

エジプト・アラブ共和国
エジプト・日本科学技術大学(E-JUST)

エジプト・アラブ共和国
太陽光を活用したクリーンエネルギー
導入計画

協力準備調査報告書

平成 22 年 10 月
(2010年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

委託先
株式会社 オリエンタルコンサルタンツ

産業
JR(先)
10-089

エジプト・アラブ共和国
エジプト・日本科学技術大学(E-JUST)

エジプト・アラブ共和国
太陽光を活用したクリーンエネルギー
導入計画

協力準備調査報告書

平成 22 年 10 月
(2010年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

委託先
株式会社 オリエンタルコンサルタンツ

序 文

独立行政法人国際協力機構は、エジプト・アラブ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10月10日から10月24日まで、平成22年1月24日から2月20日までの2回に亘り、株式会社オリエンタルコンサルタンツの加藤宏承氏を総括とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、エジプト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14日から5月22日まで実施された概略設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成22年10月

独立行政法人 国際協力機構
産業開発部長 桑島 京子

伝 達 状

今般、エジプト・アラブ共和国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協力準備調査が終了いたしましたので、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 9 月より平成 22 年 9 月までの 12 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、エジプト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 10 月

株式会社オリエンタルコンサルタンツ
エジプト・アラブ共和国
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 加藤 宏承

要 約

要 約

1. 国の概要

エジプト・アラブ共和国（以下、「エ」国）はアフリカ大陸北東部に位置する面積約 100 万平方キロメートル（日本の約 2.6 倍）の国で、国土の北側に地中海、東側は紅海に面し、西側はリビア、南側はスーダン、北東側はイスラエルに国境を接している。

南側のスーダンで白ナイル川と青ナイル川が合流し、「エ」国内を南北 1,500km 以上にわたって北流して地中海に注ぐナイル川によって、国土はナイル川渓谷地帯及びデルタ地帯・西砂漠地帯（サハラ砂漠）・東砂漠地帯（アラビア砂漠）・シナイ半島の 4 つの広い地域に分けられる。国土の 90%は砂漠に覆われており、利用されている土地は、ナイル川沿いのわずか 5%である。

気候は主に、地中海沿岸の地中海性気候、首都カイロ周辺の半乾燥気候と半砂漠気候、カイロ以南と東方砂漠及び西方砂漠の砂漠気候の 4 つに細分される。内陸部では夏の最高気温は 40℃を超え、降雨はわずかに地中海沿岸にあるのみで生活・産業用水の水源はナイル川と砂漠地域のオアシスの地下水に依存している。3 月から 5 月にはハムシーズンと呼ばれる砂まじりの熱風が吹き荒れ、しばしば視界不良に見舞われる。

全人口は 7,257 万人¹で、居住地域はナイル川渓谷地帯及びデルタ地帯とスエズ運河付近に集中している。耕作可能な土地の拡大を目指して、1947 年以来包括的な土地開発が進められ、国家政策の基本的目標の一つに、人口の分散と、未開発な地域及び天然資源の十分な活用が掲げられている。全人口の約 26%がカイロ首都圏に集中し、カイロの北西 220km に位置する貿易港アレキサンドリア（人口約 333 万人）は、カイロに次ぐエジプト第 2 の都市である。

「エ」国の一人当たり GNI は 2006 年で 1,350 ドルである。また GDP の産業構造別割合は、農業 14.6%、鉱工業 17.5%、貿易・金融・保険 18.4%、石油 12.9%、運輸 10.6%である²。現内閣は、投資環境整備による外国直接投資の誘致、国営企業の民営化などの経済改革を推進しており、実質 GDP 成長率が 7.1%と高く、経済改革の成果が出ている。しかし、4 大外貨収入源（観光、運河通航料、出稼ぎ外貨送金、石油輸出）が貿易赤字を補填する経済構造は変わらず、また、高い失業率、財政赤字による国内債務の累積や貧富の差の拡大等の課題が依然存在している。

「エ」国はエネルギー生産・輸出国であるが、2008 年度の発電設備容量³（民間設備を除く）は、火力発電が 19,436MW（86%）、水力発電が 2,842MW（13%）、風力発電が 305MW（1%）の合計 22,583MW で、火力による発電が主であり、その火力発電のほとんどが天然ガスによる複合発電（CCGT）である。

¹ 出典：Egypt State Information Service

² 出典：「エ」国通商産業省資料 2006 年

³ 出典：エジプト電力公社（EEHC）

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

「エ」国では、近年、電力需要が毎年約 7%の高い伸びを示しており、平均供給予備率は約 1.5%にとどまるなど需給が逼迫した状況にある。同国の電力需要は今後も同様の伸びが予想されており、安定的に電力を供給するため、需要に見合った計画的な発電設備の整備が喫緊の課題となっている。しかし、発電に必要な外貨収入の柱となっている石油、天然ガス資源がエネルギー需要の増大により、2020 年頃には枯渇してしまうとの試算がなされている。

気候変動対策については、「エ」国は、気候変動枠組条約批准国及び京都議定書批准国の非附属書 I 国に属し、温室効果ガス削減のための政策を推進している。電力エネルギー省傘下の新・再生エネルギー庁（NREA）が、再生可能エネルギーを専門的に推進する機関として、石油に替わるクリーンなエネルギー源への転換の促進を行っている。

このような状況の中、本プロジェクトの上位計画にあたる国家開発 5 年計画（2007 年～2012 年）では、2012 年までに整備する発電設備のうち、約 12%を再生可能エネルギーとする計画とし、また、2008 年のエネルギー最高評議会の決定において、2020 年までに再生可能エネルギーを全国消費電力量の 20%までに増加させることを目標としている。しかし、温室効果ガス（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のが現状である。

一方、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。

このような背景から、「エ」国から 2009 年 4 月に日本政府に対して系統連系型太陽光発電システムの資機材の調達と運営管理のための技術支援の供与を目的とする環境プログラム無償資金協力要請がなされた。要請サイトは「エジプト・日本科学技術大学（Egypt-Japan University of Science and Technology : E-JUST）」及び新・再生可能エネルギー庁（NREA）が所管の「コライマツ」、発電容量及び要請金額は E-JUST が約 400kW、約 5.83 億円、コライマツが約 1MW、約 9.15 億円であった。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

「エ」国からの要請を受けて日本国政府は協力準備調査の実施を決定し、独立行政法人国際協力機構（JICA）は 2009 年 10 月 10 日から 10 月 24 日まで（第一次現地調査）協力準備調査団を「エ」国に派遣し、国際協力省（Ministry of International Cooperation : MOIC）、新・再生可能エネルギー庁（New and Renewable Energy Authority : NREA）、エジプト・日本科学技術大学（Egypt-Japan University of Science and Technology : E-JUST）、アレキサンドリア配電会社（Alexandria Electricity Distribution Company : AEDC）他と本計画に関する協議を行い、要請内容の確認、サイト調査等を行った。その後、国内解析において、要請された E-JUST 及びコライマツについて、ショーケース効果、施設の安全性、施設の継

続性、系統連系の容易性、運営維持管理、日影の影響等の観点から実施可能性を審査した。その結果、E-JUST、コライマット共に技術的には問題ないが、バッテリー更新費用の観点からプロジェクトの持続的運用の懸念及び予算が限られていることから、対象サイトはE-JUSTが選定された。E-JUSTへの協力計画案を策定するために、2010年1月24日から2月20日まで（第二次現地調査）協力準備調査団を現地に派遣し、要請内容の再確認、サイト詳細調査、機材・施設計画の検討等を行った。帰国後、調査団は概略設計を実施し、その成果を協力準備調査概要書としてとりまとめた。その後、2010年5月14日から5月22日まで概略設計概要説明調査団を現地に派遣し、計画内容、先方負担事業の説明、実施機関の確認等を同国関係機関に対して行い、基本合意を得た。

先方と合意を得た協力対象事業及び導入される系統連系型太陽光発電システム計画の概要は以下のとおりである。本プロジェクトの主管官庁及び実施機関はE-JUSTであり、実際の電力の受電、配電に関する許可申請手続きと技術的支援及び調整等については、電力エネルギー省傘下であるAEDCが行う。なお、「エ」国では系統連系型太陽光発電に関する逆潮流、売電の実績及び規制・制度はなく、また、太陽光発電システムを接続する配電網を管轄するAEDCは、逆潮流については法制度が策定された後に対応する方針であるため、逆潮流を行わない系統連系型太陽光発電システムとする。逆潮流については、早急に法制度を策定し、将来「エ」国側にて実施するとの意向であることから、逆潮流に関する機材整備及び技術支援も本プロジェクトに含むものとする。

協力対象事業の概要

系統連系型太陽光発電システム機材一式		
機材名	用途	必要性
系統連系型太陽光発電システム	既存の配電網に系統連系し、太陽光を利用して発電した電力を、施設に供給する。	2020年迄に再生可能エネルギーを全発電量の20%までに増加させる政策に基づき、再生可能エネルギーによる発電能力増強の推進が求められている。
太陽光発電にかかる技術支援（ソフトコンポーネント）		
技術支援	系統連系型太陽光発電システムに関する基礎知識及び保守点検、緊急時の対応等の運営維持管理に関する技術指導	「エ」国は、系統連系型太陽光発電システムの導入経験が殆どなく、同システムに関する知識及び運営・維持能力が不足していることから適切な技術指導が必要である。

系統連系型太陽光発電システム計画概要

実施機関	E-JUST
設置場所	エジプトのアレキサンドリア西約 60km のニュー・ボルグ・エル・アラブ市 E-JUST CLUB & MALL 敷地内
発電容量	約 420kW
想定年間発電量	約 641,000 kWh
設置面積	約 7,000 m ²
電力の用途	ドミトリー及びスポーツクラブ、ショッピングモールの一般電力
想定 CO ₂ 削減量	359.6t



太陽光発電システム設置イメージ図

機材仕様計画

機材名	数量	設置場所及び使用目的	主要仕様
太陽電池モジュール	1式	太陽エネルギーを電気エネルギーに変換する PLAZA 棟、PARKING 棟に設置する	結晶系シリコン 又は、ハイブリッド 380kW 以上
太陽電池モジュール	1式	同上 ATRIUM 棟に設置する	シースルー型アモルファス系シリコン 40kW 以上
太陽電池 取付用架台	1式	架構体に太陽電池モジュールを取り付けるための支持物	
パワーコンディショナ	1式	太陽電池モジュールで発電した DC 電力を AC 電力に変換する。また、系統連系のために必要な保護機能を有する	420kW 以上 ただし、15 台以上の組合せとし、それぞれ同期を取る
計測監視装置 (パーソナルコンピュータ)	1式	日射量、気温等の気象観測データ、パワーコンディショナ入出力電圧、発電電力、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	パーソナルコンピュータ カラーディスプレイ(15 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運転可能な容量) カラープリンター(A3 対応) 計測監視用ソフト
気象観測装置	1式	気象現象を観測する	日射計、温度計、湿度計、風向・風速計、雨量計、気圧計、蒸発計
大型ディスプレイ	1台	発電電力、発電電力量、気象データの他、太陽光発電システムについて表示し、ショーケース効果を高めるために設置する	液晶、PDP または LED ディスプレイ (100インチ以上)
サインボード	1箇所	ショーケース効果を目的に、国際空港入口幹線道路に設置する	8m x 4m
太陽光発電情報システム	1式	E-JUST ウェブサイトにリアルタイムに発電電力、気象観測データ等を伝送する	サーバ ネットワーク機器 アプリケーションソフト UPS 等
メンテナンス機材	1式	メンテナンスを行うための道具	絶縁抵抗測定器、テスター、検電器 (中圧用、低圧用)、フック棒、絶縁ゴム手袋、絶縁ゴム長靴、工具類

4. プロジェクトの工期及び概算事業費

本プロジェクトの実施に必要な工期は実施設計・入札 4 ヶ月、調達期間 11 ヶ月、ソフトコンポーネントに 1.5 ヶ月、重複する部分を除き合計 16 ヶ月となる。

本プロジェクトの概算事業費は 9.85 億円（日本側 施工・調達業者契約認証まで非公表、「エ」国側 0.19 億円）と見積もられる。

5. プロジェクトの妥当性の検証

本プロジェクトの実施により、以下のような直接及び間接効果が期待できる。

現状と問題	協力対象事業での対策	直接効果	間接効果・改善程度
<p>①「エ」国は温室効果ガス（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</p> <p>②2020年には国内の石油・天然ガス資源の枯渇が予想され、再生可能エネルギーの活用が求められている</p>	<p>①系統連系型太陽光発電システムの導入</p> <p>②上記システムの運営維持管理のためのソフトコンポーネントによる技術指導</p>	<p>①温室効果ガス（GHG）が年間約 359.6 (t-CO2/年) 削減される</p> <p>②系統連系型太陽光発電システムに対し、年間延べ108万人のショーケース効果が得られる</p>	<p>①上位計画への寄与及び「エ」国内での太陽光発電システムの普及、拡大が促進される</p> <p>②大学における再生可能エネルギーの研究に寄与し、さらには「エ」国の関連産業が育成される</p>

以上からプロジェクトの妥当性の検証結果をまとめると次のとおりである。

本プロジェクトの内容とその効果、及び対象となる施設・機材の運営・維持管理の現実性等について、添付資料 5「事業事前計画表（概略設計時）」にとりまとめた。その結果から、本プロジェクトが我が国の無償資金協力による協力対象事業として実施が妥当であるかどうか検証すると、以下のとおりである。

① プロジェクトの裨益対象

本プロジェクトの直接裨益対象は、給電対象のドミトリーの住民と本サイトの利用者年間延べ 100 万人であり、また間接裨益対象としては本プロジェクトを契機に「エ」国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、貧困層を含む一般国民に拡大する。

② プロジェクトの目標

本プロジェクトの目標は、「エ」国の豊富な太陽光資源を活用した太陽光発電事業の拡大、促進及び二酸化炭素の排出削減に貢献することである。これは、温室効果ガスの排出削減と経済成長を両立させ、国内電力の安定供給に寄与すると共に地球温暖化防止に繋がるものである。

③ 被援助国による運営・維持管理

調達される機材は、ソフトコンポーネントを通じて初期の技術協力が実施された後は、「エ」国の資金、人材と技術で機材の運営・維持管理が可能であり、新たな技術、より高度な技術等は必要としない。

④ 中・長期的開発計画との整合性

「エ」国は電力の安定供給を図ると共に再生可能エネルギーによる発電量の拡大を電力セクターの重点目標の一つとして掲げており、本プロジェクトはそれに沿って系統連系型太陽光発電システムの調達によって再生可能エネルギーの活用と拡大を促進するものである。

⑤ 収益性

本プロジェクトは太陽光発電を活用した再生可能エネルギーによる安定した給電システムを目的とするもので、収益をもたらすものではない。

⑥ 環境社会面への影響

本プロジェクトで導入される 500kW 以下の系統連系型太陽光発電システムは「JICA 環境社会配慮ガイドライン」に照らしても、カテゴリーは C（スクリーニング後以降の環境はレビューは省略される）であり、環境に大きな影響を与えるものではない。

⑦ 無償資金協力としての実施

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、気候安定化に貢献しようとする国に対する「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り、無償資金協力案件として実施することに対して、制度上も特に問題となる点はなく、実施可能と考えられる。

以上に述べたように、プロジェクトの妥当性について検証の結果、本プロジェクトは「エ」国での太陽光発電事業の拡大、促進に非常に有効であり、二酸化炭素の排出削減に貢献することに加え、「エ」国の方針である再生可能エネルギーの推進及び気候変動枠組条約及び京都議定書批准国として地球温暖化防止に貢献することも可能となる。また、本プロジェクトは「クールアース・パートナーシップ」の中の支援事業として適合するため、日本の環境プロジェクト無償資金協力事業として実施することは妥当と考えられる。

なお本プロジェクト効果的・効率的な実施のためには、「エ」国側が以下の点に留意して必要な対策を実行する必要がある。

- 1) 「エ」国は、太陽熱、風力など再生エネルギーの導入に積極的に取り組んでいるが、この太陽光発電システムの導入を契機に、再生可能エネルギーの一つである太陽光発電の国内普及、拡大を図ることが重要である。そのためには、国家政策としての再生可能エネルギーに対する優遇税制、補助金、電力の固定価格買取制度（Feed-in Tariffs : FIT）及び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（Renewable Portfolio Standard : RPS）などの施策が必要である。

- 2) 導入される系統連系型太陽光発電システムは、E-JUST が保有し、維持運営管理は太陽光発電に関わる部分は E-JUST、系統連系に関わる部分は AEDC により行われる。持続的に本システムが運営維持管理されていくためには、E-JUST 及び AEDC の運営維持管理要員の育成、運営時管理計画策定に加えて、協調体制の確立及び将来の機器更新計画策定等を行っていく必要がある。これらの事項については、ソフトコンポーネントで具体的に指導して行く予定であるが、その後は自立的に行っていく必要がある。
- 3) 本プロジェクトで導入される系統連系型太陽光発電システムの運営維持管理に必要な費用は年間 147,200EGP 程度と予測される。本システムにより、年間買電電力量が約 289,000EGP 低減されることが見込まれるが、毎年運営維持管理に関わる費用の予算措置が行われることが必要である。

目 次

序文
伝達状
要約
目次
位置図／完成予想図／写真
図表リスト／略語集

ページ

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1	当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1	現状と課題	1-1
1-1-2	開発計画	1-6
1-1-3	社会経済状況	1-7
1-2	環境プログラム無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-7
1-2-1	要請の背景	1-7
1-2-2	要請の経緯と概要	1-8
1-3	我が国の援助動向	1-10
1-4	他ドナーの援助動向	1-11

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1	プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1	組織・人員	2-1
2-1-2	財政・予算	2-4
2-1-3	技術水準	2-4
2-1-4	既存施設・機材	2-5
2-2	プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-6
2-2-1	関連インフラの整備状況	2-6
2-2-2	自然条件	2-7
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）	2-9

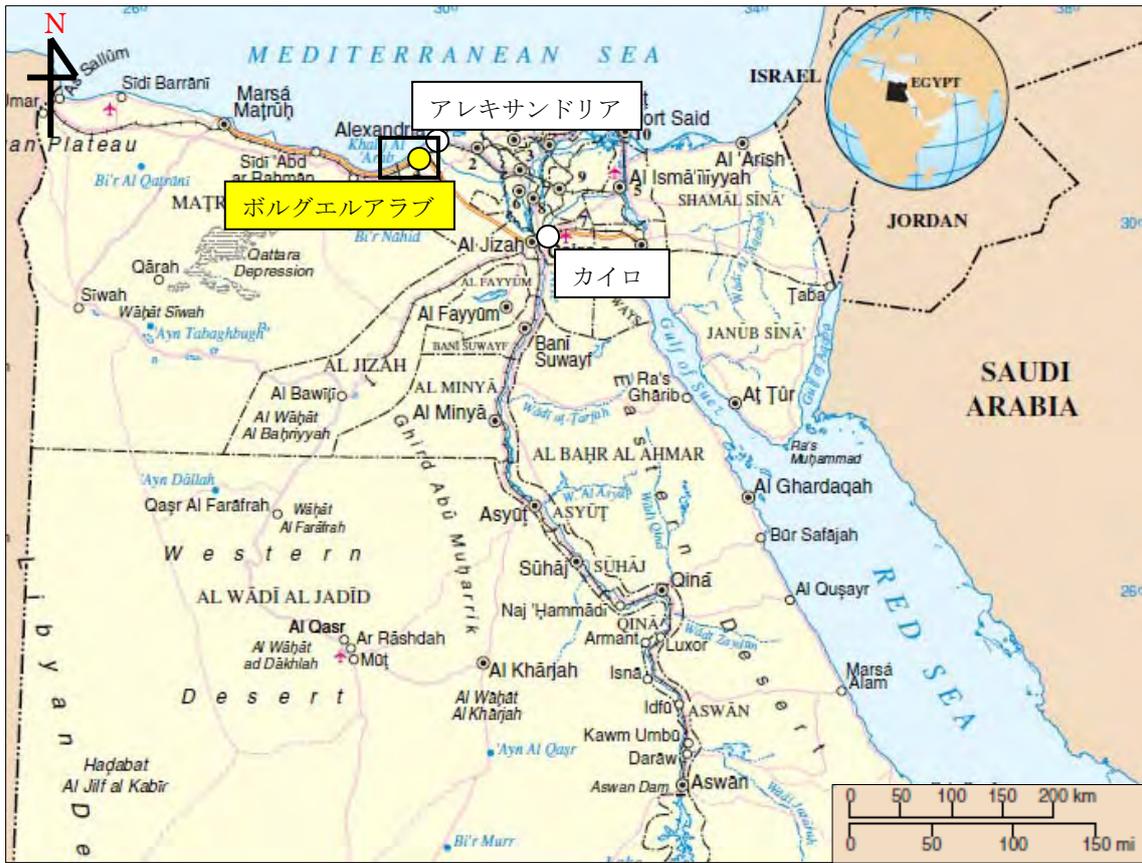
第3章 プロジェクトの内容

3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	3-1
3-1-2	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の基本設計	3-3
3-2-1	設計方針	3-3
3-2-1-1	基本方針	3-3

3-2-1-2	自然環境条件に対する方針.....	3-6
3-2-1-3	社会経済条件に対する方針.....	3-10
3-2-1-4	建設事情/調達事情若しくは業界の特殊事情/商習慣に対する方針	3-10
3-2-1-5	現地業者（建設会社、コンサルタント）の活用に係る方針.....	3-11
3-2-1-6	運営・維持管理に対する対応方針.....	3-11
3-2-1-7	施設・機材等のグレードの設定に係る方針.....	3-11
3-2-1-8	工法/調達方法、工期に係る方針	3-12
3-2-1-9	工程に係る方針	3-13
3-2-1-10	施工に係る方針	3-13
3-2-2	基本計画	3-14
3-2-2-1	全体計画	3-14
3-2-2-2	機材計画	3-29
3-2-3	概略設計図.....	3-31
3-2-4	調達計画/施工計画.....	3-41
3-2-4-1	調達方針/施工方針	3-41
3-2-4-2	施工上/調達上の留意事項.....	3-42
3-2-4-3	施工区分/調達・据付区分.....	3-43
3-2-4-4	施工監理計画/調達監理計画	3-43
3-2-4-5	品質管理計画	3-44
3-2-4-6	資機材等調達計画.....	3-47
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3-48
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	3-53
3-3	相手国側分担事業の概要.....	3-54
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-55
3-5	プロジェクトの概略事業費	3-56
3-5-1	協力対象事業の概算事業費.....	3-56
3-5-2	運営・維持管理費	3-56
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	3-58
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	
4-1	プロジェクトの効果.....	4-1
4-2	課題・提言	4-3
4-2-1	相手国側の取り組むべき課題・提言.....	4-3
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.....	4-5

添付資料

添付資料	1. 調査団員・氏名	A1-1
添付資料	2. 調査行程	A2-1
添付資料	3. 関係者（面会者）リスト	A3-1
添付資料	4. 討議議事録（M/D）	A4-1
添付資料	5. 事業事前計画表（概略設計時）	A5-1
添付資料	6. ソフトコンポーネント計画書	A6-1
添付資料	7. 参考資料／入手収集リスト	A7-1
添付資料	8. 日射量シミュレーション	A8-1



位置図



The Preparatory Survey on the Project for Introduction of Clean Energy
by Solar Electricity Generation System in Arab Republic of Egypt

Oriental Consultants co.,ltd.

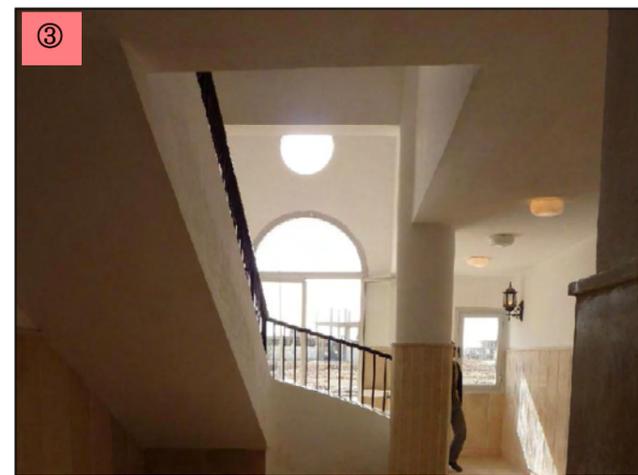
Perspective



① MuCSAT (ムバラクシティ科学技術研究所) 外観



② MuCSAT (ムバラクシティ科学技術研究所) の一室。現在 E-JUST の教室として利用されている



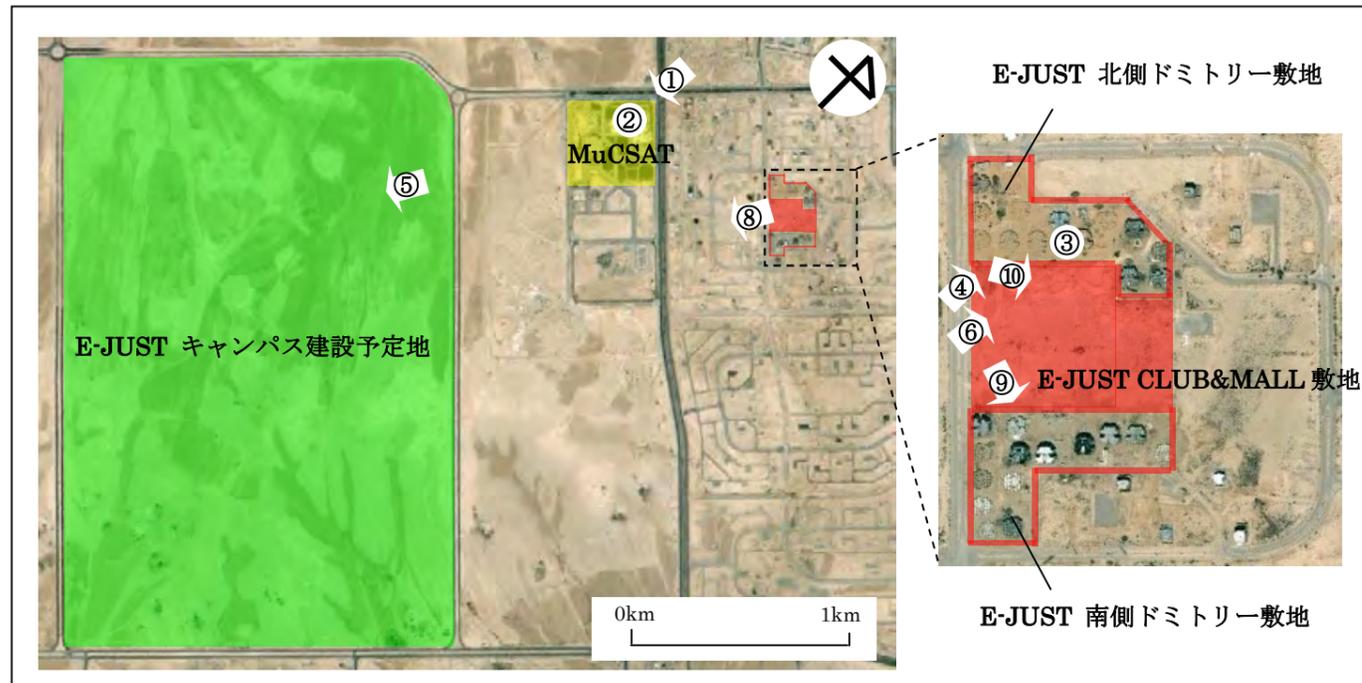
③ E-JUST CLUB&MALL 敷地に隣接する E-JUST 北側ドミトリーの内部



④ E-JUST CLUB&MALL 敷地に隣接する E-JUST 北側ドミトリー14棟



⑤ E-JUST キャンパス建設予定地



⑥ E-JUST CLUB&MALL 前面道路から見たプロジェクトサイト



⑦ E-JUST CLUB&MALL から東に約10km離れた、サインボード設置予定場所であるボルグエルアラブ空港入口道路



⑧ E-JUST CLUB&MALL 周辺。当地域は人口113,209人(2006年)を有する市の居住地区に指定され開発が進んでいる



⑨ 現在建設中の E-JUST 南側ドミトリー14棟



⑩ E-JUST ドミトリー屋上から見たプロジェクトサイト

図表リスト

ページ

第1章

図1-1-1	電力・エネルギー行政に係る省庁と機関 出典：電力エネルギー省.....	1-3
図1-1-2	発電設備容量.....	1-4
図1-1-3	発電形態別発電電力量の推移.....	1-5
表1-1-1	「エ」国における電力消費量及び需要（将来予測）及び化石燃料消費量.....	1-5
表1-1-2	「エ」国のエネルギー（電力、燃料）価格（2010年2月現在）.....	1-5
表1-3-1	我が国の技術協力・有償資金協力の実績 （電力・エネルギー、教育、空港分野）.....	1-11
表1-3-2	我が国の無償資金協力実績.....	1-11
表1-4-1	他のドナー国・機関の援助実績（電力・エネルギー分野）.....	1-12

第2章

図2-1-1	プロジェクト実施体制（申請手続き等）.....	2-1
図2-1-2	エジプト・日本科学技術大学（E-JUST）組織図.....	2-2
図2-1-3	アレキサンドリア配電会社（AEDC）組織図.....	2-3
図2-1-4	エジプト・アラブ共和国の国家予算及びインフレ率.....	2-4
図2-2-1	AEDCに導入されているSCADAシステム.....	2-7
表2-1-1	エジプト日本科学技術大学（E-JUST）の予算.....	2-4
表2-1-2	E-JUST CLUB & MALL 想定設備容量及び推定需要電力.....	2-6
表2-2-1	アレキサンドリアの気象条件（2007年）.....	2-8
表2-2-2	アレキサンドリア地域の気象最高記録.....	2-8

第3章

図3-2-1-1	太陽電池モジュール設置場所.....	3-4
図3-2-1-2	E-JUST サイト日射量・外気温度実測データ.....	3-7
図3-2-1-3	アレキサンドリア市平均風速データ（EMA）.....	3-9
図3-2-1-4	E-JUST CLUB & MALL 及び南側ドミトリー建設スケジュール.....	3-13
図3-2-1-5	施工計画.....	3-13
図3-2-2-1	太陽光発電システムの概要.....	3-14
図3-2-2-2	架構体配置図.....	3-21
図3-2-2-3	太陽光発電システム設置イメージ図（E-JUST CLUB & MALL）.....	3-26
図3-2-4-1	事業実施体制.....	3-41
表3-1-2-1	協力対象事業の概要.....	3-2
表3-2-1-1	アレキサンドリア市月間平均日射量・平均気温データ（EMA）.....	3-8

表3-2-1-2	アレキサンドリア市月間平均日射量・平均気温データ (NASA)	3-8
表3-2-2-1	データ収集項目	3-16
表3-2-2-2	太陽光発電情報デバイス	3-16
表3-2-2-3	メンテナンス機材リスト	3-17
表3-2-2-4	系統連系保護方式.....	3-19
表3-2-2-5	系統連系型太陽光発電システム計画概要	3-26
表3-2-2-6	E-JUST CLUB & MALL 機材仕様計画	3-29
表3-2-4-1	負担区分	3-43
表3-2-4-2	太陽光発電システムに関わる初期操作及び運用指導内容	3-49
表3-2-4-3	業務実施工程表	3-53
表3-5-1	調達される機材の維持管理費	3-58
表3-6-1	本プロジェクト及び E-JUST CLUB & MALL 建設スケジュール	3-59

第4章

表4-1-1	プロジェクトの効果	4-1
表4-1-2	ショーケース効果に係る指標	4-1
表4-1-3	環境負荷削減効果	4-2

略 語 集

	略 語	英 語	日 本 語
A	AEDC	Alexandria Electricity Distribution Company	アレキサンドリア配電会社
C	CC	Climate Change	気候変動
	CCGT	Combined-Cycle Gas Turbine	天然ガス複合発電
	CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
	CEPL	Legal Entity of Public Law	独立行政法人
D	DNA	Designated National Authority	指定国家機関
E	EBED	European Bank for Reconstruction and Development	欧州復興銀行
	EC-CDM	Egypt Council for the CDM	エジプト評議会
	EEAA	Egyptian Environmental Affairs Agency	エジプト環境局
	EEHC	Egyptian Electric Holding Company	エジプト電力公社
	EEUCPRA	Egypt Electric Utility & Consumer Protection Regulatory Agency	エジプト電力消費者保護管理局
	EFR	Earth Fault Relay	隣地故障継電器
	EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
	EIB	European Investment Bank	欧州投資銀行
	E-JUST	Egypt-Japan University of Science and Technology	エジプト・日本科学技術大学
	EMA	Egyptian Meteorological Authority	エジプト気象庁
F	FIT	Feed-in Tariff	固定価格買取制度
G	GHG	Green House Gas	温室効果ガス
J	JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
K	KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	ドイツ復興金融公庫
G	GEF	Global Environmental Facility	地球環境ファシリティ

	略 語	英 語	日 本 語
M	MOEA	Ministry of Environmental Affairs	「エ」国・環境省
	MOEE	Ministry of Electricity and Energy	「エ」国・電力エネルギー省
	MOHE	Ministry of Higher Education	「エ」国・高等教育省
	MOIC	Ministry of International Cooperation	「エ」国・国際協力省
	MuCSAT	Mubarak City for Scientific Research & Technology Applications	ムバラクシティ研究所
N	NASA	National Aeronautics and Space Administration	米国・航空宇宙局
	NECC	National Energy Control Center	国立給電指令所
	NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	新エネルギー・産業技術開発機構
	NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration	米国・海洋大気庁
	NREA	New and Renewable Energy Authority	「エ」国・新・再生可能エネルギー庁
O	OFR	Over Frequency Relay	周波数上昇継電器
	OVGR	Over Voltage Grounding Relays	地絡過電圧継電器
	OVR	Over Voltage Relays	過電圧継電器
R	RCREEE	Regional Center for Renewable Energy and Efficiency	カイロにある地域の再生可能エネルギー及びエネルギー効率を促進の目指すシンクタンク
	RCC	Regional Control Center	地方給電指令所
	RPR	Reverse Power Relay	逆電力継電器
	RPS	Renewable Portfolio Standard	固定枠制度
T	TPP	Thermal Power Plant	火力発電所
U	UFR	Under Frequency Relay	周波数低下継電器
	UNDP	United Nation Development Plan	国連・開発計画
	UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	国連・気候変動庁

	略 語	英 語	日 本 語
	UPS	Uninterrupted Power Supply	無停電電源装置
	USAID	United States Agency for International Development	米国・国際開発庁
	UVR	Under Voltage Relay	不足電圧継電器
W	WB	World Bank	世界銀行

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) エジプト・アラブ共和国における電力・エネルギーの現状

エジプト・アラブ共和国（以下、「エ」国）はアフリカ大陸北東部に位置し、面積約 100 万平方キロメートル、人口は 7,257 万人¹である。北側は地中海、東側は紅海に面し、西側はリビア、南側はスーダン、北東側はイスラエルに国境を接している。

近年、「エ」国は新欧米の地域大国として中東和平の実現やアフリカの安定のために重要な役割を果たしており、最近のガザ情勢に関して和解の仲介努力を行うなど、活発な外交を展開している。経済的には徐々に社会主義的経済体制から市場経済体制に移行してきており、近年では欧州からの活発な投資等もあり、年率 6～7%の経済成長を実現しているが、一方で年率 2%近い人口増加や近年の目覚ましい発展によるエネルギー需要の増大により、2020 年頃には外貨収入の柱の一つになっている国内の石油・天然ガス資源が枯渇してしまうとの試算もなされている。実際に原油についてはすでに純輸入国に転じており、財政的にも継続的な化石燃料への過度の依存が懸念される状況にある。

また、「エ」国政府は、気候変動に関する対策として環境負荷軽減効果を重視し、水力、太陽熱、太陽光、風力等の再生可能エネルギーを積極的に活用し、温室効果ガスの排出削減に取り組む姿勢を示している。

こうした背景を踏まえ、2007 年には大統領が初の原子力発電所の建設計画を明らかにした他、政府は 2020 年までに太陽光発電、風力発電といった再生可能エネルギーの割合を全発電量の 20%まで引き上げる政策を掲げており、太陽光など石油・天然ガスに替わるエネルギーの確保に向けた取り組みを本格化している。また、2012 年迄に整備する発電能力のうち 12%を再生可能エネルギーとすることを目標としている。

しかしながら、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する意志は持っているものの、そのための実行能力や資金が不足している。また、「エ」国では、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まだなされておらず、太陽光発電、風力発電について、電力会社への系統連系に関する法制度²はまだ確立されていない。

2) エネルギー供給の現状

a) 電力・エネルギー行政に係る省庁と機関

「エ」国の電力・エネルギー行政に係る機関は以下のとおりである。これら各機関の関

¹ 出典：Egypt State Information Service

² 風力発電については現在策定中である。

係を図1-1-1 に示す。

電力・エネルギー省 (Ministry of Electricity and Energy : MOEE)

国の電力・エネルギーセクター全体の監督を行っている。主な役割は以下の通りである。

- － ハイテク及び最新の開発技術を用いた発電・送電・配電計画の立案とそれらの計画の管理・監督
- － 電力料金の提示・提案
- － 重要な電力プロジェクトの調査及び実施
- － 電力の生産と消費に関する統計及びデータの発行
- － アラブ諸国及びその他の全ての国々への技術協力

新・再生可能エネルギー庁 (New and Renewable Energy Authority : NREA)

エジプト電力・エネルギー省傘下。1986年に風力発電及び太陽光発電等による再生可能エネルギーを専門的に推進する機関として設立され、石油・天然ガスに替わるクリーンなエネルギー源への転換の促進を目指している。NREAは、再生エネルギー・プログラムの立案、実施を委任されており、以下の委任事項の枠組み内で他の関連の国内及び国際的な研究機関と協力している。

- － 再生エネルギー資源の査定と活用計画
- － さまざまな技術の研究、開発、実証、実験、評価
- － 熟成した技術の適用
- － 教育、訓練、情報の普及
- － 技術の移転、国内産業の発展
- － 実験及び検定設備の確立、国内規準と綱領の策定

エジプト電力公社 (Egyptian Electrical Holding Company : EEHC)

1976年、電力・エネルギー省 (MOEE) の管轄下で発電、送電、配電すべてを一貫して運営管理する独占電力機関としてエジプト電力庁 (Egyptian Electricity Authority : EEA) が、設立された。

その後、1990年代当初から急速に増加する電力需要に対応すると共に、安定した電力を供給するため電力改革が進められ、将来の民営化を念頭に、EEAは地域別に水力及び火力による発電会社5社、すべての発電電力を購入し配電会社に販売する送電会社1社及び地域別の配電会社9社に分割され、さらに、これらの分割された会社の持ち株会社として地域発電会社を統括するエジプト電力公社 (EEHC) が設立された。

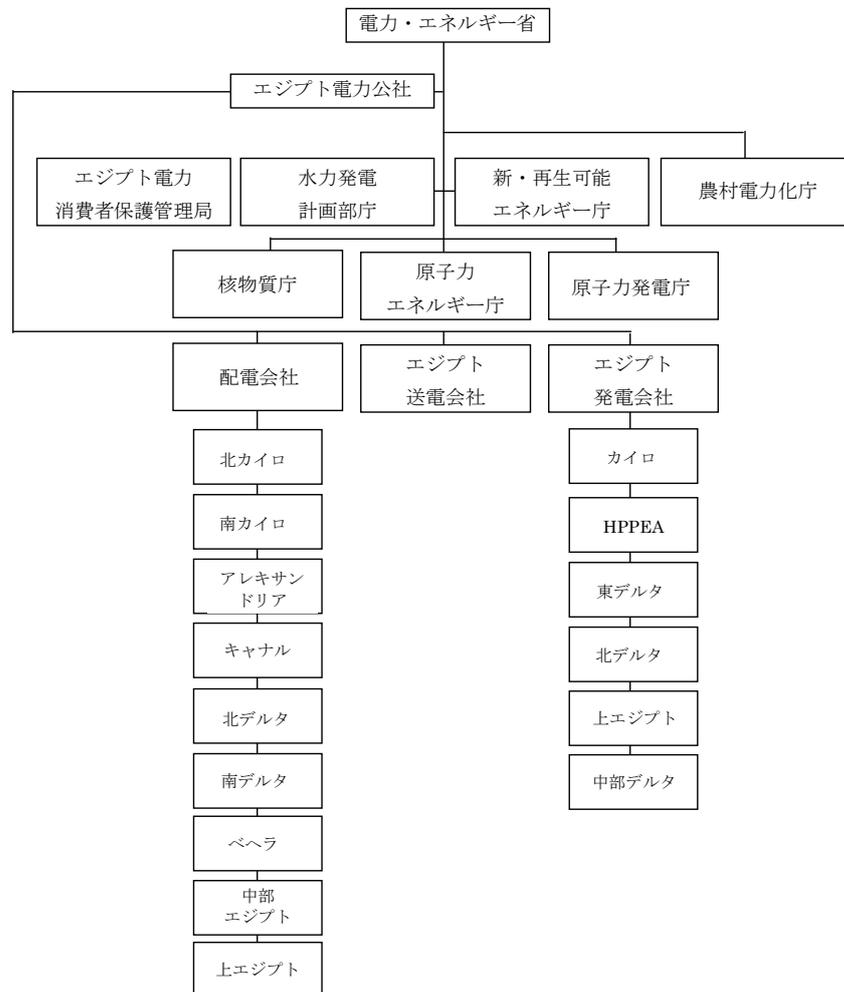
エネルギー最高評議会

首相を議長として2006年に設立。「エ」国をエネルギー大国とし、発展プロセスに不可欠なエネルギーの生産能力や備蓄量を拡大すること、新エネルギーや再生可能エネルギーの生産を拡大すると共にアフリカ・中東・世界の国々への結びつきを強めて、

エネルギー供給源を多様化させることなどを国家戦略プランとして掲げている。2012年までに整備する発電能力のうち、再生可能エネルギーの割合を12%に、また2020年までには全発電量の20%とする目標を2008年に発表した。

エジプト電力消費者保護管理局 (Egyptian Electric Utility & Consumer Protection Regulatory Agency : EEUCPRA)

エジプト電力消費者保護管理局の前身である Electric Utility and Consumer Protection Regulatory Agency は1997年に設立され、2000年に再編成されて現在の名称となった。国内の発電・送電・配電及び電力消費の管理・調整ならびに制御等を行っている。



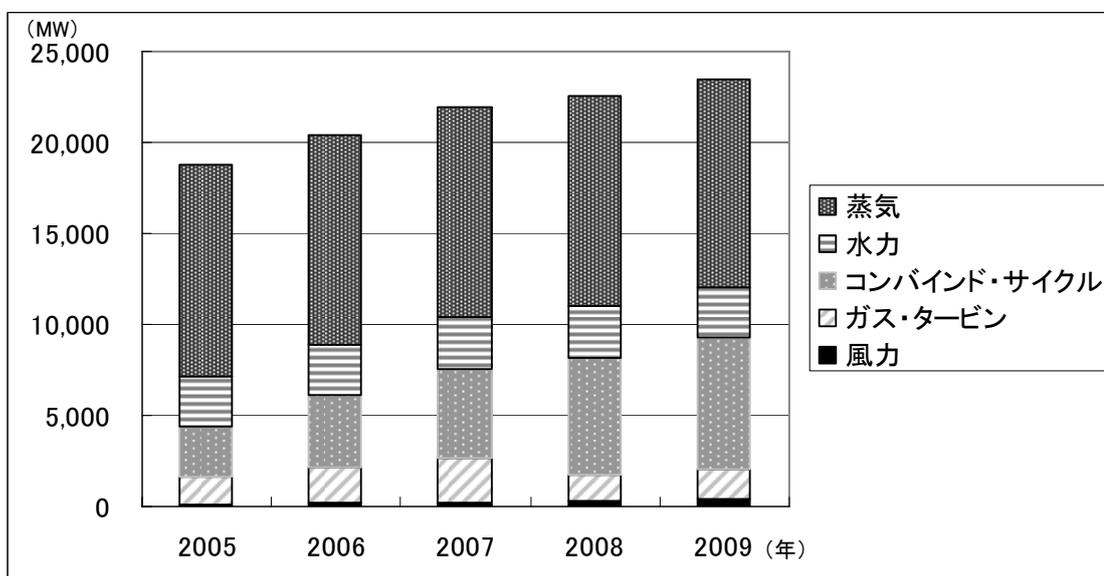
出典：電力エネルギー省

図1-1-1 電力・エネルギー行政に係る省庁と機関

b) 電力供給の現状

「エ」国はエネルギー生産・輸出国であるが、エジプト電力公社（EEHC）によれば、2008年度の発電設備容量（民間設備を除く）は、火力発電が19,436MW（86%）、水力発電が2,842MW（13%）、風力発電が305MW（1%）で合計22,583MWである。2008

年の総発電量は、独立電源を除いて、112,123GWh(火力:95,782GWh、水力:15,510GWh、風力831GWh)で年設備利用率56.7%である。図1-1-2は近年における発電設備容量の推移を示し、近年の出力増加は、ガス複合発電(コンバインド・サイクル Combined-Cycle Gas Turbine: CCGT)の出力増で補ってきていると言える。



出典：MOEE2009年報

図1-1-2 発電設備容量

コンバインド・サイクルの燃料は、そのほとんどがガス・油混焼で、国策に応じて次第に天然ガスの使用量を増やしている。「エ」国は発電用燃料を比較的二酸化炭素の発生が少ない天然ガスにシフトする意向であり、85%以上を天然ガスに転換する計画もあることから、天然ガスは今後のエネルギー供給において重要な役割を果たすものと考えられる。電力に関しては、BOOT方式³(Build Own Operate & Transfer)による発電所の建設制度を導入し、民営化を前提とした外国資本での発電所の建設を計画している。また、再生可能エネルギー分野では、試験的ではあるが太陽熱・風力発電が行われており、電力供給の新たな道を模索している。

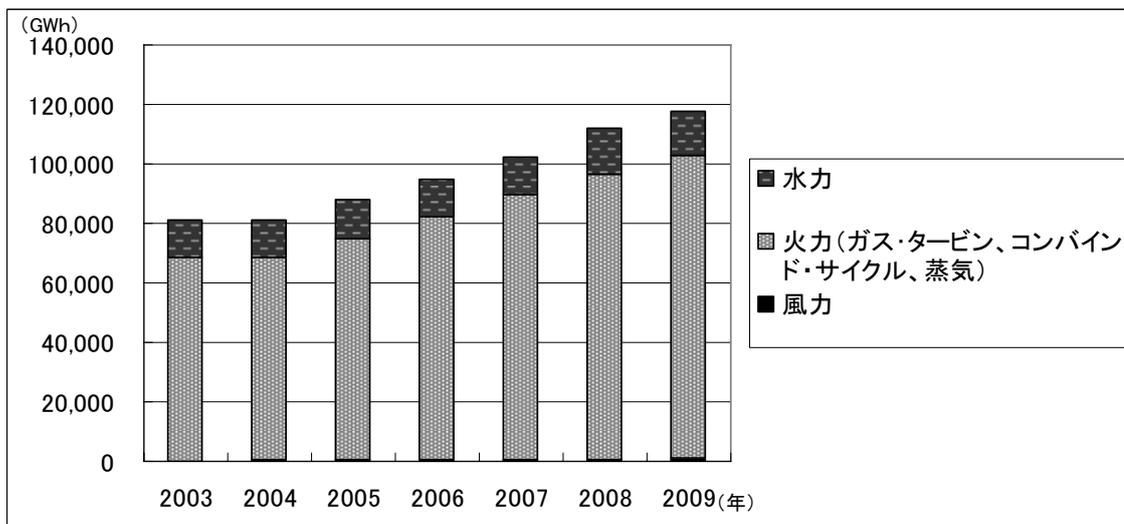
「エ」国の給電システムは、500kV・220kV変電所及び発電所を管轄する国立給電指令所(National Energy Control Center: NECC)、及び132kV・66kV・33kVの変電所を管轄する6箇所の地方給電指令所(Regional Control Center: RCC)によって構成されている。

c) 電力需要の現状と問題点

過去5年間の電力需要の伸びが年間約7%で推移しており、2012年まで年間6~7%の電力需要の伸びが予測されていることから、安定的な電力を供給するために、需要に見合った計画的な発電設備の整備が喫緊の課題となっている。一方で増大する電力需要に

³ BOOT: 公共施設整備手法のひとつで、建設主体である民間企業が、施設を所有・運営し、その間の開発、財源調達、建設、運営のリスクを民間企業が負いながら、数十年後に政府へ返還するという仕組み

応えながらも電源の多様化を目指し、環境負荷の軽減を目指す観点から、新たな電力供給の柱として再生可能エネルギーによる発電設備の整備を重要視している。



出典：MOEE2009年報

図1-1-3 発電形態別発電電力量の推移

表1-1-1 は電力の消費及び需要（将来予測）及び化石燃料消費量、表1-1-2 はエネルギー価格を示す。

表1-1-1 「エ」国における電力消費量及び需要（将来予測）及び化石燃料消費量

区分	単位	年度*							
		2007	2008	2009	2010	2015	2020	2025	2030
電力消費量	TWh	115	125	131	133	175	222	283	361
ピーク・ロード	MW	18,500	19,738	21,090	24,070	31,623	40,283	51,315	65,368
発電設備容量	MW	21,944	22,583	23,502	-	-	-	-	-
天然ガス	100万Nm ³	21,008	21,907	23,013	-	-	-	-	-

出典：MOEE2009年報、NREA資料

*：前年7月1日～翌年6月30日

表1-1-2 「エ」国のエネルギー（電力、燃料）価格（2010年2月現在）

区分	単位	価格 (EGP)	備考
電力	kWh	0.20~0.25	
天然ガス	m ³	0.60	
ガソリン	ℓ	1.00~2.50	オクタン価*によって値段が変動する
灯油	ℓ	1.25	
ディーゼル燃料	ℓ	0.80	

出典：E-JUST

EGP = 約16円

*：ガソリンのエンジン内でのノッキングの起こりにくさ（耐ノック性・アンチノック性）を示す数値

d) 再生可能エネルギーの現状

太陽熱発電

日本政府の円借事業である「コライマツ太陽熱・ガス統合発電事業」は、エジプトの首都カイロの南方約 100km に位置するコライマツ地区に世界初の太陽熱・ガス統合発電所（出力 150MW）を新たに建設し、電力供給量を増加させるとともに、太陽熱という再生可能エネルギーを活用することで、電力供給に伴う温室効果ガス排出をはじめとする環境負荷の低減を図り、環境改善にも貢献するものである。

風力発電

平成 22（2010）年 3 月に日本政府は 388 億 6,400 万円を限度とする円借款「ガルフ・エル・ゼイト風力発電計画」に関する書簡の交換を行った。これはエジプト紅海沿岸のガルフ・エル・ゼイト地域に 220MW の風力発電施設等を建設するもので、「エ」国による気候変動対策努力を支援し、電力不足と同時に大気汚染の問題を抱える「エ」国にとって、電力供給量の増加、化石燃料使用抑制による大気汚染の緩和及び温室効果ガス排出抑制による温暖化の緩和が期待される。

本計画では、年間 867GWh の電力量の供給、及び年間 49 万 4,000 トンの二酸化炭素排出量の削減が見込まれている。

太陽光発電

太陽光発電の系統連系⁴に関しては、ドイツがカイロ近郊の学校に 20kW 程度の小規模なプロジェクトを実施している実績がある。しかし、太陽光発電による逆潮流⁵及び売電の実績はなく制度も整備されていない。

1-1-2 開発計画

「エ」国は、気候変動枠組条約批准国及び京都議定書批准国の非附属書 I 国に属し、温室効果ガス削減のための政策を推進して、増大する電力需要に応えつつ環境負荷の軽減を目指す観点から、2020 年までに太陽光・風力等を活用した再生可能エネルギーの割合を全発電量の 20% まで引き上げることを戦略目標としている。

国家開発計画として 2003 年に 2007 年～2012 年の第六次 5 ヶ年計画を策定し、電力セクターに関しては、送電網の国際連系を進めると共に、増加を続ける電力需要に対応した発電・送電システムの整備を進めるとしている。拡大する電力需要に対応するため、効果的な電力の系統運用を実施し、電力消費者に安定的な電力を供給する給電システムの役割は、年々その重要性を増している。これによると、さらに 8,547MW の発電能力が必要と試算され、これは 2008 年度の全発電能力の 38% に達する。こうした背景を踏ま

⁴ 系統連系：太陽光発電システム等の自家発電装置を商用電力系統に接続し、電力授受を行なう状態。

⁵ 逆潮流：需要者側から電力会社の商用系統に向かう電力潮流のこと。

え、「エ」国政府は再生可能エネルギー（水力、風力、太陽光、地熱及びバイオマス）の活用に向けて取り組みを本格化させている。

このような方針に基づき、電力不足と大気汚染の問題を抱える「エ」国では、高い日射量を有効活用する太陽光発電は気候変動対策に貢献しうるエネルギーとして期待されている。

1-1-3 社会経済状況

「エ」国の人口は、7,257万人⁶であり、主にアラブ人、その他少数のヌビア人、アルマニ人、ギリシャ人などで構成される。首都のカイロは約1,200万人の人口を有する大都市で、貿易港アレキサンドリア（人口約333万人）は、カイロに次ぐエジプト第2の都市である。

「エ」国のGDPは約1,516億ドル、1人当りのGNIは約1,800ドル⁷、物価上昇率9.6%⁸である。対GDP比の産業構造は貿易・金融・保険18.4%、鉱工業17.5%、農業14.6%、石油12.9%、運輸10.6%である⁹。現内閣は、投資環境整備による外国直接投資の誘致、国営企業の民営化などの経済改革を推進しており、実質GDP成長率が7.1%と高く、経済改革の成果が出ている。しかし、4大外貨収入源（観光、運河通航料、出稼ぎ外貨送金、石油輸出）が貿易赤字を補填する経済構造は変わらず、また、高い失業率、財政赤字による国内債務の累積や貧富の差の拡大等の課題が依然存在している。

主な貿易品、主要貿易国は以下のとおりである。

- 輸出：原油、石油製品、原綿、衣料品、精米、非合金アルミニウム等
・ 主要貿易国（輸出）：米国、イタリア、スペイン、インド、ドイツ等
- 輸入：燃料、中間財、原材料（小麦等）、消費財等
・ 主要貿易国（輸入）：米国、英国、フランス、ドイツ、スイス等

1-2 環境プログラム無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

1-2-1 要請の背景

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。

⁶ 出典：Egypt State Information Service

⁷ 出典：外務省（2008/2009年）

⁸ 出典：IMF（2006/2007年）

⁹ 出典：「エ」国通商産業省（2006年）

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、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。

このような背景から、クールアースパートナー国であり、急激な電力需要増に対応しつつ環境負荷軽減を目指すために急ピッチで再生可能エネルギー開発を進めていく方針を掲げている「エ」国により、日本国政府に太陽光発電システムの導入を環境プログラム無償資金協力として要請され、かかる協力準備調査の実施が外務省より承認された。

1-2-2 要請の経緯と概要

当初「エ」国側からなされた環境プログラム無償資金協力要請、その後行われた協力準備調査（案件形成）時の要請、及び概略設計開始後に確認された最終的な要請内容は次のとおりである。

1) 当初要請

「エ」国から2009年4月に日本政府に対して系統連系型太陽光発電システムの資機材の調達と運営管理のための技術支援の供与を目的とする環境プログラム無償資金協力要請がなされた。要請サイトは「エジプト・日本科学技術大学（E-JUST）」及び新・再生可能エネルギー庁（NREA）が所管の「コライマツ」、発電容量及び要請金額はE-JUSTが約400kW、約5.83億円、コライマツが約1MW、約9.15億円であった。

本準備調査では、第一段階で案件形成（候補地の絞込みも含む）を図り、その後、更なる現地詳細調査を経て概略設計・事業費積算及び入札図書参考資料作成（第二段階）を行った。

2) 協力準備調査（案件形成）時の要請

2009年10月には本計画の協力準備調査（第一段階・案件形成）が実施され、以下の要請内容が確認された。

「エジプト・日本科学技術大学（E-JUST）」

- | | |
|----------------------------------|-----|
| ① 系統連系型太陽光発電システム（発電容量約400kW） | 一式 |
| ② データ収集・表示装置 | 一式 |
| ③ 自動気象観測装置 | 一式 |
| ④ 太陽光発電量電光掲示板 | 3箇所 |
| ⑤ E-JUST ホームページへのリアルタイム太陽光発電量の表示 | 一式 |

- ⑥ 監視カメラ 一式
- ⑦ ソフトコンポーネント

「コライマツト」

- ① 系統連系型太陽光発電システム（約 1 MW） 一式
- ② 高性能バッテリー 一式
- ③ データ収集・表示装置 一式
- ④ 監視カメラ 一式
- ⑤ ソフトコンポーネント

上記要請内容について系統連系型太陽光発電システムの活用を前提とし、ショーケース効果、施設の安全性、施設の継続性、系統連系の容易性、運営維持管理、日影の影響等の観点から実施可能性を審査した。これらの選定基準による各候補地の評価を以下に示す。

エジプト・日本科学技術大学（E-JUST）

① 立地状況

E-JUST は、アレキサンドリア市の郊外ニュー・ボルグ・エル・アラブ市内に位置し、キャンパス計画予定地の東側に位置するドミトリー28棟に囲まれたコミュニティセンターである E-JUST CLUB & MALL 敷地内に系統連系型太陽光発電システムを設置する計画である。

② ショーケース効果

コミュニティセンターである E-JUST CLUB & MALL には多くの利用者、訪問者が予想され、また周辺住民の利用も期待されることからショーケース効果が期待できる。

③ 案件の継続性

E-JUST CLUB & MALL は E-JUST が所有権を有するため施設の継続性が確保されており、隣接する既存ドミトリーには商用電力が敷設されていることにより系統連系の容易性も確保されている。また、技術支援（ソフトコンポーネント）の実施により運営維持管理も十分対応可能である。

コライマツト

① 立地状況

カイロから南に約 100km 離れたコライマツト市郊外である太陽光熱統合発電所敷地内に系統連系型太陽光発電システムを設置する計画である。

② ショーケース効果

コライマツト地区はカイロから離れており、当サイトは発電所敷地内のため一般者の立ち入りが出来ない場所であるため、見学会等を通じてのみ広報効果を得る

ことになるため、大きなショーケース効果は期待できない。

③ 案件の継続性

新・再生可能エネルギー庁が土地の所有権を有しているため施設の継続性は確保されており、敷地内に送電線が敷設されていることにより系統連系の容易性も確保されている。また、技術支援（ソフトコンポーネント）の実施により運営維持管理も十分対応可能である。

しかし、先方の要請内容には発電電力を安定して供給することを目的とした高性能バッテリーが含まれており、5～7年毎にバッテリー更新費用（1.25億円/0.5MW）がかかるため、設備の持続的運用に不確定要素を残す可能性が高い。

検討の結果、E-JUST、コライマツ共に技術的には問題ないが、バッテリー更新費用の観点からプロジェクトの持続的運用の懸念及び予算が限られていることから、対象サイトはE-JUSTが選定された。「エ」国から合意を得て、協力計画案を策定することとなった。

3) 協力準備調査（概略設計）時の要請

2010年1月に実施された協力準備調査（第二段階・概略設計）で、E-JUSTが本プロジェクトの対象サイトに選定されたことを「エ」国側に説明し、合意を得た。その後、E-JUSTの要請内容の妥当性の検証及び詳細設計、積算を行った。その結果、E-JUST CLUB & MALLの限られた敷地の有効利用を目的に、敷地内に3箇所分散して架構体を建設し、その上に太陽電池モジュールを設置する計画とした。また、ソーラー発電量電光掲示板については、「エ」国で一般的なサインボードとし、監視カメラについては先方負担工事とすることを「エ」国側と確認し、その合意を得た。最終的な要請内容は以下の通りである。

- | | |
|---------------------------------|-----|
| ① 系統連系型太陽光発電システム（発電容量約420kW） | 一式 |
| ② 架構体 | 一式 |
| ③ データ収集・表示装置 | 一式 |
| ④ 自動気象観測装置 | 一式 |
| ⑤ サインボード | 1箇所 |
| ⑥ E-JUSTホームページへのリアルタイム太陽光発電量の表示 | 一式 |
| ⑦ ソフトコンポーネント | |

1-3 我が国の援助動向

我が国から「エ」国の電力・エネルギー分野、教育分野及び空港分野等に関する最近の主な援助（技術協力・円借款・無償資金協力）は、表1-3-1及び表1-3-2のとおりである。

表1-3-1 我が国の技術協力・有償資金協力の実績（電力・エネルギー、教育、空港分野）

（単位：億円）

協力内容	実施年度	案件名	円借款金額	概要
有償資金協力	2010～2018年	ガルフ・エル・ゼイト 風力発電事業	388.64	発電所建設
技術協力	2008～2013年	エジプト日本科学技術 大学プロジェクト	21.5	専門家派遣、工学教育協力、 研修生受入、機材供与、共 同研究等
有償資金協力	2008～2012年	コライマット太陽熱・ ガス統合発電事業（II）	94.40	発電所建設
有償資金協力	2008～2012年	上エジプト給電システ ム改善事業	107.68	給電設備の新設及び更新
有償資金協力	2005～2008年	コライマット太陽熱・ ガス統合発電事業	106.65	発電所
有償資金協力	2004年	ボルグ・エル・アラブ 空港近代化事業	57.32	空港整備
有償資金協力	2003～2007年	ザファラーナ風力発電 事業	134.97	発電所建設
有償資金協力	2003年	カイロ-アレキサンドリ ア送電網事業	50.01	送電線新設事業

出典：独立行政法人国際協力機構（有償資金協力（円借款案件検索システム）、技術協力（技術協力プロジェ
クトホームページ））

表1-3-2 我が国の無償資金協力実績

（単位：億円）

実施年度	案件名	供与限度額	概要
2008年	貧困農民支援	4.7	農業機械（コンバイン、トラクター 等）を購入するための資金供与。
2008年	バハルヨセフ灌漑水路ダハブ堰改 修計画	21.4	用水路の堰体及びゲートを改修す るための資金供与。
2007年	ダマンフル農業機械化センター近 代化計画	7.9	農機貸出サービス及び農機修理・訓 練サービスを行う施設、機材整備の ための資金供与。
2007年	「母子保健改善計画」のためのユニ セフに対する無償	2.1	資機材の調達、医療関係者のトレ ーニング、モニタリング等に必要 な資金供与。
2007年	第四次上エジプト灌漑施設改修計画	4.3	灌漑ポンプ場の改修のための資金 供与。

出典：外務省（日本のODAプロジェクト、エジプト・アラブ共和国）

1-4 他ドナーの援助動向

電力・エネルギー分野では、世界銀行を中心にドイツ、デンマーク、スペインなど他のドナー
国・機関により、下記のような援助が近年行われている。いずれも発電に係る施設の整備で
ある。

表1-4-1 他のドナー国・機関の援助実績（電力・エネルギー分野）

（単位：100万USドル）

実施年度	機関名／ドナー国名	案件名	金額	援助形態	概要
2009年	世界銀行	アイン ソハナ電力事業	600	有償資金協力	アイン ソハナ地域の電力施設新設
2008～2011年	世界銀行	コライマツト太陽熱・ガス統合発電事業（II）	50	同上	発電所建設
2007～2011年	世界銀行	エジプト天然ガス事業	76	同上	天然ガスの普及
2001～2012年	ドイツ、デンマーク、スペイン	ザファラーナ風力発電事業	145	同上	風力発電

出典：世界銀行 プロジェクトデータベース、NREA

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

本プロジェクトの主管官庁及び実施機関は、エジプト・日本科学技術大学（Egypt-Japan University of Science and Technology : E-JUST）である。エジプト電力消費者保護管理局（Egyptian Electric Utility and Consumer Protection Regulatory Agency : EEUCPRA）が系統連系申請¹⁰を始めとする電力エネルギーに関する行政指導（許可及び規制）を行う。実際の電力の受電、配電に関する許可申請手続きと技術的支援及び調整等については、電力エネルギー省傘下であるアレキサンドリア配電会社（Alexandria Electricity Distribution Company : AEDC）が扱うことになる（図 2-1-1 を参照）。

なお、E-JUST は現時点で法人化の許認可を申請中であることから、銀行取極め（Banking Arrangement : B/A）及び免税手続き等については、E-JUST が高等教育省（Ministry of Higher Education : MOHE）に依頼し、同省が対応する。

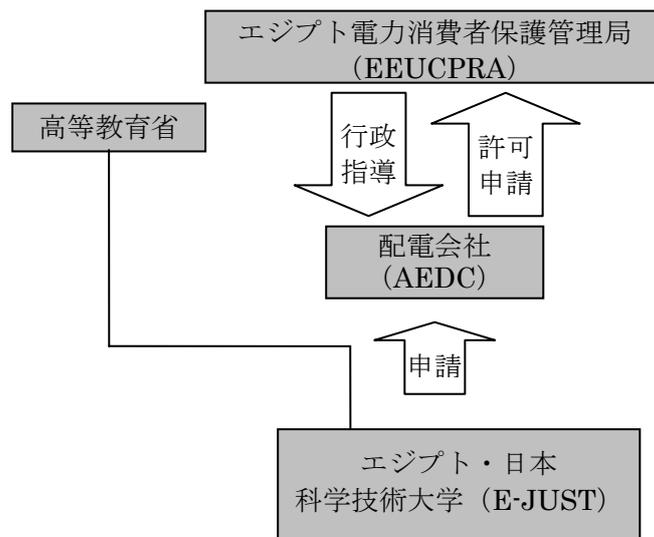


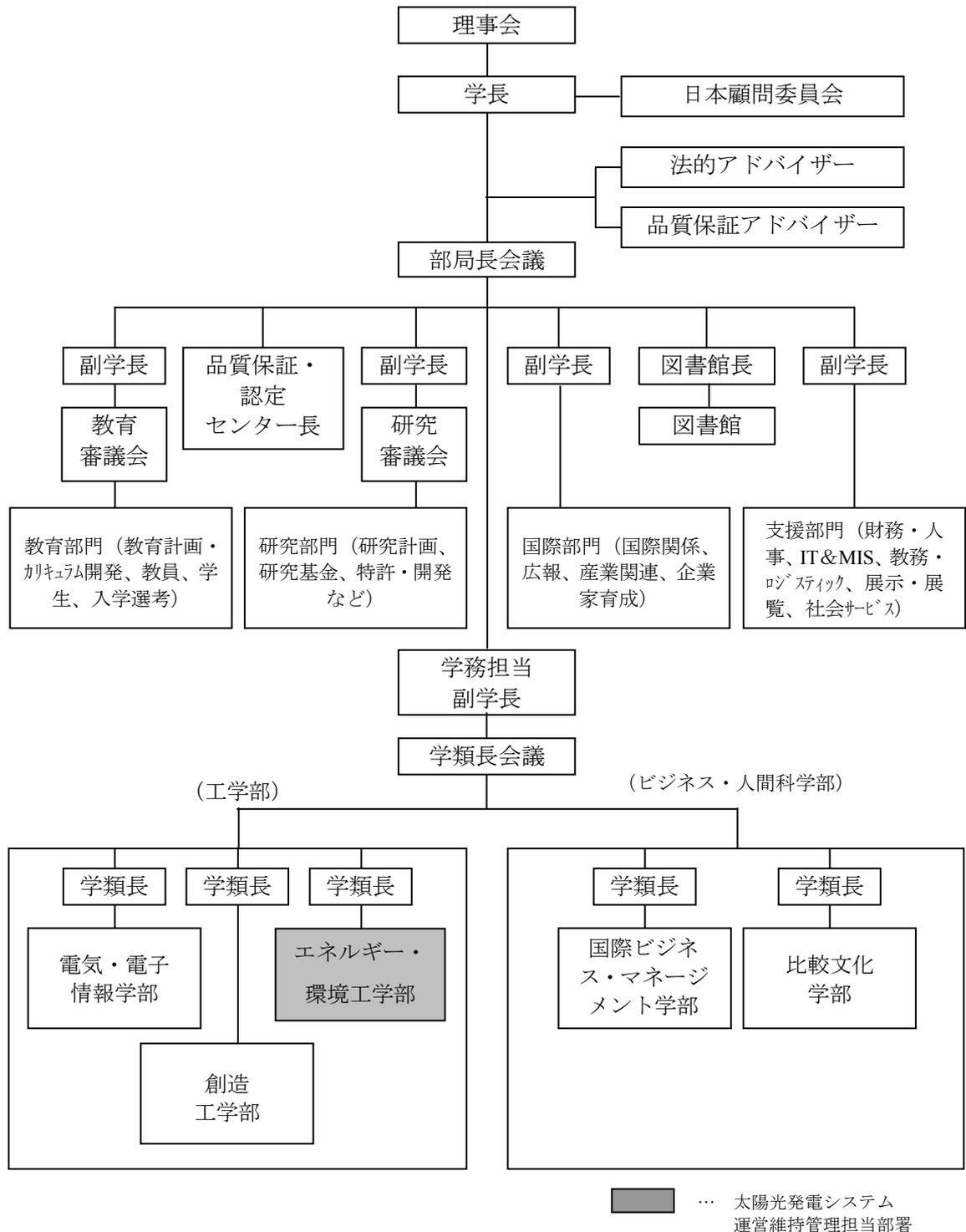
図2-1-1 プロジェクト実施体制（申請手続き等）

エジプト・日本科学技術大学（E-JUST）

E-JUST は、既存の大学とは全く異なる、日本型の工学教育の特長を活かした「少人数、大学院・研究中心、実践的かつ国際水準の教育提供」をコンセプトとする国立大学であり、高等教育のマスプロ化と教育の質低下という問題に直面した「エ」国政府が、経済社会ニーズを踏まえた質の高い教育を提供し国づくりを担う人材を育成する政策のもと

¹⁰ 系統連系申請：自家発電装置を商用電力系統に接続するにあたり、事前に許可を得るために電気事業者（電力会社等）に対して行なう申請、手続き

で日本政府の支援を受けて新設されたものである。2009 年度に修士・博士課程第一期生を受け入れ、現在は並行して基本計画・組織・教育内容・人員・施設・機材等の整備が進められている。最終的には、教授（196 名）、研究者（672 名）、学生（1,400 名）及びその他職員・スタッフ（250 人）の規模となることが計画されている。この中で、本系統連系型太陽光発電システムの運用・維持管理はエネルギー・環境工学部が行う予定である。



出典：E-JUST

図2-1-2 エジプト・日本科学技術大学（E-JUST）組織図

アレキサンドリア配電会社 (AEDC)

AEDC は、電力省傘下の地域別の配電会社のひとつで、アレキサンドリア地区の電力の供給を行っている配電会社である。以下に事業内容及び事業規模を示す。

◆ 事業内容及び目標

国際的な標準と経済的な基準に従い、アレキサンドリア地区に電力供給を行う。

- 配電網において、電力の安定した供給を維持する。
- 消費者へのサービスの質の強化、電力の供給手続きの簡素化、修復時間を減らし消費者の満足を得る。
- 電力源を維持し、国家経済がよりよい利益を得られるように保全する。
- 再生可能エネルギーの発展を促す。

◆ 事業規模

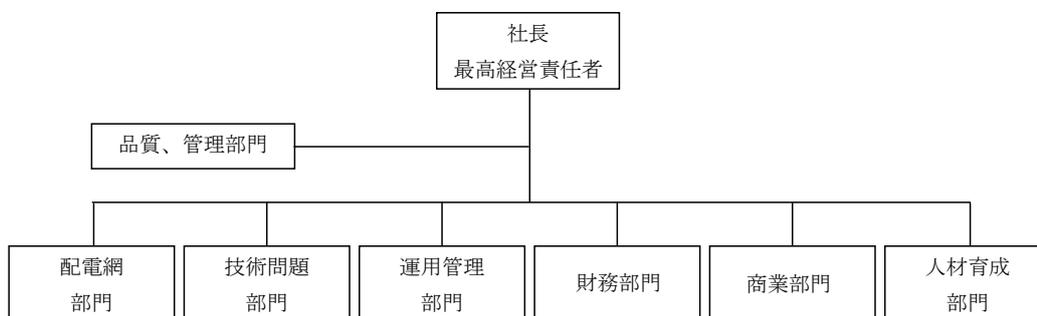
配電網最大負荷：1380.2MW

消費者：2,006,000 人（2009 年 10 月現在）

従業員数：13,313 人

支社：21

営業所：23

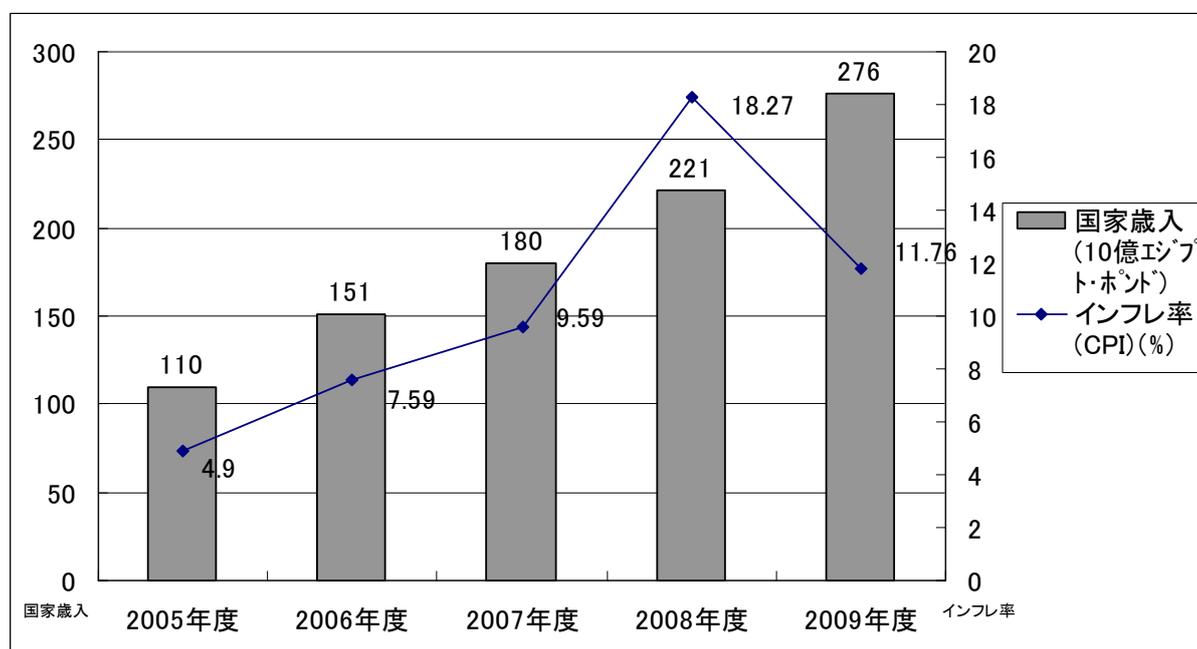


出典：AEDC

図2-1-3 アレキサンドリア配電会社（AEDC）組織図

2-1-2 財政・予算

「エ」国の2005～2009年度国家予算（歳入）及びインフレ率は、図2-1-4の通りである。



出典：「エ」国・統計年鑑（2009年9月）、エジプト中央公共流通・統計局

図2-1-4 エジプト・アラブ共和国の国家予算及びインフレ率

実施機関である E-JUST の 2009～2010 年度の予算を表 2-1-1 に示す。

E-JUST の予算総額は約 4,000 万エジプト・ポンドであり、高等教育省（MOHE）からの事業予算として配分されている。隣接するボルグ・エル・アラブ市等からの寄附が約 500 万エジプト・ポンドとなっているが、この金額は年度によって増減があるものと思われる。

表2-1-1 エジプト日本科学技術大学（E-JUST）の予算

（単位：100 万エジプト・ポンド）

項目	金額	備考
高等教育省からの予算	35	予算は「エ」国政府によって保証されている。 日本からの総投資：約100億円（25億円+機材（約75億円））、 「エ」国からの総投資額：125億
ボルグ・エル・アラブ市等からの寄附	5	
計	40	

出典：E-JUST

2-1-3 技術水準

本プロジェクトで導入する系統連系型太陽光発電システムは、カイロ近郊の学校に

20kW 程度の小規模なプロジェクトを実施した程度で、「エ」国にとって実績の少ない機器である。また、系統連系型太陽光発電システムの逆潮流の運用についても、「エ」国では実績がなく、制度、基準等も未整備な状況である。

実施機関である E-JUST 及び系統連系する配電網を管轄する AEDC の職員にとっても、系統連系型太陽光発電システムは、初めての導入となる。

E-JUST の保守要員の中心メンバーは、電気・自動制御専門技術者、通信技術者、化学技術者及び土木技術者（それぞれ 1 名）で構成され、工学の基礎知識は有している。一方、系統連系の運用を行う AEDC は、系統連系型太陽光発電システム導入の経験はないものの、アレキサンドリア地区の配電網のオペレーションを行っていることから、電気設備に関する知識・運用能力は十分備わっている。

このため、系統連系型太陽光発電システム導入のためには太陽光発電及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を行えば、プロジェクト実施上の支障はないと判断される。

2-1-4 既存施設・機材

アレキサンドリア地区には 3 箇所の発電所（Abukir 900MW、Sidi-Krir 1.6GW、Siof 150MW）があり、地域の 2008～2009 年の最大負荷容量は 1,341MW、2009～2010 年の予想最大負荷容量は 1,380MW、また平均負荷容量は 1,215MW である¹¹。

本プロジェクトサイトは、E-JUST CLUB & MALL 敷地内であり、本プロジェクトで導入する系統連系型太陽光発電システムで発電される電力は同施設及び隣接する E-JUST のドミトリーに供給される予定である。以下に発電電力を利用する施設における現況を述べる。

(1) E—JUST CLUB & MALL 施設

ショッピングモール施設及びスポーツクラブ施設で構成され、2010 年着工、2011 年完成予定で、現在（2010 年 6 月）、入札が終了し、工事発注の準備を進めているところである。敷地面積約 25,700 m²、建築規模は、ショッピングモール：地上 3 階、延床面積約 4,150 m²、スポーツクラブ：地上 2 階、延床面積約 3,200 m²である。

(2) 北側ドミトリー（14 棟）

北側ドミトリーは既に完成し、14 棟の内 1 棟の一部を E-JUST 事務所及び JICA 事務所として供用を開始している。

敷地面積約 19,000 m²、建築規模は、各棟とも地上 5 階、1 戸当たり 2 人が居住可能な宿舍 20 戸となっている。構造は RC 造で間仕切り壁などはブリック積みにモルタル塗り・ペイント仕上げである。

¹¹ 出典：AEDC

電力の供給は道路上に設置されている AEDC 所有の変圧器盤 2 ヶ所より低圧電力（3 相 4 線 380V/220V）で供給されている。

(3) 南側ドミトリー（14 棟）

南側ドミトリーは工事中であるが、2010 年 1 月に工事会社とのトラブルで、工事は一時中断している。敷地面積約 19,300 m²、建物規模は北側ドミトリーと同様、各棟とも地上 5 階、1 戸当たり 2 人が居住可能な宿舍 20 戸で構成され、構造、仕上げ、電力供給も北側ドミトリーと同一仕様で計画されている。

(4) E-JUST CLUB & MALL 及びドミトリー（28 棟）の需要電力等

E-JUST CLUB & MALL の最大需要電力は 1,220kW で設計されている。

ドミトリーについては、現地調査の結果、主要負荷は照明、キッチンヒータ、電気湯沸器、揚水ポンプ、その他電源コンセントから供給する個別分散型冷房装置、一般電気用品等であり、1 棟当たりの需要電力は約 52kW で設計されている。

以上のことから、本サイトにおける需要電力は以下の通りである。

表2-1-2 E-JUST CLUB & MALL 想定設備容量及び推定需要電力

施設	棟数	需要電力(kW)	
		各施設計	合計
E-JUST CLUB	1	200	2,676
E-JUST MALL	1	1,000	
その他街灯等	—	20	
北側ドミトリー	14	728	
南側ドミトリー	14	728	

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

プロジェクトサイトの電気、水、排水設備、電話等は前面道路と北側隣接地まで整備されており、関連インフラに関しては問題ない。また、アレキサンドリア国際空港、ボルグ・エル・アラブ国際空港及び港から E-JUST へのアクセス道路は整備されており、機器輸送等に問題はない。

本プロジェクトで導入される系統連系型太陽光発電システムに系統連系される AEDC が管轄している配電網の現況（2009 年 10 月）は以下の通りである。

- ① 配電用変圧器：合計 6,857 台、4,050.8MVA
- ② 中圧（1kV 以上 35kV 以下）地中配電線：9,245km

- ③ 中圧（1kV 以上 35kV 以下）架空配電線：578.9km
- ④ 低圧（1kV 未満）地中配電線：5,485km
- ⑤ 低圧（1kV 未満）架空配電線：2,603km



図2-2-1 AEDC に導入されている SCADA システム

上記配電網は Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) により制御され、アレキサンドリア市に位置する Supervision Control Center と、地中海沿いに東西に延びたエリアを East Control Center、Middle Control Center 及び West Control Center の地区コントロールセンタによって分散配電制御が行われている。

2-2-2 自然条件

「エ」国内を南北 1,500km 以上にわたって北流して地中海に注ぐナイル川によって、国土はナイル川渓谷地帯及びデルタ地帯・西砂漠地帯（サハラ砂漠）・東砂漠地帯（アラビア砂漠）・シナイ半島の 4 つの広い地域に分けられる。国土の 90%は砂漠に覆われており、利用されている土地は、ナイル川沿いのわずか 5%である。

気候は主に 11 月から 4 月までの温暖な冬と、5 月から 10 月までの暑い夏のふたつの季節を有す砂漠気候であるが、地中海沿岸の地中海性気候、首都カイロ周辺の半乾燥気候と半砂漠気候、カイロ以南と東方砂漠及び西方砂漠の砂漠気候の 4 つに細分される。内陸部では夏の最高気温は 40℃を超え、降雨はわずかに地中海沿岸にあるのみで生活・産業用水の水源はナイル川と砂漠地域のオアシスの地下水に依存している。3 月から 5 月にはハムシーンと呼ばれる砂まじりの熱風が吹き荒れ、しばしば視界不良に見舞われる。

表2-2-1 アレキサンドリアの気象条件（2007年）

No.	月 /項目	2007年												平均 (或いは累計)
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
①	平均日最高気温 (°C)	18.2	18.0	19.4	22.6	25.2	28.3	30.4	30.7	29.2	26.0	22.8	19.5	24.2
②	平均日最低気温 (°C)	12.0	11.1	12.1	14.5	17.43	20.8	22.9	23.7	22.7	20.3	17.2	13.8	17.4
③	平均気温 (°C)	14.8	14.4	15.6	18.4	21.1	24.3	26.3	26.9	25.6	22.9	19.8	16.4	20.5
④	平均相対湿度 (%)	61.5	61.3	62.4	59.2	60.3	61.2	62.0	62.2	61.6	63.3	62.1	60.2	61.4
⑤	降雨量* (mm/月)	27.3	22.5	13.6	4.2	1.8	0.3	0.3	0.3	0.6	6.3	16.2	27.0	120.6
⑥	晴天日数	6	6	5	5	10	13	16	17	14	10	7	6	115
⑦	日照時間 (時間/日)	10.3	11.1	11.9	12.9	13.7	14.1	13.9	13.2	12.3	11.4	10.6	10.1	145.5

出典：「エ」国気象庁（Egyptian Meteorological Authority : EMA）

*：25年間（1982-2007）の記録の平均

表2-2-2 アレキサンドリア地域の気象最高記録

項目	数値	備考
最高気温	42.2°C	
最低気温	8.7°C	
最大震度と震度階スケール	VII (MSKスケール)	記録日：1995年9月12日
落雷の頻度	平均7日/年（11月～3月*1）	過去20年間の記録

*1：出典：Weatherbase

2-2-3 環境社会配慮

「エ」国では、「環境法及びその施行規則（Law No. 4 of 1994）」、省令等によって、下記の事項が規制されている。

- 環境基準
- 排出基準
- EIA 制度
- EIA ガイドライン等

「エ」国のクリーン開発メカニズム（CDM）制度については、エジプト評議会（Egypt Council for the CDM : EC-CDM）が指定国家機関（Designated National Authority : DNA）に指定されている。EC-CDM は、プロジェクトの評価と承認を含む CDM 適用

のために必要とされる規則を制定し、また、「エ」国における CDM 開発のための同意書に署名する役割を担っている。

本プロジェクトで導入される出力 500kW 以下の太陽光発電システムは、環境に大きな影響を与えるものではない。プロジェクトの実施サイト及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」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。

なお、「エ」国では、建設工事開始の 4 ヶ月前には EIA の承認を得ている必要があり、EIA の申請から承認まで約 2~6 ヶ月掛かるとされている。本プロジェクトでは本格的な EIA は必要ないが、簡単な EIA に関する書式 (EIA Form と呼ばれている) に要求事項を記入、申請し、許可を受けなければならない。この手続き、申請等は、E-JUST が行うことになっている。

その他環境社会配慮に関連する事項として、敷地内外に遺跡が存在するかどうかの確認と対応について調査した。その結果、遺跡がある場所と本プロジェクトのサイトとは離れており、また、構内用地の中に遺跡はないとことを確認した。

2-3 その他 (グローバルイシュー)

本プロジェクトによる CO₂削減量は、発電された電力を既存の天然ガスによる火力発電と代替した場合、年間 359.6t となり、これはスギの木約 21,300 本の年間 CO₂吸収量、また、約 100,500 m³の天然ガス (石油換算: 約 145,500 L) の節約に相当する。詳細は、第 4 章の 4.1 「プロジェクトの効果」を参照。

加えて、本プロジェクトにて、「エ」国で初めて導入される大規模な系統連系型太陽光発電システムのショーケース効果等により、「エ」国における再生可能エネルギーの普及に繋がり、気候変動枠組条約批准国及び京都議定書批准国の非附属書 I 国に属する「エ」国が、世界の気候変動に関する政策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

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

「エ」国では、近年、電力需要が毎年約7%の高い伸びを示しており、平均供給予備率は約1.5%にとどまるなど需給が逼迫した状況にある。同国の電力需要は今後も同様の伸びが予想されており、安定的に電力を供給するため、需要に見合った計画的な発電設備の整備が喫緊の課題となっている。しかし、発電に必要な外貨収入の柱となっている石油、天然ガス資源がエネルギー需要の増大により、2020年頃には枯渇してしまうとの試算がなされている。

気候変動対策については、「エ」国は、気候変動枠組条約批准国及び京都議定書批准国の非附属書I国に属し、温室効果ガス削減のための政策を推進している。電力エネルギー省傘下の新・再生エネルギー庁（NREA）が、再生可能エネルギーを専門的に推進する機関として、石油に替わるクリーンなエネルギー源への転換の促進を行っている。

このような状況の中、本プロジェクトの上位計画にあたる国家開発5カ年計画（2007年～2012年）では、2012年までに整備する発電設備のうち、約12%を再生可能エネルギーとする計画とし、また、2008年のエネルギー最高評議会の決定において、2020年までに再生可能エネルギーを全国消費電力量の20%までに増加させることを目標としている。なお、2008年の「エ」国での発電設備容量は約22,583MW（火力：19,436MW、水力：2,842MW、風力：305MW）、発電・消費電力量は、約112,123GWh（火力：95,782GWh、水力：15,510GWh、風力：831GWh）である。

一方、日本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国に対し、「クールアース・パートナーシップ」（2008年1月）を発表した。この中で、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国の支援を目的とした環境プログラム無償資金協力事業が導入された。

このような背景の中、本プロジェクトは、日本の環境プログラム無償資金協力事業を活用して太陽光発電システムを導入し、「エ」国の豊富な太陽光資源を活用した太陽光発電事業の拡大、促進及び二酸化炭素の排出削減に貢献することを目標とする。また将来、中東アフリカ地域における中核的な工学研究施設となるべきエジプト・日本科学技術大学（E-JUST）への同システムの設置を通じて、今後、我が国の技術が当該地域にも広く普及することも期待される。

3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記プロジェクト目標を達成するため、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ものである。

具体的には、エジプトの首都カイロから北西 220 キロメートルに位置するエジプト・日本科学技術大学 (E-JUST) のコミュニティセンター敷地内に太陽光発電設備を設置し、既存の配電網に系統連系し、太陽光を利用して発電した電力を同敷地内及び周辺の施設に供給する。

表3-1-2-1 協力対象事業の概要

系統連系型太陽光発電システム機材一式		
機材名	用途	必要性
系統連系型太陽光発電システム	既存の配電網に系統連系し、太陽光を利用して発電した電力を、施設に供給する。	2020年迄に再生可能エネルギーを全発電量の20%までに増加させる政策に基づき、再生可能エネルギーによる発電能力増強の推進が求められている。
太陽光発電にかかる技術支援 (ソフトコンポーネント)		
技術支援	系統連系型太陽光発電システムに関する基礎知識及び保守点検、緊急時の対応等の運営維持管理に関する技術指導	「エ」国は、系統連系型太陽光発電システムの導入経験が殆どなく、同システムに関する知識及び運営・維持能力が不足していることから適切な技術指導が必要である。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

1) 協力対象範囲

「エ」国から求められている太陽光発電システム¹²は、設置されるシステムのショーケース効果及び持続的な維持管理を念頭に、多数の実績がある日本の技術・ノウハウの活用を生かす系統連系型太陽光発電システムとする。これまで「エ」国では系統連系型太陽光発電に関する逆潮流、売電の実績及び規制・制度はなく、また、太陽光発電システムを接続する配電網を管轄するアレキサンドリア地区配電会社（AEDC）は、逆潮流については法制度が策定された後に対応する方針であるため、逆潮流を行わない系統連系型太陽光発電システムとする。なお、逆潮流については、早急に法制度を策定し、将来「エ」国側にて実施するとの意向であることから、逆潮流に関する機材整備及び技術支援も含むものとする。

2) 設置場所及び規模

対象サイトである E-JUST CLUB & MALL について、当初の先方からの要請では、設置場所の候補はドミトリー28棟の屋上及び壁面と E-JUST CLUB & MALL 敷地内、また発電容量は約 400kW、発電電力の供給先は E-JUST CLUB & MALL 及びドミトリー28棟であった。しかし、E-JUST CLUB & MALL 敷地を挟んで南北にそれぞれ14棟ずつ分かれたドミトリーは、1棟の規模が小さいために設置工事費が割高になること、5階建てのドミトリーの屋上に設置される太陽電池モジュール¹³は、通常はどの場所からも見る事が出来ないためにショーケース効果があまり期待できないこと等からドミトリーへの設置は取り止めることとなった。一方、E-JUST CLUB & MALL の敷地（約 25,700m²）は、現在、更地であるが、ショッピングモール、スポーツクラブ施設（計約 7,350m²）及び敷地内道路等が具体的に計画されていたことから、残りの限られたスペースに既存計画と調整して太陽電池モジュールを設置する必要があった。また、E-JUST からは、E-JUST CLUB & MALL は大学関係者だけでなく、地域住民が集まるコミュニティーセンターに位置付けられるため、土地の有効活用及び地域住民に対する高いショーケース効果を求められていた。

上記のような条件から、要請された設置場所及び規模について以下の方針に基づき検討を行った。

- ① 先方からの要請である発電した電力をドミトリーと E-JUST CLUB & MALL で利用可能な計画とする。

¹² 太陽光発電システム：太陽光発電を電気エネルギーに変換し、負荷に適した電力を供給するために構成された装置及びこれらに附属する装置の総体

¹³ 太陽電池モジュール：発光電素子（太陽電池セル）を、耐環境性のため外囲器に封入し、かつ規定の出力をもたせた最小単位の発電ユニット

- ② 発電効率を最大限高めるために、周辺建物からの日影の影響が最小限となる設置場所とする。
- ③ 「エ」国側で計画している E-JUST CLUB & MALL とのデザインにおいて協調を図るとともにコミュニティーセンターという特性を有す敷地であることから、太陽電池モジュール設置場所下部の有効利用を図る。
- ④ 「エ」国側からの設計要望による最低隣棟間隔を 10m 以上確保する。
- ⑤ ショーケース効果に配慮しながら、太陽電池モジュールは高い発電効率となるよう設置方位と傾斜角を検討して計画する。

上記の方針及び E-JUST との検討及び協議の結果、E-JUST CLUB & MALL 敷地内の設置場所については利用出来るスペースが限定的であること及び既存施設の配置計画等から太陽電池モジュールが設置可能な場所は、図 3-2-1-1 に示すように 3 箇所となった。これは、先方からの要請である発電容量 400kW が確保可能な規模である。

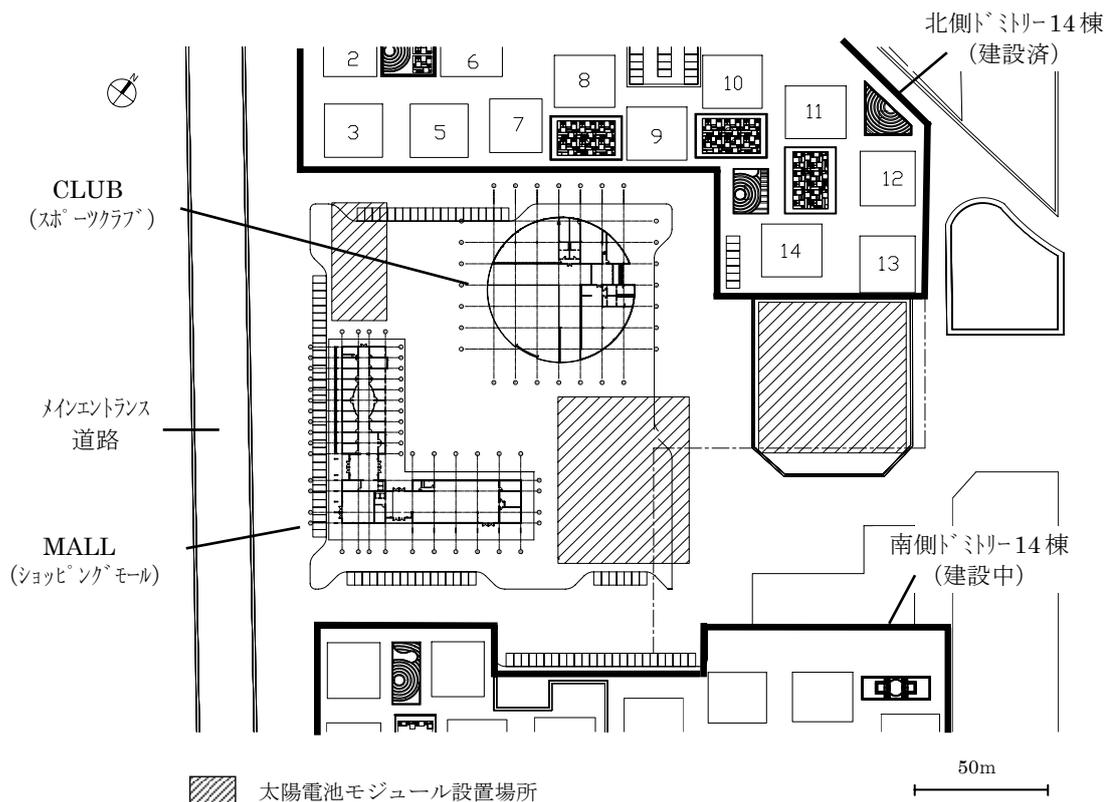


図3-2-1-1 太陽電池モジュール設置場所

3) 設計の全体指針

本プロジェクトの基本設計を行うに当たっては、以下の指針に基づくこととした。

- ① 「エ」国においては、系統連系型太陽光発電に関する逆潮流、売電の実績及び制度がないこと等から、逆潮流を行わない系統連系型太陽光発電システムを計画する。
- ② 逆潮流においては、「エ」国の系統連系（逆潮流を含む）型太陽光発電システムの法制度が整い次第、実施したいとの先方の意向に配慮し、逆潮流に関わる機材（逆電力継電器、周波数上昇継電器、単独運転検出）及び技術支援を行う計画とする。
- ③ E-JUST CLUB & MALLにおける太陽光発電システムと既存の配電系統との系統連系にあたっては、日本の系統連系規定の高圧連系の技術要件に準拠したシステム計画とする。北側ドミトリー、南側ドミトリーにおいては低圧により系統連系となることから、同規定の低圧連系の技術要件に準拠したシステム計画とする。どちらの系統連系方式とした場合においても、配電線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 高圧連系の技術要件に準拠した系統連系を行うためには受変電設備内に地絡過電圧保護装置を、また逆潮流なしとするためには逆電力継電器を設置する必要がある。さらに負荷側の力率を85%以上とするために力率改善用コンデンサー等も設置する必要がある。しかし、E-JUST CLUB&MALLの受変電装置の設計、設置はE-JUSTの所挙であることから、これらを装備した受変電装置の設置はE-JUST負担範囲とする。一方、北側ドミトリー、南側ドミトリーについては低圧連系の技術要件に準拠した系統連系とすることから、逆電力継電器を装備した低圧連系盤を設けて、系統連系を行う計画とする。
- ⑤ 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上記受変電設備の低圧側に計画する。
- ⑥ 逆潮流なしの系統連系を行うため、施設側の電力消費が少ない時期・時間においても、逆潮流が生じないように買電電力を監視しながらパワーコンディショナ¹⁴の出力制御が可能なシステム設計とする。
- ⑦ E-JUST CLUB & MALLは多くの訪問者が想定されるため、架構体は採光、風雨等に留意した計画とする。
- ⑧ 発電電力供給先は、当初は既存北側ドミトリーのみとし、E-JUST CLUB & MALLの建設終了後に先方負担にてE-JUST CLUB & MALL及び南側ドミトリーに接続を行なう計画とする。
- ⑨ 将来逆潮流に関する法制度が整い、逆潮流が可能となった場合には、設置済みの逆

¹⁴ パワーコンディショナ：インバータ、系統連系保護装置、自動運転制御装置などを内蔵し、太陽電池モジュールからの電力を所定の交流電力に変換し、系統と連系運転を行なうための装置

電力継電器の機能を停止することにより逆潮流ありへの対応が可能な計画とする。
また逆潮流ありに伴う売電メータの設置は、AEDCの所挙にて行うこととする。

- ⑩ 配電線路の再閉路による太陽光発電システムを含めた施設側電気設備への被害防止対応は、パワーコンディショナ内に有する能動方式及び受動方式による単独運転検出機能によりそれぞれがインバータ二次側の遮断器またはゲートブロックを動作させ、連系より解列する方式とする。

3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

1) 標高

本プロジェクトにおいて調達される機材が設置、運用される対象サイトの高度は、標高7m程度であることから、計画機材の高度・気圧に関する仕様は標準仕様での設計を行う。

2) 日射量・気温

図3-2-1-2に示す現地調査での観測値の平均値は、約3.3kWh/m²/dでNASAの1月～2月のデータの平均値3.49kWh/m²/dと近似する。なお、エジプト気象庁(Egyptian Meteorological Authority : EMA)より報告されている日射量(表3-2-1-1)もNASAの数値と同一である。

上記の事項より、本サイトの太陽光発電システムによる年間発電電力量は、EMA及びNASAの提供データを採用し、影の影響のシミュレーション結果を反映して試算する。

表3-2-1-2のNASA平均気温データに示すように、年間の気温の推移は、14℃前後から26℃前後である。太陽電池モジュールの一般的使用温度条件である「-20℃～45℃」内であり、太陽電池モジュールの表面温度上昇による出力低下には影響を及ぼさない範囲である。また、主要システム構成機器であるパワーコンディショナの一般的使用温度条件、-10℃～+40℃から判断し、計画機材は標準仕様で対応可能なことから、特別な配慮は行わないものとする。

なお、日射量及び平均気温について、E-JUST CLUB & MALL敷地に隣接する既存ドミトリー屋上で測定を行った実測結果は図3-2-1-2の通りである。

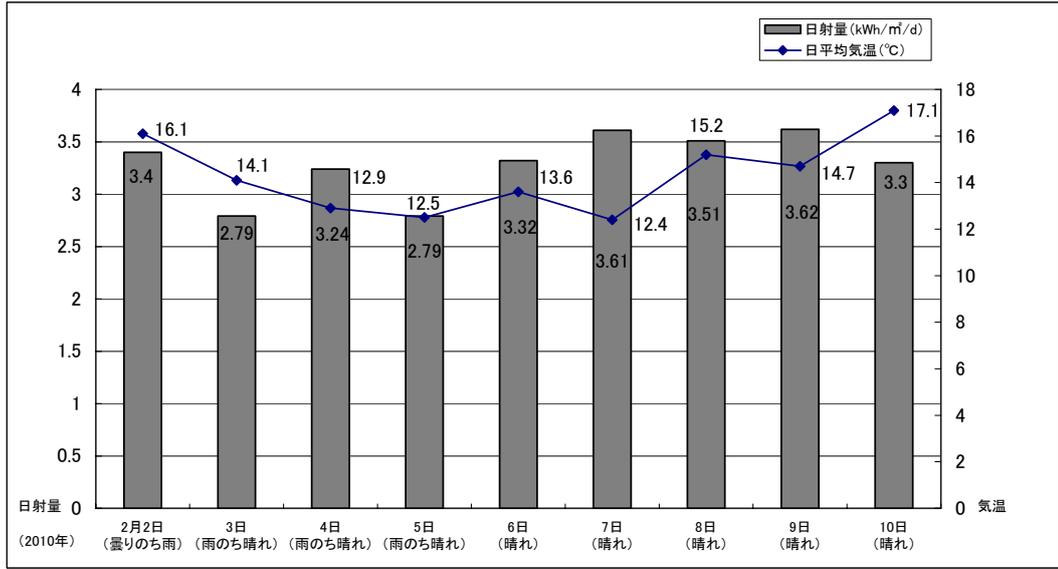


図3-2-1-2 E-JUST サイト日射量・外気温度実測データ

表3-2-1-1 アレキサンドリア市月間平均日射量・平均気温データ (EMA)

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
日射量 (kWh/m ² /d)	3.04	3.94	5.32	6.62	7.56	8.36
月平均気温(°C)	14.85	14.43	15.61	18.40	21.15	24.36

月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
日射量 (kWh /m ² /d)	8.13	7.48	6.38	4.94	3.54	2.80	5.68
月平均気温(°C)	26.36	26.90	25.65	22.97	19.80	16.46	20.58

出典：「エ」国気象庁

表3-2-1-2 アレキサンドリア市月間平均日射量・平均気温データ (NASA)

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
日射量 (kWh/m ² /d)	3.04	3.94	5.32	6.62	7.56	8.36
月平均気温(°C)	14.8	14.4	15.6	18.4	21.1	24.3

月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
日射量 (kWh /m ² /d)	8.13	7.48	6.38	4.94	3.54	2.80	5.68
月平均気温(°C)	26.3	26.9	25.6	22.9	19.8	16.4	20.6

出典：NASA, Alexandria (Lat.31.5° ,Long.30.5°), 日射量は水平面日射量 (kWh/m²/d) を示す

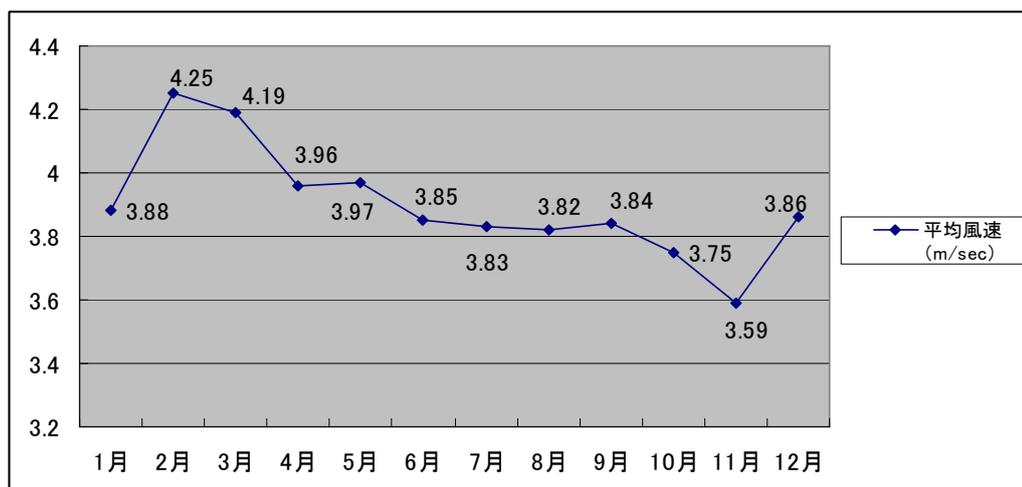
3) 地震

「エ」国では 1992 年 10 月にカイロ(アレキサンドリアより南東に約 200km)の南 18km の町で M5.3 の地震が発生したが、プロジェクトサイトが位置するアレキサンドリア周辺では、14 世紀以降、建物が崩壊するような地震は記録されていない。

系統連系型太陽光発電システムを構成する太陽電池モジュールの支持架台、支持ボルトの強度計算にあたっては、「JIS C8955 太陽電池アレイ用支持物設計基準」に準じて、長期荷重として固定荷重(パネル、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。

4) 風

EMA より報告されている最近 3 年間の平均風速は図 3-2-1-3 に示す通り、年平均 3.9m/sec であるが、「エ」国の設計基準によるとアレキサンドリアの設計風速は 36m/秒であることから、特に架構体への風圧の影響が大きいことに鑑み、太陽電池モジュール本体の風に対する耐力及び支持架台、基礎アンカーボルト、基礎の強度計算は設計風速 36m/秒相当として設計を行う。また、計画対象サイトが比較的海岸に近い位置にあって「地表面粗度区分Ⅲ」に属することを考慮し、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は 1,300N/m²として設計を行う。



出典：「エ」国気象庁、風速は地表面より 10m における平均風速 (m/sec) を示す

図3-2-1-3 アレキサンドリア市平均風速データ (EMA)

5) 降雪

アレキサンドリア市においては降雪の記録はないことから、積雪荷重は見込まない。

6) 降雨

気象庁のデータによれば、アレキサンドリア地区の年間降水量は、120mm 程度である。これは、東京の年間降水量の 1/10 以下、太陽電池モジュールに対し、若干の洗浄効果が期待できる程度であるため、屋外電気機器について浸水被害等に対する特別な配慮は行わないものとする。

7) 落雷

アレキサンドリア地区の雷雲の発生は 11 月から 3 月に集中し年に 7 回程度の落雷が観測されているが具体的な被害はない。しかし、一般的に、誘導雷によって電気、電話線等を通じて異常電流・電圧がコンピュータや電子機器に進入し、故障を引き起こす例が報告されている。本計画では、パワーコンディショナ、計測監視装置、大型ディスプレイについて、既存の電気、電話線等を通じて異常電流・電圧の影響を受けないよう避雷器、避雷素子等を設置する計画とする。

8) 地盤

先行している E-JUST CLUB & MALL の既存施設の設計条件と同様に、地盤の強度を 15 t/m² として、建設する架構体の基礎形式は直接基礎（独立基礎）とする。

9) 塩害

本プロジェクトの対象サイトには地中海から直線距離で約 8km と内陸部であり、潮風などによる塩害の被害は報告されておらず、計画機材は標準仕様で対応可能なことから、特別な配慮は行わないものとする。

10) 砂嵐

2月下旬から5月上旬にかけて西風による砂嵐がしばしば発生し視界不良に見舞われる。本地の砂(土)は微粒子であり、屋外に機器を設置する場合は砂塵除去の対策が必要である。陸屋根に設置する太陽電池モジュールに対する対策は清掃による保全とし、そのための散水栓とメンテナンス用通路を太陽電池モジュールの周囲に設置する。また、電子機器であるパワーコンディショナは空調設備あるいは換気設備を完備した室内に設置し、砂塵被害を極力防止する。

3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

昨今、世界的規模で温室効果ガス排出削減が課題となり、再生可能エネルギー活用へのニーズは増大する社会情勢にある。特に「エ」国では電力不足が予測される中で、まだ再生可能エネルギーに対するインフラの整備及びそのための優遇政策などがとられていない国情にある。これを念頭に置き、本プロジェクトの協力対象範囲としては必要最小限の施設規模を前提にしながら、「エ」国の再生可能エネルギー普及、促進に繋がるようにショーケース効果の向上にも配慮し、計画、設計を行う。

3-2-1-4 建設事情/調達事情若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、架台工事、電気工事、照明設備工事、空調設備工事、給水工事、消火設備及び機器の取付等の作業が発生する。「エ」国には契約と雇用、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。架構体設置に関しては、架構体そのものは「エ」国における建築物に該当しないことから「エ」国建築基準法の適用対象外であるため、先方の指示により、協力国である日本の基準により設計を行うこととする。ただし、建設許可に関しては関係部署に設計図書を提出し構造設計の審査を受けることとなるため、「エ」国の関連法規を参考とする。

2) 調達機器や材料に関する技術指針、基準、規格等

本プロジェクトにおいて調達対象となる機器や材料などの設計・調達・製作に関しては、以下の諸機関から発行されている国際規格及び日本国内規格を適用する。

- IEC 規格 (IEC61215、IEC61646、IEC61730-1 及び IEC61730-2)
- 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 (日本)
- 系統連系規程 (日本)

- 電気事業法（日本）
- 電気設備技術基準（日本）

3) 据付工事において準拠すべき設計基準

本プロジェクトにおいては、系統連系型太陽光発電システム及びその附属機器の設置に必要な土木・建築・電気設備・空調設備・給水設備工事が想定される。先方の指示により「エ」国内の土木、建築、電気設備工事、空調設備工事及び給水設備工事にかかわるガイドライン等を参考にしながら、協力国である日本の規格・基準に従って計画、設計を行う。ただし、先方の指示による消火設備工事については「エ」国の基準に則した計画とする。

3-2-1-5 現地業者（建設会社、コンサルタント）の活用に係る方針

「エ」国においては、これまで系統連系型太陽光発電システムの設置例は少なく、現地据付工事業者は、本プロジェクトで導入されるような機器の据付実績が殆ど有していないため、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、系統連系型太陽光発電システムの設置については、実績のある日本等からの技術者指導の下、現地業者の活用を図る計画とする。なお、据付工事の土木工事部分、物資の輸送等、実施可能な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・維持管理に対する対応方針

本プロジェクトで計画している系統連系型太陽光発電システムの導入に当たり、E-JUST では職員の中より主務者として 4 名の技術スタッフ、4 名のセキュリティースタッフ及び 8 名程度の実務担当者を選任し、運営・維持管理体制を構築し、運営・維持管理を行う予定である。

構成要員中、保守・管理の 4 名の主務者は、各々、自動制御を専門とする電気技術者、通信を専門とする電気・通信技術者、化学技術者及び土木技術者であり、科学技術及び技能に関するバックグラウンドと経験を有している。しかし、系統連系型太陽光発電システムは彼らにとって初めて導入するシステムであるため、同システム（太陽電池モジュール、パワーコンディショナ、系統連系システムなど）については知見を有していない。

このため、新たに導入するシステム、機器の運用・保守にあたって求められる技術と技能の習得が必要なことから、教育訓練を十分に行う必要がある。その方法は、機器を据え付けたメーカーによる初期操作指導及びコンサルタントによるソフトコンポーネントとする。

3-2-1-7 施設・機材等のグレードの設定に係る方針

本プロジェクトは効果の継続的な発現が要求されるため、調達機材ならびに架構体は汎

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、架構体は一般的な工法を用いて安全で維持管理しやすいことを考慮し、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¹⁵、アモルファス系シリコン¹⁶、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、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、各設置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並びに太陽電池モジュール設置下部の採光の要否などを考慮して計画する。

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及び架台を支える柱及び基礎については、現地で一般的な工法である鉄筋コンクリート造を基本として採用し、現地工法により建設する。

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、計測監視装置等の個々の機材を接続した系統連系型太陽光発電システムを構築するためにそれぞれ機材同士の接続が担保されなければならないこと。
- ② 「エ」国で初めて大規模の系統連系型太陽光発電システムを導入するため、導入後の運営・維持管理を見据えたサポート体制が構築される必要があること。
- 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 本無償資金協力の系統連系型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き、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及び電気工事や通信工事に資機材（ケーブル等）等については「エ」国における供給量・品質共に問題ないため、現地調達品を採用することによってコスト削減を図る。

¹⁵ 結晶系シリコン：構成原子が規則正しく並んでいる状態を結晶と呼び、こうした状態にあるシリコンのことをいう

¹⁶ アモルファス系シリコン：アモルファスとは、結晶状態になく秩序を持たない個体の状態、すなわち非結晶のことをいい、非結晶状態にあるシリコンをいう

