

# モルディブ共和国 マレ首都圏における太陽光発電導入計画 事前調査報告書

平成 20 年 11 月

(2008 年)

独立行政法人国際協力機構

産業開発部

産業
J R
09-037

# 目 次

地 図  
写 真  
略語表

第1章 事前調査概要	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査の目的	1
1-3 相手国実施機関・関係機関	1
1-4 団員構成	2
1-5 調査日程	2
1-6 主要面談者	4
第2章 調査結果概要	5
2-1 調査結果	5
2-2 団長所感	8
2-3 現地調査概要	10
第3章 マレ島・フルマレ島における電力セクター概要及び分析	12
3-1 電力関連法制度及び電気料金	12
3-2 電力関連組織概要	12
3-3 電力需給状況	18
3-4 再生可能エネルギーのポテンシャル	22
第4章 PVセミナー実施概要	24
4-1 セミナー概要	24
4-2 太陽光発電技術	25
4-3 日本の太陽光発電導入計画及びCDM事業の可能性	25
第5章 本格調査にあたっての留意点	26
5-1 電力政策	26
5-2 太陽光発電導入の経済性評価と普及促進策の検討	26
5-3 技術的課題	27
5-4 ポテンシャルサイト	28
5-5 人材の育成	29
5-6 CDMプロジェクト	29
5-7 セミナーの開催	30

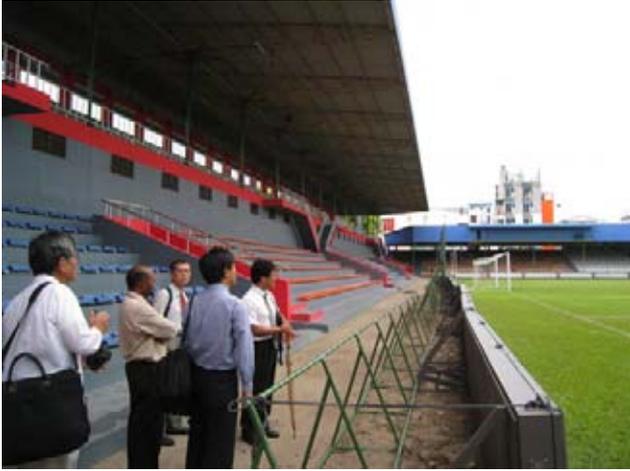
第6章 本格調査以降の技術協力課題 .....	31
6-1 パイロットプロジェクトの実施 .....	31
6-2 系統連系 PV システム導入の基準（標準）作成支援 .....	31
6-3 プログラム CDM プロジェクト立ち上げ支援 .....	31
6-4 省エネルギー対策に関する協力 .....	32

付属資料

1. 署名した協議議事録（M/M） .....	37
2. 事業事前評価表 .....	52
3. 署名した実施細則（S/W） .....	57
4. セミナー資料 .....	65
(1) セミナー案内	
(2) セミナー次第	
(3) 太陽光発電技術「Photovoltaic Power Generation Technology」	
(4) 日本の太陽光発電導入計画「Japanese experience on PV development & dissemination」	
5. 収集資料リスト .....	102
6. 訪問議事録 .....	103



出典：Spaceimaging、調査団編集



ポテンシャルサイト視察：ナショナルスタジアム



環境・エネルギー・水省（MEEW）屋上



ポテンシャルサイト視察：フルマレ島



フルマレ島開発計画模型



クルンバリゾート視察



クルンバリゾート視察



首都マレ島の様子



太陽光発電（PV）セミナーの様子

## 略 語 集

略 語	英 語	和 訳
CC	Coordination Committee	コーデネション・コミッティ
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
DER	Department of External Resources, Ministry of Foreign Affairs	外務省外部資源局
Df/R	Draft final Report	ドラフト・ファイナルレポート
DSM	Demand Side Management	デマンド・サイド・マネジメント
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ・スタディ (実施可能性調査)
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
HDC	Hulhumale' Development Corporation	フルマレ開発公社
IPP	Independent Power Producer	独立発電事業
MCPI	Ministry of Construction and Public Infrastructure	建設・公共インフラ省
MCST	Ministry of Communication Science & Technology Laboratory	—
MEEW	Ministry of Environment, Energy and Water	環境・エネルギー・水省
MEA	Maldiv Energy Authority	モルディブ電力庁
M/M	Minutes of Meetings	協議議事録
NASA	National Aeronautics and Space Administration	アメリカ航空宇宙局
NREL	The National Renewable Energy Laboratory	アメリカ国立再生可能エネルギー 研究所
PV	Photovoltaics	太陽光発電
RESCO	Rural Energy Supply Company	—
STELCO	State Electric Company Limited	モルディブ電力公社
SHS	Solar Home System	ソーラーホームシステム
S/W	Scope of Work	実施細則
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画

# 第1章 事前調査概要

## 1-1 調査の背景

モルディブ共和国（以下、モルディブ）は人口約30万人の小規模国家であるが、行政機能が集中し、就業機会が多い首都マレに全人口の約35%にあたる約10.4万人が居住している。堅調な観光・漁業を背景として2006年には約19%のGDP成長率となり、建設ラッシュが起こりマレへの人口集中が一層進んでいる。

一方でマレの電力需要は年率10%以上で伸び続け、増大する電力需要に対応するためにモルディブ電力公社（STELCO）はディーゼル発電機の新規導入等を図っている。しかし、土地が限られるマレ島でこれ以上ディーゼル発電機拡張は不可能であり、これらの課題に対処するために、モルディブ政府はフルマレ島の浅瀬をしゅんせつしてフルマレ島を拡張（7.85km<sup>2</sup>）し、マレ島住民の移住計画を含めた総合開発計画を実施している。しかし、フルマレ島総合開発計画によると、住民の移転や商業、文教、観光地区等の建設により、フルマレ島の電力需要も急速に増大することが想定される。

モルディブの主要28島での電力供給は100%政府出資のSTELCOが行っているが、マレ島の電力供給はSTELCO全体の供給量の75%にも達している。また、ほぼすべてをディーゼル発電に依存しているため、原油価格高騰によりSTELCOの財政状況が悪化するだけでなく、国家としてのエネルギーセキュリティが危機にさらされている。加えて気候変動による海面上昇の影響を最も受けやすい国のひとつであることから、第7次国家5ヵ年開発計画（2006年～2010年）では石油の代替エネルギーとして再生可能エネルギー、特に風力、バイオマス及び太陽光エネルギー利用を促進することを優先課題として掲げている。

かかる状況下、モルディブ政府は、マレ島及びフルマレ島の中長期的な電力の安定供給を目的に、太陽光とディーゼル発電の併用による発電体制の整備及びエネルギー利用の効率化と気候変動対策促進のために、わが国に開発調査を要請した。そこで2008年2月にプロジェクト形成調査団を派遣し、要請内容・背景、先方政府の実施体制、既存のディーゼルシステムを調査し、本調査の必要性・妥当性を確認した。

## 1-2 調査の目的

本事前調査団では、モルディブ首都圏であるマレ島及びフルマレ島における太陽光発電（PV）導入のためのフィージビリティ・スタディ策定に向けた基礎調査を行い、電力開発計画・事業・設備の現状を把握する。同時に、本格調査の範囲、内容、調査工程、本格調査実施体制等の枠組みの詳細について、モルディブ関係機関と協議を行い、実施細則（Scope of Work : S/W）案について基本的な合意を形成することを目的とする。

## 1-3 相手国実施機関・関係機関

環境・エネルギー・水省；Ministry of Environment, Energy and Water : MEEW

モルディブ電力公社；the State Electric Company, Maldives : STELCO

フルマレ開発公社；Hulhumale' Development Corporation : HDC

建設・公共インフラ省；Ministry of Construction and Public Infrastructure : MCPI

#### 1-4 団員構成

氏名	担当分野	現職	派遣期間
林 俊行	団長・総括	独立行政法人国際協力機構 国際協力専門員	2008年8月21日～ 2008年9月3日
篠田 孝信	調査企画	独立行政法人国際協力機構 産業開発部 資源・省エネルギー課職員	
湯本 登	電力エネルギー制度	株式会社 エネルギー環境研究所 代表取締役	
皆元 正博	太陽光発電技術	ICONS 国際協力株式会社 水産開発部 主任コンサルタント	

#### 1-5 調査日程

##### 1-5-1 調査日程

2008年8月21日（木）～9月3日（木）

詳細日程は次頁参照。

日付		時間	活 動
8月	21日	木 11:30 17:35	成田発(SQ637) シンガポール着
	22日	金 10:40 11:50 14:00 17:00	シンガポール発 (SQ466) コロンボ着 在スリランカ日本国大使館表敬 JICAスリランカ事務所表敬
	23日	土 9:15 10:05	コロンボ発 (EK552) マレ着
	24日	日 10:00 11:00 13:00 14:30	外務省外部資源局 (DER) 訪問：局長表敬・協議 環境・エネルギー・水省 (MEEW) 訪問：副大臣、副局長表敬・協議 モルディブ電力公社(STELCO)訪問：局長表敬・協議 現地視察：ナショナルスタジアム視察
	25日	月 10:00 12:00 13:00 14:30	建設・公共インフラ省 (MCPI) 訪問：事務次官表敬・協議 JICAモルディブ駐在員事務所訪問：野々部所長表敬・協議 MEEW訪問：事務次官表敬、協議 現地視察：MEEW屋上視察
	26日	火 10:00 13:00 14:30	フルマレ開発公社(HDC)訪問：常務表敬、協議 STELCO訪問：S/W案協議 JICAモルディブ駐在員事務所訪問：団内協議
	27日	水 9:30 13:00	MEEW訪問：M/M協議 STELCO訪問：M/M案協議
	28日	木 9:00 13:00	系統連系PV導入セミナー DER訪問：事務局長表敬、S/W、M/M協議
	29日	金	現地視察：クルンバ島ディーゼル発電機等視察 M/M作成、報告書作成
	30日	土	M/M作成、報告書作成
	31日	日	MEEW訪問：M/M協議・署名 JICAモルディブ駐在員事務所訪問：調査結果報告、団内協議
9月	1日	月	報告書作成
	2日	火 9:15 11:10 14:00 15:00	マレ発 (UL102) コロンボ着 JICAスリランカ事務所訪問：調査結果報告 在スリランカ日本国大使館訪問：調査結果報告
	3日	水 1:20 6:15 8:15 16:20	コロンボ発 (TG308) バンコク着 バンコク発 (NH954) 成田着

## 1-5-2 現地調査

### (1) マレ島の PV 設置ポテンシャルサイト視察

系統連系 PV 設置のポテンシャルサイトとして想定される、ナショナルスタジアム及び MEEW 屋上の視察を実施。

### (2) リゾート島における電力需給調査

モルディブにおける将来的な PV 導入及び普及の可能性を調査するために、リゾート島(クルンバ島)におけるディーゼル発電の発電状況や電力需給状況等を調査。

## 1-6 主要面談者

### (1) 外務省外部資源局

(Department of External Resources, Ministry of Foreign Affairs : DER)

- Dr. Hussain Niyaz Executive Director
- Ms. Aishath Azeema Director

### (2) 環境・エネルギー・水省 (Ministry of Environment, Energy and Water : MEEW)

- Mr. Abdul Razzak Idris Deputy Minister
- Mr. Ahmed Saleem Permanent Secretary
- Mr. Ahmed Ali Assistant Director
- Mr. Abdulla Wahid Assistant Executive Director
- Mr. Ghaanim Mohamed Project Manager, RETDAP, UNDP

### (3) モルディブ電力公社 (State Electric Company Limited : STELCO)

- Mr. Mohamed Latheef Director
- Mr. Ahmed Niyaz Director
- Mr. Ibrahim Athif Senior Engineer
- Mr. Azzam Ibrahim Senior Engineer

### (4) モルディブ開発公社 (Hulhumale' Development Corporation : HDC)

- Mr. Mahjoob Shujau Managing Director
- Ms. Salfiyya Anwar Planning Officer

### (5) 建設・公共インフラ省 (Ministry of Construction and Public Infrastructure : MCPI)

- Mr. Abdulla Naushad Permanent Secretary

## 第2章 調査結果概要

### 2-1 調査結果

実施細則（S/W）案について先方関係機関との協議を行い、先方関係機関との合意内容を協議議事録（M/M）に取りまとめ、署名交換を行った。

#### 2-1-1 協議議事録（M/M）

先方関係機関と合意した以下の項目について M/M に取りまとめた。

##### (1) 要請の背景

略（「1-1 調査の背景」参照）。

##### (2) S/W 署名について

S/W 案について、外務省外部資源局（DER）、環境・エネルギー・水省（MEEW）、モルディブ電力公社（STELCO）ならびに調査団間で基本的合意を形成した。なお、事前調査団帰国後、本部において S/W 案及び事前評価表を決裁したのちに、スリランカ事務所またはモルディブ駐在員事務所を通じて S/W の署名を行うことを説明し、合意を得た。

##### (3) 案件名について

要望調査票には、”Development Study for Application of Solar Energy in Male’ and Hulhumale’ Island in the Republic of Maldives”とあるが、本件はフィージビリティ・スタディ（F/S）が中心となることや、“Solar Energy”は太陽光発電以外に太陽熱発電等も含むことから、”Feasibility Study for Application of Photovoltaic Power on Male’ and Hulhumale’ Islands in the Republic of Maldives”とするものとし先方と合意した。

なお、現時点においては口上書の案件名の変更手続きを完了していないため、M/M においては要請時の案件名で記述し、S/W 案では新しい案件名を記載している。

##### (4) 本格調査実施の先方実施体制

###### 1) コーディネーション・コミッティの設立

円滑な調査の実施、調査進捗状況の把握、情報共有、及び調査方針に関する議論を行うことを目的に、コーディネーション・コミッティ（CC）を設立することで合意した。

CC においては MEEW の事務次官（Permanent Secretary）を議長とし、STELCO、建設・公共インフラ省（MCPI）、フルマレ開発公社（HDC）、マレ市（Male’ Municipality）及び JICA 関係者をメンバーとすることを確認し、合意した。

###### 2) 実施体制について

MEEW 及び STELCO が本格調査の実施機関となり、それぞれの機関から本件調査の担当者を配置することで合意した。

##### (5) セミナーの開催

本調査の内容や系統連系太陽光発電（PV）システムの導入に必要な制度や基準等を関係

政府機関に周知するとともに、PV 及び省エネ等デマンド・サイド・マネジメント (DSM) に対する意識啓発のために、一般の商工業者や市民などに対しても認識の共有化を図ることを目的としたセミナーを本格調査期間内に 2 回開催することで合意した。開催時期は着手報告書及び最終報告書案提出時である。最終報告書案提出のセミナーで、一般企業やマレ及びフルマレ市民を対象としたセミナーを開催することで合意した。

なお、セミナーのアレンジは MEEW が DER 及び STELCO と協力して行うこととし、JICA はセミナーに必要な資料の準備及び必要な場合は会場経費を支援することとする。

(6) 本邦研修の実施

MEEW 及び STELCO から本件調査に係るカウンターパート (C/P) 研修の要請があり、DER を通して研修の要請を早期に行うことを確認した。なお、研修員は MEEW の電力セクション、エネルギーオーソリティ (MEA) 及び STELCO からそれぞれ選ばれることが望ましい旨発言があった。

(7) 系統連系 PV システムのポテンシャルサイトの選定について

マレ島及びフルマレ島において、現段階で系統連系 PV システムが設置可能な場所を、MEEW 及び STELCO が協議した上で本格調査実施までにポテンシャルサイトのロングリストを作成しておくことを合意した。

(8) ポテンシャルサイトの詳細設計について

本格調査内で、ポテンシャルサイトのうち、技術的特性を考慮に入れて系統連系 PV システムを設置可能な場所を複数箇所選定して詳細設計を実施することで合意した。調査サイト数は、マレ島において 4、5 ヶ所、フルマレ島において 1、2 ヶ所が想定される。

(9) 今後の想定される協力

系統連系 PV システムはモルディブにおいて導入実績がないため、STELCO が技術移転を受けながらシステムを構築していくことが必須で必要である。よって実際の導入の際には、PV システム構築に係る専門家派遣といった協力が想定される。なお、現時点において、今後の協力を保証するものではなく、また別途要請が必要である旨確認した。

(10) アンダーテイキング

1) 予算措置

C/P の人員配置に係る経費については、実施機関である MEEW 及び DER が負担することで合意した。

2) 執務室

STELCO 内に JICA 調査団が使用する執務室及び必要な施設を確保することで MEEW、STELCO と合意した。

(11) 調査用資機材について

本格調査において、調査用資機材については一切調達できない旨、モルディブ側関係機

関に説明し、合意を得た。

## 2-1-2 実施細則案 (S/W 案)

本格調査の S/W について、先方関係機関と協議を行い、合意を得たため、M/M に S/W 案を添付した。主な項目は以下のとおりである。

### (1) 調査の目的

モルディブ、マレ島及びフルマレ島において系統連系 PV による電力供給を実現するために、PV 設備導入の技術的实施可能性と、PV 設備導入と適正な運用のために必要な法令・制度・規則の整備について検討し、導入計画を策定することを目的とする。

### (2) 協力対象地域の確認

マレ島及びフルマレ島を調査対象地域とする。

### (3) 調査内容

#### 1) 基礎調査

以下の調査関連データを収集・分析する。

- ① 電力・エネルギー政策、法令、組織体制
- ② 社会・経済状況、開発計画及びビジョン 2020
- ③ モルディブの電気事業
  - ・ MEEW 及び STELCO の組織体制
  - ・ 電力需給状況
  - ・ 電源設備及び電力システムの状況
  - ・ 電力開発計画
  - ・ 電気料金及び燃料価格
  - ・ STELCO の経営状況
- ④ モルディブの PV 活用状況
- ⑤ フルマレ島開発計画
- ⑥ マレ首都圏（マレ島、フルマレ島）における電力需給状況及び需要予測
- ⑦ マレ首都圏における電源開発計画
- ⑧ その他関連する情報

#### 2) 技術的フェージビリティ・スタディ段階

- ① 日射資料の収集・分析
- ② PV モジュールの検討及び PV 出力の評価
- ③ ディーゼル発電機の負荷即応性の評価
- ④ 配電用変電所の変圧器容量調査
- ⑤ 太陽光発電設備設置ポテンシャルサイトの選定及び設置容量の検討
- ⑥ 建築法の検討
- ⑦ ポテンシャルサイトの建造物構造分析、概念設計及び必要に応じて建造物補強の費用見積

- ⑧ 系統連系 PV システムの導入容量検討手法の検討
- ⑨ 系統連系 PV 時の安定性評価手法の検討
- ⑩ 系統連系 PV システムの標準設計・仕様の策定
- ⑪ ポテンシャルサイトの系統連系 PV システム設置費用の推計
- 3) 経済・財務的フィージビリティ・スタディ段階
  - ① 太陽光発電設備及び構造物補強費用の推計
  - ② 系統連系 PV システム導入に係る経済財務分析手法の検討
  - ③ マレ・フルマレ島における系統連系 PV システム導入に係る経済財務分析
  - ④ クリーン開発メカニズム（CDM）事業化の投資収益性への影響評価
  - ⑤ 投資資金計画の策定
- 4) 付加価値的課題への検討段階
  - ① デマンド・サイド・マネジメント（DSM、最大電力抑制及び省エネ等）の啓蒙、推進方策の検討及び提言
  - ② CDM 事業実施の検討及び提言
- 5) パイロット・プロジェクトの詳細設計
  - ① パイロット・プロジェクトサイトの検討及び選定
  - ② パイロット・プロジェクトサイトでの詳細設計調査
  - ③ パイロット・プロジェクトサイトでの系統連系 PV システムの詳細設計作成
  - ④ 詳細設計手法の技術移転
- 6) 系統連系 PV システム導入のための長期計画及び行動計画策定段階
  - ① MEEW 及び STELCO の人材育成計画、CDM を含めた資金調達計画、省エネの導入、民間企業の参加等を含めた今後 10 年の PV 導入に係る長期計画と行動計画の策定
  - ② 長期計画・行動計画実施のための系統連系 PV 導入に係る基本的な政策、規制、ガイドライン及び人材育成計画提言の策定

## 2-2 団長所感

### 2-2-1 モルディブ・エネルギーセクターにおける本開発調査の位置づけ

津波以後、観光業と漁業が復興し、モルディブは毎年経済成長を続けている。しかしエネルギーや食料などの国際的な資源価格の上昇は、人々の生活とモルディブ政府の財政に影響を与え始めている。2003 年のエネルギー需給報告によると、モルディブにおける一次エネルギー消費は、3%のバイオマスを除いてディーゼル燃料を中心とした輸入化石燃料にすべて依存している。電力では総電力供給に占める STELCO の割合は 31%で、56%がリゾート島となっており、このうち STELCO の首都圏（マレ・フルマレ・ビリンギリ）供給の割合は 83%で、残りがその他の住民島における供給である。

本開発調査は、すべての電力供給をディーゼル発電に頼る STELCO 電力供給のうち、首都圏における電力供給をいかに国産エネルギーで代替するか、その具体的手法を示すことがその役割である。モルディブにおける実用的な国産エネルギーは風力と太陽エネルギーで、国際飛行場が立地し建造物が密集する首都圏では、唯一利用可能な国産エネルギーは太陽エネルギーである。太陽エネルギーは光発電と太陽熱利用が可能だが、本開発調査は、発電用ディーゼル燃料を太陽光発電（PV）を使って削減するための技術的検討と、経済財務的検討を行い、マレ首

都圏で系統連系 PV をどのように段階的に導入するか具体的な提案を行うことが目的である。

本開発調査の結果を MEEW と STELCO が有効に使い、系統連系 PV が段階的に首都圏に導入されることで、一次エネルギー消費における国産エネルギーの割合を少しでも高め、まもなく中所得発展途上国になろうとするモルディブのエネルギー保障と地球温暖化ガス削減に貢献することが期待される。

### 2-2-2 本開発調査を実施する上での留意点

本開発調査は PV 導入のフィージビリティ・スタディ (F/S) であるが、通常の電力分野における F/S 調査とはかなり調査内容が異なる点を留意する必要がある。

今まで実施されてきた電力分野における F/S は水力発電や火力発電の F/S で、これらの F/S は発電所が立地する地域や地点の特性とその発電所が供給する電力システムの需給特性を考慮して技術的調査と検討が行われるという意味で、「オーダーメイド」の発電所の建設をするための調査である。しかし、日本における系統連系 PV システムは、立地地点特性や電力システムの需給特性に関係なく「レディーメイド」としてすでに確立された技術である。

そこで、本開発調査の課題は、日本の「レディーメイド」技術をモルディブ首都圏の地域特性と、マレとフルマレの電力システムの需給特性にあったものに修正し、モルディブの特性にあった「レディーメイド」技術を確立することである。この点で本開発調査は電力分野の通常の F/S と異なることを十分留意し、調査手法などを検討する必要がある。

### 2-2-3 開発調査後の具体的設置の必要性と期待される波及効果

モルディブでは STELCO が積極的に系統連系 PV を導入しようとしている。しかし、STELCO は系統連系 PV の経験をもっておらず、また系統連系 PV はディーゼル発電とまったく異なる技術であることから、マレ首都圏で系統連系 PV を段階的に導入していくためには、STELCO 自身が具体的な経験をしながらこの技術の特性を学び、自分の技術として習得する必要がある。このためには、開発調査終了後できるだけ早い段階で具体的設置を実施することが必要であり、短期専門家を派遣し技術指導などを行うことで開発調査による技術協力の成果を最大限生かすことが期待される。特に STELCO が系統連系 PV システムを自分の技術として習得することで、PV システム普及の懸案事項となっている高価な設置費用を削減していくことも可能になる。

また、モルディブにおける電力供給はリゾート島がその半分以上を占めているが、MEEW に依頼してリゾート島クルンバのエネルギー関連施設を視察し、日負荷の状況を確認した結果、リゾート島でも日中の電力需要がかなり高いことがわかった。本開発調査では、MEEW や STELCO 以外の一般の民間会社や市民を対象にセミナーを行うことが計画されており、リゾート会社も招待して系統連系 PV システムの技術的概要などを紹介することで、リゾート島への PV 導入も民間会社ベースで進むことが期待される。

この他、モルディブにおける代替エネルギーの需要は、配電線で電力供給できない離島や遠隔地にある村・家屋に独立設置型のソーラーホームシステム (Solar Home System : SHS) を設置して電気を使うことである。一般セミナーでは省エネとともに SHS の技術的概要と設置・維持管理のための RESCO (Rural Energy Supply Company) などを紹介することで、SHS による電化のきっかけをつくることも可能ではないか。

これまでモルディブでは、携帯電話の無線局や灯台用に PV が限定的に使われていただけだ

が、この開発調査により PV の利用技術が紹介され、マレで系統連系 PV が設置されることで、この開発調査がモルディブにおける PV 利用と省エネの端緒を開くことが期待される。

#### 2-2-4 エネルギー行政体制の現状と課題

現在、MEEW の Energy Section (ES) にはマスターを取得しオーストラリアで仕事をした経験のある局長と、タイアジア工科大学院 (AIT) でマスターを取得し 5 月に就任した次長の下に、高卒のアシスタントが 4 名いる体制である。また、エネルギー分野の規制・モニタリングなどをやっている Energy Authority (EA) には局長と次長、その下に 2 名の高卒アシスタントがいるだけである。ES の局長は副大臣が局長への就任を依頼した経緯があり、10 月の選挙で副大臣が代われば局長も職を辞すことが予想される。ES と EA の局長・次長それぞれ自分の職務に真摯に取り組んでいると観察されるが、組織として仕事をしていくために高卒のアシスタントに仕事をさせながら仕事を覚えさせる、というような日本的考え方で仕事をしておらず、また、彼らの仕事量も非常に多くてそこまで手が回らないというのが現状である。

モルディブ政府が取り組むべきエネルギー問題は、以前に増して重要になってきており、テクノクラートを養成し、エネルギー担当の官僚組織を整備することは大きな課題となっている。最近、MEEW に事務次官が就任し、副大臣と同レベルの権限で仕事を始めているが、これはモルディブ政府の官僚組織整備の一環と考えられる。今回の事前調査では“Introductory Seminar”として PV の技術と政策とともに、CDM や省エネの話をしてもらったが、MEEW からは省エネの専門家を派遣してほしいという要望があった。これからモルディブが中所得途上国としてさらに社会・経済開発を進めていくためには、エネルギーの官僚組織整備は重要な課題であり、今回の開発調査の成果をこれ以後も生かすためにも、日本のエネルギー分野に対するさらなる支援が期待される。

### 2-3 現地調査概要

#### 2-3-1 マレ島

プロジェクト形成調査の際、マレ島内は建物が密集しているだけでなく、広い屋根や屋上のある建物がきわめて少ない事が指摘されていた。今回、マレ島上空からの航空写真により、設置の可能性があるような場所を事前に調査し、マレ島中央部のナショナルスタジアムの観覧席や南部のグラウンド周辺の歩道沿いや建物の屋根等を中心に調査した。

ナショナルスタジアムはポテンシャルとしては、利用可能面積や日射条件等は問題なく適地といえる。しかし、スタンドの屋根の構造は強固とはいえず、PV アレイを設置できる強度はないように思われる。建築物の強度については、本格調査内において詳細な調査・分析が必要である。スタンドの屋根全面が利用可能であれば、350kW~400kW の PV が設置できる可能性がある。

マレ島南部では公共建物のひとつとして MEEW の建物の屋上を調査した。ここは 30kW 前後の PV 設置が可能であり、候補地のひとつになり得る。この屋上から周囲を見渡すと、比較的大きな傾斜の緩やかな屋根をもつ建物が数多く見られた。これらのポテンシャルサイトを注意深く見いだせば MW 級の設置が可能なものと思われる。

### 2-3-2 フルマレ島

すでに開発が進み、建物が建ち並ぶ HDC オフィスの周辺を視察し、さらに今後開発が進む島全体を巡回した。HDC オフィス周辺では商業施設やアパート、病院の屋根などが PV 設置の検討対象になる。このなかで、4 棟の商業施設の屋根は PV 設置に適した条件を備えているが、HDC によると、すでに個人企業の所有となっており、PV 設置を強制できないとのことであった。PV 設置を進めるにあたって、フルマレ島の開発が今後進むにつれ、屋根の使用権の解決が問題になる。

その他の場所はこれから建築が進む予定になっており、すでに、基本計画により島のブロックごとの利用計画が決まっている。工業地区は一部建物が完成しているが、この地区は屋根の形がシンプルで広く、ポテンシャルサイトとしては非常に有望である。

### 2-3-3 クルンバリゾート島

マレ島及びフルマレ島を対象とした系統連系 PV システムの導入 F/S において、STELCO に頼らず独自にエネルギー調達をしているリゾート島のエネルギー事情を調査することが有意義であり、MEEW を通じて観光省の許可を得てマレ島の近くのクルンバ の施設の視察を行った。ここは、1972 年に誕生し、180 の客室をもつ老舗アイランドリゾートである。

発電所はよく管理され、清掃がいき届いていた。発電設備は全体で 6 基のディーゼル発電機とそれらの制御盤一式、貯油及び給油設備のほか、エンジンの廃熱を回収し温水をつくる設備が備えられていた。設備の現状は、設備容量が 3,520kW でフルマレの STELCO 発電所に匹敵し、運転可能な設備としてはフルマレを上回る。当然 24 時間運転を行っており、ピーク負荷は 2008 年 8 月 28 日の状態をみると、1,115kW で発電設備としては十分な余裕がある。

最小負荷は午前 4 時前に発生し 690kW で日中はピーク時を除きほとんど 1,000kW～1,100kW を維持しており、負荷デマンドの変化が少ないのが特徴である。

このリゾート島の電力事情は、日中の負荷が大きいことから、系統連系 PV システム導入に適した条件である。しかしながら、リゾート島は島全体の景観が最も重要であり、クルンバリゾートも例外でなく、建屋の屋根は勾配がきつく、やしの葉などで葺いた屋根も多く PV の設置になじまないと思われる。景観を損うことなく PV を設置できる方法や場所の確保ができれば有望である。

## 第3章 マレ島・フルマレ島における電力セクター概要及び分析

### 3-1 電力関連法制度及び電気料金

モルディブの電気事業を規制する法律は、公共サービス法（96年法律4号）である。同法は、第2条において公共サービスの対象を、電力、電話、上水道、衛生処理（下水道）と規定している。公共サービスを実施する者（政府機関、国営企業、民間事業者）は同法第3条に基づき、政府の規制機関に登録するとともに、規制機関が定める規制に従わなければならない。

電気事業に関する具体的な規制内容は、公共サービス法第3条に基づき電気事業の規制機関である MEA が定めた「マレ及びその他環礁地域における電気の公共サービスに関する規制」に定められている。同規則第1条は、電気事業を行う者は MEA に登録し、必要な承認を受けなければならない旨規定している。

電気料金については、同規則第6条に基づき、電気事業者は10年間の需要見通しと設備投資計画を添付して料金表を MEA に提出し、環境・エネルギー・水省（MEEW）の承認を受けなければならない。電気料金については、油価格の上昇にもかかわらず据え置かれており、今秋に予定されている大統領選挙までは現在の価格が維持される見込みである。

同規則は、電気事業者の発電設備、配電線等について基本的な技術的事項を規定している。また、ビルの屋内配線等電気設備の安全基準については、建設・公共インフラ省（MCPI）が本年8月に制定した「ビルディングコード」において規定されている。ビルディングコードはビルの省エネルギーについても規定している。このビルディングコードは、性能基準であり、性能の達成手段はビルの所有者等に委ねられるしくみを採用している。今後、ビルディングコードを法的に強制力のある基準とするために、建築法の制定を準備中である。

### 3-2 電力関連組織概要

モルディブの電力セクターは、政策機関として MEEW、規制機関として MEA があり、電気事業はモルディブ電力公社（STELCO）等の電気事業者が担当している。マレ島及びフルマレ島の電力供給は STELCO が独占的に行っている。MEA は、「マレ及びその他環礁地域における電気の公共サービスに関する規制」に基づき、電気事業規制を行う独立した規制機関であるが、オフィスは MEEW と一緒に建物にあり、管理部門も MEEW が兼務している。

#### 1) MEEW

MEEW は、図3-1に示すようにエネルギー、上下水道、環境及び管理部門で構成されており、本件を担当する部門は、エネルギーセクションである。図3-2にエネルギーセクションの組織を示す。

#### 2) MEA

MEA の組織図を図3-3、組織別担当内容を図3-4に示す。本件を担当する部門は、基準及び規制部門である。

#### 3) STELCO

STELCO の組織図を図3-5に示す。本格調査の際に C/P となる部門は、発電部門、配電部門及びプロジェクト計画部門と考えられる。

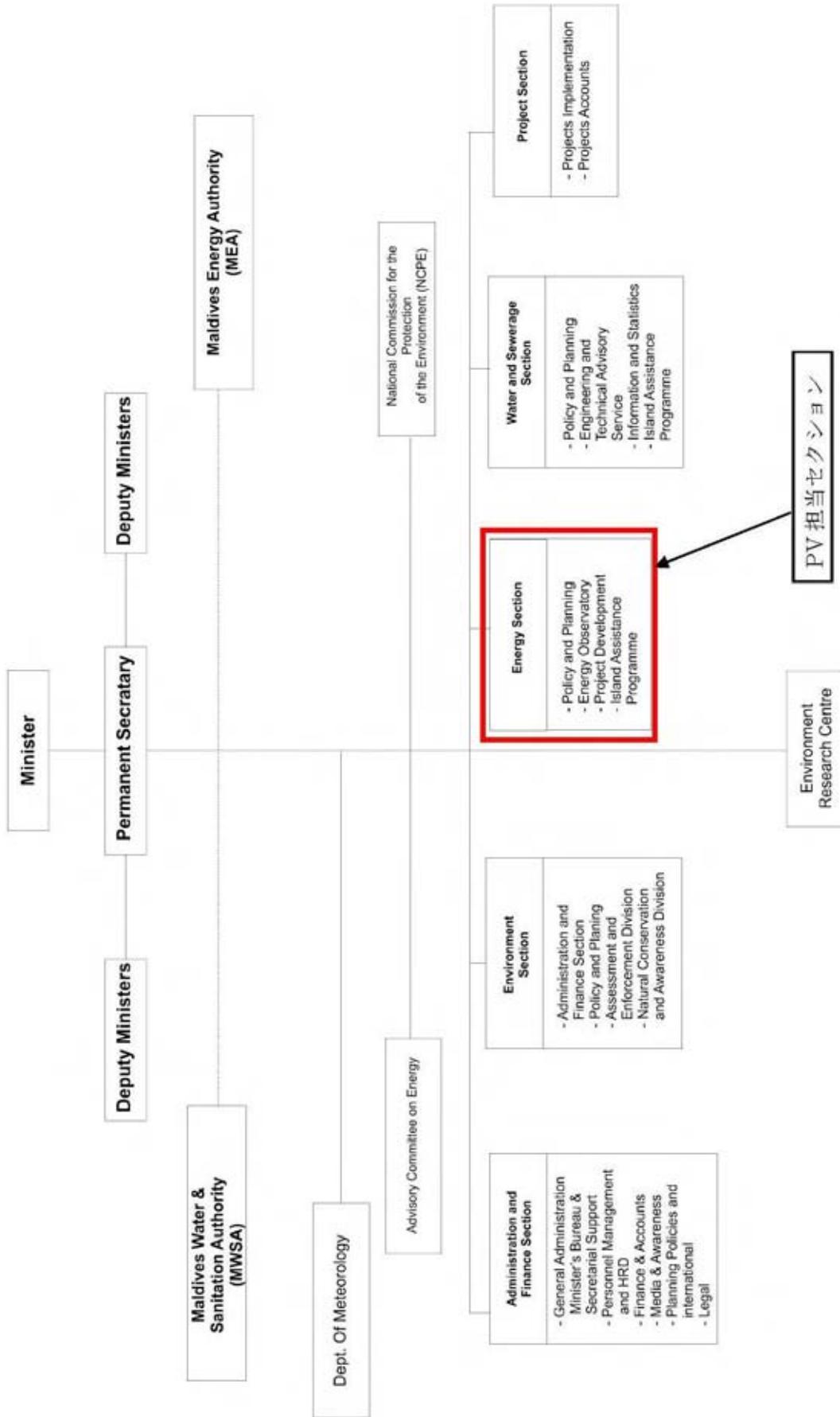
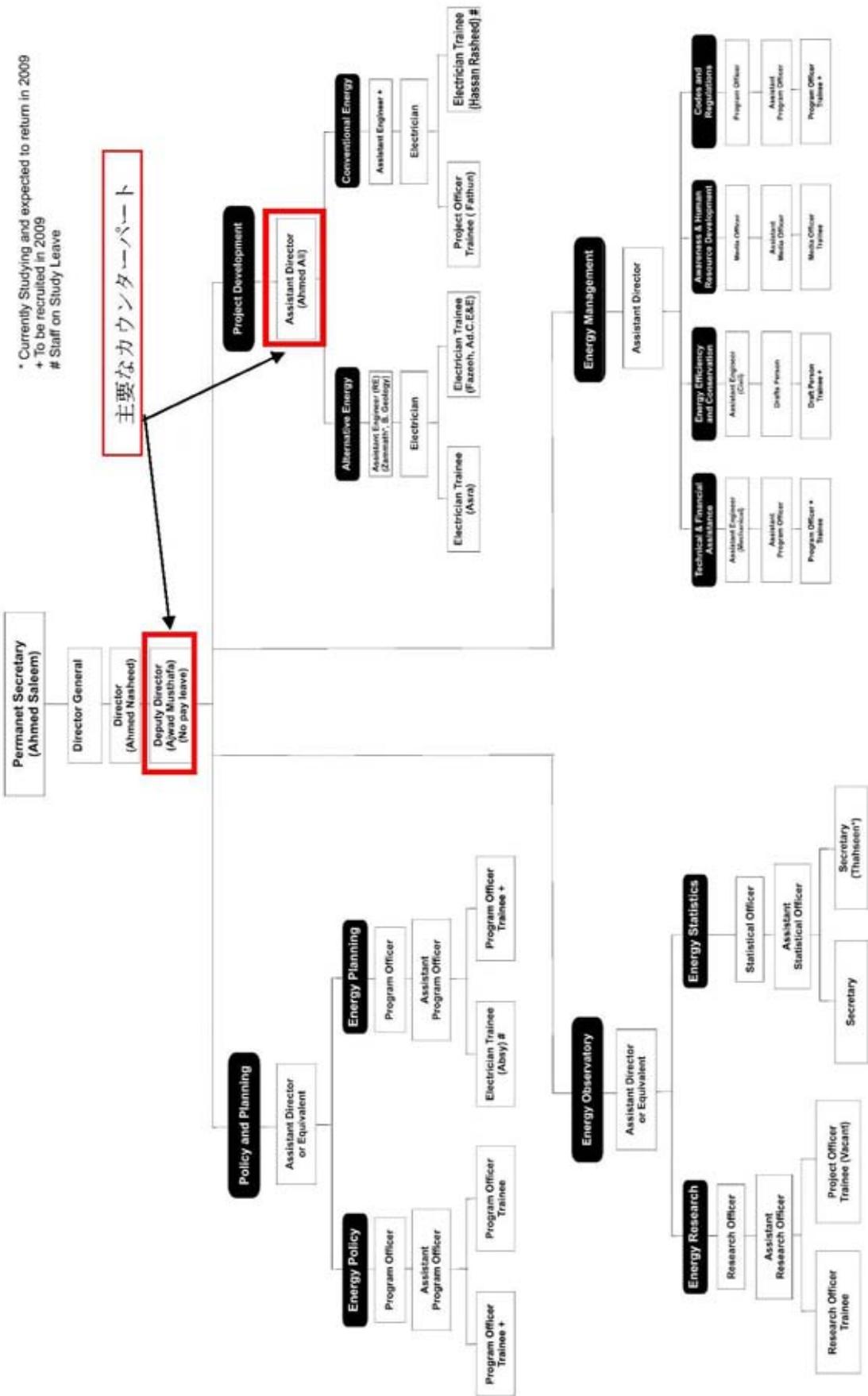


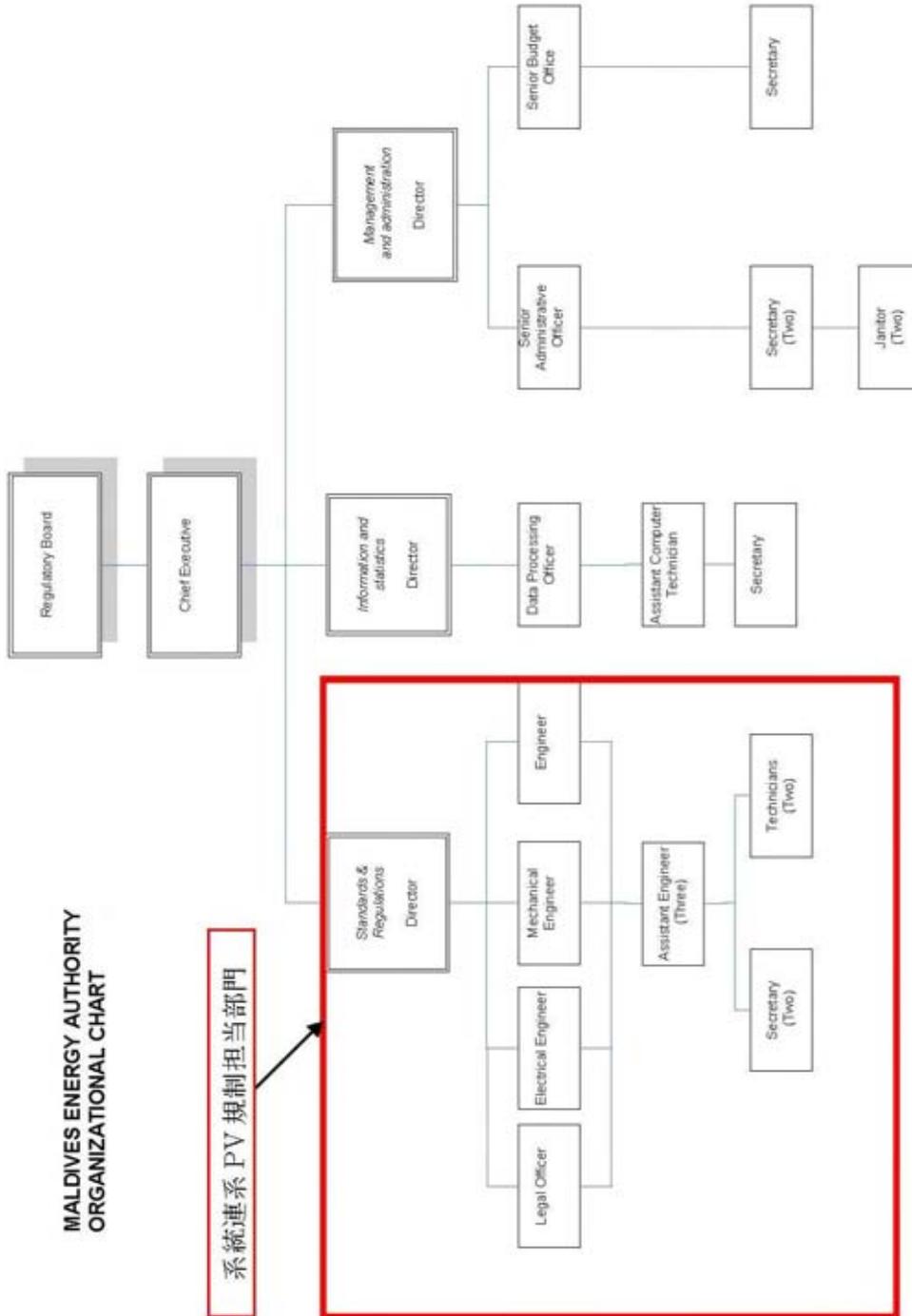
図 3-1 MEEW 組織図



\* Currently Studying and expected to return in 2009  
+ To be recruited in 2009  
# Staff on Study Leave

図 3-2 エネルギーセクション組織図

MALDIVES ENERGY AUTHORITY  
ORGANIZATIONAL CHART

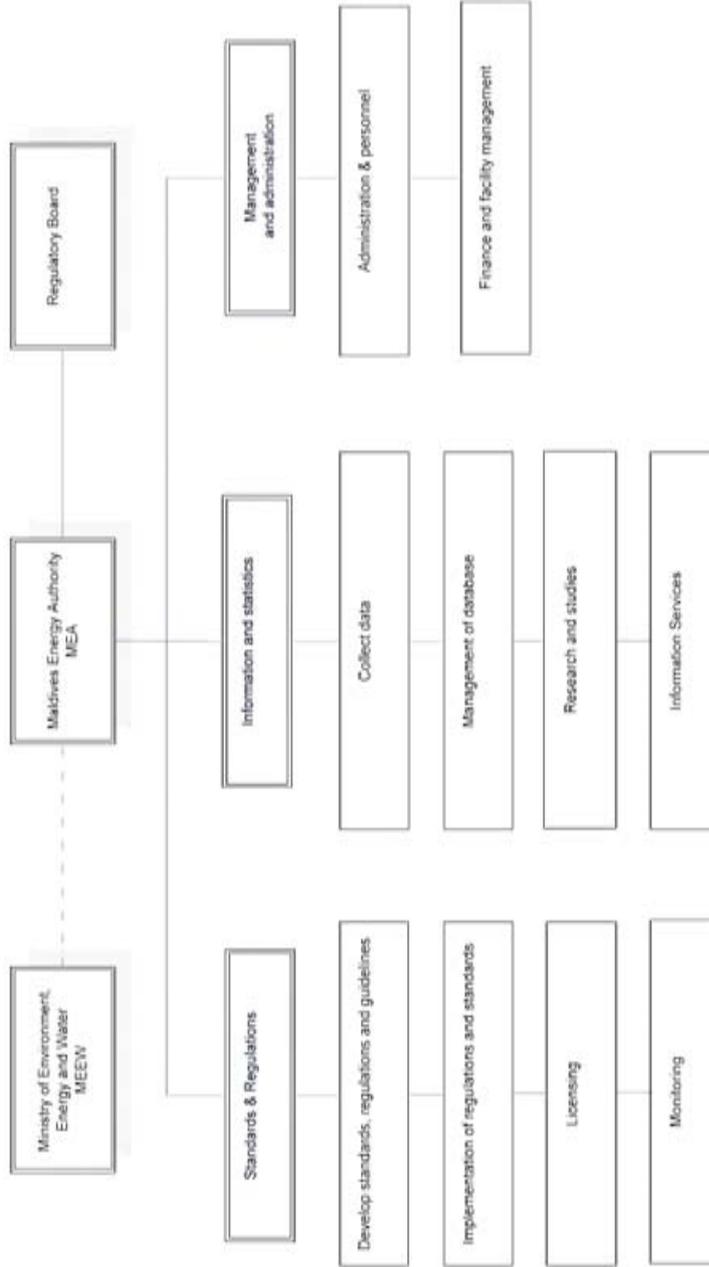


系統連系 PV 規制担当部門

Thursday, 22 December 2005

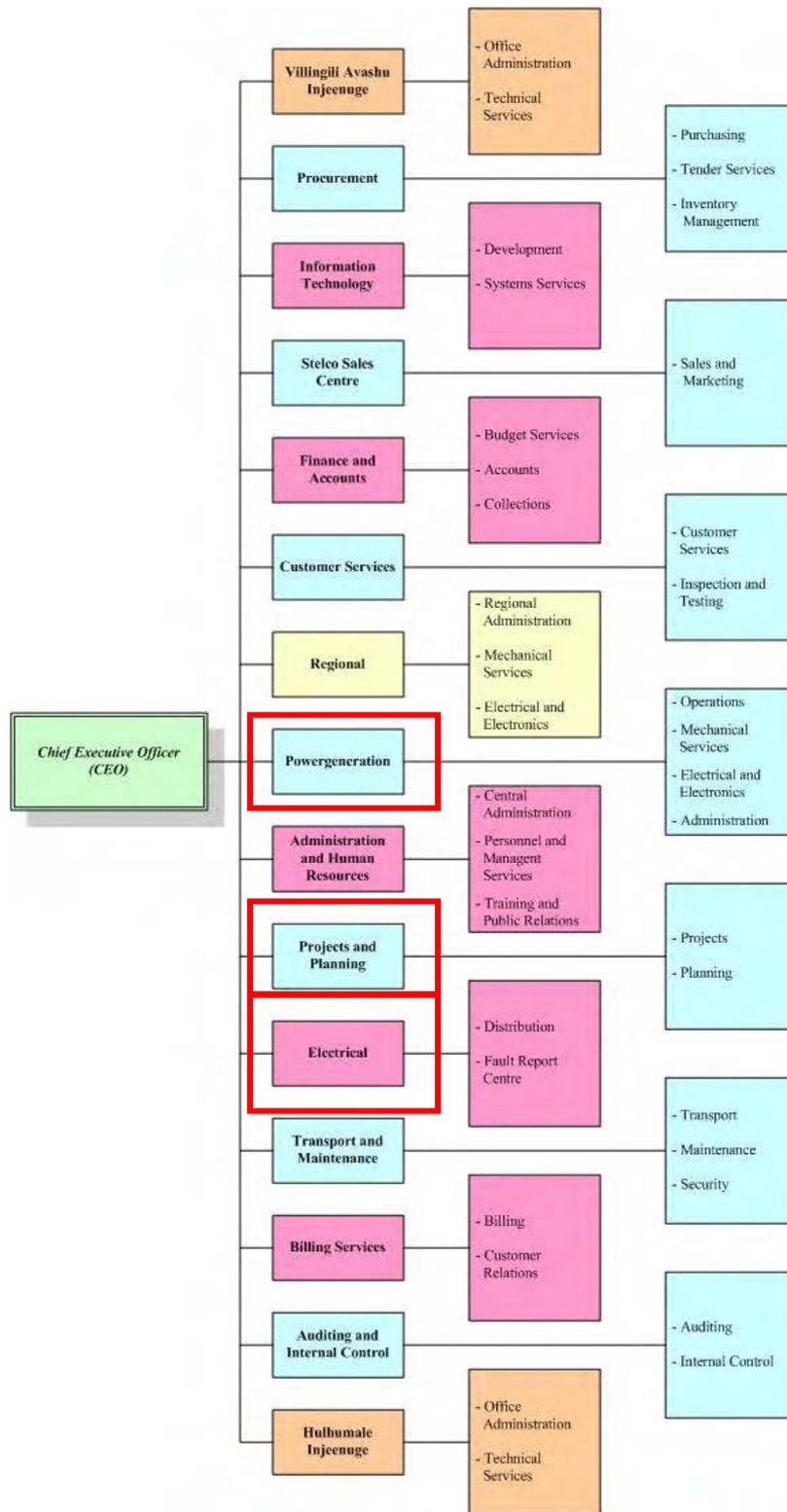
図 3 - 3 MEA 組織図

**MALDIVES ENERGY AUTHORITY  
FUNCTIONAL CHART**



Thursday, 22 December 2005

図 3 - 4 MEA の組織別担当内容

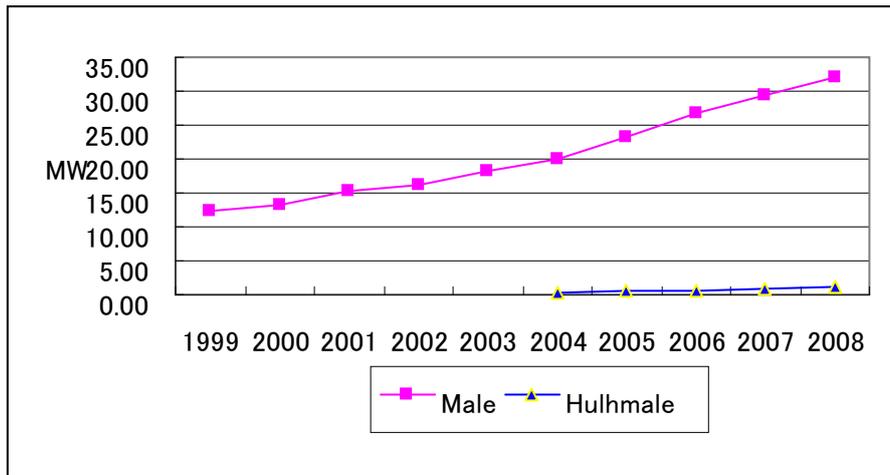


 は、本格調査の際に C/P となるものと予想される部門を示す。

図 3 - 5 STELCO 組織図

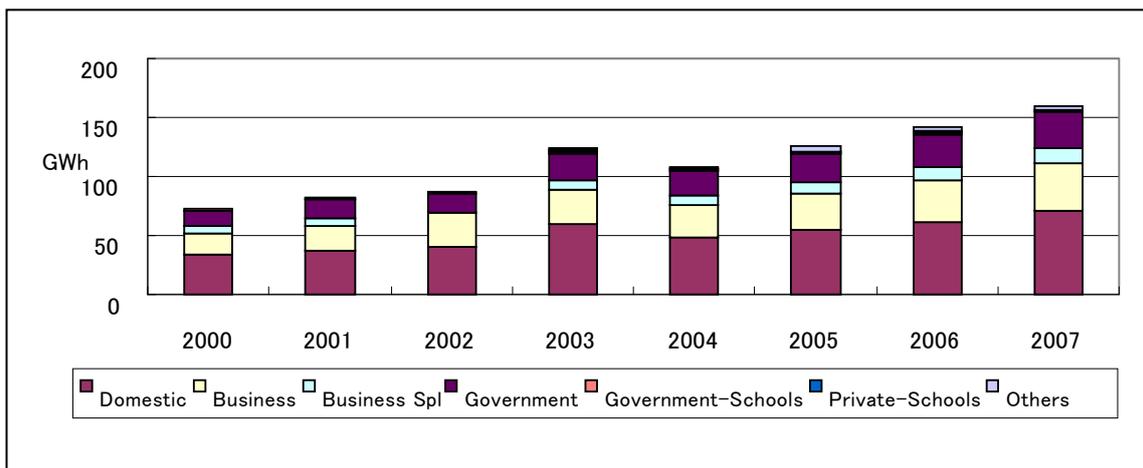
### 3-3 電力需給状況

マレ島の電力需要は最大電力及び需要電力量ともに急増しており、現在もビルの建築ラッシュが続いているため、今後も急増し続けるものと予想される。フルマレ島の電力需要も、開発計画の進展に伴い急増している。フルマレ島の電力系統規模は、マレ島と比較して1割以下と非常に小さいが、開発計画の進展に伴い、将来はマレ島の3割～5割程度には増大する見込みである(図3-6及び図3-7参照)。また、電力需要の内訳をみると、マレ島は住宅用の需要が45%と最も多く、続いて、商業用、政府用等が大きな比率を占めている。フルマレ島では、商業用が40%、次いで住宅用が33%、政府用が15%となっている。このようにマレ島及びフルマレ島ともに民生用需要が圧倒的に大きな比率を占めている。(図3-8及び図3-9参照)



注：2008年は8月までの最大電力を示す。

図3-6 マレ島及びフルマレ島の最大電力の推移



注：2002年及び2003年の数値は集計ミスの可能性もあり修正される可能性がある。

図3-7 マレ島の部門別需要電力量の推移

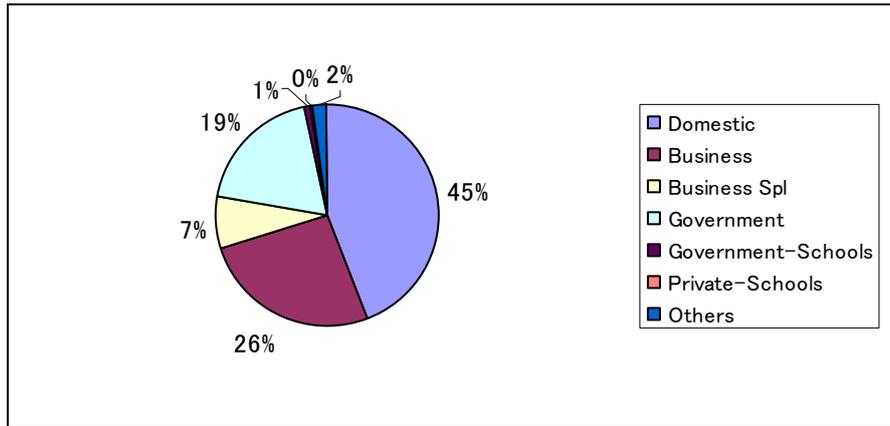


図 3 - 8 マレ島の 2007 年の部門別電力需要量の構成比

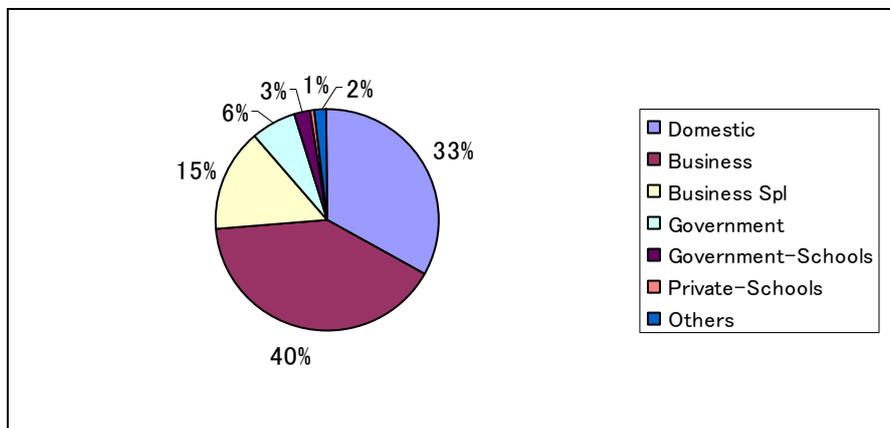


図 3 - 9 フルマレ島の 2007 年の部門別電力需要量の構成比

電力供給は、マレ島では STELCO のマレ発電所が全電力を供給しており、発電設備能力は 3 万 8,760kW である。現在、8,000kW のディーゼル発電機 3 基を増設中であり、増設後の発電能力は 6 万 2,760kW となり、当面の電力需要増大には対応可能である。

フルマレ島は STELCO のフルマレ発電所が全電力を供給しており、発電設備能力は 2,440kW である。現在、1,200kW のディーゼル発電機を増設中であり、増設後の発電能力は 3,640kW となる。

表 3 - 1 及び表 3 - 2 にマレ島及びフルマレ島の発電設備一覧を示す。

表3-1 マレ島の発電設備一覧

発電機メーカー	運転開始年	発電能力 (kW)	総発電能力 (kW)	増設発電機 容量 (kW)	増設発電機数	増設設備量 (kW)	増設後の総発電能力 (kW)	現状	注
Wartsila Diesel	1998/10/4	4,320	38,760	8,000	3	24,000	62,760	Operating	
Wartsila Diesel	1991/6/5	2,160							
Wartsila Diesel	1991/6/7	2,160							
Wartsila Diesel	1994/3/15	2,160							
Wartsila Diesel	1996/7/18	5,760							
Wartsila Diesel	2002/9/21	6,500							
Wartsila Diesel	2002/9/16	6,500							
Cummins	2006/6/19	1,000							
Cummins	2006/6/19	1,000							
Cummins	2006/6/19	1,000							
Cummins	2007/1/19	1,000	増設計画中						
Cummins	2007/1/19	1,000							
Cummins	2008/5/17	1,600							
Cummins	2008/5/17	1,600							

表 3-2 フルマレ島の発電機一覧

発電機メーカー	運転開始年	発電能力 (kW)	総発電能力 (kW)	増設発電機 容量 (kW)	増設発電機数	増設設備量 (kW)	増設後の総発電能力 (kW)	現状	注
Cummins	2004/12/10	800	2,440			1,200	3,640	Unstable	From Ajale'OPH
Cummins	2004/12/10	800						Operating	From Ajale'OPH
Cummins	2004/12/10	640						Operating	
Cummins	2007/7/3	1000						Operating	
Cummins				1,200	1				増設工事中

Updated on 27-08-2008

### 3-4 再生可能エネルギーのポテンシャル

モルディブにおける国産エネルギー源としての再生可能エネルギーは、可能性としては太陽光エネルギー、風力エネルギー及びバイオエネルギーやランドガスが考えられている。

このうち、バイオエネルギーは地方島における植物や動物の排泄物などに限られ、マレ首都圏における国産代替エネルギーとして利用することは困難である。ランドガスの可能性も一部の場所に限られ、量も限られており期待できない。

風力は低緯度に位置するモルディブでは好条件とはいえない。アメリカ国立再生可能エネルギー研究所（The National Renewable Energy Laboratory, U.S : NREL）の情報によると、最も条件がよいのは、モルディブ最北部で北西モンスーン期間中の5月から10月にかけて6m/s～8m/sの風速があるが、11月から4月にかけては5m/sにも満たない風速しかない。モルディブ中部のマレ付近でも北部と同様な傾向ではあるが、好条件の季節でも5m/s～6m/s程度の風速にとどまっている。従ってマレ首都圏では、安定した風力エネルギーを確保することは困難であると考えられる。さらに、近年大型化している風車は、マレ島では設置場所の問題に加えて電力システムの安定性など、困難な課題が多い。

一方、太陽光エネルギーはその性質上、どこでも年間を通して確保できる、枯渇しないという長所がある。マレ島においては、アメリカ航空宇宙局（NASA）のデータベースによると、1m<sup>2</sup>あたり1日5.85kWhの太陽光エネルギーが降り注いでいる。空港島（Hulhule）で観測された最近のデータでは、観測期間は短いが1m<sup>2</sup>あたり1日4.92kWhが観測されている。東京の平均日射量が1m<sup>2</sup>あたり1日3.32kWhであるから、NASAのデータによると、マレ首都圏は東京の1.7倍を越すエネルギー量があり、空港島のデータでも1.48倍のエネルギーということになる。これは、国土の小さなモルディブにとっては、利用可能な国産エネルギーとして非常に有利な条件である。同一面積、同一容量にPVシステムから得られる電力量は、マレは少なくとも東京の1.48倍の計算になり、日本や欧米と同一コストでシステムの設置が可能になれば、発電コストの一層の低減につながる可能性が大きい。このような状況から、マレ首都圏においては、太陽光発電が最も現実的な国産エネルギー確保の手段であるということが出来る。

表 3 - 3 マレ島及び東京の 1 日あたり日射量 (kWh/m<sup>2</sup>)

**Male**

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Average
5.73	6.52	6.86	6.36	5.53	5.14	5.52	5.31	5.96	6.22	5.63	5.4	5.85

**Hulhule**

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Average
5.03	5.24	5.77	5.13	4.39	4.20	4.32	5.29	4.73	5.90	4.03	5.00	4.92

<NASA>

**Tokyo**

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Average
2.43	3.04	3.43	4.27	4.45	3.90	4.13	4.15	3.05	2.62	2.25	2.13	3.32

## 第4章 PV セミナー実施概要

### 4-1 セミナー概要

系統連系太陽光発電（PV）導入についてのセミナーを実施した。関係省庁や民間企業など 40 名を超える参加者を得た。調査団から、系統連系 PV 技術、PV 導入に係る日本の経験、及びクリーン開発メカニズム（CDM）事業の可能性について発表を行った。セミナーの実施概要は以下のとおりである。

- セミナー開催日時：2008 年 8 月 28 日（木）9:00~12:00
- 場所：モルディブ電力公社（STELCO）・セミナールーム、マレ島
- セミナー内容：
  1. 環境・エネルギー・水省（MEEW）挨拶：Mr. Abdulla Wahid, Assistant Executive Director, MEA/MEEW
  2. 団長挨拶：林団長、JICA 調査団
  3. 太陽光発電技術：皆元団員、JICA 調査団
  4. 日本の太陽光発電普及政策と CDM：湯本団員、JICA 調査団
  5. 質疑応答
- 主なモルディブ側参加者

No.	Name	Organization	Position
1	Abdulla Wahid	Maldives Energy Authority, MEEW	Assistant Executive Director
2	Ahmed Ali	MEEW	Assistant Director
3	Ahmed Rasheed	MEEW	Executive Director
4	Ibrahim Naeem	MEEW	Director
5	Ghaanim Mohamed	MEEW	Project Manager [RETDAP]
6	Abdul Sattar Mohamed	MEEW	Assistant Director
7	Mohamed Fazeel	MEEW	
8	Mohamed Latheef	STELCO	Director
9	Ali Niyaz	STELCO	Director
10	Azzam Ibrahim	STELCO	Senior Engineer
11	Ibrahim Athif	STELCO	Senior Engineer
12	Ali Azwar	STELCO	Dep. Manager
13	Abdulla Nazir	STELCO	S.A. Suppesvivor
14	Abdul Mauk Thaufeeq	STELCO	Assistant Engineer
15	Ahmed Marsoom	STELCO	Assistant Engineer
16	Ayathulla Hussain	STELCO	Assistant Engineer
17	Ibrahim Nashid	STELCO	Assistant Engineer
18	Ibrahim Azeem	DER	Desk Officer
19	Mohamed Shujau	DER	Desk Officer
20	Mahjoob Shujau	HDC	Managing Director
21	Abbag Mohamed	Ministry of Transport	Regional Airport
22	Khadeeja Mohamed	Ministry of Planning and National Development	Planning Officer
23	Aman Khaleel	Ministry of Planning and National Development	Planning Officer
24	Ali Shaheem	Male' Water and Sewerage Company	Assistant Engineer
25	Adam Moosa Fulhu	Male' Water and Sewerage Company	Maintenance Supervisor
26	Ali Faisal	Male Municipality	Assistant Director
27	Ahmed Saeed	Maldives National Chamber of Commerce and Industry	Executive R&D
28	Mohamed Rasheed	Island Electricity	Engineer
29	Abdul Gayoom	SONEE HARDWARE	Electrical Engineer
30	Mohamed Thaufeeq	TAM	Deputy Director

#### 4-2 太陽光発電技術

モルディブにおいて PV 導入のフィージビリティ・スタディ (F/S) に先立って、PV の理解を助けるために、基本的事項を実例で紹介した。内容は、大別して PV の基礎技術、PV による発電電力量の見積もり、PV システムの設置の 3 項目である。

基礎技術のなかでは、日射量の扱い、太陽電池セル (モジュール) の種類と特性の特徴について、PV システムの種類と特徴について紹介した。発電電力量の見積りは、最も誤解が多い事柄であるため、マレ島のデータを用いて具体的方法を示した。最後にシステムの設置について、日本の設置例を種々の形式の写真で紹介し、モルディブにおけるポテンシャルサイトの抽出の一例を示した。詳細は付属資料 4「Photovoltaic Power Generation Technology」参照。

#### 4-3 日本の太陽光発電導入計画及び CDM 事業の可能性

モルディブが PV 導入政策を検討するにあたり参考となるように、第 1 次石油危機後のわが国のエネルギー政策、PV 導入政策と効果、欧州におけるフィード・イン・タリフ制度と効果、CDM のしくみと活用可能性を紹介した。

第 1 次石油危機の教訓を踏まえてわが国が講じたエネルギー政策については、需給両面からの取り組みの必要性を理解してもらうために、電源多様化対策等のエネルギー供給サイドの対策と省エネルギー等の需要サイドの対策とその成果を紹介した。

わが国の PV 導入政策については、サンシャイン計画等の技術開発、技術開発の成果を踏まえた住宅を対象とした国の補助制度とネットメータリングによる普及政策とその効果を紹介した。また、近年、欧州において PV 導入拡大に効果をあげているフィード・イン・タリフ制度を紹介するとともに、今後の方向として、ビル一体型 PV システムの事例を紹介した。

PV の電気価値 (kW) とエネルギー価値 (kWh) を理解して効果的な利用を進めるため、デマンド・サイド・マネジメント (DSM) の重要性と可能性を紹介した。

CDM について制度の概要、PV に適用した場合のインセンティブ効果、PV のインセンティブ効果を高めるプレミアムクレジットの事例、PV 導入に適したプログラム CDM を紹介した。詳細は付属資料 4「Japanese experience on PV development & dissemination」参照。

## 第5章 本格調査にあたっての留意点

### 5-1 電力政策

マレ島及びフルマレ島における望ましい太陽光発電（PV）の導入形態を明らかにし、導入形態に応じた導入政策を提案する必要がある。具体的な導入形態としては、モルディブ電力公社（STELCO）が自社設備として自社の建物に設置するケース、STELCO が他者の所有する建物の屋根等を借りて自社の太陽光発電所を設置するケース、建物の所有者等、STELCO 以外の者がSTELCO に対する卸電力供給を目的として太陽光発電所を設置するケース（PV IPP）、建物の所有者が自己の電源としてPV 設備を設置し、余剰電力をSTELCO に売電するケースが想定される。

また、マレ島は無秩序に開発され、中小ビルが林立しているが、フルマレ島は都市計画に基づき、計画的に開発が進められている人工都市である。このように2つの島の状況が大きく異なることから、PV の導入形態については、両島の状況を踏まえて、別途に検討を行うことも一案である。

なお、現在の電気事業に関する規則は、発電についてはディーゼル発電所を想定した規定しかないため、上記の検討を踏まえてPV を導入する場合に必要な改定内容についても提案することが望まれる。また、PV IPP として太陽光発電所を建設する導入形態を推奨する場合には、PV IPP について法律改正等の法的措置が必要か否か検討し、必要な場合には法的措置の内容について提案を行うことが望まれる。

### 5-2 太陽光発電導入の経済性評価と普及促進策の検討

グリッド接続太陽光発電をモルディブに導入するためには、パイロットプロジェクトの実施を通じて、STELCO 等がパワーコンディショナー等について技術的能力を有することができるように技術移転を進める必要がある。パイロットプロジェクトの実施段階では、モルディブの日照、電力品質等にあわせた設定条件の調整が必要となる。パワーコンディショナー等の機器調達費用は、わが国の国内価格と比較して割高になるものと予想されるが、普及段階では、これらの機器の価格は国際価格に収斂するものと見込まれる。PV の経済性評価にあたっては、このような価格形成のしくみを考慮することが必要である。

また、モルディブは近年の油価格の急激な上昇にも関わらず、政策的に電気料金を据え置いているため、現行の電気料金を前提とした投資収益性評価は、PV の経済的価値を過小に評価することになる。一方、ディーゼル発電の燃料価格についても、モルディブ STO（State Trade Organization）が一元的に輸入しSTELCO に納入しているため、市場価格を反映した燃料価格となっているか否か不明である。このため、経済性評価の前提条件検討にあたっては、国際的に指標となる油燃料価格（シンガポール市場価格等）を採用するなど、ディーゼル発電のコストを適正に算定したうえでPV の経済性及び投資収益性を評価する工夫が必要である。

また、PV は現在のところ、ディーゼル発電と比較して割高であり、市場メカニズムのもとで大量導入が進むことは期待できない状況にある。世界的にみても、経済的なインセンティブ措置なしにPV の大量導入が実現している国はない。このような状況を踏まえ、また、既述の望ましい導入形態及び経済性評価の結果も踏まえてインセンティブ措置（補助金、ネットメータリング、フィード・イン・タリフ、再生可能エネルギーポートフォリオスタンダード等）を具体的に提案することが望ましい。

### 5-3 技術的課題

#### (1) 日射量データの収集・分析

太陽光発電システム（PV システム）のエネルギー源である日射量は、設置する PV システムの発電電力量に直接関係する重要な基本要素である。現在のところモルディブ独自の日射量データベースはない。アメリカ航空宇宙局（NASA）、アメリカ国立再生可能エネルギー研究所（NREL）及び日本気象協会の調査による NEDO データベースなどからマレの日射量データを得ることができる。また、MCST（Ministry of Communication Science & Technology, Maldives）と国連開発計画（UNDP）の共同で実施した調査報告書（The Implementation Potential of RETs in the Maldives）には、空港島（Hulhule）で測定した日射量データが記されている。

これらのデータベースによるモルディブの日射量は、年間平均値で 1 日あたり NASA の  $5.85\text{kWh/m}^2$  から空港島の  $4.92\text{kWh/m}^2$  まで約 20% の差異がある。つまり、適用するデータにより発電量に 20% の大きな見込み違いが生じることを意味する。発電電力量の検討やマレ島、フルマレ島における利用可能な PV ポテンシャルの検討・評価では、適用する日射量データをよく検討する必要がある。また、データベースをより適切なものに更新していくためには、空港島で実施されているデータの収集分析を継続し、共有していくことが望まれる。

#### (2) PV システムに要求される技術要件の検討・整理

モルディブにおける PV システムの経験は UNDP が、アリ環礁のマンド島で実施した PV システムとディーゼル発電システムとのハイブリッドシステム、及び津波の復興事業でラーム環礁に設置された系統連系 PV システムだけである。マンド島のハイブリッドシステムは 12kW の PV システムを昼間に単独で使用し、夜間はディーゼル発電機に切り替えて使用するもので、機能的にはスタンドアロンの PV システムである。ラーム環礁の系統連系 PV システムは、ガン島の合同行政庁舎の多目的ビルの屋根に 11.2kW の太陽電池アレイが設置されており、フォナード島の行政事務所の屋根に 5.6kW の太陽電池アレイが設置されている。

上記システムは、首都マレから遠く離れた場所に設置されており、STELCO の技術者も直接関わっていないため、モルディブにおける PV 技術の蓄積・経験は皆無といっても過言ではない。このような状況のもとでモルディブにおいて PV システムを導入する場合には、多くの技術課題をクリアしていかなければならない。

主な技術課題としては、信頼性の高い PV システム構築のため、まず PV システムを連系する STELCO の電力系統とその電力品質を正確に把握することが必要である。マレ首都圏の電力品質は良好と考えられるが、過去の故障履歴の収集・分析や直接測定を通して対象地域の電力品質を正確につかみ評価することが望ましい。

次に PV システムの主要構成要素が備えるべき機能・特性などを明確にし、モルディブに適用する場合に必要な要素を検討し、取捨選択して整理する。PV モジュールは認証機関で認証を受けた製品を採用し、システムの運転特性を決定づけるパワーコンディショナーに必要な要素、例えば故障の際、点検修理を容易にするためのシステム構成のあるべき姿の検討・整理、さらに海外から輸入する主要機器の基本仕様を整備していくこと等を視野に入れておくことが望ましい。更に、人的安全の確保や発電設備や PV システム機器の保護が重要な課題となる。この点については、日本をはじめ、先進諸国は多くの経験をもち、それぞれ必要な要件を定めているが、モルディブの電力供給システムと日本などのそれとは、規模や特性

が大きく異なっており、日本の基準やガイドラインなどをそのままモルディブに適用できない事に留意すべきである。モルディブの実情にあわせた必要不可欠の要件を分析・整理していくことが必要である。

### (3) PV システム設置に関する課題

モルディブにおいて PV システムを設置する場合、PV アレイの設置については、機械的強度及び設置場所の雰囲気特別な注意が必要であると考えられる。ビルの屋上やスタジアムのスタンドの屋根などを設置場所とする場合、構造物が貧弱なところが多く見かけられるため、屋根の耐荷重に関して十分検討する必要がある。風速は通常あまり強くはないが、モンスーンによる強風も考慮しておく必要があると思われる。さらに、マレ島及びフルマレ島は非常に小さく、ほとんどの PV ポテンシャルサイトは海水の飛沫の影響が避けられないため、設計にあたっては適切な対応が求められる。

## 5-4 ポテンシャルサイト

ポテンシャルサイトのリストアップにおいては、考えられる場所は、できるだけ多く取り上げ、マレ島、フルマレ島における最大設置可能容量のめどをつけておくことは有意義である。そのなかから、所有者または管理者、日照条件、設置可能面積、設置の容易さ、設置コストなどを考慮して、実現可能な優先順位づけを行うことが有効である。

### (1) マレ島

マレ島では、今回調査したナショナルスタジアムのスタンドの屋根上、STELCO のビルの屋上、発電所の屋根上、環境・エネルギー・水省 (MEEW) の屋上、浄水場の施設の上、MEEW 周辺に多く存在する大きな傾斜屋根、マレ島南側歩道沿いなど日射条件のよいところは少なくない。実際に PV 設置に利用できるかは技術問題以外の要素、すなわち、建物や敷地の所有者または管理者と PV 設置者 (例えば STELCO) との関係、建物の所有者が独自に PV を設置したいとする場合の取り扱い等が非常に重要となる。本格調査内で十分検討、分析する必要がある。33 頁「PV 設置ポテンシャルサイト調査参考写真」参照。

### (2) フルマレ島

フルマレ島は土地開発計画で、エリア別に土地利用計画が決められている。今後の新たな建屋の屋根に PV の設置を義務づけ、または推奨するガイドラン等を制定することが効果的だが、容易ではない。PV 設置の可能性が高いエリアとして、フルマレ開発公社 (HDC) オフィス周辺のマンション屋上やクリニックの屋根、今後建設される公共地区、工業地区等が挙げられる。工業地区はかなり広い面積をもち、誘致される業種は、水産物加工などの食品工業や倉庫等中心とした軽工業が想定されている。現在完成している工場を含めて、屋根が大きくシンプルなため、PV 設置の条件にあうと思われる。また将来的には、フルマレ島と空港島を結ぶ連絡道路沿いも設置が可能であると思われる。

なお、設置場所として、海岸やリーフまたは海上に浮かす等のアイディアがあるが、技術的、コスト的に実現は容易ではないと思われる。



図 5-1 フルマレ開発計画・PV 設置可能エリア

### 5-5 人材の育成

現在 STELCO をはじめモルディブでは、系統連系 PV システムのみならず PV システムの知識や経験をもっている人材は皆無といえる。従って、国産エネルギー源として唯一ともいえる PV を実用レベルで導入していくためには、システムの計画、運転、維持管理、運用など適切にできる人材を育てることが不可欠である。人材育成は一朝一夕にはできないので、長期的視野に立って着実に実行していく必要がある。

本格調査の段階では、まず PV システム技術者の核となる人材育成を目的として、STELCO、〔MEEW、建設・公共インフラ省（MCPI）〕の技術者に対して技術指導を実施する。この段階ではシステムの計画、運転、維持管理、運用などに関わる基本を全般的に講義し、数箇所のポテンシャルサイトに対する詳細なシステム設計に参加させ、OJT による指導を行うことは有意義であろう。経験のない技術者にとっては、実物に触れることは非常に重要である。マレ島近辺には適当な PV システムはないが、ラーム環礁の系統連系 PV システムあるいはアリ環礁のマンド島の独立型ハイブリッドシステムなど、既存システムを活用した実技指導を工夫する必要がある。実技指導に関しては、日射計、温度計、電圧・電流・電力計などの PV システム評価のための基本計器の習熟も重要なポイントになる。PV 技術のキーデバイスである PV モジュールの習熟のためには、既存システムの予備モジュールなどがあれば、それらを活用した特性実験なども工夫すれば有効である。

人材育成は、本格調査期間だけでは不十分であり、実機を使った訓練が必要不可欠である。このため、本格調査に引き続きパイロットプロジェクトを実施して、実機を利用して STELCO 等の人材のスキルアップを支援し、実務を担当するテクニシャンレベルに対してモルディブ人自ら訓練できるようにしていくこと等、本調査において具体的な人材育成計画を提案することが必要である。

### 5-6 CDM プロジェクト

太陽光発電の投資収益性を高めるためにクリーン開発メカニズム（CDM）の活用を検討する必要がある。モルディブは多数の島で構成されていること、マレ及びフルマレ島においても多数の

建物の屋根に分散して設置されるものと予想されることから、クレジット期間が異なる小規模 CDM プロジェクトを単一の CDM プロジェクトとして登録できるプログラム CDM としてプロジェクトデザインを行うことが適当と考えられる。プログラム CDM は新しいしくみであり、本調査において具体的なプロジェクトデザインドキュメントを作成するとともに、有効性審査費用等の取引費用（特にプログラム CDM の有効性審査費用は、通常の CDM プロジェクトと比較して非常に高額になる可能性があることに留意が必要）を考慮した投資収益性の向上効果を明らかにする必要がある。

### 5-7 セミナーの開催

調査期間中に2回のセミナー開催が予定されている。本格調査の初期段階で行われる第1回セミナーは、直接本調査に参加するメンバー、例えば MEEW、MCPI、STELCO のメンバーなどを対象として、系統連系 PV システムの計画、設置、運転、維持管理などに必要な基本的技術の紹介、PV システムの導入を進める場合にモルディブでぜひ必要と思われる必要事項の提案または示唆（事業主体、系統連系に関する基本ルール、発電所への悪影響の防止、システム機器の保護、安全に関する取り決め、PV による発電電力の売買）などが考えられる。

第2回のセミナーは一般の住民を含めて開催する予定である。このため、広く PV システム導入に関する意識を高め市民の協力を得られるよう、題材を平易なもの、省エネなど直接市民に訴えるものなどに重点を置くことが望ましい。PV システムとは何か、何のために導入するか、システム導入の形態などについてビジュアルに説明するとともに、デマンドサイドマネジメントの重要性に焦点を当て、エネルギーの使い方、省エネルギーの必要性やその方法を提案することなどが考えられる。

## 第6章 本格調査以降の技術協力課題

### 6-1 パイロットプロジェクトの実施

本格調査ののち、モルディブが太陽光発電（PV）システムの導入、運用を自力で行うことができるようにするためには、実機を使用した十分な経験を積むことが必要不可欠である。このため、本格調査に引き続き、専門家派遣による実地指導により、本格調査で実施する詳細設計の対象サイト1～2カ所においてパイロットプロジェクトを実施することが必要である。パイロットプロジェクトの規模としては、系統連系PVの系統電力品質に対する影響とパワーコンディショナーの設定条件等を理解させるために、100～200kW程度とすることが望ましい。

### 6-2 系統連系PVシステム導入の基準（標準）作成支援

上記のパイロットプロジェクトを利用してPVシステムの挙動、電力系統の動きを観察することにより、モルディブでのPVシステムの系統連系に必要な要件を整理し、基準化を進める支援をすることが有効である。具体的な支援内容としては次のような内容が考えられる。

- ① モルディブ電力公社（STELCO）によるPVシステム設置の下記のような基準づくりを支援する。
  - ・電力品質向上への努力、中小発電所へ導入する際の発電機の制御改善の方向づけ
  - ・系統連系の方法（連系点、連系点における最大接続容量、WHメータの設置など）
  - ・標準保護機能（モルディブの規則、実態にあわせて検討）
  - ・故障診断、復旧のやり易いシステムのあり方（予備品で簡単に修復できる工夫、予備品の数を少なくするための機器種類の圧縮・標準化など）
  - ・主要機器調達の標準仕様作成支援など
- ② PVシステムの導入が促進され、大口のPVシステム設置者や不特定多数のシステム設置を許可するようになる際の設置条件整備を支援する。

### 6-3 プログラムCDMプロジェクト立ち上げ支援

モルディブにおいては、STELCOの電力供給地域に加えて多数のリゾート島においてもディーゼル油の代替技術としてPVシステムの導入が期待される。このようなモルディブ全体におけるPVシステムの大量導入を助成・促進する手段としてプログラムクリーン開発メカニズム（CDM）の適用が有効な手段と考えられるが、CDMプロジェクト登録に必要な有効性審査費用の高さがCDMプロジェクト化の阻害要因となる恐れがある〔累積導入量はMW級以上に達する可能性があるが、初期の導入量は100kW級と予想され、初期の温室効果ガス（GHG）排出削減量は少量にとどまる可能性が高い。一方、プログラムCDMの有効性審査の費用はプロジェクト規模にかかわらず高額になるため、初期のプロジェクト規模と比較して有効性審査費用が非常に高いものとなる〕。

この阻害要因を解消するため、上述のパイロットプロジェクトの実施に際しては、有効性審査の実施支援も協力内容に加えることにより、CDMプロジェクト化の初期費用負担を軽減し、プログラムCDMの実現を支援する必要がある。

#### 6-4 省エネルギー対策に関する協力

系統連系 PV システムは、ディーゼル発電の燃料代替には寄与するが、電気出力が天候に左右されるため、ディーゼル発電所の最大出力を代替することはできない。このような PV の限界をカバーするためには、PV の普及とあわせてピーク電力需要のカットや省電力等のデマンド・サイド・マネジメント (DSM) 対策を推進することが必要不可欠である。しかしながら、環境・エネルギー・水省 (MEEW) には DSM/省エネルギー対策の専門家が不在であるため、本格調査の実施に加えて省エネルギー対策について、わが国の専門家派遣等により、政策立案及び制度設計等を支援することが必要である。

PV 設置ポテンシャルサイト調査参考写真



MEEW の屋上



MEEW 周辺



MEEW 南側の浄水施設



MEEW 周辺



MEEW 周辺



MEEW 周辺



マレ島・ナショナルスタジアムのスタンド



マレ島全体図

## 付 属 資 料

1. 署名した協議議事録 (M/M)
2. 事業事前評価表
3. 署名した実施細則 (S/W)
4. セミナー資料
  - (1) セミナー案内
  - (2) セミナー次第
  - (3) 太陽光発電技術「Photovoltaic Power Generation Technology」
  - (4) 日本の太陽光発電導入計画「Japanese experience on PV development & dissemination」
5. 収集資料リスト
6. 訪問議事録



1. 署名した協議議事録 (M/M)

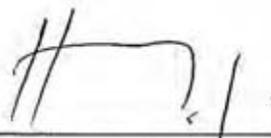
**MINUTES OF MEETING  
FOR  
THE PREPARATORY STUDY  
FOR  
DEVELOPMENT STUDY FOR APPLICATION OF  
SOLAR ENERGY  
IN  
MALE' AND HULHUMALE' ISLAND  
IN  
THE REPUBLIC OF MALDIVES**

**AGREED UPON BETWEEN  
DEPARTMENT OF EXTERNAL RESOURCES,  
MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS (DER),  
MINISTRY OF ENVIRONMENT, ENERGY AND WATER (MEEW)  
AND  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)**

**Male', 31<sup>st</sup> August, 2008**



Mr. Toshiyuki Hayashi  
Leader  
The Preparatory Study Team  
Japan International Cooperation Agency



Dr. Hussain Niyaz  
Executive Director  
Department of External Resources  
Ministry of Foreign Affairs  
Republic of Maldives

(Witnessed by)



Mr. Ahmed Saleem  
Permanent Secretary  
Ministry of Environment, Energy and Water  
Republic of Maldives

The Government of the Republic of Maldives (hereinafter referred to as “the GOM”) officially requested the Government of Japan (hereinafter referred to as “the GOJ”) to implement the Development Study for Application of Solar Energy in Male’ and Hulhumale’ Island in the Republic of Maldives (hereinafter referred to as “the Study”) in 2006.

In response to the request, the Project Formulation Study Team organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) was dispatched to Maldives from February 2<sup>nd</sup> to 16<sup>th</sup> 2008, and through the discussions among the authorities concerned of the GOM and site survey, the Project Formulation Study Team found that it is adequate to conduct the Feasibility study.

Accordingly, the Preparatory Study Team (hereinafter referred to as “the Team”) organized by JICA was dispatched in order to discuss the scope of work for the Study and had a series of discussions with the authorities concerned of the GOM from August 21<sup>st</sup> to September 3<sup>rd</sup>, 2008. (List of Main Attendants is shown in ANNEX 1)

### **1. Signing of the Scope of Work Agreed**

Both sides have agreed the Draft Scope of Work shown in ANNEX 2 and have confirmed that JICA Headquarters will make the final decision on the Scope of Work, before signing the Scope of Work. After the final decision by JICA Headquarters, Department of External Resources, Ministry of Foreign Affairs (hereinafter referred to as “DER”), Ministry of Environment, Energy and Water (hereinafter referred to as “MEEW”), and JICA Sri Lanka Office will sign the Scope of Work.

### **2. Title of the Study**

Both sides agreed that the title of the Study should be changed from “Development Study for Application of Solar Energy in Male’ and Hulhumale’ Island in the Republic of Maldives” to “Feasibility Study for Application of Photovoltaic Power on Male’ and Hulhumale’ Islands in the Republic of Maldives”.

In order to ensure consistency of bilateral agreement, the modification procedures shall be separately required between the GOJ and the GOM, and after the procedures, the title will be officially changed.

### **3. Institutional Framework for the Study**

Ministry of Environment, Energy and Water, and State Electric Company Limited (hereinafter referred to as “STELCO”) shall act as the coordinating body for the authorities concerned, such as Ministry of Construction and Public Infrastructure (hereinafter referred to as “MCPI”), and Hulhumale’ Development



Corporation Limited (hereinafter referred to as "HDC") to conduct the smooth implementation of the Study.

Both sides reached an agreement to organize a coordination committee and a counterpart team, which shall be established by MEEW before implementing the Study.

**(1) Establishment of Coordination Committee**

In order to promote successful implementation, the Study requires close collaboration among relevant organizations. Therefore, Coordination Committee (hereinafter referred to as "the CC") shall be organized during the study period. The CC will be responsible for overall coordination of the study, and be the platform to resolve the problems that may occur and share the results of the Study during the study period.

The CC will be organized by MEEW and chaired by the Permanent Secretary of MEEW or the person assigned by the Permanent Secretary. The CC will consist of the representatives from MEEW (overall coordination), STELCO, MCPI, HDC, Male' Municipality and JICA. Necessary expenditures will be borne by the GOM.

**(2) Counterpart Team**

To conduct the Study smoothly and efficiently, and to realize technology transfer to administrators and engineers of related institutions in the course of the Study, the counterpart team shall be organized by MEEW. The counterpart team shall be composed of MEEW and STELCO administrators and engineers. Counterpart team members are expected to work together with the JICA Study Team to receive on-the-job training and to offer adequate information and data to carry out the Study.

**4. Seminar**

Both sides agreed that seminars should be held twice during the Study in order to confirm the progress of the Study and promote the understanding of grid-connected PV systems among stakeholders. The first seminar will be held in Male' at the time of submission of inception report. The second seminar will be held in Male' at the time of submission of draft final report. The second seminar will be open to the public so that the public will be able to understand the current tight electricity supply that STELCO is facing and enlighten the demand side management such as energy efficiency and conservation.

All the arrangement of the seminars shall be made by MEEW in cooperation with DER and STELCO. JICA will closely cooperate with MEEW, DER and STELCO for preparing the necessary documents and presentations, and by providing expenses for venues if required.



## **5. Counterpart training in Japan**

The GOM requested that short training course should be held to strengthen MEEW and STELCO capacity during the Study. In order to establish the short training course, the GOM has requested the counterpart personnel to be trained in Japan. The Team replied that the request would be conveyed to the officials concerned in the GOJ.

## **6. Selection of the potential sites for installation of Grid-Connected PV systems on Male' and Hulhumale' Islands**

Both sides agreed that for the smooth commencement of the Study, STELCO will investigate and identify the potential sites for grid-connected PV systems on Male' and Hulhumale' Islands, and make a long list for the sites before the commencement of the Study.

## **7. Detailed Design for the potential installation sites for Grid-Connected PV systems**

Both sides agreed that detailed design for the installation of grid-connected PV systems would be conducted in the course of the Study. The sites for the detailed design investigation will be selected from the potential sites on Male' and Hulhumale' Islands. It is expected that detailed design will be conducted for several sites on Male' Island and one or two sites on Hulhumale' Island.

## **8. Technical Cooperation after the Study**

It was found out that further technical cooperation after the Study especially for practical implementation of the grid-connected PV systems would be necessary. JICA explained that the official request from the GOM is necessary for further cooperation, and the GOM responded that they would request the GOJ through DER the further cooperation at the suitable time after the Study.

## **9. Undertaking of Government of Maldives**

### **(1) Budget allocation**

The budget for counterpart personnel related to the Study will be borne by MEEW and DER.

### **(2) Office space**

State Electric Company Limited has agreed to provide JICA Study Team with adequate office space



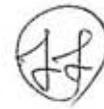
with modest furnishing, a telephone line and internet access that are needed to carry out the Study on Male' and Hulhumale' Islands.

**10. Others**

The Team explained that the JICA Study Team can not purchase equipment and software for implementation of the Study, and the GOM has understood the explanation.

**ANNEX 1: List of Main Attendant**

**ANNEX 2: Draft Scope of Work**



**List of Main Attendance****Department of External Resources, Ministry of Foreign Affairs**

Dr. Hussain Niyaz      Executive Director  
 Ms. Aishath Azeema      Director

**Ministry of Environment, Energy and Water**

Mr. Abdul Razzak Idris      Deputy Minister  
 Mr. Ahmed Saleem      Permanent Secretary  
 Mr. Ahmed Ali      Assistant Director  
 Mr. Abdulla Wahid      Assistant Executive Director  
 Mr. Ghaanim Mohamed      Project Manager, RETDAP, UNDP

**State Electric Company Limited**

Mr. Mohamed Latheef      Director  
 Mr. Ahmed Niyaz      Director  
 Mr. Ibrahim Athif      Senior Engineer  
 Mr. Azzam Ibrahim      Senior Engineer

**Hulhumale' Development Corporation**

Mr. Mahjoob Shujau      Managing Director  
 Ms. Salfiyya Anwar      Planning Officer

**Ministry of Construction and Public Infrastructure**

Mr. Abdulla Naushad      Permanent Secretary

**JICA Project Formulation Study Team**

Mr. Toshiyuki Hayashi      Team Leader  
 Mr. Takanobu Shinoda      Study Planning  
 Mr. Noboru Yumoto      Electric Power Energy System  
 Mr. Masahiro Kaimoto      Photovoltaic technology

**Embassy of Japan**

Mr. Katsuho Hayashi      Second Secretary



Handwritten signatures or initials, including 'Hw' and a cursive signature.

**JICA Sri Lanka Office**

Ms. Noriko Suzuki      Resident Representative  
Ms. Yasuko Nishino      Deputy Director  
Mr. Manabu Iida      Assistant Resident Representative

**JICA/JOCV Maldives Office**

Mr. Makoto Nonobe      Resident Representative  
Ms. Satoko Iwashige      Coordinator



Handwritten initials and a checkmark.

(DRAFT)

**SCOPE OF WORK  
FOR  
FEASIBILITY STUDY FOR APPLICATION OF  
PHOTOVOLTAIC POWER  
ON  
MALE' AND HULHUMALE' ISLANDS  
IN  
THE REPUBLIC OF MALDIVES**

**AGREED UPON BETWEEN  
DEPARTMENT OF EXTERNAL RESOURCES,  
MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS (DER),  
MINISTRY OF ENVIRONMENT, ENERGY AND WATER (MEEW)  
AND  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)**

**Male', XX XXXX, 2008**

---

Ms. Noriko Suzuki  
Resident Representative  
Sri Lanka Office and Maldives Office  
Japan International Cooperation Agency

(Witnessed by)

---

Dr. Hussain Niyaz  
Executive Director  
Department of External Resources  
Ministry of Foreign Affairs  
Republic of Maldives

(Witnessed by)

---

Mr. Mohamed Latheef  
Director  
State Electric Company Limited  
Republic of Maldives

---

Mr. Ahmed Saleem  
Permanent Secretary  
Ministry of Environment, Energy and Water  
Republic of Maldives



## **1. INTRODUCTION**

In response to the request of the Government of the Republic of Maldives (hereinafter referred to as “the GOM”), the Government of Japan (hereinafter referred to as “the GOJ”) decided to conduct the Feasibility Study for Application of Photovoltaic Power on Male’ and Hulhumale’ Islands in the Republic of Maldives (hereinafter referred to as “the Study”), in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the GOJ, will undertake the Study in close cooperation with the authorities concerned of the GOM.

The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

## **2. OBJECTIVES OF THE STUDY**

The objectives of the Study are to:

- (1) Conduct Feasibility Study for Application of Photovoltaic Power on Male’ and Hulhumale’ Islands, and
- (2) Prepare the Strategic and Action Plans for Application of Photovoltaic Systems on Male’ and Hulhumale’ Islands.

## **3. STUDY AREA**

The Study will cover Male’ and Hulhumale’ Islands.

## **4. SCOPE OF THE STUDY**

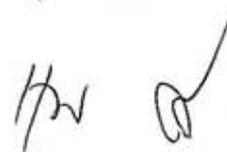
In order to achieve the above-mentioned objectives, the study will cover the followings.

### I Preliminary Study Stage

#### 4.1 Collection and analysis of existing data and information

The following data and information will be collected and analyzed.

- (1) National policies, relevant laws and regulations, and institutional frameworks on electric power sector
- (2) Socio-economic situation and National Development Plan, Vision 2020



- (3) Electric power sector
  - (a) Institutional framework of Ministry of Environment, Energy and Water (hereinafter referred to as “MEEW” ), and the State Electric Company Limited (hereinafter referred to as “STELCO”)
  - (b) Current situation of electric power demand and supply in Maldives
  - (c) Current situation of electric power facilities and electric power systems
  - (d) Power development plans
  - (e) Electricity tariff and fossil fuel prices
  - (f) Financial conditions of STELCO
- (4) Current situation of utilization of photovoltaic power
- (5) Development Plan for Hulhumale’ Island
- (6) Current situation of electric power demand and supply, and power demand forecast on Male’ and Hulhumale’ Islands
- (7) Current situation of power development plans on Male’ and Hulhumale’ Islands
- (8) Other necessary information and data

## II Feasibility Study Stage

### 4.2 Technical Study for Grid-Connected PV systems

- (1) Data collection and analysis of amount of solar radiation
- (2) Study and evaluation on PV module characteristics and PV power output
- (3) Evaluation and analysis on load response of diesel power generation
- (4) Investigation on transformer capacity for distributing substations
- (5) Investigation of the potential installation sites, and estimate of grid-connected PV capacity for the potential sites
- (6) Study on Building Code
- (7) Investigation of building structures for potential sites, and conceptual design and cost estimate for reinforcement if necessary
- (8) Study on the estimation method of grid-connected PV capacity to be introduced into Male’ and Hulhumale’ systems
- (9) Study on the stability assessment method for the grid-connected PV systems
- (10) Preparation of standard design and specifications for grid-connected PV systems
- (11) Cost estimation for the grid-connected PV systems at potential sites

### 4.3 Economic and Financial Study

- (1) Estimation on the installation cost for grid-connected PV systems including structure reinforcement
- (2) Study on economic and financial analyses methods for grid-connected PV systems
- (3) Economic and financial analyses of grid-connected PV systems for Male’ and Hulhumale’ systems
- (4) Economic and financial analyses of grid-connected PV systems for Male’ and Hulhumale’ systems in consideration of Clean Development Mechanism (hereinafter referred to as “CDM”)



Handwritten initials 'HJ' inside a circle, followed by 'HW' and a signature.

(5) Formulation of investment plans

#### 4.4 Value-Added Measures

- (1) Study and suggestion on introduction and promotion of Demand Side Management (i.e. saving of peak power demand, energy efficiency and conservation)
- (2) Study and suggestion on introduction and utilization of CDM projects

#### 4.5 Detailed Design for Pilot Project

- (1) Selection of potential sites for Pilot Project
- (2) Investigation on the potential sites for Pilot Project
- (3) Preparation of detailed design for grid-connected PV systems for Pilot Project
- (4) Technical Transfer on the detailed design method for grid-connected PV systems

### III. Conclusion and Recommendation Stage

#### 4.6 Strategic and Action Plans for Increasing Installations of Grid-Connected PV Systems

- (1) Preparation of Strategic and Action Plans for 10 years including human resource development of MEEW and STELCO, financial arrangement for the implementation including CDM, introduction of energy efficiency and conservation, and private sector participation.
- (2) Preparation of policy, institutional, regulatory and human resource development recommendations and guidelines for the effective implementation of the Strategic and Action Plans.

## 5. SCHEDULE OF THE STUDY

The Study will be carried out in accordance with the Tentative Time Schedule as shown in ANNEX I attached herewith. The schedule is tentative and subject to modification when both sides agreed upon any necessity that may arise during the course of the Study.

## 6. REPORTS

JICA will prepare and submit the following reports in English to the GOM.

- (1) Inception Report (Ic/R): Ten (10) copies
- (2) Draft Final Report (Df/R): Twenty (20) copies

The GOM shall present its comments to JICA within one month of receipt of the Draft Final Report.

- (3) Final Report and Summary (F/R): Thirty (30) copies

JICA will submit these reports within six (6) weeks after receiving the comments of the GOM on the



## **7. DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKING**

The division of technical undertaking of the Study by JICA, MEEW and STELCO is detailed in ANNEX 2 attached herewith.

## **8. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF MALDIVES**

- (1) In order to facilitate the smooth conduct of the Study, the GOM shall take necessary measures:
  - (a) to permit the members of the JICA Study Team to enter, leave and sojourn in Maldives for the duration of their assignments therein, and exempt the members of the JICA Study Team from foreign registration requirements and consular fees;
  - (b) to exempt the members of the JICA Study Team from taxes, duties and any other charges on equipment, machinery and other materials brought into and out of Maldives for the conduct of the Study;
  - (c) to exempt the members of the JICA Study Team from income taxes and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the JICA Study Team for their services in connection with the implementation of the Study;
  - (d) to provide necessary facilities to the JICA Study Team for remittances as well as for the utilization of funds introduced into Maldives from Japan in connection with the implementation of the Study;
  - (e) to facilitate prompt clearance through customs and inland transportation of equipment, materials and supplies required for the Study and of the personal effects of the members of the JICA Study Team.
- (2) The GOM shall bear claims, if any arises, against the members of the JICA Study Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the member of the JICA Study Team.
- (3) MEEW shall be the responsible organization for the Study and also the coordinating body in relations with the other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study. MEEW and STELCO shall act as the counterpart agency to the JICA Study Team.
- (4) MEEW and STELCO shall, at its own expense, provide the JICA Study Team with the following, in cooperation with other organizations concerned.
  - (a) security-related information on as well as measures to ensure the safety of the JICA Study Team,
  - (b) information on as well as support in obtaining medical services,
  - (c) available data (including maps and photographs) and information related to the study,

The image shows three handwritten marks in the bottom right corner. The top one is a circular stamp containing the initials 'JICA'. Below it are two sets of handwritten initials or signatures, one appearing to be 'M' and the other a more complex scribble.

- (d) counterpart personnel,
- (e) suitable office space with necessary equipment and facilities in Male',
- (f) credentials or identification cards, and
- (g) communication facilities such as telephone, facsimile, E-mail, if necessary.

## **9. EFFECTUATION OF SCOPE OF WORK**

Scope of Work of the Study will come into effect after completing necessary arrangement between GOJ and GOM.

## **10. CONSULTATION**

JICA and MEEW will consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

ANNEX 1: Tentative Time Schedule

ANNEX 2: Technical Undertaking



Tentative Time Schedule

month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
matters for investigation										
1. Collection of analysis of exiting and information	■									
2. Technical Study for Grid-Connected PV Systems	■	■	■	■	■	■				
3. Economic and Financial Study				■	■	■				
4. Value-Added Measures				■	■	■				
5. Detailed Design for Pilot Project				■	■	■				
6. Strategic and Action Plans for Increasing Installations of Grid-Connected PV Systems							■	■		
Reports	▲					▲			▲	
Seminar		△								△

Legend:

■ : works in Maldives  
 □ : works in Japan

Reports:

Ic/R : Inception Report  
 Df/R : Draft Final Report  
 F/R : Final Report

Technical Undertaking

	JICA Undertaking	MEEW and STELCO Undertaking
1. Collection of analysis of exiting and information	Data Collection Analysis by JICA Study Team	Data Provision
2. Technical Study for Grid-Connected PV Systems	Study by JICA Study Team Analysis by JICA Study Team	Data Provision Advice and Discussion
3. Economic and Financial Study	Study by JICA Study Team	Data Provision
4. Value-Added Measures	Analysis by JICA Study Team Study by JICA Study Team	Advice and Discussion Data Provision
5. Detailed Design for Pilot Project	Analysis by JICA Study Team Study by JICA Study Team	Advice and Discussion Data Provision
6. Strategic and Action Plans for Increasing Installations of Grid-Connected PV Systems	Analysis by JICA Study Team Study by JICA Study Team	Advice and Discussion Data Provision Advice and Discussion

## 2. 事業事前評価表

作成日：平成20年11月10日

担当：産業開発部資源・省エネルギー課

1. 案件名
モルディブ国マレ首都圏における太陽光発電導入計画調査
2. 協力概要
(1) 事業の目的 マレ島・フルマレ島において系統連系太陽光発電システムを導入するために、発電設備導入の技術的実施可能性と、発電設備導入と適正な運用のために必要な法令・制度・規則、及び人材育成計画について検討し、長期計画、行動計画を作成することを目的とする。
(2) 調査期間 2009年2月～2009年11月 (8.5ヶ月)
(3) 総調査費用 約0.6億円
(4) 協力相手先機関 ア. カウンターパート機関 住宅・交通・環境省；Ministry of Housing, Transport and Environment (MHTE) モルディブ電力公社；the State Electric Company, Maldives (STELCO)  イ. 主要関係機関 フルマレ開発公社；Hulhumale' Development Corporation (HDC)
(5) 計画の対象（対象分野、対象規模等） ア. 対象分野：系統連系太陽光発電 イ. 対象地域：マレ島・フルマレ島
3. 協力の必要性・位置付け
(1) 現状及び問題点 モルディブ国（以下「モ」国）は人口約30万人の小規模国家であるが、就業機会が多く、また行政機能が集中している首都マレに「モ」国の全人口の約35%にあたる約10.4万人が居住している。堅調な観光・漁業を背景として2006年には約19%のGDP成長率となり、建設ラッシュがおこりマレへの人口集中が一層進んでいる。 一方でマレの電力需要は年率10%以上で伸び続け、増大する電力需要に対応するためにモルディブ電力公社（以下STELCO）はディーゼル発電機の新規導入等を図っている。しかし、面積わずか1.77Km <sup>2</sup> と土地に限られるマレ島でこれ以上ディーゼル発電機拡張は不可能であり、これら課題に対処するために「モ」国政府はフルマレ島の浅瀬を浚渫してフルマレ島を拡張（7.85Km <sup>2</sup> ）し、マレ島住民の移住計画を含めた総合開発計画を実施している。しかしフルマレ島総合開発計画によると、住民の移転や商業、文教、観光地区等の建設により、フルマレ島の電力需要も急速に増大することが想定される。 「モ」国の主要28島での電力供給は100%政府出資のSTELCOが行っているが、マレ島の電力供給はSTELCO全体の供給量の75%にも達している。またほぼ全てをディーゼル発電に依

存しているため、原油価格高騰によりSTELCOの財政状況が悪化するだけでなく、国家としてのエネルギーセキュリティが危機にさらされている。加えて気候変動による海面上昇の影響を最も受けやすい国のひとつであることから、第7次国家開発計画（2006年～2010年）では石油の代替エネルギーとして再生可能エネルギー、特に風力、バイオマス及び太陽光エネルギー利用を促進することを優先課題として掲げている。

かかる状況下、「モ」国政府は、マレ島およびフルマレ島の中長期的な電力の安定供給を目的に、太陽光とディーゼル発電の併用による発電体制の整備及びエネルギー利用の効率化と気候変動対策促進のために、我が国に開発調査を要請した。そこで2008年2月にプロジェクト形成調査団を派遣し、要請内容・背景、先方政府の実施体制、既存のディーゼル系統を調査し、本調査の必要性・妥当性を確認した。その後2008年8月に事前調査団を派遣し、調査内容を先方政府および関係機関と合意した。

#### （2）相手国政府国家政策上の位置づけ

モルディブ国の第7次国家開発計画に、ディーゼル燃料の代替エネルギーの開発が急務であり、太陽光エネルギー等再生可能エネルギー活用の推進を目指すとされている。

#### （3）他国機関の関連事業との整合性

系統連係 PV システム導入に係る協力は他国及び国際機関において実施されていない。なお地方電化を目的とした PV の導入は UNDP が GEF の資金を得てマンド島でパイロット・プロジェクトを実施し、現在実証中である。

#### （4）我が国援助政策との関連、JICA 国別事業実施計画上の位置づけ

援助重点分野「基礎インフラ」における社会基盤インフラ整備プログラムに本調査は位置付けられる。

### 4. 協力の枠組み

#### （1）調査項目

##### 初期調査段階

##### 1) 基礎調査

以下調査関連データの収集・分析

- ① 電力・エネルギー政策、法令、組織体制
- ② 社会・経済状況、開発計画、及びビジョン 2020
- ③ 「モ」国の電気事業
  - ・ MHTE 及び STELCO の組織体制
  - ・ 電力需給状況
  - ・ 電源設備及び電力システムの状況
  - ・ 電力開発計画
  - ・ 電気料金及び燃料価格
  - ・ STELCO の経営状況
- ④ 「モ」国の太陽光発電活用状況
- ⑤ フルマレ島開発計画
- ⑥ マレ首都圏（マレ島、フルマレ島）における電力需給状況及び需要予測
- ⑦ マレ首都圏における電源開発計画

⑧ その他関連する情報

フィージビリティ・スタディ段階

1) 技術的フィージビリティ・スタディ段階

- ① 日射資料の収集・分析
- ② PV モジュールの検討及び PV 出力の評価
- ③ ディーゼル発電機の負荷即応性の評価
- ④ 配電用変電所の変圧器容量調査
- ⑤ 太陽光発電設備設置ポテンシャルサイトの選定及び設置容量の検討
- ⑥ 建築法の検討
- ⑦ ポテンシャルサイトの建造物構造分析、概念設計及び必要に応じて建造物補強の費用見積
- ⑧ 系統連系 PV システムの導入容量検討手法の検討
- ⑨ 系統連系 PV 時の安定性評価手法の検討
- ⑩ 系統連系 PV システムの標準設計・仕様の策定
- ⑪ ポテンシャルサイトの系統連係 PV システム設置費用の推計

2) 経済・財務的フィージビリティ・スタディ段階

- ① 太陽光発電設備及び建造物補強費用の推計
- ② 系統連係 PV システム導入にかかる経済財務分析手法の検討
- ③ マレ・フルマレ島における系統連係 PV システム導入にかかる経済財務分析
- ④ CDM 事業化の投資収益性への影響評価
- ⑤ 投資資金計画の策定

3) 付加価値的施策の検討段階

- ① DSM（最大電力抑制及び省エネ等）の啓蒙、推進方策の検討及び提言
- ② CDM 事業実施の検討及び提言

4) パイロット・プロジェクトの詳細設計

- ① パイロット・プロジェクトサイトの検討及び選定
- ② パイロット・プロジェクトサイトでの詳細設計調査
- ③ パイロット・プロジェクトサイトでの系統連係 PV システムの詳細設計作成
- ④ 詳細設計手法の技術移転

提言段階

1) 系統連係 PV システム導入のための長期計画及び行動計画策定段階

- ① MHTE 及び STELCO の人材育成計画、CDM を含めた資金調達計画、省エネの導入、民間企業の参加等を含めた今後 10 年の PV 導入に係る長期計画と行動計画の策定
- ② 長期計画・行動計画実施のための系統連係太陽光発電導入に係る基本的な政策、規制、ガイドライン及び人材育成計画提言の策定

(2) アウトプット (成果)

- ア. 今後 10 年の系統連系 PV システム導入のための長期計画および行動計画の策定
- イ. 系統連系 PV システム導入に係る技術的な基本設計計画の策定
- ウ. 系統連系 PV 発電技術および制度・政策策定に関する技術移転

(3) インプット (投入) : 以下の投入による調査の実施

(a) コンサルタント : 7 名

- ア. 総括/人材育成計画
- イ. 系統連系太陽光発電機器
- ウ. 系統連系太陽光発電システム
- エ. 建築分析
- オ. 経済財務分析
- カ. デマンドサイドマネジメント/CDM
- キ. 業務調整

(b) 研修員受入れ : 若干名

- ア. 系統連系太陽光発電システム導入に係る技術及び政策研修

5. 協力終了後に達成が期待される目標

(1) 提案計画の活用目標

- ア. 調査により策定された基本設計計画が活用され、MHTE 及び STELCO により系統連系 PV システムが導入される。
- イ. 調査により作成された長期計画・行動計画が活用され、MHTE 及び STELCO により系統連系太陽光システム導入に必要な法律・規制が整備され、人材育成が図られる。
- ウ. 調査により策定された行動計画が活用され、モルディブ国において太陽光発電システム、及び省エネにかかる啓蒙、普及が図られる。

(2) 活用による達成目標

- ア. モルディブ国における、太陽光発電導入数の増加。
- イ. 太陽光発電導入によるディーゼル燃料の節約

6. 外部要因

(1) 協力相手国内の事情

- ア. 政策的要因
  - ・ 政権交代等による著しい政策変更が生じない。
- イ. 経済的要因
  - ・ 「モ」国経済が急激に悪化しない。
- ウ. 社会的要因
  - ・ 調査活動実施地域での治安が悪化しない

(2) 関連プロジェクトの遅れ

- ・ 本案件の実施に大きく影響する関連プロジェクトは特に存在しない

7. 貧困・ジェンダー・環境等への配慮 (注)

JICA 環境社会配慮ガイドラインにおける本調査のカテゴリ分類は C である。すなわち、本調査実施により環境に負荷がかかることは想定しづらい。

8. 過去の類似案件からの教訓の活用 (注)

過去、地方電化分野において太陽光発電の導入を行った案件の教訓で、系統連系太陽光導入に関連するものとしては以下のようなことがあげられる。

(1) 太陽光発電システムの維持管理

地方電化の場合、太陽光発電機器の日常の維持管理は住民、または地域の技術者が担うことが多いが、適切なシステムの使用及び維持管理は太陽光発電の基本的なシステムの理解が不可欠であり、またバッテリーの取り扱いについても留意が必要である。

今回の場合、系統連系太陽光システムを電力公社である STELCO が導入することが想定される。系統連系システムであるためバッテリーの設置は必要ないが、グリッドに接続した場合の太陽光システムの特性を STELCO の技術者が理解したうえで運用することが必要である。併せて安全基準や技術基準等を取り纏めたガイドライン等規制を策定することが求められる。

(2) システムの実施可能性調査

従来、電力分野における実施可能性調査 (F/S) は、水力発電や火力発電の立地する地域や地点の特性、発電所が供給する電力システムの需給特性を考慮して技術的調査と検討を行う、オーダーメイドの調査である。一方で日本における系統連系 PV システムは、立地地点特性や電力システムの需給特性に関係ない、レディーメイドとして既に確立された技術である。よって日本の確立した技術をモルディブ首都圏の地域特性と電力システムの需給特性に合ったものに修正し、モルディブの特性に合ったレディーメイド技術を確立する必要がある。

9. 今後の評価計画

(1) 事後評価に用いる指標

(a) 活用の進捗度

- ・ 策定された系統連系太陽光発電導入実施計画に基づき、導入に向けた準備がなされているか。

(b) 活用による達成目標の指標

- ・ 系統連系太陽光発電機器の調達に必要な予算が具体的に検討されているか。
- ・ 系統連系太陽光発電導入に必要な法規制、ガイドラインが作成されているか。
- ・ 太陽光やデマンドサイドマネジメントの啓蒙活動が実施されているか。

(2) 上記 (a) および (b) を評価する方法および時期

- ・ フォローアップ調査によるモニタリング
- ・ 必要に応じ、2011 年度以降に事後評価を実施

(注) 調査にあたっての配慮事項

3. 署名した実施細則 (S/W)

**SCOPE OF WORK  
FOR  
FEASIBILITY STUDY FOR APPLICATION OF  
PHOTOVOLTAIC POWER  
ON  
MALE' AND HULHUMALE' ISLANDS  
IN  
THE REPUBLIC OF MALDIVES**

**AGREED UPON BETWEEN  
ECONOMIC DIVISION, MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS,  
MINISTRY OF HOUSING, TRANSPORT AND ENVIRONMENT  
AND  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

**Male', 30<sup>th</sup> November, 2008**



Dr. Atsushi Kaneko  
Chief Representative  
Sri Lanka Office and Maldives Office  
Japan International Cooperation Agency



Dr. Hussain Niyaz  
Executive Director  
Ministry of Foreign Affairs  
Republic of Maldives

(Witnessed by)



Mr. Azzam Ibrahim  
Senior Engineer  
State Electric Company Limited  
Republic of Maldives

(Witnessed by)



Mr. Ahmed Saleem  
Permanent Secretary  
Ministry of Housing, Transport and  
Environment  
Republic of Maldives

## **1. INTRODUCTION**

In response to the request of the Government of the Republic of Maldives (hereinafter referred to as “the GOM”), the Government of Japan (hereinafter referred to as “the GOJ”) decided to conduct the Feasibility Study for Application of Photovoltaic Power on Male’ and Hulhumale’ Islands in the Republic of Maldives (hereinafter referred to as “the Study”), in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the GOJ, will undertake the Study in close cooperation with the authorities concerned of the GOM.

The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

## **2. OBJECTIVES OF THE STUDY**

The objectives of the Study are to:

- (1) Conduct a feasibility study for application of photovoltaic power on Male’ and Hulhumale’ Islands, and
- (2) Prepare the Strategic and Action Plans for application of photovoltaic systems on Male’ and Hulhumale’ Islands.

## **3. STUDY AREA**

The Study will cover Male’ and Hulhumale’ Islands.

## **4. SCOPE OF THE STUDY**

In order to achieve the above-mentioned objectives, the study will cover the followings.

### **I Preliminary Study Stage**

#### **4.1 Collection and analysis of existing data and information**

The following data and information will be collected and analyzed.

- (1) National policies, relevant laws and regulations, and institutional frameworks on electric power sector
- (2) Socio-economic situation and National Development Plan, Vision 2020

Handwritten initials and a signature in the bottom right corner of the page.

- (3) Electric power sector
  - (a) Institutional framework of Ministry of Housing, Transport and Environment (hereinafter referred to as "MHTE" ), and the State Electric Company Limited (hereinafter referred to as "STELCO")
  - (b) Current situation of electric power demand and supply in Maldives
  - (c) Current situation of electric power facilities and electric power systems
  - (d) Power development plans
  - (e) Electricity tariff and fossil fuel prices
  - (f) Financial conditions of STELCO
- (4) Current situation of utilization of photovoltaic power
- (5) Development Plan for Hulhumale' Island
- (6) Current situation of electric power demand and supply, and power demand forecast on Male' and Hulhumale' Islands
- (7) Current situation of power development plans on Male' and Hulhumale' Islands
- (8) Other necessary information and data

## II Feasibility Study Stage

### 4.2 Technical Study for Grid-Connected PV systems

- (1) Data collection and analysis of amount of solar radiation
- (2) Study and evaluation on PV module characteristics and PV power output
- (3) Evaluation and analysis on load response of diesel power generation
- (4) Investigation on transformer capacity for distributing substations
- (5) Investigation of the potential installation sites, and estimate of grid-connected PV capacity for the potential sites
- (6) Study on Building Code
- (7) Investigation of building structures for potential sites, and conceptual design and cost estimate for reinforcement if necessary
- (8) Study on the estimation method of grid-connected PV capacity to be introduced into Male' and Hulhumale' systems
- (9) Study on the stability assessment method for the grid-connected PV systems
- (10) Preparation of standard design and specifications for grid-connected PV systems
- (11) Cost estimation for the grid-connected PV systems at potential sites

### 4.3 Economic and Financial Study

- (1) Estimation on the installation cost for grid-connected PV systems including structure reinforcement
- (2) Study on economic and financial analyses methods for grid-connected PV systems
- (3) Economic and financial analyses of grid-connected PV systems for Male' and Hulhumale' systems
- (4) Economic and financial analyses of grid-connected PV systems for Male' and Hulhumale' systems in consideration of Clean Development Mechanism (hereinafter referred to as "CDM")

(5) Formulation of investment plans

#### 4.4 Value-Added Measures

- (1) Study and suggestion on introduction and promotion of Demand Side Management (i.e. saving of peak power demand, energy efficiency and conservation)
- (2) Study and suggestion on introduction and utilization of CDM projects

#### 4.5 Detailed Design for Pilot Project

- (1) Selection of potential sites for Pilot Project
- (2) Investigation on the potential sites for Pilot Project
- (3) Preparation of detailed design for grid-connected PV systems for Pilot Project
- (4) Technical Transfer on the detailed design method for grid-connected PV systems

### III. Conclusion and Recommendation Stage

#### 4.6 Strategic and Action Plans for Increasing Installations of Grid-Connected PV Systems

- (1) Preparation of Strategic and Action Plans for 10 years including human resource development of MHTE and STELCO, financial arrangement for the implementation including CDM, introduction of energy efficiency and conservation, and private sector participation.
- (2) Preparation of policy, institutional, regulatory and human resource development recommendations and guidelines for the effective implementation of the Strategic and Action Plans.

## 5. SCHEDULE OF THE STUDY

The Study will be carried out in accordance with the Tentative Time Schedule as shown in ANNEX 1 attached herewith. The schedule is tentative and subject to modification when both sides agreed upon any necessity that may arise during the course of the Study.

## 6. REPORTS

JICA will prepare and submit the following reports in English to the GOM.

- (1) Inception Report (Ic/R): Ten (10) copies
- (2) Draft Final Report (Df/R): Twenty (20) copies

The GOM shall present its comments to JICA within one month of receipt of the Draft Final Report.

- (3) Final Report and Summary (F/R): Thirty (30) copies

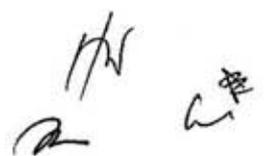
JICA will submit these reports within six (6) weeks after receiving the comments of the GOM on the

## **7. DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKING**

The division of technical undertaking of the Study by JICA, MHTE and STELCO is detailed in ANNEX 2 attached herewith.

## **8. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF MALDIVES**

- (1) In order to facilitate the smooth conduct of the Study, the GOM shall take necessary measures:
  - (a) to permit the members of the JICA Study Team to enter, leave and sojourn in Maldives for the duration of their assignments therein, and exempt the members of the JICA Study Team from foreign registration requirements and consular fees;
  - (b) to exempt the members of the JICA Study Team from taxes, duties and any other charges on equipment, machinery and other materials brought into and out of Maldives for the conduct of the Study;
  - (c) to exempt the members of the JICA Study Team from income taxes and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the JICA Study Team for their services in connection with the implementation of the Study;
  - (d) to provide necessary facilities to the JICA Study Team for remittances as well as for the utilization of funds introduced into Maldives from Japan in connection with the implementation of the Study;
  - (e) to facilitate prompt clearance through customs and inland transportation of equipment, materials and supplies required for the Study and of the personal effects of the members of the JICA Study Team.
- (2) The GOM shall bear claims, if any arises, against the members of the JICA Study Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the member of the JICA Study Team.
- (3) MHTE shall be the responsible organization for the Study and also the coordinating body in relations with the other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study. MHTE and STELCO shall act as the counterpart agency to the JICA Study Team.
- (4) MHTE and STELCO shall, at its own expense, provide the JICA Study Team with the following, in cooperation with other organizations concerned.
  - (a) security-related information on as well as measures to ensure the safety of the JICA Study Team,
  - (b) information on as well as support in obtaining medical services,
  - (c) available data (including maps and photographs) and information related to the study,



- (d) counterpart personnel,
- (e) suitable office space with necessary equipment and facilities in Male',
- (f) credentials or identification cards, and
- (g) communication facilities such as telephone, facsimile, E-mail, if necessary.

## **9. EFFECTUATION OF SCOPE OF WORK**

Scope of Work of the Study will come into effect after completing necessary arrangement between GOJ and GOM.

## **10. CONSULTATION**

JICA and MHTE will consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

ANNEX 1: Tentative Time Schedule

ANNEX 2: Technical Undertaking

Tentative Time Schedule

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
matters for investigation										
1. Collection and analysis of exiting data and information	▨									
2. Technical Study for Grid-Connected PV Systems	■	■	▨	▨	■	▨				
3. Economic and Financial Study					■	▨				
4. Value-Added Measures					■	▨				
5. Detailed Design for Pilot Project					■	▨				
6. Strategic and Action Plans for Increasing Installations of Grid-Connected PV Systems							■	▨		
Reports	▲ Ic/R					▲ Df/R			▲ F/R	
Seminar	△ Seminar1							△ Seminar2		

Legend:

- : works in Maldives
- ▨ : works in Japan

Reports:

- Ic/R : Inception Report
- Df/R : Draft Final Report
- F/R : Final Report

## Technical Undertaking

	JICA Undertaking	MHTE and STELCO Undertaking
1. Collection and analysis of existing data and information	Data Collection Analysis by JICA Study Team	Data Provision
2. Technical Study for Grid-Connected PV Systems	Study by JICA Study Team Analysis by JICA Study Team	Data Provision Advice and Discussion
3. Economic and Financial Study	Study by JICA Study Team	Data Provision
4. Value-Added Measures	Analysis by JICA Study Team Study by JICA Study Team	Advice and Discussion Data Provision
5. Detailed Design for Pilot Project	Analysis by JICA Study Team Study by JICA Study Team	Advice and Discussion Data Provision
6. Strategic and Action Plans for Increasing Installations of Grid-Connected PV Systems	Analysis by JICA Study Team Study by JICA Study Team	Advice and Discussion Data Provision Advice and Discussion