

ウルグアイ東方共和国
工業・エネルギー・鉱業省
ウルグアイ電力公社

ウルグアイ東方共和国
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
(ベリーズ国、ウルグアイ国、ボリビア国)

協力準備調査報告書

平成 22 年 10 月
(2010 年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

日本工営株式会社

産業
JR(先)
10 - 122

ウルグアイ東方共和国
工業・エネルギー・鉱業省
ウルグアイ電力公社

ウルグアイ東方共和国
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
(ベリーズ国、ウルグアイ国、ボリビア国)

協力準備調査報告書

平成 22 年 10 月
(2010 年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

日本工営株式会社

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ウルグアイ東方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し、平成 21 年 7 月 12 日から 7 月 25 日まで、および平成 21 年 11 月 2 日から 11 月 22 日まで調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ウルグアイ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 3 月 14 日から 3 月 20 日まで実施された概略設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成 22 年 10 月

独立行政法人 国際協力機構
産 業 開 発 部
部 長 桑 島 京 子

要約

要 約 (ウルグアイ国)

1. 国の概要

ウルグアイ東方共和国(以下ウルグアイ国)は南アメリカ大陸の温帯に位置している。西側にはアルゼンチン、北～北東にはブラジルとの国境を接しており、南側はラプラタ川、東側は大西洋に面しており、海岸線は約 680km 以上にわたっている。領土域は 175,016 平方キロメートルであり、約 140,000 平方キロメートルの陸地領土、島、と領海及び国境に接する河川やラグーンなどが含まれる。総人口は約 338 万人であり、約 70%が沿岸地帯に居住している。

ウルグアイ国の領土は、大部分が、農業や牧畜業に利用されている。一方で、人口の 91%が都市部に住居しており、都市化が進んでいる。国土は、全体的に地形は起伏のが少ない地形である。ウルグアイ国はスペイン語を母国語とし、文化的なバックグラウンド背景は隣国であるアルゼンチンと共有している。大多数のウルグアイ人がヨーロッパ人系であり、植民地時代の移住者と子孫が約 88%を占めている。

ウルグアイ国の経済は、輸出指向の農業分野、教育水準の高い労働力、および高いレベルの社会的な支出によって特徴づけられる。ウルグアイ国は、1996 年から 1998 年にかけて、平均 5%の経済成長率を達成している。しかしながら、1999 年から 2002 年の間、近隣国のアルゼンチン国とブラジル国の経済問題に影響を受けて、ウルグアイ国も大不況を経験した。2004 年以降、ウルグアイの経済成長は回復しており、2004 年から 2008 年の間では、平均 8%の経済成長率を示している。2009 年は、世界的な不況の影響を受けて、経済成長率は 1.7%となっている。

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

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として、「我が国の地球規模の温暖化気候変動対策」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、気候変動により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、「環境プログラム無償資金協力事業」が導入された。この取り組みに賛同したウルグアイ国に対して、「ウルグアイ国太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」のための協力準備調査が実施された。

ウルグアイ国の発電事業は、水力発電に大きく依存している。そのため、過去には干ばつなどの気象変動により発電事業に大きな影響を受けた経験がある。さらに近年は、国際的な原油価格の変動の影響が大きく、近隣国と電力や天然ガスの供給に関して契約を締結して電力供給の安定化を図っている。エネルギー政策として、エネルギーの多様化により電力供給を安定化および化石燃料の依存を減少させる政策が示されている。気候変動対策のため、地球温暖化ガス排出量を抑制できる再生可能エネルギーの導入は緩和策の一つに掲げられている。

このような背景の下、再生可能エネルギーの導入は地球温暖化対策の緩和策の一つに掲げられ、風力発電およびバイオマス発電の導入は、民間の積極的な参加により推進されている。しかし、太陽光発電の導入実績は限られている。ウルグアイ国は電化率が高いため、地方電化の用途としての太陽光発電の活用も限定されているためである。ウルグアイの未電化世帯数は 6000 世帯と言われている。そのうち 2000 世帯は送配電線の延伸による電化が困難な地域に位置していると推定されており、残りは小型太陽光発電を含む独立型発電設備の潜在的需要と考えることが出来る。

ウルグアイ国からの要請に基づき、工業・エネルギー・鉱業省(MIEM)が責任官庁となり、電力公社である UTE が実施機関となり、サルト市のサルトグランデ発電所(DU CTM)敷地内に、発電出力 480kW の系統連系型太陽光発電設備を導入する計画とした。機材は、気候変動の対策として必要

性・妥当性・持続性が認められるものを調達する。調達予定の機材およびソフトコンポーネントを組み込む。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

ウルグアイ国からの要請に対して日本政府は、太陽光発電設備の建設に係る協力準備調査を実施することを決定し、国際協力機構は2009年7月12日から7月24日まで第1次調査団を現地に派遣した。調査団はウルグアイ国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第1次案件形成調査を実施した。帰国後、協力概要資料を提出している。2009年11月1日から11月21日まで、第2次現地調査を実施した。帰国後、国内解析を経て概略設計概要書を作成し、2010年3月14日から3月19日まで設計概要説明のための調査団を現地へ派遣した。

ウルグアイ国政府より要請のあった太陽光発電設備の候補地は、協議の結果、ウルグアイ第2の都市であるサルト県サルト市のサルトグランデ水力発電所に隣接する平地を太陽光システム設置場所とする。サルト市はウルグアイ国内において平均日射量が比較的大きく、選定の理由の一つとされている。また、DU CTMの所有地内が優先順位の高い候補地となり、産業・エネルギー・鉱業省(MIEM)とサルトグランデサルトグランデ混合技術委員会(DU CTM)との間で、土地の無償寄託に関する合意書が締結されている。サイトの選定に当たり、下記に示す方針に従い、実施可能なサイトを選定した。

- 1) ショーケース効果、
- 2) 我が国に優位性のある技術・ノウハウの積極的活用、
- 3) 持続的な維持管理体制の構築等

当該環境プログラム無償資金協力案件のスキームの下、導入される主要な施設・機材は①太陽光モジュールと架台の調達・据付・試験、②パワーコンディショナーの調達・据付・試験、③昇圧用変圧器、その他電気品の調達・据付・試験としている。配電系統連系機器については、UTEの要望により、運営・維持管理上UTE標準仕様とし、SCADAによる遠方監視制御対象とするため、UTEにより、供給、据付、試験が実施される。

このサイトにおける整備される機材の最大発電容量および設置予定面積は下表のとおりである。

設置予定面積

	必要面積 (m ²)	敷地面積(m ²)	設置容量(kWp)
サルトグランデ	12,000	15,500	480

主要資機材である太陽光モジュール、パワーコンディショナー、変圧器については、日本国からの調達とする。

また、太陽光発電設備の初期性能を維持するため交換部品の保有が不可欠である。ウルグアイ国における予備品の入手は不可能であり、すべて日本からの調達となる。雷害や、故障による運転中止期間をできるだけ少なくするため、太陽光パネルは3%の枚数を購入する。パワーコンディショナーは本設備の心臓部であり、単線結線図に記載された単機出力容量と同等な出力を有するパワーコンディショナーを1式購入するとともに、アレスター、換気用ファン、フィルターを必要数購入する。高圧機器については、UTE所掌のため、不要とする。

4. プロジェクトの工期及び概略事業費

本プロジェクトの実施工程は交換公文(E/N)が2009年12月14日に締結された。コンサルタントの推薦後、約4ヶ月で入札が実施され、施工業者が決定する。業者契約後、設計製作図面作成から竣工までの全体工程は、12ヶ月とした。

ウルグアイ側の概略事業費は570万円である。

5. プロジェクトの評価

本プロジェクト実施の妥当性について、以下の通り考察する。

1) 国家計画との整合性

ウルグアイ国は、エネルギー政策の戦略的ガイドラインで、エネルギーの多様化を戦略の一つとして掲げている。そのための方針として、化石燃料に対する依存度の減少と再生可能エネルギー導入の促進がある。中期的な目標値として、2015年までに、風力発電300MW、バイオマス発電200MWおよびマイクロ水力発電1MWの導入を設定している。太陽光発電に関しては、少なくとも2つのパイロット試験の実施を目標としている。よって、本プロジェクトの実施はウルグアイ国のエネルギー政策の戦略的ガイドラインと整合性が取れている。

2) ショーケース効果

年間の施設見学者が約3万人となるDU-CTMの敷地内に太陽光発電設備を設置することで、再生可能エネルギーに関する啓発効果が相乗的に高まることが期待される。水力発電施設には、生徒および学生の見学者が多く、特に若い世代への啓発効果が期待される。さらにショーケース効果を高めるために太陽光発電の発電電力量等を表示するモニター板を太陽光発電設備が設置される道路際に設置する。この道路は、サルトグランデ水力発電所の見学ルートに当たる。よって、DU-CTMによる施設の説明、環境教育を実施することにより、再生可能エネルギー開発への啓発・理解が広く期待される。

3) 我が国に優位性のある技術・ノウハウの積極的活用

ウルグアイ国では、小規模独立型の太陽光発電の導入実績があるが、本件と同様の系統連系型の太陽光発電に関する導入実績はない。一方で、系統連系の太陽光発電システムは、我が国で実績も多く普及している技術である。したがって、本プロジェクトで系統連系型のPVシステムを導入するにあたり、我が国の技術・ノウハウを十分に活用することができる。

4) 持続的な維持管理体制の構築

ウルグアイ側のプロジェクト実施体制に問題はないと判断される。ウルグアイ国にとって系統連系型のPVシステムの導入は初めての経験であり、メーカーの専門員による技術指導やコンサルタントによるソフトコンポーネントにより、技術移転・人材育成を実施し、持続的な運営・維持管理体制を整備することにより、再生可能エネルギーの普及に繋がることが期待される。

5) 環境面の影響

ウルグアイ第 2 の都市であるサルト県サルト市のサルトグランデ水力発電所に隣接する平地を太陽光システム設置場所とする。水力発電所に隣接しており、明確な作業範囲の区分けと交通安全などの一般的な配慮事項を施工時に遵守すれば、周辺環境に特別な影響を与えることはない。

以上より、本プロジェクトを我が国の無償資金協力で実施することの意義は大きく、その妥当性は高いと判断する。

有効性について、定量的効果と定性的効果を以下に示す。

(1) 定量的効果

プロジェクトの実施の定量的効果として、系統へ供給する電力量の増加と CO₂ 排出量の削減が考えられる。その指標と目標について以下の表に示す。

表 効果指標と目標値

指標名	基準値 (2010 年)	目標値 (2013 年)【事業完成 3 年後】
送電端電力量 (MWh/年)	0	648 MWh/年
CO ₂ 削減量 (t/年)	0	168 ton/年

出所：JICA 調査団

(2) 定性的効果

定性的効果としては、再生可能エネルギーの導入促進、デモンストレーション効果、啓発効果などが期待できる。以上の内容により、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。

位置図(Uruguay, Salto)



現地状況写真 (ウルグアイ、サルト)



アルゼンチンとの国境にあるサルトグランデ水力発電所全景



プロジェクトサイト付近の様子(サルト市)



プロジェクトサイトの遠景(DU-CTM 敷地)



PV システム設置予定地(DU-CTM 敷地内)



サルト変電所全景



カウンタパートとの協議の様子(MIEM & UTE)

ウルグアイ東方共和国
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
(ベリーズ国、ウルグアイ国、ボリビア国)

協力準備調査報告書

序文
要約
位置図／写真

目 次

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・経緯	1-1
1-1-1	現状と課題	1-1
1-1-2	開発計画	1-12
1-1-3	社会経済状況	1-12
1-2	環境プログラム無償資金協力の背景・経緯および概要	1-13
1-3	我が国の援助動向	1-13
1-4	他国ドナーの援助情報	1-13

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	2-3
2-1-4	既存施設・機材	2-3
2-2	プロジェクトサイトおよび周辺の状況	2-5
2-2-1	関連インフラの整備状況	2-5
2-2-2	自然条件	2-6
2-2-3	環境社会配慮	2-6

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
3-2	協力対象事業の概略設計	3-3
3-2-1	設計方針	3-3
3-2-2	基本計画(施設計画／機材計画)	3-10
3-2-3	基本設計図	3-20
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	3-22
3-2-4-3	施工区分/調達・据付区分	3-23

3-2-4-4	施工監理計画/調達管理計画.....	3-23
3-2-4-5	品質管理計画.....	3-26
3-2-4-6	資機材等調達計画.....	3-27
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画.....	3-27
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.....	3-32
3-3	相手国負担事業の概要.....	3-33
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3-34
3-5	プロジェクトの概略事業費.....	3-35
3-5-1	協力対象事業の概略事業費.....	3-35
3-5-2	運営・維持管理費.....	3-36

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外部条件.....	4-1
4-2	プロジェクトの評価.....	4-2
4-2-1	妥当性.....	4-2
4-2-2	有効性.....	4-3

[資料]

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者(面談者)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. 概略設計図
7. 参考資料
 - 1) 土地無料貸与合意書
 - 2) 維持管理協定書

表リスト

表 1-1	再生可能エネルギー(風力、バイオマス)の設備容量	1 - 3
表 1-2	発電設備	1 - 4
表 1-3	発電電力量および国際間取引電力量(単位:GWh)	1 - 5
表 1-4	送電線の総距離(km)	1 - 5
表 1-5	配電線の総距離(km)	1 - 6
表 1-6	大需要家の電力料金	1 - 10
表 1-7	他ドナー国・国際機関による援助実績	1 - 14
表 2-1	UTE の財務状況(単位:ウルグアイペソ)	2 - 2
表 2-2	プロジェクト担当部門	2 - 3
表 2-3	ウルグアイにおける温室効果ガスの現状(1990~2000年)	2 - 7
表 2-4	ウルグアイにおける国連 CDM 理事会登録済みプロジェクト	2 - 8
表 3-2-1	維持管理の役割分担	3 - 5
表 3-2-2	日常点検項目	3 - 5
表 3-2-3	定期点検項	3 - 6
表 3-2-4	運営管理/データ管理	3 - 6
表 3-2-5	啓発活動	3 - 6
表 3-2-6	推定発電量	3 - 12
表 3-2-7	太陽光発電設備の容量と必要土地面積	3 - 13
表 3-2-8	主要機材一覧	3 - 14
表 3-2-9	PV System Signal List	3 - 19
表 3-2-10	基本設計図リスト	3 - 20
表 3-2-11	施工区分/据付区分	3 - 23
表 3-2-12	対象と活動概要	3 - 30
表 3-2-13	運営管理 / データ管理	3 - 30
表 3-2-14	太陽光発電の基礎	3 - 31
表 3-2-15	維持管理 / トラブル・シューティング	3 - 31
表 3-2-16	啓発活動	3 - 31
表 3-2-17	業務実施工程表	3 - 32
表 3-3-1	ウルグアイ国側取得予定用地	3 - 33
表 3-5-1	積算条件	3 - 35
表 3-5-2	概略事業総括表	3 - 35
表 3-5-3	ウルグアイ国側負担経費	3 - 36
表 3-5-4	年間エネルギー売上げの実績	3 - 36
表 3-5-5	運転保守要員配置計画	3 - 37
表 3-5-6	発電所の運転維持管理費	3 - 37
表 4-1	効果指標と目標値	4 - 4

図リスト

図 1-1	気候変動対策の組織図	1 - 1
図 1-2	ウルグアイの電力系統図	1 - 7
図 1-3	日負荷曲線	1 - 8
図 1-4	最大消費電力 (MW)	1 - 9
図 1-5	プロジェクト関係機関組織図	1 - 11
図 1-6	UTE 組織図	1 - 11
図 2-1	MIEM/DNETN の組織図	2 - 1
図 2-2	UTE の組織図	2 - 1
図 2-3	住宅・都市計画及び環境省の組織図	2 - 6
図 2-4	環境局の組織図	2 - 7
図 3-2-1	PV システム設置予定場所	3 - 10
図 3-2-2	サルト市 CTM サイトへの電力系統の電力需要	3 - 13
図 3-2-3	実施システム	3 - 20

略 語

A/A	: Agent Agreement	調達代理契約
AC	: Alternate Current	交流
ACB	: Air Circuit Breaker	空気遮断器
ADMA	: The Electricity Market Management	電力取引所
AFE	: the State Railway Administration	ウルグアイ国鉄道
ANSI	: American National Standards Institute	米国規格協会
A/P	: Authorization to Pay	支払い授權書
B/A	: Banking Arrangement	銀行取極め
CCU	: Climate Change Unit	気候変動部
CDM	: Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
COP	: Conference of the Parties	締約国会議
CT	: Current Transformer	変流器
CV	: cross-linked polyethylene vinyl sheathed (cable)	架橋ポリエチレン絶縁ビニールシース(ケーブル)
CVT	: Current Voltage Transformer	計器用変流変圧器
CVV	: Control-use Vinyl insulated Vinyl sheathed (cable)	制御用ビニル絶縁ビニールシース(ケーブル)
CVVS	: Control-use Vinyl insulated Vinyl sheathed annealed copper tape (cable)	制御用ビニル絶縁ビニールシース銅遮へいテープ(ケーブル)
DC	: Direct Current	直流
DER	: Directional Earth-fault Relay	方向地絡継電器
DINAMA	: National Environment Office	環境局
DNE	: National Directorate of Energy	エネルギー局
DNETN	: Energy and Nuclear Technology Department	エネルギー核技術局
DS	: Disconnecting Switch	断路器
DU-CTM	: the Uruguayan delegation to the Joint Technical Committee	サルトグランデ混合技術委員会
EIA	: Environmental Impact Assessment	環境影響評価
E/N	: Exchange of Notes	交換公文
ES	: Earthing Switch	接地開閉器
FEP	: Perfluoro (ethylene-propylene) plastic pipe for underground cable	波付硬質ポリエチレン管
FIT	: Feed in Tariff	固定価格買取制度
FOB	: Free on Board	本船渡し
F/S	: Feasibility Study	企業化調査
G/A	: Grant Agreement	無償資金贈与契約
GDP	: Gross Domestic Product	国内総生産
GEF	: Global Environmental Facility	地球環境ファシリティ
GHG	: Greenhouse Gas	温室効果ガス
GNI	: Gross National Income	国民総所得
GVT	: Grounding Voltage Transformer	接地変成器
GWP	: Global Warming Potential	地球温暖化係数
IDB	: Inter-American Development Bank	米州開発銀行
IEA	: International Energy Agency	国際エネルギー機関
IEC	: International Electro-technical Commission	国際電気標準会議
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers	電気電子技術者協会
IMF	: International Monetary Fund	国際通貨基金

IP	:	International Protection (standards)	国際保護等級(規格)
IPP	:	Independent Power Producer	独立系発電事業者
JCS	:	Japan Cable Standard	日本ケーブル規格
JEC	:	Japanese Electromechanical Committee (standards)	電気学会電気規格調査会標準規格
JEM	:	Japan Electrical Manufacturers' (standards)	日本電機工業会規格
JICA	:	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JIS	:	Japan Industry Standard	日本工業規格
LA	:	Lightning Arrester	避雷器
LED	:	Light Emitting Diode	発光ダイオード
MCCB	:	Molded Case Circuit Breaker	モールドケース遮断器
MD	:	Minutes of Discussions	協議議事録
MIEM	:	Ministry of Industry, Energy and mining	工業・エネルギー・鉱業省
MVOTMA	:	Ministry of Housing, Land and Environment	住宅・土地・環境省
NASA	:	National Aeronautics and Space Administration	アメリカ航空宇宙局
NDP	:	National Development Plan	国家開発計画
NEC	:	National Electrical Code	米国電気工事規程
NGO	:	Non Governmental Organization	非政府組織
O&M	:	Operation and Maintenance	運営・維持管理
OCR	:	Over Current Relay	過電流継電器
OCGR	:	Over Current Ground-fault Relay	地絡過電流継電器
OES	:	Administración de las Obras Sanitarias del Estado	上下水道公社
ODA	:	Official Development Assistance	政府開発援助
OFR	:	Over Frequency Relay	過周波数継電器
ONAN	:	Oil immersed, natural flow, air cooling system	油入自令式
ONAF	:	Oil immersed, natural flow, forced air cooling system	油入空冷式
OPP	:	Office of Planning and Budget	外務省国際協力局 企画・予算部
OVGR	:	Over Voltage Ground-fault Relay	地絡過電圧継電器
OVR	:	Over Voltage Relay	過電圧継電器
PC	:	Power Conditioner	パワーコンディショナー
PF	:	Power Factor	力率
PPA	:	Power Purchase Agreement	電力購入合意書
PV	:	Photovoltaic	太陽光発電
PWM	:	Pulse Width Modulation	パルス幅変調
SA	:	Surge Arrester	避雷器
SCADA	:	Supervisory Control And Data Acquisition	遠方監視制御装置
SHS	:	Solar Home System	小規模太陽光発電設備
SPC	:	Steel plate cold rolled	冷間圧延鋼板
SPHC	:	Steel plate hot rolled commercial	熱間圧延軟鋼板
SS	:	Steel structure	一般構造用圧延鋼材
T/D	:	Transducer	変換器
TR	:	Transformer	変圧器
UDELAR	:	University of the Republic, Faculty of Architecture	公共建築大学
UFR	:	Under Frequency Relay	不足周波数継電器
UNDP	:	United Nations Development Program	国連開発計画

UNCED	:	UN Conference on Environment and Development	国連環境開発会議
UNFCCC	:	UN Framework Convention on Climate Change	国連気候変動枠組み条約
UPS	:	Uninterruptible Power Supply	無停電電源装置
URSEA	:	Regulatory Unit of Energy and Water	水・エネルギー資源管理局
USAID	:	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
UTE	:	Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas	電力公社
UVR	:	Under Voltage Relay	不足電圧継電器
VCB	:	Vacuum Circuit Breaker	真空遮断器
WB	:	World Bank	世界銀行
WB PHRD	:	World Bank Policy and Human Resource Development (Fund)	開発政策・人材育成(基金)
WTO	:	World Trade Organization	世界貿易機関
XLPE	:	Cross-linked polyethylene (cable)	架橋ポリエチレン(ケーブル)
ZCT	:	Zero-phase Current Transformer	零相変流器

單位

距離	mm	:	Millimeters
	cm	:	Centimeters (10.0 mm)
	m	:	Meters (100.0 cm)
	km	:	Kilometers (1,000.0 m)
	feet	:	12 inch = 0.30303 meter
面積	cm ²	:	Square-centimeters (1.0 cm x 1.0 cm)
	m ²	:	Square-meters (1.0 m x 1.0 m)
	km ²	:	Square-kilometers (1.0 km x 1.0 km)
	ha	:	Hectare (10,000 m ²)
	acre	:	1 acre=4,046.86 Square-meters
體積	cm ³	:	Cubic-centimeters (1.0 cm x 1.0 cm x 1.0 cm)
	m ³	:	Cubic-meters (1.0 m x 1.0 m x 1.0 m)
重量	g	:	grams
	kg	:	kilograms (1,000 g)
	ton	:	Metric ton (1,000 kg)
	kN/m ²	:	kilo Newton per Square meters
	kgf/cm ²	:	kilo grams foot per Square-centimeters
時間	sec.	:	Seconds
	min.	:	Minutes (60 sec.)
	hr.	:	Hours (60 min.)
通貨	BZ\$:	Belize Dolares
	US\$:	United State Dollars
	¥	:	Japanese Yen
電力	V	:	Volts (Joule/coulomb)
	kV	:	Kilo volts (1,000 V)
	A	:	Amperes (Coulomb/second)
	kA	:	Kilo amperes (1,000 A)
	Ω	:	Ohm
	MΩ	:	Mega-ohm
	Hz	:	
	W	:	Watts (active power) (J/s: Joule/second)
	kW	:	Kilo watts (10 ³ W)
	MW	:	Mega watts (10 ⁶ W)
	Wh	:	Watt-hours (watt x hour)
	kWh	:	Kilo watt-hours (10 ³ Wh)
	MWh	:	Mega watt-hours (10 ⁶ Wh)
	GWh	:	Giga watt-hours (10 ⁹ Wh)
	VA	:	Volt-amperes (apparent power)
	kVA	:	Kilo volt-amperes (10 ³ VA)
	MVA	:	Mega volt-amperes (10 ⁶ Wh)
	var	:	Volt-ampere reactive (reactive power)

kvar	:	Kilo volt-ampere reactive (10^3 var)
Mvar	:	Mega volt-ampere reactive (10^6 var)
Wp	:	Watt-peak

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・課題

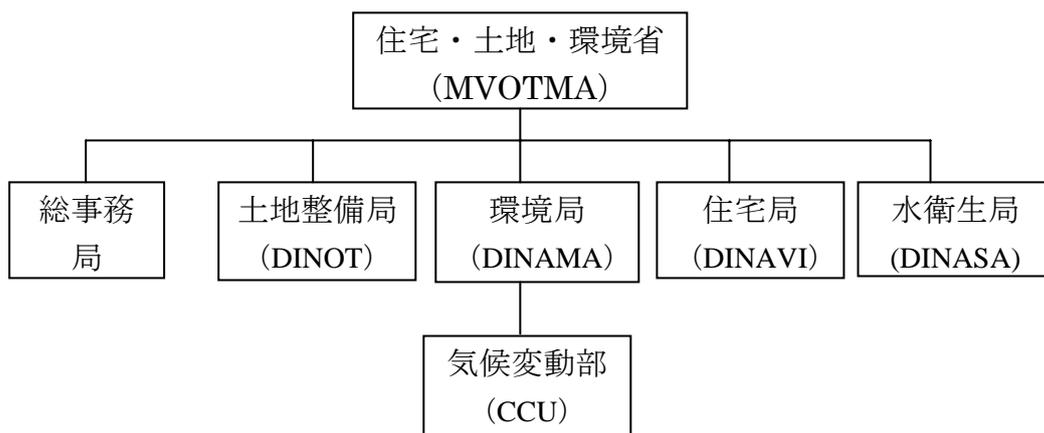
1-1-1 現状と課題

(1) 気候変動対策

ウルグアイ東方共和国（以降、ウルグアイ国と示す）では、1992年にブラジルのリオデジャネイロで地球環境サミットが開催されたのを契機として気候変動に対する取り組みを始めている。サミットでは、155カ国が気候変動に関する国際連合気候変動枠組条約（UNFCCC）に署名している。ウルグアイ国も、UNFCCCに署名している。1994年7月22日、議会でUNFCCCへの参加に関する法律（No.16517）が採択された。続いて、MVOTMA（Ministry of Housing, Land and Environment）の傘下に気候変動に取り組む機関としてDINAMA（National Environment Office）がUNFCCCの担当機関として設立された。新たに、温室効果ガスの排出量に関して担当するDINAMAの下部組織としてClimate Change Unit（CCU）が1994年12月29日に設立されている。以来、CCUが気候変動に関して主導的な役割を果たしている。ウルグアイ国は、2001年2月5日に京都議定書に締結している。また、2002年3月18日にCCU、UNFCCCからCDMに関するウルグアイ国内担当機関として承認された。

1) 気候変動対策組織

ウルグアイ国における温室効果ガス対策は、MVOTMAを中心に行われている。図1-1に組織図を示す。



（出所：MVOTMA）

図 1-1 気候変動対策の組織図

CCU が CDM を担当しており、現在までに以下のプロジェクトについて CDM が適用されている。

- "Partial Replacement of fossil fuels with biomass in cement production"
- "Capture and Burning of the Montevideo Landfill Gas"
- "Biomass Energy Generation of Fray Bentos"
- "Congregation-based system in a Tannery Natural Gas"

2) 再生可能エネルギー

気候変動の緩和策として、温室効果ガスの排出量を削減できる再生可能エネルギーの利用が考えられる。ウルグアイ国の発電事業は、水力発電に大きく依存している。そのため、過去には干ばつなどの気候変動により発電事業に大きな影響を受けた経験がある。さらに近年は、国際的な原油価格の変動の影響が大きく、近隣国と電力や天然ガスの供給に関して契約を締結して電力供給の安定化を図っている。エネルギー政策として、エネルギーの多様化により電力供給を安定化および化石燃料の依存を減少させる政策が示されている。気候変動対策のため、地球温暖化ガス排出量を抑制できる再生可能エネルギーの導入は緩和策の一つに掲げられている。

ウルグアイ国の風力開発は導入の初期にある。2006年に、試験的に450kWの風力発電機が導入されて以来、風力開発は加速度的に推進されようとしている。現在は、総設備容量が10MWとなるウィンド・ファームがNuevo ManantialとSierra de los Caracoles 2地点に据付けられている。Nuevo Manantialは民間の投資グループが、Sierra de los CaracolesはUTE（電力公社：La Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas）が所有している。2010年には、UTEが所有しているCaracolesの総設備容量を20MWまで増設することが計画されている。導入計画として、2012年までに約45MWのウィンド・ファームを建設する計画がある。また、2015年までの風力発電の導入目標値として設備容量300MWが、2009年4月24日の法令403/009に示されている。このプロジェクトは2ステージに分かれて実施される計画であり、第1ステージは2009年に公示されている。

バイオマス発電に関しても導入の初期にある。2009年におけるバイオマス発電の設備容量は187MWである。2009年に約66MWの新規導入が行われており、民間の積極的な参加により導入が進んでいる。バイオマス発電設備は系統に連系されており、発電された電力の一部に関してはUTEとの契約により売電されている。バイオマス発電の燃料は、主に間伐材やもみ殻などである。発電設備としては、蒸気タービンを活用した大型発電設備の導入が中心に行われている。

バイオマスに関しては、2015年までの導入目標値として、200MWが設定されている。

表 1-1 に、UTE により導入済みおよび計画されている再生可能エネルギー（風力、バイオマス）による発電設備容量を示す。

表 1-1 再生可能エネルギー（風力、バイオマス）の設備容量

	Name	Installed Capacity (MW)	Year
Wind	Agroland	0.3	2008
	Nuevo Manantial 1	4	2008
	Nuevo Manantial 2	6	2009
	Amplin 1	2	2010
	Amplin 2	7.5	2012
	Amplin 3	7.5	2012
Biomass	Botnia (*)	120	2007
	Las Rosas	1	2005
	Liderdat	4.85	2009
	Fenirol	10	2009
	Galofer	14	2009
	Bioener	12	2009
	Alur	13	2009
	Los Piques	12	2009
	Ponlar	5	2011

(出所：UTE)

3) 太陽光発電

ウルグアイ国では、1995年に、LavallejaのPolanco村落において、風力・太陽光のハイブリッド発電システム(風力: 32.5 kW - PV: 4.3 kWp)を導入している。このプロジェクトは、環境省の国家エネルギー室(DNE)が実施しており、53世帯に電力供給を行っている。また、1997年には、UTEとUDELAR (University of the Republic, Faculty of Architecture)により、電力系統から離れた地域村にある学校、診療所および交番に対し太陽光発電の導入を実施している。

このように、ウルグアイ国では、太陽光発電の導入実績は限られている。ウルグアイ国は電化率が高いため、地方電化の用途としての太陽光発電の活用も限定されているためである。ウルグアイの未電化世帯数は6000世帯と言われている。そのうち2000世帯は送配電線の延伸による電化が困難な地域に位置してい

ると推定されており、小型太陽光発電の潜在的需要と考えることが出来る。現在は、UNDPにより、未電化地帯を対象として約 1000 の SHS を導入するプロジェクトが進行中である。

その他の太陽エネルギー利用技術として、ウルグアイ国では、太陽熱温水器の導入が推進されている。2009 年 1 月に国会で太陽熱利用に関する法案が議決されている。この法律では、新たに建設される公共施設および温水プールなどで、電力使用量の 20%以上を温水に活用する施設等に太陽熱温水器の導入を義務づけている。

以上のように、ウルグアイ国においては、太陽光発電の導入実績は少ない。風力発電およびバイオマス発電の導入は、民間の積極的な参加により推進されている傾向が見られる。一方で、系統連系の太陽光発電は初期投資の設備費が高価であり、普及促進の阻害要因になっていると考えられる。

(2) 電力

ウルグアイ国の電力公社である UTE (Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas)によると、2008 年における国内の発電設備の総容量は 1,392MW である。そのうち、水力発電の容量が最大で 593MW であり、次いでガス発電の 532MW、火力発電の 255MW の順となる。2008 年には、風力発電の 10MW も導入されている。その他に、2MW の独立型ディーゼル発電設備が稼働している。全設備容量の約 43%を水力発電および風力発電で賄っており、化石燃料に対する依存度は小さい。表 1-2 に発電設備容量を示す。

表 1-2 発電設備

Hydro (MW)	Thermal (thermal and gas) (MW)	Renewables		2009 Total (MW)
		Wind (MW)	Biomass (MW)	
Gabriel Terra 152	Central Batlle 255	UTE 20	Biomass 187	
Baygorria 108	Maldonado 20	Private 10		
Constitución 333	CTR La Tablada 212			
Salto Grande 945	Generadores Diesel 8			
	Punta del Tigre 300			
	Motores 80			
Total 1538	Total 875	Total 30	Total 187	2630

(出所：UTE)

表 1-3 に、ウルグアイ国内で活用されている使用電力量のシェアを比較したものを示す。2008 年度は、国内の発電量に関して火力発電が水力発電より大きくなっている。また、アルゼンチンとブラジルから、それぞれ電力を購入しているが販売している電力量も大きいいため、輸入量はわずかなものとなっている。

表 1-3 発電電力量および国際間取引電力量（単位：GWh）

	2003	2006	2007	2008
発電				
Hydro	3,871	1,416	3,165	1,257
Thermal	1	1,871	1,158	3,308
Wind				3
Diesel	6	6	6	1
購入電力				
Salt-Grande	3,655	2,085	4,350	3,139
Argentina	434	2,024	574	834
Brazil	0	809	215	129
Product Agents			23	137
TOTAL	7,967	8,211	9,491	8,808
国別シェア				
Brazil	0	10	34	14
Argentina	257	7	576	8
Uruguay	7,710	8,194	8,881	8,786
TOTAL	7,967	8,211	9,491	8,808

(出所：UTE)

表 1-4 に国内の送電線の総距離を示す。2006 年以降、送電線について大きな延伸は行われていないことが分かる。

表 1-4 送電線の総距離(km)

	2003	2006	2007	2008
60kV	97	97	97	97
110kV	144	0	0	0
150kV	3356	3550	3549	3556
230kV	11	11	11	11
500kV	771	771	771	771

(出所：UTE)

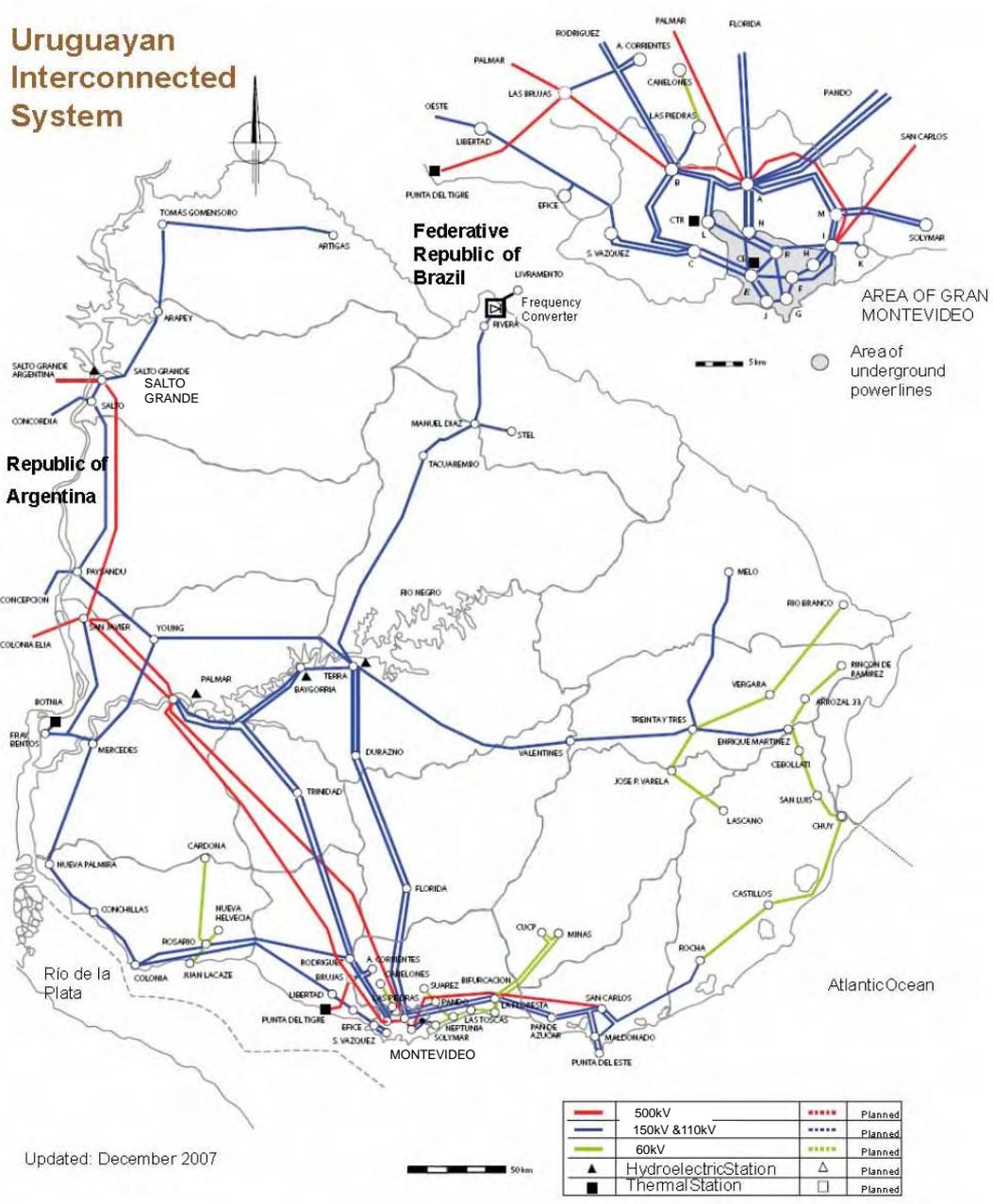
表 1-5 に、国内の配電線の総距離を示す。配電線に関しては、毎年、若干の延伸が行われている。

表 1-5 配電線の総距離(km)

	2003	2006	2007	2008		
				Mvdeo	Interior	Total
30kV & 60kV	3,910	3,910	3,982	518	3,582	4,101
6kV & 15kV	36,260	40,142	41,334	2,139	40,302	42,441
230V & 400V	22,656	24,412	24,736	6,609	18,326	24,935

(出所：UTE)

事項の図 1-2 に、ウルグアイ国の電力系統図を示す。

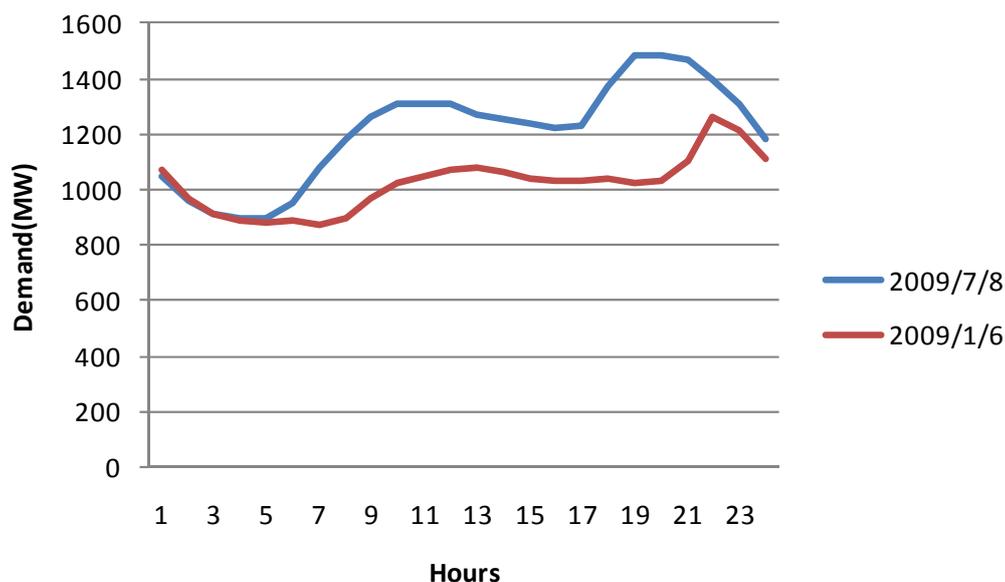


(出所：UTE)

図 1-2 ウルグアイの電力系統図

1) 電力供給

図 1-3 にウルグアイ国の日負荷曲線を示す。この図から、電力需要のピークは昼間と夜間にあることが分かる。南半球での冬期（7月8日）の時期に電力需要は大きくなり、夏期（1月6日）に電力需要は小さくなる傾向が分かる。電力需要の差は、冬期における冷房の電力消費量の差が表れていると考えられる。

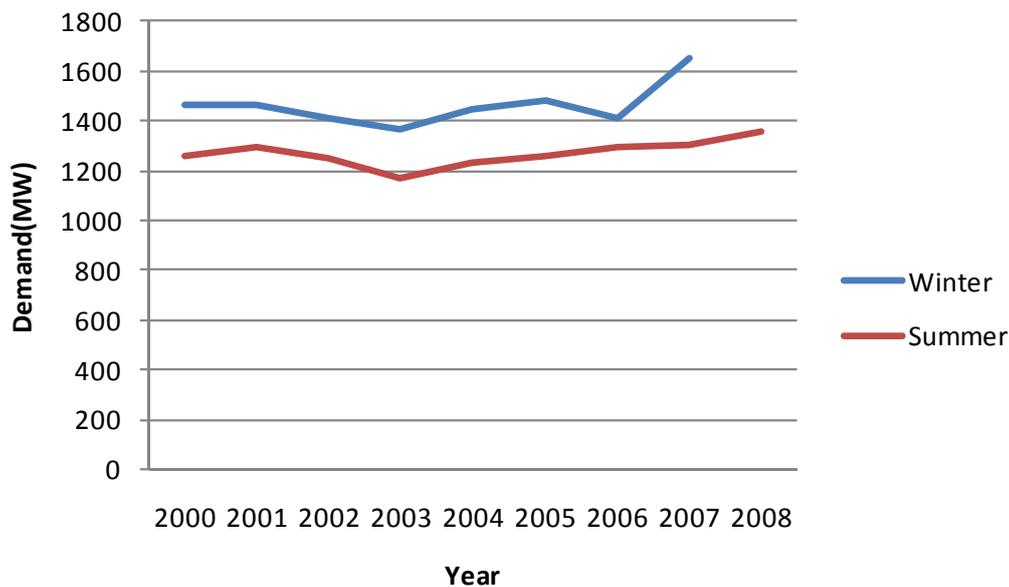


(出所：調査団作成（参考データ ADME）)

図 1-3 日負荷曲線

2) 電力需要の変遷

図 1-4 にウルグアイ国における 2000 年から 2008 年夏までの最大消費電力(MW)を示す。最大消費電力は、冬期が夏期より大きくなっていることが分かる。これは、冬期において暖房の消費電力が大きくなるためと考えることが出来る。電力需要に大きな経年変化はないが、若干の上昇傾向がある。



(出所：調査団作成（参考データ UTE）)

図 1-4 最大消費電力(MW)

3) 電気料金

UTE による電力料金体系は、一般需要家および契約容量により細かく区分されている。一般需要家および大容量需要家の料金例を下に示す。

4) 一般需要家(契約容量が 40kW 未満)

1. 従量制

1 kWh to 100 kWh / Month.	\$ 2.435 / kWh
101 kWh to 600 kWh / Month	\$ 3.522 / kWh
Over 601 kWh / Month	\$ 3.850 / kWh

2. Contracted power tariff \$ 34.30 / kW

3. Monthly fixed tariff \$ 101.30

5) 大容量需要家

月別電力消費量が 90,000kWh/Month であり契約最大容量が 200kW の場合の電力料金表を表 1-6 に示す。

a) 電力料金（電力消費量と容量）

表 1-6 大需要家の電力料金

Tariff	Voltage (kVA)	Energy tariff (\$/kWh)			Maximum power (\$/kW)
		value	flat	peak	
GC1	0.230 – 0.440	0.896	1.749	5.413	228.40
GC2	6.4 – 15 – 22	0.838	1.651	4.426	150.20
GC3	31.5	0.832	1.574	3.664	88.30
GC4	60	0.823	1.556	3.229	32.10
GC5	110 - 150	0.810	1.508	2.669	22.20

(出所：UTE)

b) 電気料金(月額固定)

月額固定、電気料金は、\$ 6,702 である。

世銀の中南米を対象とした電力セクター調査の結果による、2005 年の一般需要家および産業の平均電力料金を下に示す。

一般需要家： 0.117 US\$ / kWh

産業： 0.051 US\$ / kWh

(出所：世銀 Benchmarking Data in LAC 1995-2005)

6) 電力事業組織

図 1-5 に、MIEM / DNETN を含む本プロジェクトに関与している組織図を示す。

図 1-6 に、UTE の組織図を示す。

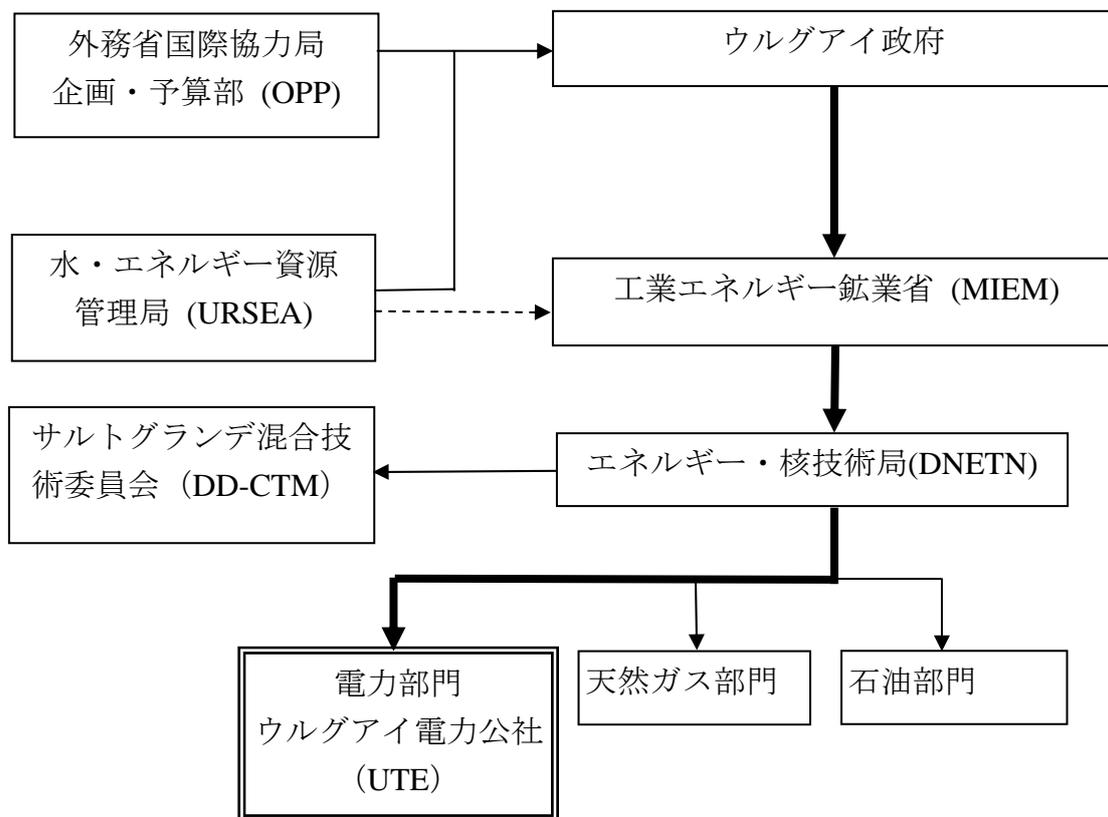


図 1-5 プロジェクト関係機関組織図（出所：JICA 調査団）

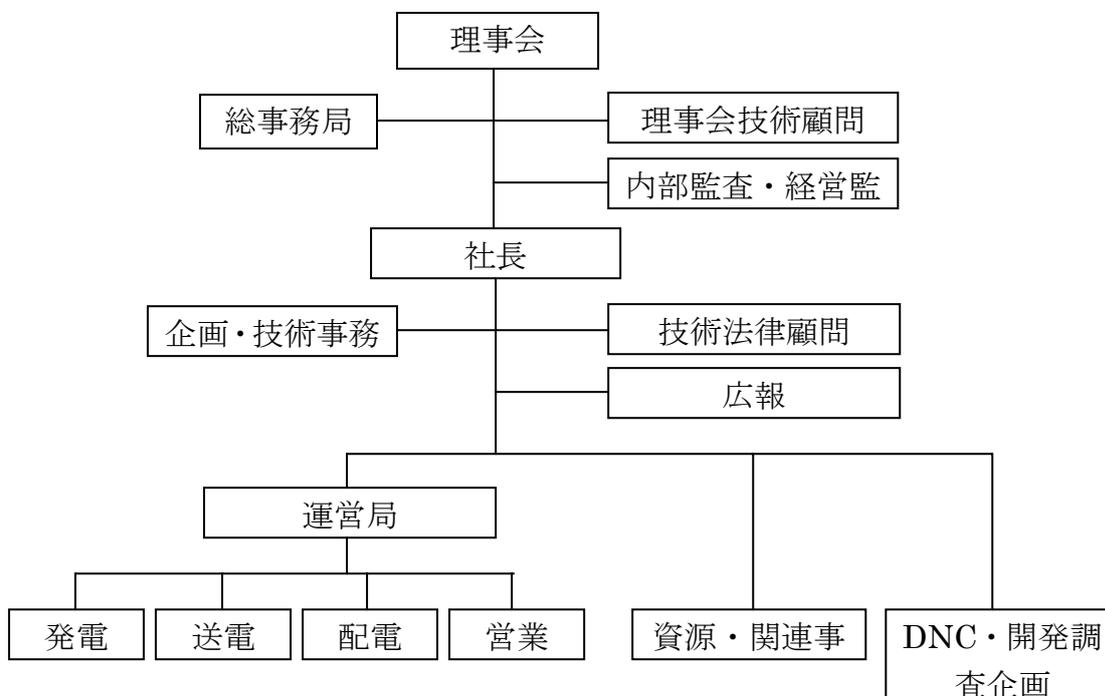


図 1-6 UTE 組織図（出所：UTE）

1-1-2 開発計画

(1) エネルギー政策

ウルグアイ国は、エネルギー政策の中で 2015 年を対象とした中期的な目標を以下のようにまとめている。

- (i) 天然ガスの供給が保証される。
- (ii) 農産廃棄物の 30%以上をエネルギー源に活用される。
- (iii) 電力エネルギーの 15%以上が、再生可能エネルギー（風力、太陽光、バイオマス）を利用したものになる。
- (iv) 系統電力で化石燃料による発電が 10%以下となる。
- (v) 交通機関で利用される化石燃料の 15%が低減される。
- (vi) エネルギーマトリックスの化石燃料の割合が 45%未満になる。

このように、ウルグアイ国では、化石燃料の負担を減少させ再生可能エネルギー利用を促進させることが、エネルギー戦略の主要課題となっている。中期的な目標値として、2015 年までに、風力発電 300 MW、バイオマス発電 200 MW およびマイクロ水力発電 1 MW の導入を設定している。太陽光発電に関しては、少なくとも 2 つのパイロット試験の実施を目標としている。

1-1-3 社会経済状況

ウルグアイ国は南アメリカ大陸の温帯に位置している。西側にはアルゼンチン、北～北東にはブラジルとの国境を接しており、南側はラプラタ川、東側は大西洋に面しており、海岸線は約 680km になる。総人口は 3,380,177 人であり、約 70%が沿岸地帯に居住している。1960 年代からの人口増加率は 0.6%であり、アメリカ大陸でもっとも低い水準である。領域は 175,016 平方キロメートルであり、約 140,000 平方キロメートルの領土と国境に接する河川やラグーンなどを含む領海からなる。

ウルグアイ国には、政治上 19 の地方自治体（モンテビデオ、アルティガス、カネロネス、セロラルゴ、コロニア、ドゥラスノ、フローレス、フロリダ、ラバイエハ、マルドナド、モンテビデオ、パイサンドゥ、リオネグロ、リベラ、ロチャ、サルト、サンノゼ、ソリアーノ、タクアレンボ、テレインタイトレス）がある。首都のモンテビデオはラプラタ川岸に位置する面積が最小の州であるが、州人口としては最大である。ウルグアイ国の領土は、大部分が、農業や牧畜業に利用されている。一方で、人口の 91%が都市部に居住しており、都市化が進んでいる。国土は、全体的に起伏の少ない地形である。ウルグアイ国はスペイン語を母国語とし、文化的な背景は隣国のアルゼンチンと共有している。大多数のウルグアイ人がヨーロッパ系であり、植民地時代の移住者と子孫が約 88%を占めている。

ウルグアイ国の経済は、輸出指向の農業分野、教育水準の高い労働力、および高いレベルの社会的な支出によって特徴つけられる。ウルグアイ国は、1996年から1998年にかけて、平均5%の経済成長率を達成している。しかしながら、1999年から2002年の間、近隣国のアルゼンチン国とブラジル国の経済問題に影響を受けて、ウルグアイ国も大不況を経験した。アルゼンチンでは、2001年と2002年に銀行預金が凍結されている。その間、アルゼンチン国民により大量の米ドルがウルグアイ国内の銀行から引き出されたため、ウルグアイ・ペソが急落し、それに伴い金融恐慌と急激な景気後退を引き起こした。この間、失業率は上昇し、インフレーションは加速、対外債務の負担は倍増した。IMFからの財政援助によってそれらの損害はくい止めることが出来た。2004年以降、ウルグアイの経済成長は回復しており、2004年から2008年の間では、平均8%の経済成長率を示している。2009年は、世界的な不況の影響を受けて、経済成長率は1.7%となっている。

1-2 環境プログラム無償資金協力の背景・経緯及び概要

我が国は2008年1月に、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として、「我が国の気候変動対策に賛同する国への支援」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、気候変動により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、「環境プログラム無償資金協力事業」が導入された。この取り組みに賛同したウルグアイ国に対して、「ウルグアイ国太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」のための協力準備調査が実施された。本計画は、サルト県のDU CTM（サルト・グランデ混合技術委員会）敷地内に、設備容量480kWの環境負荷の小さい太陽光発電設備を導入し、系統連系により電力供給を行うものであり、地球温暖化ガス排出削減を主目的としている。また、将来的に利用者の経済的負担となる蓄電池の利用を避け、系統連系による太陽光発電システムを対象としている。本計画はウルグアイ国で最初に導入される系統連系型太陽光発電設備となる。よって、運転、維持管理のための要員の教育訓練を、ソフトコンポーネントで支援する。

1-3 我が国の援助動向

我が国による当該セクターに関連する援助は実施されていない。

1-4 他国ドナーの援助情報

ウルグアイ国では、風力発電、バイオマス発電および太陽熱利用等のプロジェクトは実施されているものの、太陽光発電に関するプロジェクトの実施例は少ない。現在、GEFによるプロジェクト・コンポーネントの一つとしてSolar Home System (SHS)の導入が、地方の未電化地域を対象に実施されている。表1-7に他ドナー国・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
(気候変動対策・太陽光発電関連分野)

実施年度	機関名／ ドナー国名	案件名	金額 (US\$m)	概要
2004-2009	GEF	Energy Efficiency (including Solar Home System (SHS) program)	81.0 (2.0)	Market share of energy efficient equipment and appliances. Emergence of local ESCOs. (1000 of 50 W PV system with Battery for rural area.)

(出典:GEF Project Brief, Latin America and Caribbean Region,PA9SS)

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1) 工業・エネルギー・鉱業省（MIEM）および電力公社（UTE）

本プロジェクトの責任機関は、工業・エネルギー・鉱業省である。この下部組織である、エネルギー・核技術局（DNETN）が窓口となっている。組織図を図 2-1 に示す。

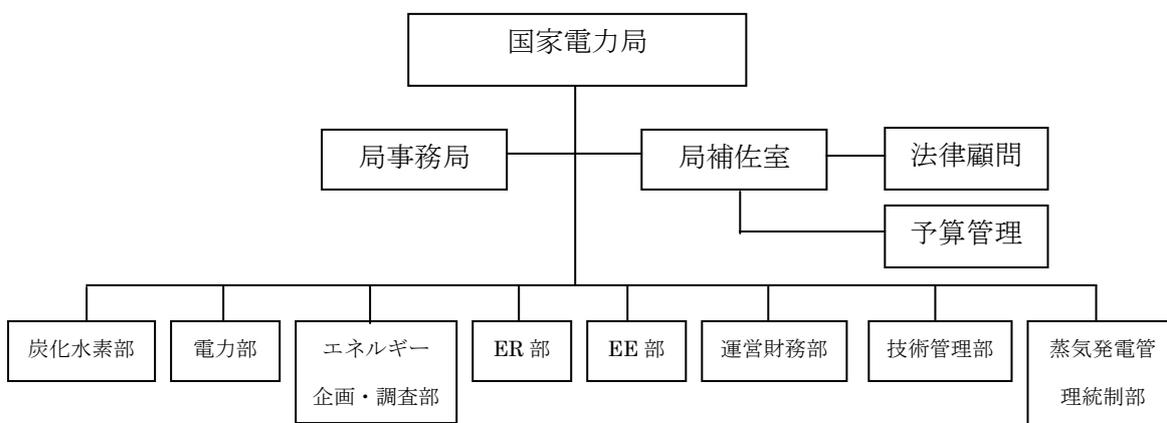


図 2-1 MIEM/DNETN の組織図（出所：MIEM）

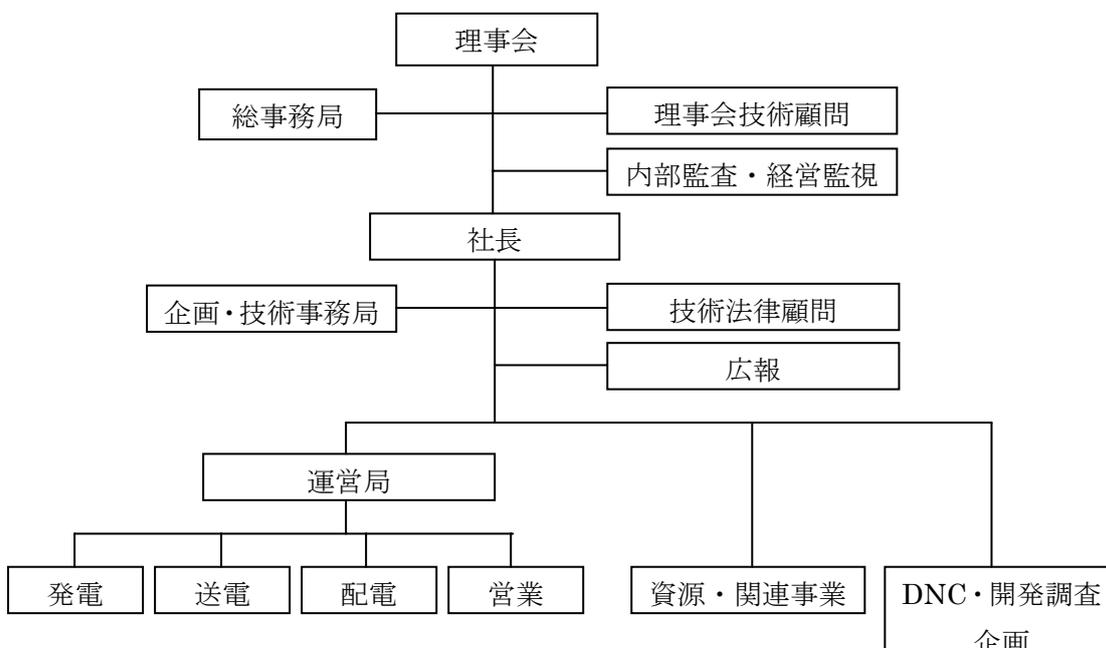


図 2-2 UTE の組織図（出所：UTE）

実施機関であるウルグアイ電力公社(UTE)は、MIEM/DNETN、電力部の下部組織になり、発電、送変電、配電設備を持つウルグアイ唯一の電力公社である。組織図を図 2-2 に示す。なお、UTE は、2008 年の時点で約 6000 名を雇用している。このうち、技術関係者は、2,700 名である。

2-1-2 財政予算

表 2-1 に 2007 年度の UTE の財務状況を示す。

表 2-1 UTE の財務状況（単位：ウルグアイペソ）

2007年	
収入	
国内売電	20,250,259,225
国外売電	1,546,237,444
	21,796,496,669
ボーナス	-52,247,134
純収入	21,744,249,535
その他運営収入	970,789,160
収入合計	22,715,038,695
運営支出	
買電	-3,007,913,295
エネルギー材と潤滑油	-3,824,872,955
サービスとその他サプライ	-798,445,900
投資業務 — 支出	38,692,452
人件費	-1,894,360,054
投資業務 — 人材	244,540,670
償却	-3,069,115,759
	-12,311,474,841
運營業績	10,403,563,854
運営費と売上	
サービスとその他サプライ	-896,941,731
投資業務 — 支出	5,315,240
人件費	-1,879,546,147
投資業務 — 人材	18,661,820
償却	-356,645,351
資産税	-217,046,787
	-3,326,202,956
各種業績	
各種収入	355,376,859
各種支出	-563,228,473
	-207,851,614
財務業績	
利息収入	70,416,673
利息支出	-586,810,124
その他財政負担 ネット	370,090,744
通貨下落・レート差額	1,045,285,561
	898,982,854
所得税	-1,987,826,721
不動産税	-946,317,168
年度利益	4,834,348,249

出所：UTE

2-1-3 技術水準

本プロジェクトの関係機関として、MIEM、UTE、UTE サルト支所および DU-CTM がある。各機関の担当部署の技術的背景および現在の主な業務内容を下表に示す。各機関とも、各々の担当業務に関して豊富な経験と実績を有しており、技術水準は高いと考える。

表 2-2 プロジェクト担当部門

関連機関	技術	現在の主な業務
MIEM	電力	エネルギー政策
UTE	電力	電力事業
UTE サルト支所	電気技術者	配電網および関連施設の維持管理
DU-CTM	職員	水力発電所の施設運営、案内

出所：JICA 調査団

(プロジェクト実施支援の有無)

MIEM は本プロジェクトの責任機関として、UTE は実施機関として本プロジェクトを支援する。UTE サルト支所は、太陽光発電設備の据付地域を管轄しており、維持管理を担当する。DU-CTM は、発電設備の据付場所を提供しており、太陽光発電設備据付後に見学者の案内を担当する予定である。

2-1-4 既存施設・機材

(1) DU CTM サイトの既存施設・機材の現状

本計画において、太陽光発電は、サルトグランデ水力発電所（1,890MW）から約 300m 離れた DU CTM（サルトグランデ合同技術委員会）の敷地内に建設される。サルトグランデ水力発電所は、DU CTM の運営する 500 kV の送電線および変電所を経て 150kV の送電線にて電力供給を行っている。サルトグランデから供給された電力はウルグアイ電力公社（UTE）の二次変電所（50MVA,ES2T05）に送電される。

本プロジェクトで導入される太陽光発電システムで発電される電力は、サルト市の南側にある UTE 二次変電所（ES2T05）構内にある 30kV/15kV の三次変電所(ES2038)に系統連系する。UTE の三次変電所(ES2038)と DU CTM 敷地とは約 15km 離れている。また DU CTM 敷地近くの UTE の 15kV 既設配電柱とは約 150m の距離にある。

15kV 既設配電柱から DU CTM 構内の UTE 屋外 Substation の間は、UTE が 15kV 配電線を装備する。UTE と太陽光発電の取り合い箇所は、DU CTM 構内の UTE の柱上の気中遮断器二次側であり、太陽光発電設備側の変圧器（15 k V/400/230V, 600kVA）と

ケーブル接続する。詳細は、添付する単線結線図に示す。

従って 15kV 配電網及び太陽光発電設備は新設となるため既存施設および機材を使用しない。また、太陽光発電の機材は既設水力発電の機材とは用途が異なるため、既存の水力発電所の施設・機材を使用する事もない。

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) 運輸・交通

ウルグアイ国は国土が狭く、比較的平坦であるため、交通網は良く発達しており、首都から放射状に伸びる鉄道、道路が国内主要都市を結ぶとともに、数箇所ではブラジル、アルゼンチンの交通網と連絡している。

ウルグアイ全土で道路は 77,732 km 整備されており、そのうち舗装道路は 7,743km である。モンテビデオから事業計画地であるサルト市までは舗装された道路が整備されており、約 496km を約 6 時間で到着可能となっている。鉄道については全土で 1,641 km がモンテビデオを中心として整備されており、ウルグアイ国鉄道（AFE）によって管理されている。

(2) 水道

ウルグアイでは上下水道事業は全て国営化されており、国営企業(OES: Administración de las Obras Sanitarias del Estado)によって運営されている。かつては一部を民営化していたが、1992 年にウルグアイ・マルドナード州に参入したスエズ(フランスのグローバル水企業)とアグアス・デ・ビルバオ(スペインのグローバル水企業)が、水源である湖を干上げらせ環境を大きく破壊したと住民に訴えられた事例から、国民投票によって上下水道事業の民営化が違法であるとの決定がなされ、その結果再国営化が行われている。

(3) 通信

ウルグアイ国では全土で携帯電話による通話が可能である。

2-2-2 自然条件

ウルグアイ国の気候は穏やかで温暖多湿であり、乾季はなく降雨は不定期である。夏季と冬季、その中間的な季節として秋季および春季がある。年平均気温は 17.5 度である。ウルグアイ国における気候変動による自然リスクとしては、干ばつ、洪水、霜、酷暑、およびマイクロからメソ規模での他の気象の変化(あられ、トルネード、スコールなど)などが挙げ



られる。

本プロジェクトサイトはモンテビデオから北西 496km のサルト市に位置している。同市にはウルグアイ川があり、対岸にはアルゼンチン国の Concordia 市、Entre Ríos 市が位置している。これらの市とは、サルトグランデダムの上に建設されたサルトグランデ橋によって接続されている。

プロジェクトサイトはサルト市の市街地から離れたところにある。対象地は、現在、特に有効に使用されている状況ではない。数本の樹木が計画区域に生育しているが、人工的に植林されたものであるため、必要に応じて移植することが可能である。

2-2-3 その他（環境社会配慮）

(1) 環境影響評価

1) 住宅・都市計画及び環境省の組織

ウルグアイ政府における環境問題及び環境影響評価を担当する省は住宅・都市計画及び環境省（MVOTMA（Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente））である。MVOTMA は 5 つの部局で構成され、そのうち一つが環境局（DINAMA：Dirección Nacional de Medio Ambiente）である。DINAMA の気候変動部が EIA の責任機関である。

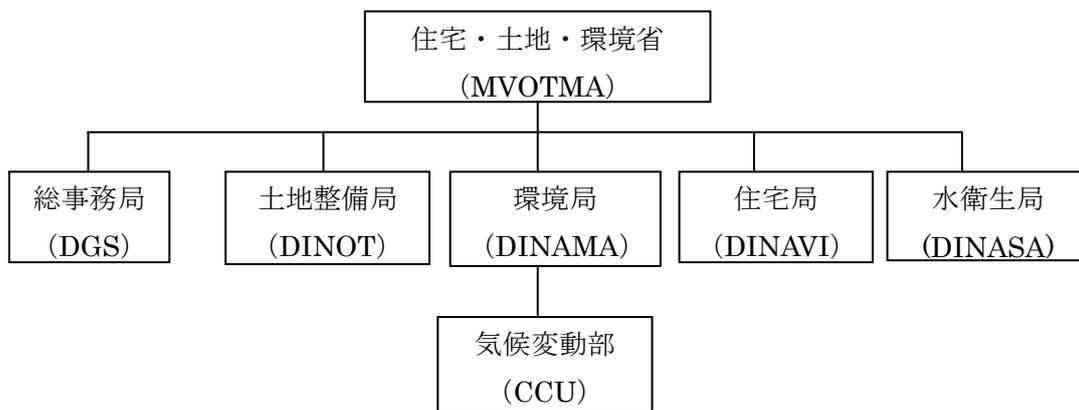


図 2-3 住宅・都市計画及び環境省の組織図（出所：MVOTMA）

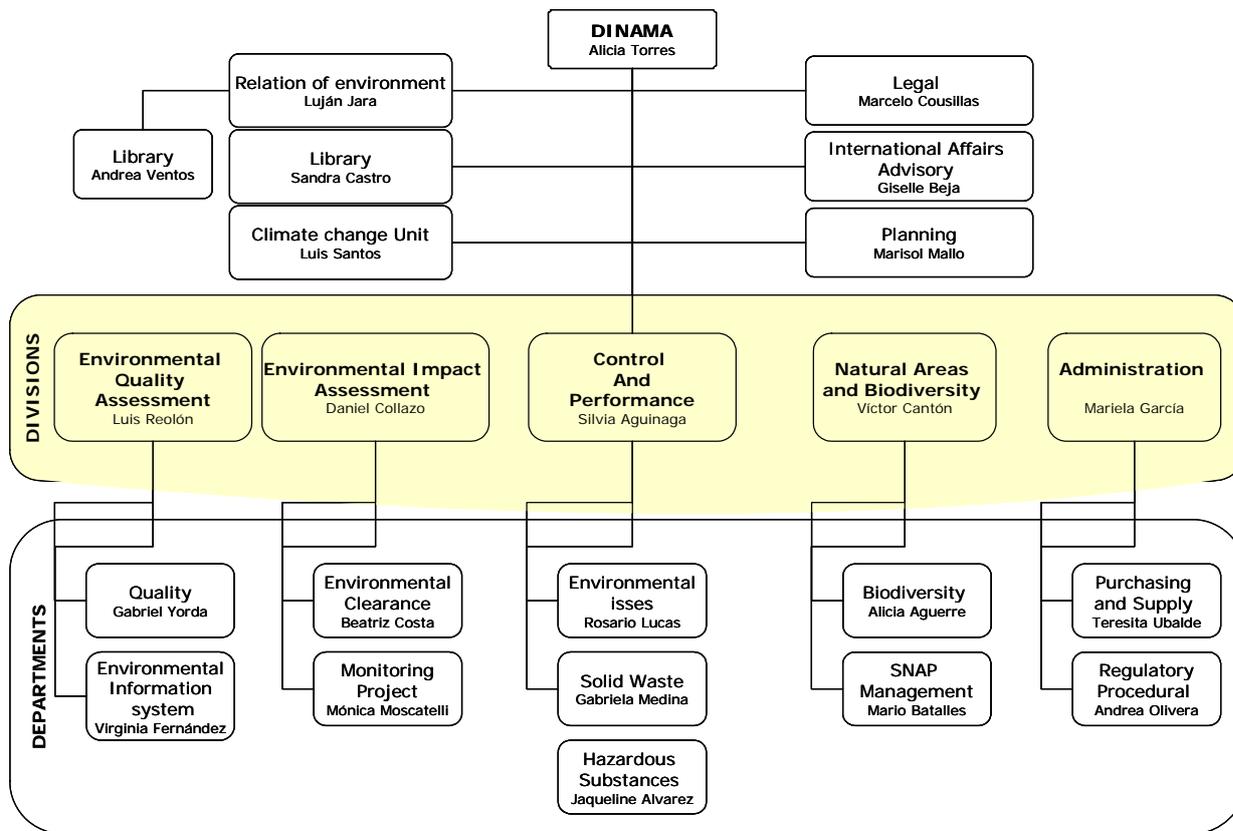


図 2-4 環境局の組織図（出所：DINAMA）

2) EIA 対象事業等(事業の種類、土地利用、面積、水利用等)

ウルグアイ国における環境影響評価法は、国家環境影響評価規則として 34 種類の事業についての手続きと計画、EIA の規則について法律第 16.466 に記載されている。また公共の情報と参加（パブリックヒアリング等）のための特別措置は Decree349/005 によって承認されている。

EIA が要求される 34 種類のプロジェクトのうち、今回の事業に適応される可能性があるのは発電施設の建設及び送電線の建設である。

3) 本プロジェクトにおける環境影響評価

本プロジェクトは発電施設の建設及び送電線の建設に分類される。しかし、本プロジェクトは、施設が規定している規模（発電施設 10MW、送電線 150kV）を下回ったため EIA 手続きを行う必要はない。また、初期環境影響評価（EII）についても実施する必要はないことを確認している。

なお、前述したとおり、本プロジェクト規模は規定規模より小さく、プロジェクトエリアは既に関与された地域であることから本プロジェクトが周辺環境に悪影響を及ぼすことはない想定される。

(2) CDM

1) CO₂ 排出量の国家推計

1990年から2000年間の温室効果ガスの国家総排出量は、IPCCの第二評価レポートで示される共通単位のGWP（世界温暖化ポテンシャル値）を比較すると、木質バイオマスによる二酸化炭素(CO₂)の大量吸収により28%減少している。1990年のCO₂排出量は5,810ktonであったが、2000年には3,708ktonのCO₂吸収量が達成された。ただし、2000年のメタン(CH₄)排出量は1990年に比較して10%上昇している。一方で、2000年の家畜牛による二酸化窒素(NO₂)排出量は、家畜牛の頭数と窒素肥料の利用量の減少によって、1990年よりも6%減少した。窒素酸化物(NO_x)及び一酸化炭素(CO)の排出量は陸路交通による化石燃料の増加によって1990年から2000年間に増加している。同時期に非メタン炭化水素(NMVOC)排出量も、工業生産部門の排出量を主として増加傾向にあった。産業交通部門の増加により、二酸化硫黄(SO₂)の排出量は2000年では1990年より14%高くなっている。

表 2-3 ウルグアイにおける温室効果ガスの現状（1990～2000年）

温室効果ガス (GHG)	地球温暖化係数(GWP)	100年間でのCO ₂ 吸収量計算値 (CO ₂ への換算値 (kt))	
		1990	2000
CO ₂	1	1,957	3,708
CH ₄	21	15,232	14,636
N ₂ O	310	9,768	8,863
SF ₆	23,900	26,957	717
HFC-134 ^a	1,300	NE	24
HFC-227ea	2,900	NE	4
TOTAL(kton eq CO ₂)/(kt CO ₂ eq.)		26,957	20,536
Variación/Change 2000-1990 (%)	-	-	-28%

出所: 国連気候変動枠組み条約への第2次国家通達要約版（2004年5月）

2) CDM における取り組み

ウルグアイでは、3件のプロジェクトが国連CDM理事会に登録済みである。これらのプロジェクトの概要を表2-4に示す。

表 2-4 ウルグアイにおける国連 CDM 理事会登録済みプロジェクト

No.	プロジェクト名	セクトラル・スコープ	規模	排出削減量 (ton CO ₂ /年)	クレジット期間	登録年月日
1	Fray Bentos におけるバイオマス発電プロジェクト	エネルギー産業	大	39,636	2008/5/8 - 2015/3/7 (更新可能)	2008/5/8
2	Montevideo ランドフィルガス回収燃焼プロジェクト	廃棄物処理	大	201,790	2008/2/3 - 2015/2/15 (更新可能)	2008/2/3
3	セメント製造における化石燃料のバイオマスへの転換	製造業	大	9,787	2002/8/1 - 2012/7/31 (確定)	2007/8/24

参照: 国連地球温暖化枠組み Unite 条約ホームページ(<http://cdm.unfccc.int/index.html>)

(3) ウルグアイの太陽光に関する環境教育

現地調査結果より、ウルグアイ、モンテビデオ市には環境教育に関連した NGO があ
ることが確認された。

CEUTA (適正な技術に関するウルグアイ研究センター) はそれらの NGO のうちの 1 つである。1985 年に設立されており、排出量の削減や学校の子どもたちに持続可能な地域開発のための活動を中心に活動を行っている。CEUTA は'Mesa solar' という名前の太陽光に関する活動に参加しており、この活動は公的機関、民間企業やコンサルタント、NGO などのこれらの項目に関する専門的な組織によって構成されている。Mesa Solar はウルグアイの太陽エネルギーの普及促進のための多角的な活動を行う会合である。活動の目標は、ウルグアイにおいて実現可能な太陽光エネルギー利用技術の開発と、普及促進のための手法構築および関連する活動に対する協力である。Mesa solar は「太陽光エネルギーマニュアル及び関連施設」という資料を発行している。この出版物はエネルギー効率化プロジェクトにおいて、ORT 大学の教育コースをサポートする教材として無料で配布された。さらに彼らは太陽熱利用の概念、プロジェクト、事例の見学等のトレーニングコースを設定している。



(4) 建設廃棄物

2010 年現在、ウルグアイでは建設廃棄物にかかる法律及び規制は存在しない。サルト市も同様である。サルト市は市内に埋め立て処分場を持ち、本事業の建設廃棄物はここで処分する予定である。

本プロジェクトの建設現場においては、効率的なリサイクルと再利用によって可能な限り廃棄物の減量化を促進するものとする。そしてその他の廃棄物については、サル

ト市の許可を得て適正な処理を行うものとする。

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

(1) 上位計画とプロジェクト目標

1) 上位計画

ウルグアイ国は、エネルギー政策の戦略的ガイドラインで、エネルギーの多様化を戦略の一つとして掲げている。そのための方針として、化石燃料に対する依存度の減少と再生可能エネルギー導入の促進がある。中期的な目標値として、2015年までに、風力発電300 MW、バイオマス発電200 MW およびマイクロ水力発電1 MW の導入を設定している。太陽光発電に関しては、少なくとも2つのパイロット試験の実施を目標としている。

2) プロジェクトの目標

本事業により、太陽光発電による電力を系統に供給することで化石燃料による発電量および温室効果ガスの排出量を削減させることが出来る。このように、本事業は「我が国の気象変動対策に賛同する国」であるウルグアイ国の気候温暖化対策にも寄与することが出来る。

以上のことから、ウルグアイ国政府は長期的な目標として再生可能エネルギーの導入を推進する必要がある。本プロジェクトでは、同国で最初に実施される系統連系の太陽光発電によるプロジェクトとして、480 kWp の設備を導入し、周辺地域の需要家への電力供給に寄与することに加え、ソフトコンポーネントとして技術者の育成および環境に関する啓発活動に貢献することも目標とする。

3) 本無償資金協力による計画

ウルグアイ国の要請に基づいて、系統連系の太陽光発電システムについて必要な機材の導入を計画する。機材は、気候変動の対策として必要性・妥当性・持続性が認められるものを調達する。調達予定の機材およびソフトコンポーネント候補を以下に示す。

機材：系統連系型太陽光発電システム

(用途)：太陽光発電を既存の配電網に連系し、発電された電力を電力系統に供給する。

(必要性)：ウルグアイ国政府によるエネルギー政策のもと、気候変動対策として再生可能なエネルギーである太陽光発電を利用することにより化石燃料の消費量および温室効果ガスの排出量が削減される。

ソフトコンポーネント：太陽光発電に関する技術

- (内容):
- ・太陽光発電に関する基礎知識
 - ・太陽光発電施設の運営に関する知識
 - ・太陽光発電の系統連系に係る技術
 - ・維持管理および保守点検方法
- (必要性):
- ・太陽光発電導入の経験が少ない
 - ・太陽光発電の技術者が少ない
 - ・最初の系統連系型太陽光発電

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

本プロジェクトは、気候変動対策として環境負荷が小さく再生可能なエネルギー源である太陽光発電を導入するものである。ウルグアイ国では、系統連系の太陽光発電設備の導入は、初めてのケースである。そのため、システム概略設計の策定に当たっては、プロジェクトの短期的及び長期的効果が最大になるように留意する。一般的に普及している太陽光モジュールの種類として、シリコン結晶系とアモルファス系があげられる。本プロジェクトの設計においては、太陽光発電設備の設置予定地で最大の裨益効果が発現できるよう以下の条件を考慮し、適切なモジュールおよびシステムを選定する。本事業では、太陽光発電による発電量だけではなく温室効果ガスの削減量も重要な成果となる。さらに、プロジェクトの持続性を考慮すると、維持管理に関する人材育成や環境面での啓発活動も重要なコンポーネントとなる。

(2) 自然環境条件に対する方針

太陽光発電設備の設置地点は、標高が約 37m と低い。夏期の気温は平均 26 度程度であり冬期には 12 度程度となる。年間雨量は 1400mm と少ない。内陸に位置するため、風速は一般的に弱い。日本と比べて温暖で気象条件的な配慮は必要ないが、維持管理上、太陽光モジュールの敷地内は敷き砂利とする。

本計画の施設設計の気象条件としては下記を考慮する。

1) 外気温

最高周囲温度： 40 °C

最低周囲温度： -5 °C

年間平均気温： 18.9 °C

2) 緯度経度

緯度： 南緯 31°24'

経度： 西経 57°57'

3) 標高

標高： 海拔 37m (Salto)

4) 相対湿度

相対湿度： 約72 %（季節変化は認められない）

5) 降水量

年間降水量： 1400 mm

6) 風速

最大設計風速： 30 m/sec

7) 日射量

設計水平面日射量： 4.7 kWh/ m²/day

8) 地震係数

平均地震係数： 0.1

9) 塩害の有無： なし

(3) 環境影響評価に対する方針

DINAMA(土地環境省環境局)の環境評価ガイドラインによると、10MW以下の太陽光発電設備について環境影響評価を実施する必要はない。環境配慮事項として、植樹された樹木の撤去が必要である。

(4) 社会経済条件に対する方針

ウルグアイ国は、南アメリカの温暖なゾーンに位置しており、西にアルゼンチン、北にブラジルの国境と接しており、南は大西洋につながるプラテ川に面している。沿岸部は680km以上で、70%を超える人口が集中している。

経済は、農産物の輸出、よく教育された労働力、そして高いレベルの社会的支出に特徴がある。2004年から2008年の間におけるGDP成長率は年平均で2004年に4.6%、2008年には8.9%を記録した、その一方で2009年には1.7%に低迷した。

近年、安定した経済成長を続けているが、ウルグアイ国政府は多様な再生可能エネルギーの導入を促進する目標を掲げており、本計画である太陽光発電の導入に問題はない。

(5) ウルグアイ国の建設事情に対する方針

ウルグアイ国では、電力系統に連系した太陽光発電の導入は初めての経験である。国内の電気工事会社は、多くが配電関係の工事を取り扱っているが、480kWpを超えるような太陽光発電の据え付け工事を実施した実績はない。そのため、太陽光発電の据付工事で、ウルグアイ国側が担当できるのは、補助的な役割が中心となる。現地で、作業員を調達する事に支障はないと考える。工事材料に関しても、鉄筋、セメント等は現地の市場で調達できる。

以上の事情を踏まえ、本計画の据付工事は日本業者のスコープに含まれることとし、据付指導員を派遣し現地作業員を雇用する方針とする。

(6) 実施機関の能力に対する方針

太陽光発電設備の維持管理について、関係機関の役割分担を下表に示す。責任機関および実施機関であるMIEMとUTEは、太陽光発電設備の運営管理と発電設備でモニタリングされる発電量やCO₂削減量等のデータ管理を行う方針とする。UTEサルト支所は、太陽光発電設備の日常点検および定期点検を担当する。DU-CTMは、見学者に対し施設案内やパン

フレットの配布等を行う方針とする。

表 3-2-1 維持管理の役割分担

プロジェクト関係機関	役割分担
MIEM	運営管理、データ管理
UTE	運営管理、データ管理
UTE-Salto	日常点検、定期点検
DU-CTM	施設案内、啓発活動

出所：JICA 調査団

日常点検の主要項目を下表に示す。本プロジェクトでは、UTE サルト支所の技術スタッフが担当する。太陽光発電は、自動運転を行う為、基本的に煩雑な日常点検は必要ではない。しかし、太陽光発電システムの異常を早期に発見し、出力を維持するためには日常的な点検が必要となる。また、点検の頻度が高いほど、盗難や故意による破損等の損害を未然に防ぐことが出来る。UTE サルト支所のスタッフは、定期的に担当地域の配電線等の点検を行っている。太陽光発電設備の点検も、新たな業務の一環として行えるように技術移転する方針とする。

表 3-2-2 日常点検項目

点検対象	目視点検項目
太陽電池アレイ	表面の汚れ、破損
	架台の腐食、さび
	外部配線の損傷
接続箱	外部の腐食、さび
	外部配線の損傷
パワーコンディショナー 系統連系機器	外部の腐食、さび
	外部配線の損傷
	動作時の異音、異臭
	換気口フィルタの目詰まり
接地	設置環境（湿度、温度等）
発電状況	配線の損傷
周辺環境	発電状況を、指示計器および表示により確認
	フェンスの破損、草木、鳥の巣の影響など

出所：JICA 調査団

主要な定期点検項目を下表に示す。定期点検は、約 2 カ月毎に実施する。定期点検の詳細な項目や期間などは、導入された機器メーカーの意見を参考にする。UTE サルト支所のスタッフが定期点検を担当できるように技術移転を行う方針とする。

表 3-2-3 定期点検項目

点検対象	目視点検項目	測定試験項目
太陽電池アレイ	表面の汚れ、破損	絶縁抵抗 () MΩ
	架台の腐食、さび	
	外部配線の損傷	開放電圧 () MΩ
	接地線の損傷、接地端子の緩み	
接続箱	外部の腐食、さび	絶縁抵抗 () MΩ
	外部配線の損傷	
	接地線の損傷、接地端子の緩み	
パワーコンディショナ システム連系機器	外部の腐食、さび	表示部の動作確認
	外部配線の損傷	絶縁抵抗 () MΩ
	接地線の損傷、接地端子の緩み	
	動作時の異音、異臭	
	換気口フィルタの目詰まり	
設置環境（湿度、温度等）		
接地	配線の損傷	接地抵抗 () MΩ

出所：JICA 調査団

太陽光発電所の運営で得られた記録は、内容を確認し保管する必要がある。故障等、現地で解決することが困難な場合は、UTE および MIEM がメーカーに連絡を行い対処する等の支援を行う。このような管理業務の他に、太陽光発電システムによる発電状況のモニタリングおよび CO₂ 削減量等のデータを集計することが出来るように技術移転を行う方針である。下表に、主要な運営管理業務を示す。

表 3-2-4 運営管理/データ管理

支援対象	支援項目
運営管理	運転状況の確認
	維持管理技術者の育成体制
	故障時の対応をメーカーと調整する
データ管理	発電状況のモニタリング
	CO ₂ 削減量の統計

出所：JICA 調査団

本施設は、年間約 3 万人もの見学者がある水力発電の近隣に建設される。太陽光発電設備は水力発電の施設見学コースに、組み込まれる事が予定されている。そのため、現地で太陽光発電施設と環境等について説明できる人材が必要である。ショーケース効果を高めることにもつながる。DU-CTM の職員が施設案内を出来るようにする方針である。

表 3-2-5 啓発活動

支援対象	支援項目
啓発活動	太陽光発電所の施設案内
	エネルギーと環境の理解
	パンフレットの作成

出所：JICA 調査団

(7) 調達方法、工期に係る方針

主要機材である太陽光モジュール、パワーコンディショナー、変圧器は日本国調達とする。機材調達ならびに施設建設期間は、業者契約後 12 ヶ月と計画する。それ以外の資機材とウルグアイ国で調達する資材の納期・施工管理に関しては確実に実施する必要がある。日本又は他の海外から機材が到着する際には、太陽光モジュール設置工事を即座に開始できる状態とする必要がある。土木資材のほとんどはサルトにて入手可能である。モンテビデオ港にて荷揚げ後に税関手続きを経て、サルトまで陸送する。ウルグアイ国のモンテビデオ港からサルト市までは約 500km である。陸上輸送の行程ではトレーラーの通行に関して橋梁の重量制限等の問題はない。

(8) 系統連系計画に係る方針

ウルグアイ国には太陽光発電に関する系統連系技術は、URSEA(水・エネルギー資源管理局)による「品質と供給規則」並びに「系統連系規程」を参照し、UTE の内規である「風力・バイオマス発電設備に係る内規」に準じる。また、各系統連系技術規程適用範囲は以下の通りである。

1) 適用範囲

「品質と供給規則」：電力系統の電気品質（周波数、電圧、高潮波歪）に適用する。

「風力・バイオマス発電設備に係る内規」：風力発電設備とバイオマス発電設備を UTE 電力系統に連係する場合に適用する。ただし、UTE の要請で太陽光発電設備を系統連系する場合の試験に適用する。

「系統連系規程」：ディーゼルエンジン、ガスエンジン、ガスタービンなどの交流発電設備、または太陽光発電、燃料電池などの直流発電設備などであって、逆変換装置を用いた発電設備を系統に連係する場合に適用する。

2) 高圧配電系統への連系計画

本プロジェクトで設置される太陽光発電は規模としては大容量であり発電した電力の大部分を逆潮流により電力公社の配電線に流出させる「逆潮流あり要件」である。夜間などの太陽光発電電力が期待できない場合は、所内電源として電力公社の配電線より電力が供給されることになる。

また連系区分としては、高圧連系のほうが低圧連系より太陽光発電システムが簡素化され配電損失による電力損失が低下し経済的となるため有利である。

3) 系統連系のための要件

太陽光発電に関する系統連系基準は以下の要件で系統連系する方針とする。

- i) 電気方式：系統連系配電線は 3 相 3 線式であるため、連系するインバータ設備も同様に 3 相 3 線式とする。

- ii) 力率：受電点に於ける力率は85%以上（逆潮流あり）とし系統から見て進み力率としない。
- iii) 高調波：インバータの高調波流出電流を総合電流歪率5%、各次電流歪率を3%以下とする。
- iv) 保護協調：保護継電器、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）、単独運転防止機能リレーを設置する。

なおこの他に電気品質の維持と感電事故防止対策として以下の対策を講じることにした。

- v) 系統に直流が流出するのを防止するため各インバータに絶縁変圧器を設ける。
- vi) パワーコンディショナーに設置される遮断装置は系統が停止中は投入出来ないようにする。また系統での停電復帰後は一定時間遮断器投入が出来ないようにする。

4) 系統に与える影響

系統に与える影響は主として電圧変動、周波数変動、波形歪の電力品質に関する事項がある。

a) 電圧変動

「系統連系規程」での適正電圧範囲は高圧配電線連系では $\pm 10\%$ 以内を適正值としている。電力会社によると通常時の電圧変動率は、 $15\text{ kV} \pm 7\%$ である。太陽光発電による発電電力は一般需要家の電灯、エアコン機器等による電力消費が予想されるが、系統の電圧変動率は、接続された機器の許容電圧範囲であり太陽光発電装置及び需要家双方に電圧変動の影響は与えないと判断される。

b) 周波数変動

「系統連系規程」での適正周波数範囲は規定されていない。但し日本国内の電力会社での周波数変動は $50\text{ Hz} \pm 0.2 \sim 0.3\text{ Hz}$ または $60\text{ Hz} \pm 0.2\text{ Hz}$ である。

電力会社から周波数変動に対する回答は、 $50\text{ Hz} \pm 0.2\text{ Hz}$ であり、周波数変動は、約 $\pm 1\%$ 以内であることから太陽光発電装置及び需要家双方に影響は与えないと考える。

c) 波形歪

「系統連系規程」での適正電圧範囲は高調波波形基準では、総合電流歪率5%、各次電流歪率を3%以下としている。

電力会社からの高調波周波数変動に対する回答は何れも系統連系規程での適正電圧範囲内にある。よって、波形歪が適正值範囲以内にあるため太陽光発電装置及び需要家双方に影響は与えないと考える。

(9) 法規制との関係及び適用基準に係る方針

1) 法規制

ウルグアイ国における太陽光発電の系統連系に関する法規制は整備されていない。しかし、電力会社である UTE は、「風力・バイオマス発電に係る内規」を作成している。この内規は、風力発電設備とバイオマス発電設備を UTE の系統に接続する場合に適用されており、UTE の要請もあり、太陽光発電設備を系統に連係する場合の現地試験では、この内規に準拠した試験を行う必要がある。また、適用する電力法には電気方式、電圧変動、力率、不要解列防止等の規定があるが、系統連系に対する規制は整備されていない。そのため、系統連系要件として URSEA による「品質と供給規則」並びに「系統連系規程」を参照し UTE の内規である「風力・バイオマス発電設備に係る内規」に準拠する必要がある。

2) 適用基準

日本からの調達資機材についての設計、製造、検査、試験に関しては、以下の基準を採用する。

a) 電気機器、材料

主要な電気機器、材料は日本からの調達を予定しているため主要な機器、材料の規格は日本規格 JIS、JEM、JEC、JCS 等を準用する。その他の機材については、IEC、ANSI、IEEE または日本規格 JIS、JEM、JEC、JCS 等を準用する。

b) 高圧・特別高圧配電系統の機材

高圧配電連系する機器はメンテナンスや予備品の調達の利便性等から相手国の規格や電力会社基準を尊重することが望ましい。高圧・特別高圧配電系統の機材は IEC、ANSI、IEEE、UTE 基準、及び JIS、JEM、JEC とする。

c) 電気関係の施工規則

太陽光発電機材の据付、配線、現地試験等は工法をプレハブ化して容易に施工するため、原則として日本国内の電気事業法、内線規程、技術基準を適用する。なお、IEC、NEC 等の工事基準も適用する。

3-2-2 基本計画（施設計画 / 機材計画）

3-2-2-1 施設計画

(1) 設置場所選定

ウルグアイ国側と協議を実施した結果、ウルグアイ第 2 の都市であるサルト県サルト市のサルトグランデ水力発電所に隣接する平地を太陽光システム設置場所とすることとなった。サルト市はウルグアイ国内において平均日射量が比較的大きく、選定の理由の一つとされている。また、産業・エネルギー・鉱業省(MIEM)とサルトグランデ混合技術委員会(DU CTM)との間で、土地の無償寄託に関する合意書が締結された。図 3-2-1 に PV システム設置予定場所を示す。



写真 3-2-1 PV システム設置予定場所
(出所：JICA 調査団)

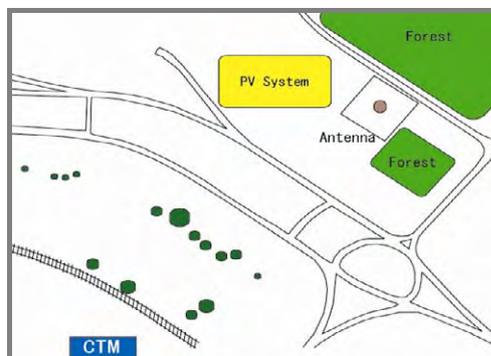


図 3-2-1 PV システム設置予定場所
(出所：JICA 調査団)

1) ショーケース効果

年間の施設見学者が約 3 万人となるサルトグランデ水力発電所施設（DU CTM）の敷地内に太陽光発電設備を設置することで、再生可能エネルギーに関する啓蒙効果が相乗的に高まることが期待される。水力発電施設には、生徒および学生の見学者が多く、特に若い世代への啓蒙効果が期待される。さらにショーケース効果を高めるために太陽光発電の発電電力量等を表示するモニター板を太陽光発電設備が設置される道路際に設置する。この道路は、サルトグランデ水力発電所の見学ルートに当たる。

2) 我が国に優位性のある技術・ノウハウの積極的活用

ウルグアイ国では、小規模独立型の太陽光発電の導入実績があるが、本件と同様の系統連系型の太陽光発電に関する導入実績はない。一方で、系統連系の太陽光発電システムは、我が国で実績も多く普及している技術である。本件では、太陽光発電設備をはじめ系統連系技術など我が国の技術を十分に活用することが出来る。

3) 持続的な維持管理体制の構築等

ウルグアイ国では、系統連系型の太陽光発電設備に関する実績がないため、ソフトコンポーネントを活用して維持管理を行う人材を育成する方針である。日常および定期

的な維持管理については、UTE サルト支所の技術スタッフが実施できるようにソフトコンポーネントを活用して技術移転を行う。また、運営およびデータ管理については、UTE および MIEM の両機関で実施できるようにソフトコンポーネントを通じて技術移転を行う。また、見学者に対する施設案内を行えるように DU-CTM 職員に対して技術移転を行うことを検討している。

(2) 発電設備容量の計画

予定地において、以下の条件及び想定により計算した結果、設備容量は最大 480kWp が妥当である。

PV モジュールの出力および外形寸法は、メーカーにより異なる。また、一般的に集中型太陽光発電設備で活用されているシリコン結晶系モジュールの単位出力は 180Wp～210Wp で変換効率は約 14%～19%程度である。同様にアモルファス系モジュールでは、単位出力は 80Wp～130Wp で変換効率は 6～9%程度である。このようにアモルファス系は変換効率が小さいため、結晶系と同等の出力を確保するためにはモジュール面積を約 1.6 倍と大きくする必要があり、アモルファス系モジュールを地上設置する場合、面積に比例して架台の数量は増加するが、モジュールの機材費は安くなる。しかし、工事期間も増加すると考えられるため、全体としてアモルファスによる事業費はシリコン結晶系によるものより約 20%高くなる傾向がある。本計画では、裨益効果を限定された土地の中で最大限に高めるため、結晶系モジュールを選定する。設計においては、モジュール出力を各メーカーに対応しやすい 180Wp を想定し簡易計算を行う。外形寸法は、1m×1.5m、最適動作電圧は 30V と仮定する。

建設予定用地は、ほとんど平坦な約 154m×110m の土地が確保されている。当初に計画された設備容量 300kW の太陽光発電設備の据付を行うには十分な面積であった。その後、設備容量は 480 kW と変更された。当初の計画では、利用可能な面積に余裕がありアモルファス系の設置も可能であったが、容量を増加したためアモルファス系の設置は困難な状況である。本報告では、裨益効果を限定された土地の中で最大限に高めるため、結晶系モジュールを選定する。

(3) 発電と系統連系計画

1) 対象地域の電力系統

サルトル市はその電力供給形態として、DU CTM（サルトルグランデ混合技術委員会）の運営するサルトルグランデ水力発電所（1,890 MW）から 500 kV の送電線、変電所を経て 150 kV 送電線にて供給される二次変電所（50,000 kVA, ES2T05）が電源となる。太陽光発電システムの電力は、サルトル市の南側、二次変電所（ES2T05）構内に位置する 30 kV/15 kV の三次変電所(ES2038)より供給される。DU-CTM 敷地と UTE 15 kV 配電線とは約 160 m の距離にある。

2) 系統連系と逆潮流

UTE の 30 kV 変電所(ES2038)は、太陽光発電システムの設置場所から約 15 km 南の位置にあり、周辺の施設に電力を供給している。太陽光発電システムの設置場所には系統連系用の 15 kV/400 V の絶縁変圧器を設け 2 次側 (400 V) の配電盤に太陽光発電電力を低圧(400 V)で接続し、15 kV から供給している系統からの電力と連系する。この系統連系により、UTE の系統は太陽光発電システムから電力を逆潮流により供給されることになる。ウルグアイ国では、系統連系について「風力、バイオマス発電に係る内規」があるのでこれを準用する。太陽光発電の発電電力は主に 15 kV 系統への逆潮流を行い、所内電力に対して夜間は既存系統から受電する形態を取るものとする。高圧機器の供給、据付は UTE によるため、契約電力量計(売買電力)は UTE の供給になる。

3) 推定発電量

プロジェクト対象地域の位置（緯度-31.4, 経度-58.0）から、年間発電量が最大となる太陽光モジュールの角度を算出した結果、プロジェクト対象地域では角度 30 度が適していることが判明した。傾斜角 30 度の場合の推定年間発電量の計算結果を表 3-2-6 に示す。日射量について、国内で詳細に計測されたデータと同地点における NASA のデータを比較した結果、ほぼ同じ値であることが判明した。そのため、詳細なデータが存在しないサルト市では、NASA のデータを採用している。

表 3-2-6 推定発電量

Month	days	Irradiation angl 30 (kWh/m ² -day)	Ambient Temp ()	480 kWp	
				Power Output (kWh/day)	Monthly Output (kWh/Mo)
Jan	31	6.2	26	2,117	65,630
Feb	28	5.7	24.7	1,974	55,273
Mar	31	5.4	22.9	1,873	58,057
Apr	30	4.4	18.9	1,580	47,402
May	31	4.0	15.2	1,457	45,157
Jun	30	3.5	12.6	1,284	38,516
Jul	31	3.9	12	1,432	44,385
Aug	31	4.4	14.2	1,619	50,175
Sep	30	5.2	15.7	1,870	56,088
Oct	31	5.4	19.2	1,907	59,105
Nov	30	5.9	21.7	2,084	62,518
Dec	31	6.1	24.5	2,104	65,230
Average	365	5.0	18.93863	1,775	53,961

Annual (480 kWp): 647,535 kWh

(出所：JICA 調査団)

4) 推定 CO₂ 削減量

太陽光発電は、化石燃料を用いている発電設備に代替することで CO₂ の削減効果があ

る。推定発電量を基に CO₂ の削減量を算出した。CO₂ 削減原単位は、2006 年に CDM 案件として UNFCCC に登録された、リオ・ネグロ州のフライ・ベントス県のバイオマス発電事業で活用された値を適用する。計算の結果、本プロジェクトによる CO₂ 削減量は、年間約 168 トンとなる。

$$\begin{aligned}
 \text{年間 CO}_2 \text{ 削減量} &= \text{CO}_2 \text{ 削減原単位} \times \text{年間発電量} \\
 &= 0.259 \text{ (kg-CO}_2\text{/kWh)} \times 647,535 \text{ (kWh/year)} \\
 &= 167,712 \text{ (kg-CO}_2\text{/year)} \rightarrow 168 \text{ (ton} \cdot \text{CO}_2\text{/year)} \\
 &\quad (\text{CO}_2 \text{ 削減原単位} = 0.259 \text{ kgCO}_2\text{/kWh})
 \end{aligned}$$

5) 対象設備の電力需要

DU CTM サイトへの電力システムの年間最大需要は約 1100kVA であり最小は約 150kVA である。夏期（10 月～1 月）の最大需要は約 700～800kVA であり、冬期は約 400～500kVA となる。系統連系が行われるサルト県の冬期（6 月 4 日）および夏期（12 月 3 日）における DU CTM の 1 日の発電出力曲線を図 3-2-2 に示す。DU CTM 系統において夏期に電力出力が最大となるのは、ウルグアイ国の北部に位置しているため、夏期の午後における冷房需要が増加しているためと考えられる。

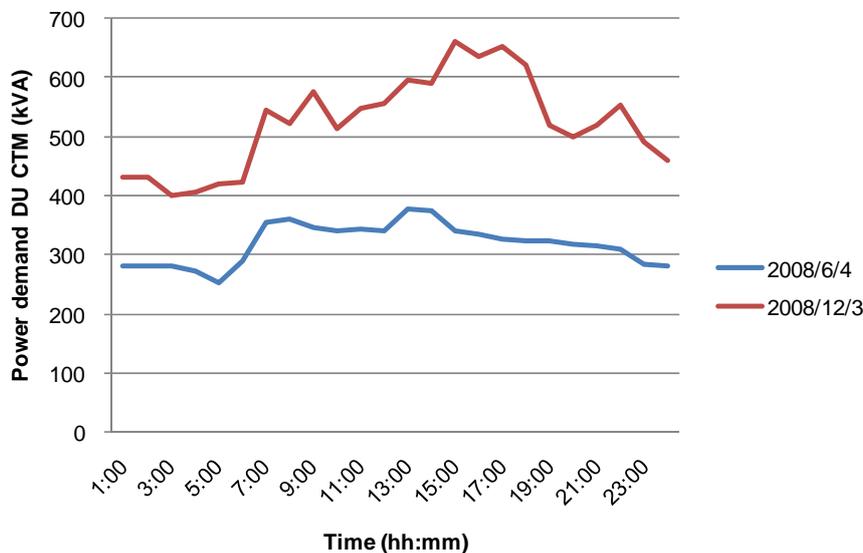


図 3-2-2 サルト市 CTM サイトへの電力システムの電力需要（出所：UTE）

6) 機器配置・配列の検討

太陽光発電設備の必要面積について、1アレイを 80 kWp として配置面積の計算を行う。アレイは、モジュール 4 枚を縦配列とし横配列を 112 枚とし、アレイ配列を横 1×縦 6(総設備容量：480 kWp)と仮定する。設置方位は、北方向とし年間日射量が最大となるように傾斜角を 30 度とする。このような条件で、必要面積の算出を行った。サルト市の

緯度経度、および算出した冬至（6月22日）の午前9時および午後3時における太陽高度から影の長さは約5.8mとなる。そのため、各アレイ北面に6mのスペースを設けて必要面積を算出した。太陽電池アレイ設置の縦方向の南側に敷地境界まで5mの保守スペースを設ける。横方向も、片側5mのスペースを設ける。設備容量480kWpについて計算を行った結果を表3-2-7に示す。

表 3-2-7 太陽光発電設備の容量と必要土地面積

	必要面積 (m ²)	敷地面積(m ²)	設置容量(kWp)
サルトグランデ	12,000	15,500	480

出所：JICA 調査団

7) 据付予定地の地質状況

サルトグランデ内の建設予定地での地耐力は地下1.4mにおいて3.0kg/cm²である。隣接する通信用アンテナの建設時の調査結果であり太陽光発電設備の設置に、特に問題はないと考えられる。

3-2-2-2 機材計画

(1) 設計基準

ウルグアイ国では電気設備には原則として国際規格のIECを適用している。日本の無償援助で日本から機器を納入する場合、日本工業規格(JIS)、電気学会電気規格調査会標準規格(JEC)、日本電機工業会(JEM)、日本ケーブル規格(JCS)等の日本の規格を適用する事は問題ない。

しかしUTEと系統連系する22kVケーブル、15kV/400-230V変圧器、通信設備、引渡し試験は運転開始後のメンテナンスを考慮して原則としてUTEのStandardに準拠する。

(2) 太陽光発電設備の機材

太陽光発電に必要な機材の機材名、仕様、数量等について以下の表3-8 主要機材一覧に示す。

表 3-2-8 主要機材一覧

機材	項目	仕様	数量	単位
太陽光発電機材	1) 太陽光発電モジュール	(a)種類：結晶系シリコン (b)モジュール容量：180Wp以上 (c)最大出力電力：*180 W (d)最大出力動作電圧：*23.7V (e)最大出力動作電流：*7.6A (f)開放電圧：*30V (g)短絡電流：*8.4A (h)アレイ総出力容量：480kWp以上	1	式
	2) モジュール設置用架台	(a)種類：太陽電池取付架台 (b)材質：SS400 溶融亜鉛メッキ仕上(UTE standard 適用)	1	式

		(c)構成：ベースチャンネル、トラスト構造		
3)接続箱		(a)構造：屋外壁掛け型 (b)材質：SPC鋼板 (c)太陽電池入力電圧：*DC800V (d)太陽電池入力電流：*12A/回路 (e)入力回路数：*最大4回路 (f)出力回路数：1回路 (g)収納機器：配線用遮断器、入力回路断路、誘導雷保護器(Class2)	1	式
4)パワーコンディショナー		(a)構造：屋内自立型 (b)主回路方式：自励式電圧型 (c)スイッチング方式：高周波PWM (d)絶縁方式：絶縁トランス方式 (e)冷却方式：強制空冷 (f)定格出力：160kW x 3 Nos = 480kW以上 (g)定格入力電圧：*DC600V (h)最大許容入力電圧：*DC900V (i)入力運転電圧範囲：*DC420V~850V (j)最大出力追従制御範囲： *DC500V~700V (k)出力電気方式：*3相3線又は3相4線 (l)定格出力電圧：*AC400V又は230V (m)交流出力電流歪率： 総合電流5%以下、各次調波3%以下 (n)電力制御方式：最大出力追従制御 (o)効率：*90%以上 (p)機能：自動電圧調整、入出力電流制限、出力制御、ソフトスタート (q)系統連系保護機能：UVR,OVR,UFR, OFR、単独運転保護機能(受動、能動検出) 復電後の投入防止 (r)外部通信：状態・故障・計測情報信号 (RS485)	1	式
5)屋外変圧器		(a)定格出力：600kVA以上 (b)一次電圧/二次電圧：15kV/400/230V、3相4線式、50Hz (c)特記仕様 屋外、油入自冷式、結線：Δ-Y、中性点接地、全負荷容量 タップ±2.5%、±5%	1	式
6)負荷用分電盤		(a)構造：屋内壁掛又は自立型 (b)材質：SPHC鋼板 (c)入出力回路数：入力1回路、出力：10回路 (d)収納機器：配線用遮断器	1	面
8)表示装置		(a)構造：屋外自立型ディスプレイ表示方式 (b)材質：SPHC鋼板 (c)表示点数：発電量/日(kWh)、瞬時発電電力(kW) 瞬時日射値(kW/m ²)、外気温度(°C)、二酸化炭素削減量(kg-C) (d)表示寸法：*W800xL600xH60	1	面
9)データ管理・監視システム		(a)日射計： IS09060、Second Class 6~8mV/(kW・m ⁻²) (b)気温計：測温抵抗体Pt100Ω、4線式、-50°C~+100°C (c)気象変換箱 a)構造：屋外掛型 b)材質：SPHC鋼板 c)入力信号：日射量(0~10mV)、気温計(Pt100Ω) d)出力信号：4~20mA e)電源：AC230V、Battery& Charger(DC48V) f)収納機器：日射計変換器(T/D)、気温計T/D、電力T/D、電力量T/D(売電、買電) (d)計測監視装置(屋内) a)データ計測方式： 測定周期：6秒、収集データ：日射強度、気温、発電量	1	式

		b) 仕様機器：パソコン、信号変換器、UPS c) ソフト仕様：瞬時値表示、グラフ、帳票、PC の運転状態、故障表示、他 d) 電力会社（UTE）出力信号：Remote wireless monitoring system（インバータ他約 30 点）		
	10) コントロールハウス	1) *サイズ：W2,400xL7,200xH2,460 2) 装備品：扉、照明、空調設備、ダイヤル温度計（接点付） 3) 収納機器：パワーコンディショナ、負荷用分電盤、モニター制御装置、データ記録装置	1	棟
工 事 材 料	1) ケーブル配線材 2) 接地材、雑材	(a) ケーブル： 22 kV-CV-60sqmm-3core, 600V-CV500, 5.5, 2sqmm 600V-CVVS-2.0sq (b) 接地極、FEP 配管材	1	式

*印は参考値でありメーカーの標準とする。

出所：JICA 調査団

(3) 太陽光発電設備機材の基本設計

太陽光発電設備機材の基本計画は以下のように行った。

1) 太陽光発電アレイ

太陽電池アレイは、複数の太陽電池モジュールを直並列に接続して構成される。太陽電池の合計設備容量は 480 kWp を超えるように構成する。

太陽電池モジュールは「JISC8918 結晶系太陽電池モジュール」同等の性能を有するモジュールとする。

2) 太陽電池架台・接続箱

①太陽電池架台および接続箱は太陽光発電機材費用の約 20%を占め建設工事の据付、配線作業は工期、建設費の大きな要素となる。

②太陽電池架台は「JISC8955 太陽電池アレイ用支持物設計標準」の要件を満たす。また、最大風速 30m/sec に耐えられるものとする。太陽電池の架台の配置は設置予定場所の範囲内で効率的に配置し配列、年間最適傾斜角を約 30 度としアレイ間の影が最も長くなる冬至を考慮して位置を定める。本設置場所でのアレイの高さは上記の傾斜角、影の影響を考慮すると、高い地点で地上より 3.0m 程度となる。アレイ間は北面に最小約 6m の間隔を設けることにした。

③架台基礎にかかる荷重は、モジュールの大きさと組み合わせにもより異なる。縦配列 4 枚、横配列 2 枚のモジュールを支持する場合、180Wp のモジュールを用いると合計 8 枚で約 160kg の垂直荷重がかかる。そのため、支持材をコンクリート基礎で受ける必要がある。

④接続箱は、複数の太陽電池モジュールの接続を行い、故障・点検等の際に回路の分離を行うものである。接続箱は、配線用遮断器、入力回路開閉器、出力回路開閉器、逆流防止ダイオード、誘導雷保護器（Class 2）等で構成される。直流回路毎に、逆流防止ダイオード誘導雷保護器を設ける。

3) パワーコンデショナー（系統連系保護装置内蔵）

- ①パワーコンデショナーは太陽電池で発電した直流電力を交流電力に変換し負荷に給電する装置であり、インバータ及び系統連系装置等で構成されている。コントローラハウス内に設置する。
- ②パワーコンデショナーは「JISC8980 小出力太陽光発電用パワーコンデショナー」及び「電気品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」に準じるものとする。
- ③パワーコンデショナーの機能として電力変換機能、太陽電池の制御・保護機能、系統連系機能がある。なお、太陽光発電との系統連系は逆潮流ありで単独運転はないものとする。また、自立運転はPVシステムの安全性を考慮して、予定しない。このため、自立運転機能を「ロック」した上で運用する。ただし、系統側事故による停電で系統が復電後、一定時間後に再連系する機能は利用する。

- | | | |
|------|------------------|---|
| i) | 出力電圧精度 | : AC 400 V 又は 230 V \pm 10% |
| ii) | 出力周波数精度 | : \pm 0.2Hz |
| | 出力周波数精度（系統連系運転時） | : \pm 1Hz (設定可能範囲) |
| iii) | 交流出力電圧歪率 | : 総合 5%以下(線形定格負荷接続時) |
| | 交流出力電流歪率 | : 総合電流 5%以下(定格出力時) |
| | | : 各次調波 3%以下(定格出力時) |
| iv) | 出力力率（系統連系運転時） | : 0.85 以上（電圧上昇防止等で止を得ない場合を除く） |
| v) | 総合効率 | : 90%以上(設定可能範囲) |
| vi) | 出力電圧不平衡比 | : 10%以下 |
| vii) | 系統連系保護機能 : | 電圧・周波数監視機能
最大出力追従制御機能
単独運転防止機能
自動電圧調整機能
直流分流出保護機能（絶縁変圧器）
直流地絡検出機能
UVR,OVR,UFR, OFR、単独運転保護機能
(受動、能動検出) 復電後の投入防止 |

4) 屋外変圧器及び高圧連系設備

屋外変圧器はパワーコンデショナーの交流出力電圧を系統連系する高圧側に交流電圧変換し負荷に電力を給電する装置である。屋外変圧器は「IEC 60076 Standard」及び「UTE Standard」に準じるものとする。主な仕様は下記とする。

変圧器

- ・形式：屋外油入変圧器（ONAN）
- ・定格出力：600 kVA 以上
- ・一次電圧/二次電圧：15 kV/400/230 V、3相4線式、50 Hz

- ・耐電圧：インパルス電圧：1.2 x 50 micro-second, 95 kV、商用耐電圧電圧：38 kV、1分

- ・特記仕様：結線： Δ -Y、中性点接地、全負荷容量 タップ $\pm 2.5\%$ 、 $\pm 5\%$

高圧機器は、UTE が維持管理および遠隔からの監視操作を行うことから、UTE が独自の標準仕様に準拠して供給および据付工事を行う。また、UTE 標準仕様の高圧機器を設置する計画である。UTE の保護システムは直接接地で OVGR を使用していない。日本側は、変圧器の基礎および変圧器 1 次側の電力ケーブルを供給し設置を行い、UTE が供給し据付を行う高圧機器に接続する。

5) 負荷用分電盤

負荷分電盤は太陽光発電所内の電力として発電中はパワーコンディショナーから、また夜間は変圧器を経由して電力会社から給電を受ける。使用負荷は制御室のエアコン、照明、データロガーおよびモニターの電源等で設備容量は約 5~10kW 程度である。負荷分電盤は鋼板製とし筐体表面には電源表示灯及び各負荷には遮断器 (MCCB) を設置するものとする。

6) 表示装置

表示装置は、太陽光発電装置入口玄関の屋外に 1 台設置する。太陽光発電はサルトグラндеの水力発電所見学のコースに含まれ、太陽光発電のショーケース効果を高めるために用いられる。表示装置の表示項目は以下によるほか、製造者の標準仕様とする。

- 発電量/日(kWh)
- 瞬時発電電力 (kW)
- 瞬時日射値(kW/m²)
- 外部温度 ()
- 二酸化炭素削減量(kg-C)

7) データ管理・監視システム

太陽光発電装置のパフォーマンスを評価するためリアルタイムに発電データ等を収集するデータ管理・監視システムをコントロールハウス内に設ける。

- a) 日射量および外気温の測定仕様
 - －日射量計：ISO9060/2nd Class 相当、入力信号：日射量(0~10mV)
 - －気温計：Pt100 Ω JIS 相当品、
- b) 計測表示項目
 - 計測表示項目は以下によるほか、メーカーの標準仕様とする。
 - －太陽電池出力電圧 (V)
 - －太陽電池出力電流 (A)
 - －インバータ出力電圧 (V)
 - －インバータ出力電流 (A)

- ーインバータ出力電力（kW）
- ーインバータ出力電力量（kWh）
- ーインバータ運転状態
- ー系統連系正常
- c) 故障表示項目
 - ー系統連系異常（系統連系保護装置動作）
 - ーインバータ故障
 - ーインバータ内保護装置動作
 - ー負荷分電盤配線用遮断器トリップ（全数）
- d) データ記録装置

太陽光発電量、買電電力量、CO₂削減量を計測および演算を行い電子データとして記録（時間、日、月、年）する。
- e) 電力公社 UTE での遠隔監視装置（SCADA）

太陽電池発電装置の設置予定地であるサルトグランデから約 100km 離れた UTE の北部地域配電監視制御センターに設置されている遠隔監視装置にて、配電網の監視制御を実施している。

この間の遠隔監視データは広域バンド無線で下記「PV System Signal List」データを太陽電池発電設備から UTE の遠隔監視装置まで無線送信する。

表 3-2-9 PV System Signal List

No.	Name of Signal	Kind of Signal	Q'ty	Output/ Input
1	Power Conditioner "ON"	Digital	1	Output
2	Power Conditioner "OFF"	Digital	1	Output
3	Protection Relay "Normal"(UV, OV, UF, OF, Isolation)	Digital	1	Output
4	Protection Relay "Abnormal(UV, OV, UF, OF, Isolation) "	Digital	1	Output
5	Representative Power Conditioner "Alarm"	Digital	1	Output
6	PC Input Current(DC)	Digital	1	Output
7	PC Input Voltage(DC)	Digital	1	Output
8	PC Input Power(kW)	Digital	1	Output
9	PC Output Current(AC)	Digital	1	Output
10	PC Output Voltage(AC)	Digital	1	Output
11	PV System Temperature	Digital	1	Output
12	PV System Irradiation	Digital	1	Output
13	Temperature High Alarm in Control House	Digital	1	Output

Note: Abovementioned signals will be monitoring per each power conditioner.

出所：JICA 調査団

8) コントロールハウス

コンテナ内部に、パワーコンディショナー、負荷用分電盤、データ管理・監視システムを収納する。また、ドア、空調設備、ダイヤル温度計(接点付)、照明設備を備え、予備品であるパワーコンディショナーを設置する。

3-2-3 基本設計図

本計画の基本設計図は以下に示す通りである。

表 3-2-10 基本設計図リスト

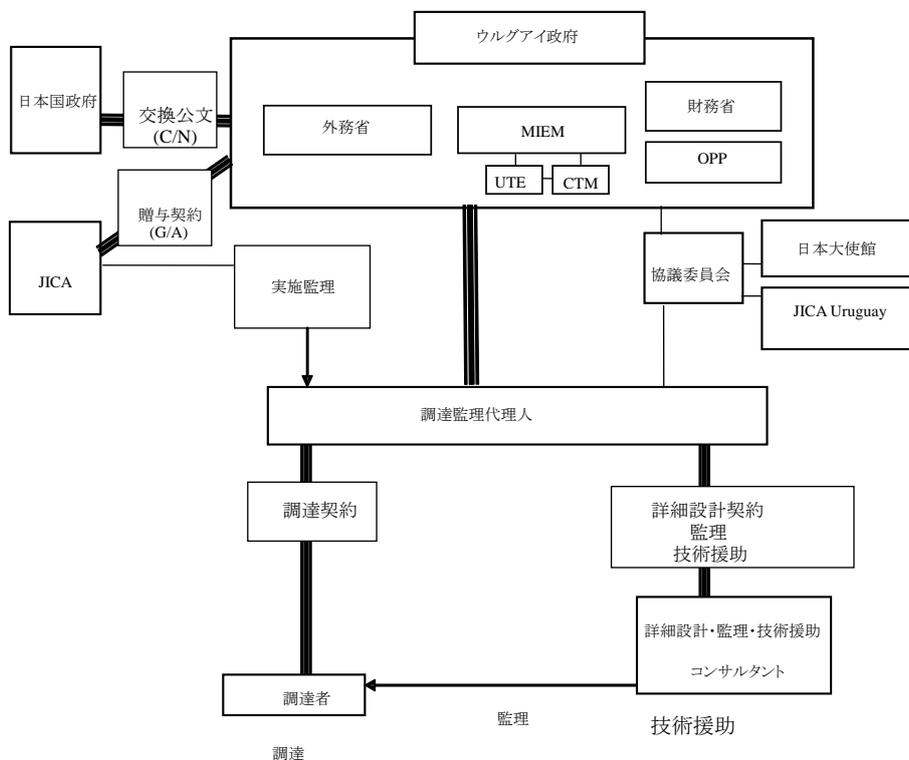
No	図面番号	図面名称
1	UR-E-101	SINGLE LINE DIAGRAM
2	UR-E-102	PV SYSTEM ARRANGEMENT(1)
3	UR-E-103	PV SYSTEM ARRANGEMENT(2)

出所：JICA 調査団

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

本プロジェクトは我が国の環境プログラム無償資金協力制度の枠組みに基づいて実施される。本環境プログラム無償資金協力にかかわる交換公文（E/N）は2009年12月14日に締結された。ウルグアイ政府は、施工監理コンサルタント及び施工業者の調達を調達代理機関に委託する。また、施工監理コンサルタント及び施工業者は、調達代理機関と契約を締結し、それぞれの業務を実施する。次に示す図3-2-3 実施システムは、環境プログラム無償の調達に関する関係者の関係と役割を示す。



(出所：JICA/MD Annex)

図 3-2-3 実施システム

以下に本計画を実施するにあたり、基本事項および特に配慮を要する点を示す。

本計画の施工範囲は次の通りである。

- (i) 敷地内の樹木の撤去、整地・盛土、基礎等の土木工事
- (ii) 太陽光発電設備の調達・輸送・据付・試験・引渡し
- (iii) 15 kV 系統連系高圧設備の調達・輸送・据付・試験・引渡し

第 3-2-4-2 節、(2) に述べてあるように、上記の各作業は相互間でよく協調を取って実施する必要がある。

事業を実施する場合の基本事項および特に留意する点は以下の通りである。

(1) ウルグアイ国側実施機関

本プロジェクトにおける、ウルグアイ国側の責任機関と実施機関を以下に示す。

- ・責任機関：産業・エネルギー・鉱業省 (MIEM)
- ・実施機関：電力公社 (UTE)

ウルグアイ国側の本プロジェクトの責任機関は MIEM であり、下位機関である UTE が実施に当たる。UTE は 90 年にわたる電力設備の維持管理を行ってきており、多くの電力関連の技術者を擁している。

1) ウルグアイ国側分担作業の実施に必要な予算および要員の確保

本計画実施に係わる一部の作業はウルグアイ国側が分担する。これらの分担作業は、関連工事工程と調整を図って、適時に実施されなければならない、分担作業実施のための予算及び要員の確保が必要である。

2) 技術移転

本計画では、ウルグアイ国側の運転・保守要員を太陽光発電設備の据付工事後の試験に参加させ、その一連の作業の中で、発電設備に関する基本事項及び系統連系設備の運用技術をウルグアイ国側に習得させる。試験及びトライアルオペレーションへの参加は、単なる負担事項の一つというだけではなく、今後の保守作業を自ら実施できるようになることを目的としていることに、ウルグアイ国側の十分な理解が必要である。

(2) 請負業者

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日本国法人の請負業者により、本計画の資機材調達および据付工事が実施される。本計画では、土木工事、太陽光発電設備の据付、系統連系等の工事が建設敷地内で輻輳して行われる。また各工事は作業上及び工程上、密接に関連している。従って、すべての工事は品質の確保、性能保証、瑕疵責任および工期の管理の観点から日本の請負業者が一貫して実施するもの

とする。

請負業者は、コンサルタント作成の仕様書に従って、土木、資機材の設計、製作、工場試験、輸出梱包、現地までの輸送、工事を行い、現場試験により各施設・設備の据付状況および据付後の性能を検証した上で引渡しを行う。また、一連の据付および現場試験の期間中にウルグアイ国側への技術移転を行う。

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

(1) 施工上の留意事項

本工事は太陽光モジュールの据付作業、コントロールハウス、高圧接近工事など多種多様な工事が輻輳して行われる。また現場はサルトグランデ発電所見学者と近くの温泉リゾートへの通行路であるため、観光客の通行が考えられるので、その安全確保に十分注意を払う必要がある。

作業前には作業グループ間及び UTE/ DU CTM との間で綿密な打ち合わせを行って作業計画を作成し、電力、通信、ガス管、排水管、水道管などの埋設物がないことを確認する。また、既設配電線に接近して作業する場合、充電範囲を確認の上、危険標識あるいは安全柵を設置し、安全かつ効率的な作業環境を作る必要がある。

なお、パワーコンディショナーが 3 台となる場合は、単独運転検出装置が相互干渉する恐れがあり、機器の設置後は相互干渉がないことを試験実施の上確認する必要がある。

太陽光発電装置設置敷地内では、土木、鉄骨組み立て工事、太陽光モジュールからの電気設備工事、制御室の設置工事、高圧電気工事、15 kV 配電線への接続工事など業種の異なる工事をよく協調をとりながら実施する必要がある。土木基礎工事、鉄骨組み立て工事は太陽光モジュールの据付工事前に完成させる必要がある。また、UTE が供給、据付を実施する事となっている 15 kV 高圧機器設備の設置は、太陽光発電設備の試験開始前に完了している必要がある。

このため、コンサルタントと実施業者は設置現場の要員配置、作業効率の検討を明確にし、作業員および設備の安全、品質管理を図る必要がある。実施計画は計画全体の作業現場、作業相互間の協調を基にして現場作業の効率的、且つ円滑に実施できるように作成されなければならない。

(2) 調達上の留意事項

機器の設計に当たり、現地状況を十分把握した上での設計が必要となる。また、主要機材は、日本製を想定する。その他の機材も仕様書上にて制限されている国から調達されているかどうかを確認する。

現場据付工程に従って円滑に実施されるためには、資機材を計画に合わせて発送することが不可欠である。本プロジェクトの請負業者は、調達、製造、輸送、搬入納期が適時に行

われるよう一貫した調達監理が必要である。

3-2-4-3 施工区分／据付区分

(1) 施工区分

本計画においての日本側とウルグアイ国側の施工区分を表 3-2-11 に示す。高圧配電設備を除き、対象施設・設備の工事は日本側が一貫して施工する。

表 3-2-11 施工区分／据付区分

No.	項目	日本側	ウルグアイ国側
1)	工事作業に必要な用地確保		○
2)	工事に必要な用地の無償提供および障害物の除去		○
3)	太陽光モジュールの基礎、架台据付	○	
4)	太陽光モジュール、コントロールハウスの据付	○	
5)	太陽光発電システムの据付、試験、引渡し	○	
6)	系統連系関連 高圧機器		○
7)	変圧器、ケーブルの据付、試験、引渡し	○	
8)	15 kV 配電線(UTE 区分開閉器の発電側)への接続	○	

出所：JICA 調査団

3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

本案件は、環境プログラム無償資金協力として日本政府による事業実施の承認がなされ、両国政府間で交換公文(E/N)が 2009 年 12 月 14 日に締結され、プロジェクト業務が開始される。JICA は調達代理機関をウルグアイ国政府に推薦し、本案件の業務を管理する。施工監理を遂行するに当たっては、特に下記事項に留意して体制を確立する。

- (i) 業務計画の実施に至る背景を理解する
- (ii) 協力準備調査報告の内容を把握する
- (iii) 環境プログラム無償資金協力の仕組みを理解する
- (iv) 二国間で締結された交換公文の内容を把握する
- (v) 現地の施工条件を十分考慮する
- (vi) 将来も含めた本プロジェクトに関係するステークホルダーを把握する
- (vii) ソフトコンポーネントを実施する意義を十分に理解し、実施する

上記項目をふまえ施工監理の基本方針、業務の内容、担当、計画についての体制を以下に示す。

(1) 施工監理の基本方針

コンサルタントは本計画が、所定の工事期間に確実に安全に実施されるよう工事全般に亘り工事請負業者に対して管理・指導を行うものとし、次の 3 項目を基本方針とする。

1) 工程管理

- (i) 工事請負業者の作業開始前にウルグアイ国側の分担作業の進捗状況を確認し、工事の進捗状況を確認する。
- (ii) 請負業者による工事とウルグアイ国側の協力体制を確認し、双方の調整を図る。
- (iii) 工程調整会議を適宜開催し、計画全体の工程管理および工程調整を行う。工程調整会議は、現場工事期間中は毎週、また、現場試験中は毎日開催するものとする。

2) 安全管理

- (i) UTE および DU CTM の現地担当者に毎日作業の実施内容と安全対策を説明する。
- (ii) 作業前の安全確認を励行する。
- (iii) 同じ場所で複数の作業が実施される場合は、お互いの作業内容および工程を認識させ、災害防止を図る。
- (iv) 資機材の搬入・搬出作業には DU CTM 敷地を通るのでその実施には安全担当者の監視下で行う。
- (v) ウルグアイ国側と資材置き場に関して説明と確認を行う。
- (vi) 高圧配電線および充電部付近の作業は安全担当者の監視下で行う。
- (vii) 開口部や充電部の周りは、ロープで区画し、危険防止を図る。

3) 品質管理

- (i) 請負業者に資機材に関する承認用図面及び仕様書の提出を義務付け、仕様及び品質が契約仕様書と合致していることを確認する。
- (ii) 主要資機材の工場試験に立合、それらが承認図および仕様書通りに製作されていることを確認する。
- (iii) 工事の成果は、現場試験により確認する。

(2) 調達管理計画

- (i) モンテビデオ港にて輸入される際、ウルグアイ国側にて免税処置が十分且つスムーズに実施されるよう管理する。

(ii) 現地調達資材に関し免税処置がスムーズに実施されるよう管理する。

(3) コンサルタント業務

1) 実施設計および入札図書のレビュー

協力準備調査の結果をふまえ、詳細設計の実施、工事費の積算、施工計画等の実施設計をレビューする。また、実施設計のレビュー結果に基づき、入札図書をレビューする。入札図書の調達代理機関担当部分を併せて入札図書を完成させる。

2) 施工監理

a) 入札業務

入札公告、質問・回答、入札の立ち会い、入札結果の評価、契約交渉の補助及び業者契約の立ち会いが含まれる。

b) 監督業務

着手前関係者協議、設計図の承認業務、出荷前製品検査、現地据付工事監理、工事期間中の業務報告書の作成、中間出来高証明書の発行、竣工検査と手続きを行う。

c) 据付工事完了後業務

竣工証明書の発行、竣工引渡手続業務、最終業務報告書作成および1年後に実施される瑕疵検査業務が含まれる。

(4) コンサルタント業務担当者

上述 (3) の業務内容を円滑に進捗させるために類似業務の経験が豊富であり、本プロジェクトの内容を十分に理解している者をプロジェクトの総括業務の長にして、入札業務、承認図審査及び製品検査、工事監理業務を担当する各スタッフによる実施体制を整える必要がある。

1) 業務主任担当者

本計画の背景・目的を十分理解して業務全般の管理業務を行ない、特に全体的な工程管理と業務期間中の進捗状況を把握し、必要に応じて適切なアドバイスを各担当に行なう。

2) 実施設計担当者

策定された基本計画に基づき、計画遂行に必要な機器や資材の仕様、機器配置、計画の為の詳細設計、施工計画、工事費の積算を見直す。

3) 入札業務担当者

計画の為の入札書類を取りまとめ、入札公告、入札立ち会い、入札書類評価業務、契

約交渉及び契約立ち会い業務を行なう。

4) 承認図審査及び製品検査担当者

本社で契約者が提出する承認用図面、据付、説明書等を審査し、承認又は再提出を提示するとともに、機材の出荷前に製品検査も遂行する。

5) 工事監理担当者

常駐監理者が、工事着工より竣工までの現場における業務を管理するものとする。また、電気設備の専門技術者が必要時期に現地に滞在し、監理業務を行う。

3-2-4-5 品質管理計画

(1) 納入資機材の品質管理

本計画で調達される設備、機器の品質は下記の段階で管理される。

1) 設計図面・仕様書の審査と承認

コンサルタントが業者契約後実施業者から提出される承認用の図面、仕様書、計算書等を適用規格、契約仕様書等の要求事項を満足しているかどうかを審査して、問題無ければ承認し、必要に応じてコメントする。この作業は日本国内で行なう。機器は設計承認後に製作される。

2) 工場検査

機器製作後、現地への出荷前に工場検査を行なう。この検査の目的は機器が適用規格と契約仕様書に従って作成されているかどうかの検査で、一般的に目視検査と性能検査を行なう。主要機器についてはコンサルタントの技術者が試験に立ち会う。

3) 現地工事管理と完成試験

コンサルタントはウルグアイ国側の協力を得て据付工事が契約仕様書に従って行われるよう、工事期間中工事管理を行なう。そして、完成工事の引き渡し前に完成試験を行なって、仕様書要求通りの性能を発揮するかどうかを検査する。

(2) 土木工事の品質管理

1) 施工図面審査と承認

構造物の基本設計はコンサルタントが行なうが、基本設計に基づき、業者が構造物等の施工図面を作成する。施工図面は承認用に提出させ、それをコンサルタントが審査し、問題が無ければ承認する。この図面審査は日本及び現地で行なう。

2) 使用材料検査

工事に使用する材料は使用前に全てコンサルタントが検査する。この検査は必要に応じて、供給元又は現地で行なう。

3) 現地工事管理

コンサルタントはウルグアイ国側の協力を得て盛り土、コンクリート(コンクリート品質と鉄筋配筋)、基礎工事等については作業立ち会い検査を含む現場管理を行なう。

3-2-4-6 資機材等調達計画

(1) 資機材の調達先

主要資機材である太陽光モジュール、パワーコンディショナー、変圧器については日本製を調達する。

(2) 交換部品の範囲

太陽光発電設備の初期性能を維持するため交換部品の保有が不可欠である。ウルグアイ国における予備品の入手は不可能であり、主要資機材の予備品は日本からの調達となる。また、雷害や、故障による運転中止期間をできるだけ少なくするため、太陽光パネルは3%の枚数を購入する。パワーコンディショナーは本設備の心臓部であり、単線結線図に記載された単機出力容量と同等な出力を有するパワーコンディショナーを1式購入するとともに、アレスター、換気用ファン、フィルターを必要数購入する。高圧機器については、UTE 所掌のため、不要とする。

(3) 瑕疵補償の考え方

本計画で建設した設備はすべて引き渡し後の瑕疵補償を要求するものとする。本計画対象以外の部分であっても、本計画の建設工事が原因で、瑕疵を生じた部分は、瑕疵補償の範囲に含めるものとする。なお、瑕疵保証の期間は1年間とする。

3-2-4-7 初期指導・運用管理

太陽光発電設備の維持管理は、UTE サルト支所の技術スタッフが担当する。そのため、技術面に関する初期指導に参加する必要がある。また、運用管理に関しては UTE および MIEM が担当するため、運用指導には UTE サルト支所に加えて両機関も参加する必要がある。DU-CTM は、維持管理や運用に対して、直接に関与することはないので、初期指導および運用管理指導に参加する必要はない。

本プロジェクト関係機関の担当を以下に示す。

- ・ MIEM / UTE : 運営、データ管理
- ・ UTE サルト支所 : 日常点検、定期点検
- ・ DU-CTM : 施設案内、パンフレット配布

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の必要性

「ウルグアイ国太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」は、サルト県の DU CTM（サルト・グランデ混合技術委員会）敷地内に、設備容量 480kW の太陽光発電設備を導入し、系統連系により電力供給を行うものである。本計画はウルグアイ国で最初に導入される系統連系型太陽光発電設備となることから、従事する人材の能力向上・基礎的技術訓練を図るソフト部分の支援が必要である。

ウルグアイ国では、系統連系の太陽光発電設備が導入されるのは最初のケースである。そのため、導入された太陽光発電施設が円滑に活用されるために下記の技術、資料および人材等が不足している状況にある。

- ① 維持管理および故障対応に係る技術者が不足している。
- ② 維持管理技術者の育成に必要なマニュアルが不足している。
- ③ 導入される太陽光発電施設の導入効果および施設案内を行える人材が不足している。

そのため、①プロジェクトが円滑に立ち上がり、および②日本の協力成果が最低限持続するために、ソフトコンポーネントとして人材育成、技術訓練を図る以下の活動を実施することが必要である。

- ① 維持管理技術者を育成する。
- ② 維持管理に必要なマニュアルの作成および整理を行う。
- ③ 施設訪問者に対し施設の導入効果および施設案内を行える人材を育成する。

これら実施すべき各々の活動項目の具体的な必要性は以下のとおり。

A. 運営管理 / データ管理

協力効果の持続性を確保するためには、太陽光発電設備の運営を管理する適正な体制が必要である。そのためには、MIEM および UTE において維持管理を担当する UTE サルト支所から提出される維持管理報告書を確認する必要がある。さらに、発電量や CO2 削減量等のデータを正確に集計し分析する必要がある。

B. 基礎技術 / 維持管理 / トラブル・シューティング

太陽光発電設備の故障および部品交換等に関して、出来る限り現地で対応出来ることが望ましい。そのためには、維持管理に加えてトラブル・シューティングの技術の習得とトラブル・シューティング対応表の整備が必要とされる。また、現地で技術者を育成できるように、維持管理およびトラブル・シューティングに関するマニュアル類を整備する必要がある。

C. 教育 / 啓発活動

太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画では、導入する太陽光発電のショーケース効果が期待されている。ショーケース効果を高めるために、現地で太陽光発電施設の導入効果の説明および施設案内を行える人材を育成する必要がある。施設案内に活用されるパンフレット等の整備も重要である。

(2) ソフトコンポーネントの目標

太陽光発電設備の据付完了前後 3 カ月間に、以下の課題を達成すべき目標として設定する。

- MIEMおよびUTEにより、運営管理およびデータ管理が可能となる。
- UTEサルト支所により、日常点検、定期点検が実施されるようになる。
- UTEサルト支所により、故障個所の修理と部品交換が行えるようになる。
- DU-CTM職員が、太陽光発電施設の案内を行えるようになる。

(3) ソフトコンポーネントの成果

A. 運営管理 / データ管理

MIEM および UTE が担当する太陽光発電設備の運営管理およびデータ管理において、発電設備で記録される発電量、日射量および CO₂ 削減量などのデータを確認出来るようにする。また、UTE サルト支所から受ける点検報告書を確認し、必要に応じた対応を出来るようにする。

- － 太陽光発電、パワーコンディショナー、系統連系技術の理解
- － 点検報告書の理解と故障時対応の理解
- － 取得データ（発電量、日射量、CO₂削減量等）の分析手法を理解
- － 維持管理技術者の育成体制の整備

B. 基礎 / 維持管理 / トラブル・シューティング

UTE サルト支所の技術スタッフが太陽光発電技術の基礎知識を把握し、適正な維持管理が行えるようにする。作成したマニュアルを活用し、UTE サルト支所のスタッフが定期的な点検を行えるようにする。据付工事および維持管理指導についてビデオ撮影を行い、移転した技術が普及および継承されるための資料とする。さらに西語でトラブル・シューティング表を作成して、異常個所の発見と適正な対応が出来るようにする。これらの成果を具体的に示すと以下のとおりである。

- － 太陽光発電、パワーコンディショナー、系統連系技術の理解
- － 日常点検の理解、発電状況の確認方法の習得
- － 操作盤、表示盤、保護装置等の保守点検方法及び各設備、機器の詳細取扱い方法の習得
- － 保守用測定装置、機器調整装置、特種工具、機器校正、調整等の取扱い方法の習得

- － 運転記録、事故および修理、点検等の報告書作成方法の習得
- － 補給部品管理および工具管理の習得
- － 故障箇所一部品交換 / 交換部位の対応の方法を習得
- － 部品交換時期の予測、故障原因の特定および対策方法の習得

C. 教育 / 啓発活動

DU CTM が導入された太陽光発電設備を活用して、訪問者および関係者に対して発電施設の導入効果および施設案内が行えるようになる。啓発活動の資料として当該施設および導入効果を紹介するパンフレットが整備される。さらに担当者が、パンフレットを活用した模擬セミナーを開催する。これらの成果を具体的に示すと以下のとおりである。

- － 本事業で導入される施設案内を行える人材の育成
- － 本事業の導入効果を説明できる人材の育成
- － 上記活動に活用されるパンフレットの整備

(4) 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対象、技術移転内容を表 3-2-12 に示す。維持管理を実施するのは UTE のサルト支所のスタッフであり、現場における実技を中心に技術移転を行う。また、責任機関(MIEM)および実施機関(UTE)の担当者も設備を運営するにあたり維持管理についての知識が必要とされる。作成された技術移転マニュアルおよびトラブル・シューティング表を用いて技術移転を行う。

表 3-2-12 対象と活動概要

	移転項目	参加人数	対象機関（人数）
A	運営/データ管理	4	UTE (2), MIEM (2)
B	太陽光発電の基礎/維持管理/ トラブルシューティング	2	UTE サルト支所 (2)
C	教育/啓発活動	2	DU CTM (2)

出所：JICA 調査団

以下、技術移転項目の詳細を示す。

A. 運営管理 / データ管理

運営管理およびデータ管理について技術移転を行う。集計される発電設備の維持管理報告書および発電量等のデータ内容を確認出来るようになる。教育項目と内容を下表に示す。

表 3-2-13 運営管理 / データ管理

	教育項目	教育内容と活動
1.	太陽光発電の基礎知識	太陽光発電に関する基礎知識
2.	維持管理項目	日常点検および定期点検の結果、維持管理報告書で報告される内容と必要な対策の理解
3.	データ分析 / 管理	発電設備で取得されるデータ整理および分析方法の把握

出所：JICA 調査団

B. 太陽光発電の基礎 / 維持管理 / トラブル・シューティング

太陽光発電の基礎教育を行う。最初に発電設備の基本事項に関して確認試験を行ない、受講者の知識の程度を把握する。教育項目と内容を下表に示す。

表 3-2-14 太陽光発電の基礎

	教育項目	教育内容と活動
1.	教育基本の確認試験	受講者の技術的基礎学力の確認
2.	太陽光発電の基礎	利用の実際、国際動向
3.	太陽光発電、パワーコンディショナー	太陽光発電、パワーコンディショナーの仕様と解釈
4.	系統連系	系統連系の原理、仕様と解釈

出所：JICA 調査団

維持管理では、発電システムの完成試運転前後に運転・保守・修理技術の向上を目的とした教育を重点に行う。また、技術移転の重要項目についてはビデオ撮影を行い資料とする。トラブル・シューティングについて、発電システムの完成試運転前後に故障診断および対策について作業能力の向上を目的とした教育を行う。教育項目と内容を下表に示す。

表 3-2-15 維持管理 / トラブル・シューティング

	教育項目	教育内容と活動
1.	日常点検	発電設備、周囲および発電状況の確認
2.	定期点検・整備	定期点検・整備等の整備要領
3.	測定機器及び特種工具の取扱い	電気、機器調整等の測定工具使用要領
4.	各報告書作成要領	維持管理報告等の報告書作成要領
5.	受渡し試験の立会い	受渡し試験要領に沿った立会い 試験及び安全保護試験・確認
6.	トラブル・シューティング	予想される故障原因の確認
7.	修理および故障の対応	修理故障の対応表を作成
8.	マニュアル・ビデオ資料の作成	据付および技術移転のビデオ撮影を行い、維持管理の資料とする。
9.	維持・管理技術の確認	ソフトコンポーネントの成果確認

出所：JICA 調査団

C. 教育 / 啓発活動

啓発活動資料として当該施設を紹介するパンフレット等を作成し、各担当者が導入効果の説明および設備案内を行えるようにする。教育項目と内容を下表に示す。

表 3-2-16 啓発活動

	教育項目	教育内容と活動
1.	確認試験	受講者の基礎知識の確認
2.	啓発活動パンフレットの作成	見学者用の本事業紹介及び太陽光発電についてのパンフレットを作成する。
3.	模擬セミナー開催	パンフレットを用いて DU-CTM 職員を対象とした模擬セミナーを行う。

出所：JICA 調査団

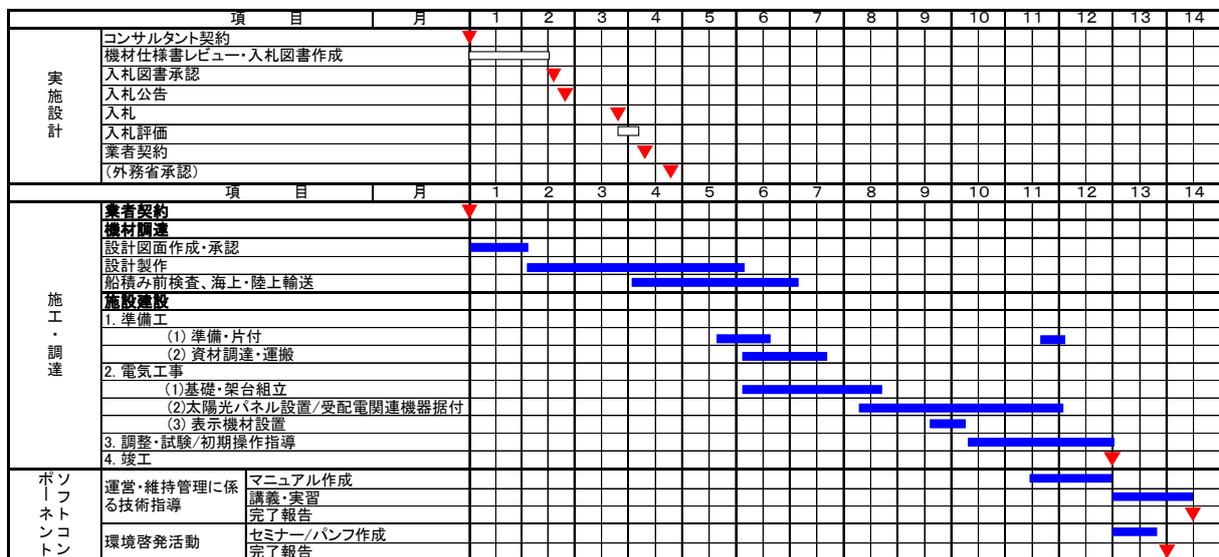
(5) 実施上の問題点

ウルグアイ国で実施する事業での使用する言語は西語となる。そのため、マニュアルやセミナーを開催する際の翻訳および通訳を行う者が必要となる。

3-2-4-9 実施工程

本計画の業務実施工程を下表に示す。設計製作図面作成から竣工までの全体工程は、12ヶ月とした。

表 3-2-17 事業実施工程



出所：JICA 調査団

3-3 ウルグアイ国側分担事業の概要

環境プログラム無償資金協力が実施された場合のウルグアイ国側負担事項は以下の通りである。

- (i) 銀行取極め手続き（B/A）
- (ii) 支払い授權発給（A/P）
- (iii) ウルグアイ国への輸入許可取得およびそのための費用負担
- (iv) 工事に従事する日本人のサービスおよび携帯工具等に対する免税
- (v) 計画地区への立ち入り権の確保
- (vi) 建設に必要な関連部局の許可の取得
- (vii) 太陽光発電設備の建設用地の取得、樹木の移設
- (viii) ウルグアイ国側所掌の高圧受電機器の設置
- (ix) 地区住民とのトラブルの解決
- (x) その他環境プログラム無償資金協力で供与できない項目

本計画の円滑な実施に不可欠な事項について以下に述べる。

(1) 太陽光発電設備用地の取得

太陽光発電設備用地として、DU CTM と MIEM との間で、土地寄託に関する協定書が合意されている。サルトグランデ水力発電所内にある平坦な土地に約 480 kWp の規模の太陽光発電を設置する。設置可能な用地は約 15,500 m² である。

表 3-3-1 ウルグアイ国側取得予定用地

サイト	用地(m ²)	想定規模(kWp)
サルトグランデ内(DU CTM 管理地)	15,500	480

出所：JICA 調査団

(2) 太陽光発電機の据付工事への参画

長期に亘る保守・維持管理を可能にするための人材育成の一環として、太陽光発電所の維持管理の担当予定者が据付及び試験調整に参画する。これらの保守担当者の参画は、据付工事に関与するばかりではなく、日本人技術者との共同作業を通じて、太陽光発電機の組み立ての技術を習得するものとする。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

将来に亘り運営および維持管理を問題無く実施するには、以下のような対策が必要である。

(1) 維持管理体制の構築

責任機関である MIEM 並びに実施機関である UTE は、本プロジェクトの実施に当たり、輸入の免税措置や関係機関との調整を行う。DU CTM はサルトグランデ発電所の近隣にある所有地を本計画に無償寄託として提供する。維持管理体制として、日常および定期的な維持管理について、UTE サルト支所の技術スタッフが実施できるようにソフトコンポーネントを活用して技術移転を行う。また、運営およびデータ管理については、UTE および MIEM の両機関で実施できるようにソフトコンポーネントを通じて技術移転を行う。見学者に対する施設案内を行えるように DU-CTM 職員に対して技術移転を行うことを検討している。運転マニュアルや運転、保守、事故に対する報告書の様式等も完備する必要がある。

(2) 技術的知識のある人員による実施体制

納入される太陽光発電設備の運用には技術的知識が必要である。太陽光発電設備の運営管理およびデータ管理は、MIEM および UTE が担当する。サルトグランデ地域の UTE 技術スタッフが、太陽光発電技術の維持管理を実施する計画である。

(3) 工事期間中のトレーニング

本計画で建設される大規模な太陽光発電設備はウルグアイ国には無く、運転員にとって未経験な分野である。建設工事の際にメーカー指導員、コンサルタントの指導を受けて設備に慣れるのは効果的である。運転保守に携わる全員を据付工事および運転試験に参画させるものとする。

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

本計画を日本の環境プログラム無償資金協力により実施する場合、必要となる事業費総額は以下の通り。第3-3節で述べた日本とウルグアイ国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す積算条件によれば次の通りと見積もられる。

表 3-5-1 積算条件

積算時点	平成 21 年 12 月
為替変換レート	1US\$ = 93.97 円
施工期間	表 3-2-17「事業実施工程計画表」に示したとおりである。
その他	本計画は、日本国政府の無償資金協力制度に従い実施されるものとする。

出所：JICA 調査団

(1) 日本側負担経費

無償資金協力が実施された場合、日本国側の負担経費は下表の通りとなる。

表 3-5-2 概略事業総括表

出所：JICA 調査団

(2) ウルグアイ国側負担経費

無償資金協力が実施された場合、ウルグアイ国の負担経費は下表の通りとなる。これらの負担事項は、資材が現地に到着す前までに完了している必要がある。

表 3-5-3 ウルグアイ国側負担経費

1US\$=92.16 円	
樹木移設費用	US\$ 7,600 (0.7 百万円)
15 kV 配電線、高圧配電機器設置 (工事費含む)	US\$ 54,250 (5.0 百万円)
計	US\$ 61,850 (5.7 百万円)

出所：JICA 調査団

上記費用の他に、銀行取極め（B/A）手続き費用、支払い授權書（A/P）発給費用、ウルグアイ国への輸入許可取得及びそのための費用の負担がある。計画の円滑な実施の為、MIEM は事前にこれらの予算を確保しておく必要がある。

3-5-2 運営・維持管理費

保守点検、維持管理体制としては、運営及びデータ管理については、MIEM 及び UTE（本社スタッフ）の技術者を各 2 名、日常および定期点検などの維持管理は、UTE の地域配電部門に所属する電気技術者及び作業員 2 名を配置し、以下の維持管理予算を計上する必要がある。年間予算は、US\$ 7,480.- となる。

電力公社 UTE の年間エネルギー売上げの 2008 年度の実績は下表の通りである。

表 3-5-4 年間エネルギー売上げの実績

(単位：x 1,000 US\$)

種別	2008 年
一般	115,402
家庭用	476,825
大規模需要者	179,214
中規模需要者	146,095
時間帯別一般	3,962
時間帯別家庭	26,884
街路灯	36,405
夏季限定	6,390
輸出	1,021
合計	983,201

出所：UTE

電力公社 UTE の電力使用量及び年間エネルギー売上げは年平均 5-10 % の割合で増加している。このため実施機関での新規の太陽光発電に対する運営維持管理費は問題なく割り当てられると考えられる。

(1) 運転保守要員配置計画

太陽光発電設備の運転・保守並びに維持管理要員の配置計画を下表に示す。

表 3-5-5 運転保守要員配置計画

配置	人数	関連組織
運営管理 / データ管理		
電気技師	2	UTE
電気技師	2	MIEM
日常運転・維持管理要員		
電気技師及び運転員	2	UTE サルト支所
合計要員	6	

出所：JICA 調査団

1) 維持管理要員配置計画

新発電所の維持管理要員は、UTE サルト支所の配電部門から責任者として技師 1 名と運転員 1 名の計 2 名を配置する。維持管理要員は日常監視によって問題の発生した場合に整備および点検修理を実施する。

2) 運営管理計画

発電所の運営は、UTE および MIEM により管理される。維持管理報告および運転データ等の確認を行う。

(2) 運転維持管理費

1) 機器維持費

太陽光発電は基本的にはメンテナンスフリーであり保守部品は部品、測定器、工器材が主となる。太陽光発電の保守部品購入費実績が少ないので、設備費の約 0.1%を仮定し機器維持費として計上する。

2) 管理費・その他の費用

一般的に太陽光発電の管理費およびその他の費用は、それぞれ発電電力量の 1%を占めると予想される。新発電所の管理費・その他費用は同じ比率を持って計上するすなわち、年間発電量に電力料金単価(US\$ 0.2/kWh)を乗じた値の 1%として算出すると、約 US\$ 2,480 となる。上記より、年間の運転維持管理費を下表に示す。

表 3-5-6 発電所の運転維持管理費

	US\$	ペソ
機器維持費	5,000	115,850
人件費	0	0
管理費・その他	2,480	57,462
合計	7,480	173,312

換算率 1US\$=19.81 ペソ(2010 年 2 月現在)

出所：JICA 調査団

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

産業・エネルギー・鉱業省(MIEM)とサルトグランデ混合技術委員会(DU-CTM)との間で、土地の無償寄託に関する合意書が締結されている。よって、土地利用に関する問題はないが、以下の前提条件がある。

- 1) 植樹された樹木の撤去
- 2) UTE（電力公社）による 15kV 配電線のサイトまでの延長（約 160m）
- 3) UTE による系統連系のための高圧機器の調達、据付、試験
- 4) MIEM, UTE（本社）並びに UTE サルト支所による維持管理体制の確立

4-1-2 プロジェクト全体計画達成のための外部条件

本プロジェクトの効果を最大限に発現させ、維持し、設備の今後の長期連続運転を実現するためには、本プロジェクト実施後、以下にあげる項目がウルグアイ側により実施されることが必要である。

- ① ウルグアイ国における太陽光発電の系統連系に関する法規制は整備されていない。しかし、電力公社である UTE は、「風力・バイオマス発電に係る内規」を作成している。この内規は、風力発電設備とバイオマス発電設備を UTE の系統に接続する場合に適用されており、太陽光発電設備を系統に連係する場合の現地試験では、この内規に準拠した試験を行う必要がある。さらに、欧州諸国や日本でも採用されている固定価格買取制度（Feed-in Tariff (FIT) 制度）など、再生可能エネルギー発電設備の普及促進にインセンティブを持たせるような国家施策を実施すべきである。
- ② ウルグアイ国では系統連系型の太陽光発電設備に関する実績がないため、ソフトコンポーネントを活用して維持管理を行う人材を育成する。日常および定期的な維持管理については、UTE サルト支所の技術スタッフが実施できるようにソフトコンポーネントを活用して技術移転を行う。また、運営およびデータ管理については、UTE および MIEM の両機関で実施できるようにソフトコンポーネントを通じて技術移転を行う。また、見学者に対する施設案内を行えるように DU-CTM 職員に対して技術移転を行う必要がある。
- ③ UTE サルト支所は PV システムの性能維持、設備障害の早期発見、事故の未然防止を目的として、保守点検を計画的に実行する必要がある。そのためには PV システムや系統連系に関する技術者・運転員を育成し、運営・維持管理の標準マニュアルを整備する必要がある。

さらに、その保守点検記録や事故・故障の記録をデータベース化し、将来の運営・維持管理計画の策定や予算の確保のために有効に活用する必要がある。

また、JICA は近年、技術協力（地域別研修）として各地域や各国の研修生を本邦に招待し、CDM に関する研修を実施している。中南米地域でも同様の研修を実施するとともに、例えば「PV システム全般」、「再生可能エネルギー発電の系統連系技術」などの研修コースを開催することにより、本プロジェクト実施による裨益効果が一層高まることが期待される。

また、本プロジェクトに直接関係する他ドナーの計画はないが、ウルグアイ国では水力発電、風力発電やバイオマス発電などの再生可能エネルギーの利用が行われており、この支援を通じて、ウルグアイ国民による再生可能エネルギーへの関心・意識が高まることにより、再生可能エネルギーの導入が促進されると考える。

4-2 プロジェクトの評価

4-2-1 妥当性

本プロジェクト実施の妥当性について、以下の通り考察する。

1) 国家計画との整合性

ウルグアイ国は、エネルギー政策の戦略的ガイドラインで、エネルギーの多様化を戦略の一つとして掲げている。そのための方針として、化石燃料に対する依存度の減少と再生可能エネルギー導入の促進がある。中期的な目標値として、2015 年までに、風力発電 300 MW、バイオマス発電 200 MW およびマイクロ水力発電 1 MW の導入を設定している。太陽光発電に関しては、少なくとも 2 つのパイロット試験の実施を目標としている。よって、本プロジェクトの実施はウルグアイ国のエネルギー政策の戦略的ガイドラインと整合性が取れている。

2) ショーケース効果

年間の施設見学者が約 3 万人となる DU-CTM の敷地内に太陽光発電設備を設置することで、再生可能エネルギーに関する啓発効果が相乗的に高まることが期待される。水力発電施設には、生徒および学生の見学者が多く、特に若い世代への啓発効果が期待される。さらにショーケース効果を高めるために太陽光発電の発電電力量等を表示するモニター板を太陽光発電設備が設置される道路際に設置する。この道路は、サルトグランデ水力発電所の見学ルートに当たる。よって、DU-CTM による施設の説明、環境教育を実施することにより、再生可能エネルギー開発への啓発・理解が広く期待される。

3) 我が国に優位性のある技術・ノウハウの積極的活用

ウルグアイ国では、小規模独立型の太陽光発電の導入実績があるが、本件と同様の系統連系型の太陽光発電に関する導入実績はない。一方で、系統連系の太陽光発電システムは、

我が国で実績も多く普及している技術である。したがって、本プロジェクトで系統連系型の PV システムを導入するにあたり、我が国の技術・ノウハウを十分に活用することができる。

4) 持続的な維持管理体制の構築

ウルグアイ側のプロジェクト実施体制に問題はないと判断される。ウルグアイ国にとって系統連系型の PV システムの導入は初めての経験であり、メーカーの専門員による技術指導やコンサルタントによるソフトコンポーネントにより、技術移転・人材育成を実施し、持続的な運営・維持管理体制を整備することにより、再生可能エネルギーの普及に繋がることが期待される。

5) 環境面の影響

ウルグアイ第 2 の都市であるサルト県サルト市のサルトグランデ水力発電所に隣接する平地を太陽光システム設置場所とする。水力発電所に隣接しており、明確な作業範囲の区分けと交通安全などの一般的な配慮事項を施工時に遵守すれば、周辺環境に特別な影響を与えることはない。

以上より、本プロジェクトを我が国の無償資金協力で実施することの意義は大きく、その妥当性は高いと判断する。

4-2-2 有効性

(1) 定量的効果

プロジェクトの実施の定量的効果として、系統へ供給する電力量の増加と CO₂ 排出量の削減が考えられる。その指標と目標について表 4-1 に示す。

表 4-1 効果指標と目標値

指標名	基準値 (2010 年)	目標値 (2013 年) 【事業完成 3 年後】
送電端電力量 (MWh/年)	0	648 MWh/年
CO ₂ 削減量 (t/年)	0	168 ton/年

出所：JICA 調査団

(2) 定性的効果

1) 再生可能エネルギーの導入促進

系統連系による大規模な太陽光発電の導入はウルグアイ国で初のケースとなり、今後の再生可能エネルギー利用発電設備の導入や、その売電の普及促進に繋がる。

また、本プロジェクトにて実施するソフトコンポーネントにより、系統連系された PV システムに関わる運営・維持管理、トラブルシューティングの技術移転を行うことにより、PV 技術者のみならず、系統電力側の技術者の育成にも貢献する。

2) デモンストレーション効果

発電電力や日射量を表示するモニタリングパネルをサイトの道路際に設置する計画である。これにより、水力発電所を含むサルトグランデ地域の訪問者に対して、本プロジェクトの実施による効果をアピールできる。

3) 啓発効果

本プロジェクトにて実施する PV システムの啓発活動のソフトコンポーネントにより、訪問者に対して太陽光発電の効果・役割、地球温暖化対策への理解を深め、エネルギーの効率的な利用や環境問題に対する意識の向上が期待される。

以上の内容により、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。