

ナイジェリア連邦共和国
連邦電力省（FMOP）
連邦首都圏水公社（FCTWB）

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 26 年 3 月
(2014 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)
14-009

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」に係る協力準備調査を実施することを決定し、同調査を八千代エンジニアリング株式会社に委託しました。

調査団は、平成25年9月から平成26年3月までに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26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 植嶋 卓巳

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 92 万 3773 平方キロメートル（日本の 2.5 倍）があり、人口約 1 億 6660 万人（2012 年、UNFPA）、国民一人当たり GNI が 1,430 米ドル（2012 年、世界銀行）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 195 万バレル／日を誇る OPEC 第 7 位（2012 年）の産油国であり、2012 年には政府の歳入の 77%、総輸出額の 96%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。

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等、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る。また、同国では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、主要電源である水力発電所の発電量が減少する等、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、「ナ」国は、2003 年に策定された「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（2012 年改訂）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を推進している。

我が国は、温室効果ガス排出削減と経済成長を両立させつつ、気候変動への影響の緩和を図る開発途上国への支援策として、「クールアース・パートナーシップ」を設けている。これを受け、JICA 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国際協力事業にも積極的に活用することを方針としている。JICA は、「環境プログラム無償」として、我が国の技術として優位性の高い太陽光発電技術を国際協力事業へ展開している。

「ナ」国では、ニジェール川水系の流量の減少による主要電源である水力発電所の発電量の低下等、気候変動の影響が懸念される状況が発生している。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からの転換に関心が高まっている。

ナイジェリアエネルギー委員会（Energy Commission of Nigeria : ECN）は、2005 年に「再生可能エネルギーマスタープラン」を策定、また、2012 年 11 月にはその改定を行っており、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を進めている。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ため、再生可能エネルギーの導入は思うように進んでいない。このような背景からクールアース・パートナー国の一つである「ナ」国より、「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」に係る要請があり、準備調査が実施されることとなった。

「ナ」国からの要請に基づき、連邦首都区のウスマダム浄水場を対象サイトとし、系統連系太陽光発電システムの調達及び据付を目的とする準備調査を行うこととなった。

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 2013 年 9 月 14 日から 10 月 11 日まで「ナ」国に派遣し、「ナ」国関係者（監督省庁及び実施機関：連邦電力省、運転維持管理機関：連邦首都区水公社）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 2013 年 3 月 1 日から 3 月 9 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、同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、ウスマダム浄水場（Lower Usuma Dam Water Treatment Plant）へ太陽光発電設備（出力 975 kWp）と関連するパワーコンディショナー、連系用変圧器、11 kV 遮断器等の資機材の調達・据付を行うものである。同太陽光発電システムは、「ナ」国で最大の規模となり、同国で初めての導入事例となる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太陽光発電システム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

計 画 内 容		数 量 ・ 容 量
機 材 調 達 ・ 据 付	1. 系統連系太陽光発電システム 1.1 太陽光モジュール 1.2 接続箱 1.3 集電箱 1.4 パワーコンディショナー 1.5 主低圧盤 1.6 連系用変圧器 1.7 高圧連系盤 2. データ管理システム 2.1 データ蓄積システム (UPS 具備) 2.2 データ表示システム 2.3 気象計測装置 (日射計、気温計) 3. ケーブル及び端末処理資材	975 kW _p 相当 1 式 1 式 太陽光アレイの容量相当以上 1 台 太陽光アレイの容量相当以上 1 台 1 式 1 式 1 式 1 式
調 達	1. 交換部品 2. 保守道工具	1 式 1 式
建 設	1. 太陽光アレイ用架台 2. 太陽光アレイ用基礎 3. パワーコンディショナー用建屋	太陽光アレイの容量相当 太陽光アレイの容量相当 延床面積 約 77.5 m ²

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 9.88 億円 (我が国負担経費：約 9.80 億円、「ナ」国側負担経費：約 7.82 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、太陽光モジュール清掃用水を得るため既存の水道管より分岐させる水道分岐工事費用 (約 2 万円)、バンダリズム対策である投石防止柵の敷設 (準備調査団の試算によると約 682 万円。但し「ナ」国側による詳細設計の結果により金額は変更の可能性がある。)、日本の銀行口座手数料 (我が国負担経費の 0.1% 分) である。本計画の工期は、調達代理機関契約より、約 19.5 ヶ月である。

⑤ プロジェクトの評価

(1) プロジェクトとしての妥当性

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、連邦首都区の住民をはじめとする一般国民にプロジェクト効果が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。

1) 裨益性

連邦首都区への水供給を支える唯一の公共機関であるウスマダム浄水場及び同浄水場を管轄する連邦首都区水公社への電力供給に資する。また、連邦首都区の給水戸数である約 4 万世帯に、本計画の太陽光発電システムの利用により浄水された水が供給されることになる。

2) 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転維持管理が可能である。連邦首都区水公社では配水部下に機械・電気課を有しており、一定の電気機器の運転維持管理能力を持ち合わせていることから、将来の太陽光発電システムの運転維持管理についても問題は発生しないと判断される。

3) 緊急性

再生可能エネルギーマスタープランによる 2017 年までの導入目標 (300 MW) に対する現状の実績 (15 MW) の達成率は 5%に過ぎない。そのため、本計画による 1000 kWp 規模の発電システム据付により、「ナ」国の導入実績を現状の約 6.7%推進させることができる。さらに、本計画にて「ナ」国初の系統連系型の太陽光発電システムが導入されるものであり、将来の「ナ」国の系統連系太陽光発電システム導入に影響を与えられと考えられる。

4) 我が国の援助方針との整合性

開発途上国への気候変動への影響の緩和を図る「クールアース・パートナーシップ」メカニズムを有する我が国が、パートナー国である「ナ」国に対して実施する協力対象事業であるため、我が国の援助方針との整合性は確保されている。さらに、「ナ」国に対して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である太陽光発電技術を活用できる面からも、我が国の民間企業の技術力を存分に発揮させることのできる高い意義のある協力対象事業である。

(2) プロジェクトとしての有効性

以下に示す温室効果ガスの削減と対象サイトに対する電力料金削減の効果が十分に期待される。運転維持管理機関である連邦首都区水公社は電気機器を運転維持管理する技術力を有しており、導入される太陽光発電システムの運転維持管理能力はソフトコンポーネントを通して十分に身に着けることが可能と考えられるため、十分な有効性を達成できる。本計画により期待できる定量的効果を次表に示す。

本計画による定量的効果

成果指標	基準値 (2013 年)	供用開始年 (2016 年)
太陽光発電システムによる発電電力量	0	1,459 MWh
化石燃料消費削減	0	326,338 Nm ³ /年
温室効果ガス削減	0	723.5 t
ナイジェリア電力持株会社に対する支払削減額	0	約 30 百万 ナイラ/年 (約 18 百万円/年)

[出所] 準備調査団

[備考] 本計画による発電電力量 (1,459 MWh) は同浄水場の需用電力量 (21,921 MWh) の約 6%に相当する。

支払削減額については、現行の 21.03 ナイラ/kWh に基づき算定した。

1 ナイラ = 0.612 円として計算

定性的効果としては、太陽光発電システムの啓蒙効果、及び系統連系太陽光発電システムの維持管理技術の移転などが考えられ、「ナ」国内にて将来の普及促進に繋がることが期待される。

目 次

序文	
要約	
目次	
位置図	
完成予想図	
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 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）.....	1-3
(4) 再生可能エネルギーマスタープラン.....	1-4
1-1-3 社会経済状況.....	1-5
1-2 環境プロジェクト無償資金協力の背景・経緯及び概要.....	1-6
1-3 我が国の援助動向.....	1-7
1-4 他ドナーの援助動向.....	1-7

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
2-1-1 組織・人員.....	2-1
(1) 連邦電力省（Federal Ministry of Power: FMOP）.....	2-1
(2) 連邦首都圏水公社（Federal Capital Territory Water Board）.....	2-2
2-1-2 財政・予算.....	2-3
(1) 連邦電力省.....	2-3
(2) 連邦首都圏水公社.....	2-3
2-1-3 技術水準.....	2-5
2-1-4 既存施設・機材.....	2-5
(1) 機械設備.....	2-5
(2) 電気設備.....	2-7
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2-9
2-2-1 関連インフラの整備状況.....	2-9
(1) 道路・交通.....	2-9

(2) 上下水道	2-9
(3) 電気及び通信	2-9
2-2-2 自然条件	2-10
(1) 気象条件	2-10
(2) 日射量、日射条件	2-11
2-2-3 環境社会配慮	2-13
(1) 環境影響評価等に係る法体系	2-13
(2) 本計画の環境影響評価	2-14

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
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 協力対象事業の概略設計	3-2
3-2-1 設計方針	3-2
(1) 基本方針	3-2
(2) 自然条件に対する方針	3-3
(3) 社会経済条件に対する方針	3-3
(4) 施工事情に対する方針	3-3
(5) 現地業者、現地資機材の活用に対する方針	3-4
(6) 実施機関の運転維持管理能力に対する方針	3-4
(7) 施設・機材等の範囲、グレードの設定に対する方針	3-4
(8) 工法／調達方法、工期に係る方針	3-6
3-2-2 基本計画	3-7
(1) 計画の前提条件	3-7
(2) 全体計画	3-17
(3) 基本計画の概要	3-18
3-2-3 概略設計図	3-23
3-2-4 施工計画／調達計画	3-33
3-2-4-1 施工方針／調達方針	3-33
3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項	3-36
3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分	3-38
3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画	3-40
3-2-4-5 品質管理計画	3-42
3-2-4-6 資機材等調達計画	3-42
3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画	3-43
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	3-53
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	3-54

(1) 基本方針	3-54
(2) 定期点検項目	3-54
(3) 予備品購入計画	3-58
3-5 プロジェクトの概略事業費	3-61
3-5-1 協力対象事業の概略事業費	3-61
(1) 日本側負担経費	3-61
(2) 相手国側負担経費	3-61
(3) 積算条件	3-61
3-5-2 運営・維持管理費	3-62
(1) 運転維持管理のポイント	3-62
(2) 機材の補充	3-63
(3) 運営・維持管理費	3-63
(4) 運営維持管理費	3-63
第4章 プロジェクトの評価	4-1
4-1 事業実施のための前提条件	4-1
4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項	4-1
4-3 外部条件	4-2
4-4 プロジェクトの評価	4-3
4-4-1 妥当性	4-3
(1) 裨益性	4-3
(2) 運転維持管理能力	4-3
(3) 緊急性	4-3
(4) 我が国の援助方針との整合性	4-3
4-4-2 有効性	4-4
(1) 定量的評価	4-4
(2) 定性的効果	4-6

[資料]

1. 調査団員・氏名
2. 調査工程
3. 相手国関係者(面談者)リスト
4. 協協議議事録 (M/D)
5. ソフトコンポーネント計画書
6. フィールドレポート
7. 技術協議録 (Technical Memorandum)



■ 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 太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画 完成予想図

*) メーカーによりモジュールの配置は異なる

サイト状況踏査 現況写真(1/3)

本計画の関連施設



連邦首都区水公社 本部

本計画の実施機関は、再生可能エネルギーに係る施策を含む電力政策を担う電力省である。一方、本計画設備の運転維持管理機関は、対象サイトであるウスマダム浄水場を管轄する連邦首都区水公社である。



ウスマダム浄水場

本計画対象サイトは、連邦首都区の水源として機能している首都圏の重要インフラのウスマダム浄水場である。急激に増大している、連邦首都区の給水需要に対応するため、3号及び4号浄水設備が増設され、2013年7月にテスト運転が開始されている。



ウスマダム①

本計画対象サイトは、連邦首都区唯一の水源であるウスマダム浄水場である。ウスマダム浄水場は、ウスマダム及び連邦首都区の需要増加に伴い開発されたグララダムを水源とする。水面に見えるのは浄水場への取水口である。



ウスマダム②

写真右側の植栽されている箇所が、ウスマダムの堰構造部である。写真左側に見える建屋が、取水用ポンプ場である。ウスマダムとグララダムは直径3,000mmの配管で接続されており、首都圏への安定供給が確保されている。



太陽光アレイ用地(3号及び4号タンク上部)

本計画の太陽光発電設備は、新設された3号及び4号浄水設備の処理済み水の貯槽上部である。ウスマダム浄水場の正門から、事務所棟に伸びるメイン道路沿いに設置されることになるため、ショーケース効果が高い。



パワーコンディショナー建屋用地

太陽光アレイから発電される電力は直流であるため、商用系統と接続するためには、パワーコンディショナーと呼ばれる変換装置が必要となる。本計画の同装置は、第3号貯槽の北西側角の空地に建屋を築造し設置する。

サイト状況踏査 現況写真(2/3)

本計画の関連施設



本計画設備の負荷①(第3号及び第4号負荷設備)

本計画対象サイトは、ウスマダム浄水場であり、構内系統は11 kV線で配電されている。33 kV受電点で11 kVに降圧された後、3つの11 kV幹線でウスマダム浄水場内に配電されている。



本計画設備の負荷②(第1号及び第2号負荷設備)

本計画の太陽光発電設備を接続するのは、今年度から正式稼働開始を予定している3号及び4号浄水設備であるが、本計画設備は、1989年、2000年に運転開始した1号及び2号浄水設備等、ウスマダム浄水場全体の施設に電力供給する。



本計画設備の負荷③(取水用ポンプ場)

ウスマダム浄水場では、受電点から3つの11kV幹線が、伸びている。1号及び2号浄水設備に配電する幹線、3号及び4号浄水設備に配電する幹線、上写真の取水用ポンプ場及び保安社宅エリアへ配電する幹線である。



本計画設備の負荷④(居住地区)

ウスマダム浄水場は、24時間稼働を前提とする連邦首都区の水源地であるため、保安社宅が設置されており、緊急時等に迅速に対応できるよう図られている。本計画設備は、安定供給を支える職員の生活にも寄与する。



ウスマダム浄水場の33 kV受電設備

本計画対象サイトは、ウスマダム浄水場から約10 kmの場所に位置する第4アブジャ送電(デュトッセ・アルハジ)変電所から電力供給を受け33 kVで受電している。太陽光発電設備が稼働する昼間の停電率は2012年11月～2013年9月の実績で、時間率にして4%程度である。



本計画設備の接続箇所

本計画の太陽光発電システムは、誤操作防止、電圧降下低減等の観点から11 kV系統に接続する。既存の11 kV配電盤には、空きフィーダーがあるが、安定電源の将来増設の目的で確保されているため、本計画設備の接続にあたっては、それを阻害しないように図る必要がある。

サイト状況踏査 現況写真(3/3)

本計画の関連施設



ディスプレイパネル設置箇所

ウスマダム浄水場内の浄水施設の状況、低圧盤の電力品質の状況がオペレーションルームにて統合的に管理されている。本計画による発電量を容易に確認し、発電量に応じて所内デマンドをコントロールするため、太陽光発電システムのディスプレイパネルを同ルーム(写真左奥の壁)に設置する。



本計画の資器材の仮置き場

本計画の実施にあたっては、資器材の仮置き場(2,500 m²程度)が必要であるが、ウスマダム浄水場より、対象サイト近傍に上記の資器材仮置き場(3,000 m²程度)が確保される。輸送トラックの往来にも問題ない。



所内 11 kV 系統との高圧連系盤

本計画の太陽光発電システムは昇圧用変圧器によって 11 kV に昇圧した後、構内系統と接続される。第 3 号及び第 4 号浄水設備内の上図の位置に真空遮断器を内蔵する屋外用接続盤を新設し、系統連結点とする。



バンダリズム対策

太陽光発電システムは、既設フェンス奥の貯槽頂版上に据付けられる。浄水場訪問者への視覚効果が期待できる一方、地元生徒の通学路沿いに据付されるため、投石等のバンダリズム対策が必要である。



街中に設置されている街灯用の太陽光パネル①

小規模なバッテリーを内蔵し、夜間照明に使えるよう図られているが、5~6年程度毎にリプレースが必要な状況である。



街中に設置されている街灯用の太陽光パネル②

連邦首都圏でいたるところに設置されているが、本計画のような大規模な系統連系太陽光発電システム(設備容量 975 kWp)は、ナイジェリア国において初めての設置となる。

図表リスト

第1章

表 1-1-2.1	「再生可能エネルギーマスタープラン」における再生可能エネルギー導入目標..	1-4
表 1-1-2.2	「再生可能エネルギーマスタープラン」における太陽光導入計画の内訳	1-4
表 1-1-2.3	「再生可能エネルギーマスタープラン」における太陽光発電導入実績 (2012年時点)(ナイジェリアエネルギー委員会管轄分のみ)	1-5
表 1-1-3.1	「ナ」国の主な経済指標	1-6
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	連邦電力省組織図(2013年10月現在)	2-1
図 2-1-1.2	連邦首都区水公社組織図(2013年10月現在)	2-2
図 2-1-4.1	2008年から2012年の処理水量の推移	2-6
図 2-1-4.2	3号及び4号浄水設備の浄水プロセス	2-7
図 2-2-2.1	ウスマダム浄水場の年間気温及び湿度(2010年から2012年)	2-10
図 2-2-2.2	ウスマダム浄水場の月降水量(2010年から2012年)	2-11
図 2-2-2.3	アブジャの日射量	2-12
図 2-2-2.4	アブジャの水平面及び傾斜面日射量の比較	2-13
表 2-1-2.1	連邦電力省の予算	2-3
表 2-1-2.2	電力事業監査局のプロジェクト年間予算額(2011年から2013年)	2-3
表 2-1-2.3	2009年から2011年の収支計算書	2-4
表 2-1-2.4	2009年から2011年の貸借対照表	2-5
表 2-1-4.1	2008年から2012年の処理水量の推移	2-6
表 2-2-2.1	水平面日射量	2-12
表 2-2-2.2	アブジャの水平面、傾斜面(5°)日射量	2-12

第3章

図 3-2-1.1	3号貯槽構造図	3-5
図 3-2-2.1	ウスマダム浄水場の昼間商用電源負荷曲線の例	3-7
図 3-2-2.2	2012年のピーク電力及び平均送電電力量	3-13
図 3-2-2.3	太陽光発電システムの11kVシステムへの連系方式	3-16
図 3-2-2.4	高圧連系盤据付用地の状況	3-16
図 3-2-4-1.1	実施体制	3-34
図 3-2-4-1.2	調達代理機関管理体制	3-35
図 3-2-4-3.1	水道の接続点の位置	3-39
図 3-2-4-3.2	仮設保管場所及び仮設事務所敷地	3-40
図 3-2-4-8.1	太陽光発電システム運営委員会実施体制(案)	3-51
図 3-2-4-8.2	ソフトコンポーネント実施スケジュール	3-52

図 3-2-4-9.1	事業実施工程.....	3-53
表 3-1-2.1	主要調達機材.....	3-2
表 3-2-2.1	系統連系太陽光発電システムの導入形態について.....	3-9
表 3-2-2.2	本計画の系統連系太陽光発電システム導入時の法制度における検討項目.....	3-10
表 3-2-2.3	上位配電線の仕様.....	3-11
表 3-2-2.4	連系点および直近の一般低圧需要家における配電線電圧値の検討結果.....	3-13
表 3-2-2.5	モジュール仕様.....	3-14
表 3-2-2.6	サイト条件及び気象条件.....	3-17
表 3-2-2.7	基本計画の概要と主要機材の調達数量.....	3-19
表 3-2-2.8	太陽光発電モジュールの仕様.....	3-19
表 3-2-2.9	太陽光モジュール設置用架台の仕様.....	3-19
表 3-2-2.10	接続箱の仕様.....	3-20
表 3-2-2.11	集電箱の仕様.....	3-20
表 3-2-2.12	パワーコンディショナーの仕様.....	3-21
表 3-2-2.13	連系用変圧器の仕様.....	3-21
表 3-2-2.14	高圧連系盤の仕様.....	3-22
表 3-2-2.15	計装装置の仕様.....	3-22
表 3-2-3.1	概略設計図面リスト.....	3-23
表 3-2-4-3.1	我が国と「ナ」国側の施工負担区分.....	3-38
表 3-2-4-8.1	現状の問題点とその改善案.....	3-48
表 3-2-4-8.2	ソフトコンポーネントのトレーニング内容.....	3-49
表 3-2-4-8.3	太陽光発電システム運営委員会実施体制（案）.....	3-51
表 3-4.1	日常点検項目.....	3-55
表 3-4.2	定期点検時の点検項目.....	3-56
表 3-4.3	高圧連系点検項目と判定基準（点検日時 点検者）.....	3-57
表 3-4.4	主機材の取替周期と点検内容（推奨例）.....	3-59
表 3-4.5	本計画にて調達される予備品.....	3-60
表 3-4.6	交換部品の時期と費用.....	3-60
表 3-4.7	試験機材及び保守工具.....	3-60
表 3-4.8	高圧洗浄機の交換時期.....	3-61
表 3-5.1	概算総事業費.....	3-61
表 3-5-2.1	年間雇用費用.....	3-63
表 3-5-2.2	運営維持管理費.....	3-63

第4章

表 4-4-2.1	本計画による定量的効果.....	4-4
表 4-4-2.2	太陽光発電システムによる月別発電量.....	4-5
表 4-4-2.3	燃料別排出係数の例.....	4-5
表 4-4-2.4	アブジャ配電会社に対して削減される電気使用料金.....	4-6
表 4-4-2.5	本計画にて期待される定性的効果.....	4-7

略語集

DISCO	Distribution Company (配電会社)
E/N	Exchange of Note (交換公文)
ECN	Energy Commission of Nigeria (ナイジェリアエネルギー委員会)
EIA	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
EIS	Electrical Inspectorate Services Department(電力事業監査局)
FCTWB	Federal Capital Territory Water Board (連邦首都区水公社)
FMOP	Federal Ministry of Power (連邦電力省)
G/A	Grant Agreement (贈与契約)
M/D	Minutes of Discussions (協議議事録)
MDGs	Millennium Development Goals (ミレニアム開発目標)
NEEDS	National Economic Empowerment and Development Strategy (国家経済強化開発戦略)
NEP	National Energy Policy (国家エネルギー政策)
NERC	Nigerian Electricity Regulatory Commission (ナイジェリア電力規制委員会)
NPC	National Planning Commission (国家計画委員会)
NV20:2020	Nigeria Vision 20 : 2020 (ナイジェリア・ビジョン 20)
PHCN	Power Holding Company of Nigeria (ナイジェリア電力持株会社)
REMP	Renewable Energy Master Plan (再生可能エネルギーマスタープラン)
TERI	The Energy and Resources Institute (エネルギー資源研究所)
TOR	Terms of Reference (作業指示書)
UMYU	Umaru Musa Yar'adua University (ウマル・ムサ・ヤラデュア大学)

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等、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る。また、同国では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、主要電源のひとつである水力発電所の発電量が減少する等、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、「ナ」国は、2003年に策定された「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（2012年改訂）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を推進している。

「再生可能エネルギーマスタープラン」には、再生可能エネルギーの導入目標が定められており、改訂後、総電力供給量のうち、短期（2013年～2015年）に10%、中期（2016年～2020年）に18%、長期（2021年～2030年）には20%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。

「ナ」国は、「再生可能エネルギーマスタープラン」において、上述の目標を達成するために、①経済的な優遇措置として、低金利融資、補助金、住民等への無料啓蒙活動等を、これに加えて、②財政的な優遇措置として、優遇税率、免税期間、輸入税減税、政府機関における需要刺激策、付加価値税免税、所得税優遇等を打ち出している。しかしながら、これらの内需刺激策及び輸入優遇策を取っても、①政府内の足並みの乱れ等の政策・政治的なリスク、②脆弱なインフラや組織制度、貧困・低い購買力、原油依存の政府財政体質等に起因する市場成長抑制リスク、並びに③世界市場、国際援助等の国際的な開発リスクの発生が危惧される中で、所定の再生可能エネルギーの導入達成への道のりは厳しい。

太陽光発電については、2012年の太陽光発電導入実績が15.0 MWとされているが、その内訳はナイジェリアエネルギー委員会（Energy Commission of Nigeria : ECN）管轄分が約9.5 MW、その他（州政府、連邦公共事業省、連邦水資源省等）管轄分が約5.5 MWとなっている。ナイジェリアエネルギー委員会管轄分の太陽光発電導入実績の内訳より太陽光街灯・信号が約89%、太陽光ミニグリッドが約2%、太陽光ポンプが約9%となっており、非常に小規模の施設のみであり、大規模な太陽光発電システムの設置実績はない。

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に相当する「国家経済強化開発戦略」（National Economic Empowerment and Development Strategy : NEEDS）を策定した。「国

家経済強化開発戦略」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。「国家経済強化開発戦略」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 (4,200 MW→10,000 MW)
- 送電線容量の増強を図る (5,838 MVA→9,340 MVA)
- 配電線容量の増強を図る (8,425 MVA→15,165 MVA)
- 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

「ナ」国政府は、「国家経済強化開発戦略」は上記目標のほとんどを達成し、一部目標を上回る成果を上げたとしつつも、更に上を目指して、「国家経済強化開発戦略」の延長戦略として、2008 年から 2011 年までの新規優良目標を掲げ「国家経済強化開発戦略-2」(2008 年～2011 年)を 2007 年 5 月に策定した。電力セクターにおいては、政治の安定、継続的政策意思と現行改革の継続が目標達成に不可欠として、2011 年に発電設備容量 1 万 7000 MW 以上を達成するとしている。

(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「ナイジェリア・ビジョン 20」(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。「ナイジェリア・ビジョン 20」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、「ナイジェリア・ビジョン 20」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 6000 MW、2015 年末までに 2 万 MW、2020 年末までに 3 万 5000 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。

同国政府は、上記「ナイジェリア・ビジョン 20」の目標の達成を促進するため、2010 年から 2013 年までの開発計画を盛り込んだ「第一次国家実施計画」(First National Implementation Plan)を、更に、中期的な開発戦略として「変革計画表 2011-2015」(Transformation Agenda 2011-2015)を策定し、連邦政府の 2011 年から 2015 年までの経済成長計画表 (Economic growth agenda) の実現のための枠組みと位置づけている。電力セクターにおいては、発送配電能力の増強を目的として、発電、送電、配電、代替エネルギーという主要 4 分野の 2011 年から 2015 年の間の投資計画を盛り込んでいる。これにより、最適な技術を導入し、効率的な地方

電化政策の強化や最適なエネルギーミックスを達成し、最適で持続性のある電力を確保するとしている。

(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」(National Energy Policy : NEP)が現状で最新のエネルギー政策である。「国家エネルギー政策」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とおり定められている。

[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。
- ② 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。
- ③ 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。

ナイジェリアエネルギー委員会は現在「国家エネルギー政策」を改定中であり、改訂版は遅くとも2015年初めまでには完成する見込みとのことである。

(4) 再生可能エネルギーマスタープラン

「国家経済強化開発戦略」、「国家エネルギー政策」、「ミレニアム開発目標」(Millennium Development Goals : MDGs) 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」(Renewable Energy Master Plan : REMP) が 2005 年 11 月に策定された。「再生可能エネルギーマスタープラン」発行後 7 年が経過した時点で、国内外で新政策ガイドラインや開発が進み、かつ、初版が分厚く簡素化する必要が生じた。このため、2012 年 11 月に「再生可能エネルギーマスタープラン第 2 版」が発効された。第 2 版では、バイオマス、太陽エネルギー、水力、風、革新的技術及び骨格となるプログラムについて、短期 (2013 年～2015 年)、中期 (2016 年～2020 年)、長期 (2021 年～2030 年) の段階的改定目標を示した再生エネルギー導入計画を策定している。第 2 版においては、表 1-1-2.1 に示すとお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量の目標が定められている。太陽光に関する導入計画及び導入実績の内訳をそれぞれ表 1-1-2.2 及び表 1-1-2.3 に示す。

表 1-1-2.1 「再生可能エネルギーマスタープラン」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	2012 年	短期	中期	長期
大規模水力	1,938	4,000	9,000	11,250
小水力	60.18	100	760	3,500
太陽光発電	15.0	300	4,000	30,005
太陽熱利用	-	300	2,136	18,127
バイオマス	-	5	30	100
風力	10.0	23	40	50
再生可能エネルギー合計	1,985.18	4,628	15,966	63,032
総電力供給予測 (高成長ケース : GDP 成長率 13%)	8,700	47,490	88,698	315,158
電力供給に占める再生可能エネルギーの割合	23%	10%	18%	20%

[出所] ナイジェリアエネルギー委員会 (2012.11) 「再生可能エネルギーマスタープラン第 2 版」 Table 12(i)

表 1-1-2.2 「再生可能エネルギーマスタープラン」における太陽光導入計画の内訳

(単位 : MW)

	短期	中期	長期
家庭用太陽光 (SHS)	5	10	15
太陽光給水ポンプ	50	1,000	5,000
コミュニティー用太陽光	45	500	3,000
太陽光冷蔵庫	20	500	2,000
太陽光街灯・信号	100	1,000	10,000
メガソーラープラント	80	990	9,990
太陽光発電合計	300	4,000	30,005

[出所] ナイジェリアエネルギー委員会 (2012.11) 「再生可能エネルギーマスタープラン第 2 版」 Table 9 (i)

[注] 準備調査団が Table 9(i) から太陽光発電関連情報のみを抜粋。

表 1-1-2.3 「再生可能エネルギーマスタープラン」における太陽光発電導入実績(2012年時点)
(ナイジェリアエネルギー委員会管轄分のみ)

(単位：MW)

年	太陽光街灯・信号		太陽光ミニグリッド		太陽光給水ポンプ		合計
	箇所数	MW	箇所数	MW	箇所数	MW	MW
2005	-	-	1	0.005	1	0.00112	0.00612
2006	-	-	4	0.020	2	0.0005	0.0205
2007	-	-	1	0.005	-	-	0.005
2008	1,200	0.096	-	-	5	0.006	0.102
2009	18,541	2.318	-	-	98	0.117	2.435
2010	25,611	4.098	5	0.068	296	0.379	4.545
2011	5,100	0.816	1	0.040	72	0.086	0.942
2012	7,000	1.100	9	0.061	246	0.295	1.456
合計	57,452	8,428	21	0.199	720	0.88462	9.512
比率		88.6%		2.1%		9.3%	100%

[出所] ナイジェリアエネルギー委員会 (2013.9) "Brief on Energy Commission of Nigeria"

「再生可能エネルギーマスタープラン第2版」においては、短期（2013年～2015年）に300 MWの太陽光発電施設の導入を達成するとしているが、2005年から2012年までの8年間の太陽光発電施設の導入実績は僅か15 MWであり、2015年までの今後3年間で不足分285 MWの太陽光発電施設を導入するには、大規模な外資投資や国際援助を必要としている。

1-1-3 社会経済状況

表 1-1-3.1 に「ナ」国の主な経済指標を示す。同国の経済成長率は、近年7%以上で推移してきたが、2012年には、全国的なストライキ、第4四半期の洪水及び継続する北部の治安悪化問題の影響で6.3%に若干低下した。2013年の経済成長率は、緊縮財政と継続中の財政再建により、インフレ率も10%以下に収まり、7%台を回復する見込みである。

財政収支については、2010年までは赤字が続いていたが、2011年以降、高いレベルの原油価格、歳出削減等の結果、2011年には1920億ナイラ（約1240億円）の財政黒字に転じ、2012年には3920億ナイラ（約2530億円）に達する見込みである。

貿易収支に関しては、輸出の96%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		暫定	予測	
		2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
経済指標	実質 GDP 成長率	7.0%	8.0%	7.4%	6.3%	7.2%
財政収支 ^{1*}	歳入	4,471	6,883	11,285	12,092	12,852
	石油関連歳入	2,660	4,809	8,834	9,278	9,566
	非石油関連歳入	1,811	2,074	2,451	2,814	3,286
	輸出・消費税	298	309	422	480	547
	法人税	568	657	717	919	1,091
	付加価値税	468	563	649	720	867
	その他（教育、関税）	201	166	236	230	263
	連邦政府独立収入	73	154	182	200	231
	地方政府独立収入	204	225	245	265	288
	歳出	6,830	9,244	11,093	11,700	12,845
	連邦政府	2,768	3,980	4,070	4,379	4,698
	予算外支出	481	431	656	701	798
	地方政府	2,856	3,300	4,332	4,600	5,505
	インフラ社会関連支出	240	565	0	180	626
	燃料補助金	399	797	1,761	1,570	881
	その他	86	171	274	270	337
	財政収支	-2,358	-2,361	192	392	7
貿易収支 ^{2*}	輸出	56.7	77.4	93.3	99.2	99.8
	石油/ガス	54.8	74.7	90.1	95.7	95.8
	その他	2.0	2.7	3.2	3.5	4.0
	輸入	31.1	46.8	62.2	65.4	69.5
	石油/ガス	6.9	11.2	19.3	18.2	18.6
	その他	24.2	35.5	42.8	47.2	50.9
	貿易収支	25.6	30.6	31.1	33.8	30.3
石油関連	原油生産量(百万バレル/日)	2.2	2.5	2.4	2.5	2.5
	ナイジェリア原油価格(US\$/バレル)	61.8	79.0	109.0	110.1	104.4

[出所] 国際通貨基金 IMF (2012.7, 2013.5) "Article IV Staff Report"

[備考] 1*: 単位は十億ナイラ 2*: 単位は百万 US ドル

1-2 環境プロジェクト無償資金協力の背景・経緯及び概要

我が国は、温室効果ガス排出削減と経済成長を両立させつつ、気候変動への影響の緩和を図る開発途上国への支援策として、「クールアース・パートナーシップ」を設けている。これを受け、JICA 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国際協力事業にも積極的に活用することを方針としている。JICA は、「環境プログラム無償」として、我が国の技術として優位性の高い太陽光発電技術を国際協力事業へ展開している。

「ナ」国では、ニジェール川水系の流量の減少による主要電源である水力発電所の発電量の低下等、気候変動の影響が懸念される状況が発生している。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からの転換に関心が高まっている。

ナイジェリアエネルギー委員会（Energy Commission of Nigeria : ECN）は、2005年に「再生可能エネルギーマスタープラン」を策定、また、2012年11月にはその改定を行っており、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を進めている。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、等の障害のため、再生可能エネルギーの導入は思うように進んでいない。このような背景からクールアース・パートナー国の一つである同国より、「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」に係る要請があり、準備調査が実施されることとなった。

これを受け、2011年6月にカツィナ州立ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学（Umaru Musa Yar'adua University : UMYU）を対象サイトとし、概略設計、概略事業費の積算を含む準備調査が実施されたが、周辺地域の治安の悪化により、連邦首都区のウスマダム浄水場を対象サイトとし、改めて準備調査を行うこととなった。2012年5月15日に、「ナ」国と我が国の間で「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」に係る書簡の交換が既に行われており、交換公文限度額は9.8億円である。

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、及び同国が NEPAD や AU を牽引する等、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、同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「国家経済強化開発戦略」を策定し、これに沿った取り組みを行っている「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」国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。さらに、2012年度からは無償資金協力によるジェバ水力発電所改修計画を実施中である。

1-4 他ドナーの援助動向

他ドナーによる電力セクターへの援助のうち、最も大きなものは、世界銀行による「ナ」国の送変電、配電部門、並びに電力セクター改革を幅広く支援する以下の3つのプロジェクトである。

- 送電開発事業 (Transmission Development Project: 1 億 US\$)
- 国家エネルギー開発事業 (National Energy Development Project: 1.72 億 US\$)
- 電力・ガス改善事業 (Electricity and Gas Improvement Project: 3.5 億 US\$)

送電開発事業は、系統変電設備整備、中央制御指令所新設、新送電・システム運営会社並びに電力取引市場設立・運営維持のための技術協力及び研修、環境社会配慮専門部所設立を行い、電力セクター改革、民営化を支援する事業である。国家エネルギー開発事業は、送電システム開発、配電効率改善、電化推進と配電系統強化、再生可能エネルギー開発、プロジェクト管理部門への技術協力、電力セクター改革を通じて、同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する事業である。また、電力・ガス改善事業は、送配電ロス削減のための設備強化、電力セクター改革への政策提言及び既存火力発電所へのガス輸送網建設への保証を実施する事業であり、2012年に送配電部門強化、民営化支援技術協力を追加支援している。

さらに、世界銀行は、浸食流域管理事業 (Erosion and Watershed Management Project) を実施しており、目標流域の土壌浸食に対する脆弱性の減少を図ることを主目的とし、主体となる(1) 浸食流域管理インフラ投資、(2) 浸食流域管理組織情報サービスに加えて、(3) 気候変動対応策が事業コンポーネントに含まれている。この中で、低炭素開発の推進として再生可能エネルギーの開発促進体制構築支援があり、風力、大規模太陽光、地方電化率向上のための系統分離型低炭素技術実地事業などの民間投資刺激対応策の推進支援事業として2198万US\$が割り振られている。

その他の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 (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 (Solar Home System)、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ミ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ヶ村(各 Geo-Political Zone で1村)にて検証するため、インド、バングラデシュ等で豊富な実績を持つ「エネルギー資源研究所(The Energy and Resources Institute: TERI)」と技術提携し、インドとの南南協力により資機材調達、技術協力を進めていることが特徴である。UNDP によると、飲料水用の井戸や、貧困層住民の収入改善につながる農業・商業活動への適用を促すため、独立型の SHS ではなく、ミニグリッドシステムの持続可能性を重点的に検証することが必要とされている。

その他のドナーの援助としては、GIZ と EU が連邦電力省及び関連公官庁の協力の下、再生可能エネルギー及びエネルギー効率方針文書作成事業を2013年から2015年までの工程で実施している。

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：百万 US ドル）

実施年	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	1.04	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 ヶ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。
2009～2012年	USAID	エネルギー・気候変動プログラム	1.2	技術協力	油田で燃焼されているフレアガスを活用した IPP 発電の振興のための制度改革支援。
2001～2006年	世界銀行	送電開発事業	100.0	融資及び技術協力	系統変電設備整備、中央制指令所新設、新送電・システム運営会社及び電力取引市場設立・運営維持のための技術協力及び研修、環境社会配慮専門部所設立、電力セクター改革、民営化支援。
2006～2009年	世界銀行	国家エネルギー開発事業	172.0	融資、技術協力及び贈与	送電システム開発、配電効率改善、電化推進と配電系統強化、再生可能エネルギー開発、プロジェクト管理部門への技術協力、電力セクター改革を支援。
2009～2017年	世界銀行	電力・ガス改善事業	350.0	融資、技術協力及び保証	送配電ロス削減のための設備強化、電力セクター改革への政策提言及び既存火力発電所へのガス輸送網建設への保証。2012年に送配電部門強化、民営化支援技術協力を追加支援
2013～2020年	世界銀行	浸食流域管理事業	508.59	融資及び贈与	コンポーネント 3 B 気候変動対応策：風力、大規模太陽光等、再生可能エネルギー開発促進体制構築支援として 2198 万 US\$ が割り振られている。

[出所] 連邦電力省

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

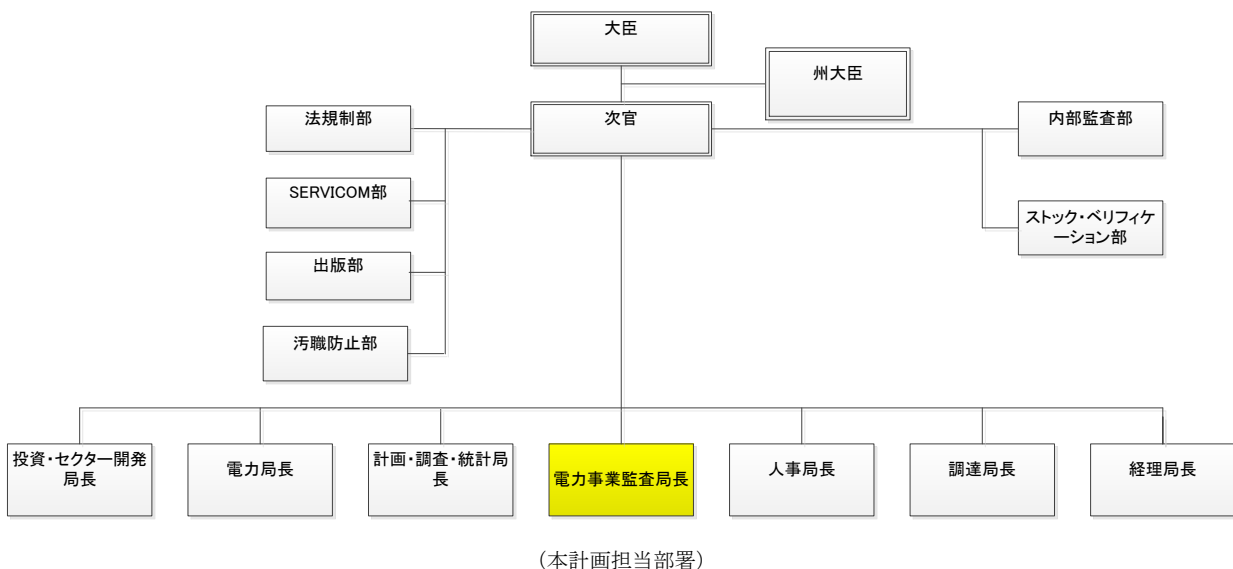
2-1-1 組織・人員

(1) 連邦電力省 (Federal Ministry of Power: FMOP)

本計画の責任機関及び実施機関である連邦電力省は、「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、主な役割は以下のとおりである。

- 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 1,000 kW 以下の発電機、及び電力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
- 連邦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

連邦電力省は 2013 年 10 月現在、709 名の職員より構成されている。図 2-1-1.1 に連邦電力省の組織を示す。図中の電力事業監査局 (Electrical Inspectorate Services Department : EIS) が、本計画の担当部署となる。電力事業監査局は 166 名の職員を擁しており、電気技術者が 33 名、電気技能工 31 名、その他事務職員が 102 名となっている。



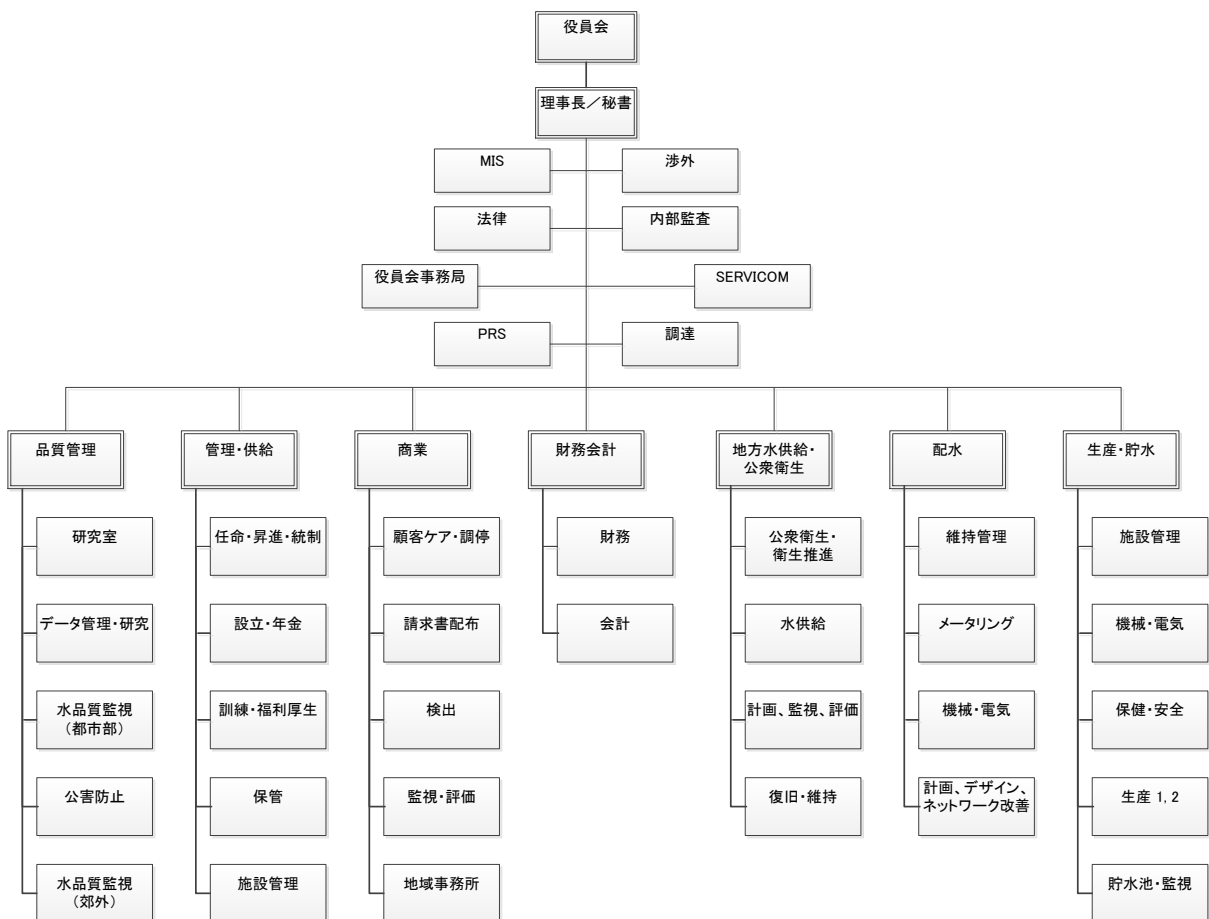
[出所] 連邦電力省

図 2-1-1.1 連邦電力省組織図 (2013 年 10 月現在)

(2) 連邦首都区水公社 (Federal Capital Territory Water Board : FCTWB)

本計画の運転維持管理機関である連邦首都区水公社は 1989 年 10 月に設立され、連邦首都区への飲料水の生産・供給を行っている唯一の公共機関である。職員数は 2013 年 10 月現在で 850 名となっており、図 2-1-1.2 に示す 7 つの主要部門から構成されている。各部門の構成人数は、品質管理部 51 名、管理・供給部 131 名、商業部 219 名、財務会計部 120 名、地方水供給・公衆衛生部 19 名となっている。また、配水部、生産・貯水部は密接に関連して業務を実施しており、計 202 名の職員を擁している。また、これら主要部門の他に内部監査室などの独立した部局に 108 名の職員が在籍している。同公社は首都圏の需要家へ適切な品質・量の水を公正な価格で供給することをその第一の目的としているとともに以下の目的達成に寄与している。

- 連邦首都区の全ての水関連事業の運転維持管理
- 連邦首都区の全ての水資源を経済発展のために使用
- 連邦首都区水公社の業務を機能させるための研究の実施
- 研究成果を連邦首都区大臣に提出し、政策策定に寄与



[出所] 連邦首都区水公社

図 2-1-1.2 連邦首都区水公社組織図 (2013 年 10 月現在)

2-1-2 財政・予算

(1) 連邦電力省

連邦電力省の予算を表 2-1-2.1 に示す。同省の 2012 年度の予算は 734 億ナイラ（1 ナイラ = 0.612 円とする場合、約 450 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 連邦電力省の予算

(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	N/A	2,335	1,986
物品購入/その他サービス	3,798	2,234	N/A	1,441	1,130
設備投資（発送配電）	114,375	94,624	N/A	87,247	70,300
合計	139,784	99,590	N/A	91,023	73,417

[出所] 連邦財務省

また、2011 年から 2013 年にかけての電力事業監査局の実施するプロジェクト予算額内訳は表 2-1-2.2 のとおりである。連邦電力省における本計画の担当部局であるが、2013 年度の総予算は 70 億ナイラに過ぎない。

表 2-1-2.2 電力事業監査局のプロジェクト年間予算額（2011 年から 2013 年）

(単位：百万ナイラ)

番号	プロジェクト	2011 年	2012 年	2013 年
1	小規模・中規模水力発電所	-	-	2,500
2	小規模・中規模水力発電所のフィージビリティ・スタディと設計のコンサルタント業務	2,367	2,180	-
3	Kashimbilla/Gamovo 40 MW 水力発電所の電力評価	-	950	-
4	再生可能エネルギーによる発電（バイオマス・バイオ燃料等）	97	200	1,413
5	再生可能エネルギー効率と保全	-	-	100
6	屋外試験トラック・サポートサービスの調達	48	-	-
7	エヌグ州ンボウォ・タウンでの地方電化	37	-	-
8	エボニ州のエニビチリ・エチアルク・タウン（ラゴス州）での地方電化（実施中）	-	30	-
9	地方電化プロジェクト	-	-	2,944
	合計	2,549	3,360	6,957

[出所] 電力事業監査局

(2) 連邦首都区水公社

1) 経営状況

連邦首都区水公社の収支計算書を表 2-1-2.3 に示す。同公社は連邦首都区の下部組織であり、財務システムは連邦首都区と密接に関係している。水道料金徴収費用、水質管理分析等の同公社の活動により生じた歳入はすべて連邦首都区財務部に毎月送金されている。これは、表 2-1-2.3 の支出項目内の「連邦首都区財務部への送金」により示されている。連邦首都区水公社に割り当てられる予算（電力料金を含む）は年度初めに決定され、連邦首都区より再帰配分費として収入の一部として計上される。本計画の運転維持管理費用については、連邦首都

区が計上することを了承している。

表 2-1-2.3 中の「営業収入」項は、連邦首都区水公社による収入分と連邦首都区からの再帰配分費用の合計から構成されている。同表に示される 2009 年から 2011 年までの平均値に基づくと、水道料金支払いによる収入が約 65 %、その他水道管敷設や水質管理分析等の連邦首都区水公社の活動による収入が約 3 %、連邦首都区財務部からの再帰配分費用が約 32 % を占めている。また、「営業外収益」は、銀行預金金利等による収入を指す。2010 年以降収支上は黒字にて運営されており、本公社の財務状況は良好である。

表中の「生産コスト」は連邦首都区水公社の管理する唯一の浄水場であるウスマダム浄水場の運転維持管理として使途されており、年間 623 百万から 1,374 百万 ナイラの支出がなされている。現在、アブジャ配電会社に対する電気料金支払いについては年間 34 百万から 56 百万ナイラが費やされており、連邦首都区の人口増加に対応するようにその支出金額も増加傾向で推移している。自家発電機の運転に係る燃料、また浄水場内の電気設備の運転維持管理費用は年間 25 百万から 38 百万ナイラ程度で推移している。

表 2-1-2.3 2009 年から 2011 年の収支計算書

(単位：百万ナイラ)

項目	2009 年	2010 年	2011 年
歳入			
営業収入	2,714	3,431	6,379
営業外収益	(803)	63	24
歳入合計	1,911	3,494	6,403
歳出			
生産コスト	623	718	1,374
管理費	432	633	822
経常支出	12	3	42
連邦首都区財務部への送金	1,146	1,867	2,629
歳出合計	2,213	3,221	4,867
収支	(302)	273	1,536

[出所] 連邦首都区水公社

2) 資産状況

連邦首都区水公社の貸借対照表を表 2-1-2.4 に示す。2010 年から 2011 年にかけての固定資産項目に注目すると、「排水管・下水管」(352 百万ナイラの増額)、「水量メータ」(同 279 百万ナイラ)、「作業用車輛」(同 53 百万ナイラ)の項目にて大幅な増加を示しており、結果として合計 865 百万ナイラの伸びを示している。このように、固定資産の増加が確認されることは、現在、浄水処理容量をはじめとする本公社の機能拡大の必要が生じている結果であると考えられる。また、継続中案件項目内では、プースターポンプステーションのリハビリテーション(2010 年)、2 号浄水設備及びウスマダム原水取水塔のリハビリテーション(2011 年)等のウスマダム浄水場内施設の改修という目的に使途されている。

表 2-1-2.4 2009 年から 2011 年の貸借対照表

(単位：百万ナイラ)

項目	2009 年	2010 年	2011 年
固定資産			
固定資産	1,215	1,337	2,202
継続中案件	908	912	62
運用資産合計	2,123	2,249	2,264
流動資産			
在庫	51	60	125
借方・前払い	1,652	1,872	3,904
銀行残高	384	541	135
流動負債			
貸方・未払	(117)	(135)	(133)
当座貸越	0	(6)	0
純流動資産	1,970	2,332	4,031
純資産	4,093	4,581	6,295

[出所] 連邦首都区水公社

貸借対照表より連邦首都区での水道の需要の高まりという背景に基づく固定資産の増加が確認され、損益状況から本公社の財政的に健全な運用状況が確認された。そのため、維持管理機関である連邦首都区水公社は、太陽光発電システムを適切に運転維持管理するための十分な財務能力備えている。

2-1-3 技術水準

ウスマダム浄水場では電圧階級 33 kV にて商用系統から受電しており、構内系統は 11 kV にて配電され、構内各施設にて低圧に降圧され、需要設備に接続されている。ウスマダム浄水場では、図 2-1-1.2 に示した連邦首都区水公社組織図に示されている配水部門下の機械・電気課が構内電気・機械設備の維持管理を担当している。所内受変電設備に加え自家用発電設備の運転維持管理を行っており、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。

2-1-4 既存施設・機材

(1) 機械設備

ウスマダム浄水場は連邦首都区へ水の供給を行っている唯一の浄水場であり、ウスマダム及びビグラダムから原水を確保している。1983 年に建設された 1 号浄水設備及び 2000 年に建設された 2 号浄水設備は計 10,000 m³/時間の処理能力を有している。また、人口増に伴う水需要に対処するためそれぞれ 10,000 m³/時間の水処理能力を有する 3 号浄水設備及び 4 号浄水設備が建設され、正式引渡し前ながらテスト運転が 2013 年 7 月より開始されている。2008 年から 2012 年にかけてウスマダム浄水場にて処理された水量を表 2-1-4.1 及び図 2-1-4.1 に示す。

将来、さらなる首都圏での水需要に対処するため、5 号浄水設備、6 号浄水設備を建設する計画がある。また、グララダムより水の供給を受ける水路では水力発電施設の導入が計画されており、浄水場内の電力供給、更には系統への電力を供給する可能性がある。また、本浄水場にて浄水される飲料水の品質は、世界保健機関 (World Health Organisation) の規格に準

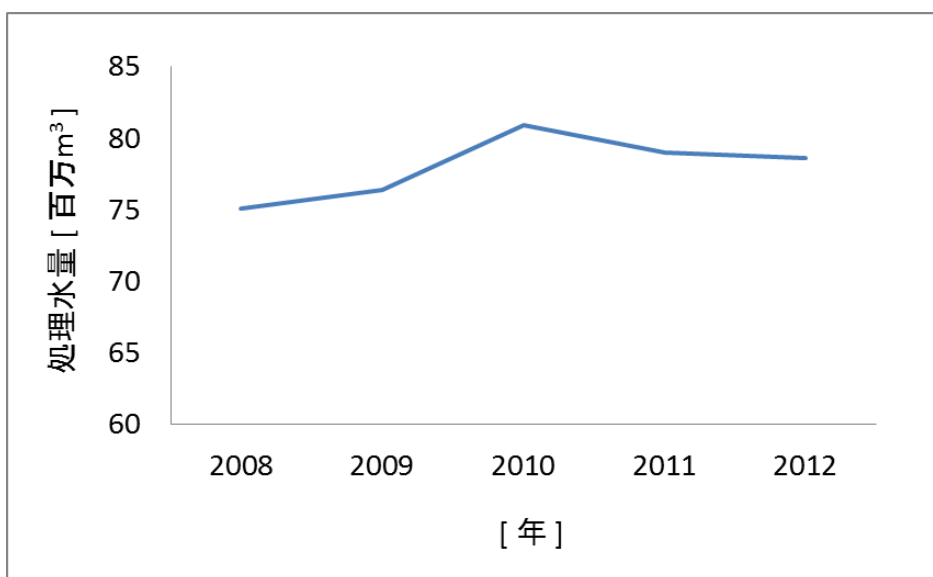
じている。浄水プロセスを図 2-1-4.2 に示す。

表 2-1-4.1 2008 年から 2012 年の処理水量の推移

(単位：百万 m³)

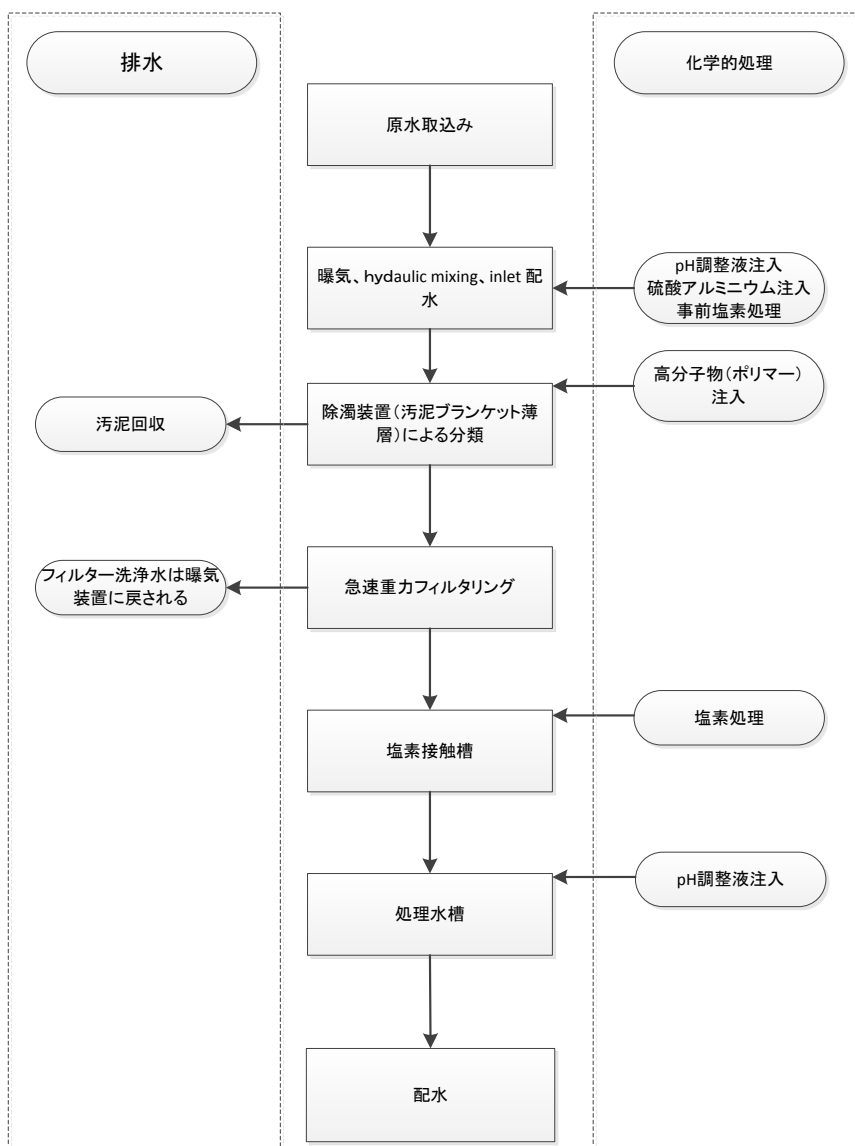
年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
2008	6.5	5.7	6.4	6.4	6.2	5.8	6.1	6.3	6.3	6.9	6.5	6.0	75.1
2009	6.2	6.2	6.5	6.5	6.2	5.9	6.1	6.5	6.6	6.8	6.3	6.6	76.4
2010	6.7	6.6	6.9	6.5	6.5	6.4	6.5	7.1	6.9	7.1	6.8	6.9	80.9
2011	6.9	6.1	7.0	6.9	7.1	6.5	6.5	7.0	6.0	6.7	6.3	6.0	79.0
2012	5.9	6.5	6.4	5.9	7.1	6.6	6.8	6.9	6.9	6.7	6.2	6.7	78.6

[出所] 連邦首都区水公社



[出所] 連邦首都区水公社

図 2-1-4.1 2008 年から 2012 年の処理水量の推移



[出所] 連邦首都区水公社

図 2-1-4.2 3号及び4号浄水設備の浄水プロセス

(2) 電気設備

ウスマダム浄水場内で系統より 33 kV にて引き込まれる電力は構内 33/11 kV 受電用変電所にて 11 kV に降圧されたのち、3 回線にて配電され、この中の 1 回線によって 3 号及び 4 号浄水設備へ配電されている（本浄水場内の配電図については図面番号 E-01 975 kWp 太陽光発電システム単線結線図を参照）。3 号及び 4 号浄水設備内の 11 kV 開閉設備には変流器、計器用変圧器が具備されているが、運転開始から間もなく未設定であるため表示がされていない。11 kV 電力は構内変圧器によって 415-240 V に降圧され、低圧盤に接続されている。11 kV 開閉設備から 2 回線にて低圧盤に至り、それぞれの回線は自家発電設備と接続されている。3 号及び 4 号浄水設備用の電気設備の 11 kV 開閉設備には、既存の変圧器バンク（各 1,000 kVA）用の 2 フィーダーに加え、想定されている水道需要の将来増加に対する設備増強に備え、変圧器バンク増設用に 1 フィーダーが確保されている。また、3 号及び 4 号浄水設備用の電気設備の低圧母線は、母線構造が複雑で、インターロックロジックも存在することから本協力

対象事業の太陽光発電システムを低圧母線に接続した場合、ウスマダム浄水場の運転員の誤操作が懸念される。また、本協力対象事業の太陽光発電システムはメガソーラー級であり、低圧接続とした場合、負荷電流は極めて高く、対象サイトの制約上、太陽光発電システムから連系点までの距離が 200 m を超えるため、電圧降下等、損失が極めて大きい。

本計画は連邦首都区に浄水を供給する極めて重要な施設である 3 号及び 4 号浄水設備に対して太陽光発電システムを導入するものであり、その異常が他の構内電気系統に波及しないよう、異常検知とともに速やかに系統から隔離される必要がある。そのため、連系点近傍に遮断器を設け、連系点から連系用変圧器間で短絡・地絡等の異常が検知された場合においても、速やかに太陽光発電システムが隔離されるようにする。そのため本計画では、既存システムと安全に連結させるために遮断器盤及び負荷開閉器からなる高圧連系盤を新設する。この高圧連系盤は、既存 11 kV 開閉設備の予備回線を介して既存電気設備に接続される。

2012 年 11 月 1 日から 2013 年 9 月 19 日までの実績によると、ウスマダム浄水場への電力供給が行われなかった累積時間数は 400 時間となっており、この停電時間中は自家発電設備による電力供給が行われていた。また、3 号及び 4 号浄水設備での主な負荷はポンプ（電動機）をはじめとする誘導性負荷である。同施設で 2013 年 7 月より開始されたテスト運転では、その負荷は 100 から 550 kW 程度で推移している。

なお、上述の累積停電時間数は昼夜を問わない累計値であり、太陽光発電システムの稼働する昼間に限ると停電率は 4%程度であることから、本計画で導入される系統連系太陽光発電システムの運用には重大な影響は及ぼさない。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 道路・交通

ウスマダム浄水場は、首都アブジャから約 25 km 北、カドゥナハイウェイへの途上、パワリ道路を 6 km 上がったところに位置する。アブジャからウスマダム浄水場までの道路は片側 2 車線で全て舗装されており、所要時間は車で 40 分ほどである。

なお、上記道路は、近郊からの通勤ルートに当たることから、朝のアブジャへ向かう上り車線、及び夕方のアブジャから出てくる下り車線はピーク時には渋滞が恒常化している。

「ナ」国へ海上輸送される資機材は、国際港であるラゴス港で荷揚げされ、ウスマダム浄水場まで陸路で輸送される。ラゴス港からウスマダム浄水場までの道路の状態は概ね良く、ところどころ舗装が崩れているところはあるものの、通行上支障となる箇所はない。所要日数は 2 日～3 日程度である。

(2) 上下水道

ウスマダム浄水場は、連邦首都区水公社の傘下であり、ここで浄化された水は、アブジャ全域及び周辺地域に送水されている。2010 年時点の給水実績は、年間浄水量は約 8100 万 m³、給水戸数は約 4 万戸であり、給水率は 55%以上となっている。

ウスマダム浄水場内で使用する水は、当然のことながら、ウスマダム浄水場で浄水した水を使用しており、断水することはない。

(3) 電気及び通信

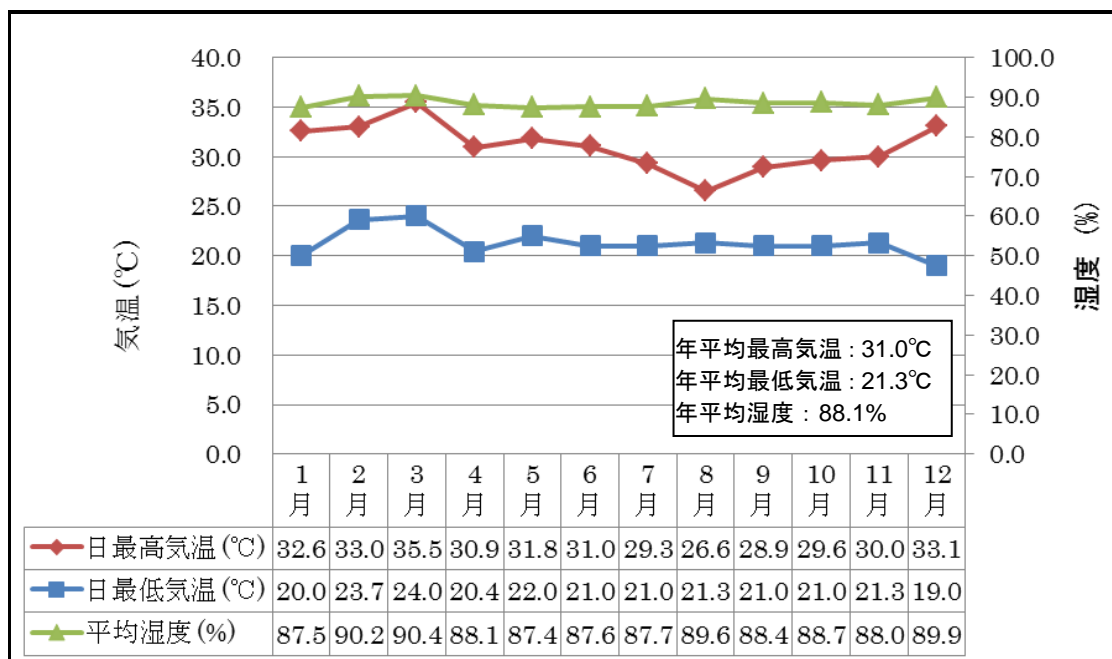
「ナ」国全体の電力設備は、2004 年以降ナイジェリア電力持株会社 (Power Holding Company of Nigeria : PHCN) 傘下の発電公社 6 社、送電公社 1 社、配電公社 11 社により、発電から配電までの運転維持管理を実施しており、送配電系統としては、330 kV、132 kV の基幹系統で送電し、33 kV、11 kV、3 相 4 線式 415-240 V で配電している。しなしながら、2013 年 9 月 30 日に大統領から 15 社の受注民間会社に株式証書と免許が手渡され、民営化が一步前進し、今後、ナイジェリア電力持株会社の電力労働者への退職手当の支払いが完了すれば実質的に民間会社による運営に移行することになる。年間発電電力量は 2 万 5020 GWh (2010 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 2012 年時点で、1985 MW の発電設備容量の導入実績があり、このうち、太陽光発電は 15 MW である。

通信については、通常回線 (固定電話) の普及率は低く、回線状態も不安定であるが、携帯電話は、民間携帯電話会社 MTN、glo、Airtel 等があり、広範囲で通話が可能であり、回線も比較的安定している。ウスマダム浄水場周辺でも大手携帯電話会社の通話は可能である。インターネットも MTN 等のモバイルルーターを利用すればウスマダム周辺でも通信可能であり、工事実施には問題ない。

2-2-2 自然条件

(1) 気象条件

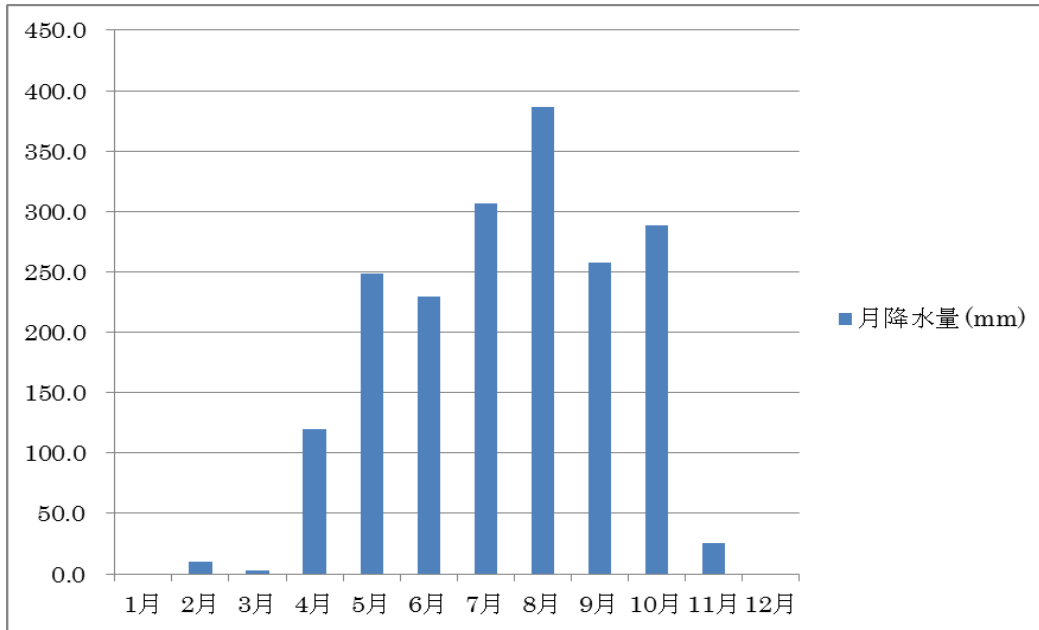
ウスマダム浄水場の最高気温は、乾季（11月から4月）では33℃前後を示しており、最高気温が40℃を記録する日も見られる。一方で雨季（5月から10月）では日最高気温は30℃前後であり、最低となる8月では26℃を少し超える程度である。年間を通した湿度の変動は極めて小さく、88から91%程度となっている。図2-2-2.1にウスマダム浄水場の年間平均気温及び湿度（2010年から2012年）を示す。



[出所] ウスマダム浄水場

図2-2-2.1 ウスマダム浄水場の年間気温及び湿度（2010年から2012年）

また、ウスマダムの降水量は、乾季（11月から4月）は比較的少なく、雨季（5月から10月）に集中していることがわかる。図2-2-2.2にウスマダム浄水場の月別降水量（2010年～2012年）を示す。



[出所] ウスマダム浄水場

図 2-2-2.2 ウスマダム浄水場の月降水量 (2010 年から 2012 年)

(2) 日射量、日射条件

1) 水平面日射量

「ナ」国アブジャの日射量は表 2-2-2.1 に示すように 4 機関の日射量データ、すなわち、①ナイジェリア気象庁 (Nigeria Meteorological Agency)、②NASA、③ナイジェリア建物道路研究機構 (Nigerian Building and Road Research Institute)、④スイスのメテオノーム社のデータがある。ナイジェリア建物道路研究機構は 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 はそれぞれの機関が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。

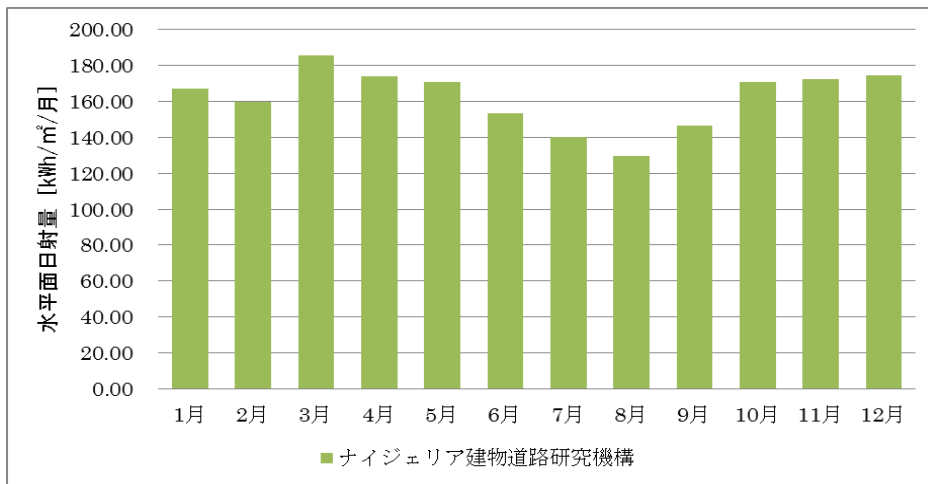
NASA のデータは間接データであり、一般的に他国では測定値よりも 10 %前後高くなっている例が多いが、ナイジェリア気象庁のデータは NASA のデータよりも高い値を示している。メテオノーム社のデータは NASA のデータと比べ年間平均で少し高い値を示している。ナイジェリア建物道路研究機構のデータは 4 機関の中では低い値を示していることから、安全側である同データを採用する。ナイジェリア建物道路研究機構の水平面日射量を図 2-2-2.3 に示す。

表 2-2-2.1 水平面日射量

(単位：kWh/m²/月)

情報源	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
ナイジェリア気象庁	216.69	195.72	200.88	174.6	158.1	138.6	136.09	140.74	152.7	172.36	197.4	213.9	2098
NASA	182.28	170.52	194.37	181.8	172.98	151.5	137.64	129.89	141.9	164.61	179.4	181.66	1989
ナイジェリア建物道路研究機構	167.4	159.6	185.69	174.3	171.12	153.3	140.43	129.58	146.4	171.12	172.5	174.84	1946
メテオノーム社	181.04	173.88	194.99	183	184.14	171.9	156.86	148.8	145.8	178.87	177.9	167.09	2064

[出所] 準備調査団



[出所] 準備調査団

図 2-2-2.3 アブジャの日射量

2) 傾斜面日射量

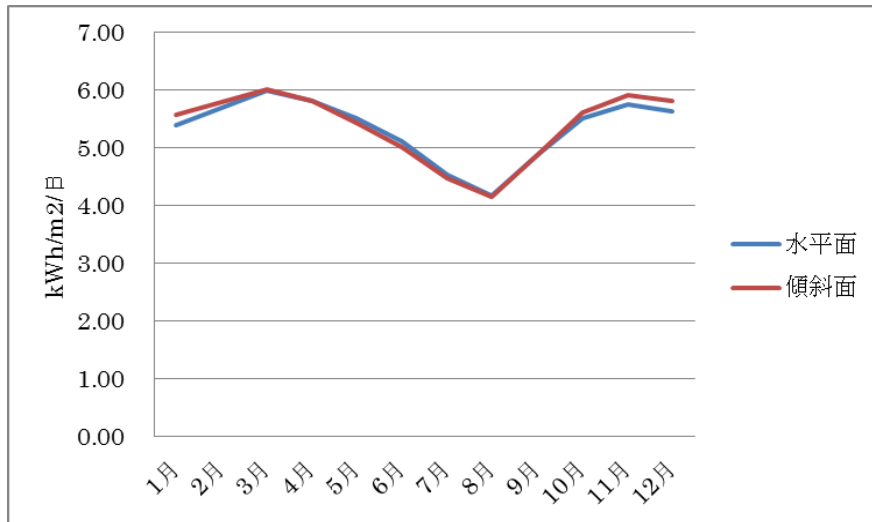
メテオノーム社の水平面、傾斜面データを参考にナイジェリア建物道路研究機構のデータに基づいて傾斜面日射量を算定した。対象サイトは北緯 9° 11'に位置することから、太陽光発電システム導入にあたっては 5 から 10° が最適である。傾斜面 5° の場合と水平面にアレイを設置した場合の日射量を表 2-2-2.2、図 2-2-2.4 に示す。メテオノーム社の計算に基づく、水平面、傾斜面の日射量の差が 14 kWh/m²/年である。この傾斜面日射量を使用して、「3-6-4 プロジェクトの評価」項にて太陽光発電量を算定する。

表 2-2-2.2 アブジャの水平面、傾斜面(5°)日射量

(単位：kWh/m²/月)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
水平面	167.4	159.6	185.7	174.3	171.1	153.3	140.4	129.6	146.4	171.1	172.5	174.8
傾斜面	172.9	162.4	186.6	174.3	168.3	150.6	138.6	128.7	146.4	174.0	177.3	180.1

[出所] 準備調査団



[出所] 準備調査団

図 2-2-2.4 アブジャの水平面及び傾斜面日射量の比較

2-2-3 環境社会配慮

(1) 環境影響評価等に係る法体系

「ナ」国における環境影響評価 (Environmental Impact Assessment : EIA) は、連邦環境省 (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) に基づき実施される。この環境影響評価プロセスは公的・私的を問わずすべての開発プロジェクトに対して課されるものであり、連邦環境省は開発プロジェクトを以下の3つのカテゴリーに分類している。

- 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 (連邦環境省が環境影響報告書 (Environmental Impact Statement) を作成)

環境影響評価は通常以下の手順で実施される。

- 1) プロジェクト実施主体は、環境影響評価登録用紙にプロジェクトプロポーザルを添えて連邦環境省に提出する。登録用紙に記載すべき主な項目は、プロジェクトの名称、実施主体、位置、プロジェクト概要、資材調達源、セクター、予測されるプロジェクトスパン、環境影響評価の実施主体者 (コンサルタント等) である。
- 2) 連邦環境省はその内容を精査の上で現地踏査を行い、申請されたプロジェクトがカテゴリー1から3のいずれに該当するかを最終決定する。

- 3) プロジェクト実施主体は、その決定に基づき、環境影響評価実施のための作業指示書（Terms of Reference : TOR）を作成する。
- 4) プロジェクト実施主体は、連邦環境省による作業指示書の承認の後、環境影響評価を実施し、ドラフト環境影響評価報告書を同省に提出する。
- 5) 連邦環境省にてドラフト報告書がレビューされた後、承認／否認が決定される
- 6) 連邦環境省その他機関により影響緩和モニタリングが行われた後、プロジェクト実施主体は最終版環境影響評価報告書を提出する。

(2) 本計画の環境影響評価

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)に述べたカテゴリー1 から3の3段階のうちのカテゴリー2、即ち中程度の影響を有するプロジェクトに分類され、部分的な環境影響評価が義務付けられている。したがって本計画の実施にあたっても部分的環境影響評価が必要とされる可能性がある。

但し、2007年にJICAが実施した「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、連邦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。本計画では準備工事による環境への影響が多少はあるものの、太陽光発電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、環境影響評価免除の承認を受けられる可能性が高い。万が一、本計画に対して環境影響評価を実施することが連邦環境省より要求されたとしても、その評価内容はIEEレベルであり、EIAレベルは想定されない。環境影響評価申請から事業工程上の現地作業開始予定月まで十分な期間が確保されているため、事業工程に影響を及ぼす可能性は極めて低い。

上述の規定に従い以下の手続きを行うことを実施機関である連邦電力省と確認した。

- 1) 連邦電力省は連邦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）。
- 2) 連邦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し、結果を連邦電力省に通知する。
- 3) 連邦環境省が環境影響評価実施を決定した場合には、連邦電力省が作業指示書を作成された後、連邦環境省から承認を受ける。
- 4) 作業指示書に基づき、連邦電力省により選定されたコンサルタントが環境影響評価を実施する。
- 5) 過去のJICA太陽光発電プロジェクトにおいて連邦環境省はいかなる環境影響評価も不要と判断したことを踏まえて、連邦電力省は同省と折衝する。

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

ニジェール川水系の流量減少により、主要電源である水力発電所の発電量が低下する等、「ナ」国では、エネルギー安全保障の実現が困難となる状況が生じている。気候変動の影響が懸念されており、持続可能なエネルギー供給、従来の化石燃料を中心としたエネルギー政策からの転換に関心が高まっている。

ナイジェリアエネルギー委員会（Energy Commission of Nigeria : ECN）は、2005年に「再生可能エネルギーマスタープラン」を策定し、また、2012年にはその改定を行っており、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を進めている。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、等の障害のため、再生可能エネルギーの導入は思うように進んでいない。クールアース・パートナー国の一つである「ナ」国より、「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」に係る要請があり、準備調査が実施されることとなった。

3-1-2 プロジェクトの概要

我が国は、温室効果ガス排出削減と経済成長を両立させつつ、気候変動への影響の緩和を図る開発途上国への支援策として、「クールアース・パートナーシップ」を設けている。これを受け、JICA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国際協力事業にも積極的に活用することを方針としている。JICAは、「環境プログラム無償資金協力」として、我が国の技術として優位性の高い太陽光発電技術を国際協力事業へ展開している。

本計画は、我が国の「クールアース・パートナーシップ」の理念のもと、上位目標「再生可能エネルギーマスタープラン」を達成するため、ウスマダム浄水場に系統連系太陽光発電システム（設備容量975kWp程度）を整備するものである。主要調達機材を表3-1-2.1に示す。

2011年6月～7月にかけてカツィナ州立ウマル・ムサ・ヤラドゥア大学（Umaru Musa Yar'adua University: UMYU）を対象サイトとし、概略設計、概略事業費の積算を含む準備調査が実施されたが、周辺地域の治安の悪化を理由に計画実施を断念し、連邦首都区のウスマダム浄水場を対象サイトとして改めて準備調査を行うこととなった。

なお、2012年5月15日に、「ナ」国と我が国の間で「ナ」国「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」に係る書簡の交換が既に行われており、E/N限度額は9.8億円である。

表 3-1-2.1 主要調達機材

計 画 内 容		数 量 ・ 容 量
機 材 調 達 ・ 据 付	1. 系統連系太陽光発電システム	
	1.1 太陽光モジュール	975 kWp 相当
	1.2 接続箱	1 式
	1.3 集電箱	1 式
	1.4 パワーコンディショナー	太陽光アレイの容量相当以上
	1.5 主低圧盤	1 台
	1.6 連系用変圧器	太陽光アレイの容量相当以上
	1.7 高圧連系盤	1 台
	2. データ管理システム	
	2.1 データ蓄積システム (UPS 具備)	1 式
2.2 データ表示システム	1 式	
2.3 気象計測装置 (日射計、気温計)	1 式	
3. ケーブル及び端末処理資材	1 式	
調 達	1. 交換部品	1 式
	2. 保守道工具	1 式
建 設	1. 太陽光アレイ用架台	太陽光アレイの容量相当
	2. 太陽光アレイ用基礎	太陽光アレイの容量相当
	3. パワーコンディショナー用建屋	延床面積 約 77.5 m ²

[出所] 準備調査団

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

「ナ」国の首都アブジャ中心部から北西約 40 km 地点に位置するウスマダム浄水場の敷地内を本計画の対象サイトとして、太陽光発電システム及びその付帯設備を調達するとともに、2013 年 1 月に竣工した 2 つの 3 号及び 4 号貯水槽の頂版上部及びその間の空きスペースを合わせて約 8,800 m²に鉄骨枠組みを設計し据付ける。

本協力対象事業は、アブジャ配電会社からウスマダム浄水場に供給される商用電力を補う電源としての太陽光発電システム（設備容量 975 kWp）を供与する。また、仮に蓄電池を導入したとしても、停電時に非常に限られた量の電力しか供給できないと考えられること、蓄電池の交換に多額のコストがかかること等、費用対効果や長期的な維持管理の難しさに鑑み、バッテリーレスシステムとすることで先方と合意した。本協力対象事業の太陽光発電システムは、太陽光モジュール、接続箱、集電箱パワーコンディショナー、連系用変圧器、高圧連系盤等の電気設備から構成される。

(2) 自然条件に対する方針

1) 温度・湿度条件に対して

本計画のサイトは、一年をとおして日最高気温が 25℃から 35℃と高温である。

したがって本協力対象事業で調達されるパワーコンディショナーのような精密機材類は、本協力対象事業で建設するパワーコンディショナー建屋内に設置し、外気温や粉塵による機材への悪影響を回避するよう建屋の仕様等を計画する必要がある。

機材が設置される室内の空調設計にあたっては、設備の機能が確保出来るように十分に配慮する。

2) 降雨条件に対して

ウスマダム浄水場周辺では、雨期には大量の降雨があるため、降雨によって太陽光発電システムに支障をきたさないような排水対策が不可欠である。

本協力対象事業における太陽光発電システムの据付場所は、既存貯水槽の頂版上部であるが、同頂版には雨水排水のための勾配が設けられ、十分な排水機能が確保されている。

また、パワーコンディショナー建屋建設予定地周辺は碎石が敷設され、浄水場内における降雨は、既存の排水溝に集水されるよう計画されていることから、本協力対象事業において、新たな排水対策を講ずる必要はない。

(3) 社会経済条件に対する方針

「ナ」国では、経済の発展や国民の生活に不可欠な道路、電力、水道等の社会基盤整備が着実に進められている。

特に、首都及びその周辺で停電が頻発している現状をふまえて、発電所の建設や変電所の増設に重点的に投資されており、電力事情の改善に対する期待は大きい。

本協力対象事業で供与する太陽光発電システムは、「ナ」国の社会経済情勢の長期的展望に立った時、同国の電力事情の改善に大きく寄与できるものでなくてはならない。そのためには、単に資機材の供与といったハード面のみならず、計画や設計をとおしての技術移転を図っていく等、ソフトコンポーネントの実施を計画する。

(4) 施工事情に対する方針

アブジャ市内には、現地建設会社のみならず外資系建設会社が数多く存在し、大規模な工事から小規模のものに至るまで、多種多様な工事实績を有している。しかしながら、その品質管理や竣工に至るまでの工程管理に関する高度な技術・知見を有する技術者、技能工らの数は必ずしも十分とは言い難い。

このため、本計画における太陽光発電システムの基礎工事や据付工事の実施に当たっては、高度な技術・知見を有する日本人技術者の施工管理をとおして、品質・工程に係る技術及び

機材の管理監督を確実に移転できるよう配慮することが重要視される。

(5) 現地業者、現地資機材の活用に対する方針

本協力対象事業で実施する鋼材の加工・メッキ・組立、全ての現場作業、並びに機器類の調整・試験等は、適切な施工管理と高度な技術を有する日本人技術者の指導のもとに、現地業者、現地労働者で十分に実施可能であることを確認した。このため、監督・管理は日本人とする。

建設資機材についても同様に全てが現地調達可能であり、現地製品の積極的活用が図れるよう配慮することとする。ただし、国内生産の鋼材や鉄筋は、市場への安定供給、品質のバラツキが懸念されていることから、輸入品に依存しているのが実情である。このため、構造用鋼材や鉄筋の調達に当っては、生産地、品質等について十分な検査を実施することが必要不可欠である。

(6) 実施機関の運転維持管理能力に対する方針

ウスマダム浄水場には、大規模太陽光発電システムはなく、アブジャ配電会社より 33 kV 架空線 2 系統が接続されており、11 kV に降圧し 11 kV 開閉設備を介して 3 号及び 4 号浄水設備に電力を供給している。また、アブジャ配電会社からの電力供給が停止した場合に備え定格容量 1,000 kVA のディーゼルエンジン発電機を 2 台設置している。ディーゼルエンジン発電機の運転維持管理は 5 名の運転技師により行われており、太陽光発電システムの運転維持管理体制は整っているものの、必要となる技術及び知識を十分に有していない。

したがって、本計画完了後の太陽光発電システムの運転はもとより、維持管理に関する技術・知見については、運転維持管理を担う部課に対し、ソフトコンポーネントをとおして、適切に移転を図っていくことが必要不可欠である。

本ソフトコンポーネントでは、浄水場内の既存配電系統との連系運転となることを重視し、系統連系に係る基礎技術の移転に加えて、供用開始後の運転維持管理体制についても併せて提案する等、本計画による太陽光発電システムのより効果的・効率的な運転が可能となるよう配慮する。

(7) 施設・機材等の範囲、グレードの設定に対する方針

上記の諸条件を考慮し、本協力対象事業の資機材の調達及び据付けの範囲、並びに技術レベルは、以下を基本方針として策定する。

1) 機材・施設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するとともに、少品種・少工種化とし資機材の互換性を図る等、必要最小限の設備構成、仕様、数量となるよう考慮する。

さらに、本協力対象事業による太陽光発電システムが既存の 3 号及び 4 号貯水槽に据付けられることから、下記事項に十分配慮することとする。

① 既存貯水槽の形状および構造の特徴

既存貯水槽の形状および構造の特徴を要約すると以下のとおりである。

- 既存の貯水槽は、3号及び4号貯水槽の中央に位置する通路の中心線を軸として、線対称形に配置され、直接基礎で支持された水密性構造物であり、その平面および断面形状・寸法は、図3-2-1.1に示すとおりである。

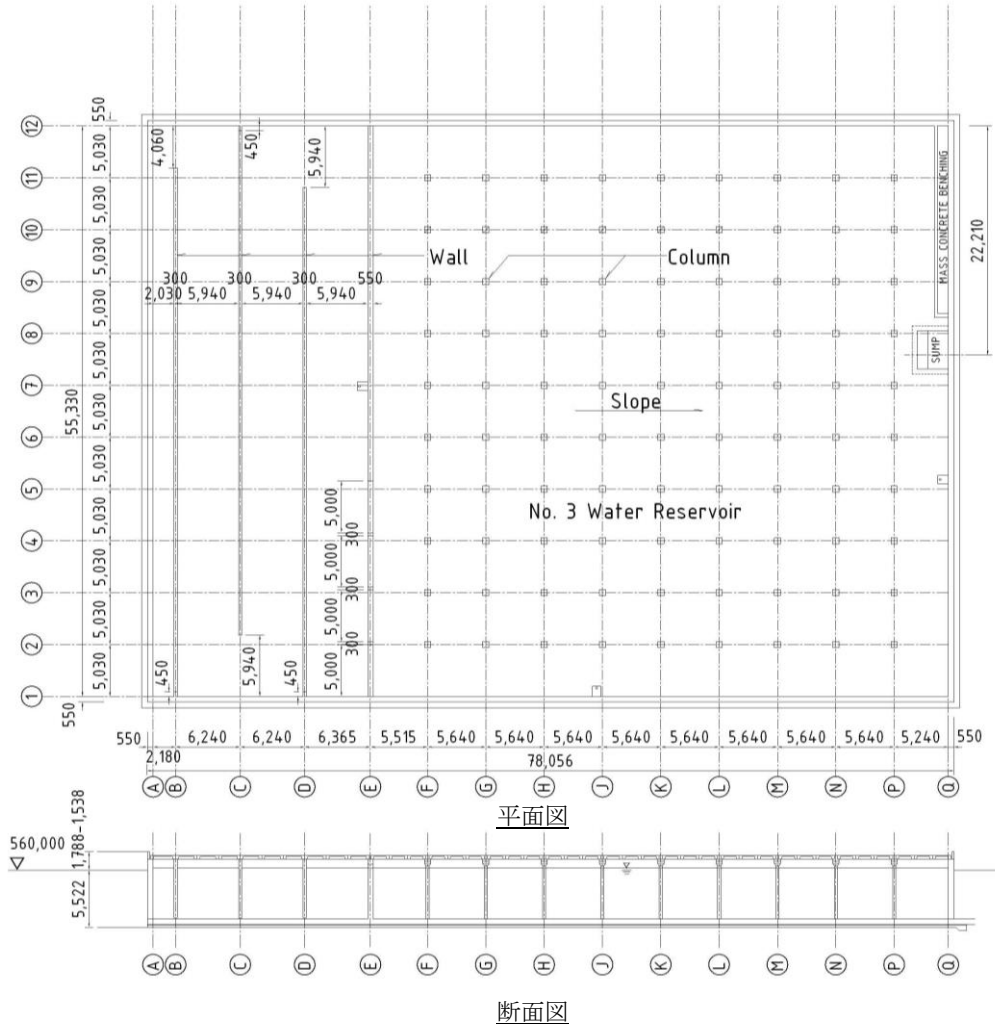


図3-2-1.1 3号貯水槽構造図

- 太陽光発電システムを据付ける既存貯水槽の頂版は、PCパネルを敷設し、その上面に防水コンクリート（厚さ6cm）、防水膜が施されている。
- 防水膜を太陽光熱・紫外線から防護するため、及び雑草の活着防止を主目的として碎石（厚さ10cm）が敷設されおり、上記PCパネルを含めた荷重は、鉄筋コンクリート造外周壁、内部の導流壁、柱および梁によって支持されている。
- 各貯水槽の頂版には、貯水槽内部の点検用マンホール、薬剤注入用配管、換気用配管等が設置されている。

② 設計上の留意事項

本協力対象事業において、設計上特に留意すべき事項として、次の3点が挙げられる。

- 据付ける太陽光発電システム、架台及びその鉄筋コンクリート基礎を含めた重量は、分布荷重に換算すると約 90 kg/m²と比較的軽量であるが、既存貯水槽は水密性を有する重要構造物であることから、貯水槽に対して本協力対象事業による荷重増加を最小限に留める必要がある。
- 荷重のみならず、頂版を構成する部材（壁、柱、梁、PC パネル）に発生する応力（圧縮応力、せん断引張り応力）についても、原設計時の応力を超過させないよう配慮し、既存部材の補強対策を要しないようにすることが重要である。
- 本協力対象事業によって、貯水槽の機能、浄水場の運転維持管理作業に支障をきたさないよう十分に配慮することが不可欠である。

③ 頂版上部への設置に対する方針

本協力対象事業においては、上述した既存貯水槽の構造的特徴、留意事項に配慮するとともに、「ナ」国の要請を十分に理解したうえで、太陽光発電システム、架台及び基礎を設置する。

特に、留意事項として挙げた「貯水槽への荷重増加の軽減」については、本協力対象事業による荷重増分が、頂版上に敷設されている「砕石（厚さ 10 cm）」の重量の半分に相当するものであり、既存の砕石を厚さ 5 cm で撤去する。

一方、貯水槽を構成する各部材の応力については、太陽光発電システム、架台を支持する基礎を適切な形状で合理的に配置することで、原設計時の応力を超過させないよう設置する。

また、頂版上の各種配管等の既存設備については、本協力対象事業と干渉しないよう配慮するとともに、点検用マンホールへの通路、周辺の作業スペースも合わせて確保する。

2) 技術レベルに対する方針

本協力対象事業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、本協力対象事業完了後に実施され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よう留意する。

(8) 工法／調達方法、工期に係る方針

日本及び第三国から「ナ」国までの調達資機材の輸送は、海上輸送が主である。また、荷揚地となるラゴス港からウスマダム浄水場までは、約 800 km と長距離の内陸輸送となることから、資機材の輸送に当たっては安全の確保に加えて、余裕を持った輸送工程を策定する必要がある。

現場作業に係る工期については、主として下記事項を十分考慮して策定する。

- 1) 浄水場の敷地内作業であることから、既存施設の維持管理の内容、実施時期・期間等について事前に把握し、運転維持管理に支障をきたさないよう、かつ、既存施設の機能を損なうことが無いよう配慮することが重要である。
- 2) 太陽光発電システム、架台及びその基礎は、既存貯水槽の頂版上に据付けられるため、原設計時の上載荷重の制約を受けざるを得ない。この制約を遵守するために、仮設工事を含めた適切な工法選定、施工手順を確立する必要がある。
- 3) 過去のデータから浄水場周辺の乾期及び雨期の期間、降雨量を事前に把握し、降雨時の作業を極力回避すべき土工事やコンクリート工事等は、年間をとおして最も雨量が多い5月から10月までの期間を避けて実施可能となるよう配慮する。
- 4) 「ナ」国では、人口の約半数が回教徒であり、1ヶ月間に及ぶラマダン（年1回）や労働時間内における宗教儀式の励行によって、現場作業の効率低下が懸念される。連邦首都区における回教徒の数は、北部に比べて少ないと言われているが、実情を考慮したうえで工期設定を行うこととする。

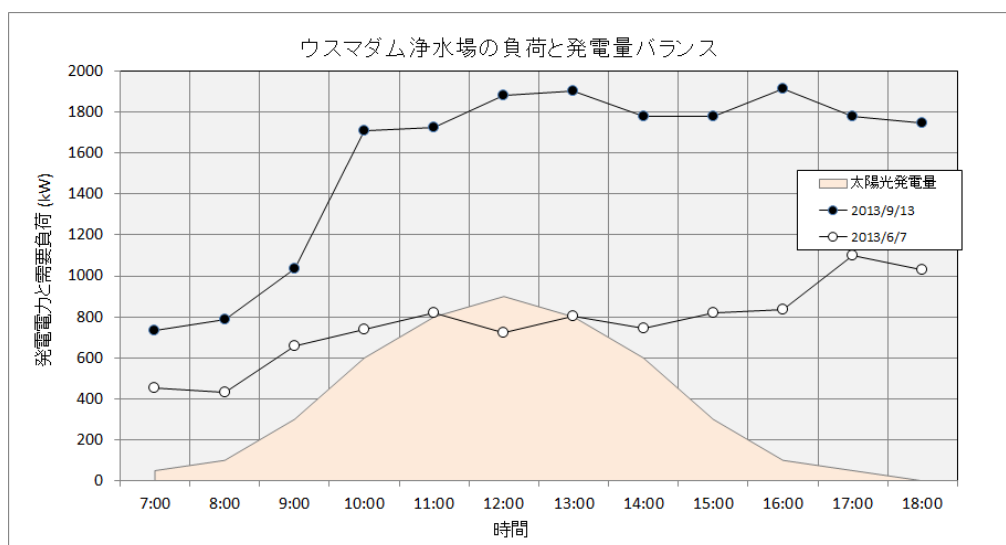
3-2-2 基本計画

(1) 計画の前提条件

1) 対象施設の電力需要

前述 3-2-1 (6) 項の通り、ウスマダム浄水場施設にはアブジャ配電会社の 33 kV 配電系統並びに 11 kV 側構内配電施設と非常用発電設備により電力が供給されている。

ウスマダム浄水場の 11 kV 構内幹線（合計 3 フィーダー）の 2012 年 11 月 1 日から 2013 年 9 月 17 日現在までのデマンドを基に作成した、ある 2 日間分の昼間の日負荷曲線を図 3-2-2.1 に示す。また、同図に本サイトに 975 kWp の太陽光発電システムを設置した場合の推定発電量として太陽光発電量を示す。



[出所] 準備調査団

図 3-2-2.1 ウスマダム浄水場の昼間商用電源負荷曲線の例

図3-2-2.1より平日は太陽光発電による配電系統側への逆潮流の起こる日と起こらない日が確認できる。

このように、本協力対象事業より 975 kWp 程度の太陽光発電システムを導入した場合、ウスマダム浄水場における負荷が現状のままであれば、商用系統への逆潮流が発生する可能性もある。

しかしながら、連邦首都区水公社より、本協力対象事業の太陽光発電システムが本稼働する際には、以下の点から商用系統への逆潮流は想定されないことが説明された。

- ▶ 3号及び4号浄水設備は、連邦首都区の水道需要の急増に応じて整備されたが、現在、試運転中であり軽負荷状態にある。本協力対象事業の太陽光発電システムが本稼働開始する際には、現在、フル稼働している1号及び2号浄水設備（合計処理能力10,000 m³/時）に加え、3号及び4号浄水設備（合計処理能力20,000 m³/時）もフル稼働している。
- ▶ 現在、ウスマダム浄水場の設備は、水道需要に応じて「出なり」でプラント負荷をコントロールしているが、本協力対象事業の太陽光発電システムが本稼働開始する際には、タンクバランスを調整し、太陽光発電システムのピーク電力が得られる時間帯に浄水場負荷もピークとなるようプラント運用を変更する。

2) 系統連系に関わる制度及び技術検討

① 系統連系に関わる制度・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。

(a) ナイジェリア電力規制委員会 (Nigeria Electricity Regulatory Commission)の規制 R-0108

規制 R-0108 は、出力 1,000 kW を超えるの自家発電を許認可の対象としている。本計画は 1,000 kW 以下であるので本規制の対象外となるが、ナイジェリア電力規制委員会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、1,000 kW 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、1,000 kW 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、1,000 kW 以下の場合には事前にナイジェリア電力規制委員会に通知して了解を得ればよい。

(b) ナイジェリア電力規制委員会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」

ナイジェリア電力規制委員会の配電規則は 50 kW 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。

本計画による太陽光発電システムは、①系統連系型の自家発電設備であること、及び、②再生可能エネルギーを利用していること、という2つの特徴を持つ。①に関し、本計画の太

太陽発電の場合は、発電容量が 1,000 kW 以下であり、かつ回転発電機ではないので上記の規制対象外となる。また、②についても、同国では再生可能エネルギーに関する法制度は存在しないため、特別の考慮をする必要はない。

3) 系統連系太陽光発電の導入形態について

本計画が実施された際、想定される系統連系太陽光発電システムの導入形態は表 3-2-2.1 のとおりである。①及び②が電力事業者の設備として導入する形態で、③、④及び⑤は電力事業者以外の民間企業および住民が自らの設備として導入する形態である。

本計画では、「ナ」国側との協議の結果、連邦首都区水公社が所有者となり、対象サイトであるウスマダム浄水場の電気工作物という位置付けで運転維持管理を担当する。本計画の太陽光発電システムの導入により削減される電気料金を資金源とし太陽光発電システムの運転維持管理を行う。

本計画は④の形態にて実施することとなる。この導入形態では、建物の所有者と太陽光発電システムの所有者が同一なため運転維持管理の責任所掌が明確である。対象サイトが連邦首都区への給水を担う浄水場という、職員以外の入構制限された施設であるため、運転維持管理の観点から、非常に理想的な形態になったと言える。

なお、ウスマダム浄水場では、33 kV 受電設備、11 kV 構内配電網、低圧設備を保有しており、電気設備の知識・技能を有する技術者は存在するが、太陽光発電システムの運転維持管理については、日本国側の協力対象事業の一環としてソフトコンポーネントを行い、技術移転を行う方針とする。

表 3-2-2.1 系統連系太陽光発電システムの導入形態について

No.	導入形態	設置場所	太陽光発電システム所有者	特徴、課題、要件等
①	電力事業者が自社設備として自社施設に太陽光発電システムを設置	電力事業者施設等	電力事業者	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電システム、周辺設備共自社設備であるため、太陽光発電システム設置に係る設計が容易である。 太陽光発電システム設置場所に自由度がある。
②	電力事業者が他者の所有する建物の屋根等を借り、自社の太陽光発電システムを設置	電力事業者以外施設等	電力事業者	<ul style="list-style-type: none"> PV 設置に係る設計が容易である。設置場所の制約、賃借料等が予想される。 設備運用管理、保安面に係る協議が必要。 賃借料等を勘案した電気料金の検討が必要。
③	施設所有者が自己の電源として太陽光発電システムを設置し、余剰電力を電力事業者に売電	他者建物等	施設所有者等	<ul style="list-style-type: none"> 常時は自家用として利用するため、余剰電力の逆潮流は少なく、配電線への影響も少ない。 系統連系にあたって保護装置等具備すべき装置に関する技術的要件をガイドライン等の公平な規格で定める、もしくは電力事業者と個別に協議する必要あり。 余剰電力買取制度の準備が必要。
④	施設所有者が自己の電源として太陽光発電システムを設置し、その発	電力事業者以外施設等	施設所有者等	<ul style="list-style-type: none"> 商用系統への逆潮流は生じない 系統連系にあたって保護装置等具備すべき装置に関する技術的要件をガイドライン等

	電電力を構内で使い切る場合（本計画に適用）			の公平な規格で定める、もしくは電力事業者と個別に協議する必要あり。
⑤	施設所有者等、電力事業者以外が電力事業者に対する卸電力供給を目的とし、太陽光発電システムを設置	電力事業者以外施設等	施設所有者等	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模な太陽光発電システムを既存配電線へ連系する場合、電圧過昇防止設備等を事前に検討する必要がある。 ・卸電力取引に関する制度の準備が必要。

[出所] 準備調査団

4) 系統連系太陽光発電の導入に必要な法規制について

系統連系太陽光発電システムを導入するにあたっては、「技術面」、並びに、「制度面」から表 3-2-2.2 に示すとおり、検討項目が抽出される。

表 3-2-2.2 本計画の系統連系太陽光発電システム導入時の法制度における検討項目

検討要件	
技術面	<電力品質> 導入する太陽光発電システムによる既存系統電力への影響（電圧、周波数、フリッカ、高調波）に関する規制の有無
	<系統保護機能> 連系のために具備すべき保護継電器等、保安確保のため特別に考慮すべき要件
	<連系方式> 連系電圧階級（高圧連系または低圧連系）に関する区分、連系設備への要件
制度面	発電設備設置に関わる許認可、設置事業者、逆潮流に関する規制
	系統連系太陽光発電システムの電力量計量方法、発電電力量・料金の取り扱い方法 導入太陽光発電システムの運転維持管理組織・体制

[出所] 準備調査団

一般的に市場に出回っている日本製のパワーコンディショナーは、既に高調波対策が講じられていることから、本計画対象設備の仕様としては、日本の高調波抑制対策ガイドラインに則った仕様を要求することとする。

基本的に太陽光発電システムの発電電力を上回るため逆潮流は想定されないが、万が一、逆潮流が起こった場合、潮流が配電線に流れこむことになるが、制度面の問題はないことを確認した。

運転維持管理体制に関しては、「ナ」国内では大規模な太陽光発電システムとなるため、ソフトコンポーネントの中で運転維持管理に関する知識及び技能を技術移転しながら、ウスマダム浄水場周辺を管轄する配電事業者も含めたような体制作りを図る。

5) 配電系統増強の必要性

配電系統増強の必要性を検討する上では、系統連系太陽光発電システムの導入後、①連系点から上位系統の配電設備（変圧器、配電線）が過負荷にならないこと、②連系点における配電線電圧が管理基準範囲を逸脱しないこと、の2点を検討する必要がある。

① 上位系統の配電設備（変圧器、配電線）増強の必要性

(a) 配電用変圧器容量

ウスマダム浄水場では、配電事業者から 33 kV で受電し、受電点近傍で 11 kV に降圧

した後、構内配電を行っている。構内の各浄水設備内に 11 kV 配電線で引込んだ後、低圧に降圧し、各負荷設備に電力供給を行っている。受電点の 33/11 kV 変圧器の容量は 5,000 kVA であり、本計画の太陽光発電システムは 3 号及び 4 号浄水設備の 11 kV 側に、1,000 kWp 程度の容量を接続する計画であるため、受電点の 33/11 kV 変圧器の増強の必要は無い。

環境プログラム無償スキームを活用する場合、残余金が 3%以内となるまで事業が継続されるため、太陽光発電システムの容量が今後の入札結果によっては 1,000 kWp を超えることも想定される。ウスマダム浄水場の設備上、運用上の制約を勘案し、上記のように 11 kV 連系としているが、3 号及び 4 号浄水設備の 11 kV から低圧へ降圧する変圧の容量は 1,000 kVA であるため、本計画による太陽光発電システムと系統との連結を低圧接続とする場合は、適宜、その増強も検討する必要がある。

上記の観点から、低圧接続を行った場合、太陽光発電システムの容量追加により、配電用変圧器増強の必要性が生じると、当初の設計思想に矛盾が生じる状況も発生し得る。この場合、当初設計部分を追加工事のタイミングで改造・取替えが必要になる、また、2013 年に運転開始した直後である 3 号及び 4 号浄水設備の電気設備を取替える等、非効率な計画となるため、この観点からも 11 kV 連系が妥当である。

(b) 配電線容量

ウスマダム浄水場に電力供給を行う上位変電所から至る 33 kV 配電線は、表 3-2-2.3 に示すとおりウスマダム専用線及びバワリ供給回線からの分岐線という 2 回線がある。但し、ウスマダム専用線の開通以降、バワリ供給回線は使用されておらず、事実上 1 回線のみから受電されている。

「ナ」国では IEC 規格に基づいており、表 3-2-2.3 に示すとおりウスマダム専用線にて使用されている電線は 150 mm² の ACSR であった。一方、我が国では電線規格は JEC が採用されており、150 mm² の ACSR は同規格に規定されておらず使用されていない。そのため、ここでは 150 mm² より条件の厳しい 120 mm² にて検討することとする。

サイズ 120 mm² の ACSR の許容電流値は概ね 380 A である。一方、太陽光最大発電出力時の逆潮流電流値は 20 A 程度（最終的な設備容量を 1,000 kWp 程度と想定）である。そのため、既存配電線の増強の必要は無い。

表 3-2-2.3 上位配電線の仕様

対象サイト 近傍の変電所	電圧階級	線種	許容電流値
第 4 アブジャ送電（デュト ウセ・アルハジ）変電所	33 kV	ウスマダム浄水場専用線	150 mm ² (ACSR)
		バワリフィーダー分岐線	150 mm ² (ACSR)

[出所] 連邦電力省からの開取調査および本邦メーカーの電線便覧より準備調査団にて作成

② 連系点における配電線電圧が管理基準範囲を逸脱しないこと

ウスマダム浄水場に電力供給を行う上位変電所からウスマダム浄水場に至る 33 kV 配電線について検討し、直近の一般低圧需要家の受電電圧が管理基準範囲を逸脱しないこと

を確認する。通常軽負荷時において本計画の太陽光発電システムから商用系統へ逆潮流された際、直近の一般低圧需要家の受電電圧が管理基準範囲の上限を超過しないか確認する。

本計画では、簡便かつより厳しい（安全側）条件、すなわち、本計画に太陽光発電システムから無負荷の配電線に沿って上位変電所まで逆潮流される条件を想定し、直近の一般低圧需要家の受電電圧が管理基準範囲の上限値を超過しないことを確認する。配電線が引き出されている上位変電所での配電線送出電圧をベースに検討を行う。

上位変電所からウスマダム浄水場へは 33 kV 配電線により電力供給されており、その距離は約 10 km である。また、33 kV 配電線の線種は、150 mm² の ACSR が使用されているが、日本の規格ではこの線種は使用されていない。そこで、日本にてデータの収集が可能であり、かつ保守的な検討が行えられるよう全区間の線種を 120 mm² の ACSR と仮定し、検討を行う。120 mm² の線路抵抗は 0.233 Ω/km である。また、太陽光発電出力は力率 1 の定格出力であるため、リアクタンス分は考える必要がない。

上流変電所（33 kV 系統）の母線容量は太陽光発電システムの最大出力 1000 kWp と比較しては無限大と見做すことができ、電圧一定である。このとき、浄水場側の逆出電圧は次のように計算される。

$$\begin{aligned}V_s &= V_R + \sqrt{3} R I \\ \Delta V &= V_S - V_R \\ &= \sqrt{3} R I \\ &= \sqrt{3} \times 2.33 \times 20 \\ &= 80.7 \text{ (V)} \\ V_s &= 33000 + 80.7 \\ &= 33080.7 \text{ (V)}\end{aligned}$$

ただし、 V_s : 浄水場側の逆出電圧、 V_R : 上流変電所の受電電圧（30,000 V）、 R : ACSR の 10 km あたりの抵抗値（Ω）、 I : 逆潮流電流（A）、 ΔV : 電圧上昇値（V）
浄水場側の電圧上昇率 ε （%）は、以下のように求められる。

$$\begin{aligned}\varepsilon &= (V_s - V_R) / V_s \times 100 \\ &= 80.7 / 33080.7 \times 100 \\ &= 0.244 \text{ (\%)}\end{aligned}$$

上式より、逆潮流による電圧変動の影響は、上流変電所にはなく、送り側の電圧が 33 kV 系において僅かにみられるのみである。浄水場及び直近需要家の低圧電圧についても同様に考えることができる。

$$\begin{aligned}V_R' &= (1 + \varepsilon / 100) V_R \\ &= (1 + 0.244 / 100) \times 240 \\ &= 240.6 \text{ (V) [許容範囲： 252~228 (V)]}\end{aligned}$$

ただし、 V_R' : 上昇後の低圧受電電圧、 V_R : 太陽光発電システムの逆潮流のない場合の低圧受電電圧、 ε : 電圧上昇率

上述の検討結果を表 3-2-2.4 に示す。この検討の結果から、直近の一般低圧需要家の受電電圧は 240.6 V である結果が出る。電圧基準値は「ナ」国では明確な基準がないため、日本の分散型電源系統連系技術指針 (JEAG9701-2001, 日本電気協会) を参考とすると、直近の一般低圧需要家の受電電圧は、管理基準範囲である (240 V ± 12 V (±5%)) を逸脱しないことが確認される。

以上の検討結果より、想定条件において、直近の一般低圧需要家の受電電圧が 240.6 V と管理基準上限値である 252V を大幅に下回っていることが確認されたので、問題ないと判断できる。

表 3-2-2.4 連系点および直近の一般低圧需要家における配電線電圧値の検討結果

亘長	系統電圧	サイズ	抵抗	PV からの 逆潮流 電流値	送出電圧値	電圧 上昇値	直近の 一般低圧需要家の 受電電圧
10 km	33 kV	120 mm ²	0.233 Ω/km	20.0A	33080.7 V	80.7 V	240.6 V

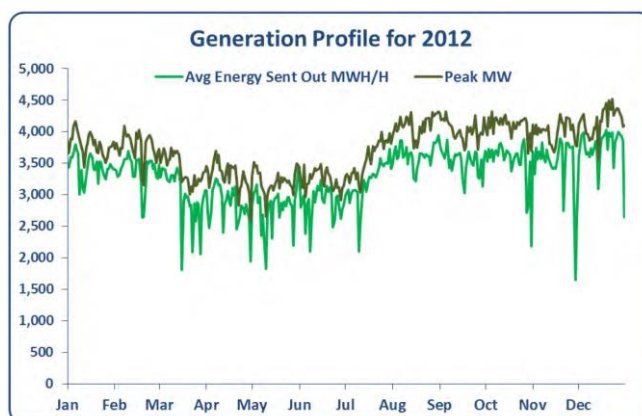
[出所] 連邦電力省からの聞取調査より調査団にて作成

6) 系統連系太陽光発電容量

「ナ」国の系統規模を考えると、周波数安定性の観点から本計画の設備が影響を及ぼす可能性は極めて低いが、本計画にて導入予定である設備容量 1,000 kWp 程度の系統連系太陽光発電システムが、既存系統に対して導入可能か再検証を行う。

一番厳しい条件として、軽負荷時に通常運転している系統に接続されている発電設備がガバナフリー制御を行っている状態を想定し評価を行う。周波数については、「ナ」国に明確な基準値がないため、電力品質として厳しい日本の周波数偏差目標値 50 ± 0.15 Hz (±0.3%) を用いて、系統連系太陽光発電システムの導入可能量検討を行うこととする。

「ナ」国の系統規模の概要として、図 3-2-2.2 に、2012 年 1 月から 12 月までのピーク電力 (MW) と 1 時間あたりの平均送電電力量 (MWh/h) を示す。同図における最大ピーク電力は 4,517.6 MW (2012 年 12 月 23 日 記録) であり、1 時間あたりの平均送電電力量の最低値は約 1,500 MWh である。



[出所] Presidential Task Force on Power (Jan.2013) Year in Review 2012

図 3-2-2.2 2012 年のピーク電力及び平均送電電力量

昼間ピークが想定される時間帯の軽負荷時の需要を上記の 1,500 MW とし想定し、系統に接続されている電源設備の速度調停率が火力発電設備、水力発電設備等で一般的な 3% から 4% 程度と想定すると、許容される瞬時負荷変動量は次式となる。

$$1,500 \text{ MW} \times (\text{許容周波数変動率 } 0.3\% / \text{速度調停率 } 4\%) = 112.5 \text{ MW}$$

すなわち、単機容量 100 MW 級の火力発電設備または水力発電設備のトリップと本計画の太陽光発電システムの日射の変動による出力変動が同時に生じて、周波数安定性に問題は生じないと判断される。

7) 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。その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 ウスマダム浄水場の太陽光発電モジュール

ウスマダム浄水場は北緯 9 度であり、1 年が雨期と乾期に別れ、雨期には激しいスコール、乾期にはサハラ砂漠よりの砂塵が舞い、年間平均最高気温は 31.0℃ という自然環境下にある。自然環境は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、十分な導入実績があり、信頼性、耐久性があり、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 3-2-2.5 に示す。

表 3-2-2.5 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	単結晶または多結晶シリコン、タンデム型シリコンまたはアモルファスシリコン
参考技術標準	JIS, IEC 又は同等以上
モジュール出力	250 W 以上、 測定条件（AM：1.5、気温：25℃、日射量：1000 W/m ² ）
合計出力	975 kW 以上（予算の制限から）
モジュール変換効率	14.5%以上（3 社確保可能）
モジュール重量	モジュール 1 枚の重量：15 kg～20 kg
サイズ	メーカー仕様による

[出所] 準備調査団

② 接続箱、集電箱

ナイジェリアの自然環境は苛酷である。雨期、乾期に分かれ雨期には猛烈なスコールがあり、乾期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 IP-45 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) 1)項「基本計画の概要」で記載する。

③ パワーコンディショナー

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。また、プラントの操作記録を確認したところ、電力の品質は日本のように安定していないため、相互接続のための保護システムは市場におけるパワーコンディショナーの一般的な仕様を考慮し制定値幅及び限時幅を設定する。「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、サハラの詳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、IP-20 以上とする。機器の詳細な仕様は 3-2-2 (3) 1)項「基本計画の概要」で記載する。また、パワーコンディショナー建屋の位置は概略設計図 G-01 に示す。

④ 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建屋近接の屋外に設置する。系統側の電圧変動に合わせるため、11kV 側端子を 5%タップの 5 段階電圧 (11 kV±10%) に分ける。機器の詳細な仕様は 3-2-2 (3) 1)項「基本計画の概要」で記載する。

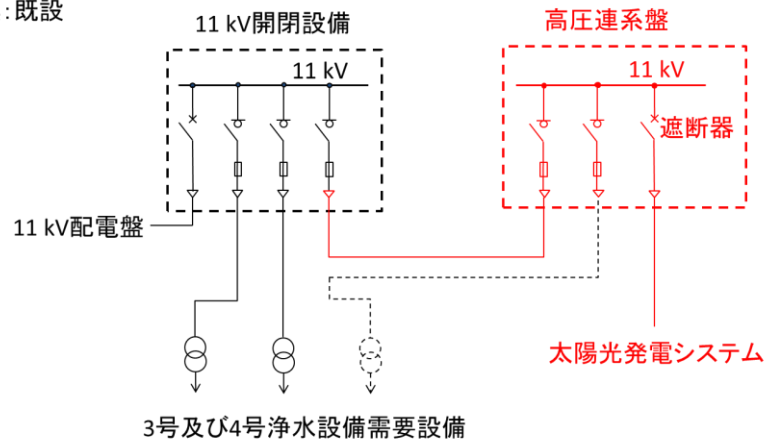
⑤ 高圧連系盤

高圧連系盤は、パワーコンディショナーで交流に変換され連系用変圧器にて 11 kV に昇圧された電力を既設の設備に接続するためのものである。

3 号及び 4 号浄水設備用の電気設備との接続は低圧側ではなく、11 kV 側で接続することが、本協力対象事業の太陽光発電システムを既存の構内電気システムに接続する条件であることが、連邦首都区水公社より説明された。3 号及び 4 号浄水設備用の電気設備の低圧母線は母線構造が複雑で、インターロックロジックも存在することから、本協力対象事業の太陽光発電システムを低圧母線に接続した場合、ウスマダム浄水場の運転員の誤操作が懸念される。また、対象サイトの制約上、太陽光発電システムから連系点までの距離が 200 m を超えるため、市場での一般的なサイズのケーブルを活用することを想定した場合、電圧降下等の損失が極めて大きい。

また、連邦首都区水公社との協議において、以下の事項を勘案し、本協力対象事業の太陽光発電システムの既存の 11 kV システムへの連系にあたっては、図 3-2-2.3 に示す連係方法を採用することが条件であると説明された。

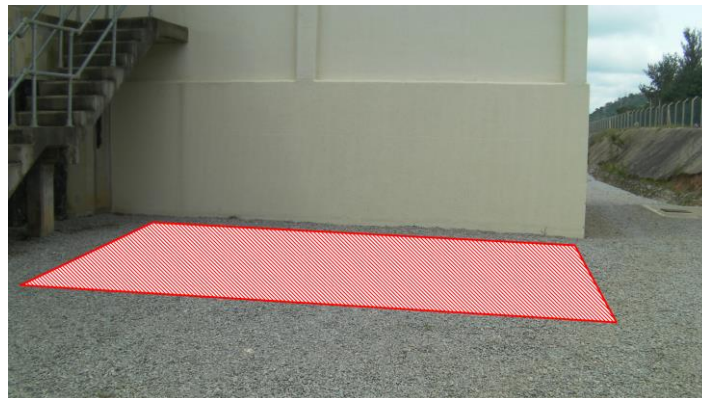
赤: 本計画
黒: 既設



[出所] 準備調査団

図 3-2-2.3 太陽光発電システムの 11 kV システムへの連系方式

- 3号及び4号浄水設備用の電気設備の 11 kV 開閉設備には、既存の変圧器バンク（各 1,000 kVA）用の 2 フィーダーに加え、想定されている水道需要の将来増加に対する設備増強に備え、変圧器バンク増設用に 1 フィーダーが確保されている。負荷追従機能を具備しない、補助電源的役割の太陽光発電システムがここに接続された場合、このフィーダーを安定的な電力供給源として機能する変圧器バンクの将来増強用としている当初の設計思想を阻害する形となる。図 3-2-2.3 に示す連系方法を採用し、既存の変圧器バンクの将来増強用フィーダーを確保することが、太陽光発電システムを既存の 11 kV システムに接続する条件であることが、連邦首都区水公社より説明された。
- 「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。当該盤は屋外に設置され、サハラのごく細かい砂塵は機器に悪影響を与える。保護クラスは自然環境から機器を守るため、IP-45 以上とする。機器の詳細な仕様は 3-2-2 (3) 1 項「基本計画の概要」で記載する。また、高圧連系盤の位置は概略設計図 G-01 に示し、用地の状況を図 3-2-2.4 に示す。



[出所] 準備調査団

*) 赤網掛け部に据付

図 3-2-2.4 高圧連系盤据付用地の状況

⑥ 表示装置及びデータ蓄積システム

表示装置及びデータ蓄積システムは、既設の中央監視室に据付け、太陽光発電システムの稼動状況を表示し、逆潮流が起こりそうな時にはプラント負荷を上げて運転する。さらに、「ナ」国民の日本製品の認識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)1項「基本計画の概要」で記載する。また、表示装置の位置は詳細設計図 G-01 に示す

(2) 全体計画

本計画の施設、設備、資機材の規模等の仕様は、下記条件のもとに策定する。

1) サイト条件及び気象条件

表 3-2-2.6 サイト条件及び気象条件

項 目	条 件
a. 地盤標高	海拔 560.0 m
b. 周囲気温 (最高)	35.5 °C
c. 周囲気温 (最低)	19.0 °C
d. 相対湿度	88.1%
e. 最大風速	40.0 m/s
f. 粉塵	考慮する。

[出所] 連邦首都区水公社

2) 電気方式の条件

配電電圧 : (受電) 3 相 3 線式 33 kV
: (構内配電) 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、25 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)

3) 施設計画の条件

本計画対象サイトは、かつての丘陵地を切土して造成されたウスマダム浄水場の敷地内である。同敷地の周囲は忍び返し付きのネットフェンスで囲われ、入口には門扉、守衛用の詰所が設けられ、かつ、敷地内の排水設備も整備済みであることから、本協力対象事業において、新たな外構や排水施設工事は必要ないものと判断される。

ただし、太陽光発電システムの大半が、3号及び4号貯すい槽の頂版上部(地上高約1.8m)に据付けられることから、仮設及び本設工事を問わず、必然的に荷重制限を受けざるを得ない。大規模で重要構造物である貯水槽上の作業実施に当たっては、同貯水槽への悪影響を回避するだけでなく、日本人技術者による管理監督により、維持管理に支障をきたさないよう、無事故・無災害で終始するよう、適切な施工計画の策定が必要不可欠である。

さらに、浄水場内には数多くの管路やケーブルが埋設されており、地業や車両荷重等により、これらに損傷を与えないよう適切な防護策を講ずることとする。併せて、浄水場という特殊な施設内工事であることに鑑み、環境面、衛生面にも十分に配慮した計画を策定し、常に整理整頓された現場を維持するよう、特に配慮することとする。

ウスマダム浄水場内には、昇圧変圧器、パワーコンディショナーなどの電気機材を収容する既設建屋がないため、同敷地内にパワーコンディショナー建屋（平屋建て 5.0 m×15.5 m 程度）を新設する。

パワーコンディショナー建屋については、年平均気温が 31 °C と高温であることから、外気熱を遮断可能な構造とするため、吊天井を設けて屋根からの熱の影響を極力低下できるように計画する。併せて、現地特有のハマタンよる砂塵が建屋内へ侵入しないよう計画する。

電力供給については、新設のパワーコンディショナー建屋の隣りに屋外用の連系用変圧器を設置し、ウスマダム浄水場で使用している電圧 11 kV に昇圧し、新設の高圧連系盤を介し、既設の電気室内設置されている 11 kV 開閉器まで 11 kV ケーブルをラック及び管路配線で敷設し、既設遮断器盤の母線に接続して電力を供給する計画とする。

(3) 基本計画の概要

1) 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システムについては JIS、IEC 規格を適用する。系統連系太陽光発電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 3-2-2.7～表 3-2-2.15 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、集電箱の数は未定である。

表 3-2-2.7 基本計画の概要と主要機材の調達数量

計 画 内 容		数 量 ・ 容 量
機 材 調 達 ・ 据 付	1. 系統連系太陽光発電システム	
	1.1 太陽光モジュール	975 kWp 相当
	1.2 接続箱	1 式
	1.3 集電箱	1 式
	1.4 パワーコンディショナー	太陽光アレイの容量相当以上
	1.5 主低圧盤	1 台
	1.6 連系用変圧器	太陽光アレイの容量相当以上
	1.7 高圧連系盤	1 台
	2. データ管理システム	
	2.1 データ蓄積システム (UPS 具備)	1 式
2.2 データ表示システム	1 式	
2.3 気象計測装置 (日射計、気温計)	1 式	
3. ケーブル及び端末処理資材	1 式	
調 達	1. 交換部品	1 式
	2. 保守道工具	1 式
建 設	1. 太陽光アレイ用架台	太陽光アレイの容量相当
	2. 太陽光アレイ用基礎	太陽光アレイの容量相当
	3. パワーコンディショナー建屋	延床面積 約 77.5 m ²

[出所] 準備調査団

表 3-2-2.8 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	適用規格	IEC 及び同等規格、保護クラス IP-65 以上
	使用環境	熱帯、砂塵地域、1,000m 以下
	年間最高平均気温	+31.0 °C
	設置方式	地上設置方式
	種類	単結晶または多結晶シリコン、タンデム型シリコンまたはアモルファスシリコン
	モジュール効率	14.5%以上
	モジュール容量	1 枚当たり 250 W 以上

[出所] 準備調査団

表 3-2-2.9 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	支持形式	鉄骨架台
	使用環境	熱帯、砂塵地域
	材質	SS400 溶融亜鉛めっき仕上げまたは同等品質

[出所] 準備調査団

表 3-2-2.10 接続箱の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
3. 接続箱	構造	屋外 壁掛け式、保護クラス IP-45 以上
	使用環境	熱帯、砂塵地域
	周囲温湿度	+40℃以下、85%以下
	最大入力電圧	ストリング単位最大出力動作電圧(V_{pm})以上
	入力回路数	サブアレイ単位並列数以上
	入力電流	1回路当りモジュール公称短絡電流(I_{SC})以上
	出力回路数	1回路
	出力電流	サブアレイ公称短絡電流(I_{SC})以上
内蔵機器	<ul style="list-style-type: none"> ・配線用遮断器：回路数 ・逆流防止素子：入力数 ・避雷器：各出力回路 	

[出所] 準備調査団

表 3-2-2.11 集電箱の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
4. 集電箱	構造	屋外 壁掛け式、保護クラス IP-45 以上
	使用環境	熱帯、砂塵地域
	周囲温湿度	+40℃以下、85%以下
	最大入力電圧	ストリング単位最大出力動作電圧(V_{pm})以上
	入力回路数	集約される接続箱数以上
	入力電流	接続箱出力電流以上
	出力回路数	1回路
	出力電流	サブアレイ公称短絡電流×入力回路数以上
内蔵機器	<ul style="list-style-type: none"> ・配線用遮断器：入力数 ・避雷器：各出力回路 	

[出所] 準備調査団

表 3-2-2.12 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
5. パワーコンディショナー	構造	屋内 地上設置垂直自立型、 保護クラス IP-20 以上
	使用環境	熱帯、砂塵地域、1,000m 以下
	周囲温湿度	+40 °C 以下、85% 以下
	主回路方式	自励式電圧型
	スイッチング方式	高周波 PWM
	絶縁方式	問わない。但し、必要に応じて絶縁トランスを据付すること。
	冷却方式	強制空冷
	定格入力電圧	パワーコンディショナーによる
	入力動作電圧範囲	ストリング最大出力動作電圧(Vpm)と公称開放電圧(Voc)が範囲内に入ること。
	入力回路数	集電箱数以上
	出力電気方式	3φ3W または、3φ4W
	定格出力電圧	AC415 V または、変圧器低圧側電圧に調整
	定格周波数	50 Hz
	交流出力電流 ひずみ率	総合電流 5% 以下、各次調波 3% 以下
	電力制御方式	最大出力追従制御
	定格電力変換効率	93% 以上
	制御機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動起動・停止 ・ 自動電圧調整 ・ 出力過電流調整 ・ 出力調整
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。	
単独運転検出機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 能動型 ・ 受動型 	

[出所] 準備調査団

表 3-2-2.13 連系用変圧器の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
6. 連系用変圧器	適用規格、構造	JIS, IEC 規格、屋外・垂直自立型
	使用環境	熱帯、砂塵地域
	周囲温湿度	+40°C 以下、85% 以下
	容量	1,250 kVA
	一次電圧	パワーコンディショナー出力電圧に設定調整
	二次電圧	11 kV
	周波数	50 Hz
	絶縁階級	A 種
	結線方式	Dyn11

[出所] 準備調査団

表 3-2-2.14 高圧連系盤の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
7. 高圧連系盤	適用規格・構造	IEC 又は同等規格 屋外 空気絶縁金属閉鎖型、 保護クラス IP45 以上
	使用環境	熱帯、砂塵地域
	周囲温湿度	+40 °C以下、80%以下
	定格電圧	AC12 kV 以上
	相数	3φ3W
	定格電流	630 A 以上
	母線短絡電流	25 kA 以上 (1 秒)
	入力回路数	1 回路
	連結方式	地中引き込み
	内蔵機器	<ul style="list-style-type: none"> ・避雷器 ・ヒューズ付負荷開閉器 ・真空遮断器 (固定式) ・計器用変流器 ・計器用変圧器 ・オペレーショントランスフォーマー ・その他附属機器
	制御電源	AC110 V
	操作条件	・電気式インターロックによる、直接手動操作
計測・保護装置	<ul style="list-style-type: none"> ・過電流継電器 (3 相保護) ・地絡過電流継電器 ・不足電圧継電器 	

[出所] 準備調査団

表 3-2-2.15 計装装置の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
8. 計測装置	日射照度計 適用規格 感度	ISO9060 Second class 相当 7~14 mV (kW/m ²)
	外気温度計 種類 適用規格 使用温度範囲	測温抵抗体 Pt100 IEC60751 及び同等規格 -40 °C ~ +100 °C
	信号変換器 構造 材質 使用環境 入力信号 出力信号 電源 収納機器	屋外型、保護クラス IP-45 以上 SPHC400 粉体塗装 熱帯、砂塵地域 日射計 (0-10 mV)、気温計 (Pt100 Ω) 4-20 mA×2 AC240 V 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
	データ蓄積システム データ計測方式 ・測定周期 ・データ収集項目 使用機器 ソフト仕様	6 秒 傾斜面日射強度、気温、発電電力 PLC データ処理装置、データロガー、 操作用コンピュータ、無停電電源装置 (瞬停対策用) 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

[出所] 準備調査団

2) 施設配置計画

太陽光モジュール（975 kWp）はウスマダム浄水場の正門から約 200 m 入った右側の 2 つの 3 号及び 4 号貯水槽及びその間の空間の合計約 8,800 m² の上に設置される。太陽光モジュール設置場所は既設の構造物の上の為、既設の構造物を損壊しないよう配慮した計画を立てる必要がある。パネルの配置及び主要機材の配置は、3-2-3 項の概略設計図 G-01 及び図 G-02 に示されている。各モジュールから発電された直流電力は接続箱及び集電箱を介して集約し、直流交流変換機であるパワーコンディショナーへ接続される。パワーコンディショナー等の設備は、太陽光発電モジュール敷設場所に建屋を新設し収納することとし、出力側の低圧配線は、建屋隣の屋外変圧器にて昇圧し既設の 11 kV 開閉設備に接続するための高圧連系盤へ送電する。

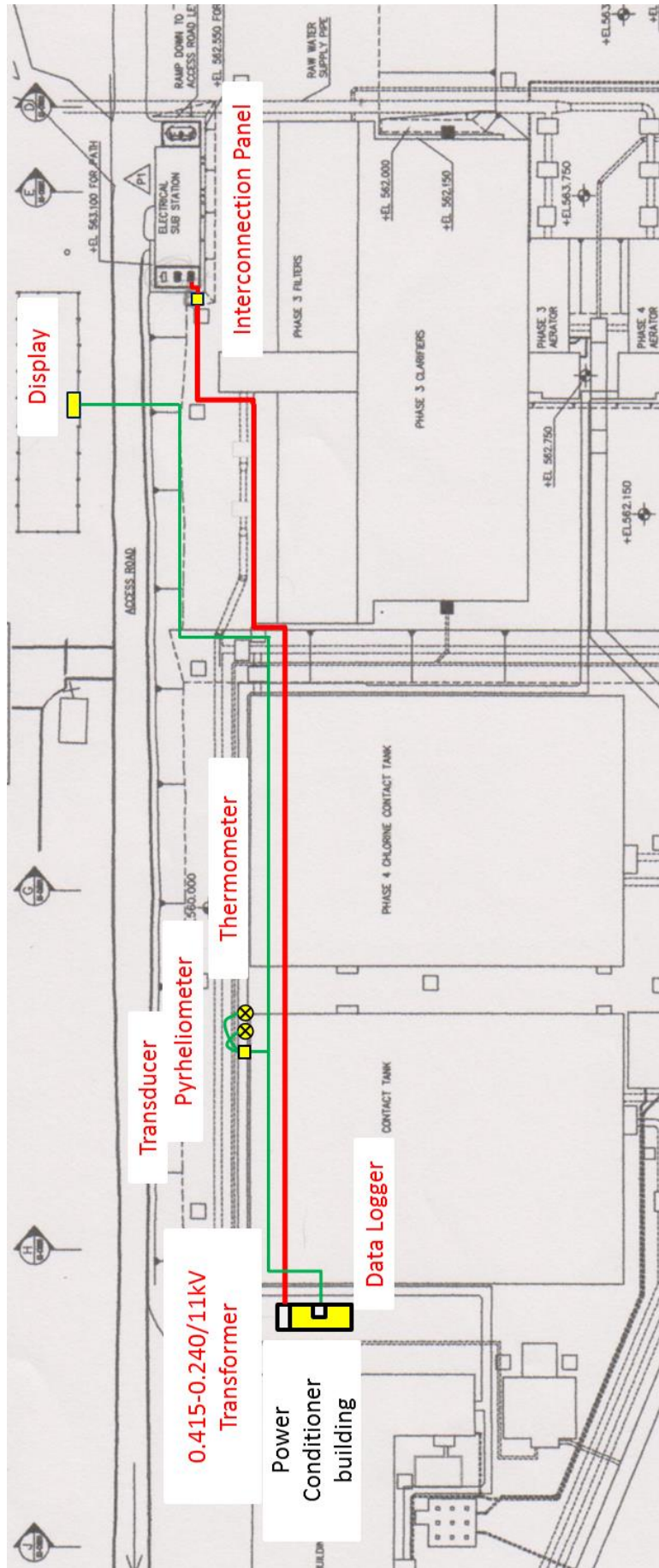
また、日射計、温度計及び発電電力量のデータを既設の中央監視室に設置する表示装置及びデータロガーへ伝送するため、コミュニケーションケーブルを既設の空き配管を使い、既設の建物を破損することなく接続する。

3-2-3 概略設計図

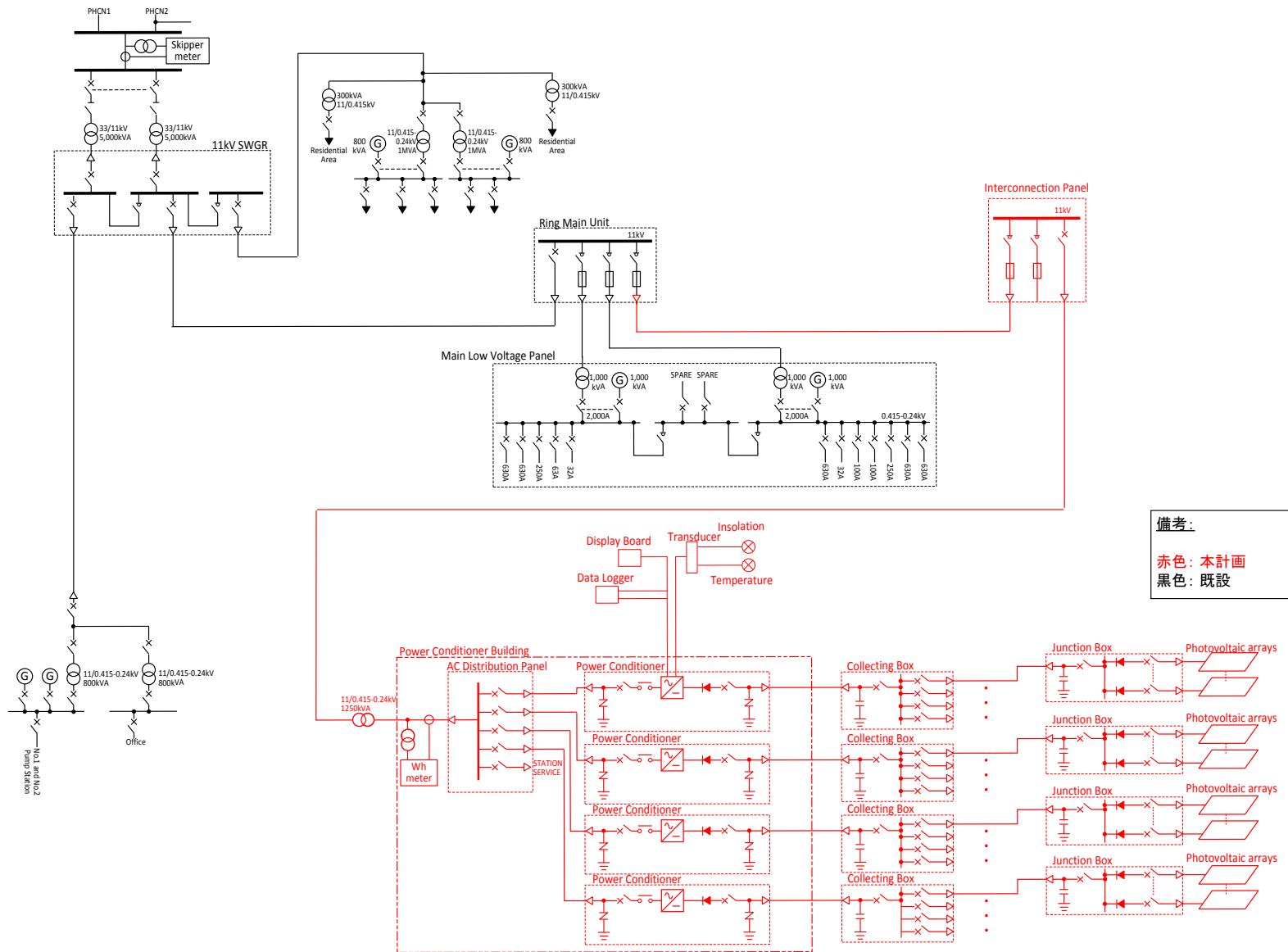
本協力対象事業の概略設計図を次ページ以降に、そのリストを表 3-2-3.1 に示す。

表 3-2-3.1 概略設計図面リスト

図面番号	図面名称
G-01	プロジェクトサイトの配置計画
G-02	太陽光アレイの配置図
E-01	975 kWp 太陽光発電システム単線結線図
A-01	基礎構造図（1） 貯水槽上部
A-02	基礎構造図（2） 中央通路部
A-03	パワーコンディショナー建屋（1） 位置図
A-04	パワーコンディショナー建屋（2） 平面・立体図
A-05	パワーコンディショナー建屋（3） 仕上げ図
A-06	パワーコンディショナー建屋（4） 施設計画

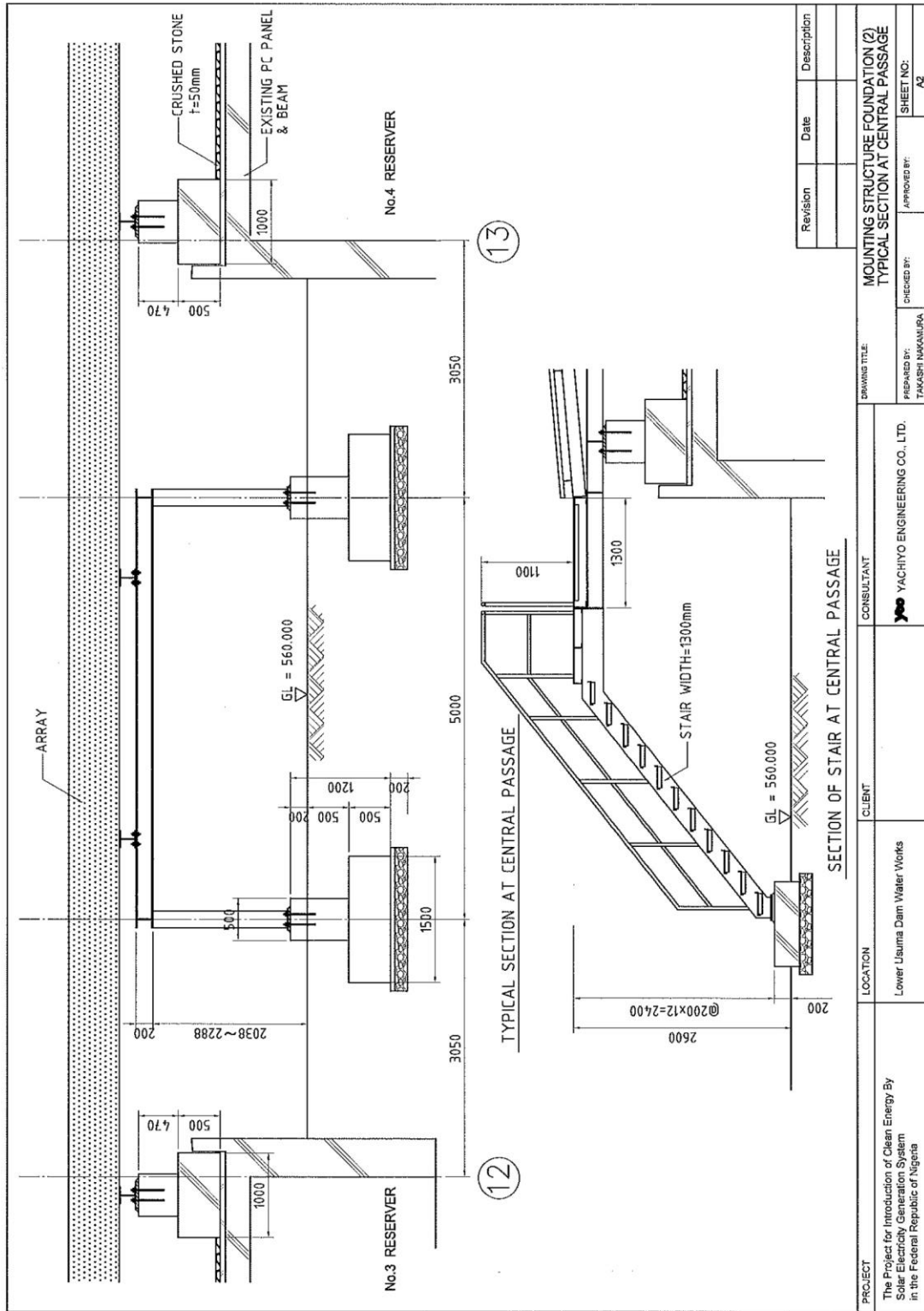


G-01 プロジェクトサイトの配置計画

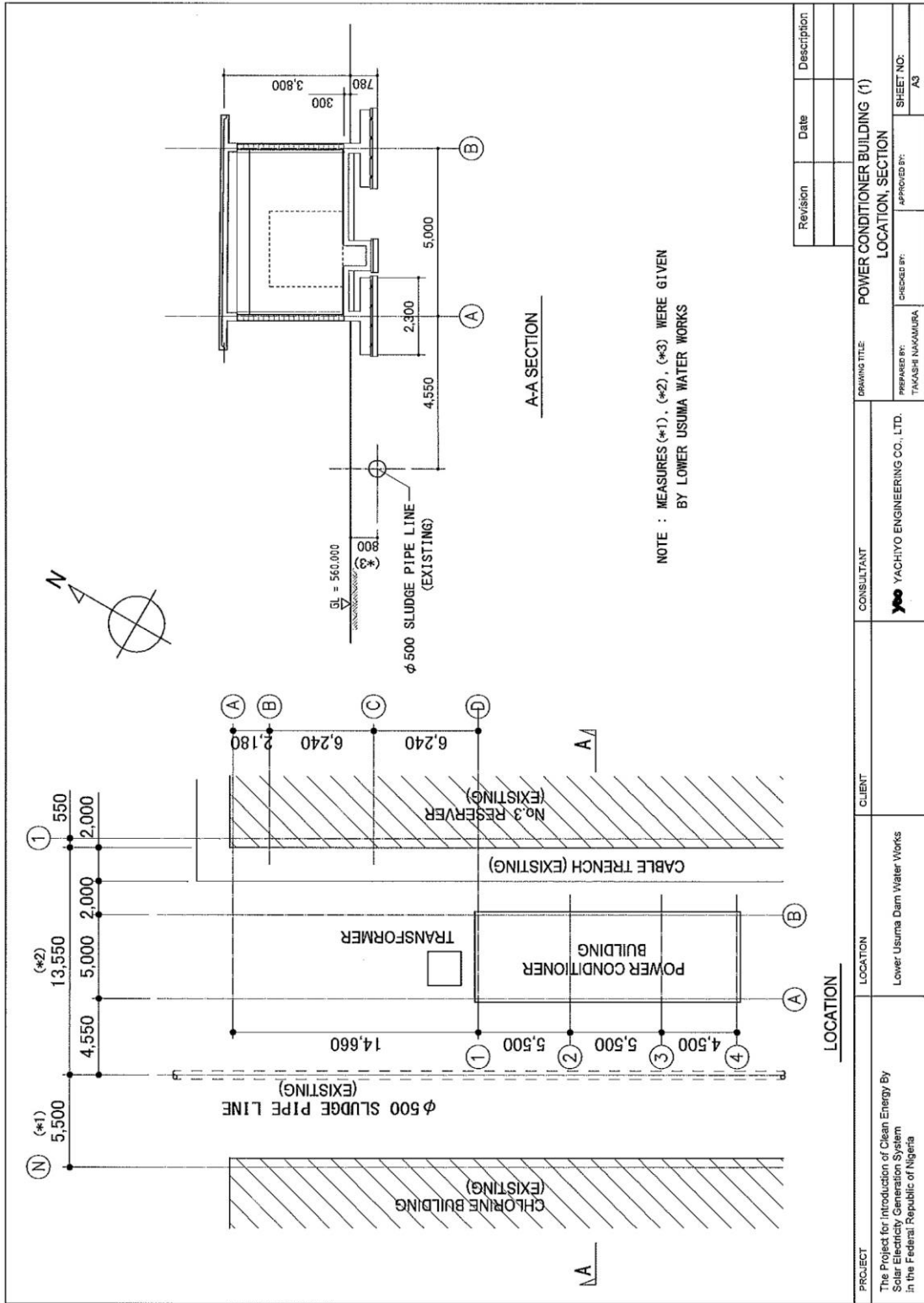


E-01 975kWp 太陽光発電システム単線結線図

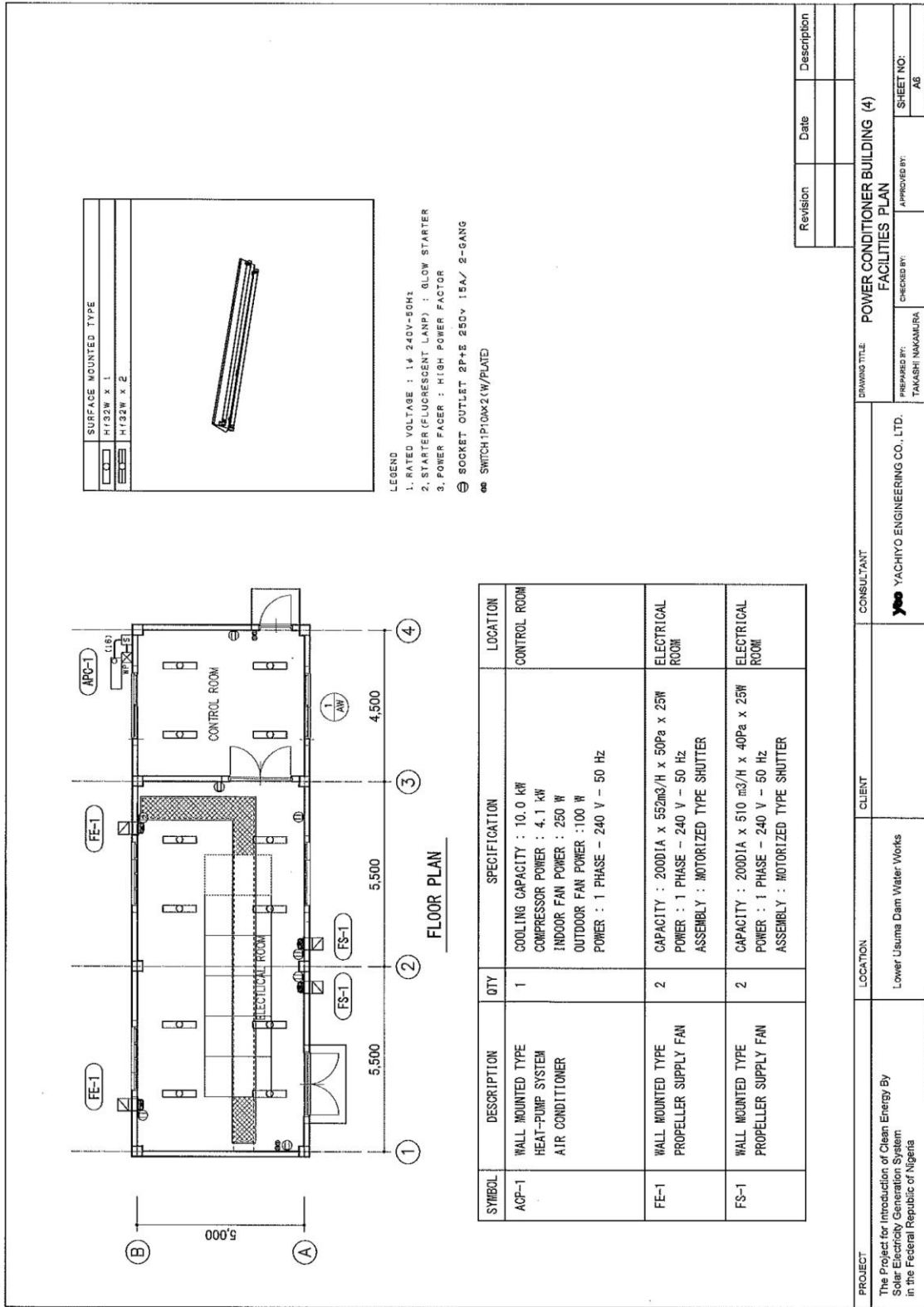
(メーカーによりパワーコンディショナーの台数は異なる)



A-02 基礎構造図 (2) 中央通路部



A-03 パワーコンディショナー建屋 (1) 位置図



Revision	Date	Description

PROJECT	LOCATION	CLIENT	CONSULTANT	DRAWING TITLE
The Project for Introduction of Clean Energy By Solar Electricity Generation System in the Federal Republic of Nigeria	Lower Usama Dam Water Works	YACHYO ENGINEERING CO., LTD.	YEO	POWER CONDITIONER BUILDING (4) FACILITIES PLAN
				PREPARED BY: TAKEGHI NAKAMURA
				CHECKED BY:
				APPROVED BY:
				SHEET NO.: AG

A-06 パワーコンディショナー建屋（４） 施設計画

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、両国政府による交換公文（E/N）並びに贈与契約（G/A）は、2012年に取り交わされている。調達代理機関は日本政府により、「ナ」国側へ推薦され連邦電力省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

「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) 監督省庁

本計画の「ナ」国側の主管官庁は、連邦電力省（Federal Ministry of Power : FMOP）であり、本計画に係る窓口部局は電気事業監査局（Electrical Inspectorate Services Department : EIS）である。

(3) 実施機関

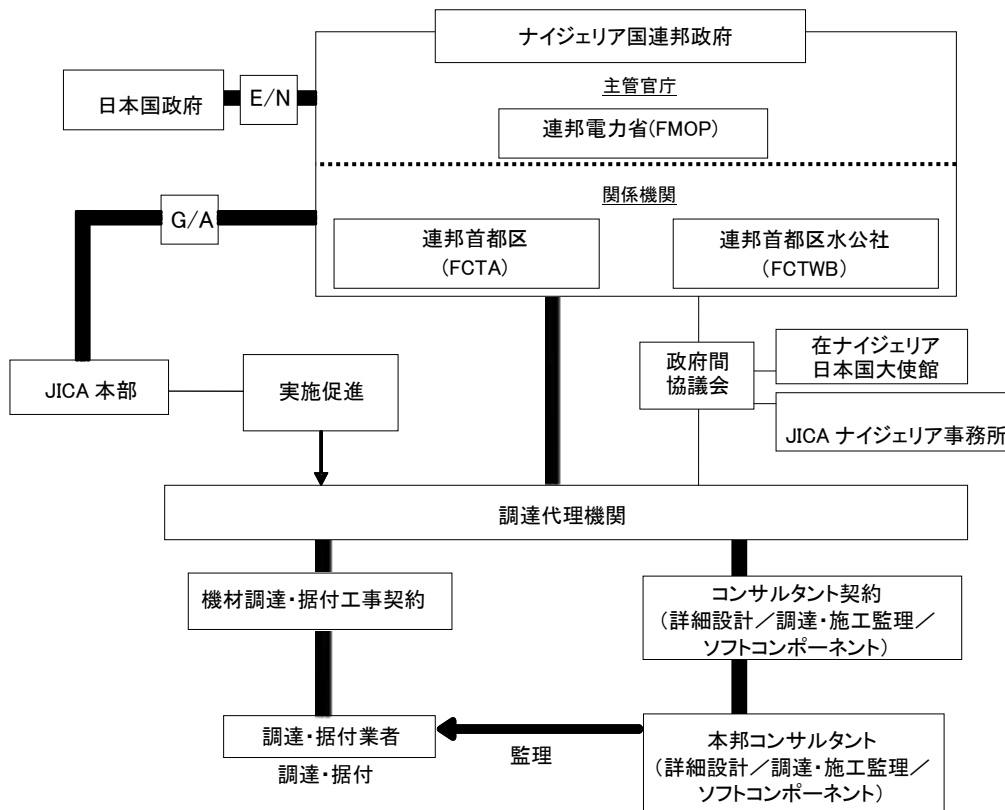
本計画の実施機関は、連邦電力省である。本計画は環境プログラム無償資金協力案件として、「ナ」国政府側の主管官庁である連邦電力省と日本の調達代理機関が締結する調達代理契約に基づいて実施される。

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。連邦首都区水公社は本件完了後の直接の裨益者かつ、設備の運転維持管理機関となる。また、連邦首都区は運転維持管理に必要となる予算を確保し、運転維持管理を側面から支援する役割を担う。各機関との調整に当たっては、連邦電力省（Federal Ministry of Power）の電力事業監査局（Electrical Inspectorate Services Department : EIS）が窓口として対応することとなる。

- 連邦首都区水公社（Federal Capital Territory Water Board: FCTWB）
- 連邦首都区（Federal Capital Territory Administration: FCTA）

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。

図 3-2-4-1.1 に本計画の実施体制を示す。



[出所] 準備調査団

図 3-2-4-1.1 実施体制

(4) 調達代理機関

1) 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、本計画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契約のコンポーネントが適正、かつ、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使途計画を含め、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。

2) 実施体制

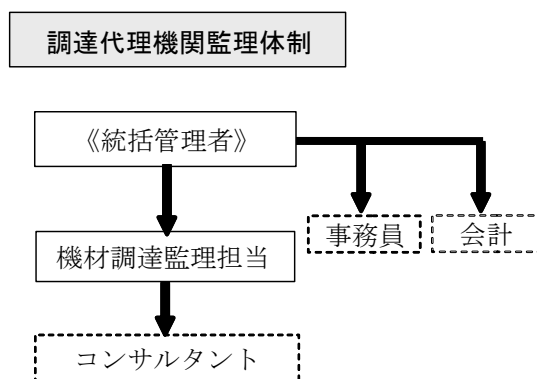
➤ 入札業務管理期間

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。



[出所] 準備調査団

図 3-2-4-1.2 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 JICA 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。なお、本協力対象事業の実施にあたっては、対象サイトが重要なインフラであり、先方からの要望もあるため本邦コンサルタントを全工程にわたって派遣する。

(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調達・据付業者は、調達代理機関との契約書に基づき、機材の調達・据付工事を実施する。同業者は、据付作業期間中の工程監理、品質管理、安全管理を担うこととなるが、調達代理機関が雇用したコンサルタントの施工監理要員が、同業者を監督・指導する。

なお、本協力対象事業の実施にあたっては、対象サイトが重要なインフラであり、先方からの要望もあるため本邦技術者を全工程にわたって派遣する。

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有する技術者や熟練技能工は少ない。したがって、日本の請負業者は必要に応じて日本から技術者または熟練作業員を「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太陽光発電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後の調整・試験等には、技術レベルの高い技術者が必要とされる。そのため、据付工事に当っては、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、当据付工事期間中に日本の技術者によって、「ナ」国の技術者に OJT を実施し技術移転を図るものとする。

(2) 施工計画上の留意点

- 1) 「ナ」国では5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。
- 2) 大規模で重要構造物である貯水槽上の作業実施に当っては、仮設及び本設工事を問わず荷重制限を設定し、同貯水槽への悪影響を回避するとともに、既存浄水施設の運転維持管理に支障をきたさないよう配慮する。
- 3) 浄水場内には、数多くの配管やケーブルが埋設されており、これらに損傷を与えないよう、適切な防護策を講ずる必要がある。
- 4) 浄水場の年間・月間・週間および日々の維持管理計画を事前に把握し、作業が錯綜しないよう十分に配慮する。
- 5) 既存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。
- 6) 浄水場内における環境面、衛生面での要求事項を遵守し、常に清潔な状態を維持できるよう計画する。

(3) 現地資機材の活用について

本協力対象事業では、太陽光発電システムの据付架台及びその基礎工事、並びにパワーコンディショナー建屋等の建設に必要な全ての資機材が、現地調達可能である。輸入の依存度が高い構造用鋼材、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、適切な管理、検査をとおして現地資機材の積極的活用を図ることとする。

(4) 安全対策について

本計画の対象サイトは連邦首都区近郊であるものの、事業実施にあたっては、「JICA ナイジェリア事務所 安全対策マニュアル」等を遵守し、武装警官配置・配車計画に係る安全対策費を適切に計上する。

なお、日本側協力対象事業の実施における武装警官配置には準備調査段階とは異なり、JICA ナイジェリア事務所を通じた場合の武装警官の日当レートは適用されないため、その点にも注意し、無理な安全計画となることがないようにする。

対象サイト内では、既存施設の運転維持管理が 24 時間体制で実施されており、管理職員及び管理用車両の通行のための安全性の確保が不可欠である。工事用車両の交通整理員、作業中の安全監視員等を適切に配置し、安全性の確保に万全を期す。

また、コンサルタントの施工監理要員及び請負業者の日本人従事者は、毎日アブジャから通勤することになるが、通勤時間が同一とならないよう注意するなど、強盗の標的とならないよう配慮する。

(5) 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連邦電力省経由で連邦財務省（Federal Ministry of Finance : FMOF）に免税の申請をしておくことが必要である。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を採用することが確認された。

(6) 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「ナ」国の協力を得て、円滑な手続きが可能となるよう計画する。

ラゴス港から内陸輸送のための大手運送会社は約 3 社ある。いずれも過去の無償資金協力案件での実績を有していることから、これまでに蓄積されたノウハウを活用するとともに、対象サイトまでの長距離安全輸送能力を発揮するよう改めて指導することとする。

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 3-2-4-3.1 に示すとおりである。

表 3-2-4-3.1 我が国と「ナ」国側の施工負担区分

No.	項目	日本	「ナ」国	
			連邦電力省	連邦首都区水公社
1	機材据付予定地の確保		● 調整	● 確保
2	下記の設備の設置			
	1) パワーコンディショナーの建屋	●		
	2) 敷地内塀・門扉の設置工事		●	
	3) 駐車場（必要な場合）		●	●
	4) サイト内の道路	N/A		
	5) サイトの外の道路（必要な場合）		●	●
3	電気の配線、水道、排水その他プロジェクトの実施に必要な設備の準備			
	1) 電気設備			
	a. サイトへの電気配線工事 （太陽光発電システムの接続点の確保）		● 調整	● 確保
	b. サイト内の電気配線 （接続ポイントからサイト内の配線工事）	●		
	c. 主開閉器と変圧器	●		
	d. プロジェクトサイト近傍に据付、建設工事のための電気の接続箇所の準備		● 調整	● 確保
	2) 水道設備			
	a. 水道の引き込み （水道の接続点の確保。接続点の位置は図 3-2-4-3.1 に示す。）		● 調整	● 確保
	b. サイト内の水供給 （太陽光アレイ清掃用の蛇口と水道管）	●		
	c. プロジェクトサイト近傍に据付、建設工事のための水道の接続箇所の準備		● 調整	● 確保
	3) 排水設備			
	a. 排水管の設置		● 調整	● 確保
	b. サイト内の排水システム	N/A		
	4) ガス設備			
	a. サイトへのガス引き込み		N/A	N/A
	b. サイト内のガス供給システム	N/A		
	5) 電話設備			
	a. 建屋への MDF および電話引き込み		N/A	N/A
	b. 建屋内の電話配線	N/A		
	6) 家具、機材			
a. 家具		●		
b. プロジェクトの機材 （機材の調達・据付）	●			
c. 太陽光発電システム機材を構内 11kV 配電系統に最終接続するために必要となる材料の調達	●			
d. 太陽光発電システムを 11 kV 配電系統に接続する工事を行うための計画停電の実施		● 調整	● 実行	
4	銀行取極めに基づく銀行口座の開設			

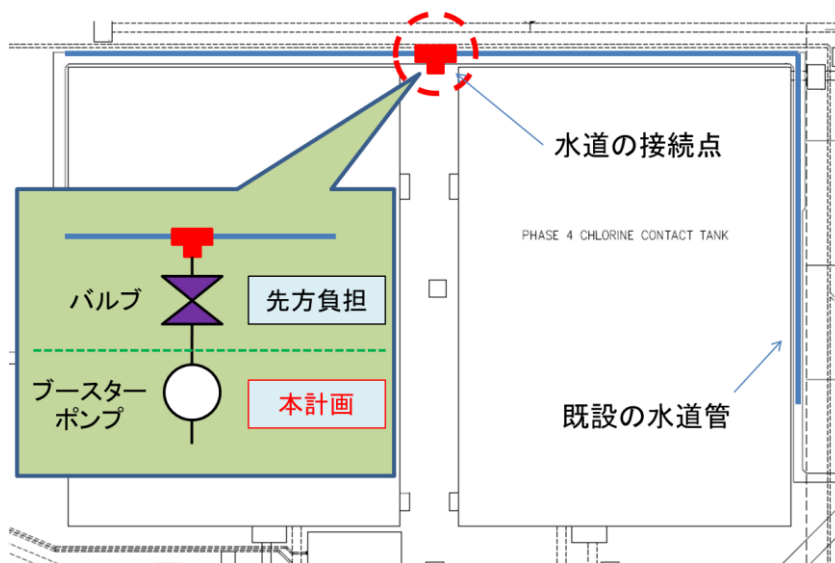
No.	項目	日本	「ナ」国	
			連邦電力省	連邦首都区水公社
	1) 本計画の銀行取極めに基づく日本の銀行からの各種取引時の手数料の支払い		●	
5	資材陸揚げ時の免税と通関手続き			
	1) 調達機材に係る製品の非援助国（「ナ」国）までの海上輸送（空輸）の責任	●		
	2) 「ナ」国荷揚げ港における税負担と通関手続き		●	
	3) 「ナ」国荷揚げ港から、国内サイトまでの調達機材等の輸送	●		
6	仮設保管場所及び仮設事務所用敷地の確保 （太陽光アレイ南西に約 2,500 m ² の敷地を確保。位置は図 3-2-4-3.2 に示す。）		● 調整	● 確保
7	製品・サービスの購入の際に発生する可能性のある関税・内国税・その他課税金の免除		●	
8	必要となる製品やサービスを提供するための日本人の「ナ」国への入国と滞在の許可		● 調整	● 補助
9	本無償案件にて供与される施設の適正かつ効果的な維持及び使用		● 監視	● 実行
10	本計画実施のために不可欠である、本無償案件に含まれない費用の負担		●	●
11	本計画実施に要求される環境社会配慮の実施		●	
12	バンダリズム（太陽光アレイへの投石、太陽光モジュールの盗難）等に係る対策。		●	●

注：●は負担を示す。

〔出所〕 準備調査団

(1) 水道の接続点及びバルブの確保

連邦首都区水公社により、太陽光アレイの洗浄の為の水道の接続点及びバルブの設置を本工事が始まる前に連邦首都区水公社が行うことを説明された。水道の接続点及びバルブの位置は図 3-2-4-3.1 に示す。

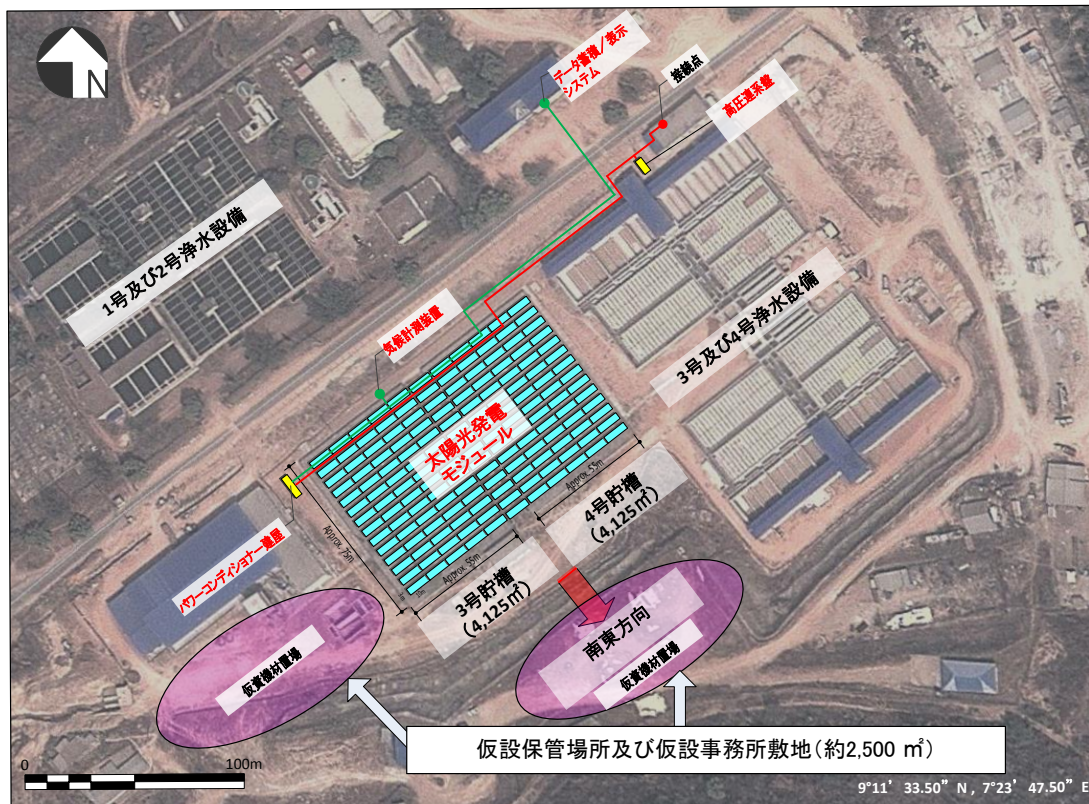


〔出所〕 準備調査団

図 3-2-4-3.1 水道の接続点の位置

(2) 仮設保管場所及び仮設事務所敷地の確保

仮設保管場所および仮設事務所の確保は連邦首都区水公社が行い、図 3-2-4-3.2 に示すとおり、太陽光アレイ南西に約 2,500 m²の敷地を使用する。



*) 本計画にて据付する機材を赤字で示す。

〔出所〕 準備調査団

図 3-2-4-3.2 仮設保管場所及び仮設事務所敷地

(3) バンダリズム対策

本協力対象事業の太陽光アレイは、ウスマダム浄水場のメイン道路南東側の 3 号及び 4 号貯水槽の頂版上に設置される。メイン道路はウスマダム浄水場の構内道路であり、ウスマダム浄水場の入り口はゲートで遮断されている。しかしながら、公衆及び一般車両の往來を全面的に禁止しているわけではない。したがって、太陽光アレイへの投石、太陽光モジュールの盗難等のバンダリズムについては事業実施前段階から十分に検討しておく必要がある。

3-2-4-4 施工監理計画／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ともに、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。

(2) 工程管理

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ともに、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ように指導を行う。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。

- 1) 工事出来高確認（資機材工場製作出来高及び建築土木工事現場出来高）
- 2) 資機材搬入実績確認（太陽光発電システム、配電資機材及び建築土木工事資機材）
- 3) 仮設工事及び建設機械準備状況の確認
- 4) 技術者、技能工、労務者等の歩掛と実数及び準備状況の確認

(3) 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、契約図書による要求事項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。

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

(4) 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。

- 1) 安全管理規定の策定と管理者の選任
- 2) 建設機械類の定期点検の実施による災害の防止
- 3) 工事用車輛、建設機械等の運行ルート of 策定と徐行運転の徹底

- 4) 労務者に対する福利厚生対策と休日取得の励行
- 5) 資機材の盗難防止対策と警備員の配置

(5) 施工監理者

請負業者は太陽光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・据付するとともに、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。したがって、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周知徹底させる必要があるため、海外での類似業務の経験を持つ技術者を現地に派遣し、現地業者への指導・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
- (2) 資機材の工場検査立会、または工場検査結果報告書の照査
- (3) 梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
- (4) 資機材の施工図及び据付要領書の照査
- (5) 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
- (6) 資機材の現場据付工事の監理と試運転・調整・検査の立会
- (7) 施設施工図と現場出来型の照査
- (8) 竣工図の照査

3-2-4-6 資機材等調達計画

本計画で調達・据付けられる太陽光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」国では製作されていない。本計画の太陽光発電システムの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。ただし、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。

なお調達資機材については、入札段階で西アフリカ地域の同様の環境プロジェクト無償の供用開始後の状況を勘案し入札仕様に反映する。

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

セメント、コンクリート用細・粗骨材、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

(2) 日本国調達資機材

太陽光モジュール、パワーコンディショナー、連系用変圧器、表示装置、配線材料他

(3) 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。系統連系太陽光発電システム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。そのため、初期操作指導を目的とする OJT を試運転開始後から概ね 2 週間、検収・竣工引渡しの間実施する。

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 ヶ月が必要とされ、据付工事は試運転・調整期間を含めて、開始から引渡しまで約 9 ヶ月、合計約 18 ヶ月が必要と予想される。ただし、実際にはこれらの作業は重複期間が発生するため、実際の総作業期間は 13 か月となる。

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 9 ヶ月の期間中に 2 回、竣工引渡し後に 1 回の合計 3 回開催する計画であり、系統連系太陽光発電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運転維持管理マニュアルの作成から太陽光発電システムの基礎、系統連系太陽光発電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系統連系太陽光発電システムを使い、設置工事の研修をとおして据付方法、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後、実際の運転を系統連系太陽光発電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。現時点において、調整・試運転は業者契約後、約 14.5 ヶ月後からの予定である。

(1) 初期操作指導計画・運用指導等計画

系統連系太陽光発電システム運転管理者は既に、ソフトコンポーネントを通して、太陽電池、系統連系太陽光発電システムの基本を習得しているものとする。

系統連系太陽光発電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(2)項「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。

① 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、変色などがいないかチェックする。

② 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。

③ 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。

④ 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太陽光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太陽光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。

① 服装

- ヘルメットの着用、スニーカー、腰袋

② 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) 太陽光アレイの検査：電圧、極性の確認、短絡電流の測定

- ① 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。

- ② 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。

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 300 V 以上の場合は 0.4 MΩ 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 10 Ω 以下にする、300 V を越える低圧外箱は 10 Ω 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 500 Ω 以下でよい。本計画の太陽電池アレイは電圧が 300 V 以上あるので接地抵抗は 10 Ω 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系統連係太陽光発電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 3-4 (2) 項「定期点検項目」に記す。

(4) 運用指導計画

系統連系太陽光発電システムは運転後、ディーゼルエンジン発電機と異なり操作の必要がない。系統連系太陽光発電システムは自動的に毎日稼働するが、何らかの原因でシステムが停止したあとは確認後手動でスイッチを投入する。運転初期は半導体、太陽光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。系統連系太陽光発電システム運転初期、運転管理者は設置業者と共に太陽光モジュール設置サイトを巡回し点検場所、点検のノウハウを習得する。

1) 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独自の運転マニュアルを作成する。

2) 日常点検記録ノートを作成、保管

日常点検は3-4(2)項「定期点検項目」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。

3) 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、運転管理者は太陽光モジュール、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。

4) 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。特に乾期ハマタ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。

本計画のプロジェクトサイトであるウスマダム浄水場において、配水部門の機械・電気課（機械技術者2名、電気技術者9名、運転技師5名、配管工1名の計17名から構成）は、浄水場構内設備全般の運転維持管理を担当しており、本計画による太陽光発電システムの運転維持管理はこの課が担う。

現在、ウスマダム浄水場内に太陽光発電システムは存在しておらず、上述の機械・電気課職員は、一般的な電気設備に対する運転維持管理に係る知識・技能は有しているが、太陽光発電システムに係る知識・技能は有していない。このため、日本人コンサルタントを2名本邦より派遣し、太陽光発電システムの維持管理能力の習得を目的としたソフトコンポーネントを日本国側の協力対象事業の一環として行う。再生可能エネルギーマスタープラン達成に向けた「ナ」国における太陽光発電システムの導入拡大を実現するため、可能な限り多くの関係省庁等がソフトコンポーネントに参加することが望ましい。

(2) 現状の課題

ウスマダム浄水場の太陽光発電システム運用に係る課題を挙げると次の点に集約される。

- ▶ 系統連系太陽光発電システムに関する運転維持管理体制が確立されていない。
- ▶ 太陽光発電システムの原理に係る知識が乏しい。
- ▶ 系統連系太陽光発電システムの運転管理に係る知識・技能が乏しい。
- ▶ 系統連系太陽光発電システムの維持管理に係る知識・技能が乏しい。
- ▶ 分散型電源の系統連系に係る知識・技能が乏しい。
- ▶ 系統連系太陽光発電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。

以上の現状の問題点とその改善案をまとめると表 3-2-4-8.1 のようになる。

表 3-2-4-8.1 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
・系統連系太陽光発電システムに関する運転維持管理体制が確立されていない。	・機械・電気課が主体となり、同課を中心とする運転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。
・系統連系太陽光発電システムの運転管理に係る知識・技能が乏しい。	・系統連系太陽光発電システムの運転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。
・系統連系太陽光発電システムに係わる電気技術知識が不足している。	・系統連系太陽光発電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。
・系統連系太陽光発電システムの維持管理に係る知識・技能が乏しい。	・「系統連系型」太陽光発電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。	・適正な太陽光発電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。
・系統連系太陽光発電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。	・運転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、運転維持管理が適切に行なわれるようにする。	・マニュアルの作成及び実施指導を支援する。 ・同 上

[出所] 準備調査団

(3) ソフトコンポーネントの目標

本計画の対象機材の運転維持管理は、維持管理機関である連邦首都区水公社が設備を所有した形態において、新たに作成する運転維持管理マニュアルに基づき、持続的で円滑な運転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3回に分け、各工程にて表 3-2-4-8.2 のカテゴリーの1 から3 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： 表 3-2-4-8.2 内 1.1～1.2 運転維持管理マニュアルの評価・指導
表 3-2-4-8.2 内 1.3～1.4 太陽光発電モジュールを使用し実験、測定指導
- カテゴリー2： 表 3-2-4-8.2 内 2.1～2.4 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3： 表 3-2-4-8.2 内 3.1～3.5 運転管理者へのインタビュー調査及び実作業評価

表 3-2-4-8.2 ソフトコンポーネントのトレーニング内容

カテゴリー	具体的実施内容
1. 運転維持管理体制の構築	1.1 運転維持管理実施者の責任内容の明確化 1.2 太陽光発電システムの原理と基礎知識の移転 1.3 系統連系 太陽光発電システムの特徴及び保護機能 1.4 系統連系太陽光発電システム導入時の検討課題
2. 技術トレーニング	2.1 運転管理 2.2 維持管理 2.3 運転維持管理体制の評価 2.4 トラブルシューティング
3. モニタリング	3.1 モニタリング方法の適正化 3.2 定期点検 3.3 評価項目 3.4 モニタリング結果報告 3.5 運転維持管理マニュアルの作成

[出所] 準備調査団

(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。

1) ソフトコンポーネント実施内容

基本的な電気設備に係る知識・技能は有しているものの、本計画プロジェクトサイトであるウスマダム浄水場では系統連系太陽光発電システムは初めての導入となることから、同システム運転維持管理の知識はほぼ無い。そのため、太陽光発電システムの基礎から、運転維持管理、モニタリングまでの技術移転を図る。技術移転の手法は、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、ウスマダム浄水場へ導入予定の太陽光アレイ、計測器、工具類を活用する。

なお、本計画によりウスマダム浄水場に導入される系統連系太陽光発電システムでは、配電系統側への逆潮流は発生しないと想定されるが、「ナ」国で将来的に逆潮流を含む系統連系太陽光発電システムが導入されることを想定し、逆潮流に関する内容も技術移転の項目に含めることとする。

2) 「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、運転維持管理機関である連邦首都区水公社のウスマダム浄水場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、連邦首都区水公社（ウスマダム浄水場）に加え、連邦電力省、アブジャ配電会社の関係者を含む方針とする。ウスマダム浄水場以外の関係者はシステム運転維持管

理体制の基本事項について正しく認識すること、将来、「ナ」国の系統連系太陽光発電システムの普及の参考とすることを目的とする。

3) 太陽光発電システム運営委員会（仮称）の設置

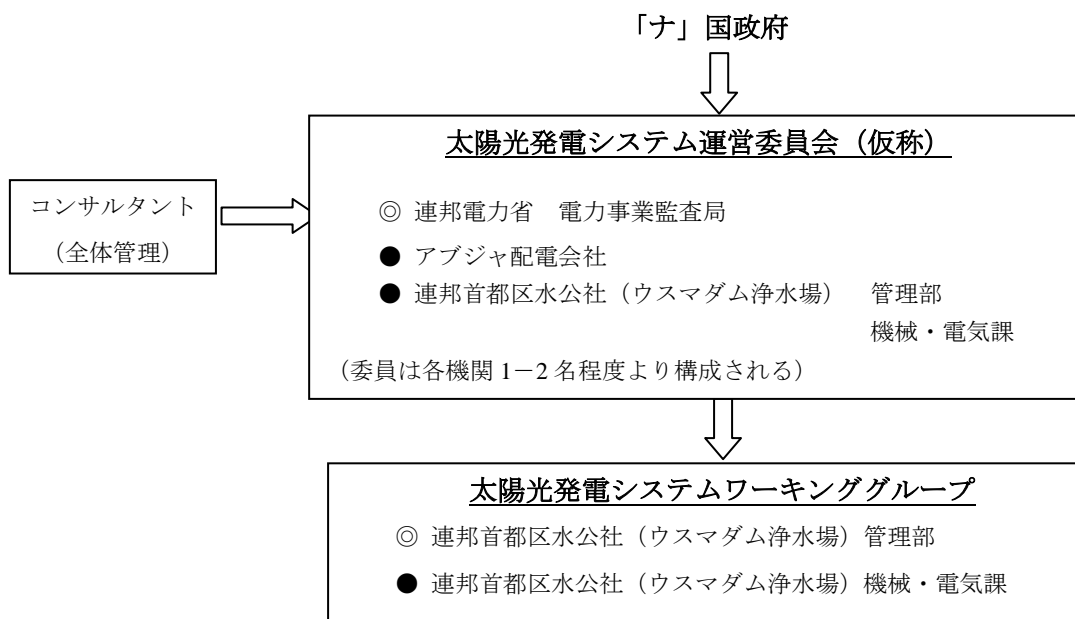
本ソフトコンポーネントの開始時まで、連邦電力省は、ソフトコンポーネントの円滑な実施とソフトコンポーネント終了後の持続的運用を目的とした「太陽光発電システム運営委員会（仮称）」を設置する。同委員会は、ソフトコンポーネントの実質的受け皿となり、またソフトコンポーネントの達成状況把握、意見交換、課題討議の場も兼ねることから、ソフトコンポーネント期間中には定期的に委員会を開催する。また、太陽光発電システム運営委員会の設置と同様に、本計画にて据付する太陽光発電システムの維持管理の役割を直接担う、ウスマダム浄水場スタッフから構成される太陽光発電システムワーキンググループを設置し、太陽光発電システム運営委員会は本ソフトコンポーネント計画終了後、本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、同太陽光発電システムワーキンググループを指導する。太陽光発電システムワーキンググループは同委員会に太陽光発電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。

太陽光発電システム運営委員会はウスマダム浄水場内に事務局を置き、連邦電力省が運営責任機関となり、アブジャ配電会社、連邦首都区水公社（ウスマダム浄水場）の3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名から2名程度で構成する。太陽光発電システム運営委員会の組織を図3-2-4-8.1に示す。

太陽光発電システム運営委員会及び太陽光発電システムワーキンググループは、表3-2-4-8.3に示す実施体制に従って運営するとともに、「ナ」国における系統連系太陽光発電システムの普及に備えて下記事項を討議する。

- ① 系統連系太陽光発電システムの運転維持管理に関する課題
- ② 系統連系太陽光発電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
- ③ 系統連系太陽光発電システムを「ナ」国で普及させる上での障害
- ④ 系統連系太陽光発電システムを「ナ」国で普及させるための法的規制
- ⑤ 系統連系太陽光発電システムを「ナ」国で普及させるための技術基準(逆潮流を含む)

太陽光発電システムワーキンググループは太陽光発電システム運営委員会の下部組織として設立し、太陽光発電システム運営委員会の指導・監督の下、系統連系太陽光発電システムの運転維持管理を実践する。



[出所] 準備調査団

図 3-2-4-8.1 太陽光発電システム運営委員会実施体制 (案)

表 3-2-4-8.3 太陽光発電システム運営委員会実施体制 (案)

	日本人 コンサルタント	太陽光発電システム 運営委員会	太陽光発電システム ワーキンググループ
本計画の組織	2名	5-10名	3-5名
本計画の運営方法	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
本計画内容の オリエンテーション	説明	開催	開催、参加
運転維持管理マニュアル	助言	原案チェック	原案作成
維持管理フォローアップ	管理指導	運転維持管理報告	運転維持管理報告
報告先	在「ナ」国日本国大使館 及び JICA	日本人コンサルタント	太陽光発電システム 運営委員会

[出所] 準備調査団

4) 維持管理マニュアル作成

本計画中に、太陽光発電システムワーキンググループはコンサルタントと協議し、運転維持管理活動を行うためのマニュアル原案を作成する。そして、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、運転維持管理マニュアルを完成させる。また、この運転維持管理マニュアルは、トラブルシューティングを含むものとする。

(6) ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

太陽光発電システムワーキンググループ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運転維持管理活動を主体的に行う。このグループは、ウスマダム浄水場管理部門と機械・電気課から3~5名程度で構成する。

(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 3-2-4-8.2 のとおりであり、表 3-2-4-8.2 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： 運転維持管理体制構築の支援を目的に行うことから、また機材据付前に運転維持管理体制を確立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、アレイ据付工事前に実施する。
- ▶ カテゴリー 2： 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運転維持管理マニュアル等について行うため、アレイ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： 「ナ」国側が自主的に運転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、検収・竣工引渡し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図 3-2-4-8.2 に示す。

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
準備工事		■														
基礎工事及び架台工事			■	■	■	■	■	■								
モジュール検査							■	■								
PVアレイ据付工事							■	■	■							
試運転・調整														■		
運転指導														■		
検収・竣工引渡し															▼	
ソフト コンポーネント	1. 運転維持管理体制の構築				■											
	2. 技術トレーニング							■								
	3. モニタリング														■	
成果品	運転維持管理マニュアル				■											
	実施状況報告書							■								
	完了報告書															■

[出所] 準備調査団

図 3-2-4-8.2 ソフトコンポーネント実施スケジュール

(9) 相手国機関の責務

「ナ」国側はソフトコンポーネントを円滑に実施してその効果を最大に発現させるため、以下の責務を全うすることとする。

- ▶ ウスマダム浄水場は、本ソフトコンポーネント実施に協力する太陽光発電システム運営委員会を設置する。
- ▶ ウスマダム浄水場は、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。
- ▶ ウスマダム浄水場は、本ソフトコンポーネントに必要な人員を提供する。

3-3 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」国内の荷揚げ港及び空港での本計画に係わる製品の免税措置、通関及び迅速な荷揚げ措置の確保。
- 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。
- 4) 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。
- 5) 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。
- 6) 工事期間中の地域住民及びウスマダム浄水場職員等関係者への安全の確保、指導、教育。
- 7) 本計画設備と既設設備の接続時の最小限の停電対策。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

(1) 基本方針

本計画の対象サイトであるウスマダム浄水場は、電力事業者の事務所ではないものの、連邦首都区を賄う給水源として安定供給の理念のもと、設備を運転維持管理する事業所である。同事業所は、太陽光発電システムとは異なり、高温の機械摺動部があり、より高い運転維持管理技術を有するディーゼル発電設備を分散型電源として保有しており、また、33 kV、11 kV 特別高圧線も構内設備として運転維持管理している。一定の技術水準が確認され、ソフトコンポーネントを行うことで、太陽光発電システムの運転維持管理は問題なく行える。

本プロジェクトにおいて、適格かつ効率的な運転維持管理計画を策定し、工事完了から円滑に運転維持管理段階に迅速に移行できるよう計画する方針とする。

(2) 定期点検項目

系統連系太陽光発電システムを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。

- 系統連系太陽光発電システム完成時、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 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

系統連系太陽光発電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。

系統連系太陽光発電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。系統連系太陽光発電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。運転初期は半導体である太陽光発電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。系統連系太陽光発電システム運転初期、運転管理者は設置業者の日本人技術者と太陽光発電設置サイトを巡回し、点検箇所、点検のコツを習得する。

太陽光発電システム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期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 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

〔出所〕 準備調査団

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作成と保管

日常点検項目は表 3-4.1 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、運転管理者は太陽光モジュール、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。特に乾期ハマタ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 3-4.2 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 3-4.2 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
接地	<ul style="list-style-type: none"> ・ 配線の損傷 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 接地抵抗測定

[出所] 太陽光発電システムの設計と施工

① 定期点検内容

(a) 表 3-4.2 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異常がないかをチェックする。

4) 高圧連系システム点検表

本計画の系統連系太陽光発電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 3-4.2 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 3-4.3 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
太陽光アレイ	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		
	太陽光アレイと架台の固定		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		
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。		
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		
	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 DC1000 V		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		

機器等	点検項目	判定基準	備考	点検者
	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3m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		

[出所] 太陽光発電システムの設計と施工

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、運転管理者は系統連系太陽光発電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。

① 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。

② 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。

③ 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切り、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。

④ 交流電源喪失の場合のシステム停止確認

③項のチェック後、直流側ブレーカーを入れ、運転状態にして交流側ブレーカーを切っ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) 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。そのため、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 3-4.4 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
太陽光モジュール	20年～30年	外観及び電圧の測定
接続箱	20年	動作不良
遮断器	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
主低圧盤	10年～15年	動作不良
連系用変圧器	20年	温度上昇
高圧連系盤	10年～15年	動作不良
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

〔出所〕 準備調査団

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。本プロジェクトで調達する予備品の数量を示す。

表 3-4.5 本計画にて調達される予備品

機器	数量
太陽電池モジュール	太陽光発電モジュール全数の 3%
接続箱	2 台
集電箱	1 台
真空遮断器 (VCB) 630 A, 25 kA	1 台
電磁接触器	各種 1 台
配線用遮断器	各種 1 台
ヒューズ	6 相分
補助継電器	各種 1 台
ケーブル類	各種 3%

[出所] 準備調査団

3) 予備品購入計画

系統連系太陽光発電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 3-4.4 に示した。主要機材の取替え時期には機材購入費用が発生する。主要機材の取替え費用は、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、本計画では必要最小限の主要機材の予備品をシステム納入時に納入する。

なお、予備品としては購入しないが、パワーコンディショナー建屋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 3-4.6 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 ナイラ

[出所] 準備調査団

4) 試験機材及び保守工具購入計画

本対象施設の維持管理に必要な試験機材及び保守工具を購入する。主な項目は表 3-4.7 に示す。

表 3-4.7 試験機材及び保守工具

項目	員数
デジタルマルチメータ	1 台
絶縁抵抗計	1 台
電圧計	1 台
クランプメータ	1 台
接地抵抗計	1 台
検相器	1 台
保守工具セット	1 式
コンビネーションツールセット	1 式

[出所] 準備調査団

5) 高圧洗浄機購入計画

大規模な太陽光アレイの洗浄に必要な高圧洗浄機の交換時期は表 3-4.8 のとおりであり、竣工後 5 年目に高圧洗浄機の交換の予算を計上する必要がある。

表 3-4.8 高圧洗浄機の交換時期

項目	交換時期	員数	費用
高圧洗浄機	5 年～7 年	4 式	1,255,000 ナイラ

[出所] 準備調査団

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

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、次のとおりと見積もられる。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

表 3-5.1 概算総事業費 977.98 百万円

費目		概算事業費 (百万円)
機 材	太陽光発電機材	889.44
	調達代理機関費 実施設計・調達監理費	88.54

[出所] 準備調査団

(2) 相手国側負担経費

78,254.77 US\$ (約 7.82 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) 銀行口座に係る手数料： 9,806.86 US\$ (約 98 万円) (贈与契約額のおよそ 0.1%に相当)
- 2) 水道分岐工事： 200.14 US\$ (約 2 万円)
- 3) 投石防止柵敷設費用*： 67,897.52 US\$ (約 682 万円)

* 但し、3)は、バンドリズム対策として投石防止柵の敷設を採用した場合の準備調査団による試算金額。この金額は「ナ」国側による詳細設計の結果により変更の可能性がある。

(3) 積算条件

- 1) 積算時点： 平成 25 年 10 月
- 2) 為替交換レート： 1 US\$=99.93 円 (2013 年 7 月から 2013 年 9 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

本計画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箇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、運転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。系統連系太陽光発電システムを長期間運転するためには運転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」国の特殊条件は乾期のハマタンによる砂塵の影響である。ハマタンが激しいときは、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。乾期には日常的なパネルの清掃作業が重要である。系統連系太陽光発電システムの運転維持管理のポイントを下記に示す。

(1) 運転維持管理のポイント

1) 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。

2) マニュアルの整備

運転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、システムの運転維持管理の効率化に有効である。

3) 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、同時に運転維持管理技術の向上と効率化を図ることに利用できる。

4) 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。

5) ウスマダム浄水場スタッフ教育

ウスマダム浄水場スタッフは太陽光発電システムの運転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。ウスマダム浄水場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。運転管理者はウスマダム浄水場スタッフの教育をしなければならない。

(2) 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 (3) 項「予備品購入計画」に記載する。

(3) 運営・維持管理費

系統連系太陽光発電システムを運転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。システムの運転維持管理はウスマダム浄水場スタッフが兼務する。

1) 人的費用

パネル清掃人を雇用する。清掃人は1年を通し、毎日パネルを清掃する。

表 3-5-2.1 年間雇用費用

雇用人数	雇用期間	雇用日数	雇用単価 / 日	雇用費用 (年)
2人	1月～12月	365日	3,686.96 ナイラ	2,691,480.66 ナイラ

[出所] 準備調査団

2) 機材補充費用

系統連系太陽光発電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 3-4.4 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。連邦首都区水公社側で必要な経費はパワーコンディショナー建屋のクーラーの交換費用が発生する。

(4) 運営維持管理費

系統連系太陽光発電システム運営維持管理費は表 3-5-2.2 に示す。ウスマダム浄水場の系統連系太陽光発電システムの運営維持管理費は年間約 33,341,580 ナイラ (20,460 US\$) である。

表 3-5-2.2 運営維持管理費

	年額費用 (ナイラ/年)	備考
雇用費用	2,691,500	パネル清掃 2人 (1年)
機材費用	70,000	クーラー1年分
電気代(*1)	276,300	パワコン建屋 高圧洗浄機
その他 (予備費用)	303,780	10%
合計	3,341,580	

(*1)注: 電気料金計算

- パワコン室換気扇、他で 8kW/時とした。(室温 27℃～35℃とした。)
- 電気使用量 $365 * 9 * 0.5 * 8 = 13,140 \text{ kWh/year}$ (50%の通電比とした。)
1日9時間、通電比 50%
- 電気料金 21.03 ナイラ / kWh

[出所] 準備調査団

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

事業実施の前提条件として、①太陽光パネル設置用地の使用許可の取得、②プロジェクトの実施に係る環境認可の取得、そして③「ナ」国側による資機材陸揚げ時の免税措置及び通関手続きの実施が挙げられ、概要を以下に示す。「ナ」国側は必要な手続きを進めており、特段の懸念はない。

① 太陽光パネル設置用地の使用許可の取得

本計画による太陽光発電システムは運転維持管理機関である連邦首都区水公社の管轄するウスマダム浄水場内に据付される。連邦首都区水公社は我が国に対して太陽光発電システムの導入を要望しており、太陽光アレイ据付場所も既に確保されている。

② プロジェクトの実施に係る環境認可の取得

環境認可については「ナ」国での環境影響評価プロセスに則り、準備調査団の支援のもと、連邦電力省から連邦環境省に対し環境影響評価申請書及びプロジェクトプロポーザルが既に提出されている。本計画は地球温暖化の緩和に寄与するプロジェクトであることから、問題なくプロジェクト実施が許可されるものと考えられる。

③ 「ナ」国側による資機材荷揚げ時の免税措置及び通関手続きの実施

本計画の責任機関かつ実施機関である連邦電力省は我が国の無償資金協力事業を2000年より多数実施してきた実績があり、本計画担当者も免税措置実施の十分な経験を有している。一方、これまでの無償資金協力事業実施において、免税措置実施の遅れが多数発生していることから、日本側より適切なフォローを継続する必要がある。

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

本協力対象事業の効果を発現・持続させるために「ナ」国側が取り組むべき課題は以下のとおりである。

(1) 工事着工前

- ① 「ナ」国側は、「ナ」国側負担工事に関わる予算計上を遅延なく行い、日本側工事開始前に必要な工事を確実にを行う必要がある。
- ② 「ナ」国側は、日本側による太陽光発電システム敷設工事前に、機材運送ルート上、サイト内の資機材仮設保管場所、または周辺の公共設備埋設物（水道管、下水管、放送・通信ケーブル等）への影響・干渉を確認するため、必要に応じ、日本側工事関係者並びに現地関係各所との調整・協議を行う必要がある。
- ③ 太陽光アレイの据付ける3号及び4号貯水槽頂版上及びその間のスペース、パワーコンディショナー建屋建設予定地等を準備調査時の状態に維持する必要がある。

- ④ 太陽光発電システムの系統側との連結点となる既設 11 kV 開閉器盤の空きフィーダを未使用のまま保つ必要がある。
- ⑤ 既設中央監視室に至る既設コンジットの空きスペースを利用してデータ蓄積システム及びデータ表示システムに至る通信線をパワーコンディショナー側より引き込む計画であり、パワーコンディショナー建屋から中央監視室の間の構内道路を横断する必要がある。そのため、本計画の通信線を格納するためのコンジットを本計画用に保つ必要がある。
- ⑥ 太陽光発電システムは既設非常用発電機とは並列運転されない仕様であるため、非常用発電機の運転時にはパワーコンディショナーは停止する必要がある。そのため、非常用発電機の運転信号をパワーコンディショナーに伝送するため、運転信号用出力端子をの空き接続箇所を確保する必要がある。
- ⑦ 本計画により据付ける太陽光アレイ清掃用水を配水する配管システムを整備するため、既設水道管へのバルブの設置を日本国側工事開始前までに行う必要がある。

(2) 工事中および供用開始後

- ① 「ナ」国側は、工事中の仮設保管場所からの資機材盗難を防止するため、定期的な現場巡視点検を実施する必要がある。
- ② 「ナ」国側は、本協力対象事業で実施するソフトコンポーネントに参加する技術者の任命を速やかに行い、同ワークショップに参加させると共に、ワークショップに参加しなかった技術者への技術の水平展開を図る必要がある。
- ③ 本計画に必要な資機材及び派遣された日本人に対する便宜供与を行う必要がある。
- ④ 太陽光発電システムはウスマダム浄水場内主要道路沿いに敷設される。同道路は現地の学童が通学路として利用しているため、投石等のバンダリズム行為が発生する可能性がある。「ナ」国側は、このような行為を防止するため、適切な対策を講じる必要がある。

4-3 外部条件

プロジェクトの効果を発現・持続させるために前提となる外部条件は、以下のとおりである。

(1) 上位目標に対して

- 再生可能エネルギーに関する政策が変更されない。
- 政治・経済が安定している。

(2) プロジェクト目標に対して

- 運転維持管理が持続的に行われる。
- 運転維持管理に必要な予算が確保される。
- 施設のセキュリティーが確保される。

(3) 期待される成果に対して

- 現状の気象条件が維持される。
- 太陽光発電システムが十分に稼働する。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 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、連邦首都区の住民をはじめとする一般国民にプロジェクト効果が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。

(1) 裨益性

連邦首都区への水供給を支える唯一の公共機関であるウスマダム浄水場及び同浄水場を管轄する連邦首都区水公社への電力供給に資する。また、連邦首都区の給水戸数である約 4 万世帯に、本計画の太陽光発電システムの利用により浄水された水が供給されることになる。

(2) 運転維持管理能力

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転維持管理が可能である。連邦首都区水公社では配水部門下に機械・電気課を有しており、一定の電気機器の運転維持管理能力を持ち合わせていることから、将来の太陽光発電システムの運転維持管理についても問題は発生しないと判断される。

(3) 緊急性

再生可能エネルギーマスタープランによる 2017 年までの導入目標（300 MW）に対する現状の実績（15 MW）の達成率は 5%に過ぎない。そのため、本計画による 1000 kWp 規模の発電システム据付により、「ナ」国の導入実績を現状の約 6.7%推進させることができる。さらに、本計画にて「ナ」国初の系統連系型の太陽光発電システムが導入されるものであり、将来の「ナ」国の系統連系太陽光発電システム導入に影響を与えると考えられる。

(4) 我が国の援助方針との整合性

開発途上国への気候変動への影響の緩和を図る「クールアース・パートナーシップ」メカニズムを有する我が国が、パートナー国である「ナ」国に対して実施する協力対象事業であるため、我が国の援助方針との整合性は確保されている。さらに、「ナ」国に対して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である太陽光発電技術を活用できる面からも、我が国の民間企業の技術力を存分に発揮させることのできる高い意義のある協力対象事業である。

4-4-2 有効性

本計画では、以下に示す温室効果ガスの削減と対象サイトに対する電力料金削減の効果が十分に期待される。運転維持管理機関である連邦首都区水公社は電気機器を運転維持管理する技術力を有しており、導入される太陽光発電システムの運転維持管理能力はソフトコンポーネントを通して十分に身に着けることが可能と考えられるため、十分な有効性を達成できる。

(1) 定量的評価

本計画により期待できる定量的効果を表 4-4-2.1 に示す。

表 4-4-2.1 本計画による定量的効果

成果指標	基準値 (2013 年)	供用開始年 (2016 年)
太陽光発電システムによる発電電力量	0	1,459 MWh
化石燃料消費削減	0	326,338 Nm ³ /年
温室効果ガス削減	0	723.5 t
アブジャ配電会社に対する支払削減額	0	約 30 百万 ナイラ/年 (約 18 百万円/年)

[出所] 準備調査団

[備考] 本計画による発電電力量 (1,459 MWh) は同浄水場の需用電力量 (21,921 MWh) の約 6% に相当する。

支払削減額については、現行の 21.03 ナイラ/kWh に基づき算定した。

1 ナイラ = 0.612 円として計算

1) クリーンエネルギーを活用した年間発電電力量の算定

本計画により導入される太陽光発電システムの発電量を計算する。発電電力量を E_p [kWh/日]、アレイ面日射量を H_A [kW/(m²・日)]、標準状態におけるアレイ出力を P_{AS} [kW]、総合設計係数を K とすると、 E_p は次のように表せられる。

$$E_p = H_A \times K \times P_{AS} \text{ [kWh/日]}$$

ここで、アレイ出力 P_{AS} は、975 kW_p を想定する。 H_A は、「2-2-2 自然条件」項にて議論した傾斜面日射量を利用する。

また、総合設計係数は、直流補正係数を K_d 、温度補正係数を K_t 、パワーコンディショナーの交直変換効率を η_{INV} とすると、次のように示される。

$$K = K_d \times K_t \times \eta_{INV}$$

- K_d は、太陽電池表面の汚れ、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、0.9 と想定した。
- K_t は、日射により太陽電池の温度が上がり、変換効率が変わるための補正係数であり、以下計算式により求められる。

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

ここに、 α : 最大出力温度係数 (%・°C⁻¹) = -0.5 (%・°C⁻¹) [結晶系モジュールを想定]、 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

ル温度上昇 (°C) = 18.4°C

➤ η_{INV} は 0.94 とした。

以上の条件に基づいて計算する結果、各月の太陽光発電システムによる発電量は表 4-4-2.2 のように算出され、年間総発電量は 1,459 MWh になると推測される。

表 4-4-2.2 太陽光発電システムによる月別発電量

(単位 : MWh)

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
129	121	139	130	125	112	103	96	109	129	132	134	1,459

[出所] 準備調査団

2) クリーンエネルギー導入により削減される年間化石燃料消費量

太陽光発電システムの導入による化石燃料の消費削減量は、表 4-4-2.3 に示す燃料別排出係数を用いて、以下の方法により求める。

- (i) 太陽光発電システムによる発電電力量 [MWh/年] を求める。
- (ii) 発電電力量 [MWh/年] × 3,600 [GJ/(1000MWh)] ÷ 発電設備の熱効率から、相殺発熱量 [GJ/年] を求める。
- (iii) 相殺発熱量 [GJ/年] ÷ 単位発熱量から、消費削減量 [Nm³/年] を求める。

表 4-4-2.3 燃料別排出係数の例

燃料の種類	単位発熱量	排出係数
一般炭	25.7 GJ/t	0.0247 tC/GJ
原油 (コンデンセート(NGL)を除く。)	38.2 GJ/kl	0.0187 tC/GJ
軽油	37.7 GJ/kl	0.0187 tC/GJ
A 重油	39.1 GJ/kl	0.0189 tC/GJ
天然ガス (液化天然ガス(LNG)を除く。)	43.5 GJ/10 ³ Nm ³	0.0139 tC/GJ

[出所] 環境省/経済産業省(2013.5)“温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(Ver3.4)”

「ナ」国の主要火力発電設備はガスタービンであるため発電設備の熱効率を 0.37 と想定すると以下の計算から、削減化石燃料消費量は 326,338 Nm³/年となる。

- 相殺される発熱量 : 1,459 × 3600/1000 ÷ 0.37 = 14,195.7 GJ/年
- 化石燃料消費削減量 : 14,195.7 × 1000/43.5 = 326,338 Nm³/年

3) クリーンエネルギー導入による年間温室効果ガス削減量の算定

温室効果ガス削減量は、相殺発熱量[GJ/年]を用い、以下の式より求められる。

- 相殺発熱量 [GJ/年] × 排出係数 [tC/GJ] × 44/12 = CO₂ 排出削減量 [t]

よって、前項の計算結果から求められた相殺発熱量 (14,195.7 GJ/年) を用い、次式から温室効果ガス削減量は 723.5 t と推定される。

- 14,195.7 × 0.0139 × 44/12 = 723.5 t

4) 計画の持続発展性

ウスマダム浄水場がアブジャ配電会社に対して支払う電力料金の従量課金金額は 21.03 ナイラ/kWh である。本計画による太陽光発電システムの導入後、3-2-2 基本計画(1)計画の前提条件項に示したとおり、系統への逆潮流は発生しない計画である。太陽光発電システムによる全発電量がウスマダム浄水場にて消費される場合、表 4-4-2.4 に示す支払を毎月削減させ、結果として年間約 30 百万ナイラ分の電気料金支出を減じることが可能になる。太陽光発電システムの維持管理に要すると見積もられる費用は年間約 3 百万ナイラであることから、供用開始後の持続発展性は確保されることが考えられる。

但し上述の削減される電気料金支出額は、調査団の入手したデータに基づく発電量に基づいて算定されている。

表 4-4-2.4 アブジャ配電会社に対して削減される電気使用料金

(単位：百万 ナイラ)

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
2.71	2.54	2.92	2.73	2.63	2.36	2.17	2.01	2.29	2.72	2.78	2.82	30.68

[出所] 準備調査団

(2) 定性的効果

本計画により期待される定性的効果を表 4-4-2.5 に示す。

表 4-4-2.5 本計画にて期待される定性的効果

現状と問題点	本計画での対策	計画の効果・改善程度
<p>1. 「ナ」国では再生可能エネルギーの導入促進に係り、「再生可能エネルギーマスタープラン」において、2017年までに300 MW規模の導入目標が明示されている。しかし、2012年時点で導入された太陽光発電システムは15 MW程度に過ぎない。</p>	<p>ウスマダム浄水場に設備容量975 kWpの系統連系型太陽光発電システムを導入する。</p>	<p>本計画により導入される太陽光発電システムはメガソーラークラスであり、国の進める再生可能エネルギーの導入目標数値達成に対して、実勢値を大きく前進させる。</p> <p>また、「ナ」国にて系統と連携する太陽光発電システムの導入事例はないため、本計画をとおして「ナ」国に初となる系統連系太陽光発電システムを導入する意義は高い。</p>
<p>2. 「ナ」国では未だメガソーラー級の太陽光発電システムの導入実績が無く、計画に必要な日射量、発電電力量等、基礎データが整備されていない。</p>	<p>気象計測装置（全天日射量、気温計）を含むデータ管理システムを調達・据付する。</p>	<p>左記のデータ管理システムを調達・据付することにより、本計画設備の適切な運転維持管理が確保される。また、この設備を通じて、日射量等、計画に必要な基礎データが得られるのみならず、「ナ」国の自然環境、電力事情において実際に確保される太陽光発電システムの利用率等が明らかとなる。加えて、これらデータの適切かつ有効な活用方法がソフトコンポーネントを通じて「ナ」国側に技術移転されることにより、今後の「ナ」国における太陽光発電システム普及への貢献が実現される。</p>
<p>3. 「ナ」国における分散型電源の法規制・技術基準が整備されていない。</p>	<p>ソフトコンポーネントを通じて、法規制・技術基準の整備促進を図る。</p>	<p>本計画の太陽光発電システムは、「ナ」国で初めてとなる大規模系統連系太陽光発電システムであり、実施機関は、「ナ」国の電力事業を管轄する連邦電力省である。本計画のソフトコンポーネントを通じて、連邦電力省の技術者にも、我が国の「系統連系規定」を踏まえつつ技術移転が行われる。</p>
<p>4. 「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、国民の太陽光発電システムに対する理解は深く浸透していない。</p>	<p>首都圏からほど近いウスマダム浄水場に大規模太陽光発電システムを導入し、市民が容易に見学できる機会を提供する。</p>	<p>本計画プロジェクトサイトであるウスマダム浄水場はアブジャ中心部から車で30分から40分程度の場所に位置しており、首都圏からのアクセスが容易である。また太陽光アレイは浄水場内メイン道路沿いに位置する3号及び4号貯水槽頂版・敷地に配置され、視覚的訴求力に優れている。（巻頭の完成予想図参照）</p>
<p>5. 「ナ」国内での太陽光発電システム維持管理能力を持つ人材が不足している。</p>	<p>本計画実施の一環としてソフトコンポーネントを実施し、太陽光発電システムを運転維持管理するために必要となる技能を技術移転する。</p>	<p>本計画にて太陽光発電システムの運転維持管理を技術移転するために、日本よりコンサルタント、太陽光発電システム技術者を派遣し、ソフトコンポーネントとしてワークショップを開催する。</p> <p>ソフトコンポーネント対象者は、本計画により導入される太陽光発電システムの運転維持管理者に加え、連邦電力省職員及びアブジャ配電会社職員も対象とする。電力政策立案に携わる者及び「ナ」国送配電網管理者に対して、我が国の経験を生かしたクリーンエネルギー分散型電源の導入促進に資する知識及び技能を定着させることができる。そのため、今後「ナ」国にて系統連系規定等の技術基準の整備や導入促進に貢献することができる。</p>