

ガボン共和国
エネルギー水資源省

ガボン共和国
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、ガボン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9月21日から10月2日まで、及び12月7日から12月25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、ガボン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5月17日から5月25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

ガボン国（以下、「ガ」国）は中央アフリカにあり、800kmの海岸線で大西洋に面し、北緯2°30'～南緯4°、東経9°～14°に位置している。北は赤道ギニア及びカメルーン、東及び南はコンゴ民主共和国と国境を接している。国土は26万8千平方キロで、85%は熱帯雨林におおわれている。

気候は、年平均気温21～27℃、湿度60～98%と高温多湿であり、乾季が3ヵ月と短く、他の季節には降雨がみられる。年降雨量は地域的なばらつきが大きく、沿岸部で1,800～3,200mm、内陸部で1,400～2,000mmとなっており、首都リーブルビルでは2,500mm以上、年降雨日数は150日を超える。

2002年の人口の推計値は126万8千人であり、人口増加率は2.5%/年とされている。人口の18%は移民で構成されており、周辺諸国からの人の流入が多い。

「ガ」国は政治的には比較的安定しており、40年以上の長期にわたり政権を維持した大統領の死去を受けた選挙が2009年8月に実施された後も、大きな混乱は見られていない。

一人あたり国民総収入（GNI）は2007年で6,670ドルであり、サブサハラ諸国の水準（952ドル）を大きく超えている（世界銀行、2009年）。経済は多くを石油生産に依存しており、GDPの6割近くを占める第1次産業の大半は石油・マンガン等の資源の産出によるものである。原油価格の変動が国家経済に極めて大きな影響を与える。OPECのメンバー国である。

② プロジェクトの背景、経緯及び概要

「ガ」国は、1998年1月、国連気候変動条約（UNFCCC）に批准し、緩和策・適応策を推進するとともにその進捗を報告している。2005年11月にUNDP等からの支援を得て国別報告書（Initial National Communication）を提出しており、この中で、気候変動緩和策として水力、バイオマス、太陽光、風力等の新エネルギー・再生可能エネルギーの利用を推進することを提唱している。特に太陽光については、2002年から地方部の学校や医療施設におけるエネルギー源としての利用促進に着手しており、2020年までに合計1,200kWの整備を行うことを計画している。また2009年11月に環境政策「Gabon Vert」を打ち出し、熱帯雨林の保全と太陽光発電を始めとする再生可能エネルギーの有効利用を目指している。

このような中、「ガ」国は我が国の気候変動対策に係る取り組みに賛同し、気候変動対策の適応策及び緩和策への取り組みにより、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、「ガ」国は本無償資金協力を要請した。

この要請を受け、JICA は 2009 年 9 月 20 日から 10 月 3 日にかけて第一次現地調査を実施し、太陽光発電設備の設置先候補地としてオマーボンゴ大学と外務省を選定した。

③ 調査結果の概要とプロジェクトの内容

上記の第一次現地調査結果に基づき、JICA は第二次現地調査団を 12 月 6 日から同 26 日まで「ガ」国に派遣し、現地調査、関連資料の収集、「ガ」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 5 月 16 日から同 26 日まで概略設計概要説明調査団を「ガ」国に派遣し、協力準備調査概要書の説明及び協議を行い、「ガ」国政府との間で基本合意を得た。主管官庁・実施機関はエネルギー水資源省である。

調査の結果策定した協力対象事業は、オマーボンゴ大学に 130kW の、外務省に 70kW の太陽光発電設備を調達して設置し、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	オマーボンゴ大学および外務省 130kW および 70kW 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、太陽光発電設備は自動的に停止する
発電設備の調達と据付工事	<ul style="list-style-type: none"> ・130kW および 70kW 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 - 太陽光接続盤 - 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／表示装置等のケーブル敷設
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

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、「ガ」国側負担経費は約 30 万円と見積もられる。

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、据付された設備はエネルギー水資源省の所有となるが、その運転・維持管理は、設備の設置場所であるオマーボンゴ大学及び外務省が実施する。また、交換部品の調達等を含む長期的な維持管理は、それぞれ高等教育省及び外務省が実施する。

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、「ガ」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、再生可能エネルギーによる新たな電源を導入し、化石燃料の消費削減、ひいては地球温暖化の主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 129 t-CO₂ と見積もられている。また、本計画は「ガ」国でも初の大型の太陽光発電設備の導入例となるため、特に地方部において太陽光利用を進めている「ガ」国において、大きな啓発効果をもたらし、民間を中心とした今後の太陽光利用の拡大に資することが期待される。

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「ガ」国に貢献することになる。

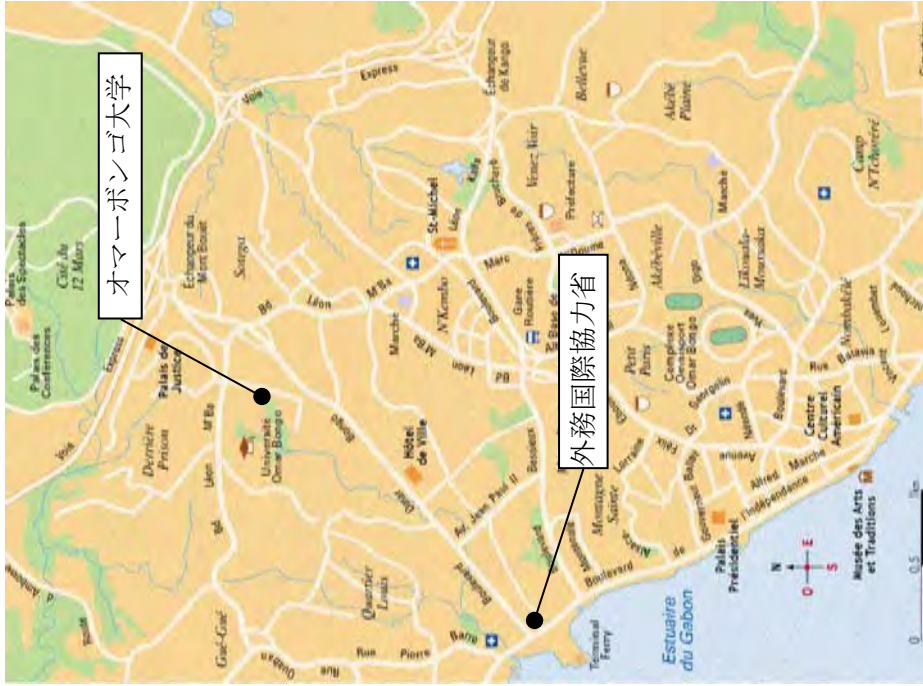
以上のことから、本計画は、わが国の無償資金協力として実施するに極めて有効かつ妥当であると考えられる。

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 - 9
1-1-3 社会経済状況.....	1 - 9
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 - 6
2-2-3 環境社会配慮.....	2 - 8
2-3 その他（グローバルイシュー等）.....	2 - 12
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 設計方針.....	3 - 1
3-2-1-2 物理的（自然）条件への対応方針.....	3 - 2
3-2-1-3 施工に係る地域的条件への対応方針.....	3 - 3
3-2-1-4 現地業者、現地資機材の活用についての方針.....	3 - 3
3-2-1-5 実施機関の維持・管理能力に対する対応方針.....	3 - 4
3-2-1-6 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 - 4

3-2-2-1	設計条件.....	3 - 4
3-2-2-2	施設配置計画.....	3 - 5
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 - 19
3-2-4	施工計画／調達計画.....	3 - 20
3-2-4-1	施工方針／調達方針.....	3 - 20
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項.....	3 - 21
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分.....	3 - 22
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画.....	3 - 23
3-2-4-5	品質管理計画.....	3 - 25
3-2-4-6	資機材等調達計画.....	3 - 26
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画.....	3 - 26
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画.....	3 - 28
3-2-4-9	実施工程.....	3 - 36
3-3	相手国側分担事業の概要.....	3 - 37
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3 - 38
3-4-1	維持管理の基本的考え方.....	3 - 38
3-4-2	定期点検項目.....	3 - 38
3-4-3	長期的な運営と維持管理.....	3 - 41
3-4-4	スペアパーツ購入計画.....	3 - 42
3-5	プロジェクトの概略事業費.....	3 - 43
3-5-1	協力対象事業の概略事業費.....	3 - 43
3-5-2	運営・維持管理費.....	3 - 43
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	3 - 47
第 4 章	プロジェクトの評価.....	4 - 1
4-1	プロジェクトの前提条件.....	4 - 1
4-1-1	事業実施のための前提条件.....	4 - 1
4-1-2	プロジェクト全体計画達成のための外部条件.....	4 - 1
4-2	プロジェクトの評価.....	4 - 2
4-2-1	妥 当 性.....	4 - 2
4-2-2	有 効 性.....	4 - 3
 [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	



リーブルビル市内

対象地点位置図



ガボン国全体図

施設現況(オマーボンゴ大学)



正門

本事業におけるサイト地の1つであるオマーボンゴ大学は政府関係者を多く輩出する国内でも有数の大学である。



案内図

オマーボンゴ大学は文系と理系でキャンパスが分かれており、リーブルビルは社会人文学部と経済法学部の文系キャンパスとなっている。



学内の風景

学内には寄宿寮も併設されており、学生で賑わう。



エアコン室外機の防護柵

正門付近に警備員が駐在しているものの、キャンパス内は開放されているため、室外機などの設備には盗難防止の対策が施されている。

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

本事業においてオマーボンゴ大学では 130kW 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賅う。PV モジュールは学内の北西側に広がる敷地に設置を予定している。



PV モジュール設置箇所 3

設置箇所の一部は傾斜のある斜面となるため、モジュール架台と基礎の設置には配慮が必要である。



排水溝

リーブルビルは年間降水量が 3,000mm を超える多雨地域であり、短時間に強い雨が降る。このため、モジュール設置箇所周辺には雨水を流す排水設備が必要となる。



電気室

学内には合計 4 か所の電気室がある。本事業で電力を供給する電気室は正門付近に位置し、SEEG 管理のコンテナ式電気室が併設されている。



SEEG 管理の変圧器

系統から送られてくる電力は SEEG 管理の電気室内にある変圧器を介して、オマーボンゴ大学管理の電気室内にある低圧分電盤に送られる。



低圧分電盤

オマーボンゴ大学管理の電気室の低圧分電盤からは主に学内の事務棟に電力を供給する。



学内の工事業者

学内の土木工事を委託している業者は建設機械や測量機器を有しており、施工に関しては一定の能力を有すると思われる。

施設現況(外務省)



本館

本事業におけるサイト地の1つである外務省は政府の官舎が並ぶ道路と市内をつなぐ主要幹線道路の三叉路に位置する。



周辺道路

周辺にはショッピングモールが隣接しており、車、人の双方の通行量は非常に多く、展示効果は高いと考えられる。

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

本事業において外務省では70kW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モジュールは本館の南側に広がる敷地に設置を予定している。



PV モジュール設置箇所 2



外務省電気室

本事業で発電する電力は電気室を通じて館内に供給される。



外務省変圧器

電気室のメンテナンスは省内の施設管理部門によって行われている。

**低圧分電盤**

系統からの電力は変圧器を通じ、低圧分電盤から本館に供給される。また、館内の電気設備はタイマーによって起動時間が定められている。

**電気室内部**

電気室は室内の中央が金網で仕切られており、反対側は周辺の建物への電力供給のためにSEEGによって管理されている。

その他

**オーウェンドウ港**

本件で調達される機材はリーブルビル市より20kmほど南に位置するオーウェンドウ港にて荷揚げがなされる。

**現地施工業者**

オーウェンドウ港の近辺には施工業者の集まる区画がある。中には過去に、日本の無償プロジェクトを経験したことのある業者も存在する。

図表リスト

図 1-1-1-1	SEEG の営業エリア分け	1 - 2
図 1-1-1-2	ガボンの発電における一次エネルギーの割合の推移	1 - 3
図 1-1-3-1	「ガ」国の原油生産・輸出力	1 - 11
図 1-1-3-2	「ガ」国のマンガン産出力	1 - 12
図 2-1-1-1	オマーボンゴ大学の組織図	2 - 1
図 2-1-1-2	外務省の組織図	2 - 2
図 2-2-2-1	リーブル市内の月別平均水平面日射量	2 - 8
図 3-2-2-1	系統連系の概念図	3 - 8
図 3-2-2-2	オマーボンゴ大学の電力測定結果	3 - 10
図 3-2-2-3	外務省の電力計測結果	3 - 11
図 3-2-4-1	調達にかかる各機関の役割	3 - 20
図 3-2-4-2	計画実施時の関係図	3 - 25
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 - 35
図 3-2-4-4	本事業の実施工程計画	3 - 37
図 3-4-1-1	発電設備の維持管理の基本的な考え方	3 - 38
表 1-1-1-1	地域別発電電力量、販売電力量（2008 年）	1 - 3
表 1-1-1-2	発電電力量と販売電力量の推移	1 - 3
表 1-1-1-3	需要家数の推移	1 - 4
表 1-1-1-4	発電所一覧、2008 年	1 - 5
表 1-1-1-5	地域別送電線・配電線恒長 2008 年	1 - 6
表 1-1-1-6	リーブルビルでの電気料金（2008 年）	1 - 6
表 1-1-1-7	「ガボン 100 村太陽光計画」の進捗状況	1 - 8
表 1-1-3-1	国内総生産の産業別内訳	1 - 11
表 2-1-2-1	オマーボンゴ大学事務局の 2009 年管理費予算	2 - 3
表 2-1-2-2	外務省の近年の電気設備維持管理費予算	2 - 3
表 2-2-2-1	月別平均最高気温（リーブルビル市：1999 年～2008 年）	2 - 6
表 2-2-2-2	月別平均最低気温（リーブルビル市：1999 年～2008 年）	2 - 7
表 2-2-2-3	月別降雨量（リーブルビル市：1999 年～2008 年）	2 - 7
表 2-2-3-1	環境社会影響項目に関する検討結果（対象サイト：オマール・ボンゴ大学）	2 - 10
表 2-2-3-2	環境社会影響項目に関する検討結果（対象サイト：外務省）	2 - 11
表 3-2-2-1	基本計画の概要	3 - 7
表 3-2-2-2	構成機器の一覧（システム制御装置）	3 - 14
表 3-2-2-3	構成機器の一覧（環境計測装置）	3 - 14
表 3-2-2-4	主要機器等の概略仕様（1）	3 - 18

表 3-2-2-5	主要機器等の概略仕様 (2)	3 - 19
表 3-2-4-1	両国の主要な分担業務	3 - 23
表 3-2-4-2	発電設備運営組織体制 (案)	3 - 27
表 3-2-4-3	各プログラムと想定参加者	3 - 33
表 3-2-4-4	ソフトコンポーネント 1 : 竣工前後の活動	3 - 34
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 - 34
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 - 39
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 - 40
表 3-4-3-1	本格点検を含む長期的な維持管理体制	3 - 41
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 - 42
表 3-5-1-1	本計画の概略事業費 日本側負担分	3 - 43
表 3-5-2-1	スペアパーツ等購入費用 オマーボンゴ大学	3 - 45
表 3-5-2-2	スペアパーツ等購入費用 外務省	3 - 46

略語集

AC	Alternating Current	交流
B/A	Bank Arrangement	銀行取極め
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
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EU	European Union	ヨーロッパ連合
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
MEWR	Ministry of Energy and Water Resource	エネルギー水資源省
MFAIC	Ministry of Foreign Affairs, International Cooperation and French Speaking Countries	外務国際協力省
MHE	Ministry of the National education, the Higher education, the Scientific Research and the innovation	高等教育省
MT	Ministry of Transportation	運輸省
O&M	Operation and Maintenance	運転・保守
OBU	Omar Bongo University	オマーボンゴ大学
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
SEEG	Société d'Electricité et d'Eaux du Gabon	ガボン電力会社
SI	The International System of Units	国際単位系
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) 電力セクターの概要

ガボン共和国(以下、「ガ」国)は中央アフリカの西海岸に位置する、国土面積 268,000km²、人口 140 万人(200 年)の国である。アフリカで7 番目の石油産出国で、一人あたりのGDP、US\$ 5,500 の 51%、国庫の 63%をその収入が占める。石油の輸出は国全体輸出額の 70%を占めて、第一の輸出産品である。また、OPECのメンバーでもある。

「ガ」国では、発電量のうち水力発電が占める半分近い割合を占めるものの、特に乾季には発電水量が不足し、電力の供給に支障をきたしている。また、発電設備の老朽化が進んでおり、発電所の出力は平均で定格の 40%程度にとどまっている。これらを理由に慢性的な電力不足に陥っており、さらに停電が多発する理由のひとつになっている。

ガボンの電力セクターを所管する省庁は、エネルギー・水資源省である。また、電力と水の公共サービスを提供しているのは、民間企業であるガボン電力水会社(以下、SEEG (Société d'Electricité et d'Eaux du Gabon))であり、都市部における電力施設の実質的な運営管理を行っている。SEEG は 1997 年以降、フランスの Veolia 社(電気、水、廃棄物処理の多国籍企業)が株の 51%を所有している。SEEG は、国民の生活条件改善のため「ガ」国政府と協定を結び、2015 年までに CFA 500 Billion (約 1,250 億円)の投資を行う事で合意している。

(2) 電力系統

「ガ」国の電力システムは、国内で5つのエリアに分けられており、国全体を網羅している送電線網はない。首都リーブルビル(Libreville)を中心とする河口地域には 225kV、90kV の送電線網があり、電力需要からは国の 7 割弱を占めている。そのほか、Franceville、Koulamoutou を中心とする東地域には 63kV、30kV、20kV の送電線網、Mouila、Tchibanga を中心とする中央南部地域には 63kV、20kV の送電線網がそれぞれ独立して整備されている。



CENTRE DE PRODUCTION HYDROÉLECTRIQUE EXISTANT.

既設水力発電所

CARACTÉRISTIQUES	1 Makourou	2 Bangou	3 Mbigou	4 Tchimbébé	5 Kinguébé	6 Poubéba (1)	7 Poubéba (2)
Chute Nette (m)	71	12,5	7	113	112,5	42	42
Module (m ³ /s)	1,20	104,6	21,2	35	57,6	248	246
Puissance Installée (MW)	0,2	4,7	0,3	68,4	57,6	18,6	19,2
Puissance Garantie (GWh/a)	0,04	1,5	0,05	62,2	52,4	14,88	15,34
Énergie Produite (GWh/a)	0,28	13,6	1,2	337,1	284,1	71	73,2
Énergie Garantie (GWh/a)	0,17	13,1	0,52	275,6	232,1	48,9	50,4



CENTRE DE PRODUCTION HYDROÉLECTRIQUE POTENTIEL NON DOCUMENTÉ.

水力ポテンシャル

- 1
Sindars
- 2
Mboingou
- 3
Ouyama
- 4
Igotchi
- 7
Malinga
- 5
Tchimbébé aval
- 8
Abouéba
- 9
Boungou

出典：SEEG 年報

図 1-1-1-1 SEEG の営業エリア分け

(3) 電力需給

ガボンの発電電力量は、2008年時点で1,638 GWhであり、2007年の1,525 GWhに比して7.4%の増加となっている。

また販売電力量は、2008年に1,436 GWhあり、2007年の1,395 GWhに比して2.9%増加している。

表 1-1-1-1 地域別発電電力量、販売電力量(2008年)

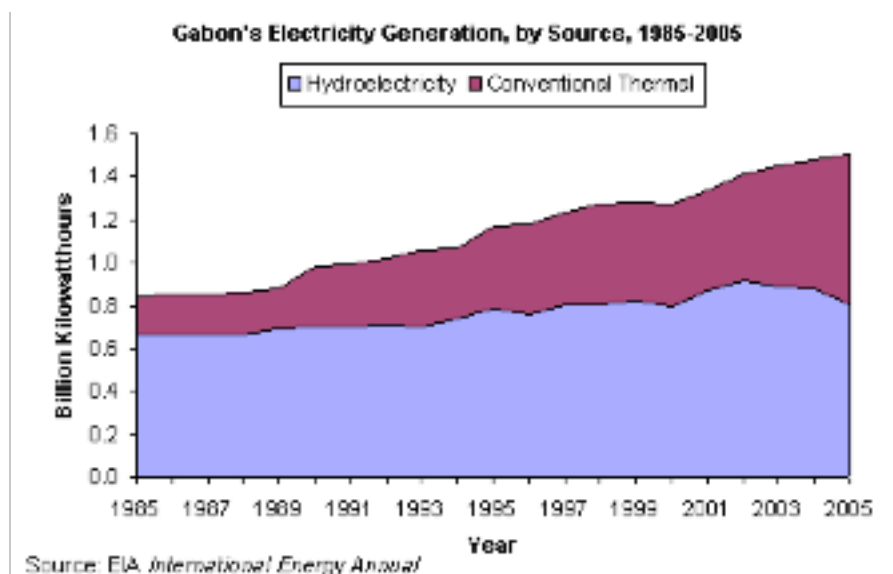
地域名	発電電力量 (GWh)	販売電力量 (GWh)	発送配電ロス (%)
南・北部地域	104.07	95.94	7.8
東部地域	214.85	188.68	12.2
沿岸地域	219.04	199.88	8.7
首都河口地域	1,100.20	951.28	13.5
合計	1,638.15	1,435.78	12.4

出典：SEEG 年報

表 1-1-1-2 発電電力量と販売電力量の推移

年度	発電電力量 (GWh)	販売電力量 (GWh)	発送配電ロス (%)
2005	1,363.73	1,202.58	11.8
2006	1,463.05	1,253.12	14.3
2007	1,525.22	1,395.06	8.5
2008	1,638.15	1,435.78	12.4

出典：SEEG 年報



出典：SEEG 年報

図 1-1-1-2 ガボンの発電における一次エネルギーの割合の推移

発送配電ロス、上の表にもあるように12.4%（202 GWh、2008年）と大きく、またその改善が進んでいないことも解決すべき課題の一つになっている。また、首都河口地域のロスが13.5%と一番大きいことも、大きな問題である。

一方、電力需要家の数は毎年増え続けており、またその増加率にも加速が見られる（2006の4.5%から2008年の6.9%へ）。現在では、全国の約80%の世帯が電力の供給を受けている。

表 1-1-1-3 需要家数の推移

年	低電圧需要家数 (380/220V) (軒)	中電圧需要家 (30/20kV) (軒)	合計 (軒)
2005	167,772	933	168,705
2006	178,403	967	179,336
2007	188,804	1,000	189,804
2008	201,914	1,049	202,963

出典：SEEG 年報

(4) 発電設備

発電設備の容量は、全体で373.89 MWであり、うち火力203.85 MW（55%）水力170.04 MW（45%）の割合となっている。近年水力の開発は行われていないため、火力の割合が増加してきている。

発電設備は老朽化が進み、定格出力を大きく下回る発電量にとどまっている。このことは慢性的な電力不足の原因となっており、また停電の発生原因の一つでもある。

表 1-1-1-4 発電所一覧、2008年

発電所名	発電形式	発電所容量 (MW)	最大出力 (MW)	発電電力量 (MWh)	備考
Bongolo	Hydro	5.46	—	25.61	
Mouila	Thermal diesel	2.80	—	1.50	
Tchibanga	Thermal diesel	1.60	—	2,26	
RIC de la Louetsi	—	9.86	5.09	29.37	
Akok	Thermal diesel	0.01	0.01	0.03	
Bifoum	Thermal diesel	0.15	0.08	0.40	
Bitam	Thermal diesel	2.05	1.26	5.81	
Booue	Thermal diesel	1.20	0.06	3.08	
Ebel Abanga	Thermal diesel	0.11	0.09	0.29	
Fougamou	Thermal diesel	0.80	0.55	2.57	
Lambarene	Thermal diesel	4.43	3.67	17.87	
Makokou	Thermal diesel	1.88	1.29	6.87	
Mandji	Thermal diesel	0.64	0.31	1.09	
Mayumba	Thermal diesel	1.11	0.46	2.46	
Mbigou	Hydro	0.38	—	0.71	
Mbigou	Thermal diesel	0.38	0.22	0.32	
Medouneu	Hydro	0.20	0.19	0.23	
Medouneu	Thermal diesel	0.19	—	0.43	
Mekambo	Thermal diesel	0.52	0.23	1.01	
Mimongo	Thermal diesel	0.26	0.13	0.63	
Minvoul	Thermal diesel	0.40	0.22	1.01	
Mintzic	Thermal diesel	0.97	0.63	3.16	
Moabi	Thermal diesel	0.34	0.23	1.07	
Ndindi	Thermal diesel	0.19	0.08	0.29	
Ndjole	Thermal diesel	1.18	0.68	3.73	
Ovan	Thermal diesel	0.14	0.07	0.34	
Oyem	Thermal diesel	6.62	3.95	21.29	
(南部・北部地域小計)		(33.97)	(20.01)	(104.07)	
Poubara	Hydro	38.00	—	212.38	
RIC de Franceville	—	48.00	35.40	212.89	
Moyabi	Thermal diesel	10.00	—	0.50	
Onga	Thermal diesel	0.11	0.04	0.17	
Koulamoutou	Thermal diesel	2.56	—	1,24	
Lastourville	Thermal diesel	1.08	—	0.53	
Okondja	Thermal diesel	0.48	—	0.02	
(東部地域小計)		(52.12)	(35.44)	(214.85)	
Port Gentil	Thermal diesel	—	—	13.16	
Port Gentil	Thermal gas	50.00	35.30	195.47	
Gamba	Thermal gas	3.55	1.80	8.92	
Omboue	Thermal diesel	0.6	0.28	1.50	
(海岸地域小計)		(54.16)	(37.38)	(219.04)	
Kinguele	Hydro	57.60	—	419.14	
Owendo	Thermal diesel	44.00	—	111.08	
Owendo	Heavy oil	33.00	—	149.34	
Owendo	Gas	30.00	—	183.3	
Tchimebele	Hydro	68,40	—	235,67	
RIC de Libreville	—	233.00	166.90	1098.54	
Cocobeach	Thermal diesel	0.65	0.33	1.66	
(河口地域小計)		(233.65)	(167.23)	(1,100.20)	
[合計]		[373.89]	[260.07]	[1638.15]	
Hydro		170.04	—	893.74	
Thermal		203.85	—	744.42	

出典：SEEG 年報

(5) 送配電設備

送電線の電圧は、首都のリーブルビルを中心とした首都河口地域で、225kV、90kV の電圧を用いており、その他の地域では 63kV の電圧である。また、配電線は 30kV と 20kV の 2 系統がある。低圧線は 3 相 4 線式の配線で、380V / 220V である。

送電・配電線恒長は、2008 年時点で以下のとおりとなっている。

- 送電線恒長 706km
- 配電線恒長 118 km
- 低圧線恒長 3,665 km

表 1-1-1-5 地域別送電線・配電線恒長 2008 年

地域	送電線 (km)	配電線 (km)	低圧線 (km)
DRI	289	26	851
DRE	153	92	949
DRL	---	---	397
DIE	264	---	1,468
(合計)	706	118	3,665

注 1) 送電線： 225 kV, 90 kV, 63 kV

注 2) 配電線： 30 kV, 20 kV

注 3) 低圧線： 380/220 kV

出典：SEEG 年報

(6) 電力料金

SEEG では、国中を網羅する電力系統がなく、また他に独立した小さな系統で電力供給している。したがって電気料金は、地域別に原価を計算し、それに基づいた地域別の料金が徴収されている。

また、電気料金は、一日のうちでもピーク時（午後 7 時から 10 時）とその他の時間帯で大きく異なり、ピーク時料金はオフピーク時の約 3 倍と、非常に高く設定されている。

首都リーブルビルでの電気料金を下記に示す。

表 1-1-1-6 リーブルビルでの電気料金 (2008 年)

種別	基本料金 (CFA/kWh)	従量料金 (CFA/kWh)		年間使用量 (kWh)
		Peak (19-22 時)	Off peak	
長期の使用	9,652 (2,123 円)	32.62 (7.2 円)	9.82 (2.2 円)	> 5,000
一般	7,898 (1,738 円)	46.64 (10.3 円)	12.63 (2.8 円)	2,501 - 5,000
短期の使用	6329 (1,392 円)	70.94 (15.6 円)	17.47 (3.8 円)	1,001 - 2,500
非常に短期使用	4,206 (925 円)	136.72 (30.1 円)	30.99 (6.8 円)	0 - 1,000

単位：CFA、換算レート：0.22Yen/CFA

近年、電力需要が急速に伸びてきて火力発電所での発電量が多くなっているが、石油価格の高騰の影響をうけ、電力料金も高くなってきている。

電気使用量は、2001年から2007年の間に12%伸び、一方、電気料金は同じ期間の間に公共向けで29%、民生向けで17%上昇している。

(7) 再生可能エネルギーの取組み

「ガ」国は、赤道直下に位置し、国内に大きな熱帯雨林を有しているため、太陽光や水資源に恵まれており、電力の一次エネルギーのポテンシャルは大きい。しかし、近年の環境保護の流れから、大規模水力発電所の計画は提案されているものの、その開発は難しいのが実情である。

太陽光発電については、エネルギー省主導で国内の資金を使った地方電化プログラム「ガボン100村太陽光計画」が実施されている。2009年時点では、地方部の住宅、学校、病院、街灯、集合型（ミニグリッド）などの太陽光発電設備が進められており、全国で約2,500枚の太陽光モジュールを使用し、約140kWの太陽光発電設備の設置が済んでいる。以下の表に、2009年時点の「ガボン100村太陽光計画」の進捗状況を示す。

表 1-1-1-7 「ガボン 100 村太陽光計画」の進捗状況

州	村	個別住宅用	学校用	病院用	集中型	街灯	水処理ポンプ	州	村	個別住宅用	学校用	病院用	集中型	街灯	水処理ポンプ	
Estuaire	Messora	63	1	1	0	8	0	Moyen Ogooué	Alonha 1	3	1	0	0	0	0	
	Ayeme Agoula	40	1	0	0	8	0		Alonha 2	7	5	0	0	0	0	0
	Nzoua Meyong	23	0	0	0	0	0		Alonha 3	0	4	0	0	0	0	0
	Makoula	6	0	0	0	0	0		Alonha 4	4	5	0	0	0	0	0
	Ngoua Fene	2	0	0	0	0	0		Issac	2	0	0	2	0	0	0
	Padouk	1	0	0	0	0	0		Mengueme	2	0	0	1	0	0	0
	Bâche	7	0	0	0	0	0		Ogouwa	3	0	0	3	0	0	0
	Batéva	1	0	0	0	0	0		La Suer	4	0	0	0	0	0	0
	Campement	1	0	0	0	0	0		Ntchoua	0	0	0	3	0	0	0
	Roungoula	15	0	0	0	0	0		Nzamekessile	0	0	0	5	0	0	0
	Dimbu di	1	0	0	0	0	0		Neguentogolo	1	0	0	4	0	0	0
	Double Pont	30	0	0	0	0	0		Akoume Nlam	4	0	0	3	0	0	0
	Remboué	30	0	0	0	0	0		Pointe Noir	0	0	0	2	0	0	0
	Bel Air	4	0	0	0	0	0		St Martin	4	0	0	3	0	0	0
Shalôme	2	0	0	0	0	0	Evaro	0	0	0	0	0	0	1		
Haut Ogooué	Osselé	29	0	0	0	8	0	Rougonoué	2	0	0	0	0	0	0	
	Antsia (rgpt)							Zingui	3	0	0	0	0	0	0	
	Amono (rgpt)							Ndjegwé	4	0	0	3	0	0	0	
	Moyol (rgpt)							Ediananongo	0	0	0	1	0	0	0	
	Bouma (rgpt)							Nombedouma								
	Ombangou							Belle vue								
	Olongo							Ngwa Bilaga								
	Kabaga 1	1	0	0	5	0	0	Massika								
	Kabaga 2	0	0	0	5	0	0	Ngounié	Mbadi	10	1	0	0	4	0	
	Ekalla 2	1	0	0	4	0	0		Douani	1	0	0	4	0	0	0
	Edjangoulou 1	0	0	0	4	0	0		Quartier Diboua	2	0	0	3	0	0	0
	Edjangoulou 2	0	0	0	4	0	0	Nyanga	Nzienzeli 1	23	0	0	0	0	0	
	Edjangoulou 3	1	0	0	5	0	0		Dougandou	37	0	0	0	0	0	
	Saye	3	0	0	6	0	0		Diboumba	10	0	0	0	0	0	
Yia	1	0	0	0	38	0	Boutembe		22	0	0	0	0	0		
Kabiri	2	0	0	1	0	0	Moukouala		20	0	0	0	0	0		
Kessala	2	0	0	2	0	0	Milolo		24	0	0	0	0	0		
Ossouélé	0	0	0	0	28	0	Dousseoussou		34	0	0	0	0	0		
Moyen Ogooué	Ngomo	6	7	3	0	2	0	Nzienzeli 2	23	1	0	0	4	0		
	Oronga	2	0	3	1	36	0	Ogooué Ivindo	Afoumadzo	16	1	1	0	8	0	
	Ambia	11	0	0	0	0	0		Mbénza							
	Inguedja	19	0	0	0	0	0	Ogooué Lolo	Moudouma 2	10	1	1	0	7	0	
	Pointe Elyse	21	0	0	0	0	0	Woleu Ntem	Yeffa	13	0	1	0	8	0	
	Isolwé	2	0	0	3	0	0	Total		599	15	14	51	160	0	
	Tchatanga															
	Achoucka															
	Bordeau	13	0	0	0	0	0									
	Lébamba	5	2	4	0	1	0									

1-1-2 開発計画

(1) 上位計画

「ガ」国は、1998年1月、国連気候変動条約（UNFCCC）に批准し、緩和策・適応策を推進するとともにその進捗を報告している。2005年11月にUNDP等からの支援を得て国別報告書（Initial National Communication）を提出しており、このなかで、気候変動の緩和策として次の3つの方針を打ち出している。

- ①新エネルギー・再生可能エネルギーの利用を通じた温暖化ガス排出削減
- ②建物のエネルギー効率向上を通じた温暖化ガス排出削減
- ③製造業・建設業におけるエネルギー効率向上を通じた温暖化ガス排出削減

特に新エネルギー・再生可能エネルギーの利用については、水力、バイオマス、太陽光及び風力を農村部でのエネルギー需要に応えるために活用する方針である。

うち、太陽光を利用した地方電化には2000年より着手しており、今後の計画としては、2010年までに338kW、2020年までに1,234kWの開発を目標としている。これらの実施のためには、それぞれCFA19million、CFA63millionの投資が必要と予想される。この投資を通じて、年間のCO₂排出削減は、16,224t-CO₂、96,252t-CO₂を目指す。

(2) 将来の電力開発計画-

「ガ」国には、複数の水力発電所の開発計画が存在するが、環境面での配慮、特にサイトが国立公園内に位置することなどを理由として、実現に向けては大きな障害がある。

一方、「ガ」国はOPECの一員でもある産油国であるが、生産量の大半を輸出に回しているため、「ガ」国沖での産出が開始した天然ガスを発電に利用することが有望視されている。イスラエル企業の出資するIPPが開発する天然ガス発電所が2011年に竣工し、SEEGに電力を卸売りする計画がある。その規模は10MW級であり、この発電所ができれば「ガ」国の電力需給は大幅に改善すると考えられる。

1-1-3 社会経済状況

(1) 国 土

ガボン国（以下、「ガ」国）は中央アフリカにあり、800kmの海岸線で大西洋に面し、北緯2°30'～南緯4°、東経9°～14°に位置している。北は赤道ギニア及びカメルーン、東及び南はコンゴ民主共和国と国境を接している。国土は26万8千平方キロで、85%は熱帯雨林におおわれている。

気候は、年平均気温21～27°C、湿度60～98%と高温多湿であり、乾季が3ヵ月と短く、他の季節には降雨がみられる。年降雨量は地域的なばらつきが大きく、沿岸部で1,800～

3,200mm、内陸部で1,400～2,000mmとなっており、首都リーブルビルでは2,500mm以上、年降雨日数は150日を超える。

(2) 人口動態

「ガ」国では、1993年以來センサスが行われていないため、以降の人口動態は同センサスの結果を基にした推計値となっている。2002年の人口の推計値は126万8千人であり、人口増加率は2.5%/年とされている。

人口の18%は流入した移民で構成されており、これはサブサハラ諸国の平均値2%と比較しはるかに高いことから、高い収入を目的に周辺諸国からの人が集まる状況が推測される。

国連開発計画の人間開発報告書2009では、「ガ」国の収入と人間開発指数（HDI）のアンバランスに言及している。一人あたり国内総生産（GDP per capita）の購買力平価（ppp）では調査対象の135カ国のうち54位（US\$15,167）に位置するものの、HDIでは103位と大きく後退する理由について、出生時期待寿命、成人非識字率、安全な水道のアクセス、幼児の体重不足等の指標が低いことを原因とし、国内に大きな貧困層が存在することを指摘している。

(3) 経済情勢

「ガ」国は政治的には比較的安定した国情で、40年以上の長期にわたり政権を維持した大統領の死去を受けた選挙が2009年8月に実施された後も、大きな混乱は見られていない。

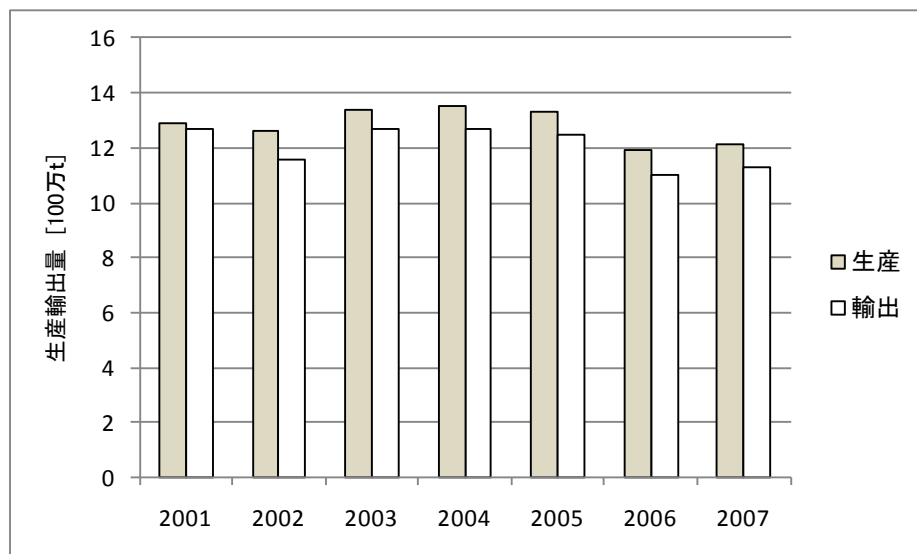
一人あたり国民総収入（GNI）は2007年で6,670ドルであり、サブサハラ諸国の水準（952ドル）を大きく超えている（世界銀行、2009年）。経済は多くを石油生産に依存しており、GDPの6割近くを占める第1次産業の大半は石油・マンガン等の資源の産出によるものである。これ以外に目立った産業はなく、農業、漁業の割合はGDPの4%にも満たない。また第2次産業はGDPの10%弱で、農産物加工、木材加工等の製造業はいずれも成熟度は低い。近年の石油価格の高騰を受け収入は増大しているが、原油の生産量は頭打ちの状態にある。原油価格の変動が国家経済に極めて大きな影響を与える。

近年、石油生産量に低下が見られるため、石油以外の産業セクターの育成を進めており、IMFからUS\$117百万の借り入れが認められた。

表 1-1-3-1 国内総生産の産業別内訳

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
第1次産業	1,665	1,628	1,700	1,963	2,633	2,880	3,072
農畜水産業	143	148	153	156	163	175	186
林業	77	61	61	57	61	71	83
原油	1,399	1,363	1,428	1,656	2,316	2,519	2,643
鉱業	46	56	58	93.5	94	114	160
第2次産業	315	359	344	347	374	410	454
農産品加工	45	47	48	49	53	58.5	65
飲料	39	26	31	36	40	52	60
他の加工業	72	94	87	88	94	94	101
精製	13	16	17	17	21	20	25
電力水道	44	46	48	54	57	62	70
建設・公共事業	80	85	72	76	79	92	101
採掘	22	46	41	28	30	31	34
第3次産業	1,188	1,159	1,173	1,183	1,243	1,355	1,534
運輸	228	191	197	204	211	228	281
サービス	401	466	457	462	494	540	588
商業	275	243	247	240	256	279	304
権益・税収	256	239	251	257	260	288	338
金融保険	28	20	21	20	21	21	23
小計	3,168	3,146	3,217	3,494	4,250	4,645	5,059
上記に含まれないもの	307	292	302	298	300	336	417
合計	3,475	3,439	3,519	3,792	4,550	4,981	5,476

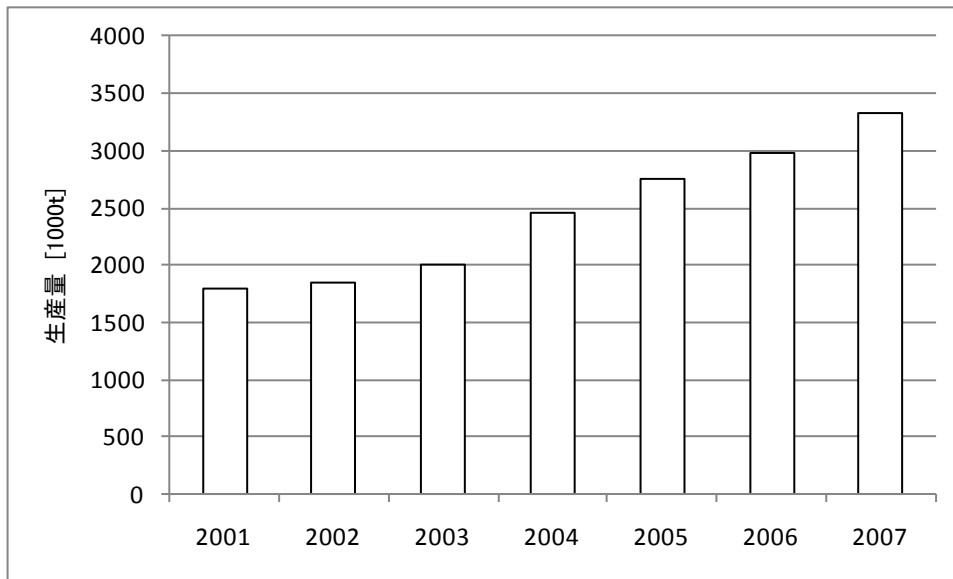
出典：ガボン統計年報 2001-2007、単位：100万 CFA (1 CFA = 0.2065 円)



出典：ガボン統計年報 2001-2007

図 1-1-3-1 「ガ」国の原油生産・輸出货量

天然ガスの生産は順調に伸びてきているほか、鉱物の中でも特にマンガンの産出量の伸びが顕著である。



出典：ガボン統計年報 2001-2007

図 1-1-3-2 「ガ」国のマンガン産出量

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

(1) 要請の背景・経緯

我が国は、2008年1月、ダボス会議において温室効果ガスの排出削減と経済成長を両立させ、気候の安定化に貢献しようとする途上国に対する取組みの1つとして、クールアース・パートナーシップを発表し、省エネルギー等の途上国の排出削減への取組みに積極的に協力するとともに、気候変動に深刻な被害を受ける途上国に対して支援することを決定した。この取組みの一環として、気候の安定化に貢献しようとする意志は持っているものの、排出削減と経済成長を両立させる実行能力や資金が不足している途上国を支援するために、2008年度に「環境プログラム無償資金協力事業」が導入された。

これらの背景から、我が国として極めて優位性の高いクリーンエネルギー技術である太陽光発電技術の国際協力事業における積極的な活用が求められることとなった。外務省は、クールアースパートナー国を対象とした太陽光発電等を活用した環境プログラム無償資金協力事業に関するニーズ調査を実施し、「ガ」国からは、候補となる案件が提案された。

「ガ」国は、1998年1月、国連気候変動条約（UNFCCC）に批准し、緩和策・適応策を推進するとともにその進捗を報告している。2005年11月にUNDP等からの支援を得て国別報告書（Initial National Communication）を提出しており、この中で、気候変動緩和策として水力、バイオマス、太陽光、風力等の新エネルギー・再生可能エネルギーの利用を推

進することを提唱している。特に太陽光については、2002年から地方部の学校や医療施設におけるエネルギー源としての利用促進に着手しており、2020年までに合計1,200kWの整備を行うことを計画している。また2009年11月に環境政策「Gabon Vert」を打ち出し、熱帯雨林の保全と太陽光発電を始めとする再生可能エネルギーの有効利用を目指している。

このような中、当該国は我が国の気候変動対策に係る取組みに賛同し、気候変動対策の適応策及び緩和策への取組みにより、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。

(2) 要請の概要

ガボン国から提出された本計画にかかる要請は、おおむね以下のとおりである。

- 1) 要請年月：2009年11月
- 2) 要請金額：5億円
- 3) 候補サイト：サイトA=外務省表庭、サイトB=オマーボンゴ大学キャンパス内
- 4) 要請内容：
 - a) 系統連系係型の太陽光発電システムの資機材の調達
 - 太陽光発電設備：サイトA 70kWp、サイトB 150kWp
 - 架台
 - パワーコンディショナ
 - 接続箱
 - データ収集・監視システム
 - 表示装置
 - ケーブル等
 - b) 運営管理のための技術支援の供与
 - 運転・維持管理マニュアル
 - 運転・維持管理要員の現地トレーニング
 - 関係省庁等を含むワークショップ 等

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	森林保全計画 柔道柔術連盟柔道器材整備計画（一般文化無償） リーブルビル零細漁業支援センター建設計画
平成 16 年度	ランバレネ零細漁民センター整備計画（第2期）
平成 15 年度	ランバレネ零細漁民センター建設計画（第1期）

出典：外務省 HP

(2) 有償資金協力

本邦から「ガ」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

「ガ」国に対する多国間・二国間援助機関による協力は、ガバナンス、環境・天然資源マネジメント、教育・保健（HIV/AIDS）に関するものが多い。気候変動や再生可能エネルギー利用に関係するものとしては、以下の国連開発計画によるものが見出された。

【UNFCCC 第二次国別報告書支援】

国連気候変動枠組み条約の付属書国として、提出が求められている第二次国別報告書の作成を支援する。具体的には、温暖化ガス排出インベントリーの作成、温暖化緩和策・温暖化適応策の策定、キャパシティの育成が含まれる。

実施期間：2007年1月—2007年12月

援助先機関：環境総局

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) 事業実施機関

本計画は、エネルギー・水資源省（以下、「エネルギー省」）を主管官庁・実施機関とし、太陽光発電設備の日常的な運転・維持管理は、設備設置先であるオマーボンゴ大学及び外務国際協力省（以下、「外務省」）において実施される。また、長期的な維持管理については、大学を主管する高等教育省、及び外務省により予算が用意される。

(2) 事業実施場所

1) オマーボンゴ大学

オマーボンゴ大学は、学生 10,500 人、職員 1,000 人の合計 11,500 人規模の教育施設であり、文学部、経済学部などを有する文科系の大学である。本計画を担当するのは、組織としては事務局長の系列であり、具体的な担当は施設設備計画局になる。局長を含む技術者約 3 名のほか、数名の技師が常勤している。

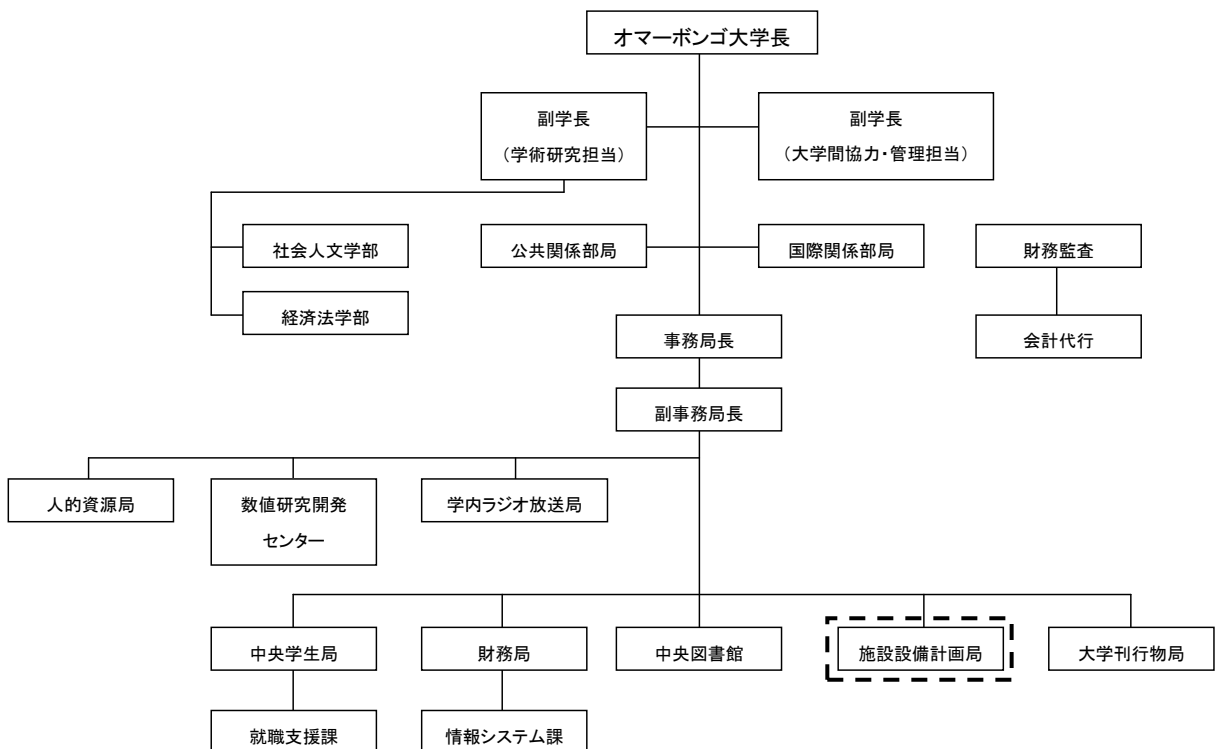


図 2-1-1-1 オマーボンゴ大学の組織図

2) 外務省

外務省において本計画を管轄するのは、事務局長系列の施設設備予算局となっている。局長を含む技術者約4名のほか、数名の技師が常勤している。

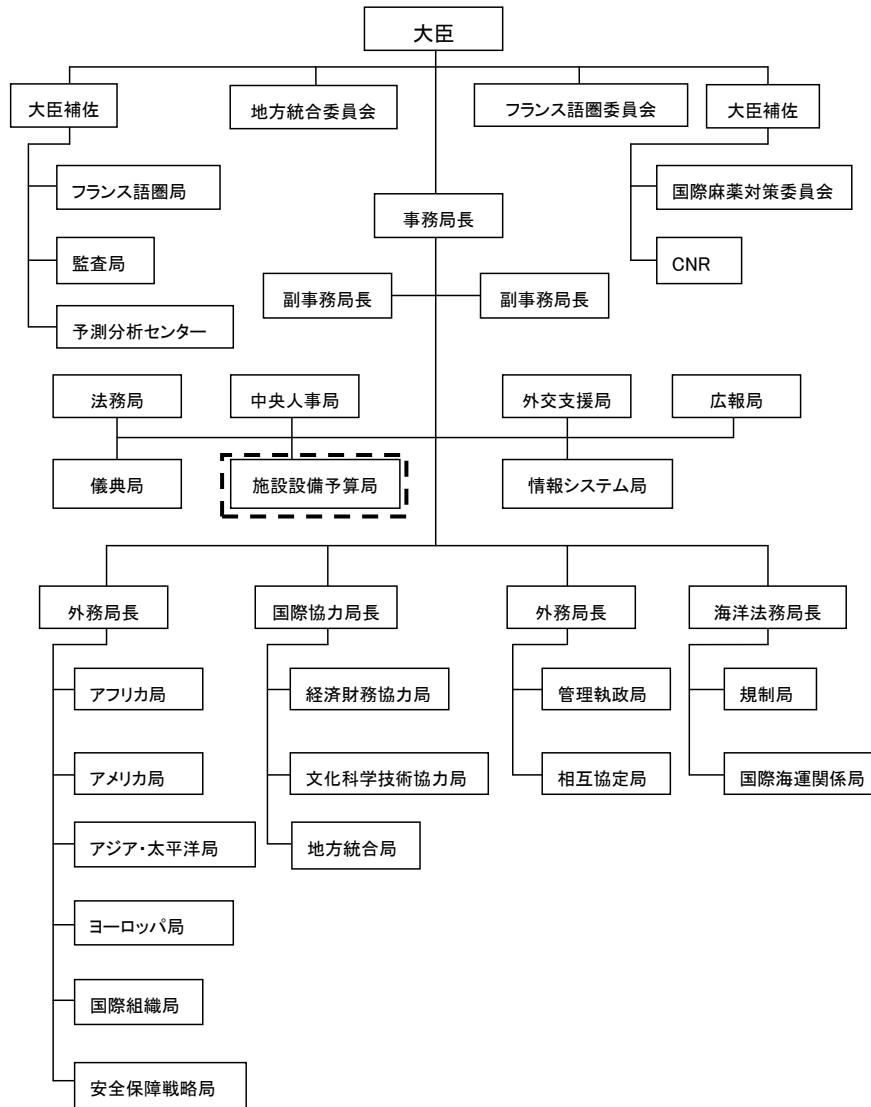


図 2-1-1-2 外務省の組織図

2-1-2 財政・予算

(1) オマーボンゴ大学

オマーボンゴ大学では、太陽光発電設備を維持管理する予定となっている事務局長の予算（事務局長管轄、及び副事務局長管轄）内訳は、2009年度で以下のとおりである。

表 2-1-2-1 オマーボンゴ大学事務局の 2009 年管理費予算

事務局長管轄		副事務局長管轄	
公用車維持管理費	1,500	情報機器費	1,000
冷房機器維持管理費	1,575	紙類	500
情報機器費	4,050	事務用品費	1,000
紙類	2,125	建物設備機器費	500
印刷費	4,367	公用車燃料費	1,000
事務用品費	1,500	その他	1,000
建物設備機器費	1,050	合計	5,000
公用車燃料費	2,757		
海外調査費	20,500		
海外出張費	4,550		
合計	43,974		

出典：オマーボンゴ大学資料、単位：千 CFA（1 CFA= 0.2065 円）

2) 外務省

外務省の電気設備に係る維持管理費予算は下記のとおり計上されている。

表 2-1-2-2 外務省の近年の電気設備維持管理費予算

年度	維持管理予算
2007	5,000
2008	5,000
2009	10,000
2010	15,000

出典：外務省資料、単位：千 CFA（1 CFA= 0.2065 円）

2-1-3 技術水準

「ガ」国は国民一人当たりの GDP が US\$ 5,500 と生活レベルの高い国であり、電力設備を含めたインフラが他のアフリカ諸国に比べ充実しており、太陽光発電のような先進的な技術を取り入れるには最適な環境である。本計画の対象となるオマーボンゴ大学および外務省は、受変電設備・ディーゼル発電設備（外務省のみ）等の既設電気設備を管理する豊富な実務経験を有する常駐技師がおり、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には問題ないものと考えられる。

しかし、両サイトの技師は、施設内の電気設備の運転と維持管理を実施してきているが、電気設備に関する専門性は決して高くない。したがって、太陽光発電設備の運転維持管理を実施するにあたり、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、「ガ」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 SEEG は、「ガ」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、太陽光の本格的な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、SEEG を含め両サイトの技師等に対し、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を確保することが必要である。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

1) オマーボンゴ大学

オマーボンゴ大学は、リーブルビル市内の中心部からやや東に位置し、南西向きの斜面上の広い敷地に校舎や建物が分散して配置されている。2009年時点で10,500人の学生が学び、1,000人余りの職員が勤務している。

大学は、電力供給の観点からは4つのエリアに分けられており、それぞれに受電施設として変圧器（容量は、エリア1で400kVA、他は630kVA）を持つ電気室が設置されている。4つのエリアは、1) 管理棟などを含む大学の中心地域で正門に近い敷地北部に位置するエリア、2) 講義室等が散在する敷地中央に位置するエリア、3) 敷地南部に広がる学生寮等が設置されたエリア、4) 敷地北西部の小さいエリアで、図書館のみに配電しているものとみられる。電力の消費状況は、日中でおおむね；エリア1で250kW、エリア2で100kW、エリア3で150kW程度である。エリア4の消費は不明であるが、他のエリアに比較し小さいと見られる。

なお、大学には非常用ディーゼル発電機を設置する計画があるが、その詳細は調査時点では定まっていない。

2) 外務省

外務省では、8階建ての本館に約300人が勤務している。本館の裏手には別館があるが使用されていない。正門の左手に本館から離れて電気室が置かれており、この中にある変圧器（630kVA）を経由して1回線の電力線が引かれている。また本館脇には、非常用電力としてディーゼル発電機（200kW）が設置されているが、館内すべての電力需要を賄うものではなく、館内の重要施設のみに接続されている。また、エレベータには停電時対策としてバッテリーによる補助電源が設置されている。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 当該地域の電力供給の状況

「ガ」国の電力系統は首都・河口地域、北部地域、南部地域、東地域、沿岸地域の5つに分かれており、全国を網羅した系統とはなっていない。発電設備の容量は、全体で373.89 MW、うち火力 203.85 MW (55%)、水力 170.04 MW (45%) であり、多数の小規模発電所で構成されている。それぞれの発電所は老朽化が進んでいるとみられ、実際の出力は定格出力を大きく下回っている。また送配電におけるロスが10%を超えており、これらを背景に供給力が不足する状況にある。

一方、地方部においては太陽光発電設備の導入が進められており、個別施設や集合型での設置形態で、これまで140kWが整備されている。

(2) 港 湾

本計画で調達される資機材は、リーブルビルから15km離れたOwendo港で荷揚げされることになる。Owendo港は埠頭延長500m、深度10mの比較的小さな港である。過去に行われた本邦の水産無償案件でも利用された港であるが、クレーン施設は有していないため、クレーン付の船で輸送、もしくはクレーンをレンタルしてコンテナの荷卸しを行う必要がある。

(3) 道 路

Owendo港から対象施設までの距離は約20kmで、リーブルビル市内まではアスファルトの2車線道路が舗装されており、大型車の通行量も多い。外務省とオマーボンゴ大学は市内の幹線道路沿いにあるため、道路の舗装状態は良好である。

(4) 水 道

「ガ」国ではSEEGによって上下水道サービスが提供されているが、リーブルビル市では急増する人口に給水能力が追いついておらず安定した給水が今後の課題となっている。

(5) 通 信

「ガ」国では一般的に携帯電話サービスが普及しており、市内のほぼ全域で通話可能である。携帯電話は複数の電話会社がサービスを提供しており、テレフォンカードで料金をチャージするプリペイド方式と基本料金を払う方式がある。

インターネットは複数のプロバイダによってサービスが提供されており、ダイヤルアップ及びADSLが利用可能である。電子メールの送受信は可能であり回線は比較的安定して

いるが、時間帯によっては不通となることもある。

2-2-2 自然条件

(1) 計画地の位置、地質・地形等

オマーボンゴ大学と外務省がある首都リーブルビル市は「ガ」国の大西洋に面した北西部に位置している。オマーボンゴ大学はリーブルビル市の北東に位置し、海岸に向かってなだらかに傾斜した土地に建設されている。太陽電池モジュールは北側の大学入り口付近の3地点に分けて設置を予定している。外務省は海岸沿いの幹線道路と東に向かう道路の三叉路に位置し、太陽電池モジュールは敷地内の前庭部分に設置を予定している。

(2) 気象条件

1) 温度

リーブルビル市は年間を通じて温暖湿潤な気候である。季節による気温変化の推移は小さく、月別最高気温は平均 29.3℃、月別最低気温は平均 23.1℃ となっている。表 2-2-2-1 に年間の最高温度、表 2-2-2-2 に最低温度を示す。

表 2-2-2-1 月別平均最高気温(リーブルビル市:1999年～2008年)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1999	30.3	30.7	31.0	31.1	30.4	29.2	28.2	28.0	28.8	28.7	29.4	29.8
2000	30.4	31.2	31.4	30.8	30.5	28.6	27.5	27.9	28.4	29.1	29.7	29.9
2001	30.3	31.2	31.3	31.5	30.5	28.7	26.9	27.5	28.9	29.4	29.1	29.2
2002	30.0	30.2	31.0	31.1	30.8	28.9	27.8	28.0	28.6	28.8	29.3	29.8
2003	-	31.3	31.1	31.2	30.6	28.8	28.8	28.4	28.5	29.4	29.4	30.0
2004	30.3	30.7	31.3	30.3	29.4	27.9	27.5	28.6	29.3	29.1	29.4	29.7
2005	31.3	31.5	31.5	31.6	30.0	28.0	27.0	27.5	28.5	29.2	29.4	29.2
2006	29.9	30.3	31.0	30.0	29.4	28.9	27.2	27.4	28.1	28.8	29.0	29.2
2007	30.2	30.6	30.9	30.8	30.4	28.6	27.6	28.0	28.6	28.7	29.2	29.0
2008	29.0	30.7	30.4	30.5	30.0	28.1	27.4	28.1	28.6	29.0	29.1	30.0

出典：ガボン気象局

表 2-2-2-2 月別平均最低気温(リーブルビル市:1999年~2008年)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1999	23.5	23.6	23.7	23.6	23.6	22.1	23.1	22.8	23.3	23.6	22.3	23.6
2000	23.9	24.2	23.9	23.5	23.5	23.8	22.5	22.9	23.4	23.5	23.3	23.6
2001	23.9	24.5	23.6	23.9	23.9	23.6	22.0	22.2	23.1	23.5	23.9	23.6
2002	24.6	24.5	24.0	24.2	24.2	24.1	23.2	22.7	23.1	22.8	22.6	23.6
2003	-	24.8	24.2	24.1	24.1	24.0	24.0	23.4	23.5	24.2	23.2	24.3
2004	24.4	24.4	25.1	24.6	24.6	23.1	22.7	22.7	23.4	23.5	23.1	23.7
2005	24.9	24.5	23.0	24.6	24.6	23.4	22.6	23.0	23.7	23.5	23.2	23.5
2006	24.1	24.2	24.1	23.8	23.8	24.5	22.9	23.0	23.6	24.3	23.8	24.1
2007	25.0	24.5	23.9	24.2	24.2	23.5	22.9	23.5	23.6	-	23.5	23.8
2008	23.7	24.2	24.2	23.6	23.6	23.5	23.0	22.7	23.7	24.0	24.1	24.2

単位:℃

出典: ガボン気象局

2) 湿度

リーブルビル市の月平均相対湿度は最高 95%、最低 72%である。

3) 雨量

リーブルビル市は 6 月~8 月の乾季以外は降水量が非常に多い。1989 年~2008 年にかけての記録では月雨量は最大 804mm、最低 0mm、年雨量は平均 2,746mm である。月別降水量を表 2-2-2-3 に示す。

表 2-2-2-3 月別降雨量(リーブルビル市:1999年~2008年)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1999	304.5	222.6	306.7	259.1	318.0	13.1	36.6	55.0	161.8	467.9	312.6	138.0
2000	288.5	243.7	353.1	269.4	203.0	163.0	3.5	12.1	140.5	786.8	803.8	378.1
2001	258.6	168.9	345.1	309.6	633.7	53.4	10.2	1.8	9.6	372.1	295.0	161.7
2002	229.2	460.9	407.3	558.8	316.5	10.5	0.1	19.7	288.0	413.9	617.1	350.8
2003	-	224.6	222.2	208.9	125.1	46.7	85.2	18.5	287.6	441.0	707.3	388.5
2004	422.4	409.4	293.2	365.6	39.7	9.1	3.4	28.9	242.7	-	-	-
2005	309.8	252.1	368.2	254.0	2.6	0.0	1.1	2.7	88.5	344.5	516.8	326.3
2006	266.0	140.1	157.3	271.5	101.9	169.4	5.1	4.3	124.8	364.7	539.3	316.0
2007	118.8	185.2	361.0	278.7	745.9	18.8	14.0	10.1	375.9	362.9	481.9	456.1
2008	311.0	199.3	243.9	181.2	306.5	0.5	0.1	29.1	201.5	706.1	288.2	275.9

単位:mm

出典: ガボン気象局

4) 風速・風向

リーブルビル市は年間を通じて西向きの海風が吹いており、月平均風速は、最高 20m/sec、最低 5m/sec である。

5) 地震

気象局におけるヒアリングでは過去にリーブルビル市において地震が発生したことはないという見解が得られた。

6) 塩害

オマーボンゴ大学、外務省共に海岸から 2km 以内に位置しており、塩害対策を考慮する必要がある。

7) 日射量

リーブルビル市は、季節による日射量変化の推移は小さく、月別平均水平面日射量は、最高は 2 月の 5.51kWh/m²/day、最低は 10 月の 4.23 kWh/m²/day、年間の平均は 4.79 kWh/m²/day である。図 2-2-2-1 にリーブル市内の月別平均水平面日射量を示す。

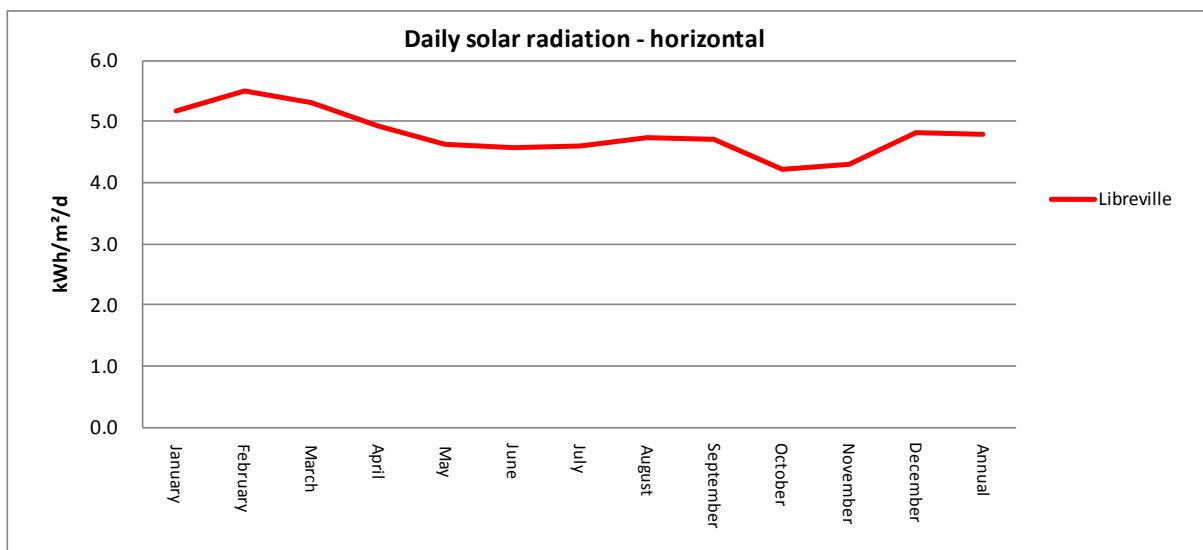


図 2-2-2-1 リーブル市内の月別平均水平面日射量

(出展：RETScreen)

2-2-3 環境社会配慮

「ガ」では、環境・持続的開発・自然保護省、環境・自然保護総局が各案件の環境影響評価を主管する立場にあり、関連する法規は、「政令第 539 号 (2005 年 7 月 15 日)」に定められている。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。また、本プロジェクトでは、第3章で詳述するように、系統連系による給電を行うもので、夜間など日照のない時間のための蓄電池は設置しない設計方針としている。これは、使用後に廃棄される蓄電池に含まれる鉛などの成分が環境におよぼすマイナスの影響を配慮したためである。

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、著しく危険なものではないものの、確実に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二つの施設のうちオマール・ボンゴ大学は、市街地の中心からは若干離れるが、大学構内での施設設置となる点では、授業やその他の学生生活に対して建設工事中に想定されるマイナス面の影響が考えられる。また、大学構内は常に学生や職員が往来があり工事車両や建設機械の通行や作業にも十分な配慮が必要となる。

一方、外務省は、首都リーブルビルの官庁街で幹線道路に接して位置しており周辺は車両や通行人が多く行き交う場所となっている。太陽光発電施設の設置場所は、外務省本館の正面玄関前のスペースとなっており、同省本館に隣接している。そのため同省内の執務に与える上記のような建設工事期間中に発生が想定されるマイナス面の影響は考えられる。また、外部からの来訪者も多く施工場所の一部を通路とせざるを得ない状況となるため、その点も特段の配慮が必要である。更に、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、交通量の多い周辺道路への通行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、影響を受ける関係者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。特に、オマール・ボンゴ大学においては、学生生活への影響について大学当局を通じて学生に対する十分な説明が不可欠である。また、具体的な安全対策としては、仮設の防護柵の設置、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。なお、施設完成後も部外者が施設内に立ち入り電気設備に不用意に触れることで事故が発生する危険性があるため、発電設備の一部として外部からの侵入を防ぐためのフェンスを設置して安全を確保する計画となっている。

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、カテゴリー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(対象サイト:オマール・ボンゴ大学)

項目	計画による影響	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。	適切な施工計画を策定し、工事期間中は、十分な管理を行う。
騒音・振動	工事に伴う作業音、工事用車輛の通行に伴う騒音・振動が発生する。	適切な施工計画を策定し、工事期間中は、十分な管理を行う。
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	工事期間中の車輛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	該当無し	
地域経済(雇用・生計手段)	該当無し	
土地利用・地域資源利用	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	工事期間中に安全対策のために学生活動に対するある程度の制約が発生する可能性がある。	大学当局を通じた学生組織への十分な説明を行う。
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	

表 2-2-3-2 環境社会影響項目に関する検討結果(対象サイト:外務省)

項目	計画による影響	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。	適切な施工計画を策定し、工事期間中は、十分な管理を行う。
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。	適切な施工計画を策定し、工事期間中は、十分な管理を行う。
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	該当無し	
地域経済(雇用・生計手段)	該当無し	
土地利用・地域資源利用	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・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に分類することが妥当であると判断される。

本計画の環境影響評価に関する先方政府との詳細な協議は、調査団による検討を経て案件概要が決定する第2次現地調査段階において実質的に行っている。このとき、調査団より計画した事業の概要を示すと共に、それに基づくスクリーニング結果を示した。この説明に対し、環境・自然保護総局からは、環境影響の内容を明確に確認したこと、及び工事中の感電事故、完成施設の保安面への対策、また施設規模についての情報を必要としている

こと、の2点を述べたレターが発出されている。第3次現地調査の際には、「ガ」国関係機関が集まり本計画に関する検討会が設立されており、そのメンバーとして環境・持続的開発・自然保護省が参加していたため、調査団は先の質問に対する回答書を作成し、エネルギー省担当から検討会への説明の資料とした。以上の手続きにより、プロジェクト実施にあたり環境影響評価に関わるいかなる手続きも条件としないことが環境・持続的開発・自然保護省から確認されている。

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、「ガ」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「ガ」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、「ガ」国リーブルビル市のオマーボンゴ大学および外務省に 130kW および 70kW 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。この設備は、「ガ」国における電力消費の一部を再生可能エネルギーに代替することにより、同国で特に乾季に発電用水の不足に起因する発電量の不足を補い、当該公共施設の電力料金負担の軽減を図って、温室効果ガスの削減と経済成長の取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い、系統停電時は太陽光発電設備も停止する。

本計画は環境プログラム無償として実施され、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活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

3-2-1-1 設計方針

本計画は、リーブルビル市のオマーボンゴ大学および外務省において、系統連系太陽光発電設備（それぞれ 130kW および 70kW）の調達・据付を行うものである。

オマーボンゴ大学は、同国のリーダーとなる人材を多く輩出する高等教育機関であり、ここで太陽光発電に取り組むことは、将来同国を支える人材への環境教育として、極めて有益である。また外務省は、リーブルビル市の中心に位置し、交通の多い道路に面しているため、その表庭に太陽光設備を配置することにより、同国の環境政策に関して国民や外国からの来訪者等に対する高い広報、啓発効果を期待することができる。

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および太陽電池モジュールの設置可能面積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。

本計画で調達する設備は、「ガ」国電力会社SEEG判断により逆潮流¹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、余剰分を系統へ流出する設計とする。

また、系統停電時は、太陽光発電設備は安全に停止する。系統復電後は、所定の条件の確認後、太陽光発電設備も自動で再連系可能なシステムとする。

3-2-1-2 物理的(自然)条件への対応方針

(1) 温度・湿度条件に対して

首都リーブルビルは熱帯海洋性気候の属し、年間を通じて非常に高温多湿である。6～8月の乾季を除けば、降雨量は非常に多く年降雨量は3,000mm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40.0℃として設備の機能が確保できるように配慮する。

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) 落雷に対して

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) 降雨に対して

本計画の降雨に対する対策は、オマーボンゴ大学のPVモジュール設置エリアが傾斜した地形でもあり、雨水排水設備を設置する。

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

(4) 風速・地震について

風速・地震については特別な対策を講じる必要はない。

3-2-1-3 施工に関係する地域的条件への対応方針

「ガ」国内の土木、鉄骨工事業者等は、本計画の工事を請け負うにあたって十分な実力を有している。また、SEEG の実施する工事等で実績を積んでいる電気工事業者も多数存在する。太陽光発電システムについては、電話会社や地方の学校において小規模のシステムの設置実績を持つ会社もある。これらの会社は、常駐の電気技術者を雇用している。しかしながら、大規模の太陽光発電システムの実績はない。工事機械に関しては、フランス系をはじめとする、土木・電気施工業者が必要台数を有している。これらの機械類の整備状態は概ね良好である。

資材などの輸送に関しては、市内で頻繁に交通渋滞が発生するため、輸送ルート、輸送時間など十分に考慮した施工計画を立てる必要がある。

本計画実施時には第三者の安全に重点を置く必要がある。オマーボンゴ大学の敷地内は、不特定の教員、学生および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大学側に対し十分に事前説明し、学生等に対しても大学区側から説明してもらう必要がある。外務省敷地内での工事、交通量の多い道路に面しており、比較的狭い限られたエリアを利用しての工事となるため、資材搬入時など特に周囲の安全に気を使いながら工事を行う必要がある。

3-2-1-4 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「ガ」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、「ガ」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電気室の据付に活用する。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。

(5) 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事用材料の調達が可能であるが、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。

3-2-1-5 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「ガ」国エネルギー省の管理のもと当該施設（オマーボンゴ大学および外務省）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、契約業者による運転・維持管理指導とマニュアルの供与のほか、工事期間中および運転開始後一定期間が経過した後に、ソフトコンポーネントとして日常点検、定期点検等の管理計画演習を実施する。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。本計画では、一定期間に必要な予備品、保守用工具等を供与するが、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（必要額については、3-5節を参照）。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、当該施設の電力料金を負担している機関においてコスト削減額の一部を積み立てるなどの方法が有効と考えられる。

3-2-1-6 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）

3-2-2-1 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	40.0°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 803.8mm
⑥ 地震力	考慮しない
⑦ サイト条件	
標高	約 2~40m
地耐力	50 kN/m ² と想定する 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、既設オマーボンゴ大学および外務省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。

² サイトでの観察結果から、「小規模建築物基礎設計の手引き (日本建築学会)」等を参照し想定した値。

- 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

それぞれのサイトにおける配置の計画は以下のとおりである。

(1) オマーボンゴ大学

大学の敷地は、南西を向いた斜面に広がっており、空地が多く存在する。しかし、これらの空地はほとんど谷地形にあり、その利用には排水対策や地表の安定化を含む大規模土木工事を要するため、本事業の実施時期や土木工事費を考慮すると容易ではない。したがって、まとまった土地ではないが正門近くにある複数の緩斜面を利用し、太陽光発電設備を設置する計画を提案した。この計画につき大学側と協議し、130kW 相当の PV モジュールを設置するとの結論に至った。

なお、同大学の対象エリアにおける消費電力は、年間 1,100MWh 程度である。

(2) 外務省

外務省の敷地には、本館、建設途中の別館、駐車場、国旗掲揚台等を含む芝貼りの緑地があるが、その他には余地がない。したがって、これらのうち日陰になりにくい緑地を使用し、PV モジュールを設置する計画を提案した。この位置に設置できる PV モジュールの容量は、検討の結果、70kW 程度であった。さらに、より大きい太陽光発電設備の設置可能性を探るため、駐車場部分に屋根上の構造を設けることにより追加的な PV モジュール（20～30kW 程度）を設置する案を提案した。以上の提案について外務省と協議を行った結果、緑地部に 70kW の PV モジュールを設置し、駐車場部分は使用しないこととなった。以上により、70kW 相当の PV モジュールを設置する計画とした。

外務省における消費電力は、年間 1,200MWh 程度である。

3-2-2-3 基本計画の概要

前述の基本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	オマーボンゴ大学および外務省 130kW および 70kW 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、太陽光発電設備は自動的に停止する
発電設備の調達と据付工事	<ul style="list-style-type: none"> ・130kW および 70kW 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 - 太陽光接続盤 - 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/表示装置等のケーブル敷設
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)および道具 ・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

本計画でオマーボンゴ大学および外務省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 3-2-2-4 および表 3-2-2-5 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、系統連系型太陽光発電設備・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。

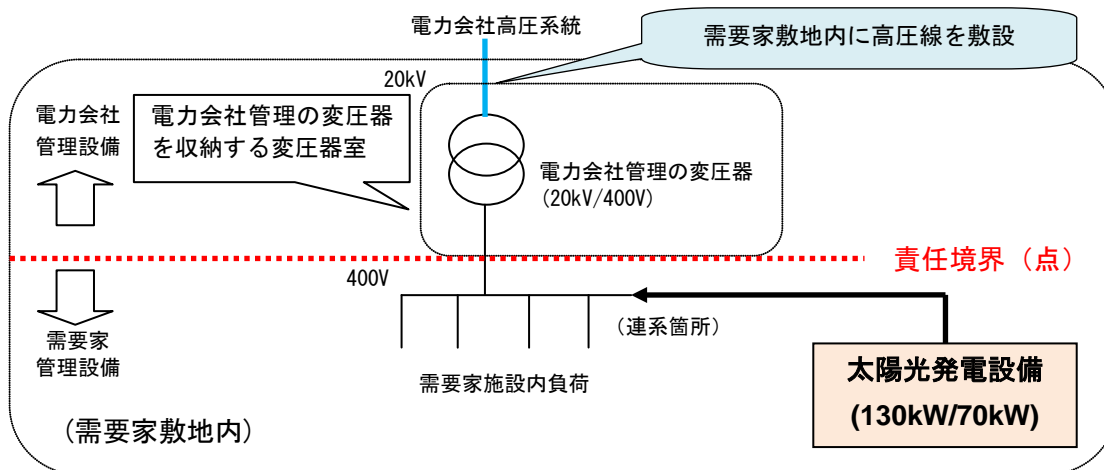


図 3-2-2-1 系統連系の概念図

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、「ガ」国電力会社の SEEG と協議の上決定した。

計量方式は、既設電力量計が逆回転防止機能および双方向での電力量計測に対応済みであり、既設電力量計を活用する。ただし、本計画で整備する設備にも、本プログラムの効果を定量的に把握する目的で電力量計を受電点付近に設置する。

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、太陽光発電設備も停止する。その後、系統が復電し、所定の条件が整えば、手動/自動操作により、発電再開可能なシステムとする。したがって、系統停電時にディーゼル発電機等との連系運転は行わない。

(2) 計画内容

1) 太陽光発電システム容量の検証

「ガ」国のサイトは、オマーボンゴ大学および外務省の 2 箇所であり、個別に記載する。

a) オマーボンゴ大学

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、大学敷地内にある複数の変圧器の内、大学中枢部である事務局棟等が接続されている大学北部の変圧器 2 次側とする。連系場所は、既設電気室内に太陽光接続盤を設けて、低圧接続を行う。

次に、太陽光発電システムの容量について整理する。

第2次調査において同変圧器における電力を実測した結果を、以下の図 3-2-2-2 に示す。

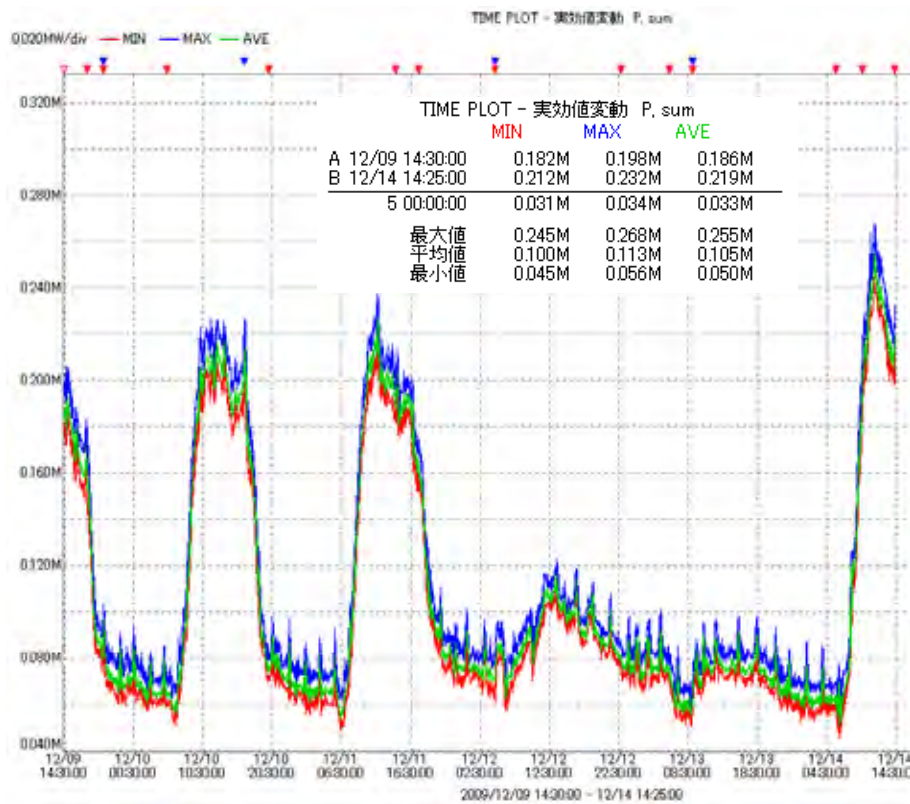


図 3-2-2-2 オマーボンゴ大学の電力測定結果

計測を行ったのは新年度がちょうど始まる時期にあたり、大学内施設の稼働状況はまだ100%に達していない状況であるとの情報が得られている。それでも、平日の昼間のピークは200kWを越える状況で、朝8時頃から夕方6時頃までは130kWを上回っている。また、土曜日（12月12日）でも日中のピークは130kWを超えているが、日曜日（12月13日）には80kW程度までとなっている。太陽光発電設備の容量は130kWであるため、天候に恵まれた日曜日には若干の余剰が発生することも考えられるが、他の曜日には設備が発電した電力はほぼすべて施設内で消費されるとみることができる。

なお、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160MWhの発電量が期待されるとの結果が得られた。そのほとんどが当該施設における電力購入量の削減に寄与することが期待される。これは、当該施設の年間電力消費量の約14.5%に相当する。

b) 外務省

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、外務省敷地内にある変圧器2次側とする。連系場所は、既設電気室内に太陽光接続盤を設けて、低圧

接続を行う。

次に、太陽光発電システムの容量について整理する。

大学の場合と同様、第2次調査において変圧器における電力を実測した結果を、以下の図 3-2-2-3 に示す。

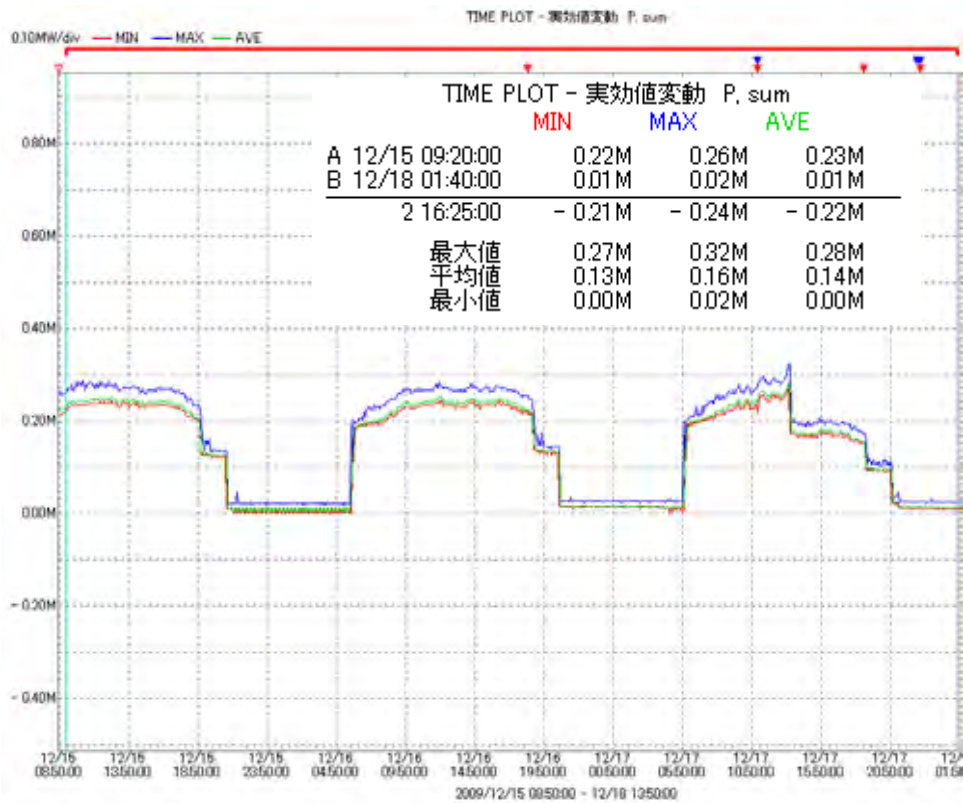


図 3-2-2-3 外務省の電力計測結果

設備管理担当の技師のヒアリングからは、消費電力は昼間で 280kW 前後であるとされていたが、それを裏付ける結果が得られている。また、朝 6 時および夕方 6 時、8 時に電力が急激に変化しているが、これは全館の冷房等が入/切される時刻であるとのことで、日曜日以外はほぼ同様の負荷曲線を描いている。これらの勤務時間以外および日曜日の消費はほぼ一定しており、10 数 kW 程度である。外務省における太陽光発電設備容量 70kW は、需要のレベルと比較すると小さいものの、発生する電力のほとんどが施設内で消費される規模である。

大学の場合と同様に RETScreen を用いて発電量を推計すると、年間約 90MWh の発電量が期待され、そのほとんどが当該施設における電力購入量の削減に寄与することが期待される。これは、当該施設の年間電力消費量の約 8%に相当する。

上述の検討は、案件形成時に目安とされた想定予算規模および選定した太陽電池モジュールの設置場所の有効面積・形状を踏まえ、最終的に検討した。

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、太陽電池の効率は温度に反比例する技術的特長があり、気温の高い地域で同じ容量の太陽電池を据え付けると、薄膜系の方が年間の発電量(kWh)で数%上回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。

本計画は、外務省およびオマーボンゴ大学共に、太陽電池に設置できる面積が限られているため結晶系シリコンの太陽電池モジュールを用いる。

3) 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、オマーボンゴ大学は10kW単位(10kW相当)、外務省は5kW単位程度の規模を目安としたサブアレイを設け、それぞれ合計130kWおよび70kW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。

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するなどの方法で美観を保つこと。
- 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。

設備配置およびフェンス・ゲートのレイアウトを、概略設計図 No.U03(オマーボンゴ大学)および No.M03(外務省)に示す。

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(オマーボンゴ大学)、

3 NEDO 技術開発機構 ホームページより

5kW程度（外務省）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。

また、故障時の対応として、パワーコンディショナは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。

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、外部からドライ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。オマーボンゴ大学では、最も人目に付く場所として、正門から大学内に向かう経路上、太陽光設備が周辺に設置される位置にディスプレイを設置する計画とする。また、外務省においては、建物玄関正面にある国旗掲揚台の脇に設置する計画とする。これらの位置は、概略設計図 No.03 に示す。尚、表示装置の設置場所および箇所数は、本準備調査で対象サイトに確認し合意を得ている。

本装置の構成機器を下表に示す。

表 3-2-2-2 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	1 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 3-2-2-3 に示す。

表 3-2-2-3 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) 太陽光接続盤

本装置は、太陽光発電設備を変圧器からの配線に接続する機能を有する。

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モジュール化し、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 10 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および電気室コンテナ用等基礎

太陽電池モジュール用架台、電気室コンテナ、フェンス、ゲート等の基礎を建設する。

外務省の PV 設置エリアには、地下に水道配管が埋設されており、概略的な位置は把握されているものの位置を正確に示す資料は存在しない。また、この配管は現在も使用されているため、保全することが必要である。したがって、掘削作業にあたっては、手掘りを併用して慎重な作業を行うことが必要である。

◆基礎の形状

外務省の PV 設置エリアには、保全すべき水道パイプが地下に埋設されているため、深い掘削を行うことができない。したがって、PV モジュールの架台基礎は、コの字型の基礎とすることを想定する。

一方、オマーボンゴ大学の PV 設置エリアは、緩やかな斜面上にあるため、浅い基礎として斜面の土砂掘削量を減らすほか、転倒に対する安全性を確保するためにも底面積の大きいコの字型基礎を採用することとする。

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.U04（オマーボンゴ大学）および No.M04（外務省）に、それぞれのサイトにおける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

オマーボンゴ大学のサイトは、常時警備がなされているものの、比較的人の立ち入りは自由であるため、盗難等のリスクは比較的高いと見られる。学内の建物に設置されたエアコン室外機も鉄格子でカバーされている状況がある。したがって、より厳重な盗難対策としてのフェンスが必要である。他方、PV 設置エリアがキャンパスの中央に位置しているのが当サイトの特徴であるため、景観に対する配慮も必要である。以上から、本計画において、感電対策を施した高さ 2m のフェンスと設置することとする。フェンスのタイプとしては、乗り越え防止対策が施された縦格子の頑丈なものを想定する。

一方、外務省のサイトは、敷地周辺がフェンスで囲われているほか、一般市民は立ち入らない場所であるため、厳重な隔離をする必要は認められない。しかしながら、設置エリア内への立ち入りを防止し、感電などの事故が発生しない対策を施すことは必要且つ重要である。したがって、本計画において、高さ 1m 程度のフェンスを設置するものとする。また外務省の建物入り口前というロケーションも考慮し、景観にも配慮したフェンスを想定する。

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。ただし、外務省サイトでは、キュービクルがフェンス外にあるため、車両用のゲートは取り付けない。

フェンス・ゲートのレイアウトを概略設計図 No.U03（オマーボンゴ大学）および No.M03（外務省）に示す。

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) 雨水排水設備

両サイト（リーブルビル）は、年降雨量 3,000mm 前後に達するほど雨の多い地域にあり、特に雨季には集中豪雨的な降雨が発生することも多い。また、特にオマーボンゴ大学の PV モジュール設置エリアは傾斜した地形にあるため、特に地表における排水に配慮する必要がある。

モジュール設置エリアは、表土をれき石で置き換える工事を行う。そこで、このエリアの低い側の外縁に排水溝を、その最下部に集水ますを設け、ここから埋設管で設置エリア前面の道路側溝に排水を行う雨水排水設備を計画する。

なお、外務省の設置エリアは平らな土地にあり、PV モジュール設置後も排水の条件が大きく変わるとは考えがたいので、現状のまま自然排水とする。

(3) 主要設備の概略仕様

表 3-2-2-4 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: オマーボンゴ大学 最大出力 130kW 以上 外務省 最大出力 70kW 以上 タイプ: 地上設置の太陽電池(PV)モジュール(公共・産業用を想定)、オマーボンゴ大学: 結晶系、外務省: 結晶系 モジュール効率: 14%程度 モジュール容量: 210W 程度を想定	各サイト 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	各サイト 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	各サイト 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 $\pm 10\%$ 交流側定格周波数 50Hz $\pm 3\%$ 交流側定格出力 オマーボンゴ大学 130kW 以上 外務省 70kW 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: 通常運用モード(系統連系による最大出力追従制御)	各サイト 1 式
低圧連系装置	配線用遮断器(連系点用、システム内負荷用) 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)	各サイト 1 式
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	各サイト 1 式

表 3-2-2-5 主要機器等の概略仕様 (2)

名 称	概略仕様	数量
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	各サイト 1式
太陽光接続盤	配線用遮断器(連系点用) 電力量計:2 個 (受電および送電用各1個) ・種類:普通電力量計(検定無) ・回路方式:3 相 4 線 ・逆回転防止機能付	各サイト 1式
コンテナ式キュービクル設備	エアコン付(低圧連系装置より電力を供給) 保護等級:IP54 相当	各サイト 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	各サイト 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、XLPE 絶縁、PVC シース 適用基準:IEC、付属品:端末処理材等	各サイト 1式
フェンス・ゲートおよび砂利設備	(フェンス・ゲート共に) オマーボンゴ大学:フェンス高さ:2m 外務省:フェンス高さ:1m (砂利) 砂利種類:サイズは 2~3cm 程度 砂利厚み:10cm 以上	各サイト 1式

XLPE: 架橋ポリエチレン、PVC:ポリ塩化ビニール

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.U01	SINGLE LINE DIAGRAM (Omar Bongo University)
NO.U02	SINGLE LINE DIAGRAM (PV SYSTEM)
NO.U03	GENERAL LAYOUT PLAN
NO.U04	CABLE LAYOUT PLAN
NO.U05	EQUIPMENT LAYOUT&MODIFICATION (ELECTRIC ROOM)
NO.M01	SINGLE LINE DIAGRAM (MFAIC)
NO.M02	SINGLE LINE DIAGRAM (PV SYSTEM)
NO.M03	GENERAL LAYOUT PLAN
NO.M04	CABLE LAYOUT PLAN
NO.M05	EQUIPMENT LAYOUT&MODIFICATION (ELECTRIC ROOM)

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、「ガ」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。

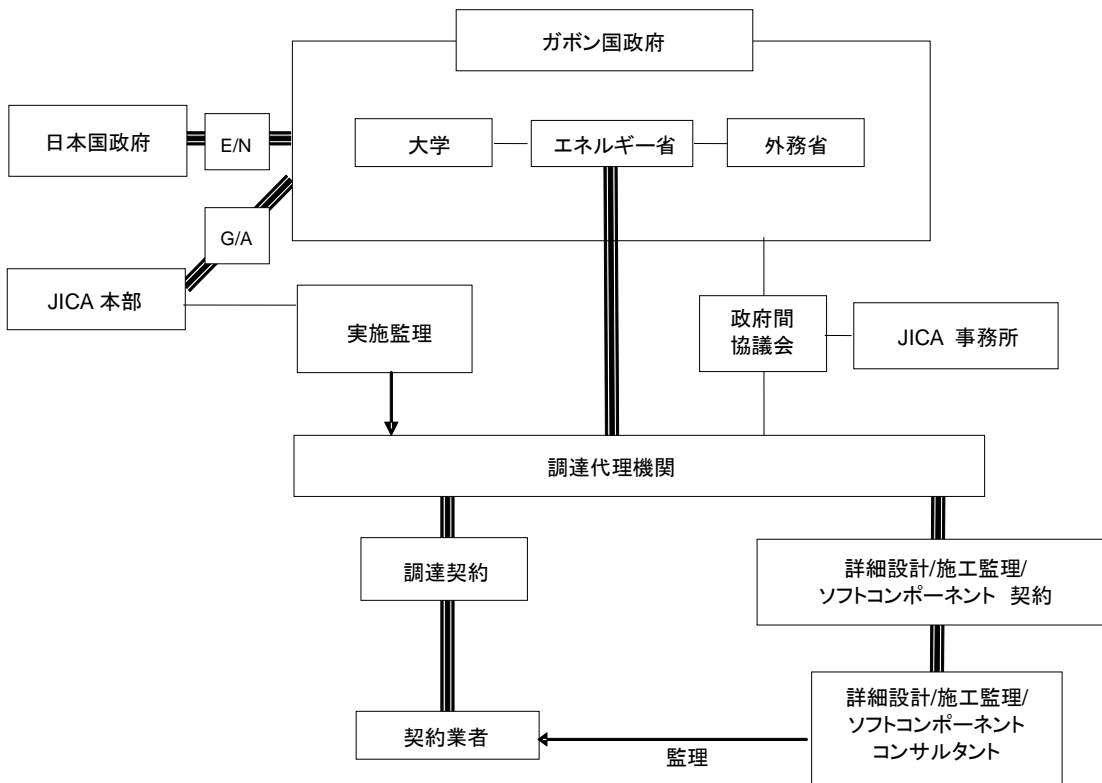


図 3-2-4-1 調達にかかる各機関の役割

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、オマーボンゴ大学及び外務省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「ガ」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。

「ガ」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。

工法については、「ガ」国での一般性を優先して行う。今日無償資金協力事業で求められる施工品質とその前提となる施工管理体制を維持するためには、邦人技術者の極端な削減は容易でないが、派遣期間や人数を縮小し、現地技術者の管理能力に委ねられる施工内容とするべく、「ガ」国基準を優先して適用する。従い、フェンス等の設計や工法について先進諸国で標準とされるものや、先端技術を用いることに拘泥せず、基本的な機能を維持でき、かつ本事業に求められる持続性や啓発効果を含めた効果が期待できる範囲であれば現地建設関連法規・基準を満たすことを基本とし、現地での一般性を尊重する方針とする。

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

(1) 「ガ」国の建設事情

「ガ」国には、GTZ（ドイツ技術開発協力機構）などの国際機関から発注された地方電化や給水プロジェクトで小規模の太陽光設備の施工実績のある業者が存在するが、200kW

規模の太陽光発電施設建設に携わった専門業者は存在しない。しかしながら、一般電気工事に関しては専門企業が複数存在する。これらのフランス系の電気業者は SEEG から発注された比較的規模の大きい電気設備工事の経験があり、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。

(2) 施工上の留意事項

- 「ガ」国は年間を通じて非常に降水量が多く、コンクリート打設はなるべく乾季に実施するなどの、現地の気象条件などを考慮した施工計画が必要である。
- サイトは、頻繁に第三者が通行する大学と外務省の敷地内に位置しているため安全管理に当たり、第三者災害防止に重点を置く必要がある。
- 狭い限られた敷地内での施工となるため、誘導員を配置するなどで工事の安全な施工の確保に努める。

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ガボン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係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

施工監理時を含め、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。

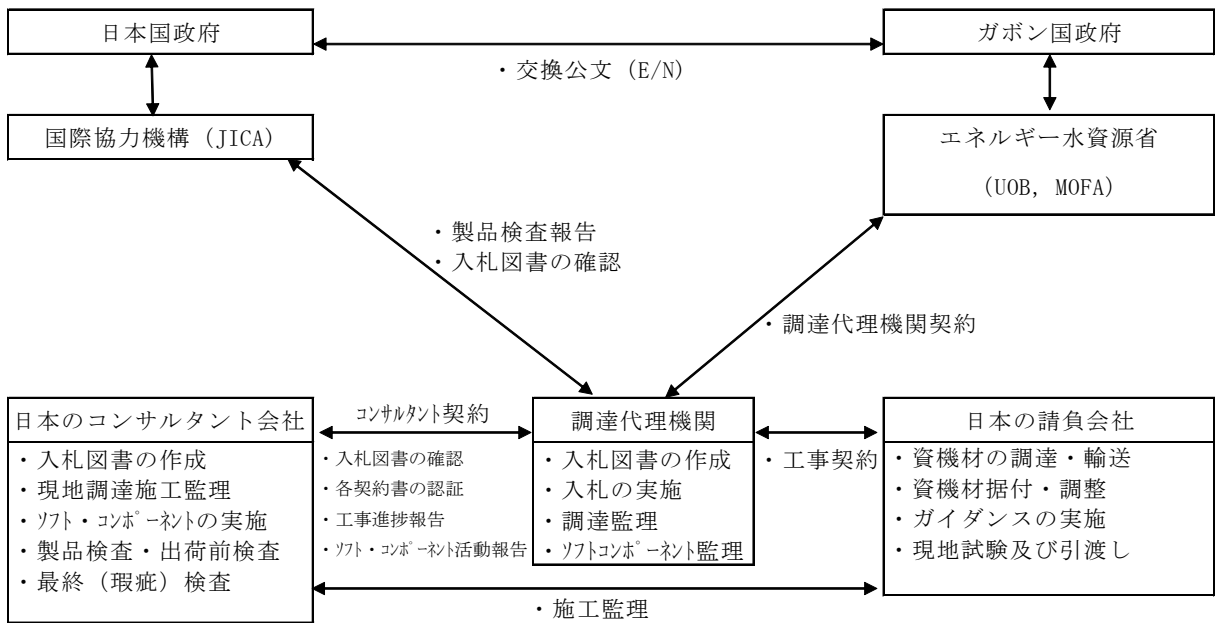


図 3-2-4-2 計画実施時の関係図

3-2-4-5 品質管理計画

コンサルタントの施工監理要員は、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理を実施する。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理と試運転・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

本計画で調達される主要な機材の調達区分を以下の表に示す。

(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) 輸送計画

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。本邦からの太陽光発電関連資機材は、リーブルビルから15km離れたOwendo港で荷揚げされることになる。Owendo港は埠頭延長500m、深度10mの比較的小さな港である。過去に行われた我が国水産無償案件でも利用された港であるが、クレーン施設は有していないため、クレーン付の船で輸送、もしくはクレーンをレンタルしてコンテナの荷卸しを行う必要がある。

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、「ガ」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には不完全な面もあり、高温多湿というというサイト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。なお、同点検作業は、次節で述べるソフトコンポーネントの教材とすることも計画している。

(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「ガ」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「ガ」国初の設備であるため、「ガ」

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、据付工事期間中に実施する設備点検時に、契約業者から「ガ」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⁴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「ガ」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「ガ」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
- ・ 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

4 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。

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

「ガ」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とともに、本件に関連する電力会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「ガ」国における再生可能エネルギー案件やそのための民間発電事業者との協働において参考となるような、基礎的な部分にも重点を置きプログラムを計画実施する。

前項の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、本ソフトコンポーネントは、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。

さらには、3-2-4-7 節で指摘したとおり、現地における再生可能エネルギー発電の系統連系の実績のなさ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、設備の点検を運用開始3ヵ月後に再度行うこととしているが、ソフトコンポーネントにおける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、技術の定着と持続性を確かなものにする。

(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、必要なスペアパーツや消耗品の調達や交換等の技術を持つだけでなく、それらの長期的な設備運用における重要性を理解すること
- ・ 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すること
- ・ 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作成し、外来者、見学者等にシステムの説明が行えること

[電力会社、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
- ・ 発電事業者と電力会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を活用し、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、自立的、持続的に維持管理されている
- ・ 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会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。運転維持管理計画書とは、契約業者から提供されるマニュアルや操作指導をベースに、施設の運転・維持管理担当者の活動を短期（日常）、中期（隔月～年）、長期（本格点検：7年周期）に区分して整理し、具体の活動計画としてスケジュール組みするとともに、それぞれの活動についてチェックシートを作成し、実施の確実性を担保するための計画書である。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参加者の演習課題として作成し、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を加える。この作成過程では、単なる操作方法に関する知識だけでなく、上記「ソフトコンポーネントの目標」で強調され

る「基礎知識」や「理解」が試されることになる。この「基礎知識」や「理解」が、自立的、持続的な設備の運用を実現するために極めて重要となる。

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・操作担当者ら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り、「基礎知識」や「理解」の深度化を図ることができる。さらに、類似事業の水平展開の際に有効に利用される材料ともなりうる。

つぎに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するもので、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 ヶ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 ヶ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 ヶ月間の運転記録、日常点検ログの確認・評価
- ・ 運開後 3 ヶ月間の事故・障害時対応ログの確認・評価
- ・ 運開 3 ヶ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 ヶ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への委託で実施する計画とする。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 ヶ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
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との取り決め

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）◆

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）
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、3 ヶ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、発電量や逆潮流防止の出力抑制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）

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

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技術者。

電力会社担当：電力会社の職員で、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（工学系の大学卒業生）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)	電力会社担当 (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)	○	○	○	
啓発活動(広報リーフレット)	○	○	○	
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	○			
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	施設管理担当者		■	■	■	■	■	■	■
	電力会社		■	■	■	■	■		
	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	施設管理担当者	■	■	■	■
	電力会社		■		■
	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「ガ」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への委託が想定される。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、「ガ」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12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				■							▽															
	納入期間(輸送・通関)																										
	現地工事																										
ソフトコンポーネント	実施																										
	報告																										

図 3-2-4-3 ソフトコンポーネントの実施工程スケジュール

(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、「ガ」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。

3-2-4-9 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 ヶ月の工程で実施される（設備据付工事の竣工までは 23 ヶ月）。施設建設工期設定の条件として「ガ」国の基準労働時間は 1 日 8 時間、休日は毎週日曜日、政府の祝祭日は年間 15 日である。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、「ガ」国は、雨期の雨量が極めて多いため、特にコンクリートの打設を行う土木工事等は雨量の多い時期を避けるべきである。

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。

	1	2	3	4	5															
実施設計	■		(入札図書準備)																	
			▼	(入札公示)																
			■		(入札期間)															
				▼	(入札)															
					■		(入札評価)			計 5.0ヶ月										
						▼	(契約)													
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
調達・施工	(機材設計・製作)					■								▼	工場検査					
													(輸送)		■					
									(準備工事)		■									
								(土木(基礎)工事)					■							
												(電気(据付)工事)					■			
						計 14.0ヶ月										(調整・検査)			■	

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2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（当該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省庁や電力会社等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オマーボンゴ大学および外務省が運営・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や電力会社 SEEG の協力が必要になる。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 SEEG 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。

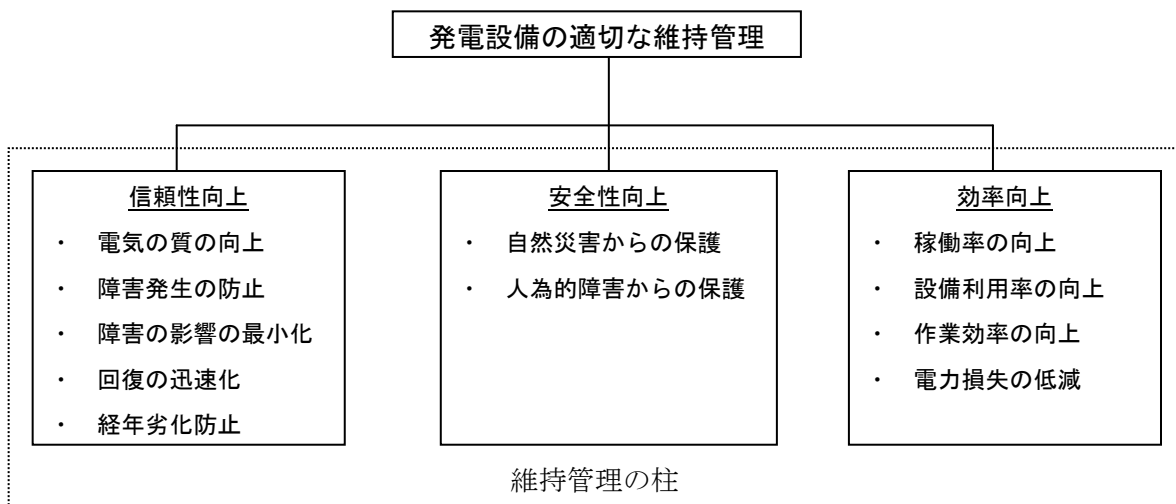


図 3-4-1-1 発電設備の維持管理の基本的な考え方

本計画においては、「ガ」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

「ガ」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 ⁵	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 ⁶ 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

5 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

6 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⁷は20年、パワーコンディショナ⁸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（オマーボンゴ大学および外務省）の設備管理担当人員によって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、電力会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	外務省およびオマーボンゴ大学	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	SEEG	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。

7 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）

8 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「ガ」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「ガ」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) 低圧回路用フューズ(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	
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
(6) デジタル式マルチメータ	1 台	
(2)	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) 「ガ」国負担経費

本計画の実施における「ガ」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

用地のクリアリングと整地については、オマーボンゴ大学において国旗掲揚台の撤去、外務省において樹木の撤去が必要とされる。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。

国旗掲揚台の撤去	1,570,450	CFA	
樹木の撤去	89,547	CFA	
合計	1,659,997	CFA	(約 0.3 百万円)

(3) 積算条件

1. 積算時点 : 平成 21 年 12 月
2. 為替交換レート : 1 US\$ = 93.97 円
1 CFA = 0.2065 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、まずは以下の費用項目が考えられる。

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、電気機器等を含む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 CFA18,000 を使用)

オマーボンゴ大学

- ・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
 $0.5 \text{ 時間} \div \text{日労働時間 (8 時間)} = 0.06$ 、 $0.06 \times \text{CFA}18,000 = \text{CFA}1,080 / \text{日}$
- ・モジュールの清掃（10kW あたり 1 時間／月） 12 時間／月
 $12 \text{ 時間} \div 30 \text{ 日} \div \text{日労働時間 (8 時間)} = 0.05$ 、 $0.05 \times 18,000 = \text{CFA}900 / \text{日}$

以上より、CFA1,980／日が得られる。これに 365 日乗じる。

$$\text{CFA}1,980 \times 365 = \text{CFA}722,700$$

外務省

- ・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
 $0.5 \text{ 時間} \div \text{日労働時間 (8 時間)} = 0.06$ 、 $0.06 \times \text{CFA}18,000 = \text{CFA}1,080 / \text{日}$
- ・モジュールの清掃（10kW あたり 1 時間／月） 7 時間／月
 $7 \text{ 時間} \div 30 \text{ 日} \div \text{日労働時間 (8 時間)} = 0.03$ 、 $0.03 \times 18,000 = \text{CFA}540 / \text{日}$

以上より、CFA1,620／日が得られる。これに 365 日乗じる。

$$\text{CFA}1,620 \times 365 = \text{CFA}591,300$$

オマーボンゴ大学、及び外務省の値を合計して以下を得る。

$$CFA722,700 + CFA591,300 = CFA1,314,000$$

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 オマーボンゴ大学

	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 215 万円	約 30 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 320 万円	約 45 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、オマーボンゴ大学においては、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45万円程度の費用が発生する。

$$150,000 \div 0.2065 \text{ [円/CFA]} = \text{CFA } 726,000 \text{ /年}$$

$$450,000 \div 0.2065 \text{ [円/CFA]} = \text{CFA } 2,179,000 \text{ /年}$$

一方、外務省においては、以下のような値となる。

表 3-5-2-2 スペアパーツ等購入費用 外務省

	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 125 万円	約 18 万円
エアコンを含むその他周辺機器	約 50 万円	約 7 万円
合計(第1回本格点検以降)	約 175 万円	約 25 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。

外務省においては、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7万円程度、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25万円程度の費用が発生する。

$$70,000 \div 0.2065 \text{ [円/CFA]} = \text{CFA } 339,000 \text{ /年}$$

$$250,000 \div 0.2065 \text{ [円/CFA]} = \text{CFA } 1,210,000 \text{ /年}$$

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

オマーボンゴ大学、外務省とも、電力料金を直接負担しておらず、太陽光発電設備による財務上のメリットは当該施設に帰着するものではない。一方、上記のとおり設備の維持管理にあたり金銭的な支出が必要となるほか、運転・維持管理要員を供出するという負担が存在する。

太陽光発電設備に期待される発電量は、前述のとおりオマーボンゴ大学で約160MWh/年、外務省で約90MWhである。また、このほとんどがそれぞれの施設内で消費されると見られる。一方、電力料金単価は、ピーク(18時～22時) / オフピークの差が大きいのがガボンの特徴となっているが、オマーボンゴ大学でオフピーク CFA 23.49/kWh、外務省

で同 CFA16.8/kWh である。これらの数値より、あくまで参考値であるが、発電により発生する電力料金面での便益は以下のように予測され、これは上記のスペアパーツ購入費を上回るものとなっている。

オマーボンゴ大学	160MWh×CFA 23.49	= CFA 3,760,000/年
外務省	90MWh×CFA 16.8	= CFA 1,510,000/年

以上より、太陽光発電設備により電力費用負担削減の益を受ける「ガ」国側の政府が維持管理に要する費用を負担することが合理的であると考えられる。

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、以下のような事項に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、オマーボンゴ大学及び外務省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、大学では国旗掲揚台、外務省では一部植生の撤去が必要である。

(2) 逆潮流の扱い

「ガ」国では、これまで類似の施設がないため、逆潮流により太陽光発電設備が系統に対して供給する電力の扱いについて、今後「ガ」国内で検討し、関係者間で必要な取り決めを行う必要がある。

(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、設置先機関のオマーボンゴ大学及び外務省が維持管理を行う体制となっている。しかし、エネルギー省及び SEEG においても、太陽光発電設備が系統連系を行う施設であって今後も類似した設備が整備される可能性のあることも考慮し、設備について技術的な理解をもつ人材が必要である。これらの機関においては、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することが望ましい。

(4) 免税措置

本事業の実施にあたり「ガ」国側に求められている関税、VAT 等の免税措置に関しては、エネルギー省が責任を持ち実施することとなっている。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 プロジェクトの評価

4-1 プロジェクトの前提条件

4-1-1 事業実施のための前提条件

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、基本的には空地であるため、造成等の必要はないが、大学では国旗掲揚台、外務省では一部植生の撤去が必要である。

(2) 逆潮流の扱い

「ガ」国では、これまで類似の施設がないため、逆潮流により太陽光発電設備が系統に対して供給する電力の扱いについて、今後「ガ」国内で検討し、関係者間で必要な取り決めを行う必要がある。

(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、設置先機関のオマーボンゴ大学及び外務省が維持管理を行う体制となっている。関係するエネルギー省及びSEEGを含めこれらの機関においては、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することが望ましい。

(4) 免税措置

本事業の実施にあたり「ガ」国側に求められている関税、VAT等の免税措置に関しては、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外部条件

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

(1) 本計画と再生可能エネルギー利用の普及

「ガ」国における太陽光利用の取り組みは、エネルギー省を実施主体として、地方の無電化地域における電源整備として実施されているところである。本計画では、系統連系型の設備を供与するが、それ自体の直接的な効果は限定的である。本計画が「ガ」国における温暖化ガスの排出削減と経済成長の両立に寄与するためには、本計画の実施を機にエネルギー

ギー省の再生可能エネルギーへの取り組みが活発化し、また同時に民間企業や市民の中にその認識が広がって、太陽光を始めとする再生可能エネルギー利用が普及していくことが必要となる。といった形で国内に広く影響を及ぼし、普及が促進されることが必要となる。本計画では、外務省とオマーボンゴ大学という一般市民から極めて視認性の高い場所をサイトとして選定しているのもこのためである。さらに本計画においては、トレーニングプログラムの中で太陽光発電の理論や計画論について講義を行うとともに、広報用の材料を作成する計画である。ここで伝達される知識や材料を用い、普及のための努力を行うのはエネルギー省の役割である。

特に民間の太陽光を含む再生可能エネルギーへの投資を促進するためには、投資サイドのリスクを抑えるための情報が必要であり、例えば本件の発電データや長期的な運転、維持管理の実績に分析を加え公開するなどの方法は、一定規模の太陽光利用を進めるにあたってきわめて有益となりうる。またこのような技術情報の活用は、外務省や高等教育省にはできないことであって、エネルギー省に期待される機能である。

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) 上位計画との整合性

「ガ」国では、エネルギー政策及び気候変動の緩和策の面から、新エネルギー・再生可能エネルギーの利用を推進し、水力、バイオマス、太陽光及び風力を農村部でのエネルギー需要に応えるために活用する方針である。うち、太陽光を利用した地方電化にはエネルギー省が2000年より着手しており、具体的な数値目標を設定して取組みを進めている。これまで設置された設備は、その容量こそ合計で140kWにとどまっているが、村の数で約60、供給先施設数で700弱と、着実に進められている。一方、環境政策「Gabon Vert」においても熱帯雨林の保全と再生可能エネルギーの有効利用を打ち出している政府にとっては、国内外の要人が出入りする外務省や将来国を担う人材が学ぶオマーボンゴ大学における太陽光発電設備の整備は、政策をアピールする象徴的なプロジェクトとみなすことができよう。

また、今後より広く太陽光の利用を推進するためには、エネルギー省主導の事業だけでなく、民間や一般市民が積極的に取り組むことも必要である。本計画では、一般市民にも視認性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、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。

以上のような効果から、「ガ」国政府の計画の実現を直接的・間接的に後押しすることがで

きる。

(2) 運転・維持管理にかかる財政的負担

本計画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、平均年維持管理費用の推計値を上回っている。したがって、本計画は「ガ」国側に追加的な負担を発生させるものではない。

(3) 環境社会配慮

環境影響評価を主管する環境・持続的開発・自然保護省に対し、調査団からは事業の概要及びそれに基づくスクリーニング結果を説明し、同省の確認を得ている。

(4) 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品質的・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「ガ」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、電力会社 SEEG に新たな電力を提供することになる。SEEG においては、水力発電への新規投資がなく、需要の伸びに対して火力の増強により対応してきている。また、石油価格の高騰に伴い、発電原価、電力料金も上昇している。

以上のような状況下で、新たな電源と電力を提供することは、火力発電所の稼動を抑制し、化石燃料の消費を削減する効果を持つことになる。すなわち、クリーンなエネルギー源で電力供給に寄与することになり、これは、クールアース・パートナーシップの目的と合致する。

さらに、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、教育効果を生む。このことは、同国が推進しようとしている太陽光発電利用の普及や民間のより積極的なインボルブメントに対してポジティブな効果をもたらす。

また副次的な効果として、太陽光発電設備を配置するオマーボンゴ大学及び外務省においては、電力会社からの電力購入量が削減されるため、同費用を負担している「ガ」国政府の財政資源の有効活用につながる。

(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

3-2-2-4 (2)で述べたとおり、本計画によってオマーボンゴ大学及び外務省において、それぞれ年間約 160MWh および 90MWh の発電量が期待される。この電力量は、オマーボンゴ大学の電力消費量の 14.5%、外務省では 8%に相当する。

2) 経済的便益

上記発電量のほとんどは、それぞれの施設内で消費されると見らる。すなわち、発電した電力量に両施設が負担している電力料金を乗じることにより、経済的な便益額が予測される。

3-5-2 節で述べたとおり、それらの額は、CFA376 万、CFA151 万となり、これらの額は、長期的に必要な太陽光発電設備の維持管理費用を上回っている。

3) 二酸化炭素排出量削減

CO₂原単位の考え方⁹、

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と上記代替設備で発電される場合の CO₂ 排出量の差を、本計画による CO₂ 排出量削減量とみなす。

15MW 以下の小規模な発電の場合は、ベースラインにディーゼルを採用することが UNFCCC/CDM には定められている。一方「ガ」国は、国内で産出し発電用に利用可能な燃料として石油とガスの両方をもっているため、ディーゼル発電機と天然ガス発電機（ガスエンジン）を想定することとする。

ディーゼル及び天然ガス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)」から軽油および天然ガスの CO₂ 排出量原単位を参照する。

軽油の比重：	0.86
軽油 1L の重量：	860g

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

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-CO₂/L
kWh あたりの CO₂ 排出量： (2.62kg-CO₂/L / 3.66kWh/L) = 0.716kg-CO₂

となる。

一方、天然ガスによる CO₂ 排出量原単位は、ディーゼル発電の軽油使用量 0.235g/kWh と天然ガスとの単位発熱量の差を考慮する

天然ガスの発熱量： 54.5 Mj/kg
軽油の発熱量： 44.4Mj/kg
単位天然ガス使用量： 0.235kg/kWh × (44.4/54.5) = 0.191 kg/kWh
天然ガスの燃焼による単位排出量： 2.7kg-CO₂/kg、
kWh あたりの CO₂ 排出量： (2.7kg-CO₂/kg × 0.191 kg/kWh) = 0.516kg-CO₂/kWh

以上のように、二つの一次エネルギーのうち天然ガスによる排出量が少ないため、コンサーバティブな評価となるよう天然ガスの原単位を用いることとする。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 250MWh (両サイトの合計値) を乗じることにより、本発電設備による年間 CO₂ 削減量が求められる。

本発電設備による年間 CO₂ 削減量 = 250MWh × 0.516kg-CO₂/kWh = 129 t-CO₂