

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並びに政府機関

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 1 kg 当たりの発熱量が 7,000kcal 程度の原料炭で、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、その埋蔵量は約 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、モンゴル国には、風力・太陽光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、重点実施事項としている。モンゴル国政府は、これらの再生可能エネルギーの利用・地方電力供給を、最も重要な位置づけとして実施することとしているが、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、具体的計画を打ち出すに至っていない。

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、かつてエネルギー・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、中央電力システム (Central Energy System : CES) に代表される三つの送配電網を受け持つ系統送配電担当、それらの送配電網に電力を供給する系統発電担当、熱供給担当、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担当、再生可能エネルギー地方電力供給担当、経済財務担当、合わせて 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、Power System Master Plan (1996 年、Asian Development Bank : ADB) によると、約 8,000 人が従事し、国内最大の電力網である CES を始め、東部電力システム (Eastern Energy System : EES)・西部電力システム (Western Energy System : 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 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。科学アカデミーには、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、製品の販売によって利益をあげ、研究費を稼ぐ)があり、再生可能エネルギーの利用に関する研究は、後者に属する再生可能エネルギー研究所が行っている。(図 3-2 参照)

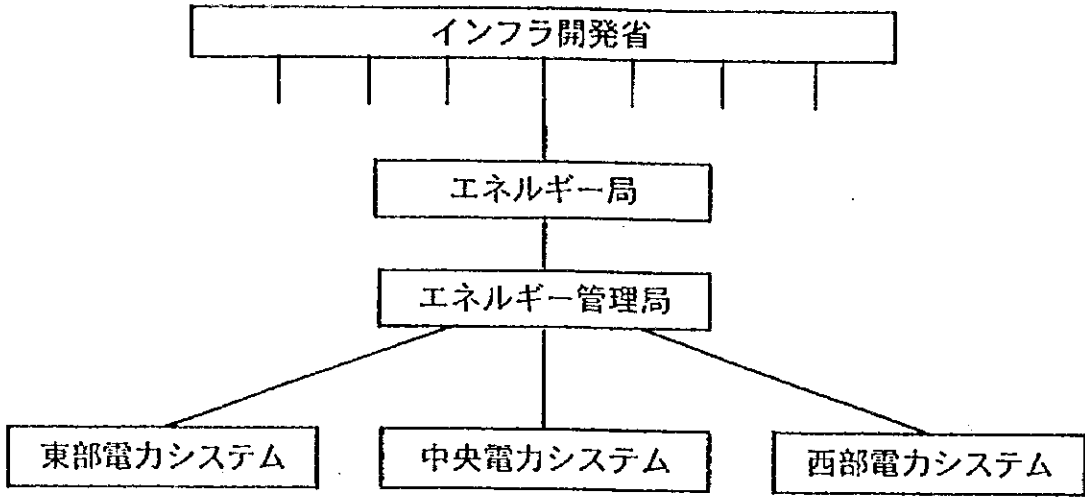


図3-1 インフラ開発省組織図

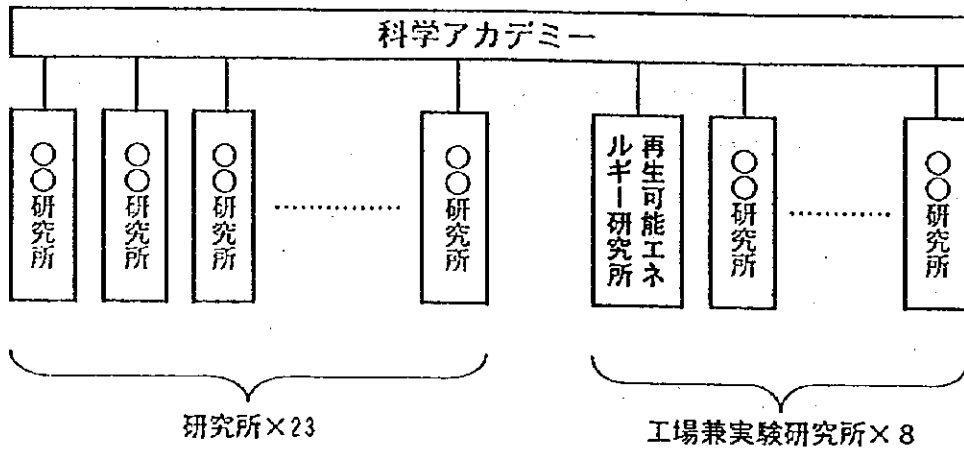


図3-2 科学アカデミー組織図

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、ロシアとの系統連系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、現在の電力消費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であり、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。電力設備は、国によってそれらの耐用年数が決められており、それらの年限まで使用することが義務づけられているが、その年限を越え故障した設備であっても、設備の所有権が国にあるためソムの判断で勝手に処分出来ないシステムとなっている。

系統に連系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には、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があるが、いずれの場合も運転に携わっているのは、大学で工学を学んだ技師などではなく、例えば元トラクターの運転手等のように、そのソムの中では他の人たちよりは多少機械の知識と経験がある村民たちであり、一般的に電力技術に関する知識は乏しい。また、担当者個人の資質に依るところが多いため、ソム間の技術レベルの差が大きい。

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、「電力系統に連系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、エネルギー局では、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いないため、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

3-3-1 電源構成

モンゴル国内の主な発電設備としては、中央電力システム(CES)に属する五つの火力発電所、即ちウランバートルの第2・第3・第4石炭火力発電所及びその周辺のダルハン(Darkhan)とエルデネット(Erdenet)の石炭火力発電所の他、東部の単独系統として、チョイバルサン(Choybalsan)石炭火力発電所がある。1996年のADBレポートによると、これらの発電所に設置された発電機の容量と現在の発電能力は、

ウランバートル第2	発電機容量	21.5MW	発電能力	14.4MW	
”	第3	発電機容量	148.0MW	発電能力	85.0MW
”	第4	発電機容量	540.0MW	発電能力	354.0MW
ダルハン	発電機容量	48.0MW	発電能力	24.0MW	
エルデネット	発電機容量	28.8MW	発電能力	18.0MW	
チョイバルサン	発電機容量	36.0MW	発電能力	14.0MW	

である。

これらの発電所から電力の供給を受けていない地方都市(アイマグ・センター)には、それぞれ700~1,800kWのディーゼル発電機(旧ロシアやチェコスロバキア製)7~15台が設置され電力を供給しているが、それらのほとんどが老朽化した設備である。さらに、地方の村落(ソム・センター)にもソム・センター内に電力を供給するために30~200kW程度のディーゼル発電機が数台ずつ設置されているが、これらも老朽化が著しく、既に動かなくなってしまう物も多い。

火力・ディーゼル以外の電源としては、ハラホリン(Kharkhorin)にモンゴル国唯一の水力発電所(528kW)があり、CES系統に連系されて運用されているが、冬季に凍結してしまうため発電が可能なのは5月から10月までの半年間で、年間の発電電力量は300MWh程度である。

3-3-2 電力系統

モンゴル国における最大の電力系統は、中央電力システム(CES)である。CESは、前述の国内の発電所を電源としている他にロシアの火力発電所とも220kV送電線により連系されており、首都のウランバートルの他、周辺のセレンゲ(Selenge)県・ブルガン(Bulgan)県・アルハンガイ(Arhangay)県・ウブスハンガイ(Uvurhangay)県・ドルノゴビ(Dornogobi)県・トブ(Tov)県に電力を供給している。1996年のADBレポートによると、CESの主幹送電系統は、220kV及び110kVであり、それらの回線延長はそれぞれ1,958km、2,363kmである。これらの送電線には、アルミ導体の70~400mm²が使われており、支持物は鉄塔またはコンクリート柱である。さらに、地方の送電系統としては、35kVが使われている。配電電圧は、主に産業向けとして10kVと6kV、一般住宅向けとして380Vが使われている。なお、周波数は50Hzである。

CES の他、東部(EES)と西部(WES)にロシアの系統と連系された電力系統が有るが、それらによる電力供給は、一部の限られた範囲のみであり、これらの系統と連系されていない地域は、独立電源(1カ所の石炭火力を除きディーゼル発電)により電力が供給されている。(図3-3参照)

Firm Generation Capacity and Transmission System in 1995

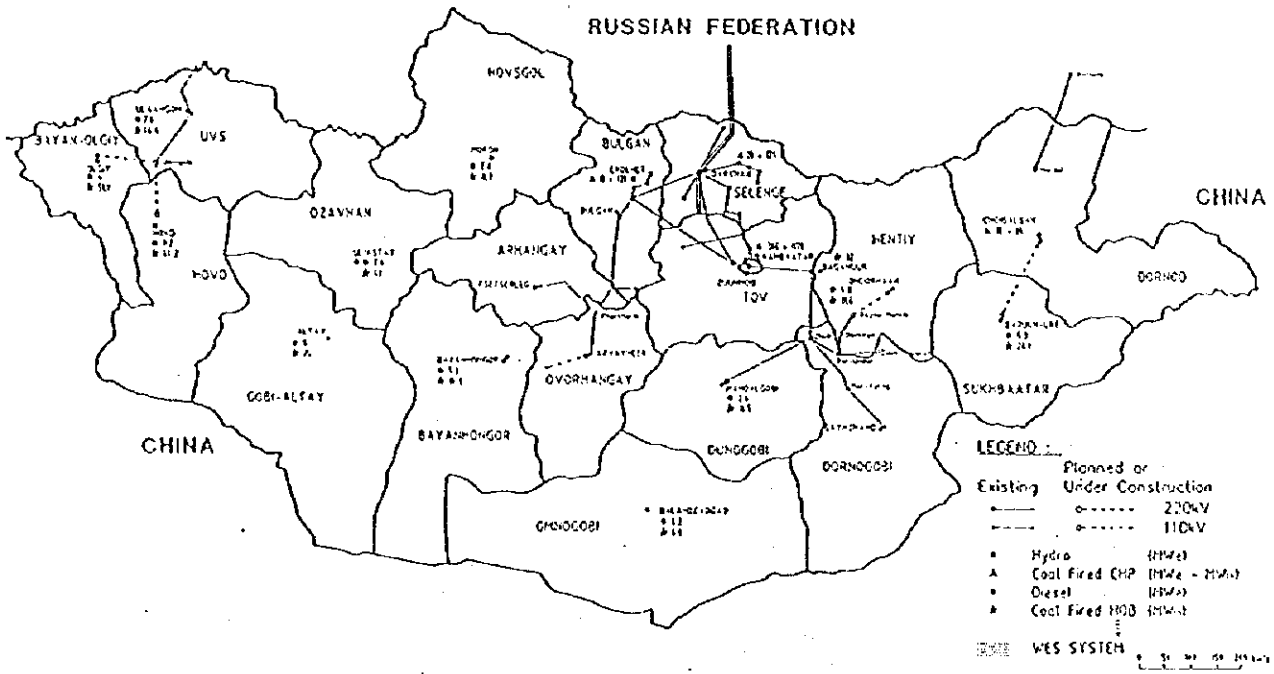


図3-3 モンゴル国の主幹電力系統 (出典: Power System Master Plan, 1996(ADB))

3-4 電力需給状況及び電源開発計画

3-4-1 電力需給状況

モンゴル国の国内総発電電力量は、1989年に最高の35.7億kWh(発電端)を記録して以来、経済の低迷により減少を続けている。CESの販売電力量も1988年の約24.3億kWhを最大に減少を続け1995年には約14億kWhにまで減少している。一方、輸入電力量は、増減を繰り返しているが、概ね総発電電力量の数%のオーダーで推移している。1995年の海外電力調査会の調査資料によると、1990年におけるCESの発電電力量は29.66億kWhであり、国内総発電電力量の86%を占めており、国内総発電電力量の電源別内訳は、石炭火力が88.5%、石油燃焼のディーゼルが11.5%であった。また、CESの販売電力量の用途別内訳は、産業用が89.0%と圧倒的に多く、住宅用は4.3%、公共・その他用が6.7%であった。

モンゴル国別援助検討会報告書(1997年3月、国際協力事業団)から抜粋した1990年～1995年のCES発電電力量の推移を表3-1に示す。

一方、CES系統より電力の供給を受けていないアイマグ・センターの電力需給については、1994年のデータが1996年のADBレポート「Power System Master Plan」に報告されている。これを表3-2に示す。

表3-1 CES発電電力量の推移(1990年～1995年)

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

表3-2 アイマグ・センターの電力需給(1994年)

アイマグ・センター名	人口 (人)	電化率 (%)	販売電力量 (GWh/年)	消費電力量 (kWh/年/人)
Ulaangom	29,000	83	7.4	255
Olgiy	20,000	66	7.0	350
Hovd	29,000	64	6.8	234
Uliastay	22,000	90	8.4	380
Allay	19,000	86	4.8	250
Noron	27,000	82	9.0	331
Bayanhongor	24,500	92	6.0	245
Dalandzadgad	16,000	71	5.9	369
Mandalgobi	13,000	86	5.3	408
Ondorhaan	14,900	92	6.5	436
Baruun-urt	17,000	65	5.5	324
Choybalsan	46,000	75	40.0	870

3-4-2 電源開発計画

モンゴル国の電源として計画・検討されているもののうち、最有力視されている電源は、国内に多く賦存する石炭を利用し、同時に熱も供給可能な石炭火力である。さらに、北西部の森林地帯には、水力発電所の建設計画もある。また、系統に連系されていない地方の大部分では、ディーゼル発電による電力供給が行われているが、それらの燃料は輸入に頼っており、燃料価格の高騰による経済的負担が増大している。この負担を軽減するために、再生可能エネルギーなどの国産エネルギーの利用を増やしてゆく構想もある。しかし、その具体的計画は策定されていない。

モンゴル国の電源開発・供給についての計画としては、1996年にADBがアイマグ・センターを対象とした2015年までの電力供給のマスター・プランを作成している。それによると、次のようなCESの電源増強

計画が示されている。

- 1998年 Darkhanに50MW石炭火力新設
- 1999年 Erdenetに50MW石炭火力新設
- 2002年 Egiinに55MW水力(1号機)新設
- 2003年 Egiinに55MW水力(2号機)新設
 - ” ウランバートルに50MW石炭火力新設
- 2004年 Egiinに110MW水力(3,4号機)新設
- 2005年 ウランバートルに50MW石炭火力新設
- 2007年 ウランバートルに50MW石炭火力新設
- 2008年 ウランバートルに100MW石炭火力新設
- 2011年 (ウランバートル第2,第3火力廃止)
 - ” ウランバートルに100MW石炭火力×2基新設
 - ” Darkhanに50MW石炭火力新設
- 2013年 ウランバートルに100MW石炭火力新設
- 2013年 ウランバートルに100MW石炭火力新設

一方、現在CESに連系されていないアイマグ・センターについては、最小費用となる電力供給形態として、次のように分類されている。

単独ディーゼル	: Altay, Uliastay, Baruun-Urt
ディーゼルと石炭火力ハイブリッド	: Moron, Bayanhongor, Dalanzadgad, Choybalsan
CESと連系	: Mandalgobi, Ondorhaan
WES, 新設水力(Durgun, Maikhan)連系	: Ulaangon, Olgii, Hovd

3-5 電気料金

モンゴル国における電気料金は、CES系統より受電している場合と、それ以外の独立のディーゼル発電から受電している場合とで大きく異なる。

CESの電気料金は、1960年から1990年まで、住宅用がTug. 0.35/kWh、工業・公共用がTug. 0.18/kWhに据え置かれてきた。その後、1991年の料金改定(住宅用Tug. 0.5/kWh、工業・公共用Tug. 0.35/kWh)を経て、現在では、住宅用がTug. 32/kWh、公共用がTug. 38/kWh、工業用がTug. 48/kWhとなっている。これらの住宅・施設の多くには、電力量計が取り付けられており、使用量に応じた料金を支払う仕組みになっているが、日本のように契約電流に応じた基本料金の制度などは無く、純粋な従量料金である。また、小規模な需要家のなかには、電力量計を取り付けずに、電球の個数など負荷設備量に応じて毎月一定の料金を支払う定額制の契約となっている需要家もある。

一方、CES から電力を供給されていない地域での電気料金は、今回調査を行った中では、単独の火力発電所により電力を供給しているチョイバルサン(Choybalsan)市のみが、CES と同様に Tug. 32/kWh(住宅用)の従量料金制であったが、他のソムでは発電に必要なディーゼル燃料代を、一般家庭・公共施設などの需要家から徴収する制度となっている。これらのソムでの電気料金は、負荷設備量に応じた定額制となっているため、需要家に電力量計は設置されていないか、または設置されていても使用されていない。また、定額料金の決め方は、まず一般家庭で支払い可能な金額から一般家庭用の電気料金を決め、不足する燃料代を学校・病院・通信所などの公共機関から徴収することとしており、各公共機関の間では、それぞれの負荷設備量などを鑑みて話し合いにより負担額を決めている。従って結果的に、電力量料金の単価は、公共機関に比べ一般家庭の方が安くなっている。

3-6 地方電力供給事情及び政策

モンゴル国では、共産党の独裁が続いていた 1990 年までは計画経済が機能しており、CES の系統により電力が供給されていない地方でも、ソム・センターにはディーゼル発電機が置かれ、安価な電力が供給されていた。また、徐々にではあるが、CES による電力供給地域が拡大されていた。しかし、市場経済への移行という名の下に中央政府が地方への関与を大幅に減少させた結果、地方への物資の流通が滞り、財政基盤の脆弱な多くの地方ソムでは、燃料購入資金や発電所の修繕費・補修部品の不足等に理由により、安定した電力供給体制を維持できなくなっている。

今回調査したソムのうち、CES の系統により電力供給を受けていない全てのソムで、ディーゼル燃料の購入資金不足から電力供給が滞っており、夏の間は完全に発電を停止しているソムも有った。さらに、各ソム・センターに何基かずつ有った発電機についても老朽化が著しく、全基が稼働可能な所は無かった。また、ソム・センター内の配電線は、技術や適切な材料の不足から、貧弱な設備となっており、配電ロスも大きいことがうかがわれる。このような状況下で、大部分のソムでは、発電所が運転されていない間の小規模需要対応用の電源として、主として日本などから供与された小型(1~3kVA 程度)の発電機を使い、急患や出産への対応・学校でのビデオ上映・コンピューターなどの事務機器利用をしている。

モンゴル国政府は、以上のような窮状を解決するため、地方への電力供給を積極的に推進して行かなければならない最重要課題の一つと位置付けているが、現段階では、アイマグ・センター・レベルでの電力供給のマスター・プランが ADB によって策定されただけであり、それらの下位の行政単位であるソムについての電化計画は策定されていない。そこで、モンゴル国政府は、日本の技術支援を得て、これらのソムの調査を行い、適切な電力供給計画を策定することを強く望んでいる。また、電力供給計画策定にあたっては、貴重な外貨の流出を少しでも抑えるため、国産エネルギーである太陽光・風力といった再生可能エネルギーを積極的に利用して行く方針を固めている。

3-7 電力セクターの各国機関協力状況

モンゴル国の電力セクターへの協力は、近年活発である。まず、アイマグ・センター・レベルでのモンゴル国全土の電力供給計画は、1996年にADBにより「Power System Master Plan」が策定されている。また、同国北西部の山岳部水源地帯では、大小様々な水力発電プロジェクトのM/PあるいはF/Sが各国からの援助で既に策定されていたり、実施が計画されており、中には東欧の企業による大規模水力発電所のBOT/BOOの話が進んでいるとの情報もある。一方、南部のゴビ地帯では、EUの旧ソ連邦援助機関のTACISが、風力に関する調査（詳細は、4-4-2参照）を開始しており、実証試験装置の導入も予定している。さらに、モンゴル国では、これらの計画・調査の他に発電資機材の無償提供も受けており、代表的なものとして、数カ所のアイマグ・センターでは、数年前よりUSAIDからディーゼル発電機の供与を受けている。また、ソム・センターにおいては、JICAによるディーゼル発電機の供与が開始された。

このように、モンゴル国では世界各国から様々な形で援助を受けているが、地方の電力供給の政策立案に関しては、体系的な取り組みを行う体制も技術力も備えていない状況であり、当分野への協力取付が最優先事項の一つであると同国担当者は考えている。

3-8 再生可能エネルギー事情

3-8-1 太陽光

モンゴル国政府が、国家計画のなかで利用を推進しようとしている再生可能エネルギーの一つとして、太陽光エネルギーがある。モンゴル国は、年間の晴天日数が300日を越え、2日続けて曇ることはまず無いと言われており、インド北部や、アメリカ合衆国のカリフォルニア、アリゾナ、テキサス等と並び世界中で最も年間総日照量の多い地域の一つである。そこで新政権は、太陽光を利用した電力供給計画を積極的に推進しようとしている。

太陽光エネルギーの利用に関するモンゴル国での中心的研究機関は、科学アカデミーである。科学アカデミーは、1987年9月に設立され、現在44人の職員と23~24人の研究者が居り、各地の日照データや、気象台で計測された気温・降水量などの気象データ（一部の地域）などを所有している。（図3-4、表3-3参照）また、日本の新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）と共同研究を行った実績もある。このときの研究では、モンゴル国全土に計測器を設置してデータの収集を行っており、4~8 kWh/m²/dayの日射量が有ることが確認されている。さらに地表に対し45度の角度で設置したPVパネルにより発電を行ったところ、日差しが弱いと考えられる冬にも、積雪のある地域では雪面からの反射光により受光量が増大し、春夏秋と同程度の日照量が得られるという結果が出ている。また、低温によりPVパネルの効率が上昇し、定格の20%増の出力が得られている。NEDOと共同で行った研究のなかで、実証試験として牧民のゲルに設置した太陽光発電システムは、規模の小さいパネル出力200Wpの可搬型のものであり、コントローラーやバッテリーはゲル内に設置するものであったが、約4年が経過した現在でも良好に機能している。

ここで使用したバッテリーは、日本製の自動車用の物であるが、その寿命は4年程度である。

科学アカデミーの実験研究所は、小さな工場を持っており、各種実験研究を行うかたわら太陽光発電システムの販売も行っていて、販売による収益は研究費に充てられている。モンゴルでは、太陽電池セル、各種電気・電子部品、電線類の生産は行われておらず、科学アカデミーは、上記工場で、輸入された部品や材料を使って太陽光発電システムを組み立てている。組み立てられているシステムの出力は、30Wp、55Wp、60Wp、110Wpの4種類で、販売価格は世界相場と言われているUS\$ 8~10/Wpの約半分のUS\$ 4~4.5/Wpである。PVパネルには、ロシア製の30Wpとフィンランド製の55Wpの2種類が使用されている。また、コントローラーには、モンゴル国産の10A定格の物とフィンランド製の5A定格の物が使用されている。上記工場長の説明によると、フィンランド製の物は電子部品で製作され、小型で自動でオン・オフ制御が行われるのに対し、国産の物は単なる大きな箱にヒューズ・電流計・電圧計が収納され、オン・オフ制御は人が計器の指針を読んで手動で行うというコントローラーとは言い難い代物であるが、人気は国産のほうが高いとのことである。なお、モンゴル国内には、かつてバッテリーを生産する工場があったが、民主化後倒産し、現在は生産されていない。

前記実験研究所の工場で生産された太陽光発電システムの販売と修理などのメンテナンス業務は、主に民間の輸送会社によって行われている。輸送会社の運転手は、まず科学アカデミーの予算で行われる1週間のセミナーを受講した後、システムの販売とメンテナンス業務を担う。彼らは、工場から太陽光発電システムを運び、これを地方で販売（たいていは、カシミアと物々交換し、これを街で売って換金）し、工場に代金を支払う。また、システムが故障したときは、運転手は故障部品を工場に持ち込み、工場の職員による修理の後これを持ち帰るが、簡単な故障であれば、運転手の自宅にある在庫の部品を使って、直接修理する場合もある。

DURATION OF SOLAR RADIATION HOUR PER YEAR

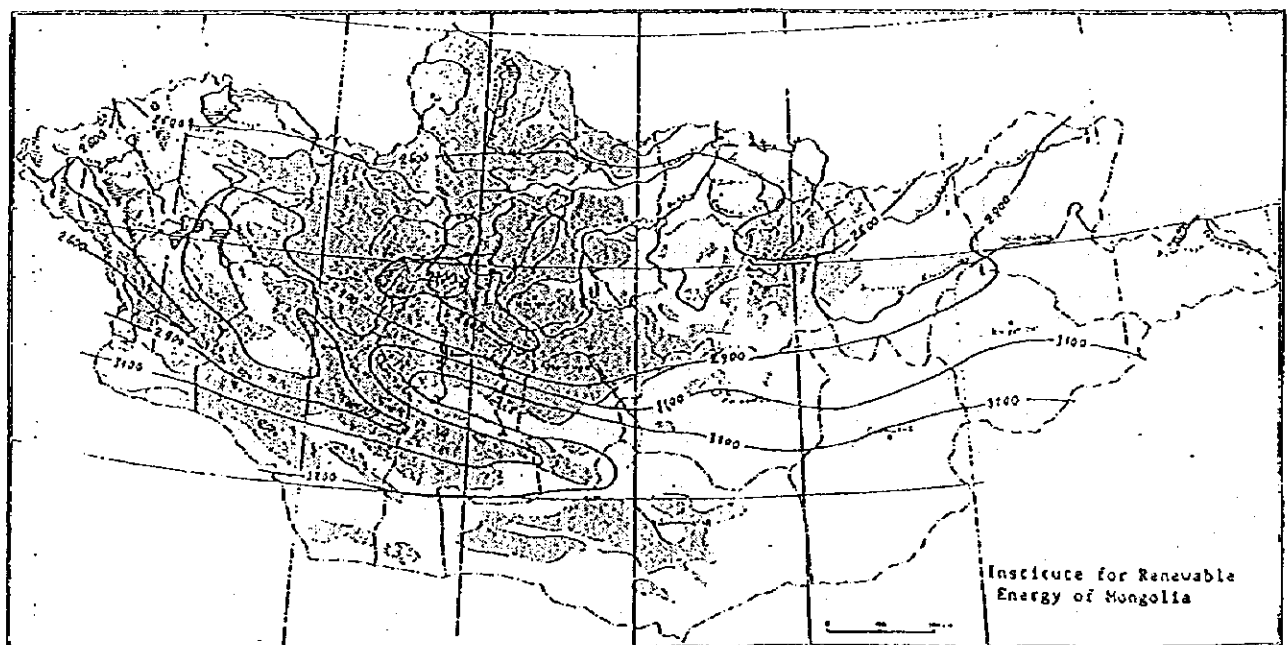


図3-4 モンゴル国の年間日照時間

表3-3 ドンドゴビ・アイマグの各ソムの月別・年間平均気温

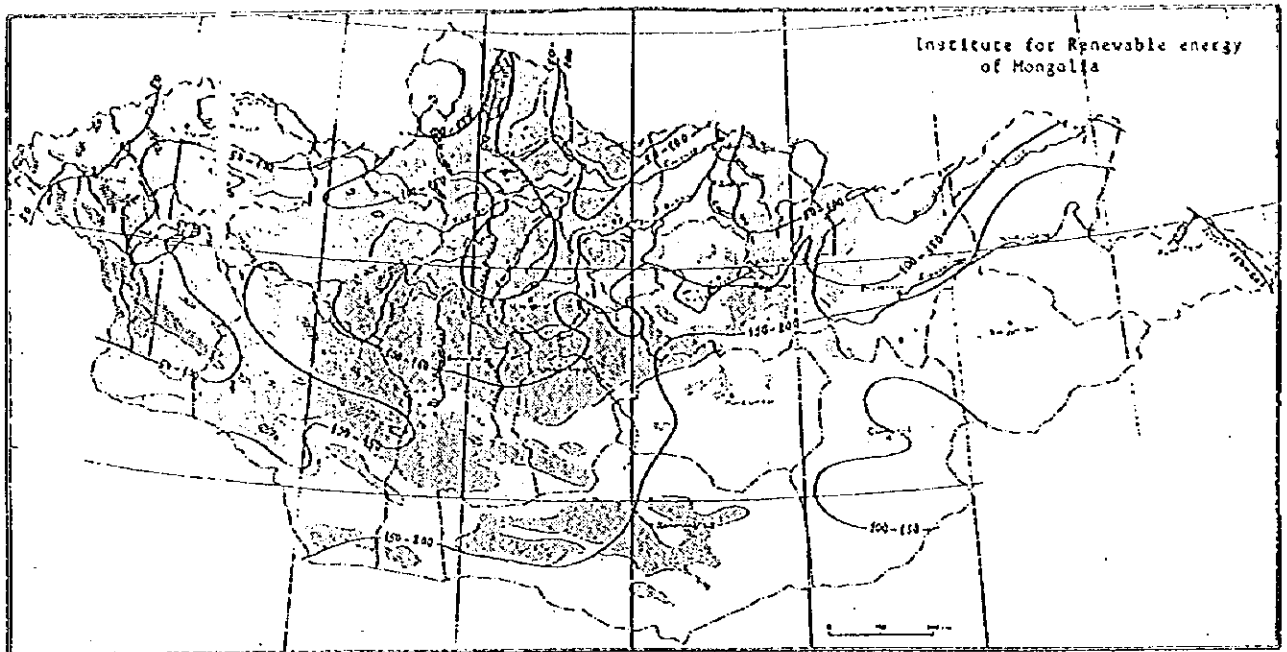
ソム名	単位:°C												年平均
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
Adaatsag	-19.2	-15.1	-8.7	1.5	10.9	17.2	17.7	17.0	9.8	0.9	-7.2	-16.7	0.7
Tsagaandelger	-19.2	-17.1	-8.4	3.6	11.3	18.2	19.3	17.8	12.0	1.9	-8.5	-17.3	1.1
Erdenedalay	-18.8	-14.6	-5.1	5.1	13.4	19.3	20.6	18.5	11.8	2.9	-7.9	-16.0	2.4
Deren	-18.5	-15.0	-6.2	3.3	12.2	19.2	21.5	18.4	11.8	4.7	-7.4	-16.1	2.3
Delgertsogt	-18.2	-16.4	-5.9	3.5	10.9	17.6	20.0	18.3	12.0	2.2	-7.0	-15.5	1.8
Gov'-Ugtaal	-18.0	-13.6	-5.6	3.6	13.4	18.3	19.1	17.9	10.6	3.5	-8.0	-13.3	2.3
Saykhan-Ovoo	-18.9	-15.1	-5.9	4.5	12.8	18.3	21.7	18.2	11.5	2.4	-8.2	-16.4	2.1
Luus	-18.4	-12.6	-5.2	4.2	12.7	18.0	21.7	18.8	11.9	2.4	-7.2	-15.4	2.6
Mandalgov' xot	-17.7	-14.2	-6.8	3.0	11.1	16.9	19.0	17.1	10.1	1.9	-9.4	-16.3	1.2
Delgerkhangay	-16.1	-10.8	-5.2	4.4	12.2	18.7	21.1	19.2	12.9	3.9	-7.3	-15.1	3.2
Bayanjargalan	-17.3	-12.3	-4.8	5.0	13.2	19.3	22.7	19.2	12.7	3.4	-7.3	-14.6	3.3
Gurvansaykhan	-16.6	-12.4	-4.7	5.6	14.0	17.7	22.6	20.2	14.2	4.9	-6.4	-13.5	3.8
Khu'id	-16.2	-10.2	-3.2	5.0	12.4	19.7	22.4	19.2	13.2	4.1	-5.5	-13.6	3.9
Ondorshil	-17.3	-13.6	-3.0	6.0	13.6	20.8	23.0	20.6	10.3	4.2	-6.8	-14.2	3.6
Olziyt	-17.2	-12.4	-3.0	5.6	15.1	20.5	22.8	20.0	14.2	4.7	-6.4	-13.8	4.2

3-8-2 風力

モンゴル国は、中国の新彊ウイグル自治区・内モンゴル自治区と共に偏西風による豊富な風力エネルギーの賦存する地域であると言われてきた。風況に関する調査結果については、あまり知られていなかったが、風力エネルギーの利用に関するモンゴル国での中心的な研究機関である科学アカデミーで纏めた風況マップ(図3-5)によると、モンゴル国南部から東部にかけて風況の良い地域があり、風力発電に有望な地域が多く存在することが示されている。また、ゴビ・平原地帯では、ほぼ一年を通じて風があり、年平均風速は4m/s以上に達し、国土の約44%で風力の利用が可能であると試算している。しかし、これらの基となるデータは、各地の気象台で観測された風速データであるが、気象台では、旧式の風圧による受風板の傾きを目視によって読み取る方式の風速計(写真参照)を使っており、その精度は決して高いとは言えない。したがって、科学アカデミーでは、今後風力エネルギーの利用を計画するにあたっては、もっと精度の高い風況精査が必要であると考えている。

モンゴル国において風力エネルギーを利用している例としては、50~200W程度の一般家庭向け小型風車により発電し、電力を自動車用のバッテリーに蓄え、インバーターを介して交流電源としているものが一般的である。これらは主に中国製で、安いものはTug. 100,000位で購入可能なものもある。また、モンゴル国内においても、イギリスの技術援助によってブレードの樹脂成形から発電機の巻線・励磁石の磁化・電源装置の組立など、完成品に至るまで科学アカデミーで製作・調整・試験を行い販売しており、価格はTug. 250,000~Tug. 300,000である。

Annual mean daily wind energy density in Mongolia
(in W/sq.m)



The wind energy resource in the central and south parts of area.

図3-5 モンゴル国の風力エネルギー密度

3-8-3 水力

モンゴル国は、比較的降水量の少ない地域であるが、大小の湖沼や河川が多くある。モンゴル国政府の「牧民、地方の学校・病院の電力供給」計画によると、全国で大小合わせて 3,800、総長 65,000km ある河川のうち、66%が国土の 36%を占める北部山岳地帯にあり、河川の平均流量は $1,098\text{m}^3/\text{s}$ 、有効エネルギーは 6,200MW、変換エネルギー量は 520 億 kWh であると試算している。

現存する水力発電所としては、モンゴル国唯一のハラホリン(Kharkhorin)水力発電所がある。ここは、1959年に運用開始された発電所で、オルコン(Orkon)川からの灌漑用水を利用し、落差 11m で 256kW のカプラン水車 2 基を備えているが、ADB の報告によると、1 基は故障しており、残る 1 基も発電能力は 118kW に低下している。また、同所は CES 系統に連系されて運用されているが、冬季に凍結してしまうため発電が可能なのは 5 月から 10 月までの半年間で、年間の発電電力量は 300MWh 程度である。

今後の水力開発の可能性が高い地点として、セレンゲ(Selenge)川・エギーン(Egiin)川・ホブド(Hovd)川を中心として多くの地点が挙げられており、これらの幾つかの地点では F/S や詳細設計が行われているが、大部分は簡単な調査が行われている程度である。また、モンゴル国は比較的平坦な地形であり、大きな落差を確保出来る地点が少ない上、冬季には凍結する河川の多いことも考慮すると、地方電力供給において水力エネルギーをどの程度有効に利用できるかは今後の更なる調査が必要であるが、エネルギー局の担当者は、私案としてセレンゲ川の 122MW をはじめとする 90 カ所程の地点で水力発電の可能性を検討している。

3-8-4 地熱

地熱エネルギーについての詳しい調査はされていないが、国の中央及び西部に 40 カ所ほどの温泉があることが知られている。1994 年には、日本の民間調査団がシャガルジュット (Shargaljuut) 温泉で、小規模地熱発電のポテンシャルについて調査を行った。ここで確認されたのは、いずれも湯温 40℃~80℃の比較的低い温度の弱アルカリ泉であるが、さらなる調査で湯温 120℃以上のものが発見されれば、小規模バイナリー・サイクル地熱発電による電力供給も現実味を帯びてくるであろうと報告している。

さらに、1997 年にも日本の民間調査団から、地熱発電の可能性についてアルハンガイ県 (Arkhangai aimag) のチョロート (Chuluut) 温泉とバヤンホンゴル県 (Bayanhongor aimag) のシャガルジュット (Shargaljuut) 温泉の 2 地点の調査報告が提出されている。それによると、チョロート温泉は、アルハンガイ県の西部で、アイマグ・センターのツェツェルレグ (Tsetserleg) から北西に約 100km、人口約 2,000 人のチョロート村の中心から約 30km 離れたところにあり、表面温度が約 45℃の薄い黄緑色の弱アルカリ性 (pH≒8) の湯が湧く温泉である。調査で得られたデータから判断する限りでは、地熱を発電に利用することに関してあまり可能性のある地域とは言えないが、詳細調査を行った訳ではないので、現段階では地熱発電の可能性を否定は出来ない。

一方、シャガルジュット温泉は、バヤンホンゴル県の北部で、アイマグ・センターのバヤンホンゴル (Bayanhongor) から北東に約 40km、人口約 2,000 人の村にあり、表面温度が 20℃~98℃の無色透明な弱アルカリ性 (pH≒8) の湯の湧く温泉である。前述の日本の調査団は、「温泉が川沿いにあるため、源泉と川の水が混合されて地表に湧き出てくることにより様々な温度が観測されているが、源泉の温度は 100℃程度ではないかと考えられる。さらに、温泉中のヘリウム・水素・窒素などのガスから判断し、温泉の熱源となっているマグマは、地熱資源として有望である。」と報告している。

3-8-5 バイオガス

モンゴル国において、バイオガスの利用に関する検討は、科学アカデミーを中心に行われてきた。バイオガスの原料となる牛糞などの資源は、全国で年間約一千万トン産出され、この量の半分をうまく利用できれば、全国の牧民が必要とする燃料・照明・電力エネルギーを賄うことが出来る計算になる。しかし、科学アカデミーの研究結果によれば、牛糞などを発酵させてガスを発生させるには、モンゴル国の気温は低すぎ、発酵可能温度を維持するために多量のエネルギーを必要とするため、モンゴル国では、バイオガスを利用した発電は適切でないと結論付けている。

第 4 章 現地踏査結果

第4章 現地踏査結果

4-1 現地踏査概要

4-1-1 踏査行程

地方ソムにおける電力事情を調査すると共に、本格調査を円滑に実施するための留意点把握・実証試験装置設置ソム選定のため、現地踏査を行った。踏査は、まず CES から電力の供給を受けているソム(2箇所)にて電気の使われ方を確認した後、系統に連系されていないソムを調査する方法で、第一次から第三次の3回に分けて通算14日間の日程で行った。(詳細な行程は、表4-1参照)

第一次現地踏査は、5月22日から5月29日までの8日間の行程で、ハンガイ(モンゴル国中西部の丘陵地帯)方面を対象に行った。踏査には、3台の4輪駆動車を使用し、全行程を車両で移動した。首都のウランバートルから西の方面は、比較的道路が整備されており、300km程度はアスファルトまたは砂利舗装の道路がある。その先は、草原に出来た轍に沿って進むことになるが、何カ所か小川を横断しなければならぬ所があり、雨期になって水量が増えた場合、大型車両の通行に支障を来す可能性もあり、物資の輸送経路選定には十分な注意が必要であろう。踏査は、先ず CES 系統による電化ソム2カ所に立ち寄り、系統により24時間電力が供給されているソムにおける電力の使われ方について調査した後、CES 系統に連系されていないソム4カ所の踏査を行った。踏査期間中は、比較的天候に恵まれ、雨天などにより調査に支障をきたすことは無かったが、温暖な晴天から曇り・雨・みぞれ・雪(10cm以上の積雪となった)まで、あらゆる気候に遭遇した。現地での宿泊は、ソム役場の事務室に簡易ベッドを置いて寝た一晩を除いて、ホテル(という名前の付いている施設)に宿泊したが、電気の来ている所でも、お湯どころか水すら満足に出ないような状況であり、踏査期間中は一度もシャワーを浴びられなかった。

第二次現地踏査は、6月1日から6月4日までの4日間の行程で、モンゴル国東部のチョイバルサン(Choybalsan)市周辺の2ソムを対象に行った。踏査は、JICAの実施する別案件の調査団に便乗する形で、全行程をヘリコプターにて移動して実施した。当初第二次現地踏査は、6月3日までの3日間で実施する予定であったが、悪天候(風雨)のため2日は離陸出来ず、3日も周辺ソムまでは飛行出来たが、ウランバートルへ向かう途中の丘陵地帯の飛行許可が得られず、チョイバルサンへ引き返さざるを得なくなった。このため、行程が1日延びて4日間となった。本格調査実施にあたり、天候の不安定な時期にヘリコプターによる踏査を計画する場合には、行程に十分な余裕を見込むことが必要であろう。さらに、上空から確認した陸路の状況は、直前の降雨の影響とも考えられるが、随所に沼地・中規模河川が見られ、車両による移動も容易ではないという印象を受けた。

第三次現地踏査は、6月6日から6月7日までの2日間の行程で、ウランバートル南部のドンドゴビ(Dondgovi)県の2ソムを対象に行った。踏査には、3台の4輪駆動車を使用し、全行程を車両で移動した。ウランバートルから南の方面へは、ほとんど道路が整備されておらず、大部分を草原に出来た轍に沿って進むことになるが、比較的乾燥した気候と平坦な地形のため、移動は比較的容易であった。

表4-1 ソム現地踏査行程

	月日(曜)	時間	行程	備考
第一次現地踏査	5月22日 (金)	8:00	ウランバートル出発	
		10:15	ルン(Lun)ソム着	系統による電化ソム実態調査・質問票記入依頼
		12:10	ルン(Lun)ソム発	
		20:00	ツェツェルレグ(Tsetserleg)着	宿泊
	5月23日 (土)	8:30	アルハンガイ県庁訪問	副県知事と面会(調査目的概要説明)
		9:00	ツェツェルレグ(Tsetserleg)発	
		10:30	イフタミル(Ikhtamir)ソム着	系統による電化ソム実態調査・質問票記入依頼
		13:20	イフタミル(Ikhtamir)ソム発	
		16:30	チョロート(Chuluut)ソム着	系統非連系ソム実態調査・質問票記入依頼
	5月24日 (日)		チョロート(Chuluut)ソム	宿泊
			チョロート(Chuluut)ソム	質問票協議
		10:20	チョロート(Chuluut)ソム発	
	5月25日 (月)	14:20	タリアト(Tariat)ソム着	系統非連系ソム実態調査・質問票記入依頼
			タリアト(Tariat)ソム	宿泊
	5月26日 (火)	終日	タリアト(Tariat)ソム	系統非連系ソム実態調査・質問票協議
			タリアト(Tariat)ソム	宿泊
		8:20	タリアト(Tariat)ソム発	
		11:45	イフタミル(Ikhtamir)ソム着	質問票協議
		12:15	イフタミル(Ikhtamir)ソム発	
		13:00	ツェツェルレグ(Tsetserleg)着	副県知事と面会(調査結果概要報告等)
	5月27日 (水)	13:45	ツェツェルレグ(Tsetserleg)発	
		21:20	ハラホリン(Kharkhorin)着	宿泊
		9:40	ハラホリン(Kharkhorin)発	
		13:50	アルバイヘール(Arvaykheer)着	
		14:45	ウブルハンガイ県庁訪問	副県知事と面会(調査目的概要説明)
	5月28日 (木)	18:00	アルバイヘール(ホテル内)	バヤンオンドル(Bayan-Ondor)ソム村長と面会・質問票記入依頼
			アルバイヘール(Arvaykheer)	宿泊
		7:20	アルバイヘール(Arvaykheer)発	
9:40		サント(Sant)ソム着	系統非連系ソム実態調査・質問票記入依頼・協議	
14:45		サント(Sant)ソム発		
5月29日 (金)	15:50	バヤンオンドル(Bayan-Ondor)ソム着	系統非連系ソム実態調査・質問票協議	
	18:45	バヤンオンドル(Bayan-Ondor)ソム発		
	21:10	アルバイヘール(Arvaykheer)着	宿泊	
	10:00	アルバイヘール(Arvaykheer)発		
	15:20	ルン(Lun)ソム着	質問票協議	
第二次現地踏査	6月1日 (月)	17:05	ルン(Lun)ソム発	
		19:00	ウランバートル着	
		13:55	ウランバートル発	悪天候のため8:00出発予定が遅延
	6月2日 (火)	17:10	チョイバルサン(Choybalsan)着	宿泊(離着陸場より街中まで車で20分)
			チョイバルサン(Choybalsan)	離着陸場にて待機するも悪天候のためヘリ飛ばず
		17:20	"	県エネギ-担当次長と面会
	6月3日 (水)	20:00	"	フレンボイル(Kholonbuyr)村長と面会
			"	宿泊
		10:40	チョイバルサン(Choybalsan)発	
		11:45	ツァガンオボ- (Tsagaan-Ovoo)ソム着	系統非連系ソム実態調査
15:30		ツァガンオボ- (Tsagaan-Ovoo)ソム発		
16:10		フレンボイル(Kholonbuyr)ソム着	系統非連系ソム実態調査・質問票協議	
6月4日 (木)	20:00	フレンボイル(Kholonbuyr)ソム発		
	21:00	チョイバルサン(Choybalsan)着	宿泊	
第三次現地踏査	6月6日 (土)	9:00	チョイバルサン(Choybalsan)発	
		12:00	ウランバートル着	
		6:10	ウランバートル発	
		12:30	マンダルゴビ(Mandalgov)着	県知事と面会(調査目的概要説明)
		14:30	マンダルゴビ(Mandalgov)発	
	6月7日 (日)	16:20	ウルジ-ト(Olziiit)ソム着	系統非連系ソム実態調査・質問票協議
		19:30	ウルジ-ト(Olziiit)ソム発	
		23:20	マンダルゴビ(Mandalgov)着	宿泊
		9:15	マンダルゴビ(Mandalgov)発	
		11:30	アダーツァグ(Adaatsag)ソム着	系統非連系ソム実態調査・質問票協議
14:00	アダーツァグ(Adaatsag)ソム発			
19:00	ウランバートル着			

4-1-2 同行したカウンター・パートおよび面会者

現地踏査に同行したカウンター・パート及び訪問したソムでの主な面会者(村長)は、以下のとおり。

1. 同行したカウンター・パート

Sharavyn BATRENNCHIN : MOID 経済協力局 (第一次現地踏査同行)

Gungaarentsen DAMDINSUREN : MOID エネルギー局 (第二・三次現地踏査同行)

2. 訪問したソムと面会した村長

ルン(Lun)	Tsedenbazariin DAVAADO PJ
イフタミル(Ikhtamir)	B. JARGALSAIKHAN
チョロート(Chuluut)	E. ERDENEBAATAR
タリアト(Tariat)	Gombo BYAMBADAGRA
サント(Sant)	L. NATSAGDORJ
バヤンオンドル(Bayan-Ondor)	Ch. ELBEGZAYA
ツァガンオボオ(Tsagaan-Ovoo)	G. BATBOLD
フレンボイル(Kholonbuyr)	TUMEW
ウルジート(Ulziyt)	T. SAMDAN
アダーツァグ(Adaatsag)	Gombosuren DASHIZEBEG

4-2 CES 系統連系ソム

4-2-1 CES 系統連系ソム概要

1. 一般情勢

踏査した二つのソムの人口は、3,100人(ルン)と6,900人(イフタミル)で、約2倍の差があり、各世帯毎の収支額等にも差が見受けられたが、いずれもCES電力系統から安定した電力の供給を受けており、調査した範囲では、所有している電力負荷設備(詳細は、Appendix 参照)に大きな差はみられなかった。大部分の需要家には電力量計が設置され、CESの従業員が検針を行っているが、小規模需要家の中には、電力量計を取り付けず受電設備に応じて毎月一定の料金を支払う定額制のところもある。CESの電気料金は、電気を供給している全てのソムに共通であり、家庭用がTug. 32/kWhの従量制で基本料金は無し、工場などの工業用は、その1.5倍、公共用は従量料金Tug. 38/kWhで、同じく基本料金無しである。集金は、検針員と同一のCES従業員が行っているが、工場などの大口需要家は、銀行振込としている。

2. 調査した施設の概要

調査した2ソムの照明には、大部分の所で40~100Wの白熱電球が使われていた。地方では蛍光灯が入手困難である(白熱電球も希望の容量のものを入手することが難しい)ため、蛍光灯用の器具の付いている所

でさえ白熱電球を使っている。病院には、保冷庫や電気を利用する消毒装置などがあるが、いずれのソムでも手術までは出来ず、重病人はアイマク・センターなどへ搬送している。通信所の電話業務は、クロスパー式の交換機により行っており、数十世帯が加入している。

4-2-2 ルン(Lun)ソム

1. 一般情勢

ソムの人口は約3,100人で、世帯数は約780である。ソム・センターは、ウランバートルから100kmほど離れており、車で約2時間30分の距離にある。ソム・センターの外れ(役場から350mの所)に、CESからの電気を受ける変電所があり、35kVを1回線受電している。変圧器は、1,000kVAが1台で、35kVを10kVに変圧し、3回線ある配電線でソム・センター内に配電している。それぞれの配電線には、柱上変圧器(100kVA、160kVA、200kVA)が1台ずつあり、これらで低圧の380Vに変圧して、一般需要家に配電している。電力需要のピークは、18時～23時であるが、需要カーブの記録はとっていない。

2. 調査した施設の概要

(1) 役場

役場の主な電気設備は、コンピューター、電灯、湯沸かし器、TV、ラジオ等であった。

(2) 学校

学校は、生徒数が620名で8年制である。照明は、全て白熱電球を使用している。この学校には、付属の寮があり、部屋数は18室である。

(3) 病院

病院には、5名の医師と4名の看護婦がおり、ベッド数は15床、年間の通院・入院患者数は、それぞれ325名、4,600名である。この病院では、手術をすることは出来ない。主な電力設備は、白熱電球(60～100W×45個)、ワクチン用冷蔵庫、高圧蒸気消毒器(6kVA)、注射器殺菌用の電気コンロ(5kVA)、蒸留水精製機(3kVA)などである。電力使用量は、1,000kWh/月程度である。病院では、単独ボイラーによる集中暖房を行っている。

(4) 通信所

通信所では、2チャンネルの衛星テレビ中継、公共施設と一般家庭80世帯分の電話交換を実施している。使用電力量は小さく、348kWh/月(1998年5月分実績)程度である。

(5) 民家

ソム・センターに住む420世帯中350世帯が電気を利用している。ソムの中の平均的家庭である調査を行った個人住宅には、全部で3部屋ある各々の部屋に100Wの白熱電球が各1個(電球容量は、そのときに入手出来る物を買っているの、100Wであったり、60Wであったりと、まちまちである)、テレ

び、アイロンが有ったが、冷蔵庫は無く、電力使用量は、毎月 55kWh 程度であった。

4-2-3 イフタミル(Ikhtamir)ソム

1. 一般情勢

ソムの人口は約 6,900 人で、世帯数は約 1,500 であり、この内 400 世帯がソム・センターに住んでいる。ソム・センターは、アイマグ・センターのツェツェルレグ(Tsetserleg)から約 24 km 離れている。このソムには、六つのバク(部落)があり、そのうち四つのバクはソム・センターから 40~80km 離れており、これらは CES 系統に連系されていない。ソム・センターの産業として、フェルト・木材加工・酒など四つの工場があり、ソム全体の電力使用量(80,000~90,000kWh/月)のうち、4~5割はこれらの工場で消費されている。このソムの牧民の中には、個人用の PV パネルを所有している世帯もある。

2. 調査した施設の概要

(1) 学校

学校は、生徒数が 870 名で、10 年制である。電気設備としては、照明の他に白黒 TV1 台、コンピューター 5 台などがあり、電力使用量は 1,500kWh/月程度、料金は Tug. 50,000~60,000/月程度である。この学校には、付属の寮があり、部屋数は 14 である。また、寮の厨房には、挽肉機が有る。学生寮の暖房は、ソム・センターのセントラル・ヒーティングを利用している。

(2) 病院

病院には、4名の医師と 10名の看護婦がおり、ベッド数は 21 床である。この病院には十分な設備が無いため、重病患者はアイマグ・センターに運んで治療している。主な電力設備は、白黒 TV、殺菌用湯沸かし器(2.4kW)、紫外線消毒器(1kW)、ワクチン保冷庫(116W)、洗濯機などがあり、電力使用量は 420kWh/月程度である。

(3) 通信所

通信所では、モンゴル放送およびロシアの衛星放送の中継、ソム内の電話交換(加入者数 40)を行っている。電話交換には、クロスバー式の交換機を使用している他、アイマグ・センターとの連絡用に 100W の無線電話もあり、電力使用量は 1,000~1,200kWh/月程度である。

(4) 民家

ソム・センターのほとんどの民家には洗濯機があり、暖房には薪を使用している。調査した公務員家庭には、60W の白熱電球が 3 個、18 型カラー TV、冷蔵庫、電気洗濯機、コンロなどがあり、電力使用量は毎月 50~70kWh 程度であった。

4-3 CES 系統非連系ソム

4-3-1 CES 系統非連系ソム概要

1. 一般情勢

踏査した 8 ソムの人口は、約 1,700 人から 5,000 人とソム毎にかなりの違いがあるが、各所とも主産業は牧畜であった。各ソムでは、気象観測を行い、そのデータをアイマグ・センターに送っているため、気象情報はアイマグ・センターに集まっている。(各ソムでは、提出データの控えを取っていない場合が多く、ソム・センターにはデータが無い場合が多い) ソムには、国の気象観測所あるいはソムの気象観測所のいずれかがあり、国の気象観測所では、3 時間毎に風向・風速・気温・地温・降水量などを測定しているが、ソムの観測所では、測定回数は 1 日 3 回だけである。いずれの観測所でも、日照・日射についての計測は行われておらず、風速の測定には、旧式の風圧による受風板の傾きを目視により読みとる方式の物が使われている。

電気料金については、いずれのソムも電力量計は使用しておらず、発電経費(燃料代、潤滑油代および運転員の人件費)を村民で負担する形をとっている。料金の徴収方法は、まず一般家庭で負担可能な額として、各戸毎に一ヶ月あたり Tug. 3,500~5,000 程度(電気が点いた日 1 日あたり Tug. 130 のところもあった)を徴収し、不足する分を学校・病院・通信所その他の公共機関から電気機器設備量などに応じて徴収している。これらの電気料金はソムにより異なっている。

2. 調査した施設の概要

(1) 発電所

各ソムには、社会主義時代にロシアの援助で設置されたディーゼル発電機(30kW~200kW 数台)があるが、それらの大部分は老朽化しており、動かなくなってしまった物も多く、辛うじて動いている 1~2 台を修理しつつ運転しているような状況である。需要家に残っている電気機器、特に電気コンロなどから判断すると、かつては熱源としても利用できるほど十分な電力の供給が行われていたものと思われるが、現在では前述の故障による発電機の運転停止に加え、経済的理由により十分な燃料が購入できないことから、電力の供給が著しく滞っている。多くのソムでは、夕方から夜にかけての一日 5~6 時間だけの運転となっており、ソムによっては、夏期には全く運転しないところもある。

(2) 学校

ソム毎に、8 年制あるいは 10 年制の学校が置かれ、学制の違いと、ソム毎の政策の違いにより充実の程度に差はあるものの TV、ビデオ、コンピューターなど電気を必要とする教材が置かれている。しかし、満足に電気が供給されないため、いずれも十分に活用されていない。いくつかの学校では、日本等から奇贈を受けたり、自前で調達した可搬型の小型ディーゼル発電機が置かれ、必要に応じて活用している。今回調査したソムは、全ての学校に付属学生寮があったが、新設の寮には個別暖房設備が置けず(構造上、設置できる構造になっておらず)、ソム・センターのセントラル・ヒーティング・システムも稼働していないため、古い寮に個別暖房を置いて利用していたり、中には数年間閉鎖したままの

所もあり、寮生活はかなり厳しい様子うかがえた。

(3) 病院

各ソムに病院はあるが、保有する医療設備にはかなりの差がある。また、衛生管理の面でも差が見受けられたが、医薬品についてはどこのソムでも不足していた。踏査したほとんどのソムでは、簡単な治療やお産の対応位しかできず、手術の必要な場合など重病人が出たときには、アイマグ・センターへ搬送するか、場合によってはアイマグ・センターから医師を呼び医薬品を取り寄せて治療を行っている。しかし、ソムの中には、近隣3ソムの中央病院となっており、専用の手術室やレントゲン撮影器を備えた所もあった。

照明の他に病院で保有している一般的な電気機器としては、ワクチン保冷庫(一般の冷蔵庫を流用している所もあったが、ユニセフから寄贈された物が多く見受けられた)、消毒用煮沸機(電気コンロと鍋で代用している所もあった)、洗濯機などがあるが、電気の連続使用が必要となる保冷庫などは、ほとんど使用されていない。また、急患の対応用として、可搬型の小型発電機(学校と同様に寄贈を受けたり、自前で調達したもの)を備えている所も多い。

(4) 通信施設

どのソムも同様に、直径3m程度の受信用パラボラ・アンテナと送信用のアンテナを備え、インテルサット・アジアサットからの衛星TV電波を受信し、モスクワや中国などの放送をソム内に中継している。また、ラジオ放送の中継や、有線放送を行っている所もある。TV放送の中継時間は、一般家庭でTVを視聴ることのできる発電所の運転時間と同じである。

電話交換については、60加入者を収容できるクロスバー交換機を備え、他のソムの回線も中継している所から、役場と村長宅、及び通信担当宅のみを切り替えて使用している所、さらにはアイマグ・センターからの回線が1本のみで、全く交換機を置かずに電話機が1台あるだけの所、などさまざまである。各所とも大小に差のあるものの、バッテリーを備えており、発電所運転中や小型ディーゼル発電機、太陽電池などを利用して充電し、24時間体制で通信回線の維持に努めている。

(5) 民家

一般的な民家の電気機器は、各部屋に白熱電球1灯(そのときに手に入るものを付けているため、容量はまちまちであるが、60W程度が一般的である)、TV、ラジオ、冷蔵庫、アイロン、電気コンロ(ヒーター個数1~3)などである。電力が安定供給されていないため、冷蔵庫を所有している家庭でも実際は使用されておらず、単なる物入れとなっている。また、TVや電灯は、常にスイッチが入っていて、電力が供給されている間は常に点いている。調査した家庭の中では、一軒だけ電流制限ブレーカーが付いており、電熱器などの容量の大きい機器は使えないところがあったが、他は全く電流制限がされていなかった。

4-3-2 チョロート(Chuloot)ソム

1. 一般情勢

チョロート・ソムは、人口約 4,000 人の村で、ソム・センターは、アイマグ・センターのツェツェルレグ(Tsetserleg)から約 130km 離れており、ウランバートルからの所要時間は、車で約 14 時間である。

気象条件について現地で村長に確認したところ、ソム・センターの平均風速は 2.5m とあまり大きくなく、曇りの日も多いため、村長は風力発電・太陽光発電とも適さないと考えているということであった。ソムの外れには、わずかに温泉が湧きだしている地点があり、村長は地熱発電の可能性について調査をしたい意向であった。

2. 調査した施設の概要

(1) 発電所

1992 年までは、60kW のディーゼル発電機が 6 台あり、2 台ずつ交互に運転してソム・センターに電力を供給していたが、現在の発電所には、60kW と 30kW のディーゼル発電機が各 1 台あるのみである。さらに、今年になって 30kW 機が故障し、修理不能になったため、残った 1 台の 60kW 機を繰り返し修理しながら使用している。発電所の運転時間は、18 時～23 時である。村長によると、発電単価は Tug. 72/kWh になるとのことであった。

(2) 学校

学校は、8 年制で学生数は 513 名である。授業は、午前・午後の二部制で行っている。暖房には、学校専用のボイラーを使用しているが、体育館までを暖める能力はない。75 名収容の寮は、暖房が無いため、寒さに耐えられず閉鎖されている。電力負荷設備としては、照明の他に TV・学習用パソコン・OHP などが有り、消費電力は電灯だけで 5～6kW 程度ある。村長は、その他の負荷設備の利用も考え、最大で 22～24kW の電力が必要であると考えていた。現在学校では、年間 Tug. 2,020,000 の電気料金を負担している。

(3) 病院

病院には、9 名の医者と 6 名の看護婦がおり、ベッド数は 15 床である。主な電力負荷設備には、保冷庫、消毒器、冷蔵庫、吸引機などがある。緊急用の電源として援助物資である 3kW の可搬型発電機を備えており、出産などのときに利用している。現在病院では、年間 Tug. 620,000 の電気料金を負担している。

(4) 通信所

通信所では、衛星放送中継など各ソムの通信所と同様な機能を持ち、発電所運転時間中稼働している。電話交換機は、バッテリーを使って 24 時間機能を維持している。現在通信所では、年間 Tug. 310,000 の電気料金を負担している。

(5) 民家

調査した民家には、60Wの電球が6個、18型カラーTV・電気コンロ(合計6kW)があったが、冷蔵庫はなかった。この家庭では、ラムネのようなジュースにガスを注入する人力機械を1台持っており、小規模な商いをしていた。電気料金は、月額Tug. 2,500~3,500である。

4-3-3 タリアト(Tariat)ソム

1. 一般情勢

タリアト・ソムは、人口約6,000人、世帯数が1,159の村で、ソムには七つのバクがある。ソムの家畜頭数は約124,000頭で、この内牛が37,000頭おり、これはモンゴル国第二位の頭数である。ソム・センターは、アイマグ・センターのツェツェルレグ(Tsetserleg)から約170km離れており、ウランバートルからの所要時間は、車で約16時間である。タリアト・ソムは、モンゴル国西部地域や世界で最も透明度の高い湖といわれるフブスグル(Khovsgol)湖へ向かう沿道にあり、火山噴火口跡・山・川・湖などの自然に恵まれ、村長の話によると観光開発の有望地点で、民間の旅行会社(アジナイ社、ツェルモン・トラベル社)が観光開発を手掛けている。また、金の精錬工場が6月から稼働予定であり、ソムの電力供給用に使用していた100kWの発電機を事業用として購入したいとの意志表示があったとのことであるが、実現の可能性は不明である。村長は、ソムのインフラ整備では、エネルギーと通信が遅れていると考えている。

タリアト・ソムには、国立の気象観測所があり、4交代で3時間毎に気温・地温・風向・風速・降水量などを測定し、アイマグに報告している。それによると、タリアト・ソムは平均風速10m/sで日照りも多く、村長は、風力・太陽光発電共に有望であると期待している。

2. 調査した施設の概要

(1) 発電所

発電所には、60kW(2台)と30kW(1台)のディーゼル発電機が設置されている。夏期には、牧民が放牧に出かけるため、ソム・センターの世帯数が少なくなり、1世帯あたりの電気料金の負担額が大きくなって、住民が電気料金を負担しきれなくなるため、発電所が運転されるのは、11月1日から5月1日の間のみである。

(2) 学校

学校は、10年制で学生数は546名である。授業は、午前・午後の二部制であり、放課後にはクラブ活動(18:00から20:00位までのうち明るい時間帯まで実施)も行っている。学校は、ソムのセントラル・ヒーティング・システムが稼働していない上、学校用個別式暖房装置も無いために、冬期は別の暖かい部屋で授業を行っている。付属の学生寮は、60名収容のものと新設の220名収容の物があるが、新設の寮は電気が来ていないので利用していない。学校の主な電力負荷設備は、コンピューター、TV、OHPなどであるが、十分に活用出来ていない。また、学校には自費で購入したHONDAの1.2kVAの発電機があり、特別授業等に利用している。

(3) 病院

病院には、6名の医師と9名の看護婦がおり、ベッド数は28床である。ここは、近隣2ソムの患者も診ている中央病院であり、規模が大きく手術室などの設備も整っている。医療用電気機器としては、レントゲン撮影機を始め、遠心分離器・血液成分分析器・ワクチン保冷庫・酸素吸入器など多くの物が備わっている。また、緊急用として、3kWの発電機などを備えているが、手術の時には、これでは容量が足りないため、お金を取って発電所のディーゼル発電機を運転している。

(4) 通信所

通信所では、衛星放送の中継など他のソムと同様なことを行っているが、ここでは近隣2ソムの電話回線の中継も行っている他、無線電話も備えている。通信所の電源は、バッテリーが使用されており、ディーゼル発電所の電力で充電して使っているが、夏期の発電所運転停止期間中は、合計210WのPVパネルを使ってバッテリーを充電している。

(5) 民家

調査した民家(若夫婦が居住するゲルで、親世帯が居住する建物に隣接して建てられている)には、照明用の60W白熱電球の他、TV・ビデオ・ラジオ・ミシン・シェーバー・電気コンロなどの設備があった。冷蔵庫は、隣接の親の家には有るそうだが、この家には無かった。

4-3-4 サント(Sant)ソム

1. 一般情勢

サント・ソムは、人口約4,300人の村で、ソム・センターは、アイマグ・センターのアルバイヘル(Arvayheer)から約100km離れており、ウランバートルからの所要時間は、車で約8時間である。ソムには約200,000頭の家畜がおり、これは県内第3位の頭数で、村長によると、生活レベルは悪くないそうである。

西側隣接のバヤンゴル(Bayangol)ソムは、1998年にCES系統が延長されることが決定している。村長の説明によれば、以前当ソムへの電力系統導入についてソムが独自に調査したところ、送電線建設(10kV送電線を約50km新設)には約2億トゥグルグ(約4千万円)の費用がかかると試算されたが、ソムでこの金額負担することは不可能で、国の補助が是非とも必要とのことである。国(MOED)では、サント・ソムへのCES系統延長は2001年に計画されていたが、ソムでは、これを2000年に前倒しするよう要請している。村長は、それまでの間の電力供給として、再生可能エネルギー利用の発電システム導入を希望しており、サント・ソムの気象条件が良い(年間300日は晴天で、平均風速も10m/sと強い)ことを強調していた。

2. 調査した施設の概要

(1) 発電所

発電所には、60kW(2台)と30kW(1台)のディーゼル発電機が有るが、60kWのうち1台は故障して修理不能である。発電所の運転時間は、夏冬共に18:00～23:00であるが、夏期は需要が小さいため30kWのみ運転し、冬季には60kWを運転している。

(2) 学校

学校は、10年制で学生数は650名である。授業は、午前・午後の二部制であり、放課後にはクラブ活動も行っている。学校は、個別の専用ボイラーにより暖房をしている。主な電力負荷設備としては、コンピューター・TV・ビデオ・OHPである。また、体育館の照明には、蛍光灯が使われていた。

(3) 病院

病院には、5名の医師と3名の看護婦がおり、ベッド数は15床である。主な電力負荷設備としては、照明用白熱電球の他に、洗濯機・冷蔵庫・電気コンロ程度である。この病院では、注射器は使い捨ての物を使用しており、電気コンロは専ら湯沸かし用として利用している。

(4) 通信所

通信所では、ソム・センター内対象の衛星放送中継の他、近隣2ソムの電話回線の中継も行っている。通信所には、専用のディーゼル発電機(16kW)がある。

(5) 民家

調査した民家(ゲルではない一般の建物)では、照明用白熱電球の他、21型TV・電気コンロ・アイロンが有った。この家庭では、電力が安定供給されるようになったときに一番欲しい電気機器として、冷蔵庫を第一にあげていた。

4-3-5 バヤンオンドル(Bayan-Ondor)ソム

1. 一般情勢

バヤンオンドル・ソムは、人口約4,900人の村で、ソム・センターは、アイマグ・センターのアルバイヘル(Arvayheer)から約120km離れており、ウランバートルからの所要時間は、車で約10時間である。ソムの保有家畜頭数は県内第4位、馬だけで比較すると全国で第3位の頭数である。村長によると、バヤンオンドル・ソムは、県の東端に位置し、アイマグ・センターから離れているため、開発から取り残されがちであるが、住民の生活レベルは高く、気象環境も太陽光や風力を使った発電に良い条件であるので、村民はこのソムで再生可能エネルギーを利用した発電プロジェクトが実施されることを望んでいる。

2. 調査した施設の概要

(1) 発電所

発電所には、60kW のディーゼル発電機が2台あり、両方とも稼働している。発電所は、夏期は18:00～23:00、冬季にはほぼ終日運転されている。しかし、ソムでは夏期の軽負荷時に燃料を節約するために、30kW の発電機の導入を計画している。

(2) 学校

学校には、512名の学生がおり、現在8年制であるが、来年度より10年制への移行を予定している。授業は、午前・午後の二部制で、放課後にはクラブ活動も行われている。学校には、専用の暖房設備があり、冬季にはTug. 2,500,000/月の暖房費がかかるが、十分な暖房は出来ていない。付属の学生寮には、180名を収容でき、牧民の子弟が入っている。電力負荷設備としては、照明用の白熱電球の他は、白黒TVが3台ある程度である。学校では、国に対し教育用のコンピューターの支給を申請しているが、支給には電力の安定供給が条件になっているため、未だに支給されていない。

(3) 病院

病院には、8名の医師と4名の看護婦がおり、ベッド数は12床である。分娩室は別棟になっている。暖房には、個別のボイラーを使用している。主な電力負荷設備は、紫外線殺菌装置・ワクチン保冷庫・電気コンロ・アイロン・洗濯機・TVである。村長は、電力の供給先として、病院を一番にあげており、病院では、電力が安定供給されるようになったら一番欲しい物として、照明をあげていた。

(4) 通信所

通信所では、ソム・センター内を対象とした衛星放送の中継・電話の交換を行っている。運用時間は、発電所の運転と同じで、夏期は18:00～23:00、冬季はほぼ終日である。ソム内では、5箇所の公共施設で電話が使えるほか、通信所にはアイマグやウランバートル直通の電話がある。また、この通信所には銀行も併設されており、外貨の両替も扱っていた。

(5) 民家

調査した民家には、照明用の白熱電灯の他、TV、ラジオ、コンロ、冷蔵庫があった。この家が学校に隣接していることから、この家の暖房は学校用ボイラーの熱源を利用していた。

4-3-6 ツァガンオポー(Isagaan-Ovoo)ソム

1. 一般情勢

ツァガンオポー・ソムは、人口約3,300人の村で、この内267世帯、約1,200人がソム・センターに居住しており、受電世帯数は260世帯である。ソム・センターは、アイマグ・センターのチョイバルサン(Choybalsan)から140km離れており、ウランバートルからの所要時間は、車で約16時間である。

2. 調査した施設の概要

(1) 発電所

発電所には、200kW(1台)・100kW(3台)・60kW(1台)のディーゼル発電機があるが、この内運転可能なのは、100kWと60kW各1台のみである。以前は、運転員10名が、2人1組で運転にあっていたが、人件費の負担が大きいため現在では、2名(運転員・保守員各1名)で運営している。運転時間は、概ね18:00～23:00である。ソム・センターには、別な場所にもう1箇所発電所があるが、これらを同時には運転出来ない。発電所の運転員によると、ソム・センターでは、需要家数が減少しているため、配電線を2回線から1回線に集約するなど配電線数を減らす工事を計画している。また、このソムでは JICA の無償機材供与による、発電機のリプレースが予定されている。

(2) 学校

学校は、10年制で学生数は約600名である。学校付属の寮は、暖房装置が無く、運営資金も無いため閉鎖されている。学校には、専用のスチーム暖房装置があり、13kWのポンプで熱水を循環させている。学校では、この熱水を寮でも利用出来るようにして、今年から寮を利用したいと考えている。主な電力負荷設備としては、旋盤・ボール盤・グラインダーなどの工作機械の他、物理教室の実験機器や8ミリ映写機がある。

(3) 病院

病院は、ベッド数が15床で、夜間の急患対応用として3kWの小型ディーゼル発電機を備えている。病院では、盲腸の手術程度でもアイマグへ搬送して治療している。主な電力負荷設備としては、紫外線殺菌灯・高圧殺菌器・電気コンロ・洗濯機などがある。

(4) 通信所

通信所では、衛星放送の中継・有線ラジオ放送・電話交換を行っている。以前は、各公共施設に電話があったが、今は通信所・役場・村長宅・村議会議長宅などの一部にのみ設置されている。電話交換機は、50加入者用のクロスバー式のものがあるが、十分な電力が供給されていないため使用していない。通信用電源のバッテリー充電用には、900Wの小型ディーゼル発電機を備えている。

(5) 民家

一般民家の1/3に電力量計が付いているが、使用していない。

4-3-7 フレンボイル(Kholonbuyr)ソム

1. 一般情勢

フレンボイル・ソムは、人口約1,700人の村で、ソム・センターは、アイマグ・センターのチョイバルサン(Choybalsan)から140km離れており、ウランバートルからの所要時間は、車で約14時間である。ソム・センターの風は、風向が一定しており、4～5月に強い風が吹き、夏は風が弱い。また、7～8割の日が

晴天である。再生可能エネルギーの利用に関する情報として、村長は、村民(専門家ではない)の有志で行った、ソム内を流れるヘルレン(Kherlen)川における水力発電の可能性に関する調査結果を持っており、それによると、川幅は40~60m、流量20m³/sで目立った落差はなく、10月15日から翌年4月15日まで凍結し、流量はゼロになるとのことであった。さらに、以前ソムで中国製の50WのPVパネル(アモルファス・タイプ)を設置したことがあったが、壊れやすかったので、それ以来設置していないそうである。

2. 調査した施設の概要

(1) 発電所

発電所には、60kW(2台)と30kW(1台)のディーゼル発電機があり、30kW 1台だけが稼働している。ソム・センターには、電力供給用の他に、揚水ポンプ用として、20kWの発電機もある。このソムではJICAの無償機材供与による、発電機のリプレースが予定されている。

(2) 学校

学校は、8年制で学生数は370名である。授業は、定員270名の校舎を使い、8:00~12:00、13:00~15:00、15:00~18:00の三部制で行っている。遅くまで授業を行っているため、放課後のクラブ活動などは出来ない。学校には、個別のスチーム暖房があるが、定員50名の寮は暖房装置が無いため利用していない。電力負荷設備は、照明用の電球の他にラジカセがある程度で、TVすら無い。

(3) 病院

病院には、5名の医師と4名の看護婦がおり、ベッド数は8床である。この病院では、1.2kVAと450VAの計2台の小型発電機を備えており、盲腸程度の手術であればアイマク・センターからの応援により実施可能である。ワクチン等の薬品は、電力が供給されている間に保冷材を凍らせ、これを断熱容器に入れて保存している。病院には、併設された薬局があり、薬はウランボトルからアイマク経由で仕入れている。電力負荷設備として、蒸留水精製器があったが故障してしまい、現在は週1回のペースでアイマクより水を購入している。

(4) 通信所

通信所では、衛星放送の中継・有線放送・電話業務を行っている。この通信所には(踏査したソムの中で唯一)機器のマニュアル類が完備されており、使用機器類の構成や出力・消費電力などの定格が明確になった。また、所員は技術に明るく、調査団の質問に的確に回答していた。この通信所では、12V、60V、220Vの3種類の電圧を使っており、最大電力は1.7kWである。通信所では、1.5kWの小型発電機を備えおり、バッテリー充電やTVの調整用に使用している。

(5) 民家

調査した民家(女教頭先生の家)には、TV・洗濯機・冷蔵庫・電気コンロ・アイロンなどがあったが、電流制限器が付いているので、消費電力の大きいコンロは使えない。発電所が運転停止中でも、電灯・TVのスイッチは入れたままにしている。

4-3-8 ウルジート(01ziit)ソム

1. 一般情勢

ウルジート・ソムは、人口約 3,000 人の村で、ソム・センターは、アイマグ・センターのマンダルゴビ(Mandalgov)から 100km 離れており、ウランバートルからの所要時間は、車で約 10 時間である。村長の話によると、ソム・センターの平均風速は 12m と大きく、風力発電装置を持っている家もあるそうである。

2. 調査した施設の概要

(1) 発電所

発電所には、昨年設置された 100kW のロシア製発電機があり、18:00～23:00 に運転されている。発電機は、毎日運転することにはなっているが、夏期は運転されないことが多く、調査団が訪れた 1 週間前に運転されて以来、停止したままであった。発電所の運営は、運転員と集金員各 1 名で行っている。

(2) 学校

学校は、8 年制で学生数は 456 名である。授業は 2 部制で行われている。学校の授業棟には個別の暖房設備があるが、学生寮には暖房設備がない。電力負荷設備としては、学習用工作機械が 7 台、TV 等があるが、電力が供給されないため使用していない。校長室に PV を電源とした衛星 TV 受信セットがあるが、これは、学校が副業にしている牧畜からの資金を使って少しずつ部品を買い足す形で購入したものである。

(3) 病院

病院には、6 名の医師と 4 名の看護婦がおり、ベッド数は 15 床である。病院には、手術室が無いので、緊急時は分娩室を利用し、アイマグ・センターから応援を受けて手術を実施している。主な電力負荷設備は、照明用の白熱電球の他に、消毒用湯沸かし器・蒸気発生器・冷蔵庫・ワクチン保冷庫など各ソムの設備とほぼ同様なものであるが、他のソムで見られなかった機器としては、超音波診断装置があった。

(4) 通信所

通信所では、他のソムと同様に衛星放送中継・有線放送・電話業務を行っているが、ここにはアイマグ・センターとの直通電話回線はなく、隣接のゴロワンサイハン(Gurvansaykhan)ソム経由で回線をつないでいる。この通信所は、アイマグ・センターの支局で、勤務している所員(夫婦)の給料は、アイマグ・センターから支給されている。通信機器の電源は、発電所からの電力をバッテリーに蓄えて使用しているが、夏期に何日も発電されない日が続くと放置されたままとなる。

(5) 民家

調査した民家には、照明用の白熱電球の他に、もう 10 年は使用していない冷蔵庫・カラー TV ・電気コンロ・ラジオがあった。電気料金は、電気の点いた日 1 日当たり Tug. 130 で計算される。主

人は、冬季の暖房用の燃料費の負担が大きいと言っていた。

4-3-9 アダーツァグ(Adaalsag)ソム

1. 一般情勢

アダーツァグ・ソムは、人口約 3,100 人の村で、ソム・センターは、アイマグ・センターのマンダルゴビ(Mandalgov)から約 100km 離れており、ウランバートルからの所要時間は、車で約 4 時間である。アダーツァグ・ソムは、ウランバートルからの利も良い丘陵地帯であり、村長は観光開発に力を入れたいと考えている。また、ソム・センターの平均風速は 13.5m/s と大きく、晴天日数も多いことから、ソムでは再生可能エネルギー利用の電源供給への期待が大きい。

2. 調査した施設の概要

(1) 発電所

発電所には、60kW のディーゼル発電機が 1 台あり、運転員 2 名によって運転されている。発電所が運転されるのは、冬季の 10 月 1 日から 5 月 31 日までの間の 18:00~23:00 であり、現在のソムの実負荷は、25~30kW 程度である。

(2) 学校

学校は、8 年制で学生数は 683 名である。校舎は、新旧 2 棟があるが、新校舎には暖房がない(構造上個別の暖房装置が付けられない)ため使用していない。また、学生寮も暖房設備が無いため使用していない。電力負荷設備としては、照明用の電灯の他に、白黒 TV が 2 台・OHP・教材用工作機械(ボール盤・旋盤など)がある。

(3) 病院

病院には、9 名の医師と 4 名の看護婦がおり、ベッド数は 11 床である。牧民の産前・産後(年間 110 人程度のお産がある)の休憩室には、貧困撲滅対策のプロジェクトで寄贈された個別暖房設備がある。電力負荷設備には、心電図・殺菌灯・胎児心拍数測定器などがある。注射器は、使い捨てタイプのものを使用しており、ワクチンは地下倉庫に保管している。小型の発電機を備えているが、故障しており使用出来ない状態である。

(4) 通信所

通信所では、他のソムと同様に衛星放送の中継や電話業務を行っているが、有線放送は現在故障中である。現在でも、この通信所にはアイマグ直通の電話回線があり、国外とも通話可能であるが、7 月には PV を電源とする 48 加入用の交換機の寄贈を受け、電話交換を開始する予定である。

(5) 民家

調査した民家には、照明用の電灯の他、TV・冷蔵庫・電気コンロがあったが、この家庭では、TV と

電灯のスイッチは切ったことが無いようだ。

4-4 その他現地収集情報

4-4-1 アイマグ・センターでの収集情報

1. ツェツェルレグ(Tsetserleg) (アルハンガイ(Arhangay)アイマグ・センター)

県庁を訪問し、副知事から得た情報は以下のとおりである。

県内のソムのうち、4ソムが未だ CES 系統に接続されておらず、ソム・センターでは独立のディーゼル発電機によって電力を供給している。これらのソムの発電機は、いずれも老朽化が著しく、高額な燃料費の負担に苦しんでおり、中には夏期は全く発電を行わないソムもある。

アルハンガイ県は、ゴビに匹敵するほど風の強い場所で、以前タリアト(Tariat)ソム近くのバクで、風車を建てて個人住宅に電力を供給するシステムを作ったことがあったが、強風で度々配電線が故障していた。

2. アルバイヘール(Arvaikheer) (ウブルハンガイ(Ovorhangay)アイマグ・センター)

県庁を訪問し、副知事から得た情報は以下の通りである。

ウブルハンガイ県は、面積 65,000km²、人口 112,000 人の県であり、県内に 19 ソムがある。自然条件は、山岳・丘陵地帯とゴビ砂漠の複合された所であり、南側の 6 ソムがゴビ地帯、他は丘陵平原草原(ハンガイ)地帯に入る。県内の人口分布は、丘陵地帯の方が多く、ゴビ地帯は少ない。家畜頭数は 2,700,000 頭で、ゴビ地帯には羊・山羊・ラクダ、丘陵地帯には牛・馬が多い。

人々の生活は、ゴビに比べてハンガイの方が豊かである。また、ゴビ地帯には川が無く、井戸による水の確保が大きな課題となっている。今回の調査対象であるサント・バヤンオンドル両ソムは、いずれもゴビ地帯に属し、気象条件・経済規模などに余り差はないが、強いて言えばサントの方がやや裕福である。

3. チョイバルサン(Choybalsan) (ドルノド(Dornod)アイマグ・センター)

県のエネルギー局次長から得た情報は、以下のとおりである。

県内には、合わせて 14 のソムがある。このうち 6 ソムは、チョイバルサン石炭火力発電所を電源とする電力系統に接続されている。系統に接続されていない各ソムの発電所は、1996 年からソムの管轄(資産は国で、ソムで管理)になったが、それ以前はチョイバルサンに集中した管理組織があり、ディーゼル発電所の修理を全部行っていた。各ソムの発電所がソムの管轄となった 1996 年以降、この管理組織は、国営企業として町のボイラーや小さい発電機の修理などを行っている。この国営企業では、修理部品を保有しており技術者も居るので、ソムから依頼があれば修理を行うことが出来るのだが、ソムには修理を依頼する

金がないので、実際には機能を発揮していない。ソムの発電所の運転時間は、18:00～23:00 が一般的であるが、正月やナーダムには2日間24時間運転する。

4. マンダルゴビ(Mandalgov)(ドンドゴビ(Dundgobi)アイマグ・センター)

県庁を訪問し、県知事から得た情報は以下の通りである。

県内には、合わせて16のソムがある。アイマグ・センターがCES電力系統に接続されたのは1996年のことで、現在までに6つのソム・センターがCES電力系統に接続された。県では、県内の全てのソム・センターがCES系統に接続されることを希望しているが、ウルジート(Olziiit)、アダーツァグ(Adaatsag)、ウンドルシル(Onдоршил)、ゴビウグタール(Gov-Ugtaal)の4ソムは、2001-2005年になってもCES系統に接続される見込みがない。県内のソムで、再生可能エネルギー利用の電力供給システムの実証試験を実施するとき、ソム単独で装置の維持費を負担できない場合には、県として補助金を増額したり、資金の積み立てを指導したりするなどの措置をとる用意がある。

このような県知事の意向が反映され、当初MOIDが踏査を計画していたエルデネダライ(Erdenedalay)ソムに変えて、ウルジート・ソムが踏査対象となり、さらにウランバートルへの帰路に近いアダーツァグ・ソムも踏査するよう希望され、これを受け入れることにした。

4-4-2 EUの旧ソ連邦援助機関(TACIS)からの情報

5月21日JICAモンゴル事務所においてTACISと打ち合わせを行った。出席者とTACISの活動に関する情報は、以下のとおりである。

1. 出席者

TACIS	:	K. O'kane (チーム・リーダー、モンゴル駐在)
		S. Nikolakaki (ギリシャ電気技術者)
		G. Behios (")
		他モンゴル人コンサルタント1名
JICA	:	江川次長(司会)
		当方調査団員4名

2. TACISの活動に関する情報

TACISは、モンゴル南部の下記13ソムの中から5ソムを選定して太陽光・風力の設備を設置する調査を進めており、5ソムの中から3ソムを対象に5kWの風力発電の試験設備を設置し、更にその中から1カ所100kWの風力発電設備設置についてF/Sを実施することを考えている。(TACISが選定した13ソムは、今回の予備調査の調査対象ソムとは重複しない)

TACIS が調査対象としている 13 ソムは以下のとおりである。

・ウブルハンガイ (Ovorhangay) 県

Togrog, Guchin-Uls, Bayanleeg, Beruunbeyan-Ulara, Bogd

・バヤンホンゴル (Bayanhongor) 県

Bogd, Bayanlig, Bayangov, Shnejinst, Bayan-Ondor, Bayantsagaan, Baatsagarn, Jinst

4.4.3 モンゴル国内のコンサルタント会社

本予備調査団は、本格調査の実施にあたり一部業務を再委託することを念頭に、モンゴル国内のコンサルタント会社についての調査を行った。現地で得られた情報から、下記の 2 社と接触を試みたが、日程の都合上、面会し取材できたのは、MCS International Co., Ltd. だけであった。Consulting Unit は、調査団の帰国後資料が送付されてきたので、その概要を記す。

1. MCS International Co., Ltd.

MCS International Co., Ltd. は、エネルギー、インフラ、農業、保健、教育等に関するコンサルティング業務の他、コンピューター・ネットワークの構築、印刷、観光、鉱業資源調査、道路建設、医薬品・事務用品の供給を手掛けているグループで、従業員数約 200 名、年間売上高が百万ドル以上 (1997 年実績) の企業である。エネルギー部門には、20 名以上の技術者を抱えており、そのうち電力関係は 9 名いる。彼らは、かつて CES で働いていたことのある技術者であり、ロシアの大学を卒業しているので、英語のほかロシア語も理解できる。また、系統監視制御システム (SCADA) を操作出来る者もいる。この他に、登録している技術者が 11 名おり、必要に応じて集めることが出来る。

エネルギー部門の実績としては、モンゴル国インフラ開発省の他、ADB, EU, DANIDA 等の各種資金で実施したプロジェクトを受注しており、外国コンサルタントと共同で業務を行った経験も豊富である。1996 年 1 月に完成した ADB で行った Power System Master Plan にも、現地コンサルタントとして参加している。

現地に資機材を導入する際の手配・施工に関しては、1973 年から 1975 年にかけてアイマグ・センターにディーゼル発電機を設置したときの工事の担当者がいる他、地元の工事施工会社ともつながりが有り、現地での工事業者の仲介、施工監理を実施できる。

今回の調査において、当方で提示した電力系統未接続ソムにおける質問票 (サンプルとして、今回の予備調査で使用した質問票を提示した) 調査について、必要な M/M およびその単価について質問したところ、3 日後に別添資料のプロポーザルが提出された。この内容および短期間での事務処理能力から判断し、本格調査においては有望な現地スタッフと成り得るであろう。

会社住所・連絡先などは、以下のとおり。

住 所 : Barligachdyn talbai-15, 2nd floor Ulaanbaatar, UB-46, P.O.Box-784

連絡先 : Phone:+976-1-311079,311645 Fax:+976-1-312175

E-mail : mcsinter@magicnet.mn

担当者 : Ms. D. Enkhtsetseg (Director, Administration Department)

Ms. CH. Bayarjargal (Deputy Director, ENERCO(MCSグループ企業))

2. Consulting Unit

Consulting Unit は、先方の社長以下関係者が不在(地方出張中)で、今回の予備調査期間中に面会調査は出来なかったが、調査団の帰国後に送付された資料によると、同社は 1993 年から 1996 年まで有った半民半官組織の Consulting Centre を基に設立された会社で、従業員数は 7 名である。主な業務は、地域振興・組織強化・経済財務分析などであり、モンゴル国内の他 WB、ADB 等外国からの受注実績もあるとのことである。

会社住所・連絡先などは、以下のとおり。

住 所 : "Unen" Printing House, 4th floor Ulaanbaatar; P.O.Box-20-A, Shkhbaatar Square -3, UB-11

電 話 : Phone:+976-1-323976 Fax:+976-1-329607

E-mail : consulting@magicnet.mn

担当者 : Mr. Enkhbat Badrachyn (Director)

第5章 実証試験概要

第5章 実証試験概要

5-1 実証試験の目的

本格調査団は、モンゴル国の地方電力供給に関するM/Pの策定に際し、ソムの気象条件あるいは地域特性に合った風力発電・太陽光発電の最適な規模・形態を選定する必要がある。その際、気象データ、及びその気象条件下での風力発電・太陽光発電の発電データが必要となる。現在、モンゴル国に存在する気象データは、ソムによって一日に8回あるいは3回、簡易な風速計で計測された風況データのみで日照データは存在しない。従って、これらと相関を持った発電データも存在しない。このため、風力発電ユニット・太陽光発電ユニットによる系統非連系（独立型）ハイブリッド型発電装置に気象観測ユニット、データ処理ユニットを加えた実証発電システムを設置して必要なデータを採録する。

本格調査で対象となるソムの風況は、実証設備での風況と実証設備設置ソムが独自に計測した風況との間に換算係数を見だし、当該ソムでの測定値に乗じて求めるのも一つの方法であろう。また、日照データは、山岳地域のソムはタリアト・ソム、南部ゴビ地域のソムはバヤンオンドル・ソムまたはアグーツァグ・ソムでの実証設備の日照データを準用するのも一方策である。なお、APPENDIX 3はモンゴル国の気象データの概略であるのでこれを参考にすることも一方法であろう。

これらを含め、本実証試験は、設備の運用を通じ、また試験結果から下記事項を推進する事が期待されている。

- ・ システムの維持管理に係る組織の設立
- ・ 運営組織への経営ノウハウの移転とメンテナンス要員への技術指導
- ・ 日照量、風況データの取りまとめ
- ・ 実証試験結果のレビューによるM/Pの修正と最適化

5-2 実証試験対象ソムの選定

予備調査団は、予算規模から最大3ソムに実証試験設備を設置する事を腹づもりに、モンゴル国と協議のうえ、山岳地域および平原地域を含み、かつ、限られた予備調査期間内に現地踏査が可能で、風況・日照が再生可能エネルギー利用に適する地域として8ソムを選定し、これらの現地踏査を行った。

踏査結果を踏まえ、この8ソムの中から、日本政府によるディーゼル発電機無償援助の対象としてJICAによる調査が実施されているソム（ツガンボ、7ダツァグ）は、先ず除外した。すなわち、実証試験設備が試験中は勿論、試験終了後も当該ソムに引き続き残置されてソムの電力供給に寄与することを考慮すれば、実証試験設備は現に電力不足に困窮しているソムに優先して設置されるのが望ましいとの観点から他を優先させた。

残る6ソムの内、チョロート・ソムは、当初モンゴル側から再生可能エネルギーが豊富なソムとして推奨されたが、現地踏査の際、村長から「当ソムは年間平均風速が2.5m/sと低く、かつ、不日照の日が多い」とのコメントが有った事から、風力発電・太陽光発電に適さないと判断し、対象から除外した。また、サント・ソムは、2000年までに既存電力系統に連系される計画であることが判明し、同じく対象から除外した。

残る4ソムの中から、「①地域・気象の違いが発電特性・設備へ与える影響をチェックする意味で山岳地域および南部ゴビ地域から必ず選定する ②県からソムへ設備維持費の一部補助が必要になる事を想定して、県の負担が重くなる事を避けるため一つの県から二つのソムは選定しない ③同一条件下では実証期間中の利便性を考慮してウランバートルに近いソムとする」との観点から、山岳地域からタリアト・ソム、南部ゴビ地域のウブスハンガイ県からバヤンオンドル・ソムおよびドンドゴビ県からウランバートルにより近いアダーツァグ・ソムの計3ソムを実証試験装置の設置に適するソムとして選定した。表5-1は実証試験装置設置の候補ソムの特徴を一覧表にしたものである。

5-3 実証試験装置の概要

5-3-1 設計の基本

- ・ 風力発電ユニット・太陽光発電ユニットによる系統非連系（独立型）ハイブリッド型発電装置に気象観測ユニット、データ処理ユニットを加えたシステムである。
- ・ モンゴルの草原は砂塵が強風に舞うため防砂塵対策に配慮し、バッテリー、データ処理ユニットなどはキュービクルに収納する設計とした。
- ・ バッテリーは、運転仕様が-15℃～45℃に指定して有るものの、低温では容量低下を来し、高温では寿命低下を来す。キュービクルは、モンゴルの-40℃～40℃という厳しい気象条件を考慮して、内面に断熱材を貼るとともに温度上昇による自動起動のファンを設置する設計とした。また、風力発電ユニットのダミーロードはキュービクル内外に設置して、内部のダミーロードは冬期のキュービクル内の保温に利用し、夏期は外部のダミーロードに切り替えてキュービクル内の温度上昇を抑制する。
- ・ データ処理ユニットに収集されたデータはフロッピーディスクに取り出し、パソコンで処理できる設計とした。
- ・ 太陽光発電ユニット・風力発電ユニット・キュービクルの基礎は、相当な重量になり日本国内で製作してモンゴルに輸送するのは得策でないと判断される。よって、現場打ち（含む接地工事）とした。基礎図面は納入者により本体に添付される。（基礎に固定するためのアンカーボルトは、本体に付属して納入される）
- ・ システムの現地組立は、別途役務提供される専門家と本格調査団が協調して行われる。なお、全体の管理は本格調査団が分掌する。

5-3-2 システムの構成

本システムは次のユニットからなるハイブリッドとして-40℃から+40℃の過酷な気象条件の中で支障なく使用出来るように構成される。(図 5-1 参照)

1. 太陽光発電ユニット

シリコン（結晶系）セルを構成要素とした3kW級アレイおよびこれの保護装置と架台からなる。組立は電動工具使用が困難な地域で行われるので、架台の組立が容易に行い得るように、事前に工場加工されていることが望ましい。

2. 風力発電ユニット

1台で3kW級の出力が得られる風力発電装置を地上高10mのタワー頂部に取り付ける。発電機部は、構造の簡素化による簡易な保守をねらいとして増速機はつけない設計とする。また、防塵・防湿のためアリングは完全密閉構造とする。タワーは運搬を考慮して6m以内に分割し現地組立容易な構造として納入される。

3. 直流・交流変換ユニット

風力および太陽光発電ユニットで発生した直流電圧を単相交流220Vに変換する装置（インバータ）、バッテリーのチャージ・コントロール機能、発電出力・交流出力などの計測監視機能を持つ制御盤および風力発電電力が負荷を上回った場合の制動装置（ダミー負荷 DL1・DL2）からなる。負荷側の引き出し口は3回線とし各回線に過電流遮断装置(MCCB)を設ける。

4. 屋外キュービクル・ユニット

制御盤・バッテリー・データ処理盤を一体収納し、屋外寒気・雨露・塵埃から保護するため、内部全面に断熱材を施した開閉可能にして点検容易なキュービクル・タイプの屋外箱とする。なお、この屋外キュービクル・ユニット盤には内部温度を制御できる冷却ファンを装備する。冬季の保温用として、3項のダミー負荷(DL1)をキュービクル内に設置する。これは、夏期にはキュービクル外のダミー負荷(DL2)に切り替えて、キュービクル内の温度上昇を抑制する。キュービクルへの引き入れ、引き出し配線は底部基礎内に空間を設けてここを通過する構造とする。

5. データ処理ユニット

発電出力・気象観測データ・屋外キュービクル・ユニット内の温度などを記録し、これらのデータを一般的なOS上で動作するパソコンにより解析可能な形式で取り出しうる機能を持つものとする。

6. バッテリー・ユニット

太陽光・風力発電ユニットと接続され、発電されたエネルギーを貯蔵し需要に応じて放出する機能を有し、バッテリー・ラックに並べ屋外キュービクル・ユニット内に収納する。バッテリーは、MSE型と同等以上の寿命の期待出来るものを使用し、長期間の安定電源確保を図る。

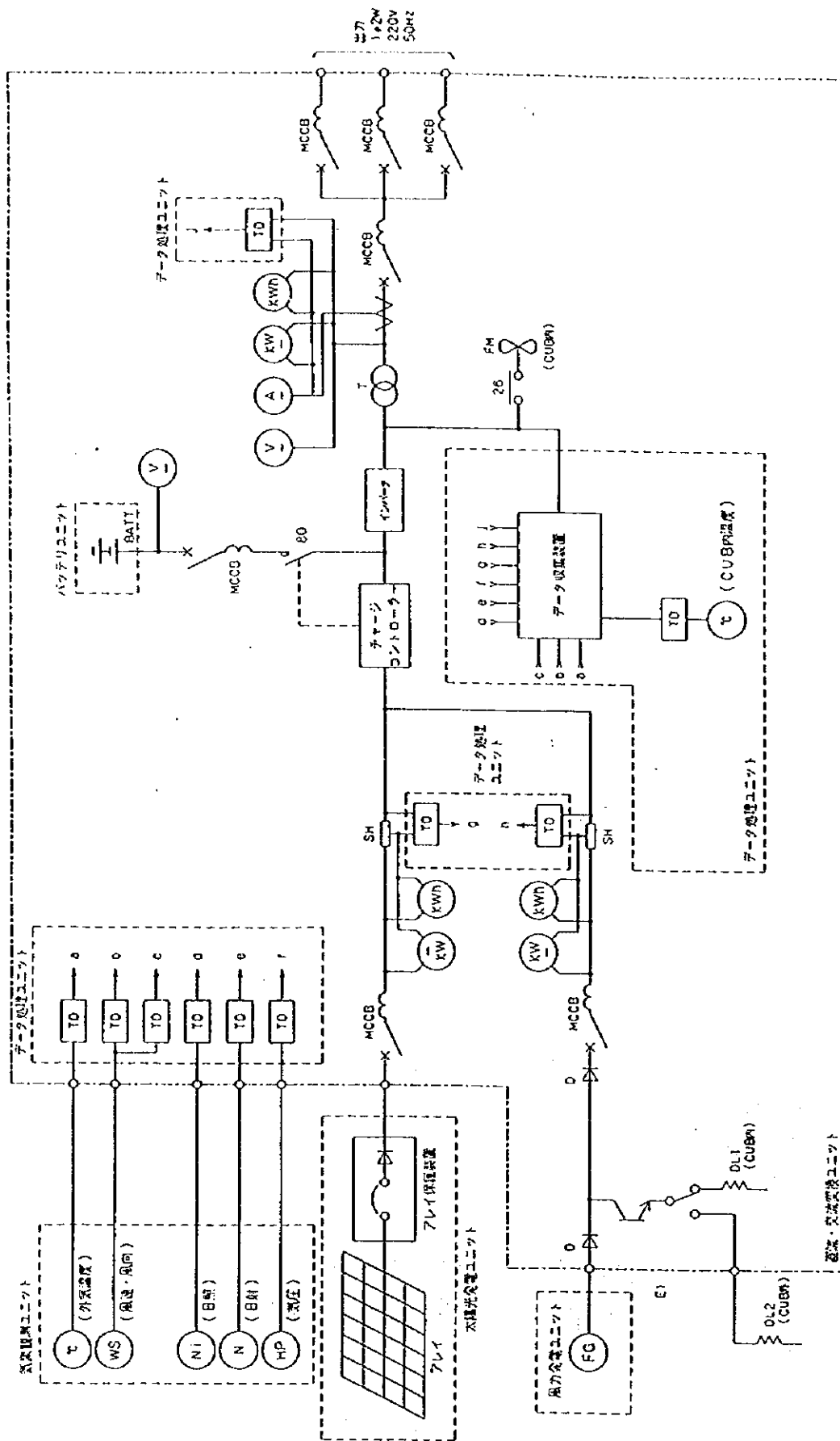


図 5-1 概略系統図

7. 気象観測ユニット

風向・風速・日射・日照・気圧・気温（屋外およびキュービクル内）を測定しデータ収集処理装置に入力する装置である。風向・風速センサーは風力発電ユニットのタワーに、日射・日照・気圧・屋外気温センサーは太陽光発電ユニットの架台に設置される。

8. 標識盤

本システムが日本政府とモンゴル政府の協力協定に基づき JICA により設置されたことを明示する標識盤を取りつける。

5-3-3 使用負荷および環境

1. 使用負荷

実証試験装置を設置したソム・センター内にある学校、病院、通信施設の負荷の内、照明、学習用コンピュータ・TV・ラジオなど電気機器類の電源、冷蔵庫、ワクチンなどの保冷库、電話交換機、TV・ラジオ中継装置、有線放送装置等の電源など比較的安定して使用される負荷に供給する。この電力は熱源やポンプ用モータなど突入電流の多い機器の電源には使用しない。

2. 最大負荷

実証試験装置から供給できる最大負荷は4kW程度に押さえることを目標にそれぞれの施設毎に電流制限器(MCCB)を設けて、バッテリーの過放電を予防する。

3. 計量

各施設毎に実証試験装置から供給される電力量が計量できるように、電力量計を設置する。

5-3-4 運用上の留意事項

1. バッテリー

負荷を供給しながらバッテリーを充電するには、かなり長時間を要するので過放電に留意する必要がある。各発電ユニット共に出力が5-3-5項に示す定格の最小値を適用した場合の計算例を以下に示す。

- ・ 本システムの年間の期待発電電力量： $(2.5 + 3) \times 24 \times 365 \times 0.2 = 9,636$ kWh/年（風力、太陽光を合わせた総合利用率：20%とした）従って、年間の消費電力量はこの値以下の必要がある。これ以上だと、バッテリーは充電されず劣化する。
- ・ 本システムの1日の期待発電電力量： $(2.5 + 3) \times 24 \times 0.2 = 26.4$ kWh/日（風力、太陽光を合わせた総合利用率：20%とした）
- ・ 本システムのバッテリーのみによる期待供給電力量： 48 (V) \times $2,000$ (A) \times $0.5 = 48$ kWh/(2日)（2日間連続して無風かつ不日照、放電深度50%とした場合に2日間供給可能な電力量）

- ・ 放電深度 50%まで放電した場合、単純に計算しても $(48) / (26.4 - 48/2) = 20$ つまり、充電完了まで最低でも 20 日間必要であり十分な充電が期待できない。従って、そのような場合は電気の使用を抑制若しくは停止する必要がある。
- ・ バッテリーの電圧監視は日常の管理項目として不可欠であろう。

2. 供給可能最大電力

本システムの供給可能最大電力は、配電線個々が 2.2 kVA、配電線合計が 3.3 kVA である。従って、負荷設備の設置はこの事を考慮する必要がある。（バッテリー寿命を考慮して MCCB の遮断電流は、出力一括用が 15 A (3.3 kVA)、個別配電用が 10 A (2.2 kVA) に設計）

3. 余剰発電力

本システムで、発電能力が「負荷の大きさ+バッテリーへの充電電力」を上回った場合の余剰発電力は、風力発電ユニットでは、ダミーロードで消費される。

5-3-5 本体仕様

発注仕様書に記載した本体仕様は次のとおりであるが、出力、最適動作電圧、変換効率などの保証事項は納入者により決定される。

1. 太陽光発電ユニット

(1) 太陽電池アレイ

名 称	定 格 等
最大出力 Pmax	3kW+0~10%
モジュール変換効率	13%以上
モジュール	結晶系シリコン・セル

(2) 架台

名 称	定 格 等
耐風速	60m/s 以上
傾斜角	45~48 度
最低地上高	50cm
気象センサ	取付可能

2. 風力発電ユニット

(1) 風力発電機

名称	定格等
定格出力	3kW±0.5kW
起動風速	2.5 m/s
発電開始風速	4.0 m/s
定格出力風速	14±1 m/s
過回転制御風速	17 m/s 以下
発電方式	永久磁石方式
出力電圧	DC 48V
増速機	無し
耐風速	60 m/s 以上
ロータ直径	4m 以下
ベアリング	完全密閉構造

(2) タワー

名称	定格等
地上高	10m
耐風速	60 m/s 以上

3. 直流・交流変換ユニット

(1) インバータ

名称	定格等
出力(連続)	5kVA 以上
出力電圧	単相交流 210、220、230V
出力電圧精度	±2%
最大効率	80% 以上
出力周波数	50Hz ±0.1%
公称入力電圧	DC 48V
交流出力波形	正弦波
交流出力電圧歪み率	5% 以下
系統連系の有無	系統非連系(独立型)

(2)制御盤

名称	定格等
チャージ・コントロール機能	バッテリー自動充電機能
	バッテリー過充電防止機能
	バッテリー過放電防止機能
計測監視項目	バッテリー電圧
	交流出力電圧・電流
	交流出力電力・電力量
	風力発電ユニット出力電力・電力量
出力分岐	3回路
MCCB 遮断電流	各出力分岐用：10A、一括用：15A

4. 屋外キュービクル・ユニット

名称	定格等
構造	開閉可能な4箱構成のキュービクル
	雨水が浸入しない構造
	吸気口、排気口取付
	内部に容易に砂塵が浸入しない構造
	点検が容易な構造
	内部全面に断熱材を施す。
材質	耐腐食性
室内温度制御	冷却：熱自動起動ファン（100W以下）による空冷
	ファンの起動整定範囲：30～40℃
	ファンの停止整定範囲：25～35℃

5. データ処理ユニット

(1)データ収集処理装置

名称	定格等
記録	毎正時に風力発電・太陽光発電・出力の電力（kW）を記録
	毎正時に風速・風向・日照・日射・気圧・外気温・キュービクル内温度を記録
	計測期間は2年間
解析	汎用性の高いOS上で動作するパソコンで解析可能なデータ形式によりFDへ出力可能
	月単位で解析可能
入力電圧	DC 0～5V

(2) データ処理盤

名称	定格等
構造	砂塵が容易に侵入しない構造
	データ収集処理装置を収納

6. バッテリー・ユニット

名称	定格等
容量	96,000Wh
ユニット電圧	48V
期待寿命	MSE型と同等以上
自己放電率	0.1(%/日)以下
使用可能温度範囲	-15℃以下～45℃以上
補水	不要
比重計測	不要
均等充電	不要
構造等	防爆構造
	横倒で液漏れしない
	バッテリー・ラックに収納

7. 気象観測ユニット

(1) 風速・風向センサ

名称	定格等
測定範囲	16方位、2～60m/s
出力電圧	DC 0～5V

(2) 日射センサ

名称	定格等
測定範囲	0～1.4kW/m ²
感度	7mV/kW/m ²
波長範囲	約350nm～2,500nm
データ	データ収集処理装置と結合可能

(3)日照センサ

名 称	定 格 等
接点限界	0.12kW/m ²
変換器	出力：DC 0～12mV
データ	データ収集処理装置と結合可能

(4)気圧センサ(屋外型)

名 称	定 格 等
測定範囲	600～1,100 hPa
出力電圧	DC 0～5V
データ	データ収集処理装置と結合可能

(5)気温センサ

名 称	定 格 等
測定範囲	-40℃～50℃
出力電圧	DC 0～5V
データ	データ収集処理装置と結合可能

表5-1 実証試験装置設置候補ソム一覽

ソム名	手ヨロート	タリアト	サント	バヤンオンダル	ウルジント	アダーツアグ
原	アルハンガイ	アルハンガイ	ウブルハンガイ	ウブルハンガイ	ドンドゴビ	ドンドゴビ
ソムの人口	3,933	5,985	4,286	4,915	2,979	3,100
UBからのアクセス	距離 所用時間	625km 車16時間	380km 車8時間	車10時間	車10時間	210km 車4時間
CESからの距離	87km	55km	68km	54km	100km	70km
観測体制	4交替で3時間毎 (国の測候所)	役場担当者1名 1日3回計測	晴天日数300日/年 平均風速9m/s	平均風速6m/s	平均風速12m/s	平均風速13.5m/s
気象条件	霧りから 平均風速2.5m/s 30~40cm	専任組織有り	有り	無し	無し	無し
電力供給体制	無し 4人	1人	1人	4人	2人	2人
既存負荷設備量 (単純合計) ()内は、質問票の 回答値	発電所運転員 // 経験年数 専務職員 // 経験年数 学校 (学生数) 病院 通信所 民家	8年 2人 7年 約38kW 約1.6kW 約30kW 約0.5kW 約1.4kW(内コンロ1.2)	6人 3~5年 120kWh/月 約4kW 約10kW (7kW)	1人 5年 約8kW 約4kW 約10kW (7kW)	1人 1年 約5kW 約1kW 約3.2kW(内コンロ2.4)	2人 11年 約10kW 約3kW (4kW) 約0.5kW
電力使用料金 (年間)	Tug.2,021,760 Tug.622,080 Tug.311,040 Tug.2,500~3,700	Tug.1,760,000 Tug.408,000	Tug.4,500,000 Tug.2,200,000 Tug.144,000 Tug.48,000	Tug.360,000 Tug.840,000 Tug.60,000	Tug.385,000 Tug.420,000 Tug.60,000 Tug.60,000	Tug.120,000 Tug.180,000 Tug.60,000 Tug.42,000
電力供給による 裨益者	学生513人 34室(学生75名) (昨年は閉鎖) ベッド数15	学生546人 コンピューター室 25室(学生60人) ベッド数28	学生650人 コンピューター-TV有 16室(学生120人) ベッド数15	学生512人 30室(学生180人) ベッド数12	学生456人 TV有 30室(学生150名) ベッド数12	学生683人 TV有 28室(学生100名) (数年間不使用) ベッド数11
現在の電力供給状況	病院 通信所 夏期 冬季	ソム内+近隣2ソム 発電停止 8:00~9:00 18:00~23:00(平日) 16:00~23:00(土日)	ソム内+近隣2ソム 18:00~23:00 18:00~23:00	(7イグ直通回線無) 発電停止 18:00~23:00 終日	発電停止 18:00~23:00	発電停止 18:00~23:00
既存発電所状況	60kW x 1(83年型) 燃料(Tug./l)	264	60kW+60kW 254	60kW+60kW 246	100kW 251	100kW 246
個別発電設備	学校 病院 通信所 民家	HONDA 1.2kVA HONDA 3kW 210W PV有	HONDA 3kW 15kW	YAMAHA 1.5kW	PV(100W?)	

第6章 本格調査の概要

第6章 本格調査の概要

6-1 本格調査の構成及び留意事項

6-1-1 全体構成

(1) 調査の目的

2000年までに送電線延長が望めない全国のソム・センターにおいて、太陽光、風力、ディーゼル、送電線延長等を電力供給方法の主要な選択肢として、2001年～2015年の長期電力供給マスタープランを策定することを目的とする。

併せて、3ヶ所のソム・センターで再生可能エネルギー利用電力供給システムの有効性について実証試験を行い、その結果をマスタープランへ反映するとともに、電気料金制度等の提言を含めて、発電施設の維持管理・運営に関しての技術移転を行う。

(2) 調査対象地域

マスタープランフェイズでは、2000年までに送電線延長の見込めない全国のソム・センターを対象とし、公共施設の需要の他に民生需要も供給計画対象とする。

実証試験調査は、3ヶ所のソム・センターで行い、既存の配電網とは別系統で、病院・学校・通信施設・その他公共的施設に供給する。

(3) 調査の概要

調査は、マスタープラン（M/P）フェイズ及び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。

1) M/Pフェイズ

対象地域：M/Mの別添リストにある全国約170ヶ所のソム・センター。

公共及び民生需要を電力供給対象とする。

調査対象供給電源：太陽光、風力、ディーゼル及び送電線延長、それらのハイブリッドを考慮する。

小水力については、英語で書かれた完成度の高いF/Sレポートが存在する場合は、その調査結果をレビューした上で、マスタープランに反映させる。

調査段階：

I 準備段階

- ・基礎的データの収集（日照量、風況、水文・気象等のデータを文献により収集）
- ・対象ソム・センターのインベントリ調査（文献及び質問票による社会・経済調査、電力需要調査。また、可能な限り各ソム・センターの現地踏査を実施するが、県庁所在地において、ソム・センターの代表者を集めたセミナーを開催し情報収集を図る）
- ・サンプル調査（村落を電源の種類、需要規模等によりパターン化し、踏査対象地域を絞り、電力供給システム概略設計のための詳細調査を行う）
- ・電力需要想定

II M/P策定段階

- ・電源選定（最適電源、最適規模、発電コスト算出、必要に応じて現地詳細踏査実施）
- ・供給計画の立案（各種発電システムの概念設計、事業規模の積算、実施計画）
- ・電気料金分析（電気料金及び電気料金制度）
- ・人材育成計画立案（発電機器運転・メンテナンス・組織運営等）
- ・経済財務分析（ケーススタディー）
- ・運営方法の提言（組織制度、資金調達、料金徴収、技術訓練方法等）

2) 実証試験フェイズ

対象地域：3ヶ所（アルハンガイ県タリャト、ウブスハンガイ県バヤンオンドル、ドンドゴビ県アダーツァグ）図6-1実証試験対象ソム位置地図を参照。

実証試験電源：220V 50Hzの電力を供給する太陽光（PV）3kW級及び風力3kW級のハイブリッドシステム。詳細については図5-1概略系統図を参照。

調査事項：

I 準備段階

- ・経済財務分析及び適正な電気料金の設定
- ・電気料金制度、徴収方法の設定
- ・管理組織の設立
- ・機材の据え付け

II 実証試験段階

- ・実証試験実施（運転員指導、データモニタリング）
- ・発電システムの維持管理に関する技術移転
- ・管理組織の運営方法ノウハウの移転
- ・人材育成実施（発電機器運転・メンテナンス・組織運営等）

III M/Pへのフィードバック段階

- ・電力供給システムの改良及び最適システムのF/Sレベル調査
- ・最適システムの経済財務分析
- ・電気料金制度、徴収方法の見直し
- ・維持管理体制への提言

6-1-2 インベントリー調査

(1) 質問票の作成

予備的踏査において試験的にインベントリー調査を行って、その成果を分析して質問票を作成するのが望ましい。

また、各種社会調査の手法を取り入れてデータの信頼性を高める工夫が是非とも必要である。とくに、住民の所得については、遊牧民の生活形態及び価値観を考慮してフロー及びストックの観点から考察すべきで、単にマネータームのフローだけで評価するような事態に陥っては、調査全体の失敗を招くであろう。

また、電源選定について住民の希望が取り入れられるよう工夫することも重要であろう。

(2) アイマグセンターでの説明会の開催

ソム・センターの代表者を各アイマグセンター（県庁所在地）へ集め、質問票を配布するとともに、調査団自ら調査目的及び記入方法の説明を行う。また、質問票を事前に配布しておくことも可能であり効果的かもしれない。

(3) 質問票の記入

セミナーの開催時に各ソム・センターの代表者に記入させる。あるいは、その場で記入できない部分があれば持ち帰らせ記入させる。

(4) 質問票の回収及び確認調査

予備調査の結果から判断すると、質問票を予定どおりに回収することをモンゴル側関係機関に期待することはかなり危ういことである。そのため、ローカルコンサルタントを活用し、質問票をもれなく回収させ、同時に回答のクロスチェックを全ての対象ソム・センターにおいて行わせる必要があると思われる。

クロスチェックの際には、単にチェック項目を埋めるだけでなく、専門家ならではの観点から新たな現地調査項目を課す工夫が望まれる。

本件にかかる委託費用については、1000万円程度で可能との情報を得ている。

(5) インベントリーの作成

インベントリーの確認調査の結果を取りまとめ、データベースソフトを活用して扱いやすいインベントリーを作成する。

6-1-3 サンプル調査

(1) ソム・センターの分類

インベントリー調査の結果を分析し、ソム・センターの分類を行い、サンプル調査対象のソム・センターを選定する。

分類のパラメーターについては自然条件、社会条件、送電線計画、電力立地条件等を加味する。

(2) サンプル調査（詳細踏査）

サンプルとして選ばれたソム・センターにおいて、電力調査及び社会調査を行うため現地詳細踏査を行う。主な調査項目は以下のとおり。

- ア. 社会調査（人口動態、経済活動、社会組織・制度・慣習、電力供給の現状等）
- イ. 電力需要調査（熱供給システム及びその電力需要に関する概略検討を含む）
- ウ. 電源選定調査（地理的条件の他、住民の希望も考慮する）
- エ. 既設電力設備の調査（発電機、配電設備、維持管理体制等）
- オ. 県庁の支援体制の確認調査

(3) 分析及び供給計画の策定

サンプルとして選ばれたソム・センターにおいて、経済的かつ技術的観点から電力システムの検討を行い、代替案のコスト比較を行う。

6-1-4 マスタープラン

(1) マスタープランの作成

サンプル調査の結果を基に、全国規模のマスタープランを策定する。

策定に当たっては、将来の送電線延長による最終的な電力供給体制及び送電線の設置を待つ間の暫定的な電力供給体制を視野に入れて、2001年から2015年までの最も経済的な電力供給計画を策定する。

また、遊牧民家庭に対するマーケットベースの電源装置の普及にも考慮すべきである。

経済財務分析分野等を含む主な調査項目は以下のとおり。

- ア. 各種気象データのクロスチェック（既存データと実測データとの比較）
- イ. 実証試験装置の出力結果の総括及び改良点の考察
- ウ. メンテナンス要員等の人材育成方法
- エ. 需要想定とデマンドサイドマネージメントの検討
- オ. 独立型電源による供給計画策定
- カ. 送電線延長計画策定
- キ. 維持管理制度の検討
- ク. 電気料金分析及び電気料金制度の検討
- ケ. 事業化計画のケーススタディー
- コ. 経済的内部収益率（EIRR）の算出
- サ. 財務的内部収益率（FIRR）の算出
- シ. 感度分析

ス、B/C及びB-Cの算出

なお、費用対効果の検討に際しては、電力供給の現状に鑑み社会調査の分析結果を基に、あらゆる角度からプロジェクト便益の算出・評価を試みること。

6-1-5 パイロットインストレーション (実証試験)

(1) 据付け及び配電工事機材の現地調達

据付け工事及び配電工事に必要な現地調達機材を調達し、各ソム・センターへ輸送する。

輸送については、工事業者に委託するのが効率的であろう。

照明器具及び視聴覚機材等を含めて各ソム160万円以内で調達する方針である。

(2) 据付け及び配電工事の再委託

工事一式を現地の業者に委託する。各ソム200万円程度の工事費で十分に可能であろうとの情報を得ている。

(3) 実証試験装置の据え付け工事及び配電工事の施工監理

3ヶ所のソム・センターにおける工事を速やかに開始させ施工管理を行うことに、本格調査団は責任を持つことになる。

また、機材の据付け及び操作指導のために別途に役務提供団員をメーカーなどから派遣することになるであろう。

施工管理の一部をローカルコンサルタントに委託することも可能であろう。

(4) 実証試験の開始と技術指導

実証試験装置の据え付け及び配電の工事終了後、速やかに実証試験を開始する。

主な調査項目は以下のとおり。

- ア. 運営組織への経営ノウハウの移転 (少なくとも10年間は維持管理できる体制を作る)
- イ. メンテナンス要員への技術指導
- ウ. モンゴル側関係者への省エネルギー思想の啓蒙活動
- エ. ディマンドサイドマネージメントの試験的適用

(5) 実証試験及び日照量・風況観測

モニタリング及びデータ収集については、ローカルコンサルタントに再委託する。

3ヶ所のソム・センター (実証試験地) において、それぞれの実証試験装置に組み込まれている観測装置を用いて1年間の連続観測を行う。

ローカルコンサルタントの委託費用は施工監理作業及びモニタリングの一括委託で、月々100万円以内で実施可能であろうとの情報を得ている。

6.2 その他の留意事項

(1) ソム・センターにおける熱供給問題

従来、ソム・センターにおいては旧ソ連邦が設計・施工した集中熱供給システムにより熱水が各主要施設に供給され暖房及び給湯に利用されてきた。このシステムは、ソム・センターの中心にある石炭炊きボイラーステーションにおいて熱湯を湧かし、別棟のディーゼル発電所からの電力で複数の熱水循環ポンプを駆動し、断熱材を施され地中に埋設された鉄管を介して各施設に熱水を供給・循環するものである。

現状ではほとんどのソム・センターのシステムは、老朽化と電力供給の滞りを原因として機能不全に陥り、主要部品の盗難もあって文字どおり廃墟と化している。したがって、このようなボイラーステーションの現状に鑑み今回の開発調査では、電力供給対象としてこの集中熱供給システムを除外して調査スキームを作っている。これは、このシステムの電力需要がソム・センター内では比較的大きな割合を占める(2割～5割)こともあり、電力供給システムの設計に多大な影響を与えるためでもあった。

しかしながら、遠隔地でかつ厳冬期をもつソム・センターでのエネルギー供給を考えると、電力供給と熱供給を切り離して考えるべきではないとも言える。例えば、理想的なエネルギー供給方法として、ローカルエネルギーである石炭を利用したコジェネレーションシステムや太陽熱利用なども視野に入れるべきであるが、調査範囲が膨大なものになるので本調査ではとくにS/Wには記述していない。

そこで、集中熱供給システムが機能しなくなっからのソム・センターの人々の対応の仕方(伝統的なベチカの再導入、戸別のセントラルヒーティングシステムの導入など)を調査して、現実的な暖房方法の検討とそれにかかる電力需要の見積もりを行うことは、本調査での落としてはならない重要な調査事項であると思われる。この点については、本格調査団の良識と見識に期待したい。

(2) アイマグセンターの活用

1) 各ソムで測定している気象情報は、当該県アイマグセンターに送られる。本格調査段階ではデータ提供に協力するとの意向は表明されたものの、予備調査では時間も足りず、また担当者が休暇中、記録はアイマグセンターに送ってしまい現地にはコピーもないなどの理由から、データを得ることは出来なかった。予備調査で、各ソムで得た平均風速データは常識的に見て大きすぎると思われるので、留意されたい。

また、インフラ開発省ではデータコピーに金がかかるとの理由ですぐに対応してはくれなかった。

2) ドンドゴビ県から得た情報では、ソムの各種統計データが当該県のアイマグセンターに集積されているので、必要なデータは、あらかじめリストアップして、アイマグセンターに提供依頼しておくことが効果的であろう。

(3) 調査行程の作成

1) 予備調査でヘリコプターを利用したが、気象条件により飛行不能が重なり、予定が大幅に狂ってしまった。その間のロス、精神的疲労ともに大きいので、時間はかかっても、陸路利用を推奨する。

2) 草原走行中に、車両トラブル(パンク、燃料フィルターの詰まり、ラジエータの水漏れなど)を経験した。その都度運転手が修理して走行を続けたが、草原でのトラブル時緊急連絡手段がないことを考慮し、遠距離走行時は、万一に備え、ゆとりを持った車両台数を確保しておくことが必要であろう。

3) 7～8月は道路にぬかるみが出来、通行困難になるソムがある。冬季の積雪なども含め個別状況確認して調査行程に反映することが望ましい。

4) ソムには宿舎設備がないところが多いと思われる、宿泊地の選定には現地情報の確認が必要。

(4) 電力需要の把握

殆どの需要家には電気メータ・ブレーカがついていない。このことに起因するのか電力使用量だけでなく、最大使用電力にも関心が低い。電力需要は、設備器具の使われ方や、系統から受電しているソムの実体（ここでも基本料金制度はなく、従量料金のみで、需要高は把握していない）などから推定せざるを得ない。需要想定に当たって工夫が必要であろう。また、電灯は白熱球が一般的に使われ、消費電力の大きいコンロがおかれているので、ダイヤモンドサイドマネージメントを考慮した想定が望まれる。

(5) 送電系統拡張計画の確認

2000年までの拡張計画（インフラ開発省による構想段階のもの）にリストアップされているソムは調査対象から外してある。調査期間中に、この計画が確定するもの、または拡張計画が変更されるものなどが生ずると思われる。場当たり的な変更にならないように調査対象の確認の際留意する必要がある。

(6) 現地用質問書はモンゴル語で（回答例をつけて）

現地では英語は殆ど通じない。ローマ字も読めないと思った方が無難であろう。ロシア文字によるモンゴル語が必須である。回答例をつけた質問書が効果的であろう。（数表の一部分の欄だけ数値を入れた例をしめしたところ、その欄のみ数値が記入され、他の欄は空白のまま回答された例もあったので要注意）。通訳の同行が必要である。

(7) 携行品

通常の調査の際の携行品加え次のようなものが必要となる。

1) 電気・水道がない：懐中電灯、マッチ、ウエットテッシュ、トイレットペーパー（地方ホテルは、入浴・シャワー設備がないか、あっても湯水がなく使えない事が多い。トイレも屋外、水洗ではない）

2) 草原で昼食をとる必要が出てくる：携帯用炊事用具（ガスボンベ付きコンロなど）、水、非常食（ウランバートルのマーケットで購入可能）

3) 地元の料理は肉・乳製品に偏る：ビタミンCなどの栄養剤

4) 初夏でも寒い：防寒具。冬は勿論、暖房が止まる5月はかなり寒い（予備調査時は防寒具を着て寝た）。10月中旬から4月中旬までは河川さえ凍る地域もある。日中でも摂氏マイナス20度を想定した服装が必要。5～6月も風が冷たく防寒具が欠かせない。9～10月も同様である。

