
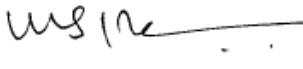



**MINUTES OF UNDERSTANDING  
ON TECHNICAL MATTER  
FOR  
PREPARATORY SURVEY ON THE PROJECT FOR  
CLEAN ENERGY PROMOTION USING SOLAR  
PHOTOVOLTAIC SYSTEM  
IN  
NEPAL**

**among  
JICA Consultant Survey Team  
and  
Kathmandu Valley Water Supply Management Board  
(Responsible Organization)  
and  
Kathmandu Upatyaka Kanepani Limited  
(Implementing Agency)  
and  
Nepal Electricity Authority  
and  
Alternative Energy Promotion Center**


**Kathmandu  
December 4, 2009**


  
\_\_\_\_\_  
Mr. Deepak BISTA  
Sub-Team Leader,  
JICA Consultant Survey Team  
Nippon Koei Co., Ltd.

  
\_\_\_\_\_  
Mr. Hari Prasad Dhakal  
Executive Director,  
Kathmandu Valley Water Supply  
Management Board (KVWSMB)

  
\_\_\_\_\_  
Mr. Rudra Gautam  
Managing Director,  
Kathmandu Upatyaka Khanepani Limited (KUKL)

Witnessed by:

  
\_\_\_\_\_  
Mr. Kul Man Ghising  
Manger,  
Nepal Electricity Authority (NEA)

  
\_\_\_\_\_  
Mr. Surya Kumar Sapkota  
Sr. Planning Officer,  
Alternative Energy Promotion Center (AEPC)

The Consultant Survey Team (JICA survey team) of the Japan International Cooperation Agency (JICA), which is headed by Mr. Tomoyasu FUKUCHI, conducted the 2nd site survey from October 1 to today and continues the survey till October 26 and again will conduct the survey from November 17 to December 27, 2009. The understanding among Kathmandu Valley Water Supply Management Board (KVWSMB), Kathmandu Upatyaka Khanepani Limited (KUKL), Nepal Electricity Authority (NEA) and Alternate Energy Promotion Center (AEPC), on the 2nd site survey, the parties confirmed the following matters.

1. **Installation Site and Interconnection** : The Photovoltaic (PV) power generation interconnected with NEA grid is decided to install at Dhobighat water storage pond (KUKL Dhobighat site), synchronizing with NEA grid at Sundarighat Water Treatment Plant site with to separate feeder namely Kirtipur Feeder from Take substation and Ropeway Feeder from Siuchatar Substation.
2. **Installation Capacity** : The installation capacities of PV panel is planned to be 200 kWp at Dhobighat site.  
The Consultant team, however, will report the strong request of KUKL/KVWSMB that even though the Paniphokhari site is dropped out, the decided total budget should be used for Dhobighat site increasing installation capacity.
3. **Process of Licensing** : From the Electricity Act 1992, Provided that no license shall be required to be obtained by national or a corporate body for the generation, transmission or distribution of electricity up to 1,000 kW and for conducting necessary survey thereof. Before generating transmitting or distributing hydroelectricity of the capacity ranging from 100 kW to 1000 kW, information to that effect shall be given to the prescribed officer in a manner as prescribed. From this, KVWSMB submitted information letter to Department of Electricity Development Board (DoED) for proposed ON grid PV power generation system interconnecting with NEA grid, through and the line ministry on 12th October 2009 for prior notice. KUKL/KVWSMB will inform and provide copy of approval letter from DoED to JICA survey team as soon as possible. For this, if incase KUKL/KVWSMB needs to submit technical information related to PV power generation system interconnecting with NEA grid, JICA survey team will assist.
4. **Process of Interconnection and Power Purchase Agreement (PPA) with NEA** : After getting License or Permission to install PV power generation system interconnecting with NEA grid, KUKL/KVWSMB will submit required documents to NEA for PPA and connection agreement after signing E/N. For this, JICA survey team will provide the related technical support on PV power generation and interconnection to NEA grid.



2



5. **Environment Protection** : The KUKL/KVWSMB submitted the information letter of PV power generation interconnecting with NEA grid to the Ministry of Environment (MoE) through line ministry for their study to verify the requirement of EIA or IEE. The MoE forwarded the letter to Alternate Energy Promotion Center (AEPC) for their record and information on 13th October 2009.

From the meeting held on 29th November 2009, at KUKL, it is understood that for renewable energy projects, EIA or IEE has not been carried out up to date. For further detail KUKL/KVWSMB is enquiring to MoE.

6. **Energy Meter (WHM)** : From the meeting held on 29th November 2009 at KUKL, confirmed that should install one bidirectional energy meter to record import and export of power and one check meter at each NEA feeder. For this, KUKL/KVWSMB shall write a letter to get required specifications of Energy Meter (WHM) and its component/instrument from NEA and provide information to JICA survey team until 21st December 2009.

7. **Tax procedures** : The KUKL/KVWSMB need to apply for tax exemptions to Ministry of Finance after E/N through their line Ministry. If in case tax is required than KUKL/KVWSMB and line Ministry will take responsibility and will arrange as per rule of Federal Government of NEPAL.

8. **Stockyard** : The place of the stockyard to store the materials and equipment to be installed at the sites will be designated. The stockyard shall be secured good access, security and space enough to work for loading and unloading, and inspection of them. The required space will be informed after finalization of detailed deign.

9. **3rd Site Survey** : The 3rd site survey is scheduled to be conducted in February 2010.

End



第 3 次現地調査 Minutes of Discussion

Minutes of Discussions  
on  
the Preparatory Survey (Outline Design)  
on  
The Project for Introduction of Clean Energy by Solar Electricity Generation System  
in  
Nepal

(Explanation on Draft Final Report)

In December 2009, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched the Preparatory Survey Team on the Project for Clean Energy Promoting Using Solar Photovoltaic System (hereinafter referred to as "the Program") in Nepal, and through discussions, field survey and technical examination of the results of the survey in Japan, JICA prepared a Draft Final Report of the Outline Design.

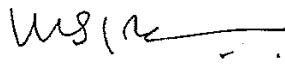
In order to explain and to consult with the concerned officials of the Government of Nepal on the component of the Draft Final Report, JICA sent Nepal the Preparatory Survey Team for Draft Final Report Explanation (hereinafter referred to as "the Team"), which is headed by Mr. Toru TAKE, Senior Representative of JICA Nepal Office, from March 20<sup>th</sup> to 27<sup>th</sup>, 2010.

As a result of discussion, both sides confirmed the main items described on the attached sheets.

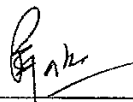
KATHMANDU, March 25, 2010



Mr. Toru TAKE  
Leader  
Preparatory Survey Team  
Japan International Cooperation Agency



Mr. Hari Prasad Dhakal  
Executive Director  
Kathmandu Valley Water Supply Management Board



Mr. Rudra Gautam  
Managing Director  
Kathmandu Upatyaka Khanepani Limited

Witnessed by:



Mr. Kul Man Ghising  
Manager  
Power Trade Department  
Nepal Electricity Authority

## ATTACHMENT

### 1. Components of the Draft Final Report

Kathmandu Valley Water Supply Management Board (hereinafter referred to as "KVWSMB") and Kathmandu Upatyaka Khanepani Limited (hereinafter referred to as "KUKL") agreed and accepted in principle the components of the Draft Final Report explained by the Team.

### 2. Program Grant Aid for Environment and Climate Change of the Government of Japan

The Nepalese side understood components of the Minutes of Discussion signed by both sides on 23<sup>rd</sup> July, 2009 (hereinafter referred to as "the previous M/D"), and would take the necessary measures confirmed on the previous M/D for smooth implementation of the Program following procedures of the Program Grant Aid for Environment and Climate Change of the Government of Japan as shown in **Annex-1**.

### 3. Confirmation of progress made for the previous M/D

#### 3.1. Project site and capacity of PV module

Both sides confirmed that project site is Dhobi Ghat Reservoir. The Team explained that the capacity of PV module can be increased up to 350 kW by the result of outline design and cost estimation. Nepalese side accepts the change.

#### 3.2. Official permission to set the PV system on the site for the Program

Both sides confirmed completion of necessary procedures for official permission from related organizations to set the PV system in the project site.

### 4. Items of Equipment to be procured

The Team explained that the items of equipment to be procured as shown in **Annex-2** based on the result of the Preparatory Survey conducted in August 2009. After discussion, both side confirmed to procure the major equipment such as PV module, Power Conditioner and Transformer should be products of Japan, and products of third country are acceptable for other equipment.


### 5. Procurement Process of the Program

Both sides reconfirmed that procurement process would be supervised by the Procurement Agent (hereinafter referred to as "the Agent") with necessary consultation by the Consultative Committee (hereinafter referred to as "the Committee"). And both sides also reconfirmed roles of the Agent as follows;

- (1) The Agent renders the services stipulated in the provisions of the G/A as well as the E/N for the Program;



1



- (2) The Agent will undertake the procurement procedure necessary for the Program according to the provisions of the G/A and E/N and any other concerned guidelines
- (3) JICA will provide the draft Final Report and Final Report to the Agent; and
- (4) The Agent will commence the procurement according to the contents of the Final Report of the Outline Design.

The Team explained that if tender price exceeds the amount agreed on G/A and E/N, quantity or/and items of the equipment would be reduced until the cost for the Program comes down to the amount agreed on G/A and E/N.

The Nepalese side agreed that if there is a remaining amount of the cost for the Program after tenders, additional items of equipment would be procured based on priorities which were set in the Final Report.

The Nepalese side also understood that decision on addition or reduction of the equipment to be procured would be made through necessary consultation among members of the Committee.

#### 6. Project Cost

The Nepalese side agreed that the cost for the Program should not exceed the upper limit of amount agreed on in E/N. Both sides also confirmed that the cost for the Program contains procurement cost of equipment, the cost for transportation up to the site for the Program, installation cost, the Agent fee, and the cost for soft component for the technical support of operation and maintenance of equipment.

#### 7. Confidentiality of the Program

##### (1) Detailed specifications of the Facilities

Both sides confirmed that all the information related to the Program including detailed drawings and specifications of the facilities and equipment and other technical information shall not be released to any outside parties (i.e. outside of JICA, Nepalese side and the Agent) before conclusion of all the contract(s) for the Program.

##### (2) Confidentiality of the Cost Estimation

The Team explained the cost estimation of the Program as described in Annex-3. Both sides agreed that the cost for the Program Estimation should never be duplicated or released to any outside parties (i.e. outside of JICA, Nepalese side and the Agent) before tender for the Program. The Nepalese side understood that the cost for the Program Estimation attached as Annex-3 is not final and is subject to change by the result of examination through revision of the Outline Design Study.

#### 8. The Consultative Committee

The Nepalese side understood that the KVWSMB will chair the Committee in order to facilitate consultation and procurement process. The Terms of Reference of the Committee was settled in Annex-8 of the previous M/D.

The members of the Committee are as follows:

The image shows four handwritten signatures in black ink, arranged horizontally. The first signature on the left is a stylized 'M' with a horizontal line through it, and a small number '2' is written below it. The second signature is a simple, cursive 'B'. The third signature is a cursive 'W'. The fourth signature on the right is a cursive 'A'.

- (1) Representative(s) of KVWSMB (Chair)
- (2) Representative(s) of KUKL
- (3) Representative(s) of Ministry of Finance
- (4) Representative(s) of Ministry of Physical Planning and Works
- (5) Representative(s) of JICA Nepal Office

The first meeting of the Committee shall be held after the signing of the contract between the Agent and the consultant. Further meetings shall be held upon request of either the Nepalese side or the Japanese side. The Procurement Agent may advise both sides on the necessity to call a meeting of the Committee.

## 9. Other Relevant Issues

### 9.1. Undertakings required by the Nepal Country

The Team requested the Nepalese side to abide by the following undertakings by the Nepalese side in addition to major undertakings described in the previous M/D. The Nepalese side agreed to do so.

#### (1) Land usage for PV system

The owner of the land for the following equipment and materials for PV system is KVWSMB and the implementation organization is KUKL. Therefore, the Nepalese side has reconfirmed that there is no objection for the implementation of the Program.

- 1) for PV Modules
- 2) for underground cables between equipments
- 3) for Power house
- 4) for Temporary stockyard

#### (2) Generated Energy by PV system

The purchased tariff of power generated by PV system shall be determined by the end of March, 2011 by Nepalese side. The Japanese side shall assist the Nepalese side through soft component during the implementation of the Program.

#### (3) Environmental and Social Considerations

The Nepalese side shall finalize about the issue related with IEE/EIA as soon as possible (by the end of April 2010 at the latest) and shall apply for IEE/EIA after the final report is submitted if required. Nepalese side will inform JICA Nepal Office about outcome of the process.

#### (4) Application of the Related Laws and Regulations

The Nepalese side agreed the structural design for the installation of PV system shall comply with the Architectural Regulation in Japan and Nepal.

Electrical design for Grid-connected PV system should be done in accordance with JIS/IEC.

The Nepalese side agreed that the KUKL shall be responsible for the application of related

laws and regulations for the operation of the PV system for interconnection with the distribution lines before commissioning of the Program. The Japanese side shall assist the Nepalese side to introduce necessary procedures through soft component during the implementation of the Program.

(5) Customs and Tax Exemption

The Nepalese side agreed that the KVWSMB shall be responsible for the exemption and/or reimbursement of all customs, tax, levies and duties incurred in Nepal for the implementation of the Program.

(6) Assignment of Counterpart Personnel

1) Overall project management

The Nepalese side assigned following personnel for overall project management and coordination in each organization.

KVWSMB :Mr. Hari Prasad Dhakal, Executive Director  
KUKL :Mr. Tilak Mohan Bhandari, Acting Manager

2) Soft Component

The Nepalese side agreed to assign necessary personnel in accordance with the soft component plan proposed by the Team.

The Nepalese side assigned the focal Counterpart Personnel for the soft component.

- KVWSMB: Mr. Pushkar Koirala, Engineer
- KUKL: Mr. Tilak Mohan Bhandari, Acting Manager  
Mr. Indra Kumar Maharjan, Electrical Engineer
- NEA: Mr. Kul Man Ghising, Manager
- AEPC: Mr. Surya Prasad Sapkota, Planning Officer

Other personnel will be assigned from each organization as required at the time of installation.

9.2. Ownership and Operation and Maintenance (O&M) Responsibilities of Equipments

The Nepalese side has reconfirmed that the KVWSMB is the owner of Equipment and responsible for securing necessary budget and personnel for Operation and Maintenance (O&M) of Grid-connected PV system procured and installed under the Program. The Nepalese side confirmed that the Equipments procured under the Program shall be operated and maintained by KUKL and KVWSMB will guarantee it.

<List of Annex>

Annex-1 Program Grant Aid for Environment and Climate Change of the Government of Japan

Annex-2 List of Equipments

Annex-3 Project Cost Estimation (Confidential)



Program Grant Aid for Environment and Climate Change  
of the Government of Japan  
 (Provisional)

The Grant Aid provides a recipient country (hereafter referred to as “the Recipient”) with non-reimbursable funds to procure the facilities, equipment, and services (engineering services and transportation of the products, etc.) for economic and social development of the country under principles in accordance with relevant laws and regulations of Japan. The Grant Aid is not supplied through the donation of materials as such.

Based on “Cool Earth Partnership” initiative of the Government of Japan, the Program Grant Aid for Environment and Climate Change (hereafter referred to as “GAEC”) aims to mitigate effects of global warming by reducing GHGs emission (mitigation; e.g. improvement of energy efficiency) and to take adaptive measures (adaptation; e.g. measures against disasters related to climate change, including disaster prevention such as enhancing disaster risk management). GAEC may contain multiple components that can be combined to effectively meet these needs.

1: Procedures for GAEC

GAEC is executed through the following procedures.

Preparatory Survey 1	Preparatory Survey for project identification conducted by Japan International Cooperation Agency (JICA)
Application	Request made by a recipient country
Appraisal & Approval	Appraisal by the Government of Japan and Approval by the Cabinet
Determination of Implementation	The Notes exchanged between the Government of Japan and the Recipient Country
Grant Agreement (hereinafter referred to as the “G/A”)	Agreement concluded between JICA and the Recipient
Preparatory Survey 2	Preparatory Survey for design conducted by JICA
Implementation	Procurement through the Procurement Agency by the Recipient

Firstly, if the candidate project for a GAEC is identified by the Recipient and the Government of Japan, the Government of Japan (the Ministry of Foreign Affairs) examines it whether it is eligible for GAEC. When the request is deemed appropriate, JICA, in consultation with the Government of Japan, conducts the Preparatory Survey (hereafter referred to as “the Survey”) on the candidate project as Phase 1 of the Survey with Japanese consulting firms.

Secondly, the Recipient submits the official request to the Government of Japan, while the appropriateness, necessity and the basic components of the Program are examined in the course of Phase 1 of the Survey,

Thirdly, the Government of Japan appraises the Program to see whether it is suitable for Japan's GAEC, based on the Survey report prepared by JICA, and the results are then submitted to the Cabinet for approval.

Fourthly, the Program, once approved by the Cabinet, becomes official with the Exchange of Notes (E/N) signed by the Governments of Japan and the Recipient.

Fifthly, JICA engages Grant Agreement (G/A) with the Recipient and executes the Grant by making payments of the amount agreed in the E/N and strictly monitors that the funds of the Grant are properly and effectively used.

Procurement Management Agent is designated to conduct the procurement services of products and services (including fund management, preparing tenders, contracts) for GAEC on behalf of the Recipient. The Agent is an impartial and specialized organization that will render services according to the Agent Agreement with the Recipient. The Agent is recommended to the Recipient by the Government of Japan and agreed between the two Governments in the Agreed Minutes ("A/M").

## 2. Preparatory Survey

### 1) Contents of the Survey

The purpose of the Preparatory Survey (hereafter referred to as "the Survey"), conducted by JICA on a requested project (hereafter referred to as "the Project"), is to provide the basic document necessary for the appraisal of the Project by the Government of Japan. The contents of the Survey are as follows:

- Confirmation of background, objectives, and benefits of the Project and institutional capacity of agencies and communities concerned of the Recipient necessary for project implementation.
- Evaluation of relevance of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme for Environment and Climate Change from a technical, social, and economic point of view.
- Confirmation of items agreed upon by both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of the design of the Project and reference document for tender.
- Estimation of cost for the Project.

The contents of the original request will be modified, as found necessary, in the design of the Project according to the guidelines of Japan's Grant Aid scheme.

The Government of Japan requests the Government of the Recipient to take whatever measures necessary to ensure its responsibility in implementing the Project. Such measures must be guaranteed even if they may fall outside the jurisdiction of the implementing organization of the Recipient. This has been confirmed by all relevant organizations of the Recipient through the Minutes of Discussions.

### 2) Selection of consulting firms

For the smooth implementation of the Survey, JICA will conduct the Survey with registered consulting firms. JICA selects the firms based on proposals submitted by firms with interest in implementing the Survey. The firms selected will carry out the Preparatory Survey and

prepare a report, based on the terms of reference set by JICA.

3. Implementation of GAEC after the E/N

1) Exchange of Notes (E/N)

The content of GAEC will be determined in accordance with the Notes exchanged by the two Governments concerned, in which items including, objectives of the project, period of execution, conditions and amount of the Grant Aid are confirmed.

2) Details of Procedures

Details of procedures on procurement and services under GAEC will be agreed between the authorities of the two governments concerned at the time of the signing of the G/A.

Essential points to be agreed are outlined as follows:

- a) JICA will supervise the implementation of the Project.
- b) Products and services will be procured and provided in accordance with JICA's "Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change."
- c) The Recipient will conclude a contract with the Agent.
- d) The Agent is the representative acting in the name of the Recipient concerning all transfers of funds to the Agent.

3) Focal points of "Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change"

a) The Agent

The Agent is the organization, which provides procurement of products and services on behalf of the Recipient according to the Agent Agreement with the Recipient. The Agent is recommended to the Recipient by the Government of Japan and agreed between the two Governments in the A/M.

b) Agent Agreement

The Recipient will conclude the Agent Agreement, in principle, within two months after the signing of the G/A, in accordance with the A/M. The scope of the Agent's services will be clearly specified in the Agent Agreement.

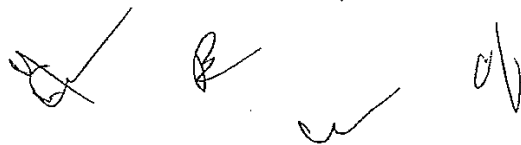
c) Approval of the Agent Agreement

The Agent Agreement is prepared as two identical documents and the copy of the Agent Agreement will be submitted to JICA by the Recipient through the Agent. JICA confirms whether the Agent Agreement is concluded in conformity with the E/N, A/M, and G/A and the Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change then approves the Agent Agreement.

The Agent Agreement concluded between the Recipient and the Agent will become effective after the approval by JICA in a written form.

d) Payment Methods

The Agent Agreement will stipulate that "Regarding all transfers of the fund to the Agent, the Recipient will designate the Agent to act on behalf of the Recipient and issue a Blanket Disbursement Authorization ("the BDA") to conduct the transfer of the fund (hereinafter



referred to as "the Advances") to the Procurement Account from the Recipient Account.

The Agent Agreement will clearly state that the payment to the Agent will be made in Japanese yen from the Advances and that the final payment to the Agent will be made when the total remaining amount become less than three percent (3%) of the Grant and its accrued interests excluding the Agent's fees.

e) Products and Services Eligible for Procurement

Products and services to be procured will be selected from those defined in the G/A.

f) Firm and Consultant

The firm and consultant who would contract with the Agent shall be Japanese Nationals.

The consultants that will be employed to do detail design and supervise the work for the Project, however will be in principle, Japanese nationals recommended by JICA for the purpose of maintaining technical consistency with the Study.

g) Method of Procurement

When conducting the procurement, sufficient attention will be paid to transparency in selecting the firms and for this purpose, competitive tendering will be employed in principle.

h) Tender Documents

The tender documents should contain all information necessary to enable tenderers to prepare valid offers for the products and services to be procured by GAEC.

The rights and obligations of the Recipient, the Agent and the firms supplying products and services should be stipulated in the tender documents to be prepared by the Agent. Aside from this, the tender documents will be prepared in consultation with the Recipient.

i) Pre-qualification Examination of Tenderers

The Agent may conduct a pre-qualification examination of tenderers in advance of the tender so that the invitation to the tender can be extended only to eligible firms. The pre-qualification examination should be performed only with respect to whether the prospective tenderers have the capability of concluding the contracts.

For this, the following points should be taken into consideration:

- (1) Experience and past performance in contracts of similar kind
- (2) Financial credibility (including assets such as real estate)
- (3) Existence of offices and other items to be specified in the tender documents.
- (4) Their potentialities to use necessary personnel and facilities.

j) Tender Evaluation

The tender evaluation should be implemented on the basis of the conditions specified in the tender documents.

Those tenderers which substantially conform to the technical specifications and other stipulations of the tender documents will be judged in principle on the basis of the submitted price, and the tenderer who offers the lowest price will be designated as the successful tenderer.

The Agent will submit a detailed evaluation report of tenders to JICA for its information, while the notification of the results to the tenderers will not be premised on the confirmation by JICA.

k) Additional procurement

If there is any remaining balance after the competitive and/or selective tendering and/or direct negotiation for a contract, and if the Recipient would like to procure additional items, the Agent is allowed to conduct this additional procurement, following the points mentioned below:

(1) Procurement of same products and services

When the products and services to be additionally procured are identical with the initial tender and a competitive tendering is judged not efficient, additional procurement can be conducted by a negotiated contract with the successful tenderer of the initial tender.

(2) Other procurements

When products and services other than those mentioned above in (1) are to be procured, the procurement should be conducted through competitive tendering. In this case, the products and services for additional procurement will be selected from among those in accordance with the G/A.

l) Conclusion of the Contracts

In order to procure products and services in accordance with the guideline, the Agent will conclude contracts with firms selected by tendering or other methods.

m) Terms of Payment

The contract will clearly state the terms of payment. The Agent will make payment from the "advances," against the submission of the necessary documents from the firm on the basis of the conditions specified in the contract. When the services are the object of procurement, the Agent may pay certain portion of the contract amount in advance to the firms on the conditions that such firms submit the advance payment guarantee worth the amount of the advance payment to the Agent.

4) Undertakings required by the Government of the Recipient Country

In the implementation of the Grant Aid Project, the Recipient is required to undertake necessary measures as the following:

- a) To secure land necessary for the sites of the Project and to clear, level and reclaim the land prior to commencement of the Project.
- b) To provide facilities for distributing electricity, water supply and drainage and other incidental facilities in and around the sites.
- c) To ensure all the expense and prompt execution for unloading, customs clearing at the port of disembarkation and domestic transportation of products purchased under the Grant Aid,
- d) To ensure that customs duty, internal taxes and other fiscal levies that may be imposed in the Recipient with respect to the purchase of the Components and the Agent's services will be exempted by the Government of the Recipient.
- e) To accord all the concerned parties, whose services may be required in connection with supply of the products and services under the contracts, such facilities as may be necessary for their entry into the Recipient and stay therein for the performance of their work.

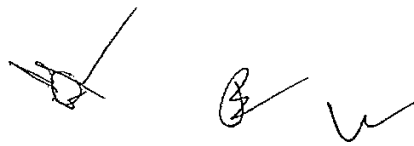
5) "Proper use of funds"



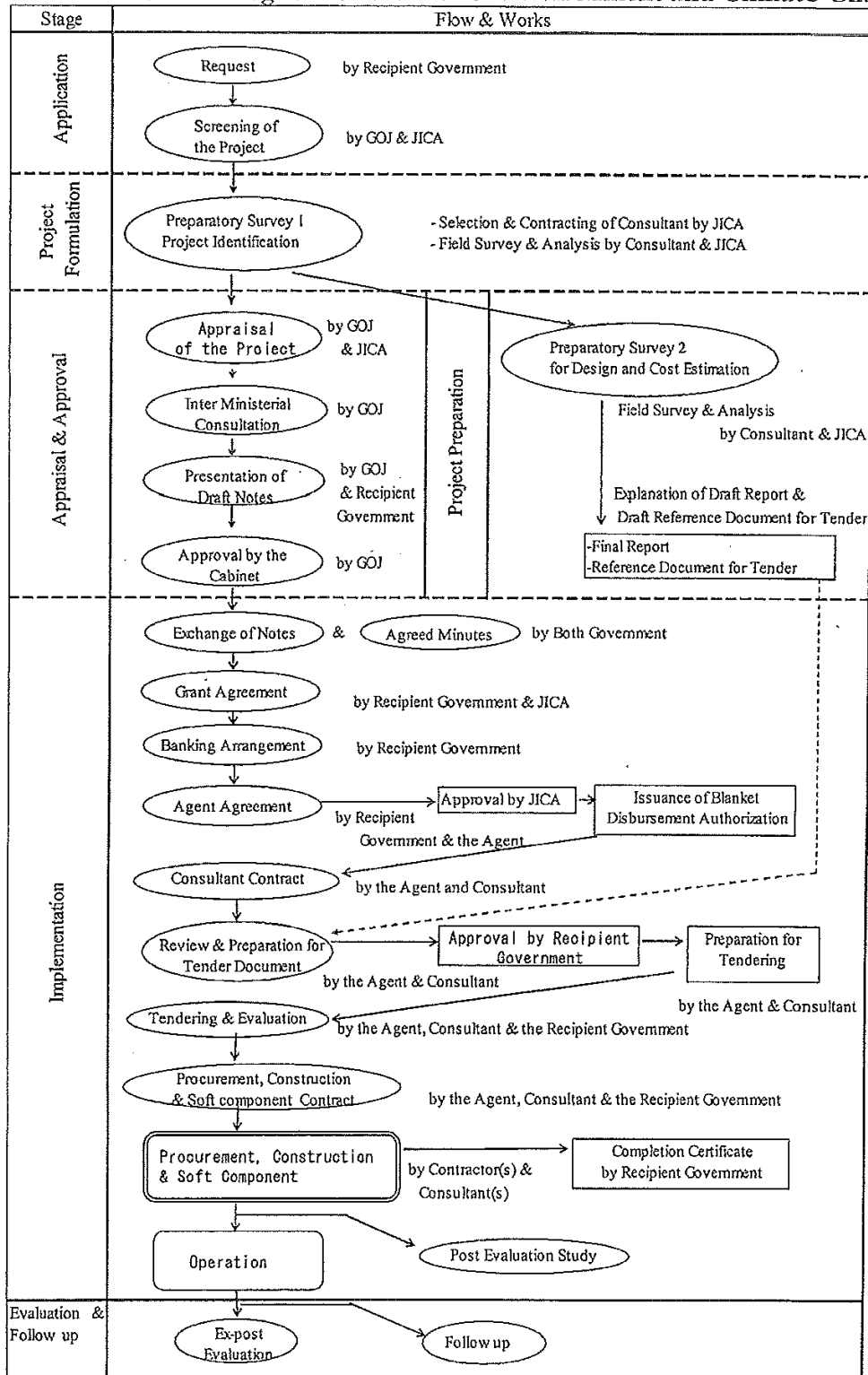
The Recipient is required to operate and maintain the facilities constructed and equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and to assign personnel necessary for this operation and maintenance as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.

6) "Export and Re-export" of products

The products purchased under the Grant and its accrued interest will not be exported or re-exported from the Recipient.

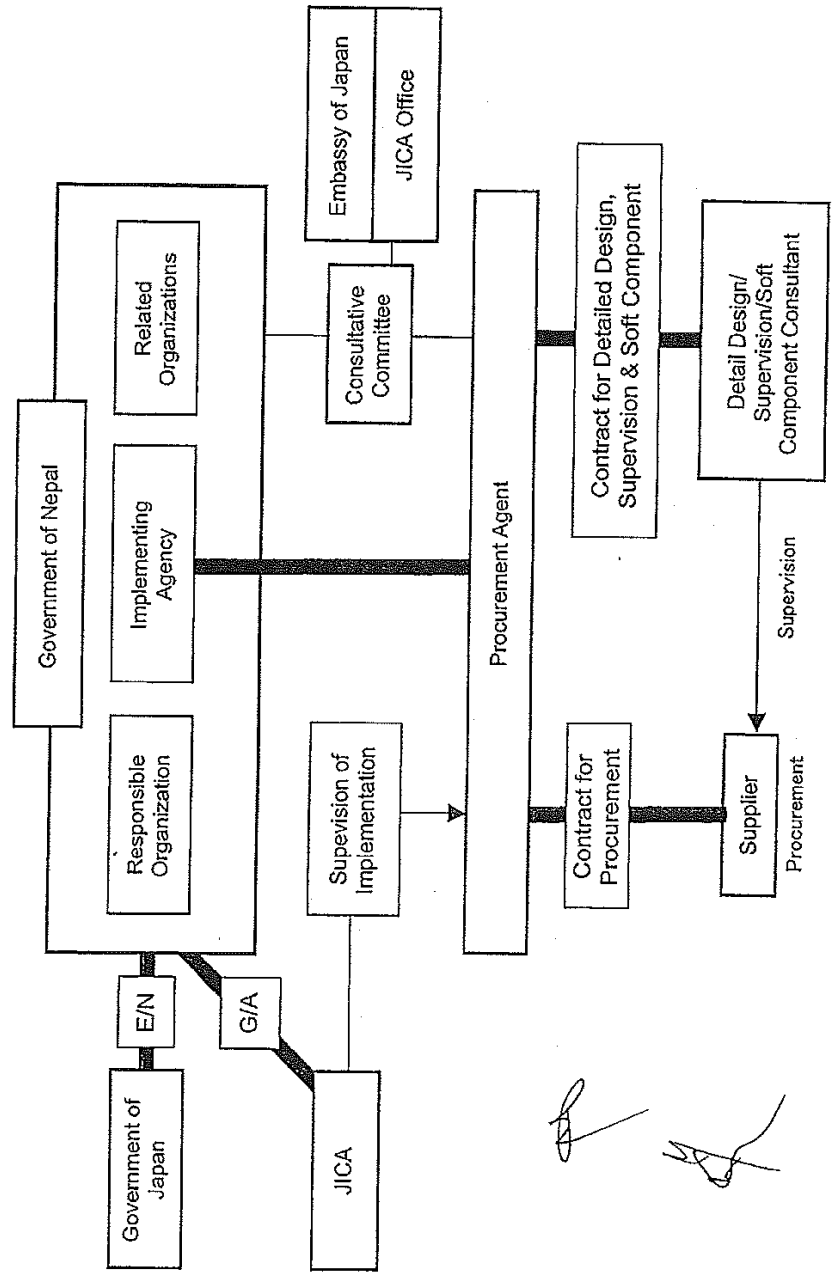


## General Flow of Program Grant Aid for Environment and Climate Change



*[Handwritten signatures and initials]*

# Project Implementation System





*[Handwritten signatures]*

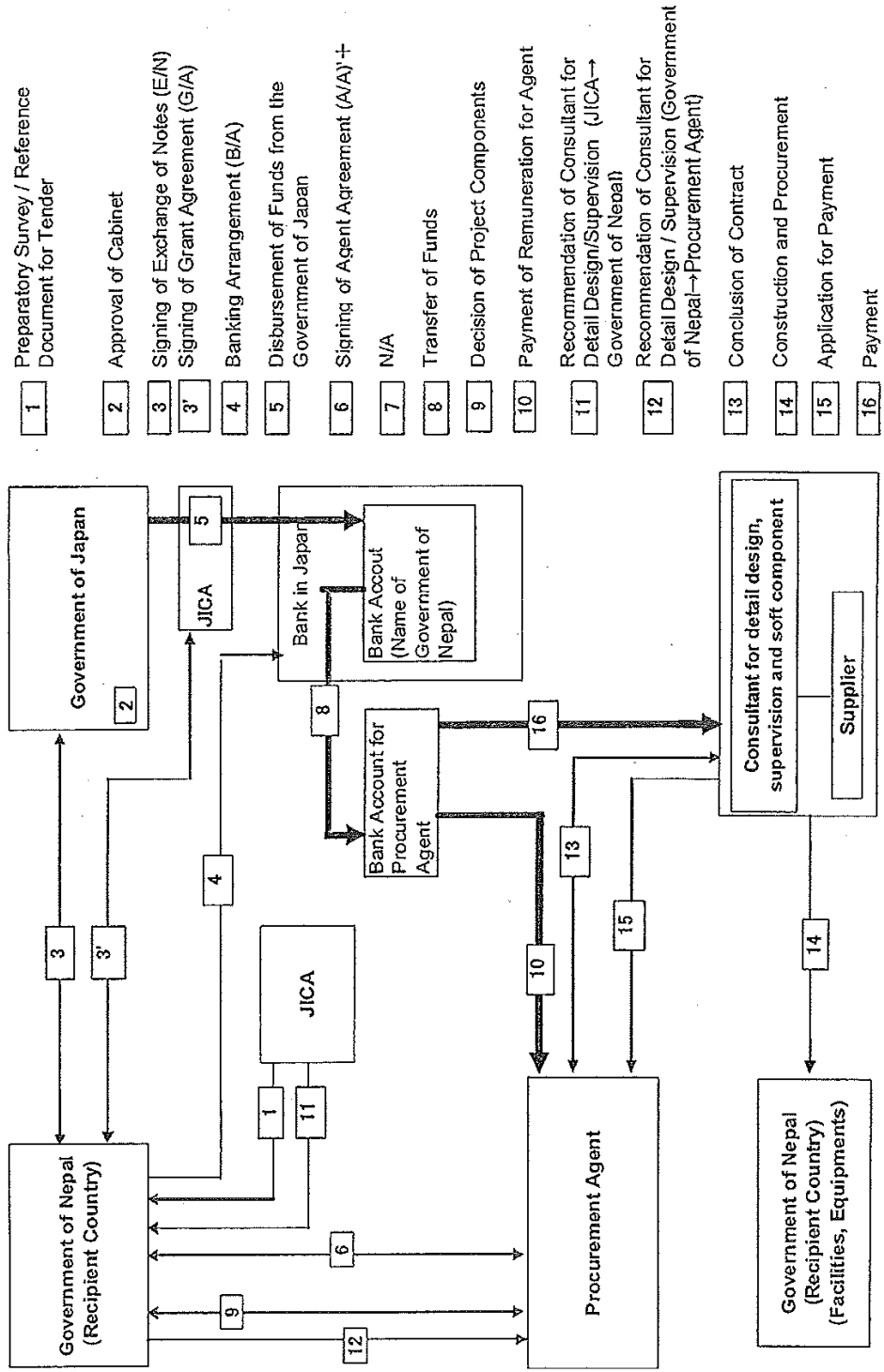
*[Handwritten mark]*



# Flow of Funds for Project Implementation

## Flow of Funds for Project Implementation

 Implementation Flow  
 Cash Flow



## List of Major Equipments

### 1-1 List of Major Equipments

The following table shows a list of equipments procured under the Program.

Components	Specification	Qty	Unit	Purpose
PV module	Total capacity 350 kWp and above with no. of series and parallels to match the system voltage 3 Phase 400 V to be decided by supplier	1	Set	To generate power by receiving solar insolation
PV structure	Galvanized finishing	1	Set	To support PV module at required height and angle
Junction box	Outdoor use with reverse power flow protection, circuit breaker and surge absorber	1	Set	To collect and arrange the strings of modules at PV site
Connection box	Outdoor use with reverse power flow protection, circuit breaker and surge absorber	1	Set	To connects and arrange the strings from Junction box to match the input of power conditioner
Power Conditioner	Indoor self standing, 350kW and above in total, output AC 400 V 3 Phase 4 Wire, efficiency 90% and above at rated capacity, with grid-connecting facility and safety protection relays (OCR, UVR, OVR, UFR, OFR)	1	Set	To convert the DC power generated by PV array to AC power and to match and supply power to load and grid.
Step up Transformer	315 kVA and 500 kVA 11 kV/400 V, 50 Hz, 3 Phase 4 Wire, Δ-Y wiring with neutral grounding	2	Unit	To step up 400 V to 11 kV and to connect existing grid and supply power to the existing loads.
11 kV Distribution board	Indoor self standing, 3 Phase 3 Wire, 50 Hz with protection relays	1	Unit	To connect 11 kV grid distribution network
11 kV Switchgear panel	Indoor self standing, 11 kV, 3 Phase, 3 Wire, 50 Hz with protection relay and interlock	1	Unit	To connect existing 11 kV feeder (two feeder) of NEA and 11 kV from PV system with change over interlock switchgear
Outdoor Cubicle	Outdoor self standing, dust, insects and vermin proof	1	Unit	To install power conditioner, 11 kV distribution board, 400 V distribution panel and so on at PV array installation site
400 V distribution panel	Indoor self standing with power distribution circuit breaker	1	Unit	To supply power to the equipments at PV Array installation site
400 V distribution board	Indoor self standing with power distribution circuit breaker	1	Unit	To supply power to existing loads and equipment at control room
Display board	Outdoor display board of size W1,200 x L800 mm	1	Unit	To display PV power generation system information at Sundarighat KUKL facility
Data monitoring, recording and display system	Meteorological data and system data measuring collection units with software for data management.	1	Unit	To collect and manipulate the system information to provide information to general public and for system operation and maintenance management.

Source: JICA Study Team

## 資料 5. ソフトコンポーネント計画書

次ページ以降に添付

# ソフトコンポーネント計画書 (ネパール国)

## 1. ソフトコンポーネントを計画する背景

太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画は、首都カトマンズのカトマンズ盆地上水道公社(KUKL)を対象に太陽光発電システム(以下、PV システム)および関連機材を供与し、太陽光発電の普及啓発、太陽光発電や系統連系に係る技術的な蓄積及び設置サイトにおける電力の確保を目的とするとともに、温室効果ガスの排出量削減を促進するものである。更にデモンストレーション効果を通じて、再生可能エネルギーの普及、促進を図る。

ネパールでは、再生可能エネルギーの活用促進を行う政府機関として代替エネルギー促進センター(AEPC)が 1996 年に設立された。2006 年に策定された「地方エネルギー政策」の中で、太陽光発電を含む再生可能エネルギーの促進を謳った条項がある。

また、以前からあった「再生可能エネルギー補助金協定」(2000 年策定)を改訂する形で同じく 2006 年に策定された「再生可能(地方)エネルギー補助金政策」は、「地方エネルギー政策」における補助金の供給について詳細を記載したものであるが、水ポンプ、保健施設、学校に対する太陽光発電の促進・開発や一般家庭へのソーラーホームシステムの普及に重点を置いているものである。このことから、ネパールでは政府は代替エネルギー促進センター(AEPC)を通じて補助制度を活用しながら普及活動を行うことを試みていることがわかる。

しかし、現在までのところ、同法の下で太陽光による発電施設が系統に連系された事例はない。本プロジェクトにおいて PV システムの系統連系が実現されれば、太陽光発電による初の系統連系の事例となる。

このような状況であることから、ネパール側には太陽光発電設備を系統連系において円滑に運転する経験・能力が蓄積されていない。そのため、①プロジェクトの円滑な立ち上がりを促進し、プロジェクト完成後は、②その成果の持続性確保を目指した、ソフトコンポーネントによる支援が必要となる。

具体的には、既存系統や PV システムについて、系統連系と売電契約について、データロガーのデータ分析、停電復旧・故障対応手法のそれぞれの理解に対する支援、普及啓発活動の支援が必要である。

## 2. ソフトコンポーネントの目標

ネパールでは、数十 kWp 程度の独立型 PV システムの実績はある。しかしながら、系統連系 PV システムの実例はなく、本プロジェクトはネパールで初めての実例となる。そのため、技術面や売電契約などの実務面での蓄積が現時点では十分ではない。

円滑な立ち上がりのためには、一定の技術面、実務面の蓄積が必要である。また、持続性の担保のためにも、同様に、想定されるトラブル対応、発電実績や運用効率の評価、同様の系統連系施設の立ち上げ(技術、実務両面)に係る技術面、実務面の蓄積が求められる。

ソフトコンポーネントの目標として設定するのは、このプロジェクト実施後一定期間経過し

た時点で到達されるべき状況とし、以下の通り設定した。

- (1) カトマンズ盆地水供給管理委員(KVWSMB)・カトマンズ盆地上水道公社(KUKL)が系統連系 PV システムを運転し、ネパール電力公社(NEA)も PV システムが系統に連系された状態<sup>1</sup>で系統を支障なく運転している。代替エネルギー促進センター(AEPC)は、系統連系の技術や仕組みを理解し、再生可能エネルギーによる発電施設に対する系統連系の導入が可能になっている。
- (2) PV システムで発電した電力はスンドリガット浄水場内で消費され、余剰電力は系統に送り込まれている。カトマンズ盆地水供給管理委員(KVWSMB)・カトマンズ盆地上水道公社(KUKL)とネパール電力公社(NEA: Nepal Electricity Authority)の間では、系統に送り込んだ電力の売買の基となる売電契約が結ばれている。また、代替エネルギー促進センター(AEPC)も、契約内容を理解し、再生可能エネルギーによる発電施設に対する系統連系の導入が可能になっている。
- (3) 本協力対象事業の援助効果の定量化と測定可能化がより確実になっている。定量化されたデータを基に、PV システムの運用効率を高めることができている。新たな PV システム導入の計画立案がより高い精度で行えるようになっている。
- (4) PV システムが故障した場合、カトマンズ盆地水供給管理委員(KVWSMB)・カトマンズ盆地上水道公社(KUKL)は修復の対応を円滑に行っている。
- (5) 本プロジェクトがモデルケースとなり、ネパールで系統連系による再生可能エネルギーの導入が増加している。

### 3. ソフトコンポーネントの成果

ソフトコンポーネント実施の成果として設定するのは、その完了時に達成されるべき状況とし、以下の通り設定した。

#### (1) 既存系統と PV システム

カトマンズ盆地水供給管理委員(KVWSMB)・カトマンズ盆地上水道公社(KUKL)及びネパール電力公社(NEA)及び代替エネルギー促進センター(AEPC)が、以下の点を理解している。

- ① PV システムが連系される既存系統のシステム構成
- ② 同既存系統の保護方式
- ③ 同既存系統の電力供給状況
- ④ 同既存系統から供給されているスンドリガット浄水場内の電力の質(電圧変動・周波数変動など)
- ⑤ PV システムの基礎知識
- ⑥ 系統連系 PV システムの運転方法・保護方式

このソフトコンポーネントは、既存の系統がどんな状態にあり、そこに連系される PV システムとはどんなものなのかという、言わば計画している 5 つのソフトコンポーネント全体の

---

<sup>1</sup> 系統連系とは導入する PV システムが既存の電力系統と接続され、電力系統と一体となって運転される状態をいう。電力系統は交流電力のシステムであるため、直流である PV システムの発電電力は交流に変換し、さらにこの交流電力が系統電力の交流と同期が取れていないと接続できない。また、PV システム側の故障が系統に影響を与えないように、保護装置が必要となるなど、バッテリーを持った自立型 PV システムと比較し、より高度な技術が必要となる。

導入部分と位置づけられる。また、実際に PV システムが系統と連系するためにはどのような技術が必要かを理論で学ぶ理論編のソフトコンポーネントともいえる。

## (2) 系統連系と売電契約

ネパールでは 1,000 kW までの発電事業については、免許を必要とされていない。しかしながら、100 kW から 1,000kW までの水力による発電、送配電を行う場合は所定の届出が必要である。本プロジェクトでは、これに準じて手続きを行っている。この手続きは電力開発局(DoED: Department of Electricity Development)が所管している。

系統連系に関する手続きはネパール電力公社(NEA)の所管である。電力売買契約(PPA: Power Purchase Agreement)と系統への接続契約は、電力開発局(DoED)から発電認可を取得後に、カトマンズ盆地水供給管理委員(KVWSMB)・カトマンズ盆地地上水道公社(KUKL)とネパール電力公社(NEA)との間で技術面での調整、売買電単価の交渉の後に交わされる予定である。

今まで太陽光発電が系統に連系された実績のないところで、最初の契約を実現させるのは現実として簡単なことではない。しかし、ひとつの前例ができれば、その前例が後に続くプロジェクトの計画実現を促進させる効果は著しく高い。ソフトコンポーネントによってこの売電契約締結を確実なものにすることは、本プロジェクトの目的である再生可能エネルギーの普及促進に最も効果的な成果の 1 つになると考える。

## (3) データロガーのデータ分析

PV システムの一部であるデータロガー装置で記録された日射量、発電電力、発電電力量、電圧などの①データの分析方法、②分析結果の PV システム運転保守への活用方法、③本プロジェクトの拡充計画、または他の系統連系 PV システムの計画立案へのデータ分析結果の活用方法を習得している。

データロガーでデータを確実に蓄積し、そのデータを的確に利用できるようにすることは、本協力対象事業の援助効果の定量化と測定可能化に大きな効果を発揮する。また、それらの定量化されたデータを基に、PV システムの運用効率を高めることができる。加えて、新たな PV システム導入の計画立案がより高い精度で行えるようになり、PV システムの導入促進に貢献できる。

## (4) 停電復旧・故障対応手法

系統が停電した場合、PV システムは自動で電力供給を停止する。系統が復旧した時点で、カトマンズ盆地地上水道公社(KUKL)は支障なく系統連系操作ができている。また、PV システムの故障に対して適切な修復の対応ができている。

ソフトコンポーネント(1)を基礎理論編とすれば、このソフトコンポーネントは実践編と位置づけることができる。機器を見て触りながら実践的な操作方法を身につける訓練を中心に行う。

## (5) 普及啓発活動

関係省庁の政策立案者が現場見学会に参加することなどにより、それら政策立案者の間で PV システムの知識・情報が十分に浸透する。周辺地区の学校の生徒及び希望者があれば周辺住民も対象として、PV システムの見学会が開催されている。

#### 4. 成果達成度の確認方法

成果達成度の確認方法は以下のとおりである。

##### (1) 既存系統と PV システム

①研修用テキスト、②準備調査時取得した浄水場内の電力品質データ、③日常運転保守マニュアルによって、カトマンズ盆地水供給管理委員(KVWSMB)・カトマンズ盆地上水道公社(KUKL)の職員、また関連する項目についてはネパール電力公社(NEA)の職員が、「3. ソフトコンポーネントの成果」で示した内容を理解しているかどうかで達成度を確認する。ソフトコンポーネントの最終段階で、研修内容確認の筆記試験などにより理解度を確認する。

##### (2) 系統連系と売電契約

①売電電力料金が決まる、②電力販売ライセンスが交付される、③カトマンズ盆地水供給管理委員(KVWSMB)・カトマンズ盆地上水道公社(KUKL)とネパール電力公社(NEA)とが売電契約を締結すること。そしてこの売電契約を前例として後続のプロジェクトが現れることで成果を確認する。

##### (3) データロガーのデータ分析

データロガーの活用マニュアルによって、カトマンズ盆地上水道公社(KUKL)職員が①データロガーで収集したデータを分析でき、②分析結果を PV システムの運転保守に活用でき、③プロジェクトの拡充計画または他の系統連系 PV システムの計画立案に活用できていることをソフトコンポーネント最終時期に実習課題を実施させ、その達成度で確認する。

##### (4) 停電復旧・故障対応手法

①系統停電を想定した復旧操作実習で適切に PV システムの系統連系復旧ができていないこと、②PV システムの故障を想定した修復作業実習にて、その故障に適切な対応をしていることをソフトコンポーネント最終時期に実習課題を実施させ、その達成度で確認する。

##### (5) 普及啓発活動

現場見学会でアンケート調査を実施し、そのアンケート結果より確認する。また、関係機関へのアンケートより確認する。

#### 5. ソフトコンポーネントの活動(投入計画)

##### (1) 既存系統と PV システム

###### (日本側)

- (a) 必要な技術・業種: 電力設備と太陽光発電・コンサルタント
- (b) 必要とされる技術水準: 電力設備全般に詳しく電力系統の運用についても知識があり、太陽光発電の系統連系について講義のできる技術水準。
- (c) 実施方法: テキスト作成・保守マニュアル作成・研修・実習 - 「3. ソフトコンポーネントの成果」で述べた①から⑥の項目について研修と実習により行う。特に④の浄水場内の電力の質(電圧変動・周波数変動など)については、本調査期間中に記録した実データを活用し、解析・分析の実習を行う。
- (d) 実施リソース(派遣人材/人数・期間): 電力設備-太陽光発電技術者/1名・2.0 M/M

- 研修テキストの作成及び研修準備:0.5 M/M
- 以下の項目に係る研修の実施
  - ① PV システムが連系される既存システムのシステム構成: 0.1 M/M
  - ② 同既存システムの保護方式: 0.1 M/M
  - ③ 同既存システムの電力供給状況: 0.1 M/M
  - ④ 同既存システムから供給されているスندانリガット浄水場内の電力の質(電圧変動・周波数変動など): 0.2 M/M
  - ⑤ PV システムの基礎知識: 0.1 M/M
  - ⑥ システム連系 PV システムの運転方法・保護方式: 0.3 M/M
- 試験の実施: 0.1 M/M
- 保守マニュアルの作成: 0.2 M/M
- 保守実習の実施: 0.3 M/M

#### (ネパール側)

- (e) 必要な技術・業種: 電力設備・コンサルタント
- (f) 必要とされる技術水準: シニアエンジニアクラス
- (g) 実施方法: テキスト作成・研修・実習
- (h) 実施リソース(人材/人数・期間): コンサルタント/1名・1.5 M/M
- (i) 対象者: カトマンズ盆地水供給管理委員(KVWSMB)・カトマンズ盆地上水道公社(KUKL)職員、ネパール電力公社(NEA)職員及び代替エネルギー促進センター(AEPC)職員

#### (2) システム連系と売電契約

##### (日本側)

- (a) 必要な技術・業種: システム連系/電力経営・コンサルタント
- (b) 必要とされる技術水準: 電力システムの運営及び制度について指導のできるレベル。
- (c) 実施方法: 手続きマニュアル作成と実施支援 - 再生可能エネルギーをシステム連系するための技術的条件、制度上の手続きをマニュアルにまとめる。ネパール電力公社(NEA)との売電契約締結のための作業支援を行う。
- (d) 実施リソース(派遣人材/人数・期間): システム連系-電力経営専門家/1名・1.5 M/M
  - 手続きマニュアルの作成: 0.5 M/M
  - 売電契約締結のための以下の作業支援
    - ① 電力調整局との協議: 0.1 M/M
    - ② 力販売ライセンス申請書作成支援: 0.1 M/M
    - ③ 希望販売電力料金の算定支援: 0.2 M/M
    - ④ ネパール電力公社(NEA)との協議: 0.3 M/M
    - ⑤ ネパール電力公社(NEA)との売電契約書作成支援: 0.3 M/M

##### (ネパール側)

- (e) 必要な技術・業種: 電力経営・コンサルタント
- (f) 必要とされる技術水準: シニアエンジニアクラス



- (g) 実施方法: 手続きマニュアル作成と実施支援
- (h) 実施リソース(人材/人数・期間): コンサルタント/1名・1.0 M/M
- (i) 対象者: カトマンズ盆地水供給管理委員(KVWSMB)・カトマンズ盆地上水道公社(KUKL)職員、ネパール電力公社(NEA)職員、代替エネルギー促進センター(AEPC)職員

### (3) データロガーのデータ分析

#### (日本側)

- (a) 必要な技術・業種: 太陽光発電/データ解析・コンサルタント
- (b) 必要とされる技術水準: 太陽光発電を熟知していることに加え、データ解析・分析の知見のあること。
- (c) 実施方法: データロガー活用マニュアル作成・研修・実習 - 具体的な研修・実習内容は、①データロガーシステムの機器構成とその機能の理解、②使用されるソフトウェアの理解、③適応されるデータサンプリング手法とサンプリングした生データから記録データの選択(または加工)手法の理解、④記録データから日・週・月・年報告書の作成手法の習得、⑤データ変化から故障を発見する訓練、⑥発電電力の効率的消費のためのパワーコンディショナーなどの適切な設定値の調整訓練、⑦将来計画立案へのデータ活用方法訓練である。
- (d) 実施リソース(派遣人材/人数・期間): 太陽光発電技術者/1名・1.5 M/M
  - データロガー活用マニュアルの作成: 0.5 M/M
  - データロガー活用研修の実施
    - ① データロガーシステムの機器構成とその機能の理解: 0.1 M/M
    - ② 使用されるソフトウェアの理解: 0.1 M/M
    - ③ 適応されるデータサンプリング手法とサンプリングした生データから記録データの選択(または加工)手法の理解: 0.1 M/M
    - ④ 記録データから日・週・月・年報告書の作成手法の習得: 0.1 M/M
    - ⑤ データ変化から故障を発見する訓練: 0.2 M/M
    - ⑥ 発電電力の効率的消費のためのパワーコンディショナーなどの適切な設定値の調整訓練: 0.2 M/M
    - ⑦ 将来計画立案へのデータ活用方法訓練: 0.2 M/M

#### (ネパール側)

- (e) 必要な技術・業種: データ解析/コンピュータ・コンサルタント
- (f) 必要とされる技術水準: シニアエンジニアクラス
- (g) 実施方法: マニュアル作成・研修・実習
- (h) 実施リソース(人材/人数・期間): コンサルタント/1名・1.0 M/M
- (i) 対象者: カトマンズ盆地水供給管理委員(KVWSMB)・カトマンズ盆地上水道公社(KUKL)職員、代替エネルギー促進センター(AEPC)職員

### (4) 停電復旧・故障対応手法

#### (日本側)

- (a) 必要な技術・業種: 太陽光発電・コンサルタント

- (b) 必要とされる技術水準: 系統連系 PV システムの運営・維持管理について十分な知識を持った技術者。
- (c) 実施方法: マニュアル作成・研修・実習 - 系統の停電及び PV システムの停電からの復旧操作手順をマニュアルにまとめる。このマニュアルをテキストにして、系統停電を想定した復旧操作実習を行う。PV システムで発生する可能性の高い故障を想定し、①その場合現れる現象から故障箇所を特定する方法、②部品交換など修理の方法、③日本のメーカーへ問い合わせる場合、正確に伝えるべき情報などを、トラブルシューティングとして同様にマニュアルにまとめる。同マニュアルをテキストとして、模擬故障の現象から故障箇所の特定、その故障箇所の部品交換などの実習を行う。
- (d) 実施リソース(派遣人材/人数・期間): 太陽光発電技術者/1名・1.5 M/M
  - 停電からの復旧操作マニュアル作成: 0.5 M/M
  - 復旧操作実習: 0.4 M/M
  - 故障箇所の特定及び部品交換実習: 0.6 M/M

**(ネパール側)**

- (e) 必要な技術・業種: 電力設備・コンサルタント
- (f) 必要とされる技術水準: シニアエンジニアクラス
- (g) 実施方法: マニュアル作成・研修・実習
- (h) 実施リソース(人材/人数・期間): コンサルタント/1名・1.2 M/M
- (i) 対象者: カトマンズ盆地上水道公社(KUKL)職員

**(5) 普及啓発活動**

**(日本側)**

- (a) 必要な技術・業種: 再生可能エネルギー普及政策・コンサルタント
- (b) 必要とされる技術水準: 再生可能エネルギーの普及啓発活動について経験または知識のある技術者。
- (c) 実施方法: 普及啓発パンフレット作成・見学会の実施
- (d) 実施リソース(派遣人材/人数・期間): 再生可能エネルギー普及政策専門家/1名・0.5 M/M
  - パンフレット作成: 0.1 M/M
  - 現場見学会開催準備: 0.1 M/M
  - 普及啓発活動実施計画素案作成: 0.2 M/M
  - 普及啓発活動実施に係る関係機関との調整: 0.1 M/M

**(ネパール側)**

- (e) 必要な技術・業種: 太陽光発電・コンサルタント
- (f) 必要とされる技術水準: シニアエンジニアクラス
- (g) 実施方法: 普及啓発パンフレット作成・見学会の実施
- (h) 実施リソース(人材/人数・期間): コンサルタント/1名・0.4 M/M
- (i) 対象者: カトマンズ盆地水供給管理委員(KVWSMB)・カトマンズ盆地上水道公社(KUKL)職員、代替エネルギー促進センター(AEPC)職員

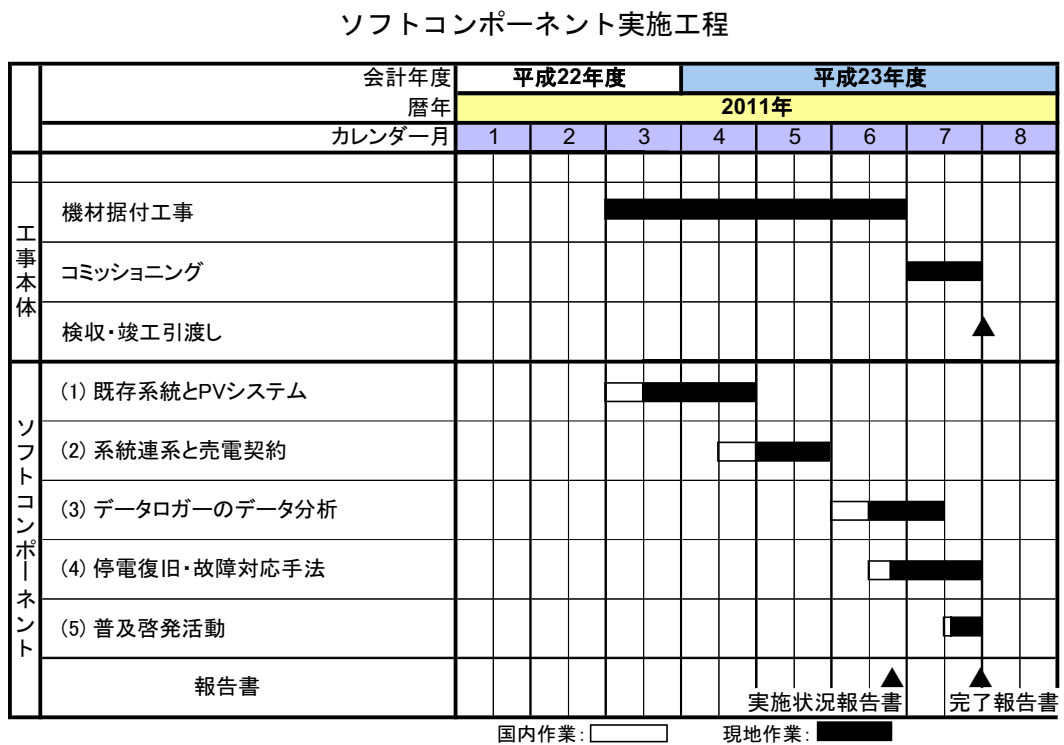
## 6. ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法は、本邦コンサルタントの直接支援型とする。

ネパールで系統連系型の太陽光発電設備の導入は本プロジェクトが最初であり、ネパール国内において、本ソフトコンポーネント計画書で示すソフトコンポーネントを実施できるローカルリソースを見つけることは困難である。本邦コンサルタントをサポートする目的でローカルコンサルタントを限定的に採用する予定である。

## 7. ソフトコンポーネントの実施工程

実施工程を以下に示す。



いずれのソフトコンポーネントも、実際に導入される PV システムを見て触れて、また据付工事過程を見ながら行えば、学習効果も高まり効果的である。したがって、全てのソフトコンポーネントを機材据付工事期間中ないしはその直後に行うこととした。

### (1) 既存系統と PV システム: 機材据付工事期間の前半に実施

本ソフトコンポーネントは他のソフトコンポーネントの導入の役割があり、また、理論を学ぶ研修が中心となるため、機材の必要性は相対的に低いため、他のソフトコンポーネントより先の機材据付期間の前半に行うこととする。

### (2) 系統連系と売電契約: 機材据付工事期間の前半に実施

売電契約が締結され、その後機材が据え付けられ、系統連系が実施される工程が一般的である。ある程度機材の据付が実現し始め売電契約のための条件が見えてきた段階で本ソフトコンポーネントを実施することが、売電契約を実現させる上で効率的と考える。

一方、本ソフトコンポーネントでは、機材を使った実習はなく、機材の据付完了時期

に実施する必要性は低いため、他のソフトコンポーネントが集中する後半を避け、機材据付工事の中盤とした。

- (3) データロガーのデータ分析: 機材据付工事期間の後半に実施  
実際の機材を使った実習があり、機材据付工事期間の後半に実施することが効率的である。
- (4) 停電復旧・故障対応手法: 機材据付工事期間の後半に実施  
実際の機材を使った実習があり、機材据付工事期間の後半に実施することが効率的である。
- (5) 普及啓発活動: 機材据付工事期間の後半に実施  
現場見学会を行うことから、機材据付工事期間の後半に実施することが効率的である。

## 8. ソフトコンポーネントの成果品

以下を成果品とする。

- (1) 既存系統と PV システム研修用テキスト(英語): 10 部
- (2) PV システム日常運転保守マニュアル(英語): 10 部
- (3) 系統連系手続きマニュアル(英語): 10 部
- (4) データロガーの活用マニュアル(英語): 10 部
- (5) 停電復旧・故障対応マニュアル(英語): 10 部
- (6) 普及啓発パンフレット(ネパール語・英語): 各 200 部
- (7) 実施状況報告書(英語・日本語): 各 4 部
- (8) 完了報告書(英語・日本語): 各 5 部

ソフトコンポーネント(5)普及啓発活動については、実施期間が短いことから実施状況報告書の作成は行わず、完了報告書の作成のみとする。

## 9. ソフトコンポーネントの概算事業費

ソフトコンポーネントの概算事業費は以下のとおりである。

事業費合計	19,124,000 円
(1) 直接人件費	5,502,000 円
(2) 直接経費	6,580,000 円
(3) 間接費	7,042,000 円

## 10. 相手国実施機関の責務

「ソフトコンポーネントの目標」を達成するためには、実施機関であるカトマンズ盆地上水道公社(KUKL)及び関連組織の継続的な運営維持管理活動及び普及啓発活動が必要である。この継続的な取り組みについて、実施可能性、阻害要因、必要な措置を以下に記載する。

### (1) 実施可能性

カトマンズ盆地上水道公社(KUKL)は PV システムの導入に以前から積極的で、40 kWp の水ポンプ用 PV システムを現在運用している。今回の計画準備調査においても、協力的かつ積極的な対応が評価できる。この状況から判断して、目標達成の実現可能性は十分高いといえる。

## (2) 阻害要因

運営維持管理については、技術移転を受けた職員の配置転換や転職が阻害要因である。これにより、継続的な維持管理が実施されなくなる。再生可能エネルギーの導入促進では、トップダウンの方針決定が最も重要である。政府上層部の方針決定者に再生可能エネルギーの重要性を十分理解できていない人物がいる場合、それは導入促進の大きな阻害要因になる。

## (3) 必要な措置

運営維持管理については、複数の職員に技術移転を行う。マニュアルを整備して、各組織内で継続的に運営維持管理の担当者を育成できる体制を整える。導入促進については、普及啓発活動によって政府上層部で導入促進の中心となる人物に十分な説明を行う。

以上

---

パキスタン国

---

## 要約

### 1. 国の概要

パキスタンは、1億6,934万<sup>1</sup>の人口を有し、北緯23～37度、東経61～76度に位置する。パンジャブ人が人口の過半を占める。面積は79.6万平方キロメートル(日本の約2倍)である。国土が南北に長いため砂漠気候、ステップ気候、温帯夏雨気候に属する。首都イスラマバードでは、4月から6月には40度(時には50度)を超える酷暑となるが、11月から3月には夜間は氷点下になることもある過酷な気象条件である。イスラマバードの年間平均降雨量は1,142.2mmで、その半分は7月から8月にかけての降雨である。

パキスタンの経済においては、農業が国内総生産(GDP: Gross Domestic Product)の2割、就労人口の4割を占める主要産業であり、天候に左右されやすいという脆弱性を有している。2007/08年度のGDP成長率は5.8%であったが、この数値は2006/07年度実績の6.8%、2007/08年度の目標値の7.2%を下回っている。この主な原因は農業セクターが1.5%、製造業セクターが5.4%という低成長率しか達成できなかったことにある。特に、農業セクターにおける主要作物の成長率は3%減であった。製造業セクターでは繊維産業が主要な産業である。

第一次、第二次、第三次の各産業が国内総生産に占める割合はそれぞれ、19.6%、26.8%、53.7%である<sup>2</sup>。

1人当たり国民総所得(GNI: Gross National Income)は約1,085ドル(2007/08年度)、貧困率は22.3%(2005/06年度)の開発途上国であり、依然として開発需要は大きく、外国援助・投資に大きく依存した経済構造となっている。

### 2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

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

この我が国の政策を受け、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促進を挙げ、民間の技術も含め我が国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。

これらの背景から、我が国として極めて優位性の高いクリーンエネルギー技術である太陽光発電技術の国際協力事業における積極的な活用が求められることとなり、先般、外務省がクールアース・パートナー国を対象とした太陽光発電等を活用した環境プログラム無償に関するニー

<sup>1</sup> パキスタン国政府統計庁推計による(2010年4月27日現在)

<sup>2</sup> 世界銀行による(端数整理の関係上、合計は100%にならない)

ズやアイデアにかかる調査が実施された。

2006年に策定した「発電のための再生可能エネルギーの開発政策」の目的の1つとして、環境保護が謳われている。効率の低い伝統的なバイオマス燃料の利用や化石燃料による発電を、クリーンで再生可能なエネルギーにより代替することで、環境や健康への悪影響を回避している。また、同政策では「気候変動枠組み条約」の下でパキスタンが約束した行動を通じて、温室効果ガス排出量の削減をすることも謳っている。

パキスタンにおける電力不足を補うため、パキスタン政府の電力規制庁(NEPRA)は2007/08年度に、10の発電事業者に合計1,536 MWの発電許可を発行済みである。しかし、電力需要を満たせていない。電力不足を解消するとともに、可能な限り再生可能エネルギーを利用することを目的として、パキスタン政府は代替エネルギー開発委員会(AEDB)を設立するとともに、2006年に初めて上述の「発電のための再生可能エネルギーの開発政策」を策定し、水力発電(50 MW以下)、風力発電及び太陽光発電の活用を目指す方針を示し、系統連係も可能であることを明確にしている。

首都イスラマバードの計画委員会及び技術委員会を対象に太陽光発電システム(以下、PVシステム)および関連機材を供与し、太陽光発電の普及啓発、太陽光発電や系統連係に係る技術的な蓄積及び設置サイトにおける電力の確保を目的とするとともに、温室効果ガスの排出量削減を促進する。更にデモンストレーション効果を通じて、再生可能エネルギーの普及、促進を図る。

本プロジェクトにおける責任機関は、計画委員会であり、実施機関は技術委員会である。

PVシステムの設置場所は、計画委員会においては既存駐車場の屋根の上、技術委員会においては現在駐車スペースとして使用している土地に、新たに設置する支柱の上をそれぞれ設置場所とし、それぞれ架台及び110 kWp規模の太陽電池モジュール(以下、PVモジュール)を設置する。いずれもPVモジュール設置後も引き続き駐車場として使用される。

PVシステムで発電された電力は計画委員会、技術委員会の施設でそれぞれ消費される。消費しきれない余剰電力は、イスラマバード配電公社の配電網へ逆流され、計画委員会、技術委員会とイスラマバード配電公社との電力売買契約に基づき売電される。

### 3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

協力準備調査団の派遣期間は以下の通りである。

- 第1次現地調査: 2009年7月6日～7月18日
- 第2次現地調査: 2009年10月21日～11月27日
- 第3次現地調査: 2010年3月29日～4月2日

要請に対し変更となったのは据付サイトである。パキスタン側要請では据付サイトを計画委員会(PC)の屋上及び、技術委員会(PEC)やパキスタン国内各地の大学等の計14施設、合計15カ所としていた。しかし、計画委員会(PC)の屋上に太陽電池アレイを設置する場合、建物が5階建てであるため外部からは目視が困難である。そのため、基本方針(施設規模)①を満たさない。また、屋上には他の機器も設置されており、太陽電池アレイの設置に耐える保障がないことも問



題である。技術委員会(PEC)や大学等の 14 施設については、パキスタンで初めての系統連系 PV システムを同時に導入するにはサイト数が多すぎ、維持管理の面からも困難と判断した。

そのため、サイト選定の基本方針①から④の条件を満たす据付サイトとして、計画委員会(PC)の駐車場屋根の上と技術委員会(PEC)向かいの駐車場として使用しているスペースを選定した。利用可能面積はそれぞれ、4,108.7 m<sup>2</sup>、4,752 m<sup>2</sup> の面積がある。

(参考) 基本方針 (本文 3-2-1 設計方針より)

サイト選定の基本方針	① デモンストレーション効果が長期間期待できること ② 計画された PV システムを据え付けられる十分広い土地が確保できること ③ 連系するための既存配電線が近傍にあること ④ 運営維持管理を行う実施機関の施設が近傍にあること
設備規模の基本方針	① 配電線で系統連系が可能(大き過ぎない)で、デモンストレーション効果が十分期待できること ② 計画委員会(PC)及び技術委員会(PEC)の施設を主な電力供給先とするが、系統連系によって余剰電力の売電を実現できること

協力対象事業の設備規模は各 110 kWp、計 220 kWp とした。PV システム 110 kWp の据付面積は、結晶系太陽電池モジュールで約 1,700 m<sup>2</sup>、アモルファス系太陽電池モジュールで約 3,200 m<sup>2</sup> となる。視覚的にデモンストレーション効果を十分期待できる大きさである。また、電力の供給を受ける計画委員会(PC)及び技術委員会(PEC)の 1 日あたりの平均消費電力量(2008 年 11 月から 2009 年 10 月までのデータに基づく)は、1,751.5 kWh/日、934.9 kWh/日で、想定される 1 日あたりの発電量 432.3 kWh/日(イスラマバードの有効日射時間 5.24 時間<sup>3</sup>/日×110 kWp×システム効率 75%)と比較すると、余剰電力の発生する時間帯は限定的になると予想される。しかしながら、消費電力の少ない時間帯や休日、祝祭日においては余剰電力の売電が期待できる。

#### 4. プロジェクトの工期及び概略事業費

製作・施工図面作成から検収・引渡しまでの全体工期は 10 ヶ月と計画した。

概略事業費は 4.77 億円(日本側 4.77 億円、パキスタン側 58 万円)である。

#### 5. プロジェクトの妥当性の検証

プロジェクトの実施の効果として以下の事項が挙げられる。

##### 1) 電気料金の低減

計画の PV システムによる年間発電電力量 315 MWh は、計画委員会、技術委員会の年間電力使用量合計の電力使用量の約 32%に相当する。PV システムの発電電力量により削減される電気料金は、PKR 1.77 百万/年となる。

##### 2) 二酸化炭素排出量の削減

パキスタンで使用されている排出係数デフォルト値の 0.486 t-CO<sub>2</sub>/MWh に基づいた場合、PV システムの年間発電電力量による二酸化炭素排出量の削減量は、153 t-CO<sub>2</sub>/年となる。(= 315 MWh/

<sup>3</sup> NASA のデータによる(1983 年から 2005 年までの 22 年間のデータに基づく)

年 × 0.486 t-CO<sub>2</sub>/MWh)

### 3) デモンストレーション効果

計画委員会は、中央開発部会(CDWP: Central Development Working Party)の全セクターの会議会場であるため、各省庁の代表が毎月集まる。また、大統領や首相が参加する会議も開催される場所であることから、国内外の来客も計画委員会を多く訪問する。しかし、これらの来客数の定量化は困難である。

技術委員会には、16 万以上の技術者、技術コンサルタント業者、関連業者が登録されており、毎年 1 万の新規登録や登録更新がある。また、情報入手等の目的を含めると毎年 2 万以上の会員の技術委員会への来訪がある。パキスタン国外の業者であっても、パキスタンで事業を行う場合には登録の必要がある。

間接効果としては、再生可能エネルギーの導入促進、啓発効果が期待できる。

本協力対象事業の上位目標は、パキスタンの再生可能エネルギー導入促進のための制度整備と再生可能エネルギー導入の実績を高めることである。本プロジェクトはこの上位目標とも整合性が取れており、首都イスラマバードに系統連系される PV システムを設置することで、大きなショーケース効果が期待できる。また、多くの二酸化炭素を排出する石油火力で電力の多くを賄っているパキスタンでは、再生可能エネルギーの導入による二酸化炭素の削減効果は非常に高く、地球温暖化対策に十分寄与することになる。更には、メーカーの専門員による技術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により、技術移転、人材育成を実施し、持続的な運営・維持管理体制を整備することにより、再生可能エネルギーの普及に繋がるものである。

## 目次

要約.....	i
目次.....	v
図表目次.....	vii
図目次.....	vii
表目次.....	vii
位置図／写真.....	viii
略語集.....	x
第1章 プロジェクトの背景・経緯.....	1
1-1 当該セクターの現状と課題.....	1
1-1-1 現状と課題.....	1
1-1-2 開発計画.....	1
1-1-3 社会経済状況.....	1
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要.....	2
1-3 我が国の援助動向.....	3
1-4 他ドナーの援助動向.....	3
第2章 プロジェクトを取り巻く状況.....	4
2-1 プロジェクトの実施体制.....	4
2-1-1 組織・人員.....	4
2-1-2 財政・予算.....	4
2-1-3 技術水準.....	5
2-1-4 既存設備・機材.....	5
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	5
2-2-1 関連インフラ整備状況.....	5
2-2-2 自然条件.....	6
2-2-3 環境社会配慮.....	6
2-3 その他(グローバルイシュー等).....	7
第3章 プロジェクトの内容.....	8
3-1 プロジェクトの概要.....	8
3-2 協力対象事業の概略設計.....	9
3-2-1 設計方針.....	9
3-2-2 基本計画(施設計画／機材計画).....	11
3-2-3 概略設計図.....	14
3-2-4 施工計画／調達計画.....	24
3-3 相手国側負担事業の概要.....	30
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画.....	30
3-5 プロジェクトの概略事業費.....	32
3-5-1 協力対象事業の概略事業費.....	32

---

3-5-2	運営・維持管理費 .....	34
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項 .....	34
第4章	プロジェクトの妥当性の検証 .....	35
4-1	プロジェクトの効果 .....	35
4-2	課題・提言 .....	36
4-3	プロジェクトの妥当性 .....	37
4-4	結論 .....	37

## [資料]

1. 調査団員氏名
2. 調査行程
3. 関係者(面会者)リスト
4. 討議議事録(M/D)
5. ソフトコンポーネント計画書

## 図表目次

### 図目次

図 2-1-1-1	計画委員会組織図 .....	4
図 2-1-1-2	技術委員会組織図 .....	4
図 3-2-2-1	協力対象事業の計画内容 .....	11
図 3-2-3-1	PV システム全体配置図 (計画委員会(PC)).....	16
図 3-2-3-2	PV システム単線結線図 (計画委員会(PC)).....	17
図 3-2-3-3	PV 架台図 (計画委員会(PC)).....	18
図 3-2-3-4	架台基礎図 (計画委員会(PC)).....	19
図 3-2-3-5	PV システム全体配置図 (技術委員会(PEC)).....	20
図 3-2-3-6	PV システム単線結線図 (技術委員会(PEC)).....	21
図 3-2-3-7	PV 架台図 (技術委員会(PEC)).....	22
図 3-2-3-8	架台基礎図 (技術委員会(PEC)).....	23
図 3-2-4-1	調達業者の管理体制 .....	25
図 3-2-4-2	機材据付工事フロー .....	30
図 3-4-1	計画委員会(PC)の組織図.....	31
図 3-4-2	技術委員会(PEC)の組織図 .....	32

### 表目次

表 2-1-2-1	技術委員会年間予算 .....	4
表 2-2-3-1	エネルギー分野における IEE・EIA の基準 .....	7
表 3-2-2-1	主要機材リスト(単価 1,000 千円を超えるもの).....	13
表 3-2-4-1	主要資機材とその調達国 .....	27
表 3-2-4-2	輸送計画 .....	27
表 3-2-4-3	初期操作指導・運用指導計画 .....	29
表 3-2-4-4	実施工程表 .....	29
表 3-4-1	主な維持管理項目 .....	32
表 3-5-1-1	日本側負担の概算総事業費 .....	33
表 3-5-1-2	パキスタン側負担の概算総事業費 .....	33
表 3-5-2-1	系統連系 PV システムの維持管理費 .....	34

## 位置図／写真



写真 1: 計画委員会駐車場屋根上(設置予定サイトの一部)。昼間時間帯はほぼ満車である。



写真 2: 計画委員会駐車場屋根支柱。支柱の強度が確認できないため、別に支柱を建てる計画である。



写真 3: 計画委員会建物屋上。設置サイトとして検討されたが、普及啓発効果が劣ること、資機材の搬入が困難なことから設置サイトとはならなかった。



写真 4: 計画委員会建物屋上から駐車場を望む。設置スペースは十分に確保できる。



写真 5: 技術委員会駐車スペース(設置予定サイト)。技術委員会建物屋上から撮影。設置予定サイトは建物の道路を挟んだ向かい側である。



写真 6: 技術委員会駐車スペースと南側にある樹木。太陽光発電システムの有効な活用のためには剪定、移植が必要である。



写真 7: 技術委員会敷地内の既存の変電施設。太陽光発電システムと接続される予定である。



写真 8: 設置予定サイトと技術委員会建物の間の公道。交通量が多く、普及啓発効果が期待できる。

撮影: JICA 調査団(コンサルタント)

## 略語集

A/P	Authorization to Pay	支払い授權書
B/A	Banking Arrangement	銀行取極め
CDA	Capital Development Authority	首都圏開発公社
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GHG	Green House Gas	温室効果ガス
IEC	The International Electrotechnical Commission	国際電気標準会議
IEE	Initial Environment Evaluation	初期環境評価
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.	米国電気電子学会(IEEE)
IESCO	Islamabad Electric Supply Company Ltd.	イスラマバード電力供給公社
JEC	Japanese Electrotechnical Committee	電気規格調査会
JIS	Japanese Industrial Standards	日本工業規格
JPY	Japanese Yen	日本円
NEPRA	National Electric Power Regulatory Authority	電力規制庁
NTDC	National Transmission & Dispatch Company Ltd.	国営送電会社
O/M	Operation & Maintenance	運転・維持管理
PC	Planning Commission	計画委員会
PEC	Pakistan Engineering Council	技術委員会
PKR	Pakistani Rupee	パキスタンルピー
PPA	Power Purchase Agreement	電力売買契約
PV	Photovoltaic	太陽光発電
S/S	Substation	変電所
TTS	Telegraphic Transfer Selling	対顧客電信売相場
USD	U.S. Dollar	アメリカドル



## 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

パキスタン・イスラム共和国(以下、パキスタン)の電力供給は、火力(石油、天然ガス、石炭)、水力、原子力による発電と輸入により賄われているが、2007/08年度の平均不足電力は4,000 MW<sup>4</sup>といわれており、計画停電も実施されている。

また、パキスタンにおいては、系統連系太陽光発電システムは存在せず、小規模な太陽光発電システム(以下、PVシステム)が未電化地域の一部で使用されているのみである。

#### 1-1-2 開発計画

2006年に策定した「発電のための再生可能エネルギーの開発政策」の目的の1つとして、環境保護が謳われている。効率の低い伝統的なバイオマス燃料の利用や化石燃料による発電を、クリーンで再生可能なエネルギーにより代替することで、環境や健康への悪影響を回避するとしている。また、同政策では「気候変動枠組み条約」の下でパキスタンが約束した行動を通じて、温室効果ガス排出量の削減をすることも謳っている。

パキスタンにおける電力不足を補うため、パキスタン政府の電力規制庁(NEPRA)は2007/08年度に、10の発電事業者に合計1,536 MWの発電許可を発行済みである。しかし、電力需要を満たせていない。電力不足を解消するとともに、可能な限り再生可能エネルギーを利用することを目的として、パキスタン政府は代替エネルギー開発委員会(AEDB)を設立するとともに、2006年に初めて上述の「発電のための再生可能エネルギーの開発政策」を策定し、水力発電(50 MW以下)、風力発電及び太陽光発電の活用を目指す方針を示し、系統連係も可能であることを明確にしている。

#### 1-1-3 社会経済状況

パキスタンの経済においては、農業が国内総生産(GDP: Gross Domestic Product)の2割、就労人口の4割を占める主要産業であり、天候に左右されやすいという脆弱性を有している。2007/08年度のGDP成長率は5.8%であったが、この数値は2006/07年度実績の6.8%、2007/08年度の目標値の7.2%を下回っている。この主な原因は農業セクターが1.5%、製造業セクターが5.4%という低成長率しか達成できなかったことにある。特に、農業セクターにおける主要作物の成長率は3%減であった。製造業セクターでは繊維産業が主要な産業である。

第一次、第二次、第三次の各産業が国内総生産に占める割合はそれぞれ、19.6%、26.8%、53.7%である<sup>5</sup>。

1人当たり国民総所得(GNI: Gross National Income)は約1,085ドル(2007/08年度)、貧困率は22.3%(2005/06年度)の開発途上国であり、依然として開発需要は大きく、外国援助・投資に大きく依存した経済構造となっている。

<sup>4</sup> State Industry Report 2008 による

<sup>5</sup> 世界銀行による(端数整理の関係上、合計は100%にならない)

## 1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

### (1) 無償資金協力の背景

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

この我が国の政策を受け、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促進を挙げ、民間の技術も含め我が国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。

これらの背景から、我が国として極めて優位性の高いクリーンエネルギー技術である太陽光発電技術の国際協力事業における積極的な活用が求められることとなり、先般、外務省がクールアース・パートナー国を対象とした太陽光発電等を活用した環境プログラム無償に関するニーズやアイデアにかかる調査が実施された。

環境プログラム無償は気候変動等を念頭に置いた試みであり、環境プログラム無償は、資機材・設備の供与と据付を目的として実施されるが、供与された資機材・設備の運用が円滑に実施されるための運用・維持管理体制の構築にかかるソフトコンポーネントも同プログラムの中で合わせて実施することを念頭に置いている。

### (2) 無償資金協力の目的

首都イスラマバードの計画委員会及び技術委員会を対象にPVシステムおよび関連機材を供与し、太陽光発電の普及啓発、太陽光発電や系統連系に係る技術的な蓄積及び設置サイトにおける電力の確保を目的とするとともに、温室効果ガスの排出量削減を促進する。更にデモンストラーション効果を通じて、再生可能エネルギーの普及、促進を図る。

### (3) 無償資金協力の概要

#### 1) 責任機関

計画委員会(PC: Planning Commission)

#### 2) 実施機関

技術委員会(PEC: Pakistan Engineering Council)

#### 3) PVシステム設置場所

PVシステムの設置場所は、計画委員会においては既存駐車場の屋根の上、技術委員会においては現在駐車スペースとして使用している土地に、新たに設置する支柱の上をそれぞれ設置場所

とし、それぞれ架台及び 110 kWp 規模の太陽電池モジュール(以下、PV モジュール)を設置する。いずれも PV モジュール設置後も引き続き駐車場として使用される。

### 1-3 我が国の援助動向

太陽光、風力、小水力発電等の再生可能エネルギー分野における援助実績はない。

### 1-4 他ドナーの援助動向

金額単位:千 US ドル

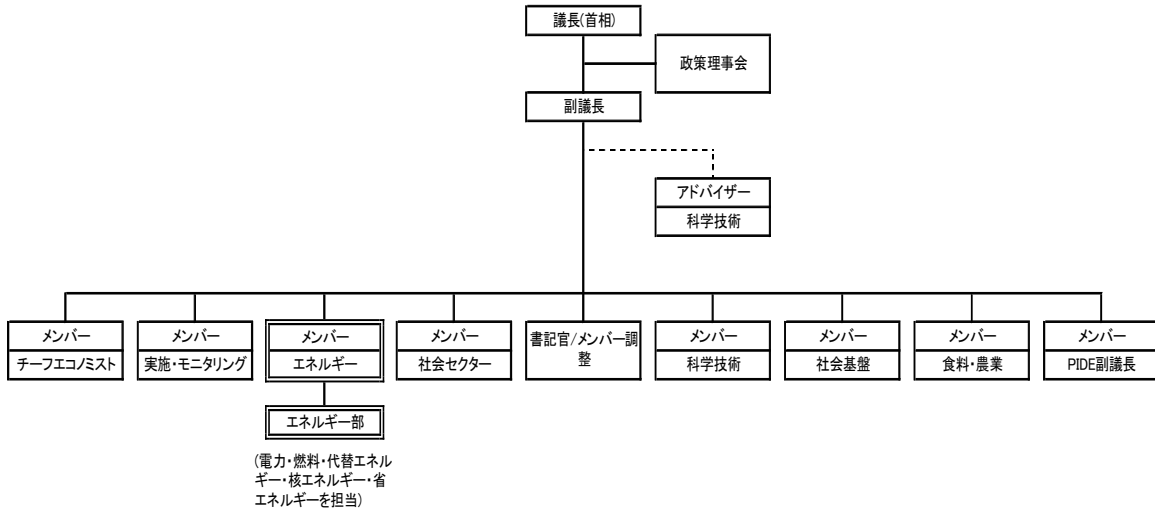
実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
2004	ADB	再生可能エネルギー開発	550	技協	各州の再生可能エネルギーポテンシャルのレビューと、フィージビリティ調査
2006	ADB	再生可能エネルギー政策形成と AEDB のキャパシティビルディング	800	技協	再生可能エネルギー政策形成、再生可能エネルギー開発委員会(AEDB)のキャパシティビルディング等
2006-2010	UNDP-GEF	実用規模風力発電持続的開発プロジェクト	3,100		商用規模の風力発電の開発
2007	UNDP	CDM 推進支援	不明		クリーン開発メカニズム(CDM)推進に関するポリシーの発表及び実施
2008-2012	UNDP-GEF	再生可能エネルギーの有効な利用	1,275		103 の小水力発電所の建設

## 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

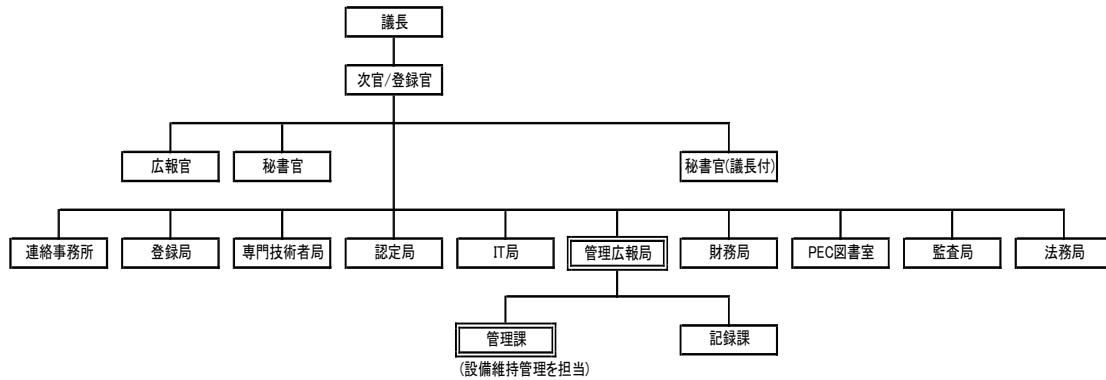
#### 2-1-1 組織・人員

計画委員会及び技術委員会の組織図を図 2-1-1-1、図 2-1-1-2 に示す。



PIDE: パキスタン開発経済研究所(Pakistan Institute of Development Economics)

図 2-1-1-1 計画委員会組織図



IT: 情報技術(Information Technology)

PEC: パキスタン技術委員会(Pakistan Engineering Council)

図 2-1-1-2 技術委員会組織図

#### 2-1-2 財政・予算

実施機関である技術委員会の予算を表 2-1-2-1 に示す。

表 2-1-2-1 技術委員会年間予算

年度	予算合計	うち、メンテナンス予算
2006/07	Rs. 35 百万	Rs. 21 百万
2007/08	Rs. 38 百万	Rs. 22.8 百万
2008/09	Rs. 42 百万	Rs. 25.2 百万

(注) 予算執行期間は7月1日から翌年6月末日までである。

### 2-1-3 技術水準

計画委員会は政府省庁が集積する敷地内にあり、首都圏開発公社(CDA: Capital Development Authority)が施設の管理を一括して行っている。技術委員会では、通常の施設管理に必要な人材は確保しており、また、発電機のような管理に特段の技術を要する機器の場合には、購入の際にメンテナンス契約を締結し、メンテナンスを行っている。しかし、計画委員会、技術委員会のいずれにおいても、系統連系 PV システムの維持管理の経験はない。

PV システムは、機械的に動作する部分はなく、メンテナンスの頻度も少ない。パワーコンディショナーや電力供給に係る設備については、既存の配電設備と同様に、定期的な動作状況の確認やメンテナンス、将来的には必要に応じて部品の交換が必要である。

技術委員会では、施工業者や技術者との交流が多く、中には太陽光発電設備の維持管理の経験を持つ施工業者や技術者も存在することが確認できている。そのため、日常の動作状況の確認を行う人材を計画委員会、技術委員会それぞれから確保するとともに、技術委員会が両方の PV システムの管理を行うこととし、メンテナンスや将来的に発生することが想定される部品の交換については、技術委員会及び経験のある施工業者や技術者が行うことが望ましいといえる。

現在の施設の運用・状況管理状況から判断すると、適切な教育・訓練を実施すれば、維持管理能力について特に問題はない。

### 2-1-4 既存設備・機材

イスラマバード配電公社(IESCO: Islamabad Electricity Supply Company)の既存の系統と連系される。本協力対象事業実施に際し必要な機材のうち、変圧器は既存のものを流用する計画である。

## 2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

### 2-2-1 関連インフラ整備状況

#### (1) 輸送・道路

日本調達品はカラチ港に陸揚げされ、国道 N5 号線または国道 N55 線(インダスハイウェイ)によりイスラマバードに輸送される計画である。カラチからイスラマバードまでの距離は国道 N5 号線の場合、1,551 km である。舗装道路であり、本計画の輸送で想定される 40 フィートコンテナの輸送に支障はない。カラチからイスラマバードまでの 40 フィートコンテナの輸送には 30 時間から 35 時間を要する。

両サイトとも市街地に位置し、舗装道路がよく整備されている。ただし、計画委員会(PC)サイトについては、立ち入り制限区域内である官庁エリアに位置することに留意する必要がある。

#### (2) 電気・水

工事期間中の電気については、責任機関・実施機関の建物から供給を受ける必要がある。

水も同様に建物から供給を受けるか、必要に応じて給水車を手配する等の対応が必要である。

### (3) 通信

プロジェクトサイト近辺は携帯電話の使用は可能である。

#### 2-2-2 自然条件

パキスタンは、1 億 6,934 万<sup>6</sup>の人口を有し、北緯 23～37 度、東経 61～76 度に位置する。パンジャブ人が人口の過半を占める。面積は 79.6 万平方キロメートル(日本の約 2 倍)である。国土が南北に長いため砂漠気候、ステップ気候、温帯夏雨気候に属する。首都イスラマバードでは、4 月から 6 月には 40 度(時には 50 度)を超える酷暑となるが、11 月から 3 月には夜間は氷点下になることもある過酷な気象条件である。イスラマバードの年間平均降雨量は 1,142.2 mm で、その半分は 7 月から 8 月にかけての降雨である。

#### 2-2-3 環境社会配慮

2002 年 4 月 22 日に環境・地方自治・地域開発省から分離して設立された環境省は、パキスタンの環境全般に関する責任機関である。環境省の責任範囲は環境、エコロジー、住民、森林を含んでいる。環境省の主な業務は以下の通りである。

- 次に係る国家政策、計画、プログラム：(i)環境計画、公害、エコロジー (ii) 都市型上水下水排水処理を含む住居、配置計画、定住
- 環境、住居、配置計画と定住に関する他国及び国際機関との調整、合意形成
- Quaid-I-Azam メモリアル基金
- 森林及び野生動物に係る経済計画と政策決定
- 関連機関に関する行政管理

環境省は 5 つのウィングで成り立っている。即ち管理部、開発部、環境部、国際協力、森林部である。それぞれの部はそれぞれの機能を持っており、更に、環境省は環境保護庁(Pak-EPA: Environmental Protection Agency)、省エネルギーセンター(ENERCON: the Energy Conservation Center)、パキスタン森林研究所(PFI: the Pakistan Forest Institute : PFI)、野生動物保護委員会(NCCW : the National Council for Conservation of Wildlife)、動物調査局(ZSD: the Zoological Survey Department),などの組織を参加に置いている。

初期環境評価(IEE: Initial Environmental Evaluation)も環境影響評価(EIA: Environment Impact Assessment)は Pak-EPA の管轄であり、関連する開発業者は Pak-EPA のガイダンスに従わなくてはならない。一方、CDM は環境省の CDM 班がリードしており、研修やワークショップなどは ENERCON によって実施されている。

EIA ガイドラインは 1997 年 11 月にパキスタン環境保護法 1997 に従って発行された。

EIA ガイドラインは各セクターによって IEE、EIA を規定している。エネルギー分野については以下の条件で IEE レポートか EIA レポートを所轄官庁に提出し、Pak-EPA は関連省庁と共にそれを審査する。以下はエネルギー分野の評価基準である。

<sup>6</sup> パキスタン国政府統計庁推計による(2010 年 4 月 27 日現在)

表 2-2-3-1 エネルギー分野における IEE・EIA の基準

IEE を必要とするもの	EIA を必要とするもの
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 50 MW 以下の水力開発</li> <li>- 200 kW 以下の火力発電</li> <li>- 11 kV 未満の送電線設置および広範囲の配電計画</li> <li>- 石油およびガスのトランスミッション・システム</li> <li>- 開発、採集、精錬、貯蔵を含む石油およびガスの生産プロジェクト</li> <li>- 廃棄物ガス発電プロジェクト</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 50 MW 以上の水力開発</li> <li>- 200 MW 以上の火力発電</li> <li>- 11 kV 以上の送電線設置および系統ステーション</li> <li>- 原子力発電プラント</li> <li>- 石油精油所</li> </ul>

出典: EIA ガイドライン(パキスタン環境保護法 1997)

太陽光発電プロジェクトは IEE、EIA とも要求されていない。本案件“**The Project for Clean Energy Promotion using Solar Photovoltaic System**”についても要求されることはない。

サイトの規模は小さく、また、太陽光による発電を行うものであるため、環境や社会への望ましくない影響が最小限かあるいはほとんどないと考えられる。したがって、「JICA 環境社会配慮ガイドライン」(2004年4月)の 카테고리C に分類される。

本協力対象事業実施にあたり、太陽電池モジュールに日陰を与える可能性のある樹木の剪定や伐採が必要と想定されるが、相手国負担により、相手国の国内法に基づいて、植樹を行う計画である。

### 2-3 その他(グローバルイシュー等)

温室効果ガスの排出量削減に資するプロジェクトであり、相手国内の今後の再生可能エネルギーの利活用の発展が期待できる。設置場所の検討にあたっては、デモンストレーション効果を考慮した。

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの概要

#### (1) 上位目標とプロジェクト目標

本調査の対象国であるパキスタン・イスラム共和国(以下、パキスタン)では、再生可能エネルギーに、化石燃料消費量の削減と、地方電化及び電源の安定化への利用が期待されている。

2006年に策定した「再生可能エネルギーの開発政策」の目的の1つとして、環境保護が謳われている。効率の低い伝統的なバイオマス燃料の利用や化石燃料による発電を、クリーンで再生可能なエネルギーにより代替することで、環境や健康への悪影響を回避するとしている。また、同政策では「気候変動枠組み条約」の下でパキスタンが約束した行動を通じて、温室効果ガス排出量の削減をすることも謳っている。

パキスタンにおける電力不足を補うため、パキスタン政府の電力規制庁(NEPRA: National Electric Power Regularity Authority)は2007/08年度に、10の発電事業者に合計1,536 MWの発電許可を発行済みである。しかし、電力需要を満たせていない。電力不足を解消するとともに、可能な限り再生可能エネルギーを利用することを目的として、パキスタン政府は代替エネルギー開発委員会(AEDB)を設立するとともに、2006年に初めて上述の「発電のための再生可能エネルギーの開発政策」を策定し、水力発電(50 MW以下)、風力発電及び太陽光発電の活用を目指す方針を示し、系統連系も可能であることを明確にしている。

この中で本プロジェクトは首都イスラマバードにPVシステムを設置し、そのデモンストレーション効果を通じて、再生可能エネルギーの導入を促進させることを目標としている。

#### (2) プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記目標を達成するために首都イスラマバードの、政策決定者である政府高官も多く出入りする計画委員会(PC)と、技術者が多く出入りし公道に面しており一般市民の往来も多い技術委員会(PEC)にPVシステムを設置し、計画委員会(PC)及び技術委員会(PEC)の庁舎に電力供給を行うとともに、PVシステムをイスラマバード配電公社(IESCO: Islamabad Electricity Supply Company)の系統と連系することとしている。これにより、計画委員会(PC)及び技術委員会(PEC)の電力料金負担の軽減、再生可能エネルギー導入の促進、それによる温室効果ガスの排出量の削減が期待される。この中において、協力対象事業は、PVシステム及び関連機材を調達し、据え付けるものである。

協力対象事業の調達/施工実施期間をとおして、パキスタン側の責任機関は計画委員会(PC: Planning Commission)、実施機関は技術委員会(PEC: Pakistan Engineering Council)である。



## 3-2 協力対象事業の概略設計

### 3-2-1 設計方針

#### (1) 基本方針

パキスタン政府からの要請に基づき、以下の観点からの妥当性を審査した上で、最終的なサイトの選定を行った。

- (i) 協力対象範囲: 大型系統連系 PV システムの導入は、パキスタンにおいて初めてであることから、基本的に本プロジェクトに必要なほぼ全ての機材の調達及びその据付を協力対象範囲とした。
- (ii) サイト選定: (1)デモンストレーション効果が長期間期待できること、(2)計画された PV システムを据え付けられる十分広い土地が確保できること、(3)連系するための既存配電線が近傍にあること、(4)運営維持管理を行う実施機関の施設が近傍にあることを基本方針としてサイトを選定した。
- (iii) 設備規模: (1)配電線で系統連系が可能(大き過ぎない)で、デモンストレーション効果が十分期待できること、(2)計画委員会(PC)及び技術委員会(PEC)の施設を主な電力供給先とするが、系統連系によって余剰電力の売電を実現できることを発電規模計画の方針とした。

#### (2) 自然条件に対する方針

設置サイトの地耐力、風速、気温、湿度、地震帯区分を適用し、パキスタンの建築基準をクリアするようシステムを設計した。夏は最高気温が 40℃以上に達する日も多いことから、機材は想定される気候条件下での利用に適した仕様とした。気象条件及び設計条件は以下の通りである。

(気象条件)

- 最高気温: 46.6 °C
- 最低気温: -3.9 °C
- 最高風速: 20.58 m/s (40 Knots)
- 平均湿度: 88%
- 年平均日射量: 5.24 kW/m<sup>2</sup>/day
- 標高: 750 m

(設計条件)

- 設計風速: 40 m/s
- 地耐力(Soil Bearing Capacity): 1 ton/ft<sup>2</sup>
- 基礎の深さ(最低): -5 ft
- 交流回路: 低圧 400 V (3 相 4 線式) ・ 230 V (単相)
- 接地抵抗: PC 27.02 Ohm-m (GL -4.23 m) / PEC 68.99 Ohm-m (GL -9.25 m)
- 周波数: 50 Hz

- 障害物: 両サイトとも既存樹木の移植や剪定の必要がある(相手国負担)

### (3) 環境影響評価に係る方針

太陽光発電プロジェクトは初期環境評価(IEE: Initial Environmental Evaluation)も環境影響評価(EIA: Environment Impact Assessment)も要求されていないことを確認した。

### (4) 系統連系に係る方針

パキスタンでは再生可能エネルギーによる系統連系の実績はない。本計画の容量 110 kWp の場合、具体的には、1.イスラマバード配電公社(IESCO)との電力売買契約(PPA: Power Purchase Agreement)の締結、2.電力規制庁(NEPRA)への発電事業者としての申請の必要があることを確認した。また、イスラマバード電力供給公社(IESCO)との系統連系に際して、電力計の管轄機関であるパキスタン国営送電会社(NTDC: National Transmission & Dispatch Company Ltd.)の仕様を満たし、許可を得たメーターを売買電力量の記録のために設置することが求められていることも確認した。本プロジェクトでは、これらの手続きや条件に基づき、設計を行う方針とした。

### (5) 社会経済条件に対する方針

盗難事故が想定されるため、盗難対策には十分配慮し設計を行う方針とした。なお、技術委員会(PEC)サイトについては一般の公道と接していることから、日本側負担で照明設備を設置する。

### (6) 建築事情／調達事情に対する基本方針

基礎及び建屋の設計・施工はパキスタンの基準あるいはパキスタンで一般的に使われている英国の基準に従う。電気・電子機器の設計基準は、国際基準である IEC、IEEE に準拠することとした。日本調達機材についても可能な限り IEC、IEEE に準拠することとするが、基準がない場合には JIS、JEC の基準に準拠するものとした。

### (7) 運営・維持管理に対する対応方針

実施機関である技術委員会(PEC)は PV システムの運用経験はないものの、技術者集団であり、電気設備の運営・維持管理に対する基礎的な知識と技術を持っている。しかし、系統連系の大型 PV システムの導入は、本プロジェクトが初めてであることから、系統連系の手続き、初期操作、運営・維持管理についてソフトコンポーネントにおいて技術移転を行う方針とした。

### (8) 施設、機材等のグレード設定に係る方針

PV システム設置の効果が長期的に持続することを基本とし、調達機材の選定に当たっては、基本的に耐久性のある堅牢な機器であることとする。また、本プロジェクトが系統連系 PV システムの良い模範となるよう、システムとして十分な精度・品質を確保可能な機材を調達する方針とした。

### (9) 工法／調達方式、工期に係る方針

資材は現地調達とすることから、基礎工事はパキスタンの工法に準拠する。機材は日本調達を基本とした。

本計画では実施機関である技術委員会(PEC)が調達代理機関と契約を締結し、その後、調達代理機関がコンサルタント(施工監理、技術支援)及び施工業者の選定・契約を行い、資金管理を実施することになる(調達代理機関が、パキスタン政府の代理人として、コンサルタント及び施工業者と契約を締結する)。

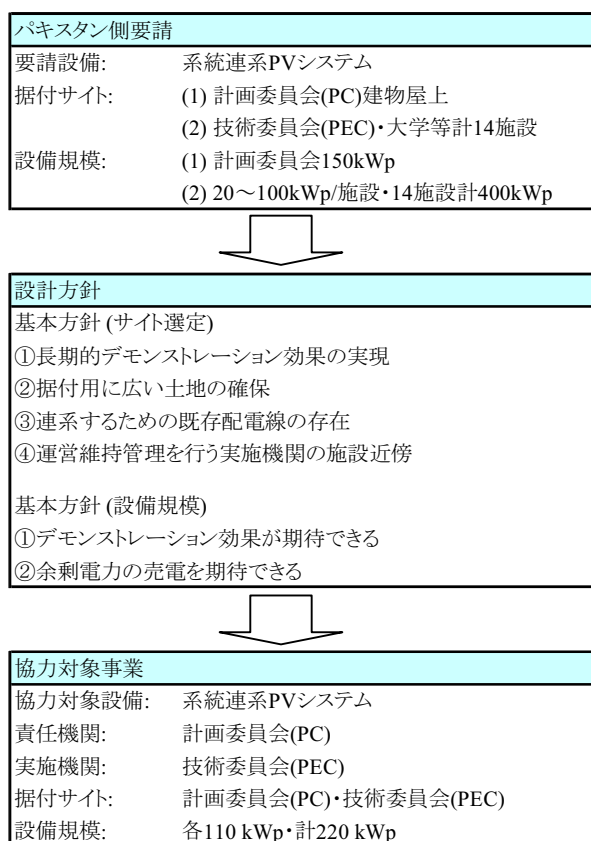
### (1) 現地業者の活用に係る方針

本プロジェクトはパキスタンでは最初の大規模な PV システムのプロジェクトであり、最初の再生可能エネルギーによる系統連系プロジェクトである。したがって、現地工事業者や現地コンサルタントには本プロジェクトに類似するプロジェクトの経験を蓄積する機会がなかった。

しかしながら、現地工事業者は、日本から派遣の技術者の指導の下で基礎の施工や機材の据付を行う能力はある。現地コンサルタントにおいても、日本から派遣のコンサルタントの指導のあることを条件に施工監理を行う能力がある。したがって、現地業者の活用については日本から派遣の技術者及びコンサルタントの指導下で限定的に活用する方針とした。

### 3-2-2 基本計画(施設計画/機材計画)

パキスタン側の要請から協力対象事業の計画を確定するため、検討作業において基づいた設計方針、結果として得られた協力対象事業をフロー図として図 3-2-2-1 に示す。



出所: JICA 調査団作成

図 3-2-2-1 協力対象事業の計画内容

要請に対し変更となったのは据付サイトである。パキスタン側要請では据付サイトを計画委員

会(PC)の屋上及び、技術委員会(PEC)やパキスタン国内各地の大学等の計 14 施設、合計 15 ヶ所としていた。しかし、計画委員会(PC)の屋上に太陽電池アレイを設置する場合、建物が 5 階建てであるため外部からは目視が困難である。そのため、基本方針(施設規模)(1)を満たさない。また、屋上には他の機器も設置されており、太陽電池アレイの設置に耐える保障がないことも問題である。技術委員会(PEC)や大学等の 14 施設については、パキスタンで初めての系統連系 PV システムを同時に導入するにはサイト数が多すぎ、維持管理の面からも困難と判断した。

そのため、サイト選定の基本方針(1)から(4)の条件を満たす据付サイトとして、計画委員会(PC)の駐車場屋根の上と技術委員会(PEC)向かいの駐車場として使用しているスペースを選定した。利用可能面積はそれぞれ、4,108.7 m<sup>2</sup>、4,752 m<sup>2</sup>の面積がある。

協力対象事業の設備規模は各 110 kWp、計 220 kWp とした。PV システム 110 kWp の据付面積は、結晶系太陽電池モジュールで約 1,700 m<sup>2</sup>、アモルファス系太陽電池モジュールで約 3,200 m<sup>2</sup>となる。視覚的にデモンストレーション効果を十分期待できる大きさである。また、電力の供給を受ける計画委員会(PC)及び技術委員会(PEC)の 1 日あたりの平均消費電力量(2008 年 11 月から 2009 年 10 月までのデータに基づく)は、1,751.5 kWh/日、934.9 kWh/日で、想定される 1 日あたりの発電量 432.3 kWh/日(イスラマバードの有効日射時間 5.24 時間<sup>7</sup>/日×110 kWp×システム効率 75%)と比較すると、余剰電力の発生する時間帯は限定的になると予想される。しかしながら、消費電力の少ない時間帯や休日、祝祭日においては余剰電力の売電が期待できる。

パキスタンで使用されている排出係数デフォルト値の 0.486 t-CO<sub>2</sub>/MWh に基づいた場合、PV システムの年間発電電力量による二酸化炭素排出量の削減量は、153 t-CO<sub>2</sub>/年となる。(= 432.3 kWh/日×2 サイト×365 日/年×0.486 t-CO<sub>2</sub>/MWh)

### (1) 全体計画

PV システムの据付予定地は、イスラマバードの近郊の計画委員会(PC)の駐車場屋根の上と技術委員会(PEC)向かいの駐車場として使用しているスペースを選定した。樹木により日陰が生じる部分があり、必要に応じて移植や剪定や行う必要があるが、その他には日照を妨げる障害物はなく、太陽電池アレイの据付地として適切である。

計画委員会(PC)の駐車場の土地は計画委員会(PC)の、技術委員会(PEC)向かいの駐車場として使用しているスペースは首都圏開発公社(CDA: Capital Development Authority)の管理下にある。後者については、土地の利用について、首都圏開発公社(CDA)の同意を得ている。

計画委員会(PC)には、駐車場の既存支柱には負荷をかけないように別の支柱を立て、その上に鉄骨架台を設置する(図 3-2-3-3 参照)。太陽電池アレイ設置場所から、計画委員会(PC)庁舎新設キュービクルまでの距離は約 150 m であり(図 3-2-3-1 参照)、おもに地下埋設により電線を敷設する。

技術委員会(PEC)の駐車場として使用しているスペースには、支柱を立てその上に鉄骨架台を設置する(図 3-2-3-7 参照)。太陽電池アレイ設置場所から、技術委員会(PEC)庁舎裏既存変電室に

<sup>7</sup> NASA のデータによる(1983 年から 2005 年までの 22 年間のデータに基づく)

隣接して新設されるキュービクルまでの距離は約 120 m であり(図 3-2-3-5 参照)、道路横断部分  
は地下埋設、それ以外は既存の塀に取り付けた溶融亜鉛めっき管の中に電線を敷設する。

両サイトとも、支柱は鉄筋コンクリート及びH型鋼により構成される(図 3-2-3-3、3-2-3-4、3-2-3-7  
及び 3-2-3-8 参照)。基礎(支柱部分を含む)は現地調達を想定し、支柱の上に設置される鉄骨架台  
は日本調達を想定する。また、屋外キュービクルの設置工事が行われる(図 3-2-3-1 及び 3-2-3-5 参  
照)。

両サイトとも、北緯 33 度 43~45 分に位置することから、太陽電池アレイの設置角度は 30 度と  
する<sup>8</sup>。また、両サイトとも、設置された太陽電池アレイの下は引き続き駐車場として利用され  
るため、自動車の出し入れに支障がないこと、自動車の収容台数を確保することを念頭におい  
て支柱の高さや間隔を含む設置スペースを検討した(図 3-2-3-1、3-2-3-3、3-2-3-5 及び 3-2-3-7 参  
照)。建物の屋上と異なり、通行人からも目視が可能な高さであるため、デモンストレーション  
効果も発現する。

PV システムで発電された電力は計画委員会(PC)、技術委員会(PEC)の施設でそれぞれ消費され  
る。消費しきれない余剰電力は、イスラマバード配電公社(IESCO)の配電網へ逆潮流され、計画  
委員会(PC)、技術委員会(PEC)とイスラマバード配電公社(IESCO)との電力売買契約に基づき売  
電される。

なお、計画委員会(PC)、技術委員会(PEC)両サイトともに、イスラマバード配電公社(IESCO)と  
の連系は低圧側で行う。そのため、系統連系に際してイスラマバード配電公社(IESCO)の負担に  
よる工事は発生せず、全ての工事は本プロジェクトで行う。イスラマバード配電公社(IESCO)  
は、本プロジェクト側で行った工事や系統連系が、基準を満たしているかの工事立会・検査・  
確認を行う立場である。系統連系開始後の責任分界点は 11 kV/400V 変圧器である。

## (2) 機材計画

機材調達概要は、表 3-2-2-1 に示すとおりである。計画委員会(PC)、技術委員会(PEC)の 2 サイト  
があるため、各サイトに基本的には同じものが必要となる。

表 3-2-2-1 主要機材リスト(単価 1,000 千円を超えるもの)

機材名	仕様	数量	単位	目的・用途
太陽電池モジュール	設計容量 110 kWp 以上/サイト、結晶系・薄膜系、3 相 400V 電圧に接続、システム電圧はメーカーで決定	1	式	太陽からの日射を電力エネルギーに変換するパネル
モジュール設置用架台	溶融亜鉛メッキ仕上げ	1	式	基礎(支柱を含む)から太陽電池モジュールを嵩上げする架台
接続箱	屋外壁掛け型、前面扉鍵付き、機能は逆流防止ダイオード(各入力回路)、各入力回路断路端子、配線用遮断器、誘導雷保護器	1	式	各太陽電池モジュールにて発電した電力を集約する為の接続箱

<sup>8</sup> 年間合計の出力が最大になるのは緯度と同じ角度で設置した場合で、本プロジェクトの場合、33 度前後である。数  
度程度の差異であれば出力に大きな変化はないため、本プロジェクトでは設計・施工のしやすい角度である 30 度と  
した。

機材名	仕様	数量	単位	目的・用途
集電箱	屋外型(壁掛または自立型)、鍵付き、配線用遮断器及び誘導雷保護器を収納	1	式	各接続箱を束ねるための接続箱
パワーコンディショナー	屋内自立型、110 kW (設置容量合計)/サイト以上、定格出力電圧 AC 400 V、3 相 4 線、50 Hz、定格電力変換効率 90%以上、系統連系保護機能(UVR, OVR, UFR, OFR)	1	式	太陽電池モジュールにて発電した直流電圧を交流電圧に変換するためのインバーターやシステムの保護設備を備えた機器
受変電盤	屋内自立型、3 相 4 線式、400 V、50 Hz、配線用遮断器	1	面	400 V 配電線と連系する為の遮断器、保護装置内蔵、PV システム内の負荷供給している受電盤
連係盤	屋内自立型、3 相 4 線式、400V、50 Hz、パワーコンディショナー台数分+スペア入出力各 1 回路	1	面	複数のパワーコンディショナーをシステムに連系するための盤
屋内キュービクル	周辺機器収納用	1	式	パワーコンディショナー、データ管理・監視システム等を収納
表示装置	屋外型、W1,200×H800 mm	1	式	PV システムでの発電状況を表示する為の装置
データ管理・監視システム	気象観測計、データ収集装置、ソフトウェア	1	式	PV システムでの情報及び気象情報を集約し、記録する装置

出所: JICA 調査団作成

機材調達に係る事項を以下にまとめる。

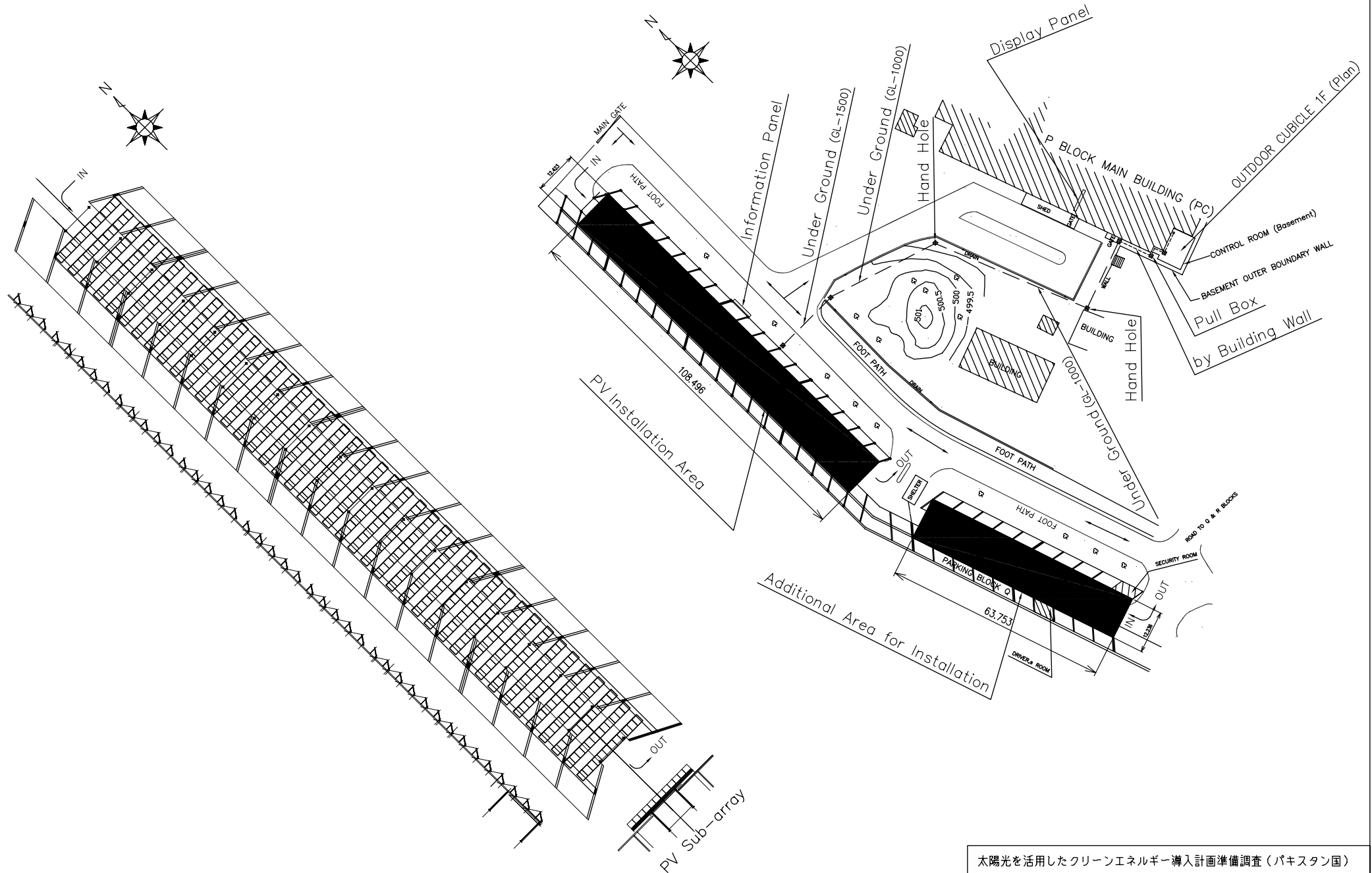
- デモンストレーション効果: デモンストレーション効果を高めるための機材も調達する方針とする。具体的にはプロジェクト案内板、PV システムの運転状況を表示する表示装置を調達機材に含める。表示装置では主要な発電条件である(1)日射量、(2)外気温度、発電出力である(3)発電電力(kW)、(4) 1 日の積算発電電力量(kWh)、この発電電力量から算出される(5)二酸化炭素排出削減量の 5 点を表示する。
- 支援効果の定量化と測定可能化: 調達機材の中にデータ収集装置を含め、気象観測データや発電電力などのデータを継続的に記録する。これら精度の高い記録データにより、支援効果を定量的に測定可能とする。
- 単独運転の防止: 停電時に PV システムが電力供給を継続(単独運転)することは感電事故の原因となり危険である。PV システムは、IESCO の電力系統の電圧を常時監視し、単独運転を防止することとする。
- 持続性の担保: バッテリーを含まない系統連系 PV システムで最も故障の確率が高いのは電子回路部分である。その故障原因で大きな比率を占めるのが、雷や電気回路の開閉動作から発生するサージ性の過電圧である。このサージ性過電圧の電子回路への侵入を防ぐ対策を十分行う方針である。具体的には、接地工事を確実に、アレスターの設置である。

### 3-2-3 概略設計図

計画委員会(PC)の PV システム全体配置図、PV システム単線結線図、PV 架台図、架台基礎図をそれぞれ図 3-2-3-1 から 3-2-3-4 に、技術委員会(PEC) の PV システム全体配置図、PV システム

単線結線図、PV システム架台図、PV 基礎図をそれぞれ図 3-2-3-5 から 3-2-3-8 に示す。

For Reference

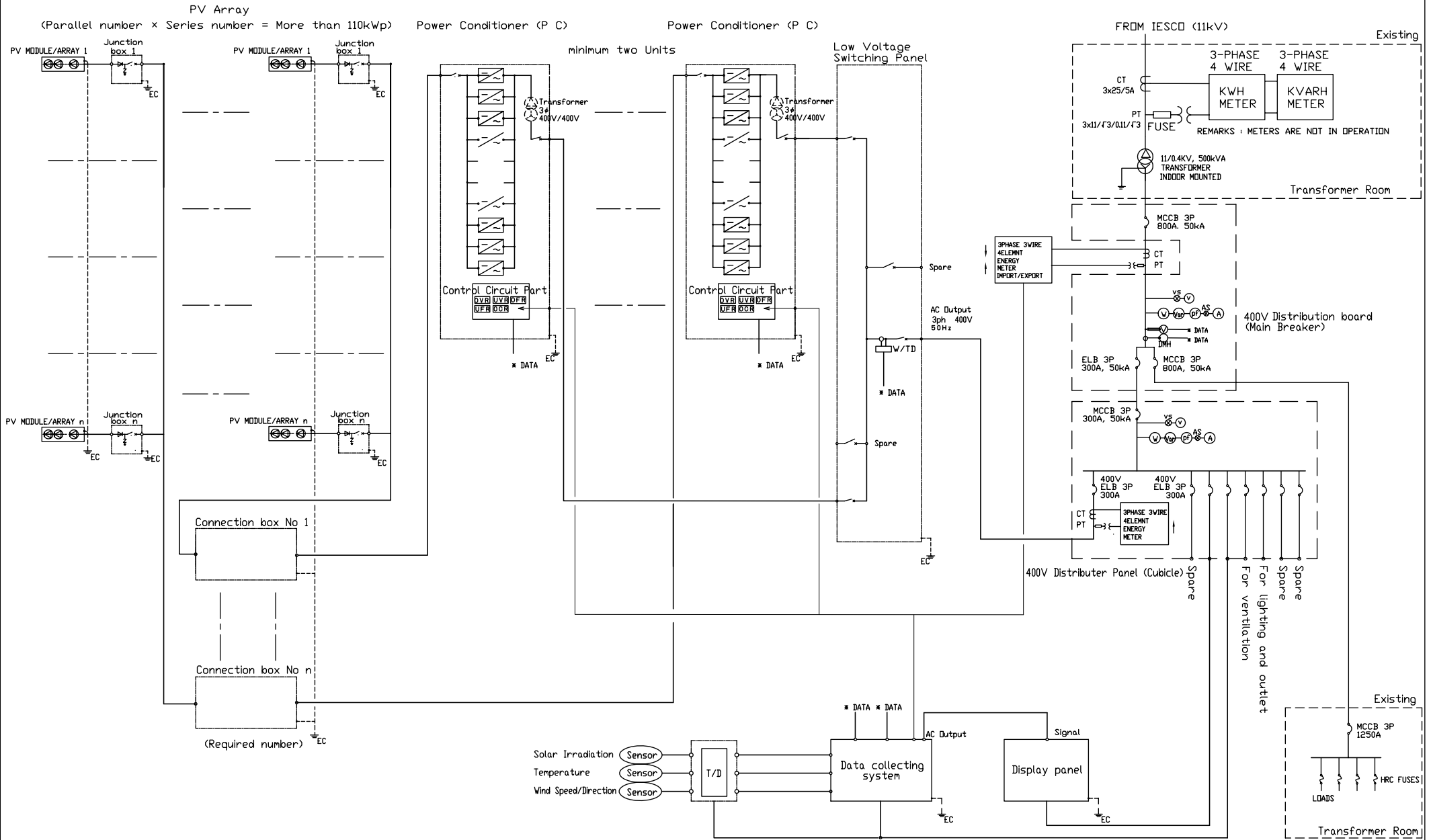


PV System Capacity 110 kWp

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 (パキスタン国)
図 2-3-1 (PC)
PVシステム全体配置図



# For Reference



SYMBOL	EXPLANATION	SYMBOL	EXPLANATION
DVR	Over Voltage Relay	T/D	Transducer
UVR	Under Voltage Relay	W/TD	Watt Transducer
DFR	Over Frequency Relay	V	Volt Meter
UFR	Under Frequency Relay	W	Watt Meter
EC	Earth Connection	ELB	Earth Leakage Breaker
CT	Current Transformer	PT	Potential Transformer
RPR	Reverse Power Protection Relay		

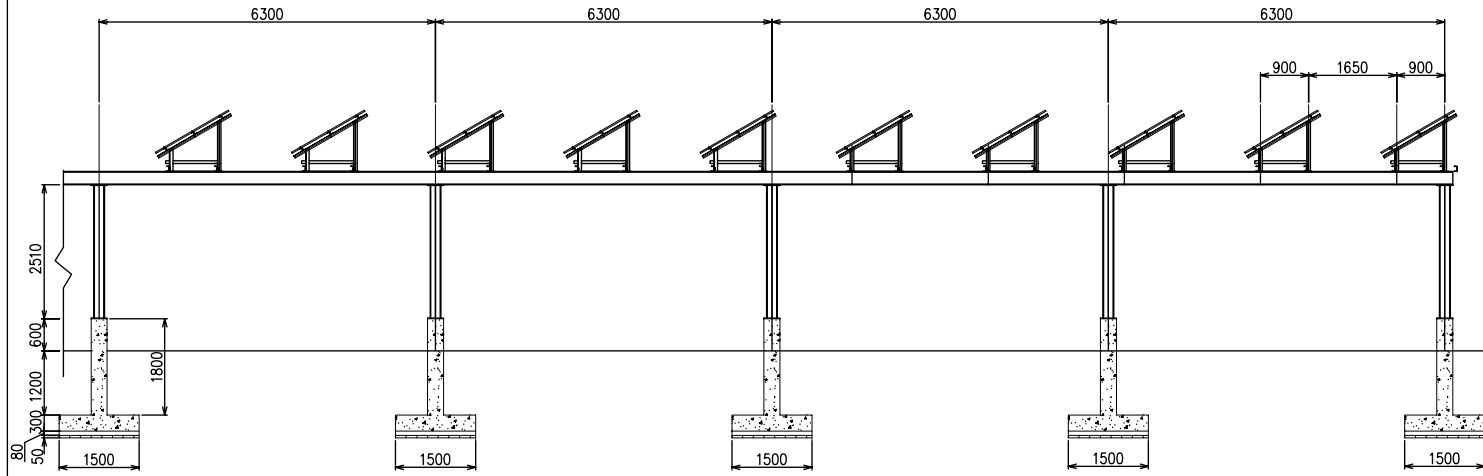
PV System Capacity 110kWp

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 (パキスタン国)

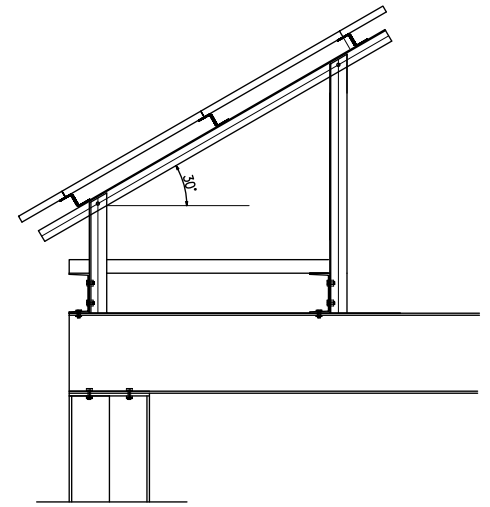
図 2-3-2(PC)

PVシステム単線結線図

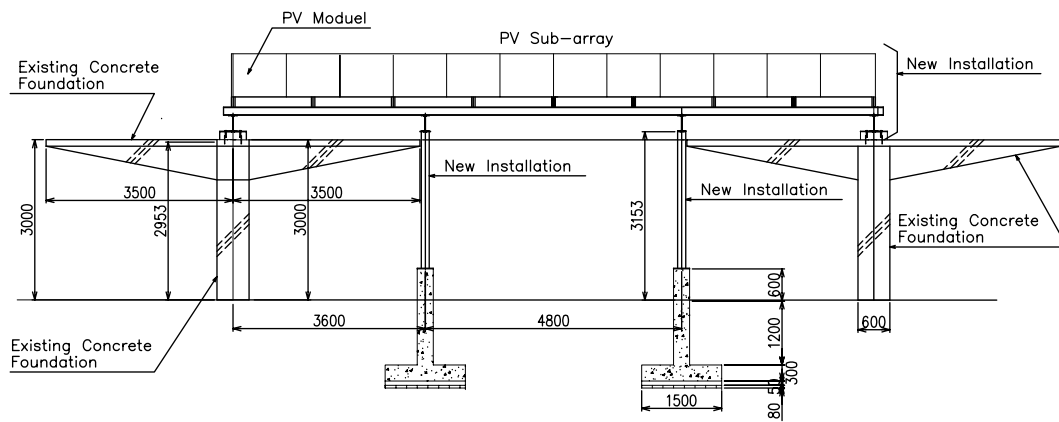
# For Reference



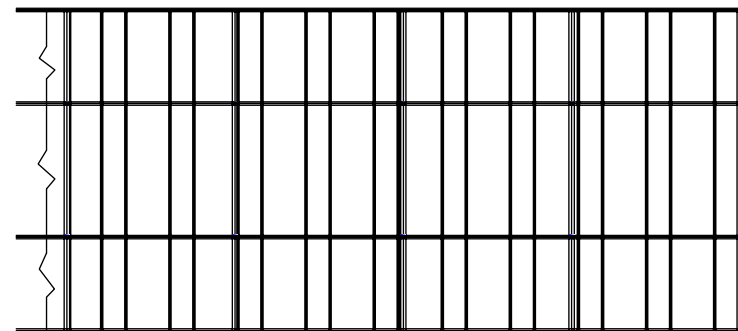
LONGITUDINAL ELEVATION



PV SUPPORT SECTION



SECTIONAL ELEVATION



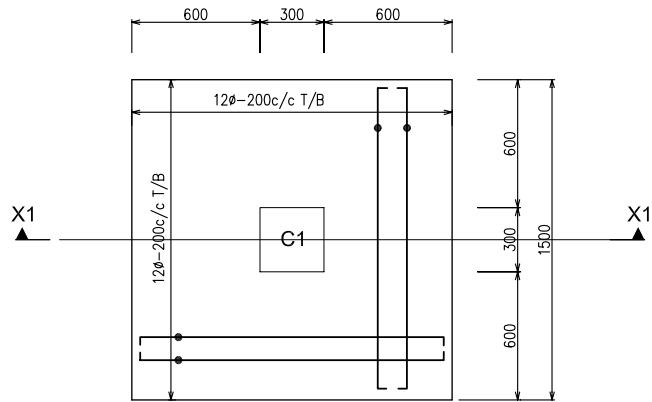
BEAM FRAMING PLAN AT FLOOR LEVEL

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（パキスタン国）

図 2-3-3 (PC)

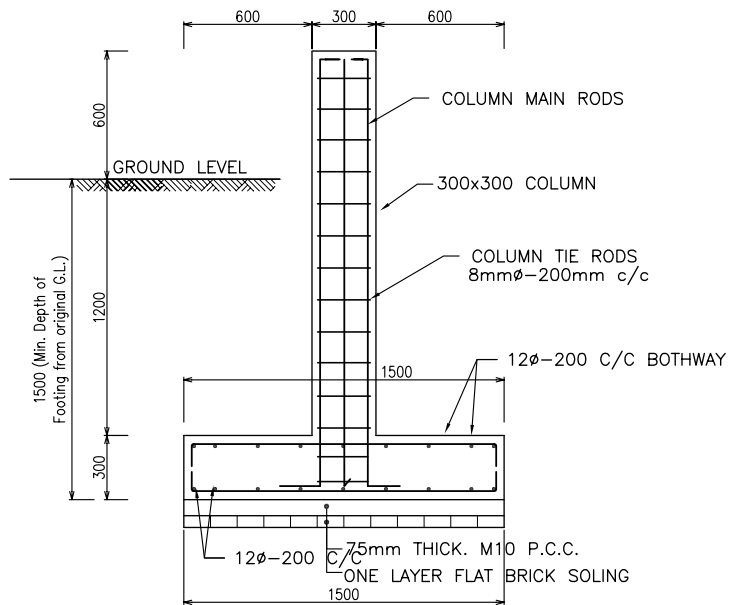
PVシステム架台図

# For Reference



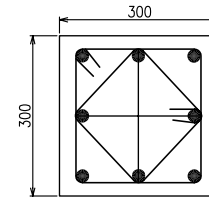
**FOOTING PLAN**

SCALE = 1:25



**FOOTING SECTION AT X1**

SCALE = 1:25



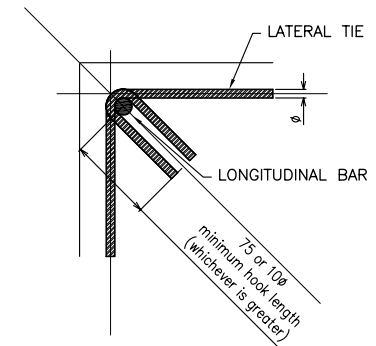
**8-12φ MAIN BARS**

NOTES FOR COLOMN STIRRUPS:-

- Columns with 8 mm main bars: Use 8 mm dia stirrups @ 200mm C/C.

**COLUMN DETAILS**

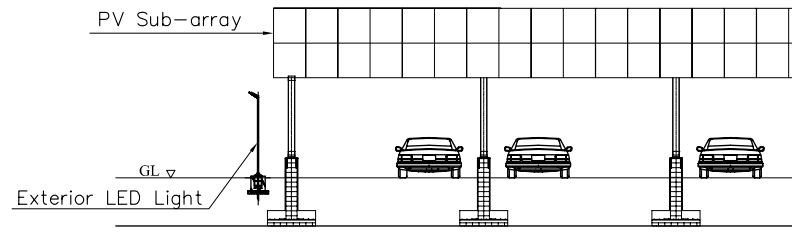
SCALE = 1:10



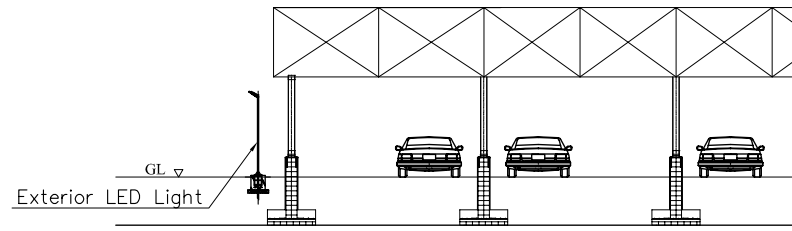
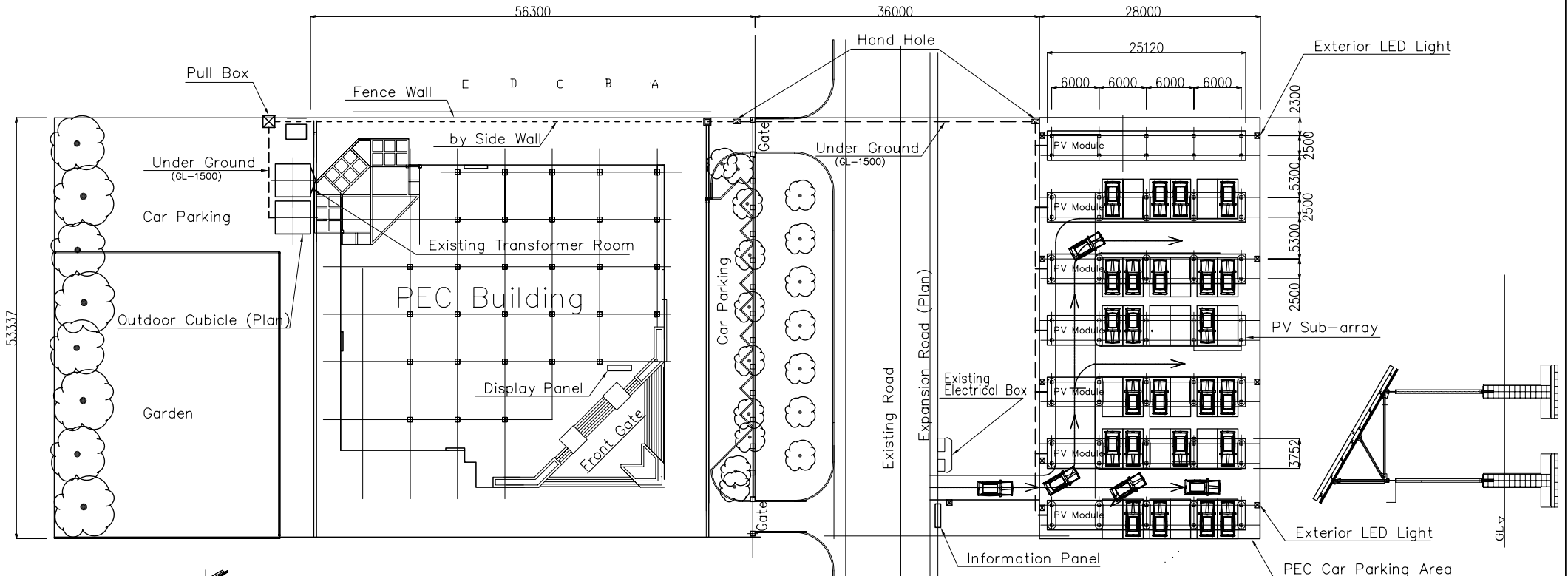
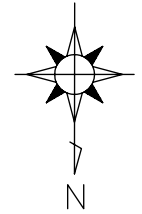
**DETAIL A-135° HOOK DETAIL FOR STIRRUPS & TIES**

SCALE=NTS

For Reference



Front Elevation of 110 kW PV system



Back Elevation of 110 kW PV system



Exterior LED Light

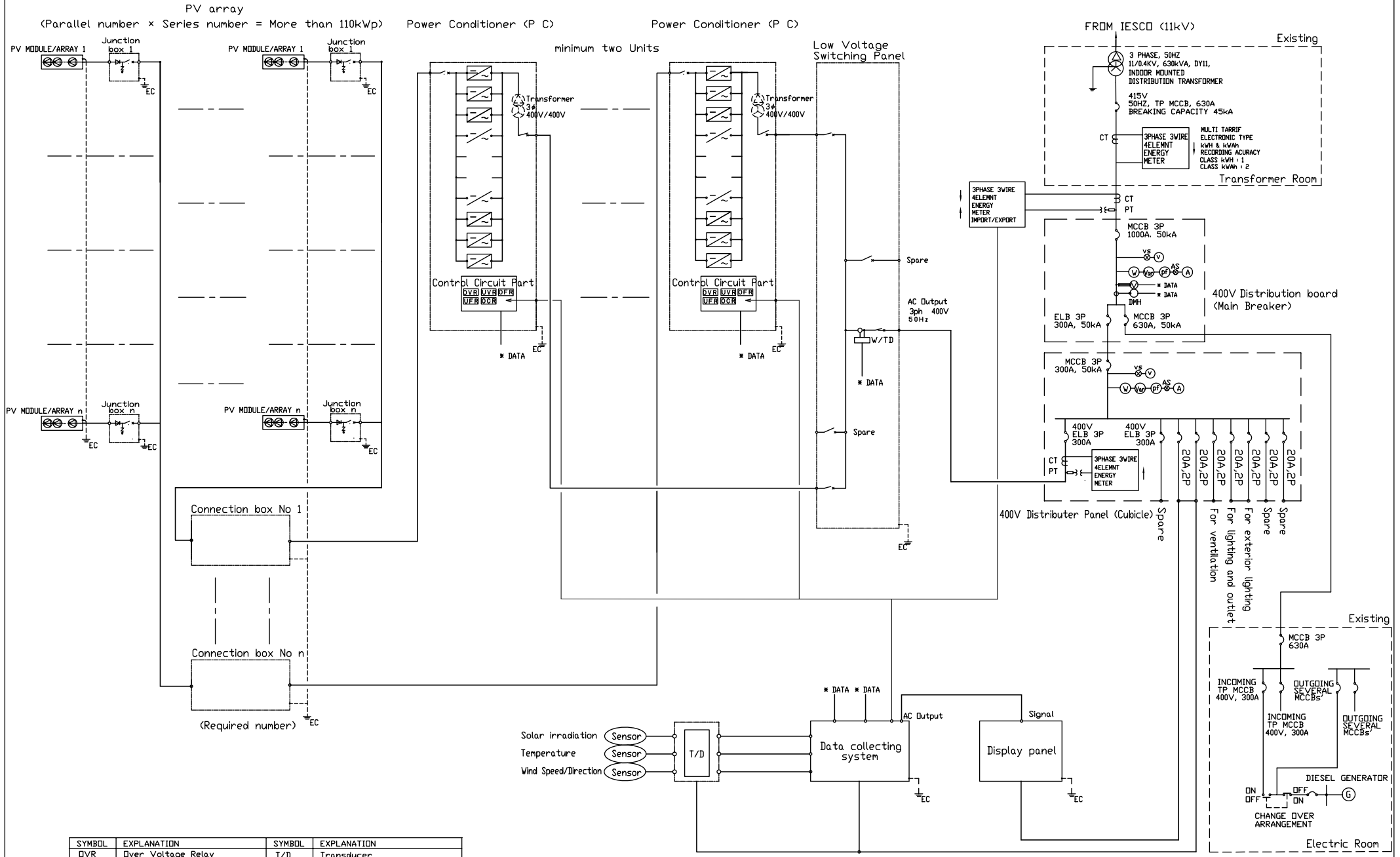
PV System Capacity 110 kWp

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 (パキスタン国)

2-3-5 (PEC)

PVシステム全体配置図

# For Reference



SYMBOL	EXPLANATION	SYMBOL	EXPLANATION
DVR	Over Voltage Relay	T/D	Transducer
UVR	Under Voltage Relay	W/TD	Watt Transducer
DFR	Over Frequency Relay	V	Volt Meter
UFR	Under Frequency Relay	W	Watt Meter
EC	Earth Connection	ELB	Earth Leakage Breaker
CT	Current Transformer	PT	Potential Transformer
RPR	Reverse Power Protection Relay		

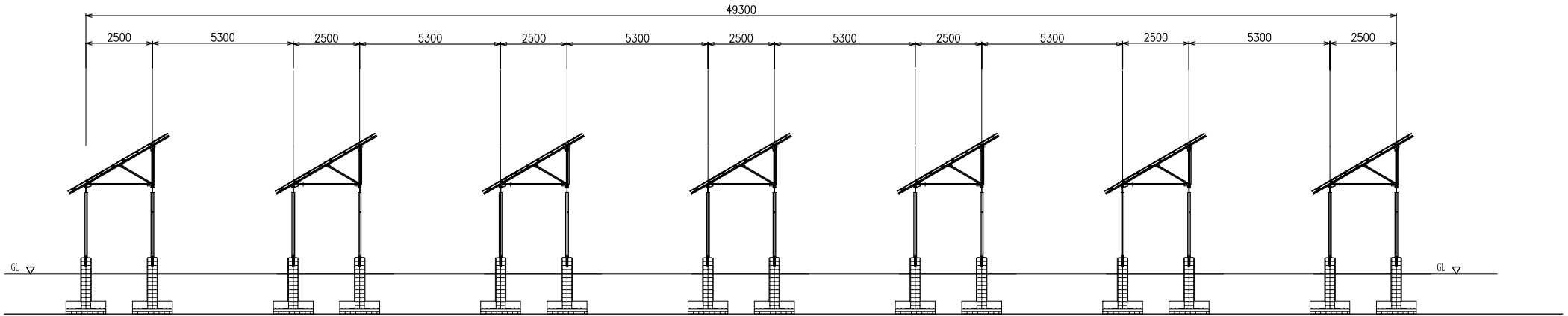
PV System Capacity 110kWp

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 (パキスタン国)

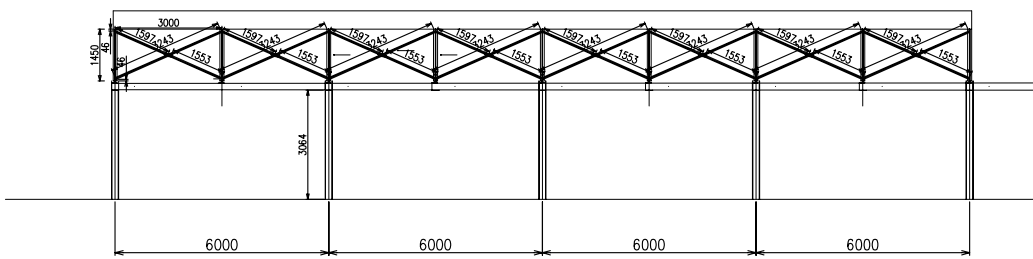
図 2-3-6 (PEC)

PVシステム単線結線図

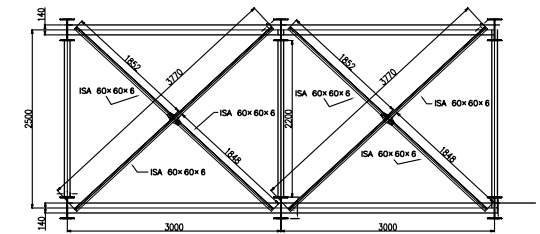
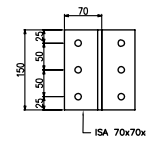
# For Reference



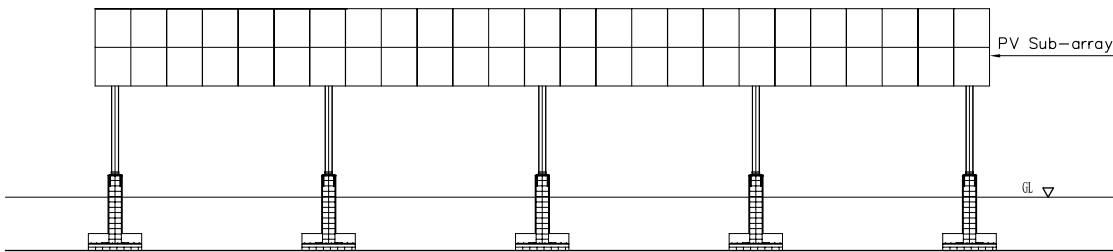
Sectional Elevation



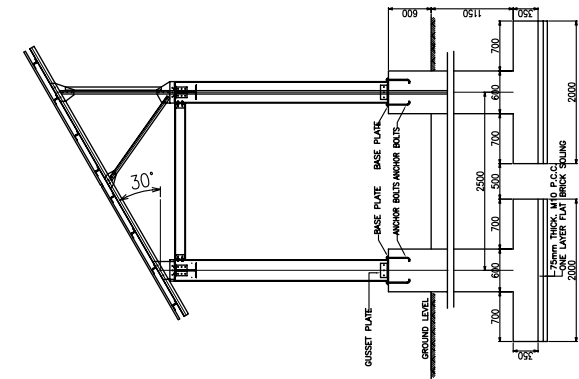
Back Elevation



Horizontal Bracing



Front Elevation



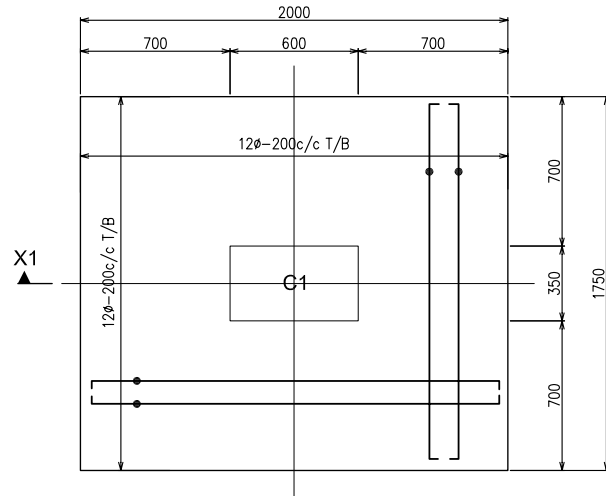
Support Section Details (SECTIONAL)

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(パキスタン国)

図 2-3-7 (PEC)

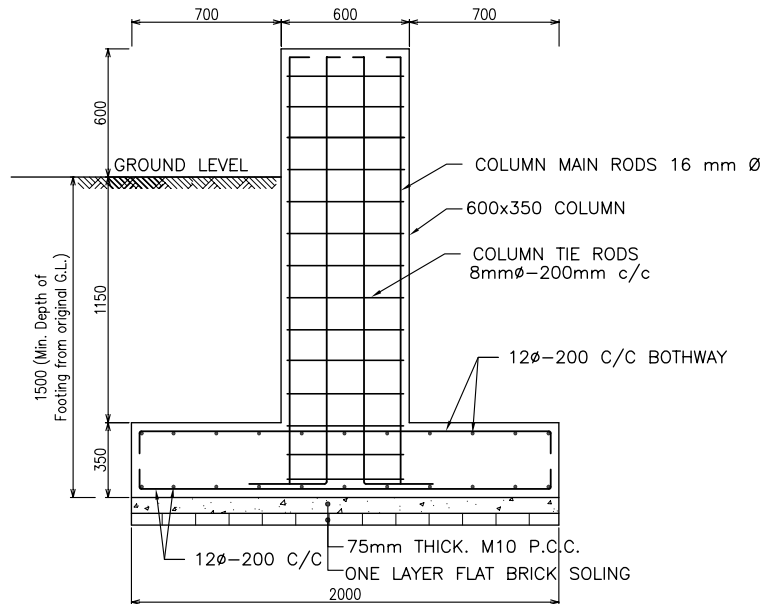
PVシステム架台図

# For Reference



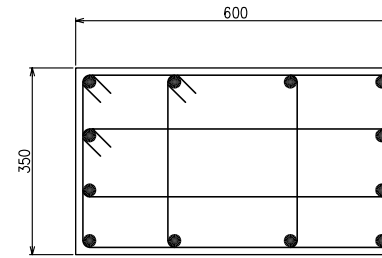
**FOOTING PLAN**

SCALE = 1:25



**FOOTING SECTION AT X1**

SCALE = 1:25

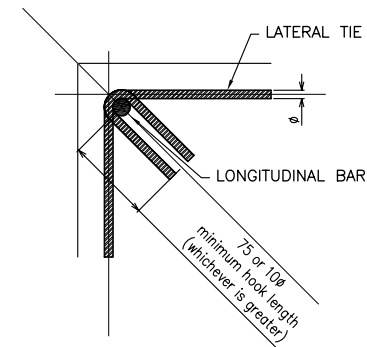


12-16 $\phi$  MAIN BARS

NOTES FOR COLUMN STIRRUPS:-  
1. Rectang. Columns with 12 bars:  
Use 8 mm dia bars @ 200mm C/C.

**COLUMN DETAILS**

SCALE = 1:10



**DETAIL A-135° HOOK DETAIL FOR STIRRUPS & TIES**

SCALE=NTS

### 3-2-4 施工計画／調達計画

#### 3-2-4-1 施工方針／調達方針

本プロジェクトは我が国の環境プログラム無償のスキームにしたがって実施される。本環境プログラム無償資金協力に係る交換公文(E/N)締結後、パキスタン政府は、施工監理コンサルタント及び施工業者の調達を調達代理機関に委託する。また、施工監理コンサルタント及び施工業者は、調達代理機関と契約を締結し、それぞれの業務を実施することになる。

#### (1) 責任機関・実施機関

協力対象事業の調達／施工実施期間をとおして、パキスタン側の責任機関、実施機関、及び実施機関の担当部署は以下のとおりである。

- 責任機関: 計画委員会(PC: Planning Commission)
  - 実施機関: 技術委員会(PEC: Pakistan Engineering Council)
- 責任部署: 管理広報局 管理課

本プロジェクトを円滑に実施するにあたり、計画委員会(PC)及び技術委員会(PEC)は本プロジェクトを担当する責任者を配置し、施工監理コンサルタント及び施工業者との契約事務を調達代理機関に委託する。配置されたプロジェクトを担当する責任者は、首都圏開発公社(CDA)、電力規制庁(NEPRA)、イスラマバード配電公社(IESCO)その他関連する諸機関に対して十分な説明を行うとともに、本プロジェクトに必要な手続きを行う。

#### (2) 調達代理機関

調達代理機関は、施工監理コンサルタント、技術支援コンサルタント及び請負業者の選定・契約手続き等を実施する。調達代理機関はコンサルタントや請負業者の業務内容管理及び出来高を確認し、パキスタン政府に代わって、コンサルタントや請負業者への支払いを行う等の資金管理を行う。

#### (3) コンサルタント

本計画の施設建設及び機材調達・据付工事を実施するため、調達代理機関が選定したコンサルタントが施工監理を実施する。工事において各サイトの品質管理、安全管理、工程管理を行う。また、系統連系にかかわる協議、調整、完成検査、引渡業務の支援を行う。調達代理機関への入札資格審査、入札実施業務の指導、助言も行う。

#### (4) 調達業者

公開入札において、調達代理機関が請負業者を選定し、契約に基づいて必要となる資機材、設備及び役務の調達を行う。

また、現地人材の活用、日本の技術者派遣に係る事項を以下にまとめる。

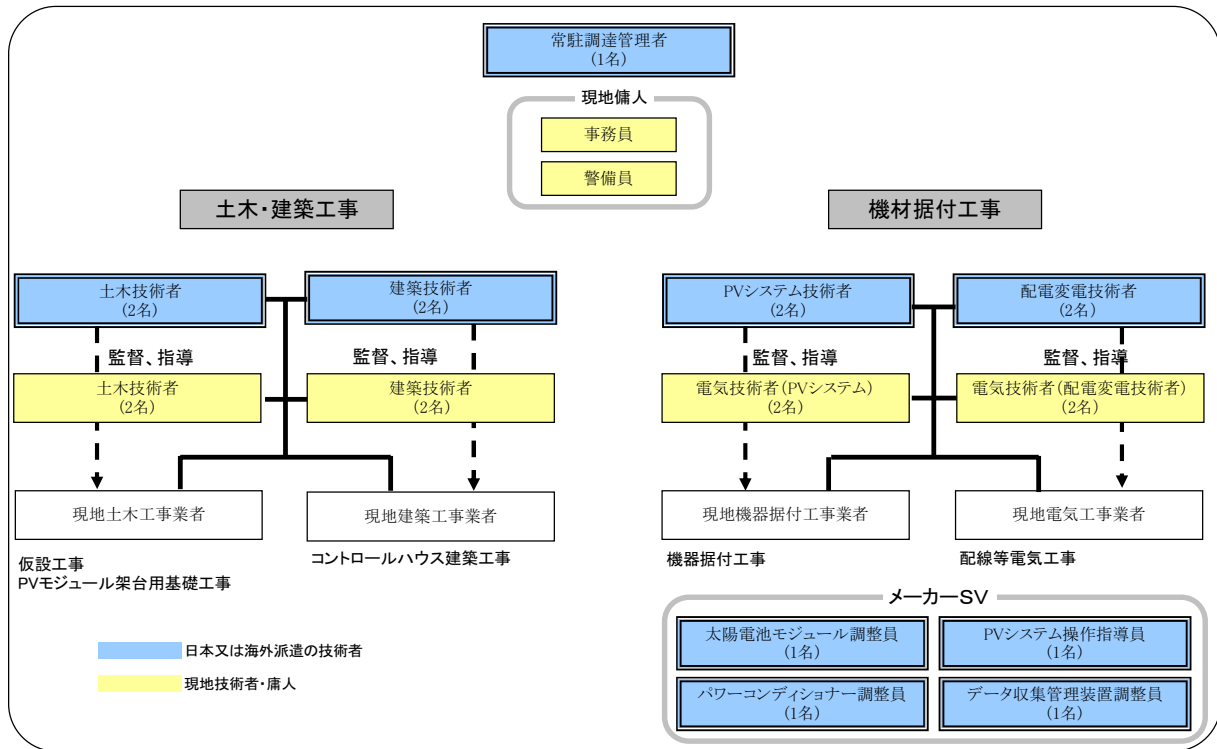
- 現地コンサルタント・現地建設業者: 共に電気・建築・土木の分野で活用する。各分野に経験のある日本から派遣のコンサルタント・技術者の指導の下で補助的な作業を実施させ



る。

- 日本の技術者派遣: 本件はパキスタンで初めての系統連系 PV システム導入プロジェクトでパキスタンには導入経験者がいない。このため、現場での土木・建築、機材据付工事に日本からの経験ある技術者の派遣が必要である。

調達業者の管理体制を図 3-2-4-1 に示す。



出所: JICA 調査団作成

図 3-2-4-1 調達業者の管理体制

派遣する技術者の分野は、PV システム、配電変電、土木、建築、それに現場工事全体を管理する常駐管理である。他に、初期操作指導・運用指導を行うメーカーの技術者の派遣を計画する。

### 3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

施工上及び調達上の留意事項を以下に示す。

- 施工期間中の資機材の盗難防止: 警備員を配置し、盗難事故を防ぐ。
- 施工期間中の事故防止: 架台や太陽電池アレイを地上から 2.5～3 メートルの位置に設置することから、必要な工期や要員配置を考慮するとともに、安定した足場を確保し、転落事故が発生しないよう安全対策には特に留意する。また、技術委員会(PEC)は、設置サイトが一般車両や通行人の多い自動車道路沿いにあることから、交通事故や、通行人が事故に巻き込まれることのないよう配慮を行う。
- 計画委員会(PC)、技術委員会(PEC)の 2 サイトに設置すること、両サイトとも鉄骨架台や太陽電池アレイを地上から 2.5～3 メートル以上の位置に設置することから、必要な工期や要

員配置を考慮する。

### 3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

系統連系 PV システムの導入はパキスタンでは初めてであることから、施工・調達・据付の全体を協力対象事業でカバーする。パキスタン側の作業としては、同事業を行うにあたって必要となる土地の確保、系統連系のための諸手続き等となる。

### 3-2-4-4 施工監理計画・調達監理計画

施工監理計画・調達監理計画についての基本事項は以下のとおりである。

- 基本方針: パキスタンにとって初めての導入となる系統連系 PV システムのため、施工監理・調達監理は協力対象事業の調達・施工実施期間全体を通して行う。
- 留意点: 特に機材据付作業は地上から 2.5～3 メートルの位置での作業であることから、必要な工期や要員配置を考慮する。
- 体制: 基本方針に示したように、監理業務は調達及び施工実施期間を通期で行うことから常駐監理の体制をとる。
- 専門性・業務内容: 工期前半は基礎工事、コントロールハウス工事など土木工事が中心となることから、常駐監理者は土木技術者とする。後半は太陽電池アレイ、パワーコンディショナーなど電気機器の据付を行い、最終的に PV システムを系統と連系運転させることから、常駐監理者は単に電気の知識だけでなく、PV システムや系統連系についての知識もある技術者とする。他に、太陽光発電設備技術者がスポットで監理を行う。太陽光発電設備の専門性は、太陽電池アレイの基礎及び架台の施工、太陽電池アレイの据付、最終検査・試運転時の監理に不可欠であり、スポットでこれらの監理を行う。

### 3-2-4-5 品質管理計画

本プロジェクトで調達する資機材及び工事の品質を監理するために、下記の検査・検収を実施する。

#### (1) 図面審査

調達業者に全ての資機材及び施工計画に関する図面の提出を義務付け、コンサルタントはそれらの仕様及び品質が契約仕様書と一致していることを確認する。

#### (2) 工場試験

原則として、調達資機材は出荷前に工場試験を実施する。コンサルタントは太陽電池モジュール、パワーコンディショナー等の主要機器及び受変電設備などの工場試験に立会い、それらが承認図面及び仕様書通りに製作されていることを確認する。

#### (3) 船積前検査

調達機材の船積み前に、第三者の検査機関により、パッキングリストの照合などの船積前検査を実施し、調達機材が確実に船積みされることを確認する。

#### (4) 完成検査

現場での据付工事の成果は、完成検査により確認する。完成検査は請負業者が主導で実施し、コンサルタントとパキスタン側の担当者がそれに立ち会う。機器の単体試験とシステム全体での試験とに分けて行う。単体試験は単体での動作確認、システム全体での試験はシステム全体としての動作確認、エラー発生時の挙動の確認やエラー復旧の確認等である。完成検査の結果承認は調達代理機関が行う。

#### 3-2-4-6 資機材等調達計画

##### (1) 資機材調達国

資機材の調達に当たっては、基本的に耐久性のある堅牢な機器であり、PVシステムとして十分な精度・品質を確保可能な機材の調達を考える。太陽電池モジュール、パワーコンディショナー等の主要機材は日本製を日本調達とする。また、架台も日本調達を想定する。土木・建築関連資材及び、パキスタン国営送電会社(NTDC: National Transmission & Dispatch Company Ltd.)の仕様認定・許可を受けていることが条件となる電力量計は現地調達を想定する<sup>9</sup>。また、昇圧変圧器は低圧連系のため既存の変圧器を利用する。パキスタン国内で調達可能な土木・建築関連資材は、自国で製造されており、通常、調達には支障はないものである。

本協力対象事業における主要資機材とその調達国は表 3-2-4-1 のとおりである。

表 3-2-4-1 主要資機材とその調達国

機材名	調達国(原産国)		
	現地	日本	第三国
PV モジュール		○	
パワーコンディショナー		○	
昇圧変圧器	(既存の変圧器を利用)		
絶縁変圧器		○	

出所: JICA 調査団作成

パキスタン国内で調達可能な土木・建築関連資材は、自国で製造されており、一般には調達にも支障はないものである。

##### (2) 搬入ルート

本協力対象事業で納入される資機材の多くは本邦にて調達される。本邦から現地までの輸送ルート、輸送手段、輸送期間は表 3-2-4-2 のとおりである<sup>10</sup>。

表 3-2-4-2 輸送計画

輸送ルート	輸送手段	輸送期間
日本国内港		
↓	海上輸送	20～30 日
パキスタン/カラチ港		

<sup>9</sup> 電力量計の原産国は事前に特定することは不可能である。

<sup>10</sup> 通関に要する日数は含まれていない。

↓	陸上輸送	2～3 日
パキスタン/イスラマバード(サイト)		

出所: JICA 調査団作成

### (3) 交換部品及び保守用工具類

PV システムにおいて、その構成部品の多くは破損・故障時に現地で修理することが困難であり、かつ、PV システムの運転そのものに大きな影響を与える。したがって、その部品の破損・故障が PV システムとしての動作を停止させるような影響のある以下の部品を交換部品として調達資機材に含めることとする。

#### (i) PV モジュール (全体の 3%<sup>11</sup>)

他に、PV システムの動作には大きな影響を与えることはないが、メーカーによりタイプが異なり、現地で容易に入手できない以下の物を交換部品として計画する。設置サイトが 2 サイトあるため、2 組計画する。

- (ii) ヒューズ類
- (iii) コントロールパネル等の表示ランプ
- (iv) 配電用遮断器
- (v) 気象観測機器 (気温計、日射量計、風向風速計)

また、PV システムの日常の保守・点検に必要な以下の工具類を調達品として計画する。交換部品と同様に 2 組計画する。

- (i) 絶縁抵抗器
- (ii) クランプメータ
- (iii) マルチデジタルメータ

### (4) 保証

調達機材及び施設の保証期間は 1 年とし、受注業者がこれを保証する。

#### 3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

機材据付完了後、実際に運転・維持管理を実施する運転員に対して、機器単体の調整及び試運転指導、また、PV システム全体の初期操作指導を行う。指導はメーカーの専門技術者が行う。PV システムの運用指導は、ソフトコンポーネントで実施する。

運転員は両サイトで現在実際に電気設備の維持管理を担当している要員あるいはそれと同等レベルの要員を想定する。

表 3-2-4-3 に指導者の専門性、指導対象、実施期間を示す。

<sup>11</sup> 落雷その他の理由で交換を行う場合、1 スtring 単位での交換が推奨される。1 スtring の枚数は設計に左右されるため、特定はできないが、一般に 10～15 枚である。これを数組用意するとの考えから、3%とした。

表 3-2-4-3 初期操作指導・運用指導計画

指導者の専門性	指導内容	実施期間
PV モジュール調整技術者	PV モジュールの基礎知識と取り扱い、維持管理方法の指導	約 2 週間
パワーコンディショナー調整技術者	パワーコンディショナーの起動・停止、非常時の運転操作など初期操作及び運用・維持管理方法の指導	約 2 週間
データ収集装置調整技術者	データ収集装置の初期操作、運用・維持管理方法の指導	約 2 週間
PV システム操作指導員	PV システム全体の起動・停止、非常時の運転操作など初期操作及び運用・維持管理方法の指導	約 2 週間

出所: JICA 調査団作成

### 3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

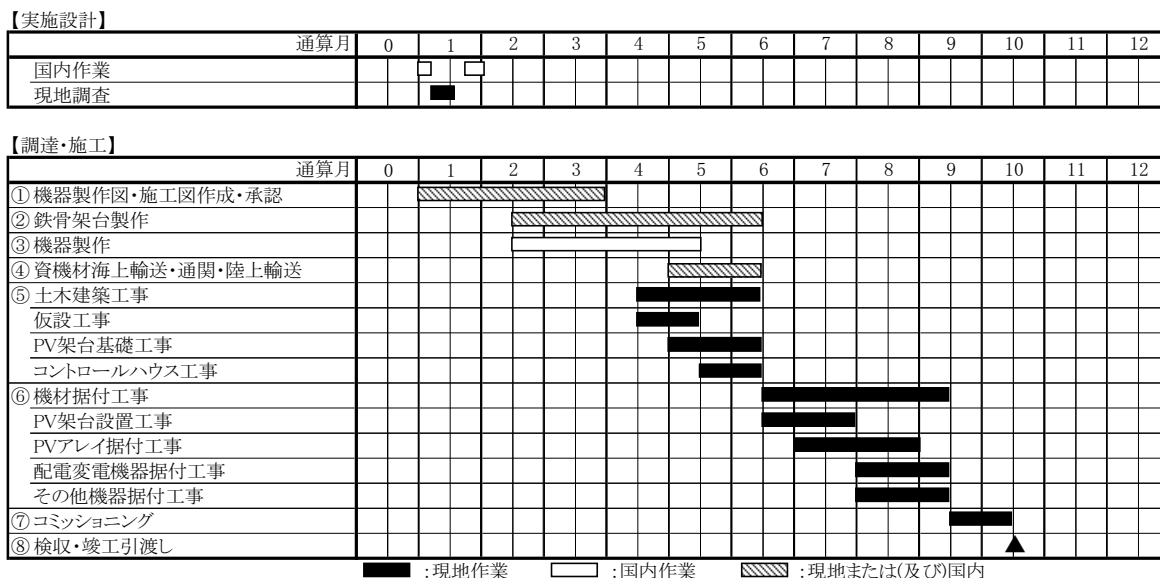
本プロジェクトにおいて PV システムの系統連系が実現されれば、パキスタンにおいて初めての再生可能エネルギーの系統連系実現となる。過去に経験のないことから、パキスタン側には PV システムを系統連系において円滑に運転する経験・能力が蓄積されていない。そのため、(1) プロジェクトの円滑な立ち上がりを促進し、プロジェクト完成後は、(2)その成果の持続性確保を目指した、ソフトコンポーネントによる支援が必要であると判断する。

計画するソフトコンポーネントの内容を添付のソフトコンポーネント計画書に示す。

### 3-2-4-9 実施工程

本協力対象事業の実施工程を表 3-2-4-4 に示す。

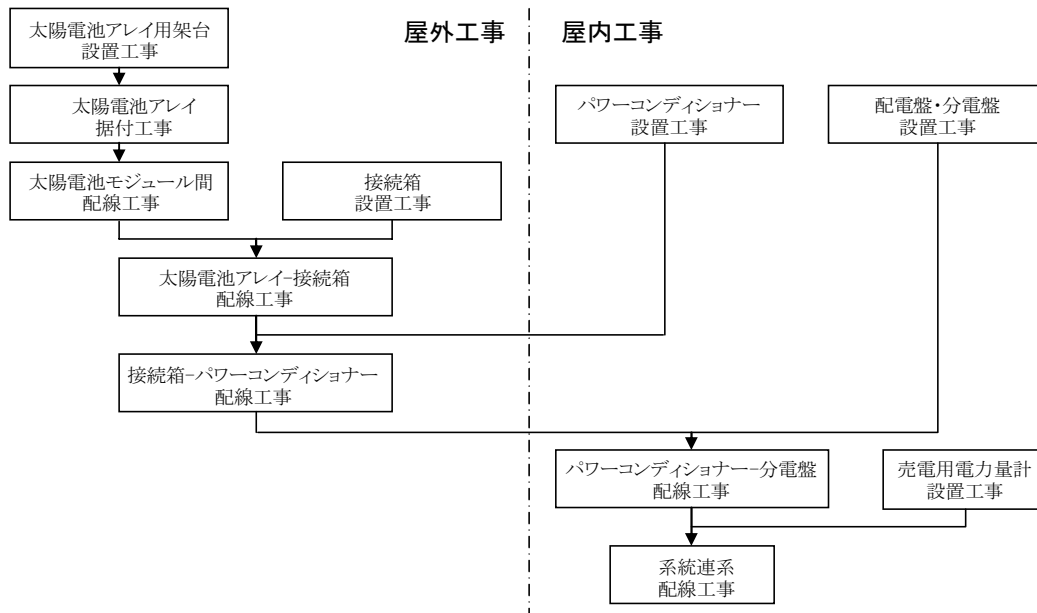
表 3-2-4-4 実施工程表



出所: JICA 調査団作成

製作・施工図面作成から検収・引渡しまでの全体工期は 10 ヶ月と計画した。

据付工事は屋外工事と屋内工事とがあり、その全体の工事フローを図 3-2-4-2 に示す。



出所: JICA 調査団作成

図 3-2-4-2 機材据付工事フロー

### 3-3 相手国側負担事業の概要

本プロジェクトが実施される場合のパキスタン政府の分担事項は以下のとおりである。

- (i) 電力規制庁(NEPRA)からの発電ライセンスの取得
- (ii) イスラマバード配電公社(IESCO)との売電契約締結
- (iii) 技術委員会(PEC)が対象サイトの土地を占有するための手続き
- (iv) 環境社会配慮の手続き
- (v) 本協力対象事業に関し日本に口座を開設する銀行の手数料及び支払い手数料の負担
- (vi) 本協力対象事業の資機材輸入の免税措置、通関手続き及び速やかな国内輸送のための措置
- (vii) 本協力対象事業に従事する日本人及び第三人がパキスタンへ入国及び滞在するために必要な法的措置
- (viii) 本協力対象事業に従事する日本人及び実施に必要な物品／サービス購入の際の課税免除
- (ix) 調達機材の適切な運営、維持管理
- (x) 本協力対象事業実施上必要となる経費のうち、日本の無償資金協力によるもの以外の経費の負担
- (xi) 本協力対象事業実施において住民または第三者と問題が生じた場合、その解決への協力

### 3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本プロジェクトの運営・維持管理は計画委員会(PC)及び技術委員会(PEC)により実施される。

計画委員会(PC)は政府省庁が集積する敷地内にあり、首都圏開発公社(CDA: Capital Development

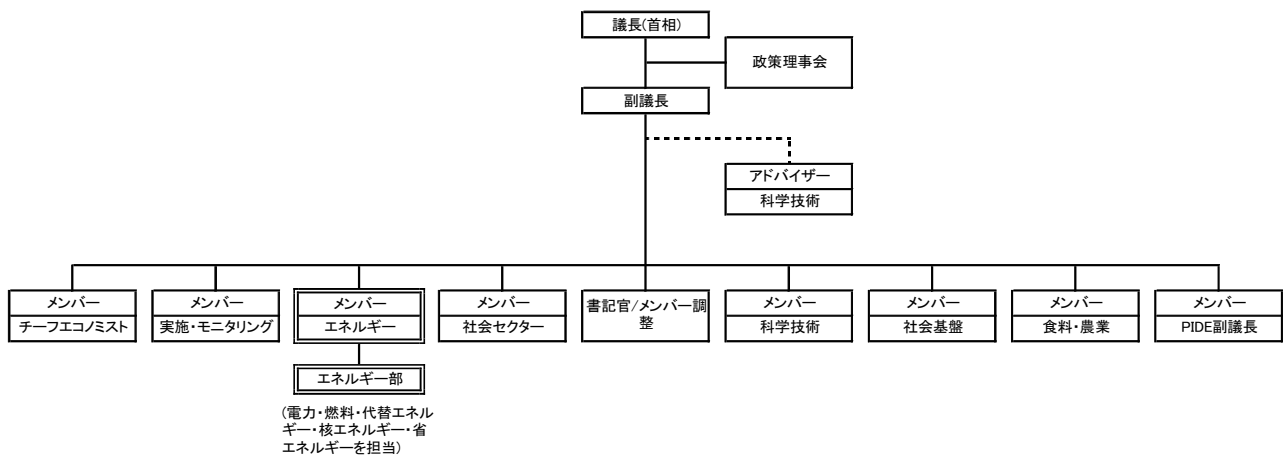
Authority)が施設の管理を一括して行っている。技術委員会(PEC)では、通常の施設管理に必要な人材は確保しており、また、発電機のような管理に特段の技術を要する機器の場合には、購入の際にメンテナンス契約を締結し、メンテナンスを行っている。しかし、計画委員会(PC)、技術委員会(PEC)のいずれにおいても、系統連系 PV システムの維持管理の経験はない。

技術委員会(PEC)では、施工業者や技術者との交流が多く、中には太陽光発電設備の維持管理の経験を持つ施工業者や技術者も存在することが確認できている。そのため、日常の動作状況の確認を行う人材を計画委員会(PC)、技術委員会(PEC)それぞれから確保するとともに、技術委員会(PEC)が両方の PV システムの管理を行うこととし、メンテナンスや将来的に発生することが想定される部品の交換については、技術委員会及び経験のある施工業者や技術者が行うことが望ましいといえる。

計画委員会(PC)及び技術委員会(PEC)のそれぞれが日常運転及び維持管理を行うために必要な人材を確保している。計画委員会(PC)と技術委員会(PEC)との間で連絡を密にし、技術を共有できるよう、計画委員会(PC)と技術委員会(PEC)の技術者による PV システム運用委員会を設立する予定である。

PV システムの規模が大きく、系統連系運転となるが、適切な教育・訓練を実施すれば維持管理について特に問題はないと考えられる。

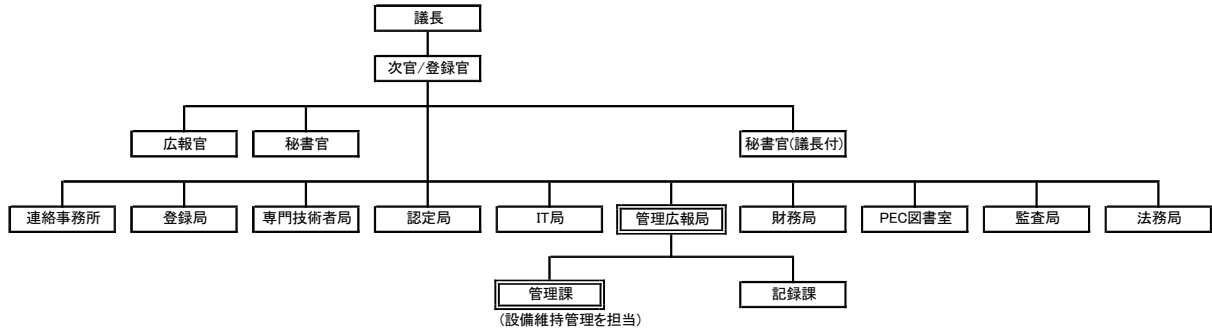
計画委員会(PC)、技術委員会(PEC)の組織図を図 3-4-1、図 3-4-2 に示す。



PIDE: パキスタン開発経済研究所(Pakistan Institute of Development Economics)

出所: 計画委員会(PC) の資料をもとに JICA 調査団作成

図 3-4-1 計画委員会(PC)の組織図



IT: 情報技術(Information Technology)

PEC: パキスタン技術委員会(Pakistan Engineering Council)

出所: 技術委員会(PEC)の資料をもとに JICA 調査団作成

図 3-4-2 技術委員会(PEC)の組織図

維持管理に関わる特殊工具及び交換部品については、本協力対象事業で調達する。特殊工具の使用方法、システム故障時の対応(トラブルシューティング)については、計画委員会(PC)と技術委員会(PEC)の技術者に対してソフトコンポーネントを実施する。

維持管理のための主な点検項目、方法、内容を表 3-4-1 に示す。

表 3-4-1 主な維持管理項目

点検項目	点検方法	点検内容
日常点検(毎日)		
太陽電池アレイ	目視点検	・破損、腐食及び錆
接続箱、集電箱	目視点検	・破損及び腐食 ・接続ケーブルの損傷
パワーコンディショナー	目視点検	・破損及び腐食 ・接続ケーブルの損傷 ・通気確認 ・異音、振動、異常な熱 ・故障、異常ランプ ・発電状況
定期点検 (1回/年程度・ただし日常点検で不審点や異常があった場合は都度行う)		
太陽電池アレイ	目視点検	・接地線の接続 ・接続端子の緩み
接続箱、集電箱	目視点検	・接地線の接続 ・接続端子の緩み
	測定、試験	・絶縁抵抗測定 ・開放電圧測定
パワーコンディショナー	目視点検	・配線の異常 ・通気フィルターの目詰まり
	測定、試験	・発電状況、表示状況確認 ・動作状況確認

出所: JICA 調査団作成

### 3-5 プロジェクトの概略事業費

#### 3-5-1 協力対象事業の概略事業費

本プロジェクトを実施する場合に必要な事業費総額は 4.77 億円となり、先に述べた日本と



パキスタンとの負担区分に基づく双方の経費内訳は、(3)に示す積算条件によれば、次のとおりと見積られる。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

### (1) 日本側負担事業費

日本側の費用負担分の内訳を表 3-5-1-1 に示す。

表 3-5-1-1 日本側負担の概算総事業費

事業費合計: 477 百万円	
費目	総額(百万円)
機材	403
調達代理機関費・実施設計・調達監理・技術指導	74

出所: JICA 調査団作成

### (2) パキスタン側負担事業費

パキスタン側の費用負担分を表 3-5-1-2 に示す。

表 3-5-1-2 パキスタン側負担の概算総事業費

項目	経費
1. 技術委員会(PEC)サイト フェンス工事費用 <sup>12</sup> (L=190 m)	PKR 288,885 (370 千円)
2. 同 整地費用 <sup>13</sup> (64 m×30 m)	PKR 26,458 (34 千円)
3. 樹木移植費用 <sup>14</sup> (20 本程度を想定)	PKR 140,000 (179 千円)
合計	PKR 455,343 (583 千円)

出所: JICA 調査団作成

1.のフェンス工事は、技術委員会(PEC)サイトのみで、技術委員会(PEC)の責任において行われる。なお、計画委員会(PC)サイトは、サイトを含む政府機関エリア全体が厳重に警備されているため、フェンスの設置は行わない。

また、設計の結果、必要面積が増加した場合には、技術委員会(PEC)サイトの追加分について土地使用手続きを行う必要がある。

上記の他に、電気配線の道路横断工事に係る手続き費用が想定される。工事期間中の代替駐車場の手配・運用費用や、銀行取極め(B/A)手続き費用、支払い授權書(A/P)発給費用、パキスタンへの輸入許可取得及びそのための費用の負担がある。

### (3) 積算条件

- (i) 積算時点: 2009 年 12 月
- (ii) 為替交換レート: USD 1.00 = 93.97 円、PKR 1.00 = 1.28 円  
積算時点前月末までの過去 6 ヶ月間(2009 年 6 月 1 日から 2009 年 11 月 30 日まで)の平均値である。米ドル(USD)、パキスタンルピー(PKR)とも、三菱東京 UFJ 銀行が公表す

<sup>12</sup> パキスタン国道公団積算基準(2009 年)材工込み単価 PKR 1,520.44/m に基づく

<sup>13</sup> パキスタン国道公団積算基準(2009 年)材工込み単価 PKR 13.78/sq.m に基づく

<sup>14</sup> パキスタン国道公団積算基準(2009 年)材工込み単価及びパンジャブ州公定料金(2009 年第 4 四半期)等をもとに調査団推計

る日本円対米ドル・パキスタンルピーTTS レートである。

- (iii) 施工期間: 実施工程に示したとおりである。
- (iv) その他: 積算は日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行った。

### 3-5-2 運営・維持管理費

系統連系 PV システムの年間維持管理費を表 3-5-2-1 のように算定する。

表 3-5-2-1 系統連系 PV システムの維持管理費

項目	年間維持管理費
1. 日常業務の人件費	PKR 462,000 (591 千円)
2. 機材費 (兼 予備費)	PKR 314,844 (403 千円)
合計	PKR 776,843 (994 千円)

出所: JICA 調査団作成

系統連系 PV システムは、基本的にメンテナンスフリーであり運営・維持管理業務を行う要員の投入量は少ない。実際に運用保守業務を行う電気技術者と電気工の要員投入量を月に各 0.5 人月と仮定する。電気技術者の人件費は PKR 65,000/月、電気工の人件費は PKR 12,000/月<sup>15</sup>程度であることから、年間人件費は、PKR 462 千 ((PKR 65,000/月×0.5 人月+ PKR 12,000/月×0.5 人月)×12 ヶ月)となる。

系統連系 PV システムの構成部品に短期間で交換の必要となる部品や消耗品は含まれない。このため、具体的な機材を想定した積み上げによる機材費算定は行わず、機材調達費 (403 百万円) の 0.1%、403 千円/年を計上する。この機材費分は交換部品など機材購入の必要が無ければそのまま積み立て、将来寿命による部品交換に備えるとともに、偶発的な事故や故障への緊急時に活用する予備費とする。

全体の年間維持管理費は PKR 776,843 と算定される<sup>16</sup>。

### 3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

太陽電池アレイ用基礎の位置が高くなることから、PV モジュール据付の際には、足場等を仮設し、作業を行う必要がある。また、高所作業となることから、作業員の転落等の安全面の配慮は十分に行う必要がある。PV システムの据付場所のうち、PEC サイトについては現時点では自由に出入が可能な状態であるため、工事期間中は立ち入り制限等の適切な管理や、警備を 24 時間体制で行う必要がある。PC サイトについても平日の昼間は来訪者の往来があるため、安全管理を確実に行う必要がある。

これらの留意事項は施工業者調達時の入札図書に記述される必要がある。

<sup>15</sup> 積算時に使用した電気技術者、電気工の三社見積りでの最低金額による。

<sup>16</sup> なお、220 kWp の PV システムから期待できる年間発電電力量は約 315 MWh であるが、計画委員会(PC)、技術委員会(PEC)の年間電力使用量の 980 MWh (2008 年 11 月からの 1 年間の実績値)の約 32%に相当する。現在の技術委員会(PEC)の電力購入単価 PKR 5.62/kWh を適用した場合、電気料金 PKR 1.77 百万が節約できる計算である。

## 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

#### (1) 直接効果

PV システムによる年間発電電力量: 315 MWh/年

$$= 5.24(\text{kWh/m}^2 \cdot \text{day}) \times 220 \text{ kWp} \times 365 \text{ days} \times 0.75 (\text{システム効率})$$

(5.24 kWh/m<sup>2</sup> · day: 設置予定地の年平均日射量(NASA data)  
(<http://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/>)

##### 1) 電気料金の低減

計画委員会、技術委員会の年間電力使用量は合計で 980 MWh(内訳: 計画委員会 639,280 kWh、技術委員会 341,244 kWh (いずれも 2008 年 11 月から 2009 年 10 月までの 1 年間の実績値))であり、計画の PV システムによる年間発電電力量 315 MWh は、合計の電力使用量の約 32%に相当する。PV システムの発電電力量により削減される電気料金は、PKR 1.77 百万 /年となる。(= イスラマバード電力供給公社大口契約料金 Rs.5.62/kWh (技術委員会における契約料金・オフピーク時間帯・付加価値税を含まない)×315 MWh)

##### 2) 二酸化炭素排出量の削減

パキスタンで使用されている排出係数デフォルト値の 0.486 t-CO<sub>2</sub>/MWh に基づいた場合、PV システムの年間発電電力量による二酸化炭素排出量の削減量は、153 t-CO<sub>2</sub>/年となる。(= 315 MWh/年 × 0.486 t-CO<sub>2</sub>/MWh)

##### 3) デモンストレーション効果

計画委員会は、中央開発部会(CDWP: Central Development Working Party)の全セクターの会議会場であるため、各省庁の代表が毎月集まる。また、大統領や首相が参加する会議も開催される場所であることから、国内外の来客も計画委員会を多く訪問する。しかし、これらの来客数の定量化は困難である。

技術委員会には、16 万以上の技術者、技術コンサルタント業者、関連業者が登録されており、毎年 1 万の新規登録や登録更新がある。また、情報入手等の目的を含めると毎年 2 万以上の会員の技術委員会への来訪がある。パキスタン国外の業者であっても、パキスタンで事業を行う場合には登録の必要がある。

施設内に本計画の案内板を設置し、国内外からの来訪者に本計画の効果を示すことが可能である。

#### (2) 間接効果

##### 1) 再生可能エネルギーの導入促進

本計画により設置される系統連系 PV システムは、パキスタンで最初の系統連系 PV システムである。今後の再生可能エネルギーによる発電施設の導入や系統連系の普及、促進に繋がると考

えられる。

また、技術委員会は、パキスタン国内の各地に PV システムを設置するプロジェクトである PMISP (Prime Minister's Initiative for Solar Power) の実施機関となったことから、本計画による設置・運用管理経験の蓄積は、PMISP の実施にも有効であると考えられる。

また、本計画において実施するソフトコンポーネントにより、系統連系 PV システムに関わる運営・維持管理、トラブルシューティングの技術移転を行う。これにより、太陽光発電に係る技術者のみならず、系統側の技術者の育成にも貢献できる。

## 2) 啓発効果

計画委員会の議長(Chairman)は首相であり、計画委員会は国家計画の策定やその議論、各国との会議やセミナー等が行われる場所でもあることから、パキスタン国内外の政策決定者である政府高官に対する再生可能エネルギーの啓発効果が期待できる。

他方、技術委員会は、関連事業者や技術者に義務付けられている登録やその更新を行う場所であること、定期的に行われる会議やセミナーの会場ともなることから、関連事業者や技術者が訪問するケースが多い。このことから、多くの関連事業者や技術者が系統連系 PV システムについて理解することが期待できる。技術委員会の設置サイトは公道に面しており、一般車両や市民の通行も多いことから、一般市民への啓発効果も期待できる。

また、本計画において実施するソフトコンポーネントにより、太陽光発電の役割や地球温暖化対策への一般市民の理解を深め、エネルギーの効率的な利用に対する意識の向上を図ることが可能である。

## 4-2 課題・提言

本事業は、パキスタンで最初となる太陽光発電の系統連系プロジェクトであり、解決すべき課題も多く残されている。主な課題と提言を以下に示す。

### 課題

- 太陽光発電を系統連系するための技術基準が整備されていない。
- 系統連系の太陽光発電に関する技術者が育成されていない。
- 再生エネルギーの環境啓発活動に関する体制および組織が整備されていない。

### 提言

- 系統連系技術基準等を整備する必要がある。
- 技術者教育に用いられるマニュアル類を整備する。
- 導入設備を用いた環境啓発活動が行われるような体制を整備する。

#### 4-3 プロジェクトの妥当性

##### 1) ショーケース効果

首都イスラマバードに位置する(1)政策決定者等が多く訪れる PC サイト、(2)一般市民の往来も多い一般公道に面した PEC サイトであり、プロジェクト案内板、表示パネルにより施設を効果的にアピールする。

##### 2) 我が国に優位性のある技術・ノウハウの積極的活用

パキスタンでは、本件と同様の系統連系型の太陽光発電に関する導入実績はない。一方で、系統連系の PV システムは、我が国で実績も多く普及している技術である。信頼性の高い日本製品を調達し、メーカーの専門員による技術指導により技術移転を図る。

##### 3) 持続的な維持管理体制の構築等

パキスタンでは、系統連系型の太陽光発電設備に関する実績がないため、維持管理を行う技術者を対象としてソフトコンポーネントを実施し、持続的な維持管理体制を構築する。

##### 4) 発電電力

本プロジェクトで導入する PV システムの発電容量は 220 kWp であり、年間約 315 MWh の発電量が期待できる。PC、PEC の必要電力量の 3 割程度の発電が期待できるため、両施設の電気料金の低減が期待できるとともに、主に休日等に生じると想定される余剰電力の系統への売電による売電収入が見込める。

##### 5) 温室効果ガスの削減量

本協力対象事業の PV システムの発電による二酸化炭素排出削減量は、年間で約 153 t-CO<sub>2</sub> に達することが期待され、パキスタンの気候変動対策に寄与することが出来る。

##### 6) 環境教育

本協力対象事業で実施するソフトコンポーネントにおいて、導入する設備を利用した環境啓発活動を行う計画である。

#### 4-4 結論

本協力対象事業の上位目標は、パキスタンの再生可能エネルギー導入促進のための制度整備と再生可能エネルギー導入の実績を高めることである。本プロジェクトはこの上位目標とも整合性が取れており、首都イスラマバードに系統連系される PV システムを設置することで、大きなショーケース効果が期待できる。また、多くの二酸化炭素を排出する石油火力で電力の多くを賄っているパキスタンでは、再生可能エネルギーの導入による二酸化炭素の削減効果は非常に高く、地球温暖化対策に十分寄与することになる。更には、メーカーの専門員による技術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により、技術移転、人材育成を実施し、持続的な運営・維持管理体制を整備することにより、再生可能エネルギーの普及に繋がるものである。