を得ている。

1-3-2 技術協力

「ナ」国政府は、送配電線の延長による地方電化が困難となる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、独立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、電力省（FMP: Federal Ministry of Power）だけでなく、科学技術省（FMST: Federal Ministry of Science and Technology）とエネルギー委員会（ECN: Energy Commission of Nigeria）も取組みを進めており、ソコト州、エヌグ州にある連邦研究施設で太陽エネルギー利用に関する技術開発、啓蒙普及活動を実施している。

こうした取組みを一層推進するため、「ナ」国政府は2004年2月に我が国に対し開発調査「太陽エネルギー利用マスタープラン調査」の実施を要請した。同調査は2005年6月から2007年3月まで実施され、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が策定された。更に、FMP、FMST、ECN、州政府等、今後太陽エネルギー利用を推進する組織のキャパシティ・ディベロップメントを実施し、併せて2回16人のカウンターパート研修が日本国内にて実施された。なお、同調査は「ナ」国全域を対象としているが、プレフィージビリティスタディ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）で実施し、実機を導入する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にて実施した。

1-4 他ドナーの援助動向

他ドナーによるエネルギーセクターへの援助の内、最も大きなものは、世界銀行により2005年に開始されたNational Energy Development Project（予算総額1.72億US\$）であり、「ナ」国電力セクターの送変電、配電部門、並びに電力セクター改革を幅広く支援している。同プロジェクトは以下の5つのコンポーネントから構成されている。

- コンポーネント1：送電システム開発（125.7百万US\$）
- コンポーネント2：配電効率改善（33.2百万US\$）
- コンポーネント3：電化の推進と配電系統強化、再生可能エネルギー（10.0百万US\$）
- コンポーネント4：プロジェクト管理部門への技術協力（8.2百万US\$）
- コンポーネント5：電力セクター改革（3.9百万US\$）

コンポーネント2は、配電ロスの低減と配電事業の効率化を目的とした設備の改修、技術協力が行われる予定である。配電ロスの低減（盗電を含む）については、長距離に亘って敷設されている低圧配電線（415/240V）の高圧配電線（33/11kV）への昇圧、並びに配電用変圧器の需要地近傍への設置に必要な資機材の調達と据付、配電事業の効率化については電力量計の更新（最新型機器への更新、遠隔検針化等）、配電事業のアウトソーシング等がコンポーネントに含まれている。

コンポーネント3では、現在進行中である電力セクター改革の状況を踏まえた地方電化事業のモデルが、地方電化のパイロットプロジェクトにより検証される予定である。パイロットプロジェクトは、(a)送電制約の解消により、配電線の延伸が可能となる地域、(b)小規模系統、独立系統（再生可能エネルギーを含む）による電化が必要な地域、の2種類が想定されており、クロス・リバー州、オグン州、エヌグ州の3州で6～7件のパイロットプロジェクトが実施される計画である。パイロットプロジェクトでは、地方電化への民間の参入を視野に入れた新たなビジネスモデルが試行され、世界銀行の資金援助、技術支援によりコミュニティと州政府が

共同出資によりパイロットプロジェクトを立ち上げることとなっている。

コンポーネント 5 では、現在実施中の民営化支援プロジェクト (Privatization Support Project (2001-2006 年)) に加えて、PHCN の構造改革、電力規制委員会 (Nigerian Electricity Regulatory Commission: NERC) の運営、キャパシティービルディング、電力取引市場に係る規則の制定、配電事業民営化のための官-民参加モデルの検討に係る助言などが実施される予定である。

他ドナーによる再生可能エネルギープロジェクト支援としては、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 (PV: Photovoltaic) 地方電化事業を実施している。ジガワ州内の 5 村落に SHS、PV 井戸ポンプ、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。

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 ケ村 (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 (Solar Home System) 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。

表 1-4.1 他ドナー国・国際機関による援助実績 (エネルギー・電力分野)

(単位: 1,000 US ドル)

実施年度	機関名/ ドナー国名	案件名	金額	援助形態	概要
2001～ 2004 年	USAID	ジガワ州村落電化計画	1,040	無償資金 協力	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。
2001 年 ～	UNICEF	太陽光利用 地方衛生管理計画	-	無償資金 協力	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。
2006～ 2007 年	UNDP	村落太陽光 ミニグリッド電化計画	-	無償資金 協力	全国 6 ケ村を対象にミニグリッドシステムの導入。最大 1000 住宅、井戸ポンプ、公共施設への電力供給。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

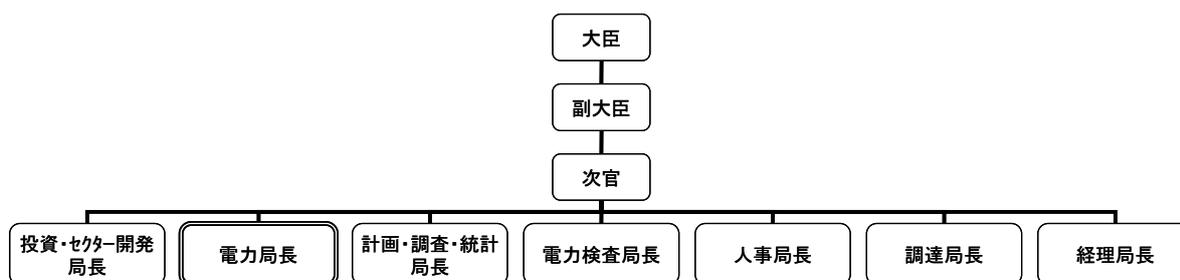
2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

本計画の責任機関である電力省（FMP：Federal Ministry of Power）は、「ナ」国の電力政策の立案と実施、電力事業の監督を行う連邦政府の機関であり、主な役割は以下の通りである。

- 電力セクター開発全般に係る政策・プログラムの起案及び策定
- 電力インフラの管理
- 出力 1MW 以下の発電機、及び電気工事業者に対するライセンスの発行
- 電力事業の安全確保を目的とした、電気事故、感電に係る調査
- 電柱等の送配電設備に対する使用前法定検査の実施
- 再生可能エネルギープログラム/普及促進の実施（太陽光、風力、バイオマス、小水力等）
- 電力セクターの事業活動に関する調整
- 電力セクターの調査・研究に係る政策事項の処理
- PPP（Public Private Partnership）による発電所建設の推進
- 電力セクターに係る二国間、多国間協力への参加
- 電力省の監督下にある政府機関、準国営機関に対する全体的な調整

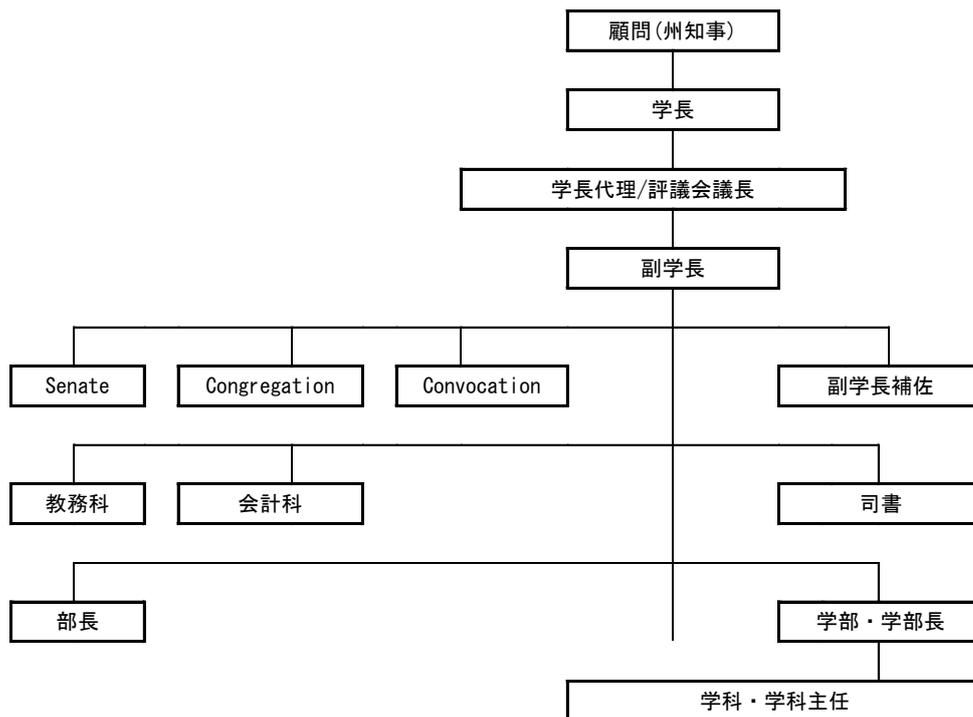
図 2-1-1.1 に電力省の組織を示す。電力省の中の電力局が、本計画の担当部署となる。



[出所] 電力省

図 2-1-1.1 電力省の組織

本計画の実施機関となるウマル・ムサ・ヤラドゥア大学（UMYU）は、2007年に開校したカツィナ州立の総合大学であり、教育学部、人文科学部、自然・応用科学部を有しており、今後、農学部、工学部、法学部、医学部、薬学部、経営・社会科学部を増設する計画である。2011年6月時点で学生数は約4,300人、教員数317人、職員数（教員以外）370人である。UMYUの組織を図2-1-1.2に示す。

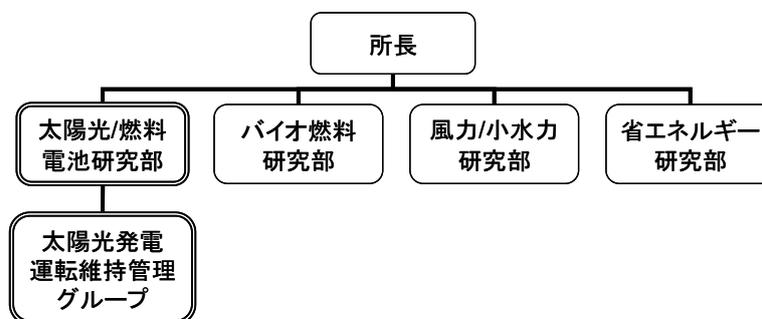


[出所] UMYU

図 2-1-1.2 UMYU の組織

UMYU では、再生可能エネルギー研究センター (CeRER: Centre for Renewable Energy Research) を設立、今後 9 ヶ月の準備期間を経て正式に発足させる見込みである。現在の構想では、CeRER には (1) 太陽光・燃料電池研究部、(2) バイオ燃料研究部、(3) 風力・小水力研究部、(4) 省エネルギー研究部、の四つの研究部門を設ける計画である。同センターの研究棟は「ナ」国の石油基金の支援を受けて建設中であり、今後 2~3 ヶ月で完成する予定である。

本計画の竣工後、再生可能エネルギー研究センターが主体となり、大学全体の設備・施設の維持管理を担う「設備計画・維持管理部門 (DPPD: Department of Physical Planning and Development)」の協力を得て、太陽光発電設備の運転・維持管理を実施する。大学では、本計画のソフトコンポーネントが開始される前に、CeRER 内に太陽光発電設備の維持管理要員組織の立ち上げを行う予定である。



[出所] UMYU

図 2-1-1.3 メンテナンス部門組織図

2-1-2 財政・予算

実施機関である、UMYU は、州立大学であり、カツィナ州から大学の運営に必要な予算が配分される。大学の年間予算は、2 億～9 億ナイラ程度である。責任機関である電力省の予算を表 2-1-2.1 に示す。同省の 2012 年度の予算は 734 億ナイラ（約 390 億円）であり、そのうち約 96% を発送配電に係る設備投資費が占めている。

表 2-1-2.1 電力省の予算

単位：百万ナイラ

予算項目	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
人件費	21,611	2,732	データ無し	2,335	1,986
物品購入/その他サービス	3,798	2,234		1,441	1,130
設備投資(発送配電)	114,375	94,624		87,247	70,300
合計	139,784	99,590		91,023	73,417

出所: Federal Ministry of Finance

備考: 1 ナイラ=0.530 円

2-1-3 技術水準

UMYU の再生可能エネルギー研究センター (CeRER) は、太陽光発電設備に関する専門的な知見を有しており、設備計画・維持管理部門 (DPPD) は、電気・機械設備、建物、車輛等の維持管理を日常的に行っている。電気設備に関しては、DPPD は 11kV から 415/240V の所内受変電設備及び自家用ディーゼル発電設備の運転・維持管理を実施しており、一般的な電気設備の運転・維持管理に関する技術・知識は有している。

本計画において、コンサルタントによるソフトコンポーネントやメーカー技術者による初期操作指導を行うことで、完成後の運転・維持管理は問題無く行われるものと考えられる。

2-1-4 既存施設・機材

2-1-4-1 既設自家発電設備・所内電力設備の現状

UMYU 構内への電気供給は、PHCN の架空配電線（3 相 3 線 33kV、1 回線）より自家発電設備建屋に隣接した電柱まで配電されおり、更に電柱から自家発電設備建屋電気室内に設置された 33kV 閉鎖配電盤まで直埋設用外装 33kV ケーブルで地中に埋設され、建屋内は床下のケーブルトレンチ内を通して受電されている。既設主要機器の概要を下記に示す。

- 33kV 閉鎖遮断機盤
製造社 Merlin Gerin
型式 SM6-36
数量 1 列 3 面 (Incoming、Meter Section、Outgoing)

- | | |
|---------------|--|
| 仕様 | 固定式 VCB, 630A |
| ● 降圧変圧器 | |
| 製造社 | Electro Mecanica Piossasco, Italy |
| 台数 | 1 台 |
| 形式 | ONAN |
| 電圧 | 33kV/11.5 kV |
| 容量 | 5,000 kVA |
| ● 11kV 閉鎖遮断機盤 | |
| 製造社 | Merlin Gerin |
| 台数 | 1 列 9 面 (Incoming, Feeder x 4, Bus Section, Gen 1, Gen 2, Spare) |
| 型式 | SM6-36 |
| 仕様 | 固定式 VCB, 630A |
| ● 自家発電設備 | |
| 製造社 | Cummins |
| 台数 | 2 台 (Generator 1, Generator 2) |
| 型式 | 16 シリンダー V タイプ |
| 出力 | Prime: 823kW, 1029kVA, Standby: 906kW, 1132kVA |
| 力率 | 0.8 |
| 電圧・周波数 | 400V、50Hz |
| 速度 | 1,500RPM |
| 製造年 | 2006 |
| ● 発電機変圧器 | |
| 製造社 | Electro Mecanica Piossasco, Italy |
| 台数 | 2 台 |
| 型式 | ONAN |
| 電圧 | 415V/11.5KV |
| 容量 | 1,000kVA |

33kV 閉鎖遮断器盤は前述の通り、自家発電設備建屋内電気室に設置されているが、Meter Section 盤内の VT (計器用変圧器) が故障している為、一部の表示がされていない。PHCN は屋外に Meter Chamber (自立電力量計器盤) を自家発電設備建屋内電気室の 33kV 閉鎖遮断機盤の母線盤よりケーブルにて Meter Chamber (自立電力量計器盤) へ配線並びに設置し、計測誤差の少ない精密級の電力量を用いて計測し、料金徴収を行っている。

自家発電設備建屋には Cummins 製のディーゼルエンジン発電設備 2 台が設置されている。現在 Generator-2 は発電機が故障中であり、修理のために分解されているが、現在はそのまま放置されていた。従って、現在は Generator-1 のみが停電時のバックアップとして稼働中である。

PHCN からの電力供給は不安定であり、本年 3 月～6 月の実績では、一日 24 時間の内ランダムに約 50% のみの電力供給時間となっている。一方、自家発電機の通常稼働時間は、月曜日～金

曜日の停電時間帯の内、午前 9 時から午後 2 時までとなっており、これ以外の時間帯外では、PHCN からの電力供給が無い場合には、大学構内は全停電となっている。

大学全体の電力需要の約 70%がエアコンで負荷あり、残りの約 30%が照明・その他の負荷である。従って天候・外気温度に電力需要は、大きく左右されている。月曜日～金曜日の昼間の電力需要は 300kW～700kW 程度、土曜日、日曜日の昼間の電力需要は 200kW～300kW 程度である。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラ

① 道路・交通

カツィナ州は首都アブジャから約 520km 北に位置する。アブジャからはカドゥナを経由する幹線道路がカツィナに通じており、所要時間は車で 8 時間ほどである。道路は舗装道路で一部補修を要する箇所があるものの概ね整備されているが、スピードの超過などによる交通事故が多くみられる。

カツィナ市内は街灯などの整備が整い路面状況も良好である。また車両台数も多くないことからアブジャ、ラゴスあるいはカノに見られるような交通渋滞は発生しない。

② 上下水道

カツィナ州での水給水はカツィナ水資源省が管理しており、都市給水については水公社、地方給水については地方給水衛生公社 (RUWASSA) がその責を負っている。カツィナ州での村落部の給水率は約 50% で、都市部での給水率は約 60% で、一日の生活用水は、都市部及び村落部で 25ℓ/ 人 / 日とされている。

③ 電気及び通信

「ナ」国全体の電力設備は、PHCN が発電から配電までの運転・維持管理を実施しており、送配電系統としては、330kV、132kV の基幹系統で送電し、33kV、11kV、3 相 4 線式 415-240V で配電している。発電量は 22,978GWh (2007 年) で主な電力供給源は火力発電が 70%を占め、残りの 30%は水力発電となっている。再生可能エネルギーについては現在のところ、系統連系型の太陽光発電システムは導入されていないが、カツィナ州では 32 億ナイラ (約 15 億円) の予算で 10MW の風力発電設備の工事を実施中である。

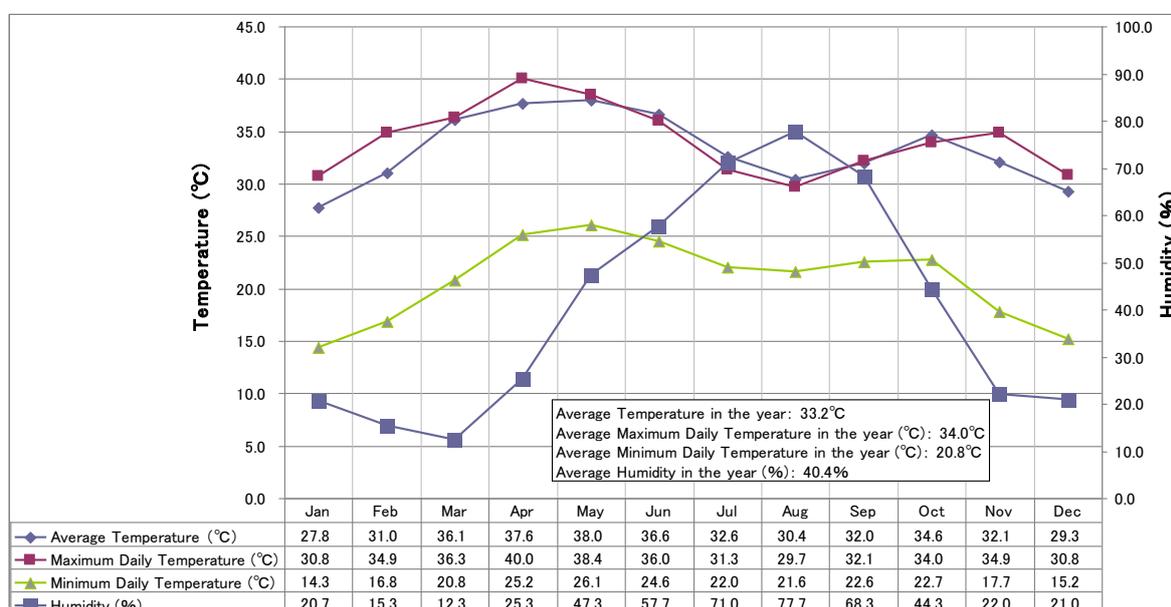
カツィナ州での電力供給は PHCN によって行われているが、電力供給量が、需用電力量を満たしていない為、日中は電力需要が高いと停電が続くことが多く、主要な施設は独自に自家用発電機を保有して停電に対応している。UMYU では、PHCN からの供給が止まった場合、原則として 9:00～14:00 まで発電機を運転して電力を確保している。

通信については民間の携帯電話会社 3 社によってカバーされている。また、インターネットも公共施設やホテルなどでは確保されており、街中にインターネットカフェが点在している。

2-2-2 自然条件

2-2-2-1 気象条件

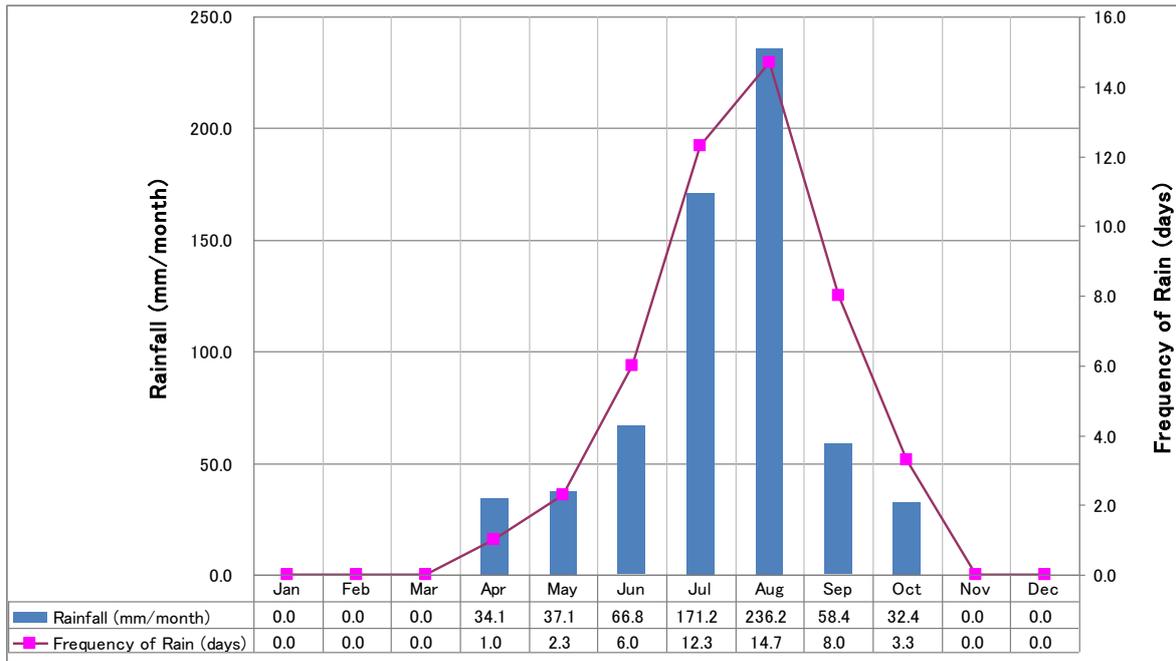
カツィナ州は北緯 13 度とナイジェリア国の北部に位置しており、当該国の南部や中央部が熱帯性サバンナ気候に属していることに対し、当地は熱帯性乾燥気候に区分される。ナイジェリア気象庁 (Nigeria Meteorological Agency: NIMET) の記録によると年平均気温は 33℃を超え、これは同国のほぼ中央に位置する首都アブジャと比べ 5℃以上も高い。一方、平均湿度は相対的に低い値を示している。湿度は乾季の終わる 4 月より徐々に上昇し、ピークに達する 8 月には平均湿度 77.7%を記録するものの、雨季 (5 月～10 月) の間に限った平均湿度でも 61.1%に過ぎない。この数値は、アブジャにおける年平均湿度である 68.4%と比べても低くなっている。当地での年平均湿度は 40.4%に過ぎず、熱帯性乾燥気候の特徴が色濃く表れている。図 2-2-2.1 にカツィナの年間気温及び湿度 (2008 年～2010 年) を示す。



出所： Nigerian Meteorological Agency

図 2-2-2.1 カツィナの年平均気温及び湿度 (2008～2010 年)

降水量及び月別降水日数については、2008 年～2010 年の気象データによると乾期 (11 月～4 月) の間の降水日はわずか 1 日となっており、とりわけ 11 月から 3 月にかけての降水日数実績は皆無である。雨季 (5 月～10 月) の月平均降水量は 100.3mm に過ぎず、これは首都アブジャの雨季における月平均雨量 195.4mm の約半分に過ぎない。図 2-2-2.2 にカツィナの年間降水量及び降水日 (2008 年～2010 年) を示す。



出所： Nigerian Meteorological Agency

図 2-2-2.2 カツィナの年間降水量及び降水日（2008年～2010年）

2-2-2-2 日射量・日射条件

① カツィナの水平面日射量

カツィナの日射量データは、表 2-2-2.1 及び図 2-2-2.3 に示すように 5 機関のデータがある。すなわち、Nigerian Building and Road Research Institute (NBRI)、ナイジェリア気象庁 (Nigeria Meteorological Agency: NIMET)、National Aeronautics and Space Administration (NASA)、Energy Commission Nigeria (ECN)、そしてスイス Meteornorm 社のデータである。NIMET のデータは 2008-2010 年の平均日射量であり、ECN のデータは ECN 作成のテキストから引用したものである。また、Meteornorm 社の日射量データは 1981 年-2000 年の統計に基づいている。ナイジェリアでは NBRI が 1980 年大統領の命令により全国 30 箇所に測定基地を設けた。

表 2-2-2.1 は各機関の発表しているデータであるが、それぞれのデータに相違がある。NASA のデータは間接データであるので、一般的に他国では測定値よりも 10% 前後高くなっている例が多い。スイス Meteornorm 社のデータは NASA のデータとほぼ同じである。ECN のデータはハマタールの影響を受ける 1-3 月のデータを分析する限り、現状に符合するよう見えるが、出所が明確でない。NIMET のデータは 6 月のデータと現在の天気、実測値からみて、現実に近いデータと考えられる。NIMET のデータはカツィナの飛行場にある NIMET の観測所で測定したものである。本調査ではナイジェリア気象庁 (NIMET) のデータを採用する。

表 2-2-2.1 カツィナにおける水平面日射量 (単位 : kWh/m²/day)

	Jan.	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
NIMET	5.14	5.9	6.14	6.36	5.58	5.05	4.93	4.63	4.91	5.26	5.31	5.16
NBRRI	5.7	6.05	6.34	5.93	6.05	5.41	4.71	4.18	5.17	5.93	6.02	6.56
ECS	3.55	3.69	4.91	5.83	5.87	5.84	5.34	4.01	4.15	4.75	5.48	3.76
NASA	5.49	6.39	6.89	7.21	7.11	6.98	6.34	5.83	6.03	6.07	5.82	5.23
Meteonorr	5.58	6.39	6.61	6.93	6.65	6.93	6.19	5.84	6.13	6.00	5.67	5

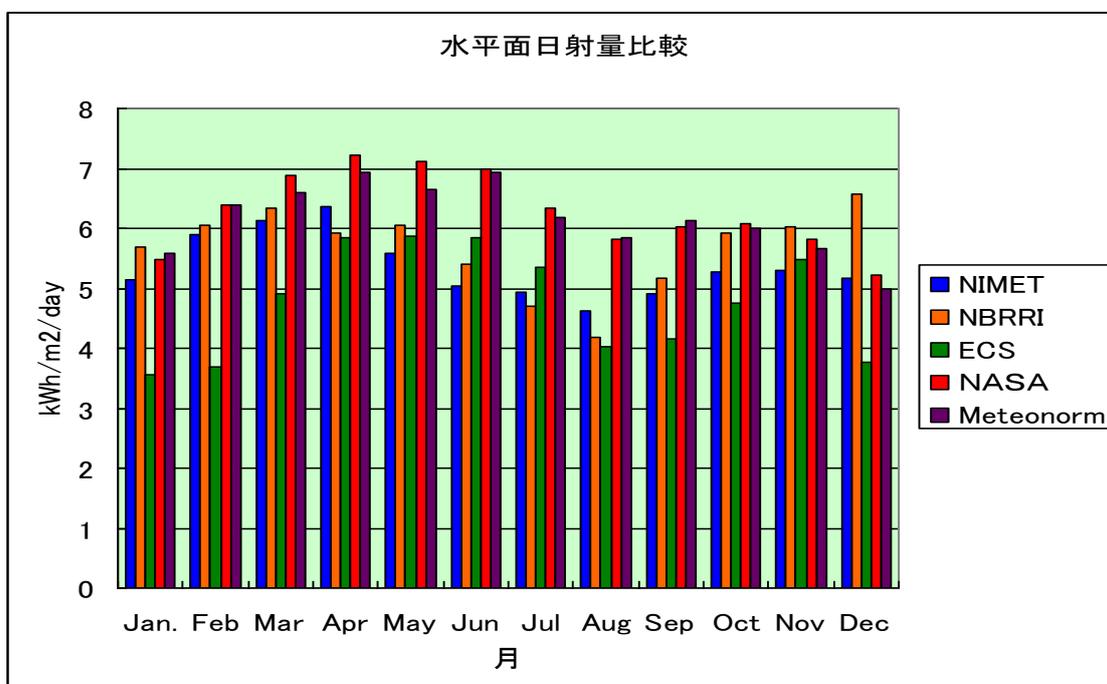


図 2-2-2.3 カツィナの日射量

② 傾斜面日射量

傾斜面日射量が分かるのはNASAの傾斜面角度13°とMeteonorm社の傾斜面角度13°の日射量である。

ここではNASAの水平面、傾斜面データを参考にNIMETの傾斜面データを算定した。NIMETの水平面、傾斜面日射量を表2-2-2.2及び図2-2-2.4に示した。この傾斜面日射量を使用して本計画の太陽光発電量を算定する。

表 2-2-2.2 カツィナの水平面、傾斜面(13度)日射量 (単位: kWh/m²/day)

NIMET	Jan.	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
水平	5.14	5.9	6.14	6.36	5.58	5.05	4.93	4.63	4.91	5.26	5.31	5.16
傾斜角	5.74	6.33	6.26	6.14	5.53	5.06	4.90	4.52	4.88	5.52	5.88	5.83

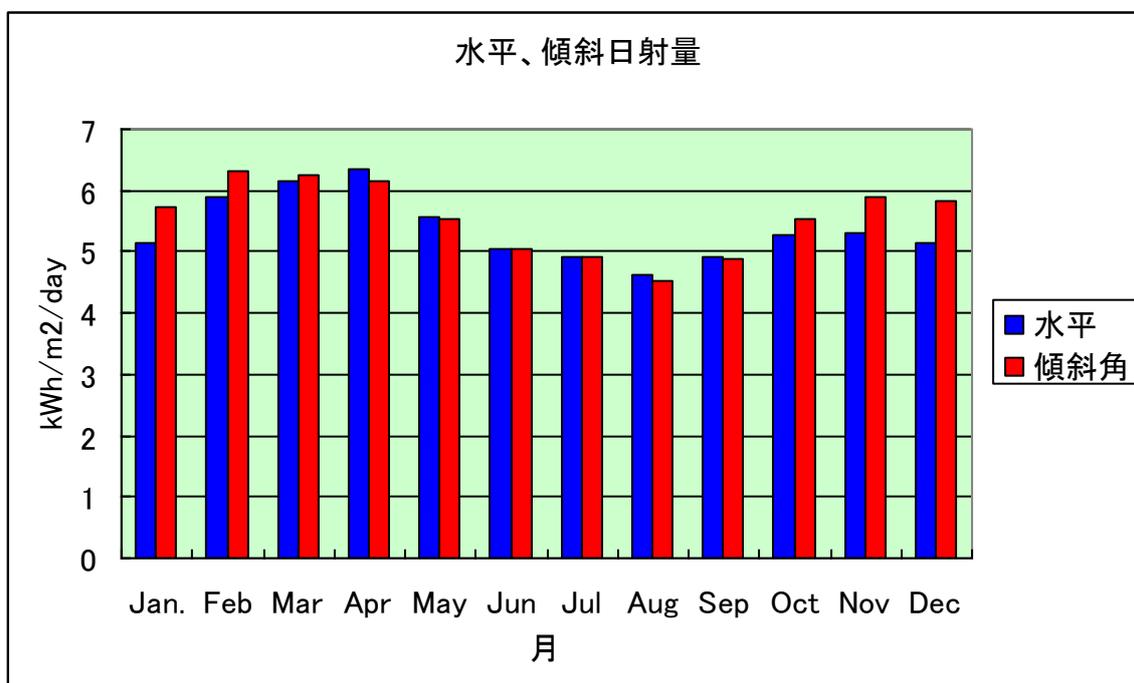


図 2-2-2.4 カツィナの水平面、傾斜面日射量

2-2-3 環境社会配慮

(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。

- a. 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）
- b. 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1~3 のいずれに該当するかを最終決定する。
- c. 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。
- d. 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。

(2) 本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、前項(1)に述べたカテゴリ1~3 の3段階のうちのカテゴリ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。したがって本プロジェクトの実施にあたって部分的 EIA が必要とされることとなる。

但し、2007 年に JICA が行った「ナイジェリア国太陽エネルギー利用マスタープラン調査」のパイロットプロジェクト実施の際、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ということで、環境省は上記パイロットプロジェクトにおいてはフルスケールの環境影響評価（Full-Scale EIA）、部分的環境影響評価（Partial EIA）のいずれも実施する必要が無いこと承認したという前例がある。本プロジェクトでは準備工事（敷地造成）による環境への影響が多少はあるものの、太陽光システムについてはバッテリーを使用しないシステムを予定しており、廃バッテリー処理に伴う環境への重大な影響はないため、上記パイロットプロジェクトと同様、EIA 免除の承認を受けられる可能性が高い。

いずれにせよ、規定にしたがって以下の手続きを行うこととなった。

- a. 電力省が環境省にプロジェクトを登録する（登録手数料：50,000 ナイラ）。
- b. 環境省は、提出されたプロジェクトの情報に基づき、環境影響を審査する。審査結果を電力省に通知する。

2-3 グローバルイシュー等

本計画は、国連気候変動枠組み条約、京都議定書の目標達成に資するとともに、再生可能エネルギーの導入による地球温暖化ガスの排出削減に寄与することにより、気候変動に対する開発途上国の緩和策を支援するものである。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

「ナ」国では、エネルギー安全保障と効率的なエネルギー供給を達成するため、多様なエネルギー源の開発を推進することを国家エネルギー政策（NEP）の目標として掲げており、その方策として再生可能エネルギーの導入が進められている。

同方針を受けて、「ナ」国では再生可能エネルギーマスタープラン（REMP）で再生可能エネルギーの導入目標として、2025年までに電力供給における再生可能エネルギーの割合を10%とすることが定められている。本計画は、「ナ」国における再生可能エネルギー導入の目標達成に資するものである。

3-1-2 プロジェクトの概要

本計画は、上記目標を達成するために、カツィナ州ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学（UMYU）に系統連系型の太陽光発電設備を設置するものである。これにより、電力供給における再生可能エネルギーの割合が高められるとともに、炭酸ガス排出量の削減が期待される。この中において協力対象事業は、太陽光発電に係る機材の調達及び据付を行うものである。

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

「ナ」国からの要請をもとに、「ナ」国北部カツィナ州カツィナ市にある UMYU 構内を本計画対象サイトとして、太陽光発電設備の調達・据付を行うものとする。

本計画は、PHCN が UMYU に供給する商用電力を補う設備としての太陽光発電設備（出力 850 kWp）、同設備用補助/制御設備と太陽光パネルで発電した電圧を 11 kV に昇圧する変圧器、11 kV 遮断器、11 kV 配電線、配電線用資機材の調達・据付を行うこととする。

3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

① 温度・湿度条件に対して

当該地域は、一年を通じて日最高気温が 30℃から 40℃と高温である。本計画で調達されるパワーコンディショナー等のように精密機器を搭載する機器類は、本計画で建設される建屋（パワコンデショナー室）内に設置し、外気温や粉塵から機器への影響を避けるよう建屋の仕様等を計画する必要がある。機器が設置される室内の換気設

計に当たっては、外気設計温度を 43.1℃、室内については 40℃以下として設備の機能が確保出来るように配慮する。

② 降雨条件に対して

「ナ」国では、雨季には大量の雨がまとまって降るため、PV パネル設置エリアに出来るだけ外部から雨水が浸入しないような対策が必要である。パネル設置エリアは大学構内のメイン道路沿いにあり、道路沿いには雨水排水溝があり、この排水溝の有効利用考慮した雨水排水計画とする。

3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

「ナ」国は回教徒が約 5 割程度(北部と西部が中心)でキリスト教徒は約 4 割を占めているが、北部ほど回教徒色が強くなっている。「ナ」国最北部のカツィナ市は数多くの回教徒が存在するため、ラマダンの時期において建設工期等への影響は少なからず受けると思われる。本計画の対象サイトはカツィナ市ウマル・ムサ・ヤドゥア大学の敷地内であり、太陽光発電所建設工事並びに配電線路の敷設作業には回教徒が多いことを十分に留意する必要がある。

3-2-1-4 建設事情／調達事情に対する方針

カツィナ市に特段の産業はなく、多くの住民は小規模な農業に従事している。

カツィナ市には外資系の総合工事会社等は少ない。従って日本の据付業者が現地業者を下請けにするに当たっては、工期、品質、並びに安全の確保については（日本人技師、技能工の派遣を含み）十分に配慮する必要がある。

3-2-1-5 現地業者の活用に関わる方針

カツィナ市には、現地総合建設業者は無く小規模工事会社が少数あるだけであるが、首都アブジャヤやカノ州では労働者、運搬用車両、建設工事機材等の現地調達は比較的容易であり、本計画の建屋建設、基礎工事及び配電線工事はアブジャヤやカノ州の現地業者への発注が可能である。

一方、本計画で整備される規模の PV パネル設置工事や関連する機器類の据付工事経験はなく、かつ機材据付時並びに据付け後の調整・試験等には、技術レベルの高い技術者を必要とすることから、労務者以外の現地業者の活用は困難であり、日本から技術者を派遣し、品質管理、技術指導及び工程管理を行わせる必要がある。

本調査期間中にラゴス市郊外の鉄塔製作会社を訪問し、鋼製品製作・溶融亜鉛メッキ工程の品質管理、環境管理、安全管理等を調査し、本計画の PV パネル据付架台の製作に関し技術的には問題がないことを確認した。

3-2-1-6 運営・維持管理に係わる方針

UMYU には既設の大規模太陽光発電設備はなく、PHCN より 33kV 架空線 1 系統で常用の電力の供給を大学敷地内の電気室で受電して、11kV に降圧しリングメインユニットにて大学構内に電力を供給している。また、PHCN からの電力供給が停止した場合に備え定格出力 1.0MVA のディーゼルエンジン発電機を 2 台設置して運用に当たっているが、実際のディーゼルエンジン発電機の運転・維持管理は 4 名 3 シフト常時 1 名が運転を行っており、定期点検等の維持管理まで行き届いていないのが現状である。同大学の運転・維持管理スタッフには太陽光発電設備の経験がなく、本計画完了後の太陽光発電設備の運転・維持管理に関する技術は十分とは言えないため、本計画実施中に太陽光発電設備の運転・維持管理を担う維持管理部門へのソフトコンポーネントを通じた適切な技術移転を行う必要がある。

本計画は、同大学内の既設配電系統との連系運転となるため、ソフトコンポーネントにて系統連系に係る基礎技術の移転と適切な運転・維持管理技術とマニュアルを供与し、供用開始後の運転・維持管理体制についても提案し、建設された設備のより効果的・効率的な運転が行えるように配慮する。

3-2-1-7 施設、機材等のグレードの設定に係わる方針

上記の諸条件を考慮し、本計画の資機材の調達並びに据え付けの範囲及び技術レベルは、以下を基本方針として策定する。

① 施設・機材等の範囲に対する方針

技術的及び経済的に適切な設計とするために、資機材の仕様は可能な限り IEC 等の国際規格に準拠した標準品を採用し、少品種化とし資機材の互換性を図り、必要最小限の設備構成、仕様、数量を選定する。

① 技術レベルに対する方針

本計画で調達する太陽光発電システムを構成する各機器の仕様は本計画完了後の運転・維持管理を実施する運転・維持管理部門の技術レベルを考慮し、複雑な構成とならない仕様とするよう留意する。

3-2-1-8 工法／調達方法、工期に係わる方針

日本及び第三国から「ナ」国までの調達機材の輸送は、海上輸送が主となる。又、荷上地となる「ナ」国のラゴス港から本計画対象地であるカツィナ市同大学までは、約 1,200km と長距離の内陸輸送を必要とするため資機材の輸送には十分な期間と安全を考慮する必要がある。

本計画対象地となる UMYU は、カツィナ州の教育を担う 1 つの大学であり、施工・据付にあたっては大学側へ工法の説明を行った上で綿密な工程の打ち合わせとともに、太陽光で発電した電力の既設設備への接続工事にあたっては停電時間を最小限とする方法等の確認が必要となる。

工期については、本計画実施地域の雨季期間を考慮し、特に、7月から10月は雨量・降雨日が1年中最も多いため、この時期における掘削や埋戻しなどの土工事に係る作業を出来るだけ避けた工程を策定する必要がある。

更に当該地域の人口の90%以上は回教徒であり、当大学内にもモスクが付設されておりラマダン期間中の作業能率に大幅な落ち込みが考えられるので、工程策定には留意する必要がある。

3-2-2 基本計画（機材計画）

3-2-2-1 計画の前提条件

(1) 対象施設の電力需要

前述（2-1-4-1）の通り、UMYU 施設には PHCN の 33kV 配電系統並びに 11kV 側構内配電施設に自家用発電設備により電力が供給されている。また、街路灯には PHCN の 33kV 配電系統により UMYU 設備とは別の系統で電力が供給されている。

調査団が UMYU の電力需要並びに負荷力率を調査期間中（商用電力：平成 23 年 6 月 18 日から 6 月 21 日，自家用発電電力：平成 23 年 6 月 24 日から 6 月 27 日）にマルチメーターを使用して測定した結果を図 3-2-2.1 及び表 3-2-2.1 に示す。

グラフデータ条件として、調査中に停電が非常に多く頻発したため、昼間 9 時間ずつの計測データとした。

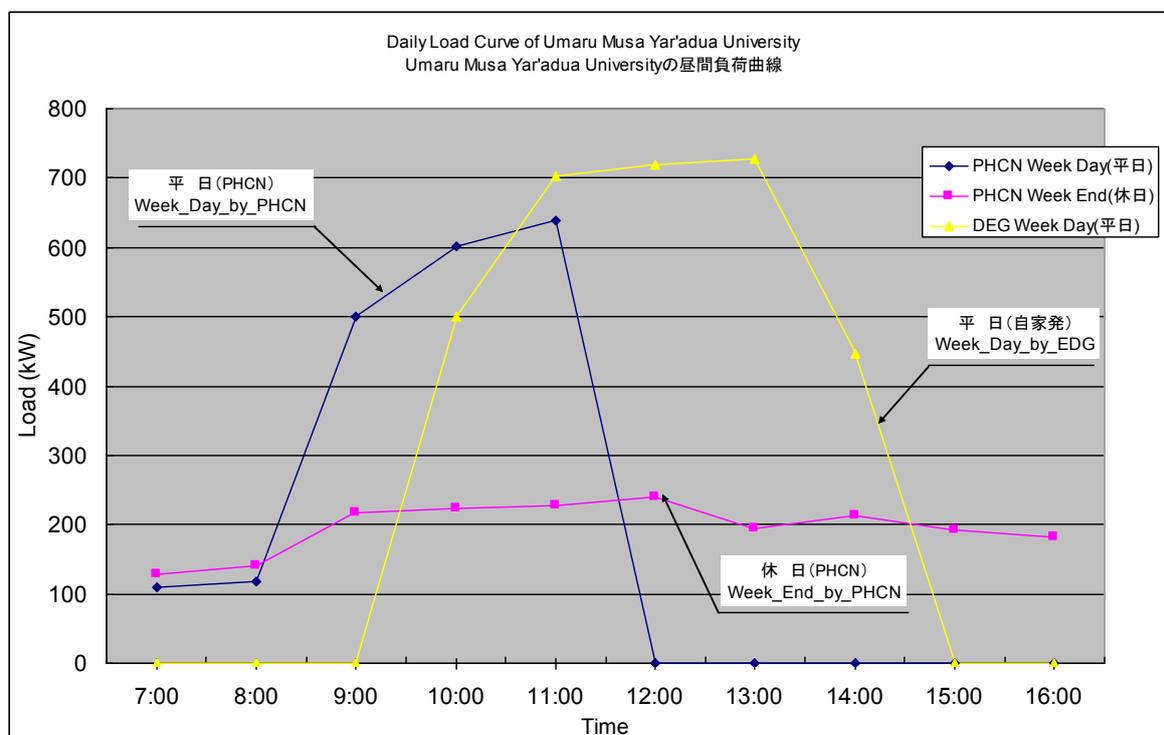


図 3-2-2.1 UMYU の昼間商用電源負荷曲線

平日は、平均的に「ナ」国の電力需要が上昇してくる午前 11 時頃から停電が始まる傾向があり(昼間平均停電時間約 4.0 時間以上)、その間は非常用発電機による運転を実施し、UMYU 構内の電力供給を行っている。しかしながら発電機運転時間に関して、UMYU の施設計画開発部 (Department of Physical Planning and Development: DPPD) の維持管理部門への調査によると、非常用発電機の運転は、平日のみの運転で午前 9 時から午後 2 時までの 5 時間運転に限り電力供給を行っていることがわかった。また、休日に関しては、日中の停電は比較的少ない(昼間平均停電時間約 2.5 時間程度)ため、太陽光発電による系統連系運転が最低 5 時間以上期待できる。

表 3-2-2.1 マルチメーターの測定結果(昼間負荷データ)

項目		測定値	PHCN 運用基準 *)
配電電圧 (kV)	PHCN	9.483~10.930	10.45~11.45(±1.45)
	自家発	10.960~11.180	
周波数 (Hz)	PHCN	49.20~50.50	48.75~51.25(±1.25)
	自家発	50.00~50.10	
最大電力 (MW)	平日 (PHCN)	0.64	—
	平日 (自家発)	0.73	—
	休日	0.24	—
負荷力率 (%)		0.872~0.976	0.85 以上

*) : PHCN の基準は、Nigerian Electricity Regulatory Commission (NERC) 発行の「The Grid Cord」と「The Distribution Cord」の規格値を採用している。

以上の測定結果より、UMYU の配電設備容量 (33/11.5kV の変圧器合計容量 5000kVA) に対して最大負荷は 730kW (力率を平均値 0.924 として 790kVA) であるので、本計画にあたり既設の配電設備には特別な配慮は必要としない。

PHCN 配電系統電圧に関しても、電圧変動が「ナ」国の配電基準である±5.0%から不足電圧方向に逸脱している時間帯があるが、本計画で設置が予定されているパワーコンディショナーのインバータ並びにその保護装置は、不足電圧 20%の領域まで保護できるため、技術的対応は可能である。

1) 測定日射量

調査団は、本調査期間中である 2011 年 6 月 19 日 (日) に日射量計を使用して、UMYU の日射量を直接測定して見た。

当日は、天候は晴れ、薄雲ありの環境で、その測定結果は、表 3-2-2.2 に示す通りである。

表 3-2-2.2 UMYU の水平、傾斜角日射量

傾斜位置	単位/時間	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
水 平	kWh/m ²	276	391	502	651	810	834	632	420	112	306	128
傾斜角 13°	kWh/m ²	261	378	494	633	770	815	626	395	106	311	130
傾斜角 15°	kWh/m ²	257	362	478	588	745	808	620	355	119	342	120

日射は北東より 日射は北より 日射は西北より

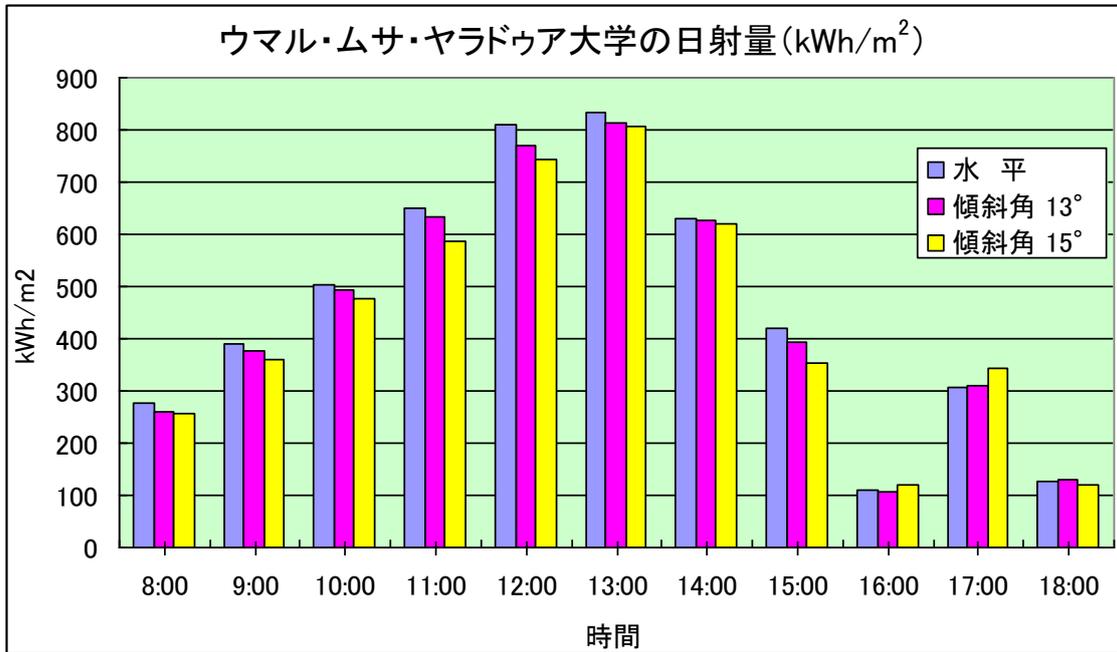


図 3-2-2.2 日射量測定値

2011年6月19日(日)は晴れであったが、6月は雨季のため薄曇り空であり、日射量は約25%~29%減少した。日射量は2011年6月19日の傾斜角13°の測定値を使用し、定格容量850kW_pとした場合の太陽光による発電出力(kW)を計算し、UMYUの平日、休日負荷と発電出力を比較した。その結果を表3-2-2.3及び図3-2-2.3 UMYUの休日負荷と太陽光発電バランス図3-2-2.3に示す。

表 3-2-2.3 UMYU の負荷と発電量バランス

項目/時間	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
日射量(Wh/m ²)	261	378	494	633	770	815	626	395	106	311	130
太陽光発電量(kW)	163	234	305	388	470	495	380	240	65	191	80
UMYU 平日電力(kW)	117	501	601	638	720	728	446	0	0	0	0
UMYU 休日電力(kW)	114	218	224	227	240	194	213	193	182	163	0

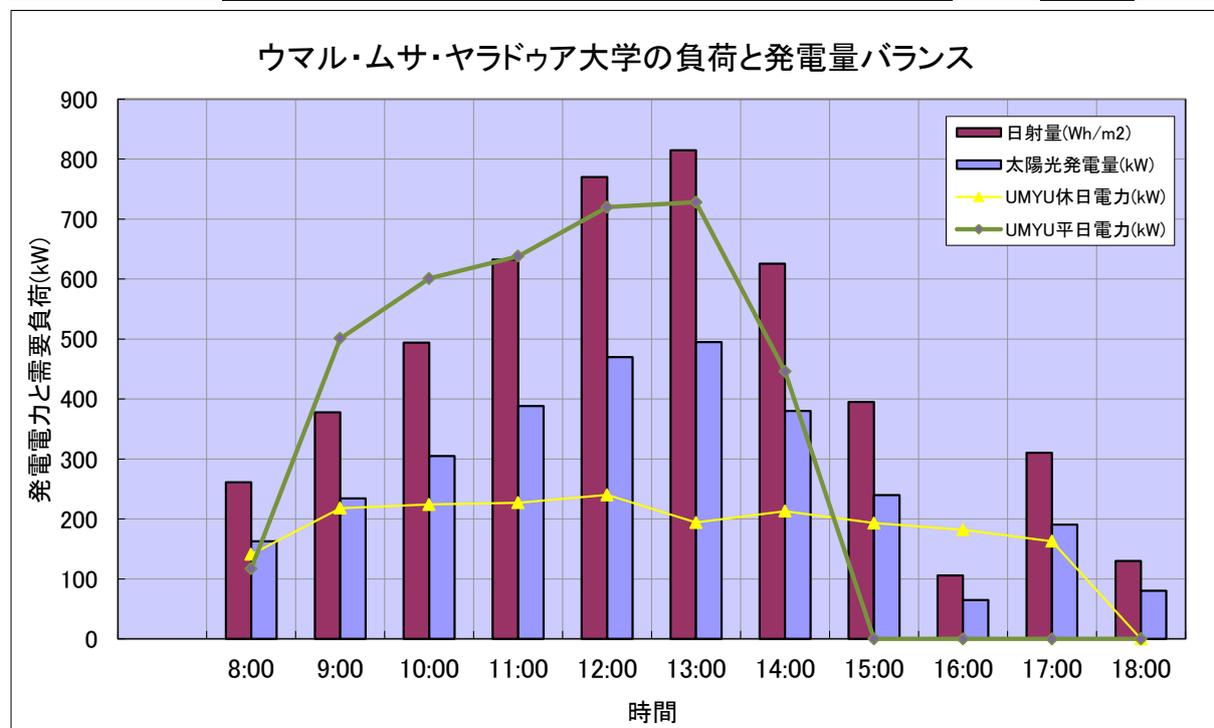


図 3-2-2.3 UMYU の休日負荷と太陽光発電バランス

以上の検討結果により、電力負荷が減少する土・日曜日では、午前 9 時～午後 17 時の間の時間帯に太陽光発電出力が UMYU の電力負荷を上回り、雨季の時期にもかかわらず配電系統側へ逆潮流し、送電できることが確認された。乾季には、今回調査で試算した発電量を上回ることが期待される。

(2) 系統連系に係わる制度及び技術検討

1) 系統連系に係わる制度・規制

自家発電、系統連系に係わる「ナ」国の法制度は現在ところ下記 2 制度である。

① NERC (Nigeria Electricity Regulatory Commission) の規制 R-0108

規制 R-0108 は、出力 1MW 以上の自家発電を許認可の対象としている。本計画は 1MW 以下であるので本規制の対象外となるが、NERC は自家発電設備の技術的仕様や設置場所、安全対策などを確認する必要があることから、1MW 以下の発電設備でも、機器の仕様内容を含めた、許可申請書を提出するように指導している。なお、余剰電力を配電会社に販売する場合は、1MW を超えると発電事業者としてのライセンスが必要で

あるが、1MW 未満の場合には事前に NERC に通知して了解を得ればよい。

② NERC の配電規則による自家発電系統連系に関する制度・規制

配電規則：「The Distribution Code for The Nigeria Electricity Distribution System」

NERC の配電規則は 50kW 以上の回転発電機を系統に接続するときに適用される。申請内容は発電計画の詳細（たとえば、発電容量、最低安定負荷量、無効電力、電圧、電流など）を申請することになっている。

以上のように自家発電、系統連系に関する制度・規制は存在するが、再生可能エネルギーによる電力系統連系に関する法制度、規制は存在しない。本計画の太陽光発電の場合は、1MW 以下で、かつ回転発電機でないので上記の規制は受けないことをアブジャ配電会社（PHCN）で確認した。ただし、系統運用の安定度に係る検討を行う必要があることから、送電会社に系統連系型発電設備の設置に係る届出を行う必要がある。

現時点で NERC では、米国の支援を受けて再生可能エネルギーの買取料金(Feed in Tariff)や制度に係る調査を実施中であり、2011 年末には完了する予定である。今後、同調査の結果を受けて再生可能エネルギーによる発電、売電の規制が制度化された場合には、同制度に従うこととなる。

2) 電力品質の検討

太陽光発電設備に系統連系システムを導入する際に検討すべき項目は「フリッカ現象」と「高調波」が考えられるが、「ナ」国の電力系統規程（Grid Code）により、電圧については 33kV 配電線では±6%の変動を認めており、また、周波数は±0.5%以内の変動に調整するように定められている。「フリッカ現象」「高調波」に関しては、IEC の基準に準拠する旨、Grid Code、Distribution Code に規定されている。UMYU の近くには大きな工場、建設現場がないことから負荷側から高調波電流が生じる恐れは無い。本計画で整備される太陽光発電設備においては、我が国の電気共同研究報告書（第 46 巻第 2 号 電力系統における高潮波とその対策）に基づき、パワーコンディショナー本体の高潮波流出電流を総合電流歪率 5%、各次電流歪率 3%以下とすることで、高潮波については日本と同等の電力品質が確保される。フリッカの基準としては、日本では電気共同研究(第 20 巻第 8 号)で $\Delta V_{10} \leq 0.45V$ としているほか、IEC では IEC 61000-4-15 にフリッカの基準が定められており、これらの基準を満足するものとする。

3) 系統点近傍における電圧上昇の検討

検討の前提条件として、商用電源については、カツィナ市にある PHCN 管轄の 132/33kV 変電所から 33kV 配電線にて、UMYU に給電されている。また、停電時には、UMYU の 33/11kV 変電所に隣接している 906kW(1132kVA) 415kV 非常用発電機 2 台中の 1 台(1 台は、現在修理中)を用い 1000kVA 0.415/11kV 変圧器で昇圧して給電している。

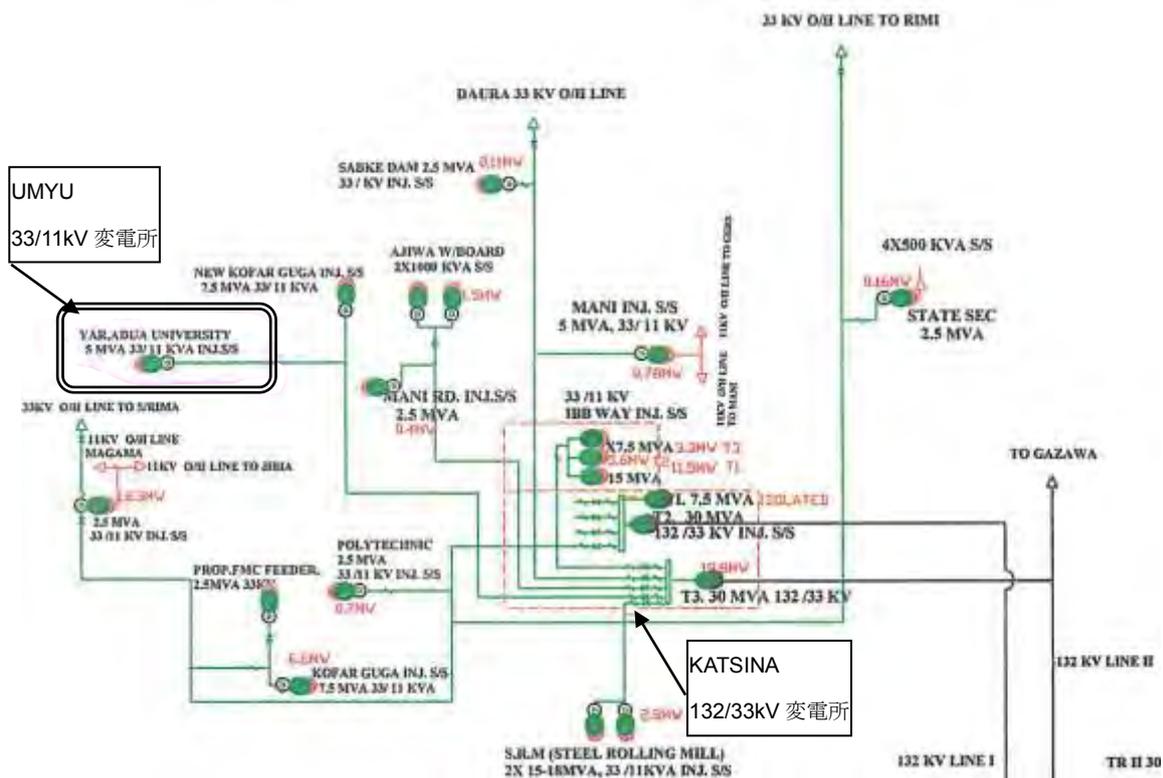


図 3-2-2.4 PHCN 管轄の配電系統図

表 3-2-2.4 マルチメーターの測定結果

項目	測定値	PHCN 運用基準 *)	
配電電圧 (kV)	PHCN (昼間)	9.483~10.930	10.45~11.45 (±5%)
	PHCN (夜間)	9.047~12.360	
	自家発	10.960~11.180	

*) : PHCN の基準は、Nigerian Electricity Regulatory Commission (NERC) 発行の「The Grid Cord」と「The Distribution Cord」の規格値を採用している。

この計測結果により、PHCN 管轄の連系点近傍における太陽光発電の時間帯である昼間の 33kV 電圧上昇は、下記の通りである。

$$33\text{kV 最高電圧値 (kV)} = 10.930\text{kV (昼間)} \times (33/11.5)\text{kV} = 31.36\text{kV} (-4.97\%)$$

計算の結果、31.36kV(-4.97%)となりパワーコンディショナーシステム 106%の出力コントロール値の範囲内であるため、問題なく運転が可能である。

① パワーコンディショナー側の 1,000 kVA 変圧器タップ検討について

パワーコンディショナー室の照明灯、エアコン、直流電源装置、データロガー、各パネルへ電源供給を 24 時間行うため、1,000 kVA 変圧器の低圧側電源(415-240V 級)

電圧下降並びに電圧上昇を下記の通り検討する。

マルチメーターの測定による最高電圧値は、PHCN 夜間の電圧で 12.360kV(+12.36%)である。また、最低電圧値は、PHCN 夜間の電圧で 9.047kV(-17.75%)の結果となった。しかしながら、本プロジェクトは、昼間の電圧変動を考慮して、高品質な電源を送電したい。従って、タップ設定電圧は、PHCN 昼間の最高電圧値で 10.930kV(-0.64%)と PHCN 昼間の最低電圧値の 10.930kV(-0.64%)で検討する。

前述のデータを低圧側電圧に置き換えると下記の計算結果となる。

$$415V \text{ 最高電圧値 (V)} = 10.930kV \times (11(Tap0\%)/0.415)kV \doteq 412.30V(-0.65\%)$$

$$240V \text{ 最高電圧値 (V)} = 412.30V \div \sqrt{3} \doteq 237.88V(-0.81\%)$$

$$415V \text{ 最低電圧値 (V)} = 9.483kV \times (11(Tap0\%)/0.415)kV \doteq 357.71V(-13.80\%)$$

$$240V \text{ 最低電圧値 (V)} = 357.71V \div \sqrt{3} \doteq 206.53V(-13.95\%)$$

低圧設備電圧の管理値は、415-240V±20% (332~498V、192~288V) とする。

以上の結果により、低圧設備電圧の管理値内に入っているため、Tap は 11,000V で設定する。

(参考検討)

夜間の電圧での低圧設備電圧の値を下記の通り確認する。

$$415V \text{ 最高電圧値 (V)} = 12.360kV \times (11(Tap0\%)/0.415)kV \doteq 466.24V(+12.35\%)$$

$$240V \text{ 最高電圧値 (V)} = 466.24V \div \sqrt{3} \doteq 269.1988V(+12.16\%)$$

$$415V \text{ 最低電圧値 (V)} = 9.047kV \times (11(Tap0\%)/0.415)kV \doteq 341.27V(-17.77\%)$$

$$240V \text{ 最低電圧値 (V)} = 341.27V \div \sqrt{3} \doteq 197.04V(-17.90\%)$$

以上の結果により、夜間の電圧でも低圧設備電圧の管理値内に入っているため、Tap は 11,000V の設定で問題ない。

4) 系統連系型再生可能エネルギー発電の導入可能性

UMYU へ電力を供給しているのは PHCN の配電部門 (Kano Distribution Company) であるが、配電部門は PHCN の発電及び民間発電会社から電力の供給を受けている。「ナ」国の送電規程 (Grid Code, Part 3, Section 2.1 Frequency and Voltage) によれば、送配電系統運用者は、系統の周波数を 49.75Hz から 50.25Hz (50Hz±0.5%) の間に保つことを目標として運用しており、再生可能エネルギーの導入がこのような系統周波数の運用の妨げにはならない。

「ナ」国では総発電出力の内、蒸気タービン発電機が約 70% 運用されているが、通常、火力発電機の周波数低下許容限度は -1.5Hz 程度であり、これを下回るとタービン動翼の共振周波数に近付き、連続運転が不可能となる。「ナ」国の Grid Code では、緊急時における周波数の運用範囲を 50Hz±2.5% (50Hz±1.25Hz) としているが、緊急時に許容されている周波数変動幅は火力発電機の周波数低下許容限度に近く、危険な水準である。一方、デジタルマルチメーターによる実測値では、PHCN の供給電力の周波数変動は 49.2~50.5Hz (-1.6%~+1%) の範囲にとどまっている。以上のことから、太陽光発電導入可能性の検討に用いる系統周波数運用範囲は、系統運用規程 (Grid Code) の運用目標値 (50Hz±0.5%又は±0.25Hz) を採用することとした。

発電設備が事故等によって系統から脱落した場合、電力の需要と供給のバランスが崩れるため周波数が低下するが、その関係は次式によって表される。

$$\Delta F = - \frac{1}{K} \times \frac{\Delta P}{P} \times 100$$

ここで、 ΔF : 系統の周波数変化 (Hz)

ΔP : 当該発電機の出力又は負荷 (MW)

P : 系統の総合負荷 (MW)

K : 系統定数 ($KG+KL$) (%MW/0.1Hz)

KG : 発電機の周波数特性 (%MW/0.1Hz)

KL : 系統の周波数特性 (%MW/0.1Hz)

太陽光発電設備は天候の変化により発電出力が急減する可能性があるが、このような場合であっても系統周波数が 50±0.25Hz の範囲となるよう発電出力の低下を抑制する、即ち系統に連系する太陽光発電設備の容量を制限する必要がある。「ナ」国の系統定数 (K) は不明であるが、一般的に K の値は 0.85~1.4%MW/0.1Hz の範囲にあり、統計的に 1%MW/0.1Hz 前後が最も多い¹。このため、「ナ」国の系統定数を 1%MW/0.1Hz と想定し、太陽光発電導入可能性

¹ 日本の電力会社においては、負荷周波数制御 (LFC: Load Frequency Control) に用いる系統定数の設定値として、9 社中 7 社が 1%MW/0.1Hz を採用している。(電気学会 (2002.3) 「電力系統における常時及び緊急時の負荷周波数制御」、電気学会技術報告 第 869 号)

を検討する。系統周波数の変化を ΔF とする太陽光発電の導入可能容量 (ΔP) は、以下の式で表される。

$$\Delta P = - \frac{\Delta F \times K \times P}{100}$$

ここで、 $\Delta F = -0.25\text{Hz}$

$P = 4,500\text{MW}$ (2010年の「ナ」国の最大電力推定値)

$K = 1.0\% \text{MW}/0.1\text{Hz}$

とすれば、 $\Delta P = 112.5\text{MW}$ となり、現状において導入可能な系統連系型太陽光発電設備（再生可能エネルギーによる発電設備）の容量は 112.5MW 程度と判断される。現在、「ナ」国で系統に連系されている太陽光発電設備の容量は数十 kWp 程度であり、カツィナ州で建設中の 10MW 風力発電設備が「ナ」国で最も大きい系統連系型の再生可能エネルギー発電設備となるが、上述した導入可能量の 1 割程度である。従って、本計画で 850 kWp の太陽光発電設備が連系されても上記の導入可能量を大きく下回っており、「ナ」国の電力系統への問題は生じない。

5) 系統連系に係わる技術要件の検討

3-2-2-1(2)1)項に示す通り、「ナ」国には発電設備の系統連系に係る技術基準や規程が存在しないことから、日本の系統連系規程に従い、太陽光発電設備の系統連系に必要な技術要件を検討する。本計画では、太陽光発電設備が接続される配電系統の電圧は 11kV であり、UMYU が PHCN から受電する電圧は 33kV であることから、日本の高圧連系規程 (6.6kV) を適用する。

高圧配電線との連系においては、発電設備もしくは配電系統の異常時に、自動的に発電設備を系統から解列するための保護装置を設置することが求められている。また、配電用変電所の遮断器が配電系統の地絡を検出して開放され一定時間の後に再開路を行う際に、系統に連系された発電機が運転を継続していた場合には、遮断器の非同期投入が発生する恐れがあることから、線路無電圧確認装置の設置も義務付けられている。

表 3-2-2.5 には、発電設備の高圧連系において設置が求められる保護継電器を示す。本計画では系統への逆潮流が発生する可能性があり、本件では「逆潮流有り」の条件で検討を行う。表 3-2-2.5 に示す通り、地絡過電圧継電器以外の保護継電器は、直流を交流に変換するパワーコンディショナー自体の保護装置で代用することが可能である。系統側で発生する地絡に対する保護については、「ナ」国の 33kV 配電系統は直接接地系であるため、地絡過電圧継電器により地絡を検出し、発電機を解列する。

線路無電圧確認装置については、二方式以上の単独運転検出機能を有し、それぞれが別の遮断器により連系を遮断する場合には省略が可能である。本計画で採用するパワーコンディショナーはこの条件を満足することから、線路無電圧確認装置についても省略が可能である。

表 3-2-2.5 異常時に発電設備等を解列するための装置（高圧配電線との連系時）

逆変換装置の有無	逆潮流の有無	系統連系規程で設置が必要な保護継電器	本計画での対応
有り	有り (※1)	過電圧継電器 (※3)	パワーコンディショナーの保護装置で検出・保護
		不足電圧継電器 (※3) (※4)	同 上
		地絡過電圧継電器 (※5)	地絡過電圧継電器で検出・保護
		周波数上昇継電器 (※6)	パワーコンディショナーの保護装置で検出・保護
		周波数低下継電器	同 上
		転送遮断器又は単独運転検出装置 (※7)	パワーコンディショナーの単独運転検出機能で検出・保護
	無し (※2)	過電圧継電器 (※3)	/
		不足電圧継電器 (※3) (※4)	
		地絡過電圧継電器 (※5)	
		逆電力継電器 (※8)	
		周波数低下継電器	

※1：逆潮流がある場合であっても、発電設備等を連系する配電用変電所の配電用変圧器においては、常に逆向きの潮流が生じないようにすること。
 ※2：逆潮流が無い場合であっても、逆潮流有りの条件で、異常時に発電設備等を解列するための装置を設置することができる。
 ※3：発電設備自体の保護装置により検出・保護できる場合は省略可。
 ※4：発電設備等故障（発電電圧異常低下）検出用の不足電圧継電器と共用可。
 ※5：構内低圧線に連系する場合であって、発電設備等の出力容量が受電電力の容量に比べて極めて小さく単独運転検出装置等により高速に単独運転を検出し、発電設備等を停止又は解列する場合は省略可。
 ※6：専用線と連系する場合は、省略可。
 ※7：単独運転検出装置は、能動的方式1方式以上を含むものであって、次の全ての条件をみたすもの。
 (イ) 系統のインピーダンスや負荷の状態等を考慮し、必要な時間内に確実に検出することができること。
 (ロ) 頻繁な不要解列を生じさせない検出感度であること。
 (ハ) 能動信号は、系統への影響が実態上問題とならないものであること
 ※8：構内低圧線に連系する場合であって、発電設備等の出力容量が受電電力容量に比べて極めて小さく（5%程度以下）、受動的方式及び能動的方式のそれぞれ1方式以上を含む単独運転検出装置等により高速に単独運転を検出し、発電設備等を停止又は解列する場合は、省略可。

[出所] 系統連系規程 JEAC 9701-2006

(3) 主要機材の仕様選定に係わる前提条件

環境プログラム無償太陽光発電プロジェクトは地球温暖化防止に寄与することと、日本企業製品の普及と浮揚にある。かかる目的のためには多くの日本企業が応札、参加できることが重要である。主要機材の仕様選定にかかわる前提事項は、各機器の適合性、ナイジェリアの自然環境、電力事情、設置スペースなどが考慮され決められる。

① 太陽電池モジュール

太陽電池モジュールの種類は表 3-2-2.6 に表示したようにシリコン系、化合物系半導体、有機系太陽電池に分けられる。

表 3-2-2.6 太陽電池の種類

	シリコン				化合物系		有機系	
	結晶シリコン		薄膜シリコン		CIS	Ⅲ-V 結晶系	色素増感	有機薄膜
	単結晶	多結晶	アモルファス	多接合				
特徴	200 μm～300 μmの薄いシリコンの単結晶の基板を用いる。最も歴史がある太陽電池。基板の値段が高いが、性能や信頼性に優れている。	比較的小さな結晶が集まった多結晶でできている基板に太陽電池を作ったもので、単結晶より安価で、作りやすいことから現在の主流となっている。変換効率は、やや単結晶に劣る。	アモルファス(非晶質)シリコンをガラスなどの基板上に1 μm内外の薄膜として形成させた太陽電池。大面積で量産ができるという特長があるが、結晶系シリコンと比較して性能面に課題がある。	アモルファスシリコンと微結晶シリコンを積層して作った太陽電池。シリコン使用量が少なく(結晶系シリコンの約1/100)、大面積・量産可能。吸収波長領域が広い。アモルファスシリコン太陽電池より高効率。	化合物半導体の一種で、銅とインジウムとセレン等を原料とした薄膜太陽電池。製造工程が簡単で高性能が期待できることから技術開発が進んでいる。	ガリウムヒ素など特別な化合物半導体の基板を使った超高性能(変換効率:30～40%)太陽電池。コストが高く元々は宇宙などの特殊用途だが、現在、蓄光システムとの組み合わせで低コスト化が図られている。	酸化チタン(半導体)についた色素が、光を吸収して電子を放出することで発電するタイプの太陽電池。簡単につくれるため低コスト化への期待が高いが、高効率化、耐久性が課題。	有機半導体のPN接合による太陽電池。低コスト化への期待が高いが、高効率化、耐久性が課題。
モジュール変換効率 括弧付きは研究レベル	～15%	～14%	～6%	～10%	～11%	～30% ～37%(集光時)	(11%)	(5%)
実用化状況	普及段階	普及段階	普及段階	普及段階	普及段階	研究段階	研究段階	研究段階
メーカー	シャープ、三洋電機(HITタイプ)	シャープ、京セラ、三菱電機	三菱重工、カネカ	三菱重工、カネカ、富士電機、シャープ	昭和シェル、ホンダ	シャープ	シャープ、フジクラ、ソニー、アイシン精機	パナソニック電工、新日本石油、三菱化学、住友化学



出所 資源エネルギー庁

シリコン系は結晶シリコン、薄膜シリコンに分けられる。結晶シリコンは単結晶、多結晶シリコンがあり現在多く使用されている太陽電池である。結晶シリコンは変換効率も 14～15%あり耐候性もよく、最も歴史のある太陽電池である。薄膜シリコン太陽電池はアモルファスと多接合型太陽電池があり、表に示すように材料が少量で量産できるメリットがあるが変換効率が落ちる。化合物系は多くの化合物半導体があるが現在、主に CIS 系太陽電池、GaAs 太陽電池が使用されている。CIS 又は CIGS はほぼ同じものである。CIS は銅、インジウム、セレン、の化合物であり、CIGS は CIS にガリウムが加わった半導体である。CIS 系太陽電池は 2009 年度より、日本で量産され一般家庭で使用され始めた。GaAs 太陽電池は人工衛星で使用されている太陽電池で、広い範囲の太陽波長を吸収し発電する。変換効率が良いが価額が高いため一般には使用されていない。有機系太陽電池は現在注目されている太陽電池であるが、発電効率、耐久性向上など、現在研究中である。将来は安価に製造でき極めて有望な太陽電池である。

② UMYU の太陽電池モジュール

カツィナは北緯 13 度にあり、1 年が雨期と乾季に別れ、雨季には激しいスコール、乾季にはサハラ砂漠よりの砂塵が舞い、年間平均最高気温は 34.0℃という自然環境下にある。自然環境は極めて苛酷であると考えて良い。モジュールの仕様選定の前提条件は、歴史があり、信頼性、耐久性があり、変換効率がよく過酷な自然条件に耐え

うるモジュールとする。さらに、現地の設置面積、自然環境を考慮してモジュール選定は決められる。選定条件を表 3-2-2.7 に示す。

表 3-2-2.7 モジュール仕様

仕 様	条 件
製造国	日本製（セルを含む全部品を日本製とする）
モジュールタイプ	シリコン単結晶、または多結晶タイプ
参考技術標準	IEC 又は同等以上
モジュール出力	180W 以上、 測定条件（AM：1.5、気温：25℃、日射量：1000W/m ² ）
合計出力	850 kW 以上
モジュール変換効率	12%以上
モジュール重量	モジュール 1 枚の重量：15kg ～20kg
サイズ	メーカー仕様による

③ 接続箱、集電箱

ナイジェリアの自然環境は苛酷である。雨季、乾季に分かれ雨季には猛烈なスコールがあり、乾季はサハラ砂漠からの砂嵐がある。特にサハラ砂漠からの微細な砂は建物、接続箱、集電箱などの隙間から侵入する。接続箱、集電箱は屋外に設置するため、この風雨、砂塵から防御する必要がある。保護クラスは過酷な環境、高温度、高湿度、砂塵、スコールなどから接続箱、集電箱を守るため IP44 以上にする。日本製品の信頼性、品質は、どのメーカーも優劣がない。ナイジェリアの自然環境下でも使用可能である。機器の詳細な仕様は 3-2-2-3 項「機材計画」で記載する。

④ パワーコンディショナー

パワーコンディショナーは太陽光発電系統連系システムの心臓部である。パワーコンディショナーの不具合、操作不良はシステム全体の稼動に影響する。「ナ」国の自然環境は苛酷である、加えて電力事情も悪く頻繁に停電を繰り返している。パワーコンディショナーは屋内に設置され、風雨から守られるが、サハラの微細な砂塵は建物内へ入り機器に悪影響を与える可能性がある。保護クラスは自然環境から機器を守るため、IP21 以上とする。機器の詳細な仕様は 3-2-2-3 項「機材計画」で記載する。

⑤ コビネーションオペレーティングパネル・コントロールパネル（以下 COP）

COP は太陽光発電系統連系システムを円滑に操作させる機構である。COP の不具合や操作不良は、パワーコンディショナーのサイクルローテーション並びに気温・日射量などのデータ送信等のシステム全体の稼動に影響する。「ナ」国の自然環境は苛酷である、加えて電力事情も悪く頻繁に停電を繰り返している。COP は屋内に設置され、風雨から守られるが、サハラの微細な砂塵は建物内へ入り機器に悪影響を与える可能性がある。保護クラスは自然環境から機器を守るため、IP21 以上とする。機器の詳細な仕様は 3-2-2-3 項「機材計画」で記載する。

⑥ 直流電源装置

直流電源装置は太陽光発電系統連系システムに途切れなく制御電源を供給し円滑に操作させる機構である。直流電源の不具合や操作不良は、パワーコンディショナーや他のパネルへの全体の稼働に影響する。「ナ」国の自然環境は苛酷である、加えて電力事情も悪く頻繁に停電を繰り返している。直流電源装置は屋内に設置され、風雨から守られるが、サハラの大粒な砂塵は建物内へ入り機器に悪影響を与える可能性がある。保護クラスは自然環境から機器を守るため、IP21 以上とする。機器の詳細な仕様は 3-2-2-3 項「機材計画」で記載する。

⑦ 変圧器

変圧器はパワーコンディショナーで変換した交流電力を配電系統電圧に合わせるために昇圧する。変圧器はパワーコンディショナー室近接の屋外に設置される。系統側の電圧変動に合わせるため、11kV 側端子を 2.5%タップの 5 段階電圧(11kV±2.5%)に分ける。機器の詳細な仕様は 3-2-2-3 項「機材計画」で記載する。

⑧ 11kV 連系盤

11kV 連系盤は、パワーコンディショナーで交流に変換され変圧器にて 11kV 昇圧された電力を既設の設備に接続するためのパネルである。11kV 連系盤の不具合や操作不良は、太陽光発電系統連系システム全体の稼働に影響する。「ナ」国の自然環境は苛酷であり、加えて電力事情も悪く頻繁に停電を繰り返している。当該盤は既設のパワーハウス屋内に設置され、風雨から守られるが、サハラの大粒な砂塵は建物内へ入り機器に悪影響を与える可能性がある。保護クラスは自然環境から機器を守るため、IP21 以上とする。機器の詳細な仕様は 3-2-2-3 項「機材計画」で記載する。

⑨ 33kV 取引計器パネル

33kV 取引計器パネルは、太陽光発電システムから系統側へ逆送電（逆潮流）された売電電力量を計測するためのパネルである。33kV 取引計器パネルの不具合は、取引電力料金の誤差等に影響し、太陽光発電系統連系システムと取扱う UMYU 全体に影響する。「ナ」国の自然環境は苛酷であり、加えて電力事情も悪く頻繁に停電を繰り返している。既設のパワーハウス屋外の PHCN 取引計器パネル隣に設置され、風雨、砂塵から防御する必要がある。保護クラスは過酷な環境、高温度、高湿度、砂塵、スクロールなどから 33kV 取引計器パネルを守るため IP44 以上にし、当パネルは屋外設置のため、防塵並びに水平散水以上の対策を施した設計とする。機器の詳細な仕様は 3-2-2-3 項「機材計画」で記載する。

⑩ 表示装置

表示装置は、太陽光発電装置の稼働状況を表示し、UMYU 大学を訪れる多くの人に対する太陽光発電設備の認知、広報、啓蒙普及を目的として設置する。更に、「ナ」国民の日本製品の認知向上に寄与するため表示用液晶盤は日本製とする。機器の詳細な仕様は 3-2-2-3 項「機材計画」で記載する。

3-2-2-2 全体計画

本計画の施設、資機材の規模、仕様は、下記条件にて計画することとする。

① 気象条件及びサイト条件

表 3-2-2.8 気象条件及びサイト条件

(a) 海 抜	541.0 m
(b) 周囲温度 (最大) *1	43.1℃
(c) 周囲温度 (最低) *1	31.0℃
(d) 相対湿度 最大*1	90 %
(e) 月間最多降雨量*1	370.0 mm
(h) 最大風速	110 mile / hour
(i) 粉 塵	考慮する

[出所] Nigerian Meteorological Agency

① 電気方式の条件

配電電圧	: (中圧) 3 相 3 線式 33 kV
	: (中圧) 3 相 3 線式 11 kV
	: (低圧) 3 相 4 線式 415/240 V
周波数	: 50 Hz
最大短絡容量	: 11 kV 系統、12.5 kA (1 sec)
接地系	: 11 kV 系統、直接接地式
接地抵抗	: 10 Ω以下 3 相 3 線式 33 kV
色別	: IEC 規格 (赤、黄、青、黒)

② 施設計画の条件

本計画対象地は、UMYU の敷地となるが、同敷地全体は広く本計画対象地は穏やかな高低差であり、かつ主要道路沿いに雨水排水路が有るため、ほとんどの場所で PV パネル設置に適した場所である。パネル配置に際しては支持架台及び基礎計画時に風荷重による吹き上げ力にも安全な方策をとる計画とする。

本計画対象地には本計画で必要となる昇圧変圧器、パワーコンディショナーなどの電気機器を収容する既設建屋がないため、新たに同敷地内にパワーコンディショナー室 (平屋建て 5.0 m×15.0 m 程度) を建設する。

新設するパワーコンディショナー室については、外気温が 1 年を通じ高温であることから外からの熱を出来るだけ遮断できる構造とするため屋根材には合板材を用い、室内天上張りを行い屋根からの熱の影響を極力低下できるよう計画する。

併せて、サハラの詳細な砂塵の建屋内への進入を防ぐ為、防塵を考慮する。

新設のパワーコンディショナー室内に昇圧変圧器を設置して、UMYU で使用している電圧 11 kV に昇圧し、既設非常用発電建屋の電気室内設置されている 11kV 遮断器盤まで 11kV ケーブルを管路配線で敷設し、既設遮断器盤のブスバーに接続して電力を供給する計画とする。

3-2-2-3 機材計画

(1) 施設計画の条件

太陽電池（850kW）は UMYU の正門から約 200m 入った左側の空き地約 16,500 m²の土地に設置される。土地は平坦な土地であるため比較的工事が安易に可能である。パネルの配置は、3-2-3 項の概略設計図に示されている。パワーコンディショナー等の設備は、太陽光モジュール布設場所に建屋を新設し収納することとし、出力側の高圧配線は、道路下を経て UMYU 敷地内の道路をとおり約 460m 離れたパワーハウスへ地中ケーブルを使用して送電する。夜間は人通りも少なり、また停電が頻発するため、パネル設置地区の周囲に太陽光発電を用いた街灯を設け盗難防止を講じる。

(2) 機材概略仕様

本計画では日本側が調達・据付する太陽光発電設備については JIS, IEC 規格を適用する。PV 連系システム建設の設備・機材は据付の容易性と、据付期間の短縮を図るため、仕様品目の小数化を図り可能な限り標準設計モデルを採用する。以下表 3-2-2.9～表 3-2-2.25 に基本計画の概要と調達数量並びに主要機材の概略仕様を示す。メーカーによりシステムが異なるので接続箱、集電箱、パワーコンディショナーの数は未定である。

表 3-2-2.9 基本計画の概要と主要機材の調達数量

資機材調達と据付工事計画	下記太陽光発電資機材の調達及び据付	数量
	太陽光発電モジュール	1 式
	太陽光発電モジュール用設置架台	1 式
	接続箱 * 1)	1 式
	集電箱 * 1)	1 式
	コンビネーションオペレーティングパネル	1 面
	パワーコンディショナー * 1)	5~10 面
	コントロールパネル	1 面
	直流電源装置	1 面
	連系用変圧器	1 台
	11kV スイッチギア	1 面
	11kV 受電盤用不足電圧保護継電器	1 台
	33kV 取引用計器パネル	1 面
	33kV ライン保護用地絡過電圧保護継電器	1 台
	表示装置	1 式
	計装装置	1 式
	配線材料	1 式
接地工事材料	1 式	
埋設防護管	1 式	
資機材調達計画	太陽光発電設備用交換部品、保守道工具及び試験器具、安全保護具	1 式

注* 1) メーカーにより個数は変動する。

表 3-2-2.10 太陽光発電モジュールの仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
1. 太陽光発電モジュール	(1) 適用規格	IEC 及び同等規格、保護クラス IP65 以上
	(2) 使用環境	熱帯、砂塵地域、1,000m 以下
	(3) 年間最高平均気温	+34.0℃
	(4) 設置方式	地上設置方式
	(5) 種類	結晶系シリコン
	(6) モジュール効率	12%以上
	(7) モジュール容量	180W/1 枚以上

表 3-2-2.11 太陽光モジュール設置用架台の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
2. 太陽光発電モジュール設置用架台	(1) 支持形式	鉄骨架台
	(2) 使用環境	熱帯、砂塵地域、1,000m 以下
	(3) 材質	SS400 溶融亜鉛めっき仕上げまたは同等品質

表 3-2-2.12 接続箱の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
3. 接続箱	(1) 構造	屋外 壁掛け式、保護クラス IP44 以上
	(2) 使用環境	熱帯、砂塵地域、1,000m 以下
	(3) 周囲温湿度	+40℃以下、85%以上
	(4) 最大入力電圧	ストリング単位公称開放電圧(VOC)以上
	(5) 入力回路数	サブアレイ単位並列数以上
	(6) 入力電流	1 回路当りモジュール公称短絡電流(ISC)以上
	(7) 出力回路数	1 回路
	(8) 出力電流	サブアレイ公称短絡電流(ISC)以上
	(9) 内蔵機器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 配線用遮断器：回路数 ・ 逆流防止ダイオード：ストリング毎 ・ 誘導雷保護器：全入出力回路、線間、アース間

表 3-2-2.13 集電箱の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
4. 集電箱	(1) 構造	屋外 壁掛け式、保護クラス IP44 以上
	(2) 使用環境	熱帯、砂塵地域、1,000m 以下
	(3) 周囲温湿度	+40℃以下、85%以上
	(4) 最大入力電圧	ストリング単位公称開放電圧(V _{OC})以上
	(5) 入力回路数	集約される接続箱数以上
	(6) 入力電流	接続箱出力電流以上
	(7) 出力回路数	1 回路
	(8) 出力電流	サブアレイ公称短絡電流×入力回路数以上
	(9) 内蔵機器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 配線用遮断器：回路数 ・ 誘導雷保護器：全入出力回路、線間、アース間

表 3-2-2.14 コンビネーションオペレーティングパネルの仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
5. コンビネーションオペレーティングパネル	(1) 構造	屋内 地上設置垂直自立型、保護クラス IP21 以上
	(2) 使用環境	熱帯、砂塵地域、1,000m 以下
	(3) 周囲温湿度	+40℃以下、85%以上
	(4) 定格電圧	DC400V または、太陽光モジュール電圧に設定
	(5) 定格電流	DC400A または、太陽光モジュール電流に設定
	(6) 入力回路数	10 回路以上(予備パワーコンディショナー含む)
	(7) 入力電流	DC400A または、太陽光モジュール電流に設定
	(8) 出力回路数	100 回路(入力 10 回路の場合)
	(9) 出力電流	DC400A または、太陽光モジュール電流に設定
	(10)内蔵機器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電磁開閉器：100 回路(入力 10 回路の場合) ・ 誘導雷保護器：全入出力回路、線間、アース間
	(11)制御電源	DC100V
	(12)操作条件	<ul style="list-style-type: none"> ・ スナップスイッチ選択による直接手動操作 ・ 月一回スナップスイッチ手動操作によるシーケンス回路の確立 ・ コントロール手順は単線結線図参照
	(13)保護装置	サーマルリレー：100 回路(入力 10 回路の場合)

表 3-2-2.15 パワーコンディショナーの仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
6. パワーコンディショナー	(1) 構造	屋内 地上設置垂直自立型、 保護クラス IP21 以上
	(2) 使用環境	熱帯、砂塵地域、1,000m 以下
	(3) 周囲温湿度	+40℃以下、85%以上
	(4) 主回路方式	自励式電圧型
	(5) スwitching 方式	高周波 PWM
	(6) 絶縁方式	商用周波絶縁トランス方式
	(7) 冷却方式	強制空冷
	(8) 定格入力電圧	ストリング最大出力電圧(Vpmax)付近
	(9) 入力動作電圧範囲	ストリング最大出力電圧(Vpmax)と公称開放電圧(Voc)が範囲内に入ること。
	(10)入力回路数	集電箱数以上
	(11)出力電気方式	3φ3W または、3φ4W
	(12)定格出力電圧	AC415V または、変圧器低圧側電圧に調整
	(13)定格周波数	50Hz
	(14)交流出力電流 ひずみ率	総合電流 5%以下、各次調波 3%以下
	(15)電力制御方式	最大出力追従制御
	(16)定格電力変換効率	90%以上
	(17)制御機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動起動・停止、ソフトスタート ・ 自動電圧調整 ・ 入出力過電流調整 ・ 出力調整
	(18)系統連系保護機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 過電圧(OVR) ・ 不足電圧(UVR) ・ 周波数上昇(OFR) ・ 周波数低下(UFR) すべて整定値、時限可変とする。
	(19)単独運転検出機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 能動型 (次の中から 1 方式以上) ①周波数シフト方式 ②有効電力変動方式 ③無効電力変動方式 ④負荷変動方式 ・ 受動型 (次の中から 1 方式以上) ①電力位相跳躍検出 ②第 3 次高調波電圧急増検出方式 ③周波数変化率検出方式

表 3-2-2.16 コントロールパネルの仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
7. コントロール パネル	(1) 構造	屋内 地上設置垂直自立型、 保護クラス IP21 以上
	(2) 使用環境	熱帯、砂塵地域、1,000m 以下
	(3) 周囲温湿度	+40℃以下、85%以上
	(4) 定格電圧	AC600V または、変圧器低圧側電圧に調整
	(5) 相数	3φ4W
	(6) 定格電流	AC2,000A または、変圧器定格電流並びに短絡電 流にて設定
	(7) 入力回路数	母線引込みまたは、10 回路以上
	(8) 出力回路数	1 回路
	(9) 内蔵機器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 空気絶縁遮断器(ACB) : 1 台 (引出し型) ・ 避雷器 : 3 台 ・ 計器用変流器 : 3 台 ・ 計器用零相変流器 : 4 台 ・ 配線用遮断器(MCCB) : 4 台 ・ その他附属機器 : 1 式
	(10)制御電源	DC100V
	(11)操作条件	・ コントロールスイッチによる空気絶縁遮断器 を直接手動操作
	(12)計測・保護装置	<ul style="list-style-type: none"> ・ 過電流継電器 : 1 台(3 相保護) ・ 地絡過電流継電器 : 1 台 ・ 電流計 : 1 台(3 相と零相計測) ・ 配線用地絡過電流継電器 : 4 台

表 3-2-2.17 直流電源装置の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
8. 直流電源装置	(1) 構造	屋内 地上設置垂直自立型、 保護クラス IP21 以上
	(2) 使用環境	熱帯、砂塵地域、1,000m 以下
	(3) 周囲温湿度	+40℃以下、85%以上
	(4) 入力交流定格電圧	AC415V または、変圧器低圧側電圧に調整
	(5) 入力交流相数	3 力交流相
	(6) 出力直流定格電圧	DC100V
	(7) 出力直流相数	2 力直流相
	(8) 入力交流定格電流	AC20A 以上
	(9) 出力直流定格電流	DC20A 以上
	(10)入力交流最大容量	5.6kVA 以上
	(11)出力電圧精度	1.5%以下
	(12)出力効率	75%以上
	(13)冷却方式	自冷式
	(14)出力回路数	4 回路以上
	(15)蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> ・制御弁式鉛蓄電池 (MSE) またはそれ以上 ・セル数：54 セル ・蓄電池単体電圧：DC2.23V 以上 ・出力時間率：50AH
	(16)内蔵機器	<ul style="list-style-type: none"> ・交流変圧器：1 台 ・整流器：1 台 ・交流遮断器(MCCB)：1 台 ・配線用遮断器(MCCB)：9 台以上 ・その他附属機器：1 式
	(17)制御電源	AC240V または、DC100V
	(18)操作条件	・サイリスタ定電圧自動制御
	(19)計測・保護装置	<ul style="list-style-type: none"> ・直流電圧保護装置：1 台 ・電圧計：直流 1 台 ・電流計：交流 1 台，直流 1 台 ・交流電圧入力表示ランプ：1 台

表 3-2-2.18 変圧器の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
9. 連系用変圧器	(1) 適用規格、構造	JIS, IEC 規格、屋外・垂直自立型
	(2) 使用環境	熱帯、砂塵地域、1,000m 以下
	(3) 周囲温湿度	+40℃以下、85%以上
	(4) 容量	1,000kVA
	(5) 一次電圧	3 次電圧 0m 域、AR または、パワーコンディショナー出力電圧に設定調整
	(6) 二次電圧	3 次電圧パワーコンディショナー
	(7) 周波数	50 Hz
	(8) 絶縁階級	B 種
	(9) 結線方式	Ynd11 (415V 側：Y 結線，11kV 側：△結線)

表 3-2-2.19 11kV スイッチギアの仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
10. 11kV スイッチギア (既設メーカー： MERLIN GERIN)	(1) 適用規格・構造	IEC 又は同等規格 屋内 地上設置垂直自立型、 保護クラス IP21 以上
	(2) 使用環境	熱帯、砂塵地域、1,000m 以下
	(3) 周囲温湿度	+40℃以下、85%以上
	(4) 定格電圧	AC11kV 以上
	(5) 相数	3φ3W
	(6) 定格電流	630A 以上
	(7) 母線短絡電流	20kA 以上
	(8) 入力回路数	1 回路
	(9) 連結方式	既設モールド絶縁母線引込み
	(10)内蔵機器	<ul style="list-style-type: none"> ・避雷器：3 台 ・断路器：1 台 ・接地断路器：2 台 ・真空遮断器：1 台（固定式） ・計器用変流器：3 台 ・計器用変圧器：3 台 ・その他附属機器：1 式
	(11)制御電源	AC110V
	(12)操作条件	<ul style="list-style-type: none"> ・機械式並びに電気式インターロックによる、 直接手動操作
	(13)計測・保護装置	<ul style="list-style-type: none"> ・過電流継電器：1 台(3 相保護) ・地絡過電流継電器：1 台 ・逆相または電流不平衡継電器：1 台(3 相保護) ・再閉路ロックアウト継電器：1 台 ・電力マルチメーター：1 台

表 3-2-2.20 11kV 受電盤用不足電圧保護継電器の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
11. 11kV 受電盤用不 足電圧保護継電 器	(1) 適用規格・構造	JIS 又は IEC, 屋内 壁掛け埋込み式
	(2) 使用環境	熱帯、砂塵地域、1,000m 以下
	(3) 周囲温湿度	+40℃以下、85%以上
	(4) 入力電圧	AC110V
	(5) 相数	3φ4W
	(6) 周波数	50Hz
	(7) 整定範囲	60V～100V 相当
	(8) 動作時間	0.2S～5.0S 相当
	(9) 消費電力	7.0VA 以下
	(10)制御電源	AC110V
	(11)附属装置・設備	<ul style="list-style-type: none"> ・電圧計：1 台 (3 相計測) ・無電圧接点：2C (1a1b x 2) ・テストターミナルブロック：1 式 ・テストプラグ：1 式

表 3-2-2.21 33kV 取引計器パネルの仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
12. 33kV 取引計器パネル	(1) 構造	屋内 地上設置垂直自立型、 保護クラス IP23 以上（防塵対策並びに水平散水対策を施すこと）
	(2) 使用環境	熱帯、砂塵地域、1,000m 以下
	(3) 周囲温湿度	+40℃以下、85%以上
	(4) 定格電圧	AC33kV 以上
	(5) 相数	3φ3W
	(6) 定格電流	630A 以上
	(7) 母線短絡電流	20kA 以上
	(8) 入力回路数	1 回路
	(9) 連結方式	33kV ケーブル引込み
	(10)内蔵機器	<ul style="list-style-type: none"> ・計器用変流器（確度階級:0.5 級）：3 台 ・計器用変圧器（確度階級:0.5 級）：3 台 ・その他附属機器：1 式
	(11)制御電源	AC110V
	(12)取扱い条件	・扉にドアロック並びに封印処理
	(13)計測装置	<ul style="list-style-type: none"> ・デジタル積算電力量計(検定付)：1 台 (計測精度：0.5 級) (既設 PHCN 電力量計型式：ER300P)

表 3-2-2.22 33kV ライン保護用地絡過電圧保護継電器の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
13. 33kV ライン保護用地絡過電圧保護継電器	(1) 適用規格・構造	JIS 又は IEC, 屋内・壁掛け埋込み式
	(2) 使用環境	熱帯、砂塵地域、1,000m 以下
	(3) 周囲温湿度	+40℃以下、85%以上
	(4) 入力電圧	AC110V
	(5) 相数	2W
	(6) 周波数	50Hz
	(7) 整定範囲	10V ~ 50V 相当
	(8) 動作時間	0.1S ~ 30.0S 相当
	(9) 消費電力	15.0VA 以下
	(10)制御電源	AC110V
	(11)附属装置・設備	<ul style="list-style-type: none"> ・零相電圧計：1 台 ・無電圧接点：2C (1a1b x 2) ・テストターミナルブロック：1 式 ・テストプラグ：1 式

表 3-2-2.23 計装装置の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
14. 計装装置	(1) 日射計 1) 適用規格 2) 感度	ISO9060 Second class 相当 例 (6~8 (O9 (kW・m ²)))
	(2) 気温計 1) 種類 2) 形状 3) 使用温度範囲	測温抵抗体 Pt100 圏 4 線式 簡易シェルター付 -40℃~+60℃
	(3) 気象変換箱 1) 構造 2) 材質 3) 入力信号 4) 出力信号 5) 電源 6) 収納機器	屋外壁掛型 SS400 溶融亜鉛メッキ仕上げ 粉体塗装 日射計 (0-10mV)、気温計 (Pt100Ω) 4-20mA×2 AC240V 日射計用信号変換器、気温計用信号変換器 配線用遮断器、誘導雷保護器
	(4) 計測監視装置 (サイト側) 1) データ計測方式 ・測定周期 ・データ収集項目 2) 使用機器 3) ソフト仕様 (サーバー側)	6 秒 傾斜面日射強度、気温、発電電力 計測監視装置 シリアル信号変換器 (RS485 号変換器 (、発変換) 無停電電源装置 (瞬停対策用) 計測監視装置箱 瞬時値表示、グラフ・帳票表示 パワーコンディショナー運転状態、障害情報表示 パワーコンディショナー保護装置設定情報保存
	(5) 遠隔監視システム 1) 仕様 ・サイト側データ管理 ・データ閲覧 ・データダウンロード 2) データ閲覧権限	サイト側データをデータロガーへ送信、データ蓄積帳票データのダウンロードと帳票・グラフの表示と印刷

表 3-2-2.24 電線材料の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
15. 配線材料		
モジュール~接続箱間	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	IEC, JIS 及び同等規格 項目 3-2-3 概略設計図による。 同上 同上
接続箱~集電箱間	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	IEC, JIS 及び同等規格 項目 3-2-3 概略設計図による。 同上 同上

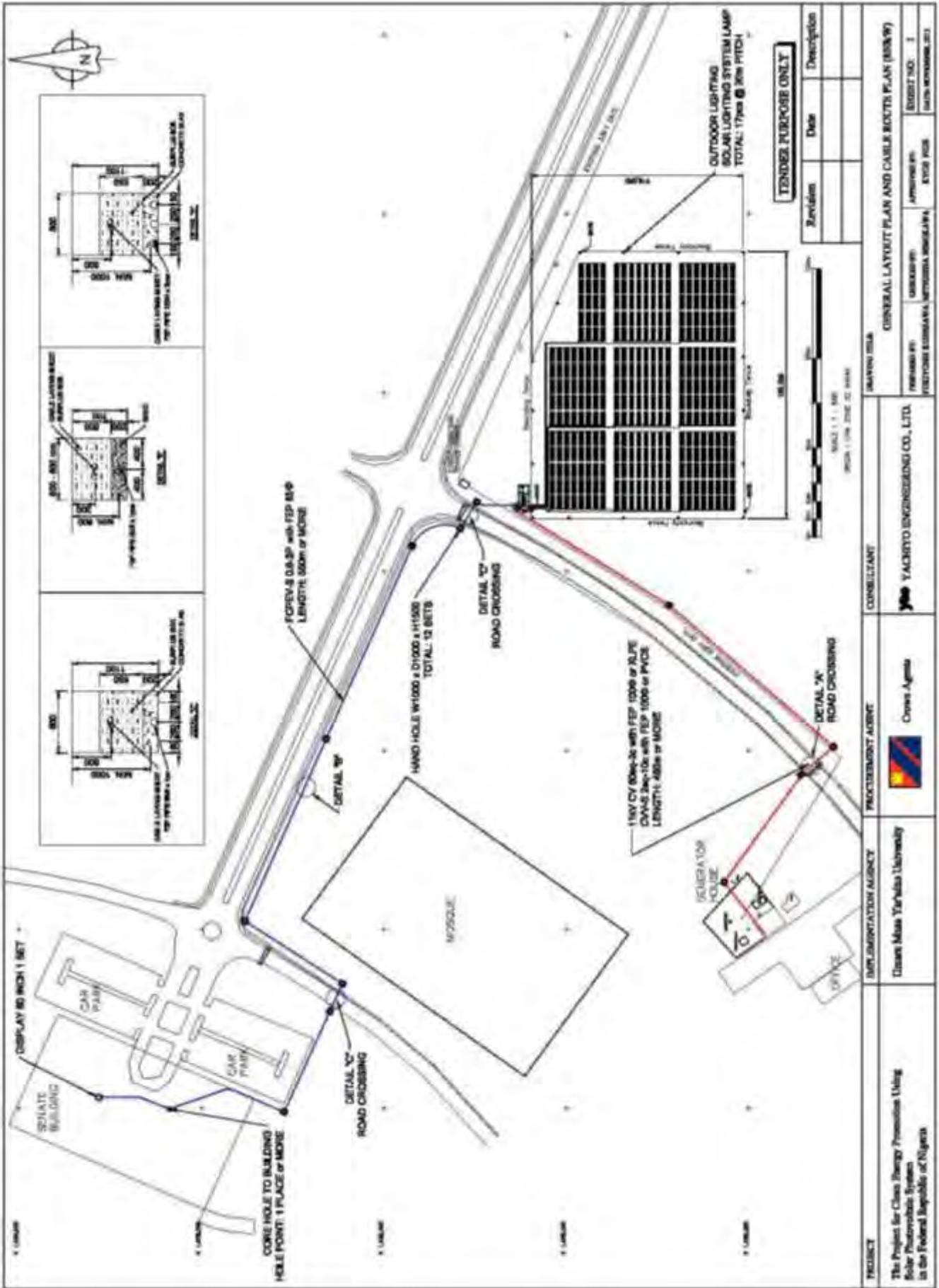
機器名	仕様項目	要求仕様
集電箱～コンビネーションオペレーティングパネル～パワーコンディショナー間	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	IEC, JIS 及び同等規格 項目 3-2-3 概略設計図による。 同上 ケーブルグラウンド、接続端子、ブラケット、 架台
コントロールパネル～変圧器間	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	IEC, JIS 及び同等規格 項目 3-2-3 概略設計図による。 同上 既設パネル専用終端末端処理材、ボルトナット、六角端子、変圧用終端末端材料、ブラケット、架台
変圧器～11kV 既設スイッチギア	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	IEC, JIS 及び同等規格 項目 3-2-3 概略設計図による。 同上 既設パネル専用終端末端処理材、ボルトナット六角端子、ブラケット、架台
33kV 既設取引計器パネル～33kV 新設取引計器パネル	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	IEC, JIS 及び同等規格 項目 3-2-3 概略設計図による。 同上 ケーブルグラウンド、接続端子
11kV 既設スイッチギア～コントロールパネル	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	IEC, JIS 及び同等規格 項目 3-2-3 概略設計図による。 同上 ケーブルグラウンド、接続端子
コントロールパネル～表示装置	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	IEC, JIS 及び同等規格 項目 3-2-3 概略設計図による。 同上 RJ45 コネクタ及び同等品
コントロールパネル～データロガ	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	IEC, JIS 及び同等規格 項目 3-2-3 概略設計図による。 同上 ケーブルグラウンド、接続端子
電気室～気象変換箱通信ケーブル	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	IEC, JIS 及び同等規格 項目 3-2-3 概略設計図による。 同上
接地工事材料	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	IEC, JIS 及び同等規格 項目 3-2-3 概略設計図による。 同上 接地棒 14 mm ² ×1.5 m

表 3-2-2.25 埋設防護管の概要

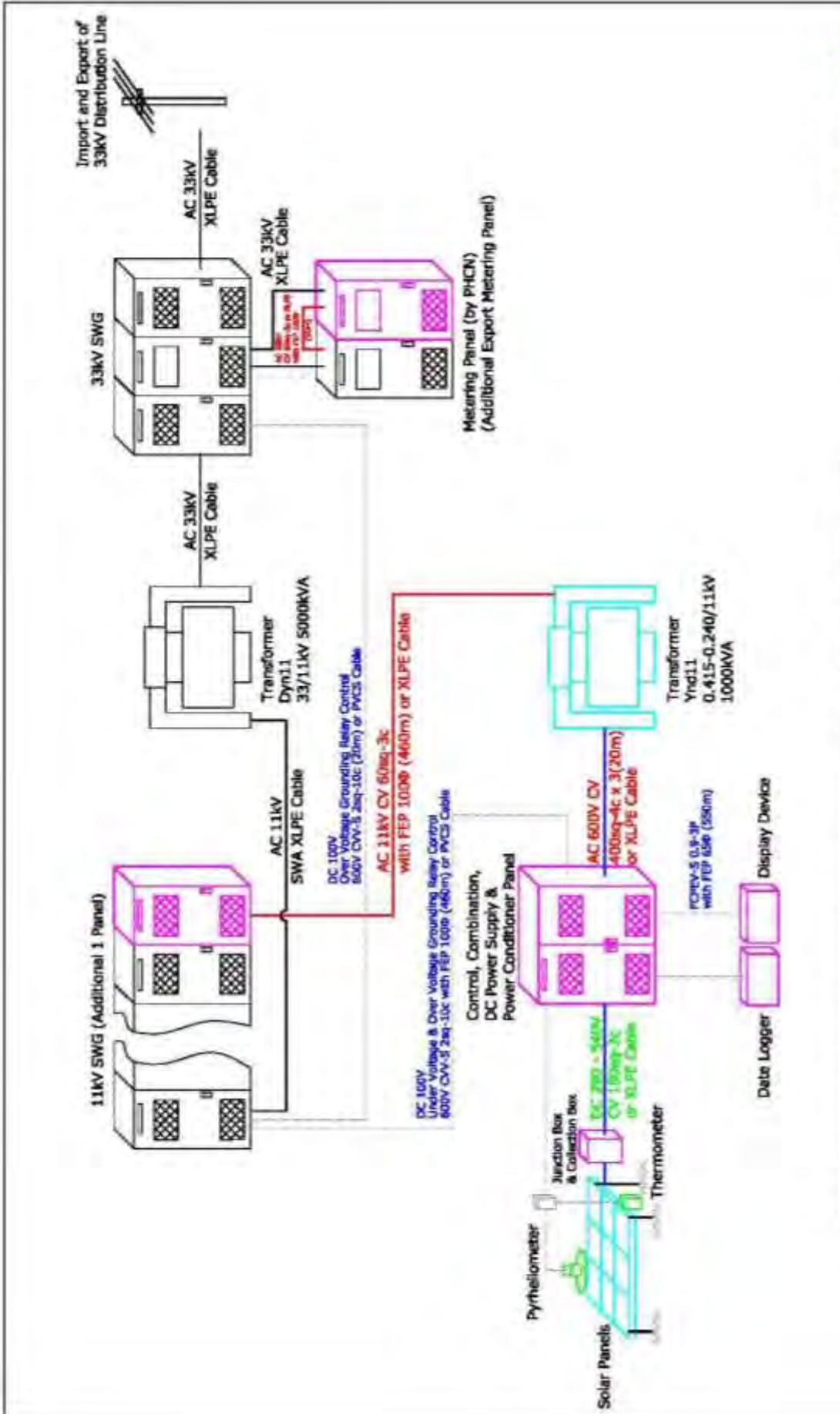
機器名	仕様項目	要求仕様
16. ケーブル保護管	(1) 適用規格	IEC, JIS 及び同等規格
	(2) 材質	ケーブル保護用鋼管または、ケーブル用可とう管 または、波付硬質ポリエチレン管
	(3) サイズ	項目 3-2-3 概略設計図による。

3-2-3 概略設計図

- 全体配置図及びケーブルルート図 (General Layout Plan and Cable Route Plan)
- システムフロー図 (System Flow Diagram)
- 33kV 及び 11kV 単線結線図 (Single Line Diagram for 33kV and 11kV Line)
- 太陽光パネル群単線結線図 (Single Line Diagram for Solar Farm)
- コンビネーション運転パネル単線結線図 (Single Line Diagram for Combination Operating Panel)
- パワーコンディショナー室平面図 (Layout Plan for Power Conditioner Room)
- 既設発電建屋配置図 (Layout Plan for Existing Power House)



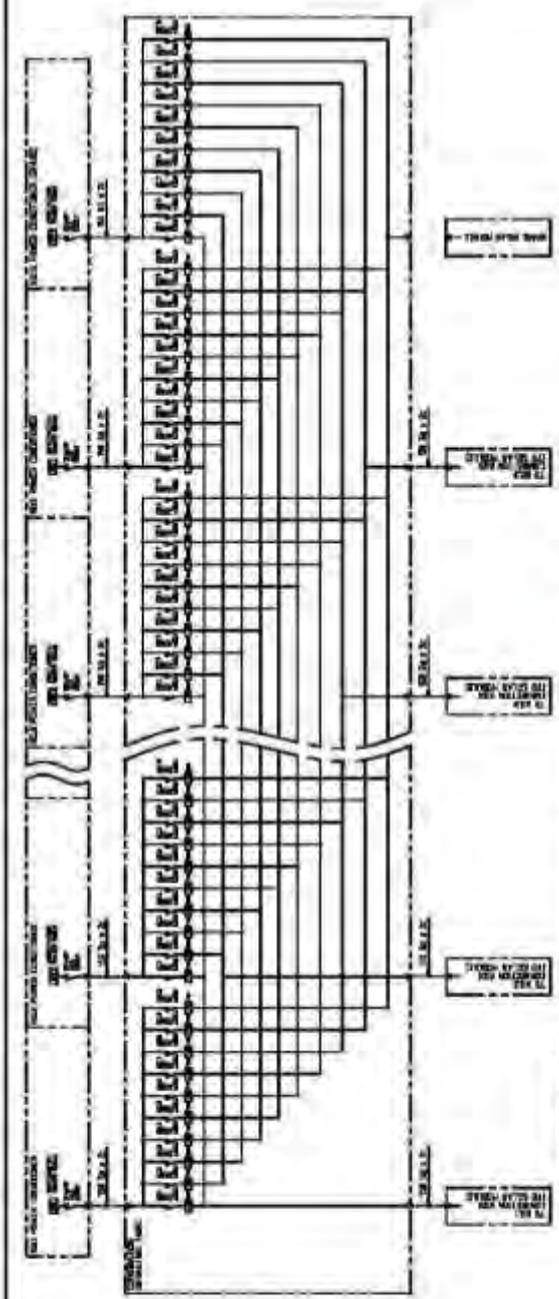
PROJECT	IMPLEMENTATION AGENCY	PROUREMENT AGENT	CONSULTANT	ISSUANCE DATA
The Project for Clean Energy Promotions Using Solar Photovoltaic System in the Federal Republic of Nigeria	Green Mass Yorubas University	Cross Agents	YACRTO ENGINEERING CO., LTD	GENERAL LAYOUT PLAN AND CABLE ROUTS PLAN (R08/07)
				PREPARED BY: [Name]
				CHECKED BY: [Name]
				APPROVED BY: [Name]
				EXEUT NO: 1
				DATE: 08/08/2017



SYSTEM FLOW DIAGRAM for SOLAR POWER SYSTEM

TENDER PURPOSE ONLY	
Revision	Description

PROJECT	The Project for Clean Energy Promotion Using Solar Photovoltaic System in the Federal Republic of Nigeria	IMPLEMENTATION AGENCY	Unilorin Moaa Yorubaa University	PROCURER/AGENT	Crown Agents	CONSULTANT	YACRBYO ENGINEERING CO., LTD.
DRAWING TITLE	SYSTEM FLOW DIAGRAM						
FORWARDED BY	FUSUYOBI KOSOGAWA	CHECKED BY	MITSURU KIMELAWA	APPROVED BY	KYUJI FUKU	EDDIT NO.	2
DATE	(DATE: 04/08/2011)						



COMBINATION OPERATING METHOD

OPERATION MODE	OPERATION PUMP UNIT	PUMP 01	PUMP 02	PUMP 03	PUMP 04	PUMP 05	PUMP 06	PUMP 07	PUMP 08	PUMP 09	PUMP 10	PUMP 11	PUMP 12	PUMP 13	PUMP 14	PUMP 15	PUMP 16	PUMP 17	PUMP 18	PUMP 19	PUMP 20
PATTERN - 1 M13 PC SPARE BY SHAP SWITCH		U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
PATTERN - 2 M11 PC SPARE BY SHAP SWITCH		U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
PATTERN - 3 M12 PC SPARE BY SHAP SWITCH		U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
PATTERN - 4 M13 PC SPARE BY SHAP SWITCH		U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
PATTERN - 5 M14 PC SPARE BY SHAP SWITCH		U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
PATTERN - 6 M15 PC SPARE BY SHAP SWITCH		U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
PATTERN - 7 M16 PC SPARE BY SHAP SWITCH		U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
PATTERN - 8 M17 PC SPARE BY SHAP SWITCH		U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
PATTERN - 9 M18 PC SPARE BY SHAP SWITCH		U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
PATTERN - 10 M19 PC SPARE BY SHAP SWITCH		U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U

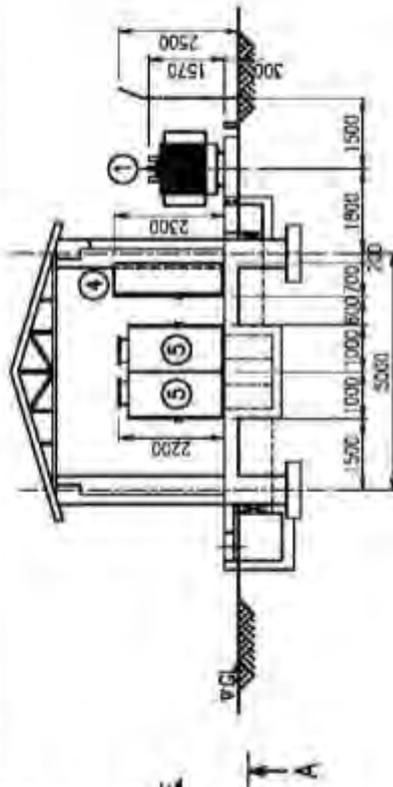
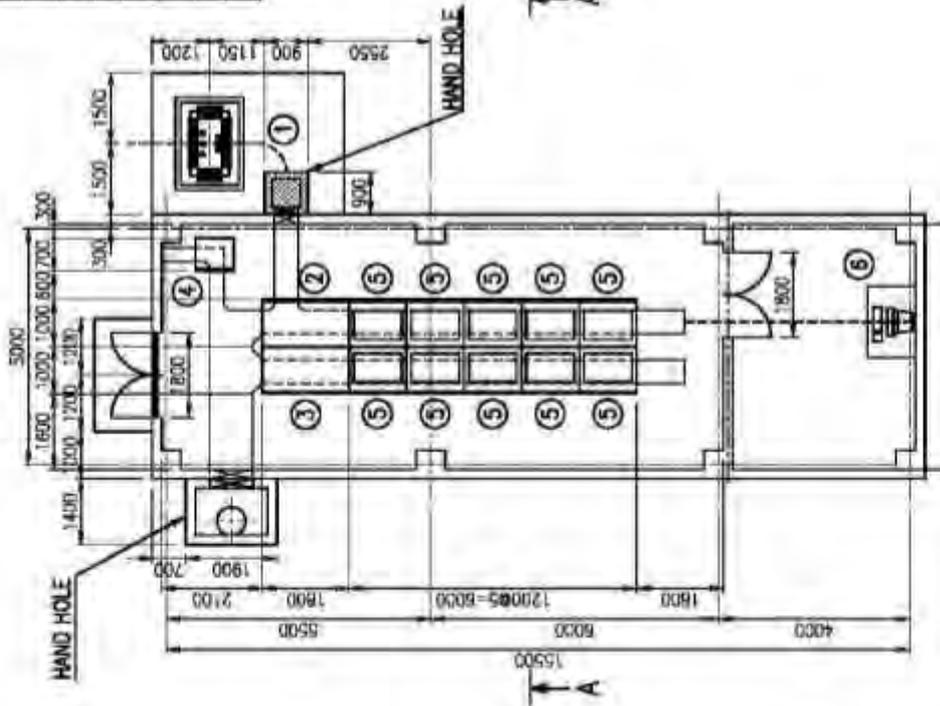
NOTES
 COMBINATION OPERATING WILL BE CARRY OUT RETRIEVE AS BELOW
 1. OPERATION STYLE ARE MANUAL OPERATION.
 2. IT CARRY OUT MANUAL OPERATION BY OPERATOR ON ONE V MONTHLY PER ONE DAY AT 14:00 PM.
 3. CONTROL TOWER IS DE TUNING 100V.

REVISION PURPOSE ONLY

Revisi	Date	Description

PROJECT The Project for Clean Energy Promotion Unit Solar Photovoltaic System in the Federal Republic of Nigeria	IMPLEMENTATION AGENCY Universitas Mitra Yerbudas University	PROCUREMENT AGENT Crown Agents	CONSULTANT YACHIYO ENGINEERING CO., LTD.	SHAPING DATA
				DESIGN NO. 3 DATE: NOVEMBER, 2011
OPERATING PANEL (OSOP) FOR COMBINATION OPERATING PANEL (OSOP)				
DESIGNER: YACHIYO ENGINEERING CO., LTD.	OPERATOR: YACHIYO ENGINEERING CO., LTD.	DATE: 2011.11.11	REVISION: 3	DATE: 2011.11.11

No.	TAG No.	EQUIPMENT	REMARKS
1		TRANSFORMER 0.415-0.240/11KV 1000KVA Ynd11	
2		CONTROL PANEL	
3		COMBINATION OPERATING PANEL	
4		DC POWER SUPPLY PANEL	
5		NO.1 TO NO.10 POWER CONDITIONER PANEL	
6		DATA LOGGER	



PLAN
SCALE 1:100

A-A SECTION
SCALE 1:100

TENDER PURPOSE ONLY

Revision	Date	Description

PROJECT	DOCUMENTATION AGENCY	PROCURING AGENT	CONSULTANT	ISSUED FOR
The Project for Cross Border Transmission Using Solar Photovoltaic System in the Federal Republic of Nigeria	Ulsan Mass Technology University	Crown Agents	TACHYO ENGINEERING CO., LTD.	LAYOUT PLAN FOR POWER CONDITIONS ROOM (R04W)
				PROJECT NO: E
				PROJECT NAME: ELEC PLAN
				DATE APPROVAL: 2023



No.	TAG No.	EQUIPMENT	REMARKS
①		33KV METERING PANEL (WITHIN CT & VT)	EXPORT
②		ADDITIONAL OF OVER VOLTAGE GROUNDING RELAY	33KV CB TRIP
③		111KV SWG FOR SOLAR FARM	INTERLOCK FOR PC
④		ADDITIONAL OF UNDER VOLTAGE RELAY	INTERLOCK FOR PC

TENDER PURPOSE ONLY

Revision	Date	Description

PROJECT The Project for Clean Energy Transmission Using Solar Photovoltaic System in the Federal Republic of Nigeria	IMPLEMENTATION AGENCY Cleaness Mission Yachinus Uniteranary	PROUREMENT AGENT  Cleaness Agency	CONSULTANT  YACHINUS ENGINEERING CO., LTD.	MARKET TITLE LAYOUT PLAN FOR EXISTING POWER HOUSE
				Prepared by: <input type="text"/> / Checked by: <input type="text"/> / Approved by: <input type="text"/> / Action Item: <input type="text"/> Drawn by: <input type="text"/> / Scale: <input type="text"/> / Sheet No.: <input type="text"/> / Total Sheets: <input type="text"/>

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

本計画は、我が国の環境プログラム無償資金協力のスキームに基づき実施される。従って、本計画は日本政府により事業実施の承認がなされ、両国政府による交換公文(E/N)並びに贈与契約(G/A)が取り交わされた後に実施に移る。調達代理機関は日本政府により、「ナ」国側へ推薦されウマル・ムサ・ヤラドゥア大学(Umaru Musa Yar'adua University)が受任者として本体契約(入札、資機材調達)が適正且つ円滑に履行されるように本計画の業務実施を管理する。

① 事業実施主体

本計画の無償資金協力に係る交換公文・贈与契約(以下E/N・G/A)締結後、「ナ」国政府は、施工監理コンサルタント及び調達業者の選定・契約を調達代理機関に委託する。また、施工監理コンサルタント及び調達業者は、調達代理機関と契約を締結し、それぞれの業務を実施する。

② 主管官庁

本計画の「ナ」国側の主管官庁は、国家電力省(Federal Ministry of Power)である。

③ 実施機関

本計画の実施機関は、ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学(Umaru Musa Yar'adua University)である。本計画は環境プログラム無償資金協力案件として、「ナ」国政府側の主管官庁である国家電力省と日本の調達代理機関が締結する調達代理契約に基づいて実施される。

上記の他に、本計画に係る「ナ」国の主な関係機関は以下の通りであり、実施段階では各機関との十分な情報共有、調整が必要である。各機関との調整に当たっては、ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学の再生可能エネルギーセンターが窓口として対応することとなる。

- 国家計画委員会(National Planning Commission : NPC)
- エネルギー委員会(Energy Commission of Nigeria : ECN)
- ナイジェリア電力規制委員会(Nigerian Electricity Regulatory Commission)
- 国家科学技術省(Federal Ministry of Science and Technology)

なお、「ナ」国政府側の主な関係省庁・機関と日本政府は、各々の代表からなる政府間協議会を設置し、国レベルで確認を要する事項の協議を実施する。さらに、調達代理機関はワーキング・グループを設置し、進捗状況の確認、技術的確認事項などの協議を実施する。

以下に本計画の実施体制を示す。

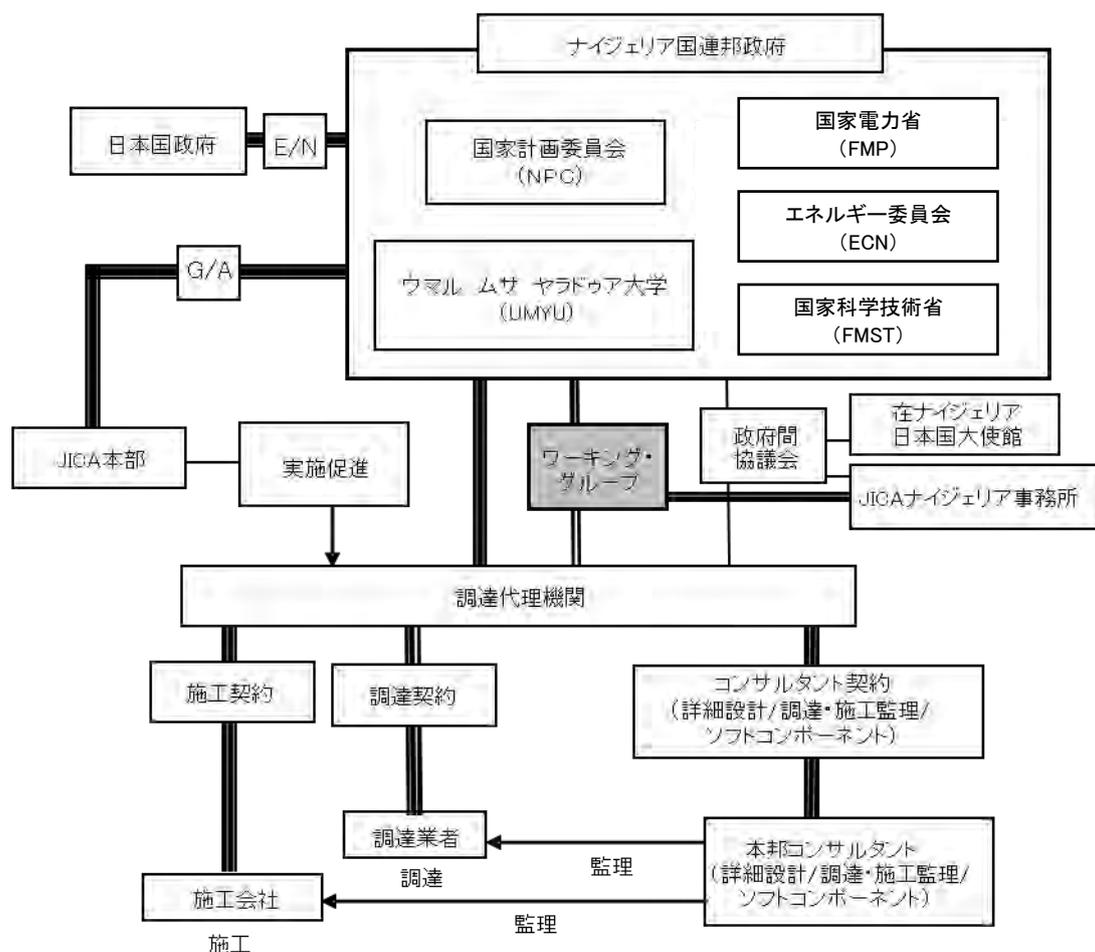


図 3-2-4.1 実施体制

④ 調達代理機関

a 実施内容

機材調達に係る入札図書のとりまとめは、調達代理機関が行い、本プロジェクトの入札管理業務及び調達業務が開始される。調達代理機関は、日本政府により「ナ」国側に推薦され、実施責任機関の受任者として本体契約のコンポーネントが適正、且つ、円滑に実施されるように総合的な監理を実施・履行する。

入札業務管理として、代理機関契約、銀行手続き及び入札図書作成のうち業者契約に係る書類の作成、並びに、入札図書配布と入札／入札評価及び調達業者契約業務などを行う。

また、工事監理業務は、本邦調達代理機関から派遣された統括者が、支払い業務を含めた資金管理や、残預金が発生した場合の用途計画を含め、実施内容の確認、両国政府への進捗報告、「ナ」国側との協議・調整・報告を随時実施する。

b 実施体制

• 入札業務管理期間

調達代理機関は入札に係る図書の取りまとめ、機材仕様書の確認、入札の実施及び入札業者・企業の評価等を実施するが、「ナ」国の機材調達における競争入札などにより、入札業務が煩雑となることが予想されるため、補助要員として現地人を雇用する。また、入札図書の内容に係る技術的な質疑応答や、入札業者の技術プロポーザル部分を適性に評価する必要があることから、本邦コンサルタントが技術部分の補助を行う。

• 工事管理期間

調達代理機関は、施工期間中の統括的な管理を行うが、本邦コンサルタントの主導による施工監理の下、調達代理機関の管理は要所の確認のみ実施する。

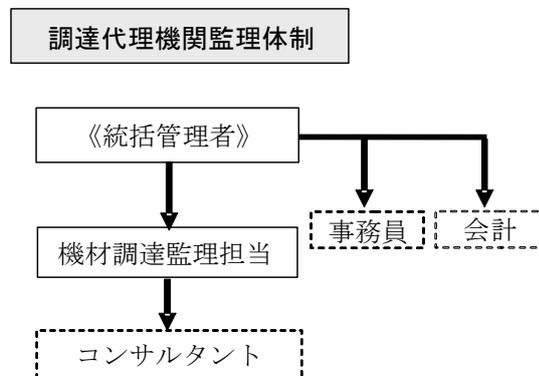


図 3-2-4.2 調達代理機関管理体制

⑤ 施工監理・調達監理コンサルタント

本計画の詳細設計、施工監理・調達監理を実施するコンサルタントは、本計画の準備調査を実施したコンサルタントが貴機構より推薦を受け、調達代理機関と契約した後、詳細設計、入札補助並びに施設建設の施工品質・工程・安全等の監理及び調達機材における品質・機能・性能・員数の確認、輸送中における外観上の損傷等の確認等の監理業務を行う。なお、確認事項に異常が認められた場合、速やかに報告書を作成し、関係者にて対処協議を行うこととする。また、施工監理を担当するコンサルタントは施設施工業者の出来高を評価する。

⑥ 施設施工業者・機材調達業者

入札により調達代理機関に選定された業者は、調達代理機関との契約書に基づき内容を良く把握し、これを遅延無く確実に履行しなければならない。

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

① 「ナ」国の建設事情

「ナ」国では建設工事に携わる作業員（労務者）の確保は可能であるが、工程、品質、安全管理等の専門技術を持った熟練作業員や技術者は少ない。従って、日本の請負業者は必要に応じて日本から技術者又は熟練作業員を「ナ」国へ派遣する必要がある。

一方、「ナ」国において本件規模の PV システムの据付工事実績はなく、かつ機材据付時並びに据付け後の調整・試験等には、技術レベルの高い技術者を必要とすることから、労務者以外の現地業者の活用は困難である。そのため、本計画の据付工事に当たって、日本の請負業者は現地業者から労働者、据付工事機材等の調達を行い、日本から技術者を派遣することが望ましい。また、当該据付期間に日本の技術者によって、「ナ」国技術者に OJT を実施し技術移転を図るものとする。

① 施工計画上の留意点

- a. 「ナ」国では7月から10月が最も降雨量が多いため掘削作業及び高圧ケーブルの端末処理作業については同期間を避けて実施するよう施工計画を策定する必要がある。
- b. 既設設備との接続工事に当たっては、停電時間が最小限となるよう施工計画を策定する必要がある。可能であれば、大学の休校時期に接続工事を行う様に工程を立案する。
- c. 埋設ケーブルの掘削に際しては、既設電力ケーブル、下水配管及び電話線等に十分注意して作業をすると共に、それ等地下埋設物の拡張工事等との工事時期が重ならないような工程を立案する必要がある。

② 現地資機材の活用について

「ナ」国では、太陽光発電モジュールを設置する架台及びその基礎工事に使用する骨材、セメント、鉄筋等は、品質・納期に対する管理並びに指導が必要であるが、現地調達が可能である。このため、施工計画の策定に当たり、可能な限り、基礎工事に資機材の調達に当っては現地で調達可能な資機材を採用することとする。

③ 安全対策について

本計画対象地域は、UMYU 構内及びカツィナ市内であることから治安上の問題は少ないが、工事期間中、資機材の盗難防止及び工事関係者の安全確保等には十分留意する必要がある。このため、「ナ」国側が安全対策上必要な措置を講じることは必須であるが、日本側としても、警備員を配置する等の安全対策を考慮する。

④ 免税措置について

本計画で調達する資機材に関する通関及び関税の免税を受けるためには、事前に請負業者から国家電力省経由で財務省（Ministry of Finance）に免税の為の申請を行うことが必要である。これにより、関税及び内国税が免税となるが、これは事前還付方式ではなく、「ナ」国実施機関による税負担が発生しない完全免税方式となること

が確認された。

⑤ 輸送について

通常「ナ」国への海上輸送資機材については、国際港であるラゴス港から荷揚げすることになる。同港にて通関手続きを行うが、「ナ」国には第三者検査会社による揚地検査が義務付けられており、通常この検査を含めた通関手続きには少なくとも2週間を要するため、輸送計画はこの手続きに留意して計画する。同港から内陸輸送のための輸送会社は約6社あり、過去に無償資金協力案件でも実績が有ることから内陸輸送には問題はない。日本国からの調達機材の輸送には、長期間の海上輸送、港の荷揚げ、本計画地までの内陸輸送並びに保管に充分耐え得る梱包方法を採用する。

3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

本環境プログラム無償資金協力の実施において、我が国と「ナ」国側の詳細な施工負担区分は、表 3-2-4.1 に示すとおりである。

表 3-2-4.1 「ナ」国側の施工負担区分

No.	項目	日本	「ナ」国	備考
1	機材据付予定地の確保		○	
2	機材据付予定地の整地工事・障害物撤去移設工事		○	蟻塚の撤去を含む
3	敷地内塀・門扉の設置工事	○		
4	施設建設工事並びに機材据付	○		施設建設工事に伴う仮設工事含む
5	電気工事			
(1)	電気工事			
	a) 建屋内配電工事（照明設備、コンセント等）	○		
	b) 敷地内外灯工事	○		
	c) 受電盤設置	○		
(2)	対象敷地内排水工事（雨水）	○		
(3)	電話・通信工事			
	a) 幹線工事（サイトまで）		○	
	b) 建屋内配線・ピット工事	○		
6	B/A に基づく銀行口座の開設手数料		○	
7	輸送・通関手続き及び諸税の取扱い			
(1)	調達機材に関する製品の非援助国（「ナ」国）までの海上輸送（空輸）の責任	○		
(2)	「ナ」国積み下し港における税負担と通関手続き		○	
(3)	「ナ」国積み下ろし港から、国内のサイトまでの調達機材等の輸送	○		
(4)	建設資機材調達に係る「ナ」国内付加価値税の免税措置/税負担		○	

No.	項目	日本	「ナ」国	備考
8	施設及び調達機材の運営維持管理に関する OJT	○		「ナ」国側は OJT を受講する要員を選任する
9	施設及び調達機材の運営維持管理		○	
10	無償援助に含まれないその他の費用		○	

注: ○は施工負担を示す。

3-2-4-4 施工監理／調達監理計画

我が国の環境プログラム無償資金協力のスキームに基づき、コンサルタントは概略設計の趣旨を踏まえ、実施設計業務・施工監理業務について一貫したプロジェクトチームを編成し、円滑な業務実施を図る。コンサルタントは施工監理段階において、本計画対象サイトに最低限 1 人の技術者を常駐させ、工程管理、品質管理、出来形管理及び安全管理を実施する。更に、必要に応じて、国内で製作される資機材の工場検査及び出荷前検査に国内の専門家が立会い、資機材の現地搬入後のトラブル発生を未然に防ぐように監理を行う。

① 施工監理の基本方針

コンサルタントは、本工事が所定の工期内に完成するよう工事の進捗を監理し、契約書に示された品質、出来形及び資機材の納期を確保すると共に、現場での工事が安全に実施されるように、請負業者を監理・指導することを基本方針とする。

以下に主要な施工監理上の留意点を示す。

① 工程監理

請負業者が契約書に示された納期を守るために、契約時に計画した実施工程、及びその実際の進捗状況との比較を各月または各週に行い、工程遅延が予測される場合は、請負業者に対し注意を促すと共に、その対策案の提出と実施を求め、契約工期内に工事及び資機材の納入が完了する様に指導を行う。計画工程と進捗状況の比較は主として以下の項目による。

- a 工事出来高確認（資機材工場製作出来高及び土木工事現場出来高）
- b 資機材搬入実績確認（太陽光発電設備、配電資機材及び土木工事資機材）
- c 仮設工事及び建設機械準備状況の確認
- d 技術者、技能工、労務者等の歩掛と実数の確認

② 品質、出来形管理

製作・納入・据付けられた資機材及び建設された施設が、契約図書で要求されている資機材及び施設の品質、出来形を満足しているか否かを、下記項目に基づき監理を実施する。品質、出来形の確保が危ぶまれるときは、コンサルタントは直ちに請負業

者に訂正、変更、修正を求める。

- a 資機材の製作図及び仕様書の照査
- b 資機材の工場検査立会または工場検査結果の照査
- c 梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
- d 資機材の施工図、据付要領書の照査
- e 資機材の試運転・調整・試験・検査要領書の照査
- f 資機材の現場据付工事の監理と試運転・調整・試験・検査の立会
- g 機材据付施工図・製作図と現場出来形の照査

③ 安全管理

請負業者の責任者と協議・協力し、建設期間中の現場での労働災害、事故を未然に防止するための監理を行う。現場での安全管理に関する留意点は以下のとおりである。

- a 安全管理規定の制定と管理者の選任
- b 建設機械類の定期点検の実施による災害の防止
- c 工事用車輛、建設機械等の運行ルートの設定と徐行運転の徹底
- d 労務者に対する福利厚生対策と休日取得の励行
- e 資機材の盗難防止対策と警備員の配置

④ 施工監督者

請負業者は太陽光発電モジュールの架台建設工事、並びに太陽光発電関連資機材を調達・据付すると共に、配電・通信用ケーブルの据付工事を実施する。同工事を実施するために、請負業者は「ナ」国現地業者を下請契約により雇用することになる。従って、請負契約に定められた工事工程、品質、出来形の確保及び安全対策について、請負業者は下請業者にもその内容を徹底させる必要があるため、請負業者は海外での類似業務の経験を持つ技術者を現地に派遣し、現地業者の指導・助言を行うものとする。

3-2-4-5 品質管理計画

コンサルタントの施工監理要員は、本計画で調達される資機材の品質及びそれらの施工／据付出来形並びに、契約図書（技術仕様書、実施設計図等）に示された施設・資機材の品質が、請負業者によって確保されているかどうかを、下記の項目に基づき監理を実施する。品質の確保が危ぶまれる時は、請負業者に訂正、変更、修正を求める。

- ① 資機材の製作図及び仕様書の照査
- ① 資機材の工場検査立会い又は工場検査結果報告書の照査
- ② 梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
- ③ 資機材の施工図及び据付要領書の照査
- ④ 資機材に係る工場及び現場における試運転・調整・検査要領書の照査
- ⑤ 資機材の現場据付工事の監理と試運転・調整・検査の立会い
- ⑥ 施設施工図と現場出来型の照査
- ⑦ 竣工図の照査

3-2-4-6 資機材等調達計画

本計画で調達・据付けられる PV モジュール及びパワーコンディショナー等の主要機材は、「ナ」国では製作していない。現地にはこれら太陽光発電販売店は存在するものの、品質、数量の確保は困難である。本計画の太陽光発電資機材主要機材の調達先は環境プログラム無償の主旨に基づき日本製品とする。但し、日本製品の採用に当たっても「ナ」国技術者による当該設備の運転・維持管理の容易性、予備品調達や故障時対応等のアフターサービス体制の有無に配慮して選定する必要がある。

一方、UMYU の既設電気室に設置予定の 11 kV 遮断器盤については、日本では 11 kV の電圧階級が無く、日本で製作すると製品寸法が大きくなる及び製作に時間を要することになる。よって、現在同大学で使用している遮断機盤は欧州製品であることから DAC 加盟国の第三国製品の適用についても考慮する必要がある。

上記から、本計画で使用する資機材の調達先は下記のとおりとする。

- ① 現地調達資機材
 - パネル架台、セメント、砂、コンクリート用骨材、鉄筋、木材、ガソリン、ディーゼル油、工事用車両、クレーン、トレーラー、その他仮設用資機材を含む工事用資機材
- ① 日本国調達資機材
 - 太陽光発電モジュール及び架台、パワーコンディショナー、昇圧用変圧器、表示装置、配線材料他
- ② 日本国又は第三国調達資機材
 - 遮断器盤、配線材料他

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

初期操作・運用指導は現場でのOJT(On the job training)を基本とする。太陽光発電系統連系システム(以下PV連系システムと称す)を設置運用するには、現場の電気技術者が太陽光発電に関して十分な知識を持たねばならない。図3-2-4.3にPV連系システムの据付工事、初期操作・運転指導(OJT)のスケジュールを示す。

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
準備工事		■										
基礎工事			■	■	■	■						
モジュール検査						■	■					
据付工事						■	■	■	■			
OJT							■	■	■			
試運転									■			
運転指導									■			
検収・竣工引渡し										▶		

図 3-2-4.3 初期操作指導スケジュール

本計画の工程は業者契約後、機器製作図作成承認、機器製作で約6ヶ月、日本から現地への輸送に約3ヶ月必要で、据付工事は試運転・調整機関を含めて、開始から引渡しまで約8ヶ月、合計約17ヶ月必要と予想される。

コンサルタントによるソフトコンポーネントは、据付工事期間の約8ヶ月の期間中に4回開催する計画であり、PV連系システムの運転管理者はソフトコンポーネントの研修を受けねばならない。ソフトコンポーネントの研修は3-2-4-8項の「ソフトコンポーネント計画」で詳しく記載する。ソフトコンポーネントの研修ではOMマニュアルの作成からPVシステムの基礎、PV連系システムの特徴などを座学と実習で学ぶ。また運転管理者は設置工事中のPV連系システムを使い、設置工事の研修を通して据付方法、据付の留意点を習得する。

運転管理者は基本的な太陽光発電の知識を習得したあと、実際の運転をPV連系システム建設の日本人技術者(以下設置業者と称す)から実際の運転技術を習得する。現在のところ初期検査、試運転は業者契約後約16.5ヶ月後からの予定である。

(1) 初期操作指導計画

PV連系システム運転管理者は既に、本OJTより前に実施されるソフトコンポーネントを通して、太陽電池、PV連系システムの基本を習得しているものとする。

PV連系システム運転管理者(以下運転管理者と称す)は設置業者とともに下記の事項を実施する。

- 太陽光発電系統連系システム完成時、運転開始前の検査、点検、測定
- 試運転方法
- 運転開始後の日常点検

① 運転開始前の検査、点検、測定指導

- 運転を開始する前に実施する検査、点検、測定は 3-4-1 項「日常点検と定期点検」で詳しく記載する。検査、点検、測定した結果は必ず記録しておく。
- 主な検査、点検指導

設置業者は下記事項を運転管理者へ技術移転する。

a 太陽電池モジュール、アレイの点検

建設時に輸送中の破損、損傷がないか十分チェックをする。表面ガラスのひび、割れ、変色などがないかチェックする。

b 配線、ケーブルなどのチェック

太陽電池システムは寿命が長いので、電線、ケーブルなどの設置工事時の損傷、ねじれなどが絶縁抵抗の低下、絶縁破壊の事故原因になることがある。工事が完成するとチェックが出来ない部分に関しては記録をしておく。日常点検、定期点検は目視により損傷の有無を確認する。

c 接続端子部の確認

パワーコンディショナーなどは輸送中ネジの緩むことがある。工事配線中の仮配線のままのもの、テストなどで緩めたケースなどがそのままの状態であることがある。運転前は端子部のネジの緩みを確認する。また極性、正極（P または+）、負極（N または-）端子の間違い、直流回路、交流回路の配線間違いなどがないようにチェックする。

d その他周辺機器の点検

その他の機器に関しても目視検査で異常がないかをチェックする。

(2) 測定指導と安全対策指導

運転管理者は運転開始前に設置した PV モジュールが正しく作動し、性能を保持しているかチェックする。運転管理者、作業補助者は実際の作業前に PV アレイの取り扱いに関する安全対策の指導を設置業者から受ける。

① 安全対策

作業開始前に安全対策（服装及び感電対策）を遵守し下記の点を守ることが大切である。

a 服装

- ヘルメットの着用、スニーカー、腰袋

b 感電防止

- 作業前に太陽電池ストリングの一端をはずしておく。

- 低圧絶縁手袋を着用
 - 絶縁処理された工具を使用
 - 雨天時は作業をしない。
- ② PV アレイの検査：電圧、極性の確認、短絡電流の測定
- 太陽電池モジュールが正しく施工され、仕様書どおりの電圧が出ているか確認する。
- a 正負極は間違えないか、電圧計でストリングごとに確認する。
- 短絡電流の測定
- b 太陽電池モジュールが仕様書に記載されている短絡電流が流れるか電流計で測定する。

③ 絶縁抵抗測定

太陽光発電システムに通電して良いかどうかを確認するために絶縁抵抗試験をする。建設後運転開始前、定期点検時、又は事故時不良箇所の特定制のため、修復したあとに絶縁抵抗を測定する。絶縁抵抗を測定したら抵抗値を記録しておく。使用電圧が300V 以上の場合は0.4MΩ以上必要である。

④ 接地抵抗測定

漏電事故による人身事故、火災などから人命、財産を守るため電機機器の接地は重要である。接地工事はA, B, C, Dの4種類の工事がある。A種、C種、D種接地工事は電気機器や、ケーブルの金属外装などの非充電部分に実施する。B種設置工事は特別高圧又は高圧を低圧に降圧する変圧器の低圧側電路に実施する工事である。高圧の金属製外箱は10Ω以下にする、300Vを越える低圧外箱は10Ω以下であるが、電路に地絡を生じた場合0.5秒以内に電路を遮断する装置を設けた場合は500Ω以下でよい。本計画の太陽電池アレイは電圧が300V以上あるので接地抵抗は10Ω以下とする。

(3) 運転開始前、各機器の整定値、整定時間の調整

運転管理者は設置業者とともにPV連系システムの各機器の整定値、整定時間などを調整する。

整定値、整定時間の主なものは下記のとおり。

- 保護継電器の整定値の確認
- 交流電力復旧の場合、投入阻止時間の確認
- 直流電源喪失の場合のシステム停止確認
- 交流電源喪失の場合のシステム停止確認

整定値、整定時間を設定したら、正しく作動するか入念にチェックする。詳しくは3-2-4-7項「日常点検と定期点検」に記す。

(4) 運用指導計画

PV 連系システムは運転に入ったら、ディーゼルエンジン発電機と異なり操作の必要がない。PV 連系システムは自動的に毎日稼動するが、何らかの原因で PV 連系システムが停止したあとは確認後手でスイッチを投入する。運転初期は半導体、PV モジュールの不具合が発生することがあるので、毎日点検する必要がある。PV 連系システム運転初期 (OJT 期間中)、運転管理者は設置業者と共に PV 設置サイトを巡回し点検場所、点検のコツを習得する。

a 運転マニュアルを作成

運転管理者は設置業者から習得した技術をベースに自分の運転マニュアルを作成する。

b 日常点検記録ノートを作成、保管

日常点検項目は 3-4-1 項「日常点検と定期点検」に詳しく記載する。運転管理者は日常点検項目を点検したあと、点検結果を記録する点検記録ノートを作成し保管する。記録をとることにより各機器の異変を感知できる。

c 日射量と発電量チェック

運転管理者は日射量と発電量を常にチェックする。このチェックにより、運転管理者は PV モジュール、パワーコンディショナーなどに不具合が発生した場合、異変を感知できる。

d パネルの清掃

運転管理者は日常点検でパネルの汚れを常に監視する。特に乾季ハマターンの季節は毎日パネルを清掃させる。

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

① ソフトコンポーネントを計画する背景

「ナ」国は、2003 年に策定した「国家エネルギー計画」において、再生可能エネルギーを持続可能なエネルギー供給の一つの柱と位置付け、2005 年に「再生可能エネルギーマスタープラン」を策定し、太陽光、風力、小水力、バイオマス等の再生可能エネルギーの導入に取り組んでいる。しかし、再生可能エネルギー導入促進のための政策、規制、制度的枠組みが十分整備されていないことや、多額の初期投資のための資金調達が困難なことが障害となり、再生可能エネルギーの導入は思うように進んでいない。

本プロジェクトにおける太陽光発電設備の設置対象サイトは UMYU である。大学の施設の運営は Directorate of Physical Planning and Development Organization (以下 DPPD または施設部と称す) が担当している。施設部はエンジニアリング・サービスと建築サービスの 2 部門に分かれている。エンジニアリング・サービス部門は電気、機

械、土木課から構成されている。これらの部門は大学全体の電気、機械、土木関係のメンテナンス、運営を実施している。構成人員は電気 15 名、機械 3 名、土木 5 名で構成している。電気課は大学の受電設備、非常用発電機、電気設備、の運転・保守を担当している。

再生可能エネルギーセンター（以下 CeRER と称す）は現在センター建物を建設中である。現 CeRER は次の 4 グループから構成されている。

- a 太陽光発電、太陽熱利用、代替燃料グループ (PV グループ)
- b バイオ燃料グループ
- c マイクロ hidro、風力発電グループ (MHP, Wind)
- d 省エネルギーグループ (Energy Efficiency)

各グループの責任者は、大学との兼任である。CeRER の要員は現在 5 人である。所長は長期休暇中（期間は 2012 年 3 月まで）のソコト大学のズル教授で CeRER を改革中である。新 CeRER を構築するために大学各部、施設部から代表者が集まり委員会を結成し、新 CeRER の方向性を検討している。センター建物は 2011 年中に完成予定である。本プロジェクトで設置される太陽光発電装置の運転・維持管理は CeRER が担当し、DPPD の支援を受けることになった。

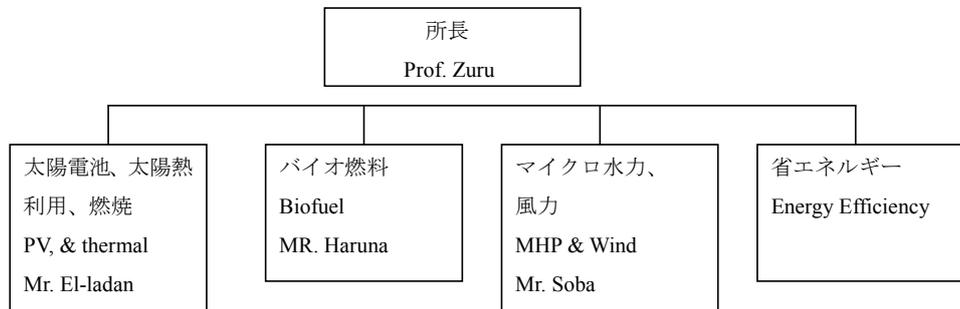


図 3-2-4.4 再生可能エネルギーセンター組織

- 大学の太陽電池経験

UMYU 大学の ICT (Information Communication Technology) 部門に、海外の支援によってパラボラアンテナ用とコンピューター用に 2 系統の太陽光発電システムが設置されている。コンピューター用はチャージコントローラーが壊れ、使用されていない。現 CeRER の PV グループは太陽電池に関する計画、調達、据付、運転等の経験は無くスタッフも存在しない。PV グループのスタッフは CeRER が新規雇用する予定である。施設部には太陽電池による街路灯が設置されているが、本プロジェクトのような大型な系統連系システムは最初となる。系統連系型太陽光発電システムはナイジェリアでは最初の事例であり、本計画を成功させるため、可能な限り多くの関係省庁などがプロジェクトに参加することが望ましい。

② 現状の課題

- PV 連系システムに関する維持管理体制が明確化されていない。
- PV の基本、PV システム基礎知識が乏しい。
- PV 連系システムに関する技術知識が乏しい。
- PV 連系システムに係わる電気技術知識が不足している。
- PV 連系システムに関する維持管理概念及びその方法についての知識が乏しい。
- PV 連系システムに関するトラブルシューティング対応が困難である。

以上、現状の問題点とその改善案をまとめると次表のようになる。

表 3-2-4.2 現状の問題点とその改善案

現状の問題点	改善案	ソフトコンポーネントによる指導
• PV 連系システムに関する維持管理体制が明確化されていない。	• CeRER が主体となり、CeRER 内に維持管理体制が確立する。	• 最適な維持管理体制の提言を行い、関係各機関各者と協議・検討を行う。
PV 連系システムに関する技術知識が乏しい。	• PV 連系システムの維持管理マニュアルを整備する。	• マニュアルの作成及び実施指導を支援する。
PV 連系システムに係わる電気技術知識が不足している。	PV 連系システムに係わる電気技術について管理マニュアルを整備する。	マニュアルの作成及び実施指導を支援する。
• PV 連系システムに関する維持管理概念及びその方法についての知識が乏しい。	<ul style="list-style-type: none"> • 「連系型」PV システムに関する維持管理技術トレーニングを実施する。 • モニタリング方法、定期点検方法等モニタリングに関するトレーニングを実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 適正な PV システムに関する技術トレーニングを実施する。 • 適正なモニタリングに関する技術トレーニングを実施する。
• PV 連系システムに関するトラブルシューティング対応が困難である。	<ul style="list-style-type: none"> • 維持管理マニュアルにはトラブルシューティングも含め策定する。 • マニュアルの実施指導、啓蒙活動を行い、維持管理が適切に行なわれるようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> • マニュアルの作成及び実施指導を支援する。 • 同 上

③ ソフトコンポーネントの目標

本計画の対象機材の運営維持管理は、実施機関である CeRER が設備を所有した形態において、維持管理マニュアルに基づき、持続的で円滑な運営維持管理が実施できることを目標とする。

④ 成果達成度の確認方法

実施工程は4回に分け、各工程にて表 3-2-4.3 のカテゴリーの1～4を順次実施するが、各工程での成果の達成度を以下の通りに確認・評価する。

カテゴリー1： 運転管理マニュアルの評価・指導

表 3-2-4.3 内 1.3 の理解度確認レポート作成

PV モジュールを使用し実験、測定指導

カテゴリー2： 表 3-2-4.3 内 2.1～2.3 理解度確認レポート作成

表 3-2-4.3 内 2.4～2.5 現場での機材検査、据付工事の実習

カテゴリー3： 表 3-2-4.3 内 3.1～3.2 点検、検査、調整指導

表 3-2-4.3 内 3.3～3.6 運転管理者へのインタビュー調査
及び実作業評価

カテゴリー4： 表 3-2-4.3 内 4.1～4.4 運転管理者へのインタビュー調査
及び実作業評価

⑤ ソフトコンポーネントの活動（投入実施計画）

本計画対象機材の維持管理方法を具体的に理解し実践してもらうために以下の活動を実施する

a ソフトコンポーネント実施内容

PV 連系システムについて、無償資金協力の対象地域である UMYU では初めての導入となることから、実施機関である UMYU には PV 連系システムに関する運営維持管理のノウハウはほぼ無いといえる。そのため、太陽光発電の基礎レベルから太陽光発電設備の維持管理に係る応用レベルまでの広い範囲についてトレーニングを実施する。具体的な内容は表 3-2-4.3 に示すとおりであり、カテゴリー1～4に大別できる。実施工程は、カテゴリー1～4で各1回実施する。

表 3-2-4.3 トレーニング内容

カテゴリー	具体的実施内容
1. O&M 体制の構築	1.1 O&M 実施者の責任内容の明確化 1.2 「ナ」国側と相互協力にて O&M マニュアルの作成 1.3 太陽光技術 1.4 PV システムの原理と基礎知識 1.5 PV システムと電気技術の基礎 1.6 導入システムの概要
2. 技術トレーニング 1	2.1 系統連系 P V システムの特徴 2.2 系統連系 P V システム導入時の検討課題 2.3 逆潮流有無技術 2.4 機材検査 2.5 据付技術
3. 技術トレーニング 2	3.1 システム点検・検査 3.2 試運転・調整 3.3 メンテナンス 3.4 トラブルシューティング 3.5 O&M マニュアルの適正化 3.6 O&M 体制の評価
4. モニタリング	4.1 モニタリング方法の適正化 4.2 日常点検 4.2 定期点検 4.3 評価項目 4.4 モニタリング結果報告

b 「ナ」国側への説明

ソフトコンポーネントの実施にあたっては、基本的に実施機関、UMYU の CeRER の協力が不可欠であり、コンサルタントは、ソフトコンポーネントの目的、実施内容、活動スケジュール等についてワークショップを開催し、理解を徹底させる。「ナ」国からの参加者は、本計画の対象である CeRER (再生可能エネルギーセンター) に加え、大学施設部、FMP、PHCN の関係者を含む。大学施設部以外の関係者はシステム維持管理体制の基本事項について正しく認識してもらうことと、将来「ナ」国の太陽光発電系統連系システムの普及の参考にしてもらうことを目的とする。本計画対象機材は、新規に据付けされるシステムであり、ほとんど基礎からシステムの維持管理体制を作り上げる必要がある。そのため、ソフトコンポーネントは据付工事開始前から開始し、基礎レベルから順次実施していく。

c PV システム運営委員会 (仮称) の設置

開始直後、CeRER はソフトコンポーネントの円滑な実施とソフトコンポーネント終

了後の持続的運用を促進するため、PV システム運営委員会（仮称）を設置する。同委員会は、ソフトコンポーネントの実質的窓口となり、推進を行うと共に、本計画期間中または必要に応じ本計画終了後も本機材の維持管理が持続的かつ円滑に行われるよう PV システム運営委員会を定期的に主催する。これはソフトコンポーネントの達成状況把握、意見交換、課題討議の場とする。

d 維持管理マニュアル作成

本計画中に、CeRER は、コンサルタントと協議し、維持管理活動を行うためのマニュアルを作成する。「ナ」国側のイニシアティブを引き出すために CeRER が主体となり、マニュアルの原案を作成し、それについてコンサルタント側で評価・コメント・フィードバックし、維持管理マニュアルを完成させる。また、この維持管理マニュアルは、トラブルシューティングを含み作成する。

⑥ ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

本件ソフトコンポーネントの活動を有効的に、かつ効率的に行うためには、「ナ」国側に PV システム運営委員会を設置する。PV システム運営委員会はコンサルタントの意向を十分に汲み取りながら機材据付後の機材の維持管理活動を主体的に行う。この委員会は、CeRER と大学施設部から 5 名程度（例：実際の維持管理者及びその上司）で構成し、実施体制は以下の組織図とする。

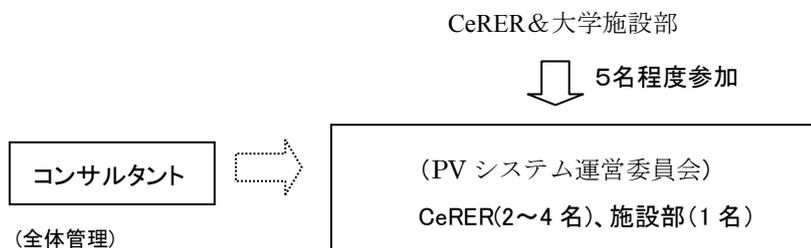


図 3-2-4.5 PV システム運営委員会実施体制（案）

表 3-2-4.4 PV システム運営委員会実施体制（案）

担 当	日本人コンサルタント	CeRER、施設部
本計画の組織	2 名	5 名程度 (実際の維持管理者及びその上司)
本計画の運営方法	全体の進捗状況の管理	業務全体の管理・実際の維持管理
本計画内容のオリエンテーション	説 明	開 催
維持管理マニュアル	助 言	原案作成
維持管理のフォローアップ	管理・指導	結果の提出
報告先	ナ国日本大使館及び JICA	日本人コンサルタント

⑦ ソフトコンポーネントの実施工程

ソフトコンポーネントの実施工程は図 3-2-4.7 のとおりで、表 3-2-4.3 に示すカテゴリー毎に実施していく。また、それぞれのカテゴリーの実施時期については以下のとおりである。

カテゴリー 1：維持管理体制構築の支援を目的に行うことから、また機材据付前に維持管理体制を明確化させておくことは設備据付時における当事者意識を喚起できることから、設備据付以前に実施する。

カテゴリー 2：機材の検査・据付等について実設備を利用して行うため設備機材の現地到着に合わせて実施する。

カテゴリー 3：システムの点検・運転等については実設備を利用し行う、また設備が運開するまでに備えておくべき維持管理マニュアル等について行うため、据付工事の半ばから設備運開前に実施する。

カテゴリー 3は「ナ」国側が自主的に維持管理できているかを確認することに焦点をおき実施するため、据付完了約1ヶ月後を目途に実施する。

⑧ ソフトコンポーネント・スケジュール (案)

ソフトコンポーネントの実施スケジュールを下図に示す。



図 3-2-4.6 ソフトコンポーネント・スケジュール

⑨ 相手国機関の責務

- a. CeRER は、本ソフトコンポーネント実施に協力する PV システム運営委員会を設置する。
- b. CeRER は、本ソフトコンポーネント実施に必要な作業室等を用意する。
- c. CeRER は、本ソフトコンポーネントに必要な人員を提供する。
- d. PV システム運営委員会は、コンサルタントと協議し、維持管理マニュアルの作成を自ら実施する。
- e. CeRER は、維持管理マニュアルに基づき、PV 連系システムを適切に維持管理していく。
- f. CeRER は、維持管理マニュアルに基づいた一定期間においては、実績報告を日本人コンサルタントへ提出する。

3-2-4-9 実施工程

我が国の環境プログラム無償資金協力のスキームに基づき、以下のとおりの事業実施工程とした。



図 3-2-4.7 本計画の事業実施工程表

相手国側分担事業の概要

本計画を実施するに当たり、3-2-4-3「施工区分／調達・据付区分」に示す「ナ」国側施工範囲

の他、「ナ」国側が実施・負担する事項は以下のとおりである。

- ① 計画に必要な情報及び資料の提供。
- ② 「ナ」国内の荷下ろし港及び空港での本計画に係わる製品の免税措置、通関及び迅速な荷下ろし措置の確保。
- ③ 認証済み契約に基づき提供される製品やサービスに関連して、日本人が「ナ」国に滞在または入国する許可。
- ④ 認証済み契約に基づき提供される製品やサービスに関連して通常「ナ」国で課税される総ての税金、関税等から日本人の免税措置。
- ⑤ 銀行口座開設に係わる日本の銀行への手数料の支払い。
- ⑥ 本計画の実施に際し、日本の無償資金協力で負担されない事項の全ての負担。
- ⑦ 本計画の資機材検査への立会と、運転・維持管理技術の移転のため、技術者と技能工を本計画専門のカウンターパートとしての任命。
- ⑧ 日本の無償資金協力で調達される資機材の適正かつ効果的な使用と維持。
- ⑨ 工事期間中の掘削土、汚水及び廃油の適当な廃棄場所の提供。
- ⑩ 工事期間中の地域住民及び大学職員、学生等関係者への安全の確保、指導、教育。
- ⑪ 本計画設備と既設設備の接続時の最小限の停電対策。
- ⑫ 工事期間中の仮設道路整備、資機材保管場所等の確保。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 日常点検と定期点検項目

太陽光発電系統連系システム（以下 PV 連系システムと称す）持続的に運転するためには日常の保守、点検が欠かせない。運転管理者が実施する点検には大きく分けて下記の 3 点検がある。

- 太陽光発電系統連系システム完成時、運転開始前の検査、点検
- 運転開始後の日常点検
- 運転後ある期間経過した後の定期点検

① システム完成時、定期点検時の点検項目

システム完成時の点検と、定期点検時の点検項目はほぼ同一である。点検項目と測定項目を表 3-4-1.1 に示す。システムの完成時の検査、点検に関しては 3-2-4-7 項の「初期操作指導・運用指導等計画」に記載する。

② 日常点検

PV 連系システムは運転に入ったら、他の発電設備と異なり起動・停止等の運用操作の必要はない。

PV 連系システムは太陽が昇り、ある時点になると自動的に毎日稼働する。PV 連系システムが何らかの原因で停止したあとは停止原因を確認後、手動でスタートスイッチを投入する。運転初期は半導体、PV モジュールの不具合が発生することがあるので、毎日稼働状況を点検する必要がある。PV 連系システム運転初期（OJT 期間中）、運転管理者は設置業者の日本人技術者と PV 設置サイトを巡回し、点検箇所、点検のコツを習得する。

太陽光発電プラントは無人による自動運転が可能であるが、日常点検することによりシステムの異常を速やかに発見することができる。

日常点検は、運転開始後 1 ヶ月間は、目視点検により毎日実施する。その後は毎週 1 回程度実施するが砂塵の多い乾季は毎日パネル表面のダストを点検し、汚れたときは直ちに清掃する。点検項目は下表に示す。

表 3-4-1.1 日常点検項目

点検対象	点検項目
太陽電池アレイ	<ul style="list-style-type: none">・ 表面の汚れ、破損・ 架台の腐食、錆・ 外部配線の損傷
接続箱	<ul style="list-style-type: none">・ 外箱の腐食、錆・ 外部配線の損傷
パワーコンディショナー	<ul style="list-style-type: none">・ 外箱の腐食、錆・ 外部配線の損傷・ 動作時の異音、異臭・ 換気口フィルターの掃除・ 設置環境（温度、湿度）
接地	<ul style="list-style-type: none">・ 配線の損傷
発電状況	<ul style="list-style-type: none">・ 正常に発電しているか、発電量と日射量記録・ 指示計器、表示の確認

運転管理者は日常点検を実施するときに下記の3点を励行する。

- 日常点検記録ノートを作成と保管
 日常点検項目は3-4-1「日常点検」に記載されている。運転管理者は日常点検項目を確認したあと、点検結果を記録する点検記録ノートに記載し、保管する。記録をとることにより各機器の異変を感知できる。
- 日射量と発電量チェック
 運転管理者は日射量と発電量を常にチェックする。このチェックにより、運転管理者はPVモジュール、パワーコンディショナーなどに不具合が発生した場合、異変を感知できる。
- パネルの清掃
 運転管理者は日常点検でパネルの汚れを常に監視する。特に乾季ハマターンの季節は毎日パネルを清掃させる。

③ 定期点検

一般的な定期点検項目と測定項目を表3-4-1.2に表示する。定期点検はある期間運転したあとにシステムを停止し、各機器の点検と表に示す測定項目を測定する。第1回の定期点検は運転開始から5年経過した年に実施する。

表 3-4-1.2 定期点検時の点検項目

点検対象	点検項目	測定試験
太陽電池アレイ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 表面の汚れ、破損 ・ 外部配線の破損 ・ 架台の損傷、錆の発生など ・ 接地線の損傷、設置端子の緩み 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 絶縁抵抗測定 ・ 開放電圧測定（必要時）
接続箱、集電箱、	<ul style="list-style-type: none"> ・ 外箱の腐食、錆 ・ 外部配線の損傷、接続端子の緩み ・ 接地線の損傷、接地端子の緩み 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 絶縁抵抗測定
パワーコンディショナー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 外箱の腐食、錆 ・ 外部配線の損傷、接続端子の緩み ・ 接地線の損傷、接地端子の緩み ・ 動作時の異音、異臭 ・ 換気口フィルターの目詰まり ・ 接地環境（湿度、温度） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 絶縁抵抗測定 ・ 表面部の動作確認 ・ 保護機能試験
設置	<ul style="list-style-type: none"> ・ 配線の損傷 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 接地抵抗測定

出典：太陽光発電システムの設計と施工

A) 定期点検内容

a 表 3-4-1.2 表 3-4-1.2 の検査、点検をした結果は必ず記録し保管しておく

b 主な検査、点検項目

- 太陽電池モジュール、アレイの点検
パネルの破損、損傷がないか十分チェックをする。表面ガラスのひび、割れ、変色などがないかチェックする。
- 配線、ケーブルなどのチェック
電線、ケーブルの損傷、ねじれなどの有無をチェックする。
- 接続端子部の確認
端子部のネジの緩みの有無、極性を確認する。
- その他周辺機器の点検
その他の機器に関しても目視検査で以上がないかをチェックする。

B) 測定と安全対策

運転管理者は運転開始前に設置した PV モジュールが正しく作動し、性能を保持しているかチェックする。運転管理者は実際の作業前に PV アレイの取り扱いに関する安全対策の指導を受けているが作業員補助者への安全対策を実施する。

a 安全対策

作業員は作業開始前に安全対策（服装及び感電対策）を遵守し下記の点を守ることが大切である。

- 服装
 - ✓ ヘルメットの着用、スニーカー、腰袋
- 感電防止
 - ✓ 作業前に太陽電池ストリングの一端をはずしておく。
 - ✓ 低圧絶縁手袋を着用
 - ✓ 絶縁処理された工具を使用
 - ✓ 雨天時は作業をしない。

b PV アレイの検査：電圧、極性の確認、短絡電流の測定

- 太陽電池モジュールが正しく施工され、仕様書どおりの電圧が出ているか確認する。
 - ✓ 正負極は間違えないか、電圧計でストリングごとに確認する。
- 短絡電流の測定
 - ✓ 太陽電池モジュールが仕様書に記載されている短絡電流が流れるか電流計で測定する。

c 接地抵抗測定

漏電事故による人身事故、火災などから人命、財産を守るため電機機器の接地は重

要である。日本の基準によると、接地工事は A, B, C, D の 4 種類の工事がある。A 種、C 種、D 種接地工事は電気機器や、ケーブルの金属外装などの非充電部分に実施する。B 種設置工事は特別高圧又は高圧を低圧に降圧する変圧器の低圧側電路に実施する工事である。高圧の金属製外箱は 10Ω 以下にする、300V を越える低圧外箱は 10Ω 以下であるが、電路に地絡を生じた場合 0.5 秒以内に電路を遮断する装置を設けた場合は 500Ω 以下でよい。本計画の太陽光発電システムは PV アレイが 300V を越えるので、10Ω 以下の接地抵抗とする。

d 絶縁抵抗測定

太陽光発電システムに通電して良いかどうかを確認するために絶縁抵抗試験をする。建設後運転開始前、定期点検時、又は事故時不良箇所の特定のため、修復したあとに絶縁抵抗を測定する。絶縁抵抗を測定したら抵抗値を記録しておく。使用電圧が 300V 以上の場合は 0.4MΩ 以上必要である。

④ 高圧連系システム点検表

本計画の太陽光発電系統連系システムは高圧連系システムである。高圧連系システムには表 3-4-1.2 で記載した点検のほかに下表の高圧連系点検項目と判断基準を参考に点検することが必要である。基準数値はメーカーにより値が異なるので注意する。点検した記録は運転記録と共に保管する。

表 3-4-1.3 高圧連系点検項目と判定基準（点検日時 点検者）

機器等	点検項目		判定基準	備考	点検者
太陽電池	ガラスの汚れ		ガラスの汚れがない		
	フレームの破損、変形		フレームの破損、変形がない		
	外部配線の汚れ、破損		外部配線の汚れ、破損がないこと		
架台	錆、傷		錆、傷がないこと		
	架台の固定		ボルトの緩みがないこと		
	太陽電池と架台の固定		ボルトの緩みがないこと		
	架台の接地		架台にアースされていること		
	構造物の取り付け		構造物の取り付けに緩みなどが無い		
運転・停止	パワーコンディショナー	連系運転	運転スイッチ「運転」で運転		
		運転停止	運転スイッチ「停止」で停止		
運転・停止	商用電源	停電	瞬時にパワーコンディショナーが停止する		
		復電	復電タイマー（ ）秒後にパワーコンディショナーが自動的に運転再開すること。		
	OVGR	OVGR 動作	OVGR 動作でパワーコンディショナーが停止すること		
接続箱	端子台のネジ緩み		ネジの緩みがないこと		
	配線の接続（極性）		＋、－が間違いなく配線されている		

機器等	点検項目	判定基準	備考	点検者	
	アース工事	確実に接地されている			
	錆、汚れ	錆、汚れがない			
	絶縁抵抗測定電圧 DC1000V	太陽電池+と接地間の絶縁抵抗が 1 MΩ 以上あること	MΩ		
		太陽電池-と接地間の絶縁抵抗が 1 MΩ 以上あること	MΩ		
	太陽電池の 開放電圧測定	() 直列の 場合の開放 電圧	DC (-) V 以内であること システムにより決定する。	PV1 PV2 PV3 PV4	
		電圧のバラ ツキ	各系列間の電圧のバラツキが ()V 以下であること。(システム により決定する	V	
パワーコン ディショナ ー	端子台のネジの緩み	ネジの緩みがないこと			
	配線の接続 (極性)	+、- が間違いなく配線されている			
		交流出力 RST が間違いなく配線され ていること。			
	アース工事	確実に接地されている			
	保護継電器の設定	設計どおりか確認			
	雑音、騒音	TV, ラジオは 3 m 以上離す			
	換気	換気口は開いているか			
	近くに可燃物	周りに引火物がない			
系統電圧の測定	RT 間が AC()V±() V 以内で あること	RS 間 ST 間 TR 間			

⑤ 運転開始前、各機器の整定値、整定時間の調整

運転管理者は系統連系運転を再稼動するために下記機器の作動設定を行い、設定どおりに作動するかをチェックする。

また、運転管理者は PV 連系システムの各機器の整定値、整定時間などを調整する。整定値、整定時間のおもなものは下記のとおり。

a 保護継電器の整定値の確認

設置したパワーコンディショナーの整定値、整定時間の確認をする。

b 交流電力復旧の場合、投入阻止時間の確認

パワーコンディショナーを確認後、直流側のブレーカーを投入する。表示関係に問題がなければ交流側ブレーカーを投入し、連系運転が開始するまでの時間を測定する。

c 直流電源喪失の場合のシステム停止確認

パワーコンディショナー運転中に直流側ブレーカーを OFF し、パワーコンディショナーが安全に停止することを確認する。

d 交流電源喪失の場合のシステム停止確認

c 項のチェック後、直流側ブレーカーを ON し運転状態にして交流側ブレーカーを OFF したのちパワーコンディショナーが完全に停止することを確認する。

注：（メーカーにより相違することがあるのでメーカーの仕様を参照する。）

3-4-2 予備品購入計画

太陽光発電システムはシステム内に稼動部分が存在しないので基本的にメンテナンス・フリーのシステムである。磨耗、摩擦などによる、故障はないが、インバータを使用しているので半導体の故障がある可能性がある。運転初期に半導体の欠陥は現れるので、初期不良がなければ、問題なく稼動すると考えられる。ただし天災、人災による故障がないとはいえない。システムの心臓部であるパワーコンディショナー他幾つかの機器を予備品として準備する。

① 機材の取替周期と点検内容

機材は経年と共に劣化し、やがて機能を果たさなくなる。太陽電池モジュールは出力特性の測定により、ある程度劣化の状況を判断できるが、他の多くの機材では劣化の状況を判断することは難しい。システムの信頼性を保つためには予防保全の考え方から、故障に至る前に部品を交換する方法がある。参考として主要機器の推奨取替周期と点検内容を示す。システムによっては、コスト高となることが懸念されるが本プロジェクトでは予備品として納入する。

表 3-4-2.1 主機材の取替周期と点検内容（推奨例）

部品種類	推奨取替周期	点検内容
太陽電池モジュール	20年～30年	外観及び電圧の測定
接続箱	20年	動作不良
遮断機	10年～15年	動作不良
集電箱	10年～15年	動作不良
パワーコンディショナー	10年～15年	動作不良
コンビネーションパネル	10年～15年	動作不良
各種低圧パネル	10年～15年	動作不良
直流電源装置	7年～15年	動作不良
11kV スイッチギア	10年～15年	動作不良
33kV 取引計器パネル	10年～15年	動作不良
保護継電器	20年	動作不良
トランス	20年	温度上昇
冷却ファン	10年以上	風量・回転音の変化
ヒューズ	7年又は5万時間	熔断
クーラー	10年～15年	動作不良、性能低下

② 予備品の保管

システム構成機材の破損や故障は直接システムの給電停止に繋がるケースが多い。トラブル発生時、速やかに修理または機材交換を行うことが望ましい。現地または周辺に交換用の機材が保管されていれば迅速にシステムの復旧が行える。しかし、高価な部品や大量の部品の保管はコスト高となるので、機材の特性、経済性、システムの復旧に掛かる時間などを考慮して、予備品の数量、保管場所を設定する必要がある。本プロジェクトで推奨する予備品の保管場所並びに数量を示す。

表 3-4-2.2 予備品の保管

保管場所	機器 (推奨)	数量 (推奨)
パワコン室 保管庫	太陽電池モジュール	全モジュール枚数の3%
	接続箱	2台
	集電箱	1台
	空気絶縁遮断器 (ACB) 600V,2000A	1台
	電磁接触器 500V,*1)	各種類 1台
	AC用配線用遮断器 600V*1)	各種類 1台
	DC用配線用遮断器 500V*1)	各種類 1台
	ヒューズ	全数の100%
	補助継電器	各種類 1台
	配線	各種類の3%

注*1) : メーカーシステムにより電圧の変更あり。

③ 予備品購入計画

太陽光発電系統連系システムの運転に必要な主要機材と推奨取替え期間は表3-4-2.3に示した。主要機器の取替え時期には機器購入費用が発生する。主要機器の取替え費用は、取替え時期に支出するように毎年経費を計上する必要がある。しかしながら、本計画では、主要機器の予備品を必要最小限システム納入時に納入する。予備品としては購入しないが、パワーコンディショナー室のクーラーの寿命は10年～15年であるので、運転後10年目にクーラー交換の予算を計上する必要がある。クーラー等はアブジャで購入可能である。

表 3-4-2.3 交換部品の時期と費用

交換部品	交換時期	台数	費用
クーラー	10年～15年	1台	700,000 NGN

3-5 プロジェクトの概算事業費

3-5-1 協力対象事業の概算事業費

本計画を我が国の無償資金協力により実施する場合の事業費総額は、約 9.80 億円となり、先に示した我が国と「ナ」国との施工負担区分に基づく双方の経費内訳は、以下に示す積算条件において、次のとおりと見積られる。ただし、ここに示す概算事業費は暫定値であり、必ずしも交換公文上の供与限度額を示すものではなく、協力対象事業の実施が検討される時点において更に精査される。

(1) 日本側負担経費

概算総事業費 約 980.00 百万円

費目		概算事業費 (百万円)
機材	太陽光発電機材	880.96
	調達代理機関費 実施設計・調達監理費	99.04

(2) 相手国側負担経費

US\$ 28,600 (約 2.37 百万円)

「ナ」国側の負担事項内容、及び金額は以下に示すとおりである。

- ① PV パネル設置場所の整地： US\$16,900- (約 1.40 百万円)
- ② 銀行口座開設に係る手数料： US\$11,700- (約 0.97 百万円)

(3) 積算条件

- ① 積算時点： 平成 23 年 7 月
- ② 為替交換レート： 1 US\$=83.00 円 (2011 年 1 月から 2011 年 6 月までの TTS 平均値)
- ③ 施工・調達期間： 詳細設計並びに機材調達・据付の期間は施工工程に示したとおりである。
- ④ その他 本計画は、日本国政府の無償資金協力のスキームに従い実施される。

3-5-2 運営・維持管理費

本プロジェクトで調達される太陽光発電システムの主要機器は、日本製品で構成されている。特にバッテリーを使用しない当該系統連系システムは、基本的にメンテナンス・フリーであると考えて良い。しかしながら国内と異なり海外に設置するため、日本製品や第三国製品の問題

発生時には迅速な対応が出来ない。「ナ」国側による日常点検、定期点検の実施はシステムの故障やトラブル個所の早期発見を促し、運転方法の改善などに利用できる。運転・維持管理に必要なマニュアルや運転記録を整備しておくことは、システム維持管理の充実に効果的である。さらに、交換部品などの機材を保管・供給する体制を整えておくことは、システムの信頼性を高める。太陽光発電系統連系システムを長期間運転するためには維持管理が重要である。維持管理のポイントは故障時の機器の補充と、日常の点検である。「ナ」国カツィナの特殊条件は乾季のハマターンによる砂塵の影響である。ハマターンが激しいときは、2日～3日でセダン車の後窓がダストの蓄積で光の透過が不可能になる。乾季には日常的なパネルの清掃作業が重要である。太陽光発電系統連系システムの維持管理のポイントを下記する

① 維持管理のポイント

a 定期的な点検・保守の実施

太陽光発電システムの定期的な点検・保守はシステムを長期に、安定して運用する基本である。システムの故障やトラブルの早期発見は運転方法の改善、予防保全に重要である。

b マニュアルの整備

維持管理内容のマニュアル化は、技術者のレベル差を少なくし、システムの維持管理の効率化に有効である。

c 運転記録の整備

運転管理者は太陽光発電システムの点検・保守の状況やシステムの故障、トラブル、システム運用上の問題点などを記録する。これらの記録は、故障の多い個所を明確にし、問題の再発や予防に重要な役割を持つ。さらに、記録はマニュアルや技術者教育の中にフィードバックされ、同時に維持管理技術の向上と効率化を図ることに利用できる。

d 機材の補充

システムを構成する機材は、なるべく現地で調達できる機材を利用することが望ましい。しかし、信頼性やコストの面から輸入品や現地で手に入りにくい機材を利用する場合は、それらの機材が速やかに供給出来るシステムを整える。

e CeRER スタッフ教育

CeRER スタッフは太陽光発電システムの維持管理に直接あるいは間接的に係わるので、教育が必要である。CeRER スタッフ全員が太陽光発電システムを知ることによりシステムをより効果的に運転できる。運転管理者はCeRER スタッフの教育をしなければならない。

① 機材の補充

太陽電池モジュールの寿命は20年以上といわれているが、その他の構成機材の寿

命はそれよりも短い。システムの長期・安定運転はこれらの機材の迅速な交換にかかわっている。主要機材の取替周期、点検内容、予備品の保管方法などは3-4-2 項「予備品購入計画」に記載する。

② 運営・維持管理費

太陽光発電系統連系システムを維持管理するためには上述した機器のほかに人的費用が必要である。人的費用に関して、システムの運転・管理はCeRERスタッフが兼務する。パネルの清掃は季節的に清掃人を雇用する必要がある。

a 人的費用

パネル清掃人（季節的臨時雇用）を雇用する。清掃人は乾季の間、毎日パネルを清掃する。

表 3-5-2.1 季節的雇用費用

雇用人数	雇用期間	雇用月数	雇用単価 / 月	雇用費用 (月)	雇用費用 (年)
2 人	10 月～4 月	7 ヶ月	30,000N	60,000N	420,000N

b 機材補充費用

太陽光発電系統連系システムを長期間運転するために必要な機材と推定寿命は表 3-4-2.1 主機材の取替周期と点検内容（推奨例）に表示した。これらの機器の価額は高価であるが、システム納入時、予備品として納入する。大学側に必要な経費はパワーコンディショナー室のクーラーの交換費用が発生する。

③ 運営維持管理費

太陽光発電系統連系システム運営維持管理費は表 3-5-2.2 に示す。大学の PV 連系システムの年間経費は約 586,044N (US\$3,992) である。

表 3-5-2.2 運営維持管理費

	年額費用 (N/年)	備考
雇用費用	420,000 N	パネル清掃 2 人 (7 ヶ月)
機材費用	70,000 N	クーラー1 年分
電気代(* 1)	42,744 N	パワコン室電気、 表示装置
その他 (予備費用)	53,300 N	10%
合計	586,044 N	

(* 1)注: 電気料金計算

- パワコン室換気扇、他で 2.5kW / h とした。(室温 27℃～35℃とした。)
- 電気使用量 $365 * 9 * 0.5 * 2.5 = 4380 \text{kWh} / \text{year}$ (50%の通電比とした。)
1 日 9 時間、通電比 50%
- 電気料金 工業用

表 3-5-2.3 電気料金

料金体系（工業用）	5kVA 以下	年間電気料金
最低料金	136N / M	1,632N
固定料金	136N /M	1,632N
メーター修理用	151N / M	1,812N
エネルギー代	8.6 kWh	37,668N
合計		42,744N

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

協力対象事業の円滑な実施に直接的な影響を与えると考えられる留意事項としては、下記が想定される。

- ① 本計画で日本側が調達・据付を行う太陽光発電設備及び 11kV 配電線の工事進捗に併せて、「ナ」国側は本計画の建設チームを結成し、「ナ」国側負担の建設用地内の樹木の移設工事、敷地造成工事の実施並びに仮設用地（資機材置き場、現場事務所用地等）の準備を行う必要がある。
- ① 「ナ」国側は環境省及び電力規制委員会への手続き並びに資機材輸入のための税関への手続き等を行うため、日本側コンサルタント並びに工事関係者と協力し、必要な要員計画、資機材購入計画等を策定し、工事の円滑な推進を図る必要がある。
- ② 本計画で整備される太陽光発電システムの運転・維持管理の推進を図るため、「ナ」国側は諮問委員会 (Consultative Committee) を組織する必要がある。同委員会は主幹省庁、実施機関を中心に関係各機関の代表から組織される。
- ③ 本計画で整備される太陽光発電システムは既存の大学内の配電系統と連系される。このシステムは「ナ」国での初めてのものであり、このシステム運用から得られる記録、データ等は諮問委員会 (Consultative Committee) 参加者共通のものとし、「ナ」国の太陽光技術の研究・開発の推進に寄与するものとする。併せて、本計画で整備される計測・検査機器等から得られるデータも、諮問委員会 (Consultative Committee) 参加者共通のものとする。
- ④ 「ナ」国側は本計画で実施される OJT 及びソフトコンポーネントに参加する技術者／技能工の任命を諮問委員会 (Consultative Committee) をとおして速やかに行い、現場研修に参加させると共に、研修に参加しなかった他の技術者／技能工への技術の水平展開を図る必要がある。
- ⑤ 諮問委員会 (Consultative Committee) に参加する関係者は、本計画の運転・維持管理を通して得た情報・記録等を基に、地球温暖化防止に繋がる P V 電化及び系統連系型太陽光発電の普及に努める。

第4章 プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 プロジェクトの前提条件

4-1-1 事業実施のための前提条件

太陽光パネル設置用地の使用に係る許可の取得、及びプロジェクトの実施に係る環境許可が事業実施のための前提条件となる。土地使用については、本プロジェクトの実施機関であるウマル・ムサ・ヤラドゥア大学（UMYU）より許可を得ており、また環境許可に関しても地球温暖化の緩和に寄与するプロジェクトであり問題なく許可されるものと思われることから、特段の懸案は無い。

4-1-2 プロジェクト全体計画達成のための前提条件・外部条件

プロジェクトの効果を発現・持続させるために「ナ」国側が取り組むべき課題は以下の通りである。

- ① 本計画で日本側が調達・据付を行う太陽光発電設備が最大限に利用されるよう、日常の維持管理を適切に行う必要がある。
- ② 本計画の据付、技術指導に関係機関が参加し、太陽光発電設備に係る技術を習得するとともに、当該発電システムの啓蒙・普及に活用する必要がある。
- ③ 太陽光発電による電気料金の削減分を維持管理費用として積み立てるための枠組みを作り、積み立てた資金を設備の更新や維持管理に活用する必要がある。
- ④ 太陽光発電設備の維持管理を担当する要員を確保し、教育・訓練を行う必要がある。
- ⑤ 日射量、発電量等のデータを関係機関と共有し、今後の計画に活用する必要がある。

4-2 プロジェクトの評価

4-2-1 妥当性

以下に示すとおり、本計画は「ナ」国の開発計画やエネルギー政策の実現に資するとともに、一般国民に裨益するものであることから、協力対象事業の妥当性は高いと判断される。

① 裨益人口

本計画の実施により、UMYUの教職員（約690人）及び学生（約4,300人）が太陽光発電による電力供給を享受することとなる。なお、太陽光発電による地球温暖化ガスの排出削減については、「ナ」国の全国民が裨益対象となる。

② 公共福祉施設の安定した運営への貢献

大学という公共福祉施設への電力供給に資するとともに、UMYU 内に設立される再生可能エネルギー研究センターが、本計画で設置される太陽光発電設備を活用したデータ収集、研究、研究成果の公表を行うことにより、再生可能エネルギーの啓蒙普及に貢献するものである。

③ 運営・維持管理能力

本計画で調達する資機材の仕様は、「ナ」国の保有する技術力で十分に運用・維持管理が可能であり、本計画実施上、特に問題は発生しないと判断される。

④ 「ナ」国の開発計画に資するプロジェクト

「ナ」国政府が進めている国家エネルギー政策、再生可能エネルギー計画の実現に資するプロジェクトである。

⑤ 我が国の無償資金協カスキーム

我が国の無償資金協カスキームがプロジェクトの実施に支障となることはなく、また、本計画は無償資金協カスキームの枠内で無理のない事業内容と工程計画を策定しており、特段の困難なく実施可能である。

⑥ 日本の技術を用いる必要性・優位性

再生可能エネルギーを含むクリーンエネルギーに係る日本の先進的な技術、中でも我が国として極めて優位性の高い太陽光発電技術を活用することができる。

4-2-2 有効性

本計画の実施により期待される効果は、以下のとおりである。

① 定量的効果

指標名	基準値 (2011 年)	目標値 (2016 年)
太陽光発電設備による送電端発電電力量 (MWh/年) *	0	561
CO ₂ 削減量 (t/年) *	0	232

* : 本計画によるもの

② 定性的効果

現状と問題点	本計画での対策（協力対象事業）	計画の効果・改善程度
1. 「ナ」国では再生可能エネルギーの導入促進が政策として掲げられているものの、啓蒙普及活動が十分でないため、導入が大幅に遅れている。	UMYU に出力 850kWp の系統連系型太陽光発電システムを導入する。	学生数約 4,300 人のウマル・ムサ・ヤラドゥア大学（UMYU）に太陽光発電設備が設置されることで、教職員、学生及び来訪者への太陽光発電の啓蒙効果が期待される。
2. 「ナ」国では「再生可能エネルギー計画」により、系統連系型の再生可能エネルギー発電の導入を進めようとしているが、「ナ」国内で同種設備の実績・経験が皆無である。	同上	系統連系型の大型太陽光発電設備の計画、設置、維持管理に「ナ」国の関係者が関与することにより、同種設備の技術的な知見が蓄積され、将来の普及促進に繋がることが期待される。

4-2-3 結論

本計画は、前述のように多大な効果が期待されると同時に、本計画が「ナ」国のエネルギー政策の実現に寄与するものであることから、協力対象事業の一部に対して、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。さらに本計画の実施および実施後の運営・維持管理についても、「ナ」国側が人員配置・予算措置を行うことを確約しており、問題はないと考えられる。

[資 料]

1. 調査団員氏名、所属
2. 調査日程
3. 相手国関係者リスト
4. 討議議事録
5. 事業事前計画表
6. ソフトコンポーネント計画書
7. プロジェクトの裨益効果

資料－1 調査団員氏名・所属

1. 調査団員氏名、所属

(1) 第1次現地調査（ナイジェリア/ガーナ）

氏名	担当業務	現職
美馬 巨人	団長	独立行政法人 国際協力機構 ナイジェリア事務所長
篠 克彦	計画管理	独立行政法人 国際協力機構 資金協力支援部 実施監理第三課
山口 実	調達監理計画	クラウンエイジェンツ 日本事務所
不二葦 教治	業務主任／系統運用 ／運営維持管理	八千代エンジニアリング(株)
西川 光久	副業務主任／ 系統連携太陽光発電システム	八千代エンジニアリング(株)
浦野 勝雄	太陽光発電システム全般	八千代エンジニアリング(株)
宮本 隆幸	調達計画／積算1	八千代エンジニアリング(株)
野上 一成	制度・基準／ 環境社会配慮	八千代エンジニアリング(株)
谷津 哲夫	建築設計1	八千代エンジニアリング(株)

(2) 第2次現地調査（ナイジェリア/ガーナ）

氏名	担当業務	現職
不二葦 教治	業務主任／系統運用 ／運営維持管理	八千代エンジニアリング(株)
西川 光久	副業務主任／ 系統連携太陽光発電システム	八千代エンジニアリング(株)
浦野 勝雄	太陽光発電システム全般	八千代エンジニアリング(株)
玉井 昌幸	機材・設備計画	八千代エンジニアリング(株)
宮本 隆幸	調達計画／積算1	八千代エンジニアリング(株)
野上 一成	制度・基準／ 環境社会配慮	八千代エンジニアリング(株)
鶴岡 葉介	建築設計2	八千代エンジニアリング(株)
赤塚 大輔	業務調整	八千代エンジニアリング(株)

(3) 第4次現地調査（ナイジェリア）

氏名	担当業務	現職
鷺見 佳高	団長	独立行政法人 国際協力機構 ナイジェリア事務所長
不二葦 教治	業務主任／系統運用 ／運営維持管理	八千代エンジニアリング(株)
西川 光久	副業務主任／ 系統連携太陽光発電システム	八千代エンジニアリング(株)
浦野 勝雄	太陽光発電システム全般	八千代エンジニアリング(株)
是澤 富貴良	機材・設備計画	八千代エンジニアリング(株)
藤井 通	調達計画/積算	八千代エンジニアリング(株)
鶴岡 葉介	建築設計	八千代エンジニアリング(株)
近藤 和晃	業務調整	八千代エンジニアリング(株)

(4) 第5次現地調査（ナイジェリア）

氏名	担当業務	現職
鷺見 佳高	団長	独立行政法人 国際協力機構 ナイジェリア事務所長
宇多 智之	計画管理	独立行政法人 国際協力機構 産業開発・公共政策部 資源・エネルギーグループ
不二葦 教治	業務主任／系統運用 ／運営維持管理	八千代エンジニアリング(株)
西川 光久	副業務主任／ 系統連携太陽光発電システム	八千代エンジニアリング(株)
浦野 勝雄	太陽光発電システム全般	八千代エンジニアリング(株)
是澤 富貴良	機材・設備計画	八千代エンジニアリング(株)

資料－2 調査日程

2. 調査日程

(1) 第1次現地調査

No.	月日	曜日	調査内容		宿泊地
			官ベース JICA (団長/美馬、篠、山口)	コンサルタント団員 (八千代エンジニアリング㈱) 不二葦、西川、浦野、宮本、野上、谷津	
1	12月12日	土	●移動 {Accra 08:10、野上、谷津リング㈱} 15 by VK810, Lagos 14:20 → Abuja 15:35 by W3157}		アブジャ
2	12月13日	日	●アブジャ着 (篠) ●団内協議	●資料整理 ●団内協議	アブジャ
3	12月14日	月	●アブジャ国立病院との協議 ●ナイジェリアエネルギー委員会、国家計画委員会との協議 (美馬、篠、山口、不二葦、西川) ●サイト調査 (浦野、宮本、野上、谷津)		アブジャ
4	12月15日	火	●電力省との協議 (美馬、篠、山口、不二葦、西川) ●サイト調査 (浦野、宮本、野上、谷津)		アブジャ
5	12月16日	水	●ミニッツ協議 (美馬、篠、山口、不二葦、西川) ●サイト調査 (浦野、宮本、野上、谷津)		アブジャ
6	12月17日	木	●ミニッツ署名、アブジャ配電会社との協議 (美馬、篠、山口、不二葦、西川) ●サイト調査 (浦野、宮本、野上、谷津)		アブジャ
7	12月18日	金	●帰国報告 (日本大使館、JICA (事)) ●資料整理 (美馬、篠、山口) ●アブジャ発 (コンサルタント団員)		アブジャ
8	12月19日	土	●アブジャ発 (篠、山口)		

(2) 第2次現地調査

No	月日	曜日	調 査 内 容	宿 泊 地
			コンサルタント団員（八千代エンジニアリング株）	
			不二葦、西川、浦野、玉井、宮本、野上、鶴岡、赤塚	
1	2月21日	日	●移動{Tokyo 11:30 → Amsterdam 15:45 by JL411}（不二葦、西川、浦野、宮本、野上、鶴岡、赤塚）	アムステルダム
2	2月22日	月	●移動{Amsterdam 13:50 → Abuja 20:15 by KL577}（不二葦、西川、浦野、宮本、野上、鶴岡、赤塚）	アブジャ
3	2月23日	火	●①表敬訪問：JICA(事)、アブジャ国立病院	アブジャ
4	2月24日	水	●①技術協議(アブジャ国立病院)及び現地調査、②表敬訪問：ECN ●③現地調達・施工事情調査	アブジャ
5	2月25日	木	●①現地調査及び技術協議(アブジャ国立病院、PHCN、電力省)、②現地調達・施工事情調査	アブジャ
6	2月26日	金	●①現地調査、②現地調達・施工事情調査	アブジャ
7	2月27日	土	●①現地調査、②資料整理及び団内協議、③現地調達・施工事情調査	アブジャ
8	2月28日	日	●①資料整理及び団内協議 ●移動{Tokyo 13:30 → Frankfurt 17:45 by JL407}（玉井）	アブジャ 玉井：フランクフルト
9	3月1日	月	●①現地調査及び技術協議(アブジャ国立病院)、②現地調達・施工事情調査 ●移動{Frankfurt 11:35 → Abuja 17:35 by LH568}（玉井）	アブジャ
10	3月2日	火	●①現地調査及び技術協議(アブジャ国立病院) ●②現地調達・施工事情調査	アブジャ
11	3月3日	水	●①現地調査及び技術協議(アブジャ国立病院) ②環境社会配慮に関する協議（環境省） ●③現地調達・施工事情調査	アブジャ
12	3月4日	木	●①現地調査及び技術協議(アブジャ国立病院)、②環境社会配慮に関する協議（アブジャ国立病院） ●③気象データ収集（ナイジェリア気象局）	アブジャ
13	3月5日	金	●①技術協議(科学技術省、電力省)、②現地調達・施工事情調査	アブジャ
14	3月6日	土	●①団内協議、②フィールドレポート（案）作成、③現地調査結果概要（案）作成	アブジャ
15	3月7日	日	●①フィールドレポート（案）作成、②現地調査結果概要（案）作成	アブジャ
16	3月8日	月	●①Technical Memorandum（案）提出・協議(アブジャ国立病院)、②Technical Memorandum（案）修正 ●③現地調査結果概要（案）作成	アブジャ
17	3月9日	火	●①現地調査及び技術協議(アブジャ国立病院)、②太陽光関連プロジェクトのサイト調査（Kaduna） ●③現地調査結果概要（案）作成	アブジャ
18	3月10日	水	●①Technical Memorandum（案）協議・署名(アブジャ国立病院)、②現地調査結果概要（案）作成	アブジャ
19	3月11日	木	●①表敬及び報告(JICA(事)、日本大使館)、②補足調査	アブジャ
20	3月12日	金	●①補足調査、②移動{Abuja 19:45 → Accra 20:35 by W3061}	

(3) 第4次現地調査

No	月日	曜日	調 査 内 容			宿泊地	
			官ベース	コンサルタント団員 (八千代エンジニアリング株)			
			JICA (鷺見所長)	不二章	浦野、是澤、藤井、鶴岡、近藤		西川
1	6月12日	日		<ul style="list-style-type: none"> 移動{成田 11:45 → London 16:20 by JL401} 移動{London 22:15 → Abuja 04:35+1 by BA0083} 			機中
2	6月13日	月		<ul style="list-style-type: none"> 移動{ → Abuja 04:35 by BA0083} ①表敬訪問：JICA (事)、日本大使館 			アブジャ
3	6月14日	火		<ul style="list-style-type: none"> ①表敬訪問：国家エネルギー委員会 (ECN)、電力規制委員会 (NERC)、国家計画委員会 (NPC)、電力省 (FMP) 			アブジャ
4	6月15日	水		<ul style="list-style-type: none"> 移動{Abuja→Katsina by Car} 			カツィナ
5	6月16日	木		<ul style="list-style-type: none"> ①表敬訪問、現地調査及びミニッツ協議 (ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学)、②配電会社 (PHCN) 調査 			カツィナ
6	6月17日	金		<ul style="list-style-type: none"> 移動 {Katsina→Abuja by Car} ①現地調査及びミニッツ協議 (ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学) 			カツィナ
7	6月18日	土		<ul style="list-style-type: none"> ①資料整理及び団内協議、②現地調査・施工事情調査 			カツィナ
8	6月19日	日		<ul style="list-style-type: none"> 移動 {Katsina→Abuja by Car} 	<ul style="list-style-type: none"> ①資料整理及び団内協議 	<ul style="list-style-type: none"> 移動 {成田 11:45 → London 16:20 by JL401} 移動 {London 22:15 → Abuja 04:35+1 by BA0083} 	アブジャ/ カツィナ
9	6月20日	月		<ul style="list-style-type: none"> ①ミニッツ協議 (電力省：FMP) 	<ul style="list-style-type: none"> ①現地調査及び技術協議 (ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学) 	<ul style="list-style-type: none"> ①ミニッツ協議 (電力省：FMP) 	アブジャ/ カツィナ
10	6月21日	火		<ul style="list-style-type: none"> ①ミニッツ協議 (電力省：FMP) 	<ul style="list-style-type: none"> ①現地調査及び技術協議 (ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学) 	<ul style="list-style-type: none"> ①ミニッツ協議 (電力省：FMP) 	アブジャ/ カツィナ
11	6月22日	水		<ul style="list-style-type: none"> 移動 {Abuja→Katsina by Car} 	<ul style="list-style-type: none"> ①現地調査及び技術協議 (ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学) 	<ul style="list-style-type: none"> 移動 {Abuja→Katsina by Car} 	カツィナ
12	6月23日	木		<ul style="list-style-type: none"> ①現地調査及び技術協議 (ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学) 			カツィナ
13	6月24日	金		<ul style="list-style-type: none"> ①現地調査及び技術協議 (ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学)、②フィールドレポート (案) 作成、③現地調査結果概要 (案) 作成 			カツィナ
14	6月25日	土		<ul style="list-style-type: none"> ①フィールドレポート (案) 作成、②現地調査結果概要 (案) 作成 			カツィナ
15	6月26日	日		<ul style="list-style-type: none"> ①フィールドレポート (案) 作成、②現地調査結果概要 (案) 作成 			カツィナ
16	6月27日	月		<ul style="list-style-type: none"> ①フィールドレポート (案) 提出・協議 (ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学)、②フィールドレポートの修正、③現地調査結果概要 (案) 作成 			カツィナ
17	6月28日	火		<ul style="list-style-type: none"> 移動 {Katsina→Abuja by Car} 			アブジャ
18	6月29日	水		<ul style="list-style-type: none"> ①フィールドレポート提出・協議 (電力省)、②現地調査結果概要 (案) 作成 			アブジャ
19	6月30日	木		<ul style="list-style-type: none"> ①フィールドレポート提出・協議 (電力省)、②現地調査結果概要 (案) 作成 移動 {Abuja 08:45 → London 15:05 by BA0082} (近藤) 移動 {London 19:15 → 成田 15:00+1 by JL402} (近藤) 	<ul style="list-style-type: none"> 移動 {Abuja 07:15 → Lagos 08:30 by W3162} (西川、藤井) 鋼材製造会社調査 	アブジャ/ ラゴス	
20	7月1日	金		<ul style="list-style-type: none"> ①フィールドレポート協議・署名 (電力省)、②現地調査結果概要 (案) 作成 成田着 15:00 (近藤) 	<ul style="list-style-type: none"> 移動 {Lagos 13:15 → Abuja 15:00 by W3157} (西川、藤井) 	アブジャ	
21	7月2日	土		<ul style="list-style-type: none"> ①資料整理及び団内協議、②現地調査・施工事情調査 			アブジャ
22	7月3日	日		<ul style="list-style-type: none"> ①資料整理及び団内協議 			アブジャ
23	7月4日	月		<ul style="list-style-type: none"> ①表敬及び報告 (JICA (事)、日本大使館) 			機中

No.	月日	曜日	調 査 内 容			宿泊地
			官ベース JICA (鷺見所長)	コンサルタント団員 (八千代エンジニアリング株)		
			不二葦	浦野、是澤、藤井、鶴岡、近藤	西川	
			<ul style="list-style-type: none"> 移動{Abuja 22:25 → Frankfurt 05:25+1 by LH569} (不二葦、西川、浦野、是澤、藤井、鶴岡); 			
24	7月5日	火	<ul style="list-style-type: none"> 移動{Frankfurt 21:05 → 成田 15:25+1 by JL408} (不二葦、西川、浦野、是澤、藤井、鶴岡); 			機中
25	7月6日	水	<ul style="list-style-type: none"> 成田着 15:25 (不二葦、西川、浦野、是澤、藤井、鶴岡) 			

(4) 第 5 次現地調査

No.	月日	曜日	調 査 内 容				宿泊地
			官団員 (鷺見所長)	官団員 (宇多)	コンサルタント団員 (不二葦)	コンサルタント団員 (西川、浦野、是澤)	
1	12月11日	日			移 動 { 成 田 11:45 → London 15:25 by JL401 }	機中	
					移動{London 22:15 → Abuja 05:35+1 by BA083}		
2	12月12日	月			移動{ → Abuja 05:35 by BA083 }	Abuja	
			表敬訪問：JICA(事)、日本大使館、電力省 (FMP)、国家計画委員会 (NPC)				
3	12月13日	火	移動{ Abuja → Katsina by Car }			Katsina	
4	12月14日	水	ミニッツ協議、ドラフトレポート説明(ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学)			Katsina	
5	12月15日	木	移動{Katsina → Abuja by Car }			Abuja	
6	12月16日	金	ミニッツ署名 (電力省：FMP)			Abuja	
7	12月17日	土			移 動 { Abuja 10:05 → London 15:30 by BA0082 }	On board	
					移動{London 19:00 → 成田 16:00+1 by JL402}		
8	12月18日	日			成田着 16:00		

資料－3 相手国関係者リスト

3. 相手国関係者リスト

<u>所属及び氏名</u>	<u>職位</u>
ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学 Umar Musa Yar'adua University	
Dr. Ibrahim Sada	Deputy Vice-Chancellor
Mr. Abdul Halliru Abdullahi	Registrar
Mr. Abdul Fatah Muhammad	Director, Planning and Development
Engr. Ibrahim Haruna Soba	Representative Chairman of Centre for Renewable Energy
Engr. Sahal Hassan	Electrical Engineer
Mr. Lawal Salisu	Mechanical Engineer
Mr. Abdulkaim H. El-ladan	Research Fellow
Mr. Salisu Aminu Batagarawa	Bursar

ナイジェリアエネルギー委員会 **Energy Commission of Nigeria**

Chief. I. J. Dioha	Deputy Director
Dr. Paulinus Ugwuoke	Assistant Director
Engr. Abaka Umar	Engineer
Engr. M. M. Gaji	Engineer

ナイジェリア電力規制委員会 **Nigerian Electricity Regulatory Commission**

Mr. Mohammed Lawal Bello	Vice Chairman
Mr. Patrick Okey Umeh	Commissioner/Finance & management Services
Dr. Usman Abba Arabi	Assisting General Manager, Govt., External & Industry Relations

国家計画委員会

National Planning Commission

Mr. Faniran Sanjo O.

Chief planning officer, Bilateral Economic Cooperation
(Asia Pacific)

電力省

Federal Ministry of Power

Mr. Sanusi Garba

Director (Power)

Engr. E. O. Ajayi

Deputy Director (Power)

Mr. Adamu David E.

Electrical Engineer

Mr. Eneh Kingsley

Principal Engineer

Mr. Eugene Ejeregbe

Senior Mechanical Engineer

ナイジェリア配電会社

Power Holding Company of Nigeria

Mr. S. M. Audu

Business Manager

Engr. R. Obajemini

Engineer

Mr. Haruna I. Shinkafi

Operational Mechanical Engineer

Mr. Aliyu Musa

Human Resource Supervisor

環境省

Federal Ministry of Environment

Mr. Omotade O. O

Head, Impact monitoring branch

JICA ナイジェリア事務所

JICA Nigeria Office

鷺見 佳高	所長
藤江 顕	所員
増田 吉朗	所員
Ms. Elizabeth Uluvbo Ejeregbe	Consultant

在ナイジェリア日本大使館

Embassy of Japan in Nigeria

萩野 剛	一等書記官
前田 雄大	一等書記官(経済協力担当)

資料－4 討議議事録 (M/D)

4. 討議議事録(M/D)

**Minutes of Discussions
on the Preparatory Survey
on the Project for Clean Energy Promotion Using Solar Photovoltaic System
in the Federal Republic of Nigeria**

The Government of Japan (hereinafter referred to as "GoJ") has established Cool Earth Partnership as a new financial mechanism. Through this, GoJ is cooperating actively with developing countries' efforts to reduce greenhouse gasses emissions, such as efforts to promote clean energy. A new scheme of grant aid, "Program Grant Aid for Environment and Climate Change", was also created by GoJ as a component of this financial mechanism. According to the initiative of Cool Earth Partnership, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), in consultation with GoJ, decided to conduct a Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the Survey") on the Project for Clean Energy Promotion Using Solar Photovoltaic System(hereinafter referred to as "the Project").

JICA sent to the Federal Republic of Nigeria (hereinafter referred to as "Nigeria") the Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "the Team"), headed by Mr. Yoshitaka Sumi, Chief Representative, JICA Nigeria Office, and is scheduled to stay in Nigeria from June 13th to July 4th 2011.

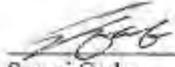
The Team held discussions with the concerned officials of the Government of Nigeria and conducted a field survey.

In the course of discussions and field survey, both sides confirmed the main items described in the attached sheets.

Abuja
June 20, 2011



Mr. Yoshitaka Sumi
Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency



Sanusi Garba
Director, (Power)
Federal Ministry of Power



B. O. Akpanyung
Director
International Cooperation Department,
National Planning Commission







ATTACHMENT

1. Current Situation

The Government of Nigeria recognizes the renewable energy could play a more important role in terms of enabling to meet their energy requirement. In the National Energy Policy, established in 2003, it states that the Solar Photovoltaic (PV) is one of the alternative technologies with high potential for promotion of the use of renewable energy, diversification of energy source and saving the utilization of natural resources in Nigeria

In this situation, both sides confirm that the Project, which introduces PV power generation systems connected with the national power grid, is one of the pilot systems to enhance the possibility of applying renewable energy.

2. Objective of the Project

The objective of the Project is to promote clean energy utilization and achieve emissions reductions by installing the PV system to be connected to the national grid.

3. Responsible Organization and Implementing Organization

The responsible organization is the Federal Ministry of Power and implementing organization is the Umaru Musa Yar'adua University. (The organization charts of the ministry and university are shown in Annex-1.)

4. Items Requested by Nigerian Side

4-1. After discussions with the Team, the installation of the on-grid power generating system using PV including following equipment was requested by the Nigerian side.

Table 1 Projects requested by Nigerian Government

	Description
Location	Umaru Musa Yar'adua University, Katsina State
Outline	The power produced is used for the Umaru Musa Yar'adua University
Requested equipment	(1) Solar module (total capacity might be approx. 500~1,000 kWp) (2) Junction box (3) Power conditioner (4) Circuit breaker (5) Cables for electric distribution (6) Data collecting and display device (7) Other relevant component to complete PV system such as Transformer, Control panel and Operation display (8) Training for operation and maintenance of PV system (eight numbers of counter part personnel)

4-2. The project site is as shown in Annex-2.

4-3. The Nigerian side explained that there is no duplication between requested contents of the Project and any other plans implemented by the other donors or the Nigerian side.

4-4. The Team will report the findings and items requested by the Nigerian side to JICA Headquarters and the Government of Japan.

5. Japan's Program Grant Aid for Environment and Climate Change

The Nigerian side understood the Japan's Program Grant Aid for Environment and Climate Change scheme explained by the Team as described in Annex-3, 4, 5, 6 and 7.

6. Schedule of the Study

6-1. The Team will proceed to further survey in Nigeria until July 4th 2011 as the Preparatory Survey.

6-2. After the completion of the Preparatory Survey, the Team will report the results to Nigerian side, JICA Headquarters and GoJ.

6-3. JICA will prepare the draft report and reference document in English and dispatch a mission to Nigeria in order to explain their contents around the end of October, 2011.

6-4. When the contents of the draft report and reference document are accepted in principle by the Government of Nigeria, JICA will complete the final report and reference document, and submit them to the Government of Nigeria and to the Procurement Agent by the end of December, 2011.

7. Other Relevant Issues

7-1. Permission of Land Acquisition / Usage

The Umaru Musa Yar'adua University owns the land mentioned below.

Also, Umaru Musa Yar'adua University agreed to permit the usage of necessary land or facilities for installation of the equipment.

(a) Securing necessary land or facilities

- for PV Modules

(- including underground cables between PV Modules and Power Conditioners)

- for Power Conditioners and transformer(s)

(b) Temporary office, stockyard, workshop, etc., during facility construction and installation of the equipment and materials

- Approximately 1,000 m² areas within the site.



- 2 -



7-2. Procurement of Equipment

The Team explained that, in accordance with the policy of Government of Japan, products of Japan shall be procured for major equipment in the Project. The Nigerian side agreed with the policy of Government of Japan and requested that the major Equipment and Materials shall be made in Japan.

7-3. Coordination with Relevant Organizations

The responsible Organization for the Project shall be the focal point for the Team, and responsible for the coordination with relevant organizations. The Nigerian side agreed to establish a consultative committee in order to coordinate with the Japanese side which consists of the Embassy of Japan, the JICA office and the Procurement Agent. Terms of Reference of the Consultative Committee is referred to Annex-8.

7-4. Environmental and Social Considerations

The Team explained the outline of JICA Environmental and Social Considerations Guideline (hereinafter referred to as "the JICA Guideline") to the Nigerian side. The Nigerian side agreed to take the JICA Guideline into consideration, and shall complete the necessary procedures

7-5. Operation and Maintenance

The Responsible Organization agreed to secure and allocate the necessary budget and personnel for the operation and maintenance of grid-connected PV system procured and installed under the Project.

7-6. Customs and Tax exemption

The Nigerian side agreed that the Nigerian side shall be responsible for the exemption and/or reimbursement (payment/assumption) of all customs, tax, levies and duties incurred in Nigeria for implementation of the Project.

7-7. The Nigerian side shall ensure the security of all concerned Japanese nationals working for the Project, if deemed necessary.

7-8. The Nigerian side shall provide necessary numbers of counterpart personnel to the Team during the period of their studies in Nigeria

7-9. The Nigerian side shall submit all the answers to the Questionnaire, which the Team handed to the Nigerian side, by 30th June 2011.

-3-

<List of Annex>

- Annex-1 Organization Chart of Responsible and Implementing Organization.
- Annex-2 Candidate site of the Project
- Annex-3 Program Grant Aid for Environment and Climate Change
- Annex-4 General Flow of Program Grant Aid for Environment and Climate Change
- Annex-5 Flow of Funds for Project Implementation
- Annex-6 Project Implementation System
- Annex-7 Major Undertakings to be taken by Each Government
- Annex-8 Terms of References of the Consultative Committee



- 4 -



**Organization Chart of Responsible Organization
(Federal Ministry of Power)**

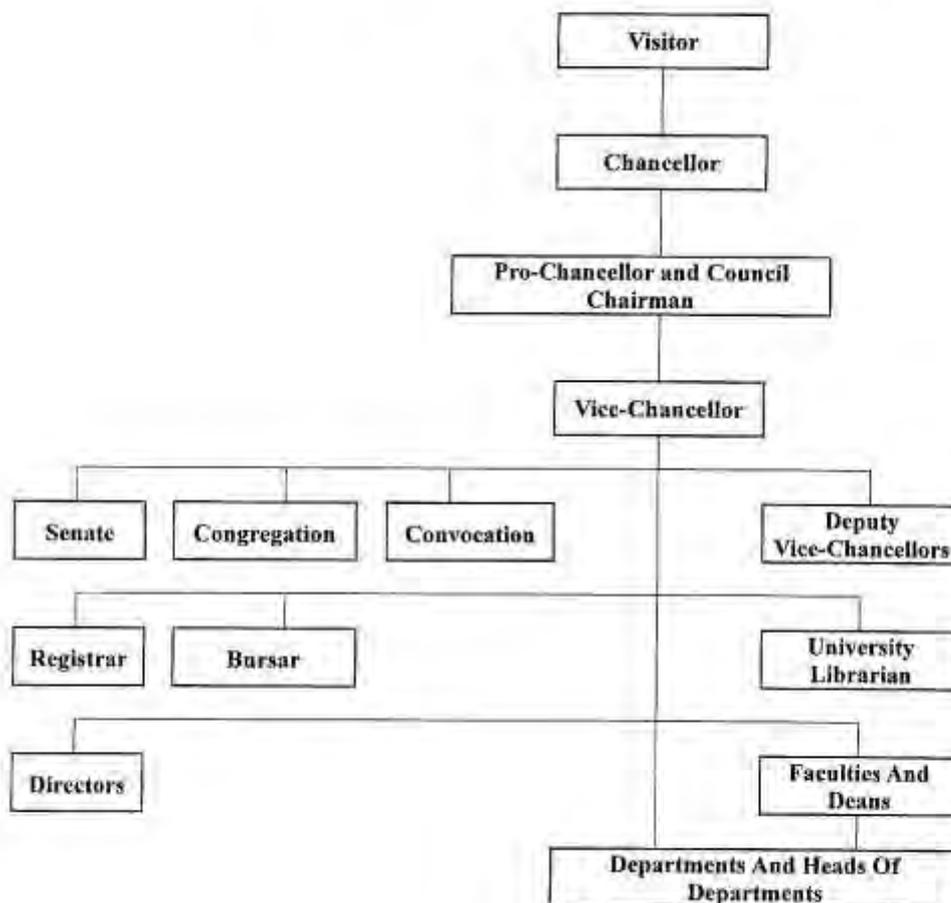


[Handwritten mark]

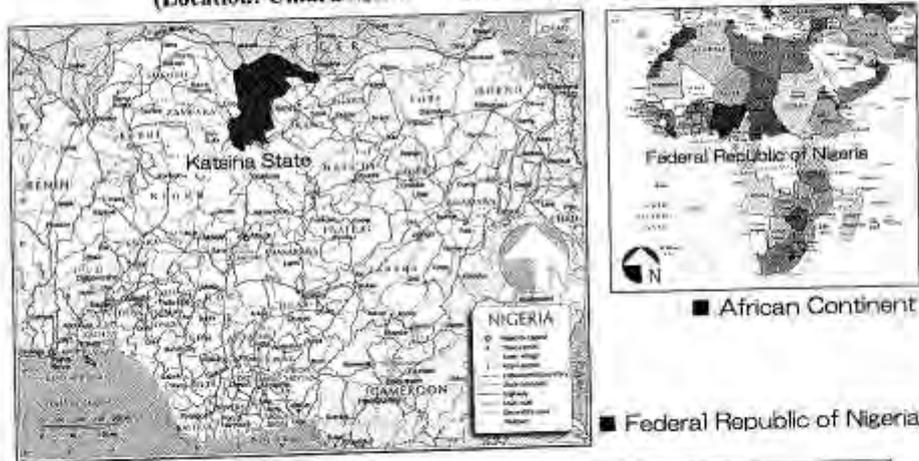
[Handwritten mark]

[Handwritten mark]

**Organization Chart of Implementing Organization
(Umaru Musa Yar'adua University)**



**Candidate Site for PV System installed by the Project
(Location: Umaru Musa Yar'adua University, Katsina State)**



Site Location Map (Katsina State)

**Program Grant Aid for Environment and Climate Change
of the Government of Japan**
(Provisional)

The Grant Aid provides a recipient country (hereafter referred to as "the Recipient") with non-reimbursable funds to procure the facilities, equipment, and services (engineering services and transportation of the products, etc.) for economic and social development of the country under principles in accordance with relevant laws and regulations of Japan. The Grant Aid is not supplied through the donation of materials as such.

Based on "Cool Earth Partnership" initiative of the Government of Japan, the Program Grant Aid for Environment and Climate Change (hereafter referred to as "GAEC") aims to mitigate effects of global warming by reducing GHGs emission (mitigation; e.g. improvement of energy efficiency) and to take adaptive measures (adaptation; e.g. measures against disasters related to climate change, including disaster prevention such as enhancing disaster risk management). GAEC may contain multiple components that can be combined to effectively meet these needs.

1. Procedures for GAEC

GAEC is executed through the following procedures.

Preparatory Survey 1	Preparatory Survey for project identification conducted by Japan International Cooperation Agency (JICA)
Application	Request made by a recipient country
Appraisal & Approval	Appraisal by the Government of Japan and Approval by the Cabinet
Determination of Implementation	The Notes exchanged between the Government of Japan and the Recipient Country
Grant Agreement (hereinafter referred to as the "G/A")	Agreement concluded between JICA and the Recipient
Preparatory Survey 2	Preparatory Survey for design conducted by JICA
Implementation	Procurement through the Procurement Agency by the Recipient

Firstly, if the candidate project for a GAEC is identified by the Recipient and the Government of Japan, the Government of Japan (the Ministry of Foreign Affairs) examines it whether it is eligible for GAEC. When the request is deemed appropriate, JICA, in consultation with the Government of Japan, conducts the Preparatory Survey (hereafter referred to as "the Survey") on the candidate project as Phase 1 of the Survey with Japanese consulting firms.

Secondly, the Recipient submits the official request to the Government of Japan, while the appropriateness, necessity and the basic components of the project are examined in the course of Phase 1 of the Survey.

Thirdly, the Government of Japan appraises the project to see whether it is suitable for Japan's GAEC, based on the Survey report prepared by JICA, and the results are then submitted to the Cabinet for approval.

Fourthly, the project, once approved by the Cabinet, becomes official with the Exchange of Notes (E/N) signed by the Governments of Japan and the Recipient.

Fifthly, JICA engages Grant Agreement (G/A) with the Recipient and executes the Grant by making payments of the amount agreed in the E/N and strictly monitors that the funds of the Grant are properly and effectively used.

Procurement Management Agent is designated to conduct the procurement services of products and services (including fund management, preparing tenders, contracts) for GAEC on behalf of the Recipient. The Agent is an impartial and specialized organization that will render services according to the Agent Agreement with the Recipient. The Agent is recommended to the Recipient by the Government of Japan and agreed between the two Governments in the Agreed Minutes ("A/M").

2 Preparatory Survey

1) Contents of the Survey

The purpose of the Preparatory Survey (hereafter referred to as "the Survey"), conducted by JICA on a requested project (hereafter referred to as "the Project"), is to provide the basic document necessary for the appraisal of the Project by the Government of Japan. The contents of the Survey are as follows:

- Confirmation of background, objectives, and benefits of the Project and institutional capacity of agencies and communities concerned of the Recipient necessary for project implementation.
- Evaluation of relevance of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme for Environment and Climate Change from a technical, social, and economic point of view.
- Confirmation of items agreed upon by both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of the design of the Project and reference document for tender.
- Estimation of cost for the Project.

The contents of the original request will be modified, as found necessary, in the design of the Project according to the guidelines of Japan's Grant Aid scheme.

The Government of Japan requests the Government of the Recipient to take whatever measures necessary to ensure its responsibility in implementing the Project. Such measures must be guaranteed even if they may fall outside the jurisdiction of the implementing organization of the Recipient. This has been confirmed by all relevant organizations of the Recipient through the Minutes of Discussions.

2) Selection of consulting firms

For the smooth implementation of the Survey, JICA will conduct the Survey with registered consulting firms. JICA selects the firms based on proposals submitted by firms with interest in implementing the Survey. The firms selected will carry out the Preparatory Survey and prepare a report, based on the terms of reference set by JICA.

3. Implementation of GAEC after the E/N

1) Exchange of Notes (E/N)

The content of GAEC will be determined in accordance with the Notes exchanged by the two Governments concerned, in which items including, objectives of the project, period of execution,

conditions and amount of the Grant Aid are confirmed.

2) Details of Procedures

Details of procedures on procurement and services under GAEC will be agreed between the authorities of the two governments concerned at the time of the signing of the G/A.

Essential points to be agreed are outlined as follows:

- a) JICA will supervise the implementation of the Project.
- b) Products and services will be procured and provided in accordance with JICA's "Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change."
- c) The Recipient will conclude a contract with the Agent.
- d) The Agent is the representative acting in the name of the Recipient concerning all transfers of funds to the Agent.

3) Focal points of "Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change"

a) The Agent

The Agent is the organization, which provides procurement of products and services on behalf of the Recipient according to the Agent Agreement with the Recipient. The Agent is recommended to the Recipient by the Government of Japan and agreed between the two Governments in the A/M.

b) Agent Agreement

The Recipient will conclude the Agent Agreement, in principle, within two months after the signing of the G/A, in accordance with the A/M. The scope of the Agent's services will be clearly specified in the Agent Agreement.

c) Approval of the Agent Agreement

The Agent Agreement is prepared as two identical documents and the copy of the Agent Agreement will be submitted to JICA by the Recipient through the Agent. JICA confirms whether the Agent Agreement is concluded in conformity with the E/N, A/M, and G/A and the Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change then approves the Agent Agreement.

The Agent Agreement concluded between the Recipient and the Agent will become effective after the approval by JICA in a written form.

d) Payment Methods

The Agent Agreement will stipulate that "Regarding all transfers of the fund to the Agent, the Recipient will designate the Agent to act on behalf of the Recipient and issue a Blanket Disbursement Authorization ("the BDA") to conduct the transfer of the fund (hereinafter referred to as "the Advances") to the Procurement Account from the Recipient Account.

The Agent Agreement will clearly state that the payment to the Agent will be made in Japanese yen from the Advances and that the final payment to the Agent will be made when the total remaining amount become less than three percent (3%) of the Grant and its accrued interests excluding the Agent's fees.

e) Products and Services Eligible for Procurement

Products and services to be procured will be selected from those defined in the G/A.

f) Firm and Consultant

The firm and consultant who would contract with the Agent shall be Japanese Nationals.

The consultants that will be employed to do detail design and supervise the work for the Project, however will be in principle, Japanese nationals recommended by JICA for the purpose of maintaining technical consistency with the Study.

g) Method of Procurement

When conducting the procurement, sufficient attention will be paid to transparency in selecting the firms and for this purpose, competitive tendering will be employed in principle.

h) Tender Documents

The tender documents should contain all information necessary to enable tenderers to prepare valid offers for the products and services to be procured by GAEC.

The rights and obligations of the Recipient, the Agent and the firms supplying products and services should be stipulated in the tender documents to be prepared by the Agent. Aside from this, the tender documents will be prepared in consultation with the Recipient.

i) Pre-qualification Examination of Tenderers

The Agent may conduct a pre-qualification examination of tenderers in advance of the tender so that the invitation to the tender can be extended only to eligible firms. The pre-qualification examination should be performed only with respect to whether the prospective tenderers have the capability of concluding the contracts.

For this, the following points should be taken into consideration:

- (1) Experience and past performance in contracts of similar kind
- (2) Financial credibility (including assets such as real estate)
- (3) Existence of offices and other items to be specified in the tender documents.
- (4) Their potentialities to use necessary personnel and facilities.

j) Tender Evaluation

The tender evaluation should be implemented on the basis of the conditions specified in the tender documents.

Those tenderers which substantially conform to the technical specifications and other stipulations of the tender documents, will be judged in principle on the basis of the submitted price, and the tenderer who offers the lowest price will be designated as the successful tenderer.

The Agent will submit a detailed evaluation report of tenders to JICA for its information, while the notification of the results to the tenderers will not be premised on the confirmation by JICA.

k) Additional procurement

If there is any remaining balance after the competitive and/or selective tendering and/or direct negotiation for a contract, and if the Recipient would like to procure additional items, the Agent is allowed to conduct this additional procurement, following the points mentioned below:

(1) Procurement of same products and services

When the products and services to be additionally procured are identical with the initial tender and a competitive tendering is judged not efficient, additional procurement can be conducted by a negotiated contract with the successful tenderer of the initial tender.

(2) Other procurements

When products and services other than those mentioned above in (1) are to be procured, the procurement should be conducted through competitive tendering. In this case, the

products and services for additional procurement will be selected from among those in accordance with the G/A.

l) Conclusion of the Contracts

In order to procure products and services in accordance with the guideline, the Agent will conclude contracts with firms selected by tendering or other methods.

m) Terms of Payment

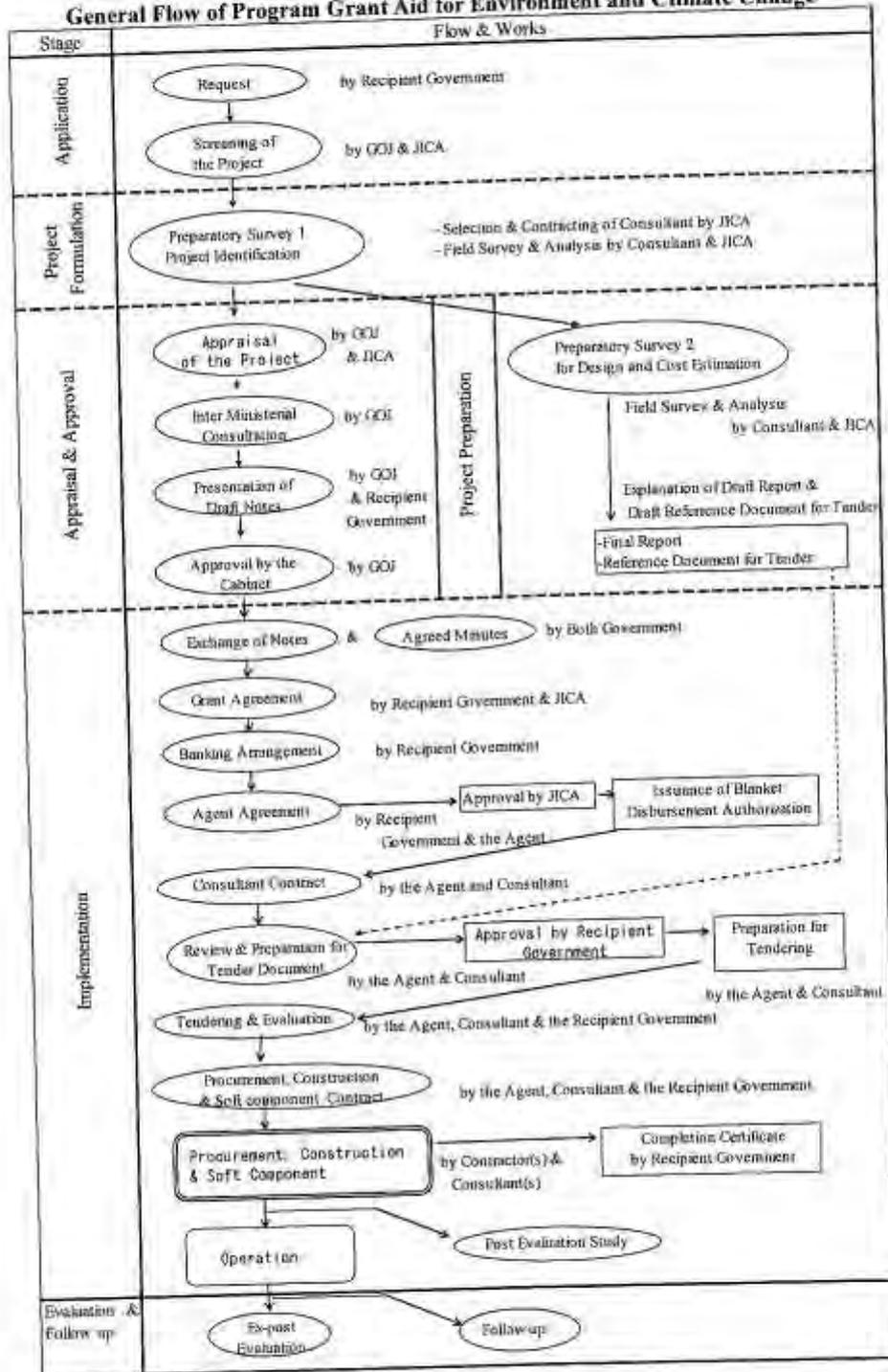
The contract will clearly state the terms of payment. The Agent will make payment from the "advances," against the submission of the necessary documents from the firm on the basis of the conditions specified in the contract. When the services are the object of procurement, the Agent may pay certain portion of the contract amount in advance to the firms on the conditions that such firms submit the advance payment guarantee worth the amount of the advance payment to the Agent.

4) Undertakings required by the Government of the Recipient Country

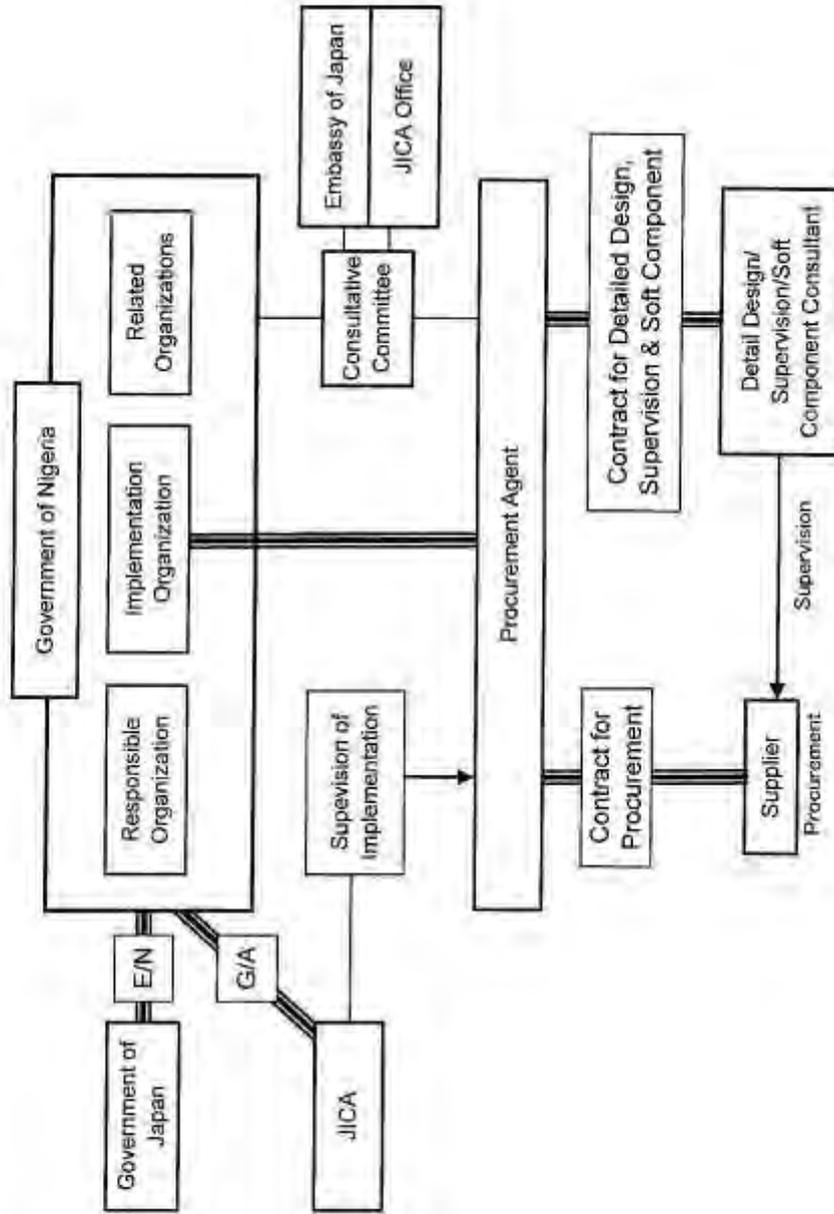
In the implementation of the Grant Aid Project, the Recipient is required to undertake necessary measures as the following:

- a) To secure land necessary for the sites of the Project and to clear, level and reclaim the land prior to commencement of the Project.
 - b) To provide facilities for distributing electricity, water supply and drainage and other incidental facilities in and around the sites.
 - c) To ensure all the expense and prompt execution for unloading, customs clearing at the port of disembarkation and domestic transportation of products purchased under the Grant Aid.
 - d) To ensure that customs duty, internal taxes and other fiscal levies that may be imposed in the Recipient with respect to the purchase of the Components and the Agent's services will be exempted by the Government of the Recipient.
 - e) To accord all the concerned parties, whose services may be required in connection with supply of the products and services under the contracts, such facilities as may be necessary for their entry into the Recipient and stay therein for the performance of their work.
- 5) "Proper use of funds"
The Recipient is required to operate and maintain the facilities constructed and equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and to assign personnel necessary for this operation and maintenance as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.
- 6) "Export and Re-export" of products
The products purchased under the Grant and its accrued interest will not be exported or re-exported from the Recipient.

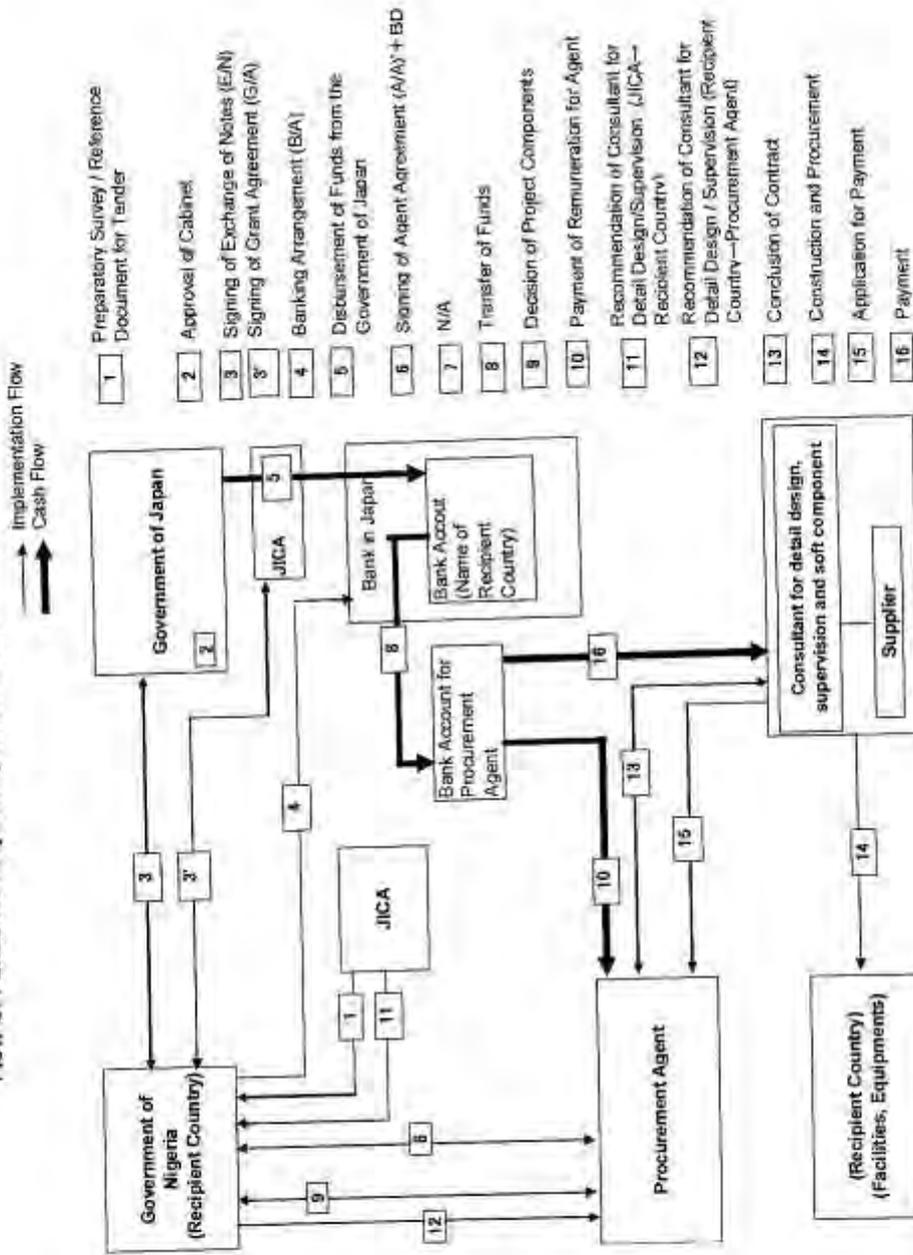
General Flow of Program Grant Aid for Environment and Climate Change



Project Implementation System



Flow of Funds for Project Implementation



Major undertakings to be taken by each Government

No.	Items	To be covered by Grant Aid	To be covered by Recipient Side
1	To secure land		●
2	To clear, level and reclaim the site when needed urgently		●
3	To construct gates and fences in and around the site		●
4	To construct a parking lot if necessary		●
5	To construct roads		
	1) Within the site	●	
	2) Outside the site and Access road		●
6	To construct the facility and install the equipment	●	
7	To provide facilities for the distribution of electricity, water supply, drainage and other incidental facilities if necessary:		
	1) Electricity		
	a. The power distribution line to the site		●
	b. The drop wiring and internal wiring within the site	●	
	c. The main circuit breaker and transformer for the site	●	
	2) Water Supply		
	a. The city water distribution main to the site		●
	b. The supply system within the site (receiving and elevated tanks)	●	
	3) Drainage		
	a. The city drainage main (for conveying storm water, sewage, etc. from the site)		●
	b. The drainage system within the site (for sewage, ordinary waste, storm water, etc.)	●	
	4) Gas Supply		
	a. The city gas main to the site		●
	b. The gas supply system within the site	●	
	5) Telephone System		
	a. The telephone trunk line to the main distribution frame/panel (MDF) of the building		●
	b. The MDF and the extension after the frame/panel	●	
	6) Furniture and Equipment		
	a. General furniture		●
	b. Project equipment	●	
8	To bear the following commissions applied by the bank in Japan for banking services based upon the Bank Arrangement (B/A).		
	1) Payment of bank commission		●
9	To ensure all the expense and prompt execution of unloading and customs clearance at the port of disembarkation in the recipient country		
	1) Marine or air transportation of the products from Japan or third countries to the recipient	●	
	2) To ensure all the expense and prompt execution of unloading, tax exemption and customs clearance of the products at the port of disembarkation		●
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	●	
10	To accord Japanese nationals and / or nationals of third countries, including persons employed by the agent whose services may be required in connection with the Components such facilities as may be necessary for their entry into recipient country and stay therein for the performance of their work.		●
11	To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the purchase of the Components and to the employment of the Agent will be exempted by the Government of recipient country		●
12	To maintain and use properly and effectively the facilities that are constructed and the equipment that is provided under the Grant.		●
13	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant and its accrued interest, necessary for the purchase of the Components as well as for the agent's fees.		●
14	To ensure environmental and social consideration for the Programme.		●

Terms of Reference of the Consultative Committee (Provisional)

1. To confirm an implementation schedule of the Program for the speedy and effective utilization of the Grant and its accrued interest.
2. To discuss the modifications of the Program, including modification of the design of the facility.
3. To exchange views on allocations of the Grant and its accrued interest as well as on potential end-users.
4. To identify problems which may delay the utilization of the Grant and its accrued interest, and to explore solutions to such problems.
5. To exchange views on publicity related to the utilization of the Grant and its accrued interest.
6. To discuss any other matters that may arise from or in connection with the G/A.

Minutes of Discussions
on
the Preparatory Survey (Outline Design)
on
The Project for Introduction of Clean Energy by Solar Electricity Generation System
in
the Federal Republic of Nigeria

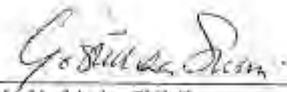
(Explanation on Draft Final Report)

In June 2011, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched to Nigeria a Preparatory Survey Team on the Project for the Introduction of Clean Energy by Solar Electricity Generation System (hereinafter referred to as "the Project"), to hold discussions with relevant officials of the Government of the Federal Republic of Nigeria to conduct field surveys and to make technical evaluations. After discussing results of the Preparatory Survey in Japan, JICA prepared a Draft Final Report of the Outline Design.

In order to explain and to consult with the concerned officials of the Nigerian side on the components of the Draft Final Report, JICA dispatched to Nigeria a Preparatory Survey Team for Draft Final Report Explanation (hereinafter referred to as "the Team"), which is headed by Mr. Yoshitaka SUMI, Chief Representative of JICA Nigeria Office, from December 12th to 17th, 2011.

As a result of the discussions held between JICA and concerned officials of the Federal Government of Nigeria, the main items described on the attached sheets are confirmed.

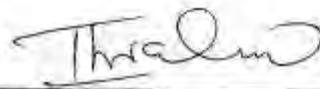
Abuja, December 14, 2011



Mr. Yoshitaka SUMI
Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency



Engr. Sanusi Garba
Director, (Power)
Federal Ministry of Power



f. Prof. Mtata Ibrahim
Vice Chancellor
Umaru Musa Yar'adua University



Mr. B. O. Akpanyung
Director
International Cooperation Department,
National Planning Commission

ATTACHMENT

1. Components of the Draft Final Report

The Federal Ministry of Power (hereinafter referred to as "FMP") and Umaru Musa Yar'adua University (hereinafter referred to as "UMYU") accepted in principle the components of the Draft Final Report explained by the Team.

2. Program Grant Aid for Environment and Climate Change of the Government of Japan

The Nigerian side understood the contents of the Minutes of Discussions signed by JICA and the Nigerian side on 20th June, 2011 (hereinafter referred to as "the previous M/D"), and agreed to take the necessary measures confirmed on the previous M/D for smooth implementation of the Project following procedures of the Program Grant Aid for Environment and Climate Change of the Government of Japan as shown in **Annex-1**.

3. Confirmation of progress made after the previous M/D

3.1. Project site and capacity of PV system

JICA and The Nigerian side confirmed that project site is UMYU, Katsina State. The Team explained that the capacity of solar photovoltaic system (hereinafter referred to as "PV system") was fixed at 850 kWp instead of "the total capacity might be approx. 500~1,000 kWp" in the previous M/D based on the result of outline design and cost estimation. The Nigerian side accepted the change of PV capacity.

3.2. Responsible and Implementing Agencies for the Project

JICA and The Nigerian side confirmed that the responsible agency for the Project is FMP and the implementing agency for the Project is UMYU.

4. Equipment to be procured

The Team explained that the list of equipment to be procured is as shown in **Annex-2** based on the result of the Preparatory Survey conducted in June 2011 and the Study in Japan. After discussions, JICA and the Nigerian side agreed to procure the major equipment such as PV module, Power Conditioner and Transformer from Japan, while third country products are acceptable for other type of equipment and accessories.

5. Procurement Process for the Project

JICA and the Nigerian side reconfirmed that procurement process will be supervised by the Procurement Agent (hereinafter referred to as "the Agent") who is recommended by the government of Japan through necessary consultations with the Consultative Committee (hereinafter referred to as "the Committee"). JICA and the Nigerian side also reconfirmed the

ES

11

roles of the Agent as follows:

- (1) The Agent will render the services stipulated in the provisions of the G/A (Grant Agreement) as well as the E/N (Exchange of Notes) for the Project;
- (2) The Agent will implement the procurement procedures necessary for the Project according to the provisions of the G/A and E/N and any other relevant guidelines
- (3) JICA will provide a Final Report to the Agent; and
- (4) The Agent will undertake the procurement according to the contents of the Final Report of the Outline Design.

The Team explained that if tender price exceeds the amount agreed on G/A and E/N, quantity or/and items of the equipment would be reduced until the cost for the Project comes down to the amount agreed on G/A and E/N.

The Nigerian side agreed that if there is a remaining amount of the cost for the Project after tenders, additional items of equipment would be procured based on priorities which will be set by the Committee.

The Nigerian side also understood that decision on addition or reduction of the equipment to be procured would be made through necessary consultations with members of the Committee.

6. Project Cost

The Nigerian side agreed that the cost for the Project should not exceed the upper limit of amount agreed on in E/N. JICA and The Nigerian side also agreed that the cost for the Project contains procurement cost of equipment, the cost for transportation up to the site for the Project, installation cost, the Consultant fee, the Agent fee, and the cost for soft component for the technical support of operation and maintenance of equipment.

7. Confidentiality of the Project

- (1) Detailed specifications of the Facilities and Equipment

The Nigerian side agreed that all the information related to the Project including detailed drawings and specifications of the facilities and equipment and other technical information shall not be disclosed to any outside parties (i.e. outside of JICA, The Nigerian side and the Agent) before the conclusion of all the contract(s) for the Project.

- (2) Confidentiality of the Cost Estimation

The Team explained the estimated the cost of the Project as described in Annex-3. The Nigerian side agreed that the estimated cost for the Project should never be duplicated or disclosed to any outside parties (i.e. outside of JICA, The Nigerian side and the Agent) before tender for the Project. The Nigerian side understood that the estimated cost for the Project attached as Annex-3 is not final and is subject to change as a result of examination through revision of the Outline Design Study.

8. The Consultative Committee

The Nigerian side agreed that FMP will chair the Committee in order to facilitate coordination and procurement process. The Terms of Reference of the Committee are outlined in Annex-3 of the previous M/D.

The members of the Committee are as follows:

- (1) Representative(s) of FMP (Chair)
- (2) Representative(s) of UMYU.
- (3) Representative(s) of National Planning Commission (NPC)
- (4) Representative(s) of Energy Commission of Nigeria (ECN)
- (5) Representative(s) of the Federal Ministry of Science and Technology (FMST)
- (6) Representative(s) of the Embassy of Japan (EOJ)
- (7) Representative(s) of JICA Nigeria Office

The first meeting of the Committee shall be held after the signing of the consulting services agreement between the Agent and the Consultant. Further meetings shall be held upon the request of either the Nigerian side or the Japanese side. The Procurement Agent may advise JICA and the Nigerian side on the necessity to call for a meeting of the Committee.

9. Other Relevant Issues

9.1. Undertakings to be taken by the Nigerian side

The Team requested the Nigerian side to abide by the following undertakings by the Nigerian side in addition to major undertakings described in the previous M/D and in Annex-4 of this M/D. The Nigerian side agreed to do so.

(1) Land usage for PV system

The owner of the land to be used for the Project is UMYU. The Nigerian side has reconfirmed that there is no objection to use the land for the Project.

(2) Environmental and Social Considerations

The Team explained the outline of JICA Environmental and Social Considerations Guideline (hereinafter referred to as "the JICA Guideline") to the Nigerian side. The Nigerian side agreed to take the JICA Guideline into consideration, and shall complete the necessary procedures.

The Nigerian side shall obtain an official statement from the Federal Ministry of Environment that EIA and IEE are not required for the Project.

(3) Application of the Related Laws and Regulations

1) The Nigerian side agreed that structural design for frames to mount PV panels and power conditioner house shall comply with the Architectural Codes and Standards in Japan in consideration of relevant laws and regulations as well as natural conditions in Nigeria.

2) Electrical design for Grid-connected PV system should be conducted in accordance with JIS/IEC.

(4) Customs and Tax Exemption

The Nigerian side agreed that FMP shall be responsible for the exemption of all customs, tax, levies and duties incurred in Nigeria for the implementation of the Project.

(5) Assignment of Counterpart Personnel

1) Overall project management

The Nigerian side assigned following personnel for overall project management and coordination in each organization.

FMP : Engr. Sanusi Garba (Director of Power)

UMYU: Prof. Muata Ibrahim (Vice Chancellor)

2) Soft Component

The Nigerian side agreed to assign necessary personnel in accordance with the soft component plan proposed by the Team.

FMP and UMYU will assign the focal Counterpart Personnel for the soft component.

Other personnel will be assigned from other organizations as required at the time of project implementation.

9.2. Ownership and Operation and Maintenance (O&M) Responsibilities of Equipment

The Nigerian side has reconfirmed that the FMP is the final owner of Equipment and UMYU is responsible for securing necessary budget and personnel for Operation and Maintenance (O&M) of Grid-connected PV system procured and installed under the Project. The Nigerian side confirmed that the Equipment procured under the Project shall be fully operated and maintained by UMYU.

<List of Annex>

Annex-1 Program Grant Aid for Environment and Climate Change of the Government of Japan

Annex-2 List of Equipment

Annex-3 Estimated Project Cost (Confidential)

Annex-4 Major Undertakings to be taken by each Government

ES

11

Program Grant Aid for Environment and Climate Change
of the Government of Japan
(Provisional)

The Grant Aid provides a recipient country (hereafter referred to as "the Recipient") with non-reimbursable funds to procure the facilities, equipment, and services (engineering services and transportation of the products, etc.) for economic and social development of the country under principles in accordance with relevant laws and regulations of Japan. The Grant Aid is not supplied through the donation of materials as such.

Based on "Cool Earth Partnership" initiative of the Government of Japan, the Program Grant Aid for Environment and Climate Change (hereafter referred to as "GAEC") aims to mitigate effects of global warming by reducing GHGs emission (mitigation; e.g. improvement of energy efficiency) and to take adaptive measures (adaptation; e.g. measures against disasters related to climate change, including disaster prevention such as enhancing disaster risk management). GAEC may contain multiple components that can be combined to effectively meet these needs.

1. Procedures for GAEC

GAEC is executed through the following procedures.

Preparatory Survey 1	Preparatory Survey for project identification conducted by Japan International Cooperation Agency (JICA)
Application	Request made by a recipient country
Appraisal & Approval	Appraisal by the Government of Japan and Approval by the Cabinet
Determination of Implementation	The Notes exchanged between the Government of Japan and the Recipient Country
Grant Agreement (hereinafter referred to as the "G/A")	Agreement concluded between JICA and the Recipient
Preparatory Survey 2	Preparatory Survey for design conducted by JICA
Implementation	Procurement through the Procurement Agency by the Recipient

Firstly, if the candidate project for a GAEC is identified by the Recipient and the Government of Japan, the Government of Japan (the Ministry of Foreign Affairs) examines it whether it is eligible for GAEC. When the request is deemed appropriate, JICA, in consultation with the Government of Japan, conducts the Preparatory Survey (hereafter referred to as "the Survey") on the candidate project as Phase 1 of the Survey with Japanese consulting firms.

Secondly, the Recipient submits the official request to the Government of Japan, while the appropriateness, necessity and the basic components of the Program are examined in the course of Phase 1 of the Survey.

Thirdly, the Government of Japan appraises the Program to see whether it is suitable for Japan's GAEC, based on the Survey report prepared by JICA, and the results are then submitted to the Cabinet for approval.

Fourthly, the Program, once approved by the Cabinet, becomes official with the Exchange of Notes (E/N) signed by the Governments of Japan and the Recipient.

Fifthly, JICA engages Grant Agreement (G/A) with the Recipient and executes the Grant by making payments of the amount agreed in the E/N and strictly monitors that the funds of the Grant are properly and effectively used.

Procurement Management Agent is designated to conduct the procurement services of products and services (including fund management, preparing tenders, contracts) for GAEC on behalf of the Recipient. The Agent is an impartial and specialized organization that will render services according to the Agent Agreement with the Recipient. The Agent is recommended to the Recipient by the Government of Japan and agreed between the two Governments in the Agreed Minutes ("A/M").

2. Preparatory Survey

1) Contents of the Survey

The purpose of the Preparatory Survey (hereafter referred to as "the Survey"), conducted by JICA on a requested project (hereafter referred to as "the Project"), is to provide the basic document necessary for the appraisal of the Project by the Government of Japan. The contents of the Survey are as follows:

- Confirmation of background, objectives, and benefits of the Project and institutional capacity of agencies and communities concerned of the Recipient necessary for project implementation.
- Evaluation of relevance of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme for Environment and Climate Change from a technical, social, and economic point of view.
- Confirmation of items agreed upon by both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of the design of the Project and reference document for tender.
- Estimation of cost for the Project.

The contents of the original request will be modified, as found necessary, in the design of the Project according to the guidelines of Japan's Grant Aid scheme.

The Government of Japan requests the Government of the Recipient to take whatever measures necessary to ensure its responsibility in implementing the Project. Such measures must be guaranteed even if they may fall outside the jurisdiction of the implementing organization of the Recipient. This has been confirmed by all relevant organizations of the Recipient through the Minutes of Discussions.

2) Selection of consulting firms

For the smooth implementation of the Survey, JICA will conduct the Survey with registered consulting firms. JICA selects the firms based on proposals submitted by firms with interest in implementing the Survey. The firms selected will carry out the Preparatory Survey and

65

11

prepare a report, based on the terms of reference set by JICA,

3. Implementation of GAEC after the E/N

1) Exchange of Notes (E/N)

The content of GAEC will be determined in accordance with the Notes exchanged by the two Governments concerned, in which items including, objectives of the project, period of execution, conditions and amount of the Grant Aid are confirmed.

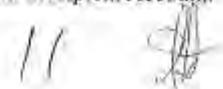
2) Details of Procedures

Details of procedures on procurement and services under GAEC will be agreed between the authorities of the two governments concerned at the time of the signing of the G/A.

Essential points to be agreed are outlined as follows:

- a) JICA will supervise the implementation of the Project.
 - b) Products and services will be procured and provided in accordance with JICA's "Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change."
 - c) The Recipient will conclude a contract with the Agent.
 - d) The Agent is the representative acting in the name of the Recipient concerning all transfers of funds to the Agent.
- 3) Focal points of "Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change"
- a) The Agent
The Agent is the organization, which provides procurement of products and services on behalf of the Recipient according to the Agent Agreement with the Recipient. The Agent is recommended to the Recipient by the Government of Japan and agreed between the two Governments in the A/M.
 - b) Agent Agreement
The Recipient will conclude the Agent Agreement, in principle, within two months after the signing of the G/A, in accordance with the A/M. The scope of the Agent's services will be clearly specified in the Agent Agreement.
 - c) Approval of the Agent Agreement
The Agent Agreement is prepared as two identical documents and the copy of the Agent Agreement will be submitted to JICA by the Recipient through the Agent. JICA confirms whether the Agent Agreement is concluded in conformity with the E/N, A/M, and G/A and the Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change then approves the Agent Agreement.

The Agent Agreement concluded between the Recipient and the Agent will become effective after the approval by JICA in a written form.
 - d) Payment Methods
The Agent Agreement will stipulate that "Regarding all transfers of the fund to the Agent, the Recipient will designate the Agent to act on behalf of the Recipient and issue a Blanket Disbursement Authorization ("the BDA") to conduct the transfer of the fund (hereinafter referred to as "the Advances") to the Procurement Account from the Recipient Account.



The Agent Agreement will clearly state that the payment to the Agent will be made in Japanese yen from the Advances and that the final payment to the Agent will be made when the total remaining amount become less than three percent (3%) of the Grant and its accrued interests excluding the Agent's fees.

e) Products and Services Eligible for Procurement

Products and services to be procured will be selected from those defined in the G/A.

f) Firm and Consultant

The firm and consultant who would contract with the Agent shall be Japanese Nationals.

The consultants that will be employed to do detail design and supervise the work for the Project, will, however, be in principle, Japanese nationals recommended by JICA for the purpose of maintaining technical consistency with the Study.

g) Method of Procurement

When conducting the procurement, sufficient attention will be paid to transparency in selecting the firms and for this purpose, competitive tendering will be employed in principle.

h) Tender Documents

The tender documents should contain all information necessary to enable tenderers to prepare valid offers for the products and services to be procured by GAEC.

The rights and obligations of the Recipient, the Agent and the firms supplying products and services should be stipulated in the tender documents to be prepared by the Agent. Aside from this, the tender documents will be prepared in consultation with the Recipient.

i) Pre-qualification Examination of Tenderers

The Agent may conduct a pre-qualification examination of tenderers in advance of the tender so that the invitation to the tender can be extended only to eligible firms. The pre-qualification examination should be performed only with respect to whether the prospective tenderers have the capability of concluding the contracts.

For this, the following points should be taken into consideration:

- (1) Experience and past performance in contracts of similar kind
- (2) Financial credibility (including assets such as real estate)
- (3) Existence of offices and other items to be specified in the tender documents.
- (4) Their potentialities to use necessary personnel and facilities.

j) Tender Evaluation

The tender evaluation should be implemented on the basis of the conditions specified in the tender documents.

Those tenderers which substantially conform to the technical specifications and other stipulations of the tender documents will be judged in principle on the basis of the submitted price, and the tenderer who offers the lowest price will be designated as the successful tenderer.

The Agent will submit a detailed evaluation report of tenders to JICA for its information,

while the notification of the results to the tenderers will not be premised on the confirmation by JICA.

k) Additional procurement

If there is any remaining balance after the competitive and/or selective tendering and/or direct negotiation for a contract, and if the Recipient would like to procure additional items, the Agent is allowed to conduct this additional procurement, following the points mentioned below:

(1) Procurement of same products and services

When the products and services to be additionally procured are identical with the initial tender and a competitive tendering is judged not efficient, additional procurement can be conducted by a negotiated contract with the successful tenderer of the initial tender.

(2) Other procurements

When products and services other than those mentioned above in (1) are to be procured, the procurement should be conducted through competitive tendering. In this case, the products and services for additional procurement will be selected from among those in accordance with the G/A.

l) Conclusion of the Contracts

In order to procure products and services in accordance with the guideline, the Agent will conclude contracts with firms selected by tendering or other methods.

m) Terms of Payment

The contract will clearly state the terms of payment. The Agent will make payment from the "advances," against the submission of the necessary documents from the firm on the basis of the conditions specified in the contract. When the services are the object of procurement, the Agent may pay certain portion of the contract amount in advance to the firms on the conditions that such firms submit the advance payment guarantee worth the amount of the advance payment to the Agent.

4) Undertakings required by the Government of the Recipient Country

In the implementation of the Grant Aid Project, the Recipient is required to undertake necessary measures as the following:

- a) To secure land necessary for the sites of the Project and to clear, level and reclaim the land prior to commencement of the Project.
- b) To provide facilities for distributing electricity, water supply and drainage and other incidental facilities in and around the sites.
- c) To ensure all the expense and prompt execution for unloading, customs clearing at the port of disembarkation and domestic transportation of products purchased under the Grant Aid.
- d) To ensure that customs duty, internal taxes and other fiscal levies that may be imposed in the Recipient with respect to the purchase of the Components and the Agent's services will be exempted by the Government of the Recipient.
- e) To accord all the concerned parties, whose services may be required in connection with supply of the products and services under the contracts, such facilities as may be necessary for their entry into the Recipient and stay therein for the performance of their work.

5) "Proper use of funds"

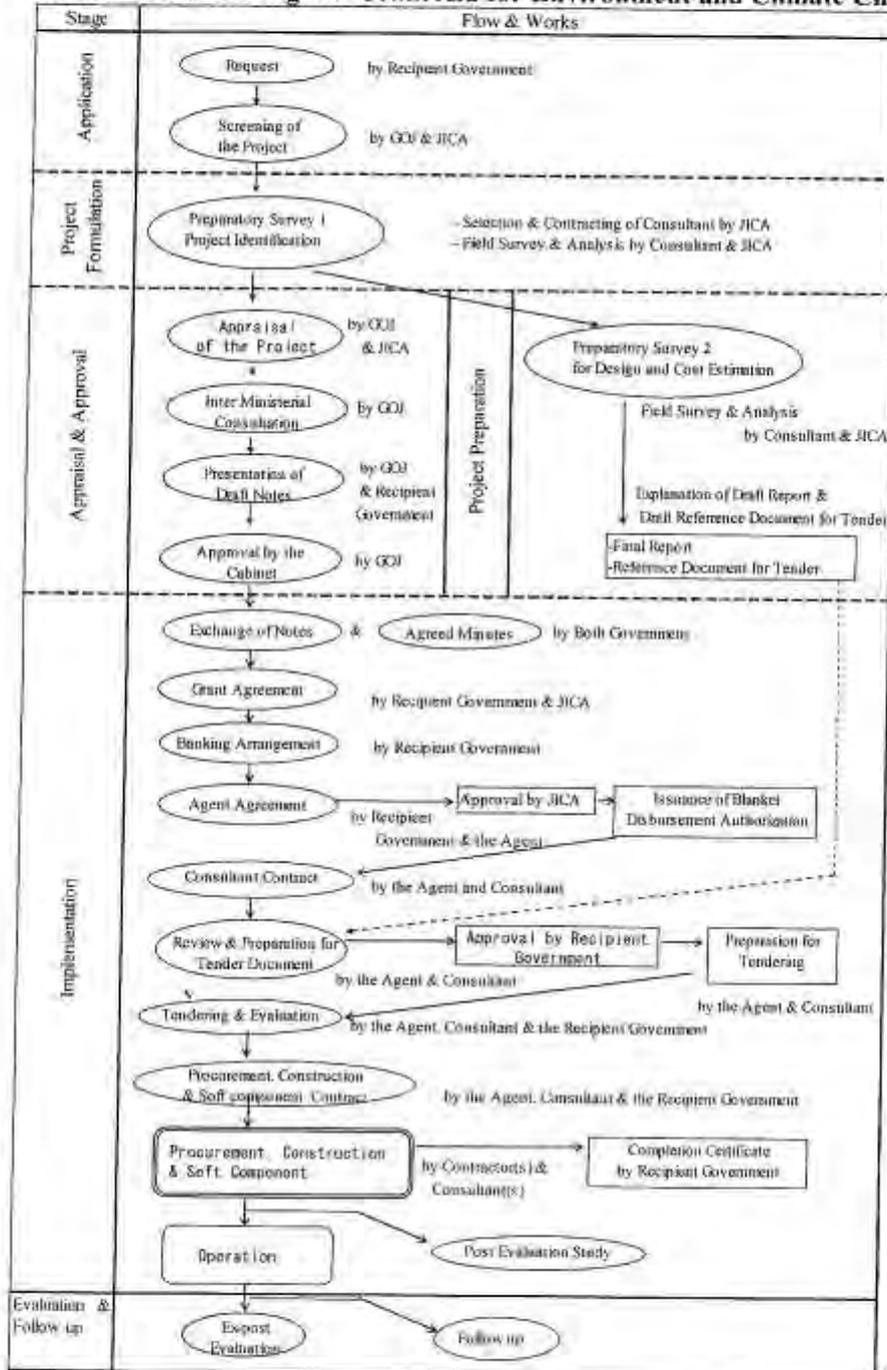
The Recipient is required to operate and maintain the facilities constructed and equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and to assign personnel necessary for

this operation and maintenance as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.

6) "Export and Re-export" of products

The products purchased under the Grant and its accrued interest will not be exported or re-exported from the Recipient.

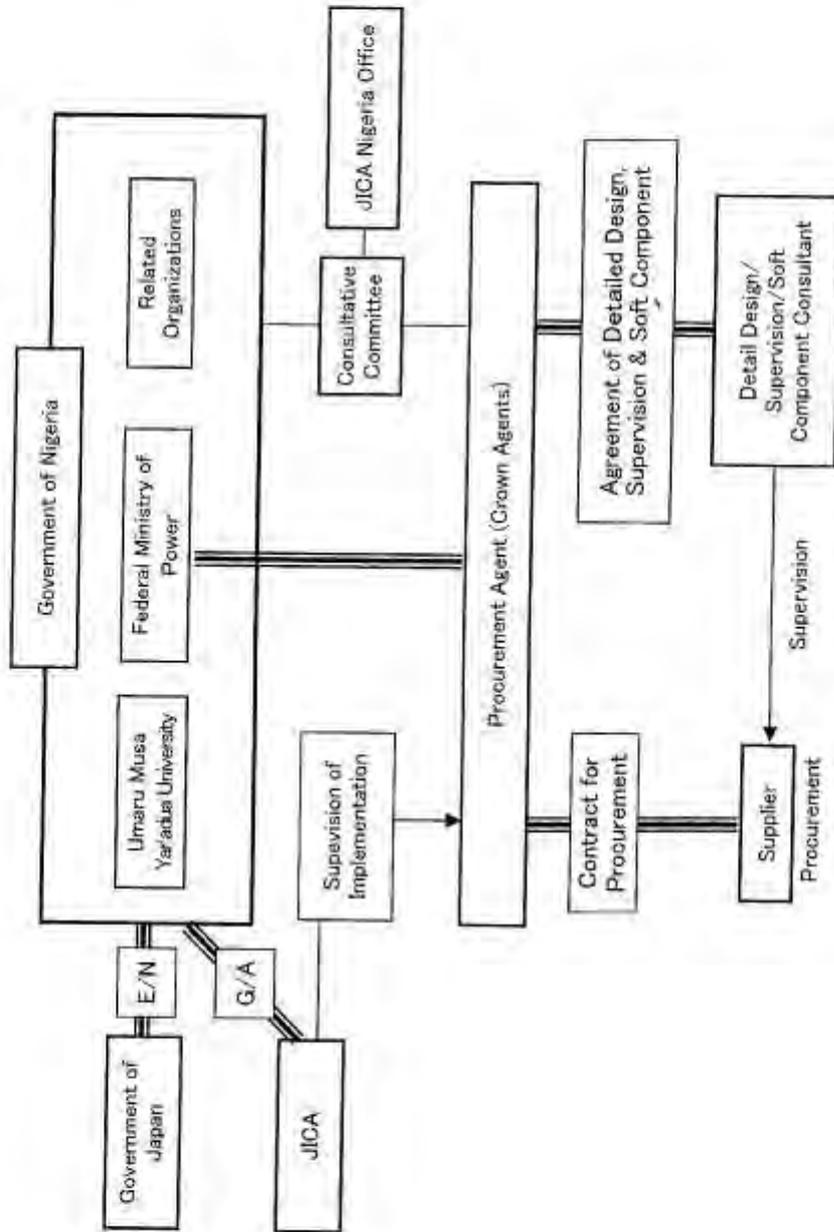
General Flow of Program Grant Aid for Environment and Climate Change



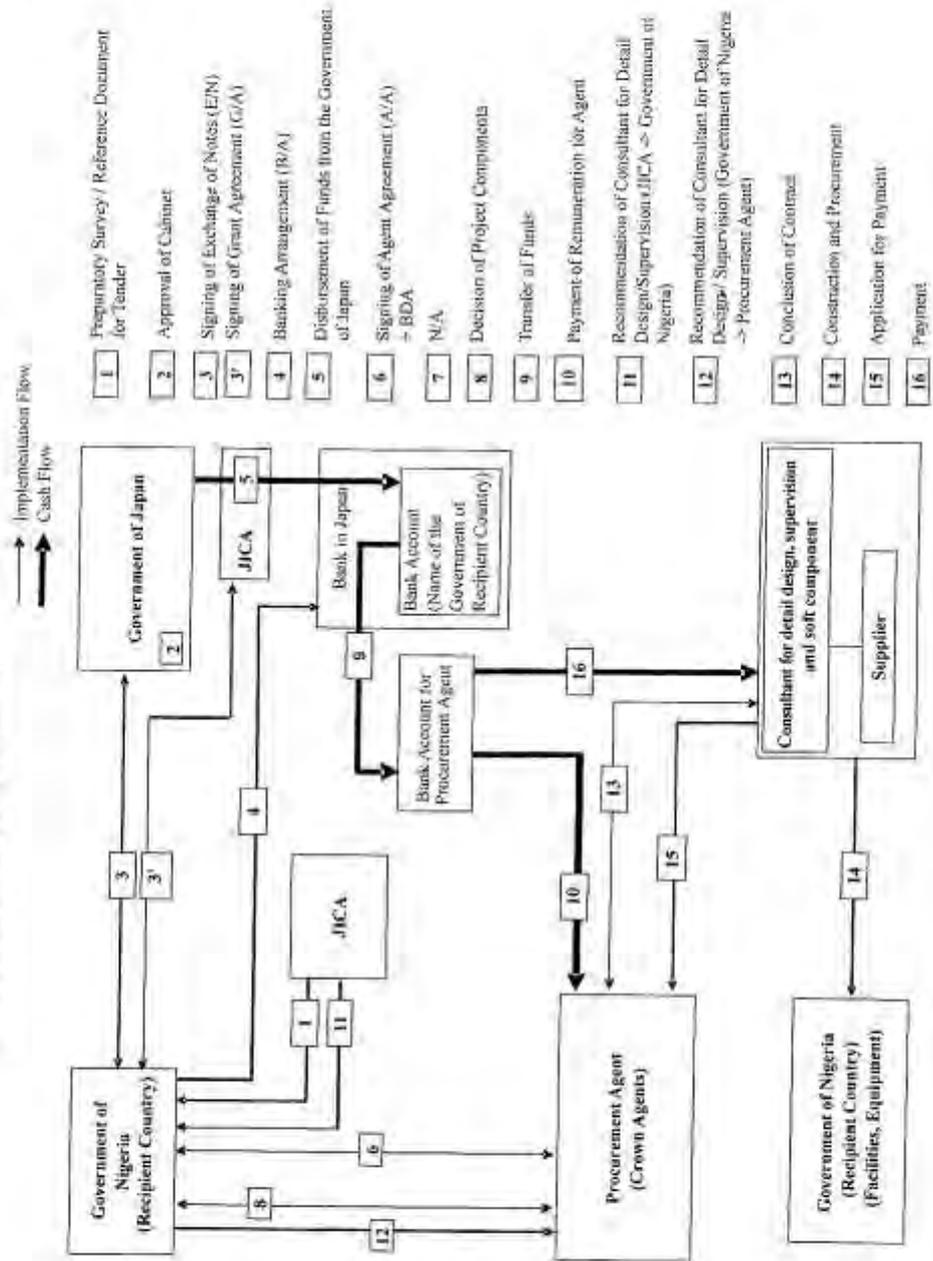
55

//

Project Implementation System



Flow of Funds for Project Implementation



List of Major Equipment

The following table shows a list of equipment procured under the Program.

	Procurement and installation of the following photovoltaic equipment	Quantity
Equipment procurement and installation works	1. Solar power modules (850 kWp or more)	1 Lot
	2. Solar power modules mounting structure	1 Lot
	3. Junction box *1)	1 Lot
	4. Collecting box *1)	1 Lot
	5. Combination operating panel	1 set
	6. Power conditioner (100 kW)	10 sets
	7. Control panel	1 set
	8. DC power supply	1 set
	9. Grid-connected transformer (1,000 kVA)	1 set
	10. 11kV switchgear	1 set
	11. Under voltage protective relay for 11kV receiving panel	1 set
	12. 33kV supply meter panel	1 set
	13. 33kV line protective ground-fault overvoltage protective relay	1 set
	14. Display system	1 Lot
	15. Instrumentation	1 Lot
	16. Wiring materials	1 Lot
	17. Grounding work materials	1 Lot
	18. Buried protective pipes	1 Lot
Equipment procurement Works	Solar power generating equipment replacement parts, maintenance tools, test devices and safety devices	1 set

* Note *1) Quantity will vary depending on the maker.
Source: JICA Study Team.

Project Cost Estimation (Confidential)

This cost estimation is provisional and would be further examined by the Government of Japan for the approval of the Grant Aid.

1. Cost to be borne by the Japanese side: approximately ¥ 967.06 million

Item	Amount (Million Japanese Yen)
1. Equipment and Materials Procurement Cost (Equipment and materials Cost include Installation cost, Civil & Building works cost, Ocean & Inland transportation cost, All Insurance cost, Temporally work cost and Overhead)	885.98
2. Procurement Agent and Consulting Services Fee	81.08
3. Total (1 + 2)	967.06

2. Cost to be borne by the Nigerian side

- 2.1 Cost necessary during the construction;

The contents and cost during the construction on the Nigerian side are as follows

Item	Amount
1. Land Surface Leveling (approx. 16,500m ² including bush clearing and Anthill removal works)	₦ 2.64 million (Approximately ¥ 1.4 million)
2. Banking commission	₦ 1.83 million (Approximately ¥ 0.97 million)
3. Total	₦ 4.47 million (Approximately ¥ 2.37million)

- 2.2 Operation and maintenance expenses after commissioning

The equipment to be procured under the Program is basically maintenance-free; however, it will be necessary to always replacement parts on hand. Moreover, in cases of periodic inspections or when abnormal situation or breakdowns occur, it will be necessary to dispatch an engineer and thereby incur personnel expenses. Therefore, Nigerian side will need to allocate the budget for the following operation and maintenance expenses (annual) to ensure that no problem arise in operation and maintenance of equipment.

(1) Personnel Expenses	Approximately ₦ 472,000-/year (Approximately 250,000 yen/year)
(2) Expendable and replacement parts cost	Approximately ₦ 1,110,000-/year (Approximately 590,000 yen/year)
(3) Total	Approximately ₦ 1,582,000-/year (Approximately 840,000 yen/year)

3. Condition for estimation

3.1 Time of estimation July 2011 (Average from Jan.2011 to June 2011)

3.2 Foreign Exchange rate: US\$ 1.00 = JPY 83.00

Euro 1.00 = JPY 116.53

NGN 1.00 = JPY 0.53

4. Others

The above estimation was carried out in accordance with relevant rules and guideline of Japan's Grant Aid.

58

//

Major undertakings to be taken by each Government

No.	Items	To be covered by Grant Aid	To be covered by Recipient Side
1	To secure land		•
2	To clear, level and reclaim the site when needed urgently		•
3	To construct gates and fences in and around the site	•	
4	To construct a parking lot if necessary		•
5	To construct roads		
	1) Within the site	•	
	2) Outside the site and Access road		•
6	To construct the facility and install the equipment	•	
7	To provide facilities for the distribution of electricity, water supply, drainage and other incidental facilities if necessary:		
	1) Electricity		
	a. The power distribution line to the site		•
	b. The drop wiring and internal wiring within the site	•	
	c. The main circuit breaker and transformer for the site	•	
	2) Water Supply		
	a. The city water distribution main to the site		•
	b. The supply system within the site (receiving and elevated tanks)	•	
	3) Drainage		
	a. The city drainage main (for conveying storm water, sewage, etc. from the site)		•
	b. The drainage system within the site (for sewage, ordinary waste, storm water, etc.)	•	
	4) Gas Supply		
	a. The city gas main to the site		•
	b. The gas supply system within the site	•	
	5) Telephone System		
	a. The telephone trunk line to the main distribution (frame/panel) (MDF) of the building		•
	b. The MDF and the extension after the frame/panel	•	
	6) Furniture and Equipment		
	a. General furniture		•
	b. Project equipment	•	
8	To bear the following commissions applied by the bank in Japan for banking services based upon the Bank Arrangement (B/A).		
	1) Payment of bank commission		•
9	To ensure all the expense and prompt execution of unloading and customs clearance at the port of disembarkation in the recipient country.		
	1) Marine or air transportation of the products from Japan or third countries to the recipient	•	
	2) To ensure all the expense and prompt execution of unloading, tax exemption and customs clearance of the products at the port of disembarkation		•
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	•	
10	To accord Japanese nationals and / or nationals of third countries, including persons employed by the agent whose services may be required in connection with the Components such facilities as may be necessary for their entry into recipient country and stay therein for the performance of their work.		•
11	To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the purchase of the Components and to the employment of the Agent will be exempted by the Government of recipient country		•
12	To maintain and use properly and effectively the facilities that are constructed and the equipment that is provided under the Grant.		•
13	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant and its accrued interest, necessary for the purchase of the Components as well as for the agent's fees.		•
14	To ensure environmental and social consideration for the Programme.		•

Minutes of Discussions
on
the Preparatory Survey (Outline Design)
on
The Project for Introduction of Clean Energy by Solar Electricity Generation System
in
the Federal Republic of Nigeria

(Amendment of Annex 3 of M/D on December 14, 2011)

In June 2011, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched to Nigeria a Preparatory Survey Team on the Project for the Introduction of Clean Energy by Solar Electricity Generation System (hereinafter referred to as "the Project"), to hold discussions with relevant officials of the Government of the Federal Republic of Nigeria to conduct field surveys and to make technical evaluations. After discussing results of the Preparatory Survey in Japan, JICA prepared a Draft Final Report of the Outline Design, which was explained and consulted with the concerned officials of the Nigerian side from December 12th to 17th, 2011. The result of the discussions held between JICA and concerned officials of the Federal Government of Nigeria were confirmed as the Minutes of Discussions (M/D) signed on December 14th, 2011.

On the stage of preparing Final Report of the Outline Design, the Project Cost were re-estimated and all the related stakeholders confirmed the necessity to replace the Annex 3 of the M/D.

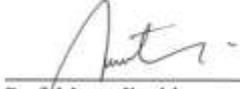
Abuja, March 6, 2012



Mr. Yoshitaka SUMI
Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency



Engr. Sanusi Garba
Director, (Power)
Federal Ministry of Power



Prof. Muuta Ibrahim
Vice Chancellor
Umaru Musa Yar'adua University



Mr. B. O. Akpanyung
Director
International Cooperation Department,
National Planning Commission



Project Cost Estimation (Confidential)

This cost estimation is provisional and would be further examined by the Government of Japan for the approval of the Grant Aid.

1. Cost to be borne by the Japanese side: approximately ¥ 980.00 million

Item	Amount (Million Japanese Yen)
1. Equipment and Materials Procurement Cost (Equipment and materials Cost include Installation cost, Civil & Building works cost, Ocean & Inland transportation cost, All Insurance cost, Temporally work cost and Overhead)	885.98
2. Procurement Agent and Consulting Services Fee	94.02
3. Total (1 + 2)	980.00

2. Cost to be borne by the Nigerian side

- 2.1 Cost necessary during the construction;

The contents and cost during the construction on the Nigerian side are as follows

Item	Amount
1. Land Surface Leveling (approx.16,500m ² including bush clearing and Anthill removal works)	₦ 2.64 million (Approximately ¥ 1.4 million)
2. Banking commission	₦ 1.83 million (Approximately ¥ 0.97 million)
3. Total	₦ 4.47 million (Approximately ¥ 2.37million)

- 2.2 Operation and maintenance expenses after commissioning

The equipment to be procured under the Program is basically maintenance-free; however, it will be necessary to always replacement parts on hand. Moreover, in cases of periodic inspections or when abnormal situation or breakdowns occur, it will be necessary to dispatch an engineer and thereby incur personnel expenses. Therefore, Nigerian side will need to allocate the budget for the following operation and maintenance expenses (annual) to ensure that no problem arise in operation and maintenance of equipment.

(1) Personnel Expenses	Approximately ₦ 472,000-/year (Approximately 250,000 yen/year)
(2) Expendable and replacement parts cost	Approximately ₦ 1,110,000-/year (Approximately 590,000 yen/year)
(3) Total	Approximately ₦ 1,582,000-/year (Approximately 840,000 yen/year)

18



3. Condition for estimation

3.1 Time of estimation July 2011 (Average from Jan.2011 to June 2011)

3.2 Foreign Exchange rate: USS 1.00 = JPY 83.00
Euro 1.00 = JPY 116.53
NGN 1.00 = JPY 0.53

4. Others

The above estimation was carried out in accordance with relevant rules and guideline of Japan's Grant Aid.

18

資料－5 事業事前計画表

5. 事業事前計画表

1. 案件名 (国名)

国名：ナイジェリア連邦共和国

案件名：太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画

(案件名英文) The Project for Clean Energy Promotion using Solar Photovoltaic System

2. 事業の背景と必要性

(1) 当該国におけるエネルギーセクターの現状と課題

ナイジェリア連邦共和国 (以下「ナ」国と称す) は、OPEC 第 7 位の産油国であり、世界第 9 位の天然ガス埋蔵量を有するなど、エネルギー資源大国であるが、化石燃料に依存するエネルギー供給には限りがあり、また気候変動の影響によりニジェール川水系の流量が減少し、ナイジェリアの主要電源である水力発電所の発電量が減少するなど、持続可能なエネルギー供給、エネルギー安全保障の実現が困難となる中、エネルギー政策の転換が求められた。その結果 2003 年に策定された「国家エネルギー計画」では、再生可能エネルギーを持続可能なエネルギー供給の一つの柱と位置付け、2005 年に「再生可能エネルギーマスタープラン」を策定し、太陽光、風力、小水力、バイオマス等の再生可能エネルギーの導入が進められている。このような中、本事業は「ナ」国における再生可能エネルギー導入の目標達成に資するとともに「ナ」国政府による気候変動対策 (緩和策) として、太陽光を利用した発電を行うことにより火力発電用燃料の使用量並びに温室効果ガスの排出量を削減するものである。

(2) 当該国におけるエネルギーセクターの開発政策における本事業の位置づけ

「ナ」国では 2005 年に「再生可能エネルギーマスタープラン」が策定され電力供給のうち、2007 年に 0.8%、2015 年に 5%、2025 年には 10%が再生可能エネルギーによって賄われることを目指している。しかしながら①再生可能エネルギー市場を拡大させるための政策、規制、制度的枠組みが存在しない。②初期導入コストが高く資金調達が難しい。③製品の品質や技術基準に関する規制がない、等の障害の為、再生可能エネルギーの導入は思うように進んでいない。

更に「ナ」国では、地方の未電化地域の電化を目的として、配電系統に連系されない小規模な独立型太陽光発電設備の導入が進められてきたが、系統に連系された大規模な太陽光発電システムは未だ導入されていない。本事業は、太陽光発電システムを整備することにより、再生可能エネルギーによる発電量を増加し、エネルギー源の多様化に貢献するとともに、温室効果ガスの削減など気候変動対策にも寄与するものである。

(3) 気候変動対策におけるエネルギーセクターに対する我が国及び JICA の援助方針と実績

1999 年 5 月のオバサンジョ政権への民政移管に伴い、我が国は対ナイジェリア経済協力を再開した。政策協議を経て両国は、(A) 農業・農村開発 ((イ) 保健医療、(ロ) 基礎教育、(ハ) 農業) 及び (B) 地方インフラ整備 ((ニ) 水供給、(ホ) 地方電化) を経済協力の重点分野とした上で、分野横断的視点として (ヘ) ジェンダーを重視していくことで合意している。この方針を受けて、我が国は 2000～2002 年度にかけて、「ナ」国北部 4 州において無償資金協力による地方電化計画を支援し、2005 年 6 月～2007 年 3 月には、「太陽エネルギー利用」に関する開発調査を実施、更に 2006 年～2008 年度には東部 2 州における無償資金協力による地方電化計画を支援している。

我が国は、従前より、温室効果ガス排出削減等の気候変動対策に取り組む途上国及び気候変動の悪影響に対して脆弱な途上国への支援を積極的に行ってきたおり、2008 年には 5 年間で 100 億ドル規模の新たな資金メカニズムを発表した。この資金メカニズムの一環として、2008 年度より途上国の適応策及び緩和策を支援するため、「環境プログラム無償」が新設され、外務省は途上国に対し、太陽光発電等を活用した環境プログラム無償に関する支援ニーズや具体的アイデアにかかる要望調査を実施し、同調査の結果、「ナ」国から我が国へ対して本事業にかかる協力要請がなされた。

(4) 他の援助機関の対応

世界銀行、UNICEF、UNIDO、USAID が未電化地域を対象として、配電系統に連携されない太陽光発電システムによる電力アクセス向上プロジェクトを実施している。

3. 事業概要

(1) 事業の目的（協力プログラムにおける位置づけを含む）

カツィナ州立ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学（Umaru Musa Yar'Adua University: UMYU）において、太陽光発電関連機材を調達することにより、同大学への電力供給を補い、エネルギー源の多様化、再生可能エネルギー利用に関する学生、大学職員並びに「ナ」国国民の意識啓発を図り、もって気候変動対策において先進国・途上国双方の取組を促す日本のイニシアティブを示すことに寄与する。

(2) プロジェクトサイト/対象地域名

カツィナ州立ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学（利用者数：教職員（約 690 人）及び学生（約 4,300 人））／カツィナ州カツィナ市

(3) 事業概要

1) 土木工事、調達機器等の内容

太陽光発電システム一式（850kW）（太陽電池モジュール、パワーコンディショナー、接続箱、集電箱、遮断器、変圧器、電線類、データ記録装置、発電量表示装置等）、パネル基礎、パワーコンディショナー室等

2) コンサルティング・サービス/ソフトコンポーネントの内容

【ソフトコンポーネント】

系統連系型太陽光発電システムに関する基礎知識及び保守点検、緊急時の対応等の維持運営管理に関する研修

(4) 総事業費/概算協力額

概略事業費は約 9.82 億円（我が国負担経費：約 9.80 億円、「ナ」国側負担経費：約 2.4 百万円）

(5) 事業実施スケジュール（協力期間）

入札期間を含め約 20 ヶ月（予定）

(6) 事業実施体制（実施機関/カウンターパート）

1) 責任機関：電力省

2) 実施機関：カツィナ州立ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学

(7) 環境社会配慮・貧困削減・社会開発

1) 環境社会配慮

① カテゴリ分類：B

② 影響と緩和・軽減策

本計画の太陽光システムはバッテリーを使用しないシステムを予定しており、廃バッテリー処理に伴う環境への重大な影響はない。敷地造成の際に整地作業や、木々の伐採（または移動）と蟻塚の撤去が必要になるが、いずれも環境影響としては非常に小規模なものである。

2) 貧困削減促進

特に関連する事項は無い

3) ジェンダー

特に関連する事項は無い

(8) 他援助機関等との連携・役割分担

特に無し

- (9) その他特記事項
特に無し

4. 外部条件・リスクコントロール

- (1) 事業実施のための前提条件
太陽光パネル据付用地はカツィナ州立ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学の敷地内の空地であるため、事業実施に係る前提条件は無い。
- (2) プロジェクト全体計画達成のための外部条件
再生可能エネルギー導入促進のための施策の実施及び財源の確保

5. 過去の類似案件の評価結果と本事業への教訓

UNDP では「再生可能エネルギーマスタープラン」を実証するため、PV 利用によるミニグリッドシステムの運用をパイロットプロジェクトとして、全国 6ヶ村（各 Geo-Political Zone で 1 村）にて資機材調達と技術協力を進めたが、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（Solar Home System）ではなく、個別に必要なとされるバッテリー等の維持管理負担の少ない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。

本件で調達する太陽光発電システムは電力系統に連系し、バッテリーを使用しない維持管理負担の少ないシステムを構築することとする。

6. 評価結果

以下の内容により本案件の妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。

(1) 妥当性

2（2）に記載のとおり、本事業は「ナ」国の「再生可能エネルギーマスタープラン」で目指している再生可能エネルギーによる発電設備容量の増加に寄与するものである。また、「ナ」国において最大規模となる系統連系型太陽光発電システムを導入することは、再生可能エネルギー利用に関する啓発の意義が大きく、今後の「ナ」国での再生可能エネルギー導入促進効果が見込めると考えられる。更に、国際社会全体にとって喫緊の課題である気候変動対策において、先進国・途上国双方の取組を促し、温室効果ガスの排出削減と経済成長の両立を目指す途上国を支援するという日本のイニシアティブを示す意味でも妥当である。

(2) 有効性

1) 定量的効果

指標名	基準値（2011年）	目標値（2016年）【事業完成3年後】
太陽光発電による送電端発電電力量（MWh/年）	0	561
CO ₂ 削減量（t/年）	0	232

2) 定性的効果

再生可能エネルギーの利用促進に関する国民への意識啓発、気候変動対策における日本のイニシアティブの提示

7. 今後の評価計画

- (1) 今後の評価に用いる主な指標
6.(2) 1)のとおり。
- (2) 今後の評価のタイミング
・事後評価 事業完成3年後

資料－6 ソフトコンポーネント計画書

6. ソフトコンポーネント計画書

ナイジェリア連邦共和国
太陽光を活用したクリーンエネルギー
導入計画準備調査

ソフトコンポーネント計画書

平成 24 年 2 月

八千代エンジニアリング株式会社

目次

1. ソフトコンポーネントを計画する背景	1
2. ソフトコンポーネントの目標	2
3. ソフトコンポーネントの成果	2
4. 成果達成度の確認方法	2
5. ソフトコンポーネントの活動（投入計画）	3
5-1 ソフトコンポーネントの内容と活動	3
5-2 投入計画	5
6. ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法	6
7. ソフトコンポーネントの実施工程案	6
8. 成果品	7
9. ソフトコンポーネントの概略事業費	7
10. 相手国実施機関の責務	8

1. ソフトコンポーネントを計画する背景

「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」は、ナイジェリア連邦共和国（以下「ナ」国と称す）のカツィナ州立ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学（以下 UMYU と称す）を対象サイトとして、系統連系型の太陽光発電設備（出力 850kWp）及び関連する変圧器、所内配電用資機材の調達・据付を行うものである。

「ナ」国は、2003年に策定した「国家エネルギー計画」において、再生可能エネルギーを持続可能なエネルギー供給の一つの柱と位置付け、2005年に「再生可能エネルギーマスタープラン」を策定し、太陽光、風力、小水力、バイオマス等の再生可能エネルギーの導入に取り組んでいる。しかし、再生可能エネルギー導入促進のための政策、規制、制度的枠組みが十分整備されていないことや、多額の初期投資のための資金調達が困難なことが障害となり、再生可能エネルギーの導入は思うように進んでいない。本無償資金協力事業は「ナ」国における再生可能エネルギー導入の目標達成に資するとともに「ナ」国政府による気候変動対策（緩和策）として、太陽光を利用した発電を行うことにより火力発電用燃料の使用量並びに温室効果ガスの排出量を削減するものである。

「ナ」国における太陽光発電設備の導入状況は、援助機関やナイジェリアエネルギー委員会 (ECN) が中心となり、主に地方未電化地域を対象に SHS (Solar Home System)、ワクチン保存用 PV²冷蔵庫、ソーラーポンプ、PV 街灯などを設置しているが、系統連系型太陽光発電システム（以下、「PV 連系システム」と称す）が導入された実績はない。このように「ナ」国では、太陽光発電設備の導入が進められているものの、PV 連系システムの運転・維持管理に対する知見は十分とは言えない。

UMYU 大学構内の電力設備施設の運営は、Directorate of Physical Planning and Development Organization（以下、DPPD または施設部と称す）の電気課が担当し、大学の受電設備、非常用発電機、電気設備、の運転・維持管理を行っている。また、UMYU 大学内には再生可能エネルギーセンター（以下 CeRER と称す）が存在し、太陽光発電を含む再生可能エネルギーに関する研究を行っている。しかし、現在 UMYU 構内に存在する太陽光関連設備は PV 街灯や直流の独立電源に限られており、日常の業務を通じて PV 連系システムの運転・維持管理に必要な知識・技術を習得することは困難である。また、配電システムの運用者である PHCN（ナイジェリア配電会社）においても、系統連系型の自家発電設備が配電系統に接続され、運用された経験は乏しいことから、PV 連系システムに対する留意事項、事故対応について十分な知見を有していない。更に、電力の売買を伴う再生可能エネルギー発電設備の系統連系については、規制や技術基準等が整備されていない。

本ソフトコンポーネントは、プロジェクト開始時の円滑な立ち上がりを支援することと、PV 連系システムが持続的に運転・維持管理されることを目的とし、実施機関となる UMYU の運転維持管理主体（CeRER 及び DPPD）を主な対象として PV 連系システムの運転・維持管理に関する技術指導を実施する。また、太陽光発電設備が連系される配電システムの運用者・維持管理者においても、PV 連系システムの特性を把握しておく必要があることから、配電システムの運用者である PHCN、電力事業に関する規制機関である FMP(電力省)に対しても、PV 連系システムの概要、系統運用上

²PV: Photovoltaic の略字で太陽電池を意味する。

の留意事項や連系に係る技術要件について、必要な技術指導を行う。

2. ソフトコンポーネントの目標

本ソフトコンポーネントの目標は、以下の通りである。下記の目標が達成されることにより、無償資金協力事業の効果が持続的に発展することが期待される。

- (1) プロジェクトの竣工後、「ナ」国側による PV 連系システムの運転・維持管理が円滑に開始される。
- (2) PV 連系システムの運転・維持管理が持続的に行われる。
- (3) 太陽光発電設備に連系された配電系統が、安定的に運用される。

3. ソフトコンポーネントの成果

本ソフトコンポーネントで達成すべき成果は、以下のとおりである。

表 3-1 ソフトコンポーネントの成果

目 標	ソフトコンポーネントの成果	対象者
1. プロジェクトの竣工後、「ナ」国側による PV 連系システムの運転・維持管理が円滑に開始される。	1-1 PV 連系システムの運転・維持管理組織が確立される。	CeRER
	1-2 運転・維持管理要員が、PV 連系システムの運転・維持管理技術を習得する。	DPPD
2. PV 連系システムの運転・維持管理が持続的に行われる。	2-1 PV 連系システムの運転・維持管理マニュアルがトラブルシューティングを含んで作成される。	CeRER DPPD
	2-2 PV 連系システムの概要、特性が理解される。	CeRER
	2-3 PV 連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(大学内の配電系統が対象)	DPPD
3. 太陽光発電設備に連系された配電系統が、安定的に運用される。	3-1 PV 連系システムの概要、特性が理解される。	PHCN FMP
	3-2 PV 連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(PHCN の配電系統が対象)	PHCN

4. 成果達成度の確認方法

本ソフトコンの成果は、作成された運転・維持管理マニュアルと参加者のレポートを確認することにより把握する。表 4-1 に活動内容別の成果確認方法を示す。マニュアルでは、運転・維持管理に係る組織と役割、日常管理、定期点検、トラブルシューティング等、必要な項目が全て網羅され、技術的な内容が誤りなく記載されていることを確認するとともに、必要に応じて助言、指導を行う。レポートでは、技術指導のテーマ毎に受講者が理解した内容を記述させ、講義内容の理解度を評価する。なお、理解が十分でない項目については、補足講義を行う。

表 4-1 ソフトコンポーネントの成果と確認方法

対象者	ソフトコンポーネントの成果	達成度確認方法
CeRER DPPD	<ul style="list-style-type: none"> • PV 連系システムの運転・維持管理組織が確立される。 • 運転・維持管理要員が、PV 連系システムの運転・維持管理技術を習得する。 • PV 連系システムの運転・維持管理マニュアルがトラブルシューティングを含んで作成される。 	<ul style="list-style-type: none"> • マニュアル • レポート • マニュアル
CeRER DPPD	<ul style="list-style-type: none"> • PV 連系システムの概要、特性が理解される。 • PV 連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(大学内の配電系統が対象) 	<ul style="list-style-type: none"> • レポート • マニュアル
PHCN	<ul style="list-style-type: none"> • PV 連系システムの概要、特性 (逆潮流を含む) が理解される。 • PV 連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(PHCN の配電系統が対象) 	<ul style="list-style-type: none"> • レポート • マニュアル
FMOP	<ul style="list-style-type: none"> • PV 連系システムの概要、特性 (逆潮流を含む) が理解される。 	<ul style="list-style-type: none"> • レポート
ECN	<ul style="list-style-type: none"> • PV 連系システムの概要、特性 (逆潮流を含む) が理解される。 	<ul style="list-style-type: none"> • レポート

5. ソフトコンポーネントの活動 (投入計画)

5-1 ソフトコンポーネントの内容と活動

ソフトコンポーネントの活動内容は表 5-1 に示したように、太陽電池の基礎から、運転、維持管理、モニタリングまでカバーする。技術指導の手法は、座学、演習 (受講者によるマニュアル作成) と機材を使用した実習を用いる。実習にて使用する機材は、UMYU へ導入予定の太陽電池モジュール、計測器、工具類を活用する。なお、無償資金協力により UMYU に導入される PV 連系システムでは、配電系統側への逆潮流が発生する。「ナ」国で将来的に逆潮流を含む PV 連系システムが導入されることを想定し、逆潮流あり、なしに関する内容も技術指導の項目に含めることとする。

表 5-1 ソフトコンポーネントの活動内容と技術指導方法

目 標	ソフトコンポーネントの成果	活動内容	技術指導方法	対象者
1. プロジェクトの竣工後、「ナ」国側による PV 連系システムの運転・維持管理が円滑に開始される。	1-1 PV 連系システムの運転・維持管理組織が確立される。	<ul style="list-style-type: none"> 導入システムの概要 運転維持管理実施者の責任内容の明確化 運転維持管理体制の評価 	<ul style="list-style-type: none"> 座学 座学 座学、グループ演習 	CeRER DPPD
	1-2 運転・維持管理要員が、PV 連系システムの運転・維持管理技術を習得する。	<ul style="list-style-type: none"> PV システムの原理と基礎知識の移転 PV 連系システムの特徴及び保護機能（逆潮流を含む）に係る講義 機材検査技術、据付技術 運転管理技術の移転 維持管理技術の移転 定期点検手法の技術指導 モニタリング 	<ul style="list-style-type: none"> 座学 座学 実習（実機による運転操作） 実習 実習（点検リストの作成、点検、補修） 実習（絶縁抵抗、開放電圧測定を含む） 実習（運転データの記録・評価、設備の状態監視） 	CeRER DPPD
2. PV 連系システムの運転・維持管理が持続的に行われる。	2-1 PV 連系システムの運転・維持管理マニュアルがトラブルシューティングを含んで作成される。	<ul style="list-style-type: none"> 「ナ」国側との相互協力による運転維持管理マニュアルの作成 トラブルシューティング、運転維持管理マニュアルの適正化 	<ul style="list-style-type: none"> 座学、演習(マニュアル作成) 実習（マニュアルに基づく運転操作、事故想定訓練） 	CeRER DPPD
	2-2 PV 連系システムの概要、特性が理解される。	<ul style="list-style-type: none"> PV 連系システムの特徴及び保護機能（逆潮流を含む）に係る講義 	<ul style="list-style-type: none"> 座学 	CeRER DPPD
	2-3 PV 連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(大学内の配電系統が対象)	<ul style="list-style-type: none"> トラブルシューティング（逆潮流を含む）、運転維持管理マニュアルの適正化 	<ul style="list-style-type: none"> 実習（マニュアルに基づく運転操作、事故想定訓練） 	
3. 太陽光発電設備が連系された配電系統が、安定的に運用される。	3-1 PV 連系システムの概要、特性（逆潮流を含む）が理解される。	<ul style="list-style-type: none"> PV 連系システムの特徴及び保護機能（逆潮流を含む）に係る講義 PV 連系システム導入時の検討課題（逆潮流を含む） 	<ul style="list-style-type: none"> 座学 座学 	CeRER DPPD PHCN FMP
	3-2 PV 連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(PHCN) の配電系統が対象)	<ul style="list-style-type: none"> トラブルシューティング（逆潮流を含む）、運転維持管理マニュアルの適正化 	<ul style="list-style-type: none"> 実習（マニュアルに基づく運転操作、事故想定訓練） 	PHCN

5-2 投入計画

(1) 日本側の投入計画

本ソフトコンでは、表 5-1 の活動を実施することにより、実施機関である CeRER が PV 連系システムの運転・維持管理方法を具体的に理解し、実践するために必要な技術を移転する。また、大学構内の配電設備の運用者である UMYU 大学施設部、配電システムの運用者である PHCN や、電力システムに関する監督、規制機関である電力省(FMP)に対しても、PV 連系システムの概要や、運用上の留意事項について、技術指導を行う。受注コンサルタントは、指導技術者 1 (PV システム)、指導技術者 2 (系統連系) の 2 名を表 5-2 に示す期間「ナ」国に派遣し、技術指導を行う。

表 5-2 ソフトコンポーネントに係る投入計画

名称	格付	派遣期間	渡航回数	作業内容
1. 運転/維持管理体制の構築				
指導技術者 1 (PV システム)	3 号	0.5 月	1 回	UMYU 内の実施機関の運転維持管理体制の構築、導入システムの概要
指導技術者 2 (系統連系)	3 号	0.5 月	1 回	電力事業者 (PHCN) との相互協力体制の構築、導入システムの概要
2. 技術トレーニング(1)				
指導技術者 1 (PV システム)	3 号	0.5 月	1 回	PV システムの構築、検査技術、据付技術の移転
指導技術者 2 (系統連系)	3 号	0.5 月	1 回	系統連系に関する機材、検査技術据付技術、の移転
3. 技術トレーニング(2)				
指導技術者 1 (PV システム)	3 号	1.0 月	1 回	PV システム運転維持管理技術の移転
指導技術者 2 (系統連系)	3 号	1.0 月	1 回	系統連系運転に関する技術指導
4. モニタリング				
指導技術者 1 (PV システム)	3 号	0.5 月	1 回	PV システムに関する技術の習得状況評価
指導技術者 2 (系統連系)	3 号	0.5 月	1 回	系統連系に関する技術習得状況評価

(2) 「ナ」国側の投入計画

「ナ」国側の投入として、ソフトコンポーネントの受け皿となる受講者の任命と講義への参加、運転・維持管理組織の立ち上げ、ソフトコンポーネントを円滑に実施するための運営組織の設立等が必要となる。具体的には、以下のとおりである。

1) PV システム運営委員会 (仮称)

UMYU でのソフトコンポーネントの開始後、CeRER は、本ソフトコンの円滑な実施と本ソフトコン

終了後の持続運用を目的とした「PV システム運営委員会（仮称）」を速やかに設置する。同委員会は、本ソフコンの実質的受け皿となり、また本ソフコンの達成状況把握、意見交換、課題討議の場も兼ねることから、本ソフコン期間中には定期的に委員会を開催する。PV システム運営委員会は本ソフコン計画終了後、環プロ計画機材の運転・維持管理が持続的かつ円滑に行われるよう、PV ワーキンググループを指導する。PV ワーキンググループは同委員会に PV システムの運転・維持管理の状況を報告し、必要なときは指導・助言を受ける。

PV システム運営委員会は CeRER 内に事務局を置き、FMP、ECN、PHCN、DPPD、の 5 機関より構成される。メンバーは各機関の担当部署メンバーで構成され、各機関 1 名～2 名で構成する。PV システム運営委員会の組織を図 5-1 に示す。

PV システム運営委員会は、表 5-3 に示す実施体制に従って運営するとともに、「ナ」国における PV 連系システムの普及に備えて下記事項を討議する。

- PV 連系システムの運転・維持管理に関する課題
- PV 連系システムが電力会社の配電系統運用、電力品質に与える影響
- PV 連系システムを「ナ」国で普及させる上での障害
- PV 連系システムを「ナ」国で普及させるための法的規制
- PV 連系システムを「ナ」国で普及させるための技術基準

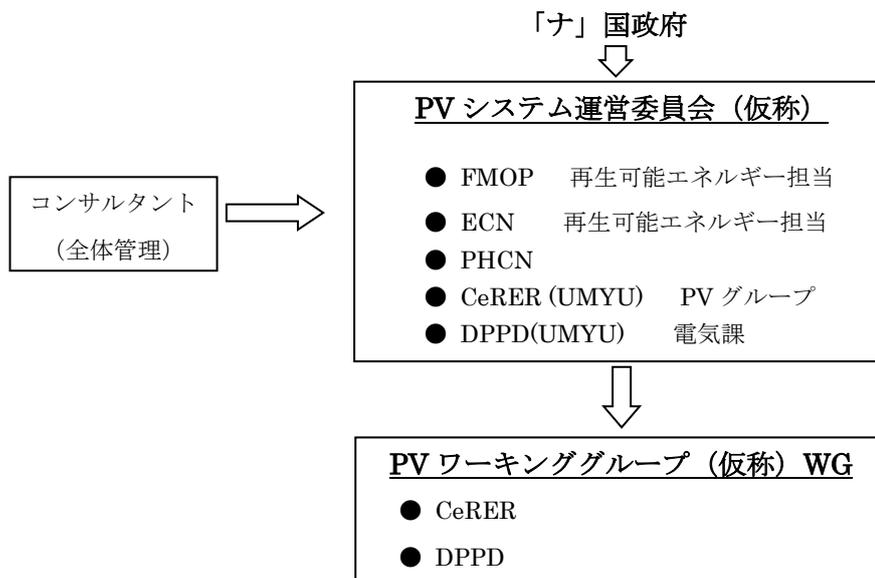


図 5-1 PV システム運営委員会実施体制（案）

2) PV ワーキンググループ案

PV ワーキンググループは PV システム運営委員会の下部組織として設立し、PV システム運営委員会の指導・監督の下、PV 連系システムの運転・維持管理を実践する。

PV システム運営委員会、PV ワーキンググループの実施体制（案）を表 5-3 に示す。

表 5-3 PV システム運営委員会実施体制（案）

	日本人コンサルタント	PV システム 運営委員会	PV ワーキング グループ
人数	2 名	5-10 名	3-5 名
役割	全体の進捗状況管理	業務全体の管理	システムの維持管理
ソフトコンポーネントでの役割	説明	開催	開催、参加
維持管理マニュアル	助言	原案チェック	原案作成
運転管理、分析	助言	データ分析、考察	運転操作、データ分析
維持管理フォローアップ	管理指導	維持管理報告	維持管理報告
報告先	日本大使館 JICA ナイジェリア事務所	JICA ナイジェリア事務所	PV システム運営委員会

6. ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

環プロ無償資金協力で調達・据付される PV 連系システムの主要機器は日本製であることから、本ソフトコンで派遣する技術者は、日本の PV 製品、システムに精通している必要がある。「ナ」国内にも太陽光発電設備の据付を行う技術者はいるものの、欧州や中国の製品しか取り扱ったことがなく、また系統連系についても十分な経験を有していない。このため、本ソフトコンの実施リソースとしては、電気技術者としての経験が豊富であり、本協力対象事業で調達される日本製の PV パネル、パワーコンディショナーの構造、機能、特性並びに PV システム系統連系を熟知し、さらに指導的立場の経験があることが要求される。

要求される技術レベル、経験等から、類似無償案件におけるソフトコンの経験が豊富な、受注コンサルタントが直接実施することが適切である。

7. ソフトコンポーネントの実施工程案

ソフトコンポーネント実施工程を表 7-1 に示す。

日本より派遣された技術者は、表 7-1 のとおりそれぞれのカテゴリーごとに、ソフトコンポーネントを実施する。各カテゴリーの実施時期については、以下のとおりである。

運転維持管理体制の構築：維持管理体制構築の支援を目的に行うこと。機材据付前に維持管理体制を明確化させておくことは、設備据付時に当事者意識を喚起できることから、設備据付以前に実施する。

技術トレーニング 1 & 2：据付・点検・運転等については実設備を利用し行う。設備が運開するまでに備えておくべき維持管理マニュアル等について整備するため、据付工事の前半と設備運開前に実施する。

モニタリング：「ナ」国側が自主的に維持管理できているかを確認することに焦点をおき実施するため、据付完了約 1 ヶ月後を目途に実施する。

表 7-1 ソフトコンポーネントの実施スケジュール

年	月	2013年											
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
工事準備期間			■	■									
ラック基礎工事			■	■	■	■	■						
モジュール検査					■	■							
据付工事					■	■	■	■	■	■			
OJT							■	■	■	■			
試運転										■			
運転指導										■			
運転開始										→			
ソフコン	運転維持管理体制	■											
	技術移転1					■	■						
	技術移転2								■	■			
	モニタリング										■	■	
成果品	運転維持管理体制	→											
	実施状況報告書									→			
	完了報告書											→	

8. 成果品

本ソフコンの成果品は表 7-1 に記載したように、運転維持管理体制マニュアル（トラブルシューティングを含む）、実施状況報告書（施主向けには英文 Progress Report）、完了報告書（施主向けには英文 Final Report）、並びに技術指導に使用した教材類である。

9. ソフトコンポーネントの概略事業費

本ソフトコンポーネントの概略事業費は 18,413 千円であり、内訳は以下のとおりである。

1. 直接人件費	3,890 千円
2. 直接経費	9,544 千円
3. 間接費	4,979 千円
合計	18,413 千円

10. 相手国実施機関の責務

- (1) UMYU の CeRER は、本ソフトコンポーネント実施に協力する PV システム運営委員会を設置する。
- (2) CeRER は、本ソフトコンポーネント実施に必要な会議室等を用意する。
- (3) CeRER は、本ソフトコンポーネントに必要な人員を提供する。
- (4) PV システム運営委員会は、コンサルタントと協議し、運転維持管理マニュアルの作成を自ら実施する。また、システムの運転開始後、実情に応じてマニュアルの改訂、更

新を行う。

- (5) CeRER は、運転維持管理マニュアルに基づき、PV 連系システムを維持管理する。PV システム運転管理責任者などが異動する場合は、本ソフトコンポーネントの成果品を活用し、後任者へ技術指導を行う。
- (6) PV システム運営委員会は、維持管理マニュアルに基づいた点検の実績報告書を JICA ナイジェリア事務所へ提出する。

資料－7 プロジェクトの裨益効果

7. プロジェクトの裨益効果

1. 推定発電電力量

本計画で設置する系統連系型太陽光発電システムの定格容量は 850kWp である。推定発電電力量の算出式は次式を用い、月平均日射量は表 2-2 に記載した傾斜面日射量を用いる。

$$E_p = \sum (H_A / G_s) * K * P$$

(Σ は月別に算出した推定発電量の積算値を示す)

ここで

・ E_p = 推定年間発電量 (kWh/年)

・ H_A = 設置面の月平均日射量 (kWh/m²/日)

・ G_s = 標準日射強度 (1kW/m²)

・ P = 太陽電池容量

・ K = 損失係数 = $K_d * K_t * \eta_{INV}$

* 直流補正係数 K_d : 太陽電池の表面の汚れ、太陽の日射強度が変化することによる損失の補正、太陽電池の特性差による補正を含み、0.8 と想定した。

* 温度補正係数 K_t : 日射により太陽電池の温度が上がり、変換効率が変化するための補正係数。

$$K_t = 1 + \alpha (T_m - 25) / 100$$

ここに、 α : 最大出力温度係数 (%・°C⁻¹) = -0.5 (%・°C⁻¹) [結晶系]

T_m : モジュール温度 (°C) = $T_{av} + \Delta T$

T_{av} : 月平均気温 (°C)

ΔT : モジュール温度上昇 (°C)

裏面開放形	18.4
屋根置き形	21.5

ΔT : 18.4 °C

* インバータ効率 η_{INV} : インバータの交直変換効率。今回は 0.94 とした。

本計画の太陽光発電システムが停止することなく稼動した場合、年間 1,122,390 kWh の発電量が期待できる。

表 1 推定発電電力量計算

項目	単位/数式	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
日射量(水平面)	kWh/m ²	5.14	5.9	6.14	6.36	5.58	5.05	4.93	4.63	4.91	5.26	5.31	5.16	
日射量(傾斜面)	kWh/m ²	5.74	6.33	6.26	6.14	5.53	5.06	4.90	4.52	4.88	5.52	5.88	5.83	
月日数	日	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
月間日射量	kWh/m ² /day	177.94	177.24	194.06	184.20	171.43	151.80	151.90	140.12	146.40	171.12	176.40	180.73	2,023.34
気温	°C	26.7	31.9	34.5	37.5	38.7	35.7	32.6	30.4	32	34.6	32.1	29.3	
モジュール温度(T_m)	°C	45.1	50.3	52.9	55.9	57.1	54.1	51	48.8	50.4	53	50.5	47.7	
標準温度からの偏差係数	$\alpha (T_m - 25)$	0.10	0.13	0.14	0.15	0.16	0.15	0.13	0.12	0.13	0.14	0.13	0.11	
温度補正係数(K_t)	$1 + \alpha (T_m - 25) / 100$	0.90	0.87	0.86	0.85	0.84	0.85	0.87	0.88	0.87	0.86	0.87	0.89	
損失係数(K)	$K_d * \epsilon * K_t$	0.68	0.66	0.65	0.64	0.63	0.64	0.65	0.66	0.66	0.65	0.66	0.67	
発電電力量	kWh	102,308	98,960	106,739	99,550	91,991	82,913	84,472	78,907	81,694	94,067	98,379	102,411	1,122,390

図1は月毎の推定発電量のパターンを示したものである。

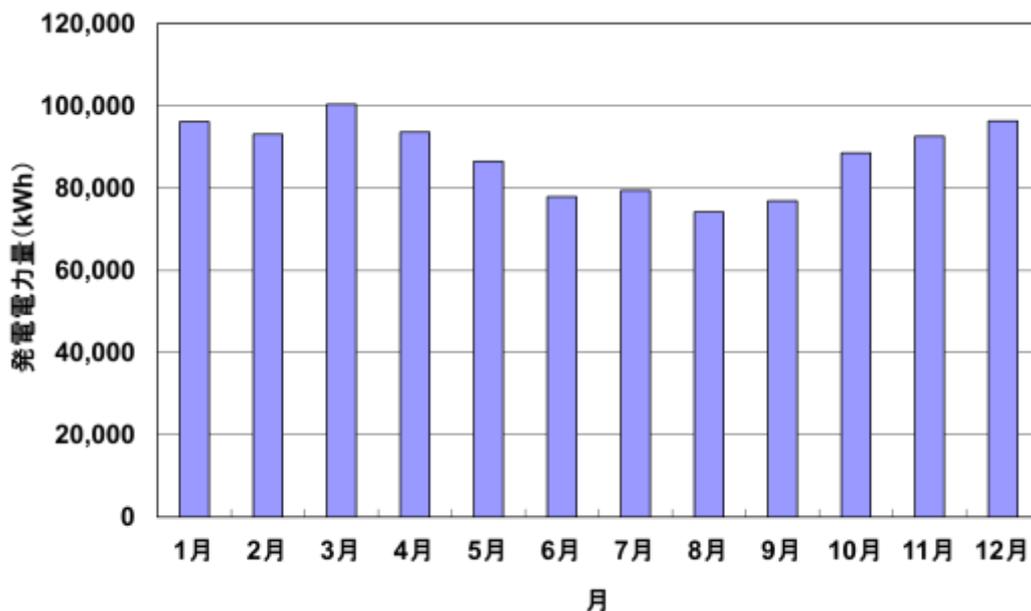


図1 推定発電量

2. 電力購入量削減効果

2010年10月から2011年6月の間に、PHCNからウマル・ムサ・ヤラドゥア大学に供給された電力量は514,000 kWhであり、これを年間の電力使用量に換算すると685,333 kWh/年となる。ただし、2011年3月から6月の間において、午前9時から午後4時の間にPHCNから電力が供給された時間の割合は約50%であった。現状の電力供給事情が継続すると想定した場合、太陽光発電設備の稼働率は約50%となり、太陽光発電により削減される電力購入量は561,195 kWh/年と推定される。以上から、ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学は、PHCNからの電力購入量を年間で81.9%削減できる。

[計算式] $561,195 \text{ kWh/年} \div 685,333 \text{ kWh/年} = 0.8189 \rightarrow 81.9\% \text{削減}$

3. 電力料金削減効果

2010年10月から2011年6月の間におけるウマル・ムサ・ヤラドゥア大学の電気料金支払額は、4,423,758 ナイラであった。2011年1月以降の従量料金には値上げ後の単価が適用されていることから、2011年1月から6月の間の電力使用量と電気料金支払い額から、平均電気料金単価は以下の通り計算できる。

[計算式] $3,360,296 \text{ ナイラ} \div 369,100 \text{ kWh} = 9.104 \text{ ナイラ/kWh}$

本計画の太陽光発電により削減できる電力量は561,195 kWh/年であることから、ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学は年間で5,109,119 ナイラの電気料金が削減できる。

[計算式] $9.104 \text{ ナイラ/kWh} \times 561,195 \text{ kWh/年} = 5,109,119 \text{ ナイラ/年}$

4. CO₂排出量削減効果

国際エネルギー機関（IEA）の統計によれば、2007年における「ナ」国の発電に係るCO₂原単位は0.413 tCO₂/MWhである。本計画の太陽光発電により、年間で231.8 tのCO₂排出量が削減される。

[計算式] $0.413 \text{ tCO}_2/\text{MWh} \times 561,195 \text{ kWh/年} \div 1,000 = 231.8 \text{ tCO}_2/\text{年}$

国際エネルギー機関（IEA）の統計によれば、2007年の「ナ」国における総CO₂排出量は51.38百万トンである。本計画の太陽光発電によるCO₂排出削減量は、2007年の総CO₂排出量の $4.51 \times 10^{-4}\%$ に相当する。

[計算式] $231.8 \text{ t} \div (51.38 \times 10^6 \text{ t}) = 4.51 \times 10^{-6} \rightarrow 4.51 \times 10^{-4} \%$