

モンゴル国

鉱工業プロジェクト形成基礎調査報告書

(再生可能エネルギー利用地方電力供給計画調査)

1998年3月

JICA LIBRARY



J 1142328 (2)

国際協力事業団
鉱工業開発調査部

鉱調計

J R

98-024

エネルギー
鉱工業プロジェクト形成基礎調査報告書
(再生可能エネルギー利用地方電力供給計画調査)

1998年3月

国際協力事業団
鉱工業開発調査部

JICA
115
644
MPP
BRARY



モンゴル国

鉍工業プロジェクト形成基礎調査報告書

(再生可能エネルギー利用地方電力供給計画調査)

1998年3月

国際協力事業団
鉍工業開発調査部



1142328(2)

目次

調査関係図

写真集

第1章 基礎調査団の概要

1-1 要請の背景・経緯	1
1-2 要請内容	2
1-3 調査の目的	2
1-4 団員構成	2
1-5 調査日程	3
1-6 主要面談者	3

第2章 協議の概要

2-1 対処方針	5
2-2 確認事項及び協議結果	7
2-3 団長所感	9
2-4 協議議事録	10
2-5 面談記録	17
2-6 案件評価	21

第3章 モンゴル国のエネルギー及び電力事情

3-1 エネルギー及び電力政策及び政府機関	23
3-2 電力事業形態	25
3-3 電源構成及び電力系統	26
3-4 需給状況	28
3-5 需要想定及び電源開発計画	33
3-6 電気料金及び発電・売買電原価	37
3-7 モンゴル国の地方電力事情及び政策	37
3-8 電力セクターの各国機関協力状況	38
3-9 再生可能エネルギー事情	39
3-9-1 太陽光	39
3-9-2 風力	41
3-9-3 小水力	41
3-9-4 地熱	47
3-9-5 バイオガス	47

第4章 現地踏査結果

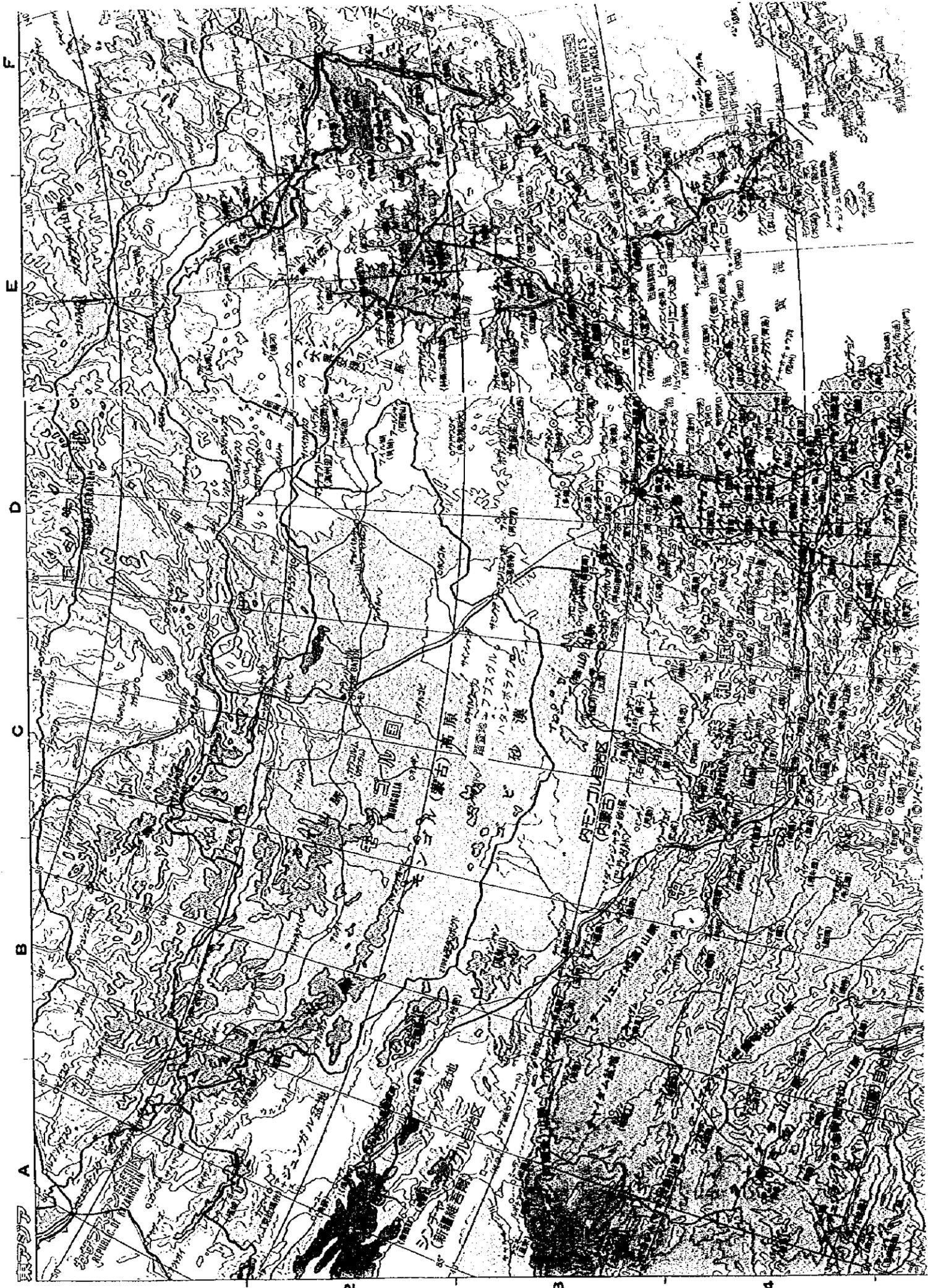
4-1 現地踏査概要（サイト、日程、ルート等）	49
4-2 コブスゴル	51
4-2-1 ソム・センター概要（地理、経済社会情報を含む）	51
4-2-2 電力システムの現状（ハードと管理体制）	52
4-3 カタンブラグ	54
4-3-1 ソム・センター概要（地理、経済社会情報を含む）	54
4-3-2 電力システムの現状（ハードと管理体制）	54

第5章 本格調査の概要及び今後の課題

5-1 本格調査の概要	57
5-1-1 本格調査の構成	57
5-1-2 電力需要想定	59
5-1-3 太陽光発電	60
5-1-4 風力発電	60
5-1-5 小水力発電	61
5-1-6 ディーゼル発電	62
5-1-7 送電線延長	62
5-1-8 電力供給計画	62
5-1-9 ソム・センター内配電網	63
5-1-10 維持管理、料金制度	63
5-2 今後の課題	64
5-2-1 熱供給問題	64
5-2-2 調査の範囲	64
5-2-3 カウンターパートの実施能力	64

APPENDIX

以上



A B C D E F
1 2 3 4

朝鮮民主主義人民共和國
DEMOCRATIC PEOPLE'S
REPUBLIC OF KOREA

內蒙古自治區
INNER MONGOLIA
AUTONOMOUS REGION

蒙古國
MONGOLIA

新疆維吾爾自治區
XINJIANG UYGHUR
AUTONOMOUS REGION

東海
YELLOW SEA

渤海
BOHAI SEA

朝鮮半島
KOREAN PENINSULA

北京
BEIJING

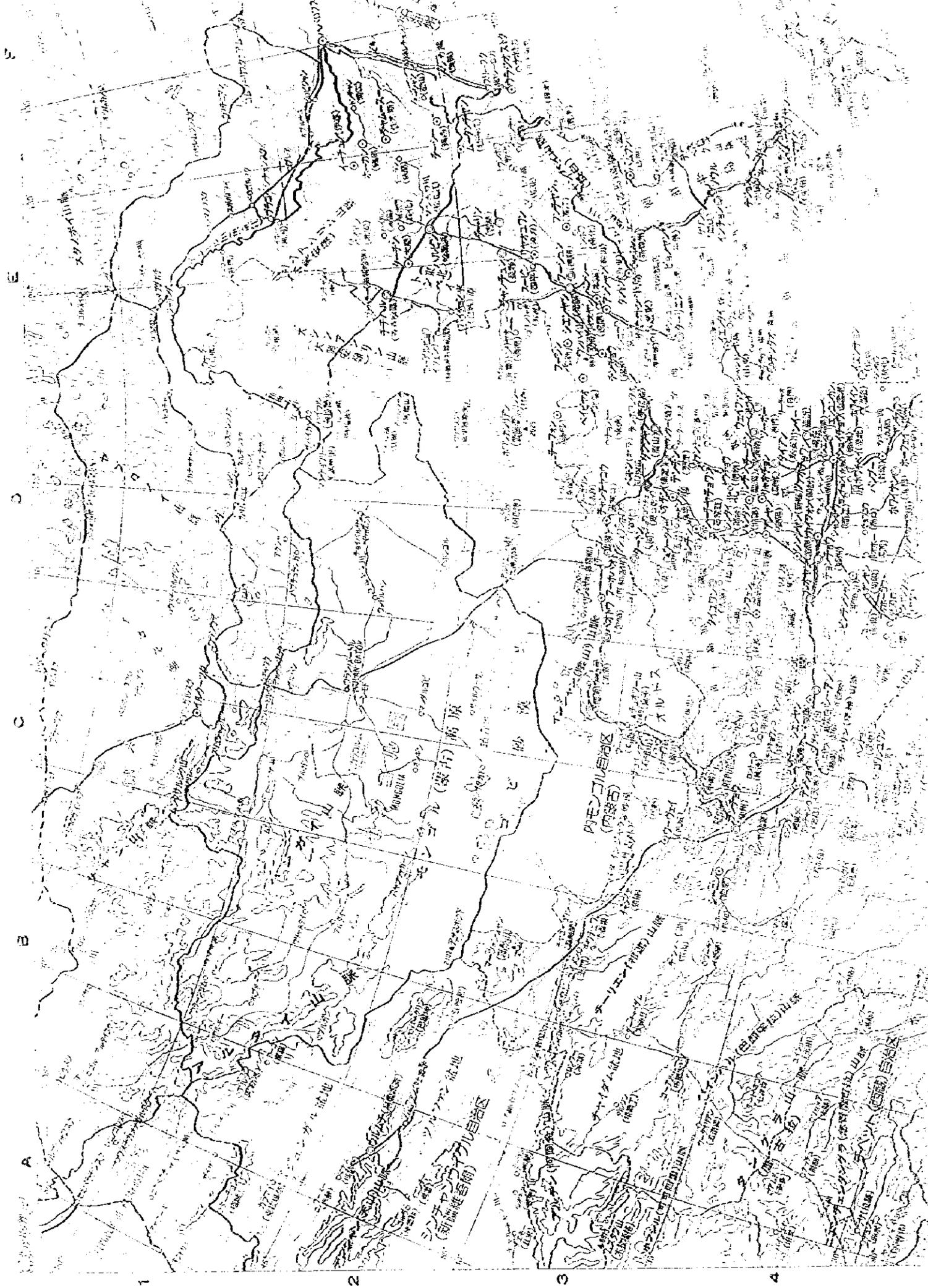
天津
TIANJIN

瀋陽
SHENYANG

長春
CHANGCHUN

哈爾濱
HARBIN

大連
DALIAN



A
B
C
D
E

1

2

3

4

新城市自治区 (Xin Cheng Shi Zhi Qu)

内政部 (Nei Zhen Bu)

烏蘭察布 (Ulan Chabu)

蒙古高原 (Mongolian Plateau)

杭爱山脈 (Hangai Mountains)

鄂爾多斯自治區 (Ordos Autonomous Region)

包頭自治區 (Baotou Autonomous Region)

呼和浩特市 (Hohhot)

內蒙古自治區 (Inner Mongolia Autonomous Region)

烏魯木齊 (Urumqi)

庫爾勒 (Korla)

阿拉善自治區 (Alashan Autonomous Region)

甘肅 (Gansu)

陝西 (Shaanxi)

寧夏 (Ningxia)

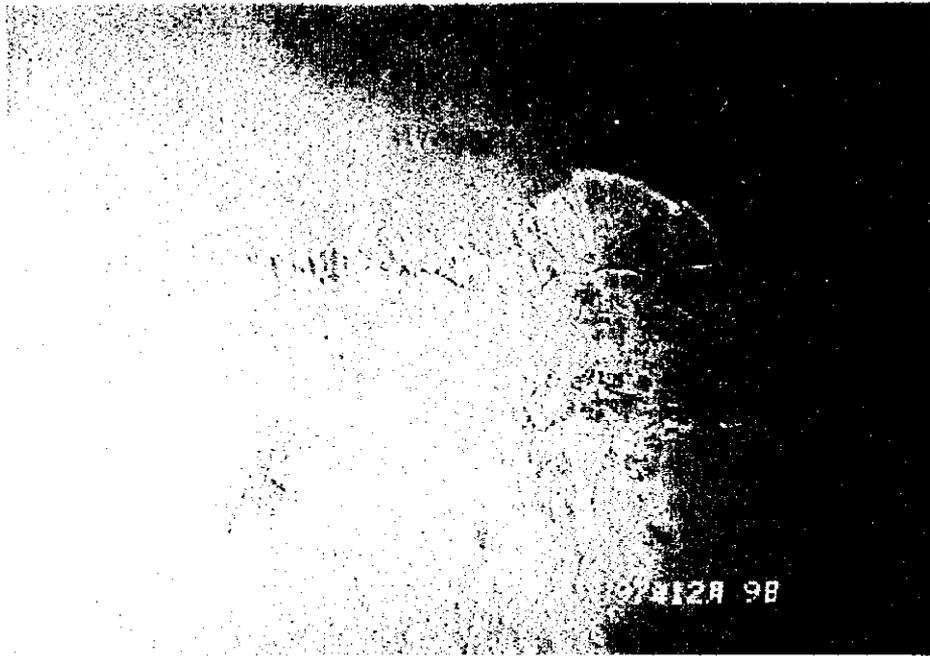
写真集



インフラ開発省



ウランバートル市内 (バヤンゴル・ホテル 11 階より)



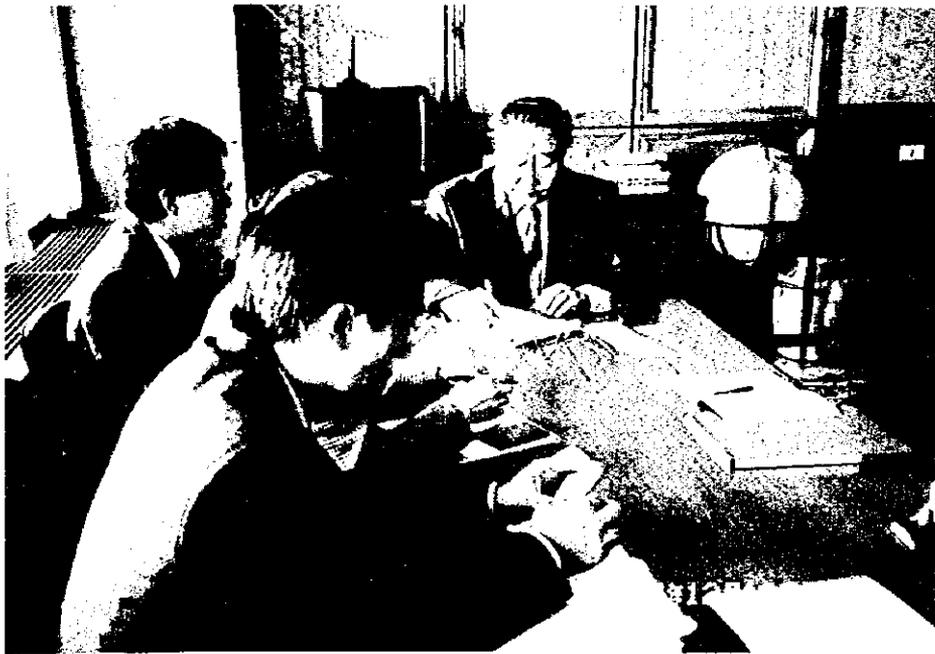
地方ソム全景（北京→ウランバートル機内より）



地方ソム全景（北京→ウランバートル機内より）



エネルギー局協議風景（背中が Damdinsuren 氏）



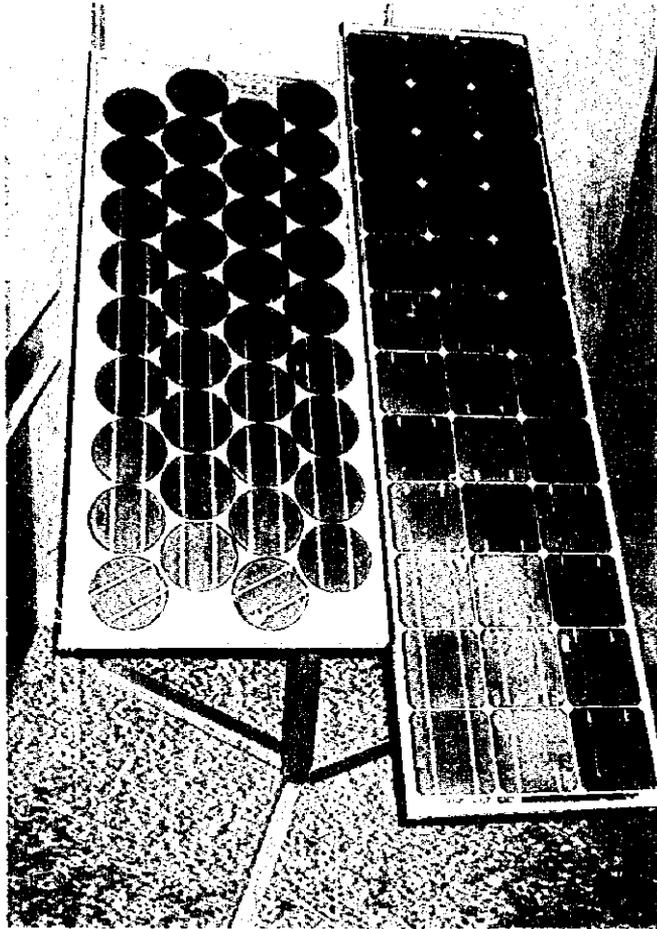
科学アカデミー協議風景（正面が Chadraa 氏）



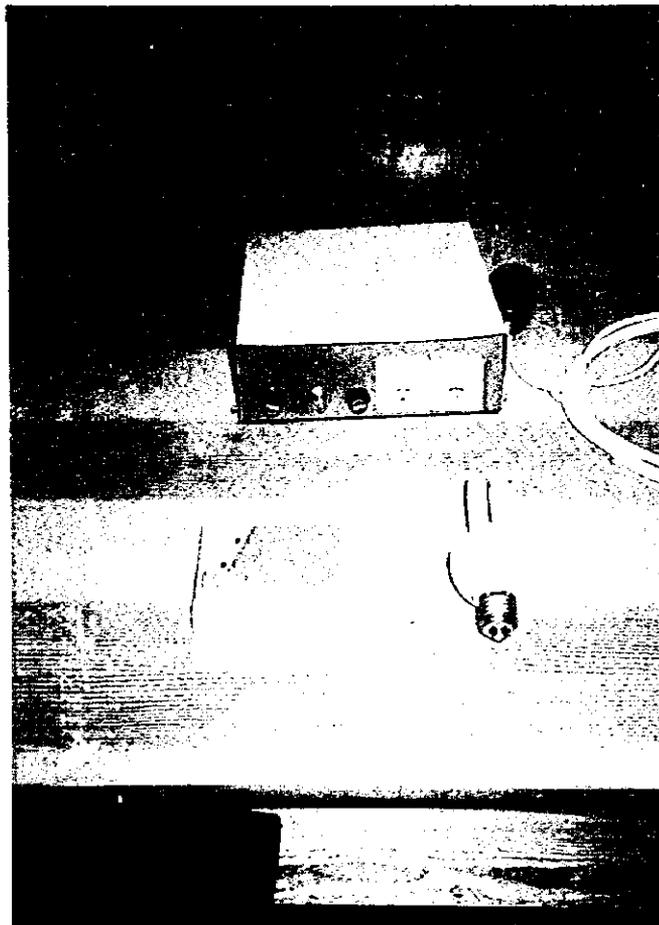
M/M 署名 (右から Damdinsuren 氏、Yondongombo 局長)



M/M 署名



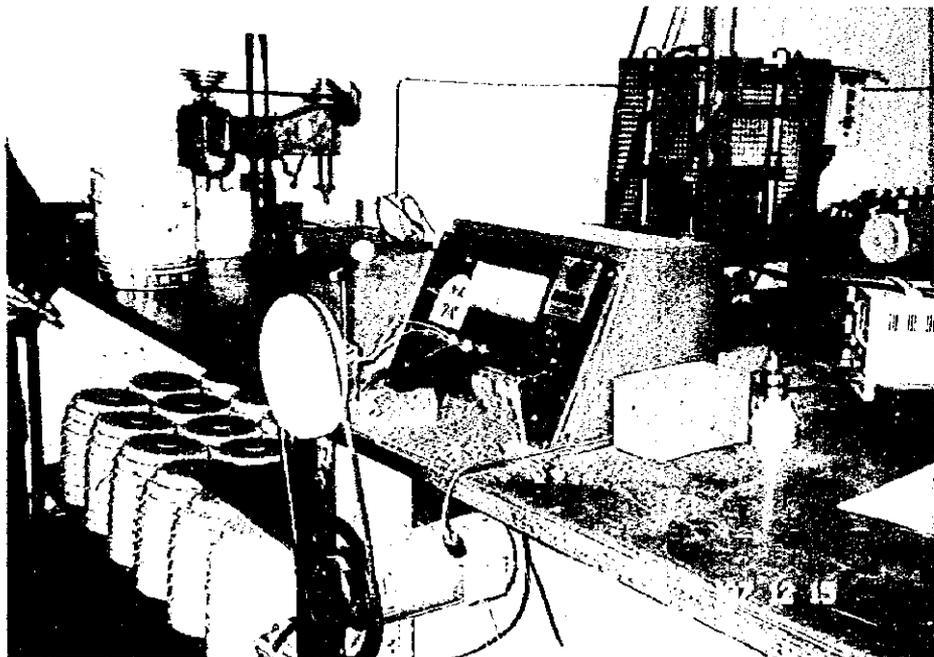
PV パネル (右:フィンランド製 55Wp,左:ロシア製 30Wp)



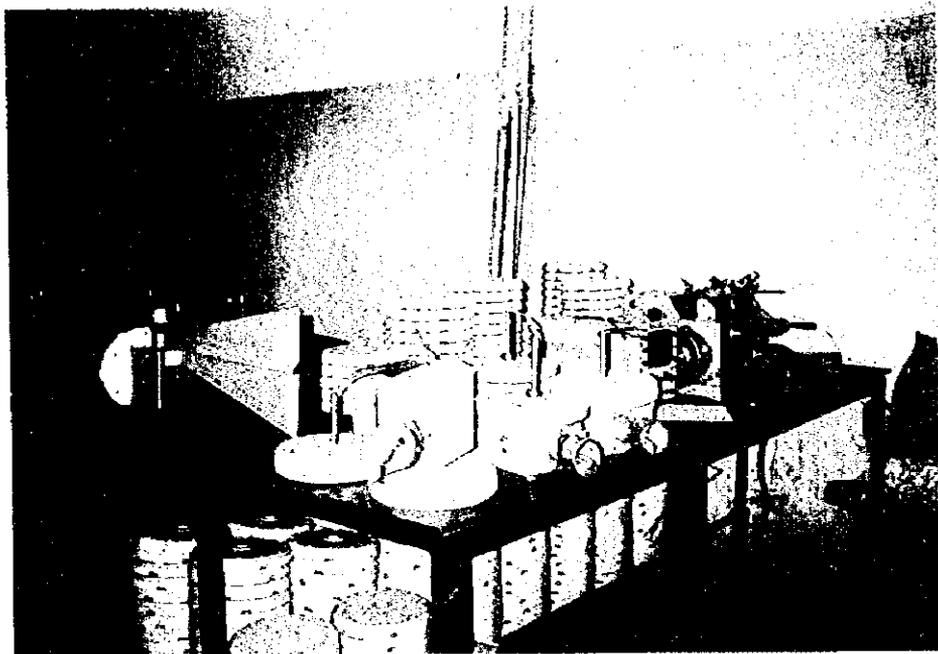
コントローラー (上:国産 10A,左下:フィンランド製 5A)



モンゴル製風車 (出力50W程度)



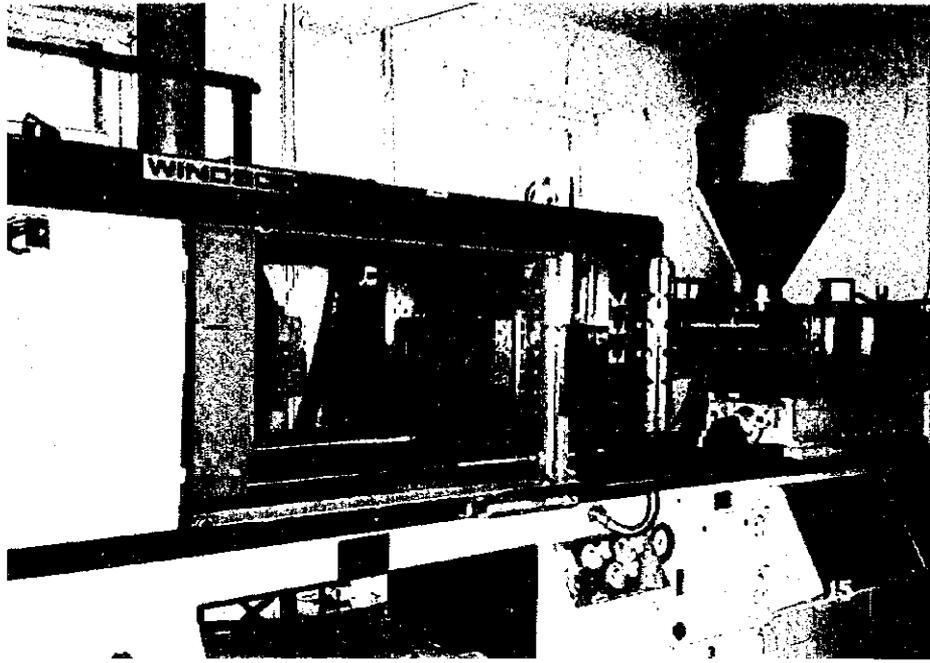
出力試験装置



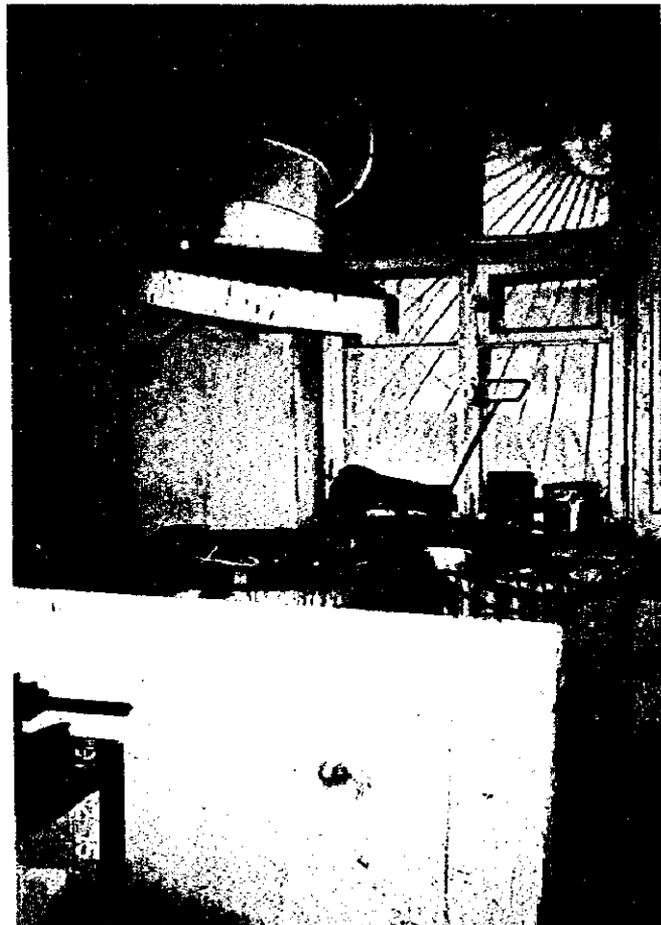
風力発電機部品



風力発電機組立風景（科学アカデミー工場）



風車ブレード成型器



アルミ溶解電気炉



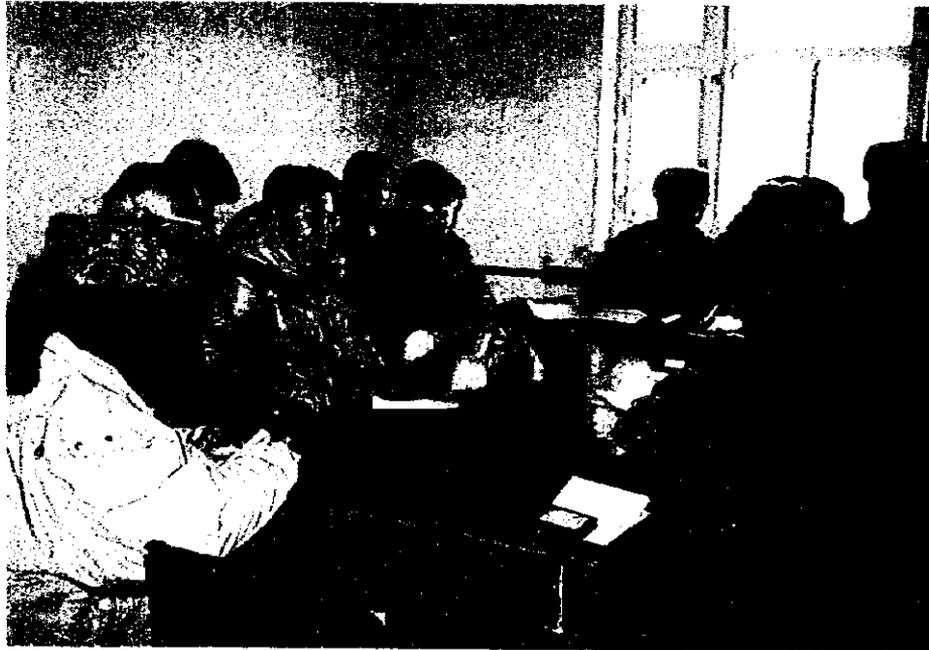
踏查風景



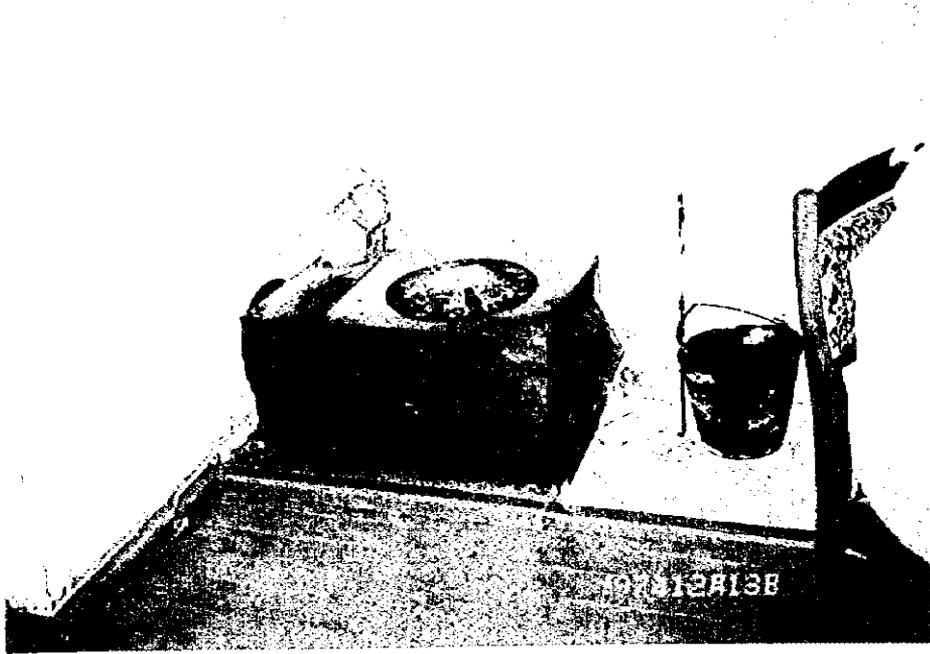
調査団一行



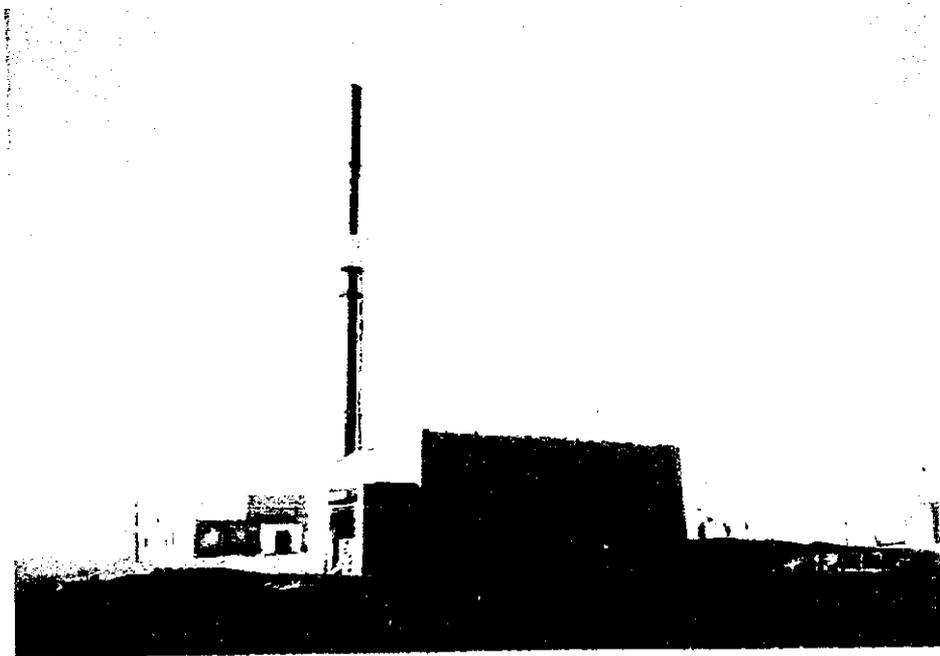
フブスグル・ソム全景



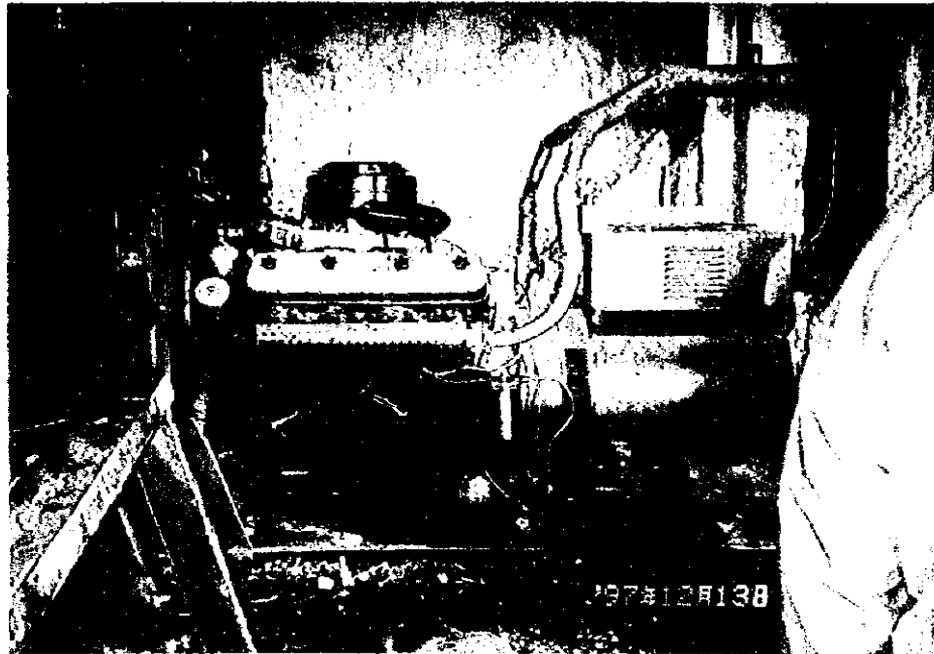
取材風景（フブスグル・ソム役場内）



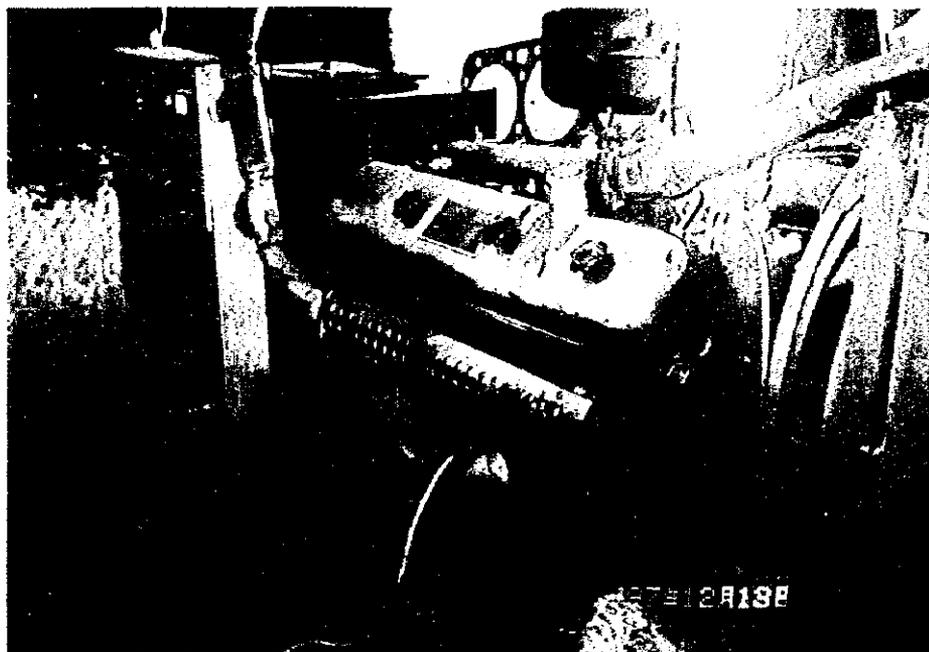
ソム役場事務室内暖房



ディーゼル発電所兼熱供給システム・ボイラー建屋



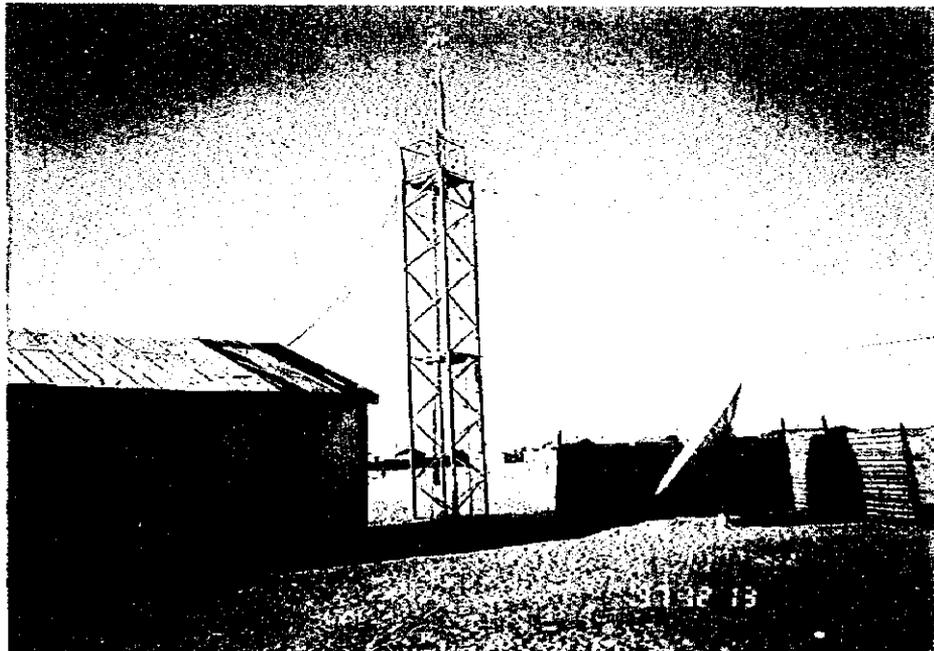
ディーゼル発電機 (100kW)



ディーゼル発電機 (100kW)



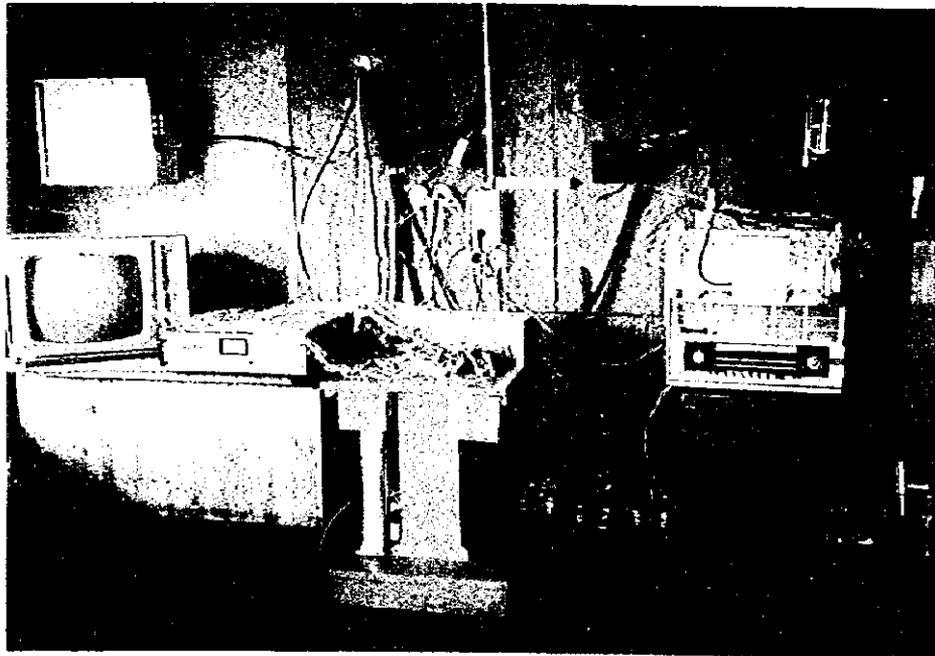
熱水循環ポンプ



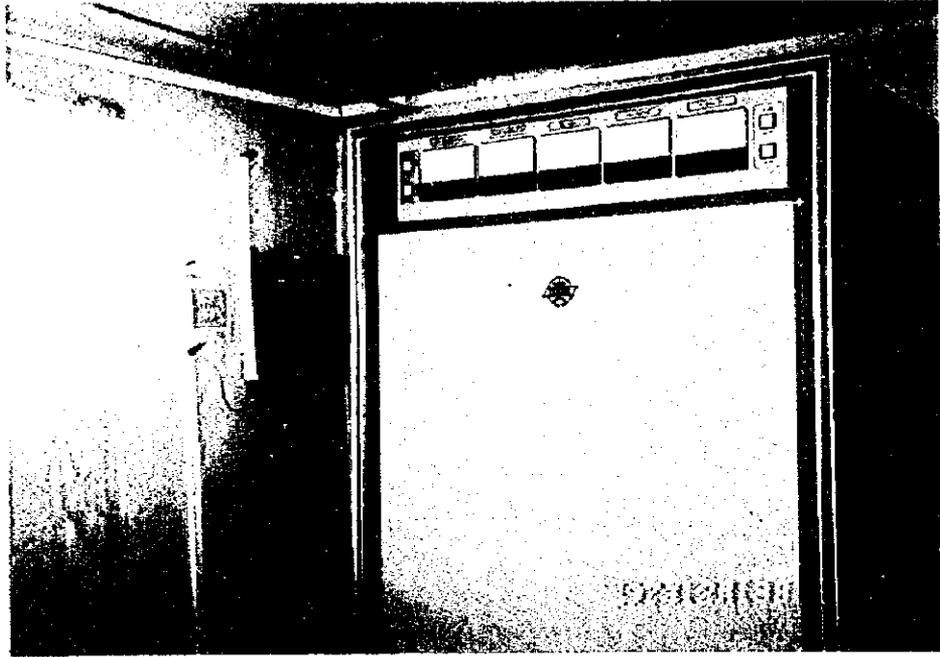
通信施設建屋（電話局兼郵便局兼衛星テレビ・ラジオ中継所）



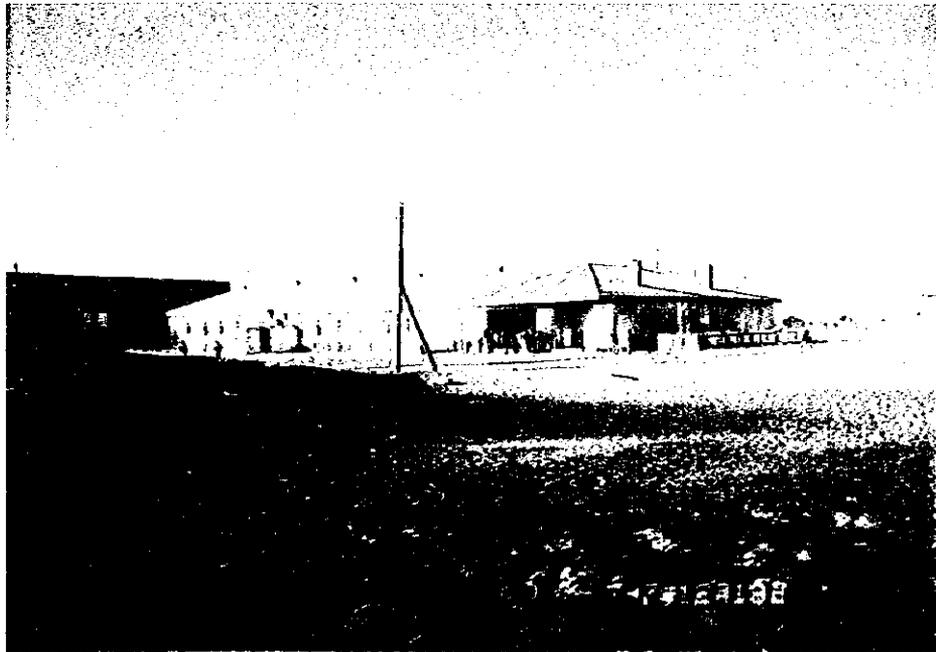
電話局兼郵便局兼衛星テレビ・ラジオ中継所窓口



中継装置



中継装置



学校全景



教室内部



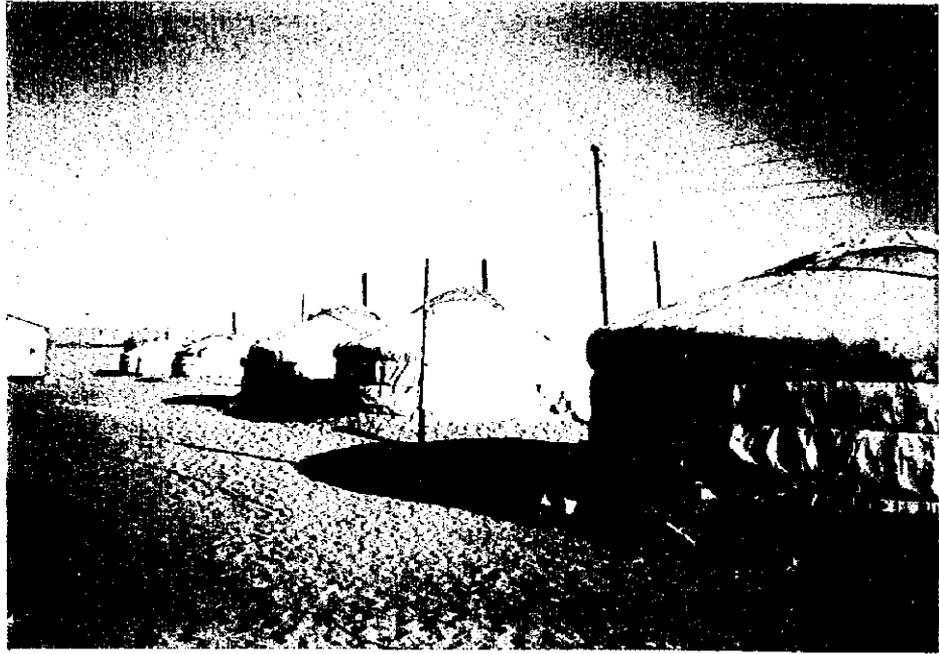
視聴覚教室（ビデオ上映会風景）



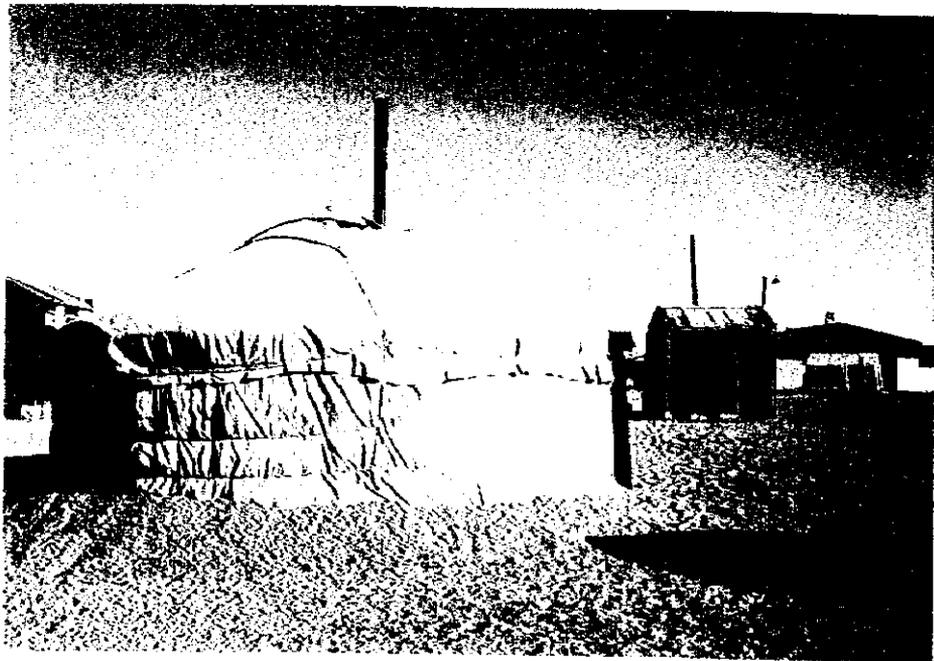
病院



病院内唯一の照明器具



ゲル群と配電線



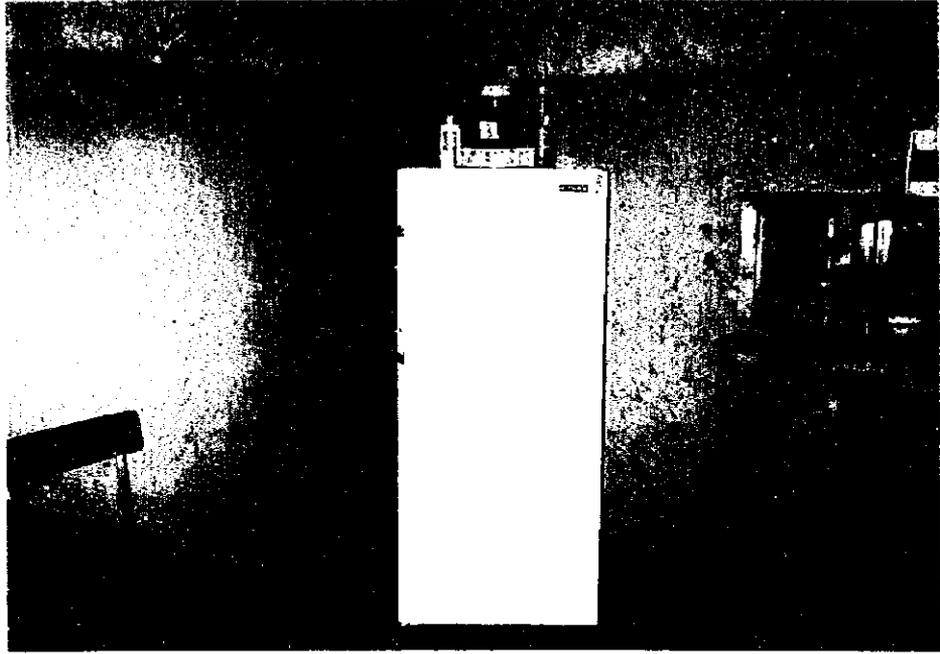
ゲル近景



一般向け中国製風力発電機 (50Wシステム)



一般住宅



一般住宅内冷蔵庫

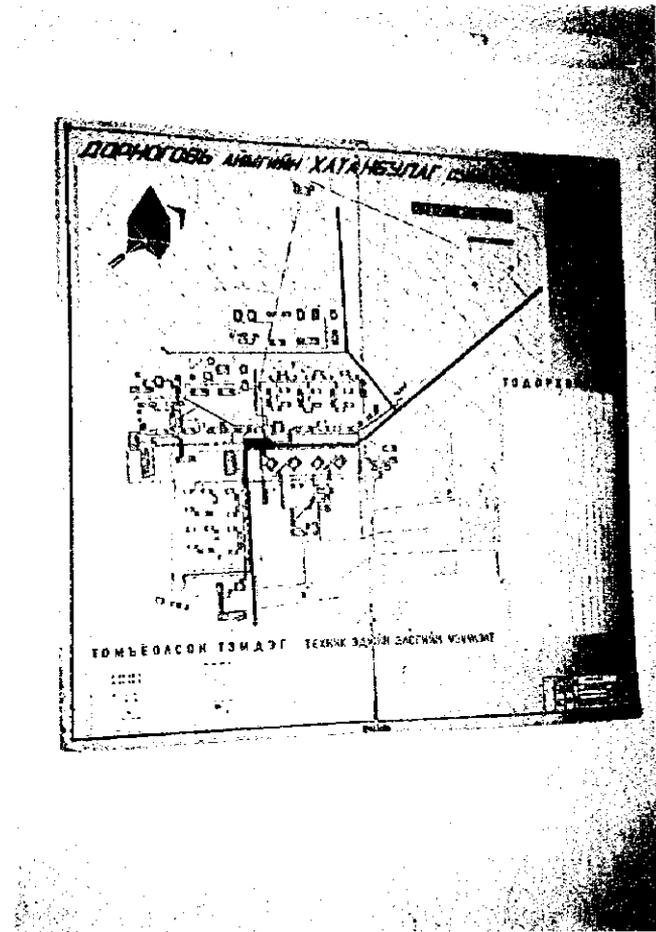


一般住宅内電気コンロ

ハタンボラダ・ソム金業



ハタンボラダ・ソム金業



ソム・センター全図



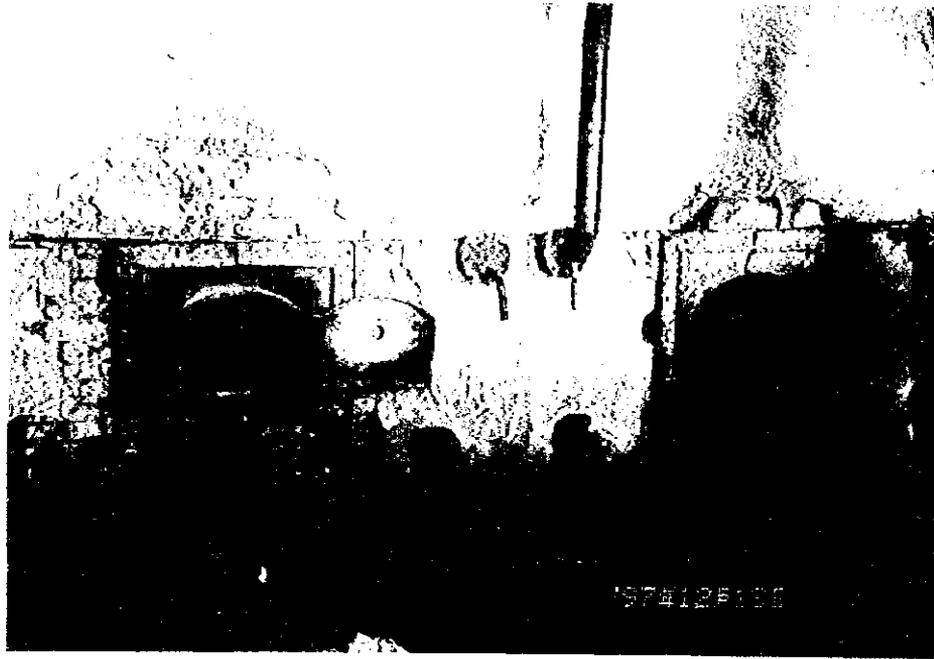
ディーゼル発電所建屋



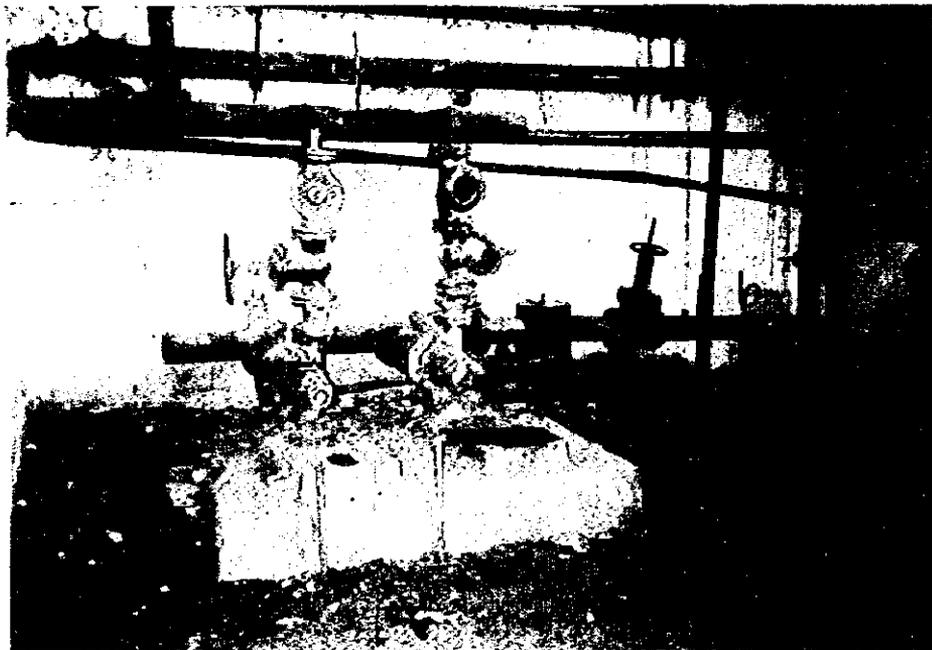
ディーゼル発電機



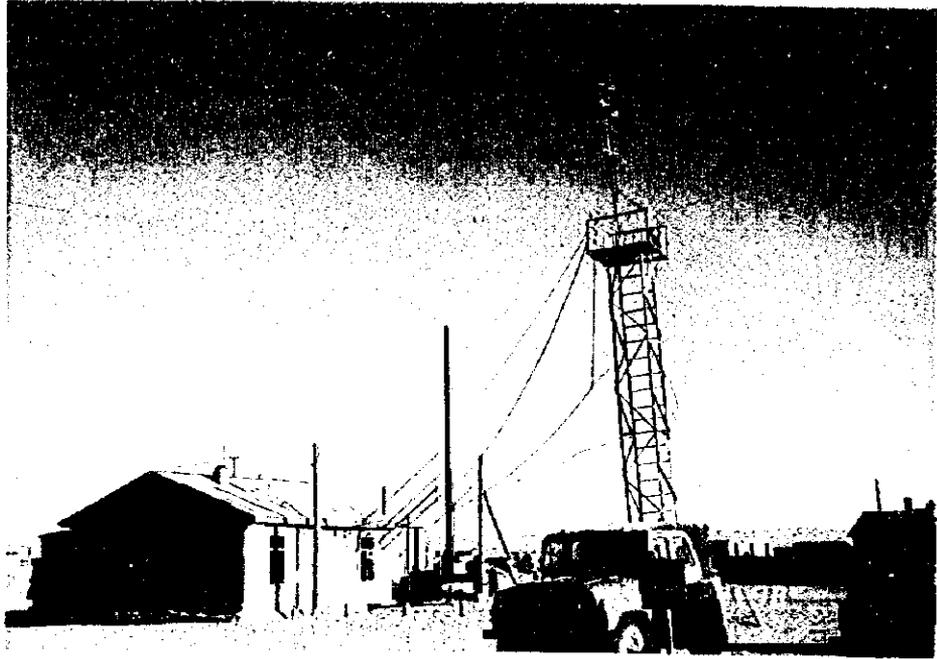
熱供給システム・ボイラー建屋全景



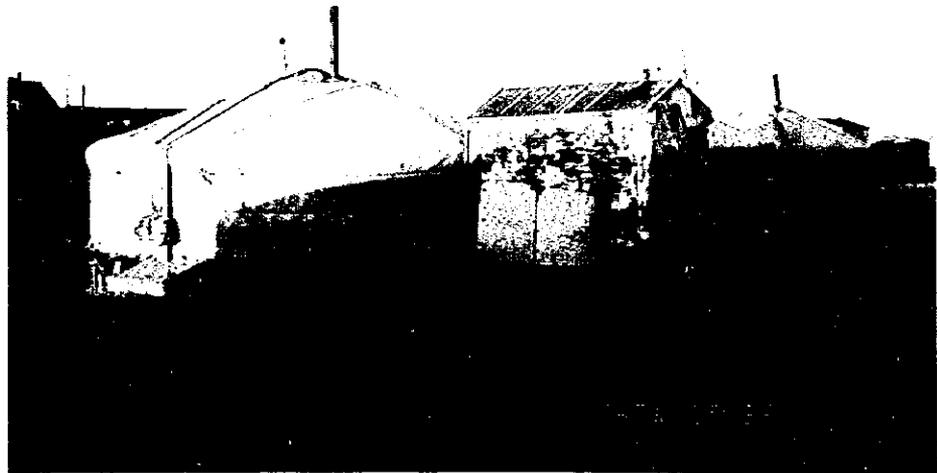
熱供給システム・ボイラー



熱水循環ポンプ



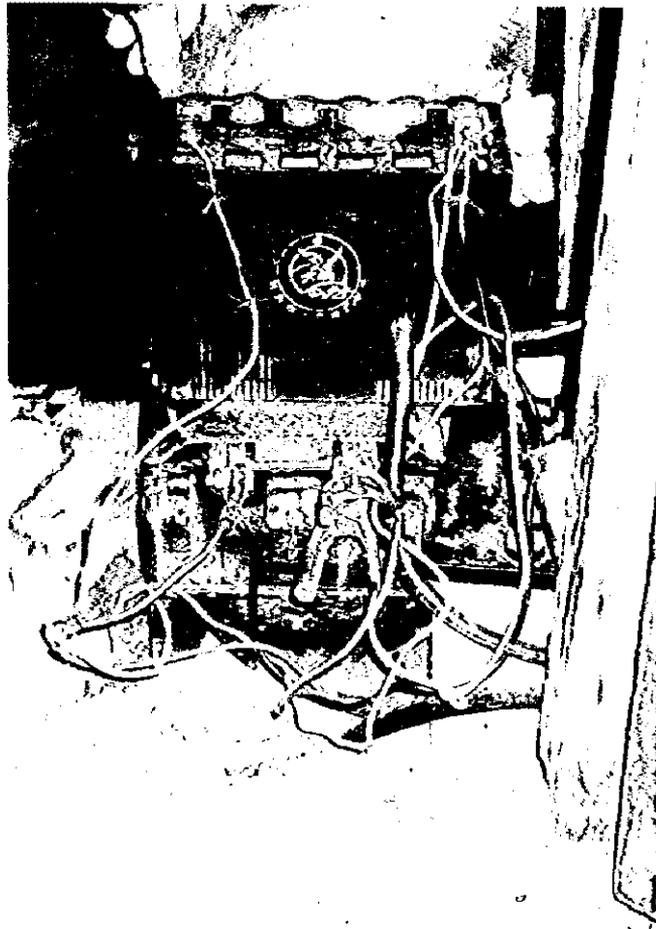
通信設備建屋とアンテナ



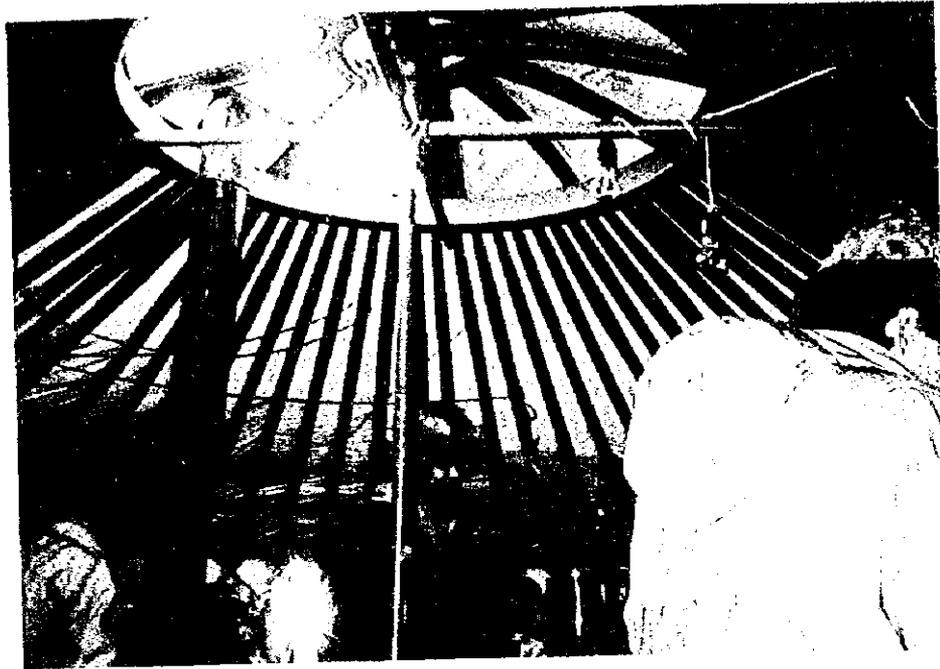
ゲル群



風力発電用風車



風力発電システム用バッテリー



ゲル内照明



ゲル内電気機器

第 1 章 基礎調査団の概要

第1章 基礎調査団の概要

1-1 要請の背景・経緯

モンゴル国全国の行政区画は18の県で構成されており、各県の中に合計で314の郡（ソム）がある。ソムの中心地（ソム・センター）には、役場、学校、学生寮、病院、放送通信施設、協同組合、銀行、文化センター等の公共施設、そのほか、ホテル、カシミア工場、木工所、ミシン作業場等の民間工場、さらに遊牧民の定住集落が計画的に配置されている。

モンゴル国では総人口230万人の約半分が遊牧生活をしていると言われているが、遊牧生活を営む人々にとっては、ソム・センターは様々な物資を補給する所のみでなく、行政・医療・教育等の公共サービスを受けるための重要な拠点でもある。平均的なソムの人口は4～5千人程度で、ソム・センターには千数百人程度が定住している。

モンゴル国のソム・センターにおいては、旧ソ連邦の崩壊の影響を受けて、国内の政治経済体制が激変するさなか、1970年代より旧ソ連邦から供給を受けていたディーゼル発電施設への資機材の供給が滞ってしまった。そのため、多くのソム・センターでは電力供給が安定的に行われなくなり、民間経済活動の停滞を招き、さらに各種公共サービスの提供を困難なものとしている。

ソム・センターでの安定した電力供給の再開を不可欠とするソム・センターの機能回復は緊急かつ最優先の政策課題とされている。特に、病院施設の改善は、依然として高い乳幼児死亡率及び地方住民の罹患率の低減策として、また、学校施設の改善は、近年ドロップアウトが社会問題化している地方の義務教育現場における就学率の向上対策として効果を上げるものと期待されている。

モンゴル国政府によれば、1997年11月現在で、314ソムの内117ソムが既に送電線の延長により電力供給されており、残りの197ソムについては、一部を除いて系統による電力供給は経済的に困難であり、独立型の電力供給方式を採らざるを得ないとされている。ソム・センターの平均的な電力需要は60～200kW（220V 50Hz）程度である。

このような状況下で、モンゴル政府は独立電源対象のソム・センターでの電力供給を、燃料費のために貴重な外貨を流出せずに済む再生可能エネルギーによりまかないう方針を固めている。

その後、人民革命党政権時代の1995年に、地方電力供給計画に係る開発調査の要請が日本政府へ提出されていたが、モンゴル国政治状況等の諸般の事情により本案件の採択実施には至っていない。

一方、日本政府は鉱工業分野の開発調査案件実施の可能性を確認する目的で、モンゴル国にプロジェクト選定確認調査団を1997年6月に派遣した。その際、地方電力供給計画に係る協議を行い、地方の電力事情及びモンゴル政府の基本政策の確認を行った。

1-2 要請内容

人民革命党政権時代の1995年に、地方電力供給計画に係る開発調査の要請が日本政府に提出されている。

それによると、モンゴル国全土のソムを対象に最適な電源供給方法を技術的及び経済的観点から検討する地方電力マスタープランの実施が要請内容である。対象電源としては、送電線延長、ディーゼル発電、太陽光、風力、小水力、地熱、バイオガス等のソムで使用可能な考えられる全てのものに及んでいる。

モンゴル国では、系統システム及び県レベルの電力計画について1996年にADBによりマスタープランが策定されており、この中では原子力から再生可能エネルギーまでの全ての電源を対象にして、オプションスタディーが行われている。

モンゴル国の狙いとしては、ADBのマスタープランに類似したものを地方のソムレベルでも行い、都市部と地方での電力計画を、整合性のとれた形で完成することにある。

具体的な要請内容については、APPENDIXのTORを参照。

1-3 調査の目的

本プロジェクト形成基礎調査においては、要請の背景及び地方の電力事情を詳細に調査し、太陽光及び風力を利用した電源供給の可能性を確認し、地方電力供給に関する開発調査案件の形成を行うこと。さらに、モンゴル国政府関係機関との協議においては、調査実施上の条件等を確認するとともに、協力内容について相互理解することを目的とした。

1-4 団員構成

担当	氏名	所属
(1) 団長（電力計画）	林 俊行	JICA国際協力専門員
(2) 調査企画	田中 啓生	JICA鉱調部資源開発調査課
(3) 風力発電計画	竹内 肇	プロアクトインターナショナル（株）
(4) 太陽光発電計画	佐久間 京	東電設計（株）
(5) 通訳	加藤 真紀子	（財）日本国際協力センター

1-5 調査日程

月日	曜日	行程	宿泊地
12月8日	(月)	成田発(中国経由) 10:30-13:35	北京
9日	(火)	北京 09:25-11:35 ウランバートル着 JICAモンゴル事務所訪問、日本大使館訪問	ウランバートル
10日	(水)	インフラ開発省表敬、科学アカデミー表敬 エネルギー局との協議	ウランバートル
11日	(木)	エネルギー局との協議	ウランバートル
12日	(金)	サイト踏査(ドルノゴビ県への陸路移動)	サインシャンド
13日	(土)	サイト踏査(フブスグル及びハタンボラグのソムセンター調査)	サインシャンド
14日	(日)	サイト踏査(ウランバートルへの陸路移動)	ウランバートル
15日	(月)	エネルギー局との協議、再生可能エネルギー研究所訪問	ウランバートル
16日	(火)	エネルギー局との協議(M/Mの署名) 日本大使館報告、JICAモンゴル事務所報告	ウランバートル
17日	(水)	ウランバートル発11:10-13:10北京14:50-19:00成田着	

1-6 主要面談者

(1) JICA事務所

四釜 嘉総 所長

江川 敬三 所員

(2) 日本大使館

岩崎 書記官

的場 書記官

(3) インフラ開発省

Davaa Battsend

Deputy Director Energy Department

Gungaarentsen Damdinsuren

Expert Energy Department

Meudbayan Ligden

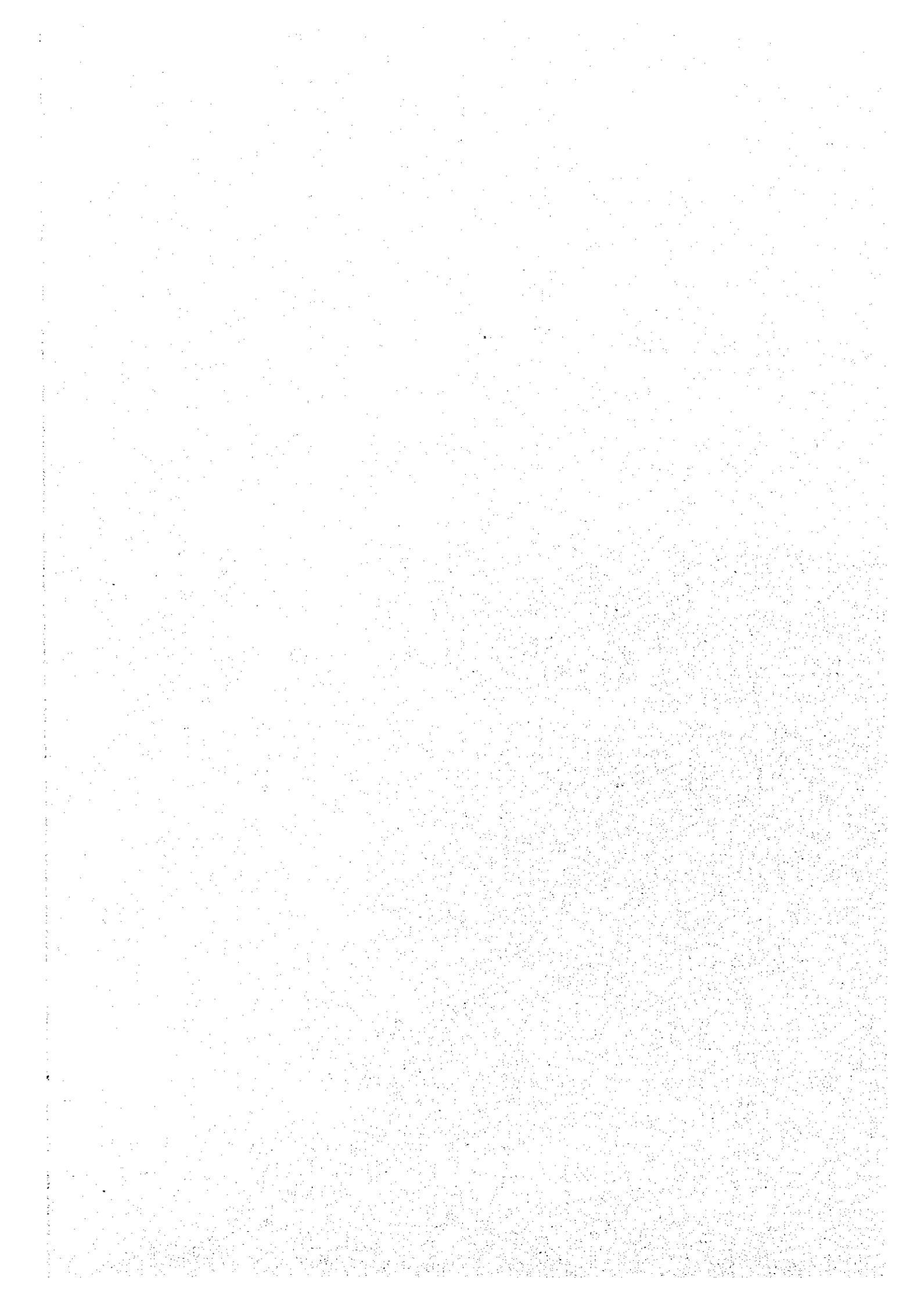
Institute of Renewable Energy

(4) 科学アカデミー

Baataryn Chadraa

President Mongolian Academy of Science

第 2 章 協議の概要



第2章 協議の概要

2-1 対処方針

(1) プロジェクト選定確認調査結果

1997年8月に派遣されたプロジェクト選定確認調査団の報告によると、地方においては、ソムレベルでの病院、学校、通信施設等の重要施設への電力供給が著しく滞っており、電力需要（220V 50Hz）としては60～200kW、平均で100kW程度あるとしている。また、モンゴルでは乳幼児死亡率が高く、平均寿命は60歳程度であり、その改善策の一つとして地方の医療施設の充実が緊急課題としてあるが、電力供給の回復がその前提となっているとされた。

協力要請内容は、独立電源対象の約160のソム・センターに対する電力供給方法の検討、および個々のソムでの最適な発電システムの検討であり、電力供給事業に関連する技術者、特に西側の技術に明るい技術者を育成する必要があるとしている。

また、電力計画の担当官庁はインフラ開発省エネルギー局に変更されているが、前政権に引き続き協力を要請しているとの表明を受けている。

これに対して確認調査団は、全ての地域についての協力は予算面からも不可能であるので、モンゴル政府として緊急性を有している地域を3、4ヶ所選択するようコメントしている。あわせて、同地域の各種関連データの提出を要請し、了解を承けている。

調査を振り返って、グローバルイシューである環境問題への対応という点でも、モンゴルにおける再生可能エネルギー開発は大きな可能性を持っており、またBHNの観点からも病院、学校、通信施設の電化は急を要する課題であると確認調査団は見解を残している。

（「モンゴル国鉱工業プロジェクト選定確認調査報告書1997年8月」参照）

(2) 提案する本格調査内容

現地での協議及び踏査において情報収集を行い、本格調査内容の詳細を検討するが、現時点での本格調査の骨格は以下のとおり。今回の現地調査では、以下の（案）を適宜修正しながら先方へ提案し、基本的な合意（案）を形成する。

1) 調査目的

独立型電源による電源供給が好ましいとされている約160（仮）のソム・センターにおいて、再生可能エネルギー資源を利用して、病院・学校・通信施設・その他公共的施設等へ最適に電力を供給するシステム（220V 50Hz）を構築することを目指す地方電力供給マスタープランを策定する。

併せて、技術移転及び発電システムの性能試験調査を主眼として、数ヶ所以上（仮）で実証試験を行いマスタープランへ調査結果を反映するとともに、発電施設の維持管理及び電力供給主体の運営に関しての技術移転を行う。

さらに、積極的な導入を図る再生可能エネルギー源としてモンゴル側が考えているものには、太陽光、風力、地熱、小水力、バイオガス等があるが、本調査では、太陽光、風力に関してより具体的に検討し、小水力、地熱、バイオガス等については概念的な検討にとどめる。

2) 調査対象地域

マスタープランでは、独立型電源が好ましいとされている約160（仮）のソム・センター。

実証試験調査では、数ヶ所のソム・センター。

電力供給対象としては、①既存の配電系統と分離し病院・学校・通信施設・その他公共的施設に限定する。

②既存の配電系統に連携し、公共に併せて民生用にも供給する。

（他国の主な案件は首都圏等の電力系統、県の中心地の独立電源を対象としているのに対して、本件はソムの中心地を対象としていることが特徴。）

(3) その他方針

1) 開発調査の主旨説明

技術協力事業としての開発調査の目的、手順、仕組みについて説明し、今回の調査団の派遣の主旨について説明する。

2) 要請内容の確認

要請の背景・経緯および現在の状況について確認し、あわせて前回のミッションでの懸案事項（日本側からの要請事項）を確認する。

3) 受け入れ体制の再確認

インフラ開発省エネルギー局（ディーゼルエンジン班、再生可能エネルギー班、ヒーティング班）に対して、技術移転の観点から開発調査実施時の受け入れ体制を確認する。

4) 質問表等による基礎的情報の確認

質問表による基礎情報の収集、ADBが作成した中央及び地方電力システムのマスタープラン（ウランバートル市内に限定された供給計画）の情報収集、NEDOの実証試験の事後情報の収集などを行う。

2-2 確認事項及び協議結果

(1) モンゴル国における地方電力供給の現状（協議及び踏査結果）

計画経済の時代には旧ソ連邦の援助により十分に機能していたとされる各ソム・センターのディーゼル発電施設においては、旧ソ連邦の崩壊を受けて1990年に市場経済へ移行したことを契機に物資の供給が滞り、ほとんどの施設が劣悪な環境に置かれ、現在、多くのソム・センターで電力供給が困難となっている。

調査団はウランバートルより南方へ700Km以上離れた、ドルノゴビ県のフスグル及びハタンボラグの2つのソム・センターを踏査した。これらのソム・センターでは発電施設に限らず、熱供給システム、学校施設、病院施設、放送通信施設などのソム・センター機能を担う重要施設の大部分が劣悪な整備状態のもとに放置され、その状況は深刻であった。

そうした施設が劣悪な状態に陥ったのには、電力供給が滞ったことに起因するものが多い。例えば、熱供給システムは、熱循環ポンプの動力源としての電力が十分に得られなくなったことから廃棄状態となっている。また、病院では過去に存在したワクチン等を保管する保冷庫やx線撮影機など、電力を必要とする簡易医療器材が使用不可能となり、ソム・センターから消えていった。

こうしたソム・センターで、安定した電力供給を復活させるには、資金、物資及び技術のすべての面での援助が不可欠で、地方政府あるいは住民組織のみの方では不可能であることは明白であった。

ソム・センターが共通して抱えている課題は、電力の供給を如何に安価かつ容易なシステム、即ち彼らにとって持続可能なシステムで確保するかである。

調査団が判断するところ、電力の安定供給の再開によってソム・センターのすべての機能が完全に回復されるというような単純な結果は期待できないまでも、安価な電力の安定供給はソム・センターの多くの機能を回復に向かわせるために、不可欠な条件であると言える。

(2) モンゴル国における地方電力供給の政策

モンゴル国では、計画経済時代に策定していた全ソムへの送電による電力供給計画を非現実的なものとし、豊富な国産エネルギーである再生可能エネルギーをなるべく活用した独立型電源方式による地方への電力供給を検討している。

地方の県の中心地レベルでは、ADBの電力供給マスタープランによって、再生可能エネルギー、特に太陽光及び風力等を積極的に導入することが具体的に検討されている。

今回の要請の対象であるソムレベルにおいては、未だに体系的な調査は行われておらず、モンゴル国政府としては、各種再生エネルギー、ディーゼル、送電線延長を選択肢とする包括的なマスタープランを全国レベルで策定したいとしている。

(3) 本M/Pの概要と位置づけ

本M/Pでは、全国のソム・センターのうち、独立型の電力供給体制にあり、近い将来に送電線延長を計画されていないものだけを対象とする。そして、太陽光、風力、小水力、ディーゼル、送電線延長の5つの電力供給方法を選択肢として、各ソム・センターにおける経済的かつ技術的に最適な供給システムを検討する。この場合、上記の電源の組み合わせによるハイブリッドシステムも検討課題とする。

この調査結果は、モンゴル国における地方電力供給体制に関する政策立案に活用され、各ソムの供給システムの再構築の際の基本資料とされることとした。

尚、現在日本の無償資金協力により、ソム・センターのディーゼル発電機のリハビリが行われているが、これについてモンゴル側は、次のように述べた。

「エネルギー局においては、既存のディーゼルシステムの更新と再生可能エネルギーの新規導入を包括的な計画のもとに並行して実施すべきと考えていたが、計画策定の前に、ディーゼル発電機の更新がたまたま一方的に先行してしまった。今回のM/Pでは、その包括的な計画を立てたい。」

調査団としては、地方の電力供給事情に鑑み、ディーゼル発電機のリハビリは緊急課題であり、今後ともそれらの発電施設を維持することは不可欠なことと考えている。さらに、それらの発電方式と再生可能エネルギーによる発電方式の最適な共存方法をM/Pのなかで検討して行くべきとした。

(4) M/Pの策定後の事業化について

調査団は、地方電力供給に対して今回の無償資金協力を得たことは非常に特別なケースであり、本M/Pの事業化においては、別の資金調達方法を検討すべきであることを説明した。

電力事業に関しては、適正な供給システム及び電力料金制度を構築することにより、ある程度の採算性が確保され得るので、国際的な援助機関のソフトローン等を視野に入れるべきであることを示唆した。

(5) 先方の実施体制

カウンターパートはインフラ開発省のエネルギー局であるが、各種のデータを保有する科学アカデミーの再生可能エネルギー研究所も適宜、参加するものとされた。

(6) 合意された本格調査概要

1) 調査目的

独立型電源による電源供給が好ましいとされている全国のソム・センターにおいて、太陽光、風力、小水力、ディーゼル、送電線延長を電源の選択肢として、最適な電力供給システムを構築することを目的とする。

併せて、発電システムの性能試験調査を主眼として、数ヶ所のソム・センターでの実証試験を行いマスタープランへ調査結果を反映するとともに、電気料金制度の構築を含めて、発電施設の維持管理・運営に関する技術移転を行う。

2) 調査対象地域

マスタープランでは、独立型電源が好ましいとされている全国のソム・センター。

実証試験調査では、数ヶ所のソム・センター。

電力供給対象としては、マスタープランでは公共施設の需要の他に民生需要も視野に入れる。実証試験では、既存の配電系統と分離し病院・学校・通信施設・その他公共的施設に供給を限定する。

(他国の主な案件は首都圏等の電力系統、県の中心地の独立電源を対象としているのに対して、本件はソムの中心地を対象としていることが特徴。)

3) 調査内容

調査内容は、M/Pフェイズ及びパイロットインストレーション(実証試験)フェイズの2フェイズを同時進行で行い、相互に調査結果をフィードバックし合う。

調査内容の詳細は、次回の調査(予備調査)までに日本側で検討するものとされている。

2-3 団長所感

モンゴルの国土面積は日本の約4倍、人口は約50分の1の230万人で、約半数の人々が遊牧生活をしていると言われている。遊牧生活の基盤は草原であり、毎年青々と繁る草原は再生可能資源である、この再生可能資源を持続的に使用し、放牧生活を維持してゆくために、牧民は定住せず常に移動することで草原が再び回復するのを待つ。このような放牧生活を続ける牧民にとり、ソム・センターは医療サービスや基礎教育を子供に受けさせるための一つの生活拠点として機能している。

計画経済の時代、もともとソム・センターは中央が地方を管轄するための拠点として機能していたと思われる、いずれも遠隔地にあるソム・センターへ石炭やディーゼル燃料を定期的に運搬することは、非常に費用がかかり、計画経済でのみ成り立つ電力・熱供給が行われていた。自由経済へ移行した現在、これらの電力・熱供給システムは崩壊し、政府は採るべき施策もないまま崩壊したソム・センターの電力・熱供給を放置している。従って遊牧生活の拠点であるソム・センターの電力・熱供給をどう再構築するかは、モンゴル政府にとり重要な課題であり、この意味で今回JICAが再生可能エネルギーを使用したマスタープランを作成することは、非常に意味のあることである。

かつてのソム・センターにおける電力・熱供給は経済的にも財務的にも持続可能なシステムではなく、マスタープランで策定される計画は基本的に受益者負担の考えに従い策定されなければならない。また村人はかつての計画経済の時代、ほとんど電気料金を払わず電気を使用していたため、節約の考えに乏しいと考えられる。本格調査期間中には、太陽光発電と風力を使ったハイブリッド・システムを幾つかのソム・センターに試験設置し、技術的な運転状況と共に、維持管理や電力の使用状況などの結果をマスタープランのなかで反映させる予定である。試験設置のためのソム・センターは事前調査の段階で、地理的技術的条件を考慮し、JICAが選定することにした。

マスタープランではソム・センターへの再生可能エネルギーを使った最適な電力供給システムを提言するのみでなく、電気料金や維持管理体制、人材育成等についても提言することが求められている。特にモンゴルの場合、地方の電力供給の計画や実施を専門に行う中央機関が存在しておらず、マスタープラン策定後の計画の実施にかなり支障を来すことが危惧される。このためそのような中央組織の必要性についてもマスタープランのなかで提言する必要がある。

本マスタープランではソム・センター全体の電力供給を調査対象とすることとし、考慮する再生可能エネルギーは、太陽光発電、風力発電、小水力である。しかし再生可能エネルギーだけでソム・センター全体の需要を賄うことは難しく、電力供給システムはディーゼル発電とのハイブリッド・システムになると思われる。

日本では独立系統のディーゼル発電とのハイブリッド・システムは、ほとんど経験がなく、技術的にシステムをいかに最適化するのか、難しい課題となる。また調査対象のソム・センターは将来的に中央電力システムから電力供給を受けられない全てのソム・センターを調査対象としており、200近い調査対象ソム・センターをいかに効率的に調査するかが重要課題となっている。このためエネルギー局との協議において、サンプル調査手法により調査を進めることを合意した。

サンプル調査では、調査の初期段階で全ての調査対象ソム・センターについて既存の統計資料や気象データをもとにリストを作成すると共に、簡易現地調査を行い、基礎的データに基づき調査対象ソム・センターを幾つかのグループに分類し、各々のグループから2、3のソム・センターをサンプルとして選び、サンプルのソム・センターについて詳細な調査を行い最適システムを策定し、そのサンプルを同じグループの他のソム・センターに広げて行く手法である。このような手法を取る場合も、カウンター・パートであるエネルギー局の協力は重要であり、局長以下8名の体制でどこまでの協力が得られるのか危惧されるところであり、事前調査の段階で改めてカウンター・パートの協力を確認したい。

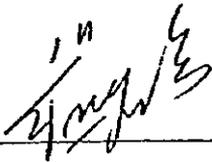
2-4 協議議事録

次頁より掲載。

MINUTES OF MEETING
FOR
THE MASTER PLAN STUDY FOR RURAL POWER SUPPLY
BY RENEWABLE ENERGY
IN
MONGOLIA

AGREED UPON BETWEEN
ENERGY DEPARTMENT
MINISTRY OF INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT
AND
JICA PROJECT FORMATION TEAM

ULAANBAATAR, DECEMBER 16, 1997



Gendensuren YONDONGOMBO
Director General
Department of Energy
Ministry of Infrastructure Development



Toshiyuki HAYASHI
Team Leader
Japan International
Cooperation Agency

JICA Project Formation Team (hereinafter referred to as "JICA Team") for Rural Power Supply by Renewable Energy in Mongolia (hereinafter referred to as "the Study") undertook a series of discussions with the officials concerned at the Energy Department, Ministry of Infrastructure Development (hereinafter referred to as "MID") from December 10 1997 until December 16. The followings are the major results of the discussions and mutually confirmed on December 16, 1997.

1. Objective of the Study

The objective of the study is to prepare a master plan to supply electricity to soum village centers, which are not connected to the Central Electricity System (CES) at present, and will not connected to the CES near future, by utilizing abundant renewable energy in Mongolia.

2. Counterpart and Relevant Organizations

The counterpart of the Study is Energy Department, Ministry of Infrastructure Development. Upon considering the diversified nature of the Study, Energy Department is also responsible for involving Mongolian Academy of Science, and other relevant government and private organizations during the course of the Study.

3. Renewable Energy to be Covered and Other Power Supply Options

The study will investigate photovoltaic, wind power, and small or mini hydro power as the source of power supply to village centers. In addition to the renewable energy, the diesel power and power supply from existing CES will be investigated as alternative options of power supply to village centers.

4. Study Area

The Study will cover the soum village centers, which are not yet connected to the CES at present, and will not be connected to the CES near future.

5. Sample Survey

The Study is envisaged to cover all 197 soums, which are not connected to the CES. Considering such a large number of village centers, the Study will employ sample survey method, where all objective village centers will be

categorized into several groups based on the existing statistics, meteorological data, questionnaire to all objective village centers in addition to rapid village survey. A few village centers will be chosen from each group as sample cases, and detailed investigation will be carried out for the sample cases in order to formulate optimal power supply plan for the cases. The optimal power supply plan for sample cases will be extended to other village centers in the same group.

6. Scope of the Study

The Study will include the following investigations and analyses.

(1) Inventory survey

Inventory of all objective village centers will be prepared. The inventory includes population, industries, meteorological and topographical features, and other necessary data and information.

(2) Power demand forecast

Based on the inventory, power demand of respective village centers will be estimated.

(3) Observation of wind energy

Wind energy will be observed if it is necessary to do so. The observation equipment will be installed at appropriate places.

(4) Small hydro potential study

Map study using 1/50000 or 1/100000 maps will be carried out to find out the promising village centers for small or mini hydro potential. The promising villages will be investigated to identify small or mini hydro power potential.

(5) Detailed investigation

Detailed investigation will be carried out for sample villages.

(6) Optimal power supply plan

Based on the detailed investigation for sample village centers, the optimal power supply plan will be formulated. The formulated plan will be extended to other village centers of the same group.

(7) Operation and maintenance system

The operation and maintenance system of respective power supply systems will be investigated and formulated. The roll of central monitoring and support system will also be investigated.

(8) Training program

Training program will be prepared based on the necessary skills and knowledge to properly operate and maintain respective power supply systems.

(9) Electricity tariff and pricing policy

Based on the construction, and operation and maintenance costs the electricity tariff will be formulated. At the same time, villagers' willingness and ability to pay for electricity will be investigated and incorporated into the electricity tariff. Pricing policy will be studied and suggested so that both cost recovery and social consideration can be incorporated into one tariff structure.

(10) Economic and financial analysis

Economic value of electricity and economic costs of construction, operation and maintenance will be estimated. Based on the economic values and costs, economic analysis will be carried out. Based on the market value of electricity, and construction, operation and maintenance costs, financial analysis will also be carried out.

7. Pilot Installation

In order to collect technical data and examine the outcome of the installation, hybrid systems of solar and wind power will be installed. According to technical and geographical features of the villages, JICA preliminary study team will chose the soum village centers for the pilot installation during the next visit scheduled in May 1998.

8. Undertaking of Government of Mongolia and JICA

JICA Team explained undertakings of the Government of Mongolia. MID has understood the undertakings, which is described in Attachment-1.

ATTACHMENT-1

I. UNDERTAKINGS OF THE GOVERNMENT OF MONGOLIA

In order to facilitate a smooth and efficient conduct of the Study, the Government of Mongolia shall take the following necessary measures;

- (1) to secure the safety of the Japanese Study Team,
 - (2) to permit the members of the Japanese Study Team to enter, leave and sojourn in Mongolia for the duration of their assignment therein, and exempt them from foreign registration requirements and consular fees,
 - (3) to exempt the members of the Japanese Study Team from taxes, duties, fees and any other charges on equipment, machinery and other materials brought into Mongolia and out for the conduct of the Study;
 - (4) to exempt the members of the Japanese Study Team from income tax and other charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the Japanese Study Team for their services in connection with the implementation of the Study;
 - (5) to provide necessary facilities to the Japanese Study Team for remittance as well as utilization of the funds introduced into Mongolia from Japan in connection with the implementation of the Study;
 - (6) to secure permission for entry into private properties or restricted areas for the implementation of the Study,
 - (7) to secure permission for the Japanese Study Team to take all data and documents including maps and photographs related to the Study out of Mongolia to Japan;
 - (8) to provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable to the members of the Japanese Study Team.
2. The Government of Mongolia shall bear claims, if any arises, against the members of the Japanese Study Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Japanese Study Team.
 3. Energy Department of MID shall act as counterpart agency to the Japanese Study Team and also as coordinating body in relation with other governmental and non-governmental

organizations concerned for the smooth implementation of the Study.

4. MID shall, at its own expense, provide the Japanese Study Team with the following, in cooperation with other relevant organizations concerned;

- (1) available data and information related to the Study,
- (2) counterpart personnel,
- (3) suitable office space with necessary equipment and facilities in Ulaanbaatar,
- (4) credential or identification cards.

II. UNDERTAKING OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures;

- (1) To dispatch, at its own expense, JICA study team to Mongolia,
- (2) To pursue technology transfer to Mongolian counterpart personnel in the course of the Study.

III. CONSULTATION

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

2-5 面談記録

1.JICA事務所 12月9日(火) 15:00~16:00

四釜 嘉総 所長

江川 敬三 所員

以下、会談の要旨。

(1)電力プロジェクトの優先度と持続性

モンゴル国においては、電力供給プロジェクトのプライオリティーは非常に高く、特に地方への展開が課題となっている。

地方には既存の電力供給システムがあるが、多くのソムでは機能していないと聞いている。その理由がメンテナンス不足や燃料の供給不足の為(供給サイドの問題)か、あるいは、住民にシステムを維持する経済力がない為かは(需要サイドの問題)、いまだ結論が出ていない。

この真の理由を見極めることは最も重要なことで、マスタープランにおいては、この点について十分な調査を行い、住民の支払い能力を考慮した持続可能なシステムを検討して欲しい。

(2) 地方電化の有効性と期待

地方のソム・センターはもともと遊牧民が越冬するための適地として選んだ場所を計画的に整備したものであると聞いている。そこには、水を得るためなどの生きるための施設のほか、羊毛などの民間工場施設が存在している。

そこに、電気を安定供給することは良い意味で多大なインパクトを与え、計り知れない恩恵を与える可能性がある。ひいては地方格差の是正に大きく寄与するものと期待されている。

(3) 本格調査時に留意すべき点

実証試験を行う際には、寒さに対する検証を行うこと、さらには、盗難に注意して器材を設置し、管理体制を整えて欲しい。

また、モンゴル人の気質、考え方、生き方を理解したうえで物事を進めて行かなければ実現性が乏しく、策定した計画が無駄なものになってしまう可能性が強いので留意して欲しい。

以上の他に、本件は日本のプレゼンスを示すのに格好のプロジェクトであること、さらに、モンゴル国関係者は勿論のこと、日本大使館、そしてJICA事務所の関係者すべてが大きな期待を寄せているとした。

最後に、今回の現地調査においては十分に安全確保に留意し、緊急事態への準備を怠らないよう指示された。

2. 日本大使館 12月9日(火) 16:30~17:20

岩崎 書記官

的場 書記官

以下、会談の要旨。

(1) 地方電力供給への期待

本案件に関しては大使を始めとして大使館関係者は大きな期待を寄せている。

(2) 無償案件との関係に関して

ソム・センターのディーゼル発電機の修繕に対する無償援助においては、対象村落の選定にモンゴル国の

政治的な力が大きく働いた。その時、インフラ開発省は無力であった。したがって、今回も調査対象ソムを選定する際に、もめる可能性があることに留意したほうがよい。

また、日本の無償援助が入るところを正確に確認し、供給事業に重複が生じないように留意願いたい。

3. インフラ開発省 12月10日(水) 10:00~11:00

Davaa Battsend	Deputy Director Energy Department
Gungaarentsen Damdinsuren	Expert Energy Department
Meudbayan Ligden	Institute of Renewable Energy

以下、会談の要旨。

(1) 調査団からの説明

- ・調査団の目的、位置付け
- ・開発調査の概要、流れ
- ・無償援助との違い
- ・開発調査での計画について

(2) 先方より歓迎の表明

インフラ開発省として、本件M/Pの実施に大きな期待を寄せているとした。

4. 科学アカデミー 12月10日(水) 11:15~12:45

Baataryn Chadraa	President Mongolian Academy of Science
------------------	--

以下、会談の要旨。

(1) 歓迎の意

日の出づる国から太陽光発電の件で来ていただいて、大変嬉しく思う。

太陽光を利用した地方電力供給は、新政権下でのエネルギー政策の重要なもののひとつとされている。先週も、大統領から地方の電力供給問題について、早急に対策を講じるよう直接指示されている。

(2) 地方の現状について

モンゴルでは、20万世帯の牧民が地方で越冬するとされている。ソムという行政単位の下にバクという組織が約1600ほどある。それらの中心地では、小学校や病院に電力が十分に供給されず、村としての機能が著しく衰えている。

地方への電力供給対策は単発的に行ってきた。例えば、1990年には8万台の小型発電機（HONDA社製）を導入した事もあるが、包括的な対策を講じることが必要であると認識している。

(3) 科学アカデミーのもつ基礎データ

科学アカデミーにおいては、過去に再生可能エネルギーの利用可能性を全国規模で調査している。そのため、いくつかの報告書及び日照量、風況等の気象データがある。

NEDOによる試験においては、冬季においてもPVは十分に発電能力を発揮することがわかっている。モンゴルは世界的にも最も年間日照量の多い国に数えられることが分かった。

また、地熱、小水力、バイオガスに関してもいくつかの調査報告及び基礎データを持っている。

(4) ソム・センターでの電力供給について

ソム・センターにおいては、平均で100~200kwの電力が必要とされているが、これらをすべて再生可能

エネルギーで賄うことは現実的でないだろう。

そのため、PVや風力で供給するのは学校の寮や病院などの限られた施設になるであろう。そのシステムは各施設ごとの戸別式が向いていると考えている。科学アカデミーで過去にそうした施設に導入したものは、200W程度のもので、蛍光灯やテレビへの供給を目的とした。また、科学アカデミーにおいては独自のネットワークを持っており、維持管理のために機能させている。

風力に関しては、小規模なソム・センターに対して数kWのシステムを導入する事も可能であろう。最大10kW程度で50kWシステムのような大きなシステムはコストがかかりすぎることから必要と思わない。

ソム・センターごとに様々な可能性が検討できるが、ある程度以上の規模のソム・センターになれば、ディーゼル発電システムは不可欠となるであろう。

5. インフラ開発省エネルギー局 12月10日(水) 14:30~18:30

Gungaarentsen Darmdinsuren Expert Energy Department

以下、会談の要旨。

(1) モンゴル国の電力事情について

- ・電力施設はすべて国有財産であり、インフラ開発省が管轄している。ただし、ソム・センターでの日常の管理は村長に委託している。
- ・系統の電力の多くをロシアから買電している。系統は東部、西部、中央部がある。
- ・東部の系統はウラン鉱山のためのものであるが、近隣のソムにも配電している。
- ・政府の役割は、再生可能エネルギー計画の策定及び地方エネルギー供給計画の策定である。(地方電力供給に関しての役割)
- ・地方電力供給に関しては、政府方針は再生可能エネルギーを利用した供給ということで固まっているが、オーソライズされた実施計画はまだない。
- ・ソム・センターでは午後6~11時にTVを見るために発電機を回している。電力料金は3000~5000/戸・月トウブルクである。
- ・モンゴル国では再生可能エネルギー利用のための調査を全国規模で行っている。
- ・エネルギー局には局長、次長のほか6名(1名1分野:系統送配電、系統発電、熱供給、独立電源ディーゼル、再生可能エネルギー地方電力供給、経済財務)のスタッフがいる。

(2) PV、風力以外の再生可能エネルギー電源について

1) バイオガス

モンゴルのように気温の低い国には向いていないことが研究の結果分かっている。それは、発酵のために熱を投入しなければならないことなどから、コスト的に他のエネルギー源と競合できない。ただし、その資源の有機肥料としての利用価値はあると思われる。

2) 地熱

地表面が40~80度の温泉が40箇所程度あることが分かっている。そのうち2ヶ所では、日本の民間業者(同和公営他)による地熱発電(バイナリー発電)調査が行われている。

3) 小水力

モンゴル国西部の山岳地帯では、多くのポテンシャル地域がある。ただし、小規模河川では、住民数が増える冬季に凍結してしまうため発電には利用できない欠点があるとされている。一方、住民数が減る夏の間

の燃料節約のために小水力を利用するメリットは大きいと考えている。

(3) ADBのM/Pについて

3つの系統および全国の県庁所在地を対象とした電力供給M/Pであり、すべての電源を考慮している。ただし、水力についてはある程度詳細に検討されたが、太陽光及び風力に関しては概略の検討に留まっている。

このM/Pはソム・センターへの電力供給を検討する上で参考にすべき調査で、整合性を図る必要がある。

(4) 無償資金協力との関係について

エネルギー局においては、既存のディーゼルシステムの更新と再生可能エネルギーの新規導入を包括的な計画の基に並行して実施すべきと考えていたが、前者が一方的に先行してしまった。

今回のM/Pでは、その包括的な計画を立てたい。

6. インフラ開発省エネルギー局 12月11日(木) 9:30~12~30

Gungaarentsen Damdinsuren Expert Energy Department

(1) 電力事業の民営化について

系統の発電施設の民営化あるいは売却については検討中であり、将来ある程度の民営化が進むことが期待されている。

地方の電力施設の民営化については、政府の方針が決まっていないが、発電施設及び配電施設を分けて考える必要がある。

配電施設については、民間に売却して発電所から電気を買ひ、ユーザーへ売ることでビジネスが成り立つと思われるが、今のところ地方に事業を推進するだけの資本の蓄積がない。

発電施設に関しては、ディーゼル発電機のパーツ、燃料の供給が民間ベースでは困難であり将来的にも国営を維持する必要があると思われる。

2-6 案件評価

モンゴル国においては、電力系統から隔絶された村落地域への電力供給について、しっかりとした技術的かつ経済的根拠に立った政策を未だに持ち得ていない。

本件開発調査の実施によって、政策判断資料としての地方電力マスタープランが策定されること、並びに、策定に係るノウハウの移転が行われることの意義は非常に大きいと考えられる。

また、本格調査の中で実証試験を実施することが予定されているが、これによりマスタープランの策定を補完するデータが得られることは言うに及ばず、当地で太陽光や風力発電の有用性を広く関係者に証明することが期待される。ひいては、再生可能エネルギー利用による地方電力供給のモデル・ソムを提供することで、同国でのそれら新エネルギーの開発・普及の推進に大きな契機を与える可能性を秘めていると考えられる。

ここで、本件を取りまく諸問題について整理すると以下のとおりである。

1. プロジェクト目標

- (1) 地域格差是正（初等・中等教育施設、保健医療施設、通信施設への電力供給再開）
- (2) 貧困対策（電力供給を契機とした格差是正）
- (3) 産業基盤整備（電力供給体制の確立と産業誘致準備）

2. 分野別諸問題

(1) 保健医療

- 1) 医療サービスに関しては、地域格差が大きく深刻な問題となっている。
- 2) 清潔な水（地下水）の確保が課題。
- 3) 医療機器への電力供給再開が切望されている。

(2) 初等・中等教育施設

現在の教育制度は、以下のとおり。

義務教育：6年制の小学校、2年制の中学校（職業訓練準備学校）

高等教育：2年制の高等学校、1～3年制の職業学校

教育現場での阻害要因は以下のとおり。

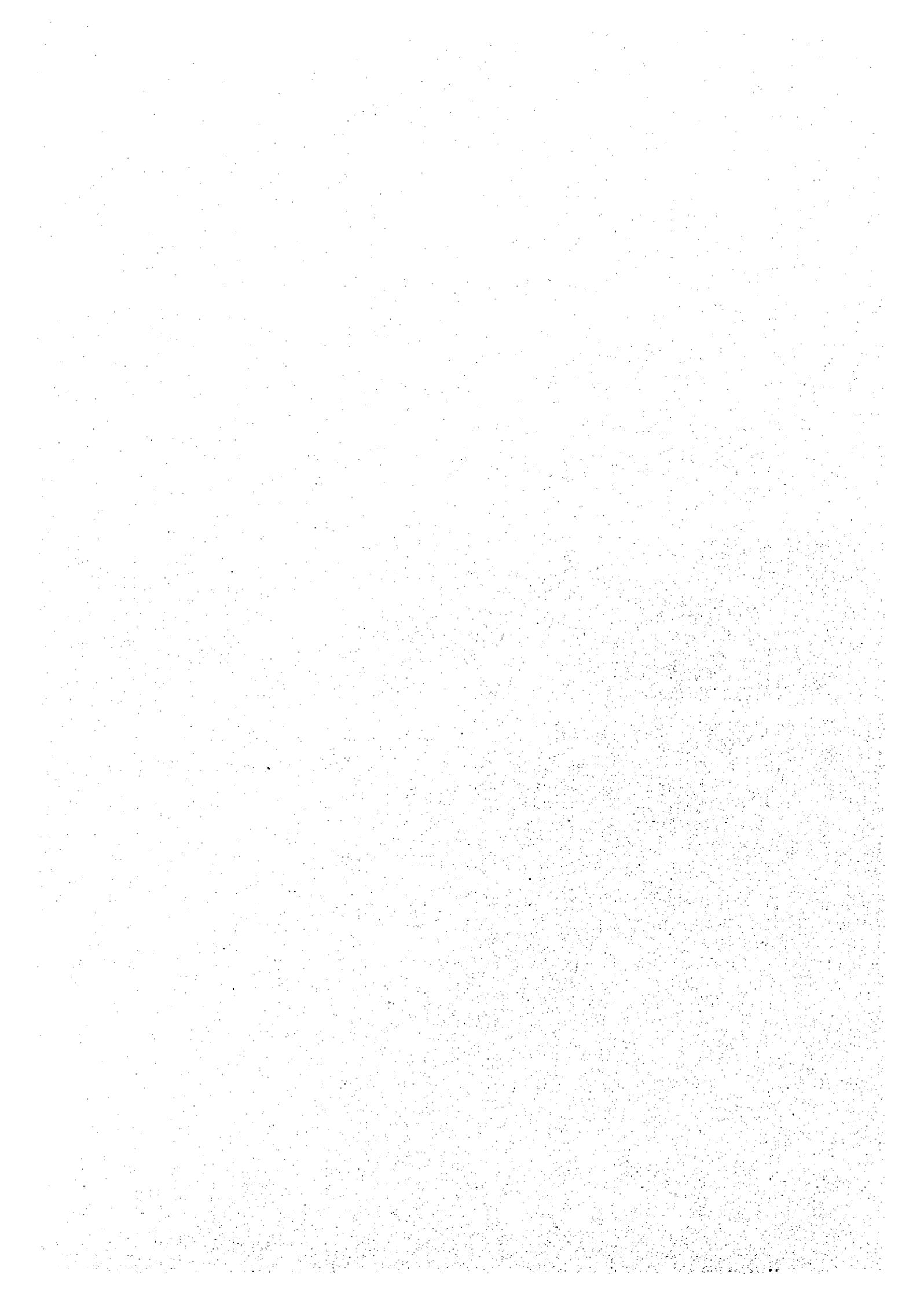
- 1) 教育設備の不足及び老朽化
- 2) 民間企業への流出による講師の不足
- 3) 教育内容の変化による教師不足
- 4) 予算不足
- 5) 中途退学者の増加（伝統的牧畜業の再興が主因）

(3) 通信・無線施設

電力の安定供給が課題。現在は、発電設備を有せずバッテリーによる操業を余儀なくされている。

小型ディーゼル発電機によるバッテリー充電がアイマグ（県）からの提供で定期的に行われている。

第3章 モンゴル国のエネルギー及び電力事情



第3章 モンゴル国のエネルギー及び電力事情

3-1 エネルギー及び電力政策及び政府機関

モンゴル国は、石炭資源に比較的恵まれており、推定埋蔵量は約 200 億トンといわれ、その多くは原料炭で、南ゴビ県を中心とし全土に広く賦存している。石油資源については、旧ソ連から格安に調達できたこともあり、系統立った探査・開発は実施されなかったが、その埋蔵量は 4 億トンと推定されている。国産以外のエネルギー源としては、石油と電力をロシアから輸入している。

最近の世界の動向として、石炭・石油など従来のエネルギー資源は不足し、価格も上昇しているうえ、化石燃料の使用による環境破壊も問題となっている。一方モンゴル国では、太陽光・風力といった再生可能エネルギー資源が豊富であるという研究成果が得られている。そこで、モンゴル国政府は、エネルギーの自給により外貨流出の抑制効果も期待できる、再生可能エネルギーの利用を政府方針に掲げている。さらに、市場経済の導入後拡大した都市と地方の格差を縮め、地方の振興・生活向上を図るための地方電力供給も、重点実施事項となっている。モンゴル国政府では、これらの再生可能エネルギーの利用・地方電力供給は、最も重要な位置づけとして実施することとしているが、現在は未だその計画策定のための調査を予定しているだけであり、具体的計画は打ち出されていない。

石炭・電力・熱供給などのエネルギー関連組織を所掌する政府機関は、エネルギー・鉱業・地質省であったが、1996 年 6 月に行われた総選挙後の政府機関再編成により、その機能はインフラ開発省および農牧・産業省に分割移管され、電力部門はインフラ開発省エネルギー局の所掌となった。エネルギー局には、局長、局長代理、及び CES に代表される送配電網を受け持つ系統送配電、それらの送配電網に電力を供給する系統発電、熱供給、送配電網に接続されていない地域でのディーゼル発電による電力供給を受け持つ独立電源ディーゼル、再生可能エネルギー地方電力供給、経済財務の各担当 1 名ずつの計 8 名がおり、それらの担当者は、行政の実施機関として存在するエネルギー管理局を動かして業務を行っている。さらに、国内最大の電力網であり、Power System Master Plan (1996 年 ADB) によると、約 8,000 人が従事している中央電力システム (CES) をはじめ、東部 (EES)・西部 (WES) の電力網を運営する各組織が、このエネルギー管理局の下部組織として存在している。(図 3-1 インフラ開発省組織図参照)

これら行政組織とは別に、研究機関として科学アカデミーがある。科学アカデミーは、23 の研究所(純粋に学術研究を行う)と 8 の工場兼実験研究所(研究の成果物を製造する工場を持ち、製品の販売により利益をあげ、研究費を稼ぐ)があり、再生可能エネルギーの利用に関しては、後者に属する再生可能エネルギー研究所で行っている。(図 3-2 科学アカデミー組織図参照)

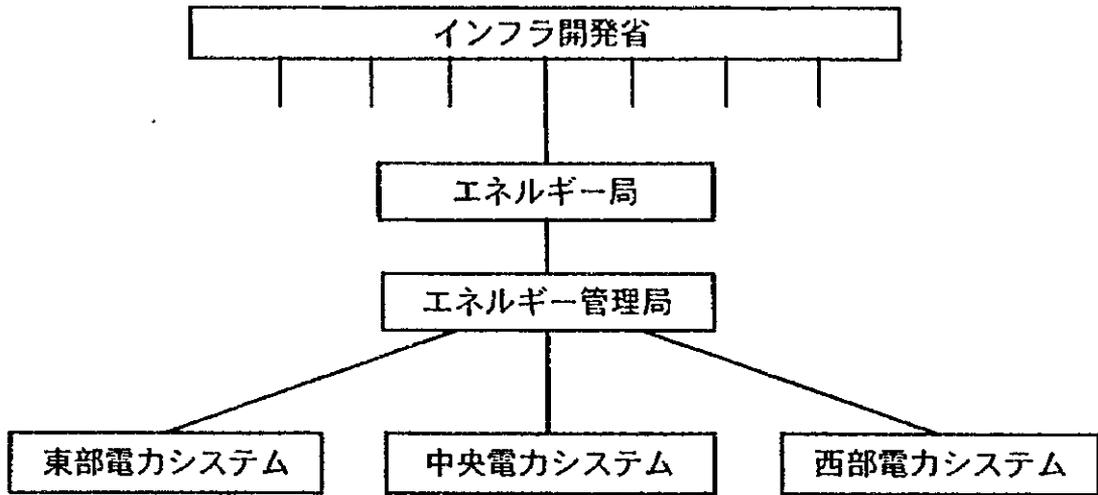


図3-1 インフラ開発省組織図

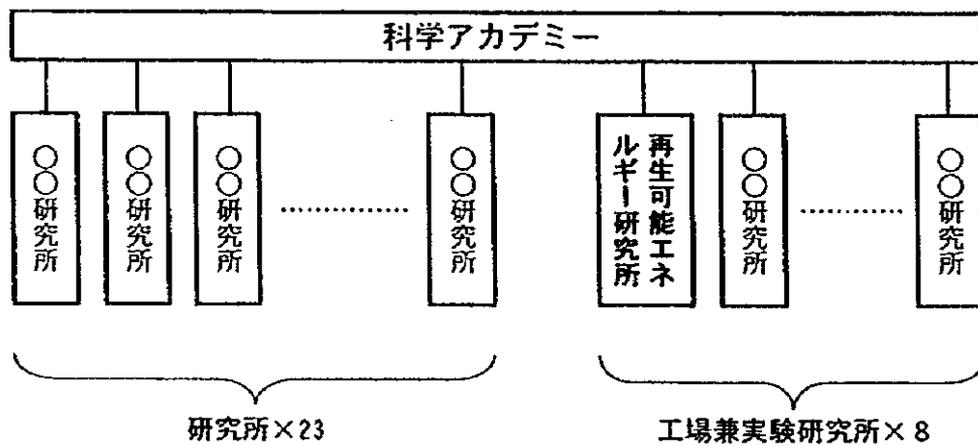


図3-2 科学アカデミー組織図

3-2 電力事業形態

モンゴル国における最初の電力供給は、1922年にウランバートルにおいて、自家発のディーゼル発電機（24kW）と機関車搭載の発電機（30kW×2）により開始された。一般への供給は、1934年からウランバートルにおいて500kW発電ユニットにより開始された。その後、火力発電所・ディーゼル発電所の建設、ロシアとの系統連係を行い供給力を拡大し、最大でおよそ28億kWh/年（1989年）に至っている。しかし、ロシアの政治・社会的な混乱やモンゴル国の外貨不足などの理由から、電力の輸入や補修部品の供給が滞り、供給能力が低下したため、現在の消費電力量はこれより減少している。

現在、発電所・送配電線などの電力設備は、全て国有資産でインフラ開発省の管轄下にあり、設備の計画・建設はエネルギー局によって行われている。設備の保守・運営は、エネルギー管理局の下部組織である中央・東・西の各電力システム及び各県庁や各ソム役場によって行われている。系統に連係されていない単独のディーゼル発電機で電力供給を行っているソムでは、村長（ソム長）権限で運転員・保守員などの任命を行い運営しているところと、役場に電力部門を設けて運営しているところとがある。

ソムの中には、役場が関与せず純粋に民間だけで発電事業を行っているところも2～3ソムある。エネルギー局でも、中央の組織だけで遠い地方ソムの電力設備までを管理し、料金の徴収まで行うのは効率が悪いので、民営化してはどうかという意見も出ている。その方法として、エネルギー局担当者は、「電力系統に連係されているところでは、配電設備を民間に移管し、そこが引き受けた配電設備のメンテナンスを行い、送電会社から電力を買って小売りする形態が良いであろう。また、単独のディーゼル発電機で電力供給を行っているところでは、それぞれの発電所毎に分割してしまうと、部品調達やメンテナンス要員・工具保有の面で効率があまり良くないので、県単位くらいに分割するのが良いであろう。」と考えている。さらに、エネルギー局の意向としては、分割民営化の際には、一投資家ではなく、きちんと運営してゆく能力のある組織に譲りたいと考えているが、現在のところ運営能力のある組織や設備を買い取れるような投資家は居ないため、民営化についての具体的計画は立てていない。

3-3 電源構成及び電力系統

1. 電源構成

モンゴル国内の電源構成は、中央電力システム（CES）に所属する火力発電所（ウランバートル第3・第4とダルハン・エルデネット）によつて中央部の3都市（ウランバートル・ダルハン・エルデネット）と周辺8県に電力と熱供給を行っている。また、西部3県（WES）と東部（EES）の一部地域において、110KV送電線によつてロシア電力系統に連係して電力融通が行われている。

主要な電力供給は、ウランバートル第三（25MW4基）・第四（125MW4基）発電所とダルハン発電所（12MW4基）は石炭燃焼発電所であり、エルデネット発電所（12MW3基）はディーゼル発電所で、そのいずれもが地域暖房の熱と電力供給を行っている。

モンゴル国内の総発電量は、33億4,490万kwh(1990年)であつたが、近年では20億5,280万kwh(1995)となつており、1990年に比べて61.3%にまで減少している。

また、ロシアからの輸入電力量は、2億2,800kwh(1990年)であつたが、近年では3億8,000kwh(1995年)になつており、1.67倍に増加している。

これらの発電所は旧ソ連製であり、ロシアからの支援がなくなった現在、設備の老朽化とメンテナンスの不備から故障による停止が頻発している。また、設備効率や利用率の低下により発電電力量の減少が電力需要低下に影響を与えている。

CES・WES・EESに所属していない地方都市部（アイマックセンター）は、現在7県あり、その一つであるウムヌゴビ県のダランザダガットでは、旧ソ連時代に設置されたディーゼル発電機（800KW 6台）によつて、独立電源系統として地域全般に電力供給を行なっている。

また、CES・WES・EESに所属していない地区集落（ソムセンター）は、現在206地区あり、そのいずれもが、旧ソ連時代に設置されたディーゼル発電機（60～100KW 2から3台）によつて学校・病院・通信所・役所などの公共施設及び一般住居に地区別の独立電源によつて電力供給が行われている。

2. 電力系統

モンゴル国の電力系統は、ウランバートルを中心とした中央部8県と西部3県・東部1県がそれぞれロシアの電力系統と連係している。

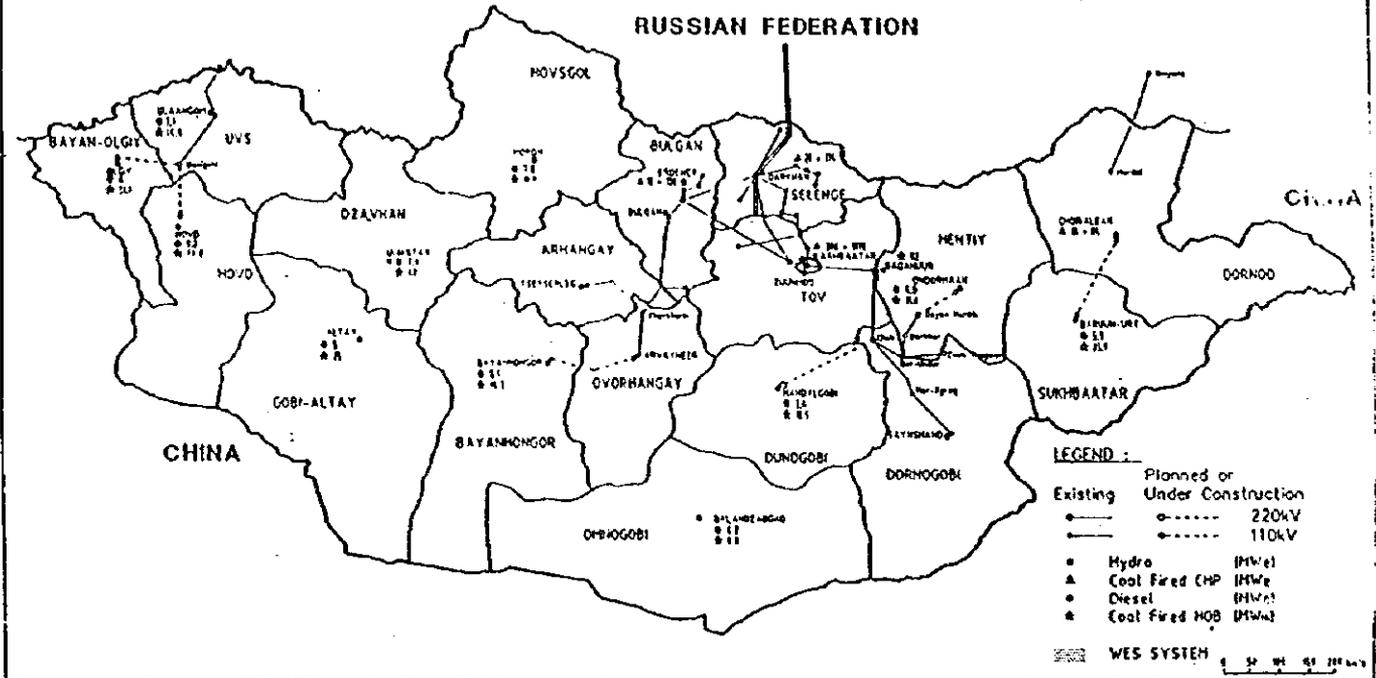
主幹送電線は、220KV（1,044Km）110KV（2,072Km）であり、中央部と西部、東部において、それぞれ110KVでロシアの電力系統と連係して電力融通している。

また、地方への電力系統は、主に35KV（2,950Km）送電線よつて地区変電所へと送電され、10～6KVに変圧された配電線（6,314Km）によつて各需要家に供給されている。

CES・WES・EESの電力系統に接続されていない地方都市部及び地区センターは、ディーゼル発電による独立電源系統であり、主なるアイマックセンターでは、発電所から高圧配電線（AC36.6KV）によつて需要地点まで送電し、各需要家には低圧配電線（AC3相400V）にて配電されている。また、各ソムセンターでは、発電所から直接低圧配電線（AC3相400V）にて、各需要家に配電されている。

アジア開発銀行（ADB）のマスタープランによるモンゴル国の電力系統の現状（1995年）及び将来構想（2010年）を別図に示す。

☒ 3-3 Firm Generation Capacity and Transmission System in 1995



☒ 3-4 Firm Generation Capacity and Transmission System in 2010



今回調査により、エネルギー局から提出された資料によれば、モンゴル国の全地区センターの内、化されていない地区は 206 箇所であり、CES 系統に接続が計画されているのが 9 箇所、ディーゼル発電機の設備更新を計画されているのが 75 箇所（更新決定 29 箇所、計画中 46 箇所）太陽光発電

設置計画 9 箇所が予定されている。（別紙 地区センター無電化地域一覧 参照）

3. 電力管理運用

モンゴル国の電力系統の運用・管理を行っているのは、中央電力システム（CES）のエネルギーセンターであり、ロシアとの電力需給調整と系統運用を 2 名の運転員が行っている

系統運用盤は、モザイク照光式でデジタル表示管により発電所出力・変電所受電・主幹送電電圧・系統周波数などが表示されている。

3-4 需給状況

モンゴル国の電力需要は、主に鉱業・工業・商業などの産業用と一般家庭用に分類される。

CES・WES・EES によつて電力供給が可能な地域では、産業用・一般家庭用とも、ある程度の電力施設が整備されているが、燃料費やロシアからの輸入電力料金の高騰、地域の経済活動の低迷などにより、CES の販売電力量は、24 億 2,700 万 kwh (1988 年) を最大に、近年では 14 億 200 万 kwh (1995 年) まで減少している。

表 3-1 CES 発電電力量 (1990~1995)

項目(単位百万 kwh)	1990	1991	1992	1993	1994	1995
CES 総発電量	2,966	2,728	2,612	2,481	2,523	-
CES 発電量	2,428	2,202	2,087	1,929	1,961	-
輸入電力量	228	84	102	197	215	380
輸出電力量	76	33	68	53	60	-
CES 電力供給	2,580	2,253	2,121	2,073	2,116	-
販売電力量	2,257	1,996	1,834	1,784	1,669	1,402
CES 最大電力(MW)	-	524	491	468	485	-

出所：国際協力事業団 1997 年 3 月 モンゴル国別援助検討会報告書より抜粋

地区（ソムセンター）の電力事情は、旧ソ連の援助により設置された、発電用のディーゼル発電所と地域暖房用の石炭暖房所により、電力と熱供給システムが完備した地区機能としての生活環境及び産業環境が整備されていた。しかし、1990 年以降 国の政策転換によつて計画経済から市場経済へ移行したことにより、計画経済体制のような電力と熱供給について国が責任をもつて供給するような状況ではなく、各地区ごとの自主運営が求められるようになり、生活環境・産業基盤も大きく変化している。

その結果、首都より遠隔地にあるソム・センターでは、物流が停滞するとともに、物価が高騰し、現金収入の少ない地区住民の日常生活が急変し、以前の放牧生活に近い状況になってきている。

また、電力供給施設や熱供給システムにおいても、施設の維持管理のための経費負担が重く設備部品の補充や補修が行われず、ほとんどの設備が劣悪な状態になっており、電力・熱供給システムはその機能を果たすことができない現状にある。

表 3 -- 2 地区センタータ—無電化地域—覧

No.1

番号	地区名	C.E.S. 運係計画	電力系統	ダイヤル更新計画	太陽光発電機	太陽光発電機設置計画
UMUNUGOV						
1	Bejandalai					
2	Bajan-Ovoo					
3	Buigan					
4	Gurvantes				A	400w-1998
5	Mendai-Ovoo				A	
6	Manlai					
7	Moyon					
8	Nomgon				A	
9	Sevrei					
10	Khanbogd					
11	Tsogt-Ovoo					400w-1998
12	Khurmen					
13	Tsogttsetsii					
GOV - A.L.T.A.I						
1	Erdene				B	
2	Tsogt				B	
3	Chandwan				B	
4	Altai				B	
5	Delger					
6	Taishir					
7	Bugat					
8	Tseel				B	
9	Tugrug					
10	Sharqa				B	
11	Tonkhil				B	
12	Dariv					
13	Khaliun				B	
14	Bicer				B	
15	Khukhsort					
16	Bajan-Uul					
17	Jargalan					
18	Gaulin					
BAI ANHONGOR						
1	Shinejinst				A	
2	Bajan-Undur				B	
3	Bajaniig				A	
4	Bajangov					400w-1998
5	Bogd					
6	Iinet					
7	Baatsagaan				A	
8	Bajantsagaan				B	
9	Khureemral				A	
10	Gurvanbulag					
11	Jargalant				A	
12	Galut				A	
13	Erdenetsogt				A	
14	Bajan-Ovoo				A	
15	Bejan-Bulag				B	
16	Buufsagaan				B	
17	Bumbugur					
18	Uziit					
19	Zag					400w-1997

No.2

番号	地区名	C.E.S. 運係計画	電力系統	ダイヤル更新計画	太陽光発電機	太陽光発電機設置計画
DORNOGOV						
1	Erdene					
2	Deigerekh					
3	Zamin-Uud					
4	Mandakh					
5	Saikhandulaan					
6	Ulaanbadrakh				B	
7	Khatanbulak					
8	Altanshiree	1988-1999			B	
9	Khuyssagul					
SUKHBAATAR						
1	Ongon					
2	Khalzan					
3	Dariganga					
4	Asgat				B	
5	Naran					
6	Bajandelger				B	
7	Erdenetsagaan					
8	Sukhbaatar					
9	Tumentsogt				B	
10	Tuvshinshiree					
11	Uuibajan					
12	Munkhaan					
13	Burentsogt					
DORNOV						
1	Matad					
2	Sumber					
3	Khalkhol					
4	Khulunbuir					
5	Tsagaan-Ovoo					
6	Sergeien					
7	Chuluunkhoroot					
8	Bajan-Uul					
9	Bajandun					
10	Dashbalbar					
KHENTII						
1	Galsihar					
2	Umuudelger					
3	Gurvaabajan	1998			A	
4	Bajan-Adraga				A	
5	Binder				A	
6	Batshireet				A	
7	Norovlin					
8	Burenkhaan					
9	Bayan-Ovoo					
10	Batnоров					
11	Badal				A	
DUNDGOV						
1	Uziit					
2	Undurshil					
3	Gurvansaikhan	1988-1999				
4	Bayanjargalan					
5	Adaatsag					

番号	地区名	電力系統 CES連係計画	ディーゼル発電機 更新計画	太陽光発電 設置計画
DUNDGOV				
6	Erdenedalai	1998		400w-1997 400w-1998
7	Luus			
8	Khuld			
9	Delgerkhantai			
10	Saikhan-Ovoo			
UVURKHANGAI				
1	Bogd		B	400w-1998
2	Barunbayanulaan		B	
3	Guchin-Uis			
4	Tugrug	1998		
5	Bayangol			
6	Sant			
7	Bajan-Undur			
8	Khairhandulaan			
9	Nariinteel			
10	Bajanteeg			
KUUVSUGAI				
1	Jargalant		A	
2	Galt		A	
3	Shine-Ider		A	
4	Tuurbulag	1998		
5	Rasheant			
6	Burentoktokh		A	
7	Tsetserleg		A	
8	Arbulag		A	
9	Bayanzurkh		A	
10	Chandmani-Undur		A	
11	Tsagaan-Uur		B	
12	Tsagaan-Uul		A	
13	Ulaan-Uul		B	
14	Renchinikhunbe			
15	Tunel			
16	Tosontsengel		A	
17	Alag-Erdene		B	
18	Khatsgai		B	
19	Tsagaanuur		B	
20	Erdenebulgan	1998		
21	Khankh			
ARKHANGAI				
1	Undur-Ulaan	1998		
2	Khangai			
3	Chuluut			400w-1997
4	Tariat			
5	Teshir			
ZABKHAN				
1	Shiloustei			
2	Aldarkhaan		B	
3	Durbuljin		B	
4	Jaruu		B	
5	Erdenekhairkhan		B	
6	Zabkhanandal		B	
7	Urgaai		B	

番号	地区名	電力系統 CES連係計画	ディーゼル発電機 更新計画	太陽光発電 設置計画
ZABKHAN				
8	Sentmargats		B	
9	Tsetsen-Uul		B	
10	Ider		B	
11	Ikh-Uul		B	
12	Tes			
13	Bayan-tes			
14	Tsagaan-chuluut			
15	Tsagaan-khairkhan			
16	Teleen		B	
17	Tudevtei			
18	Songino		B	
19	Otgon		B	
20	Noorog		B	
21	Asgat			
22	Bayan-khairkhan			
23	Rulnai			
BULGAN				
1	Teshir		B	
UVS				
1	Sagii			
2	Khovd			
3	Undurkhantai		B	
4	Tsagaan-khairkhan		B	
5	Zuunkhangai		B	
6	Khargas			
7	Baruunturuun			
8	Maichin		B	
9	Zuungov		B	
10	Bukhurun			
11	Davs			
12	Zavhan			
13	Naranbulag		B	
14	Tep			
KHOVD				
1	Khangad		A	
2	Zereg		A	
3	Dariv			
4	Altai			
5	Uench			
6	Bulgan		B	
7	Tsetseg		A	
8	Must		B	
9	Kunhkhairkhan		B	
10	Mankhan			
11	Duut			
12	Chandaan	1998		
13	khovd		A	
14	Buyant			
15	Durgun			
16	Erdeneburen			
BAJAN-ULGII				
1	Toibo			
2	Tsogaannuur			

番号	地区名	電力系統 C E S 連係計画	ディジタル発電機 更新計画	太陽光発電 設置計画
BAJAN-ULGII				
3	Bulgan			
4	Deluun		A	
5	Altai		B	
6	Bujant			
7	Teengel			
8	Sagsai	1998		
9	Bajannuur			
10	Altantsugts			
11	Ulaankhus			
TOV				
1	BayanOnjuul			
2	Delgerkhaan			400w-1997

今回調査した地区センター（フブスグル・ハタンボラグ）では、発電用燃料費の高騰による電気料金の負担が大きく、また燃料不足による電力供給不安定のため、ほとんど夜間点灯時の4～5時間程度しか、発電をしていない現状である。

このような現状から、学校・病院・通信所・役所などの公共施設においても、電力設備が利用できず、学校・寄宿舎の照明や教材・病院の診察・急患の手術消毒など及び通信所の電話・TVの中継設備などに電力を利用することができない。また、以前には学校・病院・ホテルでは電子レンジや電気冷蔵庫などを使用していたが、現在ではほとんど利用できない現状にあり、ソム・センターの電力需要は以前の10～15%程度（250～400Kwh）まで減少している。

表3-3 CES所属外のアイマックセンターの電力需要の概数（1994年）

都市名	人口 (人)	販売電力量 (GWh)	電化率 (%)	電力消費量 (Kwh/Year)
Ulaangom	29,000	7.4	83	255
Olgii	20,000	7.0	66	350
Hovd	29,000	6.8	64	234
Uliastay	22,000	8.4	90	380
Altay	19,000	4.8	86	250
Moron	27,000	9.0	82	331
Bayanhongor	24,500	6.0	92	245
Dalandzadgad	16,000	5.9	71	369
Mandalgobi	13,000	5.3	86	408
Ondorhaan	14,900	6.5	92	436
Baruun-urt	17,000	5.5	65	324
Choibalsan	46,000	40.0	75	870

註：電力消費量は、一人当たりの消費電力量（販売電力量／人口）

出 所：ADBマスタープラン（Historical Supply and Consumption Patterns）