

パレスチナ
エネルギー庁

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

(パレスチナ)

〈 簡易製本版 〉

平成 22 年 7 月
(2010 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

株式会社オリエンタルコンサルタンツ

産業
J R (先)
10-059

序 文

独立行政法人国際協力機構は、パレスチナ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し、平成 21 年 10 月 10 日から 10 月 23 日および平成 21 年 11 月 19 日から 12 月 13 日まで調査団を現地に派遣しました。

調査団はパレスチナ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 25 日から 5 月 2 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 7 月

独立行政法人 国際協力機構
産業開発部長 米田 一弘

伝 達 状

今般、パレスチナにおける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が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 21 年 10 月より平成 22 年 7 月までの 10 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、パレスチナの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 22 年 7 月

株式会社オリエンタルコンサルタンツ
パレスチナ
太陽光を活用したクリーンエネルギー
導入計画協力準備調査団
業務主任 越智 満雄

要 約

要 約

1 国の概要

(1) 国土・自然

パレスチナ自治政府（以下、パレスチナ）は、北緯 29.30 度～33.15 度、東経 24.10 度～35.40 度に位置し、ヨルダンに接するヨルダン渓谷南部の山岳地域を有する西岸地区と、地中海に接する沿岸地帯にあるガザ地区より構成されている、国土面積約 6,020 平方 km（西岸地区 5,655 平方 km、ガザ地区 365 平方 km）を有する自治政府であり、中東地域に属する。

2008 年のデータ¹によると、西岸地区・ガザ地区の総人口は約 383 万人（西岸地区約 239 万人、ガザ地区約 144 万人）である。また、人口密度は西岸地区では適度に高く 422 人/平方 km であるが、ガザ地区では極端に高く 3,946 人/平方 km となっている。

本プロジェクトの対象サイトであるジェリコ市はヨルダン渓谷に位置し、パレスチナの他の地域と比較すると水資源が豊かではあるが、年間の降雨量は 115.2 mm²程度であり、実質的には冬季の数ヶ月間に降るわずかな雨が年間降雨量と言える。また、年間の平均湿度も 53%と低く乾燥していることから埃が多く、春先の 5 月頃にはエジプトからのハムシーン（砂嵐）による被害を受けやすい地域でもある。この地方の唯一の主要な流れであるヨルダン川は、ガリラヤ湖(唯一の大淡水湖)から極度に塩分濃度の高い死海へ向かって南へと流れる。

(2) 国家経済

2007 年のデータ³によると、名目 GDP は約 45.4 億米ドル、一人当たり GDP は 1,298 米ドル（西岸地区 1,555.3 米ドル、ガザ地区 911 米ドル）、GDP 成長率は 4.94%、物価上昇率は 9.89%（2007-2008）、失業率は 26.0%（西岸地区 19.0%、ガザ地区 40.6%）等となっている。一方、国連パレスチナ難民救済事業機関（UNRWA）の 2006 年データによると貧困率は 55.6%（西岸地区 43.2%、ガザ地区 79.8%）となっている。

また、上記 2007 年のデータによると、各セクターでの GDP に占める割合は、農・漁業（5.6%）、工鉱業（13.8%）、建設業（6.2%）、和平調停関連費（5.2%）、防衛・国家歳費（13.9%）、運輸・通信業（7.5%）、卸・小売業（9.2%）、サービス業（22.2%）、その他（16.4%）、となっている。

¹ Palestine Central Bureau of statistics (PCBS): Palestine in Figures 2008. Ramallah, Palestine May, 2009

² ERPress2008: Palestinian Central Bureau of Statistic Issues a Press Release on the Occasion of World Metrological Day, 23/03/2008 に記載されている 2007 年の年間降雨量。ちなみに、ラマツラは 543.9mm である。

³ Palestine Central Bureau of statistics (PCBS): Palestine in Figures 2005. Ramallah, Palestine May, 2009

2 要請プロジェクトの背景、経緯及び概要

2008年1月、ダボス会議における福田首相（当時）のスピーチ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り組みの一つとして、クールアース・パートナーシップが発表された。また、この取り組みの一環として、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。

このような背景から、外務省がクールアースパートナー国であるパレスチナに対し、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行った結果、パレスチナから同事業実施の要請を得られたため、協力準備調査を実施する運びとなった。

一方、パレスチナでは近年(1999-2005年)の電力需要が高まっており、西岸地区で6.4%、ガザ地区で10%⁴の上昇を示している。このため、電力調達に係る費用負担の増大にパレスチナ自治政府は苦慮している。

よって、パレスチナでは、エネルギー開発が喫緊の要件であることから、再生エネルギーの積極的な利用に対する取り組みを主導している、エネルギー庁(Palestinian Energy Authority: PEA)所管のエネルギー環境研究センター(Palestinian Energy & Environment Research Center: PEC)は、1)太陽光発電をはじめとしたクリーンエネルギーの占める割合をエネルギー需要の20%まで高めること、2)工業・建設部門におけるエネルギー利用の改善をするとともに輸入エネルギーへの依存割合を削減することを目標として掲げた、エネルギー関連の5ヵ年計画である『National Plan for Development of Renewable Energy & Efficiency 2007-2012』を2007年6月に策定した。

当該5ヵ年計画では、太陽光発電をはじめとしたクリーンエネルギーの占める割合をエネルギー需要の20%まで高めることを主目的としており、併せて国際機関との気候変動対策での協調、CDMへの適用等を模索しているところである。

このような中、パレスチナはクールアース・パートナーシップに参加することを決定し、気候変動対策の適応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とした。

3 調査結果の概要とプロジェクトの内容

本調査団は、第一次現地調査として平成21年10月10日より同年10月23日まで、第二次現地調査として平成21年11月19日から12月13日まで、および第三次現地調査として平成22年4月25日から5月2日までパレスチナに滞在し、PEA、計画庁(MOPAD)、工業団地・フリーゾーン庁(PIEFZA)および関連機関との協議ならびに対象サイトでの現地調査と協力準備調査概要書の現地説明・協議を行った。なお、パレスチナから当初要請の

⁴ 1999年～2005年 World Bank Report, West Bank and Gaza Energy Sector Review

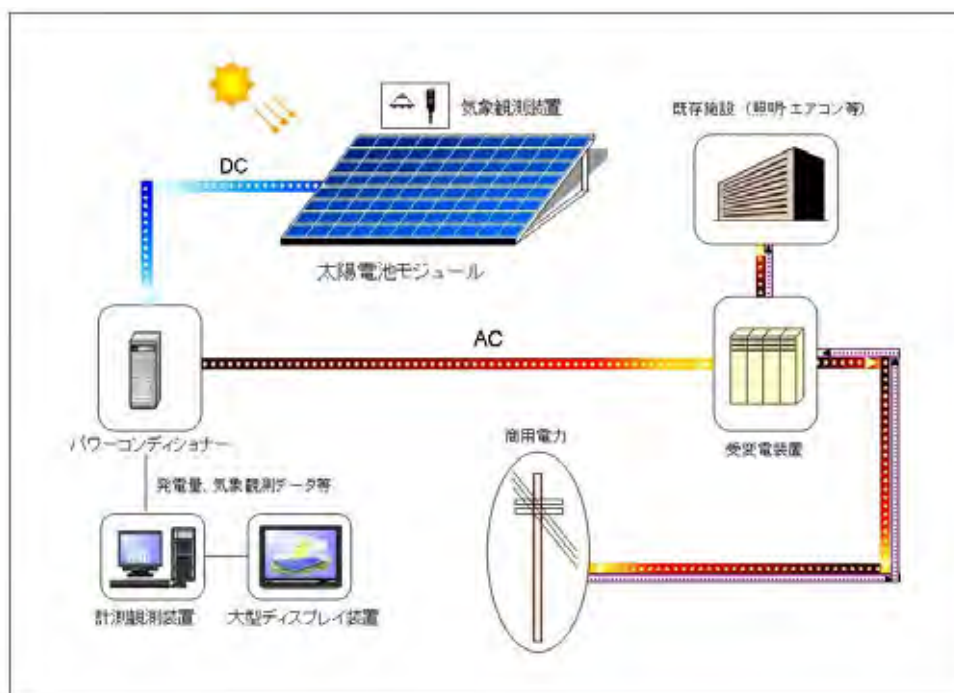
太陽光発電システム出力は、550kWp であったが、第一次調査結果から予算の制約上 300kWp とする事とし、その説明を第二次調査時に行った。その結果、発電容量の変更については、パレスチナ側も了解した。しかし、将来パレスチナ側の自助努力による増設が可能な様にその増設用地を含んだ第一次現地調査時点と同じ用地面積 (1.3ha) の占有に付き、第二次調査において、農産加工団地の責任機関である PIEFZA 局長に再度確認し、その合意を得た。

調査の結果、パレスチナにおいては、これまで太陽光発電に関する系統連系、逆潮流、売電の制度・経験・実績はなく⁵、パレスチナ西岸地区唯一の配電会社であるエルサレム地区電力会社⁶ (Jerusalem District Electricity Company: 以下、JDECO) にも系統連系、逆潮流、買電の経験・実績はないものの、JDECO より PEA に宛てた文書 (2009年12月8日付)にて、系統連系、逆潮流に関わる基本合意が両者間でなされていることは確認された。また、本プロジェクトの実施に先立ち、変電所機器の維持管理の JDECO への委託、売電価格の設定、等の項目を含む合意書が、責任・実施機関である PEA と JDECO の間で締結することを、2010年4月29日に署名された協議議事録 (M/D) で確認した。よって、本プロジェクトでは、逆潮流を行う系統連系型太陽光発電システムを導入し、それに係る機材および技術支援を行う計画とすることで、先方の了解を得た。

本プロジェクトにおける太陽光発電システムの調達機材については、パレスチナ側と協議・検討し、第3章で述べている設計方針に基づいた国内解析を行った結果、以下の系統連系型 (逆潮流あり) 太陽光発電システムを計画する。

⁵ 2009年5月に発効された新電気事業法 (New Electrical Law) には将来を見据えた電力事業の許認可に係る電力事業諮問委員会 (Palestinian Electricity Regulatory Council: PERC) の設立が規定されており、その為の施行細則が目下、首相府で審議されており承認待ちの状況である。承認されれば PERC が電力事業に係る許認可を諮問する機関となる。

⁶ JDECO は、1926年にエルサレム地区への配電会社としてギリシア人により設立された会社で、現在はエルサレムに加え、パレスチナ西岸地区のラマッラ、ジェリコ、ベツレヘムへの配電 (需要家総数は190,000を超える) を担っている。また、JDECO の株式はパレスチナのラマッラ、ジェリコ、ベツレヘム等の地方自治体が49%、民間が51%を所有している。従業員数は800人強である。



出典：調査団作成

図1 太陽光発電システム概念図

また、合意した支援計画、計画概要および機材リストを以下に示す。

表1 本プロジェクトによる太陽光発電支援計画

項目	用途	必要性
1. 系統連系型太陽光発電(PV) システム	太陽光を利用して発電した電力をジェリコ市郊外に建設が予定されている農産業団地内に新設する特別高圧変電所の変圧器2次側系統に連系し、農産業団地施設等への電力供給を図るとともに既存の33kV配電網への電力逆潮流によりジェリコ市内への電力供給の補完に貢献する。	パレスチナによる気候変動対策(緩和策)として、(太陽光発電の利用による)発電機用燃料(現在は重油)の消費量の減少、それを通じた温室効果ガスの削減ならびに電力輸入量の削減が求められている。
2. 1の技術支援	太陽光発電に関する基礎知識や既存の発電システムとの調整、保守点検方法、緊急時の対応など、太陽光発電システムの適切な維持管理に必要な技術的研修。	系統連系型太陽光発電システムの導入はパレスチナにおいて初めてであり、系統連系システムの設置、運転、維持管理などのトレーニングを受けた技術者は皆無であることから、知識・技術の取得・向上が必要。

出典：調査団作成

表 2 計画概要

実施機関	エネルギー庁
設置場所	農産加工団地計画用地（第一期工事）
立地環境	パレスチナ西岸地区ジェリコ市郊外の造成地
土地所有権	パレスチナ自治政府
使用許可	工業団地・フリーゾーン庁
発電容量	300kWp
想定年間発電量	約 422,000kWh
年間 CO2 削減量 ⁷	約 290.6 トン
設置面積	13,000 m ² （但し、将来拡張用用地を含むものとする）
電力の用途	農産加工団地の共用電力（当面はジェリコ市の民生用電力）

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 2 太陽光発電システム設置イメージ図

⁷新エネルギー・産業技術開発機構（NEDO）のデータに基づき算出。（第 4 章参照）

表 3 機材仕様計画

名称	主な仕様	数量	使用目的など
太陽電池モジュール	結晶系または薄膜アモルファス系 300kW 以上	1 式	太陽エネルギーを電気エネルギーに変換する
太陽電池モジュール取付用架台	鉄骨製（溶融亜鉛メッキ）	1 式	コンクリート基礎に太陽電池モジュールを取り付けるための部材
パワーコンディショナー	容量 300KW 以上。出力電圧 380V。ただし、2 台以上の組合せとし、それぞれ同期を取る。 電力変換効率：90%以上 出力電流高調波：総合 5%以下、各次 3%以下 出力基本力率：0.95 以上 系統連系保護機能 ・過電圧継電器 ・不足電圧継電器 ・周波数上昇継電器 ・周波数低下継電器 ・単独運転検出（受動式及び能動式） 保護等級：IP20 以上	1 式	太陽電池モジュールで発電した DC 電源を AC 電源に変換する。また、系統連系のために必要な保護機能を有する
接続箱	収納機器； 直流出力開閉器、避雷素子、逆流防止素子、端子台等 保護等級：IP53 以上	1 式	太陽電池モジュールで発生した直流電力を集め、集線箱に接続する。
集線箱	収納機器：直流出力開閉器 保護等級：IP53 以上	1 式	各接続箱で集めた直流電力をさらに 2~4 系統に集約してパワーコンディショナーに接続する。
計測監視装置（パーソナルコンピュータ）	・パーソナルコンピュータ ・カラーディスプレイ（19 インチ以上） ・データ検出用機器 ・信号変換装置 ・UPS（10 分間以上計測監視装置が起動可能な容量） ・カラープリンター(A3 対応) ・計測監視用ソフト ・ディスプレイ装置用ソフト	1 式	日射量、気温、パワーコンディショナー入出力電圧、発電電力量、故障内容とその履歴を自動的に収集し、指定されたデータフォーマットに従って蓄積、抽出する。 また、表示装置（フラットパネルディスプレイ）の運用を管理する。
気象観測装置	日射計	1 台	日射量を計測する。
	気温計（温度計）	1 台	外部気温を計測する。
		1 台	太陽光パネルの表面温度を計測する。
表示ディスプレイ	32 インチ以上 （液晶または PDP）	1 台	発電電力量（現在、1 日、月間、年間等）、気象データ（気温、日射量）のみならず、想定 CO ₂ 削減量、太陽光発電システムの概要について表示し、ショーケース効果を高めるために設置する。
受変電盤	変圧器（33KV→380V、630kVA）を含む	1 式	各種保護装置を組み込んだ装置とし、PV システムの発電電力（380V）を配電網(33KV)に系統連系するために設置する
防犯カメラ	外部仕様固定式 カラー画像	1 台	構内および敷地境界線を監視し、撮影画像を LCD モニターに送信する。
LCD モニター	フラットパネル 21 インチ以上 （液晶）	1 4 台	防犯カメラの撮影画像を監視する。
デジタルビデオレコーダー	デジタル録画機 （含む、600GB 以上のハードディスク）	1 台	防犯カメラの撮影画像を保存する。
ハードディスク	内臓ハードディスク （2.4TB 以上）	1 台	防犯カメラの撮影画像を保存するための予備のハードディスク。
パワーサプライユニット	入力電圧：AC220V 出力電圧：AC24V （5A 以上）	1 台	防犯カメラに AC24V の電力を供給する。
キャビネットラック	自立式：570 mm (W) x 440 mm (D) x 2000mm (H)	1 台	LCD モニター、デジタルビデオレコーダー、ハードディスク、パワーサプライユニット等を格納する。

出典： 調査団作成

4 プロジェクトの工期及び概略事業費

本プロジェクトの工期は、コンサルタント契約より、実施設計、入札準備、入札、入札評価を経て業者契約に至る一連の業務の所用期間を 4.5 ヶ月、機器製作、輸送、機材据付、調整・試運転、初期操作指導、検収・引渡しを含む調達・据付工事期間を 12.5 ヶ月とする。また、調達・据付工事と 0.5 ヶ月ラップする期間があるが、ソフトコンポーネントの所用期間を 1.5 ヶ月とする。よって、全体工期は 18.0 ヶ月となる。

本プロジェクトの実施に伴う概略事業費は下記の通りである。

- | | |
|--------------|----------------------|
| 1. 日本側負担工事費 | 施工・調達業者契約認証まで非公表 |
| 2. 相手国側負担工事費 | ¥ 1.2 百万円 (48 千 NIS) |

5 プロジェクトの妥当性の検証

本プロジェクトの妥当性を示す根拠として、以下の事項が挙げられる。

- ① 本プロジェクトの実施を契機にパレスチナにおける太陽光発電システムがより普及、拡大することにより、その裨益対象は、貧困層を含む西岸地区の住民（約 240 万人）まで拡大する。
- ② 太陽光発電システムが普及することにより、パレスチナでの電力の安定供給に寄与することが可能である。パレスチナにおいて、今後世界規模で普及・拡大が期待される太陽光発電システムに伴う関連産業（電力、住宅、建設、製造など）が育成される。
- ③ 太陽光発電システムは、基本的には、「メンテナンスフリー」であり、パレスチナの資金、人材と技術で運営・維持管理が可能で、とくに高度な技術を必要としない。
- ④ 本プロジェクトは、パレスチナ政府の中・長期的開発計画の目標を達成するために、我が国からの呼掛けに応じてパレスチナから要請されたプロジェクトである。
- ⑤ 本プロジェクトは、再生可能エネルギーの開発を模索しているパレスチナにおいて、一般国民に対して太陽光発電システムを普及、拡大するための試験的・モデル的性格を有するプロジェクトである。
- ⑥ 本プロジェクトは、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り組みである「クールアース・パートナーシップ」の目的を満たすプロジェクトであると同時に、CO₂ 削減（地球温暖化防止）に貢献できるプロジェクトである。将来さらに普及、拡大することにより、さらなる貢献が期待される。
- ⑦ 我が国の無償資金援助の制度により、困難なく実施可能なプロジェクトである。

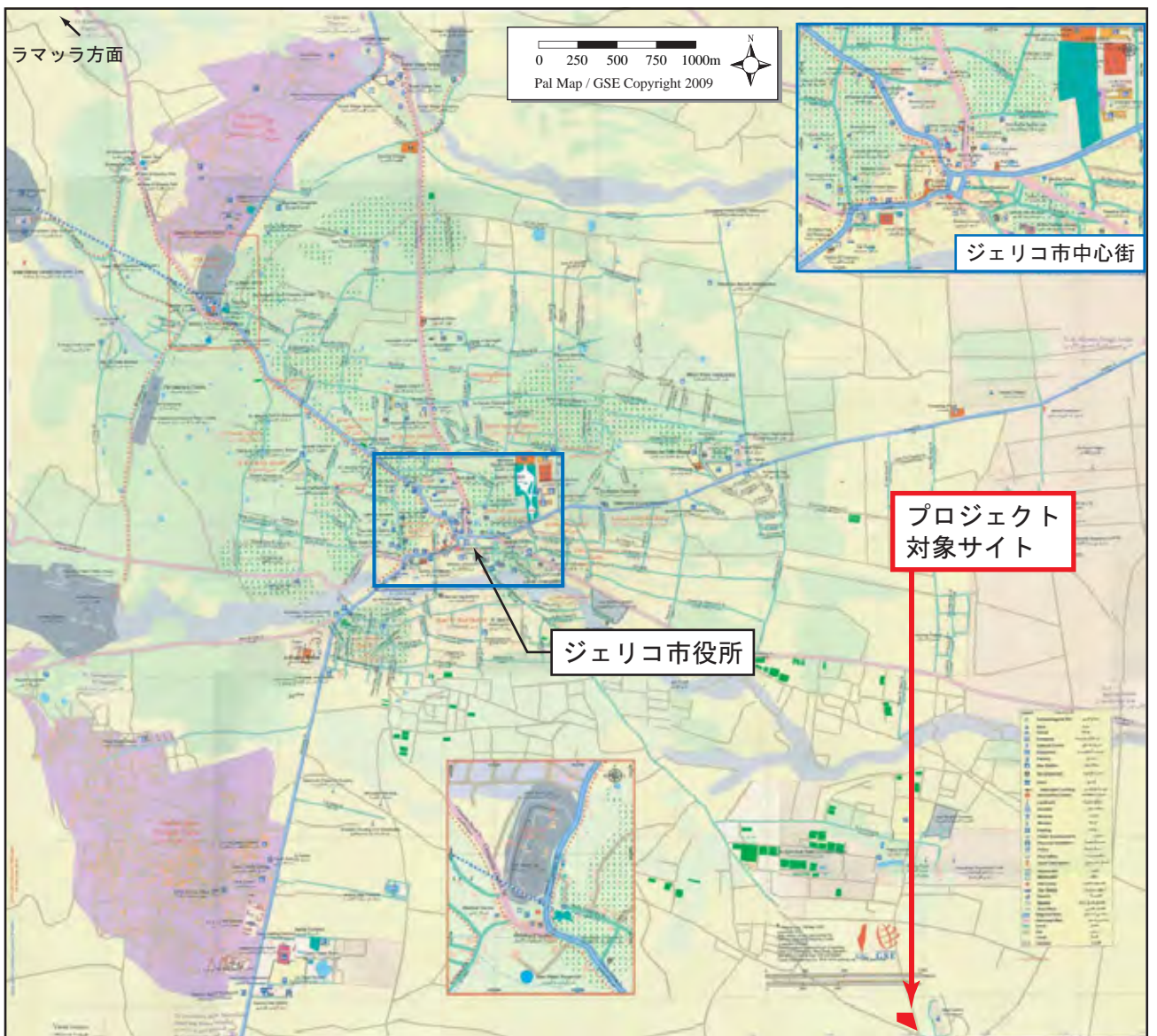
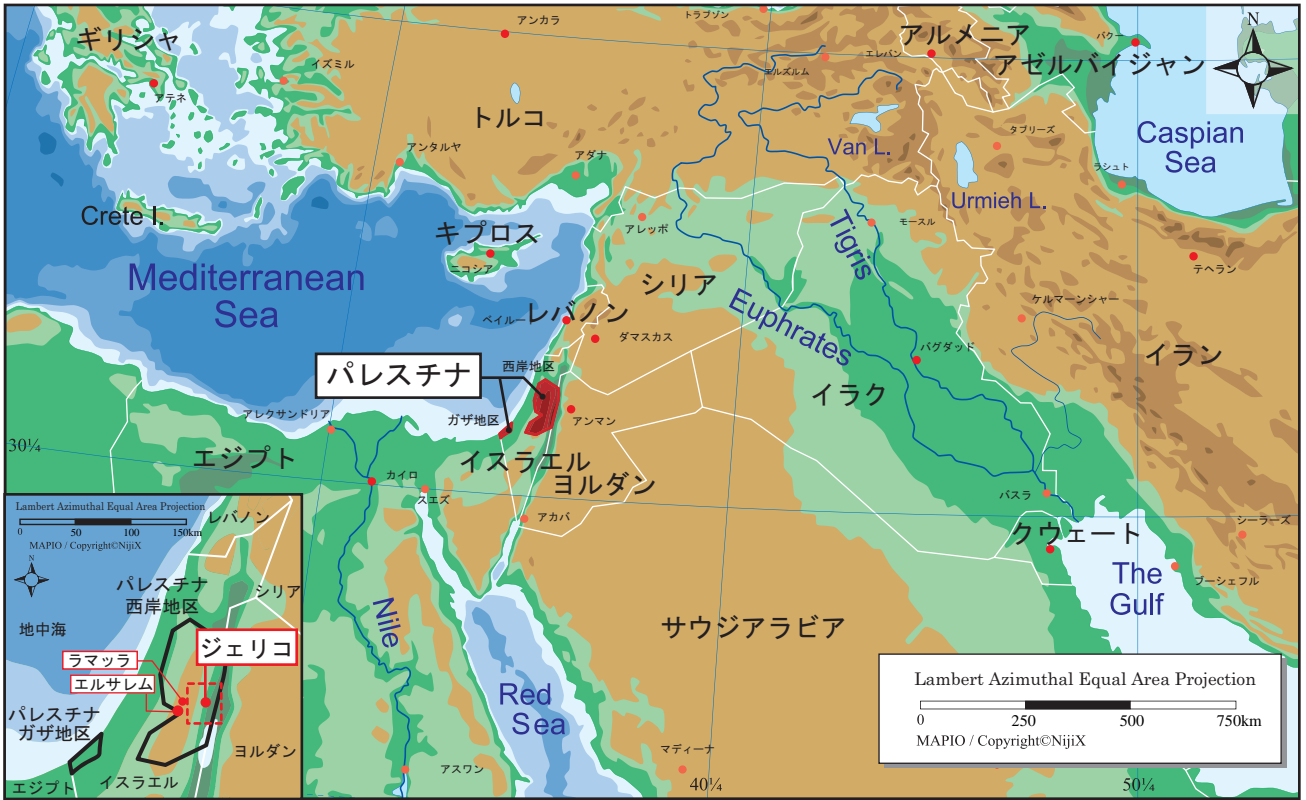
目 次

序文	
伝達状	
要約	
目次	
位置図／完成予想図／対象サイト現況写真	
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.....	1-2
1-1-3 社会経済状況.....	1-3
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要.....	1-4
1-3 我が国の援助動向.....	1-5
1-4 他ドナーの援助動向.....	1-6
第2章 プロジェクトを取り巻く状況.....	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制.....	2-1
2-1-1 組織・人員.....	2-1
2-1-2 財政・予算.....	2-3
2-1-3 技術水準.....	2-3
2-1-4 既存施設・機材.....	2-4
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2-4
2-2-1 関連インフラの整備状況.....	2-4
2-2-2 自然条件.....	2-6
2-2-3 環境社会配慮.....	2-9
2-3 その他（グローバルイシュー等）.....	2-9
第3章 プロジェクトの内容.....	3-1
3-1 プロジェクトの概要.....	3-1
3-1-1 上位目標とプロジェクト目標.....	3-1
3-1-2 プロジェクトの概要.....	3-3
3-2 協力対象事業の概略設計.....	3-4
3-2-1 設計方針.....	3-4
3-2-1-1 基本方針.....	3-4
3-2-1-2 自然条件に対する方針.....	3-5
3-2-1-3 社会経済条件に対する方針.....	3-8

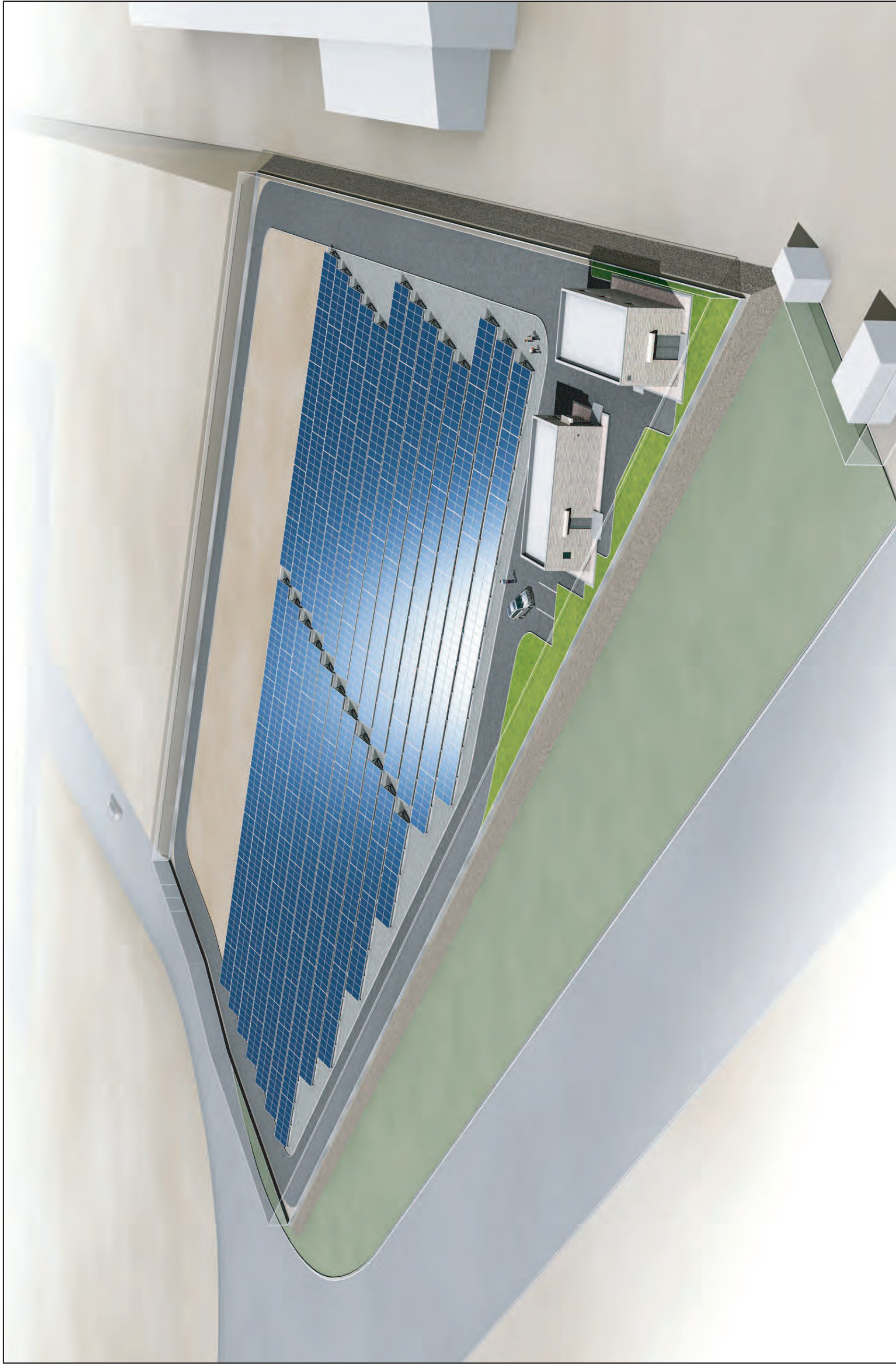
3-2-1-4	建設事情／調達事情もしくは業界の特殊事情／商習慣に対する方針	3-9
3-2-1-5	現地業者（建設業者、コンサルタント）の活用に係る方針	3-10
3-2-1-6	運営・維持管理能力に係る方針	3-10
3-2-1-7	機材等のグレードの設定に係る方針	3-10
3-2-1-8	工法／調達方法、工期に係る方針	3-11
3-2-2	基本計画（機材計画）	3-12
3-2-2-1	全体計画	3-12
3-2-2-2	機材計画	3-20
3-2-3	概略設計図	3-22
3-2-4	施工計画／調達計画	3-36
3-2-4-1	施工方針／調達方針	3-36
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項	3-38
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分	3-39
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画	3-40
3-2-4-5	品質管理計画	3-41
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-43
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3-47
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3-49
3-2-4-9	実施工程	3-52
3-3	相手国側分担事業の概要	3-53
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-54
3-5	プロジェクトの概略事業費	3-54
3-5-1	協力対象事業の概略事業費	3-54
3-5-2	運営・維持管理費	3-55
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-57
3-6-1	電力逆潮流（系統連系）に係る合意書の締結	3-57
3-6-2	本邦技術者による据付工事管理および維持管理トレーニング	3-57
3-6-3	対象サイトの造成・整地工事および 対象サイトへのアクセス道路の整備工事	3-57
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	4-1
4-1	プロジェクトの効果	4-1
4-2	課題・提言	4-2
4-2-1	相手国側の取り組むべき課題	4-2
4-2-2	技術協力・他ドナーとの連携	4-3
4-3	プロジェクトの妥当性	4-3
4-4	結論	4-4

[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. 事業事前計画表（概略設計時）
6. ソフトコンポーネント計画書
7. 環境社会配慮チェックリスト
8. 参考資料（収集データ等）



位置図



THE PROJECT FOR INTRODUCTION OF CLEAN ENERGY
BY SOLAR ELECTRICITY GENERATION SYSTEM
IN PALESTINE

ORIENTAL CONSULTANTS CO.,LTD.

PERSPECTIVE



写真-1 :
農工業団地予定地隣接の再生鋼加工工場ゲート付近。写真中央より左側が計画予定地。右の小屋が JDECO 管理の既存開閉所で、本件と接続させる計画とする。



写真-2 :
再生鋼加工工場への配線状況。約 80m 間隔の鉄塔で 33kV にて送電されている。



写真-3 :
敷地東側に隣接する再生鋼加工工場建物の日影による影響が出ない様に考慮し、PV パネルの配置を行なった。



写真-4 :
JDECO 既存開閉所。再生鋼加工工場建物のゲート付近にあり、配電線末端鉄塔より地下埋設ケーブルにて引込んでいる。



写真-5 :
JDECO 既存開閉器。想定容量は 650kVA まで取出し可能。左から 2 番目は予備ユニットとなる。

表リスト

表 1-1	我が国無償資金協力実績（経済・社会開発関連分野）	1-6
表 1-2	他ドナー国・機関援助実績（再生可能エネルギー分野）	1-6
表 2-1	PEA 予算	2-3
表 2-2	ジェリコ市月間平均気温データ（2008 年）	2-7
表 2-3	ジェリコ市内 日射量・外気温度実測データ	2-8
表 2-4	ジェリコ市月間平均日射量・平均気温データ（NASA）	2-8
表 3-1	電力調達先の構成	3-1
表 3-2	本プロジェクトによる太陽光発電支援計画	3-4
表 3-3	ジェリコ市内 日射量・外気温度実測データ	3-6
表 3-4	ジェリコ市月間平均日射量・平均気温データ（NASA）	3-6
表 3-5	ジェリコ市月間平均気温データ（2008 年）	3-7
表 3-6	太陽電池モジュール種類別性能規定	3-13
表 3-7	データ収集項目	3-14
表 3-8	保護継電器の種類、設置相数、検出場所	3-18
表 3-9	計画概要	3-20
表 3-10	機材仕様計画	3-21
表 3-11	計画機器	3-22
表 3-12	負担事項区分	3-40
表 3-13	対象機材調達先一覧	3-45
表 3-14	太陽光発電システムに関わる初期操作指導および運用指導内容	3-48
表 3-15	防犯監視システムに関わる初期操作指導および運用指導内容	3-49
表 3-16	本研修事業の成果と活動内容	3-51
表 3-17	本件研修事業の対象者（ターゲットグループ）	3-52
表 3-18	本件研修事業の実施工程	3-52
表 3-19	業務実施工程表	3-52
表 3-20	調達される機材の運営・維持管理費	3-56
表 4-1	プロジェクト効果	4-1
表 4-2	ショーケース効果に係る指標	4-1
表 4-3	温室効果ガス（CO ₂ ）削減量	4-2

図リスト

図 2-1	PEA 組織図	2-2
図 2-2	PEC 組織図	2-3
図 3-1	鉄骨架台据付用基礎	3-11
図 3-2	太陽光発電システム概念図	3-12
図 3-3	モニター棟平面計画案	3-15
図 3-4	変電所棟平面計画案	3-16
図 3-5	太陽光発電システム設置イメージ図	3-20
図 3-6	事業実施体制	3-36

略語集

略語	英語名	和訳名称
AC	Alternate Current	交流
A/M	Agreed Minutes	合意議事録
ASTM	American Society for Testing and Materials	米国材料試験協会
B/A	Banking Arrangement	銀行取極め
BS	British Standard	英国工業規格
CCTV	Closed Circuit Television	監視カメラ
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CO ₂	Carbon Dioxide	二酸化炭素
CSP	Concentrated Solar Power	太陽熱発電
DC	Direct Current	直流
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
E/N	Exchange of Notes	交換公文
FIT	Feed-in Tariffs	固定価格買取制度
F/S	Feasibility Study	予備調査
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス、地球温暖化ガス
GoJ	Government of Japan	日本国政府
IEC	Israel Electric Corporation Limited	イスラエル電力公社
IEC 規格	International Electro technical Commission Standard	国際電気標準規格
JAIP	Jericho Agro-Industrial Park	農産加工団地
JASS	Japanese Architectural Standard Specification	日本建築学会建築工事標準仕様書
JCS	Japanese Cable Makers' Association Standard	日本電線工業会規格
JDECO	Jerusalem District Electricity Company	エルサレム地区電力会社
JEAC	Japan Electric Association Code	電気技術規程
JEC	Japanese Electro-technical Committee Standard	日本電気規格調査会標準規格
JEM	Japan Electrical Manufacturers' Association Standard	日本電機工業会規格
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
LCD	Liquid Crystal Display	液晶ディスプレイ
M/D	Minutes of Discussions	討議議事録
MOPAD	Ministry of Planning and Administrative Development	計画庁

略語	英語名	和訳名称
NASA	The National Aeronautics and Space Administration	アメリカ航空宇宙局
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	新エネルギー・産業技術開発機構
NETSU	National Energy Technology Supporting Unit	国立エネルギー技術ユニット
NIS	New Israel Shekel	シェケル (イスラエル通貨)
OFR	Over Frequency Relay	周波数上昇継電器
OVGR	Over Voltage Grounding Relay	地絡過電圧継電器
OVR	Over Voltage Relay	過電圧継電器
PC	Personal computer	パソコン
PCBS	Palestine Central Bureau of Statistics	統計局
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PDP	Plasma Display Panel	プラズマディスプレイパネル
PEA	Palestinian Energy Authority	エネルギー庁
PEC	Palestinian Energy & Environment Research Center	エネルギー環境研究センター
PERC	Palestinian Electricity Regulatory Council	電力事業諮問委員会
PIEFZA	Palestine Industrial Estate and Free Zone Authority	工業団地・フリーゾーン庁
PTEL	Palestine Transmission Electrical Limited	PEA 所轄の電力公社
PV System	Photovoltaic System	太陽光発電システム
R.H.	Relative Humidity	相対湿度
RMU	Ring Main Unit	ガス負荷開閉器
RPS	Renewable Portfolio Standards	電力会社の再生可能エネルギーによる発電の割合を定めた固定枠制度
SPD	Surge Protective Device	避雷器
TPA	Third Party Access	第三者による逆潮流接続
UFR	Under Frequency Relay	不足周波数継電器
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNRWA	United Nations Relief and Works Agency for Palestine Refugees in the Near East	国際連合パレスチナ難民救済事業機関
UPS	Uninterruptible Power-supply System	無停電電源装置
UVR	Under Voltage Relay	不足電圧継電器
VAT	Value-Added Tax	付加価値税

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

気候変動が国の経済および自然生態系、福祉、健康および国民の生命に与える脅威、並びに、国家的レベルだけではなく世界的レベルでの脅威の無視と早急な対策の遅れが気候変動の影響をさらに大きくし、国の持続可能な開発を遅らせ、未来世代への問題を引き起こすことを憂慮し、パレスチナ自治政府（以下、パレスチナ）は、優先課題の一つとして、気候変動に関する政策および対策の開発、実行を検討している。

パレスチナは油、ガス、電力等のエネルギーのほとんどを輸入している。電力に関しては、ガザ地区に天然ガスを主燃料として計画したガス複合火力発電所¹（公称出力 140MW）を有するが、2009年12月時点では主燃料となるガザ地区の天然ガスの開発はなされておらず、重油を燃料とする火力発電のみを行っている。また、配電網の不備により発送電量は90MWに留まっている。その他の電力供給は輸入に頼っており、イスラエル国のイスラエル電力公社（Israel Electric Corporation Limited: IEC）から購入している他、電力調達先の多様化の一環としてヨルダン国から西岸地区への電力輸入を開始²した。また、パレスチナでは近年（1999-2005）の電力需要が高まっており、西岸地区で6.4%、ガザ地区で10%³の上昇を示している。このため、電力調達に係る費用負担の増大にパレスチナは苦慮している。

一方、気候変動に関する政策および対策の一環として、エネルギー庁（Palestinian Energy Authority: PEA）所管のエネルギー環境研究センター（Palestinian Energy & Environment Research Center: PEC）により、2007年6月に策定されたエネルギー関連の5ヵ年計画である『National Plan for Development of Renewable Energy & Efficiency 2007-2012』において、1）太陽光発電をはじめとしたクリーンエネルギーの占める割合をエネルギー需要の20%まで高めること、2）工業・建設部門におけるエネルギー利用の改善をするとともに輸入エネルギーへの依存割合を削減することが目標として掲げられている。

しかしながら、パレスチナは気候の安定化に貢献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。また、パレスチナでは、再生可能エネルギーに対する優遇策など具体的な施策は未だなされておらず、太陽光発電、風力発電などの再生可能エネルギー事業者等から電力業者への系統連系（逆潮流）に関する制度も、未だ、確立されていない。

¹ ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせて発電するシステム

² ヨルダンにある国立電力公社（National Electric Power Co.）より輸入（総容量20MWA）している。ちなみに、本件の対象地であるジェリコ市では、非常時以外の全ての所要電力はヨルダンからの電力輸入でまかなっている。

³ 1999年～2005年 World Bank Report, West Bank and Gaza Energy Sector Review

1-1-2 開発計画

パレスチナは、気候変動による生態系の破壊、気象災害に伴う物的・人的・社会的被害の増加等の懸念から、政策の最優先課題の一つとして気候変動への対策と位置づけ、前述したエネルギー関連の 5 カ年計画である『National Plan for Development of Renewable Energy & Efficiency 2007-2012』において、以下の方針を掲げ、再生可能エネルギーの普及・導入を推進している。

- ・ 再生可能エネルギーおよびエネルギー効率に係わる明確な方針の策定および適用並びにそれに伴う承認方法および規則・法令の策定。
- ・ 特に、太陽熱、太陽光、バイオマスおよび農業廃棄物、風力、地熱、および家庭廃棄物分野における投資の奨励により、再生可能エネルギーの生産および利用促進。
- ・ 住宅、商工業および輸送分野におけるエネルギー消費量の削減（特に、照明、給湯、スチーム製品、冷却・冷蔵、温水暖房、および輸送の分野において）を目標として掲げる国家プログラムの開発および実施。
- ・ 現地で利用可能な技術（輸入技術又は現地で独自に開発された技術）の評価を通じ、クリーンで高効率な現地市場の改善並びに質の改善に係わる規格および主要要因の特定。
- ・ 意識の普及、専門的知識（ノウハウ）の移転並びに持続可能な開発および国家経済の高揚に寄与する新しく効率的な技術力の改善。
- ・ クリーンで高効率な技術への投資を奨励し研究者を支援する適切な科学技術研究・実験施設の設立。その第一段階として、太陽熱ヒーターおよび家電製品のための研究所。
- ・ パレスチナのエネルギー分野に役立つ世界規模でのエネルギー関連プログラムおよびプロジェクトへの参加を通じて、持続的でクリーンな開発を目指す気候変動に係わる域内協力および世界的な先導的行為（CDM、GEF、他）への貢献。

また、パレスチナは、気候変動の防止策を実施し、各分野での温室効果ガス（Greenhouse Gas: GHG）排出量の削減を目指している。前述したエネルギー関連の 5 カ年計画におけるアクション・プランでは、以下のことを目標としている。

- ・ 域内プロジェクトである地中海協調プロジェクト（Mediterranean Partnership Projects）への参加。
- ・ 再生可能エネルギーおよびエネルギー効率の向上に係わる国家方針の提案並びに再生可能エネルギー関連事業への投資を奨励する規制された積極的な勧告書・提案書およびエネルギー規制関連法案の草案の策定。
- ・ 国立エネルギー技術支援ユニット（National Energy Technology Supporting Unit: NETSU）の設立。

- ・ 再生可能エネルギーの生産および活用の強化（含む、村落エリアへの再生可能エネルギーの普及）。
- ・ エネルギー保存プロジェクト（含む、市場調査を通じてのエネルギー効率の高い家電製品の審査および特定）の実施。
- ・ 再生可能エネルギーに係わる国民意識向上キャンペーンおよびトレーニング（含む、情報提供、包括的意識向上プログラムの策定並びに学生および労働者へのトレーニングプログラムの策定）の実施。
- ・ エネルギー関連の域内会議・国際会議への参加、エネルギー効率に係わるワークショップの実施、および関連製品の展示会の開催。
- ・ 再生可能エネルギーに係わるデモンストレーションシステム（含む、太陽光発電システム、風力発電システム、その他）のPECへの設置。
- ・ PECに設置されている情報システムの修復および開発。
- ・ PEC職員の技術力の強化。

1-1-3 社会経済状況

1967年以降、イスラエルの占領下にあった西岸・ガザ地域へは、同地域境界をイスラエル側が管理していたことから他国との通商は困難で、イスラエル経済への依存が進み、パレスチナの経済関連団体や金融機関は未発達なまま経済的自立性が失われた。その後、1993年以降の和平プロセスの進展に伴い、ドナー国・国際機関による対パレスチナ経済支援が進み、同時に欧米企業とパレスチナ企業との連携、エジプトやヨルダン等との取引の伸び等、パレスチナ経済は着実な成長を遂げていた。

しかし、2000年9月末以来、イスラエル・パレスチナ間の衝突およびそれに伴うイスラエルによる自治区封鎖、移動の制限により、パレスチナ経済は大きな打撃を受けている。この経済後退後は、世銀によれば、世界大恐慌およびアルゼンチン経済危機を凌ぐ規模とされている。

パレスチナの西岸地区では柑橘類やオリーブなどの栽培と牧畜が行われるが、条件のよい土地と水源をイスラエル人入植者に占拠されているため生産量は少ない。また、ガザ地区では柑橘類や野菜の栽培と漁業が行われているが、イスラエルの占領政策と破壊行為のため、商工業は発展していない。輸出は非金属鉱物製品、野菜・果実、家具など、輸入は石油・石油製品、穀物、非金属鉱物製品などであり、主要な輸出国はイスラエルである。

2007年のデータ⁴によると、名目GDPは約12.71億米ドル、一人当たりGDPは1,298米ドル（西岸地区1,555.3米ドル、ガザ地区911米ドル）、GDP成長率は4.94%、物価上昇率は9.89%（2007-2008）、失業率は26.0%（西岸地区19.0%、ガザ地区40.6%）等

⁴ Palestine Central Bureau of statistics (PCBS): Palestine in Figures 2005. Ramallah, Palestine May, 2009

となっている。一方、国連パレスチナ難民救済事業機関（UNRWA）の2006年データによると貧困率は55.6%（西岸地区 43.2%、ガザ地区 79.8%）となっている。

また、上記2007年のデータによると、各セクターでのGDPに占める割合は、農・漁業（5.6%）、工鉱業（13.8%）、建設業（6.2%）、和平調停関連費（5.2%）、防衛・国家歳費（13.9%）、運輸・通信業（7.5%）、卸・小売業（9.2%）、サービス業（22.2%）、その他（16.4%）、となっている。

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

我が国、日本政府は、2008年1月のダボス会議において福田総理（当時）のスピーチ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開発途上国に対する取り組みの一つとして、「クールアース・パートナーシップ」を発表し、省エネルギー等の開発途上国の排出削減への取り組みに積極的に協力するとともに、気候変動により深刻な被害を受ける開発途上国に対して支援することを決定した。

この取り組みの一環として、気候の安定化に貢献する意志はあるものの、排出削減と経済成長を両立させる能力や資金が不足している開発途上国を支援するために、2008年度「環境プログラム無償資金協力事業」が導入された。

この日本政府の政策を受け、JICAでは促進されるべき「コベネフィット型」協力の事例として、再生可能エネルギーを含むクリーンエネルギーの活用を挙げ、民間の技術も含め日本の先進的な技術を積極的に活用することが方針として定められた。

このような中、パレスチナはクールアース・パートナーシップに参加することを決定し、気候変動対策の適応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とした。

以上のような背景から、日本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を国際協力事業として積極的に活用することが求められ、平成21年度補正予算において、クールアースパートナー国を対象とした太陽光発電システムを活用した「環境プログラム無償資金協力事業」の実施が決定された。この方針に基づき、かかる協力準備調査の実施が外務省より承認、指示された。

我が国からの係る事業に対するパレスチナからの要請の概要は、以下の通りであった。

- (1) 要請年月日 : 2009年7月12日
- (2) 要請金額 : 5,000,000米ドル
- (3) 要請内容 : 系統連系型の太陽光発電施設で電力の供給を行うための資機材の調達と運営管理のための技術支援の供与
- (4) 対象サイト : ジェリコ市郊外に計画されている農産加工団地計画用地(第一期工事)

本準備調査では、第一段階で案件形成・具体化を図り、その後、更なる現地詳細調査を経て、設計・事業費積算と入札図書(案)作成(第二段階)を連続して実施することになった。

パレスチナから当初要請の太陽光発電システム出力は、550kWpであった。平成 21 年 10 月 15 日に署名された協議議事録 (M/D) にて、パレスチナ側の要請内容である 550kWp 規模の太陽光発電 (PV) システムの建設を前向きに (容量が縮減される可能性もあるが) 検討することが確認された。また、その後の合同協議において、必要となる附帯施設 (特別高圧変電所⁵およびモニター棟)、対象サイト外周セキュリティフェンスの建設工事も日本側のスコープに入れることが合わせて確認された。

その後、第一次調査結果から予算の制約上 300kWp 程度とする事とし、その説明を第二次調査時に行った。その結果、発電容量の変更については、パレスチナ側も了解した。また、調査団は、将来パレスチナ側の自助努力による増設が可能な様にその増設用地を含んだ第一次現地調査時点と同じ用地面積 (1.3ha) の占有に付き、第二次調査において、農産加工団地の責任機関であるパレスチナ工業団地・フリーゾーン庁 (PIEFZA) 局長に再度確認し、その合意を得た。

1-3 我が国の援助動向

我が国からパレスチナへは数多くの学校、教育分野等への無償資金協力がなされている。経済・社会開発関連分野に関する最近の技術協力、無償案件は、表 1-1 の通りである。

⁵ 特高変圧器 (400V/33KV) を含む必要な機材は、エルサレム地区電力会社 (Jerusalem District Electricity Company: JDECO) の仕様で計画している。

表 1-1 我が国無償資金協力実績（経済・社会開発関連分野）

実施年度	案件名	供与限度額	概要
平成 20 年度	信頼醸成のための排水溝建設計画（UNDP 経由）	5.66 億円	本件計画は、(1) ヨルダン川西岸北部のイスラエルとの境界に位置する 3 つの市において、下水を衛生的に収集してイスラエル側の下水処理施設に送る排水施設を敷設するとともに、(2) 下水処理・環境の分野でイスラエル・パレスチナ間の協力・対話を促すようなセミナー、また環境啓発教育等を両者共同で実施するために必要な資金を供与する。
平成 20 年度	ジェリコ市内生活道路整備計画	8.09 億円	本件計画は、イスラエルとパレスチナの共存共栄に向けた中長期的取組として我が国が提唱している「平和と繁栄の回廊」構想の具体化の一環であり、ヨルダン川西岸の交通の要衝でありながら道路状況が劣悪なジェリコ市において、61 路線約 20 キロメートルの道路舗装、10 路線約 9 キロメートルの街灯、及び 5 路線約 3 キロメートルの歩道を各々整備するとともに、道路の維持管理に必要な機材を提供する。
平成 19 年度	ジェリコ・タイベ道路整備計画（UNDP 経由）	1.32 百万ドル	西岸地区のヨルダン渓谷を中心とした経済開発を進める上で、西岸地区内の人、物の移動の促進が必要条件となる。その観点から、ヨルダン渓谷へのパレスチナ人のアクセスが制限されている中、物流促進に緊急に対応するため、我が国は UNDP を通じ、ヨルダン渓谷の中心都市であるジェリコと、西岸地区中心部に位置するタイベを結ぶ道路を整備する「ジェリコ・タイベ道路整備計画」の実施を決定した。

出典：調査団作成

1-4 他ドナーの援助動向

電力分野では、5-10 MW 規模の太陽熱発電（Concentrated Solar Power: CSP）の F/S 調査が 2009 年 12 月より世銀の支援で実施されており、2010 年 6 月には F/S 報告書が PEA に提出される予定である。その他の、再生可能エネルギー関連の実施案件は表 1-2 の通りである。

表 1-2 他ドナー国・機関援助実績（再生可能エネルギー分野）

（単位：US ドル）

実施年度	機関名／ドナー国名	案件名	金額	概要
2008 年	スペイン政府	村落小規模電化計画	100,000	Atouf Village に 12KW の PV システム（含む、電池）を設置。
2009 年	UNDP	村落小規模電化計画	未定 ⁶	Jeb Al Theeb village に 1.3KW の PV システムを設置。
2009 年	UNDP	村落小規模電化計画	30,000	Beit illo village に 3.5KW の PV システムを設置。

出典：調査団作成

⁶ 現在実施中の案件で事業費が確定されていない（PEA より入手したデータには未記入）

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1) 主管官庁および実施機関

本プロジェクトの主管官庁および実施機関は、エネルギー庁（Palestinian Energy Authority: PEA）である。また、PEA には、所管のエネルギー環境研究センター（Palestinian Energy & Environment Research Center: PEC）があり、PEC 所属で再生可能エネルギー担当責任者である Mr. Falah Demery が、本件実施に係わる相手側のプロジェクトマネージャーとなる事が、2010年4月29日に署名された協議議事録（M/D）に記載されている。

PEA の主たる所管業務は下記の通りである。

- パレスチナ国民に対する安定した電力の低価格での供給。
- 効率的なシステムの開発のための、合法的、制度的、経済的、財政的および技術的根拠の策定。
- 制度の枠組みの刷新。当該制度には、活動分野の調整、方針の策定、システムの開発、発電、送電、配電、料金体系および規則が含まれる。PEA は引き続きこれらの重要な国家機能を担うパレスチナ唯一の機関である。また、PEA は商業化できない村落地区の電化、地域間の連携、エネルギー保護および研究も所管する機関である。料金の設定および規則については、別の独立した PEA への報告義務のある委員会により監督される。
- システムの欠陥の修復およびサービスの向上。加えて、既存の送・配電網の修復および電力が供給されていないエリア（コミュニティ）へのサービス提供。
- 電力関連プロジェクトおよび送・配電網の建設、運営および維持管理に係わる技術面での監督。
- 全てのエネルギーの調査・研究の実施、遂行。

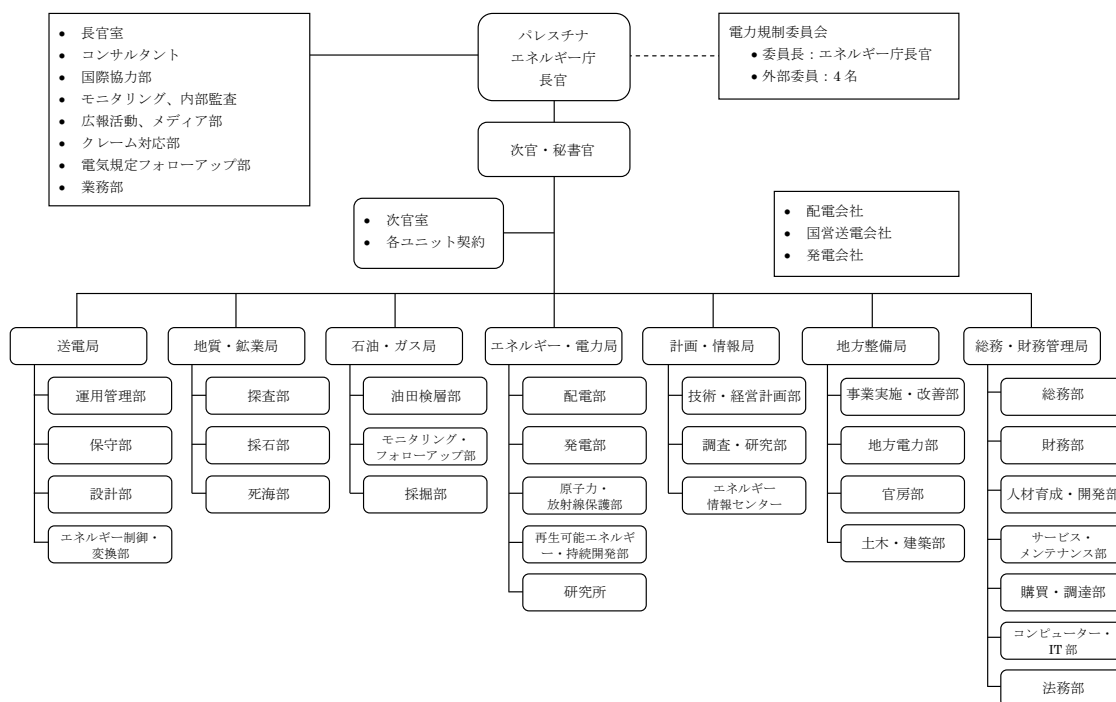
一方、PEA の所管である PEC は、パレスチナにおける再生可能エネルギーおよびエネルギー効率の研究・実施を所管する国立の研究開発機関で、温室効果ガス（Greenhouse Gas: GHG）の削減および環境浄化等の任務を担って 1993 年に設立された機関である。

PEC はパートナーシップに基づく強力なネットワークを通じ、国内、域内および国際パートナーと連合しており、多くの再生可能エネルギー分野（太陽光、風力、バイオマス、

地熱、その他)での研究・実施の実績を有している。現在の職員数は20人強であるが、今後予定しているプロジェクトの実施により増強されるものと思われる。

(2) PEAの組織図

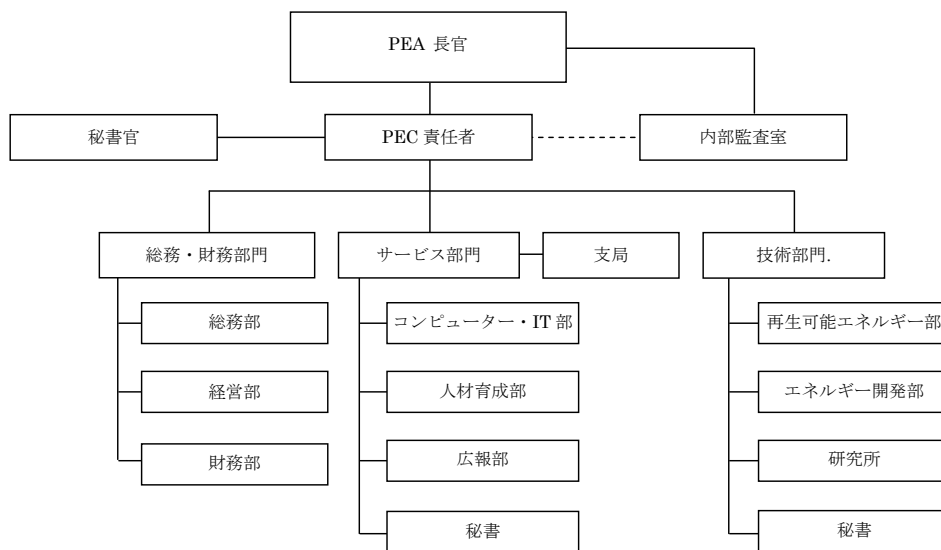
責任官庁および実施機関であるPEAの組織表は以下に示すとおりであるが、現地点では人員・予算不足等のため全ての部門が整備されている状況ではない。2010年4月時点での職員数は約200人である。



出典：PEAから入手したデータを基に、調査団作成

図 2-1 PEA 組織図

また、PEAが所管するPECの組織図は、以下に示すとおりである。



出典：PEA から入手したデータを基に、調査団作成

図 2-2 PEC 組織図

2-1-2 財政・予算

本件の主管官庁および実施機関である PEA の予算は下表に示す通りである。

表2-1 PEA 予算

(単位：US ドル)

項目	2006 年	2007 年	2008 年
年間予算	4,331,084	8,171,043	5,396,053

出典：PEA から入手したデータを基に、調査団作成

2-1-3 技術水準

本プロジェクトで導入する太陽光発電システム機器はパレスチナにとって取り扱いの実績の少ない機器であり、電気設備に関する知識・能力は十分備わっている PEA の職員にも初めてのシステム機器となる。系統連系による運用については、パレスチナにおける実績はなく、基準等の規定も未整備な状況である。また、電気設備の保守に必要な一般的な計測器（テスター、絶縁抵抗想定器等）、工具類なども十分に備わっているとは言い難い状況である。そのため、太陽光発電システム導入実施のためには太陽光発電および系統連系の基礎教育、機器の操作指導、計測データの活用等のソフトコンポーネントによる支援が不可欠である。

また、ソフトコンポーネントを通じて電気事故防止への配慮や保守管理に対する重要性の認識を深めることが望まれる。

なお、特別高圧機器を有する新設変電所の維持・管理に関しては、下記事項に留意することが肝要である。

(1) 新設変電所の維持・管理

太陽光発電システムの維持・管理は PEA 職員および新規に雇用される予定の保守要員を教育する事により可能であるが、系統連系に不可欠である新設変電所は特別高圧であるため、その維持・管理はジェリコ管内にある 12 ヶ所の変電所を維持・管理をしているエルサレム地区電力会社¹ (Jerusalem District Electricity Company: JDECO) に委託 (有償) すべきである。

(2) 新設変電所の監視・警報設備と JDECO 総合監視センター (ジェリコ市) への連絡

新設変電所内は全て JDECO の技術仕様に基づいた機器を設置する予定であり、JDECO の既存変電所 (ジェリコ管内で 12 ヶ所) と同様、新設変電所からの各種監視警報 (遮断器の開閉状態、異状、故障) を JDECO の監視システムに送信する必要がある。そのため、JDECO 電気技術者の協力・JDECO との連携が不可欠となる。

2-1-4 既存施設・機材

本プロジェクトで実施される太陽光発電システムは、対象サイトであるジェリコ市郊外に計画されている農産加工団地内に設置する予定であるが、当該農産加工団地は未だ着工されていないため、既存の施設、機材は皆無である。対象サイトは目下土漠地である。

2-2 プロジェクトサイトおよび周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

電力事業関連制度に関しては、2009 年 5 月に発効された新電気事業法 (New Electrical Law) に将来を見据えた電力事業の許認可に係る電力事業諮問委員会 (Palestinian Electricity Regulatory Council: PERC) の設立が規定されており、その為の施行細則が目下、首相府で審議されており承認待ちの状況ではあるが、承認されれば PERC が電力事業に係る許認可を諮問する機関となる。また、これに伴い、西岸地区における送電系統の包括管理会社である PTEL (Palestine Transmission Electrical Limited) の設立準備中²であり、設立されれば TPA (Third Party Access: 第 3 者による発電電力のグリッドへの接続、即ち、逆潮流接続) が可能となる。

パレスチナの西岸地区には発電所が皆無であるが、ガザ地区に Combined Cycle

¹ JDECO は、1926 年にエルサレム地区への配電会社としてギリシア人により設立された会社で、現在はエルサレムに加え、パレスチナ西岸地区のラマッラ、ジェリコ、ベツレヘムへの配電 (需要家総数は 190,000 を超える) を担っている。また、JDECO の株式はパレスチナのラマッラ、ジェリコ、ベツレヘム等の地方自治体が 49%、民間が 51% を所有している。従業員数は 800 人強である。

² 独自の送電網の敷設も計画されている。

Generation System³による発電容量（能力）140MW の発電所⁴があり、2003 年より 22KV 送電網での電力供給を開始している。しかし、送電網の不備により現在の発電容量は 90MW 程度であり、Natural Gas（天然ガス）が未だに供給されていないことから、発電コストの高い Heavy Oil（重油）焚きの（蒸気タービン）だけの運転となっている。また、ガザ地区には当該発電所および送電網を運営・維持管理する PEA 所管の電力公社である PTEL が既に設立されている。

本プロジェクトの対象サイトのあるジェリコエリアの電力供給は JDECO が担っているが、通常は全ての電力需要をヨルダンにある国立電力公社（National Electric Power Co.）より供給される電力（総容量 20MW）でまかなっており、イスラエルの電力公社（Israel Electric Corporation Limited: IEC）よりの電力は非常時のみに供給している。

本プロジェクトの実施を通じて初めてパレスチナへ、本プロジェクトで計画している規模の太陽光発電システムが設置されることになる。プロジェクトの実施に影響を与えると思われる配電会社側の対象サイト（農産加工団地計画用地）への電力供給インフラの整備状況および電力料金体系について、以下に概要を述べる。

(1) 農産加工団地計画用地周辺の関連インフラの整備状況

現在、対象サイトである農産加工団地計画用地内には配電線路および変電所は皆無である。しかし、農産加工団地計画用地の東側に隣接する再生鋼加工工場（Iron Factory）までは JDECO の特別高圧配電線路（33 kV）1 回線の架空線路により給電されている。JDECO では将来的に、この農産加工団地計画用地を囲むように 33kV 配電線路および地域変電所の構築を計画している。

本プロジェクトの太陽光発電システムにより発電される電力は、農産加工団地の完成までは本プロジェクトにより農産加工団地計画用地の東南角地に建設予定の特別高圧変電所（33 kV、変圧器容量 630 k VA）およびここへ特別高圧配電線路を接続する隣接の再生鋼加工工場構内に設置されている、JDECO 所管の開閉所内に設置されている RMU（Ring Main Unit）を経て、JDECO の既存特別高圧（33 kV）配電網に逆潮流される。逆潮流された電力は当面の間、即ち、農産加工団地が稼動するまでは近隣の一般民生電力の一部として活用される。

(2) 配電線の電力品質および電力供給信頼性

1) 電力品質

ジェリコにある JDECO の訓練センター（Technical & Academic Training Center）内電気室の配電盤に測定器を設置し電圧および周波数変動の測定を第一次調査および第二次調査で行った（写真参照）。その結果、電圧に関しては、

³ ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせて発電するシステム。日本では、ガスタービン、蒸気タービン、発電機が同一の軸の「一軸式」が主流である。

⁴ ガザ地区沿海の天然ガスを主燃料として計画された発電所である。

定格 400V の電圧に対しほぼ±5%程度の変動率となっており、一時的に下がっている時間帯があるものの、これは当該施設の使用稼働率による変動と考えられるため、全体の送電システムとしては問題ないと思われる。また、周波数に関しても、定格 50Hz に対し±1%未満の変動率の推移でほぼ一定の値を取っているため問題ないと思われる。よって、電圧、周波数ともに安定しており、有効電力、無効電力供給ともに安定したシステム運用がなされていると推定される。



写真左：電圧および周波数変動の測定作業
写真右：配電盤への測定器設置状況

2) 電力供給信頼性

JDECO はパレスチナ西岸地区で PEA に認可されている唯一の配電会社であり、ジェリコ地区への電力供給については、主としてヨルダンより輸入した電力を架空線路により需要家に給電している。また、非常時にはイスラエルより輸入した電力を供給している。具体的な停電時間・頻度に関する数値データは得られなかったものの、落雷等による停電頻度、停電時間は、ここ数年で激減しているとのこと。但し、夏場の極端な電力需要の増大する際には頻繁に停電することもあるとの情報があった。

(3) 電力料金

電力料金は JDECO が設置する高圧(33kV)または低圧(380V・220V)の封印された積算電力量計により計量される従量料金のみにより算出され、最大需要電力による基本料金制度はない。また、受電電圧別や一般家庭、商業用、工業用などの需要家別の料金制度もなく、一律 0.43 シケル/kWh (VAT 別) の料金体系となっている⁵。

2-2-2 自然条件

(1) パレスチナ、ジェリコ市の気候

パレスチナ自治政府 (以下、パレスチナ) は、北緯 29.30 度～33.15 度、東経 24.10 度

⁵ JDECO のジェリコ支所よりの聴き取りによる。

～35.40 度に位置し、ヨルダンに接するヨルダン溪谷南部の山岳地域を有する西岸地区と、地中海に接する沿岸地帯であるガザ地区より構成されている、国土面積約 6,020 平方 km（西岸地区 5,655 平方 km、ガザ地区 365 平方 km）を有する自治政府であり、中東地域に属する。西岸地区の中央には南北に丘陵が延びており、高度に応じて冷涼になる。西岸地区の西斜面は地中海性気候で、冬に降水がある。また、西岸地区の東斜面と南部は砂漠気候である。一方、地中海に面したガザ地区は地中海性気候であり、年間を通して温暖である。

本プロジェクトの対象サイトのあるジェリコ市はヨルダン溪谷に位置し、パレスチナの他の地域と比較すると水資源が豊かではあるが、年間の降雨量は 115.2 mm⁶程度であり、実質的には冬季の数ヶ月間に降るわずかな雨が年間降雨量と言える。また、年間の平均湿度も 53%と低く乾燥していることから埃が多く、春先の 5 月頃にはエジプトからのハムシーン（砂嵐）による被害を受けやすい地域でもある。この地方の唯一の主要な流れであるヨルダン川は、ガリラヤ湖(唯一の大淡水湖)から極度に塩分濃度の高い死海へ向かって南へと流れる。また、気候は乾燥した砂漠気候で、高度が海拔マイナス 300mと低いこともあり日中気温は夏が 35～40℃前後、冬でも 10～15℃と暑い地域である。年間を通じて晴天日が多く 1 日の平均日照時間は 8 時間を上回り、年間の日照時間は 3,000 時間を超える（東京：1,800 時間～1,900 時間）。パレスチナ運輸省気象局発行の気象データ（2008 年）によれば、ジェリコ市観測所で観測された月別平均気温は下表の通りである。

表 2-2 ジェリコ市月間平均気温データ（2008 年）

項目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	
平均気温(℃)	11.8	14.7	21.6	24.9	26.6	31.4	
項目	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
平均気温(℃)	32.4	32.9	30.7	25.9	21.0	16.4	24.2

出典：パレスチナ運輸省の資料に基づいて調査団が作成

(2) ジェリコ市の日射量

本プロジェクトの対象サイトであるジェリコ市はヨルダン溪谷に位置し、地表で最も低い地点⁷である死海から約 8km 離れた位置にある。調達される機材が設置、運用されるジェリコ市郊外の農産加工団地計画用地は、標高約マイナス 300m の土地に位置しており、対象サイト東側には隣接する再生鋼加工工場があるものの、太陽光パネル設置予定場所は周辺建物からの影の影響を受ける事はない。

日射量および平均気温について、対象サイトの位置するジェリコにある JDECO の訓練センター構内に計測器を設置し、日射量・温度測定を行った。第一次調査および第二次調査における観測結果を表 2-3 に、また、観測装置設置状況の写真を以下に示す。

⁶ ERPress2008: Palestinian Central Bureau of Statistic Issues a Press Release on the Occasion of World Metrological Day, 23/03/2008 に記載されている 2007 年の年間降雨量。ちなみに、ラマッラは 543.9mm である。

⁷ 標高マイナス 418m。

表 2-3 ジェリコ市内 日射量・外気温度実測データ

第 1 次現地調査	16 Oct. (晴天)	17 Oct. (晴天)	18 Oct. (晴天)	-	平均値
日射量 (KWh/m ² /d)	3.50	3.42	3.60	-	3.50 (KWh/m ² /d)
日最高温度 (°C)	37.0	37.7	37.7	-	
第 2 次現地調査	22 Nov. (晴天)	23 Nov. (晴天)	24 Nov. (曇天)	25 Nov. (晴天)	
日射量 (KWh/m ² /d)	2.95	3.00	1.65	2.40	2.40 (KWh/m ² /d)
日最高温度(°C)	26.2	27.6	26.4	23.7	

注記：観測計器は「Weather Hawk」

出典：調査団作成



写真左：左側が本プロジェクト用の観測装置。右奥側は、技術協力プロジェクト「持続的農業技術確立のための普及システム強化プロジェクト」にて設置している観測装置。

写真右：観測に使った気象測定器。日射、気温、湿度、雨量、風向き、風速が測定可能。

パレスチナ運輸省気象局が観測している気象観測データは、日照については日平均日照時間の観測のみであり、また日射量については 2009 年度より西岸地区内全 8 箇所での観測所で観測が始められたところである。一方、世界的に広範な気象データを提供している NASA による、パレスチナのジェリコ市の日射量データは、下表の通りである。

表 2-4 ジェリコ市月間平均日射量・平均気温データ (NASA)

項目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	
日射量 (KWh/d/m ²)	2.80	3.50	4.60	6.00	7.10	7.90	
平均気温(°C)	10.6	11.4	14.2	18.9	22.2	24.3	
項目	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
日射量 (KWh/d/m ²)	7.80	7.20	6.00	4.70	3.40	2.60	5.31
平均気温(°C)	26.0	26.4	25.0	21.7	17.0	12.3	19.2

注記：日射量は水平面日射量 (KWh/m²/d) を示す

出典：NASA のデータに基づいて調査団が作成

上記の実測データ (表 2-3) は、観測日数も短期間であり、NASA データ (表 2-4) と単純比較することはできないが、観測日時が月の後半であることからそれぞれ 11 月、12 月の NASA データと近似している。

2-2-3 環境社会配慮

パレスチナにおいては、環境影響が懸念される大規模なプロジェクトについて環境影響評価(Environment Impact Assessment: EIA)が義務付けられているものの、太陽光発電事業について EIA は必要とされていない。ただし、プロジェクトの概要書の環境庁への提出は義務付けられている。

本プロジェクトで導入される太陽光発電システムは、対象サイトおよびその周辺に重大な環境社会影響を与えるものではない。プロジェクトの実施サイトおよびその周辺に与える環境・社会的影響、カテゴリー分類 (A,B,C) については、「JICA 環境社会配慮ガイドライン」(最新版)に照らして、スクリーニング後のカテゴリーは C (スクリーニング以降の環境レビューは省略される) と判断される。

パレスチナの国内情勢は、西岸地区とガザ地区で大きく異なり、ガザ地区の治安はいまだ安定していない。一方、西岸地区は、ガザ地区に比べ安定しており、一般的な治安状況も従来に比してかなり改善されつつある。自治政府の政府機能が集中し、調査団が調査中訪れることの多かったラマッラ市では、事件の発生等の治安上又は安全対策上懸念される事態に遭遇することはなかったが、治安上又は安全対策上不測の事態が発生する可能性があることから、備えを十分にしておくことが肝要である。

本プロジェクトの対象地区であるジェリコ市は西岸地区内でも相対的に最も安定している地域であるが、西岸地区は、どこかで緊張が高まるとその緊張が西岸地区全域に広がる可能性のある地域である。西岸地区各地に散在するイスラエル人の入植地も対立要因をはらんでおり、常に緊張が高まる可能性がある。

2-3 その他 (グローバルイシュー等)

本プロジェクトの実施において、対象サイトおよびその周辺に重大な環境社会影響を与えることはないことは、2-2-3「環境社会配慮」で述べたとおりであるが、直接的/間接的影響(自然環境/社会環境)等についても考慮する必要がある。対象サイトおよびその周辺における環境社会配慮確認結果/計画される緩和策/留意点等は、添付資料-7の「環境社会配慮チェックリスト」に示すとおりである。

本事業による直接的な CO₂ 削減効果は、本プロジェクトの太陽光発電システムにより発電された電力が既存の重油による火力発電の代替とした場合、CO₂ の削減量は年間約 290.6 トンである(第4章の表 4-3 を参照)。これは、スギの木 21,000 本の CO₂ 吸収量に相当(290.6t÷0.014t/本=21,000 本)する。また、この削減量は石油換算で 107.2 キロリットルの節約に相当する。詳細については、第4章の 4-1 プロジェクトの効果 を参照。

本プロジェクトにて、西岸地区のジェリコ市郊外に計画されている農産加工団地の一面に最初の太陽光発電システムを設置することにより、再生可能エネルギーに関するパレスチナにおける啓発効果を高めることが大いに期待され、本事業の間接的な裨益効果としては、将来さらなる太陽光発電システムの普及拡大と「逆潮流あり」の系統連系型太陽光発電システ

ムの実施が可能になることである。また、本事業がパレスチナの需要電力の一部を賄い、輸入電力量の低減に貢献する事となり、結果として化石燃料の消費および温室効果ガスの排出量が削減され、クールアース・パートナーシップ加盟国であるパレスチナおよび世界の気候変動に関する政策に寄与することが可能となる。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

2008年のデータ¹によると、パレスチナの電力調達先の構成は表3-1に示すとおりで、総消費電力量の約90.40%（西岸地区は100%）を輸入に依存している。

表3-1 電力調達先の構成

単位：GWh

対象エリア	イスラエル	ヨルダン	エジプト	小計	ガザ発電所	合計
西岸地区	2,735.65	64.34	-	2,799.99	-	2,799.99
ガザ地区	930.45	-	134.37	1,064.82	410.31	1,475.13
合計	3,666.10	64.34	134.37	3,864.81	410.31	4,275.12

出典：2008年のデータを基に調査団作成

パレスチナにおける再生可能エネルギーとしては、住宅の給湯に使われる太陽光エネルギー（ソーラーヒーター）およびバイオマス（燃料としての薪、炭、固形オリーブ等の農業廃棄物）に限定されるが、それらの総エネルギー消費量に占める割合は約18%²となっている。

(1) 上位計画

パレスチナ自治政府（以下、パレスチナ）エネルギー庁（Palestinian Energy Authority: PEA）所管のエネルギー環境研究センター（Palestinian Energy & Environment Research Center: PEC）により、2007年6月に策定されたエネルギー関連の5ヵ年計画である『National Plan for Development of Renewable Energy & Efficiency 2007-2012』において、1）太陽光発電をはじめとしたクリーンエネルギーの占める割合をエネルギー需要の20%まで高めること、2）工業・建設部門におけるエネルギー利用の改善をするとともに輸入エネルギーへの依存割合を削減することが目標として掲げられている。

本件は、パレスチナで入手可能なエネルギーの活用によるエネルギー源の多様化と気候変動対策に資する電力供給体制の構築に寄与するプロジェクトである。

¹ Palestine Central Bureau of statistics (PCBS): The Palestinian Territory Annual Report, 2008

² National Plan for Development of Renewable Energy & Efficiency 2007-2012, June 2007

(2) 気候変動対策上のニーズ

パレスチナでは、エネルギー開発が喫緊の要件であることから PEA 所管の PEC では、再生エネルギーの積極的な利用に対する取り組みを主導している。上記の国家開発五カ年計画では、太陽光発電をはじめとしたクリーンエネルギーの占める割合をエネルギー需要の 20% まで高めることを主目的としており、併せて国際機関との気候変動対策での協調、クリーン開発メカニズム (Clean Development Mechanism: CDM) への適用等を模索しているところである。

このような中、パレスチナはクールアース・パートナーシップに参加することを決定し、気候変動対策の適応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とした。

本件での太陽光発電システムの供与は、脆弱なエネルギー供給力しか持たないパレスチナに対して再生エネルギーによる電力供給の補完と気候変動対策に大きく資するものと期待される。

(3) プロジェクト目標

本件は、パレスチナにおける「中東和平に寄与する日本政府の重要な対外援助」の一環と位置付けられ、本プロジェクトで建設される太陽光発電システムは、『農産加工団地 (Jericho Agro-Industrial Park: 以下、JAIP)』に電力を供給する予定である。ただし、JAIP が整備され稼動するのは 2013 年以降と想定されていることから、当面は右太陽光発電システムにて発電される電力をエルサレム地区電力会社³ (Jerusalem District Electricity Company: 以下、JDECO) が管理する既存の配電網に供給する形態で、ジェリコ市の所要電力の供給量の一部を補完する予定である。

以上から、本プロジェクトの目標は、系統連系による太陽光発電設備の運用を通し、国内の再生可能エネルギーの利用比率が高まり、財務面も含めた、より安定的な電力供給が実現するとともに、CO₂ の排出量削減にも寄与することである。

なお、本プロジェクトは、再生可能エネルギー供給施設として、将来的には JAIP の発展にも寄与するものと考えられる。更に、本件は国際機関との気候変動対策での協調、CDM への適用等を模索しているパレスチナにおける、再生エネルギーの積極的な利用に対する取り組みの一助となることが期待されている。

(4) 上位目標

本件の上位目標は、対象国内で入手可能なエネルギーの活用によるエネルギー源の多様化と気候変動対策に資する電力供給体制の構築に寄与することである。

³ JDECO は、1926 年にエルサレム地区への配電会社としてギリシア人により設立された会社で、現在はエルサレムに加え、パレスチナ西岸地区のラマッラ、ジェリコ、ベツレヘムへの配電 (需要家総数は 190,000 を超える) を担っている。また、JDECO の株式はパレスチナのラマッラ、ジェリコ、ベツレヘム等の地方自治体が 49%、民間が 51% を所有している。従業員数は 800 人強である。

3-1-2 プロジェクトの概要

(1) 太陽光発電システムの計画概要

上記目標を達成するために、系統連系型太陽光発電システムの機材整備を行うとともに、運営維持管理のための技術支援を行う。

調査の結果、パレスチナにおいては、これまで太陽光発電に関する系統連系、逆潮流、売電の制度・経験・実績はなく⁴、パレスチナ西岸地区唯一の配電会社である JDECO にも系統連系、逆潮流、買電の経験・実績はないものの、JDECO より PEA に宛てた文書（2009 年 12 月 8 日付）にて、系統連系、逆潮流に関わる基本合意が両者間でなされていることは確認された。しかし、本プロジェクトの実施に先立ち、変電所機器の維持管理の JDECO への委託、売電価格の設定、等の項目を含む合意書が、責任・実施機関である PEA と JDECO の間で締結される予定である。よって、本計画では、逆潮流を行う系統連系型太陽光発電システムを導入する（設計内容については 3-2-3 (2) 概略基本設計図参照）。

以下、本プロジェクトにおける支援計画の概要を示す。なお、系統連系、逆潮流に係る合意書については、本プロジェクトの実施に先立ち責任・実施機関である PEA と JDECO の間で早急に締結することを、先方担当者との間で確認した。また、逆潮流については、本プロジェクトを契機として早急に制度を策定し、将来パレスチナにて実施したいとの PEA の意向であることから、それに関わる機材整備および技術支援を本プロジェクトにて行う。

本プロジェクトにより、パレスチナにおいて初めての系統連系型太陽光発電システムが導入されることになり、同国の再生可能エネルギーの推進に繋がるものと期待される。

⁴ 2009 年 5 月に発効された新電気事業法（New Electrical Law）には将来を見据えた電力事業の許認可に係る電力事業諮問委員会（Palestinian Electricity Regulatory Council: PERC）の設立が規定されており、その為の施行細則が目下、首相府で審議されており承認待ちの状況である。承認されれば PERC が電力事業に係る許認可を諮問する機関となる。

表3-2 本プロジェクトによる太陽光発電支援計画

項目	用途	必要性
1. 系統連系型太陽光発電(PV)システム	太陽光を利用して発電した電力をジェリコ市郊外に建設が予定されている農産加工団地内に新設する特別高圧変電所の変圧器2次側系統に連系し、農産加工団地施設等への電力供給を図るとともに既存の33kV配電網への電力逆潮流によりジェリコ市内への電力供給の補完に貢献する。	パレスチナによる気候変動対策（緩和策）として、（太陽光発電の利用による）発電機用燃料（現在は重油）の消費量の減少、それを通じた温室効果ガスの削減ならびに電力輸入量の削減が求められている。
2. 1の技術支援	太陽光発電に関する基礎知識や既存の発電システムとの調整、保守点検方法、緊急時の対応など、太陽光発電システムの適切な維持管理に必要な技術的研修。	系統連系型太陽光発電システムの導入はパレスチナにおいて初めてであり、系統連系システムの設置、運転、維持管理などのトレーニングを受けた技術者は皆無であることから、知識・技術の取得・向上が必要。

出典：調査団作成

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

(1) 協力対象範囲

「3-1-1 上位目標とプロジェクト目標」に述べたパレスチナの方針、目標に基づき、パレスチナにおけるクリーンエネルギー（再生可能エネルギー）活用の推進、気候変動に対する意識の向上への取り組みおよび温室効果ガスの排出削減と経済成長を両立させ、気候変動の安定化の取り組みに寄与することを目標として、本プロジェクトは系統連系（逆潮流あり）による太陽光発電設備を設置することとした。

パレスチナからは、太陽光発電システムの設置場所として、農産加工団地計画用地（第一期工事）一画の候補地が要請された。しかし、現在、農産加工団地には全く建物が無く電力需要家は皆無であることから、太陽光発電設備が完成しても当面は給電先が無いことになる。このことから、同システムにて発電される電力は、JDECO 所管の既存配電線（33KV）に逆潮流給電し、この配電線網と系統連系をとる計画とする。

この既存配電網はヨルダン国電力公社より輸入している送電（10MVA,33KV、3相3線,50Hz）を利用し、農産加工団地の計画予定地を含むジェリコ市へ全量配電しており、計画の農産加工団地へは約4km離れた死海開閉所を経由し、配電される計画である。

(2) 設計上の全体指針

本無償資金協力案件の基本設計を行うに当たって、以下の指針に基づくこととした。

- 1) パレスチナにおいては、これまで太陽光発電に関する系統連系、逆潮流、売電の制度・経験・実績はない。但し、系統連系および逆潮流に係わる JDECO の基本合意については、2009年12月 JDECO より PEA 宛てに発出されたレターにて確認していることから、本プロジェクトの実施にあたっては、系統連系型太陽光発電システムを計画する。
- 2) 系統連系、逆潮流に係る機材調達・設置および技術支援を行う計画とする。
- 3) 太陽光発電システムと配電系統との系統連系にあたって、系統連系を行うことにより配電側の電力品質に悪影響を及ぼさないよう信頼性の高い設備計画とする。
- 4) 逆潮流が可能な系統連系を行うためには、変圧器を含む受変電設備のための保護装置（地絡過電圧継電器）が装備された受変電設備が必要であることから、これらを装備した受変電設備を設置する計画とする。
- 5) 本太陽光発電システムと配電系統との系統連系ポイントは施設側受変電設備の高圧側にて計画する。
- 6) 逆潮流が可能な系統連系を行う計画とするものの、将来的に農産加工団地が整備された際には、本太陽光発電システムにより発電された電力が農産加工団地にて有効に活用できることを視野に入れたシステム設計とする。

3-2-1-2 自然条件に対する方針

(1) 標高

本プロジェクトの対象サイトであるジェリコ市はヨルダン溪谷に位置し、地表で最も低い地点⁵である死海から約 8km 離れた位置にある。調達される機材が設置、運用されるジェリコ市郊外の農産加工団地計画用地は、標高約マイナス 300m の土地に位置するが、高度・気圧に関する影響は標準仕様の範囲内であることが確認された。よって、計画機材の高度・気圧に関する仕様は標準仕様として計画する。

(2) 日射量・気温

日射量および平均気温について、第一次調査、第二次調査期間中にジェリコ市内で測定を行った。実測結果は表 3-3 の通りである。

⁵ 標高マイナス 418m

表 3-3 ジェリコ市内 日射量・外気温度実測データ

第 1 次現地調査	16 Oct. (晴天)	17 Oct. (晴天)	18 Oct. (晴天)	-	平均値
日射量 (KWh/m ² /d)	3.50	3.42	3.60	-	3.50 (KWh/m ² /d)
日最高温度 (°C)	37.0	37.7	37.7	-	
第 2 次現地調査	22 Nov. (晴天)	23 Nov. (晴天)	24 Nov. (曇天)	25 Nov. (晴天)	
日射量 (KWh/m ² /d)	2.95	3.00	1.65	2.40	2.40 (KWh/m ² /d)
日最高温度 (°C)	26.2	27.6	26.4	23.7	

注記：観測計器は「Weather Hawk」

出典：調査団作成

パレスチナ運輸省気象局が観測している気象観測データは、日照については日平均日照時間の観測のみであり、また日射量については 2009 年度より西岸地区内全 8 個所の観測所で観測が始められたところである。一方、世界的に広範な気象データを提供している NASA による、パレスチナのジェリコ市の日射量データは、下表の通りである。

表 3-4 ジェリコ市月間平均日射量・平均気温データ (NASA)

項目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
日射量 (KWh/d/m ²)	2.80	3.50	4.60	6.00	7.10	7.90
平均気温(°C)	10.6	11.4	14.2	18.9	22.2	24.3

項目	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
日射量 (KWh/d/m ²)	7.80	7.20	6.00	4.70	3.40	2.60	5.31
平均気温(°C)	26.0	26.4	25.0	21.7	17.0	12.3	19.2

注記：日射量は水平面日射量 (KWh/m²/d) を示す

出典：NASA のデータに基づいて調査団が作成

表 3-3 に示す実測データと表 3-4 のデータを比較すると、観測日時が月の後半であることからそれぞれ 11 月、12 月の NASA データと近似している。

したがって、本プロジェクトにおける計画にあたっての太陽光発電システムの年間発電量シミュレーションは NASA の提供データを採用することとする。

ちなみに、パレスチナ運輸省気象局発行の気象データ (2008 年) によれば、ジェリコ市観測所で観測された月別平均気温は下表の通りである。

表 3-5 ジェリコ市月間平均気温データ (2008 年)

項目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	
平均気温(°C)	11.8	14.7	21.6	24.9	26.6	31.4	
項目	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
平均気温(°C)	32.4	32.9	30.7	25.9	21.0	16.4	24.2

出典：パレスチナ運輸省の資料に基づいて調査団が作成

(3) 降雨

運輸省気象局発行の気象データによれば、ジェリコ市観測所では年間降水量が 2000 年以降 115.2mm～194.0mm と非常に少ない地域である。日最大降水量は 2008 年 1 月に記録されている 15.3mm/日である。

一方、蒸発量は常にその降水量を大きく上回っており、2000 年以降 1,608mm～2,227mm である。このような気象条件と本計画地の対象流域面積は 1.3ha、流出係数は太陽光発電モジュール部分と付属建物を見込んでも 0.5 以下と想定されることから、本計画地での雨水排水計画については特に配慮しない。

(4) 風

運輸省気象局発行の気象データ (2008 年) によればジェリコ市観測所での年間平均風速は 7.1m/秒、最大風速として 1 月に 31.0m/秒を観測している。

太陽光発電モジュール本体の風に対する耐力および支持架台、基礎アンカーボルト、基礎の強度計算は、余裕を見て設計風速 34.0m/秒相当とする。また、本計画地が「都市化されていない平坦で障害物のほとんどない地域」に属する事を考慮し、日本国建築基準法に定める風荷重算出法に基づき設計用速度圧を 2,000Pa とする。

(5) 落雷

パレスチナ自治区運輸省気象局では、気象観測データとして落雷の発生およびその被害については記録を取っていない。現地でのヒアリング調査においても、落雷被害については多くを聞くことはなかった。しかし、近年各国で落雷による電子機器、コンピュータ等の故障の被害が大きな問題となっている。落雷した場合、直撃雷、誘導雷によって、電気、電話線等を通じて異常電流・電圧が電子機器に侵入し、機材の故障を引き起こす。このため、パワーコンディショナー、計測監視装置、表示装置については、既存電気、電話線等を通じての異常電流・電圧の影響を受けず、かつ、安定した電力の供給が可能な対策を考慮する。

(6) 地盤

本プロジェクトにおける基礎構造物は、太陽電池モジュールを設置するためのコンクリート基礎である。現地調査の結果、本件計画用地近隣の既設建物の基礎については、沈

下、浮き上り等の問題はないと判断されるが、現地の構造指針を考慮し設計を行う事とする。

(7) 塩害

本プロジェクトの対象サイトは内陸部に位置することから、塩害対策については特に考慮する必要はないと考えられるが、鉄骨架台の土壤に含まれる塩分に対する塩害対策として、鉄骨架台は溶融メッキ仕上げとし、架台据付基礎については、べた基礎を採用する。

(8) 地震

パレスチナ自治区全体では比較的地震が少ないがジェリコ市が位置する死海断層地帯 (the Dead Sea Transform) は、歴史的に大規模な地震の発生が記録されている。ジェリコ市はパレスチナ自治区の建築物の構造設計時に採用する「東部地中海及びその沿岸諸国地震災害マップ」 (Seismic Hazard Map for Building Codes in the Levant) に定める最も危険度の高いゾーン3地域に属し、その水平震度は0.3Gと規定している。

太陽光発電モジュールの支持架台、基礎アンカーボルトおよび基礎の強度計算は「JIS C8955 太陽電池アレイ用支持物設計基準」に準じて想定荷重を設定する。長期荷重として固定荷重 (モジュール、支持物の質量)、短期荷重として、固定荷重+風荷重、固定荷重+地震荷重のいずれか大きい荷重条件をその想定荷重として強度設計を行う。

本プロジェクトでは、ジェリコ市が危険度の高いゾーンに属すること、太陽光モジュールは建築物の屋上ではなく地上に直接設置することから、コンクリート基礎の設計用水平地震力0.3G、支持架台、基礎アンカーボルトは設計水平地震力1.0Gを採用する。

(9) 降雪

パレスチナ自治政府運輸省気象局発行の気象データからジェリコ市では観測記録上、降雪がないことから、雪荷重は見込まない。

3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

パレスチナでは地球温暖化ガス (以下、Greenhouse Gas: GHG) 排出削減と経済成長を両立させる能力と資金が不足している。そのため、まだ再生可能エネルギー利用を促進するインフラの整備およびそのための優遇政策などがとられていない。今後、再生可能エネルギー導入に対する国全体の意識を高めていくことが課題である。従って、本太陽光発電システムを導入するにあたっては、パレスチナの再生可能エネルギーの普及、促進に寄与することを視野に入れて、ショーケース効果の向上に配慮し、計画、設計する。

3-2-1-4 建設事情／調達事情もしくは業界の特殊事情／商習慣に対する方針

(1) 関連法規

本プロジェクトでは、対象サイトにおいて基礎工事、構内道路工事等を含む小規模な建築工事、架台工事、電気工事および機器の据付等の作業が発生する。パレスチナには契約と雇用、男女間の平等、勤務時間、休憩時間、賃金、就業規則、労働環境等を規定している労働法⁶が存在し、本プロジェクトにおける機器据付作業には、同法を適用する。建築工事、架台工事に関しては、パレスチナ建築基準法等関連法規に準拠し設計を行うこととし、関係各所に設計図書を提出し事前の確認を受けることとなる。

なお、第 2 章で述べているように、本プロジェクトで導入される太陽光発電システムは、対象サイトおよびその周辺に重大な環境社会影響を与えるものではないことから、EIA は必要とされていない。ただし、実施機関である PEA は、工事に着手する前にプロジェクトの概要書を環境庁に提出する必要がある。その後、環境庁より安全対策に関するコメント等が書面で連絡される。所要期間はおよそ 1 ヶ月である。

(2) 調達機器や材料に関する技術指針、基準、規格等

パレスチナでの太陽光発電の今後の普及を促進するために、調達する機材は、国際規格を満足するものであることを原則とする。ただし、主要機材は日本製であることから一部のものについては、国際規格と同等である日本規格にしたがったものであることを許容する。

また、系統連系にかかる規定、ガイドラインはパレスチナではいまだ整備されていないことから、日本国での規定、ガイドラインに準拠することとする。それら諸規格を以下に示す。

- 電気事業法
- 電気設備技術基準
- 日本工業規格 (JIS)
- 日本電気工業会標準規格 (JEM)
- 日本電気規格調査会標準規格 (JEC)
- 日本電線工業会規格 (JCS)
- 電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン
- 系統連系規程 (JEAC)
- IEC 規格 (IEC61215、IEC61646、IEC61730-1 及び IEC61730-2)
- 労働安全基準法

⁶ Labor Law No (7) Year 2000, Office of the President, Palestinian National Authority

(3) 据付工事において準拠すべき設計基準

据付工事に係る土木・建築工事、電気・設備工事等への適用規定は、基本的には現地規定とするが、パレスチナにおける法、規定等の整備が不十分であることから、ASTM, BS等の国際規定で補完するものとする。

3-2-1-5 現地業者（建設業者、コンサルタント）の活用に係る方針

パレスチナにおいては、太陽光発電システムの設置例は少なく、現地据付工事業者に関しては、本プロジェクトで導入される規模の機器の据付実績がほとんどないため、元請けとなる日本企業が据付工事全体を取りまとめ、熟練技術者により現地据付業者を訓練・指導することが必要である。このため、太陽光発電システムの設置（含む、電気工事）および架台の設置については、実績のある日本等からの技術者による指導の下、現地業者の活用を図る計画とする。なお、据付工事の土木・建築工事部分、物資の輸送等、現地業者が実施可能な工事部分については、現地業者を活用する計画とする。

3-2-1-6 運営・維持管理能力に係る方針

本無償資金協力で計画している系統連系型太陽光発電システムは、パレスチナにおいて初めての試みであり、PEA 職員のみならず、JDECO の職員においてもまた初めての経験となることから、PEA ならびに JDECO のいずれも系統連系に係る技術的知見を有していない。施設の保守管理については、本件の責任・実施機関である PEA が運営・維持管理を任せる 2 名の技術者およびガードマン 1 名の新規雇用を計画している。

よって、PEA の本施設担当技術者、配電会社の技術者ならびに、連携が不可欠であることから、農産加工団地の運営を担当する工業団地・フリーゾーン庁（以下、PIEFZA）の技術者を対象に、当該システムメーカーの派遣技術者または当該システムの据付工事に携わった熟練技術者による初期操作指導、およびコンサルタントによるソフトコンポーネント（教育訓練）を実施する。

3-2-1-7 機材等のグレードの設定に係る方針

本プロジェクトの継続的な効果の発現のため、調達機材は汎用性、堅牢性、価格性能比に優れるものが必要である。さらに調達後の運用維持が容易なことも必須条件であるため、実証済み技術の稼働実績を有する機材の中から、設置場所に最も適するものを導入することが要求される。

太陽電池モジュールを構成する太陽電池セルの種類は、結晶系（単結晶、多結晶）シリコン、薄膜アモルファスシリコン、化合物を用いるもの、あるいはこれらを組み合わせた複合型太陽電池が開発されており、各々に発電効率、電流・電圧特性、温度・最大出力特性等が異なる。

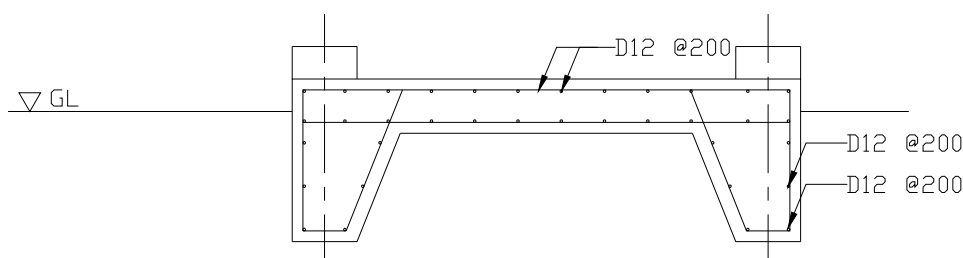
上記の要求事項と各種太陽電池セルの開発状況を踏まえ、できるだけ多数のメーカーの

応札を可能とするため、太陽電池セルの種類は、長期間の稼働実績を有する、結晶系シリコン、アモルファス系シリコンの中から、応札者の提案によるものとし、設置予定場所における、要求最小発電容量、日影等を考慮した設置可能区域と面積などの要求事項を規定した機能性発注技術仕様とする。

3-2-1-8 工法／調達方法、工期に係る方針

(1) 工法

太陽電池モジュールおよび鉄骨架台を支える基礎については、土壌に含まれる塩分による鉄骨架台の劣化を防止する目的で、図 3-1 に示すとおりべた基礎とする。また、当該基礎は亀裂による破壊を防止する目的で鉄筋コンクリート造とし、附帯施設であるモニター棟および変電所棟同様に、現地で通常行われている工法での施工とする。なお、現地製作の鉄骨架台は溶接接合技術・検査技術に難点が見られるため鉄骨架台は日本よりの輸入とし、実績のある日本等からの技術者指導の下、現地作業員により組立を行う。



出典：調査団作成

図 3-1 鉄骨架台据付用基礎

(2) 調達方法

本プロジェクトでは、以下のことに留意し資機材の調達を実施するものとする。

- 1) 太陽電池モジュール、架台、パワーコンディショナー、計測監視装置等の個々の機材を接続した太陽光発電システムを構築するため、それぞれの機材同士が有効に接続されなければならないこと。
- 2) パレスチナで初めての系統連系型太陽光発電システム導入となるため、導入後の運営維持管理を見据えたサポート体制の構築が必要であること。
- 3) 日本の無償資金協力のガイドラインに従い、限られた施工期間で確実にプロジェクトを実施しなければならないこと。
- 4) 本太陽光発電システムの主要機材は日本調達とする方針に基づくが、本邦企業に限定しても競争性が確保されていること。

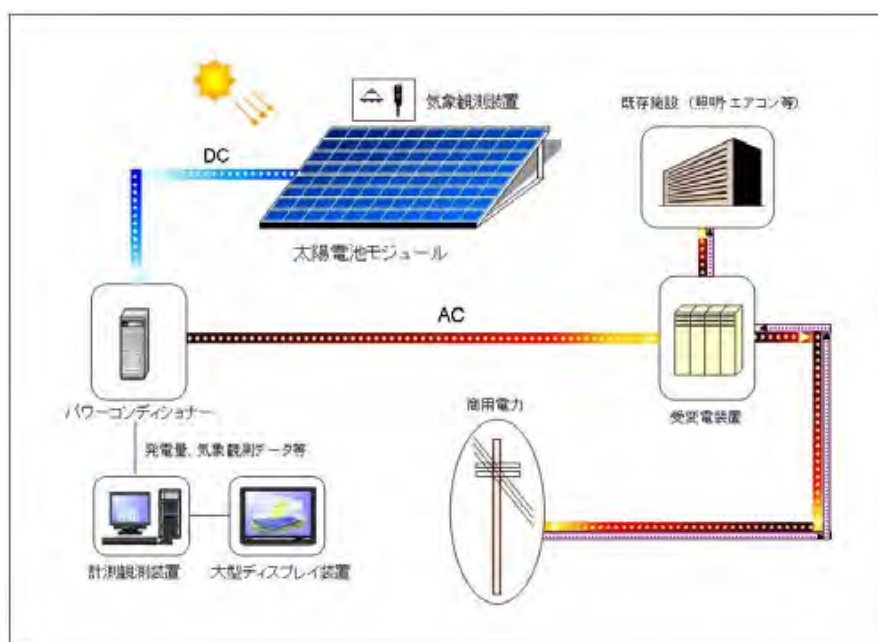
- 5) 機材の据付に関する基礎構造物に使用する土木資材および電気工事事用資材（ケーブル等）等については、パレスチナにおける供給量・品質共に問題がないと判断されたため、現地調達品を採用することによってコスト削減を図ること。

3-2-2 基本計画（機材計画）

3-2-2-1 全体計画

(1) 機材計画の検討

本プロジェクトにおける太陽光発電システムの調達機材についてパレスチナ側と協議・検討し、上述の設計方針に基づいた国内解析を行った結果、以下の系統連系型（逆流あり）太陽光発電システムを計画する。



出典：調査団作成

図 3-2 太陽光発電システム概念図

1) 太陽電池モジュール

太陽電池モジュールを構成する太陽電池セルの種類は、結晶系（単結晶、多結晶）シリコン、薄膜アモルファス系シリコン、化合物を用いるものあるいはこれらを組み合わせた複合型電池があり、それぞれ発電効率、電流-電圧特性、温度-最大出力特性等が異なる。自然条件、設置場所の制約の中で耐久性、発電出力に優れ、最も経済的な太陽光発電システムが調達できるよう太陽電池セルの種類の特定は行わず、それぞれ種類別の性能規定として技術仕様書に規定した。

また、本計画での設置予定場所はいずれの種類の太陽電池モジュールであっても収容できるようにその面積設定に配慮した。

表 3-6 太陽電池モジュール種類別性能規定

種類	公称最大出力電力 (W/モジュール面積 1m ²)	モジュール変換効率 (%)	備考
多結晶型シリコン太陽電池	130 以上	12.5 以上	
薄膜アモルフォス太陽電池	85 以上	8.0 以上	

注記：公称最大出力電力 (W) は以下の標準状態での最大モジュール出力

標準状態：AM1.5、日射強度 1,000W/m²、太陽電池セル温度 25℃

出典：調査団作成

2) パワーコンディショナー

対象サイトは計画中の農産加工団地 1 期工事範囲内に設定されており、農産加工団地に対して将来的にその発電電力を供給することを期待されている。現在、農産加工団地の F/S 調査が完了し、2010 年に 1 期工事範囲の造成が行われる予定となっているが、当面は対象負荷（農産加工団地内への電力供給）がないことから、発電電力はほぼ全量を系統側へ逆潮流することを想定している。よって、本プロジェクトの太陽光発電システムは逆潮流を含む系統連系システムとなる。このことから、系統側あるいはシステム事故時の各々への波及防止と系統側停電時の単独運転防止機能等の系統保護機能を備えたパワーコンディショナーが必要となる。また、パワーコンディショナーは 2 台以上の組み合わせとし、故障時のシステム停止リスクの低減を図る。

3) 計測監視装置および気象観測装置

本装置はパーソナルコンピュータ、日射計、温度計、データ検出用機器および信号変換装置により構成し、指定した条件により、発電電力量、パワーコンディショナー入出力電圧、日射量、気温データを収集し、指定したフォーマットに従って蓄積、抽出できる計測システムを構築する。また、同装置はシステム全体の状態を監視し、異常が発生した場合は表示、記憶する機能も有するシステムとする。

本システムにおけるデータ計測装置に当たっては、①に示す機器により、②に示す条件で、③に示すデータを自動的に収集し、指定されたデータフォーマットに従って蓄積、抽出できる計測システムを構築する。

① 使用機器

- ・ パーソナルコンピュータ : 1 式
- ・ 日射計 : 1 式
- ・ 温度計 : 1 組
- ・ データ検出用機器及び信号変換器 : 1 式

② 測定周期、演算周期、データ格納周期

- ・測定周期：6秒
- ・演算周期：6秒程度（1時間の場合もあり）
- ・データ格納周期：1分間及び1時間

③ データ収集項目

データ収集項目は下表の通りとする。

表 3-7 データ収集項目

項 目	測定点数	データ記録
1. 日射計（傾斜面用）	1点	○
2. 気温	1点	○
3. パワーコンディショナー入力電圧	1点以上	○
4. パワーコンディショナー出力電圧	1点以上	○
5. 発電電力量	1点	○
6. 売電電力量	1点	○

出典：調査団作成

4) 表示ディスプレイ装置

PEA 職員・関係者および多くの来訪者に対して本太陽光発電システムの稼働状況を分かりやすく表示し、併せて同システムの環境への効果をアピールすることを目的として、表示ディスプレイ装置をモニター棟内モニター室に設置する計画とする。この表示ディスプレイ装置では、発電電力量（現在、1日、月間、年間等）、気象データ（気温、日射量）、CO₂削減量のみならず、太陽光発電システムの概要についても表示可能なシステムとする。同ディスプレイ装置の表示内容は、計測監視装置のパーソナルコンピュータでの設定、変更等が可能なシステムとする。

5) 受変電装置

太陽光発電システムと JDECO 配電網（33KV）との系統連系は、受変電装置を設置し、その低圧側に接続することになる。このような高圧(33KV)配電網との系統連系は日本の系統連系規程に規定する「高圧連系（逆潮流有り）」に該当することから、その要件に定める系統との保護協調に必要な保護装置を設けることとする。

現地の受変電設備には一般的には地絡過電圧継電器（OVGR）は設けてないが、系統側の地絡事故を検出して太陽光発電システムを解列するため OVGR を設置する。新設する受変電設備機器は、運用後のメンテナンスに配慮し、配電会社（JDECO）の標準仕様に合わせたものとするが、それにこの OVGR を付加したものとする。

6) 交換部品・消耗品計画

本プロジェクトで供与する機材に対して、予備品として、太陽電池モジュールを納入品数の2%の予備を見込む。また、パワーコンディショナーおよび各種開閉器盤用として、ヒューズおよびランプを交換部品として見込む。

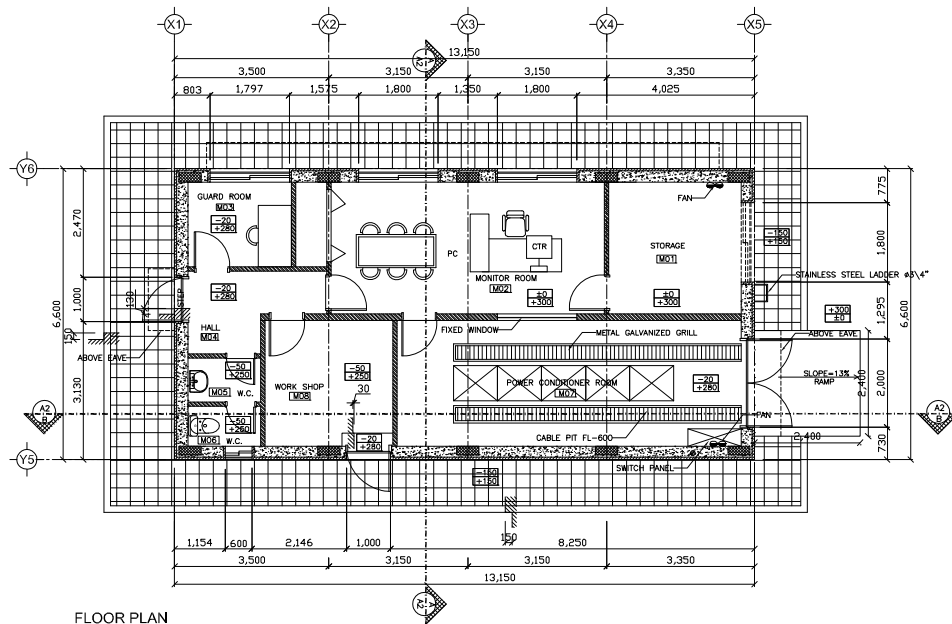
(2) 附帯施設および外構計画の検討

付属建屋として、下記の2棟を計画し、それぞれに必要な設備とその所要スペースについて、PEA、JDECOと協議、検討した。計画案を図3-3および図3-4に示す。

また、農産加工団地一期工事での給水・排水のインフラ整備が実施されない段階で本プロジェクトは運営開始する予定である。そのため、運営に必要な給排水の確保のための給水車、汚泥汲み取りに関して、ジェリコ市役所の所管部局でそのサービスが受けられることを確認した。

モニター棟： 太陽光発電設備の主要機器であるパワーコンディショナー及びシステムの監視、データ収集およびその表示設備を収容し、併せて、本設備の維持管理要員の執務場所となる建物

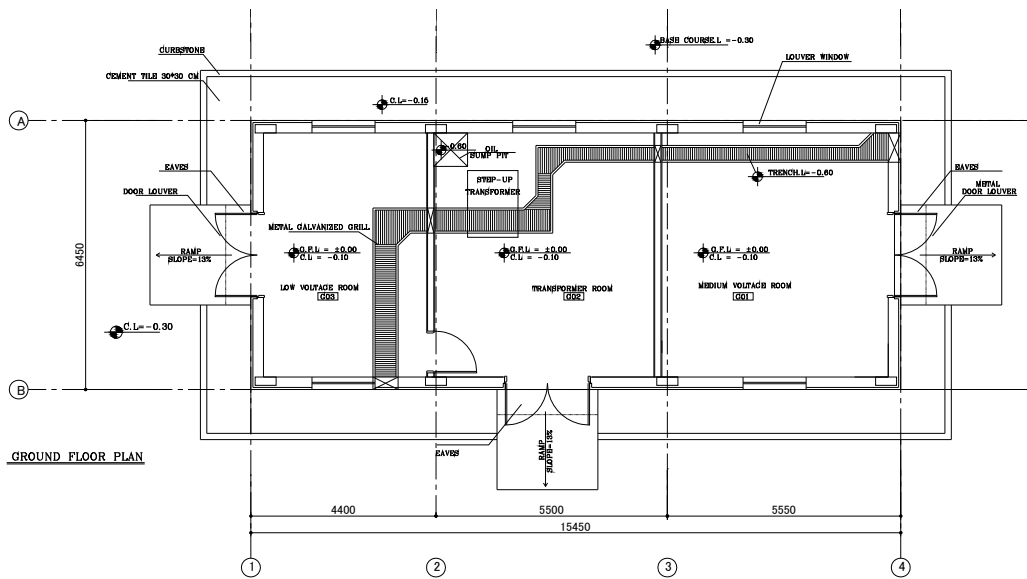
空調換気設備・給排水衛生設備・浄化槽設備・幹線動力設備・電灯コンセント設備・自動火災報知設備・接地設備



出典：調査団作成

図 3-3 モニター棟平面計画案

変電室棟： JDECO との高圧(33KV)系統連系に必要な高圧開閉器盤、変圧器、低圧配電盤を収容する建物
受変電設備・幹線動力設備・電灯コンセント設備・自動火災報知設備・避雷設備・接地設備・換気設備



出典：調査団作成

図 3-4 変電所棟平面計画案

尚、防犯に配慮し、太陽光発電システム設置場所周囲にはフェンスを設け、併せて外灯（5M 高さ）と監視カメラ設備を配置する計画とした。監視カメラのモニターはモニター棟に設置する。

(3) システム計画

本システムの設計条件は以下の通りである。

1) 気象条件

本システムの計画、設計のための気象条件については、「3-2-1-2 自然条件に対する方針」に準拠し、また、パレスチナでの設計の実際（Engineering Practice）を考慮し、計画・設計を行う。（下記データ参照）

a. 気温（2008 年気象データによる）

- | | | | |
|--------------|---|------------|----------------|
| 1)年平均気温 | : | 24.2°C | |
| 2)最高気温平均（8月） | : | 39.7°C | 8月最高気温： 43.8°C |
| 3)最低気温平均（1月） | : | 11.8°C | |
| 4)夏平均気温(8月) | : | 32.9°C | |
| 5)冬平均気温(1月) | : | 11.8°C | |
| 6)設計外気温度 | : | 各機器の基準に準じる | |

- | | | |
|-----------------|---|-----------------------------|
| b. 湿度(2008 年度) | : | 8月平均 R.H.47.0%（年平均 R.H.50%） |
| c. 風速(2008 年度) | : | 年間平均 7.1m/s 最大 1月 31.0m/s |
| d. 降水量(2008 年度) | : | 年間 118.8mm 月間最大 1月 52.5mm |
| e. 積雪荷重 | : | 0 kN/m ² |
| f. 凍結深度 | : | 0 m |

2) 電源および周波数

本件では、太陽光発電設備は系統連系、逆潮流を前提としており、系統を所管する JDECO と、本件の責任・実施機関である PEA との間で逆潮流（系統連系）について合意する必要があるとあり、これについては第二次現地調査にて両者の合意（基本合意）が確認された。したがって、太陽光発電設備の出力側電力は系統連系、逆潮流を前提として、JDECO の供給電力仕様と合致すること、また、同期をとることが重要である。JDECO の供給電力仕様は下記の通り。

a. 中圧配電線路の公称電源電圧は、次の通り。

33 kV 50Hz 3相 非接地

b. 低圧配電線路の公称電源電圧及び周波数は次の通り。

- ・電源電圧 380V/220V 5線式 (TN-S)
- ・周波数 50Hz
- ・定常電圧変動 $\pm 4\%$
- ・周波数変動 $\pm 0.02\%$

これらは、定常変動のため、これに過渡的変動を考慮する。従って、電気機器は、原則として、次の電氣的条件で、問題なく作動すること。

- ・電圧変動 $\pm 10\%$ 定常変動
- ・瞬時電圧変動 $\pm 15\%$

3) 全体システム動作条件

本システムに要求されるシステム動作は以下の通りとする。

- a. 太陽電池は太陽からの日射を受けると直流電力を発生し、これをパワーコンディショナーに接続する。
- b. パワーコンディショナーは、この直流電力を並列する商用電源の電圧、周波数、位相と同調した交流電力に変換し、対象とする負荷へ電力を供給する。
- c. 余剰電力が生じる場合は、余剰電力をパワーコンディショナーから系統に逆潮流する。（本プロジェクトでは、当面はほぼ全ての電力を逆潮流させることになる）
- d. 連系保護装置等により、パワーコンディショナーおよび系統の異常時には連系を遮断する。
- e. 運転データ等は、計測監視装置により収集、記録する。

4) パワーコンディショナーの運転条件

パワーコンディショナーは、下記の通り全自動運転を行うものとする。

- a. 太陽電池の動作特性を監視し、規定値に達するとパワーコンディショナーを自動的に起動する。
- b. 太陽電池の動作特性を監視し、規定値以下になると自動的に運転を停止する。
- c. 太陽光発電システムによる負荷への電力供給は、原則として昼間のみを対象とする。昼間に日照不足により給電不能となる場合は自動的に運転を停止させる。(本プロジェクトでは、当面電力供給の対象となる負荷が皆無である)
- d. 太陽電池出力監視による発電装置自動停止後の復帰は時限を持って行い、不要な高頻度の発停を避ける。
- e. 交流系統に事故が生じた場合やパワーコンディショナー故障時は、速やかに系統連系との連系出力を解列し確実に停止する。
- f. 商業系統の事故の場合は、商業系統が復帰すれば確認時間後、自動的に再投入して運転を再開する。

5) 系統連系保護方式

パレスチナにおいては、系統連系型太陽光発電システムに関する規程、ガイドライン等がまだ整備されておらず、系統連系保護装置の設置基準も整っていない。そのため、本システムにおける系統連系保護装置は、日本の「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」及び「系統連系規程」に沿って設置する。保護継電器の種類、設置相数、検出場所は表 3-8 の通りである。

表 3-8 保護継電器の種類、設置相数、検出場所

保護継電器の種類	設置相数	検出場所
① 地絡過電圧継電器(OVGR) 動作値:2~30%(5段階以上) 動作時間:0.1~10s(5段階以上)	3相・零相回路	サブステーション 受変電装置内
② 過電圧継電器(OVR) 動作値:定格電圧の105-110-115-120% 動作時間:0.5-1.0-1.5-2.0s	1相	パワーコンディ ショナー内
③ 不足電圧継電器(UVR) 動作値:定格電圧の95-90-85-80% 動作時間:0.5-1.0-1.5-2.0s	3相	
④ 周波数上昇継電器(OFR) 動作値:定格周波数100.3-100.5-101-102% 動作時間:0.5-1.0-1.5-2.0s	1相	
⑤ 周波数低下継電器(UFR) 動作値: 定格周波数の99.7-99.5-99-98% 動作時間:0.5-1.0-1.5-2.0s	1相	
⑥ 単独運転検出機能(受動・能動) 動作値:3-5-7-9度 動作時間:0.35-0.7-1.5-3.0s	—	

出典：調査団作成

6) 接地工事

現地における接地方式は IEC 規格による TS-S 方式であり、中性線と保護接地導体を分離している。受変電装置の接地抵抗は、現地基準 (JDECO サブステーション仕様) にしたがって 1Ω 以下とする。太陽光発電システムにおいて接地が必要となる機器はパワーコンディショナー、太陽電池モジュール用架台、接続箱および集線箱であり、その接地工事種別は日本電気設備基準によると 10Ω 以下が必要とされている。そのため当システムにおける機器の接地抵抗値は 10Ω 以下とし、環状接地極に接続する。

7) 太陽光発電システムの配線工事

太陽電池モジュールで発生した直流電力はモジュール間を付属ケーブルで接続し接続箱に集められる。接続箱から直流電力ケーブルで数系統の集線箱へ架台に設けるケーブルラックを経由し、接続する。各系統の集線箱からモニター棟に収容するパワーコンディショナーまでの直流電力は、直接埋設ケーブル (土被り 0.6m) により接続する。パワーコンディショナーで変換された低圧交流電力 (380V) は低圧開閉器盤を経由し、変電室棟内の低圧配電盤に同じく直接埋設ケーブルで接続する。接地については、対象サイト外周に埋設する環状接地極に各システム機器類の接地線を接続する計画とする。

8) 耐震設計

機器の固定は、「建築設備耐震設計・施工指針 2005 年版」(国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所監修) により設計すること。

(4) 太陽光発電システムの概要

機材計画、附帯施設の検討およびシステム計画を基に、太陽光発電システム概要を以下のように計画した。

表 3-9 計画概要

実施機関	エネルギー庁
設置場所	農産加工団地計画用地（第一期工事）
立地環境	パレスチナ西岸地区ジェリコ市郊外の造成地
土地所有権	パレスチナ自治政府
使用許可	工業団地・フリーゾーン庁
発電容量	300KWp
想定年間発電量	約 422,000KWh
年間 CO2 削減量 ⁷	約 290.6 トン
設置面積	13,000 m ² （但し、将来拡張用用地を含むものとする）
電力の用途	農産加工団地の共用電力（当面はジェリコ市の民生用電力）

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 3-5 太陽光発電システム設置イメージ図

3-2-2-2 機材計画

「3-2-2-1 全体計画」において設定された内容に従って決定された機材の主な仕様、数量および使用目的について、表 3-10 に示す。

⁷新エネルギー・産業技術開発機構（NEDO）のデータに基づき算出。（第 4 章参照）

表 3-10 機材仕様計画

名称	主な仕様	数量	使用目的など
太陽電池モジュール	結晶系または薄膜アモルファス系 300kW 以上	1 式	太陽エネルギーを電気エネルギーに変換する
太陽電池モジュール取付用架台	鉄骨製（溶融亜鉛メッキ）	1 式	コンクリート基礎に太陽電池モジュールを取り付けるための部材
パワーコンディショナー	容量 300KW 以上。出力電圧 380V。ただし、2 台以上の組合せとし、それぞれ同期を取る。 電力変換効率：90%以上 出力電流高調波：総合 5%以下、各次 3%以下 出力基本力率：0.95 以上 系統連系保護機能 ・過電圧継電器 ・不足電圧継電器 ・周波数上昇継電器 ・周波数低下継電器 ・単独運転検出（受動式及び能動式） 保護等級：IP20 以上	1 式	太陽電池モジュールで発電した DC 電源を AC 電源に変換する。また、系統連系のために必要な保護機能を有する
接続箱	収納機器； 直流出力開閉器、避雷素子、逆流防止素子、端子台等 保護等級：IP53 以上	1 式	太陽電池モジュールで発生した直流電力を集め、集線箱に接続する。
集線箱	収納機器：直流出力開閉器 保護等級：IP53 以上	1 式	各接続箱で集めた直流電力をさらに 2~4 系統に集約してパワーコンディショナーに接続する。
計測監視装置（パーソナルコンピュータ）	・パーソナルコンピュータ ・カラーディスプレイ（19 インチ以上） ・データ検出用機器 ・信号変換装置 ・UPS（10 分間以上計測監視装置が起動可能な容量） ・カラープリンター(A3 対応) ・計測監視用ソフト ・ディスプレイ装置用ソフト	1 式	日射量、気温、パワーコンディショナー入出力電圧、発電電力量、故障内容とその履歴を自動的に収集し、指定されたデータフォーマットに従って蓄積、抽出する。 また、表示装置（フラットパネルディスプレイ）の運用を管理する。
気象観測装置	日射計	1 台	日射量を計測する。
	気温計（温度計）	1 台	外部気温を計測する。
		1 台	太陽光パネルの表面温度を計測する。
表示ディスプレイ	32 インチ以上 （液晶または PDP）	1 台	発電電力量（現在、1 日、月間、年間等）、気象データ（気温、日射量）のみならず、想定 CO2 削減量、太陽光発電システムの概要について表示し、ショーケース効果を高めるために設置する。
受変電盤	変圧器（33KV→380V、630kVA）を含む	1 式	各種保護装置を組み込んだ装置とし、PV システムの発電電力（380V）を配電網(33KV)に系統連系するために設置する
防犯カメラ	外部仕様固定式 カラー画像	1 台	構内および敷地境界線を監視し、撮影画像を LCD モニターに送信する。
LCD モニター	フラットパネル 21 インチ以上 （液晶）	1 4 台	防犯カメラの撮影画像を監視する。
デジタルビデオレコーダー	デジタル録画機 （含む、600GB 以上のハードディスク）	1 台	防犯カメラの撮影画像を保存する。
ハードディスク	内臓ハードディスク （2.4TB 以上）	1 台	防犯カメラの撮影画像を保存するための予備のハードディスク。
パワーサプライユニット	入力電圧：AC 220V 出力電圧：AC 24V （5A 以上）	1 台	防犯カメラに AC24V の電力を供給する。
キャビネットラック	自立式：570 mm (W) x 440 mm (D) x 2000mm (H)	1 台	LCD モニター、デジタルビデオレコーダー、ハードディスク、パワーサプライユニット等を格納する。

出典： 調査団作成