

マーシャル諸島共和国  
エネルギー自給システムプロジェクト  
詳細計画策定調査報告書

平成25年8月  
(2013年)

独立行政法人国際協力機構  
産業開発・公共政策部

産公
JR
13-129

マーシャル諸島共和国  
エネルギー自給システムプロジェクト  
詳細計画策定調査報告書

平成25年8月  
(2013年)

独立行政法人国際協力機構  
産業開発・公共政策部

## 序 文

日本国政府は、マーシャル諸島共和国政府の要請に基づき、エネルギー自給システム構築プロジェクトの実施を決定し、独立行政法人国際協力機構が本プロジェクトを実施することになりました。

当機構は本プロジェクトの開始に先立ち、円滑かつ効果的に進めるため、2013年6月10日から同年6月15日までの6日間にわたり、当機構産業開発・公共政策部技術審議役である前田秀を団長とする詳細計画策定調査団を現地に派遣しました。

調査団は本件の背景を確認するとともに、マーシャル諸島共和国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本プロジェクトに関する協議議事録（M/M）に署名しました。

本報告書は今回の調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定している本プロジェクトに資するためのものです。

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

平成 25 年 8 月

独立行政法人国際協力機構  
産業開発・公共政策部長 入柿 秀俊

# 目 次

第1章 調査の概要	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査の目的	1
1-3 団員構成	2
1-4 調査日程	3
1-5 対処方針	4
1-6 主要面談者	7
1-7 調査結果概要（団長所感）	7
1-7-1 調査結果	7
1-7-2 団長所感	8
第2章 マーシャルの電力・エネルギーセクターの概況	9
2-1 社会、経済の概況	9
2-1-1 政治情勢	9
2-1-2 社会情勢	10
2-1-3 経済情勢	11
2-2 地理と気候	12
2-3 エネルギーセクターの概要	13
2-3-1 エネルギー全般	13
2-3-2 再生可能エネルギー利用状況	16
2-3-3 国家エネルギー政策及び行動計画（2009年版）	18
2-4 電力セクターの概要	19
2-4-1 政策及び法・規制	19
2-4-2 MRD 及び MEC の長期電源開発計画、送電計画	19
2-4-3 他ドナー支援状況	20
2-5 電気事業体制の概要	23
2-5-1 MEC の実施体制	23
2-5-2 主要発電・配電設備	29
2-6 電力需要と需給バランスの推移	31
2-7 電気料金制度	32
2-8 電力開発における投資（IPP含む）	33
第3章 ディーゼル発電の現状と課題	34
3-1 ディーゼル発電開発の概要及び位置づけ	34
3-2 現行のディーゼル発電計画の概要	34
3-3 既存のディーゼル発電の運用状況等	36
3-4 ディーゼル発電開発、経済的負荷配分による高効率利用促進の必要性	37
3-5 人材育成	38

第4章 再生可能エネルギー発電の現状と課題 .....	39
4-1 再生可能エネルギー発電の開発状況及びポテンシャル .....	39
4-1-1 太陽光発電 .....	39
4-1-2 風力発電 .....	40
4-2 再生可能エネルギー発電導入の政策/制度 .....	41
4-3 再生可能エネルギー発電の必要性及び導入促進に向けた課題 .....	42
4-4 人材育成 .....	43
第5章 配電設備の現状と課題 .....	44
5-1 配電線及び変圧器の概要 .....	44
5-2 配電線及び変圧器の負荷容量の状況 .....	46
5-3 配電線及び変圧器の設備容量最適化の必要性 .....	48
5-4 人材育成 .....	48
第6章 気候変動への取り組み .....	49
6-1 概 要 .....	49
6-2 環境影響評価 .....	49
第7章 プロジェクト概要及び留意事項 .....	50
7-1 R/Dの署名について .....	50
7-2 プロジェクトの目的 .....	50
7-3 プロジェクト対象地域 .....	50
7-4 活動内容（調査スコープ、スケジュール） .....	50
7-4-1 期待される成果品 .....	50
7-4-2 調査スコープ .....	50
7-4-3 スケジュール .....	53
7-5 留意点 .....	54
付属資料	
1. 協議議事録 M/M（含むR/D案） .....	57
2. 質問票 .....	70
3. 面談記録 .....	73
4. 収集資料リスト .....	94

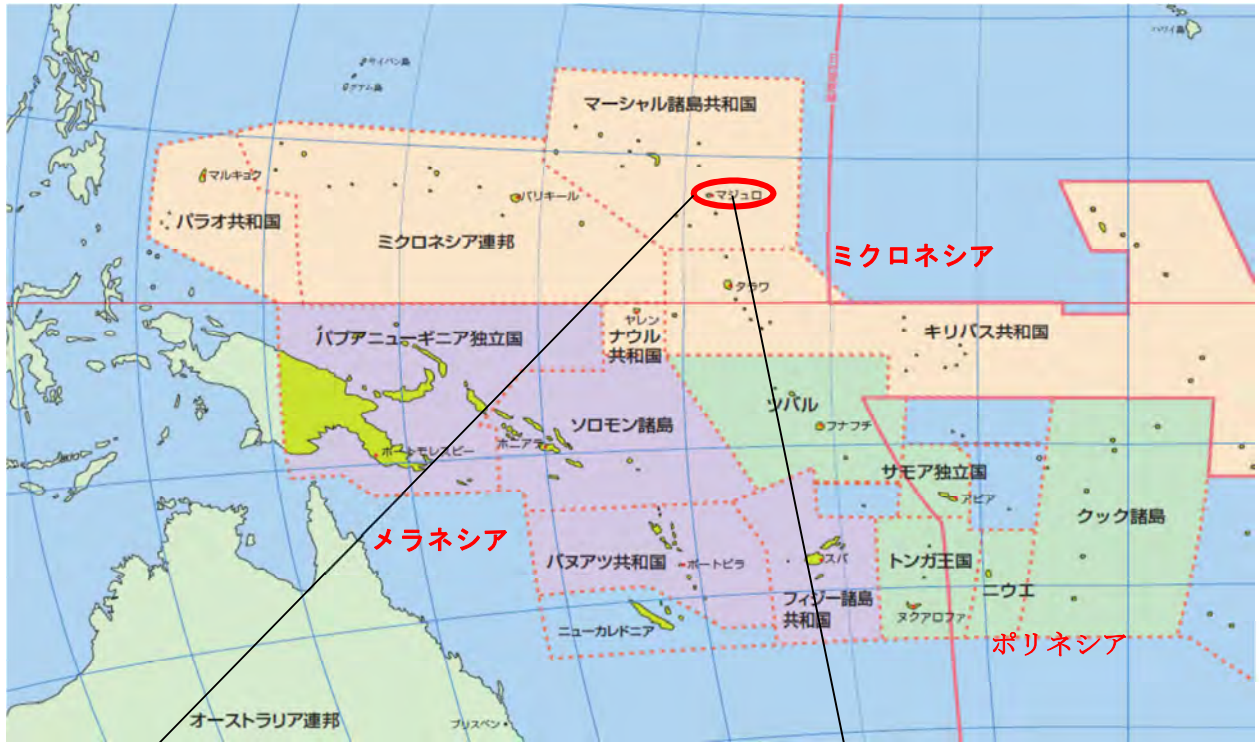
## 付表目次

表 2-1	マーシャルの人口、面積（2011 年度、非公式）	10
表 2-2	都市部における調理用エネルギー	15
表 2-3	環礁/島別照明用燃料使用割合（1999 年）	16
表 2-4	独立型太陽光発電システム（SHS）設置数	17
表 2-5	電気料金単価テンプレート	32
表 2-6	電気料金単価の推移	33
表 3-1	マジエロ発電所 No.1、No.2 発電機仕様	35
表 3-2	マーシャル諸島 離島発電所系統規模	36
表 4-1	ジャルートとウォッチェ環礁の風況	41
表 5-1	ウォッチェ環礁の 2012 年 11 月風況データ	44
表 5-2	ローラ、ジェンロックの変圧器	45
表 5-3	13.8kV 柱上変圧器（単相）	45
表 5-4	4.16kV 柱上変圧器（単相）	45
表 5-5	13.8 kV 地上据置型配電用変圧器（3 相）	46
表 5-6	4.16kV 地上据置型配電用変圧器（3 相）	46
表 5-7	配電設備のロス推定値	48

## 付図目次

図 2-1	マーシャル地図	12
図 2-2	マーシャルの月別降雨量と気温（1900～2009 年の平均）（世銀）	13
図 2-3	MRD 組織図	14
図 2-4	マーシャル政府エネルギー部門の責任機関	14
図 2-5	RRE 10kW 風車	18
図 2-6	MEC 経営管理体制	25
図 2-7	MEC 技術部門体制	26
図 2-8	MEC 業務部門体制	27
図 2-9	MEC 財務部門体制	28
図 2-10	マーシャル諸島のディーゼル発電所	29
図 2-11	マジエロ系統図	30
図 2-12	販売電力量の推移 (kWh)	31
図 2-13	2013 年の日負荷曲線	32
図 3-1	マジエロ発電所	35
図 3-2	2010 年～2012 年 9 月までのピークロード傾向	36
図 3-3	年間平均発電量 (MWh)	36
図 3-4	系統周波数（6 月 12 日沖縄エステック計測）	37
図 3-5	2010 年から 2012 年 9 月までの発電所燃料消費率 (L/k Wh)	37
図 4-1	マジエロ病院とマーシャル諸島短期大学の PV 発電実績	39

図 4-2	マーシャル諸島短期大学の発電カーブ（日）	40
図 4-3	マジュロ病院の発電カーブ（日）	40
図 4-4	ウォッチェ環礁の 2012 年 11 月風況データ	41
図 5-1	フィーダ 1 の負荷	47
図 5-2	フィーダ 2 の負荷	47
図 5-3	フィーダ 3 の負荷	47
図 7-1	プロジェクトスケジュール（案）	53



マーシャル諸島短期大学



出所：太平洋諸島センター (<http://blog.pic.or.jp/modules/tourism/marshall/2.htm>)





現地のディーゼル発電機  
(No.1 発電所第 2 号機、  
出力 2.5MW、Peilstick 製)



【参考】日本のディーゼル発電機

(八丈島内燃力発電所、1号発電機 出力 2.5MW)

出所：東京電力 HP ([http://www.tepco.co.jp/hachiojima-gp/hachijo/d\\_ps-j.html](http://www.tepco.co.jp/hachiojima-gp/hachijo/d_ps-j.html))



現地のディーゼル発電機  
計器（温度計）故障  
ほかにも多数故障計器あり



現地の変圧器

筐体腐食。施錠がされておらず子どもも触ることが可能。感電の可能性があり危険。



マーシャル諸島短期大学  
54kW の太陽光発電システム  
系統連系されているが、学内の使用に限ら  
れている。



マジュロ病院  
209kW の太陽光発電システム  
無償資金協力（2008年）系統連系

## 略 語 表

略語	正式名称	和訳名称
ACP-EU	ACP-EU Joint Parliamentary Assembly	アフリカ、カリブ海、太平洋－欧州地域委員会
ADB	Asia Development Bank	アジア開発銀行
ADMIRE	Action for the Development of Marshall Islands Renewable Energy	マーシャル諸島再生可能エネルギー開発計画
AFC	Automatic Frequency Control	自動周波数制御
AusAID	Australian Agency for International Development	オーストラリア国際開発庁
CMI	College of the Marshall Island	マーシャル諸島短期大学
DSM	Demand Side Management	電力需要管理
EDC	Economic Dispatching Control	経済負荷配分制御
EDF-10	European Development Fund 2008-2013	第 10 期欧州開発基金
EIA	Envirionmental Impact Assesment	環境影響評価
ELDC	Economic Load Dispatching Control	経済負荷配分制御
EPA	Environmental Protection Agency	環境保護局
EPD	Energy Planning Division	エネルギー計画局
EPSCO	Economic Policy, Planning and Statistics Office	経済統計局
ESCAP	Economic and Social Commission for Asia andthe Pacific	国連アジア太平洋経済社会委員会
ETF	Energy Task Force	エネルギー・タスクフォース
EU	European Union	欧州連合
Ex-Im Bank	Export-Import Bank of the United States	米国輸出入銀行
F/S	Feasibility Study	開発可能性調査
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GEF	Global Environment Facility	世界環境ファシリティ
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
GNI	Gross National Income	国民総所得
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IOM	International Organization for Migration	国際移住機関
IRENA	International Renewable Energy Agency	国際再生可能エネルギー機関
JCC	Joint Coorinating Committee	合同調整委員会
JFPR	Japan Fund for Poverty Reduction	貧困削減日本基金
MEC	Marshall Energy Company	マーシャルエネルギー公社
M/M	Minutes of Meetings	協議議事録

MOMI	Mobile Oil Micronesia	モービルオイル社ミクロネシア
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
MRD	Ministry of Resources and Development	資源開発省
MWSC	Majuro Water and Sewage Company	マジュロ上下水道公社
NREL	National Renewable Energy Laboratory	国立再生可能エネルギー研究所（米）
OEPPC	Office of Environmental Planning and Policy Coordination	環境計画政策調整室
PALS	Pacific Appliance Labeling and Standard Program	太平洋電気機器ラベリング・標準化プログラム
PEC	Pacific Environment Community	太平洋環境共同体
PIF	Pacific Islands Forum	太平洋諸島フォーラム
PII	Pacific International Incorporated	ピーアイアイ社
PPA	Pacific Power Association	太平洋諸島電力協会
PV	Photovoltaics	太陽光発電
R/D	Record of Discussions	討議議事録
RE	Renewable Energy	再生可能エネルギー
RRE	Robert Reimers Enterprise	ロバートレイマーズ社
SHS	Solar Home System	独立型太陽光発電システム
SIDS	Small Island Developing States	小島嶼国開発途上国
SPC	Secretariat of the Pacific Community	太平洋共同体
TOR	Terms of Reference	タームズ・オブ・レファレンス
UNCBD	UN Convention on Biological Diversity	生物多様性条約
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNEP	United Nations Environment Programme	国連環境計画
UNFCCC	UN Framework Convention on Climate Change	気候変動枠組条約
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
USDA	United States Department of Agriculture	米国農務省
US-EXIM	Export-Import Bank of the United States	米国輸出入銀行
VCB	Vacuum Circuit Breaker	真空遮断器

# 第1章 調査の概要

## 1-1 調査の背景

マーシャル諸島共和国（以下、「マーシャル」と記す）は、2009年9月に「国家エネルギー政策及び行動計画（National Energy Policy and Energy Action Plan）」を作成し、①石油利用の高効率化、②2015年までに都市部で100%、離島で95%の世帯電化（2009年時点、マジュロ島で93%の世帯電化）、③2020年までにエネルギーの20%を再生可能エネルギーで供給（2009年時点約6%）、などを目標として掲げている。本計画の下に日本をはじめ、米国、欧州連合（European Union：EU）、アジア開発銀行（Asia Development Bank：ADB）などが配電網の整備や、離島部での再生可能エネルギーの導入を進めているが、2011年時点で既存の配電網に接続するいかなる電源（再生可能エネルギー含む）にも法的規制は存在せず、個人とマーシャルエネルギー公社（Marshall Energy Company：MEC）の間での契約などによる更なる再生可能エネルギーの普及のための法制度整備が課題となっている。また、約16MWの発電設備容量のほぼ全量を燃料費が高額なディーゼル発電に頼るマーシャルにおいては、電気料金を同年時点で約33UScent/kWhと、日本（2011年約26UScent/kWh）より高く設定しているにもかかわらず、実施機関であるMECは赤字の財政状態が続いている状況であり、石油エネルギーの更なる高効率利用も喫緊の課題となっている。

このような背景の下、マーシャル政府は再生可能エネルギーの導入促進、既存エネルギーの高効率利用等によるエネルギー自給率の向上を目的に、2011年12月にわが国に対して技術協力の要請を提出した。

## 1-2 調査の目的

本詳細計画策定調査では、マーシャル政府からの協力要請の背景、内容を確認するとともに、開発調査型技術協力の必要性や妥当性の確認を行う。また、本格調査の実施内容の計画策定に必要な情報・資料を収集・分析し、先方実施機関と本格調査の範囲・内容・スケジュール等の枠組みの詳細について合意を得るとともに、協議議事録（Minutes of Meetings：M/M）及び討議議事録（Record of Discussions：R/D）案の協議・署名を行うことを目的として実施する。

マーシャル政府から挙げられている要請は以下のとおり。

- ・ 再生可能エネルギー導入のための法制度整備支援
- ・ 配電網に接続される再生エネルギー発電の許容量評価手法技術開発支援
- ・ 離島での太陽光発電-ディーゼル発電 ハイブリッド・システムの計画・設計技術支援
- ・ 発電所の運転管理の最適化によるロスの最小化
- ・ 需要予測等に伴う送配電システムの設備規模の最適化

1-3 団員構成

No.	分野 Assignment	氏名 Name	所属 Occupation	派遣期間 Period
1	団長 Team Leader	前田 秀 Mr. Shigeru MAEDA	JICA 産業開発・公共政策部 技術審議役 Executive Technical Advisor, Industrial Development and Public Policy Department, JICA	6月10～15日 10JUN-15JUN
2	調査企画 Study Planning	古川 直人 Mr. Naoto FURUKAWA	JICA 産業開発・公共政策部 資源・エネルギーグループ 資源・エネルギー第一課 副調査役 Energy and Mining Division 1, Energy and Mining Group, Industrial Development and Public Policy Department, JICA	6月10～15日 10JUN-15JUN
3	ディーゼル発電 設備運用 Operation of Diesel Generator	掛福 ルイス Mr. Luis KAKEFUKU	株式会社沖縄エネテック エネルギー開発 部長 General Manager, Energy Development Department, Okinawa Enetech Co., Inc.	6月10～15日 10JUN-15JUN
4	分散型電源系統 連系基準/系統 解析 Stand Alone Generator Grid Connection Rule/ Power System Analysis	萩原 淳 Mr. Jun HAGIHARA	個人コンサルタント Individual consultant	6月10～15日 10JUN-15JUN

#### 1-4 調査日程

主な協議・訪問先：資源開発省（Ministry of Resources and Development：MRD）、MEC、マーシャル短期大学（College of the Marshall Island：CMI）、在マーシャル日本大使館

Day/Time			Activities
June 10	Mon	19:57	Arrival in RMI (UA172)
June 11	Tue	09:30	Meeting at JICA Office
		10:30	Meeting & Discussion: Ministry of Resources & Development Ms. Angeline HEINE, RMI Energy Planner Mr. Walter MYAZOE Jr., Assistant Energy Planner
		13:00	Meeting & Discussion: Marshalls Energy Company Mr. Steve WAKEFIELD, MEC Chief Technical Officer
		15:00	Meeting & Site Visit at College of the Marshall Islands Mr. William REIHER, Director of Physical Plant.
June 12	Wed	10:00	Site Visit ①Majuro Hospital, ②VCB@Momotaro, ③Transformer @Momotaro, ④Workshop for Distribution, ⑤Power Station 1, ⑥Power Station 2, ⑦Switching Station
		13:30	Meeting & Discussion: Marshalls Energy Company Mr. Steve WAKEFIELD, MEC Chief Technical Officer
		15:30	Meeting & Discussion: Ministry of Resources & Development Ms. Angeline HEINE, RMI Energy Planner Mr. Walter MYAZOE Jr., Assistant Energy Planner
June 13	Thu	10:00	Meeting & Discussion: Ministry of Resources & Development ➤ Energy Division Ms. Angeline HEINE, RMI Energy Planner Mr. Walter MYAZOE Jr., Assistant Energy Planner Mr. Robert Leo, National Energy Advisor (AusAid)
		13:00	Joint Meeting at Ministry of Resource & Development ➤ Energy Office- Ministry of Resources & Development Ms. Angeline HEINE, RMI Energy Planner Mr. Walter MYAZOE Jr., Assistant Energy Planner Mr. Robert Leo, National Energy Advisor (AusAid) ➤ Marshalls Energy Company Mr. David Paul, General Manager Mr. Steve WAKEFIELD, Chief Technical Officer
June 14	Fri	9:00	Signing on M/M ➤ Energy Office- Ministry of Resources & Development Ms. Angeline HEINE, RMI Energy Planner Mr. Walter MYAZOE Jr., Assistant Energy Planner Mr. Robert Leo, National Energy Advisor (AusAid) ➤ Marshalls Energy Company Mr. David Paul, General Manager
		14:00	Meeting at Embassy of Japan Honorable Kazuhiko ANZAI, Charge d' Affaires
June 15	Sat	09:19	Depart for Japan (UA154)

1-5 対処方針

項 目	対処方針
5.1 M/M 署名について	MRD、MEC 及び本調査団で R/D 案に基づいて協議し基本的合意を形成したあと、M/M に添付する。詳細計画策定調査団帰国後、本部において R/D 案を決裁したあとに、マーシャル事務所を通じて R/D の署名を行うこととする。
5.2 本格調査実施内容 [R/D (案) 骨子] の確認	<p>別添の R/D (案) の内容を確認し、必要に応じて修正を行い、合意を得る。特に先方要請の優先順位づけについては先方と慎重に協議する。</p> <p>(1) 調査の目的 最新の電力需要予測・再生エネルギー導入の動向、発電・送配電設備の状態を把握したうえで、マーシャルのエネルギー自給システム構築へ向け、再生可能エネルギーによる発電設備の導入支援、及び主電源であるディーゼル発電設備や送配電設備等の供給側の運用改善によるエネルギー供給効率の改善を目的とする。再生可能エネルギー発電設備の系統連系に係る制度設計を支援し、再生可能エネルギー導入許容量の評価手法、太陽光発電 (Photovoltaics : PV) ・ディーゼルハイブリッド発電設備の計画・設計に関し技術移転・人材育成を図る。また、供給側の運用改善としては、ディーゼル発電設備の経済負荷配分及び配電設備構成の適正化によるエネルギー効率の改善を行う。</p> <p>(2) 調査対象地域 マーシャルマジュロ環礁 (その他 MEC 管轄の小離島)</p> <p>(3) 調査スケジュール 2013 年 11 月ごろから約 10 カ月間を想定している。</p> <p>(4) マーシャル側と想定される以下の Scope of the Study の概要について確認する。          &lt;Stage 1&gt; 関連資料の収集・分析          1) 再生可能エネルギー導入のための法制度            a) マーシャルの電力セクターにおける既存の法律・諸制度の調査            b) 日本及び他の大洋州国家における再生可能エネルギーの系統連系に関するガイドライン・諸制度の調査・分析          2) 配電網に接続される再生可能エネルギー導入の許容量評価手法技術開発            a) 既存のディーゼル発電機と配電網の状態把握            b) マジュロ環礁における再生可能エネルギーの最大許容量調査          3) PV・ディーゼルハイブリッド発電設備の計画・設計支援            a) 小離島独立ディーゼル発電所及びその維持管理状況の把握</p>

項 目	対処方針
	<p>4) 発電所の運用改善によるプラント効率改善</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 電力供給や燃料消費等、発電所の運転実績のレビュー</li> <li>b) 現在の運転方法・状態の調査</li> </ul> <p>5) 送配電設備構成の適正化による送配電ロス低減</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 送配電網における送配電ロス低減に関する既往研究結果のレビュー</li> <li>b) 既存変電所の需要実績・設備構成（仕様/容量/台数）のデータ収集（必要に応じて実測によるサンプルデータの取得）</li> </ul> <p>&lt;Stage 2&gt;再生可能エネルギー導入のための法制度の構築及び供給側エネルギー効率改善に係る技術協力</p> <p>1) 再生可能エネルギー導入のための法制度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 分散電源の系統連系に関する新しい制度及び/あるいはガイドラインに含める必要のある項目についてマーシャル国内関係機関との協議</li> <li>b) 必要に応じた既存の法律・諸制度の変更提案</li> <li>c) 再生可能エネルギー分散発電の系統連系に関する制度及び/あるいはガイドラインの導入に係る支援</li> </ul> <p>2) 配電網に接続される再生可能エネルギー導入の許容量評価手法技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 上述の許容量最大化手法の提案（中央制御装置の検討、既存ディーゼル発電機の応答性及び低出力運転範囲の確認、必要に応じてガバナーの適正化や蓄電設備の導入等）</li> </ul> <p>3) PV・ディーゼルハイブリッド発電設備の計画・設計支援</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) PV・ディーゼルハイブリッド発電設備の最適設計手法の導入</li> <li>b) PV・ディーゼルハイブリッド発電設備の設計シミュレーションツールの導入（既存のシミュレーションツールを予定）</li> <li>c) PV・ディーゼルハイブリッド発電設備の計画・設計のケース・スタディ（1サイト以上）</li> </ul> <p>4) 発電所の運用改善によるプラント効率改善</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 経済負荷配分によるプラント全体の発電効率最適化</li> <li>b) 経済負荷配分導入後の燃料消費の調査・分析（予測を含む）</li> <li>c) プラント全体の発電効率改善のための他の手法の提案（特に維持管理面）</li> </ul> <p>5) 送配電設備構成の適正化による送配電ロス低減</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 電力システムのシミュレーションの導入による MEC 送配電システムの最適化</li> </ul>



項 目	対処方針
	b) 需要実績に基づいた送配電システムの計画・設計・運用改善提案による送配電ロス低減
5.3 環境社会配慮	<p>マーシャルで実施される開発プロジェクトは環境保護局（Environmental Protection Agency : EPA）へ申請を行う必要があり、マーシャルでは、1984年に制定された、国家環境保護法（National Environmental Protection Act）及び1988年に制定された沿岸保護法（Coast Conservation Act）に基づいて環境影響評価（Environmental Impact Assessment : EIA）が規定されている。</p> <p>本調査はマーシャルのマジュロ環礁を調査対象地域としており、JICA 環境社会配慮ガイドラインのカテゴリー「C」案件を想定し本格調査のタームズ・オブ・レファランズ（Terms of Reference : TOR）を検討する。</p>
5.4 技術移転	<p>本調査を通じて、マーシャルの電力政策分野及び分散型電源系統連系分野の人材の能力強化を図る方針を説明し、特に必要と考えられる分野については本邦研修の必要性について先方の要望を確認する。</p>
5.5 実施体制の確認	<p>本格調査においては MRD 及び MEC を主要カウンターパートとする。本調査では具体的なカウンターパート候補者及び担当業務についての確認を行う。また、合同調整委員会（Joint Coordinating Committee : JCC）の設置の必要性を確認し、メンバーとする機関を検討する。</p>
5.6 本格調査実施に必要な情報の収集	<p>(1) 本調査での検討事項</p> <p>本調査では、最新の電力需要や再生可能エネルギー導入の動向、電力供給設備の現状を把握したうえで、特にディーゼル発電所の運用改善及び送配電システムの設備容量最適化について、本格調査のコンポーネントに含む必要性を十分に検討する。詳細については質問票を参照。</p> <p>(2) 他ドナーとの情報及び意見交換</p> <p>電力セクターに対する他ドナーの支援及び調査内容について確認する。特に関連事業に関し情報収集の必要性があると思われるドナーの動向は以下のとおり。</p> <p>1) 世界環境ファシリティ（Global Environment Facility : GEF）、マーシャル諸島再生可能エネルギー開発計画（Action for the Development of Marshall Islands Renewable Energy : ADMIRE）</p> <p>GEF 基金より支出、国連開発計画（United Nations Development Programme : UNDP）が実施主体となり、ADMIRE と呼ばれる支援が数年前から行われている。MRD に対し、再生可能エネルギーに係る理解促進、キャパビル、マネジメント、各機関やドナーとの調整など、主にソフトコンポーネントの支援を実施。離島電化のため EU のファンドで供与されたソーラーシステムを離島へ設置するための輸送等を行っている模様。</p>

項 目	対処方針
	<p>2) 国立再生可能エネルギー研究所 (National Renewable Energy Laboratory : NREL)  米国連邦政府エネルギー省傘下の再生可能エネルギー等の研究機関。エネルギー効率改善と再生可能エネルギー導入の戦略策定を目的として関連情報収集を行っている。再生可能エネルギーは太陽光に限定せず検討しているようだが、エネルギー効率改善に関して供給側での対策を検討しているのかなど、本プロジェクト内容との重複を確認する必要がある。</p> <p>3) オーストラリア国際開発庁 (Australian Agency for International Development : AusAID)  主に MRD の行う需要側のエネルギー効率改善に対し、資金的な支援を実施。MEC に専門家を派遣し、MRD 及び MEC に対しアドバイザーも行う。</p> <p>(3) 治安及びアクセス情報の確認  治安及びアクセス上の懸案を確認し、調査可能であれば調査時の安全対策など注意点を明確にする。</p>

## 1-6 主要面談者

- ① 在マーシャル日本大使館
- ② 資源開発省 (MRD)
- ③ マーシャルエネルギー公社 (MEC)
- ④ マーシャル諸島短期大学 (CMI)
- ⑤ JICA マーシャル支所

## 1-7 調査結果概要 (団長所感)

### 1-7-1 調査結果

マーシャルでは、現在、ほぼすべてのエネルギーは輸入される化石燃料であり、電気料金はその価格に連動して定められている。その結果、近年のディーゼル燃油と電気料金の上昇にともない、民間セクターからも太陽光発電設備設置を希望する声が出始めているが、系統連系などの制度整備が整っていないため、このような動きを活用できずにいる。

既設太陽光発電設備 2 カ所 (209kW と 57kW) の稼働実績は順調であり、また、設置されれば、風力発電も一定の効果を出し得ると考える。

他方、電力需要自体は減少を続けている。設備増強の必要性は小さくなっているが、負荷率の低下からくる供給ロス (比率としての) 増大が、課題として大きく浮上してきている。

このような現状を踏まえたうえで、国家エネルギー政策に掲げられた目標を達成するためには、再生可能エネルギー発電導入のための制度整備、その許容量評価手法の技術開発、ハイブリッド・システムの計画・設計技術の獲得、そして電力設備の最適運転管理によるロス最小化への取り組み等が不可欠であると考えられる。

### 1-7-2 団長所感

今回のミッションは、マーシャル政府の要請に基づき、再生可能エネルギーの系統連携のための制度面・技術面からの支援、現在の発電所の効率化などの協力についての計画を策定することを目的としている。燃料費が MEC のオペレーション費用の 64% を占める現状を踏まえれば、再生可能エネルギーの導入は極めて重要な課題であり、他ドナーも含めた太陽光パネル導入の協力など、今後再生可能エネルギーの比率を増大させていく観点から系統連系の下地づくりは必要不可欠な要素であり、迅速な協力が求められている。一方、マーシャル側の現状は、制度整備のみならず、電力供給に係る設備、運用、人材のすべての面において強化が必要であるが、MRD、MEC には問題の現状を把握するキーマンはいるものの、太陽光パネルなど日本側の技術を伝授する技術者を確保することなど、協力を開始する前提条件を整えておく必要がある。

## 第2章 マーシャルの電力・エネルギーセクターの概況

### 2-1 社会、経済の概況

#### 2-1-1 政治情勢

##### (1) 政治の歴史的背景

マーシャルは、パラオ共和国（以下、「パラオ」と記す）、ミクロネシア連邦（以下、「ミクロネシア」と記す）、北マリアナ諸島とともに、1947年に国連の承認を得て、米国の信託統治領となった。その後1982年に、米国との自由連合盟約（Compact of Free Association）<sup>1</sup>が締結され、1986年に米国との自由連合盟約国として独立した。この盟約では、マーシャルの自治権を認め、米国との相互義務関係を規定している。本盟約において、マーシャルは米国から①経済援助と②マーシャル国民の米国内での居住権（永住権ではない）及び就業権を与えられ、代わりに防衛及び安全保障に係る権限と責任を米国に引き渡している（米国によるマーシャル国内にある米軍基地の使用、及び第三国の米軍基地への立入の禁止）。1991年には国連加盟を果たすなど、国際社会の中で独立国としての立場を確立している。外交的な関係は70カ国以上にのぼり、国連以外に国際通貨基金（International Monetary Fund：IMF）、世界銀行（世銀）、アフリカ、カリブ海、太平洋－欧州地域委員会（ACP-EU Joint Parliamentary Assembly：ACP/EU）などの国際機関や国連アジア太平洋経済社会委員会（Economic and Social Commission for Asia and the Pacific：ESCAP）、太平洋諸島フォーラム（Pacific Islands Forum：PIF）、アジア開発銀行（ADB）などの地域機関に加入している。

また、多くの国際条約にも加盟し、国連本部へ代表大使も送っている。在外大使館は、米国（ワシントン DC）、日本（東京）、フィジー共和国（以下、「フィジー」と記す）（スバ）、台湾（台北）にあり、米国ハワイ州ホノルルには総領事館を置いている。

しかし、米国の強い影響下におかれた状態であり、国連総会での投票における米国との一致率も極めて高い。

##### (2) 国家機構

マーシャルは、米国と自由連合関係をもった独立民主主義国家である。議会制民主主義に基づき、憲法は米国及び英国の統治法の概念を取り入れている。

立法府は議会であるニティジェラ（Nitijela）の33名の議員から成り、議員は居住者が存在する24の環礁及び島嶼から選出される。大統領は議員による過半数の投票によって選出される。議会は一院制であり、議員は国民の直接選挙によって4年に1回選出される。大統領は国家主席と首相を兼務し、ニティジェラより10名から成る内閣（大統領補佐、財務、外務、保健環境、内務、法務、公共事業、資源開発、運輸通信の各大臣）を任命する。ニティジェラは年2回召集され全体で50日間としている。

また、イロージ（Iroij）と呼ばれる首長会議があり、10名程度から成る首長によって構成され、伝統的及び慣習的な事項について統括している。憲法はすべての国民の平等を規定し、法による外国人の保護を保障している。土地保有システム及び伝統的な法律は憲法によって維持されている。

<sup>1</sup> 当事国同士では、単にコンパクト（Compact）と呼ばれる。コンパクトはその後2004年に改訂され、2023年まで有効な改訂自由連合盟約（第2次コンパクト）が締結された。

立法府は中央集権であり、地方及び州による行政区分はない。居住者が存在する環礁及び島嶼では、地方自治体が形成されており、市長及び評議員（Council）は4年に1回選出される。

## 2-1-2 社会情勢

### (1) 人口

マーシャルの総人口は、統計として最も新しい1999年の統計値では5万840人であり、年平均人口増加率は1.6%、全人口の約68%は首都マジュロ環礁及びクワジェリン環礁に集中している。その他の人口（32%）は離島（Outer Islands）に広く分布している。米軍は現在クワジェリン環礁に大規模な軍事施設を置いている。なお、非公式版として入手した2011年の統計値によると、総人口5万3,158人、平均人口増加率0.4%、全人口の約74%が首都マジュロ環礁及びバイバイ島（クワジェリン環礁の一部）に集中している。

1958年から1988年にかけての30年間では、爆発的な人口増加（増加率年平均3.9%）があり、米国との自由連合盟約による生活レベルの改善や財政的な繁栄がみられた。1988年には、増加率は3.7%に低下し、1988年から1999年までのおよそ10年間では1.5%にまで落ち込んでいる。この原因は、出生率の低下（1988年では7.23、1999年では5.71、2011年で4.1）や米国への大量移民であると考えられる。1999年時点と比較した2011年時点での人口増加率の低下はおよそ1万1,000人と推計され、海外への人口流出によるものとされている。

表2-1 マーシャルの人口、面積（2011年度、非公式）

2011年非公式 国勢調査	人口	1999年との 比較 (%)	面積 (km <sup>2</sup> )	人口密度 (/km <sup>2</sup> )
Marshall Islands	53,158	0.4	181.5	293
Ailinglaplap	1,729	-1.1	14.7	118
Ailuk	513	-3.5	5.4	63
Arno	1,794	-1.2	12.9	139
Aur	499	-0.6	5.6	89
Bikini	9	-3.1	6.0	2
Ebon	706	-2.1	5.7	123
Enewetak	664	-2.1	5.9	114
Jabat	84	-1.0	0.6	148
Jaluit	1,788	0.6	11.3	158
Kili	548	-2.9	0.9	588
Kwajalein	6,624	0.4	16.4	696
Lae	237	0.6	1.5	239
Lib	98	0.4	0.9	166
Likiep	481	-2.3	10.3	39
Majuro	27,797	1.4	9.7	2,862
Maloelap	682	-1.9	9.8	70
Mejit	348	-1.5	1.9	187
Mili	738	-2.8	15.9	46
Namdrik	508	-3.5	2.8	193
Namu	780	-1.2	6.3	124
Rongelap	79	12.1	8.0	10.0
Ujae	364	-1.6	1.9	195
Ujelang	-	-	1.7	-
Utirik	435	0.0	2.4	179
Wotho	97	-3.4	4.3	22
Wotje	859	-0.1	8.18	105

### (2) 文化及び社会構造

マーシャル文化は全般的には均等であるとみられるが、南東のラタック列島と北西のラリック列島間では若干の文化的及び言語的な相違がある。マジュロ環礁はラタック列島、

クワジェリン環礁はラリック列島に属している。

マーシャル人は母系社会を形成し、国際社会の影響にもかかわらず家族の絆や相互依存が強い。家族という単位も広く認識され、つながりも強い。平均的な1家族の規模は2011年のセンサス時点で6.78人である。

教会及び宗教は、1830年代に宣教師が布教を開始して以来、マーシャル人の生活態度を形づくるための重要な役割を果たしてきた。マーシャル人は一般的に神への畏敬や平和的な慈恵の精神があり、人に寛容である。生活は一般に単純であり、ゆったりとしている。近年では、非伝統的な職業に就業することで高い賃金が得られることから、現金ベースの経済活動が盛んになってきている。貨幣経済導入の結果のひとつとして、輸入食品の消費量増加が挙げられる。しかし、これら消費の伸びとともに、食生活は悪化する傾向が強まっている。伝統的な栄養食は主にパンノキ、ココナッツ、タコノキ、タロ、魚類、トリ、ブタであったが、缶詰や加工食品がこれらに取って代わってきた。

飲酒、喫煙、薬物乱用が特に青年層に多くみられ、犯罪件数も増加傾向を示していることから、近年では路上での飲酒が禁止されている。生活習慣の変化によって、糖尿病や糖尿病に関連する疾病の件数が増加しており、2012年のWHO発行の資料<sup>2</sup>によると、糖尿病に関連する疾病が死亡の最大の理由となっている。疾患率、死亡率も高い。現在、伝染性疾患より非伝染性疾患による死亡が多くみられる。

### 2-1-3 経済情勢

他のミクロネシア地域諸国同様に、コンパクトからの財政援助と米軍基地関連収入が同国の経済を支えている。2006年においては国民総所得（Gross National Income：GNI）では31%、そして政府歳入では62%が米国などからの財政援助で占められており<sup>3</sup>、年間予算の規模はドナーなどからの財政支援の規模に大きく依存している。マーシャルは自国の通貨をもち、米ドルを利用しているため、海外為替の変動に影響されることがない。

2011年の世界銀行の統計によれば、1人当たりGNIは3,910ドル、経済成長率は5.0%<sup>4</sup>、物価上昇率は1.5%となっている。主な産業は農業（コプラ、ココヤシ油）と漁業であるが、農業については土地が狭く、水も天水に頼る部分が多いため、自然条件に恵まれているとはいえず、政府関連の支出活動が国内総生産（Gross Domestic Product：GDP）の65%（2006年）となっている。なお、便宜置籍船を誘致しているタックス・ヘイブンのひとつであり、世界有数の船籍国のひとつでもある。

マーシャルとしては、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めざしている。

マーシャルにおいては人口の20%程度が農業及び漁業従事者として生計を立てている。政府関連従事者は労働人口の58%、魚やココナッツの加工産業従事者は20%である。

<sup>2</sup> [http://www.wpro.who.int/countries/mhl/who\\_pacific\\_marshall\\_island.pdf](http://www.wpro.who.int/countries/mhl/who_pacific_marshall_island.pdf)

<sup>3</sup> World bank (<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GNP.ATLS.CD?page=1>) と RMI, EPPSO (<http://www.spc.int/prism/country/mh/stats/economic/GovtFinance/govtexp.htm>)

<sup>4</sup> 2009年-1.9%、2009年-1.3%、2010年は5.2%であった。

## 2-2 地理と気候

### (1) 地理

マーシャルは、太平洋の東経160 から173 度、北緯4 から14 度の範囲に位置し（南北1,200km、東西1,300km）、図2-1に示すように1,156の島々から成る34の環礁が国土として散在する国であり、約181.3km<sup>2</sup> の領土を有する。排他的経済水域（200 海里内）としては約194 万km<sup>2</sup> にも及ぶ海域を占め、環礁の内海では全体で1万1,670 km<sup>2</sup> の海域になる。マーシャル諸島の平均標高は海拔約2.0m である。標高の最低値は海拔0m、最高値はリキエップ（Likiep）環礁の10.0m である。首都のあるマジュロ環礁の海拔は、最高地点でも3m であり、平坦な国土の珊瑚礁である。領土には肥沃な土壌、河川は一切存在しない。



図2-1 マーシャル地図

### (2) 気候

気候は海洋性熱帯気候である。年間を通じて高温多湿である。年間降水量は北部地区で2,000mm、南部地区で4,000mm に達する。首都マジュロの気象条件を図2-2に示す。

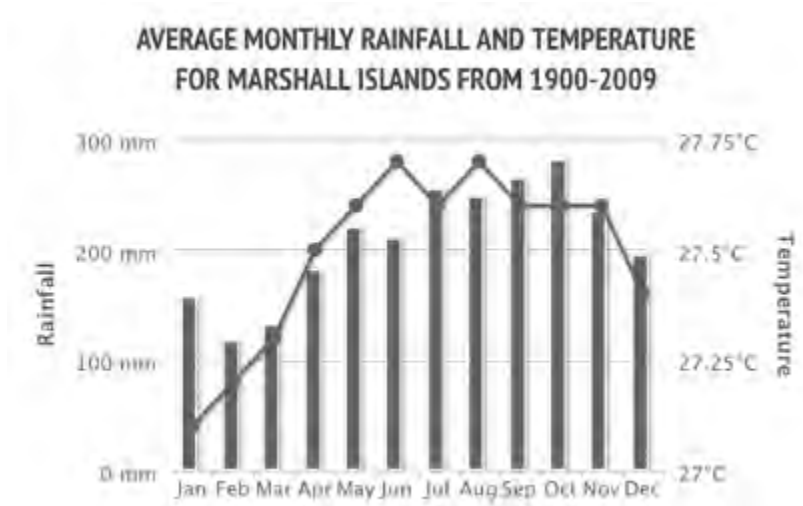


図 2-2 マーシャルの月別降雨量と気温（1900～2009 年の平均）（世銀）

このように、マジュロの気温に関しては 27～28℃であり、年間を通じ大きな変動はない。また降雨量は、12～4 月の乾期は 100～200mm、雨期は 250mm 以上となっている。年間降雨量は東京の約 1.8 倍である。

国土が低地であるため、高潮の被害を受けやすいが、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。マジュロでは、1958 年に高潮と低気圧性暴風雨による被害、そして 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。なお、マジュロには地震が発生した記録はない。

## 2-3 エネルギーセクターの概要

### 2-3-1 エネルギー全般

マーシャルのエネルギー政策は資源開発省（Ministry of Resource and Development : MRD）が管轄している。MRD には、農業、貿易投資、エネルギー計画、財務などの各部局が設置されており、エネルギー計画局（Energy Planning Division : EPD）がエネルギーの導入、利用、促進、再生可能及び省エネルギーの推進を担当している。



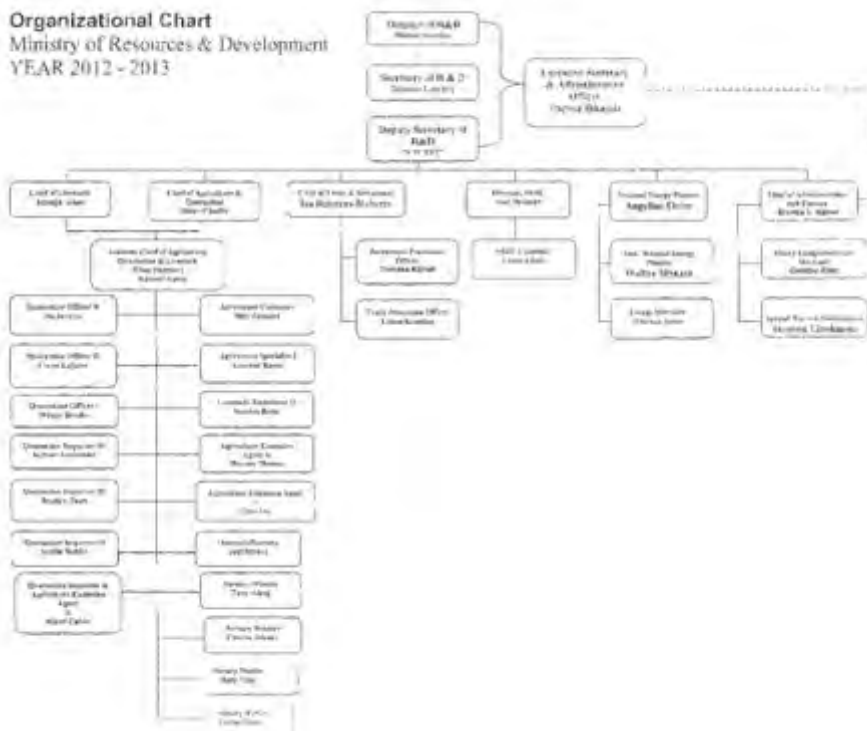


図 2 - 3 MRD 組織図

他方、環境面を担当する環境計画政策調整室（Office of Environmental Planning and Policy Coordination : OEPPC）及び経済政策と戦略的計画を担当する経済統計局（Economic Policy, Planning and Statistics Office : EPSCO）が、大統領室の直属機関としてある（図2-4参照）。

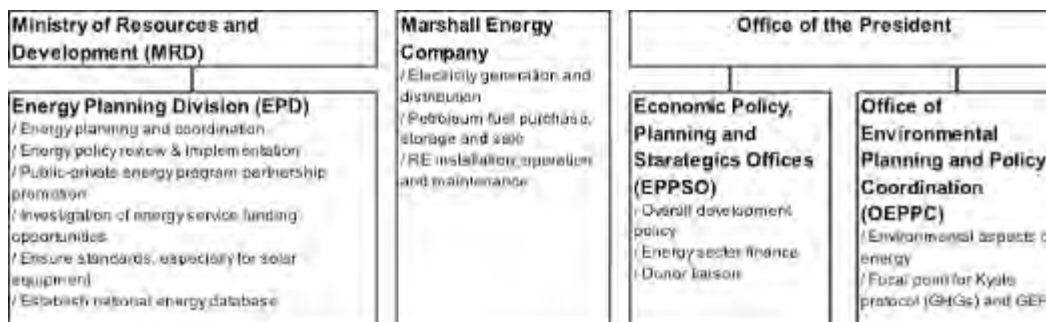


図 2 - 4 マーシャル政府エネルギー部門の責任機関

なお、Energy Action Plan では、この図に記されている組織のほかに、外務省、内務省、財務省及びエネルギー・タスクフォース（Energy Task Force : ETF）の役割も重要であるとされており、以下に示すような事項が主掌業務として定められている。

- ① 外務省
  - ・ ドナーや開発機関の資金提供機会に関するデータベースの維持
- ② 内務省
  - ・ 輸入燃料油や自国産バイオ燃料の品質に関する専門的助言
  - ・ 石油供給に関する契約とその履行監視業務に関する人材育成・訓練

- ・ 燃料油価格とその管理に関する調査報告
- ③ 財務省
- ・ MEC の燃料貯蔵量と船舶燃料補給サービスの査定
  - ・ 陸上交通用燃料に対する課税（ガソリンよりもディーゼル優遇）
  - ・ 低効率家電機器への関税
  - ・ 政府施設のエネルギー効率改善に対する低金利融資
  - ・ 太陽熱温水器に対する補助金や低金利融資、税制面での優遇措置
- ④ ETF
- ・ 太陽光発電プロジェクトに対する政府としての一貫した制度の確立

電気事業では、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（Marshalls Energy Company : MEC）があり、発電から配電、燃油輸入、販売などエネルギー事業全般を担っている。MEC については、2-4～2-7 節で詳述する。

マーシャルでは、エネルギー全体の約 90%を輸入燃油に依存し、残りはバイオマスである。燃油の価格変動がエネルギーの供給体制と国内経済に大きく影響を及ぼす状況にあり、エネルギー安全保障という面では非常に脆弱となっている。燃油の輸入・国内販売は MEC 以外に、民間企業であるモービルオイル社ミクロネシア（Mobile Oil Micronesia : MOMI）とピーアイアイ社（Pacific International Incorporated : PII）も行っているが、正確な輸入量は入手できていない。2003 年における消費構造は、約 68%が運輸交通、約 30%が発電、残りが商業や家庭用としての消費である。

電力系統があるマジュロ環礁やイバイ島では、電化率はそれぞれ 93%、97%（2006 年）となっているが、それでも調理には、表 2-2 に示すように、まだプロパンや灯油が多く用いられている。

表 2-2 都市部における調理用エネルギー

Main Energy Source for Urban Cooking, 2008			
Fuel	Both Atolls	Majuro	Ebeye
Propane	38%	35%	43%
Kerosene	22%	20%	27%
Biomass	21%	24%	13%
Electricity	19%	20%	17%

出所：UNDP/EPPSO 調査、2008 年

以下に環礁/島別照明用燃料使用割合（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 2-3 環礁/島別照明用燃料使用割合（1999 年）

Electricity	Kerosene	Solar	Energy	Others
RMI	63.4	31	5.2	0.4
Ailinglaplap	3.4	86	9.7	0.9
Ailuk	1.2	76.1	20.4	2.3
Arno	7	77	15.6	0.4
Aur	1.2	93	5.8	0
Ebon	0	93.4	6.6	0
Enewetak	42.2	56.9	0	0.9
Jabat	0	26.7	73.3	0
Jaluit	35.8	63.3	0	0.9
Kili	100	0	0	0
Kwajalein	89.9	9.7	0	0.4
Lae	0	87.5	12.5	0
Lib	0	100	0	0
Likiep	16	76.6	6.2	1.2
Majuro	88.3	11	0.3	0.4
Maloelap	13	76.1	10.9	0
Mejit	0	100	0	0
Mili	3.7	83.1	13.2	0
Namdrik	0	4.2	94.9	0.9
Namu	2.4	93.6	2.4	1.6
Ujae	1.5	86.6	11.9	0
Utrik	1.5	38.5	60	0
Wotho	0	72.2	27.8	0
Wotje	6.5	77.6	15.9	0

## 2-3-2 再生可能エネルギー利用状況

### (1) バイオマス

バイオマス・エネルギーは、廃材やココナッツの茎や殻、コプラ（ココナッツ油、ヤシ油）などが、主に家庭内での調理用・給湯用燃料として用いられている。

マーシャル全体として、2008 年にはコプラを 5.3ML 製造しているものの、現時点では、ディーゼル燃料より割高である。将来コスト面でディーゼル燃料との価格差がなくなれば、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。現在は ADB などの支援により、コプラによる発電、ディーゼルの焚き減らしなどが試行されているが、まだ実用化には至っていない。

### (2) 太陽光

太陽光発電については、離島部において、2008 年半ばまでに、EU や台湾などの援助により表 2-4 に示すように、約 1,300 台の独立型太陽光発電システム（Solar Home System :

SHS) の設置が行われた。

表 2-4 独立型太陽光発電システム (SHS) 設置数

ドナー	設置年	環礁・島	設置数	種類
EU	2002	Mejit	81	住宅
EU	2004	Namdrik	121	住宅
EU	2007	Wotje	36	住宅
EU	2009	Ailinglaplap	412 <sup>5</sup>	住宅
EU	2007	Wotho	25	住宅
EU	2009	Ine, Arno Atoll	1	小学校
EU	2009	Mejit, Mejit Atoll	1	小学校
EU	2009	Majkin, Namu Atoll	1	小学校
台湾	2007-2008 <sup>6</sup>	Arno	359	住宅
		Likiep	107	
		Ebon	98	
台湾	2012	Majuro	116	街路灯
台湾	2012	Majuro	78	バスケット・ボール・コート
米国	2011	Utrik	1	RO 膜淡水化システム
米国	2013	Ailuk	1	RO 膜淡水化システム
米国	2013	Ujae	1	RO 膜淡水化システム

MEC は、各ドナーの援助を受けながらその維持管理を行い、EU 資金による 1,500 基の SHS、日本資金による 60~70 基の街路灯や逆浸透 (RO) 膜淡水化装置といった更なる SHS の設置、そして太陽光分野の人材育成を計画している<sup>7</sup>。

一方、都市部に関しては、マジュロのマーシャル諸島短期大学 (College of Marshall Islands : CMI) に米国の援助により、2009 年に 57kW の太陽光発電 (PV) 設備が設置されている。これは、系統連系されたシステムであり、MEC とは全量自家消費という取決めになっている。しかしながら、逆潮防止リレーが設置されていないため、休日など負荷が極めて小さいときには、系統側へ送り出していることもあり得る。今後、台湾の支援により、追加で 54kW の PV 設備設置が決まっており、2013 年初めに Speedtech 社が受注している。また、JICA の支援により、マジュロ病院屋上には 209kW の系統連系 PV 設備が 2012 年 7 月に設置されている<sup>8</sup>。このシステムによる電力は病院内では消費されず、全量系統に送り出されている。

### (3) 風 力

現在マーシャル諸島にある風車は、マジュロのロバートレイマーズ社 (Robert Reimers Enterprise : RRE)<sup>9</sup> 近くに 10kW のもの<sup>10</sup>が 1 つ、空港近くに 3~5kW、100W クラスの家庭用の小さなものが 1、2 軒の家に設置されている。いずれも系統連系はされておらず、個人

<sup>5</sup> 420 基という数字もある。

<sup>6</sup> 3 島で約 930 基という数字もある。

<sup>7</sup> 詳しくは 2-4-3 節の他ドナー支援状況を参照のこと。

<sup>8</sup> [http://global.kyocera.com/news/2012/0703\\_spms.html](http://global.kyocera.com/news/2012/0703_spms.html)

<sup>9</sup> ホテルや店舗、船舶輸送などの事業を行っている。

<sup>10</sup> [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=9Epm95X-1g#t=0s](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=9Epm95X-1g#t=0s)

による孤立系としての利用である。RRE の 10kW 風車は、240V、50Hz<sup>11</sup>のもので電池の充電や船の発電設備と連携できるようにされている。

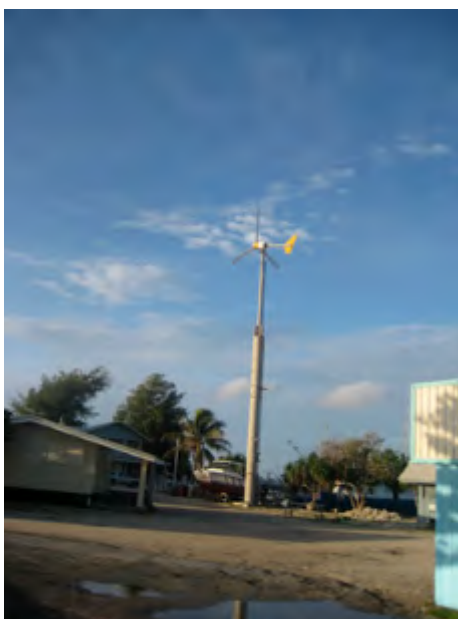


図 2 - 5 RRE 10kW 風車

現在ウォッチェ環礁とジャルト環礁において、風力発電のための風況観測が行われており、MEC は、そこに 200kW 程度の風力発電と PV も含めたハイブリッド・システムを設置したいと考えている。2013 年 6 月時点で 9 カ月分の風況データが WEB 上で公開されており、どちらもポテンシャルがあると期待されている。100 世帯以下の小さな需要規模（28kW と 32kW）であるが、2 島とも国際港を保有し、漁業や観光などの開発計画がときどき持ち上がるため、そのような構想とセットになる可能性もある。

### 2 - 3 - 3 国家エネルギー政策及び行動計画（2009 年版）

2009 年 9 月に、マーシャル政府は「国家エネルギー政策及び行動計画（National Energy Policy and Energy Action Plan）」を作成し、

- ① 2015 年までに都市部で 100%、離島で 95%の世帯電化（2009 年時点、マジュロ島で 93%の世帯電化）
- ② 2020 年までにエネルギーの 20%を再生可能エネルギーでの供給（2009 年時点約 6%）
- ③ 2020 年までにエネルギー効率を、家庭とビジネスにおいて 50%、政府系ビルにおいて 75%向上
- ④ 2015 年までに MEC における供給側ロスを 20%削減を目標として掲げている。

<sup>11</sup> 同国の電力系統は 120V、60Hz

## 2-4 電力セクターの概要

### 2-4-1 政策及び法・規制

電力法 (Electric Power Act) は存在しないが、MEC 条例 (MEC Regulations) により、1984 年に基本定款と付属定款 (何度か改訂されている) が定められて設立となった 100% 国営の電力会社 MEC<sup>12</sup> が、マジユロを独占的供給エリアとしてもつことが定められている。また、現地の新聞には、時折「MEC 条例の改訂版 60 章により、MEC の認可を得ずになされた系統との接続や電力エネルギーの受領は処罰される」という MEC の広告が出されている。

都市部への電力供給だけでなく、燃料輸入・備蓄、船舶などへの燃料補給、表 2-4 に示した離島部の SHS プログラムも MEC の責任であり、マーシャルにおいて非常に重要な組織となっている。取締役会のメンバーは内閣によって指名され、政府系 5 名と民間セクター 5 名で構成されるが、その長は公共事業大臣である。

MEC 条例以外のエネルギーについての法・規制では、エネルギー価格に関するものがいくつかある。1992 年小売価格監視法 (The Retail Price Monitoring Act) の 1998 年改訂版タイトル 10 第 11 章では、小売価格監視審議会の設置が謳われているが、実施細則はいまだに発布されておらず、石油燃料の価格をコントロールする手段は公式には存在しない状況となっている。一方、1998 年不公正取引法 (Unfair Business Act) のタイトル 20 第 3 章では、法務長官が非競争的慣行を監視できるとされており、これが電力と燃料油価格の監視を行う法的根拠となっている。また、1998 年消費者保護法 (Consumer Protection Act) タイトル 20 第 4 章では、消費者に対して不公正な行為を行った者に対し法務長官が調査を行い、1 万ドルの罰金を科すことができると定められており、また、1976 年価格表掲示法 (Bulletin Boards and Price List Act) のタイトル 20 第 6 章では、離島部における燃料価格について、1992 年小売価格監視法と同等の効力をもたせている。

代替エネルギーやエネルギー消費効率、環境保護に関する法・規制もあるが、以下に述べるように、実効力のあるものとはなっていない。代替エネルギー基金法 (Alternative Energy Fund Act) タイトル 35 第 3 章では、代替エネルギーの開発、マーケティング、運用のための回転資金の創設が定められている。しかし、実施細則は条例化されておらず、基金が本当に設置されたかどうかは不明である。

1989 年輸入関税法 (The Import Duties Act of 1989) タイトル 48 第 1 章は、2001 年に改正<sup>13</sup>されており、一部例外を除き、すべての輸入品に対し CIF 価格の 8% が関税として課税されると決められている。しかしながら、エネルギー消費効率によって関税率を変えることは行われておらず、高効率機器の輸入促進を関税面で優遇する措置はまだ取られていない。

環境保護法 (Environmental Protection Act) タイトル 35 では、自国天然資源の持続的活用の促進がめざされている。国家自然保護監督庁 (National Environmental Protection Authority) が土地利用、汚染防止、排出規制に関する規制力をもつと定められているが、この政府機関が設置されたかどうかは明らかになっていない。

### 2-4-2 MRD 及び MEC の長期電源開発計画、送電計画

離島部の未電化地域を SHS により電化していくというニーズは大きいものの、ディーゼル発

<sup>12</sup> <http://mecrmi.net/> MEC 株式の民間保有についての条項も存在するが、現在は 100% 国営である。

<sup>13</sup> Bill No. 75 P.L 2001-43

電と送配電系統により供給されている、マジュロ、ジャルート、ウォッチェ、イバイの4島では、2-6節で詳述するように電力需要は低下傾向にある。現在のところ、新たな発電所建設のニーズは小さく、未電化地域を電化していくために系統電力の送電網を拡大発展させていくという必要性も小さい。したがって長期電源開発計画、送電計画ともに作成されていない。輸入される一次エネルギーの消費量増大に直結する既存系統設備の増強よりも、「国家エネルギー政策及び行動計画」で示された、電化率、再生可能エネルギー比率、エネルギー効率などの向上と供給ロス削減が大きな課題となっている。このなかでも再生可能エネルギーによる発電量を大きくすることは、ディーゼルの焚き減らしに直結するため、重要なポイントとなっている。

一方、供給ロスの削減に関しては、配電設備では、需要の縮減から負荷率の低下による、比率としての供給ロス増大が起こっており、対策が必要となっている。発電設備については、2006年に発生した火災により損傷した3、4号機の復旧と、発電所内のロス削減のための発電機リハビリや補機類のエネルギー効率向上、などが求められている。

#### 2-4-3 他ドナー支援状況

現在わが国は、本プロジェクト以外では、環境・気候変動対策としての支援枠組みである太平洋環境共同体（Pacific Environment Community : PEC）基金を用いて、15の離島に対し太陽光を利用した逆浸透（RO）膜の海水淡水化装置の供与について承認済み（315万ドル）であり、また、60～70程度の太陽光パネルによる街灯設置も申請中である。

多くの他のドナーも、以下に示すように、主に太陽光発電装置の導入やエネルギー効率改善に関する支援を行っている。

##### (1) 米 国

米国はマーシャルを含む太平洋島諸国に対しては、気候変動分野への支援を行うと政治的にもハイレベルでコミットしているものの、現状ではわが国や台湾ほどの規模での支援は実施できていない。同国内関係各機関のマーシャルでの動向は以下のとおり

##### 1) 国立再生可能エネルギー研究所（National Renewable Energy Laboratory : NREL）

米国エネルギー省傘下の再生可能エネルギーの研究機関であるNRELが、2012年より支援を行うとコミットしている。昨年（2012年）12月に2名の研究員が訪れ、再生可能エネルギーやエネルギー効率向上への知的貢献を3年間行うと表明したが、その後、現在まで具体的なアクションはなされていない。その後MRDからNRELに対して進捗確認のため連絡を取ったが返信がないため、現状MRD、MECとも本事業に関する関心は薄い。

##### 2) 米国国際開発庁（United States Agency for International Development : USAID）

2011年に、太陽光及び風力発電によるRO膜淡水化システムの導入をウトリック環礁に供与し、維持監理トレーニングも実施した。さらに、2013年3月には、アイルック環礁とウジャエ環礁にも同システム導入のための機材供与を行っている。なお、このシス

テムは、マジュロにもオフィスを構える米国 Moana Marine 社<sup>14</sup>製である。

3) クリントン財団

2013年1月にマーシャル政府と覚書(Memorandum of Understanding:MOU)を締結し、資金的支援を提供して OEPPC と気候変動対策分野で協働している。なお OEPPC 顧問のポストは米国の資金的支援によるものであり、今後2年間は継続される。

4) 米国農務省 (United States Department of Agriculture : USDA)

農村振興プログラムにより、マジュロで太陽光発電関係の機材を販売する民間企業アイランド・エコ社<sup>15</sup>に資金的支援を提供している。

5) 米国輸出入銀行 (Export-Import Bank of the United States : Ex-Im Bank)

MEC が商業ベースで構想中の 800kW PV システムについて、融資を検討中である。

(2) 台湾

毎年20万ドル程度は太陽光関連分野での支援に確保されているようである。

1) 街灯

2012年、マジュロ環礁リタ地区に太陽光利用街灯を116基設置した。1基当たり約3,000ドルで40万ドルの予算規模である。

2) バスケットボール・コート照明

太陽光利用による照明設備を離島も含め13カ所に整備中である。

3) パソコン

太陽光を電源としたラップトップ63台とプリンター21台を、離島を中心とした21の学校に2012年に供与した。

4) CMI への太陽光発電設備設置

2013年初めに20万ドルの予算が承認され、台湾企業 Speedtech が新たに54kWのシステムを設置する予定である。

5) 独立型太陽光発電システム (Solar Home System : SHS)

2007~2008年にかけて、離島のリキエツ環礁、エボン環礁、アルノ環礁などを中心にSHSを約930基設置している。予算規模は300万ドル。

(3) オーストラリア

オーストラリア連邦(以下、「オーストラリア」と記す)は、再生可能エネルギー導入よ

<sup>14</sup> <http://moanamarine.com/> USAID や国際移住機関 (International Organization for Migration : IOM) にも機材を提供している。

<sup>15</sup> <http://www.islandeco.com/about/marshall-islands-solar-resources>



りも、主にエネルギー効率の改善を中心に資金援助を行ってきており、本プロジェクトとの関連では主だった動きはない。

1) 電力需要管理 (Demand Side Management : DSM)

MRD が進めている DSM 支援の一環として、政府機関オフィスへの高効率エアコンの導入を支援している。

2) アドバイザー派遣

MRD の Robert Leo 氏のアドバイザー・ポストは、オーストラリア政府の資金的支援によるものである。また、MEC 配電部門にもボランティアのエンジニアを 1 名今年 (2013 年) 1 年間派遣している。

3) プリペイド・メータ

2012 年約 60 万ドルで 1,600 個のプリペイド・メータの設置を支援し、合理的な電気利用とノンテクニカル・ロスの削減に寄与している。

4) 省エネ・ラベリング

大洋州地域での取り組みである太平洋電気機器ラベリング・標準化プログラム (Pacific Appliance Labeling and Standard Program : PALS) に、他の島嶼国同様マーシャルも参加している。オーストラリア政府は、太平洋共同体 (Secretariat of the Pacific Community : SPC) とのパートナーシップの下、エネルギー効率を高めるべく、冷蔵庫・エアコン・電球などのエネルギー効率基準やラベリング普及を、PALS を通じ支援している。この省エネ・ラベリングについては、現在、マーシャル National Taskforce Committee が審議中である。

(4) EU

1) 第 10 期欧州開発基金 (European Development Fund 2008-2013 : EDF-10)

2008 年より、離島向けの SHS を、アイリンラプラブ環礁に 420 基設置した。また、その他離島の複数の学校に対しても SHS を設置している。

2) EDF-10 の追加支援

2012 年に 126 万ドルが承認され、2013 年中に新たに 1,500 基の SHS が離島を中心に設置される予定となっている。各 500 基を設置する 3 期から成り、500 基の設置を離島に完了している。2012 年までには 11 の離島環礁で SHS がいきわたっており、この 3 期が完了すると、残りの離島すべての世帯に SHS が普及する計画となっている。計画は 2013 年中に残りの 1,000 基も設置予定だが、2014 年までずれ込む見込みである。なお、EU はフィジー共和国 (以下、「フィジー」と記す) にオフィスを構える SPC にマーシャル MRD との調整を依頼し、SPC 経由で支援している。

### 3) EDF-11

500～600万ユーロの支援が得られる見込みがあり、MECはそれにより4名の技術専門家を招きたいと考えている。1名は再生可能エネルギー（Renewable Energy：RE）や省エネの学校教育を担当し、3名の専門家に各2名の高卒生をつけて、MECのキャパビリティを行いたいと考えている。しかしながら、これはあくまでMECの希望であり、マーシャル内での議論を経て実施内容がこれから固められていくことになる。

### (5) 世界環境ファシリティ（Global Environmental Facility：GEF）

GEFは世銀に設置されている信託基金であり、世銀、UNDP、国連環境計画（United Nations Environment Programme：UNEP）などがこの基金を活用して環境関連のプロジェクトを実施している。数年前にマーシャル諸島再生可能エネルギー開発計画（Action for the Development of Marshall Islands Renewable Energy：ADMIRE）と呼ばれる支援が、GEF基金より計265万ドル支出されて始まり、UNDPが中心となって実施している。MRDに対して、再生可能エネルギーに係る理解促進（パンフレット、Tシャツ、科学キャンプ等の啓発活動）、各機関・ドナーとの調整等のソフトコンポーネントや、EUが調達した太陽光パネルの離島への運搬費拠出などの支援が行われている。

### (6) ADB

日本の貧困削減日本基金（Japan Fund for Poverty Reduction：JFPR）を使用した Improved Energy Supply for Poor Households プログラムにより、MEC発電機のひとつでコプラと通常ディーゼルの混焼運転試行、そして、貧困層350世帯に対しプリペイド・メータ設置などの支援が実施されている。

### (7) 国際再生可能エネルギー機関（International Renewable Energy Agency：IRENA）

再生可能エネルギーの普及と持続可能な利用促進を目的として設立された国際機関である。MRDは再生可能エネルギーのアセスメントを、融資ではなく無償資金協力により希望している。また、2カ月前にIRENA、SPC、太平洋諸島電力協会（Pacific Power Association：PPA）の共催でパラオにて系統安定に係るワークショップが実施されている。

### (8) SIDS-DOCK

小島嶼国開発途上国（Small Island Developing States：SIDS）が創設した組織であり、持続可能エネルギーのための資金調達やプロジェクト実施も行っている。日本も2012年の第6回太平洋・島サミットにおいて支援をコミットしており、今後、太平洋島嶼国に対して無償資金協力が行われる模様である。

## 2-5 電気事業体制の概要

### 2-5-1 MECの実施体制

#### (1) MEC経営管理体制

図2-6にMECの管理部門の構成を示す。主要部門管理者としては、最高技術責任者（Chief Technical Officer）、ジャルート環礁部長（Jaluit Manager）、ウォッチェ環礁部長（Wotje

Manager)、燃料販売部長 (Fuel Marketing Manager)、最高執行責任者 (Chief Operating Officer)、最高財務責任者 (Chief Financial Officer)、内部監査統制部長 (Internal Auditor & Control) の 7 者が総支配人 (General Manager) の下に配置され、これを取締役会が指揮管理するという構成になっている。

(2) MEC 技術部門体制

図 2-7 に最高技術責任者の下にある技術部門の組織図を示す。主要なライン業務部としては、離島に設置された SHS の運用管理を担う再生可能エネルギー部 (RE System)、運転課と保守課を擁する発電部 (Generation Superintendent)、配電部 (Distribution Superintendent) があり、スタッフ的な部局として電気、機械、研修、GIS などが存在している。

(3) MEC 業務部門体制

図 2-8 に最高執行責任者の下にある業務部門の組織図を示す。お客さまサービス部 (Customer Services)、燃料販売会計リコンサイル部 (A/R Fuel Sales)、燃料販売部 (Fuel Sales)、電力メータ検針部 (Senior Meter Reader)、清掃部 (Cleaner)、警備部 (Security 1、2) などから構成される。リコンサイルは、一般的には会計帳簿上の金の流れと実際に消費された金を一致させる業務であり、このような組織の存在は非常に興味深い。

(4) MEC 財務部門体制

最高財務責任者は、MEC だけでなく、マジエロ上下水道公社 (Majuro Water and Sewage Company : MWSC) とイバイ島での電力・上下水道事業を担うクアジャリン環礁ジョイント・ユーティリティ資源 (Kwajalein Atoll Joint Utility Resources : KAJUR) も管理している。図 2-9 に示されるように、財務部門の組織では、調達責任者、会計監査役の下に経理分析主任と売掛金、買掛金を管理する主任が配置されている。

(5) MEC の財務状況

2012 年度の損益計算書 (P/L) において約 2,000 万米ドルの電気料金収入に対し、燃料費による支出が 1,300 万米ドルと収益構造上の大きな圧迫要因となっている。また、電気事業については恒常的に赤字となっている一方、燃料販売など、電気事業以外の分野での収入や、80 万米ドル程度の政府補助金等により組織としての収支構造をバランスしている状況である。

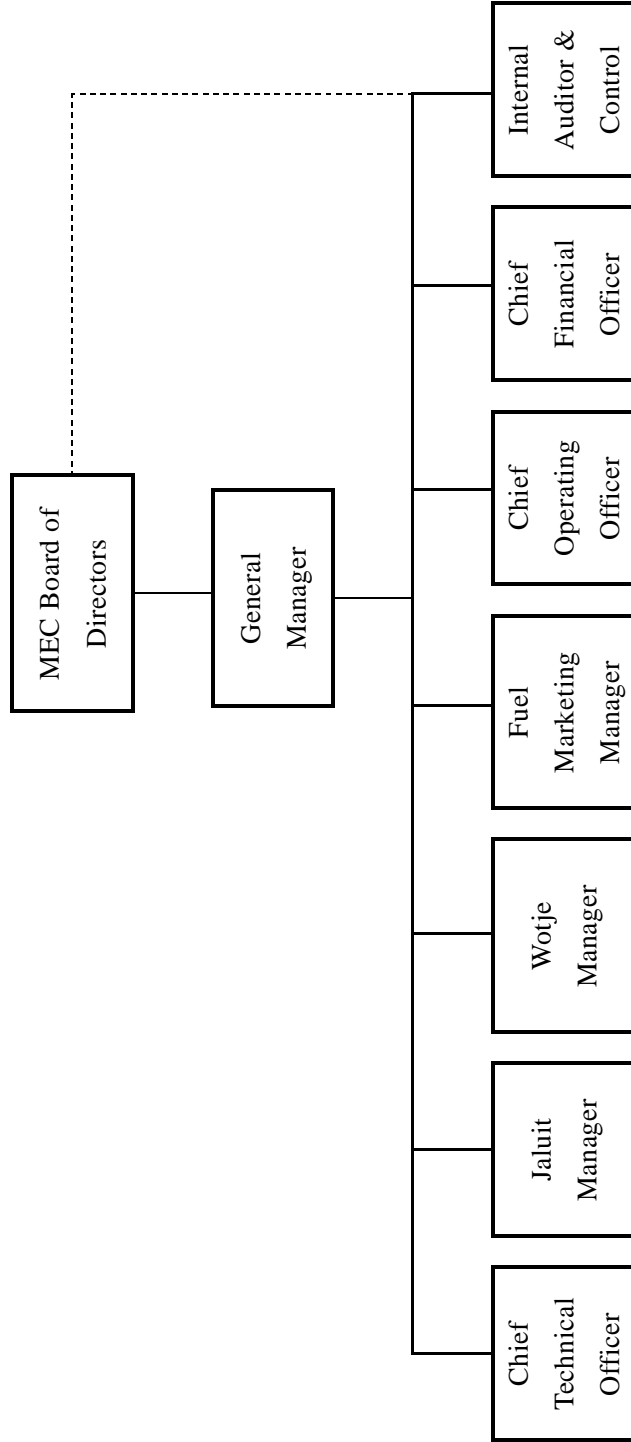


图 2 - 6 MEC 经营管理体制

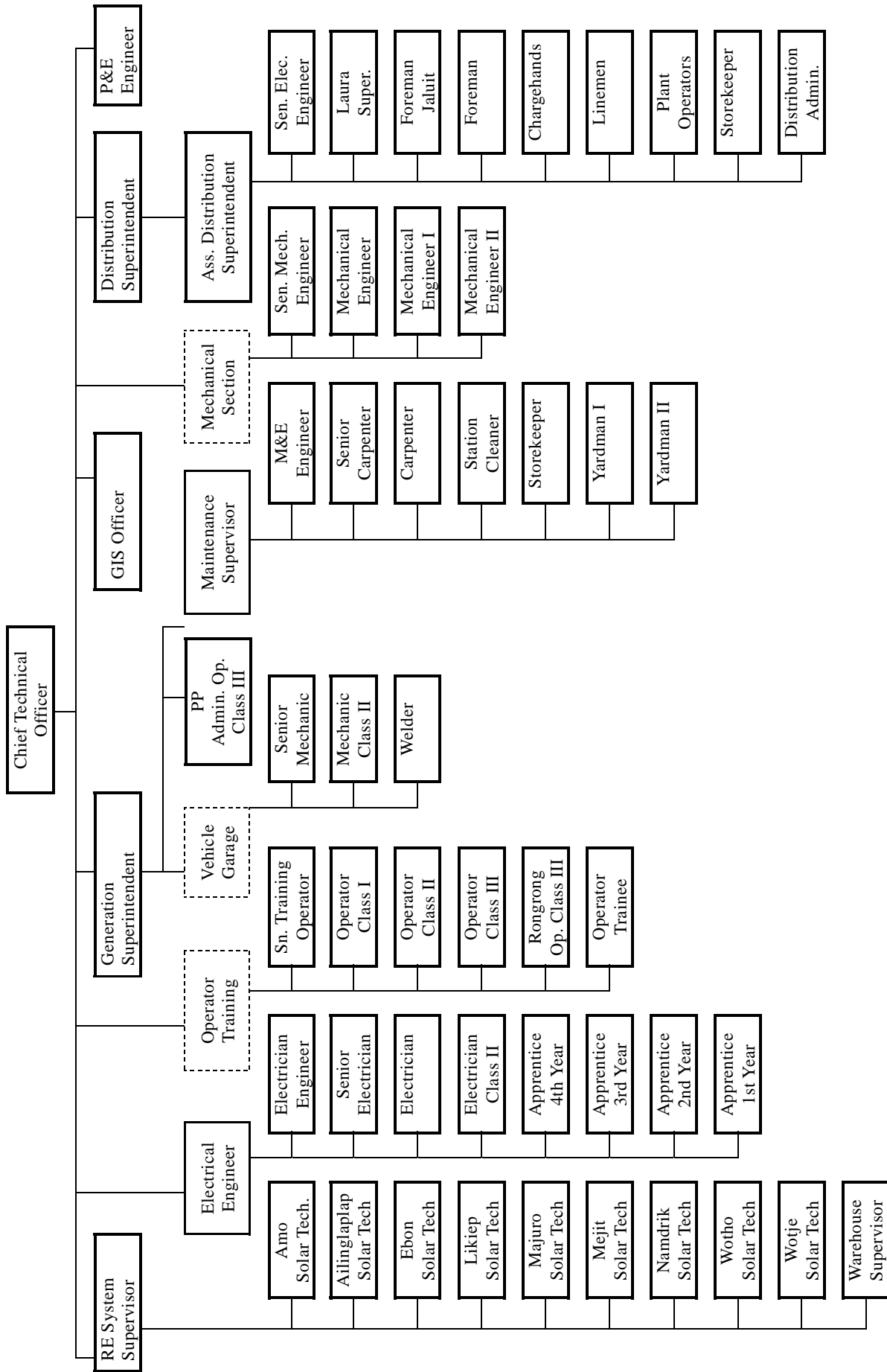


图 2-7 MEC 技术部门体制

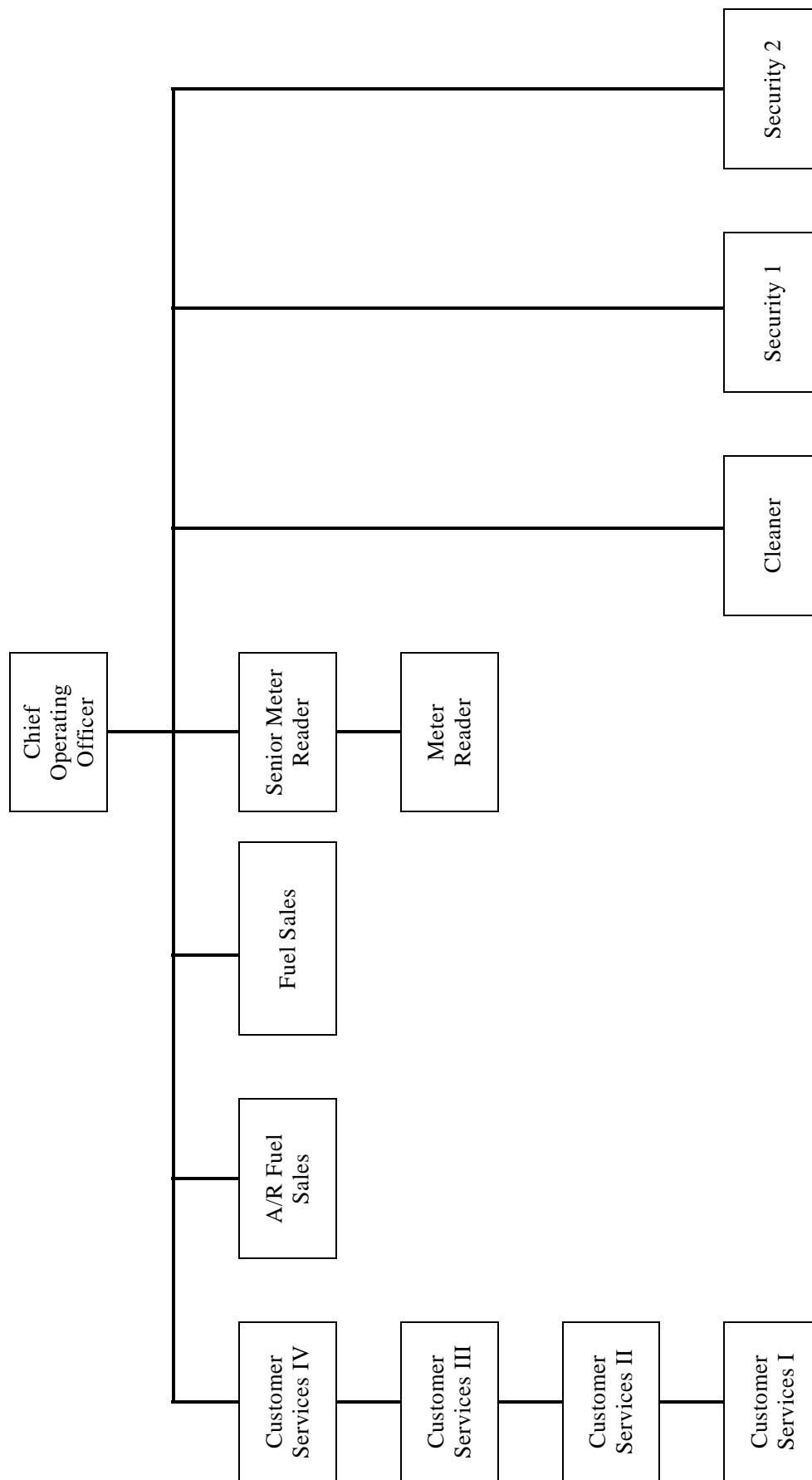


图 2 — 8 MEC 業務部門体制

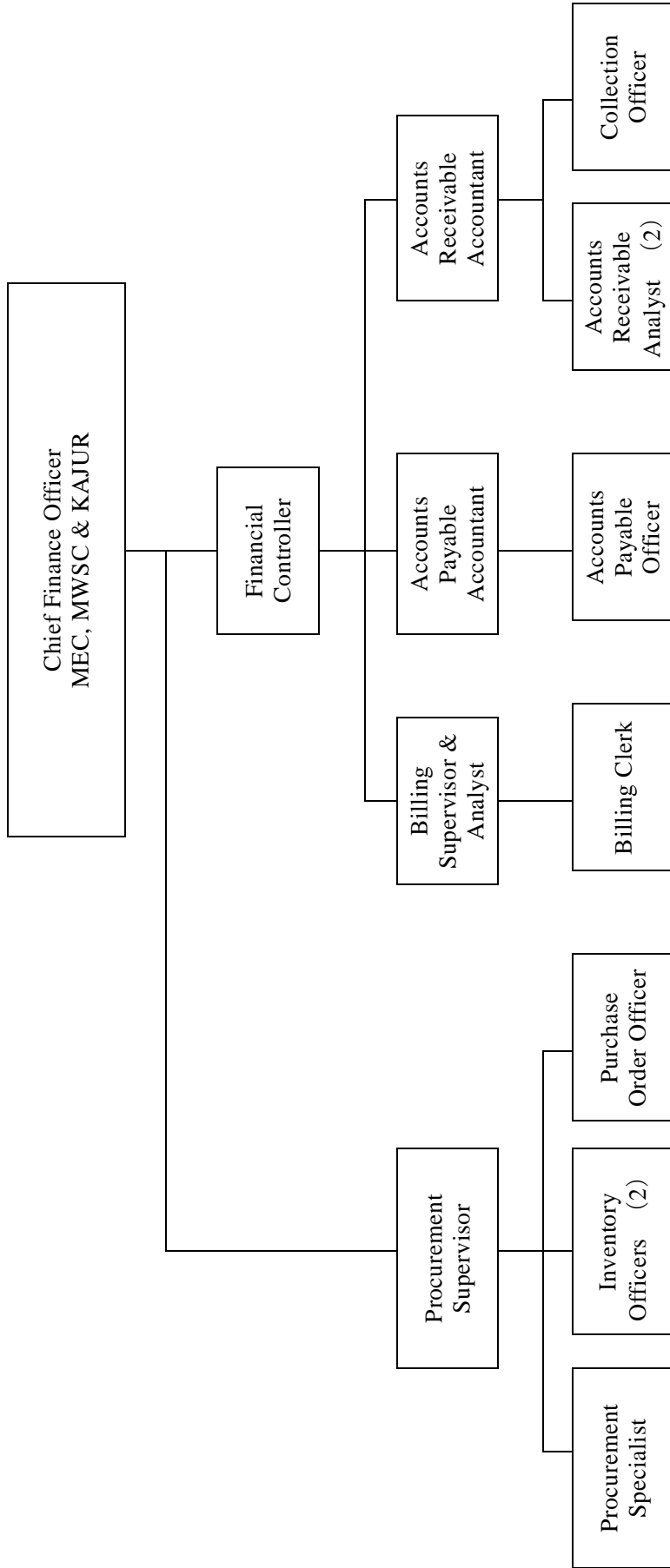


图 2 - 9 MEC 財務部門体制

## 2-5-2 主要発電・配電設備

### (1) 発電設備

ディーゼル発電機が設置されている島は、図 2-10 に示すように限定されている。MEC によるものは、その子会社の KAJUR を含めても、マジュロ、ジャルート、ウォッチェ、イバイの 4 カ所しかない。他の環礁や離島では、他者による発電機と MRD/MEC が推進している SHS に頼っている。

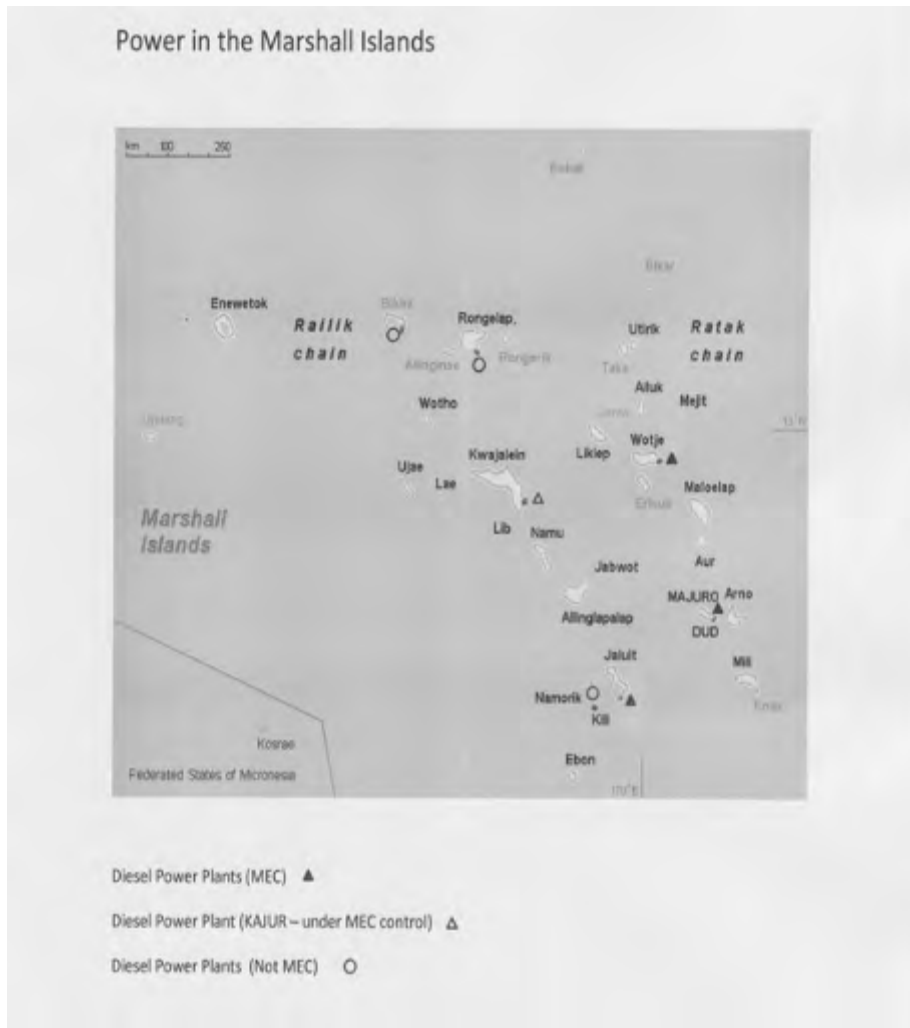


図 2-10 マーシャル諸島のディーゼル発電所

マジュロの発電所は隣接して 2 つあり、計 7 台の発電機（総容量は 26.1MW）があるが、火事により 3 号機、4 号機が損傷し、また各発電機とも劣化しているため、利用可能な容量は 16MW である。詳しくは、3-1 節で述べる。

### (2) マジュロ環礁の配電設備

MEC マジュロ環礁の系統図を図 2-11 に示す。



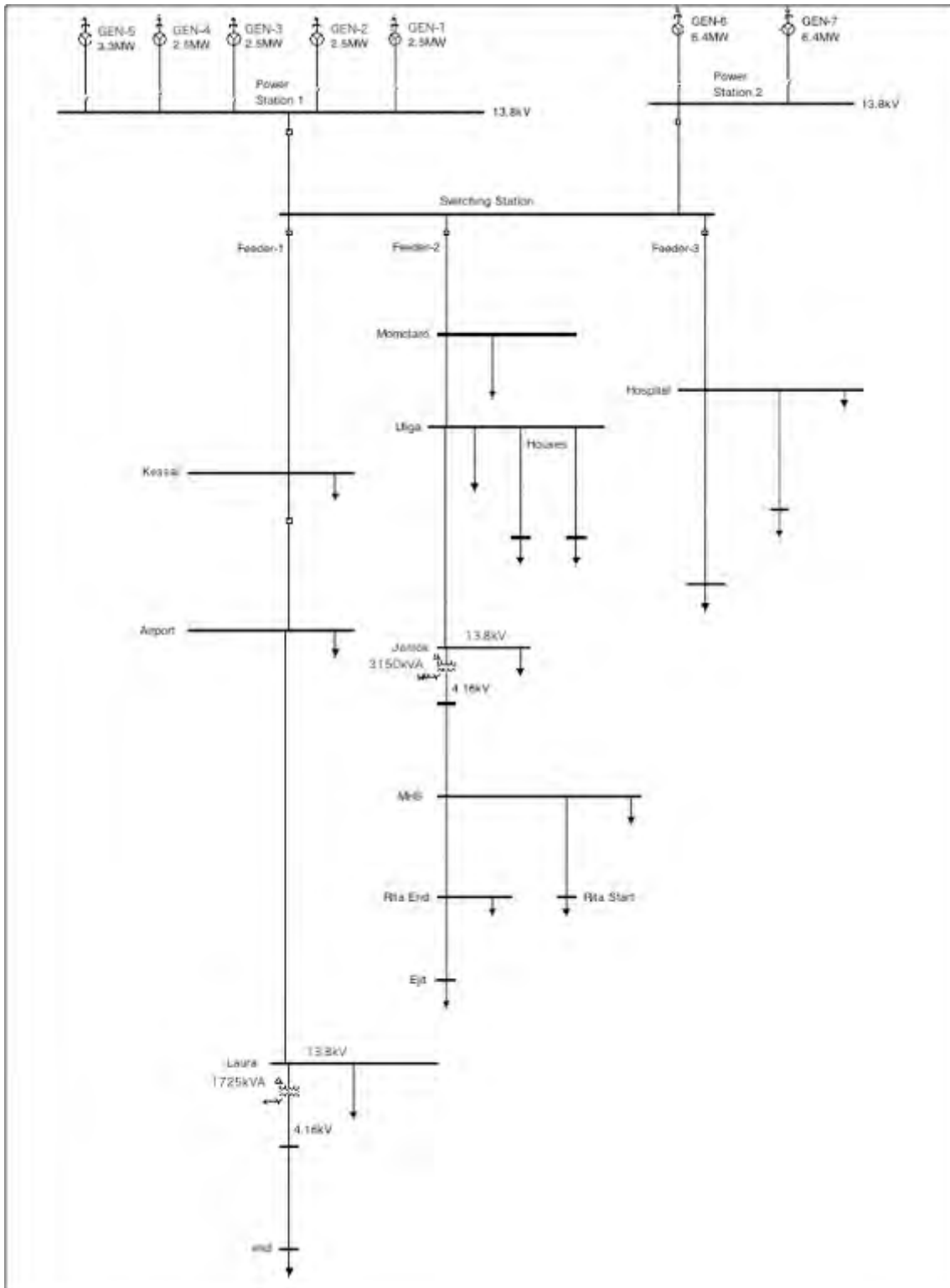


図 2-11 マジュロ系統図

発電所に隣接する開閉所から 3 本の 13.8kV フィーダで配電されている。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、ローラ変電所 (Laura Substation) で 4.16kV に降圧されてローラ地区へ供給、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) において 4.16kV に降圧されジェンロックとリタ地区、さらには海

底ケーブルを介してエジット島まで供給している。一方、フィーダ3は地中で市中を中心に配電しており、マジュロ病院にも供給している。また、島内には、真空遮断器（Vacuum Circuit Breaker：VCB）が7カ所設置されており、事故時及び作業時に開放して、事故除去及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、各需要家に供給している。配電設備の詳細については、5-1節で述べる。

## 2-6 電力需要と需給バランスの推移

図2-12にマジュロ系統の販売電力量とピーク電力を示す。この図が示すように、マーシャルでは、2005年をピークとして電力消費量が減少傾向にある。これは、燃料費単価により電気料金が自動調整される制度が導入されており（2-7節参照）、近年のディーゼル燃料価格の高騰により、電気料金単価が上昇し、省エネインセンティブが強く働いていることや、2006年以降にマジュロの大手水産会社とスーパーマーケットという大口顧客2社が撤退したことが要因と考えられる。需要構造としては商業と一般家庭がそれぞれ40%強、20%弱が政府である。

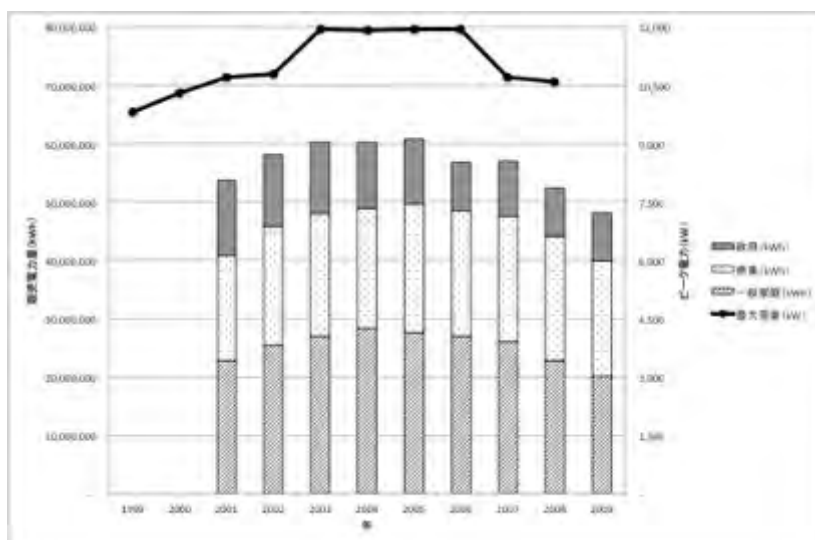


図2-12 販売電力量の推移 (kWh)

ピーク電力も2007年より下がりはじめ、最近では通常7MW程度にまで負荷が落ちてきている。2013年の今までの平均値とピークを記録した5月29日の日負荷曲線を図2-13に示す。

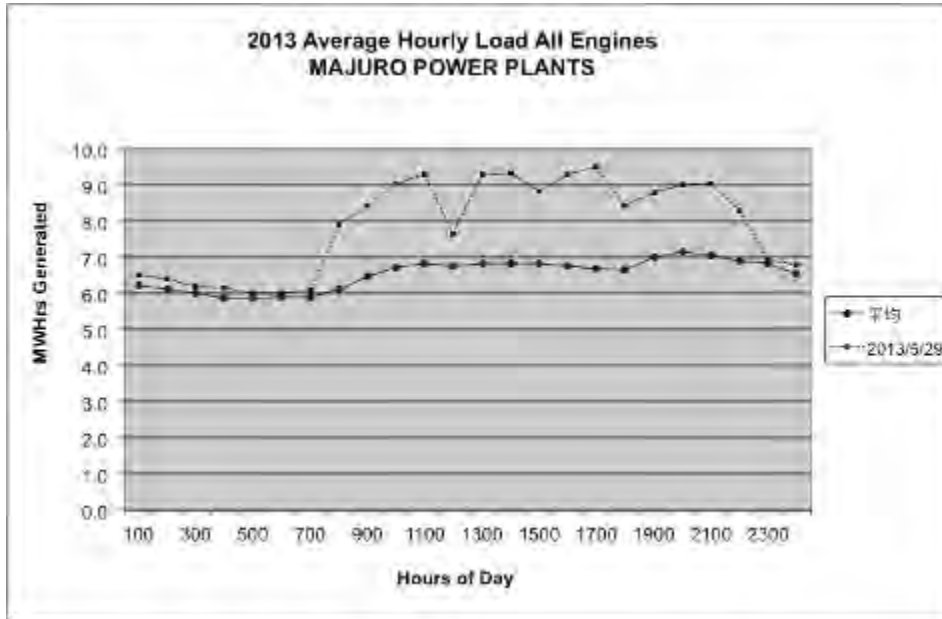


図 2-13 2013 年の日負荷曲線

## 2-7 電気料金制度

電気料金は、表 2-5 に示すようなテンプレートに従い、燃料のディーゼル油の輸入時にその価格にスライドする形で自動的に改訂されている。これは 2009 年 3 月 29 日に制定された最終版であるが、その前に何度か改訂されており、最初の施行は 2005 年 11 月であった。ディーゼル油はここ数年、上昇を続けており、その結果 MEC の電気料金もこのテンプレートに従って改訂され、上昇を続けている(表 2-6 参照)。現在では、1kWh 当たり、政府系が 50 セント (cent)、商業 49 セント、一般家庭 43 セント、貧困家庭 41 セントという非常に高い単価である。

なお、MEC では、料金未徴収や盗電といったノン・テクニカル・ロスが非常に大きく、PPA の調査によれば、11.35%と推定されている。これを改善する一方策として、プリペイド・メータへの取替が進められてきており、この効果もあって、消費電力量は低下してきている。

表 2-5 電気料金単価テンプレート

CURRENT TARIFF TEMPLATE				
7/9-Mar-08				
MARSHALL ENERGY COMPANY, Inc.				
Diesel Price per Barrel	Government	Commercial	Residential	Life Line
MCPS \$	\$/MWh	\$/MWh	\$/MWh	\$/MWh
40.00	0.290	0.250	0.190	0.170
45.00	0.272	0.232	0.172	0.152
50.00	0.254	0.214	0.154	0.134
55.00	0.236	0.196	0.136	0.116
60.00	0.208	0.168	0.108	0.088
65.00	0.220	0.180	0.120	0.100
70.00	0.232	0.192	0.132	0.112
75.00	0.244	0.204	0.144	0.124
80.00	0.256	0.216	0.156	0.136
85.00	0.268	0.228	0.168	0.148
90.00	0.280	0.240	0.180	0.160
95.00	0.292	0.252	0.192	0.172
100.00	0.304	0.264	0.204	0.184
105.00	0.316	0.276	0.216	0.196
110.00	0.328	0.288	0.228	0.208
115.00	0.340	0.300	0.240	0.220
120.00	0.352	0.312	0.252	0.232
125.00	0.364	0.324	0.264	0.244
130.00	0.376	0.336	0.276	0.256
135.00	0.388	0.348	0.288	0.268
140.00	0.400	0.360	0.300	0.280
145.00	0.412	0.372	0.312	0.292
150.00	0.424	0.384	0.324	0.304
155.00	0.436	0.396	0.336	0.316
160.00	0.448	0.408	0.348	0.328
165.00	0.460	0.420	0.360	0.340
170.00	0.472	0.432	0.372	0.352
175.00	0.484	0.444	0.384	0.364
180.00	0.496	0.456	0.396	0.376
185.00	0.508	0.468	0.408	0.388
190.00	0.520	0.480	0.420	0.400
195.00	0.532	0.492	0.432	0.412
200.00	0.544	0.504	0.444	0.424

表 2-6 電気料金単価の推移

Notes	Date of Increase	Government		Commercial		Residential		Life Line	
		From	To	From	To	From	To	From	To
1	1-Jan-05		\$0.180		\$0.180	\$0.120	\$0.140	\$0.120	\$0.130
2	1-Sep-05	\$0.180	\$0.205	\$0.180	\$0.205	\$0.140	\$0.150	\$0.130	\$0.140
3	1-Nov-05	\$0.205	\$0.225	\$0.205	\$0.225	\$0.150	\$0.170	\$0.140	\$0.160
	1-Jul-06	\$0.225	\$0.245	\$0.225	\$0.245	\$0.170	\$0.190	\$0.160	\$0.180
	1-Oct-06	\$0.245	\$0.255	\$0.245	\$0.255	\$0.190	\$0.200	\$0.180	\$0.190
4	1-Jan-07	\$0.255	\$0.280	\$0.255	\$0.270	\$0.200	\$0.210	\$0.190	\$0.190
5	1-Jun-07	\$0.280	\$0.290	\$0.270	\$0.280	\$0.210	\$0.220	\$0.190	\$0.200
6	1-Jul-07	\$0.290	\$0.300	\$0.280	\$0.290	\$0.220	\$0.230	\$0.200	\$0.210
7	1-Dec-07	\$0.300	\$0.350	\$0.290	\$0.340	\$0.230	\$0.255	\$0.210	\$0.235
8	1-Mar-08	\$0.350	\$0.350	\$0.340	\$0.340	\$0.255	\$0.280	\$0.235	\$0.260
	1-Apr-08	\$0.350	\$0.400	\$0.340	\$0.390	\$0.280	\$0.330	\$0.260	\$0.310
	1-Jun-08	\$0.400	\$0.460	\$0.390	\$0.470	\$0.330	\$0.410	\$0.310	\$0.390
	1-Nov-08	\$0.460	\$0.400	\$0.470	\$0.390	\$0.410	\$0.330	\$0.390	\$0.310
	1-Jan-09	\$0.400	\$0.310	\$0.390	\$0.300	\$0.330	\$0.240	\$0.310	\$0.220
9	1-Feb-10	\$0.310	\$0.368	\$0.300	\$0.358	\$0.240	\$0.298	\$0.220	\$0.278
	1-May-10	\$0.368	\$0.392	\$0.358	\$0.382	\$0.298	\$0.322	\$0.278	\$0.302
	1-Jan-11	\$0.392	\$0.416	\$0.382	\$0.406	\$0.322	\$0.346	\$0.302	\$0.326
	1-Feb-11	\$0.416	\$0.428	\$0.406	\$0.418	\$0.346	\$0.358	\$0.326	\$0.338
	1-Apr-11	\$0.428	\$0.488	\$0.418	\$0.478	\$0.358	\$0.418	\$0.338	\$0.398
	1-Apr-12	\$0.488	\$0.500	\$0.478	\$0.490	\$0.418	\$0.440	\$0.398	\$0.410

## 2-8 電力開発における投資 (IPP 含む)

需要が減少してきているため、2-4-2 節で述べたように、新たな設備増強は必要となっていない。したがって、在来型の発電所等の投資案件などは存在しないが、高い電気料金からくる太陽光発電への関心がしだいに大きなものとなっている。過去 12 カ月間で 5 件の問い合わせが MEC にあった。具体的には、台湾政府のソフトローンを使った台湾系スーパーマーケットの 30~50kW の PV 導入計画や、食料品倉庫の地元企業の 2 社等である。しかしながら、系統連系に関する整備がされていないため、MEC は民間のオン・グリッド PV システムを断り続けてきている。PV システムの価格が低下してきているため、この圧力は今後も大きくなるものと思われ、本プロジェクトの開始とアウトプットへの期待が大きくなっている。

## 第3章 ディーゼル発電の現状と課題

### 3-1 ディーゼル発電開発の概要及び位置づけ

島嶼国であり、国土が狭く、電力消費規模の小さいマーシャルにおいて、ディーゼル発電機は今日までマーシャルの電力供給設備の主機として運用がなされてきた。しかしながら、近年の石油価格の高騰は発電コスト高を招き、発電コストは電気料金に反映されることからマーシャルは割高な電気料金となっている（33cent/kWh）。よって、今後、化石燃料などの燃料消費を伴わない再生可能エネルギー（RE）の導入増加が想定される。しかしながら、REを導入する場合、その出力が気象によって変化するためREのみで電力供給を行うことは困難であることから、既存のディーゼル発電機と組み合わせたハイブリッドシステムでの運用が必要である。

一方、マーシャルは国内で消費するエネルギーの約90%を輸入燃料に頼っており、その約30%が電力供給に関する発電燃料での消費となっている。よって、マーシャル政府のエネルギー政策目標のひとつである「輸入燃料への依存度低減」を達成するために、発電燃料の削減は重要な課題のひとつである。

前述のとおり、今後の電力供給もディーゼル発電をメインとした継続が見込まれることから、経済負荷配分制御による効率運用や、RE大量導入後における効率的な負荷変動追従方式などの提案、開発が求められる。

### 3-2 現行のディーゼル発電計画の概要

マーシャルの主島マジュロウリガ地区の同一敷地内に No.1 Power Station と No.2 Power Station の発電所が隣接しており、島内の電力供給のすべてをこの2カ所の発電所で賄っている。

No.1 Power Station は築31年の建屋に5機のディーゼル発電機（ユニット No.1～No.5）が設置されており、うち2機（ユニット No.3、No.4）については2006年8月の機器火災で損傷し、その後補修が行われず休止状態となっている。ユニット No.3 は昨年度から修理作業が行われているが工程が遅れている。ユニット No.4 については今後除却を予定しているが、除却の時期は未定である。

そのほか、ユニット No.1、No.2 については導入から31年が経過しており、老朽化により計器類や補機類等の部品が故障しているなどの問題を抱えているが運用に大きな支障を来していない機器に関しては、更新されず継続した運用がなされている。

残る1機（ユニット No.5）については、現在、ADB 支援の下、ディーゼル燃料と国産燃料であるヤシ油を混合した燃料での運用試験機としての使用が行われている。現段階において、混合燃料での発電に安定性の確証が得られていないこともあり、試験時は、系統連系は行われていない（試験時以外はピーク対応機として系統連系されている）。

一方の No.2 Power Station には2機のディーゼル発電機が既設され、マジュロ電力供給のベース機として運用されている。2機ともに導入から14年経過した発電機となっているが、両発電所のなかで最も新しい発電機となっている。



出所：MEC ホームページ

図 3 - 1 マジュロ発電所

表 3 - 1 マジュロ発電所 No. 1、No. 2 発電機仕様

MEC	Substation	Station 1					Station 2	
	Engine#	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
GENERATOR DETAILS	ENGINE MAKE	Pielistick	Pielistick	Pielistick	Pielistick	Caterpillar	Deutz	Deutz
	ENGINE MODEL	10PC2VMK2	10PC2VMK2	10PC2VMK3	10PC2VMK4	3616	BV16M640	BV16M640
	ENGINE SERIAL NUMBER	18191	18192	18193	18194	1P00048	16010114	16010115
	NAME PLATE RATING (KW)	3,275	3,275	3,275	3,275	3,485	6,400	6,400
	DE-RATED (KW)	2,500	2,500	-	-	3,300	6,400	6,400
	SPEED (RPM)	450	450	450	450	720	600	600
	FUEL TYPE	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel + copra oil	Diesel	Diesel
	YEAR INSTALLED	1982	1982	1982	1982	1992	1999	1999
	ALTERNATOR DETAILS	MAKE	BRUSH	BRUSH	BRUSH	BRUSH	KATO	DEUTZ
TYPE		Brushless	Brushless	Brushless	Brushless	Brushless	Brushless	Brushless
MODEL NO.		31846A4G	31846A4G	31846A4G	31846A4G	A25247	1120LP12	1120LP12
SERIAL NO.		31846-1G	31846-2G	31846-1G	31846-2G	98350	455-9308	455-9309
VOLTAGE (V)		13,800	13,800	13,800	13,800	13,800	13,800	13,800
REMARKS	Major repairs needed	Rebuild just completed, was same as # 1	Fire Damaged, in reparation works	Fire Damaged, total rebuild reg'd	Under rebuild	Rebuild required	Rebuild required	

通常時における稼働ユニットについては、No.1 Power Station のユニットが老朽化により、計器類や補機類等の故障もあり安定性を欠いていることから、年間を通して多くの期間を No.2 発電所の 2 ユニット (6.4MW×2) で需要負荷を賄っている。しかし、近年のプリペイドカード方式の普及により、島民の節電意識が高まり、2006 年に 10MW 程度あった需要電力が 7MW 程度まで減少している。6.4MW の 2 ユニットでの運用では、需要負荷に対し効率運用の観点からバランスが悪くなっていることから、今後、1,000kW 程度のユニットを増設し、需要負荷に対する発電ユニットのバランスを整える計画がある。

また、今回実施した策定調査の結果からプロジェクト対象地域としてマジュロ以外に 3 離島(クワジェリン環礁、ジャルート環礁、ウォッチェ環礁) が選定された。その 3 離島の情報を以下に示す。

表 3-2 マーシャル諸島 離島発電所系統規模

系統名 (離島名)	人口/世帯数	発電所名	発電設備規模 (kW)	最大系統負荷 (kW)	年間電力量 (kWh/y)
Jaluit Atoll	1,788/252	Jaluit Power Sstem	550	200	1,752,000
Wotje Atoll	859/132	Wotje Power System	550	116	1,165,080
Kwajalein Atoll	11,408/1,371	Ebeye Power Plant	13,750	2,300	N/D

### 3-3 既存のディーゼル発電の運用状況等

マジュロの需要電力は6月～9月がピーク期となり、現在、年間最大負荷は約7MWであることから電力供給のベース機であるNo.2 Power Stationの2機でピーク負荷の電力供給が可能となっている。よって、No.2 Power Stationのユニットが点検・補修を実施していない間はNo.2 Power Stationのみの運用がほとんどとなっている(図3-3を参照)。前項で述べたとおり、近年のプリペイドカード式電力料金支払い方式導入により、年々需要負荷が下がっている傾向もあり、今後もNo.2 Power Stationのみでの運用が多いことが想定される。

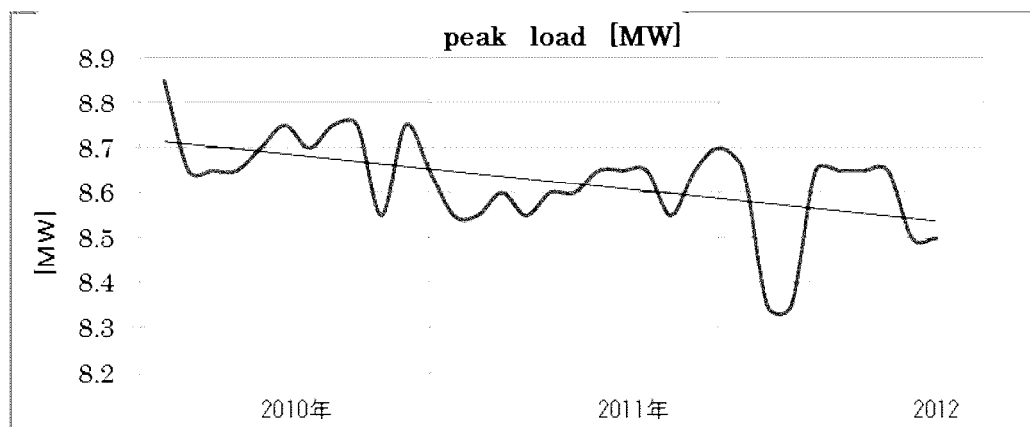


図 3-2 2010年～2012年9月までのピークロード傾向

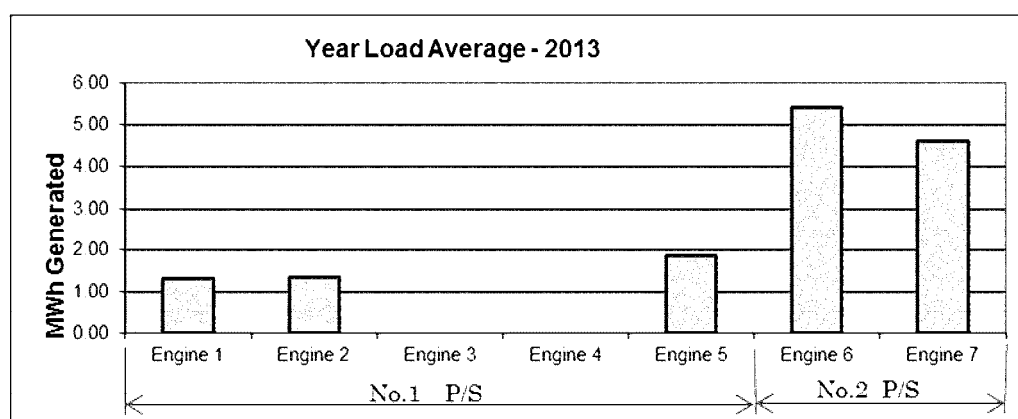


図 3-3 年間平均発電量 (MWh)

発電機制御については、負荷変動により起こる周波数変動を調整する自動周波数制御装置 (Automatic Frequency Control : AFC) 等の制御装置は装備されておらず、現地でのヒアリングに

よると運転員の経験則によるガバナ操作で調整が行われているとのことである（図 3-4 を参照）。今後、RE の導入量増加に伴い、周波数変動が激しくなることが想定されることから、手動での制御が困難になると考えられる。

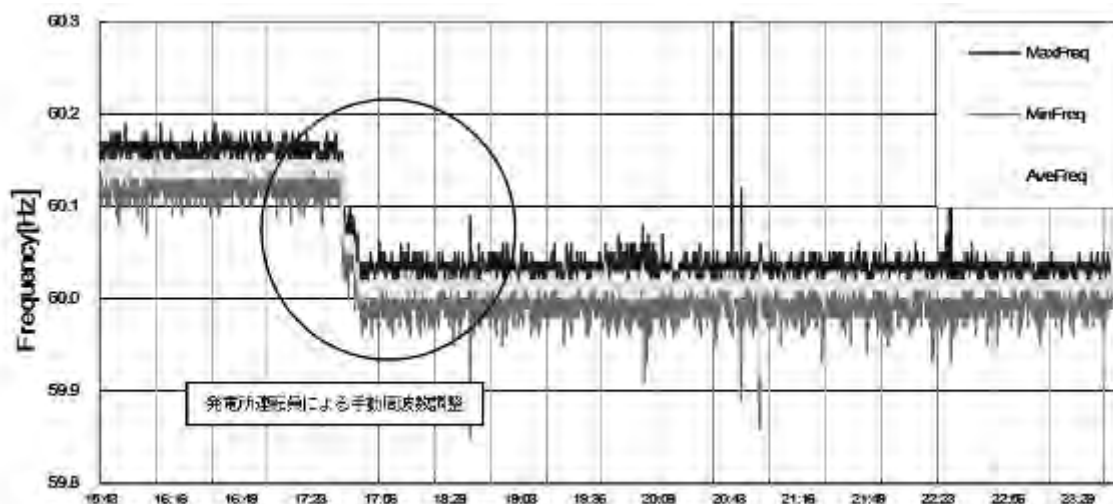


図 3-4 系統周波数（6月12日沖縄エネテック計測）

### 3-4 ディーゼル発電開発、経済的負荷配分による高効率利用促進の必要性

仕様の異なる発電ユニットを複数台並列運用する場合、各ユニットの燃費特性を事前に把握し、時々刻々と変化する需要負荷に対し、最適となる出力配分運用を行うことが、燃費削減を行ううえで有効である。

現在、MEC 管轄の発電所では、発電所全体の燃料消費データは定期的に記録されているが、各発電機ごとの燃料消費データは記録を行っていない。なお、過去のデータ（2008 年から 2009 年）の分析から発電所全体での平均燃料消費率は 0.255L/kWh、最大値 0.295 L/kWh、最少値は 0.233 L/kWh との結果が得られた（図 3-5 を参照）。

なお、これらのデータは有効に活用できる可能性はあるが、燃料消費率の計測手法を含めたデータの精度については今後、確認が必要だと思われる。さらに、経済負荷配分運転を実施するうえでは、各ディーゼル発電機の燃料消費特性を把握しなければならないが、燃料流量計の精度についても懸念される。

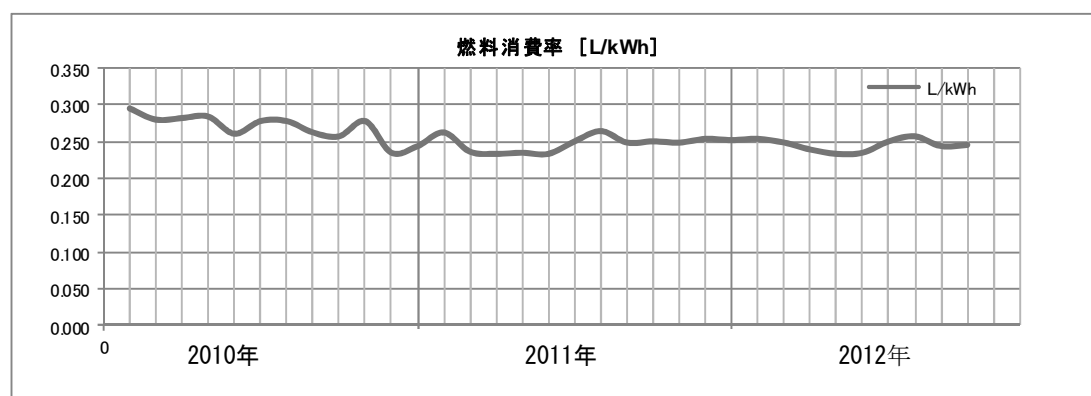


図 3-5 2010 年から 2012 年 9 月までの発電所燃料消費率（L/kWh）



経済負荷配分制御の手法にあたり、制御方式には各ユニットの出力を自動調整する自動方式と、あらかじめ各ユニットの燃費特性と負荷予想値から算出した値を発電員のガバナ操作で手動調整する手動方式がある。

一方、現在、系統負荷の変動はほとんどないことから、導入する方式は出力調整を数十分単位で行う手動方式での経済負荷配分でも問題ないが、今後、変動電源である RE が大量に導入された場合は、系統負荷の変動が激しくなることが予想されることから、数秒単位での出力調整が可能な自動方式での経済負荷配分装置の検討が必要だと思われる。

ただし、高額な導入コストが必要となることから、コストメリットを確認する必要がある。

### 3-5 人材育成

MEC 社ではディーゼル発電の運用に関するエンジニアはいるが、AFC や経済負荷配分制御 (Economic Dispatching Control : EDC) のような制御技術については、制御装置の導入実績がないことから、精通したエンジニアはいない。そのため、今後、発電所燃費低減措置として本制御手法を確立するうえにおいては、日本を含めた各国からの技術支援による専門家の育成が必要である。また、育成した専門家の退職や流出などにより専門家が不在となることがないよう、人員の定期採用及び後継者を育成する教育カリキュラムの創設も併せて必要である。

## 第4章 再生可能エネルギー発電の現状と課題

本章では、SHS などオフ・グリッドの再生可能エネルギーについては割愛し、本プロジェクトが対象とする系統連系の再生可能エネルギーについて述べる。

### 4-1 再生可能エネルギー発電の開発状況及びポテンシャル

#### 4-1-1 太陽光発電

既に2-3-2節で紹介したように、既設の系統連系太陽光発電設備は、CMIの57kWとマジュロ病院の209kWの2システムである。マジュロ病院が運転開始となったのは、2012年3月であり、そこから現在までの2つのシステムの発電実績を図4-1に示す。2012年11月から3カ月間、マジュロ病院の発電量が大きく低下しているが、これはシステム上の何らかの不具合によるものと考えられる。これを除けば、両システムとも極めて順調に稼働しており、2つ合わせると月間30~35MWhの貢献をしているといえる。

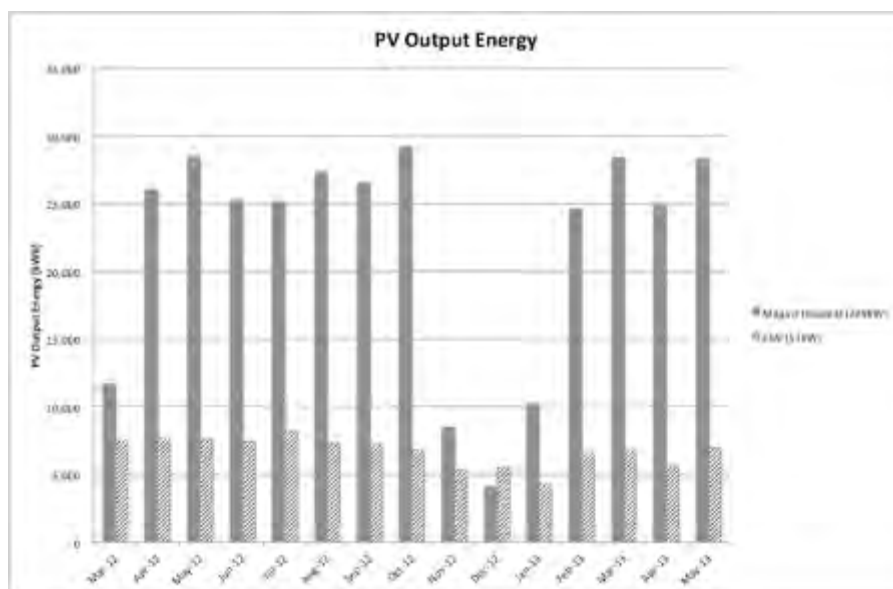


図4-1 マジュロ病院とマーシャル諸島短期大学のPV発電実績

両システムの2013年3月の1日の平均発電カーブと大きな出力低下があった3月6日の発電カーブを図4-2、4-3に示す。天候急変で雨天となった場合は、3月6日の曲線が示すようにかなり大きな変動が生じる可能性がある。このデータは1時間刻みのデータであるため、実際に出力低下がどの程度急峻なものかは判断できないが、より詳細なデータを収集分析し、発電機の対応能力を見極めていくことが必要である。

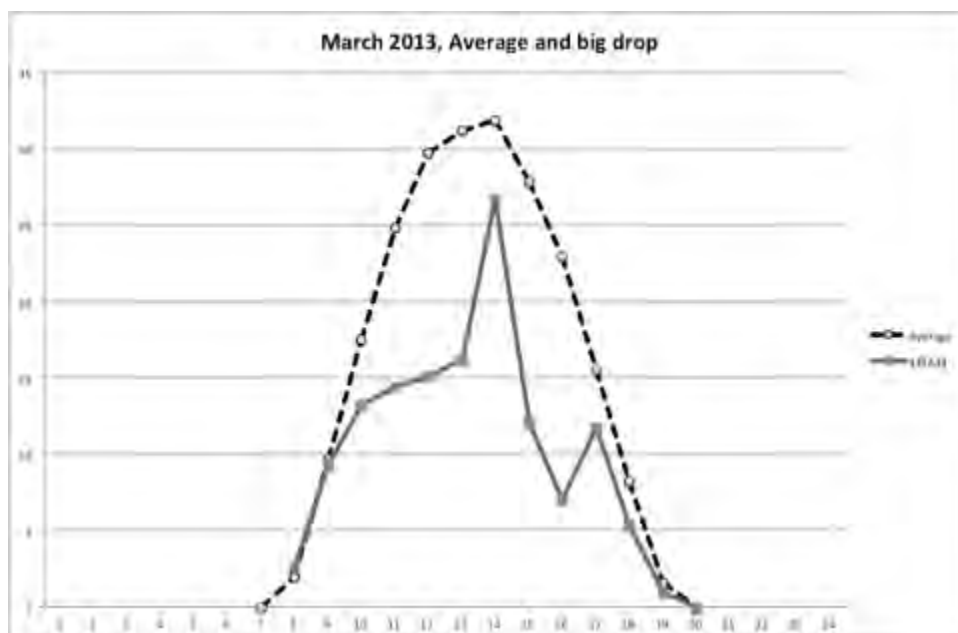


図 4-2 マーシャル諸島短期大学の発電カーブ（日）

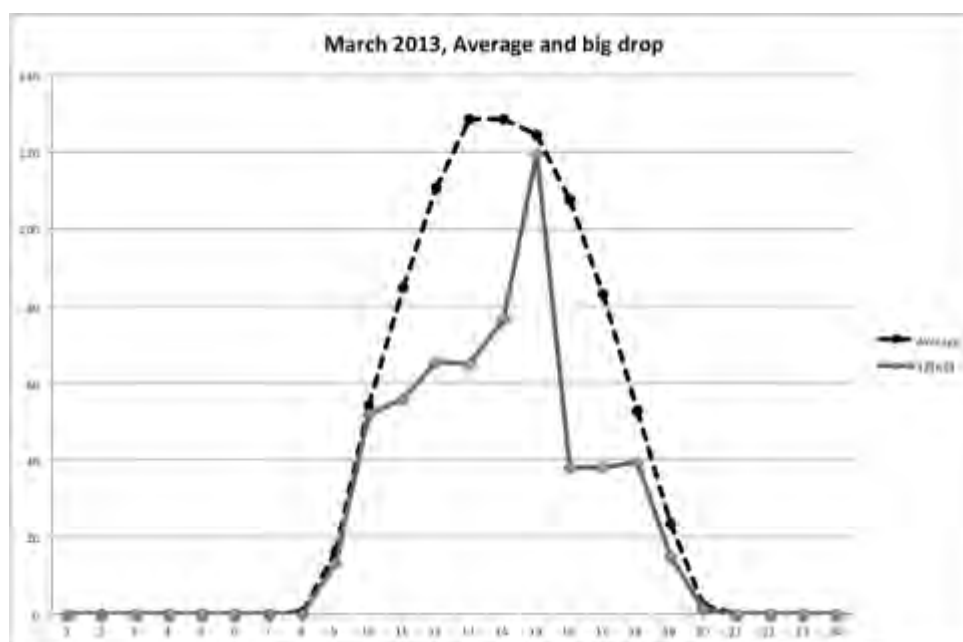


図 4-3 マジュロ病院の発電カーブ（日）

これら既設システムが示す稼働実績は、十分評価できるものであり、物理的には太陽光発電のポテンシャルは高いといえる。しかしながら、経済性はディーゼルの輸入価格に大きく影響を受け、また保守管理のコストも普通の国よりは高くなるであろう。さまざまな面を分析して経済合理性を担保し、技術力を向上させつつ導入していくことが必要と思われる。

#### 4-1-2 風力発電

2-3-2 節で紹介したように、現在ジャルート環礁とウォッチェ環礁において、風況観測が行われており、2012年9月20日～翌年4月10日までのデータは以下のように報告されている。

表4-1 ジャルートとウォッチェ環礁の風況

ジャルート		ウォッチェ	
高度 (m)	平均風速 (m/s)	高度 (m)	平均風速 (m/s)
34.64	6.66	34	8.73
33.00	6.75	33	8.77
20.00	6.47	20	8.33

風車を設置するために必要な風の目安は、年平均風速で6m/s以上必要といわれており、2カ所ともこのラインは越えている。2MW級の大型風車が最大出力で運転を行うためにはおおむね12m/s以上の風が必要となるが、このような風況となる場合は非常に少なく、おおむね10m/s以下である。参考までにウォッチェの2012年11月のデータを図4-4に示す。

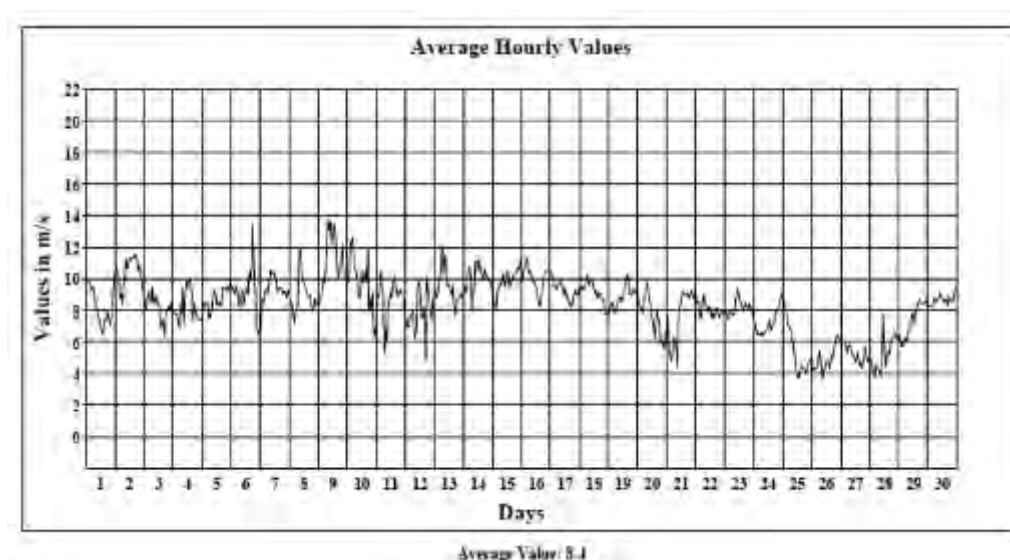


図4-4 ウォッチェ環礁の2012年11月風況データ

2島とも、100世帯以下の需要規模（28kWと32kW）であり、それほど大きな風車が必要となる訳ではない。太陽光やディーゼル発電などと組み合わせたハイブリッド・システムが構想されており、潜在的な可能性はあるのではないかと考えられる。

#### 4-2 再生可能エネルギー発電導入の政策/制度

2009年9月の「国家エネルギー政策」では、既に述べたように、2020年までにエネルギーの20%を再生可能エネルギーで供給することをめざしている。これを実現していくために「行動計画」では次の5つの戦略が示されている。

- 戦略①：開発し得る固有のエネルギー資源を同定する（上記風況観測が中心）
- 戦略②：系統がない離島では太陽光発電を拡大させる（SHSの拡大）
- 戦略③：マジュロ系統の系統連系太陽光発電設備を増加させる
- 戦略④：離島でのバイオ燃料生産とそれに基づく村落電化と運輸の最初の試行
- 戦略⑤：CMIプロジェクトのモニタリングと評価

戦略⑥：既設ビル温水器を電気から太陽熱に交換、新設ビルでは太陽熱温水器

戦略⑦：バイオ燃料開発の F/S とプロジェクトの設計

しかしながら、多くの行動計画が、他国の資金提供に依存するものとなっており、自立的に進めていけるものは多くない。また、制度の整備も着手されていない。近年の電気料金高騰を受け、戦略③については民間から太陽光発電設備の設置を希望する声が出てきているものの、制度の未整備や連系ガイドラインがないために、機会を逃しているという状況にある。

#### 4-3 再生可能エネルギー発電の必要性及び導入促進に向けた課題

化石燃料の輸入を減らしていくことは国家財政上の大きな要請であり、そのために国家エネルギー政策でめざすように、太陽光や風力などを可能な限り活用していくことは喫緊の課題である。

しかしながら、中長期的なエネルギー政策、エネルギー安全保障の面からみた検討も必要と思われる。これは国家としての経済活性化と密接に関係するものであり、エネルギーだけを取り上げて論じられるものではない。昨今の燃料価格高騰からくる再生可能エネルギーの活用促進という流れは理解できるものではあるが、どちらかといえば短期的視点に基づくものであり、国としての産業育成とそれに必要となるエネルギーという観点からの要求も含めた制度設計を検討していくことが大きな課題であると考えられる。他国の事例も参考にしながら、バランスのとれた、また経済成長し得る構想と制度設計を行っていく必要がある。

再生可能エネルギーのポテンシャルはあり、既に述べたように、既設太陽光発電設備の運転実績や風況データは評価できるものが出てきている。再生可能エネルギーの導入を拡大していくために、制度面では電力供給業者や売買電契約に関する整備、技術面では系統連系のための仕様策定が課題となる。具体的には、以下のような施策が求められている。

- ① MEC が唯一の電力供給者であるという法規制の見直し
- ② 発電事業者の許認可
- ③ 買電契約や固定価格買取制度の整備
- ④ 再生可能エネルギー促進のためのインセンティブ
- ⑤ 分散電源の系統連系ガイドラインの整備

なお、技術面では、人材育成と SHS の更新・拡張の実施方法にも課題が残る。前者は 4-4 節で述べるが、後者については近々浮上してくる課題である。すなわち、SHS の導入により電気利用が始まると、照明からテレビ、冷凍・冷蔵とニーズはどうしても大きくなっていく。これにどう対応していくか、また、SHS 自体の維持だけでも蓄電池の交換が必要となる。環境に負荷を課す鉛蓄電池の不用意な廃棄は避ける必要があり、廃棄処理・リサイクルのためのある種の工場が必要となってくる。経済面からの検討も必要であり、従来型電力との比較もしつつ、更新計画を練っていく必要があるだろう。

なお、マーシャル諸島のさまざまな課題の根底には希少な資源である土地問題が横たわっている。在米マーシャル大使館のホームページ<sup>16</sup>によれば、「社会の最上級の階層には土地の所有、資源の分配、紛争解決に絶対の権限をもつ酋長（Iroij）が君臨し、その下に土地や日常業務の管理

<sup>16</sup> <http://www.rmiembassyus.org/Culture.htm#culture>

を担う族長（Alap）、そしてその下に農業、建設、公共工事など地上におけるあらゆる日常業務に勤しむ労働者（Rijerbal）がいる。母系社会であり、身分と財産は母から娘へと受け継がれる」とある。つまり、国有地はなく、すべての土地に地主が存在する。したがって、太陽光発電や風力発電の設備のほか、電柱1本であっても、島で建設する場合は、政府認可のみならず、その土地を使用しているRijerbalの代表者、土地管理者であるAlap、そして最終的には地主Irojの承認が必要となる。このような伝統的社会的制約も考慮に入れながら、制度整備や再生可能エネルギー設備の拡大を検討していく必要がある。

#### 4-4 人材育成

制度整備と同様に、重要なものがマーシャル内での再生可能エネルギー関係の人材育成である。MRD、MECともにこの分野のエンジニアはおらず、たとえ技術支援を他国より受けても、専門家が帰国してしまうとそこですべての活動が停滞してしまうという危惧がある。能力と経験のある担当者をフル・タイムでアサインし、専門家とともに業務を行うことを通じて技術移転を受け、専門家の帰国後は彼が当該業務を、責任をもって実施していけるようにすることが必要である。

担うべき業務は、4-3節で述べた制度に関係する事項のほか、以下の2点も求められる。

- ① 出力変動の大きな再生可能エネルギーの許容量の見極めとその増大方法
- ② PV、風力、ディーゼル発電機と組み合わせたハイブリッド・システムの設計

## 第5章 配電設備の現状と課題

本章では 2010 年に実施された PPA による調査に基づき配電設備の現状と課題をまとめる。この調査報告書では、電力設備全体のロス分析を行っているが、多くの仮定に基づいた推定値であることに留意しておく必要がある。

### 5-1 配電線及び変圧器の概要

#### (1) 配電線

3本の13.8kVフィーダに関する情報を表5-1に示す。

表5-1 ウォッチェ環礁の2012年11月風況データ

AS AT March 4th 2010.			Voltage	power	Size	Distance [Feet]	Customers	Transformer	Total kVA	Polemount transformers	Total kVA	Primary Poles	Secondary Poles	Street Lights	
Feeder 1	1a Main	Power Plant to Kessai	13800 O/H	2/O		19477	784	17	4237.5	57	2305	67	99	61	
	1b Main	Kessai to Airport	13800 O/H	2/O		8520	308	7	1025	25	940	28	88	45	
	1c Main	Airport to Laura	13800 U/G	2/O		98657	435	39	3062.5	0	0	0	0	172	
	1d Main	Laura to end	4160 O/H	#2		8366	430	29	3445	26	975	30	46	166	
						<b>Total</b>	<b>135020</b>	<b>1957</b>	<b>92</b>	<b>11770</b>	<b>108</b>	<b>4220</b>	<b>125</b>	<b>211</b>	<b>444</b>
Feeder 2	2a Main	Power Plant to Momotaro	13800 O/H	2/O		9295	726	18	4020	65	1155	61	143	48	
	2b Main	Momotaro to Uliga	13800 O/H	2/O		1786	795	4	262.5	35	1450	30	57	19	
	2c Branch	Uliga to Houms	13800 U/G	2/O		1916	229	17	1762.5	10	411	0	41	22	
	2d Main	Uliga to Jenrok	13800 U/G	#2		1175	151	12	3382.5	0	0	0	26	8	
	2e Main	Jenrok to MIHS	4160 O/H	#2		3369	314	4	405	39	987.5	17	58	25	
	2f Main	MIHS to Rita end	4160 O/H	#2		1954	690	4	397.5	48	2227.5	40	180	64	
	Branch	Rita Start to Beach line	4160 O/H	#2		1471									
2g Main	Rita end to Ejit	4160 U/G	#2		2908	62	5	425	0	0	0	0	0		
						<b>Total</b>	<b>36914</b>	<b>2485</b>	<b>64</b>	<b>12755</b>	<b>192</b>	<b>8235</b>	<b>138</b>	<b>561</b>	<b>206</b>
Feeder 3	F3 Main	Power plant to Hospital	13800 U/G	2/O		7111	330	13	4350	0	0	0	0	26	
	Branch	line	13800 O/H	2/O		1492				5	262.5	5	11		
						<b>Total</b>	<b>7122</b>	<b>220</b>	<b>13</b>	<b>4350</b>	<b>5</b>	<b>262.5</b>	<b>5</b>	<b>32</b>	<b>26</b>
						<b>Total</b>	<b>177058</b>	<b>4582</b>	<b>185</b>	<b>28475</b>	<b>305</b>	<b>12717.5</b>	<b>288</b>	<b>744</b>	<b>670</b>

NOTE: 1 Distance in Feet is for a single run of wire along the line of the primary poles.  
 2 Customer numbers includes those with little usage and disconnected.  
 3 Transformer numbers are total qty of individual transformers. A trio of pole mounted Xmers is counted as three.  
 4 The branch lines on Zf & F3 are primary dead end branches off the main feeder line.  
 5 Feeder 2c comes off a three way switch and travels about 200 feet before splitting into two separate lines in opposite directions.

#### (2) 変圧器

フィーダ1のローラ、フィーダ2のジェンロックに設置されている変圧器の仕様を表5-2に示す。

表 5-2 ローラ、ジェンロックの変圧器

MEC	SUBSTATION NAME	JENROCK 2000	ALORA 2000	
	TRANSFORMER NO.	304200010	3007A2144	
ELECTRICAL CHARACTERISTICS	SERIAL NO.	1998	1998	
	YEAR OF MANUFACTURE	3150	1725	
	RATING (MVA)	3	3	
	N.O. OF PHASES			
	VECTOR GROUP			
	VOLTAGE (V)	HIGH	13800	13800
		LOW	4160400	4160400
	IMPEDANCE (%)	Z	5.5	5.56
		Z <sub>0</sub>		
	LOSSES (WATTS)	NO LOAD	5775	3435
FULL LOAD				
LV		33900	15716	
MAX. CURRENT (A)	HV			
	LV	2400	2400	
	VOL. (GALS)	765	372	
	WEIGHT (LBS)	25812	9655	
TANK CORE & OL. DETAILS	NET CORE, COIL & T.C.			
	WEIGHT (LBS)		1000	
TAPS & T.C. DETAILS	NO. OF TAPS		5	
	TAPCHANGER TYPE		D-FD	
REMARKS				

(3) 配電用変圧器

配電用変圧器には、13.8kV と 4.16kV の 2 つの電圧階級があり、またそれぞれ単層と 3 相のものがある。表 5-3、5-4、5-5、5-6 にこれら配電用変圧器の仕様と設置台数を示す。

表 5-3 13.8kV 柱上変圧器 (単相)

MEC	Impedance			Losses		Number of Transformers			Total kVA Installed
	kVA Rating	Z%	R%	X%	No Load	Full Load	Feeder 1	Feeder 2	
15	1.8	1.3	1	84	305	2	3	5	75
25	1.7	1.1	1.1	118	437	20	3	23	575
37.5	1.6	1	1.3	166	585	33	33	66	2475
50	1.7	0.9	1.5	185	735	16	51	67	3350
75	1.5	0.8	1.2	285	1050	8	11	19	1425
Total						79	101	180	7830

表 5-4 4.16kV 柱上変圧器 (単相)

MEC	Impedance			Losses		Number of Transformers			Total kVA Installed
	kVA Rating	Z%	R%	X%	No Load	Full Load	TF1	Laura	
15	1.8	1.5	1	84	305	1	0	1	15
25	1.8	1.3	1.3	118	437	6	12	18	450
37.5	1.8	1.1	1.4	166	585	22	11	33	1237.5
50	1.9	1.1	1.4	185	735	30	4	34	1700
75	1.8	1	1.5	285	1050	9	3	12	900
Total						68	30	98	4302.5



表 5 - 5 13.8 kV 地上据置型配電用変圧器 (3 相)

MEC	Impedance			Losses		Number of Transformers					Total kVA Installed	
	kVA Rating	Z%	R%	X%	No Load	Full Load	Fdr 1	Fdr 2	Fdr 3	TF2 U/G		Total transformers
15											0	15
25							0	1			1	25
30								1			1	30
37.5							1				1	37.5
45							0	3			3	135
50							30	1	1	1	33	1650
75	1.7	1.3	1.1	360	1350	11	2	2	9		24	2550
112.5	1.5	1.1	1	530	1800	3	2				5	562.5
125							0				0	125
150	1.8	1.1	1.6	560	2250	2	3	1	2		8	1200
200							1				1	200
225	1.8	1.1	1.4	680	3300	4	1		1		6	1350
300	1.6	1.1	1.2	1050	4300	5	9	3	0		17	5100
500	1.7	1	1.4	1600	6000	3	5	1	1		10	5000
750	5.7	1.1	5.6	1800	10200	1	0	2	0		3	2250
1000	5.7	1	5.6	2100	12500	2	1	1			4	4000

表 5 - 6 4.16kV 地上据置型配電用変圧器 (3 相)

MEC	Impedance			Losses		Number of Transformers					Total kVA Installed	
	kVA Rating	Z%	R%	X%	No Load	Full Load	Ejt	TF1	TF2	Laura		Total transformers
15										2	2	120
25										1	1	25
30								2			2	60
37.5												37.5
45												45
50							4	2		12	18	900
75	2.1	1.3	1.6	360	1350	2	1		4		7	525
112.5	1.7	1.1	1.3	530	1800		2				2	225
125												125
150	1.9	1.1	1.6	560	2250		1		1		2	300
225	1.9	1.1	1.6	850	3300		3		1		4	900
300	2	1.1	1.7	1050	4300	1			1		2	600
500	2.1	1	2.1	1600	6000						1	500
750	5.7	1.1	5.6	1800	10200						1	750
1000	5.7	1	5.6	2100	12500							1000
					Total	7	11	0	28		48	6125

5 - 2 配電線及び変圧器の負荷容量の状況

各フィーダの 2010 年 1 月の負荷データを図 5-1、5-2、5-3 に示す。

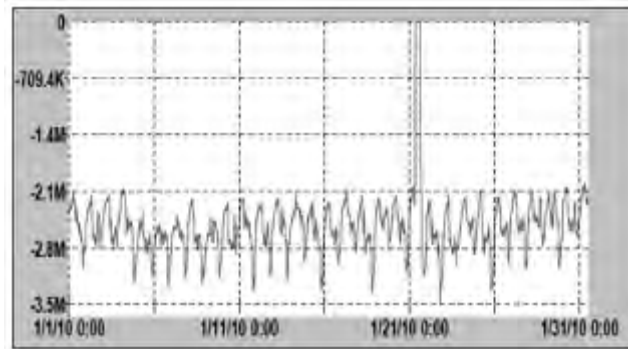


図5-1 フィーダ1の負荷

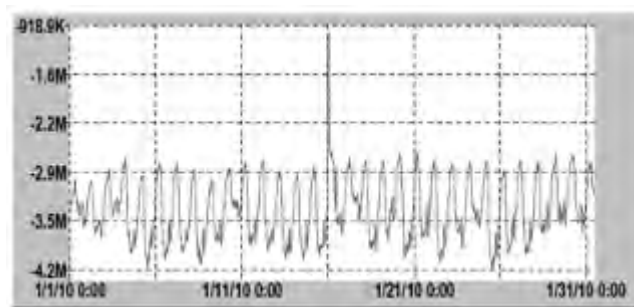


図5-2 フィーダ2の負荷

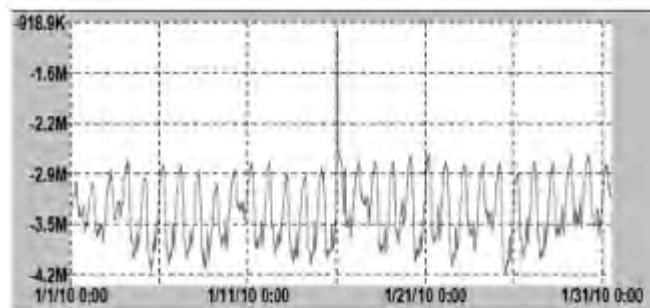


図5-3 フィーダ3の負荷

2005年より需要が低下してきているため、多少のバラツキはあるだろうが、全体的傾向としては、負荷率は小さくなってきており<sup>17</sup>、その結果、変圧器などの無負荷損がロスの中で大きな比重を占めるようになってきている。2010年に実施されたPPAの調査では、表5-7に示すような報告がなされており、配電設備のテクニカル・ロスは、計6.41%になると推定されている。

<sup>17</sup> PPAの調査では変圧器の負荷は定格容量の27%という推定が出されている。

表 5-7 配電設備のロス推定値

	平均 MWh (2006-2008)	対発電電力量比	対送出し電力量比
低圧引込線ロス	144	0.19%	0.21%
配電線ロス	3,145	4.15%	4.54%
配電用変圧器銅損（負荷損）	168	0.22%	0.24%
配電用変圧器鉄損（無負荷損）	1,277	1.69%	1.84%
13.8/4.6kV 変圧器ロス	126	0.17%	0.18%
テクニカル・ロス合計	4,858	6.41%	7.01%

しかしながら、この数値はあくまで推定値であり、対策を講じるための基礎データとはならない。電流値など、負荷の大きさを記録できているのは、発電所脇の開閉所の各フィーダの出側の VCB における値だけであり、これもデータを保存していたパソコンがクラッシュし、過去データの復旧が危ぶまれている。

いくつかの VCB 設置箇所では負荷電流が読み取れるようにはなっているが、定期的にその値を記録する業務は存在せず、負荷分布に関する客観的データは皆無といってもよいだろう。このような状況下で、唯一信頼できるデータが、電力量計の検針データであったが、これも近年のプリペイド化の進展により、なくなりつつある。

### 5-3 配電線及び変圧器の設備容量最適化の必要性

前節で述べたような状況であるため、配電設備容量の見直しは必要である。しかしながらそれを的確に計画・実施するために、まず客観的データを収集するところから始めなければならない。そして、これは継続的に行っていくことが必要な業務であるため、外部コンサルタントの力を借りて一度やれば完了といったものではなく、その方法を MEC が自らのものとしてマニュアル化し、ルーティンワーク的な業務として確立していく必要がある。

今までのように、何か問題が起こったときに初めて対応策を講じるのではなく、設備の基礎データを充実させ、予防保全的に、また更なる効率的運用をめざして対策を講じていけるよう、技術力と管理能力を向上させていく必要がある。

このような状況であるため、本プロジェクトによる送配電設備容量最適化については、変・配電設備に関する負荷状況データの欠如と、その実施、更にはその分析に基づく設備更新費用の捻出がマーシャル側で非常に困難と判断されるため、本プロジェクトのスクールの対象外とした。

### 5-4 人材育成

質・量ともに MEC の人材強化が求められている。JICA が沖縄で実施している島嶼国を対象とした配電整備の研修などに積極的に参加し、キャパビルを推進していくことが必要である。

## 第6章 気候変動への取り組み

### 6-1 概要

環境計画・政策調整局（Office of Environmental Planning and Policy Coordination : OEPPC）は、マーシャルの気候変動緩和に関する責任機関である。大統領執務室直属の機関として2003年に設立されている。気候変動枠組条約（UN Framework Convention on Climate Change : UNFCCC）や、生物多様性条約（UN Convention on Biological Diversity : UNCBD）等の国内外におけるすべての環境プログラムなどの調整を担当している。

2001年に策定された「Vision 2018, the strategic development framework 2003-2018」を基に作成されたOEPPCの長期的な理念と目標の主要項目を以下に示す。

#### <長期的目標（5～10年間）>

- ・ 生物多様性条約に基づく Clearing-House Mechanism（CHM）として環境と持続的開発について情報収集及び公開等に関する活動を行う。
- ・ 効率的な持続性ある開発政策の調整メカニズムを設立する。
- ・ 環境面の脆弱さを評価する。
- ・ 環境問題、生物多様性及び土地荒廃に関する啓発及び緩和させるための活動を行う。
- ・ 気候変動、生物多様性と土地荒廃に関して政策を立案または確立する。
- ・ 地上及び海域資源と温室効果ガス排出量に関する基礎情報の収集

### 6-2 環境影響評価

環境影響評価（EIA）に関する担当機関は、環境省管轄の環境保護局（Environment Protection Authority : EPA）である。マーシャルで実施される開発プロジェクトはEPAへ申請を行う必要がある。マーシャルでは、1984年に制定された、国家環境保護法（National Environmental Protection Act）及び1988年に制定された沿岸保護法（Coast Conservation Act）に基づいてEIAが規定されている。また、EPAに確認を行ったところ、本プロジェクトはEIA対象外となっており、JICA環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）によっても環境カテゴリーは「C」相当となる。

## 第7章 プロジェクト概要及び留意事項

### 7-1 R/Dの署名について

R/Dの署名は、友部 JICA マーシャル支所長と、マーシャル MRD のセクレタリーMs. Rebecca Lorennij、及び MEC のゼネラル・マネジャーMr. David Paul により署名される予定である。

なお、「R/D 署名にあたっては、先方側で再生可能エネルギー（特に太陽光）分野に関する適切なカウンターパートの配置を確認することを前提条件とする」ことが合意されている。

### 7-2 プロジェクトの目的

2009年に策定された「国家エネルギー政策及び行動計画」の目標達成に寄与することをめざし、目標を以下のように定める。

マーシャルのエネルギー自給システム構築へ向けた再生可能エネルギーの導入支援、既存ディーゼル発電機の運用改善提案を目的とする。主な活動は以下のとおり。

- ① 再生可能エネルギー導入のための法制度整備支援
- ② 配電網に接続される再生可能エネルギー発電の許容量評価手法技術開発支援
- ③ 離島での太陽光発電-ディーゼル発電 ハイブリッドシステムの計画・設計技術支援
- ④ 発電所運転管理の最適化によるロス最小化

### 7-3 プロジェクト対象地域

プロジェクト対象地域は、マジュロ環礁、クワジュリン環礁のイバイ島、ジャルート環礁、ウオッチェ環礁の4カ所である。

### 7-4 活動内容（調査スコープ、スケジュール）

#### 7-4-1 期待される成果品

- ① 再生可能エネルギー発電導入のための制度整備
- ② 配電網に接続される再生可能エネルギー発電の許容量評価手法技術開発
- ③ 太陽光発電-ディーゼル発電ハイブリッド・システムの計画・設計技術
- ④ 発電所や配電設備の最適運転管理によるロス最小化

#### 7-4-2 調査スコープ

プロジェクトは以下の2ステージにより実施される。

第1段階：関連するデータや情報の収集分析

第2段階：再生可能エネルギーのための制度整備やシミュレーション・ツールに係る技術支援

- (1) 第1段階：関連するデータや情報の収集分析
  - 1) 再生可能エネルギー発電導入のための制度整備
    - ・ マーシャル電力セクターに関する既存の法律・諸制度の調査
    - ・ 日本及び他の太平洋諸国における再生可能エネルギーの系統連系に関するガイドライン・諸制度の調査・分析
  - 2) 配電網に接続される再生エネルギー発電の許容量評価手法技術開発
    - ・ 既設ディーゼル発電機と配電設備の状態把握
    - ・ マジュロ環礁、イバイ環礁、ジャルート環礁、ウォッチェ環礁における再生可能エネルギー発電の最大許容量調査
  - 3) PV ディーゼル・ハイブリッド発電設備の計画・設計支援
    - ・ 小離島独立ディーゼル発電所及びその維持管理状況の把握
    - ・ 再生可能エネルギー（特に太陽光及び風力）のポテンシャル情報収集・分析
  - 4) 発電所の運用改善によるプラント効率改善
    - ・ 電力供給や燃料消費量など、発電所の運転実績のレビュー
    - ・ 現在の運転方法・状態の調査
- (2) 第2段階：再生可能エネルギー導入のための法制度の構築及び供給側エネルギー効率改善に係る技術協力
  - 1) 再生可能エネルギー導入のための法制度
    - ・ 分散型電源の系統連系に関する新しい制度及び/あるいはガイドラインに含める必要のある項目についてマーシャル関係機関との協議を行う。  
具体的には、
      - ✓ 分散型電源の許認可やライセンス取得に必要な制度ないしガイドライン
      - ✓ 買電契約の手続きやフィードインタリフ（固定価格買取制度）の設定支援（決定するための必要な考え方や他国の事例紹介が中心）
    - ・ 上記で合意した項目のカウンターパートとの協働による作成
  - 2) 配電網に接続される再生可能エネルギー導入の許容量評価手法技術開発
    - ・ 上述の許容量最大化手法の提案（中央制御装置の検討、既存ディーゼル発電機の応答性及び低出力運転範囲の確認、必要に応じてガバナーの適正化や蓄電設備の導入などが考えられるが、マーシャル側の財務状況をかんがみつつ現実的な案を選択）
    - ・
  - 3) PV ディーゼル・ハイブリッド発電設備の計画・設計支援
    - ・ PV ディーゼル・ハイブリッド発電設備の最適設計手法の導入
    - ・ PV ディーゼル・ハイブリッド発電設備の設計シミュレーション・ツールの導入（例えば、HOMER、RET-Screen などの既存のツールを予定）
    - ・ PV ディーゼル・ハイブリッド発電設備の計画・設計のケース・スタディ（1サイ

ト以上)

- ・ 収集したポテンシャルデータを基に、想定し得るより良いエネルギーミックスを提案

4) 発電所の運用改善によるプラント高率改善

- ・ 経済負荷配分 (EDC) によるプラント全体の発電効率最適化
- ・ 経済負荷配分 (EDC) 導入後の燃料消費の評調査・分析 (予測を含む)
- ・ 可能であれば、プラント全体の発電効率改善のための手法の提案 (特に維持管理面)

7-4-3 スケジュール

最初の調査団派遣から14カ月を想定している。R/D署名までの手続きが滞りなく進んだ場合の想定スケジュールは以下のとおり。

Project on the Formulation of Self-Sufficient Energy Supply System (Tentative Schedule)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Year	2013																		
Month	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Detailed Planning Survey	■																		
Approval Implementation Plan (JICA Internal)	■	■																	
R/D Signing		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Procurement of Consultant		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Study for Development Planning																			
Preparation Work in Japan						■													
1st field survey in RMI (IcR, Data collection and Analysis)						■	■	■											
1st work in Japan (Institutional Arrangement Draft, Preparation of Semi)							■	■	■										
2nd field survey in RMI (Discussion the Institutional Arrangement)												■	■	■	■				
2nd work in Japn (Drafting ItR, Preparation of Seminar)												■	■	■	■				
3rd field survey in RMI (Discussion It/R, Seminar for TA)															■	■	■	■	
3rd work in Japn (Writing Df/R, Preparation of Seminar)															■	■	■	■	
4th field survey in RMI (Discussion Df/R, Seminar for TA)																■	■	■	■
4th work in Japn (Writing FR)																	■	■	■
Submission of FR																			▲

図7-1 プロジェクトスケジュール (案)



## 7-5 留意点

プロジェクト実施にあたっては、カウンターパートである MRD 及び MEC における適切な担当者の配置が最も重要である。太陽光に関する技術面でのカウンターパートについては、同組織に専門知識をもった者がいないため、プロジェクト開始までに適切な人材を雇用、配置することをマーシャル側と合意した。当面の関連カウンターパートは MEC の最高技術責任者が担当する。

なお、関係者が少ないため、合同調整委員会（JCC）は設置しない。

また、プロジェクトサイトにジャルートやウォッチェが含まれるため、アクセスの悪い両環礁での調査、指導をどのようなスケジュール、手はずで行うかは十分な協議と確認が必要となる。

## 付 属 資 料

1. 協議議事録 M/M (含む R/D 案)
2. 質問票
3. 面談記録
4. 収集資料リスト

**MINUTES OF MEETINGS**  
**ON**  
**THE DETAILED PLANNING SURVEY**  
**ON**  
**PROJECT ON THE FORMULATION OF**  
**SELF-SUFFICIENT ENERGY SUPPLY SYSTEM**  
**(REPUBLIC OF THE MARSHALL ISLANDS)**

In response to a request from the Republic of the Marshall Islands (hereinafter referred to as “RMI”), the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) decided to conduct the Detailed Planning Survey (hereinafter referred to as “the Survey”) on the Project on the Formulation of Self-Sufficient Energy Supply System (hereinafter referred to as “the Project”).

JICA sent to RMI the Detailed Planning Survey Team (hereinafter referred to as “the Team”), which is headed by Mr. Shigeru Maeda, Executive Technical Advisor, Industrial Development and Public Policy Department, JICA.

The team held a series of discussions on “Formulation of self-sufficient energy supply system” with the officials of Ministry of Resources and Development (hereinafter referred to as “MRD”), Marshalls Energy Company (hereinafter referred to as “MEC”), and other related divisions, organizations (hereinafter referred to as “the RMI side”) from 10<sup>th</sup> June to 14<sup>th</sup> June, 2013.

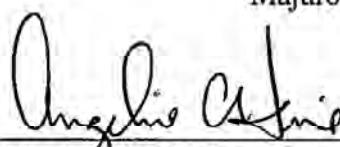
As a result, RMI side and JICA agreed on the matters referred to in the documents attached hereto.

Majuro, 14<sup>th</sup> June, 2013



Mr. Shigeru Maeda

Team Leader  
Detailed Planning Survey Team  
Japan International Cooperation Agency



Ms. Angeline Heine

Acting Secretary  
Ministry of Resources and Development  
Republic of the Marshall Islands



Mr. David Paul

General Manager  
Marshalls Energy Company  
Republic of the Marshall Islands

*Handwritten mark*

*Handwritten mark*

## ATTACHMENT

### 1. FRAMEWORK OF THE PROJECT AND RECORD OF DISCUSSIONS

Based on the series of discussions between the RMI side and JICA, the framework of the Project was formulated, and the draft Record of Discussions (hereinafter referred to as "R/D") has been prepared and agreed upon by both sides. After confirmation by the RMI side and JICA Headquarters, R/D shall be signed by the Secretary of MRD, the General Manager of the MEC and the Resident Representative of JICA Marshall Office prior to the implementation of the Project. Draft R/D might be changed subject to approval process of both sides.

The draft R/D is attached in ANNEX.

### 2. Technical Counterpart for the Project

Allocating appropriate counterpart is the most important to implement the Project. MRD and MEC mentioned they can't allocate suitable technical counterpart for PV system so far. Then both sides agreed that after allocating appropriate counterpart, R/D will be concluded by both sides. MRD and MEC promised that the counterpart is to be identified by 10<sup>th</sup> July, 2013.

ANNEX DRAFT OF RECORD OF DISCUSSIONS

45  
13  
K04



**(DRAFT) RECORD OF DISCUSSIONS**

**ON**

**PROJECT ON THE FORMULATION OF  
SELF-SUFFICIENT ENERGY SUPPLY SYSTEM**

**IN**

**THE REPUBLIC OF THE MARSHALL ISLANDS**

**AGREED UPON BETWEEN**

**MINISTRY OF RESOURCES AND DEVELOPMENT,  
MARSHALL ENERGY COMPANY**

**AND**

**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

Majuro, DD MMMM, 2013

\_\_\_\_\_  
Mr. Hideki Tomobe

Resident Representative  
Japan International Cooperation Agency

\_\_\_\_\_  
Ms. Rebecca Lorenrij

Secretary  
Ministry of Resources and Development  
Republic of the Marshall Islands

  
\_\_\_\_\_  
Mr. David Paul

General Manager  
Marshalls Energy Company  
Republic of the Marshall Islands

  
AUA

Based on the minutes of meetings on the Detailed Planning Survey on the Project on the Formulation of Self-Sufficient Energy Supply System (hereinafter referred to as “the Project”) signed on 14<sup>th</sup> June, 2013 between Ministry of Resources and Development (hereinafter referred to as “MRD”), Marshall Energy Company (hereinafter referred to as “MEC”) (hereinafter referred to as “the RMI side”) and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), both parties agreed the details of the Project and the main points discussed as described in the Appendix 1 and the Appendix 2 respectively.

Both parties also agreed that the RMI side, the counterparts to JICA, will be responsible for the implementation of the Project in cooperation with JICA, coordinate with other relevant organizations and ensure that the self-reliant operation of the Project is sustained during and after the implementation period in order to contribute toward social and economic development of the Republic of the Marshall Islands (hereinafter referred to as “RMI”).

The Project will be implemented within the framework of the Note Verbales exchanged on 6<sup>th</sup> June, 2013 between the Government of Japan (hereinafter referred to as “GOJ”) and the Government of RMI.

Appendix 1: Project Description

Appendix 2: Main Points Discussed

Handwritten marks: a circle containing "114" and "12", and "AA" written below it.



## PROJECT DESCRIPTION

### **I. BACKGROUND**

Electric power supply in RMI is heavily depends on diesel power generation. All the fuels for diesel power generation are imported, and the cost of power supply is extremely high. Under the background, RMI Government endorsed the National Energy Policy and Energy Action Plan in September 2009. In the policy and plan, following ultimate goals are indicated.

- 1) Electrification of 100% of all urban households and 95% of rural outer atoll households by 2015;
- 2) Provision of 20% of energy through indigenous renewable resources by 2020;
- 3) Improved efficiency of energy use in 50% of households and businesses, and 75% of government buildings by 2020; and
- 4) Reduce 20% of supply side energy losses by 2015.

Due to the above circumstances, the Government of RMI has requested the project on the formulation of self-sufficient energy supply system to the GOJ.

### **II. OUTLINE OF THE PROJECT**

#### 1. Title of the Project

Project on the Formulation of Self-Sufficient Energy Supply System

#### 2. Expected Goals which will be attained after the Project Completion

##### (1) Goal of the Project

-To enhance the capacity of MRD and MEC to establish sustainable and self-sufficient energy supply system, by improving the efficiency of existing power station and diversifying energy supply structure by introducing and managing renewable energy such as solar photovoltaic system.

##### (2) Goal which will be attained by utilizing the outcome of the Project

-To enhance energy security of RMI by reducing dependency on imported fossil fuel in power sector.

#### 3. Outputs

##### (1) Institutional arrangement to introduce renewable energy

Handwritten notes: (RMI) (13) and AOM

Handwritten mark: 28

- (2) Methodology to evaluate maximum allowable capacity of distributed generators by renewable energy to be interconnected with power grid
- (3) Technical assistance to plan and design hybrid system
- (4) Technical assistance to minimize supply side losses through optimum operation management of power plant

#### 4. Activities

The Project shall be carried out in the following two stages;

Stage 1: Collection and examination of relevant data and information

Stage 2: Technical Assistance on Formulation of institutional arrangement to introduce renewable energy, and simulation tools

Stage 1: Collection and examination of relevant data and information

- (1) Institutional arrangement to introduce renewable energy
  - 1) Review existing law and regulation on power sectors in RMI.
  - 2) Review and examine existing guidelines and regulation for interconnection of renewable energy in Japan and the other countries in the Pacific region.
- (2) Methodology to evaluate maximum allowable capacity of distributed generators by renewable energy to be interconnected with power grid
  - 1) Examine the condition of existing diesel engine generators and distribution line.
  - 2) Examine the maximum allowable capacity of generators by renewable energy in Majuro, Ebeye, Jaluit and Wotje.
- (3) Planning and Designing PV-diesel hybrid system
  - 1) Review of operation condition of existing isolated power plant by diesel engine generators, management and O&M condition.
  - 2) Identification of potential of RE
- (4) Minimizing supply side losses through optimum operation management in power plant
  - 1) Review of operation records of the power plant including fuel consumption.
  - 2) Examine current operation procedures, conditions and circumstances.

Stage 2: Technical assistance on formulation of institutional arrangement to introduce renewable energy, and improvement of the energy efficiency on the supply side

- (1) Institutional arrangement to introduce renewable energy
  - 1) Discuss with concerned authorities in RMI to investigate necessary contents to be included institutional arrangement like as follows.
    - i. New regulations and/or guidelines on approval and license for interconnection of distributed generators.
    - ii. System of power purchase agreement and/or feed-in tariff.

14  
17  
A24

5



- 2) Making above mentioned institutional arrangement together.
- (2) Methodology to evaluate maximum allowable capacity of distributed generators by renewable energy to be interconnected with power grid
  - 1) Propose possible countermeasures to increase the above mentioned allowable capacity.
- (3) Planning and Designing PV-diesel hybrid system
  - 1) Identification the most appropriate mix of Power Supply (including Solar, Wind, etc).
  - 2) Introduce optimum design methodology for PV-diesel hybrid system.
  - 3) Introduce simulation tools for design the hybrid system (e.g. HOMER, RET-Screen, etc.), to train engineers.
  - 4) Plan and design PV-diesel hybrid generation system at least one location as a case study.
- (4) Minimizing supply side losses through optimum operation management in power plant
  - 1) Introduce ideal operation of multiple generators considering the fuel consumption of each unit such as Economic Load Dispatching Control (EDC).
  - 2) Examine and analyze fuel consumption after introduction of EDC operation.
  - 3) Propose any other measures to improve the plant efficiency of power station, especially in terms of operation and maintenance.

## 5. Input

### (1) Input by JICA

#### (a) Dispatch of Mission (Assignment member is to be determined later)

- Team leader
- Power system analysis for the examination on maximum allowable PV capacity
- Institutional framework for PV grid-interconnection
- Renewable energy (PV system)
- Operation and maintenance of power station

Input other than indicated above will be determined through mutual consultations among JICA, MRD and MEC during the implementation of the Project, as necessary.

### (2) Input by MRD and MEC

MRD and MEC will take necessary measures to provide the following at its own expense:

- (a) Services of MRD and MEC's counterpart personnel and administrative personnel as referred to in II-6;
- (b) Suitable office space with necessary equipment including desks, chairs, whiteboards, internet access, telephone line connections (by MRD);
- (c) Supply or replacement of machinery, equipment, instruments, vehicles, tools, spare

15  
15  
AM

15

- parts and any other materials necessary for the implementation of the Project;
- (d) Credentials or identification cards if necessary;
- (e) Available data (including maps and photographs) and information related to the Project; and
- (f) Running expenses necessary for the implementation of the Project.

## 6. Implementation Structure

The Project organization chart is given in the Annex 1. The roles and assignments of relevant organizations are as follows:

### (1) MRD and MEC

- (a) Secretary of MRD will be responsible for overall administration and implementation of the Project.
- (b) General Manager of MEC will be responsible for implementation of the Project.
- (c) National Energy Planner of MRD and Chief Technical Officer of MEC will be responsible for coordinating with JICA Experts

### (2) JICA Experts

The JICA experts will give necessary technical guidance, advice and recommendations to MRD and MEC on any matters pertaining to the implementation of the Project.

## 7. Project Sites and Beneficiaries

Project Site: Majuro, Ebeye, Jaluit and Wotje

Beneficiaries: RMI Government and MEC

## 8. Duration

Tentative Schedule is shown in the Annex 2.

The duration of the Project would be 14 months, and the commencement date is to be recognized from the first arrival of JICA Experts in RMI.

## 9. Reports

JICA will prepare and submit the following reports to MRD and MEC in English with soft copy. The RMI side and JICA agreed that the Final Report of the Project will be released on JICA's Home Page.

- (1) 10 copies of Inception Report at the commencement of the first work period in RMI
- (2) 10 copies of Interim Report at the time about 7 months after the commencement of the first work period in RMI
- (3) 10 copies of Draft Final Report at the end of the last work period in RMI

- (4) 20 copies of Final Report within one (1) month after the receipt of the comments on the Draft Final Report

*Note: MRD and MEC will provide JICA with the comments on the Draft Final Report within one month of receipt.*

#### 10. Environmental and Social Considerations

MRD and MEC agreed to abide by 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations(April, 2010)', RMI side regulations such as Environmental Management Act 2005 and Environment Management (EIA Process) Regulations 2007, in order to ensure that appropriate considerations will be made for the environmental and social impacts of the Project.

### **III. UNDERTAKINGS OF MRD and MEC**

#### 1. MRD and MEC will take necessary measures to:

- (1) ensure that the technologies and knowledge acquired by the RMI nationals as a result of Japanese technical cooperation contributes to the economic and social development of RMI, and that the knowledge and experience acquired by the personnel of RMI from technical training provided by JICA will be utilized effectively in the implementation of the Project;
- (2) grant privileges, exemptions and benefits to the JICA experts referred to in II-6 (1) above and their families, which are no less favorable than those granted to experts and members of the missions and their families of third countries or international organizations performing similar missions in RMI;
- (3) provide security-related information as well as measures to ensure the safety of members of the JICA missions;
- (4) permit members of the JICA missions to enter, leave and sojourn in RMI for the duration of their assignments therein and exempt them from foreign registration requirements and consular fees;
- (5) exempt members of the JICA missions from taxes and any other charges on the equipment, machinery and other material necessary for the implementation of the Project;
- (6) exempt members of the JICA missions from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to them and/or remitted to them from abroad for their services in connection with the implementation of the Project; and

2  
VY  
157  
BVA

BA

MRD and MEC will bear claims, if any arises, against members of the JICA missions resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Project, except when such claims arises from gross negligence or willful misconduct on the part of members of the JICA missions.

#### **IV. EVALUATION**

JICA will conduct the following evaluations and surveys to mainly verify sustainability and impact of the Project and draw lessons. MRD and MEC are required to provide necessary support for them.

1. Ex-post evaluation three (3) years after the project completion, in principle
2. Follow-up surveys on necessity basis

#### **V. PROMOTION OF PUBLIC SUPPORT**

For the purpose of promoting support for the Project, MRD and MEC will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of RMI.

#### **VI. MUTUAL CONSULTATION**

JICA, MRD and MEC will consult with each other whenever any major issues arise in the course of the Project implementation.

#### **VII. AMENDMENTS**

The R/D may be amended by the minutes of meetings among JICA, MRD and MEC.  
The minutes of meetings will be signed by authorized persons of each side who may be different from the signers of the R/D.

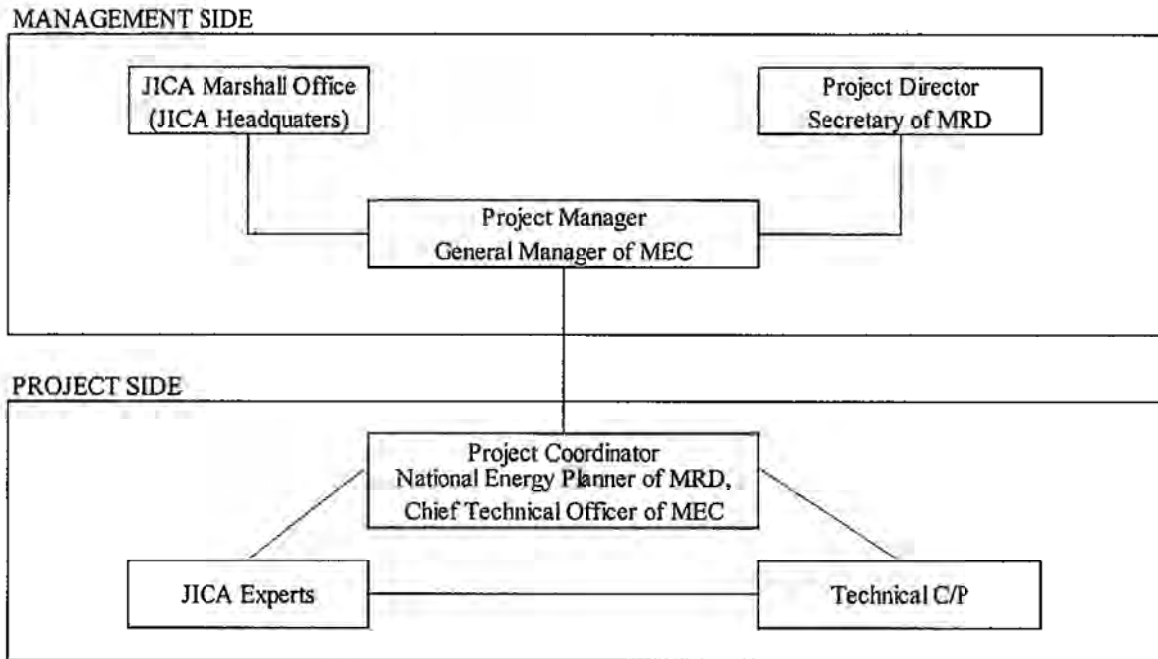
Annex 1: Project Organization Chart

Annex 2: Tentative Schedule of the Project

2  
125  
(3)  
AZA

80

### Project Organization Chart



Handwritten notes: a circle containing "15" and "14", and the signature "A. H."

Handwritten mark: "67"

**Project on the Formulation of Self-Sufficient Energy Supply System (Tentative Schedule)**

Year	2014																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Month	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Detailed Planning Survey	■																		
Approval Implementation Plan (JICA Internal)																			
R/D Signing		■																	
Procurement of Consultant		■	■	■	■	■	■												
Study for Development Planning						■													
Preparation Work in Japan																			
1st field survey in RMI (IcR, Data collection and Analysis)						■	■	■											
1st work in Japan (Institutional Arrangement Draft, Preparation of Semi												■	■	■					
2nd field survey in RMI (Discussion the Institutional Arrangement)												■	■	■					
2nd work in Japn (Drafting ItR, Preparation of Seminar)													■	■	■				
3rd field survey in RMI (Discussion It/R, Seminar for TA)														■	■	■	■		
3rd work in Japn (Writing Df/R, Preparation of Seminar)																■	■	■	■
4th field survey in RMI (Discussion Df/R, Seminar for TA)																	■	■	■
4th work in Japn (Writing FR)																		■	■
Submission of FR																		■	■

Handwritten initials and a circled number '5' in the bottom left corner.

Handwritten initials in the bottom right corner.

**MAIN POINTS DISCUSSED**

**1. Technical Counterpart for the Project**

Allocating appropriate counterpart is the most important to implement the Project. MRD and MEC committed to provide the required technical counterpart before this November. Mr. Steve Wakefield of MEC is in charge of the technical counterpart so far.

**2. Feed in Tariff (FIT)**

In the Project, JICA Experts will present necessary information to determine FIT to RMI side. Both sides agreed it.

**3. Economical Load Dispatching Control (EDC)**

EDC can be useful only the situation that voltage, frequency or that kind of power system is stable. If Renewable Energy becomes some important portion in power system, EDC shall cease to be effective. Both sides agreed it.

**4. Planning distribution systems with appropriate capacity**

To plan distribution systems with appropriate capacity, it needs to start measuring necessary information, and it needs so much workload for both sides. JICA recommended to concentrate other scopes which is requested by the RMI side, and this request is excluded from the scope of the Project. Both sides agreed it.

A handwritten signature and initials, possibly 'ACTT', located in the bottom left corner of the page.

A small handwritten mark or signature in the bottom right corner of the page.

## 2. 質問票

Questionnaire on Detailed Planning Survey for Project on the Formulation of Self-Sufficient Energy Supply System				
For: Ministry of Resources & development (MRD), Marshall Energy Company (MEC)				
				JICA Survey Team
<p>In order that the Detailed Planning Survey will be carried out smoothly and appropriately, please answer this questionnaire by providing necessary information and documents. The answers might be discussed in the meetings with each authority and department. It would be appreciated if right person to discuss with would be attending and explaining in the meeting with written answers and related documents. It is appreciated if written answers are submitted to JICA Marshall Office by 7 June.</p> <p>This questionnaire consists of the following four (5) sections:                      I. General Information of Marshall Energy Sector                      II. Existing Power System                      III. Renewable Energy                      IV Operator's Plant Operation and Maintenance Records                      V Activity of Other Donors                      VI Environmental and Social Consideration                      VII Others</p> <p>with [Q]: question                      without [Q]: request of information and/or data</p>				
No.	Subject	Required Data / Information / Question [Q]	Assumed Organizations to be	Received Data / Answer
1	General Information of RMI's Energy Sector	1-1 The latest Organizational Chart of RMI Government	Government of RMI	未受領
		1-2 Organizational Chart of Ministry of Resources and Development (MRD)	MRD	130612_MRD chart.pdf
		1-3 Organizational Chart of Marshall Energy Company (MEC)	MEC	COO staff structure.docx Finance Staff Structure.docx Management Staff Structure.docx
		1-4 The latest issue of Statistic year book of RMI	EPPSO	RMI-2011-Census-Summary-Report-on-Population-and-Housing.pdf
		1-5 Statistical information (growth of population, GDP, industry etc)	EPPSO	未受領
		1-6 The latest National Energy Policy Document/Papers	MRD	ダウンロードにより入手済み。
		1-7 Company Brochure and/or Annual report of MEC for last 3 years	MEC	MEC_fs12 [Draft Copy May 24 2013].xx.pdf MEC_fs09 [FINAL 10.28.10].pdf MEC_fs11 [Final Aug 20 2012].pdf Mecfs10 [Final Mar 6 2012].pdf
		1-8 Subsidy for fuel prices and electricity prices, if any	MRD, EPPSO	未受領
		1-9 Tariff system of MEC (How to adjust based on oil price)	MEC	MEC Electricity Tariff Templates.xlsx Tariff change Table per website.xlsx [A]単純な表であるが大統領が承認している。料金の見直しは燃料費相当分については二ヶ月に一度の燃料油輸入に併せて実施している。
		1-10 Historical trend data of imported oil products	MRD, EPPSO, MEC	未受領
		1-11 Historical price data of oil products	MRD, EPPSO, MEC	[A] Historical price data of oil productsについては、新しいGeneral Managerに替わって扱いが変わった。渡せるかどうか聞いておこう。
		1-12 The situation of IPP's market penetration	MRD, MEC	IPPは存在しない
		[Q] RMI's target in this project is as follows: 1) Institutional development to disseminate on-grid RE 2) Development of technology to evaluate acceptable amount of on-grid RE 3) Planning and Designing capability for PV+DG hybrid system 4) Loss minimization by optimal operation management Any change, addition or comment?	MRD, MEC	[A] 離島も含め、IPPの計画は一切ない。
	Existing Power System	2-1 Historical power demand (peak kW and annual kWh) on each Island.	MRD, MEC	Plant Load Summary 2013.xlsx [A] 2008年以降のデータはあるが抜けている部分が多い。
		2-2 Historical demand curve (daily and yearly) on each Island. More than latest 10 years would be the best.	MRD, MEC	[A] 10年間はないが、渡せるものがあるはずなので共有する。
		2-3 List of large consumers and their daily load curves	MEC	[A] (12) 需要家リストはあるが、日負荷曲線はない。最大の需要家は、Marshall Island Fishing Ventureで約1MWの需要規模である。二番目は恐らくスーパーマーケット (Island Pride?) だと思う。電気料金が高くなり、需要家は省エネを図っているので、需要は下がってきている。
		2-4 Typical daily load curve of residential house	MEC	[A] 適当なものななさそう。
		2-5 Estimated future power demand	MRD, MEC	[A] 公式にはない。現在のピーク負荷は夜7~9時の7.2~7.3MWである。昼間は概ね7.0~7.1MWであるが、昼間は5.5MWに落ちる。将来需要は、(私見では) 6.5MWまで減るのではないかと。しかし一方で、Pan Pacific Foodsが自家発電を止めてMECの供給を受ける可能性がある。元々彼らは自家発電を持つつもりはなかったが、2006年頃、MEC発電所の火事を受けて、2007年に1MW (4機あり、2機常用、2機予備) の自家発電を保有した。燃料はMECが供給している。発電機も古くなり、コストも高いため、Pan Pacific FoodsはMECによる供給を希望しており、またMECも余力があれば喜んでそうしたいと思っている。従って、これを抱えようという決定をすれば1MWの需要がすぐに増えることになる。
		2-6 List and Location Map of Existing Power Plants on each Island including not operated by MEC.	MRD, MEC	Power Plants in the RMI 001.tif [A] MECが供給している島は4島ある。情報はお渡しできる。
		2-7 Existing Power Transmission System Diagram	MRD, MEC	ダウンロードにより入手済み。
		2-8 Power development method (reserve margin etc.)	MRD, MEC	ダウンロードにより入手済み。 [A] 需要の伸びを想定していないため、現状維持のみであり、PDPは必要性がない。老朽化した発電機の更新に関する方針も特にない。発電容量としては28MWあるが、うち使用可能なものは18MWであり、最大負荷は7MW少々である。今はディーゼルを使っているが、1986年までは重油炊きだった。現在は時折廃油も混ぜて炊いている。ドイツ製の6.4MWの発電機が1台ベース負荷用、もう片方がその予備として使われている。使えない発電機の内訳は、3MW×2台が火事で損傷、4MWが古くてリハビリが必要となっている。これらの修理費用として米国 (240万ドル) とADBから支援を受けている。また、2015年までに、ピーク負荷対応として即応性のよい1MW程度の新発電機を導入する計画がある。なお、個人的には古くなった配電設備のリハビリが最も重要と見ている。柱上変圧器の寿命は5~7年、コストは3万~1万ドルである。米国製であるが、鉄の外部ケースは中古、内部は新品という再調整品を使用している。
		2-9 Power development plan (PDP)	MRD, MEC	なし
		2-10 Transmission & Distribution Development Plan (TDP)	MRD, MEC	なし
		2-11 Information of individual power development projects planned. (Name, location, number of units, installed capacity, fuel type etc)	MRD, MEC	[A] IPPの計画はない。
		2-12 Construction Cost and Generation Cost of Alternative Power Sources in PDP	MRD, MEC	[A] 現在では、仕様燃料量は計量しており、発電所全体としては、15.5~15.2kWh/US/ガソリン/月である。発電機ごとの値は、あることはあるが、あまり信用できる数値ではない。米国輸出入銀行のローンで、800kWPPシステム導入の構想がある。空港やバスケットボールコート、貯水槽の蓋などにパネルを設置するというアイデアがある。
		2-13 Any Activities and Efforts for Demand Side Management (DSM) and Energy Conservation, if any	MRD, MEC	[A] プリペイド・メータの導入にあたり、350戸で導入前後の消費量調査を行ったが、プリペイドにすると平均で54%消費が落ちた。プリペイドは省エネには有効である。なお、Steveさん自身は(カード買い忘れで) 停電がイヤなのでプリペイドにしている。電球は1ドルだが、蛍光灯やCFLだと7~18ドルするので、多くの人が電球から卒業できない。他に数年前にパンフレットを作成、また、蒙州等のドナーがPublic Awarenessに関するキャンペーンを実施している。
		2-14 Procedures of PDP Revision (How often do you review your PDP?, How do you authorize your reviewed PDP?)	MRD, MEC	[A] PDP自体がそもそも存在しないが、更新にあたっては手続きは決まっていない。ドナーからの資金提供等、政治的に大きく振れることが多くある。



No.	Subject	Required Data / Information / Question [Q]	Assumed Organizations to be	Received Data / Answer		
2	Existing Power System	2-15	MRD, MEC	[A] メータをシールドで封印するなどして対策しているが、盗電はよくある。KEMAの報告書を作る際には、トランスのインピーダンス情報等が多く入っている。月毎の発電量と売電量の差を分析してロスを推定している。発電所の補機類も改善しているので、多少ロスは小さくなってきていると思う。		
		2-16	MRD, MEC	Data Request.doc Data Request.xls Inception Report.doc		
		2-17	MRD, MEC	MEC Data Handbook - Final.pdf		
		2-18	MRD, MEC	Technical Loss Calculations and Financial Model.xls		
		2-19	MEC	[A] 発電所では毎時発電に関する重要パラメータはマニュアルで記録しているが、電子化はしていない。発電所内フィード送りに関するデータは、小さなSCADAシステムでモニタリングできているが、最近そのデータを保管していたパソコンがクラッシュし、現在データを復旧中である。無事復旧できれば、データをお渡しする。配電設備については、定期的に記録しているデータは一切ない。ブリベイド・メータになって一層需要に関するデータは集め難くなってきている。なお、ブリベイドは住宅のみである。配電のスタッフは、設備の効率改善などに興味がなく、その技術力や意識改善が必要と思われる。33~34人のスタッフがいるが、エンジニアと呼べるものは豪州からボランティアで1年間来ているもの(2013.2~2014.1)だけであり、彼は修士号を持っている。その下にスーパーインテンドント(指揮監督者)が4~5人、いるが、多くが中空レベルである。その下がフォアマン、そして配電作業員という階層である。実務経験と知識は有しているが、理論面や技術的知識は不足していると言わざるを得ない。		
		2-20	MEC	[A] 何も保有していない。スタッフが独りでPower Factoryのワークショップに参加し、KEMAが使ったEasy Powerのデータを変換した。そのデータをお渡しできる。しかし、MECはEasy PowerもPower Factoryも持っていない。		
		2-21	MEC	[A] 特に管理はしていない。発電所内の開閉所で送り出しの監視はできている。		
		2-22	MEC	[A] 力率を向上させたいという希望はもっている。		
		2-23	MEC	[A] 管理したことがない。KEMAの報告書では低いと記載されており、そうであると思っている。明日は送電のエンジニアが詳細説明できる。		
		2-24	MRD, MEC	[A] データは少しある。お渡しできる。(今朝の停電は機械的な原因であった、ポンプのカップリング)		
		2-25	MEC	[A] 80%である。		
		2-26	MEC	[A] #3は着手したが、竣工は遅れている。#4は当面計画がない。		
		2-27	MRD, MEC	[A] 国としてはないが、会社としては米国の技術基準IEEEを使用している。		
		2-28	MEC	[A] 国としてはないが、会社としては米国の技術基準IEEEを使用している。予測と発電計画を行ない、経験則に基づき運転している。運転員は8時間勤務の3シフトである。シフト交代に伴う申し送りは紙の運転記録による。なお、使用可能な発電機はエンジニアにより指定される。発電所に勤務するエンジニアは2人おり、一人は英国人(電気。20年以上同国に滞在)、もう一人はオーストラリア人(機械。滞在年数約1年。ドイツでの業務経験あり)である。		
		2-29	MEC	[A] 中規模の規模により異なる。電柱を建てたり、引き込み線を引く場合は、地主の許可が原則必要となる。この際顧客が地主に費用を支払うこともあるかもしれないが把握していない。早い場合は1週間、新たに変圧器発注が必要となるような場合は供給開始までに6ヶ月かかることもある。普通は3ヶ月位だろう。技術的協議が必要な場合は、普通はスタイブさんが対応、場合によっては、配電や発電のエンジニアが会議に参加することもある。		
		3	Renewable Energy	3-1	MRD, MEC	(Majuro Hospital) DAY20120317.csv ~ DAY20130612.csv MN201203.csv ~ MN201306.csv VER2012.csv ~ VER2013.csv Title.doc The Project for the Clean Energy Introduction supported by the Japan_M (09162012).doc Recording sheet for 2013.xls Recording sheet for 2012.xls (CMI) Annual_Comparison_2013_06_14.xlsx Energy_and_Power_2012.xlsx Energy_and_Power_Apr2013.xlsx Energy_and_Power_Day_2013_06_13.xlsx [A] マジュロ以外では大規模なREは存在せず、SHSが学校のPVである。マジュロでは、病院とCMIに大きなPVがあり、少し小規模のPVは、日本企業の漁業基地、University of South Pacificにある。風車は、Robert Reimersホテルの一つあるが、これは240V、50Hzのもので電池の充電や船の発電設備と連携できるようにしている孤立系である(同国の電力系統は60Hz)。小さな風車としては、空港近くには3~5kW、100Wクラスのものが1、2軒の家を設置されている。
				3-2	MRD, MEC	[A] マジュロは土地問題があり、REの候補地を見つけるのは非常に難しい。風況計測もマジュロで実施したが、この問題があり見送った。また建家の屋根へのPV設置も強度的な弱さがあり、一般的には困難さがつきまとう。島内に複数のバスケットボールコートはポテンシャルエリアか。
				3-3	MRD, MEC	[A] ない。
				3-4	MRD, MEC	[A] ない。政府・政治家はRE導入に熱心だが、現場は安定供給の責務があり、慎重が必要となる。逆潮防止リレーの設置だけで解決する話ではなく、不安定電源の系統擾乱は考えておく必要がある。
				3-5	MRD, MEC	[A] 回答が難しい質問である。経営層や省庁に尋ねて欲しい。
				3-6	MRD, MEC	[A] 料金体系は変更可能であるが、内閣と大統領の承認がいる。
				3-7	MRD, MEC	[A] 両方ある。多くは商業セクターからで、12ヶ月間で5件の問い合わせがあった。台湾のスーパーマーケットが、台湾政府のソフトローンを使い、30~50kWのPV導入を希望している。地元企業では、食料品倉庫の企業等2社がいる。一般家庭用の0.5~1.5kW程度のPVは島内で販売されているが、品質は良くない。
				3-8	MRD, MEC	[A] 昨日話した800kWのPV構想がある。
				3-9	MRD	[A] 3100世帯が都市部以外にいる。そのうち2100世帯にSHSを設置した。残りを印企業の協力を得て12月までに終わらせたい。200W程度のPVで第1期(2010年に終了予定であったが、資金不足で延びている)としては照明と携帯電話の充電器程度のためのものである。次の希望としては、洗濯機と製氷機を持ちたいという要望があるが、これは第2期として300~500Wに増設を行っていくことになる。学校へのPV設置(3~5kW、照明用)は6校終わり、あと10校残っている。街灯、PVによる淡水化装置も設置を続けている。これらのプログラムは2004年から始めたので、蓄電池の交換がそろそろ必要とってくる。これはMECが行なうが、リサイクル工場が望まれる(資金不足のためAid Agencyに依頼はしているとのこと)。
				3-10	MRD, MEC	Map-Jaluit.pdf Map-Wotje.pdf [A] 200kW程度の風力発電とPVも含めたハイブリッド・システムを設置したいと考えている。100世帯以下の需要規模(28kWと32kW)であるが、二箇所とも国際港であり、漁業や観光などの開発計画が日々持ち上がり、その構想に振られる傾向にある。3か月のデータがWEB上で公開されており、どちらもポテンシャルが期待されている。
				3-11	MRD, MEC	[A] EDF-11で500~600ユーロの支援が得られる可能性があり、それで4人の技術専門家を招きたいと考えている。1人はREや省エネの学校教育を担当し、3人にMECのキャパビリティを、と考えている。1人の専門家に2人の高卒生をつけて指導をお願いしたい。現状では、60歳のPV技能者を除いては、対応できるスタッフを有していない。

Requested Data and Information

No.	Subject	Required Data / Information / Question [Q]	Assumed Organizations to be	Received Data / Answer
4	Operator's Plant Operation and Maintenance Records	4-1 Spec of Diesel Generator(DG). Rated output, generation output capability, year of operation commencement, name of manufacturer, governor type (electric and mechanic) of each DG.	MEC	前回の調査で取得済み。変更なし。
		4-2 Regular testing performance. To confirm how often you conduct test (once a year? or per operating hours?).	MEC	[A] 性能試験は行われていないが実施を進めていきたい。
		4-3 Operation record if there are any. The data for the latest year is the best.	MEC	[A] CDにてデータを提供する。
		4-4 The measurement of the fuel consumption rate. Is measurement conducted during each regular check? What is the measurement method?	MEC	[A] 各機関の燃料消費量測定は行われていない。
		4-5 Basic policy of operating DG. Operating DG considering the Economic Load Dispatching Control (EDC)? The view on reserve margin (the timing of DG start-up / shut-down), lowest level of output during the operation etc.	MEC	[A] 発電機の運転はすべて経験持っている運転員に任せている。オペレータは1回だけとトレーニングを受けている。他のトレーニング等は受けてない。
		4-6 Method of frequency control. Presence or absence of AFC etc.	MEC	[A] 周波数は設置されているが調整の役割は運転員が日々の印刷して手動修正している。
		4-7 Number and name of the companies engaged in electricity field in Majuro. → We'd like to confirm the professionals that are undertaking the control board maintenance. We may need their cooperation when we actually conduct the EDC and AFC automation.	MEC	[A] マジュロに登録されている電気工事会社はない。大きい工事の場合は国外から手配されている。
		4-8 Annual consumption of fuel used in power generation(liter/year)	MEC	FUEL REPORT FY2013.xlsx
5	Activity of Other Donors	5-1 Technical and Financial Assistance related to Energy Sector provided by Foreign Countries and Donor Agencies	MRD, MEC	CCI SIDS RMI MOU 11-21-12.doc JFFR RMI Improved Energy Supply-FINAL.pdf SIDS DOCK PIGAREP+ Project - RMI SREEM (Final).docx USE Pacific Partnership Fund Guidelines.pdf [A] 本答でマーシャル大使館専門調査員提供の情報を元に、他ドナーの動向について再確認した。同情報からの要点は以下の通り。 ・National Renewable Energy Laboratory (NREL) : 2, 3か月程前に進捗状況を確認のためMRDから連絡を入れたが返事がなく状況。 ・USAid : 更新情報なし。 ・クリントン財団 : 2013年1月にMOUを交わした。 ・台湾 : 更新情報なし。 ・AusAid : 更新情報なし (技術アドバイザーとしてMr. Robert Lee氏をMRDに派遣中)。 ・豪州政府 : Pacific Appliance Labeling and Standard Program (PALS) の枠組みの下、Secretariat of the Pacific Community)と協働し支援を継続。現在National Taskforce Committee で省エネラベリングについて審議中。 ・ニューージーランド : 更新情報なし。 ・EU : 第10期欧州開発基金 (EDF-10) により1500基のSHS設置を予定している。現在500基の設置を領している。計画上は2013年までに残り1000基も設置予定だが、2014年までずれ込む見込み。EDF-11について、MECの希望はあるだろうが、未だ議論中である。 ・Global Environment Facility (GEF) : GEF基金により資金が拠出され、UNDP主体でAction for the Development of Marshall Islands Renewable Energy (ADMIRE)を実施中。活動内容は、パンフレット、Tシャツ、科学キャンプなどの啓蒙活動などのソフトコンポーネントの他、EUが調達した太陽光パネルの離島への運搬費の拠出。MRD、MECなどのキャパシティビルディングは行われていない。 ・ADB : 更新情報なし。 ・IRENA : 主だった動きはないが、MRDからIRENAに対し再生可能エネルギーのポテンシャル等のアセスメントをリクエストしている。また、2か月前にIRENA、SPC、Pacific Power Association (PPA)の共催でパラオにて承認決定からワークショップを実施。大津州諸国を対象としたものであり、マーシャル国からはMECのChief Technical Office (Mr. Steve) が参加。 ・日本 : PEC基金 : 15の離島に対し太陽光を利用した逆浸透膜 (RO膜) による海水淡水化装置の供与について承認済みの他、60-70程度の太陽光パネルによる街灯設置を申請中。 ・Export-Import Bank of the United States (EIB) : 商業ベースでMECが交渉中のもの。SOOKWPVシステムの構想、SOOKWPVシステムの導入のための融資を検討中。(MECによると、来年中の導入を期待しているとのこと)
		5-2 [Q] Any planned project for grid connected PV system?	US, ROC, Australia, New Zealand, EII	なし
		5-3 [Q] Any planned project to improve energy efficiency on supply side?	US, ROC, Australia, New Zealand, EII	なし
		5-4 [Q] In your project implementation, do you find any requests or issues about on-grid PV system?	US, ROC, Australia, New Zealand, EII	N/A
		5-5 Want to have an interview with the involved person to prepare PPA/KEMA 2010 report	PPA, KEMA, MRD, MEC	[A] 対応したのはステイブさん一人。KEMAから来た専門家も1人だけで、5日間滞在して調べただけである。
6	Environmental and Social Consideration	6-1 Organizational setting of divisions (or appointment system of officers) in charge of checking and monitoring environmental and social considerations for the project	MRD, MEC, Office of Environmental Planning and Policyt Coordination (OEPPC), Environment Protection Authority (EPA)	Office of Environmental Planning and Policyt Coordination (OEPPC), Environment Protection Authority (EPA) であるが、本プロジェクトでは関係しない
		6-2 Internal procedures of clearance of environmental and social issues related to the project (natural environment consideration, land acquisition, and resettlement issues), including coordination and permission with other related central and local authorities	MRD, MEC, OEPPC, EPA	未受領
		6-3 Internal environmental and social guidelines or manuals for the project, if exist	MRD, MEC, OEPPC, EPA	未受領
		6-4 Latest map and list of national parks, archaeological/cultural/historical heritages	MRD, MEC, OEPPC, EPA	未受領
		6-5 [Q] Any Policies to tackle with Climate Change	MRD, MEC, OEPPC, EPA	未受領
		6-5 [Q] Registered CDM projects if any.	MRD, MEC, OEPPC, EPA	未受領
		6-6 [Q] How do you collect and/or recycle used lead-acid batteries? Any regulation on battery disposal?	MRD, MEC	現在リサイクルシステムはないが、近々必要となろう (MEC)
7	Others	7-1 [Q] Which ministry/agency is responsible for building code? Do you have any regulation on insulation material?	MRD	[A] 建築基準法は存在しない。建築に関する所管省庁は公共事業省である。

### 3. 面談記録

#### 面談記録

月日	時間	訪問先	先方出席者
6/11(火)	10:35～11:45	Ministry of Resource and Development (MRD)	Ms. Angeline Heine (Energy Planner, MRD) Mr. Walter Myazoe, Jr (Assistant Energy Planner, MRD)
	13:00～14:50	Mershall Energy Company (MEC)	Mr. Steve Wakefield (Chief Technical Officer, MEC)
	15:05～15:35	College of Marshall Islands (CMI)	Mr. William Reiher (Director of Physical Plant, CMI)
6/12(水)	10:15～12:15	①Majuro Hospital, ②VCB@Momotaro ③Transfomer@Momotaro, ④Workshop for Distribution, ⑤Power Station 1 ⑥Power Station 2 ⑦Switching Station	Mr. Steve Wakefield (Chief Technical Officer, MEC) ほか4名ほど
	13:40～15:20	Mershall Energy Company (MEC)	Mr. Steve Wakefield (Chief Technical Officer, MEC)
	15:30～16:30	Ministry of Resource and Development (MRD)	Ms. Angeline Heine (Energy Planner, MRD) Mr. Walter Myazoe, Jr (Assistant Energy Planner, MRD)
6/13(木)	10:00～11:40	Ministry of Resource and Development (MRD)	Ms. Angeline Heine (Energy Planner, MRD) Mr. Walter Miyazoe, Jr (Assistant Energy Planner, MRD) Mr. Robert Bodigal Leo (Energy advisor, MRD)
	13:00～15:00	M/M、R/D 案の確認 Ministry of Resource and Development (MRD)	Ms. Angeline Heine (Energy Planner, MRD) Mr. Walter Miyazoe, Jr (Assistant Energy Planner, MRD) Mr. Robert Bodigal Leo (Energy advisor, MRD) Mr. Steve Wakefield (Chief Technical Officer, MEC)
6/14(金)	9:00～0:00	M/M 署名式 Ministry of Resource and Development (MRD)	Ms. Angeline Heine (Energy Planner, MRD) Mr. Walter Miyazoe, Jr (Assistant Energy Planner, MRD) Mr. Robert Bodigal Leo (Energy advisor, MRD) Mr. David Paul (General Manager, MEC) Mr. Steve Wakefield (Chief Technical Officer, MEC)
	14:00～15:00	在マーシャル日本大使館	安細大使、水谷専門調査員

## 議事メモ

1. 日時：2013年6月11日（火）10:35～11:45
2. 場所：Ministry of Resource and Development (MRD)
3. 出席者：Ms. Angeline Heine (Energy Planner, MRD)  
Mr. Walter Myazoe, Jr (Assistant Energy Planner, MRD)  
前田、古川（JICA 産業開発・公共政策部）、友部（JICA マーシャル支所）、  
掛福（株沖縄エネテック）、萩原（個人コンサルタント）
4. 議事内容
  - (1) 前田団長よりマーシャルの要請5点の確認を行い、先方としても問題がない旨確認した。
  - (2) 2011年6月に要請し、本案件は非常に重要と考えており、ずっと待っていた。
  - (3) 質問票の回答は、技術的なことが多いため主に MEC が行うことになる。
  - (4) 明日午後に再度打ち合わせを確認した。
  - (5) 先方より、本プロジェクトは、環境関係で特段注意することはないと思うが、EPA に聞いてみて、もし何かあれば連絡する旨発言あり。また、環境社会配慮の扱いに関する文書を EPA より入手し、調査団に共有される予定。
  - (6) MRD の署名は、M/M は Ms. Angeline Heine が、R/D はセクレタリーが（7月に）行う。
  - (7) 民間セクター（特に商業）で PV 設置の要望が大きくなっているが、関連規定、FIT<sup>1</sup>の未整備などから接続を断っている。
  - (8) 病院に設置した PV は 209kW。マーシャル短期大学（CMI）の PV は 57kW。
  - (9) PV-DG ハイブリッド・システムの設置候補地は、ジャルート（Jaluit）島とウォッチェ（Wotje）島、そしてマジエロ（Majuro）環礁の Rongrong 島である。前2島には高校とその寮があり、MEC による DG 運転（Diesel Generator）で年間 80 万ドルかかっている。燃料運搬に費用がかかるのが課題である。Jaruit、Wotje 共に 277kW の DG2 台という規模であるが、前者の世帯数は 50 以下である。なお、この2島では風況観測も行っている。Ebeye 島も MEC の管理に入りますが、子会社の KAJUR（Kwajalein Atoll Joint Utility Resources）が発電している。
  - (10) MEC の電気料金は、島が違っていても同一である。
  - (11) 政府の統計資料は census であるが、最新版は SPC（Secretariat of the Pacific Community<sup>2</sup>）の支援を得て実施した 1999 年のものである。その後、非公式なが

---

<sup>1</sup> Feed in Tariff

<sup>2</sup> <http://www.spc.int/>

- ら予備的な調査を行ったものがあるので、あとで Walter さんが提供する。
- (12) 米国 NREL (米国コロラド州にある研究機関であり、パラオとグアムで活動中) は調査に来ただけで、何もその後進展していない。特に報告書も受領していない。2、3カ月前に連絡を取ろうとメールをしたが返信がない。
  - (13) ADMIRE は UNDP の資金で GEF と共に、離島への SHS 用パネルの運搬や教育、トレーニングなど、再生可能エネルギーに関するソフトコンポーネントの支援を行っているという話であった。OEPPC の取り組みの一部となっているが、本プロジェクトのスコープとの重複懸念はない。
  - (14) AusAID は高効率エアコンや照明などビルの省エネに関する支援を実施中。ただしプロジェクトではなく、技術的アドバイザーによる支援である。
  - (15) ADB は日本の資金 [日本政府貧困削減基金 (Japan Fund for Poverty Reduction : JFPR<sup>3</sup>)] を使って、バイオディーゼルの活用、プリ・ペイド・メータの促進、ディーゼル発電機の修理を実施中。バイオディーゼル活用は美しく聞こえてよいのだが、技術的な問題のほか、燃料となるココナッツの活用法 (輸出品目のひとつ) などの課題があり、まだ試験中 (Trial) とみている。
  - (16) 台湾も 2007 年～2008 年ごろ、離島部で 930 世帯分の SHS に協力 (ただし、直近では家庭用のスタンドライトや街灯の協力などインパクトは小さい)。今後の計画としては、マーシャル短期大学 (CMI) の PV 増設 (54kW) の支援がある。
  - (17) 電力に関する補助金は、財務省 (MOF) 内の資金費目 National Energy Support Account (NESA) を経由して MEC に 80 万ドル支給されている。これは Wotje 島と Jaluit 島ランニング・コストに対する補助であり、設備投資には使われない。一部の補助金は日本のカウンタパートファンド (JFPR) で賄っている<sup>4</sup>。
  - (18) 船舶燃料は公共事業省、自動車燃料は運輸省の所管であり、どの程度の補助金が支給されているかは不明。
  - (19) 財務諸表は MRD では作成していない。必要に応じて MOF に資金を請求している。
  - (20) プロジェクトの対象範囲としては、最大で Jaluit 島と Wotje 島、そして Majuro 環礁の 3 地点でよい点確認<sup>5</sup>。
  - (21) プロジェクトのスケジュールは妥当であると考えている。
  - (22) 送電関係のフィージビリティ調査 (F/S) はロスではなく RE 導入率に焦点を当

<sup>3</sup> <http://www.adb.org/site/funds/funds/japan-fund-for-poverty-reduction>

<sup>4</sup> <http://www.adb.org/sites/default/files/projdocs/2010/43463-01-rmi-gar.pdf#page=27>

<sup>5</sup> 6月13日の会議で Ebeye が追加となった。

てほしい。

- (23) 送配電設備のオバースペックについて事業に取り込むのかどうかについてもっと協議が必要である。スタディーするための需要傾向などに関するデータは MEC から取得できる。

## 議事メモ

1. 日時：2013年6月11日（火）13:00～14:50
2. 場所：Mershall Energy Company (MEC)
3. 出席者：Mr. Steve Wakefield (Chief Technical Officer, MEC)  
前田、古川（JICA 産業開発・公共政策部）、友部（JICA マーシャル支所）、  
掛福（㈱沖縄エネテック）、萩原（個人コンサルタント）
4. 議事内容
  - (1) 前田団長よりマーシャルの要請5点について変更がない旨確認を行った。
  - (2) M/M 署名は、会長の Mr. Hiroshi Yamamura（公共事業大臣）が行う。大臣の都合が悪くなれば General Manager、最悪は Steve さんが署名する。
  - (3) 質問票で要求されている情報の多くは保有されていない。
  - (4) [Questionnaire 1-3] Organizational Chart of Marshall Energy Company (MEC) は持っているからお渡しする。
  - (5) [Questionnaire 1-7] Company Brochure and/or Annual report of MEC for last 3 years は、6～7年前のものであるが、お渡しする。
  - (6) [Questionnaire 1-9] Tariff system of MEC (How to adjust based on oil price) は持っているからお渡しする。単純な表であるが大統領が承認している。料金の見直しは燃料費相当分については2カ月に一度の燃料油輸入に併せて実施している。
  - (7) [Questionnaire 1-10] Historical trend data of imported oil products と [Questionnaire 1-11] Historical price data of oil products については、新しい General Manager に替わって扱いが変わった。渡せるかどうか聞いておこう。
  - (8) [Questionnaire 1-12] The situation of IPP's market penetration  
離島も含め、IPP の計画は一切ない。
  - (9) [Questionnaire 2-1] Historical power demand (peak kW and annual kWh) on each Island.  
2008年以降のデータはあるが抜けている部分が多い。
  - (10) [Questionnaire 2-2] Historical demand curve (daily and yearly) on each Island. More than latest 10 years would be the best.  
10年間はないが、渡せるものがあるはずなので共有する。
  - (11) [Questionnaire 2-3] List of large consumers and their daily load curves
  - (12) 需要家リストはあるが、日負荷曲線はない。最大の需要家は、Marshall Island Fishing Venture で約 1MW の需要規模である。2番目はおそらくスーパーマーケット (Island Pride?) だと思う。電気料金が高くなり、需要家は省エネを図って

いるので、需要は下がってきている。

- (13) [Questionnaire 2-4] Typical daily load curve of residential house

適当なものはなさそうだ。

- (14) [Questionnaire 2-5] Estimated future power demand

公式にはない。現在のピーク負荷は夜 7～9 時の 7.2～7.3MW である。昼間はおおむね 7.0～7.1MW であるが、深夜は 5.5MW に落ちる。将来需要は、(私見では) 6.5MW まで減るのではないか。しかし一方で、Pan Pacific Foods が自家発電をやめて MEC の供給を受ける可能性がある。元々彼らは自家発電をもつつもりはなかったが、2006 年ごろ、MEC 発電所の火事を受けて、2007 年に 1MW (4 機あり、2 機常用、2 機予備) の自家発電を保有した。燃料は MEC が供給している。発電機も古くなり、コストも高いため、Pan Pacific Foods は MEC による供給を希望しており、また MEC も余力があれば喜んでそうしたいと思っている。したがって、これを抱えようという決定をすれば 1MW の需要がすぐに増えることになる。

- (15) [Questionnaire 2-6] List and Location Map of Existing Power Plants on each Island including not operated by MCE.

MEC が供給している島は 4 島ある。情報はお渡しできる。

- (16) [Questionnaire 2-7] Existing Power Transmission System Diagram

ダウンロードにより入手済み。

- (17) [Questionnaire 2-8] Existing Power Transmission System Diagram

ダウンロードにより入手済み。

- (18) [Questionnaire 2-8] Power development method (reserve margin etc.) 、 [Questionnaire 2-9] Power development plan (PDP) と [Questionnaire 2-10] Transmission & Distribution Development Plan (TDP)

需要の伸びを想定していないため、現状維持のみであり、PDP は必要性がない。老朽化した発電機の更新に関する方針も特になし。発電容量としては 28MW あるが、うち使用可能なものは 18MW であり、最大負荷は 7MW 少々である。今はディーゼルを使っているが、1986 年までは重油炊きだった。現在は時折廃油も混ぜて炊いている。ドイツ製の 6.4MW の発電機が 1 台ベース負荷用、もう片方がその予備として使われている。

使えない発電機の内訳は、3MW×2 台が火事で損傷、4MW が古くてリハビリが必要となっている。これらの修理費用として米国 (240 万ドル) と ADB から支援を受けている。また、2015 年までに、ピーク負荷対応として即応性のよい 1MW



程度の新発電機を導入する計画がある。なお、個人的には古くなった配電設備のリハビリが最も重要とみている。柱上変圧器の寿命は5~7年、コストは3,000~1万ドルである。米国製であるが、鉄の外部ケースは中古、内部は新品という再調整品を使用している。

- (19) [Questionnaire 2-11] Information of individual power development projects planned  
IPPの計画はない。

- (20) [Questionnaire 2-12] Construction Cost and Generation Cost of Alternative Power Sources in PDP

現在では、使用燃料量は計量しており、発電所全体としては、15.5~15.2kWh/USガロン/月である。発電機ごとの値は、あることはあるが、あまり信用できる数値ではない。

米国輸出入銀行のローンで、800kWPVシステム導入の構想がある。空港やバスケットボール・コート、貯水槽の蓋などにパネルを設置するというアイデアがある。

- (21) [Questionnaire 2-13] Any Activities and Efforts for Demand Side Management (DSM) and Energy Conservation, if any

プリペイド・メータの導入にあたり、350戸で導入前後の消費量調査を行ったが、プリペイドにすると平均で54%消費が落ちた。プリペイドは省エネには有効である。なお、Steveさん自身は(カード買い忘れで)停電がイヤなのでプリペイドにしていない。電球は1ドルだが、蛍光灯やCFLだと7~18ドルするので、多くの人が電球から卒業できない。ほかに数年前にパンフレットを作成、また、オーストラリアなどのドナーがPublic Awarenessに関するキャンペーンを実施している。

- (22) [Questionnaire 2-14] Procedures of PDP Revision (How often do you review your PDP? How do you authorize your reviewed PDP?)

PDP自体がそもそも存在しないが、更新にあたっては手続きは決まっていない。ドナーからの資金提供など、政治的に大きく振れることが多くある。

- (23) [Questionnaire 2-15] The data of power system analysis. Detailed status of power down frequency, technical and Non-technical losses of Power System of MEC etc.

メータをシールで封印するなどして対策しているが、盗電はよくある。

KEMAの報告書を作る際には、トランスのインピーダンス情報などがなく、推定値が多く入っている。月ごとの発電量と売電量の差を分析してロスを推定している。

発電所の補機類も改善しているので、多少ロスは小さくなっていると思う。

- (24) [Questionnaire 2-16, 17, 18] Appendix A, B, C: Data Request

お渡しできる。

- (25) [Questionnaire 2-19] In power system operation, which parameters do you record periodically, and how often?

発電所では毎時発電に関する重要パラメータはマニュアルで記録しているが、電子化はしていない。発電所内フィーダ送り出しに関するデータは、小さな SCADA システムでモニタリングできているが、最近そのデータを保管していたパソコンがクラッシュし、現在データを復旧中である。無事復旧できれば、データをお渡しする。

配電設備については、定期的に記録しているデータは一切ない。

プリペイド・メータになって一層需要に関するデータは集め難くなってきている。なお、プリペイドは住宅のみである。

配電のスタッフは、設備の効率改善などに興味がなく、その技術力や意識改善が必要と思われる。33～34名のスタッフがいるが、エンジニアと呼べるものはオーストラリアからボランティアで1年間来ているもの(2013.2～2014.1)だけであり、彼は修士号をもっている。その下にスーパーインテント(指揮監督者)が4～5名いるが、多くが中卒レベルである。その下がフォアマン、そして配電作業員という階層である。実務経験と知識は有しているが、理論面や技術的知識は不足しているといわざるを得ない。

- (26) [Questionnaire 2-20] Do you have any power system simulator?

何も保有していない。スタッフがドイツ国際協力公社(Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit : GIZ)で Power Factory のワークショップに参加し KEMA が使った Easy Power のデータを変換した。そのデータをお渡しできる。しかし、MEC は Easy Power も Power Factory ももっていない。

- (27) [Questionnaire 2-21] How do you manage distribution feeders and lines?

特に管理はしていない。発電所内の開閉所で送り出しの監視はできている。

- (28) [Questionnaire 2-22] What do you do to improve power factor?

力率を向上させたいという希望はもっている。

- (29) [Questionnaire 2-23] Trend data of facility load ratio

管理したことがない、KEMA の報告書では低いと記載されており、そうであると思っている。明日は送電のエンジニアが詳細説明できる。

- (30) [Questionnaire 2-24] Report of black-out accidents in past 5 years

データは少しある。お渡しできる（今朝の停電は機械的な原因であった、ポンプのカップリング）。

- (31) [Questionnaire 2-25] Penetration of pre-paid meter  
80%である。
- (32) [Questionnaire 2-26] Have you completed to repair #3 and #4 DG?  
#3は着手したが、竣工は遅れている。#4は当面計画がない。
- (33) [Questionnaire 2-27] Which technical standard is most influential or effective in RMI?  
国としてはないが、会社としては米国の技術基準 NEC を使用している。
- (34) 明日 13:00 から再度打合せを行う。
- (35) 病院に設置した PV システムの運転データは CD である。明日渡す（JICA マーシャル事務所にも既に行っている？）。

## 議事メモ

1. 日時：2013年6月11日（火）15:05～15:35
2. 場所：College of Marshall Islands (CMI)
3. 出席者：  
Mr. William Reiher (Director of Physical Plant, CMI), wreiher@cmi.edu  
前田、古川（JICA 産業開発・公共政策部）友部（JICA マーシャル支所）、掛福（株沖縄エネテック）、萩原（個人コンサルタント）
4. 議事内容
  - (1) Director of Physical Plant には 21 名のスタッフがいる（太陽光関連の技術者は 1 名）。
  - (2) 既設 57kW は米国資金でニュージーランドの Reid Technology という会社が設計・設置した。台湾の支援により追加で 54kW を設置する計画である。これは Speed Tech という会社が行う予定。
  - (3) CMI の最大負荷は 200kW 程度である。MEC の要請により逆潮なしとなっており、普通の負荷では問題ないが、休日深夜など負荷の小さいときは逆潮しているかもしれない。
  - (4) 毎時 25 ガロンの逆浸透膜による淡水化装置、635kW のキャタピラ製非常用自動起動（DG）を保有している。
  - (5) 既設 PV 用のインバータは SMA 製 Sunny Boy で、7kW のものが 9 台（うち 3 台は電気室外、寮の近く）設置されている。
  - (6) MEC 系統からは 13.8kV で受電し、変圧器により 480V に降圧して学内負荷に供給（最終的にはもう 1 つ変圧器があり 220V/110V）しているが、この 480V 系統にインバータを接続している。
  - (7) PV の稼働状況を SMA の Web 経由でみるためのパスワードを追って送る。
  - (8) 風力発電機 6 機の設置も計画しており、追加で設置予定の太陽光パネルとあわせて、盤が既に設けられていた。

## 議事メモ

1. 日時：2013年6月12日（水）10:15～12:15
2. 場所：①Majuro Hospital、②VCB@Momotaro、③Transformer@Momotaro、  
④Workshop for Distribution、⑤Power Station 1、⑥Power Station 2、  
⑦Switching Station
3. 出席者：Mr. Steve Wakefield (Chief Technical Officer, MEC)、ほか4名ほど  
前田、古川（JICA 産業開発・公共政策部）、掛福（株沖縄エネテック）、  
萩原（個人コンサルタント）
4. 見学・質疑応答内容
  - (1) Majuro Hospital
    - ① インバータは SANYO DENKI P83B (100kW) 2 台、SANYO DENKI SANSOLAR PMC-FD (50kW) 1 台
    - ② MEC 配電のオーストラリア人エンジニアは、オーストラリア政府から派遣されてきたボランティアである。元は政府役人、ゴールドコーストから。1年契約で4カ月が過ぎた。滞在中の食費はオーストラリア政府負担、居住費（1ベッドルーム、家賃750ドル）はMEC負担。
    - ③ PV 発電データの電子ファイル受領
  - (2) VCB@Momotaro,
    - ① 13.8kV、1993年ごろに設置したもの
    - ② 各相の電流値は92～83Ampsであった。
  - (3) Transformer@Momotaro,
    - ① 地上置き480kV、筐体が錆で腐食。施錠されておらず危険
  - (4) Workshop for Distribution
    - ① 補修センターであるにもかかわらず、部品在庫が少ない
  - (5) Power Station 1（1号機～5号機）と(6) Power Station 2（6、7号機）
    - ① 5、7号機が運転中であった。6、7号機がベースロード対応、5号機がピークロード対応である。
    - ② 1～4号機は海水による冷却、5～7号機はラジエータ。

- ③ 水道が使える日時は月曜 3 時間、金曜 6 時間であり、その日は負荷曲線が少し異なる。
- ④ 0.5～0.75MW までの負荷変動には問題なく対応できる。
- ⑤ スタンバイからの発電機起動は、10 分の無負荷運転を経て計 30 分ほどで負荷をもった起動として完了できる。
- ⑥ AFC はない。手動で調整している。
- ⑦ 6、7 号機は 1996～1998 年ごろに導入された。そのころ需要は伸びており、大型の発電機の導入となったが、その後需要が低迷するようになった。
- ⑧ 白人のエンジニアが 2 名（機械と電気）、Power Station 2 操作室横で勤務していた。
- ⑨ 運転時間は 1 号機、2 号機が 12 万時間、3 号機は 15 万時間、4 号機は 9 万 6,000 時間程度。
- ⑩ 発電機の各種計器が相当数故障（4 号機の冷却水の排水部温度計など）
- ⑪ 地面も油で滑り、つかかりがあるなど状況は悪い。

#### (7) Switching Station

- ① 3 フィーダのキュービクルが設置されている。
- ② 電圧、電流、力率など、各種パラメータが読み取れる。
- ③ かつて重油を燃料として使用していた際のタンク・ヒータ用のキュービクルがスペアとして置かれており、フィーダが増えたときに対応可能となっていた。
- ④ 力率はすべて 0.9～0.97、その他の数字も良好。

## 議事メモ

1. 日時：2013年6月12日（水）13:40～15:20
2. 場所：Mershall Energy Company（MEC）
3. 出席者：Mr. Steve Wakefield（Chief Technical Officer, MEC）  
前田、古川（JICA 産業開発・公共政策部）、掛福（株沖縄エネテック）、  
萩原（個人コンサルタント）
4. 議事内容
  - (1) [Questionnaire 2-28] How do you forecast the next day's peak demand and allocate suitable generators?  
発電所のオペレータには4クラスあり、発電所2の第1級オペレータが翌日の需要予測と発電計画を行い、経験則に基づき運転している。運転員は8時間勤務の3シフトである。シフト交代に伴う申し送りは紙の運転記録による。なお、使用可能な発電機はエンジニアにより指定される。発電所に勤務するエンジニアは2名おり、1名は英国人（電気。20年以上同国に滞在）、もう1名はオーストラリア人 [機械。滞在年数約1年。ドイツ連邦共和国（以下、「ドイツ」と記す）での業務経験あり] である。
  - (2) [Questionnaire 2-29] How do you process a new power supply contract?  
申込はMECオフィス（1カ所のみ）で受け付ける。申し込みにかかる費用は使用の目的や規模により異なる。電柱を建てたり、引き込み線を引く場合は、地主の許可が原則必要となる。この際顧客が地主に費用を支払うこともあるかもしれないが把握していない。早い場合は1週間、新たに変圧器発注が必要となるような場合は供給開始までに6カ月かかることもある。普通は3カ月くらいだろう。技術的協議が必要な場合は、普通はステューブさんが対応、場合によっては、配電や発電のエンジニアが会議に参加することもある。
  - (3) [Questionnaire 3-1] List and Location Map of Existing RE Power Plants on each Island  
マジュロ以外では大規模なREは存在せず、SHSが学校用のPVである。マジュロでは、病院とCMIに大きなPVがあり、少し小さめのPVは、日本企業の漁業基地、University of South Pacificにある。風車は、Robert Reimersホテルに1つあるが、これは240V、50Hzのもので電池の充電や船の発電設備と連携できるようにしている孤立系である（同国の電力系統は60Hz）。小さな風車としては、空港近くに3～5kW、100Wクラスのもので1、2軒の家に設置されている。
  - (4) [Questionnaire 3-2] List and Location Map of Potential RE Power Plants on each Island

マジユロは土地問題があり、RE の候補地を見つけるのは非常に難しい。風況計測もマジユロで実施したかったが、この問題があり見送った。また、建家の屋根への PV 設置も強度的な弱さがあり、一般的には困難さがつきまとう。島内に複数あるバスケットボールコートはポテンシャルエリアか。

- (5) [Questionnaire 3-3] Previous Study Reports on RE Resources in RMI, if any  
ない。
- (6) [Questionnaire 3-4] The current and future Incentives/Programs to promote Renewable Energy Development/Utilization  
ない。政府・政治家は RE 導入に熱心だが、現場は安定供給の責務があり、慎重さが必要となる。逆潮防止リレーの設置だけで解決する話ではなく、不安定電源の系統擾乱は考えておく必要がある。
- (7) [Questionnaire 3-5] Do you think to provide any incentives in RE dissemination?  
回答が難しい質問である。経営層や省庁に尋ねてほしい。
- (8) [Questionnaire 3-6] To promote RE, are you ready to change tariff system?  
料金体系は変更可能であるが、内閣と大統領の承認がいる。
- (9) [Questionnaire 3-7] Do you have any requests for grid-connected PV? Do they come from residential or commercial sector? Which is larger?  
両方ある。多くは商業セクターからで、12 カ月間で 5 件の問い合わせがあった。台湾系のスーパーマーケットが、台湾政府のソフトローンを使い、30~50kW の PV 導入を希望している。地元企業では、食料品倉庫の企業など 2 社がいる。一般家庭用の 0.5~1.5kW 程度の PV は島内で販売されているが、品質は良くない。
- (10) [Questionnaire 3-8] You expect private RE installation. Do you plan to have MEC's own large-scale RE facility too?  
昨日話した 800kW の PV 構想がある。
- (11) [Questionnaire 3-9] How is the progress of Outer Island Electrification Program? What is the issue?  
3,100 世帯が都市部以外にいる。そのうち 2,100 世帯に SHS を設置した。残りを EU 企業の協力を得て 12 月までに終わらせたい。200W 程度の PV で第 1 期(2010 年に修了予定であったが、資金不足で延びている)としては照明と携帯電話の充電器程度のためのものである。次の希望としては、洗濯機と製氷機をもちたいという要望があるが、これは第 2 期として 300~500W に増設を行っていくことになるだろう。  
学校への PV 設置 (3~5kW、照明用) は 6 校終わり、あと 10 校残っている。



街灯、PV による淡水化装置も設置を続けている。これらのプログラムは 2004 年から始めたので、蓄電池の交換がそろそろ必要となってくる。これは MEC が行うが、リサイクル工場の設置が望まれる（資金不足のため Aid Agency に依頼はしているとのこと）。

- (12) [Questionnaire 3-10] Do you have any plans of wind generation at Jaluit and Wotje?  
200kW 程度の風力発電と PV も含めたハイブリッド・システムを設置したいと考えている。100 世帯以下の需要規模（28kW と 32kW）であるが、2 カ所とも国際港であり、漁業や観光などの開発計画がときどき持ち上がり、その構想に振られる傾向にある。9 カ月分のデータが WEB 上で公開されており、どちらもポテンシャルが期待されている。
- (13) [Questionnaire 3-11] To implement this technical assistance, we need some persons in charge within MRD/MEC. Who can be the candidates?  
EDF-11 で 500～600 万ユーロの支援が得られる可能性があり、それで 4 名の技術専門家を招きたいと考えている。1 名は RE や省エネの学校教育を担当し、3 名に MEC のキャパビルを、と考えている。1 名の専門家に 2 名の高卒生をつけて指導をお願いしたい。  
現状では、60 歳の PV 技能者を除いては、対応できるスタッフを有していない。
- (14) [Questionnaire 4-1] Spec of Diesel Generator(DG). Rated output, generation output capability, year of operation commencement, name of manufacturer, governor type (electric and mechanic) of each DG.  
前回の調査で取得済み。変更なし。
- (15) [Questionnaire 4-2] Regular testing performance. To confirm how often you conduct test (once a year? or per operating hours?).  
性能試験は行われてないが実施を進めていきたい。
- (16) [Questionnaire 4-3] Operation record if there are any. The data for the latest year is the best.  
CD にてデータを提供する。
- (17) [Questionnaire 4-4] The measurement of the fuel consumption rate. Is measurement conducted during each regular check? What is the measurement method?  
各機関の燃料消費量測定は行われてない。
- (18) [Questionnaire 4-5] Basic policy of operating DG. Operating DG considering the Economic Load Dispatching Control (EDC)? The view on reserve margin (the timing of DG start-up / shut-down), lowest level of output during the operation etc.

発電機の運転はすべて経験をもっている運転員に任せている。オペレータは1回だけトレーニングを受けている。ほかのトレーニング等は受けてない。

- (19) [Questionnaire 4-6] Method of frequency control. Presence or absence of AFC etc.

AFCは設置されておらず周波数のずれ調整は運転員が自分の判断で手動修正している。

- (20) [Questionnaire 4-7] Number and name of the companies engaged in electricity field in Majuro.

マジュロで登録されている電気工事会社はない。大きい工事の場合は国外から手配されている。

- (21) [Questionnaire 4-8] Annual consumption of fuel used in power generation(liter/year)

CDにてデータを提供する。

- (22) [Questionnaire 5-5] Want to have an interview with the involved person to prepare PPA/KEMA 2010 report

対応したのはスティーブさん一人。KEMAから来た専門家も1名だけで、5日間滞在して調べただけである。

- (23) その他

MECの財務諸表も後程CDにてデータを提供する。

## 議事メモ

1. 日時：2013年6月12日（水）15:30～16:30
2. 場所：Ministry of Resource and Development (MRD)
3. 出席者：Ms. Angeline Heine (Energy Planner, MRD)  
Mr. Walter Myazoe, Jr (Assistant Energy Planner, MRD)  
前田、古川（JICA 産業開発・公共政策部）、掛福（株沖縄エネテック）、  
萩原（個人コンサルタント）
4. 議事内容
  - (1) MRD 組織図、非公式 census 調査結果、クリントン財団による支援に関する MOU などの資料を受領した。
  - (2) 水谷在マーシャル大使館専門調査員提供の情報を基に、他ドナーの動向について再確認した。同情報からの変更点は以下のとおり。
    - National Renewable Energy Laboratory (NREL)：2、3 カ月ほど前に進捗状況を確認のため MRD から連絡を入れたが返事がない状況。
    - USAid：更新情報なし。
    - クリントン財団：2013年1月に MOU を交わした
    - 台湾：更新情報なし。
    - AusAid：更新情報なし（技術アドバイザーとして Mr. Robert Leo 氏を MRD に派遣中）。
    - オーストラリア政府：Pacific Appliance Labeling and Standard Program (PALS) の枠組みの下、Secretariat of the Pacific Community と協働し支援を継続。現在 National Taskforce Committee で省エネラベリングについて審議中。
    - ニュージーランド：更新情報なし。
    - EU：第10期欧州開発基金（EDF-10）により1,500基のSHS設置を予定している。現在500基の設置を完了している。計画上は2013年中に残りの1,000基も設置予定だが、2014年までずれ込む見込み。EDF-11について、MECの希望はあるだろうが、まだ議論中である。
    - 世界環境ファシリティ（Global Environment Facility：GEF）：GEF基金により資金が拠出され、UNDP主体でマーシャル諸島再生可能エネルギー開発計画（Action for the Development of Marshall Islands Renewable Energy：ADMIRE）を実施中。活動内容は、パンフレット、Tシャツ、科学キャンプなどの啓発活動などのソフトコンポーネントのほか、EUが調達した太陽光パネルの離島への運搬費の拠出。MRD、MECなどのキャパシティビ

ルディングは行われていない。

- ADB：更新情報なし。
- IRENA：主だった動きはないが、MRD から IRENA に対し再生可能エネルギーのポテンシャルなどのアセスメントをリクエストしている。また、2カ月前に IRENA、SPC、太平洋諸島電力協会（Pacific Power Association：PPA）の共催でパラオにて系統安定に係るワークショップを実施。大洋州諸国を対象としたものであり、マーシャルからは MEC の Chief Technical Office（Mr. Steve）が参加。
- 日 本
  - PEC 基金：15 の離島に対し太陽光を利用した逆浸透膜（RO 膜）による海水淡水化装置の供与について承認済みのほか、60～70 程度の太陽光パネルによる街灯設置を申請中。
- 米国輸出入銀行（Export-Import Bank of the United States：Ex-Im Bank）：商業ベースで MEC が交渉中のもの。800kWPV システムの構想。800kWPV システムの導入のための融資を検討中 [MEC によると、来年（2014 年）中の導入を期待しているとのこと]。

- (3) [Questionnaire 7-1] Which ministry/agency is responsible for building code? Do you have any regulation on insulation material?

建築基準法は存在しない。建築に関する所管省庁は公共事業省である。

## 議事メモ

1. 日時：2013年6月13日（木）10:00～11:40
2. 場所：Ministry of Resource and Development (MRD)
3. 出席者：Ms. Angeline Heine (Energy Planner, MRD)  
Mr. Walter Miyazoe, Jr (Assistant Energy Planner, MRD)  
Mr. Robert Bodigal Leo (Energy advisor—petroleum & transport)  
前田、古川（JICA 産業開発・公共政策部）、友部（JICA マーシャル支所）  
掛福（㈱沖縄エネテック）、萩原（個人コンサルタント）
4. 議事内容
  - (1) 前田団長より M/M の事前打合せの目的を説明した。
  - (2) 古川調査員より、本日午後に予定されている、M/M、R/D の協議に関する資料の説明を行い、以下のコメントを得た。
    - ・ FIT の導入は政治的なことも含まれているので JICA 側で決められないが例は提出する。
    - ・ 今回の事業は PV 中心となる。風力は検討する。Wotje と Jaluit の風力データはインターネットから取得する。
    - ・ 事業の工程を 2014 年の 12 月までとして提案し、先方も了解した。
    - ・ RE の系統連携開始について 2014 年の 12 月に JICA が法規制案を提出したあと RMI のキャビネットが承認してからとなる見込み。MEC の General Manager である Mr. David Paul より、可能な限り早期に規制の導入を始めた旨依頼があり、聞き置くこととした。
    - ・ この事業は Majuro、Wotje と Jaluit を対象とする（しかし、午後の会議で MEC General Manager の Mr. David Paul の要請により Ebeye を含めることとなった）。
    - ・ 配電設備の効率改善をスコープから省くことは了解した。沖縄で配電整備及び EDC の研修を行っているので参加する可能性もある。追って調査団より当該研修の基本情報を共有することとした（古川対応予定）。
    - ・ 本プロジェクトを開始したときに、RMI 側で太陽光担当者となるような技術者が見当たらないことが課題のひとつであることを指摘した。RMI 側に異論はなく、RMD と MEC で適任者をリクルートする方向で早急に対策を講じることとなった。
    - ・ National Energy Policy を改訂中なので、本プロジェクトのアウトプットもそれに反映していきたい。

- ・ 本プロジェクトは技術支援であり、人の雇用や機材の供与は難しいことを説明し、了解を得た。
- (3) 掛福調査員より
- ・ EDC の説明を行った、また、再生可能エネルギーの導入率が低いときだけに EDC が適切であることを説明。
- (4) Angeline 氏より
- ・ RE に関連する法規制度が技術支援事業の一番大事な項目である。現在の法律では、MEC が唯一の電力供給者という規定がある。
  - ・ 現在 5,000ppm 残渣の燃料を使用しているが DG には良くないため 11 月から 500ppm のものに変更する予定（残渣 5,000ppm から排油がよく出る）。環境にもやさしい。
- (5) アドバイサー Robert 氏より
- ・ PIGGAREP+（UNDP/GEF によるプロジェクトで温室効果を削減するための支援）で発電設備の改善を行っている（燃料系統、潤滑油系統、維持管理と運転員の教育）。発電効率を上げるためには教育が重要。今のステップでは燃料を変える検討を行っている。そのため各 DG メーカーにその可能性について問い合わせを行っている<sup>6</sup>。最近では、発電所燃料の特性が異なれば燃費が向上することに注目し、燃料の分析も実施している。
  - ・ MEC に太陽光分野については現在妥当なカウンターパートエンジニアがいないが MRD と MEC で決めて連絡する。

---

<sup>6</sup> 新燃料の仕様がエンジンへ何らかの影響を及ぼすのか否かの確認を行っている、と思われる。

## 議事メモ

1. 日時：2013年6月14日（木）14:00～15:00
2. 場所：在マーシャル日本大使館
3. 出席者：安細大使、水谷専門調査員  
前田、古川（JICA 産業開発・公共政策部）、友部（JICA マーシャル支所）、  
掛福（㈱沖縄エネテック）、萩原（個人コンサルタント）
4. 議事内容（「 」は大使のご発言）
  - (1) 「着任して3カ月になる。一見スムーズに運用されているように見えるが、その実態は非常に薄いものだと思う。要所要所に外国人がいる。先日上水設備の見学に行ったが、説明者はオーストラリア人であり、唯一機能しているメータがこれだと、見せてくれた」
  - (2) 「機械設備の維持管理が本当にできるのか？ 風力や再生可能エネで盛り上がっているようだが、飽きたりしないか。機械が壊れたら心配である。」
  - (3) 「民間でPV導入を考えているところがあるのか」→スーパーマーケットなど1年間で5件の問い合わせがある。
  - (4) 「テレビ放送はCATVだが、橋から西側はケーブルが届いていない。NHK衛星プレミアムでの相撲を楽しみにしている老人が多くいるが、相撲を見るために、RREに行ったりしている」
  - (5) 11月から専門家がシャトルで訪れ、プロジェクト開始。→「野心的分野だ。うまくいくことを願う。基本的要請として、技術者の育成も入ることになるう」
  - (6) 「ミクロネシアのほか2国の動向は？」→パラオのDGは2011年12月に発生した発電所の火災に対する緊急無償として500kW×4基のDGを供与。また、DGの維持管理に係る専門家を投入中。現在後任となるシニアボランティアを探している。昨年（2012年）6月GAを結んだ5MW×2基のDG供与の案件も実施中。他方、ミクロネシアについては2009年の環プロ無償依頼新規案件はなし。
  - (7) 「ロスをなくしていくことは大事だ。水も5割が行方不明という話で、盗まれている割合が大きい」
  - (8) 「風力の可能性は？」→ 地主、土地問題がある。
  - (9) 水谷専門調査員の事前調査が大変役立った。本調査の報告書を後日送付する。

## 4. 収集資料リスト

## 受領資料リスト

As of July 15, 2013

番号	Q番号	出所	文書名	備考(ファイル名など)
1	1-2	MRD	Organization Chart, Ministry of Resource & Development, YEAR 2012-2013	130612_MRD chart.pdf
2	1-3	MEC	MEC COO's Department	COO staff structure.docx
3	1-3	MEC	MEC FINANCE DEPARTMENT	Finance Staff Structure.docx
4	1-3	MEC	MEC Management Structure	Management Staff Structure.docx
5	1-3	MEC	MEC Generation and Distribution Departments, Solar and GIS Sections	Technical Staff Structure.docx
6	1-4	MRD	The RMI 2011 Census of Population and Housing, Summary and Highlights Only	RMI-2011-Census-Summary-Report-on-Population-and-Housing.pdf
7	1-7	MEC	Financial Statements, September 30, 2012 and 2011	MEC_fs12 [Draft Copy May 24 2013]xx.pdf
8	1-7	MEC	FINANCIAL STATEMENTS, ADDITIONAL INFORMATION AND INDEPENDENT AUDITORS' REPORT_YEARS ENDED SEPTEMBER 30, 2009 AND 2008	MEC_fs09 [FINAL 10.28.10].pdf
9	1-7	MEC	FINANCIAL STATEMENTS, ADDITIONAL INFORMATION AND INDEPENDENT AUDITORS' REPORT_YEARS ENDED SEPTEMBER 30, 2011 AND 2010	MEC_fs11 [Final Aug 20 2012].pdf
10	1-7	MEC	FINANCIAL STATEMENTS, ADDITIONAL INFORMATION AND INDEPENDENT AUDITORS' REPORT_YEARS ENDED SEPTEMBER 30, 2010 AND 2009	Mecfs10 [Final Mar 6 2012].pdf
11	1-9	MEC	CURRENT TARIFF TEMPLATE, 23-Mar-09	MEC Electricity Tariff Templates.xlsx
12	1-9	MEC	Summary of Electricity Tariff Increases:	Tariff change Table per website.xlsx
13	2-1	MEC	Plant Load Summary 2013	Plant Load Summary 2013.xlsx
14	2-6	MEC	Power Plants in the RMI	Power Plants in the RMI 001.tif
15	2-16	MEC	2010 PPA/KEMA Report, Appendix A: Data Request (1)	Data Request.doc
16	2-16	MEC	2010 PPA/KEMA Report, Appendix A: Data Request (2)	Data Request.xls
17	2-16	MEC	2010 PPA/KEMA Report, Appendix A: Data Request (3)	Inception Report.doc
18	2-17	MEC	2010 PPA/KEMA Report, Appendix B: Electrical Data Handbook	MEC Data Handbook - Final.pdf
19	2-18	MEC	2010 PPA/KEMA Report, Appendix C: Technical Loss Calculations & Financial Model for Options to Decrease Losses	Technical Loss Calculations and Financial Model.xls
20	3-1	マジュロ病院 /MEC	日別PV発電量データ	DAY20120317.csv ~ DAY20130612.csv
21	3-1	マジュロ病院 /MEC	月別PV発電量データ	MON201203.csv ~ MON201306.csv
22	3-1	マジュロ病院 /MEC	年別PV発電量データ	YER2012.csv ~ YER2013.csv
23	3-1	MEC	Majuro Hospital PV 1st yr report	Title.doc The Project for the Clean Energy Introduction supported by the Japan_WM (09162012).doc Recording sheet for 2013.xls Recording sheet for 2012.xls
24	3-1	CMI	PV発電量年比較	Annual Comparison 2013_06_14.xlsx
25	3-1	CMI	2012年月別PV発電量	Energy and Power 2012.xlsx
26	3-1	CMI	2013年4月日別PV発電量	Energy and Power_Apr2013.xlsx
27	3-1	CMI	2013年6月13日時間別PV発電量	Energy and Power_Day_2013-06-13.xlsx
28	3-10	JICA-RMI	Map of Jaluit Island	Map-Jaluit.pdf
29	3-10	JICA-RMI	Map of Wotje Island	Map-Wotje.pdf
30	4-8	MEC	Monthly Fuel Report, FY2013	FUEL REPORT FY2013.xlsx
31	5-1	MRD	MEMORANDUM OF UNDERSTANDING w/Clinton Foundation	CCI SIDS RMI MOU 11-21-12.doc
32	5-1	MRD	ADB Grant Assistance Report: Improved Energy Supply for Poor Households (Financed by the Japan Fund for Poverty Reduction)	JFPR RMI Improved Energy Supply-FINAL.pdf
33	5-1	MRD	SIDS DOCK PROGRAM - PIGGAREP "PLUS" PROJECT NORTH PACIFIC: SUSTAINING RENEWABLE ENERGY AND ENERGY EFFICIENCY MEASURES IN MICRONESIA (SREEM) RMI SREEM PROJECT PROFILE	SIDS DOCK PIGGAREP+ Project - RMI SREEM (Final).docx
34	5-1	MRD	UAE - Pacific Partnership Fund, Guidelines	UAE Pacific Partnership Fund Guidelines.pdf



