

ジブチ共和国
エネルギー天然資源省

ジブチ共和国
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 22 年 8 月
(2010 年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

株式会社ニュージェック
日本テクノ株式会社

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ジブチ共和国の太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、平成 21 年 7 月 25 日から 8 月 5 日まで、10 月 22 日から 11 月 11 日までの 2 回に亘り、株式会社ニュージェックの西田雅氏を総括とし、株式会社ニュージェック及び日本テクノ株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ジブチ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 22 年 4 月 16 日から 4 月 22 日まで実施された概略設計概要書案の現地説明を経て、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。

最後に、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 22 年 8 月

独立行政法人 国際協力機構
産業開発部長 米田 一弘

要 約

要 約

① 国の概要

ジブチ国（以下、「ジ」国）は、「アフリカの角」の付け根に位置し、紅海とアデン湾をつなぐ海峡を挟んで、アラビア半島のイエメン国と相対している。北はエリトリア、西はエチオピア、南はソマリアと国境を接しており、地域で唯一の深水港湾を有しているため、交通の要衝となっている。

国土は2万3千200平方キロで、日本の四国よりひとまわり大きい程度の面積を有する。年平均気温26～35℃、年降水量100～300mmと、高温で乾燥した厳しい気候となっている。

国内総生産（GDP）は8億3千万ドル、国民一人あたり総収入（GNI）は1,090ドルとされる（いずれも世界銀行、2007年）。厳しい気候を反映して第一次産業の割合は4.8%と低く、農産物の生産量は6,000～7,000トン、漁獲量は1,200トン前後である。第二次産業の割合は14.5%と小さく、水道事業と電力事業以外に目立った産業はない。したがって、国内を流通する商品はほぼ100%輸入に頼っている状況である。一方、第三次産業は、地理的優位性を反映して中継貿易が盛んであり、港湾、物流、流通等の産業が国内総生産の81%となっている。貿易相手先は、エチオピア、ソマリアが主である。

人口に関しては、最後にセンサスが行われたのが1983年と古く、以降の数字は経済財務省の推計値であるが、2004年時点で63万2000人となっている。年あたりの人口増加率は約2%、都市域（人口1,500人以上）の人口割合が76%、首都であるジブチ市で全国の63%と、都市への人口集中率は高く、都市への流入はさらに続いているとされる。一方、その他の人口（24%）には遊牧民（nomade）が含まれている。

② プロジェクトの背景、経緯及び概要

「ジ」国では、化石燃料など従来型発電のためのエネルギー資源を持たず、また水力発電に使うような河川、水資源もないため、必要なエネルギーの全てを海外に依存している。このような事情から「ジ」国政府は、1980年代から再生可能エネルギーの利用に関心を持ち始め、特に太陽光発電については、UNDPなどの支援のもと、その開発のための国家戦略とアクション・プラン（2008～2012年）を策定し、エネルギー政策の要として太陽光エネルギー利用を普及させることを明確に打ち出している。その中では、太陽光利用を前提とした具体的な開発案件が計画されるのみならず、太陽光関連市場の拡大のための税制上の優遇措置、担当する政府組織の設立、関わる法整備などが打ち出されており、太陽光発電開発のためのソフトとハード両面から必要な環境の整備が掲げられている。一方、その具現化のための技術協力と資金協力を多くのドナーに期待している状況にある。

このような中、「ジ」国はクールアースパートナーシップ国として日本との協力に参加することを決定し、気候変動への適応策及び緩和策の取り組みにより、温室効果ガスの排出削減と経済成長の両立を目指すことを喫緊の課題として掲げている。同イニシアティブに基づき、

「ジ」国は2009年6月にわが国に本無償資金協力を要請した。

この要請を受け、JICAは2009年7月26日から8月5日にかけて第一次現地調査を実施し、最適な候補地としてジブチ調査研究センター（Centre d'Etudes et de Recherche de Djibouti、CERD）を選定することについて「ジ」国側と合意した。

③ 調査結果の概要とプロジェクトの内容

上記の要請及び第一次現地調査結果に基づき、JICAは第二次現地調査団を10月23日から11月11日まで「ジ」国に派遣し、現地調査、関連資料の収集、「ジ」国関係者と実施内容の協議等を行った。

帰国後、調査団は現地調査の結果に基づき、プロジェクトの必要性、効果、妥当性について検討し、その結果を協力準備調査概要書に取りまとめた。JICAは2010年4月17日から22日まで概略設計概要説明調査団を「ジ」国に派遣し、協力準備調査概要書の説明及び協議を行い、「ジ」国政府との間で基本合意を得た。受入国側の主管官庁及び実施機関は、エネルギー天然資源省である。

調査の結果策定した協力対象事業は、300kWの太陽光発電設備を調達してジブチ調査研究センター（CERD）に設置し、同設備の運転・維持管理に必要な技術や太陽光発電計画等の技術に関するトレーニングプログラムを実施するものである。設備の基本計画概要を次表に示す。

計画区分	計画内容
計画対象	CERD 300kW 太陽光発電設備 <ul style="list-style-type: none"> - 太陽光発電設備は系統連系し、余剰電力は系統に逆潮流する - 系統停電時は、自立運転を行い、施設内の一部に電力供給する
発電設備の調達と据付工事	<ul style="list-style-type: none"> ・ 300kW 太陽電池モジュールの調達と据付工事 ・ 発電設備に必要な付帯設備の調達と据付工事 <ul style="list-style-type: none"> - 接続箱 - パワーコンディショナキュービクル - 環境計測装置 - 負荷切替盤（自立運転対応用） - 配線および接地材料 - コンテナ式キュービクル設備 - 太陽電池モジュール用架台 - 太陽電池モジュール用架台基礎およびコンテナ式キュービクル設備用基礎 - 太陽電池モジュール周辺のフェンス・ゲートおよび砂利 - コンテナ式キュービクル設備と接続箱/系統連系点/掲示板/既設負荷間等のケーブル敷設
予備品と保守用工具類の調達等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電設備の維持管理に必要な予備品等（第1回本格点検まで）および工具類 ・ 運転保守マニュアル（OJT用教材を含む）の調達と運転保守ガイダンスの実施

④ プロジェクトの工期及び概略事業費

(本計画の事業費総額及び日本側負担経費は、施工・調達業者契約認証まで非公表)

本計画をわが国の無償資金協力で実施する場合の、「ジ」国側負担経費は約 75 万円と見積もられる。「ジ」国側が負担する主な事項は、太陽光モジュール設置位置の障害物撤去と整地である。

本計画の工期は、入札手続きに約 5 ヶ月、機材の調達・据付で約 14 ヶ月である。

⑤ プロジェクトの評価

本計画により調達、据付された設備の運転・維持管理は、エネルギー天然資源省の管理のもと、設備の設置場所である CERD が実施する。また、交換部品の調達等を含む長期的な維持管理は、エネルギー天然資源省の支援のもと実施される。

本計画の実施段階では、運転・維持管理技術、太陽光発電の知識と技術に関するトレーニングプログラムを実施し、上記の運転・維持管理体制を有効かつ持続的なものとするとともに、「ジ」国における太陽光発電技術の普及の一助となることも期待している。

本計画の一義的な効果は、一次エネルギーを化石燃料に依存する「ジ」国において再生可能エネルギーを導入し、化石燃料の消費削減、ひいては地球温暖化の主要原因である二酸化炭素の排出削減を図ることである。調査の結果、本計画による二酸化炭素削減効果は、年間 330 t-CO₂ と見積もられている。

また、本計画では、首都ジブチ市の郊外で空港道路に面する位置に大規模な太陽光設備を設置するため、その啓発効果は高く、「ジ」国が推進する太陽光発電普及のための政策に寄与する。

さらに同政策においては、設備の設置場所である CERD に、今後「ジ」国の太陽光技術普及の核となることを求めており、本計画が CERD における太陽光技術の集積、向上に一翼を担うことも期待される。

一方、日本の太陽光発電製品は、効率、寿命、信頼性等の観点から技術的優位性が高く、日本製の機材を調達する本計画では、優れた技術で長期間「ジ」国に貢献することになる。

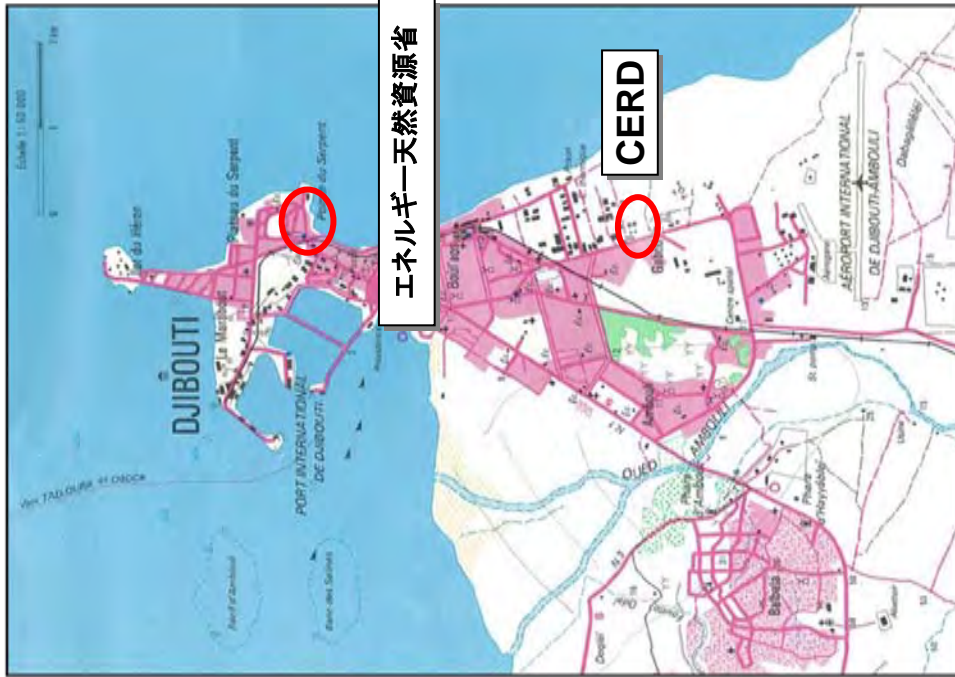
以上のことから、本計画は、わが国の無償資金協力として実施するに極めて有効かつ妥当であると考えられる。

目次

序文
 要約
 目次
 位置図／写真
 図表リスト／略語集

第1章 プロジェクトの背景・経緯	1 - 1
1-1 当該セクターの現状と課題.....	1 - 1
1-1-1 現状と課題.....	1 - 1
1-1-2 開発計画.....	1 - 8
1-1-3 社会経済状況.....	1 - 11
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要.....	1 - 12
1-3 我が国の援助動向.....	1 - 13
1-4 他ドナーの援助動向.....	1 - 14
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	2 - 1
2-1 プロジェクトの実施体制.....	2 - 1
2-1-1 組織.....	2 - 1
2-1-2 財政・予算.....	2 - 2
2-1-3 技術水準.....	2 - 3
2-1-4 既存施設・機材.....	2 - 4
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2 - 5
2-2-1 関連インフラの整備状況.....	2 - 5
2-2-2 自然条件.....	2 - 7
2-2-3 環境社会配慮.....	2 - 11
2-3 その他（グローバルイシュー等）.....	2 - 13
第3章 プロジェクトの内容	3 - 1
3-1 プロジェクトの概要.....	3 - 1
3-2 協力対象事業の概略設計.....	3 - 1
3-2-1 設計方針.....	3 - 1
3-2-1-1 物理的（自然）条件への対応方針.....	3 - 2
3-2-1-2 施工に関する地域的条件への対応方針.....	3 - 3
3-2-1-3 現地業者、現地資機材の活用についての方針.....	3 - 3
3-2-1-4 実施機関の維持・管理能力に対する対応方針.....	3 - 4
3-2-1-5 工期・工程計画に関する方針.....	3 - 4
3-2-2 基本計画（施設計画／機材計画）.....	3 - 5
3-2-2-1 設計条件.....	3 - 5
3-2-2-2 施設配置計画.....	3 - 6

3-2-2-3	基本計画の概要.....	3 - 6
3-2-2-4	機材・設備計画の概要.....	3 - 7
3-2-3	概略設計図.....	3 - 24
3-2-4	施工計画／調達計画.....	3 - 25
3-2-4-1	施工方針／調達方針.....	3 - 25
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項.....	3 - 26
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分.....	3 - 27
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画.....	3 - 28
3-2-4-5	品質管理計画.....	3 - 30
3-2-4-6	資機材等調達計画.....	3 - 31
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画.....	3 - 31
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画.....	3 - 33
3-2-7-9	実施工程.....	3 - 41
3-3	相手国側分担事業の概要.....	3 - 43
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3 - 43
3-4-1	維持管理の基本的考え方.....	3 - 43
3-4-2	定期点検項目.....	3 - 44
3-4-3	長期的な運営と維持管理.....	3 - 47
3-4-4	スペアパーツ購入計画.....	3 - 48
3-5	プロジェクトの概略事業費.....	3 - 49
3-5-1	協力対象事業の概略事業費.....	3 - 49
3-5-2	運営・維持管理費.....	3 - 50
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	3 - 52
第4章	プロジェクトの妥当性の検証.....	4 - 1
4-1	プロジェクトの前提条件.....	4 - 1
4-1-1	事業実施のための前提条件.....	4 - 1
4-1-2	プロジェクト全体計画達成のための前提条件・外部条件.....	4 - 1
4-2	プロジェクトの評価.....	4 - 3
4-2-1	妥当性.....	4 - 3
4-2-2	有効性.....	4 - 4
 [図面]		
 [資料]		
1.	調査団員・氏名	
2.	調査行程	
3.	関係者（面会者）リスト	
4.	討議議事録（M/D）	
5.	ソフトコンポーネント計画書	
6.	参考資料	
7.	その他の資料・情報	



エネルギー天然資源省

CERD

ジブチ市内



ジブチ市

ジブチ国全体図

位置図

写真

施設現況



本館

本事業におけるサイト地である CERD はジ国大統領府管轄の研究機関であり、多岐に渡る分野の研究を行っている。



正門

CERD は街の中心部から空港への幹線道路沿いに位置する。この道路は交通量も多く、PV 設備の展示効果は高いと考えられる。



CERD 太陽光プロジェクト

CERD では過去にグベット地区において、太陽光の発電によって地下水をくみ上げるプロジェクトを実施した経験を持つ。



所内の研究室

所内では水質検査機器を用いて水環境の分析などを行う研究室もあるが、停電によって作業が中断しているといった意見も得られた。

PV モジュール設置箇所近辺と既存電気設備



PV モジュール設置箇所 1



PV モジュール設置箇所 2

本事業では CERD に 300kW の PV 設備を建設し、発生した電力により当施設の電力需要の一部を賄う。PV モジュールは管理棟の南側に広がる敷地に設置を予定している。



南側フェンス

PV モジュール設置箇所に隣接する南側のフェンスは CERD によって改修が予定されている。



掲示盤設置箇所

正門のすぐそばに現在の発電量等の情報を示す掲示盤の設置を予定しており、所内を出入りする人々に事業の PR を行う。



既存電気室

EDD 管轄と CERD 管轄の 2 つの電気室が併設されている。系統からの電力は EDD 管轄の変圧器から CERD 管轄の低圧分電盤を通じて所内に供給される。



CERD 電気室内

電気室のメンテナンスは所内の担当技術者によって行われている。ケーブル配線は室内の地下に埋設されており、施工には十分な配慮が必要である。

**ディーゼル発電機**

系統停電時には電気室内のディーゼルと、生物学研究棟に併設されたディーゼルの2台が稼働している。本館用のディーゼルは容量が 100kVA のため、所内負荷が容量を上回ることもある。

**800kVA 変圧器**

変圧器は EDD 電気室に設置されており、EDD によって管理が行われている。

ジブチ港

**ジブチ港内**

ジブチ港は隣国エチオピアの玄関口となる港町であり、大型のクレーンを有するなど海運の便は高い。

**資材置き場**

ジブチではアデン海を挟んで対岸にあるイエメンの施工業者が店舗を設けており、建築資材なども多く輸入されている。

図表リスト

図 1-1-1-1	ジブチ市のピーク電力	1 - 1
図 1-1-1-2	ジブチ市の発電電力量	1 - 2
図 1-1-1-3	ジブチ市のピーク電力の伸び	1 - 3
図 1-1-1-4	ジブチ市の発電電力量の伸び	1 - 3
図 1-1-1-5	近年の電力ロス率の変化	1 - 3
図 1-1-1-6	季節による日負荷曲線の違い	1 - 4
図 1-1-1-7	ジブチ市エリアの電力系統	1 - 6
図 1-1-2-1	国内の風力ポテンシャル地点	1 - 11
図 2-1-1-1	エネルギー天然資源省組織図	2 - 1
図 2-1-1-2	CERD 組織図	2 - 2
図 2-1-4-1	CERD 内の施設配置図	2 - 5
図 2-2-2-1	サイトを含む地域の地震マップ (1996-2006)	2 - 10
図 2-2-2-2	ジブチ市内の月別平均水平面日射量	2 - 11
図 3-2-2-1	系統連系の概念図	3 - 7
図 3-2-2-2	太陽光発電出力の実績例	3 - 11
図 3-2-2-3	負荷切替盤の回路構成の考え方	3 - 13
図 3-2-2-4	負荷切替盤の回路構成の考え方 (2).....	3 - 14
図 3-2-4-1	調達にかかる各機関の役割	3 - 25
図 3-2-4-2	計画実施時の関係図	3 - 30
図 3-2-4-3	ソフトコンポーネントの実施スケジュール	3 - 41
図 3-2-4-4	本事業の実施工程計画	3 - 42
図 3-4-1-1	発電設備の維持管理の基本的な考え方	3 - 44
表 1-1-1-1	EDD の電力料金表	1 - 7
表 1-1-1-2	EDD の財務バランス表	1 - 7
表 1-1-2-1	風力ポテンシャル有望地点の一覧	1 - 10
表 2-1-1-1	CERD の職員数	2 - 2
表 2-1-2-1	CERD の収支状況 (2007 年)	2 - 3
表 2-2-1-1	ジブチ国における電力供給状況 (2007 年)	2 - 6
表 2-2-2-1	月最高温度 (1999 年～2008 年)	2 - 7
表 2-2-2-2	月最低温度 (1999 年～2008 年)	2 - 8
表 2-2-2-3	月降雨量 (1999 年～2008 年)	2 - 8
表 2-2-2-4	年間の風向・風向 (2000 年～2008 年)	2 - 9
表 2-2-3-1	環境社会影響項目に関する検討結果	2 - 12

表 3-2-2-1	基本計画の概要	3 - 6
表 3-2-2-2	自立運転給電先として適当な負荷の例	3 - 12
表 3-2-2-3	CERD 内の負荷一覧	3 - 16
表 3-2-2-4	構成機器の一覧（システム制御装置）	3 - 19
表 3-2-2-5	構成機器の一覧（環境計測装置）	3 - 20
表 3-2-2-6	主要機器等の概略仕様（1）	3 - 23
表 3-2-2-7	主要機器等の概略仕様（2）	3 - 24
表 3-2-4-1	両国の主要な分担業務	3 - 28
表 3-2-4-2	発電設備運営組織体制（案）	3 - 32
表 3-2-4-3	各プログラムと想定参加者	3 - 39
表 3-2-4-4	ソフトコンポーネント 1：竣工前後の活動	3 - 39
表 3-2-4-5	ソフトコンポーネント 2：3 ヶ月点検時の活動	3 - 40
表 3-4-2-1	標準的な太陽光発電設備の日常点検項目および点検要領	3 - 45
表 3-4-2-2	標準的な太陽光発電設備の定期点検項目および点検要領	3 - 46
表 3-4-3-1	本格点検を含む長期的な維持管理体制	3 - 47
表 3-4-4-1	太陽光発電設備用予備品及び保守用道工具	3 - 48
表 3-5-1-1	本計画の概略事業費 日本側負担分	3 - 49
表 3-5-2-1	スペアパーツ等購入費用	3 - 51

略語集

AC	Alternating Current	交流
B/A	Bank Arrangement	銀行取極め
CERD	Centre d'Etudes et de Recherche de Djibouti	ジブチ調査研究センター
CT	Current Transformer	計器用変流器
DC	Direct Current	直流
DEG	Diesel Engine Generator	ディーゼル発電設備
EDD	Electricité De Djibouti	ジブチ電力公社
EIE	Etude d'impacts environnementaux	環境影響評価
E/N	Exchange of Notes	交換公文
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNI	Gross National Income	国民総所得
IEC	International Electrotechnical Commission	国際電気標準会議規格
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
JCS	Japanese Electric Wire & Cable Makers' Association Standard	日本電線工業会規格
JEAC	Japan Electric Association Code	電気技術規程
JEC	Japanese Electrotechnical Committee	日本電気規格調査会標準規格
JEM	Standards of Japan Electrical Manufacturer's Association	日本電機工業会標準規格
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
JIS	Japanese Industrial Standards	日本工業規格
MCCB	Molded Case Circuit Breaker	配線用遮断器
ME	Ministry of Housing, Urbanization and Environment	住宅・都市計画・環境・土地整備省
MENR	Ministry of Energy and Natural Resource	エネルギー天然資源省
O&M	Operation and Maintenance	運転・保守
OJT	On the Job Training	実習訓練
PCS	Power Conditioners	パワーコンディショナ
PV	Photovoltaic	太陽光発電
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
SI	The International System of Units	国際単位系
UNICEF	United Nations International Children's Fund	国際連合児童基金
UNDP	United Nations Development Programme	国際連合開発計画
VT	Voltage Transformer	計器用変圧器
XLPE	Cross-linked Polyethylene	架橋ポリエチレン

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

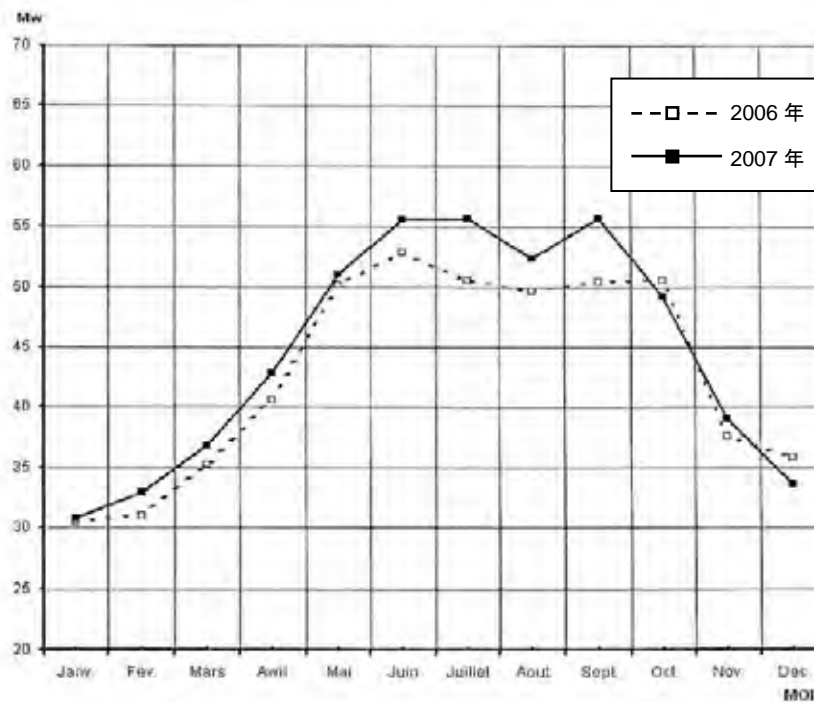
(1) 電力需給

ジブチ国（以下、「ジ」国）の電力供給は、電力公社である EDD（Electricité De Djibouti）が実施している。電力供給は、ジブチ市（Djibouti Ville）、タジュールラ（Tadjourah）とオボック（Obock）を含む北部地域、及びディキル（Dikhil）とアリ・サビエ（Ali Sabieh）を含む南部地域の3地域で行っているが、北部と南部のサービスは小規模（それぞれ、約 900kW と約 1.3MW）であり、ジブチ市への供給が支配的である。

ジブチ市エリアの電力需要の規模はピーク時 60MW、年電力消費量 300GWh 程度であるが、需要の伸びに供給力が追いつかず、負荷遮断等の調整が行われている。

1) ピーク電力

2007 年のピーク電力は 55.7 MW（発電端）であり、前年比 3.6% 増の伸びを示している。但し、2.7 MW の負荷遮断を実施しているため、実際のピーク電力は 58.4 MW である。

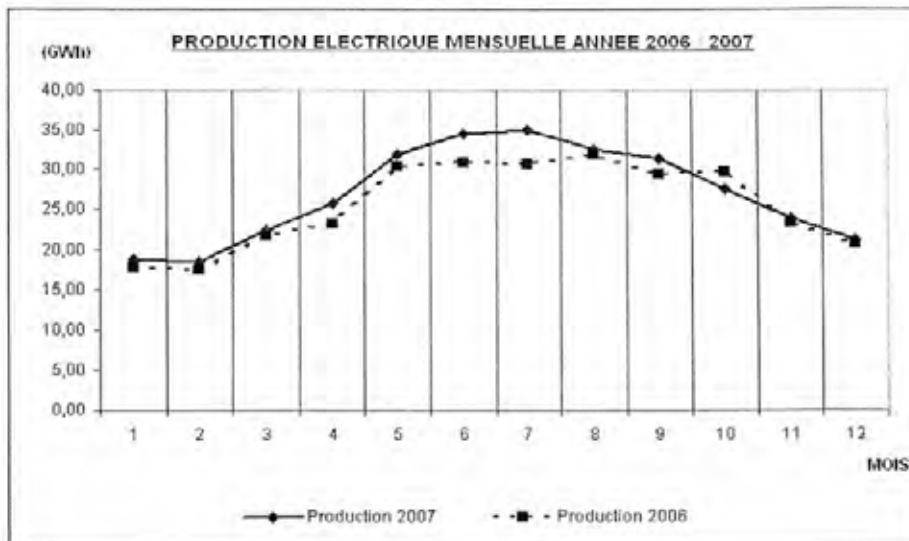


出典：EDD 年報 2007 年

図 1-1-1-1 ジブチ市のピーク電力

2) 発電電力量 (MWh)

2007年の発電電力量は323 GWhであり、前年比5%増の伸びを示している。上で述べた負荷遮断は6.6 GWhに相当するとされるため、本来は329.6 GWh程度が必要とされている。



出典：EDD年報2007年

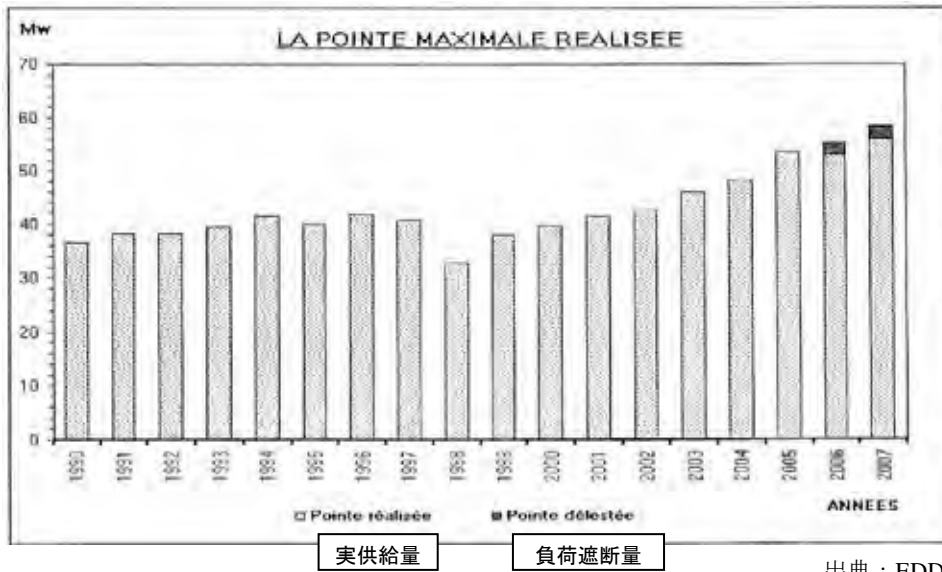
図 1-1-1-2 ジブチ市の発電電力量

3) 販売電力量

ジブチ市の2007年の販売電力量は255 GWhであり、前年比11.6%増の伸びである。しかし、発電機の問題から6GWhの供給力不足が発生しているため、実需要は261GWh程度と見られる。

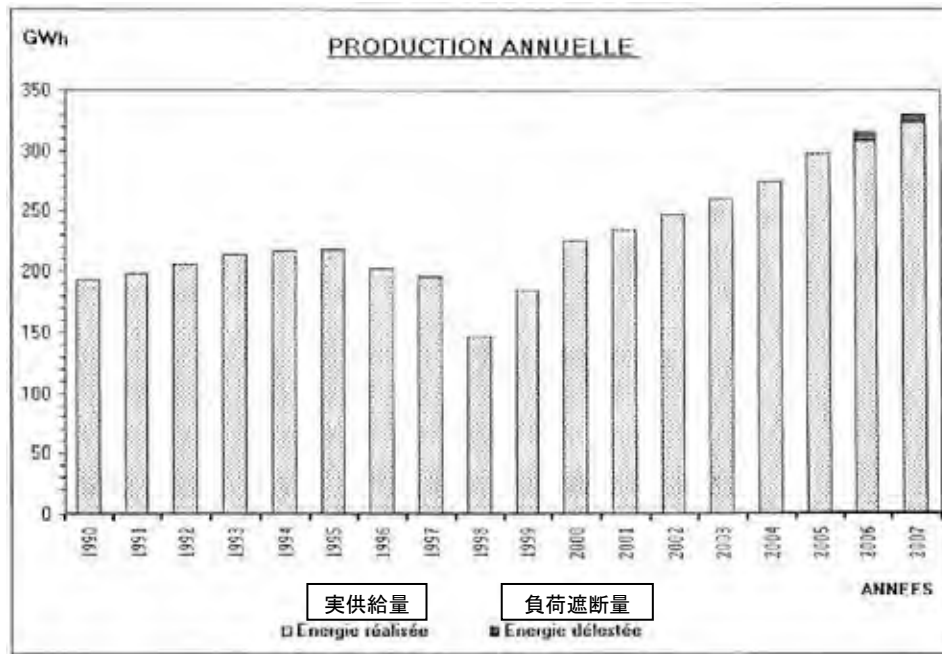
4) 電力需要の伸び

電力需要は、1990年台後半の経済危機の際に落ち込んだものの、その後順調に回復してきており、2006年以降、負荷遮断を行って需要を抑制する状態が生じている。



出典：EDD年報2007年

図 1-1-1-3 ジブチ市のピーク電力の伸び

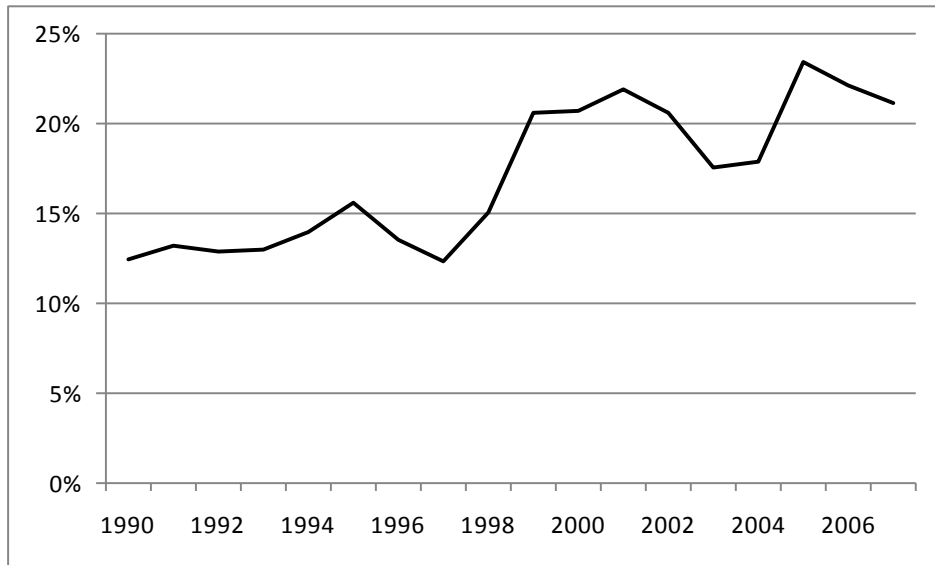


出典：EDD年報2007年

図 1-1-1-4 ジブチ市の発電電力量の伸び

5) 発送電ロス

発送電ロスは比較的高く、過去10年ほどは20%以上で推移している。

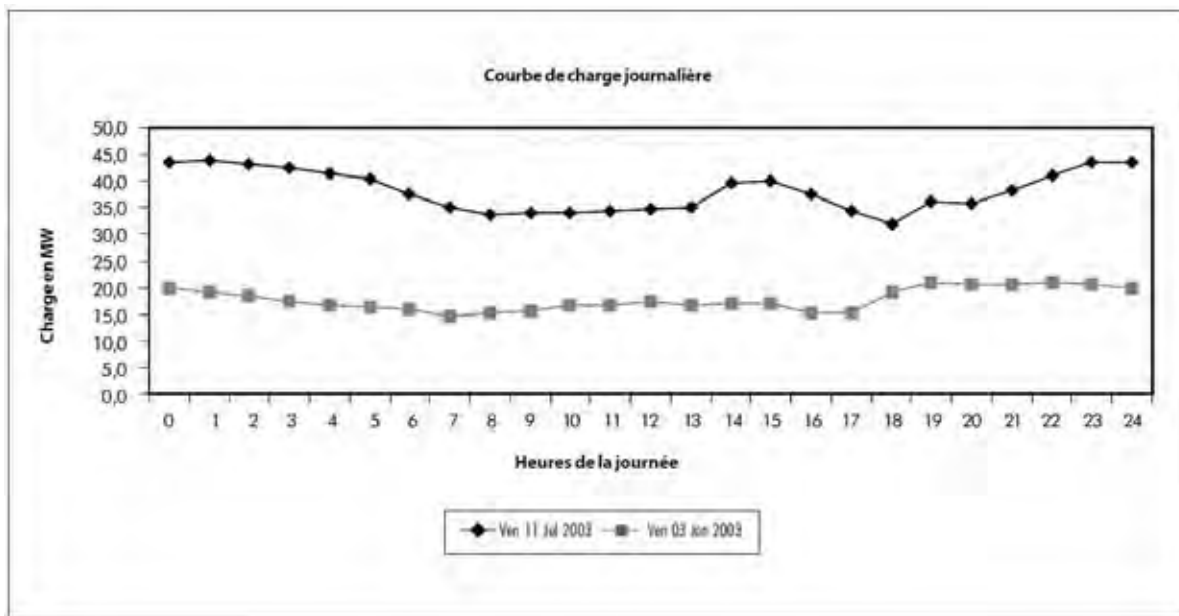


出典：EDD 年報 2007 年より調査団作成

図 1-1-1-5 近年の電力ロス率の変化

6) 日負荷曲線

次図では、2009 年 1 月と 7 月の日負荷曲線を比較している。ジブチの夏にあたる 7 月の需要は、1 日をとおして 1 月の 2 倍程度となっているほか、深夜及び午後 2～3 時ころにピークが存在する。一方、1 月にはかなり平坦な分布となっている。



出典：世界銀行[2009]

図 1-1-1-6 季節による日負荷曲線の違い

(2) 発電設備

ジブチ市エリアの発電設備は、重油炊きの汽力発電所である Boulaos (1 と 2)、及び軽油炊きのディーゼル発電所 Marabout の 2 箇所である。

これらの発電所の詳細は以下のとおりである。

Boulaos 1 発電所	： ユニット数	： 8 基
	設 置 年	： 1976～2004 年
	定格出力合計	： 44 MW (実効出力 41.5 MW)
	燃 料	： 重油炊き
Boulaos 2 発電所	： ユニット数	： 7 基
	設 置 年	： 1984～2007 年
	定格出力合計	： 64.2 MW (実効出力 42.9 MW)
	燃 料	： 重油炊き
Marabout 2 発電所	： ユニット数	： 6 基
	設 置 年	： 1999 年
	定格出力合計	： 18 MW (実効出力 14.4 MW)
	燃 料	： 軽油炊きディーゼル
	合 計	： 126.2 MW (実効出力 98.8 MW)

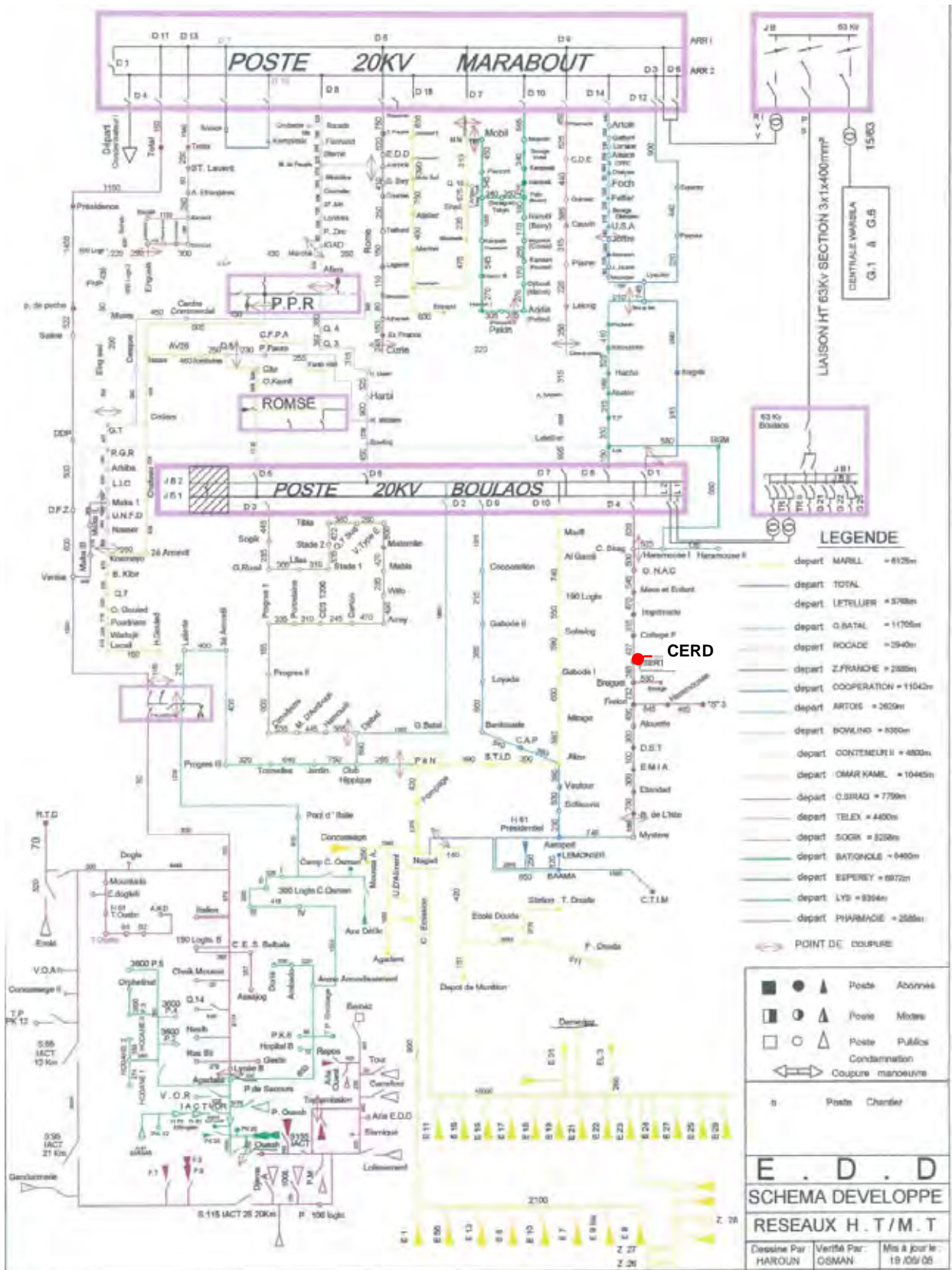
また、ジブチ港の新港湾施設の建設に伴い自家発電設備が設置される計画があり、その余剰電力を EDD が購入する事が計画されている。

(3) 電力系統及び送配電設備

ジブチ市エリアでは 2 箇所の火力発電所を運転しているが、発電所は市内に存在するため、送電線延長は短い。送電線は 63 kV、配電線は 20 kV の電圧を使用している。

- ・ 63 kV 送電線：地中ケーブル 4800 m
- ・ 20 kV 配電線：地中ケーブル 131 km；架空線 124 km
- ・ 400 / 230 V 配電線：地中ケーブル 97 km；架空線 244 km

電力系統図を図 1-1-1-7 に示す。



出典：EDD 提供資料

図 1-1-1-7 ジブチ市エリアの電力系統

(4) 電力料金と電力会社の収支

1) 電気料金

EDD では、一次エネルギーを輸入石油に依存しているため、近年の石油価格高騰により発電コストも上昇し、電気料金の値上げを行ってきている。

下表は 2009 年 11 月時点の EDD の電力料金表であるが、既に一部の需要家にはこの料金表より高い料金を賦課している。

表 1-1-1-1 EDD の電力料金表

電圧階級	区分	code	価格 No.1	価格 No. 2	kWh of No. 1	kWh of No.2	基本料金	契約料金
低圧	低所得者	1	34	70	200	200 <	490	3668
低圧	一般家庭 ピーク供給 3 - 9kVA	2	52	49	105 - 135	105 - 135 <	857	3668 - 55721
低圧	一般家庭 ピーク供給 9kVA 以下	2	52	49	90 + (5 × ピーク供給) まで	左記以上	1346	18574/3kVA Tr
低圧	ピーク供給 9VA 超過	2	52	49	90 + (5 + ピーク供給) まで	左記以上	1346	18574/3kVA Tr
低圧	事務所 ピーク供給 36kVA 以下	3	67	----	合計消費量	---	545	3668kVA/1kVA, 18574kVA/3kVA Tr
低圧	事務所 ピーク供給 36kVA 超過	3	67	---	合計消費量	---	59 × ピーク	7715/kVA

単位: ジブチフラン DJF

電気料金の計算例 (一般家庭、ピーク供給 3-9kVA)

- ・ ピーク供給、3kVA、月の電気使用量 105kWh の一般家庭の例

契約時払い: DJF 3,668

毎月の支払い: DJF 6,317 (857+105×52=6,317)

2) 電力会社の収支

前述のとおり、公社の収支は原油の価格変動に大きな影響を受ける。近年の石油価格高騰によって公社の赤字幅は拡大し、2007 年に実施された 16.45% の電気料金の値上げによっても赤字は解消していない。現時点でのさらなる値上げは困難な状況とされる。

表 1-1-1-2 EDD の財務バランス表

項目	2005 年	2006 年	2007 年	備考
年度売り上げ	10,836,341	12,390,873	14,264,202	
購入費等支出	-6,232,118	-7,825,146	-8,570,085	
人件費, 税金他	-2,694,678	-2,603,935	-4,472,327	
経営管理費	-1,244,557	-2,432,019	-1,092,381	
経営外収入	-729,943	-31,118	-779,625	
IMF からの借入金返済	-107,180	-122,879	-140,443	
収支	-172,135	-624,224	-790,443	

単位: 1,000 ジブチフラン DJF

の協力のもと 2007 年 4 月に策定した文書「太陽光エネルギー開発のための戦略とアクションプランの実施 (Mise en place d'une stratégie nationale et d'un plan d'action pour le développement de l'énergie solaire à Djibouti)」においては、当該国のエネルギー政策の要として太陽光エネルギーを普及させることが明確に打ち出されている。その中では、太陽光利用を前提とした具体的な開発案件が計画されるのみならず、太陽光関連市場の拡大のための税制上の優遇措置、担当する政府組織の設立、関わる法整備などが打ち出されており、当該セクター開発のためのソフトとハード両面から必要な環境の整備が掲げられている。

具体的には 2008 年から 2017 年の期間に以下のような数値目標を掲げている。

- ソーラーポンプ：地方部の新規井戸を対象とし、合計 70 件；
- ソーラーポンプ：地方部の既設井戸を対象とし、合計 100 件；
- 学校：地方部の学校への電力供給 100 件；
- 医療施設：地方部のすべてのヘルスセンターに電力供給；
- 地方部の電化率を 30% に。世帯数で 5000 世帯。

以上の目標実現のために、6 つの戦略が策定されている。

1) 市場戦略

普及のプロセスに着目し、まずは地方部での公共施設での利用を促進し、それが次第に住宅に波及するというシナリオを設定。その後は不確定要素もあるが、商業的、技術的により高度なレベルに入り、脱塩、太陽光空調、太陽熱発電等のアプリケーションに広がるよう、研究開発を進める。

2) 制度・体制上の枠組み

エネルギー天然資源省が太陽光発電の開発を主導する。またジブチ調査研究センター (CERD) は、戦略の実現にあたって、技術的なアドバイスを与える。個々の事業については、当該施設の管轄官庁 (水資源局、保健省、教育省等) が責任を持つ。

複数の関係機関の協調においては、アドホックに委員会を設立して調整するとともに、事業間の協調や情報交換を図り、戦略実現における一貫性を確保する。長期的には、このような委員会が常設の独立機関となり、エネルギー問題への対応、省エネ、再生可能エネルギー利用の促進を進める。

個々の設備が継続的に利用されていくために、行政、民間、地域組織の間で新たな役割の分担が必要になる。国は既存の法令と関係者の利益を保全するための規制を行う。民間は、契約に基づき、質の高いサービスを継続的に提供する。そして地方組織においては、初期投資に出資をするとともに、民間が提供するサービスに対し着実に対価を支払う。

3) 財政的なアプローチ

現実を踏まえ、国、地方組織、国際機関等の中で財政的な分担の構造が必要である。長

期的にエネルギーへの投資を確保するために、石油製品への課税を原資としたファンドの創設を検討する。国際機関からの支援もこのファンドに集約する。当初は必要とされる補助金は次第に削減し、長期的には利用者が全コストを負担する構造へと転換する。

4) 法的枠組み

中期的な視点では、エネルギー利用における義務化やインセンティブ等の施策を取ることが必要である。具体的な方策を検討する必要があるが、短期的には太陽光設備に課されている33%の輸入税を免除するなどの策がある。

5) 能力の強化

各関係者の役割に応じた能力の強化が必要であるが、特にMENR（人的、技術的、財務的手段の強化）、CERD、民間事業者、教育、職業訓練の領域が重要である。

6) コミュニケーションと普及

コミュニケーションは普及の過程において極めて重要である。各行政機関の意思決定者が戦略を理解すること、民間企業やNGO等が当戦略に注目すること、地方の一般大衆に情報提供する方法を確立すること、学校や大学等で若い世代にメッセージを伝えること等が重視されるべきである。

(2) 風力発電

「ジ」国の風力ポテンシャルについては、GEF/CERDの委託による2006年7月の民間コンサルタントによる調査や、2007年2月の世銀ESMAPによる調査などがあり、有望な地点が同定されている。

表 1-1-2-1 風力ポテンシャル有望地点の一覧

地点名	Attar	PK26	Bada Wein	Ghoubbet	Gali Maabe
平均風速(m/sec)	5.2	4.8	8.1	9.7	8.7
ジブチ市迄の距離(km)	15	20	55	80	95
風車のユニット出力(kW)	600	600	1500	1500	1500
地点出力(MW)	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
カットイン風速(m/sec)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
寿命(年)	30	30	30	30	30



出典：ESMAP Technical paper 110/07FR (February, 2007)

図 1-1-2-1 国内の風力ポテンシャル地点

1-1-3 社会経済状況

(1) 国土

ジブチ国（以下、「ジ」国）は、「アフリカの角」の付け根に位置し、紅海とアデン湾をつなぐ海峡を挟んで、アラビア半島のイエメン国と相対している。北はエリトリア、西はエチオピア、南はソマリアと国境を接しており、地域で唯一の深水港湾を有しているため、交通の要衝となっている。

国土は2万3千200平方キロで、日本の四国より一回り大きい程度の面積を有する。年平均気温26～35°C、年降水量100～300mmと、高温で乾燥した厳しい気候となっている。

(2) 人口動態

人口に関しては、最後にセンサスが行われたのが1983年と古く、情報は限られている。1983年以降の数字は、経済財務省の推計値では63万2000人(2004年)となっているが、世界銀行による推計(80万人、2005年)とは大きく隔たっている。年あたりの人口増加率は約2%、都市域(人口1,500人以上)の人口割合が76%、首都であるジブチ市で全国の63%と、都市への人口集中率は高く、都市への流入はさらに続いているとされる。一方、その他の人口(24%)には遊牧民(nomade)が含まれている。

(3) 経 済

国内総生産(GDP)は8億3千万ドル、国民一人あたり総収入(GNI)は1,090ドルとされる(いずれも世界銀行、2007年)。厳しい気候を反映して第一次産業の割合は4.8%と低く、農産物の生産量は6,000～7,000トン、漁獲量は1,200トン前後である。第二次産業の割合も小さく(14.5%)、水道事業と電力事業以外に目立った産業はない。したがって、国内を流通する商品はほぼ100%輸入に頼っている状況である。一方、第三次産業は、地理的優位性を反映して中継貿易が盛んであり、港湾、物流、流通等の産業が国の経済の柱(国内総生産の81%)となっている。輸出先は、エチオピア、ソマリアが主である。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

「ジ」国では、化石燃料など在来型の発電のためのエネルギー資源を持たず、また水力発電の可能性もないため、必要なエネルギーの全てを海外に依存している。このような事情から「ジ」国政府は、1980年代から再生可能エネルギーの利用に関心を持ち始め、特に太陽光発電については、UNDPなどの支援のもと、その開発のための国家戦略とアクション・プラン(2008年～2012年)を策定し、エネルギー政策の要として太陽光エネルギーを普及させることを明確に打ち出している。その中では、太陽光利用を前提とした具体的な開発案件が計画されるのみならず、太陽光関連市場の拡大のための税制上の優遇措置、担当する政府組織の設立、関わる法整備などが打ち出されており、当該セクター開発のためのソフトとハード両面から必要な環境の整備が掲げられている。一方、その具現化のための技術協力と資金強力を多くのドナーに期待している状況にある。

このような中、「ジ」国はクールアースパートナーシップ国に参加することを決定し、気候変動への適応策及び緩和策の取り組みにより、温室効果ガスの排出削減と経済成長の両立を目指すことを喫緊の課題として掲げている。

2009年6月に提出された本無償資金協力事業の要請の内容は以下のとおりであった。

要請金額： 6,000,000 米ドル

要請内容： 1) ソーラーパネル (100KVA)

金額： US\$300,000×5 = US\$1,500,000

場所： ジブチ市内の公共施設

(首相府、財務省、裁判所、内務省、資源・エネルギー省)

2) ソーラーパネル (50KVA)

金額： US\$150,000×30 = US\$4,500,000

場所： 研究所、省庁、教育研究センター、教員棟

この要請を受け、2009年7月から8月にかけて実施された第一次調査において、調査団は主に上記1)項に挙げられた公共施設を訪問し、太陽光発電設備の設置可能性と本無償事業としての適性の判断を行った。候補とされた施設の多くは市の中心部に存在し、一定規模以上の太陽光モジュールを平地に設置する余地はなく、また木製の梁で支えられたスレート葺きの屋上に設置することも不可能と判断された。そのなかで、ジブチ市の郊外に位置し、空港道路に面した大きな空地进行を有する CERD が候補地として最適であることが見出された。

本無償事業では、「ジ」国における気候変動対策支援の一環として、太陽光発電設備 (PV 設備) を供与し、当該国における系統電力の一部を再生可能エネルギーに代替することにより、同国の化石燃料への依存度と当該公共施設の電力料金負担の軽減を図り、温室効果ガスの削減と経済成長の取り組みの両立を目指す取り組みを支援する。

1-3 我が国の援助動向

(1) 無償資金協力

我が国からの援助には、以下のような実績があるが、有償 (借款) の実績はない。また、エネルギー・電力セクターにおける援助実績はない。

年 度	援助内容
平成 21 年度	気候変動による自然災害対処能力向上計画 初等・中等教員養成校建設計画 ノン・プロジェクト無償
平成 20 年度	タジュラ湾海上輸送力増強計画
平成 19 年度	タジュラ湾海上輸送力増強計画 (詳細計画) ノン・プロジェクト無償
平成 18 年度	ノン・プロジェクト無償 食糧援助
平成 17 年度	食糧援助 ノン・プロジェクト無償

年 度	援助内容
平成 16 年度	食糧援助
平成 15 年度以前	基礎教育強化計画 食糧援助

出典：外務省 HP

(2) 有償資金協力

本邦からジ国への近年の有償資金協力実績はない。

1-4 他ドナーの援助動向

UNDP、UNICEF、USAID、AFD 等を始め農村開発や教育・医療等への支援の現場で個別に太陽光の利用を行っているが、エネルギー省に対する協力は UNDP のものに限定される。

(1) UNDP

【太陽光エネルギー利用促進計画】

自国のエネルギー資源を有しないジ国においては 80 年代から太陽光利用に注目しているものの、その技術や制度・組織的な体制の不足のため、普及は進んでいない。このプロジェクトでは、特に政府に対し、中長期的なビジョン、アクションプラン、目的を持たせ、外国からの援助を有効に利用できる体制を整えることを目標としている。5 年間のアクションプランでは、太陽光設備の市場を育成し、世帯レベルでの地方電化を進めるため、必要な制度、財政的措置を準備するほか、パイロットプロジェクトを実施して、将来的な利用者への啓もうを図る。

実施期間 : 2006 年 6 月—2008 年 12 月

援助先機関 : エネルギー天然資源省

【地球環境管理のためのキャパシティ育成プログラム】

再生可能エネルギー利用を直接的な目的としたものではないが、気候変動適応政策に関係するものとして、セクター横断的に地球環境問題に取り組む国内体制と、必要なキャパシティを築くための研究、及び組織作りのプログラムが実施されている。

具体的アウトプットとしては、国レベルのコーディネータの設置とワークショップの開催、ローカルコンサルタントによる活動インベントリーの作成とキャパシティディベロップメントの必要性の評価、国家ストラテジーの作成、横断的組織作りと参加型メカニズムの構築等が挙げられる。

実施期間 : 2005 年 3 月—2008 年 12 月

援助先機関 : エネルギー天然資源省

(2) その他

UNDP 以外の太陽光利用は、副次的かつ個別に進められているため、その全体像は把握されていない。以下のようなプロジェクトにおいて太陽光の利用が見られる。

【アフリカ開発資金：開発プロジェクトのための社会資金，2006年】

社会開発のための資金供与であり、マイクロファイナンスの供給、医療・学校の整備、収入減となる活動の支援、水供給等が行われた。このなかで、3つの医療施設（health post）への電源として、太陽光設備が使用されている。費用は DJF18.7 百万。

【アフリカ開発銀行：都市における貧困削減プログラムへの支援事業，2008年】

アフリカ開発資金、イスラム開発銀行、世界銀行との協調融資事業で、ミレニアム開発目標の達成とジブチ市近郊の地域における貧困削減を目標とした都市サービスの改善とマイクロファイナンスの提供等を行うもの。このなかで、市場、コミュニティ開発センター、バスターミナル等で太陽光の利用を促進している。

【EU, UNICEF：ソーラーポンプ技術者育成プログラム，2008年】

農業省でソーラーポンプ事業への取り組みが進むなか、設備の維持管理にあたる地域の技術者の不足が指摘されており、技術者育成が急務となっていた。これを受け、ジブチ市や Ali Sabieh、Arta、Dikhil、Tadjourah 及び Obock の地域から技術者を集めた集中トレーニングが実施されたもの。理論の学習、実際の新規据付現場における演習のほか、既設現場の事後調査による課題の抽出などが行われている。

【ADDS 世帯太陽光利用パイロットプロジェクト】

ジ国の資金で実施されているプロジェクトで、オフグリッドで太陽光の利用を促進するための実験的なパイロットプロジェクトである。

対象地域である PK12 地区は、ジブチ市郊外にある都市流入移民が集まる貧困の厳しい地域である。この地域で、一定の条件を満たす世帯に対し、世帯の一部負担を条件に、次の2タイプの太陽光システムのいずれかを整備する。

オプション A：12V システム

- ・ 9Watt のランプ：2
- ・ 足つき換気扇：1
- ・ 60Watt のテレビ：1
- ・ 携帯電話、ラジオ用のコンセント：1

オプション B：24V システム

- ・ 換気扇と天井ライト：1
- ・ 9Watt のランプ：2
- ・ 15Watt のネオンランプ：1

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織

(1) 上位官庁

本件実施に当たっては、主管官庁、実施機関をエネルギー天然資源省（MERN : Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles。以下、「エネルギー省」）が行う。

エネルギー省の組織は下図のとおりとなっており、本プロジェクトを統括するのは事務次官である。

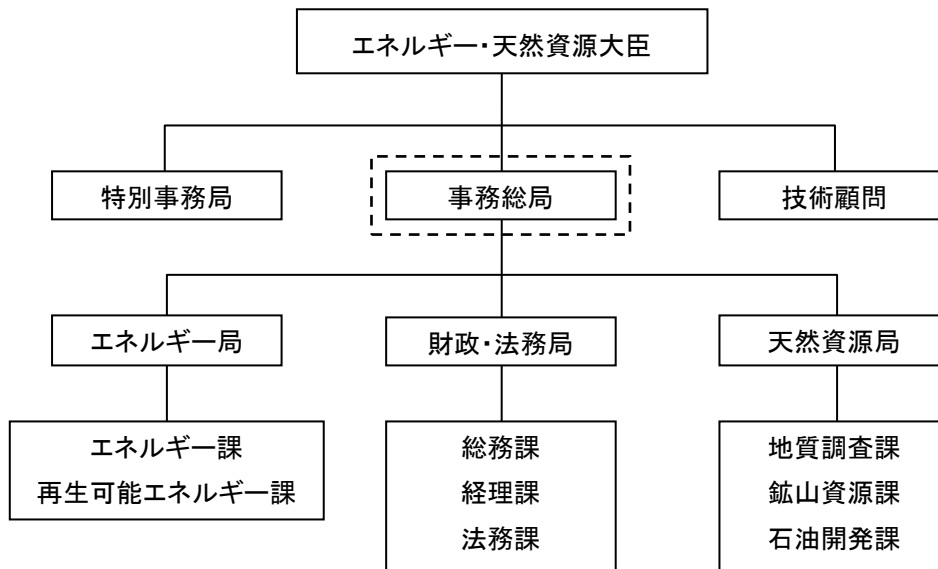


図 2-1-1-1 エネルギー天然資源省組織図

(2) 事業実施場所

ジブチ調査研究センター（Centre d'Etudes et de Recherche de Djibouti、以下「CERD」）は事業実施場所であるが、太陽光発電設備の運転・維持管理も実施する。

組織と職員

一方、CERD の組織は下図のとおりとなっており、研究所自体は、大統領府の事務局長が国家科学委員会を開設し、名目上の所長として統括している。

研究科としては、地球科学、生物科学、言語学、社会科学、新技術の 5 つが、主に 4 つの建物に分散して開設されている。

本計画により整備される太陽光発電設備の運転・維持管理は、再生可能エネルギー研

究室のある地球科学研究所の監督下で、CERD の設備管理担当技師が実施することになると考えられる。

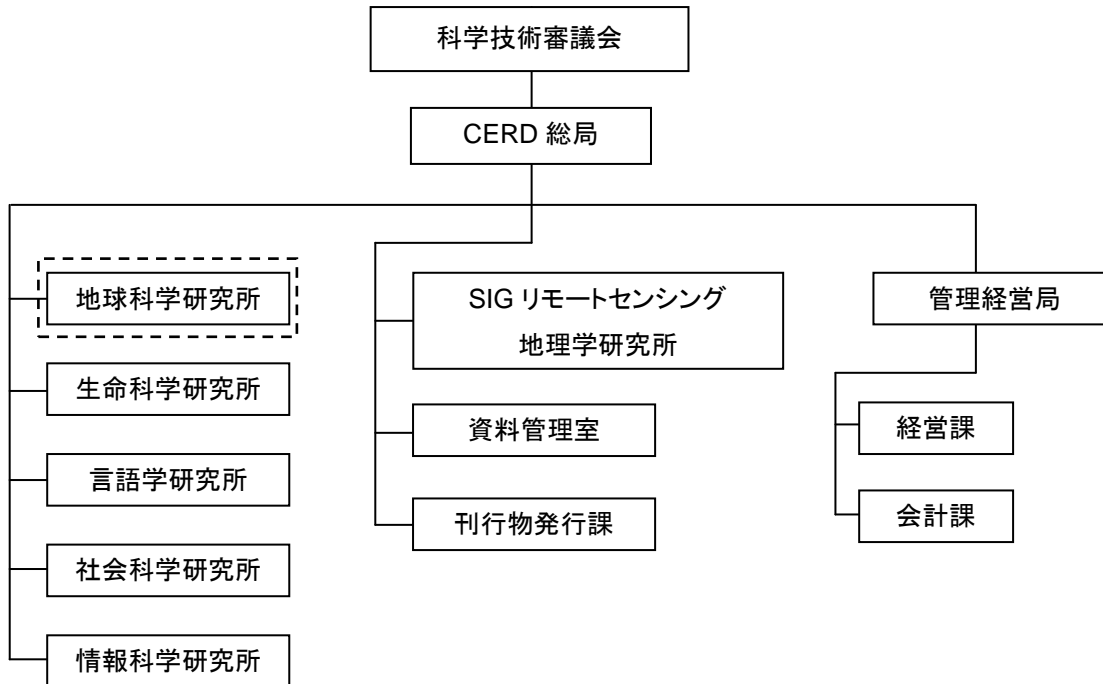


図 2-1-1-2 CERD 組織図

表 2-1-1-1 CERD の職員数

専門	人数
研究者	21
准研究員	25
技術工	19
事務・警備その他	67
合計	132

2-1-2 財政・予算

「ジ」国では、クリーンエネルギー関連事業の維持管理費は、経済財務省において確保され、維持管理実施主体に支給される仕組みがある。本無償資金協力により建設される発電設備の維持管理費用は、今後「ジ」国の関係機関で協議し、決定される予定である。

2007 年の財務監査報告書より、CERD の収支を以下の表に示す。

表 2-1-2-1 CERD の収支状況 (2007 年)

運営費用		運営収入	
物品購入、他の調達等	9,323,533	地図等販売益	1,886,800
在庫変動	11,958,954	役務収入	2,203,000
その他購入及び外部支出	65,488,583	運営資金補助	338,026,904
税金及び類似支出	832,867		
給与及び保険手当(非公務員)	118,111,063		
給与及び保険手当(公務員)	100,954,597		
社会手当(非公務員)	14,777,664		
社会手当(公務員)	6,952,682		
減価償却及び引当金	27,252,898		
小計	355,652,841	小計	342,116,704
特別支出		特別支出	
管理活動等	517,927	管理活動等	24,125,980
資本関係等	2,900	資本関係等	3,266,360
小計	520,827	小計	27,392,340
貸方残高	13,335,376		
総 計	369,509,044	総 計	369,509,044

単位：ジブチフラン (DJF), DJF 1 = 0.538 円

なお、上表中、電力料金は「その他購入及び外部支出」に含まれており、2007 年の電力料金は DJF19,138,248 であった。

上表は、研究所の運営に係る収支であり、研究活動については、別途 DJF300 万オーダーの研究費が支給されている。

2-1-3 技術水準

本計画の対象となる CERD は、再生可能エネルギーに関する複数の研究部署を有しており、太陽光発電の他、地熱、風力発電に関する研究・調査実績を有している。また、太陽光発電に関する研究者を海外留学に派遣しており、研究体制の強化が意欲的に進められている。

現場レベルでは、受変電設備・ディーゼル発電設備等の既設電気設備を管理する豊富な実務経験を有する技師が CERD に常駐しており、これらの技師により太陽光発電設備の日常的な運用は可能であることを考慮すると要員配置は問題ないと考えられる。

しかし、CERD の技師は、施設内の電気設備の運転と維持管理の経験は有しているが、産業用のインバータを含む大型の太陽光発電設備の扱いは初めての経験となるため、その仕組みを十分に理解し、日々の運転や管理において誤りのない操作ができるようにする必要

がある。また、CERD の研究者も現状の知識や経験は同様であるが、設備の操作のためだけでなく、新たな計画の策定やより効率的な設備利用のための知識を身につけることが有益である。他方、「ジ」国の電力供給を担い太陽光発電設備が連系する系統を管理する EDD は、「ジ」国は再生可能エネルギー等の系統連系に関する制度が未整備であり、本格的な太陽光の系統連系は初の事例でもあり、事故対応を含めた設備運用の経験がない。

本計画では、EDD を含め CERD 技師等に対して、日本側技術者からの効果的な技術的支援を行うことにより、プロジェクトの実施に必要な技術力が確保されるものと思われる。

現時点で支援が必要と考えられる主要な事項としては、以下のようなものが考えられる。

- ・ 太陽光発電設備に対する基礎知識と設備計画の考え方
- ・ 太陽光発電設備の具体的な運転・維持管理方法
- ・ 保守用道具の取扱方法
- ・ 長期的に予想される設備上の課題と対応
- ・ 発電設備の運転・維持管理作業を着実にを行うためのマネジメント手法
- ・ 発電設備を維持していくための組織的・財務的なマネジメントの考え方

2-1-4 既存施設・機材

(1) 当該施設の電気設備の現状

当該施設の既設電気設備は、電力公社 EDD が管理する電気室内に変圧器（20kV/380V、800kVA）があり、4 回線に分岐してそれぞれにヒューズが設けられている。うち 1 回線は、CERD のバイオ研究棟と CERD に隣接する別機関の敷地にある通信施設の電源となっている。他の 3 回線は、EDD 電気室の隣にある CERD の電気室兼ディーゼル発電機室において低圧盤を経由し、それぞれ管理棟、エネルギー研究棟、地学研究棟に送られている。これらを示す単線結線図や、構内に地下埋設されている電力線の配置図は現存しないが、設備担当の電気技師がおおむねを把握しており、また調査団と共同で確認作業を行っている。

当該施設の非常用電源であるディーゼル発電機は 2 台で、いずれも 100kW の出力である。一つは前述のバイオ研究棟の専用で、研究の性質上 24 時間の空調が必要とされていることから、系統電力の停電と復帰に合わせて自動起動/停止する設備となっている。他方の発電機は上記の CERD 電気室にあり、バイオ研究棟以外の 3 つの棟に接続されているが、燃料の節約などの理由から使用頻度は低く、調査団が経験した停電時にも稼働している状況は見られなかった。またそのためか、研究室内で使用されている計測装置、分析装置や PC などの電気機器の多くには、UPS が取り付けられている状況である。

なお、CERD における電力消費量は、2007 年 7 月～2008 年 6 月の記録では、174,083kWh となっている。

施設内の建物配置等を下図に示す。

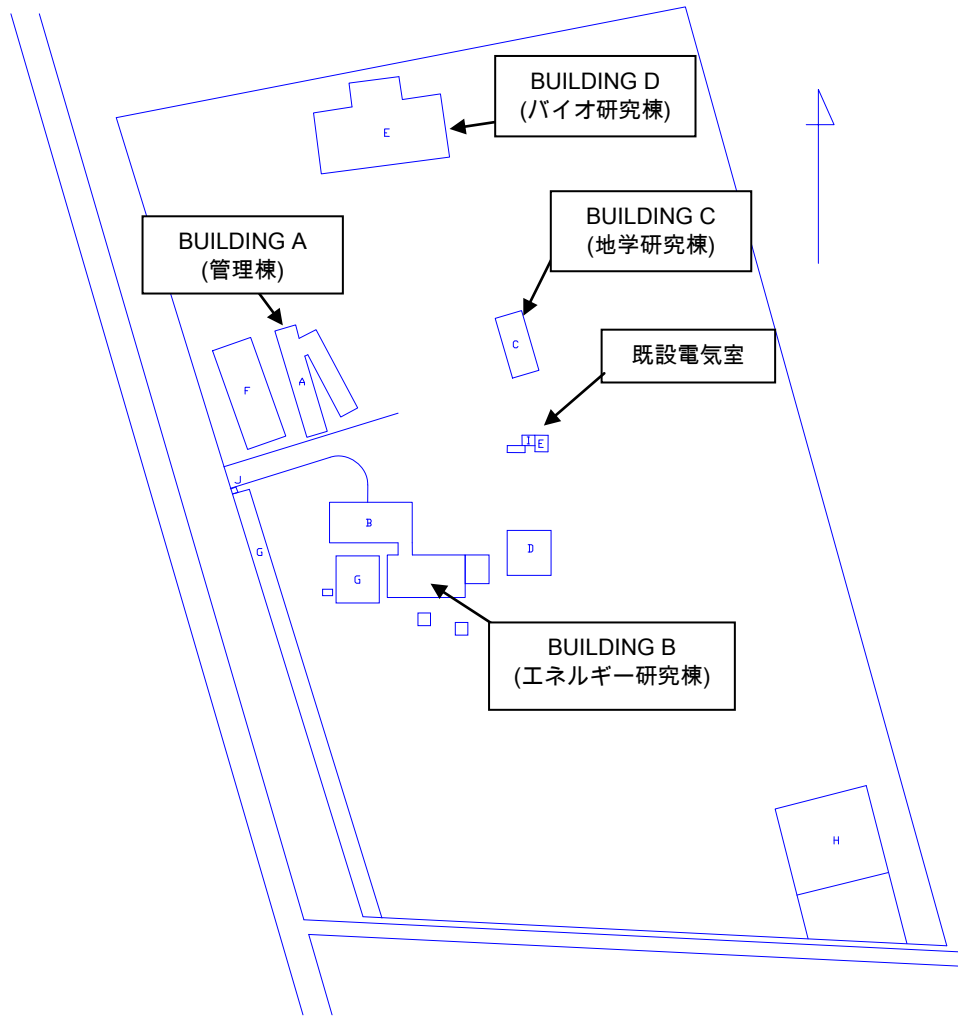


図 2-1-4-1 CERD 内の施設配置図

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) 当該地域の電力供給の状況

「ジ」国では全国的に電力供給力が不足している。また、送電線、遮断器などの電力設備が老朽化しており、これらの理由から、停電が頻発する状況にある。供給不足している電力量は大きく、停電時間も長いとされる。しかし、停電やその原因の事故データは収集されておらず、定量的な事故の解析は行われていない。限られた情報としては、電力公社 EDD の年報から、電力需要、供給電力量、不足電力量が示されているのみである。これらを表 2-2-1-1 に示すが、不足量は需要の 2%と試算され、日 0.5 時間程度の停電が発生していることになる。

前述のとおり CERD では、専用の非常用電源を持つバイオ研究棟以外の管理棟、地学研究棟、エネルギー研究棟用の停電対策として非常用電源を設置しているが、その容量が不足しており、停電時の電力使用量を制限しているのが現状である。そのため、停電時の事務業務、研究業務に支障をきたしている。

以上の状況を背景として、施設側からは、停電時にも電力供給ができる設備の設置について強い要望が寄せられた。この要望に基づき、本事業で調達する太陽光発電設備には自立運転機能を付加する方針とする。

表 2-2-1-1 ジブチ国における電力供給状況(2007年)

項目	停電状況	備考
電力需要	323GWh	
供給電力量	330GWh	
不足電力量	7GWh (電力需要の約2%)	輪番停電、事故などによる不足電力量
需要家口数	37,766	
需要家一軒あたりの不足電力量	需要家一軒あたりの毎日の平均電力使用量は、23.4kWh となるが、その内、約 2% にあたる電力(0.5kWh)が不足している。	左記の日あたり 0.5kWh の不足は、平均需要家の規模を 1kW とすると、毎日 0.5 時間停電していることになる。

出典：EDD2007年データに基づき調査団作成

また、「ジ」国においては、電力公社が供給する電力はすべて化石燃料を一次エネルギーとして発電、供給されている。本設備で発電した電力は、逆潮流が許されているため、すべて有効に利用され、したがって化石燃料の消費削減に貢献する。

(2) 港 湾

本邦からの太陽光発電関連資機材は、ジブチ港で荷揚げされることになる。ジブチ港は規模 18 バース、波止場延長 2,839m、深度 7m~18m の国際港である。最大クレーン荷揚げ能力は 50 トンであり、今回想定される最大コンテナ重量を十分に満足する能力を有する。

(3) 道 路

計画サイトの CERD は、ジブチ港から 10km 以内に位置しており、サイトまでのアクセス道路はすべて舗装され貨物の輸送に都合の良い状況である。

(4) 水 道

ジブチ市内の公共水道では 3500 μ S/cm 以上の塩分濃度が検出されているため、市内にある水供給会社から塩分濃度を除去した水を購入する必要がある。

(5) 通 信

国内はほぼどこからでも、公衆電話や一般の電話屋を利用することができる。公衆電話を利用する際には、事前にテレホンカードを購入する必要がある。テレホンカードは市内の商店やガソリンスタンドなどで購入できる。また、ジブチ市内では、プリペイド式携帯電話サービスが普及している。

インターネットサービスを提供しているプロバイダーがジブチ市内に存在し、インターネットサービスを利用して、LAN・無線LANでの電子メールの送受信が可能である。ただし、通信事情は悪く終日不通の日もある。

2-2-2 自然条件

(1) 計画地の位置、地質・地形等

本計画の対象サイトである CERD は、「ジ」国の首都ジブチ市内に位置し、同市の南方にあるジブチ国際空港から直線で約 3 km の地域にあり、標高約数mの平坦な土地に建設されている。CERD 敷地は、東西方向に約 200m、南北方向に約 300m の大きさで敷地周辺にはフェンスが設置されている。本計画の太陽光設備の設置予定位置は、敷地の南側に位置し、所々に高さ 50cm 程度の草が生い茂っていたが、2010 年 4 月の現地調査時はサイトにより土肌を剥がす程度に整地され、草が撤去されている。敷地地盤は概ね平坦で、砂質地盤である。

(2) 気象条件

1) 温 度

年間の温度は、1999 年から 2008 年の 10 年間の平均では、7 月が最も高く、1 月が最も低い。気温の最高は、43.6 度（2003 年 7 月）、最低は 17.8 度（2008 年 3 月）である。年度による傾向に差はなく、安定している。表 2-2-2-1 に年間の最高温度、表 2-2-2-2 に年間の最高・最低温度を示す。

表 2-2-2-1 月最高温度(1999 年～2008 年)

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
1999	29.7	30.1	30.9	33.1	36.7	38.0	42.5	42.7	38.6	34.7	31.7	30.5
2000	29.5	30.2	31.1	34.2	36.5	39.0	43.1	41.7	38.1	34.7	32.2	30.7
2001	29.4	29.5	30.8	32.8	36.6	43.4	42.7	41.1	38.6	34.8	32.0	30.6
2002	29.5	29.9	31.0	33.5	36.7	41.2	42.9	41.4	38.8	34.4	31.9	30.4
2003	29.8	30.8	30.7	32.5	34.2	40.0	43.6	40.4	38.7	34.3	31.0	30.5
2004	29.6	30.1	30.8	32.9	35.9	41.5	43.1	41.1	33.9	33.7	31.2	29.7
2005	29.2	30.0	31.9	32.9	35.6	39.9	42.8	40.7	36.6	34.2	31.8	30.0
2006	29.3	29.7	30.8	32.4	37.2	39.4	42.5	40.9	39.0	33.9	31.6	30.1
2007	29.7	30.4	31.8	33.4	36.2	42.0	42.6	43.3	40.0	33.9	32.2	30.5
2008	29.7	29.5	30.6	32.8	35.2	39.8	42.1	41.4	37.1	34.7	31.0	29.8

(単位：℃)

表 2-2-2-2 月最低温度(1999年～2008年)

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
1999	22.1	22.5	24.6	25.2	27.7	29.6	31.8	30.9	29.4	26.7	23.1	21.3
2000	20.9	20.6	22.9	25.5	27.1	29.9	31.1	30.5	29.4	26.7	24.1	22.5
2001	20.6	21.7	24.7	25.0	28.3	30.3	31.4	29.9	29.8	26.9	23.5	21.7
2002	20.8	21.2	23.8	25.3	27.7	30.1	31.3	30.2	29.1	26.4	23.8	22.2
2003	22.3	23.8	25.1	26.7	27.8	30.4	33.2	29.2	29.8	26.3	23.7	22.5
2004	23.7	21.6	26.4	27.2	27.9	30.3	32.0	31.2	26.4	26.0	24.3	23.0
2005	22.4	22.9	25.6	25.8	28.4	30.7	32.4	30.5	30.3	26.2	23.8	21.4
2006	22.3	23.7	24.0	25.6	28.4	30.4	32.2	31.1	29.6	27.0	23.7	22.9
2007	18.3	20.4	22.0	24.3	24.6	28.9	25.2	27.1	28.1	22.5	22.2	20.5
2008	20.0	19.0	17.8	22.8	26.0	30.9	32.4	31.6	29.7	26.0	23.9	21.4

(単位：℃)

2) 湿度

湿度は高く最高は95% (4月)、最低は44% (7月) である。

3) 雨量

年間の雨量は、1999年から2008年の10年間の平均では、3月が最も多く、2月が最も少ない。降雨量の最高は、189mm (1999年3月)、最低は0mm である。年間降雨量は約152mm と多くない。表 2-2-2-3 に年間の降雨量を示す。

表 2-2-2-3 月降雨量(1999年～2008年)

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
1999	3.7	3.5	189.1	0.0	0.0	0.0	0.5	15.0	9.2	127.6	52.0	0.0
2000	0.3	0.0	0.0	0.0	46.0	0.0	0.0	21.1	32.6	23.7	16.7	1.4
2001	6.0	1.7	10.4	0.1	15.7	1.5	1.7	65.0	0.1	1.9	0.0	0.0
2002	84.8	0.3	2.4	24.2	0.0	13.4	0.0	1.5	62.8	1.1	0.0	37.5
2003	8.3	0.3	0.1	17.3	0.0	0.0	0.0	27.0	8.3	0.0	0.0	29.4
2004	17.3	0.0	1.2	108.1	0.0	0.0	0.0	0.0	20.3	1.4	0.0	22.2
2005	18.0	0.0	0.9	31.8	22.2	0.0	5.1	17.1	0.0	1.1	0.0	0.0
2006	32.2	0.2	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0	58.5	0.2	29.7	46.8	15.7
2007	3.4	0.8	0.0	0.1	0.0	0.0	15.6	12.6	0.0	1.0	0.2	0.1
2008	4.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	6.8	55.5	0.0

(単位：mm)

4) 風速・風向

2007年7月に最大風速27m/s を記録している。風向の傾向は、1月頃は西向き、7月頃は東向きの風が多い。

表 2-2-2-4 年間の風向・風向(2000年～2008年)

		JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC
2000	dir	100	120	100	80	80	80	300	160	260	60	80	120
	m/s	7	7	9	9	8	9	15	18	10	10	12	12
2001	dir	50	100	80	160	90	290	260	290	40	110	120	100
	m/s	11	11	10	12	12	15	16	18	9	11	9	12
2002	dir	80	80	90	90	80	200	270	300	330	40	80	80
	m/s	7	7	9	9	8	11	15	20	9	10	12	12
2003	dir	110	110	110	80	M	M	M	320	40	80	100	110
	m/s	12	11	13	11	M	M	M	12	15	11	11	11
2004	dir	100	110	80	350	M	320	260	180	M	M	110	110
	m/s	10	12	12	20	M	15	17	18	M	M	8	9
2005	dir	100	80	100	80	20	80	260	260	300	90	110	90
	m/s	8	11	12	11	11	10	17	15	12	11	10	10
2006	dir	60	100	110	80	140	270	280	260	160	80	110	110
	m/s	14	17	15	12	12	16	15	18	16	15	11	13
2007	dir	80	100	80	100	160	220	270	240	160	110	80	120
	m/s	16	10	12	11	13	17	27	17	16	11	13	9
2008	dir	100	60	80	120	140	200	280	310	150	120	80	100
	m/s	8	9	8	7	10	11	12	12	15	14	7	13

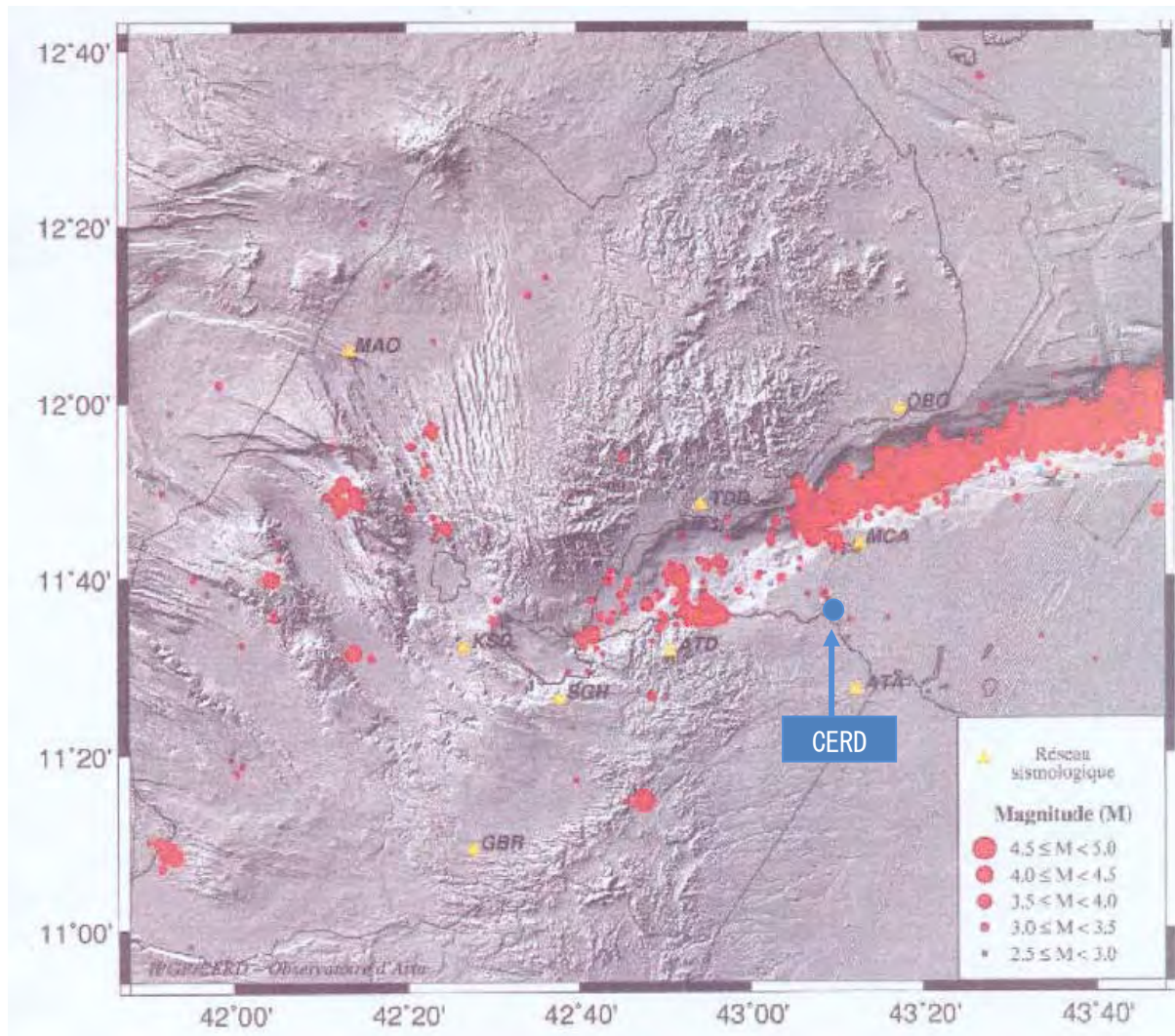
(単位：風速 m/s, 風向 度)

5) 地 震

「ジ」国は、1996年から2006年にマグニチュード4～5規模の地震が複数観測されており、地震の多発地帯である。出典：CERD資料

図 2-2-2-1 にサイトを含む地域の地震マップを示す。

本計画では、地震対策を考慮する必要がある。具体的には、建築物に対する耐震基準 (Reglementation Parasismique, Direction de L'Habitat et de L'Urbanisme, Ministere de L'Habitat, de L'Urbanisme, de L'Environnement, et de L'Aménagement du Territoire) を採用する。



出典：CERD 資料

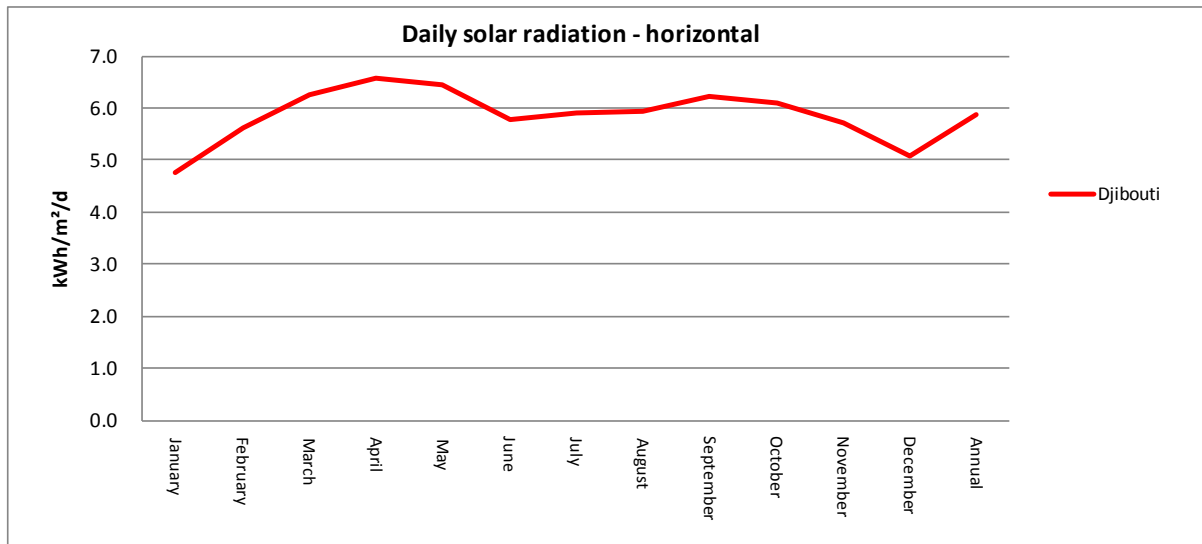
図 2-2-2-1 サイトを含む地域の地震マップ(1996-2006)

6) 塩 害

CERD は、海岸から約 1km の所に位置しており、塩害対策を考慮する必要がある。

7) 日射量

ジブチ市は、季節による日射量変化の推移も小さく年間を通じて豊富な日射量が期待できる。月別平均水平面日射量は、最高は 4 月の 6.58kWh/m²/day、最低は 1 月の 4.75 kWh/m²/day、年間の平均は 5.86 kWh/m²/dayである。図 2-2-2-2 にジブチ市内の月別平均水平面日射量を示す。



出典：RETScreen

図 2-2-2-2 ジブチ市内の月別平均水平面日射量

2-2-3 環境社会配慮

本プロジェクトで設置が計画される太陽光発電設備は、その特性として、発電に伴う騒音、振動、排気ガス、廃液、廃棄物などを発生しない点があげられ、代表的なクリーンエネルギーとして位置づけられている。したがって、施設完成後の操業段階に伴い考慮すべき環境社会に及ぼすマイナス面の影響は基本的にないと考えられる。一方、施設建設段階については、工事に伴い環境社会へマイナスの影響を与える恐れのあるものがいくつか想定される。工事車両、建設機械の使用に伴う騒音、振動、排気ガスの発生、それら車両・機材の走行や作業に伴う事故のリスクなども工事期間に限定されるが、想定すべきものとされる。また、工事に伴う廃棄物は、量的に限られたものであり、また著しく危険なものではないものの、間違いなく発生すると考えられ、その搬出や処理の方法によっては、環境社会に影響を及ぼすものとなる。

プロジェクトサイトとなる CERD は、ジブチ市の市街地に位置するが、太陽光発電設備の設置される敷地は車道に2辺で接する空き地になっており、隣接する住居や商業施設などはない。そのため上記の如き建設工事期間中に発生が想定されるマイナス面の影響も、及ぼす範囲は限られており、実際に影響を受けるのは、周辺の住民や社会経済活動よりもむしろ CERD の敷地内で研究活動やその他の業務に携わる職員と考えられる。また、外部への影響としては、一時的ではあるが、資機材や建設機械の搬入のための運搬車両の建設現場内への出入りが活発となり、周辺の道路交通の妨げとなるようなケースが想定される。

これら、建設工事期間中の影響を最小限に抑えるためには、施工者による適切な緩和策が、施工計画案として整えられ、その後の施工管理において実行されることが求められる。また、CERD 職員や周辺事業所などへ工事計画や日程を周知させ理解を促すこともマイナス

の影響を周囲に与えないための重要な対策である。また、具体的な安全対策としては、防護柵の設置、保安要員の配置などを十分に行うことが施工者に求められている。

協力準備調査開始に当たりカテゴリCに分類されていた本プロジェクトについて、現地調査では、カテゴリ分類の確認を目的としたスクリーニングを行った。その結果を示すべく本プロジェクトによる環境社会配慮面での影響につき JICA のガイドラインに示される対象範囲に則り以下の通り一覧する。

表 2-2-3-1 環境社会影響項目に関する検討結果

項目	プロジェクトによる影響	対応策
大気汚染	該当無し。	
水質汚濁	該当無し。	
土壌汚染	該当無し。	
廃棄物	工事に伴い若干の建設廃材が発生するが、完工後の廃棄物発生は無い。	不法投棄などを防止すべく搬出から処理までの適切な管理計画を策定して実行する。
騒音・振動	工事に伴う作業音、工事用車両の通行に伴う騒音・振動が発生する。	サイト近くに居住する者はないが、研究活動への影響を最小限とすべく適切な施工計画を策定し実行する。
地盤沈下	該当無し。	
悪臭	該当無し。	
地形・地質	該当無し。	
底質	該当無し。	
生物・生態系	該当無し。	
水利用	該当無し。	
事故	工事期間中の車両の進入による歩行者等との交通事故および完成後の感電などの危険性。	工事期間中から十分な安全対策を実施して、完成後の感電事故は防護柵の設置で回避する。
地球温暖化	緩和策の一部として貢献。	
非自発的住民移転	該当なし。	
地域経済（雇用・生計手段）	該当なし。	
土地利用・地域資源利用	受益者であるCERDが所有する土地での実施であり該当無し。	
社会関係資本・地域の意思決定機関等の社会組織	該当無し。	
既存社社会インフラ・社会サービス	該当無し。	
社会的弱者（貧困層・先住民族・少数民族）	該当無し。	
被害と便益の偏在	該当無し。	
地域内の利害対立	該当無し。	
ジェンダー	該当無し。	
子どもの権利	該当無し。	
文化遺産	該当無し。	
HIV/AIDS等の感染症	該当無し。	

上記の通り本プロジェクトによる環境社会面への影響の多くは、太陽光発電設備の設置工事段階にのみ発生するものであり、事業実施段階に適切な対策を講ずることで本プロジェクトの実施が重大かつ長期的な影響を与え続けることは避けられると考えられる。そのた

め、本プロジェクトをカテゴリーCに分類することが現地調査段階でも妥当であると判断された。

「ジ」国では、「環境影響評価の手続きに関する政令（2001年）」が定められ、同国住宅都市環境省環境局が担当機関となっている。同政令によれば、原則として環境にマイナスの影響を与えることが想定される全ての活動が、環境影響評価の対象となり、公共事業についても例外ではない。本プロジェクトの現地調査においては、環境局と毎回協議の場を持ち、本プロジェクトの事業内容につき調査段階に応じた情報を提供して説明を行った。その結果、本プロジェクトで設置が検討される太陽光発電がクリーンエネルギーである点、事業規模が比較的小さい点、太陽光発電設備の設置場所が受益する施設の敷地内であることなどから環境社会配慮面での影響は限定的との理解を得るにいたった。更に JICA としてのカテゴリー分類について上述のスクリーニング結果をもとに説明している。

2-3 その他(グローバルイシュー等)

二酸化炭素をはじめとする温暖化効果ガスの排出による地球温暖化は気候変動の主要因として考えられ、全世界的な問題と捉えられている。特に国連の気候変動枠組み条約締約国会議がスタートしてからは、先進国のみならず、発展途上国の協力なしには温暖化に寄与する二酸化炭素の削減は出来ないという認識で一致している。

太陽光発電は二酸化炭素排出削減の手段としてたいへん有効であり、また、近年その価格が高騰している石油を消費せずに発電できる。したがって、特に発展途上国においては、追加的な電力の確保と二酸化炭素排出の削減を、コストの安定したエネルギー資源で実現できるため、グローバルコミュニティにおける貢献と国内の開発を両立させることが可能となる。

本計画は、「ジ」国が日本のクールアース・パートナーシップに賛同してスタートしたものであり、その目的である「ジ」国の発展と地球温暖化防止という全地球的な問題解決の双方に寄与することが期待される。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

本計画は、ジブチ国ジブチ市のCERD（に300kWの太陽光発電設備を建設し、発生した電力により当施設の電力需要の一部を賄うものである。これにより、同国の化石燃料への依存度と当該公共施設の電力料金負担の軽減を図り、温室効果ガスの削減と経済成長の取り組みの両立を目指す取り組みを支援する。発電設備は、系統連系の方式で電力供給を行うが、系統の停電時は系統連系を切り離れた上で手動で再起動して施設内の一部負荷に対して電力を供給できる「自立運転」が可能なものとする。また、発生した余剰電力は系統に送り出す「逆潮流¹」を実施する。

本計画は、環境プログラム無償事業として実施され、機材の調達と現地での据付工事の契約については、日本業者を対象とした入札が行われる。発電設備のうち、太陽電池モジュール、パワーコンディショナは日本製を調達する。基礎等の土木工事、太陽光モジュールの据付、電気工事等は、上記入札を落札した日本企業が自ら管理を行いながら、受け入れ国の民間企業を雇用して実施することを想定する。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

本計画は、ジブチ市の CERD において、系統連系太陽光発電設備（300kW）の調達・据付を行うものである。

CERD は「ジ」国における唯一の科学技術研究機関であり、その一部門である新エネルギー研究室は、再生可能エネルギー利用や省エネルギーの基礎研究を行っているほか、国内のソーラーポンプ等の既設設備に対し修繕等のサービスを提供している。したがって、CERD への太陽光発電設備の設置は、同施設における電力消費・電力料金の削減や化石燃料を一次エネルギーとする電力公社の二酸化炭素排出量削減に結びつくだけでなく、同施設が「ジ」国における太陽光発電にかかる技術の集積場所となり、将来的な再生可能エネルギー利用推進の核となるとの期待にもつながっている。

本計画で調達する設備の容量については、計画対象施設内の現在の消費電力（既設変圧器容量）を考慮する計画とし、設備の配置は、他国や援助機関による援助計画と重複せず、計画対象施設の将来の土地利用計画等を考慮し対象施設の同意を得た、適切な配置とする。

¹ 発電設備の設置者の構内から電力系統側へ向かう電力潮流のこと

本計画で調達する設備は、EDD 判断により逆潮流可となっており、太陽光発電設備が発電した電力は対象施設内の負荷で消費され、発電電力と施設内負荷との需給バランスにより余剰電力が発生した場合は、余剰分を系統側へ流出する。

また、系統停電時は、太陽光発電設備も一旦停止した後、所定の確認を経て、系統から切り離された状態で太陽光発電設備から対象施設内の一部負荷に給電する設計とする。これは自立運転機能と呼ばれ、現状では停電時用に非常用電源（ディーゼル発電機）が整備されているものの、その容量不足や燃料の不足等の理由から停電時の電力供給はきわめて不十分であることから、この自立運転機能に対する強い要請が上げられたため採用したものである。

系統停電時の太陽光発電設備単独（自立運転）での供給先負荷は、気象条件により出力が変動する太陽光発電の特徴（不安定電源）を考慮し、安定電源を必要とする重要負荷、とりわけ人命に関わる重要負荷²には供給せず、エアコン・照明等の一般負荷へ供給する。

3-2-1-1 物理的(自然)条件への対応方針

(1) 温度・湿度条件に対して

首都ジブチは、アフリカ北東部の熱帯性気候に属し、特に6月から9月にかけては現地でハムシンと呼ばれる酷暑となり、最高気温は40度前後に達する。

本計画で調達される太陽光発電用パワーコンディショナは、空調付きのコンテナ式キュービクル内に据え付ける計画であるので、当地の外気温に対して特別な対策を講じる必要はない。

コンテナ式キュービクルの屋内温度の設計に当たっては、太陽光発電用パワーコンディショナ等半導体部品が多用されているため、空調を設置し、設計温度は27.5℃とする。特に、密閉された盤内の湿度に対しては、気温差による結露を防止するために、スペースヒータの採用を検討する。

屋外設備は最高温度43.6℃として設備の機能が確保できるように配慮する。

また、コンテナ式キュービクルおよび屋外自立盤の保護等級はIP54相当とする。

さらに、海岸付近に敷地に建設される太陽電池モジュール用架台・接続箱は、塩害の影響を考慮した設計（架台本体はHDZ 55:JIS H 8641 または同等の基準に従うもの、接続箱はステンレス製）とする。

2 重要な医療機器や停電により人の安全や企業の資産に大きな損害を与える危険性のある電気機器等

(2) 落雷に対して

サイト関係者に対するヒアリング結果では、落雷による停電は殆どなくサイト周辺は雷の多発地帯ではないと判断する。

本計画の落雷に対する対策は、太陽電池アレイの高さが2m程度以下と周辺建物に比べ低く、設置場所が街の中心地域であることより直撃雷の可能性は低いと考えられるため、誘導雷に対する対策を行う。具体的な誘導雷対策として、接続箱およびパワーコンディショナに避雷器を設置する。

(3) 降雨・風速について

降雨・風速については特別な対策を講じる必要はない。

(4) 地震について

地震については、耐震基準より水平方向0.24Gを考慮する。

3-2-1-2 施工に関係する地域的条件への対応方針

「ジ」国の業者は土木工事・鉄骨工事に関しては施工する能力を有するが、設備工事に関しては、本工種における「ジ」国の労働品質水準は低く、工事初期において設備工事に従事する労働者に対し、業務内容をレクチャーする必要がある。また設備工事を含め、土木工事、鉄骨工事においても、「ジ」国の気候条件である高気温、高湿度から、労働効率は極めて低い。また、「ジ」国はイスラム国のため、建設工期はイスラム教徒の義務の一つ「断食（サウム）」として日中の飲食を断つラマダンを考慮する必要がある。

本計画実施時には工事管理に重点を置く必要がある。また、発電設備の設置場所は既設研究所内であり不特定の研究者および研究所訪問者が建設現場にアクセス可能である。したがって、施工時の安全対策・施工スケジュールは研究所側に対し十分に事前説明する必要がある。

3-2-1-3 現地業者、現地資機材の活用についての方針

(1) 現地業者の活用について

本計画において、施設設置工事は、プライムコントラクターの日本企業の管理の下で「ジ」国内の工事業者が実施することを想定する。また発電設備の据付工事においても、建設工事用機材及び労務提供を中心に現地工事業者がこれを実施する。主な工種は土木工事（土工事・コンクリート基礎工事等）、鉄骨工事（架台組立等）、設備工事（太陽電池モジュール据付工事）、電気工事（ケーブル敷設等）である。なお、品質管理、工程管理、安全管理、組立/据付指導、試験調整などのためには、「ジ」国内の工事業者に経験が不足してい

ると考えられるため、日本または海外から技術者を派遣する必要がある。

現地では大型クレーンの調達が可能であることから、日本から輸送予定のコンテナ式キュービクルの据付に活用する。また、40 フィートコンテナ等の貨物は現地輸送業者の車両で内陸輸送は可能である。

(2) 現地資機材の活用について

現地では、骨材、セメント、鉄筋などの資機材の基礎工事用材料の調達は可能であるが、太陽電池モジュール、太陽光発電用パワーコンディショナ等の電気設備、ケーブル等の機械・電気工事資機材は調達が難しいと考えられる。

3-2-1-4 実施機関の維持・管理能力に対する対応方針

当該発電設備の供用開始後の日常的な維持管理は、施設内の既設電気設備と同様に「ジ」国エネルギー省の管理のもと当該施設（CERD）が実施する。当該施設は、受電設備および電気設備を維持管理しており、現在まで長期間に亘り稼働していることから、最低限の維持管理の能力は有していると思われる。しかし、既設設備の管理状況からは、日常点検等を含めた予防保全のあり方に関する知識が不足しているとみられるので、本計画の工事期間中および運転開始後一定期間が経過した後に、日本側技術者より、日常点検、定期点検等の重要性を含めたトレーニングを実施し、必要な予備品、保守用工具および運転・維持管理マニュアルを供与する。更に供用開始後の運転・維持管理体制について提案し、建設された設備のより効果的・効率的な運転が行えるように配慮する。

長期的には、設備の一部部品の交換等が必要となり、費用負担が生じる。そのための費用は、当該施設の単年度予算のなかで確保することが困難な水準となる可能性もある。エネルギー省と当該施設の間で適切な予算確保を行うことが必要であるが、当該発電設備の設置による電力料金の削減効果は上記費用負担を上回ることが期待されるため、コスト削減額の一部を積み立てるなどの方法も有効と考えられる。

3-2-1-5 工期・工程計画に関する方針

本計画は、日本の環境プログラム無償スキームに基づき実施されるので、年度の制約は無いものの、極力効率的な運用が求められるものである。また、所定の工期内で完工させ、期待される効果を発現させるためには、日本側工事と受入国側負担工事工程の協調が取れ、かつ輸送ルート・輸送方法、期間、諸手続き等に配慮した工程計画を策定する必要がある。

3-2-2 基本計画(施設計画／機材計画)

3-2-1-1 設計条件

本計画の規模、仕様の策定に当たり、前述の諸条件を検討した結果、下記設計条件を設定する。

(1) 気象およびサイト条件

① 外気温度	43.6°C (最高)
② 電気室内温度	27.5°C
③ 設計相対湿度	最大 95%
④ 設計風速	40.0m/s
⑤ 降雨量	年間平均 152mm
⑥ 地震力	考慮する (水平方向 0.24G)
⑦ サイト条件	
標高	数 m
地耐力	50 kN/m ²
⑧ その他	
塩害	考慮する

(2) 適用規格及び使用単位

① 日本工業規格 (JIS)	: 工業製品全般に適用する。
② 電気学会電気規格調査会標準規格 (JEC)	: 電気製品全般に適用する。
③ 日本電機工業会標準規格 (JEM)	: 同上
④ 日本電線工業会規格 (JCS)	: ケーブル類に適用する。
⑤ 国際電気標準会議諸規格 (IEC)	: 電気製品全般に適用する。
⑥ 国際標準化機構(ISO)	: 電気製品全般に適用する。
⑦ 電気設備の技術基準	: 電気製品全般に適用する。

(3) 使用単位

原則として、国際単位系 (SI ユニット) を使用する。

(4) 電気方式

① 公称電圧 (低圧)	380V : 負荷時
② 配線方式	3相4線式 (既設設備との接続箇所に限る)
③ 周波数	50Hz
④ 接地方式	直接接地

3-2-2-2 施設配置計画

本計画で整備される太陽光発電設備は、既設 CERD 敷地内に建設されるので、当該発電設備の運転・維持管理の容易さのみでなく、以下の条件を考慮した配置計画を行う。

- ・ 限られた敷地内で可能な限り太陽光エネルギーを最大限活用できる配置
- ・ 施工の経済性・容易性
- ・ 敷地内の将来の施設新設計画に配慮

現状で、CERD の敷地内には大きな未利用地があり、その面積は 1ha にも達する。しかし、CERD は今後新たな研究施設を設置する余地を必要としており、この未利用地は可能な限り保全したい意向である。すなわち、PV モジュール設置面積の点で、利用可能な面積に起因する具体的な制約はないものの、むやみに大きな面積を占有してしまうことはできない。

CERD の敷地南側の空地において、将来の研究施設拡張の余地を十分に確保できるように太陽光発電設備の配置を検討した結果、用地南西の隅角部から境界南面に沿い通信塔で使用されている外部用地までのエリアを使用することが効率的と考えられた。その面積からは、およそ 300kW 程度に相当する太陽光モジュールの設置が可能となる。

3-2-2-3 基本計画の概要

前述の概略設計方針及び設計基準、施設配置計画を踏まえた本計画の基本計画の概要は、表 3-2-2-1 に示すとおりである。

表 3-2-2-1 基本計画の概要

計画区分	計画内容
計画対象	CERD 300kW 太陽光発電設備 - 太陽光発電設備は系統連系し、余剰電力は系統に逆潮流する - 系統停電時は、自立運転を行い、施設内の一部に電力供給する
発電設備の調達と据付工事	<ul style="list-style-type: none"> ・ 300kW 太陽電池モジュールの調達と据付工事 ・ 発電設備に必要な付帯設備の調達と据付工事 <ul style="list-style-type: none"> - 接続箱 - パワーコンディショナキュービクル - 環境計測装置 - 負荷切替盤（自立運転対応用） - 配線および接地材料 - コンテナ式キュービクル設備 - 太陽電池モジュール用架台 - 太陽電池モジュール用架台基礎およびコンテナ式キュービクル設備用基礎 - 太陽電池モジュール周辺のフェンス・ゲートおよび砂利 - コンテナ式キュービクル設備と接続箱/系統連系点/掲示板/既設負荷間等のケーブル敷設
予備品と保守用道具の調達等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電設備の維持管理に必要な予備品等（第 1 回本格点検まで）および工具類 ・ 運転保守マニュアル（OJT 用教材を含む）の調達と運転保守ガイダンスの実施

3-2-2-4 機材・設備計画の概要

本計画で CERD 敷地内に建設される太陽光発電設備の内容は以下のとおりである。なお、各設備・機器の概略仕様は、表 3-2-2-6 および表 3-2-2-7 に示すとおりである。

(1) 基本事項

1) システムの種類

太陽光発電設備は、系統連系形太陽光発電設備・蓄電池なしとする。蓄電池は、先方機関の後年度負担および蓄電池の設備更新時の環境への負荷軽減を考慮し用いない。

2) 系統連系に関する検討

当該国には太陽光発電に関する系統連系基準はないので、本計画では、連系する系統を管理・運用する相手国電力会社と協議する形で検討した。

以下に基本的な考え方を示す。

a) 系統連系の区分・電気方式

本プロジェクトで設置される太陽光発電設備は、低圧需要家の敷地内に設置される。また、敷地内に太陽光発電設備が連系可能な電力会社所有の既設変圧器がある。

地元電力会社等との協議の結果、この既設変圧器の2次側に太陽光発電設備を連系する（低圧連系）事となった。これにより、①高圧連系に比べ、新設変圧器等の高圧電気設備費の抑制②新設変圧器等の高電圧設備設置用スペース・収納建屋が不要③高電圧電気回路改造（工事含）による工期遅延のリスク回避等のメリットがある。

また、電気設備の管理責任境界をまたいでの設備の運用は事故や障害の恐れがあり、日本の電力会社ではしない。図 3-2-2-1 に系統連系の概念図を示す。

太陽光発電設備と既設設備との接続箇所における電気方式は、連系する系統の電気方式と同一とする。よって、3相4線式である。

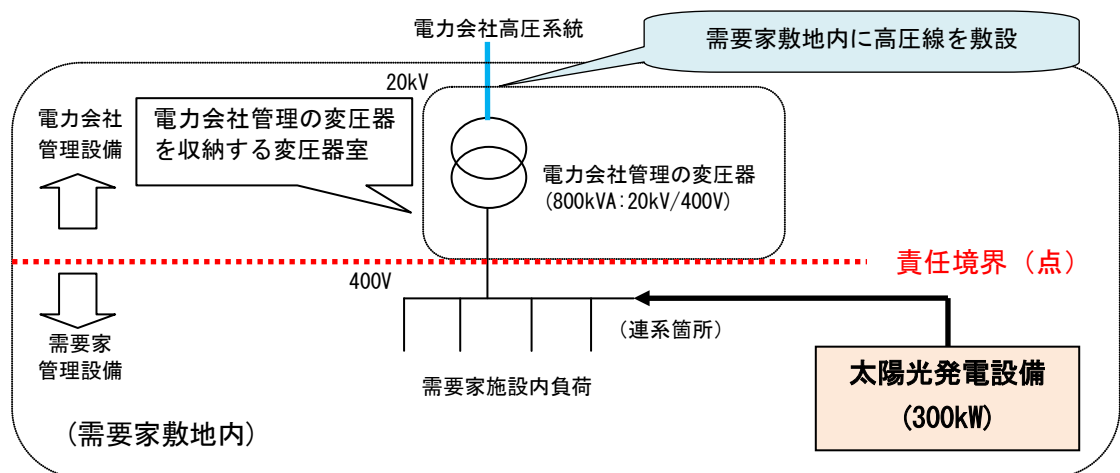


図 3-2-2-1 系統連系の概念図

b) 力 率

太陽光発電設備が系統に連系した場合の力率は、受電点における力率を 85%以上とし、かつ系統側からみて進み力率とならないこととする。

また、受電点における力率とは、太陽光発電設備の定常的な運転状態、負荷状態において系統側からみた力率をいう。

c) 高調波

パワーコンディショナからの高調波流出電流を総合電流歪率 5%、各次電流歪率 3%以下とする。

d) 電圧変動

本計画は、太陽光発電設備を系統に連系するため、連系時の太陽光発電設備の出力電圧は、系統電圧に依存する。したがって、系統の常時変動電圧幅が日本に比べ大きい対象国は、可能な限り、系統電圧異常で停止することなく継続運転するため、パワーコンディショナ出力を基準電圧の±10%の幅で連続運転できる仕様とする。

また、太陽光発電設備の解列時の電圧降下、逆潮流時の上位系統への電圧上昇は、上位系統の電圧に対し太陽光発電設備の容量が小さいく、連系点も変圧器 2 次側と配電線の距離が殆どないため、許容できる範囲と考える。

e) 保護協調

太陽光発電設備の故障又は連系する系統事故時に、事故の除去、事故範囲の局限化などを行うために適切な系統連系用保護装置を設置する。

系統連系保護は、下記継電器を設置することで電力会社に説明し、了解を得た。

- 過電圧継電器 (OVR)
- 不足電圧継電器 (UVR)
- 周波数上昇継電器 (OFR)
- 周波数低下継電器 (UFR)
- 単独運転防止装置 (受動および能動を各 1 方式以上)。

また、単独運転防止装置の方式および整定値は、日本国内で実績のあるものを用いる。

f) 連絡体制

一般的に、低圧の場合には電力会社の営業所などと発電設備設置者間に保安通信設備を設ける事は困難であり、また、電力会社発電設備設置者間の個別連絡は困難である。したがって、再閉路、逆充電等に対する安全確保は技術面で対応することとする。

g) 計量方式

計量方式について、「ジ」国電力公社の EDD と協議の上決定した。

設置場所：連系点付近（低圧側：400V）

検定有無：有（日本国内の第三者機関の検定を受ける。ジブチ国の検定不要）

種類：精密電力量計

逆転防止機能：有

3) 系統停電時の運用

太陽光発電設備が連系する系統が停電した場合は、連系は切断され、太陽光発電設備も一旦停止する。その後、所定の条件が整えば、手動/自動操作により、対象施設内の一部負荷に給電することも可能なシステムとする（自立運転）。

自立運転の起動・停止条件は、下記である。

起動時の条件

◆必要条件：下記全ての条件が揃った場合に自立運転が起動する

- 1・系統の無電圧状態が一定時間継続している
- 2・太陽電池モジュールの直流電圧が設定値以上である
- 3・システム設定上自立運転が許されている
- 4・自立運転開始ボタンが操作された、または自動起動が選択されている
- 5・その他パワーコンディショナーメーカーの仕様上要求される条件

◆制約条件：以下の条件がある場合は自立運転はできない

- 1・自立運転先の負荷（kVA）が、発電量（kVA）以上である
- 2・その他パワーコンディショナーメーカーの仕様上要求される条件

停止時の条件

◆必要条件：下記項目のうち1つ以上が該当する場合は自立運転が停止する

- 1・系統に正常な電圧が復電し、一定時間継続している
- 2・太陽電池モジュールの直流電圧が設定値以下である
- 3・設定された運転終了時刻（夕方）を跨いだ
- 4・自立運転停止ボタン等の手動操作
- 5・その他システムが要求する制約条件（非常停止ボタン操作等）

自立運転の起動・停止は、手動と自動の両方で操作が可能である。発電設備運開時は、運転員への自立運転の理解を促進する趣旨で手動を推奨する。しかし、当該地における系統停電の発生は頻度が高く予想できないため、手動操作による起動・停止は極めて煩雑となり、施設の電力利用に不備をきたすことにもなりかねないため、自立運転に対する運転員および施設職員等の一定の理解が在ることを条件に自動起動・停止を選択することも可能とする。

手動・自動の操作方法は、太陽光発電設備の故障や寿命に大きな影響を与えない。自立運転で供給される電力の品質が設定された運転範囲を逸脱した場合は、保護リレー等が動作し、発電設備は安全に停止する。したがって、当該施設の自立運転時の供給先負荷に大きな損傷等を与える可能性は低い。

なお、対象施設内にある既設ディーゼル発電機（設備容量 100kW が 2 台、電圧 400V）との連系運転はできない。

本計画において自立運転機能を導入するにあたり下記の重要事項があるが、現地調査時に重ねて説明を実施し、相手国の責任機関および実施機関に十分な理解を得た。

a) 太陽光発電は不安定電源

太陽光発電設備の自立運転は不安定であるという性質を理解したうえで、機能を利用する必要がある。

具体的には、日照変動に注意する必要がある。夜間は使用できず、雨天・曇天時には出力が快晴時に比べ低下する。さらに、天気が悪くても太陽光モジュールに雲の影がかかれば太陽光発電設備の発電出力は瞬時に低下する。これらの理由により発電出力が電力消費を下回れば、太陽光発電設備は安全に停止する。

発電出力が電力消費を下回った場合の太陽光発電設備の停止の具体的な動作は、メーカーの設計にもよるが、以下のようなものとなる。

自立運転時のインバータは、基本的に定電圧制御で運転される。太陽光発電設備の自立運転においては、モジュールが発生する最大電力（日射量に依存）を負荷が上回った場合、インバータは電力供給を試みるものの直流側の電圧が（電力供給できないので）低下するため、定電圧制御の範囲を逸脱してシステムが停止する。その後、遮断器等が自動で開放され、発電設備は解列する。

b) 重要負荷には接続不可

系統停電時に自立運転で給電する先には、直接生命維持に掛かる装置（人口呼吸器等）あるいは人・企業の資産等に直接関わる設備（銀行のコンピュータ等）等を接続しない。

太陽光発電に限らず、比較的電力事情（品質）の優れている先進国においても、重要負荷に一般電源（系統やディーゼル発電機（DG））のみで給電することは殆どない。重要負荷に対しては、別途、無停電電源装置（Uninterruptible Power Supply）等の対策が必要である。

c) 接続する電気機器の消費電力

自立運転の容量には限度がある（PV 設備容量の 2～3 割程度が上限）。したがって、自立運転で給電する先では、接続する電気機器の消費電力を確かめ、この上限を超えないようにしておく必要がある。

(参 考)

自立運転の容量の参考資料として、300kW 系統連系発電所の運転実績の一例を下記に示す。図は縦軸が太陽光発電設備出力、横軸に時間を示している。太陽光発電の出力は正弦波に疑似され、ひと山が一日である。

下図から推測されるように、自立運転時には、唯一の電源である太陽光発電設備が日照変

動に依存するため、その容量は不安定である。そのため、負荷容量をより低く設定することがより安定した電力利用につながる。

上記より自立運転の制限条件として、必要に応じて自立運転接続先の負荷をあらかじめ手動で調整しておく必要がある。

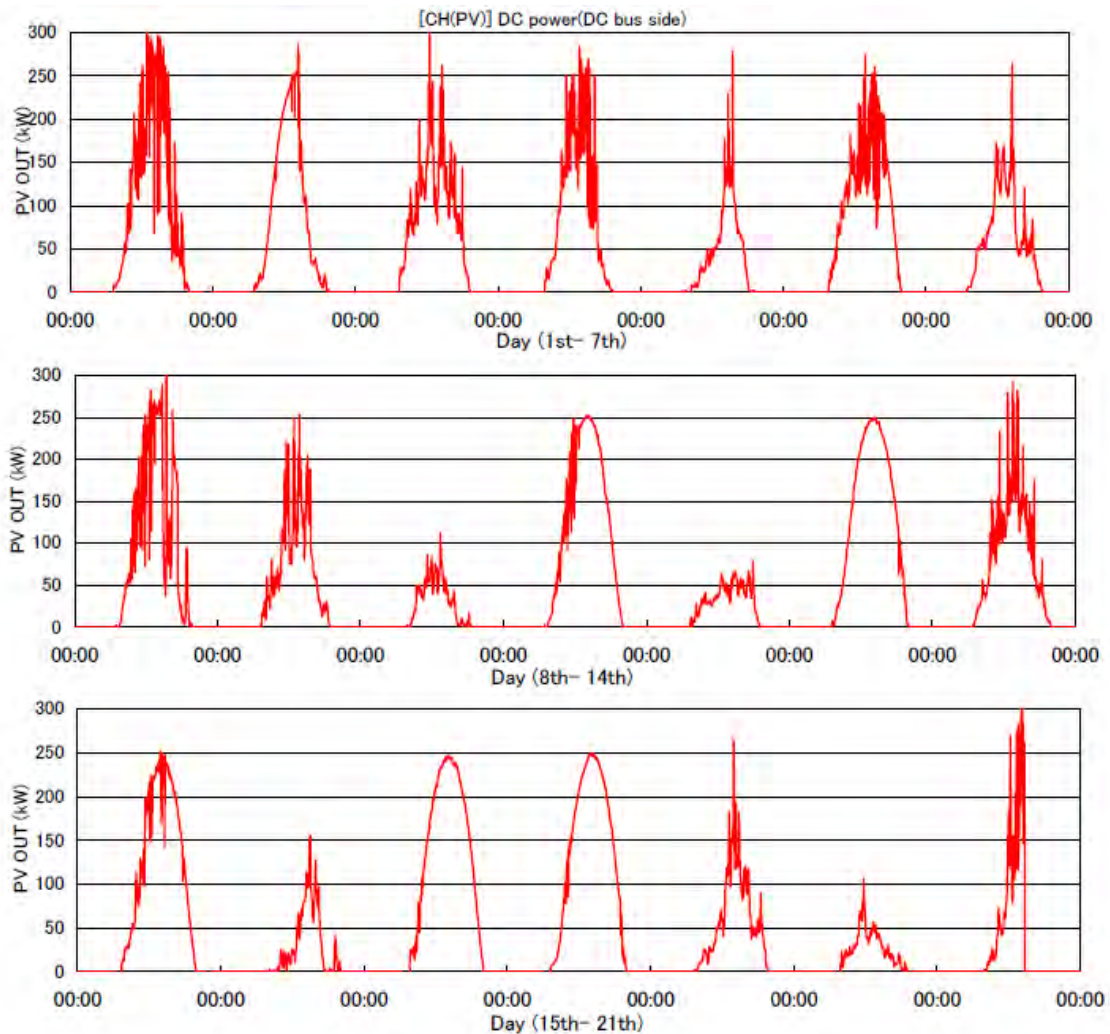


図 3-2-2-2 太陽光発電出力の実績例

d) 自立運転の電力供給先切替機能

自立運転で給電する先では、本計画で整備する負荷切替盤を用い、停電時の電源として「従来電源 (DG 等)」或いは「自立運転 PV 電源」のいずれかを選択することができる。

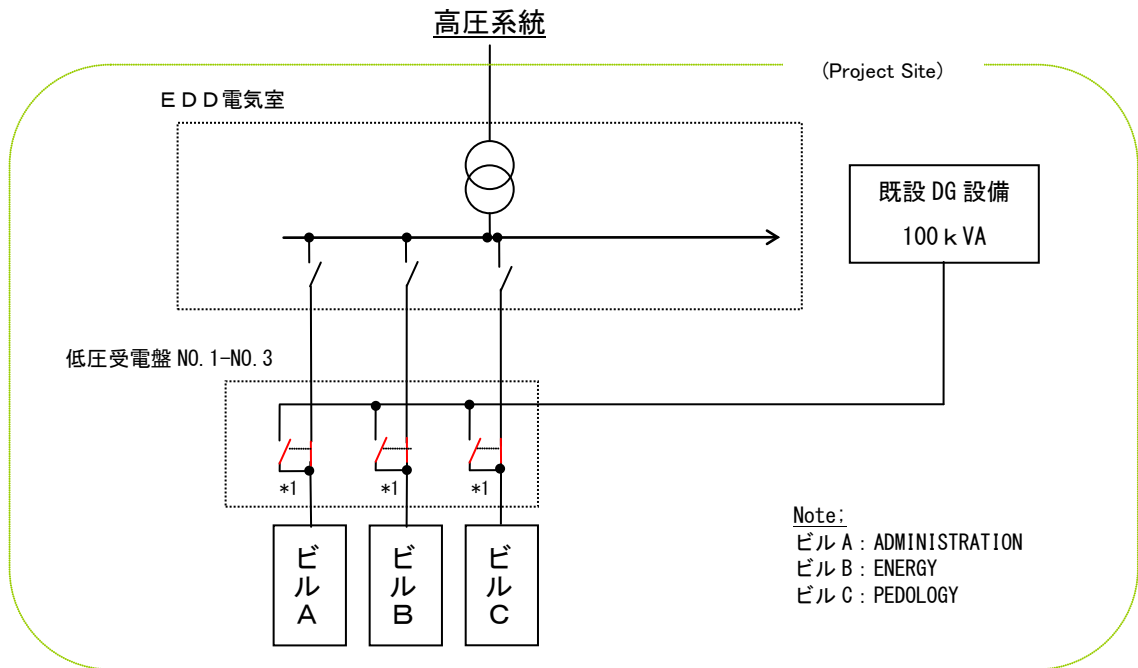
この機能により、今後施設内の負荷のタイプや配置に大幅な変更があった場合には、上の条件を満たすような給電先の調整を行う。また、回路を現状と同等の状態に回復する（自立運転を使用しない状態にする）ことも可能である。負荷切替盤の回路構成を図 3-2-2-3～図 3-2-2-4 に模式的に示す。負荷切替盤の運用は、手動で盤内部のインターロック付遮断器を操作する。

自立運転時の供給先負荷として適当な電気機器を表 3-2-2-2 に例示する。

表 3-2-2-2 自立運転給電先として適当な負荷の例

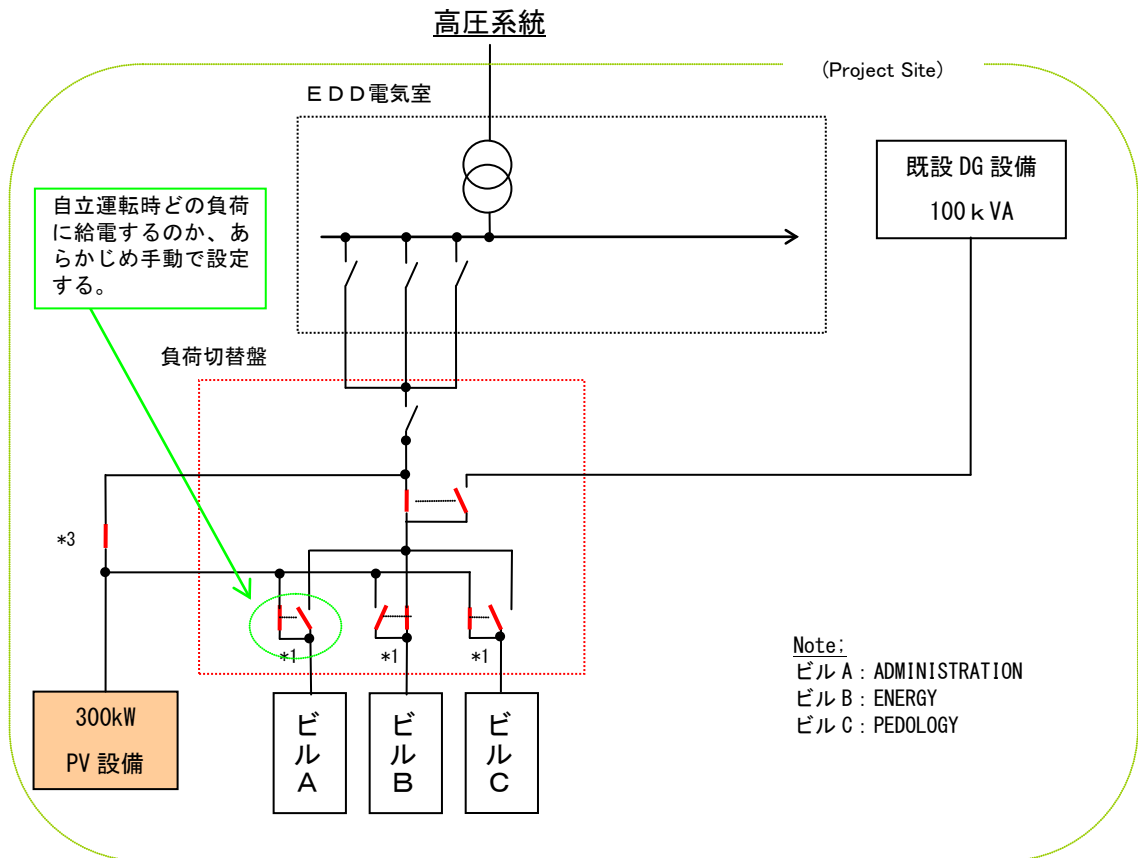
No.	負荷種類	備 考
1	照明	
2	エアコン	Central Control タイプを除く
3	テレビ、ラジカセ	
4	冷蔵庫	
5	電気ポット、電気ナベ	
6	携帯電話(充電)	
7	ノートパソコン	バッテリー付
8	一般的な換気扇	
9	生活用ポンプ	容量 5kW 以下を奨励

現状



*1: マグネットコンダクターによるインターロック

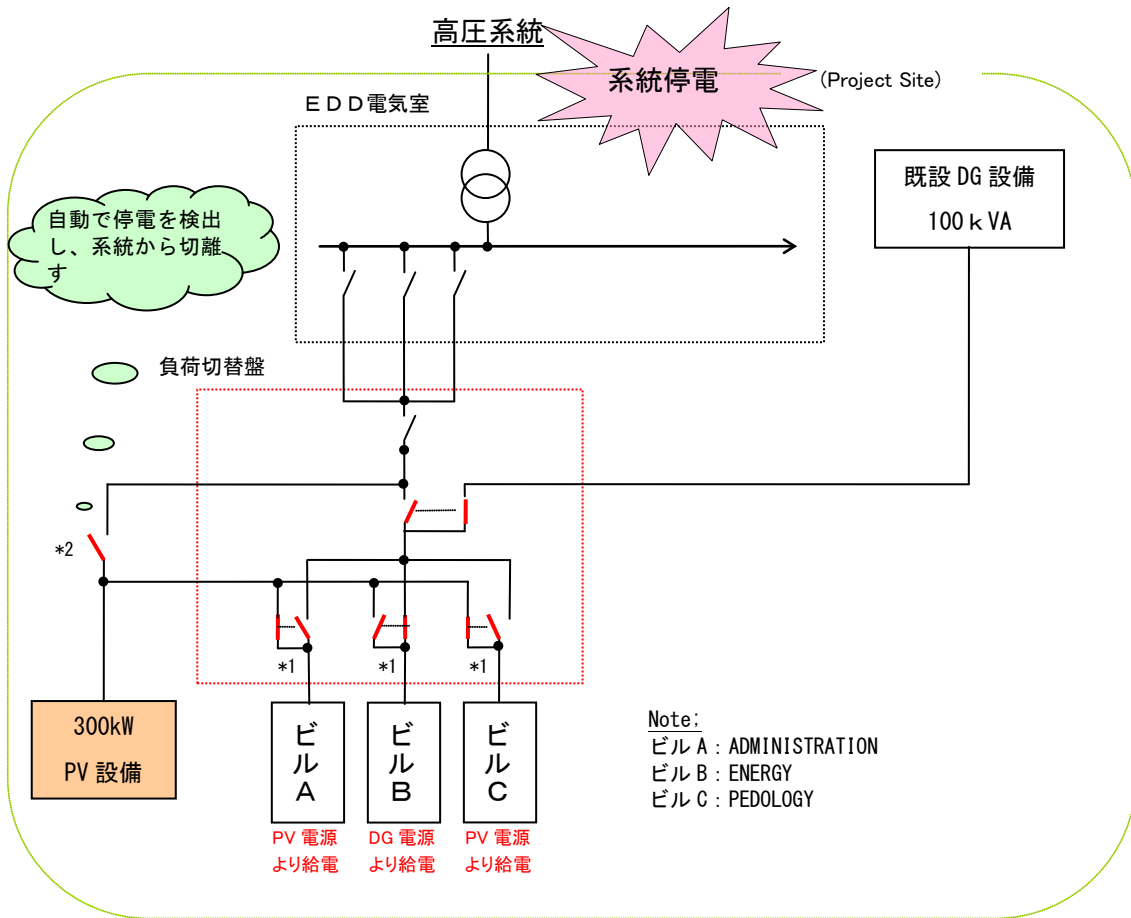
太陽光発電設備導入後



*3: マグネットコンダクター (自動制御)

図 3-2-2-3 負荷切替盤の回路構成の考え方

自立運転（系統停電）時（ビル A と C を PV、ビル B を従来電源（DG）から供給する場合）



*1 : メカニカルインターロック、*2 : マグネットコンダクター（自動制御）

負荷切替盤によるメリット

1. 系統停電時の太陽光発電（自立運転）からの給電先の負荷を選択でき、かつ、運用開始後も負荷の変化（接続する電気機器のタイプや消費電力の変化）に応じた変更が可能
2. 給電先で太陽光発電（自立運転）から受電する負荷をさらに絞り込み、日射量の変動等があってもより継続的な運転が期待されるような調整が可能（出力の不安定に対応）
3. 長期間の運用において、自立運転の運用に問題が生じれば（負荷変更等）、容易に太陽光発電導入前と同等の状態に復帰可能

図 3-2-2-4 負荷切替盤の回路構成の考え方(2)

(2) 計画内容

1) 太陽光発電システム容量の検証

本計画で調達・据付を行う系統連系太陽光発電設備の系統連系点は、既設変圧器低圧側（二次側）かつ、既設 EDD 積算電力計負荷側に接続する。

次に、太陽光発電システムの容量について整理する。既設変圧器から給電されている主な負荷は下記である。

- A 棟 (管理棟)
- B 棟 (エネルギー研究棟)
- C 棟 (地学研究棟)
- D 棟 (バイオ研究棟)

CERD 内の主な負荷は、照明・エアコンであり、研究施設として 24 時間温度管理された試験室 (バイオ研究棟) 等もある。所内の負荷一覧を表 3-2-2-3 に示す。

所内の設備容量は、200kW 程度である。また、変圧器 2 次側で消費電力を計測した結果、最大消費電力は 104kW であった。また、夜間、休日の消費電力は小さい。

EDD は本計画において逆潮流を行うことを認めており、発電電力が施設内の消費電力を上回る場合は、系統に逆潮流することで電力が有効活用される。発電設備容量をいかに設定しても、休日には必ず逆潮流が発生することになるため、逆潮流を前提として設備容量を検討することが適切となる。

3-2-2-2 節で述べた太陽光モジュール設置位置候補の面積と形状を精査した結果、300kW の設備の設置が可能であることが明らかとなった。この設置面積から与えられる容量 300kW は、施設の電力消費に應えるのに十分であり、かつ余剰電力は逆潮流で無駄なく消費されることになるため、本計画で調達する設備の容量は 300kW で妥当である。

当該地における日射量の実測データが不足しているため、カナダ国環境省が公開しているソフトウェア RETScreen を用いて発電量を推計したところ、300kW の容量の太陽光発電設備で、年間約 460MWh の発電量が期待されるとの結果が得られた。すなわち、CERD の電力消費量 (174MWh、2007 年 7 月～2008 年 6 月) の 260%程度が期待できることになる。

設備容量は、案件形成時に目安とされた想定予算規模および、CERD 側の太陽電池モジュールの占有面積・形状をむやみに大きな面積を占有しないとの要望を踏まえ、最終的に決定した。

表 3-2-2-3 CERD 内の負荷一覧

End use	Lighting	Air-conditioner	Ventilation	Cold chamber	Ovens
Total load for this end use	10 kW	150kW	5kW	10kW	20kW
Number of loads	95	71	55	1	4
Operating hours day/hours		Week except Friday 6 am to 1 pm	Week except Friday 6 am to 1 pm	Running every time	
Rankings of importance (A-E)		A (very important)		A (very important)	
Remarks	Most of the offices don't use lighting in the day, we must conduct a survey to tackle the issue of operating hours.		Usually when air conditioning is running, occupants of the offices don't use fans	The cold chamber is used by the biotechnology group for date trees nursery.	Ovens are used occasionally when some analysis or process is running (e.g drying of materials)

Source :CERD

2) 太陽電池モジュール種類の設定

太陽電池は、使われる半導体によっていろいろ種類がある。大きくはシリコン系と化合物系他がある。現在の主流はシリコン系で、さらに、シリコン系の半導体には、結晶系と薄膜系がある。結晶系はシリコンを溶かして固めた後、スライスした基板を用いて製作するが、薄膜系はガラスなどの上にプラズマなどを利用して非常に薄いシリコンの膜を成膜して製作する。薄膜系は大きな面積のものを大量に作るができるが、結晶系シリコンと比較して性能面に課題がある³。

ただし近年の技術資料では、「ジ」国等高温地域は、太陽電池の効率が温度に反比例する技術的特長により同じ容量の太陽電池を据え付けると、年間の発電量 (kWh) が数%延びるとのデータもある。しかし、太陽電池に必要な面積は、薄膜系は結晶系に比べ、必要な面積が一般的に 1.4 倍程度大きくなる。

本計画では、PV モジュール設置に必要なとなるエリアについて、結晶系、薄膜系の双方を使用した場合の図面を作成した上で当該施設と協議を行った。その結果、当該施設の将来計画上、より大きな面積を必要とする薄膜系の設置エリアは不都合であるとの当該施設の判断がなされた。このことから、本計画では結晶系シリコンの太陽電池モジュールを用いる。

3) 自立運転時の負荷供給先

系統停電時は、太陽光発電設備も一旦停止した後、所定の確認を経て、系統から切り離された状態で太陽光発電設備から対象施設内の一部負荷に給電する設計である。

また、留意点として、自立運転での供給先負荷は、気象条件により出力が変動する太陽光発電の特徴（不安定電源）を考慮し、安定電源を必要とする重要負荷、取分け人命に

3 NEDO 技術開発機構 ホームページより

関わる重要負荷⁴には供給せず、エアコン・照明等の一般負荷へ供給する。

系統停電時に給電する設備として、変圧器に接続されている

- A 棟（管理棟）
- B 棟（エネルギー研究棟）
- C 棟（地学研究棟）
- D 棟（バイオ研究棟）

が候補として考えられる。

しかし、D 棟（バイオ研究棟）には、24 時間を通じて温度が一定に保たれている実験室があり、そのため系統停電時は自動的に起動する D 棟専用非常用ディーゼル発電機が設置されている。このため、夜間は発電しない太陽光発電設備を D 棟のバックアップ電源の代わりに使用することはできない。

一方、その他の A 棟、B 棟および C 棟には上記の D 棟のような負荷は無く、また、PC 等には UPS が接続されている。停電時は非常用ディーゼル発電設備で給電しているものの、発電機の容量不足により全ての負荷をカバーできないため、負荷制限を実施して運用している。このため、これらの負荷の一部に太陽光発電設備を接続した場合は、昼間の電源を追加することができる。上記より A 棟、B 棟および C 棟を自立運転時の負荷給電先として選定する。

4) 電気設備

a) 太陽電池モジュール

太陽電池モジュールの種類は結晶系とする。太陽電池モジュールは 10kW 単位（10kW 相当）を目安としたサブアレイを設け、合計 300kW 以上の出力とする。太陽電池モジュールから接続箱までは専用ケーブルで接続すること。

太陽電池モジュールの予備品（スペアパーツ）は、納入枚数の 3%（小数点以下切捨）を収める。

太陽電池モジュールの仕様、サブアレイの単位・数は、下記基準を満足していることを条件する。

- 概略設計図のフェンスレイアウトに大幅変更が無く、設置可能であること。
- 太陽光発電用パワーコンディショナ盤の入力電圧との整合していること。
- サブアレイの形状は、長方形としモジュールの歯抜け等が発生する場合は、ダミーモジュールを配置等し、美観を保つこと。
- 太陽電池モジュール出力端から太陽光発電用パワーコンディショナ盤へ接続は、許容電圧降下 2%となるケーブルサイズとすること。

概略設計図 No.03 に設備配置図、フェンス・ゲートのレイアウト図を示す。

4 人工呼吸器等の生命維持装置

b) 接続箱

太陽電池モジュールの1直列接続毎に、太陽光接続箱に+極と-極を接続する。

1 接続箱当たりの集電量は、モジュールの公称出力で10kW程度とする。尚、接続箱には断路端子や逆流防止用ダイオード、アレスタなどを入力毎に設置する。

c) パワーコンディショナキュービクル

概 要

太陽光発電用パワーコンディショナは、下記4グループから構成され、必要に応じて複数の盤に分割する。

- 太陽光発電用パワーコンディショナ装置
- 低圧連系装置
- 太陽光発電用直流分岐装置
- システム制御装置

また、全ての盤内にスペースヒータを設置する

<太陽光発電用パワーコンディショナ装置>

本装置は、太陽電池モジュールより集電された直流回路をインバータ装置により交流回路に変換し、電力系統と連系、又は負荷への交流電力を供給するための装置である。太陽光モジュール側から直流分岐盤経由で入力される直流回路は、最大DC500V以上の入力電圧において運用が可能な構成とする。また、交流出力側は、通常時は系統連系により太陽光モジュールより発生する電力を最大電力追従制御にて電力系統に供給する。系統停電時は、太陽光モジュールが発生する電力および各種制約の範囲内で特定の負荷に電力を供給する自立運転機能を持つ。

また、故障時の対応としてパワーコンディショナ複数台設置とし、予備品として調達される1単位分のスタンバイ機を含め複数台設置する。スタンバイ機の設置場所は、コンテナ式キュービクル設備内とする。長期間の運転において設備の一部が故障した場合は、残りのパワーコンディショナが最低1台であってもパワーコンディショナの容量範囲内で運転可能な構成とする。これにより、太陽光発電所としての延命化を図る。

<低圧連系装置>

本装置は、太陽電池パワーコンディショナの交流出力に対して、移相用変圧器を介して系統連系を行うための低圧連系装置である。また、一部構内負荷への分電機能を有し、負荷用の遮断器を個別に設けて、個別に入り切りができるようにする。

自立運転への移行を自動化するために、連系点と一般負荷用に個別に電磁開閉器を設け、系統停電時には、手動操作および自動操作で、自立運転に移行することができる構成として設計する。尚、連系点には三相交流用避雷器を設けることとする。

本装置には、上記の他に所内負荷用の変電及び分電設備を有することとする。

また、外部から接点にて供給される遮断器切信号によって、連系遮断器のトリップができることとする。

<太陽光発電用直流分岐装置>

本装置は、太陽電池モジュールの集電用の装置である。接続箱により太陽電池サブアレイを構成し、接続箱出力を本装置に集約する。

接続箱1台につき1個の遮断機能を有する配線用遮断器を分岐盤内に設置する。

接続箱からの入力回路には、1入力につき1台の避雷器を設ける。直流主回路は、全て最大印加電圧DC500V以上として設計する。

<システム制御装置>

本装置はシステムを安全に運用するために必要な各種シーケンスやインターロックを具備したものである。装置の主な機能は下記の通りである

- ◆ 装置の起動/停止
- ◆ インターロック
- ◆ 保護
- ◆ 監視機能
- ◆ 表示機能（敷地周辺に太陽光出力などの表示装置を設置）
- ◆ 記録機能

ここで、表示機能とは、ディスプレイを設置して施設利用者や外来者に太陽光発電設備の機能と効果を紹介するものである。当該施設の場合、最も人目に付く場所として、正門脇の外部からも見える場所にディスプレイを設置することがまず考えられる。さらに、新エネルギー研究室がある通称エネルギー研究棟の入り口部に2つ目のディスプレイを設置し、同研究所の職員が日常的に発電量等を確認できるよう配慮する。これらの位置は、概略設計図 No.03 に示す。

本装置の構成機器を下表に示す。

表 3-2-2-4 構成機器の一覧(システム制御装置)

No.	品名	仕様	数量
1	システム制御装置（屋内）		1式
2	表示装置（屋外設置）	太陽光出力（現在、累積）とCO ₂ 削減量等の表示	2セット

d) 環境計測装置

太陽光発電所の設置箇所における、日射量や気温の測定を行うための装置を設置する。

構成機器

本装置の構成機器を表 3-2-2-5 に示す。

表 3-2-2-5 構成機器の一覧(環境計測装置)

No.	品名	仕様	数量
1	日射計(屋外設置)		1 個
2	気温計(屋外設置)		1 個
3	変換器(屋外収納箱入り)	日射・気温用各1台	1 式

e) 負荷切替盤 (自立運転対応用)

本装置は、対象施設内各負荷の分電機能および、変圧器または太陽光発電設備からの系統切替機能である。

ビル内各負荷は、メカニカルインターロックを用いた配線用遮断器 2 個による変圧器および太陽光発電設備からの電源切り替え機能を設けることとする。

概略設計図 No.04 に負荷切替盤の単線結線図を示す。

f) コンテナ式キュービクル設備

コンテナ式キュービクル設備は、下記設備を収納する。

また、コンテナ設備に設備の冷却を目的としたエアコンを設置する。

- 太陽光発電用パワーコンディショナ装置
- 低圧連系装置
- 太陽光発電用直流分岐装置
- システム制御装置

g) 架 台

太陽電池モジュールを直列や並列に組み合わせて、必要な発電電力を得るように大型パネル化し、サブアレイを形成する。また、架台には環境計測装置(日射計・気温計・変換器)、接続箱を取り付ける金具等を付属させる。架台は、溶融亜鉛メッキ仕上げとする。また、架台のボルト等は盗難防止対策を実施する。

設置タイプ : 地上設置タイプ

架台の方位角および傾斜角 : 真南 傾斜角 11 度

材質・塗装 : スチール製、溶融亜鉛メッキ耐塩仕様

h) 太陽電池モジュール用架台基礎等

太陽電池モジュール用架台、フェンス、ゲート等の基礎を建設する。

◆基礎の形状

PV 設置エリアの地質は火山灰性粘性土を多く含んでいる。この土壌は乾燥時には飛散し易く、降雨時にはコロイド状になり、表層上の歩行等は困難となる。本計画においては、より安定的な基礎とするために、底面積の大きいコの字型基礎とするとともに、基礎底部を-200mm まで撤去して整地、転圧し、碎石を敷均した上で、均しコンクリートを打設した上に基礎を設置することとする。

i) 配線および接地材料

◆配線

本計画で敷設する屋外ケーブルは、直接埋設方式とし外装付ケーブルとする。ケーブルの仕様は、許容電流が大きく施工性の良い銅導体とし、絶縁材は、汎用の架橋ポリエチレンとする。

屋外配線ルートを選定は、対象施設からヒアリングした既設配線等の情報を検討し、対象施設メンテナンス責任者等と実際にルートを踏査し、ルート上の障害物・将来の拡張計画との重複しないこと等を確認し、ルートを決定した。概略設計図 No.05 に配線ルート図を示す。

◆接地

本計画では以下の接地設備を設置する。

- ・金属体、電気機器からの感電防止を目的とする接地設備
- ・フェンスの接地
- ・(必要に応じて) 制御装置・計測機器の独立接地

接地抵抗値は、10 オーム以下 (C 種接地工事) とする。

j) フェンス・ゲートおよび砂利設備

フェンス・ゲート

CERD は、敷地周辺をフェンスで囲われているものの、現状では一部に不備が見られる。また、PV 設置エリアは、研究棟が集中している場所からやや離れた敷地の端にあるため、常時警備体制はあるものの盗難等のリスクに対してより厳重な対応が必要である。したがって、CERD による敷地フェンスの整備と当プロジェクトによる PV 設備周辺の設備保護フェンスの二重化を行って、より高い安全性を確保する計画とする。なお、プロジェクトで整備される内側のフェンスは、感電防止対策等も施した発電設備の一部として位置づけられるものである。

フェンスは、人の乗り越えの可能性も考慮し 2m の高さとする。

フェンスの配置は、PV モジュールへの日陰や維持管理作業スペース、外部からのいたずら等を考慮して適切な隔離をとり、かつ当該施設の用地を占有することに配慮して無駄な面積を使用しないように配置する。

ゲートは、日常的な運転員の通行用と維持管理作業で車両が通行できるものの 2 つを取り付け、施錠される運用を想定する。

れき石敷設

PV モジュール設置エリアは、地表の安定化、雑草等の抑制、維持管理の便を図るため、れき石を敷設することとする。なお、れき石敷設に先立ち、地表を 10cm 程度剥ぎ取り、これをれき石で置き換える形とする。また、当該エリアの周囲はふち石状のコンクリートブロック等で囲みを行い、れき石の散逸を防止する。れき石は、おおむね 20~40mm のサイズで、長年の使用に耐える強度を持つものを使用する。

k) LED 照明の設置

PV 設置エリアは、CERD の敷地内にあるものの、研究棟が集中している場所からやや離れた敷地の端にあるため、常時警備体制はあるものの盗難等のリスクに対してより厳重な対応が必要である。したがって、照明を設置することとする。

照明装置としては、電力事情が厳しいなか太陽光設備が発電を行わない夜間に電力を消費する設備となることに配慮し、消費電力の小さい LED 電球を使用したものとする。LED 電球は、現時点では生産国が少なく、実質上日本製のものを輸送することとなるが、省エネ、長寿命、これらによる CO₂ 削減効果などが期待され、本計画の趣旨に合致している。また、10 年ほどの寿命を迎えた後の対策として、交換球 1 セットをスペアパーツとして用意するが、それでも球の替えが無くなった際には、照明灯のポスト部分だけ利用してヘッドの部分は現地で入手可能な従来品で置き換えれば、施設自体は有効に活用を続けられるため、長期的な利用の持続性についても問題は無い。

(3) 主要設備の概略仕様

表 3-2-2-6 主要機器等の概略仕様 (1)

名称	概略仕様	数量
太陽電池モジュール	設備容量:最大出力 300kW 以上 タイプ:地上設置の結晶シリコン太陽電池(PV)モジュール(公共・産業用を想定) モジュール効率:14%程度 モジュール容量:210W 程度を想定	1 式
接続箱	断路端子、逆流防止用ダイオード、アレスタなどを入力毎に設置	1 式
太陽光発電用直流分岐装置	接続箱1台につき1個の遮断機能を有する配線用遮断器 接続箱からの入力回路には、1入力につき1台の避雷器 直流主回路の最大印加電圧:DC500V 以上	1 式
太陽光発電用パワーコンディショナ装置	交流側定格電圧: 三相三線式 400V 系(線間) または 200V 系 ±10% ただし、自立運転時の電圧は 380 Vrms(線間)(負荷時) 交流側定格周波数 50Hz ±3% 交流側定格出力 300kW 以上 直流側電圧範囲 DC0V~500V 以上 直流側制御電圧範囲 DC320V 以下~400V 以上 変換効率 93%以上(定格運転時) 高調波電流 歪率総合 5%以下 各次 3%以下(定格運転時) 外部通信機能 有 運用方式: 1・通常運用モード(系統連系による最大出力追従制御) 2・停電モード(自立運転による交流側定格電圧制御)	1 式
低圧連系装置	配線用遮断器(連系点用、負荷用、PCS 用、システム内負荷用)、電磁開閉器(連系点用) その他:無停電電源装置1式 系統連系保護リレー 過電流リレー(OC) 過電圧リレー(OV) 電圧低下リレー(UV) 周波数上昇リレー(OF) 周波数低下リレー(UF) 単独運転検出機能 受動、能動検出方式 移相変圧器(三相 3 線→三相 4 線)	1 式

表 3-2-2-7 主要機器等の概略仕様 (2)

名称	概略仕様	数量
システム制御装置	装置の主な機能は下記の通り 1・装置の起動／停止 2・インターロック 3・保護 4・監視機能 5・表示機能 6・記録機能	1 式
環境計測装置	日射計(屋外設置)、1 個 気温計(屋外設置)、1 個 変換器(屋外収納箱入り)、日射・気温用各1台	1 式
負荷切替盤 (自立運転対応用)	配線用遮断器 その他:メカニカルインターロック、1 式 電力量計:受電用および送電用に各 1 個 ・種類:精密電力量計(日本国内での検定有) ・回路方式:三相 4 線 ・逆回転防止機能有 ・検定機関:日本国内の第 3 者機関(「ジ」国電力公社の検定不要)	1 式
コンテナ式キュービクル設備	エアコン付(自立運転時も含め低圧連系装置より電力を供給) 保護等級:IP54 相当	1 式
架 台	溶融亜鉛メッキ耐塩仕上げ、環境計測装置取付金具付、接続箱取付金具付	1 式
配線および接地材料	配線 形 式:低圧 2~4 心銅導体ケーブル、XLPL 絶縁、PVC シース 適用基準:IEC 付 属 品:端末処理材等	1 式
フェンス・ゲート および砂利設備	(フェンス) フェンス高さ:2 m (ゲート) ゲート高さ:2 m (砂利) 砂利種類:サイズは 2~3 cm 程度 砂利厚み:10 cm 以上	1 式

XLPE:架橋ポリエチレン、PVC:ポリ塩化ビニル

3-2-3 概略設計図

本計画の概略設計図を次表の通り巻末に添付する。

Number	Title
NO. 01	SINGLE LINE DIAGRAM (CERD)
NO. 02	SINGLE LINE DIAGRAM (PV SYSTEM)
NO. 03	GENERAL LAYOUT PLAN
NO. 04	BRANCH SWITCHERS FOR LOAD
NO. 05	CABLE LAYOUT PLAN
NO. 06	ELECTRIC ROOM EQUIPMENT LAYOUT (EXISTING)
NO. 07	ELECTRIC ROOM EQUIPMENT LAYOUT (MODIFICATION)
NO. 08	LED OUTDOOR LIGHTNING SYSTEM

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

(1) 調達方針

本計画は、我が国の調達代理方式を採用した環境プログラム無償事業として実施される。本環境プログラム無償資金協力に係る交換公文（E/N）締結後、「ジ」国政府は、コンサルタント及び施工業者の調達を調達代理機関に委託する。またコンサルタント及び契約業者は、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ことになる。

以上の方針は、次図に概略的に示される。

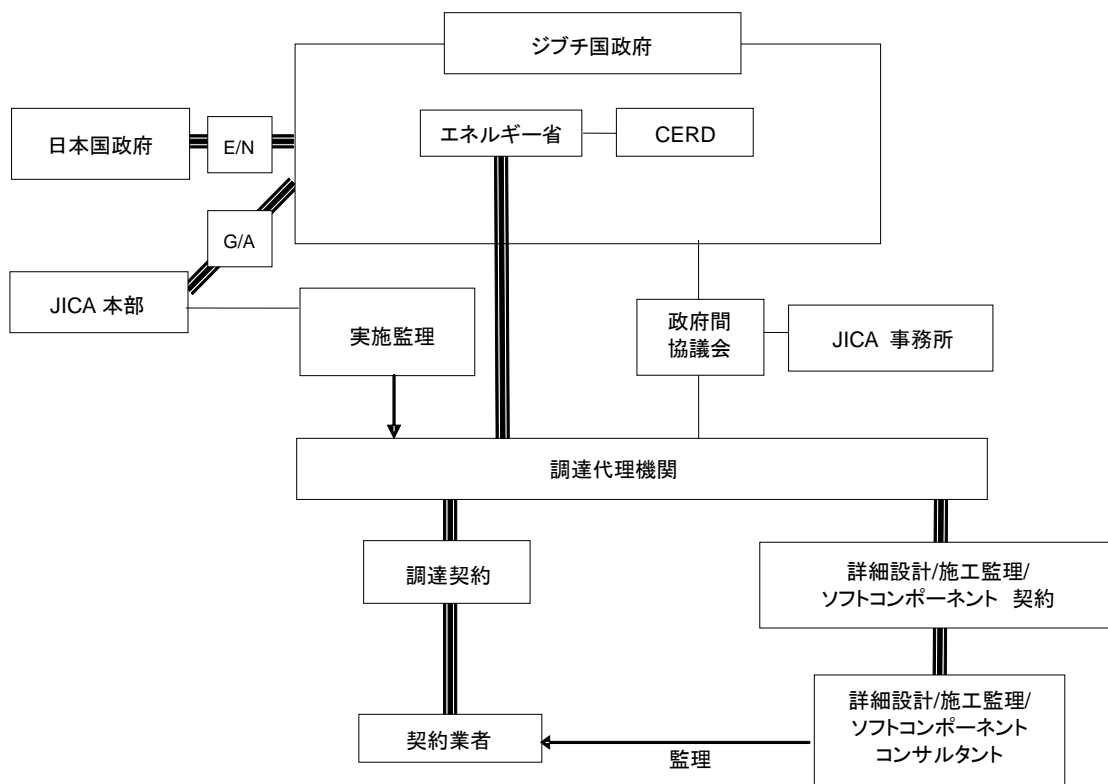


図 3-2-4-1 調達にかかる各機関の役割

1) 責任機関及び実施機関

受入国側の体制は、責任機関、実施機関をエネルギー省とし、CERD が事業実施場所に位置づけられる。

2) 調達代理機関

調達代理機関は受入国政府と代理機関契約を結び、調達先の契約業者選定のための入札、契約、契約の実施管理等を行う。更に、同機関は「ジ」国政府に代わってコンサルタン

トや契約業者への支払いなどの資金管理も行う。

3) コンサルタント

コンサルタントは、入札資格審査、入札実施業務など調達代理機関が行う入札を支援し、契約業者の調達と据付工事等の監理を行う。本計画で整備される設備が持続的に活用されるよう、受入国側関係者に対してトレーニング等を提供する（ソフトコンポーネント）。さらに設備の調達・据付完了後の設備引渡しにかかる証明書やその1年後に予定される瑕疵検査の証明書発行等を行う。

4) 契約業者

我が国の無償資金協力の枠組みに従い、入札で調達代理機関によって選定された契約業者によって、設備の設計製作と現地までの輸送、その据付、設備の運転維持管理にかかるガイダンスを行う。本計画では品質確保、施工計画の合理性の観点から、契約業者は設備機材の調達と据付工事を一貫して実施するものとする。

(2) 施工方針

施設建設については、日本の施工業者による監督のもと現地企業を起用して行うことを想定する。施工内容は、①土工事、②PV モジュール架台基礎、フェンス基礎などのコンクリート工事、③PV モジュール、フェンス据付工事、④配線工事である。

「ジ」国では本計画と類似した太陽光発電施設の建設工事についてはほとんど実績がないため、本計画の施設建設の規模と水準の設定にあたっては、基本的に日本の建設基準を適用する。ただし、現地建設工事の事業規模や技術レベルを十分に把握し、適正技術の導入に努める。

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

(1) 「ジ」国の建設事情

「ジ」国には、ソーラーホームシステムなど地方電化で経験のある業者が存在するが、200kW 規模のPV 発電設備工事の経験のある業者は存在しない。一般電気工事に関しては、BP ソーラの関連業者などで小規模な太陽光発電式ポンプの設置や現地に駐留しているフランス軍などから電気工事を請け負っている業者がジブチ市内にある。

これらの現地業者はチュニジアや EU 諸国から必要に応じて技術者を召集することが可能であり、日本業者の監督下で施工を行うことにより、我が国無償資金協力の品質水準を確保する施工能力を有すると考えられる。

建設機械のレンタルに関しては、ジブチ市内にレンタル業者が複数存在するが、メンテナンスの状況が悪く、数も限られているため、本工事では出来るだけ建設機械等を用いない

施工方法を用いる必要がある。一方、本邦調達の資機材輸送時に必要となる大型クレーンに関しては、現地輸送業者から適時必要に応じてレンタル可能であることが確認されている。

(2) 施工上の留意事項

- 「ジ」国は一年を通じて気温の高い気象条件であるため、特に気温の高くなる夏場でのコンクリート打設を避けるなどの、現地の気象条件などを考慮した施工計画が必要である。
- 「ジ」国は国民の大半がイスラム教徒のため、断食のラマダンを避けて施工計画を策定する必要がある。
- 公共水道では $3500 \mu\text{S/cm}$ 以上の塩分濃度が検出されているため、市内にある水供給会社から塩分濃度を除去した水を購入する必要がある。
- プロジェクトサイトの CERD は所員及び研究所訪問者が出入りするため、施工現場の安全確保には十分に配慮が必要である。

3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

本計画の範囲とそれに対応する「ジ」国側と日本側の分担内容は以下の通りである。

表 3-2-4-1 両国の主要な分担業務

No.	項 目	無償事業で実施	受入国側で実施
1	用地の確保		●
2	必要に応じた用地のクリアリング、レベリング、埋め立て		●
3	サイト内外の門とフェンスの設置		●
4	必要に応じ、駐車場の設置		●
5	道路の建設		
	1) サイト内	●	
	2) サイト外とアクセス道路		●
6	施設の建設と設備の据付	●	
7	電力、水道、排水、その他の仮設設備等で必要な設備の提供		
	1) 電力		
	a. サイトへの配電		●
	b. サイトへの電力線の引き込みと内線	●	
	c. サイト用の遮断器と変圧器の設置	●	
	2) 水道		
	a. 水道管の引き込み		●
	b. サイト内の供給システム(受水槽、高架槽等)	●	
	3) 排水		
	a. 都市下水サービスの配管(サイトからの雨水、廃水の排水用)		●
	b. サイト内の排水設備(下水、一般廃水、雨水等)	●	
	4) ガス		
	a. サイトへの都市ガスの配管		●
	b. サイト内の配管	●	
	5) 電話線		
	a. 幹線から建物内配線盤(MDF)までの配線		●
	b. MDFと以下の内線等の配線	●	
	6) 家具、機器類		
	a. 一般家具類		●
	b. プロジェクト用の特定機器類	●	
8	銀行取極(B/A)にかかる日本側銀行のサービスに対する対価の負担		
	1) A/Pにかかる相談費用		●
	2) 支払い手数料		●
9	受入国側搬入点における迅速な荷卸と通関		
	1) 日本または第3国から受入国への製品の海上或いは航空輸送	●	
	2) 陸揚げ港における製品への税の免除或いは引受けと通関		●
	3) 陸揚げ港からサイトへの内陸輸送	●	
10	プロジェクトの実施に関してサービスを提供する日本人または第3国の人に対し、それを目的とした受入国への入国と滞在に関し必要となる便宜を供与すること		●
11	機材の購入やエージェントの雇用に関し受入国内で発生する関税、内国税その他の財政的徴収について受入国政府が免除すること		●
12	無償資金によって建設された施設や調達された機材について適切かつ効果的に維持し使用すること		●
13	機材の調達と代理機関の雇用に関し無償資金およびその利息により負担される支出以外のすべての支出を負担すること		●
14	無償プログラムにおける環境社会配慮を遵守すること		●

3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

本計画は我が国の無償資金協力制度に基づき、基本設計の趣旨を十分に踏まえた計画を策定し、日本政府によって計画の妥当性を確認された後、両国間で E/N の取り交わしが行われプロジェクトが開始される。

コンサルタントは工事施工期間中、土木工事、機材据付工事等の工事進捗に併せて現地に専門技術者を派遣し最低限一人の技術者を常駐させ、工程管理、品質管理、安全管理を実施し工事の監理を行う。更に、必要に応じて、国内で製作される資機材の工場立会検査及び出荷前検査に専門技術者が参画し、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を確保すると共に工事が安全に実施されるように、契約業者を監理・指導することを基本方針とする。このため、工事の進捗状況に合わせ、施工監理者1（電気・設備担当）と施工監理者2（土木担当）を適宜派遣する。

以下に主要な施工監理上の留意点を示す。

1) 工程管理

契約業者が契約時に計画した工程と、その進捗状況との比較を以下の項目毎に月及び週毎に行い、遅れが出ると判断される場合は、契約業者に警告を出すと共に、その対策案の提出を求め、工期内に工事が完成するように指導する。

- ① 工事出来高確認
- ② 資機材搬入実績確認
- ③ 技術者、技能工、労務者等の歩掛りと実数の確認

2) 品質管理

契約図書（技術仕様書、実施設計図等）に示された機材の品質が、契約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ときは、契約業者に訂正、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 資機材の工場検査結果の照査または検査への立会い
- ③ 資機材の据付要領書、現場試運転・調整・検査要領書及び施工図の照査
- ④ 資機材の現場据付工事の監理と試運転・調整・検査の立会い
- ⑤ 施設施工図の照査
- ⑥ 施設施工図と現場出来型の照合

3) 安全管理

契約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。太陽電池は日射を受けている限り発電しているため、施工に当たっては特に感電事故防止の安全対策が重要となる。

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 安全管理規定の制定と管理者の選任
- 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、資機材搬入ルート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 感電防止策

(2) 計画実施に関する全体的な関係

施工監視時を含め、本計画の実施担当者の相互の関係は、下図に示すとおりである。

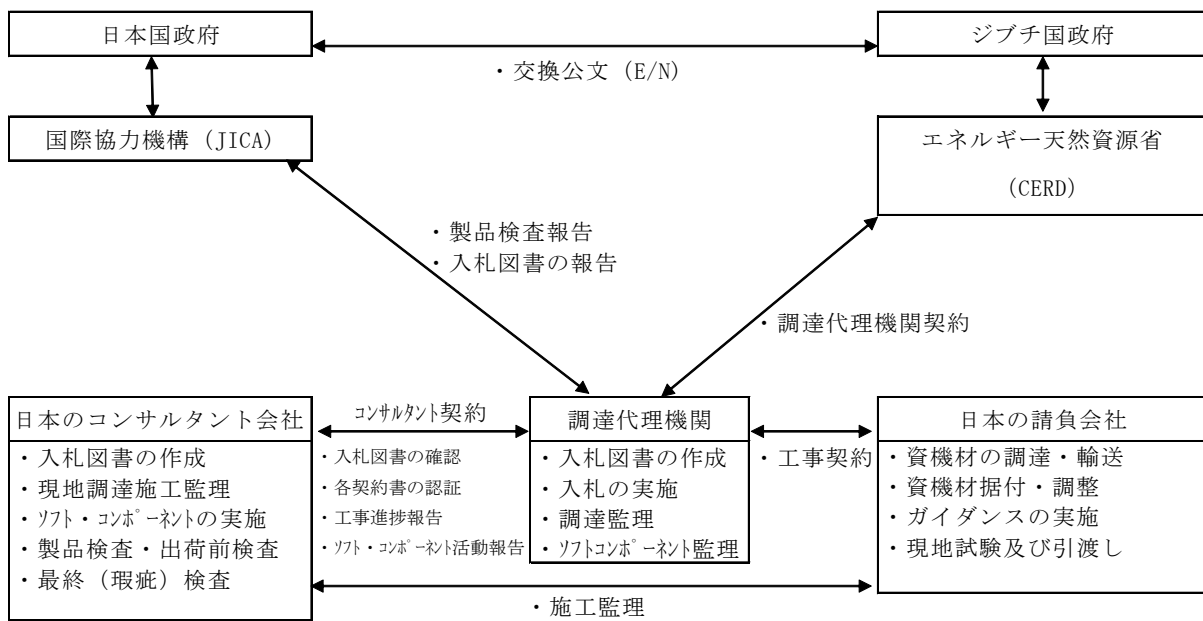


図 3-2-4-2 計画実施時の関係図

3-2-4-5 品質管理計画

コンサルタントの施工監視要員は、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、契約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視を実施する。品質の確保が危ぶまれる時は、契約業者に訂正、変更、修正を求める。

- ・ 資機材の製作図および仕様書の照査
- ・ 資機材の工場立会い検査又は工場検査結果報告書の照査
- ・ 梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
- ・ 資機材の施工図及び据付要領書の照査
- ・ 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
- ・ 資機材の現地据付工事の監視と試運転・調整・検査の立会い
- ・ 施設施工図と現場出来型の照査
- ・ 竣工図の照査

3-2-4-6 資機材等調達計画

(1) 本邦からの調達

発電設備のうち、太陽電池モジュール、パワーコンディショナは日本製を調達する。

(2) 第三国からの調達

調達機材のうち、ポータブル日射計・直達日射計の気象観測装置は第三国調達も可能とする。

(3) 輸送計画

本邦からの太陽光発電関連資機材は、ジブチ港で荷揚げされることになる。ジブチ港は規模 18 バース、波止場延長 2,839m、深度 7m～18m の国際港である。最大クレーン荷揚げ能力は 50 トンであり、今回想定される最大コンテナ重量 20 トンを十分に満足する能力を有する。計画サイトの CERD は、ジブチ港から 10km 以内と比較的近い距離に位置している。ジブチ市内には経験豊富な輸送業者が数多くあり、また計画サイトまでのアクセス道路も良好であるため現地輸送に関する懸念材料は特にない。

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

(1) 目的

受入国において初の事例となる大型の太陽光発電設備が、事故対応も含め適切に運用・維持管理されるため、実際に運用・維持管理を行うことになる技術者や技師等に操作・運用指導等の支援を行う。

なお、「ジ」国においては太陽光発電システムのような再生可能エネルギー源の系統連系に関する実績・ノウハウがない上に、連系する系統に関する技術データ（電力品質等）が極端に乏しく、連系する系統に合わせて太陽光発電設備のセッティングを最終化させるには、その適合具合を一定期間モニターしたうえで再度調整する必要がある。さらには、対象施設の既設電気設備の管理状況は必ずしも良好ではなく、高温という地域性、埃が多いというサイト固有の状況でインバータ等半導体を多用する設備を運用するにあたりメンテナンスの不備が設備寿命に対し非常に大きな影響を与えるリスクがある、などの問題が指摘される。これらの状況を踏まえ、設備運用開始の3ヵ月後に、契約業者に設備の点検を求めることを提案する。

(2) 発電設備運転・運用技術指導計画

本計画で整備される太陽光発電設備の仕様・グレードは、既設発電設備の運転・維持管理に携わっている「ジ」国の既存技術レベルを考慮して選定するが、ディーゼル発電設備等

の既設発電設備と本計画で整備される太陽光発電設備とは、その運転特性等に違いを有している。また、本格的な系統連系太陽光発電設備は「ジ」国初の設備であるため、「ジ」国側は本設備に関する運転・維持管理技術を保有していない。従い、据付工事期間中および運転開始後一定期間経過した時期に実施する設備点検時に、契約業者から「ジ」国側技術者に対して運転・維持管理技術の指導を行うことを本件事業契約において規定する。

1) 据付期間中の運転・運用技術指導計画

計画内容を下記に示す。

a) 技術指導実施期間⁵と実施場所

講義及び実習 : 約1週間（現場）

b) インストラクター等

我が国の契約業者が納入する太陽光発電設備の製造会社（インバータ等の電気設備）から派遣される機材据付・試運転・調整技術者をインストラクターとして想定する。

c) 研修員

技術指導を受講する「ジ」国側研修生は、当該発電設備運転開始後に、直接運転・維持管理業務に携わる下記運転員及び保守要員を中心とする。

従って、本計画の「ジ」国側実施機関は、発電設備の据付工事が開始されるまでに、具体的に研修員を任命するものとする。

表 3-2-4-2 発電設備運営組織体制(案)

担当		人数	主な役割
総括技術者		1名	責任者・主要な方針決定
運転要員	電気技術者	1名	電気設備・基本的な太陽光発電のバックグラウンドに基づいた、設備運用方針(詳細)等の検討
	電気技能者	2名程度	日常運転の実施
保守要員	電気技術者	1名	電気設備・基本的な太陽光発電のバックグラウンドに基づいた、イベント発生時の方針(詳細)検討
	電気技能者	2名程度	日常点検の実施
	清掃要員等	数名程度	太陽電池モジュール等の清掃

d) 研修内容

① 座 学

運転保守マニュアルを使用して、当該発電設備を中心とした下記基礎教育を行う。

- ・ 運転保守マニュアル全体の解説

⁵ 実施期間は、日本から派遣されるインストラクターの移動期間（日本⇄現地）も含む。

- ・ 運転・保守管理の基礎（運転スケジュール・コントロール、予防保全の基礎的考え方、設備機能、事故・故障対策の基礎、予備品及び工具の管理、図面、書類の管理）

② 現場研修

機材の据付、試運転期間中に下記項目・内容の研修を現場にて行う。

- ・ システムの起動及び停止方法（操作方法説明）
- ・ 実機での盤メータ・部品等説明
- ・ 故障時の緊急停止方法
- ・ 監視、目視点検方法
- ・ ケーブル等の清掃方法
- ・ 電気設備の保守方法（太陽電池モジュールの清掃含）

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

「ジ」国においては、オフグリッドの太陽光施設の実績はあるものの、系統連系型太陽光発電設備の設置及び運用は初の事業となる。したがって、第一に当該施設において設備の運転・維持管理を担当する人材に運転・維持管理の方法を習得させるトレーニングプログラムを提供する必要がある。さらに本件に関連する電力公社やそれを管轄するエネルギー省の設備・技術担当部署の職員等が、太陽光発電設備と系統連系に係る技術的特性や制度的課題を理解し、今後の「ジ」国における再生可能エネルギー案件取組みやそのための民間発電事業者との協働の基礎となるような、基本的な部分にも重点を置きプログラムを計画実施する。

契約業者が実施する初期操作指導・運用指導は、運転、維持管理の現場における実践的な技術の取得を目的としているが、それらの実践技術の背景にある基礎知識を伝達することにより、運転、維持管理のさまざまな局面におけるより確かな判断力、応用力の基礎づくりを行い、さらには今後の類似事業への適用という発展性も視野に入れて実施するものである。

特に本計画では、系統電力の停電時にPVシステム単独で施設の一部に電力供給を行う「自立運転機能」を備える設備を導入するため、その利用にあたっての制約や課題を理解し、適切な運用を行えるように配慮する必要がある。

「ジ」国には、再生可能エネルギー発電の系統連系の実績の無いことや系統の電力品質に関する技術的情報が少ないという問題があり、運用開始3ヵ月後に契約業者に設備の点検を行わせることとしているが、技術力の育成も同様のタイミングで実施し、習熟教育を充実させて、安全性の高い運転・維持管理技術の定着とその持続性を確実なものにする。

さらに、CERDには再生可能エネルギー研究室があり、時折、国内に分散する独立型太陽

光発電設備の診断や修繕に技師を派遣している。同研究室は、地方部に存在する太陽光発電設備の管理者に対しトレーニングや教育の機会を提供できるようになりたいと考えている。同国における太陽エネルギー利用の先導者となることを目指すにあたり、太陽エネルギーの利用に関する理論的、実地的な知識を身につけることは CERD にとっても有益である。

(2) ソフトコンポーネントの目標

上記の目的を達成するため、以下のような目標を設定する。

[現場の運転・維持管理人材について]

- ・ 操作員の通常時、緊急時の運転維持管理について、現場での操作方法だけでなく、太陽光発電設備の機能面、及び施設内の既設電力設備との関係において理解すること
- ・ 操作員が、日常及び長期的な維持管理と点検の内容及び重要性を理解しており、それらを着実に実施するとともに、必要なスペアパーツや消耗品の調達や交換等ができること
- ・ 以上について、自ら日常的な作業ルーチンを検討し、運転維持管理計画を作成できること
- ・ 自立運転の電力供給先において、適切な負荷の選択や配置の検討ができること
- ・ 当該施設内外の新たな運転・維持管理人材の育成や指導を行うための基礎知識を得ること
- ・ 広報用リーフレットを活用し、外来者、見学者等にシステムの説明が行えること

[電力公社、エネルギー省職員等の人材について]

- ・ 太陽光利用の理論・技術的特性や制度づくりにおける課題を理解すること
- ・ 発電事業者と電力公社との協定等に必要な技術的事項を理解すること
- ・ 新たな運転・維持管理人材の育成や指導、新たな事業を計画し実施するための基礎知識を得ること
- ・ 広報用リーフレットが活用され、太陽光利用を促進する活動が行われること

(3) ソフトコンポーネントの成果

- ・ 運転維持管理計画書が作成され、設置した太陽光発電設備が、計画通り運転され、自主的、持続的に維持管理されている
- ・ 自立運転の供給先で適切な負荷の配置がなされ、安全な運転が行われている。
- ・ これらの活動について、チェックシート等を用いて活動の振り返りが行われている
- ・ 再生可能エネルギー発電設備の計画論と、その系統連系に係る制度設計に関連する基

礎的な技術的知識が、エネルギー省と電力公社の担当者に備わっている。

- ・ 広報用リーフレット等を活用した啓発活動が持続的に行われている

(4) 成果達成度の確認方法

目に見える成果としては、運転維持管理計画書がある。後述するとおり、本ソフトコンポーネントのプログラムは、竣工前後と運開3ヵ月後の2回に分けて実施する。運転維持管理計画書は、まず竣工前後の活動で演習として作成し、さらに運開3ヵ月後の演習では3ヵ月間の実績を踏まえた修正や改善がなされる。同様に、トラブルシューティングマニュアルは、日常的な障害への対応方法について、運転・操作担当者が自ら答えを探して取りまとめるという過程で作成するものである。広報用リーフレットは、当該国の再生可能エネルギー利用の事情を踏まえて作成され、当該設備の紹介や再生可能エネルギー利用の啓発等の目的で配布・使用される。

その他の竣工前後プログラムの実施成果の評価は運開3ヵ月後プログラムの着手時に以下のような方法で評価を行う。また、運開3ヵ月後プログラムを含めた全体プログラムの評価は、最終段階でのワークショップ向けに作成される資料で評価されるほか、アンケート等を実施して補助的な評価を行う。

- ・ 運開後3ヵ月間の運転記録、日常点検ログの確認・評価
- ・ 運開後3ヵ月間の事故・障害時対応ログの確認・評価
- ・ 運開3ヵ月後に実施するトラブルシューティングにおけるQ&A内容の評価
- ・ 演習、そのアウトプットとしてのワークショップ資料等で、設備全体のマネジメントにかかる知識取得状況の評価
- ・ 運開3ヵ月後プログラムの終了時に実施するアンケート

(5) ソフトコンポーネントの活動(投入計画)

1) 実施内容

ソフトコンポーネントは、上記の目標を達成するために一連の講義、演習、OJT等を本邦コンサルタントが実施する。実施内容としては、太陽光発電設備の竣工前後の期間と運開3ヵ月後の期間を利用して、以下のような事項とする。

なお、前節で述べたとおり、調達・工事契約のなかには初期操作・運用指導が含まれているため、本件のソフトコンポーネントは、契約業者により実施される操作・運用指導とタイミングを合わせ、必要な技術と知識が研修対象者に効率的に伝わるよう計画する。下記の実施項目のうち(◆)印をつけた項目については、契約業者の実施する運転・維持管理指導に対し、ソフトコンポーネントでフォローアップを行う部分を示している。同項目については、契約業者の指導内容を受け、受講者にとって単なる「操作方法の暗記」にならないよう、システム全体の機能の中で操作の意味を理解できるような指導をソフトコンポーネントのなかで行う。

竣工前(約4週間前から)

基礎技術講義として、

- 太陽光発電の理論的基礎
- 太陽光発電の利用方法
- 系統連系の仕組みと計画
- 余剰の発生と逆潮流の理解
- 施設への系統からの電力供給
- 施設内電力需要、負荷の理解 (演習含む)
- 配電線停電時の太陽光設備の対応
- 自立運転の必要性と保護原理
- 自立運転給電先の負荷マネジメント太陽光発電設備の計画 (演習含む)
- 太陽光発電設備の計画 (演習含む)
- 発電設備設置者の電力会社の間での取り決め

工事(接続)計画演習として

- 太陽光発電設備の据付
- 施設内の配電 (演習含む)
- 施設内の電力設備と太陽光設備の接続 (演習含む)
- 工事工程の計画 (演習)
- 施工管理と検査・引渡し

OJTとして

- 接続工事立ち会い
- 竣工検査立ち会い、等

竣工後

契約業者の運転指導に対するフォロー

- 起動、停止、再起動 (演習含む) ◆
- 日常管理の実施指導 (演習) ◆
- 定期点検について (演習含む) ◆
- 機器構成と消耗品、軽微な交換作業 (演習含む) ◆
- 事故障害の発生と対応 (演習含む) ◆
- 自立運転時の操作方法 (演習含む) ◆

運転・維持管理活動の計画

- 日常管理のチェックシート作成 (演習含む)
- 事故・障害の記録
- 設備が良好に維持される電気設備の管理方法 (清掃等含む)
- 自立運転時のトラブル対応 (演習含む)
- 以上の成果を、運転維持管理計画書として取りまとめ (演習含む)

再生可能エネルギー利用促進の啓発活動として

広報用リーフレット作成

(発電設備見学者他への配布を目的とした広報用リーフレットをPDFで作成)

一方、竣工・運転開始後の初期設定不具合や運転操作の習熟度の浅さから設備にトラブルや不十分な稼働が発生することがしばしばあり、これらの事象は日本でも海外でも同様である。そのため、設備運開後にしかるべき期間を置いて、再度の習熟教育プログラムを実施することが必須である。ここでは、およそ3ヵ月後に再度教育プログラムを実施する計画とし、実際に設備を運転した経験を踏まえ、設置した設備や設置先施設に固有の運用上の問題や事故障害解決上の問題点等を抽出して、運転維持管理計画書等への反映を行い、より現実に即した確実な運用方法を確立すると共に、以降に発生することが予想される事故障害への迅速な対応を図る。また、発電量や逆潮流量等の運用実績に対し分析を加え、季節変動への対応を含むより高度な運転計画や簡易な財務分析を演習として実施し、発電設備の計画からマネジメントに係る技術の育成を行う。さらに、3ヵ月点検時の模様をビデオ等を活用し記録メディアに保存し、保守点検技術の継承・水平展開に活用することで、完了時点で発現した協力対象事業の成果が、より長い期間発現し、その結果全体プロジェクトの目標が達成することを目指す

実施内容としては、以下のような事項となる。

運開3ヵ月経過時

定着度確認

運転操作指導を中心とした基本操作の定着度確認

日常的な運転・維持活動に関する定着度確認

運転実績に基づいた運転・維持管理活動の見直し

日常管理、事故時等の記録の検証による3ヵ月間の運転・維持管理実績の評価(プログラムのインプットとして)

トラブルシューティング(アンケート、質疑等により、現実の課題を抽出し解決策を探る)

自立運転操作記録の確認・評価と対応の見直し(演習含む)

日常管理チェックシート見直し(演習含む)

長期継続運転を目指した発電設備の維持管理技術の向上

季節の変化等を考慮した運転計画見直し

(日射量および負荷の季節変化に対応した運転時刻の設定、余剰発生を検討、等)

3ヵ月点検立ち会い

(3ヵ月点検はヒューズ等の消耗品の一部をメーカー検査員が交換することを含)

定期点検の映像による記録

(上記3ヵ月点検等をビデオ撮影しDVD等の記録メディアに保存する)

運転実績に基づいたトラブルシューティングマニュアルの作成

一定の運転期間中にサイト運転員が記録した運転記録・トラブル記録(運営組織

のトラブル含)について、日本側と対応案を議論する。またこれらの事例と対策を取りまとめて、トラブルシューティングマニュアルを作成。

適正な太陽光発電設備運営・管理体制の強化に対する支援

発電設備の簡易財務分析

(発電・逆潮流実績に基づいた想定収入とメンテコスト実績から収支を想定)

発電設備運用のためのマネジメント手法の確立

(より持続的な体制のあり方についての議論)

電力需要の増加への対応、有効利用に向けた計画策定

(電力利用実態を分析し、需要マネジメント (DSM) の可能性等を検討する)

総合演習

運転維持管理計画書のアップデート (演習含む)

理解度確認アンケート

ワークショップ

運転維持管理計画書・トラブルシューティングマニュアルの発表と、財務分析を含む運用状況の報告

2) 実施対象者

対象者は、以下のとおりとする。

施設管理担当者 : 実際に太陽光発電設備を管理する CERC の技術担当。

CERC 研究員 : CERC の研究者は、単なるプログラムへの参加者としてではなく、コンサルタントが実施するプログラムの準備、実施、評価の活動にも参加する。

電力公社担当 : 電力公社の職員で、配電、売電、発電管理等の部署の責任者/担当者レベルが想定される。技術系の素養を持ち、大学で電気工学を履修した者であることが望ましい。

エネルギー省担当 : エネルギー省の職員で、電力関係の制度設計、施設計画等の部署の責任者/担当者レベルが想定される。技術系の素養を持つこと(工学系の大学卒業者)が望ましい。

その他 : 仮に、他の省等からの希望がある場合は、公共施設の計画、維持管理担当者の参加が考えられる。

上記対象者とその参加プログラムは、以下のとおりとなる。

表 3-2-4-3 各プログラムと想定参加者

実施項目	施設管理担当 (3-4名程度)	電力公社担当 (2-3名程度)	エネルギー省担当 (2-3名程度)	その他 (3名程度)
竣工前				
基礎技術講義	○	○	○	○
工事計画演習	○	○	○	
OJT(検査等立ち会い)	○	○	○	
竣工後				
運転操作指導のフォロー	○	○		
運転・維持管理活動の計画	○			
啓発活動(広報リーフレット)	○	○	○	
運開3ヵ月後				
定着度確認	○	○		
実績に基づいた活動の見直し	○			
発電設備維持管理技術向上	○			
トラブルシューティングマニュアルの作成	○	○		
発電設備運営・管理体制の強化	○		○	
総合演習	○	○	○	○
ワークショップ	○	○	○	○

3) 実施工程

以上の活動について、そのスケジュールを以下に挙げる。

表 3-2-4-4 ソフトコンポーネント1:竣工前後の活動

	活動	-4週	-3週	-2週	-1週	-0週	1週	2週	3週
活動内容	準備作業	■							
	基礎技術講義		■						
	工事計画演習			■					
	OJT(検査等立ち会い)				■				
	操作・運用指導					■	■		
	管理計画書演習							■	■
	啓発(広報リーフレット)						■		
受講者	CERD 管理担当者		■	■	■	■	■	■	■
	CERD 研究者	■	■	■	■	■	■	■	■
	電力公社		■	■	■	■	■		
	エネルギー省担当		■	■	■				
指導者	ソフコン管理者	■	■	■	■				
	ソフコン管理補助員					■	■	■	■
	通訳	■	■	■	■	■	■	■	■

表 3-2-4-5 ソフトコンポーネント2:3ヵ月点検時の活動

活動(担当指導者)		1週	2週	3週	4週
活動内容	定着度確認(保守)	■			
	実績に基づいた運転・維持管理活動の見直し(組織)		■		
	発電設備維持管理技術向上(保守)			■	
	トラブルシューティングマニュアルの作成(保守)		■		
	太陽光発電所運営・管理体制の強化(組織)			■	
	総合演習(保守および組織)				■
	ワークショップ(保守および組織)				▼
受講者	CERD 管理担当者	■	■	■	■
	CERD 研究者	■	■	■	■
	電力公社		■		■
	エネルギー省担当			■	■
指導者	ソフコン管理者(保守技術担当)	■	■	■	■
	ソフコン管理補助員(組織運営担当)		■	■	■
	通訳	■	■	■	■

(6) ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

前述のとおり、系統連系型太陽光設備については「ジ」国内に実績がないため、ソフトコンポーネントの実施は、本邦コンサルタントが実施することになる。コンサルタントは、系統連系型の太陽光設備の計画、実施について実績を持つものが望ましい。

指導に当たる本邦コンサルタントについては、竣工前後の実施時は、責任者と補助者の2名体制、運開3ヵ月後の実施時も、同様の体制とする。ただし、運開3ヵ月後の実施時は責任者が保守技術を担当し、補助者が組織運営を担当することで効率的に活動を進めていく。ローカルリソースについては、「ジ」国で経験のないシステムの導入であるため、特に雇用は予定しない。

当該国の公用語は仏語であり、想定される参加者の中でも特に施設の設備管理技師等は、英語でのコミュニケーションはまったく不可能な場合がある。また、現地で調達可能な英仏通訳にはどうしても専門用語の面で問題があるため、本邦コンサルタントが英語で講義を行い、それをさらに仏語に翻訳することは極めて不正確でわかりにくい講義となる危険性がある。したがって、通訳は日仏とし、基本的に日本から委託・派遣をすることが望ましい。さらに、本計画の主要な機材であるパワーコンディショナ等は日本製であり、各種参考資料は日本語で書かれている可能性が高い。日仏通訳を雇用すれば、ソフトコンポーネントの活動実施中も、必要に応じて追加的な翻訳(日本語から仏語)を行うことが可能となるなど、ソフトコンポーネントの内容に柔軟さを確保する効果も期待される。

(7) ソフトコンポーネントの実施工程

2010年10月に、調達代理機関と契約業者の間の契約が調印されると想定し、以降のスケジュールにおいて次のようなソフトコンポーネント実施を計画する。

作業項目	月	2010年度					2011年度								2012年度									
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
施工	機材製作	■										▽工場試験												
	納入期間(輸送・通関)	■										■												
	現地工事			■準備工事		■土木工事				■電気工事		▽竣工												
ソフトコンポーネント	実施											■												
	報告											▲実施状況報告書		▲完了報告書										

図 3-2-4-3 ソフトコンポーネントの実施スケジュール

(8) ソフトコンポーネントの成果品

成果としては、以下のものが挙げられる。

- ・本邦コンサルタントが作成したプログラム用テキスト
- ・実習で作成した施設内の結線図等
- ・広報用リーフレット
- ・実施状況報告書
- ・定期点検の映像による記録・
- ・運転維持管理計画書及びその修正版
- ・トラブルシューティングマニュアル
- ・ワークショップ発表資料
- ・アンケート結果（及びその評価）
- ・完了報告書（ログの評価やトラブルシューティングの内容記録含む）

(9) 相手国実施機関の責務

研修プログラムへの参加にあたっては、数週間の期間にわたり職場から離れる必要があるが、実施の効果を担保するためには、スケジュールに従って継続的に参加することが求められる。したがって、職場での理解と上長からの指示が明確に行われることが必要となる。

さらに、特に行政サイドからの参加者の選定にあたっては、今後、「ジ」国の太陽光や再生可能エネルギーの実務を担当するものを参加させることが重要である。

3-2-7-9 実施工程

工期設定においては無償資金協力事業の制度上、定められた日程の範囲内で事業が完了しうる内容とする。

無償資金協力事業としての本事業の実施手順は以下のような流れになる。

- ① 政府間交換公文 (E/N)
- ② コンサルタント契約
- ③ 現地詳細設計調査
- ④ 入札図書作成
- ⑤ 入札、業者契約
- ⑥ 資機材製造・調達
- ⑦ 現地基礎工事・据付・調整
- ⑧ ソフト・コンポーネント・プログラム実施
- ⑨ 完成引き渡し

本計画はE/N締結後、約27ヵ月の工程で実施される。施設建設工期設定の条件として「ジ」国の基準労働時間は1日8時間、休日は毎週金曜日、政府の祝祭日は年間15日である。また、ラマダン時期の現地施工能力の低下などを考慮し、適切な施工監理が可能となるよう工程を計画する。本計画の全体工期は主に太陽光発電機材の製造・納入、基礎工事、据付・調整の工程により決定される。基礎工事などの工種は、製造・納入と並行して作業を進めるものとして施工工期を算定する。また、「ジ」国は7月や8月などの夏場に最高気温が40度を超えることもあるため、基礎工事のコンクリート工事を5月までの気温の比較的低い時期に行うこととする。

我が国無償資金協力制度に基づき策定した実施工程表を次表に示す。

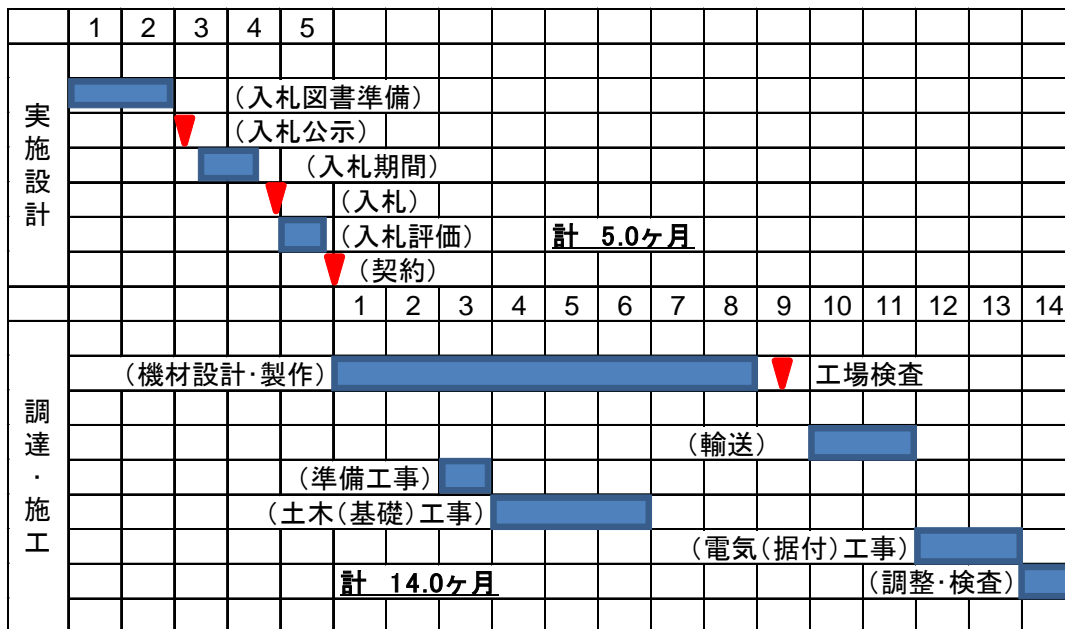


図 3-2-4-4 本事業の実施工程計画

3-3 相手国側分担事業の概要

相手国側分担事業については、本調査の第1次調査で締結された協議録（Minutes of Discussion）において確認されている。事業実施にあたって具体的に必要となる事項は、以下のとおりである。

- ・ 用地の確保（実施済み）
- ・ 用地のクリアリングと整地
- ・ 用地周辺へのフェンスとゲートの設置（施設のフェンスとして実施済み）
- ・ 本邦銀行との B/A の締結と、コミッションの支払い
- ・ 事業の実施に係る受入国内の関税、諸税等の免除
- ・ 事業実施に係る本邦人員の受け入れ
- ・ 発電設備の設置に係る必要な手続きの実施
- ・ 太陽光発電設備設置後の運転・維持管理のための財源と人員の確保
- ・ 研修プログラムに対するエネルギー省、電力公社、他省庁からの研修員の派遣

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 維持管理の基本的考え方

本計画で調達される発電設備は、日常的なレベルでは設置先の CERD が運営・維持管理を行うことができるよう計画されている。また、長期的には、事業の実施機関であるエネルギー省と電力公社 EDD の技術的協力が必要になる。さらに、太陽光発電設備の系統連系と逆潮流の実施にあたっては、電力の取引にかかる契約的事項についても EDD の関与が不可欠である。

当該発電設備が持つ性能及び機能を維持し、継続した電力供給を行うため、発電設備の信頼性、安全性及び効率性の向上を柱とした適切な予防保全と維持管理の実施が望まれる。

以下の図に、維持管理の基本的な考え方を示す。

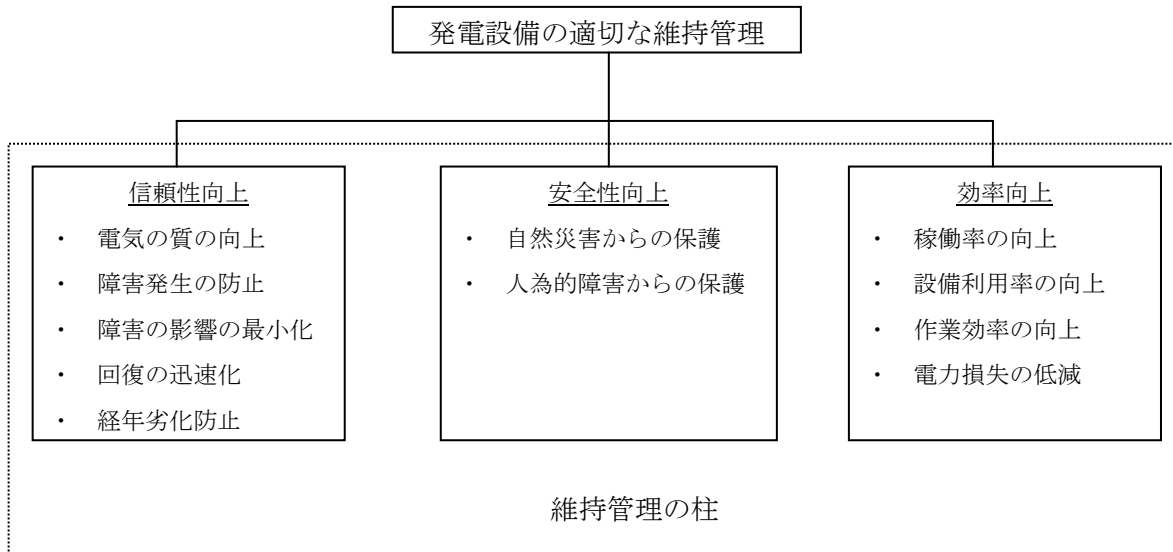


図 3-4-1-1 発電設備の維持管理の基本的な考え方

本計画においては、「ジ」国は上記基本事項を念頭におき、契約期間中日本の契約業者が派遣する専門技術者による OJT とコンサルタントが提供するトレーニングプログラムを通じて移転される O&M 技術と、運転・保守マニュアルにしたがって事業完了後の運転・保守を実施する必要がある。

3-4-2 定期点検項目

「ジ」国関係者は、以下に挙げる表に示される当該設備の標準的な日常点検及び定期点検項目および発電設備等製造会社が提出する運転・保守マニュアルに基づいて、本発電設備の運転・維持管理計画を策定し、電力需要に見合った経済的な運用計画を立案する必要がある。

(1) 日常点検

日常点検は、主として目視点検により日 1 回程度実施する。推奨される点検項目を下表に示す。異常が認められれば、管理責任者に相談する。

表 3-4-2-1 標準的な太陽光発電設備の日常点検項目および点検要領

区 分	点検項目		点検要領
太陽電池アレイ	目視確認	a) ガラスなど表面の汚れおよび破損	著しい汚れ及び破損がないこと
		b) 架台の腐食及びさび	腐食及びさびがないこと
		c) 外部配線(接続ケーブル)の損傷	接続ケーブルに損傷がないこと
接続箱	目視確認	a) 外箱の腐食及び破損	腐食および破損のないこと
		b) 外部配線(接続ケーブル)の損傷	接続ケーブルに損傷がないこと
パワーコンディショナ	目視確認	a) 外箱の腐食及び破損	外箱の腐食・さびがなく・充電部が露出していないこと
		b) 外部配線(接続ケーブル)の損傷	パワーコンディショナへ接続される配線に損傷がないこと
		c) 通気確認(通気孔、換気フィルタなど)	通気孔をふさいでいないこと 換気フィルタ(ある場合)が目詰まりしていないこと
		d) 異音、異臭、発煙及び異常過熱	運転時の異常音、異常な振動、異臭及び異常な過熱がないこと
		e) 表示部の異常表示	表示部に異常コード、異常を示すランプの点灯、点滅などがないこと
		f) 発電状況	表示部の発電状況に異常がないこと

(2) 定期点検

定期点検は、隔月 1 回の実施が望ましい。奨励する点検項目を以下の表に示す。

表 3-4-2-2 標準的な太陽光発電設備の定期点検項目および点検要領

区分	点検項目		点検要領
太陽電池アレイ ⁶	目視、指触 など	接地線の接続及び接地端子の緩み	接地線に確実に接続されていること ねじに緩みがないこと
接続箱	目視、指触 など	a) 外箱の腐食及び破損	腐食および破損のないこと
		b) 外部配線の損傷および接続端子の緩み	配線に異常がないこと ねじに緩みがないこと
		c) 接地線の損傷および接続端子の緩み	接地線に異常がないこと ねじに緩みがないこと
	測定及び試験	a) 絶縁抵抗	<太陽電池—接地線> 0.2MΩ以上 ⁷ 測定電圧DC500V (各回路ごとにすべて測定) <出力端子—接地間> 1MΩ以上 測定電圧 DC500V
b) 開放電圧		規定の電圧であること 極性が正しいこと (各回路ごとにすべて測定)	
パワーコンディショナ	目視、指触 など	a) 外箱の腐食及び破損	腐食および破損のないこと
		b) 外部配線の損傷及び接続端子の緩み	配線に異常がないこと ねじに緩みがないこと
		c) 接地線の損傷及び接続端子の緩み	接地線に異常がないこと ねじに緩みがないこと
		d) 通気確認(通気孔、換気フィルタなど)	通気孔をふさいでいないこと。換気フィルタ(ある場合)が目詰まりしていないこと
		e) 運転時の異常音、振動および異臭の有無	運転時の異常音、異常振動及び異臭のないこと
		f) 表示部の異常表示	表示部に異常コード、異常を示すランプの点灯、点滅などがないこと
	測定及び試験	a) 絶縁抵抗(パワーコンディショナ入出力端子—接地間)	1MΩ以上 測定電圧 DC500V
		b) 表示部の動作確認(表示部表示、発電電力など)	表示状況及び発電状況に異常がないこと
		c) 投入阻止時限タイマー動作試験	パワーコンディショナが停止し、所定時間後自動始動すること
		その他	
太陽光発電用開閉器	目視、指触 など	a) 太陽光発電用開閉器の接続端子の緩み	ねじに緩みがないこと
	測定	a) 絶縁抵抗	1MΩ以上 測定電圧 DC500V

6 太陽電池アレイについては、次の点につき点検しておくことが望ましい。

- － 太陽電池モジュールの表面の汚れ、ガラス表面の汚れ、ガラスの割れなどの損傷・変色がないか
- － 架台の変形、さび及び損傷並びにモジュール取付分の緩みがないか

7 絶縁抵抗の許容値

300V を超える絶縁抵抗の許容値は、0.4MΩ以上となる。

3-4-3 長期的な運営と維持管理

太陽光発電設備の主要なコンポーネントである太陽電池モジュールやパワーコンディショナの期待寿命は、メーカーにより考え方が異なるが、適切な維持管理が行われその他の条件が整った場合で太陽電池モジュール⁸は20年、パワーコンディショナ⁹は15年程度である。しかし、実際の機器の寿命は、3-4-1節で述べた定期点検の実施状況や対応、日常的な管理状態により大きく変化する。また、機器としての寿命を迎える以前に、機器内部の部品が耐用年数を迎え交換が必要になる。

このような、耐用年数を迎えた主要な部品の交換を含む発電設備の長期的な維持管理作業は、本格点検、細密点検、オーバーホールなどと呼ばれるが、ここでは本格点検と呼称することとする。本格点検の実施頻度は、5～7年に1度である。

本格点検は、交換用の部品の調達や必要に応じメーカー技術者の招請が必要になるなど、設備の維持管理の中では最も費用を要する作業となる可能性がある。このため、通常の維持管理や定期点検とは異なる対応が必要となる。具体的には、通常の維持管理や定期点検は太陽光発電設備施設先施設（CERD）の設備管理担当人員で各年度予算内で対応されることが想定されるが、本格点検は施設だけでなくプロジェクトの実施機関であるエネルギー省が財務的な支援を行うことが必要になると考えられる。また、系統連系を行っているため、電力公社の関与も必要となる。

表 3-4-3-1 本格点検を含む長期的な維持管理体制

	実施主体	日常・定期点検における役割	本格点検における役割
サイト	CERD	機器の運転 日常点検の計画・実施 定期点検の計画・実施	本格点検の計画・実施
実施機関	エネルギー省	設備の使用状況、効果のモニタリング	本格点検の財務的支援
電力公社	EDD	系統連系（および逆潮流）に関する状況のモニタリング	本格点検の技術的支援

本計画においては、本格点検が着実に実施され、整備された設備が持続的に利用されるために、特に本格点検に対して適切な支援策を講じておくことが望ましい。以下の方法を支援策として計画する。

- ① 第一回の本格点検までに必要なスペアパーツをプロジェクトで調達（次節参照）
- ② 運転維持管理マニュアルにおいて、スペアパーツの使用方法を説明

なお、スペアパーツや点検の詳細はメーカーにより異なるため、具体的内容は応札業者に提案させ、最終的には契約業者が決定した際に確定することとなる。

8 太陽光発電システムの設計と施工 改定3版 太陽光発電協会（編）
9 メーカーへのヒアリング結果

3-4-4 スペアパーツ購入計画

太陽光発電設備用のスペアパーツは、運転時間に応じて交換する標準付属品と故障・事故等の緊急時に必要となる交換部品とに分類される。従って「ジ」国側は、定期点検サイクルに見合う様に、これ等の部品を購入する必要がある。

本計画では、第一回の本格点検までに必要なスペアパーツを調達する計画であり、その主要品目は定期点検項目から表 3-4-4-1 のとおりである。従って「ジ」国側は、これ以降のスペアパーツを、また必要な緊急交換用部品の購入費用を準備する必要がある。

表 3-4-4-1 太陽光発電設備用予備品及び保守用道具

NO.	項目	数量
太陽光発電設備用予備品		
(1)	消耗予備品	
	1) 低圧回路用ヒューズ(各種)	200%
	2) ランプ(各種)	200%
	3) 表示用ランプ	200%
	4) 盤用蛍光灯、グローランプ(各種)	200%
	5) 避雷器(各種)	200%
(2)	緊急予備品	
	1) 各種 MCCB	各種 1 セット
	2) 補助リレー	各種 1 セット
	3) コンデンサー	200%
	4) ファン	200%
	5) 太陽電池モジュール	納入枚数の 3%
	6) 太陽光発電用パワーコンディショナ(スタンバイ機)	1 セット
7) LED ランプ(交換用ランプ)	100%	
太陽光発電設備用工具		
(1)	試験用器具	
	(1) AC クランプメーター	1 台
	(2) 絶縁抵抗計(メガー)500V	1 台
	(3) 簡易型設置抵抗計	1 台
	(4) 検相計	1 台
	(5) 低圧用電圧検電器	1 台
(2)	(6) デジタル式マルチメータ	2 台
	工具	
	(1) ドライバー(マイナス)	2 個
	(2) ドライバー(プラス)	2 個
	(3) ニッパ	2 個
	(4) ペンチ	2 個
	(5) 端子圧着ペンチ	2 個
	(6) カードテスタ	1 個
	(7) ワイヤーストリッパー	2 個
	(8) ケーブルカッター	2 個
	(9) トルクレンチ(トルク管理機能付)	1 個

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

(1) 日本側負担経費

本計画の概略事業費の積算結果は以下のとおりである。

表 3-5-1-1 本計画の概略事業費 日本側負担分

項目	概略事業費(百万円)
機材費	施工・調達業者契約 認証まで非公表
調達代理機関・設計監理費	
事業費合計	

(2) ジブチ国負担経費

本計画の実施における「ジ」国サイドの責任については 3-3 節で述べたとおりであるが、うち、事業実施時に費用が発生するものとしては、以下の事項がある。

- ・ 用地のクリアリングと整地
- ・ 研修プログラムに対する省庁や電力公社等からの研修員の派遣

用地のクリアリングと整地については、現状、用地にはごみを投棄するための地面の穴と焼却炉がある。また、樹木は無いものの雑草や低い灌木があり、これらの除去が必要とされる。いずれも小規模の工事ではあるが、その費用を積算した結果は以下のとおりである。

穴埋戻し	37,690	DJF	
レンガ焼却炉撤去	84,584	DJF	
除草工	1,273,700	DJF	
合計	1,395,974	DJF	(約 751,000 円)

一方、研修プログラムへの参加については、サイトが首都のジブチ市にあるため、旅費宿泊費や手当て等の支出はない。

(3) 積算条件

1. 積算時点 : 平成 21 年 11 月 (調査終了月若しくはその前月)
2. 為替交換レート : 1 US\$ = 95.04 円
1 ジブチフラン (DJF) = 0.538 円
3. 施工・調達期間 : 詳細設計、工事 (又は機材調達) の期間は、施工工程に示したとおり。
4. その他 : 積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこととする。

3-5-2 運営・維持管理費

(1) 運営・維持管理費の概算

運営・維持管理費の試算にあたり、以下の費用項目を考慮した。

1. 日常操業にかかる費用
2. 運営・維持管理にかかる人件費
3. 修繕に必要なスペアパーツ費用
4. 機材にかかる更新費用

なお、ここでは、発生の可能性が予測できない機械等の故障とその修繕にかかる費用は考慮しない。同様に、いたずらや破壊行為による設備の故障や破損に対処する費用も考慮しない。また、特に瑕疵担保保障期間以降の機器の修繕或いは不具合への対応等で日本からの技術者の派遣が必要になる可能性もゼロではないが、これも同様に発生の可能性が予測できないため、その費用を考慮しない。

1) 日常操業にかかる費用

太陽光発電施設は燃料等を使用しないため、この項目に該当する費用はほとんどない。わずかではあるが、モジュールの清掃に要する水道代や発電時間帯外のシステム電源や空調に要する電気代等があるが、小額であるため無視する。

2) 運営・維持管理にかかる人件費

当該施設においては、電気機器等の設備を管理する常駐職員がおり、これら職員によって太陽光発電設備の運営管理は可能である。したがって、本計画が追加的に要求する人員はない。

一方、運営管理のために要する時間から、人件費相当額を試算すると、以下のとおりとなる。(積算資料より、「軽作業員」の日給 DJF6,000 を使用)

- ・設備の日常点検 (モジュールおよびキュービクル内の目視点検) 0.5 時間/日
 $0.5 \text{ 時間} \div \text{日労働時間 (8 時間)} = 0.06$ 、 $0.06 \times 6,000 = \text{DJF}360 / \text{日}$
- ・モジュールの清掃 (10kW あたり 1 時間/月) 30 時間/月
 $25 \text{ 時間} \div 30 \text{ 日} \div \text{日労働時間 (8 時間)} = 0.10$ 、 $0.10 \times 6,000 = \text{DJF}600 / \text{日}$

以上より、DJF960/日が得られる。これに 365 日を乗じる。

$$960 \times 365 = \text{DJF}350,400 / \text{年}$$

3) 修繕に必要なスペアパーツ費用

本計画で調達される太陽光発電設備は、一般的に日本国内においては 10 数年から 20 年近い期待寿命があるとされる。なかでも PV モジュールについては、そもそも可動部品がないため故障は少なく、また維持のための費用もほとんどかからない。また本計画で

調達する日本製の PV モジュールは特に、外国製品と比較し長期間の使用による劣化(出力低下)が小さいとされている。さらには、設備上必要とされるモジュール枚数の 3% に相当するモジュールを予備として納入する。したがって、實際上、PV モジュールに関して購入するパーツ等はないと考えてかまわない。必要なスペアパーツ等として対象となるのは、主にパワーコンディショナ関連のものになる。

3-4-3 節で述べたとおり、本計画では、設備の調達の際に、運用開始後第 1 回目の本格点検までに必要となる部品等をスペアパーツとして納入することとしている。したがって、基本的に第 1 回目の本格点検までに必要となるパワーコンディショナ関連のスペアパーツ等の費用はない。この第 1 回目の本格点検は、厳密には機材を納入するメーカーによって異なるが、おおむね運用開始後約 7 年後に行うべきものである。

一方、パワーコンディショナの周辺機器で消耗による部品交換等が必要になるものとして、エアコンディショナが挙げられる。これは、契約業者が納入するスペアパーツに含まれていない。

したがって、第 1 回目の本格点検実施以前は、エアコンを含むその他周辺機器の費用、以降は、これにパワーコンディショナ機材を維持していくにあたって必要なスペアパーツ等を合わせて購入していく必要がある。その費用は概略的、かつ平均的には以下のとおりと推計される。

表 3-5-2-1 スペアパーツ等購入費用

	次回本格点検まで	年平均
パワーコンディショナ関係 (第 1 回本格点検までは不要)	約 315 万円	約 45 万円
エアコンを含むその他周辺機器	約 105 万円	約 15 万円
合計(第 1 回本格点検以降)	約 420 万円	約 60 万円

(単位： 日本円)

注：前述のとおり、上記費用は部品代のみで、メーカーからの技術者派遣に伴う人件費・旅費等は含まれていない。また、設備の使用環境により大きく異なる可能性がある。

以上より、第 1 回目の本格点検実施以前は、エアコンを含むその他周辺機器の費用として年 15 万円程度、以降は、パワーコンディショナ機材を維持していくにあたってスペアパーツ等を合わせて年 60 万円程度の費用が発生する。

$$150,000 \div 0.538[\text{円} / \text{DJF}] = \text{DJF } 278,000 / \text{年}$$

$$600,000 \div 0.538[\text{円} / \text{DJF}] = \text{DJF } 1,115,000 / \text{年}$$

4) 機材にかかる更新費用

前項 3)で述べたとおり、PV モジュールは期待寿命が長く、劣化も遅いため、更新することは想定しない。

一方、パワーコンディショナについては、通常の電気製品と同様長期間の使用による劣化があり、また部品によっては法定耐用年数が定められているものもある。これらについては、基本的に前項に含まれるスペアパーツの購入・交換で考慮されており、本格点検における対応を超える設備全体の老朽化やそれに伴う更新等は考慮しない。

(2) 運営・維持管理費用の負担

当該施設においては、太陽光発電設備による財務上のメリットが相当額発生する。「ジ」国においては、電力料金が比較的高いため、逆潮流を無視して電力料金の削減額を考慮しただけでも、上記の運営・維持管理費を上回ると予測される。したがって、運営・維持管理費の原資は、設備が発生する電力の価値によって賄うことが可能である。

太陽光発電設備に期待される発生電力量は、前述のとおりおよそ 460MWh/年である。設置先施設である CERD の電力消費量の約 260%程度であり、多くの電力が逆潮流で EDD の系統に供給されることになる。したがって、発生した電力がもたらす財務上の効果（電力の価値）は、逆潮流した電力をどのような方法で処分するか大きく依存することになる。

CERD における電力料金は DJF71/kWh（2007-2008 年実績）となっており、EDD の一般家庭電力料金 DJF49～52/kWh よりも若干高い料金が設定されている状況である。

これらの条件を踏まえると、当該設備が発生する電力の価値には大きな不確実性が存在することになるが、ここでは、単純に発生電力量に CERD が負担している電力料金を乗じることにより、その価値を評価する。その結果は以下のとおりである。

$$460\text{MWh} \times \text{DJF}71/\text{kWh} = \text{DJF} 32,660,000 \approx 17.5 \text{ 百万円}$$

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

本計画が円滑に実施されるためには、以下の事項について留意する必要がある。

(1) サイトの準備

本計画で太陽光発電設備が設置される予定の土地は、CERD が管理する土地として確認済みである。基本的には空地であるため、造成等の必要はないが、一部、廃棄物処分に使用されていた窪地や小規模の焼却炉等の障害があるため、これらを撤去、整地する必要がある。

また、CERD の土地の境界は現状でもフェンスで囲われているが、太陽光発電設備設置予定位置近くの境界では、フェンスの状態が極めて悪いため、健全なフェンスに取り替える必要がある。

(2) 逆潮流の扱い

「ジ」国では、電力公社 EDD が唯一の発電事業者であり、民間による発電やその販売は認められていない。したがって、本計画により整備される太陽光発電設備は現時点では例外としての扱いを受けることになる。また、逆潮流により発電設備が系統に対して供給した電力の扱いについても、今後の「ジ」国内での検討結果を待つ状況である。しかし、地熱開発が民間主導で実施されることが期待されているなど、社会情勢としては EDD が電力を外部から購入することの必要性が高まってきている。

これらの状況を踏まえるとともに、設備を長期的に維持管理する CERD (あるいはその管轄機関としての内閣府) の経済的な負担を考慮し、逆潮流する電力が適切に扱われるような方法が検討されるべきである。

(3) 維持管理体制

本計画で整備される太陽光発電設備は、エネルギー省の所有とし、EDD の技術的指導のもと設置先機関の CERD が維持管理を行う体制となっている。したがって、EDD においても、設備の維持管理を指導できる人材を育成することを明確に意識して、本プロジェクトが提供する研修プログラムに適切な人材を派遣し、かつその技術を維持していく体制を確保しなければならない。

(4) 免税措置

本事業の実施にあたり「ジ」国側に求められている関税、VAT 等の免税措置に関しては、エネルギー省において新たな法を制定して対応する予定となっている。この手続きを着実かつ適時に行い、円滑な事業実施に努める必要がある。

第4章 プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1 プロジェクトの前提条件

4-1-1 事業実施のための前提条件

本計画が障害無く実施されるために必要となる前提条件として、以下の事項がある。

(1) サイトの準備

本計画で太陽光発電設備が設置される予定の土地は、一部、廃棄物処分に使用されていた窪地や小規模の焼却炉等の障害があるため、これらを撤去、整地する必要がある。また、同予定地近くの敷地境界では、フェンスの状態が極めて悪いため、健全なフェンスに取り替える必要がある。

(2) 逆潮流の扱い

本計画により整備される太陽光発電設備が系統に対して供給した電力の扱いについて、今後の「ジ」国内での検討結果を待つ状況である。設備を長期的に維持管理する CERD（あるいはその管轄機関としての内閣府）の経済的な負担を考慮し、逆潮流する電力が適切に扱われるような方法が検討されるべきである。

(3) 維持管理体制

本計画で整備される太陽光発電設備に関連し、EDD においても、設備の維持管理を指導できる人材を育成することを明確に意識して、本プロジェクトが提供する研修プログラムに適切な人材を派遣し、かつその技術を維持していく体制を確保しなければならない。

(4) 免税措置

本事業の実施にあたり「ジ」国側に求められている関税、VAT 等の免税措置に関して、この手続きを着実かつ適時に行い、円滑な事業実施に努める必要がある。

4-1-2 プロジェクト全体計画達成のための前提条件・外部条件

本計画の効果が持続的に発現するために、「ジ」国側が取り組むべき課題を以下に述べる。

(1) 自立運転の利用

本計画では、設置先機関の強い要望に基づいて、太陽光発電設備に自立運転機能が備えられている。この機能を安全かつ有効に使用するためには、太陽光発電の特性とそれによる

発電設備の稼働についての知識、および需要（自立運転時の接続先）側の機器の特性と現場でのマネジメント等について十分に理解し実践することが必要になる。

以上から、太陽光発電設備の運転・維持管理を担当することになる技師だけでなく、CERDの電気機器等を利用・管理している技術者、研究者等も、研修プログラムに参加するなどして自立運転について十分な知識を得ることが必要である。

(2) CERD に求められる機能

本計画の実施場所として CERD が選定されたことには、CERD が太陽光を含む再生可能エネルギーに関する研究部門を有しているだけでなく、国内に点在する太陽光発電設備の維持管理に自らのスタッフを派遣して実施していることが大きな要因の一つとして挙げられる。すなわち、太陽光発電設備を自ら運転・維持管理することにより CERD に蓄積すると期待される技術的知識が、国内の他の太陽光発電設備の維持管理や新規整備等に展開されていくことが期待されている。したがって、CERD では、関連技術の学習・蓄積とともにその普及にも努めるべきである。

(3) 技術協力・他ドナーとの連携

「ジ」国における太陽光利用の取り組みは、これまでのところドナー別や国内の実施機関別に個別に進められてきている。エネルギー省に対しては UNDP が政策策定の支援などを行っているが、個別の事例としては UNICEF、USAID、AFD などの機関が教育施設や医療施設での利用といった形で設備の導入を図っている。また調査団が知りえた範囲では、UNICEF は、農業省をカウンターパートとして、各地から人員を集めソーラーポンプ設置のための技術指導を行っている。また、ジブチ社会開発庁（ADDS）は、農村部におけるソーラーホームシステム導入のための補助プログラムを実施している。

このような取り組みがばらばらに行われているため、特に情報共有のための機会や手段に乏しい同国において、関連する知識が有効に蓄積されず、また二次的な普及の障害ともなっていると考えられる。

エネルギー省は、本無償事業の実施段階において提供される研修プログラムに、ADDS 等の他の機関から参加させることに前向きな姿勢を表明しており、これが実現すれば、複数の機関を横断した取り組みの契機となることが期待される。また、前項で指摘したとおり、CERD が太陽光利用の主導的機関として機能するようになれば、地方部における組織などを指導することもできるようになる。

以上のような効果を実現するためには、エネルギー省が複数のドナーや他の国内機関と連携して、実施段階のさまざまな局面で事業を有効活用する努力を行う必要がある。

4-2 プロジェクトの評価

4-2-1 妥当性

以下の点から、無償資金協力による本計画の実施は妥当であると判断される。

(1) 化石燃料消費と二酸化炭素排出量の削減

「ジ」国では、発電用の一次エネルギーの100%を輸入した化石燃料に依存している。したがって、「ジ」国における追加的な電源となる太陽光発電設備で発電した電力は、すべて化石燃料使用削減につながり、すなわち二酸化炭素排出削減に寄与する。このことは、気候変動の緩和策を推進する「ジ」国の政策目標の実現を支援するものであり、「ジ」国国民全体の厚生に寄与する。

- 化石燃料消費量の削減
- CO₂排出量削減
- 輸入化石燃料への依存度の低減

(2) 上位計画との整合性

「ジ」国は、一次エネルギーを輸入の化石燃料に頼らざるを得ない国情から、早くから太陽光の利用に注目していたが、実際にはその普及が進んでおらず、各種援助事業において散発的なケースが見られるにとどまっている。現在も、エネルギー政策及び気候変動の緩和策の両面で、特に地方部での公共施設や世帯等での個別・独立型の利用（ソーラーホームシステム）を進めたい意向を持っている。

普及が進んでいない原因としては、市場環境が整っていないこと等と並んで、その技術の有効性に関する国民の認識が低いことが指摘されている。本計画では、極めてデモンストレーション効果の高いサイトが選定されているため、太陽光利用に関する啓発効果が期待される。またそれを補強するため、ソフトコンポーネントにおいても広報資料を作成することが計画されている。これらの効果が発現すれば、電力料金が高いことも追い風として民間の投資が促進されるなどの形で、整備される発電設備がもたらす直接的な効果（上記(1)項）以上の有益な影響を上位計画に対してもたらす可能性がある。したがって、本計画は上位計画と整合した計画となっており、実施は妥当である。

(3) 運転・維持管理能力と太陽光発電技術の集積・普及

本プログラムの実施場所として選定したサイトである CERD は、これまでも「ジ」国の太陽光や再生可能エネルギー利用の技術的な中心に位置している組織である。また、CERD はすでに若手技師をフランスの電力会社、EDF に派遣し、大型の太陽光設備に関する実地研修を受けている。その CERD に系統連系型の太陽光発電設備を設置し、CERD が自らその運転・維持管理を実施していくことは、太陽光発電に掛かる技術的な知識がさ

らに CERD に集積されることにつながる。CERD に集約された知識は、CERD 研究者が行っている大学での講義、CERD 技師が行っている国内に分散した太陽光設備の維持管理などを通じて、国内に普及することが期待される。また、CERD 自身が、蓄積された知識に基づいて、人材育成のプログラムを実施することを希望している。

(4) 運転・維持管理にかかる財政的負担

本プログラムにより整備される太陽光発電設備が発生する電力量は、電力料金を使用して換算すると DJF 33million 程度（約 17.6 百万円）に相当する。これは、平均年維持管理費用の推計値を十分に上回っているため、長期的な維持管理費用の負担に問題のない水準であるとともに、「ジ」国の財政に寄与する。

(5) 環境社会配慮

本プログラムにより整備される太陽光発電設備の稼働により、化石燃料の消費が削減され、ローカルにはディーゼル発電機から排出される排気の量が、グローバルには二酸化炭素の排出量が削減されるため、住宅・都市計画・環境・土地整備省からも事業を歓迎する旨の文書が出ている。

一方、基礎の建設と据付工事の実施時に環境上のインパクトや事故が発生しないよう、調達・据付工事を請け負うコントラクターには、慎重な工事計画を求める必要が指摘されている。

(6) 日本の技術の優位性

太陽光発電設備は主に PV モジュールとパワーコンディショナ、それらの周辺機器で構成される。特に PV モジュールとパワーコンディショナについては、その製品市場において、効率、寿命、信頼性等の観点から日本製品が他国の製品と比較し技術的優位性を持っている。調達される予定の機材のうち PV モジュールとパワーコンディショナは日本製に限定しており、本計画を通じて「ジ」国に日本の優れた技術を提供することができる。

4-2-2 有効性

(1) 全体的な効果

太陽光発電システムの導入により、直接的な裨益効果としては、電力公社が火力発電に使用している重油、及び軽油の消費（燃焼）量が低減し、或いは追加的に消費される燃料が不要となり、その結果、CO₂の排出量が削減される。これは、クールアースパートナーシップ国である当該国の気候温暖化対策に寄与する。さらに、同国の首都に同国最大規模の太陽光発電設備を設置することで、同国内外に対する太陽光やクリーンエネルギーに係る啓発効果、教育効果が期待される。特に今回の選定した設置場所は空港と首都を結ぶ主要道路沿いにあるため、その効果は高いと考えられる。

太陽光設備を配置する CERD では、電力公社に支払う電力料金が削減されるため、限られた財政資源の有効活用につながる。また大きな効果ではないが、副次的なものとして化石燃料（石油）の輸入量の減少による経済的な効果、エネルギー源の多様化により化石燃料に 100%依存している現状の改善などがあげられる。また、CERD は再生可能エネルギーの研究をその柱の一つとしており、今後、同国の太陽光発電開発の拠点として、設置した設備を活用した太陽光発電の普及促進と運転保守の教育・訓練施設としての役割等を担っていくことが期待できる。

(2) 定量的な効果

上に述べた効果の中で、特に定量的に評価が可能なものについて、以下に記述する。

1) 発電量

当該地における日射量の実測データが入手できなかったため、カナダ国環境省が公開しているソフトウェア RETScreen を用いて発電量を推計したところ、年間約 460MWh の発電量が期待されるとの結果が得られた。すなわち、CERD の電力消費量（2007 年値 174MWh）の約 260%程度が期待できることになる。ただし、実際上は系統が停電した際は自立運転による限定的な電力供給となるため、昼間の停電が多く発生する状況では、電力供給量はこの予想値を下回ることになる。

この電力量は、EDD の 2007 年販売電力量の 0.14%に相当する。

2) 経済的便益

上で示したように、本計画により整備される太陽光発電設備が発電する電力量は、設置先施設である CERD の電力消費量の約 260%程度と予測されており、多くの電力が逆流で EDD の系統に供給されることになる。この発生電力量の経済的価値を、CERD が負担している電力料金で評価すると、DJF 33million¹⁰≒17.6 百万円となる。

3) 二酸化炭素排出量削減

CO₂原単位の考え方¹⁰、

二酸化炭素の排出量削減効果は、以下の考え方で算出する。

- CDM の考え方は、ベースラインを設定し、ベースラインと太陽光発電を設置した場合の CO₂ 排出量の差を削減された CO₂ 排出量とみなす。
- このベースラインは、太陽光設備を設置しない場合、どのような発電設備で代替するかによって定義される。
- そのため、本計画とおおむね同等規模の、当該国で実施可能な発電所或いは発電機を代替設備として想定する。
- 本計画の設備に期待される発電量が、上記代替設備で発電される場合の CO₂ 排出量を、本計画による CO₂ 排出量削減量とみなす。

10 UNFCCC HP 参照 (<http://cdm.unfccc.int/index.html>)

「ジ」国は、発電のための一次エネルギーを 100%化石燃料に依存している。したがって、本計画と同等規模の発電機として想定されるのは、ディーゼル発電機となる。

ディーゼル発電機による発電の CO₂ 排出量原単位は、環境省の「温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン(H19/3)」を用いて、次のように算出する。

軽油の比重：	0.86
軽油 1L の重量：	860g
ディーゼル発電の軽油使用量：	0.235g/kWh
軽油 1 L あたりの発電量：	3.66kWh/L (0.860g/L／0.235g/kWh)
軽油の燃焼による単位排出量：	2.62kg-CO ₂ /L
kWh あたりの CO ₂ 排出量：	0.716kg-CO ₂ (2.62kg-CO ₂ /L／3.66kWh/L)

以上より軽油による CO₂ 排出量原単位は、

$$0.716 \text{ kg-CO}_2/\text{kWh}$$

となる。

この原単位に、本計画による太陽光発電設備が 1 年間に発電する電力量 460MWh を乗じることにより、本計画による年間 CO₂ 削減量が求められる。

$$\text{本計画による年間 CO}_2 \text{ 削減量} = 330 \text{ t-CO}_2$$