

ガーナ共和国  
ガーナ大学附属  
野口記念医学研究所

# ガーナ共和国

## 太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画 準備調査報告書

平成 22 年 10 月  
(2010 年)

独立行政法人国際協力機構  
(JICA)

委託先  
八千代エンジニアリング株式会社

産業
CR(1)
10-136

## 序 文

独立行政法人国際協力機構は、ガーナ共和国の「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」にかかる協力準備調査を実施することを決定し、平成21年12月から平成22年10月まで、八千代エンジニアリング株式会社の不二葦教治氏を総括とする調査団を組織しました。

調査団は、ガーナの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成22年10月

独立行政法人国際協力機構  
産業開発部  
部長 桑島 京子

## 要 約

## 要 約

### ① 国の概要

ガーナ共和国（以下「ガ」国）はアフリカ大陸の西部に位置し、面積約 23.9 万 km<sup>2</sup>（日本の約 3 分の 2）、人口約 2,390 万人（2008 年、UNFPA）、国民一人当たり GNI が 670 米ドル（2008 年、世界銀行）である。

「ガ」国の経済は農業・鉱業に依存する典型的な一次産品依存型経済であり、主要輸出品もカカオ、金及び木材が上位 3 位を占めており、国際市況及び天候に影響を受けやすい環境にある。1970 年代後半から 1980 年代前半にかけて経済的困難に直面したため、世銀の支援により 1983 年より構造調整を通じた経済再建に取り組んだ。この結果、1980 年代後半から平均 5% の GDP 成長率を達成し、サブ・サハラ・アフリカにおける構造調整の優等生として評価された。しかし、1990 年代に入り、金やカカオの国際価格の低迷や主要輸入品である原油価格の高騰等により経済が悪化してきたため、2001 年 3 月に拡大 HIPC（重債務貧困国）イニシアティブ適用による債務救済申請を行い、緊縮財政を基本とした経済の立て直しに着手した。その後は健全な財政運営を基本政策としており、2007 年には約 6% の経済成長率を達成するまでに回復している。2009 年には世界的な金融危機、景気後退の影響により、実質 GDP 成長率は 4.5% に低下している。

### ② プロジェクトの背景、経緯及び概要

「ガ」国では、1990 年代半ばまではボルタ湖（人造湖）の豊富な水源を利用した水力発電により、国内の電力供給並びにコートジボワール及びトーゴなど近隣国への電力輸出を行っていた。しかしながら、近年は国内電力需要の増加に伴い水力発電のみでは必要な電力供給を賄えず、不足する電力については、火力発電所の建設を推進するほか、コートジボワールからの国際連系線を介した電力融通で補っている。更に、最近では気候変動の影響により渇水が頻繁に発生し、主要電源であるアコソボ水力発電所の発電量が低下してきている。このため「ガ」国では、エネルギー源の多様化、再生可能エネルギーの導入促進を政策目標として掲げ、エネルギー供給事情の改善と環境負荷の軽減を両立すべく、政策の実現に向けて努力している。

2006 年に策定された戦略的国家エネルギー計画（SNEP : Strategic National Energy Plan 2006-2020）では、2020 年までに発電設備容量に占める再生可能エネルギーの割合を 10% にすることを目標とし、バイオマス、風力、太陽光、小水力等の再生可能エネルギーの導入が進められている。「ガ」国では、従来から地方未電化地域の電化を目的として、配電系統に連系されない小規模な独立型太陽光発電設備の導入が進められてきたが、系統に連系された大規模な太陽光発電システムは未だ導入されていない。

我が国は、温室効果ガス排出削減と経済成長を両立させ、気候の安定化に貢献しようとする開発途上国に対する支援策として、「クールアース・パートナーシップ」、「鳩山イニシアティブ」といった資金援助の枠組みを設けているが、こうした我が国の政策を受けて JICA では、再生可能エネルギーを含むクリーンエネルギーに係る日本の先進的な技術を積極的に活用することが方針として定められ、中でも我が国として極めて優位性の高い太陽光発電技術の国際協力事業への活用が求められることとなった。

以上の背景から、外務省によりクールアース・パートナー国を対象として太陽光発電等を活用した環境プログラム無償のニーズ調査が実施された。その結果、要請のあった「ガ」国を対象に、太陽光

を活用したクリーンエネルギー導入に係る協力準備調査が実施されることとなった。

「ガ」国から要請されたプロジェクトの概要は、ガーナ大学野口記念医学研究所（以下、野口研）を対象とした、出力 315 kWp の系統連系型太陽光発電システムの調達及び据付である。

### ③ 調査結果の概要とプロジェクトの内容

JICA は協力準備調査団を 2009 年 12 月 6 日～12 月 12 日（第 1 次現地調査）、及び 2010 年 3 月 12 日～3 月 30 日に「ガ」国に派遣し、「ガ」国関係者（主管官庁：ガーナ大学、実施機関：野口記念医学研究所）と要請内容の再確認、実施内容の協議を行うとともに、プロジェクトサイト調査及び関連資料の収集を実施した。

帰国後、調査団は現地調査資料に基づき、プロジェクトの必要性、社会・経済効果、妥当性について検討し、その結果を協力準備調査報告書（案）に取りまとめた。JICA は 2010 年 8 月 1 日から 8 月 7 日まで第 3 次現地調査（概要説明）調査団を「ガ」国に派遣し、協力準備調査報告書（案）の説明及び協議を行い、「ガ」国関係者との間で基本合意を得た。

調査の結果策定した協力対象事業は、ガーナ大学付属 野口記念医学研究所を対象とし、太陽光発電設備（出力 315 kWp）と関連する変圧器、415 V 遮断器、415 V 配電線、配電線用資機材の調達・据付を行うものである。同太陽光発電設備は、「ガ」国で最大の規模となり、同国では事例の少ない系統連系型の設備であることから、竣工後の運転・維持管理が問題なく行えるよう、十分に配慮した設計とする。また、本計画が今後の「ガ」国における系統連系型太陽光発電設備の普及促進に資するよう、ソフトコンポーネントを活用して運転・維持管理や系統連系に係る技術移転を行う。

#### 基本計画の概要

資材調達と据付工事	下記太陽光発電資機材の調達及び据付	数量
資材調達と据付工事	太陽光発電モジュール	315 kW
	太陽光発電モジュール用設置架台	1 式
	接続箱（メーカーにより数量は異なる）	1 式
	集電箱（メーカーにより数量は異なる）	4 個以上
	パワーコンディショナー	4 台
	昇圧用変圧器	1 台
	表示装置	1 式
	計装装置	1 式
	配線材料	1 式
	接地工事材料	1 式
資機材調達計画	太陽光発電設備用交換部品、保守道工具及び試験器具	1 式

#### ④ プロジェクトの工期及び概略事業費

本計画を我が国の無償資金協力で実施する場合、概略事業費は約 6 億円（我が国負担経費：約 6 億円、「ガ」国側負担経費：約 91 万円）と見積もられる。このうち、「ガ」国側が負担する主な事項は、PV パネル設置場所の草木の伐採工事（約 30 万円）、資金移動に係る日本の銀行への手数料支払い（約 61 万円）である。本計画の工期は実施設計を含め、約 12 ヶ月である。

#### ⑤ プロジェクトの評価

以下に示す本計画の妥当性・有効性から、協力対象事業の実施は妥当と判断される。

##### 【妥当性】

- 裨益人口

本計画の実施により、野口記念医学研究所の教職員（約 220 人）が太陽光発電による電力供給を享受することとなる。なお、太陽光発電による地球温暖化ガスの排出削減については、「ガ」国の全国民が裨益対象となる。

- 公共福祉施設の安定した運営への貢献

野口記念医学研究所という公共福祉施設への電力供給に資するとともに、再生可能エネルギーの啓蒙普及に貢献するものである。

- 運営・維持管理能力

本計画で調達する資機材の仕様は、「ガ」国の保有する技術力で十分に運用・維持管理が可能であり、本計画実施上、特に問題は発生しないと判断される。

- 「ガ」国の開発計画に資するプロジェクト

「ガ」国政府が進めている国家エネルギー政策、戦略的国家エネルギー計画の実現に資するプロジェクトである。

- 我が国の無償資金協力スキーム

我が国の無償資金協力スキームがプロジェクトの実施に支障となることはなく、また、本計画は無償資金協力スキームの枠内で無理のない事業内容と工程計画を策定しており、特段の困難なく実施可能である。

- 日本の技術を用いる必要性・優位性

再生可能エネルギーを含むクリーンエネルギーに係る日本の先進的な技術、中でも我が国として極めて優位性の高い太陽光発電技術を活用することができる。

##### 【有効性】

定量的効果としては、再生可能エネルギー（バイオマス、太陽光、小水力発電）による発電設備容量の増加、発電による CO<sub>2</sub> 排出量の削減が挙げられ、前者は 1,000kW（2009 年）が 1,315kW（2015 年）に増加し、後者については 220t/年の CO<sub>2</sub> 削減効果が期待される。

定性的効果としては、太陽光発電の啓蒙効果、及び系統連系型の大型太陽光発電設備の技術的な知見が蓄積され、将来の普及促進に繋がること等が期待される。

以上のように、本計画を実施することで多大な効果が期待されると同時に、本計画が「ガ」国のエネルギー政策の実現に寄与するものであることから、協力対象事業の一部に対して、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認される。さらに本計画の実施および実施後の運営・維持管理についても、「ガ」国側の体制は人員・予算計画とも十分で問題はないと考えられる。

# 目 次

序文	
要約	
目次	
位置図／写真	
図表リスト／略語集	

第1章	プロジェクトの背景・経緯	
1-1	当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1	現状と課題	1-1
1-1-2	開発計画	1-2
1-1-3	社会経済状況	1-4
1-2	無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-6
1-3	我が国の援助動向	1-7
1-3-1	無償資金協力	1-8
1-3-2	技術協力	1-8
1-4	他ドナーの援助動向	1-8
第2章	プロジェクトを取り巻く状況	
2-1	プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1	組織・人員	2-1
2-1-2	財政・予算	2-2
2-1-3	技術水準	2-2
2-1-4	既存施設・機材	2-2
2-1-4-1	既設自家発電設備・所内電力設備の現状	2-2
2-2	プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-4
2-2-1	関連インフラの整備状況	2-4
2-2-2	自然条件	2-5
2-2-2-1	気象条件	2-5
2-2-2-2	日射量、日射条件	2-6
2-2-3	環境社会配慮	2-8
2-3	グローバルイシュー等	2-9
第3章	プロジェクトの内容	
3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	3-1
3-1-2	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の概略設計	3-1
3-2-1	設計方針	3-1
3-2-1-1	基本方針	3-1
3-2-1-2	自然環境条件に対する方針	3-2
3-2-1-3	社会経済条件に対する方針	3-2
3-2-1-4	建設事情/調達事情に対する方針	3-2
3-2-1-5	現地業者の活用に係る方針	3-2
3-2-1-6	運営・維持管理に対する対応方針	3-3



3-2-1-7	施設、機材等のグレードの設定に係る方針 .....	3-3
3-2-1-8	工法/調達方法、工期に係る方針 .....	3-4
3-2-2	基本計画（機材計画） .....	3-4
3-2-2-1	計画の前提条件 .....	3-4
3-2-2-2	全体計画 .....	3-15
3-2-2-3	機材計画 .....	3-16
3-2-3	概略設計図 .....	3-22
3-2-4	施工計画/調達計画 .....	3-28
3-2-4-1	施工方針/調達方針 .....	3-28
3-2-4-2	施工上/調達上の留意事項 .....	3-31
3-2-4-3	施工区分/調達・据付区分 .....	3-32
3-2-4-4	施工監理/調達監理計画 .....	3-33
3-2-4-5	品質管理計画 .....	3-34
3-2-4-6	資機材等調達計画 .....	3-35
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画 .....	3-35
3-2-4-8	ソフトコンポーネントを計画する背景 .....	3-39
3-2-4-9	実施工程 .....	3-47
3-3	相手国側負担事業の概要 .....	3-48
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画 .....	3-49
3-4-1	日常点検と定期点検項目 .....	3-49
3-4-2	予備品購入計画 .....	3-54
3-5	プロジェクトの概略事業費 .....	3-56
3-5-1	協力対象事業の概略事業費 .....	3-56
3-5-2	運営・維持管理費 .....	3-56
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項 .....	3-59

#### 第4章 プロジェクトの評価

4-1	プロジェクトの前提条件 .....	4-1
4-1-1	事業実施のための前提条件 .....	4-1
4-1-2	プロジェクト全体計画達成のための前提条件・外部条件 .....	4-1
4-2	プロジェクトの評価 .....	4-1
4-2-1	妥当性 .....	4-1
4-2-2	有効性 .....	4-2
4-2-3	結論 .....	4-3

#### [資料]

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 討議議事録（M/D）
5. 事業事前計画表
6. ソフトコンポーネント計画書
7. プロジェクトの裨益効果
8. 参考資料/入手資料リスト



■ アフリカ全図

■ ガーナ共和国全図



■ アクラ市 要請サイト位置図

ガーナ共和国太陽光パネル設置要請サイト位置図

## 対象サイトの現状



太陽光モジュール据付け予定地  
野口記念医学研究所 本館の南東の空き地。



発電電力量表示盤取付け候補箇所  
野口記念医学研究所 本館の正面玄関ホール。

パワーコンディショナー設置予定箇所  
パワーコンディショナーを収納する建屋を太陽光パネルの近くに設置する計画である。



既存の電気設備の様子（配電盤）  
低圧（415V）の配電盤。

既存の電気設備との接続予定箇所  
低圧（415V）母線へ太陽光システムを接続する。

## 図表リスト

### 第1章

図 1-1	「ガ」国の発電電力量における水力と火力の比率 .....	1-1
図 1-2	「ガ」国における CO <sub>2</sub> 排出量の推移 .....	1-2
表 1-1	SNEP における再生可能エネルギー導入目標（発電分野） .....	1-4
表 1-2	「ガ」国の主な経済指標 .....	1-5
表 1-3	「ガ」国の財政収支 .....	1-5
表 1-4	「ガ」国の貿易収支 .....	1-6
表 1-5	我が国の無償資金による援助 .....	1-8
表 1-6	我が国の援助により実施された開発調査 .....	1-8
表 1-7	他ドナー国・国際機関による援助実績（再生可能エネルギー分野） .....	1-11

### 第2章

図 2-1	野口記念医学研究所の組織 .....	2-1
図 2-2	野口記念医学研究所 維持管理部門組織図 .....	2-1
図 2-3	アクラの年間降水量（2007年～2009年平均） .....	2-5
図 2-4	アクラの年間気温及び湿度（2007～2009年平均） .....	2-6
図 2-5	アクラの日射量 .....	2-7
図 2-6	アクラの水平面、傾斜面日射量 .....	2-7
表 2-1	野口記念医学研究所の財政状況 .....	2-2
表 2-2	水平面日射量 .....	2-6
表 2-3	アクラの水平面、傾斜面(5度)日射量 .....	2-7

### 第3章

図 3-1	野口研の日負荷曲線 .....	3-5
図 3-2	日射量測定結果（2010年3月19日） .....	3-6
図 3-3	野口研の電力負荷と発電量バランス（土曜日） .....	3-6
図 3-4	野口研の電力負荷と発電量バランス（日曜日） .....	3-7
図 3-5	太陽光発電システム計画図 .....	3-22
図 3-6	太陽光発電システム構成図 .....	3-23
図 3-7	既設電気室内ケーブル敷設計画図 .....	3-24
図 3-8	ディスプレイボード配置計画図 .....	3-25
図 3-9	パワーコンディショナー室建築計画図 .....	3-26
図 3-10	太陽光パネル基礎・架台計画図 .....	3-27
図 3-11	実施体制 .....	3-29
図 3-12	調達代理機関管理体制 .....	3-30
図 3-13	初期操作指導スケジュール（案） .....	3-35
図 3-14	野口記念医学研究所組織図 .....	3-39

図 3-15	PV システム運営委員会実施体制（案）	3-45
図 3-16	本計画の事業実施工程表	3-47
表 3-1	電力品質及び負荷の測定結果	3-5
表 3-2	野口研における水平、傾斜面日射量	3-6
表 3-3	野口研の電力負荷と発電量バランス（土曜日）	3-6
表 3-4	野口研の電力負荷と発電量バランス（日曜日）	3-7
表 3-5	連系点および直近の一般低圧需要家における配電線電圧値の検討結果	3-10
表 3-6	異常時に発電設備等を解列するための装置（高圧配電線との連系時）	3-12
表 3-7	太陽電池の種類	3-13
表 3-8	モジュール仕様	3-14
表 3-9	気象条件及びサイト条件	3-15
表 3-10	基本計画の概要	3-17
表 3-11	太陽光発電モジュールの仕様	3-17
表 3-12	太陽光モジュール設置用架台の仕様	3-17
表 3-13	接続箱の仕様	3-18
表 3-14	集電箱の仕様	3-18
表 3-15	パワーコンディショナーの仕様	3-18
表 3-16	変圧器盤の仕様	3-19
表 3-17	計装装置の仕様	3-19
表 3-18	電線材料の仕様	3-20
表 3-19	400V 連系用遮断器盤の仕様	3-21
表 3-20	「ガ」国側の施工負担区分	3-32
表 3-21	ソフトコンポーネントの成果	3-41
表 3-22	ソフトコンポーネントの成果と確認方法	3-41
表 3-23	ソフトコンポーネントの活動内容と技術移転方法	3-43
表 3-24	ソフトコンポーネントに係る投入計画	3-44
表 3-25	PV システム運営委員会実施体制（案）	3-45
表 3-26	ソフトコンポーネントの実施スケジュール	3-46
表 3-27	日常点検項目	3-50
表 3-28	定期点検時の点検項目	3-51
表 3-29	系統連系型太陽光発電システムの点検項目と判定基準	3-53
表 3-30	主機材の取替周期と点検内容	3-55
表 3-31	推奨される予備品の種類と数量	3-55
表 3-32	運営・維持管理費	3-57
表 3-33	機材の寿命と交換費用	3-57
表 3-34	2009 年の電気使用量	3-58
表 3-35	野口研の電気料金	3-58

## 略 語 集

B C S	Battery Charging Station (バッテリー充電ステーション)
D A C	Development Assistance Committee (開発援助委員会)
D A N I D A	Danish Development Agency (デンマーク国際開発庁)
E C	Energy Commission (エネルギー委員会)
E C G	Electricity Company of Ghana (ガーナ電力公社)
E I A	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
E / N	Exchange of Notes (交換公文)
E P A	Environmental Protection Agency (環境保全局)
G / A	Grant Agreement (贈与契約)
G D P	Gross Domestic Product (国内総生産)
G E D A P	Ghana Energy Development and Access Project (ガーナエネルギー開発アクセスプロジェクト)
G E F	Global Environmental Facility (地球環境ファシリティ)
G N I	Gross National Income (国民総所得)
G P R S	Growth and Poverty Reduction Strategy (経済成長と貧困削減戦略)
H I P C	Heavily Indebted Poor Country (重債務貧困国)
I D A	International Development Association (国際開発協会 (第二世銀))
I E C	International Electrotechnical Commission (国際電気標準会議)
I M F	International Monetary Fund (国際通貨基金)
I S O	International Organization for Standards (国際標準化機構)
J E A C	Japan Electric Association Code (電気技術規程)
J I C A	Japan International Cooperation Agency (独立行政法人国際協力機構)
J I S	Japanese Industrial Standards (日本工業規格)
M D G s	Millennium Development Goals (ミレニアム開発目標)
M O E	Ministry of Energy (エネルギー省)
M D R I	Multilateral Debt Relief Initiative (多国間債務免除イニシアティブ)
N E D	Northern Electricity Department (北部地域配電部)
N E P	National Energy Policy (国家エネルギー政策)
N E S	National Electrification Scheme (全国電化計画)
O & M	Operation and Maintenance (運転・維持管理)
O D A	Official Development Assistance (政府開発援助)
O J T	On the Job Training (実習教育)
P R S P	Poverty Reduction Strategy Paper (貧困削減戦略ペーパー)
P U R C	Public Utilities Regulatory Commission (公益事業制度審議会)
P V	Photovoltaic (太陽電池)
R E S P R O	Renewable Energy Service Project (再生可能エネルギーサービスプロジェクト)
S H E P	Self Help Electrification Project (自立電化計画)
S H S	Solar Home System (家庭用太陽光発電システム)

S N E P            Strategic National Energy Plan (戦略的国家エネルギー計画)  
U N D P            United Nations Development Program (国連開発計画)  
U N F P A          United Nations Population Fund (国連人口基金)  
V R A              Volta River Authority (ボルタ河公社)

# 第1章 プロジェクトの背景・経緯

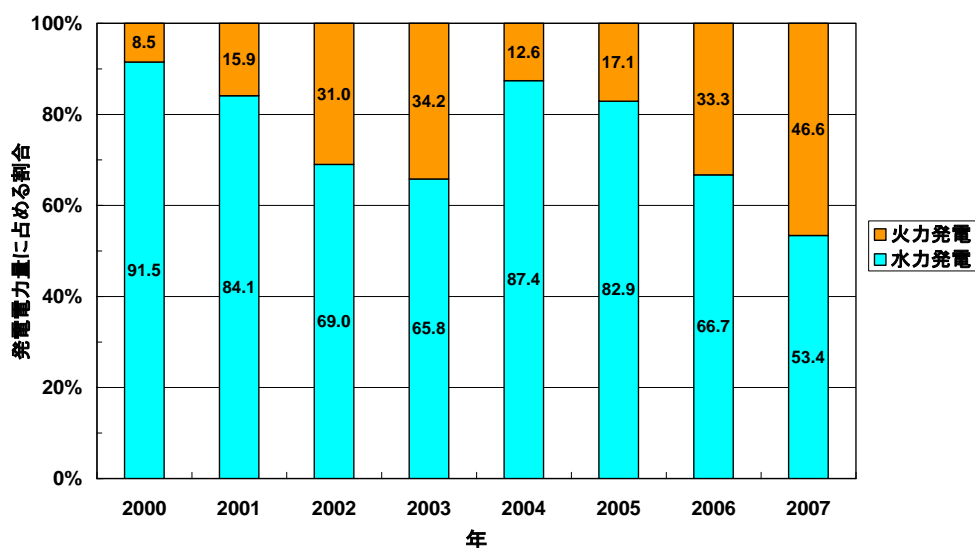


# 第 1 章 プロジェクトの背景・経緯

## 1-1 当該セクターの現状と課題

### 1-1-1 現状と課題

ガーナ共和国（以下「ガ」国と称す）では、1990 年代半ばまではボルタ湖（人造湖）の豊富な水源を利用した水力発電により、国内の電力供給並びにコートジボワール及びトーゴなど近隣国への電力輸出を行っていた。しかしながら、近年は国内電力需要の増加に伴い水力発電のみでは必要な電力供給を賄えず、不足する電力については、火力発電所の建設を推進するほか、コートジボワールからの国際連系線を介した電力融通で補っている。更に、最近では気候変動の影響により渇水が頻繁に発生し、主要電源であるアコソボ水力発電所の発電量が低下してきている。図 1-1 に「ガ」国の発電電力量に占める水力と火力の比率の推移を示す。このため「ガ」国では、エネルギー源の多様化、再生可能エネルギーの導入促進を政策目標として掲げ、エネルギー供給事情の改善と環境負荷の軽減を両立すべく、政策の実現に向けて努力している。



【出所】 Ghana Energy Commission (2009) “Energy Statistics 2000-2008 Ghana”

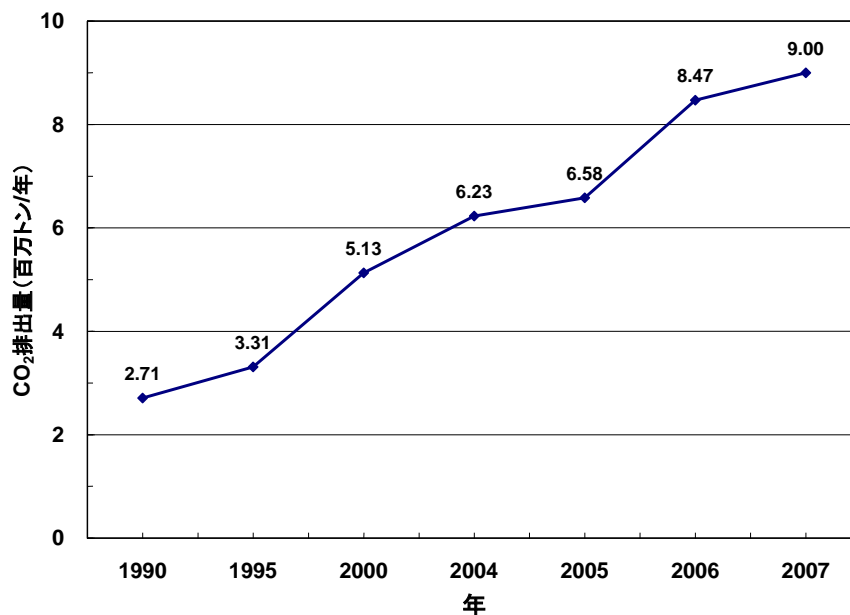
図 1-1 「ガ」国の発電電力量における水力と火力の比率

2006 年に策定された戦略的国家エネルギー計画（SNEP：Strategic National Energy Plan 2006-2020）では、2020 年までに発電設備容量に占める再生可能エネルギーの割合を 10%にすることを目標とし、バイオマス、風力、太陽光、小水力等の再生可能エネルギーの導入が進められている。「ガ」国では、従来から地方未電化地域の電化を目的として、配電系統に連系されない小規模な独立型太陽光発電設備の導入が進められてきたが、系統に連系された大規模な太陽光発電システムは未だ導入されていない。2006 年時点で「ガ」国に導入された太陽光発電設備の容量は 853kW である。

「ガ」国では、近年の経済成長と上述の水力発電量の低下により、年々 CO<sub>2</sub> 排出量が増加している。図 1-2 に「ガ」国における CO<sub>2</sub> 排出量の推移を示すが、2007 年の CO<sub>2</sub> 排出量は 1990

年の 2.32 倍となっている。CO<sub>2</sub> 排出量の年平均増加率は、1990～1995 年の 5 年間では 4.1%/年であったが、2000～2007 年の 7 年間では 8.4%/年に増加している。

ガーナCO<sub>2</sub>排出量推移



[出所] International Energy Agency (2009) “CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion”

図 1-2 「ガ」国における CO<sub>2</sub> 排出量の推移

## 1-1-2 開発計画

### (1) 貧困削減戦略書 (PRSP : Poverty Reduction Strategy Paper)

「ガ」国は世銀、IMF の指導の下、2001 年に貧困削減戦略書 (PRSP) の策定に着手し、2003 年 2 月に 2003～2005 年の 3 年間を対象とした貧困削減戦略書 (「ガ」国では「GPRS : Ghana Poverty Reduction Strategy」と称す) を公表した。2005 年 11 月には、貧困削減を主な目標としていた GPRS (2003～2005 年) を改訂し、より成長志向の強い GPRS-II (対象期間 2006～2009 年) が策定された。GPRS-II では、2015 年までに中所得国の仲間入りをすることを経済成長の目標として掲げており、経済成長を促す政策の実施が、富の創出、ひいては持続的な貧困削減に寄与するとの方針のもと、下記の 3 つの優先課題を設定している。

- ① 民間部門の競争力強化
- ② 人的資源開発と基礎サービスの改善
- ③ 行政能力及び社会的能力の強化

エネルギーセクターに関しては、① 安定した品質の高いエネルギー供給を確保すること、② エネルギー産業への民間参入を促進すること、及び③ 再生可能エネルギーの導入促進によりエネルギー源の多様化を図ること、が政策目標として示されている

## (2) 国家エネルギー政策（案）

「ガ」国の経済政策の目標である「国民一人当たり GDP 1,000 米ドル」を達成するために必要なエネルギー供給を実現するため、エネルギー省は新たな国家エネルギー政策（NEP：National Energy Policy）の草案を 2009 年 11 月に取り纏め、閣議に付議している。NEP では、電力セクターに関して、発電設備容量を現状の 2,000 MW から 2015 年までに 5,000MW に増強すること、電化率（電気へのアクセス）を現状の 60%から 2020 年までに 100%とすることを目標としている。再生可能エネルギーについては、全エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合を高めること、再生可能エネルギーの効率向上や有効利用を進めることが目標として定められている。

「ガ」国では、2007 年に「Jubilee Field」と呼ばれる鉱区で原油と天然ガスが発見され、約 8 億バレルの可採埋蔵量、約 30 億バレルのポテンシャルが確認されている。2012 年には、「ガ」国は石油の純輸出国になることを目指しており、更なる油田、ガス田の開発を推進することが NEP で示されている。

## (3) 戦略的国家エネルギー計画（SNEP：Strategic National Energy Plan）

電力供給の大半を水力発電に依存する「ガ」国では、1997、98 年の渇水による電力不足の教訓を踏まえ、1998 年にエネルギー委員会（EC：Energy Commission）がエネルギーセクターの長期計画の作成に着手し、デンマークの支援を得て 2006 年 7 月に「戦略的国家エネルギー計画」（SNEP）を策定した。SNEP は 2006～2020 年を対象とした長期計画であり、以下の目標を掲げている。

### 戦略的国家エネルギー計画の目標

- ① 安定したエネルギー供給による経済活動の活性化及び経済成長の促進
- ② 既存のエネルギー施設の統合、改良、拡張
- ③ 未電化地域の貧困削減のための近代的エネルギーへのアクセス改善
- ④ エネルギー供給源の多様化による、将来のエネルギーセキュリティの確保
- ⑤ 再生可能エネルギーと省エネルギー技術の開発・利用促進
- ⑥ エネルギー基盤整備と供給における民間事業者の参入促進
- ⑦ エネルギーの生産、供給、利用における環境へのインパクトの削減
- ⑧ エネルギー分野の組織、人材、研究開発能力の強化
- ⑨ エネルギー分野の統治機能の強化
- ⑩ 西アフリカ諸国の経済統合の一部としてエネルギー分野の統合の継続・促進

再生可能エネルギーに関しては、2020 年までに再生可能エネルギーが発電設備容量に占める割合、及び全エネルギー供給に占める割合をいずれも 10%とすることを目標として掲げている。表 1-1 にエネルギーの種類別に定められた、再生可能エネルギーの導入目標（発電分野）を示す。

表 1-1 SNEP における再生可能エネルギー導入目標（発電分野）

[単位：MW]

エネルギー種別 \ 目標年次	2006-2008	2009-2012	2013-2015	2016-2020
バイオマス、太陽光、小水力発電	5	7	10	25
風力発電	100	200	200	200
固形産業廃棄物発電	0	0	80	140
産廃処分場消化ガス発電	0	1	4	15

[出所] Energy Commission Ghana (2006.7) “Strategic National Energy Plan 2006-2020, Annex II of IV”

#### (4) 再生可能エネルギー法（案）

「ガ」国では、再生可能エネルギーの有効活用と利用促進を目的とした「再生可能エネルギー法案」(Renewable Energy Bill) が 2010 年 3 月に作成され、閣議の承認を経て施行される見通しである。同法案では、再生可能エネルギーの品質維持と普及促進に係る制度的枠組みとして、以下の制度を設けることとしている。

- ① 再生可能エネルギー機器の製造、販売、据付、運転維持管理、電力の販売に係るライセンス制度
- ② フィードインタリフ制度（再生可能エネルギーによる電力買取料金の設定、電力会社に対する再生可能エネルギー起源の電力の買取義務）
- ③ 再生可能エネルギー基金（Renewable Energy Fund）の設立

#### 1-1-3 社会経済状況

「ガ」国はアフリカ大陸の西部に位置し、人口約 2,390 万人（2008 年、UNFPA）、国民一人当たり GNI が 670 米ドル（2008 年、世界銀行）である。「ガ」国の経済は農業・鉱業に依存する典型的な一次産品依存型経済であり、主要輸出品もカカオ、金及び木材が上位 3 位を占めており、国際市況及び天候に影響を受けやすい環境にある。1970 年代後半から 1980 年代前半にかけて経済的困難に直面したため、世銀の支援により 1983 年より構造調整を通じた経済再建に取り組んだ。この結果、1980 年代後半から平均 5% の GDP 成長率を達成し、サブ・サハラ・アフリカにおける構造調整の優等生として評価された。しかし、1990 年代に入り、金やカカオの国際価格の低迷や主要輸入品である原油価格の高騰等により経済が悪化してきたため、2001 年 3 月に拡大 HIPC（重債務貧困国）イニシアティブ適用による債務救済申請を行い、緊縮財政を基本とした経済の立て直しに着手した。その後は健全な財政運営を基本政策としており、2007 年には約 6% の経済成長率を達成するまでに回復している。2009 年には世界的な金融危機、景気後退の影響により、実質 GDP 成長率は 4.5% に低下している。表 1-2 に「ガ」国の主な経済指標を示す。

表 1-2 「ガ」国の主な経済指標

□	実績	推定		予測
	2006年	2007年	2008年	2009年
名目GDP(10 <sup>9</sup> ガーナセディ)	11.7	14.0	17.6	21.6
実質GDP成長率(%)	6.4	5.7	7.3	4.5
国民一人当たりGDP(US\$)	594	683	739	638
人口(百万人)	21.42	21.97	22.53	23.11

[出所] International Monetary Fund (2009.10) "World Economic Outlook Database"  
International Monetary Fund (2009.6) "Article-IV Staff Consultation Report"

[備考] 1US\$=90.97円、1ガーナセディ=64.267円

表 1-3 に「ガ」国の財政収支を示すが、常に収支は赤字の状態であり、年々赤字額が増加する傾向にある。また、歳入の約 2 割を諸外国からの援助に依存している。「ガ」国政府は 2007 年にユーロ国債市場に参入、国債を財源の一部としている。

表 1-3 「ガ」国の財政収支

[単位:百万ガーナセディ]

	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
<b>歳入</b>	<b>2,394</b>	<b>2,826</b>	<b>3,192</b>	<b>4,508</b>	<b>5,623</b>
税収	1,786	2,130	2,465	3,313	4,299
非税収	114	185	92	338	503
贈与	494	510	635	857	821
<b>歳出</b>	<b>2,623</b>	<b>2,989</b>	<b>4,009</b>	<b>5,701</b>	<b>8,012</b>
経常支出	1,628	1,822	2,560	3,684	5,252
設備投資	808	973	1,145	1,630	2,481
HIPC <sup>1*</sup> 関連支出	187	195	179	203	185
MDRI <sup>2*</sup> 関連支出	0	0	125	184	94
<b>財政収支</b>	<b>-229</b>	<b>-164</b>	<b>-818</b>	<b>-1,193</b>	<b>-2,389</b>

[出所] ガーナ国財務経済開発省ホームページ

[備考] 1\* HIPC: Heavily Indebted Poor Country

2\* MDRI: Multilateral Debt Relief Initiative

1ガーナセディ=64.267円

表 1-4 に「ガ」国の貿易収支を示す。主な輸出産品は金とカカオであり、これらで全輸出額の約 7 割を占めている。輸入に関しては、石油関連が最も多く、全輸入額の約 2 割を占める。貿易収支は常に赤字であり、毎年の貿易赤字額は輸出額に匹敵する金額となっている。2011 年には原油の生産、輸出が開始される見通しであり、当面の原油輸出額は石油の輸入額と相殺するレベルとなる見込みである。

表 1-4 「ガ」国の貿易収支

[単位:百万US\$]

□	実績		推定		予測
	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年
輸出	<b>2,803</b>	<b>3,728</b>	<b>4,172</b>	<b>5,270</b>	<b>5,786</b>
カカオ	908	1,187	1,133	1,487	1,976
金	946	1,277	1,734	2,246	2,471
その他	949	1,264	1,306	1,536	1,339
石油	0	0	0	0	0
輸入	<b>5,347</b>	<b>6,754</b>	<b>8,066</b>	<b>10,268</b>	<b>9,299</b>
石油以外	4,218	5,108	5,971	7,912	7,346
石油	1,129	1,646	2,095	2,357	1,953
貿易収支	<b>-2,544</b>	<b>-3,026</b>	<b>-3,894</b>	<b>-4,998</b>	<b>-3,513</b>

[出所] International Monetary Fund (2009.6) "Article-IV Staff Consultation Report"

[備考] 1US\$=90.97円

## 1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

2008年1月、福田総理大臣（当時）はダボス会議で発表した「クールアース推進構想」の中で、温室効果ガス排出削減と経済成長を両立させ、気候の安定化に貢献しようとする開発途上国に対する支援として、5年間で、累計1兆2,500億円程度（おおむね100億ドル程度）の新たな資金を活用した「クールアース・パートナーシップ」を開発途上国との間で構築する旨表明した。クールアース・パートナーシップにおいては、気候変動に脆弱な途上国（アフリカ、島嶼国など）が地球温暖化に『適応』するための支援（適応策支援）、近代的なエネルギー・サービスを享受できない途上国（アフリカなど）がクリーンエネルギーを活用しながら経済発展をするための支援（クリーンエネルギーアクセス支援）、温室効果ガスの排出低減により気候変動を『緩和』するための支援（緩和策支援）を途上国に対して行うこととしている。この取り組みの一環として、2008年度に「環境プログラム無償資金協力事業」が導入された。

その後誕生した鳩山政権においては、2009年9月22日に開催された「国連気候変動首脳会合」において鳩山総理大臣が演説を行い、「2020年までに1990年比で25%の削減を目指す」という我が国の温室効果ガス削減目標を示すとともに、地球温暖化に対する途上国支援の四つ原則（鳩山イニシアティブ）を提案、これまでと同等以上に資金的、技術的な支援を行う用意がある旨表明した。これを受けて日本政府は、国連演説での鳩山総理の提案を具体化した「鳩山イニシアティブ」を2009年12月に公表、従前のクールアース・パートナーシップを再編した新たな資金援助の枠組みを構築し、2012年末までの3年間で官民合わせて約1兆7,500億円（概ね150億ドル）規模の支援を実施することを約束した。

上述の我が国の政策を受けてJICAでは、再生可能エネルギーを含むクリーンエネルギーに係る日本の先進的な技術を積極的に活用することが方針として定められ、中でも我が国として極めて優位性の高い太陽光発電技術の国際協力事業への活用が求められることとなった。

以上の背景から、外務省によりクールアース・パートナー国を対象として太陽光発電等を活用した環境プログラム無償のニーズ調査が実施された。その結果、要請のあった「ガ」国を対

象に、太陽光を活用したクリーンエネルギー導入に係る協力準備調査が実施されることとなった。

「ガ」国から要請されたプロジェクトの概要は、ガーナ大学野口記念医学研究所（以下、野口研）を対象とした、出力 315kWp の系統連系型太陽光発電システムの調達及び据付である。

### 1-3 我が国の援助動向

我が国から「ガ」国への政府開発援助では、基礎的生活分野を中心として「ガ」国の貧困削減努力に対する支援及び地域格差の解決に関するイニシアティブ支援を基本的政策として実施している。

電力セクターへの援助も、全国平均で 55%～60%と低い電化率に起因する住環境の悪化や生産性の低下を改善する目的を中心として行われてきた。

特に都心部では約 77%の国民が電気を利用することが出来るが、60%弱の国民が生活する地方部では電気の使用率は 17%にしか過ぎない。このような電力供給力不足から住民がエネルギー源を薪に依存するため森林破壊が進むという環境への影響も懸念されており、さらに都会と農村との生活基盤の格差により都市への人口流入が進み、農村の空洞化とともに、都市のスラム化を引き起こす要因となっている。

このような状況を改善するため、「ガ」国エネルギー省は 1989 年に国家電化構想(National Electrification Scheme: NES)を制定し、2001 年には第 2 次 NES として自立電化計画(Self-Help Electrification Program) を制定実施している。この結果 3000 以上の地域社会が電化され、NES 制定時の電気使用率 30%以下が、55～60%に上昇している。

こうした「ガ」国の電化政策に呼応するかたちで、我が国は 1989 年度から 2008 年度にかけて、5 次に亘る無償資金協力による地方電化計画を支援した。

「ガ」国政府は現在第 3 次の電化計画を開始している。ECG が総ての新しい地域へグリッドを延伸するという地方電化政策に替えて、グリッドベースの電化と共存し、お互いに補完しあうオフグリッドの代替案も採用することを計画している。更にグリッドの延伸されていない地域に対する再生可能エネルギーによる代替案の普及推進を望んでいる。これは革新的な信用機関機構を通じた、消費者への安い価格の太陽光照明設備の提供と小エネルギー事業環境の向上である。

この第 3 次電化計画に基き、我が国は 2 回に亘る技術協力をを行い、「ガ」国において貧困者が多く生活している北部 3 州を対象として、太陽光を利用した地方電化計画を中心とした「再生可能エネルギー利用電化計画MP 調査」と「ガ」国の主要地域の配電設備の拡充と電力品質の向上を図るためのマスタープラン調査「配電部門マスタープラン策定調査」を実施している。

### 1-3-1 無償資金協力

過去に「ガ」国電力セクターに対して供与された無償資金協力は、表 1-5 に示すとおりである。

表 1-5 我が国の無償資金による援助

実施年度	案 件 名	供与額 (単位：億円)	案 件 概 要
1989 ～ 1990	第 1 次地方電化計画 (アシャンテ州クマシ市～ベクワイ市及び中央州トクセ市～セニアベクラ市)	8.26 億円	アシャンテ州クマシ市～ベクワイ市及び中央州トクセ市～セニアベクラ市の 33 kV(142km)と 11 kV(20km)の送配電線(柱上変圧器を含む)及び 415/240 V 配電線の建設と必要な変電所の建設。
1993 ～ 1995 年	第 2 次地方電化計画 (ボルタ河下流地域)	① 10.68 億円 ② 8.08 億円	ボルタ州及びグレイターアクラ州の電化計画で、69 kV(40km)送電線、69kV 変電所の建設、33kV(120km)、配電用変圧器及び工事用車両・工具の供与、
1996 ～ 1998	第 3 次地方電化計画 (東部州アセセワ地区とブロングアハフォ州イエジ地区)	① 5.07 億円 ② 6.05 億円	33 kV(142km)と 11 kV(20km)の送配電線(柱上変圧器を含む)及び 415/240 V 配電線の建設及び維持管理用機材と通信機材の供与
2002 ～ 2005 年	第 4 次地方電化計画 (アシャンテ州ニナヒン地区とアマンシウエスト地区)	① 7.55 億円 ② 3.06 億円	33 kV(91km)と送電線(柱上変圧器 51 台を含む)及び 415/240 V 配電線(507km)の建設及び維持管理用機材、電力量計(5,455 台)、工具の供与
2007 ～ 2008 年	第 5 次地方電化計画 (東部州西アキム地区と中央州アッパーデンチラ地区)	① 6.78 億円 ② 4.01 億円	33 kV(28.9 km)と 11 kV(119.9 km)の送配電線(柱上変圧器 62 台を含む)及び 415/240 V(639.2km) 低圧配電線の建設及び維持管理用機材の調達。

### 1-3-2 技術協力

過去に「ガ」国電力セクターに対して実施された技術協力は、表 1-6 に示すとおりである。

表 1-6 我が国の援助により実施された開発調査

実施年度	案 件 名	供与額 (単位：億円)	案 件 概 要
2005 ～ 2006 年	ガーナ北部再生エネルギー利用地方電化 MP 調査		「ガ」国において貧困者が多く生活している北部 3 州を対象として、再生エネルギー利用による地方電化計画の MP 調査
2007 ～ 2008 年	ガーナ国配電部門マスタープラン策定調査		「ガ」国政府関係者、ガーナ電力会社(EGC)及びボルタ河電力公社北部電力局(VRA)との協議と現地調査を通して、配電設備の拡充と電力品質の向上を図るためのマスタープラン調査。

### 1-4 他ドナーの援助動向

「ガ」国への再生可能エネルギー関連の他ドナーの援助は、過去 2000 年前後は GEF、米国エネルギー省、DANIDA、スペイン政府等が行ってきているが、近年の他ドナーによる援助の内、最も大きなものは、世界銀行により 2007 年に開始された Ghana Energy Development and Access



Project(GEDAP;予算総額 2.15 億 US\$)である。この計画は「ガ」国政府の GPRS-II 内に示されている、貧困削減のゴールと MDGs(Millennium Development Goals)の実施を通して、エネルギーセクターへのビジョンである「ガーナ総ての（都市部及び地方部）国民、企業、工業、運輸業への信頼性と品質の高いエネルギーの供給を確保する」という目的の基に実施されるもので、以下をその大きな目的とし、実施期限は 2012 年 11 月末である。

- ・ 「ガ」国の電力供給の信頼性向上と国民の電力へのアクセス向上
- ・ 京都議定書と国連の気候変動協議の枠組みに基づく、温室効果ガス排出減少を通じた低炭素経済への移行への支援

更に本計画は以下の指標によりその進捗状況が図られることとなっている。

- ・ ECG の技術的、営利的な業績
- ・ 各家庭の電化率の向上
- ・ 本計画で設備された再生可能エネルギー機材の寿命を考慮した CO2 ガス排出量の減少量 (Tons)。

この計画は(a) エネルギーセクターと制度の開発・整備、(b) 送電系統の改善整備、(c) 配電系統の改善整備、(d)電力へのアクセスの拡大、の 4 つの要素があり、更に再生可能エネルギーに関連する(d)については①能力開発(Capacity Building)、②既にグリッドがある地方や近郊地域へのマーケットの浸透拡大、③既設グリッドの延長・拡大、④小水力、再生可能エネルギー及びバイオマス発電等からのミニグリッドの拡大、⑤そして P V システムの拡大、の 5 つの副項目からなっている。

この計画全体への各ドナーの拠出額は以下の通りである。

- IDA	90.00 M-US\$
- Global Environment Facility (GEF)	5.50
- Borrower/Recipient	12.60
- African Development Bank (AFDB)	30.00
- Free-standing Co financing Trust Fund	50.00
- Global Partnership on Output-based Aid	6.00
- Borrowing Country's Financial Intermediaries	9.00
- <u>Switzerland; Swiss Agency for Dev. &amp; Coop. (SDC)</u>	<u>12.00</u>

Total	215.10
-------	--------

本計画の責任者はエネルギー省であり、同省の責任範囲はプロジェクト毎の調整と計画の進行状況の監視、評価、等である。実施組織は当然 MOE, VRD, ECG から成り立っている。

IDA の無償資金は都市部及び地方部への送配電設備拡張に必要な投資額の為の資金とされ、資金調達のシステムと同様にこれら設備の運転・維持管理の精度により計画の継続性が図られる。

ガーナや他国の過去の UNDOF/GEF プロジェクトからの経験に関連して、本計画の再生可能エネルギーに関して見直しがなされている。UNDOF/GEF プロジェクトで納入されたガーナへの SHS システムの出来高払い(fee for service)のモデルはサービス提供者にとって財務的には継

続性がない。これは運転・維持管理費カバーするには月毎の支払いが低すぎるためである。

また、最近 DANIDA が援助した PV プロジェクトは計画の初期から地方銀行が計画立案に参加している。本計画はこの教訓を取り入れ計画の準備段階から地方銀行にも参加を要請している。更にスリランカや中国のプロジェクトから学んだ事項を取り入れている。

世界銀行は上記計画の他、P V システムによる電力アクセス向上計画(The Solar PV System to increase Access to Electricity Service Project)を援助している。この計画は 10 年又はそれ以上配電線の接続が期待できない遠方の地域の貧しい家庭へ、低価格の太陽光発電設備により、電力へのアクセスの向上を図るものである。この計画は①地方の家庭へ異なる規模の SHS System を据付からアフターサービスまでを行う民間会社へ、出力ベースでの補助金の援助、②太陽光設備の市場が初期マーケットであることや政府や地方自治体の技術が取り扱いサービスに不慣れなことに対する取り扱いと設備管理に対する補助の実施、③チームリーダー、技術専門家、設備保全者等からなる銀行による管理チームの監理業務の実施への補助、からなっている。この計画は現在実施中である。

表 1-7 に他ドナー・国際機関による援助実績を示す。

表 1-7 他ドナー国・国際機関による援助実績（再生可能エネルギー分野）

実施年度	機関名	案件名	金額 (単位：億円)	概要
1999～2002	① 地球環境ファシリティ(GEF) ② 米国エネルギー省 ③ ガーナ政府	再生可能エネルギーサービスプロジェクト(RESPRO)	① 2.5 億円 ② 1.0 億円 ③ 0.5 億円	オフグリッド地方電化 * 対象地：Northern State * 村落数：13 * 電化対象：家庭用 1,349 戸及び 37 公共施設
1997～1999	DANIDA Project	ガーナに於ける再生可能エネルギー資源開発 (Development of Renewable Energy Resources in Ghana)	24.4 億円	オフグリッド地方電化 * 14 Renewable energy services center- (Battery Charging Station) の建設 * Rural Bank (地方銀行)が電球や蓄電池購入のローンを提供 * 5 郡都、74 町村
1998～2001	④ スペイン政府 ⑤ ガーナ政府 (MME)	オフグリッドプロジェクト (現在はRESPROへ移管されている)	4.5 億円	オフグリッド地方電化 * 家庭用 1,923 戸、公共施設 262 施設、用水ポンプ 2 ケ所、BCS6 箇所、ミニグリッド 1 ケ村 * 合計出力：265kWp * 各家庭は設置費用 16 ドル、毎月使用料 2 ドルを支払う * エネルギー省への 50kWp の系統連携型設備を納入
2008～	世界銀行	PVシステムによる電力アクセス向上計画(The Solar PV System to increase Access to Electricity Service Project)	4 億円	* SHS の出力ベースでの民間会社への補助の実施 * 運転・維持管理指導に携わる民間会社への補助の実施 * 銀行による管理チームへの補助の実施
2007～2012	世界銀行	Ghana Energy Development and Access Project (GEDAP)	約 14 億円 (全体の 7%PV system)	* 電力会社の能力向上 * エネルギー効率の向上 * エネルギーへのアクセス向上 (地方と都市間のアンバランスの解消) * 再生可能エネルギー利用発電容量の増強

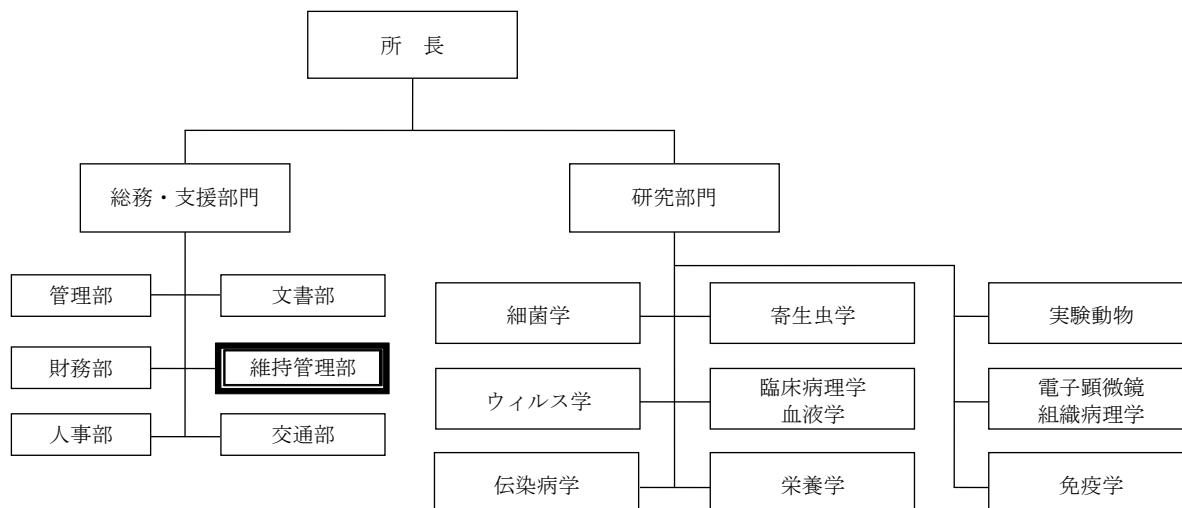
## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

## 第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況

### 2-1 プロジェクトの実施体制

#### 2-1-1 組織・人員

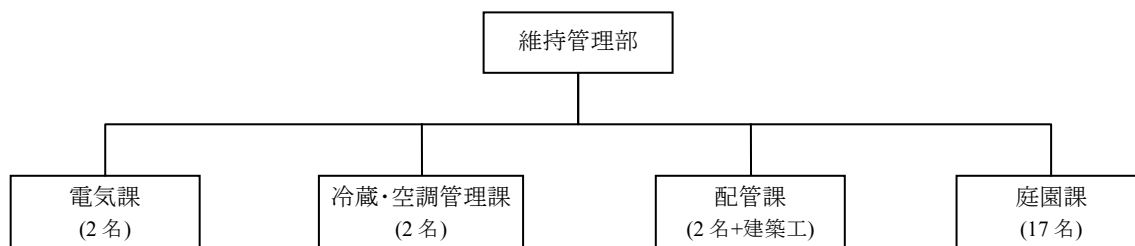
本計画の責任機関であるガーナ大学は英国統治時代の 1948 年に設立され、1961 年の法令 79 号 (Act 79, 1961) によって独自に学位を授与できる正式な大学として発足した。ガーナ大学は、「ガ」国の国立大学 6 校のうち最も古く規模の大きい大学であり (学生数約 39,000 人、2009 年)、2008 年に就任した現学長は前国連事務総長のコフィ・アナン氏である。実施機関である野口記念医学研究所は同大学に属する研究機関であり、研究施設は我が国の無償資金協力によって 1979 年に建設された。図 2-1 に野口記念医学研究所の組織を示す。2009 年の同研究所の教職員数は 217 人である。



[出所] 野口記念医学研究所

図 2-1 野口記念医学研究所の組織

野口記念医学研究所には維持管理部門があり、実験機器、電気・機械設備、建物、車輛等の維持管理を行っている。本計画の竣工後、太陽光発電設備の運転・維持管理は、同部門の電気課及び冷蔵・空調管理課の要員計 4 名が実施する。図 2-2 に野口記念医学研究所の維持管理部門の組織図を示す。



[出所] 野口記念医学研究所

図 2-2 野口記念医学研究所 維持管理部門組織図

## 2-1-2 財政・予算

実施機関である、野口記念医学研究所の財政状況を表 2-1 に示す。主な収入源は政府補助金であり、収入の 6 割から 7 割を占める。支出のうち最も大きいものは人件費であり、約 50%を占めている。施設、機材の修理・メンテナンス費としては、毎年 11～17 万セディが支出されており、全支出額の 4～5%を占めている。

表 2-1 野口記念医学研究所の財政状況

[単位：ガーナセディ]

会計項目		2006年度	2007年度	2008年度	2009年度
収入	政府補助金	1,732,266	2,156,244	2,355,264	2,563,883
	海外支援プロジェクト	322,225	396,285	511,267	650,234
	内部発生利益	94,200	107,277	130,588	175,686
	寄付金	8,560	10,267	20,955	15,200
	ガーナ教育信託基金	125,156	125,336	400,135	585,870
	借入れ	0	0	0	0
	<b>収入計</b>	<b>2,282,407</b>	<b>2,795,409</b>	<b>3,418,209</b>	<b>3,990,873</b>
支出	給与	1,030,775	1,558,233	1,687,227	1,831,883
	その他経常支出	955,267	1,066,285	1,256,228	1,474,224
	電気代	18,150	20,259	23,868	28,080
	発電機運転費	29,613	33,055	38,943	45,000
	修理・メンテナンス	112,471	125,541	147,905	169,074
	財務経費	288,474	322,000	379,361	428,114
	研究消耗品費	106,990	119,424	140,697	166,252
	その他	399,569	446,006	525,454	637,704
	固定資産	295,365	403,327	456,289	585,870
	<b>支出計</b>	<b>2,281,407</b>	<b>3,027,845</b>	<b>3,399,744</b>	<b>3,891,977</b>
収支	<b>1,000</b>	<b>-232,436</b>	<b>18,465</b>	<b>98,896</b>	

[出所] 野口記念医学研究所

[備考] 1ガーナセディ=64.267円

## 2-1-3 技術水準

2-1-1 に示す通り、野口記念医学研究所では維持管理部を有しており、機械、電気設備の維持管理を日常的に行っている。電気設備に関しては、415/240V の所内受変電設備及び非常用ディーゼル発電設備の運転・維持管理を実施しており、一般的な電気設備の運転・維持管理に関する技術・知識は有している。本計画で設置される太陽光発電設備に係る技術移転を実施すれば、完成後の運転・維持管理において特段の問題はないと考えられる。

## 2-1-4 既存施設・機材

### 2-1-4-1 既設自家発電設備・所内電力設備の現状

野口記念医学研究所内（本館並びに附帯建屋）への商用電源供給は、当研究所内の電気室（Room No. 120）より約 100m 離れた受変電建屋内に収納された 11kV 自立型閉鎖配電盤（1984年に製作された東芝製の真空遮断器内蔵配電盤）で分岐され同建屋内に収納された降圧変圧器

(11kV/433-250V、750kVA、1984年に製作された東芝製の油入変圧器)で11kVから433-250Vに降圧して当研究所内の電気室(Room No. 120)内に設置された415/240V(3相4線式)閉鎖配電盤(1978年に製作された(株)國分電機製作所の配線用遮断器自立盤6面)に直埋用鋼帯外装1kVケーブルを使用し当415/240V閉鎖配電盤内のバス・バーに接続された後に電気室内の切り替えスイッチ盤(SIEMENS製の電動式自動・手動切り換えスイッチが収納された自立型配電盤)に接続されている。11kV側並びに433-250V側の接地は直接接地方式である。

一方、当研究所内への非常用電源供給は、当研究所内の電気室(Room No. 120)より約50m離れた屋外に設置されたパッケージ型ディーゼルエンジン発電機(2006年に製作されたイタリアのSTAR POWER社製の500kVA、3相400V発電機)から1kVケーブルを使用して電気室内の切り替えスイッチ盤に接続されている。当非常用電源は商用電源が停電の際には自動的に起動し、商用電源が復旧の際には自動的に停止する様に電圧リレーが当切り替えスイッチ内部に組み込まれている。当切り替えスイッチ盤は商用電源と非常用電源の電圧を検出して電動式自動切り替えまたは手動操作によりいずれか片方の電源に切り替えてから当415/240V閉鎖配電盤の受電盤(銘板: Main Receiving Panel)の配線用遮断器(MCCB 1,200AF、1,000AT)に1kVケーブルで接続されている。

当415/240V閉鎖配電盤内6面の構成は、① Main Receiving Panel、② Emergency Power Panel、③ Lighting Panel、④ Power Panel、⑤ Laboratory Power Panel、⑥ Condenser Panelである。主回路には三菱電機製の配線用遮断器(MCCB)、分岐回路には三菱電機製の漏電遮断器(ELB)、零相変流器(ZCT)、漏電リレー(動作電流・動作時間設定リレーにてELBをトリップさせる)が盤内に取り付けられている。計測器(電力量計、電力計、力率計、周波数計、電圧計、電流計)及びMCCBトリップ表示(オレンジ色のランプ)が盤正面に取り付けられている。商用電源と非常用電源との切り替え用スイッチ盤を2006年に設置した際に、当415/240V閉鎖配電盤内のバス・バーを改造している。また、当初はCondenser Panel内に力率改善用のコンデンサー(100kVA、3台)が収納されていたが、P3動物実研室棟への配電用フィーダーとして改造した際に取り去られている。当415/240V閉鎖配電盤は設置後33年が経過しておりメーカーの図面が存在していない。また、盤内の改造をした際の図面が残っていない為に現状の盤内配線を把握することは困難である。

更に、当研究所内の2箇所の建屋内(受変電建屋内及びP3動物実験棟)には2台の非常用電源設備(受変電建屋内: STAMFORD社製の180kVAディーゼルエンジン発電機、P3動物実験棟: 1998年に製作されたイスズ/明電舎製の200kVAディーゼルエンジン発電機)があり当415/240V閉鎖配電盤からの商用電源供給が停電時及び非常用電源(500kVA)が故障中の際には自動起動し、それらが復旧した際には自動停止する仕組みになっている。

## 2-2 プロジェクトサイト及び周辺状況

### 2-2-1 関連インフラの整備状況

#### (1) 道路・交通

アクラ都市圏の人口は 2,200.8 千人 (2005 年) と推定され現在も増加傾向にある。市内からは鉄道、バスがアクラ郊外を結び高速道路も整備されているが、朝の通勤時間帯は市中心部へのアクセスが集中し交通渋滞が発生する。

また、市内にあるコトカ国際空港と近郊のテマの港が海外への輸送の窓口となっている。

#### (2) 上下水道

アクラ市への水供給は GWCL (Ghana Water Company Limited) によって Weija と Kpong の 2 つのダムから行われており、浄水普及率は全家庭の 98.7% (『ガ』国全体では 43.5%) に至る。

排水に関しては、下水システムが普及しているのはアクラ市でも 15% 以下であり、他は水路等への放流か敷地内処理となっており衛生環境の悪化の原因となっている。

#### (3) 電気・通信

「ガ」国の電力流通設備については、161kV の基幹系統で送電し、33 kV、11 kV、3 相 4 線式 433-250 V で配電している。電化地域は人口の約 43% であるが、消費の約 8 割が都市圏となっている。2008 年の発電設備容量は 1,981MW で総発電量は 8,324GWh であり、「ガ」国では Akosombo と Kpong の 2 つのダムをはじめとした水力発電が中心で総発電量の 50% 以上を占めている。そのため、渇水となれば発電可能量が減少し、供給制限が行われることもある。

「ガ」国の通信事情については、1992 年に開始された携帯電話の普及率は目覚しく、2010 年 1 月では 15,318 千人と国民の約 66.7% が所有するほどになっている。またインターネット利用者も同様に 2000 年の 30 千人から 2009 年の 997 千人と都市部を中心に拡大している。

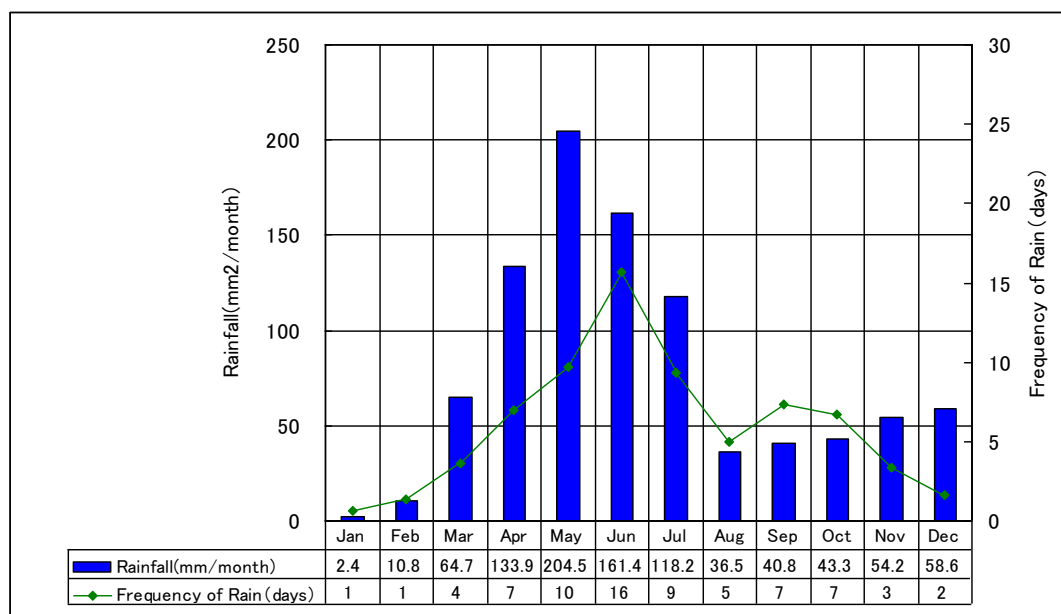


## 2-2-2 自然条件

### 2-2-2-1 気象条件

アクラの気候は、雨季と乾季があり、5～7月が大雨季、8月が小雨季、9～11月が小乾季、12月～4月が大乾季となっている。1月前後にはサハラ砂漠の砂を含んだハマターンと呼ばれる風が吹き寄せ、非常にほこりっぽくなる。

図 2-3 にアクラの年間降水量（2007年～2009年平均）を示す。



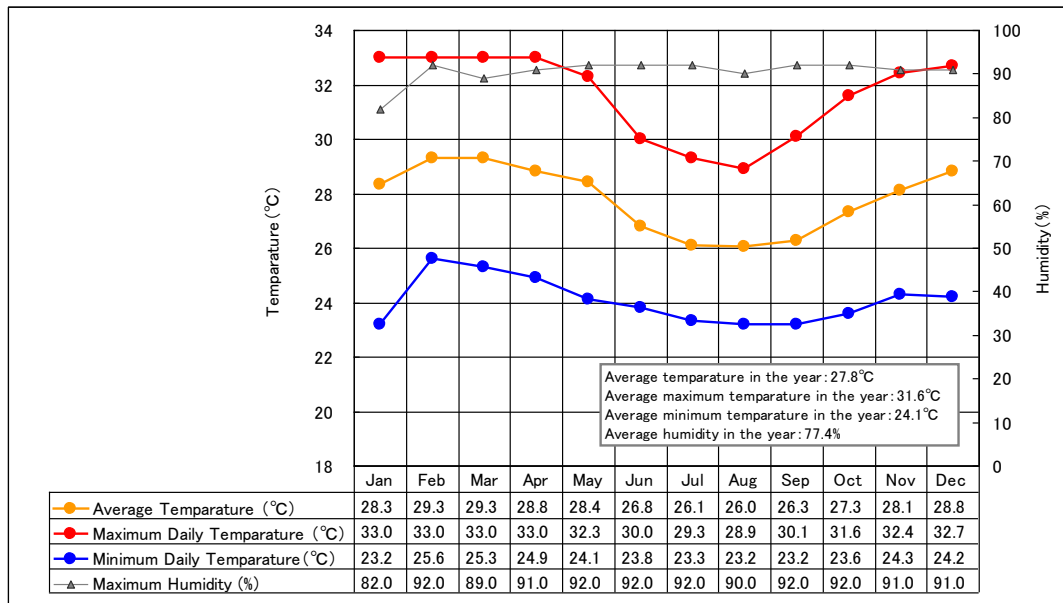
[出所] Ghana Meteorological Agency

図 2-3 アクラの年間降水量（2007年～2009年平均）

気温は1年を通して暑く、特に大乾季には最高気温 33℃（最低気温は 23℃程度）を記録する日も見られる。また最も涼しい大雨季の8月の最高気温は 28℃（最低気温は大乾季と同様で 23℃程度）である。1年を通して最高気温の差は 5℃程度である。

湿度も1年を通して高く、1年平均で 80%弱となっており、最高湿度に関しては年中を通して 90%を越える日も多々見られる。

図 2-4 にアクラの年間気温及び湿度（2007年～2009年平均）を示す。



[出所] Ghana Meteorological Agency

図 2-4 アクラの年間気温及び湿度 (2007~2009 年平均)

## 2-2-2-2 日射量、日射条件

### (1) アクラの水平面日射量

ガーナ国・アクラの日射量は表 2-2 に表示するように 3 機関の日射量データがある。ガーナ国の MOE (Ministry of Energy:出所ガーナ気象庁)、NASA、スイス Meteonorm 社のデータである。MOE から入手したデータはガーナ気象庁が測定した日射量である。表 2-2 はそれぞれの機関が発表しているデータであるが、各データに多少の相違がある。NASA のデータは間接データであるので、一般的に他国では測定値よりも 10%前後高くなっている。アクラでも MOE データに比べ 11.7%高くなっている。スイス Meteonorm 社のデータは NASA と比べ低くなっているが、MOE データより若干高い。MOE の年間平均データは Meteonorm 社とほぼ同一であるが、ハマターンの季節 1 月から 3 月は日射量が砂塵に遮られ少なくなるが Meteonorm 社のデータは高い値を示している。また Meteonorm 社のデータでは 3 月の傾斜角日射量が水平面日射量より小さくなっている。これは論理的に合わない。以上のことから判断して、MOE の測定データが現地の状況を正しく反映している。簡易的に測定したデータと合わせて判断すると MOE のデータを採用するのが妥当である。

表 2-2 水平面日射量 (単位: kWh/m<sup>2</sup>/day)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
MOE	4.42	5.05	5.45	5.35	5.43	4.3	4.3	4.29	4.89	5.6	5.47	4.61
NASA	5.78	6.09	5.94	5.72	5.32	4.71	5.2	5.31	5.29	5.64	5.69	5.56
Meteonorm	4.45	5.14	5.58	5.37	5.35	4.4	4.32	4.35	5.07	5.32	5.57	4.52

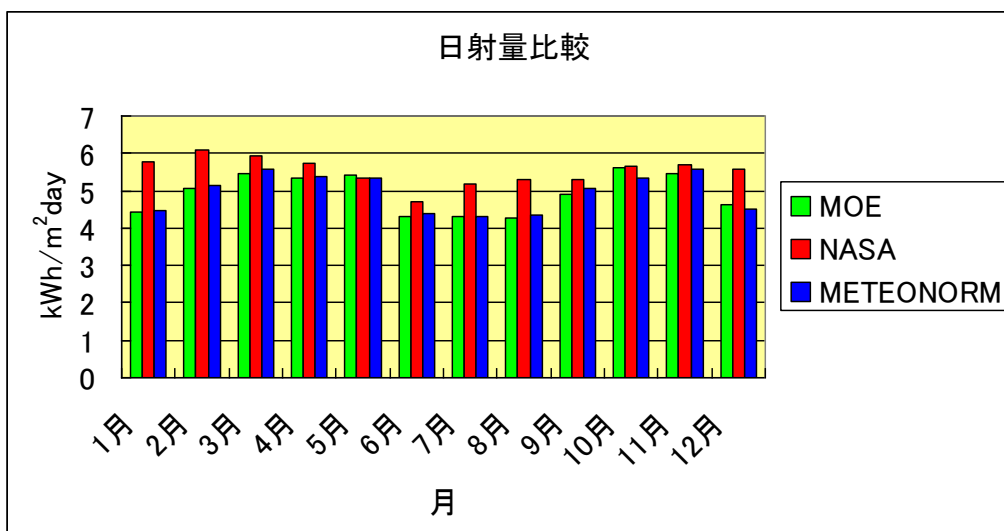


図 2-5 アクラの日射量

(2) 傾斜面日射量

傾斜面日射量が分かるのは NASA の傾斜面角度 5° と Meteonorm 社の傾斜面角度 5° の日射量である。Meteonorm 社の水平面、傾斜面年間平均日射量は同一であり、3月の傾斜面日射量が水平面より少ない。簡易実測の結果などから判断して、アクラの傾斜面日射量の計算は NASA のデータを使用して計算した。MOE の水平面、傾斜面日射量を表 2-3、図 2-6 に示した。この傾斜面日射量を使用して太陽光発電量を算定する。太陽電池発電量はパネルの設置角度、水平面、傾斜角度 5 度でもあまり変化しないが、パネル表面の清掃のため 5 度とする。

表 2-3 アクラの水平面、傾斜面(5度)日射量 (単位: kWh/m²/day)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
MOE水平	4.42	5.05	5.45	5.35	5.43	4.3	4.3	4.29	4.89	5.6	5.47	4.61
5度	4.53	5.11	5.41	5.29	5.41	4.29	4.29	4.26	4.83	5.62	5.59	4.75

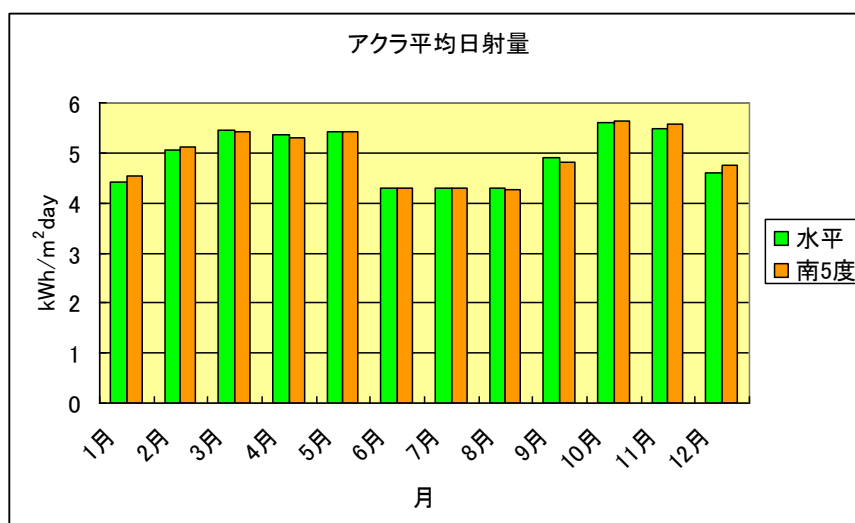


図 2-6 アクラの水平面、傾斜面日射量

## 2-2-3 環境社会配慮

### (1) 環境影響評価等に係る規制体系

「ガ」国の環境影響評価規則（Environmental Assessment Regulations, 1999, Legislative Instrument (LI) 1652）によれば、電力設備の建設に当たり、以下の5つのケースのいずれかに該当する場合は環境影響評価（EIA：Environmental Impact Assessment）の実施が義務付けられている。

- ① 汽力発電所の建設
- ② ダム及び水力発電所の建設
- ③ 国立公園におけるコンバインドサイクル発電所の建設
- ④ 原子力発電所の建設
- ⑤ 送電線の建設

本計画では太陽光発電システムの据付であり、上記に5ケースに該当しないため、EIAを実施する必要はないと考えられる。

しかしながら、「ガ」国環境保全局（EPA：Environmental Protection Agency）を訪問した際、本計画の実施に先立ってEPAから環境上の許可を受ける必要があるとの説明を受けたため、以下の手続きを行うこととなった。

- 1) 野口記念医学研究所がEPAにEIA登録書を提出する。（2010年3月24日提出済み。）登録・許可に係る手数料は後日EPAから通知され、野口記念医学研究所が支払う。）

EIA登録書に記載すべき主な事項は以下の通りであった。

- ・プロジェクト概要
- ・予想される環境影響

- 2) EPAは、提出されたプロジェクトの情報に基づいて環境影響を審査し、環境上の許可のために必要な手続きを決定する。審査結果と今後の手続きを野口記念医学研究所に通知する。（2010年8月11日付けで、EPAから環境許可(Environmental Permit)が発行された）

なお、環境許可の有効期限は18ヶ月であり、許可の発行から18ヶ月以内にプロジェクトが竣工しない場合には、許可の更新が必要となる。

### (2) 予想される環境影響

本計画は、JICA環境社会配慮ガイドラインにおいてカテゴリCに分類されており、環境や社会への望ましくない影響が最小限、あるいは殆ど無いとされている。本計画の太陽光システムはバッテリーを使用しないシステムを予定しており、廃バッテリー処理に伴う環境への重大な影響はない。

敷地造成の際に整地作業や、木々の伐採（または移動）と蟻塚の撤去が必要になるが、いずれも環境影響としては非常に小規模なものである。

### **2-3 グローバルイシュー等**

本計画は、国連気候変動枠組み条約、京都議定書の目標達成に資するとともに、再生可能エネルギーの導入による地球温暖化ガスの排出削減に寄与することにより、気候変動に対する開発途上国の緩和策を支援するものである。

## 第3章 プロジェクトの内容

## 第 3 章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの概要

#### 3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

ガーナ共和国（以下、「ガ」国）では、エネルギーの安定供給とエネルギー安全保障を達成するため、多様なエネルギー源の開発を推進することをエネルギー政策の目標として掲げており、その方策として再生可能エネルギーの導入が進められている。

同方針を受けて、「ガ」国では再生可能エネルギーの導入目標として、2020 年までに電力供給における再生可能エネルギーの割合を 10%とすることが定められている。本計画は、「ガ」国における再生可能エネルギー導入の目標達成に資するとともに、「ガ」国政府による気候変動対策（緩和策）として、太陽光を利用した発電を行うことにより火力発電用燃料の使用量並びに温室効果ガスの排出量を削減するものである。

#### 3-1-2 プロジェクトの概要

本計画は、上記目標を達成するために、ガーナ大学附属 野口記念医学研究所（以下、野口研と称す）に系統連系型の太陽光発電設備を設置するものである。これにより、電力供給における再生可能エネルギーの割合が高められるとともに、温室効果ガス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、太陽光発電に係る機材の調達及び据付を行うものである。

### 3-2 協力対象事業の概略設計

#### 3-2-1 設計方針

##### 3-2-1-1 基本方針

本計画は、「ガ」国からの要請に基づき、ガーナ大学附属 野口記念医学研究所を対象サイトとして、太陽光発電設備（出力 315 kWp）と関連する変圧器、415 V 遮断器、415 V 配電線、配電線用資機材の調達・据付を行うものである。同太陽光発電設備は、「ガ」国で最大の規模となり、同国では事例の少ない系統連系型の設備であることから、竣工後の運転・維持管理が問題なく行えるよう、十分に配慮した設計とする。また、本計画が今後の「ガ」国における系統連系型太陽光発電設備の普及促進に資するよう、ソフトコンポーネントを活用して運転・維持管理や系統連系に係る技術移転を行う。

本計画の太陽光発電設備は、ガーナ電力公社（ECG：Electricity Company of Ghana）がガーナ大学構内の配電設備を經由して野口研に供給している電力を補うものであり、ECG の配電系統とガーナ大学側との連系点は 11kV 配電線となるが、「ガ」国には発電設備の系統連系規程が存在しないことから、日本の連系規程に準じた設計を行う。

### 3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

#### (1) 温度・湿度条件に対して

当該地域は、一年を通じて気温は26℃から33℃と高温である。本計画で調達される機材の内、パワーコンディショナー等のように精密機器を搭載する機器類は、本計画で建設される建屋（パワコンディショナー室）内に設置し、外気温から機器への影響を避けるようにする。また、建屋の仕様等を計画するに当たっては、機器からの発熱量を考慮し、室温が精密機器の許容値である40℃に達しないように室内の冷房・換気設計等を配慮する必要がある。

#### (2) 降雨条件に対して

「ガ」国は雨期時には大量の雨がまとまって降るため、太陽光パネル設置エリアに出来るだけ外部から雨水が浸入しないよう、パネル設置エリアの周りに雨水排水施設等を設ける計画とする。（3-2-3 概略設計図参照）

### 3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

本計画対象サイトは、首都のアクラに位置するガーナ大学の敷地内にある野口研であり、同大学の出入り口は常時守衛によって管理されている。また、首都のアクラは治安的にも安定していることから太陽光発電設備の設置工事並びに配電ケーブル類の敷設作業には特段の問題はない。

なお、「ガ」国民は約80%がキリスト教徒であるため、クリスマス時期等の特別な日の付近は休日が多くなるため工程計画時には考慮を要する。

### 3-2-1-4 建設事情/調達事情に対する方針

首都アクラ等の都市では、各種商業施設や事務所ビルなどの大型建設工事が行われ、電気工事会社を含むこれらの建設工事を扱う総合工事が複数社あり、施工事情は良い。しかしながら、工事会社の規模は大小さまざまであり、工期、品質の確保については十分に配慮する必要がある。

### 3-2-1-5 現地業者の活用に係る方針

アクラには、外国資本の現地総合建設業者や現地工事会社があるため、「ガ」国内での労働者、運搬用車両、建設工事機材等の現地調達は比較的容易であり、本計画の建屋建設、基礎工事及び配電線工事は現地業者への発注が可能である。

一方、太陽光パネル設置工事や関連する機器類の据付工事を行う技術者や現地業者は「ガ」国内に存在するものの、本計画相当規模の工事経験はなく、かつ機材据付時並びに据付け後の調整・試験等には技術レベルの高い技術者を必要とすることから、日本又は第三国から技術者



を派遣し、品質管理、技術指導及び工程管理を行わせる必要がある。

### 3-2-1-6 運営・維持管理に対する対応方針

野口研は、ガーナ大学構内の配電設備を経由して ECG から電力の供給を受けているが、ECG からの電力供給が停止した場合に備えてディーゼル発電設備を設置している。現在、野口研は太陽光発電設備を保有しておらず、同研究所の運転・維持管理スタッフには太陽光発電設備の運転・維持管理に係る経験や系統連系システムの知識がない。従って本計画の中で、太陽光発電設備の運転・維持管理を担うメンテナンス部門に対し、適切な技術移転を行う必要がある。

「ガ」国では、家庭用太陽光発電（SHS : Solar Home System）を中心として、未電化農村部を中心に合計約 1MW の太陽光発電設備が設置されているが、大型の太陽光発電システムの導入実績は 2 件のみ、即ち、①スペイン政府の援助で 1998 年にエネルギー省（MOE : Ministry of Energy）庁舎に設置された 50 kW のシステム（系統連系システムであるが、現在はインバータが故障して停止中）及び、②ドイツ政府が 2008 年にエネルギー委員会（EC : Energy Commission）庁舎の駐車場に設置した 4.5kW の追尾式太陽光発電システムである。この為、「ガ」国のエネルギー・電力政策を担っている MOE、EC、並びに ECG のような電力会社であっても、太陽光発電システムに関わる十分な運転・維持管理技術を保有しているとは言えない。また、発電設備の系統連系に係る技術基準、規程等も整備されていない。本計画の中で行われる運転、維持管理の技術移転には MOE、EC、ECG 等の参加を得て、PV<sup>1</sup>システム運営委員会（仮称）を設け、委員会メンバーへ系統連系システムを取り入れた太陽光発電システムの運転・維持管理に関して適切な技術移転を行なうと同時に各メンバーの役割を設定し、導入した太陽光発電系統連系システムが問題なく継続して稼働できるよう計画する。

更に、本計画で設置される設備は、ECG から供給される系統電力との併用運転となるため、ソフトコンポーネントにて系統連系運転に係る適切な維持管理マニュアル（逆潮流有りのシステムを含む）を供与し、設置された設備が効果的、効率的に運転できるように配慮する。

### 3-2-1-7 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

上記の諸条件を考慮し、本計画の資機材の調達並びに据え付けの範囲及び技術レベルは、以下を基本方針として策定する。

#### (1) 施設・機材等の範囲に対する方針

技術的及び経済的に適切な設計とするために、資機材の仕様は可能な限り IEC などの国際規格に準拠した標準品を採用し、少品種化とし資機材の互換性を図り、必要最小限の設備構成、仕様、数量を選定する。

---

<sup>1</sup> PV : Photovoltaic の略で、太陽電池を意味する。

## (2) 技術レベルに対する方針

本計画で調達する太陽光発電システムを構成する各機器の仕様は本計画完了後の運転・維持管理を実施する野口研の運転・維持管理部門の技術レベルを考慮し、複雑な構成や仕様とならないよう留意する。

### 3-2-1-8 工法/調達方法、工期に係る方針

日本及び第三国から「ガ」国までの調達機材の輸送は、海上輸送が主となる。「ガ」国のテーマ港から本計画対象地である野口研までは、約 30 km と輸送距離が短く、輸送道路状況も良いため資機材の輸送には特段の問題はないと思われる。

本計画対象地となる野口研は、日本の無償資金協力で建設された施設であり、現在も日本から医師等の研究員が常駐して研究にあたっている施設である。特に、動物実験棟は常に電源を必要としている施設であり換気、衛生面が重要視される設備を有するため、工事にあたっては同研究所側へ工法の説明を行ったうえで綿密な工程の打ち合わせとともに、太陽光で発電した電力の既設設備への接続工事にあたっては停電時間を最小限とする方法等の確認が必要となる。

工期については、本計画実施地域の雨季期間を考慮し、特に、5月から7月の雨量・降雨日が1年中最も多いため、この時期における掘削や埋戻しなどの土工事に係る作業を出来るだけ避けた工程を策定する必要がある。

### 3-2-2 基本計画（機材計画）

#### 3-2-2-1 計画の前提条件

##### (1) 対象施設の電力需要

野口研の本館と附帯建屋には、商用電源及び自家用発電設備（停電時）により電力が供給されている。

調査団は、同研究所内の配電電圧、周波数、最大電力及び負荷力率を 2010 年 3 月 16 日から 3 月 26 日の間にデジタルマルチメーターを使用して測定した。平日及び休日における代表的な負荷曲線を図 3-1 に、測定結果の概要を表 3-1 に示す。平日昼間の最大電力負荷は 400kW 程度であり、休日昼間の最低電力負荷は 150kW 程度であることから、太陽光発電システムが発電している時間帯の野口研の電力負荷は、150～400kW の範囲であると判断される。商用電源の停電は調査期間中にほとんど発生しなかった。



図 3-1 野口研の日負荷曲線

表 3-1 電力品質及び負荷の測定結果

項目	測定値	ECG 運用基準
配電電圧 (V)	395~418	400±10%
周波数 (Hz)	49.8~50.5	50±5%
最大電力 (kW)	平日	400
	休日	200
負荷力率 (%)	実測値：0.90~0.94 (※) 推定値：0.8 程度	0.9 以上

(※) 力率変換器の誤動作により負荷力率の測定値は 0.90~0.94 であるが、実際の負荷力率は 0.8 程度と推定される。

以上の測定結果より、同研究所内の 415/240V 配電設備容量（変圧器容量 750kVA）に対して最大電力は 400kW（力率を 0.8 として 500kVA）となり配電設備には余裕がある。

ECG 運用基準と比べて配電電圧並びに周波数は規定値内であるが負荷力率が逸脱しているのは 415V 側に力率改善用のコンデンサーが無い為である。

野口研の土曜・日曜日の電力負荷は平日の 40%~50%程度に減少する。太陽光発電容量は 315kWp であり、測定した日射量をもとに太陽光発電の出力が野口研の電力負荷を上回る可能性を以下の通り検討した。

### 1) 測定日射量

測定場所：野口研構内

測定日：2010年3月19日（金）晴れ、雲あり。

測定器具：簡易日射計

表 3-2 野口研における水平、傾斜面日射量

測定面	時間	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	日量計
水平面	Wh/m <sup>2</sup>	327.5	354.0	447.5	607.0	249.5	817.5	850.5	868.5	890.5	893.0	831.5	645.0	652.5	501.0	474.5	136.5	87.5	162.5	99.5	19.5	9,916
南傾斜5度	Wh/m <sup>2</sup>	305.0	397.0	477.5	667.0	250.5	871.5	905.5	912.5	918.5	936.0	856.0	646.0	697.5	531.0	490.0	151.0	94.5	182.5	94.5	23.0	10,407

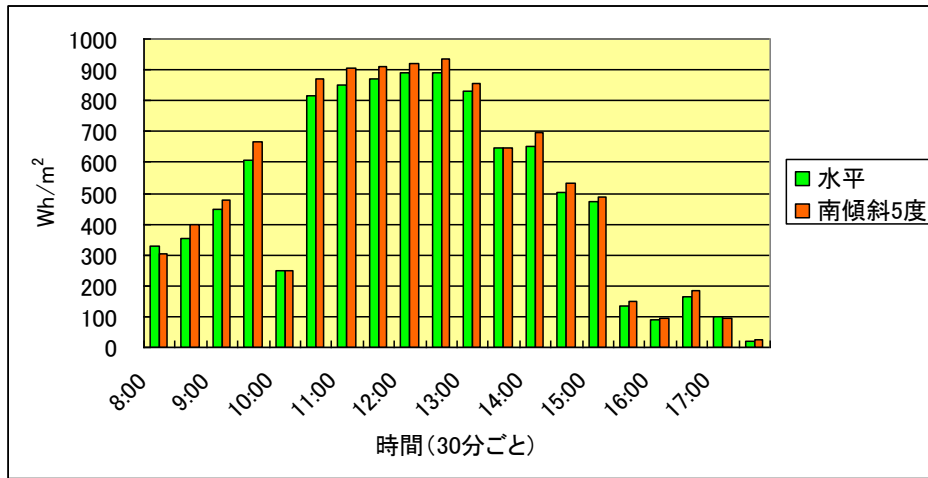


図 3-2 日射量測定結果 (2010年3月19日)

アクラにおける水平面日射量の月平均値は、4~6 kWh/m<sup>2</sup>/日であり、2010年3月19日の測定値は9.9 kWh/m<sup>2</sup>/日であることから、同日は晴天で日射が良好であったと想定される。

## 2) 電力負荷と太陽光発電出力

3月19日の日射量測定値を使用して太陽光による発電出力を計算し、野口研の電力負荷と太陽光発電出力を比較した。その結果を表3-3、3-4及び図3-3、3-4に示す。

表 3-3 野口研の電力負荷と発電量バランス (土曜日)

時間	単位	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30
負荷3/20(土)	kW	161.9	141.9	149.9	171.2	161.9	178.4	193.1	176.2	204.4	184.7	172.5	161.4	199.1	176.6	165.8	167.3	173.7	160.5	162.0	175.5
発電出力	kW	64.1	83.5	100.3	140.2	52.6	183.2	190.3	191.7	192.9	196.7	179.9	135.8	146.5	111.5	103.0	31.7	19.8	38.3	19.8	48.8
余剰電力	kW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	15.5	0.0	12.0	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

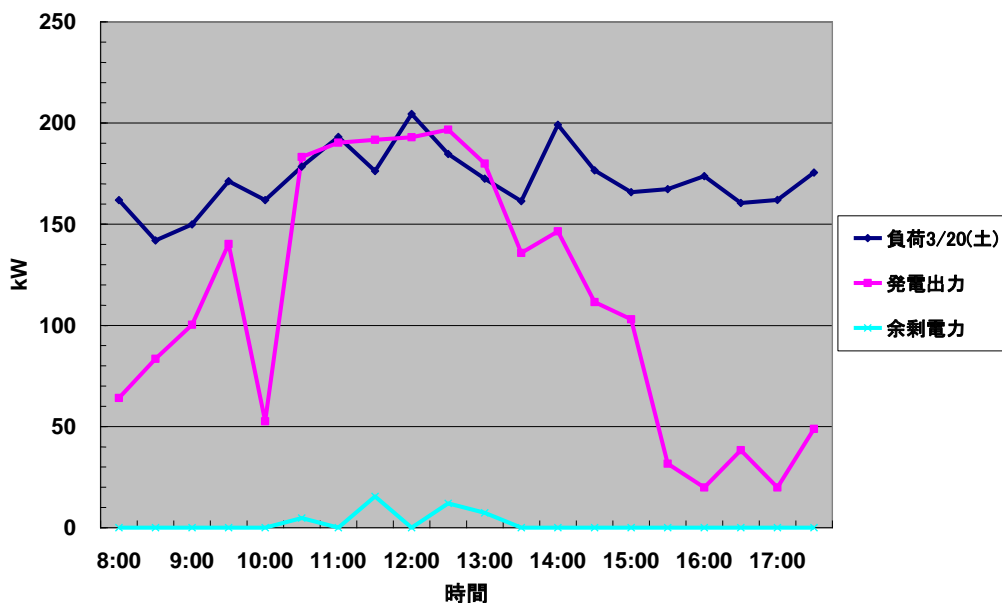


図 3-3 野口研の電力負荷と発電量バランス (土曜日)

表 3-4 野口研の電力負荷と発電量バランス（日曜日）

時間	単位	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30
負荷3/21(日)	kW	124.3	130.4	134.6	135.7	166.4	169.2	156.1	177.2	173.3	176.6	176.6	168.3	168.1	193.4	206.5	202.1	228.5	184.1	182.7	181.7
発電出力	kW	64.1	83.5	100.3	140.2	52.6	183.2	190.3	191.7	192.9	196.7	179.9	135.8	146.5	111.5	103.0	31.7	19.8	38.3	19.8	48.8
余剰電力	kW	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	14.0	34.2	14.5	19.6	20.1	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

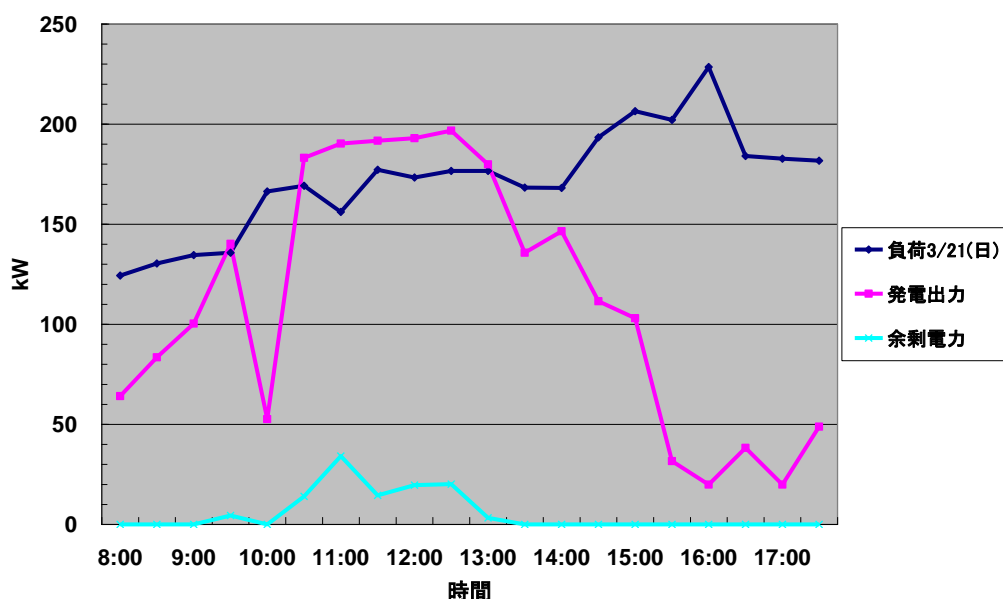


図 3-4 野口研の電力負荷と発電量バランス（日曜日）

以上の検討結果により、野口研の電力負荷が減少する土・日曜日には、太陽光発電出力が電力負荷を上回る時間帯があり、最大で 35kW 程度の余剰電力が発生する可能性がある。この場合、野口研で発生する太陽光の余剰電力は、ガーナ大学構内の配電系統を通じて同大学に供給される。ガーナ大学は ECG の配電網から 11kV で受電し、野口研を含む構内の各施設に配電を行っているが、同大学の契約電力は 5,000kVA 程度であり、太陽光発電容量及び余剰電力の規模と比べて十分に大きいため、余剰電力は大学内で消費され ECG の配電系統への逆潮流が発生することはない。

## (2) 系統連系に係る制度及び技術検討

### 1) 系統連系に係る法制度・規制

自家発電、系統連系に係わる「ガ」国の法制度は現在のところ配電規程（Grid Code）のみであり、自家発電電力を第 3 者に販売する場合は免許が必要であることを決めている。逆潮流に関する規制、技術的基準は現在のところ存在しない。本計画の PV 連系システムは導入に際して規制を受けないことを MOE で確認した。

再生可能エネルギーによる電力系統連系に関する法制度、規制も存在しない。「ガ」国の「再生可能エネルギー法（RE Bill）」はエネルギー委員会が 2009 年に作成し、2010 年 3 月、に内閣へ提出している。

RE Bill は、再生可能エネルギーの開発と利用の促進、エネルギーの安全保障のための多様化、再生可能エネルギーを活用した電化促進、規制の作成などを目的としている。そのおも

な内容は以下の通りである。

① 再生可能エネルギービジネスを営むための免許制

再生可能エネルギービジネス設立申請者は委員会へ申請用紙を提出する。委員会は申請書にもとづき技術データ、国家安全、公衆安全、食料安全、健康、環境面から検討し許認可を決定する。免許は生産、運送、貯蔵、販売、建設・修理の5分野に分かれている。

(注:委員会とは Energy Commission Act 1997(Act541)セクション4で決められた委任会を指す。)

② Feed in Tariff

再生可能エネルギーで生産された電力を販売するためこの制度を制定する。その内容は再生可能エネルギーの購買義務、Feed in Tariff 価額、系統連系に関する事項である。

- a 電力会社は再生可能エネルギーで発電された電力を決められた割合で購入しなければならない。
- b PURC(Public Utilities Regulatory Commission)はエネルギー委員会と共同で①項の割合を決める。
- c 電力会社は PURC が買い取り価額を決めるまで Feed in tariff 価額を決めてはならない。

③ 系統連系に係る送配電線の改修

- a 再生可能エネルギー (RE) 電力生産会社から系統連系の要請があったとき、電力会社は連系を可能にするため適切な価額で、可能な限り早く送配電システムを改修する。
- b 改修に必要な費用は送配電会社と RE 電力供給会社が 50 : 50 で負担する。

④ ガーナ再生可能エネルギーファンド (GREEN Fund)

再生可能エネルギーの使用と開発を促進するために設立する。

- a ファンドは Feed in Tariff、投資補助、再生可能エネルギー 研究開発、RE 利用のための基準作成、RE 生産設備、遠隔地のミニグリッド、オフグリッドシステム、電力以外の RE 開発などに使用される。使用方法は委員会が決める。
- b 財源は外国からのグラント、個人、国際組織からの寄付、特別基金、Feed in Tariff、国会で決めた予算、などで賄う。

⑤ 違反・罰則

この法律に違反した場合の罰則も決められている。

⑥ ガイドライン

委員会は RE 事業実施のためのガイドラインを決め発表する。

⑦ 規則

MOE はエネルギー委員会の提言により、下記のような規制を作成する。

- a バイオ燃料による発電所建設、運転、メンテナンス、設備設置の基準を作成する。
- b RE 開発、利用のための基準を作成する。
- c RE 利用のための技術基準を作成する。

d バイオ燃料、薪燃料の管理と規制など。

## 2) 電力品質の検討

太陽光発電設備に系統連系システムを導入する際に検討すべき項目は「フリッカ現象」と「高調波」が考えられるが、MOE、エネルギー委員会からの聞取調査の結果、「ガ」国には ECG 供給規則 (Electricity Supply and Distribution : Technical and Operational Rule 2005) により、電圧については 11kV 以下の配電線では±10%の変動を、1 分以内であれば±15%の変動を認めており、また、周波数は±5%以内の変動に、力率は 0.9 以上にするように定められている。しかしそれ以外の「フリッカ現象」「高調波」等に関しては基準がないこと、また、ガーナ大学近くには大きな工場、建設現場がないことから負荷側から高調波電流が生じる恐れは無い。本計画で整備される太陽光発電設備においては、我が国の電気共同研究報告書 (第 46 巻第 2 号 電力系統における高調波とその対策) に基づき、パワーコンディショナー本体の高調波流出電流を総合電流歪率 5%、各次電流歪率 3%以下とすることで、高調波については日本と同等の電力品質が確保される。フリッカの基準としては、日本では電気共同研究(第 20 巻第 8 号)で  $\Delta V_{10} \leq 0.45V$  としているほか、IEC では IEC 61000-4-15 にフリッカの基準が定められており、これらの基準を満足するものとする。

## 3) 連系点近傍における電圧上昇の検討

太陽光発電設備が配電系統に連系されて逆潮流を行う場合、連系点付近において電圧上昇が発生するが、電圧の上昇幅が電力会社の管理基準を逸脱することがないように、配慮する必要がある。ここでの検討は、ガーナ大学が電力供給を受ける ECG の M 変電所から太陽光発電設備の連系点までの配電線を対象とし、ガーナ大学構内において連系点に最も近い負荷の受電電圧が管理基準範囲を逸脱しないことを確認する。検討に際し、電線仕様および対象配電線における軽負荷時の負荷等のデータが必要となる。しかしながら、ガーナ大学構内の電力負荷に関するデータは管理されておらず、軽負荷時における検討は困難である。そのため、ここではより厳しい条件である全負荷を切り離れた状態、すなわち無負荷の配電線へ系統連系 PV システムから逆潮流された状態において、直近の負荷の受電電圧が管理基準範囲の上限値を超過しないかを確認した。M 変電所の二次側母線を無限大母線として、配電線送出電圧 11kV をベースに検討を行った。

野口研はガーナ大学構内の負荷の一つであり、11kV 配電線によりガーナ大学の受電設備を経由して電力供給されており、M 変電所～野口記念医学研究所間の距離は約 3.0km である。この 11kV 配電線は、断面積 95mm<sup>2</sup> の 3 Core の CV ケーブルである。このケーブルの線路定数については、「ガ」国と同様に英国規格のケーブルを使用する近隣国で入手した仕様書に示される数値を適用した。また、「ガ」国では、ECG の供給規則 (Electricity Supply and Distribution : Technical and Operational Rule 2005) において、11kV 以下の配電線については、電圧は基準電圧の±10%以内に管理することが定められている。表 3-5 に示す検討結果より、無負荷の配電線へ系統連系 PV システムから逆潮流されても、直近負荷の受電電圧の上昇は 0.59V 程度であり、管理基準上限値 264V 以内に収まっていることから、問題ないと判断できる。

表 3-5 連系点および直近の一般低圧需要家における配電線電圧値の検討結果

M 変電所ー 野口研の距離	送出 電圧	線種	R [Ω/km]	PV からの 逆潮流 電流値	高圧の上昇 電圧値	直近の 一般低圧需要家の 受電電圧
3.0km	11kV	CV, 3 Core, 95mm sq	0.248	21.0A	27.0V	240.59V

出所：JICA 調査団

#### 4) 系統連系型太陽光発電の導入可能量

野口研へ電力を供給しているのは ECG であるが、ECG は発電会社である VRA (Volta River Authority) から電力の供給を受けている。「ガ」国の送電規程 (Grid Code、Art 12.22) によれば、送配電系統運用者は、系統の周波数を 49.8Hz から 50.2Hz (50±0.2Hz) の間に保つことを目標として運用しており、再生可能エネルギーの導入がこのような系統周波数の運用の妨げになってはならない。

「ガ」国ではコンバインドサイクル発電機が運用されているが、通常、火力発電機の周波数低下許容限度は-1.5Hz 程度でありこれを下回るとタービン動翼の共振周波数に近付き、連続運転が不可能となる。ECG の供給規程では周波数の運用範囲を 50Hz±5% (50Hz±2.5Hz) としているが、火力機の周波数低下に係る運用制限を考えれば ECG の供給規則で許容されている周波数変動幅は現実的ではなく、またデジタルマルチメーターによる実測値でも ECG の供給電力の周波数変動は 49.8~50.5Hz (-0.4%~+1%) の範囲にとどまっている。以上のことから、太陽光発電導入可能量の検討に用いる系統周波数運用範囲は、系統運用規程 (Grid Code) の数値 (±0.2) を採用することとした。

発電設備が事故等によって系統から脱落した場合、電力の需要と供給のバランスが崩れるため周波数が低下するが、その関係は次式によって表される。

$$\Delta F = - \frac{1}{K} \times \frac{\Delta P}{P} \times 100$$

ここで、 $\Delta F$ ：系統の周波数変化 (Hz)

$\Delta P$ ：当該発電機の出力又は負荷 (MW)

P：系統の総合負荷 (MW)

K：系統定数 (KG+KL) (%MW/0.1Hz)

KG：発電機の周波数特性 (%MW/0.1Hz)

KL：系統の周波数特性 (%MW/0.1Hz)

太陽光発電設備は天候の変化により発電出力が急減する場合があるが、このような場合であっても系統周波数が 50±0.2Hz の範囲となるよう発電出力の低下を抑制する、即ち系統に連系する太陽光発電設備の容量を制限する必要がある。「ガ」国の系統定数 (K) は不明であるが、一般的に K の値は 0.85~1.4%MW/0.1Hz の範囲にあり、統計的に 1%MW/0.1Hz 前後が



最も多い<sup>2</sup>。このため、「ガ」国の系統定数を 1%MW/0.1Hz と想定し、太陽光発電導入可能量を検討する。系統周波数の変化を  $\Delta F$  とする太陽光発電の導入可能容量 ( $\Delta P$ ) は、以下の式で表される。

$$\Delta P = - \frac{\Delta F \times K \times P}{100}$$

ここで、 $\Delta F = -0.2\text{Hz}$

$P = 1,500\text{MW}$  (2010 年の「ガ」国の最大電力)

$K = 1.0\% \text{MW}/0.1\text{Hz}$

とすれば、 $\Delta P = 30\text{MW}$  となり、現状において導入可能な系統連系型太陽光発電設備の容量は 30MW 程度と判断される。現在、「ガ」国で系統に連系されている太陽光発電設備の容量は 54.5 kWp のみであり、本計画で 315 kWp の太陽光発電設備が連系されても上記の導入可能量を大きく下回っており、「ガ」国の電力系統への問題は生じない。

## 5) 系統連系に係る技術要件の検討

上述の通り、「ガ」国には発電設備の系統連系に係る技術基準や規程が存在しないことから、日本の系統連系規程に従い、太陽光発電設備の系統連系に必要な技術要件を検討する。本計画では、太陽光発電設備が接続される配電系統の電圧は 415V (低圧) であるが、ガーナ大学が ECG から受電する電圧は 11kV であることから、日本の高圧連系規程 (6.6kV) を適用する。

高圧配電線との連系においては、発電設備もしくは配電系統の異常時に、自動的に発電設備を系統から解列するための保護装置を設置することが求められている。また、配電用変電所の遮断器が配電系統の地絡を検出して開放され一定時間の後に再開路を行う際に、系統に連系された発電機が運転を継続していた場合には、遮断器の非同期投入が発生する恐れがあることから、線路無電圧確認装置の設置も義務付けられている。

表 3-6 には、発電設備の高圧連系において設置が求められる保護継電器を示す。本計画では系統への逆潮流は発生しないが、系統連系規程では「逆潮流無し」の場合であっても「逆潮流有り」の条件で保護装置設置することが認められており、本件では「逆潮流有り」の条件で検討を行う。表 3-6 に示す通り、地絡過電圧継電器以外の保護継電器は、直流を交流に変換するパワーコンディショナー自体の保護装置で代用することが可能である。系統側で発生する地絡に対する保護については、「ガ」国の 11kV 配電系統は有効接地系であるため、地絡過電圧継電器により地絡を検出し、発電機を解列する。

線路無電圧確認装置については、二方式以上の単独運転検出機能を有し、それぞれが別の遮断器により連系を遮断する場合には省略が可能である。本計画で採用するパワーコンディショナーはこの条件を満足することから、線路無電圧確認装置についても省略が可能である。

<sup>2</sup> 日本の電力会社においては、負荷周波数制御 (LFC: Load Frequency Control) に用いる系統定数の設定値として、9 社中 7 社が 1%MW/0.1Hz を採用している。(電気学会 (2002.3)「電力系統における常時及び緊急時の負荷周波数制御」、電気学会技術報告 第 869 号)

表 3-6 異常時に発電設備等を解列するための装置（高圧配電線との連系時）

逆変換装置の有無	逆潮流の有無	系統連系規程で設置が必要な保護継電器	本計画での対応
有り	有り (※1)	過電圧継電器 (※3)	パワーコンディショナーの保護装置で検出・保護
		不足電圧継電器 (※3) (※4)	同上
		地絡過電圧継電器 (※5)	地絡過電圧継電器で検出・保護
		周波数上昇継電器 (※6)	パワーコンディショナーの保護装置で検出・保護
		周波数低下継電器	同上
		転送遮断器又は単独運転検出装置 (※7)	パワーコンディショナーの単独運転検出機能で検出・保護
	無し (※2)	過電圧継電器 (※3)	/
		不足電圧継電器 (※3) (※4)	
		地絡過電圧継電器 (※5)	
		逆電力継電器 (※8)	
		周波数低下継電器	

※1：逆潮流がある場合であっても、発電設備等を連系する配電用変電所の配電用変圧器においては、常に逆向き潮流が生じないようにすること。  
 ※2：逆潮流が無い場合であっても、逆潮流有りの条件で、異常時に発電設備等を解列するための装置を設置することができる。  
 ※3：発電設備自体の保護装置により検出・保護できる場合は省略可。  
 ※4：発電設備等故障（発電電圧異常低下）検出用の不足電圧継電器と共用可。  
 ※5：構内低圧線に連系する場合であって、発電設備等の出力容量が受電電力の容量に比べて極めて小さく単独運転検出装置等により高速に単独運転を検出し、発電設備等を停止又は解列する場合は省略可。  
 ※6：専用線と連系する場合は、省略可。  
 ※7：単独運転検出装置は、能動的方式1方式以上を含むものであって、次の全ての条件をみたすもの。  
 (イ) 系統のインピーダンスや負荷の状態等を考慮し、必要な時間内に確実に検出することができること。  
 (ロ) 頻繁な不要解列を生じさせない検出感度であること。  
 (ハ) 能動信号は、系統への影響が実態上問題とならないものであること  
 ※8：構内低圧線に連系する場合であって、発電設備等の出力容量が受電電力容量に比べて極めて小さく（5%程度以下）、受動的方式及び能動的方式のそれぞれ1方式以上を含む単独運転検出装置等により高速に単独運転を検出し、発電設備等を停止又は解列する場合は、省略可。

[出所] 系統連系規程 JEAC 9701-2006

### (3) 主要機材の仕様選定に係る前提条件

主要機材の仕様選定にかかわる前提事項は、各機器の適合性、ガバナの自然環境、電力事情、設置スペースなどが考慮され決められる。

#### 1) 太陽電池モジュール

##### ① 野口記念研究所の太陽電池モジュール

太陽電池モジュールの種類は表 3-7 に示すようにシリコン系、化合物系半導体、有機系太陽電池に分けられる。

表 3-7 太陽電池の種類

	シリコン				化合物系		有機系	
	結晶シリコン		薄膜シリコン		CIS	Ⅲ-V 結晶系	色素増感	有機薄膜
	単結晶	多結晶	アモルファス	多接合				
特徴	200 μm～300 μmの薄いシリコンの単結晶の基板を用いる。最も歴史がある太陽電池。基板の値段が高いが、性能や信頼性に優れている。	比較的小さな結晶が集まった多結晶でできている基板に太陽電池を作ったもので、 <u>単結晶より安価で、作りやすい</u> ことから現在の主流となっている。変換効率は、やや単結晶に劣る。	アモルファス(非晶質)シリコンをガラスなどの基板上に1 μm内外の薄膜として形成させた太陽電池。 <u>大面積で量産ができる</u> という特長があるが、結晶系シリコンと比較して性能面に課題がある。	アモルファスシリコンと微結晶シリコンを積層して作った太陽電池。シリコン使用量が少なく(結晶系シリコンの約1/100)、大面積・量産可能。吸収波長領域が広い。そのため、 <u>アモルファスシリコン太陽電池より高効率</u> 。	化合物半導体の一種で、銅とインジウムとセレン等を原料とした薄膜太陽電池。 <u>製造工程が簡単で高性能が期待できる</u> ことから技術開発が進んでいる。	ガリウムヒ素など特別な化合物半導体の基板を使った <u>超高性能</u> (変換効率: 30～40%)太陽電池。 <u>コストが高</u> く元々は宇宙などの特殊用途だが、現在、 <u>墨光システムとの組み合わせ</u> で低コスト化が図られている。	酸化チタン(半導体)についた色素が、光を吸収して電子を放出することで発電するタイプの太陽電池。簡単につくれるため <u>低コスト化への期待が高い</u> が、高効率化、耐久性が課題。	有機半導体のPN接合による太陽電池。 <u>低コスト化への期待が高い</u> が、高効率化、耐久性が課題。
モジュール変換効率 括弧付きは研究レベル	～15%	～14%	～6%	～10%	～11%	～30% ～37%(集光時)	(11%)	(5%)
実用化状況	普及段階	普及段階	普及段階	普及段階	普及段階	研究段階	研究段階	研究段階
メーカー	シャープ、三洋電機(HITタイプ)	シャープ、京セラ、三菱電機	三菱重工、カネカ	三菱重工、カネカ、富士電機、シャープ	昭和シェル、ホンダ	シャープ	シャープ、フジクラ、ソニー、アイシン精機	パナソニック電工、新日本石油、三菱化学、住友化学



[出所] 資源エネルギー庁

シリコン系は結晶シリコン、薄膜シリコンに分けられる。結晶シリコンは単結晶、多結晶シリコンがあり現在多く使用されている太陽電池である。結晶シリコンは変換効率も14～15%あり耐候性もよく、最も歴史のある太陽電池である。薄膜シリコン太陽電池はアモルファスと多接合型太陽電池があり、表に示すように材料が少量で量産できるメリットがあるが変換効率が落ちる。化合物系は多くの化合物半導体があるが現在、主にCIS系太陽電池、GaAs太陽電池が使用されている。CIS又はCIGSはほぼ同じものである。CISは銅、インジウム、セレン、の化合物であり、CIGSはCISにガリウムが加わった半導体である。CIS系太陽電池は昨年度(2009年)より、日本で量産され一般家庭で使用され始めた。GaAs太陽電池は人工衛星で使用されている太陽電池で、広い範囲の太陽波長を吸収し発電する。変換効率が良いが価額が高いため一般には使用されていない。有機系太陽電池は現在注目されている太陽電池であるが、発電効率、耐久性向上など、現在研究中である。将来は安価に製造でき極めて有望な太陽電池である。

② 本計画で採用する太陽電池モジュール

アクラは北緯5度にあり、1年が雨期と乾季に分かれ、雨季には激しいスコール、乾季にはサハラ砂漠よりの砂塵が舞い、年間最大平均気温・湿度はそれぞれ31.3℃・90%という自然環境下にある。自然環境は極めて苛酷だと考えて良い。モジュールの仕様選定の前提条件は、歴史があり、信頼性、耐久性があり、変換効率がよく過酷な自然条件に耐え

うるモジュールとする。更に、ガーナ大学の将来的な土地利用の制約とならないよう、パネル設置面積はできる限り小さくすることが望ましい。以上の条件を考慮し、本計画では表 3-8 に示す仕様を選定した。

表 3-8 モジュール仕様

仕 様	条 件
製造国	日本製（全部品を日本製とする）
モジュールタイプ	シリコンの単結晶、多結晶または結晶系シリコンとアモルファスのタンデムタイプ
参考技術標準	IEC 又は同等以上
モジュール出力	180W 以上、210W 以下、 測定条件（AM：1.5、気温：25℃、日射量：1000W/m <sup>2</sup> ）
合計出力	315kW 以上
モジュール変換効率	12%以上
モジュール重量	モジュール 1 枚の重量：15kg ～20kg
サイズ	メーカー仕様による

## 2) 接続箱、集電箱

ガーナの自然環境は苛酷である。雨季、乾季に分かれ、雨季には猛烈なスコールがあり、乾季はサハラ砂漠からの砂嵐がある。特にサハラ砂漠からの微細な砂は建物、接続箱、集電箱などの隙間から侵入する。接続箱、集電箱は屋外に設置するため、この風雨、砂塵から防御する必要がある。保護クラスは過酷な環境、高温度、高湿度、砂塵、スコールなどから接続箱、集電箱を守るため IP44 以上にする。機器の詳細な仕様は 3-2-2-3 項「機材計画」で記載する。

## 3) パワーコンディショナー

パワーコンディショナーは屋内に設置され、風雨から守られるが、サハラの微細な砂塵は建物内へ入り機器に悪影響を与える可能性がある。保護クラスは自然環境から機器を守るため、IP20 以上とする。機器の詳細な仕様は 3-2-2-3 項「機材計画」で記載する。

## 4) 変圧器

変圧器はパワーコンディショナーで変換した交流電力を配電系統電圧に合わせるために昇圧または降圧する。変圧器はパワーコンディショナー室に設置される。系統側の電圧変動に合わせるため、出力端子を 5 段階電圧に分ける。

## 5) 表示装置

表示装置は太陽光発電装置の稼働状況を液晶盤に表示し、野口研を訪れる多くの人に太陽光発電を認識してもらう目的で設置する。表示装置は「ガ」国民の日本製品の認識増加に寄与される、かかる目的のために表示用液晶盤は日本製が望ましい。機器の詳細な仕様は 3-2-2-3

項「機材計画」で記載する。

### 3-2-2-2 全体計画

本計画の施設、資機材の規模、仕様は、下記条件にて計画することとする。

#### (1) 気象条件及びサイト条件

表 3-9 気象条件及びサイト条件

(a) 海 抜	67.4 m
(b) 周囲温度 (最大) *1	33.0 °C
(c) 周囲温度 (最低) *1	23.2 °C
(d) 相対湿度 最大*1	83 %
(e) 月間最多降雨量*1	395.3 mm
(h) 最大風速	48 knots
(i) 粉 塵	考慮する

[出所] \*1 Ghana Meteorological Agency

#### (2) 電気方式の条件

- ① 配電電圧 : 3 相 4 線式 415 V
- ② 周波数 : 50 Hz
- ③ 接地系 : 直接接地式
- ④ 接地抵抗 : 10 Ω 以下
- ⑤ 色 別 : IEC 規格 (赤、白、青、黒)

#### (3) 施設計画の条件

本計画対象サイトの敷地は、野口研に隣接するガーナ大学の敷地となり、同大学の了解を得て使用する敷地である。同敷地は起伏にとみ高低差のある斜面であり、かつ敷地内に雨水排水路が有るため本計画の PV パネル設置に適した場所はある程度限られている。このため雨水排水路の付け替え等を行ってパネルを配置する計画とする。このような敷地状況下であるためパネルの配置については出来る限り日陰とならないようパネル間隔を考慮して配置し、新設支持架台は発電量を確保できるようパネルの向きを調整できる角度調整機能付きとして必要最小限の支持架台を計画する。パネル配置に際しては支持架台及び基礎計画時に風荷重による吹き上げ力にも安全な方策をとる計画とする。

本計画対象敷地内には本計画で必要となる変圧器、パワーコンディショナーなどの電気機器を収容する既設建屋がないので、新たに同敷地内にパワーコンディショナー室（平屋建て 5.0 m × 11.0 m 程度）の建設を計画する。

新設するパワーコンディショナー室については、外気温が 1 年を通じ高温であることから

外からの熱を出来るだけ遮断できる構造とするため屋根材には合板材を用い、室内天上張りを行い屋根からの熱の影響を極力緩和できるよう計画する。

新設のパワーコンディショナー室内に変圧器を設置して、野口研で使用している電圧に変換して、既設非常用発電建屋の電気室内設置されている 415 V 遮断器盤まで 415 V ケーブルを直接埋設で敷設し、既設遮断器盤の母線に接続して電力を供給する計画とする。なお、接続に必要な資機材、及び工事は全て日本側の負担とする。

### 3-2-2-3 機材計画

#### (1) 施設計画の条件

太陽電池（315 kW）は野口研本館の南東側にあるフェンスの外側の敷地、約 6,100m<sup>2</sup>の土地に設置される。土地は南東向き斜面の荒れた土地であるため基礎工事を入念にする必要がある。パネルは設置工事を考えて分割し、工事スペースを考える。パワーコンディショナーは南北と東西の構内道路が交差した南東側角に設置する。出力側の 415V（3 相 4 線式）配線は道路下を経て約 300m離れた研究所本館裏（西側）にある既存の電気室へ導入する。夜間は人通りも少なくなるので敷地外周に街灯を設ける（3-2-3 概略設計図参照）。

#### (2) 機材概略仕様

本計画では日本側が調達・据付する太陽光発電設備の機材については IEC 規格を基準とし、同等の基準・規格を適用する。また PV 連系システム建設の設備・機材の選定に当たっては据付期間の短縮を図るため、使用品目の統一及び標準設計モデルを採用する。基本計画の概要、並びに機材の概略仕様を以下に示す。メーカーによりシステムが異なるので接続箱、集電箱、パワーコンディショナーの数は表 3-10 に示す限りではない。

本計画では、配電系統側の停電時には太陽光発電設備を停止し、自家発電機との並列運転は行わないこととする。これは日射量に左右され、出力が安定しない太陽光発電の電力に自家発電設備のガバナーが追従することは難しく、発電機側設備へ損傷を与える恐れが考えられるためである。本計画では、配電系統からの受電と自家発電機からの受電を切り替えるチェンジオーバースイッチの位置を検出し、パワーコンディショナーに信号を送ることで、停電時に自家発電機が起動した場合にパワーコンディショナーが自動始動するのを防止する。

表 3-10 基本計画の概要

資 機 材 調 達 と 据 付 工 事	下記太陽光発電資機材の調達及び据付	数量
	太陽光発電モジュール	315 kW
	太陽光発電モジュール用設置架台	1 式
	接続箱（メーカーにより数量は変動する）	1 式
	集電箱（メーカーにより数量は変動する）	4 個以上
	パワーコンディショナー	4 台
	昇圧用変圧器	1 台
	表示装置	1 式
	計装装置	1 式
	配線材料	1 式
	接地工事材料	1 式
資 機 材 調 達 計 画	太陽光発電設備用交換部品、保守道工具及び 試験器具	1 式

表 3-11 太陽光発電モジュールの仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
1. 太陽光発電モジュール	(1) 適用規格	IEC 及び同等規格
	(2) 使用環境	熱帯環境
	(3) 年間最高平均気温	+31.3℃
	(4) 設置方式	地上設置方式
	(5) 種類	単結晶又は多結晶シリコンもしくは結晶系シリコンとアモルファスのタンデムタイプ
	(6) モジュール効率	12%以上
	(7) モジュール容量	パネル 1 枚当り 180W 以上～210W 以下

表 3-12 太陽光モジュール設置用架台の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
2. 太陽光発電モジュール設置用架台	(1) 支持形式	鉄骨架台
	(2) 使用環境	砂塵地域
	(3) 材質	SS400 または SPHC に溶融亜鉛めっき仕上げ、もしくは同等品質

表 3-13 接続箱の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
3. 接続箱	(1) 構造	屋外 壁掛け式
	(2) 使用環境	熱帯、砂塵地域
	(3) 周囲温湿度	+40℃以下、85%以下
	(4) 最大入力電圧	ストリング単位公称開放電圧(VOC)以上
	(5) 入力回路数	サブアレイ単位並列数以上
	(6) 入力電流	1回路当りモジュール公称短絡電流(ISC)以上
	(7) 出力回路数	1回路
	(8) 出力電流	サブアレイ公称短絡電流(ISC)以上
	(9) 内蔵機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配線用遮断器：回路数</li> <li>・逆流防止ダイオード：ストリング毎</li> <li>・誘導雷保護器：全入出力回路、線間、アース間</li> </ul>

表 3-14 集電箱の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
4. 集電箱	(1) 構造	屋外 壁掛け式
	(2) 使用環境	熱帯、砂塵地域
	(3) 周囲温湿度	+40℃以下、85%以下
	(4) 最大入力電圧	ストリング単位公称開放電圧(V <sub>OC</sub> )以上
	(5) 入力回路数	集約される接続箱数以上
	(6) 入力電流	接続箱出力電流以上
	(7) 出力回路数	1回路
	(8) 出力電流	サブアレイ公称短絡電流×入力回路数以上
	(9) 内蔵機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配線用遮断器：回路数</li> <li>・誘導雷保護器：全入出力回路、線間、アース間</li> </ul>

表 3-15 パワーコンディショナーの仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
5. パワーコンディショナー	(1) 構造	屋内 地上設置垂直自立型
	(2) 周囲温湿度	+40℃以下、85%以下
	(3) 主回路方式	自励式電圧型
	(4) スwitching方式	高周波 PWM
	(5) 絶縁方式	商用周波絶縁トランス方式
	(6) 冷却方式	強制空冷
	(7) 定格入力電圧	太陽電池モジュールの仕様に応じて規定 (ストリング最大出力電圧(V <sub>pmax</sub> )付近)
	(8) 入力動作電圧範囲	太陽電池モジュールの仕様に応じて規定 (ストリング最大出力電圧(V <sub>pmax</sub> )と公称開放電圧(V <sub>OC</sub> )の範囲)



機器名	仕様項目	要求仕様
	(9) 入力回路数	集電箱数以上
	(10) 出力電気方式	3φ3W 又は 3φ4W
	(11) 定格出力電圧	AC202V 又は AC420V
	(12) 定格周波数	50Hz
	(13) 交流出力電流歪率	総合電流 5%以下、各次調波 3%以下
	(14) 電力制御方式	最大出力追従制御
	(15) 定格電力変換効率	90%以上
	(16) 制御機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動起動・停止、ソフトスタート</li> <li>・ 自動電圧調整</li> <li>・ 入出力過電流調整</li> <li>・ 出力調整</li> </ul>
	(17) 系統連系保護機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 過電圧(OVR)：0～+15%の幅で設定可能</li> <li>・ 不足電圧(UVR)：0～-15%の幅で設定可能</li> <li>・ 周波数上昇(OFR)：50～52.0Hzの幅で設定可能</li> <li>・ 周波数低下(UFR)：48.0～50Hzの幅で設定可能</li> </ul> すべて整定値、時限可変とする。
(18) 単独運転検出機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 能動型（次の中から1方式以上）               <ul style="list-style-type: none"> <li>①周波数シフト方式</li> <li>②有効電力変動方式</li> <li>③無効電力変動方式</li> <li>④負荷変動方式</li> </ul> </li> <li>・ 受動型（次の中から1方式以上）               <ul style="list-style-type: none"> <li>①電力位相跳躍検出</li> <li>②第3次高調波電圧急増検出方式</li> <li>③周波数変化率検出方式</li> </ul> </li> </ul>	

表 3-16 変圧器盤の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
6. 連系用変圧器盤	(1) 構造	屋内、垂直自立型、乾式変圧器
	(2) 周囲温湿度	+40℃以下、85%以上
	(3) 一次電圧	パワーコンディショナーの出力電圧とする (3φ4W AC420V 又は 3φ3W AC200V)
	(4) 二次電圧	3φ4W AC415V (系統電圧)
	(5) 容量	500kVA
	(6) 周波数	50 Hz
	(7) 絶縁階級	B 種

表 3-17 計装装置の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
7. 計装装置	(1) 日射計 1) 適用規格 2) 感度	ISO9060 Second class 相当 例 (6～8μV/(kW・m <sup>2</sup> ))
	(2) 気温計 1) 種類 2) 形状 3) 使用温度範囲	測温抵抗体 Pt100Ω 4線式 簡易シェルター付 -40℃～+60℃

機器名	仕様項目	要求仕様
	(3) 気象変換箱 1) 構造 2) 材質 3) 入力信号 4) 出力信号 5) 電源 6) 収納機器	屋外壁掛型 SS400 溶融亜鉛メッキ仕上げ 粉体塗装 日射計 (0-10mV)、気温計 (Pt100Ω) 4-20mA×2 AC240V 日射計用信号変換器、気温計用信号変換器 配線用遮断器、誘導雷保護器
	(4) 計測監視装置 (サイト側) 1) データ計測方式 ・測定周期 ・データ収集項目  2) 使用機器  3) ソフト仕様 (サーバー側)	パワーコンディショナー室に設置  6秒 傾斜面日射強度、気温、発電電力 計測監視装置 シリアル信号変換器 (RS485→RS232C 変換) 無停電電源装置 (瞬停対策用) 計測監視装置箱 瞬時値表示、グラフ・帳票表示
	(5) 遠隔監視システム 1) 仕様 ・データダウンロード	野口研本館電気室内に設置 パワーコンディショナー運転状態、障害情報表示 パワーコンディショナー保護装置設定情報保存 サイト側データをデータロガーへ送信、データ蓄積 帳票データのダウンロードと帳票・グラフの表示と印刷

表 3-18 電線材料の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
8. 配線材料		
(1) モジュール～接続箱間	(1) 適用規格 (2) 型式  (3) サイズ	IEC, JIS 及び同等規格 ① HEM-CE ケーブル片端 (+) コネクタ付き ② HEM-CE ケーブル片端 (-) コネクタ付き ③ HEM-CE ケーブル両端 (+) (-) コネクタ付き ① 3.5sq-1C ② 3.5sq-1C ③ 3.5sq-1C
(2) 接続箱～集電箱間	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ	IEC, JIS 及び同等規格 600V CVD 22mm <sup>2</sup>
(3) 集電箱～パワーコンディショナー間	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ	IEC, JIS 及び同等規格 600V CV-1c 150mm <sup>2</sup>
(4) パワーコンディショナー～変圧器間	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ	IEC, JIS 及び同等規格 600V CV-3c 325mm <sup>2</sup>
(5) 変圧器～既設分電盤	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	IEC, JIS 及び同等規格 600V CV-3c 325mm <sup>2</sup> ターミナル、ボルトナット、終端端末材料
(6) 電気室～気象変換箱 (通信ケーブル)	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ	IEC, JIS 及び同等規格 4C 1.25mm
(7) 接地工事材料	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	IEC, JIS 及び同等規格 600V IV 8mm <sup>2</sup> 接地棒 10mm×1m

表 3-19 400V 連系用遮断器盤の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
9. 400V 連系用遮断器盤	(1) 構造 (2) 定格電圧 (3) 定格電流 (4) LIWV	屋内自立型 MCCB 600V 以上 400AF/400AT 以上 75kV 以上

3-2-3 概略設計図

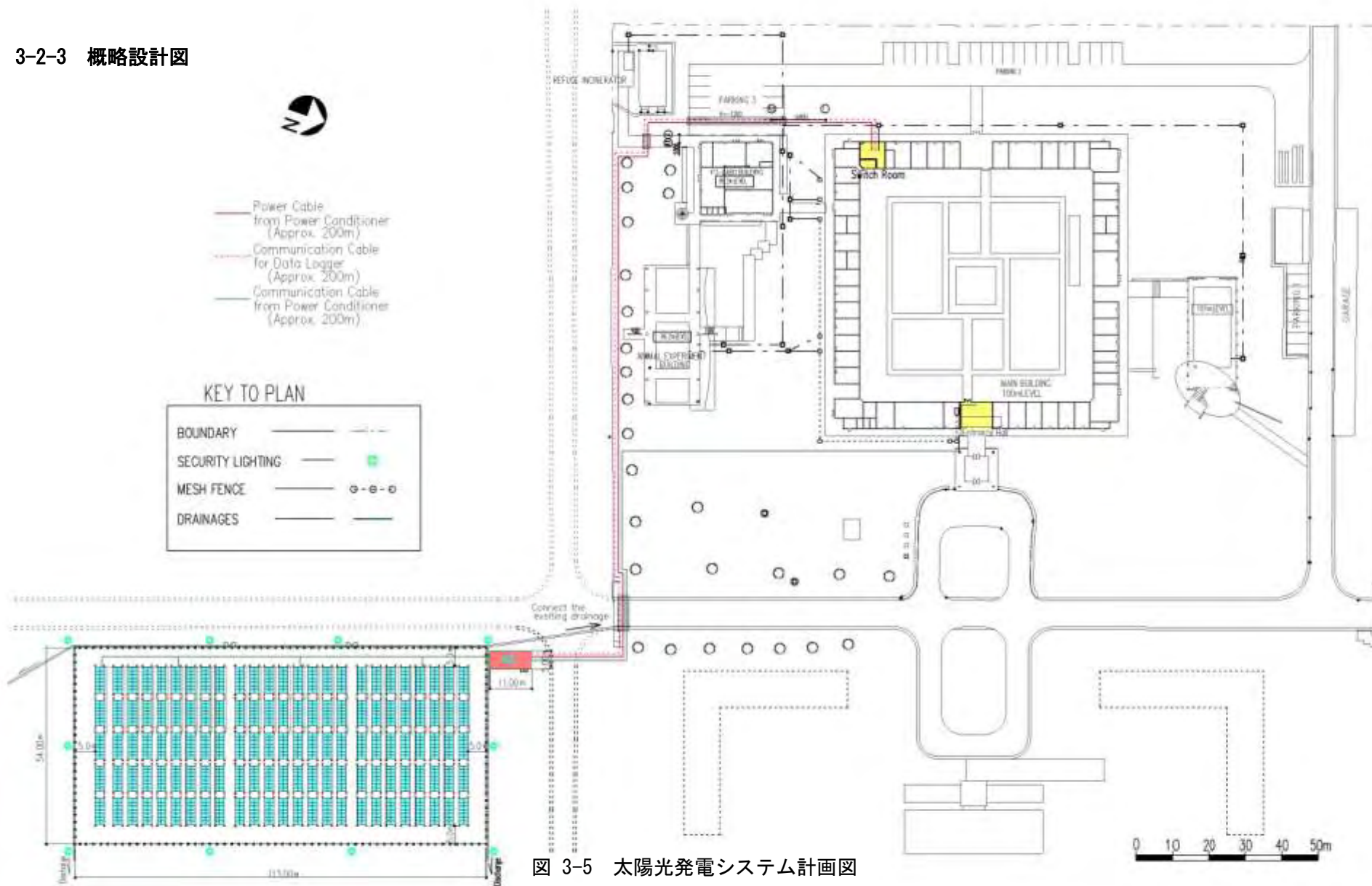


図 3-5 太陽光発電システム計画図

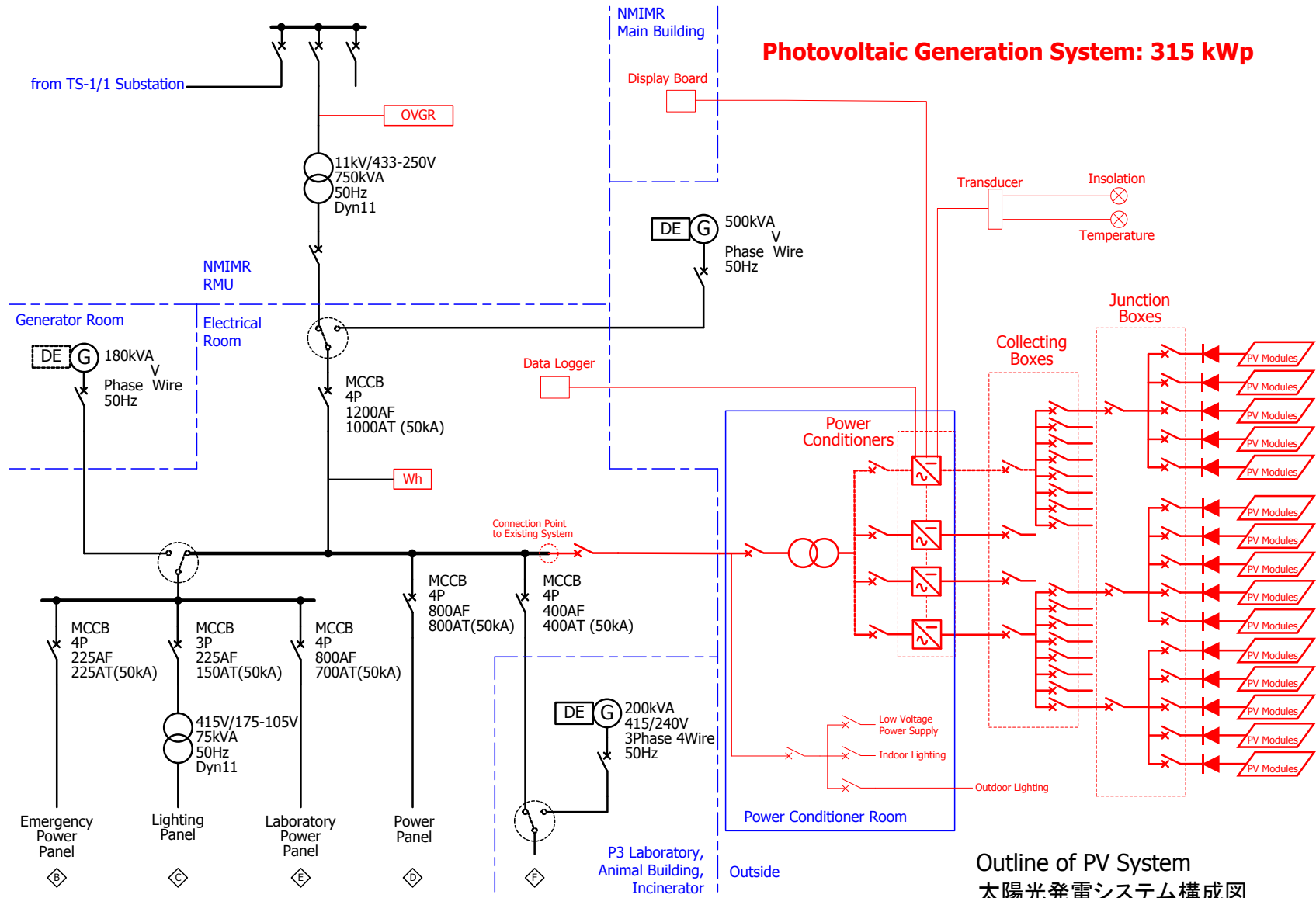


図 3-6 太陽光発電システム構成図

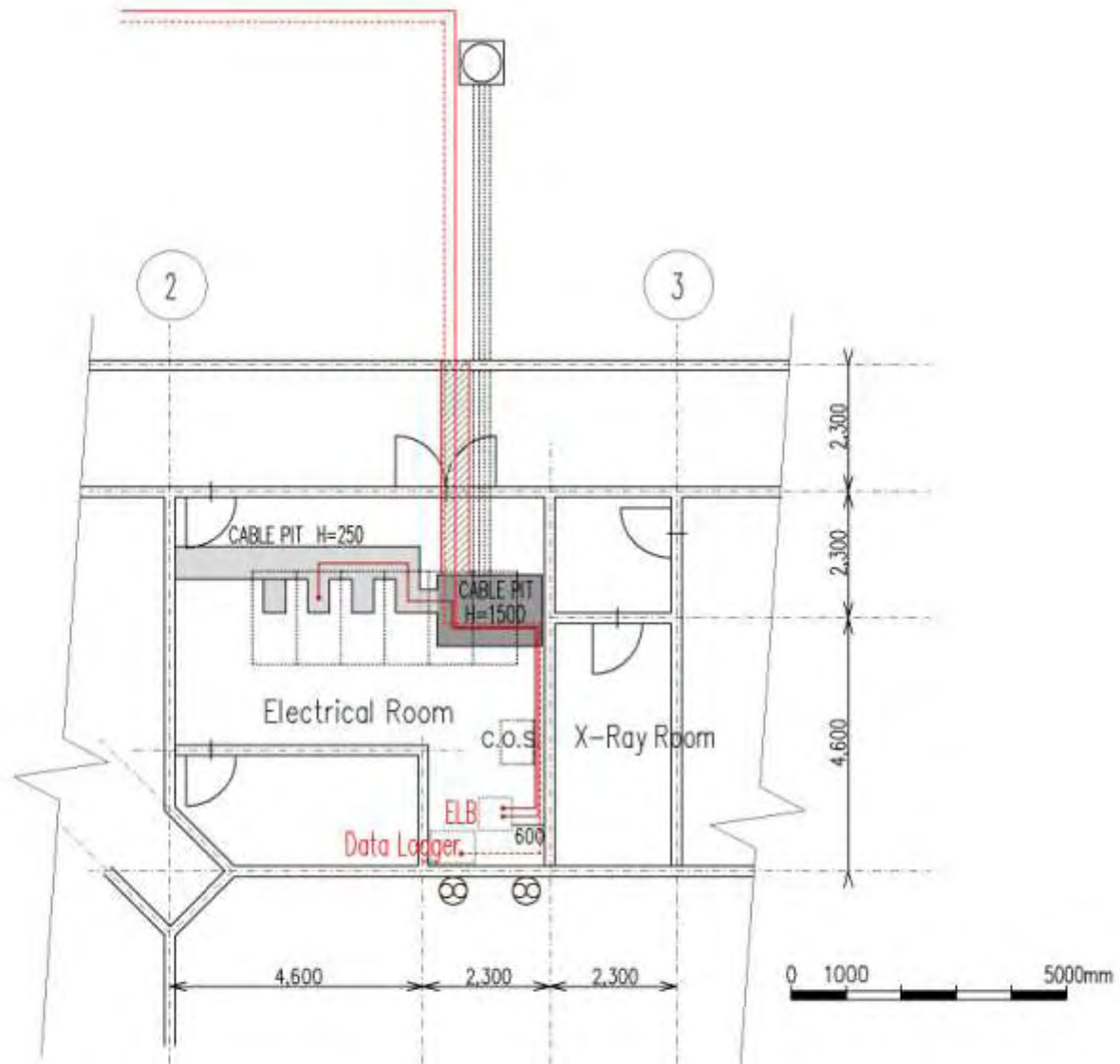


図 3-7 既設電気室内ケーブル敷設計画図

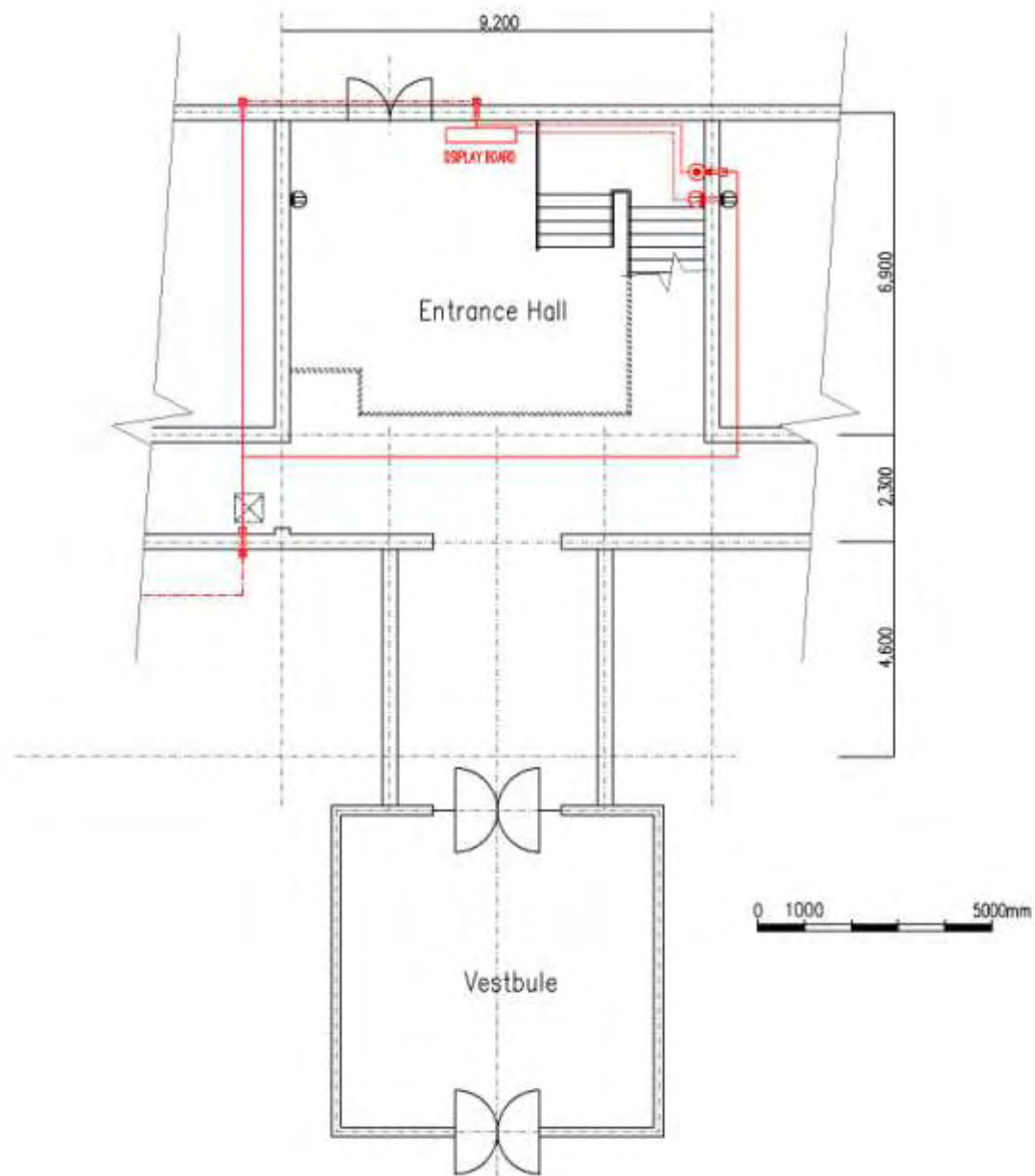
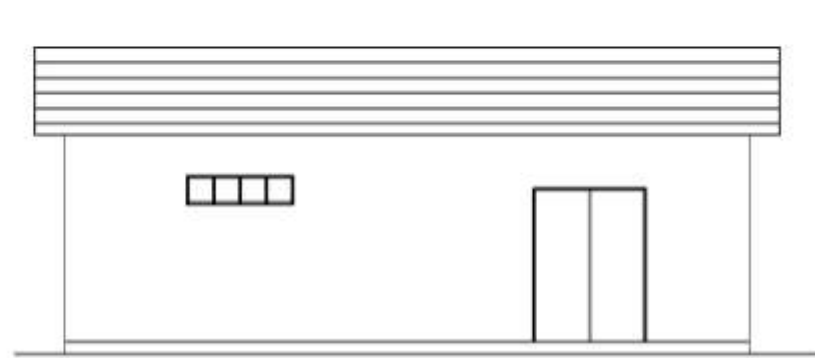
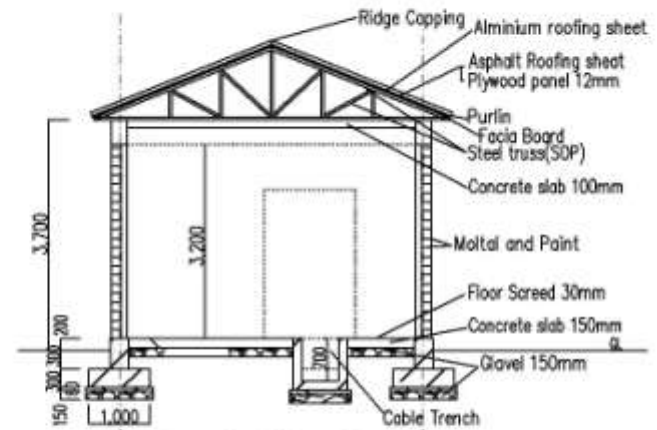


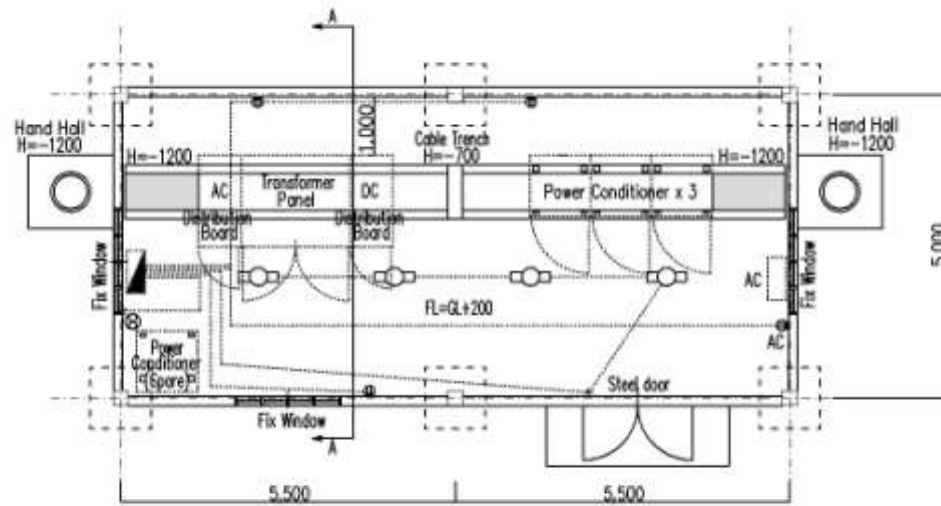
図 3-8 ディスプレイボード配置計画図



Power Conditioner Room  
Elevation



Power Conditioner Room  
A-A Section



Power Conditioner Room  
Floor Plan



図 3-9 パワーコンディショナー室建築計画図



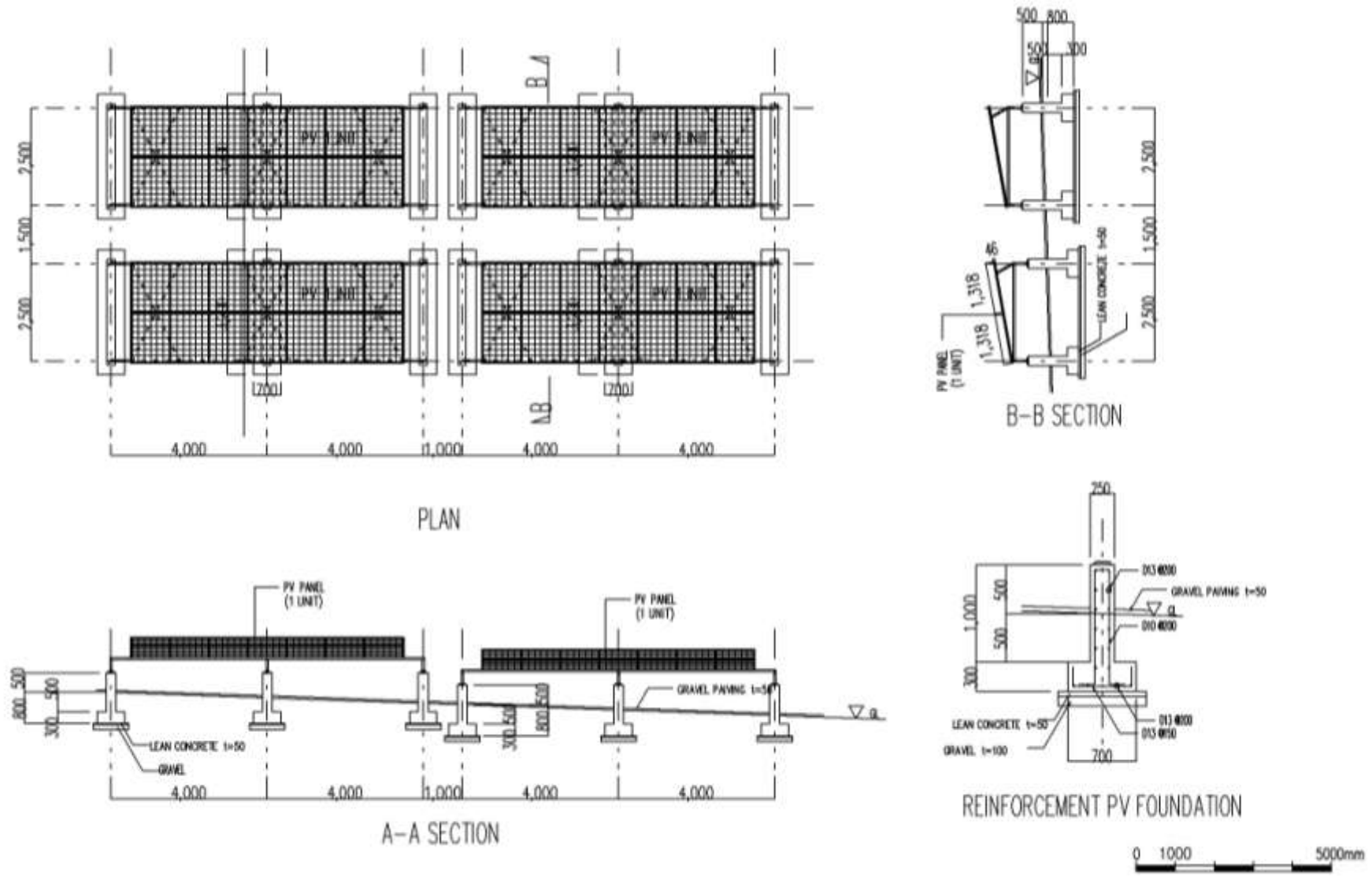


図 3-10 太陽光パネル基礎・架台計画図

### 3-2-4 施工計画／調達計画

#### 3-2-4-1 施工方針／調達方針

本計画は、我が国の環境プログラム無償資金協力のスキームに基づき実施される。本計画は日本政府により事業実施の承認がなされ、両国政府による交換公文(E/N)並びに贈与契約 (G/A) が取り交わされた後に実施に移る。調達代理機関は日本政府により、「ガ」国側へ推薦され、ガーナ大学 (University of Ghana) を主管官庁、野口記念医学研究所 (Noguchi Memorial Institute for Medical Research) を実施機関とする受任者として本体契約 (入札、資機材調達) が適正且つ円滑に履行されるように本計画の本体業務を管理する。

##### (1) 事業実施主体

本計画の無償資金協力に係る交換公文・贈与契約 (以下 E/N・G/A) 締結後、「ガ」国政府は、実施設計・施工監理コンサルタント及び調達業者の選定・契約を調達代理機関に委託する。また、実施設計・施工監理コンサルタント及び調達業者は、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。

##### (2) 主管官庁

本計画の主管官庁は、ガーナ大学である。

##### (3) 実施機関

本計画の実施機関は、野口記念医学研究所である。本計画は環境プログラム無償資金協力案件として、「ガ」国政府側の主管官庁であるガーナ大学と日本の調達代理機関が締結する調達代理契約に基づいて実施される。

上記の他に、本計画に係る「ガ」国の主な関係機関は以下の通りであり、実施段階では各機関との十分な情報共有、調整が必要である。各機関との調整に当たっては、野口研のメンテナンス部が窓口として対応することとなる。

- エネルギー省 (Ministry of Energy : MOE)
- エネルギー委員会 (Energy Commission)
- ガーナ大学 (University of Ghana)

なお、「ガ」国政府側の主な関係省庁・機関と日本政府は、各々の代表からなる政府間協議会を設置し、国レベルで確認を要する事項の協議を実施する。さらに、野口研及び調達代理機関でワーキンググループを設置し、進捗確認、技術的確認事項などの協議を実施する。

以下に本計画の実施体制を示す。

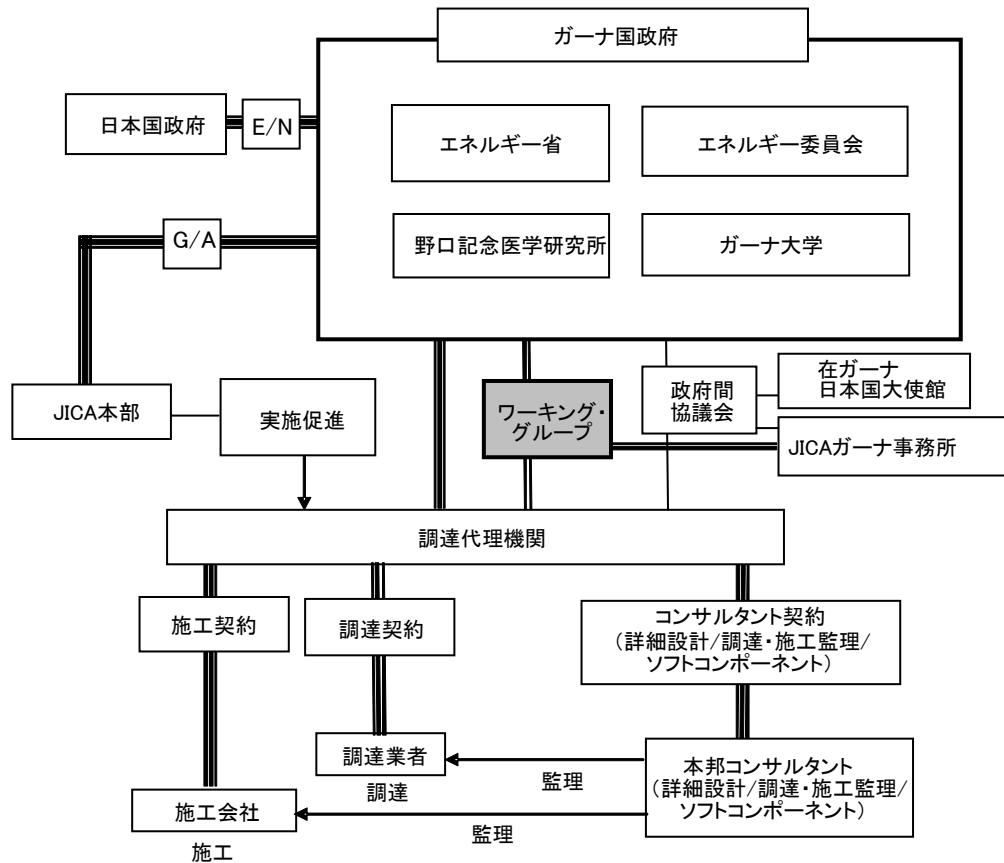


図 3-11 実施体制

#### (4) 調達代理機関

##### 1) 実施内容

機材調達に係る入札図書は、調達代理機関が作成し、本プロジェクトのそれぞれの入札管理業務手続及び調達業務が開始される。調達代理機関は、日本政府により「ガ」国側に推薦され、実施責任機関の受任者として本体契約のコンポーネントが適正、且つ、円滑に実施されるように総合的な監理を実施・履行する。

入札業務管理として、代理機関契約、銀行手続き及び入札図書のうち業者契約に係る書類の作成、並びに、入札図書配布と入札・評価及び調達業者契約業務などを行う。

また、工事管理業務は、本邦調達代理機関から派遣された統括者が、支払い業務を含めた資金管理や、残預金が発生した場合の使途計画を含め、実施内容の確認、両国政府への進捗報告、「ガ」国側との協議・調整・報告を随時実施する。

##### 2) 実施体制

- ・入札業務管理期間

調達代理機関は入札に係る図書の取りまとめ、機材仕様書の確認及び入札業者・企業の評価を実施するが、「ガ」国の機材調達における競争入札などにより、入札業務が煩雑となるこ

とが予想されるため、補助要員として現地人を雇用する。また、入札図書の内容に係る技術的な質疑応答や、入札業者の技術プロポーザル部分を適性に評価する必要があることから、本邦コンサルタントが技術部分の補助を行う。

・工事管理期間

調達代理機関は、施工期間中の統括的な管理を行うが、本邦コンサルタント主導による施工監理の下、調達代理機関の管理は要所の確認のみ実施する。

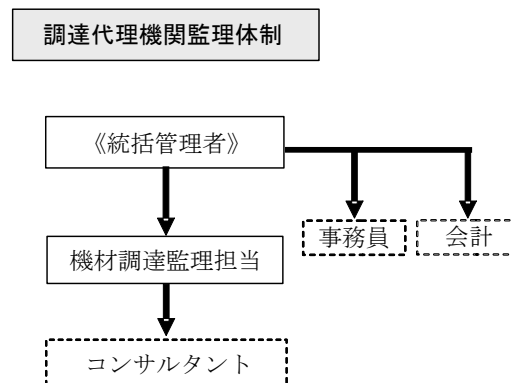


図 3-12 調達代理機関管理体制

(5) 施工監理・調達監理コンサルタント

技術コンサルタントとして、調達代理機関が選定したコンサルタントが、施工監理・調達監理コンサルタントとして工事の施工監理及び調達監理を実施する。このコンサルタントが、施設建設の施工品質・工程・安全等の監理及び調達機材における品質・機能・性能・員数の確認、輸送中における外観上の損傷等の確認を行う。なお、確認事項に異常が認められた場合、速やかに報告書を作成し、関係者にて対処協議を行うこととする。また、施工監理を担当するコンサルタントは施設施工業者の出来高を評価する。

(6) 施設施工業者・機材調達業者

入札により調達代理機関に選定された同上業者は、調達代理機関との契約書に基づき内容を良く把握し、これを遅延無く確実に履行しなければならない。

### 3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

#### (1) 「ガ」国の建設事情

「ガ」国では建設工事に携わる作業員（労務者）の確保は可能であるが、工程、品質、安全管理等の専門技術を持った熟練作業員や技術者は少ない。従って、日本の請負業者は必要に応じて日本又は第三国から技術者又は熟練作業員を「ガ」国へ派遣する必要がある。

一方、「ガ」国において本件規模の太陽光発電システムの据付工事事例はなく、かつ機材据付時並びに据付け後の調整・試験等には、技術レベルの高い技術者を必要とすることから、労務者以外の現地業者の活用は困難である。そのため、本計画の据付工事に当たって、日本の請負業者は現地業者から労働者、据付工事機材等の調達を行い、日本又は第三国から技術者を派遣することが望ましい。また、当該据付期間に日本又第三国の技術者によって、「ガ」国技術者に OJT を実施し技術移転を図るものとする。

#### (2) 施工計画上の留意点

- 1) 「ガ」国では5月から7月が雨期にあたり降雨量が多いため、掘削作業及び高圧ケーブルの端末処理作業については雨期の時期を避けて実施するよう施工計画を策定する必要がある。
- 2) 既設設備との接続工事に当たっては、停電時間が最小限となるよう施工計画を策定する必要がある。
- 3) 埋設ケーブルの掘削に際しては、既設下水配管及び電話線に十分注意して作業をすると共に、電話線の拡張工事等との工事時期が重ならないような工程を立案する必要がある。

#### (3) 現地資機材の活用について

「ガ」国では、太陽光発電モジュールを設置する架台の基礎工事に使用する骨材、セメント、鉄筋等は、品質・納期に対する管理並びに指導が必要であるが、現地調達が可能である。このため、施工計画の策定に当たっては、可能な限り、現地で調達可能な資機材を採用することとする。

#### (4) 安全対策について

本計画対象地域は、ガーナ大学構内、及び野口記念医学研究所内であることから治安上の問題が少ないが、資機材の盗難防止及び工事関係者の安全確保等には十分留意する必要がある。このため、「ガ」国側による安全対策上必要な措置を講じることは必須であるが、日本側工事としても、警備員を配置する等の安全対策を考慮する。

#### (5) 免税措置について

本計画で調達する資機材に関する通関及び関税の免税を受けるためには、事前に請負業者から野口記念医学研究所の担当部門経由で財務経済計画省（Ministry of Finance and Economic Planning）に連絡することが必要である。これにより、関税、内国税が免税となるが、これは

事前還付方式ではなく、「ガ」国実施機関による税負担が発生しない完全免税方式となることが確認された。

## (6) 輸送について

通常、「ガ」国への海上輸送資機材については、国際港であるテマ港から荷揚げすることになる、同港にて通関手続きを行うことになる。同港から内陸輸送のための輸送会社は数社あり、過去に無償資金協力案件でも実績が有ることから内陸輸送には問題はない。日本国からの調達機材の輸送には、長期間の海上輸送、港の荷揚げ、本計画地までの内陸輸送並びに保管に充分耐え得る梱包方法を採用する。

### 3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

本環境プログラム無償資金協力の実施において、我が国と「ガ」国側の詳細な施工負担区分は、表 3-20 に示すとおりである。

表 3-20 「ガ」国側の施工負担区分

No.	項目	日本	「ガ」国	備考
1	機材据付予定地の確保		○	
2	機材据付予定地の整地工事・障害物撤去移設工事		○	
3	敷地内塀・門扉の設置工事	○		
4	施設建設工事並びに機材据付	○		施設建設工事に伴う仮設工事含む
5	電気工事			
(1)	電気工事			
	a) 建屋内配電工事（照明設備、コンセント等）	○		
	b) 敷地内外灯工事	○		
	c) 受電盤設置	○		
(2)	対象敷地内排水工事（雨水）	○		
6	B/A に基づく銀行口座の開設手数料		○	
7	輸送・通関手続き及び諸税の取扱い			
(1)	調達機材に関する製品の非援助国（「ガ」国）までの海上輸送（空輸）の責任	○		
(2)	「ガ」国積み下し港における税負担と通関手続き		○	
(3)	「ガ」国積み下ろし港から、国内のサイトまでの調達機材等の輸送	○		
(4)	建設資機材調達に係る「ガ」国内付加価値税の免税措置/税負担		○	
8	施設及び調達機材の運営維持管理に関する OJT	○		「ガ」国側は OJT を受講する要員を選任する
9	施設及び調達機材の運営維持管理		○	
10	無償援助に含まれないその他の費用		○	

注: ○は施工負担を示す。

### 3-2-4-4 施工監理／調達監理計画

我が国の環境プログラム無償資金協力のスキームに基づき、コンサルタントは概略設計の趣旨を踏まえ、実施設計業務・施工監理業務について一貫したプロジェクトチームを編成し、円滑な業務実施を図る。コンサルタントは施工監理段階において、本計画対象サイトに最低限 1 人の技術者を常駐させ、工程管理、品質管理、出来形管理及び安全管理を実施する。更に、必要に応じて、国内で製作される資機材の工場検査及び出荷前検査に国内の専門家が立会い、資機材の現地搬入後のトラブル発生を未然に防ぐように監理を行う。

#### (1) 施工監理の基本方針

コンサルタントは、本工事が所定の工期内に完成するよう工事の進捗を監理し、契約書に示された品質、出来形及び資機材の納期を確保すると共に、現場での工事が安全に実施されるように、請負業者を監理・指導することを基本方針とする。

以下に主要な施工監理上の留意点を示す。

#### (2) 工程監理

請負業者が契約書に示された納期を守るために、契約時に計画した実施工程、及びその実際の進捗状況との比較を各月または各週に行い、工程遅延が予測されるときは、請負業者に対し注意を促すと共に、その対策案の提出と実施を求め、契約工期内に工事及び資機材の納入が完了する様に指導を行う。計画工程と進捗状況の比較は主として以下の項目による。

- ① 工事出来高確認（資機材工場製作出来高及び土木工事現場出来高）
- ② 資機材搬入実績確認（開閉設備、配電資機材及び土木工事資機材）
- ③ 仮設工事及び建設機械準備状況の確認
- ④ 技術者、技能工、労務者等の歩掛と実数の確認

#### (3) 品質、出来形管理

製作・納入・据付けられた資機材及び建設された施設が、契約図書で要求されている資機材及び施設の品質、出来形を満足しているか否かを、下記項目に基づき監理を実施する。品質、出来形の確保が危ぶまれるときは、コンサルタントは直ちに請負業者に訂正、変更、修正を求める。

- ① 資機材の製作図及び仕様書の照査
- ② 資機材の工場検査立会いまたは工場検査結果の照査
- ③ 梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
- ④ 資機材の施工図、据付要領書の照査
- ⑤ 資機材の試運転・調整・試験・検査要領書の照査

- ⑥ 資機材の現場据付工事の監理と試運転・調整・試験・検査の立会い
- ⑦ 機材据付施工図・製作図と現場出来形の照査

#### (4) 安全管理

請負業者の責任者と協議・協力し、建設期間中の現場での労働災害、事故を未然に防止するための監理を行う。現場での安全管理に関する留意点は以下のとおりである。

- ① 安全管理規定の制定と管理者の選任
- ② 建設機械類の定期点検の実施による災害の防止
- ③ 工事用車輛、建設機械等の運行ルートの方策と徐行運転の徹底
- ④ 労務者に対する福利厚生対策と休日取得の励行

#### (5) 施工監督者

請負業者は太陽光発電モジュールの架台建設工事、並びに太陽光発電関連資機材を調達・据付すると共に、配電・通信用ケーブルの据付工事を実施する。同左工事を実施するために、請負業者は「ガ」国現地業者を下請契約により雇用することになる。従って、請負契約に定められた工事工程、品質、出来形の確保及び安全対策について、請負業者は下請業者にもその内容を徹底させる必要があるため、請負業者は海外での類似業務の経験を持つ技術者を現地に派遣し、現地業者の指導・助言を行うものとする。

### 3-2-4-5 品質管理計画

コンサルタントの施工監理要員は、本計画で調達される資機材の品質並びにそれらの施工／据付出来形が、契約図書（技術仕様書、実施設計図等）に示された施設・資機材の品質が、請負業者によって確保されているかどうかを、下記の項目に基づき監理を実施する。品質の確保が危ぶまれる時は、請負業者に訂正、変更、修正を求める。

- ① 資機材の製作図及び仕様書の照査
- ② 資機材の工場検査立会い又は工場検査結果報告書の照査
- ③ 梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
- ④ 資機材の施工図及び据付要領書の照査
- ⑤ 資機材に係る工場及び現場における試運転・調整・検査要領書の照査
- ⑥ 資機材の現場据付工事の監理と試運転・調整・検査の立会い
- ⑦ 施設施工図と現場出来形の照査
- ⑧ 竣工図の照査



### 3-2-4-6 資機材等調達計画

本計画で調達・据付けられる太陽電池モジュール及びパワーコンディショナーは、「ガ」国では製作していない。しかしながら、現地にはこれら太陽光発電販売店は存在するものの、品質、数量の確保は困難である。従って本計画の太陽光発電資機材の調達先の選定に当たっては、これ等の現地事情を考慮し、「ガ」国技術者による当該設備の運転・維持管理の容易性、予備品調達や故障時対応等のアフターサービス体制の有無に配慮して決定する必要がある。

本計画にかかる主要調達機材については、製品品質の高さ、アフターサービスの充実度などから、「ガ」国側は日本製機材の調達を希望している。また、日本の太陽光発電メーカーは、製品品質及び信頼性の点で他国よりも優位であることを認識しており、我が国の環境プログラム無償資金協力案件である本計画の太陽光発電資機材についても、日本製とすることを望んでいる。また、直埋用のアーマードケーブル等の資材は、一般的には日本で製造されていないためDAC加盟国からの第三国製品も視野に入れて計画する。

上記から、本計画で使用する資機材の調達先は下記のとおりとする。

#### (1) 現地調達資機材

セメント、砂、コンクリート用骨材、鉄筋、木材、ガソリン、ディーゼル油、工事用車両、クレーン、トレーラー、その他仮設用資機材を含む工事用資機材

#### (2) 日本国調達資機材

太陽電池モジュール、パワーコンディショナー、昇圧用変圧器、表示装置、配線材料他

#### (3) 第三国調達資機材

配電線材料他

### 3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

初期操作・運用指導は現場でのOJT（On the job training）を基本とする。系統連系型太陽光発電システム（以下PV連系システムと称す）を設置・運用するには、現場の電気技術者が太陽光発電に関して十分な知識を持たねばならない。下図3-13はPV連系システムの据付工事、初期操作・運転指導、ソフトコンポーネントのスケジュール（案）を図示したものである。

月数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
基礎・据付工事	■									
検査・調整・試運転・								■		
初期操作・運用指導								■		
検収・竣工引渡し								■		
ソフトコンポーネント			■			■			■	

図 3-13 初期操作指導スケジュール（案）

PV 連系システムの据付工事は着工から 8 ヶ月間で終了する予定である。

運転管理者は基本的な太陽光発電の知識を習得したあと、PV 連系システムの日本人技術者（以下設置業者と称す）から実際の運転技術を習得する。現在のところ初期検査、試運転は着工後 7.5 ヶ月目から実施する予定である。

## 1. 初期操作指導計画

PV 連系システム運転管理者はすでに、太陽電池、PV 連系システムの基本は習得している。

PV 連系システム運転管理者（以下運転管理者と称す）は設置業者とともに下記の事項を実施する。

- ・ 太陽光発電系統連系システム完成時、運転開始前の検査、点検、測定
- ・ 試運転方法
- ・ 運転開始後の日常点検

### 1.1 運転開始前の検査、点検、測定指導

(1) 運転を開始する前に実施する検査、点検、測定は 3-4-1 項「日常点検と定期点検項目」で詳しく記載する。検査、点検、測定した結果は必ず記録しておく。

(2) おもな検査、点検指導

設置業者は下記事項を運転管理者へ技術移転する。

#### ① 太陽電池モジュール、アレイの点検

建設時に輸送中の破損、損傷がないか十分チェックをする。表面ガラスのひび、割れ、変色などがいないかチェックする。

#### ② 配線、ケーブルなどのチェック

太陽電池システムは寿命が長いので、電線、ケーブルなどの設置工事時の損傷、ねじれなどが絶縁抵抗の低下、絶縁破壊の事故原因になることがある。工事が完成するとチェックが出来ない部分に関しては記録をしておく。日常点検、定期点検は目視により損傷の有無を確認する。

#### ③ 接続端子部の確認

パワーコンディショナーなどは輸送中ネジの緩むことがある。工事配線中の仮配線のままのもの、テストなどで緩めたケースなどがそのままの状態であることがある。運転前は端子部のネジの緩みを確認する。また極性、正極（P または+）、負極（N または-）端子の間違い、直流回路、交流回路の配線間違いなどがないようにチェックする。

#### ④ その他周辺機器の点検

その他の機器に関しても目視検査で異常がないかをチェックする。

### 1.2 測定指導と安全対策指導

運転管理者は運転開始前に設置した PV モジュールが正しく作動し、性能を保持しているかチェックする。運転管理者、作業補助者は実際の作業前に PV アレイの取り扱いに関する安全対策の指導を設置業者から受ける。

#### (1) 安全対策

作業開始前に安全対策（服装及び感電対策）を遵守し下記の点を守ることが大切である。

##### 1) 服装

ヘルメットの着用、スニーカー、腰袋

##### 2) 感電防止

- ① 作業前に太陽電池ストリングの一端をはずしておく。
- ② 低圧絶縁手袋を着用
- ③ 絶縁処理された工具を使用
- ④ 雨天時は作業をしない。

#### (2) PV アレイの検査：電圧、極性の確認、短絡電流の測定

- ① 太陽電池モジュールが正しく施工され、仕様書どおりの電圧が出ているか確認する。正負極は間違えないか、電圧計でストリングごとに確認する。
- ② 短絡電流の測定

太陽電池モジュールが仕様書に記載されている短絡電流が流れるか電流計で測定する。

#### (3) 絶縁抵抗測定

太陽光発電システムに通電して良いかどうかを確認するために絶縁抵抗試験をする。建設後運転開始前、定期点検時、又は事故時不良箇所の特定のため、修復したあとに絶縁抵抗を測定する。絶縁抵抗を測定したら抵抗値を記録しておく。使用電圧が 300V 以上の場合は 0.4MΩ 以上必要である。

#### (4) 接地抵抗測定

太陽電池モジュールの周囲に網状接地線が布設されており、太陽電池モジュールの金属性架台、パワーコンディショナー建屋内に収納された電気品（パワーコンディショナ

一、変圧器等)の金属製外箱の接地線が網状接地線に接続されている。網状接地線の接地抵抗は、日本の接地基準のC種接地(使用電圧が300Vを超える低圧用金属製外箱の接地等:10オーム以下)並びにガーナの接地基準(10オーム以下)より10オーム以下となるように設計・施工されている。

接地抵抗測定の実施は、定期点検時に本プロジェクトで納入される接地抵抗測定器にて測定し、10オーム以下であることを確認する。

### 1.3 運転開始前、各機器の整定値、整定時間の調整

運転管理者は設置業者とともにPV連系システムの各機器の整定値、整定時間などを調整する。

整定値、整定時間のおもなものは下記のとおり。

- ・保護継電器の整定値の確認
- ・交流電力復旧の場合、投入阻止時間の確認
- ・直流電源喪失の場合のシステム停止確認
- ・交流電源喪失の場合のシステム停止確認

整定値、整定時間を設定したら、正しく作動するか入念にチェックする。詳しくは3-4-1項「日常点検と定期点検項目」に記す。

### 1.4 試運転方法の確認

PV連系システムの設置場所は病理学研究所であり、電気の切断が許されない。このような場所でのシステム完成時の試運転方法は事前に十分、野口研と討議し決めておく。

## 2. 運用指導計画

PV連系システムは運転に入ったら、ディーゼルエンジン発電機と異なり操作の必要がない。PV連系システムは自動的に毎日稼働するが、何らかの原因でPV連系システムが停止したあとは確認後手でスイッチを投入する。運転初期は半導体、PVモジュールの不具合が発生することがあるので、毎日点検する必要がある。PV連系システム運転初期、運転管理者は設置業者とPV設置サイトを巡回し点検場所、点検のコツを習得する。

#### (1) 運転マニュアルを作成

運転管理者は設置業者から習得した技術をベースに自分の運転マニュアルを作成する。

#### (2) 日常点検記録ノートを作成、保管

日常点検項目は3-4-1項「日常点検と定期点検項目」に詳しく記載する。運転管理者は日常点検項目を点検したあと、点検結果を記録する点検記録ノートを作成し保管する。

記録をとることにより各機器の異変を感知できる。

### (3) 日射量と発電量チェック

運転管理者は日射量と発電量を常にチェックする。このチェックにより、運転管理者は PV モジュール、パワーコンディショナーなどに不具合が発生した場合、異変を感知できる。

### (4) パネルの清掃

運転管理者は日常点検でパネルの汚れを常に監視する。特に乾季ハマターンの季節は毎日パネルを清掃させる。

## 3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

### (1) ソフトコンポーネントを計画する背景

本計画の完成後、太陽光発電設備の運転・維持管理は野口記念医学研究所のメンテナンス部が担当する。メンテナンス部は、図 3-14 に示す通り 4 セクションに分かれており、電気セクションはスタッフが 2 名、冷蔵・空調管理セクションが 2 名（内 1 名はメンテナンス部長が兼務）である。配管セクションは 2 名に大工 1 名、庭園清掃管理が 17 名で構成されている。太陽光発電設備の運転・維持管理は、主に電気セクションが担当することとなる。

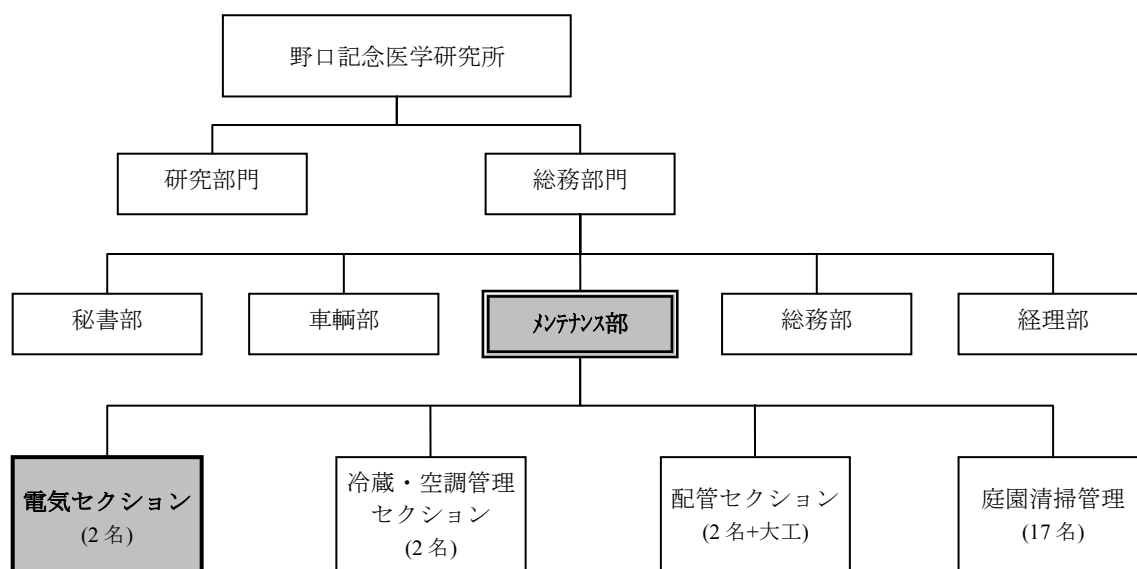


図 3-14 野口記念医学研究所組織図

「ガ」国における太陽光発電設備の導入状況は、援助機関が中心となり主に北部各州へ SHS (Solar Home System)、ワクチン保存用 PV3 冷蔵庫、ソーラーポンプ、PV 街灯などを設置しているほか、系統連系型太陽光発電システム（以下、「PV 連系システム」と称す）としては、スペインの援助により 50kW が MOE (Ministry of Energy) の駐車場の屋根に設置されている。

<sup>3</sup> PV : Photovoltaic の略で、太陽電池を意味する。

最近ではドイツの援助で EC (Energy Commission) ビルの前庭に 4.5kW の追尾式 PV 連系システムが導入された。このように「ガ」国では、太陽光発電設備の導入が進められているものの、PV 連系システムが導入された実績は 2 件のみであり、「ガ」国における PV 連系システムの運転・維持管理に対する知見は十分とは言えない。

NMIMR では、研究所の電気設備や非常用発電機の日常的な運転・維持管理を行っており、電気設備の運転・維持管理に関する基本的な知見は持ち合わせている。しかしながら、NMIMR に太陽光発電システムが導入されたことはなく、日常の業務を通じて PV 連系システムの運転・維持管理に必要な知識・技術を習得することは困難である。また、配電システムの運用者である ECG (ガーナ電力公社) においても、系統連系型の自家発電設備が配電系統に接続され、運用された経験は乏しいことから、PV 連系システムに対する留意事項、事故対応について十分な知見を有していない。更に、電力の売買を伴わない発電設備の系統連系については、規制や技術基準等が整備されていない。

本ソフトコンポーネントでは、プロジェクト開始時の円滑な立ち上がりを支援することと、PV 連系システムが持続的に運転・維持管理されることを目的とし、実施機関となる NMIMR のメンテナンス部を主な対象として PV 連系システムの運転・維持管理に関する技術移転を実施する。また、太陽光発電設備が連系される配電システムの運用者・維持管理者においても、PV 連系システムの特徴を把握しておく必要があることから、大学構内の配電設備の維持管理主体であるガーナ大学施設部、配電システムの運用者である ECG、電力事業に関する規制機関であるエネルギー省やエネルギー委員会に対しても、PV 連系システムの概要、系統運用上の留意事項や連系に係る技術要件について、必要な技術移転を行う。

## (2) ソフトコンポーネントの目標

本ソフトコンポーネントの目標は、以下の通りである。下記の目標が達成されることにより、無償資金協力事業の効果が持続的に発現することが期待される。

- 1) プロジェクトの竣工後、「ガ」国側による PV 連系システムの運転・維持管理が円滑に開始される。
- 2) PV 連系システムの運転・維持管理が持続的に行われる。
- 3) 太陽光発電設備が連系された配電系統が、安定的に運用される。

## (3) ソフトコンポーネントの成果

本ソフトコンポーネントで達成すべき成果は、以下の通りである。

表 3-21 ソフトコンポーネントの成果

目 標	ソフトコンポーネントの成果	対象者
1. プロジェクトの竣工後、「ガ」国側による PV 連系システムの運転・維持管理が円滑に開始される。	1-1 PV 連系システムの運転・維持管理組織が確立される。	NMIMR
	1-2 運転・維持管理要員が、PV 連系システムの運転・維持管理技術を習得する。	メンテナンス部
2. PV 連系システムの運転・維持管理が持続的に行われる。	2-1 PV 連系システムの運転・維持管理マニュアルがトラブルシューティングを含んで作成される。	NMIMR メンテナンス部
	2-2 PV 連系システムの概要、特性が理解される。	ガーナ大学
	2-3 PV 連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(大学内の配電系統が対象)	施設部
3. 太陽光発電設備が連系された配電系統が、安定的に運用される。	3-1 PV 連系システムの概要、特性（逆潮流を含む）が理解される。	ECG エネルギー省 エネルギー委員会
	3-2 PV 連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(ECG の配電系統が対象)	ECG

#### (4) 成果達成度の確認方法

本ソフトコンポーネントの成果は、作成された運転・維持管理マニュアルと参加者のレポートを確認することにより把握する。表 3-22 に活動内容別の成果確認方法を示す。マニュアルでは、運転・維持管理に係る組織と役割、日常管理、定期点検、トラブルシューティング等、必要な項目が全て網羅され、技術的な内容が誤りなく記載されていることを確認するとともに、必要に応じて助言、指導を行う。レポートでは、技術移転のテーマ毎に受講者が理解した内容を記述させ、講義内容の理解度を評価する。なお、理解が十分でない項目については、補足講義を行う。

表 3-22 ソフトコンポーネントの成果と確認方法

対象者	ソフトコンポーネントの成果	達成度確認方法
NMIMR メンテナンス部	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PV 連系システムの運転・維持管理組織が確立される。</li> <li>● 運転・維持管理要員が、PV 連系システムの運転・維持管理技術を習得する。</li> <li>● PV 連系システムの運転・維持管理マニュアルがトラブルシューティングを含んで作成される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● マニュアル</li> <li>● レポート</li> <li>● マニュアル</li> </ul>
ガーナ大学 施設部	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PV 連系システムの概要、特性が理解される。</li> <li>● PV 連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(大学内の配電系統が対象)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● レポート</li> <li>● マニュアル</li> </ul>
ECG	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PV 連系システムの概要、特性（逆潮流を含む）が理解される。</li> <li>● PV 連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(ECG の配電系統が対象)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● レポート</li> <li>● マニュアル</li> </ul>
エネルギー省	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PV 連系システムの概要、特性（逆潮流を含む）が理解される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● レポート</li> </ul>
エネルギー委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PV 連系システムの概要、特性（逆潮流を含む）が理解される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● レポート</li> </ul>

## (5) ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

### 1) ソフトコンポーネントの内容と活動

ソフトコンポーネントの活動内容は表 3-23 に示したように、太陽電池の基礎から、運転、維持管理、モニタリングまでカバーする。技術移転の手法は、座学、演習（受講者によるマニュアル作成）と機材を使用した実習を用いる。実習にて使用する機材は、NMIMR へ導入予定の太陽電池モジュール、計測器、工具類を活用する。なお、無償資金協力により NMIMR に導入される PV 連系システムでは、配電系統側への逆潮流は発生しないが、「ガ」国で将来的に逆潮流を含む PV 連系システムが導入されることを想定し、逆潮流に関する内容も技術移転の項目に含めることとする。



表 3-23 ソフトコンポーネントの活動内容と技術移転方法

目 標	ソフトコンポーネントの成果	活動内容	技術移転方法	対象者
1. プロジェクトの竣工後、「ガ」国側による PV 連系システムの運転・維持管理が円滑に開始される。	1-1 PV 連系システムの運転・維持管理組織が確立される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運転維持管理実施者の責任内容の明確化</li> <li>● 運転維持管理体制の評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 座学</li> <li>● 座学、グループ演習</li> </ul>	NMIMR メンテナンス部
	1-2 運転・維持管理要員が、PV 連系システムの運転・維持管理技術を習得する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PV システムの原理と基礎知識の移転</li> <li>● PV 連系システムの特徴及び保護機能（逆潮流を含む）に係る講義</li> <li>● 運転管理技術の移転</li> <li>● 維持管理技術の移転</li> <li>● 定期点検手法の技術移転</li> <li>● モニタリング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 座学</li> <li>● 座学</li> <li>● 実習（実機による運転操作）</li> <li>● 実習（点検リストの作成、点検、補修）</li> <li>● 実習（絶縁抵抗、開放電圧測定を含む）</li> <li>● 実習（運転データの記録・評価、設備の状態監視）</li> </ul>	NMIMR メンテナンス部
2. PV 連系システムの運転・維持管理が持続的に行われる。	2-1 PV 連系システムの運転・維持管理マニュアルがトラブルシューティングを含んで作成される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「ガ」国側との相互協力による運転維持管理マニュアルの作成</li> <li>● トラブルシューティング、運転維持管理マニュアルの適正化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 座学、演習(マニュアル作成)</li> <li>● 実習（マニュアルに基づく運転操作、事故想定訓練）</li> </ul>	NMIMR メンテナンス部
	2-2 PV 連系システムの概要、特性が理解される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PV 連系システムの特徴及び保護機能（逆潮流を含む）に係る講義</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 座学</li> </ul>	ガーナ大学 施設部
	2-3 PV 連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(大学内の配電系統が対象)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● トラブルシューティング（逆潮流を含む）、運転維持管理マニュアルの適正化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実習（マニュアルに基づく運転操作、事故想定訓練）</li> </ul>	
3. 太陽光発電設備が連系された配電系統が、安定的に運用される。	3-1 PV 連系システムの概要、特性（逆潮流を含む）が理解される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PV 連系システムの特徴及び保護機能（逆潮流を含む）に係る講義</li> <li>● PV 連系システム導入時の検討課題（逆潮流を含む）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 座学</li> <li>● 座学</li> </ul>	ECG エネルギー省 エネルギー委員会
	3-2 PV 連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(ECGの配電系統が対象)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● トラブルシューティング（逆潮流を含む）、運転維持管理マニュアルの適正化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実習（マニュアルに基づく運転操作、事故想定訓練）</li> </ul>	ECG

## 2) 投入計画

### ① 日本側の投入計画

本ソフトコンポーネントでは、表 3-23 の活動を実施することにより、実施機関である NMIMR が PV 連系システムの運転・維持管理方法を具体的に理解し、実践するために必要な技術を移転する。また、大学構内の配電設備の運用者であるガーナ大学施設部、配電システムの運用者である ECG や、電力システムに関する監督、規制機関であるエネルギー省、エネルギー委員会に対しても、PV 連系システムの概要や、運用上の留意事項について、技術移転を行う。受注コンサルタントは、指導技術者 1 (PV システム)、指導技術者 2 (系統連系) の 2 名を表 3-24 に示す期間「ガ」国に派遣し、技術移転を行う。

表 3-24 ソフトコンポーネントに係る投入計画

名称	格付	派遣期間	渡航回数	作業内容
<b>1. 運転維持管理体制の構築</b>				
指導技術者 1 (PV システム)	3 号	0.50 月	1 回	実施機関内の運転維持管理体制の構築
指導技術者 2 (系統連系)	3 号	0.50 月	1 回	電力事業者との相互協力体制の構築
<b>2. 技術トレーニング</b>				
指導技術者 1 (PV システム)	3 号	1.00 月	1 回	PV システムの運転維持管理技術の移転
指導技術者 2 (系統連系)	3 号	1.00 月	1 回	商用系統との連系に関する技術の移転
<b>3. モニタリング</b>				
指導技術者 1 (PV システム)	3 号	0.50 月	1 回	PV システムに関する技術の習得状況の評価
指導技術者 2 (系統連系)	3 号	0.50 月	1 回	系統連系に関する技術習得状況の評価

### ② 「ガ」国側の投入計画

「ガ」国側の投入として、ソフトコンポーネントの受け皿となる受講者の任命と講義への参加、運転・維持管理組織の立ち上げ、ソフトコンポーネントを円滑に実施するための運営組織の設立等が必要となる。具体的には、以下の通りである。

#### a PV システム運営委員会 (仮称)

本ソフトコンの開始後、NMIMR メンテナンス部は、ソフトコンポーネントの円滑な実施とソフトコンポーネント終了後の持続的運用を目的とした「PV システム運営委員会 (仮称)」を速やかに設置する。同委員会は、ソフトコンポーネントの実質的受け皿となり、またソフトコンポーネントの達成状況把握、意見交換、課題討議の場も兼ねることから、ソフトコン期間中には定期的に委員会を開催する。PV システム運営委員会は本ソフトコン計画終了後、本計画機材の運転・維持管理が持続的かつ円滑に行われるよう、PV ワーキンググループを指導する。PV ワーキンググループは同委員会に PV システムの運転・維持管理の状況を報告し、必要なときは指導・助言を受ける。

PV システム運営委員会は NMIMR (野口記念医学研究所) 内に事務局を置き、MOE、EC、ECG、ガーナ国立大学、NMIMR の 5 機関より構成される。メンバーは各機関の担当部署メンバーで構成され、各機関 1 名～2 名で構成する。PV システム運営委員会の組織を図 3-15 に示す。

PVシステム運営委員会は、表 3-25 に示す実施体制に従って運営するとともに、「ガ」国における PV 連系システムの普及に備えて下記事項を討議する。

- PV 連系システムの運転・維持管理に関する課題
- PV 連系システムが電力会社の配電系統運用、電力品質に与える影響
- PV 連系システムを「ガ」国で普及させる上での障害
- PV 連系システムを「ガ」国で普及させるための法的規制
- PV 連系システムを「ガ」国で普及させるための技術基準(逆潮流を含む)

b PV ワーキンググループ (PVWG) 案

PV ワーキンググループ (以後 PVWG と称す) は PV システム運営委員会の下部組織として設立し、PV システム運営委員会の指導・監督の下、PV 連系システムの運転・維持管理を実践する。

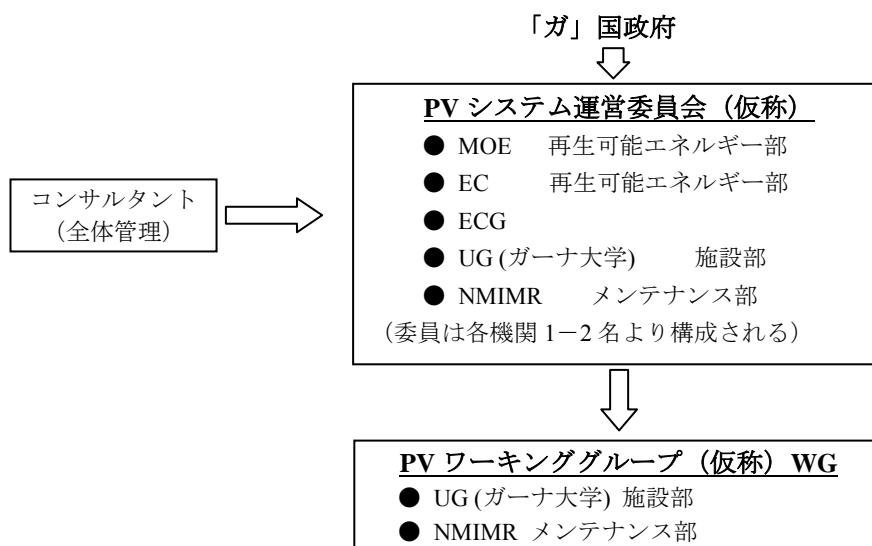


図 3-15 PV システム運営委員会実施体制 (案)

PV システム運営委員会、PV ワーキンググループの実施体制 (案) を表 3-25 に示す。

表 3-25 PV システム運営委員会実施体制 (案)

	日本人コンサルタント	PV システム運営委員会	PV ワーキンググループ
人数	2 名	5-10 名	3-5 名
役割	全体の進捗状況管理	業務全体の管理	システムの維持管理
ソフトポイントでの役割	説明	開催	開催、参加
維持管理マニュアル	助言	原案チェック	原案作成
運転管理、分析	助言	データ分析、考察	運転操作、データ分析
維持管理フォローアップ	管理指導	維持管理報告	維持管理報告
報告先	日本大使館 JICA ガーナ事務所	JICA ガーナ事務所	PV システム運営委員会

## (6) ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

無償資金協力で調達・据付される PV 連系システムの主要機器は日本製であることから、ソフトコンポーネントで派遣する技術者は、日本の PV 製品、システムに精通している必要がある。「ガ」国内にも太陽光発電設備の据付を行う技術者はいるものの、欧州や中国の製品しか取り扱ったことがなく、また系統連系についても十分な経験を有していない。このため、ソフトコンポーネントの実施リソースとしては、日本の PV システムや系統連系を熟知した受注コンサルタントが直接支援する方式を採用する。

## (7) ソフトコンポーネントの実施工程案

ソフトコンポーネント実施工程を表 3-26 に示す。

日本より派遣された技術者は、表 3-26 のとおりそれぞれのカテゴリごとに、ソフトコンポーネントを実施する。各カテゴリの実施時期については、以下のとおりである。

運転維持管理体制の構築： 維持管理体制構築の支援を目的に行うこと。機材据付前に維持管理体制を明確化させておくことは、設備据付時に当事者意識を喚起できることから、設備据付以前に実施する。

技術トレーニング： 据付・点検・運転等については実設備を利用し行う。設備が運開するまでに備えておくべき維持管理マニュアル等について整備するため、据付工事の半ばから設備運開前に実施する。

モニタリング： 「ガ」国側が自主的に維持管理できているかを確認することにより焦点をおき実施するため、据付完了約 1 ヶ月後を目途に実施する。

表 3-26 ソフトコンポーネントの実施スケジュール

月数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
基礎・据付工事		■										
検査・調整・試運転									■			
初期操作・運用指導									■	■		
検収・竣工引渡し									■			
ソフトコンポーネント	運転維持管理体制の構築			■								
	技術トレーニング						■	■				
	モニタリング									■		
成果品	運転維持管理マニュアル							▼				
	実施状況報告書				▼			▼			▼	
	完了報告書										▼	

## (8) 成果品

本ソフトコンポーネントの成果品は表 3-26 に記載したように、運転維持管理マニュアル(ト  
ラブルシューティングを含む)、実施状況報告書(施主向けには英文 Progress Report)、完了報  
告書(施主向けには英文 Final Report)、並びに技術移転に使用した教材類である。

## (9) 相手国実施機関の責務

- 1) NMIMR (野口記念医学研究所) は、本ソフトコンポーネント実施に協力する PV シス  
テム運営委員会を設置する。
- 2) NMIMR は、本ソフトコンポーネント実施に必要な会議室等を用意する。
- 3) NMIMR は、本ソフトコンポーネントに必要な人員を提供する。
- 4) PV システム運営委員会は、コンサルタントと協議し、運転維持管理マニュアルの作成  
を自ら実施する。また、システムの運転開始後、実情に応じてマニュアルの改訂、更新  
を行う。
- 5) NMIMR は、運転維持管理マニュアルに基づき、PV 連系システムを維持管理する。  
PV システム運転管理責任者などが異動する場合は、ソフトコンポーネントの成果品を  
活用し、後任者へ技術移転を行う。
- 6) PV システム運営委員会は、維持管理マニュアルに基づいた点検の実績報告書を JICA  
ガーナ事務所へ提出する。

### 3-2-4-9 実施工程

我が国の環境プログラム無償資金協力のスキームに基づき、図 3-16 に示すとおり事業実施工  
程を計画した。



図 3-16 本計画の事業実施工程表

### 3-3 相手国側負担事業の概要

本計画を実施するに当り、3-2-4-3「施工区分／調達・据付区分」に示す「ガ」国側施工範囲の他、「ガ」国側が実施・負担する事項は以下のとおりである。

- (1) 計画の実施に必要な情報及び資料の提供。
- (2) 「ガ」国内の荷下ろし港及び空港での本計画に係わる製品の免税措置、通関及び迅速な荷下ろし措置の確保。
- (3) 認証済み契約に基づき提供される製品やサービスに関連して、日本人が「ガ」国に滞在または入国する許可。
- (4) 認証済み契約に基づき提供される製品やサービスに関連して通常「ガ」国で課税される総ての税金、関税等から日本人の免税措置。
- (5) 銀行口座開設に係わる日本の銀行への手数料の支払い。
- (6) 本計画の実施に際し、日本の無償資金協力で負担されない事項の全ての負担。
- (7) 本計画の現地に於ける資機材検査への立会と、運転・維持管理技術の移転のため、技術者と技能工を本計画専門のカウンターパートとしての任命。
- (8) 日本の無償資金協力で調達される資機材の適正かつ効果的な使用と維持。
- (9) 工事期間中の掘削土、汚水及び廃油の適当な廃棄場所の提供（もし必要ならば）。
- (10) 工事期間中の地域住民とガーナ大学及び野口記念医学研究所の関係者への安全の確保、指導、教育。
- (11) 本計画設備と既設設備の接続時の最小限の停電対策。
- (12) 工事期間中の仮設道路整備、資機材保管場所等の確保。

## 3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

### 3-4-1 日常点検と定期点検項目

太陽光発電系統連系システム（以下 PV 連系システムと称す）持続的に運転するためには日常の保守、点検が欠かせない。運転管理者が実施する点検には大きく分けて下記の3点検がある。本計画で調達、据付が行われる太陽光発電設備は野口研が所有することとなるため、以下に示す日常点検、定期点検、予備品の購入は野口研が主体となって実施する。

- ・太陽光発電系統連系システム完成時、運転開始前の検査、点検
- ・運転開始後の日常点検
- ・運転後ある期間経過した後の定期点検

#### (1) システム完成時、定期点検時の点検項目

システム完成時の点検と、定期点検時の点検項目はほぼ同一である。点検項目と測定項目を表 3-27 に示す。システムの完成時の検査、点検に関しては 3-2-4-7 項の「初期操作指導・運用指導等計画」に記載する。

#### (2) 日常点検

PV 連系システムはディーゼルエンジン発電機などの回転機器とは異なり、運転開始後は特段の操作を行なう必要がない。

PV 連系システムは太陽が昇り、ある時点になると自動的に毎日稼動する。PV 連系システムが稼動中に配電システムの停電が発生すると、PV 連系システムは自動的に停止し、配電システムが復電すると自動的に稼動を始める。しかしながら、PV 連系システムが何らかの原因で停止した後は停止原因を確認後、手動でスタートスイッチを投入する。運転初期は半導体、PV モジュールの不具合が発生することがあるので、毎日点検する必要がある。PV 連系システム運転初期、運転管理者は日本人技術者(以下設置業者と称す)と PV 設置サイトを巡回し点検箇所、点検のコツを習得する。

太陽光発電設備は無人による自動運転が可能である。基本的には日常の点検、保守は不要であるが季節的にダストの多い時期はパネル表面を清掃しなければならない。日常点検することによりシステムの異常を速やかに発見することができる。日常点検は、運転開始後 1 ヶ月間、目視点検により毎日実施する。その後は毎週 1 回程度実施するが砂塵の多い乾季は毎日パネル表面のダストを点検し、汚れたときは直ちに清掃する。点検項目を表 3-27 に示す。

表 3-27 日常点検項目

点検対象	目視点検など
太陽電池アレイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 表面の汚れ、破損</li> <li>・ 架台の腐食、錆</li> <li>・ 外部配線の損傷</li> </ul>
接続箱	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 外箱の腐食、錆</li> <li>・ 外部配線の損傷</li> </ul>
パワーコンディショナー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 外箱の腐食、錆</li> <li>・ 外部配線の損傷</li> <li>・ 動作時の異音、異臭</li> <li>・ 換気口フィルターの掃除</li> <li>・ 設置環境（温度、湿度）</li> </ul>
接地	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 配線の損傷</li> </ul>
発電状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 正常に発電しているか、発電量記録</li> <li>・ 指示計器、表示の確認</li> </ul>

運転管理者は日常点検を実施するときに下記の3点を励行する。

・ 日常点検記録ノートの作成と保管

日常点検項目は表 3-27「日常点検」に示す。運転管理者は表に示した項目を点検したあと、点検結果を記録し、保管する。記録をとることにより各機器の異変を感知できる。

・ 日射量と発電量チェック

運転管理者は日射量と発電量を常にチェックする。これにより、運転管理者は PV モジュール、パワーコンディショナーなどに不具合が発生した場合、異変を感知できる。

・ パネルの清掃

運転管理者は日常点検でパネルの汚れを常に監視する。特に乾季ハマターンの季節は毎日パネルを清掃させる。

**(3) 定期点検**

一般的な定期点検項目と測定項目を下表 3-28 に表示する。定期点検はある期間運転したあとにシステムを停止し、各機器の点検と表の測定項目を測定する。第 1 回の定期点検は運転開始から 5 年経過した 2017 年に実施する。



表 3-28 定期点検時の点検項目

点検対象	目視点検項目	測定試験
太陽電池アレイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 表面の汚れ、破損</li> <li>・ 外部配線の破損</li> <li>・ 架台の損傷、錆の発生など</li> <li>・ 接地線の損傷、設置端子の緩み</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 絶縁抵抗測定</li> <li>・ 開放電圧測定（必要時）</li> </ul>
接続箱、集電箱、	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 外箱の腐食、錆</li> <li>・ 外部配線の損傷、接続端子の緩み</li> <li>・ 接地線の損傷、接地端子の緩み</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 絶縁抵抗測定</li> </ul>
パワーコンディショナー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 外箱の腐食、錆</li> <li>・ 外部配線の損傷、接続端子の緩み</li> <li>・ 接地線の損傷、接地端子の緩み</li> <li>・ 動作時の異音、異臭</li> <li>・ 換気口フィルターの目詰まり</li> <li>・ 接地環境（湿度、温度）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 絶縁抵抗測定</li> <li>・ 表面部の動作確認</li> <li>・ 保護機能試験</li> </ul>
接地	配線の損傷	接地抵抗測定

[出所] 太陽光発電システムの設計と施工

## 1) 定期点検内容

(ア) 表 3-28 の検査、点検をした結果は必ず記録し保管しておく

(イ) おもな検査、点検項目

### ① 太陽電池モジュール、アレイの点検

パネルの破損、損傷がないか十分チェックをする。表面ガラスのひび、割れ、変色などがないかチェックする。

### ② 配線、ケーブルなどのチェック

太陽電池システムは寿命が長いので、電線、ケーブルなどの設置工事時の損傷、ねじれなどが絶縁抵抗の低下、絶縁破壊の事故原因になることがある。運転開始後はチェックが出来ない部分に関して記録をしておく。日常点検、定期点検の折は目視により損傷の有無を確認する。

### ③ 接続端子部の確認

パワーコンディショナーなどは運転中ネジの緩むことがある。工事配線中の仮配線のままのもの、テストなどで緩めたケースなどがそのままの状態であることがある。運転前は端子部のネジの緩みを確認する。また極性、正極（P、又は+）、負極（Nまたは-）端子の間違え、直流回路、交流回路の配線間違いのないようにチェックする。

### ④ その他周辺機器の点検

その他の機器に関しても目視検査で異常がないかをチェックする。

## 2) 測定と安全対策

運転管理者は運転開始前に設置した PV モジュールが正しく作動し、性能を保持しているかチェックする。運転管理者は実際の作業前に PV アレイの取り扱いに関する安全対策の指導を受けているが作業補助者への安全対策を実施する。

### (ア) 安全対策

作業者は作業開始前に安全対策（服装及び感電対策）を遵守し下記の点を守ることが大切である。

#### ア) 服装

ヘルメットの着用、スニーカー、腰袋

#### イ) 感電防止

- ① 作業前に太陽電池ストリングの一端をはずしておく。
- ② 低圧絶縁手袋を着用
- ③ 絶縁処理された工具を使用
- ④ 雨天時は作業をしない。

### (イ) PV アレイの検査：電圧、極性の確認、短絡電流の測定

- ① 太陽電池モジュールが正しく施工され、仕様書どおりの電圧が出ているか確認する。正負極は間違えないか、電圧計でストリングごとに確認する。
- ② 短絡電流の測定  
太陽電池モジュールに、仕様書に記載されている短絡電流が流れることを電流計で測定する。

### (ウ) 絶縁抵抗測定

太陽光発電システムに通電して良いかどうかを確認するために絶縁抵抗試験をする。建設後運転開始前、定期点検時、又は事故時不良箇所の特定のため、修復したあとに絶縁抵抗を測定する。絶縁抵抗を測定したら抵抗値を記録しておく。使用電圧が 300V 以上の場合は 0.4MΩ 以上の絶縁抵抗値が必要である。

### (エ) 接地抵抗測定

太陽電池モジュールの周囲に網状接地線が布設されており、太陽電池モジュールの金属性架台、パワーコンディショナー建屋内に収納された電気品（パワーコンディショナー、変圧器等）の金属製外箱の接地線が網状接地線に接続されている。網状接地線の接地抵抗は、日本の接地基準の C 種接地（使用電圧が 300V を超える低圧用金属製外箱の接地等：10 オーム以下）並びにガーナの接地基準（10 オーム以下）より 10 オーム以下となるよう

に設計・施工されている。

接地抵抗測定の実施は、定期点検時に本プロジェクトで納入される接地抵抗測定器にて測定し、10 オーム以下であることを確認する。

### 3) 連系システム点検表

系統連系型太陽光発電システムの定期点検項目と判定基準表を表 3-29 に示す。点検した記録は保管する。

表 3-29 系統連系型太陽光発電システムの点検項目と判定基準

機器等	点検項目		判定基準	備考	点検者
太陽電池	ガラスの汚れ		ガラスの汚れがない		
	フレームの破損、変形		フレームの破損、変形がない		
	外部配線の汚れ、破損		外部配線の汚れ、破損がないこと		
架台	錆、傷		錆、傷がないこと		
	架台の固定		ボルトの緩みがないこと		
	太陽電池と架台の固定		ボルトの緩みがないこと		
	架台の接地		架台にアースされていること		
	構造物の取り付け		構造物の取り付けに緩みなどが無い		
運転・停止	パワーコンディショナー	連系運転	運転スイッチ「運転」で運転		
		運転停止	運転スイッチ「停止」で停止		
	商用電源	停電	瞬時にパワーコンディショナーが停止する		
		復電	復電タイマー ( ) 秒後にパワーコンディショナーが自動的に運転再開すること。		
接続箱	端子台のネジ緩み		ネジの緩みがないこと		
	配線の接続 (極性)		＋、－が間違いなく配線されている		
	アース工事		確実に接地されている		
	錆、汚れ		錆、汚れがない		
	絶縁抵抗測定 電圧 DC1000V		太陽電池＋と接地間の絶縁抵抗が 1 MΩ 以上あること	MΩ	
			太陽電池－と接地間の絶縁抵抗が 1 MΩ 以上あること	MΩ	
	太陽電池の開放電圧測定	( )直列の場合の開放電圧	DC ( - ) V 以内であること システムにより決定する。	PV1 PV2 PV3	
電圧のバラツキ		各系列間の電圧のバラツキが( )V 以下であること。(システムにより決定する)	V		
パワーコンディショナー	端子台のネジの緩み		ネジの緩みがないこと		
	配線の接続 (極性)		＋、－が間違いなく配線されている		
			交流出力 RST が間違いなく配線されていること。		
	アース工事		確実に接地されている		
	保護継電器の設定		設計どおりか確認		
	雑音、騒音		TV,ラジオは 3m 以上離す		
	換気		換気口は開いているか		
	周辺の可燃物		周りに引火物がない		
系統電圧の測定		RT 間が AC( )V±( )V 以内であること	RS 間 ST 間 TR 間		

#### (4) 運転開始前、各機器の整定値、整定時間の調整

運転管理者は系統連係運転を再稼動するために下記機器の作動設定を行い、設定どおりに作動するかをチェックする。

運転管理者は PV 連系システムの各機器の整定値、整定時間などを調整する。整定値、整定時間のおもなものは下記のとおり。

##### ① 保護継電器の整定値の確認

設置したパワーコンディショナーの整定値、整定時間の確認をする。

##### ② 交流電力復旧の場合、投入阻止時間の確認

パワーコンディショナーを確認後、直流側のブレーカーを投入する。表示関係に問題がなければ交流側ブレーカーを投入し、連係運転が開始するまでの時間を測定する。

##### ③ 直流電源喪失の場合のシステム停止確認

パワーコンディショナー運転中に直流側ブレーカーを OFF し、パワーコンディショナーが安全に停止することを確認する。

##### ④ 交流電源喪失の場合のシステム停止確認

③項のチェック後、直流側ブレーカーを ON し運転状態にして交流側ブレーカーを OFF したのちパワーコンディショナーが完全に停止することを確認する。

注：(メーカーにより相違することがあるのでメーカーの仕様を参照する。)

### 3-4-2 予備品購入計画

太陽光発電システムは、内部に稼動部分が存在しないので基本的にメンテナンス・フリーのシステムである。磨耗、摩擦などによる故障はないが、インバーターを使用しているため半導体の故障が発生する可能性がある。運転初期に半導体の欠陥は現れるので、初期不良がなければ問題なく稼動すると考えられる。ただし天災、人災による故障、長時間の使用による劣化や損耗がないとはいえない。システムの心臓部であるパワーコンディショナー他、幾つかの機器を予備品として準備する必要がある。

#### (1) 機材の取替周期と点検内容

機材は経年と共に劣化し、やがて機能を果たさなくなる。太陽電池モジュールは出力特性の測定により、ある程度劣化の状況を判断できるが、他の多くの機材では劣化の状況を判断することは難しい。システムの信頼性を保つためには予防保全の考え方から、故障に至る前に部品を交換する方法がある。参考として表 3-30 に主要機器の推奨取替周期と点検内容を示す。

表 3-30 主機材の取替周期と点検内容

部品種類	推奨取替周期	点検内容
太陽電池モジュール	20年～30年	外観及び電圧の測定
接続箱	20年	動作不良
遮断器	10年～15年	動作不良
集電箱	10年～15年	動作不良
パワーコンディショナー	10年～15年	動作不良
変圧器	20年以上	温度上昇
冷却ファン	10年以上	風量・回転音の変化
ヒューズ	7年又は5万時間	溶断
クーラー	10年～15年	動作不良、性能低下

## (2) 予備品の調達計画

太陽光発電システムの主要機材の破損や故障は、システムの機能停止を引き起こすことが多い。トラブル発生時には、速やかに修理または故障機材の取替えを行うことが望ましく、交換用の機材が保管されていれば迅速にシステムの復旧が行える。しかし、高価な部品や大量の部品の保管はコスト高となるので、機材の特性、経済性、システムの復旧に要する時間などを考慮して、予備品の種類と数量を設定する必要がある。表 3-31 には、常時保有することが推奨される予備品の種類と数量を示す。

表 3-31 推奨される予備品の種類と数量

機器の種類	推奨される保有数量	本計画で調達する交換部品
太陽電池モジュール	全モジュール枚数の3%	全モジュール枚数の3%
接続箱	2台	2台
集電箱	1台	1台
パワーコンディショナー	1台	—
ヒューズ	全数の10%	—
配線	1巻き	—

本計画では、太陽光発電システムを構成する主要な機器を交換部品として納入することから、維持管理の面で実施機関に大きな経済的負担は発生しない。しかし、予期しない修理や機器の取替えに備えるため、実施機関である野口記念医学研究所は、太陽光発電設備の運転によって節約された電気代を機器の補修費用として積み立てることが推奨される。表 3-32 に野口研が負担することとなる運営・維持管理費を示すが、年間で 8,200Ghc 程度の経費が必要となる。

### 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

本計画を我が国の無償資金協力により実施する場合の事業費総額は、約 6 億円となり、先に示した我が国と「ガ」国との施工負担区分に基づく双方の経費内訳は、以下に示す積算条件において、次のとおりと見積もられる。ただし、ここに示す概略事業費は暫定値であり、必ずしも交換公文上の供与限度額を示すものではなく、協力対象事業の実施が検討される時点において更に精査される。

(1) 日本側負担経費 概算総事業費 約 607 百万円

費目		概略事業費 (百万円)
機 材	系統連系太陽光発電システム	523
実施設計・調達監理費		40
ソフトコンポーネント費		17
調達代理機関費		27

(2) 相手国側負担経費 10,000 US\$ (約 0.91 百万円)

「ガ」国側の負担事項内容、及び金額は以下に示すとおりである。

- ① PV パネル設置場所の草木の伐採工事： 3,300 US\$ (約 0.3 百万円)
- ② 資金移動に係る日本の銀行への手数料支払い： 6,700 US\$ (約 0.61 百万円)

(3) 積算条件

- ① 積算時点：平成 22 年 4 月
- ② 為替交換レート：1 US\$=91.20 円 (2009 年 10 月から 2010 年 3 月までの TTS 平均値)
- ③ 施工・調達期間：詳細設計並びに機材調達・据付の期間は施工工程に示したとおりである。
- ④ その他：本計画は、日本国政府の無償資金協力のスキームに従い実施される。

#### 3-5-2 運営・維持管理費

本計画で調達・据付が行われる、系統連系型太陽光発電システムの運営・維持管理費は表 3-32 に示す通りであり、野口記念医学研究所が負担すべき年経費は約 8,200 GHc (US\$5,691)である。

表 3-32 運営・維持管理費

	年経費(Cedi /年)	備考
技師派遣費	3,950	定期点検時のメーカー技師派遣費用。5年に一回発生すると想定。
機材補充費	4,250	パワーコンディショナー他交換部品費用
合計	8,200	

## (1) 機材補充費

系統連系型太陽光発電システムを長期間運転するために必要な機材と推定寿命は、表 3-33 に表す通りである。コンポーネントの中で最も寿命が長い太陽電池モジュールの寿命を 20 年と想定、プロジェクトライフを 20 年と設定した上で、この間に必要となる機材補充費を以下に試算する。太陽電池モジュール、接続箱、集電箱はシステム納入時に交換部品として納入するため機材補充費としては計上しない。パワーコンディショナーは予備品に含まれていないため、プロジェクトライフの間に故障が発生すると想定し、4 台分の初期投資の 10%を交換部品購入費として計上する。なお、予備品には含まれないが、パワーコンディショナー室のクーラーの寿命は 10 年～15 年であるので、運転後 10 年目にクーラー取替えの予算を計上する。

表 3-33 に示す通り、プロジェクトライフの期間中に必要となる機材補充費は 538 万円 (84,992 GHc) であり、これを年経費に換算すると 26.9 万円/年 (4,250 GHc/年) となる。

表 3-33 機材の寿命と交換費用

部品種類	推奨取替周期	点検内容と不具合時の対応		費用
太陽電池モジュール	20 年～30 年	外観及び電圧の測定	予備品と交換	—
接続箱	20 年	動作不良	予備品と交換	—
集電箱	10 年～15 年	動作不良	予備品と交換	—
パワーコンディショナー	10 年～15 年	動作不良	部品を購入し交換	520 万円
変圧器	20 年以上	異常発熱	再投資を検討*	(900 万円)
クーラー	10 年	動作不良、性能低下	購入して交換	18 万円
				538 万円 (84,992GHc)

[備考] \*: 変圧器の寿命は 20 年以上であるため、プロジェクトライフの期間中に取替えは発生しないものと想定するが、万一異常が発生した場合には主要機器である太陽電池モジュールの残存寿命により、再投資の可否を判断する。

1GHc(Ghana Cedi)=¥63.3 として計算。

## (2) 電気代

### 1) 野口記念医学研究所の電力使用量

野口記念医学研究所における、2009 年 7 月から 11 月までの電力使用量データに基づき、年間電力使用量を以下の通り算出した。各月の電力使用量に大きな変動は見られないことから、

5ヶ月間の平均値の12倍を年間電力使用量と想定とした。

表 3-34 2009年の電気使用量

月	電気使用量(kWh)
7月	105,500
8月	101,200
9月	110,900
10月	114,700
11月	115,300
合計	547,600

平均値は109,520kWh/月で、年間使用量は1,314,240kWhである。

## 2) 電気料金

野口記念医学研究所は電気料金をガーナ大学へ支払うことになっているが、実際の金銭の授受はない。表 3-35 に 2006 年から 2009 年までの 4 年間の野口記念医学研究所における電気代を示す。

表 3-35 野口研の電気料金

年度	電気料金(GHc)
2006	18,000
2007	20,000
2008	24,000
2009	28,000

## 3) 2009年の電気料金

上記 1) 及び 2) から、1kWh あたりの平均電気料金は 2.1GHp/kWh となる。

## 4) パワーコンディショナー室の電気代

パワコン室の電気料金は下記のようになる。

- ① パワコン室クーラー他で 3kW/h とした。(室温 30~35°C と想定)
- ② 年間電気使用量  $365 \text{ 日} \times 8 \text{ h} \times 0.5 \times 3 \text{ kWh} = 4,380 \text{ kWh / year}$   
(50%の通電比で1日8時間使用と想定)
- ③ 年間電気料金 :  $4,380 \text{ kWh} \times 2.1 \text{ p} = 9,198 \text{ GHp} = 91.98 \text{ GHc}$



### 3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

協力対象事業の円滑な実施に直接的な影響を与えると考えられる留意事項としては、下記が想定される。

- (1) 本計画で日本側が調達・据付を行う太陽光発電設備及び配電線等の工事開始前までに、「ガ」国側は本計画の建設チームを結成し、「ガ」国側負担の建設用地内の敷地造成工事、樹木の移設工事の実施並びに仮設用地（資機材置き場、現場事務用地等）の準備を行う必要がある。
- (2) 「ガ」国側は環境省及びエネルギー委員会への手続き並びに資機材輸入のための税関への手続き等を行うため、日本側コンサルタント並びに工事関係者と協力し、必要な要員計画、資機材購入計画等を策定し、工事の円滑な推進を図る必要がある。
- (3) 本計画で整備される太陽光発電システムの運転・維持管理の推進を図るため、「ガ」国側は諮問委員会(Consultative Committee)を組織する必要がある。同委員会は野口記念医学研究所を中心に関係各機関の代表から組織される。
- (4) 本計画で整備される太陽光発電システムは既存の配電網と連系される。このシステムは「ガ」国では導入例が少なく、このシステム運用から得られる記録、データ等は諮問委員会(Consultative Committee)参加者共通のものとし、「ガ」国の太陽光技術の研究・開発の推進に寄与するものとする。併せて、本計画で整備される計測・検査機器等から得られるデータも、諮問委員会(Consultative Committee)参加者共通のものとする。
- (5) 「ガ」国側は本計画で実施される OJT 及びソフトコンポーネントに参加する技術者／技能工の任命を諮問委員会(Consultative Committee)をとおして速やかに行い、現場研修に参加させると共に、研修に参加しなかった他の技術者／技能工への技術の水平展開を図る必要がある。
- (6) 諮問委員会(Consultative Committee)に参加する関係者は、本計画の運転・維持管理を通して得た情報・記録等を基に、地球温暖化防止に繋がる太陽光発電の普及に努める。

## 第4章 プロジェクトの評価

## 第 4 章 プロジェクトの評価

### 4-1 プロジェクトの前提条件

#### 4-1-1 事業実施のための前提条件

太陽光パネル設置用地の使用に係るガーナ大学からの許可取得、及びプロジェクトの実施に係る環境許可が事業実施のための前提条件となるが、これらは既に準備調査の段階で取得済みであり、特段の懸案は無い。

#### 4-1-2 プロジェクト全体計画達成のための前提条件・外部条件

プロジェクトの効果を発現・持続させるために「ガ」国側が取り組むべき課題は以下の通りである。

- (1) 本計画で日本側が調達・据付を行う太陽光発電設備が最大限に利用されるよう、日常の維持管理を適切に行う必要がある。
- (2) 本計画の据付、技術指導に関係機関が参加し、太陽光発電設備に係る技術を習得するとともに、将来の啓蒙・普及に活用する必要がある。
- (3) 太陽光発電による電気料金の削減分を維持管理費用として積み立てるための枠組みを作り、積み立てた資金を設備の更新や維持管理に活用する必要がある。
- (4) 太陽光発電設備の維持管理を担当する要員を確保し、教育・訓練を行う必要がある。
- (5) 日射量、発電量等のデータを関係機関と共有し、今後の計画に活用する必要がある。

### 4-2 プロジェクトの評価

#### 4-2-1 妥当性

以下に示すとおり、本計画は「ガ」国の開発計画やエネルギー政策の実現に資するとともに、一般国民に裨益するものであることから、協力対象事業の妥当性は高いと判断される。

##### (1) 裨益人口

本計画の実施により、野口記念医学研究所の教職員（約 220 人）が太陽光発電による電力供給を享受することとなる。なお、太陽光発電による地球温暖化ガスの排出削減については、「ガ」国の全国民が裨益対象となる。

##### (2) 公共福祉施設の安定した運営への貢献

野口記念医学研究所という公共福祉施設への電力供給に資するとともに、再生可能エネルギーの啓蒙普及に貢献するものである。

### (3) 運営・維持管理能力

本計画で調達する資機材の仕様は、「ガ」国の保有する技術力で十分に運用・維持管理が可能であり、本計画実施上、特に問題は発生しないと判断される。

### (4) 「ガ」国の開発計画に資するプロジェクト

「ガ」国政府が進めている国家エネルギー政策、戦略的国家エネルギー計画の実現に資するプロジェクトである。

### (5) 我が国の無償資金協カスキーム

我が国の無償資金協カスキームがプロジェクトの実施に支障となることはなく、また、本計画は無償資金協カスキームの枠内で無理のない事業内容と工程計画を策定しており、特段の困難なく実施可能である。

### (6) 日本の技術を用いる必要性・優位性

再生可能エネルギーを含むクリーンエネルギーに係る日本の先進的な技術、中でも我が国として極めて優位性の高い太陽光発電技術を活用することができる。

## 4-2-2 有効性

本計画の実施により期待される効果は、以下のとおりである。

#### ① 定量的効果

指標名	基準値 (2010年)	目標値 (2015年)
送電端電力量 (MWh/年) *	0	382
CO <sub>2</sub> 削減量 (t/年) *	0	220

\*: 本計画によるもの

#### ② 定性的効果

現状と問題点	本計画での対策 (協力対象事業)	計画の効果・改善程度
1. 「ガ」国では再生可能エネルギーの導入促進が政策として掲げられているものの、啓蒙普及活動が十分でないため、普及の障害となっている。	ガーナ大学野口記念医学研究所に出力 315kWp の系統連系型太陽光発電システムを導入する。	学生数約 3.9 万人のガーナ大学に属する野口記念医学研究所に太陽光発電設備が設置されることで、教職員、学生及び来訪者への太陽光発電の啓蒙効果が期待される。

現状と問題点	本計画での対策（協力対象事業）	計画の効果・改善程度
<p>2. 「ガ」国では「再生可能エネルギー法」により、系統連系型の再生可能エネルギー発電の導入を進めようとしているが、「ガ」国内で同種設備の実績・経験が殆ど無い。</p>	<p>同上</p>	<p>系統連系型の大型太陽光発電設備の計画、設置、維持管理に「ガ」国の関係者が関与することにより、同種設備の技術的な知見が蓄積され、将来の普及促進に繋がることが期待される。</p>

#### 4-2-3 結論

本計画は、前述のように多大な効果が期待されると同時に、本計画が「ガ」国のエネルギー政策の実現に寄与するものであることから、協力対象事業の一部に対して、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。さらに本計画の実施および実施後の運営・維持管理についても、「ガ」国側の体制は人員・予算計画とも十分で問題はないと考えられる。

## 資料－1 調査団員氏名・所属

## 添付資料

### 1. 調査団員氏名、所属

#### (1) 第1次現地調査

氏名	担当業務	現職
山内 邦裕	総括	独立行政法人 国際協力機構 ガーナ事務所長
村山 博司	計画管理	独立行政法人 国際協力機構 資金協力支援部 実施監理第一課
山口 実	調達監理計画	クラウンエイジェンツ 日本事務所
不二葦 教治	業務主任／系統運用 ／運営維持管理	八千代エンジニアリング(株)
西川 光久	副業務主任／ 系統連携太陽光発電システム	八千代エンジニアリング(株)
浦野 勝雄	太陽光発電システム全般	八千代エンジニアリング(株)
宮本 隆幸	調達計画／積算1	八千代エンジニアリング(株)
野上 一成	制度・基準／ 環境社会配慮	八千代エンジニアリング(株)
谷津 哲夫	建築設計1	八千代エンジニアリング(株)

(2) 第2次現地調査

氏名	担当業務	現職
不二葦 教治	業務主任／系統運用 ／運営維持管理	八千代エンジニアリング(株)
西川 光久	副業務主任／ 系統連携太陽光発電システム	八千代エンジニアリング(株)
浦野 勝雄	太陽光発電システム全般	八千代エンジニアリング(株)
玉井 昌幸	機材・設備計画	八千代エンジニアリング(株)
宮本 隆幸	調達計画／積算1	八千代エンジニアリング(株)
野上 一成	制度・基準／ 環境社会配慮	八千代エンジニアリング(株)
鶴岡 葉介	建築設計2	八千代エンジニアリング(株)
赤塚 大輔	業務調整	八千代エンジニアリング(株)



(3) 概略設計概要説明

氏名	担当業務	現職
小川 忠之	総括	独立行政法人 国際協力機構 国際協力専門員（資源・エネルギー）
山口 俊太	計画管理	独立行政法人 国際協力機構 産業開発部 資源・省エネルギー課
不二葦 教治	業務主任／系統運用 ／運営維持管理	八千代エンジニアリング(株)
西川 光久	副業務主任／ 系統連携太陽光発電システム	八千代エンジニアリング(株)
浦野 勝雄	太陽光発電システム全般	八千代エンジニアリング(株)
玉井 昌幸	機材・設備計画	八千代エンジニアリング(株)

## 資料－2 調査行程

## 2. 調査日程

### (1) 第1次現地調査

No	月日	曜日	調 査 内 容		宿 泊 地
			官ベース	コンサルタント団員 (八千代エンジニアリング株)	
			JICA/CA (団長/山内、村山、山口)	業務主任不二章、西川、浦野、宮本、野上、谷津	
1	12月5日	土	●東京発 (村山、山口)	●移動{東京 12:00 → ロンドン 15:45 by JL401}	ロンドン
2	12月6日	日	●アクラ着 19:50 by KL589 (村山) 21:30 by BA081 (山口)	●移動 {ロンドン 14:50 →アクラ 21:30 by BA081}	アクラ
3	12月7日	月	●表敬訪問及びInception Reportの提出・説明： (野口記念医学研究所 (Dr. Nyarko), JICA(事), University of Ghana, 日本大使館)		アクラ
4	12月8日	火	●表敬訪問 (MOFEP Mr. Nyarko, ECG (Electricity company of Ghana), MOE(Ministry of Energy))	●現地調査及び技術協議(野口記念医学研究所)	アクラ
5	12月9日	水	●ミニッツ協議	●現地調査及び技術協議(野口記念医学研究所)	アクラ
6	12月10日	木	●表敬訪問 (MOEd) ●ミニッツ協議	●現地調査及び技術協議(野口記念医学研究所)	アクラ
7	12月11日	金	●ミニッツ署名 ●帰国報告 (日本大使館、JICA (事)) ●アクラ発 22:00 by KL590 (村山)		アクラ
8	12月12日	土	●アクラ発 8:10 by VK810 (山口、コンサルタント団員)		

## (2) 第2次現地調査

No	月日	曜日	調査内容	宿泊地
			コンサルタント団員 (八千代エンジニアリング株)	
			不二草、西川、浦野、玉井、宮本、野上、鶴岡、赤塚	
1	3月12日	金	●移動 {Abuja 19:45 → Accra 20:35 by W3061}	アクラ
2	3月13日	土	●①資料整理及び社内協議	アクラ
3	3月14日	日	●①資料整理及び社内協議	アクラ
4	3月15日	月	●①表敬訪問: JICA(事)、日本大使館、野口記念医学研究所、ガーナ大学、②現地調査	アクラ
5	3月16日	火	●①現地調査及び技術協議(野口記念医学研究所、環境省、エネルギー委員会)、②現地調査・施工事情調査	アクラ
6	3月17日	水	●①現地調査及び技術協議(野口記念医学研究所、エネルギー省、気象局)、②現地調査・施工事情調査	アクラ
7	3月18日	木	●①現地調査及び技術協議(野口記念医学研究所、エネルギー省、エネルギー委員会) ●②現地調査・施工事情調査	アクラ
8	3月19日	金	●①現地調査及び技術協議(野口記念医学研究所、ECG)、②現地調査・施工事情調査	アクラ
9	3月20日	土	●①Technical Memorandum (案) 作成、②現地調査結果概要 (案) 作成	アクラ
10	3月21日	日	●①Technical Memorandum (案) 作成、②現地調査結果概要 (案) 作成	アクラ
11	3月22日	月	●①現地調査及び技術協議(野口記念医学研究所) ●②Technical Memorandum (案) 作成、③現地調査結果概要 (案) 作成	アクラ
12	3月23日	火	●①現地調査及び技術協議(野口記念医学研究所、エネルギー省、環境省) ●②Technical Memorandum (案) 作成、③現地調査結果概要 (案) 作成	アクラ
13	3月24日	水	●①現地調査及び技術協議(野口記念医学研究所) ●②Technical Memorandum (案) 作成、③現地調査結果概要 (案) 作成	アクラ
14	3月25日	木	●①Technical Memorandum (案) 提出・協議(野口記念医学研究所)、 ●②Technical Memorandumの修正、③現地調査結果概要 (案) 作成	アクラ
15	3月26日	金	●①Technical Memorandum 協議・署名(野口記念医学研究所)、②現地調査 (ガーナ大学内・電気系統) ●③現地調査結果概要 (案) 作成	アクラ
16	3月27日	土	●①現地調査結果概要 (案) 作成	アクラ
17	3月28日	日	●①現地調査結果概要 (案) 作成	アクラ
18	3月29日	月	●①現地調査結果概要 (案) 作成 ●②現地再委託先 (測量) との契約交渉、③表敬及び報告(野口記念医学研究所、JICA(事) )	アクラ
19	3月30日	火	●①補足調査、②現地再委託先 (測量) との契約締結 ●③移動 {Accra 21:10 → Amsterdam 05:45+1 by KL 590}	機中泊
20	3月31日	水	●移動 {Amsterdam 21:00 → Tokyo 15:25+1 by JL 412}	機中泊
21	4月1日	木	●成田着 15:25	

(3) 概略設計概要説明

No	月日	曜日	調査内容		宿泊地
			官ベース団員 (小川、山口)	コンサルタント団員 (不二葦、西川、浦野、玉井)	
1	7月31日	土	●他調査より継続	●①移動{Tokyo 12:15 → Frankfurt 17:20 by JL 407}	フランクフルト
2	8月1日	日	●他調査より継続	●①移動 {Frankfurt 10:25 → Accra 14:55 by LH 566}	アクラ
3	8月2日	月	<ul style="list-style-type: none"> <li>●①野口記念医学研究所への表敬訪問及びDraft Reportの提出</li> <li>●②ガーナ大学への表敬訪問及びDraft Reportの提出</li> <li>●③野口研及び測量会社と計画敷地の再確認</li> <li>●④JICAガーナ事務所訪問</li> </ul>		アクラ
4	8月3日	火	<ul style="list-style-type: none"> <li>●①日本大使館、野口記念医学研究所及びガーナ大学へのDraft Reportの説明と技術協議</li> <li>●②測量作業の監理</li> <li>●③エネルギー委員会 (EC)への本計画の概要説明</li> </ul>		アクラ
5	8月4日	水	<ul style="list-style-type: none"> <li>●①野口記念医学研究所及びガーナ大学へのDraft Reportの説明と技術協議</li> <li>●②野口記念医学研究所及びガーナ大学へ協議議事録の提出と説明</li> <li>●③エネルギー省 (MOE)への本計画の概要説明</li> </ul>		アクラ
6	8月5日	木	<ul style="list-style-type: none"> <li>●①野口記念医学研究所及びガーナ大学へのDraft Reportの説明と技術協議</li> <li>●②野口記念医学研究所及びガーナ大学と協議議事録内容の協議</li> <li>●③協議議事録の修正・変更</li> </ul>		アクラ
7	8月6日	金	<ul style="list-style-type: none"> <li>●①野口記念医学研究所及びガーナ大学と協議議事録の締結</li> <li>●②JICAガーナ事務所へ報告</li> </ul>		アクラ
			●①移動{Accra 17:30 → Dubai 05:50+1 by EK 788}	●測量調査の管理	
8	8月7日	土	●①移動{→ Dubai 05:50+1 by EK 788}	●①移動{Accra 21:10 → Amsterdam 05:45+1 by KL 590}	機中泊
9	8月8日	日	●①移動{Dubai 03:15→ Tokyo 18:00 by EK 318}	●①移動{Amsterdam 21:00 → Tokyo 15:25+1 by JL 412}	機中泊
10	8月9日	月		●①移動{→ Tokyo 15:25 by JL 412}	

### 資料－3 関係者（面会者）リスト

### 3. 面談者リスト

<u>所属及び氏名</u>	<u>職位</u>
<b>財務経済企画省</b> <b>Ministry of Finance and Economic Planning (MOFEP)</b>	
Mr. Yaw Okyere-Nyako	Director, External Resources Management - Bilateral
<b>野口記念医学研究所</b> <b>Noguchi Memorial Institute for Medical Research (NMIMR)</b>	
Prof. Alexander K. Nyarko	Director
Mr. Kwadwo Koram	Deputy Director
Mr. E.O. Lamptey	Head of Maintenance
Mr. Issah Shaibu	Electrical Head
Mr. S.K.A. Jones	Planning
Mr. Samuel Neequaye	Planning
Mr. Romulus Ocansey	Electricals
Mr. Emmamuel Nartey	Electricals
<b>ガーナ大学</b> <b>University of Ghana</b>	
Mr. Philip Azundow	Director, Physical Development and Municipal Service
<b>エネルギー省</b> <b>Ministry of Energy (MOE)</b>	
Mr. Solomon	Deputy Director, Division of Power
Mr. Wisdom Ahiataku-Togobo	Renewable Energy Expert
<b>エネルギー委員会</b> <b>Energy Commission</b>	
Mr. Kwabena A. Otu-Danquah	Chief (Renewable Energy)
Mr. Oscar Amonoo-Neizer	Acting Chief, Power
<b>ガーナ電力公社</b> <b>Electricity Company of Ghana (ECG)</b>	
Mr. Tetteh A. Okyne	Director of Operations
Mr. Emmanuel Ankomah	District Manager, Legon District Office
Mr. Kwadwo Ayensu Obeng	Sectional Manager-Design
Mr. George Hommey	Division Manager, Protection and Control
<b>DANIMAR ENGINEERING LTD.</b>	
Mr. Kwasi Addo Nyako	Director

在ガーナ日本国大使館  
Embassy of Japan in Ghana

茂田 剛

本田 真一

一等書記官

一等書記官、経済協力班長

JICA ガーナ事務所  
JICA Ghana Office

木藤 耕一

大草 真紀

次長

企画調査員



## 資料－4 討議議事録 (M/D)

4. 討議議事録(M/D)

(1) 第1次現地調査

**Minutes of Discussions  
on the Preparatory Survey  
on the Project for Clean Energy Promotion Using Solar Photovoltaic System  
in the Republic of Ghana**

The Government of Japan (hereinafter referred to as "GoJ") has established Cool Earth Partnership as a new financial mechanism. Through this, GoJ is cooperating actively with developing countries' efforts to reduce greenhouse gasses emissions, such as efforts to promote clean energy. A new scheme of grant aid, "Program Grant Aid for Environment and Climate Change", was also created by GoJ as a component of this financial mechanism. According to the initiative of Cool Earth Partnership, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), in consultation with GoJ, decided to conduct a Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the Survey") on the Project for Clean Energy Promotion Using Solar Photovoltaic System (hereinafter referred to as "the Project").

JICA sent to the Republic of Ghana (hereinafter referred to as "Ghana") the Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "the Team"), headed by Mr. Kunihiro Yamauchi, Resident Representative, JICA Ghana Office, and is scheduled to stay in Ghana from December 6<sup>th</sup> to 12<sup>th</sup>, 2009.

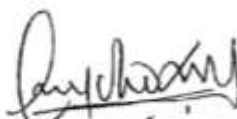
The Team held discussions with the concerned officials of the Government of Ghana and conducted a field survey.

In the course of discussions and field survey, both sides confirmed the main items described in the attached sheets.

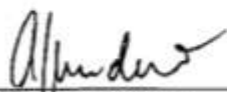
Accra  
December 11, 2009



Mr. Kunihiro Yamauchi  
Leader  
Preparatory Survey Team  
Japan International Cooperation Agency



Prof. Alexander Nyarko  
Director  
Noguchi Memorial Institute for Medical Research  
University of Ghana  
The Republic of Ghana



Mr. Philip Azundow  
Ag. Director  
Physical Development and Municipal Service  
University of Ghana  
The Republic of Ghana



Mr. Yaw Okyere-Nyako  
Director  
Division of External Resource Mobilization -Bilateral  
Ministry of Finance and Economic Planning  
The Republic of Ghana

## ATTACHMENT

### 1. Current Situation

The Government of Ghana recognizes the renewable energy could play a more important role in terms of enabling to meet their energy requirement. In the Strategic National Energy Plan (SNEP) established in 2005, it states that the Solar Photovoltaic (PV) is one of the alternative technologies with high potential for promotion of the use of renewable energy, diversification of energy source and saving the utilization of natural resources in Ghana

In this situation, both sides confirm that the Project, which introduces photovoltaic (PV) power generation systems connected with the national power grid, is one of the pilot systems to enhance the possibility of applying renewable energy.

### 2. Objective of the Project

The objective of the Project is to promote clean energy utilization and achieve emissions reductions by installing the photovoltaic system. The power produced is used for the NMIMR.

### 3. Responsible Organization and Implementing Organization

The responsible organization is the University of Ghana (UG). (The organization chart of the University is shown in Annex-1.)

The implementing agency is the Noguchi Memorial Institute for Medical Research (NMIMR), UG. (The organization chart of the implementing organization is shown in Annex-2.)

### 4. Items Requested by Ghanaian Side

4-1. After discussions with the Team, the installation of the on-grid power generating system using photovoltaic including following equipment was requested by the Ghanaian side.

Table 1 Projects requested by Ghanaian Government

	Description
Location	Noguchi Memorial Institute of Medical Research, UG
Outline	The power produced is used for the NMIMR
Requested equipment	(1) Solar module (total capacity might be 200kWp) (2) Junction box (3) Power Conditioner (4) Distribution board (5) Cables for electric distribution (6) Data collecting and display device (7) Other relevant component to complete PV installation (8) Training for operation and maintenance of PV system

H 3

abu

- 4-2. The Project site is the as shown in Annex-3.
- 4-3. The Ghanaian side explained that there is no request to any other donors for installation of PV system at the NMIMR.
- 4-4. The Ghanaian side has understood that the detailed component and the design of the Project shall be confirmed at the timing of 2<sup>nd</sup> phase of the Preparatory Survey.
- 4-5. The Team will report on the findings and items requested by the Ghanaian side to JICA Headquarters and the Government of Japan.

5. Japan's Program Grant Aid for Environment and Climate Change

The Ghanaian side understood the Japan's Program Grant Aid for Environment and Climate Change scheme explained by the Team, (as described in Annex-4, 5, 6, 7 and 8).

6. Schedule of the Study

- 6-1. The Team will proceed to further survey in Ghana until December 19<sup>th</sup> 2009 as the 1<sup>st</sup> phase of the Preparatory Survey.
- 6-2. After the completion of the 1<sup>st</sup> phase of the Preparatory Survey, the Team will report the results to Ghanaian side, JICA Headquarters and GoJ.
- 6-3. Based on the results of the 1<sup>st</sup> phase of the Preparatory Survey, JICA will conduct the 2<sup>nd</sup> phase of Preparatory Survey for the discussion of detailed component and design as well as collection of further data necessary for design from the middle of February to March 2010.
- 6-4. JICA will prepare the draft report and reference document in English after the 2<sup>nd</sup> phase of Preparatory Survey and dispatch a mission to Ghana in order to explain their contents at the end of July 2010.
- 6-5. When the contents of the report are accepted in principle by the Government of Ghana, JICA will complete the final report and reference document, and submit them to the Government of Ghana and to the Procurement Agent by the end of August, 2010.

7. Other Relevant Issues

7-1. Permission of Land Acquisition / Usage

The University of Ghana owns the land mentioned below. Also, NMIMR agreed to obtain permission of the usage of necessary land or facilities from the University for installation of the equipment.

- (a) Securing necessary land or facilities

  
aku

- for PV Modules
  - for installation of cables between PV Modules and Power Conditioners
  - for Power Conditioners
- (b) Temporary Stockyard during installation of the equipment and materials
- Approximately 1,000m<sup>2</sup> areas within the site.

#### 7-2. Procurement of Equipment

The Team explained that, in accordance with the policy of Government of Japan, products of Japan shall be procured for major equipment in the Project. The Ghanaian side also requested products of Japan for major equipment.

#### 7-3. Coordination with Relevant Organizations

The responsible organization for the Project shall be the focal point for the Team, and responsible for the coordination with relevant organizations. Also, the Ghanaian side agreed to establish a consultative committee in order to coordinate with the Japanese side which consists of the Embassy of Japan, the JICA office and the procurement agent. Terms of Reference of the Consultative Committee is referred to Annex-9.

#### 7-4. Environmental and Social Considerations

The Team explained the outline of JICA Environmental and Social Considerations Guideline (hereinafter referred to as "the JICA Guideline") to the Ghanaian side. The Ghanaian side took the JICA Guideline into consideration, and shall complete the necessary procedures

#### 7-5. Operation and Maintenance

The Responsible Organization agreed to secure and allocate the necessary budget and personnel for the operation and maintenance of grid-connected PV system procured and installed under the Project.

#### 7-6. Customs and Tax exemption

The Ghanaian side agreed that the Ghanaian side shall be responsible for the exemption and/or reimbursement (payment/assumption) of all customs, tax, levies and duties incurred in Ghana for implementation of the Project.

7-7. The Ghanaian side shall ensure the security of all concerned Japanese nationals working on the Project site, if deemed necessary.

7-8. The Ghanaian side shall provide necessary numbers of counterpart personnel to the Team during the period of their studies in Ghana

7-9. The Ghanaian side shall submit all the answers to the Questionnaire, which the Team handed to the Ghanaian side, by December 12<sup>th</sup>.

<List of Annex>

Annex-1 Organization Chart of Responsible Organization

Annex-2 Organization Chart of Implementing Organization

Annex-3 Candidate site of the Project

Annex-4 Program Grant Aid for Environment and Climate Change

Annex-5 General Flow of Program Grant Aid for Environment and Climate Change

Annex-6 Flow of Funds for Project Implementation

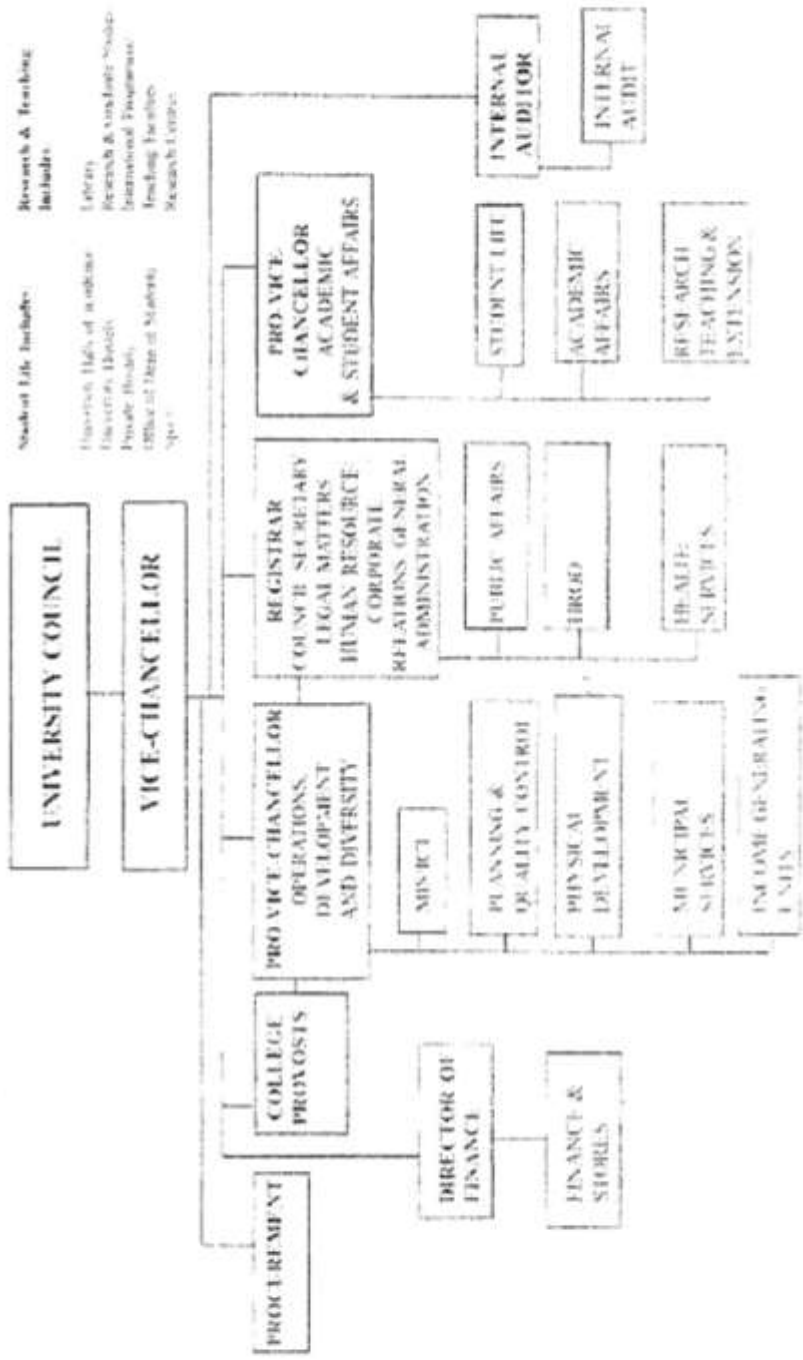
Annex-7 Project Implementation System

Annex-8 Major Undertakings to be taken by Each Government

Annex-9 Terms of References of the Consultative Committee



### Organization Chart of Responsible Organization (University of Ghana)

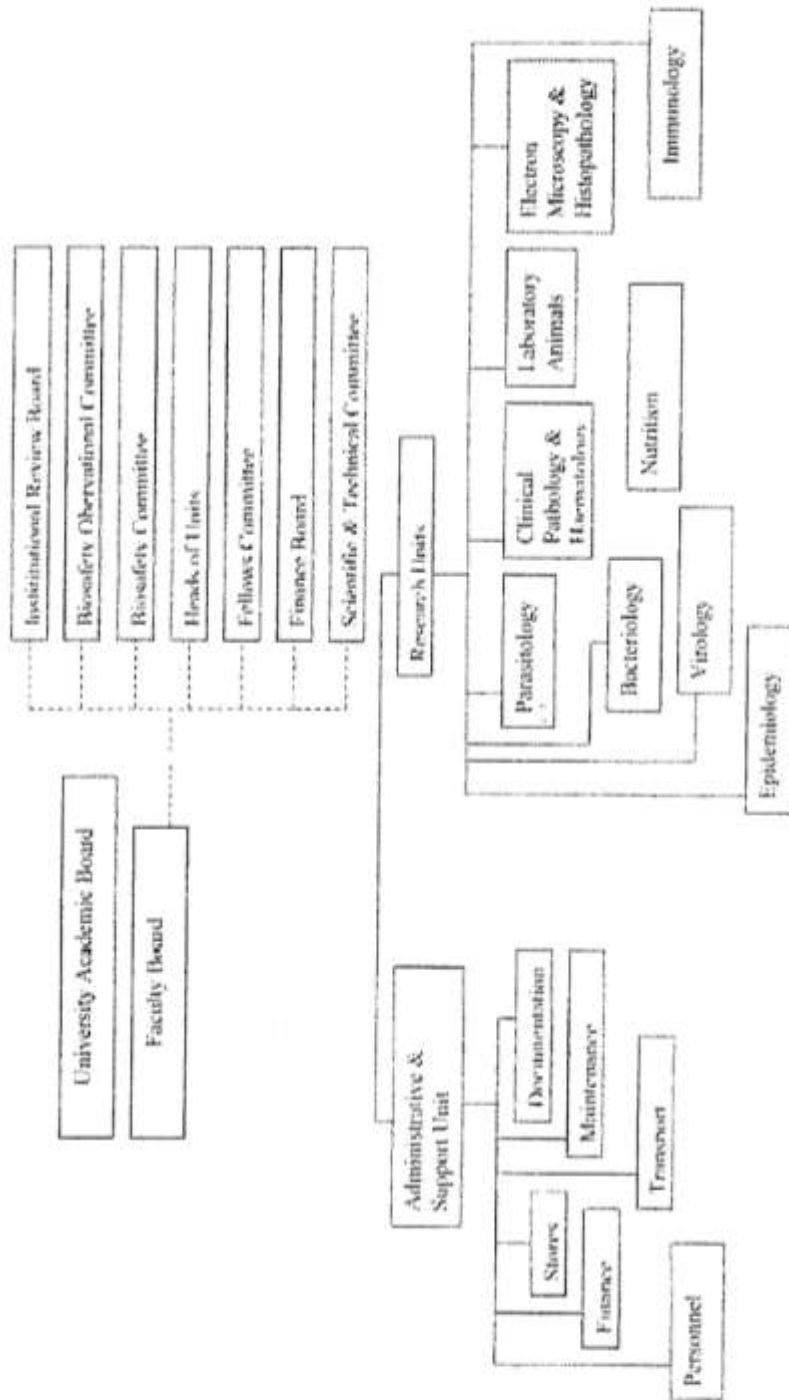


Note: BR/HRD - Human Resources and Organizational Development  
 MIS - Management Information System  
 ICT - Information and Communication Technology

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

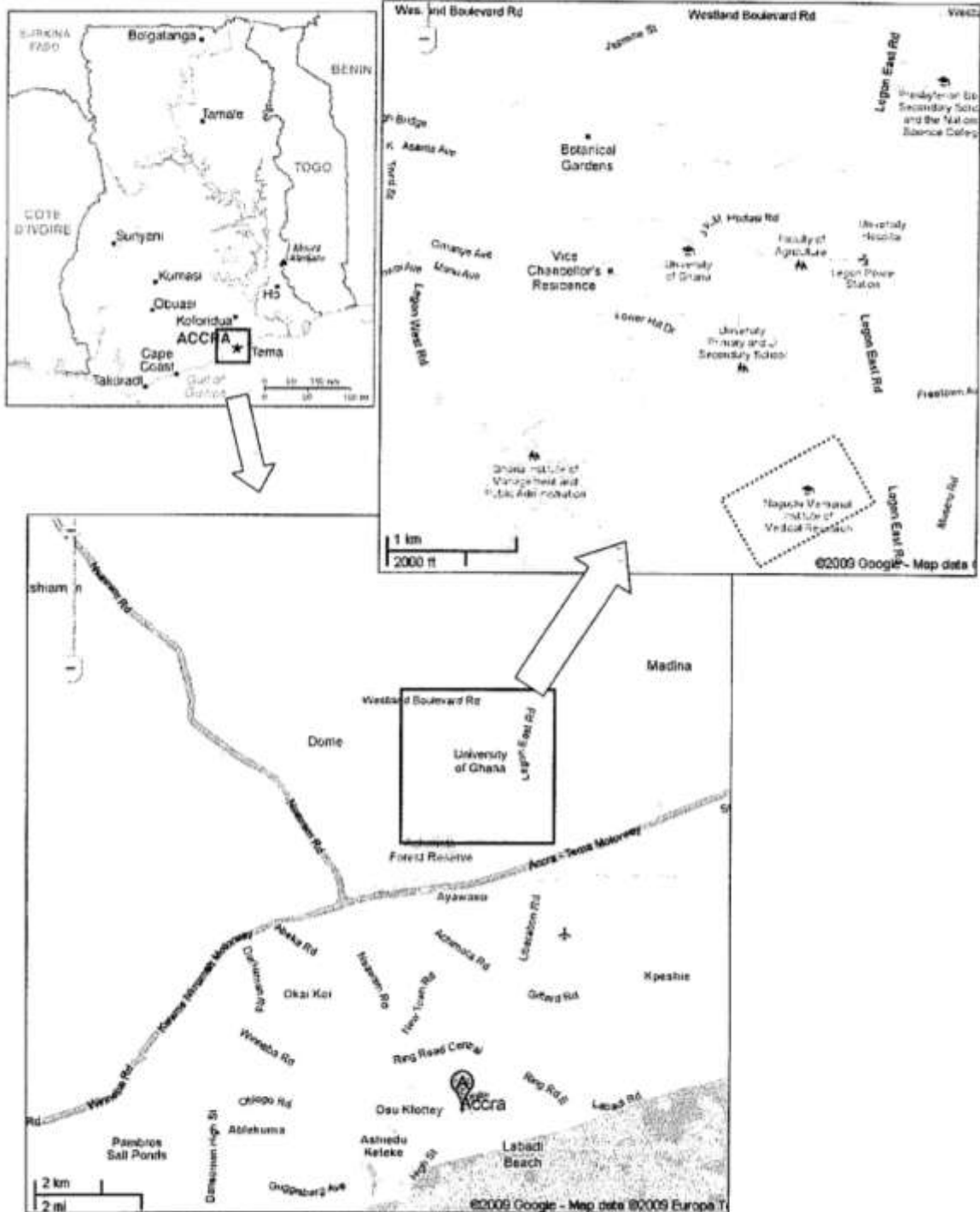
### Organization Chart of Implementing Organization (Noguchi Memorial Institute for Medical Research)





**Candidate Site of the Project**

(Location: University of Ghana, Legon, Ghana)



*Handwritten signature/initials*

*Handwritten signature/initials*

**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 project are examined in the course of Phase 1 of the Survey,

Thirdly, the Government of Japan appraises the project 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 project, 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.

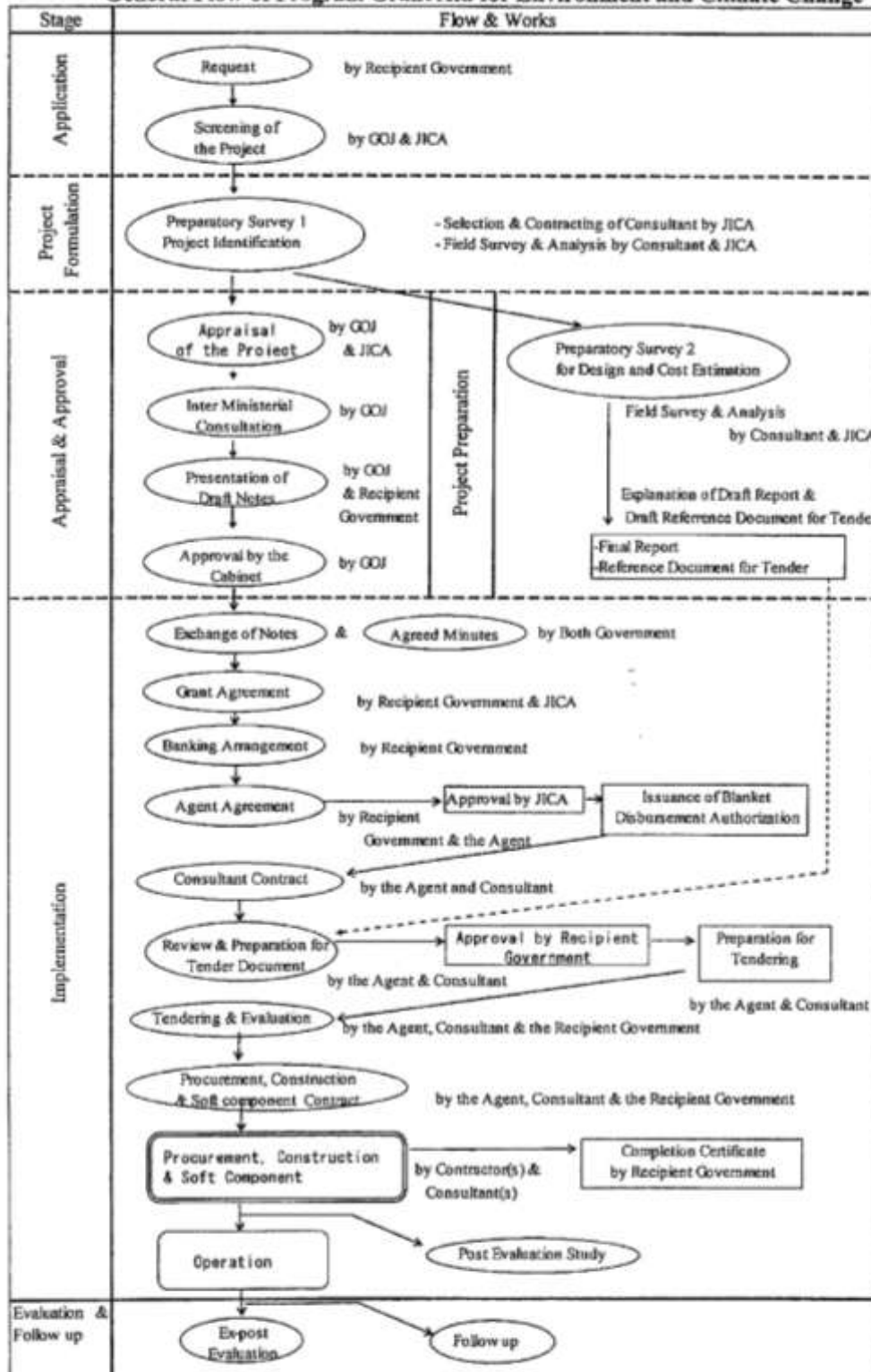
6) "Export and Re-export" of products

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

af 3

af  
af

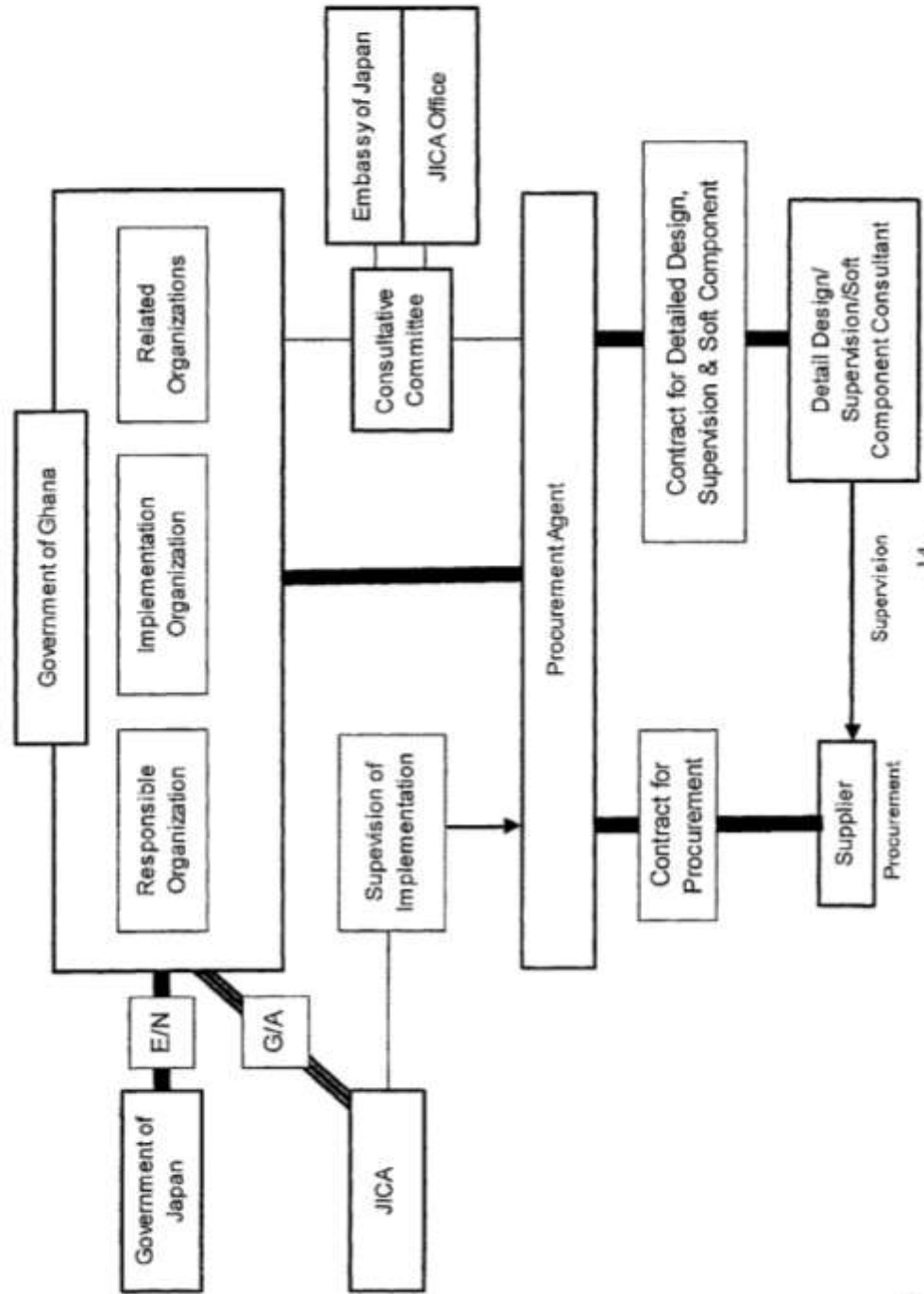
General Flow of Program Grant Aid for Environment and Climate Change



*Handwritten initials/signature*

*Handwritten initials/signature*

# Project Implementation System

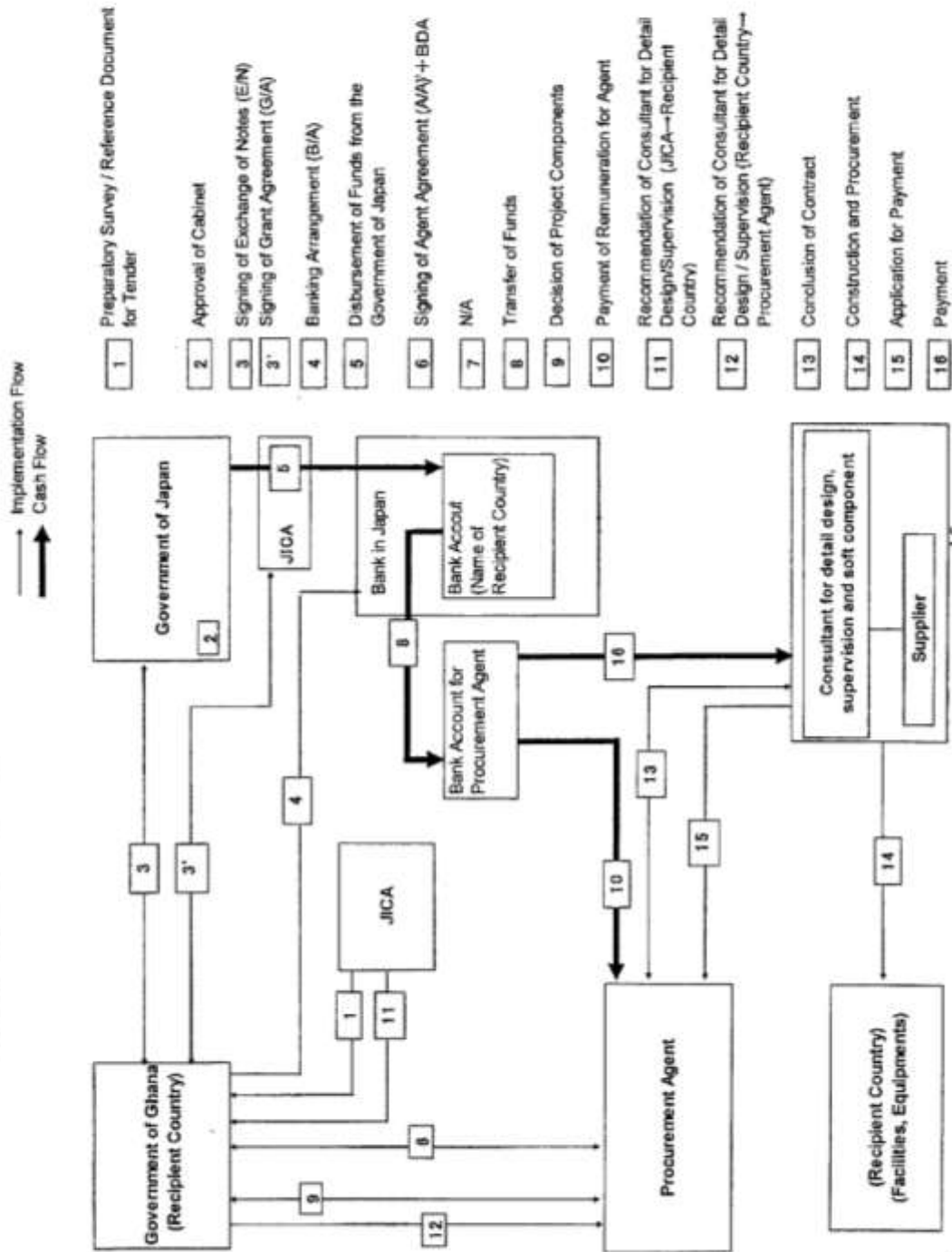


Ab

Handwritten signature



Flow of Funds for Project Implementation



*Handwritten initials/signature*

*Handwritten initials/signature*

## Major undertakings to be taken by each Government

No.	Items	To be covered by Grant Aid	To be covered by Recipient Side
1	To secure land		•
2	To clear, level and reclaim the site when needed urgently		•
3	To construct gates and fences in and around the site		•
4	To construct a parking lot if necessary		•
5	To construct roads		
	1) Within the site	•	
	2) Outside the site and Access road		•
6	To construct the facility and install the equipment	•	
7	To provide facilities for the distribution of electricity, water supply, drainage and other incidental facilities if necessary:		
	1) Electricity		
	a. The power distribution line to the site		•
	b. The drop wiring and internal wiring within the site	•	
	c. The main circuit breaker and transformer for the site	•	
	2) Water Supply		
	a. The city water distribution main to the site		•
	b. The supply system within the site (receiving and elevated tanks)	•	
	3) Drainage		
	a. The city drainage main (for conveying storm water, sewage, etc. from the site)		•
	b. The drainage system within the site (for sewage, ordinary waste, storm water, etc.)	•	
	4) Gas Supply		
	a. The city gas main to the site		•
	b. The gas supply system within the site	•	
	5) Telephone System		
	a. The telephone trunk line to the main distribution frame/panel (MDF) of the building		•
	b. The MDF and the extension after the frame/panel	•	
	6) Furniture and Equipment		
	a. General furniture		•
	b. Project equipment	•	
8	To bear the following commissions applied by the bank in Japan for banking services based upon the Bank Arrangement (B/A):		
	1) Payment of bank commission		•
9	To ensure all the expense and prompt execution of unloading and customs clearance at the port of disembarkation in the recipient country		
	1) Marine or air transportation of the products from Japan or third countries to the recipient	•	
	2) To ensure all the expense and prompt execution of unloading, tax exemption and customs clearance of the products at the port of disembarkation		•
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	•	
10	To accord Japanese nationals and / or nationals of third countries, including persons employed by the agent whose services may be required in connection with the Components such facilities as may be necessary for their entry into recipient country and stay therein for the performance of their work.		•
11	To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the purchase of the Components and to the employment of the Agent will be exempted by the Government of recipient country		•
12	To maintain and use properly and effectively the facilities that are constructed and the equipment that is provided under the Grant.		•
13	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant and its accrued interest, necessary for the purchase of the Components as well as for the agent's fees.		•
14	To ensure environmental and social consideration for the Programme.		•

Terms of Reference of the Consultative Committee (Provisional)

1. To confirm an implementation schedule of the Program for the speedy and effective utilization of the Grant and its accrued interest.
2. To discuss the modifications of the Program, including modification of the design of the facility.
3. To exchange views on allocations of the Grant and its accrued interest as well as on potential end-users.
4. To identify problems which may delay the utilization of the Grant and its accrued interest, and to explore solutions to such problems.
5. To exchange views on publicity related to the utilization of the Grant and its accrued interest.
6. To discuss any other matters that may arise from or in connection with the G/A.





(2) 概略設計概要説明

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

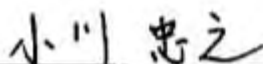
(Explanation on Draft Final Report)

In December 2009, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched to Ghana a Preparatory Survey Team on the Project for Introduction of Clean Energy by Solar Electricity Generation System (hereinafter referred to as "the Project"), to hold discussions with relevant officials of the Government of the Republic of Ghana to conduct field surveys and to make technical evaluations. After discussing results of the Preparatory Survey in Japan, JICA prepared a Draft Final Report of the Outline Design.

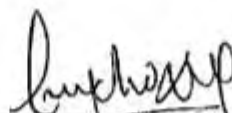
In order to explain and to consult with the concerned officials of the Ghanaian side on the components of the Draft Final Report, JICA dispatched to Ghana a Preparatory Survey Team for Draft Final Report Explanation (hereinafter referred to as "the Team"), which is headed by Mr. Tadayuki OGAWA, Senior Adviser of JICA, from August 2<sup>nd</sup> to 6<sup>th</sup>, 2010.

As a result of the discussions held between JICA and concerned officials of the Government of Ghana, the main items described on the attached sheets are confirmed.

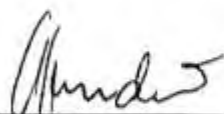
Accra, August 6, 2010



Mr. Tadayuki OGAWA  
Leader  
Preparatory Survey Team  
Japan International Cooperation Agency



Prof. Alexander Nyarko  
Director  
Noguchi Memorial Institute for Medical Research  
University of Ghana  
The Republic of Ghana



Mr. Philip Azundow  
Director  
Physical Development and Municipal Service  
University of Ghana  
The Republic of Ghana



Mr. Yaw Okyere-Nyako  
Director  
Division of External Resource Mobilization -Bilateral  
Ministry of Finance and Economic Planning  
The Republic of Ghana

## ATTACHMENT

### 1. Components of the Draft Final Report

The Noguchi Memorial Institute for Medical Research (hereinafter referred to as "NMIMR") and the University of Ghana (hereinafter referred to as "UG") 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 Ghanaian side understood the contents of the Minutes of Discussions signed by JICA and the Ghanaian side on 11<sup>th</sup> December, 2009 (hereinafter referred to as "the previous M/D"), and agreed to take the necessary measures confirmed on the previous M/D for smooth implementation of the Project 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 from the previous M/D

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

JICA and the Ghanaian side confirmed that project site is UG and NMIMR. The Team explained that the capacity of solar photovoltaic system (hereinafter referred to as "PV system") can be increased up to 315 kWp from 200kWp in the previous M/D based on the result of outline design and cost estimation. The Ghanaian side accepted the change of PV capacity.

#### 3.2. Responsible Organization and Implementing Agency

JICA and the Ghanaian side confirmed that the UG is the responsible organization, and NMIMR is the implementing agency for the Project.


### 4. Equipment to be procured

The Team explained that the list of equipment to be procured is as shown in **Annex-2** based on the result of the 2<sup>nd</sup> Preparatory Survey conducted in March 2010. After discussions, JICA and the Ghanaian side agreed to procure the major equipment such as PV module, Power Conditioner and Transformer from Japan.

### 5. Procurement Process for the Project

JICA and the Ghanaian side reconfirmed that procurement process will be supervised by the Procurement Agent (hereinafter referred to as "the Agent") who is recommended by the government of Japan through necessary consultations with the Consultative Committee (hereinafter referred to as "the Committee"). JICA and the Ghanaian side also reconfirmed the roles of the Agent as follows;

1

 ①



aka

- (1) The Agent will render the services stipulated in the provisions of the G/A (Grant Agreement) as well as the E/N (Exchange of Notes) for the Project;
- (2) The Agent will implement the procurement procedures necessary for the Project according to the provisions of the G/A and E/N and any other relevant guidelines
- (3) JICA will provide a Final Report to the Agent; and
- (4) The Agent will undertake 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 Project comes down to the amount agreed on G/A and E/N.

The Ghanaian side agreed that if there is a remaining amount of the cost for the Project after tenders, additional items of equipment would be procured based on priorities which will be set by the Committee.

The Ghanaian side also understood that decision on addition or reduction of the equipment to be procured would be made through necessary consultations with members of the Committee.

#### **6. Project Cost**

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

#### **7. Confidentiality of the Project**

##### **(1) Detailed specifications of the Facilities and Equipment**

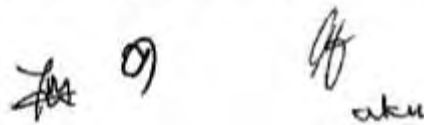
JICA and the Ghanaian side agreed that all the information related to the Project including detailed drawings and specifications of the facilities and equipment and other technical information shall not be disclosed to any outside parties (i.e. outside of JICA, the Ghanaian side and the Agent) before the conclusion of all the contract(s) for the Project.

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

The Team explained the estimated cost of the Project as described in Annex-3. JICA and The Ghanaian side agreed that the estimated cost for the Project should never be duplicated or disclosed to any outside parties (i.e. outside of JICA, the Ghanaian side and the Agent) before tender for the Project. The Ghanaian side understood that the estimated cost for the Project attached as Annex-3 is not final and is subject to change as a result of examination through revision of the Outline Design Study.

#### **8. The Consultative Committee**

The Ghanaian side agreed that NMIMR will chair the Committee in order to facilitate

Handwritten signatures and initials in black ink, including a large signature on the left, a circled '9' in the middle, and another signature on the right with the name 'aku' written below it.

consultation and procurement process. The Terms of Reference of the Committee are outlined in Annex-8 of the previous M/D.

The members of the Committee are as follows:

- (1) Representative(s) of NMIMR (Chair)
- (2) Representative(s) of UG
- (3) Representative(s) of Ministry of Finance and Economic Planning
- (4) Representative(s) of Ministry of Energy
- (5) Representative(s) of JICA Ghana Office

The first meeting of the Committee shall be held after the signing of the consulting services agreement between the Agent and the Consultant. Further meetings shall be held upon the request of either the Ghanaian side or the Japanese side. The Procurement Agent may advise JICA and the Ghanaian side on the necessity to call for a meeting of the Committee.

## 9. Other Relevant Issues

### 9.1. Undertakings required by the Ghanaian side

The Team requested the Ghanaian side to abide by the following undertakings by the Ghanaian side in addition to major undertakings described in the previous M/D and in Annex-4 of this M/D. The Ghanaian side agreed to do so.

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

The owner of the land to be used for the following purposes of the Project is UG. The Ghanaian side has reconfirmed that there is no objection to use the land for the Project.

- 1) for the installation of PV system
- 2) for the construction of power conditioner house
- 3) for temporary stockyard

NMIMR, on August 2<sup>nd</sup>, 2010, has applied to UG for the land usage of PV systems including the additional area necessary to accommodate total capacity of 315KW. NMIMR shall obtain the approval letter by the end of August 2010.

#### (2) Environmental and Social Considerations

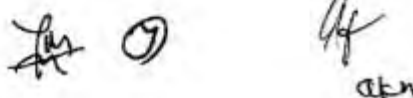
NMIMR, on March 24<sup>th</sup>, 2010, has applied to the Environmental Protection Agency (EPA) for Environment Assessment Registration. The EPA has inspected the site, and the approval of the application shall be finished by the end of August 2010.

#### (3) License for Service Providers in the Electricity Supply Industry

The Ghanaian side agreed that the necessary license for service providers in the electricity supply industry will be obtained by UG and/or NMIMR from the Energy Commission (EC) by the commencement of the construction work at the project site, in case the generated power from the PV system is sold to third parties.

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

- 1) The Ghanaian side agreed that structural design for frames to mount PV panels and power conditioner house shall comply with the Architectural Codes and Standards in



Japan in consideration of relevant laws and regulations as well as natural conditions in Ghana.

- 2) Electrical design for Grid-connected PV system should be conducted in accordance with JIS/IEC and BS.

(5) Customs and Tax Exemption

The Ghanaian side agreed that NMIMR shall be responsible for the exemption of all customs, tax, levies and duties incurred in Ghana for the implementation of the Project.

(6) Assignment of Counterpart Personnel

- 1) Overall project management

The Ghanaian side assigned following personnel for overall project management and coordination.

NMIMR: Mr. Ebenezer Lamptey, Head of Maintenance

- 2) Soft Component

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

NMIMR will assign the focal Counterpart Personnel for the soft component.

Other personnel will be assigned from other organizations as required at the time of project implementation.

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

The Ghanaian side has reconfirmed that the NMIMR is the final 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 Project. The Ghanaian side confirmed that the Equipment procured under the Project shall be operated and maintained by NMIMR with the necessary assistance by Electricity Company of Ghana (ECG) and other related organizations.

<List of Annex>

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

Annex-2 List of Equipment

Annex-3 Estimated Project Cost (Confidential)

Annex-4 Major Undertakings to be taken by the Ghanaian side

Handwritten signatures and initials in black ink, including a circled 'D' and the name 'aben'.



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, will, however, 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.

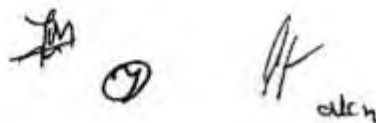
For this, the following points should be taken into consideration:

- (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.

Handwritten signatures and initials in black ink, including a stylized signature, a circled mark, and the letters 'AK' with 'alch' written below.

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"

*[Handwritten signatures and initials]*

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.

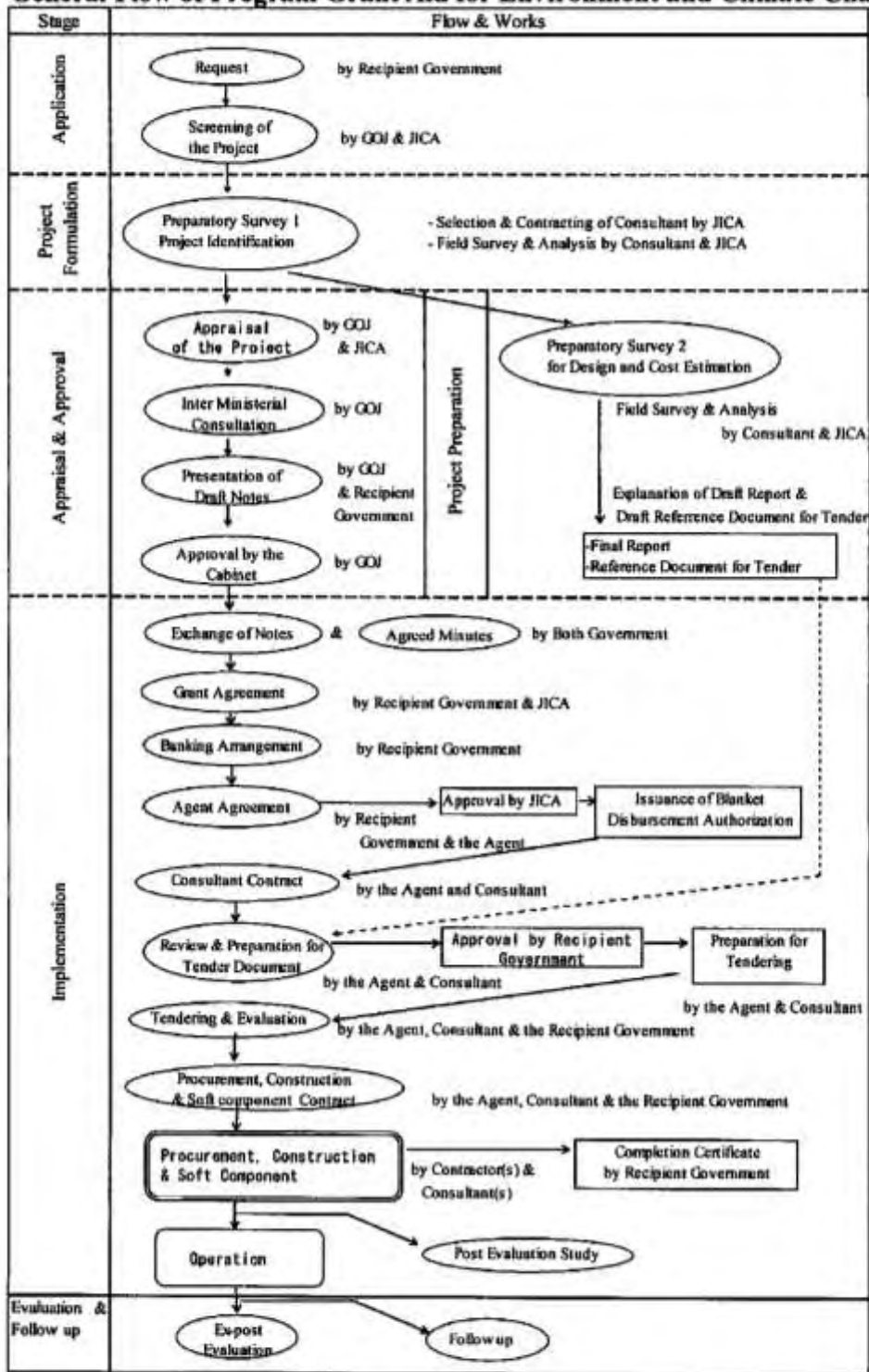
6) "Export and Re-export" of products

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

*[Handwritten initials]* *[Handwritten symbol]*

*[Handwritten initials]*  
akn

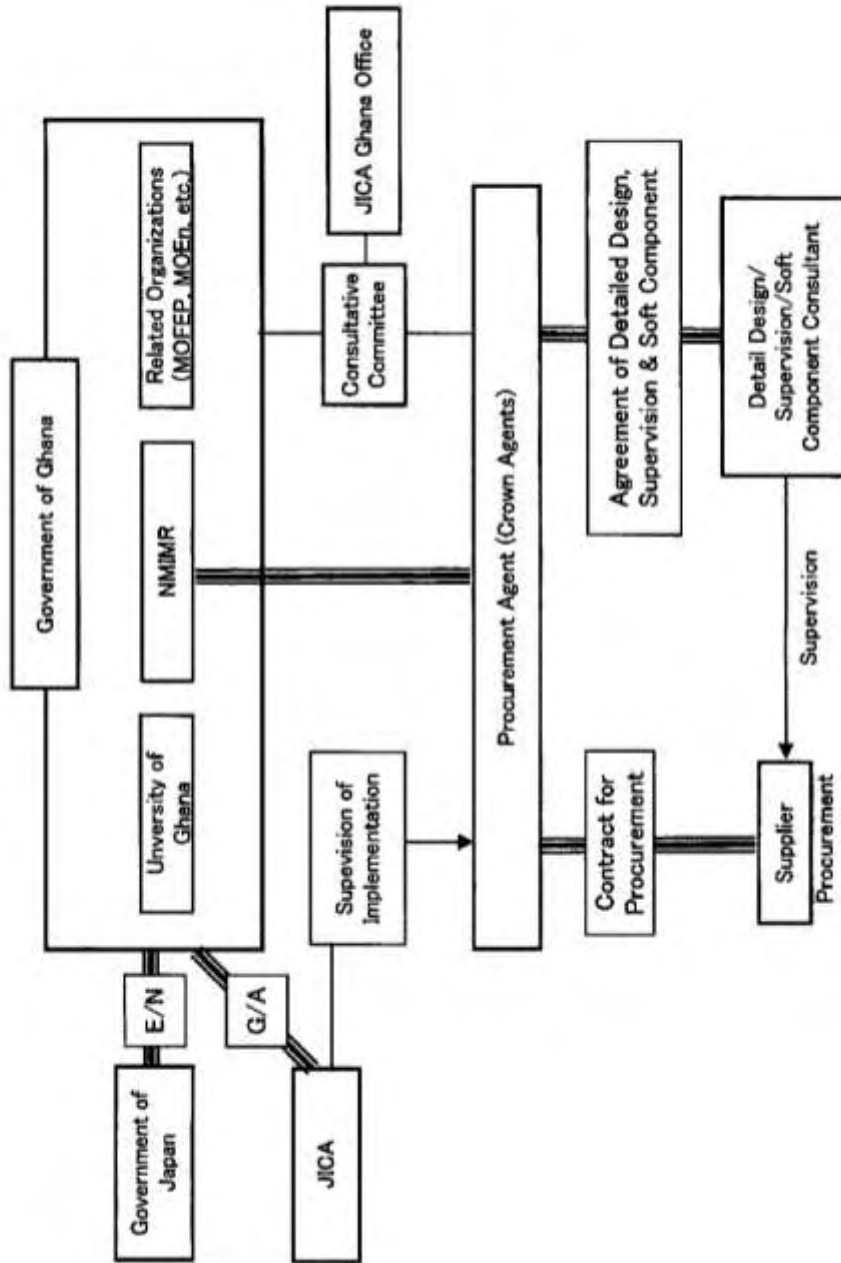
### General Flow of Program Grant Aid for Environment and Climate Change



*Handwritten signature and mark*

*Handwritten signature and mark*

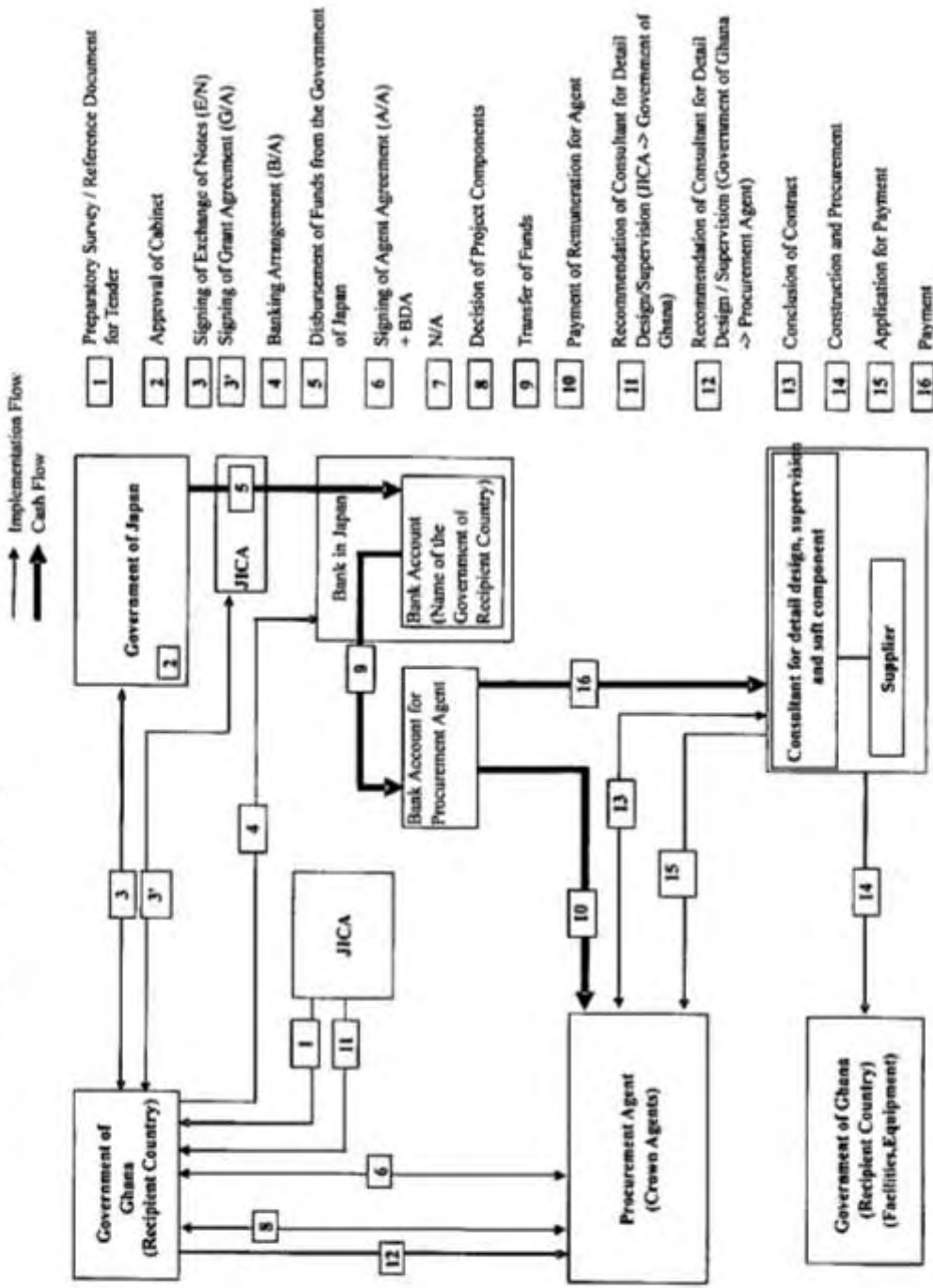
# Project Implementation System



*[Handwritten signatures and marks]*



**Flow of Funds for Project Implementation**



*Handwritten signatures and initials:*  
 [Signature] [Initials] [Signature] akh

### List of Major Equipments

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

Components	Specification	Qty.	Unit	Purpose
PV module	Total capacity 315 kWp or more at the standard Test condition (Solar irradiation: 1,000 W/m <sup>2</sup> , Ambient temperature: 25°C, Air Mass (AM):1.5) and Mono-crystalline, Multi-crystalline Silicon Type or, Tandem-type of Crystalline Silicon and Amorphous Silicon and IP 65 or more. Applicable standard JIS C 8917 for withstanding voltage and insulation test and IEC 61215 or JIS C 8990 for design qualification. Module efficiency 12 % or more and Module output from 180W to210 W.	1	Lot	To generate power to grid-connected PV system by receiving solar insolation
Mounting structure for PV modules	Ground mounting type and Base metal applied SS 400 (JIS G 3101), SPHC (JIS H 8641) or stronger with Galvanized finishing.	1	Lot	To support PV module at required height and angle
Power Conditioner	Indoor use ground mount type self-excited voltage inverter with rated capacity 100kW or more and system efficiency 90% or more and power factor control 95% or more with grid-connecting facility and safety protection relays (OCR, UVR, OVR, UFR, OFR).	4	Units	To convert the generated power from DC to AC and synchronize with existing electrical system and to match and supply power to load and grid.
Junction box	Outdoor use wall mounted type, tropical area use with reverse power flow protection, circuit breaker and surge absorber. Protection class IP44 or higher	1	Lot	To connect strings of PV modules to collecting boxes
Connection box	Outdoor use wall mount type, tropical area use with reverse power flow protection, circuit breaker and surge absorber. Protection class IP 44 or higher.	1	Lot	To connects the power from Junction box to power conditioners.
Transformer Panel	500kVA dry type indoor use molded type Transformer installed in Metal enclosed indoor use self standing type cubicle and protection class IP 20 or more with necessary MCCBs.	1	Unit	To step up primary side voltage of Power conditioner to 415/240 V 3phase 4 wire and to connect existing grid and supply power to the existing loads.
Display system	This system consist of Floor mount Liquid crystal 60 inch monitor located at entrance hall and Media Converters, Media Extenders and UPS (500VA or more), Hub, etc.	1	Lot	To display information of PV system such as total and daily generated power , total CO2 reduction amount etc.
Protection and Data management system	This system consist of PLC data processing devices, Media converters, Signal converter with transuding device, Measurement instruments (Solar Irradiance and Ambient temperature), Data Logger, UPS, Hub and necessary cables.	1	Lot	To measure and manage PV system output and climatic conditions.
400 V MCCB Panel	Indoor use, air insulated, metal enclosed and self standing type with MCCB 4p 400 AF/400AT x1 and Relay signal transmission standards	1	Unit	To connect 415 v circuit between PV system and existing distribution system.
Cable	IEC, JIS or equivalent standard CV cable or CV with metal armor cable.	1	Lot	To connect between PV modules and Junction boxes, between Junction boxes and Collecting boxes, between Collecting boxes and Power conditioners, between Power conditioner and Transformer, Transformer and Interconnection point etc.

Source: JICA Study Team

**Project Cost Estimation (Confidential)**

This cost estimate is provisional and would be further examined by the Government of Japan for the approval of the Grant Aid.

1. Cost to be borne by the Japanese side: approximately ¥ 606.0 million

Item	Amount (Million Japanese Yen)
1. Equipment and materials Procurement Cost (Equipment and materials cost including Installation cost, Civil & building works cost, Ocean & Inland transportation cost, All insurance cost, Temporally works cost and Overhead)	521.7
2. Procurement Agent & Consulting Services Fee	84.3
3. Total (1+2)	606.0

2. Cost to be borne by the Ghanaian side

2.1 Cost necessary during the construction; 14,380 GHC (Approximately ¥ 0.91 million)

The contents and cost during the construction on the Ghanaian side are as follows

Item	Amount
1. Bush clearing	4,740 GHC (Approximately ¥ 0.30 million)
2. Bank commission	9,640 GHC (Approximately ¥ 0.61 million)
3. Total (1+2+3)	14,380 GHC (Approximately ¥ 0.91 million)

2.2 Operation and maintenance expenses after the commissioning

The equipment to be procured under the Program is basically maintenance-free; however, it will be necessary to always keep replacement parts on hand. Moreover, in cases of periodic inspections or when abnormal situations or breakdowns occur, it will be necessary to dispatch an engineer and thereby incur personnel expenses. Therefore, Ghanaian side will need to allocate the budget for the following operation and maintenance expenses (annual) to ensure that no problems arise in the operation and maintenance of equipment.

(1) Personnel expenses	Approximately 3,950 GHC/year (Approximately 250,000 yen/year)
(2) Expendable and replacement parts cost	Approximately 4,250 GHC/year (Approximately 269,000 yen/year)



(4)Total

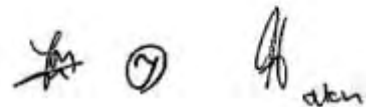
Approximately 8,200 GHC/year  
(Approximately 519,000 yen/year)

3. Conditions for estimation

- (1) Time of estimation: April 2010 (Average rate from Oct.2009 to Mar.2010)  
(2) Foreign exchange rate: US\$ 1.00 = JP¥ 91.20  
Euro 1.00 = JP¥ 130.60  
GHC 1.00 = JP¥ 63.3 (JP¥100 = 1.58GHC)

(3) Others:


The above estimation was carried out in accordance with relevant rules and the guideline of Japan's Grant Aid.



## Major undertakings to be taken by each Government

No.	Items	To be covered by Grant Aid	To be covered by Recipient Side
1	To secure land		•
2	To clear bush at the site when needed urgently		•
3	To clear, level and reclaim the site	•	
4	To construct gates and fences in and around the site	•	•
5	To construct a parking lot if necessary		•
6	To construct roads		
	1) Within the site	•	
	2) Outside the site and Access road		•
7	To construct the facility and install the equipment under the Programme	•	
8	To provide facilities for the distribution of electricity, water supply, drainage and other incidental facilities if necessary:		
	1) Electricity		
	a. The power distribution line to the site from the existing electrical room	•	
	b. The drop wiring and internal wiring within the site	•	
	c. The main circuit breaker and transformer for the site	•	
	2) Water Supply		
	a. The city water distribution main to the site		•
	b. The supply system within the site (receiving and elevated tanks)	•	
	3) Drainage		
	a. The city drainage main (for conveying storm water, sewage, etc. from the site)		•
	b. The drainage system within the site (for sewage, ordinary waste, storm water, etc.)	•	
	4) Gas Supply		
	a. The city gas main to the site		•
	b. The gas supply system within the site	•	
	5) Telephone System		
	a. The telephone trunk line to the main distribution frame/panel (MDF) of the building		•
	b. The MDF and the extension after the frame/panel	•	
	6) Furniture and Equipment		
	a. General furniture		•
	b. Project equipment (data management system only)	•	
9	To bear the following commissions applied by the bank in Japan for banking services based upon the Bank Arrangement (B/A):		
	1) Payment of bank commission		•
10	To ensure all the expense and prompt execution of unloading and customs clearance at the port of disembarkation in the recipient country		
	1) Marine or air transportation of the products from Japan or third countries to the recipient	•	
	2) To ensure all the expense and prompt execution of unloading, tax exemption and customs clearance of the products at the port of disembarkation		•
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	•	
11	To accord Japanese nationals and / or nationals of third countries, including persons employed by the agent whose services may be required in connection with the Components such facilities as may be necessary for their entry into recipient country and stay therein for the performance of their work.		•
12	To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the purchase of the Components and to the employment of the Agent will be exempted by the Government of recipient country		•
13	To maintain and use properly and effectively the facilities that are constructed and the equipment that is provided under the Grant.		•
14	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant and its accrued interest, necessary for the purchase of the Components as well as for the agent's fees.		•
15	To ensure environmental and social consideration for the Programme.		•
16	Responsibility of operation and maintenance of Equipment and materials procured, facility constructed, under the Programme after completion		•




  
 akem

17	To allocate necessary budget for operation and maintenance of Equipment procured under the Programme after completion		•
----	---	--	---

*[Handwritten marks]*

## 資料－5 事業事前計画表

## 5. 事業事前計画表

### 1. 案件名（国名）

国名：ガーナ共和国

案件名：太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画

（案件名英文）The Project for Introduction of Clean Energy by Solar Electricity Generation System

### 2. 事業の背景と必要性

#### (1) 当該国におけるエネルギーセクターの現状と課題

ガーナ共和国（以下「ガ」国と称す）では、1990年代半ばまではボルタ湖（人造湖）の豊富な水源を利用した水力発電により、国内の電力供給並びにコートジボワール及びトーゴなど近隣国への電力輸出を行っていた。しかしながら、近年は国内電力需要の増加に伴い水力発電のみでは必要な電力供給を賄えず、不足する電力については、火力発電所の建設を推進するほか、コートジボワールからの国際連系線を介した電力融通で補っている。更に、最近では気候変動の影響により渇水が頻繁に発生し、主要電源であるアコンボ水力発電所の発電量が低下してきている。このため「ガ」国では、エネルギー源の多様化、再生可能エネルギーの導入促進を政策目標として掲げ、エネルギー供給事情の改善と環境負荷の軽減を両立すべく、政策の実現に向けて努力している。このような中、太陽光発電を含む再生可能エネルギーは、温室効果ガス排出量を抑制しながら、電力の安定供給を実現する技術として、その導入に対する支援が期待されている。

#### (2) 当該国におけるエネルギーセクターの開発政策における本事業の位置づけ

「ガ」国は、気候変動枠組み条約(United Nations Framework Convention on Climate Change)及び京都議定書を批准し、積極的に気候変動対策に取り組もうとしている。2006年に策定された戦略的国家エネルギー計画(SNEP: Strategic National Energy Plan 2006-2020)では、2020年までに発電設備容量に占める再生可能エネルギーの割合を10%にすることを目標とし、バイオマス、風力、太陽光、小水力等の再生可能エネルギーの導入が進められている。「ガ」国では、従来から地方未電化地域の電化を目的として、配電系統に連系されない小規模な独立型太陽光発電設備の導入が進められてきたが、系統に連系された大規模な太陽光発電システムは未だ導入されていない。本事業は、太陽光発電システムを整備することにより、再生可能エネルギーによる発電量を増加し、エネルギー源の多様化に貢献するとともに、温室効果ガスの削減など気候変動対策にも寄与するものである。

#### (3) 気候変動対策におけるエネルギーセクターに対する我が国及びJICAの援助方針と実績

我が国は、従前より、排出削減等の気候変動対策に取り組む途上国及び気候変動の悪影響に対して脆弱な途上国への支援を積極的に行っており、2008年には5年間で100億ドル規模の新たな資金メカニズムを発表している。この新たな資金メカニズムの一環として、2008年度より途上国の適応策及び緩和策を支援するため、「環境プログラム無償」が新設された。今般、外務省は途上国に対し、太陽光発電等を活用した環境プログラム無償に関する支援ニーズや具体的アイデアにかかる要望調査を実施し、同調査の結果、「ガ」国から本事業にかかる協力要請がなされた。

我が国から「ガ」国への政府開発援助では、基礎的生活分野を中心として「ガ」国の貧困削減努力に対する支援及び地域格差の解決に関するイニシアティブ支援を基本的政策として実施している。電力セクターへの援助も、全国平均で55%~60%と低い電化率に起因する住環境の悪化や生産性の低下を改善する目的で行われてきた。JICAでは、再生可能エネルギーに関して、電化率の低い北部3州を対象とした「再生可能エネルギー利用地方電化計画マスタープラン調査」、「太陽光発電普及のための人材育成プロジェクト」(技術協力プロジェクト)を実施している。

#### (4) 他の援助機関の対応

世界銀行、デンマーク、スペインは、未電化地域を対象として、太陽光発電システムによる電力アクセス向上プロジェクトを実施している。



### 3. 事業概要

- (1) 事業の目的（協力プログラムにおける位置づけを含む）

アクラ市において、太陽光発電関連機材を調達し技術者育成支援を行うことにより、発電能力の向上、エネルギー源の多様化、再生可能エネルギー利用に関するガーナ国民の意識啓発を図り、もって気候変動対策において先進国・途上国双方の取組を促す日本のイニシアティブを示すことに寄与する。
- (2) プロジェクトサイト/対象地域名  
ガーナ大学附属 野口記念医学研究所（利用者数 約 240 名）／アクラ市レゴン地域
- (3) 事業概要
  - 1) 土木工事、調達機器等の内容  
太陽光発電システム一式（315kW）（太陽電池モジュール、パワーコンディショナー、接続箱、集電箱、遮断器、変圧器、電線類、データ記録装置、発電量表示装置等）
  - 2) コンサルティング・サービス/ソフトコンポーネントの内容  
【ソフトコンポーネント】  
系統連系型太陽光発電システムに関する基礎知識及び保守点検、緊急時の対応等の維持運営管理に関する研修
- (4) 総事業費/概算協力額
- (5) 事業実施スケジュール（協力期間）  
入札期間を含め約 16 ヶ月（予定）
- (6) 事業実施体制（実施機関/カウンターパート）
  - 1) 責任機関：ガーナ大学
  - 2) 実施機関：野口記念医学研究所
- (7) 環境社会配慮・貧困削減・社会開発
  - 1) 環境社会配慮
    - ① カテゴリ分類：B
    - ② 影響と緩和・軽減策  
本計画の太陽光システムはバッテリーを使用しないシステムを予定しており、廃バッテリー処理に伴う環境への重大な影響はない。敷地造成の際に整地作業や、木々の伐採（または移動）と蟻塚の撤去が必要になるが、いずれも環境影響としては非常に小規模なものである。
  - 2) 貧困削減促進  
特に関連する事項は無い
  - 3) ジェンダー  
特に関連する事項は無い
- (8) 他援助機関等との連携・役割分担  
特に無し
- (9) その他特記事項  
特に無し

#### 4. 外部条件・リスクコントロール

(1) 事業実施のための前提条件

実施にあたって、野口記念医学研究所が太陽光パネル据付用地の使用に係る許可をガーナ大学から取得する（2010年8月に取得済み）。

(2) プロジェクト全体計画達成のための外部条件

再生可能エネルギー導入促進のための施策の実施及び財源の確保

#### 5. 過去の類似案件の評価結果と本事業への教訓

「太陽光発電プロジェクト利用地方電化の課題と可能性に関する調査（プロジェクト研究）」報告書（2005年）他において、バッテリーが維持管理の課題となる要素が高いと指摘されている。そのため、廃棄バッテリー処理体制や、将来的にバッテリーを交換する費用を負担可能な実施体制等の確立が必要であるが、体制確立に相当な時間を要する場合もある。本件で調達する太陽光発電システムは電力系統に連系し、バッテリーを極力使用しない維持管理負担の少ないシステムを構築することとする。

#### 6. 評価結果

以下の内容により本案件の妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。

(1) 妥当性

2(2)に記載のとおり、本事業は「ガ」国の戦略的国家エネルギー計画で目指している再生可能エネルギーによる発電設備容量の増加に寄与するものである。また、「ガ」国において最大規模となる系統連系型太陽光発電システムを導入することは、再生可能エネルギー利用に関する啓発の意義が大きく、今後の「ガ」国での再生可能エネルギー導入促進効果が見込めると考えられる。さらに、国際社会全体にとって喫緊の課題である気候変動対策において、先進国・途上国双方の取組を促し、温室効果ガスの排出削減と経済成長の両立を目指す途上国を支援するという日本のイニシアティブを示す意味でも妥当である。

(2) 有効性

1) 定量的効果

指標名	基準値（2010年）	目標値（2015年）【事業完成3年後】
送電端電力量（MWh/年）	0	382
CO <sub>2</sub> 削減量（t/年）	0	220

2) 定性的効果

再生可能エネルギーの利用促進に関する国民への意識啓発、気候変動対策における日本のイニシアティブの提示

#### 7. 今後の評価計画

(1) 今後の評価に用いる主な指標

6.(2)1)のとおり。

(2) 今後の評価のタイミング

・事後評価 事業完成3年後

以上

## 資料－6 ソフトコンポーネント計画書

## 6. ソフトコンポーネント計画書

### (1) ソフトコンポーネントを計画する背景

ガーナ共和国「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」は、ガーナ共和国（以下、「ガ」国）のガーナ大学附属 野口記念医学研究所（NMIMR）を対象サイトとして、系統連系型の太陽光発電設備（出力 315kWp）及び関連する変圧器、所内配電用資機材の調達・据付を行うものである。

「ガ」国では、エネルギーの安定供給とエネルギー安全保障を達成するため、多様なエネルギー源の開発を推進することをエネルギー政策の目標として掲げており、その方策として再生可能エネルギーの導入が進められている。同方針を受けて、「ガ」国では再生可能エネルギーの導入目標として、2020年までに電力供給における再生可能エネルギーの割合を10%とすることが定められている。本無償資金協力事業は、「ガ」国における再生可能エネルギー導入の目標達成に資するとともに、「ガ」国政府による気候変動対策（緩和策）として、太陽光を利用した発電を行うことにより火力発電用燃料の使用量並びに温室効果ガスの排出量を削減するものである。

「ガ」国における太陽光発電設備の導入状況は、援助機関が中心となり主に北部各州へ SHS（Solar Home System）、ワクチン保存用 PV1 冷蔵庫、ソーラーポンプ、PV 街灯などを設置しているほか、系統連系型太陽光発電システム（以下、「PV 連系システム」と称す）としては、スペインの援助により 50kW が MOE (Ministry of Energy) の駐車場の屋根に設置されている。最近ではドイツの援助で EC (Energy Commission) ビルの前庭に 4.5kW の追尾式 PV 連系システムが導入された。このように「ガ」国では、太陽光発電設備の導入が進められているものの、PV 連系システムが導入された実績は 2 件のみであり、「ガ」国における PV 連系システムの運転・維持管理に対する知見は十分とは言えない。

NMIMR では、研究所の電気設備や非常用発電機の日常的な運転・維持管理を行っており、電気設備の運転・維持管理に関する基本的な知見は持ち合わせている。しかしながら、NMIMR に太陽光発電システムが導入されたことはなく、日常の業務を通じて PV 連系システムの運転・維持管理に必要な知識・技術を習得することは困難である。また、配電システムの運用者である ECG (ガーナ電力公社) においても、系統連系型の自家発電設備が配電系統に接続され、運用された経験は乏しいことから、PV 連系システムに対する留意事項、事故対応について十分な知見を有していない。更に、電力の売買を伴わない発電設備の系統連系については、規制や技術基準等が整備されていない。

本ソフトコンポーネントでは、プロジェクト開始時の円滑な立ち上がりを支援することと、PV 連系システムが持続的に運転・維持管理されることを目的とし、実施機関となる NMIMR のメンテナンス部を主な対象として PV 連系システムの運転・維持管理に関する技術移転を実施する。また、太陽光発電設備が連系される配電システムの運用者・維持管理者においても、PV 連系システムの特性を把握しておく必要があることから、大学構内の配電設備の維持管理主体であるガーナ大学施設部、配電システムの運用者である ECG、電力事業に関する規制機関であるエネルギー省やエネルギー委員会に対しても、PV 連系システムの概要、系統運用上の留

---

<sup>1</sup> PV : Photovoltaic の略で、太陽電池を意味する。

意事項や連系に係る技術要件について、必要な技術移転を行う。

## (2) ソフトコンポーネントの目標

本ソフトコンポーネントの目標は、以下の通りである。下記の目標が達成されることにより、無償資金協力事業の効果が持続的に発現することが期待される。

- 1) プロジェクトの竣工後、「ガ」国側による PV 連系システムの運転・維持管理が円滑に開始される。
- 2) PV 連系システムの運転・維持管理が持続的に行われる。
- 3) 太陽光発電設備が連系された配電系統が、安定的に運用される。

## (3) ソフトコンポーネントの成果

本ソフトコンポーネントで達成すべき成果は、以下の通りである。

表1 ソフトコンポーネントの成果

目 標	ソフトコンポーネントの成果	対象者
1. プロジェクトの竣工後、「ガ」国側による PV 連系システムの運転・維持管理が円滑に開始される。	1-1 PV 連系システムの運転・維持管理組織が確立される。	NMIMR
	1-2 運転・維持管理要員が、PV 連系システムの運転・維持管理技術を習得する。	メンテナンス部
2. PV 連系システムの運転・維持管理が持続的に行われる。	2-1 PV 連系システムの運転・維持管理マニュアルがトラブルシューティングを含んで作成される。	NMIMR メンテナンス部
	2-2 PV 連系システムの概要、特性が理解される。	ガーナ大学
	2-3 PV 連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(大学内の配電系統が対象)	施設部
3. 太陽光発電設備が連系された配電系統が、安定的に運用される。	3-1 PV 連系システムの概要、特性（逆潮流を含む）が理解される。	ECG エネルギー省 エネルギー委員会
	3-2 PV 連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(ECG の配電系統が対象)	ECG

## (4) 成果達成度の確認方法

本ソフトコンポーネントの成果は、作成された運転・維持管理マニュアルと参加者のレポートを確認することにより把握する。表2に活動内容別の成果確認方法を示す。マニュアルでは、運転・維持管理に係る組織と役割、日常管理、定期点検、トラブルシューティング等、必要な項目が全て網羅され、技術的な内容が誤りなく記載されていることを確認するとともに、必要に応じて助言、指導を行う。レポートでは、技術移転のテーマ毎に受講者が理解した内容を記述させ、講義内容の理解度を評価する。なお、理解が十分でない項目については、補足講義を行う。

表2 ソフトコンポーネントの成果と確認方法

対象者	ソフトコンポーネントの成果	達成度確認方法
NMIMR メンテナンス部	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PV 連系システムの運転・維持管理組織が確立される。</li> <li>• 運転・維持管理要員が、PV 連系システムの運転・維持管理技術を習得する。</li> <li>• PV 連系システムの運転・維持管理マニュアルがトラブルシューティングを含んで作成される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• マニュアル</li> <li>• レポート</li> <li>• マニュアル</li> </ul>
ガーナ大学 施設部	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PV 連系システムの概要、特性が理解される。</li> <li>• PV 連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(大学内の配電系統が対象)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• レポート</li> <li>• マニュアル</li> </ul>
ECG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PV 連系システムの概要、特性（逆潮流を含む）が理解される。</li> <li>• PV 連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(ECG の配電系統が対象)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• レポート</li> <li>• マニュアル</li> </ul>
エネルギー省	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PV 連系システムの概要、特性（逆潮流を含む）が理解される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• レポート</li> </ul>
エネルギー委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PV 連系システムの概要、特性（逆潮流を含む）が理解される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• レポート</li> </ul>

## (5) ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

### 1) ソフトコンポーネントの内容と活動

ソフトコンポーネントの活動内容は表 3 に示したように、太陽電池の基礎から、運転、維持管理、モニタリングまでカバーする。技術移転の手法は、座学、演習（受講者によるマニュアル作成）と機材を使用した実習を用いる。実習にて使用する機材は、NMIMR へ導入予定の太陽電池モジュール、計測器、工具類を活用する。なお、無償資金協力により NMIMR に導入される PV 連系システムでは、配電系統側への逆潮流は発生しないが、「ガ」国で将来的に逆潮流を含む PV 連系システムが導入されることを想定し、逆潮流に関する内容も技術移転の項目に含めることとする。

表3 ソフトコンポーネントの活動内容と技術移転方法

目 標	ソフトコンポーネントの成果	活動内容	技術移転方法	対象者
1. プロジェクトの竣工後、「ガ」国側によるPV連系システムの運転・維持管理が円滑に開始される。	1-1 PV連系システムの運転・維持管理組織が確立される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 運転維持管理実施者の責任内容の明確化</li> <li>● 運転維持管理体制の評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 座学</li> <li>● 座学、グループ演習</li> </ul>	NMIMR メンテナンス部
	1-2 運転・維持管理要員が、PV連系システムの運転・維持管理技術を習得する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PVシステムの原理と基礎知識の移転</li> <li>● PV連系システムの特徴及び保護機能（逆潮流を含む）に係る講義</li> <li>● 運転管理技術の移転</li> <li>● 維持管理技術の移転</li> <li>● 定期点検手法の技術移転</li> <li>● モニタリング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 座学</li> <li>● 座学</li> <li>● 実習（実機による運転操作）</li> <li>● 実習（点検リストの作成、点検、補修）</li> <li>● 実習（絶縁抵抗、開放電圧測定を含む）</li> <li>● 実習（運転データの記録・評価、設備の状態監視）</li> </ul>	NMIMR メンテナンス部
2. PV連系システムの運転・維持管理が持続的に行われる。	2-1 PV連系システムの運転・維持管理マニュアルがトラブルシューティングを含んで作成される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「ガ」国側との相互協力による運転維持管理マニュアルの作成</li> <li>● トラブルシューティング、運転維持管理マニュアルの適正化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 座学、演習(マニュアル作成)</li> <li>● 実習（マニュアルに基づく運転操作、事故想定訓練）</li> </ul>	NMIMR メンテナンス部
	2-2 PV連系システムの概要、特性が理解される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PV連系システムの特徴及び保護機能（逆潮流を含む）に係る講義</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 座学</li> </ul>	ガーナ大学 施設部
	2-3 PV連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(大学内の配電系統が対象)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● トラブルシューティング（逆潮流を含む）、運転維持管理マニュアルの適正化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実習（マニュアルに基づく運転操作、事故想定訓練）</li> </ul>	
3. 太陽光発電設備が連系された配電系統が、安定的に運用される。	3-1 PV連系システムの概要、特性（逆潮流を含む）が理解される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● PV連系システムの特徴及び保護機能（逆潮流を含む）に係る講義</li> <li>● PV連系システム導入時の検討課題（逆潮流を含む）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 座学</li> <li>● 座学</li> </ul>	ECG エネルギー省 エネルギー委員会
	3-2 PV連系システムのトラブルシューティング方法が確立される。(ECGの配電系統が対象)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● トラブルシューティング（逆潮流を含む）、運転維持管理マニュアルの適正化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実習（マニュアルに基づく運転操作、事故想定訓練）</li> </ul>	ECG

## 2) 投入計画

### ① 日本側の投入計画

本ソフトコンポーネントでは、表 3 の活動を実施することにより、実施機関である NMIMR が PV 連系システムの運転・維持管理方法を具体的に理解し、実践するために必要な技術を移転する。また、大学構内の配電設備の運用者であるガーナ大学施設部、配電システムの運用者である ECG や、電力システムに関する監督、規制機関であるエネルギー省、エネルギー委員会に対しても、PV 連系システムの概要や、運用上の留意事項について、技術移転を行う。受注コンサルタントは、指導技術者 1 (PV システム)、指導技術者 2 (系統連系) の 2 名を表 4 に示す期間「ガ」国に派遣し、技術移転を行う。

表 4 ソフトコンポーネントに係る投入計画

名称	格付	派遣期間	渡航回数	作業内容
1. 運転維持管理体制の構築				
指導技術者 1 (PV システム)	3 号	0.50 月	1 回	実施機関内の運転維持管理体制の構築
指導技術者 2 (系統連系)	3 号	0.50 月	1 回	電力事業者との相互協力体制の構築
2. 技術トレーニング				
指導技術者 1 (PV システム)	3 号	1.00 月	1 回	PV システムの運転維持管理技術の移転
指導技術者 2 (系統連系)	3 号	1.00 月	1 回	商用系統との連系に関する技術の移転
3. モニタリング				
指導技術者 1 (PV システム)	3 号	0.50 月	1 回	PV システムに関する技術の習得状況の評価
指導技術者 2 (系統連系)	3 号	0.50 月	1 回	系統連系に関する技術習得状況の評価

### ② 「ガ」国側の投入計画

「ガ」国側の投入として、ソフトコンポーネントの受け皿となる受講者の任命と講義への参加、運転・維持管理組織の立ち上げ、ソフトコンポーネントを円滑に実施するための運営組織の設立等が必要となる。具体的には、以下の通りである。

#### a PV システム運営委員会 (仮称)

本ソフトコンの開始後、NMIMR メンテナンス部は、ソフトコンポーネントの円滑な実施とソフトコンポーネント終了後の持続的運用を目的とした「PV システム運営委員会 (仮称)」を速やかに設置する。同委員会は、ソフトコンポーネントの実質的受け皿となり、またソフトコンポーネントの達成状況把握、意見交換、課題討議の場も兼ねることから、ソフトコン期間中には定期的に委員会を開催する。PV システム運営委員会は本ソフトコン計画終了後、本計画機材の運転・維持管理が持続的かつ円滑に行われるよう、PV ワーキンググループを指導する。PV ワーキンググループは同委員会に PV システムの運転・維持管理の状況を報告し、必要なときは指導・助言を受ける。

PV システム運営委員会は NMIMR (野口記念医学研究所) 内に事務局を置き、MOE、EC、ECG、ガーナ国立大学、NMIMR の 5 機関より構成される。メンバーは各機関の担当部署メンバーで構成され、各機関 1 名～2 名で構成する。PV システム運営委員会の組



織を図1に示す。

PVシステム運営委員会は、表5に示す実施体制に従って運営するとともに、「ガ」国におけるPV連系システムの普及に備えて下記事項を討議する。

- PV連系システムの運転・維持管理に関する課題
- PV連系システムが電力会社の配電系統運用、電力品質に与える影響
- PV連系システムを「ガ」国で普及させる上での障害
- PV連系システムを「ガ」国で普及させるための法的規制
- PV連系システムを「ガ」国で普及させるための技術基準(逆潮流を含む)

b PVワーキンググループ (PVWG) 案

PVワーキンググループ (以後PVWGと称す) はPVシステム運営委員会の下部組織として設立し、PVシステム運営委員会の指導・監督の下、PV連系システムの運転・維持管理を実践する。

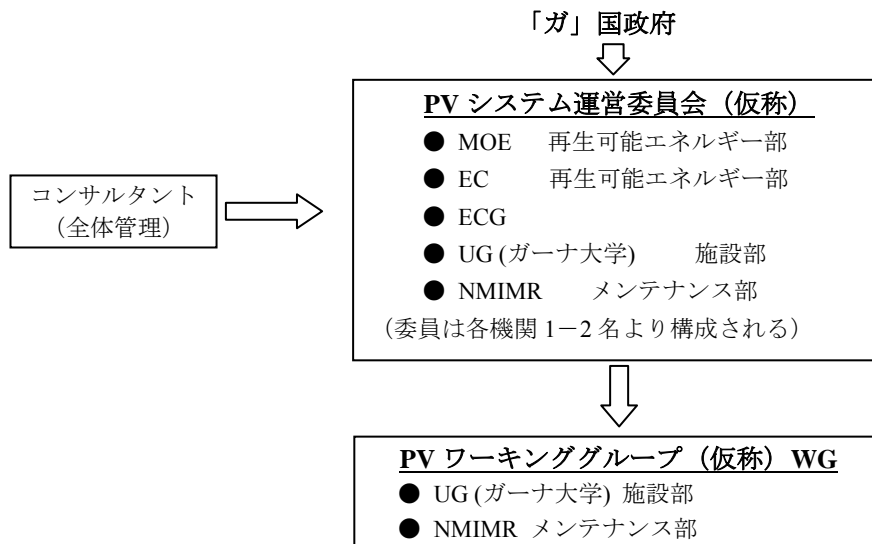


図1 PVシステム運営委員会実施体制 (案)

PVシステム運営委員会、PVワーキンググループの実施体制 (案) を表5に示す。

表5 PVシステム運営委員会実施体制 (案)

	日本人コンサルタント	PVシステム運営委員会	PVワーキンググループ
人数	2名	5-10名	3-5名
役割	全体の進捗状況管理	業務全体の管理	システムの維持管理
ソフトウェアーでの役割	説明	開催	開催、参加
維持管理マニュアル	助言	原案チェック	原案作成
運転管理、分析	助言	データ分析、考察	運転操作、データ分析
維持管理フォローアップ	管理指導	維持管理報告	維持管理報告
報告先	日本大使館 JICA ガーナ事務所	JICA ガーナ事務所	PVシステム運営委員会

## (6) ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

無償資金協力で調達・据付される PV 連系システムの主要機器は日本製であることから、ソフトコンポーネントで派遣する技術者は、日本の PV 製品、システムに精通している必要がある。「ガ」国内にも太陽光発電設備の据付を行う技術者はいるものの、欧州や中国の製品しか取り扱ったことがなく、また系統連系についても十分な経験を有していない。このため、ソフトコンポーネントの実施リソースとしては、日本の PV システムや系統連系を熟知した受注コンサルタントが直接支援する方式を採用する。

## (7) ソフトコンポーネントの実施工程案

ソフトコンポーネント実施工程を表 6 に示す。

日本より派遣された技術者は、表 6 のとおりそれぞれのカテゴリーごとに、ソフトコンポーネントを実施する。各カテゴリーの実施時期については、以下のとおりである。

運転維持管理体制の構築： 維持管理体制構築の支援を目的に行うこと。機材据付前に維持管理体制を明確化させておくことは、設備据付時に当事者意識を喚起できることから、設備据付以前に実施する。

技術トレーニング： 据付・点検・運転等については実設備を利用し行う。設備が運開するまでに備えておくべき維持管理マニュアル等について整備するため、据付工事の半ばから設備運開前に実施する。

モニタリング： 「ガ」国側が自主的に維持管理できているかを確認することにより焦点をおき実施するため、据付完了約 1 ヶ月後を目途に実施する。

表 6 ソフトコンポーネントの実施スケジュール

月数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
基礎・据付工事	■										
検査・調整・試運転								■			
初期操作・運用指導								■	■		
検収・竣工引渡し								■			
ソフトコンポーネント	運転維持管理体制の構築		■								
	技術トレーニング					■	■				
	モニタリング								■		
成果品	運転維持管理マニュアル						▼				
	実施状況報告書			▼			▼			▼	
	完了報告書									▼	

## (8) 成果品

本ソフトコンポーネントの成果品は表 6 に記載したように、運転維持管理マニュアル（トラブルシューティングを含む）、実施状況報告書（施主向けには英文 Progress Report）、完了報告書（施主向けには英文 Final Report）、並びに技術移転に使用した教材類である。

## (9) ソフトコンポーネントの概算事業費

本ソフトコンポーネントの概略事業費は 17,119 千円であり、内訳は表 7 に示す通りである。

表 7 ソフトコンポーネントの概略事業費

項目	金額（千円）
直接人件費	3,112
直接経費	10,024
間接費	3,983
合計	17,119

## (10) 相手国実施機関の責務

- 1) NMIMR（野口記念医学研究所）は、本ソフトコンポーネント実施に協力する PV システム運営委員会を設置する。
- 2) NMIMR は、本ソフトコンポーネント実施に必要な会議室等を用意する。
- 3) NMIMR は、本ソフトコンポーネントに必要な人員を提供する。
- 4) PV システム運営委員会は、コンサルタントと協議し、運転維持管理マニュアルの作成を自ら実施する。また、システムの運転開始後、実情に応じてマニュアルの改訂、更新を行う。
- 5) NMIMR は、運転維持管理マニュアルに基づき、PV 連系システムを維持管理する。PV システム運転管理責任者などが異動する場合は、ソフトコンポーネントの成果品を活用し、後任者へ技術移転を行う。
- 6) PV システム運営委員会は、維持管理マニュアルに基づいた点検の実績報告書を JICA ガーナ事務所へ提出する。

## 資料－7 プロジェクトの裨益効果

## 7. プロジェクトの裨益効果

### 1. 推定発電電力量

本計画で設置する系統連系型太陽光発電システムの定格容量は315 kWpである。推定発電電力量の算出式は次式を用い、月平均日射量は表1に示す日射量（南5度傾斜面）を用いる。

$$E_p = \Sigma (H_A / G_s) * K * P$$

（ $\Sigma$ は月別に算出した推定発電量の積算値を示す）

ここで

- ・  $E_p$  = 推定年間発電量 (kWh/年)
- ・  $H_A$  = 設置面の月平均日射量 (kWh/m<sup>2</sup>/日)
- ・  $G_s$  = 標準日射強度 (1kW/m<sup>2</sup>)
- ・  $P$  = 太陽電池容量
- ・  $K$  = 損失係数 =  $K_d * K_t * \eta_{INV}$ 
  - \* 直流補正係数  $K_d$ : 太陽電池の表面の汚れ、太陽の日射強度が変化することによる損失の補正、太陽電池の特性差による補正を含み、0.8と想定した。
  - \* 温度補正係数  $K_t$ : 日射により太陽電池の温度が上がり、変換効率が変化するための補正係数。

$$K_t = 1 + \alpha (T_m - 25) / 100$$

ここに、 $\alpha$ : 最大出力温度係数 (%・°C<sup>-1</sup>) = -0.5 (%・°C<sup>-1</sup>) [結晶系]

$T_m$ : モジュール温度 (°C) =  $T_{av} + \Delta T$

$T_{av}$ : 月平均気温 (°C)

$\Delta T$ : モジュール温度上昇 (°C)

裏面開放形	18.4
屋根置き形	21.5

$\Delta T$ : 18.4 °C

- \* インバータ効率  $\eta_{INV}$ : インバータの交直変換効率。今回は0.94とした。

本計画の太陽光発電システムが停止することなく稼動した場合、年間382,227 kWhの発電量が期待できる。

表1 推定発電電力量計算

項目	単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
日射量	kWh/m <sup>2</sup> /日	4.53	5.11	5.41	5.29	5.41	4.29	4.29	4.26	4.83	5.62	5.59	4.75	
月日数	日	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
月間日射量	kWh/m <sup>2</sup>	140.43	143.08	167.71	158.7	167.71	128.7	132.99	132.06	144.9	174.22	167.7	147.25	
平均最高気温	°C	30.6	30.9	31.1	30.5	30.3	27.7	26.9	26.7	27.4	28.8	30	30.1	
平均気温	°C	28.3	29.3	29.3	28.8	28.4	26.8	26.1	26	26.3	27.3	28.1	28.8	
モジュール温度 $T_m$	°C	46.7	47.7	47.7	47.2	46.8	45.2	44.5	44.4	44.7	45.7	46.5	47.2	
温度補正係数 $K_t$		0.8915	0.8865	0.8865	0.8890	0.8910	0.8990	0.9025	0.9030	0.9015	0.8965	0.8925	0.8890	
損失係数 $K$		0.670	0.667	0.667	0.669	0.670	0.676	0.679	0.679	0.678	0.674	0.671	0.669	
太陽電池出力	kW	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	315	
発電量	kWh/月	29,656	30,046	35,218	33,420	35,397	27,407	28,431	28,248	30,943	36,998	35,454	31,009	382,227

注) 平均気温はアクラ気象庁：2007,2008,2009年の平均気温の平均値

図1は月毎の推定発電量のパターンを示したものである。

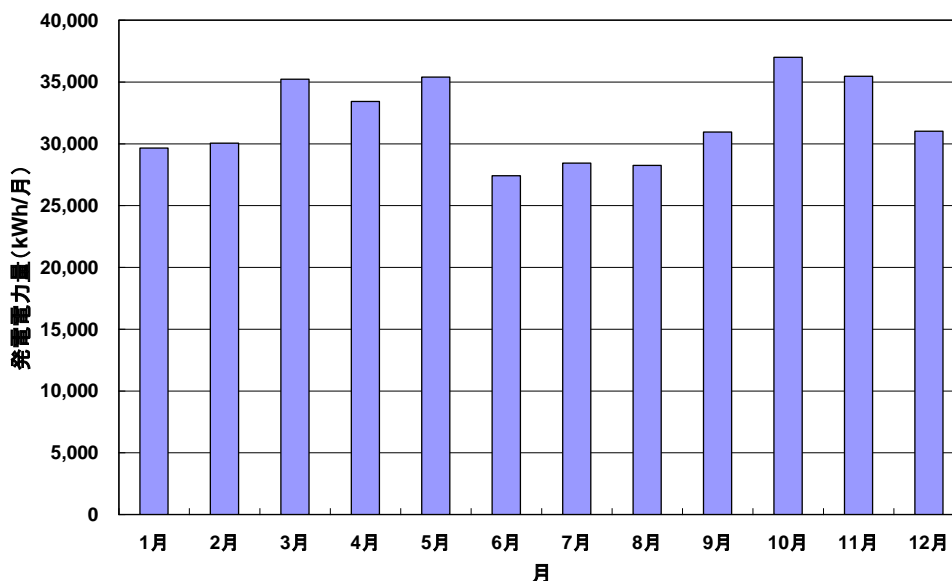


図1 推定発電量

## 2. 電力使用量削減効果

2009年における野口記念医学研究所の使用電力量は、1,314,240 kWh/年であった。上述の試算により、本計画の太陽光発電システムで382,227 kWh/年の発電量が期待できることから、野口記念医学研究所は年間で29.1%の電力使用量が削減できる。

$$[計算式] 382,227 \text{ kWh/年} \div 1,314,240 \text{ kWh/年} = 0.291 \rightarrow 29.1\% \text{削減}$$

## 3. 電力料金削減効果

2009年における野口記念医学研究所の電気料金は、28,080 ガーナセディ（実際にはガーナ大学がECGに支払う）であった。上述の年間電力使用量から、電気料金単価は以下の通り計算できる。

$$[計算式] 28,080 \text{ ガーナセディ} \div 1,314,240 \text{ kWh} = 0.021366 \text{ ガーナセディ/kWh}$$

本計画の太陽光発電により削減できる電力量は382,227 kWh/年であることから、ガーナ大学は年間で8,167 ガーナセディの電気料金が削減できる。

$$[計算式] 0.021366 \text{ ガーナセディ/kWh} \times 382,227 \text{ kWh/年} = 8,167 \text{ ガーナセディ/年}$$

## 4. CO<sub>2</sub>排出量削減効果

「ガ」国エネルギー委員会の統計によれば、2007年における発電のCO<sub>2</sub>原単位は0.575 tCO<sub>2</sub>/MWhである。本計画の太陽光発電により、年間で219.8 tのCO<sub>2</sub>排出量が削減される。

$$[計算式] 0.575 \text{ tCO}_2/\text{MWh} \times 382,227 \text{ kWh/年} \div 1,000 = 219.8 \text{ tCO}_2/\text{年}$$

国際エネルギー機関（IEA）の統計によれば、2007年の「ガ」国における総CO<sub>2</sub>排出量は9.0百万トンである。本計画の太陽光発電によるCO<sub>2</sub>排出削減量は、2007年の総CO<sub>2</sub>排出量の2.44 × 10<sup>-3</sup>%に相当する。

$$[計算式] 219.8 \text{ t} \div (9.0 \times 10^6 \text{ t}) = 2.44 \times 10^{-5} \rightarrow 2.44 \times 10^{-3}\%$$

## 資料－8 参考資料／入手資料リスト

## 8. 収集資料リスト

調査名: ガーナ共和国 太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画準備調査

番号	名称	形態 図書・ビデオ・ 地図・写真等	オリジナル・ コピー	発行機関	発行年
1	National Energy Policy	図書	コピー	Ministry of Energy, Ghana	Nov. 2009
2	University of Ghana-Legon Master Plan	図書	コピー	University of Ghana	Oct. 2009
3	Organization Structure for University of Ghana	図書	コピー	University of Ghana	Dec. 2009
4	Noguchi Memorial Institute for Medical Research Organizational Chart	図書	コピー	Noguchi Memorial Institute for Medical Research	Dec. 2009
5	Annual Budget and Breakdown Including Cost for O&M	図書	コピー	Noguchi Memorial Institute for Medical Research	Dec. 2009
6	Ghana Gazette, 13 <sup>th</sup> November 2007 (Electricity Tariff of ECG)	図書	コピー	Government of Ghana	Nov. 2007
7	Basic Statistics	図書	コピー	University of Ghana	Mar. 2009
8	ガーナ野口研 1期・2期 竣工図〈電気〉	図面	コピー	株式会社久米設計	Mar. 1998
9	ガーナ野口研 既存図〈電気〉	図面	コピー	株式会社久米建築事務所	Mar. 1977
10	Power Schematic Diagram of H. T. Distribution Network (Power Station at Legon _ ECG)	図面	コピー	University of Ghana	
11	Technical Drawings for the Project for Supply of Noguchi Memorial Institute for Medical Research	図書	コピー	Noguchi Memorial Institute for Medical Research	Nov. 2009
12	Drawings for the Project for Improvement of Noguchi Memorial Institute for Medical Research (Phase II)	図面	コピー	株式会社久米設計	Nov. 1998