

ブルンジ共和国
エネルギー鉱山省

ブルンジ共和国
太陽光を活用したクリーンエネルギー
導入計画

準備調査報告書

平成 22 年 8 月
(2010 年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

株式会社ニュージェック
日本テクノ株式会社

産 業
CR (1)
10-073

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ジブチ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 7 月 25 日から 8 月 5 日まで、10 月 22 日から 11 月 11 日までの 2 回に亘り、株式会社ニュージェックの西田雅氏を総括とし、株式会社ニュージェック及び日本テクノ株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ジブチ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 22 年 4 月 16 日から 4 月 22 日まで実施された概略設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成 22 年 8 月

独立行政法人 国際協力機構
産業開発部長 米田 一弘

要 約

要 約

① 国の概要

ブルンジ国は、アフリカ中央部、大湖地域あるいはリフトバレー地域に位置する内陸国で、南緯 2°30'~4°30'、東経 28°50'~30°53'30"にあり、北はルワンダ、西はコンゴ民主共和国、東と南ではタンザニアと国境を接している。国土面積 2.78 万 km²、年間降水量が約 1,500mm と、アフリカにおいては比較的水資源の豊富な国であり、中でも首都のブジュンブラは、タンガニカ湖に面し、多くの河川が流れるブルンジ内においても特に水資源の豊富な地域である。

気候は標高により大きく異なるが、首都のブジュンブラは年平均気温約 25°C、6 月~9 月の乾季と 2 月~5 月の雨季が顕著であるが、その間の 9~12 月はやや雨がち、1~2 月は比較的乾燥した気候である。

1990 年以来調査が行われていないが、推計によると 2007 年で 795 万 2 千人の人口であり、年率 3%弱で増加している。人口のうち首都ブジュンブラを含むブジュンブラ州の人口は 52 万 5 千人であり、多くの人口は地方に分散している。

1993 年以来長期間続いた混乱により、アフリカの中でも最も貧しい国のひとつとなっており、国民一人当たり総生産は 140 ドルと、未だに内戦前の状況に回復していない。経済は農業が主体となっており、漁業もタンガニカ湖の伝統漁法が盛んである。

鉱物資源にも恵まれており、ニッケル、鉄、チタン、バナジウム等の埋蔵量が多いとされる。

経済の改革の努力も行われており、特に近年は、再開された海外からの支援による影響を受け、公共投資が増加しつつある。

② プロジェクトの背景、経緯及び概要

「ブ」国は、化石燃料等のエネルギー資源を持たないが、水力資源には恵まれている。しかし、長期間続いた内戦のため水力発電設備や送配電システムは損傷、老朽化が著しい。また電力への投資も行われてこなかったため、電化率は全国で 2%以下と極めて低く、電化されている都市部でも電力不足が顕著である。特に農村部では薪以外にエネルギー源が存在しないため、乱伐のため森林の減少が問題となっている。このような中、当該国はクールアース・パートナーシップ国に参加することを決定し、気候変動対策の適応策及び緩和策への取り組みにより、温室効果ガスの排出削減と経済成長の両立を目指すことを喫緊の課題として掲げている。同イニシアティブに基づき、「ブ」国は 2009 年 6 月に我が国に本無償資金協力を要請した。

この要請を受け、JICA は 2009 年 8 月 9 日から同 20 日にかけて第 1 次現地調査を実施し、太陽光発電設備の設置候補地としてカメンゲ大学病院 (Centre Hospitalo-Universitaire de Kamenge : 以下 CHUK) とプリンス・ルイ・ワガソレ病院 (Hôpital Prince Louis Rwagasore)

を選定することを「ブ」国側と合意した。

その後、第1次現地調査結果に基づき、日本国政府は CHUK を候補地に絞り込んだ。

③ 調査結果の概要とプロジェクトの内容

CHUK を候補地に決定したことを受け、JICA は第2次現地調査を11月14日から12月4日まで「ブ」国に派遣し、現地調査、関連資料の収集、「ブ」国関係者と実施内容の協議等を行った。

帰国後、調査団は現地調査の結果に基づき、プロジェクトの必要性、効果、妥当性について検討し、その結果を協力準備調査概要書に取りまとめた。JICA は2010年5月9日から同14日まで概略設計概要説明調査団を「ブ」国に派遣し、協力準備調査概要書の説明及び協議を行い、「ブ」国政府との間で基本合意を得た。受入国側の主管官庁・実施機関はエネルギー鉱山省である。

調査の結果策定した協力対象事業は、260kW の太陽光発電設備を調達してカメンゲ大学病院に設置し、同設備の運転・維持管理に必要な技術や太陽光発電計画等の技術に関するトレーニングプログラムを実施するものである。設備の基本計画概要を次表に示す。

計画区分	計画内容
計画対象	カメンゲ大学病院 260kW 太陽光発電設備 <ul style="list-style-type: none"> - 太陽光発電設備は系統連系し、余剰電力は系統に逆潮流する - 系統停電時は、太陽光発電設備は自動的に停止する
発電設備の調達と据付工事	<ul style="list-style-type: none"> ・ 260kW 太陽電池モジュールの調達と据付工事 ・ 発電設備に必要な付帯設備の調達と据付工事 <ul style="list-style-type: none"> - 接続箱 - パワーコンディショナキュービクル - 環境計測装置 - 太陽光接続盤 - 配線および接地材料 - コンテナ式キュービクル設備 - 太陽電池モジュール用架台基礎およびコンテナ式キュービクル設備用基礎 - 太陽電池モジュール周辺のフェンス・ゲートおよび砂利 - コンテナ式キュービクル設備と接続箱／系統連系点／表示装置／既設負荷間等のケーブル敷設
予備品と保守用工具類の調達等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電設備の維持管理に必要な予備品等（第1回本格点検まで）および工具類 ・ 運転保守マニュアル（OJT 用教材含む）の調達と運転保守ガイダンスの実施

④ プロジェクトの工期及び概略事業費

本計画をわが国の無償資金協力で実施する場合、概略事業費は約 5.38 億円（我が国負担経費）と見積もられる。

本計画の工期は、入札手続きに約 5 ヶ月、機材の調達・据付で約 14 ヶ月である。

⑤ プロジェクトの評価

本計画により調達、据付された設備は、竣工後、エネルギー鉱山省から移管され、カメンゲ大学病院において運転・維持管理を実施する。また、交換部品の調達等を含む長期的な維持管理はカメンゲ大学病院と高等教育省が予算を確保して実施するが、エネルギー鉱山省および電力公社は技術的、資金的支援を提供する。

本計画の実施段階では、運転・維持管理技術、太陽光発電の知識と技術に関するトレーニングプログラムを実施し、上記の運転・維持管理体制を有効かつ持続的なものとするとともに、「ブ」国における太陽光発電技術の普及の一助となることも期待している。

本計画の一義的な効果は、再生可能エネルギーを導入して「ブ」国の電力不足を補うことにあるが、その発電量は、カメンゲ大医学病院の年間消費電力量の60%弱に相当すると期待される。またクリーン開発メカニズム（CDM）の考え方に基いて本計画による二酸化炭素削減効果を算出すると、年間243 t-CO₂と見積もられた。また、本計画は「ブ」国でも初の大型の太陽光発電設備の導入例となるため、人口が分散し地方部の電化率の向上のためには太陽光の利用が必要である「ブ」国において、大きな啓発効果をもたらし、民間を中心とした今後の太陽光利用の拡大に資することが期待される。

一方、日本の太陽光発電製品は、効率、寿命、信頼性等の観点から品質的・技術的優位性が高く、日本製の機材を調達する本計画では、優れた技術で長期間「ブ」国に貢献することになる。

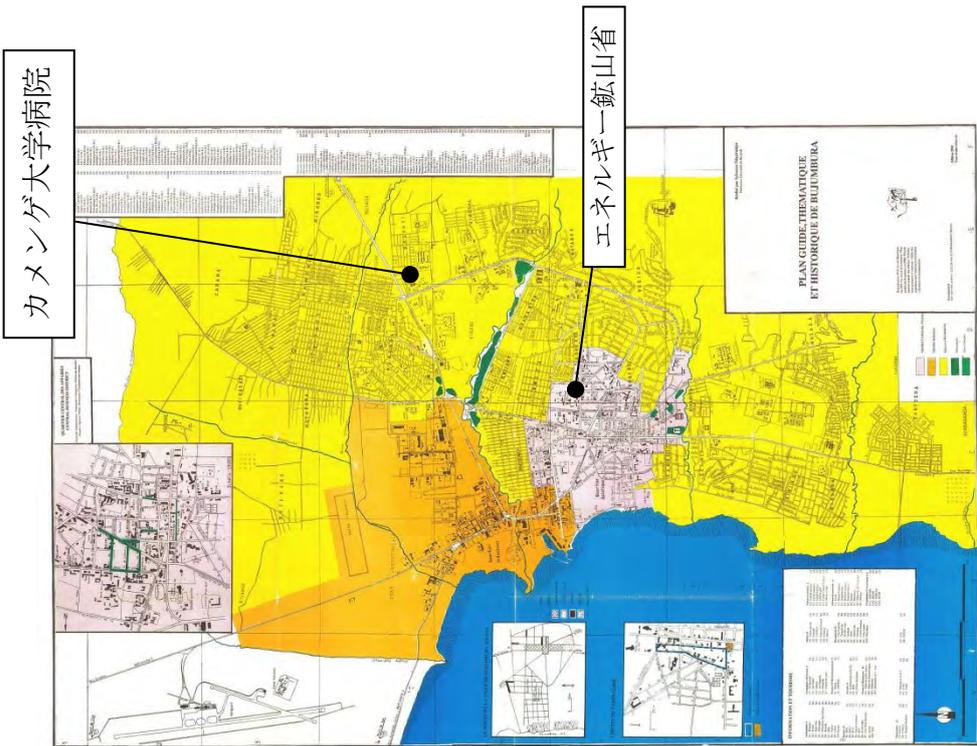
以上のことから、本計画は、わが国の無償資金協力として実施するに極めて有効かつ妥当であると考えられる。

目次

序文
要約
目次
位置図／写真
図表リスト／略語集

第1章 プロジェクトの背景・経緯	1 - 1
1-1 当該セクターの現状と課題.....	1 - 1
1-1-1 現状と課題.....	1 - 1
1-1-2 開発計画.....	1 - 10
1-1-3 社会経済状況.....	1 - 11
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要.....	1 - 12
1-3 我が国の援助動向.....	1 - 13
1-4 他ドナーの援助動向.....	1 - 14
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	2 - 1
2-1 プロジェクトの実施体制.....	2 - 1
2-1-1 組織.....	2 - 1
2-1-2 財政・予算.....	2 - 2
2-1-3 技術水準.....	2 - 3
2-1-4 既存施設・機材.....	2 - 3
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 - 7
2-2-3 環境社会配慮.....	2 - 10
2-3 その他（グローバルイシュー等）.....	2 - 13
第3章 プロジェクトの内容	3 - 1
3-1 プロジェクトの概要.....	3 - 1
3-2 協力対象事業の概略設計.....	3 - 2
3-2-1 設計方針.....	3 - 2
3-2-1-1 設計方針.....	3 - 2
3-2-1-2 物理的（自然）条件への対応方針.....	3 - 3
3-2-1-3 施工に係る地域的条件への対応方針.....	3 - 4
3-2-1-4 現地業者、現地資機材の活用についての方針.....	3 - 4
3-2-1-5 実施機関の維持・管理能力に対する対応方針.....	3 - 5
3-2-1-6 工期・工程計画に関する方針.....	3 - 5
3-2-2 基本計画（施設計画／機材計画）.....	3 - 5
3-2-2-1 設計条件.....	3 - 5

3-2-2-2	施設配置計画.....	3 - 6
3-2-2-3	基本計画の概要.....	3 - 7
3-2-2-4	機材・設備計画の概要.....	3 - 7
3-2-3	概略設計図.....	3 - 19
3-2-4	施工計画／調達計画.....	3 - 20
3-2-4-1	施工方針／調達方針.....	3 - 20
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項.....	3 - 21
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分.....	3 - 22
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画.....	3 - 23
3-2-4-5	品質管理計画.....	3 - 25
3-2-4-6	資機材等調達計画.....	3 - 26
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画.....	3 - 26
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画.....	3 - 28
3-2-4-9	実施工程.....	3 - 36
3-3	相手国側分担事業の概要.....	3 - 37
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3 - 38
3-4-1	維持管理の基本的考え方.....	3 - 38
3-4-2	定期点検項目.....	3 - 38
3-4-3	長期的な運営と維持管理.....	3 - 41
3-4-4	スペアパーツ購入計画.....	3 - 42
3-5	プロジェクトの概略事業費.....	3 - 43
3-5-1	協力対象事業の概略事業費.....	3 - 43
3-5-2	運営・維持管理費.....	3 - 44
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	3 - 46
第 4 章	プロジェクトの評価.....	4 - 1
4-1	プロジェクトの前提条件.....	4 - 1
4-1-1	事業実施のための前提条件.....	4 - 1
4-1-2	プロジェクトの全体計画達成のための外部条件.....	4 - 2
4-2	プロジェクトの評価.....	4 - 3
4-2-1	妥 当 性.....	4 - 3
4-2-2	有 効 性.....	4 - 4
 [図 面]		
 [資 料]		
1.	調査団員・氏名	
2.	調査行程	
3.	関係者（面会者）リスト	
4.	討議議事録（M/D）	
5.	ソフトコンポーネント計画書	
6.	参考資料	
7.	その他の資料・情報	



ブジュンブラ市内



ブルンジ国全体図

対象地点位置図

施設現況



正門

本事業におけるサイト地であるCHUKは緊急外来を備えたブジュンブラ市内有数の総合病院である。



本館

本館は現在改装中であり、一部の施設は別館に移転している。



レントゲン装置

院内にはレントゲン装置が2台設置されており、系統停電時には専用の小型ディーゼルによってバックアップが可能となっている。



所内の研究室

CHUKは大学病院のため、別館では血液の分析なども行われている。本館には学生用の講義室もあり、院内は学生の姿も多くみられる。

PV モジュール設置箇所近辺と既存電気設備



PV モジュール設置箇所 1

本事業ではCHUKに260kWのPV設備を建設し、発生した電力により当施設の電力需要の一部を賄う。PVモジュールは本館の西側に広がる幹線道路沿いの敷地に設置を予定している。



PV モジュール設置箇所 2

**敷地沿いの幹線道路**

CHUK はブジュンブラ市内中心地を囲む幹線道路沿いに位置しており、通行量が多く、PV モジュールの展示効果は高いと考えられる。

**掲示盤設置箇所**

受付付近と正門のすぐそばに現在の発電量等を示す表示装置を設置し、院内を出入りする人々に事業を PR する。

**CHUK 電気室 1**

CHUK には REGIDESO 管轄の電気室と CHUK 管轄の電気室が 2 つで計 3 つの電気室がある。系統からの電力は REGIDESO 管轄の変圧器から CHUK 管轄の低圧分電盤を通じて院内に電力を供給する。

**CHUK 電気室 1 内部**

電気室のメンテナンスは院内のメンテナンス部門の技術者が行っている。低圧分電盤のブレーカーと院内の配電盤は番号によって対応付けられており、整備状況も比較的良好である。

**CHUK 電気室 2**

電気室 2 には非常用のディーゼル発電機が設置されており、系統停電時は院内に電力を供給する。

**ディーゼル発電機**

ディーゼル発電機は停電時には自動でスイッチが切り替わる仕組みになっており、所内負荷に対しては十分な容量を備える。

その他**現地施工業者**

ブジュンブラ市内には一定の能力を有する業者が認められた。ブルンジは内陸国のため、内陸輸送はタンザニアで荷物を引き揚げて輸送される。

**研究所**

CHUK の近くにはエネルギー鉱山省の再生可能エネルギー研究所があり、太陽光発電や風力などの研究を行っている。

図表リスト

図 1-1-1-1	ナショナルグリッドの電力日負荷曲線(MW)	1 - 2
図 1-1-1-2	ブルンジ送電系統	1 - 6
図 1-1-1-3	ブルンジ送電系統図	1 - 7
図 2-1-1-1	ブルンジ国エネルギー鉱業省の組織図	2 - 1
図 2-1-1-2	カメンゲ大学病院 (CHUK) の組織図	2 - 2
図 2-1-4-1	カメンゲ大学病院の施設配置図	2 - 4
図 2-2-1-1	変電所からカメンゲ大学病院までの電力系統図	2 - 6
図 2-2-2-1	ブジュンブラ市内の月別平均水平面日射量	2 - 10
図 3-2-2-1	系統連系の概念図	3 - 8
図 3-2-2-2	連系する変圧器の代表的な日負荷曲線	3 - 10
図 3-2-4-1	調達にかかる各機関の役割	3 - 20
図 3-2-4-2	計画実施時の関係図	3 - 25
図 3-2-4-3	ソフトコンポーネントの実施スケジュール	3 - 35
図 3-2-4-4	本事業の実施工程計画	3 - 37
図 3-4-1-1	発電設備の維持管理の基本的な考え方	3 - 38
表 1-1-1-1	国内発電電力量と輸入電力量	1 - 3
表 1-1-1-2	各発電所における発生電力量	1 - 3
表 1-1-1-3	ブルンジ国内の発電設備	1 - 4
表 1-1-1-4	電力料金表	1 - 8
表 1-1-1-5	REGIDESO の電力売上げ額	1 - 8
表 1-1-1-6	ブルンジ電力公社の需要家数の推移	1 - 9
表 2-1-2-1	病院の収支状況 (2006-07 年)	2 - 2
表 2-2-2-1	月別最高気温 (ブジュンブラ市: 1998 年~2008 年)	2 - 8
表 2-2-2-2	月別最低気温 (ブジュンブラ市: 1998 年~2008 年)	2 - 8
表 2-2-2-3	月別降雨量 (ブジュンブラ市: 1998 年~2008 年)	2 - 9
表 2-2-3-1	環境社会影響項目に関する検討結果 (対象サイト: カメンゲ大学病院)	2 - 12
表 3-2-2-1	基本計画の概要	3 - 7
表 3-2-2-2	病院内 部門別負荷量	3 - 11
表 3-2-2-3	構成機器の一覧 (システム制御装置)	3 - 14
表 3-2-2-4	構成機器の一覧 (環境計測装置)	3 - 14
表 3-2-2-5	主要機器等の概略仕様 (1).....	3 - 18
表 3-2-2-6	主要機器等の概略仕様 (2).....	3 - 19
表 3-2-4-1	両国の主要な分担業務	3 - 23

表 3-2-4-2	発電設備運営組織体制（案）	3 - 26
表 3-2-4-3	各プログラムと想定参加者	3 - 33
表 3-2-4-4	ソフトコンポーネント 1：竣工前後の活動	3 - 34
表 3-2-4-6	ソフトコンポーネント 2：3 ヶ月点検時の活動	3 - 34
表 3-4-2-1	標準的な太陽光発電設備の日常点検項目および点検要領	3 - 39
表 3-4-2-2	標準的な太陽光発電設備の定期点検項目および点検要領	3 - 40
表 3-4-3-1	本格点検を含む長期的な維持管理体制	3 - 41
表 3-4-4-1	太陽光発電設備用予備品及び保守用道工具	3 - 42
表 3-5-1-1	本プロジェクトの概略事業費 日本側負担分	3 - 43
表 3-5-2-1	スペアパーツ等購入費用	3 - 45

略語集

AC	Alternating Current	交流
B/A	Bank Arrangement	銀行取極め
CHUK	Centre Hospitalo-Universitaire de Kamenge	カメンゲ大学病院
CT	Current Transformer	計器用変流器
DC	Direct Current	直流
DEG	Diesel Engine Generator	ディーゼル発電設備
DGHER	Direction Générale de l'Hydraulique et des Energies Rurales	地方水力エネルギー総局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EU	European Union	ヨーロッパ連合
E/N	Exchange of Notes	交換公文
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GNI	Gross National Income	国民総所得
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit	ドイツ技術開発協力機構
IEC	International Electrotechnical Commission	国際電気標準会議規格
IGEBU	Institut Géographique du BURUNDI	ブルンジ地学研究所
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
JCS	Japanese Electric Wire & Cable Makers' Association Standard	日本電線工業会規格
JEAC	Japan Electric Association Code	電気技術規程
JEC	Japanese Electrotechnical Committee	日本電気規格調査会標準規格
JEM	Standards of Japan Electrical Manufacturer's Association	日本電機工業会標準規格
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
JIS	Japanese Industrial Standards	日本工業規格
MCCB	Molded Case Circuit Breaker	配線用遮断器
MEM	Ministry of Energy and Mines	エネルギー鉱山省
MERC	Ministry of External Relations & Cooperation	外務協力省
MPH	Ministry of Public Health	保健省
MW	Ministry of Water, Environment, Territorial Management and Urbanization	水・環境・国土管理・都市省
O&M	Operation and Maintenance	運転・保守
OJT	On the Job Training	実習訓練
PCS	Power Conditioners	パワーコンディショナ
PV	Photovoltaic	太陽光発電
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
REGIDESO	Regié de Prodiction et de Distribution d'Eau et d'Electricité	ブルンジ電力公社
SI	The International System of Units	国際単位系
UNDP	United Nations Development Programme	国際連合開発計画
VT	Voltage Transformer	計器用変圧器
XLPE	Cross-linked Polyethylene	架橋ポリエチレン

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

(1) 総論

ブルンジ国（以下、「ブ」国）の電力セクターを所管する省庁は、エネルギー・鉱業省（以下、「エネルギー省」、MEM : Ministère de l'Énergie et des Mines）である。また、発送配電のサービスは公営企業、REGIDESO（Regié de Production et de Distribution d'Eau et d'Electricité : 水電力生産供給公社）が実施している。エネルギー省の水・エネルギー総局が REGIDESO を所管している。

一方、地方部における水力開発（村落電化）は、エネルギー省の地方水力エネルギー総局（以下、DGHER : Direction Générale de l'Hydraulique et des Energies Rurales）が独自に行っている。DGHER の水力発電所（いずれも村落電化のため電源である）の一部は、REGIDESO の送電系統と連系している。

首都ブジュンブラでは、人口の増加、集中、産業の発展に電力供給能力が追いついておらず、電力不足が慢性化して、戦後復興の遅れや産業発展の阻害等の問題となっている。

世界銀行と国際通貨基金(IMF)により作成された貧困削減戦略書（Poverty Reduction Strategy Paper ; PRSP）によると、ブルンジの電力政策は以下のようにまとめられる。

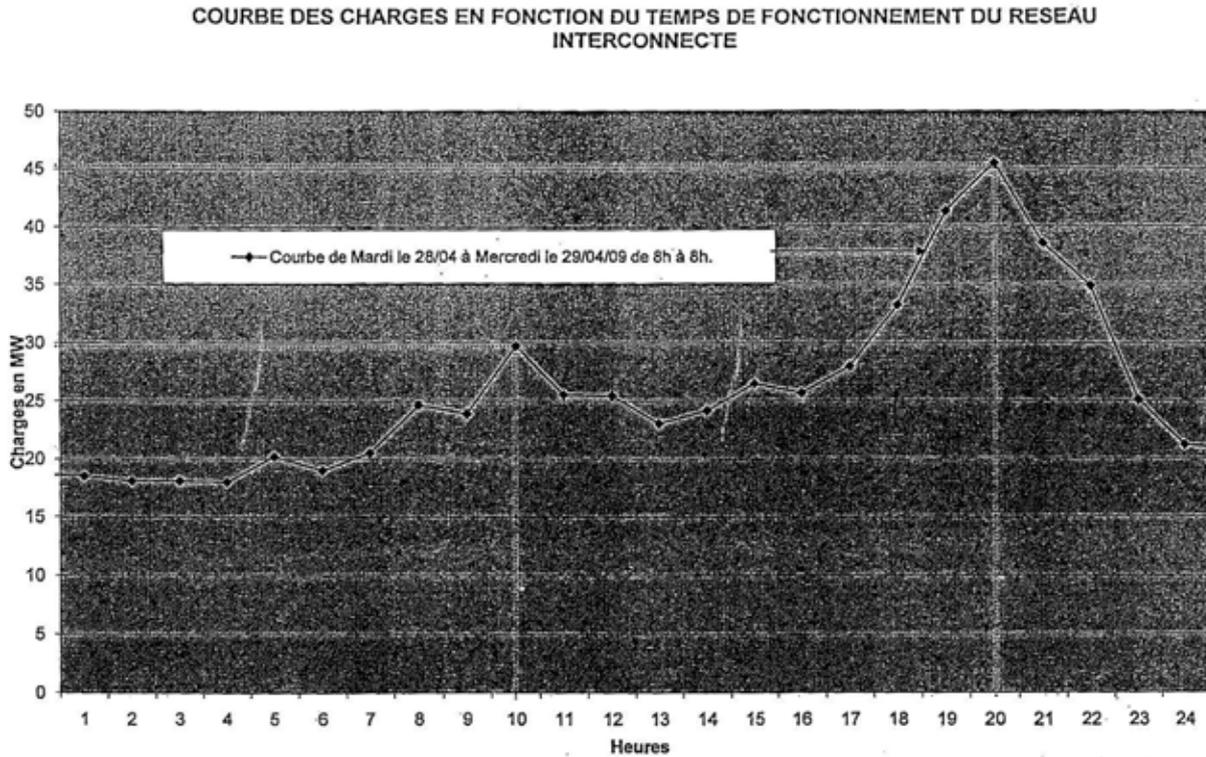
- (a) 国民の大部分に近代的なエネルギーへのアクセスを保障する
 - 送電網を延長し、国内の電化率を向上する
- (b) 質的および量的に十分なエネルギーを産業活動および国民に提供する
 - 水力発電所を建設し、国内の電力生産を増加する
 - 電力セクター内の制度の改善および財務の改善を図る
- (c) 環境保護に配慮しつつ国内のエネルギー需要を充足する
 - エネルギーの実効性を改善する
 - エネルギーの合理的な管理を促進する

(2) 電力需給

1) ピーク需要 (MW)

ナショナルグリッドにおける電力消費は点灯ピーク型で、夜間 20 時にピークが発生する。日負荷曲線の例を図 1-1-1-1 に示す。なお、「ブ」国では、周辺諸国との電力融通を

しており、国際連系線から供給される電力も加わった値となっている。



出典：REGIDESO 資料

図 1-1-1-1 ナショナルグリッドの電力日負荷曲線(MW)

2) 電力需要

2008年の電力需要は161.5GWhであり、発電電力量の207.1GWhに対し、発送電ロスが22%となっている。

また、2007年の電力需要は143.4GWhであり、発電電力量は188.7GWhに対し、発送電ロスが24%となっている。

3) 発電電力量

ブルンジの国内の総発電電力量は2008年で207.1GWhあり、2007年の188.7GWhに比して9.8%増加している。

この電力量は、国内での発電量と輸入したものに区分される。国内での発電電力量は2008年値で111.8GWhであり、前年の111.3GWhに対し0.4%の増加となっている。一方、輸入電力量は2008年に95.3GWhであり、2007年の77.4GWhに比して23.1%増加している。この急増は、ブルンジの電源のほとんどが水力発電所であり、水量が少なかった2008年は需要に見合う発電できなかった事により、電力輸入が急増したものである。

4) 電力の輸入

高まる電力需要に応えるため、ブルンジは電力輸入を行っており、その電力量は年々増加してきている。この電力の輸入元は、以下の発電会社となっている。

大湖諸国経済共同体（以下、CEPGL）を構成する3ヵ国、ブルンジ、ルワンダ、コンゴ民主共和国（以下、DRC）は、発電会社 SINELAC を共同で設立し、1989年に建設された Ruzizi II 水力発電所を運営している。一方、CEPGL 発足以前の1958年に建設された Ruzizi I 水力発電所の運営は、SNEL（コンゴ電力公社）が行っている。Ruzizi I および Ruzizi II はルワンダ・DRC 国境に位置する Kivu 湖を流れ出て Tanganyika 湖 に注ぐ Ruzizi 川に開発されている。現在、Ruzizi I 水力発電所の設備容量 28.2 MW のうち最大 8 MW が、また Ruzizi II からは同 36 MW のうち最大 12 MW が、ブルンジが使用できる電力であり、DRC と国際連系された国内送電線網を通じて送電されている。

また、ブルンジは世界最長の河川であるナイル川の最上流に位置しており、ナイル川流域各国によるナイル川流域イニシアティブ（NBI）にも参加している。

表 1-1-1-1 国内発電電力量と輸入電力量

年	国内発電量 (kWh)	輸入電力量 (kWh)	国内比率	輸入比率
1996	83 610 164	1 214 323	98,57	1,43
1997	74 294 749	45 843 840	61,84	38,16
1998	98 765 109	31 703 728	75,70	24,30
1999	89 722 079	50 266 528	64,09	35,91
2000	91 940 246	47 483 212	65,94	34,06
2001	98 741 431	46 238 548	68,11	31,89
2002	115 295 304	39 903 748	74,29	25,71
2003	96 795 147	57 025 205	62,93	37,07
2004	84 722 693	71 103 226	54,37	45,63
2005	94 487 549	70 916 765	57,13	42,87
2006	87 047 470	58 817 595	59,68	40,32
2007	111 289 256	77 407 865	58,98	41,02

表 1-1-1-2 各発電所における発生電力量

発電所名	2007年	2008年
Rwegura	59 887 500	55 326 500
Mugere	47 352 096	42 371 172
Ruvyironza	2 552 060	4 093 726
Ruzizi II	52 277 000	72 020 000
Ruzizi I	25 130 865	23 249 527
Gikonge	1 604 670	4 280 880
Kayenzi	188 680	1 003 113
Marangara	712 244	1 309 564
Nyemanga Buhiga	4 180 109	3 424 312
合計	193 172 980	207 088 784
増加率(%)		7,2

出典：REGIDESO 年報 2008、単位：(kWh)

(3) 発送配電設備

1) 発電設備

電力輸入分を含めたブルンジの発電容量は 57.7 MW である。また、国内の水力発電所の設備容量は 32.5 MW である。その 96% (31.3MW) を REGIDESO が所有し、残る 1.2 MW のうち 0.5 MW 分のマイクロ水力を DGHER が、同 0.7 MW 分を民間が所有する。合計 27 水力発電所のうち、国内送電線網に接続された水力発電所は Rwegura (18 MW)、Mugere (8 MW)、Ruvyironza (1.5 MW)、Gikonge (1MW) である。この合計である 28.5 MW と、Ruzizi I (28.2MW)、Ruzizi II (26.6 MW) 両水力発電所からの電力輸入分 (最大 20 MW) を併せた最大 48.5 MW が国内送電線網経由でブジュンブラに送られるが、ブジュンブラを経由して他の地域にも送られているため、そのすべてをブジュンブラで消費する訳ではない。

1996 年にブジュンブラに設置された 5.5 MW のディーゼル発電所があるが、燃料である石油価格の高騰により稼働することが出来ず、緊急用電源の扱いとなっている。

一方、ブルンジの水力発電所の大半は 1980 年代に建設されているが、一部 1950 年代のものもあるなど、施設の老朽化が進んでいる。現在 7 つのミニ・マイクロ水力発電所で運転を停止したり、リハビリを行っている。

表 1-1-1-3 ブルンジ国内の発電設備

Denomination of the power station	Owners	Working Installed capacity (MW)	
Diesel Power station	Bujumbura	REGIDESO	5,5
Hydroelectric power stations			
	Rwegura	REGIDESO	18
	Mugere	REGIDESO	8
	Ruvyironza	REGIDESO	1,5
	Nyemanga	REGIDESO	1,44
	Gikonge	REGIDESO	1
	Kayenzi	REGIDESO	0,85
	Marangara	REGIDESO	0,24
	Buhiga	REGIDESO	0,24
	Sanzu	REGIDESO	0,07
	Total REGIDESO		31,34
	Kigwena	DGHER	0,05
	Butezi	DGHER	0,24
	Ryarusera	DGHER	0,02
	Nyabikere	DGHER	0,14
	Murore	DGHER	0,02
	Total DGHER		0,47
	Mugera	Parish	0,03
	Kiremba	Parish	0,06
	Masango	Parish	0,03
	Musongati	Parish	0,01
	Mutumba	Parish	0,05
	Mpinga	Parish	0,02
	Kiganda	Parish	0,04
	Gisozi	Parish	0,02
	Burasira	Seminar	0,03
	Teza	OTB	0,36
	Total DEPRIVE		0,65

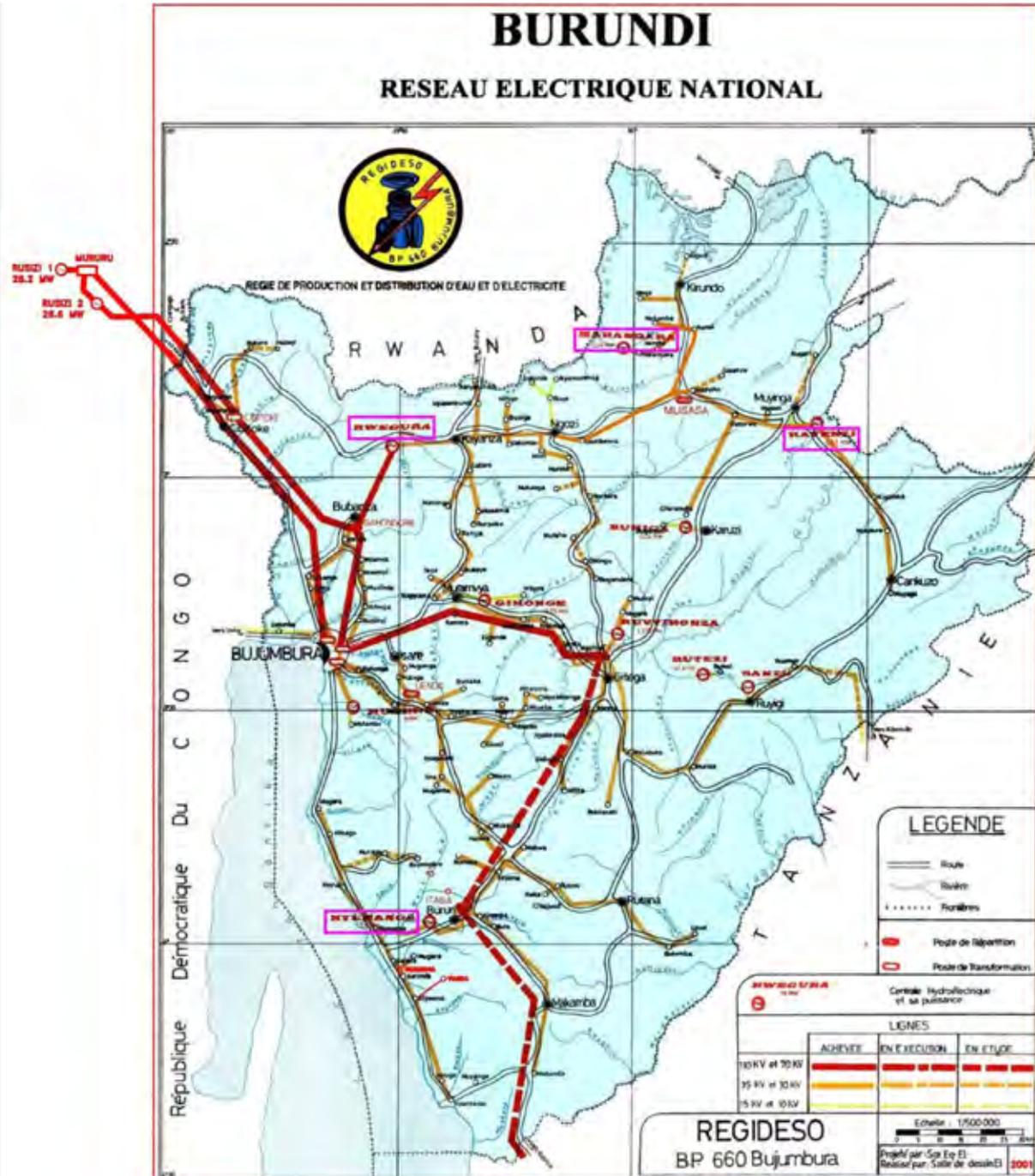
2) 電力系統

主な需要地である首都ブジュンブラに送電するために建設された送電線を中心に 110 kV、70 kV、35 kV、30 kV および 10 kV からなる国内送電線網が形成されている。ブルンジの国内送電線網を下図に示す。図より、110 kV と 70 kV の送電線がブジュンブラから DRC に向かって延びており国際連系線となっている。70 kV の送電線は Ruzizi I 水力発電所と、110 kV の送電線は Ruzizi II 水力発電所と繋がっている。

送電配電線の亘長については、2008 年時点で下記のようにになっている。

- ・ 110kV 送電線 : 210km
- ・ 70kV 送電線 : 112km
- ・ 35kV 送電線 : 12km
- ・ 30kV 送電線 : 982km
- ・ 22kV 送電線 : 15km
- ・ 10kV 送電線 : 47km
- ・ 6.6kV 配電線 : 176km

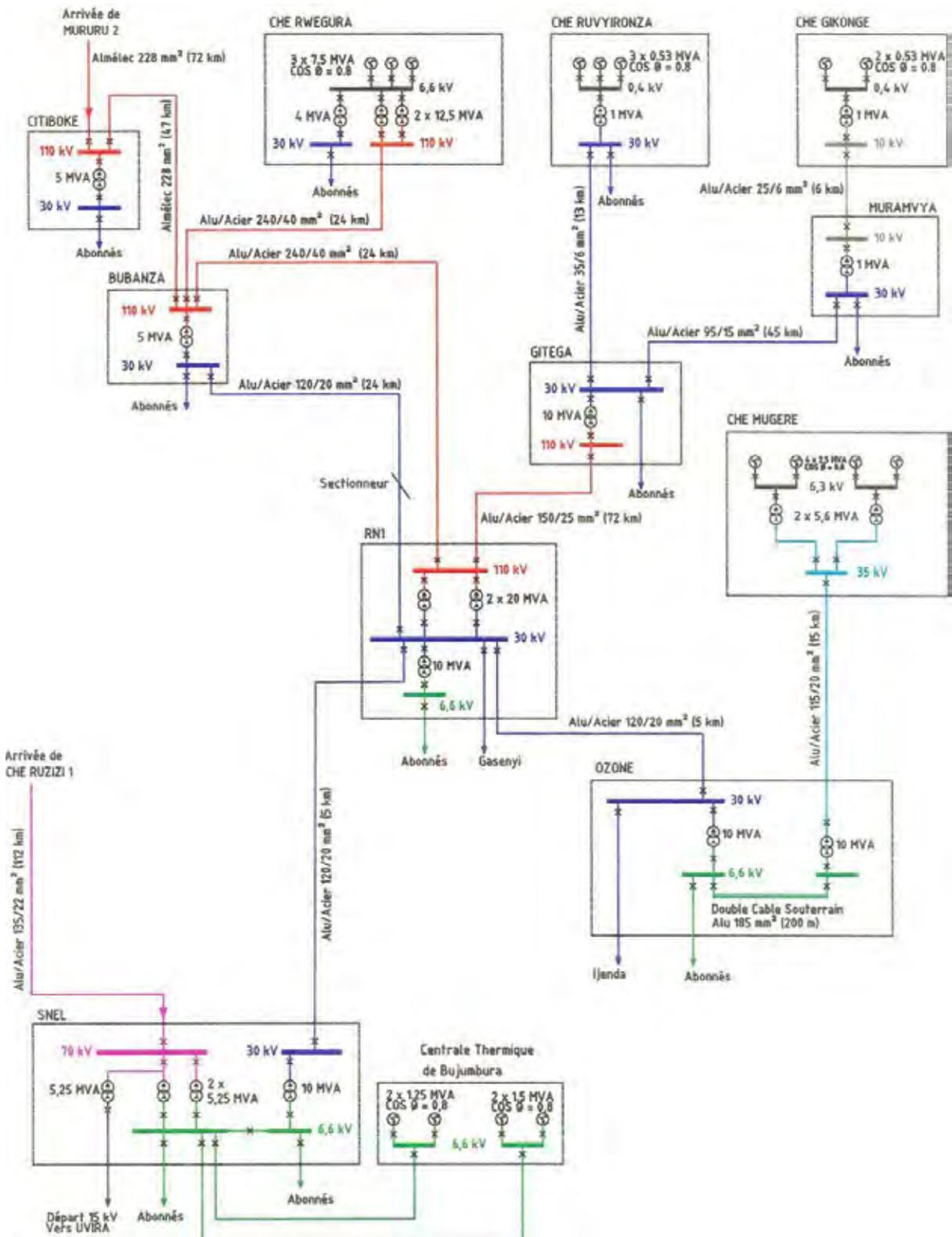
出展 : REGIDESO report,2008



出典：REGIDESO 提供資料

図 1-1-1-2 ブルンジ送電系統

また、ブジュンブラ市にはSNEL、RN1 および OZONE という3つの変電所があり、発電所からの受電、ギテガ等他の都市との送受電およびブジュンブラ市とその周辺地域への配電を行っている。配電線の配電電圧は6.6kVの電圧で配電されている。そして、一般での使用電圧は、400/230Vである。



出典：REGIDESO 提供資料

図 1-1-1-3 ブルンジ送電系統図

(4) 発送電ロス(%)

発送電ロスは2000年の39%から33%（2002年）、26%（2006年）、24%（2007年）と改善されつつあるものの、2008年でも22%と依然として高く、緊急の解決すべき課題の一つになっている。

(5) 電力料金と電力公社の売上

1) 電気料金

「ブ」国では、政府が電気料金を決定している。現行の電気料金は、2007年4月に実施された27%の値上げ後の数字である。家庭用で約BIF 41/kWh、（約3.4円/kWh）となっている。

表 1-1-1-4 電力料金表

種別名	種別	Tranche 1		Tranche 2		Tranche 3		Tranche 4		Tranche 5	
		区分	料金	区分	料金	区分	料金	区分	料金	区分	料金
Tariff 1	一般所帯	0-150kWh	41	151-300kWh	46	301-750kWh	85	<750 kWh	127	---	---
Tariff 2	商業	0-300kWh	116	301-1,000kWh	127	<1001kWh	137	----	---	---	---
Tariff 3	行政		127	----	---	---	---	---	---	---	---
Tariff 4	中低圧	PS(kW/月) 割増し量	3231 6462	PS+ピーク (0-150h/月)	122	PS+ピーク (151-450h/月)	77	<451	52	ピークなし	138
Tariff 5	D.G.H.E.R	全消費	53	---	---	---	---	---	---	---	---
Tariff 6	公共証明	全消費	127	---	---	---	---	---	---	---	---
Note											

単位：BIF, プルンジフラン

2) 売 上

REGIDESO の電力の売上げは、2007年の半ばに実施された料金の見直しで増加している。

表 1-1-1-5 REGIDESO の電力売上げ額

	販売電力量(kWh)		収入(BIF)
	低圧	中圧	
2007	99 134 661	43 689 583	11 516 120 310
2008	114 042 229	46 221 501	14 487 681 013
増加率(%)	15,04	5,80	25,8

資料：REGIDESO 年報

3) 需要家数

REGIDESO の電力供給を受ける需要家は、過去数年、高い率で増加してきている。

表 1-1-1-6 ブルンジ電力公社の需要家数の推移

	2005	2006	2007	2008
Bujumbura	20 576	21 510	21 774	23 025
Western area	2 492	2 905	3 776	3 982
Southern area	2 494	2 754	3 247	3 482
Area Is	3 257	3 558	4 130	4 463
Northern area	4 039	4 409	5 142	5 561
Total	32 858	35 136	38 069	40 513
増加率		7%	8%	6%

(6) 電力システム開発計画

1) 発電所増強計画

需要の増加と供給力不足が著しくなっているものの、発電所の建設計画の実施には時間を要している。

具体の計画としては、Buhiga 発電所の出力増強 (0.24MW)、Rusumo Falls 水力発電所計画 (新規の共同開発、61.5 MW) Kabu 16 水力発電所計画 (新規、20MW)、Ruzizi III 水力発電所計画 (新規の共同開発、82 MW)、Mule 34 水力発電所計画 (16.5MW) などがある。

2) 送配電線増強計画

30kV、110kV 送電線の新設とリハビリテーション、変電所のリハビリテーション等の事業が、アフリカ開発銀行イル川流域イニシアティブの NELSAP (Nile Equatorial Lakes Subsidiary Action Program) 等の支援で計画されている。

3) 経営改善

REGIDESO においては、IDA (International Development Association) のグラントを受け、2009 年 8 月に 5 年計画で公社改革が実施されている。

電力には US\$29.5 百万が費やされ、その内訳は、軽油燃料への補助による財務の改善、送配電線のリハビリ、水力発電の FS、料金収受の改善、DSM 等とされる。

(7) 再生可能エネルギー

1) 太陽光発電

太陽光発電による電化が地方電化の一貫として、全国で35カ所の保健所と17カ所の地方集会所について計画され実行に入っている。

2) 風力発電

ブルンジにおける風力発電の開発は、これからポテンシャル調査をする必要があるとのエネルギー省の見解があるだけで、フィージビリティ調査をこれから行う段階にある。

1-1-2 開発計画

「ブ」国は、1997年1月、国連気候変動条約（UNFCCC）を批准し、2001年8月に国別報告書（Initial National Communication）を提出している。この中で、気候変動の緩和策として小規模水力発電所の開発や省エネ計画の策定と並んで、エネルギー源の多様化の必要性に言及し、再生可能エネルギー利用を普及する方針が打ち出されている。特に太陽光発電については、地方部の公共施設や住宅でソーラーホームシステム、通信機器の電源、井戸のポンプ等に使用することが意図されている。しかし、現状においてもその普及はまだ初期的な段階にとどまっており、その理由として初期投資に必要な資金確保が困難であることが指摘されている。

一方、「ブ」国の国土管理観光環境省（当時）がUNDPの協力のもと2006年7月に策定した文書「気候変動に対する国家適応策アクションプラン（Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques (PANA)）」においては、気候変動への適応が検討されている。この中で、特に近年、河川流量の減少が顕著となっており、「ブ」国の電源の中心となっている水力発電に障害が発生していることが述べられている。このことと合わせ、降雨によって発電量が減少し得る太陽光発電ではあるが、水力発電所の発電量とは逆の相関となるため、電源の多様化として有効であるとの認識が示されている。

具体的に太陽光利用を促進するために、

- ・ 太陽光発電利用者としての公共施設候補の調査、
- ・ 既設の（内戦時に破壊・放棄された）太陽光発電設備の修復
- ・ 再生可能エネルギー利用の広報・啓発
- ・ 再生可能エネルギーへの民間投資の促進
- ・ 関連機器への課税減免等の経済的措置、

等の施策を推進するとしている。

1-1-3 社会経済状況

(1) 国 土

「ブ」国は、アフリカ中央部、大湖地域あるいはリフトバレー地域に位置する内陸国で、南緯 2°30'~4°30'、東経 28°50'~30°53'30"にあり、北はルワンダ、西はコンゴ民主共和国、東と南ではタンザニアと国境を接している。国土面積 2.78 万 km²、人口 730 万人の内陸国である。また年間降水量が約 1,500mm と、アフリカにおいては比較的水資源の豊富な国であり、中でも首都のブジュンブラは、タンガニカ湖に面し、多くの河川が流れるブルンジ内においても特に水資源の豊富な地域である。

コンゴ・ナイル山脈により国土の水文は2分されており、西側はコンゴ川、東側はルブブ川、カニアル・カゲラ川等を含むナイル川流域である。国の南部にあるタンガニカ湖のほか、東北部にはたくさんの湖沼が存在する。

気候は標高により大きく異なり、標高 2,000m 以上の地域では、降雨量年 1,400~1,600mm、年平均気温 15°C 前後であるが、1,400m 以下の地域では降雨量は 1,200mm 以下、平均気温も 20°C 以上となる。首都のブジュンブラはやや高く約 25°C となっている。6月~9月の乾季と2月~5月の雨季が顕著であるが、その間の9~12月はやや雨がち、1~2月は比較的乾燥した気候である。

(2) 人口動態

「ブ」国では、1990 年以来調査が行われていないが、人口推計（ブルンジ統計経済研究所）によると 2007 年で 795 万 2 千人の人口となっている。現在の人口増加率は、年 3% 弱と推定されている（世界銀行）。人口のうち首都ブジュンブラを含むブジュンブラ州の人口は 52 万 5 千人であり、多くの人口は地方に分散している。地方における人口増加率は高く、基本的な公共サービスの提供がより困難となる背景となっている。

(3) 経済情勢

1993 年以来長期間続いた混乱により、アフリカの中でも最も貧しい国のひとつとなっており、国民一人当たり総生産は 140 ドル（世界銀行）と、未だに内線前の状況に回復していない。経済は農業が主体（GDP の 6 割）となっている。農産物は、消費作物と換金作物に大別されるが、後者のうち特にコーヒー（アラビカ、ロブスタ種）は、輸出額の 9 割を占める。茶の生産も多く、生産量の 95%は輸出されている。消費作物としては、トウモロコシ、ソーグム、甘藷、バナナ、豆、カッサバ、タロイモ、ヤシ油等がある。漁業は、特にタンガニカ湖が有名であるが、ほとんどは伝統漁法によるもので、年間 1 万 5 千トンの漁獲高を上げている。

鉱物資源にも恵まれており、ニッケル、鉄、チタン、バナジウム等の埋蔵量が多いとされる。

経済の改革の努力も行われており、特に近年は、再開された海外からの支援による影響を受け、公共投資が増加しつつある。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

「ブ」国は、化石燃料など在来型の発電のためのエネルギー資源を持たないが、水力資源には恵まれている。しかし、長期間続いた内戦のため水力発電設備や送配電システムは損傷、劣化が著しく、また投資も行われてこなかったため、電化率は2%以下と極めて低い。電化されている都市部でも電力不足が顕著である。特に農村部では薪以外にエネルギー源が存在しないため、乱伐による森林の減少が問題となっている。

このような中、当該国はクールアース・パートナーシップ国に参加することを決定し、気候変動対策の適応策及び緩和策への取り組みにより、温室効果ガスの排出削減と経済成長の両立を目指すことを喫緊の課題として掲げている。

なお、一般に太陽光エネルギーは、化石燃料を消費しないエネルギー源として気候変動緩和策として位置づけられているが、水力発電に大きく依存する「ブ」国においては、水力発電を補完する代替エネルギーとして、降雨量の減少に対する適応策としても位置付けられている。

2009年6月に提出された本無償資金協力事業の要請の内容は以下のとおりであった。

要請金額：549,551 千円

要請内容：1) 太陽光発電施設（200kW）

PV モジュール、コンディショナー、ジャンクションボックス、データ取得システム、架台、気象観測システム、表示装置 等

場 所：以下の市内の病院から選択

- ① Hôpital Prince Régent Charles（PRC 病院）
- ② Hôpital Prince Louis Rwagasore（PLR 病院）
- ③ Hospitalo-Universitaire De Kamenge（カメンゲ大学病院（CHUK））

2) 上記施設整備に伴うソフトコンポーネント
ワークショップ、研修、マニュアル 等

この要請を受け、2009年8月に実施された本調査の第1次現地調査において、上記要請サイトを対象に太陽電池モジュールの設置可能性等の技術的な検討を行い、「ブ」国との協議を経て、2009年8月14日の「ブ」国エネルギー省他とJICA調査団との間で結ばれたM/Dにおいて、PLR病院とCHUKの2病院がサイト候補に選定された。その後、日本国内で両候補の規模や効率性などが考慮された結果、CHUKが対象サイトに選定された。

CHUK 病院は、1984 年に国のリフェラル病院として設立され、ブルンジ大学医学部と連携した教育施設を兼ねた病院である。産婦人科、小児科がサービスの中心であるが、内科、外科、HIV/AIDS 等の病棟もある。その財務と経営は、国の支援を受けながら自律的に行われている。

本無償事業では、「ブ」国における気候変動対策支援の一環として、太陽光発電設備（PV 設備）を供与し、当該国における系統電力の一部を再生可能エネルギーに代替することにより、同国の化石燃料への依存度と当該公共施設の電力料金負担の軽減を図り、温室効果ガスの削減と経済成長の取り組みの両立を目指す取り組みを支援する。

1-3 我が国の援助動向

(1) 無償資金協力

我が国の「ブ」国に対する無償資金援助は、主に戦後復興、医療、食料等の分野で実施されてきている。近年の実施状況は以下のとおりである。

年度	援助内容
平成 22 年度	ブジュンブラ市内交通網整備計画 気候変動による自然災害対処能力向上計画
平成 21 年度	ノンプロジェクト無償
平成 20 年度	ブジュンブラ市内医療設備整備計画 元戦闘員の社会復帰支援計画（UNDP 経由） 食糧援助（WFP 経由）
平成 19 年度	マラリア対策強化計画（ユニセフ経由） 食糧援助（WFP 経由） ブルンジ難民の帰還及び再統合支援計画
平成 18 年度	食糧援助（WFP 経由）
平成 15 年度	債務救済無償

出典：外務省 HP

電力セクターへの援助は近年行われていない。

(2) 有償資金協力

「ブ」国に対しては、平成 16 年度に債務救済措置が実施されており、その他の有償資金協力は実施されていない。

年度	金額(億円)	概要
平成 21 年度	約 33.90	1999 年のケルンサミットにおける声明に基づき拡大重債務 貧困国イニシアティブの枠組みにおいて包括的な債務救済 を受けるために必要な条件を満たした国に対し、円借款債権 を放棄するという我が国の方針の下、行われたもの
平成 16 年度	約 12.38	本件債務救済措置（債務免除方式）は、1978 年の国連貿易 開発会議（UNCTAD）第 9 回特別貿易開発理事会第 3 回会期 で採択された決議第 165 号に基づき、JBIC が保有する同決議 の対象となる円借款債権を放棄するとの我が国政府の方 針に従って行われたもの。

出典：外務省 HP

1-4 他ドナーの援助動向

(1) UNDP

【気候変動への適応策ナショナルプランの準備】

「ブ」国は、気候変動への適応策の準備が進んでいないため、制度的枠組みづくり、データ取得、優先順位付きのアクションプランの作成を支援する。

実施期間：2005 年 月－2007 年 月

援助先機関：エネルギー鉱山省

【気候変動枠組み条約第 2 次ナショナルコミュニケーションの準備】

第 2 次ナショナルコミュニケーション作成を支援するために、技術的、制度的キャパシティを強化し、その推進と各セクターにおける開発計画への統合を図る

実施期間：2006 年 月－2008 年 月

援助先機関：エネルギー鉱山省

出典：UNDP HP

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織

(1) 事業実施機関

主管官庁と事業実施機関を兼ねるエネルギー鉱山省の組織図を以下に示す。本計画を担当するのは、水・エネルギー総局（下の組織図で破線囲み）及びその下に位置するエネルギー一局である。エネルギー局は、局長以下約5名の技術顧問、その他のサポートスタッフにより構成されている。太陽光発電設備は、整備後、次項の事業実施場所に移管される。

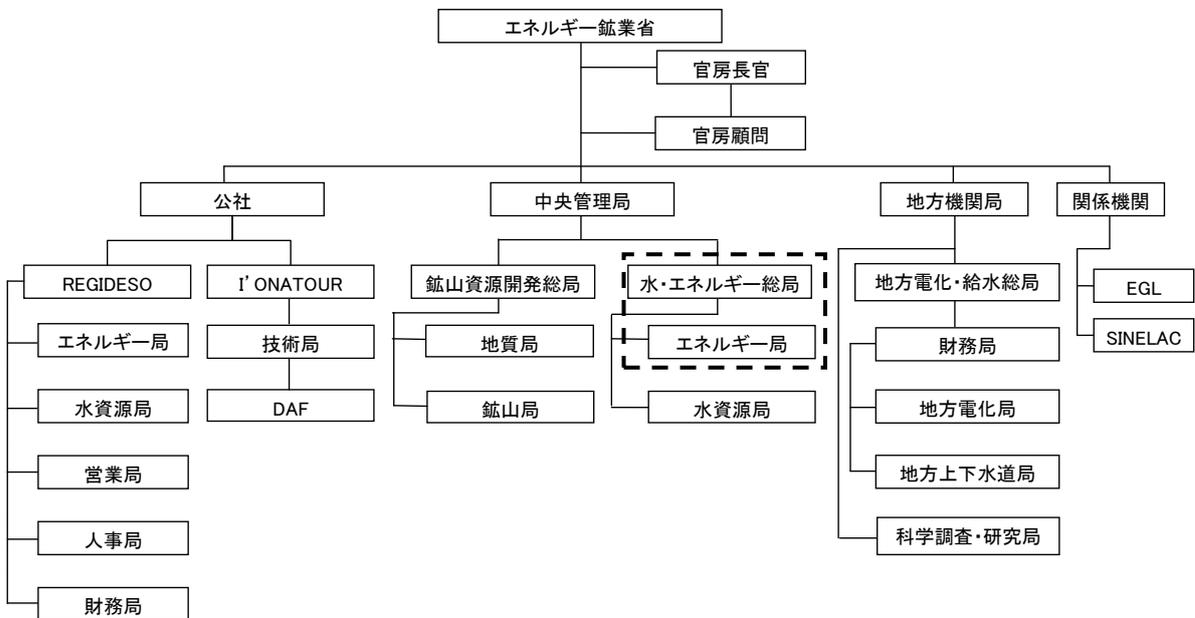


図 2-1-1-1 ブルンジ国エネルギー鉱山省の組織図

(2) 事業実施場所

事業実施場所となるカメンゲ大学病院（CHUK）の組織図を以下に挙げる。

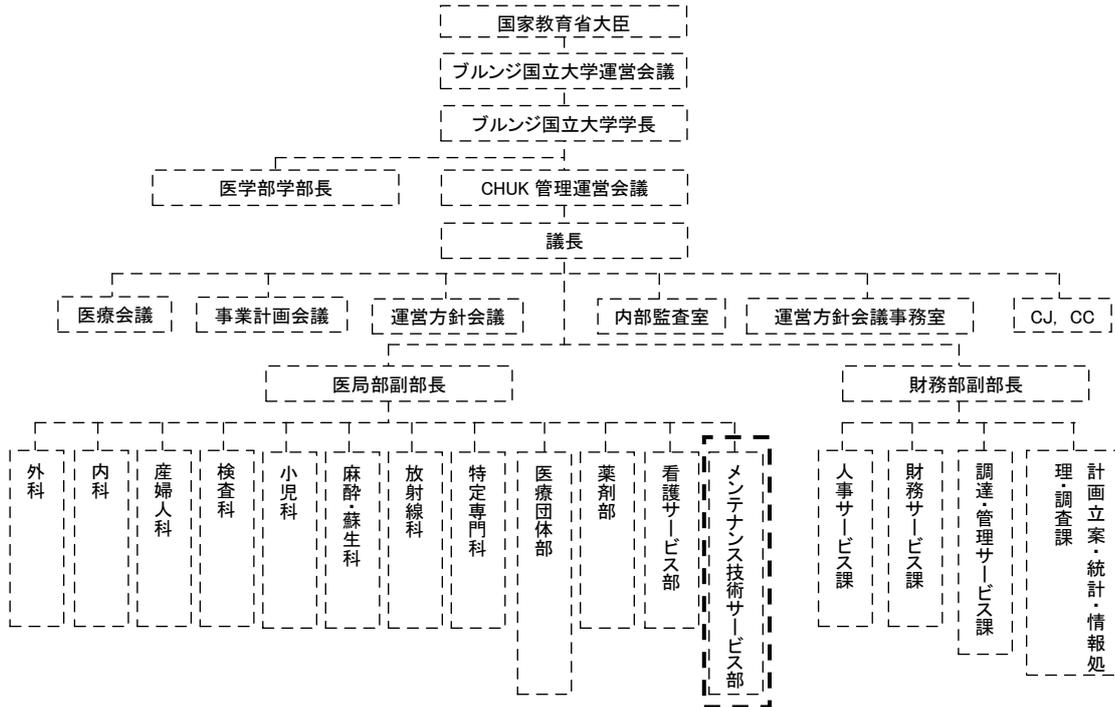


図 2-1-1-2 カメンゲ大学病院 (CHUK) の組織図

太陽光発電設備の運営・維持管理を担当するのは、図中のメンテナンス技術サービス部である。調査時点においては、部長1名、電気技術者1名、テクニシャン数名の体制であった。

2-1-2 財政・予算

下表に、カメンゲ大学病院の2006年、07年の収支状況を挙げる。

表 2-1-2-1 病院の収支状況(2006-07年)

	2006	2007
収入	2,798,819	3,400,364
病院営業収入	2,023,508	2,424,502
国家補助金	775,311	975,862
支出(運営経費)	2,199,420	2,526,891
医薬品費	776,519	564,023
消耗品費	71,512	100,574
サービス支出	230,416	293,515
その他経費	270,924	296,203
人件費	850,049	1,272,576
収支	599,399	873,473

単位：千ブルンジフラン

なお、カメンゲ大学病院の年間の電気代は約 730 万円となっている。

2-1-3 技術水準

本計画の対象となる CHUK は、受変電設備・ディーゼル発電設備等の既設電気設備を管理する技師が常駐している。これらの技師により太陽光発電設備の日常的な運用は可能であることを考慮すると要員配置は問題ないとする。

CHUK の技師は、施設内の電気設備の運転と維持管理の経験は有しているが、産業用のインバータを含む太陽光発電設備の扱いは初めての経験となるため、その仕組みを十分に理解し、日々の運転や管理において誤りのない操作ができるようにする必要がある。また、「ブ」国の電力供給を担い太陽光発電設備が連系する系統を管理する REGIDESO は、「ブ」国は再生可能エネルギー発電設備等の系統連系に関する制度が未整備であり、太陽光の系統連系は初の事例でもあり、事故対応を含めた設備運用の経験がない。

本計画では、REGIDESO を含 CHUK 技師等に対して、日本側技術者からの効果的な技術的支援を行うことにより、プロジェクトの実施に必要な技術力が確保されるものと思われる。

現時点で支援が必要と考えられる主要な事項としては、以下のようなものが考えられる。

- ・太陽光発電設備に対する基礎知識と設備計画の考え方
- ・太陽光発電設備の具体的な運転・維持管理方法
- ・保守用道具の取扱方法
- ・長期的に予想される設備上の課題と対応
- ・発電設備の運転・維持管理作業を着実にを行うためのマネジメント手法
- ・発電設備を維持していくための組織的・財務的なマネジメントの考え方

2-1-4 既存施設・機材

(1) 当該施設の電気設備の現状

当該施設の既設電力供給設備は、電力公社 REGIDESO が管理する電気室内の変圧器（6.6kV/400V、400kVA）を経由し、病院本館にある電気室の低圧盤に接続されている。同電気室にある非常用ディーゼル発電機は老朽化のため放棄されているが、本館外に新たな発電機室が設けられ、出力 450kVA のディーゼル発電機が設置されている。同発電機は系統電力の停電を検出し、自動的に発電開始、停止を行う。施設内の電力ケーブルはすべて埋設式になっており、その配置図が保存されているほか、一部には埋設位置を示すマークが設置されている。

手術室、集中治療室、術後回復室などの重要施設はすべて本館に集約されており、したがって、重要な医療用電気機器も本館に設備されている。本館とは別棟で病院への 2 か所の

入り口近くにそれぞれ配置されている外来では、診察灯などの簡素な機器しか備えられていない状況である。

なお、2008年の電力消費量は、583,720kWhとなっている。

施設の配置図を以下に示す。

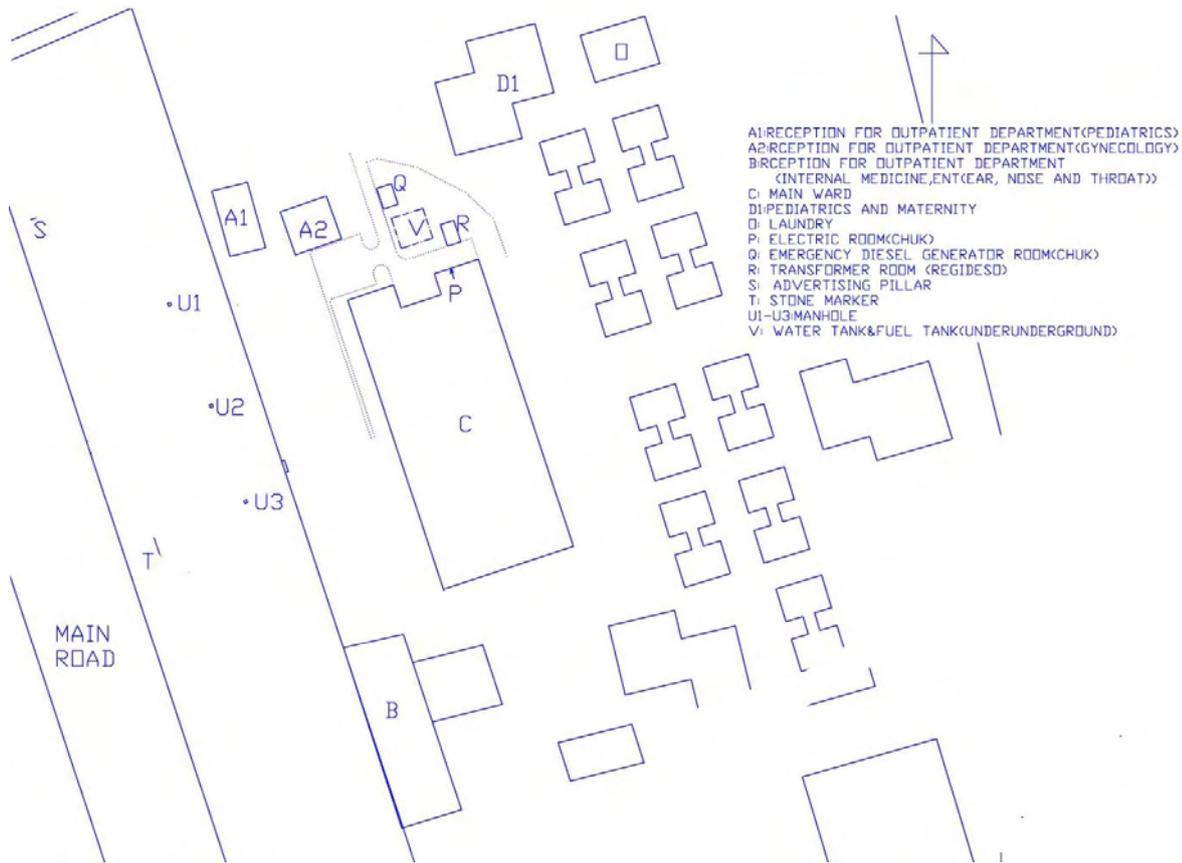


図 2-1-4-1 カメンゲ大学病院の施設配置図

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 当該地域の電力供給の状況

「ブ」国では電力供給力が不足している。国内の電源は主に小規模の水力発電所であり、長期にわたる投資・維持管理の不足により出力が低下している。ブジュンブラ市内にはディーゼル発電所があるが、燃料の調達の問題からほとんど使用されていない。その他、ルワンダ、DRC との共同出資で設立した SINELAC の Ruzizi 発電所からの輸入電力量が近年増加してきており、2004年以降は国内の全発電電力量の4割を超える状況にある。(表 1-1-1-1 国内発電電力量と輸入電力量参照) この急増は、ブルンジの電源のほとんどが水

力発電所であり、水量が少なかった 2008 年は需要に見合う発電できなかった事により、電力輸入が急増したものである。

一方、送電システムの老朽化も著しく、20%を超える損失が発生している。(1-1-1 (3) 3) “発送電ロス”の項参照) これらの理由から、全国的に停電が頻発する状況にあり、特に水力依存度が高いことから、渇水年には自国施設からの電力の供給不足が著しくなる。

以上のような電力供給の状況から、太陽光発電設備の設置は、「ブ」国の電力供給力の不足、特に乾季や渇水年における水力発電の稼働率低下を補う電源として機能することが期待される。

なお、CHUK に送電している RN1 変電所からのフィーダー線の系統図を以下にあげる。

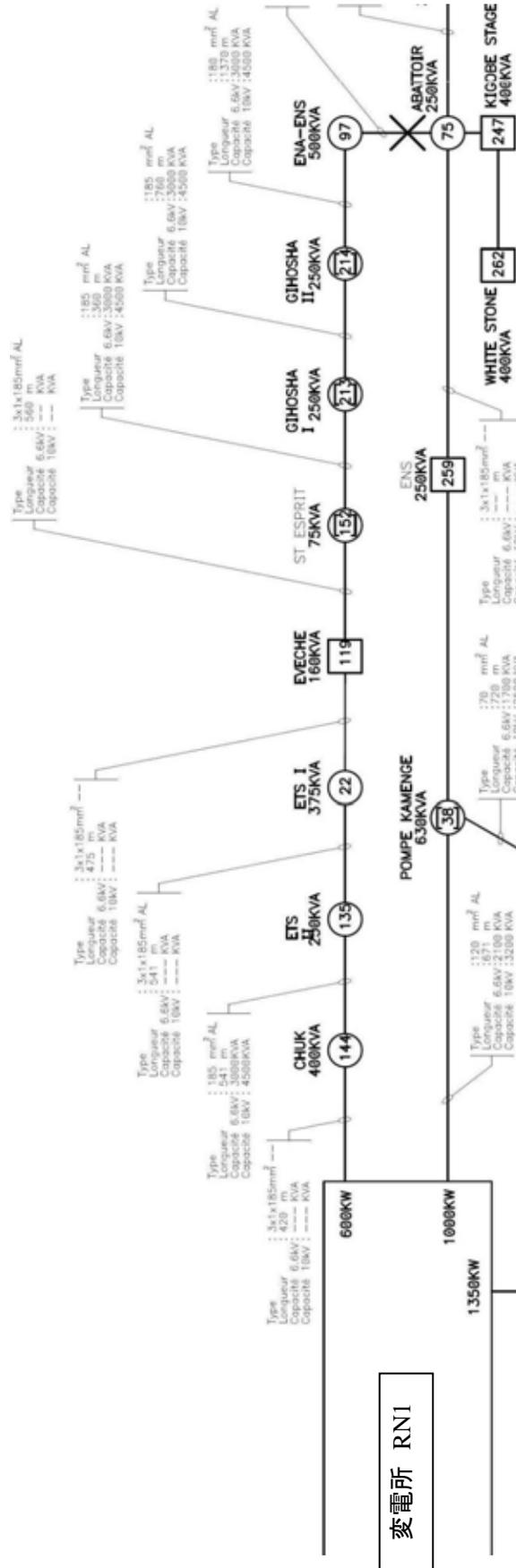


図 2-2-1-1 変電所からカメンゲ大学病院までの電力系統図

(2) 港 湾

ブルンジは内陸国であるため、本計画で調達される資機材はタンザニア最大の港、ダレスサラーム港で荷揚げされることになる。ダレスサラーム港は規模 2.1km×0.6km、深度 8m～17m の最大 12 万トンの船を収容できる能力を有する国際港である。最大クレーン荷揚げ能力は 60 トンであり、今回想定される最大コンテナ重量 20 トンを十分に満足する能力を有する。

(3) 道 路

ダルサラーム港からの内陸輸送に関しては、ブジュンブラ市内には国際的なネットワークを持つ輸送会社が店舗を設けている。これらの輸送会社はタンザニアにも店舗を設けており、タンザニア―ブルンジ間の内陸輸送に関して豊富な経験を持っている。ブジュンブラ市内では一部、改修が必要な地点が見られるものの、CHUK が位置するブジュンブラ市内中心地を囲む外環の幹線道路は通行量も多く舗装状態は良好である。

(4) 水 道

「ブ」国では REGIDESO によって上水道サービスが提供されているが、内戦による給水施設の老朽化、漏水などが原因で 2006 年時点でのブジュンブラ市内における上水道の普及率は 44%に留まっている。一方、サイト地である CHUK は病院という性質上給水は安定している。

(5) 通 信

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

インターネットは複数のプロバイダによってサービスが提供されており、ダイヤルアップ及び ADSL が利用可能である。電子メールの送受信は可能であるが、通信回線が脆弱なため時間帯によっては不通となることもある。

2-2-2 自然条件

(1) 計画地の位置、地質・地形等

計画の対象サイトの CHUK のある「ブ」国首都のブジュンブラ市は周辺を標高 2,500m 級の山々に囲まれたタンガニカ湖の北岸の平地に位置する。CHUK はブジュンブラ国際空港から約 7km の地点に位置し、約 400m×300m 程度の山側から湖岸側に向けてなだらかに傾斜した土地に建設されている。病院の建物周辺はフェンスに囲われているが、太陽電

池モジュールの設置予定地である病院前の幹線道路に面した土地にフェンス等は設置されていない。

(2) 気象条件

1) 温度

ブジュンブラ市は標高 800m の赤道付近に位置するため、季節による気温変化の推移は小さく、月別最高気温は平均 30.2°C、月別最低気温は平均 19.2°C となっている。表 2-2-2-1 に年間の最高温度、表 2-2-2-2 に最低温度を示す。

表 2-2-2-1 月別最高気温(ブジュンブラ市:1998年~2008年)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1998	29.8	30.3	30.3	30.4	30.4	30.0	29.4	30.2	31.1	30.6	29.9	29.7
1999	29.8	31.5	29.4	29.3	30.3	30.1	29.4	29.1	29.9	30.3	28.8	29.2
2000	30.0	29.9	29.0	30.0	30.1	29.6	29.6	30.2	31.9	30.6	28.9	29.4
2001	28.2	28.8	29.3	30.1	29.9	29.1	29.1	29.8	30.6	29.9	28.1	29.9
2002	28.7	30.4	29.8	29.4	30.2	30.2	30.4	30.3	31.1	31.5	29.3	29.9
2003				30.7	31.0	30.7	30.0	31.1	30.8	31.4	30.2	30.1
2004	30.7	30.2	30.8	29.5	30.8	30.3	30.2	31.0	31.4	31.3	30.2	29.7
2005	29.5	31.7	31.0	31.7	30.1	30.1	30.2	31.2	32.1	31.4	30.6	30.8
2006	30.1	30.6	30.7	30.0	30.3	30.4	30.0	30.8	31.3	32.9	28.5	28.8
2007	30.2	30.8	31.2	30.9	31.1	30.0	29.6	30.4	31.7	30.8	29.1	29.6
2008	30.0	29.5	29.4	30.0	31.1	29.6	29.4	30.7	32.0	30.1	30.2	30.7

単位：°C

表 2-2-2-2 月別最低気温(ブジュンブラ市:1998年~2008年)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1998	20.6	20.7	20.6	21.0	20.5	17.9	18.0	18.3	19.2	19.4	19.8	19.2
1999	19.4	19.6	19.5	19.3	19.0	17.7	17.1	19.1	19.4	18.7	19.1	19.2
2000	19.0	18.7	18.9	19.4	18.3	16.9	17.1	18.5	19.7	20.0	19.5	20.1
2001	19.8	19.5	19.5	19.9	19.8	18.0	17.5	17.3	18.9	19.8	18.9	19.8
2002	20.2	20.3	19.9		19.6	17.9	17.5	18.2	18.9	20.3	19.8	19.8
2003	19.6	19.8	19.6	20.2	20.5	18.2	16.7	17.3	19.3	19.9	19.4	19.2
2004	19.6	19.4	19.9	19.6	19.0	16.6	15.7	17.7	18.6	19.3	18.9	19.6
2005	19.5	20.4	20.1	20.2	19.6	18.3	16.8	18.3	19.6	20.2	19.9	19.7
2006	19.5	20.5	19.8	19.9	19.9	17.8	17.5	17.8	18.9	20.6	20.0	20.3
2007	20.5	20.2	19.6	20.3	20.2	19.0	18.4	17.8	19.5	19.7	19.7	19.8
2008	19.8	19.9	19.6	20.0	19.6	18.3	17.7	18.7	19.0	19.7	20.0	20.3

単位：°C

2) 湿度

ブジュンブラ市は年間を通じて比較的湿潤な気候で、年平均相対湿度は71.7%、月別平均最低湿度は8月の55%、最大湿度は4月の82%となっている。

3) 雨量

ブジュンブラ市は6月～8月の乾季の期間はほとんど降雨が見られないが、2004年12月には月間降雨量315mmを記録している。また、2008年2月には日降水量76mmを記録している。年間降雨量は約800mmで、時には非常に降雨強度の強い雨が降ることが確認されている。月別降雨量を表2-2-2-3に示す。

表 2-2-2-3 月別降雨量(ブジュンブラ市:1998年～2008年)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1998	105.7	116.9	219.8	73.7	92.8	19.9	3.8	2.0	21.6	13.1	33.4	53.4
1999	71.7	13.9	147.2	92.5	14.7	0.3	0.0	28.0	60.6	48.2	128.3	159.6
2000	103.1	37.0	149.4	42.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	40.2	203.8	150.7
2001	113.1	77.2	99.9	97.9	9.3	49.8	7.6	0.0	62.3	67.6	91.4	88.0
2002	135.4	121.6	124.4	79.5	34.0	0.0	0.0	0.0	5.6	74.9	57.1	134.2
2003	46.5	60.9	100.8	68.1	25.0	0.5	0.5	2.5	54.6	148.9	68.0	
2004	104.2	19.9	162.8	93.7	0.7	0.0	4.8	10.1	196.9	134.4	193.1	315.1
2005	195.2	61.0	145.9	70.2	130.6	1.1	0.0	4.8	4.2	32.9	116.1	55.0
2006	87.0	121.0	123.7	111.2	88.9	2.5	0.9	38.1	32.3	63.0	157.1	215.0
2007	142.8	81.7	86.5	149.9	22.2	10.7	52.3	6.9	29.9	112.8	63.4	81.4
2008	99.1	166.7	71.4	69.2	23.2	89.2	15.1	3.6	31.9	69.7	65.1	37.0

単位：mm

4) 風速・風向

過去には50m/sを超える風速の記録も見られるが、長期的な平均は4.2m/sである。REGIDESOでは施設設備の設計風速は40m/sとしている。

5) 地震

ブルンジ地学研究所(IGEBU: Institut Géographique du BURUNDI)におけるヒアリングでは、過去にブジュンブラ市において構造物に影響を及ぼす強度の地震発生は確認されていないという見解が得られた。

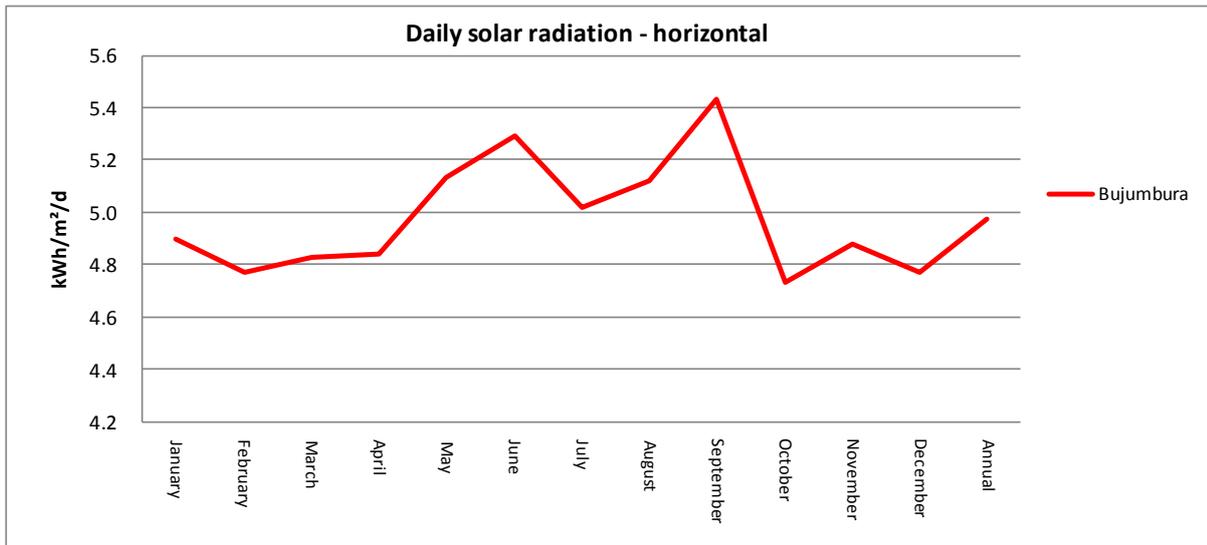
6) 塩害

ブルンジは内陸国のため、塩害の対策は不要である。

7) 日射量

ブジュンブラ市は、季節による日射量変化の推移も小さく年間を通じて豊富な日射量が期待できる。月別平均水平面日射量は、最高は6月の5.29kWh/m²/day、最低は10月の4.73 kWh/m²/day、年間の平均は4.98 kWh/m²/dayである。出展：RETScreen

図 2-2-2-1 にブジュンブラ市内の月別平均水平面日射量を示す。



出展：RETScreen

図 2-2-2-1 ブジュンブラ市内の月別平均水平面日射量

2-2-3 環境社会配慮

本プロジェクトで設置が計画される太陽光発電設備は、その特性として、発電に伴う騒音、振動、排気ガス、廃液、廃棄物などを発生しない点があげられ、代表的なクリーンエネルギーとして位置づけられている。したがって、施設完成後の操業段階に伴い考慮すべき環境社会に及ぼすマイナス面の影響は基本的にないと考えられる。また、本プロジェクトでは、第3章で詳述するように、系統連系による給電を行うもので、夜間など日照のない時間のための蓄電池は設置しない設計方針としている。これは、使用後に廃棄される蓄電池に含まれる鉛などの成分が環境におよぼすマイナスの影響を配慮したためである。

一方、施設建設段階については、工事に伴い環境社会へマイナスの影響を与える恐れのあるものがいくつか想定される。工事車両、建設機械の使用に伴う騒音、振動、排気ガスの発生、それら車両・機材の走行や作業に伴う事故のリスクなども工事期間に限定されるが、想定すべきものとされる。また、工事に伴う廃棄物は、量的に限られたものであり、著しく危険なものではないものの、確実に発生すると考えられ、その搬出や処理の方法によっては、環境社会に影響を及ぼすものとなる。

プロジェクトサイトとなるカメンゲ大学病院は、ブジュンブラの市街地に位置する規模の大きな総合病院であり、周囲を塀で囲まれた独立した敷地にいくつかの病棟が建てられている。太陽光発電設備の設置される敷地は、病院の西側に接する国道に面した現在空き地になっている部分である。設置場所の最も近くに病院本館が位置することになるため、病棟内の職員や患者に与える建設工事期間中に発生が想定されるマイナス面の影響は否定できない。当該病院は、入院患者やその家族に加え多くの外来患者も来院するため、病院敷地内への外部からの人の出入りが多い。そのアクセスとして利用されるのは、施工現場となる病院正面から離れた東側のゲートであるが、施工現場が国道に面しているために来院者以外の歩行者の往来も多く、施工現場への侵入者に対する配慮も必要である。更に、外部への影響としては、一時的ではあるが、資機材や建設機械の搬入のための運搬車輛の建設現場内への出入りが活発となり、交通量の多い国道側の通行の妨げとなるようなケースが想定される。

これら、建設工事期間中の影響を最小限に抑えるためには、施工者による適切な緩和策が、施工計画案として整えられ、その後の施工管理において実行されることが求められる。また、病院職員、患者、周辺住民などへ工事計画や日程を周知させ理解を促すこともマイナスの影響を周囲に与えないための重要な対策である。また、具体的な安全対策としては、仮設の防護柵の設置、保安要員の配置などを十分に行うことが施工者に求められている。なお、施設完成後も部外者施設内に立ち入り電気設備に不用意に触れることで事故が発生する危険性があるため、発電設備の一部として外部からの侵入を防ぐためのフェンスを設置して安全を確保する計画となっている。

協力準備調査開始に当たりカテゴリCに分類されていた本プロジェクトについて、現地調査では、カテゴリ分類の確認を目的としたスクリーニングを行った。その結果を示すべく本プロジェクトによる環境社会配慮面での影響につきJICAのガイドラインに示される対象範囲に則り以下の通り一覧する。

表 2-2-3-1 環境社会影響項目に関する検討結果(対象サイト:カメンゲ大学病院)

項目	計画による影響	対応策
大気汚染	該当無し	
水質汚濁	該当無し	
土壌汚染	該当無し	
廃棄物	工事に伴い若干の建設廃材が発生するが、完工後の廃棄物発生は無い。	施工段階の廃棄物管理を適切に実施する。
騒音・振動	工事に伴う作業音、工事用車両の通行に伴う騒音・振動が発生する。	医療活動や入院患者への影響を最小限とすべく適切な施工計画を策定する。
地盤沈下	該当無し	
悪臭	該当無し	
地形・地質	該当無し	
底質	該当無し	
生物・生態系	最終的な施設設置サイトの状況により樹木の伐採の可能性あり。	許容される範囲と考えられる。
水利用	該当無し	
事故	工事期間中の車両の進入による歩行者等との交通事故および完成後の感電事故などの危険性がある。	工事期間中から十分な安全対策を実施して、完成後の感電事故は防護柵の設置で回避する。
地球温暖化	緩和策の一部として貢献。	
非自発的住民移転	該当無し	
地域経済(雇用・生計手段)	該当無し	
土地利用・地域資源利用	国道側の敷地については、将来的な病院の拡張計画、道路の拡幅計画に際して影響する位置関係にある。	当該エリアでの諸計画の有無を十分確認する。
社会関係資本・地域の意思決定機関等の社会組織	該当無し。	
既存社社会インフラ・社会サービス	該当無し	
社会的弱者(貧困層・先住民族・少数民族)	該当無し	
被害と便益の偏在	該当無し	
地域内の利害対立	該当無し	
ジェンダー	該当無し	
子どもの権利	病院内への子どもの立ち入りが多いため、上記「事故」における被害者となる危険性が成人のケースより高い。	十分な安全対策の実施。
文化遺産	該当無し	
HIV/AIDS等の感染症	該当無し	

上記の通り本プロジェクトによる環境社会面への影響の多くは、太陽光発電設備の設置工事段階にのみ発生するものであり、事業実施段階に適切な対策を講ずることで本プロジェクトの実施が重大かつ長期的な影響を与え続けることは避けられると考えられる。そのた

め、本プロジェクトをカテゴリーCに分類することが現地調査段階でも妥当であると判断された。

「ブ」国では、水・環境・国土整備・都市開発省環境局が各案件の環境影響評価を主管し、その手続きは、環境法（2000年）に定められている。同法によれば、原則として環境にマイナスの影響を与えることが想定される全ての活動が、環境影響評価の対象となり、公共事業についても例外ではない。本プロジェクトの現地調査においては、第1次、第2次の現地調査に際して環境局との協議の場を持ち、本プロジェクトの事業内容につき調査段階に応じた情報を提供して説明を行った。その結果、本プロジェクトで設置が検討される太陽光発電がクリーンエネルギーである点、事業規模が比較的小さい点、太陽光発電設備の設置場所が受益する施設の敷地内であることなどから環境社会配慮面での影響は限定的との理解を得るにいたった。更にJICAとしてのカテゴリー分類について上述のスクリーニング結果をもとに説明し、プロジェクト実施に当たり環境影響評価に関わるいかなる手続きも条件としないことが環境局と調査団の間で確認された。

2-3 その他(グローバルイシュー等)

二酸化炭素をはじめとする温暖化効果ガスの排出による地球温暖化は気候変動の主要因として考えられ、全世界的な問題と捉えられている。特に国連の気候変動枠組み条約締約国会議がスタートしてからは、先進国のみならず、発展途上国の協力なしには温暖化に寄与する二酸化炭素の削減は出来ないという認識で一致している。

太陽光発電は二酸化炭素排出削減の手段としてたいへん有効であり、また、近年その価格が高騰している石油を消費せずに発電できる。したがって、特に発展途上国においては、追加的な電力の確保と二酸化炭素排出の削減を、コストの安定したエネルギー資源で実現できるため、グローバルコミュニティにおける貢献と国内の開発を両立させることが可能となる。

本計画は、「ブ」国が日本のクールアース・パートナーシップに賛同してスタートしたものであり、その目的である「ブ」国の発展と地球温暖化防止という全地球的な問題解決の双方に寄与することが期待される。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

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

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

「ブ」国は、化石燃料など従来型の発電のためのエネルギー資源を持たないが、水力資源には恵まれている。しかし、長期間続いた内戦のため水力発電設備や送配電システムは損傷・劣化が著しい。また電力への投資も行われてこなかったため、電化率は2%以下と極めて低く、電化されている都市部でも電力不足が顕著である。特に農村部では薪以外にエネルギー源が存在しないため、乱伐のため森林の減少が問題となっている。このような中、当該国はクールアース・パートナーシップ国に参加することを決定し、気候変動対策の適応策及び緩和策への取り組みにより、温室効果ガスの排出削減と経済成長の両立を目指すことを喫緊の課題として掲げている。

本計画は、「ブ」国ブジュンブラ市のカメンゲ大学病院（Centre Hospitalo-Universitaire de Kamenge : CHUK）に 260kW の太陽光発電設備を建設し、発生した電力により当施設の電力需要の一部を賄うものである。発電設備は、系統連系の方式で電力供給を行い、系統停電時は太陽光発電設備も停止する。また、発電量に余剰がある場合は、逆潮流¹を実施する。

事業は環境プログラム無償の方式で実施され、機材の調達と現地での据付工事の契約は、日本業者を対象とした入札が行われる。発電設備のうち、太陽電池モジュール、パワーコンディショナは日本製が調達される。基礎等の土木工事、太陽光モジュールの据付、電気工事等は、上記入札を落札した日本企業が自ら管理を行いながら、受け入れ国の民間企業を活用して実施することを想定する。

1 発電設備の設置者の構内から電力系統側へ向かう電力潮流のこと

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 設計方針

本計画は、ブジュンブラ市のカメンゲ大学病院（Centre Hospitalo-Universitaire De Kamenge, CHUK）において、系統連系太陽光発電設備（260kW）の調達・据付を行うものである。本計画対象サイトの選定経緯は下記である。

「ブ」国からの要請書により、首都ブジュンブラ市の以下3病院がサイト候補として提案された。

1. カメンゲ大学病院（CHUK）：Boulevard du 28 Novembre
2. プリンス・ルイ・ワガソレ病院（PLR）：Avenue Pierre Ngendadumwe
3. プリンス・レジャン・シャルル病院（PRC）：Avenue de l'Hopital

上記推薦サイトを対象に太陽電池モジュールの設置可能性等の技術的な検討を行い、「ブ」国との協議を経て、2009年8月14日の「ブ」国 Ministry of Energy and Mines 他と JICA 調査団との間で結ばれた M/D において CHUK と PLR の2病院がサイト候補に選定された。その後、日本国内で両候補の規模や効率性などが考慮された結果、カメンゲ大学病院が対象サイトに選定された。

カメンゲ大学病院は、1984年に国が設立した病院で、ブルンジ大学医学部との協力のもと、医療衛生サービスの提供、医療教育、保健分野における基礎的・実践的研究を実施している。その財務と経営は自律的に行われているため、太陽光発電設備による電力の供給は、電力系統における追加的な再生可能エネルギーの電源としてでなく、病院の経営にも有益な効果をもたらすことが期待される。

本計画で調達する設備の容量については、計画対象病院内の現在の消費電力および太陽電池モジュールの設置可能面積を考慮する計画とし、設備の配置は、他国や援助機関による援助計画と重複せず、計画対象施設の将来の土地利用計画等を考慮し対象施設の同意を得た、適切な配置とする。

本計画で調達する設備は、「ブ」国 REGIDESO 判断により逆潮流可となっており、太陽光発電設備が発電した電力は対象施設内の負荷で消費され、発電電力と施設内負荷との需給バランスにより余剰電力が発生した場合は、余剰分を系統へ流出する設計とする。

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

3-2-1-2 物理的(自然)条件への対応方針

(1) 温度・湿度条件に対して

首都ブジュンブラは、年降雨量は 800mm 程度で、標高 800m 前後のタンガニカ湖沿いに位置し、6 月～8 月が乾季となる。気温は年間を通じて変動が少なく、最高気温 30℃ 前後、最低気温 19℃ 前後となっている（1998 年～2008 年の観測結果より）。

本計画で調達される太陽光発電用パワーコンディショナは、空調付きのコンテナ式キュービクル内に据え付ける計画であるので、当地の外気温に対して特別な対策を講じる必要はない。

コンテナ式キュービクルの屋内温度の設計に当たっては、太陽光発電用パワーコンディショナ等半導体部品が多用されているため、空調を設置し、設計温度は 27.5℃ とする。空調はエアコンディショナで行うが、その電源はキュービクル内の低圧連系装置（後述）から行う。特に、密閉された盤内の湿度に対しては、気温差による結露を防止するために、スペースヒータの採用を検討する。

屋外設備は最高温度 40℃ として設備の機能が確保できるように配慮する。

(2) 落雷に対して

サイト近傍における落雷に関する観測データは、気象庁および電力公社に問合せをしたものの、確認できていない。

本計画の落雷に対する対策は、太陽電池アレイの高さが 2m 程度以下と周辺建物に比べ低く、設置場所が街の中心地域であることより直撃雷の可能性は低いと考えられるため、誘導雷による対策を行う。具体的な誘導雷対策として、接続箱およびパワーコンディショナに避雷器を設置する。

(3) 降雨について

ブジュンブラの年降雨量は 800mm 程度であるが、雨季にはまとまった降雨が発生する場合がある。そのため、PV モジュール設置エリアに雨水排水設備を設置する。

(4) 風速に対して

風速は、設計風速として 40m/s を採用する。

(5) 地震について

ブジュンブラでは過去に大きな地震発生の記録はなく、地震については特別な対策を講じる必要はない。

3-2-1-3 施工に関する地域的条件への対応方針

「ブ」国内において、省庁および公社などが発注する公共工事の調達に関しては、大統領府が規定する法規に則って行われる。公共工事には全ての業者に参入する資格がある。業者の技術水準はそれぞれの入札時に審査される。本計画のような大規模な PV 発電設備工事は「ブ」国内において過去に例がなく、従って類似工事の実績をもつ工事業者は存在しない。

建設機械に関しては、地元の業者が所有している機材は老朽化が進んでおり、可動台数も限られている。本計画において使用が見込まれるブルドーザ、バックホウ、ダンプトラック、ホイールクレーン、ユニック車両に関してはブジュンブラ市内の施工業者が必要数以上所有している。これらの業者は小規模の設備においては、土木工事・鉄骨工事・設備工事に実績を持ち、施工能力を有することが認められたが、本案件のように大規模な設備を請け負う能力に関しては未知数である。本計画実施時には工事管理に重点を置く必要がある。

PV モジュールの設置予定地は人通りが盛んな道路に面し、かつ、病院のフェンスの外側に位置するため、工事の際に現場に人が立ち入らないような配慮が必要である。また、病院内の電気工事にあたっては、電源切り替えのための停電等も必要になるため、工事方法とそのスケジュールについて、病院側と十分な事前協議や調整が必要である。

3-2-1-4 現地業者、現地資機材の活用についての方針

(1) 現地業者の活用について

本計画において、施設設置工事は、プライムコントラクターの日本企業の管理の下で「ブ」国内の工事業者が実施することを想定する。また発電設備の据付工事においても、建設工事用機材及び労務提供を中心に現地工事業者がこれを実施する。主な工種は土木工事（土工事・コンクリート基礎工事等）、鉄骨工事（架台組立等）、設備工事（太陽電池モジュール据付工事）、電気工事（ケーブル敷設等）である。なお、品質管理、工程管理、安全管理、組立/据付指導、試験調整などのためには、日本又は海外から技術者を派遣する必要がある。

現地では大型クレーンの調達は可能であることから、日本から輸送予定の電気室の据付に活用する。また、40 フィートコンテナ等の貨物は現地輸送業者の車両で内陸輸送は可能である。

(2) 現地資機材の活用について

現地では、骨材、セメント、鉄筋などの資機材の基礎工事用材料の調達が可能であるが、太陽電池モジュール、太陽光発電用パワーコンディショナ等の電気設備、ケーブル等の機

械・電気工事資機材の調達は難しいと思われる。

3-2-1-5 実施機関の維持・管理能力に対する対応方針

当該発電設備の供用開始後の日常的な維持管理は、施設内の既設電気設備と同様に当該施設（カメンゲ大学病院）が実施する。当該施設は、受電設備および電気設備を維持管理しており、現在まで長期間に亘り稼動していることから、最低限の維持管理の能力は有していると思われる。しかし、既設設備の管理状況からは、日常点検等を含めた予防保全のあり方に関する知識が不足しているとみられるので、契約業者による運転・維持管理指導とマニュアルの供与のほか、工事期間中および運転開始後一定期間が経過した後に、ソフトウェアコンポーネントとして日常点検、定期点検等の管理計画演習を実施する。更に供用開始後の運転・維持管理体制について提案し、建設された設備のより効果的・効率的な運転が行えるように配慮する。

長期的には、設備の一部部品の交換等が必要となり、費用負担が生じる。そのための費用は、当該施設の単年度予算のなかで確保することが困難な水準となる可能性もある。本計画では、一定期間に必要となる予備品、保守用工具等を供与するが、当該施設とその管轄官庁である高等教育省の間で、適切な予算確保を行うことも必要である（必要額については、3-5 節を参照）。また実施機関であるエネルギー省も予算確保を支援することができる。当該発電設備の設置による電力料金の削減効果は上記費用負担を上回ることが期待されるため、電力料金削減額の一部を積み立てるなどの方法が有効と考えられる。

3-2-1-6 工期・工程計画に関する方針

本計画は、日本の環境プログラム無償スキームに基づき実施されるので、年度の制約は無いものの、極力効率的な運用が求められるものである。また、所定の工期内で完工させ、期待される効果を発現させるためには、日本側工事と受入国側負担工事工程の協調が取れ、かつ輸送ルート・輸送方法、期間、諸手続き等に配慮した工程計画を策定する必要がある。

3-2-2 基本計画(施設計画／機材計画)

3-2-2-1 設計条件

本計画の規模、仕様の策定に当たり、前述の諸条件を検討した結果、下記設計条件を設定する。

(1) 気象およびサイト条件

① 外気温度	40.0°C（最高）
② 電気室内温度	27.5°C
③ 設計相対湿度	最大 95%

④ 設計風速	40.0m/s
⑤ 降雨量	年間平均 821mm (10年平均) 月最高 315.1mm
⑥ 地震力	考慮しない
⑦ サイト条件	
標高	約 800m
地耐力	50 kN/m ² と想定する ²
⑧ その他	
塩害	考慮しない

(2) 適用規格及び使用単位

① 日本工業規格 (JIS)	: 工業製品全般に適用する。
② 電気学会電気規格調査会標準規格 (JEC)	: 電気製品全般に適用する。
③ 日本電機工業会標準規格 (JEM)	: 同上
④ 日本電線工業会規格 (JCS)	: ケーブル類に適用する。
⑤ 国際電気標準会議規格 (IEC)	: 電気製品全般に適用する。
⑥ 国際標準化機構 (ISO)	: 電気製品全般に適用する。
⑦ 電気設備の技術基準	: 電気製品全般に適用する。

(3) 使用単位

原則として、国際単位系 (SI ユニット) を使用する。

(4) 電気方式

① 公称電圧 (低圧)	380V : 負荷時
② 配線方式	3相4線式 (既設設備との接続箇所に限る)
③ 周波数	50Hz
④ 接地方式	直接接地

3-2-2-2 施設配置計画

本計画で整備される太陽光発電設備は、既設カメンゲ大学病院敷地内に建設されるので、当該発電設備の運転・維持管理の容易さのみでなく、以下の条件を考慮した配置計画を行う。

- 限られた敷地内で可能な限り太陽光エネルギーを最大限活用できる配置
- 施工の経済性・容易性
- 敷地内の将来の施設新設計画に配慮

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

3-2-2-3 基本計画の概要

前述の基本設計方針及び設計基準、施設配置計画を踏まえた本計画の基本計画の概要は、表 3-2-2-1 に示すとおりである。

表 3-2-2-1 基本計画の概要

計画区分	計画内容
計画対象	カメンゲ大学病院 260kW 太陽光発電所 <ul style="list-style-type: none"> - 太陽光発電設備は系統連系し、余剰電力は系統に逆潮流する - 系統停電時は、太陽光発電設備は自動的に停止する
発電設備の調達と据付工事	<ul style="list-style-type: none"> ・260kW 太陽電池モジュールの調達と据付工事 ・発電設備に必要な付帯設備の調達と据付工事 <ul style="list-style-type: none"> - 接続箱 - パワーコンディショナキュービクル - 環境計測装置 - 太陽光接続盤 - 配線および接地材料 - コンテナ式キュービクル設備 - 太陽電池モジュール用架台基礎およびコンテナ式キュービクル設備用基礎 - 太陽電池モジュール周辺のフェンス・ゲートおよび砂利 - コンテナ式キュービクル設備と接続箱/系統連系点/表示装置/既設負荷間等のケーブル敷設
予備品と保守用道具の調達等	<ul style="list-style-type: none"> ・発電設備の維持管理に必要な予備品等(第1回本格点検まで)および道具 ・運転保守マニュアル(OJT 用教材含む)の調達と運転保守ガイダンスの実施

3-2-2-4 機材・設備計画の概要

本計画でカメンゲ大学病院敷地内に建設される太陽光発電設備の内容は以下のとおりである。なお、各設備・機器の概略仕様は、表 3-2-2-5 および表 3-2-2-6 に示すとおりである。

(1) 基本事項

1) システムの種類

太陽光発電設備は、系統連系型太陽光発電設備・蓄電池なしとする。蓄電池は、先方機関の後年度負担および蓄電池の設備更新時の環境への負荷軽減を考慮し用いない。

2) 系統連系に関する検討

当該国には太陽光発電に関する系統連系基準はないので、本計画では、連系する系統を管理・運用する相手国電力会社と協議する形で検討した。

以下に基本的な考え方を示す。

a) 系統連系の区分・電気方式

本プロジェクトで設置される太陽光発電設備は、低圧需要家の敷地内に設置される。また、敷地内に太陽光発電設備が連系可能な電力会社所有の既設変圧器がある。

地元電力会社等との協議の結果、この既設変圧器の2次側に太陽光発電設備を連系する（低圧連系）事となった。これにより、①高圧連系に比べ、新設変圧器等の高圧電気設備費の抑制②新設変圧器等の高電圧設備設置用スペース・収納建屋が不要③高電圧電気回路改造（工事含）による工期遅延のリスク回避等のメリットがある。

図 3-2-2-1 に系統連系の概念図を示す。

太陽光発電設備と既設設備との接続箇所における電気方式は、連系する系統の電気方式と同一とする。よって、3相4線式である。

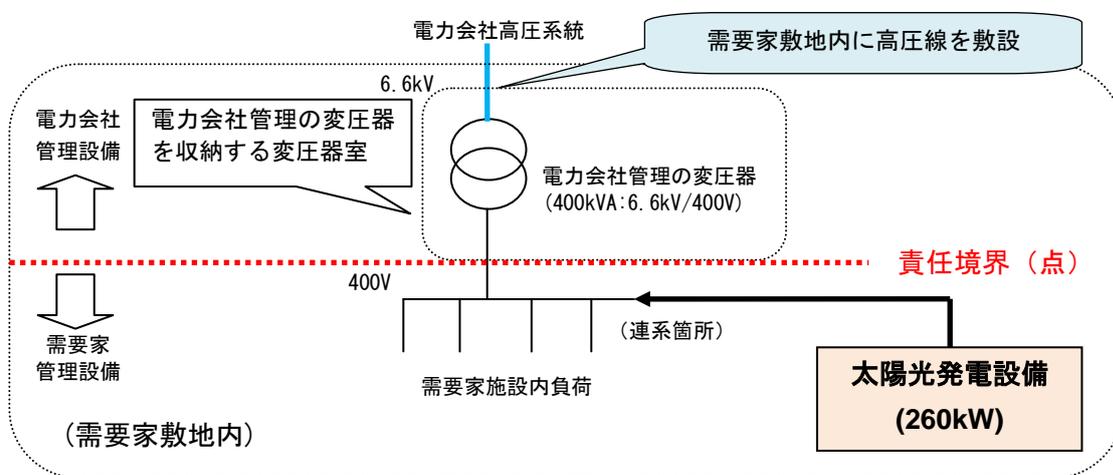


図 3-2-2-1 系統連系の概念図

b) 力率

太陽光発電設備が系統に連系した場合の力率は、受電点における力率を85%以上とし、かつ系統側からみて進み力率とならないこととする。

また、受電点における力率とは、太陽光発電設備の定常的な運転状態、負荷状態において系統側からみた力率をいう。

c) 高調波

パワーコンディショナからの高調波流出電流を総合電流歪率5%、各次電流歪率3%以下とする。

d) 電圧変動

本計画は、太陽光発電設備を系統に連系するため、連系時の太陽光発電設備の出力電圧は、系統電圧に依存する。したがって、系統の常時変動電圧幅が日本に比べ大きい対

象国は、可能な限り、系統電圧異常で停止することなく継続運転するため、パワーコンディショナ出力を基準電圧の±10%の幅で連続運転できる仕様とする。

また、太陽光発電設備の解列時の電圧降下、逆潮流時の上位系統への電圧上昇は、上位系統の電圧に対し太陽光発電設備の容量が小さいく、連系点も変圧器2次側と配電線の距離が殆どないため、許容できる範囲と考える。

(e) 保護協調

太陽光発電設備の故障又は連系する系統事故時に、事故の除去、事故範囲の局限化などを行うために適切な系統連系用保護装置を設置する。

系統連系保護は、下記継電器を設置することで電力会社に説明し、了解を得た。

- ・過電圧継電器 (OVR)
- ・不足電圧継電器 (UVR)
- ・周波数上昇継電器 (OFR)
- ・周波数低下継電器 (UFR)
- ・単独運転防止装置 (受動および能動を各1方式以上)。

また、単独運転防止装置の方式および整定値は、日本国内で実績のあるものを用いる。高圧側には、地絡過電圧継電器 (OVGR) を設置する。

f) 連絡体制

一般的に、低圧の場合には電力会社の営業所などと発電設備設置者間に保安通信設備を設ける事は困難であり、また、電力会社発電設備設置者間の個別連絡は困難である。したがって、再閉路、逆充電等に対する安全確保は技術面に対応することとする。

g) 計量方式

計量方式について、「ブ」国電力公社の REGIDESO と協議の上決定した。

設置場所： 変圧器 (6.6kV/400V) の高圧側 (6.6kV)

調 達 国： 日本

検定有無： 有 (日本国内の第三者機関の検定を受ける。ブルンジ国の検定不要)

種 類： 精密電力量計

逆転防止機能： 有

3) 系統停電時の運用

太陽光発電設備が連系する系統が停電した場合は、太陽光発電設備も停止する。その後、系統が復電し、所定の条件が整えば、手動/自動操作により、発電再開可能なシステムとする。

(2) 計画内容

1) 太陽光発電システム容量の検証

本計画で調達・据付を行う系統連系太陽光発電設備の系統連系点は、病院敷地内変圧器の2次側とする。連系場所は、既設非常用ディーゼル発電機室内に太陽光接続盤を設けて、低圧接続を行う。

系統連系点の変圧器容量は400kVAであり、今回連系する太陽光発電設備の全出力を逆潮流させることが可能である。連系点の代表的な日負荷曲線を図3-2-2-2に示す。

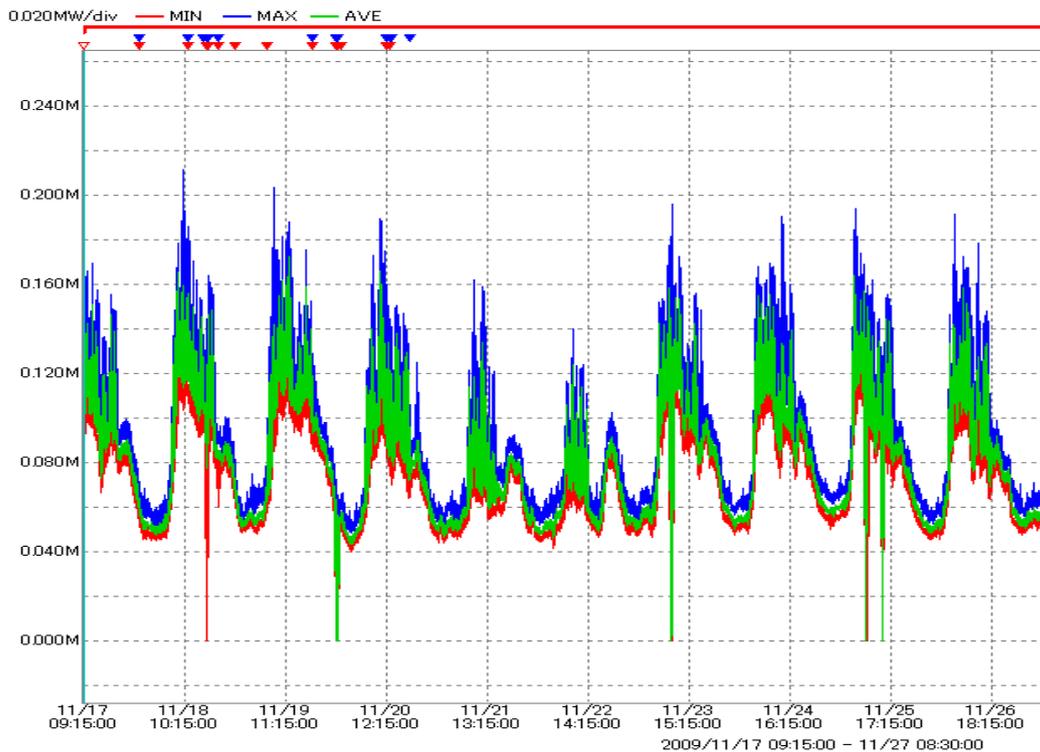


図 3-2-2-2 連系する変圧器の代表的な日負荷曲線

次に、太陽光発電システムの容量について整理する。

大学病院内の部門別負荷量を表3-2-2-2に示す。病院内の設備容量は250kW程度である。また、変圧器の消費電力量を計器も用いて実測した結果は最大で212kW程度、平均で80kW程度であった。また、本病院には、2009年度内に25kW相当の医療関連設備が追加された。

一方、太陽電池モジュールの設置エリアのサイズから、260kW程度のモジュールが設置可能であることが確認されている。

本計画では逆潮流が認められており、発電電力が病院内の消費電力を上回る場合でも、

系統に逆潮流することで電力が有効活用される。

以上のことから、本計画で調達する設備の容量は 260kW とした。

当該地における日射量の実測データが入手できなかったため、カナダ国環境省が公開しているソフトウェア RETScreen を用いて発電量を推計したところ、年間約 340MWh の発電量が期待されるとの結果が得られた。すなわち、カメンゲ大学病院の電力消費量（2008 年値 580MWh）の 60%弱程度が期待できることになる。ただし、実際には系統が停電した際は太陽光発電設備は停止するため、昼間の停電が多く発生する状況では、電力供給量はこの予想値を下回ることになる。

また、カメンゲ大学病院の電力日負荷曲線が正午付近に 200kW 弱のピークを持つ山形の曲線となっているため、極めて天候に恵まれた日を除き発電された電力の多くは施設内の需要に応える形で消費されることが期待される。発電量のうち施設内で消費される割合は、予備的な検討によると平日で 70~80%になると見られる。休日における施設の電力需要の低さ等を考慮し、安全側の評価としては、年間発電量の 50~60%程度が施設内で消費されるということができる。

設備容量については、選定した太陽電池モジュール設置場所の南側に更に 40~50kW に相当する余地はあるが、案件形成時に目安とされた想定予算規模も踏まえ、最終的に 260kW に決定した。

表 3-2-2-2 病院内 部門別負荷量

		モータ等(3相負荷)	照明等(单相負荷)	小計
1	中央滅菌室	8,900	1,430	10,330
2	眼科部門	2,812	440	3,252
3	ORC 部門	3,812	440	4,252
4	事務部門	33,232	17,615	50,847
5	研究部門	18,312	13,695	32,007
6	大学(学生)部門	16,400	24,865	41,265
7	外科部門	16,182	4,090	20,272
8	婦人科部門	18,450	4,855	23,305
9	リハビリ部門	2,350	4,260	6,610
10	生理学部門	-	2,575	2,575
11	産婦人科	4,562	1,165	5,727
12	集中治療室	2,326	5,855	8,181
13	X線室	7,430	3,865	11,295
14	水タンク・電話等	5,400	275	5,675
15	その他	10,000	10,000	20,000
合計		150,168	95,425	245,593

単位：VA、出典：病院提供資料を基に編集

2) 太陽電池モジュール種類の設定

太陽電池は、使われる半導体によっていろいろ種類がある。大きくはシリコン系と化合物系他がある。現在の主流はシリコン系で、さらに、シリコン系の半導体には、結晶系と薄膜系がある。結晶系はシリコンを溶かして固めた後、スライスした基板を用いて製作するが、薄膜系はガラスなどの上にプラズマなどを利用して非常に薄いシリコンの膜を成膜して製作する。薄膜系は大きな面積のものを大量に作るができるが、結晶系シリコンと比較して性能面に課題がある。³

ただし近年の技術資料では、「ブ」国等高温地域は、太陽電池の効率が温度に反比例する技術的特長により同じ容量の太陽電池を据え付けると、薄膜系の方が年間の発電量(kWh)が数%伸びるとのデータもある。しかし、太陽電池に必要な面積は、薄膜系は結晶系に比べ、必要な面積が一般的に1.4倍程度大きくなる。

本計画は、太陽電池に設置できる面積が限られているため結晶系シリコンの太陽電池モジュールを用いる。

3) 電気設備

a) 太陽電池モジュール

太陽電池モジュールの種類は結晶系とする。太陽電池モジュールは10kW単位(10kW相当)を目安としたサブアレイを設け、合計260kW以上の出力とする。太陽電池モジュールから接続箱までは専用ケーブルで接続すること。

太陽電池モジュールの予備品(スペアパーツ)は、納入枚数の2%(小数点以下切捨)を収める。

太陽電池モジュールの仕様、サブアレイの単位・数は、下記基準を満足していることを条件する。

- 概略設計図のフェンスレイアウトに大幅変更が無く、設置可能であること。
- 太陽光発電用パワーコンディショナ盤の入力電圧と整合していること。
- サブアレイの形状は、長方形としモジュールの歯抜け等が発生する場合は、ダミーモジュールを配置等し、美観を保つこと。
- 太陽電池モジュール出力端から太陽光発電用パワーコンディショナ盤へ接続は、許容電圧降下2%以下となるケーブルサイズとすること。

設備配置およびフェンス・ゲートのレイアウトを概略設計図 No.03 に示す。

b) 接続箱

太陽電池モジュールの1直列接続毎に、太陽光接続箱に+極と-極を接続する。

1 接続箱当たりの集電量は、モジュールの公称出力で10kW程度とする。尚、接続箱には断路端子や逆流防止用ダイオード、アレスタなどを入力毎に設置する。

c) パワーコンディショナキュービクル

概 要

太陽光発電用パワーコンディショナは、下記4グループから構成され、必要に応じて複数の盤に分割する。

- 太陽光発電用パワーコンディショナ装置
- 低圧連系装置
- 太陽光発電用直流分岐装置
- システム制御装置

また、全ての盤内にスペースヒータを設置する

<太陽光発電用パワーコンディショナ装置>

本装置は、太陽電池モジュールより集電された直流回路をインバータ装置により交流回路に変換し、電力系統と連系、又は負荷への交流電力を供給するための装置である。

太陽光モジュール側から直流分岐装置経由で入力される直流回路は、最大 DC500V 以上の入力電圧において運用が可能な構成とする。

また、交流出力側は、通常時は系統連系により太陽光モジュールより発生する電力を最大電力追従制御にて電力系統に供給する。

また、故障時の対応としてパワーコンディショナ複数台設置とし、予備品として調達される1単位分のスタンバイ機を含め複数台設置する。スタンバイ機の設置場所は、コンテナ式キュービクル設備内とする。長期間の運転において設備の一部が故障した場合は、残りのパワーコンディショナが最低1台であってもパワーコンディショナの容量範囲内で運転可能な構成とする。これにより、太陽光発電所としての延命化を図る。

<低圧連系装置>

本装置は、太陽電池パワーコンディショナの交流出力に対して、移相変圧器を介して系統連系を行うための低圧連系装置である。また、一部構内負荷への分電機能を有し、負荷用の遮断器を個別に設けて、個別に入り切りができるようにする。

尚、連系点には三相交流用避雷器を設けることとする。

本装置には、上記の他に所内負荷用の変電及び分電設備を有することとする。

また、外部から接点にて供給される遮断器切信号によって、連系遮断器のトリップができることとする。

<太陽光発電用直流分岐装置>

本装置は、太陽電池モジュールの集電用の装置である。接続箱により太陽電池サブアレイを構成し、接続箱出力を本装置に集約する。

接続箱1台につき1個の遮断機能を有する配線用遮断器を分岐盤内に設置する。

接続箱からの入力回路には、1 入力につき 1 台の避雷器を設ける。直流主回路は、全て最大印加電圧 DC500V 以上として設計する。

<システム制御装置>

本装置はシステムを安全に運用するために必要な各種シーケンスやインターロックを具備したものである。装置の主な機能は下記の通りである

- 装置の起動／停止
- インターロック
- 保護
- 監視機能
- 表示機能（敷地周辺に太陽光出力などの表示装置を設置）
- 記録機能

ここで、表示機能とは、ディスプレイを設置して施設利用者や外来者に太陽光発電設備の機能と効果を紹介するものである。当該施設の場合、最も人目に付く場所として、モジュール設置エリアの道路側、外部から見える場所にディスプレイを設置することがまず考えられる。さらに、病院本館の入り口部に 2 つ目のディスプレイを設置し、病院の職員、患者、見舞客などが日常的に確認できるよう配慮する。これらの位置は、概略設計図 No.03 に示す。尚、表示装置の設置場所および箇所数は、本準備調査で対象サイトに確認し合意を得ている。

本装置の構成機器を下表に示す。

表 3-2-2-3 構成機器の一覧(システム制御装置)

No.	品名	仕様	数量
1	システム制御装置（屋内）		1 式
2	表示装置（屋外設置）	太陽光出力（現在、累積等）の表示	2 セット

d) 環境計測装置

太陽光発電所の設置箇所における、日射量や気温の測定を行うための装置を設置する。

構成機器

本装置の構成機器を表 3-2-2-4 に示す。

表 3-2-2-4 構成機器の一覧(環境計測装置)

No.	品名	仕様	数量
1	日射計(屋外設置)		1 個
2	気温計(屋外設置)		1 個
3	変換器(屋外収納箱入り)	日射・気温用各 1 台	1 式

e) 太陽光接続盤

本装置は、太陽光発電設備を変圧器からの配線に接続する機能を有する。

f) 高圧計測盤

本装置は、高圧側（6.6kV）に設置され、高圧用計器、等を収納する機能を有する。

高圧用計器は下記機能を有する。内容は、「ブ」国電力公社の REGIDESO と協議の上決定した。

- ・計器個数：受電用および逆潮用の各1セット
- ・電圧：6.6 kV
- ・相線式：三相3線式
- ・計器種類：精密電力量計、無効電力量計、最大需要電力計
- ・その他：逆回転防止機能付。日本の第三者検定機関にて検定合格した計器を調達する。精密電力量計は予備を2個準備する。

また、別途、地絡過電圧継電器（OVGR）を設置し、系統地絡事故検出時は、太陽光発電設備を系統から切り離す設計とする。

g) コンテナ式キュービクル設備

コンテナ式キュービクル設備は、下記設備を収納する。

また、コンテナ設備に設備の冷却を目的としたエアコンを設置する。

- 太陽光発電用パワーコンディショナ装置
- 低圧連系装置
- 太陽光発電用直流分岐装置
- システム制御装置

h) 架台

太陽電池モジュールを直列や並列に組み合わせて、必要な発電電力を得るように大型モジュール化し、サブアレイを形成する。また、架台には環境計測装置（日射計・気温計・変換器）、接続箱を取り付ける金具等を付属させる。架台は、溶融亜鉛メッキ仕上げとする。また、架台のボルト等は盗難防止対策を実施する。

設置タイプ	: 地上設置タイプ
架台の方位角および傾斜角	: 真北 傾斜角 10 度
材質・塗装	: スチール製、溶融亜鉛メッキ

i) 太陽電池モジュール用架台基礎および電気室コンテナ用等基礎

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

◆基礎の形状

CHUK の本館（C 棟）のある位置では、地層に膨張性の粘土層があるとされ、雨季・乾季により地表面に変位が出るとされる。PV 設置エリアに同様の変位があることは報告されていないが、基礎の設置にあたっては、より安定的な基礎とすることが必

要とされる。以上から、底面積の大きいコの字型基礎を採用し、さらにサブアレイ単位でべた基礎をうち、ひとつのサブアレイのすべてのコの字型基礎を連結することを想定する。

j) 配線および接地材料

◆配線

本計画で敷設する屋外ケーブルは、直接埋設方式とし外装付ケーブルとする。ケーブルの仕様は、許容電流が大きく施工性の良い銅導体とし、絶縁材は、汎用の架橋ポリエチレンとする。

屋外配線ルートを選定は、対象施設からヒアリングした既設配線等の情報を検討し、対象施設メンテナンス責任者等と実際にルートを踏査し、ルート上の障害物・将来の拡張計画との重複しないこと等を確認し、ルートを決定した。概略設計図 No.04 に配線ルート図を示す。

◆接地

本計画では以下の接地設備を設置する。

- 金属体、電気機器からの感電防止を目的とする接地設備
- フェンスの接地
- (必要に応じて) 制御装置・計測機器の独立接地

接地抵抗値は、10 オーム以下 (C 種接地工事) とする。

k) フェンス・ゲートおよび砂利設備

フェンス・ゲート

PV 設置エリアは、カメンゲ大学病院の施設を取り囲むフェンスの外側に位置しているため、病院の常時警備体制はあるものの、盗難等のリスクに対してより厳重な対応が必要である。また、外部の一般者が近づくことが可能な場所であるため、感電防止対策等を含む安全対策としてもフェンスを設置する必要がある。したがって、ここでのフェンスは保安・安全のための発電設備の一部として位置づけ、本プロジェクトで整備を行う計画とする。

フェンスは、人の乗り越えの可能性も考慮し 2m の高さとする。また、病院前という位置を考慮して有刺鉄線は使用しないものの、ブジュンブラ市内の重要施設などにも見られる乗り越え防止対策が施された縦格子の頑丈なフェンスを想定する。

フェンスの配置は、PV モジュールへの日陰や維持管理作業スペース、外部からのいたずら等を考慮して適切な隔離をとり、かつ当該施設の用地を占有することに配慮して無駄な面積を使用しないように配置する。

ゲートは、日常的な運転員の通行用と維持管理作業で車両が通行できるものの2つを取り付け、施錠される運用を想定する。

れき石敷設

PV モジュール設置エリアは、地表の安定化、雑草等の抑制、維持管理の便を図るため、れき石を敷設することとする。なお、れき石敷設に先立ち、地表を 10cm 程度剥ぎ取り、これをれき石で置き換える形とする。また、当該エリアの周囲はふち石状のコンクリートブロック等で囲みを行い、れき石の散逸を防止する。れき石は、おおむね 20~40mm のサイズで、長年の使用に耐える強度を持つものを使用する。

l) 雨水排水設備

サイト（ブジュンブラ）は、年降雨量は 800mm 程度であるが、雨季にはまとまった降雨が発生する場合がある。また、PV モジュール設置エリアは緩やかに傾斜した地形にあるため、特に地表における排水に配慮する必要がある。

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

m) LED 照明の設置

PV 設置エリアは、カメンゲ大学病院の施設を取り囲むフェンスの外側に位置しているため、病院の常時警備体制はあるものの、盗難等のリスクに対してより厳重な対応が必要である。したがって照明を設置することとする。

照明装置としては、電力事情が厳しいなか太陽光設備が発電を行わない夜間に電力を消費する設備となることに配慮し、消費電力の小さい LED 電球を使用したものとする。LED 電球は、現時点では生産国が少なく、実質上日本製のものを輸送することとなるが、省エネ、長寿命、これらによる CO₂削減効果などが期待され、本プロジェクトの趣旨に合致している。また、10 年ほどの寿命を迎えた後の対策として、交換球 1 セットをスペアアーツとして用意するが、それでも球の替えが無くなった際には、照明灯のポスト部分だけ利用してヘッドの部分は現地で入手可能な従来品で置き換えれば、施設自体は有効に活用を続けられるため、長期的な利用の持続性についても問題は無い。

光源/定格容量 : レンズ形 LED/15W 以上（1 基当たり）
数量 : 18 セット

概略設計図 No.07 に LED 照明の配置図を示す。

(3) 主要設備の概略仕様

表 3-2-2-5 主要機器等の概略仕様 (1)

名称	概略仕様	数量
太陽電池モジュール	設備容量:最大出力 260kW タイプ:地上設置の太陽電池(PV)モジュール(公共・産業用を想定) モジュール効率:14%程度 モジュール容量:210W 程度を想定	1 式
接続箱	断路端子、逆流防止用ダイオード、アレスタなどを入力毎に設置	1 式
太陽光発電用直流分岐装置	接続箱 1台につき1個の遮断機能を有する配線用遮断器 接続箱からの入力回路には、1入力につき1台の避雷器 直流主回路の最大印加電圧:DC500V 以上	1 式
太陽光発電用パワーコンディショナ装置	交流側定格電圧: 三相三線式 400V 系(線間) または 200V 系 ±10% 交流側定格周波数 50Hz ±3% 交流側定格出力 260kW 以上 直流側電圧範囲 DC0V~500V 以上 直流側制御電圧範囲 DC320V(以下)~400V(以上) 変換効率 93%以上(定格運転時) 高調波電流 歪率総合 5%以下 各次 3%以下(定格運転時) 外部通信機能 有 運用方式: 1・通常運用モード(系統連系による最大出力追従制御)	1 式
低圧連系装置	配線用遮断器(連系点用、PCS、システム内負荷用) その他:無停電電源装置1式 系統連系保護リレー 過電流リレー(OC) 過電圧リレー(OV) 電圧低下リレー(UV) 周波数上昇リレー(OF) 周波数低下リレー(UF) 単独運転検出機能 受動、能動検出方式 移相変圧器(三相3線→三相4線)	1 式
システム制御装置	装置の主な機能は下記の通り 1・装置の起動/停止 2・インターロック 3・保護 4・監視機能 5・表示機能 6・記録機能	1 式

表 3-2-2-6 主要機器等の概略仕様 (2)

名称	概略仕様	数量
環境計測装置	日射計(屋外設置)、1個 気温計(屋外設置)、1個 変換器(屋外収納箱入り)、日射・気温用各1台	1式
太陽光接続盤	配線用遮断器(連系点用、非常用ディーゼル用)	1式
高圧計測盤	計測計器 ・電圧：6.6kV ・相線式：三相3線式 ・計器種類：精密電力量計/無効電力量計/最大需要電力計 ・検定機関：日本国内の第3者機関 (「ブ」国電力公社の検定不要) 地絡過電圧継電器(OVGR)を設置	1式
コンテナ式キュービクル設備	エアコン付(低圧連系装置より電力を供給) 保護等級:IP54相当	1式
架台	溶融亜鉛メッキ仕上げ、環境計測装置取付金具付、接続箱取付金具付	1式
配線および接地材料	配線 形式:低圧2~4心銅導体ケーブル、XLPE絶縁、PVCシース 適用基準:IEC 付属品:端末処理材等	1式
フェンス・ゲートおよび砂利設備	(フェンス) フェンス高さ:2m (ゲート) ゲート高さ:2m (砂利) 砂利種類:サイズは2~3cm程度 砂利厚み:10cm以上	1式

XLPE:架橋ポリエチレン、PVC:ポリ塩化ビニール

3-2-3 概略設計図(図面参照)

本計画の概略設計図を次表の通り巻末に添付する。

Number	Title
BU-01	SINGLE LINE DIAGRAM (CHUK)
BU-02	SINGLE LINE DIAGRAM (PV SYSTEM)
BU-03	GENERAL LAYOUT PLAN
BU-04	CABLE LAYOUT PLAN
BU-05	EQUIPMENT LAYOUT (EMERGENCY DIESEL GENERATOR ROOM)
BU-06	EQUIPMENT LAYOUT (REGIDESO TRANSFORMER ROOM)
BU-07	LED OUTDOOR LIGHTING SYSTEM

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

(1) 調達方針

本計画は、我が国の調達代理方式を採用した環境プログラム無償事業として実施される。本環境プログラム無償資金協力に係る交換公文（E/N）締結後、「ブ」国政府は、コンサルタント及び施工業者の調達を調達代理機関に委託する。またコンサルタント及び契約業者は、調達代理機関と契約を締結し、それぞれの業務を実施することになる。

以上の方針は、次図に概略的に示される。

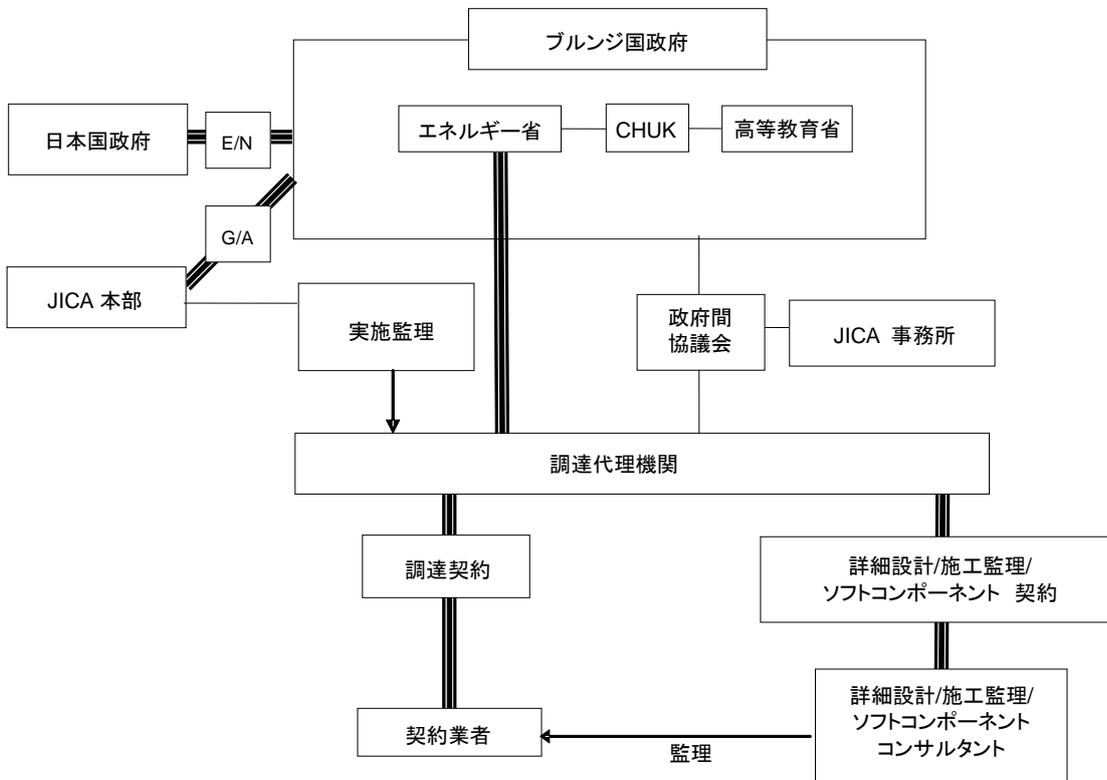


図 3-2-4-1 調達にかかる各機関の役割

1) 責任機関及び実施機関

受入国側の体制は、責任機関・実施機関をエネルギー省とし、CHUK が実施場所に位置づけられる。

2) 調達代理機関

調達代理機関は受入国政府と代理機関契約を結び、調達先の契約業者選定のための入札、契約、契約の実施管理等を行う。更に、同機関は「ブ」国政府に代わってコンサルタン

トや契約業者への支払いなどの資金管理も行う。

3) コンサルタント

コンサルタントは、入札資格審査、入札実施業務など調達代理機関が行う入札を支援し、契約業者の調達と据付工事等の監理を行う。本計画で整備される設備が持続的に活用されるよう、受入国側関係者に対してトレーニング等を提供する（ソフトコンポーネント）。さらに設備の調達・据付完了後の設備引渡しにかかる証明書やその1年後に予定される瑕疵検査の証明書発行等を行う。

4) 契約業者

我が国の無償資金協力の枠組みに従い、入札で調達代理機関によって選定された契約業者によって、設備の設計製作と現地までの輸送、その据付、設備の運転維持管理にかかるガイダンスを行う。本計画では品質確保、施工計画の合理性の観点から、契約業者は設備機材の調達と据付工事を一貫して実施するものとする。

(2) 施工方針

施設建設については、日本の施工業者による監督のもと現地企業を起用して行うことを想定する。施工内容は、①土工事、②PV モジュール架台基礎、フェンス基礎などのコンクリート工事、③PV モジュール、フェンス据付工事、④配線工事である。

「ブ」国では本計画と類似した太陽光発電施設の建設工事についてはほとんど実績がないため、本計画の施設建設の規模と水準の設定にあたっては、基本的に日本の建設基準を適用する。ただし、現地建設工事の事業規模や技術レベルを十分に把握し、適正技術の導入に努める。

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

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

(1) 「ブ」国の建設事情

「ブ」国には、国連開発計画（UNDP）などの国際機関から発注されたソーラーホームシステムの据付・メンテナンス経験等小規模の太陽光設備の施工実績のある業者が存在するが、200kW 規模の太陽光発電施設建設に携わった経験のある専門業者は存在しない。し

かしながら、一般電気工事に関しては専門企業が複数存在する。これらのベルギー系の現地業者は日本業者の監督下で施工を行うことにより、我が国無償資金協力の品質水準を確保する施工能力を有すると考えられる。

建設機械のレンタルに関しては、ブジュンブラ市内に国営の重機レンタル機関が存在するが、メンテナンスの状況が悪く数も限られている。また、当病院施設は、軟弱地盤等の影響でひび割れなど構造物の劣化が進んでいるため、振動などで建造物に負荷を与えることがないように本工事では出来るだけ建設機械等を用いない施工方法を用いる必要がある。一方、本邦調達の資機材輸送時に必要となる大型クレーンに関しては、現地輸送業者から適時必要に応じてレンタル可能であることが確認されている。

(2) 施工上の留意事項

- 「ブ」国は、高地に位置しており雨期には集中的な降雨が発生する気象条件であるため、なるべく乾期にコンクリート打設を行うなどの、現地の気象条件などを考慮した施工計画が必要である。
- プロジェクトサイトの CHUK は病院スタッフ及び患者が出入りするため、施工現場の安全確保には十分に配慮が必要である。

3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

本計画の範囲とそれに対応する「ブ」国側と日本側の分担内容は以下の通りである。

表 3-2-4-1 両国の主要な分担業務

No.	項目	無償事業で実施	受入国側で実施
1	用地の確保		●
2	必要に応じた用地のクリアリング、レベリング、埋め立て		●
3	サイト内外の門とフェンスの設置		●
4	必要に応じ、駐車場の設置		●
5	道路の建設		
	1) サイト内	●	
	2) サイト外とアクセス道路		●
6	施設の建設と設備の据付	●	
7	電力、水道、排水、その他の仮設設備等で必要な設備の提供		
	1) 電力		
	a. サイトへの配電		●
	b. サイトへの電力線の引き込みと内線	●	
	c. サイト用の遮断器と変圧器の設置	●	
	2) 水道		
	a. 水道管の引き込み		●
	b. サイト内の供給システム(受水槽、高架槽等)	●	
	3) 排水		
	a. 都市下水サービスの配管(サイトからの雨水、廃水の排水用)		●
	b. サイト内の排水設備(下水、一般廃水、雨水等)	●	
	4) ガス		
	a. サイトへの都市ガスの配管		●
	b. サイト内の配管	●	
	5) 電話線		
	a. 幹線から建物内配線盤(MDF)までの配線		●
	b. MDF と以下の内線等の配線	●	
	6) 家具、機器類		
	a. 一般家具類		●
	b. プロジェクト用の特定機器類	●	
8	銀行取極(B/A)にかかる日本側銀行のサービスに対する対価の負担		
	1) A/P にかかる相談費用		●
	2) 支払い手数料		●
9	受入国側搬入点における迅速な荷卸と通関		
	1) 日本または第3国から受入国への製品の海上或いは航空輸送	●	
	2) 陸揚げ港における製品への税の免除或いは引受けと通関		●
	3) 陸揚げ港からサイトへの内陸輸送	●	
10	プロジェクトの実施に関してサービスを提供する日本人または第3国の人に対し、それを目的とした受入国への入国と滞在に関し必要となる便宜を供与すること		●
11	機材の購入やエージェントの雇用に関し受入国内で発生する関税、内国税その他の財政的徴収について受入国政府が免除すること		●
12	無償資金によって建設された施設や調達された機材について適切かつ効果的に維持し使用すること		●
13	機材の調達と代理機関の雇用に関し無償資金およびその利息により負担される支出以外のすべての支出を負担すること		●
14	無償プログラムにおける環境社会配慮を遵守すること		●

3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

本計画は我が国の無償資金協力制度に基づき、概略設計の趣旨を十分に踏まえた計画を策定し、日本政府によって計画の妥当性を確認された後、両国間で E/N の取り交わしが行われプロジェクトが開始される。

コンサルタントは工事施工期間中、土木工事、機材据付工事等の工事進捗に併せて現地に専門技術者を派遣し最低限一人の技術者を常駐させ、工程管理、品質管理、安全管理を実施し工事の監理を行う。更に、必要に応じて、国内で製作される資機材の工場立会検査及び出荷前検査に専門技術者が参画し、資機材の現地搬入後のトラブル発生を未然に防ぐように監理を行う。

(1) 施工監理の基本方針

コンサルタントは、本工事が所定の工期内に完成するよう工事の進捗を監理し、契約書に示された品質を確保すると共に工事が安全に実施されるように、契約業者を監理・指導することを基本方針とする。このため、工事の進捗状況に合わせ、施工監理者1（電気・設備担当）と施工監理者2（土木担当）を適宜派遣する。

以下に主要な施工監理上の留意点を示す。

1) 工程管理

契約業者が契約時に計画した工程と、その進捗状況との比較を以下の項目毎に月及び週毎に行い、遅れが出ると判断される場合は、契約業者に警告を出すと共に、その対策案の提出を求め、工期内に工事が完成するように指導する。

- ① 工事出来高確認
- ② 資機材搬入実績確認
- ③ 技術者、技能工、労務者等の歩掛りと実数の確認

2) 品質管理

契約図書（技術仕様書、実施設計図等）に示された機材の品質が、契約業者によって確保されているかどうかを、下記の項目に基づき監理を実施する。品質の確保が危ぶまれるときは、契約業者に訂正、変更、修正を求める。

- ① 資機材の製作図及び仕様書の照査
- ② 資機材の工場検査結果の照査または検査への立会い
- ③ 資機材の据付要領書、現場試運転・調整・検査要領書及び施工図の照査
- ④ 資機材の現場据付工事の監理と試運転・調整・検査の立会い
- ⑤ 施設施工図の照査
- ⑥ 施設施工図と現場出来型の照合

3) 安全管理

契約業者の責任者と協議・協力し、建設期間中の現場での労働災害、事故を未然に防止するための監理を行う。太陽電池は日射を受けている限り発電しているため、施工に当たっては特に感電事故防止の安全対策が重要となる。

現場での安全管理に関する留意点は以下のとおりである。

- ① 安全管理規定の制定と管理者の選任
- ② 建設機械類の定期点検の実施による災害の防止
- ③ 工事用車輛、建設機械等の運行ルート、資機材搬入ルート策定と徐行運転の徹底
- ④ 労務者に対する福利厚生対策と休日取得の励行
- ⑤ 感電防止策

(2) 計画実施に関する全体的な関係

施工監理時を含め、本計画の実施担当者の相互の関係は、下図に示すとおりである。

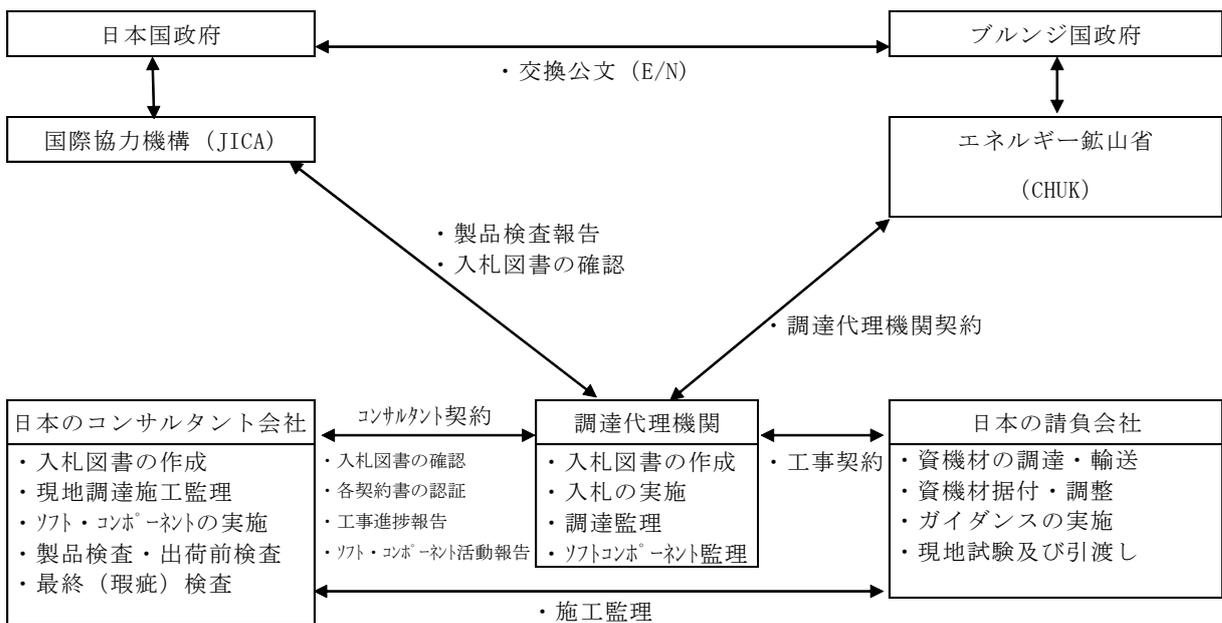


図 3-2-4-2 計画実施時の関係図

3-2-4-5 品質管理計画

コンサルタントの施工監理要員は、契約図書(技術仕様書、実施設計図等)に示された施設・資機材の品質が、契約業者によって確保されているかどうかを、下記の項目に基づき監理を実施する。品質の確保が危ぶまれる時は、契約業者に訂正、変更、修正を求める。

- ・ 資機材の製作図および仕様書の照査
- ・ 資機材の工場立会い検査又は工場検査結果報告書の照査
- ・ 梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
- ・ 資機材の施工図及び据付要領書の照査
- ・ 資機材に係る工場及び現場における試運転・調整・検査要領書の照査
- ・ 資機材の現地据付工事の監理と試運転・調整・検査の立会い
- ・ 施設施工図と現場出来型の照査
- ・ 竣工図の照査

3-2-4-6 資機材等調達計画

(1) 本邦からの調達

発電設備のうち、太陽電池モジュール、パワーコンディショナは日本製を調達する。電力量計は、日本国内での検定に合格した製品を活用するため、日本調達となる。

(2) 輸送計画

本邦からの太陽光発電関連資機材は、タンザニア最大の港、ダルエスサラム港で荷揚げされることになる。ダルエスサラム港は規模 2.1km×0.6km、深度 8m～17m の最大 12 万トンの船を収容できる能力を有する国際港である。最大クレーン荷揚げ能力は 60 トンであり、今回想定される最大コンテナ重量 20 トンを十分に満足する能力を有する。内陸輸送に関しては、ブジュンブラ市内には国際的なネットワークを持つ輸送会社が店舗を設けている。これらの輸送会社はタンザニアにも店舗を設けており、タンザニアブルンジ間の内陸輸送に関して豊富な経験を持っている。

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

(1) 目的

受入国において初の事例となる大型の太陽光発電設備が、事故対応も含め適切に運用・維持管理されるため、実際に運用・維持管理を行うことになる技術者や技師等に操作・運用指導等の支援を行う。

なお、「ブ」国においては太陽光発電システムのような再生可能エネルギー源の系統連系に関する実績・ノウハウがない上に、連系する系統に関する技術データ（電力品質等）が乏しい。一方、第2次調査において当該施設の電力利用状況を連続計測した際に系統電力の品質に関する情報が得られているが、電圧の低下や周波数の乱れなどの発生頻度が高いとともにその幅が極めて大きく、系統電力の不安定性が著しいことがわかっている。したがって、連系する系統に合わせて太陽光発電設備のセッティングを最終化させるには、その適合具合を一定期間モニターしたうえで再度調整する必要があると思慮される。これらの状況を踏まえ、設備運用開始の3ヵ月後に、契約業者に設備の点検を求めることを提案する。なお、同点検作業は、次節で述べるソフトコンポーネントの教材とすることも計画している。

(2) 発電設備運転・運用技術指導計画

本計画で整備される太陽光発電設備の仕様・グレードは、既設発電設備の運転・維持管理に携わっている「ブ」国の既存技術レベルを考慮して選定するが、ディーゼル発電設備等の既設発電設備と本計画で整備される太陽光発電設備とは、その運転特性等に違いを有している。また、本格的な系統連系太陽光発電設備は「ブ」国初の設備であるため、「ブ」

国側は本設備に関する運転・維持管理技術を保有していない。従い、据付工事期間中に実施する設備点検時に、契約業者から「ブ」国側技術者に対して運転・維持管理技術の指導を行うことを本件事業契約において規定する。

1) 据付期間中の運転・運用技術指導計画

計画内容を下記に示す。

a) 技術指導実施期間⁴と実施場所

講義及び実習 : 約1週間（現場）

b) インストラクター等

我が国の契約業者が納入する太陽光発電設備の製造会社（インバータ等の電気設備）から派遣される機材据付・試運転・調整技術者をインストラクターとして想定する。

c) 研修員

技術指導を受講する「ブ」国側研修生は、当該発電設備運転開始後に、直接運転・維持管理業務に携わる下記運転員及び保守要員を中心とする。

従って、本計画の「ブ」国側実施機関は、発電設備の据付工事が開始されるまでに、具体的に研修員を任命するものとする。

表 3-2-4-2 発電設備運営組織体制(案)

担当		人数	主な役割
総括技術者		1名	責任者・主要な方針決定
運転要員	電気技術者	1名	電気設備・基本的な太陽光発電のバックグラウンドに基づいた、設備運用方針(詳細)等の検討
	電気技能者	2名程度	日常運転の実施
保守要員	電気技術者	1名	電気設備・基本的な太陽光発電のバックグラウンドに基づいた、イベント発生時の方針(詳細)検討
	電気技能者	2名程度	日常点検の実施
	清掃要員等	数名程度	太陽電池モジュール等の清掃

d) 研修内容

① 座 学

運転保守マニュアルを使用して、当該発電設備を中心とした下記基礎教育を行う。

- ・ 運転保守マニュアル全体の解説
- ・ 運転・保守管理の基礎（運転スケジュール・コントロール、予防保全の基礎的考え方、設備機能、事故・故障対策の基礎、予備品及び工具の管理、図面、書

⁴ 実施期間は、日本から派遣されるインストラクターの移動期間（日本⇄現地）も含む。

類の管理)

② 現場研修

機材の据付、試運転期間中に下記項目・内容の研修を現場にて行う。

- ・ システムの起動及び停止方法（操作方法説明）
- ・ 実機での盤メータ・部品等説明
- ・ 故障時の緊急停止方法
- ・ 監視、目視点検方法
- ・ ケーブル等の清掃方法
- ・ 電気設備の保守方法（太陽電池モジュールの清掃含）

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

(1) ソフトコンポーネントを計画する背景

「ブ」国においては、オフグリッドの太陽光施設の実績はあるものの、系統連系型太陽光発電設備の設置及び運用は初の事業となる。したがって、第一に当該施設において設備の運転・維持管理を担当する人材に運転・維持管理の方法を習得させるトレーニングプログラムを提供する必要がある。さらに本件に関連する電力公社やそれを管轄するエネルギー省の設備・技術担当部署の職員等が、太陽光発電設備と系統連系に係る技術的特性や制度的課題を理解し、今後の「ブ」国における再生可能エネルギー案件取組みやそのための民間発電事業者との協働の基礎となるような、基本的な部分にも重点を置きプログラムを計画実施する。

前項の契約業者が実施する初期操作指導・運用指導は、運転、維持管理の現場における実践的な技術の取得を目的としているが、本ソフトコンポーネントは、それらの実践技術の背景にある基礎知識を伝達することにより、運転、維持管理のさまざまな局面におけるより確かな判断力、応用力の基礎づくりを行い、さらには今後の類似事業への適用という発展性も視野に入れて実施するものである。

「ブ」国には、再生可能エネルギー発電の系統連系の実績の無いこと、系統の電力が極めて不安定でありその品質に関する技術的情報が少ない等の問題があり、運用開始3ヵ月後に契約業者に設備の点検を行わせることとしているが、ソフトコンポーネントにおける技術力の育成も同様のタイミングで実施し、習熟教育を充実させて、安全性の高い運転・維持管理技術の定着とその持続性を確実なものにする。

(2) ソフトコンポーネントの目標

上記の目的を達成するため、以下のような目標を設定する。

[現場の運転・維持管理人材について]

- ・ 操作員の通常時、緊急時の運転維持管理について、現場での操作方法だけでなく、太

陽光発電設備の機能面、及び施設内の既設電力設備との関係において理解すること

- ・ 操作員が、日常及び長期的な維持管理と点検、必要なスペアパーツや消耗品の調達や交換等の技術を持つだけでなく、それらの長期的な設備運用における重要性を理解すること
- ・ 以上について、自ら日常的な作業ルーチンを検討し、運転維持管理計画を作成すること
- ・ 当該施設内外の新たな運転・維持管理人材の育成や指導を行うための基礎知識を得ること
- ・ 広報用リーフレットを作成し、外来者、見学者等にシステムの説明が行えること

[電力公社、エネルギー省職員等の人材について]

- ・ 太陽光利用の理論・技術的特性や制度づくりにおける課題を理解すること
- ・ 発電事業者と電力公社との協定等に必要な技術的事項を理解すること
- ・ 新たな運転・維持管理人材の育成や指導、新たな事業を計画し実施するための基礎知識を得ること
- ・ 広報用リーフレットを活用し、太陽光利用を促進する活動が行われること

(3) ソフトコンポーネントの成果

- ・ 運転維持管理計画書が作成され、設置した太陽光発電設備が計画通り運転され、自立的、持続的に維持管理されている
- ・ これらの活動について、チェックシート等を用いて活動の振り返りが行われている
- ・ 再生可能エネルギー発電設備の計画論と、その系統連系に係る制度設計に関連する基礎的な技術的知識が、エネルギー省と電力公社の担当者に備わっている。
- ・ 広報用リーフレット等を活用した啓発活動が持続的に行われている。

(4) 成果達成度の確認方法

目に見える成果としては、運転維持管理計画書がある。運転維持管理計画書とは、契約業者から提供されるマニュアルや操作指導をベースに、施設の運転・維持管理担当者の活動を短期（日常）、中期（隔月～年）、長期（本格点検：7年周期）に区分して整理し、具体の活動計画としてスケジュール組みするとともに、それぞれの活動についてチェックシートを作成し、実施の確実性を担保するための計画書である。後述するとおり、本ソフトコンポーネントのプログラムは、竣工前後と運開3ヵ月後の2回に分けて実施する。運転維持管理計画書は、まず竣工前後の活動で参加者の演習課題として作成し、さらに運開3ヵ月後の演習では3ヵ月間の実績を踏まえた修正や改善を加える。この作成過程では、単なる操作方法に関する知識だけでなく、上記「ソフトコンポーネントの目標」で強調され

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

同様に、トラブルシューティングマニュアルは、日常的な障害への対応方法について、運転・操作担当者が自ら答えを探して取りまとめるという過程で作成するものであり、「基礎知識」や「理解」の深度化を図ることができる。さらに、類似事業の水平展開の際に有効に利用される材料ともなりうる。

つぎに広報用リーフレットは、当該国の再生可能エネルギー利用の事情を踏まえて作成するもので、当該設備の紹介や再生可能エネルギー利用の啓発等の目的で配布・使用される。

その他の竣工前後プログラムの実施成果の評価は運開 3 ヶ月後プログラムの着手時に以下のような方法で評価を行う。また、運開 3 ヶ月後プログラムを含めた全体プログラムの評価は、最終段階でのワークショップ向けに作成される資料で評価されるほか、アンケート等を実施して補助的な評価を行う。

- ・ 運開後 3 ヶ月間の運転記録、日常点検ログの確認・評価
- ・ 運開後 3 ヶ月間の事故・障害時対応ログの確認・評価
- ・ 運開 3 ヶ月後に実施するトラブルシューティングにおける Q & A 内容の評価
- ・ 演習、そのアウトプットとしてのワークショップ資料等で、設備全体のマネジメントにかかる知識取得状況の評価
- ・ 運開 3 ヶ月後プログラムの終了時に実施するアンケート

(5) ソフトコンポーネントの活動(投入計画)

1) 実施内容

ソフトコンポーネントは、上記の目標を達成するために一連の講義、演習、OJT 等を本邦コンサルタントへの委託で実施する計画とする。実施内容としては、太陽光発電設備の竣工前後の期間と運開 3 ヶ月後の期間を利用して、以下のような事項とする。

なお、前節で述べたとおり、調達・工事契約のなかには設備の運転指導が含まれているため、本件のソフトコンポーネントは、契約業者により実施される設備の運転指導とタイミングを合わせ、必要な技術と知識が研修対象者に効率的に伝わるよう計画する。下記の実施項目のうち(◆)印をつけた項目については、契約業者の実施する運転・維持管理指導をソフトコンポーネントの全体プログラムに組み入れた部分を示している。同項目については、契約業者の指導内容を受け、受講者にとって単なる「操作方法の暗記」にならないよう、システム全体の機能の中で操作の意味を理解できるような指導をソフトコンポーネントのなかで行う。

竣工前(約 4 週間前から)

基礎技術講義として、
太陽光発電の理論的基礎

太陽光発電の利用方法
系統連系の仕組みと計画
余剰の発生と逆潮流の理解
施設への系統からの電力供給
施設内電力需要、負荷の理解（演習含む）
配電線停電時の太陽光設備の対応
太陽光発電設備の計画（演習含む）
発電設備設置者の電力会社との取り決め

工事（接続）計画演習として
太陽光発電設備の据付
施設内の配電（演習含む）
施設内の電力設備と太陽光設備の接続（演習含む）
工事工程の計画（演習）
施工管理と検査・引渡し

OJT として
接続工事立ち会い
竣工検査立ち会い、等

竣工後

契約業者の運転指導に対するフォロー
起動、停止、再起動（演習含む）◆
日常管理の実施指導（演習）◆
定期点検について（演習含む）◆
機器構成と消耗品、軽微な交換作業（演習含む）◆
事故障害の発生と対応（演習含む）◆

運転・維持管理活動の計画
日常管理のチェックシート作成（演習含む）
事故・障害の記録
設備が良好に維持される電気設備の管理方法（清掃等含む）
以上の成果を、運転維持管理計画書として取りまとめ（演習含む）

再生可能エネルギー利用促進の啓発活動として
広報用リーフレット作成
（発電設備見学者他への配布を目的とした広報用リーフレットを PDF で作成）

一方、竣工・運転開始後の初期設定不具合や運転操作の習熟度の浅さから設備にトラブルや不十分な稼働が発生することがしばしばあり、これらの事象は日本でも海外でも同様である。そのため、設備運開後にしかるべき期間を置いて、再度の習熟教育プログラムを実施することが必須である。ここでは、3 ヶ月後に再度教育プログラムを実施する計画とし、実際に設備を運転した経験を踏まえ、設置した設備や設置先施設に固有の運

用上の問題や事故障害解決上の問題点等を抽出して、運転維持管理計画書等への反映を行い、より現実に即した確実な運用方法を確立すると共に、以降に発生することが予想される事故障害への迅速な対応を図る。また、発電量や逆潮流量等の運用実績に対し分析を加え、季節変動への対応を含むより高度な運転計画や簡易な財務分析を演習として実施し、発電設備の計画からマネジメントに係る技術の育成を行う。さらに、3ヵ月点検時の模様をビデオ等を活用し記録メディアに保存し、保守点検技術の継承・水平展開に活用することで、完了時点で発現した協力対象事業の成果が、より長い期間発現し、その結果全体プロジェクトの目標が達成することを旨とする。

実施内容としては、以下のような事項となる。

運開3ヵ月経過時

定着度確認

運転操作指導を中心とした基本操作の定着度確認

日常的な運転・維持活動に関する定着度確認

運転実績に基づいた運転・維持管理活動の見直し

日常管理、事故時等の記録の検証による3ヵ月間の運転・維持管理実績の評価（プログラムのインプットとして）

トラブルシューティング（アンケート、質疑等により、現実の課題を抽出し解決策を探る）

日常管理チェックシート見直し（演習含む）

長期継続運転を目指した発電設備の維持管理技術の向上

季節の変化等を考慮した運転計画見直し

（日射量および負荷の季節変化に対応した運転時刻の設定、余剰発生を検討、等）

3ヵ月点検立ち会い

（3ヵ月点検はヒューズ等の消耗品の一部をメーカ検査員が交換することを含）

定期点検の映像による記録

（上記3ヵ月点検等をビデオ撮影しDVD等の記録メディアに保存する）

運転実績に基づいたトラブルシューティングマニュアルの作成

一定の運転期間中にサイト運転員が記録した運転記録・トラブル記録（運営組織のトラブル含）について、日本側と対応案を議論する。またこれらの事例と対策を取りまとめて、トラブルシューティングマニュアルを作成。

適正な太陽光発電設備運営・管理体制の強化に対する支援

発電設備の簡易財務分析

（発電・逆潮流実績に基づいた想定収入とメンテコスト実績から収支を想定）

発電設備運用のためのマネジメント手法の確立

（より持続的な体制のあり方についての議論）

電力需要の増加への対応、有効利用に向けた計画策定

（電力利用実態を分析し、需要マネジメント（DSM）の可能性等を検討する）

総合演習

運転維持管理計画書のアップデート（演習含む）
理解度確認アンケート

ワークショップ

運転維持管理計画書・トラブルシューティングマニュアルの発表と、財務分析を含む運用状況の報告

2) 実施対象者

対象者は、以下のとおりとする。

施設管理担当者 : 実際に太陽光発電設備を管理する技術者。

電力公社担当 : 電力公社の職員で、配電、売電、発電管理等の部署の責任者／担当者レベルが想定される。技術系の素養を持ち、大学で電気工学を履修した者であることが望ましい。

エネルギー省担当 : エネルギー省の職員で、電力関係の制度設計、施設計画等の部署の責任者／担当者レベルが想定される。技術系の素養を持つこと（工学系の大学卒業者）が望ましい。

その他 : 仮に、保健省や高等教育省等からの希望がある場合は、公共施設の計画、維持管理担当者の参加が考えられる。

上記対象者とその参加プログラムは、以下のとおりとなる。

表 3-2-4-3 各プログラムと想定参加者

実施項目	施設管理担当 (3-4名程度)	電力公社担当 (2-3名程度)	エネルギー省担当 (2-3名程度)	その他 (3名程度)
竣工前				
基礎技術講義	○	○	○	○
工事計画演習	○	○	○	
OJT(検査等立ち会い)	○	○	○	
啓発活動(広報リーフレット)	○	○	○	
竣工後				
運転操作指導のフォロー	○	○		
運転・維持管理活動の計画	○			
運開3ヵ月後				
定着度確認	○	○		
実績に基づいた活動の見直し	○			
発電設備維持管理技術向上	○			
トラブルシューティングマニュアルの作成	○	○		
発電設備運営・管理体制の強化	○		○	
総合演習	○	○	○	○
ワークショップ	○	○	○	○

3) 実施工程

以上の活動について、そのスケジュールを以下に挙げる。

表 3-2-4-4 ソフトコンポーネント1: 竣工前後の活動

活動		-4 週	-3 週	-2 週	-1 週	-0 週	1 週	2 週	3 週
活動内容	準備作業	■							
	基礎技術講義		■						
	工事計画演習			■					
	OJT(検査等立ち会い)				■				
	操作・運用指導					■	■		
	管理計画書演習							■	■
	啓発(広報リーフレット)						■		
受講者	CHUK 管理担当者		■	■	■	■	■	■	■
	電力公社		■	■	■	■	■		
	エネルギー省担当		■	■	■	■			
指導者	ソフコン管理者	■	■	■	■				
	ソフコン管理補助員					■	■	■	■
	通訳	■	■	■	■	■	■	■	■

表 3-2-4-5 ソフトコンポーネント2:3ヵ月点検時の活動

活動(担当指導者)		1 週	2 週	3 週	4 週
活動内容	定着度確認(保守)	■			
	実績に基づいた運転・維持管理活動の見直し(組織)		■		
	発電設備維持管理技術向上(保守)			■	
	トラブルシューティングマニュアルの作成(保守)		■		
	太陽光発電所運営・管理体制の強化(組織)			■	
	総合演習(保守および組織)				■
	ワークショップ(保守および組織)				▼
受講者	CHUK 管理担当者	■	■	■	■
	電力公社		■		■
	エネルギー省担当			■	■
指導者	ソフコン管理者(保守技術担当)	■	■	■	■
	ソフコン管理補助員(組織運営担当)		■	■	■
	通訳	■	■	■	■

(6) ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

前述のとおり、系統連系型太陽光設備については「ブ」国内に実績がないため、ソフトコンポーネントの実施は、本邦コンサルタントへの委託が想定される。コンサルタントは、系統連系型の太陽光設備の計画、実施について実績を持つものが望ましい。

指導に当たる本邦コンサルタントについては、竣工前後の実施時は、責任者と補助者の2名体制、運開3ヵ月後の実施時も、同様の体制とする。ただし、運開3ヵ月後の実施時は責任者が保守技術を担当し、補助者が組織運営を担当することで効率的に活動を進めていく。ローカルリソースについては、「ブ」国で経験のないシステムの導入であるため、特に雇用は予定しない。

当該国の公用語は仏語であり、想定される参加者の中でも特に施設の設備管理技師等は、英語でのコミュニケーションはまったく不可能な場合がある。また、現地で調達可能な英仏通訳にはどうしても専門用語の面で問題があるため、本邦コンサルタントが英語で講義を行い、それをさらに仏語に翻訳することは極めて不正確でわかりにくい講義となる危険性がある。したがって、通訳は日仏とし、基本的に日本から委託・派遣をすることが望ましい。さらに、本計画の主要な機材であるパワーコンディショナ等は日本製であり、各種参考資料は日本語で書かれている可能性が高い。日仏通訳を雇用すれば、ソフトコンポーネントの活動実施中も、必要に応じて追加的な翻訳（日本語から仏語）を行うことが可能となるなど、ソフトコンポーネントの内容に柔軟さを確保する効果も期待される。

(7) ソフトコンポーネントの実施工程

2010年12月に、調達代理機関と契約業者の間の契約が調印されると想定し、以降のスケジュールにおいて次のようなソフトコンポーネント実施を計画する。

作業項目	月	2010年度								2011年度								2012年度							
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
施工	機材製作																								
	納入期間(輸送・通関)																								
	現地工事																								
ソフトコンポーネント	実施																								
	報告																								

図 3-2-4-3 ソフトコンポーネントの実施工程スケジュール

(8) ソフトコンポーネントの成果品

成果としては、以下のものが挙げられる。

- ・本邦コンサルタントが作成したプログラム用テキスト

- ・実習で作成した施設内の結線図等
- ・広報用リーフレット
- ・実施状況報告書
- ・定期点検の映像による記録・
- ・運転維持管理計画書及びその修正版
- ・トラブルシューティングマニュアル
- ・ワークショップ発表資料
- ・アンケート結果（及びその評価）
- ・完了報告書（ログの評価やトラブルシューティングの内容記録含む）

(9) 相手国実施機関の責務

参加にあたっては、数週間の期間にわたり職場から離れる必要があるが、実施の効果を担保するためには、スケジュールに従って継続的に参加することが求められる。したがって、職場での理解と上長からの指示が明確に行われることが必要となる。

さらに、特に行政サイドからの参加者の選定にあたっては、今後、「ブ」国の太陽光や再生可能エネルギーの実務を担当するものを参加させることが重要である。

3-2-4-9 実施工程

工期設定においては無償資金協力事業の制度上、定められた日程の範囲内で事業が完了しうる内容とする。

無償資金協力事業としての本事業の実施手順は以下のような流れになる。

- ① 政府間交換公文（E/N）
- ② コンサルタント契約
- ③ 現地詳細設計調査
- ④ 入札図書作成
- ⑤ 入札、業者契約
- ⑥ 資機材製造・調達
- ⑦ 現地基礎工事・据付・調整
- ⑧ ソフト・コンポーネント・プログラム実施
- ⑨ 完成引き渡し

本計画は E/N 締結後、約 29 ヶ月の工程で実施される（設備据付工事の竣工までは 25 ヶ月）。施設建設工期設定の条件として「ブ」国の基準労働時間は 1 日 8 時間、休日は毎週日曜日、政府の祝祭日は年間 15 日である。本計画の全体工期は主に太陽光発電機材の製造・納入、基礎工事、据付・調整の工程により決定される。基礎工事などの工種は、製造・納入と並行して作業を進めるものとして施工工期を算定する。また、「ブ」国は 3 月

から5月、9月から12月と年に2回雨期がある。雨期には集中的な降雨が頻繁に発生するため、基礎工事のコンクリート工事を6月から8月までの乾期に行うこととする。我が国無償資金協力制度に基づき策定した実施工程表を次表に示す。

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

図 3-2-4-4 本事業の実施工程計画

3-3 相手国側分担事業の概要

相手国側分担事業については、本調査の第1次調査で締結された協議録 (Minutes of Discussion) において確認されている。事業実施にあたって具体的に必要となる事項は、以下のとおりである。

- ・ 用地の確保 (実施済み)
- ・ 用地のクリアリングと整地
- ・ 用地周辺へのフェンスとゲートの設置 (病院施設のフェンスとして実施済み)
- ・ 本邦銀行との B/A の締結と、コミッションの支払い
- ・ 事業の実施に係る受入国内の関税、諸税等の免除
- ・ 事業実施に係る本邦人員の受け入れ
- ・ 発電設備の設置に係る必要な手続きの実施
- ・ 太陽光発電設備設置後の運転・維持管理のための財源と人員の確保
- ・ 研修プログラムに対するエネルギー省、電力公社、他省庁からの研修員の派遣

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 維持管理の基本的考え方

本計画で調達される発電設備は、日常的なレベルでは設置先のカメンゲ大学病院が運営・維持管理を行うことができるよう計画されている。また、長期的には、事業の実施機関であるエネルギー省や電力公社の協力が必要になる。

当該発電設備が持つ性能及び機能を維持し、継続した電力供給を行うため、発電設備の信頼性、安全性及び効率性の向上を柱とした適切な予防保全と維持管理の実施が望まれる。

以下の図に、維持管理の基本的な考え方を示す。

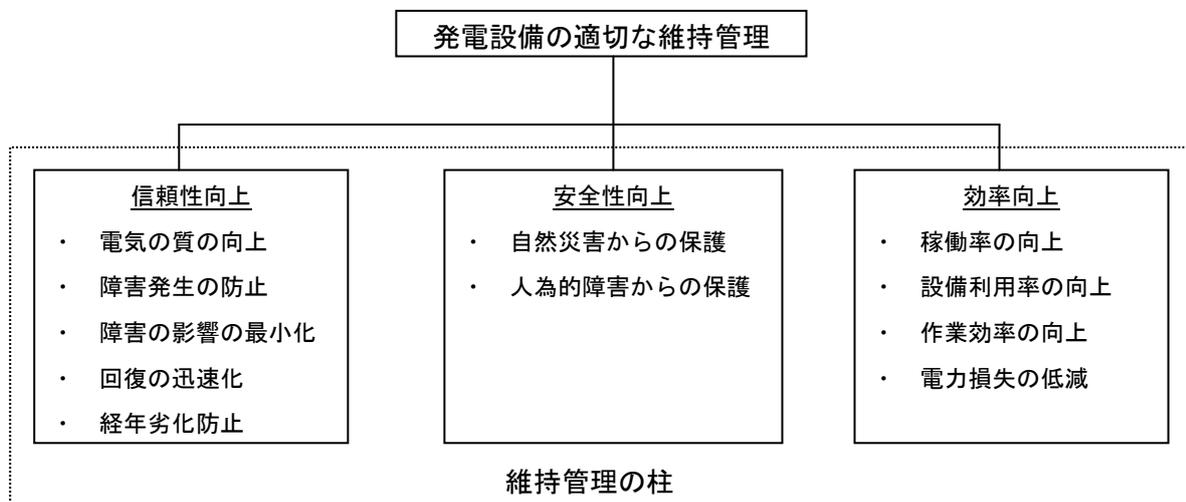


図 3-4-1-1 発電設備の維持管理の基本的な考え方

本計画においては、「ブ」国は上記基本事項を念頭におき、契約期間中日本の契約業者が派遣する専門技術者による OJT とコンサルタントが提供するトレーニングプログラムを通じて移転される O&M 技術と、運転・保守マニュアルにしたがって事業完了後の運転・保守を実施する必要がある。

3-4-2 定期点検項目

「ブ」国関係者は、以下に挙げる表に示される当該設備の標準的な日常点検及び定期点検項目および発電設備等製造会社が提出する運転・保守マニュアルに基づいて、本発電設備の運転・維持管理計画を策定し、電力需要に見合った経済的な運用計画を立案する必要がある。

(1) 日常点検

日常点検は、主として目視点検により日1回程度実施する。推奨される点検項目を下表に示す。異常が認められれば、管理責任者に相談する。

表 3-4-2-1 標準的な太陽光発電設備の日常点検項目および点検要領

区 分	点検項目		点検要領
太陽電池アレイ	目視確認	a) ガラスなど表面の汚れおよび破損	著しい汚れ及び破損がないこと
		b) 架台の腐食及びさび	腐食及びさびがないこと
		c) 外部配線(接続ケーブル)の損傷	接続ケーブルに損傷がないこと
接続箱	目視確認	a) 外箱の腐食及び破損	腐食および破損のないこと
		b) 外部配線(接続ケーブル)の損傷	接続ケーブルに損傷がないこと
パワーコンディショナ	目視確認	a) 外箱の腐食及び破損	外箱の腐食・さびがなく・充電部が露出していないこと
		b) 外部配線(接続ケーブル)の損傷	パワーコンディショナへ接続される配線に損傷がないこと
		c) 通気確認(通気孔、換気フィルタなど)	通気孔をふさいでいないこと 換気フィルタ(ある場合)が目詰まりしていないこと
		d) 異音、異臭、発煙及び異常過熱	運転時の異常音、異常な振動、異臭及び異常な過熱がないこと
		e) 表示部の異常表示	表示部に異常コード、異常を示すランプの点灯、点滅などがないこと
		f) 発電状況	表示部の発電状況に異常がないこと

2) 定期点検

定期点検は、隔月1回の実施が望ましい。奨励する点検項目を以下の表に示す。

表 3-4-2-2 標準的な太陽光発電設備の定期点検項目および点検要領

区分	点検項目		点検要領
太陽電池アレイ ⁵	目視、指触 など	接地線の接続及び接地端子の緩み	接地線に確実に接続されていること ねじに緩みがないこと
接続箱	目視、指触 など	a) 外箱の腐食及び破損	腐食および破損のないこと
		b) 外部配線の損傷および接続端子の緩み	配線に異常がないこと ねじに緩みがないこと
		c) 接地線の損傷および接続端子の緩み	接地線に異常がないこと ねじに緩みがないこと
	測定及び試験	a) 絶縁抵抗	<太陽電池—接地線> 0.2MΩ 以上 ⁶ 測定電圧 DC500V (各回路ごとにすべて測定) <出力端子—接地間> 1MΩ 以上 測定電圧 DC500V
		b) 開放電圧	規定の電圧であること 極性が正しいこと (各回路ごとにすべて測定)
パワーコンディショナ	目視、指触 など	a) 外箱の腐食及び破損	腐食および破損のないこと
		b) 外部配線の損傷及び接続端子の緩み	配線に異常がないこと ねじに緩みがないこと
		c) 接地線の損傷及び接続端子の緩み	接地線に異常がないこと ねじに緩みがないこと
		d) 通気確認(通気孔、換気フィルタなど)	通気孔をふさいでいないこと。換気フィルタ(ある場合)が目詰まりしていないこと
		e) 運転時の異常音、振動および異臭の有無	運転時の異常音、異常振動及び異臭のないこと
		f) 表示部の異常表示	表示部に異常コード、異常を示すランプの点灯、点滅などがないこと
	測定及び試験	a) 絶縁抵抗(パワーコンディショナ入出力端子—接地間)	1MΩ 以上 測定電圧 DC500V
		b) 表示部の動作確認(表示部表示、発電電力など)	表示状況及び発電状況に異常がないこと
		c) 投入阻止時限タイマー動作試験	パワーコンディショナが停止し、所定時間後自動始動すること
その他 太陽光発電用開閉器	目視、指触 など	a) 太陽光発電用開閉器の接続端子の緩み	ねじに緩みがないこと
	測定	a) 絶縁抵抗	1MΩ 以上 測定電圧 DC500V

5 太陽電池アレイについては、次の点につき点検しておくことが望ましい。

- － 太陽電池モジュールの表面の汚れ、ガラス表面の汚れ、ガラスの割れなどの損傷・変色がないか
- － 架台の変形、さび及び損傷並びにモジュール取付分の緩みがないか

6 絶縁抵抗の許容値

300V を超える絶縁抵抗の許容値は、0.4MΩ 以上となる。

3-4-3 長期的な運営と維持管理

太陽光発電設備の主要なコンポーネントである太陽電池モジュールやパワーコンディショナの期待寿命は、メーカーにより考え方が異なるが、適切な維持管理が行われその他の条件が整った場合で太陽電池モジュール⁷は20年、パワーコンディショナ⁸は15年程度である。しかし、実際の機器の寿命は、3-4-1節で述べた定期点検の実施状況や対応、日常的な管理状態により大きく変化する。また、機器としての寿命を迎える以前に、機器内部の部品が耐用年数を迎え交換が必要になる。

このような、耐用年数を迎えた主要な部品の交換を含む発電設備の長期的な維持管理作業は、本格点検、細密点検、オーバーホールなどと呼ばれるが、ここでは本格点検と呼称することとする。本格点検の実施頻度は、5～7年に1度である。

本格点検は、交換用の部品の調達や必要に応じメーカー技術者の招請が必要になるなど、設備の維持管理の中では最も費用を要する作業となる可能性がある。このため、通常の維持管理や定期点検とは異なる対応が必要となる。具体的には、通常の維持管理や定期点検は太陽光発電設備施設先施設（カメンゲ大学病院）の設備管理担当人員によって各年度予算内で対応されることが想定されるが、本格点検は施設と管轄官庁の高等教育省が協力してその予算確保を行い、またプロジェクトの実施機関であるエネルギー省がそれを支援することが必要になると考えられる。また、系統連系を行っているため、電力公社の関与も必要となる。

表 3-4-3-1 本格点検を含む長期的な維持管理体制

	実施主体	日常・定期点検における役割	本格点検における役割
サイト	カメンゲ大学病院	機器の運転 日常点検の計画・実施 定期点検の計画・実施	本格点検の計画・実施
実施機関	エネルギー省	設備の使用状況、効果のモニタリング	本格点検の財務的支援
電力公社	REGIDESO	系統連系（および逆潮流）に関する状況のモニタリング	本格点検の技術的支援

本プロジェクトにおいては、本格点検が着実に実施され、整備された設備が持続的に利用されるために、特に本格点検に対して適切な支援策を講じておくことが望ましい。以下の方法を支援策として計画する。

- ① 第一回の本格点検までに必要なスペアパーツをプロジェクトで調達（次節参照）
- ② 運転維持管理マニュアルにおいて、スペアパーツの使用方法を説明

7 太陽光発電システムの設計と施工 改定3版 太陽光発電協会（編）

8 メーカーへのヒアリング結果

なお、スペアパーツや点検の詳細はメーカーにより異なるため、具体的内容は応札業者に提案させ、最終的には契約業者が決定した際に確定することとなる。

3-4-4 スペアパーツ購入計画

太陽光発電設備用のスペアパーツは、運転時間に応じて交換する標準付属品と故障・事故等の緊急時に必要となる交換部品とに分類される。従って「ブ」国側は、定期点検サイクルに見合う様に、これ等の部品を購入する必要がある。

本計画では、第一回の本格点検までに必要なスペアパーツを調達する計画であり、その主要品目は定期点検項目から表 3-4-4-1 のとおりである。従って「ブ」国側は、これ以降のスペアパーツを、また必要な緊急交換用部品の購入費用を準備する必要がある。

表 3-4-4-1 太陽光発電設備用予備品及び保守用道具

NO.	項目	数量
太陽光発電設備用予備品		
(1)	消耗予備品	
	1) 低圧回路用フューズ(各種)	200%
	2) ランプ(各種)	200%
	3) 表示用ランプ	200%
	4) 盤用蛍光灯、グローランプ(各種)	200%
	5) 避雷器(各種)	200%
(2)	緊急予備品	
	1) 各種 MCCB	各種 1 セット
	2) 補助リレー	各種 1 セット
	3) コンデンサー	200%
	4) ファン	200%
	5) 太陽電池モジュール	納入枚数の 2%
	6) 太陽光発電用パワーコンディショナ(スタンバイ機)	1 セット
	7) LED ランプ(交換用ランプ)	100%
太陽光発電設備用工具		
(1)	試験用器具	
	(1) AC クランプメーター	1 台
	(2) 絶縁抵抗計(メガ)500V	1 台
	(3) 簡易型設置抵抗計	1 台
	(4) 検相計	1 台
	(5) 低圧用電圧検電器	1 台
	(6) デジタル式マルチメータ	1 台
(2)	工具	
	(1) ドライバー(マイナス)	2 個
	(2) ドライバー(プラス)	2 個
	(3) ニツパ	2 個
	(4) ペンチ	2 個
	(5) 端子圧着ペンチ	2 個
	(6) カードテスタ	1 個
	(7) ワイヤーストリッパー	2 個
	(8) ケーブルカッター	2 個
	(9) トルクレンチ(トルク管理機能付)	1 個

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は、約 5.38 億円となり、先に述べた日本と「ブ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記(3)に示す積算条件によれば、次のとおりと見積られる。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本側負担経費

本プロジェクトの事業費の積算結果は以下のとおりである。

表 3-5-1-1 本プロジェクトの概略事業費 日本側負担分

項目	概略事業費(百万円)
機材費	460
調達代理機関・設計監理費	78
事業費合計	538

(2) ブルンジ国負担経費

本プロジェクトの実施における「ブ」国サイドの責任については3-3節で述べたとおりであるが、うち、事業実施時に該当するものとしては、以下の事項がある。

- ・ 用地のクリアリングと整地
- ・ 研修プログラムに対する省庁や電力公社等からの研修員の派遣

用地のクリアリングと整地については、現状、用地は空き地になっており、特にクリアリングや整地を必要とする状況にない。また、第2次調査において、当該用地に今後ものを設置したりせず、空地として維持するよう、調査団から確認を行っている。したがって、据付工事等に先立ち特定の費用が発生するとは考えがたい。

一方、研修プログラムへの参加については、サイトが首都のブジュンブラにあるため、旅費宿泊費や手当て等の支出はない。

(3) 積算条件

1. 積算時点 : 平成 21 年 12 月 (調査終了月若しくはその前月)
2. 為替交換レート : 1 US\$ = 93.97 円
1 ブルンジフラン (BIF) = 0.0754 円
3. 施工・調達期間 : 詳細設計、工事 (又は機材調達) の期間は施工工程に示したとおり。
4. その他 : 積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこととする。

3-5-2 運営・維持管理費

(1) 運営・維持管理費の概算

運営・維持管理費の試算にあたり、以下の費用項目を考慮した。

1. 日常操業にかかる費用
2. 運営・維持管理にかかる人件費
3. 修繕に必要なスペアパーツ費用
4. 機材にかかる更新費用

なお、ここでは、発生の可能性が予測できない機械等の故障とその修繕にかかる費用は考慮しない。同様に、いたずらや破壊行為による設備の故障や破損に対処する費用も考慮しない。また、特に瑕疵担保保障期間以降の機器の修繕或いは不具合への対応等で日本からの技術者の派遣が必要になる可能性もゼロではないが、これも同様に発生の可能性が予測できないため、その費用を考慮しない。

1) 日常操業にかかる費用

太陽光発電施設は燃料等を使用しないため、この項目に該当する費用はほとんどない。わずかではあるが、モジュールの清掃に要する水道代や発電時間帯外のシステム電源や空調に要する電気代等があるが、小額であるため無視する。

2) 運営・維持管理にかかる人件費

当該施設においては、電気機器等の設備を管理する常駐職員がおり、これら職員によって太陽光発電設備の運営管理は可能である。したがって、本プロジェクトが追加的に要求する人員はない。

一方、運営管理のために要する時間から、人件費相当額を試算すると、以下のとおりとなる。(積算資料より、「軽作業員」の日給 15.0 ドルを使用)

・設備の日常点検 (モジュールおよびキュービクル内の目視点検) 0.5 時間/日
 $0.5 \text{ 時間} \div \text{日労働時間 (8 時間)} = 0.06$ 、 $0.06 \times 15 = 0.9 \text{ ドル/日}$

・モジュールの清掃 (10kW あたり 1 時間/月) 30 時間/月
 $23 \text{ 時間} \div 30 \text{ 日} \div \text{日労働時間 (8 時間)} = 0.10$ 、 $0.10 \times 15 = 1.5 \text{ ドル/日}$

以上より、2.4 ドル/日が得られる。これに 365 日を乗じる。

$$2.4 \times 365 = 876 \text{ ドル/年}$$

$$876 \times 93.97 \text{ [円/ドル]} \div 0.0754 \text{ [円/BIF]} = \text{BIF } 1,092,000 \text{ /年}$$

3) 修繕に必要なスペアパーツ費用

本プロジェクトで調達される太陽光発電設備は、一般的に日本国内においては 10 数年から 20 年近い期待寿命があるとされる。なかでも PV モジュールについては、そもそも

可動部品がないため故障は少なく、また維持のための費用もほとんどかからない。また本プロジェクトで調達する日本製の PV モジュールは特に、外国製品と比較し長期間の使用による劣化（出力低下）が小さいとされている。さらには、設備上必要とされるモジュール枚数の 2%に相当するモジュールを予備として納入する。したがって、實際上、PV モジュールに関して購入するパーツ等はないと考えてかまわない。必要なスペアパーツ等として対象となるのは、主にパワーコンディショナ関連のものになる。

3-4-3 で述べたとおり、本計画では、設備の調達の際に、運用開始後第 1 回目の本格点検までに必要となる部品等をスペアパーツとして納入することとしている。したがって、基本的に第 1 回目の本格点検までに必要となるパワーコンディショナ関連のスペアパーツ等の費用はない。この第 1 回目の本格点検は、厳密には機材を納入するメーカーによって異なるが、おおむね運用開始後約 7 年後に行うべきものである。

一方、パワーコンディショナの周辺機器で消耗による部品交換等が必要になるものとして、エアコンディショナが挙げられる。これは、契約業者が納入するスペアパーツに含まれていない。

したがって、第 1 回目の本格点検実施以前は、エアコンを含むその他周辺機器の費用、以降は、これにパワーコンディショナ機材を維持していくにあたって必要なスペアパーツ等を合わせて購入していく必要がある。その費用は概略的、かつ平均的には以下のとおりと推計される。

表 3-5-2-1 スペアパーツ等購入費用

	次回本格点検まで	年平均
パワーコンディショナ関係 (第 1 回本格点検までは不要)	約 315 万円	約 45 万円
エアコンを含むその他周辺機器	約 105 万円	約 15 万円
合計(第 1 回本格点検以降)	約 420 万円	約 60 万円

単位： 日本円

注：前述のとおり、上記費用は部品代のみで、メーカーからの技術者派遣に伴う人件費・旅費等は含まれていない。また、設備の使用環境により大きく異なる可能性がある。

以上より、第 1 回目の本格点検実施以前は、エアコンを含むその他周辺機器の費用として年 15 万円程度、以降は、パワーコンディショナ機材を維持していくにあたってスペアパーツ等を合わせて年 60 万円程度の費用が発生する。

$$150,000 \div 0.0754 \text{ [円/BIF]} = \text{BIF } 1,989,000 / \text{年}$$

$$600,000 \div 0.0754 \text{ [円/BIF]} = \text{BIF } 7,968,000 / \text{年}$$

4) 機材にかかる更新費用

前項 3)で述べたとおり、PV モジュールは期待寿命が長く、劣化も遅いため、更新することは想定しない。

一方、パワーコンディショナについては、通常の電気製品と同様長期間の使用による劣化があり、また部品によっては法定耐用年数が定められているものもある。これらについては、基本的に前項に含まれるスペアパーツの購入・交換で考慮されており、本格点検における対応を超える設備全体の老朽化やそれに伴う更新等は考慮しない。

(2) 運営・維持管理費用の負担

当該施設においては、太陽光発電設備による財務上のメリットが相当額発生する。「ブ」国においては、電力料金が比較的高いため、逆潮流を無視して電力料金の削減額を考慮しただけでも、上記の運営・維持管理費を上回ると予測される。したがって、運営・維持管理費の原資は、設備が発生する電力の価値によって賄うことが可能である。

太陽光発電設備に期待される発電量は、前述のとおりおよそ 340MWh/年である。また、このうち 50～60%が施設内で消費されると見られる。一方、同病院の電力料金単価は 2008 年値で BIF122/kWh であるが、逆潮流の電力の処分については、今後の「ブ」国サイドでの検討を待つ必要がある。以上を踏まえ、やや安全側の評価として、①発電量のうち 50%が施設内で消費され買電量の削減に寄与する、②逆潮流した電力の売電を無視する、という 2 つの仮定を設けると、あくまで参考値であるが、発電により発生する電力料金面での便益は以下のように予測され、これは上記の運営・維持管理費を十分上回るものとなっている。

$$340\text{MWh} \times 50\% \times \text{BIF}122 = \text{BIF } 20,740,000/\text{年}$$

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

本計画が円滑に実施されるためには、以下の事項について留意する必要がある。

(1) サイトの準備

本計画で太陽光発電設備が設置される予定の土地は、カメンゲ大学病院が管理する土地として確認済みである。基本的には空地であるため、造成等の必要はないが、一部植生の撤去が必要である。

(2) 逆潮流の扱い

「ブ」国では、現在は電力公社（REGIDESO）が唯一の発電事業者であるため、太陽光発電設備が逆潮流により系統に対して供給した電力の扱いを定める制度はなく、今後の「ブ」国内での検討結果を待つ状況である。

今後の類似事例や民間の発電事業者の参入の可能性なども踏まえ、逆潮流する電力が適切に扱われる方法を早急に検討すべきである。

(3) 維持管理体制

本計画で整備される太陽光発電設備は、その完成後にエネルギー省からカメンゲ大学病院（CHUK）に移管され、CHUK において日常的な運転と維持管理作業を行うとともに、CHUK と高等教育省が共同して長期的に必要な維持管理のための予算を確保する体制となっている。一方、エネルギー省と REGIDESO は、特に長期的に必要な技術的なサポートを CHUK に提供する。したがって、これらの関係機関がそれぞれにその役割を認識し、プロジェクトが提供する研修プログラムに適切な人材を派遣し、かつその技術を維持していく体制を確保しなければならない。

(4) 免税措置

本プロジェクトの実施にあたり「ブ」国側に求められている関税、VAT 等の免税措置に関しては、エネルギー省が日本側を支援することとなっている。この手続きを着実かつ適時に行い、円滑な事業実施に努める必要がある。

第4章 プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 プロジェクトの前提条件

4-1-1 事業実施のための前提条件

本計画が障害無く実施されるために必要となる前提条件として、以下の事項がある。

(1) サイトの準備

本計画で太陽光発電設備が設置される予定の土地は、基本的には空地であるため、造成等の必要はないが、一部植生の撤去が必要である。

(2) 逆潮流の扱い

本計画で整備される太陽光発電設備が逆潮流により系統に対して供給した電力の扱いを定める制度はないため、逆潮流する電力が適切に扱われる方法を早急に検討すべきである。

(3) 維持管理体制

本計画で整備される太陽光発電設備は、CHUK において日常的な運転と維持管理作業を行うとともに、CHUK と高等教育省が共同して長期的に必要な維持管理のための予算を確保する体制となっている。一方、エネルギー省と REGIDESO は、特に長期的に必要な技術的なサポートを CHUK に提供する。これらの関係機関は、プロジェクトが提供する研修プログラムに適切な人材を派遣し、かつその技術を維持していく体制を確保しなければならない。

(4) 免税措置

本プロジェクトの実施にあたり「ブ」国側に求められている関税、VAT 等の免税措置に関しては、この手続きを着実かつ適時に行い、円滑な事業実施に努める必要がある。

4-1-2 プロジェクトの全体計画達成のための外部条件

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

(1) 本計画と再生可能エネルギー利用の普及

本計画では、系統連系型の設備を供与するが、事業単独での直接的な効果は限定的である。本計画が「ブ」国における温暖化ガスの排出削減と経済成長の両立に寄与するためには、本計画の実施を機にエネルギー省の再生可能エネルギーへの取り組みが活発化し、また同時に民間企業や市民の中にその認識が広がって、太陽光を始めとする再生可能エネルギー利用が普及していくことが必要となる。本計画においては、このことの重要性も踏まえ、トレーニングプログラムの中で太陽光発電の理論や計画論について講義を行うとともに、広報用の材料を作成する計画である。ここで伝達される知識や材料を用い、普及のための努力を行うのはエネルギー省の役割である。

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

(2) 技術協力・他ドナーとの連携

(1)項で述べた太陽光利用の普及においては、財源が不足することが多くの国に共通の障害となっている。そのためドナー等からの支援が必要となるが、その方式としては、これまでと同様、電力系統から離れた地域や村落の学校や医療施設などへの電力供給の一環として、独立型の太陽光システムや SHS などの形態で個別に進んでいく可能性が高い。

したがって、「ブ」国が必要としている技術協力としては、日本の技術的優位性も含めて考えると、

- ① 地方電化における民間投資誘導・促進のための各種制度づくりや市場の整備、
- ② 単独・独立型太陽光発電施設の計画、設置、運転維持管理等の技術の高度化、
- ③ 太陽光と他の再生可能・新エネルギーの併用やそれらの連系技術の適用、などが挙げられよう。

2006年7月に UNDP の協力のもと策定された文書「気候変動に対する国家適応策アクションプラン (Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques (PANA))」では、再生可能エネルギーの普及については多くは述べられておらず、またそれ以外に具体的戦略や計画が定められていない状況である。したがって、上記①、②、③のいずれについても、今後日本からの技術支援が有効であると考えられる。

以上のような協力について、今後も「ブ」国側が主導し、日本側も支援する形で進めてい

くことが望ましい。

4-2 プロジェクトの評価

4-2-1 妥当性

以下の点から、無償資金協力による本計画の実施は妥当であると判断される。

(1) 上位計画との整合性

「ブ」国では、エネルギー政策及び気候変動の適応策の両面で、太陽光発電の利用を進める上位計画を持っている。地方部で公共施設や世帯等での個別・独立型の利用（ソーラーホームシステム）を進め、電化率を向上すること。降雨量に減少が見られる中で、水力のみに依存する現状からエネルギー源の多様化を図ること。等がその目的である。

しかし、太陽光利用の普及は未だに初期段階にとどまっている。その原因としては、第一には初期投資が大きいことが挙げられるが、それ以外にも技術の有効性に関する国民の認識が低いことが指摘されている。本計画では、無償事業として機材を供与するため、初期投資の負担を不要としている。また、デモンストレーション効果の高いサイトが選定されているため、太陽光利用に関する啓発効果が期待され、またそれを補強するため、ソフトコンポーネントにおいても広報資料を作成することが計画されている。以上のような効果から上位計画の実現を直接的に後押しすることができる。

(2) 運転・維持管理にかかる財政的負担

本計画により整備される太陽光発電設備が発生する電力量は、電力料金を使用して換算すると、平均年維持管理費用の推計値を十分に上回っている。したがって、本計画は「ブ」国側に追加的な負担を発生させるものではなく、「ブ」国の財政に寄与する。

(3) 環境社会配慮

環境影響評価を主管する水・環境・国土整備・都市開発省環境局からは、本プロジェクトで設置される太陽光発電がクリーンエネルギーである点、事業規模が比較的小さい点、太陽光発電設備の設置場所が受益する施設の敷地内であることなどから環境社会配慮面での影響は限定的との理解を得るにいたった。更に JICA としてのカテゴリー分類について説明し、プロジェクト実施に当たり環境影響評価に関わるいかなる手続きも条件としないことが先方政府実施機関と調査団の間で合意されている。

(4) 日本の技術の優位性

太陽光発電設備は主に PV モジュールとパワーコンディショナ、それらの周辺機器で構成

される。特にPVモジュールとパワーコンディショナについては、その製品市場において、効率、寿命、信頼性等の観点から日本製品が他国の製品と比較し品質的・技術的優位性を持っている。調達される予定の機材のうちPVモジュールとパワーコンディショナは日本製に限定しており、本計画を通じて「ブ」国に日本の優れた技術を提供することができる。

4-2-2 有効性

(1) 全体的な効果

太陽光発電システムの導入により、直接的な裨益効果としては、電力公社（REGIDESO）に新たな電力を提供することになる。REGIDESOの水力発電設備は、一定の貯水／調整容量をもって運用されているが、近年降雨量が減少しており、水位の低下から発電が困難となる事態が生じている。太陽光発電設備による発電は昼間に限られるが、特に河川水量が減少する時期においては、太陽光発電によりセーブされた水量は時間に関わらず発電用水として有益に使用されうる。またその結果、電力不足時に緊急用として使用されることになっているディーゼル発電機の稼動頻度を抑制する効果も期待される。すなわち、クリーンなエネルギー源で電力供給に寄与することになり、これは、クールアース・パートナーシップの目的と合致する。

さらに、首都に同国最大規模の太陽光発電設備を設置することで、同国内外に対する太陽光やクリーンエネルギーに係る啓発効果、教育効果を生む。このことは、同国が推進しようとしている太陽光発電利用の普及や民間のより積極的なインボルブメントに対してポジティブな効果をもたらす。

副次的な効果として、エネルギー源の多様化などがあげられる。また、太陽光設備を配置するカメンゲ大学病院（CHUK）では電力公社からの購入している電力料金の削減につながるため、病院の運営において限られた財政資源の有効活用につながる。

(2) 定量的な効果

上に述べた効果の中で、特に定量的に評価が可能なものについて、以下に記述する。

1) 発電量

3-2-2-4 (2)で述べたとおり、本計画によって年間約340MWhの発電量が期待される。この電力量は、REGIDESOの販売電力量（160.2GWh, 2008年）の0.2%、CHUKの電力消費量（2008年値583MWh）の60%弱程度に相当する。

2) 経済的便益

上記発電量のうち50～60%はCHUKで消費されると見られ、それ以外は逆潮流してREGIDESOの系統において消費されることになる。すなわち、逆潮流した電力量がどのように取り扱われるかにより、CHUKに帰着する便益額は大きく左右される。

3-5-2 節で述べたとおり、仮に安全側の評価として逆潮流した部分の価値を 0 としたとしても、太陽光発電設備が発生する電力量の価値は約 2 千万ブルンジフラン、日本円で 150 万円程度となる。この額は、長期的に必要な太陽光発電設備の維持管理費用を十分に上回っている。

3) 二酸化炭素排出量削減

CO₂ 原単位の考え方⁹、

二酸化炭素の排出量削減効果は、以下の考え方で算出する。

- CDM の考え方は、ベースラインを設定し、ベースラインと太陽光発電を設置した場合の CO₂ 排出量の差を削減された CO₂ 排出量とみなす。
- このベースラインは、太陽光設備を設置しない場合、どのような発電設備で代替するかによって定義される。
- そのため、本計画とおおむね同等規模の、当該国で実施可能な発電所或いは発電機を代替設備として想定する。
- 本計画の設備に期待される発電量と上記代替設備で発電される場合の CO₂ 排出量の差を、本計画による CO₂ 排出量削減量とみなす。

15MW 以下の小規模な発電の場合は、ベースラインにディーゼルを採用することが UNFCCC/CDM には定められている。一方、「ブ」国は、発電のための一次エネルギーをほぼ 100%水力に依存しているが、電力不足時に緊急対応電源としてディーゼル発電機を用意している。したがって、本計画と同等規模の発電機として想定されるのは、ディーゼル発電機となる。

ディーゼル発電機による発電の CO₂ 排出量原単位は、環境省の「温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン(H19/3)」を用いて、次のように算出する。

軽油の比重：	0.86
軽油 1L の重量：	860g
ディーゼル発電の軽油使用量：	0.235g/kWh
軽油 1 L あたりの発電量：	3.66kWh/L (0.860g/L/0.235g/kWh)
軽油の燃焼による単位排出量：	2.62kg-CO ₂ /L
kWh あたりの CO ₂ 排出量：	(2.62kg-CO ₂ /L/3.66kWh/L)=0.716kg-CO ₂

となる。

この原単位に、本計画による太陽光発電設備が 1 年間に発電する電力 340MWh を乗じることにより、本発電設備による年間 CO₂ 削減量が求められる。

$$\text{本発電設備による年間 CO}_2 \text{削減量} = 243 \text{ t-CO}_2$$

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