

## 第 6 章 パイロット・プロジェクトの詳細設計

### 6.1 パイロット・プロジェクトサイトの検討及び選定手法

第 4 章 4.4 項で選定した 14 箇所のポテンシャルサイトに関して、巻頭の“マレ島、フルマレ島ポテンシャルサイト評価表”に記載されている項目に沿って比較評価し、優先順位をつけた。その中から以下の選定クライテリアを用いて優先度が高い 6 サイトをパイロット・プロジェクトサイトとして選定した。パイロット・プロジェクトサイトの選定理由ならびにサイト位置図は表 6.1-2 および図 6.1-1 にそれぞれ示すとおりである。

表 6.1-1 パイロット・プロジェクトサイト選定クライテリア

①	PV システム容量が比較的大きなものであること。
②	他のポテンシャルサイト導入時のモデルケースになること。
③	PV システムの維持管理が適切に実施できる人材が確保できること。
④	配電線供給信頼度が極端に低いこと。
⑤	PR 効果が高く、設備見学が容易であること。

出所：調査団作成

表 6.1-2 パイロット・プロジェクトサイト

No	サイト名	出力容量(kWp)	選 定 理 由
1	STELCO Building	45 kWp	選定クライテリアの②,③,④,⑤の条件を満たし、日射障害も無く、特に同社職員による維持管理体制の確立が容易である。
2	Kalaafaanu School	85 kWp	選定クライテリアの①,②,③,⑤の条件を満たし、STELCO の近傍にあることから、維持管理体制の確立が容易である。また、日本の無償資金協力により建設された学校であり、竣工図書も常備され、改修、補強計画が容易であり、また、躯体強度の信頼性も高いと判断できる。
3	Maldives Center for Social Education	100 kWp	選定クライテリアの全ての条件を満たしている。特にスポーツ競技などが開催されている施設であることから、PR 効果は高い。また、日本の無償資金協力により建設された施設であり、竣工図書も常備され、改修、補強計画が容易であり、また、躯体強度の信頼性も高いと判断できる。
4	Thaajuddeen School	130 kWp	選定クライテリアの①,②,④,⑤の条件を満たし、6 サイト内では最大の PV 出力である。また、日本の無償資金協力により建設された学校であり、竣工図書も常備され、改修、補強計画が容易であり、また、躯体強度の信頼性も高いと判断できる。
5	New Secondary School for Girls	100 kWp	選定クライテリアの①,②,④,⑤の条件を満たし、サイト No.3 の隣に位置していることから、PR 効果が高い。また、日本の無償資金協力により建設された学校であり、竣工図書も常備され、改修、補強計画が容易であり、また、躯体強度の信頼性も高いと判断できる。
6	President's Office	20 kWp	選定クライテリアの②,③,④,⑤の条件を満たし、施設内に維持管理のスタッフがいるため、維持管理体制の確立が容易である。また、大統領府に PV システムを設置することによる PR 効果は高い。

出所：調査団作成

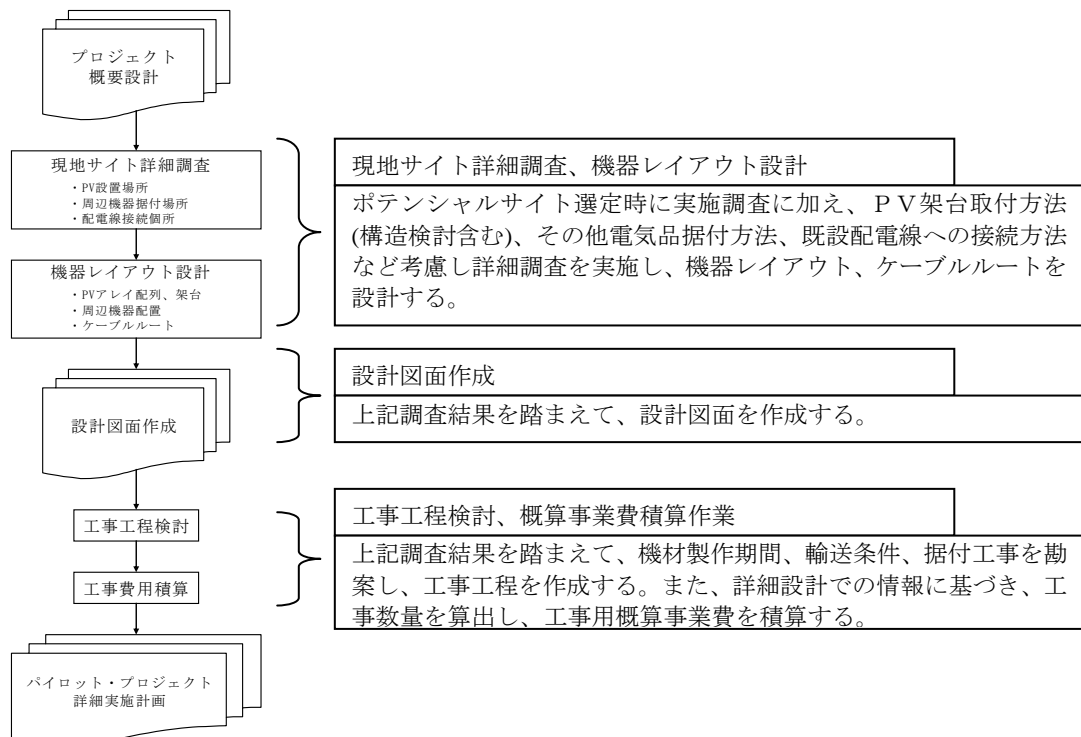


出所：調査団作成

図 6.1- 1 パイロット・プロジェクトサイト位置図

## 6.2 パイロット・プロジェクトサイトの詳細設計手順

パイロット・プロジェクトサイトでの詳細設計にあたっては、現地サイトの詳細調査、機器詳細仕様検討、機器レイアウト設計、設計図面作成等について、以下の手順で実施する。



出所：調査団作成

図 6.2- 1 パイロット・プロジェクト詳細設計の手順

### 6.3 構造物補強のための詳細設計

第1次、第2次現地調査で確認されたポテンシャルサイトにつき、現地サイト調査を踏まえ、設計図書にて既存構造物の構造形式、部材断面が明確である構造物を、日本の建築設計規準に基づき、屋根または屋階床上に太陽光パネルを設置した場合、どのような影響があるのかを照査し、必要に応じ補強詳細設計を行った。

積載される太陽光パネル重量は、ベースチャンネルを含めて  $0.35\text{kN/m}^2$  と仮定する。構造物の主要部材の仕様は、コンクリート  $F_c=21\text{N/mm}^2$ 、鉄筋SD345、鉄骨SS400 と仮定する。

詳細設計に係る作業フローを下記に示す。

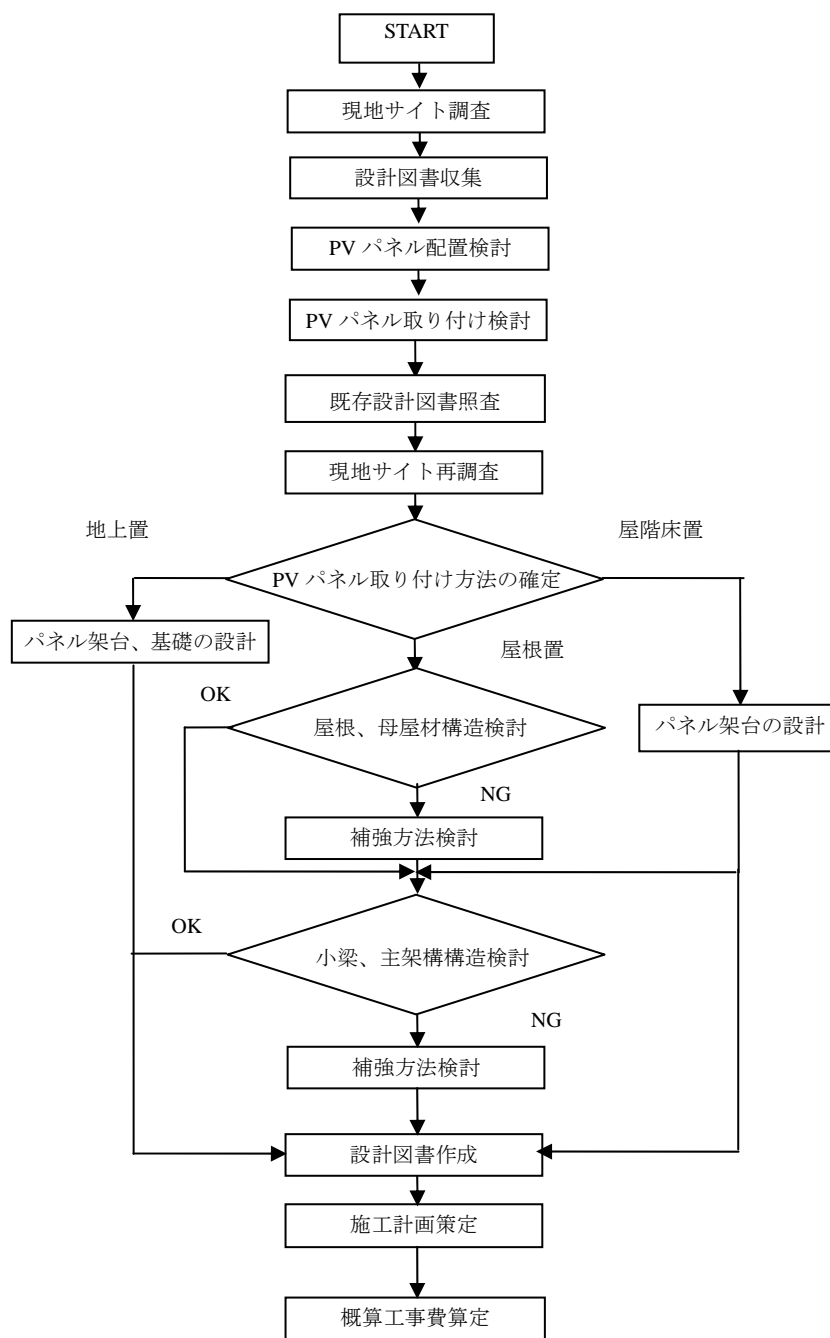


図 6.3 - 1 構造物に係る詳細設計の手順

表 6.3- 1 パイロット・プロジェクトサイトにおける建築詳細検討結果一覧

サイト名	竣工図書、 竣工年	取り付け方法	設置面状況	補修、補強内容	建物主架構検 討結果
STELCO Build	有 2000 年	床置き	部分的なタイ ル剥離あり	フルーム式の架台設 置、基礎工、防 水工有	問題無し
Kalaafaanu School	有 1989 年	屋根置き	屋根材の痛み が激しい	屋根材の撤去、 張替え	問題無し
Maldives Center for Social Education	有 1992 年	屋根置き	表面上の不都 合はないが、経 年劣化あり	屋根材の撤去張 替え	問題無し
Thaajuddeen School	有 2004 年	屋根置き	問題無し	屋根材の経年劣 化を考慮し塗装 補修	問題無し
New Secondary School for Girls	有 2009 年	屋根置き	問題無し	特に無し	問題無し
President's office	有 2002 年	屋根置き	問題無し	屋根材の経年劣 化を考慮し塗装 補修	問題無し

上記一覧に示した通り、全サイトにおいて、建物主架構については何等補強の必要はなかった。  
ただし、それぞれの建物により、竣工年が違っており、屋根材の劣化が激しいものがあったので、PV パネル取り付け時はもとより取り付け後のことも考慮して、Kalaafaanu School、Maldives Center for Social Education の PV パネル取り付け屋根は既存屋根材を撤去のうえ張替えを行い、Thaajuddeen School および President's Office については PV パネル取り付け屋根を全面塗装改修とする。

## 6.4 詳細設計手法の技術移転

### 6.4.1 詳細設計技術移転のコンセプト

詳細設計技術移転の目的は、6.2 項に記載した詳細設計の手順を MHTE、STELCO 職員らが理解することであることから、各担当者の技術レベルに応じて業務分担し、実務作業・現地調査を共同で実施する中で技術移転を行うこととした。

### 6.4.2 詳細設計技術移転の内容

本調査団は、詳細設計を通して以下の現地調査項目、結果分析方法などの技術移転を実施した。

- (1) 情報収集(基礎データ入手)  
(既存設計図書、既設配電系統図、日射データなど)
- (2) 現地調査の方法  
(取付部分の把握、日射障害検討、既設電気室等の確認、ケーブルルート検討など)
- (3) 現地調査結果の分析  
(パネル配置、PV 出力、機器配置、ケーブルルート等の検討)
- (4) 調査結果のまとめ  
(技術仕様書の策定)

### 6.4.3 詳細設計技術移転報告

#### (1) 情報収集について

本調査団は、連系 PV システムの現地調査、詳細設計を進める上で求められる最低限の基礎情報収集の手法についてカウンターパートへ指導し、共同で情報収集の作業を実施した。以下は、Hulhule 島における日射量データを収集するためのデータロガー取付の様子である。



#### (2) 現地調査の方法

本調査団は、MHTE、STELCO 職員とワーキンググループを組織し、STELCO 社屋に計画されている 45kWp の連系 PV システムの詳細調査、設計を共同で実施した。この社屋にて計画されている概略システム図と類似のデータを使用して、現地調査手法（機器配置、ケーブルルー

トなど) を行い詳細設計に必要なデータ収集した。



STELCO 社屋での講義及び現地調査状況

### (3) 現地調査結果の分析

上記調査によって得られた結果の分析を行い、PV 配置図及び構造図をカウンターパートが作成し、その図面から工事数量の算出まで調査団が支援し共同で作業を完了した。



CAD ソフトを利用した PV パネル配置図の作成指導状況

更に、本調査団は計画、設計に関する内容に加えて、連系 PV システムに関する運用、維持管理に関する知識を深めるために、ラーム環礁の連系 PV システムやマンドー島の PV とディーゼル発電設備のハイブリッド・システムを利用した運営・維持管理技術の指導についても実施した。

## 6.5 連系PVシステム導入による裨益効果

### 6.5.1 想定される発電電力量

各パイロット・プロジェクトサイトで想定される発電電力量を、次式を用いて算出した。

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

ここで ・  $E_p$  = 推定年間発電量 (kWh/年)

・  $H_A$  = 設置面の月平均日射量 (kWh/m<sup>2</sup>/日)

・  $G_s$  = 標準状態における日射強度 (kW/m<sup>2</sup>) = 1 (kW/m<sup>2</sup>)

・  $K$  = 損失係数 =  $K_d * K_t * \eta_{INV} * \eta_{TR}$

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

\* 温度補正係数  $K_t$ : 太陽電池が日射により温度が上がり、変換効率が変化するための補正係数。

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

ここに、

$\alpha$ : 最大出力温度係数 ( $\% \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ ) = -0.5 ( $\% \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ ) [結晶系]

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

$T_{av}$ : 月平均気温 ( $^\circ\text{C}$ )

$\Delta T$ : モジュール温度上昇 ( $^\circ\text{C}$ )

裏面開放形	18.4
屋根置き形	21.5

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

\* 変圧器効率  $\eta_{TR}$ : 変圧器効率。簡単化のため無負荷損、負荷損とも常に一定と考え今回は 0.98 とした。

であり、 $\Sigma$ は月別に算出した推定発電量の積算値である。

設置面の月平均日射量は簡単化のため水平面日射量を用い、4.3 項で検討した日射障害の影響を考慮した。日陰の影響については本来 PV モジュールの直列接続を考慮して検討すべきではあるが、簡単化のため屋根に部分的な日射障害がある場合はその屋根全体に影響があるものとして保守的な数値を算出した。

表 6.5.1-1 パイロット・プロジェクトサイト年間発電電力量

島	サイト名	PV容量 [kWp]	年間発電電力量 [kWh/年]
マレ	STELCO Building	45	45,739
	Kalaafaanu School	85	117,069
	Maldives Center for Education	100	120,945
	Thaajuddeen School	130	157,228
	New Secondary School for Girls	100	90,778
	President's Office	20	24,189
	合計	480	555,948

出所：調査団作成

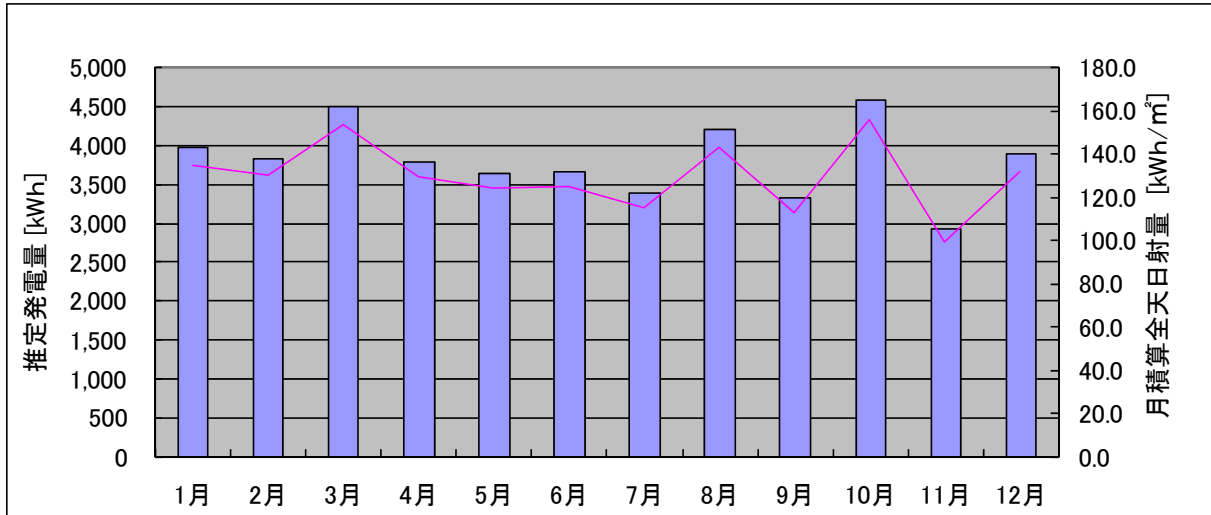
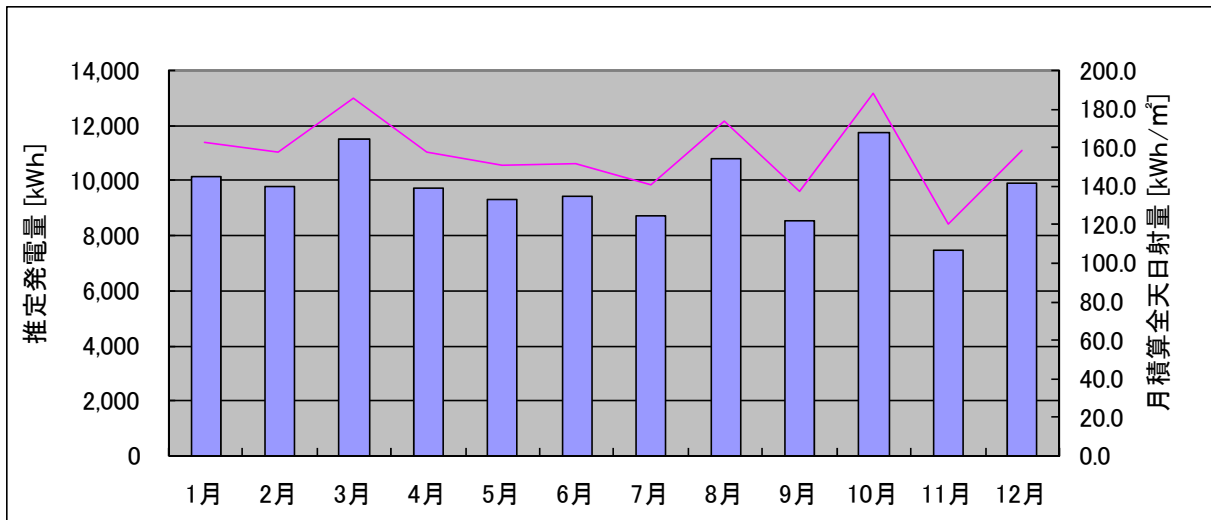
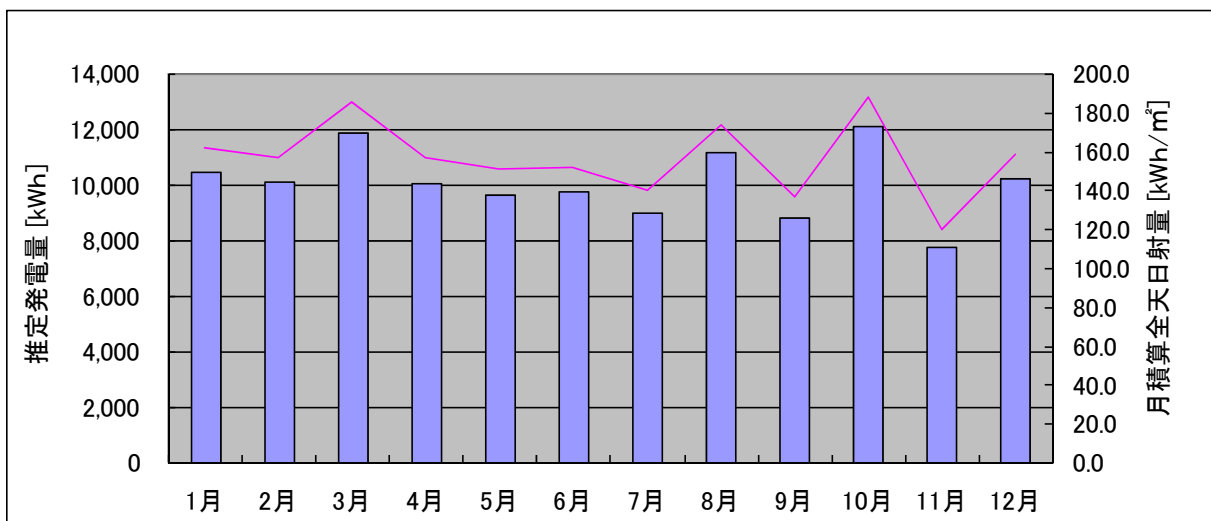


図 6.5.1- 1 月別推定発電量 (STELCO Building)



出所: 調査団作成

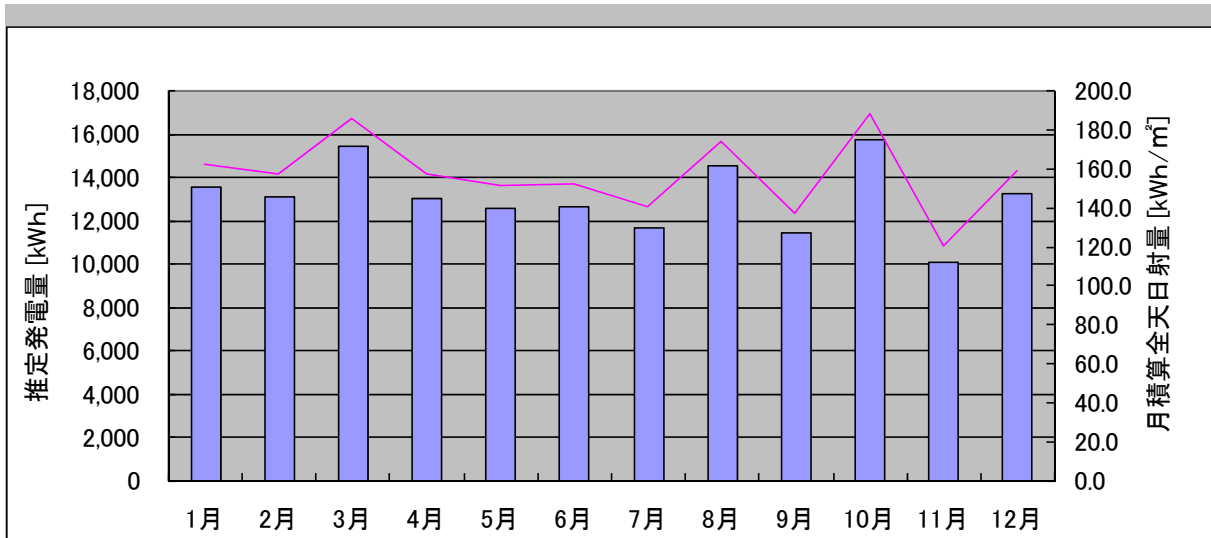
図 6.5.1- 2 月別推定発電量 (Kalaafaanu School)



出所: 調査団作成

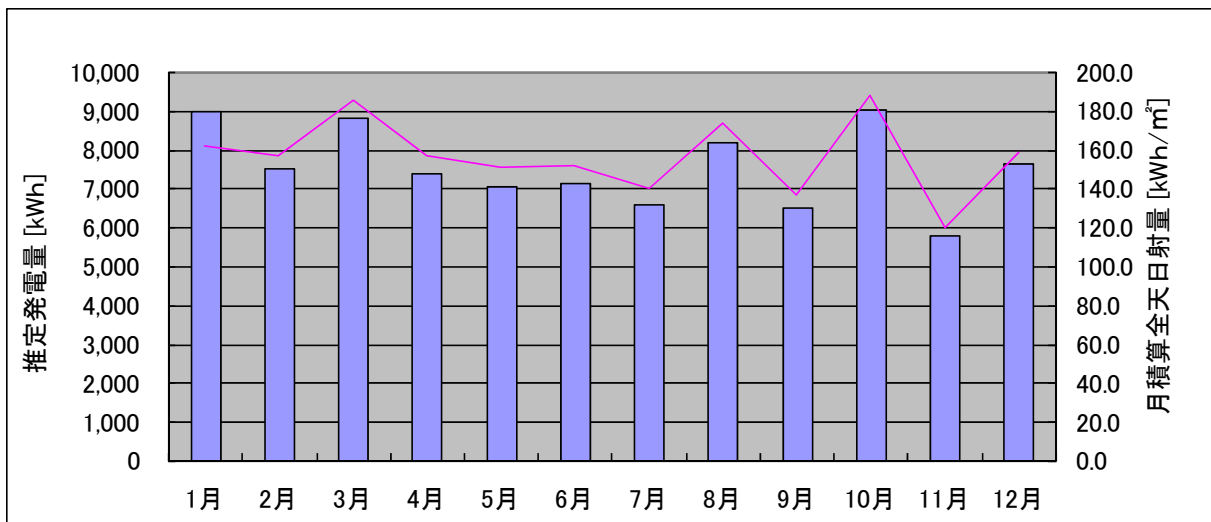
図 6.5.1- 3 月別推定発電量 (Maldives Center for Social Education)





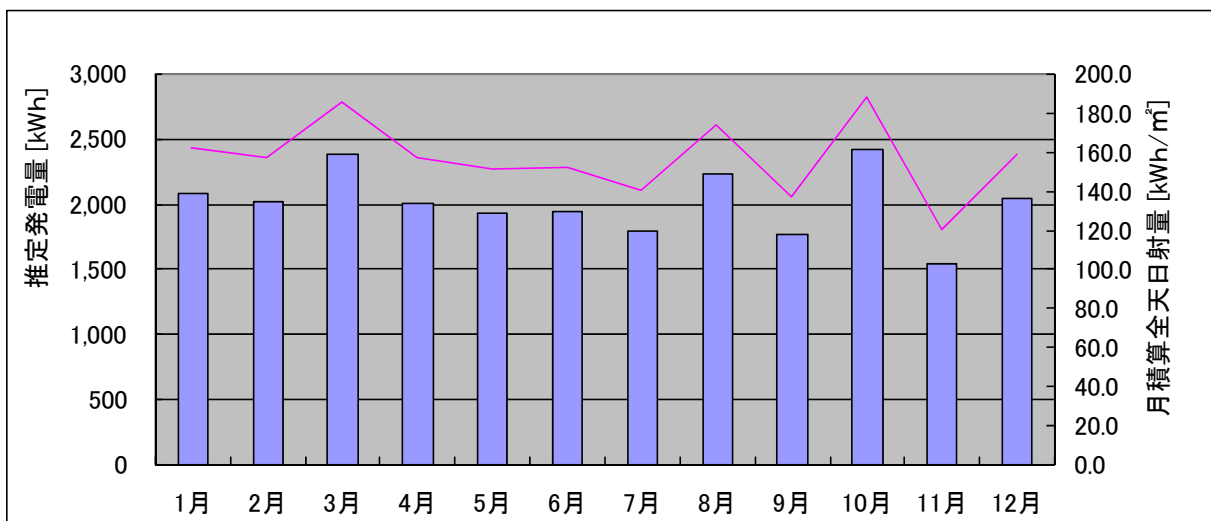
出所:調査団作成

図 6.5.1- 4 月別推定発電量 (Thaajuddeen School)



出所:調査団作成

図 6.5.1- 5 月別推定発電量 (New Secondary School for Girls)



出所:調査団作成

図 6.5.1- 6 月別推定発電量 (President's Office)

2011年にマレ島へのパイロット・プロジェクトサイトへの連系PVシステム設置が完了すると  
して、2020年までの累計発電電力量は、

$$\begin{aligned} \text{2020年までの累計発電電力量} &= \text{パイロット・プロジェクトサイト合計年間発電電力量} \times 10 \text{年} \\ &= 555,948 \text{ kWh} \times 10 \\ &= 5,559,480 \text{ kWh} \end{aligned}$$

となる。

### 6.5.2 ディーゼル燃料消費量の節減

4.11.2と同様の手法により、ディーゼル燃料消費量の節減効果を算定した。マレ島のkWh当り  
燃料消費係数0.26[liter/kWh]を用いて、年間当りのディーゼル燃料節減量は、

$$\begin{aligned} \text{年間ディーゼル燃料節減量} &= \text{パイロット・プロジェクトサイト年間発電電力量} \times 0.26 \\ &= 555,948 \text{ kWh} \times 0.26 \text{ liter/kWh} \\ &= 144,546 \text{ liter} \end{aligned}$$

となる。したがって2020年までの10年間のディーゼル燃料節減量は1,445,460 literである。

### 6.5.3 CO<sub>2</sub>排出削減量

6.4.2で算出したディーゼル燃料節減量を元に以下の係数を用いてCO<sub>2</sub>排出削減量を計算する。

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{削減量 [kg]} &= \text{軽油CO}_2 \text{排出係数} * \text{ディーゼル燃料節減量} \\ &= 2.62 \text{ [kg-CO}_2 \text{/liter]} * \text{ディーゼル燃料節減量 [liter]} \end{aligned}$$

\* 排出係数については環境庁「総排出量算定方法ガイドライン」に基づいた

この結果、パイロット・プロジェクトサイトの年間当りCO<sub>2</sub>排出削減量は、379 ton、2020ま  
での10年で3,790 tonのCO<sub>2</sub>削減が可能であると試算できる。

## 第 7 章 付加価値的施策の検討

### 7.1 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

マレ島およびフルマレ島における電力需要の伸びは年平均 11～15%ならびに年平均 50%と非常に高く、近年のオフィス機器、エアコンの普及による最大電力の更なる増大により、日負荷は急峻化している。だが一方では、将来需要を満たすための新規電源開発等が土地の制約上、非常に困難となっている。また、太陽光発電は、その出力が天候に大きく依存することから、ディーゼル発電機の設備容量の低減に直接寄与できない。そのため「モ」国での状況下では、太陽光発電の導入だけでなく、最大出力抑制のための DSM（Demand Side Management）を並行して導入していくことが肝要である。

本調査では、「モ」国で以前実施された SMILE プロジェクトを基に、我が国および欧米諸国で実施されている手法も織り交ぜ、現状に適した DSM 手法を抽出し、それらの適応する際の課題を分析し、本調査の対象であるマレ島およびフルマレ島における DSM について中長期的な視点より提言を行った。

#### 7.1.1 「モ」国における DSM の現状について

「モ」国の旧通信・科学技術省（MCST :Ministry of Communication, Science & Technology）が、フランスの French Agency for the Environment and Energy Management (ADEME) とオランダの the Utrecht Centre for Energy research (UCE)が実施した SMILE プロジェクト（Strengthening Maldivian Initiative for a Long-term Strategy）の内容について確認した。このプロジェクトは主に次の 3 項目について実施している。

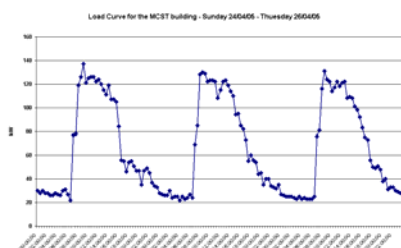
- マレ島における電力需要の急速な伸びの抑制方法の検討
- 地方島における再生可能エネルギーの利用可能ポテンシャルの検討
- マレ島における公共交通環境改善に関する提言

上記のうち、マレ島における電力需要の急速な伸びを抑制するための検討においては、主要なビルや 27 の一般家庭の電力需要実態について調査を実施している。その結果より、電力需要の主な要素は空調設備であること、また需要の立ち上がりは午前 7 時頃となり、通常の勤務開始時間帯と一致し、勤務終了まで一定の需要量が継続されることが判明している。そのため、結論としては、主に空調設備による需要を低減することに集中し、具体的な手法等を提言している。

この調査は、MCST および STELCO と共同で、27 家屋と主要商業・公共施設を対象に実施したもので、電気設備の所有・使用状況および消費電力について調べている。マレ島における一般需要家の調査結果は次のとおりである。

- 一般需要家 1 家屋における電気設備の所有状況は、ヨーロッパの世帯なみであり、洗濯機、冷蔵庫、テレビ、DVD プレーヤー等を平均して所有している。
- 電気設備は非常に新しいものばかりで、近年の「モ」国における生活向上および市場での良品の充実が伺える。
- ただ、エアコンについては、一般需要家に設置されているケースはまれである。

一方、STELCO, Port Authority, Bank of Maldives and MCST の商業・公共施設における調査結果では、エアコンを朝 7 時から使用し、就業中一定の電力消費が継続されることが分かっている。



出所：SMILE プロジェクト

図 7.1.1-1 SMILE における 27 家屋の一般需要家と商業・公共施設の電力消費状況調査結果

また、STELCO 独自でも DSM の啓蒙活動に取り組んでおり、その主な活動内容は以下のとおりであった。しかし、近年 STELCO の財務状況が悪化し、2006 年以降は活動が中断している。再開も検討されているようであるが、活動費の捻出が困難であり、今後の目途はたっていない。

#### <STELCO 独自の主な DSM 啓蒙活動>

- ✓ DSM 啓蒙ポスターをマレ市内の主要個所（政府ビル、病院、学校、幹線道路等数箇所）に掲載
- ✓ 人口浜にて、DSM イベントを開催し、DSM 啓蒙ポスターやシールを配布
- ✓ テレビにて DSM 啓蒙 CM を放送
- ✓ STELCO 職員による DSM 啓蒙講義を数箇所の学校で実施



出所：STELCO

図 7.1.1-2 DSM の啓蒙普及用ポスター

## 7.1.2 「モ」国現状に適した DSM 手法

### (1) DSM 手法の分析

DSM とは、需要家への働きかけを通じて需要量をコントロールすることにより、効率的で望ましい需給関係を形成しようとするものであり、電力会社はエネルギー効率の改善と負荷の平準化を図り、発電所建設の先送り、エネルギーの節約、環境負荷の軽減を実現できる。また需要家においても、節電効果の高い需要機器の設置、電気の使用時間の調整によって料金支払額の軽減を図ることができる。その手法を種別ごとに整理したものを表 7.1.2-1 に示す。

表 7.1.2- 1 DSM 目的

種 別	方 法	イメージ図
① 消費電力の削減	冷蔵庫やテレビ等に高効率の技術を用い、消費電力自体を削減する方法	
② 最大電力の削減	最大電力消費時間帯における洗濯機やエアコン等の使用を禁止する、または消費電力の少ない技術を用い、最大電力を削減する方法	
③ 最大電力の移行	時間帯別電気料金や季節別電気料金を用い、最大電力消費時間帯を移行させる方法	

出所：調査団作成

### (2) マレ島およびフルマレ島に適した具体的な DSM 手法の検討

今後もマレ島およびフルマレ島における電力需要は飛躍的に伸びていくと思われる中、表 7.1.2-1 に示した DSM を複合的に効果的に実施することで、マレ島およびフルマレ島における電力消費の将来形態を理想的に構築することは、電力設備の効率的な利用等から必要なことである。中でも、将来的な電力需要を現状では活用されていない夜間電力にて賄うことは、つまり表 7.1.2-1 の③最大電力の移行は、なだらかな日負荷を構築することで、設備の負荷率・利用率を向上でき、ひいては設備の延命化に貢献できるため、特に土地の制約上、新規電源開発等が困難なマレ島においては非常に理想的な負荷形態といえる。マレ島とフルマレ島とは、電力需給状況が異なるため、それぞれに適した DSM 手法が考えられる。しかし、「モ」国においては、現在新政府のマニフェストに謳われている「モ」国全土を 7 県に分割する構想が着実に進んでおり、その中では「モ」国全体を 7 県の経済圏に分割し、それら全てを包括的に取り締まる法制度等が着々と整備されており、DSM 手法もマレ島とフルマレ島に分けるのではなく、その中で提言することが望ましいと判断し、取り纏めた。なお、リゾート島について、現在政

府の管轄外のため、ここでは適用外と仮定している。

政府機関の予算および人数が逼迫しているところ、予算や人役に負担が少なく「モ」国に適すると考えられる DSM 手法は、表 7.1.2-2 に示すとおりである。

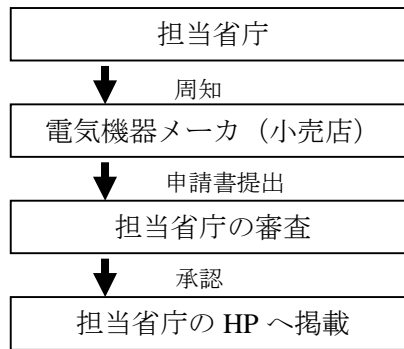
表 7.1.2- 2 「モ」国に適用した DSM 手法

	DSM 手法	実施者
啓蒙活動の実施	・ 政府推奨の電気機器の紹介	MHTE
ビルディングコードのコンプライアンスドキュメント内での記載	・ 高断熱効果のある建物の建設 ・ 適正な空調・換気設備および照明設備の設計指針	MEA
ビルディングコードの改定	・ 政府公認の電気機器の導入義務化	MEA
エネルギー管理者の設置	・ エネルギー定期診断の実施	MHTE 電力会社
省エネ法の設立	・ 各電力会社へのエネルギー管理者の設置の義務化 ・ 主要施設へのエネルギー管理者によるエネルギー定期診断の義務化 ・ 省エネ基準値の設定 ・ 省エネ格付けの導入	MHTE MEA
電気料金メニューの充実	・ 最大電力による基本料金の導入 ・ 時間帯別電気料金の導入	MEA 電力会社

出所：調査団作成

#### ①啓蒙活動の実施

具体的な実施例としては、“政府推奨の電気機器の紹介”を提案する。これは、省エネルギー担当の省庁が公認した電気機器をその省庁のホームページに掲載し啓蒙を図ることである。そのホームページには、電気機器の単なる紹介に終わらず、省エネ効果、費用、薦めるポイント、省エネ効果によるラベリング等を記載することで、サイトを通じ啓蒙活動への理解も助長することができる。推奨電気機器の選択方法は、マレ島にある電気機器メーカ（小売店）に周知し、推奨電気機器、その省エネ効果や費用等を記載した申請書を提出してもらい、省エネルギー担当省庁にて審査する。また、将来的には、政府推奨の電気機器を、ビルディングコードの改定と同時に“政府公認の電気機器”とし、公共施設の新築および改築時に、それらの導入をビルディングコードの中で義務付ける。



出所：調査団作成

図 7.1.2-1 HP 掲載までのステップ

### ②ビルディングコードのコンプライアンスドキュメント内での記載

現在「モ」国において、2008年8月にビルディングコードは制定されているものの、細部について取り決めるべきコンプライアンスドキュメントは来年7月の完成を目標に現在作成中である。コンプライアンスドキュメントの作成担当は、ビルディングコード内に記載されており、ここで提案する“高断熱効果のある建物の建設”や“適正な空調・換気設備および照明設備の設計指針”について該当する項目（G8:Artificial light、H1:Energy Efficiency）はMEA担当となる。そのため、現在作成中のコンプライアンスドキュメント内に“高断熱効果のある建物の建設”や“適正な空調・換気設備および照明設備の設計指針”について記載するようMEAに提案している。

### ③ビルディングコードの改定

具体的な実施例としては、“政府公認の電気機器の導入義務化”を提案する。これは、①啓蒙活動の中でも記載したとおり、“政府推奨”を“政府公認”に改め、公共施設の新築および改築時に、“政府公認の電気機器の導入”を義務化するものである。“政府推奨”を“政府公認”に改めるまでには、政府公認とするためのデータ収集・分析が必要なため、数年間の準備期間を取り、ビルディングコードの改定にて義務化することを提案する。

### ④エネルギー管理者の設置

“エネルギー管理者”とは、エネルギー定期診断を行う者を言う。エネルギー定期診断とは、対象施設のエネルギー使用効率化に資する診断である。具体的なエネルギー診断内容は、エアコンが適正温度に設定されているか、定期的なメンテナンスが実施されているか等の診断、および政府推奨・公認の電気機器の紹介やDSM成功事例の紹介等とする。エネルギー診断は、検査のような強制的なものではなく、エネルギーの効率化に資する、つまり需要家にとっては電気代が低減できる診断であり、対象施設が受け入れやすい制度とすることが「モ」国には適すると判断する。

また「モ」国は、日本におけるエネルギー管理士のような制度がなく、エネルギーの知識を持った技術者が少ないため、“エネルギー管理者の設置”の初期段階では、基礎知識のトレーニングを兼ね、まずはSTELCOに2名程度の“エネルギー管理者”を設置し、マレ島およびフルマレ島を対象としたエネルギー定期診断を試験的に実施する。次のステップとしては、試験運用の結果を評価し、効果が認められれば、必要コストと必要性を勘案し、“省エネ法の設立”にて、7県構想での各県の電力会社に各1名ずつ“エネルギー管理者の設置”を義務付けるとともに、ある一定以上の負荷を持つ主要施設に対し、エネルギー管理者によるエネルギー定期診断の受診を義務

付ける。そのため、将来的には首都圏管轄の STELCO には 2 名、他の電力会社には 1 名ずつ、および省エネルギー担当の省庁に 1 名の合計 9 名の“エネルギー管理者”が設置されることとなる。また、各担当者には省エネルギー担当省庁へ年に 1 回程度の活動報告を実施させる。

省エネ法の設立では、省エネ基準値を設けることを併せて提案するが、エネルギー定期診断で測定した各施設のデータを収集分析することで基礎データとする。

#### ⑤省エネ法の設立

これは、前項で記載したとおり、エネルギー管理者のマレ島およびフルマレ島での試験運用の結果から判断し、必要であれば、各県の電力会社に対し各 1 名ずつエネルギー管理者を配置すること、およびある一定以上の負荷を持つ主要施設に対し、エネルギー管理者による定期的なエネルギー診断の受診を義務化した“省エネ法の設立”を提案する。またこの省エネ法には、施設規模による“省エネ基準値（例えば大規模工場であれば 300W/m<sup>2</sup> 以内のエネルギー消費とする等）”を設定する。それに加え、この省エネ基準値に対しての効率度合いによる格付け（基準値に対し 50%以上達成している施設は 5 つ星を与える等）を実施することで、環境に対する自主努力を助長する。逆に基準値を超えている施設に対しては、罰則を設けることも有効な手段である。

#### ⑥電気料金メニューの充実

これには、“最大電力による基本料金の導入”と“時間帯別電気料金の導入”の 2 つを提案する。それぞれの特徴および効果は次のとおりである。

##### ⑥-1 最大電力による基本料金の導入

現在「モ」国における電気料金は、使用電力量に応じた従量料金のみで構成されているが、“最大電力による基本料金の導入”とは、契約設備容量に応じ使用できる最大電力を契約しておき、その最大電力（契約電力）に対して基本料金を課すことである。これは、契約者と電力会社の間にて、一度に使用することができる電力を前もって取り決めておくことであり、電力会社の最大電力管理に貢献できる。日本においては、早くから導入されており、電力会社の最大電力管理に大いに貢献している。「モ」国、特にマレ島およびフルマレ島への適した導入方法は、昼間ピークにおいて商業・公共施設の負荷が大半を占めるため、数箇所の商業・公共施設だけにデマンドメータを設置し、最大電力による基本料金を導入することで大きな効果が期待できる。そのため、基本料金の金額設定等多少の検討課題はあるが、費用や人役への負担が比較的少なく効果的な DSM 手法と言える。

##### ⑥-2 時間帯別電気料金の導入

これは、電力の使用時間により、使用電力量に対して異なる電気料金を設定することである。具体的に日本の事例を示すと、昼間の電気料金が約 20 円/kWh のところ、夜間は半額の約 10 円/kWh と電気料金を設定することである。





出所：四国電力株式会社

図 7.1.2- 2 四国電力の例

図 7.1.2-2 に示すように、昼間と夜間の電気料金の違いを設定することにより、昼間に利用している電気機器（例：洗濯機・アイロン等）の利用を夜間へ促すことが可能となる。日本においても、この時間帯別電気料金の導入により、夜間への電力需要の移行をある程度達成している。マレ島およびフルマレ島において適用させるには、表 7.1.2-3 に示すとおり検討課題もあるが、“最大電力による基本料金の導入”と同様に、費用や人役への負担が比較的少なく効果的な DSM 手法と言える。

表 7.1.2- 3 「時間帯別電気料金の導入」に関する課題

課 題	具体的な内容
電気料金の設定	昼間を高くするのか、夜間を安くするのか
	昼間を若干高する代わりに、夜間を安くするのか
	昼間と夜間の差額をいくりにするのか
適用範囲	時間帯別電気料金を有効に活用できる電気機器（例：蓄熱式空調システム）を導入した者だけに適用か、消費者全般に適用か

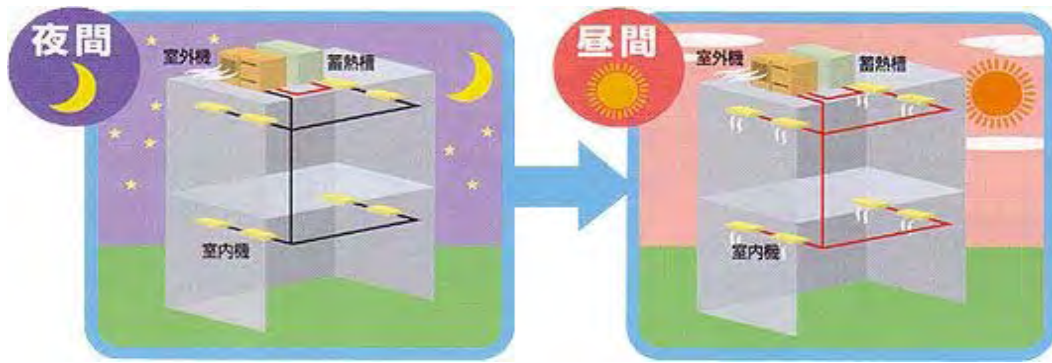
出所：調査団作成

### ⑥- 3 電気料金メニューを有効活用する蓄熱式空調システムの紹介

“時間帯別電気料金の導入”だけでは、夜間への電力需要の移行は消費者の生活習慣にゆだねられることとなり、非常に不確実な DSM であるため、この時間帯別電気料金を有効に活用し、確実に昼間のピークを夜間へ移行させる方法として、日本では蓄熱式空調システムの導入を進めている。このシステムは夜間の電気にて、熱エネルギーを蓄えたり、氷を作ったりし、昼間の消費に備えることで、昼間の消費電力を抑制している。特に、マレ島およびフルマレ島における負荷形態は、昼間にピークがあり、その約 50%が商業・公共施設の空調設備負荷であるため、このシステムの導入は非常に有効的な DSM 手法と言える。また、このシステムは、空調システムの容量抑制に貢献できることから、“最大電力による基本料金の導入”の効果も有効に活用することができる。

#### ⑥- 3- 1 蓄熱式空調システムについて

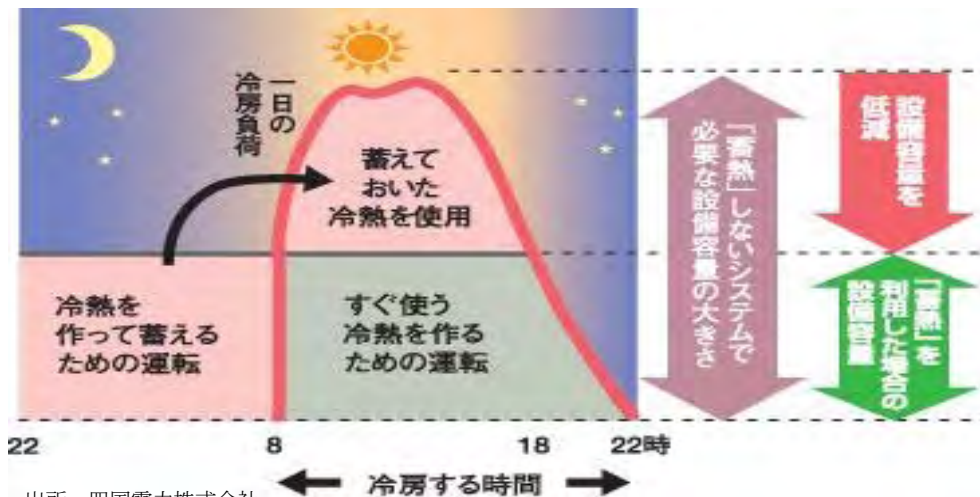
夜の電気蓄えた熱エネルギーを昼間の冷房に利用する高効率でクリーンなエネルギーシステムである。



出所：四国電力株式会社

### ⑥-3-2 蓄熱式空調システムの運転イメージ

夜間の電気にて蓄えたエネルギーを昼間の冷房に活用することから、昼間に必要な空調システムの稼働量を抑えることができる。つまり、昼間の空調システムが必要とする電力量の一部を夜間に賄うことができる。そのため、空調設備の容量を抑制することも可能となる。



出所：四国電力株式会社

### ⑥-3-3 蓄熱式空調システムのメリット

#### a) 空調コストの低減

日本の電気料金には、最大電力による基本料金と夜間の割安な電気料金が設定されている。蓄熱式空調システムは、空調の設備容量を縮小できることから基本料金を抑制できるとともに、夜間の割安な電気料金を利用し、昼間に必要な空調システムの電力量の一部を代替できることから、空調コストを低減できる。

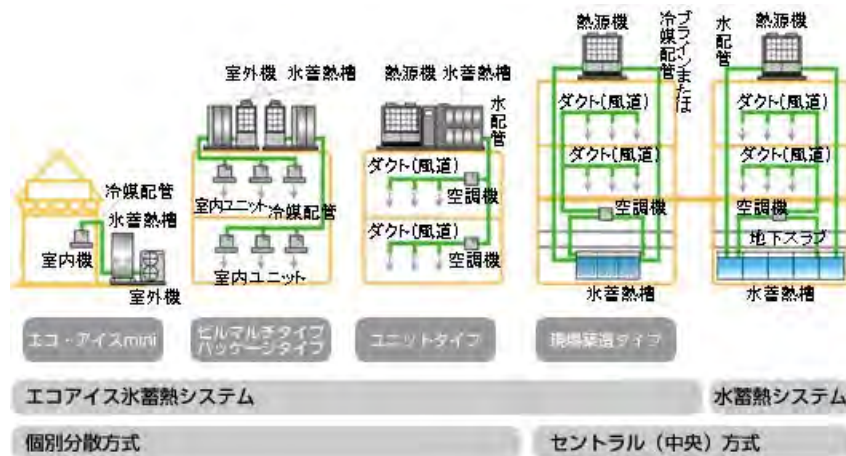
#### b) 空調システムの容量抑制

⑥-3-2 蓄熱式空調システムの運転イメージで示したとおり、夜間の電気にて蓄えたエネルギーを昼間の冷房に活用することから、昼間に必要な空調システムの電力量を抑えられるため、必要となる空調システムの設備容量を抑制することができる。

#### c) 豊富な種類

種類が豊富にあり、対象施設に応じ適切なシステムを選択できる。また、比較的規模が

小さい「エコ・アイス mini」や「ビルマルチタイプ」などは新築時だけでなく改築時にも容易に対応が可能である。建物の密集度が高いマレ島などは1つ1つの建物の延床面積も非常に小さいことから、後付可能な「エコ・アイス mini」や「ビルマルチタイプ」で十分な効果が得られる。



出所：四国電力株式会社

d) 省エネルギーへの貢献

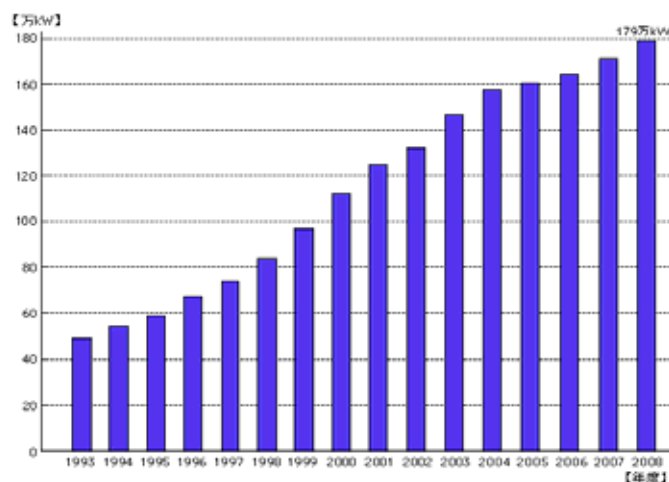
夜間における定格運転により蓄熱するため、効率の良い運転が可能となり、省エネに貢献できる。

e) 環境にやさしい

夜間における定格運転により発電設備の負荷率改善に寄与できることから、CO2 排出抑制にも貢献できる。

⑥-3-4 日本における蓄熱式空調システム導入実績

財団法人ヒートポンプ・蓄熱センターからの情報では、日本における蓄熱式空調システムの導入実績は、過去から 2008 年までで約 3 万箇所にも及び、ピークシフト実績は約 180 万 kW（2008 年度）に達する。この値は、2008 年度の日本の夏季最大電力約 1 億 8 千万 kW と比較した場合、約 1%に過ぎないが、政府主導の下、毎年着実に増加してきており、今後も更なる導入増加は期待できる。

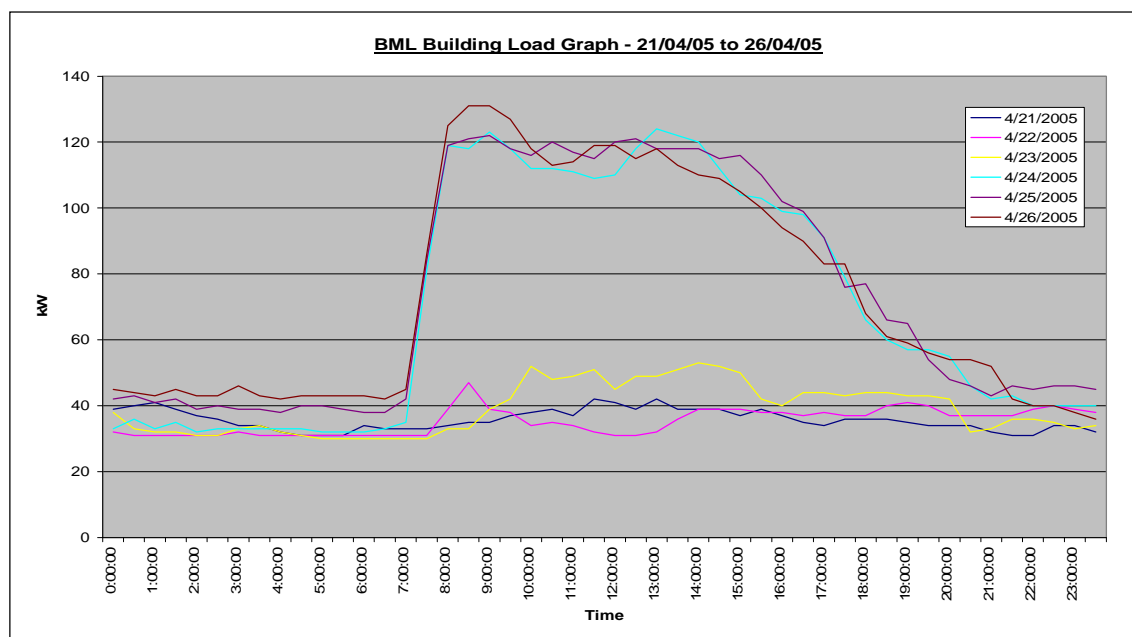


出所：財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター

図 7.1.2- 3 日本における蓄熱式空調システムによるピークシフト実績

⑥-3-5 マレ島へ蓄熱式空調システムを導入した場合の検討

ここでは、マレ島に蓄熱式空調システムを導入したと想定し、Bank of Maldives へ導入した場合について検討を行った。SMILE プロジェクトで測定した Bank of Maldives の日負荷曲線は図 7.1.2-4 に示すとおりであり、昼間ピークの負荷形態である。また、週末の日負荷と比較した結果、平日に負荷が大きくなるのは空調設備および照明であること、その比率が約 6 : 4 であることが分かっている。次に示す前提条件により、マレ島へ蓄熱式空調システムを導入した場合に得られる効果および費用について概略検討を行った。



出所：SMILE プロジェクト

図 7.1.2-4 Bank of Maldives の日負荷曲線

<前提条件>

1. 試算条件

- (1) 空調面積 : 600 m<sup>2</sup> (空調面積=延床面積)
- (2) 温度条件 : 夏季外気最高温度 31℃  
: 冬季外気最低温度 26℃  
: 室内設定温度 24~26℃程度
- (3) 空調時間 : 15 時間 (7 時~22 時)
- (4) 蓄熱時間 : 9 時間 (22 時~翌朝 7 時)
- (5) 空調期間 : 250 日/期間 (平日運転)
- (6) 空調負荷率 : ピーク空調負荷率 = 0.8  
: 年間空調負荷率 = 0.8

## 2. 電気料金単価 (US \$ 1=MRf12.8 (2009年5月末))

- (1) 基本料金 : 無し
- (2) 電力量料金 : 通年 昼 (8時~22時) US \$ 0.27 / kWh (MRf3.45 / kWh)  
夜 (22時~翌朝8時) US \$ 0.14 / kWh (MRf1.80 / kWh)

## 3. Bank of Maldives の電力

- (1) 最大電力 : 約 135 kW
- (2) ベース電力 : 約 40 kW
- (3) エアコンと照明消費電力割合 : 6対4
- (4) 消費電力シフト : 3割が夜間へシフト
- (5) 最大電力減 : 3割

## 4. 設置設備 (日本での販売・工事費を適用)

- (1) 適用機器 : 氷蓄熱式ビル用マルチエアコン (冷房機器能力 56 kW) 3台
- (2) 設備費 : US \$ 48,000/台 (室外機、蓄熱槽のみ (室内機は含まず))
- (3) 設置工事費 : US \$ 2,700/台
- (4) 維持管理費 : 設備費+設置工事費の1%

## 5. STELCO

- (1) ディーゼル発電設備投資額 : US \$ 2,520 / kW

## 6. マレ島の電力

- (1) マレ島最大電力 : 約 32MW (2008年)
- (2) 主要施設割合 : 80%
- (3) エアコンと照明設備容量割合 : 60% : 40%
- (4) エアコンと照明消費電力割合 : 60% : 40%
- (6) ピーク不等率 : 0.8
- (7) マレ島発電電力量 : 195,106 MWh (2008年)

## ○効果

ピーク時のエアコン電力 :  $(135 \text{ kW} - 40 \text{ kW}) * 0.6 = 57 \text{ kW}$

ピーク時のエアコン設備容量 :  $57 \text{ kW} * 3 = 171 \text{ kW}$

エアコンの消費電力 :  $171 \text{ kW} * 15 \text{ h} * 0.8 = 2,052 \text{ kWh/日}$

夜間へのエアコン消費電力シフト :  $2,052 \text{ kWh/日} * 0.3 = 616 \text{ kWh/日}$

## ○コスト

### 需要家側

設備費 : US \$ 48,000/台 \* 3台 = US \$ 144,000 (1,843,200MRf)

設置工事費 : US \$ 2,700/台 \* 3台 = US \$ 8,100 (103,680MRf)

維持管理費 : US \$ 1,521 (19,469MRf)

合計 : US \$ 153,621 (1,966,349MRf)

1日の電気料金差額 :

$616\text{kWh/日} * (\text{US } \$ 0.27/\text{kWh} - \text{US } \$ 0.14/\text{kWh}) = \text{US } \$ 80/\text{日}$

1年の電気料金差額 :  $\text{US } \$ 80/\text{日} * 250 \text{日} * 0.8 = \text{US } \$ 16,000/\text{年}$

コスト回収年数 :  $\text{US } \$ 153,621 \div \text{US } \$ 16,000 = \text{約 } 10 \text{年}$

以上の概算検討結果より、Bank of Maldives に適した蓄熱式空調システム（氷蓄熱式ビル用マルチエアコン）を導入し、夜間への電力量シフトが約3割可能と仮定した場合、効果面では1日約620kWhの電力量が夜間にシフトすることができる。またコスト面では夜間電気料金が昼間の約半額に設定されれば約10年で回収ができる結果となった。

### 電力会社側

前項では、需要家側（Bank of Maldives）でのコスト試算を行ったが、ここでは電力会社側のコスト試算を行う。

#### ○最大電力抑制による繰り延べ設備投資

Bank of Maldives に蓄熱式空調システムを導入した際、最大電力減は3割と仮定する。また、ここでは、マレ島の主要施設の3割がそれぞれの施設規模に適した同様の設備を導入し、同様の効果が得られると仮定する。

マレ島の最大電力の抑制量 :

$32\text{MW} * 0.8 \text{ (ピークに対する商業・公共施設割合)} * 0.6 \text{ (ピークに対するエアコン設備割合)} * 0.8 \text{ (ピーク不等率)}$   
 $* 0.3 \text{ (主要施設の3割)} * 0.3 \text{ (最大電力減)} = 1.1\text{MW}$

マレ島の最大電力抑制による繰り延べ設備投資 :

$1.1\text{MW} * 1000 * \text{US } \$ 2,520/\text{kW} = \text{US } \$ 2,772,000$

#### ○時間帯別電気料金の採用による収入減

Bank of Maldives に蓄熱式空調システムを導入した際、夜間へのエアコン日負荷シフトは616kWh/日と試算できた。ここでも、マレ島の主要施設の3割がそれぞれの施設規模に適した同様の設備を導入し、同様の効果が得られると仮定する。また、図 3.3.2-7 より 2008 年における部門別電力消費構成より Business(27%) Business Special(7%) Government(17%)が主要施設の電力消費量と仮定する。

マレ島の主要施設の夜間へのエアコン年負荷シフト :

$195,106\text{kWh/年} * 0.51 \text{ (主要設備の電力消費量)} * 0.6 \text{ (消費電力に対するエアコン消費電力の割合)} * 0.3 \text{ (主要施設の3割)} * 0.3 \text{ (消費電力シフト)} = 5,373\text{MWh/年}$

マレ島の時間帯別電気料金の採用による収入減 :

$$5,373\text{MWh/年} * 1000 * (\text{US } \$ 0.27/\text{kWh} - \text{US } \$ 0.14/\text{kWh}) = \text{US } \$ 698,490/\text{年}$$

以上の概算検討結果より、電力会社のコスト面では、マレ島の主要施設の3割がそれぞれの施設規模に応じた蓄熱式空調システムを導入したと仮定した場合、最大電力抑制による繰り延べ設備投資額は約US\$3百万で、時間帯別電気料金の採用による収入減は年間約US\$70万となる。

### 7.1.3 法制度

ここでは、「モ」国においてDSMを推進していくために必要な法規制について分析を行う。「モ」国におけるエネルギー・電力セクターの関連政策は、3.1.1項で示したとおり「公共サービス法」および「マレ及びその他環礁地域における公共の電力供給に関する規則」のみであり、DSM推進に直接寄与する法規制は存在しない。また、建築に関しても、2008年にビルディングコードが制定されているが、大枠としての性能が規定されているだけであり、DSM推進に直接寄与する法規制は存在しない。

日本のDSMに関する法規制を示すと、「エネルギーの使用の合理化に関する法律（以下「省エネ法」と示す）」がある。この法律では、エネルギーをめぐる内外の経済的、社会的環境に応じた燃料資源の有効な活用の確保を目的に、工場や建築物、機械器具等についてエネルギー使用の合理化に関する措置および罰則規定などを定めており、表7.1.2-2に取りまとめたDSM手法の内、“省エネ法の設立”、“建築基準法のコンプライアンスドキュメント内での記載”および“建築基準法の改定”においては参考となる。“省エネ法の設立”に関し、日本の省エネ法において参考となる部分は、工場を例に示すと、エネルギーの年度使用量がある一定値以上の工場を対象に、エネルギー管理者の設置を義務付け、工場におけるエネルギー使用の中長期計画書を作成・提出および定期的な報告させることである。この要素は、各島において利用できる土地に制約が大きい「モ」国においては非常に有効といえるが、費用・人役の面を勘案すれば、より適した方法として、エネルギー定期診断の試験運用の結果、必要と判断されれば、ある一定以上の負荷を持つ主要施設に対し、各島の電力会社に配置したエネルギー管理者による定期的なエネルギー診断の受診を義務化した“省エネ法の設立”を提案する。またこの省エネ法には、施設規模による“省エネ基準値（例えば大規模工場であれば300W/m<sup>2</sup>以内のエネルギー消費とする等）”を設定する。それに加え、この省エネ基準値に対しての効率度合いによる格付け（基準値に対し50%以上達成している施設は5つ星を与える等）を実施することで、環境に対する自主努力を助長する。逆に基準値を超えている施設に対しては、罰則を設けることも有効な手段である。

表7.1.3-1に、参考までに日本の「省エネ法」における主要項目について示す。

表 7.1.3-1 日本の「省エネ法」における指定工場への適用主要項目

条 項	概 要
第5条 事業者の判断の基準となるべき事項	事業者の判断基準の決定方法について (基準決定方法：経済産業大臣は、工場におけるエネルギーの使用の合理化の適切かつ有効な実施を図るため、工場においてエネルギーを使用して事業を行う者の判断の基準となるべき事項を定め、これを公表するものとする。)
第7条 第一種エネルギー管理指定工場の指	第一種エネルギー管理指定工場の指定について (指定：経済産業大臣は、政令で定めるところにより算定したエネルギーの年度の使用量が政令で定める数値以上である工場をエネルギーの使用の合理化を特に推進する必要

定	がある工場として指定する。)
第 8 条 エネルギー管理者	エネルギー管理者の選任について (選任：第一種エネルギー管理指定工場ではエネルギー管理者を選任しなければならない。)
第 14 条 中長期的な計画の作成	中長期的な計画の作成について (計画作成：第一種エネルギー管理指定工場について定められたエネルギーの使用の合理化の目標に関し、中長期的な計画を作成し、主務大臣に提出しなければならない。)
第 15 条 定期の報告	定期の報告について (報告：第一種エネルギー管理指定工場におけるエネルギーの使用量その他エネルギーの使用の状況並びにエネルギーを消費する設備及びエネルギーの使用の合理化に関する設備の設置及び改廃の状況に関し、経済産業省令で定める事項を主務大臣に報告しなければならない。)

出所：日本の「エネルギーの使用の合理化に関する法律」から調査団により作成

“ビルディングコードのコンプライアンスドキュメント内での記載”および“ビルディングコードの改定”に関し、日本の省エネ法において参考となる部分は、建築物の外壁等からの熱損失の防止や効率的な空調設備の措置に努めることである。このように、省エネに資する建物および電気機器の導入を法律にて規制することは非常に友好的な手段だと言える。そのため、日本の省エネ法をもとに、ここでは、新築および改築に焦点を絞り、高断熱効果のある建物の建設および適切な空調換気設備・照明設備の設計指針を“ビルディングコードのコンプライアンスドキュメント内へ記載”することを提言している。また公共施設の新築および改築時には、“政府公認の電気機器の導入”をビルディングコードの改定にて義務付けることを提言する。

表 7.1.3-2 日本の「省エネ法」における建築物への適用主要項目

条 項	概 要
第 72 条 建築物の建築をしようとする者等の努力	建築物の建築をしようとする者等の努力について (努力目標：建築物の外壁、窓等を通しての熱の損失の防止及び建築物に設ける空気調和設備に係るエネルギーの効率的利用のための措置を適確に実施することにより、建築物に係るエネルギーの使用の合理化に資するよう努めなければならない。)
第 73 条 建築主等及び特定建築物の所有者の判断の基準となるべき事項	建築主等及び特定建築物の所有者の判断の基準となるべき事項について (判断基準：担当大臣は、建築物に係るエネルギーの使用の合理化の適切かつ有効な実施を図るため、建築主及び大規模な建築物の所有者の判断の基準事項を定め、これを公表するものとする。)
第 75 条 特定建築物に係る届出、指示等	特定建築物に係る届出、指示等について (届出：特定建築物については、建築物の設計及び施工に係る事項を所管行政庁に届け出なければならない。)
第 76 条 性能の向上に関する勧告及び命令	性能の向上に関する勧告及び命令について (勧告：担当大臣は、新築する建物対し、性能の向上を行う必要があると認めるときは、建築主に対し、当該性能の向上を図るべき旨の勧告をすることができる。)

出所：日本の「エネルギーの使用の合理化に関する法律」から調査団により作成

#### 7.1.4 セミナーの開催

DSM を効果的に進める上では、啓蒙活動は不可欠である。そこで本調査では、DSM を「モ」国にて広く知らしめ、消費電力を抑制および移行する方策を実施した際に、それらを効率良く結果に結びつけられるよう啓蒙活動を実施する。なお、実施に当たっては、効果的に広く知らしめ



るため、一般市民およびリゾート島経営者に対しても、主な所有電気製品の使用状況の改善方法についてセミナーを開催した。その結果、これらのセミナーを通じ、DSMの重要性について「モ」国での理解度が深まっている。具体的には、カウンターパート（MHTE）がエアコン設定温度を25℃以上することを謳ったレターを大臣名にて各政府機関に発したことである。

### 7.1.5 DSM 施策の提言

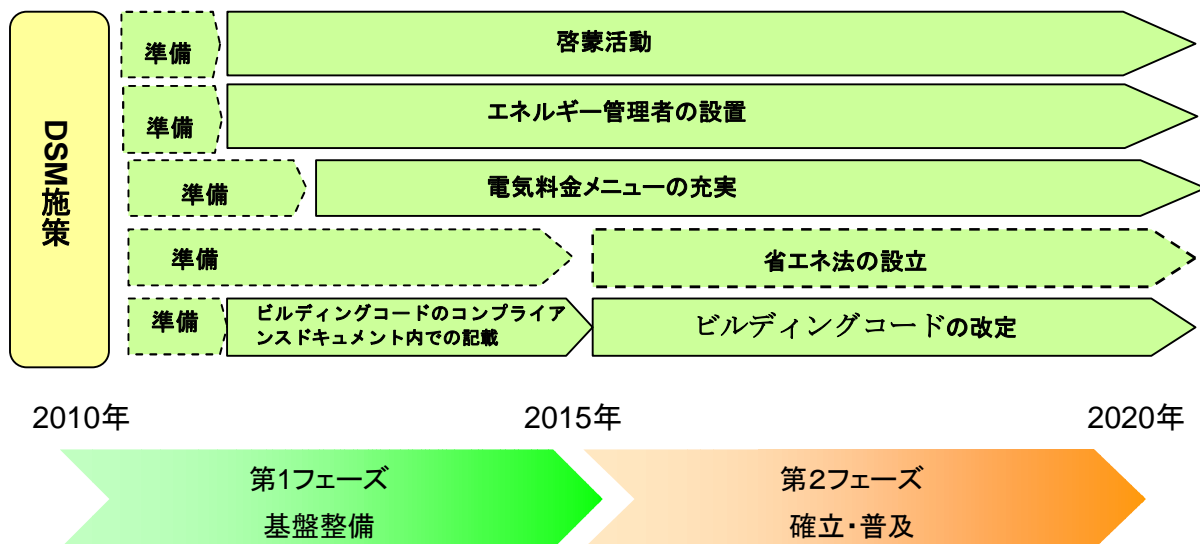
以上の検討結果をもとに、DSM手法および政策面から、「モ」国に適するDSM施策を中長期的な視点より提言を行う。DSMを促進させるには、図7.1.2-1に示したように、消費電力を抑制および移行する方策だけでなく、なぜその考えが必要かを広く知らしめる啓蒙活動も効率的に組み合わせ実施していくことが肝要である。マレ島およびフルマレ島においては、経済発展が先行しており、電力インフラ整備が立ち行かず電力需給が逼迫しているという状況を国民が正確に把握していないことが根本的な原因だと考える。

そこで、まず手初めに、電力需給の現状および商業・公共施設、一般家庭における簡易なDSM手法について広く浅く国民に知らしめる啓蒙活動を実施することを提言したい。具体的には、表7.1.2-2に示したとおり、“政府推奨の電気機器の紹介”であるが、これを啓蒙活動の発端とする。

啓蒙活動を始めるとともに、需給が逼迫し早急なDSMの実施が望まれる状況下で、政府機関の予算および人役に負担が少ない施策として“エネルギー管理者の設置”を提案する。これは、マレ島およびフルマレ島での試験的に実施し、効果があると判断されれば、省エネ法の中に規定することで、各県の電力会社に1名ずつのエネルギー管理者を設置し、定期的に主要施設へのエネルギー定期診断を実施する。

次に、啓蒙活動の効果が徐々に実りだしたころやエネルギー定期診断の活動が定着してきたころに、よりその活動が効果的になるよう、“最大電力による基本料金の導入”および“時間帯別電気料金の導入”を提言する。ここでは、最大電力による基本料金の設定では、電力会社の最大電力の管理を簡素化でき、また夜間の安い電気料金の設定は、国民に夜間の電気機器使用を促すインセンティブと成りえる。これらの電気料金が導入された暁には、省エネルギー担当省庁のホームページにこれらの電気料金の活用方法や有効活用できる電気機器の紹介（例：蓄熱式空調システム）も実施する。ただ、STELCO管轄域においては、11月1日付けにて電気料金の値上がりしており、短い期間で再度電気料金を変更することは非現実的であるため、また電気料金値上げの際に夜間の安い電気料金の設定を同時に示すことは、電気料金値上げのインパクトが緩和できるため、早くとも数年後の電気料金の再改定を目標とすることが望ましいと判断する。また、他の県ではSTELCOでの実施結果を踏まえ、有効と判断できれば導入することが望ましいと判断する。

これらの施策および継続的な啓蒙活動によって、国民の認知度がある程度高まってきた際には、義務化等の受入素地が構築されたと考えられるため、必要と判断されれば“省エネ法を設立”することで、主要施設へエネルギー管理者によるエネルギー定期診断の実施を義務付ける。また、併せて“ビルディングコードの改定”を実施することで、公共施設の新築および改築時に、“政府公認の電気機器の導入”を義務付けることにより、更に確実なDSMの定着を図ることとする。



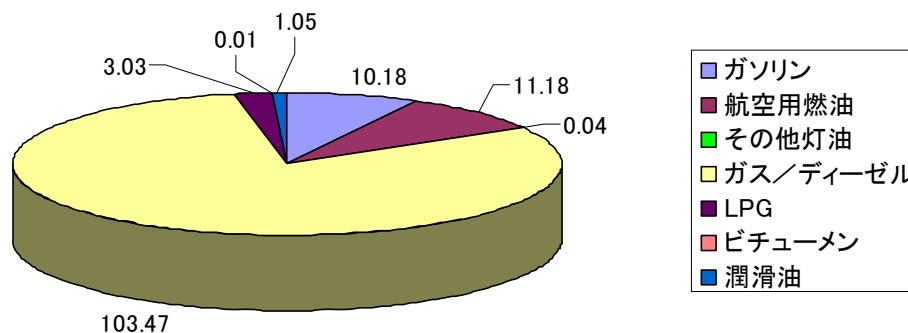
出所：調査団作成

図 7.1.5- 1 中長期視点からの DSM 手法イメージ図

## 7.2 CDM 事業実施の検討及び提言

### 7.2.1 「モ」国における CDM 事業への取組み状況

「モ」国では、従来から地球温暖化による海面上昇の影響により、地方環礁島を中心に国土水没の危機に瀕しており、気候変動対策には積極的に取り組んでいる。このため、気候変動枠組条約 (UNFCCC) を 1993 年、京都議定書は 1998 年に批准し、指定国家機関 (DNA) も自治省 (Ministry of Home Affairs) に設置されている。同国では、地球環境ファシリティ (GEF) の資金により、「UNFCCC への第一次国家コミュニケーション (First National Communication of Maldives to the UNFCCC)」を 2001 年に完成し、CDM に関する国家戦略とアクションプランを策定している。同文書によると、温室効果ガス (GHG) 排出量のインベントリとしては、1994 年のベースライン調査の結果を利用し、IPCC の Reference Approach を適用して計算された結果が最新のデータとなっている。同結果によると、主要な GHG 排出源であるエネルギー分野では 129Gg の CO<sub>2</sub> が排出され、その内訳としては約 8 割がガス/ディーゼル燃料起源による排出となっている。



(注) 単位：トン

出所：調査団作成

図 7.2.1- 1 エネルギー分野でのCO<sub>2</sub>排出量内訳

同文書によると、エネルギー分野以外では、地中廃棄物からのメタン (CH<sub>4</sub>) 排出量が 1.1Gg と計算されているが、運輸、産業、農業、廃棄物管理等の分野については、インベントリを計算するための十分なデータが得られず、N<sub>2</sub>O 排出量についてもインベントリは整備されていない。なお、CDM 事業が過去に実施された経験はないが、以下の通り CDM ポテンシャル・プロジェクトが提案されている (資金源は確定していない)。また、2001 年の左記文書作成以後は、CDM に関する公式文書は刊行されていない。

表 7.2.1- 1 CDM 事業のポテンシャル・プロジェクト

No.	プロジェクト名
1	Appraising Coastal Erosion in the Maldives: Laying the Foundation for Adaptation to the Sea Level Rise and Climate Change
2	A Coastal Erosion Management Strategy for the Maldives
3	Feasibility Study for a National Population Consolidation strategy and Programme
4	Upgrading of Gan Airport for International Operations
5	Programme for Fisheries Conservation Measures and Community-Based Reef Resource Management
6	Development of Food Security in the Maldives
7	The Use of Infiltration Galleries to Supply Ground Water in the Islands
8	Climatic Influences on the Spread and Transmission of Vector Borne Diseases
9	Alternate / Renewable Energy Sources for the Outer Islands of the Maldives
10	The Use of Solar Distillation as a Source of Freshwater for Outer Islands and Male'
11	Development of Sustainable Inter-Island Sea Based Mass Transportation System
12	Development of Sewerage Treatment Facilities
13	The Integrated Waste Management System Designed to Mitigate GHG Emissions

出所：“First National Communication of Maldives to the UNFCCC”

「モ」国の CDM 推進に関する政策・制度、並びに周辺状況については、表 7.2.1-2 に示す通りであり、今後 CDM 事業を推進していくためには、CDM 事業の担当省庁である MHTE のみならず、CDM に関連した政府組織、金融機関、ファシリテーターなどのステークホルダーに対する能力強化、啓蒙普及活動が必要な状況である。

表 7.2.1-2 CDM 推進における政策・制度、その他周辺状況

大項目	中項目	調査内容・結果
基本情報	CDM のポテンシャル	エネルギー分野では、地方島における再生可能エネルギーの活用により、ディーゼル発電設備からの GHG 排出量を削減するプロジェクトが提案されているが、プロジェクトサイト、再生可能エネルギー導入容量、GHG 排出削減量など、具体的な検討は行われていない。
	GHG 排出量	2001 年に策定された「First National Communication of Maldives to the UNFCCC」では、エネルギー分野では 129Gg の CO2 が排出され、その他分野では、地中廃棄物からのメタン (CH4) 排出量が 1.1Gg と計算されているが、運輸、産業、農業、廃棄物管理等の分野については、インベントリを計算するための十分なデータが得られず、N2O 排出量についてもインベントリは整備されていない。また、環境効率性 (GDP1 単位当りのエネルギー消費量、GHG 排出量など) については検討されていない。
	日本の関係機関の活動	日本の公的機関による支援活動や、民間企業によるプロジェクト形成活動は存在しない。
	他ドナー等の活動	エネルギー分野では、他ドナー、国際機関等による CDM 事業の支援活動・計画は存在しない。
政策・制度	気候変動・温暖化政策	2006 年に策定された国家適応行動プログラム (NAPA) によると、適応分野については、海岸保全、沿岸域管理、洪水制御のための能力強化が最重要の適応策として示されている。
	UNFCCC/京都議定書	気候変動枠組条約 (UNFCCC) を 1993 年に批准し、京都議定書は 1998 年に批准している。
	CDM に対する政策方針	「An Environmental Sustainability Linking CDM into National Development Planning (2006 年)」によると、CDM に関する優先セクターとしては、以下の分野が有望と考えられている。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運輸交通、エネルギー</li> <li>・ 海岸保全</li> <li>・ 生物多様性の保全</li> <li>・ 総合的なサンゴ礁管理</li> <li>・ 総合的な水資源管理</li> <li>・ 廃棄物・下水管理</li> <li>・ 汚染物質・危険廃棄物の管理</li> <li>・ 観光開発</li> <li>・ 土地資源管理</li> <li>・ 人口集中、都市部への移住</li> </ul>
	CDM 関連法制度	CDM の申請、承認、CER 交付・移転等、CDM 実施に必要な国内関連法制度が整備されていない。
	投資関連制度	海外からの投資は、観光セクターを中心に積極的に受け入れており、「モルディブへの対外投資について定める法律 (No. 25/79)」、「輸出入に関する法律 (No. 31/79)」などに規定されている。他方、CER への課税に関する規定など、CDM 事業に対する投資環境は整備されていない。
ステークホルダーの現状・能力	DNA	指定国家機関 (DNA) は自治省 (Ministry of Home Affairs) に設置されている。しかしながら、自治省では CDM 事業の DNA としての活動は全く行われておらず、UNFCCC のフォーカル・ポイントとしては、MHTE の気候変動・持続可能開発・エネルギー部の 3 名の職員のみが、実際に CDM 事業を担当 (兼務) している状況である。 同職員は、国連機関に外向していた経歴を持つが、CDM 事業の具体的な手続き、必要書類などについては深く理解できていない。
		過去に CDM 事業として審査されたプロジェクトは存在せず、審査のための書類やプロセスについても定められていない。
		承認レター発行のための必要書類、手続きは未定である。
政府関連機関	政府関連機関	DNA である自治省は機能しておらず、MHTE の気候変動・持続可能開発・エネルギー部が、国内で唯一 CDM 事業を担当しており、他省庁間との連携は行われていない。
		CDM に関する相談窓口などが設置されておらず、プロジェクト参加者向けの情報提供などは行われていない。

大項目	中項目	調査内容・結果
	DOE	「モ」国内に DOE は設置されておらず、国内 DOE の育成計画もない。
	金融機関	過去に CDM 事業が実施されていないため、CDM に関する知識を有する国内の金融機関は存在しない。
	ファシリテーター	CDM に関する知識を有する業種組合や研究機関、研究者は存在せず、政府（MHTE）が唯一の CDM に関するステークホルダーとなっている。 投資国に対して CDM ポテンシャルやステークホルダーの状況に関する情報発信は行われていない。 国内関係者に対する教育・啓発等に関する活動は行われていない。

出所：調査団にて作成

## 7.2.2 CDM 事業を実施するための組織体制・制度準備

### (1) 組織体制

前節で述べたとおり、「モ」国では CDM の申請、承認、CER 交付・移転等、CDM 実施に必要な手続き、書類等が整備されておらず、今後 CDM を実施する場合には、制度・政策面での能力強化が必要な状況である。以下本節では、今後「モ」国で CDM 事業を実施するために必要な課題・取組み、能力強化に関する提言を行う。なお、同提案内容については、MHTE の気候変動・持続可能開発・エネルギー部とも協議し、合意を得たものであり、今後 CDM 実施のための具体的な細則が決定される予定である。

CDM 事業を実施するための組織体制として、UNFCCC の指定国家機関（DNA）は自治省（Ministry of Home Affairs）に設置されている。しかしながら、自治省では CDM 事業の DNA としての活動は全く行われておらず、UNFCCC の実務上のフォーカル・ポイントとしては、MHTE の気候変動・持続可能開発・エネルギー部 Director General の Mr. Amjad Abdulla を含む 3 名の職員のみが、CDM 事業を担当（兼務）している状況である。このため、MHTE によると、近い将来に DNA を自治省から MHTE に移管する意向とのことであるが、具体的なスケジュール等は未定である。

### (2) 制度準備

今後 CDM 事業を実施していくためには、上記の体制整備と併せて、CDM 事業のポテンシャル把握、GHG 排出量のインベントリ整備が喫緊の課題であり、これら情報をドナー、民間企業に対して広く公開し、事業者からの提案が受け付けられる制度・手続きに関する準備が必要である。このため調査団では、MHTE との協議を踏まえ以下の内容を提案し合意を得ており、MHTE にて今後関係機関を含めオーソライズしていく予定である。

#### 1) 持続可能な開発クライテリア（SD クライテリア）

京都議定書第 12 条 2 項では、CDM の目的のひとつとして、開発途上国の持続可能な開発（Sustainable Development : SD）を実現することが明記されている。しかしながら、SD の定義は国や地域ごとに大きく異なり、全世界を対象として一律に決めることは難しいことから、個別の CDM プロジェクトが SD に貢献しているかどうかの判断は、ホスト国である開発途上国政府が基準（SD クライテリア）を設け、各案件が同基準に従っているかどうかを判定することが要求されている。

「モ」国では、未だ公式な SD クライテリアが設定されていないため、今後の CDM 案件形成を促進する観点から、以下の SD クライテリア（案）を調査団にて作成した。

表 7.2.2- 1 持続可能な開発クライテリア (SD クライテリア) (案)

分野	対 象	指 標
環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 環境改善と GHG 排出量削減に貢献すること</li> <li>・ 地下水や化石燃料資源など自然資源の削減に貢献すること</li> <li>・ ライフサイクルでの計画が提示されていること</li> </ul>	EIA (法律で要求される場合) もしくは IEE の承認が得られている
		以下の項目を含む、環境改善への貢献
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ GHG 排出量の削減</li> <li>・ SO<sub>2</sub>、NOX、PM10 など大気汚染物質の削減</li> <li>・ 水資源管理</li> <li>・ 廃棄物管理</li> <li>・ 土地汚染</li> </ul>
		生物多様性を保持するための計画を含む
		地下水保全に対する計画を含む
		化石燃料資源の消費削減に貢献する
		その他自然資源の持続可能な利用に貢献する
		環境への影響を緩和する計画を含む
社会	<p>持続可能な開発には、一般住民の参加が重要な要素となり、住民衝突を避けるため、プロジェクト提案者は国・地方レベルの政府関係者から許可・承認を得なければならない。</p>	法律、規制並びに EIA に関する規則に従っている
		<p>一般住民への情報提供</p> <p>コミュニティへの以下の便益が公平に共有されている</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 健康</li> <li>・ 教育</li> <li>・ 労働者のスキル向上</li> <li>・ その他の便益</li> </ul>
経済	プロジェクトサイトが位置する地域経済状況の改善を通じて、国家経済にも裨益する	長期間に亘る雇用

出所：調査団にて作成

## 2) CDM 申請に必要な書類

CDM 事業の提案者は、以下の申請書類を MHTE に提出することが必要となる。ここで、②については UNFCCC のウェブサイトからダウンロードが可能であり、また③については環境保護局 (Environmental Protection Agency : EPA) にて申請書式が公開されている。このため、調査団では①の申請書式 (案) を MHTE との協議を踏まえ、表 7.2.2-2 の通り提案する。

- ① CDM プロジェクトの申請書
- ② プロジェクト・デザインドキュメント (PDD)
- ③ EIA もしくは IEE の申請書

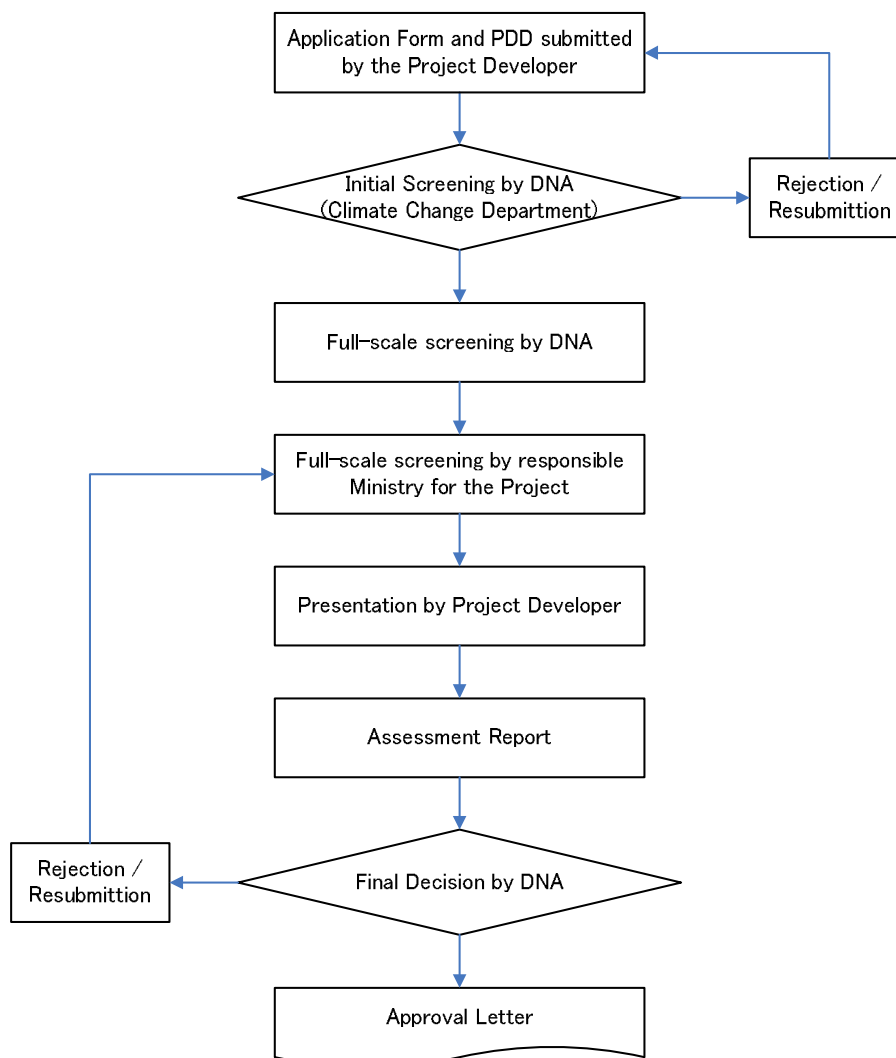
表 7.2.2- 2 CDM プロジェクトの申請書式 (案)

1. Basic Information on the Project	
Project Name	
Location of the Project	Name of Atoll and Island
General Description of the Project	
2. Basic Information on the Project Participants	
Contact Person for the CDM Project Activity	Name of contact person: Address: E-mail: Telephone: _____ Fax: _____
Business license of the Project Participants	Photocopy shall be attached (in case of private company)
Annual Report	
Foreign Partner(s) (CERs acquirer)	Partner(s) name: Registered country of the foreign partner: Contact person: Address: E-mail: Telephone: _____ Fax: _____
2. Basic Information on the Proposed CDM Project Activity	
General Information (Please check the appropriate item.)	(1) Type of the Project; ( ) new, ( ) expansion, ( ) reconstruction (2) Stage of development: ( ) Feasibility Study, ( ) Detail Design, ( ) Procurement, ( ) Under construction, ( ) Operation (3) EIA or IEE procedures; ( ) not applied, ( ) in process, ( ) approved, ( ) rejected
Contributions to Sustainable Development in Maldives	Please indicate the relevant information on the Sustainable Development Criteria in Maldives.
CDM Project Type (Please check the appropriate item.)	( ) Energy conservation and Energy efficiency, ( ) Renewable energy, ( ) Fuel switching, ( ) Methane recovery and utilization, ( ) Others
Project Period	(1) Commissioning (DD/MM/YYYY) (2) Expected lifetime of the Project; ( ) years
Baseline Methodology	Applied Baseline Methodology; ( ) Approved by the CDM Executive Board Series Number: ( ) New Methodology
GHG Emission Reductions	(1) GHG type; ( ) CO <sub>2</sub> , ( ) CH <sub>4</sub> , ( ) N <sub>2</sub> O, ( ) Others (2) Estimated annual emission reductions; ( ) tCO <sub>2</sub> equivalent per year
3. Information on CERs Transfer	
CERs Transfer Agreement	( ) signed on (DD/MM/YYYY) (Photocopy of the Agreement shall be attached.) ( ) no
Transfer Information	(1) Price: ( ) US\$/tCO <sub>2</sub> e (2) Total transfer amount: ( ) tCO <sub>2</sub> e (3) Expected transfer period: from (DD/MM/YYYY) to (DD/MM/YYYY)

Source of Funds for CERs	<input type="checkbox"/> Additional to the current Official Development Assistance (ODA) and the financial obligations of the development country parties under the UNFCCC <input type="checkbox"/> Not additional to the current Official Development Assistance (ODA) and the financial obligations of the development country parties under the UNFCCC
Declaration of the applicant	
I hereby declare that all information provided above and information included in the CDM PDD and general information on the Project and financing scheme are correct and complete. I understand that I shall take the legal obligations caused by any false information intentionally for the purpose of obtaining the approval for the Project.	
Signature of the legal representative: _____	
Date: _____	

出所：調査団にて作成

### 3) DNAによる承認レター発行までの審査プロセス



出所：調査団にて作成

図 7.2.2- 1 CDM プロジェクトの申請・承認プロセス (案)



### 7.2.3 プログラム CDM の適用について

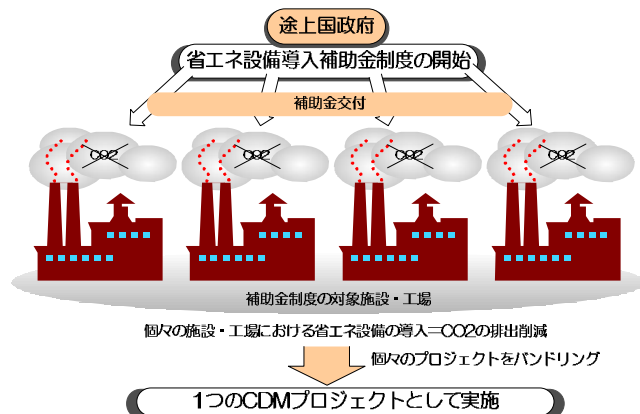
プログラム CDM は、2005 年に開催された COP/MOP1 において新たに承認された制度である。プログラム CDM では、企業又は公的主体が自主的かつ調整して実施する、政策・措置又は目標設定による活動を「プログラム活動 (Programme of Activities: PoA)」とし、同一のプログラム活動の中で実施される複数の「CDM プログラム活動 (CDM Program Activities: CPAs)」を、1 つの CDM プロジェクトとして実施することが可能である。

これにより、PV 設備導入に対する補助金制度、優遇税制などが想定される政策の効果を CDM 事業とすると同時に、政府プログラムの対象となる設備等におけるプロジェクトを 1 つのプログラムとして実施することができるため、個々のプロジェクト実施者の負担を大幅に軽減することが当初想定された。しかしながら、その後の CDM 理事会での検討により、同制度を適用するためには、非附属書 I 国では以下の 3 種類の PDD<sup>1</sup>を準備する必要があり、また新規登録後に追加の CDM プログラム活動を登録する際には、別途 PDD 作成<sup>2</sup>が必要となる事が決定された。

- ① プログラム活動に対する完結した PDD (CDM-POA-DD)
- ② 全ての想定される CDM プログラム活動に対する一般的な情報を含む PDD (CDM-CPA-DD)
- ③ 現実の事例である CDM プログラム活動に対応した、完結した PDD (CDM-CPA-DD)

また、プログラム CDM として登録するためには、プログラム活動の主体として、関係締約国の DNA からプロジェクトの参加のための承認を受けた、調整又は管理主体 (coordinating/managing entity) を結成し、同主体により提案されることが要求される。調整又は管理主体は、プログラム活動の運営、モニタリングのための計画を作成し、全ての CDM プログラム活動が同計画に従ってモニタリングされるとともに、CDM プログラム活動のダブル・カウントを回避するための措置を講じなければならない。

上述の通り、プログラム CDM の申請・登録・モニタリングには、通常の CDM 以上に厳格な審査が要求され、また非附属書 I 国側でも組織的な対応が求められることから、「モ」国の場合には、まずは通常の CDM 事業を実施し、事業実施に必要な組織・制度上のノウハウを蓄積した上で、将来的にプログラム CDM としての登録可能性について検討することが望ましいと考えられる。



出所: 「CDM/JI 標準教材 Version 2.0」 経済産業省

図 7.2.3- 1 プログラム CDM のイメージ

<sup>1</sup> “Procedures for Registration of a Programme of Activities as a Single CDM Project Activity and Issuance of Certified Emission Reductions for a Programme of Activities” UNFCCC Website

<sup>2</sup> 後から追加される CDM プログラム活動については、登録料は不要。

### 7.3 リゾート島への太陽光発電導入の可能性について

2009年3月現在、「モ」国では92のリゾート島が運営され、更に68島の開発が計画されている。リゾート島では、ほぼ全ての電力供給をディーゼル発電に依存するため、観光・芸術・文化省（Ministry of Tourism, Arts and Culture）では、輸入ディーゼル燃料の消費量を削減し、騒音や排ガスによる環境汚染を低減するため、太陽光発電（PV）を含む再生可能エネルギーを積極的に導入する意向である。太陽熱温水器は既に普及が進められているが、PVについては導入事例がなく、リゾート島所有者への継続的な啓蒙普及活動により、今後導入が進められるポテンシャルは大きい。観光・芸術・文化省によると、リゾート島所有者がPV導入を検討する際の課題として、①初期導入費用が高いこと、②システム故障時の対応が困難であること、等が挙げられている。このため、第3次現地調査期間中の第2回目セミナー（2009年10月15日）では、観光・芸術・文化省、モルディブ観光業協会（MATI: Maldives Association of Tourism Industry）、リゾート島の所有者等を対象とした、太陽光発電並びにDSMの啓蒙普及のためのセミナーを別途開催した。

## 第 8 章 連系 PV システムの普及促進に向けた提言

### 8.1 「モ」国の新エネルギー普及に係る法制度

3.1.2 項法制度にて記述したとおり、「モ」国の法制度としては最上位の憲法（Constitution）、法律（Law or Act）、施行規則（Regulation）の階層毎に各種政策・制度が規定されている。その内、現状では、新エネルギーに係る法制度は存在せず、現在住宅・交通・環境省（MHTE）や、規制機関であるモルディブエネルギー庁では、太陽光発電を含む再生可能エネルギー導入のための Act を準備中である。その Act は、日本の新エネ法（新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法）が該当すると想定される。参考までに表 8.1-1 に日本における新エネルギーに係る法律を抽出するとともに、「モ」国適用時に必要と考えられる新エネ法の項目について表 8.1-2 にまとめた。

表 8.1- 1 日本における新エネルギーに係る法律

新エネルギー
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 石油代替エネルギーの開発及び導入の促進に関する法律（代エネ法）</li> <li>・ 新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法（新エネ法）</li> <li>・ 電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法（RPS 法）</li> </ul>

表 8.1- 2 日本の「新エネ法」における「モ」国適用時の必要項目

条 項	概 要
第 1 条 目的	新エネ法の目的について （目的：経済的社会的環境に応じたエネルギーの安定的かつ適切な供給の確保に資するため、新エネルギー利用等についての国民の努力を促すと共に、新エネルギー利用等を円滑に進めるために必要な措置を講ずる。）
第 2 条 定義	新エネルギーの定義と法律の適用範囲について （適用範囲：経済性の面における制約から普及が十分でないもので、その促進を図ることが石油代替エネルギーの導入を図るために必要なもの）
第 3 条 基本方針	基本方針の決定方法について （決定方法：基本方針は、経済産業大臣が提案し、閣議決定を受け、定められ、エネルギー需給の長期見通し、新エネルギー利用等の特性、技術水準、環境への影響等を勘案しなければならない。）
第 4 条 エネルギー使用者等の努力	エネルギー使用者等の努力について （努力：エネルギー使用者は、基本方針に留意し、新エネルギー利用等に努めなければならない。）
第 5 条 新エネルギー利用指針	新エネルギー利用指針の決定方法について （決定方法：新エネルギー利用指針は、エネルギー需給の長期見通し、新エネルギー利用等の特性・技術水準・環境への影響等を勘案し、経済産業大臣が定める。）
第 6 条 指導及び助言	指導及び助言について （指導及び助言：主務大臣は、新エネルギー利用指針に定める事項について指導及び助言を行える。）
第 8 条 利用計画の認定	利用計画の認定について （認定：事業活動において新エネルギー利用等を行おうとする者は、当該新エネルギー利用等に関する計画を作成し、主務大臣に提出し、認定を受けなければならない。）
第 9 条 利用計画の変更等	第 8 条で定める利用計画変更について （変更：認定を受けた者が、当該認定に係る利用計画を変更する場合は、主務大臣の認定を受けなければならない。）

第 14 条 報告の徴収	認定事業者に対する実施状況の報告について (報告：主務大臣は、認定事業者に対し、認定利用計画の実施状況について報告を求めることができる。)
第 15 条 主務大臣	主務大臣の定義について (定義：経済産業大臣及びエネルギー使用者の行う事業の所轄大臣とする。)
第 16 条 罰則	上記取り決めに関する罰則について (罰則：第 14 条の規定による報告をせず、又は虚偽を報告したものに二十万円以下の罰金に処する。)

出所：日本の「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」から調査団により作成

## 8.2 普及促進政策・制度（インセンティブ措置）

ここでは、世界各国で実施されている再生可能エネルギー、特に太陽光発電の導入普及に向けた制度およびそれらの運用状況を基に、「モ」国への適した系統連系 PV システムの普及促進政策・制度の検討を行った。

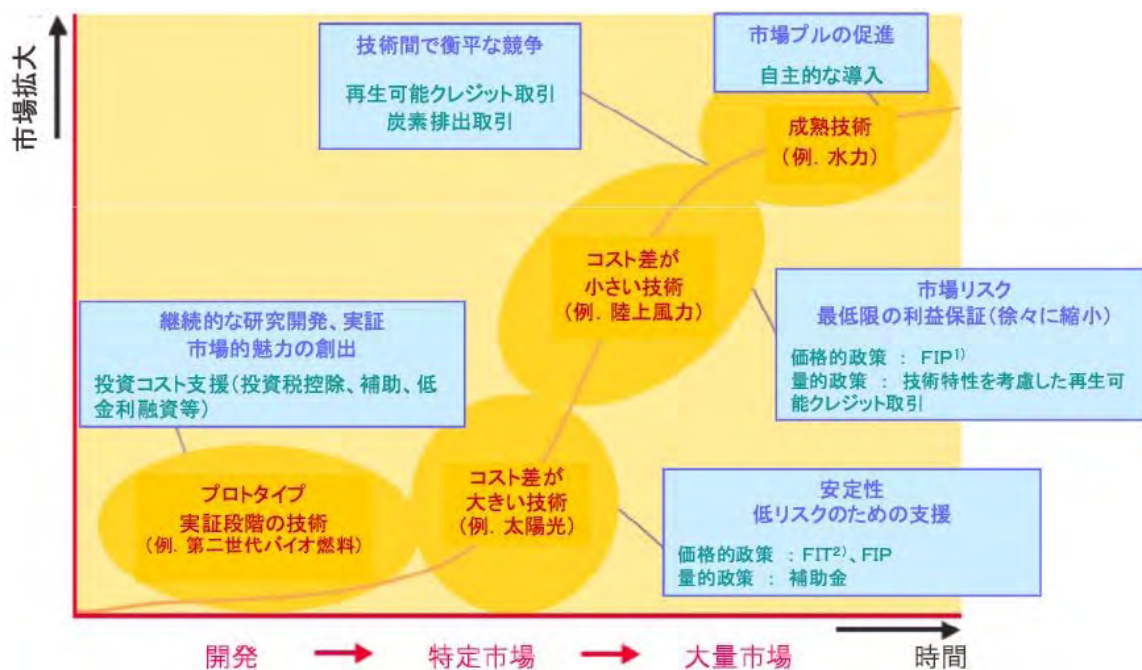
### 8.2.1 普及促進政策の概要

IEA（国際エネルギー機関）の「Deploying Renewable 2008」や EC 委員会「The Support of electricity from renewable energy sources」では、RPS 制度と固定価格買取制度（FIT 制度）を中心に、各国における再生可能エネルギー普及のための政策を調査・分析している。本稿ではこれら海外の既存文献、並びに日本の経済産業省<sup>1</sup>、環境省<sup>2</sup>における検討過程を参考に、太陽光発電を含む再生可能エネルギーの普及促進政策として考えられる、一般的なオプションの特徴と課題を整理する。

IEA によると、経済理論上、理想的な条件下では導入量を固定する政策（RPS 制度）も、価格固定政策（FIT 制度）も同じ効率であることが示されている。いずれの制度についても、成功のためには正確な制度設計と制度の微調整が重要な要素であり、技術レベル（開発段階、実証段階、実用化段階等）、市場導入（導入初期、普及期、成熟期等）の状況に応じて、以下に詳述する普及促進策を組み合わせる適用することが重要とされている。

<sup>1</sup> 「主要国における再生可能エネルギーの導入促進施策等について」（平成 21 年 2 月 13 日）

<sup>2</sup> 「低炭素社会構築に向けた再生可能エネルギー普及方策について(提言)」（平成 21 年 2 月）



(注) 1) FIP (Feed-in Premium) : 市場価格の電気料金に固定プレミアム (ボーナス) を上乗せした価格で買取り  
 2) FIT (Feed-in Tariff) : 発電電力を固定価格で買取り  
 出所 : "Deploying Renewables 2008" IEA

図 8.2.1- 1 再生可能エネルギー普及のための政策手段の組み合わせ

以下に、我が国の経験や欧米諸国での先行事例を参考とした、代表的な普及促進政策の特徴を示す。

### (1) RPS 制度

RPS 制度とは、「Renewable Portfolio Standard」制度の略で、政府が電気事業者に対して一定量の電力を再生可能エネルギーにより供給することを義務付ける制度である。導入価格については、市場を活用して再生可能エネルギー間のコスト競争を促すことで、費用対効果の高い導入拡大を実現することができる。他方、技術水準やコスト水準に格差がある各種の再生可能エネルギーが同一の競争環境にさらされることから、太陽光発電のように他の再生可能エネルギーに比べて相対的に導入コストが高い再生可能エネルギーの導入が進まないという特徴がある。また、買取価格を将来に亘って予測することができないことから、投資回収年数が定まらない事が課題となっている。

### (2) 固定価格買取制度 (FIT 制度)

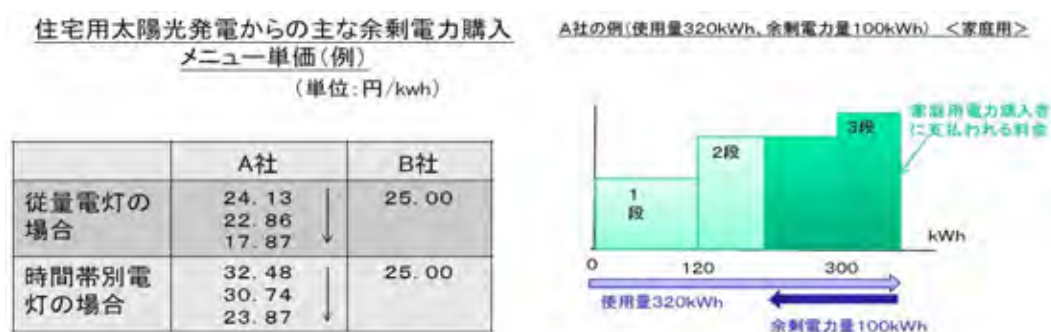
再生可能エネルギーによる発電電力を、電力会社がある一定期間に亘り、固定価格で買い取る制度である。各々の再生可能エネルギーの技術水準、コスト水準などを考慮しつつ、適切な買取価格が設定された場合には、投資回収年数が予測できることから、再生可能エネルギーへの投資を加速させる。また、電気料金への上乗せ等の費用負担についても透明性を高めることで、長期的、安定的な制度運用が可能となる。

他方、固定価格買取制度の重要な制度設計要素は買取価格の設定にあり、水準が低すぎる場合は導入促進効果が低く、高すぎる場合には高価格での買取を電気料金として需要家に転嫁す

るために、電気料金の恒常的な値上げにつながるといった問題点が指摘されている。また、技術開発によるコスト低減や普及ペースに応じ、買取価格を定期的に見直すことが必要である。

### (3) 余剰電力買取制度

需要家構内で自家消費できなかった余剰電力を電気事業者が個別の契約に基づき、自主的な取り組みとして買取する制度である。同制度は、一見 FIT 制度と類似しているが、FIT 制度では発電電力が全量固定価格で買取られるため、投資家は事業計画を立てやすく投資リスクを軽減できるのに対し、余剰電力買取制度の場合には、自家消費できなかった余剰電力分のみ売電できるため、収支が見通しにくい点が大きな相違点である。また、電気事業者による余剰電力の購入単価は、売電用単価と同等に設定されているところが多く、投資回収年数が非常に長くなる（25～30年程度）ことと、あくまでも電気事業者の自主的な取り組みであるため、長期的な買取保証制度ではないことから、大量導入に結びつくインセンティブとはなっていない。



出所: ”主要国における再生可能エネルギーの導入促進施策等について” 資源エネルギー庁

図 8.2.1-2 我が国の余剰電力買取制度の概要

### (4) 導入補助金制度

政府が再生可能エネルギーの導入コストの一部を補助する制度であり、初期の導入コストが割高な段階において、その価格差を直接的に補填するものとして有効であるが、年度毎に拠出可能な補助金総額には上限がある。また、基本的に単年度主義となっている予算制度においては、制度がいつまで継続されるかが不明であり、長期間に亘る投資計画を立てにくいというデメリットがある。更に、補助金制度の運用には行政コストがかさみやすいことや、年度内のある時期に行政事務が集中することによる運用上の課題などが指摘されている。

## 8.2.2 先進各国における政策導入事例

### (1) 日本

太陽光発電の導入に対する、我が国の支援政策・制度としては、従来から電力会社が自主的に実施してきた「余剰電力買取制度」に「RPS 制度」と、住宅用の太陽光発電システム導入に対する「導入補助金制度」を組み合わせたものとなっている。更に、2009年2月には、他の再生可能エネルギーと比べて導入コストが高い太陽光発電の普及促進を進めるための新制度として、電気事業者が10年程度の期間に亘り、現在の余剰電力買取制度での買電単価の約2倍(50円/kWh程度)の単価で強制的に買い取る日本版FIT制度の導入が、経済産業省から発表された。

同制度の対象となるのは、一般家庭や公共施設などで自家消費を目的に設置された場合のみであり、売電を目的とした大規模な太陽光発電所などは対象外となる予定である。詳細な制度設計については、今後「エネルギー供給構造高度化法案」で法令面の検討を行い、早ければ 2010 年度から導入される予定である。

日本版 RPS 制度では、2002 年に公布された「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法（通称「RPS 法」）に基づき、国が 4 年毎に 8 年間の「利用目標量」を定め、2003 年 4 月の制度導入以後、各電気事業者の電気の供給量に応じて、義務量を割り当てている。なお、初期導入コストが相対的に他の再生可能エネルギーに比べて高い太陽光発電については、2011 年度から 2014 年度まで、太陽光発電による発電電力量を通常の 2 倍としてカウントする措置を導入している。義務対象となる電気事業者（36 社）は、以下のいずれかの方法により義務を履行することができる。

#### ① 自ら発電

小売電気事業者（義務者）が自らの設備で発電し、電気と RPS 相当量<sup>3</sup>を獲得する。

#### ② 他の発電事業者から購入

発電事業者から電気と RPS 相当量をセットで購入する。

#### ③ 他の発電事業者等から RPS 相当量を購入

発電事業者から RPS 相当量のみ購入し、電気は他の小売電気事業者が購入する。

我が国の RPS 制度の現状としては、各電力会社は目標を大幅に超過達成しており、過年度の超過達成成分が繰越され、市場の拡大が実質的に限定された状態が続いている。また、導入目標量は 2014 年度で 160 億 kWh（総発電電力量の約 1.6%）と低いため、導入そのものが拡大せず量産効果によるコスト低減も図られていない。更に、発電事業者間の競争、市場原理により RPS 価格が低減していくことが当初想定されていたが、現実的には RPS 相当量の買い手が一部の電力会社に限定され、市場の価格形成機能が働いていない。また、他の電源と同様に再生可能エネルギー導入に係るコストについては「総括原価主義」の中で電気料金として回収されているのが現状である。このため、導入目標量を今後拡大する場合には、追加費用を誰がどの程度負担するのが明確になっていない点が課題とされている。

## (2) ドイツ

ドイツでは、1991 年から再生可能エネルギーによる電力を、系統運用者が固定価格以上で 20 年間買い取ることを義務付ける FIT 制度を導入している。需要家による必要以上の負担増の回避や、コストダウンへのインセンティブを働かせるため、また相対的にコストが高いエネルギー源を支援するため、それぞれの再生可能エネルギーが導入コストに見合った支援レベルになるよう買取価格の見直しを行った（2009 年以降に運転開始する設備に適用）。なお、ドイツ連邦環境省が公表した資料によると、2007 年には FIT 制度に伴う家庭用需要家の負担割合は、電

<sup>3</sup> RPS 相当量（新エネルギー等電気相当量）は、電気と分離して事業者間で取引することのできる量で、義務履行のために活用できるものであり、いわば新エネ分の価値に相当する。

気料金全体の約 5%となっており、1998 年と比較して 10 倍以上となっている。

### (3) 英国

英国では、2002 年 4 月からイングランド及びウェールズ地方では、Renewables Obligation (RO)、スコットランド地方では Renewables Obligation Scotland (ROS)と呼ばれる制度が導入されたが、両者とも実質的には RPS 制度と類似の制度となっている。2015 年までに販売電力量の 15.4%を導入目標として設定しているが、義務対象者が未達成分を 3p/kWh (約 4 円/kWh) で買取り、その支払額が達成分に応じて返還される Buy-out 制度が導入されており、近年の導入量は目標値に達していない。なお、2010 年からは、5000kW 以下の再生可能エネルギー発電設備を対象に、FIT 制度を導入することが決定された。

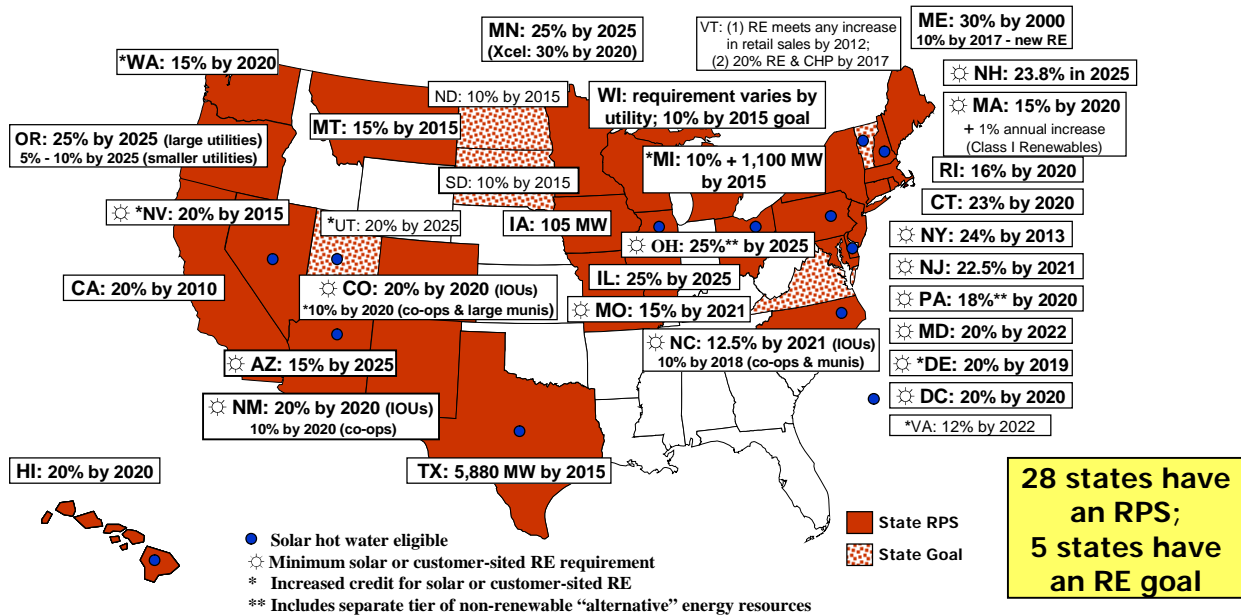
### (4) スペイン

スペインでは、再生可能エネルギーによる電力を、配電事業者 (5 電力会社) が 25 年間に亘り固定価格で買取る FIT 制度を 1994 年から導入した。しかしながら、太陽熱利用や太陽光発電は普及が予定よりも進まなかったため、2007 年 6 月の勅令 661/2007 にて買取価格を大幅に引き上げたほか、2006 年 9 月 29 日以降に新築・改修を行う一部の建造物や、ある一定面積以上の商業施設などに対して太陽熱温水設備または太陽光発電設備の設置を義務づけるなどの施策を行ったところ、太陽光発電の導入量が急激に増加し、累積導入量が規定のしきい値 (200MW) に達した。このため、2008 年 9 月に、2009 年以降に稼動する設備の買取価格を、従来の約 53 円/kWh から約 41 円/kWh に引き下げることを決定した。

### (5) 米国

米国では、過去に連邦レベルでの RPS 制度の導入が検討されたが、2005 年のエネルギー政策法 (Energy Policy Act of 2005) と、2007 年のエネルギー自給安全保障法 (Energy Independence and Security Act of 2007) において導入は見送られることとなった。オバマ政権では「New Energy for America」を公表し、連邦 RPS 制度の導入により、再生可能エネルギーの割合を 2012 年までに 10%、2025 年までに 25%に拡大することを目標としている。現状では、州政府レベルで再生可能エネルギーの利用を義務付ける RPS 制度を 28 の州・特別区にて導入している (2009 年 3 月)。





出所：Database of State Incentives for Renewable Energy (DSIRE)

図 8.2.2- 1 米国における RPS 制度の導入状況

### 8.2.3 「モ」国における普及促進政策

ナシード大統領は、2009年3月15日、再生可能エネルギーへの転換によって今後10年以内に世界初のカーボンニュートラル国家になるという計画を発表しており、法制度はこの構想と歩調を合わせ、制定するべきである。現地調査開始前の段階では、「モ」国側で連系 PV システムを導入するに当たり、それぞれの導入形態に応じた普及方策（RPS 制度、導入補助金制度、優遇税制度、余剰電力買取制度、Feed-in Tariff 制度）が必要であると想定していた（施策 A）。しかし、現地調査を進めていく中で、技術的フィージビリティ・スタディ調査の検討結果より、連系 PV システムの導入可能量がマレ島で 12.6MW、フルマレ島で 0.89MW に限定されることが判明し、また連系 PV システム導入後の電力品質維持の観点からは、導入当初は STELCO が主体となり、「モ」国政府と協力し、計画的に PV を導入することが理想的と判断した。そのため、パイロット・プロジェクトを含めて今後 10 年間（2011 年～2020 年）で 13.49MW（マレ島、フルマレ島）を STELCO 主体で計画的に導入する施策（施策 B）を構想し、「モ」国側と協議を進め、STELCO の最高経営責任者（CEO）から協力の旨を確認することができた。だが一方で、「モ」国政府では、電力セクター全体で財務状況改善のための、外資を含む民間資本の呼び込みを目的とした、STELCO の民営化を順次推し進めている。財務省高官との面談により、民営化の暁には、2005 年から STELCO が政府より受け取っている赤字補填の補助金の打ち切りまたは段階的な削減を計画していることも判明している。赤字補填の補助金の打ち切りまたは削除を実施すれば、民営化後 STELCO は電気料金の大幅な引き上げを余儀なくされると考えられる。また、民営化後は、赤字補填の補助金の打ち切りまたは段階的な削除だけでなく、「モ」国の財政面より PV 導入における政府からの支援において、初期投資への補助金をも望めない状況である。そのため、「モ」国の財政への影響が一番少ない PV 導入可能量 3MW が現実的であると判断し、STELCO 主体のシナリオを提案するとしても、補助金なしでいかに導入普及させるか、その方法について検討した（施策 C）。また、

「モ」国政府は数年先を見据え、再生可能エネルギー全般について制度構築を考えており、PV 導入普及に当たっては、STELCO に任せることが現実的だと理解しているものの、STELCO 以外にも門戸を開くべきだとの考えもあることから、施策 C を基に、民間セクターへの導入も考慮し検討を行った（施策 D）。

施策 C においては、PV 導入における最大の障害である、初期投資を軽減させるための以下の導入支援策を「モ」国側財務省、MHTE、MEA、STELCO 等関係機関へ提案し、共同で検討を行った。

- (a) PV 設備への優遇税制の適用
- (b) グリーン税の活用
- (c) 開発支出の活用
- (d) 炭素税の導入
- (e) 電気料金の改訂

これらの方法について、財務省高官と協議した結果、必要性については、大筋合意を得られている。そのため、PV 導入に係る初期投資の軽減方法および「モ」国政府の意向、双方を考慮し構築した施策 D を最終提案とする。ただ、STELCO 民営化後、経営層の大幅な交代により方向転換せざるを得なくなる可能性もあるため、STELCO 民営化の動向も注視する必要がある。

次頁以降は、図 8.2.3-1 に示す検討経緯を説明する。

## 検 討 経 緯

<b>施 策 A</b>	導入主体 ・ STELCO ・ Private Sector	RPS 制度、導入補助金制度、優遇税制度、余剰電力買取制度、Feed-in Tariff 制度を導入形態に応じて選定
<div style="border: 1px solid green; padding: 5px; display: inline-block; margin-left: 20px;">                     技術検討結果より PV 導入可能量がマレ島 12.6MW、フルマレ島 0.89MW に限定                 </div>		
<b>施 策 B</b>	導入主体 ・ STELCO	STELCO 主導にて計画的に導入（導入補助金を新設、導入形態は①&②のみ）
<div style="border: 1px solid green; padding: 5px; display: inline-block; margin-left: 20px;">                     STELCO 民営化後、STELCO への既存の赤字補填の補助金は打ち切りまたは減額および PV 導入への新たな補助金支出は困難                      また、財政面より PV 導入目標量は 3MW が適切と判断                 </div>		
<b>施 策 C</b>	導入主体 ・ STELCO	PV 導入初期投資の負担をいかに軽減するべきか、その方法を検討（初期投資の軽減施策が実現すれば、それ以後は施策 B と同様）
<div style="border: 1px solid green; padding: 5px; display: inline-block; margin-left: 20px;">                     「モ」 国政府の再生可能エネルギー全般は Private Sector を含み導入すべきとの考えを反映                 </div>		
<b>施 策 D</b>	導入主体 ・ STELCO ・ Private Sector	施策 C を基に、Private Sector への導入を含み検討

出所：調査団作成

図 8.2.3-2 連系 PV システム導入のための支援方策検討経緯

以下には、最終提言である施策 D について検討結果を示す。

## 施策Dの検討結果

### ①PV 導入初期投資に係る軽減施策

施策Dでは、施策CでのPVの結果を基に、導入主体にSTELCOだけでなく民間セクターを含み、民間セクターへの導入を2015年より開始するものと仮定し、検討を行った。施策Cでは、PV導入初期投資に係る軽減策としては、以下の(a)～(e)について検討している。これらの軽減策については「モ」国の財政事情より2015年以降についてもSTELCOだけへ適用するものとして施策Dの検討を行っている((a)については、民間セクターへも適用)。また、民間セクターの連系PVシステム導入量は、2015年から2020年の間で毎年100kW導入されるものと仮定している。

#### PV 導入初期投資に係る軽減施策

- (a) PV 設備への優遇税制の適用
- (b) グリーン税の活用
- (c) 開発支出の活用
- (d) 炭素税の導入
- (e) 電気料金の改訂

#### (a) PV 設備への優遇税制の適用

ここでは、「輸入関税免除」を考えている。「モ」国における輸入税は、機材価格に対して25%課税される仕組みとなっている。PVシステム機材の輸入関税免除の可能性について、財務省高官と協議した結果、適用可能との意見をj得ている。また、適用された場合に、免税となる額は、3MWの場合の輸入関税の総額が約US\$11millionのところ、STELCO導入量2.4MWの輸入関税は約US\$9.2millionとなる。

#### (b) グリーン税の活用

ここでの「グリーン税」とは、観光客1泊あたりUS\$3を徴収する計画であり、試算では、年間の観光客数が700,000人、平均滞在日数は3日で、年間およそ630万US\$ (80.6百万MRF)の税収増を見越している。連系PVシステムによる発電はCO<sub>2</sub>排出削減に貢献することから、同システム導入への税収の使用はグリーン税の目的に合致していると考えられる。また、これから課せられる税であり、まだ使用用途が明確になっていないため、比較的利用しやすい財源として適用優先度は1番として考える。

#### (c) 開発支出の活用

ここでの「開発支出」とは、インフラ整備や設備投資を目的とした資金源として資本支出に含まれる開発支出であり、STELCOによる連系PVシステム導入の初期投資費用軽減のための金融支援の財源として活用が期待できる。ディーゼル燃料の削減策として、連系PVシステムを導入することは、「モ」国政府が発表したカーボンニュートラル政策に合致したものであることから、開発支出は財源の1つに成りうると考えられる。ただ、既設財源であり、「モ」国の財源が逼迫しているところ、既に計画されている他の開発を変更する必要があることから、適用優先度は2番として考える。

#### (d) 炭素税の導入

「炭素税」とは、一般的に化石燃料に対する価格を税により引き上げることで、その需要を抑制し、かつその税収を環境対策に利用する税制度のことを言う。「モ」国で適用する場合、ガソリンやディーゼル燃料といった化石燃料に数%の税をかけ、幅広い範囲より広く浅く徴収することを提案する。「モ」国、特にマレ島においては、狭い土地にもかかわらず、バイクおよび車両が密集しているため、交通環境および公衆衛生は劣悪となっており、環境対策の側面を併せ持つ「炭素税」の導入は合理的である。ただ、「炭素税」を適用した際、その皺寄せは生活必需品や電気料金に反映され末端消費者におよぶと考えられる。しかし、若干の上昇であれば、現状の生活水準より一般市民も受け入れる素地が十分にあると判断でき、かつ値上げ効果により一般市民の環境負荷に対する認識を高くすることが併せて可能となり、「モ」国に適した税と判断する。ただ、11月1日に電気料金が値上がりし、将来的に炭素税を課すことになれば、更なる電気料金の値上がりを誘発する可能性があるため、適用するとしても出来る限り小額となるよう配慮することが必要である。

#### (e) 電気料金の改定

この「電気料金の改定」とは、(a)～(d)の軽減施策にて不十分な場合、その差額を補うため、電気料金を値上げすることを最終施策として提案する。最終施策として考える理由は、STELCO 管轄域においては、11月1日付けにて電気料金の値上がりが決定しているところ、短い期間で再度電気料金を変更することは非現実的であるためである。

表 8.2.3-1 施策 D における輸入関税免除後のグリーン税・開発支出・炭素税の適用額

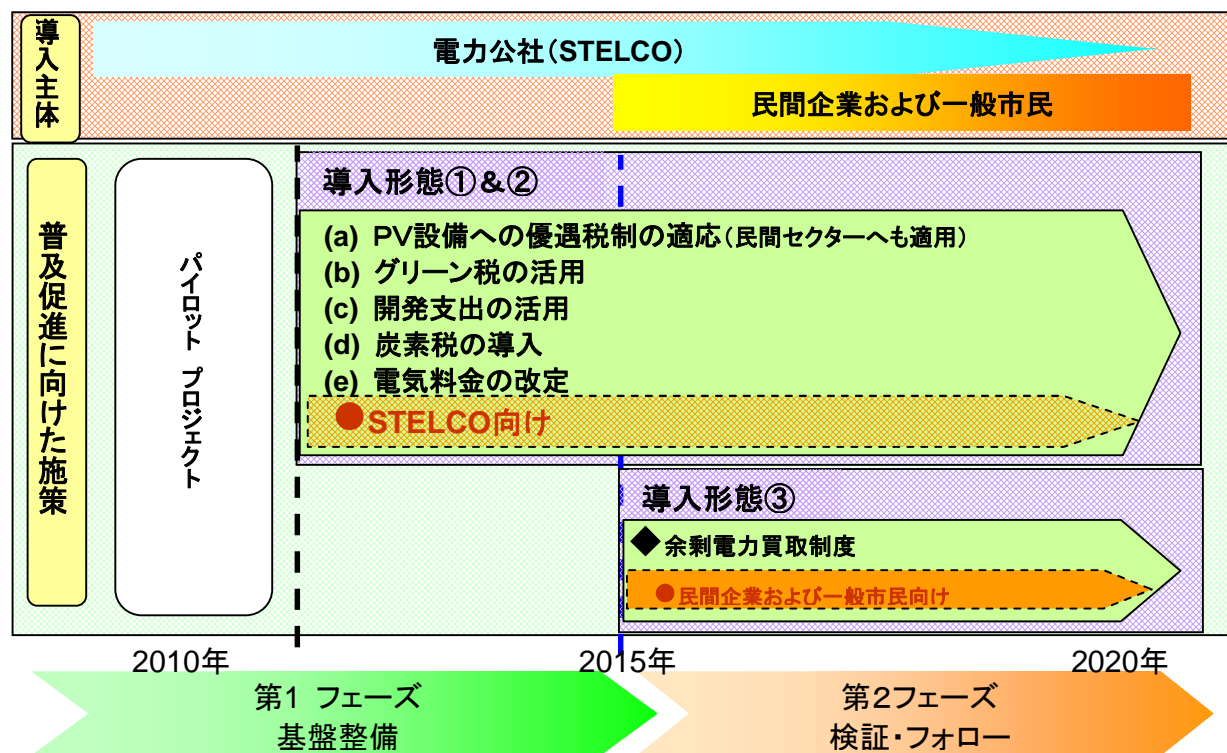
STELCO および民間での導入の場合の STELCO 実施分 (2.4MW)	グリーン税からの拠出比率			
	61%	50%	30%	0%
支援必要額 (US\$)		3,886,424		
支援可能額 (US\$)	3,886,424	3,150,000	1,890,000	0
不足額 (US\$)	0	736,424	1,996,424	3,886,424
不足額の開発支出に対する比率	-	0.5%	1.2%	2.4%
電力消費 1kWh 当たりの金額 (MRf/kWh)	-	0.003	0.007	0.014

表 8.2.3-1 の結果および上記の検討結果より、グリーン税の拠出比率 50%および 30% が現実的だと判断する。その理由は、グリーン税を他の政策にも活用できるよう余力が残していること、不足額を開発支出で負担した場合でも、0.5%および 1.2%と非常に小額であり拠出が現実的であること、および不足額を炭素税で負担した場合でも、非常に小額に抑えられているためである。

②民間セクターへの導入時の買取制度

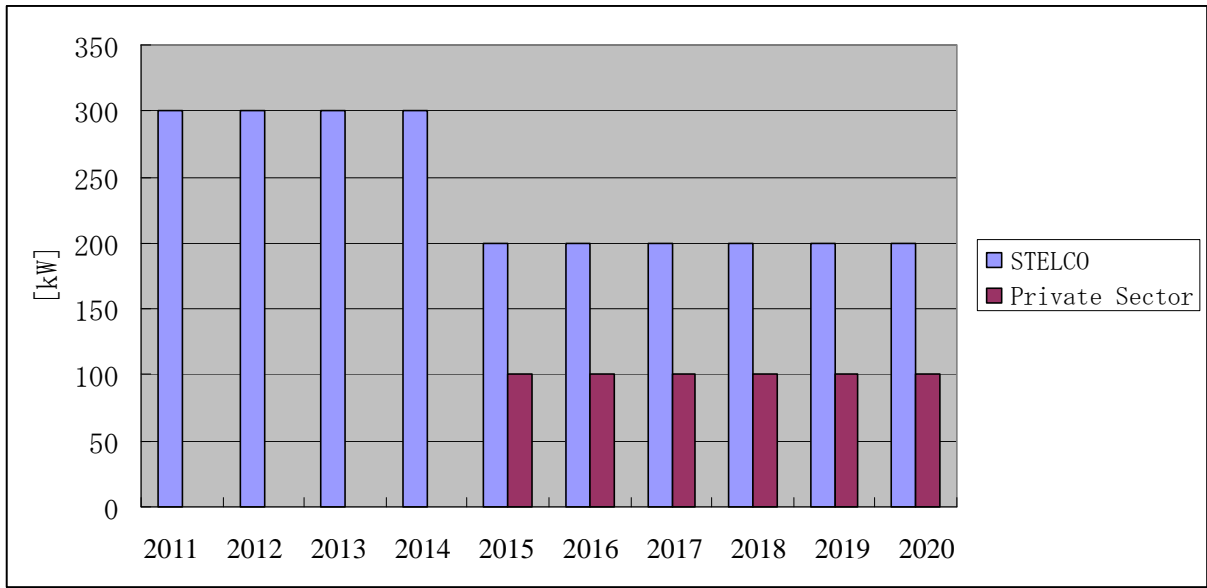
また、民間セクターへの導入に当たっては、全量電力買取制度と余剰電力買取制度の2つが考えられるが、ここでは余剰電力買取制度を施行するものと仮定する。その理由は、「モ」国の電力需給状況が逼迫しているところ、また新規発電設備の用地確保が難しいところ、余剰電力買取制度により、副次的な電力需要の抑制効果が期待できるためである。

買取価格については、STELCOの発電原価と同額か、もしくはそれ以下に設定することが妥当であるとの結論に至っている。その理由は、マレ島・フルマレ島における建物の屋根の面積は非常に小さく、設置されるPV容量も小規模とならざるを得ないため、余剰電力は非常に少量となることから、買取価格を平均電気料金の数倍に設定しても投資回収には長期間かかり現実的ではないためである。また、買取価格を平均電気料金より高く設定すること自体、STELCOにとってメリットがないためでもある。たが一方で、民間セクターへのヒアリング調査の結果、PVシステムを導入したとしても今回(11月1日)の電気料金値上げにより自家消費電力分だけでも抑制できればメリットはあると考え、PVシステムの導入を希望する事業者等が存在することが分かった。そのため、買取価格を設定することは、そのような希望者へのいくばくかのインセンティブと成りえることから、およびSTELCOにとっても発電原価より安く電気を買収すればメリットがあることから前述の結論に至っている。



出所：調査団作成

図 8.2.3-2 施策Dにおける普及施策・制度の導入イメージ



出所：調査団作成

図 8.2.3-3 連系 PV システム導入量

表 8.2.3-2 施策 D における連系 PV システムの想定導入形態と普及政策・制度

No.	導入形態	設置場所	PV 設備所有者	特徴、課題、要件等	普及政策・制度
①	STELCO が自社設備として自社の建物に PV 設備を設置	自社建物等	STELCO	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PV 設備、周辺設備共自社設備であるため、PV 設置に係る設計が容易である。</li> <li>・ PV 設置場所に自由度がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電気料金の改訂</li> <li>● RE 基金の設立・運用</li> <li>● ハ゜イロットプロジェクトの電気料金による収入のプール</li> <li>● PV 設置への優遇税制の適用</li> </ul>
②	STELCO が他者の所有する建物の屋根等を借りて自社の PV 設備を設置	他者建物等	STELCO	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PV 設置場所の制約、賃借料等が予想される。</li> <li>・ 設備運用管理、保安面に係る協議が必要。</li> <li>・ PV 設備は自社設備であるため料金検討が不要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電気料金の改訂</li> <li>● RE 基金の設立・運用</li> <li>● ハ゜イロットプロジェクトの電気料金による収入のプール</li> <li>● PV 設置への優遇税制の適用</li> </ul>
③	建物の所有者が自己の電源として PV 設備を設置し、余剰電力を STELCO に売電	他者建物等	建物所有者等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 常時は自家用として利用するため、余剰電力の逆潮流は比較的少なく、配電線への影響も少ない。</li> <li>・ 系統連系にあたって保護装置等付備すべき装置に関する技術的要件をガイドライン等の公平な規格で定める必要あり。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電気料金の改訂</li> <li>● RE 基金の設立・運用</li> <li>● ハ゜イロットプロジェクトの電気料金による収入のプール</li> <li>● PV 設置への優遇税制の適用</li> <li>● 余剰電力買取制度</li> </ul>

出所：調査団作成

## 8.2.4 連系 PV システムの普及促進政策・制度の今後の検討課題

PV 導入に係る初期投資の軽減方法および「モ」国政府の意向、双方を考慮し構築した施策 D を本調査における最終提案としたが、今後の検討課題を表 8.2.4-1 に取りまとめた。

表 8.2.4-1 普及政策・制度における今後の検討課題

普及政策・制度	今後の検討課題
PV 設置への優遇税制の適用	・適用実現に向けての継続協議や手続きの整理が必要である。
グリーン税の活用	・適用額の見極めおよび実現に向けての継続協議が必要である。
開発支出の活用	・適用額の見極めおよび実現に向けての継続協議が必要である。
炭素税の導入	・炭素税の対象の具体化、適用額の見極めおよび実現に向けての継続協議が必要である。
電気料金の改訂	・11月1日からの STELCO の電気料金の値上げが実施される場所、更に PV 導入のための値上げをどの程度許容可能か継続協議が必要である。
余剰電力買取制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・買取価格の設定が必要である。</li> <li>・余剰電力計量用メーターの設置基準等を整備する必要がある。</li> <li>・民間セクターに連系 PV システムが散在した場合の需給バランスおよび電力品質の維持について技術支援が必要である。</li> <li>・マレ島にて商業用需要家が自家発を導入した場合、STELCO による電力供給が停止されるため、自家発を運転しながら STELCO による電力供給を受けることが不可能となる既存制度を改訂する必要がある。</li> <li>・維持管理体制の検討が必要である。</li> </ul>
その他	・民間セクターに開放する際には、系統ガイドライン等の整備が必要である。
総合	将来的な PV 導入普及のために必要な普及政策・制度について、骨子を抽出し、「モ」国側の合意も概ね取り付けられた。今後は STELCO の民営化の動向を注視しながら、上記検討課題に向け、より具体的に協議していく必要がある。

出所：調査団作成

## 8.3 連系 PV システム導入のための技術基準、ガイドライン等

現在「モ」国では自家用発電設備を電力系統に連系することは禁止されており、自家用発電設備を所有する企業や個人は STELCO からの受電はせず、単独での電力供給を行っている。連系を許可しない理由は、自家用発電機の同期制御機能や保護装置が十分でなく STELCO 系統への悪影響が懸念されるためとのことであるが、連系のための技術基準や要件が明白となっている訳ではない。

太陽光発電システムを系統に連系する場合、まずこの規制を改訂することと、連系に必要な要件を検討する必要がある。本調査では、日本の「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」(平成 16 年 10 月 1 日、資源エネルギー庁)をベースに「モ」国の実情と将来の普及段階での安定供給と電力品質確保、系統保護、保安、運用管理面から、今後「モ」国で検討が必要とな



る技術的要件を表 8.3-1 に示す通り整理した。

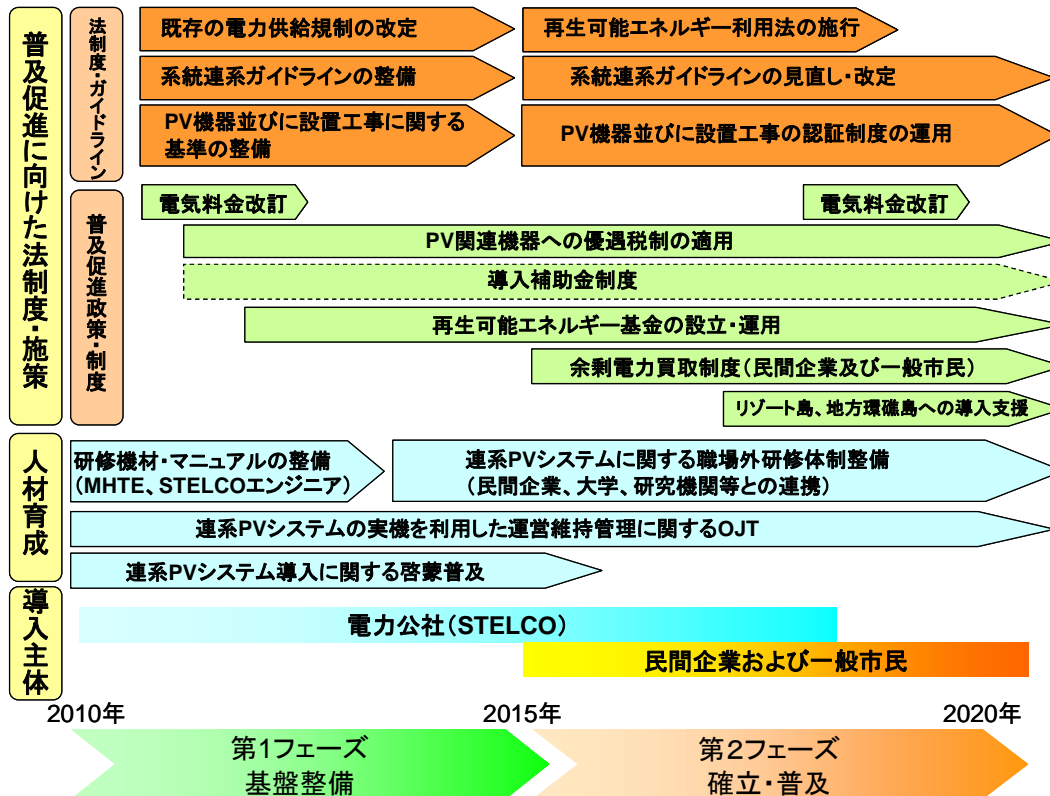
表 8.3-1 系統連系ガイドラインの技術要件と「モ」国への適用検討結果

		検討結果	
電力容量	50kW未満	2,000kW未満 (35kV以下の配電線扱い、特別高圧電線路との連系で10,000kW未満も含む)	10,000kW未満 2,000kW以上
連系区分	低圧配電線 100/200V	高圧配電線 6,600V	特別高圧電線路 7kV以上
保護装置	過電圧(OVR) 不足電圧(UVR) 周波数上昇(OFR) 周波数低下(UFR)	同左	同左
単独運転 (検出方法)	能動、受動式	地絡過電圧継電器(OVGR)	同左
力率	逆潮流有	禁止	逆潮流有 (但し、周波数継電器 or 転送遮断装置による品質保護必要) 禁止 (周波数継電器 or 逆電力継電器)
	逆潮流無	同左	逆潮流無
自動負荷制限	発電設備力率が95%以上	原則として受電点力率が85%以上、かつ進み力率とならない。 ・電圧上昇を防止する上でやむを得ない場合は、力率を80%まで制御可能。 ・小出力のインバータを用いる場合又は、一般住宅のように受電点力率が適正と想定される場合は、発電設備力率を無効電力で制御する時には、85%以上、制御しない時は95%以上	原則として受電点力率が85%以上、かつ進み力率とならない。 発電設備等の脱落時に連系された電線路や変圧器等が過負荷となるおそれがある時は、自動制限対策を行う。
常時電圧変動対策	逆潮流により低圧需要家の適正値を逸脱するおそれがあるときは、進相無効電力制御機能又は出力制御機能を用いて自動的に電圧を調整する対策を行う。 (ただし、小出力インバータについては本機能省略可能)	一般配電線との連系であって、発電設備の脱落等により低圧需要家の電圧が適正値を逸脱するおそれがあるときは、自動的に負荷を制限でききない場合は配電線の増強又は専用線による連系	発電設備脱落時でも電圧管理基準範囲(公称電圧±10%)を逸脱しない設備容量を確保する。 逆潮流により電圧管理基準範囲を逸脱するおそれがあるときは、進相無効電力制御機能又は出力制御機能を装備する。
	上記により対応不可の時は、配電線増強等の対策を行う。	逆潮流により低圧需要家の適正値を逸脱するおそれがあるときは、進相無効電力制御機能又は出力制御機能を用いて自動的に電圧を調整する対策を行う。	同左とする。
瞬時電圧変動対策	瞬時電圧低下時間が安定時間以内は解列せず、運転継続または自動復帰できるシステムとする。	連系された系統以外の事故等の場合は解列されないようにする。 解列された場合は、逆電力継電器、不足電圧継電器等により短い時間かつ過渡的な電圧変動による当該発電設備等の不要な遮断(単独運転以外の遮断)を回避できる時間で行う。	保護継電器整定値(時限含む)は可変とする。 系統以外での事故で解列されないようSTELCO側で定めた整定値とする。
連絡体制	系統間電気事業者の営業所又は給電所又は携帯電話等)を設置。 一般加入電話又は携帯電話等)を設置。	系統間電気事業者の営業所又は給電所又は携帯電話等)を設置。 一般加入電話又は携帯電話等)を設置。	調査の結果、保安通信用電話設備等の通信設備は不要。 オンライン計測等に関しては、系統運用上のニーズに応じて個別検討。

出所：資源エネルギー庁資料を元に調査団作成

## 8.4 連系 PV システム導入のための中長期計画

連系 PV システムの導入と、中長期的な普及促進のためには、他のドナーを含めて関係する機関・組織が一つのロードマップ（図 8.4-1 参照）を定めて、それぞれの役割分担を明確にすることが先決である。本調査では 2020 年を目標年度とし、今後 10 年間で第 1 フェーズ（2010 年～2015 年）と第 2 フェーズ（2016 年～2020 年）に分け、それぞれのフェーズで必要となる、連系 PV システム普及促進のための中長期計画について、以下の通り提案する。なお、連系 PV システム導入に関連した組織・人材のキャパシティ・アセスメントを踏まえた、人材育成の方向性については、8.6 項で検討する。



出所：調査団による

図 8.4- 1 連系 PV システム普及に向けたロードマップ（案）

### (1) 第 1 フェーズ：基盤整備（2010 年～2015 年）

本調査完了直後の第 1 フェーズでは、本調査にて計画・設計されたパイロット・プロジェクトの成果を利用して、できるだけ早い段階で国内に実機の連系 PV システムを導入し、運用を開始することで、普及促進に向けた施策や、人材育成・技術移転の成果を活用していくことが望まれる。また、パイロット・プロジェクトの実施により得られる実施設計・入札・施工監理時点のノウハウや、運用データを蓄積・評価することで、第 2 フェーズで想定される民間企業や一般家庭による連系 PV システムの導入に対し、適切に対応できるよう準備しておくことも重要である。この段階では、民間企業や一般家庭による連系 PV 導入は時期尚早であり、STELCO が導入主体となって、マレ島内の各省庁建物や学校・病院等の公共施設を中心に連系 PV システムの導入を進め、これにより PV システムの導入効果について国民各層に幅広く啓蒙普及を

図る。また、STELCO が連系 PV システム導入を進める過程で、将来の民間セクター主導による導入促進の中核となるべき事業者や、PV 機器の販売・設置工事業者の育成を行うことも踏まえた行動が必要である。

## 1) 法規制・ガイドライン整備

第 2 フェーズで想定される、民間企業及び一般家庭による連系 PV システム導入を促進するためには、電力供給信頼度・品質の確保や公衆保安、電気工事作業員の安全確保の観点から、第 1 フェーズ期間中に政府による規制・ガイドラインを以下の通り整備する必要がある。

### ① 既存の電力供給規制の改訂

「モ」国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）“Law governing public services”」である。同法では、第 2 条において公共サービスの対象を、電力、電話、上下道、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モルディブエネルギー庁（MEA: Maldives Energy Authority）が定めた「マレ及びその他環礁地域における公共の電力供給に関する規則 “Regulations on public supply of electricity in Male’ and outer Atolls (1993)”」に定められている。同規則第 1 条によると、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。同規則では、電気事業者の発電設備、配電設備について遵守すべき基本的な技術的事項を規定しているが、発電設備については、ディーゼル発電所を前提とした内容となっている。このため、STELCO 以外の発電事業者が連系 PV システムを導入するケースも想定し、PV 機器の品質管理の観点から必要最低限の基準について規定する必要がある。

### ② 系統連系ガイドライン

第 2 フェーズ以降では、民間企業や一般需要家により連系 PV システムが導入されるため、系統連系に要する技術要件を定め、PV システムの設置者及び電気事業者である STELCO の間で、公平な技術協議ができるようにガイドラインを定める必要がある。日本における「系統連系技術要件ガイドライン」は、昭和 61 年に公表されて以来、技術開発動向や電気事業法改正などを踏まえ、数次にわたる改訂が行われており、平成 16 年には従来のガイドラインが「電気設備の技術基準の解釈」と「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」として整理された経緯がある。このため、「モ」国においてもガイドラインは導入当初からの環境変化等を踏まえて、第 2 フェーズ以降で改訂が必要となることが想定される。

### ③ PV 機器並びに設置工事に関する技術基準

太陽光発電機器に関する国際規格としては、IEC（国際電気標準会議）が広く適用されているが、我が国ではむしろ JIS 規格による設計が一般的であり、現在 IEC の Technical Committee (TC) 82（太陽光発電システム）が中心となって各国の適用規格を調査し、IEC 規格への整合化が図られている段階である。「モ」国では、システム導入可能容量が比較的限られていることから、国内で新規に規格を立ち上げることは現実的ではない。むしろ、IEC 等国際規格を適用し、竣工時などの製品検査体制を確立することで、国内市場に品質の低い製品が出回らないよう、PV 関連製品の品質管理を徹底することが重要である。PV 関連製品の検査を実

施する機関としては、既存のマレ島 STELCO ワークショップが最適であるが、予め適用規格を MEA でオーソライズし、製品検査のためのマニュアルを整備しておく必要がある。加えて、連系 PV システムを購入する場合には、PV モジュールやパワーコンディショナを単品で調達するのではなく、システム全体として調達・据付・試験調整まで一貫して担当できるメーカーを選定することで、新興国メーカーの粗悪品が国内市場に入らないように留意する。

## 2) 普及促進政策・制度整備

第 1 フェーズでは、STELCO がパイロットプロジェクトの経験を活用しながら、技術的フィージビリティ・スタディ調査にて提案された計画に従い、2015 年までの PV 設置容量を達成することが目標となる。このため、MHTE（もしくは MEA）では、パイロットプロジェクトにより設置された連系 PV システムの発電電力量収益を活用した「プール制度」を設立し、連系 PV システム導入に必要な初期投資への補助金を提供することで、計画的な導入を図るものとする。初期投資を軽減するためのその他の財源としては、PV 関連製品に対する優遇税制の適用、環境課税もしくは炭素税の導入、再生可能エネルギー基金の設立、電気料金体系の改訂などが想定される<sup>4</sup>。第 2 フェーズで導入が予定されている、民間企業や一般家庭による連系 PV システムの導入に際しては、余剰電力買取制度により導入促進を図る計画であるが、同制度の運用に必要となる余剰電力買取単価の設定、計量・検針方法についての検討を開始する必要がある。

## (2) 第 2 フェーズ：確立・普及（2016 年～2020 年）

### 1) 法規制・ガイドライン整備

第 1 フェーズにて整備された連系 PV システム導入のための法規制・ガイドラインを、第 2 フェーズでは実際の運用実績に基づき修正・改訂していくことで、より実態に則した規制体系を構築することが重要である。このため、定期的（半年に 1 回程度）に、MHTE、MEA、STELCO、連系 PV システムの設置者により意見交換会を開催し、現状の法規制・ガイドライン運用上の課題、将来の大規模な導入に際して想定される課題を検討し、必要な改善を図る。同検討は MEA が中心となって活動することが想定されるが、MEA の現状の組織・個人のキャパシティでは対応が困難であるため、我が国を含むドナーによる技術協力、外国人コンサルタントの活用なども検討する必要がある。

日本では、新エネルギー関連施策として「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法（新エネ法）」や「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法（RPS 法）」が施行されており、新エネルギー利用を総合的に推進するための政府としての基本方針を示している。アジア地域では、2008 年 12 月 16 日にフィリピンで「再生可能エネルギー法（Renewable Energy Act of 2008, R.A.9315）」が成立し、国家再生可能エネルギー局の設置と、免税措置の提供による再生可能エネルギーの導入拡大が国家政策として進められている。「モ」国では、左記のような法制度が存在せず、連系 PV システムを含む再生可能エネルギーを導入するための法的な数値目標、目標を達成できなかった場合の規定、関係組織の役割分担などが整備されていない状況である。また、将来の大規模な投資を呼び込むためには、所得税、間接税などの優遇税制につ

<sup>4</sup> 普及促進政策に関する詳細については、「8.2 普及促進政策・制度（インセンティブ措置）」を参照のこと。

いても導入を検討する必要があり、この場合法律による手当てが不可欠となる。ただし、「モ」国では 2020 年までの連系 PV 導入可能容量がマレ島、フルマレ島で 13.49MW と限られているため、第 1 フェーズの普及速度を勘案しながら、再生可能エネルギー利用法に基づくより拘束力の強い普及促進制度の必要性について、再検討することが現実的である。

## 2) 普及促進政策・制度整備

8.2 項で述べた通り、調査団では第 2 フェーズでは STELCO が主体となった計画的な導入と合わせて、民間企業並びに一般市民を想定した。連系 PV システム導入促進のための政策・制度として余剰電力買取制度を提案している。同制度の適用に際しては、一般需要家が実際に導入する PV システムの規模を定期的にモニタリングしながら、場合によっては余剰電力購入単価の調整が必要となる。本調査では、2020 年に導入可能量を達成すべく、各年次の PV 導入目標量を設定しているが、政府の最新の再生可能エネルギー政策と、実際の導入容量を踏まえ、これら導入目標年次、導入容量を更新することも必要である。合わせて、「モ」国では再生可能エネルギーを含むエネルギー供給のマスタープランが存在しないため、第 1 フェーズでの連系 PV システムのマレ首都圏での普及を踏まえ、中長期的には地方環礁島を含む、全国レベルでのマスタープラン策定について検討することが望ましい。また、観光・芸術・文化省、モルディブ観光業協会 (MATI: Maldives Association of Tourism Industry)、リゾート島の所有者等を含めて、太陽光発電システム並びに DSM を広く啓蒙普及していくことが将来的な課題となる。

## 8.5 連系 PV システム導入のための行動計画

本節では、連系 PV システム導入に関わる主体である住宅・交通・環境省 (Ministry of Housing, Transport and Environment : MHTE)、モルディブエネルギー庁 (MEA : Maldives Energy Authority)、モルディブ電力公社 (STELCO : State Electric Company Limited) が、8.4 項に示した中長期計画を実施するための行動計画を示す。「モ」国では、過去にもドナーの支援等により PV システムが導入されているが、現状では政策立案を担当すべき MHTE がシステムの維持管理状況のフォロー、トラブルシューティングなどを行っており、上記 3 主体の組織としての役割分担が不明確な状況である。このため、調査団では連系 PV システム普及のために各主体にて要求される行動計画を表 8.5-1 に示すとおり作成し、各組織と個別に協議の結果合意を得ている。

同表に示すとおり、エネルギー行政の監督官庁である MHTE は、連系 PV システム導入のための普及促進政策の立案・実施を担当し、同政策を受けて必要な規制、ガイドライン、技術基準等を MEA にて策定・運用する。電気事業者である STELCO は、将来的な連系 PV システムの導入を勘案した需給計画を策定し、システムの計画・設計、運営維持管理を担当することが望まれる。このように、連系 PV システム導入に際しては、各組織の役割分担を明確にし、上流側である計画主体 (MHTE) から中立的な監視主体 (MEA)、更に実施主体 (STELCO) へと一連の業務フローを確立する必要がある。

表 8.5-1 連系 PV システム普及のための行動計画

	MHTE	MEA	STELCO
組織として 求められる役割 <sup>(注)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ エネルギー・電力政策の策定と実施</li> <li>➤ 中長期開発計画と開発目標の設定</li> <li>➤ 多国籍機関、ドナーとの協調</li> <li>➤ <b>太陽光発電導入のための普及促進政策の立案と実施</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ (MHTE が策定した政策を実施するための) エネルギー・電力供給に係る規制の策定と実施</li> <li>➤ 発電・小売電気事業者に対する許認可</li> <li>➤ 連系 PV 設置申請に対する承認</li> <li>➤ エネルギー統計の集計・管理</li> <li>➤ <b>連系 PV システム導入のための必要な規制・ガイドラインの策定・運用</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ MEA が策定した電力供給規制に従う電力供給</li> <li>➤ <b>連系 PV システムの導入を勘案した需給計画の策定</b></li> <li>➤ <b>MEA が策定した規制・ガイドラインに従い連系 PV システムを設計</b></li> <li>➤ <b>連系 PV システムの運営維持管理</b></li> </ul>
行動 計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 与党 (モルデイズ民主党) のマニフェストを統合した、国家エネルギー政策の完成。</li> <li>➤ 将来の投資資金を貯蓄するプール制度を設立し、パイロット・プロジェクトによる発電電力量から算定される収益を積み立てる。</li> <li>➤ 本調査の提言内容に従い、連系 PV システム導入促進のための支援策 (補助金、余剰電力買取制度) を立案・実施する。</li> <li>➤ パイロット・プロジェクトの実施による民間企業や一般市民への啓蒙普及活動。</li> <li>➤ 本 F/S 内容を更新し、将来の連系 PV 導入計画をアップデートする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ MHTE が策定した連系 PV システム導入促進のための支援策を実施するための法規制・ガイドラインの策定と運用。</li> <li>➤ PV 関連機器の技術基準と設置基準の策定。</li> <li>➤ 連系 PV システム導入にかかる初期投資費用を補填するための電気料金改訂</li> <li>➤ パイロット・プロジェクトにより設置された連系 PV システムの評価・モニタリング。</li> <li>➤ 民間企業や一般需要家からの連系申し込みを想定した、申請・協議手続きや申請書類の準備。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ パイロット・プロジェクトにより設置された連系 PV システムの運用を通じた、運営維持管理能力の向上。</li> <li>➤ 職場外研修制度に連系 PV システムの運営維持管理に関する研修項目を追加する。</li> <li>➤ 連系 PV システム導入を想定した、電力需給計画の整備。</li> <li>➤ 余剰電力買取制度の導入を想定した、計量、料金徴収方法の整備。</li> <li>➤ パイロット・プロジェクトの実施による民間企業や一般市民への啓蒙普及活動。</li> <li>➤ 民間企業や一般需要家からの連系申し込みに対する連系可否判断手法の整備。</li> </ul>
中期	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 財務省による再生可能エネルギー基金 (仮称) 設立支援。</li> <li>➤ 連系 PV システム、独立型 PV システムを統合した、国家エネルギーマスタープランの策定。</li> <li>➤ 地方環礁島を対象とした、連系 PV システム導入促進のための支援策を立案・実施する。</li> <li>➤ 観光・芸術・文化省との協力により、リゾート島への太陽光発電、DSM 導入促進を図る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地方環礁島やリゾート島に PV システムを導入するための法規制の準備。</li> <li>➤ PV 関連機器や設置工事に関する認証制度の設立。</li> <li>➤ 余剰電力買取価格制度のための料金体系、計量、料金徴収システムの許認可の実施。</li> <li>➤ 地方環礁島に設置された PV システムのモニタリング体制の整備 (例、連絡事務所、代理人等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 民間企業や工事業者に対する連系 PV システムプロジェクトでの設計能力向上のためのセミナー開催。</li> <li>➤ 余剰電力買取価格制度のための買取価格設定、計量、料金徴収システムの実施。</li> </ul>
中長期			

(注) 連系 PV システムの導入に際して必要となる役割を太字にて示した。

出所：調査団にて作成

## 8.6 人材育成計画

### 8.6.1 カウンターパート機関等のキャパシティ・アセスメント

#### (1) 個人レベルのキャパシティ

住宅・交通・環境省（MHTE）でエネルギー行政を担当しているエネルギー・持続可能開発課は10名の職員で構成されており、このうち2名が Engineer（Assistant Director の Ahmed Ali 氏（工学修士））である。他8名は普通科高校を卒業している。8名のうち2名については、マレの Technical Institute で1年間勉強し、電気電子工学の修了証を取得しているが、実務で必要となる技術的素養はない。このため、MHTE ではこれら職員を海外留学させ、エネルギー行政、エネルギー経済、エネルギーセキュリティ、再生可能エネルギー等の履修を図りたいとしている。しかしながら、人材育成のための計画、予算はエネルギー課にはなく、一般の政府職員に対して公募される海外留学プログラムに応募し、合格することが必要条件となる。

モルディブエネルギー庁（MEA）は4名の職員で構成されており、うち Engineer は1名のみである。同氏は College of Higher Education で電気・電子工学分野の講師を務めていた職員であり、Engineer としての実務経験は乏しい。

モルディブ電力公社（STELCO）は449名の職員で構成されるが、Professional Engineer として資格を有する電気技術者は20名のみであり、また PV について計画、運用経験のある技術者は2名に過ぎない。この2名のうち1名は UNDP の RETDAP プロジェクトに携わり、他1名は電話会社のディーラーゴ社で勤務していた経験を持つが、いずれも STELCO 社外のリソースを活用した技術の習得となっている。いずれの組織についても、カウンターパートによっては、金・土曜日や就業時間後にも調査団に協力を惜しまない姿勢が感じられ、調査への関心、参加意欲は高く、連系 PV システム導入の必要性は十分認識していると考えられる。しかしながら、幹部職員は日々の業務に追われ、中長期的な展望とインセンティブを持って仕事をするのが難しく、また過去からドナーの支援に依存してきたことから、一般的にプロジェクトに対するオーナーシップは低い。

#### (2) 組織レベルのキャパシティ

組織レベルのキャパシティとは、課題の解決に向け、組織に与えられた、もしくは組織自ら設定した目的を達成するために必要な、物的・人的・知的資源、オーナーシップ、組織管理体制、組織文化である<sup>5</sup>。人的資源について、「モ」国で連系 PV システムを導入するには、MHTE、MEA、STELCO が十分な職員を確保し、これら職員がインセンティブを持って職務を遂行し、組織内部にノウハウを蓄積していくことが重要である。しかしながら、現状では特に MHTE、MEA の職員が頻繁に異動（特に海外留学が多い）し、メーカーによる研修等に参加して得られたスキルも、個人のノウハウに留まっているのが現状である。知的資源管理の体制も不十分であり、書類や電子データの保管方法が個人に委ねられているため、担当者が不在、もしくは人事異動があれば対応できない体制となっている。

MHTE の省内には人事課（Human Resource Section）が存在するものの、人材育成に関する機能としては、各課からのトレーニング（留学）ニーズを集約し、人材・青年・スポーツ省（Ministry of Human Resource, Youth and Sports）に提出しているだけであり、計画的に人材育成を図るため

<sup>5</sup> 「キャパシティ・ディベロップメント（CD）に関する事例分析 省エネルギー分野」



の体制整備が必要である。MEA についても、MHTE と同じく OJT と海外留学プログラムへの応募が人材育成の主体となっており、組織的な体制整備ができていない。

STELCO 社内の人材育成は、①社内・社外専門家による職場外研修（需要家サービス、コンピュータスキル、ケーブル接続、ディーゼル発電設備メンテナンス、総務、語学、財務など）、②シニアスタッフによる OJT、③プロジェクト引渡し時点のコンサルタントやメーカーによる研修、が主な内容である。以前は、海外留学制度により、毎年2～5人がオーストラリア、英国、マレーシア、シンガポール等欧米で学位を取得していたが、STELCO の財務状況が悪化し、2003年に海外留学制度は一時中止されている。STELCO の人事部（Human Resource Department）は6名の職員で構成され、社内各部署から年間の研修ニーズを把握し、研修計画を策定しているが、2009年はSTELCO の財務状況の悪化により、研修予算も削減されている。2008年度に実施された職場外研修内容を表 8.6.1-1 に示す。

表 8.6.1- 1 STELCO による職場外研修（2008年度）

研修形態	研修内容	期間	受講者人数
社内研修	コンピュータ（基礎）	9日	23人
	高・低圧ケーブル接続、端末処理方法	2日	35人
	消火訓練（マレ島、地方環礁島）	7日	本社職員全員
	需要家対応（基礎）	3日	27人
	需要家対応（応用）	4日	30人
	語学（英語）	8ヶ月	21人
社外研修・セミナー他（国内）	イスラム資本市場への招待	1日	3人
	企業改革に対する管理	2日	1人
	国際会計標準	2日	2人
	イスラム債権セミナー	1日	2人
	リーダーの4つの役割	2日	20人
	コンピュータ（応用）	2ヶ月	14人
社外研修（海外）	エネルギー管理（パキスタン）	8日間	1人
	Cummins社 エンジン修理・保守管理（インド）	1ヶ月	10人
	Wartsila社 エンジン修理・保守管理（インド）	19日間	9人
	電力市場開発プログラム（スリランカ）	7日間	1人

出所：STELCO

人材育成・研修のための教材については、需要家サービス、コンピュータスキル、ケーブル接続に関する研修については研修マニュアルが配布されるものの、その他の職場外研修について教材は利用されていない。研修終了時の評価については、社外講師による研修については終了時評価を実施しているプログラムも存在するが、人事部での一貫した研修評価制度は存在しないとのことである。

### (3) 社会・制度レベルのキャパシティ

社会・制度レベルのキャパシティでは、ステークホルダーとして、連系 PV システムの普及初期段階で導入が想定される公共施設（学校、スタジアム、病院等）を管轄する省庁、更に法制度や連系 PV システム導入メカニズムに関するキャパシティを確認した。

## 1) 省庁

今回の調査でポテンシャルサイトとして確認できた公共施設の所有者は以下の通りとなる。

- ✓ 政府庁舎など：財務省 (Ministry of Finance and Treasury)
- ✓ 病院：厚生家族省 (Ministry of Health and Family)
- ✓ 学校：教育省 (Ministry of Education)
- ✓ Social Center, National Stadium：人材・青年・スポーツ省 (Ministry of Human Resources, Youth and Sports)

上記省庁に表敬訪問し、またセミナーの場で本調査内容について説明し、協力を依頼したところ、連系 PV システム導入に強い関心を示し、サイト調査にも協力的に対応して頂くことができた。上記省庁は、日本のごとく気候変動や地球環境問題に組織的に対応する体制とはなっていないが、これは人口 30 万人の「モ」国に求めるべきキャパシティではない。連系 PV システムの導入を進めるためには、まず上記省庁を巻き込んだ組織的な啓発活動が必要となる。

## 2) 法制度・メカニズム

太陽光発電を含む再生可能エネルギーの導入を促進するための法制度については、関連する Law もしくは Act (日本の新エネ法や RPS 法に対応) が不在の状況であり、MHTE では早急に法制化が必要と認識している。

### 8.6.2 人材育成の方向性

本節では、前節のキャパシティ・アセスメント結果を踏まえた、人材育成のための方向性を検討する。個人レベルについては、本調査期間中は連系 PV システム導入のための計画・設計能力を中心に能力向上を図っているが、今後はパイロット・プロジェクトの実施を通じて、STELCO 技術者を中心に、連系 PV システムの据付工事監理、運営維持管理手法を習得していくことが期待される。組織レベルのキャパシティとしては、STELCO の場合には、既存の職場外研修プログラムに、社外専門家 (海外メーカー、電力会社) による連系 PV システムの計画・設計・運営維持管理についての研修プログラムを追加することで、一定の能力強化が可能である。MHTE 並びに MEA の場合には、従来型のエネルギー供給を含めて、組織としてのミッション・ステートメントと業務分掌を確立し、その上で再生可能エネルギーや、連系 PV システムを導入するための人材育成の方向性について検討する必要がある (8.4 項参照)。社会・制度レベルについては、本調査完了後に再生可能エネルギー法 (仮称)、系統連系に関する規制・ガイドラインを導入するための準備を進めていく必要がある。

表 8.6.2-1 人材育成の方向性（案）

	個人	組織	社会・制度
<b>①キャパシティ・アセスメント</b>			
現状の課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・連系PVシステムを導入した実務経験がないため、新規導入に際してシステムの計画・設計ができない。</li> <li>・既設の連系PVシステムが故障した場合に対応すべき方法がわからない。</li> <li>・職員個人の責任感・使命感は高いが、日々の業務に追われ中長期的な展望がない。</li> <li>・過去からドナーの支援に依存しており、プロジェクトに対するオーナーシップが低い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・技術職員の研修制度が存在しない。</li> <li>・再生可能エネルギーやPVIに関する知識を備えたEngineerクラスの職員が不足している。</li> <li>・海外留学や転職により職員が組織に定着しにくい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再生可能エネルギー導入のためのActが存在しない。</li> <li>・現行のRegulationはディーゼルエンジン発電機のみを対象としており、PVIに関するRegulationは存在しない。</li> <li>・日本の系統連系規程に類する基準が存在しない。</li> </ul>
課題解決に必要なキャパシティ(短期)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・連系PVシステムの計画・設計能力</li> <li>・連系PVシステムの保守・運用能力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各組織の役割分担を見直し、現状の体制で実施できる職務分掌を認識する。</li> <li>・職員が組織で働き続けるインセンティブを付与し、組織内での知識・スキルの蓄積を図る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・分散型電源の系統連系に必要な技術的課題の解決</li> </ul>
課題解決に必要なキャパシティ(中長期)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・強いインセンティブ、オーナーシップを持って業務を遂行する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・技術職員の研修制度を設立する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再生可能エネルギーActを導入する。</li> <li>・現行のRegulationを改正し、PVIに関するRegulationを含める。</li> </ul>
<b>②開発調査による課題解決</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・F/S共同作業による連系PVシステムの計画能力、及び計画に対するオーナーシップの向上。</li> <li>・パイロットプロジェクトの設計を通じた詳細設計能力の向上</li> <li>・既存PVシステムを活用した、運営維持管理手法の移転。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・連系PVシステム導入のために必要な、各組織の役割分担・体制の提言。</li> <li>・カウンターパート研修を活用した、組織内での知識・スキルの展開。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・分散型電源の系統連系に必要な技術的課題への対応に係る提言。</li> </ul>
<b>③開発調査終了後の課題解決</b>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・パイロットプロジェクトの実施を通じた、連系PVシステムの据付工事監理、運営維持管理手法の習得。</li> <li>・組織内のOJT、自己啓発による連系PVシステム技術の習得。</li> <li>・自己啓発を促すためのインセンティブの付与（職場内登用、表彰など）や、必要な教材・図書等の情報提供。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・社内もしくはPV関連メーカーの講師による、技術職員の研修制度を設立する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再生可能エネルギーActを導入する。</li> <li>・現行のRegulationを改正し、PVIに関するRegulationを含める。</li> </ul>

出所：調査団作成

### 8.6.3 人材育成計画

人材育成には3つの大きな柱がある。それは、①日常の業務を通じて習得する「OJT」、②研修機関などで集中的に学ぶ職場外研修（組織内部研修、外部研修、教育機関、海外研修）、つまり「Off-JT」、そして自ら学ぶ「自己啓発」である。3者は密接に相互関連するもので、人材育成にはこれら3者が組み合わせられることが望ましい。

「モ」国の場合には、現状では連系PVシステム導入に関する経験者は皆無に等しく、上記①のOJTによる業務習得は困難である。他方、従来型の発電・配電設備の保守・運用技術については、大部分がOJTにより職場内で伝達されていることから、連系PVシステムについても、本調査期間中にOJTを推進できる職場内の講師となりうる候補者を選定し、連系PV導入のための技術的F/S調査、詳細設計を共同作業にて行い、表8.6.3-1の通り技術移転を図っている。また、日本でのカウンターパート研修には、MHTE、MEA、STELCOの各組織から主要カウンターパートが参加し、日本の再生可能エネルギー政策、太陽光発電導入支援方策、連系PVシステムの計画・設計手法を技術移転しており、今後は各組織内で知識・スキルを水平展開することが可能である。

表 8.6.3-1 本調査期間中に実施した技術移転の内容（カウンターパート研修を含む）

分類	内容	対象者
エネルギー・ 電気事業一般	日本の電気事業体制	MHTE、MEA
	日本、その他先進国の再生可能エネルギー導入 政策・制度	MHTE、MEA
	太陽光発電導入のための政策的措置・制度導入の考 え方	MHTE、MEA
	CDM 事業計画のための課題と対応策	MHTE、MEA
太陽光発電一般	太陽光発電システムの種類と特徴	MHTE、MEA、STELCO
	太陽光発電の関連法制度	MHTE、MEA
	太陽光発電導入による環境社会配慮	MHTE、MEA
	太陽光発電の経済性評価	MHTE、MEA
	太陽光発電システム特性測定	STELCO
	日射量データの測定・利用方法	MHTE、MEA、STELCO
	日射障害の測定手法	STELCO
	太陽光発電パネルの配置計画手法	STELCO
	太陽光発電技術の研究開発	MHTE、MEA、STELCO
系統連系型 太陽光発電	系統連系型太陽光発電システムの構成機器と役割	MHTE、MEA、STELCO
	系統連系の課題と技術検討事項	MHTE、MEA、STELCO
	系統連系点電源品質の測定方法	STELCO
	連系 PV システム導入のためのサイト選定手法	MHTE、MEA、STELCO
	連系 PV システム導入のための詳細設計手法	STELCO
	連系 PV システムの運営維持管理手法	STELCO

出所：調査団作成

本調査完了後には、上記技術移転内容を踏まえ、表 8.6.3-2 に示す項目の技術移転が必要である。しかしながら、MHTE、MEA、STELCO では、上記の内容について技術移転可能な講師（トレーナー）の候補となる人材が不足しており、まずは人材育成の核となる講師の育成、つまりトレーナーズ・トレーニングが必要である。具体的な方法としては、Off-JT による職場外研修が効果的であり、海外の省庁担当者、電力会社、太陽光発電メーカーなどから外部講師を定期的に招いて、実機を利用しながら技術移転することが現実的である。Off-JT と併せて、自己啓発を促すための職員へのインセンティブの付与（職場内登用、表彰など）や、必要な教材・マニュアル等の情報提供についても、将来的に検討していく必要がある。なお、調査団では添付資料-6 に示すとおり、連系 PV システム設計のためのマニュアルを作成し、主要カウンターパートに対して説明会を開催している。今後、「モ」国側ではこれら資料を参考とし、各組織の技術水準・実情を踏まえ、独自の教材・マニュアルを開発していくことが望ましい。

表 8.6.3- 2 今後必要とされる技術移転の内容

分類	内容	対象者
太陽光発電システム基礎知識	太陽光発電システムの種類と特徴	MHTE、MEA、STELCO
	太陽光発電システム構成機器の役割、動作原理	MHTE、MEA、STELCO
	太陽光発電パネルの特性（日射・温度特性、I-V 特性）	MHTE、MEA、STELCO
	日射量データの測定・利用方法	MHTE、MEA、STELCO
	太陽光発電システムの経済性	MHTE、MEA、STELCO
系統連系型太陽光発電システム設計	システム設置場所の調査手法	MHTE、MEA、STELCO
	太陽光発電モジュールの選定、配列検討方法	MHTE、MEA、STELCO
	設置容量計算、仕様検討方法	MHTE、MEA、STELCO
	架台設計手法	MHTE、MEA、STELCO
	可能発電電力量推定手法	MHTE、MEA、STELCO
	設計ソフト(HOMER, RETScreen 等の利用方法)	MHTE、MEA、STELCO
系統連系型太陽光発電システム運用保守	システムの機能と運用方法	STELCO
	システムの日常点検・定期点検	STELCO
	システムメンテナンス	STELCO
	トラブルシューティング	STELCO
太陽光発電関連法制度	太陽光発電導入のための法規制	MHTE、MEA
	太陽光発電普及のための法制度	MHTE、MEA
	系統連系ガイドラインの要件	MHTE、MEA、STELCO
	太陽光発電の経済性検討手法	MHTE、MEA、STELCO
	太陽光発電機器標準規格	MHTE、MEA、STELCO
DSM/省エネ	DSM 促進施策	MHTE、MEA、STELCO
	省エネ促進施策	MHTE、MEA、STELCO
	SSM の考え方	MHTE、MEA、STELCO

出所：調査団作成

#### 8.6.4 教育機関との連携

連系 PV システムの計画・設計・維持管理に関する人材育成のオプションとして、「モ」国では Off-JT による教育機関との連携が有望である。中でも、マレ市の工業技術専門学校（Faculty of Engineering Technology : FET）は、約 400 名の学生（うち電気・電子系で約 80 名）を擁し、教員はパートタイムを含めると約 50 名が勤務しており、講義のみならず実験・実習に必要な機材もある程度整備されている。



図 8.6.4- 1 工業技術専門学校（FET）の実習機材

FET では、UNDP の支援による「再生可能エネルギー技術開発及び応用プロジェクト (Renewable Energy Technology Development and Application Project : RETDAP)」の一環として、太陽光発電を含む再生可能エネルギーの計画・設計・運用に関する教育講座「再生可能エネルギーシステムと維持管理 (Renewable Energy Systems and Maintenance)」の開講を準備している。第2章2.3項で述べたとおり、RETDAP による事業者へのローンスキームへの申し込み状況が芳しくないことから、UNDP では啓蒙普及活動の一環として、FET の施設・人材を活用した講座の開催を計画している。同講座概要(案)は表 8.6.4-1 の通りであり、講義と実習により構成され、15 週間 (1 学期) の出席で単位が習得できる。

表 8.6.4-1 「再生可能エネルギーシステムと維持管理」 講座の概要 (案)

講座内容	時 間
1. 電気エネルギー	
1.1 電気エネルギーの理論	3
1.1.1 エネルギーとは	
1.1.2 エネルギーの形態	
1.1.3 エネルギー保存則	
1.1.4 エネルギー効率	
1.1.5 エネルギー資源	
1.2 非再生可能エネルギー	3
1.2.1 石油	
1.2.2 天然ガス	
1.2.3 石炭	
1.2.4 ウラン	
1.3 再生可能エネルギー	3
1.3.1 太陽光	
1.3.2 風力	
1.3.3 地熱	
1.3.4 バイオマス	
1.3.5 水力	
2. 太陽光発電システムの設計・工事	
2.1 基礎的理論	3
2.1.1 電圧、電流、電力	
2.1.2 光電効果	
2.1.3 PV モジュール	
2.1.4 エネルギー貯蔵	
2.1.5 電力制御・変換	
2.1.6 独立型太陽光発電システムの運用	
2.2 適用性	3
2.2.1 エネルギー需要	
2.2.2 その他発電資源	
2.2.3 太陽エネルギー資源	
2.3 システム・コンポーネント	
2.3.1 PV モジュール	
2.3.2 バッテリー	
2.3.3 チャージ・コントローラー	
2.3.4 インバータ	
2.4 設計	3
2.4.1 設計工程	
2.4.2 事前想定	
2.4.3 現場調査	
2.4.4 システム容量の決定	
2.4.5 システム・コンポーネントの選定	
2.4.6 ケーブル工事	
2.5 据付工事と運転	3
2.5.1 安全	
2.5.2 太陽光発電アレイ	
2.5.3 バッテリー	
2.5.4 制御機器	
2.5.5 運転開始	
2.6 運営維持管理	
フィールド実習 (ファーフ環礁、ヌーヌ環礁)	3

3. 風力発電システム	
3.1 風力エネルギーの導入	3
3.1.1 風力エネルギーの歴史	
3.1.2 現状と将来展望	
3.2 風力発電機	3
3.2.1 タワー	
3.2.2 回転子	
3.2.3 変速装置	
3.2.4 電力制御	
3.2.5 安全ブレーキ	
3.2.6 誘導発電機	
3.2.7 同期発電機	
3.2.8 固定・可変速運転	
3.2.9 系統連系	
4. インバータと周辺装置	
4.1 チャージ・コントローラーとバッテリー	3
4.2 インバータ	
4.3 ハイブリッド・システムと系統連系システム	3
4.4 ネット・メータリング	
5. 保護と安全	
5.1 雷とサージ保護	3

出所：工業技術専門学校（Faculty of Engineering Technology：FET）

FET では、上記講座を開講するため、学内のみならず学外からも広く指導者を受け入れる予定である。更に講座の内容をより実践的な内容とするためには、一部の講義を MHTE、MEA もしくは STELCO の担当者が受け持つことが重要である。副次的な効果として、FET では卒業生が MHTE や STELCO にも就職しており、同講座を履修することにより、就職前に再生可能エネルギーについての基礎的知識を習得することが可能となる。同講座に加えて、将来的には MHTE、MEA や STELCO 職員のみを対象としたより実務的な訓練コース（2 週間程度）を開講することができれば、本調査カウンターパートの継続的な Off-JT のための重要な拠点となる。更には、スリランカ国やインド国など、近隣第三国の工科大学、専門学校との連携による、再生可能エネルギー関連講座の提供可能性についても、検討の余地があろう。

## 添付資料



添付資料 1 調査団員氏名、所属

氏 名	担 当 業 務	現 職
小 川 忠 之	総括／太陽光発電普及政策／ CDM／環境社会配慮	八千代エンジニアリング株式会社
土 居 史 和	系統連系太陽光発電システム	四国電力株式会社
藤 澤 慶 哲	系統連系法制度／DSM	四国電力株式会社
車 田 輝 雄	建築設計・積算	八千代エンジニアリング株式会社
下 村 明 弘	経済財務分析	八千代エンジニアリング株式会社
近 藤 智 則	機材計画／詳細設計	八千代エンジニアリング株式会社
橘 宣 明	業務調整 1 (第 1 次現地調査)	八千代エンジニアリング株式会社
関 な つ き	業務調整 2 (第 3 次現地調査)	八千代エンジニアリング株式会社
阿 部 真	業務調整 3／配電計画 (第 2 次現地調査)	八千代エンジニアリング株式会社

## 添付資料 2 相手国関係者リスト

### 大統領府

#### President Office

Mr. Ahmed Nasheed	Utility Development Advisor
Mr. Ibrahim Haleem	Assistant Director
Mr. Ahmed Mausoom	Finance Secretary

### 財務省

#### Ministry of Finance and Treasury

Mr. Ali Hashim	Minister
Mr. Ahmed As-Ad	Minister of State
Mr. Hamdhy Ageel	Executive Director
Mr. Ismail Shafeeq	Permanent Secretary
Ms. Aminath Nashia	Director, External Resources Management Division
Ms. Fathimath Rasha	Assistant Programme Officer
Mr. Mohamed Ifah	Officer, External Resources Management Division
Mr. Ahmed Mush-hid Rasheed	Desk Officer, External Resources Management Division

### 外務省

#### Ministry of Foreign Affairs

Dr. Hussain Niyaz	Executive Director
Ms. Farzana Zahir	Director
Mr. Mohamad Shujao	Desk Officer, Economic & Development Dept.

### 住宅・交通・環境省

#### Ministry of Housing, Transportation and Environment

Mr. Mohamed Aslam	Minister
Dr. Mohamed Shareef	Deputy Minister
Mr. Akaram Kamaludeen	Deputy Minister
Mr. Ahmed Saleem	Permanent Secretary
Mr. Ahmed Rasheed	Executive Director, Acting Permanent Secretary
Mr. Amjad Abdulla	Director General
Mr. Ahmed Ali	Assistant Director
Mr. Amir Hassan	Assistant Director
Mr. Khalid Sulaiman	Project Manager
Mr. Shifaz Ali	Senior Engineer
Mr. Mohamed Fazeeh	Electrician
Mr. Ibrahim Naufal	Engineer
Mr. Mohamed Inaz Rasheed	Assistant Project Officer
Mr. Zammath Khaleel	Environment Analyst
Ms. Fathimath Raufa Moosa	Assistant Engineer

国家計画局

**Department of National Planning**

Mr. Mohamed Imad

Asst. Executive Director

教育省

**Ministry of Education**

Mr. Ahmed Shafeeu

Director General

Mr. Mohamed Yoosuf

Director

観光・芸術・文化省

**Ministry of Tourism, Arts & Culture**

Mr. Ahmed Salih

Permanent Secretary

人的資源・青少年・スポーツ省

**Ministry of Human Resources, Youth and Sports**

Mr. Ali Zaki Ahmed

Deputy Director General

民間航空・通信省

**Ministry of Civil Aviation & Communication**

Mr. Mahmood Razee

Minister

Mr. Aminath Solih

Director General

モルディブエネルギー庁

**Maldives Energy Authority**

Mr. Abdulla Wahid

Director General

Mr. Muawiyath Shareef

Director

環境保護局

**Environmental Protection Agency**

Mr. Mohamed Zahair

Director General

気象庁

**Maldives Energy Authority**

Mr. Abdul Muhusin Ramiz

Director

Ms. Aishafu Shimana

マレ市

**Male municipality**

Mr. Adam Manik

Chairman

Mr. Ismail Zahir

Director General

Mr. Ahmed Haleem

Deputy Director

Mr. Ishaq Ahmed

Director

Mr. Adam Shakim

Deputy Director General

モルディブ電力公社

**State Electric Company Limited**

Mr. Mohamed Rasheed	Chief Executive Officer
Dr. Zaid Mohamed	Managing Director
Mr. Ali Azwar	Deputy Managing Director
Mr. Mohamed Latheef	Director
Mr. Ahmed Niyaz	Director
Mr. Ali Niyaz	Senior Supervisor
Mr. Ahmed Shafeeu	Senior Engineer
Mr. Amjad Mohamed	Administration Supervision
Mr. Aboobakuru Mohamed	Deputy Director
Mr. Azzam Ibrahim	Senior Engineer
Mr. Ibrahim Athif	Senior Engineer
Mr. Ibrahim Nizam	Electrical Engineer
Mr. Mohamed Shahid	Asst. Engineer
Mr. Ibrahim Nashid	Assistant Engineer
Mr. Ahmed Marsoom	Assistant Engineer
Ms. Emas Ahmed	Finance & Accounting Dept.

**フルマレ開発公社****Huluhumale Development Corporation**

Mr. Mahjoob Shujau	Managing Director
Mr. Ahmed Azleem Ibrahim	Planning Engineer

**モルディブ大学教育学部****Faculty of Education Maldives College of Higher Education**

Mr. Fathimath Mohamed	Director
-----------------------	----------

**タージディーン校****Thaajidheen School**

Mr. Thoha Saleem	Principal
Mr. Mohamed Shereef	Cash

**モルディブ社会教育センター****Maldives Center for Social Education**

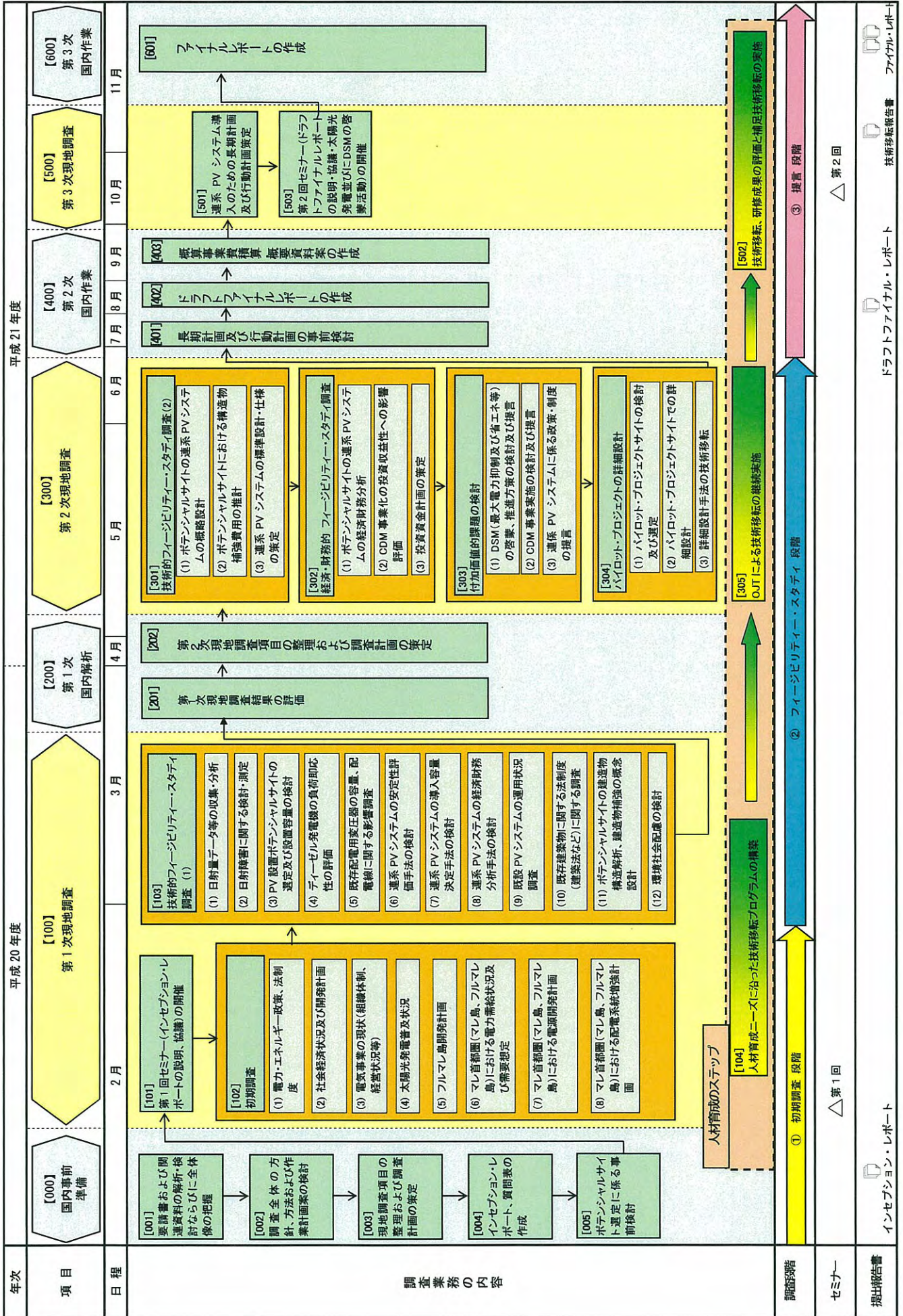
Ms. Fathimath Ismail	Director
Mr. Ali Saleem	Deputy Principal

**カラファーンヌ校****Kalaafaanu School**

Mr. Naazleem Wafir	Assistant Principal
--------------------	---------------------

**ヒリヤ校****Hiriya School(New Secondary School for Girls)**

Mr. Ali Nazim	Principal
ディラーク社 Dhiraagu	
Mr. Moosa Ahmed Manik	Manager Power & Infrastructure
Mr. Mohamed Shafiu	Engineering Power Generation
マレ上下水道株式会社 Male' Water & Sewerage Company Pvt. Ltd.	
Mr. Ahmed Mujthaba	Manager
CDE株式会社 CDE Pvt. Ltd	
Dr. Simad Saeed	Managing Director
ジェダー・アーキテクチャー株式会社 Gedor Architecture Pvt. Ltd	
Mr. Thoriq Ibrahim	Director
MITTS エンタープライズ株式会社 MITTS Enterprises Pvt. Ltd	
Mr. Ali Shareef	Manager
インディラガンジーメモリアル病院 Indira Gandhi Memorial Hospital (IGMS)	
Mr. Mohamed Saeed	Deputy Director
在スリランカ日本国大使館 Embassy of Japan, Sri Lanka	
林 活歩 氏	二等書記官 経済協力班
JICA/JOCV モルディブ支所 JICA/JOCV Maldives Office	
野々部 誠 氏	支所長
岩重 仁子 氏	調整員
JICA スリランカ事務所 JICA Sri Lanka Office	
志村 哲 氏	所長
西野 恭子 氏	次長
井上 琴比 氏	職員
三橋 慶樹 氏	職員
Mr. Cabral Indika	Project Specialist



## *AGENDA*

### *1st SEMINAR*

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

25<sup>th</sup> February 2009, From 9:00 to 12:30

STELCO 5<sup>th</sup> Floor Training Room

1. Welcome remarks by Deputy Minister of Housing, Transport and Environment (Dr. Mohamed Shareef)
2. Welcome remarks by JICA (Japan International Cooperation Agency) (Mr. Makoto Nonobe)
3. Presentations by the Study Team
  - (1) "Introduction of the Study" by Mr. Tadayuki Ogawa (20 minutes)
  - (2) "Institutional Frameworks to introduce Grid-connected PV system" by Mr. Yoshitetsu Fujisawa (20 minutes)
  - (3) "Technical Issues to introduce Grid-connected PV system" by Mr. Fumikazu Doi (20 minutes)
  - (4) "Economic and Financial Analysis" by Mr. Akihiro Shimomura (20 minutes)(Followed by Q&A Session for each presentation)

協議議事録

調 査 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
開 催 日 時	平成21年2月25日(水) 9:00~12:00
開 催 場 所	STELCO 5階トレーニングルーム
出 席 者	別紙出席者リスト参照
協 議 内 容	<p>MHTE の副大臣および JICA/JOCV モルディブ支所野々部所長からのスピーチの後、インセプションレポートをもとに、調査団からインセプションレポートの内容を説明し、以下の質疑応答を行った。</p> <p>1. 調査全体について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 環境省では再生可能エネルギー開発の調査を行っており、民間による系統連系や再生可能エネルギーの料金システムなど、調査団が必要とするであろう情報を共有することができる。</li> </ul> <p>→本件調査を効率的に実施するためにもぜひそのような情報共有を進めたい。</p> <p>2. 法制度について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 「RPS」を「Feed-in Tariff」より先に導入すると説明があったが、そのアドバンテージは何か？</li> </ul> <p>→「RPS」は、政府主導のもと、電力会社に一定量の電力量を RE より購入することを義務つけるものであり、政策的に PV システムの導入を促せる。そのため、初期段階に相応しいと考える。その反面、「Feed-in Tariff」は、電力会社に RE からの発電電力量を一定価格で購入することを義務付けるだけのものであり、民間の投資を促すには効果があるが、民間会社が導入しなければ PV システムの普及には繋がらないため、ある程度下地ができた段階で導入することが相応しいと考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 各制度の比較の結果、「RPS」と「Feed-in Tariff」が適しているとの結果だったがその理由は何か？例えば、「Subsidy for capital investment」はイギリスなどでも導入されており、特にモルディブでは capital investment への支援が必要である。</li> </ul> <p>→STELCO は現在ディーゼル発電の運転維持管理に政府からの補助金を受けている。PV システムに補助金を支給しないということであれば、既存のディーゼル発電所と対等な価格競争にはならないため、PV を含む新エネルギーシステムの導入などにも政府の補助金は必要と考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 「RPS」を導入後、次のステージに移行するには何年ぐらいを想定か？</li> </ul> <p>→法制度を段階的に進めることは、PV システム普及にとって、非常に有意義なことであるが、次のステージに移行する時期は、実際の普及状況を勘案してみなければ、正確な年数は分からない。もちろん、PV 導入に対する強力な補助金等捻出できるならば、普及は加速されると考えられる。</p>



	<p>3. 技術的課題について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● PV パネルおよびシステムトータルの容量・価格は？ →例えば、STELCO の屋上に設置する場合、概算で約 40 kW（パネル 1 枚 208W として）。我々の経験から、パネルだけの価格は約 5USD/W、システムトータルではこの調査結果から判断した付属機器の種類（インバータ等）によるが約 10,000USD/kW である。また、インバータは単相では配電線のアンバランスを引き起こす可能性もあるため、3 相を導入する考えである。</li> <li>● PV システムの塩害はどう考えるか？ →MHTE を訪問し、塩害についての法規制等を調べたが、特に法規制はないこと、および日本の基準等に則って導入すれば特に問題ないことも確認できている。ただ、実際の導入にあたっては、塩害についても適切に検討する。</li> <li>● メンテナンスの頻度はどのくらいか？ →一旦設置すれば（既存システムと比べて）それほど必要ない。</li> <li>● 人口数千人規模の小島での設置費用はどの程度か？ →その場合はユーザー数だけでなく需要量がどの程度かデータも必要である。</li> </ul> <p>4. 経済財務分析について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● マレーフルマレ間に海底ケーブルを設置することを考えているが、モ国には知識も技術もないため、実現できていない。海底ケーブルの価格は分かるか？ →正確な価格は分からないが、海底ケーブルは非常に高い。また、海底ケーブルは、非常に高度な技術（例：故障点の検出方法等）およびメンテナンスのための特殊な設備が必要となるため、結果的に割高となる。</li> <li>● CDM も検討すると説明があったが、CDM を適用すれば PV システムの経済性は良くなるのか？ →一般的には経済性は改善される。しかし、CDM は、PDD 作成費用等が非常に高いため、CDM を適用させた場合、本プロジェクトが本当に Feasible となるか注意深く検討が必要である。</li> </ul>
配布資料	プレゼンテーション資料

## *AGENDA*

### *2<sup>nd</sup> SEMINAR*

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

11<sup>th</sup> October 2009, From 10:00 to 12:15

STELCO 5<sup>th</sup> Floor Training Room

1. Welcome remarks by Ministry of Housing, Transportation and Environment by Mr. Ahmed Ali (10 minutes)
2. Welcome remarks by JICA (Japan International Cooperation Agency) by Mr. Makoto Nonobe (5 minutes)
3. Presentation 1 (10 minutes)  
“Outline of the Study” by Mr. Tadayuki Ogawa  
Q&A Session
4. Presentation 2 (20 minutes)  
“Technical Feasibility Study” by Mr. Fumikazu Doi  
Q&A Session
5. Presentation 3 (20 minutes)  
“Economic and Financial Feasibility Study” by Mr. Akihiro Shimomura  
Q&A Session  
  
Tea Break (10 minutes)
6. Presentation 4 (20 minutes)  
“Detail Design for Pilot Project” by Mr. Tomonori Kondo  
Q&A Session
7. Presentation 5 (20 minutes)  
“Institutional Framework for Grid-connected PV system” and  
“Demand Side Management” by Mr. Yoshitetsu Fujisawa  
Q&A Session
8. Presentation 6 (10 minutes)  
“Medium and Long-Term Action Plan” by Mr. Tadayuki Ogawa  
Q&A Session
9. Closing remarks by STELCO by Mr. Ibrahim Nizam (10 minutes)

協議議事録

調 査 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(第2年次)
開 催 日 時	平成21年10月11日(日) 10:00~13:15
開 催 場 所	STELCO 5階トレーニングルーム
出 席 者	別紙出席者リスト参照
協 議 内 容	<p>MHTEのアシスタントディレクターおよびJICA/JOCVモルディブ支所野々部所長からのスピーチの後、調査団からドラフトファイナルレポートをもとに説明し、以下の質疑応答を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 技術的フェージビリティ・スタディについて <ul style="list-style-type: none"> <li>・ PV 発電電力量想定には PV 連系用トランスの夜間の無負荷損を考慮すべきではないか？ →想定には PV パネルのロスやパワーコンディショナーの変換ロス等を保守的に考慮しているが、無負荷損はそれらの損失に対してオーダーが小さいので考慮に入れていない。仕様を提供いただければ報告書に反映する。</li> <li>・ バッテリーレスシステムとしたポイントとしては、負荷が PV 発電出力より常に大きいという条件もあるのでは？ →そのとおりである。</li> <li>・ 電圧シミュレーションは、11kV 側で検討しているが PV は低圧側に連系する条件でシミュレーションしているか？ →その条件でシミュレーションしている。</li> <li>・ PV 年間発電電力量算定に用いた日射量は？ →年間平均の 5.15kWh/m<sup>2</sup>/day を用いている。</li> <li>・ PV 導入可能量の算定には、現状の負荷状況を考慮しているか？ →現状の負荷状況と将来の需要想定を考慮している。</li> <li>・ PV システムにはどのような保護装置が実装されるか？ →日本の系統連系ガイドラインに基づき、過電流(OCR)、過電圧(OVR)、不足電圧(UVR)、地絡過電圧(OVGR)、周波数低下(UFR)、周波数上昇(OFR)などがパワーコンディショナーに標準装備されている。</li> </ul> </li> <li>● パイロット・プロジェクトサイトの詳細設計について <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計測監視装置はどのように管理し、接続するのか？ →STELCO がサーバーを管理し、パスワードにてセキュリティ管理を行う。接続はインターネット回線を利用する。</li> </ul> </li> <li>● DSM について <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 蓄熱式空調システムを夜間稼働させる場合、電力はどこから供給されるのか？ →夜間に稼働するためには、蓄熱エネルギーに余力があれば活用できるし、ない場合は、STELCO のグリッドから購入することになる。</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー診断の提案について、「モ」国はエネルギー診断をする基礎知識がないが、実現に向けた具体的なステップはどのように考えているか？ →以下の2ステップを考えており、1ステップにて段階的に基礎知識の蓄積ができればと考えている。</li> <li>ステップ1：STELCOに2名“エネルギー管理者”を設置し、マレ島およびフルマレ島を対象とし、試験的なエネルギー定期診断を実施する。</li> <li>ステップ2：約5年間の試験運用の結果を評価し、効果が認められれば、必要コストと必要性を勘案し、“省エネ法の設立”にて各県の電力会社に各1名ずつ“エネルギー管理者の設置”を義務付け、一定以上の負荷を持つ主要施設に対し、エネルギー管理者のエネルギー定期診断の受診を義務付ける。</li> <li>・質問ではないが、DSMの重要性は「モ」国でも認識しており、現在MHTEより president office へ「政府関係施設におけるエアコン設定温度を25℃以上とすることを義務付ける」提案を申請している。近々承認される見通しである。申請レターを提出してもらうよう依頼した。</li> </ul>
提出書類	

***AGENDA***  
***2<sup>nd</sup> SEMINAR***  
***FEASIBILITY STUDY FOR APPLICATION OF***  
***PHOTOVOLTAIC POWER***  
***ON MALE' AND HULHUMALE' ISLANDS***  
***IN THE REPUBLIC OF MALDIVES***

13<sup>th</sup> October 2009, From 10:00 to 11:55

STELCO 5<sup>th</sup> Floor STELCO Hall

1. Welcome remarks by STELCO by Mr. Ali Azwar (10 minutes)
2. Welcome remarks by JICA (Japan International Cooperation Agency) by Mr. Makoto Nonobe (5 minutes)
3. Presentation 1 (20 minutes)  
    “General Concept of PV System” by Mr. Tadayuki Ogawa  
    Q&A Session
4. Presentation 2 (20 minutes)  
    “Technical Aspects of PV System” by Mr. Fumikazu Doi  
    Q&A Session  
  
    Tea Break (10 minutes)
5. Presentation 3 (20 minutes)  
    “Economic and Financial Aspects of PV System” by Mr. Akihiro Shimomura  
    Q&A Session
6. Presentation 4 (20 minutes)  
    “Demand Side Management (DSM)” by Mr. Yoshitetsu Fujisawa  
    Q&A Session
7. Closing remarks by STELCO by Mr. Ahmed Niyaz (10 minutes)

協議議事録

調 査 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(第2年次)
開 催 日 時	平成21年10月13日(火) 10:00~13:00
開 催 場 所	STELCO 5階 ホール
出 席 者	別紙出席者リスト参照
協 議 内 容	<p>STELCOのDeputy Managing DirectorおよびJICA/JOCVモルディブ支所野々部所長からのスピーチの後、調査団からプレゼンテーション資料をもとに説明し、以下の質疑応答を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● PVシステムの技術的側面について <ul style="list-style-type: none"> <li>・PVモジュールの変換効率は種類によって違うと思うが、その場合設置面積は変わるか？ <ul style="list-style-type: none"> <li>→今回は計算の簡単化のため変換効率10%で説明したが、現在一般的なのはシリコン系太陽電池であり、その中でも結晶系シリコン太陽電池は14%以上の効率が、その場合の設置面積は今回の説明よりも少なくなる。</li> </ul> </li> <li>・PVモジュールの設置傾斜角と方角について赤道上ではどう考えればよいか？ <ul style="list-style-type: none"> <li>→理論上は水平設置がよいということになるが、埃の蓄積の影響等を勘案し、5°程度の傾斜角をつけるのが好ましい。方角は北か南どちらでも可能である。</li> </ul> </li> <li>・CO<sub>2</sub>排出削減量についてPVモジュールの製造時や設置工事に伴う排出量も考慮すべきではないか？またそれを考慮しても削減効果はあるか？製造に伴う排出量は何年程度で回収できるか？ <ul style="list-style-type: none"> <li>→本日は具体的な数値を持ちあわせていないが、厳密に計算するならそういった排出量も加味すべきである。製造や設置に伴う排出量で太陽光発電による削減効果が相殺されるものではない。</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>● PVシステムの経済・財務的側面について <ul style="list-style-type: none"> <li>・データは私立学校のものであるが、公立学校でも同じ数字になるのか。 <ul style="list-style-type: none"> <li>→消費量が異なるため、公立学校の場合は違う結果になる。</li> </ul> </li> <li>・PVを導入した場合、何年で投資を回収できるのか。また、耐用年数はどれくらいか。 <ul style="list-style-type: none"> <li>→投資回収については、設置場所や状況により違うため、今回は計算していない。耐用年数は、パネルが20~30年、インバータが15年くらいである。</li> </ul> </li> <li>・電力消費量の半分を太陽光発電で供給した場合の節減データの算出について、供給側の要素も含まれているのか。</li> </ul> </li> </ul>

	<p>→含まれていない。需要者の支払っている単価に消費量をかけて算出した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● DSM について <ul style="list-style-type: none"> <li>・ DSM について「モ」国政府と協議中と説明があったと思うが、“電気料金メニューの充実”における具体的な提案メニューは何か？</li> <li>→ “最大電力による基本料金”と“時間帯別電気料金”である。</li> <li>“最大電力による基本料金”とは、契約設備容量に応じ使用できる最大電力を契約しておき、その最大電力（契約電力）に対して基本料金を課すことである。これは、契約者と電力会社の間にて、一度に使用することができる電力を前もって取り決めておくことであり、電力会社の最大電力管理に貢献できる。</li> <li>“時間帯別電気料金”とは、電力の使用時間により、使用電力量に対して異なる電気料金を設定することである。例えば、日本の事例を示すと、昼間の電気料金が約 20 円/kWhのところ、夜間は半額の約 10 円/kWhと電気料金を設定することである。これは、昼間に利用している電気機器（例：洗濯機・アイロン等）の利用を夜間へ促すことができる。</li> </ul> </li> </ul>
提出書類	

***AGENDA***  
***2<sup>nd</sup> SEMINAR***  
***FEASIBILITY STUDY FOR APPLICATION OF***  
***PHOTOVOLTAIC POWER***  
***ON MALE' AND HULHUMALE' ISLANDS***  
***IN THE REPUBLIC OF MALDIVES***

15<sup>th</sup> October 2009, From 10:00 to 11:55

STELCO 5<sup>th</sup> Floor STELCO Hall

1. Welcome remarks by Ministry of Housing, Transportation and Environment by Mr. Akram Kamaaludeen (10 minutes)
2. Welcome remarks by JICA (Japan International Cooperation Agency) by Mr. Makoto Nonobe (5 minutes)
3. Presentation 1 (20 minutes)  
    "General Concept of PV System" by Mr. Tadayuki Ogawa  
    Q&A Session
4. Presentation 2 (20 minutes)  
    "Technical Aspects of PV System" by Mr. Fumikazu Doi  
    Q&A Session  
  
    Tea Break (10 minutes)
5. Presentation 3 (20 minutes)  
    "Economic and Financial Aspects of PV System" by Mr. Akihiro Shimomura  
    Q&A Session
6. Presentation 4 (20 minutes)  
    "Demand Side Management (DSM)" by Mr. Yoshitetsu Fujisawa  
    Q&A Session
7. Closing remarks by STELCO by Dr. Zaid Mohamed (10 minutes)



協議議事録

調 査 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(第2年次)
開 催 日 時	平成21年10月15日(木) 10:00~12:30
開 催 場 所	STELCO 5階 ホール
出 席 者	別紙出席者リスト参照
協 議 内 容	<p>MHTE の副大臣および JICA/JOCV モルディブ支所野々部所長からのスピーチの後、調査団からプレゼンテーション資料をもとに説明し、以下の質疑応答を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● PV システムの技術的側面について <ul style="list-style-type: none"> <li>・PV モジュール、パワーコンディショナーのロス率は一般的な値か？ →PV 年間出力を概算する目的であるため、ここでは保守的な値を用いている。</li> </ul> </li> <li>● DSM について プレゼンテーション資料説明終了後、各リゾート島での DSM 施策の取り組みについて発表してもらい、モ国での情報共有を行った。 その中で、マレ島を中心に活動している MITTS Enterprises Pvt Ltd の Mr. Ali Shareef の活動内容や意見等は次のとおりであった。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・マレ島では各施設の建設コンサルティングを実施しており、新築施設に対し省エネ機器導入の推奨や効果的な照明の配置等を助言している。</li> <li>・リゾート島にいたっては、AC 使用が著しく、本日セミナーで紹介のあった AC の廃熱を利用した温水器等は非常に効果的だと考える。</li> <li>・リゾート島だけでなく、モ国全体で環境にやさしい取り組みができれば、モ国の発展にも貢献できると思う。</li> </ul> </li> </ul>
提 出 書 類	