

# 島嶼国型エネルギー自給システム 構築プロジェクト 準備調査報告書

平成24年3月  
(2012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
13-109



島嶼国型エネルギー自給システム  
構築プロジェクト  
準備調査報告書

平成24年3月  
(2012年)

独立行政法人国際協力機構  
産業開発・公共政策部



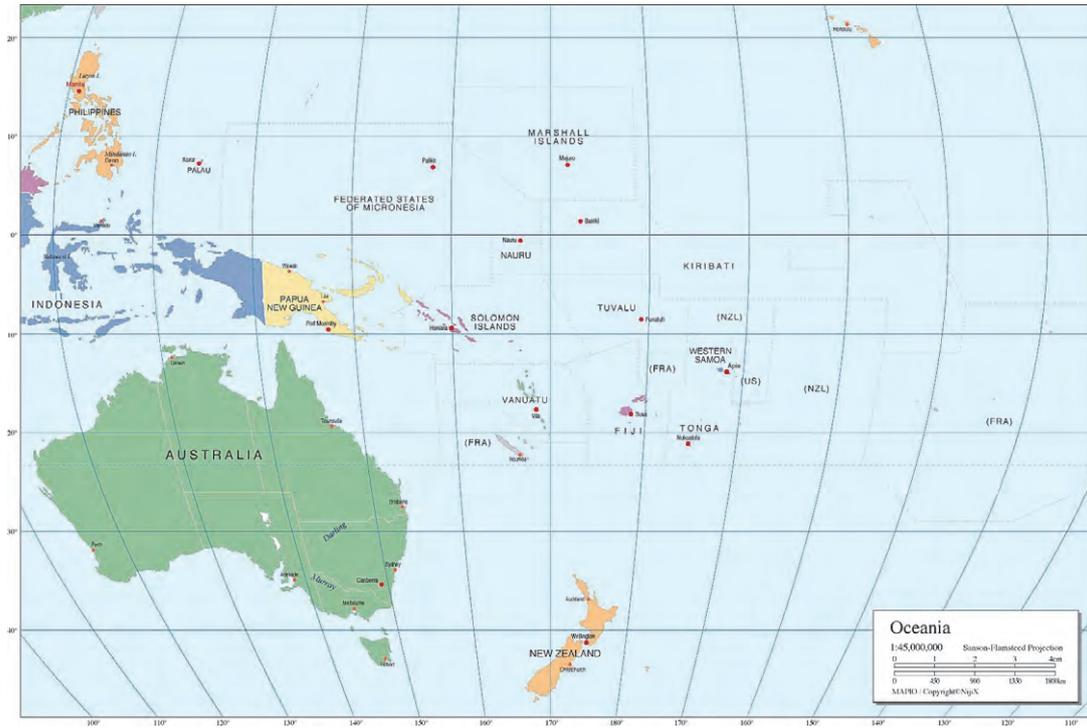
# 目 次

地 図  
写 真  
略語表

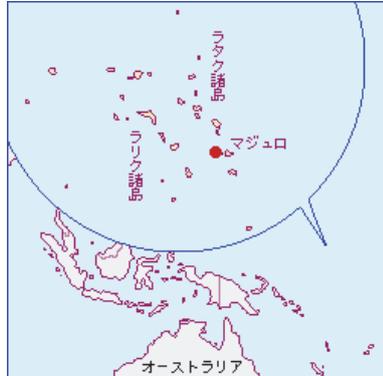
第1章 調査概要 .....	1
1-1 調査の背景・目的 .....	1
1-2 調査対象国、期間 .....	1
1-3 調査団員構成、日程 .....	2
1-4 主要面談者 .....	5
第2章 調査結果概要 .....	9
2-1 大洋州地域全体の動向 .....	9
2-2 各国調査結果の概要 .....	12
2-3 団長所感 .....	16
第3章 マーシャル国における調査・分析結果 .....	21
3-1 電力セクター概況 .....	21
3-2 再生可能エネルギー／省エネルギー政策及び制度 .....	22
3-3 ディーゼル発電設備の運用状況 .....	23
3-4 RE 電源の系統連系によるディーゼル発電設備への影響及び RE 電源を連系させた 場合のディーゼル発電設備の運用改善案 .....	26
3-5 気候変動対策への取り組み .....	27
3-6 他ドナー（域内協力機関含む）の協力動向 .....	28
3-7 セクターにおける課題と今後の JICA の協力の可能性 .....	29
第4章 トンガ国における調査・分析結果 .....	32
4-1 電力セクター概況（配電設備の運用状況など含む） .....	32
4-2 再生可能エネルギー／省エネルギー政策及び制度（導入状況とポテンシャル） .....	32
4-3 ディーゼル発電設備の運用状況 .....	34
4-4 RE 電源の系統連系によるディーゼル発電設備への影響及び RE 電源を連系させた 場合のディーゼル発電設備の運用改善案 .....	36
4-5 気候変動対策への取り組み .....	37
4-6 他ドナー（域内協力機関含む）の協力動向 .....	37
4-7 セクターにおける課題と今後の JICA の協力の可能性 .....	38
第5章 ソロモン国における調査・分析結果 .....	40
5-1 電力セクター概況（配電設備の運用状況等含む） .....	40
5-2 再生可能エネルギー／省エネルギー政策及び制度 .....	41

5-3	ディーゼル発電設備の運用状況	42
5-4	RE 電源の系統連系によるディーゼル発電設備への影響及び RE 電源を連系させた場合のディーゼル発電設備の運用改善案	46
5-5	気候変動対策への取り組み	47
5-6	他ドナー（域内協力機関含む）の協力動向	47
5-7	セクターにおける課題と今後の JICA の協力の可能性	48
第6章	キリバス国における調査・分析結果	50
6-1	電力セクター概況（配電設備の運用状況等含む）	50
6-2	再生可能エネルギー／省エネルギー政策及び制度	51
6-3	ディーゼル発電設備の運用状況	52
6-4	RE 電源の系統連系によるディーゼル発電設備への影響及び RE 電源を連系させた場合のディーゼル発電設備の運用改善案	54
6-5	気候変動対策への取り組み	55
6-6	他ドナー（域内協力機関含む）の協力動向	56
6-7	セクターにおける課題と今後の JICA の協力の可能性	57
付属資料		
1.	Technical Memorandum	61
2.	収集資料リスト	101

# 地 図



## 大洋州地図



マーシャル諸島共和国



トンガ王国



ソロモン諸島



キリバス共和国

出典：日本国外務省ウェブサイト



## マーシャル



No.1 パワーハウス



No.1 パワーハウス (5号機)



1～5号機制御盤



燃料タンクヤード



地上据置型送配電用変圧器



電力量プリペイド・メーター



太陽光発電による LED 街灯



CMI の系統連系太陽光発電システム

## トンガ



No.1 パワーハウス



No.2 パワーハウス



1～6号機 1.4MW ディーゼル発電機



7号機 2.88MW (MAC 社)



7号機周辺設備設置状況



冷却用海水取水設備



太陽光発電ショップ



LED 街灯

## ソロモン



ホニアラ発電所



1～3号機ディーゼル発電機



電気盤設置状況



ルンガ発電所



8号機ディーゼル発電機



中央制御室



冷却水設備 4～6号機



太陽光発電会社 (Willies Holding Company)

## キリバス



ベシオ発電所



1.25MW ディーゼル発電機 × 1 基



ビケニベウ発電所



1.4MW のディーゼル発電機 × 3 機



中央制御室・1～3号機制御盤



太陽光発電による LED 街灯



廃棄バッテリー



バイオディーゼル

## 略 語 表

略 語	英語表記	日本語表記
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ADMIRE	Action for the Development of Marshall Islands Renewable Energies	—
AFC	Automatic Frequency Controller	自動周波数制御装置
AU	Australia / Australian	オーストラリア (の)
AUD	Australian Dollars	オーストラリアドル
AusAID	Australian Agency for International Development	オーストラリア国際開発庁
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CHM	Clearing-House Mechanism	クリアリングハウス・メカニズム
CMI	College of Marshall Islands	マーシャル短期大学
C/P	Counterpart	カウンターパート
CROP	Council of Regional Organizations in the Pacific	太平洋地域機構評議会
DNA	Designated National Authority	指定国家機関
DOE	Division of Energy	エネルギー局 (ソロモン諸島 鉱山・エネルギー・地方電化省)
DSM	Demand-Side Management	需要側マネジメント
ECD	Environment and Conservation Division	環境保護局 (ソロモン環境・保 全・気象省)
ECD	Environment and Conservation Division	環境保護局 (キリバス環境・土 地・農業開発省)
EDC	Economic Load Dispatching Control	経済負荷配分制御
EDF	European Development Fund	欧州開発基金
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIB	European Investment Bank	欧州投資銀行
EPA	Environment Protection Authority	環境保護局 (マーシャル環境省)
EPD	Energy Planning Division	エネルギー計画局 (マーシャル 資源開発省)
EPPSO	Economic Policy, Planning and Statistics Office	環境計画・政策調整局 (マーシ ャル国大統領室の直属機関)
EPU	Energy Planning Unit	エネルギー計画局 (トンガ環 境・気候変動省)

EPU	Energy Planning Unit	エネルギー局（キリバス公共事業省）
EU	European Union	欧州連合
FFA	Pacific Islands Forum Fisheries Agency	南太平洋フォーラム漁業機関
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ・スタディ
FSchM	Fiji School of Medicine	フィジー医科大学
GEF	Global Environmental Facility	地球環境ファシリティ
GHG	Greenhouse Gas(es)	温室効果ガス
GoT	Government of Tonga	トンガ王国政府
IEA	International Energy Agency	国際エネルギー機関
IFC	International Finance Corporation	国際金融公社
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
IPP	Independent Power Producer	独立発電事業者
IUCN	International Union for Conservation of Nature	国際自然保護連合
JFPR	Japan Fund for Poverty Reduction	日本政府貧困削減基金
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JPY	Japanese Yen	日本円
KNEP	Kiribati National Energy Policy	－
KSEC	Kiribati Solar Energy Company	キリバス太陽エネルギー公社
kWh	kilo watt hour	キロワット時
L	Litres	リットル
MEALD	Ministry of Environment, Lands, and Agricultural Development	環境・土地・農業開発省（キリバス）
MEC	Marshalls Energy Company	マーシャルエネルギー公社
MECC	Ministry of Environment and Climate Change	環境・気候変動省（トンガ）
MECM	Ministry of Environment, Conservation and Meteorology	環境・保全・気象省（ソロモン諸島）
MMERE	Ministry of Mines, Energy and Rural Electrification	鉱山・エネルギー・地方電化省（ソロモン諸島）
mph	miles per hour	マイル毎時
MPWU	Ministry of Public Works and Utilities	公共事業省（キリバス）
MRD	Ministry of Resource and Development	資源・開発省（マーシャル）
NAO	National Authorizing Officer	－（PRIP）
NAPA	National Adaptation Programme of Action	国別適応行動計画

NASA	National Aeronautics and Space Administration	アメリカ航空宇宙局
NGO	Non Governmental Organization	非政府組織
NZ	Newzealand	ニュージーランド (の)
NZAID	New Zealand Agency for International Development	ニュージーランド国際開発庁
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OEPPC	Office of Environmental Planning and Policy Coordination	環境計画・政策調整局 (マーシャル国大統領室の直属機関)
PEC	Pacific Environment Community	太平洋環境共同体
PIDP	Pacific Islands Development Programme	太平洋諸島開発プログラム
PIEPSAP	Pacific Islands Energy Policy and Strategic Action Planning	—
PIF	Pacific Islands Forum	太平洋諸島フォーラム
PIFS	Pacific Islands Forum Secretariat	太平洋諸島フォーラム事務局
PIGGAREP	Pacific Islands Greenhouse Gas Abatement through Renewable Energy Project	再生可能エネルギーによる太平洋諸島温室効果ガス削減計画
PLC	Programmable Logic Controller	プログラマブル・ロジックコントローラー
PPA	Pacific Power Association	太平洋諸島電力協会
PRIP	Pacific Regional Indicative Programme	—
PUB	Public Utilities Board	公共事業公社 (キリバス)
PV	Photovoltaic	太陽光発電
RAO	Regional Authorizing Officer	— (PRIP)
REEEP	Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership	再生可能エネルギー及びエネルギー効率化パートナーシップ
REP-5	The Support to the Energy Sector in Five ACP Pacific Island Countries	—
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	—
SEIAPI	Sustainable Energy Industry Association of the Pacific Islands	太平洋諸島再生可能エネルギー産業協会
SHS	Solar Home System	太陽光発電システム
SIEA	Solomon Islands Electricity Authority	ソロモン電力公社
SISEP	Solomon Islands Sustainable Energy Project	(世銀のプロジェクト)
SNC	Second National Communication	—
SOPAC	Pacific Islands Applied Geosciences Commission	南太平洋応用地球科学委員会
SPBEA	South-Pacific Board for Educational Assessment	南太平洋教育評価委員会

SPC	Secretariat for the Pacific Community	太平洋共同体
SPREP	Pacific Regional Environmental Programme	太平洋地域環境計画
SPTO	South-Pacific Travel	南太平洋観光局
SSM	Supply-Side Management	供給側マネジメント
TA	Technical Assistance	技術支援
TERM	Tonga Energy Road Map	トンガエネルギーロードマップ
TERM-IU	TERM Implementation Unit	—
TOP	Tonga Pa-Anga	トンガ・パアング (通貨単位)
TPL	Tonga Power Limited	トンガ電力公社
UNCBD	UN Convention on Biological Diversity	生物多様性条約
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNFCCC	UN Framework Convention on Climate Change	気候変動枠組条約
USD	US Dollars	アメリカドル
USP	University of the South Pacific	南太平洋大学

# 第1章 調査概要

## 1-1 調査の背景・目的

大洋州島嶼国は温室効果ガスの排出による海面上昇の影響を最も強く受けるといわれており、適応の取り組みが急務となっているが、一方で当該地域の電力セクターは、温室効果ガス（CO<sub>2</sub>）排出量の多いディーゼル発電にほとんどを依存している状況が続いている。ディーゼル発電のための燃料はすべて輸入されているが、特に離島では燃料の輸送コストも高価になることから、電力供給コストは非常に高い。このため、同地域の電気料金も一般的に高い傾向にあるが、コスト回収できるまでの水準になく、政府が補助金を投入して一定のレベルに抑えているのが実情である。特にここ数年の燃料費の高騰と、2008年に発生した金融経済危機の影響による経済の低迷から各国で危機感が強まっており、省エネや発電効率の向上、太陽光発電など再生可能エネルギーの導入などによってディーゼル発電への依存度を低減させる取り組みが模索されている。

わが国としても気候変動対策に資する協力プログラムの支援を打ち出しており、このような背景の下、省エネルギー政策・制度の導入によりエネルギー・電力利用の効率化を推進したうえで、電力供給面からはディーゼル発電設備や配電系統で構成される既存電力系統の運用効率化、更には太陽光発電を中心とした再生可能エネルギーの導入によりエネルギー供給を多様化し、島嶼国に適した持続可能なエネルギーシステムを構築することで、エネルギー供給の安定化と温室効果ガス排出削減を目的としたわが国の島嶼国に対する電力セクター支援の方向性を検討することとした。

本準備調査は、上記の背景を踏まえたうえで、大洋州各国政府の電力セクター分野における開発課題及び関連施策及び他ドナーの動向などに関する情報収集・分析を行い、気候変動対策の視点を踏まえつつ、既存の協力プログラムの内容を整理し、今後の JICA の協力の方向性、開発調査型技術協力・本邦研修及び無償資金協力などによる協力の可能性を検討することを目的とする。

なお、本調査の対象国は、マーシャル諸島共和国、トンガ王国、ソロモン諸島、キリバス共和国の4カ国を想定しており、航空便の関係上、第一次現地派遣にてマーシャルへ、第二次現地派遣にて他の3カ国へ渡航し、調査を実施することとする。

## 1-2 調査対象国、期間

### (1) 第一次調査

マーシャル調査：2011年6月19日～27日

### (2) 第二次調査

トンガ調査：2011年7月12日～19日

ソロモン調査：2011年7月20日～26日

キリバス調査：2011年7月28日～8月3日

フィジー情報収集等：2011年7月11日、7月27日、8月3～4日

### 1-3 調査団員構成、日程

#### (1) 第一次調査

##### < 団員構成 >

担当分野	氏名	所属	期間
総括	小川 忠之	JICA 国際協力専門員	2011/6/19 - 6/26
協力企画	滝本 哲也	JICA 産業開発・公共政策部 電力課 主任調査役	2011/6/19 - 6/26
電力政策／再生可能・省エネルギー	出井 努	日本工営株式会社	2011/6/19 - 6/27
ディーゼル発電設備運用	掛福 ルイス	株式会社沖縄エネテック	2011/6/19 - 6/27

##### < マーシャル諸島共和国 現地調査日程 (実績) >

2011年		JICA団員		コンサルタント団員		宿泊
		小川 忠之 (総括)	滝本 哲也 (協力企画)	出井 努 (電力政策/再生可能・省エネルギー)	掛福 ルイス (ディーゼル発電設備運用)	
19/Jun	日	移動: 成田→グアム			移動: 福岡→グアム	-
20/Jun	月	移動: グアム→マジュロ		移動: グアム→マジュロ		マジュロ
21/Jun	火	表敬: JICAマーシャル支所、在マーシャル日本国大使館、外務省 協議: 資源開発省、マーシャル電力公社 現地調査				マジュロ
22/Jun	水	表敬及び協議: 資源開発省、マーシャル電力公社 現地調査				マジュロ
23/Jun	木	協議: 資源開発省、マーシャル電力公社 表敬: 内閣官房 現地調査				マジュロ
24/Jun	金	ミニッツ署名 報告: JICAマーシャル支所、在マーシャル日本国大使館 協議: OEPPC				マジュロ
25/Jun	土	移動: マジュロ→グアム		補足調査		マジュロ (コンサルタントのみ)
26/Jun	日	移動: グアム→成田		補足調査		マジュロ (コンサルタントのみ)
27/Jun	月			移動: マジュロ→グアム →成田	移動: マジュロ→グアム →福岡	-

## (2) 第二次調査

## &lt; 団員構成 &gt;

担当分野	氏名	所属	期間
総括	小川 忠之	JICA 国際協力専門員	2011/7/9 - 7/23
調査企画	宮田 智代子	JICA 産業開発・公共政策部 エネルギー・資源課	2011/7/27 - 8/5
電力政策／再生可能・省エネルギー	出井 努	日本工営株式会社	2011/7/10 - 8/5
ディーゼル発電設備運用	掛福 ルイス	株式会社沖縄エネテック	2011/7/10 - 8/5

## &lt; トンガ王国 現地調査日程 (実績) &gt;

No.	Date	Day	Mr.Ogawa	Mr.Dei(Consultant)	Mr.Kakefuku(Consultant)	Stay
1	12-Jul	Tue	Nadi 07:10 → 09:30 Nuku Alofa (FJ211) C/C to JICA Tonga Office C/C to Embassy of Japan in Tonga			Nuku Alofa
2	13-Jul	Wed	Discussion with Tonga Energy Road Map/Implementation Unit Discussion with Energy Planning Unit of Ministry of Environment and Climate Change			Nuku Alofa
3	14-Jul	Thu	C/C to New Zealand AID C/C to Australian AID C/C and discussion with Electricity Commission Site survey at Popula Power Station Discussion with Tonga Energy Road Map/Implementation Unit			Nuku Alofa
4	15-Jul	Fri	Discussion with Tonga Power Limited (TPL) Site survey at Popula Power Station			Nuku Alofa
5	16-Jul	Sat	Site survey at wind mast and power distribution lines			Nuku Alofa
6	17-Jul	Sun	Documentation			Nuku Alofa
7	18-Jul	Mon	Documentation Wrap up meeting with TPL			Nuku Alofa
8	19-Jul	Tue	Wrap up meeting with Tonga Energy Road Map/Implementation Unit, and EPU of Ministry of Environment and Climate Change Report to JICA Tonga Office Report to Embassy of Japan in Tonga Nuku Alofa 22:20 →			On Flight

< ソロモン諸島 現地調査日程（実績） >

No.	Date	Day	Ogawa (Jica)	Dei (consultant)	Kakefuku (consultant)	Stay
11	20-Jul	Wed		→ 00:25 Auckland(NZ977) Auckland 06:00 → 08:00 Brisbane(QF124) Brisbane 09:30 → 13:45 Honiara (IE701) C/C to JICA Solomon Office		Honiara
12	21-Jul	Thu		09:00 Ministry of Mines Energy & Rural Electrification 10:30 Ministry of Environment, Climate Change 13:30 Solomon Islands Electricity Authority (Lunga Power Plant)		Honiara
13	22-Jul	Fri		09:00 World Bank 10:30 Economic Reform Unit, Ministry of Finance, National Reform & Planning 13:30 Solomon Islands Electricity Authority (Honiara Power Plant)		Honiara
14	23-Jul	Sat	Honiara 11:10 → 12:30 Port Moresby (PX085) Port Moresby 14:20 → 19:55 Narita (PX054)	(Reserve day for Site Observation)		Honiara
15	24-Jul	Sun	/	Documentation		Honiara
16	25-Jul	Mon		Detailed interview of relevant organizations or Site Observation (as necessary) Discussion and Wrap up meeting with MMERE		Honiara
17	26-Jul	Tue		Report to JICA Solomon Office Report to Embassy of Japan in Solomon Islands Honiara 13:10 → 18:30 Nadi (FJ260)		Nadi

< キリバス共和国 現地調査日程（実績） >

Date	Day	Miyata (Jica)	Dei (consultant)	Kakefuku (consultant)	Stay
28-Jul	Thr	Nadi 05:00 → 08:00 Tarawa (FJ231) (1) 10:00 JICA VG office (2) 11:35 Ministry of Public Works and Utilities :MPWU Energy Planning Unit: EPU (3) 13:40 Public Utilities Board :PUB (4) 16:00 Besio power plant			Tarawa
29-Jul	Fri	(5) 09:00 Ministry of Environment, Lands and Agricultural Development: MELAD (6) 11:50 Kiribati Solar Energy Company :KSEC (7) 15:00 Bikenibeu power plant			Tarawa
30-Jul	Sat		Documentation		Tarawa
31-Jul	Sun		Documentation		Tarawa
1-Aug	Mon	(8) 09:30 Ministry of Public Works and Utilities :MPWU Energy Planning Unit: EPU (9) 10:00 MPWU (10) 11:00 EU office (11) 12:00 Embassy of Republic of China (Taiwan ) (12) 14:00 Kiribati Copra Mill Company Ltd (13) 15:30 Batteries disposal company			Tarawa
2-Aug	Tue	(14) 14:00 Report to MPWU (15) 15:00 Report to PUB (15) 16:00 Report to JICA VC			Tarawa

< フィジー共和国 調査日程（実績） >

7/11 フィジー電力公社 (Arai Tadashi SV)

8/4 SPC、PPA、EU、 PIF 訪問及び聞き取り調査

## 1-4 主要面談者

<マーシャル>

### Chief Secretary Office

Mr. Casten Nemra, Chief Secretary

Mr. Jefferson Bobo, Special Assistant to Chief Secretary

### Ministry of Foreign Affairs

Ms. Annette N. Note, Assistant Secretary

Mr. Carlsen Heine, Foreign Service Officer

### Ministry of Resources and Development

Hon. Mattlan Zackhras, Minister

Mr. Nicholas Wardrop, National Energy Advisor

Ms. Angeline C. Heine, National Energy Planner

Mr. Walter Myazoe, Jr., Energy Officer

### Secretariat of the Pacific Community

Ms. Arieta Gonelevu, Energy Specialist

### Marshalls Energy Company

Mr. David Paul, General Manager

Mr. Steve Wakefield, Chief Technical Officer

Mr. Mike Nation, ADB Consultant

Mr. Ian Pickering, Senior Electrical Engineer

### College of the Marshall Islands

Mr. William Reiher, Director – Physical Plant

### Embassy of Japan

Mr. Koji Matsuda, Second Secretary

### JICA Marshall Islands Office

Mr. Junji Ishizuka, Resident Representative

### JICA Preparatory Survey Team

Mr. Tadayuki Ogawa, Team Leader

Mr. Tetsuya Takimoto, Planning Management

Mr. Tsutomu Dei, Electric Policy/Renewable Energy and Energy Conservation Planning

Mr. Luis Kakefuku, Diesel power generation facilities operation

< トンガ >

Tonga Energy Road Map Implementation Unit

Mr. Lano Fonua, TERM Coordinator

Mr. Vahid Fifita, Technical Analyst

Ministry of Environment and Climate Change

Mr. Ofa Sefana, Energy Planner

Electricity Commission

Mr. Lord Dalgety Q.C., Chairman, Judicial Committee of Privy Council

Tonga Power Limited

Mr. Peter MacGill, Chief Executive Officer

Mr. Michael Lani Ahokava, Generation Manager

Mr. Graham Steven 'Esau, Finance Manager

Mr. Ian Shelton, Distribution Design & Planning Manager

Mr. Nikolasi 'Osimoni Fonua, Electrical Engineer

New Zealand High Commission

Ms. Chesna Cocker, Second Secretary

Australian High Commission

Ms. Louise Scott, Second Secretary (Development Cooperation)

Embassy of Japan

Mr. Yasuo Takase, Ambassador of Japan

Mr. Yoshimitsu Kawata, Counsellor

Mr. Fumihito Shinohara, Second Secretary

Ms. Hanako Masuhara, Reseacher / Advisor

JICA Tonga Office

Mr. Makoto Tsujimoto, Resident Representative

Mr. Alfred Vaka, Programme Officer

< ソロモン >

Ministry of Mines, Energy & Rural Electrification

Mr. John Korinihona, Director of Energy

Mr. Douglas Alex, Permanent Secretary on Special Duty (Energy)

Ministry of Environment and Climate Change, Disaster Management & Meteorology

Mr. Edward Danitofea, Senior Environment Officer

Mr. Festus Ahikau, Chief Meteorological Officer (climate)

Ministry of Finance, National Reform & Planning

Mr. Mathew Hodge-Kopa, Advisor

Mr. Hayley Kouto, Policy Analyst

Mr. Rexson Ramofafua, Policy Analyst

Solomon Islands Electricity Authority

Mr. Norman Nicholls, General Manager

Mr. Martin B. Sam, Chief Engineer / Deputy General Manager

Mr. Michael J. Payne, Chief financial Officer

Mr. Dadily Posala, Manager Generation

Mr. Mathew Korinihona, Manager Distribution & Customer Service

World Bank

Ms. Edith Bowles, Country Manager

Tina River Hydro Project

Mr. Mark France, Land Manager

Mr. Fred Corning, Deputy Project Manager

Mr. Eric Gorapava, Deputy Land Manager

JICA Solomon Islands Office

Mr. Yoshinobu Takishita, Resident Representative

Mr. Yoko Asano, Project Formulation Adviser

<キリバス>

Ministry of Finance and Economic Development

Mr. Thomas Ruaia, Supporting officer for European Union office in Kiribati

Ministry of Public Works and Utilities

Mr. Tiaon Aukitino, Energy Project Engineer, Energy Planning Unit

Ms. Miriam Iakobwa Tikana, Assistant Energy Planner, Energy Planning Unit

Ministry of Environment, Lands and Agricultural Development

Mr. Riibeta Abeta, Climate Change Officer, Environment Conservation Division

Ms. Taati Eria, Environment Education Officer, Environment Conservation Division

Public Utility Board

Mr. Rameka Takirua, Finance Manager, Administration and Finance Department

Mr. Kiriati Biritia, Power Engineering Manager, Power Engineering Department

Kiribati Solar Energy Company

Mr. Tianta Tarakia, Chief Executive Officer

Mr. Tokiteba Tawita, Utility Manager, Utility Department

Mr. Tutu Tekanene, Project Management Accountant, Account Department

Kiribati Copra Mill Company

Ms. Katarina Tofinga, Chief Executive Officer

Ms. Paul Peter Tekanene, Production Research and Development Manager

Embassy of the Republic of China (Taiwan) in Kiribati

Mr. Wayne Wang, Third Secretary

JICA/JOCV Kiribati Office

Mr. Fumio Kinoshita, Volunteer Coordinator

<フィジー>

Secretariat of the Pacific Community

Dr. Abe (JICA Expert)

Mr. Sairusi S Bulai

European Union

Mr. Marius-Adrian OANCEA

Pacific Power Association (PPA)

Mr. Andrew D. Daka

Mr. Gordon Chang

Pacific Islands Forum Secretariat (PIFS)

Mr. Jonathan Mitchell

Mr. Leonaitasi Taukafa

Embassy of Japan

Mr. Kuroki

Mr. Makino

JICA Fiji Office

Mr. Sasaki, Mr. Ito, Mr. Hashimoto

## 第2章 調査結果概要

### 2-1 大洋州地域全体の動向

大洋州は、島嶼国が点在しており、エネルギー源の輸入化石燃料に対する依存度が高い地域である。また大洋州諸国は、地球温暖化に伴う海面上昇など、気候変動の影響を最も受けやすい地域のひとつでもある。オーストラリアとニュージーランドを除く大洋州諸国の概要を下表に示す。

表2-1 大洋州諸国の概要

地域名	国名	面積 (km <sup>2</sup> )	人口 (万人)	独立年
メラネシア	パプアニューギニア独立国	462,000	517.1 (2000年)	1975
	フィジー共和国	18,300	83.7 (2007年)	1970
	ソロモン諸島	27,600	50.6 (2008年推定)	1978
	バヌアツ共和国	12,200	18.6 (1999年)	1980
ポリネシア	サモア独立国	2,935	18.8 (2008年推定)	1962
	トンガ王国	747	10.1 (2006年)	1970
	クック諸島	237	1.8 (2001年)	※
	ツバル	26	0.9 (2002年)	1978
	ニウエ	259	0.14 (2008年推定)	※
ミクロネシア	ミクロネシア連邦	701	10.7 (2000年)	1986
	キリバス共和国	810	9.2 (2005年)	1979
	マーシャル諸島共和国	181	5.1 (1999年)	1986
	パラオ共和国	488	1.9 (2005年)	1994
	ナウル共和国	21	1.0 (2002年)	1968

注) クック諸島及びニウエはニュージーランドと自由連合関係にある自治地域

出典：日本国外務省ウェブサイト

太平洋諸島フォーラム (Pacific Islands Forum : PIF) は、大洋州地域における独立国及び自治政府を対象にした地域内の基幹的な開発政策の取りまとめを行う機関である。2005年に開催されたPIF総会において、大洋州地域における包括的な地域経済開発計画としてパシフィック・プランが策定されている。

2010年8月にバヌアツ国のポートビラで第41回太平洋諸島フォーラムが開催された。フォーラムでは、第5回日本・太平洋諸島フォーラム首脳会議 (太平洋・島サミット) で採択された「北海道アイランダーズ宣言」に従い太平洋環境共同体 (Pacific Environment Community) 基金 (以下、「PEC基金」と記す) (68億円) が設立されたことが承認されている。PEC基金は、太陽光発電と海水淡水化施設の導入による支援を目的にしている。さらに、フォーラムでは、2010年から2013年におけるパシフィック・プランの優先項目について再確認が行われた。発表されているフォーラム・コミュニケによると、太平洋地域機構評議会 (Council of Regional Organizations in the Pacific : CROP) がエネルギー分野に関して、電力事業における技術者と管理者の人材不足が深刻な懸念材料であると報告している。また、再生可能エネルギーに関しても、導入のための提案書

作成及び大型案件の管理について人材が不足していることも報告している。

太平洋州地域において CROP 機関の果たす役割は大きい。下に CROP 機関のリストを示す。この中で、再生可能エネルギーと省エネルギーに関連している主要機関としては SPREP 及び PPA があり、研究機関としては USP が挙げられる。

#### 太平洋地域機構評議会 (CROP)

- ・太平洋諸島フォーラム事務局 (Pacific Islands Forum Secretariat : PIFS)
- ・南太平洋フォーラム漁業機関 (Pacific Islands Forum Fisheries Agency : FFA)
- ・太平洋諸島開発プログラム (Pacific Islands Development Programme : PIDP)
- ・太平洋共同体 (Secretariat for the Pacific Community : SPC)
- ・南太平洋応用地球科学委員会 (Pacific Islands Applied Geosciences Commission : SOPAC)
- ・太平洋地域環境計画 (Pacific Regional Environmental Programme : SPREP)
- ・南太平洋観光局 (South-Pacific Travel : SPTO)
- ・南太平洋大学 (University of the South Pacific : USP)
- ・南太平洋教育評価委員会 (South Pacific Board for Educational Assessment : SPBEA)
- ・フィジー医科大学 (Fiji School of Medicine : FSchM)
- ・太平洋諸島電力協会 (Pacific Power Association : PPA)

大洋州諸国では、国際機関などによりエネルギー及び環境に関するプロジェクトが多く実施されている。特定の国を対象としたプロジェクトや二国間援助以外に、大洋州地域を対象とした協力も多い。大洋州地域を対象としている省エネルギーと再生可能エネルギーに関連するプロジェクトについて概要を以下に示す。

#### (1) PEC 基金

PEC 基金は第 5 回日本・太平洋諸島フォーラム首脳会議 (太平洋・島サミット) で採択された「北海道アイランダーズ宣言」に従い設立された 68 億円の基金である。大洋州 14 カ国を対象としており、太陽光発電または海水淡水化の導入を行う。

運営委員会は、太平洋諸島フォーラム事務局 (PIFS) と日本側により構成される。PIFS は PEC 基金の運営を行っており、提案書の受け付けも行う。技術支援グループは PIFS と日本から各 2 人が選ばれ、計 4 名で構成される。現在、最も手続きが進んでいるのはサモア独立国であり、詳細提案書が承認される段階にある。クック諸島とパラオ共和国からも詳細計画を受け取っている。

今回の調査対象 4 カ国については、コンセプトペーパーが提出されている。各国からの要請内容の概要は、キリバス (系統連系太陽光発電 180kW)、ソロモン (SHS 4700 システム)、トンガ [太陽光 (400kW)・ディーゼルハイブリッド発電]、マーシャル (太陽光・ディーゼルハイブリッド発電、海水淡水化) である。現在のところ受け取っている 11 つの提案書のうち、9 つが系統連系太陽光発電で、残りの 2 つが SHS である。

対象国は次のとおり (本調査対象国を下線付きの太字で示す)。

クック諸島、フィジー、キリバス、マーシャル、ミクロネシア、ナウル、ニウエ、サモア、ソロモン、トンガ、ツバル、バヌアツ、パラオ、パプアニューギニア

(2) PRIP [Pacific Regional Indicative Programme (European Development Fund 10 : EDF 10)]

PRIP は、欧州開発基金 (EDF) の支援を受けて実施されている太平洋地域のプロジェクトである。各国に National Authorizing Officer (NAO) がおり、その代表として Regional Authorizing Officer (RAO) が PIFS にいる。プロジェクトは CROP 機関などにより形成される。プロジェクト内容は、エネルギー分野だけではなく、水供給や保健・衛生及び人材育成などがある。

対象国は次のとおり。

クック諸島、フィジー、ミクロネシア、キリバス、ナウル、ニウエ、マーシャル、パラオ、パプアニューギニア、サモア、ソロモン、東ティモール、トンガ、ツバル、バヌアツ

(3) 国際自然保護連合 (International Union for Conservation of Nature : IUCN)

IUCN は、1948 年に創設された国際的な自然保護団体であり、国家、政府機関、非政府組織 (NGO) などを会員とする。本部はスイスのグランにある。日本で、は 1978 年に環境庁が日本の政府機関として加盟し、1995 年に国家会員として加盟している。大洋州地域では、省エネルギーと再生可能エネルギーに関するプロジェクト “Managing the Ecosystem and Livelihood Implications of Energy Policies in the Pacific Island States” を実施中である。

対象となる国は 6 カ国であり、国名とプロジェクトタイトルは次のとおり。

パラオ : “Energy Efficiency in Housing and Solar Energy”

サモア : “Greenhouse gas Abatement through Energy Efficiency and Bio-fuel Applications in the Land Transport Sector”

ツバル : “Photovoltaic Electricity Network Integration Project”

バヌアツ : “Vanuatu Renewable Energy Project”

トンガ : **“Mango and Mo'unga'one Solar Electrification Project”**

マーシャル : **“Efficient and Renewable Public Lightings for Urban Centers”**

(4) Pacific Islands Greenhouse Gas Abatement through Renewable Energy Project (PIGGAREP)

PIGGAREP は、UNDP/GEF によるプロジェクト “Pacific Islands Renewable Energy Project (PIREP)” が 2006 年に終了した後の 2007 年から開始された。温室効果ガス (GHG) の排出量を削減するために、適正な再生可能エネルギーの導入促進を目標に掲げている。このプロジェクトの実施機関は PSPREP である。対象となる国は 11 カ国 (クック諸島、フィジー、キリバス、ナウル、ニウエ、パプアニューギニア、サモア、ソロモン、トンガ、ツバル、バヌアツ) である。プロジェクトを構成している 6 項目を下に示す。

1. Technical Capacity Development and Technical Support
2. RE Market Development
3. Institutional Strengthening
4. Financing Support
5. Policy and Regulatory Support
6. Information and Awareness Enhancement

## (5) Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership (REEEP)

REEEP は、主に開発途上国における再生可能エネルギーと省エネルギーの市場拡大を促進する非営利団体である。REEEP は、2002 年に南アフリカで開催されたヨハネスブルク・サミットにおいて設立された。現在は、45 カ国の政府、民間会社及び国際機関など 350 以上の賛同を得ている。大洋州においても、再生可能エネルギーと省エネルギーに関するプロジェクトを実施している。実施されているプロジェクトを以下に示す。

### 1) Sustainable Energy Industry Association of the Pacific Islands (SEIAPI)

再生可能エネルギーと省エネルギーに関するプロジェクトが成功している地域には、産業をまとめる協会組織が効率よく機能している場合が多い。本プロジェクトの目的は、大洋州諸国に持続可能なエネルギー産業に関連する協会組織を設立することであり、再生可能エネルギーと省エネルギーについて実践者を承認する枠組みを設立することである。

対象となる国は、以下の 12 カ国である。

クック諸島、フィジー、キリバス、マーシャル、ミクロネシア、ナウル、ニウエ、サモア、ソロモン、トンガ、ツバル、バヌアツ

### 2) Energy efficiency policy instruments in Pacific Island countries

大洋州の中から選ばれた 4 カ国を対象に、エネルギー政策とアクションプランの策定を行った。このプロジェクトは SOPAC の協力の下、Pacific Islands Energy Policy and Strategic Action Planning (PIEPSAP) プロジェクトを通じて実施された。策定された政策及びアクションプランには省エネルギーとエネルギー効率改善が含まれており、現在も実施段階にある。

対象となる国は、以下の 4 カ国である。

マーシャル、パラオ、サモア、バヌアツ

### 3) Developing a framework for clean energy microfinance in the Pacific

実施中の再生可能エネルギーと省エネルギーのプロジェクトにおいて、マイクロファイナンスに対する興味及び関心をもたせる。フォローアッププロジェクトにおいて、再生可能・省エネルギーに関するローンの開発を支援する。

対象国は以下の 3 カ国である。

バヌアツ、フィジー、サモア

## 2-2 各国調査結果の概要

各国調査結果の概要は、表 2-2～2-4 のとおりである。

表2-2 4カ国の電力セクター基本指標

	全人口と本島(首都含)の人口	電力料金(USD/kWh)	既存発電設備定格容量と発電可能容量	最大電力需要	電化率(全国、地方)	ディーゼル油コスト(USD/Lもしくはgallon)	発電所内ロス率	送配電ロス率	再生可能エネルギーポテンシャル(種類、テータ等)				
									太陽光日射量(kWh/m <sup>2</sup> /day)	風力風速(m/s)	小水力開発ポテンシャル(MW)	バイオマス(種類)	その他
マーシャル	52,338人 (2007年統計局)	0.41	28MW	9MW	88%(都市)*1 12%(地方)*1	n.a.	n.a.	8%	5.44	4.47 (Mjuro)	n.a.	コブラ	
トンガ	101,991人 (2006年国勢調査) 本島:72,000人	0.51	11.28MW	8.5MW	95%(全国)*1	n.a.	3%	18%	5.95	4.8 (Tongatapu) 5.0 (Eua) (20m agl).	n.a.	コブラ 木質バイオマス 農産廃棄物	
ソロモン	507,000人 (2008年推定) 首都:69,000人(2006 年国勢調査)	Domestic 0.56 Commercial 0.62 Industrial 0.60	水力含め 26.4~ 14.4MW (DG 11.4MW)	13.8MW	72%(ホニアラ)*1 10%(地方)*1	政府の免状が有り	10%	18%	5.35	n.a.	326	コブラ 木質バイオマス 農産廃棄物	地熱
キリバス	92,533人 (2005年統計局) 首都:46,000人	Domestic 0.42 Commercial 0.58 Industrial 0.73	5.45MW	5MW	90%(タラワ)*2 30%(地方)*1	1.27	n.a.	16%	5.52	n.a.	n.a.	コブラ	
国際機関 太平洋諸島センター <a href="http://www.pic.or.jp/index.htm">http://www.pic.or.jp/index.htm</a>													
										*1IREEP(マーシャル、トンガ、ソロモン) *2Final Kiribati Infrastructure Sector Review			

表2-3 4カ国の電力セクターの現状と課題-1

	主要なエネルギー政策	系統連系に関する法規制、ガイドラインの有無	既存ディーゼル発電の状況(運用、保守等)	ディーゼル発電の今後の課題	再生可能エネルギー導入状況(首都、地方)					再生可能エネルギー導入にかかる今後の課題					
					太陽光	風力	小水力	バイオマス	その他	太陽光	風力	小水力	バイオマス	その他	
マーシャル	National Energy Policy and Energy Action Plan	なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>総出力26.10MW</li> <li>出力制限16.00MW</li> <li>海水取水槽</li> <li>塵外設置機器増設</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EDC導入</li> <li>燃料取扱安全基準</li> </ul>	首都(系統連系:57kW) 地方(SHS1600台) (公共:6/71)	n.a.	バイオディーゼル製造(現在は生産中止)	n.a.	<ul style="list-style-type: none"> <li>系統連系の最大容量算出</li> <li>ガイドライン</li> <li>人材育成</li> </ul>	風況観測及び評価	n.a.	<ul style="list-style-type: none"> <li>バイオマス資源の評価</li> <li>発電燃料としての活用</li> </ul>	n.a.	その他	
トンガ	Tonga Energy Road Map	なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>総出力11.28MW</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>7号機冷却水方式の変更</li> <li>燃料取扱安全基準</li> </ul>	首都(系統連系9kW) 地方(SHS813台)	n.a.	n.a.	n.a.	<ul style="list-style-type: none"> <li>系統連系の最大容量算出</li> <li>ガイドライン</li> <li>人材育成</li> </ul>	風況観測及び評価	n.a.	<ul style="list-style-type: none"> <li>バイオマス資源の評価</li> </ul>	n.a.		
ソロモン	Cooperate Plan 2011 - 2013	なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>ホニアラ発電所建屋</li> <li>総出力21.168MW</li> <li>出力制限17.00MW</li> <li>補修点検不足</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>冷却水系統の改善</li> <li>燃料取扱安全基準</li> </ul>	地方(SHS3000台)	n.a.	地方(180kW) その他民間所有	ADBによるバイオディーゼル製造と発電の実証試験	n.a.	<ul style="list-style-type: none"> <li>系統連系の最大容量算出</li> <li>ガイドライン</li> <li>人材育成</li> </ul>	風況観測及び評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>土地所有権</li> <li>水利権</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>バイオマス資源の評価</li> <li>発電燃料としての活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地熱</li> <li>基礎調査</li> </ul>	
キリバス	Kiribati National Energy Policy	なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>ペンガ発電所建屋</li> <li>総出力5.65MW</li> <li>最大負荷50MW</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>廃油処理方法</li> <li>運隔管理システム</li> <li>燃料取扱安全基準</li> </ul>	地方(SHS1521台) (公共:70/51)	n.a.	n.a.	バイオディーゼル燃料製造(実証試験)	n.a.	<ul style="list-style-type: none"> <li>系統連系の最大容量算出</li> <li>ガイドライン</li> <li>人材育成</li> </ul>	風況観測及び評価	n.a.	<ul style="list-style-type: none"> <li>バイオマス資源の評価</li> <li>発電燃料としての活用</li> </ul>	n.a.	

表 2-4 4 カ国の電力セクターの現状と課題-2 (続き)

	省エネの推進状況 (DSMとSSM)	省エネの推進にかかると今後の課題	主要ドナーとプロジェクト	PEC基金への申請内容と進捗状況	その他留意点 (C/P 機関の体制、土地問題 他)
マーシャル	DSM: 照明交換 一般家庭: 100 街灯: 700	<ul style="list-style-type: none"> <li>・送配電ロス</li> <li>・トランス容量の検討</li> <li>・エネルギー診断</li> <li>・啓発活動</li> </ul>	IUCN: "Efficient and Renewable Public Lighting for Urban Centers" ADB: "Improved Energy Supply for Poor Households" UNDP, OEPPC: "Action for the Development of Marshall Islands Renewable Energies" EDF-10 PEC基金	<ul style="list-style-type: none"> <li>・太陽光・ディーゼルハイブリッド発電、海水淡水化</li> <li>・コンセプトペーパー提出</li> </ul>	MRD、EPU、MECともに海外からのアドバイザーが駐在
トンガ	DSM: 街灯交換 240 LED	<ul style="list-style-type: none"> <li>・送配電ロス</li> <li>・エネルギー診断</li> <li>・啓発活動</li> </ul>	NZAI: "Village Network Upgrade Project" REEEP: "Energy Efficiency Regulation" NZAI, WB, TPL, GoT, Meridian Energy: "1.5MW Solar farm" EDF-10 PEC基金	<ul style="list-style-type: none"> <li>・太陽光(400kW)ディーゼルハイブリッド発電</li> <li>・コンセプトペーパー提出</li> </ul>	TERMの内容に合致した計画が必要
ソロモン	SSM: SISEP (プリパイドメータ、配電網の整備、発電所リハビリ等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・送配電ロス</li> <li>・エネルギー診断</li> <li>・啓発活動</li> </ul>	WB: "Solomon Islands Sustainable Energy Program (SISEP)" EIB, IFC, AUS, WB: "Tina River Hydro-Power Development Project" ADB: "Promoting Access to Renewable Energy in the Pacific" EDF-10 PEC基金	<ul style="list-style-type: none"> <li>・SHS 4700システム</li> <li>・コンセプトペーパー提出</li> </ul>	SHS配布の政治利用が懸念される
キリバス	SSM: PPAにより送配電線の効率改善に関する調査終了	<ul style="list-style-type: none"> <li>・送配電ロス</li> <li>・エネルギー診断</li> <li>・啓発活動</li> </ul>	PPA / KEMA: "Quantification of Power System Energy Losses in Southern Pacific Utilities" "Wind Resource Assessment for Kiribati Islands" IUCN (イタリヤ政府): "Renewable Energy Systems for Water Pumping", "Bio-fuel development and Refining Development at Kiribati Copra Mill", "PV Hybrid Mini-Grid for Chevalier College, Abemama Atoll" EDF-10 PEC基金	<ul style="list-style-type: none"> <li>・系統連系太陽光発電 180kW</li> <li>・コンセプトペーパー提出</li> </ul>	クリスマス島の開発

## 2-3 団長所感

調査団長として自ら現地調査を実施した対象国<sup>1</sup>を中心に、今後の案件形成上の留意点含め、団長所感を以下に示す。

### (1) マーシャル

マーシャルでは資源開発省（Ministry of Resource and Development : MRD）がエネルギー・電力分野の政策立案・規制監督を担当しているが、省エネ、再生可能エネルギー分野も含めて所管する Energy Planning Division には職員が3名<sup>2</sup>しかおらず、エネルギー分野の専門知識・技術レベルも必ずしも十分とはいえない。マーシャルエネルギー公社（Marshall Energy Company : MEC）も同様の状況であり、MRD と MEC にはそれぞれ1名ずつオーストラリア国際開発庁（AusAID）、アジア開発銀行（ADB）からアドバイザーが派遣されているが、両者ともに組織・個人レベルでのキャパシティが不足している。このような状況で、EU、台湾、オーストラリアなど多数のドナーが省エネ、再生可能エネルギー分野の協力を展開しているため、MRD や MEC 職員側は消化不良の感が否めない。このため、本件開発調査ではカウンターパート（C/P）と共同で調査・作業を進めることにより、調査完了後にはマーシャル側で必要な制度、法規制を整備することができるよう、あるいは設備運用管理を効率的に実施できるよう、人材育成を常に念頭に置きながら調査を進めることが重要である。加えて、キャパシティが限られたマーシャルで将来的に過度の負担とならないよう、必要最小限の制度・法規制を検討することも必要である。

MEC の電気料金体系は、輸入燃料単価にスライドして調整されるため、2011年6月時点で約42USc/kWh（住宅用）と高騰しており、図2-1に示すように2005年をピークに電力消費は減少傾向にある。なお、設備投資を含む電力供給のコストは50USc/kWh以上であることから、現状においても高価なディーゼル発電の発電原価を回収できていないのが実情である。

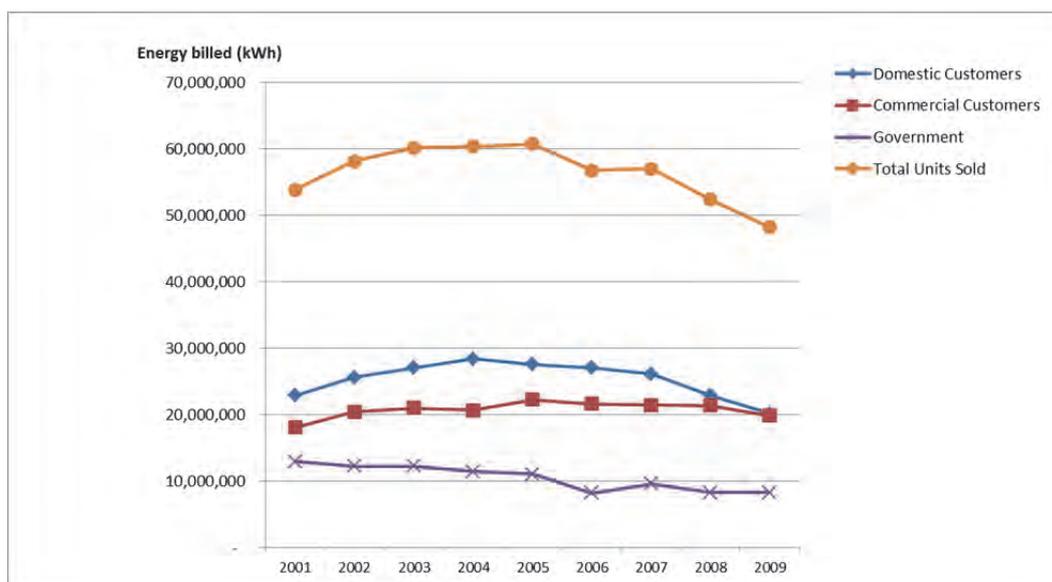


図2-1 MEC販売電力量の推移

<sup>1</sup> キリバスについては団長による訪問・現地調査は行われていない（調査団による調査結果は第2章、第6章を参照）。

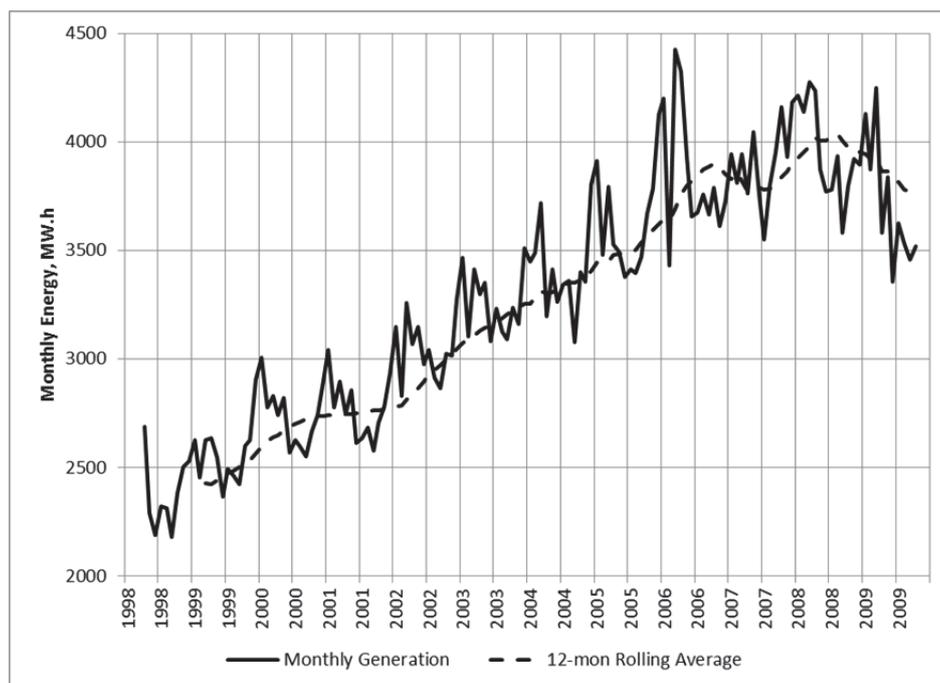
<sup>2</sup> National energy planner、energy officer、support staff の3名。

以上の背景を踏まえ、本開発調査では、①Supply-Side Management (SSM) による発電・配電設備運用の効率化を図り供給原価を引き下げるとともに、②より安価な再生可能エネルギーの導入を進めるための体制整備を支援する、ことを想定している。再生可能エネルギーの中でも、風力発電のポテンシャルが乏しいマーシャルでは、太陽光発電の導入可能性が高い。太陽光発電は、日本での発電単価が 2011 年に 40 円/kWh を下回ったといわれており、より日射量の大きいマーシャルでは 30~35 円/kWh の水準と考えられることから、既存のディーゼル発電に比べて十分価格優位な領域に入っていることが想定される。

## (2) トンガ

トンガでは、環境・気候変動省 (Ministry of Environment and Climate Change : MECC) がエネルギー政策の策定と、Outer islands のディーゼル発電所やオフグリッド地方電化を担当しているが、トンガエネルギーロードマップ (Tonga Energy Road Map : TERM) を策定した首相府傘下の TERM Implementation Unit (TERM/IU) が TERM の実施のみならず、本来のエネルギー政策に係る業務まで関与し、両組織の位置づけが非常に不透明な状況である。さらに、規制機関としては 2008 年に旧トンガ電力局 (TEPB) から独立した Electricity Commission が存在し、電気料金・安全規制や技術基準の策定・遵守を監督している。電気事業者としては、2008 年に旧 TEPB が国有企業化されたトンガ電力公社 (Tonga Power Limited : TPL) が、ニウアス諸島を除くオン・グリッドのディーゼル発電・配電事業を実施している。島嶼国では、電気事業については規制・監督省庁と電気事業者の二者により計画から維持管理までカバーされるが、トンガでは上記のごとく複数のステークホルダーが電気事業にかかわっている点が特徴である。このため、今後本格調査を実施する場合には、各組織の調査における役割分担と、調整・連携のための仕組みを検討する必要がある。将来的に、TERM/IU を MECC 傘下に移す組織変更が検討されているとの情報もあり、今後の組織改編の動向に留意する必要がある。

トンガにおいても、以下の図に示すとおり、2008 年以降電力需要は減少傾向にある。主な要因としては、①TPL の電気料金体系は輸入燃料単価にスライドして調整されるため、2011 年 7 月時点で約 53USc/kWh と高価であること、②非技術的ロス低減のため、盗電防止機能付きの新計量システムのトンガタブ島への導入を開始し、需要家の省エネ・インセンティブが高まったこと、が考えられる。加えて、TV やラジオによる啓蒙普及キャンペーンの実施など、需要家側の省エネについては既にある程度取り組みが進められており、本協力では電力供給側の供給ロス低減と、今後の再生可能エネルギー導入を踏まえた制度・システムの整備が期待されている。



出典：TPL 提供資料

図 2-2 月間発電電力量の推移（トンガタプ島系統）

トンガタプ島の TPL 発電所では、既に SCADA システムが導入され、燃費が異なる複数台のディーゼル発電設備を効率的に自動運用することが可能となっている。このため、供給ロス低減に資する協力可能性としては、発電所よりも配電線の運用効率改善を進めるための支援が現実的である。また、出力が不安定な太陽光発電や風力発電の系統連系可能容量を検討し、各フィーダーごとの、更には区間ごとの導入可能容量の算出手法について、TPL 技術者への技術移転を進めながら検討することが要請されている。併せて、発電所への AFC（自動周波数制御装置）や高速ディーゼル発電機の導入など、再生可能エネルギーの導入可能容量を増やすための方策についても検討する。

TPL では、将来的に 11kV 配電線にも SCADA システムを導入し、再生可能エネルギーの大量導入を想定して配電線の電圧・電流を遠隔監視することを計画しており、日本や欧米におけるスマートグリッド導入にも似た先端的な取り組みが進められている。上述した新計量システムでは、電柱上にコントロール・ユニットを設置することで、TPL 事務所から遠隔検針、遠隔停止・停解操作が可能となり、日本の電力会社で導入検討が進められているスマートメーターと同程度の機能を有する。このような先進的な取り組みが進められているところ、本協力を実施する場合には、トンガでは他の対象国よりも高いレベルの技術支援が要求される点に留意する必要がある。

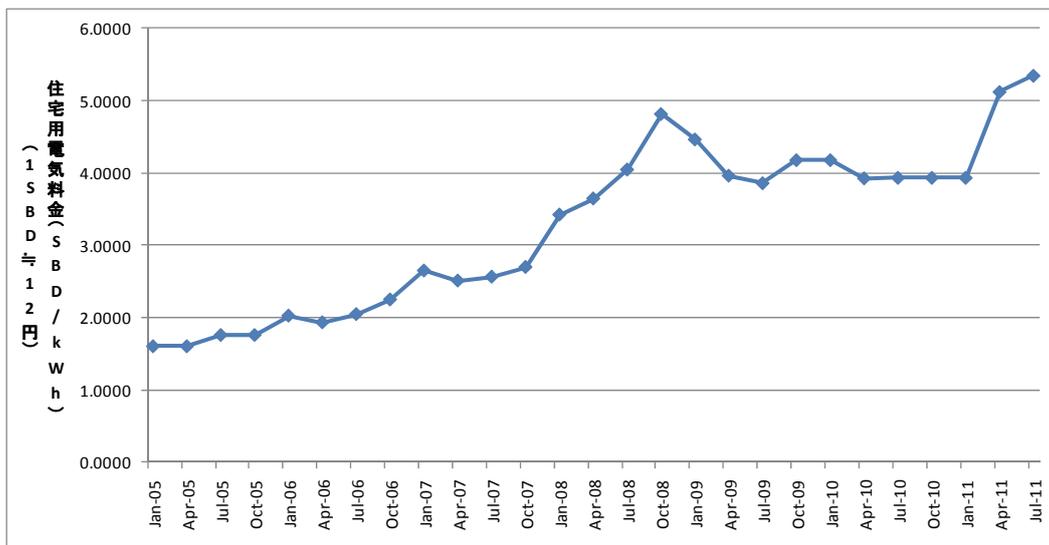
### (3) ソロモン諸島

ソロモン諸島（以下、「ソロモン」と記す）では鉱山・エネルギー・地方電化省（Ministry of Mines, Energy and Rural Electrification : MMERE）によって、太陽光発電を中心とした再生可能エネルギーの導入、省エネルギー推進が進められているが、他の大洋州諸国に比べてその取り組みは遅れている。再生可能エネルギーについては、ディーゼル発電が導入されていな

い離島における公共施設や住宅への独立型太陽光発電システムの導入が進められているが、ホニアラ首都圏ではティナ（Tina）水力開発計画が世銀などにより進められている程度であり、太陽光発電などによる集中型あるいはルーフトップ型の系統連系型システムについては積極的に導入が進められていない。これは、ソロモンでは全国の世帯電化率が約 15%と際立って低く、地方でのインフラ整備が優先的に進められていること、また首都圏での治安状況から高価な太陽光発電システムの設置が敬遠されていることなどが要因として推察される。

ソロモンのエネルギー・電力分野における喫緊の課題は、ホニアラ首都圏で増大する電力需要に対応できる供給力の確保である。ソロモン電力公社（Solomon Islands Electricity Authority：SIEA）によると、現在輪番停電により最大電力は約 11.4～11.7MW であるが、輪番停電なしでは約 13.7MW に達する。これに対し、現状の発電供給力としては、ホニアラ、ルンガの両発電所の設備容量は約 24MW であるが、実際の発電可能容量としては約 12MW まで落ちており、供給力不足となっている。このため、SIEA では緊急的に 5MW の発電機を 1 台、さらに今後 1～2 年をめどに同容量のユニットを 1 台調達（ルンガ発電所の既設 4、5 号機を撤去）する計画であるが、既設発電機の出力が落ちている最大の要因は、冷却水系統や潤滑油系統が高温環境で機能を発揮できていない点であるため、より根本的な対策が必要と考えられる。このため、世銀の SISEP（Solomon Islands Sustainable Energy Project）では、発電所、送配電線の供給ロス低減のための調査を実施中である。

SIEA の電気料金体系は、輸入燃料単価にスライドして調整されるため、2011 年 7 月時点で約 72USc/kWh（住宅用）と高騰しており、図 2-3 に示すように 2005 年以降ほぼ一貫して上昇している。今回の調査対象国でも最も高い水準であり、電化率が 15%という点と合わせて考えると、電力供給は料金を支払える富裕層を対象としたインフラとして整備されていると想定される。



出典：TPL 提供資料

図 2-3 住宅用電気料金の推移（ホニアラ系統）

以上の背景を踏まえると、ソロモンにおいては、他の調査対象国のように首都圏を対象とした、再生可能エネルギーの導入、もしくはSSMによる発電・配電設備運用の効率化を図るという支援ではなく、地方における再生可能エネルギー導入支援のための技術協力が可能性として考えられる。再生可能エネルギーの中でも、風力発電のポテンシャルが乏しいソロモンでは、太陽光発電の導入可能性が高い。既に台湾などドナーの支援により3,000台以上の独立型太陽光発電システムが導入されているうえ、さらにPEC基金で約4,700台の供与が要請されており、機材据付後の維持管理体制が懸念されている。このため、本協力とは別の枠組みで、これら独立型太陽光発電システムをコミュニティで持続的に維持管理するための技術支援が早急に必要と考えられる。

## 第3章 マーシャル国における調査・分析結果

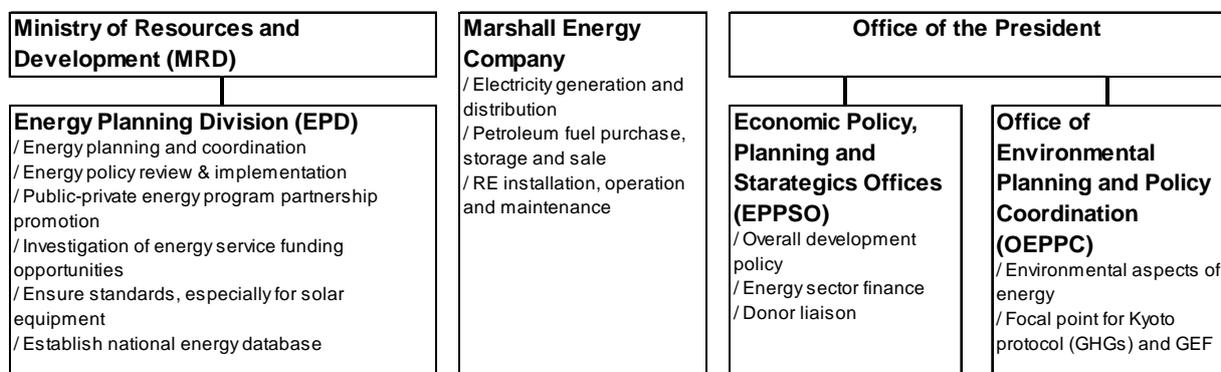
### 3-1 電力セクター概況

#### (1) 電力セクター概況

マーシャル諸島共和国（以下、「マーシャル」と記す）では、資源開発省（MRD）が電力セクターを含むエネルギー部門を管轄している。MRD は、ほかに農業と貿易投資も管轄しており、エネルギーと食糧及び収入向上機会の供給などを推進している。MRD 内では、エネルギー計画局（Energy Planning Division : EPD）がエネルギー関連を担当している。

発電及び送配電等の電力事業に関しては、マーシャルエネルギー公社（MEC）が業務を実施している。MEC は、発電に必要な燃油等の輸入から電気料金の徴収まで電力事業の全般について事業を請け負っている。

マーシャルのエネルギー政策の関係機関を図3-1に示す。EPD は、MRD の下部組織として国家エネルギー計画や政策等に関する業務を行っている。また、EPD は太陽光発電等の再生可能エネルギー及び省エネルギーの推進を行っている部局である。MEC は政府から独立した組織として発電事業、燃油の購入と貯蓄及び販売、再生可能エネルギーの導入と維持管理を行っている。環境面を担当する環境計画・政策調整局（OEPPC）、及び経済政策と戦略的計画を担当する経済政策・計画・統計局（EPPSO）が、大統領室の直属機関としてある。Energy Action Plan では、下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・タスクフォースの役割も重要であるとされている。



出典：Volume 2: Energy Action Plan (2009-2011)

図3-1 マーシャル国政府エネルギー部門の責任機関

エネルギー・タスクフォースのメンバーを下記に示す。

- ・資源開発省（MRD）
- ・外務省（Ministry of Foreign Affairs）
- ・内務省（Ministry of Internal Affairs）
- ・経済政策・計画・統計局（EPPSO）
- ・環境計画・政策調整局（OEPPC）
- ・マジュロ環礁廃棄物処理会社（Majuro Atoll Waste Company）
- ・マーシャルエネルギー公社（Marshalls Energy Company）

## (2) 配電設備の運用状況

首都マジュロの送配電線は、発電所から 13,800V の 3 フィーダで送電されている。変電所にて 4,160V まで降圧して、各地区に給電している。架空送電の地域では柱上変圧器が、地中送電線の地域では地上据置型変圧器が設置されており、単相 208V または 3 相 4 線 208V/120V に変圧され需要家に電力供給をしている。フィーダ 1 の空港以北、及びフィーダ 3 は地中送電されている。MEC によると、系統全体として約 8% のシステムロスが記録されている。

## 3-2 再生可能エネルギー／省エネルギー政策及び制度

### (1) 政策及び制度

マーシャルのような島嶼国にとって、輸入燃料の依存度を減少させることは、国家のエネルギー安全保障の面から重要である。マーシャルは、発電燃料として、100% を輸入燃料に依存している。また、燃料は国家の最大輸入品目であり、発電事業は輸入燃料の 3 分の 1 以上を消費している。

このような状況の下、マーシャル国政府は、2009 年 9 月に「国家エネルギー政策及び行動計画」を作成した。その中で、以下の目標を設定している。

- ・ 2015 年までに都市部は 100% の、離島地域では 95% の世帯電化を行う。
- ・ 2020 年までにエネルギーの 20% を再生可能エネルギーで供給する。
- ・ 2020 年までに一般世帯及びビジネス関連施設の 50%、政府関連施設の 75% のエネルギー利用効率を向上させる。
- ・ 2015 年までに MEC のエネルギー供給ロスを 20% 低減する。

### (2) 再生可能エネルギーの導入状況とポテンシャル

マーシャルは、NASA のデータによると年平均日射量が 5.44 (kWh/m<sup>2</sup>/day) と大きく、太陽光ポテンシャルの大きい国である。そのため、都市部及び離島において多くの太陽光発電設備が導入されている。マジュロ島には、個人により導入された太陽光発電システムがある。マーシャル短期大学 (College of Marshall Islands : CMI) には、系統連系された設備容量 57kW の太陽光発電システムが導入されている。離島には、約 1,600 台の SHS、及び 6 つの公共施設に太陽光発電システムが、MEC により導入され維持されている。

また、CMI の太陽光発電設備に近接して風速風向計が設置されており、約 1 年間の観測が行われている。平均風速は、約 10mph (4.47m/s) である。マジュロ島には、数台の小型風力発電設備が導入されている。

マーシャルで利用可能なバイオマス資源としてコブラがある。ディーゼル発電機 1 号機をコブラから精製されたバイオ燃料用に改造することが ADB により検討されている。しかし、現在のところ、バイオディーゼル燃料及びその他バイオマス資源は、発電目的で利用されていない。

### (3) 省エネルギーの活動状況

マーシャルでは、いくつかの省エネルギーに関するプロジェクトが実施されている。MEC と MRD により、マジュロ島の一般世帯を対象として約 1,000 の白熱電球が効率の良い蛍光灯に交換されている。街灯に関しては、約 700 の効率の悪い照明が効率の良い LED 及びソー

ラー街灯などに交換されている。啓発活動として、パンフレットの作成、ラジオ放送及び学校でのイベント参加等の活動が行われている。

### 3-3 ディーゼル発電設備の運用状況

#### (1) 電力システムの概要

##### 1) 発電設備

表3-1に今回調査したマーシャル国の発電設備の主な仕様を示す。No.1 建屋に5機、No.2 建屋に2機合計7機のディーゼル発電機が設置されている。

表3-1 マーシャルの発電設備の主な仕様

パワーハウス	ユニット No.	出力 (kW)		回転数 (rpm)	備考
		定格	利用可能		
No.1 建屋	1	2,500	1,800	450	Peilstick 10P.C 2V MK2
	2	2,500	2,400	450	Peilstick 10P.C 2V MK2
	3	2,500	0	450	Peilstick 10P.C 2V MK2
	4	2,500	0	450	Peilstick 10P.C 2V MK2
	5	3,300	1,800	720	Catapillar 3616
No.2 建屋	6	6,400	5,000	600	Deutz BV16M640
	7	6,400	5,000	600	Deutz BV16M640
合計		26,100	16,000		

出典：調査団作成

##### 2) 系統負荷

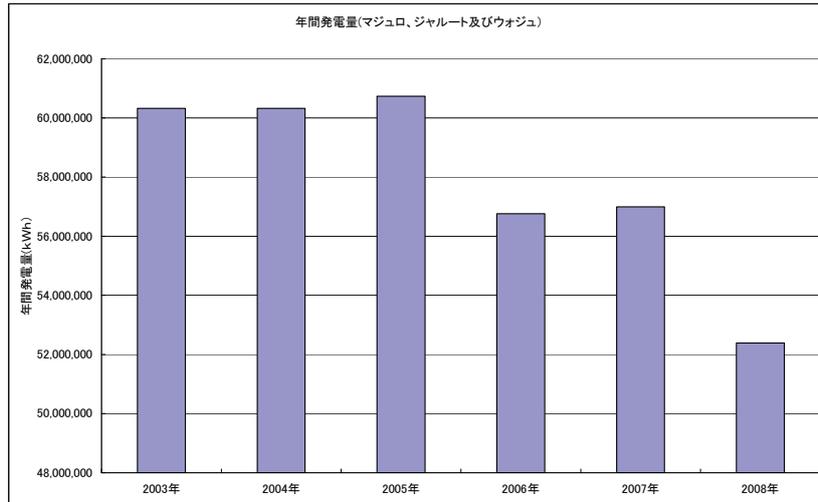
図3-2に2003年から2008年におけるマジュロ、ジャルト及びウォジェの年間発電電力量を示す。図より、マーシャルでは、2005年をピークとして電力消費量が減少傾向にある。これは、燃料費単価により電気料金が自動調整される制度が導入されており、近年のディーゼル燃料価格の高騰により、電気料金単価が上昇し、省エネ・インセンティブが強く働いていることや、2006年以降マジュロの大手水産会社とスーパーマーケットが撤退したことが要因だと考えられる。

表3-2 マーシャルアイランド負荷データ

(単位：kWh)

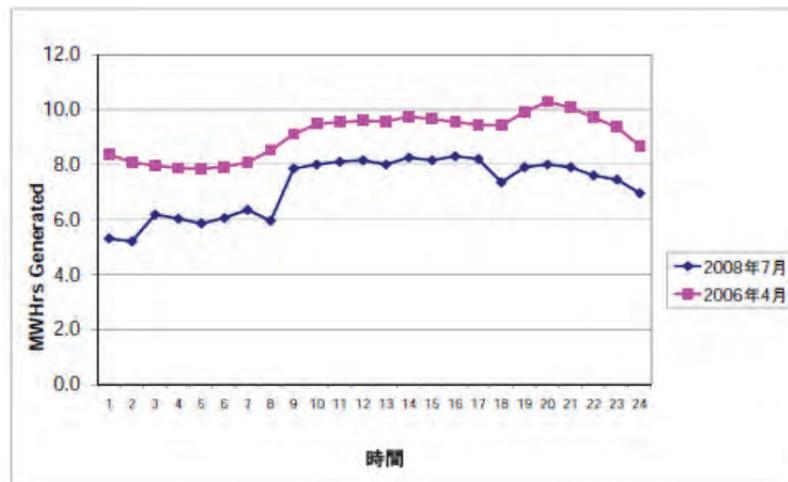
	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
商業施設	20,625,812	20,625,812	22,195,168	21,599,522	21,387,468	21,337,845
政府関連	11,374,123	11,374,123	11,021,668	8,164,211	9,521,295	8,194,685
住宅	23,593,125	23,593,125	22,701,248	21,613,347	20,446,921	17,256,604
諸設備	4,731,948	4,731,948	4,816,015	5,384,018	5,640,133	5,595,506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

出典：調査団作成



出典：南太平洋島嶼国における CDM プロジェクト検討調査

図 3-2 負荷実績 (2003~2008 年)



出典：マーシャル大洋州地域太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画 3 報告書

図 3-3 日負荷曲線 (月平均値)

### 3) 発電コストの推移

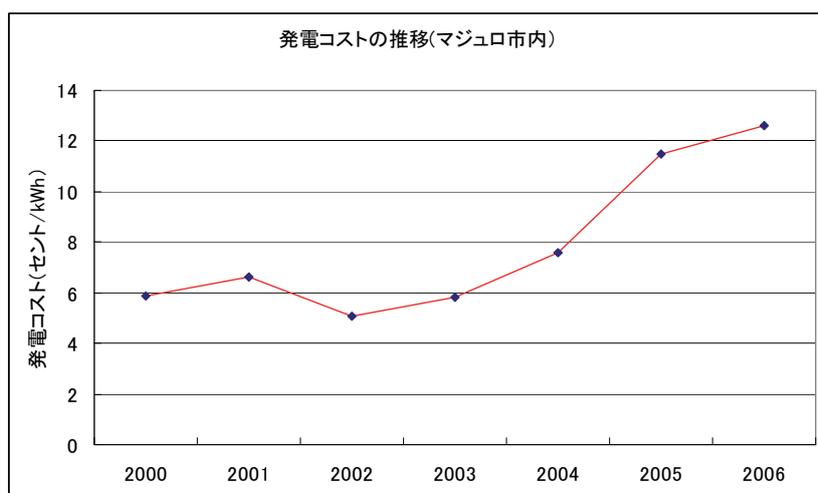
マーシャルアイランド、マジロ市内の発電コストの推移を表 3-3 に示す。発電コストは燃料高騰の影響により年々増加傾向にある。

表 3-3 マジロ市内の発電コストの推移

(単位：US¢/kWh)

	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年
発電コスト	5.9	6.6	5.1	5.8	7.6	11.5	12.6

出典：調査団作成



出典：マーシャル大洋州地域太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画3 報告書

図3-4 発電コスト

## (2) 建屋の状況

MEC 発電所敷地内に2つのパワーハウスが立地している。No.1 建屋は築30年以上が経過していることから、建屋内の劣化が激しく、また、開口部（配管及びケーブルピット）の安全対策が施されていないなど、劣化及び安全対策の点について改善することが望ましい。また、2006年に機関室内に火災が発生しており、整理整頓及び清掃（油汚れなど）の不足が原因と考えられる。

一方、No.2 建屋については、築10年程度と No.1 建屋に比べ比較的新しいことから、特に目立つ損傷はみられなかった。

## (3) ディーゼル発電機の状況

No.1 建屋に設置のディーゼル発電機5機のうちの2機が、2006年の火災による影響で使用できない状況である。No.2 建屋に設置のディーゼル発電機2機のうち1機が、現在定期点検中である。

電力供給力については、両建屋のディーゼル発電機の出力合計は25.7MWであり、使用できない状況であること、定期点検中であることなどを考慮すると、発電可能出力は14.5MWとなる。しかしながら、最大容量の6号機（6.2MW）が使用不可能な状況を想定した Firm Capacity は8.3MWとなり、系統負荷のピーク電力（8.9MW）を供給することが困難となる。応答性については、全ディーゼル発電機の回転数調整機構（ガバナ）が機械式となっており、機械式は電子式に比べ応答性が悪いことから、太陽光などの再生可能エネルギーが大量導入された場合の出力変動抑制に対しては応答性の点が懸念される。また、機関自体の状況について3号機と4号機以外は良好と思われるが、定期点検とオーバーホール点検が計画的に行われているのかが懸念される。（50,000時間運転履歴あり）

## (4) 周辺機器

燃料にはディーゼル油が使用されており、一部の発電機については廃油を再利用する燃料

改質装置が設置されている。なお、各ディーゼル発電機には燃料流量計は設置されていないため、点検後の性能確認が懸念される。

燃料使用量削減への取り組みについては、ココナツ油を代替燃料とする試験的な取り組みが ADB の支援により実施される予定である。

冷却関係については、No.1 建屋に設置のディーゼル発電機には海水が使用されており、No.2 建屋のディーゼル発電機についてはラジエーターを使用した冷却方式となっているが、ラジエーターの消費電力を削減するため、インバーターの導入や海水を利用する方式への変更について検討の余地がある。なお、海水利用の冷却方式は月 1 回以上の冷却器、取水槽の清掃が行われているため、負担軽減について改善の余地がある。

屋外機器については、塩害による腐食がみられ、今後、長期にわたり使用する際は何らかの対策が必要である。特に注意を要するのは屋外貯蔵タンクである。塩害による腐食が著しく厳しい状況であり、消火設備も設置されていないことから安全上も改善するのが望ましい。

#### (5) 運用状況

発電機の起動停止、出力調整及び電圧調整はオペレータの経験から手動で行われている。発電所には自動周波数調整装置 (AFC) が装備されておらず、各発電機が各々の回転数を瞬時に調整する運転 (ガバナフリー運転) での運用がなされている。基本的に 6 号機及び 7 号機をベースロード機として使用し、1 号機、2 号機及び 7 号機は系統負荷によって補助機として運用している。運用上の周波数管理目標値は  $60\text{Hz}\pm 1.0\text{Hz}$  であり、電圧の管理目標値は  $120\text{V}\pm 5\text{V}$  となっている。

環境面については、基準値等がないことから、窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ ) 及び硫黄酸化物 ( $\text{SO}_x$ )、煤塵の管理は行われていない。

発電所全体の燃料消費量は管理されているが、燃料消費率は管理されていないことから、上記も含め、メンテナンスやトラブルの予防保全の点を考慮すると、各機器の圧力、温度などの記録も管理することが望ましい。

### 3-4 RE 電源の系統連系によるディーゼル発電設備への影響及び RE 電源を連系させた場合のディーゼル発電設備の運用改善案

#### (1) 発電所の運用改善によるプラント効率改善

MEC 発電所では 1 号機から 7 号機まで、複数台のディーゼル発電設備が運転されており、各ユニットの運転パターンは運転員の経験に基づき手動で負荷配分されている。このため、プラント全体の燃料消費量を最小とするための経済負荷配分制御 (Economic Load Dispatching Control : EDC) の考え方を導入することにより、プラント全体の発電効率を最適化するための支援が考えられる。

そのほか、発電所の運転員の保守・運用記録をデータベース化し、設備運用改善について幅広く支援することも検討の余地がある。

#### (2) 配電設備容量の適正化による配電ロス低減

MEC によると、配電線並びに変圧器の容量が不足し、系統全体として約 8% にのぼるシステムロスが記録されている。国土面積の小さい島嶼国の電力系統でこの数字は非常にインパ

クトがあり、また発電電力量のほぼ全量をディーゼル発電に依存していることから、上記ロスを 1%低減できれば莫大な燃料費の削減につながることを期待される。他方、前述のとおり、近年の電気料金の上昇により電力消費量は減少傾向にあり、以前に設置された変圧器容量が負荷に対して過大となっている地点も発生しているとのことである。この場合、変圧器の鉄損（無負荷損）は負荷容量にかかわらず発生し、変圧器容量が大きくなるほど鉄損も大きくなることから、現状の電力需要に見合った変圧器容量の適正化が必要である。

このような状況から、MEC 系統全体をシミュレーションし、現状の負荷容量に対して設備容量（電線、変圧器）が適正となっているかどうか確認し、必要に応じて設備容量を適正化する必要がある。加えて、これら設備容量をデータベース化して定期的に更新するための体制整備が望まれている。

### 3-5 気候変動対策への取り組み

#### (1) 概要

環境計画・政策調整局（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）などの国内外におけるすべての環境プログラム等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クリアリングハウス・メカニズム（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

#### (2) 環境影響評価（EIA）

環境影響評価（Environmental Impact Assessment : 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。

#### (3) クリーン開発メカニズム（Clean Development Mechanism : CDM）

マーシャルは京都議定書に 1998 年 3 月 17 日に署名し 2003 年 8 月 11 日に締結している。現在のところ指定国家機関（Designated National Authority : DNA）の登録は行われていない。

### 3-6 他ドナー（域内協力機関含む）の協力動向

#### (1) エネルギー効率・省エネルギー

“Efficient and Renewable Public Lighting for Urban Centers”

- ・ IUCN（国際自然保護連合）
- ・ 予算規模：USD 500,000
- ・ 効率の悪い既設街灯を、LED やソーラー街灯などに交換する。

“Improved Energy Supply for Poor Households”

- ・ ADB：日本政府貧困削減基金（Japan Fund for Poverty Reduction：JFPR）
- ・ 予算規模：USD 2,390,000（JFPR：USD 1,760,000）
- ・ 電力系統に接続されていない貧困世帯に対しプリペイド方式を導入する。ディーゼル発電機1号機をバイオ燃料用に改造する。

#### (2) 再生可能エネルギー

“The Support to the Energy Sector in Five ACP Pacific Island Countries”（REP-5）

- ・ EDF 9th
- ・ 予算規模：12.38 百万ユーロ
- ・ REP-5 は、大洋州の5カ国（ミクロネシア連邦、ナウル、ニウエ、パラオ、マーシャル諸島）を対象とした、再生可能エネルギー及び省エネルギーの促進を目的としたプログラム。マーシャル諸島には、400 台の SHS が REP-5 で導入されている。

“North Pacific ACP Renewable Energy and Efficiency Programme”（EU NORTH-REP）

- ・ EDF 10th
- ・ 予算規模：14.4 百万ユーロ（MRI：4.5 百万ユーロ）
- ・ マーシャル諸島のほかに、ミクロネシア連邦とパラオが対象国。再生可能エネルギーの導入及び省エネルギーの促進を目的としている。1,500 台の SHS が離島に導入される予定である。

“Action for the Development of Marshall Islands Renewable Energies”（ADMIRE）

- ・ 国連開発計画（UNDP）、OEPPC
- ・ 予算規模：USD 2,650,000（GEF：USD 1,000,000）
- ・ ADMIRE は再生可能エネルギー導入を促進するためのプログラムである。人材育成、市場開拓や啓発活動等の広範な活動を行っている。

### (3) 実施予定案件

“EU\_EDF 10”

(単位：€)

	<b>A ENVELOPE</b>	<b>5,300,000</b>
<b>Marshall Islands</b>	RENEWABLE ENERGY	4,500,000
	NON-FOCAL AREA	800,000
	<b>B ENVELOPE</b>	<b>500,000</b>

出典：PRIP ウェブサイト

#### “PEC 基金”

- ・ 予算規模： USD 4 million
- ・ 系統連系太陽光発電とディーゼル発電のハイブリッド発電と海水淡水化施設。コンセプトペーパーの提出済み。

### (4) その他

マーシャル短期大学は米国の Compact 基金により 57kWh の系統連系型太陽光発電設備が導入されており、増設される予定である。

## 3-7 セクターにおける課題と今後の JICA の協力の可能性

本調査の結果、技術協力（開発調査）について以下のニーズを確認することができたが、他対象国での調査結果並びに想定される予算、日本側投入も踏まえ、詳細計画策定調査においてよりスコープを限定する可能性があることを先方に説明し了解を得ている。

### (1) SSM (Supply-Side Management) によるエネルギー供給効率の改善

エネルギー自給システムの構築ステップとして、まずは省エネ政策・制度の充実に向けた技術支援を行うことが想定されたが、マーシャルでは以下の観点から需要サイドの省エネについては、協力実施のプライオリティが相対的に低いものと判断される。

- ・ 政府施設の電気料金については、財務省で一括して支払いを行っているため節電のインセンティブが働きにくい。このため、MRD では法改正を経て各施設所有者にて公共料金を支払う制度の導入を検討しており、需要側の省エネについては同料金改正により大きな効果が期待されるが、導入時期については未定である。
- ・ マーシャルでは 2005 年をピークとして電力消費量並びに需要家数が減少傾向にある。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、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<sup>3</sup>、既に省エネインセンティブが強く働いていることを示している。
- ・ GEF/UNDP による ADMIRE により、エネルギー効率の低いエアコン、冷蔵庫への関税を増加させるなど、省エネ分野についてはドナーによる包括的な取り組みが進められている。

<sup>3</sup> 2011 年 6 月時点の料金体系では、住宅用で 35.8USc/kWh、業務用で 41.8USc/kWh、公共用で 42.8 USc/kWh となっている。

このため、省エネ並びにエネルギー利用効率化についての支援については、供給側つまり発電設備や配電設備の効率的な運用による SSM への支援として、以下の内容を検討することとした。

#### 1) 発電所の運用改善によるプラント効率改善

MEC 発電所では 1 号機～7 号機の複数台ディーゼル発電設備が運転されているが、各ユニットの運転パターンは運転員の経験に基づき手動で負荷配分されている。このため、プラント全体の燃料消費量を最小とするための経済負荷配分制御 (EDC) の考え方を導入することにより、プラント全体の発電効率を最適化するための支援が考えられる。その他、発電所の運転員の保守・運用記録をデータベース化し、設備運用改善について幅広く支援することも検討の余地がある。

#### 2) 配電設備容量の適正化による配電ロス低減

MEC によると、配電線並びに変圧器の容量が不足し、系統全体として約 8%にのぼるシステムロスが記録されている。国土面積の小さい島嶼国の電力系統でこの数字は非常にインパクトがあり、また発電電力量のほぼ全量をディーゼル発電に依存していることから、上記ロスを 1%低減できれば莫大な燃料費の削減につながることを期待される。他方、前述のとおり近年の電気料金の上昇により、電力消費量は減少傾向にあり、以前に設置された変圧器容量が負荷に対して過大となっている地点も発生しているとのことである。この場合、変圧器の鉄損（無負荷損）は負荷容量にかかわらず発生し、変圧器容量が大きくなるほど鉄損も大きくなることから、現状の電力需要に見合った変圧器容量の適正化が必要である。

このような状況から、MEC 系統全体をシミュレーションし、現状の負荷容量に対して設備容量（電線、変圧器）が適正となっているかどうか確認し、必要に応じて設備容量を適正化する必要がある。加えて、これら設備容量をデータベース化して定期的に更新するための体制整備が望まれている。

### (2) 再生可能エネルギーによる発電設備の導入支援

#### 1) 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支援

現在の法規制では、再生可能エネルギーによる発電設備を含む、需要家の自家用発電設備を MEC の電力系統に連系することは認められていない。つまり、発電設備を系統連系できるのは MEC のみであり、その他の企業や個人が発電設備を構内に設置する場合には、MEC の系統とは分離した自立運転での導入しか認められていない。太陽光発電や風力発電など、再生可能エネルギーによる発電設備は、気象条件により出力が大きく変動することから、需要家が安定した電力供給を受けるには、系統連系運転を認められることが望ましい。しかしながら、マーシャルでは許認可に必要な規制体系が整備されておらず、MRD 所属のオーストラリア人専門家が経験則により個別に判断している状況であり、中立的かつ公平な規制・ガイドラインの導入が望まれている。特に、太陽光発電については、マーシャル国内のハードウェアショップにおいても PV モジュールが市販されており、今後の市場価格低下により一般家庭や企業においても導入機運が高まる可能性があることから、政府・電力公社として必要な法規制を準備することが求められている。

## 2) 再生可能エネルギー導入限界量についての検討

上記 MRD 所属のオーストラリア人専門家によると、ニウエでは系統容量に対して約 20～25%の太陽光発電が既に導入され、ディーゼル発電機のハンチング現象が報告されている旨の説明があり、マーシャルにおいても将来的に再生可能エネルギーによる発電容量が、系統の導入限界に近づくことが懸念されている。このため、第1段階として系統側で対策を実施しない場合、導入可能容量の上限を見極めるとともに、第2段階として系統側で対策を実施した場合に導入可能な容量を見極めることが求められている。具体的な対策としては、ディーゼルエンジンの既設機械式ガバナを電子式ガバナに更新する、あるいは PLC (Programmable Logic Controller) を導入して過渡応答性を向上させるといった対策が考えられ、費用対効果を踏まえながら、これら対策の実施可能性について検討することになる。

## 3) PV・ディーゼルハイブリッド発電設備の計画・設計支援

マーシャルでは、離島において既設のディーゼル発電設備の燃料費を削減する観点から、太陽光発電とのハイブリッド発電設備の導入を計画している。これら PV・ディーゼルハイブリッド発電設備を計画・設計するためには、既存の電力需要形態、ディーゼル発電設備容量、日射量、燃料費など、各導入地点に固有のパラメータを踏まえた個別設計が必要であり、複数の専用ソフトウェア (HOMER、RET-Screen など) が利用可能である。このため、MRD や MEC の関連部署において、これらソフトウェアを利用した計画・設計手法を技術移転し、関連プロジェクトの入札や業者提出図面を技術的に評価できる体制を構築することが求められている。

## (2) 無償資金協力の可能性

本調査では技術協力を中心にプロジェクト形成を行ったが、無償資金協力については、上記(1)のエネルギー供給効率改善に資する、システムロス低減のための配電設備更新を検討する余地がある。太平洋諸島電力協会 (PPA) の取りまとめによりフィージビリティ・スタディ (F/S) は完了しており、MEC にて資金計画を検討している段階である。

## 第4章 トンガ国における調査・分析結果

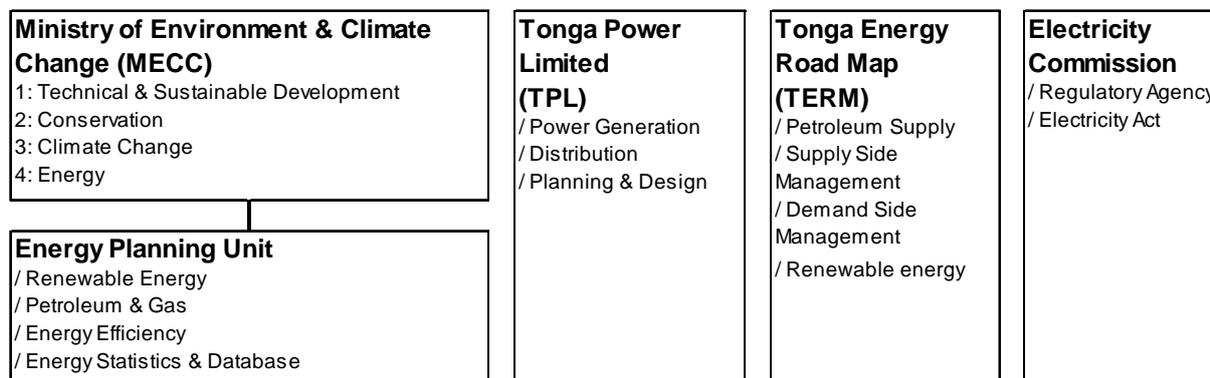
### 4-1 電力セクター概況（配電設備の運用状況など含む）

#### （1）電力セクター

トンガ王国（以下、「トンガ」と記す）では、環境・気候変動省（MECC）が電力セクターを含むエネルギー部門を管轄している。MECCは自然保護と気候変動分野も管轄している。MECC内では、エネルギー計画局（Energy Planning Unit：EPU）がエネルギー関連を担当している。トンガのエネルギー政策に関してはTERM Implementation Unit（TERM-IU）が、燃料や発電及び電力供給に係る開発の方針を策定している。

発電及び送配電等の電力事業に関しては、トンガ電力公社（TPL）が事業を行っている。TPLは、発電に必要な燃油等の輸入から電気料金の徴収まで電力事業の全般について事業を請け負っている。

トンガのエネルギー部門の関係機関を図4-1に示す。EPUは、MECCの下部組織として国家エネルギー計画や政策等に関する業務を行っている。また、EPUは太陽光発電などの再生可能エネルギー及び省エネルギーの推進を行っている部局である。また、MECCには、気候変動を担当する部局もある。TPLは政府から独立した組織として発電事業、燃油の購入と貯蓄及び販売、再生可能エネルギーの導入と維持管理を行っている。TERM-IUは、トンガのエネルギーに関連する開発方針を策定しており、ドナー間の調整などを行っている。



出典：調査団作成

図4-1 トンガ政府エネルギー部門の責任機関

#### （2）配電設備の運用状況

トンガタブ島の送配電線は、島内にある1地点の発電所から11kVの3フィーダで送電されている。需要家には、柱上変圧器で低圧（450/240V）に降圧され電力供給されている。TPLによると、系統全体として約18%のシステムロスが記録されており、3%がノンテクニカルロスである。

### 4-2 再生可能エネルギー／省エネルギー政策及び制度（導入状況とポテンシャル）

#### （1）政策及び制度

トンガのような島嶼国にとって、輸入燃料への依存度を低減させることは、国家のエネルギー安全保障の観点から重要である。トンガでは、電力供給の98%以上を輸入燃料による系

統商用電力に依存している。省エネルギーの推進は、エネルギー価格の上昇と環境影響リスクを緩和する手段として、最も有効な方法のひとつである。さらに、再生可能エネルギーの導入は、発電資源を多様化するとともに、輸入燃料の消費量を低減させるために有効な方法である。

2010年6月に“Tonga Energy Road Map 2010-2020 (TERM)”が策定された。TERMは、トンガ政府、TPL及び他のドナー機関の協力により策定され、2012年までに電力供給の50%のエネルギーを再生可能エネルギーとすることを政策目標としている。TERMには、以下に示すように省エネルギーと再生可能エネルギーの重要性が示されており、本協力はTERMの実現に向けた支援と位置づけられる。

- ・国際石油価格の変動に対する脆弱性を低減させるための最小コストでの方策
- ・実現可能な、電力需要に適したエネルギー・ポートフォリオの開発と新規投資に関する危機管理
- ・電力部門での、長期的で持続可能なファイナンス
- ・社会及び環境面での持続性
- ・政府、TPL及び民間の、明確かつ適正で効率の良い役割の定義

## (2) 再生可能エネルギーの導入状況とポテンシャル

トンガは、アメリカ航空宇宙局 (NASA) のデータによると年平均日射量が 5.35 (kWh/m<sup>2</sup>/day) と大きく、太陽光ポテンシャルの高い国である。そのため、ディーゼル発電が導入されていない離島において、多くの太陽光発電設備が導入されている。JICAによる“環境プログラム無償資金協力”の報告書によると、離島には813のSHSが導入されているほか、個人で家庭用の太陽光発電システムを購入する者もいる。1.28kWの太陽光駆動ポンプも導入されている。日本政府による「バイオラ病院改善整備計画(第2次)」の下で、バイオラ病院に30kWの系統連系の太陽光発電が導入される計画である。

また、風況観測が1地点(Hamalo Beach)で行われており、さらに3地点でも追加観測される予定である。太陽熱温水器は、ヌクアロファ市内でホテルなどに導入されている。なお、トンガにバイオマス資源を活用した発電設備は存在しない。

## (3) 省エネルギーの活動状況

TERMの添付資料1によれば、送配電網のテクニカル及びノンテクニカルロスはいずれも2006年以降で平均15.6%になる。トンガタブ島の電力系統クラスでは、テクニカルロスと変圧器のロスはおおよそ8~12%、ノンテクニカルロスは3~7%とされている。ノンテクニカルロスは、故障しているメータ、メータの検針ミス及び検針されていない電力消費による。しかし、これら2つのロス分類について、内訳を確認するためのデータが不足している。

TERM-IUとTPL(トンガの自己資金)によって、240の街灯をLEDに交換するプロジェクトが終了した。プロジェクトの結果、LED灯の導入により35.3%の電力消費量が減少し、運営費を41.4%減少したとされている。トンガタブ島にある3,500のLED街灯を交換するプロジェクトは、現在準備中である。さらに、TERMの下で、政府機関とエアコンの省エネルギーに関するプロジェクトが検討されている。

2011年2月に、省エネルギーに関する啓発活動がラジオと新聞を通じて開始された。この

キャンペーンでは、電力消費量と電気料金を削減する省エネルギーの方法を簡単に紹介している。ラジオ放送は、英語とトンガ語の両方で行われた。

#### 4-3 ディーゼル発電設備の運用状況

##### (1) 電力システムの概要

##### 1) 発電設備

表4-1に今回調査したトンガの発電設備の主な仕様を示す。No.1 建屋に6機、No.2 建屋に1機の、合計7機のディーゼル発電機が設置されている。

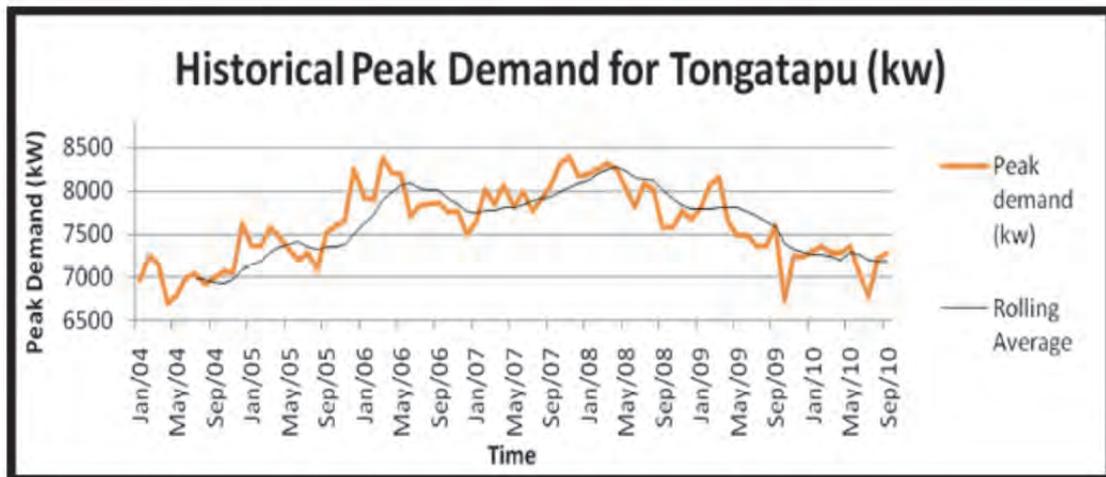
表4-1 トンガ国の発電設備の主な仕様

発電所名	ユニット No.	出力 (kW)	回転数 (rpm)	備考
ポプア (Popua)	1	1,400	1,500	Catapillar3516B
	2	1,400	1,500	Catapillar3516B
	3	1,400	1,500	Catapillar3516B
	4	1,400	1,500	Catapillar3516B
	5	1,400	1,500	Catapillar3516B
	6	1,400	1,500	Catapillar3516B
	7	2,880	600	Cat/MAX 6CM32C

出典：調査団作成

##### 2) システム負荷

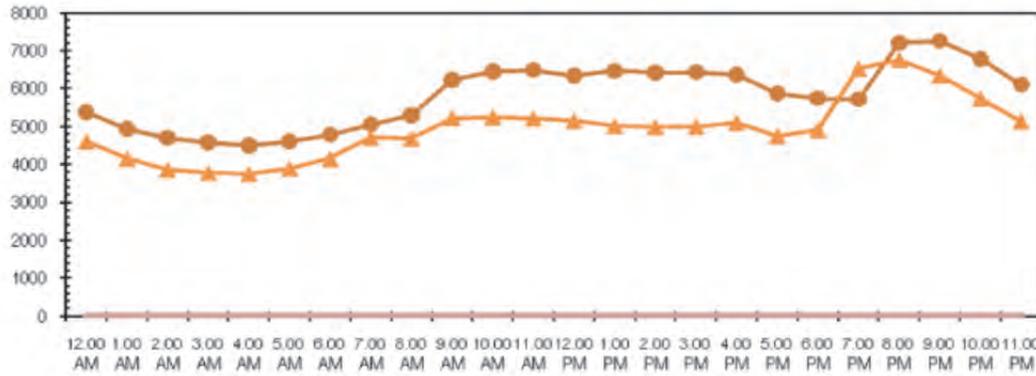
2004年から2010年のトンガタブ島のピークロードデータを図4-2に示す。また、図4-3に日負荷曲線を示す。



Graph 1. Historical Demand for Tongatapu showing demand has been declining in recent years but is starting to plateau.

出典：Tonga Power Limited, CBD Load Estimation

図4-2 ピークロード



Graph 7.- Average daily load curve for Feb 2008 (Yearly high)to Aug 2009 (Yearly low) showing peak is at night time currently.

出典：Tonga Power Limited, CBD Load Estimation

図 4 - 3 日負荷実績・日負荷曲線

## (2) 建屋の状況

TPL 発電所敷地内に 2 つのパワーハウスが設置されている。両建屋自体に劣化などはみられず、内部も日本の離島発電所と同様によく整理されていた。また、ディーゼル発電機も良好な状態に保たれていた。

No.1 建屋に 1 号機から 6 号機が設置されている。機関相互の設置間隔がメンテナンス性を考慮すると狭いと思われ、特に、冷却器を点検する際のメンテナンススペースに余裕がないと思われる。

一方、7 号機が設置されている No.2 建屋は、No.1 建屋に比べメンテナンススペースに余裕があることから、点検などの実施については特に問題はないと思われる。

## (3) ディーゼル発電機の状況

No.1 建屋に 1,400kW×6 基、No.2 建屋に 2,880kW×1 基が設置されており、両発電所での総出力は 11.28MW となっている。系統負荷のピーク電力が 8.5MW であることから 2.78MW の発電余力がある。

各発電機は計画的に点検されており、また、点検終了後は燃料消費量、温度、圧力などのデータ確認も実施していることから運用管理については良好だと思われる。

すべての発電機は SCADA システムで管理されており、また、応答性については、全ディーゼル発電機の回転数調整機構（ガバナ）が電子式であり応答性が良いことから、太陽光などの再生可能エネルギーが大量に導入された場合においても、ある程度の出力変動に対しては対応が可能だと思われる。

## (4) 周辺機器

周辺設備は全体的に良好な状態であり、また、海岸近くに設置されている発電所の設備全般において塩害は少ない。

No.2 建屋に設置されている 7 号機の周辺機器についてはメンテナンスや日常点検が容易な配置構成になっている。また、配管は冷却水系統、燃料系統など系統ごとに色別されており、一見して何の系統かが分かるようになっている。各系統の状況は以下であった。

#### 1) 燃料系統

燃料消費量は機関ごとに管理されている。屋外貯蔵タンクは1基のみ設置されており、容量としては10日間運用が可能な容量となっている。また、タンクの付属設備として消化設備関係については設備強化を検討した方がよい。

#### 2) 冷却水系統

1～6号機は海水を利用した冷却方式であり、7号機はラジエーターを用いた冷却方式である。7号機については、所内電力削減の観点から海水を利用した冷却方式への転換が望ましい。なお、海水の取水は海岸から20m程度離れていることからスクリーン清掃の頻度は少ないと思われる。

#### 3) 電気設備

屋外設置の変圧器には危険である旨の標識が掲示されてはいるが、安全柵が設置されていないことから、設置することが望ましい。屋内設置の電気設備については特に問題はみられなかった。

### (5) 運用状況

7号機はベースロードで運用され、中央制御システムは系統負荷を監視しながら1～6号機への負荷分担の指令を出す運用が行われている。

運用上の周波数管理目標値は $50\text{Hz} \pm 5\%$ であり、電圧の管理目標値は $230\text{V} \pm 10\text{V}$ となっている。また、運用上の各パラメータ（温度、圧力、燃料消費、発電量など）も記録されている。

環境面については、基準がないことから、窒素酸化物（ $\text{NO}_x$ ）及び硫黄酸化物（ $\text{SO}_x$ ）、煤塵の管理は行われていない。

## 4-4 RE電源の系統連系によるディーゼル発電設備への影響及びRE電源を連系させた場合のディーゼル発電設備の運用改善案

### (1) 発電設備

発電所は良好に運用されていることから、多くの改善箇所はみられないが、本調査の結果から技術支援が可能な項目を以下に記載する。なお、発電所内のロス発電電力量の約2～3%となっている。

- ① ディーゼル発電機7号機のラジエーター冷却方式を海水利用冷却方式に変更するための技術的なアドバイス。
- ② 燃料取り扱いについての安全基準（日本の消防法などを参考）に関するアドバイス。

### (2) 配電設備

トンガでは、中圧配電線のロス低減のため11kVキャパシタの設置、碍子の取り替え（1995年に6.6kVから11kVに昇圧されたが、碍子は6.6kV仕様のものが残っている）、電線接続のためのコネクタ改善などの取り組みが進められている。また、ニュージーランドの無償資金協力による地方の低圧配電線供給改善計画が実施される予定であり、本計画では、約10%のロスが削減される予定である。なお、TPLでは本改善計画以外にも改善が必要な村を選定している。

トンガでは、近年の電気料金上昇の影響と、需要家による不正干渉を防止するための新計量システムの導入により、2008年以降は電力需要が減少している。配電設備容量は本来、電力需要に合わせて設計・計画されるものであり、設備容量が適正かどうかの確認はグリッドの詳細な調査検証が必要である。よって、本調査データから系統全体をシミュレーションし、現状の負荷容量に対して設備容量（電線、変圧器）が適正かどうか検証することが必要である。なお、確認した結果を基に、必要に応じて設備容量を適正化するための計画を策定する。

### （3）無償資金協力、集団研修

無償資金協力については、需要家サービスを向上させる観点から、検針・料金請求プロセスを自動化するための「配電需要家サービスシステム」の整備や、配電線の状態（電圧、電流など）を遠隔監視制御するための SCADA システムの導入など、他国と比べ高い技術レベルのシステム導入が期待されている。集団研修についても、TPL より配電需要家サービスの高度化支援についての要望があった。

## 4-5 気候変動対策への取り組み

### （1）概要

MECC は、トンガの気候変動に関する責任機関である。気候変動枠組条約（UNFCCC）など、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。また、SNC（Second National Communication）の作成なども担当している。

### （2）環境影響評価（EIA）

トンガでは発電事業の EIA に関連する法規制として“Environmental Impact Assessment Act 2003”と“Environmental Impact Assessment Regulations 2010”が制定されている。

ディーゼル発電所の所有地内に 1MW の太陽光発電を建設する計画についての EIA が、TPL、Meridian Energy 社、TERM により終了している。この EIA では、太陽光発電の導入により、年間約 1,700~1,900 (MWh) の発電量が期待される。これにより、約 425,000~475,000 リットルのディーゼル燃料と 1,100 トンの CO<sub>2</sub> 排出量を毎年削減することができる。建設工程中に環境に与える影響として、据付予定地における樹木の伐採、及び建設時に道路事情を悪化させることなどが挙げられている。なお、運転開始後は、環境に与える影響は極めて少ないと報告している。

### （3）クリーン開発メカニズム（CDM）

トンガは、京都議定書に 2008 年 1 月 14 日に締結している。指定国家機関（DNA）の設置に関しては、現在、TERM と MECC で協議されている状況にある。

## 4-6 他ドナー（域内協力機関含む）の協力動向

### （1）エネルギー効率・省エネルギー分野

“Village Network Upgrade Project”

- ・ NZAID により実施予定
- ・ 予算規模：NZD 5.8 million

- ・安全で効率が良く、信頼性ある送配電網を、地方及び郊外の地域に確立することを目標としている。

“Energy Efficiency Regulation”

- ・ Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership (REEEP) により実施予定
- ・ 技術支援 (TA)
- ・ 予算規模 : TOP 0.1 million

(2) 再生可能エネルギー分野

“1.0 MW Solar PV farm”

- ・ NZAID、世銀、TPL、GoT、Meridian Energy 社
- ・ 予算規模 : TOP 9.0 million
- ・ TPL の発電所敷地内に導入予定

(3) 実施予定案件

“PEC 基金”

- ・ 予算規模 : USD 4 million
- ・ 太陽光 (400kW) と既設ディーゼル発電のハイブリッド方式による電力供給
- ・ コンセプトペーパーの提出済み

#### 4-7 セクターにおける課題と今後の JICA の協力の可能性

本調査の結果、技術協力 (開発調査) について以下のニーズを確認することができたが、他対象国での調査結果並びに想定される予算、日本側投入も踏まえ、詳細計画策定調査においてよりスコープを限定する可能性があることを先方に説明し了解を得ている。

(1) 再生可能エネルギー利用発電設備の系統連系に関する規制またはガイドラインに対する技術協力

1) 規制・ガイドラインの整備

トンガには、TPL が “New Zealand’s Orion Networks and Network Tasman” を基に作成した 「Distributed Generation Policy Guide and Information Pack」 がある。しかしながら、主に発電設備の系統連系を望む需要家に対するガイドとして書かれたものである。現在、民間会社または個人は、所有している再生可能エネルギーを含む発電設備を TPL の電力系統に連系することができる。希望者は、Electricity Commission に系統連系申請を行うために連絡を取る。しかし、連系の許可またはライセンスの発行は TPL による。技術面に関しては、オーストラリアとニュージーランドの技術基準を引用するよう、ガイドラインで紹介されている。

<他ドナーによる規制に関するプロジェクト>

世銀 “Reform of energy bill and regulation of energy sector”

REEEP/TA “Regulation of energy efficiency”

< 関連基準 >

- Standards Electrical Code of Practice AS/NZS 3000 (Above 10kW)
- Electrical Installations (known as the Australian/New Zealand Wiring Rules)
- Australian Standard 4777.2 and Australian Standard 4777.3 (Less than 10kW)
- New Zealand “EEA Guide for the Connection of Generating Plant”

トンガを対象とした再生可能エネルギーの系統連系に関する技術ガイドラインは存在しない。オーストラリアとニュージーランドの技術基準の内容を確認し、必要に応じて変更を行う必要がある。さらに、日本のガイドラインも参考にしながら、トンガに適した技術ガイドラインを作成する必要がある。

今後の太陽光発電市場の価格低下により、一般家庭や企業においても導入機運が高まる可能性がある。このため、オーナー及び据付業者を対象とした維持管理マニュアルを整備する必要がある。この体制に関する調査では、既存の法律や規制の調査も対象とし、必要に応じて変更の提案を行う。

2) 再生可能エネルギー導入限界量についての検討

調査では、既存系統に連系することができる再生可能エネルギー容量を算出する。このため、第1段階として系統側で対策を実施しない場合、導入可能容量の上限を見極めるとともに、第2段階として系統側で対策を実施した場合に導入可能な容量を見極めることが求められている。

発電設備の容量は将来的に変更されるものである。そのため、TPLの職員は日本人専門家と活動し検討方法を習得することが必要である。

(2) 最適な運転管理による供給ロス低減のための技術協力

1) 発電設備

発電所は良好に運用されていることから、多くの改善箇所はみられないが、本調査の結果から技術支援が可能な項目を以下に記載する。なお、発電所内のロスは発電電力量の約2～3%となっている。

- ・ディーゼル発電機7号機のラジエーター冷却方式を海水利用冷却方式に変更するための技術的なアドバイス
- ・燃料の取り扱いについての安全基準（日本の消防法などを参考）に関するアドバイス

2) 配電設備

ニュージーランドの無償資金協力による地方の低圧配電線供給改善計画が実施される予定であり、本計画では、約10%のロスが削減される予定である。なお、TPLでは本改善計画以外にも改善が必要な村を選定している。

配電設備容量は本来、電力需要に合わせて設計、計画されるものであり、設備容量が適正かどうかの確認はグリッドの詳細な調査検証が必要である。よって、本調査データから系統全体をシミュレーションし、現状の負荷容量に対して設備容量（電線、変圧器）が適正かどうか検証することが必要である。なお、確認した結果から必要に応じて設備容量を適正化するための計画を策定する。

## 第5章 ソロモン国における調査・分析結果

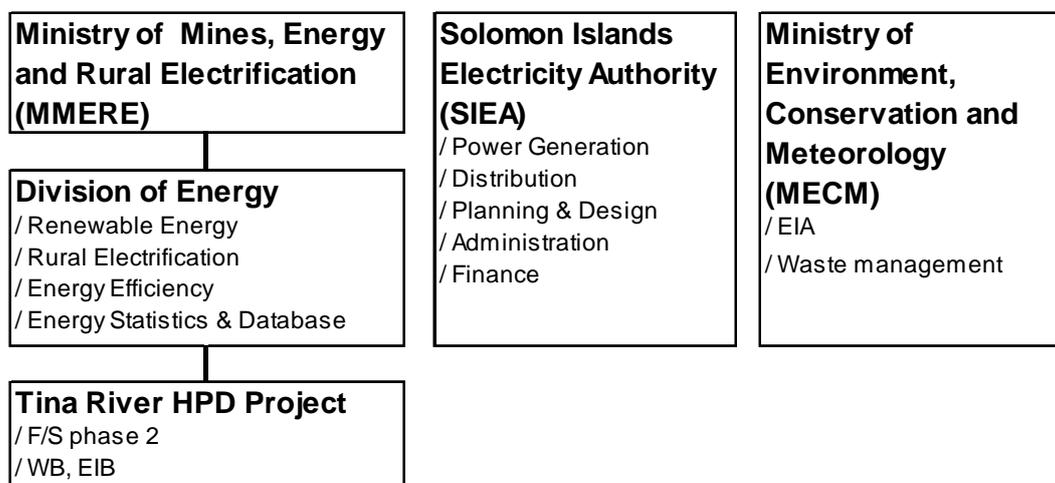
### 5-1 電力セクター概況（配電設備の運用状況等含む）

#### （1）電力セクター

ソロモン諸島（以下、「ソロモン」と記す）では、鉱山・エネルギー・地方電化省（MMERE）が電力セクターを含むエネルギー部門を管轄している。MMERE は、そのほかに鉱物資源と地方電化も管轄している。MMERE 内では、エネルギー局（Division of Energy : DOE）が電力セクターを含むエネルギー部門を担当している。

発電及び送配電等の電力事業に関しては、ソロモン電力公社（SIEA）が業務を実施している。SIEA は、発電に必要な燃油等の輸入から電気料金の徴収まで、電力事業の全般について事業を請け負っている。

ソロモンのエネルギー部門の責任機関を図5-1に示す。DOE は、MMERE の下部組織として国家エネルギー計画や政策等に関する業務を行っている。また、DOE は太陽光発電を活用した離島における村落電化の推進を行っている部局でもある。SIEA は政府から独立した組織として発電事業、燃油の購入と貯蓄及び販売、再生可能エネルギーの導入と維持管理を行っている。現在は、設備容量が15MWになるティナ（Tina）水力発電所の建設計画が進行中である。Tina 水力発電所が完成すると、独立発電事業者（Independent Power Producer : IPP）として SIEA の系統に連系されることになる。



出典：調査団作成

図5-1 ソロモン政府エネルギー部門の責任機関

#### （2）配電設備の運用状況

首都ホニアラ（Honiara）の送配電線は、33/11kV の架空及び地中送電線により、ルンガ（Lungga）ディーゼル発電所と Honiara ディーゼル発電所から配電されている。ホニアラ市内は11kV 配電線が基幹系統を構成し、需要家への供給は11kV/415V の変圧器により電圧を415V に降圧し、3相4線式配電線により行っている。送配電による総合ロスは約28%であり、テクニカルロスが約10%、ノンテクニカルロスが約18%であると想定されている。エネルギー効率を改善するために世銀が送配電線に関する調査を実施中である。

## 5-2 再生可能エネルギー／省エネルギー政策及び制度

### (1) 政策及び制度

ソロモンは 992 の島々から構成されており、人口は約 559,198 人である。ソロモンの世帯電化率（全国）は低く、約 15% である。REEEP の“Encyclopedia of Energy”によるとホニアラの電化率は 72% であるのに対し、全人口の 85% を占める離島の電化率は約 10% と低い値になっている。ソロモンのような島嶼国にとって、輸入燃料への依存度を低減させることは、国家のエネルギー安全保障の観点から重要である。ソロモンでは、電力供給のほとんどを輸入燃料による系統商用電力に依存している。

省エネルギーの推進は、エネルギー価格の上昇と環境影響リスクを緩和させる手段として、最も有効な方法のひとつである。さらに、再生可能エネルギーの導入は、発電資源を多様化するとともに、輸入燃料の消費量を低減させるために有効な方法である。

ソロモンの“Ministry of Mines, Energy and Rural Electrification Cooperate Plan 2011-2013”に記載されているエネルギー部門の主要活動項目を以下に示す。

- ・ SIEA を、商業的に信頼性があり効率的な電力供給サービスを提供できるように更生する
- ・ Tina 水力発電所の開発
- ・ 各県の中心地または産業地域の SIEA 発電施設に関する再生可能エネルギー導入計画の作成
- ・ 未電化地域において受け入れ可能な電力サービスへのアクセス向上
- ・ “Petroleum Storage & Handling Act” の見直し
- ・ 国家地方電化プログラム
- ・ エネルギー・データベース
- ・ モントリオール議定書

### (2) 再生可能エネルギーの導入状況とポテンシャル

ソロモンには、約 326MW という大きな水力発電のポテンシャルがある。現在は、発電設備容量 15MW となる Tina 水力発電所の F/S 調査が世銀により実施されている。2007 年からポテンシャル調査が開始され、2015 年に完工する予定である。そのほか、SIEA 所有の小水力発電所が 2 地点にある、出力はそれぞれ 150kW と 30kW である。しかし、現在、その小水力発電所は 2 地点ともに運営に関してコミュニティとの合意が得られず稼働していない。他のマイクロ水力発電設備または小水力発電所は、独立型の発電システムとして NGO、個人及びコミュニティによって運営されている。

ソロモンはまた、NASA のデータによると年平均日射量が 5.52 (kWh/m<sup>2</sup>/day) と大きく、太陽光ポテンシャルの高い国である。離島には多くの太陽光発電が導入されている。特に、多くの SHS が、台湾から地方村落の住民に配布されている。ソロモンには SHS の導入に取り組んでいる NGO と民間会社がある。これまでに約 3,000 台の SHS が導入されている。しかし、系統に連系された太陽光発電設備は導入されておらず、今後の導入予定も未定である。

ヤシは、ソロモンで最も期待できるバイオマス資源のひとつである。ヤシは、年間約 20,000 トンが輸出されており、これは 1,200 万リットルのディーゼル燃料に相当する。ADB により、バイオディーゼルによる発電試験 (350kVA) が実施中である。

他の再生可能エネルギーとして、風力と地熱が挙げられる。風況観測は、4 サイトで実施

される予定である。地熱に関しては、発電所の2候補用地があるが、ポテンシャル地点が需要地から離れているため、実用化は困難である。このため、風力と地熱に関しては、実施計画は存在しない。

### (3) 省エネルギーの活動状況

電力供給側の効率を改善するため、2009年～2013年の予定で世銀により“Solomon Islands Sustainable Energy Program (SISEP)”プロジェクトが行われている。プロジェクトの目的として、SIEAの運用効率、システム信頼性及び財務状況の改善が挙げられている。本プロジェクトでは、以下の活動を通じてSIEAの発電・配電設備の運用効率を高めるとしているが、これまでの成果としては、③により3,000台のメータが調達された。

- ① ホニアラ発電所のリハビリ (H1とH3を対象)
- ② 配電システムの整備
- ③ プリペイド・メータの調達
- ④ ITを活用した新規料金徴収システムの整備

配電損失のうち特に盗電、メータのバイパスなどによるノンテクニカルロスを縮小させることによりエネルギー効率の改善を行うことを主眼としており、テクニカルロスについては現在のところ投資効率が高くないとして対策を行う必要がないと結論づけている。

一方で、需要者側の活動はあまり行われていない。夜間の消費電力を減少させるために街灯をLED照明に交換するなどの活動は実施されていない。エネルギー診断の実施に関する活動はソロモンでは限定的である。省エネルギーに関する啓発活動は、テレビ、ラジオ及び新聞を通じて実施されている。

## 5-3 ディーゼル発電設備の運用状況

### (1) 電力システムの概要

#### 1) 発電設備

表5-1に今回調査したソロモンの発電設備の主な仕様を示す。Lungga発電所建屋に5機、Honiara発電所建屋に3機、合計7機のディーゼル発電機が設置されている。

表5-1 ソロモンの主な発電設備の仕様

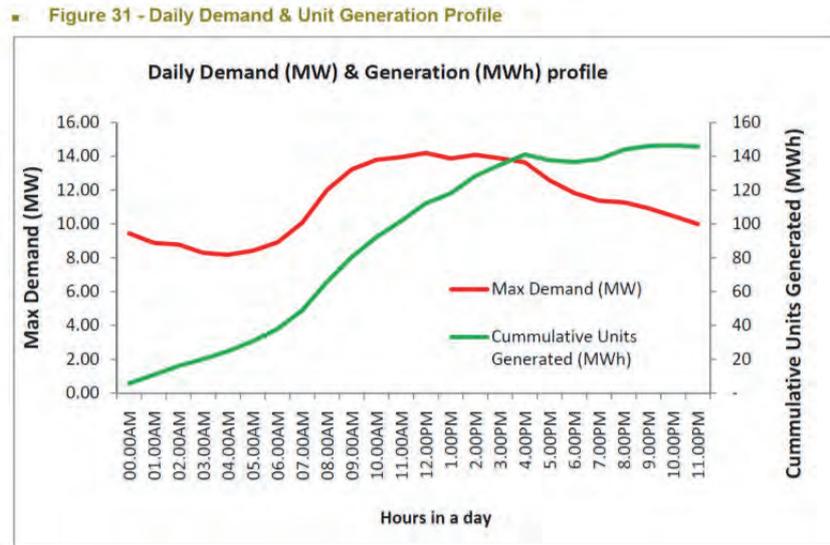
発電所名	ユニット No.	出力 (kW)		回転数 (rpm)	備考
		定格	利用可能		
Lungga	5	1,500	900	500	Minlees-Blackstone
	6	2,900	2,200	750	GEC Alstom
	7	4,200	3,300	750	Wartsila
	8	4,300	3,300	750	Wartsila
	9	4,200	4,200	750	Mitsubishi
	10	4,300	4,200	750	Nigata

Honiara	1	1,700	0	1,500	FG Wilson (廃止)
	2	1,700	600	1,500	FG Wilson
	3	1,700	0	1,500	FG Wilson (故障)

出典：調査団作成

## 2) 系統負荷

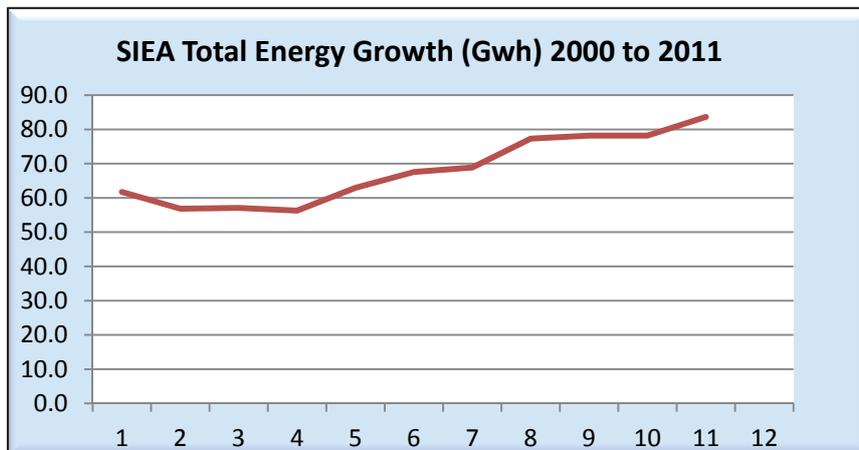
図5-2に日負荷曲線を示す。現在、最大系統負荷が正午の14MWである。



出典：Volume1-Loss Reduction Study-Final Report\_rev2

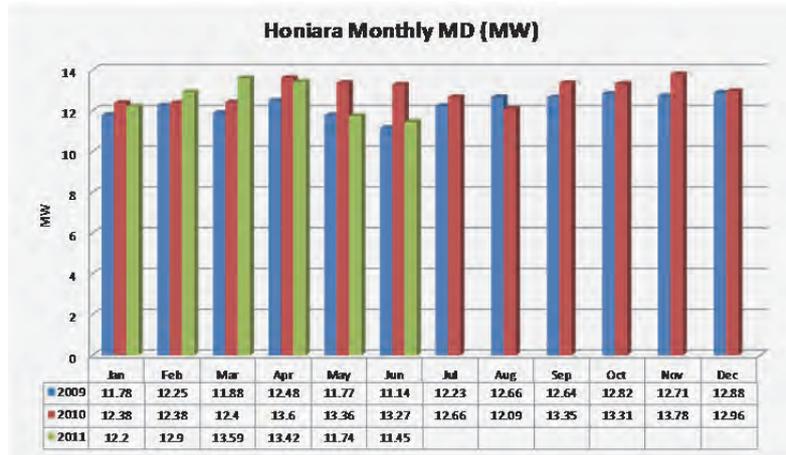
図5-2 ピーク負荷記録日の日負荷曲線（2010年）

2010年度のソロモン全体の発電量は83.6GWh、2000年度の61.7GWhから計算すると平均2.19GWhで、年間2.62%の増加が見込まれる。2011年度は85.79GWhと予想される。



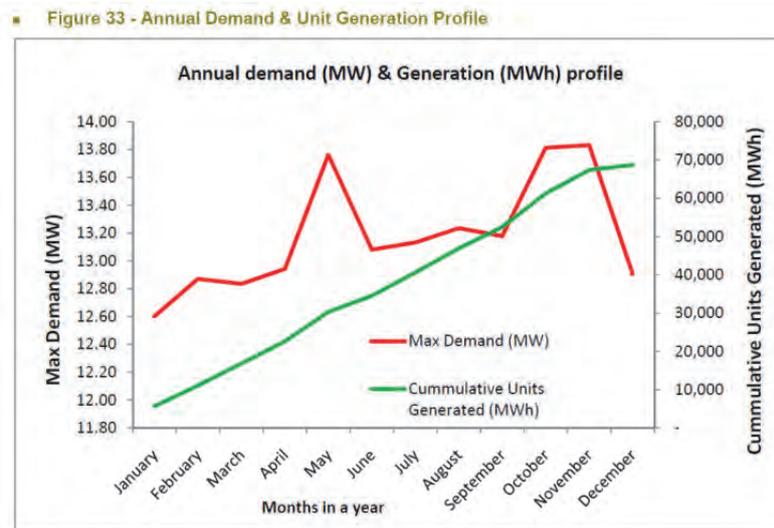
出典：AA Monthly Statistical Update

図5-3 電力量



出典：AA Monthly Statistical Update

図 5 - 4 ピーク負荷記録、傾向



出典：Volume1-Loss Reduction Study-Final Report\_rev2

図 5 - 5 最大電力

表 5 - 2 電気料金表 (SUMMARY OF SIEA TARIFF ADJUSTMENTS)

(単位：\$/kWh)

DATE		FUEL TARIFF	TOTAL TARIFF		
			Domestic	Commercial	High Voltage
2009	1-Jan	0.9520	4.4653	4.8659	4.7161
	1-Apr	0.4501	3.9633	4.3640	4.2142
	1-Jul	0.3457	3.8589	4.2596	4.1098
	1-Oct	0.6647	4.1779	4.5786	4.4288
2010	1-Jan	-	-	-	-
	1-Apr	0.5328	3.9266	4.3136	4.1689
	1-Jul	0.5397	3.9335	4.3205	4.1758
	1-Oct	0.0000	3.9335	4.3205	4.1758

出典：New Tariff Regulation Computations, January 2011

## (2) 建屋の状況

### 1) Lungga 発電所

パワーハウスには目立った劣化などはみられないことから、状態については特に問題ないと思われる。

4号機（廃止）の設置場所及び屋外資器材置場について、雑然となっているため、整理する必要がある。また、5～10号機が設置されている建屋については、メンテナンス性を考慮した機関相互の設置間隔となっている。

### 2) Honiara 発電所

建屋自体がなく、ディーゼル機関、電気盤などの屋根のみが設置されており、設備は風雨やほこりなどにさらされている。

屋根の下に設置されている1～3号機は、メンテナンススペースなどについては特に問題ないが、運用上での騒音が懸念される。

## (3) ディーゼル発電機の状況

### 1) Lungga 発電所

建屋に設置されている5～10号機の総発電出力は21.166MWであるが、冷却水システムの不具合などによる各機関の出力制限があり、現状の総発電出力は約17MWとなっている。よって、冷却水システムの早急な改善が必要である。

首都ホニアラにおける主要2発電所の総発電出力を含め最大出力は11.4MWとなっており、系統負荷のピーク電力が約14MWであることから、発電予備力は十分ではない。また、現段階では系統側停電が頻発することから、再生可能エネルギー発電設備の系統連係は困難である。

現在、各ディーゼル発電機の点検は運転時間に即した点検周期となっているが、古い機関については、故障やトラブルが頻繁に起こっていることから、点検周期の間隔を短くするなどの検討が必要である。

### 2) Honiara 発電所

本発電所には1～3号機が設置されているが、1号機と3号機はメンテナンス不足のため停止状態となっている。また、2号機については、不具合により600kWでの出力制限となっている。

3機とも更なる補修メンテナンスが必要であり、特に、電気設備、制御盤の計器、ケーブルなどの劣化が顕著である。また、建屋には壁がないため、盤内への砂塵の侵入による影響が懸念される。

## (4) 周辺機器

### 1) 発電所設備

#### a) Lungga 発電所

室内設置の機器の状態については特に問題ない。周辺機器については、日常点検やメンテナンスが容易な配置構成となっており、また、配管は冷却水系統、燃料系統など系統ごとに色別されており、一見して何の系統かが分かるようになっている。周辺機器の測定計器について、計器不足や故障が見受けられた。屋外設備については、煙突や消音

器の保温、冷却水配管のメンテナンス及び清掃については不十分である。

冷却水システムのラジエーターについては、湧水を使用していることから、ラジエーター内のフィンにスケールが溜まりやすくなっている。冷却水システムについては、全体的に改善が必要であり、具体的には、水処理設備の設置が必要だと思われる。

屋外設備の燃料貯蔵タンクについては、状態も良好であるが、消火設備が設置されていないことから設置の検討が必要である。

#### b) Honiara 発電所

冷却水のラジエーターについてはディーゼル発電機と一体になっている。その他の機器について問題はみられなかった。また、燃料貯蔵タンクについては消火設備が設置されていないことから Lungga 発電所と同様に設置の検討が必要である。

### 2) 電気設備

両発電所の電気盤についてはメンテナンスが必要である。また、計器の故障もみられることから取り替えを推奨する。

ディーゼル発電機の管理するシステムや、Lungga、Honiara 両発電所の遠隔監視システムの導入検討も必要である。変圧器は安全柵が設置されており状態は良好であった。

Honiara 発電所の電気盤の保護については改善が必要である。その他の電気設備については特に問題はみられなかった。

### (5) 運用状況

各発電所には中央監視制御システムは設置されておらず、制御は各ディーゼル発電機に装備されている負荷配分・回転数制御装置にて行われている。監視は系統負荷のみであり、周波数を監視する制御は行われてない。起動しているディーゼル発電機相互で負荷分担し、系統の負荷変動に対応している。

運用上の周波数管理目標値は  $50\text{Hz} \pm 2\%$  であり、電圧の管理目標値は  $230\text{V} \pm 5\text{V}$  となっている。また運用上の各パラメータ（温度、圧力、燃料消費量、発電量など）については記録されていない。

現在、冷却水システムの不具合にて各ディーゼル発電機の最大出力を制限されており、したがって、燃料消費において最適な運用が不可能であることから早急な改善が必要である。

環境面については、基準がないことから、排ガス中の窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ ) 及び硫黄酸化物 ( $\text{SO}_x$ )、煤塵の管理は行われていない。

## 5-4 RE 電源の系統連系によるディーゼル発電設備への影響及び RE 電源を連系させた場合のディーゼル発電設備の運用改善案

### (1) 発電設備

主に以下の2項目について術支援が可能である。

- ① 発電機出力制限の原因となっている冷却水システムの改善が必須であるが、世銀による SISEP で冷却水システムを改善するコンポーネントが予定されているため留意が必要である。冷却水用水処理設備及び冷却水システムのバックアップ、容量確認などのアドバイスは可能である。
- ② 燃料の取り扱いについての安全基準（日本の消防法などを参考）に関する技術支援が可

能である。

## (2) 配電設備

ソロモンでは送配電による総合ロス約 28%であり、そのうち、ノンテクニカルロスが約 18%であると想定されている。送配電設備の改善に関する報告書、「SISEP の最終報告書（ソロモン島ロス削減検討書を含む）」が 2011 年 4 月に省庁へ提出され、これにのっとり、SIEA は世銀の援助の下、テクニカルロス及びノンテクニカルロスの改善工事を行う予定である。このため、配電設備のロス低減については技術協力を実施することは困難な状況である。

## 5-5 気候変動対策への取り組み

### (1) 概要

ソロモンで気候変動対策を担当しているのは、環境・保全・気象省（Ministry of Environment, Conservation and Meteorology : MECM）の環境保護局（Environment and Conservation Division : ECD）である。また国別適応行動計画（National Adaptation Programme of Action）や第二次国別報告書（Second National Communication）の作成なども担当している。

EDC の主な活動内容を以下に示す。

- ・ 環境影響評価／環境診断
- ・ 生物多様性の計画と保護
- ・ 廃棄物管理と公害防止
- ・ 環境計画
- ・ 外来種の管理
- ・ 環境に関する啓発教育
- ・ 持続可能な開発に関連する問題等

### (2) 環境影響評価（EIA）

EIA ガイドラインは、2010 年に MECA により作成されている。

### (3) クリーン開発メカニズム（CDM）

ソロモンは、京都議定書に 1998 年 9 月 29 日に署名しており、2003 年 3 月 13 日に締結している。現在、MMERE は指定国家機関（DNA）として国会承認が行われ UNFCCC に登録申請中である。GEF/UNDP 及び UNFCCC の支援を受けて、2008 年 11 月に国別適応行動計画（NAPA）を完成している。

## 5-6 他ドナー（域内協力機関含む）の協力動向

### (1) エネルギー効率・省エネルギー分野

“Solomon Islands Sustainable Energy Program（SISEP）”

- ・ 世銀により実施中
- ・ 予算規模：USD 4 millions
- ・ SIEA のシステム信頼性向上、運営効率の改善及び経営改善を目標としている。

## (2) 再生可能エネルギー分野

### “Tina River Hydro-Power Development Project”

- ・世銀、AusAID、欧州投資銀行（EIB）、国際金融公社（IFC）
- ・予算規模： n/a
- ・2015年に完工予定、設備容量 15MW

### “Promoting Access to Renewable Energy in the Pacific”

- ・ADB の技術支援（TA）
- ・予算規模：USD 3.6 millions（ソロモン、パプアニューギニア、バヌアツ）
- ・ココナッツ油（CNO）を活用したバイオディーゼル発電

## (3) 実施予定案件

### “EU\_EDF 10”

（単位：€）

	<b>A ENVELOPE</b>	<b>13,200,000</b>
<b>Solomon Islands</b>	SUSTAINABLE RURAL DEVELOPMENT WITH CAPACITY BUILDING	11,220,000
	NON-FOCAL AREA	1,980,000
	<b>B ENVELOPE</b>	<b>3,300,000</b>

出典：PRIP ウェブサイト

### “PEC 基金”

- ・予算規模：USD 4 millions
- ・離島地域を対象に、SHS 4700 設備を導入する。設備当たりの容量は 80W となる。コンセプトペーパーの提出済み。

## 5-7 セクターにおける課題と今後の JICA の協力の可能性

本調査の結果、技術協力（開発調査）について以下のニーズを確認することができたが、他の対象国での調査結果並びに想定される予算、日本側投入も踏まえ、詳細計画策定調査においてよりスコープを限定する可能性があることを先方に説明し了解を得ている。

### (1) エネルギー効率改善と省エネルギーに対する技術協力

島嶼国にとって、エネルギー効率改善と省エネルギーは、エネルギー価格向上の緩和と発電に消費される燃料の量を減少させるために最も有効な手段のひとつである。しかしながら、大洋州の他国と比較すると、ソロモンの省エネルギーに関する現在の活動状況は限定的である。

調査では、ホニアラ市内にある既設の街灯設備を LED に交換した場合の節電効果をシミュレーションする。さらに、エアコン、冷蔵庫などの電気機器を効率の良いものに交換したケースを算出する。政府系機関の建物などを対象にエネルギー効率診断を行い、手法を SIEA に技術移転する。

## (2) 最適な運転管理による供給ロス低減のための技術協力

### 1) 発電設備

主に以下の2項目について技術支援が可能である

- ・発電機出力制限の原因となっている冷却水システムの改善が必須である。冷却水用水処理設備及び冷却水システムのバックアップ、容量確認等のアドバイスは可能である。
- ・燃料の取り扱いについての安全基準（日本の消防法などを参考）に関するアドバイス。

### 2) 配電設備

ソロモンでは送配電による総合ロスは約28%であり、そのうちノンテクニカルロスが約18%であると想定されている。送配電設備の改善に関する報告書、「SISEP（ソロモン島ロス削減検討書）の最終報告書」が2011年4月に省庁へ提出され、これにのっとり、SIEAは世銀の援助の下、テクニカルロス及びノンテクニカルロスの改善工事を行う予定である。

上記より、技術援助可能な項目はないと考えられる。

## (3) 地方電力供給計画に対する技術協力

### 1) 地方の小型電力供給システム（SHS、小水力）に対する技術者育成

ソロモンでは、SHSが台湾政府などの援助により広く配布されている。また、MMEREではPEC基金を活用して2,000台のSHSを導入する計画をもっている。しかし、SHSには蓄電池をはじめ交換が必要とされる構成品が多く含まれている。このような、部品交換や簡単な修理を行える技術者がSHSを利用する地域に必要である。さらに、スペア部品のサプライチェーンなどの体制を、SHSを利用している地域内に整備することも重要である。また、バッテリーは数年ごとに交換が必要であるが、高価なものでもあり、利用者に貯蓄を指導する必要もある。

### 2) 地方におけるハイブリッド発電（ディーゼル+太陽光）に対する技術協力

ソロモンの離島には、村落の中心地域や商業地域にディーゼル発電による電力供給が行われている地域がある。このような既存ディーゼル発電と太陽光発電によるハイブリッド発電を導入するための計画・設計手法について技術移転を行う。また、ディーゼル発電系統に連系することが可能な再生可能エネルギーの最大容量を算出することが必要である。

発電設備の容量は将来的に変更されるものである。そのため、SIEAの職員は日本人専門家と活動し検討方法を習得することが必要である。

## 第6章 キリバス国における調査・分析結果

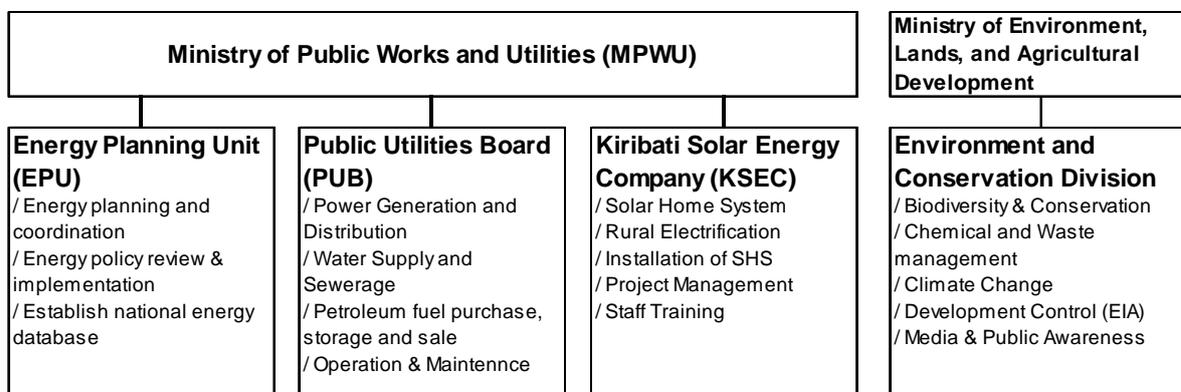
### 6-1 電力セクター概況（配電設備の運用状況等含む）

#### (1) 電力セクター

キリバス共和国（以下、「キリバス」と記す）では、公共事業省（Ministry of Public Works and Utilities：MPWU）が電力セクターを含むエネルギー部門を管轄している。MPWU は、その他の道路や空港などの公共建設事業も管轄している。MPWU 内では、エネルギー局（Energy Planning Unit：EPU）が電力セクターを含むエネルギー部門を担当している。

発電及び送配電等の電力事業に関しては、公共事業公社（Public Utilities Board：PUB）が業務を実施している。PUB は、発電に必要な燃油等の輸入から電気料金の徴収まで電力事業の全般について事業を請け負っている。

キリバスのエネルギー部門の関係機関を下図に示す。EPU は、MPWU の下部組織として国家エネルギー計画や政策等に関する業務を行っている。PUB は南タラワの電力・上下水道に関して責任をもつ。また、燃油の購入と貯蓄及び販売も行っている。太陽光発電に関しては、政府所有の法人組織会社であるキリバス太陽エネルギー公社（Kiribati Solar Energy Company：KSEC）が、離島における SHS を活用した地方電化事業を担当している。環境に関しては環境・土地・農業開発省（Ministry of Environment, Lands, and Agricultural Development：MEALD）の環境保護局（Environment and Conservation Division：ECD）が担当している。キリバスのエネルギー政策の責任機関を図6-1に示す。



出典：調査団作成

図6-1 キリバス国政府エネルギー部門の責任機関

#### (2) 配電設備の運用状況

南タラワでは、11kV の地中配電線が基幹系統として構成されている。需要家に対しては、11kV/400V の地上据置型変圧器または柱上変圧器により電圧を 400V に降圧し供給を行っている。PUB によると系統全体として約 16.3% のシステムロスが記録されている。エネルギー効率を改善するために、太平洋諸島電力協会（PPA）が送配電線に関する調査を 2011 年 2 月に実施している。

## 6-2 再生可能エネルギー／省エネルギー政策及び制度

### (1) 政策及び制度

キリバスの国家開発計画“Kiribati Development Plan (KDP) 2008-2011”の“Development Strategies”における経済成長と貧困削減の項目で、輸入燃料の価格変動による影響を最小限にする方法として再生可能エネルギー及び省エネ機器の導入促進の方針が記載されている。これに基づいて、2009年に“Kiribati National Energy Policy (KNEP)”が策定された。その内容は以下のとおり。

- ・安全で信頼のできる電力供給、発電及び送配電のため、実践的な規制と基準の導入を促進する。
- ・電力部門における民間参入の促進
- ・適正な電力価格の導入を推進
- ・供給側と需要側の管理方法の推進
- ・発電事業における再生可能なエネルギーと燃料の利用促進
- ・環境法及びその他の関連法規により策定された法規定との適合性を確認

### (2) 再生可能エネルギーの導入状況とポテンシャル

キリバスは、NASAのデータによると年平均日射量が5.95 (kWh/m<sup>2</sup>/day)と大きく、太陽光ポテンシャルの高い国である。離島には、多くの太陽光発電が導入されている。KSECによると、2010年に同国に導入されている太陽光発電の総容量は200kW以上になる。SHS (100W)が1,521台、コミュニティ・センターに導入されたSHS (200~600W)が70台ある。SHSはKSECが所有し、徴収する料金で維持管理を行うFee for service方式で運営されている。SHSの利用料金はAUD 9/月であり、据付時の初期費用はAUD 90である。系統連系の太陽光発電として、PEC基金を活用して180kW以上となる設備容量の施設を導入する計画がある。

イタリアにより、クリスマス島とその他2島で風況観測が実施されている。また、イタリアによりヤシを原料とするバイオ燃料について実証試験が実施されている。バイオ燃料は、ディーゼル燃料と混合(70%バイオ燃料、30%ディーゼル)され、トラック燃料として使われている。小型のバイオガス実証施設が台湾プロジェクトにより建設されている。

### (3) 省エネルギーの活動状況

キリバスにおける、省エネルギーに関する活動は限定的である。近年、輸入燃料の価格上昇に伴い電力単価も上昇している。そのため、電力需要は減少する傾向にある。太陽光発電を用いた街灯約40基が導入されているが、維持管理が十分に実施されていないため、ほとんど機能していない状態にある。他方、供給側からのエネルギー効率改善として、送配電線に関する調査として、“Quantification of Power System Energy Losses in Southern Pacific Utilities”が、PPAにより2011年2月に実施されており、最終報告書が2011年末までに提出される予定である。

### 6-3 ディーゼル発電設備の運用状況

#### (1) 電力システムの概要

##### 1) 発電設備

表6-1に今回調査したキリバス国の発電設備の主な仕様を示す。ベシオ (Betio) 発電所に1機、ビケンベウ (Bikenibeu) 発電所に3機、合計4機のディーゼル発電機が設置されている。

表6-1 キリバスの主な発電設備の仕様

発電所名	ユニット No.	出力 (kW)	回転数	備考
Betio	1	1,250	750	Daihatsu DK-26
Bikenibeu	1	1,400	750	Daihatsu
	2	1,400	750	Daihatsu
	3	1,400	750	Daihatsu

出典：調査団作成

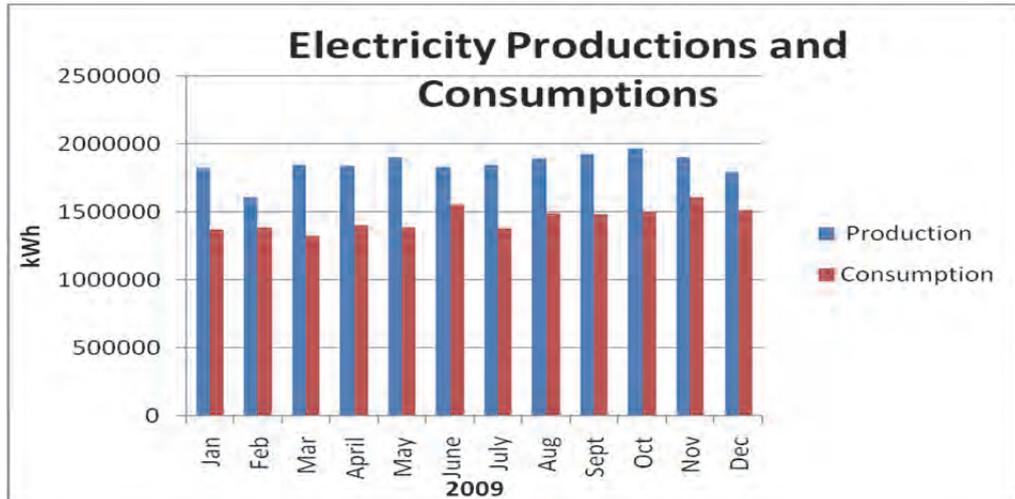
##### 2) 系統負荷

2010年の最大電力量は5月の1,893,950kWhと最大電力負荷は4月の4,490kWとなっている。

表6-2 2010年発電量・ピークロードデータ

Data for Load March 2011												
Year 2010	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
Generated kWh	1787650	1693120	1841640	1822240	1893950	1841320	1845630	1823210	1809490	1796710	1747170	1739190
Total Billed kWh	1474731	1457331	1353318	1434702	1349964	1395846	1358734	1433782	1439841	1425759	1422894	1630015
Billed kWh - Dom	594838	610845	577990	625708	558960	556268	614700	628345	581223	605075	541783	641475
Billed kWh - Comm	318344	296842	253505	259784	216158	220762	246475	238604	236684	217415	269720	258120
Billed kWh - Ind	561549	549644	521823	549210	574846	618816	497559	566833	621934	603269	611391	730420
Total Sales \$\$	806109	792352	735900	777611	744863	777098	729733	779353	798019	783897	793033	909850
Sales \$\$ - Dom	237935	244338	231196	250283	223584	222507	245880	251338	232489	242030	216713	256590
Sales \$\$ - Comm	175089	163263	139428	142881	118887	121419	135561	131232	130176	119578	148346	141966
Sales \$\$ - Ind	393084	384751	365276	384447	402392	433171	348291	396783	435354	422288	427974	511294
Peak Load kW	3310	4170	3910	4490	4420	3890	4240	3460	4280	3340	3830	3840
PF - from loaded DEG	0.97	0.97	0.96	0.95	0.97	0.96	0.97	0.97	0.95	0.95	0.96	0.97
DEG 1 PF (at peak load)	0.89	0.89	0.91	0.91	0.94	0.9	0.93	off	0.93	0.92	0.92	0.95
DEG 3 PF (at peak load)	0.97	0.97	0.98	0.95	0.97	0.96	0.93	0.97	0.95	0.95	0.95	0.96
DEG 4 PF (at peak load)	off	0.98	0.96	0.95	0.97	0.92	0.97	0.97	0.94	off	0.96	0.97
DEG 5 PF (at peak load)	0.97	0.96	0.96	0.92	0.95	0.82	0.97	0.97	0.96	0.95	0.95	0.96

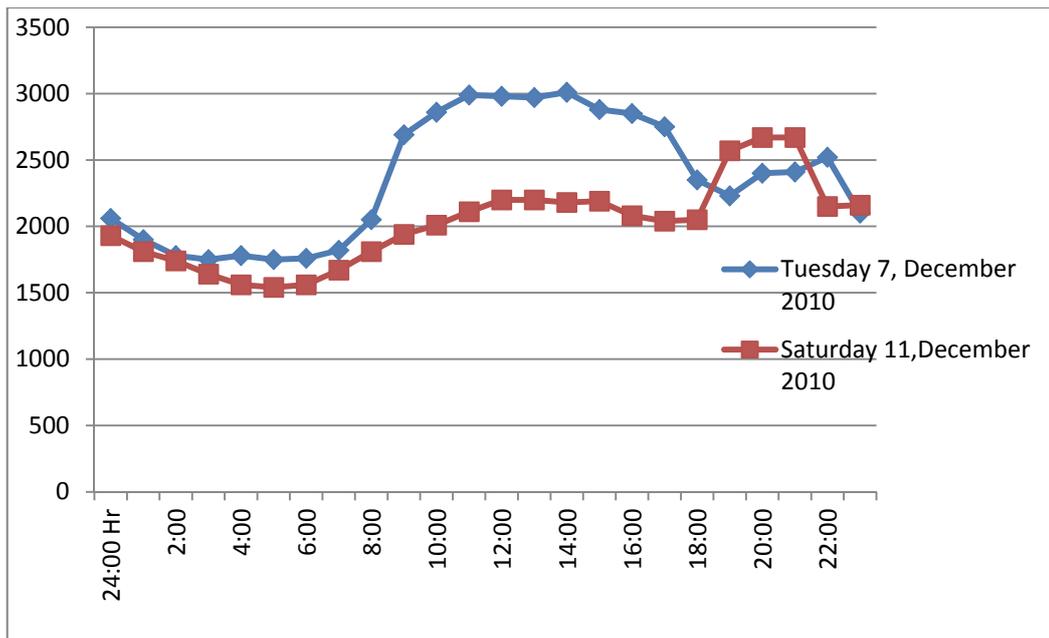
出典：Data for Load Loss Quantification Mar 2011.



出典：Kiribati Country Visit (final comments)

図 6 - 2 2009 年年間電力量発電対消費電力

図 6 - 2 に示すように、平日の午前 8 : 00 から午後 17 : 00 には産業と商業負荷が目立つ一方、一般負荷は土曜日の夕方となる。



出典：KEMA Survey Energy Loss

図 6 - 3 2010 年日常負荷

## (2) 建屋の状況

キリバスには Betio 発電所と Bikenibeu 発電所の 2 つのディーゼル発電所があり、Bikenibeu 発電所は日本の無償資金協力で支援された発電所である。Betio 発電所は、メンテナンスが十分されていないことから、建屋内の壁及び床などの劣化が激しく、また、床面に油の汚れが目立つなど、改善の余地がある。一方、Bikenibeu 発電所は建設から約 9 年経ているが、建屋自体に劣化などはみられず、また、建屋内部も日本の離島発電所と同様によく整理されてお

り、比較的、良好な状態である。

### (3) ディーゼル発電機の状況

両発電所に設置されているディーゼル発電機については比較的、良好な状態に保たれている。Betio 発電所には 1.25MW のディーゼル発電機が 1 機、Bikenibeu 発電所には 1.4MW のディーゼル発電機が 3 機設置されており、両発電所ともディーゼル発電機に最大出力制限が課せられてないことから、総発電出力は 5.45MW となっている。なお、系統負荷のピーク需要電力が約 5.0MW であることから、発電予備力は十分ではない。

現在、各ディーゼル発電機の点検は計画的に実施されており、また、点検終了後は燃料消費量、温度、圧力などの各種データ確認も実施していることから運用管理については良好だと思われる。

### (4) 周辺機器

両発電所は海岸近くに設置されているが建屋内外設置の設備全般において塩害は少なく、また、周辺機器については日常点検やメンテナンスが容易な配置構成となっており、良好な状態に保たれている。Betio 発電所の屋外設備である消音器及び煙突については、腐食が著しいことからメンテナンスが必要である。Bikenibeu 発電所においては、廃油処理設備の焼却炉バーナーが故障していることから早めの修理が必要である。燃料系統、潤滑油系統、冷却水系統は系統ごとに計測機器が設置され各種データ計測が行われており、また、各配管は用途ごとに色分けされていることから、運用管理については良好な状況である。両発電所の電気盤については、ディーゼル機関本体のメンテナンスに併せて点検されていることから、特に問題はみられなかった。

### (5) 運用状況

Bikenibeu 発電所には中央制御室があり、3 機のディーゼル発電機は制御室にて一括管理されていることから運用は容易である。一方、Betio 発電所は制御盤が機関室に設置されていることから、運転員は定期的な巡回が必要である。ディーゼル発電所には AFC が設置されておらず、系統の負荷変動に対しては、運転員により各発電機の出力を最適出力に調整する経済負荷配分制御（EDC；燃料消費量を最小とする負荷配分）システムの運用が行われている。運用上の周波数管理目標値は 50Hz であり、電圧の管理目標値は 240V となっているが、許容範囲は定められてない。また、運用上の各パラメータ（温度、圧力、燃料消費量、発電量など）については記録されているが、そのデータの分析は行われてない。

## 6-4 RE 電源の系統連系によるディーゼル発電設備への影響及び RE 電源を連系させた場合のディーゼル発電設備の運用改善案

### (1) 発電設備

Betio、Bikenibeu 両発電所はほぼ良好に運用されている。特に Bikenibeu 発電所では、2009 年度に JICA 沖縄で集団研修を受けた研修員により、同研修で技術移転された「燃料消費量を最小とするための経済負荷配分制御（EDC）」が導入され、その結果プラント全体の発電効率を約 2%引き上げるという実績を上げている。このため、同分野については、現在のとこ

る緊急に改善が必要な個所は見当たらないが、その他の技術支援が可能な項目を以下に記載する。

- ① 廃油改質装置にて廃油処理方法のアドバイス
- ② Betio 及び Bikenibeu 発電所の相互遠隔管理システム設置のアドバイス
- ③ 燃料取り扱いについての安全基準（日本の消防法などを参考）に関するアドバイス

## （２）配電設備

キリバスでは送配電による総合ロスは約 16%と想定されており、PPA の資金協力で設備改善に関する調査報告書（2011 年 2 月調査実施）が 2011 年末に提出される予定である。このため、現時点では配電設備のロス低減について、わが国の技術協力の可能性を探ることは困難である。

## （３）無償資金協力、集団研修

Bikenibeu 発電所の発電マネジャー（PUB）より、ディーゼル発電機のメンテナンスについての集団研修の要望があった。これは、PUB では現在、所有しているすべてのディーゼル発電機の補修及び点検を、高い費用を支払って国外業者に発注しているため、発電所職員の知識と技術を向上させることにより可能な限り国内で補修・点検を実施し、費用削減につなげたいと考えているためである。

また、EDC システムは既に導入されているが、別の燃料削減方策（植物油、バイオエタノール、エマルジョン燃料など）についての情報提供の要請もあった。

## 6-5 気候変動対策への取り組み

### （１）担当機関の概要

環境の担当部門は ECD である。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）や UNFCCC から提供される気候変動の情報をモニターし、キリバス国内への関連性を評価することも重要な活動である。ECD の長期的な目標及び活動概念を以下に示す。

- ・長期目標：環境保全と環境保護を通してキリバス共和国の脆弱な環礁環境の性質と持続性を改善すること。
- ・活動概念：自然環境を保護して管理する一空気、水、及び生命と経済開発が依存している土地そして人間の健康を保ち持続可能な開発を確実に行う。

気候変動調査チームは、気候変動部門により、国内専門家や UNFCCC の活動に関連している専門家により構成され、政府に気候変動プログラムの実施に際して技術的なアドバイスを行う。また、国別適応行動計画（NAPA）の策定や、第二次国別報告書（SNC）の作成なども担当している。

### （２）環境影響評価（EIA）

キリバスでは、“Environment License Application Guideline” が 2011 年 7 月に完成している。また、現在は、“Seawall Construction Guideline” と “Environmental Impact Assessment Guideline” の策定が進められている。世銀による南タラワの道路改修プロジェクト “South Tarawa Road

Upgrade” の実施に伴い、2010年5月にEIAが実施されている。GEF/UNDP及びUNFCCCの支援を受けて、NAPAを2007年1月に完成させている。

(3) クリーン開発メカニズム (CDM)

キリバスは、京都議定書に2000年9月7日に締結している。現在、指定国家機関 (DNA) は設置されていない状況にある。

6-6 他ドナー (域内協力機関含む) の協力動向

(1) エネルギー効率・省エネルギー分野

“Quantification of Power System Energy Losses in Southern Pacific Utilities”

- ・ Pacific Power Association / KEMA International B.V により実施中
- ・ 予算規模 : n/a

(2) 再生可能エネルギー分野

“Wind Resource Assessment for Kiribati Islands”

“Renewable Energy Systems for Water Pumping”

“Bio-fuel development and Refining Development at Kiribati Copra Mill”

“PV Hybrid Mini-Grid for Chevalier College, Abemama Atoll”

- ・ イタリア政府
- ・ 予算規模 : USD 762,291

(3) 実施予定案件

“EU\_EDF 10”

(単位 : €)

	<b>A ENVELOPE</b>	<b>12,700,000</b>
	RENEWABLE ENERGY	4,100,000
<b>Kiribati</b>	WATER SUPPLY/SANITATION	6,700,000
	NON-FOCAL AREA (TCF)	1,900,000
	<b>B ENVELOPE</b>	<b>1,100,000</b>

出典 : PRIP ウェブサイト

“PEC 基金”

- ・ 予算規模 : USD 4 million
- ・ 既設発電所の敷地内に系統連系太陽光発電を導入する計画である。設備容量は180kW以上になる予定。コンセプトペーパーの提出済み。

“Maintaining Renewable Energy Systems in Kiribati through Technical Training Project”

- ・ UNDP
- ・ 予算規模 : USD 35,000

## 6-7 セクターにおける課題と今後の JICA の協力の可能性

本調査の結果、技術協力（開発調査）について以下のニーズを確認することができたが、他の対象国での調査結果並びに想定される予算、日本側投入も踏まえ、詳細計画策定調査においてよりスコープを限定する可能性があることを先方に説明し、了解を得ている。

### (1) 再生可能エネルギー利用発電設備の系統連系に関する規制またはガイドラインに対する技術協力

#### 1) 規制・ガイドラインの整備

キリバスには、分散型発電設備の系統連系に関する規制またはガイドラインは存在しない。現在、PUB の電力系統に連系されている発電設備（再生可能エネルギーを含む）はない。しかしながら、2010 年に改訂された“PUB Act”では、南タラワにおいて太陽光発電の系統連系が認められている。これにより、今後の太陽光発電市場の価格低下に応じて、一般家庭や企業においても導入機運が高まる可能性がある。このため、オーナー及び据付業者を対象とした維持管理マニュアルを整備する必要がある。この技術協力の中では、既存の法律や規制の調査も対象とし、必要に応じて変更の提案を行う。

#### 2) 再生可能エネルギー導入限界量についての検討

技術協力により、既存系統に連系することができる再生可能エネルギー容量を算出する。このため、第 1 段階として系統側で対策を実施しない場合、導入可能容量の上限を見極めるとともに、第 2 段階として系統側で対策を実施した場合に導入可能な容量を見極めることが求められている。

発電設備の容量は将来的に変更されるものであるため、PUB の職員は日本人専門家と活動し検討方法を習得することが必要である。

### (2) 最適な運転管理による供給ロス低減のための技術協力

#### 1) 発電設備

両発電所はほぼ良好に運用されている。特に Bikenibeu 発電所では、2009 年度に JICA 沖繩で集団研修を受けた研修員により、同研修で技術移転された「燃料消費量を最小とするための経済負荷配分制御（EDC）が導入され、その結果プラント全体の発電効率を約 2 % 引き上げるという実績を上げている。このため、同分野については、現在のところ改善が緊急に必要な箇所は見当たらないが、その他技術支援が可能な項目を以下に記載する。

- ・ 廃油改質装置にて廃油処理方法のアドバイス
- ・ Betio 及び Bikenibeu 発電所の相互遠隔管理システム設置のアドバイス
- ・ 燃料取り扱いについての安全基準（日本の消防法などを参考）に関するアドバイス

#### 2) 配電設備

キリバスでは送配電による総合ロスは約 16%と想定されており、太平洋諸島電力協会（PPA）の資金協力で設備改善に関する調査報告書（2011 年 2 月調査実施）が 2011 年末に提出される予定である。このため、現時点では配電設備のロス低減について、わが国の技術協力の可能性を探ることは困難である。

### 3) 無償資金協力、集団研修

Bikenibeu 発電所発電マネジャー (PUB) より、ディーゼル発電機のメンテナンスについての集団研修の要望があった。これは、PUB では現在、所有しているすべてのディーゼル発電機の補修及び点検を、高い費用を支払って国外業者に発注しているため、発電所職員の知識と技術を向上させることにより可能な限り国内で補修・点検を実施し、費用削減につなげたいと考えているためである。

また、EDC システムは既に導入されているが、別の燃料削減方策 (植物油、バイオエタノール、エマルジョン燃料など) についての情報提供の要請もあった。

## 付 属 資 料

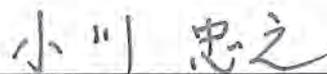
1. Technical Memorandum

2. 収集資料リスト



MINUTES OF MEETINGS  
FOR  
THE PREPARATORY SURVEY  
ON  
FORMULATION OF SELF-SUFFICIENT ENERGY SUPPLY  
IN ISLANDS AREA  
(REPUBLIC OF THE MARSHALL ISLANDS)

Majuro, June 24, 2011



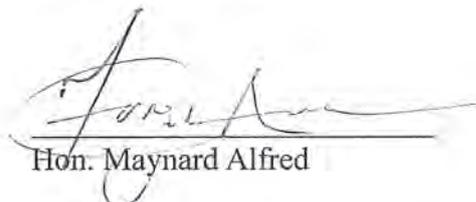
Mr. Tadayuki Ogawa

Team Leader  
Preparatory Survey Team  
Japan International Cooperation Agency



Hon. Mattlan Zackhras

Minister  
Ministry of Resources and Development  
Republic of the Marshall Islands



Hon. Maynard Alfred

Chairman  
Marshalls Energy Company  
Republic of the Marshall Islands

The Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as “the Team”) headed by Mr. Tadayuki OGAWA was organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), and the Team was sent to the Republic of the Marshall Islands (hereinafter referred to as “RMI”) for a project formulation of energy sector in islands area. We had a series of discussion on “Formulation of self-sufficient energy supply in islands area” with the officials of Ministry of Resources and Development (hereinafter referred to as “MRD”), Ministry of Foreign Affairs (hereinafter referred to as “MOFA”), Chief Secretary Office, Marshalls Energy Company (hereinafter referred to as “MEC”), and other related divisions, organizations from June 21 to June 24, 2011. A list of participants attended the discussions is shown in Annex 1, and itinerary of the Team is shown in Annex 2.

Discussions were conducted in a friendly and cordial atmosphere, and both sides agreed to record the remarkable features of the discussions and field visits as summarized below.

## 1. Background

It is said that island countries in Oceania will be seriously affected by sea level rise due to emission of greenhouse gas. Therefore, those countries are under pressures to challenge a task of adaptation at speed. On the other hand, electric power sector in islands area continues to strongly depend on diesel power generation which emits a lot of greenhouse gas.

All the fuels for diesel power generation are imported, and the cost of power supply is extremely high in outer islands due to transport cost of fuels etc. Accordingly, electricity tariffs in islands area generally tend to be high. However, those tariffs have not reached the cost recovery level and normally governments in island countries provide subsidy to keep a certain level of tariffs. Especially, island countries develop a sense of crisis resulting from fuel cost elevation during recent years and flagging economy affected by financial and economic crisis in 2008. Also, fuel prices are expected to rise sharply as “peak oil” is passed. As a result, they have to be discussed efforts to lower dependency on diesel power generation, and introducing energy conservation, improvement of generation efficiency and introduction of renewable energy.

## 2. Purpose of the Survey

The Government of Japan expressed the policy to assist programme to contribute to measures against climate change. Under these backgrounds, JICA decided to explore cooperation approach for electric power sector of island countries in Oceania to stabilize their energy supply and emission reduction of greenhouse gas. At present, the following approaches are supposed to consider establishing sustainable and self-sufficient energy supply system to improving energy security for island countries.

- (1) Improving efficiency of energy and electricity utilization through developing energy conservation policy and regulation.
- (2) Improving efficiency of existing power network system which is formed by diesel power

generation facilities and distribution networks.

(3) Diversification of energy supply introducing renewable energy such as photovoltaic system.

Based on the description above, this Preparatory Survey aims at considering JICA's cooperation approach to power sector in island countries through collection of information and analysis on development issues, relevant policies and other donors' assistance in power sector of island countries paying attention to a viewpoint of climate change remedies.

### **3. Findings**

#### **3-1. General**

RMI consists of two groups of 29 atolls and 5 raised coral islands. Reduction of dependence on imported fossil fuel is important for island nations in terms of national energy security. RMI is almost 100% reliant on imported fossil fuels for power generation. Power generation is a large user of imported fuel, consuming one third, and fuel is one of the largest single import commodities to the RMI.

Implementation of energy efficiency is becoming one of the most effective means of mitigating rising energy prices and tackling environmental risks. The introduction of renewable energy is also effective in reducing consumption of imported fossil fuel.

#### **3-2. Electric Policy**

National Government endorsed the National Energy Policy and Energy Action Plan in September 2009. In the policy and plan, following broad 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.

#### **3-3. Renewable Energy**

Being in the tropics, there is an abundance of solar energy in RMI. As a consequence, there are many solar systems which were introduced both in urban and outer-island areas. There are some isolated PV systems in Majuro which were introduced by private. And also, there is a grid-connected PV system at College of Marshall Islands. In outer islands, there are about 1,600 Solar Home Systems (hereinafter referred to as "SHS") and 6 public PV systems which were installed and maintained by MEC. There are several small wind turbines in Majuro. There is no biomass power generation system in RMI.

### 3-4. Energy Efficiency & Conservation

There are a number of energy efficiency programs and Demand Side Management is one of the most successful approaches. In RMI, some energy efficiency and conservation projects have been conducted. MEC & MRD had replaced about 10,000 standard incandescent lights in Majuro households with more efficient compact fluorescent lights. On streetlight, retrofitting the current sets of inefficient lights with more energy efficient LED lights and some solar street lights are carried out. A total of 700 mercury vapor (MV) street lights were replaced. In addition, raising awareness activities such as publishing brochures, radio broadcasts and school events are carried out.

### 3-5. Operation of Diesel Generator

#### 3-5-1. The situation of generation facilities

##### (1) Power house conditions

As 30 years have passed since No.1 power house was constructed, wall and floor deterioration is severe.

Dirt and oil in many parts of the floors, lack of safety measures for fall prevention (such as fences near the opening of cable and piping pits) needs improvement measures.

On the other hand, as No.2 power house is comparatively new compared to No.1 power house (about 10 years), no deterioration or outstanding damage was seen.

##### (2) Diesel generators conditions

1) Four diesel generators of 2.5MW and one of 3.3MW are installed in No.1 power house, but for influence of fire in the power house some years ago, No.3 and No.4 diesel generators are not in operation. They need spare parts to be reconditioned and put it in operation.

2) In No.2 power house are installed 2 diesel generators of 6.2MW, No.7 diesel generator is under periodic overhaul.

3) Total capacity of power generation of both power stations is 25.7MW, but at the present only 14.5MW can be generated for above reasons. And because the peak demand electricity is about 8.9MW, there is a margin of 5.6MW that can be used.

4) None of the diesel generators have electronic governors, only mechanical types. It means that if large quantities of renewable energy (solar, wind power etc.) are connected into the grid, fast response of diesel generators to stabilize PV output fluctuations could be not obtained.

##### (3) Peripheral equipment

###### 1) Fuel oil system

- Actually diesel fuel is used in power generation as a result of the examination and evaluation in effect vs. expense when heavy oil fuel is used.
- In No.6 and No.7 diesel generators, the fuel reforming device which recycled waste oil was installed.
- Fuel flow meter are not installed in each unit, only total fuel consumption meter was installed.

⑨  
my

- Regarding the reduction of fuel consumption, there is a plan to test the possibility of using coconut oil to replace high cost diesel fuel.

For above reasons, it seems that action for fuel reduction was done.

## 2) Cooling system

- Cooling system of diesel engines in No.1 power plant are using sea water. Once a month intake tank and intercooler are cleaned, but sometimes this work is more frequent because rubbish comes into the intake tank, and clogs the intake screen mainly during the low tide period. This often causes power blackouts.
- Cooling system of diesel engines in No.2 power plant is using radiators that does not need cleaning works frequently. Introducing inverter system to existing radiator may be able to reduce power consumption.

## 3) Other facilities

- Because the corrosion from salt laden breeze is very high in equipment installed outside of the power house such as fuel tank form, chimney, silencer, and fuel service tank, some measures are necessary to prolong their service life .
- Special care is necessary in the fuel farm tanks, located near the sea. Salt corrosion in tanks seems to be very serious in external aspect.
- In the air suction line of diesel generator in No.1 power house, salt corrosion prevention filters are installed.
- To manage the power plant in a easier manner, it is recommended to introduce color distinction in each of the utility piping such as fuel oil, primary and secondary cooling water, lubricant oil, and air.

### 3-5-2. Operation conditions

- 1) AFC device (automatic frequency control) is not installed in the power station, and the power plant control is done by a governor-free operation and ALC (Automatic Load Control) operation of each unit.
- 2) In MRD there is no electrical standard about frequency control but operational frequency target value is  $60\text{Hz} \pm 1.0\text{Hz}$ . Voltage is controlled within  $120\text{V} \pm 5\text{V}$  value.
- 3) Because there is no environment standard about NOx, SOx and dust percentage, exhaust gas is not controlled.
- 4) Fuel consumption for each diesel generator is not monitored.
- 5) In power generation, unit numbers and output combinations are carried out by the operators using their experience.
- 6) Data recording of each generator was done, but not for the diesel engines and peripheral equipment. It is desirable to take and record data like pressure and temperature in the intercooler, pumps, lubricant oil system pressure etc. to manage preventive maintenance.

### **3-6. Major Projects supported by donors**

There are some projects on energy efficiency, conservation and renewable energy supported by donors.

As for energy efficiency and conservation project, “Efficient and Renewable Public Lighting for Urban Centers” is carried out by IUCN (International Union for Conservation of Nature). For renewable energy, College of the Marshall Islands has been receiving assistance from USA Compact funds and installed 57kWp grid connected PV system. And the installed capacity will be increased. More than 400 SHS were installed under REP-5 by EU, and more than 800 SHS were installed by Taiwan, and 1,500 SHS to be installed under the EU NORTH REP Project. And also, 6,000 sets of solar lanterns were provided outer-island by Taiwan government. And furthermore, there are some projects under Ministry of Health for power supply at rural clinic. “Improved Energy Supply for Poor Households” is being implemented under JFPR (Japan Fund for Poverty Reduction). In this project, following components are planned at the moment;

- (1) Re-connection of currently disconnected poor households using pre-payment meters,
- (2) Improved distribution system to poor areas, and
- (3) Retrofitting of a diesel engine in No.1 power house to use biofuel made from coconut oil.

### **3-7. Others**

Components of SHS are available at private shop in town. However, incomes are low for most people in outer islands, and capital cost is unaffordable.

## **4. Envisaged Needs for Future Cooperation**

Through discussion with related counterparts and site reconnaissance at MEC power plant, following items could be confirmed as possible needs for future technical cooperation by JICA. However, it shall be noted that not all items might be covered by the possible technical cooperation project due to the constraint of total budget.

### **4-1. Technical assistance to introduce regulations and/or guidelines for interconnection of distributed generators by renewable energy**

#### **(1) Institutional arrangements**

There is no national regulation and/or guidelines for the interconnection of distributed generators. Currently, private companies or individuals are not allowed by law to interconnect their own generators (incl. renewable energy sources) to the MEC power system. Applicants are supposed to approach MEC for the application of grid-interconnection, but MRD has no authority to issue a permission or license. It is expected that many property owners will request to apply for grid-interconnection in near future, as the initial investment for PV system goes down recently. Therefore, both sides confirmed that introduction of regulations and/or guidelines for interconnection of distributed generators by renewable energy are urgent issue. This institutional study would also

Handwritten marks: a circled '3', 'MR', and a signature.

include investigation and analysis of existing laws or regulations, suggestion of modification of those if necessary. Draft agreement with MEC for export of excess power could be considered for private entities.

(2) Maximum capacity for grid-interconnection

The study will incorporate methodology to calculate maximum allowable capacity of renewable energy, for initial stage without modification and later with modification of existing equipment such as storage system. As the capacity of power system will change over time, it is important that RMI personnel could learn the methodology working with Japanese experts.

**4-2. Technical assistance to plan and design PV-diesel hybrid system**

In order to design PV-diesel hybrid system, the optimum system planning at each location is required to maximize the capacity and minimize the cost of investment and operation. The best combination is different for each location considering the power demand profile, existing diesel engine generator capacity, solar irradiation, fuel cost, and others. Recently many simulation tools are available to plan and design the hybrid system (e.g. HOMER, RET-Screen, etc.), so training for engineers to learn such tools could be considered.

**4-3. Technical assistance to minimize supply side losses through optimum operation management**

(1) Power Plant

There is a possibility to reduce supply side losses through improvement of MEC power plant operation. For example, multiple units of DEG set are controlled by manual without calculating the efficiency of total power plant. The ideal operation of multiple generators could be investigated considering the fuel consumption of each unit. This operational method is called Economic Load Dispatching Control (EDC). In Japan, EDC ASSIST system has already been developed to achieve the EDC operation on remote islands. Also, power plant operation management with data recording system could be further investigated to improve efficiency of power generation.

(2) Distribution System

It was found that around 8% of system loss is recorded due to conductor and joint connection as well as distribution transformers. In general, utilities are supposed to conduct power flow simulation periodically to monitor the system loss, and manage the maximum loading of conductors and transformers so that they can be replaced with bigger capacity ones before overloading. Also there is a problem of oversized transformers. Thus it is necessary to plan, design and operate distribution systems with appropriate capacity based on the actual demand. However, there is no simulation tools available now in RMI, so there is a possibility to introduce such a system to manage the system loss.

**5. Way Forward**

Based on the results of the Preparatory Survey, the Team will consult with the authorities concerned in Japan for appropriateness of extending technical cooperation. The final decision will be made in

several months after receiving official request form from RMI. If the contents of the request are authorized, JICA will dispatch another Preparatory Survey Team (Detailed Planning Survey Team) for finalizing the Scope of Work on “Formulation of self-sufficiency energy supply in islands area”.

Expected rough schedule is shown as follows;

End of August 2011: Completion of the Preparatory Survey (this survey)

Around September, 2011: Appraise the appropriateness of technical cooperation by JICA

Around October, 2011: Issue the Request form of Cooperation from RMI to Embassy of Japan

Around January, 2012: Appraise the appropriateness of technical cooperation by the Government of Japan

Around February, 2012: Preparatory Survey (Detailed Planning Survey for finalizing the Scope of Work)

Around June, 2012: Implementation of the technical cooperation project

It is important for both sides to understand that at the stage of the Preparatory Survey, no commitment is made from the Japanese side concerning the realization of the Project.

(End)

Attachment:

1. List of Attendants
2. Itinerary of the Team

⑦ Mac

## **List of Attendants**

### **Chief Secretary Office**

Mr. Casten Nemra, Chief Secretary  
Mr. Jefferson Bobo, Special Assistant to Chief Secretary

### **Ministry of Foreign Affairs**

Ms. Annette N. Note, Assistant Secretary  
Mr. Carlsen Heine, Foreign Service Officer

### **Ministry of Resources and Development**

Hon. Mattlan Zackhras, Minister  
Mr. Nicholas Wardrop, National Energy Advisor  
Ms. Angeline C. Heine, National Energy Planner  
Mr. Walter Myazoe, Jr., Energy Officer

### **Secretariat of the Pacific Community**

Ms. Arieta Gonelevu, Energy Specialist

### **Marshalls Energy Company**

Mr. David Paul, General Manager  
Mr. Steve Wakefield, Chief Technical Officer  
Mr. Mike Nation, ADB Consultant  
Mr. Ian Pickering, Senior Electrical Engineer

### **College of the Marshall Islands**

Mr. William Reiher, Director – Physical Plant

### **Embassy of Japan**

Mr. Koji Matsuda, Second Secretary

### **JICA Marshall Islands Office**

Mr. Junji Ishizuka, Resident Representative

### **JICA Preparatory Survey Team**

Mr. Tadayuki Ogawa, Team Leader  
Mr. Tetsuya Takimoto, Planning Management  
Mr. Tsutomu Dei, Electric Policy/Renewable Energy and Energy Conservation Planning  
Mr. Luis Kakefuku, Diesel power generation facilities operation

Handwritten signature and initials, possibly 'Mg' and a circled '12'.

### Itinerary of the Team

2011		JICA		Consultant		Stay
		Tadayuki OGAWA (Leader)	Tetsuya TAKIMOTO (Planning Management)	Tsutomu DEI (Electric Policy/Renewable Energy and Energy Conservation Planning)	Luis KAKEFUKU (Operation of Diesel Generator)	
19/Jun	Sun	Move to Guam from Tokyo			Move to Guam via Fukuoka	-
20/Jun	Mon	Move to Majuro (Arr. 19:53 by CO956)				Majuro
21/Jun	Tue	C/C to JICA Marshall Islands Office, Embassy of Japan, and Ministry of Foreign Affairs (MOFA) Discussion with Ministry of Resources and Development (MRD) and Marshalls Energy Company (MEC) Field Reconnaissance in MEC				Majuro
22/Jun	Wed	C/C to Minister of MRD and General Manager of MEC Field Reconnaissance in MEC				Majuro
23/Jun	Thu	C/C to Chief Secretary Office Discussion with MRD and MEC Field Survey (CM)				Majuro
24/Jun	Fri	Wrap up Meeting, Signing on Minutes of Meeting Report to JICA Marshall Islands Office and Embassy of Japan Discussion with OEPPC				Majuro
25/Jun	Sat	Move to Guam (Lv. 09:30 by CO957)	Supplemental Survey			Majuro (Consultant Only)
26/Jun	Sun	Move to Tokyo	Supplemental Survey			Majuro (Consultant Only)
27/Jun	Mon	/		Move to Tokyo via Guam (Lv. 02:40 by CO952)	Move to Fukuoka via Guam (Lv. 02:40 by CO952)	-

**TECHNICAL MEMORANDUM  
FOR  
THE PREPARATORY SURVEY  
ON  
FORMULATION OF SELF-SUFFICIENT ENERGY SUPPLY  
IN ISLANDS AREA  
(KINGDOM OF TONGA)**

**Nuku'alofa, July 19, 2011**

**PREPARATORY SURVEY TEAM  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)**

The Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as “the Team”) headed by Mr. Tadayuki OGAWA was organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), and the Team was sent to the Kingdom of Tonga (hereinafter referred to as “Tonga”) for a project formulation of energy sector in islands area.

We had a series of discussion on “Formulation of self-sufficient energy supply in islands area” with the officials of Tonga Energy Road Map Implementation Unit, Energy Planning Unit of Ministry of Environment and Climate Change, Energy Commission, Tonga Power Limited (TPL), related active donors and other organizations from July 12 to July 19, 2011. This technical memorandum was prepared to share the result of survey and findings by the Team to the major counterparts in Tonga. A list of participants attended the discussions is shown in Annex 1, and itinerary of the Team is shown in Annex 2.

**It was explained by the Team and understood by Tonga side that the implementation of the preparatory survey does not necessarily commit future possible cooperation.** When the project is finally adopted, JICA Tonga Office will inform through the official channel.

## **1. Background**

It is said that Island countries in Oceania will be heavily affected by sea level rise mainly due to Greenhouse Gas (GHG) emission. Therefore, those countries are under pressures to challenge a task of adaptation by the climate change. On the other hand, electric power sector in island countries continue to depend on diesel power generation which emits a lot of GHG.

All the fuels for diesel power generation are imported, and the cost of power supply is extremely high in outer islands due to transport cost of fuels etc. Accordingly, electricity tariffs in islands area generally tend to be high. However, those tariffs have not reached the cost recovery level and normally governments in island countries provide subsidy to keep a certain level of tariffs. Especially, island countries develop a sense of crisis due to fuel cost elevation and flagging economy affected by financial and economic crisis in 2008. Also, fuel prices are expected to rise sharply as “peak oil” is passed. As a result, urgent countermeasures need to be introduced to lower dependency on diesel power generation. The expected solutions will be the combined introduction of renewable energy, supply side management, and energy efficiency and conservation.

## **2. Purpose of the Survey**

The Government of Japan expressed the policy to assist programme to contribute to measures against climate change. In accordance with the background mentioned above, JICA decided to explore cooperation approach for electric power sector of island countries in Oceania to reduce the oil dependency for power supply, which will contribute to improve energy security by increasing self-sufficiency of energy supply. At present, following approaches are expected;

- (1) Improving efficiency of energy and electricity utilization through developing energy conservation policy and regulation.
- (2) Improving efficiency of existing power network system which is consisted of diesel power generation facilities and distribution networks.

- (3) Diversification of energy supply through introducing renewable energy such as solar photovoltaic system.

Based on the description above, this Preparatory Survey aims at considering JICA's cooperation approach to power sector in island countries through collection of information and analysis on development issues, relevant policies and other donors' assistance in power sector of island countries paying attention to a viewpoint of climate change remedies.

### **3. Findings**

#### **3-1. General**

Kingdom of Tonga is consists of four island groups, Tongatapu, Ha'apai, Vava'u and Niuaus, with 176 islands. The Tongan population is around 101,000 and that of Tongatapu Island is the largest as 72,045, which represents 71% of the total population.

Reduction of dependence on imported fossil fuel is important for islands nations in terms of national energy security. All grid-supplied electricity, which accounts for over 98% of electricity used in Tonga, is generated using imported diesel fuel.

Implementation of energy efficiency is becoming one of the most effective means of mitigating rising energy prices and tackling environmental risks. The introduction of renewable energy is also effective in reducing consumption of imported fossil fuel.

#### **3-2. Electric Policy**

In the "Electricity Commission Annual Report 2009 – 2010" energy road map is mentioned. Energy Road Map is a high level strategic policy document to the Commission. In the policy, importance of energy efficiency and renewable energy are mentioned as shown below.

- Practical solution to reduce Tonga's vulnerability to future adverse oil price movement.
- Increasing access to quality electricity supply (from the current 90% of Tonga's population who have access to electricity).
- Maximising appropriate renewable energy sources
- Efficient supply chain arrangements

"*Tonga Energy Road Map 2010-2020*" is established in June 2010. Tonga Energy Road Map is developed by a joint effort among the Government of Tonga (GoT), Tonga Power Ltd. (TPL) and the development partners. The principles and target of TERM are as shown below.

- least cost approach to meet the objective of reducing Tonga's vulnerability to oil price increases and shocks;
- managing risk including with respect to the sequencing and timing of new investments and to the extent feasible development of a portfolio of options to meet the demand for electricity;
- long term financial sustainability in the electricity sector;

- social and environmental sustainability; and
- clear, appropriate and effective definition of roles for government, TPL, and the private sector.

Government target:

50% of electricity should be provided through renewable sources by 2012

### **3-3. Renewable Energy**

Being the tropics, there is an abundance of solar energy in Tonga. There are many solar PV system installed in outer island. According to the report of “Program Grant Aid for Environment and Climate Change” which conducted by JICA, already 813 of Solar Home System have been introduced outer islands. In addition, there are private users who purchase PV system in town and install by himself. There is a 1.28 kW capacity of solar PV pump.

As for grid connected PV system, a 30 kW system will be installed at Viola Hospital under “the Project for Upgrading and Refurbishment of Viola Hospital (Phase II) by Japanese Government.

Wind monitoring is being carried out at 1 site and will be conducted at other 3 sites. There are many solar water heaters, especially hotels in Nuku’alofa. There is no power generation system by biomass resources in Tonga.

### **3-4. Energy Efficiency & Conservation**

According to the TERM Appendix 1, the technical and non-technical losses through the transmission and distribution system have averaged 15.6% since 2006. The technical losses in the lines and transformers might be between 8 and 12% for the Tongatapu power network. On the other hand, non-technical losses should be between 3 and 7%. The loss is amounted through bad meters, errors in meter reading and un-metered consumption. However, this magnitude is modest relative to international statistics but there is insufficient data to confirm the breakdown between these two loss categories.

The project of 150 LED Street Lights installation is completed by the TERM-IU and TPL. The results of pilot project shows that the LED Street Light reduces power consumption by 35.3% and running costs by 41.4% compared to the existing 150W Street Light. A full project for replacing of all 3,500 streetlights on Tongatapu is now being developed. In addition, energy efficiency and conservation of government buildings and air-conditioner are being considered under the TERM.

In February 2011, Public Awareness Campaign for Energy Efficiency was commenced through radio and newspapers. This campaign provides simple energy saving measures to reduce electricity consumption and power bills. The radio announcements are made both in English and Tongan.

### **3-5. Operation of Diesel Generator**

#### **3-5-1 Condition of power facility**

##### **(1) Power house**

Overall plant and its operation are in good condition. No major degradations were detected on the building itself and inside of the plant is well- organized similar to the power plants in remote islands of Okinawa. Diesel generators were also well-maintained. There are six generator sets (#1-#6) installed in

the power house #1. Clearance between each generator seemed to be rather narrow considering the work space required for maintenance, especially for the inspection of cooling system (intercoolers). On the other hand, power house #2 where unit #7 is installed is more spacious compared to the power house #1, thus there should be no space issues with implementing maintenance inspections.

## (2) Condition of diesel generators

There are six (6) 1,400KW diesel generators in power house #1 and one (1) 2,880kW diesel generator in power house #2 totaling the output capacity of 11.28MW. Since peak load is 8.5MW, there is a margin of 2.78MW that can be used.

Operation is managed well since each generator is periodically inspected, and data for fuel consumption, temperature, and pressure, etc are reviewed after each inspection.

Diesel generators in the power plant #1 are controlled with a central controlling system, and the unit #7 in the power plant #2 that is used as base load, is controlled manually.

Responsiveness is fast enough to handle the certain degree of output variation along with introduction of large amount of renewable energy such as photovoltaic power due to the use of digital governor (speed control device).

## (3) Peripheral equipment

Overall condition is good and there isn't major salt corrosion with power equipment installed near the coast line. Layout of peripheral devices for unit #7 in power house #2 is designed well, thus maintenance and inspection can be done easily. In addition, piping for cooling and fuel systems are organized in unified color so that operators can easily recognize the type of system. Conditions of each system are described in below.

### 1) Fuel system

Fuel consumption is controlled for each generator.

There is one (1) outdoor fuel tank able to store 10 days worth fuel. As an additional equipment of fuel tank, improvement of fire extinguishment system is recommended.

### 2) Cooling system

Cooling system for unit #1 through #6 utilizes sea water while unit #7 employs radiators system.

As for the unit #7, use of seawater cooling method is recommended in terms of saving in-house power consumption.

Since seawater intake is about 20 meters offshore, frequency of screen cleaning should be less.

### 3) Electrical system

Outdoor transformer has a caution sign, but the installation of safety fence is also recommended.

There were no other major issues detected with electrical system.

## **3-5-2 Operating condition**

Load dispatching for each diesel generator is managed by capacity ratio of each unit, and management of grid load is controlled by a central master system controlling the digital governor of #1 to #6 diesel generators. The central master system does not include the control of the unit #7 and not respond to the

frequency variation of the grid (Not equipped with AFC automatic frequency control).

Target frequency control value is  $50\text{Hz}\pm 5\%$ , and  $230\text{V}\pm 10\text{V}$  for the voltage. Following operational parameters of diesel generators including temperature, pressure, fuel consumption, and generation amount are also recorded. As for the environmental management, there are no regulations established yet; therefore, emission control for nitrogen oxide (NO<sub>x</sub>), sulfur oxides (SO<sub>x</sub>), and ash dusts are not implemented.

### **3-6. Major Projects supported by donors**

There are some projects on energy efficiency, conservation and renewable energy supported by donors.

#### **a. Energy Efficiency & Conservation**

##### **1) “Tongan Village Network Upgrade Project”**

Implement organization: NZAID

Project Cost: NZD 5.8 M

Replacement of low voltage distribution networks in rural and suburban villages. Target of the project is 70 villages in Tongatapu. The overall objective of the project is to provide safe, efficient and reliable electricity distribution networks to households and businesses in rural and suburban villages on Tongatapu.

##### **2) “Energy Efficiency Regulation”**

Implement organization: Renewable Energy & Energy Efficiency Partnership (REEEP)  
(Technical Assistance)

Project Cost: TOP 0.1M

#### **b. Renewable Energy**

##### **1) “1.5 MW Solar PV farm”**

Install 1.5 MW Solar PV farm at TPL power plant area.

Implement organization: A joint venture between NZAID, the World Bank, Tonga Power Limited, Government of Tonga and Meridian Energy

Project Cost: TOP 9.0 M

##### **2) “Solar Home System” (Program Grant Aid for Environment and Climate Change)**

Project will introduce clean energy through the installation of solar home systems in the outer island communities of Vava’u, ‘Atata & ‘Eueiki.

Implement organization: JICA

Project Cost: TOP\$11 M

### **3-7. Others**

Components of SHS are available at private shop in town. However, incomes are low for most people in outer islands, and capital cost is unaffordable. In Nuku’alofa, retail price of secondhand PV module with 85Wp capacity is TOP 500, and new PV module with same capacity is TOP 960.

#### **4. Envisaged Needs for Future Cooperation**

Through discussion with related counterparts and site reconnaissance at TPL power plant, following items could be confirmed as possible needs for future technical cooperation by JICA. However, it shall be noted that not all items might be covered by the possible technical cooperation project due to the constraint of total budget.

##### **4-1. Technical assistance to introduce regulations and/or guidelines for interconnection of distributed generators by renewable energy**

###### (1) Regulations and guidelines for grid-interconnection

There is a “Distributed Generation Policy Guide and Information Pack” which TPL prepared based on the policy of “New Zealand’s Orion Networks and Network Tasman”. However, the guide is more focused on application procedure of system owner who want to interconnect generator to grid. Currently, private companies or individuals are allowed to interconnect their own generators (incl. renewable energy sources) to the TPL power system. Applicants are supposed to approach Electricity Commission for the application of grid-interconnection, but TPL has authority to issue a permission or license. As for the technical aspect, relating Australian and New Zealand standards are introduced in the guideline.

###### Project on regulation by other donors

Reform of energy bill and regulation of energy sector: WB

Regulation of energy efficiency: Renewable Energy & Energy Efficiency Partnership (REEEP) / Technical Assistance

###### Standard for Installation

Standards Electrical Code of Practice AS/NZS 3000 (Above 10kW)

– Electrical Installations (known as the Australian/New Zealand Wiring Rules)

Australian Standard 4777.2 and Australian Standard 4777.3 (Less than 10kW)

New Zealand “EEA Guide for the Connection of Generating Plant”

There is no technical guideline for interconnection of renewable energy specialized for Tonga. It is required to prepare technical guideline for grid connected renewable energy generation system. In the study, contents of Australian and New Zealand standards have to be reviewed and modified if necessary. In addition, technical guideline of Japan has to be referred to create an appropriate technical guideline for Tonga.

It is expected that many property owners will request to apply for grid-interconnection in near future, as the initial investment for PV system goes down recently. TPL raised an issue of sustainable operation and maintenance of PV system installed on residential rooftop. Thus necessary manuals for the operation and maintenance need to be provided for both PV contractors and owners. Therefore, both sides confirmed that introduction of regulations and/or guidelines for interconnection of distributed generators by renewable energy is a necessary issue. This institutional study would also include

investigation and analysis of existing laws or regulations, suggestion of modification of those if necessary.

## (2) Maximum capacity for grid-interconnection

The study will incorporate methodology to calculate maximum allowable capacity of renewable energy, for initial stage without modification and later with modification of existing equipment such as storage system. In the future to increase more the capacity of renewable energy connected to the grid, private or government electric facilities can be surveyed in detail to study the possibility of absorption of fluctuations in load caused by these renewable energy facilities.

As the capacity of power system will change over time, it is important that TPL personnel could learn the methodology working with Japanese experts.

## **4-2. Technical assistance to minimize supply side losses through optimum operation management**

### (1) Power Plant

Overall plant and its operation are in good condition, so there are not many issues to improve efficiency (Power station service loss is between 2 and 3% of the gross generation.) There is only a possibility to assist technically in two points, first in the design of the cooling system of DEG set#7 changing the actual radiator cooling method to the sea water cooling system\*. And second advising about safety issues in the use of fuels likes in accordance with Japanese standards.

( \* work programmed in 2013 when the unit #8 is installed)

### (2) Distribution System

TPL has obtained the support of NZAid to rehabilitate and upgrade low-voltage networks in some villages and, based on a preliminary survey, TPL is expecting to reduce both technical and non-technical losses at that end of the network by up to 10%. TPL staff has also identified numerous sections of the transmission network where line capacities are too low for the power being carried and where the insulators are too small for the rated voltage.

To plan, design and operate transmission systems with appropriate capacity based on the actual demand, studies in detail of the grid are necessary. According to the TERM, TPL has not had the capacity to survey the actual state of their entire networks so are not able to explicitly link loss reductions to investments. Technical assistance in this area can be done by Japanese experts and introduce simulation tool for whole TPL network to manage the system loss.

## **5. Way Forward**

Based on the results of this Preparatory Survey, the Team will consult with the authorities concerned in Japan for appropriateness of extending technical cooperation. The final decision will be made in several months after receiving official request from Government of Tonga. **Again, it is important for both sides to understand that at the stage of the Preparatory Survey, no commitment is made from the**

**Japanese side concerning the realization of the Project.**

If the contents of the request are authorized, JICA will dispatch another Preparatory Survey Team (Detailed Planning Survey Team) for finalizing the Scope of Work on “Formulation of self-sufficiency energy supply in islands area”.

Expected rough schedule is shown as follows;

- End of August 2011: Completion of the Preparatory Survey (this survey)
- Around September, 2011: Appraise the appropriateness of technical cooperation by JICA
- Around October, 2011: Submit the Official request to the Embassy of Japan in Tonga
- Around January, 2012: Appraise the appropriateness of technical cooperation by the Government of Japan
- Around February, 2012: Preparatory Survey (Detailed Planning Survey for finalizing the Scope of Work)
- Around June, 2012: Implementation of the technical cooperation project

(End)

## **List of Attendants**

### **Tonga Energy Road Map Implementation Unit**

Mr. Lano Fonua, TERM Coordinator

Mr. Vahid Fifita, Technical Analyst

### **Ministry of Environment and Climate Change**

Mr. Ofa Sefana, Energy Planner

### **Electricity Commission**

Mr. Lord Dalgety Q.C., Chairman, Judicial Committee of Privy Council

### **Tonga Power Limited**

Mr. Peter MacGill, Chief Executive Officer

Mr. Michael Lani Ahokava, Generation Manager

Mr. Graham Steven 'Esau, Finance Manager

Mr. Ian Shelton, Distribution Design & Planning Manager

Mr. Nikolasi 'Osimoni Fonua, Electrical Engineer

### **New Zealand High Commission**

Ms. Chesna Cocker, Second Secretary

### **Australian High Commission**

Ms. Louise Scott, Second Secretary (Development Cooperation)

### **Embassy of Japan**

Mr. Yasuo Takase, Ambassador of Japan

Mr. Yoshimitsu Kawata, Counsellor

Mr. Fumihito Shinohara, Second Secretary

Ms. Hanako Masuhara, Reseacher / Advisor

### **JICA Tonga Office**

Mr. Makoto Tsujimoto, Resident Representative

Mr. Alfred Vaka, Programme Officer

## Itinerary of the Team

No.	Date	Day	Mr.Ogawa	Mr.Dei(Consultant)	Mr.Kakefuku(Consultant)	Stay
1	12-Jul	Tue	Nadi 07:10 → 09:30 Nuku Alofa (FJ211) C/C to JICA Tonga Office C/C to Embassy of Japan in Tonga			Nuku Alofa
2	13-Jul	Wed	Discussion with Tonga Energy Road Map/Implementation Unit Dicussion with Energy Planning Unit of Ministry of Environment and Climate Change			Nuku Alofa
3	14-Jul	Thu	C/C to New Zealand AID C/C to Australian AID C/C and discussion with Electricity Commission Site survey at Popula Power Station Discussion with Tonga Energy Road Map/Implementation Unit			Nuku Alofa
4	15-Jul	Fri	Discussion with Tonga Power Limited (TPL) Site survey at Popula Power Station			Nuku Alofa
5	16-Jul	Sat	Site survey at wind mast and power distribution lines			Nuku Alofa
6	17-Jul	Sun	Documentation			Nuku Alofa
7	18-Jul	Mon	Documentation Wrap up meeting with TPL			Nuku Alofa
8	19-Jul	Tue	Wrap up meeting with Tonga Energy Road Map/Implementation Unit, and EPU of Ministry of Environment and Climate Change Report to JICA Tonga Office Report to Embassy of Japan in Tonga Nuku Alofa 22:20 →			On Flight

**TECHNICAL MEMORANDUM**  
**FOR**  
**THE PREPARATORY SURVEY**  
**ON**  
**FORMULATION OF SELF-SUFFICIENT ENERGY SUPPLY**  
**IN ISLANDS AREA**  
**(Solomon Islands)**

**Honiara, July 25, 2011**

**PREPARATORY SURVEY TEAM**  
**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)**

The Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as “the Team”) headed by Mr. Tadayuki OGAWA was organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), and the Team was sent to the Solomon Islands (hereinafter referred to as “Solomon”) for a project formulation of energy sector in islands area.

We had a series of discussion on “Formulation of self-sufficient energy supply in islands area” with the officials of Ministry of Mines, Energy and Rural Electrification, Solomon Islands Energy Authority, related active donors and other organizations from July 20 to July 25, 2011. This technical memorandum was prepared to share the result of survey and findings by the Team to the major counterparts in Solomon. A list of participants attended the discussions is shown in Annex 1, and itinerary of the Team is shown in Annex 2.

**It was explained by the Team and understood by Solomon side that the implementation of the preparatory survey does not necessarily commit future possible cooperation.** When the project is finally adopted, JICA Solomon Office will inform through the official channel.

## **1. Background**

It is said that Island countries in Oceania will be heavily affected by sea level rise mainly due to Greenhouse Gas (GHG) emission. Therefore, those countries are under pressures to challenge a task of adaptation by the climate change. On the other hand, electric power sector in island countries continue to depend on diesel power generation which emits a lot of GHG.

All the fuels for diesel power generation are imported, and the cost of power supply is extremely high in outer islands due to transport cost of fuels etc. Accordingly, electricity tariffs in islands area generally tend to be high. However, those tariffs have not reached the cost recovery level and normally governments in island countries provide subsidy to keep a certain level of tariffs. Especially, island countries develop a sense of crisis due to fuel cost elevation and flagging economy affected by financial and economic crisis in 2008. Also, fuel prices are expected to rise sharply as “peak oil” is passed. As a result, urgent countermeasures need to be introduced to lower dependency on diesel power generation. The expected solutions will be the combined introduction of renewable energy, supply side management, and energy efficiency and conservation.

## **2. Purpose of the Survey**

The Government of Japan expressed the policy to assist programme to contribute to measures against climate change. In accordance with the background mentioned above, JICA decided to explore cooperation approach for electric power sector of island countries in Oceania to reduce the oil dependency for power supply, which will contribute to improve energy security by increasing self-sufficiency of energy supply. At present, following approaches are expected;

- (1) Improving efficiency of energy and electricity utilization through developing energy conservation policy and regulation.
- (2) Improving efficiency of existing power network system which is consisted of diesel power generation facilities and distribution networks.
- (3) Diversification of energy supply through introducing renewable energy such as solar photovoltaic

system.

Based on the description above, this Preparatory Survey aims at considering JICA's cooperation approach to power sector in island countries through collection of information and analysis on development issues, relevant policies and other donors' assistance in power sector of island countries paying attention to a viewpoint of climate change remedies.

### **3. Findings**

#### **3-1. General**

Solomon Islands is consists of 992 islands. The population of the Solomon is around 559,198. In the Solomon Islands, national electrification rate is low as around 15%. The electrification rate in Honiara is around 72%, on the other hand, which of rural area, where 85% of the population lives, is around 10%. Reduction of dependence on imported fossil fuel is important for islands nations in terms of national energy security. Almost all generation is based on imported diesel fuel in Solomon. Implementation of energy efficiency is becoming one of the most effective means of mitigating rising energy prices and tackling environmental risks. The introduction of renewable energy is also effective in reducing consumption of imported fossil fuel.

#### **3-2. Electric Policy**

In the "Ministry of Mines, Energy and Rural Electrification Cooperate Plan 2011 – 2013" following key activities are mentioned in energy division.

- ✓ Reform of SIEA to operate commercially to deliver reliable, affordable and efficient electricity services.
- ✓ Tina River Hydro Power development
- ✓ Development of Renewable Energy Scheme in SIEA's Power Station in the provincial centres, industrial centres around the country.
- ✓ Increase access to affordable electricity services to non-electrified areas
- ✓ Review of Petroleum Storage & Handling Act
- ✓ National Rural Electrification Programme
- ✓ Energy Data Base
- ✓ Montreal Protocol

#### **3-3. Renewable Energy**

##### **(1) Hydro**

There is a large hydro-power potential in the Solomon Islands as around 326MW in total. Currently, Feasibility study on Tina Hydro power station project which has 15MW of installed capacity is being carried out by World Bank. The construction work will be completed by the end of 2015. There are two mini-hydro power stations owned by SIEA, installed capacity are 150kW and 30kW respectively. However, those two mini-hydro power stations are out of operation currently. Other mini or micro hydro

power stations are being operated by NGO, private and community as isolated system.

#### (2) Solar

Being the tropics, there is an abundance of solar energy in the Solomon. There are many solar PV system installed in outer island. Especially, many Solar Home System (SHS) have been provided to rural population by Taiwan embassy as donation. There are some NGOs and private companies that working on introduction of SHS in Solomon. There is no grid connected PV system in the Solomon.

#### (3) Biomass

Copra is one of the most expectable biomass resources in the Solomon. Copra is being exported around 20,000 tons per year which equivalent of approximately 12 million litres of diesel fuel. There is no power station and plan using other biomass resources such as woody biomass.

#### (4) Wind, Geothermal

There are potential of wind and geothermal as other renewable energies. Wind monitoring will be carried out at 4 sites and there are two candidate sites for geothermal power plant. However there is no implementation plan.

### **3-4. Energy Efficiency & Conservation**

The project “Solomon Islands Sustainable Energy Program (SISEP)” is being implemented under World Bank to improve energy efficiency from supply side. The objective is to improve the operational efficiency, system reliability and financial sustainability of the SIEA. In the project, energy efficiency has to be improved by reduction of technical losses such as distribution loss. And also, it is important to improve non-technical losses such as miss reading of power meter. On the other hand, demand side management activities are limited in the Solomon. For the purpose of reduction of power consumption during night, replacement of existing streets lights to LED is not carried out. And activity on energy audit is so limited. As for power conservation activity, awareness rising on energy efficiency is being carried out through Radio, TV and newspaper.

### **3-5. Operation of Diesel Generator**

#### **3-5-1 Condition of Power Facility**

##### (1) Power house

##### **•Lunga Power Plant**

No major deteriorations and issues were found with power house construction. A power house containing unit # 5 through #10 is well-designed for operation and maintenance securing enough clearance between the generators. Displacement of the unit #4 (removed) and outdoor yard needs to be reorganized since they are currently scattered with old spare parts.

##### **•Honiara Power Plant**

There was only roof installed to protect diesel generators and electric board without walls; therefore, equipments are exposed to the elements such as rain, wind and dusts. Units #1 to #3 that are under the roof have no major issues with maintenance spaces, but operating noise could be an issue in the future.

## (2) Condition of diesel generators

### ▪ Lunga Power Plant

Although total generation capacity of unit #5 to #10 in a power house is 21.166MW, there is output limitation for each generator due to the failures with cooling water system making the actual capacity to be about 17MW. Therefore, urgent improvement of cooling system is necessary. Actual capacity of the plant is 10.8MW due #7 maintenance, #6 replacements of the main shaft and #5 leaks in the radiator.

The maximum output of 11.4MW including Honiara actual power plant capacity does not secure adequate reserve against about 14MW peak load. For this reason, interconnection of renewable energy is difficult at this time.

As for the maintenance inspection of each diesel generator, inspections are implemented according to the operation hours. However, because of frequent failures with older equipment, reconsideration of inspection cycles for those is necessary such as to shorten its cycles.

### ▪ Honiara Power Plant

This plant has three generators, but unit #1 is discontinued due to the lack of maintenance, and #3 needs repair work after connecting rod problem, only unit #2 is running but it has output limitation of 600kW due to problems in the cooling system.

All three generators require extensive maintenance, especially with electrical equipment, meters on control board, and deteriorated cables. Besides that, entrance of dusts into each board is also concerned because of lack of walls for power facility.

## (3) Peripheral equipment

### ▪ Lunga Power Plant

There are no major issues with indoor equipment conditions. Peripheral devices are well-arranged to perform daily inspections and maintenance, and piping for cooling and fuel systems etc are organized in unified color so that operators can easily recognize the type of system. Failures with measuring devices and inadequate measuring were detected.

As for outdoor equipment, heat retention of exhaust gas ducts and silencer, maintenance and cleaning of cooling system pipes and radiators requires more work. Since water from a spring is utilized for radiator in cooling system, scale buildups are easy to deposit on the radiator fins. Overall improvement seemed to be necessary for the cooling system, specifically to add a water treatment device. Outdoor fuel storage tank is in good condition. However, installation of fire extinguishment system should be considered.

### ▪ Honiara Power Plant

Diesel generators are in compact construction and do not need space for peripheral equipments. Cooling water radiator is integrated into diesel generator, and fuel, lubricant oil filters are installed near of the engine. Installation of fire extinguishment system should be considered for fuel storage tank.

#### (4) Electrical equipment

Maintenance work is necessary for electrical board in both power plants, and replacement of faulty measuring device is also recommended. Introduction of a controlling system for diesel generators and remote monitoring system for power plants in Lunga and Honiara should be considered. Transformers were secured with safety fence seems to be in good condition. Improvement is necessary for protection of electrical board in Honiara Power Plant.

#### **3-5-2 Operating condition**

Each power plant does not have central monitoring control system, and controlling is implemented by the load dispatching and speed control device on each diesel generator. Grid load fluctuation is handled by load sharing between active diesel generators, for grid frequency controlling is not performed. Target control value for system frequency is 50Hz±2% and 230V±5V for voltage. Operational parameters of each diesel generator including temperature, pressures etc are not recorded.

As for the environmental management, there is no standard established yet; therefore, emission control for nitrogen oxides (NOx), sulfur oxides (SOx), and ash dusts are not implemented.

#### **3-6. Major Projects Supported by Donors**

There are some projects on energy efficiency, conservation and renewable energy supported by donors.

##### (1) Energy Efficiency & Conservation

###### 1) “Solomon Islands Sustainable Energy Program (SISEP) “

Implement organization: WB / Grant

Project Cost: US\$ 4M

Improve operational efficiency, system reliability and financial sustainability of the SIEA.

##### (2) Renewable Energy

###### 1) “Tina River Hydro-Power Development Project”

Implement organization: EIB, IFC, AUS, WB

Project Cost: US\$ n/a

Hydro-power has the potential to reduce the price of electricity, and replace a large share of Solomon Islands’ diesel fuel imports, currently used for nearly all the electricity generation.

###### 2) “Promoting Access to Renewable Energy in the Pacific”

Implement organization: ADB / TA

Project Cost: US \$3.6 M (Solomon, PNG, Vanuatu)

This project introduces coconut oil (CNO) as biofuel for power generation. Pilot study is being carried out at a coconut company in Auki. Diesel generator is being operated by dual fuel, 80% of diesel and 20% of CNO. The capacity of generator is 350kVA. Feasibility study on five Mini-Hydro project sites are being carried out.

#### **3-7. Others**

Components of SHS are available at private shop in town. “Willies Electrical and Solar Power”

specializes in solar PV system. The company is selling PV system and conducting user training.

#### **4. Envisaged Needs for Future Cooperation**

Through discussion with related counterparts and site reconnaissance at TPL power plant, following items could be confirmed as possible needs for future technical cooperation by JICA. However, it shall be noted that not all items might be covered by the possible technical cooperation project due to the constraint of total budget.

##### **4-1. Technical Assistance to Energy Efficiency and Conservation**

In the islands country, energy efficiency and power conservation is one of the most effective means of mitigating rising energy prices and reducing fuel consumption for power generation. However, compare to the other countries in the Pacific, current activity on power conservation is limited in the Solomon.

The study will incorporate methodology to simulate effectiveness of replacing existing streets light to LED in Honiara. In addition, effectiveness of energy conservation by replacement of currently using air-conditioner, refrigerator and other electrical apparatus to high efficiency one will be simulated. Energy audit such as for government building has to be carried out and the methodology will be transferred to SIEA.

##### **4-2. Technical Assistance to Minimize Supply Side Losses through Optimum Operation Management**

###### **(1) Generation equipment**

Technological assistance is capable in following two areas.

- i. Improvement of cooling system, which is being a cause of output limitation with generators, is necessary. Provision of suggestions in water treatment equipment and backup for the cooling system and its capacity assessment is capable.
- ii. Provision of guidance in safety standard in fuel handling (referring to Japanese fire protection law)

###### **(2) Distribution equipment**

Total distribution loss in Solomon system is about 28%, and about 18 % is estimated as non-technical loss. A final report on improvement of transmission and distribution system, “Solomon Island Sustainable Energy Report (SISEP)” was submitted to the ministries in April 2011, which helped SIEA to receive future assistance from the World Bank in improvement work of technical loss as well as non-technical loss.

Because of above, we have reached to a conclusion that there are no other areas to provide technological assistance.

#### **5. Way Forward**

Based on the results of this Preparatory Survey, the Team will consult with the authorities concerned in Japan for appropriateness of extending technical cooperation. The final decision will be made in several

months after receiving official request from Government of the Solomon. **Again, it is important for both sides to understand that at the stage of the Preparatory Survey, no commitment is made from the Japanese side concerning the realization of the Project.**

If the contents of the request are authorized, JICA will dispatch another Preparatory Survey Team (Detailed Planning Survey Team) for finalizing the Scope of Work on “Formulation of self-sufficiency energy supply in islands area”.

Expected rough schedule is shown as follows;

- End of August 2011: Completion of the Preparatory Survey (this survey)
- Around September, 2011: Appraise the appropriateness of technical cooperation by JICA
- Around October, 2011: Submit the Official request to the Embassy of Japan in Solomon
- Around January, 2012: Appraise the appropriateness of technical cooperation by the Government of Japan
- Around February, 2012: Preparatory Survey (Detailed Planning Survey for finalizing the Scope of Work)
- Around June, 2012: Implementation of the technical cooperation project

(End)

## **List of Attendants**

### **Ministry of Mines, Energy & Rural Electrification**

Mr. John Korinihona, Director of Energy

Mr. Douglas Alex, Permanent Secretary on Special Duty (Energy)

### **Ministry of Environment and Climate Change, Disaster Management & Meteorology**

Mr. Edward Danitofea, Senior Environment Officer

Mr. Festus Ahikau, Chief Meteorological Officer(climate)

### **Ministry of Finance, National Reform & Planning**

Mr. Mathew Hodge-Kopa, Advisor

Mr. Hayley Kouto, Policy Analyst

Mr. Rexson Ramofafua, Policy Analyst

### **Solomon Islands Electricity Authority**

Mr. Norman Nicholls, General Manager

Mr. Martin B. Sam, Chief Engineer / Deputy General Manager

Mr. Michael J. Payne, Chief financial Officer

Mr. Dadily Posala, Manager Generation

Mr. Mathew Korinihona, Manager Distribution & Customer Service

### **World Bank**

Ms. Edith Bowles, Country Manager

### **Tina River Hydro Project**

Mr. Mark France, Land Manager

Mr. Fred Corning, Deputy Project Manager

Mr. Eric Gorapava, Deputy Land Manager

### **JICA Solomon Islands Office**

Mr. Yoshinobu Takishita, Resident Representative

Mr. Yoko Asano, Project Formulation Adviser

## Itinerary of the Team

No.	Date	Day	Ogawa (Jica)	Dei (consultant)	Kakefuku (consultant)	Stay
11	20-Jul	Wed		→ 00:25 Auckland(NZ977) Auckland 06:00 → 08:00 Brisbane (QF124) Brisbane 09:30 → 13:45 Honiara (IE701) C/C to JICA Solomon Office		Honiara
12	21-Jul	Thu				Honiara
			09:00 Ministry of Mines Energy & Rural Electrification 10:30 Ministry of Environment, Climate Change 13:30 Solomon Islands Electricity Authority (Lunga Power Plant)			
13	22-Jul	Fri				Honiara
			09:00 World Bank 10:30 Economic Reform Unit, Ministry of Finance, National Reform & Planning 13:30 Solomon Islands Electricity Authority (Honiara Power Plant)			
14	23-Jul	Sat	Honiara 11:10 → 12:30 Port Moresby (PX085) Port Moresby 14:20 → 19:55 Narita (PX054)	(Reserve day for Site Observation)		Honiara
15	24-Jul	Sun	/	Documentation		Honiara
16	25-Jul	Mon		Detailed interview of relevant organizations or Site Observation (as necessary) Discussion and Wrap up meeting with MMERE		Honiara
17	26-Jul	Tue		Report to JICA Solomon Office Report to Embassy of Japan in Solomon Islands Honiara 13:10 → 18:30 Nadi (FJ260)		Nadi

**TECHNICAL MEMORANDUM  
FOR  
THE PREPARATORY SURVEY  
ON  
FORMULATION OF SELF-SUFFICIENT ENERGY SUPPLY  
IN ISLANDS AREA  
(The Republic of Kiribati)**

**Tarawa, August 2, 2011**

**PREPARATORY SURVEY TEAM  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)**

The Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as “the Team”) was organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), and the Team was sent to the Republic of Kiribati (hereinafter referred to as “Kiribati”) for a project formulation of energy sector in islands area.

We had a series of discussion on “Formulation of self-sufficient energy supply in islands area” with the officials of Ministry of Public Works and Utilities, Public Utilities Board, and related active organizations in renewable energy utilization from July 28 to August 2, 2011. This technical memorandum was prepared to share the result of survey and findings by the Team to the major counterparts in Kiribati. A list of participants attended the discussions is shown in Annex 1, and itinerary of the Team is shown in Annex 2.

**It was explained by the Team and understood by Kiribati side that JICA does not commit the implementation of future possible cooperation.**

## **1. Background**

It is said that Island countries in Oceania will be heavily affected by sea level rise mainly due to Greenhouse Gas (GHG) emission. Therefore, those countries are under pressures to challenge a task of adaptation by the climate change. On the other hand, electric power sector in island countries continue to depend on diesel power generation which emits a lot of GHG.

All the fuels for diesel power generation are imported, and the cost of power supply is extremely high in outer islands due to transport cost of fuels etc. Accordingly, electricity tariffs in islands area generally tend to be high. However, those tariffs have not reached the cost recovery level and normally governments in island countries provide subsidy to keep a certain level of tariffs. Especially, island countries develop a sense of crisis due to fuel cost elevation and flagging economy affected by financial and economic crisis in 2008. Also, fuel prices are expected to rise sharply as “peak oil” is passed. As a result, urgent countermeasures need to be introduced to lower dependency on diesel power generation. The expected solutions will be the combined introduction of renewable energy, supply side management, and energy efficiency and conservation.

## **2. Purpose of the Survey**

The Government of Japan expressed the policy to assist programme to contribute to measures against climate change. In accordance with the background mentioned above, JICA decided to explore cooperation approach for electric power sector of island countries in Oceania to reduce the oil dependency for power supply, which will contribute to improve energy security by increasing self-sufficiency of energy supply. At present, following approaches are expected;

- (1) Improving efficiency of energy and electricity utilization through developing energy conservation policy and regulation.
- (2) Improving efficiency of existing power network system which is consisted of diesel power generation facilities and distribution networks.
- (3) Diversification of energy supply through introducing renewable energy such as solar photovoltaic system.

Based on the description above, this Preparatory Survey aims at considering JICA's cooperation approach to power sector in island countries through collection of information and analysis on development issues, relevant policies and other donors' assistance in power sector of island countries paying attention to a viewpoint of climate change remedies.

### **3. Findings**

#### **3-1. General**

Kiribati is situated in the Central Pacific Ocean and consists of 33 atolls with a total land area of about 800 km<sup>2</sup>. The atolls have a maximum height of 3 to 4 m above sea level. The population is estimated about 99,500 in 2009.

Reduction of dependence on imported fossil fuel is important for islands nations in terms of national energy security. Almost all generation is based on imported diesel fuel in Kiribati.

Implementation of energy efficiency is becoming one of the most effective means of mitigating rising energy prices and tackling environmental risks. The introduction of renewable energy is also effective in reducing consumption of imported fossil fuel.

#### **3-2. Electric Policy**

The electric policy for minimizing impact of increasing price of imported fuel is written under 'Development Strategies' of 'Economic growth and poverty reduction' in the Kiribati Development Plan (KDP) 2008-2011.,. The Kiribati National Energy Policy (KNEP) was based on the development strategies in 2009.

- ✓ Promote the introduction of best-practice regulations and standards for the safe and reliable supply, generation, transmission and distribution of power.
- ✓ Encourage private sector participation in the power sector.
- ✓ Encourage an appropriate tariff structure.
- ✓ Promote supply side and demand side management measures.
- ✓ Encourage the use of alternative fuels and renewable energy sources for power generation.
- ✓ Ensure compliance to legislations and regulations established under the Environment Act and other related legislations.

#### **3-3. Renewable Energy**

Being the tropics, based on the JICA study on rural electrification by solar PV, average solar irradiation is high as 5.69kWh/m<sup>2</sup>/day in Kiribati. There are many solar PV system installed in outer islands. Kiribati Solar Energy Company (KSEC) installed a total of over 200 kW solar PV systems in 2010. Solar Home Systems (SHS) are installed at 1521 residential households with 100W capacity and 70 solar systems for community center with the capacity between 200W to 600W. There is a plan for grid connected PV system with over 180kW capacity by PEC fund. Wind monitoring has been carrying out by Italian Government at Kiritimati Island. As for pilot test, biofuel production from Copra has been carrying out by Italian Government. The biofuel produced through pilot test is mixed with diesel (70%

biofuel, 30% diesel) and has been used for two trucks as fuel. A small scale biogas system is constructed for pilot test under Taiwan project.

### **3-4. Energy Efficiency & Conservation**

Activities on energy conservation are limited in Kiribati. In these years, electricity price rises with the price hike of the imported fuel. Therefore the electricity demand tends to decrease. Solar streetlights had installed, however most of those are out of function currently due to lack of maintenance. As for energy efficiency program from supply side, study on transmission and distribution line has conducted under the project of “Quantification of Power System Energy Losses in Southern Pacific Utilities” by Pacific Power Association (PPA) in February 2011. Final report of the study will be submitted by the end of 2011.

### **3-5. Operation of Diesel Generator**

#### **3-5-1 Condition of Power Facility**

##### **(1) Power house**

Overall plant and its operation are in good condition. Kiribati Tarawa island electricity is supplied from BETIO and BIKENIBEU power plant, built with assistance of Japan; both power plants are conformed by diesel generators. In BETIO power plant, walls and floors deteriorations are severe due maintenance works is not adequate, and dirt of oil in many parts on the floor needs improvement measures. On the other hand comparatively, in BIKENIBEU power plant, about 9 years old, no major deteriorations and issues were found in the power house. Indoor equipment is well maintained remaining equally good condition as same style of plants in remote islands of Japan.

##### **(2) Condition of diesel generators**

Diesel generators installed in both power plants are comparatively kept in good conditions. There is one (1) 1.25 MW diesel generator in BETIO power plant, and there are three (3) 1.4 MW diesel generators installed totaling the power generation capacity of 5.45 MW in BIKENIBEU power plant. Both plants are not under the maximum output limitation, but since peak demand electricity is about 5 MW, there is no margin of power when one diesel generator is in maintenance works. Operation is managed well since each generator is periodically inspected, and data for fuel consumption, temperature and pressure are reviewed after each inspection.

##### **(3) Peripheral equipment**

Overall condition is good and there isn't major corrosion with power equipment installed inside and outside of the power house. Layout of peripheral devices for units is designed well, thus maintenance and inspection can be done easily. In BETIO power plant, exhaust gas silencer and chimney corrosion is remarkable, some measures are necessary to prolong its service life. In BIKENIBEU power plant wastes oil incinerator burner is out of order. Urgent repair is necessary. Fuel oil, lubricant oil, cooling water equipments has appropriate meters, and data are recorded. In addition, piping for cooling and fuel systems are organized in unified colour so that operators can

easily recognize the type of system. Electric board for both power plants are inspected during maintenance works of diesel engine, thus no special issues were detected.

### **3-5-2 Operating condition**

In BIKENIBEU power plant, operation is eased from the control room where operators can control and monitor the three diesel generators altogether. On the other hand, in BETIO power plant electrical boards are installed in the engine room, requiring plant operators to patrol regularly to control the only diesel generator. In the power plant there is not installed AFC (automatic frequency control), operators manually control the diesel generators output using EDC\* tables to minimize fuel consumption. Target control value for system frequency is 50Hz and 11,000V for voltage, but permissive ramp range is not determined. Operational parameters of each diesel generator including temperature, pressures etc are recorded but no analysis is done. As for the environmental management, there is no standard established yet; therefore, emission control for nitrogen oxides (NOx), sulfur oxides (SOx), and ash dusts are not implemented.

\* EDC: Economical load Dispatch Control

### **3-6. Major Projects Supported by Donors**

There are some projects on energy efficiency, conservation and renewable energy supported by donors.

#### **(1) Energy Efficiency & Conservation**

- 1) “Quantification of Power System Energy Losses in Southern Pacific Utilities”

Implement organization: Pacific Power Association / KEMA International B.V.

Project Cost: n/a

#### **(2) Renewable Energy**

- 1) “Wind Resource Assessment for Kiribati Islands”  
“Renewable Energy Systems for Water Pumping”  
“Bio-fuel development and Refining Development at Kiribati Copra Mill”  
“PV Hybrid Mini-Grid for Chevalier College, Abemama Atoll”

Implement organization: Italian Government

Project Cost: US\$: 762,291

#### **(3) Scheduled Project**

- 1) “EU\_EDF 10”

Project Cost: EU 410,000

- to increase power production from renewable energy sources (SHS)
- to improve the overall policy framework of the energy sector

- 2) “Maintaining Renewable Energy Systems in Kiribati through Technical Training Project”

Implement organization: UNDP

Project Cost: USD 35,000

### **3-7. Others**

“Kaokimaante Recycle Company” is purchasing used batteries at AU\$ 5 per unit (per 1 any size of used battery). The collected battery will be shipped to Australia.

## **4. Envisaged Needs for Future Cooperation**

Through discussion with related counterparts and site reconnaissance at power plants of Public Utilities Board, following items could be confirmed as possible needs for future technical cooperation by JICA. However, it shall be noted that not all items might be covered by the possible technical cooperation project due to the constraint of total budget.

### **4-1. Technical assistance to introduce regulations and/or guidelines for interconnection of distributed generators by renewable energy**

#### **(1) Institutional arrangements**

There is no national regulation and/or guidelines for the interconnection of distributed generators. Currently, there is no interconnected generators (incl. renewable energy sources) to the PUB power system. However, in the revised “PUB Act in 2010”, grid connection of Solar PV is encouraged in the South Tarawa.

It is expected that many property owners will request to apply for grid-interconnection in near future, as the initial investment for PV system goes down recently. Therefore, introduction of regulations and/or guidelines for interconnection of distributed generators by renewable energy is necessary issue. This institutional study would also include investigation and analysis of existing laws or regulations, suggestion of modification of those if necessary.

#### **(2) Maximum capacity for grid-interconnection**

The study will incorporate methodology to calculate maximum allowable capacity of renewable energy, for initial stage without modification and later with modification of existing equipment such as storage system. As the capacity of power system will change over time, it is important that Kiribati personnel could learn the methodology working with Japanese experts.

### **4-2. Technical Assistance to Minimize Supply Side Losses through Optimum Operation Management**

#### **(1) Power Plant**

Overall plant and its operation are managed well, so there are not many issues to improve efficiency. Particularly, BIKENIBEU power plant was successfully improved its overall generation efficiency by 2% through implementation of Economic Load Dispatch Control, which intends to minimize fuel consumption of each generator. This technology was introduced and transferred through the Group Training in JICA Okinawa. Therefore, areas requiring urgent improvement are not identified, but items below have potentials to receive suggestion as technical assistance.

1. Wastes oil treatment method utilizing reforming device

2. Remote control monitoring system between BETIO and BIKENIBEU power plants.
3. Safety standards for fuels handling in accordance with Japanese standards.

## **(2) Distribution equipment**

Total transmission and distribution loss of Kiribati is estimated around 16%. A research report regarding equipment improvement implemented in February 2011 through cooperative fund from PPA (Pacific Power Association) is expected to be submitted by the end of 2011. Therefore, it is difficult for us to consider technical assistance in the area of distribution loss reduction at present.

## **5. Way Forward**

Based on the results of this Preparatory Survey, the Team will consult with the authorities concerned in Japan for appropriateness of extending technical cooperation. The final decision will be made in several months after receiving official request from the Government of Kiribati. **Again, it is important for both sides to understand that at the stage of the Preparatory Survey, no commitment is made from the Japanese side concerning the realization of the Project.**

If the contents of the request are authorized, JICA will dispatch another Preparatory Survey Team (Detailed Planning Survey Team) for finalizing the Scope of Work on “Formulation of self-sufficiency energy supply in islands area”.

Expected rough schedule is shown as follows;

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| End of August, 2011:    | Completion of the Preparatory Survey (this survey)                               |
| Around September, 2011: | Appraise the appropriateness of technical cooperation by JICA                    |
| Around October, 2011:   | Submit the Official request to the Embassy of Japan in Fiji by Kiribati side     |
| Around January, 2012:   | Appraise the appropriateness of technical cooperation by the Government of Japan |
| Around February, 2012:  | Preparatory Survey (Detailed Planning Survey for finalizing the Scope of Work)   |
| Around June, 2012:      | Implementation of the technical cooperation project                              |

(End)

## **List of Attendants**

### **Ministry of Finance and Economic Development**

Mr. Thomas Ruaia, Supporting officer for European Union office in Kiribati

### **Ministry of Public Works and Utilities**

Mr. Tiaon Aukitino, Energy Project Engineer, Energy Planning Unit

Ms. Miriam Iakobwa Tikana, Assistant Energy Planner, Energy Planning Unit

### **Ministry of Environment, Lands and Agriculture Development**

Mr. Riibeta Abeta, Climate Change Officer, Environment Conservation Division

Ms. Taati Eria, Environment Education Officer, Environment Conservation Division

### **Public Utility Board**

Mr. Rameka Takirua, Finance Manager, Administration and Finance Department

Mr. Kiriati Biritia, Power Engineering Manager, Power Engineering Department

### **Kiribati Solar Energy Company LTD.**

Mr. Tianta Tarakia, Chief Executive Officer

Mr. Tokiteba Tawita, Utility Manager, Utility Department

Mr. Tutu Tekanene, Project Management Accountant, Account Department

### **Kiribati Copra Mill Company LTD.**

Ms. Katarina Tofinga, Chief Executive Officer

Ms. Paul Peter Tekanene, Production Research and Development Manager

### **Embassy of the Republic of China (Taiwan) in Kiribati**

Mr. Wayne Wang, Third Secretary

### **JICA/JOCV Kiribati Office**

Mr. Fumio Kinoshita, Volunteer Coordinator

## Itinerary of the Team

Date	Day	Miyata (Jica)	Dei (consultant)	Kekefuku (consultant)	Stay
28-Jul	Thr	Nadi 05:00 → 08:00 Tarawa (FJ231) (1) 10:00 JICA VC office (2) 11:35 Ministry of Public Works and Utilities :MPWU Energy Planning Unit: EPU (3) 13:40 Public Utilities Board :PUB (4) 16:00 Besio power plant			Tarawa
29-Jul	Fri	(5) 09:00 Ministry of Environment, Lands and Agricultural Development: MELAD (6) 11:50 Kiribati Solar Energy Company :KSEC (7) 15:00 Bikenibeu power plant			Tarawa
30-Jul	Sat	Documentation			Tarawa
31-Jul	Sun	Documentation			Tarawa
1-Aug	Mon	(8) 09:30 Ministry of Public Works and Utilities :MPWU Energy Planning Unit: EPU (9) 10:00 MPWU (10) 11:00 EU office (11) 12:00 Embassy of Republic of China (Taiwan ) (12) 14:00 Kiribati Copra Mill Company Ltd (13) 15:30 Batteries disposal company			Tarawa
2-Aug	Tue	(14) 14:00 Report to MPWU (15) 15:00 Report to PUB (15) 16:00 Report to JICA VC			Tarawa

2. 収集資料リスト

収集資料 (マーシャル諸島)

番号		資料の名称		形態	種類	発行機関	発行年月
No.	Name of Documents	Orig. / Copy	Type	Organization of Publication	Published		
	Ministry of Resources and Development (MRD)						
1	Republic of the Marshall Islands National Energy Policy and Energy Action Plan VOLUME 1: NATIONAL ENERGY POLICY (September 2009 – August 2012)	Copy	Digital	MRD	Sep-09		
2	Republic of the Marshall Islands National Energy Policy and Energy Action Plan VOLUME 2: ENERGY ACTION PLAN (September 2009 – August 2012)	Copy	Digital	MRD	Sep-09		
3	Republic of the Marshall Islands Ministry of Resources and Development Strategy and Action Plan 2005-2010	Copy	Digital	MRD	Nov-04		
4	MARSHALL ISLANDS NATIONAL ENERGY POLICY 2002	Copy	Digital	MRD	2002		
5	"State"-Wide Assessment and Resource Strategy 2010-2015+	Copy	Digital	MRD	Jun-10		
	Marshall's Energy Company (MEC)						
6	STRATEGIC FINANCIAL PLAN AND PERFORMANCE AUDIT AND REVIEW	Copy	Digital	MEC	Jan-06		
7	Ebeye 2010 Infrastructure Survey Report	Copy	Digital	United States Army Corps of Engineers Honolulu Engineer Pacific Power Association	Feb-06		
8	Quantification of Energy Efficiency in the Utilities of the U.S. Affiliate States (Excluding US Virgin Islands)	Copy	Digital	Pacific Power Association	Dec-10		
9	Quantification of Energy Efficiency in the Utilities of the U.S. Affiliate States (excluding US Virgin Islands)	Copy	Digital	Pacific Power Association	Dec-10		
	Ministry of Finance						
10	Vision 2018 The Strategic Development Plan Flame Work 2003-2018 Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership (REEEP)	Copy	Digital	Ministry of Finance	Jan-01		
11	Republic of the Marshall Islands Encyclopedia of Energy European Union (EU)	Copy	Digital	REEEP	2011		
12	REPORT OF THE INSTALLATION OF THE EU REP-5 SOLAR PROJECT AT AILINGLAPLAP ATOLL	Copy	Digital	European Union (EU)	2009		

収集資料（トンガ）

番号	資料の名称	形態	種類	発行機関	発行年月
No.	Name of Documents	Orig. / Copy	Type	Organization of Publication	Published
Ministry of Environment & Climate Change: Energy Planning Unit (MECC_EPU)					
1	Tonga National Energy Policy 2002 Draft	Copy	Digital	UNDP, SPC, SOPAC, SPREP, USP FORSEC	May-02
2	Renewable Energy Supply to the Four Island Grids in Tonga Analysis of Options and Recommended Approach. Draft Interim Technical Report ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT REGULATIONS 2010	Copy	Digital	WB	Nov-09
3	ASSESSMENT REGULATIONS 2010	Copy	Digital	Government of Tonga	2010
Tonga Energy Road Map (TERM)					
4	TONGA ENERGY ROAD MAP 2010 - 2020 Final Report	Copy	Digital	TERM	Jun-10
5	TONGA ENERGY ROAD MAP 2010 - 2020 Quarterly Progress Report December 2010	Copy	Digital	TERM	Dec-10
6	Appendix 1: Report on The Tonga Electric Supply System, A Load Forecast	Copy	Digital	WB	Jan-10
7	Appendix 2: Final On-Grid Report Renewable Energy Supply to the Four Island Grids in Tonga	Copy	Digital	WB, PIF, GHD	Mar-10
8	Appendix 3: Demand-Side Management (DSM)	Copy	Digital	TERM	Apr-10
9	Appendix 4: Tonga OFF-Grid Electrification Initiative	Copy	Digital	IRENA	2009
10	Appendix 5: Tonga Oil & Gas Supply Chain Efficiency & Price Stabilisation	Copy	Digital	WB	Jun-10
11	Appendix 6: Tonga MR Tanker Port Feasibility Study	Copy	Digital	Hale & Twomey Limited	Jan-10
12	Appendix 7: IRENA - Abu Dhabi- TERM Declaration	Copy	Digital	TERM	Jun-10
13	Major Environmental Impact Assessment Popua 1MW Solar Farm	Copy	Digital	TERM, TPL, Meridian	n.a.
Tonga Power Limited (TPL)					
14	Tongatapu Power Station Protection Coordination Review	Copy	Digital	Sinclair Knight Merz Pty Ltd.	Jan-11
15	Distributed Generation (DG) Policy Guide and Information Pack	Original	Paper	TPL	Apr-10
16	Annual Report 2010	Original	Paper	TPL	Jun-10
17	CBD LOAD ESTIMATION	Copy	Digital	TPL	Aug-10
18	TONGATAPU AND VAVA'U DISTRIBUTION NETWORK VALUATION AS AT JUNE 30 2009 Electricity Commission (EC)	Copy	Digital	TPL	Aug-09
19	Annual Report 2009-2010 Statistics Department	Copy	Digital	EC	Jun-10

番号	資料の名称	形態	種類	発行機関	発行年月
No.	Name of Documents	Orig. / Copy	Type	Organization of Publication	Published
20	TONGA 2006 CENSUS OF POPULATION AND HOUSING, Volume 1: Administrative Report and Basic Tables Pacific Region Infrastructure Facility (PRIF)	Copy	Digital	Statistics Department	2008
21	TONGA National Infrastructure Investment Plan	Copy	Digital	PRIF	Oct-10
22	TONGA National Infrastructure Investment Plan Annexes UNDP/GEF	Copy	Digital	PRIF	Sep-10
23	PIGGAREP- Tonga Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership (REEEP)	Copy	Digital	UNDP/GEF	Mar-09
24	Kingdom of Tonga Encyclopedia of Energy	Copy	Digital	REEEP	2011

収集資料（ソロモン諸島）

番号		資料の名称		形態	種類	発行機関	発行年月
No.	Name of Documents			Orig. / Copy	Type	Organization of Publication	Published
Ministry of Mines, Energy & Rural Electrification (MMERE) Energy Division							
1	National Energy Policy Framework			Copy	Digital	MMERE Energy Division	n.a.
2	The National Coalition For Reform And Advancement (NCRA) Government, Policy Statement			Copy	Digital	Office of Prime Minister	Oct-10
3	Solomon Islands Sustainable Energy Program (SISEP) Brief information			Copy	Digital	WB	Jun-09
4	Review of Solomon Islands Electricity Act and Rural Electrification Framework Draft final report			Copy	Paper	MMERE Energy Division	Oct-06
5	Cooperate Plan 2011-2013			Copy	Paper	MMERE Energy Division	2011
Solomon Islands Electricity Authority (SIEA)							
6	Solomon Islands Electricity Authority - Loss Reduction Study for the Honiara Network VOLUME 1 - LOSS REDUCTION			Copy	Digital	SIEA, WB, SKM	Apr-11
7	Transmission and Distribution Network Electrical Data Book 2011			Copy	Digital	SIEA	Apr-11
8	Power Systems Protection Review for 33kV and 11kV Networks REVIEW REPORT			Copy	Digital	SIEA, WB	Apr-11
Ministry of Environment, Conservation and Meteorology (MECM)							
9	CORPORATE PLAN 2008-2010			Copy	Digital	MECM	Jan-08
10	Initial National Communication under the UNFCCC			Copy	Digital	UNDP/GEF	Aug-10
11	SOLOMON ISLANDS STATE OF ENVIRONMENT Tina Hydro Power Project			Copy	Digital	MECM	Jul-08
12	Tina River Phase 1 Report Final rev1			Copy	Digital	Hydro Tasmania	n.a.
13	Tina River Phase 2 report (1)			Copy	Digital	Entura, Hydro Tasmania	May-11
14	Appendix B - Hydrology Report Phase 2			Copy	Digital	Entura, Hydro Tasmania	Apr-11
15	Appendix C - Phase 1 hydrology report rev1 World Bank (WD)			Copy	Digital	Hydro Tasmania	Sep-10
Solomon Islands Proposed Power Sector Projects							
16	- Outer Islands Generation and Rural Electrification Components Volume 1			Copy	Digital	WB / SKM	Jun-07
17	Solomon Islands Proposed Power Sector Projects - Outer Islands Generation and Rural Electrification Volume 2 Asia Development Bank (ADB)			Copy	Digital	WB / SKM	Jun-07

18	Promoting Access to Renewable Energy in the Pacific Draft Inception Report	Copy	Digital	ADB / GHD	May-10
19	Solomon Island Encyclopedia of Energy	Copy	Digital	REEEP	2011

収集資料 (キリバス)

番号	資料の名称	形態	種類	発行機関	発行年月
No.	Name of Documents	Orig. / Copy	Type	Organization of Publication	Published
	Ministry of Public Works and Utilities (MPWU) Energy Planning Unit (EPU)				
1	Kiribati National Energy Policy	Copy	Digital	MPWU	Apr-09
2	Environment (Amendment) Act 2007	Copy	Digital	Government of Kiribati	Sep-07
3	PUB (Amendment) Act 2010	Copy	Digital	Government of Kiribati	May-10
4	BASIC ENVIRONMENT IMPACT ASSESSMENT REPORT ON SOUTH TARAWA ROAD UPGRADE Public Utility Board (PUB)	Copy	Paper	MPWU	May-10
5	Approximate Diesel Fuel Consumption Chart	Copy	Digital	PUB	n.a.
6	Tamana power analysis_3	Copy	Digital	PUB	n.a.
7	Generated_Billed kWh_2009_2010	Copy	Digital	PUB	n.a.
8	Load Profiles for 2010	Copy	Digital	PUB	n.a.
	Kiribati Solar Energy Company (KSEC)				
9	Maintenance Programme_KSEC 2011 (1)	Copy	Digital	KSEC	Jul-11
10	Maintenance Programme_KSEC 2011 (2)	Copy	Digital	KSEC	Jul-11
11	PROGRESS REPORT FOR 3RD QTR 2010 TO 1ST QTR 2011	Copy	Digital	KSEC	Mar-11
	Ministry of Environment, Lands, and Agricultural Development (MEALD) Environment and Conservation Division (ECD)				
12	FRAMEWORK APPROACH TO VULNERABILITY & ADAPTATION ASSESSMENT	Copy	Digital	MEALD-ECD	Jan-11
13	A user manual to assess and guide vulnerability assessment studies	Copy	Digital	MEALD-ECD	Jan-07
	European Community				
14	COUNTRY STRATEGY PAPER AND NATIONAL INDICATIVE PROGRAMME for the period 2002 - 2007	Copy	Digital	European Community	2002
15	Kiribati-European Community EDF 10	Copy	Digital	European Community	2008



