

国際協力事業団

ミャンマー国電力省
ミャンマー電力公社

ミャンマー国
農村地域における再生可能エネルギー導入調査

最終報告書

第2巻 主報告書

調査概要

平成15年9月



日本工営株式会社
財団法人 日本エネルギー経済研究所



鉦調資

JR

03-100

序 文

日本国政府は、ミャンマー国政府の要請に基づき、同国の農村地域における再生可能エネルギー導入調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成13年1月から平成15年8月までの間、日本工営株式会社の片山氏を団長とし、日本工営株式会社と財団法人日本エネルギー経済研究所の共同企業体から構成される調査団を、合計9回にわたり現地に派遣しました。

調査団は、ミャンマー国政府関係者と協議を行うとともに、ミャンマー電力公社のカウンターパートと協力して現地調査および既存小水力発電所のモニタリングを実施し、国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、ミャンマーにおける地方電化率の向上および同国の貧困緩和・地域間格差是正に貢献するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係者各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成15年9月

国際協力事業団
総裁 川上 隆朗

川上隆朗



NIPPON KOEI CO.,LTD.

Consulting Engineers

伝達状

国際協力事業団

総裁 川上隆朗 殿

ミャンマー国農村地域における再生可能エネルギー導入調査を終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。本報告書は、ミャンマー電力公社をはじめ、同国関係機関から表明された意見を反映させ、かつ日本国側関係諸機関の助言も反映させております。

本調査では、首都ヤンゴンでも電力需給が逼迫しているミャンマー国の電力需給の現状を鑑み、農村地域において再生可能エネルギーを導入し、地場技術を活用することによって同国の地方電化率を早急に改善するため、政府による本格的電化事業と村落主導の簡易照明事業を提案しております。本報告書のガイドライン、マニュアル、データベース等が、ミャンマー国における地方電化率の持続的向上のために、政府による電化事業と村落主導の簡易照明事業の実施・維持管理に活用され、ひいては農村部の貧困緩和および都市・地方の地域間格差是正にも貢献できれば幸いです。

貴事業団、外務省並びに経済産業省各位から本調査期間中に頂いたご支援及びご指導に心から感謝申し上げます。

平成15年9月

日本工営株式会社

財団法人 日本エネルギー経済研究所

片山陽夫

ミャンマー国農村地域における再生可能エネルギー導入調査

団長 片山 陽夫

ミャンマー国・農村地域における再生可能エネルギー導入調査

最終報告書

レポート構成

第1巻 要約

第2巻 主報告書： 調査概要

第3巻 主報告書： 地方電化ガイドライン

第4巻 主報告書： 持続型小水力マニュアル

4-1 小水力運転保守マニュアル

4-2 小水力設計マニュアル

4-3 村落水力設計マニュアル

4-4 制度・財務面

第5巻 主報告書： 開発計画

再生可能エネルギーによる地方電化データベース（CD）

ミャンマー国・農村地域における再生可能エネルギー導入調査

最終報告書

第2巻 主報告書：調査概要

目次

第1章	序	1
	1.1 はじめに	1
	1.2 調査の目的と範囲	1
	1.2.1 調査の目的	1
	1.2.2 調査の範囲	1
	1.2.3 カウンターパート機関および実施機関	2
	1.3 調査の背景	2
第2章	調査業務の実施内容	5
	2.1 フェーズⅠに於ける調査業務の実施内容	5
	2.1.1 国内作業および現地調査	5
	2.1.2 関連情報の収集と分析	6
	2.1.3 現地踏査	10
	2.1.4 現地再委託業務	14
	2.1.5 優先開発計画に係る関係機関との協議	17
	2.1.6 開発計画立案とパイロットプロジェクトの詳細設計	17
	2.1.7 現地調査で直面した問題とその解決策	18
	2.2 フェーズⅡに於ける調査業務の実施内容	20
	2.2.1 フェーズⅡの国内作業および現地調査	20
	2.2.2 サイト選定のための既存小水力調査	20
	2.2.3 モニタリング目的に適した小水力発電所の選定	21
	2.2.4 サイト選定における MEPE の同意	24
	2.2.5 ジーチャウン発電所のモニタリング	24
	2.2.6 ヒアリングとデータ収集	30
	2.2.7 技術移転・会議・セミナー	30
	2.2.8 ドラフトファイナル・レポート説明のためのファイナル・ワークショップ	32
第3章	報告書の概要説明	33
	3.1 主報告書	33
	3.1.1 調査概要	33
	3.1.2 地方電化ガイドライン	33
	3.1.3 持続型小水力マニュアル	33
	3.1.4 開発計画	34
	3.2 サポートニング・レポート	34
	3.3 村落事業ビジュアルガイド	35
第4章	結論および提言	36

付表リスト

表 2.1.1	ヒアリング調査先.....	8
表 2.2.1	3ヶ所の MEPE 小水力の比較.....	23
表 2.2.2	モニタリング機器のリストとその使用目的	26
表 2.6.1	インタビュー・ヒアリングリスト	30

付図リスト

図 1.2.1	要員計画	4
図 2.1.1	踏査した小水力サイトおよび既存小水力発電所位置図	11
図 2.1.2	踏査したバイオマス、太陽光および風力発電サイト位置図	13
図 2.1.3	現地業務再委託位置図	16
図 2.1.4	REAM による村落社会調査位置図	19
図 2.2.1	モニタリングサイト候補地の位置図	22

添付資料リスト

Annex 1.2.1	作業範囲に関する JICA および MOEP の合意書（平成 12 年 9 月 2 日）	36
Annex 1.2.2	議事録（平成 12 年 9 月 21 日）	49
Annex 1.2.3	議事録（平成 13 年 3 月 18 日）	56
Annex 1.2.4	議事録（平成 13 年 6 月 29 日）	59
Annex 1.2.5	議事録（平成 13 年 10 月 3 日）	62
Annex 1.2.6	議事録（平成 13 年 11 月 22 日）	66
Annex 2.2.1	議事録（平成 14 年 8 月 23 日）	69
Annex 2.2.2-1	議事録（平成 14 年 3 月 13 日）	75
Annex 2.2.2-2	議事録（平成 14 年 12 月 3 日）	79
Annex 2.2.2-3	議事録（平成 15 年 2 月 26 日）	92
Annex 2.2.3	MEPE レター（平成 14 年 12 月 11 日）	97
Annex 2.2.4	MEPE レター（平成 14 年 12 月 31 日）	98
Annex 2.2.5	議事録（平成 15 年 6 月 24 日）	99
Annex 2.2.6	議事録（平成 15 年 8 月 5 日）	100
Annex 2.2.7	MEPE レター（平成 15 年 8 月 22 日）	111

略語

組織

DEP, DOEP	Department of Electric Power of MOEP	電力省電力局
DHP	Department of Hydroelectric Power of MOEP	電力省水力総局
DOMH	Department of Meteorology and Hydrology	気象水文局
EOJ	Embassy of Japan	日本大使館
GOM/SPDC	Government of Myanmar/State Peace and Development Council	ミャンマー政府/ 国家平和発展評議会
GOJ	Government of Japan	日本政府
HDC	Hydro Construction Department	水力発電建設局 (現 DHP に改組)
ID	Irrigation Department of Myanmar	灌漑局
ITC	Irrigation Technology Center, Irrigation Department	灌漑局・灌漑技術センター
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興会
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力事業団
MADB	Myanmar Agricultural Development Bank	ミャンマー農業開発銀行
MCS	Mother and Children Society	母子協会
MEC	Myanmar Economic Commission	ミャンマー経済委員会
MELC	Myanmar Electric Light Co-operative Society Ltd.	ミャンマー電灯協同組合
MEPE	Myanma Electric Power Enterprise	ミャンマー電力公社
MIC	Myanmar Inventors Co-operative Ltd.	ミャンマー発明家組合
MOAI	Ministry of Agriculture and Irrigation	農業灌漑省
MOC	Ministry of Cooperatives	協同組合省
MOCT	Ministry of Commerce and Trade	商業貿易省
MOE	Ministry of Energy	エネルギー省
MOEP	Ministry of Electric Power	電力省
MOF	Ministry of Forestry	林業省
MOFA	Ministry of Foreign Affairs	外務省
MOHI	Ministry of Home Office	内務省
MOI	Ministry of Industry	工業省

MOST	Ministry of Science and Technology	科学技術省
MPBANRDA	Ministry for Progress of Border Areas and National Races and Development Affairs	国境地域少数民族開発省
NCEA	National Commission for Environmental Affairs	国家環境委員会
NEDO	New Energy & Industrial Technology Development Organization, Japan	日本新エネルギー・産業技術総合開発機構
SLORC	The State Law and Order Restoration Council	国家法秩序回復評議会
SPICL	Sein Pann Industrial Production Co-operative Limited	セインパン産業協同組合
SPDC	State Peace and Development Council	国家平和発展評議会
USDA	Union Solidarity and Development Association (an NGO)	連邦共同開発協会 (NGO)
VEC	Village Electrification Committee	村落電化委員会
VFA	Village Fire Association	村落防火協会
VPDC	Village Peace and Development Council	村落平和発展評議会
VPA	Village Police Association	村落治安協会
VWSDC	Village Water Supply Distribution Committee	村落給配水委員会
YCDC	Yangon City Development Council	ヤンゴン市開発評議会
YIE	Yangon Institute of Economics	ヤンゴン大学経済学部
YIT	Yangon Institute of Technology	ヤンゴン工科大学

経済・財務

ATP	Ability to Pay	支払能力
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GRDP	Gross Regional Domestic Product	国内地域総生産
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
WTP	Willingness to Pay	支払意志額

単位

kWh	kilo-Watt-hour
MWh	Mega-Watt-hour (10 ³ kWh)
MJ	Mega-Joule (10 ⁶ J)
K	Currency unit of Myanmar (Kyat)
toe	Tons of Oil Equivalent (10 ⁷ kcal)
US\$, \$	Currency unit of USA (US dollar)
¥	Currency unit of Japan (Yen)

その他

BCS	Battery Charging Station	バッテリー充電所
BRS	Battery Recycling Shop	バッテリー再生所
CDZ	Central Dry Zone	中央乾燥地帯
FS	Feasibility Study	フィージビリティ調査
HRD	Human Resources Development	人的資源開発
IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業者
MP	Master Plan	マスタープラン
NGO	Non Governmental Organization	非政府組織
OJT	On-the-Job-Training	実地訓練
O&M	Operation and Maintenance	維持管理
R&D	Research and Development	研究開発
RE	Rural Electrification	地方電化
SHS	Solar Home System	太陽光発電家庭電化システム
TA	Technical Assistance	技術支援

為替レート 特記のない限り、 US\$ 1.00 = K500 = ¥120 (2001年5月)

US\$ 1.00 = K1,000 = ¥120 (2003年5月)

第1章 序

1.1 はじめに

この調査概要報告書は、(i) 序、(ii) 調査業務の実施内容、(iii) 報告書の概要説明、(iv) 結論と提言の4章からなり、調査団が実施した「農村地域における再生可能エネルギー導入調査」の概要を記述するものである。調査は平成13年1月に開始し、平成15年9月に完了するまで、途中7ヶ月間の中断をはさみ、26ヶ月の期間にわたり、ミャンマー国および日本国内で実施した。調査には様々な機関と専門家がそれぞれの調査段階で参画した。全期間にわたってお互いの理解と協力を図り、本調査を実施した。

1.2 調査の目的と範囲

1.2.1 調査の目的

本調査はミャンマー国の農村地域における再生可能エネルギーを利用した地方電化に焦点を当て、

- 再生可能エネルギー導入に係るガイドラインの作成
- 優先開発計画の策定
- 既設小水力発電所のモニタリング結果に基づいて小水力発電所の運転・保守マニュアルの作成、および優先開発計画の策定を通じて設計マニュアルの作成
- 調査期間中に収集された全ての情報とデータを含み、参照が簡便で、カウンターパートによる更新が可能な、地方電化データベースの作成

を目的とする。

もう一つ重要な目的として、技術とノウハウの移転が上げられる。これは、技術分野に限らず、組織と制度、料金、地方電化事業の運転・保守の側面も含む。これらは、調査の全工程にわたって継続した。

1.2.2 調査の範囲

本調査は2000年9月21日にミャンマー国電力省、電力公社およびJICA事前調査団によって署名されたS/W(付属書類-1.2.1参照)およびM/M(付属書類-1.2.2参照)に基づき実施された。本調査は4年次にわたり、

- 第1年次および第2年次を第1フェーズ調査とし、ガイドラインと開発計画策定を主目的とし、
- 第3年次および第4年次を第2フェーズ調査とし、既設小水力発電所のモニタリングに基づくマニュアルの策定^{*1}を主目的として

調査を実施した。

注；^{*1}：平成14年8月23日に、国際協力事業団およびミャンマー国電力省間の会議において同意・締結された議事録(付属書類-2.2.1参照)に従って、当初計画されていたパイロットプロジェクトの代替として、既設小水力発電所のモニタリングを実施することになった。

調査は以下の主要業務と成果品の提出から成る。

- ガイドラインの作成
- 開発計画のサイト選定、優先度評価、優先開発計画の策定
- 既存小水力事業のモニタリングとマニュアル作成
- 収集資料と調査・分析結果のデータベース作成
- 技術移転

図 1.2.1 に JICA 調査団の要員計画を示す。団員は 12 名の団員から構成された。

1.2.3 カウンターパート機関および実施機関

本調査のカウンターパート機関は、本案件の実施責任者である電力省（MOEP）であり、実施機関はミャンマー電力公社（MEPE）である。

国境地域における現地調査時には、MEPE を通じて国境地域少数民族開発省へ事前連絡した。この他の関係機関は、農業かんがい省、商業貿易省、気象水文局等であり、カウンターパート機関を通して連絡・協議を行った。

1.3 調査の背景

ミャンマーはインドシナ半島の北西部にあり、国土面積は 68 万 km² で、南北 2,000 km、東西 1,000 km と南北に細長い。ミャンマーは熱帯モンスーンに属するが、国土の北 1/3 は亜熱帯から温帯、南 2/3 は高温多湿な熱帯気候に区分される。降雨量は地域や標高によって大きく異なり、中部乾燥地帯で降雨量が最も低く、周囲の山脈や高原地域では高い値を持つ。一般的に風速は全体的に速くないが、モンスーンと海風の影響を受けるラカイン州の海岸部の風速が最も速い。日射量は平野部において高く、山岳部では雲の発生のため日射が少ない。

ミャンマーは、一人当たりの GDP が US\$270（97/98 年度推定）と低く、物価上昇率は 29.7% と高い。経済成長率は 1999/2000 年度で 5.7% であると発表されている。

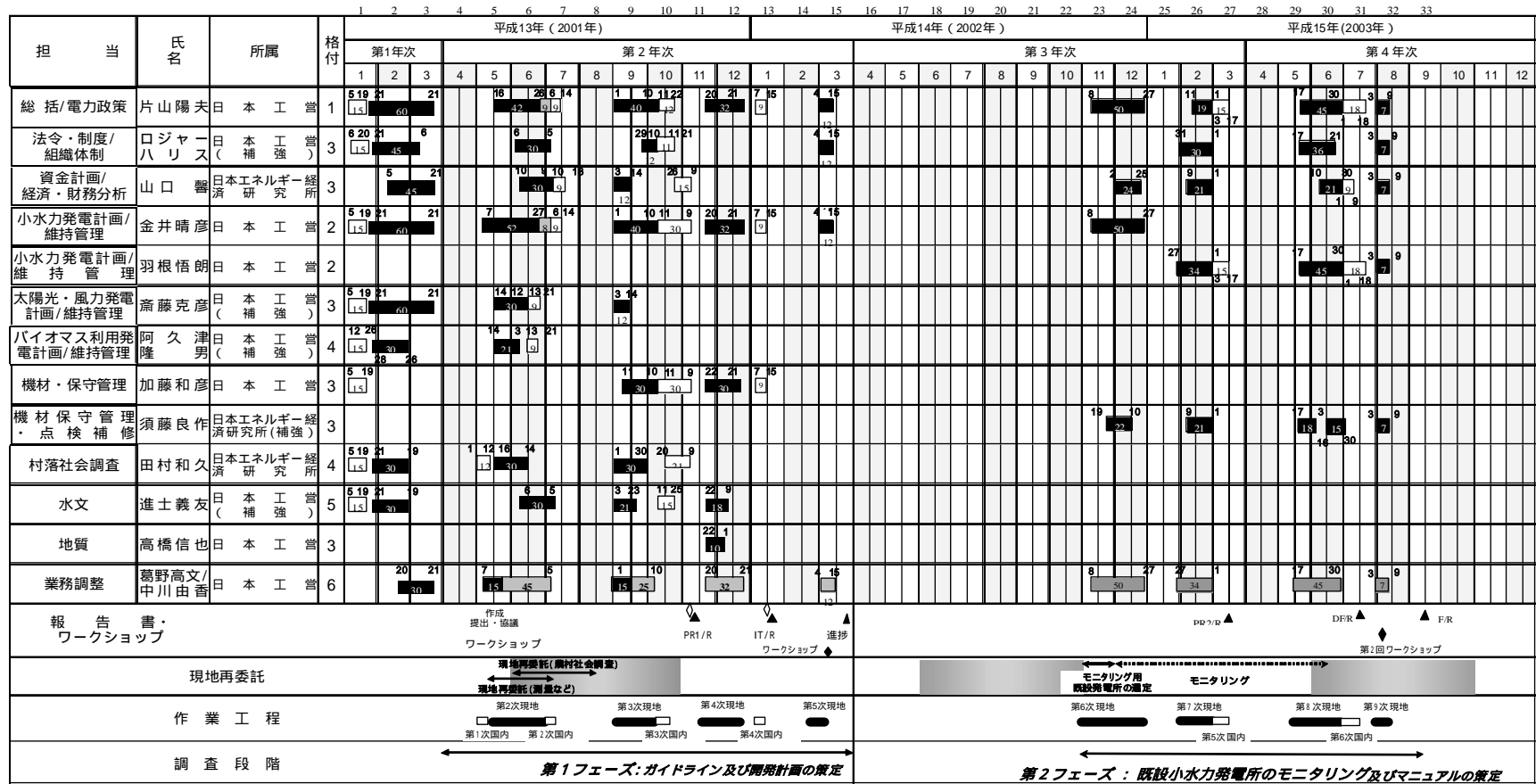
ミャンマーの国家機構の中で電源開発計画を策定し、電力供給を管轄するのは電力省（MOEP: Ministry of Electric Power）である。MOEP は、電力局（DEP: Department of Electric Power）とミャンマー電力公社（MEPE: Myanmar Electric Power Enterprise）によって構成される。本調査の実施機関である MEPE の役割は全国を対象として、1) 電源開発・電力系統建設、2) 発電・送配電、3) 配電、4) 地方電化である。また、農村部における再生可能エネルギーの導入においては、これら以外にも、国境周辺部の開発を管轄している国境地域少数民族開発省（PBANRDA）が重要な役割を果たし、灌漑目的のダム建設を管轄している農業灌漑省（MOAI）との連携も必要である。

ミャンマーにおける 1996/97 年度の総発電設備容量は 1,028 MW であり、国民一人当たりの発電量は 0.022 kW/人と低い。発電量の 70% 程度を消費する首都ヤンゴンやマンダレーの都市部では慢性的な電力不足に苦しんでいる。中央電力系統から独立した地方都市の電力系統も同様に電力供給能力が極めて低く、電力供給は朝夕の数時間に限定されている。一方、農村地域での電力事情は更に劣悪で、電化率は 7.6% と極めて低い水準にある。しかも、街灯しかない村落も「電化村」に含まれているので、世帯電化率は更に低い。

農村地域では人口密度が低く、需要地が分散しているため、系統の配電網を延長することは非効率的である。MOEP による電源開発計画においては、都市部や工業地域へ電力を供給する中央電力系統への設備投資が優先されており、農村電化の実施は著しく遅れているのが現状である。

しかし、全人口の 75%は農村地域に居住し、農村地域の電化は貧困緩和および民政安定のためにも重要である。農村電化によって次に示す裨益効果が期待される。

- 農村各家屋の電化による生活基盤の改善（電灯と電気製品の使用）
- 学校への給電による教育設備の改善と一般家庭電化による教育環境の改善
- 病院への給電による近代医療設備の導入促進
- 地下水のポンプ給水による生活改善
- 小規模農産加工施設への給電による農村地域経済の活性化



凡例：
 現地作業
 現地作業(費用自己負担)
 国内作業

図1.2.1 要員計画

図 1.2.1 要員計画