

第3編 マーシャル諸島共和国

要 約

要 約

① 国の概要

マーシャル諸島共和国（以下「マ」国という）は、太平洋中西部、ミクロネシア東部北緯 4～14 度、東経 160～173 度に位置している環礁からなる島嶼国である。国土は首都のあるマジュロ環礁を中心に 200 万平方キロの広大な海域にある 29 の環礁と 5 つの独立した島からできており、環礁島は 1,225 余りのサンゴでできた島々で構成されている。陸地の総面積は 181 km² である。人口は、約 5 万 2 千人（2006 年推定値）であり、首都マジュロのあるマジュロ環礁には約半数の 2 万 6 千人が居住している。人口のほとんどは、キリスト教のプロテスタントである。公用語は、マーシャル語と英語である。気候は、海洋性熱帯気候に属しており、平均気温は 28.1℃ であり、年間の変動幅は ±0.5℃ と大きな変動はない。平均降雨量は 221mm であり、一般的に 1 月から 3 月の降雨量が少ない。

「マ」国は、他のミクロネシア地域諸国（パラオ国、ミクロネシア連邦国）同様に、政府財政のほとんどを米国との自由連合盟約からの財政援助（COMPACT）に依存しており、GNP では 45%、そして政府歳入の 70% が米国からの財政援助で占められている。開発途上国の主要産業は第一次産業となっていることが通常であるが、「マ」国は自然資源にも恵まれておらず、そのため主要産業は政府関連の支出活動となっており、GDP の 60～70% となっている。政府関連以外の主要産業は、コブラ、ココヤシ油製造を中心とした農業、および水産業となっており、経済成長率は、2001～2003 年は年平均 3%、そして 2004～2007 年は年平均 3.6% にとどまっている。「マ」国としては、水産加工業、観光業を中心に、民間セクターを育成することにより、経済構造を改革し、経済成長、そして経済的自立を目指している。

② 要請プロジェクトの背景、経緯及び概要

「マ」国の電力・エネルギー政策は資源開発省（MRD：Ministry of Resource Development）が管轄している。MRD には、農業、貿易投資、エネルギー計画、財務等の各部局が設置されており、国家エネルギー局が再生可能エネルギーの導入、利用、促進、省エネルギーの推進を担当している。MRD は本計画の主管省庁としての役割を負うこととなっている。また電力事業に関しては、政府から独立した組織として、マーシャルエネルギー公社（MEC：Marshalls Energy Company）が業務を実施しており、発電から配電、燃油輸入、販売などエネルギー全般の事業を請け負っており、本計画の実施機関となる計画となっている。

「マ」国のエネルギー分野に関しては、「マ」国の発電の約 60% をディーゼル発電に依存しており、昨今の世界的な石油価格の高騰などの影響を非常に受けやすい状況となっている。そのため、「マ」国は、2001 年の国家社会・経済サミットの開催後、経済、社会開発、教育促進の政策を含む国家エネルギー政策（National Energy Policy）を 2003 年に制定し、また、「マ」国は、「社会経済の発展のため、全国民に、入手可能で、信頼性が高く、持続可能なエネルギーを供給すること」を今後 15 年のエネルギー分野の展望として示し、(1) 2015 年までに都市部は 100% の世帯、離島部では 95% の世帯の電化を行う、(2) 2020 年までにエネルギーの 20% を再生可能エネルギーにて供給する、(3) 2020 年までに一般世帯およびビジネス関連施設の 50%、政府関連施設の 75% のエネルギー利用効率の向上 (4) 政府関連施設のエネルギー利用効率の向上、(5) 2015 年までに MEC のエネルギー供給ロスの

20%削減などの目標を掲げている。かかる目標の達成のため、再生可能エネルギーの活用に注目しており、太陽光発電はその中核的な存在と位置付けられている。

また海拔が最高地点でも 3m となっており、国土は非常に平坦であり、地球温暖化に伴う海面上昇により、国土が水没する危険性が心配されている。そのため、「マ」国では、戦略的な対策の展開が喫急の課題となっている。

このような背景の下、「マ」国 MRD は、太陽光発電をはじめとした再生可能エネルギーの促進を目的とした、太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画を策定し、その実施につき我が国の無償資金協力を要請してきた。

③ 調査結果の概要とプロジェクトの内容

「マ」国政府の要請に対して、日本国政府は必要な調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構は 2009 年 2 月にプロジェクト形成調査団を派遣し、案件形成を行った。右調査の結果を踏まえ、2005 年に日本の無償資金協力によって施設建設を行ったマジュロ病院への太陽光発電機材の設置を対象として、下記の協力準備調査を実施した。

現地調査 : 2009 年 6 月 29 日～7 月 12 日

概略設計概要説明調査 : 2009 年 11 月 29 日～12 月 5 日

協力準備調査団は、現地調査およびその結果に基づく国内解析を通して、計画の背景、内容、自然条件、環境社会配慮、維持管理体制および建築事情等を調査・検討して、無償資金協力として適切な規模・内容を計画し、調査結果と基本設計の内容を同国関係機関に説明し、協議の上基本的合意に至った。

この結果、本計画における我が国の協力範囲は、調査の結果、主管官庁を資源開発省、実施機関をマーシャルエネルギー公社とし、マジュロ病院に太陽光発電機材を設置し、系統連系を行うことが妥当であると判断され、下記表に示す基本設計を行った。

基本設計の概要

資機材調達と据付工事計画	下記太陽光発電資機材の調達及び据付	数量
	太陽光発電モジュール	1 式
	太陽光発電モジュール用設置架台	1 式
	パワーコンディショナー	2+1 台
	連系用変圧器	1 台
	表示装置	1 式
資機材調達計画	太陽光発電設備用交換部品、保守道工具及び試験器具	1 式

④ プロジェクトの工期及び概算事業費

本計画を我が国の環境プログラム無償資金協力で実施する場合、概算事業費は約 526.6 百万円（我が国側負担経費：約 526 百万円、「マ」国側負担経費：約 0.6 百万円）と見積もられる。このうち「マ」国側が負担する主な事項は、高圧側グリッドへの最終接続工事等である。本計画の工期は入札図書作成期間を含め 26.0 ヶ月程度である。

⑤ プロジェクトの妥当性の検証

本計画の実施により、マジロ環礁の電力系統により供給される、マジロ市住民合計約 2.6 万人に対し、太陽光発電を利用した電力を供給することが可能となる。これにより、現在ほぼ 100%ディーゼル発電設備に依存したエネルギー供給体制を脱却し、気候変動対策の緩和策支援としてクリーンエネルギーの普及促進を図ることが可能となり、環境プログラム無償資金協力として本計画実施の妥当性は極めて高いと言える。

本計画の資機材引渡し後に運営・維持管理を担当する MEC の技術者は、既存のディーゼル発電・配電設備ならびに独立型 PV システムに基礎的な運営維持管理能力を保有している。系統連係型の PV システムについては、本計画にて調達・据付される連系 PV システムの運営維持管理支援として、ソフトコンポーネントにより本計画対象設備の適切な運営維持管理技術を移転することから、MEC により将来に亘り適切な要員・予算が配分されれば、本計画対象設備の運営維持管理能力を確保することができると考えられる。

なお、本計画の効果が発現・持続するために「マ」国側が実施すべき主な先方負担事項及び課題は、以下の通りである。

- (1) 「マ」国側は、連系 PV システムの安定した運転を継続するため、日常並びに定期的な現場巡視点検を実施し、太陽光発電モジュールの現場警備体制を確保する等の予防保全を励行する必要がある。
- (2) 本計画で実施するソフトコンポーネント並びに OJT に参加する技術者の任命を速やかに行い、同左研修に参加させると共に、研修に参加しなかった他の技術者への技術の水平展開を図る必要がある。
- (3) 本計画で日本側が調達・据付を行う連系 PV システム資機材に関して、特に太陽光発電モジュールとパワーコンディショナーの期待寿命後の更新を想定し、将来的に発生する投資費用を回収できる電気料金体系を設定する必要がある。

目 次

要約
目次
位置図／写真
図表リスト／略語集

第1章	プロジェクトの背景・経緯	
1-1	当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1	現状と課題	1-1
1-1-2	開発計画	1-2
1-1-3	社会経済状況	1-4
1-2	無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-4
1-3	我が国の援助動向	1-5
1-3-1	無償資金協力	1-5
1-3-2	技術協力	1-7
1-4	他ドナーの援助動向	1-7
1-4-1	米国	1-7
1-4-2	EU	1-7
1-4-3	台湾	1-8
第2章	プロジェクトを取り巻く状況	
2-1	プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1	組織・人員	2-1
2-1-2	財政・予算	2-3
2-1-3	技術水準	2-5
2-1-4	既存施設・機材	2-6
2-2	プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-17
2-2-1	関連インフラの整備状況	2-17
2-2-2	自然条件	2-17
2-2-3	環境社会配慮	2-19
第3章	プロジェクトの内容	
3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	3-1
3-1-2	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の基本設計	3-2
3-2-1	設計方針	3-2
3-2-1-1	基本方針	3-2
3-2-1-2	自然環境条件に対する方針	3-2
3-2-1-3	社会経済条件に対する方針	3-3
3-2-1-4	建設事情／調達事情若しくは業界の特殊事情／商習慣に対する方針	3-3
3-2-1-5	現地業者（建設会社、コンサルタント）の活用に係る方針	3-3
3-2-1-6	運営・維持管理に対する方針	3-4
3-2-1-7	施設、機材等のグレードの設定に係る方針	3-4
3-2-1-8	工法／調達方法、工期に係る方針	3-5
3-2-2	基本計画	3-5

3-2-2-1	計画の前提条件.....	3-5
(1)	想定される日射量.....	3-5
(2)	周辺障害物からの日陰の影響について.....	3-5
(3)	想定される発電電力量.....	3-8
(4)	系統連系太陽光発電の導入形態について.....	3-9
(5)	系統連系太陽光発電の導入に必要な法規制について.....	3-12
(6)	配電系統増強の必要性.....	3-14
(7)	電力品質における検討.....	3-15
(8)	系統連系太陽光発電の導入可能容量.....	3-15
3-2-2-2	全体計画.....	3-19
3-2-2-3	基本計画の概要.....	3-20
3-2-3	基本設計図.....	3-28
3-2-4	施工計画／調達計画.....	3-40
3-2-4-1	施工代理期間による機材調達監理方針.....	3-40
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項.....	3-42
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分.....	3-44
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画.....	3-45
3-2-4-5	品質管理計画.....	3-46
3-2-4-6	資機材等調達計画.....	3-46
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画.....	3-47
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画.....	3-47
3-2-4-9	実施工程.....	3-51
3-3	相手国側分担事業の概要.....	3-52
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3-52
3-4-1	日常点検と定期点検項目.....	3-52
3-4-2	予備品購入計画.....	3-53
3-5	プロジェクトの概算事業費.....	3-55
3-5-1	協力対象事業の概算事業費.....	3-55
3-5-2	運営・維持管理費.....	3-55
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	3-56

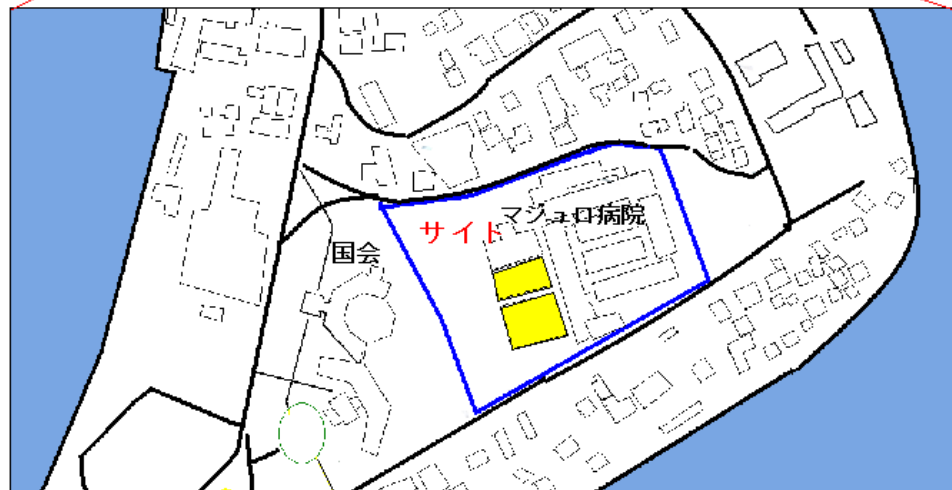
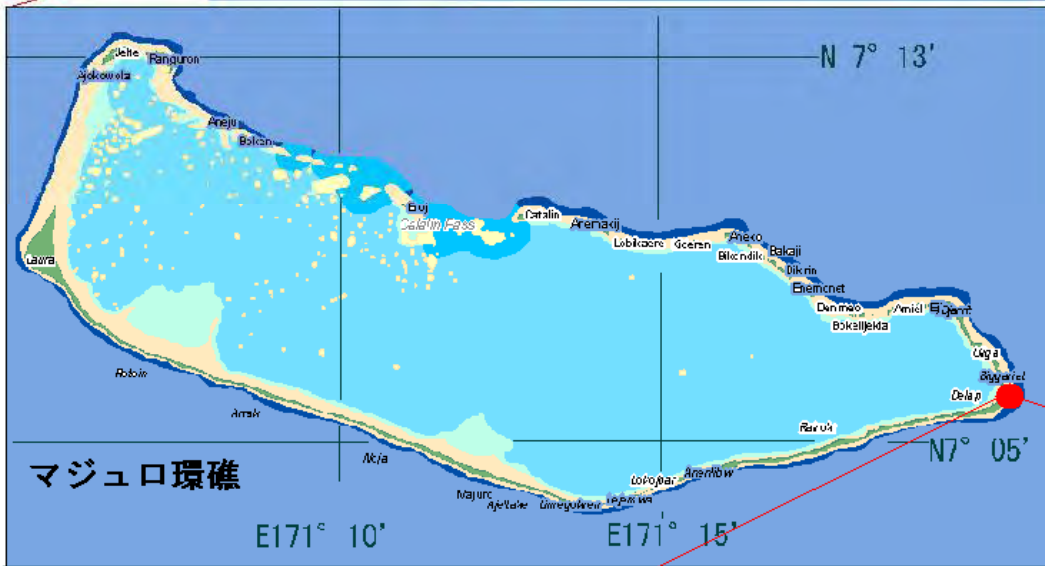
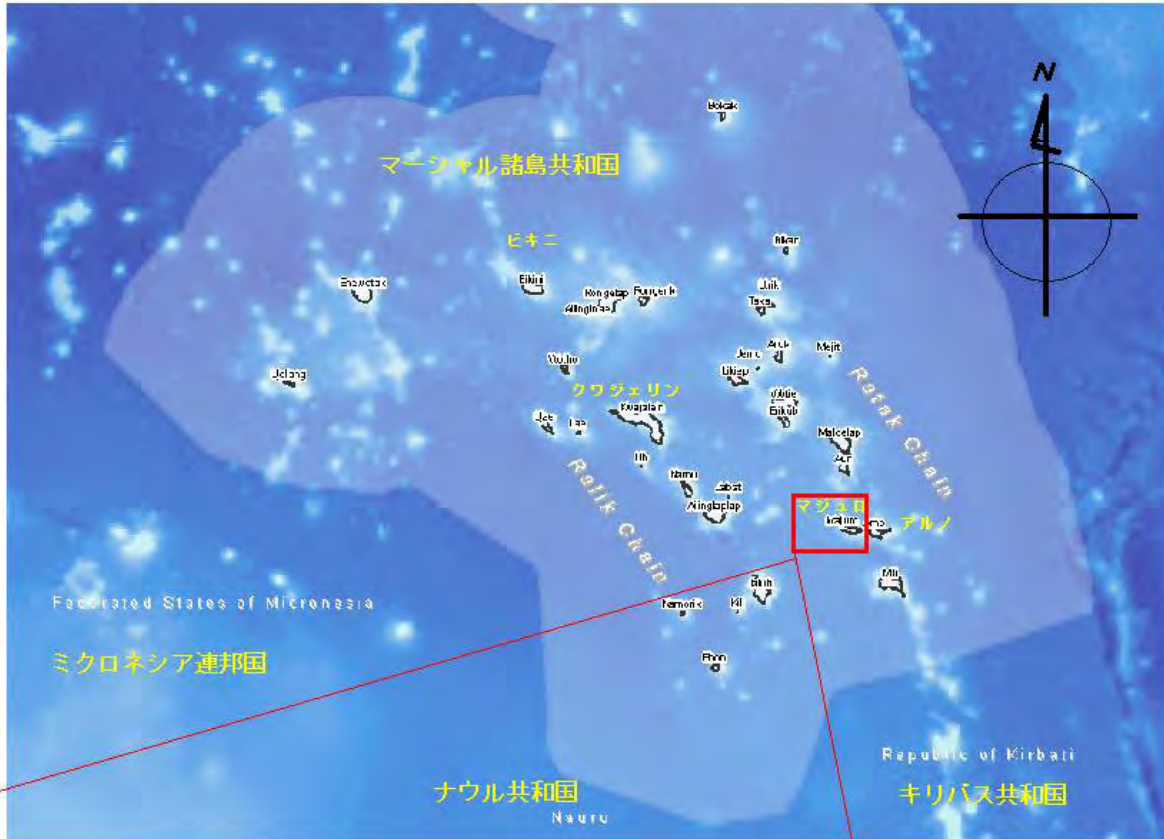
第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1	プロジェクトの効果.....	4-1
4-2	課題・提言.....	4-2
4-2-1	相手国側の取り組むべき課題・提言.....	4-2
4-2-2	技術協力・他ドナーとの連携.....	4-2
4-3	プロジェクトの妥当性.....	4-2
4-4	結論.....	4-3

[資料]

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

サイト位置図



調査対象地域の現況 (1/2)

マジュロ病院



マジュロ病院正面

駐車場には、台湾により供与されたスタンドアロンタイプの太陽光発電街灯(7基)が設置されている。



マジュロ病院東側

現在は空き地であるが、米国の資金援助により、病院を拡張する計画がある(2010年初頭に工事開始予定)。



マジュロ病院屋根部

本計画にて機材を設置する第2、第3病棟。断熱材の上にシート防水が敷かれている。



マジュロ病院変電室

配電盤と変圧器(500kVA)が設置されている。



マジュロ病院正面受付

本計画にて設置が予定されている情報管理装置を設置の予定。



マジュロ病院内部

第3病棟内部。据付工事は、病院の業務を考慮し、工程を策定する必要がある。

調査対象地域の現況 (2/2) 関連施設



マーシャル諸島短期大学 1

米国の資金援助により、60kW の太陽光発電システムが設置された。系統連系されているが、現在は学内の使用に限られている。



マーシャル諸島短期大学 2

設置された太陽電池パネル。2011 年に完工の予定。最終的に 198kW となる予定。



マーシャル諸島短期大学 3

パワーコンディショナーと接続箱が設置されている。



マーシャル諸島短期大学 4

屋外に設置された空調機の屋外機。海岸線のため、塩害による錆が目立つ。



マジュロ市内の配電設備 1

マジュロ市内に設置された柱変圧器。



マジュロ市内の配電設備 2

マジュロ市内北部のローラ変電所。

図表リスト

第 1 章

<表>

表 1.1.1-1	環礁/島別照明用エネルギー源割合（1999 年）	1-1
表 1.1.2-1	国家エネルギー計画（方針）	1-3
表 1.3.1-1	我が国の無償資金協力実績	1-6

第 2 章

<表>

表 2.1.2-1	MEC 財政・予算状況（2004-2007）	2-4
表 2.1.4-1	MEC の年間発電量（マジュロ、ジャルート及びウオジェ）	2-6
表 2.1.4-2	マジュロのタイプ別電力契約者数推移（1990-2006）	2-7
表 2.1.4-3	マジュロ市の人口推移	2-8
表 2.1.4-4	マジュロ発電設備の詳細仕様および運用状況	2-8
表 2.1.4-5	各離島の太陽光発電設備	2-13
表 2.2.1-1	「マ」国 通信設備整備状況（2006 年）	2-17

<図>

図 2.1.1-1	資源開発省（MRD） 組織図	2-1
図 2.1.1-2	MEC 組織図	2-2
図 2.1.4-1	「マ」国市中電気料金の推移	2-6
図 2.1.4-2	マジュロ市内の発電コスト推移（2000-2006）	2-7
図 2.1.4-3	1 日の発電出力カーブ（月平均値）	2-9
写真 2.1.4-1	マジュロ発電所外観（STATION-1,2） およびディーゼル発電機(#7 号機)	2-10
写真 2.1.4-2	マジュロの配電設備	2-11
図 2.1.4-4	マジュロの配電線系統	2-12
写真 2.1.4-3	CMI の PV 設備状況	2-14
図 2.1.4-5	マジュロ病院図面	2-16
図 2.2.2-1	マジュロ市内気温推移	2-18
図 2.2.2-2	マジュロ市内降雨量推移	2-18

第 3 章

<表>

表 3.2.2-1	設計パラメータに使用する水平面日射量	3-5
表 3.2.2-2	「マジュロ病院」における年間想定発電電力量	3-9
表 3.2.2-3	「マ」国に想定される系統連系 PV システムの導入形態	3-10
表 3.2.2-4	本計画の連系 PV システム導入時の法制度における検討項目	3-13
表 3.2.2-5	マジュロ発電所～マジュロ病院間の配電線	3-14

表 3.2.2-6	連系点および直近の一般低圧需要家における 配電線電圧値の検討結果	3-15
表 3.2.2-7	マジュロ発電所のディーゼル発電機の稼働状況	3-17
表 3.2.2-8	気象条件及びサイト条件	3-19
表 3.2.2-9	基本計画の概要	3-20
表 3.2.2-10	主要機材の数量	3-21
表 3.2.2-11	太陽光発電モジュールの仕様	3-22
表 3.2.2-12	太陽光モジュール設置用架台の仕様	3-22
表 3.2.2-13	接続箱の仕様	3-22
表 3.2.2-14	集電箱の仕様	3-22
表 3.2.2-15	パワーコンディショナーの仕様	3-23
表 3.2.2-16	連系用変圧器の仕様	3-24
表 3.2.2-17	計装装置の仕様	3-24
表 3.2.2-18	電線材料の仕様	3-25
表 3.2.2-19	埋設防護管の概要	3-26
表 3.2.4-1	日本側と「マ」国側の施工区分	3-44
表 3.2.4-2	現状の問題点とその改善案	3-48
表 3.2.4-3	トレーニング内容	3-50
表 3.4.1-1	標準的な設備機器の日常点検項目	3-52
表 3.4.1-2	標準的な設備機器の定期点検項目	3-53
表 3.4.2-1	本計画で調達する予備品及び保守用道具	3-54

<図>

写真 3.2.2-1	第2号秒棟および第3号病棟の外観	3-6
写真 3.2.2-2	第2号棟および第3号棟の屋根と排気ダクト室	3-6
図 3.2.2-1	太陽光発電モジュールの配置と陰の影響の検討(例)	3-7
図 3.2.2-2	「マジュロ病院」における年間想定発電電力量	3-9
図 3.2.2-3	太陽光発電システムの系統連系点	3-11
図 3.2.2-4	連携PVシステム構成図-1	3-11
図 3.2.2-5	連系PVシステム構成図-2	3-12
図 3.2.2-6	連系PVシステム単線図	3-12
図 3.2.2-7	マジュロ発電所の周波数データ	3-17
図 3.2.2-8	マジュロ発電所の負荷データ	3-18
図 3.2.2-9	許容周波数変動率と太陽光発電導入可能量の関係	3-19
図 3.2.2-10	マジュロ病院の既存の屋根構造	3-26
図 3.2.2-11	架台の支柱設置(案)	3-27
図 3.2.2-12	PVモジュールレイアウト計画	3-28
図 3.2.4-1	実施体制	3-41
図 3.2.4-2	ソフトコンポーネント実施工程	3-51
図 3.2.4-3	事業実施工程	3-51

略語集

CMI	College of Marshall Islands	マーシャル諸島短期大学
EDF	European Development Fund	欧州開発基金
EIA	Environment Impact Assessment	環境アセスメントガイド ライン
EPA	Environment Protection Authority	環境保護局
EU	European Union	欧州連合
GDP	Gross Domestic Products	国内総生産
GNP	Gross National Products	国民総生産
IEC	International Electro technical Commission	国際電気標準会議
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
JIS	Japanese Industrial Standard	日本工業規格
MEC	Marshalls Energy Company	マーシャル電力公社
MIMRA	Marshall Island Marine Resources Authority	マーシャル諸島海洋資源局
MOH	Ministry of Health	保健省
MRD	Ministry of Resources and Development	資源開発省
SHS	Solar Home System	独立型ソーラーシステム

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

マーシャル諸島共和国（以下、「マ」国と称す）の電力・エネルギー政策は資源開発省（MRD：Ministry of Resource Development）が管轄している。MRDには、農業、貿易投資、エネルギー計画、財務等の各部局が設置されており、エネルギー計画局が再生可能エネルギーの導入、利用、促進、省エネルギーの推進を担当している。電力事業に関しては、政府から独立した組織として、マーシャルエネルギー公社（MEC：Marshalls Energy Company）が業務を実施しており、発電から配電、燃油輸入、販売などエネルギー全般の事業を請け負っている。

現在、「マ」国では、ディーゼル発電が主たる発電源動力となっているが、「マ」国では、エネルギー全体の90%は輸入燃油に依存しており、燃油の価格変動がエネルギーの供給体制に大きく影響を及ぼす非常に脆弱な状況にあり、エネルギー供給体制の強化が課題となっている。以下に環礁/島別照明用エネルギー源割合（1999年）を示す。データは1999年人口センサス時のものであるが、その後社会インフラ整備に大きな変化はないことから、参考資料として提示する。

表 1.1.1-1 環礁/島別照明用エネルギー源割合（1999年）

環礁 / 島	ディーゼル発電	ケロシン(灯油)	太陽光	その他
マーシャル全体	63.4	31.0	5.2	0.4
Ailinglaplap	3.4	86.0	9.7	0.9
Ailuk	1.2	76.1	20.4	2.3
Arno	7.0	77.0	15.6	0.4
Aur	1.2	93.0	5.8	0.0
Ebon	0.0	93.4	6.6	0.0
Enewetak	42.2	56.9	0.0	0.9
Jabat	0.0	26.7	73.3	0.0
Jaluit	35.8	63.3	0.0	0.9
Kili	100.0	0.0	0.0	0.0
Kwajalein	89.9	9.7	0.0	0.4
Lae	0.0	87.5	12.5	0.0
Lib	0.0	100.0	0.0	0.0
Likiep	16.0	76.6	6.2	1.2
Majuro	88.3	11.0	0.3	0.4
Maloelap	13.0	76.1	10.9	0.0
Mejit	0.0	100.0	0.0	0.0
Mili	3.7	83.1	13.2	0.0
Namdrik	0.0	4.2	94.9	0.9
Namu	2.4	93.6	2.4	1.6
Ujae	1.5	86.6	11.9	0.0
Utrik	1.5	38.5	60.0	0.0
Wotho	0.0	72.2	27.8	0.0
Wotje	6.5	77.6	15.9	0.0

(出所：STATISTICAL YEARBOOK 2005/2006)

かかる状況下、太陽光発電については、離島部では小中規模、また都市圏では大規模の太陽光発電設備の拡充を目指し計画を策定している。離島部に関しては、2009年7月までに、EUや台湾などの援助により約1,470台の独立型太陽光発電システム（SHS：Solar Home System）の設置を行った。MECとしては、各ドナーの援助を受けながら、MECの維持管理の下、2010年初旬までに1,500台の設置、また太陽光発電設備管理のための人材の育成を計画している。

一方、都市部に関しては、本計画の対象地である「マ」国の首都においてマーシャル諸島短期大学に米国からの援助の下、60kWの太陽光発電（PV）設備が設置されている。構想としては、グリッド接続する計画にあり、停電など非常時には周辺地域への電力供給も行なっているが、通常は、発電容量も大規模ではないため、学内の消費にとどまっているが、将来的には、本計画を含め、運営状況をモニタリングした上で首都マジロのみならず、クワジェリン等の他の都市部へのグリッド接続を計画している。

また、太陽光発電の普及と併せて、マーシャル諸島短期大学（CMI：College of Marshall Islands）にて椰子油を利用したバイオディーゼル発電機が設置された。近々試験稼働を行なう計画である（詳細については、1-4 他ドナーの援助動向に記載）。「マ」国全体として、2008年には椰子油を5.3ML製造しており、現時点では、ディーゼル燃料より割高であるが、将来コスト面でディーゼル燃料との価格差が無くなれば、新たなエネルギー源として大きく活用されることが期待されている。なお風力発電についても今後、マーシャル短期大学で試験的に稼働させる計画があるなど、さまざまな再生可能エネルギー活用の取り組みが試験的に行われている。

マジロでの電力消費量が最も多い状況下、首都部での再生可能エネルギー普及が、国家エネルギー政策にて掲げられたゴールの一つである「2020年までにエネルギーの20%を再生可能エネルギーにて供給する」の目標の達成の鍵となるところ、本計画の実施に「マ」国政府も大きく期待を寄せていることを確認している。

1-1-2 開発計画

「マ」国のエネルギー分野に関しては1979年、経済的な非常事態宣言の中で、エネルギー・電力分野の主管官庁であるMRDに対して、以下の項目について早急に対応するよう要請がなされた。

- (A) マジロ、クワジェリン等の都市部に居住する住民の為に離島の太陽光発電のような代替エネルギープロジェクトを促進する。
- (B) 輸入石油燃料への依存率を低減するためにMITPP（Marshall Islands Tobolar Processing Plant）のディーゼル代替燃料の処理能力を高めること。
- (C) マーシャル海域で操業する漁船の漁獲物の転載に関する措置及びMIMRA（Marshall Island Marine Resources Authority）に登録されている漁船がマーシャル海域で操業するときは、MECから燃料を購入することへの合意を促進する。

上記の（A）及び（B）については現在も継続中である。

かかる背景の下、「マ」国は、2001年の国家社会・経済サミット（第2回）の開催後、「マ」国の2003年から2018年にわたる15カ年の経済開発計画である、国家構想2018（Vision 2018）を示し、その中で国家経済、社会開発、教育促進などの分野の政策と併せて国家エネルギー政策（National Energy Policy）を2003年に制定した。その中で「マ」国は、「社会経済の発展のため、「マ」国の全

国民に、入手可能で、信頼性が高く、持続可能なエネルギーを供給すること」を今後 15 年のエネルギー分野の展望として示し、以下に示すゴールを設定した。下記ゴールには、将来的には再生可能エネルギーの活用を含めての全国民への電力供給を目指すことが示されており、太陽光発電はその中核的な存在と位置づけられている。

- 2015 年までに都市部は 100%の世帯、離島部では 95%の世帯の電化を行う。
- **2020 年までにエネルギーの 20%を再生可能エネルギーにて供給する（現状約 6%）。**
- 2020 年までに一般世帯およびビジネス関連施設の 50%、政府関連施設の 75%のエネルギー利用効率の向上
- 2015 年までに MEC のエネルギー供給ロスの 20%削減

そして 2009 年 7 月には、新国家エネルギー政策およびエネルギー行動計画(National Energy Policy and Energy Action Plan) を制定し、系統連系型太陽光発電システムの導入を計画した。

「マ」国は、設定されたゴール達成のため、同政策では主要分野、方針を表 1.1.2-1 の通り示し、制度の充実を図っている。また「マ」国政府は、MRD にエネルギー計画部 (Energy Planning Division) を設立し、政策実施体制の強化を図るとともに 2009 年 7 月に新国家エネルギー政策およびエネルギー行動計画 (National Energy Policy and Energy Action Plan) を制定した。この中で、再生可能エネルギーの活用などグリッド接続型太陽光発電を実施することも含めて、新国家エネルギー政策を実施するための具体的な計画を示している。

またこの中で、計画実施のためには予算措置を講じる必要があるため、実施された計画の効果を評価、モニタリングの上、毎年見直しが行われることとなっている。

なお、国家エネルギー政策には主要島におけるディーゼル発電による電力供給と離島部での SHS 等による電力供給の促進が含まれている。

表 1.1.2-1 国家エネルギー計画（方針）

主要分野	主要方針と計画
国家協調（連携）と計画	<ol style="list-style-type: none"> 1. 連携計画とプログラム 2. 適切な方針の見直しと実行 3. 公共部門と民間部門とのパートナーシップの促進 4. 地方及び国際基金への投資 5. 「マ」国の再生可能エネルギー機器の最新化と規格化 6. 国家エネルギーの需要と供給に関するデータベースの創設
再生可能エネルギー/地方電化	<ol style="list-style-type: none"> 1. 「マ」国の再生可能エネルギーのポテンシャル調査・評価 2. 太陽光発電など再生可能エネルギーによる、離島の電化促進 3. マジュロやイバイの成長産業であるホテル等の太陽熱温水器の利用促進 4. 離島部の地方電化計画実施に向けての資金メカニズム、法制度と組織体制の整備
電力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電気利用の効率化促進 2. MRD（資源開発省）評議会会員を通じての MEC への働きかけ 3. DSM（Demand Side Management;需要家の電力管理）の導入と、需要家からの電気料金全額回収による、最小費用での電力開発手法の確立
石油	<ol style="list-style-type: none"> 1. 競争入札を通して、ゆるぎない信頼性のある石油製品の供給 2. 的確な製品の規格・保管・処理・処分 3. 石油保全と有効利用の促進 4. 地方において、信頼と購入しやすい石油燃料の供給の促進 5. 離島部における、燃料価格のガイドラインの設立と執行
エネルギー効率化と省エネ	<ol style="list-style-type: none"> 1. 政府と民間セクターにける、エネルギー効率プログラムの開発 2. 「マ」国で販売されている冷蔵庫などの大型家庭用器具において、品質向上の奨励 3. エネルギー効率化と省エネに関する、情報の展開と普及

主要分野	主要方針と計画
輸送	<ol style="list-style-type: none"> 1. 排気規制の規則と手順についての開発 2. 自動車のさらなる効率基準の導入促進と実施 3. 陸上・海上輸送における、エネルギー効率利用の骨組み作り
分野横断的な問題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有能なスタッフと技術による、EPD (Electric Power Database) の強化を含む、国家的な能力開発 2. 環境に配慮した、エネルギー計画 (廃棄物と PV 用バッテリーの処理を含む) の開発
出所：マーシャル島 国家エネルギー計画 (Marshall Islands National Energy Policy (Go RMI,2003),with text edited and summarized)	

1-1-3 社会経済状況

「マ」国は、1947年に他のミクロネシア地域諸国（パラオ国、ミクロネシア連邦国、北マリアナ諸島）とともに国際連合の承認の下、米国の信託統治領を形成していた。その後、1986年10月21日に、米国との自由連合国家に移行し独立を果たした。米国と自由連合を盟約しているため、防衛、安全保障については米国が権限と責任を有するが、外交に関しては特に制限はなく、1991年には、国際連合への加盟を果たした。

しかし独立後も、他のミクロネシア地域諸国同様に、政府財政のほとんどを米国との自由連合盟約からの財政援助 (COMPACT)、および米軍基地関連収入に大きく依存しており、GNPでは45%、そして政府歳入の70%が米国からの財政援助で占められている。開発途上国の主要産業は第一次産業となっていることが通常であるが、「マ」国は自然資源にも恵まれておらず、そのため主要産業は政府関連の支出活動となっており、GDPの60~70%となっていることが、「マ」国経済の大きな特徴として挙げられる。なお、政府関連以外の主要産業は、コプラ、ココヤシ油製造を中心とした農業、および水産業となっており、経済成長率は、2001~2003年は年平均3%、そして2004~2007年は年平均3.6%にとどまっている。「マ」国としては、水産加工業、観光業を中心に、民間セクターを育成することにより、経済構造を改革して、経済成長を促したうえでの経済的自立を目指している。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概念

大洋州島嶼国は、国土が狭小で低標高であるため気候変動の影響に対し非常に脆弱であり、戦略的な対策の展開が喫急の課題となっている。太平洋の小島嶼国等における気候変動に対する適応策の支援として、2008年1月にスイスにて開催されたダボス会議において、福田元総理が気候変動のための新たな資金メカニズムとして、総額100億ドル（1兆2,500億円）の「クールアース・パートナーシップ」を発表した。本メカニズムの運用においては、政策協議を経た途上国を対象として、適応策及びクリーンエネルギーへのアクセス等の支援を中心とした5年間で約2,500億円の無償資金協力、技術協力等による支援、また、緩和策を中心とした5年間で5,000億円の「気候変動対策円借款」の供与を行うこととしている。大洋州地域においては、パラオ、ミクロネシア、マーシャル、ナウル、キリバス、パプアニューギニア、バヌアツ、ツバル、サモア、トンガ、ニウエ、クック諸島が既に「クールアース・パートナーシップ諸国」となっている。

日本政府の政策を受け、独立行政法人 国際協力機構 (JICA) では2008年4月1日付「気候変動

に係る取り組みの方向性」において、途上国に対する気候変動対策支援における基本的方針を定め、大洋州の小島嶼国等における気候変動に対する適応力を高める協力への取り組み強化が強調されている。これを受け、大洋州地域における我が国の気候変動対策支援強化のための支援ニーズを調査したところ、ミクロネシア連邦国、パラオ共和国、マーシャル諸島共和国、トンガ王国からは、緊急ニーズとして PV に関する案件の情報が提出された。同情報に基づき、2009 年 2 月から 3 月にかけて、PV を活用した環境プログラム無償資金協力事業を想定して、「大洋州地域環境プログラム無償資金協力事業（太陽光発電）促進のためのプロジェクト形成調査」を実施した。右調査の結果、それぞれの国におけるニーズと事業実施可能性が確認され、各国政府より環境プログラム無償資金協力にかかる正式な要請が発出され、日本政府による早期の実施決定が検討された。

本調査では、PV 導入に関連した情報収集を行い、当該協力の必要性及び妥当性の詳細を再確認するとともに、環境プログラム無償資金協力としての「マ」国での具体的な協力計画の策定及び同無償の供与額に見合った概略設計を行い、概算事業費を積算し、入札図書参考資料を作成することを目的とし実施された。本調査および「マ」国側との協議の結果、本計画実施にあたっては、保健省所轄のマジュロ国立病院を本計画対象サイトとする。マジュロ病院は第二次医療施設とともに第一次医療施設としての機能も有している。1 日の来院者数は、付き添いを含めると 1 日あたり、150-200 名であり、対象施設内には、CT ルーム、手術室、緊急外来、生体検査室、外来診察室がある。供与機材は主管官庁である MRD を通して「マ」国政府が所有者となり、「マ」国政府と再生可能エネルギー設備の維持管理に関する委託契約をしている MEC が維持管理を担当することを確認した。

1-3 我が国の援助動向

1-3-1 無償資金協力

「マ」国に対する無償資金協力に関して、我が国は水産、運輸、教育セクターに対して、協力を行ってきた。電力セクターに対する支援は今まで実績がなく、本計画が初めての電力セクターへの協力となる。しかし、社会インフラ整備については、1997 年度案件「マジュロ環礁道路整備計画」にて、首都マジュロの主要道路のアスファルト舗装の部分改修及び排水溝や歩道の建設を行った。

「マ」国に対する我が国無償資金協力による 1980 年以降の支援実績は以下の表 1.3.1-1 に示したとおりである。

表 1.3.1-1 我が国の無償資金協力実績

年度	案件名	金額 (億円)	内容
1980	離島開発計画	3.00	水産開発
1981	マジュロ漁船用水路建設計画	2.40	水産開発
1983	漁業基地建設計画	4.70	マジュロ商業漁業振興
1984	(1期、2期)	3.80	
1985	ラジオ放送局整備改善計画	3.15	マジュロ市内
1986	マジュロ環礁水道設備改善計画	4.03	マジュロ空港脇貯水池
1987	(1期、2期)	5.60	給水棟
1988	マジュロ旧栈橋改修計画	6.48	栈橋改修計画
1989	離島漁業振興計画	5.99	水産無償
1990	(1期、2期)	3.37	小規模漁業振興
1991	離島水産物流通改善計画	3.75	水産無償
1992	(1期、2期)	5.88	小規模漁業振興
1993	小規模漁業開発計画	1.48	水産無償 小規模漁業振興
1994	マーシャル高校改善計画 (1期、2期)	6.17 6.00	マーシャル高校建設 教育資材
1995	第2次離島水産流通改善計画 草の根無償	4.53 0.03	水産無償
1996	マジュロ環礁道路整備計画(D/D) 草の根無償	0.67 0.13	道路整備
1997	マジュロ環礁道路整備計画(国債 1/3) 無償台風災害 草の根無償	3.05 0.05 0.89	台風被害復旧
1998	マジュロ環礁道路整備計画(国債 2/3) 草の根無償	6.23 0.29	コーズウェイ架け替え
1999	マジュロ環礁道路整備計画(国債 3/3) 草の根無償	4.92 0.36	
2000	ジャルート環礁漁村開発計画 草の根無償	4.07 0.34	
2001	草の根無償	0.46	
2002	草の根無償	0.30	
2003	マジュロ病院整備計画 1期 草の根・人間の安全保障無償	6.14 0.97	病院建屋、機材
2004	マジュロ病院整備計画 2期(国債 1/2) 草の根・人間の安全保障無償	1.80 0.88	病院建屋、医療機材

年度	案件名	金額 (億円)	内容
2005	マジュロ病院整備計画 2期(国債 2/2)	1.94	医療機材
	草の根・人間の安全保障無償	0.95	
2006	草の根・人間の安全保障無償	0.52	
2007	草の根・人間の安全保障無償	0.66	
2008	ノン・プロジェクト無償	2.00	経済支援
	マジュロ環礁魚市場建設計画	8.25	水産施設+小規模 PV システム+運搬船

(出所：外務省資料を参考に調査団が作成)

1-3-2 技術協力

技術協力分野における我が国の協力は、環境、保健分野で専門家派遣、研修員環境、保健等の分野で研修員受入を行っているほか、1989年に青年海外協力隊派遣取決めが締結され、ボランティア派遣を中心に協力活動が実施されている。

1-4 他ドナーの援助動向

1-4-1 米国

米国は、前述のとおり COMPACT を通じ多額の援助を「マ」国に行っているが、再生可能エネルギー分野においては、「マ」国の最高学府に位置づけられているマーシャル諸島短期大学 (College of Marshall Islands/学生数約 800 人) の校舎の屋根を利用した太陽光発電設備の設置、ココヤシ油を利用したバイオディーゼル発電 (既に実施)、風力発電 (未実施) エネルギーに関するプロジェクトを進めている。なお、プロジェクト総額は 25 百万ドルである。

マーシャル諸島短期大学で実施されている当該プロジェクトは 3 フェーズで構成されており、現在のところ、第 1 フェーズで設置された 65kW の太陽光発電設備が稼働している。2011 年の完工を目指しており、最終的には 198kW の設備となる計画となっている。なお、工事全体は BECA (ニュージーランドの会社) が請負っているが、サブコントラクター (調達業者) は各フェーズにて入札により選定される計画となっている。第 1 フェーズ (BECA 落札時) では、17 社 (海外の企業) が入札登録を行い、14 社が関心表明を行い、5 社が応札にいたった。なお、落札金額は 0.5 百万ドルであった。

1-4-2 EU

欧州開発基金 (European Development Fund/EDF) が「マ」国に対し行っている協力の中で、再生可能エネルギー分野に毎年 40 万ドルの資金を投入している。主な協力内容は以下のとおりである。

- ・ 2008 年は Ailinglaplap Atoll に 420 ユニットの SHS 太陽光発電装置を設置
- ・ エネルギー関連の法整備への協力 (国家エネルギー政策の改定にかかる支援)
- ・ また、かかる計画と併せて、離島部の 6 つの公立小学校に 100 万ドル相当 (333 パネル)

の SHS を 2009 年中に設置する計画にあるとの報道がされている。

1-4-3 台湾

台湾は 2007～2008 年にかけて離島へ SHS の導入を行い、総額で 300 万米ドルの支援が行われた。対象地域である離島は Likilep、Ebon、Arno であり、936 台の機材が供与された。また本計画の対象地域であるマジュロ病院には 2007 年医療機材の供与を行っているが、この際病院内の駐車場にスタンドアロンタイプの太陽光発電街灯（7 基）の設置も行なわれた。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

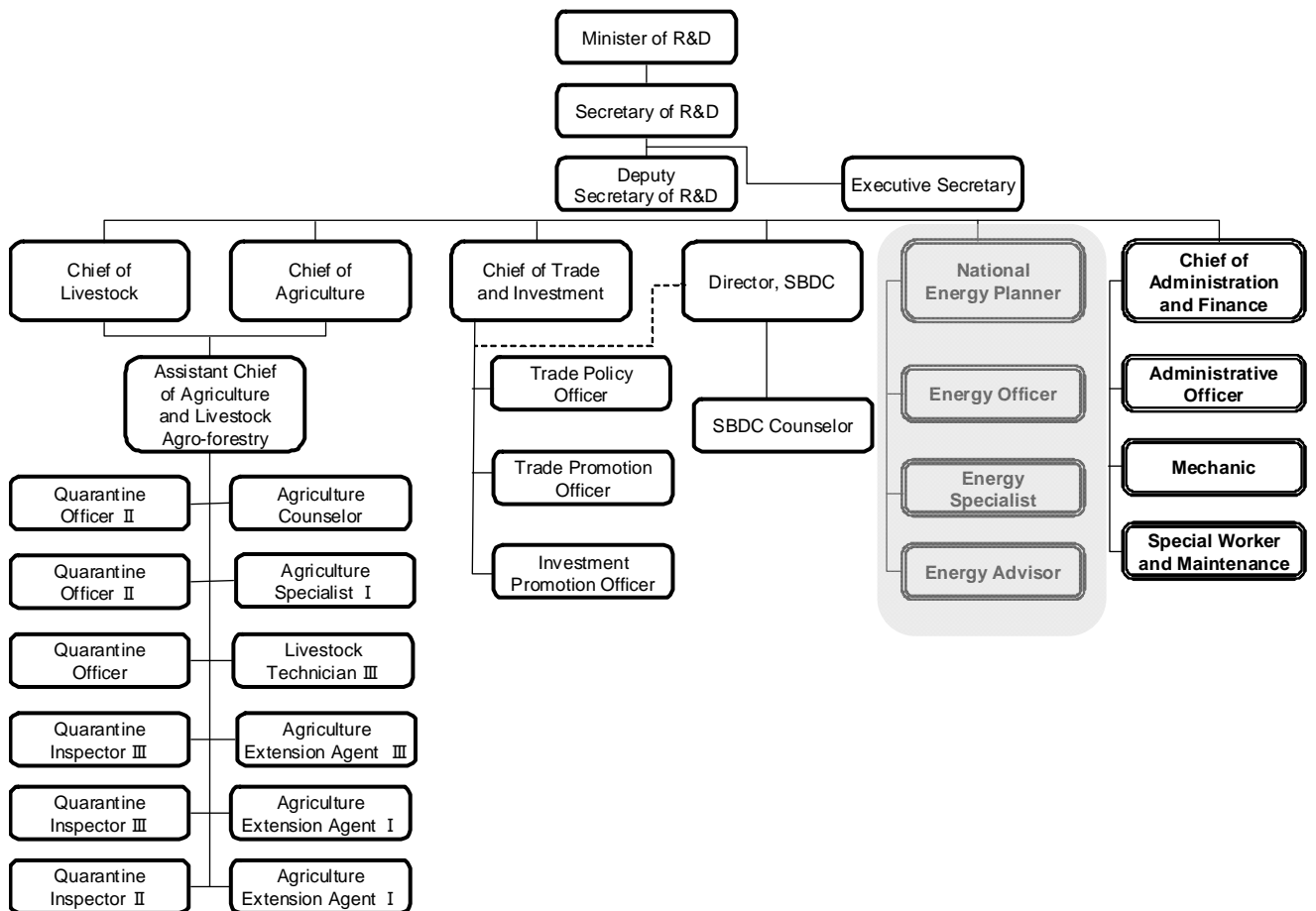
第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1) 主管官庁

「マ」国における電力・エネルギー分野の担当省庁は資源開発省（MRD：Ministry of Resources and Development）であり、本計画の主管官庁となる。MRDは農業、貿易投資、エネルギー計画、財務等の各局を有している。その中のエネルギー計画局がエネルギー関連分野の政策策定、計画・実施責任を負っている。本計画において、計画対象地は保健省が管轄するマジュロ病院であるが、本計画で設置される太陽光発電機材はMRDが管轄する計画となっている。保健省は、機材の設置場所として、マジュロ病院の屋根部（第2号病棟、第3号棟病棟）の提供を行う。図2.1.1-1に、MRDの組織図を示す。なお、下図の影付き部分で示した国家エネルギー計画担当者（National Energy Planner）管轄の部署が本計画の担当部署となっており、4名の職員が業務を行っている。



（出所：MRD 資料）

図 2.1.1-1 資源開発省（MRD） 組織図

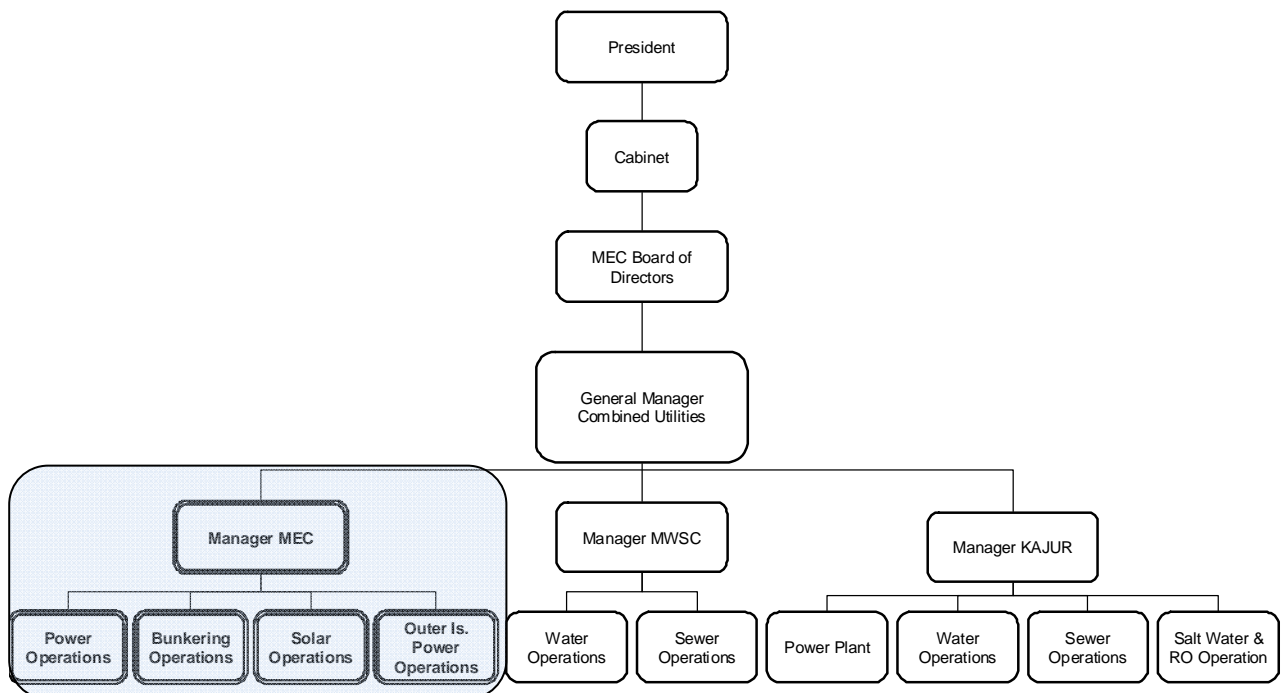
(2) 実施機関

本計画の実施機関は、マーシャルエネルギー公社（MEC：Marshalls Energy Company）である。MECは1984年に設立された政府から独立している組織であり、電気のみならずエネルギー事業を一貫して行っている。また、MECはマジュロに電力部門と水道部門を有しており、またクワジェリンには、クワジェリン環礁の電力、上・下水道および淡水化事業を行なう部門を有している。

なお、マジュロの電力部門には3名の熟練技術者と多数の技士がおり、マジュロの発電所、燃料販売、太陽光発電、離島の発電所（イバイ、ウオツジェ、ジャルート）事業を管轄している。

MECの株式は、100%政府が保有しており、株式の売買には政府の承認が必要となっている。株式会社という形態であるため、MECの民間資本への売却の可能性が憂慮される場所である。2009年7月現在まで、民間資本（モービルなどの外資を含む）から、株式譲渡の問い合わせがあったことがある。しかしこれらオファーはあくまでMECの燃油部門（備蓄タンクなどの資本）への買収に関する問い合わせであり、本プロジェクトで関係する発電部門に関連する問い合わせは一切ない。なお、「マ」国政府としては燃油部門買収に関する問い合わせも一切拒否している。そのため、MECの株式が民間などに買収される可能性はないと判断される。

2003年に策定された国家エネルギー政策「National Energy Policy」のもと、主要島におけるディーゼル発電による電力供給と離島部でのSHS等による電力供給の促進を目標としており、2009年7月に策定された新国家エネルギー政策の下、系統連系型太陽光発電システムの導入も行う予定となっているが、これら太陽光発電事業の実施については、MECが実施機関となっている。図2.1.1-2として、MECの組織図を示す。なお、下図の影付き部分に示した、マネージャーが管轄する部署が本計画の担当部署を示している。



(出所：MEC 資料)

図 2.1.1-2 MEC 組織図

また、本計画実施にあたって、「マ」国側は、Energy Committee（外務省、内務省、経済計画統計局、環境・計画局、マジユロ環礁水道下水公社、MEC）からなるタスクフォースチームが参画する計画となっている。マジユロ病院を管轄する保健省は、タスクフォースチームに加わらないが、実施にあたっては、保健省およびマジユロ病院を含めて、日程・工程会議を開催して、病院内の工事区画の明け渡しなど円滑な工事が進められるように十分な打ち合わせを行う計画とする。

2-1-2 財政・予算

1) MEC の経営状況

本計画の実施機関である MEC の財政・予算状況を以下に示す。

下表に示したとおり、恒常的に負債が増加している状況にあり、特に電気需要量がピークであった 2005 年以降に収支バランスの悪化が顕著となっている。これは燃油の世界的な価格の上昇に伴い、それにより燃油・潤滑油（発電所の維持管理用）、燃油輸入税などの項目の支出額が大幅に増加した一方、燃油・ガス収益がそれほど伸びなかったこと。並びに収支バランスの悪化により、銀行からの借入金、利息支払額が増額されたことが大きく影響を及ぼしていると考えられる。収益バランスの悪化の対策として間接的な支出を抑える努力をしているが、財政的には厳しい状況が続いている。しかし、負債については、社会基盤の維持継続を主目的として「マ」国政府により補填がなされている。

表 2.1.2-1 MEC 財政・予算状況 (2004-2007)

	2004	2005	2006	2007
オペレーションにかかる収入				
燃料・ガス販売	11,314,817	13,882,183	9,500,398	8,121,581
販売経費	9,168,423	11,231,959	7,175,688	6,529,830
燃料・ガス部門収益	2,146,394	2,650,224	2,324,710	1,591,751
電力収入	8,619,539	9,694,526	11,513,582	14,056,275
サービス料	191,150	197,795	258,640	241,570
電気部門収入合計	8,810,689	9,892,321	11,772,222	14,297,845
燃油・ガス、電気収入合計	10,957,083	12,542,545	14,096,932	15,889,596
オペレーション費用				
燃油・潤滑油代	6,117,175	9,179,569	11,699,601	11,551,990
賃金・手当等	2,278,300	2,478,846	2,474,059	2,397,171
修理・維持管理費	1,327,321	1,416,850	1,153,788	1,777,687
減価償却費	1,125,029	1,129,755	1,130,049	1,048,316
貨物		211,563	282,954	344,166
事務所経費	346,658	146,305	136,335	178,179
所得税	342,635	414,658	289,639	274,977
不良債権	274,237	71,053	7,204	449,396
保険代	148,606	167,339	121,722	138,631
燃油輸入税	88,795	171,334	269,668	185,817
スタッフトレーニング代	76,562	53,694	67,814	28,286
安全管理、ユニフォーム代	58,871	30,088	31,044	36,441
機材賃貸料		15,038	25,253	15,711
旅費	55,615	57,098	47,079	112,517
通信料	31,384	41,555	50,185	72,891
福利厚生費	21,968	30,852	14,394	1,730
専門家費	10,426	53,063	16,544	34,738
広告費	4,392	6,389	9,061	8,492
銀行手数料			106,075	60,295
雑費	27,918	70,617	58,744	67,697
オペレーション費用合計	12,335,892	15,745,666	17,991,212	18,785,128
オペレーション収支	-1,378,809	-3,203,121	-3,894,280	-2,895,532
オペレーション外収支				
COMPACT		25,000	0	0
利息	636,616	356,213	1,618,686	1,611,293
オペレーション外収支バランス	-636,616	-331,213	-1,618,686	-1,611,293
資本	173,994	400,000	1,470,000	874,250
合計収支バランス	-1,841,431	-3,134,334	-4,042,966	-3,632,575

(出所：MEC 資料)

「マ」国マジュロ地域における、最新の電気料金体系としては以下の通りである。

基本料金	\$ 0.22/kWhr (500kWhrs/月以下の場合)
住居用	\$ 0.24/kWh
商用	\$ 0.30/kWh
政府用	\$ 0.31/kWh

電気料金徴収率は不明、料金支払いは MEC の窓口支払いもしくはプリペイドカードでの支払いが行われている。

2-1-3 技術水準

「1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概念」に示したとおり、本計画実施にあたっては、保健省所轄のマジュロ国立病院を本計画対象サイトとし、主管官庁である MRD を通して「マ」国政府が所有者となり、実施機関である MEC が維持管理を担当することから、本計画にて導入する連系 PV システムの実施体制は、MEC が、通常の電力設備と同じ位置付けで維持管理を担当する体制が望ましいとの判断に至っている。したがって、ここでの技術水準評価の対象は、設備の維持管理をする MEC について行う。

前述したとおり、MEC は総勢 176 名の比較的小さな組織であり、全体に占める技術員の人数も少なく、その中でも発電所（ディーゼル発電）の運転維持管理に関する技術者がほとんどであり、太陽光発電に関する技術者は若干名であることから、全体の技術水準は高いとは言いがたい。現状の MEC の体制は、図 2.1.1-2 に MEC 組織図で示すとおりである。Solar Operation 部所属職員数は 5 名で、うち、1 名は技師/Engineer であり、その他 4 名は技術者/technician として、技師の指導の下、業務を遂行している。特に、発電機 ON-OFF および出力(周波数)・電圧調整に至っては、オペレータが経験則より手動にて実施しており、今後、大規模工場等の進出した際に発生しやすい比較的大きな負荷変動や相当量の系統連系太陽光発電が導入された際に発生する瞬時的な出力変動には対応しきれない可能性がある。

しかしながら、離島の SHS については、既に、2009 年 7 月現在で 1,470 ユニットが配置されており、かかる設備のメンテナンスとして、Outer Islands Power Operation 部には計 28 名の職員が配置されている。Solar Operation 部の職員の指導の下、運用管理実績もあることから、太陽光発電についての一定技術レベルを有した技術者は育っている状況と判断できる。

一方、本計画にて導入する系統連系 PV システムの技術は比較的新しく、その習得には多少時間がかかると思われるが、後述するマーシャル短期大学で既に導入されている太陽光発電システム等を参考にしながら、本計画にて実施するソフトコンポーネントにて適切に技術移転できれば特段問題はないと評価できる。

また、MEC としては、Solar Operation 部のスタッフを 10 名程度まで増員し、本計画で機材が設置された後、メンテナンスに必要な適正規模の人員を配置する計画があることを確認した。

2-1-4 既存施設・機材

1) 「マ」国の市中電力事情

今回の調査にて MEC から入手した資料によると、過去 6 年の首都マジュロ、ジャルート及びウオジェにおける市中電力の総供給量は以下に示すとおりである(表 2.1.4-1 参照)。2005 年の 60,734MWh をピークとし、近年は年間電力量が減少する傾向にある。

表 2.1.4-1 MEC の年間発電量 (マジュロ、ジャルート及びウオジェ)

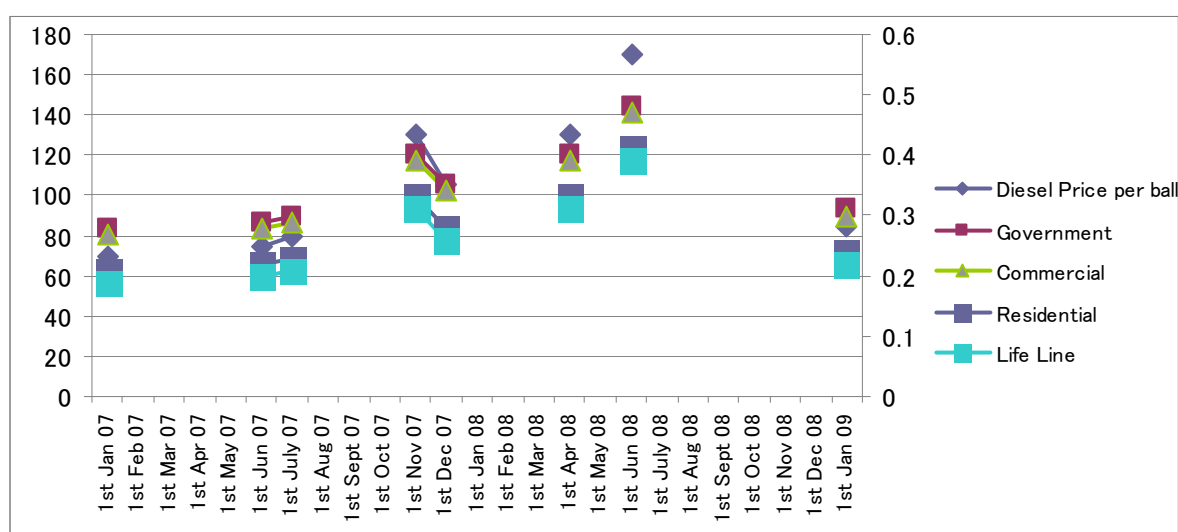
	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
年間合計	60,325,008	60,325,008	60,734,099	56,761,098	56,995,817	52,384,640
商業施設	20,625,812	20,625,812	22,195,168	21,599,522	21,387,468	21,337,845
政府関連	11,374,123	11,374,123	11,021,668	8,164,211	9,521,295	8,194,685
住宅	23,593,125	23,593,125	22,701,248	21,613,347	20,446,921	17,256,604
諸設備	4,731,948	4,731,948	4,816,015	5,384,018	5,640,133	5,595,506

(出所：MEC 資料)

発電量が減少傾向にあることにつき、MEC に確認したところ、以下の要因が考えられるとの回答を得た。

- ・ 2006 年以降マジュロの大手水産会社とスーパーマーケットが撤退したこと、
- ・ 世界的な燃油の高騰の影響のため、2005 年以降にマジュロ市内の発電コストならび電気料が急激に上昇し、マジュロ市民の省エネルギーの意識が高まったこと (図 2.1.4-1 参照)

電気料金の上昇により電気料の支払が困難となったために、電気供給を打ち切った世帯が発生している (正確な数値は調査が実施されていないため不明)。

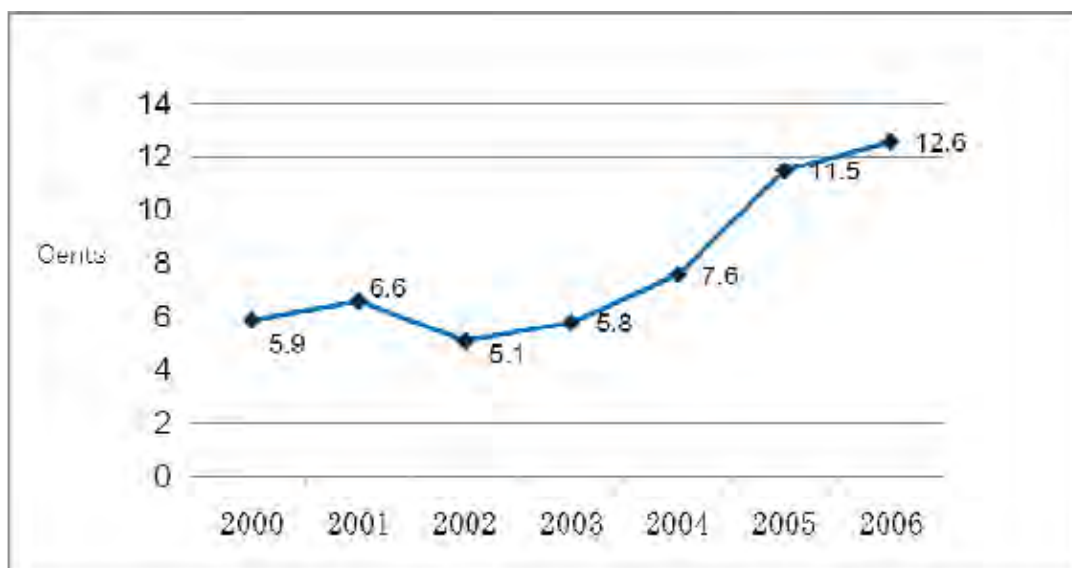


出所：MEC 資料より調査団が作成

図 2.1.4-1 「マ」国市中電気料金の推移

一方、以下の点を考慮すると、原油価格が下落し、「マ」国の電気料金が安定した場合、電気需要は増加し、将来的には年間約 60,000 MWh の安定した電力需要を想定している。

- ・ 「マ」国、およびマジュロ市の人口は増加傾向にある（表 2.1.4-3 参照）。
- ・ 2006 年の調査（Community Survey。経済政策・計画・統計局／Economic Policy, Planning and Statistics Office が実施）によると、マジュロ市内の全世帯の 40% が冷蔵庫を所有している、また、2009 年の UNDP 実施の調査でも、54% の世帯がエアコンを所有しているとの結果が出ている。このことから一般家庭の電化は非常に浸透しており電力需要は増加する気配が強い。
- ・ 電力契約者数全体としても、電力需要が下落した 2006 年においても契約者数は増加傾向にあり（表 2.1.4-2 参照）、原油高の短期的な急騰が止まり、電気料金が安定した場合、一般家庭の電気使用量は増加する可能性が非常に高い。



(出所：MEC 資料)

図 2.1.4-2 マジュロ市内の発電コスト推移 (2000-2006)

表 2.1.4-2 マジュロのタイプ別電力需要家数推移 (1990-2006)

年	タイプ別電力需要家数 (マジュロ)					合計	その他地域契約者数合計		
	商業施設	政府関連	住宅	諸公共設備	その他		Ebeye	Kili	Bikini
1990	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,261	N/A	N/A	N/A
1995	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,327	N/A	N/A	N/A
1996	193	80	955	1,481	25	2,734	N/A	N/A	N/A
1997	203	87	905	1,604	39	2,838	N/A	N/A	N/A
1998	222	73	961	1,554	36	2,846	N/A	N/A	N/A
1999	258	70	1,621	1,067	18	3,034	N/A	N/A	N/A
2000	272	82	1,174	1,585	35	3,148	N/A	N/A	N/A

年	タイプ別電力需要家数 (マジュロ)						その他地域契約者数合計		
	商業施設	政府関連	住宅	諸公共設備	その他	合計	Ebeye	Kili	Bikini
2001	389	124	1,125	1,525	39	3,202	1,185	N/A	N/A
2002	322	97	1,411	1,479	24	3,333	1,244	N/A	N/A
2003	302	97	1,452	1,627	26	3,504	1,283	144	6
2004	334	99	1,537	1,683	24	3,677	1,615	146	11
2005	338	104	1,504	1,689	23	3,658	N/A	146	11
2006	329	112	1,436	1,805	16	3,698	1,617	146	12

(出所：MEC 資料)

※Ebeye、Kili、Bikini のみのデータが公開されているが、その他、発電設備を有している地域発電設備は非常に小規模 (Wotje/275kW、Jaluit/275kW、Jaluit/275kW 等) であり、上記 4 地域でほぼ供給電力使用者を網羅していると考えられる。

表 2.1.4-3 マジュロ市の人口推移

年(人口センサス実施年)	1973	1980	1989	1999
人口数 (「マ」国全体)	25,045	30,873	43,380	50,840
人口密度 (「マ」国全体)	357	441	619	726
人口数 (マジュロ)	10,290	11,791	19,664	23,676
人口密度 (マジュロ)	2,744	3,144	5,244	6,314

(出所：Census Report)

※「マ」国では約 10 年毎に人口センサスを実施している。次回は 2009 年に実施される予定となっているが予算不足のため遅れる可能性があり、現時点では 1999 年のデータが最新のものとなる。

2) 発電設備の運用状況

首都マジュロの発電所は 1982 年に創設された STATION-1 と 1999 年に増設された STATION-2 で構成されている (詳細仕様は表 2.1.4-4 のとおり)。

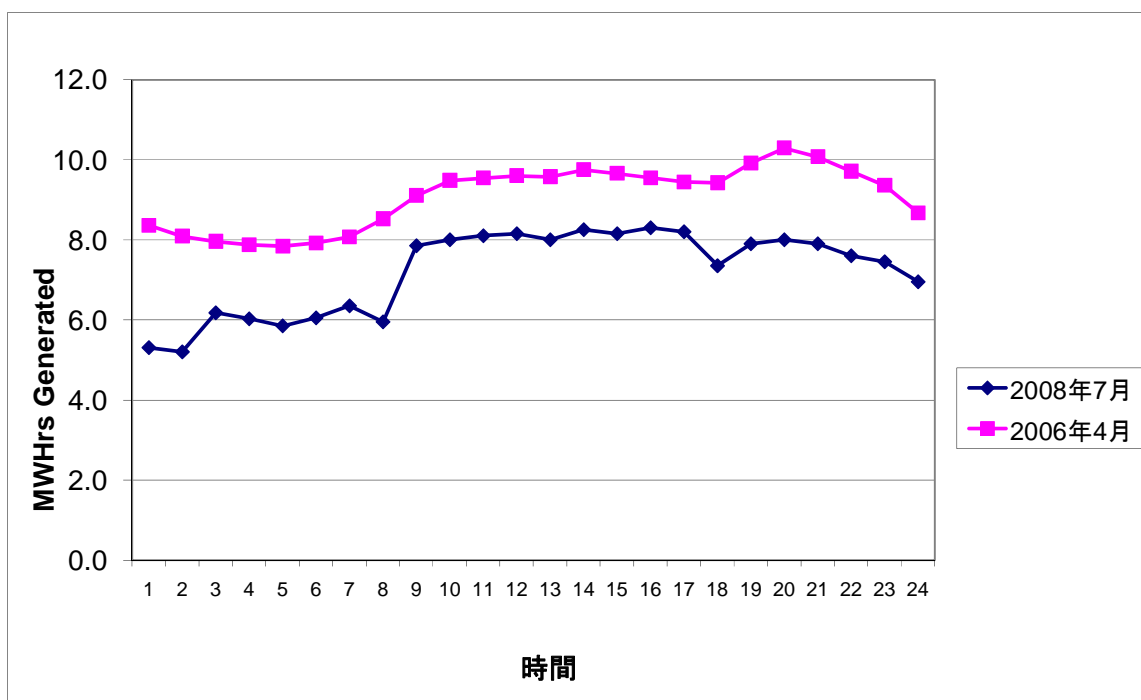
表 2.1.4-4 マジュロ発電設備の詳細仕様および運用状況

Power Station	Generators (Serial Numbers)	Manufacturer, Type, Rotation	Rated Output [kW]	Available Output [kW]	Remarks
Majuro Power Station #1	#1(18191)	Peilstick 10PC. 2V MK2, 450rpm	2,500	1,800	Governor Free
	#2(18192)		2,500	2,400	Governor Free
	#3(18193)		2,500	0	Inavailable at present
	#4(18194)		2,500	0	Inavailable at present
	#5(PD00048)	Catapillar 3616, 720rpm	3,300	1,800	Governor Free
Majuro Power Station #2	#6(640-16-010114)	Deutz BV16M640, 600rpm	6,400	5,000	Governor Free
	#7(640-16-010115)		6,400	5,000	Governor Free
Total Capacity [kW]			26,100	16,000	

出所：MEC より入手資料を基に聞き取り調査団にて作成

現在、#3、#4号機はメンテナンスおよび修理のために停止中（使用不可）であり、通常負荷時においては、#6、7号機の運転にて需要を賄える状態である。2006年4月および2008年7月のマジュロ発電所全体の1日の発電出力カーブ（月平均）は図2.1.4-3に示すとおりである。一方、表2.1.4-4に示すように、STATION-1及び2で合計16MWの発電能力を有しており、同発電所は負荷に対して十分な余力を持っている。なお、STATION-1、2は母線連絡されており、#1～#3 Feederの負荷を供給している。

また、発電所の稼働は24時間/日であり、365日運転を3交代制で行っており、発電機や送配電設備の修理点検のため、地区を限って1～2回/月の計画停電を行っている。ただ、運転技術員が手動による電圧・周波数の調整を行っていることから、大容量PVの導入については、詳細な検討を要する。



出所：MECより入手資料

図 2.1.4-3 1日の発電出力カーブ（月平均値）



出所：MEC の web サイト資料および調査団撮影

写真 2.1.4-1 マジュロ発電所外観 (STATION-1, 2)
およびディーゼル発電機 (#7 号機)

3) 配電設備の運用状況

マジュロの送配電線は東端のエジット島から北端のローラまで整備されており、発電所はこれらのほぼ中央部に位置している。発電所から 13,800V の 3 フィーダで送電されており、その内、フィーダ 1 は発電所から北方面へ延び空港以降は地中化されており、ローラ変電所 (Laura Substation) にて 4,160V に降圧してローラ地区へ、フィーダ 2 は市中を通り東方面へ延び、ジェンロック変電所 (Jenrok Substation) にて 4,160V に降圧してジェンロック、リタ地区、さらには海底ケーブルを介してエジット島まで送電している。一方、フィーダ 3 は地中送電線にて市中を中心に送電しており、本計画候補サイトであるマジュロ病院にも送電している。また、島内の送電線には、真空遮断器が 7 箇所設置されており、事故時および作業時に開放して、事故除去および作業できるようになっている。さらに、各送電線から分岐した支線には、柱上変圧器もしくは地上据置型変圧器が取り付けられており、単相 208V もしくは 3 相 4 線 208V/120V に変圧され、各需要家に電力供給している (図 2.1.4-4 参照)。



(ジェンロック変電所)



(柱上変圧器)



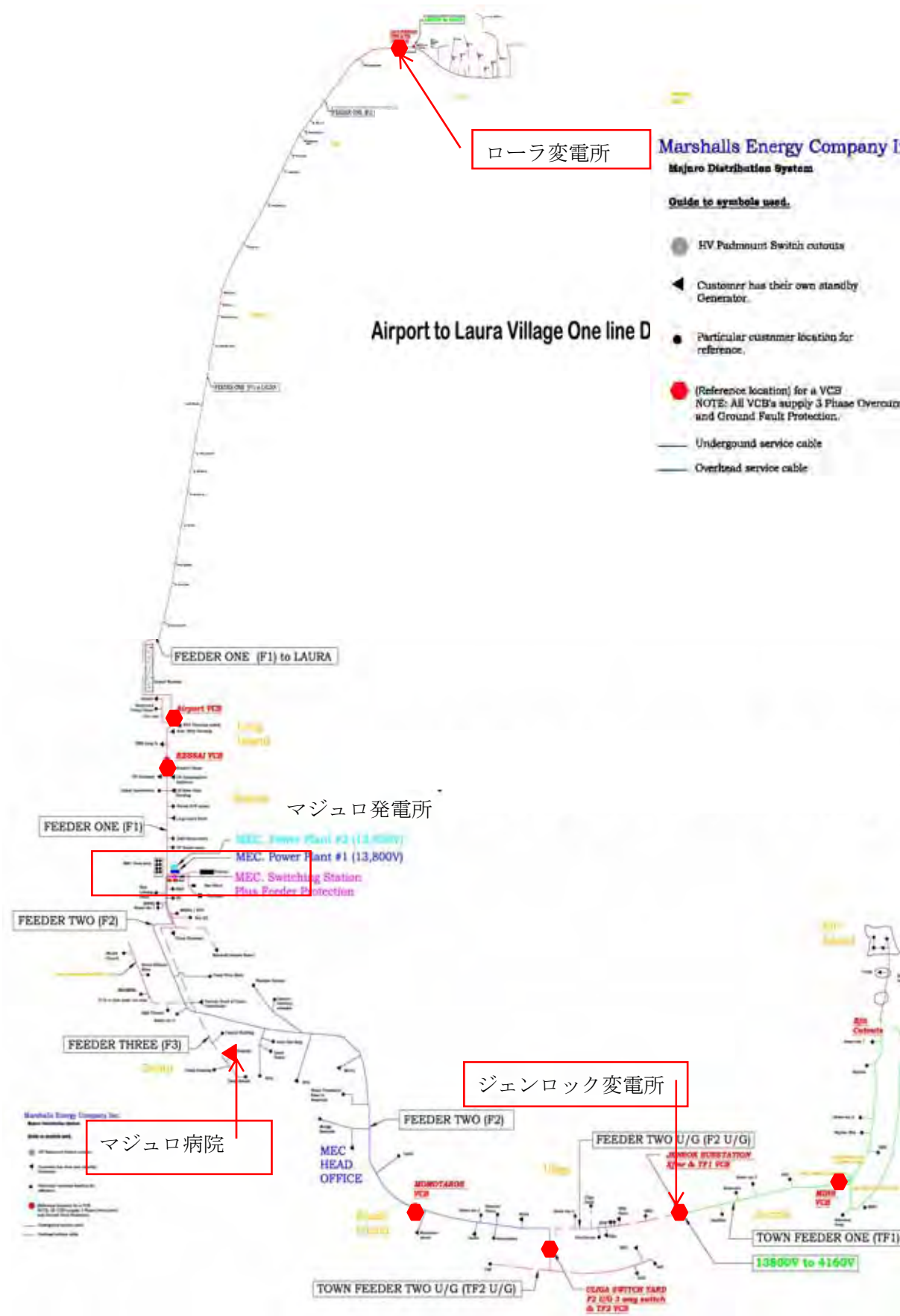
(開閉器および地上据置型変圧器)



(開閉器ブッシング引出部)

出所：調査団撮影

写真 2.1.4-2 マジュロ市内の配電設備



出所：MEC より入手資料

図 2.1.4-4 マジュロの配電線系統

4) PV 設備の普及・運用状況

PV 設備の普及と運用は、MRD がその役割を担っている。

「マ」国における太陽光発電設備は主に 2 つの形態で運用がなされている。

一つは離島で主に使用されている、設備容量が 100W 前後の SHS であり、もう一つは建物の屋根等の上に設置して系統と連系して使われる大容量 (数十 kW クラス) のシステムである。

SHS は系統電力がいきわたっていない離島の個人住宅等が有する照明やテレビなどへの電源として使われている。

離島での SHS 太陽光発電システムの普及状況を、表 2.1.4-5 に示す。

表 2.1.4-5 各離島の太陽光発電設備

島名	台数
Namdrik	121
Mejit	81
Wotje/Wodmej	36
Wotho	25
Likiep	107
Ebon	98
Arno	359
Ailinglaplap	412

(出所 : MEC 資料)

① 系統連系大容量太陽光発電システム

マーシャル諸島短期大学 (CMI) では、現在、校舎の屋根を利用した太陽光発電設備の設置、ココナツオイルを利用したバイオディーゼル発電 (既に実施)、風力発電 (未実施) エネルギーに関するプロジェクトを進めている。

同プロジェクトは 3 フェーズで構成されており、2011 年の完工を目指している。

第 1 フェーズとして、今年 6 月に大学施設の屋根の上に 60kW の系統連系型太陽光発電システム設置し運用を開始したが、発電量は学内での消費量を下回ることではないため、MEC との売電契約などは締結していない。

これに引き続き、第 2 フェーズとして 198kW の太陽光発電システムを 4 つの建物の屋根に設置する計画 (47kW+47kW+52kW+52kW = 198kW) が行われる。

なお、現在設置されている太陽光発電設備の内容は以下のとおりである。

- ・ 60kW PV システム・・・単結晶太陽光発電モジュールを使用
屋根の傾斜に沿ってアルミ設置・固定金具にてモジュールを設置
- ・ PV パワーコンディショナー (10kW 壁掛け式のパワーコンディショナー、メーカーは Sunny Boy) ; 6 台
- ・ 接続箱 ; 1 台



60kW PV システム



パワーコンディショナー (10kW×6 台)
と接続箱



太陽光発電モジュール

出所：調査団撮影

写真 2.1.4-3 CMI の PV 設備状況

5) マジュロ病院について

本計画の対象施設であるマジュロ病院は、1968 年に開院した「マ」国の中核的な医療施設であり、一次医療施設と二次医療施設を兼ねている。我が国無償資金協力（2004 年度／1 期、2005 年度／2 期）にて改築および機材の拡充が行われた。

本計画では、第 2 号病棟、第 3 号棟病棟の屋根部に機材を設置する計画となっている。なお、第 2 号病棟、第 3 号棟病棟の屋根面積は以下のとおりである。

第 2 号病棟：18.5 x 38.6=714 m²

第 3 号病棟：27.6 x 38.6=1,065 m²

既存の屋根は、折板の上に防熱パネルを敷き、これにシート防水が施工されているのみ

で、PV パネルを直接支持する十分な強度はない。そのため、PC パネルの架台は、屋根下の梁に PV パネル設置用の支柱を固定し、その支柱に設置を行うこととする。

PV パネル及び支柱、架台等の加重に対し、施設構造上の問題がないことを以下のように検証した。

病院屋根に設置する PV パネルユニットの 1 連は $36\text{m} \times 8\text{m} = 288 \text{ m}^2$ であり、PV パネル、傾斜をつけるための鉄骨トラス及び土台を含む総重量は 1 連当たりトラスと付属金物を含めて約 1440N となる。総荷重を 21 箇所ブラケットで支えた場合、一箇所あたりのブラケット荷重は 6.8N となる。秒速 70m の風荷重を考慮しても、 $6.8 \times 1.5 = 10.2\text{N}$ となる。

ブラケットは鉄筋コンクリートのラーメン構造の梁の両端部で柱に近い場所に設置することとなるので、ほぼ柱の上に荷重がかかる関係により、十分な耐荷重があると判断される。

なお、設置方法については「3-2-2-2 全体計画」に詳述を行う。

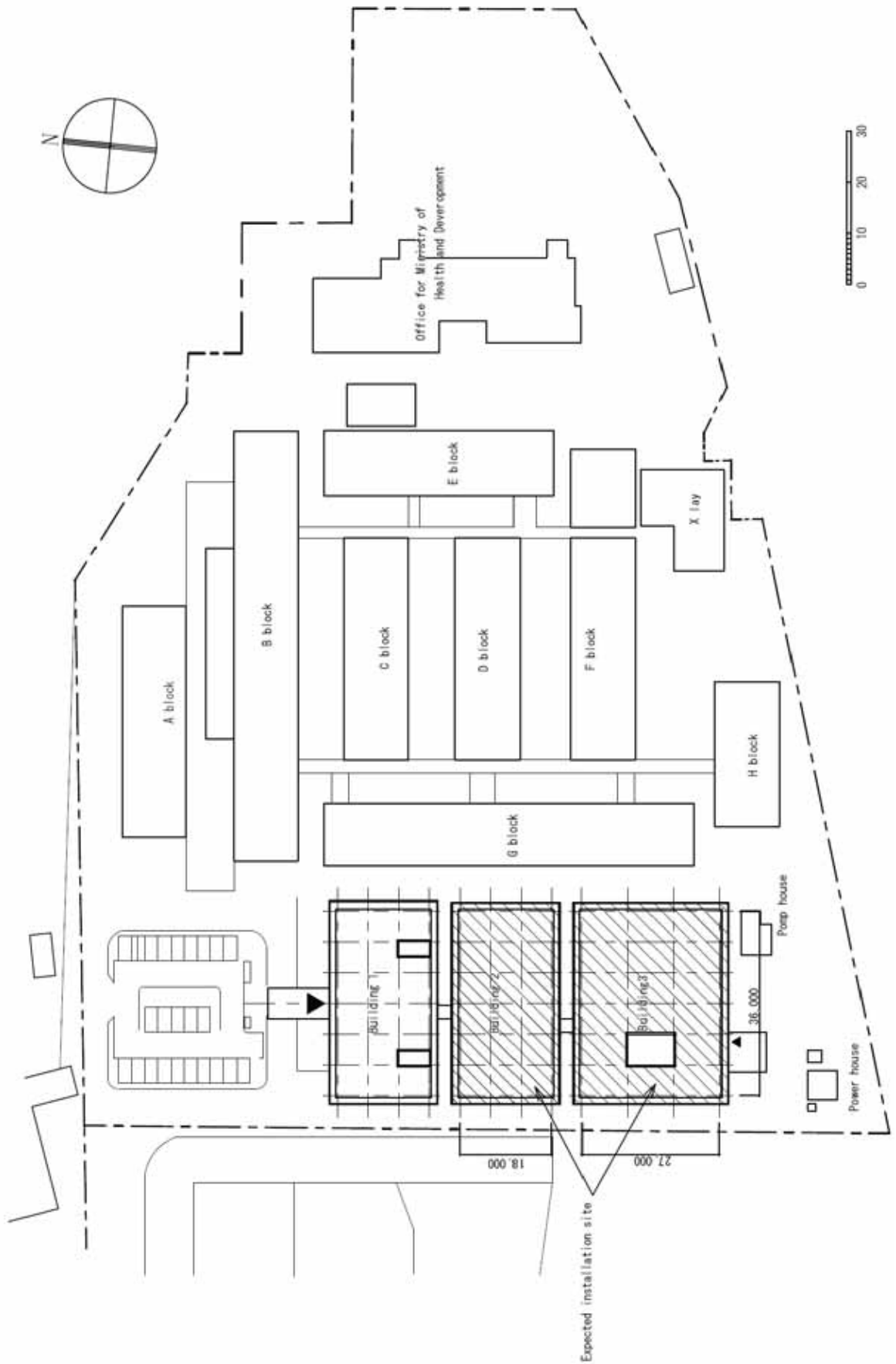


図 2.1.4-5 マジロ病院図面

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

本計画の対象地域であるマジュロ環礁の社会基盤について記す。

マジュロには、約 30 年前に建設された幹線道路がマジュロ環礁を縦断する形で走っている。これが「マ」国唯一の道路であり、1999 年にわが国の無償資金協力によって整備が行なわれ、「マ」国の市民生活や経済活動を支えている。マジュロ空港間と住宅密集地であるリタ地区の交通が最も激しいとされている。

上下水道については、マジュロ全体で整備が行なわれているが、飲料水については、2006 年の政府統計で、11.5%が上水により供給されており、75.6%の世帯が天水タンクに依存している状況にある（「マ」国全体では、上水による供給が、14.2%、天水タンクが 70.6%となっている）。

また、「マ」国全体の通信設備整備状況について、2006 年政府統計からのデータを以下に示す。固定電話の敷設率については、近隣の大洋州島嶼地域と比して、ミクロネシア連邦とともに非常に低い割合にある（例、パラオ/91.0%、グアム/93.3%、米領サモア/68.3%、ミクロネシア連邦 28.6%）。なお、携帯電話とインターネットについては、その後、数値が大幅に増加していると予想される。

表 2.2.1-1 「マ」国 通信設備整備状況（2006 年）

固定 電話数	敷設率 (%)	衛星 電話数	携帯 電話数	無線機 (HF) 数	無線機 (CB) 数	インター ネット契 約数
3,636	38.6	12	4,534	530	524	712

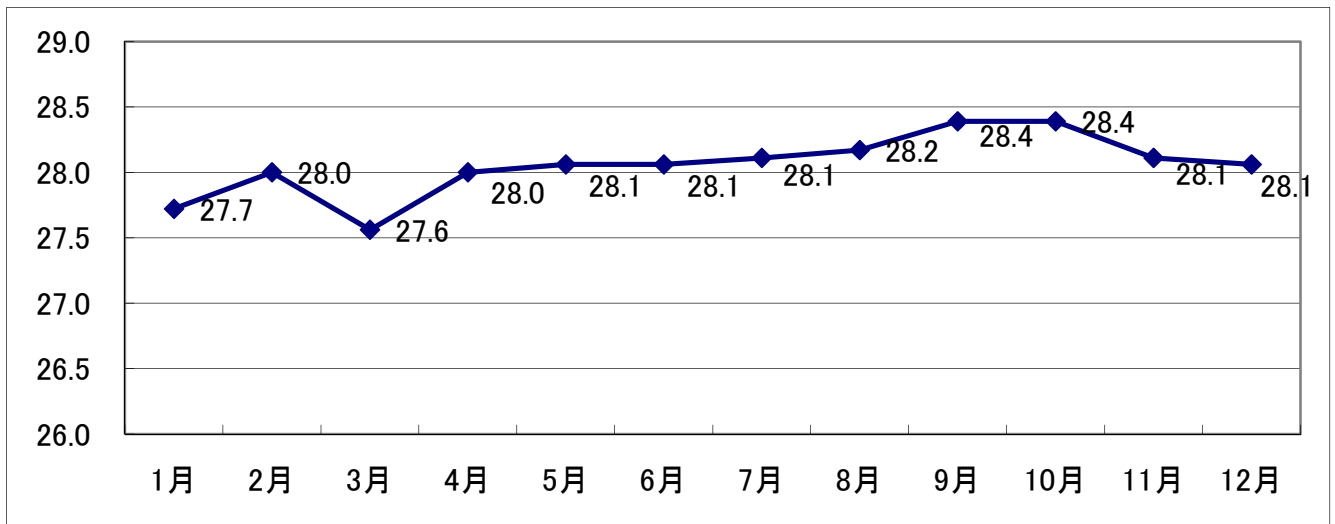
(出所：STATISTICAL YEARBOOK 2005/2006)

2-2-2 自然条件

本計画対象地であるマジュロ市の自然条件を以下に示す。なお、「マ」国では 2006 年度の政府統計データが最新のものとなっているため、2006 年のデータを用いることとする。

「マ」国は赤道よりやや北に位置し、南北 1,200km、東西が 1,300km の海洋に 29 の環礁グループと 5 島が散在している国土から形成されている。気候は海洋性熱帯気候である。海抜が最高地点でも 3m となっており、平坦な国土で構成された珊瑚礁である。

「マ」国の首都、マジュロの気温に関しては平均 28.1℃であり、図 2.2.2-1 に示すように年間を通じ、大きな変動はない。

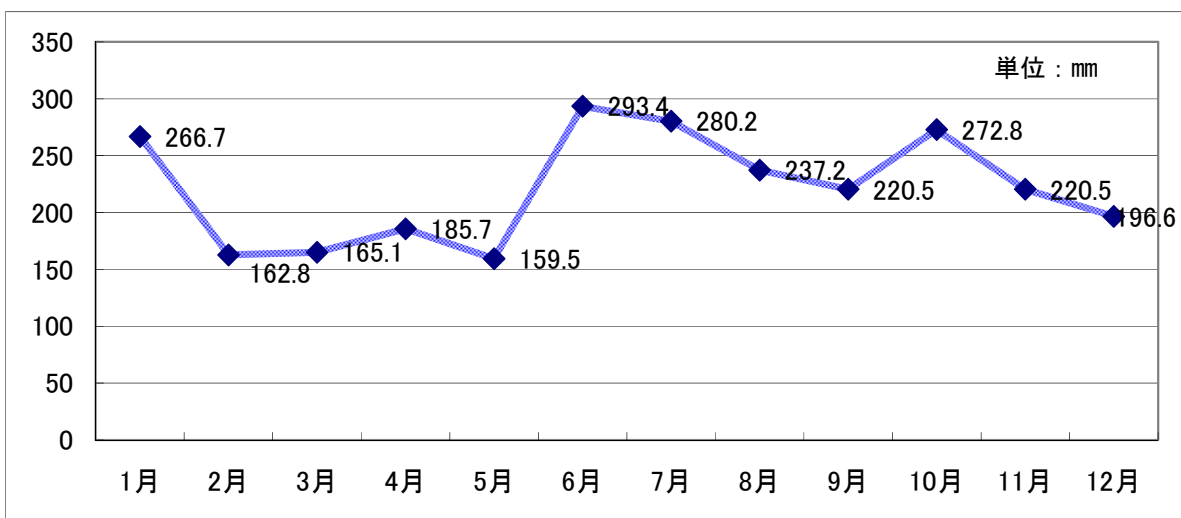


(出所： Weather Service Office / 2006 データ)

図 2. 2. 2-1 マジュロ市内気温推移

降雨量は、年平均で 2,660.9mm であり、東京と比較し約 1.8 倍の降雨量となっている（東京の年平均降雨量：1,467mm）。月別降雨量では、平均 221mm となっており、2～5 月の降雨量が少ない一方、6 月以降の降雨量は増加する。

なお、月別の降雨日数では、2月の12日が最小となっており、7月の22日が最大となっている。



※ 月平均 221mm

年平均 2,660.9mm (出所： Weather Service Office / 2006 データ)

図 2. 2. 2-2 マジュロ市内降雨量

また、マジュロは 1958 年に高潮と低気圧性暴風雨による被害、また 1992 年には台風の強風により一部建物に被害が出たとの記録があるが、台風の発達進路からは外れているため、台風による被害は少ない。なお、マジュロには地震が発生した記録はない。

2-2-3 環境社会配慮

(1) 環境社会配慮

環境社会配慮関連の「マ」国担当機関は、環境省管轄の環境保護局（Environment Protection Authority ; EPA）となっている。「マ」国で実施される開発プロジェクトは所定の方式に則り、EPA へ申請を行う必要がある。「マ」国では、1984 年に制定された、国家環境保護法（National Environmental Protection Act）および 1988 年に制定された沿岸保護法（Coast Conservation Act）に基づき、環境影響アセスメント（Environment Impact Assessment）が規定されている。

(2) 環境影響評価に必要な手続き

環境許可取得の手続きの流れを以下に示す。

- ① **予備申請書（Preliminary Proposal）として開発プロジェクトの概要を EPA に提出**
記載内容については、以下の通りである。

- (i) プロジェクト実施者、受益者の連絡先
- (ii) 提案された開発プロジェクトの概要
- (iii) 当該プロジェクトにて使用される工法、資機材、技術
- (iv) 当該プロジェクトにより影響を受ける地域と、影響による自然変化
- (v) 当該プロジェクトの予定完工日
- (vi) 当該プロジェクトの目的とその必要性に関する概要
- (vii) 当該プロジェクトの概算費用
- (viii) 環境への影響と影響の軽減策

- ② **受領後、10 日以内に EPA により EIA に基づく評価・審査が必要か否かを検討**

EPA は、提出された書類を確認し、必要に応じ、関係省庁、または諸機関との協議を行う。

なお、仕様などさらなる詳細な情報を申請者に求める場合もある。

- ③ **開発プロジェクトの内容が環境へ重大な影響を及ぼさない場合**

→書面による許可書を、申請者に対し提示し、開発プロジェクトが実施される。

- ④ **EIA による評価・審査が必要と判断された場合**

→当該プロジェクトの申請者は、必要事項を取りまとめ EPA に提出。

記載内容については、以下の通り。

項目	記載内容
(i) 表紙	提案プロジェクト名、提案者の氏名、住所、電話番号。
(ii) 要約	解決すべき問題点、解決方法。
(iii) 目次	報告書の目次。
(iv) 実施プロジェクトの目的、必要性	提案プロジェクトの目的、必要性、内容に関する説明。
(v) 活動に対する検討比較	対象地域。また当該プロジェクトのサイト、デザイン、スケールを選択した理由
(vi) 影響を受ける環境	提案された計画により発生するインパクト。 当該地域の公共、民間を含めた関連開発計画。
(vii) 環境結果	直接的、間接的な環境に対する影響。当該プロジェクトにより累積される環境への影響。文化的、歴史的な配慮に対する検討 環境への負のインパクトの対応策。
(viii) 作成者リスト	作成者、分析者などについて記載。
(ix) 配布リスト	EIA のコピー、またコメントなどを提出。

その他、インデックス、付属書類など。

⑤ **EIAに基づく審査**

必要に応じ、関係省庁、ステークホルダーからの意見、専門的な知見を求めるとともに公聴会を実施する場合もある。

⑥ **環境許可**

(3) 本計画実施のための環境社会配慮手続き

EPA での聴取調査により、本計画での機材設置の際に対象施設（第2号病棟、第3号病棟）の屋根部の一部改修工事が実施される計画となっている。海洋および地上での工事が伴う場合は抵触することになるが、本工事に関しては、マジュロ病院の屋根部にて工事が行われること、また廃蓄電池など廃棄物が発生しないことから「マ」国の環境アセスメントガイドライン（Environment Impact Assessment ; EIA）に抵触する項目はないことを確認した。ただし、官民を問わず全ての開発事業については規模内容が確定した後に予備申請書を提出する義務がある。本計画では、この確認手続きのため E/N が締結された時点で予備申請書を MRD から提出させる必要がある。MRD は 2010 年 1 月に予備申請書を環境省に提出し、開発許可を取得している。

第 3 章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

本計画は「マ」国の再生可能エネルギーの活用によるエネルギー源の多様化と気候変動対策に資する電力供給体制の構築に寄与することを上位目標とし、実施される。

「マ」国においては2008年7月の石油価格高騰のあおりを受け、国家緊急事態宣言の発令がなされており、その後再生可能エネルギー利用への期待が大きく高まっている。またライフラインである電力を米国からの自由連合盟約（COMPACT）による財政援助や他国からの援助（我が国のノンプロなど）に大きく依存しており、国家として健全とは言えない状況にある。現在、「マ」国では、ディーゼル発電が主たる発電源動力となっている。また、エネルギー全体の90%を輸入燃料に依存しており、燃料の価格変動がエネルギーの供給体制に大きく影響を及ぼす非常に脆弱な状況にあり、エネルギー供給体制の強化が課題となっている。かかる状況からの脱却のため、「マ」国は、2003年から2018年にわたる15カ年の経済開発計画である国家構想2018（Vision 2018）に引き続き、国家エネルギー政策（National Energy Policy）を2003年に制定して「社会経済の発展のため、全国民に、入手可能で、信頼性が高く、持続可能なエネルギーを供給すること」を今後15年のエネルギー分野の展望として示し、ゴールとして① 2015年までに都市部は100%の世帯、離島部では95%の世帯の電化を行う。② 2020年までにエネルギーの20%を再生可能エネルギーにて供給する。③ 2020年までに一般世帯およびビジネス関連施設の50%、政府関連施設の75%のエネルギー利用効率の向上。④ 2015年までにMECのエネルギー供給ロス20%削減を掲げた。

これらゴールには、将来的には再生可能エネルギーの活用を含めての全国民への電力供給を目指すことが示されており、太陽光発電はその中核的な存在と位置づけられている。

その意味でも当国において再生可能エネルギーを有効活用する意義は非常に大きい。

本プロジェクトの目標は、系統連系型PV設備を設置して輸入燃料への依存度を軽減し、CO²の削減とあわせて社会経済に貢献することである。また昨年発生したようなエネルギー危機からのインパクトを軽減させることである。

また、本計画は、マジュロ病院を対象施設として実施され、本計画の実施によ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「マ」国政府の取り組みに寄与することが出来る。またマジュロ病院は第一次、第二次医療施設を兼ねており多くの「マ」国・国民により利用されていることから、本計画により、マジュロ病院にPV設備が設置されることにより、「マ」国・国民の太陽光発電、再生可能エネルギー利用への認識を深めさせることができる。

3-1-2 プロジェクトの概要

本計画は、上記目標を達成するために必要となる、PV設備の機材調達と据付け、安定した電力供給を目的とした既設配電線路への接続により系統連系運転を行うことで、「マ」国のエネルギーセクターにおける再生可能エネルギーの導入促進を図るものである。

協力対象事業の概要は、本計画対象施設にPV設備に必要な下記の資機材の調達・据付である。

- 太陽光発電モジュール
- 病院屋根型モジュール架台
- 接続箱
- 集電箱
- パワーコンディショナー
- 変圧器
- 情報管理表示装置
- 機器間配線ケーブル
- 太陽光発電設備用予備品及び保守道工具

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

「マ」国からの要請をもとに、サイトの詳細調査を行い、協力対象事業に相応しいサイト環境と太陽光発電設備容量を検討した結果、マジュロ病院を本計画対象サイトとして、連系 PV システムの調達・据付を行うものとする。なお、機材の選定については「マ」国内での連系 PV システムの普及促進につながる機材、且つ、我が国の環境プログラム型無償資金協力を相応しいシステム構成とすることを基準とする。

3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

(1) 温度・湿度条件に対して

「マ」国の年平均気温は約 28℃、平均湿度は約 80%であり、1 年を通じ高温多湿の海洋熱帯気候であるため、本計画で調達される機材は原則屋外用とし、降雨による機材の腐食に配慮する。

(2) 塩害に対して

本計画の太陽光発電設備の施設予定地は、比較的海岸に近いとため、塩害対策を考慮し屋外に設置する太陽光発電モジュールの架台や、電気的な配線接続に用いる接続箱等には、耐塩害塗装を施すこととする。

(3) その他の留意事項

「マ」国には大きな地震発生記録はない。したがって、設計に際して地震に関する考慮は行わないこととする。また「マ」国はハリケーンの発生する地域からは赤道に近い南に位置しているが、年により、風速 50m/秒の突風が吹くことが記録されている。

PV パネルの設置に当たっては、70m/秒に対応する構造強度を考慮した設計とする。

3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

「マ」国では、我が国が実施した無償資金協力などにより、道路、上下水道、電力、通信など社会基盤は比較的整備されている。また、本計画対象サイトの位置するマジュロ市では英語が通用するため、外国人の滞在も容易である。「マ」国の人口の殆どはキリスト教であるため、イスラム教のラマダンのような建設工期等に大きな影響を与える習慣はない。

3-2-1-4 建設事情／調達事情若しくは業界の特殊事情／商習慣に対する方針

「マ」国の主要社会インフラ整備に関しては、過去から日本・米国・台湾などの援助に大きく依存している。インフラ整備などのプロジェクト実施の際には、フィリピンを中心とした外国人労働力への依存度が高い。このため、一定の技術力を有する単純労働者以外の技術者を現地に確保することは困難である。インフラ整備の状態は良く、我が国の無償資金協力によって建設されたマジュロ環礁道路整備計画をはじめ、マジュロ環礁内の道路は改修されており、本計画における工事機材の輸送、施工事情等は良い。

マーシャルにおいては、土木、建築工事に関する公的な法令・基準は定めていない。外国の援助による施設に関しては、供与国の設計に委ねている状況である。本計画における機材設計・据付工事の設計・施工に関しては、過去のマーシャル国での日本の協力案件と同様に、日本の設計・施工基準に準拠して行う方針である。

3-2-1-5 現地業者(建設会社、コンサルタント)の活用に係る方針

(1) 現地業者の活用について

「マ」国には、現地総合建設業者があるため、外国人技術者を含む施工要員、運搬用車両、建設工事機材等の現地調達は比較的容易であり、本計画で据付する PV 用架台設置について労働者の確保も比較的容易であると考えられる。

一方、本計画の太陽光発電設備の設置には、技術レベルの高い技術者を必要とすることから、労務者以外の現地業者の活用は困難であり、日本から技術者を派遣し、品質管理、技術指導及び工程管理を行う必要がある。

(2) 現地資機材の活用について

「マ」国では骨材、セメント、一般建築材料の調達は可能である。しかし、鉄骨等の溶融亜鉛メッキ等が行える施設は現地に無い。このため本計画では全ての据え付用鋼材を加工し、溶融亜鉛メッキを施したうえで現地に持ち込むこととする。

施工計画の策定に当たっては、養生用資材、クレーントラック等現地で調達可能なことからこれを採用することとする。なお、足場材は、本計画の実施時期に米国の支援によるマジュロ病院拡張計画、我が国の水産無償資金協力による施設建設計画などの実施時期と重なるため、調達が困難となることが予想される。

なお、太陽光発電設備に係る主要機材については、信頼度の高さ及び系統の統一化によるメンテナンスの容易性などの観点から、現地機材の活用は不可能であるため、日本または第三国から調達するものとする。

3-2-1-6 運営・維持管理に対する方針

「マ」国の離島地域では SHS が稼動しており、MEC の技術者が機材の保守管理を行ってきた。しかし、連系 PV システム設備については 2009 年に初めてマーシャル諸島短期大学に 60kW の PV システムがアメリカの財政援助 (COMPACT) を利用し導入されたばかりであり、保守管理にはまだ十分な経験を有していない。そのため本計画実施後に太陽光発電設備の運営・維持管理を担う MEC への適切な運営・維持管理の技術移転を行う必要がある。

本計画は、既設配電線路と連系しての運転となるため、適切な運営・維持管理マニュアルを供与し、供用開始後の運営・維持管理体制についても提案し、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。

3-2-1-7 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

上述の諸条件を考慮し、本計画の資機材調達及び据付範囲、規模並びに技術レベルに対して、以下を基本方針として策定する。

(1) 施設、機材等の範囲に対する方針

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

(2) 技術レベルに対する方針

本計画で調達する PV システムを構成する各機器の仕様は本計画完了後の運転・維持管理を実施する MEC の技術レベルを逸脱しないように留意する。

(3) 本計画における施設、機材等の範囲

本計画における PV システム機材は 2005 年度案件で日本が供与したマジュロ病院の第 2 号病棟、第 3 号病棟および付属屋に設置するものである。

病院建物は、すでに「マ」国側に引き渡されたものであり、完成 1 年後の瑕疵検査も完了している。PV モジュールは第 2 号病棟、第 3 号病棟および付属屋の屋根に設置し、パワーコンディショナー (1) を既設の第 3 号病棟の電気室に、また第 3 号病棟西側屋外にコンテナハウスを設置してその中にパワーコンディショナー (2) を設置する計画である。

導入する PV システムの連系は、保健省ならびに MEC との協議の上、高圧側 13.8KV に直接連系することとなった。変圧器は既設発電機室の東側に据え付ける計画である。連系点は病院敷地内のトランスの高圧側に接続とし、本計画では、接続のための材料の調達を日本側の範囲とし、接続作業は「マ」国側で行うことを同意している。

機材据付完了後の瑕疵検査は、据え付けた機材及び据付工事に伴う「取り合い部分」が対象となる。

3-2-1-8 工法／調達方法、工期に係る方針

日本、または第三国から「マ」国への搬送は海上輸送が主となる。「マ」国の主要港は『マジュロ港』となり、日本より当港までの所要搬送日数は最長でも30日である。また、当港より計画対象地のマジュロ病院までの距離は2.2kmほどである。マジュロ病院は主要道から200mほど内側に位置している。この区間及びサイト東側のストックヤード予定地は舗装がされていないことから、大型車両の進入に関しては問題ないがストックヤードには枕木等の養生が必要となる。マジュロ病院は、「マ」国の第二次医療施設であるとともに第一次医療施設としての機能も有し、多くの住民に利用されている施設である。特に、機材を設置する計画としている第3号病棟においては緊急搬送の対応施設となっており、24時間体制での受け入れ準備が必要とされている。また、同じく第3号病棟はX線室や手術室、検査室など、精密かつ衛生面が重要視される設備を有するため、工事にあたっては病院側へ工法および施工期間の説明を行ったうえで綿密な工程の打ち合わせの確認が必要となる。

また、本計画対象地であるマジュロ病院では、米国からの財政支援金による病棟の拡張が計画されている。同病院の拡張工事は現在のところ2010年初頭に開始する計画になっているが、先方の計画についてはいまだに未定の項目が多いが、ストックヤードの確保など、工期の調整が必要となる。

3-2-2 基本計画（機材計画）

3-2-2-1 計画の前提条件

(1) 想定される日射量

「マ」国では、独自に収集している日射量データは存在しなかった。このような国でPVシステムを設計する際、通常NASAの衛星により間接的に測定した日射量データを活用するが、パラオ国において日本の海洋研究開発機構(JAMSTEC: Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)が測定した地表における日射量データはNASAデータと比較して17%小さい値を示すことから(詳細はパラオ国現地調査結果概要を参照)、JAMSTECデータを設計評価に用いることが保守的であるため、NASAデータの83%値を水平面全天日射量とすることとし、以降の系統連系PVシステムによる発電電力量の想定等設計パラメータとして活用することとする。

表 3. 2. 2-1 設計パラメータに使用する水平面全天日射量

Unit: kWh/m²/day

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
水平面 全天日 射量	4.37	4.86	5.07	4.89	4.70	4.41	4.44	4.67	4.50	4.27	4.05	4.02

出所:「NASA Surface meteorology and Solar Energy」より調査団にて作成

(2) 周辺障害物からの日陰の影響について

太陽電池アレイに建物、電柱、植木等の陰がかかると発電量が低下する。この発電量が低下する割合は、単純に陰の面積に比例するのではなく、陰の形状・濃さ(光の量の多少)などの

陰のかかり方や、直達光と散乱光の比率によって変化する。

本計画では太陽電池アレイをマジュロ病院の第2号病棟および第3号病棟の陸屋根の上に架台を組み、この上に太陽電池パネルを設置することになっている。

第2号病棟および第3号病棟はほぼ南北に向いた平屋（1階建て）の建物であるが周囲にはPVパネルに陰の影響を及ぼすような建物や植栽はないが、第3号病棟の屋根の中央西側の幅約4メートル、長さが約5メートル、高さが約1.5メートルのペントハウスがある（写真3.2.2-1、3.2.2-2を参照）。第3号病棟の屋根に太陽電池パネルを設置したとき、朝の8時から夕方4時の時間帯に、この建築物の北側および東側に設置したパネルに陰がかからないよう構造体から距離を置いたパネル配置を検討した。その検討結果を図.3.2.2-1に示す。



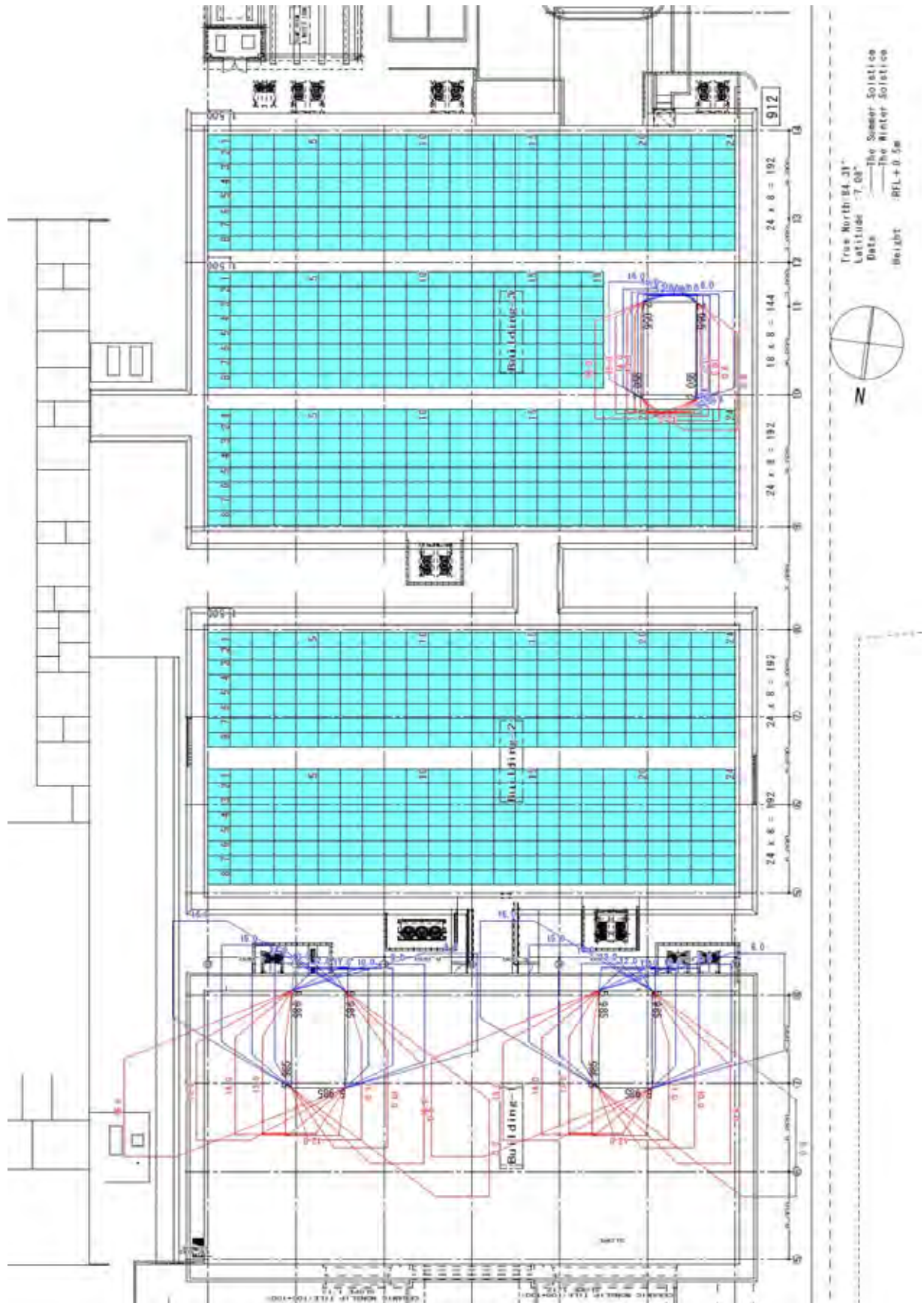
出所：調査団撮影

写真 3.2.2-1 第2号病棟および第3号病棟の外観



出所：調査団撮影

写真 3.2.2-2 第2号病棟および第3号病棟の屋根と排気ダクト室



(出所：調査団により作成)

図 3.2.2-1 太陽光発電モジュールの配置と陰の影響の検討 (例)

(3) 想定される発電電力量

周辺障害物からの日陰の影響については、2)にて記載のとおり、候補サイト屋上にあるペントハウスの日陰の影響も太陽光発電モジュールのレイアウト配置を考慮することにより日陰の影響は無いと判断できることから、日陰による発電量の減少は考慮せず検討を行った。また、想定発電電力量の算出に当たっては次式を用いて算出した。なお、設置面角度は、本調査にて想定する候補サイトにおける太陽光発電モジュールの配置レイアウトから10度と仮定し、1) 想定される日射量で述べた水平面全天日射量から算出した傾斜面全天日射量を用い、導入系統連系PVシステム容量は205kWとしている。

$$E_p = \sum HA / G_s * K * P$$

(Σ は月別に算出した推定発電量の積算値を示す)

ここで

- ・ E_p = 推定年間発電量 (kWh/年)
- ・ HA = 月平均傾斜面全天日射量 (kWh/m²/日)
- ・ G_s = 標準状態における日射強度 (kW/m²) = 1 (kW/m²)
- ・ K = 損失係数 = $K_d * K_t * \eta_{INV}$

* 直流補正係数 K_d : 太陽光発電モジュールの表面の汚れ、太陽の日射強度が変化することによる損失の補正、太陽電池の特性差による補正を含み今回0.8とした。

* 温度補正係数 K_t : 太陽光発電モジュールが日射により温度が上がり、変換効率が変化するための補正係数。

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

ここに

最大出力温度係数 (%・°C-1) = -0.5 (%・°C-1) [結晶系]

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

T_{av} : 月平均気温 (°C)

ΔT : モジュール温度上昇 (°C)

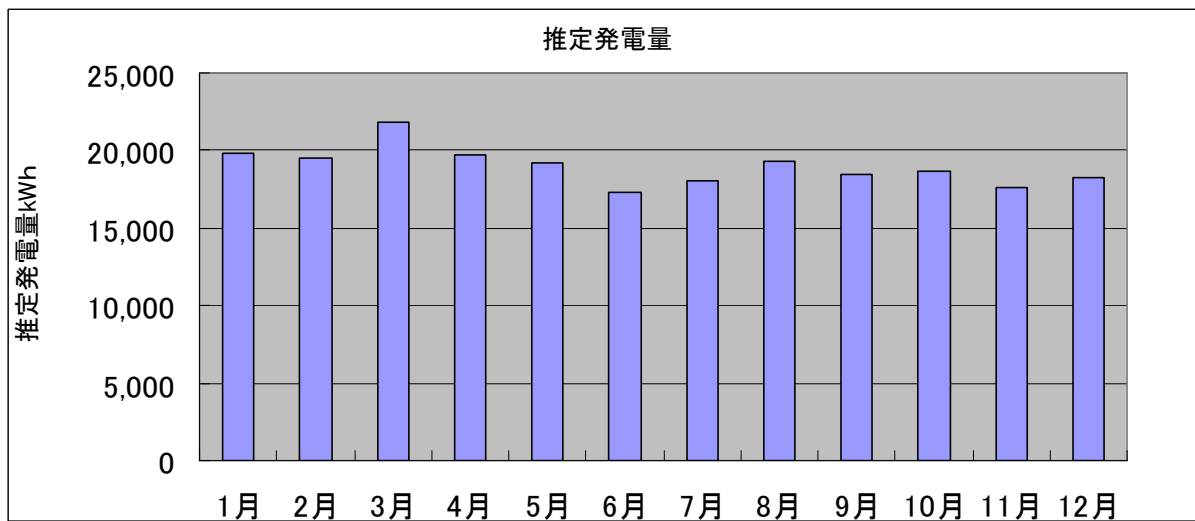
裏面開放形	18.4
屋根置き形	21.5

* インバータ効率 η_{INV} : インバータの交直変換効率。今回は0.95とした。

表 3. 2. 2-2 「マジュロ病院」における年間想定発電電力量

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年計
H _A : 傾斜面全天日射量[kWh/m ² /日]	4.59	4.99	5.04	4.72	4.43	4.12	4.17	4.46	4.41	4.31	4.19	4.23	-
月の日数[日]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
H _m : 月積算日射量[kWh/m ²]	142.3	139.7	156.2	141.6	137.3	123.6	129.3	138.3	132.3	133.6	125.7	131.1	1631.1
日平均最高気温[°C]	27.3	27.2	27.2	27.4	27.4	27.3	27.1	27.1	27.0	27.0	27.2	27.5	-
K _t : 温度補正係数	0.8965	0.897	0.897	0.896	0.896	0.897	0.8975	0.898	0.898	0.898	0.897	0.896	-
E _p : 推定発電量(kWh)	19,874	19,526	21,835	19,767	19,171	17,264	18,076	19,333	18,510	18,693	17,567	18,295	227,911

出所：調査団にて作成



出所：調査団にて作成

図 3. 2. 2-2 「マジュロ病院」における月別想定発電電力量

(4) 系統連系太陽光発電の導入形態について

本計画が実施された際、想定される連系 PV システムの導入形態は表 3.2.2-3 のとおりである。①および②が「マ」国政府の設備として導入するもので、③・④は民間企業および住民が自らの設備として導入するものである。本調査および「マ」国側との協議の結果、保健省（以下「MOH」：Ministry of Health）所轄のマジュロ国立病院を本計画対象サイトとし、主管官庁である MRD を通して「マ」国政府が所有者となり、「マ」国政府と再生可能エネルギー設備の維持管理に関する委託契約をしている MEC が維持管理を担当する。この導入形態は①に相当するが、PV システム導入による気候変動適応策を「マ」国全体で推進するという観点から、病院側への賃借料等は支払は発生しないことを MOH との協議において確認した。これにより、MEC が本計画にて導入する系統連系 PV システムを運用管理することで、MEC に系統連系 PV システムの設計運用ノウハウと経済性検討・評価のための十分な経験が得られ、本計画実施以後の系統連系 PV システムの導入普及を考慮した場合でも、非常に理想的な形態になったと言える。

表 3.2.2-3 「マ」国に想定される系統連系 PV システムの導入形態

No.	導入形態	設置場所	PV 設備所有者	特徴、課題、要件等
①	「マ」国政府が政府機関の建物等に PV 設備を設置	「マ」国政府建物等	「マ」国政府	<ul style="list-style-type: none"> ・ PV 設備、周辺設備共「マ」国政府設備であるため、PV 設置に係る設計が容易である。 ・ PV 設置場所に自由度がある。
②	「マ」国政府が他者の所有する建物の屋根等を借りて PV 設備を設置	他者建物等	「マ」国政府	<ul style="list-style-type: none"> ・ PV 設置場所の制約、賃借料等について、「マ」国関係諸機関にて調整が必要。 ・ 設備運用管理、保安面に係る協議が必要。
③	建物の所有者が自己の電源として PV 設備を設置し、余剰電力を MEC に売電	他者建物等	建物所有者等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 常時は自家用として利用するため、余剰電力の逆潮流は少なく、配電線への影響も少ない。 ・ 系統連系にあたって保護装置等付備すべき装置に関する技術的要件をガイドライン等の公平な規格で定める必要あり。 ・ 余剰電力買取制度の準備が必要。
④	建物の所有者等が MEC に対する卸電力供給を目的として PV 設備を設置	他者建物等	建物所有者等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大規模な PV 設備を既存配電線へ連系する場合、電圧過昇防止設備等を事前に検討する必要がある。 ・ 卸電力取引に関する制度の準備が必要。

出所:調査団にて作成

また、太陽光発電を系統に連系する場合、以下の形態が考えられる。

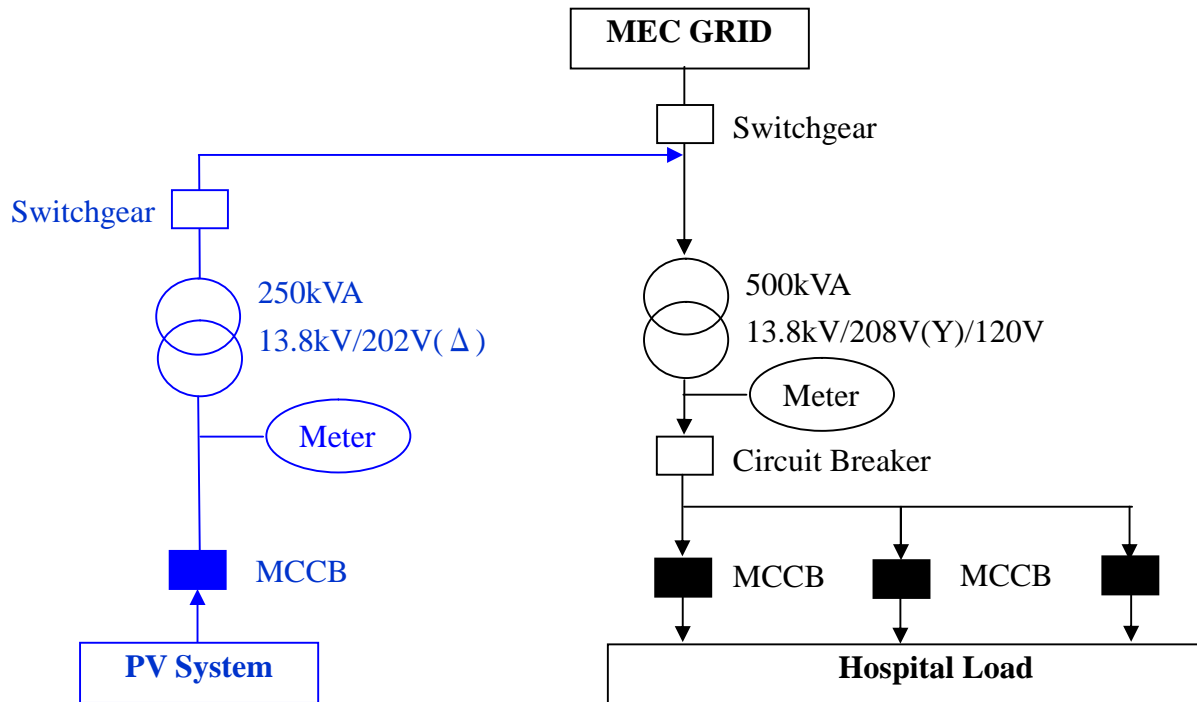
① 低圧配電線との連系	低圧需要家に電力を供給する低圧配電線、例えば単相 2 線式: 100V、単相 3 線式: 100V/200V、三相 3 線式: 200V および三相 4 線式: 100V/200V に連系する
② 高圧配電線との連系	高圧需要家に電力を供給する配電用変電所から変圧器を介して低圧需要家に電力を供給するまでの送電を行う役割を兼ね備えた高圧配電線、一般には三相 3 線式: 6.6kV、または、特定の一需要家への電力供給を目的に施設される専用線に連系する。
③ 特別高圧電線路との連系	7kV を超える特別高圧の電線路であって、特別高圧需要家に電力を供給する配電線に連系する。

本計画で太陽光発電システムを設置することになったマジュロ病院は、MEC が重要な需要家として電力を供給している 13.8kV の配電線（フィーダーNo.3）から変圧器（500kVA）を介して 208V に降圧した電力を使用している。

本調査では、病院の屋根に設置する太陽光発電システムを系統連系する方法として、第 2 号病棟および第 3 号病棟の建屋に電力を供給している電気盤（低圧 208V）に連系する場合と、13.8kV の配電線に直接連系する方式について検討を行い、病院の電力負荷への影響、連系のための工事の容易さやメンテナンス面を考慮し、13.8kV の配電線に連系することにした。図 3.2.2-3 に太陽光発電システムの系統連系点を示す。

なお、13.8kV のラインに連系させるために必要な変圧器（250kVA）、スイッチギヤおよび既

存のスイッチギヤ（病院受電用）への配線高圧ケーブルは日本側で用意するものの、既存のスイッチギヤへの繋ぎこみおよびこれに必要な部材（ダブルブッシング等）の調達はマーシャル国側（MEC）で行うものとした。



出所：本調査団にて作成

図 3.2.2-3 太陽光発電システムの系統連系点

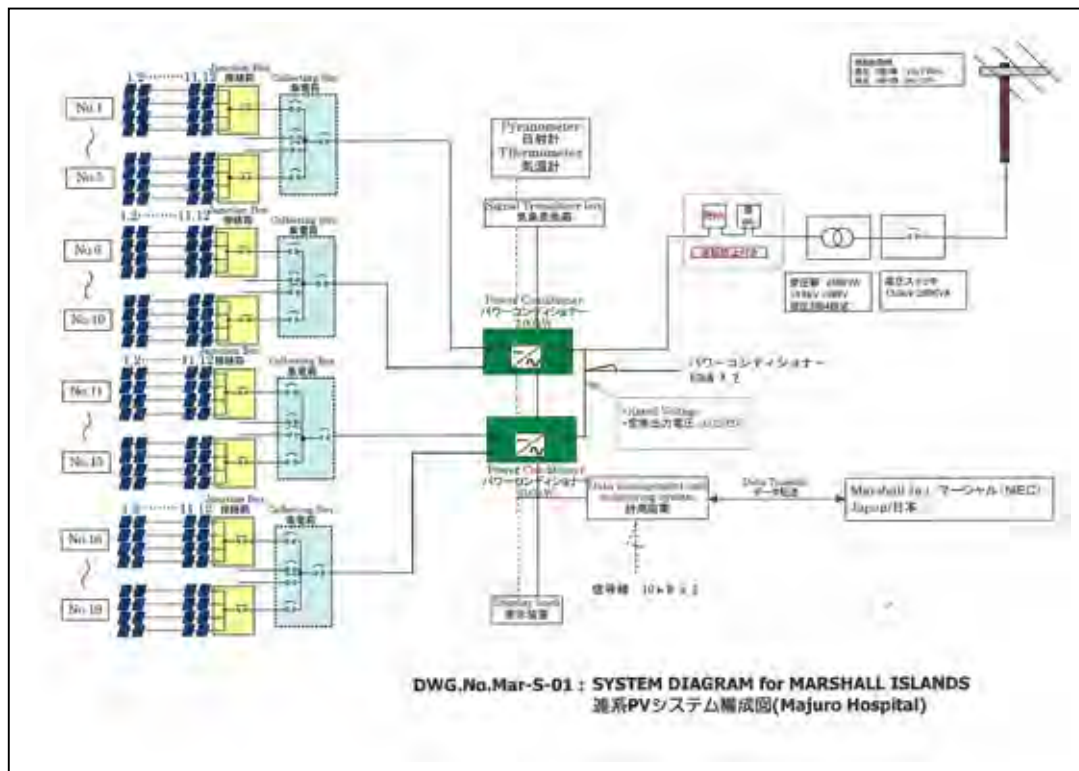


図 3.2.2-4 連携 PV システム構成図—1

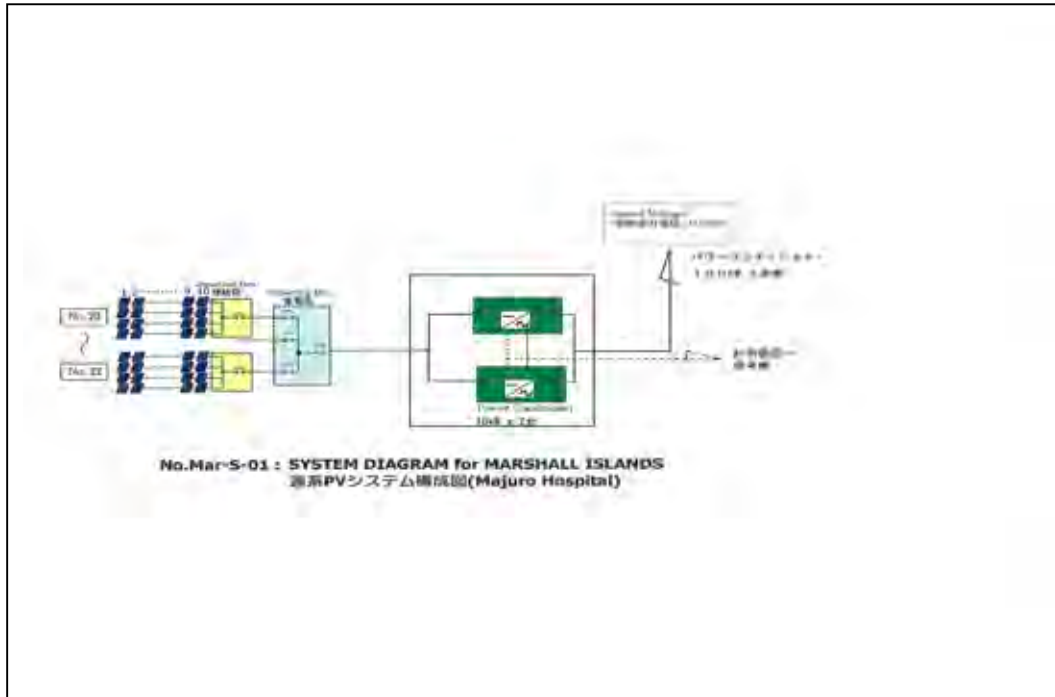


図 3.2.2-5 連系 PV システム構成図—2

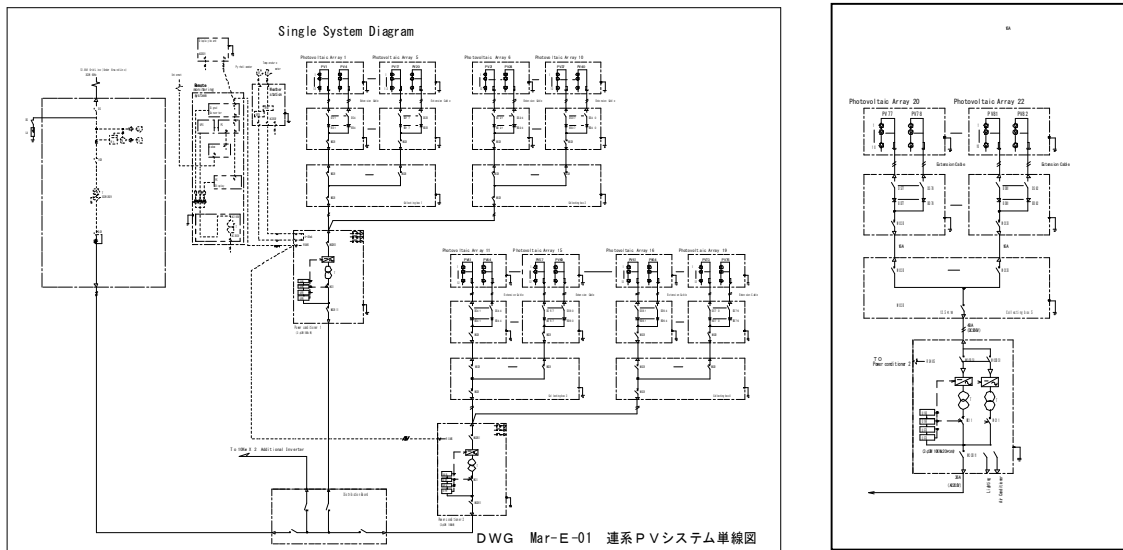


図 3.2.2-6 連系 PV システム単線図

(5) 系統連系太陽光発電の導入に必要な法規制について

本計画対象設備の連系 PV システムを導入するために必要となる法規制について確認した。その結果、表 3.2.2-4 に示すとおり、「技術面」においては、既存の系統電力品質の確保および

公衆保安の確保等が検討項目として抽出でき、「制度面」においては、導入した PV システムの発電電力量の取り扱いやシステムの維持管理体制に係る取り決め等が検討項目として抽出される。

表 3.2.2-4 本計画の連系 PV システム導入時の法制度における検討項目

検 討 要 件	
技術面	電力品質：導入 PV システムによる既存系統電力への影響（電圧、周波数、フリッカ、高調波）に関する規制の有無
	安全保護：連系のために具備すべき保護継電器等、保安確保のため特別に考慮すべき要件
	連 系 点：連系電圧階級（高圧連系 or 低圧連系）に関する区分、連系設備への要件
制度面	発電設備設置に関わる許認可、設置事業者、逆潮流に関する規制
	連系 PV システムの電力量計量方法、発電電力量・料金の取り扱い方法
	導入 PV システムの維持管理組織・体制

出所：調査団にて作成

電力品質面（電圧、周波数、フリッカ、高調波）に関しては、電圧については、現在「マ」国において下記のとおり明確な基準が存在するが、周波数、フリッカおよび高調波については存在しないことを確認した。

< 電圧基準 >

- ・ 低圧：120V±5%、208V±5%
- ・ 高圧：13.8kV±5%

安全保護面に関しては連系のために特別に具備すべき保護継電装置等はないとのことであるが、事故波及による設備損壊、公衆安全確保のため、単独運転防止機能を装備することとする。

連系点に関しては、需要規模による受電電圧階級区分は存在しないことを確認し、本計画サイトの既存電気設備との制約等から、高圧連系することとなった。

発電設備設置に関わる許認可に関しては、「マ」国政府が MRD を通して今回の導入設備を所有するため、その必要はなく、また、逆潮流については今回需要家側設備を経由することなく、すべての潮流が配電線に直接流れこむことになるが、「マ」国政府の発電設備とするため制度面での問題もないとのことであった。

維持管理組織・体制に関しては、ソフトコンポーネントの中で維持管理に関する要素を技術移転しながら、「マ」国側と協同で体制作りしていく。

以上のことから、本計画にて導入する系統連系 PV システムに関しては、法規制の準備は必要ないと判断できる。ただし、将来「マ」国において適応しなければならない法制度等が制定された場合は、それら法制度の適応が必要であるが、その場合でも、「マ」国側が責任を持って適応させることで合意している。

(6) 配電系統増強の必要性

配電系統増強の必要性を検討する上では、系統連系 PV システムの導入後

- ①連系点から上位系統の配電設備（変圧器、配電線）が過負荷にならないこと
- ②連系点における配電線電圧が管理基準範囲を逸脱しないこと

の2点を検討する必要がある。

ここで、本計画対象サイトとしては、本協力準備調査により最優先と判断されたマジュロ病院とし、導入する系統連系 PV システム容量は 205kW とする。図 2.1.4-3 に示すとおり、マジュロ病院は、マジュロ発電所から 13.8kV 配電線(No.3 フィーダ)により電力供給を受けている。なお、連系点は、13.8kV の高圧配電線（サイトの既存の受電用スイッチギア負荷側）とする。

①連系点から上位系統の配電設備（変圧器、配電線）が過負荷にならないこと

本計画サイトに設置する系統連系 PV システムの設備容量は 205kW であり、PV モジュールの温度上昇による出力低下やインバータ効率等を勘案すると、太陽光最大発電出力は 164kW 程度となり、13.8kV 配電線に流れる最大電流値は約 6.9A となる。ここでは、最も厳しい条件である系統連系 PV システムの最大発電出力が既存系統へ逆潮流することを前提に、連系点から上位系統での配電設備（受電用変圧器、配電線）が過負荷とならないことを確認した。

マジュロ病院はマジュロ発電所から 13.8kV の地中配電線により電力供給されており、地中配電線は、表 3-2-2.5 に示すとおり 2/0AWG 銅線（67mm²）が使用されており、その許容電流値は 225A である。

太陽光最大発電出力時の逆潮流電流値 6.9A ≤ 系統連系する配電線における最小許容電流値 225A となり、条件を満たすことから既存配電線容量については問題ないと判断できる。

表 3-2-2.5 マジュロ発電所～マジュロ病院間の配電線

発電所	地中配電線	線種	許容電流値
マジュロ発電所	13.8kV	2/0AWG 銅線 (67mm ²)	225A

出所:MECからの聞取調査および American Wire Gauge(AWG)より調査団にて作成

②連系点における配電線電圧が管理基準範囲を逸脱しないこと

ここでの検討は、マジュロ発電所から連系点までの配電線について検討し、直近の一般低圧需要家の受電電圧が管理基準範囲を逸脱しないことを確認すれば良い。その検討では、通常軽負荷時において系統連系 PV システムから既存系統へ逆潮された際、直近の一般低圧需要家の受電電圧が管理基準範囲の上限を超過しないか確認する。その際には、電線種類、サイズ、許容電流値および対象配電線における軽負荷時の負荷量等のデータが必要となる。しかし、本調査にて調べた結果、「マ」国において、それら必要なデータを取得しておらず、軽負荷時における検討が困難となった。そのため、ここではより厳しい条件である全負荷を切り離れた状態、

つまり無負荷の配電線へ系統連系 PV システムから逆潮流された場合に、直近の一般低圧需要家の受電電圧が管理基準範囲の上限値を超過しないかを確認した。ここでは、マジュロ発電所での配電線送出電圧をベースに検討を行っている。

「マジュロ病院」はマジュロ発電所から 13.8kV 地中配電線により電力供給されており、その間の距離は約 2km である。また 13.8kV 地中配電線には、2/0AWG 銅線（約 67mm²）が使用されている。その抵抗値については「マ」国で使用されている AWG（American Wire Gauge）を用いて検討を行った。また、太陽光発電出力は力率 1 の定格出力、電圧基準値は「マ」国の基準として、直近の一般低圧需要家の受電電圧が管理基準範囲（208V±5%）を逸脱しないことを確認している。

表 3-2-2.6 連系点および直近の一般低圧需要家における配電線電圧値の検討結果

マジュロ発電所 ～ マジュロ病院間 の距離	送出 電圧	線種	抵抗値 [Ω/km]	PV からの 逆潮流 電流値	高圧の 上昇 電圧値	直近の一般低圧 需要家の受電電 圧
1.98km	13.8kV	2/0AWG 銅線	0.255	6.9A	3.5V	208.2V

出所:MECからの聞取調査より調査団にて作成

この検討結果より、無負荷の配電線へ系統連系 PV システムから逆潮流された場合における直近の一般低圧需要家の受電電圧が 208.2V と管理基準上限値 218V 以内に収まっていることから、問題ないと判断できる。

以上の検討結果より、配電系統増強の必要性は特に必要ないと判断できる。

(7) 電力品質における検討

系統連系 PV システムを導入する際に検討すべき項目としては、配電線系統増強の必要性の検討と平行して、電力品質における検討を実施しなければならない。また電力品質における検討においては、「フリッカ」と「高調波」が考えられる。しかし、MEC からの聴き取り調査の結果、現在明確な電力品質基準がないこと、および「マ」国電力系統において大きな工場等がなく、双方の発生源がないと判断できることから、本調査での検討は省略した。ただし、高調波については、日本における系統連系インバータの汎用品では、既に対策が講じられていることから、本計画対象設備の仕様としては、日本の高調波抑制対策ガイドラインに則った仕様を要求することとする。

(8) 系統連系太陽光発電の導入可能容量

PV システムを電力系統に連系する場合、日射変動に伴って出力変動が生じるため、その変動分を既存の発電システムの制御により吸収し、電力品質を基準範囲内にできるかどうかを検証しておく必要がある。ここでは本計画にて導入予定である系統連系 PV システム 205kW が、既

存系統に対して導入可能か検討を行う。検討方法としては、既存系統に対する系統連系 PV システムの導入可能量を算出し、その導入可能量がシステム容量以上かどうかを確認する手法をとった。

既存系統に対する連系 PV システムの導入可能容量の検討手法は、電力品質確保の観点より、

ステップ1：電力系統運用面からの制約の検討

ステップ2：配電線運用面からの制約の検討

の2つの手法が考えられる。ステップ2については、「6) 配電系統増強の必要性」にて検討したとおり、配電線運用面からの制約は特にないと判断できるため、以下にはステップ1の検討結果について説明する。

ステップ1：電力系統運用面からの制約の検討

「マジュロ病院」は、マジュロ発電所から電力供給を受けており、発電所内のディーゼル発電機の運用方法について確認した。その結果、発電機の ON-OFF、出力（周波数）調整および電圧調整はオペレータが経験則から手動で行っているため、天候による導入 PV システムの出力変動には即座に対応することが不可能と考える。そのため、ここでの検討は、一番厳しい条件として、軽負荷時に通常運転しているディーゼル発電機のガバナフリー制御をベースに評価を行った。（表 3.2.2-7 を参照。通常時は#2 発電所の定格 6.4MW×2 台運転しており、#1 発電所の5台の内、2台は修理予定のため停止中で、残りの3台は重負荷時もしくは#2 発電所の2台どちらかが停止時に稼働予定。ここでの検討条件としては調査時の稼働状況が一番厳しい状況であり、それを採用している。）

周波数については、「マ」国に明確な基準値はなく、MEC から入手した発電所運転実績データ（図 3.2.2-7 参照）では、少なくとも±4%程度はあるものの、ここでは、より保守的に日本の周波数偏差目標値 60±0.2Hz（±0.3%）を用いて、連系 PV システムの導入可能量検討を行うこととする。

需要の変動量については、MEC から入手した発電所負荷データ（図 3.2.2-8 参照）より、最大約 400kW と想定できる。

また、発電所での聴き取り調査の結果、ディーゼルガバナの速度調定率は全て 3.5% に整定されており、表 3.2.2-7 に示すとおり軽負荷時に通常運転しているディーゼル発電機（可能出力 5.0MW×2 台）がガバナフリー運転している時の許容出力変動幅は、周波数偏差目標値が 60±0.2Hz（±0.3%）であるから、

$$10,000\text{kW} * (0.3\% / 3.5\%) \approx 857\text{kW}$$

となる。

$\begin{aligned} & \text{太陽光発電出力の変動量 (kW) + 需要の変動量 (kW)} \\ & \leq \text{軽負荷時に通常運転しているディーゼル発電機の許容出力変動量 (kW)} \end{aligned}$

の関係が成り立てばよいので、太陽光発電出力の許容変動量は、

太陽光発電出力の許容変動量 $\leq 857\text{kW} - 400\text{kW} = 457\text{kW}$

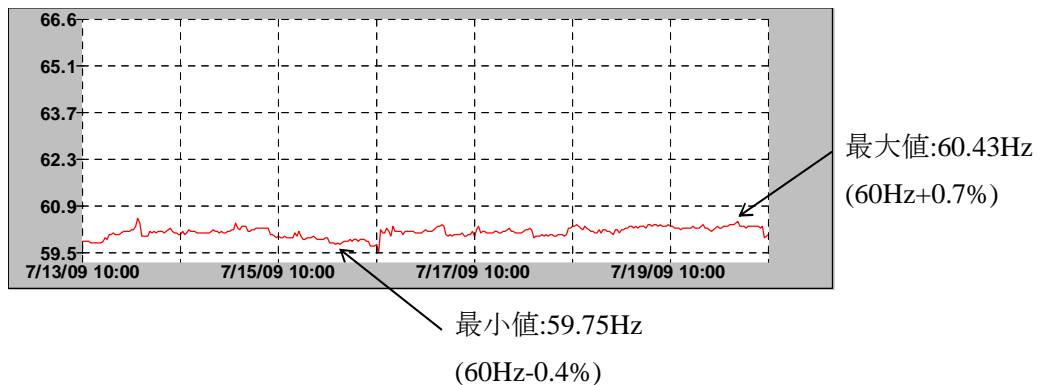
と算出できる。ここで太陽光発電出力の変動範囲は過去の実証例から定格容量の10～90%の範囲内と想定すると、既存系統における系統連系PVシステム導入可能量は約570kWと算出できる。この結果から、既に導入されているCMIの60kW PVシステム(2010年度完工予定では約200kW)を考慮しても、本計画にて導入予定である系統連系PVシステム205kWは特に問題ないことが確認できた。

以上のことから、本計画にて導入予定である205kWは特に問題なく既存系統へ連系可能と判断できる。

表 3. 2. 2-7 マジュロ発電所のディーゼル発電機の稼働状況

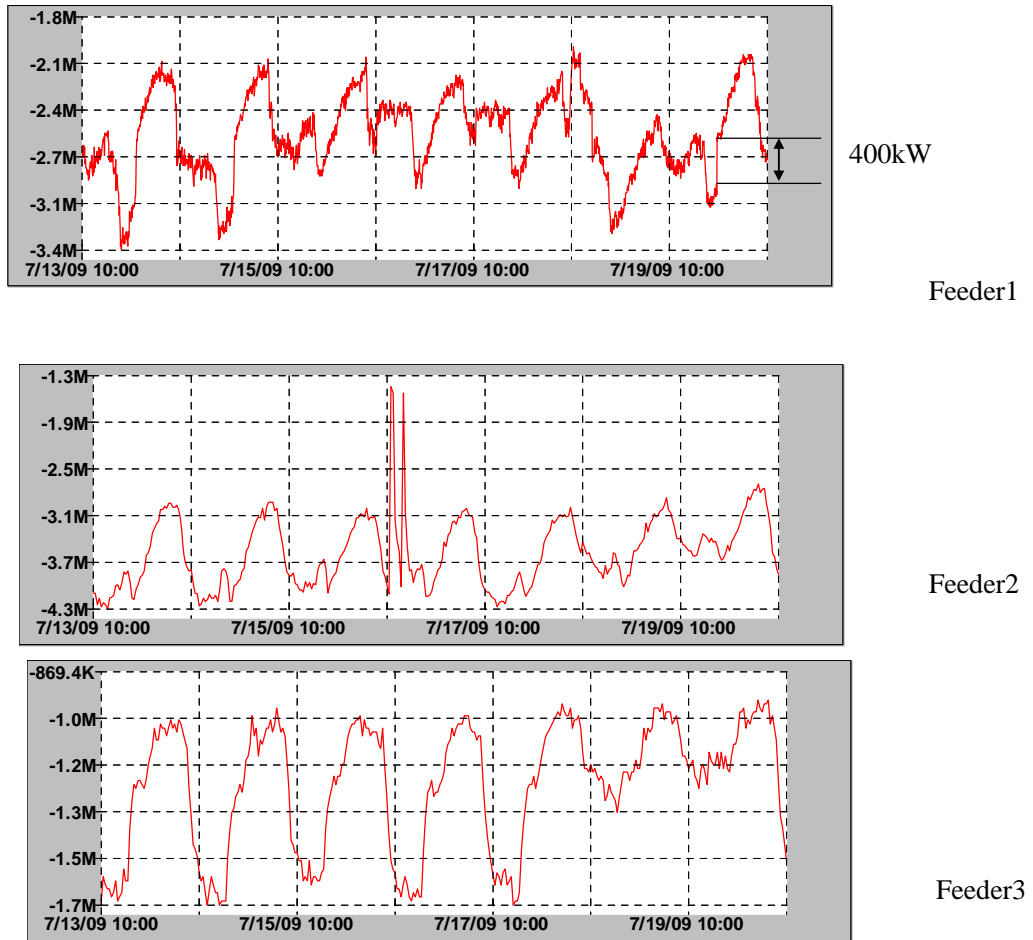
Power Station	Generators (Operational status)	Manufacturer	Operation(July 2nd, 2009)		Rated Output [kW]	Available Output [kW]
			Off peak	Peak		
Majuro Power Station #1	#1(Governor Free)	Peilstick	-	Operation	2,500	1,800
	#2(Governor Free)		-	Operation	2,500	2,400
	#3(Inavailable at present)		-	-	2,500	0
	#4(Inavailable at present)		-	-	2,500	0
	#5(Governor Free)	Catapillar	-	Operation	3,300	1,800
Majuro Power Station #2	#6(Governor Free)	Deutz	Operation	Operation	6,400	5,000
	#7(Governor Free)		Operation	Operation	6,400	5,000
Total Capacity [kW]		-	-	-	26,100	16,000

出所:MECからの開取調査より調査団にて作成



出所:MECからの入手資料

図 3. 2. 2-7 マジュロ発電所の周波数データ

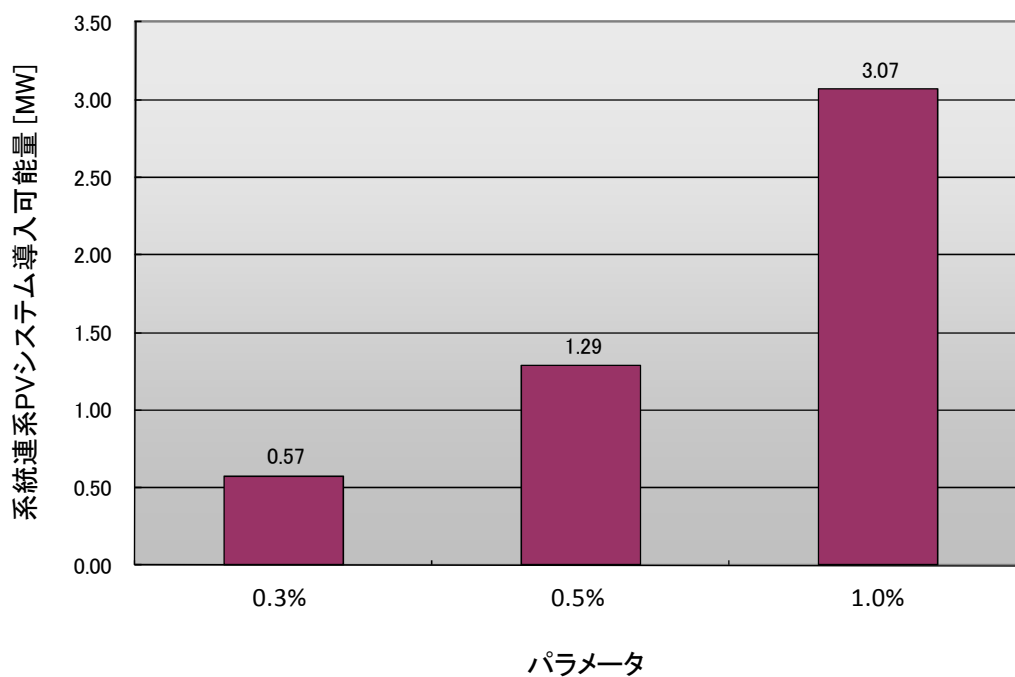


出所:MECからの入手資料

図 3.2.2-8 マジュロ発電所の負荷データ

本検討は電力品質として厳しい日本の周波数偏差目標値に基づくものであり、その目標値を変更することで系統連系 PV システム導入可能量は変化することから、許容周波数変動率をパラメータに感度分析を実施した。パラメータには次の値を用いている。(図 3.2.2-8 参照)

- ① $60 \pm 0.2\text{Hz}$ ($\pm 0.3\%$) : 日本の周波数偏差目標値
- ② $60 \pm 0.3\text{Hz}$ ($\pm 0.5\%$) : 中間値
- ③ $60 \pm 0.6\text{Hz}$ ($\pm 1.0\%$) : 東南アジアで比較的高度な電力インフラが整備されているタイ、マレーシアの周波数偏差目標値



出所:調査団にて作成

図 3.2-2.9 許容周波数変動率と太陽光発電導入可能量の関係

3-2-2-2 全体計画

本計画の施設、資機材の規模、仕様は、下記条件にて計画することとする。

(1) 気象条件及びサイト条件

表 3.2.2-8 気象条件及びサイト条件

(a) 海抜	3m
(b) 周囲温度 (最大)	33.0℃
(c) 周囲温度 (最低)	23.0℃
(d) 相対湿度 最大	80%
(e) 月間最多降雨量	300mm
(h) 最大風速	37 m/s

出所:SAWARS

(2) 電気方式の条件

- ① 配電電圧： (中圧) 3相3線式 13.8 kV (最大 14.52 kV)
(低圧) 3相4線式 208-120 V
- ② 周波数： 60 Hz
- ③ 最大短絡容量： 13.8 kV 系統 12.5 kA
- ④ 接地系： 13.8 kV 系統 中性点多重接地式

- ⑤ 接地抵抗： 10 Ω 以下
- ⑥ 色 別： IEC 規格（赤、白、青、黒）

(3) 施設計画の条件

本計画により据付される太陽光発電モジュールは、マジュロ病院の屋根部に設置する設計とするので、屋根の支持能力と、自然条件から得られる最大限の発電電力量を確保できるパネルの配置を考慮して、必要最小限の支持架台を計画する。また、太陽光発電モジュールとパワーコンディショナー間の配線による電圧降下と地中ケーブル埋設工事の作業性を考慮し、既存電気室までの距離を最短とする配置計画を行う。

3-2-2-3 基本計画の概要

(1) 基本計画

前述（3-2-1 参照）の基本設計方針を踏まえた、本計画の基本計画の概要は、表 3.2.2-10 に示すとおりである。

表 3.2.2-9 基本計画の概要

資機材調達と据付工事計画	下記太陽光発電資機材の調達及び据付	数量
	太陽光発電モジュール	1 式
	太陽光発電モジュール用設置架台	1 式
	パワーコンディショナー	1 式
	連系用変圧器	1 台
	表示装置	1 式
資機材調達計画	太陽光発電設備用交換部品、保守道工具及び試験器具	1 式

(2) 機材調達数量

本計画にて調達される主要機材の数量は、表 3.2.2-10 に示す通りである。

表 3.2.2-10 主要機材の数量

資機材調達と据付工事計画	下記太陽光発電資機材の調達及び据付	数量
	太陽光発電モジュール 太陽光発電モジュール用設置架台 接続箱 集電箱 パワーコンディショナー 連系用変圧器 表示装置 計装装置 配線材料、接地工事材料他	972 枚 1 式 22 個 5 個 2(100KW)+2(10KW)台 1 台 1 式 1 式 1 式
資機材調達計画	太陽光発電設備用交換部品、保守道具及び試験器具	1 式

工事補給数量に関しては、海上・内陸輸送、施工時に際して生じる破損等を考慮して、設計数量に補給率を乗じた数量とする。補給率については、海外施工時の類似工事における経験などを考慮し決定している。太陽光発電においては、パネル1枚に不慮の故障が発生した場合に、故障したパネルに直列に接続されたストリング全体で発電することが出来ない状況になり、性能を保証することが困難になる。本計画は我が国の環境プログラム無償資金協力により実施されることから、短期間で据付工事を行うこと、及び機材据付後の性能を保証するため、本計画においては、設計数量枚数の3%（補給数量）を乗じた数量を調達数量とする。

(3) 機材概略仕様

本計画で日本側が調達・据付する太陽光発電・配電設備については、「マ」国側の既存の標準類を可能な限り適用する。これにより計画完了後に設備の運転操作及び維持管理の容易性と安全性に留意すると共に、それら設備・機材の据付期間の短縮を図るため、仕様品目の限定及び標準設計モデルを採用する。

なお、本計画では、病院の屋根部に鉄骨架台を建設し、主要機器である太陽光発電モジュールを据付ける計画であるが、重量・設置面積等の建築限界、また、将来的なメンテナンスやモジュール本体の交換作業を極力減少させることを考慮し、長期的な耐久性、信頼性が高く期待される高効率・長寿命型である、結晶系シリコンの太陽光発電モジュールの調達・据付を行うこととする。

表 3.2.2-11 太陽光発電モジュールの仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
1. 太陽光発電モジュール	(1) 適用規格	IEC 及び同等規格
	(2) 使用環境	塩害地域
	(3) 周囲温度	+40℃以下
	(4) 設置方式	屋根設置方式
	(5) 種類	結晶系シリコン
	(6) モジュール効率	12%以上
	(7) モジュール容量	210W/枚以上

表 3.2.2-12 太陽光モジュール設置用架台の仕様

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

表 3.2.2-13 接続箱の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
3. 接続箱	(1) 構造	屋外 垂直自立型
	(2) 使用環境	塩害地域
	(3) 周囲温湿度	+40℃以下、80%以下
	(4) 最大入力電圧	ストリング単位公称開放電圧(VOC)以上
	(5) 入力回路数	サブアレイ単位並列数以上
	(6) 入力電流	1回路当りモジュール公称短絡電流(ISC)以上
	(7) 出力回路数	1回路
	(8) 出力電流	サブアレイ公称短絡電流(ISC)以上
	(9) 内蔵機器	<ul style="list-style-type: none"> ・配線用しゃ断器：回路数 ・逆流防止ダイオード：ストリング毎 ・誘導雷保護器：全入出力回路、線間、アース間

表 3.2.2-14 集電箱の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
4. 集電箱 ※接続箱が1つ、またはパワーコンディショナー入力回路数が接続箱数量以上確保できる場合は省略可能	(1) 構造	屋外 垂直自立型
	(2) 使用環境	塩害地域
	(3) 周囲温湿度	+40℃以下、80%以下
	(4) 最大入力電圧	ストリング単位公称開放電圧(V _{OC})以上
	(5) 入力回路数	集約される接続箱数以上
	(6) 入力電流	接続箱出力電流以上
	(7) 出力回路数	1回路
	(8) 出力電流	サブアレイ公称短絡電流×入力回路数以上
	(9) 内蔵機器	<ul style="list-style-type: none"> ・配線用遮断器：回路数 ・誘導雷保護器：全入出力回路、線間、アース間

表 3.2.2-15 パワーコンディショナーの仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
5-1 パワーコンディショナー (既存病院内電気パネルルームに設置)	(1) 構造	屋内 垂直自立型
	(2) 周囲温湿度	+40℃以下、80%以下
	(3) 主回路方式	自励式電圧型
	(4) スwitchング方式	高周波 PWM
	(5) 絶縁方式	商用周波絶縁トランス方式 小容量の場合のみ非絶縁(トランスレス)許容
	(6) 冷却方式	強制空冷
	(7) 定格入力電圧	ストリング最大出力電圧(Vpmax)付近
	(8) 入力動作電圧範囲	ストリング最大出力電圧(Vpmax)と公称開放電圧(Voc)が範囲内に入ること。
	(9) 入力回路数	集電箱数以上
	(10) 出力電気方式	3φ3W
	(11) 定格出力電圧	AC202V
	(12) 定格周波数	60Hz
	(13) 交流出力電流ひずみ率	総合電流 5%以下、各次調波 3%以下
	(14) 電力制御方式	最大出力追従制御
	(15) 定格電力変換効率	90%以上
	(16) 制御機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動起動・停止、ソフトスタート ・ 自動電圧調整 ・ 進相無効電力制御又は出力制御機能（逆潮流有で電圧逸脱発生のある場合のみ）
	(17) 系統連系保護機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 過電圧(OVR) ・ 不足電圧(UVR) ・ 周波数上昇(OFR) ・ 周波数低下(UFR) すべて整定値、時限可変とする。
	(18) 単独運転検出機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 能動型（次の中から1方式以上） <ul style="list-style-type: none"> ①周波数シフト方式 ②有効電力変動方式 ③無効電力変動方式 ④負荷変動方式 ・ 受動型（次の中から1方式以上） <ul style="list-style-type: none"> ①電力位相跳躍検出 ②第3次高調波電圧急増検出方式 ③周波数変化率検出方式

機器名	仕様項目	要求仕様
5-2 パワーコンディショナー (2) (病院 3 号棟の東側に設置したコンテナ内に設置)	(1) 準拠規格	JIS、JEM、電気設備技術基準電力品質確保に係る系統連携技術要件ガイドライン、公共建築工事標準仕様
	(2) 一般仕様	
	1) 構造	室内型
	2) 主回路方式	自励式電圧型
	3) スwitchング方式	高周波 PWM
	4) 絶縁方式	商用周波絶縁トランス方式
	5) 冷却方式	強制空冷
	(3) 電氣的仕様	
	1) 定格出力	10KW
	2) 定格入力電圧	DC300V
	3) 最大許容入力電圧	DC500V
	4) 入力運転電圧範囲	DC240～450V
	5) 最大出力追従制御範囲	DC240～420V

機器名	仕様項目	要求仕様
	6) 出力電気方式	三相 3 線式
	7) 定格出力電圧	AC202V
	8) 交流出力電流ひずみ率	総合電流 5%以下、各次調波 3%以下
	9) 電力制御方式	最大出力追従制御
	10) 効率	90%以上
	11) 機能	自動起動、停止、ソフトスタート 自動電圧調整 入力電流制限、出力電流制限 出力制御機能（外部出力信号による出力制御）

表 3.2.2-16 連系用変圧器の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
5. 連系用変圧器	(1) 構造	屋外 垂直自立型
	(2) 周囲温湿度	+40℃以下、70%以上
	(3) 連系用変圧器	AC13.8kV / 200V, 250kVA, Δ-Δ結線, タップ切替付
	(4) 連系用遮断器	13.8 kV, 12.5kA

表 3.2.2-17 計装装置の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
6. 計装装置	(1) 日射計 1) 適用規格 2) 感度	ISO9060 Second class 相当 6~8 mV/(W・m ²)
	(2) 気温計 1) 種類 2) 形状 3) 使用温度範囲	測温抵抗体 Pt100Ω 4 線式 簡易シェルター付 -40℃~+60℃
	(3) 気象変換箱 1) 構造 2) 材質 3) 入力信号 4) 出力信号 5) 電源 6) 収納機器	屋外壁掛型 SS400 溶融亜鉛メッキ仕上げ 粉体塗装 日射計 (0-10mV)、気温計 (Pt100Ω) 4-20mA×2 AC120V 日射計用信号変換器、気温計用信号変換器 配線用遮断器、誘導雷保護器
	(4) 計測監視装置 (サイト側) 1) データ計測方式 ・測定周期 ・データ収集項目 2) 使用機器 3) ソフト仕様 (サーバー側)	6 秒 傾斜面日射強度、気温、発電電力 計測監視装置 シリアル信号変換器 (RS485→RS232C 変換) 無停電電源装置 (瞬停対策用) 計測監視装置箱 瞬時値表示、グラフ・帳票表示 パワーコンディショナー運転状態、障害情報表示 パワーコンディショナー保護装置設定情報保存

機器名	仕様項目	要求仕様
	(5) 遠隔監視システム 1) 仕様 <ul style="list-style-type: none"> ・サイト側データ管理 ・データ閲覧 ・データダウンロード 2) データ閲覧権限	サイト側データをサーバへ送信、専用サーバでデータ蓄積 インターネットを利用し、Webブラウザにて表示 帳票データのダウンロードと帳票・グラフの表示と印刷 登録ユーザー、パスワード管理

表 3.2.2-18 電線材料の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
7. 配線材料		
モジュール～接続箱間	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ	IEC, JIS 及び同等規格 ① HEM-CEケーブル片端 (+) コネクタ付き ② HEM-CEケーブル片端 (-) コネクタ付き ③ HEM-CEケーブル両端 (+) (-) コネクタ付き ① 3.5sq-1C ② 3.5sq-1C ③ 3.5sq-1C
接続箱～集電箱間	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ	IEC, JIS 及び同等規格 600V CVD 22mm ²
集電箱～パワーコンディショナー間	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ	IEC, JIS 及び同等規格 600V CVD 60mm ²
パワーコンディショナー～分電盤	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ	IEC, JIS 及び同等規格 600V CV-1C×3 100mm ²
分電盤～変圧器	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	IEC, JIS 及び同等規格 600V CV-1C×3 325mm ² ターミナルラグ×3、 ボルト、ナット、終端端末材料
変圧器～遮断器～既設遮断器	(1) 適用規格 (2) 型式・サイズ	IEC, JIS 及び同等規格 15kV, AWG2/0(同等品)×1C×3
電気室～気象変換箱 通信ケーブル	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ	IEC, JIS 及び同等規格 KPEV 4C 2 mm ²
接地工事材料	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	IEC, JIS 及び同等規格 600V IV 38mm ² , 22mm ² , 3.5mm ² 接地棒 10mm×1m

表 3.2.2-19 埋設防護管の概要

機器名	仕様項目	要求仕様
8. 埋設防護管	(1) 規格	IEC、JIS 及び同等規格
	(2) 材質	ケーブル保護用鋼管またはケーブル用可とう管

(4) 太陽光発電システムの架台設置方式

太陽光発電モジュールは、マジュロ病院の第2号病棟、第3号病棟の既存の屋上に設置する。既存の屋根は、折板の上に防熱パネルを敷き、これにシート防水が施工されている。

そのため既存の屋根構造では、強度の面から直接架台を屋根面に取り付けることが出来ない。

太陽光発電モジュール設置架台基礎（溝型鋼）は屋根下の全ネジボルトで固定させることとする。全ネジボルトはブラケットで固定させ、屋根下のコンクリート梁で上下に掴むこととする。

工場で亜鉛メッキした三角型のトラスは架台基礎に設置する。太陽光発電モジュールは三角型のトラスの上に設置した亜鉛メッキ鋼の上に設置することとする。

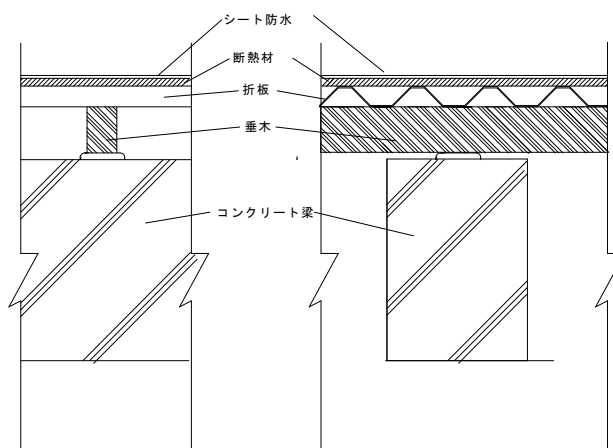


図 3.2.2-10 マジュロ病院の既存の屋根構造

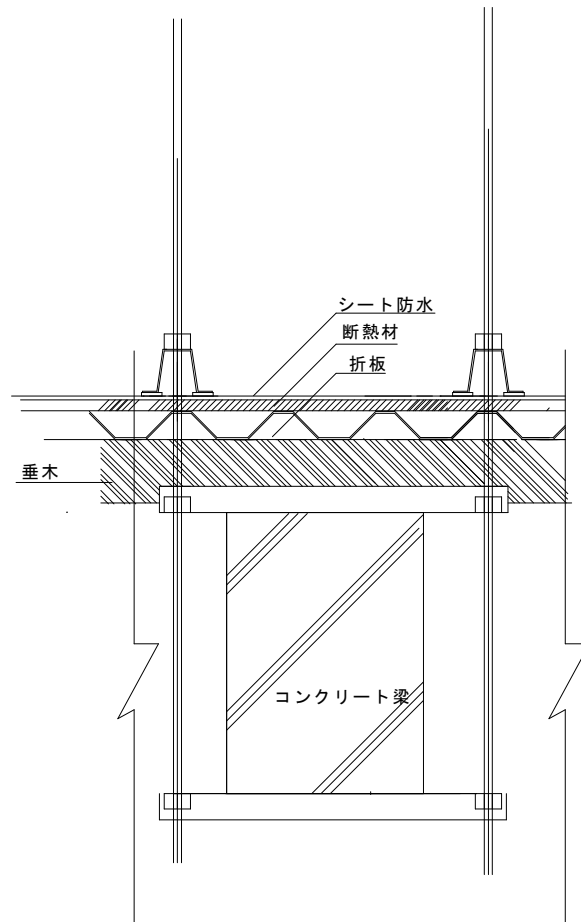


図 3. 2. 2-11 架台の支柱設置 (案)

(5) 支持架台の設置計画

架台の取り付けは屋根裏からの作業となることから、病室での工事作業が生じる。工事作業のため、病院の活動を全面的に休止することは不可能であるため、工事は6区画に区切り施工を行う。

サイトは、ラグーンと外海のほぼ中間位置にあり、両海岸線まで約0.5kmの距離にある。塩害を考慮し、架台は全て亜鉛融解メッキ仕上げとする。

(6) その他据付工事

1) パワーコンディショナー(1)及び(2)

100KW2台のパワーコンディショナー(1)は、既存病院のパネルルーム内に設置する。設置に伴い、パワーコンディショナーの発熱対策として4.5kWの空調を設置する。

ポンプ小屋、キャノピーおよび発電機棟に設置するPVシステム用10KW2台のパワーコンディショナー(2)は病院3号棟の東側屋外にコンテナを設置して空調し、その中に設置する。

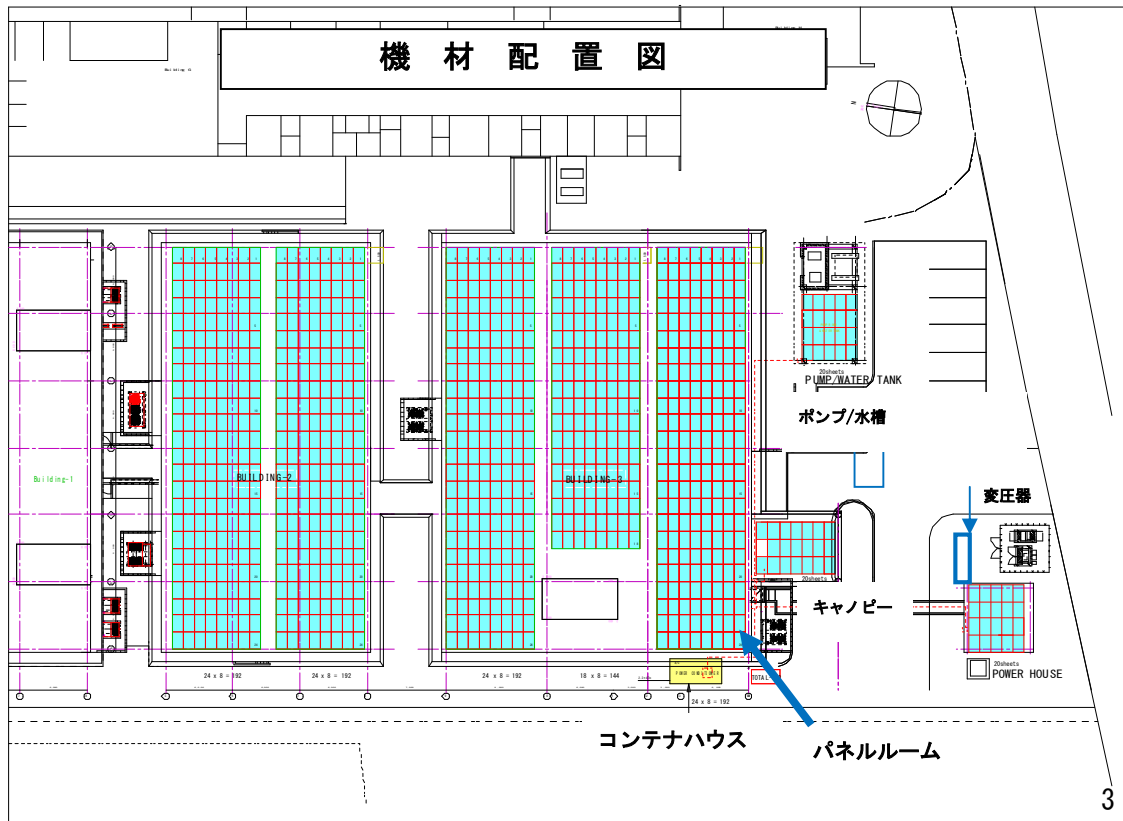


図 3.2.2-12 PV モジュールレイアウト計画

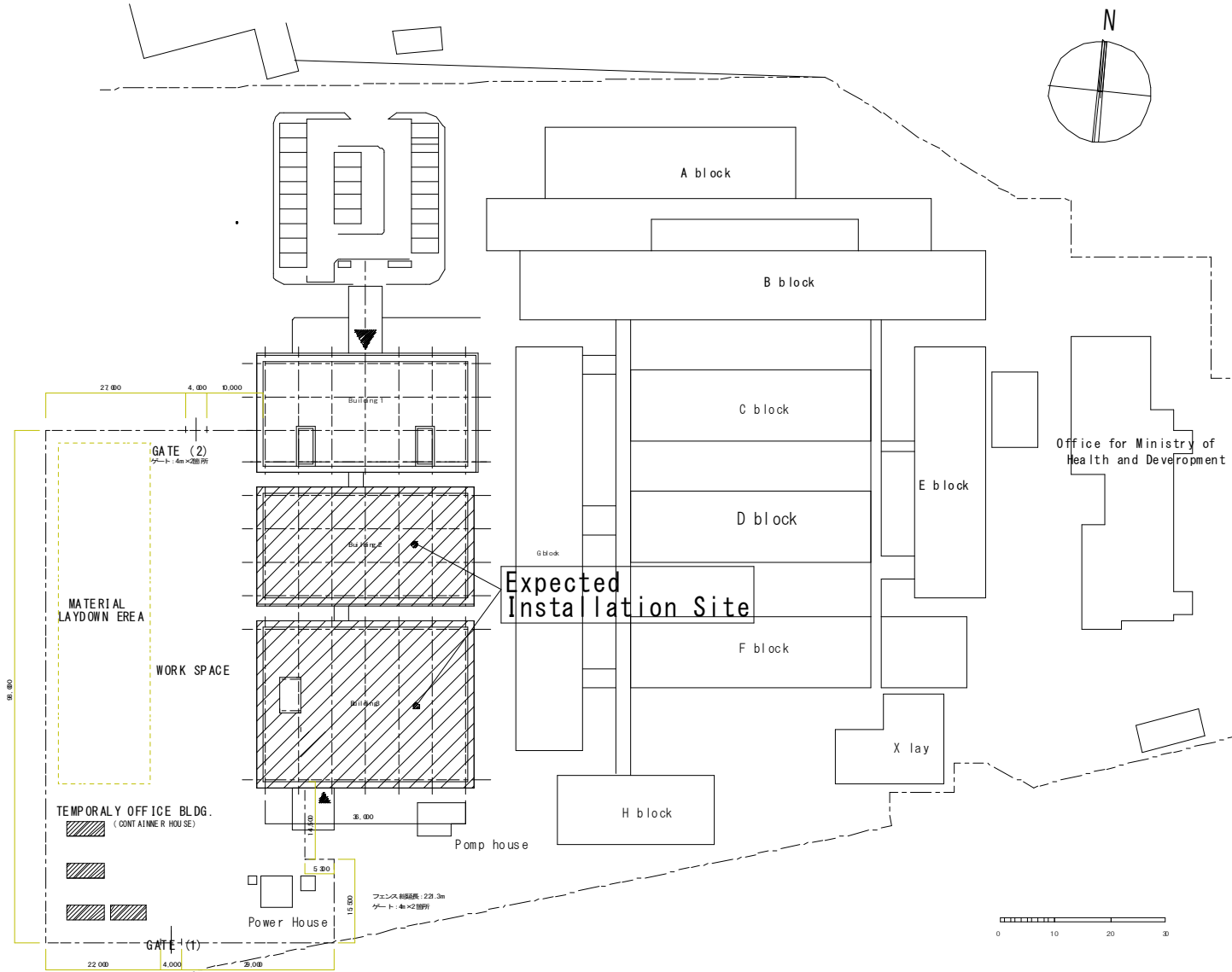
2) 連系用変圧器

外置き型のトランスならびに緊急遮断用のスイッチの基礎工事ならびに、約 5m の地中埋設管の据付を計画する。

3-2-3 基本設計図

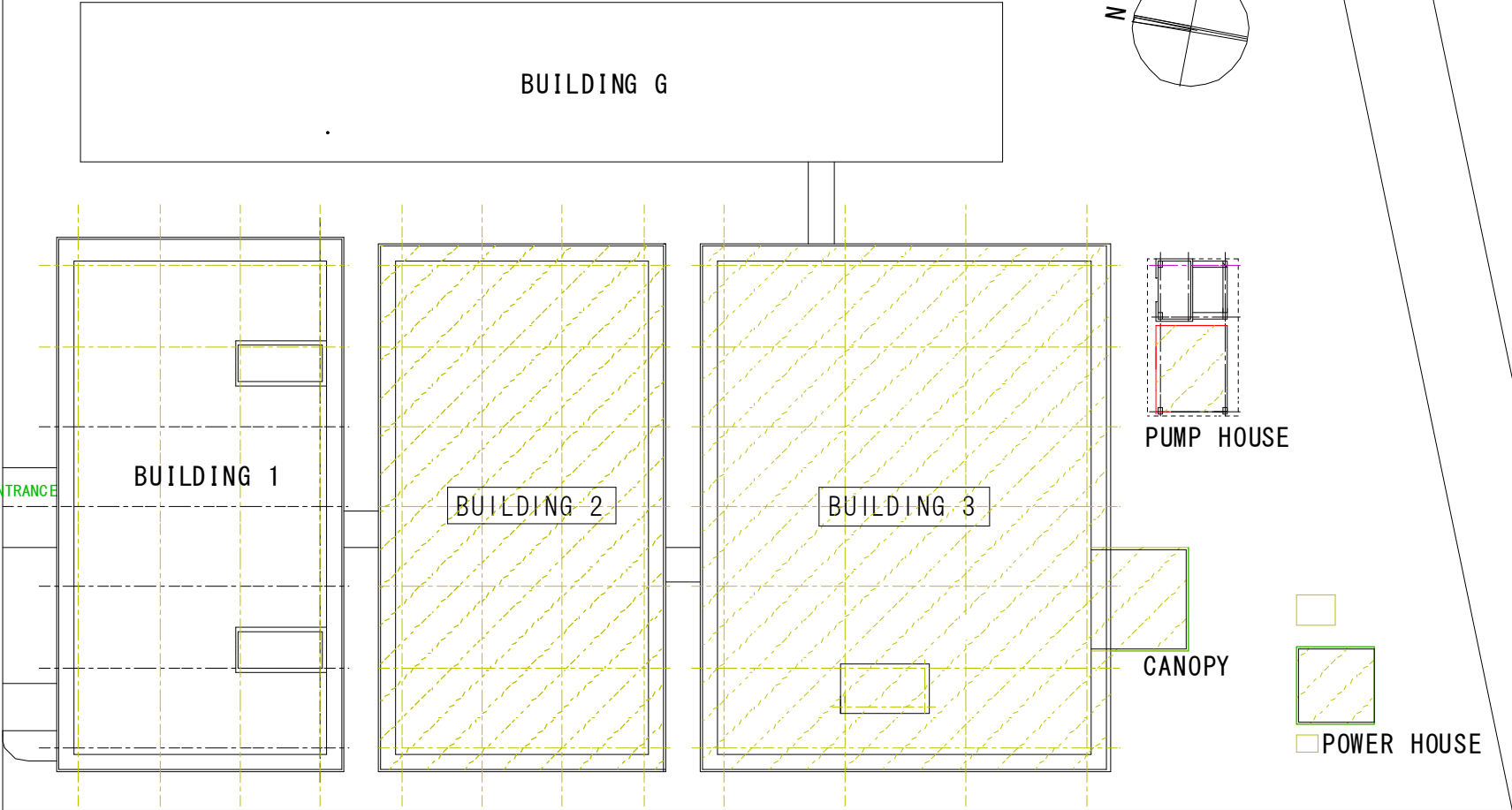
本計画の基本設計図は以下のとおりである。

TEMPORAL FACILITIES PLAN

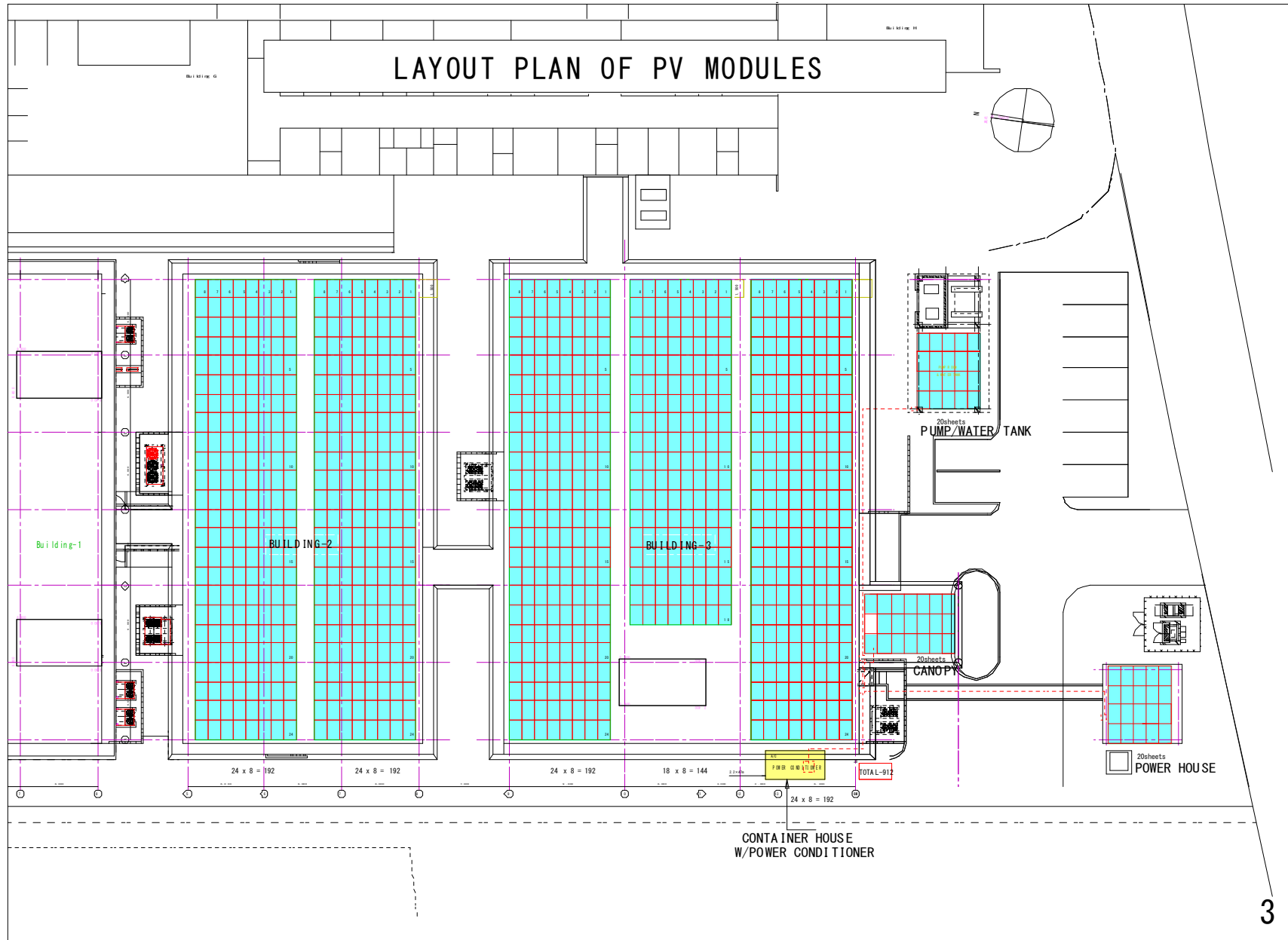


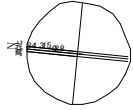
3-29

SPACE FOR INSTALLATION OF PV PANEL
ON THE ROOF TOP OF BUILDING 2 AND 3
OF MAJURO HOSPITAL



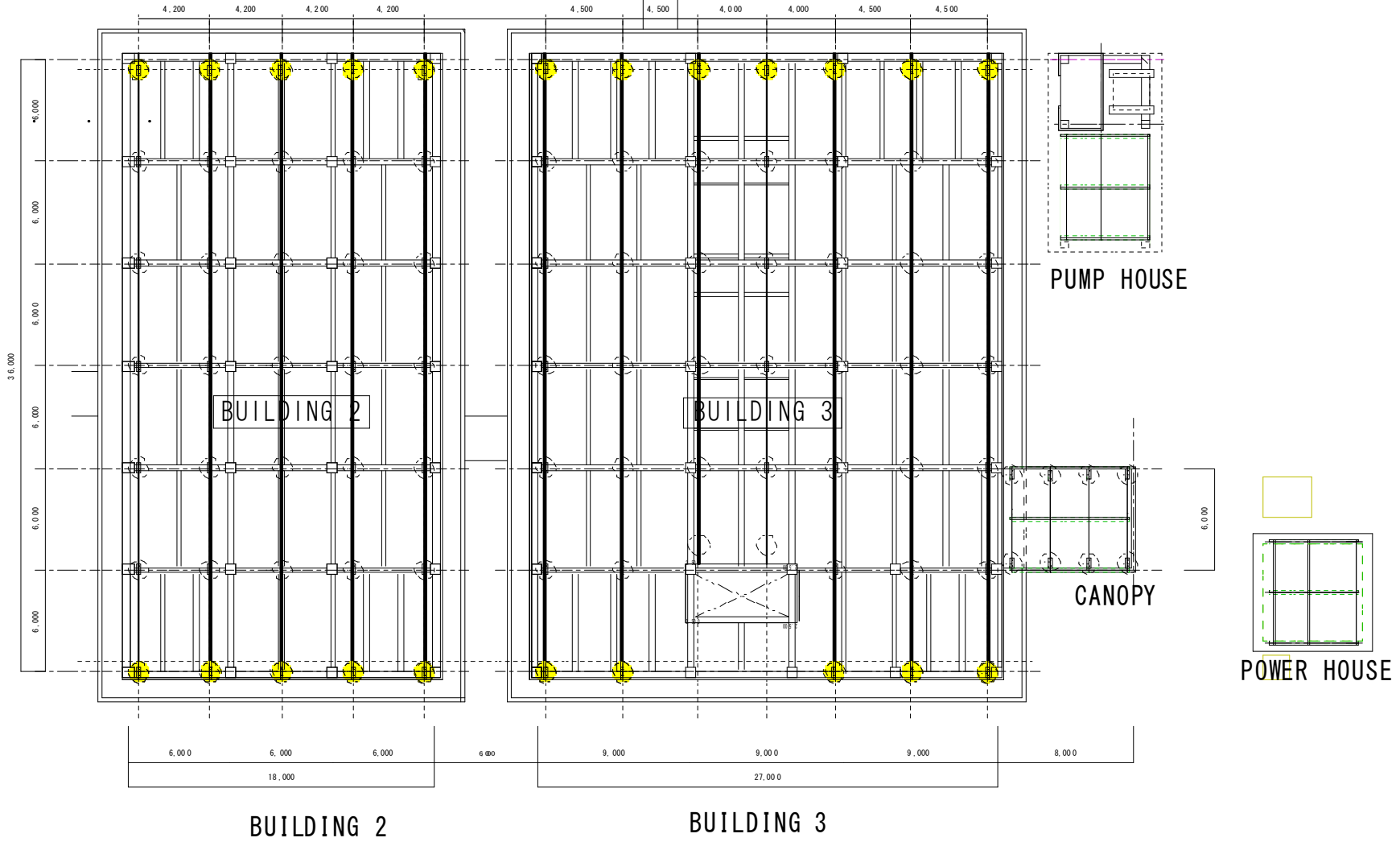
BUILDING-2	18m × 36m=648 m ²
BUILDING-3	27m × 36m=972 m ²
TOTAL	1620 m²





LOCATION PLAN OF BLACKET 固定用ブラケット設置箇所

- TYPE-A (68SETS)
- TYPE-B (24SETS)

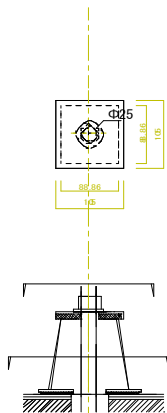


3-32

**MOUNTING DETAIL
OF P/V MODULE**

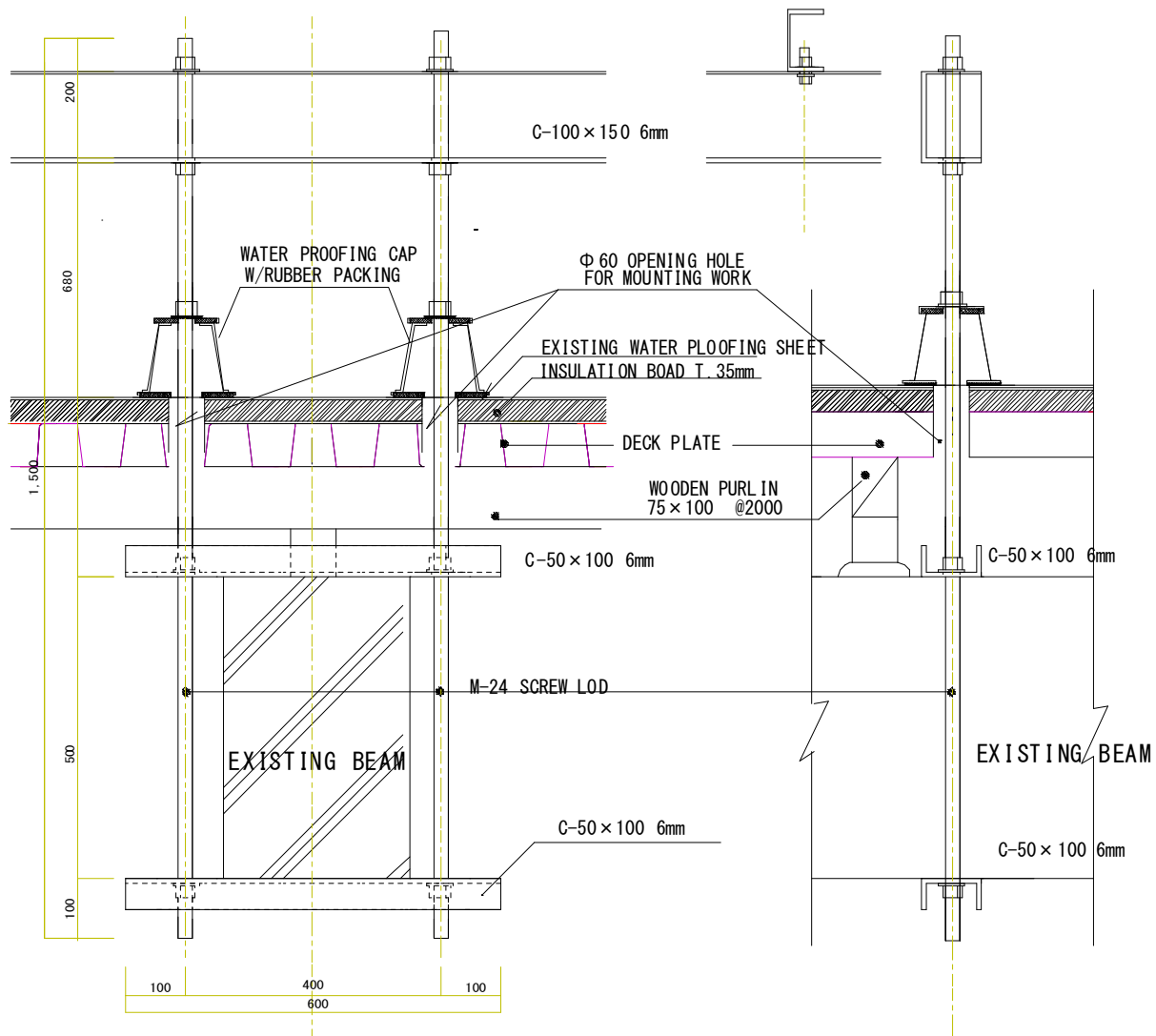
TYPE-A

68 SETS



**WATER PROOFING CAP
W/RUBBER PACKING**

136 PIECES

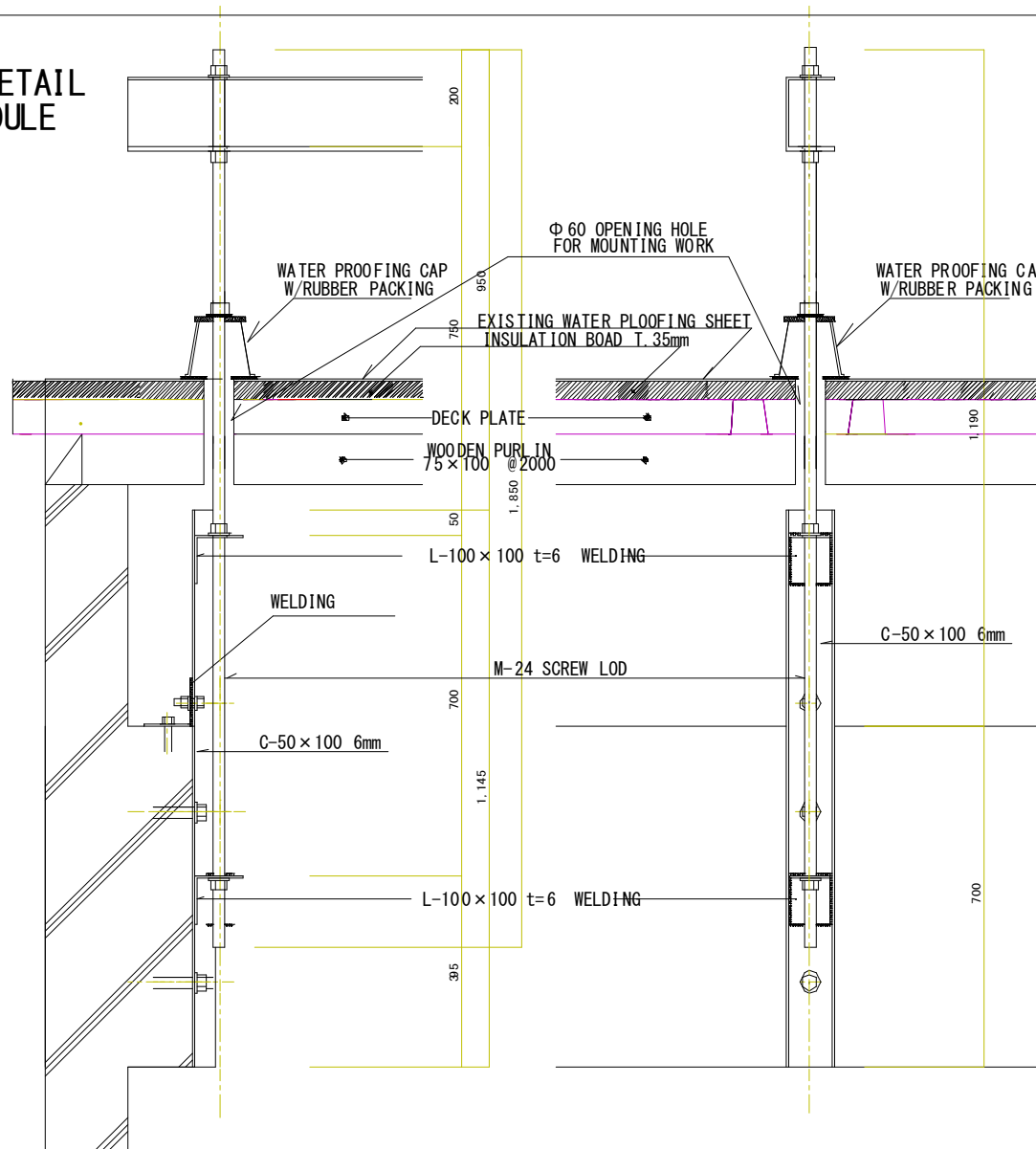


3-33

MOUNTING DETAIL
OF P/V MODULE

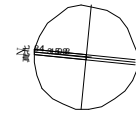
TYPE-B

24 SETS



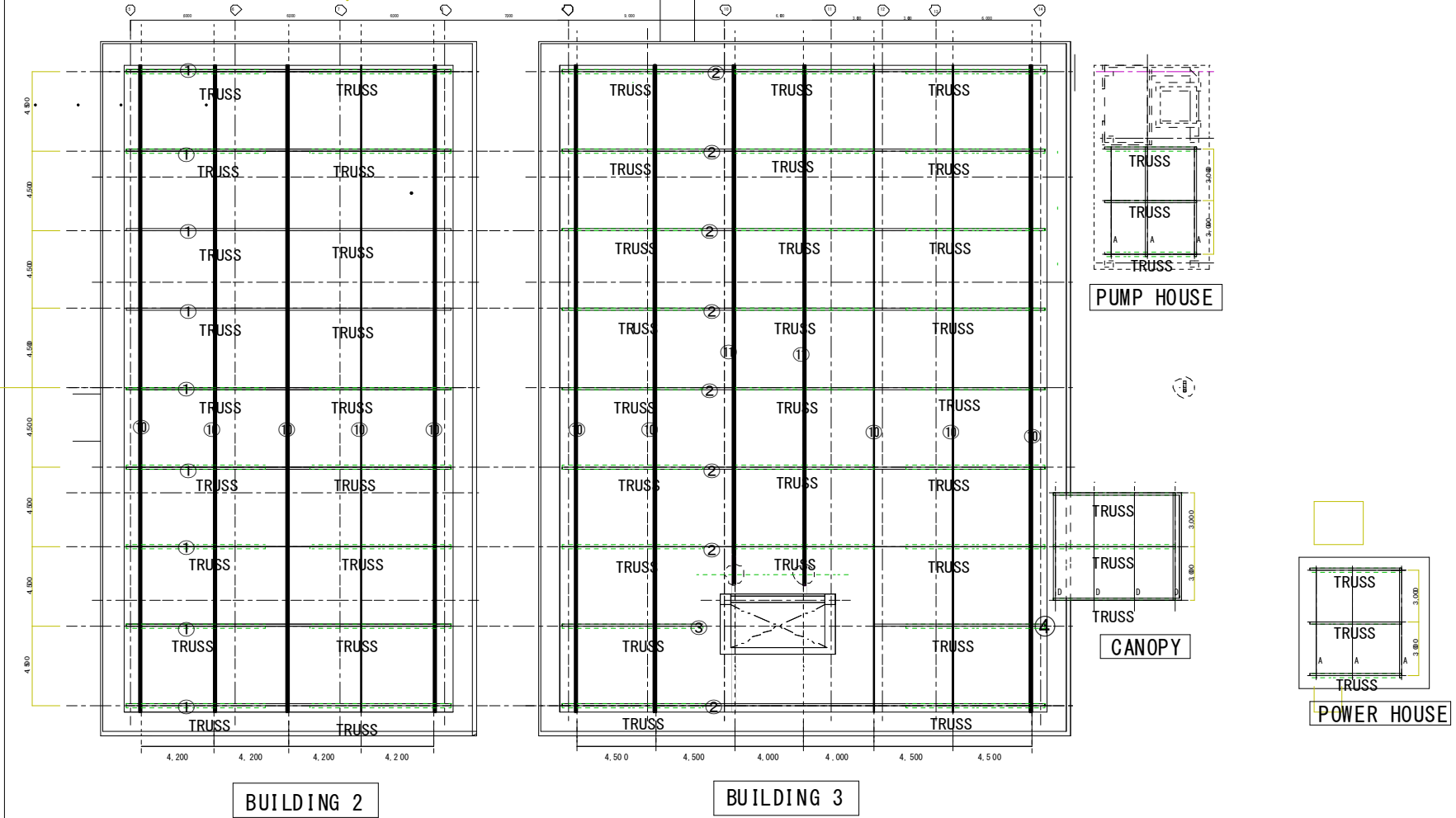
3-34

FRAMING PLAN FOR PANEL MOUNT パネル架台鉄骨伏図

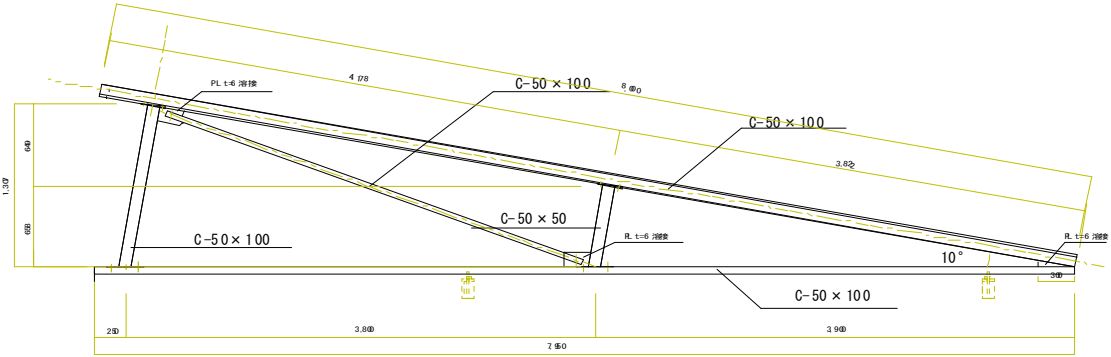
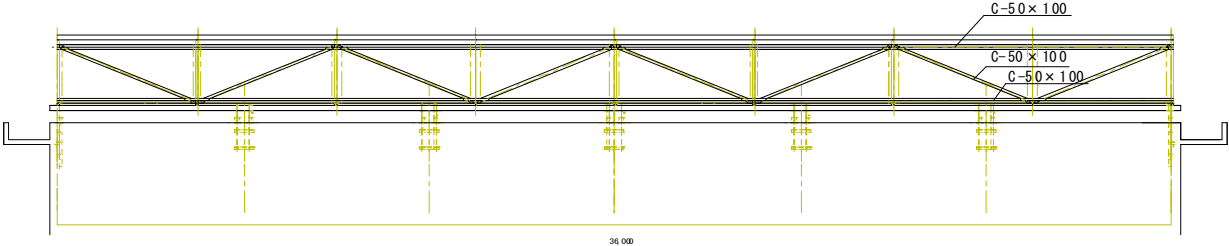
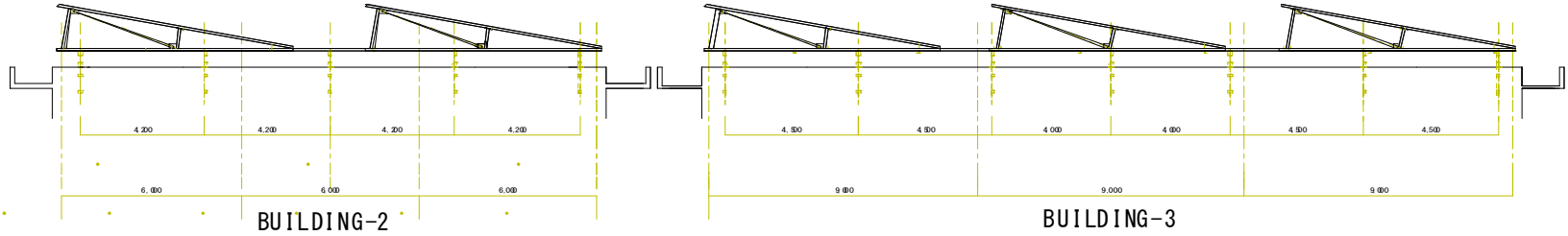


3-35

C



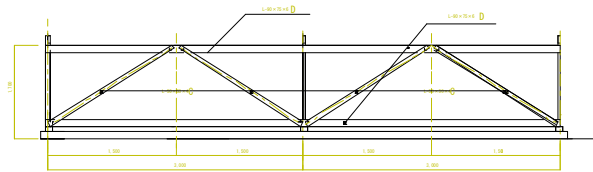
DETAIL OF FRAMING STRUCTURE



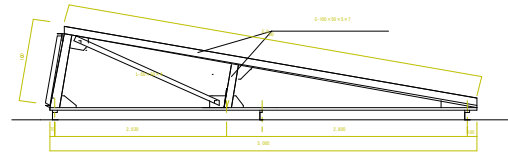
TRUSS

3-36

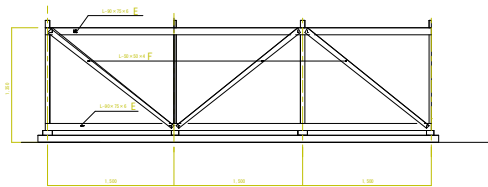
9 DETAIL OF FRAMING STRUCTURE-2



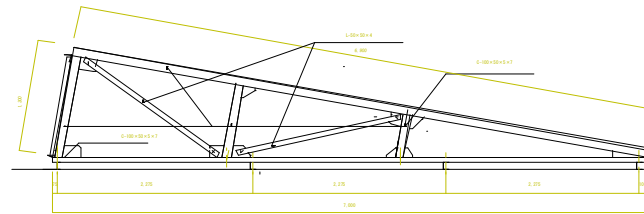
POWER HOUSE
PUMP/WATER TANK



TYPE-A (TRUSS) × 6 SETS
POWER HOUSE
PUMP/WATER TANK




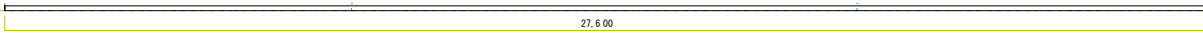
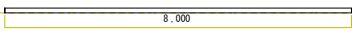
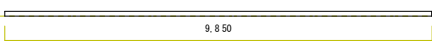
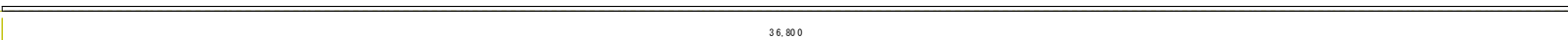
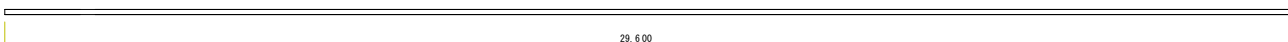
CANOPY



TYPE-B (TRUSS) × 4 SETS
CANOPY

3-37

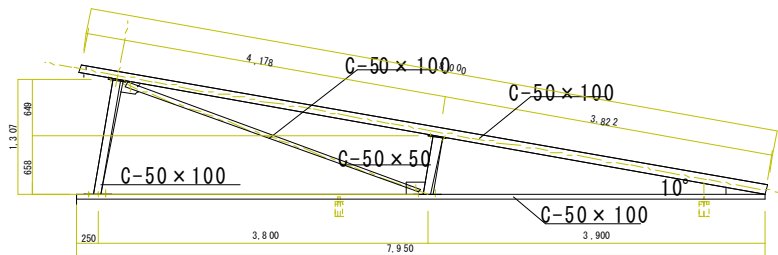
MEMBER LIST OF STEEL STRUCTURE

①	 18.600	× 9	W/2JOINTS	C-50 × 100 (18,600)	9 SETS
②	 27.600	× 8	W/4JOINTS	C-50 × 100 (27,600)	8 SETS
③	 8.000	× 1	W/1JOINT	C-50 × 100 (8,000)	1 SETS
④	 9.850	× 1	W/1JOINT	C-50 × 100 (9,850)	1 SETS
⑩	 36.800	× 2	W/5JOINTS	C-50 × 100 (36,800)	2 SETS
⑪	 29.600	× 10	W/4JOINTS	C-50 × 100 (29,600)	10 SETS

TRUSS



9,850

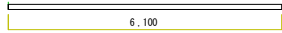
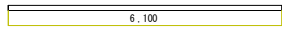
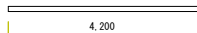
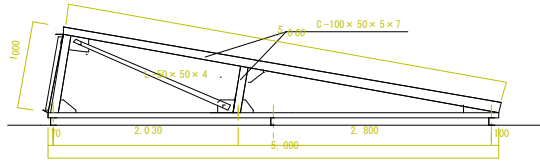
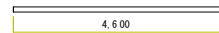
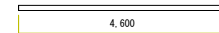
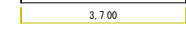
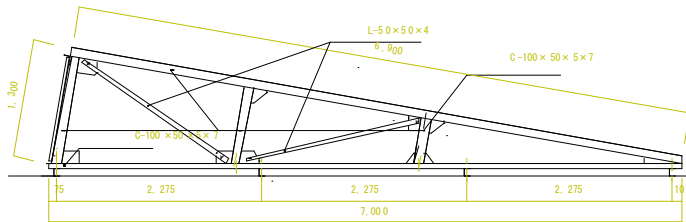


TRUSS × 43

10

MEMBER LIST OF STEEL STRUCTURE-2

FOR PUMP/WATER TANK & POWER HOUSE

A		× 6		C-50 × 100 (6, 100) 6 SETS
B		× 4		L-90 × 75 × 6 (6, 100) 4 SETS
C		× 8		C-50 × 50 × 4 (4, 200) 8 SETS
<p>TRUSS × 6 TYPE-A (TRUSS) × 6 SETS</p> 				
<h3>FOR CANOPY</h3>				
D		× 4		C-50 × 100 (4, 600) 4 SETS
E		× 2		L-90 × 75 × 6 (4, 600) 2 SETS
F		× 3		L-50 × 50 × 4 (3, 700) × 3 SETS
<p>TRUSS × 4 TYPE-B (TRUSS) × 4 SETS</p> 				

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 調達代理機関による機材調達監理方針

本計画は、我が国の環境プログラム無償資金協力のスキームに基づき実施される。これにより、本計画は日本政府により事業実施の承認がなされ、両国政府による交換公文(E/N)が取り交わされた後に実施に移る。調達代理機関は日本政府により、「マ」国側へ推薦され、資源開発省 (Ministry of Resources and Development: MRD) が受任者として本体契約 (入札、資機材調達) が適正且つ円滑に履行されるように本計画の本体業務を管理するとともに、「マ」国側に代わって資金の管理を行う。

(1) 実施体制

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

(2) 主管官庁

本計画の主管官庁は、資源開発省 (Ministry of Resources and Development : MRD) である。

(3) 実施機関

本計画の実施機関は、マーシャルエネルギー公社 (Marshalls Energy Company : MEC) である。本計画は環境プログラム無償案件として、「マ」国政府側の主管官庁である MRD と日本の調達代理機関が締結する調達代理契約に基づいて実施される。

上記の他に、本計画に係る「マ」国の主な関係機関により、エネルギー・タスク・フォースが設立されている。実施段階ではエネルギー・タスク・フォースの各機関との十分な情報共有、調整が必要である。各機関との調整に当たっては、MRD が窓口として対応することが確認されている。

・エネルギー・タスク・フォースのメンバーは下記の機関によって構成されている。

資源開発省 (Ministry of Resources and Development)

外務省 (Ministry of Foreign Affairs)

内務省 (Ministry of Internal Affairs)

経済政策・計画・統計局 (Economic Policy, Planning and Statistics Office)

環境計画・政策調整局 (Office of Environment Planning and Policy Coordination)

マジュロ環礁廃棄物処理会社 (Majuro Atoll Waste Company)

マーシャルエネルギー公社 (Marshalls Energy Company)

なお、「マ」国では道路・水産などのセクターで我が国の一般無償資金協力案件を多数実施しているが、円滑な事業実施のため、主管官庁である MRD とエネルギー・タスク・フォースの各機関との間で必要な情報を共有することとする。また、「マ」国政府側の主な関係省庁と日本政府は、各々の代表からなる政府間協議会を設置し、国レベルで確認を要する事項の協議を実施する。さらに、MRD、MEC、JICA マーシャル支所及び調達代理機関でコンサルティティブ

コミッティを設置し、進捗確認、技術的確認事項などの協議を実施する。

以下に本計画の実施体制を示す。

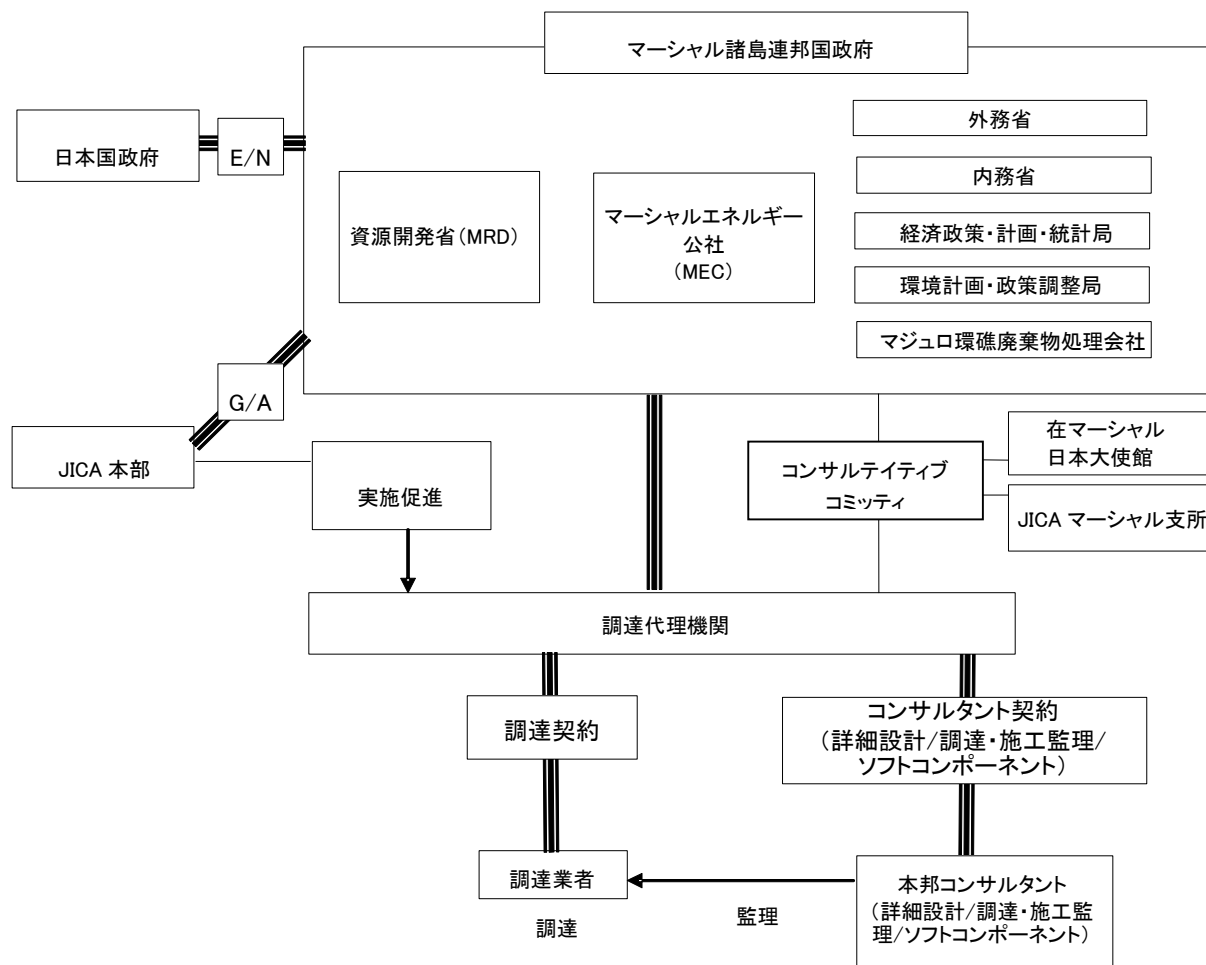


図 3.2.4-1 実施体制

(4) 調達代理機関

1) 実施内容

調達代理機関は、日本政府により「マ」国側に推薦され、実施責任機関の受任者として本体契約のコンポーネントが適正、且つ、円滑に実施されるように総合的な監理を実施・履行する。

調達に係る入札図書は、調達代理機関が作成し、本計画のそれぞれの入札管理業務手続及び調達業務が開始される。調達代理機関は、入札業務管理として、代理機関契約、銀行手続き及び入札図書のうち業者契約に係る書類の作成、並びに、入札図書配布と入札・評価及び調達業者契約業務などを行う。

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

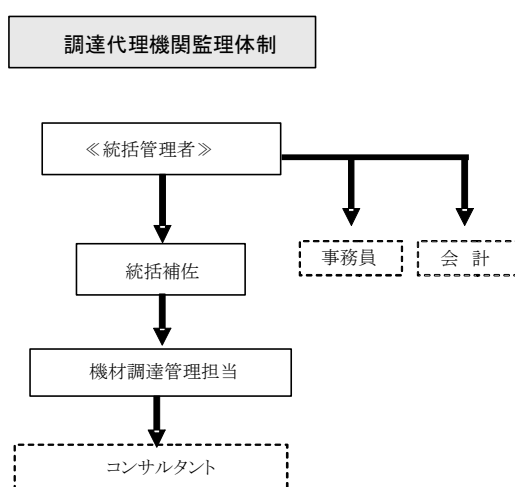
2) 実施体制

・入札業務管理期間

入札に係る図書の取りまとめ、機材仕様書の確認及び入札業者・企業の評価を実施するが、「マ」国の機材調達における国際競争入札などにより、入札業務が煩雑となることが予想されるため、補助要員として現地人を雇用する。また、入札図書の内容に係る技術的な質疑応答や、入札業者の技術プロポーザル部分を適性に評価する必要があることから、本邦コンサルタントが技術部分の補助を行う。

・工事管理期間

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



(5) 施工監理・調達監理コンサルタント

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

(6) 施設施工業者・機材調達業者

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

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

(1) 「マ」国の建設事情と技術移転

「マ」国では、中国など外国資本の現地総合建設業者や電気工事会社があり、運搬用車両、建設工事機材等の現地調達並びに、本計画の配電用機器据付、及び地中ケーブル工事は、現地業者への発注が可能である。但し、本計画が短工期で品質の高い出来型が求められる、我が国

の環境プログラム無償資金協力案件であること、並びに現地施工業者により設置された類似の連系 PV システムの工事品質を考慮すると、工程管理、品質管理及び安全管理のためには、受注業者による技術者の現地派遣が必須である。

一方、「マ」国において連系 PV システムの据付工事件数は今まで CMI での機材設置工事のみであり、かつ機材据付時並びに据付け後の調整・試験等には、技術レベルの高い技術者を必要とすることから、労務者以外の現地業者の活用は困難である。そのため、本計画の据付工事に当たって、日本の請負業者は現地業者から労働者、据付工事機材等の調達を行い、日本から技術者を派遣することが望ましい。また、当該据付期間に日本の技術者によって、「マ」国技術者に OJT を実施し技術移転を図るものとする。

また、設置工事に関しての具体的留意事項は次に示すとおりである。

- ・ 病院業務を完全に停止することは出来ないことから、部分閉鎖し、工事を行うこととなる。これに関しては病院側に 6 ヶ月前に概略工程を示し調整を行う。
- ・ 安全確保のため、工事の実施の周知を病院利用者に行うほか、工事予定看板等を設置して予め利用者に周知する必要がある。また工事期間中は部分閉鎖するとともに警備員を配置し、利用者の安全に特に留意する。
- ・ 工事実施時は、病院施設内に塵・埃が拡散しないように、工事区画の養生を十分に行う。工事予定区画には、検査室、X 線検査室、CT スキャナー等精密機器が設置されている部屋もあるために、細心の注意を払い足場の設置養生を行う必要がある。
- ・ PV 設備機材据付が終了し、PV 幹線を高圧接続する場合に 2 時間程度の停電が予測される。その際は病院が有している非常用発電機を有していることから、この間は非常用発電機による運転となる。土曜日・日曜日には通常は業務を実施していないが、緊急手術不測の事態等と重ならないように病院側と十分な打合せの上作業を進める。

(2) 現地資機材の活用について

「マ」国では、太陽光発電システムに伴うパワーコンディショナーの基礎、屋外に設置する変圧器の基礎工事に使用する骨材、セメント、鉄筋等は、品質・納期に対する管理並びに指導が必要であるが、現地調達が可能である。このため、施工計画の策定に当たっては、可能な限り、現地で調達可能な資機材を採用することとする。

(3) 安全対策について

本計画対象地域は、治安上の問題が少ない地域であるが、資機材の盗難防止及び工事関係者の安全確保等には十分留意する必要がある。このため、「マ」国側による安全対策上必要な措置を講じることは必須であるが、日本側工事としても、警備員を配置する等の安全対策を考慮する。

(4) 免税措置について

本計画で調達する資機材に関する通関及び関税の免税を受けるためには、事前に請負業者から MRD 経由で財務省 (Ministry of Finance) に連絡することが必要である。これにより、関税 (8%)、内国税 (8%) が免税となるが、これは事後還付方式ではなく、「マ」国実施機関による税負担が発生しない完全免税方式となることが確認された。

(5) 輸送について

日本からの船便は、広州（中国）発、神戸、名古屋を経由し、横浜を出港後「マ」国のマジュロ港が第1番目の入港地となる。配船は1社のみでコンテナ専用船が1ヵ月1便就航しているが、原則として20フィートコンテナでの輸送で、日本からマジュロまでは、船積み1週間を要する。

マジュロ港でのハンドリングは、民間会社である Majuro Stevedore & Terminal Co., Inc. が実施しており、40feet コンテナまで対応が可能である。月に400コンテナ程度であればハンドリングが可能である。

コンテナの市街地での移動について、港湾内にはコンテナを積み降ろしできるクレーンがあるが、コンテナトラックから市内でコンテナを降ろすことができる重機が限られている。このことから、マジュロ港で通常のトラックに積み替えをするか、コンテナ用トラックでサイトまでコンテナを持ち込み、サイトからトラック上からコンテナ内の貨物の荷下ろしを行っているのが通常の方法である。日本からの梱包については、現地での荷降ろしを考慮し、できる限り人力または3トン程度のフォークリフトでコンテナから荷降ろしできる梱包とする。

3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

本環境プログラム無償資金協力の実施において、我が国と「マ」国側の詳細な施工負担区分は、表3.2.4-1に示すとおりである。

表3.2.4-1 日本側と「マ」国側の施工区分

No.	項目	日本	「マ」国	備考
1	機材据付予定地の確保		●	
2	機材の据付工事	●		据付工事に伴う仮設工事含む
3	電気工事			
	a) 建屋内配管工事	●		
	(1) 電話・通信工事			
	a) 建屋内配線・ビット工事	●		
4	B/Aに基づく銀行口座の開設手数料		●	
5	輸送・通関手続き及び諸税の取扱い			
	(1) 調達機材に関する製品の非援助国（「マ」国）までの海上輸送（空輸）の責任	●		
	(2) 「マ」国積み下し港における税負担と通関手続き		●	
	(3) 「マ」国積み降ろし港から、国内のサイトまでの調達機材等の輸送	●	●	
	(4) 建設資機材調達に係る「マ」国内付加価値税の免税措置/税負担		●	
6	施設及び調達機材の運営維持管理に関する OJT	●		「マ」国側は OJT を受講する要員を選任する
7	施設及び調達機材の運営維持管理		●	
8	無償援助に含まれないその他の費用		●	

注記: B/A: Banking Arrangement

●: 当該項目の責任分担を示す。

3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

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

(1) 施工監理の基本方針

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

以下に主要な施工監理上の留意点を示す。

(2) 工程監理

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

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

(3) 品質、出来形監理

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

(4) 安全監理

コンサルタントは請負業者の責任者と協議、協力し、建設期間中の現場での労働災害及び、第三者に対する事故を未然に防止するための安全管理を行う。請負業者が実施す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 工事用車両、建設機械等の運行ルートの方策と徐行運転の徹底
- ④ 労務者に対する福利厚生対策と休日取得の励行

(5) 施工管理者

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

3-2-4-5 品質管理計画

コンサルタントの施工監理要員は、本計画で調達される資機材の品質並びにそれらの施工／据付の出来形が、契約図書（技術仕様書、実施設計図等）に示された品質・出来形に合致しているかどうかを、下記の項目に基づき監理・照査を実施する。

- ① 資機材の工場検査立会または工場検査結果報告書の照査
- ② 梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
- ③ 資機材の施工図及び据付要領書の照査
- ④ 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
- ⑤ 資機材の現場据付工事の監理と試運転・調整・検査の立会
- ⑥ 施設施工図と現場出来形の照査
- ⑦ 竣工図の照査

3-2-4-6 資機材等調達計画

本計画で調達・据付けられる PV モジュール及びパワーコンディショナーは、「マ」国では製作していない。米国の資金援助により CMI に導入された連系 PV システムでは、太陽光発電モジュールはドイツのエバグリーン社製、その他機材についてはニュージーランドから調達を行っている。当該工事が完工する 2011 年まではニュージーランドのコンサルタント会社が施工監理を行うため、CMI は技術サービスを得られる環境がある。しかしながら現地にはこれら太陽光発電メーカーの支店及び代理店は存在せず、事故・修理等の対応や、予備品調達等の必要なアフターサービス体制は整えられていない。近隣地域でも、ハワイに太陽光発電メーカーの代理店が数店あるのみであり、技術的なサポートが得にくい地理的制約もある。そのため、「マ」国関係者からは品質の高い機材の調達が要請されている。従って本計画の太陽光発電資機材の調達先の選定に当たっては、これ等の現地事情を考慮し、「マ」国技術者による当該設備の運転・維持管理の容易性、予備品調達や故障時対応等のアフターサービス体制の有無に配慮して決定する必要がある。

なお、本計画完成後に、太陽光発電資機材の運転維持管理を担当する MEC は、日本の太陽光発電メーカーは、製品品質及び信頼性の点で他国よりも優位であることを認識している。またスペアパーツなどを調達する場合、ハワイから調達する場合は米国本土から入手するこ

ととなるため、輸送に長時間を要し、価格も高価となる。一方、日本から「マ」国は直行便の船便を有しており、安価、かつ短期間での入手が可能となる。かかる条件から、我が国の無償資金協力案件である本計画の太陽光発電資機材についても、日本製とすることを望んでいる。

上記から、本計画で使用する資機材の調達先は下記のとおりとする。

(1) 現地調達資機材

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

(2) 日本国調達資機材

太陽光発電モジュール、パワーコンディショナー、連系用変圧器、表示装置、配線材料、コンテナハウス他

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

工事完了前に、本計画で調達された機材の初期操作指導並びに運転維持管理方法に関する指導を実施する。同指導は、製造業者もしくは工事業者の指導員が運転維持管理マニュアルにしたがって、現場の OJT で行うことを基本とする。

本指導計画を円滑に進めるために、実施機関である MEC は、日本のコンサルタント及び請負業者と密接な連絡及び協議を行い、OJT に参加する専任技術者を任命する必要がある。選任された技術者は、計画に参加できなかった他の職員に対して、技術を水平展開し、MEC の維持管理能力の向上に協力する必要がある。

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

(1) 背景

1 章で述べたように「マ」国における電力供給については、ほぼ全てをディーゼル発電に依存しているため、発電燃料の主となる原油の価格高騰の影響もあり、化石燃料への依存からの脱却は大きな課題となっている。また、「マ」国は、国家エネルギー政策（2003 年）に制定した後、2009 年 7 月に新国家エネルギー政策およびエネルギー行動計画(National Energy Policy and Energy Action Plan) を制定し、再生可能エネルギーの活用など連系型 PV システムを導入することを含めて、エネルギー政策を実施するための具体的な計画を示している。連系型 PV システムを導入する本環境プログラム型無償資金協力計画（以下、「本計画」は、その政策にも合致しており、「マ」国からの積極的な協力も得られている。

本計画における対象サイトはマジュロ病院であり、主管官庁は MRD、実施機関は、「マ」国の電力事業を担っている MEC が担当する。MEC は、マジュロに電力部門と水道部門を有しており、電力部門では、マジュロ発電所、燃料販売、太陽光発電および離島の発電所（イバイなど）事業を管轄している。MEC は総勢 176 名の比較的小さな組織であり、100% 政府保有の株式会社（公社）であるが、株式を民間資本に買収される可能性は一切ないことを本調査にて確認している。

PVシステムの導入事例に関しては、離島部の電化促進のために、EUや台湾などの援助により、約1,470台のSHSが設置されている。また、本計画の対象地域であるマジュロでは、マーシャル短期大学（College of Marshall Islands）に、本年6月、米国の援助により、60kWの太陽光発電設備が設置されており、構想としては2011年までに200kW程度の太陽光発電設備がグリッド連系される計画であるが、現在は学内の消費に留まっている。そのため、連系型PVシステムの習得環境が整っておらず、適正な技術を、エネルギー政策を担当するMRDや本計画対象サイトの電力設備を管轄するMECが日常の業務を通じて習得することも困難と判断できる。また、連系型PVシステムは既存の電力系統に連系するため、MECの協力なくしては成り立たず、更に将来的な普及を考慮した場合でもMECへ技術移転することが望ましいと判断できる。

一方、MEC技術者に関しては、離島のSHSの維持管理を指導する技術者が若干名おり、運用管理実績もあることから、基本的な太陽光発電についての知識は有しているものと判断できる。これらのことから、連系型PVシステムに関する維持管理概念及びその方法を定着させることは若干時間がかかるものと考えられるが、本計画にて実施機関となるMECへ導入設備の維持管理運転に関する適切な技術移転を、連系型PVシステムの基礎レベルから維持管理に係る応用レベルまでの広く浅い範囲について、また定着度を確認しながら数回に別けて適正に実施することにより、本計画にて導入する連系型PVシステムの持続的で円滑な維持管理が可能となる。

(2) 目標

本計画の対象機材の運営維持管理について、実施機関であるMECが維持管理マニュアルに基づき、持続的で円滑な運営維持管理が実施できることを目標とする。

(3) 現状の問題点とその改善案

現状の問題点とその改善案についてまとめたものを表3.2.4-2に示す。

表 3.2.4-2 現状の問題点とその改善案

現状の問題点	改善案	必要なソフトコンポーネント
・連系型PVシステムに関する維持管理体制が明確化されていない。	・MECが主体となり、MEC内に維持管理体制を確立する。	・最適な維持管理体制の細分化、具体化への提言を行い、関係各機関各者と協議・検討を行う。
・連系型PVシステムに関する技術知識が乏しい。 ・連系型PVシステムに関する維持管理概念及びその方法についての知識が乏しい。	・連系型PVシステムの維持管理マニュアルを整備する。 ・「独立型」および「連系型」を含めたPVシステムに関する技術トレーニングを実施する。 ・モニタリング方法、定期点検方法等モニタリングに関するトレーニングを実施する。	・マニュアルの実施指導を支援する。 ・適正なPVシステムに関する技術トレーニングを実施する。 ・適正なモニタリングに関する技術トレーニングを実施する。

<p>・連系型 PV システムに関するトラブルシューティング対応が困難である。</p>	<p>・維持管理マニュアルにはトラブルシューティングも含め策定する。</p> <p>・マニュアルの実施指導、啓蒙活動を行い、維持管理が適切に行なわれるようにする。</p>	<p>・マニュアルの実施指導を支援する。</p> <p>・同 上</p>
<p>・連系型 PV システムに適応する電気料金が未定である。</p>	<p>・最適な電気料金を設定する。</p>	<p>・最適な電気料金の設定についての提言を行い、関係者と協議・検討を行う。</p>

出所:調査団にて作成

(4) 成果

ソフトコンポーネントの成果は以下に示す通りである。

- 1) 本計画で設置される連系型 PV システムの維持管理マニュアルがトラブルシューティングを含んで作成される。
- 2) 本計画の連系型 PV システムの基礎的な知識が得られ、機材の維持管理が持続的に行われる。
- 3) 必要に応じ、最適な電気料金が設定され、持続的で円滑な維持管理体制が構築される。

(5) 実施内容

本計画の対象地域であるマジロでは、マーシャル短期大学に連系型 PV システムが建設中であるが、まだ普及段階ではないため、実施機関である MEC には連系型 PV システムに関する運営維持管理のノウハウはほとんど無いといえる。そのため、太陽光発電の基礎レベルから太陽光発電設備の維持管理に係る応用レベルまでの広い範囲についてトレーニングを実施する。具体的な内容は表 2 に示すとおりであり、カテゴリ 1～4 に大別できる。実施工程は、カテゴリ毎にある一定期間を設けて分けて実施することにより、確実かつ効率的な定着を図り、全 4 回とする。

各実施内容の必要日数については、相手国との相互協力でのマニュアル等の作成作業や技術移転からその定着度の確認までと実施内容が幅広く、それらを着実に進めていくために、1 週間を最小単位として考える。また、体制については、マニュアル等の作成作業では 2 チーム構成等にすることで作業効率の向上が図れ、教育では講師 1 名で講義を主導的に進め、もう 1 名が受講者のフォローを行うことで効果的な教育が可能となるため、2 名体制とする。

表 3.2.4-3 トレーニング内容

カテゴリー	具体的実施内容(目的)	投入量
1. O&M 体制の構築	1.1 O&M 実施者の責任内容の明確化	0.25MMx2 名
	1.2 最適な電気料金の提言	0.25MMx2 名
	1.3 「マ」国側と相互協力にて O&M マニュアルの作成	0.50MMx2 名
2. 技術トレーニング	2.1 PVシステムの原理と基礎知識	0.25MMx2 名
	2.2 連系型PVシステムの特徴	0.25MMx2 名
	2.3 連系型PVシステム導入時の検討課題	
	2.4 据付	0.25MMx2 名
	2.5 点検	
	2.6 運転	
	2.7 メンテナンス	
	2.8 トラブルシューティング	0.50MMx2 名
3. 管理組織トレーニング	3.1 電気料金徴収方法	0.25MMx2 名
	3.2 O&M マニュアルの適正化	0.25MMx2 名
	3.3 O&M 体制の評価	0.25MMx2 名
4. モニタリング	4.1 モニタリング方法の適正化	0.25MMx2 名
	4.2 定期点検	0.25MMx2 名
	4.3 評価項目	0.25MMx2 名
	4.4 モニタリング結果報告	0.25MMx2 名
合計		4.00MMx2 名

出所:調査団にて作成

(6) 実施工程

実施工程は4回に分け、各工程にて表 3.2.4-3 のカテゴリーの1～4を順次実施するが、各工程での達成度を以下の通りに確認・評価する。なお、実施工程は図 3.2.4-2 のとおりである。

カテゴリー1：維持管理マニュアルの評価・指導

カテゴリー2：表 3.2.4-3 2.1～2.3 理解度確認レポート作成、2.4～2.8 理解度確認レポート作成及び技能評価

カテゴリー3：維持管理者へのインタビュー調査及び実作業評価

カテゴリー4：維持管理者へのインタビュー調査及び実作業評価

暦年		2010年												2011年											
カレンダー月		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
工程	機 器 製 作	→																							
	資機材海上輸送・通関・陸上輸送																								
	機 材 据 付 工 事																								
	全 体 コ ミ ッ シ ョ ニ ン グ																								
	検 収 ・ 竣 工 引 渡 し																								
MEC	ソフトコンポーネント委員会設置						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
日 本 人 コ ン サ ル タ ン ト	ワークショップ						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	カテゴリー1							1.0月x2人																	
	カテゴリー2										1.25月x2人														
	カテゴリー3															0.75月x2人									
	カテゴリー4																					1.0月x2人			
合計人月		8.0						2.0	2.5					1.5						2.0					

出所：調査団にて作成

図 3. 2. 4-2 ソフトコンポーネント実施工程

3-2-4-9 実施工程

我が国の環境無償プログラム無償資金協力のスキームに基づき、以下のとおりの事業実施工程を策定した。

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
入札業務	■														
		■ (調達代理機関契約)													
		■ (評価、入札図書配布、入札、評価)													
				■						(計 4.0 ヶ月)					

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
機材調達・据付け															
		■ (機材製作図作成・承認取得)													
		■ (工場製作)													
					■										
							■ (輸送)								
							■ (PV モジュール基礎工事・架台建設、配線工事)								
		(計 14.0 ヶ月)							■ (機材据付工事)						

出所：調査団にて作成

図 3. 2. 4-3 事業実施工程

3-3 相手国側分担事業の概要

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

- (1) 計画に必要な情報および資料の提供。
- (2) 「マ」国荷下ろし港での本計画に係る製品の免税処置、通関、及び迅速な荷降ろし措置の確保。
- (3) 認証済み契約に基づき提供される製品やサービスに関連して、日本人が「マ」国に滞在または入国する許可。
- (4) 認証済み契約に基づき提供される製品やサービスに関連して通常「マ」国で課税される税金、関税等に対する日本人の免税処置。
- (5) 本計画の実施に伴う銀行口座開設に係る日本の銀行への手数料支払い。
- (6) 本計画の実施に際し、日本の環境プログラム無償資金協力で負担されない事項の全ての負担。
- (7) 本計画の現場での資機材検査への立会と、運転・維持管理技術移転のための技術者および技能工のカウンターパートとしての任命。
- (8) 資機材の据付工事中に必要な停電計画の立案と諸手続きの実施。
- (9) 日本の無償資金協力で調達される資機材の適正かつ効果的な使用と維持。
- (10) 工事期間中の掘削土、汚水、廃油及び回収した資機材の廃棄場所の確保。
- (11) 日本側にて調達・据付を行う太陽光発電設備の出力となる低圧配電ケーブルと、既存配電盤との最終接続作業の実施。ただし、同低圧ケーブルの端末処理作業、並びに接続のために必要となる材料（ターミナルラグ、ボルト等）については、日本側にて調達を行う。
- (12) 地域住民への安全指導・教育。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 日常点検と定期点検項目

本計画で調達・据付けされる太陽光発電設備は、「マ」国の将来的な再生可能エネルギーを利用した発電設備の普及促進の一環として、MECにより適切、かつ長期的な維持管理体制を整える必要がある。表 3.4.1-1 と表 3.4.1-2 に、標準的な太陽光発電設備の主要機材の日常点検及び定期点検項目を示す。ただし、同点検項目は、現地の維持管理体制を勘案し、ソフトコンポーネントによる運営維持管理支援を通じて更新されるものである。

表 3.4.1-1 標準的な設備機器の日常点検項目

点検対象	点検項目	結果
太陽電池アレイ	表面の汚れ、破損	
	架台の腐食、錆び	
	外部配線の損傷	
接続箱	外箱の腐食、錆び	
	外部配線の損傷	

点検対象	点検項目	結果
パワーコンディショナー	外箱の腐食、錆び	
	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	
	設置環境（湿度、温度など）	
接地	配線の損傷	
発電状況	正常に発電しているか、支持計器または表示による確認	

表 3.4.1-2 標準的な設備機器の定期点検項目

点検対象	点検項目	結果	測定試験と結果
太陽電池アレイ	表面の汚れ、破損		絶縁抵抗 MΩ
	架台の腐食、錆び		
	外部配線の損傷		開放電圧 V
	接地線の損傷、接地端子の緩み		
接続箱	外箱の腐食、錆び		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ー	外箱の腐食、錆び		表示部の動作確認
	外部配線の損傷		
	動作時の異音、異臭		絶縁抵抗 MΩ
	換気口フィルタの目詰まり		
	設置環境（湿度、温度など）		
	接地線の損傷、接地端子の緩み		
接地	配線の損傷		接地抵抗 Ω

3-4-2 予備品購入計画

(1) 予備品の分類

本計画で対象とする予備品は以下の用途に分類される。

- ① 交換部品 : 機材の部品の破損等により交換が必要となる修理用部品
- ② 緊急予備品 : 機材の事故等により配電システムの停止につながる、緊急時に交換が必要となる機器
- ③ 工事補給予備品 : 海外・内陸輸送、施工時に生じた破損等により工事工程に影響を及ぼすことを防ぐため、補給する必要のある予備品。

(2) 予備品分類毎の選定条件

1) 交換部品

日常の運用において定期的な消耗・劣化はないが、部品破損の可能性が高い修理用の部品とし、年間必要と予想される数の 100%とする。

太陽光発電においては、太陽光発電モジュール一枚に不慮の事故が発生した場合、故障したモジュールに直列に接属されたストリング全体で発電することが出来ない状況となり、試験運転も不可能となる。これにより工事全体工程への影響が危惧されるため、本計画では工事を円滑に行う目的のため、設計数量枚数の 3%を乗じた数量を調達数量とする。

2) 緊急予備品

想定・予想しえない、何らかの事象により機器が損傷した場合、太陽光発電システムに大きな障害を及ぼし、かつ、現場での早期修理が困難な機器であるパワーコンディショナーを緊急予備品として調達する。本計画では、必要最小限の機器を調達するとの観点から、太陽電池に何らかの不具合が発生すると、発生電力が減少する。太陽光システムは、表示装置による一般利用者への啓蒙普及効果が大きいいため、イメージ低下、先方の実施機関の維持管理能力に影響が想定され、この影響を軽減するため早期の処置が必要となる。

また、「マ」国側が保有する既存の技術では、故障した機器の現場での早期復旧は困難であることから、故障した機器を取替え、システムの早期復旧を図るために取替え用の緊急予備品としてのパワーコンディショナーを調達する必要がある。

(7) 試験器具及び保守用道工具

本計画にて調達・据付される太陽光発電設備を、適切に運営維持管理していくための、必要最低限の試験器具及び保守用道工具を調達する。

表 3.4.2-1 本計画で調達する予備品及び保守用道工具

機材名称	単位	数量
1. 交換部品		
1.1 配電用遮断器 50A	個	2
1.2 配電用遮断器 225A	個	1
1.3 24時間タイマー	台	1
1.4 AC/DC コンバータ	台	1
1.5 太陽光モジュール	枚	27
2. 緊急予備品		
2.1 パワーコンディショナー(100kW)	台	1
3. 試験器具		
3.1 マルチデジタルメーター	台	1
3.2 絶縁抵抗計	台	1
3.3 検電器 (低圧用)	台	1
3.4 クランプメーター	台	1
3.5 電源品質アナライザー	台	1
4. 保守用道工具		
4.1 ドライバーセット	台	2
4.2 ニッパ 150タイプ	本	2
4.3 ペンチ 150タイプ	本	2
4.4 端子用圧着ペンチ	本	1
4.5 ハンマー	本	1
4.6 カードテスタ	個	1
4.7 ソケットレンチ(9~21)	式	1
4.8 通線工具	個	1

3-5 プロジェクトの概算事業費

3-5-1 協力対象事業の概算事業費（施工・調達業者契約認証まで非公表）

(1) 相手国側負担経費 6,800 US\$（約0.6百万円）

「マ」国側の負担事項内容、及び金額は以下に示すとおりである。

- ① 高圧側接続作業および接続部工事 : 1,500 US\$（約0.15百万円）
- ② 銀行口座開設に係る日本の銀行への手数料支払い : 5,300 US\$（約0.53百万円）

(2) 積算条件

- ① 積算時点 : 平成21年7月
- ② 為替交換レート : 1 US\$=96.59円（2009年1月から2009年6月までのTTS
平均値）
- ③ 施工・調達期間 : 詳細設計並びに機材調達・据付の期間は施工工程に示したと
おりである。
- ④ その他 : 本計画は、日本国政府の無償資金協カスキームに従い実施さ
れる。

3-5-2 運営・維持管理費

本計画により調達される機材は、基本的にメンテナンスフリーであるが、前述（3-4-2参照）のとおり、資機材の劣化状況に合わせて交換する交換部品を常備する必要がある。また、定期点検並びに異常、故障など発生した場合の対応に MEC の技術者を派遣する必要があり、人件費負担が発生する。そのため「マ」国側は必要に応じて以下の運営・維持管理費（年間）を予算化し、当該機材の運営・維持管理に支障が生じない様に留意する必要がある。

- ① 人件費 約 20,000 US\$ （約2百万円）
- ② 消耗品・交換部品費 約 20,000US\$ （約2百万円）
- ③ 合計 約 20,000US\$ （約4百万円）

なお、上記金額は2007年における「マ」国の配電設備に係る運営・維持管理費用（約18,785千US\$/年）の1%にも満たない金額であるため、本計画における維持管理費用の確保に特段の問題はないと判断される。

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

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

- (1) 本計画で日本側が調達・据付を行う変電設備及び「マ」国側負担の13,800 V 高圧配

電線の機材調達・据付工事を行うために、「マ」国側は本計画対象地域を担当する配電オペレータを選定し、工程計画、要員計画、資機材購入計画等を策定し、工事の円滑な推進を図る必要がある。

- (2) 本計画により、対象地域の需要家に対する電力供給体制が整備されるが、「マ」国側は、将来の電力需要地域の拡大を考慮して配電系統を見直し、必要に応じて地域を拡大する等、住民生活の向上と格差是正に配慮する必要がある。
- (3) 本調査にて収集した、計画対象地域の社会経済状況に関する指標を、本計画実施後に調査することで、本計画並びに類似電化事業が、「マ」国の社会経済状況に与える効果につき、定量的に評価することが望ましい。
- (4) 本計画実施に当たっては、調査団が策定した環境影響緩和策に加え、環境管理局からの承認文書にて示されている提言に留意し、「マ」国側主管官庁及び実施機関と協力し、工事実施及び運営・維持管理を行うものとする。

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1 プロジェクトの効果

本計画の実施により期待される効果は以下のとおりである。

(1) 直接効果

現状と問題点	本計画での対策（協力対象事業）	計画の効果・改善程度
<p>「マ」国政府は、エネルギー・電力セクターにおいてディーゼル燃料に依存した供給体制からの脱却を緊急の課題としており、気候変動問題、不安定な原油価格や輸送費への懸念もあり、太陽光発電を始めとする、再生可能クリーンエネルギーの開発を重点項目と位置付けている。しかしながら、「マ」国の電力供給を担うマーシャルエネルギー公社（MEC）の再生可能エネルギーに関する運転維持管理能力は十分ではない。</p>	<p>マジロ病院を本計画対象サイトとして、既存配電線に系統連系する連系 PV システムを調達・据付する。</p> <p>また、ソフトコンポーネントにより、連系 PV システムの運営維持管理を担当するマーシャル電力公社（MEC）の維持管理能力向上を図る。</p>	<p>(1) ディーゼル燃料消費量の削減</p> <p>本計画にて調達・据付される連系 PV システムの発電電力量により、既存のディーゼル発電設備の運転容量が削減され、年間約 56kℓ のディーゼル燃料消費量が削減される。</p> <p>(2) CO₂ 排出量の削減</p> <p>上記のディーゼルの発電設備の運転容量削減に伴い、CO₂ 排出量が年間約 144 トン削減される。</p> <p>(3) 維持管理能力向上</p> <p>本計画対象設備を既存配電系統に連系し、安全かつ安定した運転を行うための維持管理能力が向上される。</p>

(2) 間接効果

現状と問題点	本計画での対策（協力対象事業）	計画の効果・改善程度
<p>「マ」国では、米国の財政援助（COMPACT）プロジェクトにより、首都マジロにおいてマーシャル短期大学において、連系 PV システムが試験的に運転されている。しかしながら、エネルギーセクター関係者のみならず、一般国民を含めた太陽光発電の普及啓発活動は進んでいない。</p>	<p>マジロ病院を本計画対象サイトとして、既存配電線に系統連系する連系 PV システムを調達・据付する。</p>	<p>本計画対象サイトであるマジロ病院は、マジロの中央部に位置しているとともに「マ」国の三次医療施設であり、マジロ病院を利用する国民等へ、太陽光発電設備の利用を PR することが可能となる。本計画の実施により、連系 PV システムの利用可能性について国民各層に普及啓発し、今後の更なる普及拡大を図ることが可能である。</p>

4-2 課題・提言

4-2-1 相手国側の取り組むべき課題・提言

本計画の効果が発現・持続するために、「マ」国側が取り組むべき課題は以下のとおりである。

- (1) 「マ」国側は、系統連系 PV システムの安定した運転を継続するため、日常並びに定期的な現場巡視点検を実施し、太陽光発電モジュールの現場警備体制を確保する等の予防保全を励行する必要がある。
- (2) 本計画で実施するソフトコンポーネント並びに OJT に参加する技術者の任命を速やかにを行い、同左研修に参加させると共に、研修に参加しなかった他の技術者への技術の水平展開を図る必要がある。
- (3) 本計画で日本側が調達・据付を行う連系 PV システム資機材に関して、特に太陽光発電モジュールとパワーコンディショナーの期待寿命後の更新を想定し、将来的に発生する投資費用を回収できる電気料金体系を設定する必要がある。

4-2-2 技術協力・他ドナーとの連携

本計画と類似の系統連系 PV システム導入に関わる案件として、米国の財政支援 (COMPACT) により、首都マジュロのマーシャル諸島短期大学 (CMI : Collage of Marshall Islands) の校舎の屋根に、PV システムを設置するプロジェクトが進められている。同プロジェクトは 3 フェーズから構成されており、2011 年の完工を目指し、現在は第 1 フェーズが完了している。第 1 フェーズでは、定格出力 60kW の連系 PV システムが設置され、2008 年 6 月に運転が開始されており、最終的には 198kW の容量となる計画となっている。現時点での発電量は、学内の消費量を上回ることがなく、将来的には市内にも電力供給が行われる計画であるため、同プロジェクトでは、連系 PV システムの運営維持管理のための技術支援として、机上研修・実習を行っており、本計画におけるソフトコンポーネント実施に当り参考とすることができる。なお、本計画実施の前提条件となるような技術協力は無い。

4-3 プロジェクトの妥当性

以下の点から、環境プログラム無償資金協力による協力対象事業の実施は妥当であると判断される。

(1) 裨益人口

本計画の実施により、マジュロ環礁の電力系統により供給される、マジュロ市住民合計約 2.6 万人に対し、太陽光発電を利用した電力を供給することが可能となる。

(2) 気候変動問題への対処

本計画の実施により、ディーゼル発電設備の運転による温室効果ガス排出量を削減し、気候変動対策の緩和策支援としてクリーンエネルギーの普及促進を図ることが可能となり、環境プログラム無償資金協力としての目的に合致するものである。

(3) 維持管理能力

本計画の資機材引渡し後に運営・維持管理を担当するマーシャル電力公社（MEC）の技術者は、既存のディーゼル発電・配電設備ならびに独立型の PV システムに関しては、基礎的な運営維持管理能力を保有している。PV システムの系統連系に関しては、MEC では新しい分野の知識が必要となるが、本計画にて調達・据付される連系 PV システムの運営維持管理支援として、ソフトコンポーネントにより本計画対象設備の適切な運営維持管理技術を移転することから、MECにより将来に亘り適切な要員・予算が配分されれば、本計画対象設備の運営維持管理能力を確保することができると考えられる。

(4) 中長期計画への寄与

「マ」国では、現在、電力供給のほぼ全てをディーゼル発電に依存しているが「マ」国政府は、より環境に配慮したエネルギーの利用を促進する政策として、「National Energy Policy」を制定し、2020年を目標に電力供給の20%を再生可能エネルギーにより賄うことを計画している。また、National Energy Policyによると、再生可能エネルギーの中でも太陽光発電と風力発電のポテンシャルが有望とされており、太陽光発電の中でもバッテリーを必要としない系統連系 PV システムの普及拡大を図っている。本計画の実施は、これら中長期計画の実現に寄与するものと考えられる。

(5) プロジェクトの収益性

一般的に太陽光発電プロジェクトは、発電設備運用のための燃料費が不要となるが、発電電力量当りの初期投資額が大きく、収益性は低い。本プロジェクトの完工後、類似の太陽光発電事業の収益性を確保するためには、太陽光発電設備の維持管理業務の効率化、並びに政府による再生可能エネルギー導入促進のための政策・制度の構築が必要と考えられる。

(6) 事業実施スキーム

本計画においては、我が国の環境プログラム無償資金協力の枠内で無理のない事業内容と実施計画が策定されており、特段の困難なく実施可能である。

4-4 結論

本計画は前述したとおり、クリーンエネルギーである太陽光発電の普及促進を図り、気候変動対策の緩和策の一環として、多大な効果が期待されることから、協力対象事業に対して我が国の環境プログラム無償資金協力を実施することは妥当であると考えられる。また、本計画の運営維持管理についても、「マ」国側は人員・資金面で十分な体制を有しており、導入段階でのソフトコンポーネントでの適切な指導を行なうことにより、本計画の実施にあたり特段の問題は認められない。4-2-1 項で述べた課題が達成されれば、本計画はより円滑かつ効果的に実施されるものと考えられる。