

ミャンマー国
国境・農村地域における
再生可能エネルギー導入調査
予備調査報告書

平成 12 年 8 月

国際協力事業団
鉱工業開発調査部

ミャンマー国
国境・農村地域における
再生可能エネルギー導入調査
予備調査報告書

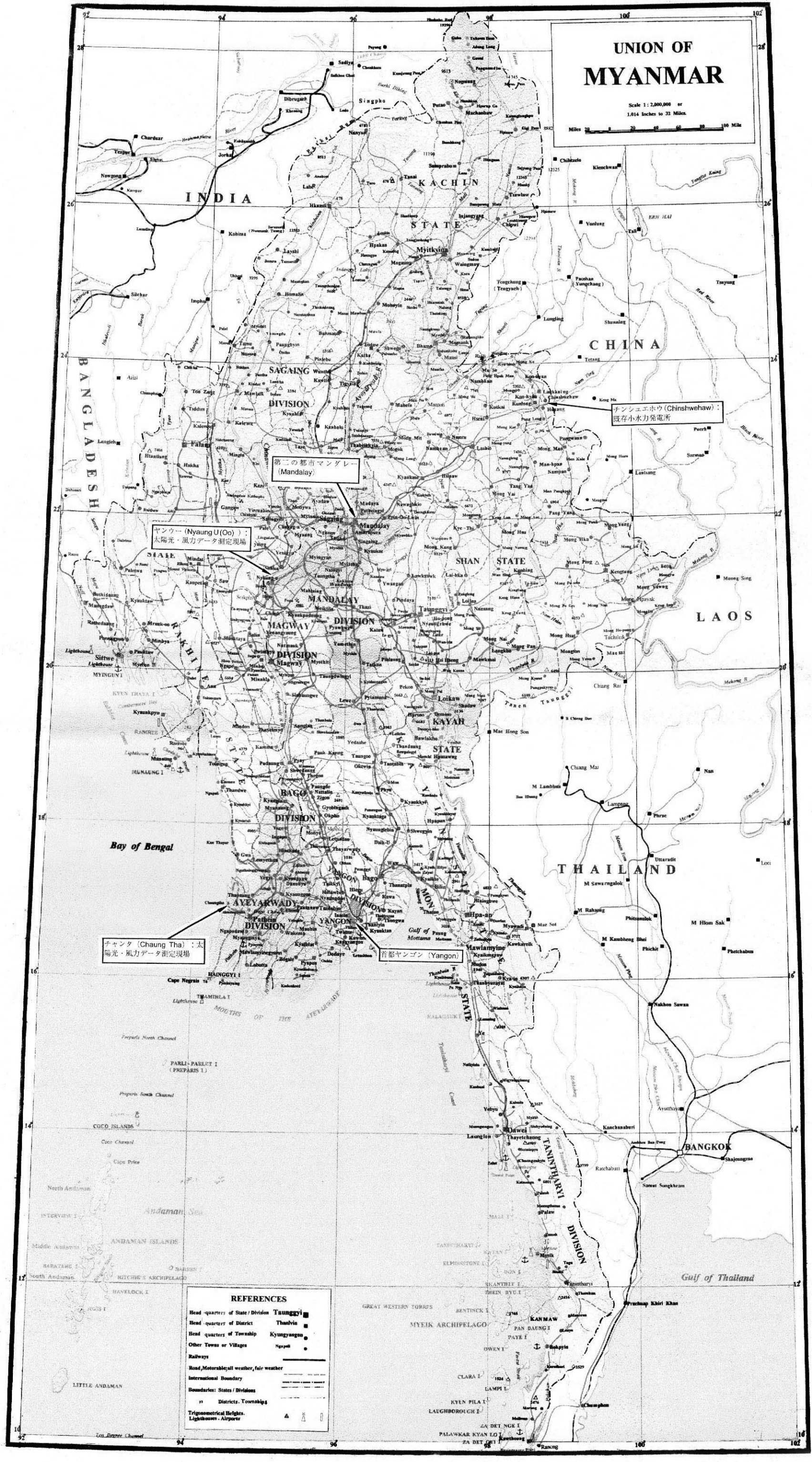
平成 12 年 8 月

国際協力事業団
鉱工業開発調査部

UNION OF MYANMAR

Scale 1:2,000,000 or
1:814 inches to 32 Miles

Miles 0 20 40 60 80 100



INDIA

KACHIN STATE

CHINA

BANGLADESH

SAGAYN DIVISION

チンシュエホウ (Chinshwehaw) :
既存小水力発電所

第二の都市マンダレー (Mandalay)

ヤンウー (Nyaung U (O)) :
太陽光・風力データ測定現場

SHAN STATE

LAOS

MANDALAY DIVISION

KAYAH STATE

Bay of Bengal

THAILAND

チャンタ (Chaung Tha) :
太陽光・風力データ測定現場

首都ヤンゴン (Yangon)

BAGO DIVISION

THAILAND

BANGKOK

REFERENCES	
Head-quarters of State/Division	Taukyi
Head-quarters of District	Thandvin
Head-quarters of Township	Kyungyangsu
Other Towns or Villages	Nyayit
Railways	—+—+—+—
Road/Motorable/all weather, fair weather	—+—+—+—
International Boundary	—+—+—+—
Boundaries: States / Divisions	—+—+—+—
Districts, Townships	—+—+—+—
Trigonometrical Heights	▲
Lighthouses - Airports	⚓



電力省電力局及びミャンマー電力公社との協議



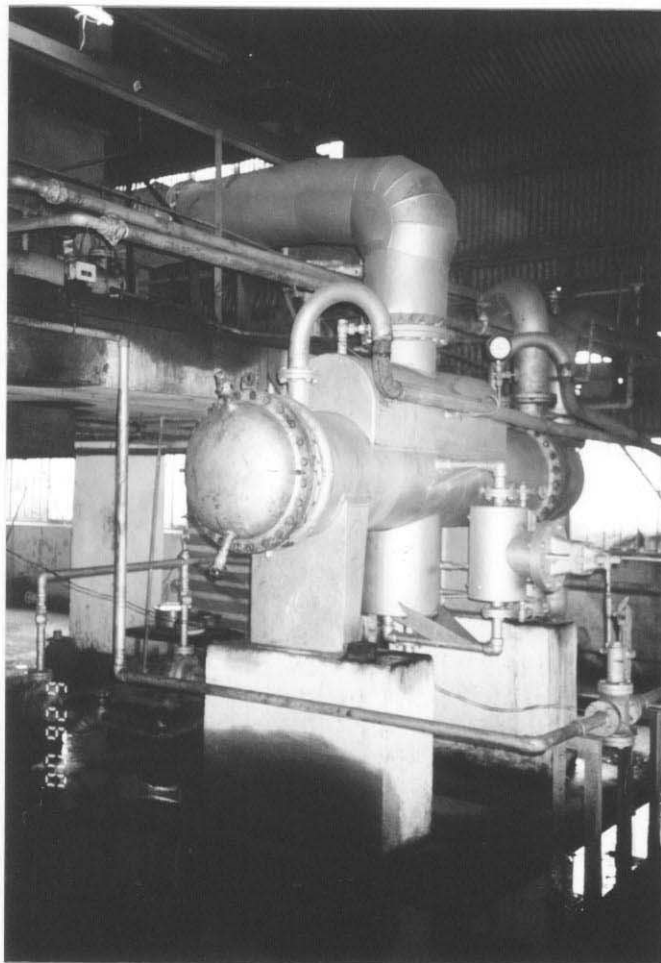
ヤイナンター・ハンセン病院に AMDA (日本の NGO) により設置された揚水用の太陽光パネル



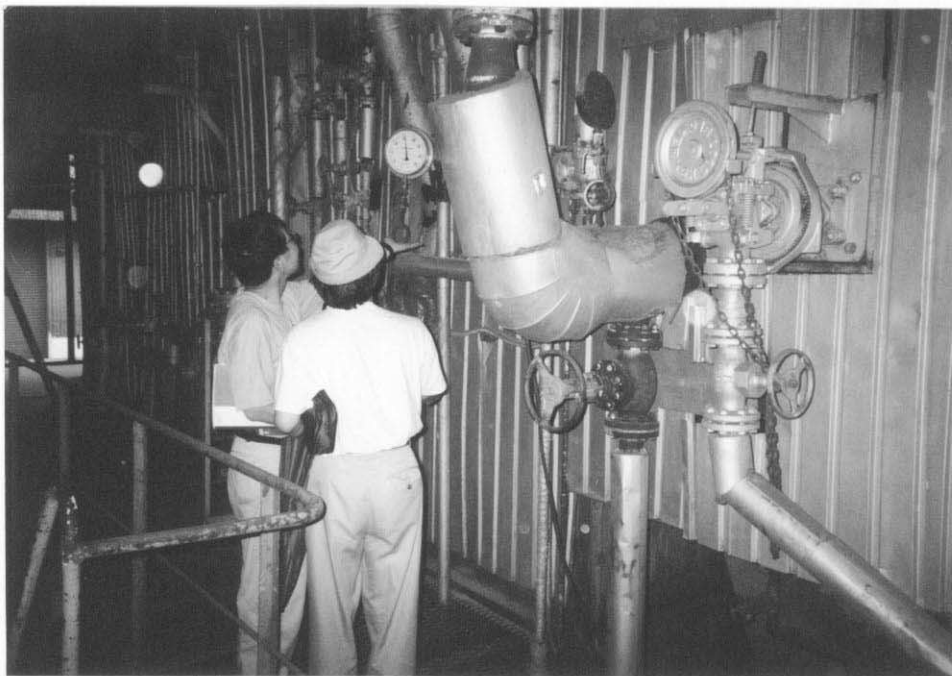
ヤイナンター・ハンセン病院に AMDA (日本の NGO) により設置された揚水用の太陽光パネルと揚水タンク



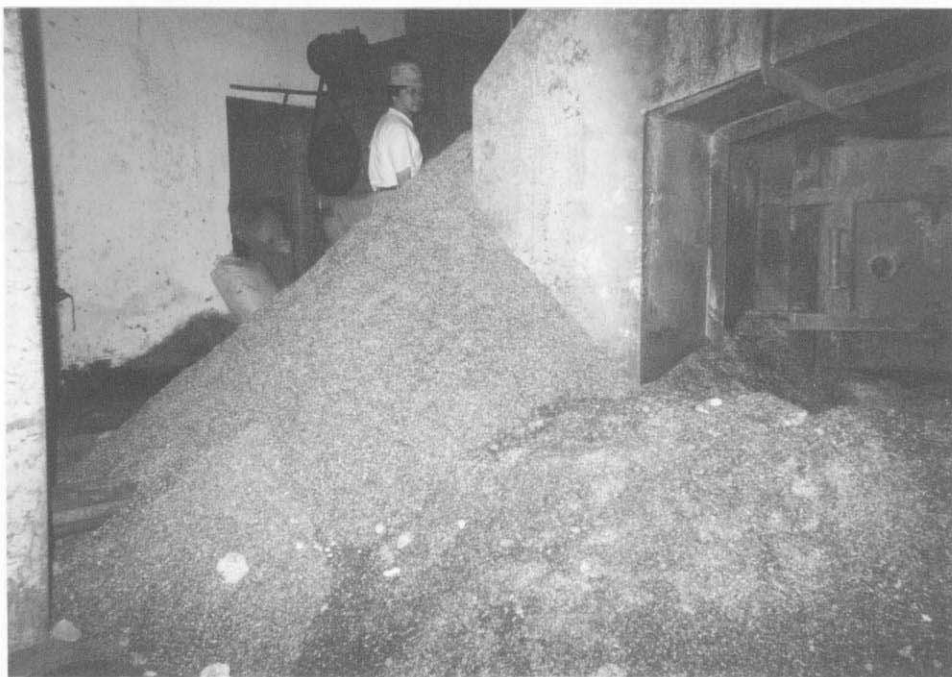
チャンタに NEDO に
より設置された太陽
光パネル (500 w)



マウビン精米工場に
設置された粉殻によ
る発電ユニットの一
部



マウビン精米工場に
設置された籾殻による
発電ユニットの一
部

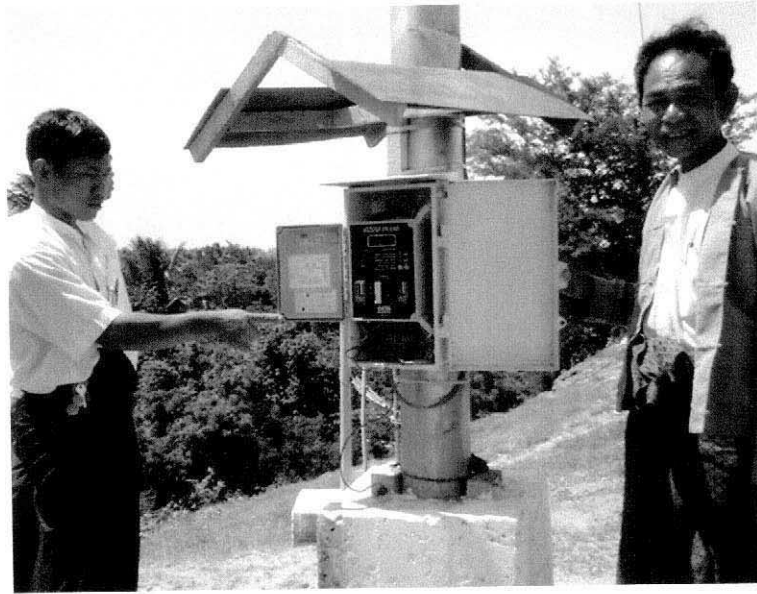


マウビン精米工場に
設置された発電ユニ
ットから排出された
籾殻の灰



農業灌漑省及び砂糖
公社との協議

ミャンマー気象部 (DMH) Nyaung-Oo 観測所-1

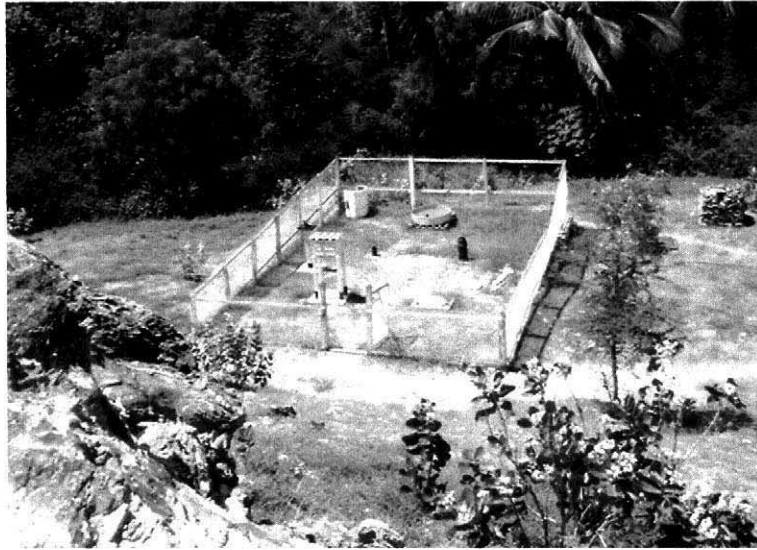


1998年度にNEDO/四国電力総合研究所が設置した風況観測機データ記録部。米国NRG社製。日本でもこの機種が多く使われている。



1998年度にNEDO/四国電力総合研究所が設置した風況観測機の近くに設置されている旧式の風況測定機。時計を見ながら回転計を下から目視し、手書き記録する。従って設置高さも低く夜間は計測しない。

ミャンマー気象部 (DMH) Nyaung-0o 観測所-2



風況測定機の下方に設置された日照時間計、雨量計など



風況測定場所から見た気象観測事務所

チャウメ (Kyaume) 水力発電所

発電所建屋と手前のペンストック。機械の容量の割には建屋が異常に大きい。

ペンストック周囲の整備状況は悪い。



発電所建屋内部。中国製横軸フランシス水車発電機。

制御室は一応別室になっている。運転と簡単な保守は3人1組48時間勤務で4シフト制である。制御室の制御デスクの横に置いたこのベニヤベッドで仮眠する。

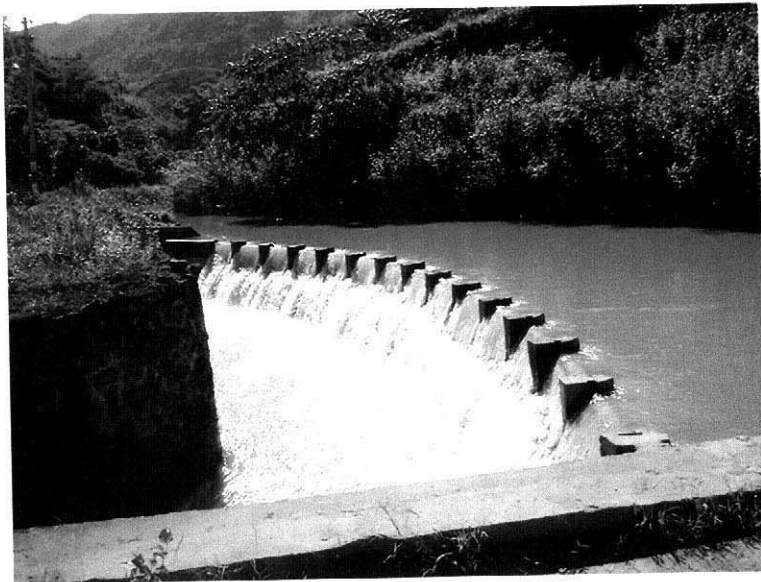
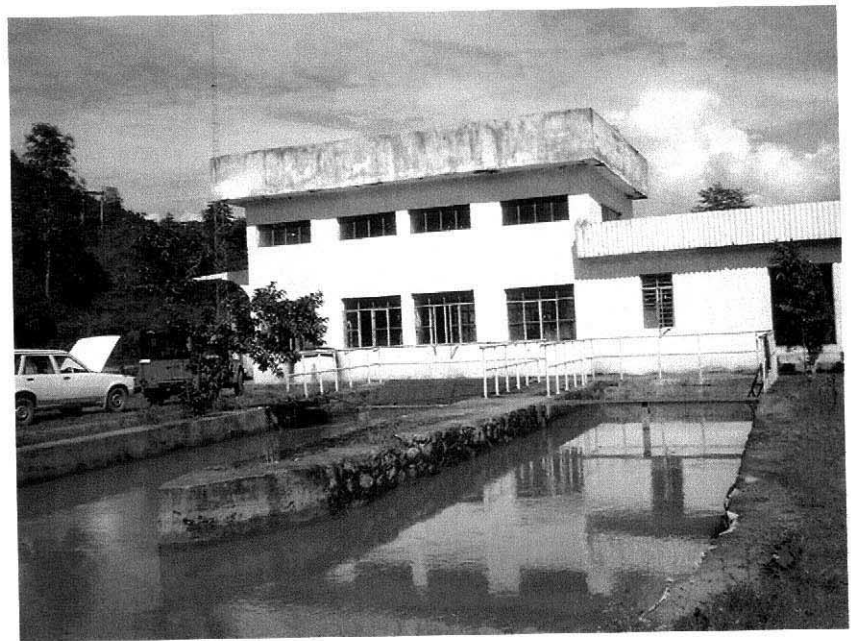


チンシュエホウ (Chinshwehaw) 水力発電所- 1

取水堰付近より見た発電所建屋。

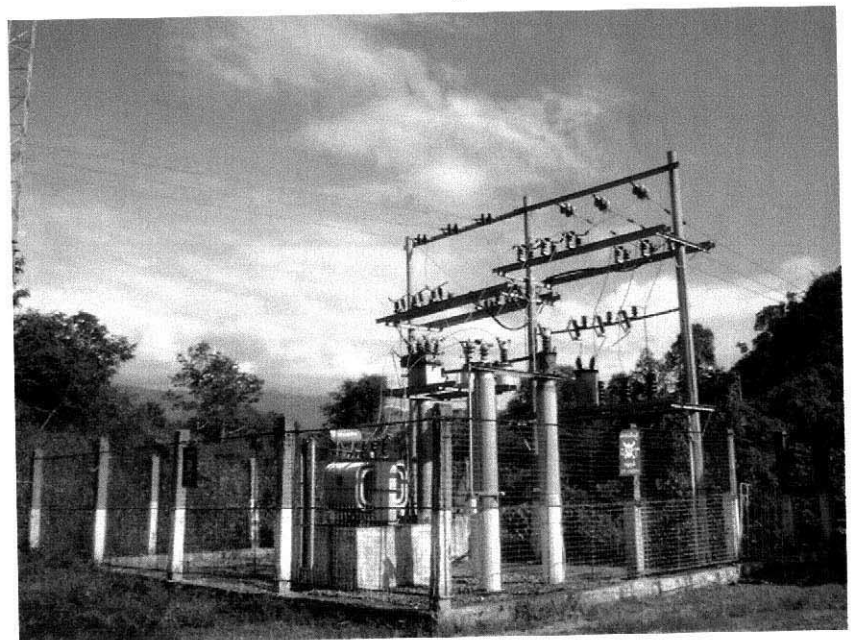
右の低い部分が100kWチューブ
ラー水車を収納する建屋で、左
は増設した200kW縦軸プロペラ
水車用の建屋。左の建屋部分は
機械の容量に比べて非常に大き
い。

低落差であるのでペンストック
はなく、且つ200kW機はコンク
リートケーシングである。

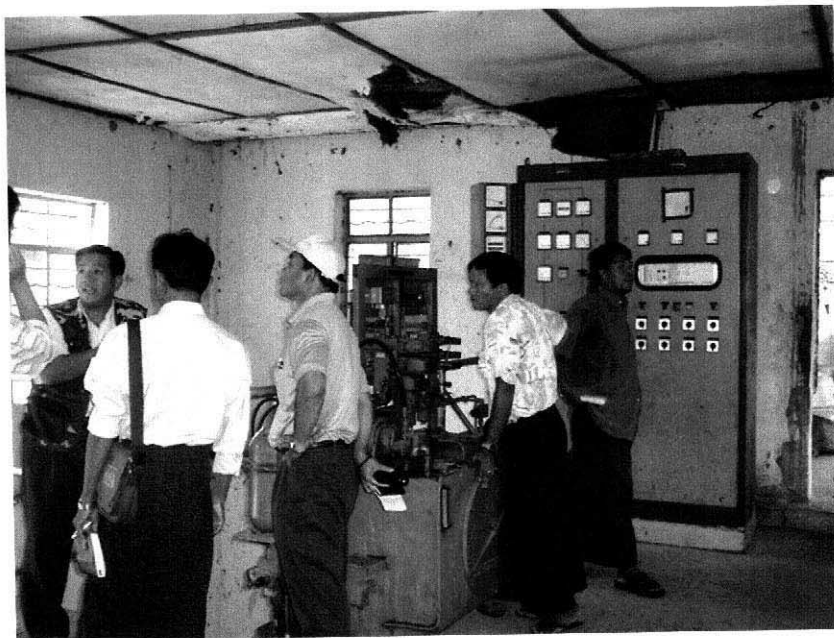


発電所建屋側から見た取水堰。
水質は土砂を含み悪い。

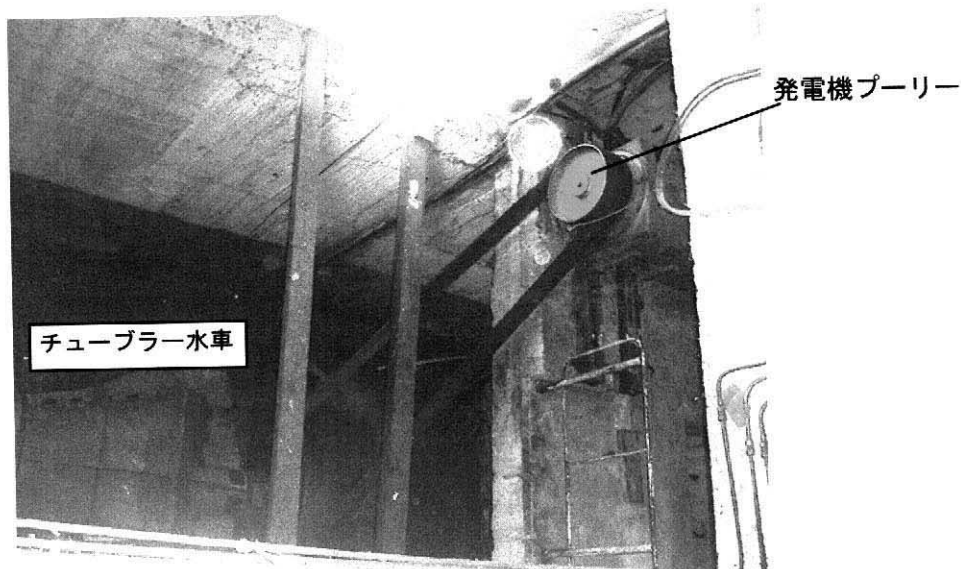
建屋に隣接する所内変電所



チンシュエホウ (Chinshwehaw) 水力発電所- 2



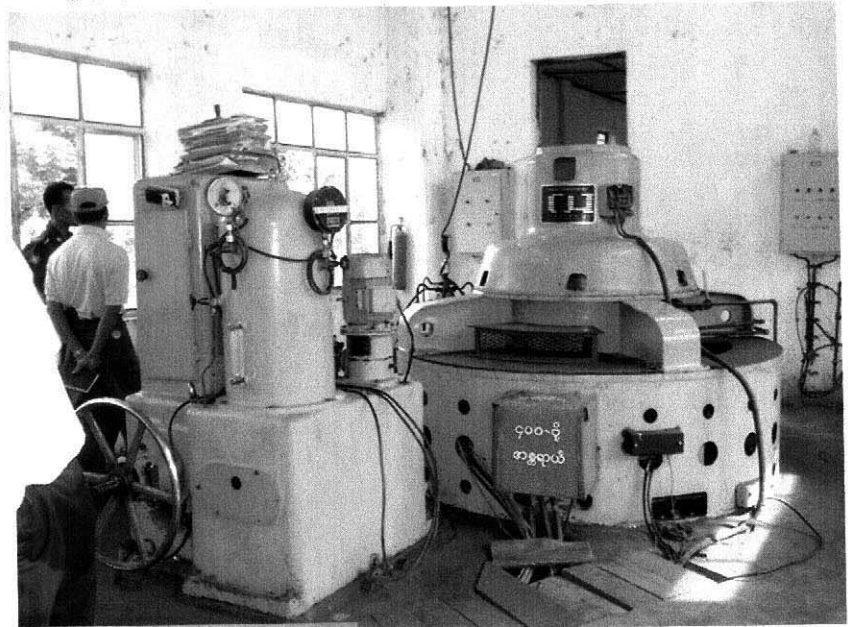
100kWチューブラー水車発電機用建屋の内部。チューブラー水車の特徴は建屋を小さく節約することにあるが、ここも機械の割合には大きい。1982年製のオーストリー製の機械をMEPE自身がマンダレイから移設したが、ガバナーと油圧ランナー制御装置にてこずって1ヶ月以上休止のままである。



100kWチューブラー水車が地下に据え付けられている。プーリー掛けで上部の発電機を駆動する方式である。

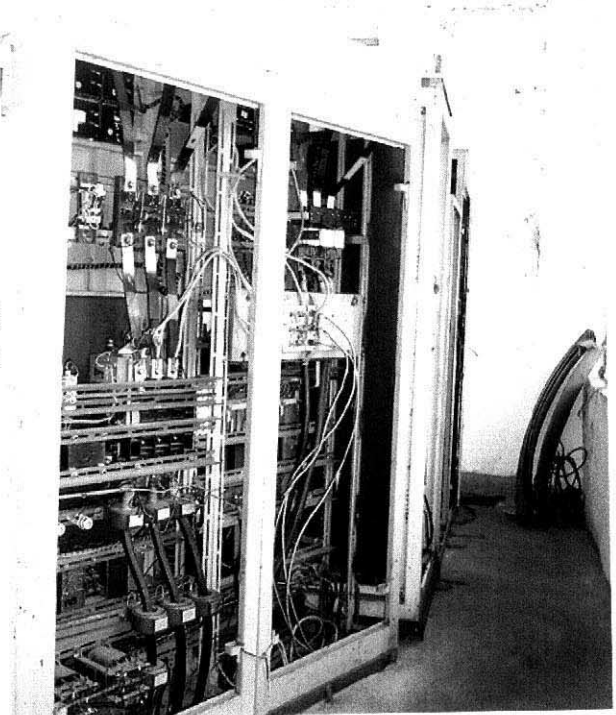
チンシュエホウ (Chinshwehaw) 水力発電所- 3

200kW 中国製縦軸プロペラ水車発電機。



200kW 中国製縦軸プロペラ水車発電機用
中国製配電盤類。発電機の横に設置されて
いる。
50kWで運転中であつた。周波数メーター
は2~3Hzの幅で振れていた。
ここは2人1組24時間勤務4シフト制で
運転管理している。住民ではなくMEPE社
員が担当している。

配電盤裏側はカバーを外したままで非常に危険である。Kyaume発電所は配電キュービクルに鍵がかかっていなかったが、ここは更に管理状態が悪い。



ミャンマー国
国境・農村地域における再生可能エネルギー導入調査
予備調査報告書 目次

関連地図・写真

第1章 調査団の概要

1. 1	要請の背景及び内容	1
1. 2	予備調査の目的	1
1. 3	予備調査団の構成	2
1. 4	調査日程	3
1. 5	主要面談者	5

第2章 協議の概要

2. 1	対処方針	7
2. 2	団長所感	9
2. 3	協議結果 (M/M概要)	10
2. 4	署名した Minutes of Meeting	14

第3章 ミャンマー国の概要と現状

3. 1	ミャンマー国の一般概要	21
3. 2	関係機関とその役割	24
3. 3	関連政策と電化計画	25
3. 4	電力事情と地方の現状	30
3. 5	再生可能エネルギーに関する取り組みと現状	34

第4章 現地調査結果

4. 1	ヤンウー気象測定基地	51
4. 2	マンダレー州ヤイナター・ハンセン病院	52
4. 3	チャウメ水力発電所	53
4. 4	チャンタ日照・風力測定現場	54
4. 5	チンシュエホウ水力発電所	54
4. 6	電力公社エヤルワディ管区事務所	56
4. 7	マウビン精米工場	56
4. 8	電力公社北シャン州支店	57
4. 9	Myanmar Investor's Gasifier Factory	58

第5章 本格調査への提言

5.1 政策・制度	59
5.2 関連政策と電化計画	59
5.3 電力事情と地方の現状	60
5.4 再生可能エネルギー技術と維持管理体制（啓蒙）	60
5.5 治安状況	61

収集資料リスト

【巻末資料】

巻末1 面談議事録	65
巻末2 既存水力発電施設リスト	89
巻末3 小水力開発ポテンシャル地点リスト及び地点地図	93
巻末4 MEPE Annual Report（一部抜粋）	143
巻末5 Country Paper on Recent Developments in the Myanmar Electric Power Sector（Oct. 1999）	171
巻末6 先方政府からの要請書	185

略号表

GDP	Gross Domestic Product, 国内総生産
LLDC	Low Level Developing Country, 後発開発途上国
MAPT	Myanmar Agricultural Produce Trading, 農産物取引公社
MEPE	Myanmar Electric Power Enterprise, 電力公社
MOAI	Ministry of Agriculture and Irrigation, 農業灌漑省
MOE	Ministry of Energy, エネルギー省
MOEP	Ministry of Electric Power, 電力省
MOM	Ministry of Mining,
MOST	Ministry of Science and Technology, 科学技術省
O&M	Operation and Maintenance, 運転保守
PBANRDA	Ministry for Progress of Border Areas and National Race and Development Affairs, 国境地域少数民族開発省
PGU	Power Generating Unit, 発電ユニット
PV	Photovoltaic, 太陽光発電
SDR	Special Drawing Right, IMF 特別引出権

第1章 調査団の概要

第1章 調査団の概要

1. 1 要請の背景及び内容

ミャンマー国は一人当たりの GDP が約 US\$250 の最貧国の一つであり、電力供給設備の不足と老朽化により全国に渡り電力の供給が不足している。電力公社による電化計画においては都市部での電力供給が優先されることから、人口密度の低い国境地域を含む地方部への送配電延長は計画されていない状況にある。そのため、全土の 75% を占める農村地域における電化村の割合は 7.6% (1996 年時点) と極めて低くなっている。このような状況の中、再生可能エネルギー利用による独立型電源を用いた地方電化を促進することが、農村・国境地域における住民の生活改善と民生向上を図るためにも急務である。

このような背景の下、平成 10 年 10 月にミャンマー国政府より「国境・農村地域における再生可能エネルギー導入調査」実施に係る要請が日本政府に提出された。同要請によれば、本開発調査の目的はミャンマー国農村・国境地域における地方電化を小水力、太陽光、風力及びバイオマス等の再生可能エネルギーを利用し促進することとしている。具体的な要請調査内容は以下のとおりである。

- 農村・国境地域における再生可能エネルギーのインベントリー調査実施
- 実証プラントの運営と評価
- 風力、バイオマス、小水力発電の詳細調査と概略設計
- 再生可能エネルギー利用に係るポテンシャル地域の選定

1. 2 予備調査の目的

本予備調査においては、先方政府関係機関との協議や現地調査を通して、以下の確認必要事項に関し明確化を図るとともに、先方関係機関との Minutes of Meeting での署名取り交わしにより本格調査の実施方針に関し合意することを目的としている。また、先方関係者に対し、JICA 事業及び開発調査事業について説明を行い、それらに対する理解を促すことも目的とする。

【確認事項】

- ・先方要請の具体的内容
- ・関係機関の役割と能力
- ・関連政策、制度の内容
- ・関連開発計画の内容
- ・関連データの整備状況
- ・電力需給状況と再生可能エネルギー利用状況
- ・類似プロジェクトの現状

- ・再生可能エネルギー開発ポテンシャル
- ・治安状況

1. 3 予備調査団の構成

- | | | |
|----------|-------------|------------------------|
| 1)大竹 祐二 | 団長 | JICA鉱工業開発調査部資源開発調査課長 |
| 2)田村 修司 | 技術協力行政 | 通商産業省通商政策局技術協力課技術協力専門職 |
| 3)大林 誠司 | 技術協力政策 | 外務省経済協力局開発協力課外務事務官 |
| 4)石黒 正康 | 地方電化計画 | 株式会社野村総合研究所 |
| 5)西野入 一雄 | 再生可能エネルギー利用 | 株式会社安川エンジニアリング |
| 6)川田 泰寛 | 作業監理 | JICA鉱工業開発調査部資源開発調査課 |
| 7)小林 広幸 | 調査計画 | JICA鉱工業開発調査部資源開発調査課 |

1. 4 調査日程

(1) 全体日程

日付	時刻	日程	宿泊
2000/6/18(日)	18:30	大竹,小林,川田,西野入各団員 Yangon 着 (TG-305)	Sedona Hotel(Yangon)
2000/6/19(月)	09:00 11:00 12:00 13:30 14:30	-JICA 事務所訪問 -電力省電力局表敬・打ち合わせ -電力公社表敬・打ち合わせ -運輸省気象部訪問 -国境地域少数民族開発省表敬・協議	- 同上-
2000/6/20(火)	10:00 18:30	- 合同協議 1 (電力省電力局、電力公社) 石黒団員 Yangon 着 (TG-305)	-同上-
2000/6/21(水)	08:30 10:00 14:00 16:00	-在ミャンマー日本国大使館表敬 -電力省電力局、電力公社との打ち合わせ -エネルギー省訪問 -科学技術省訪問	-同上-
2000/6/22(木)	09:30 11:00 18:30	-農産物取引公社訪問 -農業灌漑省 及び砂糖公社との協議 -大林団員 Yangon 着 (TG-305)	-同上-
2000/6/23(金) から 2000/6/27(火)	18:30	- Group A :中央乾燥地帯における太陽光、風力観測所及び北部 Shan 州の既存小水力発電所の現地調査 - Group B :中央乾燥地帯における太陽光発電、風力観測所、南西部海岸地域の太陽光・風力観測所、Yangon 近郊の Bio-mass 発電所現地調査 田村団員 Yangon 着 (TG-305, 6/ 25 (日))	詳細は次頁現地調査日程参照
2000/6/28(水)	09:00	-UNDP との打合せ -現地調査報告書作成	Sedona Hotel (Yangon)
2000/6/29(木)	10:00	- 合同協議 2 (電力省電力局、電力公社)	-同上-
2000/6/30(金)	10:00 15:00 19:50	- M/M 署名 -JICA 事務所及び大使館報告 -Yangon 発 (TG-306)	-同上-

(2) 現地調査日程

日付	Group A (西野入、大林、川田)	Group B (大竹、田村、小林、石黒)
2000/6/23(金)	-Yangon～Bagan (HK-005) -Bagan 近郊の太陽光及び風力等計測地点調査 -Bagan Than Te Hotel 宿泊 (Tel:062-70144,Fax:062-70143)	Yangon～Bagan (HK-005) -Bagan 近郊の太陽光及び風力等計測地点調査 (Bagan Than Te Hotel 宿泊) (Tel:062-70144,Fax:062-70143)
2000/6/24(土)	-Bagan～Mandalay (HK-005) -Mandalay から Lashio へ車で移動(途中 Kyaukme 小水力発電所調査) (Lashio Hotel 宿泊)	-Bagan～Mandalay (HK-005) -Mandalay の Naut Thar Myaing 村 Leprosy Hospital の太陽光発電システム (PV) 調査 Mandalay ～Yangon(6T-808) (Sedona Hotel 宿泊)
2000/6/25(日)	-Lasho から Chin Shwehaw へ車で移動し、Chin Shwehaw で小水力発電所調査 (Chin Shwehaw 金星旅社 宿泊)	Yangon から Chaungtha へ車で移動し、Chaungtha の PV、風力測定現場調査 (Chaungtha Hotel 宿泊)
2000/6/26(月)	Chin Shwehaw から Lashio へ車で移動 (Lashio Hotel 宿泊)	Chaungtha から Yangon へ車で移動 電力公社 Ayeyarwathi 管区事務所、Maubin 精米工場調査 (Sedona Hotel 宿泊)
2000/6/27(火)	Lasho から Mandalay へ車で移動 Mandalay～Yangon(6T-808) (Sedona Hotel 宿泊)	Yangon 市内の Myanmar Investor's Gasifier Factory 調査 (Sedona Hotel 宿泊)

1. 5 主要面談者

電力省

Mr. ZAW WIN (Director General, MOEP)

Dr. THEIN TUN (Deputy Director General, MOEP)

電力公社

Mr. Yan Naing (Managing Director)

Dr. SANN OO (Chief Engineer, MEPE)

Mr. WIN (Assistant Chief Engineer, Myanmar Electric Power Enterprise (MEPE))

Mr. WIN KYAW (Deputy Chief Engineer, MEPE)

Mr. SAW WIN (Deputy Chief Engineer, MEPE)

Mr. HTAY MYINT (Deputy Chief Engineer, MEPE)

Mr. SOE MYINT (Executive Engineer, MEPE)

Mr. MYO AVENG (Executive Engineer, MEPE)

国境地域少数民族開発省

Mr. Lt. Col. Myint Swe (Deputy Director General, PBANRD)

Mr. AYE LWIN (Deputy Director, International Relations Division, PBANRD)

運輸省気象部

Dr. Hla Thaw (Deputy Director General)

Dr. Tin Htun Myint (Assistant Director, Head of Agrometeorological Division)

エネルギー省

Mr. Soe Myint (Director General, Energy Planning Department)

Mr. Soe Aung (Director, Energy Planning Department)

Mr. Aye Kyan, (Deputy Director, Energy Planning Department)

科学技術省

Dr. Chan Nyein (Director General, Department of Technology Promotion & Coordination)

Ms. Nwe Nwe Win

農業灌漑省

Dr. Thein Han (Deputy General Director, Department of Agricultural Planning)

農産物取引公社

Mr. Min Hlaaung (Managing Director)

Mr. Than Tun Aung (General Manager, Milling Department)

ミャンマー砂糖公社

Mr. Myo Myint (Managing Director, Myanmar Sugar Enterprise)

在ミャンマー日本国大使館

伊藤直樹 参事官

石崎 隆 一等書記官

西尾保之 二等書記官

JICA ミャンマー事務所

青木利道 所長

古市剛久 所員

第2章 協議の概要

第2章 協議の概要

2.1 対処方針

本予備調査は以下の対処方針をもって実施された。

(1) 開発調査を含むJICA事業の周知

ミャンマー国における日本の技術協力支援は再開されて間もなく、開発調査事業に関しても十分にその内容が理解されていない可能性が高いため、今回あらためて先方関係者に本事業に関する理解を促し、十分な情報の共有化を図ったうえで協議・調査を進める必要がある。そのため直接関係機関と想定される電力省及び電力公社との合同会議において十分な説明を行う。また、このような状況にある同国では、現地大使館及びJICA事務所による継続的な調整が今後不可欠となるため、可能な範囲で両機関からの関係者に今回調査への参加を要請する。

(2) 調査方針（案）

今回調査の最終目標として、本格調査実施方針に関する日本側と先方政府側との合意を形成することとしている。最終的な方針は現地での協議を通じて確定してゆくが、先方要請を基に作成した別紙方針案を基に協議を進めることとする。

(3) 関連データの整備状況

風向・風力、日射量、流量等の既存データの整備状況を把握し、必要に応じて本格調査における追加測定実施の可能性を検討する。

(4) パイロットプロジェクト

先方要請では、太陽光発電（SHS）を用いたパイロットプロジェクトが実施されることとしている。しかし、同国の現状に鑑みれば、将来の再生可能エネルギー導入に不可欠な条件と周辺環境をガイドラインとしてまとめるとともに、優先プロジェクトに関する具体的開発計画策定が先決であり、その結果としてパイロットプロジェクトが必要であれば、その時点で改めて検討することを説明し、先方の理解を得ることとする。

(5) 治安状況の把握

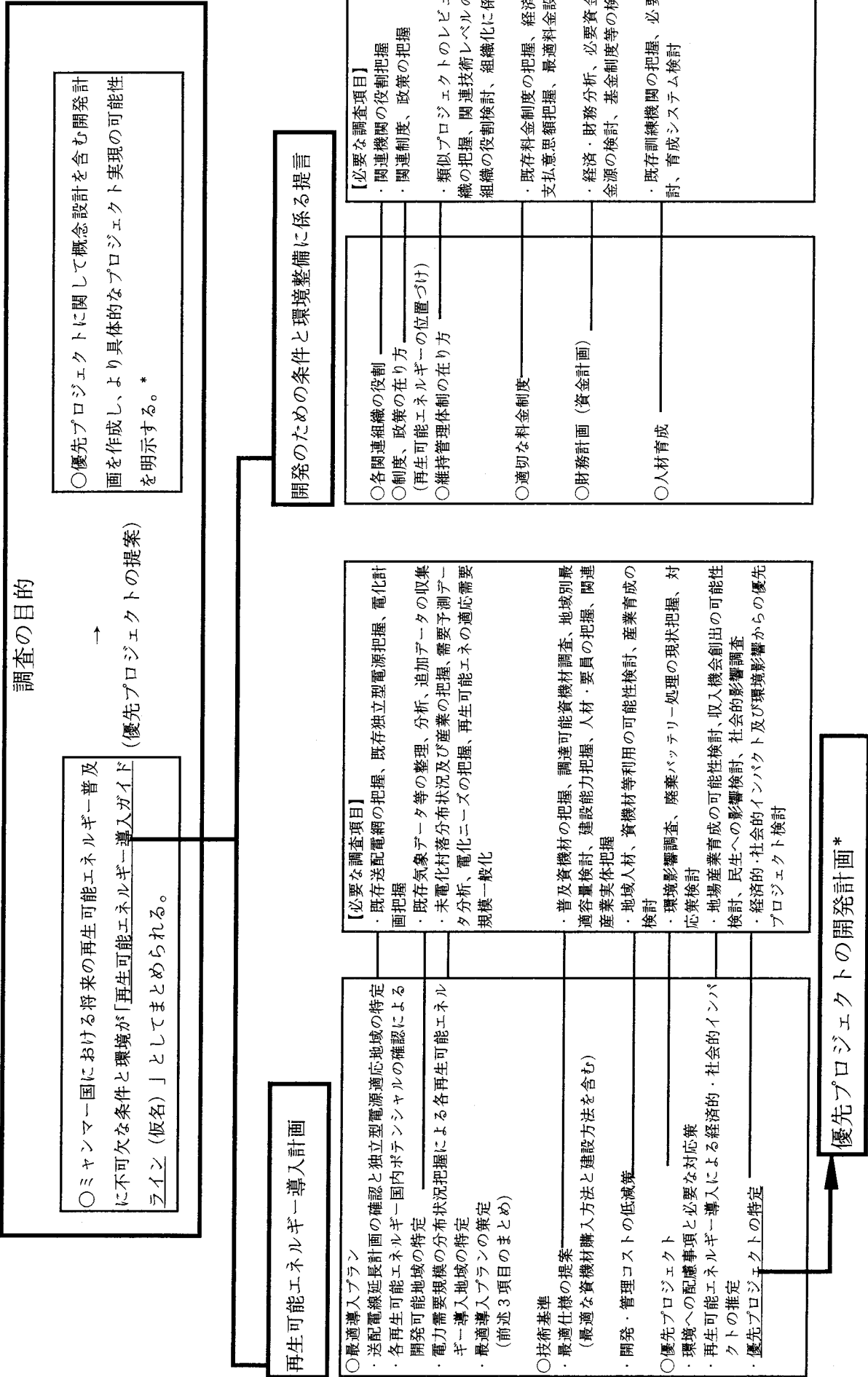
現地大使館、JICA事務所及びUNDP等からの情報を収集し、現地の治安状況についての確認を行い、本格調査の対象地域及び調査範囲等を検討する際の、重要な参考情報とする。

(6) 今後の調査予定

今次調査の結果を踏まえて、可能な限り早期にS/W締結し、本格調査を開始する旨を説明し、先方の理解を得る。

【調査方針案】

ミヤンマー国 国境・農村地域における再生可能エネルギー導入調査の実施方針（案）



2. 2 団長所感

- (1) ミャンマーにおける再生可能エネルギーの利用は、小水力発電あるいはバイオマスの有効活用を中心に様々な機関が行っているが、その規模や対象とするリソースも限定的であり、再生可能エネルギー利用に関する包括的な政策や戦略は存在せず、中核となって利用を促進する役割の機関も明確ではない。一方、現在の極めて低い地方電化率の改善は、電力省及びミャンマー電力公社の主要課題の一つであり、それぞれ地域で特徴的ではあるものの、地方部に豊富に存在する水力あるいは太陽光等の再生可能エネルギーの活用による地方電化に期待を寄せている。このため、本件調査によって作成されるガイドラインは、技術的側面ばかりではなく、制度的あるいは運営、管理の観点でも、今後の地方部での再生可能エネルギー利用のあり方を示すものであり、電化を通じた地方部での民生向上に資するための包括的な指針として重要となる。また、ミャンマー側の本件調査終了後の継続的支援に対する期待は大きく、地方部での再生可能エネルギーによる電化事業の早急の実現が重要であることは十分理解できることから、本件調査においても、事業化を十分に考慮した現実的な内容とする必要がある。
- (2) 本件調査のカウンターパート機関である電力省及びミャンマー電力公社に対しては、今回の予備調査を通じて、JICA 事業の内容や開発調査の枠組みについて説明し、その理解の促進に努めたものの、1989年以来の開発調査事業でもあり、必ずしも具体的なイメージを有していないことが危惧されることから、今後とも継続的に理解と協力を得る努力が必要であろう。この際には、オーナーシップの醸成にも十分意を用いることが重要となる。また、パートナーシップの観点から、本件調査のカウンターパートの配置を求めた結果、今回の M/M においても職員の指名を確認しているが、実質的な実施機関となるミャンマー電力公社の財務状況が極めて逼迫していることから、本件調査を実施する際のミャンマー側の予算措置には多くを期待できず、日本側の特段の配慮が求められる。
- (3) 電力省及びミャンマー電力公社以外に、農業灌漑省、農産物取引公社、科学技術省等においても、それぞれの立場から、再生可能エネルギーの利用に多少なりとも関与している。このことから、より効果的なガイドラインの作成のために、関係機関の活動的確な把握と十分な意見の聴取を行うとともに、調査方針や調査結果の関係者への説明のためにセミナーを開催するなど、総合的な再生可能エネルギー利用のための調整及び利用技術の普及を図る必要がある。また、地方部での社会、経済開発事業の実施には、国境地域少数民族開発省との連携が不可欠であることから、適宜調査の進捗を報告するなど、同省関係者の十分な理解と協力を確保することは

重要である。なお、国境地域少数民族省が所掌する地域での調査に際しては、安全管理の観点から、電力省を通じて調査の内容の通報と便宜供与を依頼し、必要があれば同省からの同行者が得られる予定である。

- (4) 本件調査で作成する予定のガイドラインはミャンマー全土を対象とすることとなるが、調査の過程において関連データの収集のために調査地域を設定する必要がある。この調査対象地域の選定は本格調査の中で行われることとなるが、それぞれの再生可能エネルギーのポテンシャルやミャンマー側の意向を踏まえるとともに、当方の国別事業実施計画等との整合性も十分吟味した上で、対象地域を絞り込むことが肝要である。また、調査の第二段階での優先地域あるいは優先プロジェクトの選定に当たっては、ガイドラインが提示する諸要件に基づく評価に加え、事業化の目途を十分考慮する必要がある。なお、それぞれの調査対象地域の選定に当たっては、安全管理の観点からも十分に検討されるべきであることは言うまでもない。
- (5) ミャンマーにおける再生可能エネルギー利用に関しては、NEDO の委託事業が先駆的に実施されており、風況データ等の貴重な資料が得られている。これらのデータは、本件調査において極めて重要な資料となることから、本件調査での活用の可能性につき、NEDO 等の関係者と協議を行っていききたい。開発途上国での再生可能エネルギー利用の分野においても、国内関係機関の連携の促進を図ることは、効果的、効率的な援助を行う上で極めて重要である。

2. 3 協議結果 (M/M 概要)

今回署名の M/M においては、本予備調査団派遣の経緯、目的、JICA 開発調査実施に係る一般的手続き及び本案件に係る今後の予定を記載したうえで、以下の合意事項を記載した。

(1) 確認事項

1) 再生可能エネルギー適用分野

今回調査の結果から、ミャンマー国においては再生可能エネルギーが電源利用を始め、様々に利用されている現状が把握された。特に小水力とバイオマスに関しては広くその利用が図られている。一方、地方域における最も緊急の課題として、電化率の低さが指摘されている。これらの現状から、再生可能エネルギー導入における、最も適切かつ緊急の課題は地方電化への応用促進であると理解した。

2) 再生可能エネルギーのポテンシャル

小水力に関しては、既に多くの開発例もあり、全国的にそのポテンシャルが期待されている。特に高原地域におけるポテンシャルが高い。

風力に関しては、既存のデータからミャンマー国の西部地域においてポテンシャルが期待される。当該分野の賦存量データに関しては、NEDO により測定されたデータが確認されている。

太陽光に関してはも、全国的にそのポテンシャルが期待されている。特に中央乾燥地域におけるポテンシャルが高い。

バイオマスに関しては、現在政府管理下にある精米工場等から排出される米殻が年間 0.3 百万トン、同じくバガスが 0.2 百万トンと言われており、これに民間業者の排出量を加えると極めて大量の利用可能バイオマスが、全国規模で期待できることとなる。

3) 再生可能エネルギーの開発状況

小水力については、高原地域を中心にその開発が進められている。しかしながら太陽光及び風力に関しては、海外ドナーの活動以外に殆ど実績を持たない。バイオマス利用に関しては米及び砂糖の生産工場において広く実用化されている。ただし、現時点では、あくまでも工場を維持するための電源として利用されているものである。

電力局及び電力公社における再生可能エネルギーの開発優先順位は、小水力、太陽光、風力の順であり、バイオマスに関してはその燃料集積に係る難しさゆえに、積極的に取り組むものではない。

4) 地方での電化状況

地方での電化率は依然 7% に過ぎない。電力局及び電力公社は送配電網の届かない地方域に関しては、ディーゼルによる電化を進めてきた。2000 年時点で、161 の村落に 224 のディーゼルの設置しており、総容量は 8,367MW である。

5) 地方電化政策及び計画

地方電化事業には、電力局、国境地域少数民族開発省、農業・灌漑省、エネルギー省及び科学技術省という様々な機関が関係している。それぞれの機関は各々方針をもって事業を展開しているが、全体を統括する政策、計画は存在しない。

電力局及び電力公社は、以下の方法をもって地方電化に取り組んでいる。

- ・送配電網の拡張
- ・送配電網の届かない地域でのディーゼル発電及び小水力発電による電化

6) 関連機関の役割

国境地域少数民族開発省は地方の社会・経済開発に係る所轄機関であり、電力局及び電

力公社は地方を含めた全国の電化事業を担当、推進している。地方電化に関しては、各関係機関が独自に推進しているが、機関同士の連携による事業展開もなされている。電力局及び電力公社は小水力発電及びディーゼル発電による電化、国境地域少数民族開発省は電力局及び電力公社が実施する地方電化事業の資金的協力、エネルギー省は再生可能エネルギー利用推進、農業・灌漑省は灌漑ダムの建設、そして科学技術省は再生可能エネルギーの技術開発をそれぞれ担当している。

(2) 本格調査の概要

1) 調査名

調査名は「The study on the introduction of renewable energies in rural areas in Myanmar」とする。

2) 目的

地方における再生可能エネルギー導入に係るガイドライン及び開発計画の策定を目的とする。

3) 調査地域

ガイドライン策定に必要なデータ収集を目的としたサンプリング調査実施対象地域は、本格調査において先方カウンターパート機関と JICA 調査団との協議に拠り決定される。

4) 担当機関

電力局は本格調査実施に係る全面的な責任を負うものであり、関係機関との調整を行う。電力公社は実際に調査を実施・推進する機関となる。

5) Scope of the study

(a) 再生可能エネルギー導入ガイドラインの策定

ガイドラインは以下の調査事項を基に作成される。

- ・ 技術的側面、すなわち最適利用を実現化するための手法及び技術基準、からの再生可能エネルギー導入に係る計画策定
- ・ 政策及び法令、関連機関の役割、及び人材育成に関する制度的な分析と提言

(b) 開発計画の策定

最優先プロジェクトの概念設計を含む開発計画を策定する。なお、同開発計画策定に関する対象プロジェクト地域は、前述のガイドラインに沿って選定される。必要に応じては、本格調査においてパイロットプログラムを実施する。

(c) その他

本格調査の期間は以下のとおり想定される。

- ・ガイドライン策定 約 1.5 年
- ・開発計画策定 約 1.0 年
- ・パイロットプログラム 約 1.5 年

(3) 予備調査団によるコメントと提言

1) 電力局は各関係機関との調整を行う。特に国境地域少数民族開発省とは各現地調査実施に係る調整を行うこととする。

2) 本格調査においては、開発の可能性がある地域に関して分析・評価し、最も開発優先度の高い地域に関して概念設計を含む開発計画を策定する。

3) 円滑な調査実施のために、電力局及び電力公社は必要なデータ、情報の入手に関して本格調査団を支援する。ただし、本データ及び情報は調査目的のためだけに使用されるものとする。

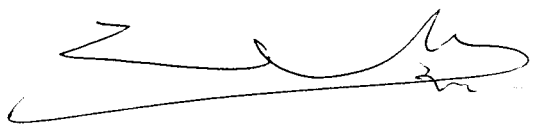
4) 電力局及び電力公社は必要なカウンターパート要員を配置することとし、同要員に対しては直接的な技術移転がなされる。また、調査の推移、結果を関係者に周知する目的で、本格調査団はセミナーを実施する。

5) 電力公社より、調査結果を基にした事業化を極力早期に実現するため、可能な範囲での調査期間の短縮が要請された。今後の調査期間決定の過程において、同短縮に係る要請は十分に配慮されるものとする。

2. 4 署名した Minutes of Meeting

MINUTES OF MEETING
FOR
THE PRELIMINARY STUDY
ON
THE INTRODUCTION OF RENEWABLE ENERGIES IN RURAL AREAS
IN
MYANMAR

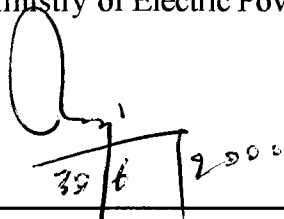
Yangon, 30th June 2000



U Zaw Win
Director General,
Department of Electric Power,
Ministry of Electric Power



Yuji Otake
Team Leader,
Preliminary Study Team,
JICA



U Yan Naing
Managing Director,
Myanma Electric Power Enterprise

The Department of Electric Power, the Ministry of Electric Power (hereinafter referred to as “DEP”) requested officially to implement the study on rural electrification using renewable energy in Myanmar to the Government of Japan in September 1998. In response to the request, the preliminary study team organized by the Japan International Cooperation Agency was dispatched to Myanmar from June 18th to July 1st, 2000. The aims of the preliminary study are to clarify the outline of the proposed study and to collect necessary data and information before fixing the scope of work.

In Yangon the preliminary study team had a series of discussions on the proposed study, which was named “the Study on the Introduction of Renewable Energies in Rural Areas in Myanmar,” with DEP and Myanma Electric Power Enterprise (hereinafter referred to as “MEPE”), a state owned utility responsible for generation, transmission and distribution of electric power in Myanmar, and other relevant government departments.

Discussions were conducted in a friendly and cordial atmosphere and both sides agreed to record the following points as summarized conclusions of the discussions:

1. Objectives of the Preliminary Study

The objectives of the preliminary study are:

- (1) To make the staff of DEP/MEPE understand the scheme of the JICA Development Study Program.
- (2) To confirm the backgrounds and contents of the request initiated by DEP in September 1998.
- (3) To examine the present situations of the use of renewable energies as well as rural electrification in Myanmar.
- (4) To collect relevant data and information.
- (5) To build up a mutual understanding regarding the structure of the actual study to be conducted.

2. Procedure of the Implementation of the JICA Development Study

In general, the JICA Development Study is carried out through the following three stages:

- (1) Preliminary study: In this stage, the outline of the proposed study is clarified, and necessary data and information to fix the scope of work are collected. Between JICA and the relevant organization of the recipient country (i.e., DEP), mutual understanding for the outline of the actual study is built up.
- (2) Preparatory study: In this stage, based on the result of the preliminary study, the detailed scope of work is fixed through the discussions of the two parties. The mission of the preparatory study is sometimes called Scope of Work (S/W) mission. Concerning the Study on the Introduction of Renewable Energies in Rural Areas in Myanmar, the S/W mission is expected to be dispatched in around September 2000.
- (3) Actual study: In this stage, the JICA study team composed of Japanese consultants is organized and carries out the actual study in accordance with the agreed scope of work.

3. Major Findings

3.1 Prospective field for the use of renewable energies in Myanmar

Through a series of discussion with relevant organizations and government departments and site visits, it was clarified that various types of renewable energies has been used in Myanmar, and most widely used ones were hydropower and biomass. Renewable energy resources are abundant in rural areas, and it is expected to use them extensively through various forms of energy supply system. Meanwhile, in rural areas, one of the most urgent need for energy supply is electrification in the light of the fact that electrification rate in rural area is still low--approximately 7%. In this context, both parties (i.e., the officials of DEP/MEPE and the preliminary study team members) reached the conclusion that electrification using renewable energies in rural areas is one of the most prospective fields for the proposed study.

3.2 Potential of the use of renewable energies in Myanmar

According to the reports of MEPE studies, water resources for medium and small hydropower are estimated at about 12,000MW. Potential sites for mini- and micro-hydropower stations are abundantly found especially in highland areas.

Currently available data on wind resources are not enough to evaluate suitable sites for constructing wind turbines. Judging from existing data available in the Department of Meteorology and Hydro (DMH), however, western part of the country is

supposed to be the potential area for the development of wind power. Meanwhile, as part of the research project of Japan's New Energy and Industrial Development Organization (NEDO), the evaluation study of wind resources using modern data acquisition systems has been carried out since 1998.

Solar energy is also abundantly available especially in the central dry zone. MEPE reported that irradiation intensity of more than 5kWh/m²/day was observed during the dry season through its experimental measurements (this is also one part of the NEDO project).

In addition, many biomass resources are available throughout the country. Some of them are agricultural wastes such as rice husk, bagasse, and sawdusts. The volume of rice husk produced in government-owned rice mills is estimated at 0.3 million tons per year, and that of bagasse 0.2 million tons per year. These numbers would increase substantially, if those waste produced in privately owned mills were added.

3.3 Current status of the development of renewable energies in MEPE

MEPE has developed 34 mini- and medium-size hydropower projects whose capacities are between 24kW and 5,000kW. Most of them are located in the highland areas of the northern and eastern parts of the country.

Except for small experimental systems installed by foreign donors, neither photovoltaic (PV) nor wind power have developed in Myanmar.

Electric power generators firing agricultural wastes are widely used in rice and sugar mills. But, at present, they are used only for captive power.

As regards the use of renewable energies for power supply, DEP and MEPE put the first priority on small- and mini-hydropower, the second on PV, and the third on wind power. But, they have little interest in the use of biomass due to the difficulties in material collection.

3.4 Present situation of electrification in rural areas

Almost all city areas are electrified, but electrification rate in rural area is still very low--approximately 7%--as mentioned previously. To cope with this situation, DEP and MEPE have installed diesel power generators in remote areas where people cannot reach the national grid system. As of the year 2000, a total of 224 sets of diesel power generators are installed in 161 villages, and the total capacity of them is 8.367MVA.

3.5 Policy for and programs of rural electrification

There are several Ministries that are involved in rural electrification (RE) activities. Among them are the Ministry of Electric Power (MOEP), the Ministry for Progress of Border Areas and National Races and Development Affairs (PBANRDA), the Ministry of Agriculture and Irrigation (MOAI), the Ministry of Energy (MOE), the Ministry of Science and Technology (MOST) and the Ministry of Commerce (MOC). Although individual Ministries have their own policy for and programs of RE, an integrated RE policies does not exist.

As the responsible organizations for national power development, DEP and MEPE have promoted RE by mainly the following measures:

- (1) Connecting to the national grid system
- (2) Installation of diesel generators and mini-hydropower stations in remote areas where people cannot reach the grid system

3.6 Roles of individual organizations related to rural electrification

Individual Ministries have promoted RE within their responsibility. PBANRDA is, for example, responsible for social and economic development of rural areas, and DEP and MEPE are responsible for power supply across the country including rural areas.

So far, RE has been carried out through the efforts of individual Ministries and cooperation among them. As mentioned above, DEP and MEPE contribute to the installation of mini-hydro and diesel power generators in remote areas. PBANRDA also contributes to financing RE programs of DEP and MEPE, MOE promoting the use of renewable energies, MOAI constructing irrigation dams, and MOST developing technology of renewable energies.

4. Outline of the Actual Study

4.1 Title

The Study on the Introduction of Renewable Energies in Rural Areas in Myanmar

4.2 Objectives

The objectives of the actual study are to formulate guidelines and prepare a development plan for the introduction of renewable energies in rural areas in Myanmar.

4.3 Study area

To collect data necessary for drawing the guidelines, some specific areas will be selected. However, these areas will be decided in the actual study through discussions between the Myanmar counterparts and the JICA study team.

4.4 Responsible agencies

DEP shall take full responsibility for the implementation of the actual study and coordinate the related authorities and Government Departments. MEPE shall be the actual execution body for the study.

4.5 Scope of the study

4.5.1 Formulation of guidelines for the use of renewable energies

To formulate guidelines, the following studies will be carried out:

- (1) Planning for the development of renewable energies from the following technical aspects:
 - a) Establishment of the procedure realizing the most comprehensive use of renewable energies. In this section, necessary data will be collected and examined. These data include energy demand, availability of energy resources, related socio-economic data, and costs.
 - b) Establishment of the technical standards for data collection, equipment and systems, economic evaluation, and environmental impact assessment.
- (2) Discussion of institutional issues necessary for the implementation of RE using renewable energies
 - a) Policies and regulations
 - b) Roles of individual organizations engaged in RE using renewable energies
 - c) Capacity building of human resources

4.5.2 Preparation of a development plan

This development plan will include a conceptual design of the most prospective power supply systems in rural areas. Target site(s) for the plan will be decided in accordance with the above-mentioned guidelines. If necessary, (a) pilot program(s) will be included in the actual study.

g.o

nr

4.5.3 Others

Time schedule of the actual study is expected to be the following:

(1) Formulation of the guideline	approximately	1.5 years
(2) Preparation of a development plan	approximately	1.0 years

(3) Pilot program	approximately	1.5 years

5. Comments and Suggestions of the Preliminary Study Team

- (1) DEP shall be responsible for coordinating the relevant Ministries and their affiliate organizations to expedite the implementation of the actual study. It shall coordinate with PBANRDA for site reconnaissance in the border areas during the study.
- (2) In the study, some potential sites will be evaluated to draw a development plan for the future projects using renewable energies. The development plan including conceptual design of the power supply system will be drawn for the most prospective project site(s).
- (3) To facilitate smooth and efficient implementation of the study, DEP and MEPE shall help the JICA study team to collect official data and information that are necessary for the study. Those data must be used only for the purpose of the study.
- (4) To facilitate the technology transfer, the Myanmar side will assign the staff engaged in the study as the counterpart members. The JICA study team will hold seminars in Myanmar to disseminate the necessary information and the results of the study.
- (5) The Myanmar side requested that the period of the study be shortened. This is because they expected to make the results of the study concrete as soon as possible. This request will be taken into account when the detailed scope of the study is clarified in the next stage.

第3章 ミャンマー国の概要と現状

第3章 ミャンマー国の概要と現状

3.1 ミャンマー国の一般概要

(1) 地理

ミャンマーはインドシナ半島の西部に位置し、東でラオスとタイに接し、西でインドとバングラデシュ、北で中国の雲南省と青海省に接する。国土面積は 68 万 km² あり、おおよそ日本の約 1.8 倍の広さに相当する。

(2) 気候

熱帯モンスーン気候に属し、概して年間を通して気温は高い。季節は暑季（3 月から 5 月）、乾季（11 月から 2 月）、雨季（6 月から 10 月）の三シーズンに分かれる。

年間降雨量は海岸部の 5000mm 以上から中央部乾燥地帯の 750mm 以上までかなりのばらつきがある。首都のヤンゴンでは平均 2530mm である。

平均気温は、沿岸部やデルタ地帯が 32℃、低地中央部が 21℃、首都のヤンゴンが 27.3℃ である。

(3) 人口統計

人口は 1997 年度推定で 4640 万人であり、インドシナ半島ではベトナムとタイに次ぐ規模にある。人種はビルマ族が 70% を占め、その他多くの少数民族がいる。言語はミャンマー語が使われる。宗教は 90% が仏教であるが、他にキリスト教徒、回教徒などもいる。

(4) 略史

諸部族割拠時代を経て 11 世紀半ば頃に最初のビルマ族による統一王朝（パガン王朝、1044～1287 年）が成立。その後タウングー王朝、コンバウン王朝等を経て、1886 年に英領インドに編入されたが、1948 年 1 月 4 日に独立した。

(5) 政治

現在の政体は軍事体制（暫定政府）である。元首はタン・シュエ（Than Shwe）国家平和開発評議会（SPDC）議長であり、92 年 4 月 23 日に国家法秩序回復評議会（SLORC）議長に就任して以降、元首の地位にある。また、現在、政府の首相でもある。

国会は 88 年 9 月クーデターにより解散された。90 年 5 月に総選挙が実施されたが、国会は召集されていない。

これまでの内政の主な動きは以下のとおりである。

- 62 年ネ・ウィン大将率いる国軍が全権を掌握。
- 88 年一党独裁による社会主義体制の行き詰まりにより、民主化運動が勃発。同年 9

月事態収拾のため国軍が全権を掌握し、軍事政権（SLORC：国家法秩序回復評議会）が成立。

- 90年5月同政府は総選挙を実施するも、アウン・サン・スー・チー女史率いる国民民主連盟（NLD）が圧勝。同政府は民政移管のためには堅固な憲法が必要であるとして政権移譲を拒否し、93年1月より新憲法の基本原則を審議する国民会議を断続的に開催している。
- なお、政府は、国家防衛法違反を理由に89年7月から95年7月までスー・チー女史を自宅軟禁（同女史は91年ノーベル平和賞受賞）。スー・チー女史の自宅軟禁解除後、同女史と政府との対立が高まっている。
- 97年11月15日、SLORCは、規律ある民主制の実現と、平和で安定し近代的に発展した国家建設を目的に自ら解散し、議長、副議長、第一書記、および第二書記の4名を除き、他のメンバーを刷新した国家平和開発評議会（SPDC）に改組した。

（6） 経済

経済概況：

1962年以来農業を除く主要産業の国有化等社会主義経済政策を推進してきた。しかし閉鎖的経済政策等により外貨準備の枯渇、生産の停滞、対外債務の累積等経済困難が増大し、1987年12月には国連より後発開発途上国（LLDC¹）の認定を受けるに至った。

88年9月に国軍が全権を掌握後、現政権は社会主義政策を放棄する旨発表すると共に、外資法の制定等経済開放政策を推進している。92年から95年まで経済は高い成長率で伸びてきたが、最近是非現実的な為替レートや硬直的な経済構造等が発展の障害となり、外貨不足が顕著となってきている。

マクロ経済指標：

ミャンマーの通貨チャットはIMFの特別引出権（SDR²）にペグすることで公定の為替レートが決められている。しかし、実態としての購買力を無視した公定為替レートが決められているために、闇市場で取り引きされるレートとの間で大きな乖離が生じている。1998年の期中平均の公定レートが1ドル=6.342チャットであったのに対し、98年9月時点の闇レートは約350チャットで取り引きされており、その乖離は約60倍にも及んでいる。

そもそも国内のマクロ統計データが十分整備されていないことに加え、この二重為替レートの問題があり、国内総生産（GDP³）の把握が難しいが、97/98年度の推定で125億ド

¹ LLDC: Low Level Developing Country

² SDR: Special Drawing Right

³ Gross Domestic Product

ル、一人当たり GDP で 270 ドルの水準と見られる⁴。

経済成長率は 98/99 年度暫定値で 5.0%、物価上昇率は 97/98 年度が⁵ 29.7%であった。
なお、公定レート（期中平均）の推移⁵は以下のとおりである。

	1 ドル＝
1995 年	5.6670 チャット
1996	5.9176
1997	6.2418
1998	6.3432
1999	6.2858

貿易：

96/97 年度の輸出額は 8 億 8900 万ドル、輸入は 18 億 3600 万ドルであった。主要貿易品目は次のとおり。

- 輸出：農産物、林産物、水産物、鉱産物
- 輸入：機械類、輸送・建築資材、工業原材料

また、96/97 年度の主な貿易相手国は次のとおりである。

- 輸出：インド、シンガポール、タイ、中国、香港、日本
- 輸入：シンガポール、日本、タイ、中国、マレーシア、韓国

(7) 地方行政の体制

地方行政は、最高位の州 (State)・管区 (Division)、その下の地区 (District)、最も地域に密着した行政単位である郡 (Township) の三つのレベルで構成される。各行政の単位の数は、7 州、7 管区、62 地区、324 郡である。

地方行政の末端の単位である 324 の郡には開発委員会 (Development Committee) が置かれ、自治業務を運営する。この委員会は、一部中央からの補助を受けながらも、各種の税、委員会が管理する資産の使用料徴収により運営資金の大部分を賄う。

94 年までは、内務省の一般行政局 (Department of General Affairs) が上記三レベルの地方行政組織の統轄と、開発委員会の自主運営の監督を行ってきた。しかし、94 年の機構改革により、開発委員会の監督業務は内務省から 92 年に設立された国境地域少数民族開発省 (PBANRDA: Ministry for Progress of Border Areas and National Race and Development Affairs)

⁴ 外務省ウェブ「各国・地域事情と日本との関係」
http://www.mofa.go.jp/mofaj/world/kankei/a_myau.html

⁵ IMF, International Financial Statistics (May 2000)

に移管された。この結果、内務省に残された役割は、中央政府の地方における出張的業務のみとなった。具体的には、国家秩序回復評議会から委任されている各地の治安維持、土地収入税を初めとする中央政府税の徴収、団体設立の審査、土地運営の管理、他省からの委託業務がこれに相当する。

3. 2 関係機関とその役割

ミャンマー政府には、まだ総合的なエネルギー政策の立案といった考え方がない。このため、エネルギー省 (MOE: Ministry of Energy) は存在するものの、ここが直接関与するのは炭化水素系エネルギー、すなわち石油と天然ガスに限定される。同じ化石燃料でも石炭は鉱山省 (MOM: Ministry of Mine)、電力と水力発電は電力省 (MOEP: Ministry of Electric Power) の所管である。

このため、今回の調査の目的である地方部における再生可能エネルギーの利用と電化の促進に関しては、いくつかの政府機関が関与することになる。

電力開発については、MOEP が所管となる。しかし、地方電化の責任という点では、必ずしも MOEP がすべての責任を負うものではない。MOEP にとって、地方電化はあくまでも国家電力開発の一部であり、それ自体が直接的な目的となるものではない。

他方、国境周辺部など地方部の経済発展の推進については、国境地域少数民族開発省 (PBANRDA) がその担当官庁であるが、ここはいわゆる事業官庁ではなく、地方電化という具体的な事業を進める機能を持っていない。結局、電化プログラムを実体として進めるためには、電力省の力が必要となる。このため、PBANRDA の役割は、プログラムの推進に必要な許認可や予算の確保について権限を有するものと考えてよい。

この他、エネルギー省 (MOE: Ministry of Energy) もエネルギー供給あるいは利用といった点で関連するが、MOE の関与は主として石油と天然ガスの開発利用に限定されており、電力あるいは再生可能エネルギーの開発での関わりは小さい。

地方部でのダム開発については、農業灌漑省 (MOAI: Ministry of Agriculture and Irrigation) の関わりが強い。農地の灌漑を目的としたダム建設はここが責任を持っており、多目的ダムの建設では電力省との協力で仕事が進められる。農村部での中小水力発電設備の建設を行う場合には、MOAI との協力は不可欠である。

また、農業廃棄物の利用、例えば砂糖工場でのバグスの利用 (ボイラー燃料)、木工工場での切りくずの燃料化、藁のエネルギー利用なども MOAI が推進している。

科学技術省 (MOST: Ministry of Science and Technology) も太陽光発電やバイオマス・エネルギーの利用に関わっている。ただし、MOST の関与はあくまでも技術開発に限定されており、商業規模での導入プログラムは行わない。

3. 3 関連政策と電化計画

(1) エネルギー政策

いわゆる総合的なエネルギー政策が存在しない。これは、前述のようにエネルギー種別に担当省が分かれるためである。例えば、エネルギー省の政策として以下があげられているものの、そこには石炭や電力については何ら触れられていない。

- 国産エネルギーの生産量を確保するため、開発可能な天然資源はすべて開発する。
- 既存の油田とガス田の生産性を高め、一定の生産量を確保する。
- 石油製品の需要に合わせ、国内の石油精製設備を最大限に活用する。
- 特に、輸送部門でのエネルギー損失を減少させる。
- 各産業で使用される燃料を石油製品から天然ガスに転換していく。
- エネルギーの効率的な利用と省エネルギーを浸透させる。

(2) 電力開発政策および地方電化政策

国の電力開発は電力省（MOEP）の所管である。しかし、エネルギー政策の一環としての電力政策はない。事業としての電力開発は、電力省の傘下にあるミャンマー電力公社（MEPE: Myanmar Electric Power Enterprise）が行い、電力公社の事業目的として、以下があげられている。

- 国内の水力資源を調べ上げ、開発可能性調査を行う。
- 国内にある資源と機材を使い、主力となる水力発電を開発する。
- 事業可能性調査の結果に基づいて、緊急に大型水力の開発を行う。
- 水力発電をベースロード、天然ガスタービン火力をピークロードとして利用する。
- ガスタービン火力用の天然ガスの使用量を削減するため、複合サイクル発電を推進する。
- 送配電網の拡張を行い、ディーゼル発電による電力供給を削減する。
- 木材の切りくずや農業廃棄物による代替発電の調査を再開する。
- 送配電損失を低減する。
- 送配電網に届かない僻地の電化は主にディーゼル発電により行う。

明確な電力政策がないことからわかるように、当然、地方電化計画と呼べるものが存在するわけではない。少なくとも地方部における電化の促進という観点からは、いくつかの省庁が関わりを持っており、以下のように関連する省庁がそれぞれの権限範囲の中で実

施努力をしているというのが実態である。

国境地域少数民族開発省：

地方経済の発展については、国境地域少数民族開発省（PBANRDA）がその責任を負うものの、彼らが地方電化に的を絞った政策あるいは具体化した地方電化計画を持っているとは思われない。これは PBANRDA がいわゆる事業部門を持たないないため、具体的な設備計画の実施に当たっては、電力省（MOEP）とその傘下にある事業体としての電力公社（MEPE）に依存せざるを得ないためである。

電力省及び電力公社：

MOEP と MEPE は全国送電網から離れた地域の電化のためにディーゼル発電機を設置しており、この予算は PBANRDA から出ているようである。もちろん、政府の財政基盤が弱いことから、必ずしも PBANRDA に十分な予算があるわけでもなく、MOEP と MEPE の話では、その不足分は彼らの予算を当てるとのことである。

一方、MOEP と MEPE にとって、水力開発はまさに彼らの役割である。いわゆる小水力は地方電化の一つの手段となろうが、この小水力の開発については、予算を含めたすべてが MOEP と MEPE の責任において行われる。これは、前述のように、そもそも明確な地方電化政策というものが存在しないため、水力は大きいものであろうが小さいものであろうが、あくまでも水力開発という範疇で捉えられているためと思われる。

農業灌漑省及び農産物取引公社：

水力開発については、農業灌漑省（MOAI）も深い関わりを持つ。MOAI は灌漑用のダムを開発していることから、MOEP と MEPE は MOAI と連携することでこれを多目的ダムとして使い、発電設備も設置する。この点で両省は深い関わり合いを持つ。

また、農産物バイオマスの利用については、傘下の農産物取引公社（MAPT: Myanmar Agricultural Produce Trading）が地方にある精米所や製糖工場で廃棄物のエネルギー利用（発電を含む）を進めている。

エネルギー省：

エネルギー供給という点からは、エネルギー省（MOE）も電化に関わりを持つ。DOE の主たる役割は石油・天然ガスの開発利用であり、発電所への炭化水素系燃料の供給は彼らの責任である。また、石油代替という観点から、再生可能エネルギー利用にも関心を示している（ただし、具体的なプログラムの有無は不明）。

科学技術省：

再生可能エネルギーの利用技術開発では、科学技術省（MOST）が関わる。MOST は大

陽光発電（PV: Photovoltaic）やバイオマス利用技術の開発に携わっており、その中の一つに農産廃棄物（例えばもみ殻）のガス化技術がある。この技術はすでに民間企業に移転済みであり、このバイオガス発生機とガスエンジンを使った発電装置が農村部で使われている。

（3）電化計画

長期的な電力需要想定に基づく電力開発計画は見あたらない。

過去 20 年間の需要の伸び率を示したものが表 3.3-1 であり、ここで明らかなように 1988-89 年度から 1997-98 年度までの 10 年間の最大需要電力の平均伸び率は、年 8.3% という比較的高いものであった。需要規模が 1997-98 年度においても 68 万 kWh といた水準にとどまっていることから、新規の工業団地の設置、あるいは景気の動向が電力需要の急激な変動となって現れる。

今後もこの程度の需要の伸びは想定されるが、現在の政府の財政基盤からみてどの程度の電源開発が可能か不明な点が多い。ちなみに、現在進められて主な水力プロジェクトとして表 3.3-2 に示す四つがある。さらに将来実施予定のプロジェクト 13 件を表 3.3-3 に示したが、いずれも現地踏査から事業化調査の段階にとどまっている。

加えて、国境に近いシャン州とカチン州における地方電化を想定した小水力プロジェクトとしてあげられている 5 件を表 3.3-4 に示した。

表 3.3-1：過去の電力需要の伸び，1988-89～1997-98

年度	最大需要電力	伸び率	備考
1988-89	332.00		
1989-90	373.00	12.3%	経済成長
1990-91	410.30	10.0%	
1991-92	430.44	4.9%	
1992-93	435.19	1.1%	
1993-94	491.70	13.0%	民間部門の立ち上がり
1994-95	515.60	4.9%	
1995-96	616.90	19.6%	住宅、工業団地開発
1996-97	660.80	7.1%	
1997-98	682.60	3.3%	
(1997-98/1988-89)の平均		8.3%	

(出所)MEPE

表 3.3-2：現在進行中の主な水力発電プロジェクト

プロジェクト	場所	設備容量 (MW)	年間発電電力量 (GWh)	備考
Zaungtu	Bago Division	20 (2 x 10MW)	76	1999年末完成予定
Paunglaung	Mandalay Division	280 (4 x 70MW)	910	プロジェクト実施契約: 1998年10月および11月
Mon	Magwe Division	75 (3 x 25MW)	330	プロジェクト実施契約: 1998年11月
Thapanzeik	Sagaing Division	30 (3 x 10MW)	117	プロジェクト実施契約: 1998年11月

(出所)MEPE

表 3.3-3：将来実施予定の主な水力発電プロジェクト

プロジェクト	場所	設備容量 (MW)	年間発電電力量 (GWh)	備考
Bilin	Mon State	280 (4 x 70MW)	756	日本工営が事前調査を終了
Kun	Bago Division	84 (3 x 28MW)	350	SFのための現地踏査は完了
Yeywa	Mandalay Division	600	2,815	日本工営がSF実施
Baluchaung 3	Kayin State	48	327	ニュージェックがFS実施
Pyu	Bago Division	65	260	UNDPが事前調査を実施
Thaukyegat	Kayin State	150	780	事前設計報告書は完了。FSは東京電力を予定
Bawgata	Kayin State	160	500	事前調査
Nam Kok	Shan State	100-150	284	FS
Hutgyi	Shan State	400	2,000	丸紅とニュージェックがFSを提案
Tanintharyi	Tanintharyi State	600	3,476	日本工営が事前調査実施
Tasang	Shan State	3,600	23,000	
Shweli	Northan Shan State	200-300	1,600	現地踏査終了
Tamanthi	Sagaing Division	1,200		FS

(出所)MEPE

表 3.3-4：将来実施予定の国境地域の小水力発電プロジェクト

プロジェクト	設備容量 (kW)	場所
Mepan Chaung	2,000 (2 x 1,000kW)	Mepan Chaung, Eastern Shan State
Tumpang Hka Chaung	6,000 (3 x 2,000kW)	Tumpang Hka Chaung, Kachin State
Keng Hkawng Chaung	1,200 (3 x 400kW)	Nam Hkak Chaung, Eastern Shan State
Kyu Hkok Chaung	320 (2 x 160kW)	Nam Khan Chaung, North-eastern Shan State
Nam Mae Sai	6,000 (3 x 2,000kW)	Nam Mae Sai Chaung, Eastern Shan State

(出所)MEPE

(4) 送配電網拡張計画

電源開発と同様に明確な送配電計画が描かれているわけではない。

MOEP と MEPE は送配電網の拡張を進めており、電気の供給地域を拡張しようとしている。しかし現実には、発電設備の容量が限られていることから、送配電網の拡張により、ある時点で発電設備容量が足らなくなる。そうすると、今度は送配電網の拡張を中止し、ロードセンターでの発電設備の建設を行う。その設備に余裕が出るようになると、送配電網の拡張を再開するといったことの繰り返しが行われている。

(5) 関連料金制度

1999年1月3日から適用されている電気料金は以下のとおりである。この表からわかるように、政府機関については一律 0.5 チャット/kWh と低く押さえられているのに対して、全くの民間部門は使用量の増加に従って 2.5 チャット/kWh (50kWh まで) から 25 チャット/kWh (201kWh 以上) と従量料金は急増する。とはいうものの、例え 10 チャットであっても、これは実勢レートで換算すれば 3 セントにも及ばず、きわめて低い水準にある。このように料金水準が低く押さえられていることから、MEPE の収入欠損は政府からの補助金で賄われる。

一方、外貨収入のある企業（ホテルや外資系企業）、外国駐在員事務所などは料金をドルで支払うことが求められ、従量料金として 8¢/kWh が設定されている。これは、内国民向けの価格と比べ極めて高い水準にある。

表 3.3-5：電気料金（1999年1月3日から適用）

	政府機関	政府職員、年金生活者	その他	宗教用建物
家庭用	一律 0.50	1-50kWh 0.50 51-200kWh 2.50 201kWh以上 25.00	1-50kWh 2.50 51-200kWh 10.00 201kWh以上 25.00	一律 2.50
業務用	一律 0.50	一般用と業務用で使われる場合には両者消費量の合計で料金を設定	一般用と業務用で使われる場合には両者消費量の合計で料金を設定	一律 3.00
小口電力	一律 0.50	一律 25.00	一律 25.00	一律 3.00
産業用	一律 0.50	一律 25.00	一律 25.00	-
大口産業用	一律 0.50	-	-	-
バルク	一律 0.50	一律 25.00	一律 25.00	一律 3.00
街路灯	最小40Wの利用が必要 40W(1ヶ月)以上 12.00 10kWhごとに 4.00	-	最小40Wの利用が必要 40W(1ヶ月)以上 12.00 10kWhごとに 4.00	40W(1ヶ月)以上 12.00 10kWhごとに 4.00
臨時電灯	一律 0.50	-	1-50kWh 2.50 51-200kWh 10.00 201kWh以上 25.00	一律 2.50

(注) 外貨収入のあるものと外国人は8¢/kWhを適用。
(出所) MEPE

3. 4 電力事情と地方の現状

(1) 電化状況

データが十分でないことから、MEPE 自体も正確な地方電化率を把握していないが、都市部での電化率が 93%であるのに対して、地方部のそれは 7%という数字がいくつかの報告書で引用されている。

郡レベルでは 1990 年代後半ですべての郡で電力供給が可能となったと発表されている。もちろん、これは郡内のすべてが電化されたという意味ではなく、一カ所でも電気が届いたならば電化された郡と見なしているものと思われる。

村落レベルでは 1998-99 年度で 1112 の村に対して電力供給が行われるようになった。これについても、もちろん村落のすべての家に電気が届いたことを意味するものではなく、一カ所でもメーターが取り付けられたならば、電化された村として計上されている可能性

が高い。(表 3.4-1 参照)

表 3.4-1：電力供給、需要家数、電化地域の数の推移

	設備容量 (MW)	発電電力量 (100万)	販売電力量 (100万)	需要家数 (1000口)	電化された 郡の数	電化された 村の数
1985-86	684.33	2,119.37	1,459.53	583.63	279	722
1986-87	702.79	2,245.46	1,542.98	590.87	283	731
1987-88	705.34	2,319.64	1,580.09	604.62	286	741
1988-89	706.82	2,226.45	1,428.21	612.21	287	749
1989-90	792.57	2,494.44	1,592.68	632.97	304	783
1990-91	803.95	2,643.05	1,675.20	659.21	307	838
1991-92	809.74	2,675.92	1,677.18	695.56	313	880
1992-93	807.14	3,006.60	1,831.46	741.07	314	933
1993-94	809.82	3,386.79	2,059.10	775.24	314	960
1994-95	837.38	3,631.84	2,218.01	805.22	314	971
1995-96	982.07	3,762.33	2,262.37	825.82	320	1,015
1996-97	1,030.60	3,944.98	2,433.80	852.63	323	1,054
1997-98	1,207.45	4,205.01	2,502.35	880.69	323	1,087
1998-99	1,207.45	4,515.54	2,934.79	915.92	329	1,112

(出所)MEPE

前述のように国の電力開発は明らかに MOEP と MEPE の役割であるが、施設計画の中で都市部の電力供給と地方部の電力供給といった明確な区分があるわけではない。

前に述べたように、彼らは送配電網の拡張を進めており、これが電気にアクセスできなかった地域の電化につながる。しかし、発電設備の容量に限りがあり、発電設備容量が足らなくなれば、送配電網の拡張を中止し、発電設備の建設に投資する。その設備に余裕が出るようになると、送配電網の拡張を再開するといったことの繰り返しになっている。

また、別途これを補完する形で系統から離れた地域では分散型電源の建設を行っている。分散型電源としては、小水力とディーゼル発電の二つの電源が使われる。

ディーゼル発電機は、1998-99 年現在、506 基が設置されている。これらのディーゼル発電機の総出力は 80.89MW に及ぶ。なお、一基あたりの出力は 1.5kVA~300kVA の範囲にある。

ディーゼル設備の設置は MEPE が行い、当然、MEPE が資産を所有する。設備の建設費については、ディーゼル発電の場合には PBANRDA が予算を出しているようであるが、財政不足から、MOE と MEPE の予算を充当することもあるという（他方、水力については MOE と MEPE の予算ですべてを賄うという）。

発電機の運転保守 (O&M: Operation and Maintenance) については、小型のものは地方政府に任せる。この場合、地方政府と MEPE が O&M コストを分担する。例えば、燃料コストについては、MEPE が月 50 ガロンまでを負担するが、それ以上の消費については、地方政府の負担となる。

ディーゼル発電機の運転は夕方 6 時から夜 10 時までの 4 時間に限定されており、配電線があるからといって、常に通電しているものではない。

(2) 電力需給バランス

潜在的な電力需要を賄うだけの設備能力がなく、その点で需給バランスは存在しない。1999-2000 年度現在の発電設備容量は表 3.4-2 のとおりである。

設備構成比では天然ガスタービンが最大のシェア 46%を占め、これに水力の 31%が続く。地方部の独立電源として使用されているディーゼルの比率は 6%にすぎない。

表 3.4-2：発電設備容量 (MW), 1999-2000 年度

	送配電システム	独立系統	合計	構成比
設備容量	1,032.57	140.73	1,173.30	100%
水力	327.00	33.32	360.32	31%
ガスタービン	508.10	35.89	543.99	46%
汽力	172.50	31.10	203.60	17%
ディーゼル	24.97	40.42	65.39	6%

(出所)MEPE

一方、同年度の発電電力量と販売電力量を比較したものが表 3.4-3 である。発電電力量 45 億 800 万 kWh に対して、販売電力量は 28 億 9900 万 kWh であった。この差 16 億 900 万 kWh はいわゆる総合損失と考えられ、損失率は 36%に及ぶ。

発電電力量ベースでは、天然ガスタービンが全体の 63%を占め、これに続く水力は 21%を占めた。これに対してディーゼルの比率は僅か 1%にとどまる。

需要構成については、最大の需要は民生部門にあり 41%を占めた。これに続く産業分野は 39%を占めた。

表 3.4-3：発電電力量と販売電力量 (100 万 kWh), 1999-2000 年度

発電電力量			販売電力量		
水力	959.46	21%	産業用	1,106.85	38%
汽力	652.46	14%	民生用	1,176.24	41%
天然ガス	2,840.07	63%	バルク	524.92	18%
ディーゼル	56.30	1%	その他	90.85	3%
合計	4,508.29	100%	合計	2,898.89	100%

(注)丸めの誤差により合計は一致しない。

(出所)MEPE

(3) 電力供給体制

基本的に電力供給は MEPE が責任を負うが、ディーゼル発電機については地方のコミュニ

ニティーに O&M を委託するケースがある。他方、水力発電については建設から O&M に至るすべてを MEPE の責任で行う。

(4) 独立型電源の普及状況と運営体制

MEPE の発電施設以外にいわゆる自家発電設備が多数存在する。配電網のある場所においても、MEPE のディーゼル発電機は夜間の 4 時間しか運転しない。このため、地方の宿泊施設や食堂は自家発電を持っている。

農業灌漑省 (MOAI) 傘下の国営工場では農業廃棄物がエネルギー利用されている。農産物取引公社 (MAPT) が所有する 66 の精米所のうち 11 カ所には発電ユニット (PGU: Power Generating Unit) が設置されている。これは脱穀で発生するもみ殻をボイラ用燃料として使い、そこで発生する蒸気で発電を行うものである。

もみの処理量に対して、その二割ほどの重量でもみ殻が排出される。これを使って精米工場と付帯する事務所と宿舍の電気を賄うことができる。すなわち精米工場については、年間を通して PGU による電力の自立が可能となっている (日曜日と定検期間を除いて年間 200 日ほど稼働する)。

加えて、国内には国営だけで 17 の製糖工場があり、サトウキビの絞りかす (バガス) がボイラ燃料として使われる。新設の工場では 3000kW ボイラを設置した例があり、発電を含めたエネルギー供給が可能である。ただし、製糖工場で廃棄物発電を利用する上での問題点は、精米工場と異なり製糖工場の運転は季節性が強く、年間 5 カ月しか稼働しないことにある。

一方、民間ベースでは科学技術省 (MOST) が開発したバイオガス発電装置が商業利用されている。メーカーの話によれば、このバイオガス発生機とガスエンジンを使った発電装置が 1995 年からこれまでの間に 100 セット以上販売されたという。

(5) 未電化村の状況と電化ニーズ

地方部を訪れても確かに電線は走っているが、一般庶民がそこにアクセスできるかどうかは別の問題である。走っている電線は特定の工場向け、あるいは軍事施設向けに限定されていたり、あるいは電線は走っていても燃料の確保が十分でないため、ディーゼル発電機の運転時間は 4 時間に限定されている。このため、地方部の商業施設では自家発電を備えているところが多い。

農業傘下の精米工場や製糖工場においても状況は同じである。電力の供給が受けられない工場も多く、工場から出るもみ殻やバガスなどの農産廃棄物を燃料としたボイラと発電機の設置により電力を自給している。

庶民が夜間必要とする電力も系統から供給されない場合には、蓄電池を使いこれにテレビや電灯をつなぐといったことが行われているようである。

ミャンマーでは、都市部においても停電は日常茶飯事であり、地方部に至っては供給力

が絶対的に足りない。政府においても財政能力が決定的に不足しており、長期的な電力開発計画に基づく施設計画を立てるといった状況にはない。このため、とりあえず出来ることから手を付けているというのが現状である。

3. 5 再生可能エネルギーに関する取り組みと現状

(1) 概要

本調査における再生可能エネルギーの種類は技術面からはミニ水力発電、太陽光発電、風力発電、バイオマス発電の 4 種類とし、利用方法は小規模需要が見込まれる僻地電化においてディーゼル発電を代替することを一応の前提条件とした。また相手国の担当機関が電力省電力局 (Department of Electric Power)及び電力公社 (Myanmar Electric Power Enterprise) であるので、再生可能エネルギー利用の諸問題は基本的には上記国営電気事業者としての業務との関係で捉えた。

国営電気事業者として DEP/MEPE はミャンマー国に豊富に存在する水力発電資源を電源開発の大きな柱としているが、当分の間基幹配電網が届かないような僻地には初期投資額が低くリードタイムが短い 5kVA～5,000kVA 程度のディーゼル発電も多用し 1 日 4 時間程度の給電が標準的電化となっている。反面石油資源に乏しい同国では燃料補給に問題があるため、開発効率が低いことから従来採用を後回しにしてきたミニ水力を始めとする再生可能エネルギーをディーゼル発電の代替として採用し始めようとしている。DEP/MEPE の採用優先順位は 1 小水力、2 太陽光、3 風力であり、バイオマスに関しては積極的な導入は検討していない。この方針は、水力開発専門職制を持ち調査済み小水力地点を豊富に用意して資金調達待ちの状態であるミャンマーとしては、他の再生可能エネルギーの技術・経済面の問題を考慮すれば妥当な方針と考えられる。

農業灌漑省 (Ministry of Agriculture and Irrigation) は多目的ダム利用の観点から DEP/MEPE と水力発電開発について連携をとっており、ミニ水力開発についても協力する意思はある。

科学技術省 (Ministry of Science and Technology) はバイオマス廃棄物としての籾殻をガス化して内燃機関エンジン発電技術を開発し、民間企業を通して市場での実用化を進めているが DEP/MEPE の電化政策との整合性は意識されていない。

農業灌漑省傘下の国営精米工場と精糖工場から大量に出る籾殻とバガスのかなりの部分は工場でバイオマス燃料として蒸気発電に利用され不安定な DEP/MEPE 給電に依存しない手段として利用されている。

国境地域少数民族開発省 Ministry for Progress of Border Areas and National Races and Development Affairs (PBANRDA) はヤンゴンとマンダレー地区以外の諸政策の主導権を有しており、この中で僻地電化の実施は DEP/MEPE に委嘱しているため、再生可能エネルギー利用方針は DEP/MEPE と同調している。

運輸省気象部 Department of Meteorology and Hydrology (DMH) は農業気象、災害気象などが業務の中心であり、自然エネルギー利用に対する意識は低く、データの蓄積も提供制度も十分とは言えない。

(2) 基礎データの整備状況と収集能力

1) ミニ水力発電

MEPE は水力開発専門の職制を有しており、通常の水力開発地点調査と平行してミニ水力発電の地点調査も実施している。単機出力 300kW 以下の発電施設については、現在 71 地点約 9,000 kW 弱のデータを保有している。この中には中国製機械で運転開始 2 年で故障したため使えず、修理資金の目途が立たず機械交換待ちというケースが数件含まれている。

2) 太陽光発電 (単機出力 50~100W 程度の個別家庭用システム)

単機出力 50~100W 程度の個別家庭用システム (所謂 SHS) は発電量の多寡を追求するものではないので、DMH が保有する 20 箇所の日照時間測定値から発電量を推定すればシステム設計には充分であると推定され、基礎データの整備状況と収集能力を問う実益はない。むしろ、木陰や建屋の影を避けるなどの設置場所選定の方が重要である。

100kW クラス以上の集中型太陽光発電設備を設計する場合には、余分な数のパネル設置を防ぐ目的で通常は使用地点での 10 年程度の全天日照量観測データを用いるが、このような観点からはミャンマーでのデータ整備状況と開示体制は未だ不十分である。ミャンマー国の広い国土で DMH の管轄で僅か 20 箇所の日照時間データがあるのみで日照量データは無い。DMH が扱うデータは別紙一覧表 3.5-2 の項目 (Service Charges for Non-Routine Forecasts and Climatological Data) で定価を定めて原則的には有料提供しており、データ納期は約 2 週間である。要求 (注文) 毎に資料室の原記録から人手で編集される。これらの原記録は各地の気象基地から FAX、電話、郵送などで送られてくる。既発行の印刷物、CD、FD などの用意されたものは無い。今回調査では 20 箇所の日照時間データは提示されなかった。

MEPE による独自の日照量データ蓄積もほぼ無いに等しい状況である。日照量データは NEDO が MEPE をカウンターパートとして実施している国際共同実証研究でヤンゴン地区 4 地点及びバガン地区 2 地点で実測した 1 年程のデータが存在するのみである。この研究の一部は 2004 年度まで続くが日照量データ整備が目的ではないので今後とも地理的に

広範囲のデータを取得することは困難であると思われる。NEDO 国際共同実証研究の概要を表 3.5-1 に示す

表 3.5-1 NEDO とミャンマーの再生可能エネルギー利用研究協力

No.	1	2	3	4
研究題目	ミャンマーにおける太陽光発電システム共同研究可能性調査	ミャンマー国を例にした東南アジアにおける自然エネルギーのメッシュ推定に関する研究－数値気象モデルによる風力・太陽エネルギー評価－(エネ環 9915)	発展途上国における平均風速予測手法等の開発(エネ環 9914)	太陽光発電系統連携システム実証研究(ミャンマー)
研究目的	No.4 開始の準備として風況、日照量を収集。	風況データが不備な国で、世界気象予報データを利用して、気象モデルでコンピューターシミュレーションにより風況を推定する手法の開発	風況データが不備な国で、気流モデルでコンピューターシミュレーションにより風況を推定する手法の開発	風力・太陽光ハイブリッド発電 (風力 100kW 程度、太陽光 80kW 程度)
研究期間	1998 年度で終了	1999 年度のみ	1999 年度のみ	1999～2004 年度
成果	風況測定の結果測定地点は風速が若干低いことが判明、日照量を測定し日照量は充分得られることが判った	単年度のみのもので風況実測は半年程度であった。シミュレーション数値と実測値は絶対値と乖離があったが、相関関係が認められた。測定した 3 地点は風速が若干低い事がわかった。	風況については同左と同様に若干低い事がわかった。日照量も測定し、日照量は充分得られることが判った。500W 太陽電池パネル 3 基を設置し動作を確認した。	1999 年度は風況測定と日照量測定を実施。日照量は充分得られることが判ったが、風車設置地点は未定である。風況のコンピューターシミュレーションは実施していない。
NEDO 担当	太陽技術開発室	産業技術研究開発部 国際交流センター	産業技術研究開発部 国際交流センター	国際協力センター
受託	(株) 四国電力総合研究所	(財) 日本気象協会	(株) ニュージェック	(株) ニュージェック
相手機関	MEPE	DMH	MEPE	MEPE
提供機材	NRG 風況測定機-2 基、日射計-2 基	NRG 風況測定機-3 基、日射計-3 基	NRG 風況測定機-2 基、日射計-2 基、500W 太陽電池パネル-3 基	NRG 風況測定機-2 基、日射計-2 基
提供機材の措置	Nyan-Oo (N21° 12' 21, E94° 55') Kantangyi の 2 地点に設置し、ミャンマー側では DMH が計測を継続。NEDO との交流は終了。MEPE の手から離れている。	Yangon 市内、 Patheingyi(N16° 42'39, E94° 39' 10)、 Tharrawaddy(N17° 36' 20, E95° 45' 02) の 3 地点に設置し、ミャンマー側では DMH が計測を継続。NEDO との交流は終了。	Nyaungdon(N17° 02'06, E95° 39'13) Daypoak(N16° 51'49, E96° 37'12)の 2 地点に設置し、MEPE の手から離れて DMH が計測を継続。NEDO との交流は終了。MEPE の手から離れている。	Chaungthar(N16° 58'07, E94° 27'24.9), Letkhekekone(N16° 19'41.6, E96° 08'57.8) の 2 地点に設置し風況測定を継続中。この 2 基のみが NEDO の管理下にある。

ここ 2 年間で最新型の風況測定装置及び日射計合計 9 組がミャンマーに NEDO によって設置され、内 7 組は研究委託終了に伴い既に日本側の管理から離れている。設置場所はヤンゴン近郊中心である。ここ 2 年間の国際共同研究で判ったことは、太陽光発電に十分な日照量が得られ問題はないが、風力発電の適地決定に十分な資料は得られていないということである。風力は、基礎データが十分でない状態では実用化には長いリードタイムが必要である。

表 3.5-2 ミャンマー DMH データ定価表

(US\$表示は 6US\$ = 1 Kyat で換算されている)

DEPARTMENT OF METEOROLOGY AND HYDROLOGY
SERVICE CHARGES FOR NON-ROUTINE FORECASTS AND CLIMATOLOGICAL DATA
(for each station),

with effect from 21-5-92

Sr.No	Subject	Day/Mont h	Charges in	
			US\$	Kyats
1	Daily Rainfall	1year	50.00	300.00
2	Monthly Rainfall	1year	20.00	120.00
3	Annual Rainfall	10 years	20.00	120.00
4	Daily Maximum(or)minimum Temperature.	1year	50.00	300.00
5	Monthly Maximum(or)minimum Temperature.	1year	20.00	120.00
6	Annual Maximum(or)minimum Temperature.	10 years	20.00	120.00
7	Daily Evaporation.	1year	50.00	300.00
8	Monthly Evaporation.	1year	20.00	120.00
9	Annual Evaporation.	10years	20.00	120.00
10	Daily wind Speed(or)Direction.	1year	50.00	300.00
11	Monthly wind Speed(or)Direction,	1year	20.00	120.00
12	Annual wind Speed(or)Direction.	10 years	20.00	120.00
13	Daily Weather Forecast.	1day	5.00	30.00
14	Daily Weather Forecast.	1month	25.00	150.00
15	Daily Weather Forecast.	1year	250.00	1500.00
16	Daily River Stage.	1day	5.00	30.00
17	Daily River Stage.	1month	25.00	150.00
18	Daily River Stage.	1year	250.00	1500.00
19	Special Weather Forecast For One Region.	1day	15.00	90.00
20	Special Weather Forecast For One City.	1month	250.00	1500.00
21	Special Hydrological Forecast (One City/One River)	1day	15.00	90.00
22	Special Hydrological Forecast.(One city/One River)	1year	250.00	1500.00
23	Earthquake/Agro-Met Data.(For One Item)	1year	50.00	300.00

3) 風力発電 (単機出力 300kW クラス以下)

20%程度以上の稼働率を確保できる立地を効率良く決めようとするれば、DMH の風況基礎データ蓄積は不十分である。NEDO が国際共同実証研究の準備のため 1998 年度からミャンマーで風況データを採っているが、未だに風車の立地も稼働率設定もなされていない状況を見ればこのような途上国での風力発電の計画が決して容易ではないことが理解で

きよう。十分なデータが整備されていなくとも、安価な小容量実機を設置してみて、発電稼働率が低ければ移設を何回か試みるという方法も考えられるが、実施関係者の十分な理解が必要である。太陽関係データと同様に DMH が扱うデータは有料で、データ納期は約 2 週間である。既発行の印刷物、CD、FD などの用意されたものは無い。また風況シミュレーションに利用する標高地図、土地利用図は Ministry of Forestry から有料で入手できるが、MEPE によれば本格調査で必要なときはカウンターパート経由で入手するのが便利である。

4) バイオマス発電

バイオマスは産業廃棄物として位置付けられ、主な排出源は精米工場、精糖工場、製材工場及びこれらの栽培地である。廃棄物は籾殻、バガス、製材屑、選定小枝、サトウキビ葉、藁などである。このうち国営精米工場から出る籾殻及び国営精糖工場から出るバガスが定量的に把握され一部は蒸気発電に利用されている。民間の精米、精糖工場（零細が多いととことである）からの排出量は国営工場と同程度と推定されているが分布状況、排出形態は不明である。尚、製材屑について今回は調査されなかった。

(3) 開発ポテンシャル

1) ミニ水力発電

ミャンマーは南北に走る山脈と高地が多くモンスーンによる豊富な降雨量により水力エネルギー資源が豊富である。MEPE の調査によれば、現在までに水力の開発可能量は大型も含めて 200 地点以上で 37,000MW が確認されている。MEPE によればこのうち中容量(5,000kW 程度)以下の開発可能量は 12,000MW とされている。単機出力 300kW 以下の機種に関しては、MEPE によるインベントリー調査済み開発可能地点リスト(75 地点 9,436kW)を提示してもらった。このリストの内容を図 3.5-1、図 3.5-2、図 3.5-3 及び表 3.5-3 に示す。山岳地帯に偏らず全土に地点が分布している。

2) 太陽光発電

前述のとおり、ミャンマーでは気象データ収集整理担当部署である DMH も電気事業者である MEPE においても日照量データが用意されていないので地域別の詳細は不明である。NEDO が実施している国際共同研究における測定結果および近隣国データなどから推定すれば、広い地域で太陽電池出力 1kW あたり年間約 1,400~1,500 kWh が期待できる。特に中央乾燥地区では降雨量が少なく大きなエネルギー密度が期待できそうである。図 3.5-4 及び表 3.5-4 に日照データを示す。

図 3.5-1 MEPE ミニ水力 (300kW 以下) 計画地点図

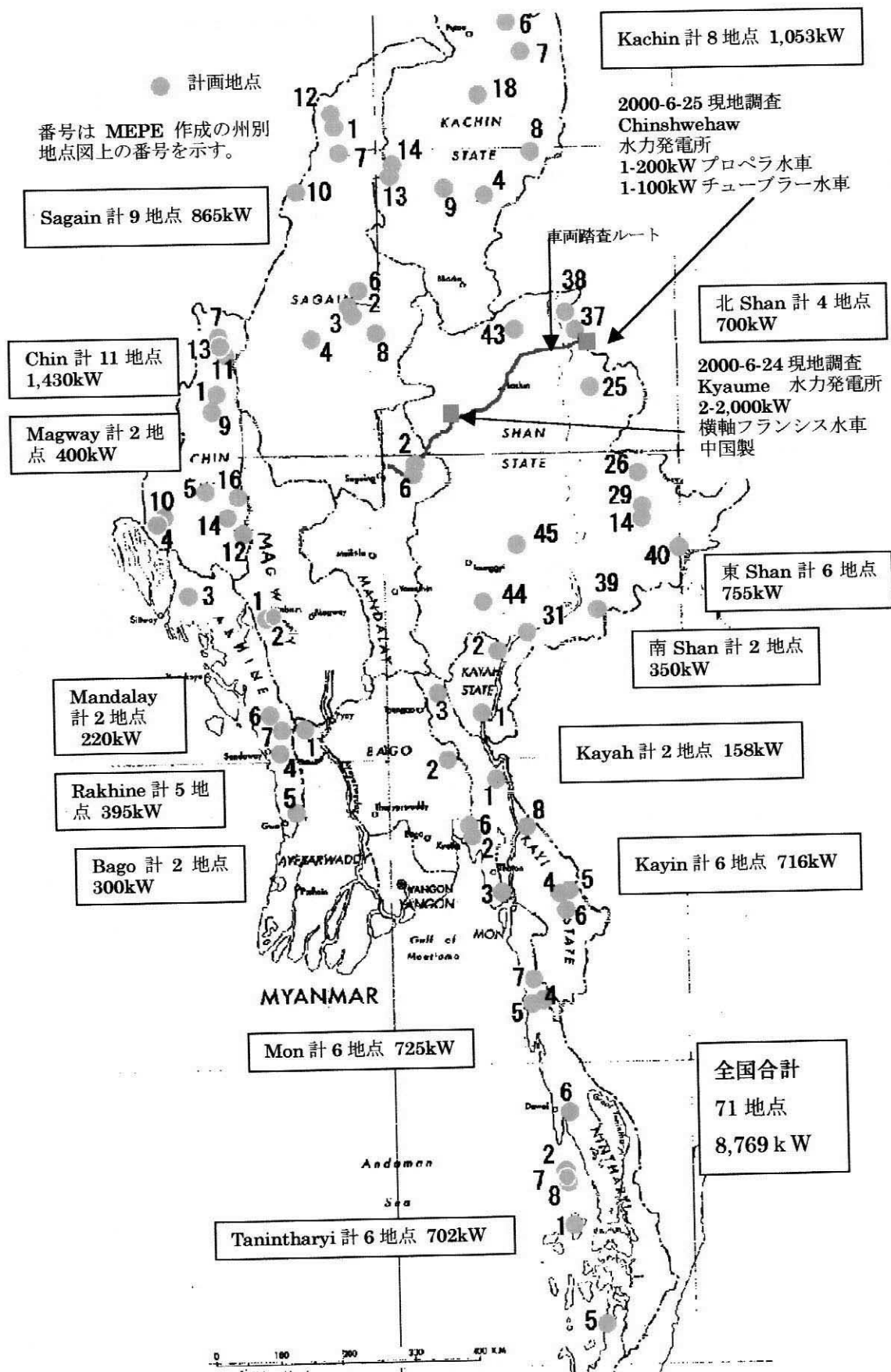


表 3.5-3 MEPE ミニ水力 (300kw 以下) 計画地点

(*No.は MEPE 地点地図の州別地点番号を示す)

地点名	州/地区	出力kW	落差m	No.*
Hpa Saung	Kayah	108	58.54	1
Hsataw	Kayah	50	30.49	2
	Kayah 計	158		
Papun	Kayin	64	24.39	1
Tadanku	Kayin	100	7.32	3
Khuket	Kayin	62	17.38	4
Koko	Kayin	200	27.44	5
Kyakhat	Kayin	30	15.25	6
Kyonhtaw	Kayin	260	15.25	8
	Kayin 計	716		
Long Ngol	Chin	150	73.18	1
Teingla	Chin	50	9.15	4
Kwa Lui	Chin	50	25.92	5
Saw	Chin	200	36.28	7
Dhobi	Chin	60		9
Paletwa	Chin	50	42.69	10
Matupi	Chin	200	43.6	11
Tui Saung	Chin	200	45.74	12
Zou Lui	Chin	100	131.1	13
Amlaung	Chin	120	91.47	14
Ran	Chin	250	104.3	16
	Chin 計	1,430		
Lahe	Sagain	50	59.46	1
Wuntho	Sagain	100	42.69	2
Na Nge	Sagain	40	7.32	3
Tatnwe	Sagain	20	10.37	4
Panwe	Sagain	130	30.49	6
Nam Sake	Sagain	200	122	7
Chaung daung	Sagain	150	76.23	8
Matugi	Sagain	100	42.64	10
Pyanshar	Sagain	75	83.85	12
	Sagain 計	865		
Kattalu	Tanintharyi	150	52.44	1
Mali Kyun	Tanintharyi	192	107	2
Bokpyin	Tanintharyi	150	115.9	5
Thayet	Tanintharyi	50	15.25	6
Ka-an	Tanintharyi	80	24.39	7
Kapa	Tanintharyi	80	36.59	8
	Tanintharyi 計	702		
Buyo	Bago	150	30.49	1
Kyaukkyi	Bago	150	22.87	2
	Bago 計	300		
Man	Magway	300	62.5	1
Ngape	Magway	100	45.74	2
	Magway 計	400		
Dattaw	Mandalay	120	18.29	2
Sitha	Mandalay	100	30.49	6
	Mandalay 計	220		
Nam Uon	Shan	100	13.72	14
Nam Hu	Shan	110	45.74	26
Nam Ya	Shan	150	106.7	29
Nam Me Le	Shan	225	57.63	31
Me Han	Shan	120	6.7	39
Nam Hkan	Shan	50	29.88	40
Rwan Kyu	Shan	300	76.23	25
Nam Kaung Hsak	Shan	100	166.2	38
Nam Hpakar	Shan	50	6.1	43
Char Haw	Shan	250	320	37
Pacharkalo	Shan	150	76.23	44
Hotant	Shan	200	60.98	45
	Shan 計	1,805		
Dantin	Rakhine	25	33.54	3
Ale	Rakhine	20	7.6	4
Panwa	Rakhine	150	15.25	5
Mok	Rakhine	100	30.49	6
Khut	Rakhine	100	12.2	7
	Rakhine 計	395		
Kin Mun	Mon	200	109.8	2
Bambwegan	Mon	200	91.47	3
Kanni	Mon	50	30.49	4
Kyaukkatin	Mon	125	31.1	5
Mobaw	Mon	100	107	6
Sapar	Mon	50	8.93	7
	Mon 計	725		
Washaung Canal	Kachin	140	2.44	4
Taza	Kachin	66	9.45	6
Inbuhka	Kachin	22	9.45	7
Chibwe	Kachin	25	49.39	8
Sarthmaw	Kachin	200	15.25	9
Waihkar	Kachin	200	6.1	13
Sam Hka	Kachin	250	62.99	14
Run Hka	Kachin	150	45.73	18
	Kachin 計	1,053		
	総計	8,769		

図 3.5-2 ミニ水力計画地点の出力と落差

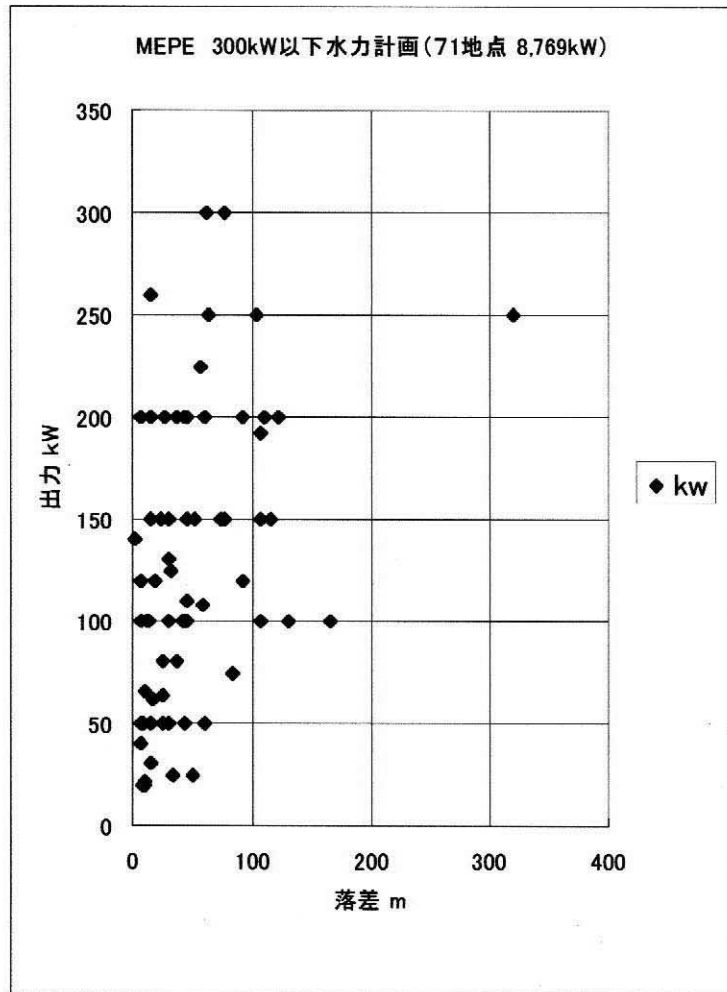
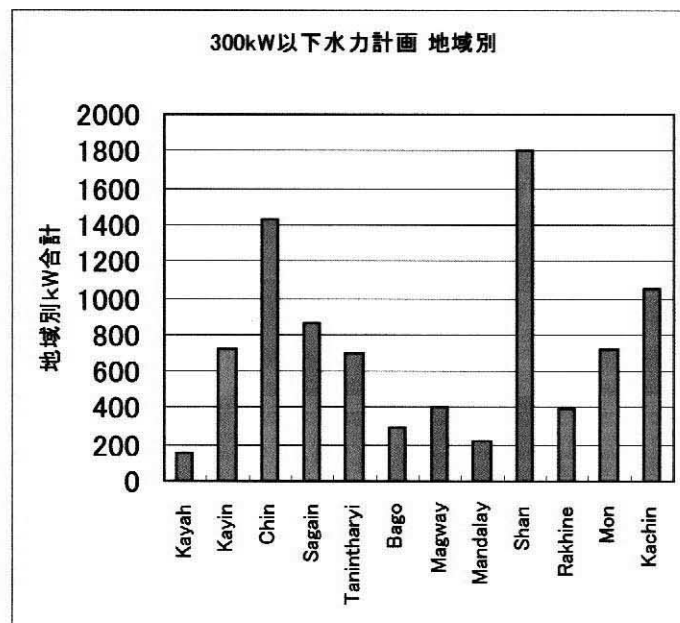


図 3.5-3 ミニ水力計画地点の地域別出力



3) 風力発電

風力発電についても既存データは極めて不十分ではあるが、MEPE が他機関から入手したデータ、NEDO データ、気象、地形などから判断して、場所を選定すれば風車出力 1 kW あたり年間約 1,500～2,500 kWh が期待できそうである。同程度のエネルギーが回収できる地点を選ばない状況であれば風車を設置すべきでないし、設置するならこの程度のエネルギー回収率が条件となろう。平成 11 年度限りで NEDO がミャンマーをサンプルにして 2 件の風況シミュレーションを国際共同実証研究（1 件は（財）気象協会、他は（株）ニュージェックが受託）として実施したが、これらの研究の主旨は「風速、風向データが不備な途上国において、国際機関から得られる気象乃至は気流データからコンピュータシミュレーションにより風力発電機を設置すべき地点を特定する」ことで、今後の途上国の風力発電評価の方向を示唆する貴重なものであるが、実用化には更に研究が必要である。風速データを図 3.5-4 及び表 3.5-4 に示す。

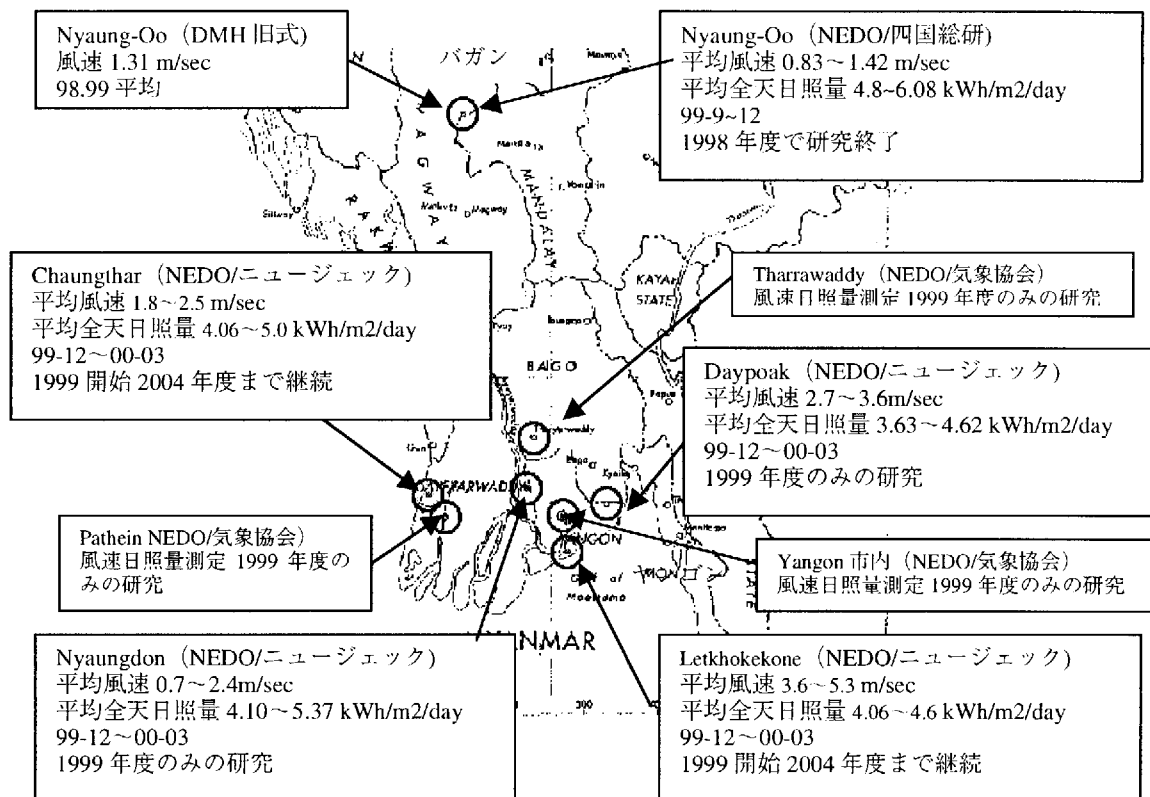
表 3.5-4 MEPE 提供による風力及び太陽エネルギーデータ。

定場所 (図)	平均風速 m/sec	備考	平均全天日照量 k Wh/m ² /day	備考
Nyaung Oo (NEDO)	0.83～1.42	99-9 ～ 12	4.8～6.08	99-9～12
Nyaung Oo (DMH 旧式)	1.31	98,99 平 均		
Kantangyi (NEDO)	1.83～3.0	99-9 ～ 12	4.29～5.01	99-9～12
Nyaungdon (NEDO)	0.7～2.4	99-12 ～ 00-03	4.10～5.37	99-12 ～ 00-03
Daypoak (NEDO)	2.7～3.6	99-12 ～ 00-03	3.63～4.62	99-12 ～ 00-03
Chaungthar (NEDO)	1.8～2.5	99-12 ～ 00-03	4.06～5.0	99-12 ～ 00-03
Letkhokekone (NEDO)	3.6～5.3	99-12 ～ 00-03	4.06～4.6	99-12 ～ 00-03

MEPE が提供できるデータは前出の NEDO 国際共同実証研究から得られたものである。

従って DMH がカウンターパートとして実施された表 3.5-1 の研究 No.2 については MEPE はデータを持っていない。

図 3.5-4 ミャンマーにおける最近の風速・日照量測定



4) バイオマス

バイオマスについては農業産業廃棄物である籾殻とバガスが中心的役割を持っている。国営の精米工場からは 0.2 百万トン/年の籾殻、国営の精糖工場からは 0.3 百万トン/年のバガスが排出される。これらのバイオマス廃棄物の発熱量を 2,200kcal/ton とすれば 13 万 TOE のエネルギー源が国営工場から発生する。発電効率を 25%、年間運転時間を 4000 時間とすれば、発電機出力に換算して 80MW 程度の能力が得られる。民間工場、畑などのバイオマス廃棄物を考慮すれば、この量の 2~3 倍は見込まれる。

(4) 利用状況 (既存設備・プロジェクトの現状、運営状況、維持管理体制)

1) ミニ水力発電 (単機出力 300kW 以下)

MEPEはこの10年で出力24~5,000kWの35地点の小/ミニ水力発電所を設置しており、その地域は北東地区に多い。技術と社会経済面から比較的開発効率の良い地点が多いためであると見られる。表 3.5-5 及び表 3.5-6 にこれらの発電所リストを示す。300kW以下の容量のものが半数以上存在し、MEPEが再生可能エネルギーとしてミニ水力発電にも実績があることがわかる。これらのうち10地点は国境少数民族開発省扱いのプロジェクトで

ある。

今回の調査で北シャン州のチャウメ (Kyaume) 2×2,000 kW 水力発電所 (北シャン配電網供給用) 及びチンシュホウ (Chinshwehaw) 1×100、1×200kW 水力発電所 (地域独立配電網供給) の現地踏査を行い、MEPE 直轄運転管理状況を調査した。両発電所とも稼働率 (Plant factor) は低い。MEPE 資料によれば水力全体の Plant factor は低日の 0.49 であり、MEPE によれば多日的ダム利用が多いことがその原因であるとのことである。チャウメ (Kyaume) の Plant factor は 0.234、チンシュホウ (Chinshwehaw) に至っては 0.08 程度である。これは昼間負荷が非常に少ないことと、機械の故障による休止時間が長いためである。両発電所とも 4 シフトの体制で 24 時間 MEPE 社員が日常の運転保守を行っているが、資金不足で故障修理用の部品調達に困難をきたしていると同時に、そのためモラルの低下による維持管理上の不徹底が散見される。例えばチンシュホウ (Chinshwehaw) では配電盤の裏面パネルが取り外されたまま放置されており感電事故の危険性が大きい、裏面パネルを除去放置している理由が補修予算が無いからであるの説明であった。

今回踏査した北シャン州は発電設備は水力 9,339kW、ディーゼル 7,300kW で、配置図からは、概ね中国との国境貿易主要道路沿いの町村を中心に設置配電されている様に見うけられる。

表 3.5-5 既設ミニ水力発電設備(300kW 以下)

発電所名	Division/State	容量 (kW)
Paletwa	Chin State	50
Matupi(Namlaung)	Chin State	200
Tui Swang (Tonzang)	Chin State	200
Che Chaung (Mindat)	Chin State	200
Putao	Kachin State	160
Pasaung	Kayah State	108
Papun	Kayin State	64
Zingyaik	Mon State	198
Lahe	Sagaing Division	50
Selu	Shan State	24
Maing Lar	Shan State	60
Chinshwehaw	Shan State	100
Kunhing	Shan State	150
Muse	Shan State	192
Chinshwehaw (Extension)	Shan State	200
Nam Kham	Shan State	300
Kattalu (Kyunsu)	Tanintharyi Division	150
Myitnge	Tanintharyi Division	154
Malikyun(Palaw)	Tanintharyi Division	192
	合計	2,752

表 3.5-6 既設小水力発電設備(300kW 超 5,000kW 以下)

発電所名	Division/State	容量 (kW)
Zalui	Chin State	400
Daung Va	Chin State	400
Laiva	Chin State	600
Nga Sip Va	Chin State	1,000
I Hopin Galainggyaung	Kachin State	1,260
Ching Krang Hka	Kachin State	2,250
Namkhamhka (Mogaung)	Kachin State	5,000
Mogok	Mandalay Division	4,000
Zi Chaung (Kalemyo)	Sagaing Division	1,260
Namlat (Kyaington)	Shan State	480
Kunlong (Hopan)	Shan State	500
Tatkyi	Shan State	1,200
Maepanchaung*(on-going project)	Shan State	1,200
Namwop (Kyaington)	Shan State	3,000
Nammyao (Lashio)	Shan State	4,000
Nam saung ngaung (Kyaukme)	Shan State	4,000
	合計	30,550

図 3.5-5 ミニ水力の既設と計画 kW

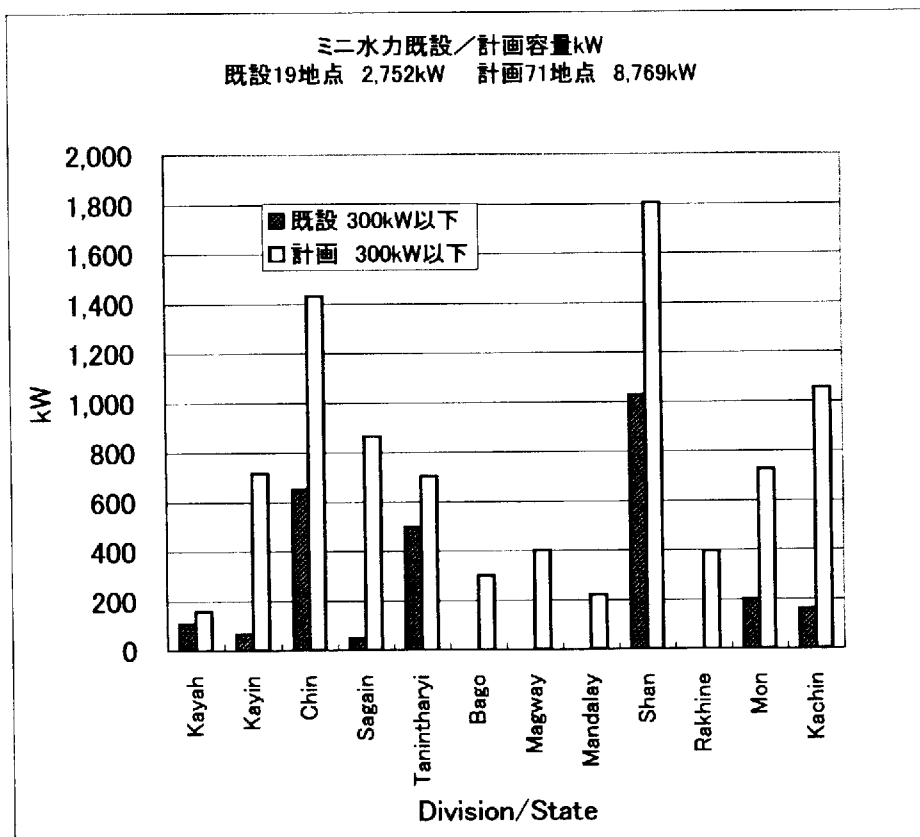
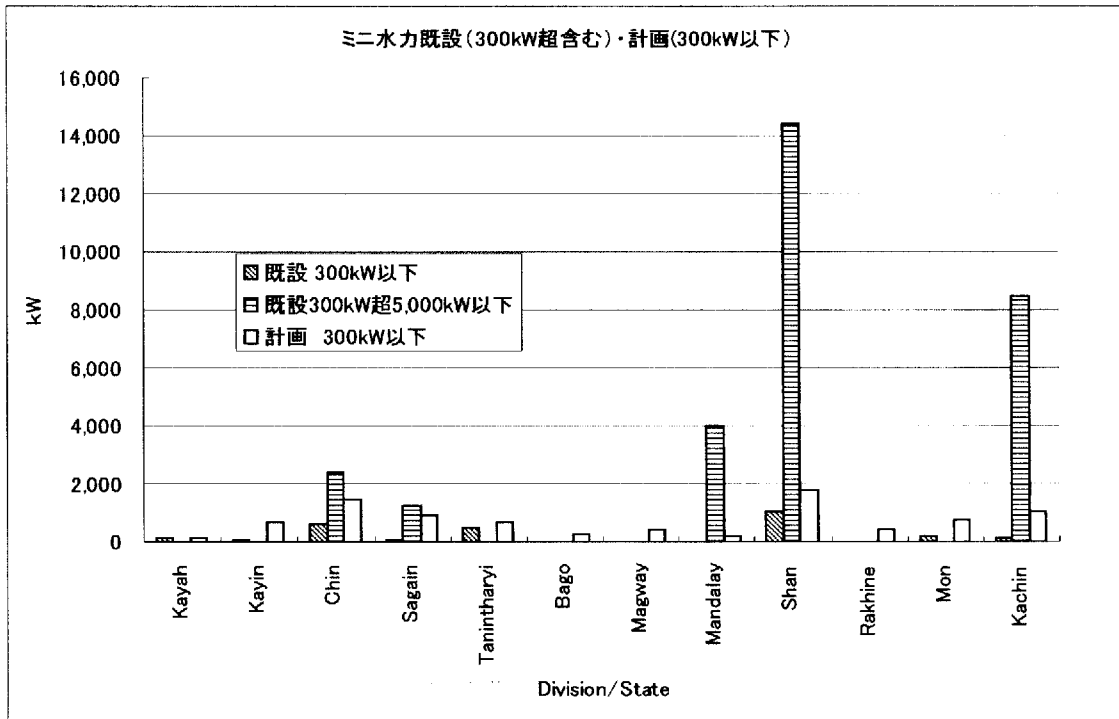


図 3.5-6 既設小水力と計画ミニ水力発電容量



2) 太陽光発電

太陽光発電についてはここ 10 年で外国、国際機関、NEDO などが試験的に都市近郊に設置している程度で、まとまったプロジェクトはない。表 3.5-7 に実施例を示す。

表 3.5-7 太陽光発電設備設置例

プロジェクト内容	容量 (kW)	実施者	資金源	稼動開始	設置業者	備考
マンダレー州ヤイナター・ハンセン病院の揚水ポンプ電源	1×2.4 1×1.2	AMDA (日本の NGO)	UNICEF	98-3	ヤンゴン、サンパワー社	稼動良好。今回調査で訪問した。
ヤンゴン近郊に MEPE の研究用として設置	3×0.5	NEDO	NEDO	99-9	(株) ニュージェック	稼動良好。今回調査で訪問した。
ヤンゴン近郊 Shwepyithar 住宅地共同揚水場用、揚水ポンプ電源。農業灌漑省管轄	1×0.49 60V/3phase 6-60Hz VVVF	UNICEF	UNICEF	89年	BPソーラー社 (グルンフォス水中ポンプ使用)	バッテリーは使っていない。インバーターとポンプモーター直結。稼動良好
ヤンゴン近郊バッテリーチャージ基地	1×0.3	UNDP	UNDP/ 商業銀行	95年	ヤンゴン、サンパワー社	持ちこまれるバッテリーが不良品が多く稼動効率が悪い

3) 風力発電

風力発電については殆ど実績がなく、平成 11 年度から同 16 年度まで続く予定の NEDO 国際共同実証試験で 100kW 程度の風力発電設置が検討されている。またこれとは別の NEDO 国際共同実証試験で平成 11 年度に表 3.5-1 に示すように、2 件の風況シミュレーションが実施されている。

4) バイオマス発電

バイオマス発電は農業廃棄物直接燃焼が中心である。MAPT が所有する精米工場で 360～450kW の籾殻焚きボイラー蒸気発電機 9 基が工場自家電力供給のため年間 10 ヶ月程度稼動しており、MSE が所有する 3000kW クラスバガス焚きボイラー蒸気発電機 17 基が工場自家電力供給のため年間 5 ヶ月程度稼動している。これはミャンマーとしては非常に大きい電力量で、MEPE に給電を頼ることが出来ない米と砂糖の国営事業にとり Grid 電力の代替となっている。また僅かではあるが、科技省が籾殻加熱ガス（日本で戦中戦後に利用された木炭自動車と同じ原理）でガソリンエンジン発電機を駆動する技術を開発し民間企業に提供した結果、約 100 台の数十 kW 容量の自家発電がヤンゴン近郊で利用されている。表 3.5-8 に MAPT 提供の資料から作成した国営ライスミルの動力源と籾殻発電の関係を示す。国営ライスミルから排出される籾殻の約 20%が工場用自家電力とプロセスヒートに利用されている。殆どの国営工場はミャンマーの南半分には位置している。

表 3.5-8 国営ライスミルの動力源と籾殻発電

動力源	対応ライスミル台数	ライスミル能力 トン/日	籾殻発生量トン/年 (原料粉×0.2として計算)	備考
Grid 電力	35	3,665	146,600	停電が多い
ボイラー・蒸気エンジン	16	515	20,600	
PGU (籾殻燃焼蒸気タービン発電)	11	1,000	40,000	単機容量 360～450kW
ディーゼル発電	4	58	2,320	
計	66	*5,238	209,520	

*注：MAPT の提供資料は 4,418 であるが集計誤りであると思われる。

(5) 国際機関及び他のドナーの動向

ここ 10 年間は国際機関及び他の政府機関の援助プロジェクトは殆ど停止していることは周知の通りである。再生可能エネルギー発電分野では中国が融資付きで水力発電所を建

設しているのが特徴である。融資が計画から土木工事、機器据え付けまでのうちのどの範囲までなのか不明である。MEPE によれば中国製は安価であるが製品の品質にばらつきが大きく、何年も休止している発電所もあると言う。

太陽光発電、風力発電についてはついでには前出の通りプロジェクトそのものが殆どない。表 3.5-1 に示すように、1998 年度から NEDO が国際共同実証研究という枠組みで風力・太陽光ハイブリッドのプロジェクトを開始しているが、日本が所要機材を日本の国有財産として所有権を留保しつつ相手国と共同研究を実施する方式である。

バイオマス発電についても前出の古い ADB 及び OECF 扱いのバイオマス直接燃焼式蒸気発電が設備更新待ちの状態である。バイオマス利用についてはミャンマー周辺国で ASEAN-EC が推進するバイオマスコジェネ計画（マレーシアが実践国として推進役となっている）と FAO が推進する RWEDP(Regional Wood Energy Development Programme in Asia) 計画が推進されており、ミャンマーにおける本格的な援助が開始されればこの分野では EC 勢がリードするのではないかと思われる。

（6）関連産業と普及機材等

再生可能エネルギー関連のミャンマー国内の産業としては、今回調査する機会は無かったが MEPE 直営重電機工場がヤンゴンに存在し、この 10 年間でミニ水力発電機器（クロスフロー）10 台を製造している。MEPE 水力計画担当者によれば品質は余り良くないとのことであるが、当面は水力を本格調査での対象とした場合には補修工場としては機能する可能性はあると思われる。

これも今回訪問機会が無かったが、第 2 工業省傘下の工場である MAMY はヤンゴンの北 200km の Pyay でポンプ、農機具、ディーゼル発電機を製造しており、ポンプを水車としても使えるので、利用の可能性はあるであろう。

今回調査したエンジン用ガス製造装置製造工場もバイオガスエンジンを本調査で取り扱うとするなら利用も検討可能であろう。