

第7章

対象ソム・センターの 電力供給事業の現状と問題点

第7章 対象ソム・センターの電力供給事業の現状と問題点

7.1 電力供給事業の変遷

7.1.1 電気供給組織

モンゴルのソムにおける電気の供給はエネルギー管理庁のグリッド、アイマグのグリッドに接続していないソムではソムに於いて独立の電源（小型ディーゼル発電機）を持って運営している。ソムでの電気事業は一般にソムの所有となっている。法律上はソムのディーゼル発電機はロシアの援助にせよ日本の援助にせよ中央政府の所有物（国有財産）ということになっている。財産自体は国有財産であるが、運営は全面的にソムに任せている。

7.1.2 電気事業の必要性

元来遊牧生活を中心としていた遊牧民に社会主義時代に電気、暖房、教育、医療、銀行といった最低限の文化的公共サービスを提供する目的で整備されたのがソム・センターである。しかし、近年の経済、財政の悪化等の要因により、ソム・センターの公共サービスは質・量ともに悪化の一途を辿っている。なかでも劣化の著しいのがソムの電気事業である。電気によって遊牧民は夜の明かりを得、農作物の加工、手工芸品の製作などによって副収入を生み出す機会を得るようになる。また、子供が夜に勉学するための灯り、あるいは住民がラジオ、TV 等から貴重な情報を得るためにも電気が不可欠なのはいうまでもない。しかし、過去1年以上にわたって全く電気の供給が行われていないソムが10近くも存在する。

ソムにおいて冬季に生活用水、家畜の飲料水を確保することは重労働である。凍結した川の氷を砕き、バケツ等で水を確保するのは多くの場合、子供たちの仕事である。電気駆動のポンプが稼動すれば、子供が教育を受ける条件がよくなることは疑いがない。また気温が氷点下30℃以下に下がる気候では暖房は生存のために不可欠であるが、多くの地域暖房は機能していない。手押しポンプで温水を室内の暖房配管に循環させるシステムを使うか、直接燃料を燃やす方法に切り替えているソムも多い。恒常的な電気供給があれば近代的な方法で暖房供給することも可能になる。

基本的な医療サービスが提供できるクリニックがほとんど全てのソム・センターに設置されているが、昼間電気が使えないために基本的な医療機器も動かさない状態が続いている。夜間の急病患者となると蠟燭の明かりで手術を施さなければならない。

かつてソム・センターでは製粉、木材加工、家具製造、羊毛加工などの産業も育ち始めていたが、現在は休眠状態となっている工場がおおく見られる。安定した電気供給は産業育成の必要条件であるが、夜間のみの電気供給しかできない現状では、地方の産業が育つ前提条件さえも欠落している。

電気の供給だけでこれらの問題が解決する訳ではないが、多くの場合に安定した電気供給を確保することが一定水準の公共サービスを提供し、ソムが経済的に発展していく上での必要条件である。

7.2 運営・維持管理の現状と問題点

対象ソム・センターにおける電力設備の運営・維持管理上の主な問題点をまとめると、表 I. 7. 2-1 のようになる。

表 I. 7. 2-1 ソム・センターにおける電力設備の運営・維持管理上の主な問題点

(1) 維持管理を行う体制の問題

- 運転員に維持管理がまかされていることが多い
- 運転員の個人の資質に依存：清掃さえできていない発電所が多い
- 運転員に対する管理体制が不在
- 事故・故障が起きてから対応を考えているのが現状
- 日常の点検等の予防的維持管理が不十分

(2) 維持管理にあたる人材の問題

- 運転員：トラクターの運転手出身が多い。
- ソムが発電所の運転期間（冬のみ）雇用。
- エンジン・機械の扱いには慣れていても、一般に電気には詳しくない。

(3) 維持管理用の資金の問題

- 発電所会計は火の車で、燃料費と人件費を払うにも事欠き、維持管理のための予算は特に計上されていない（減価償却費を計上するという習慣がない）。

ソム・センターにおける既存のディーゼル発電所は、一般に1名の発電所所長（ソム役場の人が兼任していることが多い）、1名? 3名程度の運転員（元トラクターの運転手が多く、ソムによって発電所の運転期間中のみ雇われている）、1名の料金徴収人（ソム役場の人が兼任していることが多い）によって運営されている。発電所の維持管理状況は、運転員個人の資質に大きく依存しており、廃墟のような建物の中にディーゼル発電機がほこりまみれのまま掃除もされずに置かれていて、部品は床に乱雑に散らばっているという、掃除さえほとんどされたことのない発電所もあった。またソム・センターの通信所には太陽光パネルが設置されているところが多かったが、通信所の職員はバッテリー管理等についてまったくタッチしておらず、壊れてからアイマグ・センターの技術者に連絡して来てもらえばよいという態度であった。

今後の維持管理においては、機械が壊れてから修理を考えるというよりは、機械が壊れないように日常の定期的な点検や日頃からの整理・整頓・清掃（3S）を主体とする予防的維持管理を重視すべきである。維持管理の体制もやアイマグ・センターの技術者だけにまかせるのではなく、発電所の運転員を対象に日常的な維持管理のために何をすべきかを機械設置時に十分トレーニングすべきである。

また、発電所の会計はソムの会計とは独立して運営されているところが多く、電気料金による収入からディーゼルやオイルを購入したり運転員を雇用して運営を行っているが、維持管理に必要な資金については特に予算化されているわけではなく、必要となったときにお金がやりくりできれば必要な部品やスペア・パーツを購入しているというソムが多い。そのため、修理資金が手当てできずに機械が壊れたままで放置されている発電所が多く、さらにはディーゼル購入資金が不足しているため十分な稼働が行えないでいる発電所も多い。今後は発電所会計の中に維持管理費を計上していくことが望ましいが、その前に電気料金の適正化や料金徴収体制の整備により発電所の収入の向上をはかっていく必要がある。

パイロット・プラントの運営・維持管理については、各ソムとも既存のディーゼル発電所の運転員にその任に当たらせたいと考えている。しかし、ディーゼル発電所の運転員は一般にトラクターの運転員出身のため、エンジンや機械の取り扱いについては比較的慣れているが、電気については必ずしも詳しいわけではないことが多いので、特に太陽光発電システムの維持管理に当たっては事前に電気の基礎からトレーニングをする必要がある。またパイロット・プラントの運転員が簡単な日常点検を行えるように十分なトレーニングを事前に実施することが重要である。またパイロット・プラントの維持管理の財源については、電力を供給する先が病院、学校という公共施設であるため、ソムの予算によってまかなうべきであり、対象各ソムもその点について同意している。

7.3 財務・電気料金制度の現状と問題点

7.3.1 ソム電気事業のユーザーベース

ソム・センターにおける電気事業の最大の特徴は遊牧社会の特徴を反映してそのユーザーベースが季節で大きく変動することである。ソム・センターは行政・公共サービスの中心地として地方の遊牧民に貴重な機能を提供している。中でも医療と教育は重要なサービスである。ソムでは一般に小学校と中学校がある。学期は普通9月から6月である。この間に教育年齢の児童をもつ遊牧民の家族はソム・センターに移住してくる。ソム・センターはこうした流入民に簡易のゲルを貸し出したりもしている。夏になって授業が終わる頃になると、遊牧民は豊かな放牧地を求めてソム・センターを離れていく。このためソム・センターの電気事業のユーザーベースは年間に大きく変動することになる。その変動率をみると、次の表にあるように変動率が20%以内（夏・冬の比率が80%以上）のソム・センターは全体の30%程度しかない。

表 I.7.3-1 ソム・センターの電気事業ユーザーベースの夏冬の比率

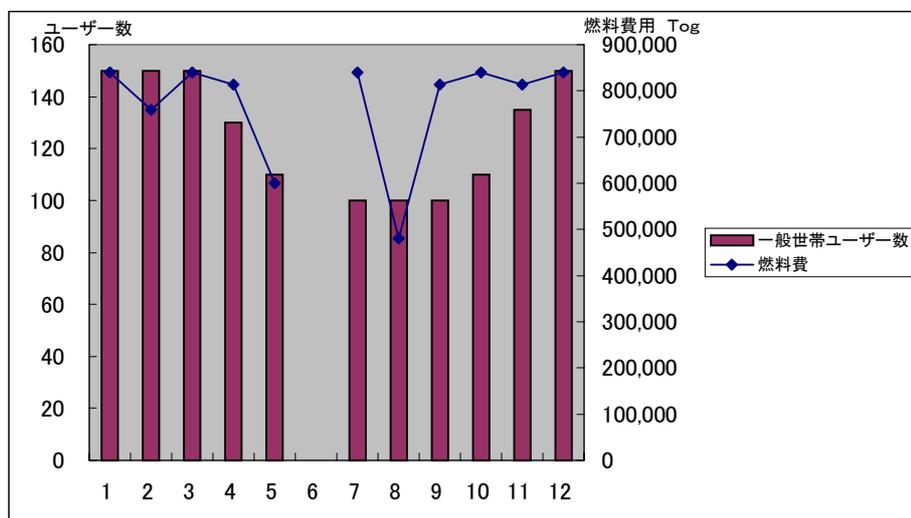
User Base Summer/Winter ratio	No. of Sums	%
Under 30%	8	4.6%
Between 30-50%	29	16.8%
Between 50-80%	83	48.0%
No less than 80%	53	30.6%
Total	13	100.0%

出典：JICA Master Plan Study for Rural Power Supply

7.3.2 ソム電気事業の運営

前項で述べたようにソム・センターでは季節によりユーザーベースが大きく変動する。このことが経営を困難にしている。次の図は調査したあるソムの年間のユーザー数の変動と燃料費の支出の変動を比較したものである。支出の中で最大項目である燃料費はユーザー数と歩調を合わせて変化しないことがわかる。夏場にはユーザーが低減し、その結果としてユーザーの少なすぎると判断された6月にはまったく電力供給が行われていない。それに比較して燃料費の方は夏場にも高い水準である。特にナ-ダム祭りのある7月には冬場と同じ水準の支出がなされている。

発電機の数が1台程度しかない大多数のソムにおいては運転台数で発電出力を調整することもできず、燃料費はユーザーが減ってもあまり変わらないことになる。残された方策は一日当たりの発電時間を縮めることであるが、冬場でも5時間程度しか発電しないのを更に減らすことは現実的ではない。このためユーザー一軒当たりのコストは高くなる。



出典：Statistic Bureau, Annual Statistics 1998

図 1.7.3-1 年間のユーザー数と燃料費の変化の比較

7.3.3 電力供給状況

次の2表は冬期・夏期におけるソム・センターでの電力供給状況をまとめたものである。ソム・センターでの電気供給は冬期のピークである夜間に行われ、冬の昼間および夏期の間には電気供給を停止するのが典型である。実際には33.5%のソム・センターで冬期の昼間も電気供給がされ、夏期の間も54.3%のソム・センターで何らかの電気供給が行なわれている。一方冬期でさえも全く電気供給がなされていないソム・センターが4.6%もある。この統計はインベントリー調査に基づくものであるので、1998年の稼動状況である。その後1年の経過で、電気供給の状況は急速に悪化しつつあり、発電機の破損のために電力供給がなくなるところ、夏期の電気供給を停止するところも増えている。サンプル調査の際にもインベントリー調査の段階では冬期に電気供給を行なっているとしていたソム・センターで既に電気供給が皆無という状況に陥っているソム・センターが存在した。

表 1.7.3-2 ソム・センター冬期の発電状況

Type	No. of Sums	
night & day	58	33.5%
night only	106	6.13%
no elec. supply	8	4.6%
daytime only	1	0.6%
total	173	100%

出典：JICA Master Plan Study for Rural Power Supply

表 1.7.3-3 ソム・センター夏期の発電状況

Type	No. of Sums	
night & day	22	12.7%
night only	70	40.5%
no elec. supply	79	45.7%
daytime only	2	1.2
total	173	100%

2005 年という一番の近未来の電気供給計画では、こうしたソム・センターの現状に基づき、現状を改善する方向で計画を立てていく必要がある。

7.3.4 電化率

対象ソムにおける電化率はかなり高水準である。平均でいえば全体の 80%の世帯が電化されている。つまり、ほとんどのソム・センターの家庭は支払い意思さえあれば電力供給が受けられる状況に配電網は出来上がっている。むしろ電気を供給できる体制はあっても、燃料費が捻出できずに電力供給をしていないというのが電力供給における最大の問題である。

表 I.7.3-4 ソムの電化率

Average	80%
Max	100%
Min	0%
No. of sums with 100% coverage	58
No. of sums with over 90% coverage	80
No. of sums with 0% coverage	3
Total number of sums	173

出典：JICA Master Plan Study for Rural Power Supply

7.3.5 電力損失

配電による電力損失は発電量から電力消費量を差し引いたものと定義することができる。これを測定するにはメータによる完全な電力消費量の 100%の把握と、精度の高い発電量の記録を必要とする。しかしながら、ソム・センターでこの 2 つの情報を持ち合わせているソム・センターは皆無に近い。中央送電網系統に接続されているホトントというソム・センターの調査をサンプルとして調査したが、このソム・センターでは配電ロス（電気料金回収ロスを含む）が 50%近くに上ると技術者から聞いた。その情報の精度のほどは不確かであるが、ソム・センターにおける配電ロスがかなり高い水準にあることは事実である。メータを近年完全に普及させたバヤンホンゴル県のブーツァガンというソム・センターでは電力損失をより正確に測っており、彼らによると配電ロスは平均で 17%であるという（技術的なロスのみ）。ソム・センターでは集落数は少ないにもかかわらず、集落の単位がかなり離れて存在しているのが通常であり、また、配電施設自体もかなり老朽化して、メンテナンスが施されていないので、現状のままでは高い配電ロスを回避できない状態である。

7.3.6 財務・電気料金制度

(1) 財政状況

表 I.7.3-5 は全対象ソムに於ける電気事業の平均収支の内訳である。表 I.7.3-5 に示すように支出が収入を上回っている。実際にはソムには財務的信用はないため、借り入れ等により赤字を補填することはできない。ここにある赤字は支払い猶予等の未払いによるものである。実状としては電気料金収入以外の収入（補助金、その他）だけでも収

入の 37.2%にも達する。更には後述するように公共料金収入も補助金の色彩が強い。ソムの電力需要の約 80%は一般世帯であり、その中で一般世帯からの電気料金収入は収入全体の 36.7%に過ぎない。一方、支出のうち 85.8%は燃料費である。補修・メンテナンスは 4.4%に過ぎず、投資経費に至っては 1.9%のみである。このような財務体質では老朽化した設備を更新することはおろか保有する施設の持続的維持管理さえも覚束ない状況にある。

表 I.7.3-5 ソム電気事業の収支内訳

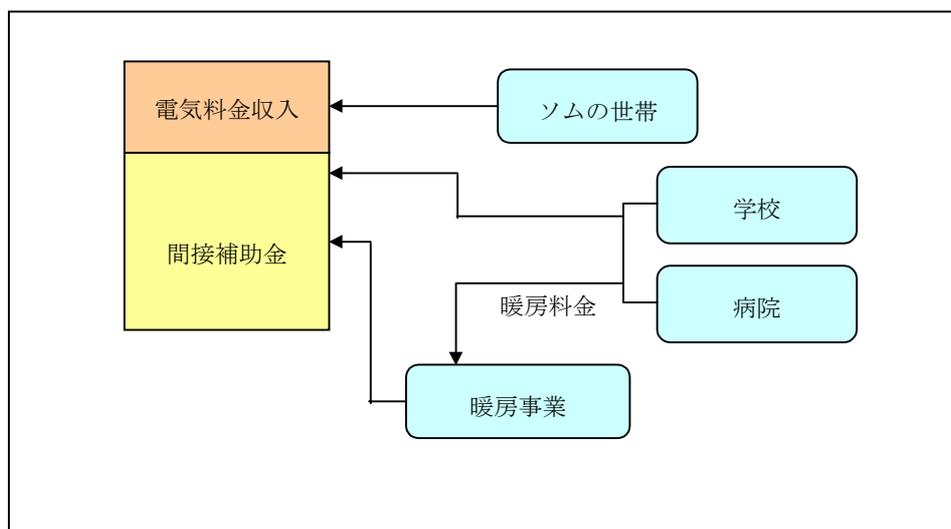
Annual Revenue	Tg	%
Households	2,915,866	36.7
Public Facilities	1,444,219	18.2
Private Business	625,877	7.9
Industry	6,395	0.1
Subsidy (except electricity fee from public facilities)	1,150,452	14.5
Other _____	1,803,197	22.7
Total	7,946,006	100.0
Annual Expenditures		
Personnel	706,584	7.9
Fuel	7,625,694	85.8
Repair and Maintenance	389,453	4.4
Investment	167,240	1.9
Other _____	0	0.0
Total	8,888,971	100.0
Deficit/profit	(942,965)	-10.6

出典：JICA Master Plan Study for Rural Power Supply, Inventory Survey

サンプルソム数=44

次の図は実際の電気事業に於ける財務の流れである。先に述べたようにソムに於ける電気事業は大幅な赤字である。大半の赤字ソムでは、利便的方法として、赤字補填及び帳簿上の採算を保つために間接補助という方法をとっている。図に有るようにソムが中央集中暖房事業を行っている場合には暖房事業と電気事業を合体し、暖房費に電気料金の不足分を上乗せする形をとっている。中央集中暖房事業を有さないソムの場合、公共

施設の電気料金に上乗せしている。こうした負担の転嫁は公共施設中でも学校・病院への電気料金に不足分を乗せるといった形をとっている。教育・病院といったBHNの根幹をなす分野は、緊縮財政の中でも優先的に財政支出が行われても、決裁が容易な為である。その結果、一部のソム・センターでは病院・学校の支出のうち約50%近くが暖房費という報告もある。このような表面上のデータだけで外国援助機関による省エネルギー・プロジェクトを推進する事は、必ずしも効果的な計画とは言えない。ソムの厳しい電気事業経営の中での苦肉の策ではあるが、こうした不正確な財務情報は資源の正しい配分を妨げる可能性が大きい。



出典：JICA Master Plan Study for Rural Power Supply, Inventory Survey

図 1.7.3-2 電気事業の財務の流れ

(2) 電気料金体系

調査対象ソム・センターの中で一般家庭の電気料金に従量制をとり入れているソム・センターは数少く、ほとんどのソム・センターに於いては、定額制である。調査したソム・センターのうち27%のソム・センターでは50%以上の家庭にメータが設置されていた。にもかかわらず大多数のソム・センターは使用量に応じて料金を計算するという従量制をとっていない。そうしたソム・センターの経理担当者の話では、住民はメータの使用を望むが、それを許すと、小口需要家から集められる金額は限られてくるため、料金徴収が困難になるとしている。しかし、この説明は矛盾を含んでいる。なぜなら、現在のソム電気事業における支出の95%は燃料で、価格により電力需要を抑えることができれば、その支出も抑制することができるはずだからである。一般世帯の中には電気コンロ、

冷蔵庫、カラーTVといった電力消費の大きい電気製品を保有している高所得世帯も存在する。定額制の下では電力消費の少ない低所得者世帯が高額所得者世帯に補助金を与えていることに等しく、こうした価格制度の歪みは社会公正の観点からも改善が必要である。

次の表 I.7.3-6 はインベントリー調査を行った際に聞き取りをしたソム・センターの電気事業の電力料金をまとめたものである。家庭料金の値が Highest と Lowest の二種類あるのは多くのソム・センターで低所得者、年金生活者保護のために固定料金に 2-3 の優遇的な段階制を設けているためである。公共の料金は暖房料金と一緒にしている場合とか、先にも述べたように一般世帯の支払った残りのコストを公共料金にしていたりするのでさまざまである。この値段は 1998 年の冬をベースにしているが 1999 年の夏には石油製品が高騰したため、多くのソム・センターで料金の大幅な電力料金の改訂を行っている。推測ではこの表にある値の 50%程度は上昇しているものと考えられる。

表 I.7.3-6 ソム電気事業の電気料金体系 (1998)

Unit: Tg/month

	Fixed Tariff			Meter-Rate Tariff	
	Household		Public Facilities	Household	Public Facilities
	Highest Category	Lowest Category			
Average	4,043	2,824	63,029	91	163
Max	7400	5000	800,000	150	400
Min	1500	800	1,100	40	55

出典：JICA Master Plan Study for Rural Power Supply, Inventory Survey

7.4 発電設備の現状と問題点

7.4.1 既存発電設備の現状

1999年現在、系統連系されていないソム・センターの発電設備は、5つの小水力発電を除いて、全てがディーゼル発電機である。発電所建屋はレンガ積み、ブロック積み、石積み、木造と地域によって異なるが、共通して老朽化が進んでおり、雨漏りやすきま風が入る状態となっている。写真 I.7.4-1 ホブト県マンハン・ソム・センターの発電所建屋を示す。



写真 I.7.4-1 ホブト県マンハン発電所建屋

1997年以前、ディーゼル発電機は全てロシア製で 60 kW、100 kW の標準化されたものとわずかに 30 kW、200 kW、315 kW、800 kW のものもあった。1998年以降、日本の草の根無償および一般無償資金協力により、ディーゼル発電機の供給が進み 2000年9月現在、合計 74 ソム・センターに 2 台から 3 台の 60 kW または 100 kW のディーゼル発電機が供与され、さらに他の 25 ソム・センターにも供与計画が実施されている。



写真 I.7.4-2 スフバートル県オールバヤソム・センターのディーゼル発電機（ロシア製）

従って、99ソム・センターは日本のディーゼル発電機により電力供給が行われることになる。写真 I.7.4-2 にスフバートル県オールバヤソム・センターのロシア製ディーゼル発電機を、写真 I.7.4-3 にウモンゴビ県セルベイ・ソム・センターに設置された日本製ディーゼル発電機を示す。日本により供与済み、または供与予定のディーゼル発電機容量とそのソム・センター名を添付表 I.7.4-1 に示す。



写真 I.7.4-3 ウモンゴビ県セルベイソム・センターに設置された日本製ディーゼル発電機

ディーゼル発電機の稼動状況は、日本の援助で供与されたものは良好である・ロシア製のものはその製造年が 1970年から 1980年代のものが主であるため老朽化が進み、良好に運転可能な発電機のあるソム・センターはアンケート結果によれば 31 ソム・センターのみである。ロシア製発電機のあるソム・

センターでは、3台から5台の発電機が据え付けられているが、実際に稼動しているのは1台のみの場合が多い。

実際の運転は、ソム・センターの運転員1名が手動にて行っており、24時間運転を行っているソム・センターはごくわずかである。

7.4.2 維持管理上の問題点

発電設備の維持管理には以下の通り多くの問題があり、ソム・センターの持続的な電力供給事業を運営していく上で大きな障害となっている。

- (a) ロシア製ディーゼルは老朽化が進んでいるが、旧ソ連時代に製造されたものが多く、スペアパーツの製造・供給が停止しており、修理することができない。
- (b) 点検・修理、設備更新のための予算が電力供給事業費に含まれていないため、故障しても修理することができず、現在稼動しているロシア製発電機も2、3年の内に停止してしまう可能性が極めて高い。
- (c) 設備の故障停止に加え、燃料購入の予算不足から電力供給は限定的なものとなっている。日照時間が長く暖かい夏期の間は、対象ソム・センター中102ソム・センターまでが電力供給を停止している。電力需要の高い冬期においても、ほとんどのソム・センターは夕方のみまたは朝・夕の時間限定供給で、24時間供給を行っているのは24ソム・センターのみである。
- (d) 運転員の技術的能力が低く適切な保守が行えないため、発電設備の寿命を縮めている。また、技術向上のためのトレーニング等も行われていない。
- (e) 冬期のマイナス40度を越す極低温のため、エンジンの取扱い、特にエンジン起動時には予熱等特別な配慮が必要である。

7.5 配電設備の現状と問題点

7.5.1 既存配電設備の現状

ソム・センターの配電方式は統一されており、400/230 Vの低圧配電電圧で、3相4線式と単相2線式となっている。ほとんどのソム・センターはディーゼル発電機に低圧配電線が直結され

ており、高圧配電線を持つソム・センターは限られている。高圧配電線の電圧は10 kVと6.3 kVとがあり、対象173ソム・センター中、高圧配電線を有するソム・センターは以下の通りである。

- (a) 10 kV 高圧配電線のみ所有 : 16 ソム・センター
- (b) 6.3 kV 高圧配電線のみ所有 : 16 ソム・センター
- (c) 上記両高圧配電線所有 : 5 ソム・センター

配電設備は架空配電線で構成され、電線は裸アルミ線、電柱は木柱である。写真 I.7.5-1 に、バヤンウルギー県トルボ・ソム・センターの配電線を示す。



写真 I.7.5-1 バヤンウルギー県トルボ・ソム・センターの配電線

7.5.2 配電設備の問題点

配電線の問題点として以下が挙げられる。

- (a) 設備の老朽化
- (b) 保護システムの不足
- (c) 高い配電損失と電圧降下

配電設備の現状を確認するため行った、15ソム・センターに対して実施した目視によるサンプル調査結果を示す。

表 I.7.5-1 配電線に関するサンプル調査結果

15 ソム・センターの調査結果平均	
配電線の老朽度	
電線の老朽度	38 %に断線や電線の繋ぎがある
電柱の傾き	43 %の電柱が傾いている
電柱根本の腐食	7 %の電柱根元が腐食している
碍子の破損	36 %の碍子が破損している
電線の保護システム	
ヒューズの有無	50 %の発電所で配電線用のヒューズなし
リレー・遮断機の有無	33 %の発電所にリレー・遮断機なし
避雷器の有無	100 % なし
架空地線の有無	100 % なし

Source: JICA Rural Electrification Master Plan, Sample Survey, July 1999

サンプル調査結果より判断する限り、配電線の老朽化は進み、特に碍子の破損、電柱の傾きおよび断線が顕著である。この状態が放置されれば、今後5年から10年の間には安定した電力供給に支障をきたすことが予想される。安定した電力供給を維持するためには、配電設備を老朽度の著しい部分から順次リハビリまたは更新していくことが不可欠である。

保護システムとしては、避雷器および架空地線の使用されていないことより、雷害に対する保護ができていないといえる。実際、雷サージの進入による発電機の破損も多く確認されている。

配電損失を算出するためには、発電電力量と売電電力量が記録または算出されていなければならない。このため、インベントリ調査結果より、年間発電電力量と売電電力量を回答したソムの中から、完全従量制の電力料金制度を採用しており、かつ、需要家側の電力量計が80%以上設置されたソム・センターを抽出すると4ソム・センターとなる。これらのデータより算出した配電損失を表I.7.5-2に示す。

表 1.7.5-2 ソム・センターの配電損失

Sr.No	Aimag Name	Sum Name	Generation (kWh)	Sale (kWh)	Loss (kWh)	Loss Ratio (%)
1	UMNUGOBI	TSOGT-OVOO	191,600	84,855	106,745	55.7
2	SUKHBAATAR	TUMENTSOGT	200,478	182,252	18,226	9.1
3	UVURKHANGAI	NARIINTEEL	529,200	500,000	29,200	5.5
4	ZAVKHAN	BULNAI	856,000	727,600	128,400	15.0

Source: JICA Rural Electrification Master Plan, Inventory Survey, December 1998

算出した4ソム・センターの結果にばらつきがあり、対象ソム・センター全体の平均的な配電損失は憶測するしかない。途上国での配電損失が30%台であることはよくあるので、これらのデータよりソム・センターの平均的な配電損失は、およそ20~30%程度ではないかと考える。また、低圧配電線にて数kmもの配電を行っていることから、電圧降下の大きいことも容易に想像できる。

7.5.3 電力量計

サンプル調査結果では15ソム中12ソムに電力量計ありとの結果が出ている。このことから、全体の8割程度のソム・センターに電力量計が設置されているものと推測される。しかしながら、電力量計により電気料金の徴収を行っているソムは15ソム中1ソムのみであり、その主な理由は以下の通りである。

- (a) メータでは電気料金を十分集められない（7ソム）
- (b) メータの信頼性が低い（3ソム）
- (c) メータだと検針を行うなど料金徴収業務が増加（2ソム）

上記の通り、メータ不使用の理由として、メータでは十分料金が集められないとの理由を多くのソムが挙げているが、電力供給事業の運営状況などをから判断すると、料金徴収業務の増加を避けているのが実態のように感じられる。

7.6 電力需要と電気料金制度

7.6.1 電力消費傾向

ソム・センターの住民は、社会主義時代、安価な電力料金のもと十分な電力供給を受けていた。このため 1990 年以前から、一般需要家は冷蔵庫、電熱器、アイロンなど多くの電化製品を使用しており、それらを現在も所有している。公共施設や工場においても同様に多数の遊休電気設備を抱えている。こうした潜在需要は、社会主義経済の中で惜しみ無い援助の下に成立していた需要であり、現在の市場経済の中で成立するものではない。市場経済下での需要は電力単価と需要家の経済力、言い換えれば電力料金の支払い能力で決まってくる。

ベーシック・ヒューマン・ニーズ（BHN）に対するサービスはコミュニティを保持していく上で不可欠であるが、病院、学校といった BHN の中核となる施設も電気の供給を欠くために、そのサービスの低下を余儀なくさせられていることは疑いの余地を挟まないものである。BHN サービスの向上のために、自家発電能力強化の援助が小型の発電機、ソーラーシステムの供給という形で行われているが、十分に活用されている例はまれである。BHN 本来のサービスではないため、人員確保、メンテナンスの技術移転の不備等の問題がある。

ソム行政の中核であるソム役場は同時にソムの情報交換の場である。しかし、このソム役場の情報処理能力は電力供給を欠くため、限られた水準にある。コンピューター、複写機、ファクシミリといった近代的な機器が使えるところは極めて稀で、実際には文書の作成さえ手動タイプライターのみで、文書の作成さえ満足に行えない状況にある。こうした機器を持ちながら、電気供給がないためにほとんど使える状況にないのが実情である。

対象ソムの 1992-1997 年 5 年間の人口の伸びをみると 78%のソムで人口が増加し、50%のソム・センターで人口が増加していたが、1997-1999 年の直近の 2 年間ではソムでは 58%、ソム・センターは 35%のみが増加を記録し、ソム・センターでは人口の減少が支配的になりつつある。社会主義崩壊後に起こったような農村への人口の社会移動はもはや認められない。むしろ、自然増をうわまわるスピードで農村から、特にソム・センターから人口が流出しているのが大半のソムで起こっていることである。このことはソム・センターが農村の中心地としての魅力を失っているということに他ならないが、同時に現状のままではますます電力需要も減少する可能性が強いことを意味している。

7.6.2 メータ制度と料金徴収

電気料金の合理的な徴収方法は積算電力メータによるものであり、サンプル調査の結果からも大多数の一般需要家もメータ制度の導入を希望している。しかしながら、ソム・センターの現状では大多数のソム・センターで固定料金による電気料金徴収が行われている。固定料金の設定は月にかかる燃料費プラス諸経費から公共施設の電気料金を差し引き、その残りを世帯ユーザー数で割るという簡便な方法が一般に普及している。メータを使って電気料金徴収を行っているソムは全体の12.1%、メータのみで電気料金徴収を行っているソムは5.2%に過ぎない。公共施設の場合でも、この比率は20.8%、17.9%で、かなり低いレベルにとどまっている。メータの普及率自体はこの値よりも高く、データのある69ソムのうち、80%の世帯にメータが普及しているソム・センターは17(25%)、50%以上普及のソム・センターは47で68%を占めている。社会主義時代にはメータを使用していたソム・センターがほとんどで、その意味でもソム・センターの電気事業は近年に大きく後退したといえる。電力需要予測をする観点からいうと、メータがないということは現状でどの程度電力消費量(kWh)があるのかが判断できないということの意味している。発電所での発電量、出力の正確な記録もなく、現状の電力需要自体を正確に把握することが困難な状況である。表 I.7.6-1 に対象ソムにおける電気料金徴収方法別のデータを示す。

表 I.7.6-1 対象ソムにおける電気料金徴収方法

	Household		Public facilities	
Use of Meter	21	12.1%	36	20.8%
Meter only	9	5.2%	31	17.9%
Meter/fixed charge	12	6.9%	5	2.9%
No Use of Meter	152	87.9%	137	79.2%
Total	173	100.0%	173	100.0%

出典：JICA Rural Electrification Master Plan, Inventory Survey

7.6.3 メータ制度の電力需要への影響

メータによる電気料金徴収は単に正確な記録が得られるということだけではない。メータを使うということは従量料金になるということであるので、一般需要家へは自ずから電力消費の節約に励むインセンティブが働くようになる。電力不足が著しいモンゴルのソムにおいて一番経費のかからない電力需要の充足方法は節電である。その意味において、メータ制度の導入・復活は最

初に手がけられなければならない、本マスタープランにおいても前提条件とすべき事柄である。メータ制度の普及を推進するには、どの程度の節電効果が得られるのかを判明させる必要がある。

今回のサンプル調査ではメータと固定料金を併用しているソムが含まれていた。このソムでは住民がメータ、固定料金のどちらかを自由に選択できることになっている。実際に一冬の間徴収方法を切り替える一般需要家も稀ではない。以下にこのソムの電気料金体系の概要を示す。

このソムでは2種の固定料金と kWh 当たり 120–150 Tg/kWh の従量料金がある（下表 I.7.6-2 参照）。

表 I.7.6-2 ソム A における電気料金体系

Type	November	February	Unit
Fixed Fee A	6000	4500	Tg/month
Fixed Fee B	3000	2250	Tg/month
Meter	150	120	Tg /kWh

出典：JICA Master Plan Study for Rural Power Supply

料金分類ごとに一世帯あたりの月別電力消費量に直してみると次表 I.7.6-3 のようになる。

表 I.7.6-3 一世帯当たりの月別平均電力消費量

unit: kWh/household

Fee Category	November	February
Overall	62	47
Metered consumption	19	20
Fixed payment consumption	90	60

出典：JICA Master Plan Study for Rural Power Supply

また、電力消費量と電力料金支払額から算出した需要家別の電力単価は次表 I.7.6-4 のようになる。

表 I.7.6-4 需要家別 kWh 単価

Fee Category	unit: Tg/kWh	
	November	February
Total Generated Power	78	80
Estimated Distribution Loss	0	0
Public and business sector consumption	200	200
Metered consumption	138	115
Fixed payment consumption	51	55

出典：JICA Master Plan Study for Rural Power Supply

これらの結果からすると固定料金の需要家は従量料金の需要家の 3-4.5 倍の電力消費量があることになる。実際に支払っている kWh 当たりの単価をみれば結局メータで料金を払っている需要家は固定料金の 2 倍以上の単価を支払っていることがわかる。このソムの例からいえることはメータ制度は電力消費量の節約と効率的な料金収集に大きく貢献することである。

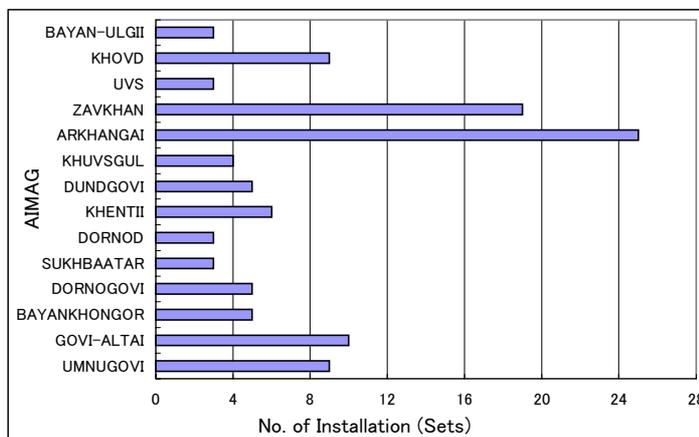
7.7 マーケット・ベース小型太陽光・風力発電設備

(1) 太陽光発電設備

インベントリー調査の結果から対象 173 ソムのうち 73 ソムに太陽発電設備が利用されていることが判明した。これら 73 ソムでは合計 109 台の太陽光発電設備が用いられていることがわかった。太陽光発電設備の保有台数をアイマグ別に図 I.7.7-1 に示す。アイマグ毎の保有台数ではアルハンガイアイマグの 25 台が一番多く、これは NEDO の実証実験時に配布された 21 台が含まれているからである。ザブハンアイマグの 19 台がその次に多く、ここでは県内の多くのソム・センターに利用されているのことがわかる。太陽光発電の利用としては通信施設が 43 台でもっとも多く、続いて個人 27 台、病院 25 台、学校 9 台、その他 5 台の順になっている。利用施設が不明な場合は、その他に含んでいる。太陽光発電設備の利用施設別保有台数を図 I.7.7-2 に示す。インベントリー調査の結果、

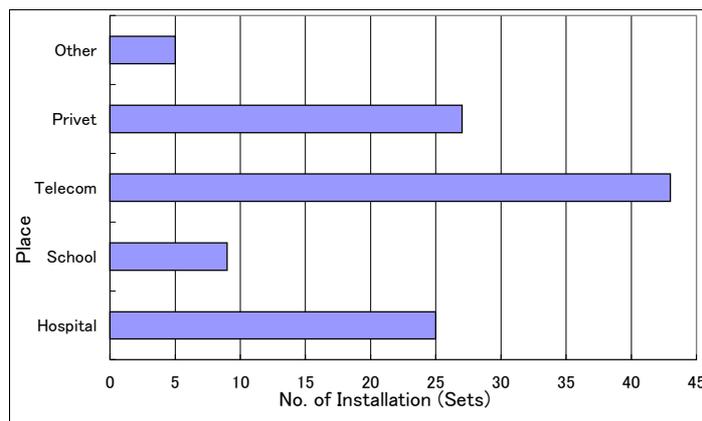
10%以上のソムでは故障が生じたため、使用されてないことが判明した。その原因としては蓄電池関するものが 80%以上を占めており、最も多い原因となっていた。このことから技術的な問題として、蓄電池の維持管理と性能の良い充放電コントローラーの入手、蓄電池の寿命後の再入手等が困難であることがあげられる。また、小型太陽光発電設備の販売会社がソム・センターのレベルで販売、宣伝及びメンテナンスをおこなうための必要な人材作り等が十分になされてないこと等が問題点としてあげられる。

製作の面では太陽電池モジュールは 1998 年 2 月から国内生産販売されているが、モジュールの材料及び太陽電光発電システムの製作に必要な全ての周辺機器および材料は輸入に頼っているのが現状である。その為、輸入する材料等は国際価格で購入するため大量に輸入しない限り材料単価が下がらない。このように販売価格が高い為、一般の利用者にとって太陽光発電を必要として



出典：JICA Master Plan Study for Rural Supply, Inventory Survey

図 I.7.7-1 アイマグ別太陽光発電設備の保有台数



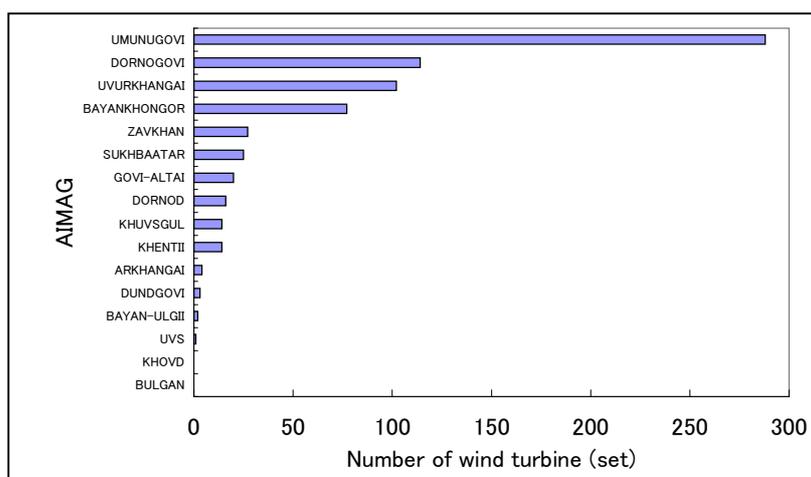
出典：JICA Master Plan Study for Rural Supply, Inventory Survey

図 I.7.7-2 利用施設別太陽光発電設備の保有台数

も購入することは困難であるという状況になっている。このような理由から小型太陽光発電設備の普及に大きな障壁となっている。また太陽光発電を一般に普及させるためには、国からの補助金あるいはソフトローン、もしくは分割支払制度等を考える必要がある。さらに太陽電池システム販売公社がソムレベルでのメンテナンスサポートが十分できる様にする必要がある。現在、各販売会社が独自に周辺機器の開発に力を入れており、小型太陽光発電設備の普及促進に大きな影響を与えつつある。

(2) 風力発電設備

本調査で行われたインベントリー調査の結果から、対象ソムで用いられている小型風力発電機は706台であることがわかった。小型風力発電機の保有台数をアイマグ別に図 I.7.7-3 に示す。この図から、ウムヌゴビ県が288台と最も多く、続いてドルノゴビ県の114台、ウブルハンガイ県の102台と南部ゴビ地域で多用されていることが明らか



(出典：JICA Study Team Inventory Survey Oct. 1998)

図 I.7.7-3 アイマグ別小型風力発電機保有台数

になった。その一方で、北西部の地域ではバヤンウルギー県が2台、オブス県が1台、ホブド県が0台とほとんど用いられていないことが判明した。インベントリー調査で報告された706の風力発電機のうちソムに固定して用いられているのは、わずか33台である。このことから、遊牧民による可搬型風力発電機が多く利用されていることがわかる。また、調査結果の72%を中国製小型風力発電機が占めており、モンゴル製は15%と中国製に比べて普及が遅れていることが判明した。

マーケット・ベースの問題点としては、販売市場があげられる。顧客となるべき遊牧民は、遠隔地を移動しているので販売だけではなくメンテナンスサービスも難しくなっている。また、製品の販売も国内市場だけに限られているので、これにも限界がある。各自の必要用途に合わせた容量の風力発電機および周辺機器が簡単に購入できるような流通システムが必要である。

7.8 ディマンド・サイド・マネージメント適用の可能性と課題

再生可能エネルギーの中で、水力発電はある程度安定した電力供給が可能であるが、太陽光、風力ともに発電パターンは間欠的で不安定である。再生可能エネルギーは、安価で容量の大きいエネルギー貯蔵システムとの組み合わせ、または、ディーゼル発電機等とハイブリット運転ができない限り、需要の変動に円滑に対応することができず、効率的エネルギー利用は困難である。このため、需要側を調整し発電パターンに合わせるディマンド・サイド・マネージメントは、再生可能エネルギーによる発電設備を単独で運転する場合において特に重要な要素となる。

ソム・センターの電力供給において、現在ディマンド・サイド・マネージメントを意識して適用している様子はない。一方、太陽光による発電量が多くなる夏期日中に、電気コンロや冷蔵庫を使用したいとの希望が高く、潜在需要の大きいことも確認できた。このような再生可能エネルギーの発電パターンと合致した需要を見極めると共に、発電パターンへの需要の誘導、また、発電パターンに合致した需要の創出を行うことにより、ディマンド・サイド・マネージメント適用の可能性は充分にあると考えられる。適用にあたっての課題として、需要の誘導については電力料金徴収体制の強化、需要の創出についてはソム・センターで本当に必要としている需要を正確に把握することといえる。

各ソム・センターにおけるディマンド・サイド・マネージメント適用の可能性と課題を、①需要の誘導と②新たな需要の創出の視点から以下に述べる。

(1) 需要の誘導

現在の需要のピークは、夕刻または朝であるが、この一部を太陽光であれば日中に、風力であれば強風時間帯に移すことができれば、電力の有効利用が可能となる。

最も効果的な方法としては、電力料金に差を付け、太陽光、風力の発電時間帯の電力料金を低くすることである。これを実現するための課題は以下の通りである。

- 現在よりも複雑な電力料金体系となるため、電力料金徴収体制を強化する。
- 時間帯別の電力量計測またはそれに代わるシステムを考案する。
例えば、ディーゼルによる発電電力を電力量計で計測し従量制で課金し、昼間の太陽光による電力は電力量計をバイパスし、割安な定額制の料金設定と

する。この場合、時間帯または発電設備の種類によって電力量計をバイパスするような、信頼性のある切り替えシステムが必要となる。

- 太陽光は日中の発電で発電時間帯の予測はつくが、風力に関しては現在利用できるデータのほとんどは1日3回の観測データしかないため、計画実施のためには精度の高い（1日24回程度）観測が必要となる。

上記によってある程度の需要の誘導が可能であろうが、一般需要家の実質的に電力を使用したい時間帯はやはり朝・夕である。このため、さらなる需要の誘導を実現するためには、需要家側にバッテリーを所有させるなどの対策も考えられる。個人所有の持ち物は、だれもが真剣に保守するので、供給側でバッテリーを所有する場合にくらべ、保守の問題も軽減される。

(2) 新たな需要の創出

上記は既存の需要の誘導であったが、以下のような新たな負荷の創出もダイヤモンド・サイド・マネジメントとして効果的である。

- 間欠性に影響されない需要
（水のポンプアップ、給湯など）
- 発電パターンに合った需要
（羊毛の洗浄・染色、製材などの産業）

対象 169 ソム・センターの内94ソム・センターが、手動式も含め水供給のポンプを持っている。水供給はどのソム・センターにおいても、ベーシック・フューマン・ニーズ（BHN）としての必要性が高いため、これは新たな需要として有望である。

水供給に限らず、新たな需要創出のための課題として以下の点が挙げられる。

- ソム・センターで本当に必要としている需要の見極め
- 設備を設置した場合の維持管理体制の確立
- 産業を興す場合には、企業家としての能力ある人材の存在

7.9 熱供給

ソム・センターの熱供給は、社会主義時代、ソム・センター全体を暖める集中暖房システムによって行われていた。このため、各ソム・センターには集中暖房用のボイラーハウスが必ず一つある。写真 I.7.9-1 にスフバートル県ナラン・ソム・センターのボイラーハウスを示す。この集中暖房システムは、経済的に維持困難であることを主な理由とし、現在はほとんど使用されていない。インベントリー調査の結果では、対象173ソム・センター中43ソム・センターの集中暖房システムが稼動中としている。しかしながら、同じインベ



写真 I.7.9-1 集中暖房システムのボイラーハウス
(スフバートル県ナラン・ソム・センター)

ントリー調査の中で一般家庭の暖房に集中暖房利用と回答したソム・センターはなく、また、実際にソム・センターで視察したボイラーハウスの現況から判断し、現在集中暖房システムが稼動しているソム・センターは多くとも数ソム・センターではないかと推測する。

一般家庭用の暖房では、部屋単位で暖める通常の小型ストーブが使用されている。また、学校・病院・村役場など大型の施設では、小型ストーブの他、建物単位で暖める個別の集中暖房システムが使用されている。個別集中暖房システムは、温水をポンプによって強制的に循環させる強制循環方式と、熱対流を利用した自然循環方式とがある。近年、ソム・センターでの電力供給が十分でないこと、電力料金の支払いが経済的に困難であることなどから、自然循環方式が増えつつある。

写真 I.7.9-2 および写真 I.7.9-3 に、小型ストーブと個別集中暖房システム（自然循環方式）のボイラーを示す。



写真 I.7.9-2 小型ストーブ



写真 I.7.9-3 個別集中暖房システム（自然循環方式）のボイラー

熱供給における問題点としては、燃料調達のための資金不足が挙げられる。一般家庭で多く使われている小型ストーブであれば、乾燥糞でも燃料として十分使用可能である。個別集中暖房システムでは、石炭が主な燃料で、森林のある地域では薪も使われている。乾燥糞はソム・センターで自給可能なためさほど問題はないが、石炭や薪は多くの場合購入せねばならず、その費用がソム・センターの大きな負担となっている。

問題解決の一方策として再生可能エネルギーによる熱供給を考えた場合、太陽熱利用が最も有望と考える。暖房の必要な冬期は晴天日が多いため、建物の断熱性・気密性を高め、窓を大きく取り、太陽光が多く建物内に入るようにすれば、相当量の熱受容と熱保存が可能となる。このためには、特に高性能（高断熱・高气密）の窓サッシの採用が必要である。また、風力ポテンシャルの高い地域であれば、風力発電の余剰電力を利用した給湯も可能である。この場合、自然循環式ボイラーとの併用により、ボイラーの燃料費削減は効果的な利用方法となろう。地熱は熱供給に関しては高いポテンシャルを有するが、ポテンシャルのある地域が限定され、需要地から離れているなど地理的制限があるため、温室栽培に利用するなど、有効利用のためには何らかの工夫が必要である。

7.10 社会・経済的ニーズ

地方部における遊牧人口の割合が大きいモンゴルにおいて、遊牧世帯に対する社会サービス提供の前線基地としてのソム・センターの役割は大きい。ソム・センターの病院と学校は、人材・施設面では一応整っているが、安定した電気供給がないこととソム・センターの予算不足のために、医療機材や教育機材を持っていても活用できないのが現状である。このようなソム・センターにおける社会サービスの悪化は、若者層を中心にソムを離れてウランバートル等の都市部への人口流出を呼び起こしている。

今後、モンゴルが地方開発を目指すのであれば、まず第一にソム・センターにおける社会サービスを改善する必要がある、そのためには安定した電気供給を実現することが前提条件となる。系統に連携していないソムでは、これまでソムが独自に電気料金を設定して住民から料金徴収して発電所を運営してきたが、ディーゼル燃料費の高騰のために電気供給が十分に行えない危機的状況に追い込まれている。

ソム・センターにおいては、全世帯の 10.30%程度が一人当たりの年間所得が 15,000 Tg. に満たない貧困世帯である。貧困層の多くは、年金生活世帯や母子世帯や失業者世帯や家畜が少なく子沢山の家世帯であり、現金収入が少なく、わずかに所有している家畜にかなり頼った生活をしているのが特徴である。ソム・センターによっては貧困世帯に対しては電気料金を割引もしくは免除しているところもあるが、同時に貧困層を対象とした所得向上プロジェクトを実施していくことが望ましい。

サンプル調査世帯の内の 79%がソムの電気事業に対して「満足していない」と答えている。このうち一番多かった理由が電気の供給が全くないという点であった。現在の電力供給時間については 81%が「もっと延長してほしい」と答えている。次の表は夏期・冬期に 3 時間延長するとし

たら何時がいいかという質問に対する答えである。夏期は全く電力供給されていないソム・センターが多いため夜間の延長希望が多い。冬期でも一番多いのは夜間であるが、これは電力供給の時間帯を早めて子供のTV時間帯にあわせたり、深夜番組が見たいという希望があるからである。朝の電力供給の希望は朝食の用意に灯りがほしいというものである。冬期の場合には特に夜明けが午前8-9時になるため、朝食をとる時間帯にも明かりが必要である。41%の希望はそうしたニーズを反映したものである。一方、夏は朝と同レベルで昼食時間帯での延長の希望がある。これは夏期は暑いために屋内で火力を使うよりも、電熱器で調理したいという希望が強いためである。

表 I.7.10-1 時間延長希望時間帯

	夏期	冬期
朝	19%	41%
昼食時間	13%	11%
夜	68%	48%

出典：JICA Master Plan Study for Rural Power Supply

表 I.7.10-2 一ヶ月当たり最大支払可能額

単位：Tg/month

	1ヶ月当たり 最大支払い可能額
夏時間	4,945
夏24時間	6,563
冬24時間	6,873

出典：JICA Master Plan Study for Rural Power Supply

電気料金については70%が満足あるいは高いが支払えると答えている。ソムの発電機が破損したという仮定に基づく寄付のWillingness-To-Payには平均で15,130 Tg.の支払いをしてもいいと答えている。夏と冬では冬の電気供給に対する効用のほうが若干高い傾向がある。これは長い冬の夜を考えると当然のことである。一方、夏の夜間のみへの支払い意思額は24時間供給に対して1,500 Tg.ほど低く、昼間の電気供給に対する価値が反映されていると考えることができる。

第8章

各対象ソム・センターに対する 電力需要予測

第8章 各対象ソム・センターに対する電力需要予測

8.1 概要

8.1.1 電力需要のアプローチ

ソムの電力需要を予測するためにまず必要な情報は現在のソムにおける電力消費量・電力需要である。しかしながら、過去のデータ記録のあるソムは極めて稀である。電力消費量のデータがない理由は電気料金の徴収をメータ制度でおこなわず、固定料金制度で行っているからである。将来の電力需要の予測の基本は現状の電力需要であるが、これがない訳であるから、まず行わなければならないのは現状の電力需要の推定である。電力消費は第7.6.3節で説明したように固定料金とメータ制では大きな差が出ることがわかっている。このため現状の電力推定でもメータ制と固定制を前提とした2種類の推定が必要である。ソムの将来の電力供給計画を考える場合に、経済的合理性の高いメータ制度の導入は電気料金政策上、不可欠である。将来の電力需要を考える場合にはこうしたメータ制度の導入を前提とした需要予測でなければならない。従って将来の電力需要予測はメータ制を前提とした予測とする。

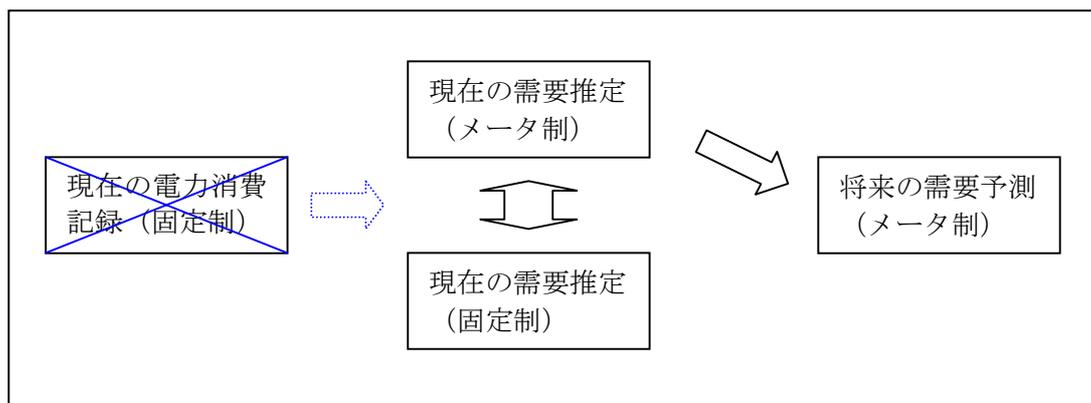


図 I. 8.1-1 電力需要予測の前提

一般に世帯の電力需要と業務用の電力需要の消費パターンは大きく異なるのでこれらの需要家別に需要推定を行うのが一般である。今回の計画では2005年の供給はBHNサービスをする公共施設を対象としているためこのセクターの需要推定も必要である。また、ソムの将来の産業の発展、民生の向上の可能性も考慮に入れる必要があるが、こうした成長の可能性はソムごとに様々に異なる。ソム住民の健康を向上させ、生産性を確実にあげるプロジェクトとしては上水道の供給というのが考えられる。この水供給はまたソーラーなどの間欠制のあるエネルギー供給源にとっては水供給側で供給を調整できるという大きな利点も持っている。その意味で実現性もあり、将来の成長可能性を代表させる意味で需要予測の中に含めることとする。

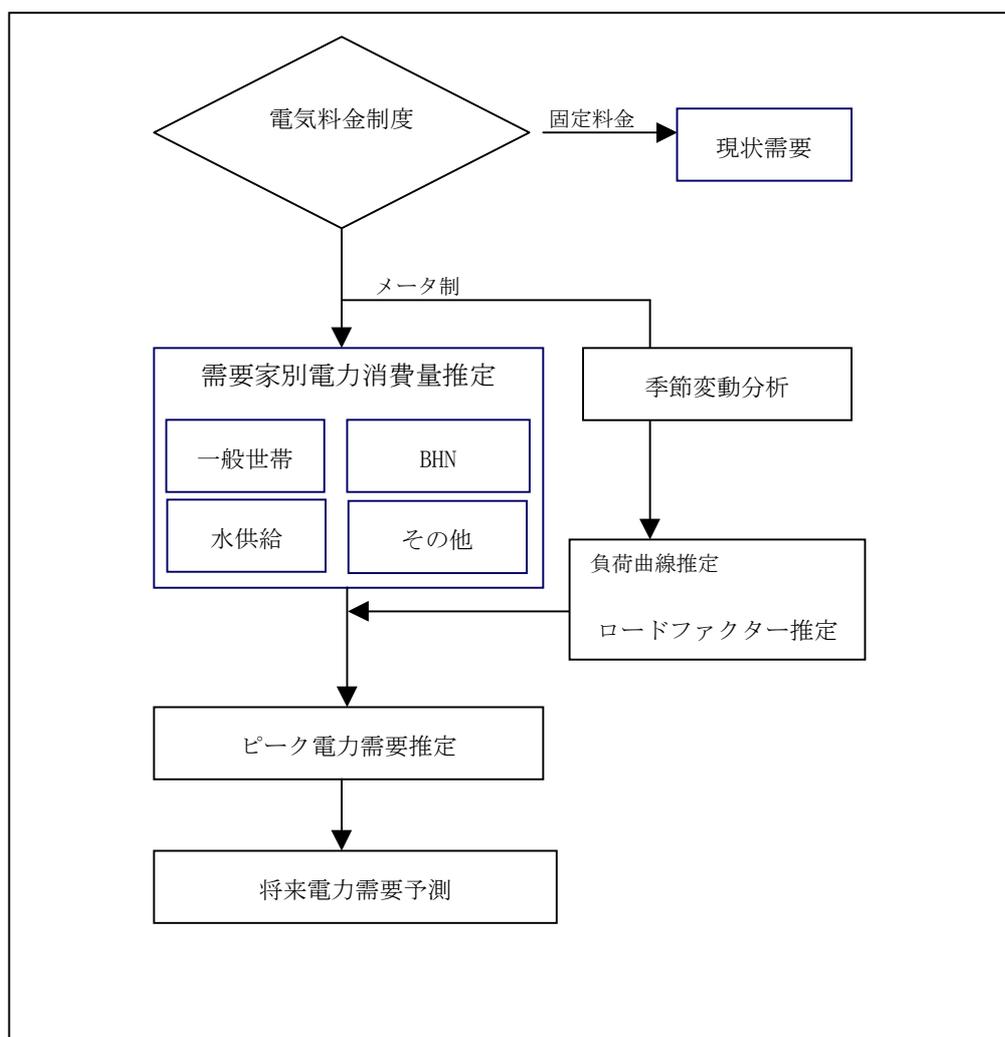


図 I.8.1-2 電力需要予測の手順

現在、電力供給は多くのソムで冬の夜間に限られている。このため通年 24 時間の供給を行った場合の電力需要は現状のデータからでは直接計測できない。夏期に電力供給が行われていない主因は夏期には電気事業の経済性が大きく後退するからである。冬期・夏期^{*1}の違いは各家庭の電力消費のパターンの違いよりも需要家数の変化という面で電力需要を減少させる。一般にソム・センターでは夏期には一般世帯の数が冬期の約半数に減少する。しかし、将来的にソムの発展を考えた場合夏期の電力供給は必須である。そのためにはまず夏期の需要を推定する必要がある。

メータ制度を前提とし、その上で現状の電力供給時間をベースにした電力需要と通年・24 時間ベースの電力需要を推定した上で始めて将来の電力需要を予測することができる。また、電力需要推定では電力消費量だけでなく、設備の容量を決定するために負荷の推定も必要である。以上の電力需要推定、予測の流れを示したのが図 I.8.1-2 である。

*1 本レポート中では冬期と夏期を次の通り定義する。

夏期：4月1日～9月30日

冬期：10月1日～3月31日

8.1.2 電力消費量

第1の電力消費量は一般世帯については需要関数の形で求める。その他の公共施設等については1施設当たりの平均値あるいは一世帯あたりの平均電力消費量という形で算出する。この値はパイロットプラントの実績値と対比して検証する。

一般世帯の電力消費量の需要関数はサンプル調査の際に詳細に調べたソムのデータを元にして算出した。需要関数の想定は本来価格と所得の関数で表されるべきである。しかしながら今回集めたデータの分析では価格・所得に対しても電力需要はあまり反応しないという結果が得られたのみであった。電気のように生活する上で基礎的な財はとかく価格に対しても比較的的非弾力性的であるのは道理である。一方、電気製品の所持状況と電気の消費は非常に強いものがあることが判明した。したがって今回用いる家庭の需要関数は電気製品の保有台数によって規定されたものである。インベントリ調査ではカラーTV、白黒TV、冷蔵庫、ラジオ、電灯、電気コンロ、その他という項目でソムにある台数の総数を調査している。サンプル調査では更に多くの電気製品の保有状況について質問している。しかし、全体の計画をたてる目的からいってインベントリ調査の項目を重視することが望ましい。また、データ数からいって回帰分析の自由度を保持するには説明変数の数を制限する必要がある。推定の変数として採用したのは、カラーTVと電気コンロの保有台数である。また、現在の電気加入率は平均で80%である。これが100%に拡大された場合を潜在需要として100%の加入率で電気需要の潜在需要を求めた。

8.1.3 負荷曲線・ロード・ファクター

負荷曲線はまず現状の運転パターンをインベントリ調査の際に各ソムが記入した毎時の発電出力の記録から平均的な系時変化を求める。また、運転時間と発電量の記録からロード・ファクターを算出する。

8.2 現在の電力需要推定

8.2.1 夏期・冬期の一般世帯ユーザの推定

夏のソム・センターでの電力消費量を求めることは以上に加えて、夏場のソム・センターの世帯数の減少を考慮に入れなければならない。実際には夏場には全く電力供給を行っていないソムが過半であるので、電力供給があった場合に夏場のユーザ数がどの程度あるかは推定しなくてはならない。また中には冬場にも電力供給のないソムもある。これも同様に推定が必要である。対

象各ソムで全てそろっているデータは冬・夏のソムの世帯数である。このデータを基にまず冬場に電力供給をしていないところでは冬場のユーザ数を求める。これは対象ソムにおける平均加入率である 0.7861 を世帯数にかけて求める。次に夏場のデータのないソムについては冬期におけるそのソムにおけるユーザ加入率を夏場の総戸数にかけて推定する。

このようにして求めた各々のソムの季節ごとのユーザ数の平均値、最大値、最小値は次の表の通りである。

表 1.8.2-1 電力ユーザ数の推定総括

単位：No.

	No. of Household		No. of Users	
	Winter	Summer	Winter	Summer
Average	250	169	197	128
Max	1,483	1,315	1,210	1,048
Minimum	72	30	22	24

8.2.2 一般世帯の電力需要推定（メータ制）

冬期・夏期のソム・センターの電力需要推定は以上の需要関数およびパラメータから次の式が導出された。

冬期

$$\text{kWh} = 22.36 \times \text{冬期ユーザ数} + 21.76 \text{ CTV} + 4.7 \text{ HET}$$

夏期

$$\text{kWh} = \alpha^{*1} \times (22.36 \times \text{夏期ユーザ数} + 21.76 \text{ CTV} + 4.7 \text{ HET})$$

kWh : ソム・センターの月間 kWh 消費量

CTV : ソム・センターのカラーTV保有台数

HET : ソム・センターの電気コンロ保有台数

α : 夏期電力消費パラメータ

*1 このパラメータの導出方法は補足を参照のこと

現在のユーザー数から求めたのが現状の需要であり、それに対してソム・センターの総戸数から求めたのがポテンシャルの需要である。この結果をまとめたのが次の表である。

月平均で見ると現状の電力消費量需要は冬場で 5223 kWh、夏場で 2212 kWh である。この値は先述しているようにメータによる電気料金徴収を前提としているので、固定制が大半の現状ではもっと電力消費量は高い(固定制については第 8.2.4 節で推定する)。ソムの全戸数が電気供給を受けた場合のポテンシャルの需要は冬場で平均 6690 kWh/month、夏場で 2952 kWh/month である。最大の需要を示しているのはザミンウドでこれにトソンツェンゲルが続いている。最小の需要を示しているはエルデネツァガンである。

表 1.8.2-2 対象ソムの一般世帯電力需要推定

単位:kWh/月

	Current Demand		Potential Demand	
	Winter	Summer	Winter	Summer
Average	5,223	2,212	6,690	2,952
Max	38,885	26,947	40,857	26,947
Minimum	695	357	1,987	480

8.2.3 病院・学校・ソム役場の電力消費量推定

ここでは一般世帯以外のユーザ別の電力需要を分析する。一般世帯以外の電力需要はほとんどが公共施設で占められており、さらに公共施設の電力需要の大半は病院と学校で占められている。需要推定の手順はまず単位電力需要を求め、次に季節による電力需要変動の比を求める。これに各ソムの施設規模に当てはめて個々のソムの電力需要を求める。推定に際しては一日の供給時間を 24 時間に対して先に算出した夏冬のパラメータ及びソムごとのベッド数、学生数にかけて 1 日あたりの電力消費量を求めた。こうして算出されたソム毎の電力消費量の推定値を規模の大きさに 3 つのグループに分けてその平均値を求めた結果が次の表に示されている。

表 1.8.2-3 病院・学校・ソム役場の電力消費量推定（冬期）

winter day estimated kWh consumption

Hospital	Range	below 10 beds	10-20 beds	over 20 beds	average
	kWh/day	6.3	11.0	24.4	10.9
Sample No.	52	104	17	173	
School	Range	below 400 students	400-600 students	over 600 students	average
	kWh/day	4.9	7.1	12.5	7.9
	Sample No.	50	78	46	174
Sum Office	Range	-			
	kWh/day	2.0			

表 1.8.2-4 病院・学校・ソム役場の電力消費量推定（夏期）

summer day estimated kWh consumption

Hospital	Range	below 10 beds	10-20 beds	over 20 beds	average
	kWh/day	4.7	8.1	18.0	8.0
	Sample No.	52	104	17	173
School	Range	below 400 students	400-600 students	over 600 students	average
	kWh/day	3.0	4.4	7.7	4.9
	Sample No.	49	78	46	173
Sum Office	Range	-			
	kWh/day	1.4			

8.2.4 水供給のための電力需要

水供給の際にはまず家庭訪問調査から得た水の使用量を基に一人当たりの水消費量を冬は 40L/日、夏は 50L/日と設定し、更にポンプの仕様をヘッド 30 m、効率 60%と設定した。ソム・センターの水供給は川など集落から離れた水源から水をくんでくるのが一般的である。平均的にはその距離は 1 km 程度であるが中には更に遠くの水源しかないソム・センターもある。このため上水道の整備は 2005 年には 1 km 範囲のソム・センター84、2010 年には 2 km 範囲のソム・センター 128 にて実施されると仮定した。

8.2.5 その他の電力需要

世帯、BHN 公共施設の他にも獣医、店舗、レストランなどの業務施設がソム・センターにはある。これらの電力需要も無視できない量であるので、第 8.2.3 節と同じサンプルからその電力需要を推定した。この業務形態はソム・センターによってまちまちであるので、一世帯当たり平均の電力需要で推定した結果、4.4 kWh/世帯/月となった。

8.2.6 固定料金制での電力需要

固定料金制での電力需要はまさに現在の電力消費の推定ということになるが、これは冒頭でも述べたように本来の電力料金徴収体制ではない。従って将来の電力需要予測ではメータ制を前提とする。今回の 2005 年の計画には電気料金体系の移行を前提としてメータの予算も組み込まれている。メータの導入の経済分析を行うには固定制の電力需要の推定が必要である。固定制でも電力需要の推定は現状の設備の容量²から電力容量のピーク需要(配電ロスを差し引く)を求め、これを先に推定したメータ制での電力需要からのピーク需要との比率を求める。この比率をメータ制での電力需要に適応して固定制の電力需要を求める。各ソムの現状で稼働している設備の容量を検討した結果、固定/メータ制電力需要比率は 1.5 となった。この比率は先の第 7.6.3 節の値よりも低めであるが妥当な推定と判断できる。

8.2.7 ロードカーブ（負荷曲線）の推定

ソムの発電所で積算型の kWh メータが備わっているところはほとんど皆無である。電力計はたいていのソムの発電所に設置されているが、定時的にその記録を採っているソムは皆無に近い。またサンプル調査は夏期に行われたためにこの時期、昼間の発電を行っているソムも対象にはなかった。中央送電網系統につながっているソムでも負荷の記録をとっているところはなく、発電所レベルでしかロードカーブの記録は存在しない。中央の発電所の負荷曲線は産業が集積する都市部の需要が強く反映しているため、そのパターンを地方に当てはめることには無理が生じる。現在ロードカーブを推定するのに使えるデータはインベントリー調査で聞き取りをした現在と過去の出力の変化である。この記録は運転員の記憶に頼るものであるが、運転員にとっては比較的になじみ深い数値であり、ある程度の信頼度を期待することができる。しかし、出力の記録に発電機の容量を単純に羅列したと考えられるケースが多く、このデータはどちらかといえばどの発電機をどの時間帯に運転しているかという運転記録と理解したほうが正しい。このため発電電力

² 設備容量から現状の電力需要を推定するのは理論的には問題があるが、現状の記録がないこととほとんどのソムで固定料金制の元では設備容量が不足している点からすれば、設備容量をもって電力需要とすることの妥当性は高い。

記録は実際の電気需要とは乖離しており、需要が低迷する昼間の時間帯では無駄にエンジンが回っているのも出力と記録されている。

実際のロード・ファクターがどの程度になるのかを同じくインベントリー調査の電気事業経営のデータから推測することにした。方法としてはまず、一般世帯、公共施設、民間企業からメータによる電気料金の徴収を行っているソムを抽出した（総数 33）。この中からデータの整合性の高いものを選び出した。メータによる徴収を行っていれば、ユーザ毎の kWh 消費量が比較的正確に算出される。これを分子とし、分母としてはソムの発電能力の最大値の発電時間の積を用いることで、発電時間の段階分け別のロード・ファクターを求めた結果、冬の週日の平均ロード・ファクターを 0.2 に設定した（A. 補足資料参照）。以上のデータを基準点としてソムの発電記録からのロードカーブを修整することにする。ロードカーブは発電出力のカーブに修正率をかけて冬の週日のロード・ファクターが 0.2 となるように求めた。

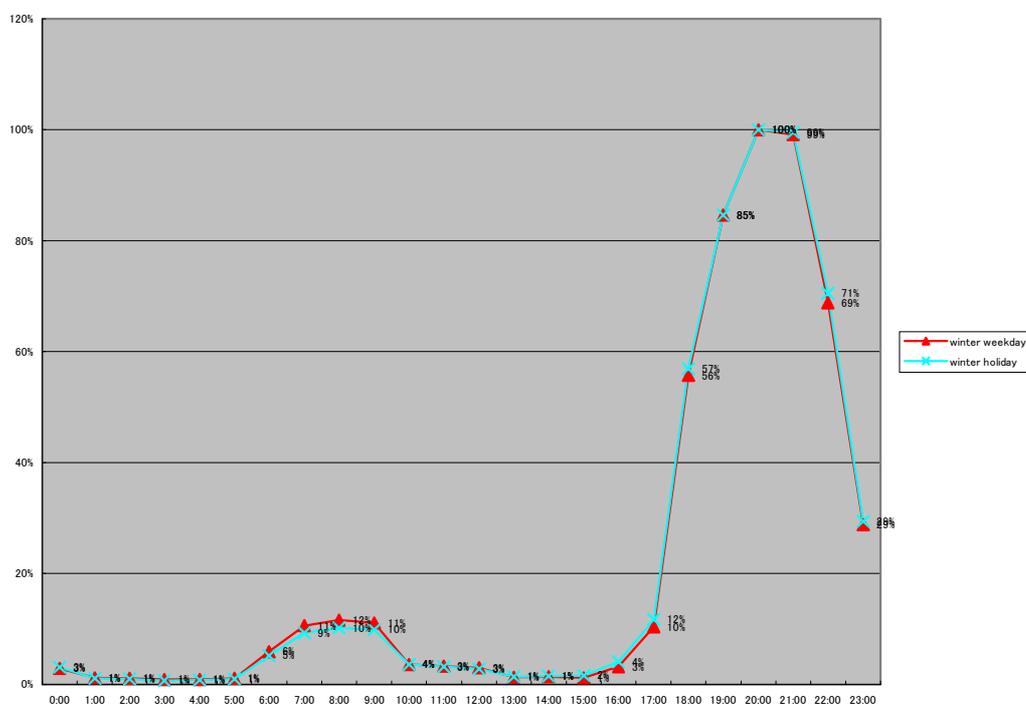


図 1.8.2-1 ソム電力需要の推定ロードカーブ（冬）

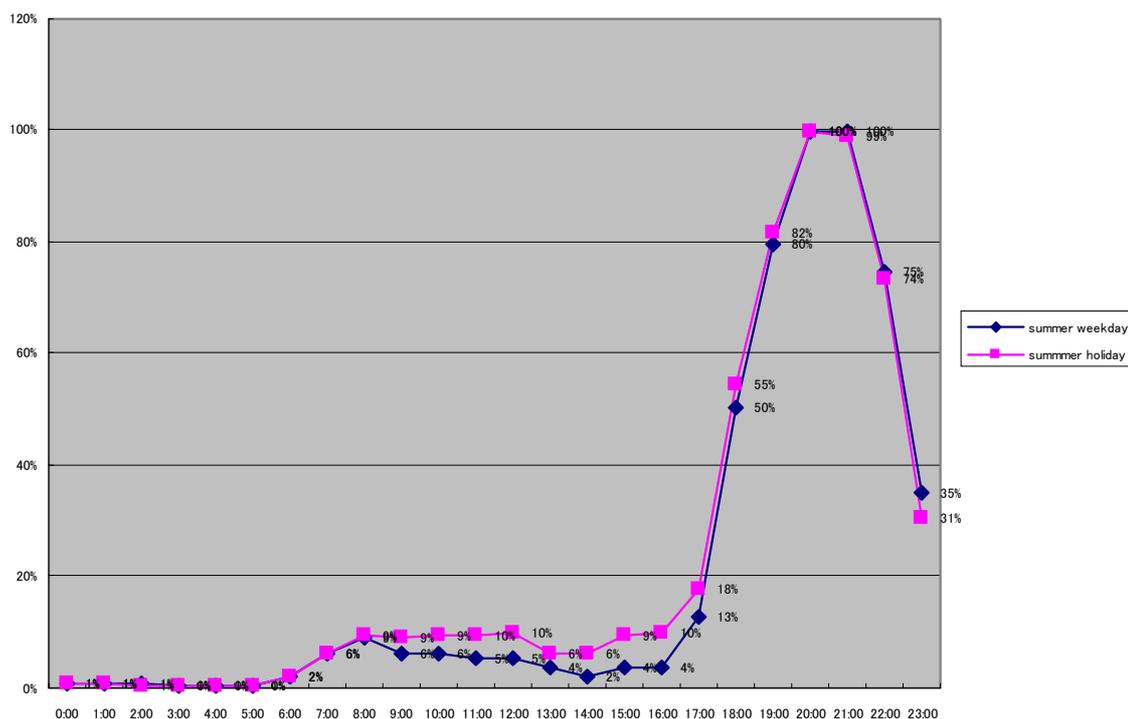


図 I.8.2-2 ソム電力需要の推定ロードカーブ（夏）

8.3 ソム別電力需要予測

将来需要は人口の変化、所得の伸び、電化率の向上等の社会要因で変わる。ソム・センターの人口は前節でも述べたように激しく変化している。過半数のソム・センターが減少傾向を示しているが、中には急成長しているソム・センターもある。こうした変化には市場へのアクセス等さまざまな要因が存在することと考えられるが、社会基盤の劣化によってソム・センターの多くが人口の吸引力を失っているのも事実である。将来の予測としてはまず 2005 年は現状の電気需要が維持されるものと仮定した。次に 2010 年には電気加入率が 100%達成されるものとし、更に人口の変化が反映されるものと仮定した。人口の増加率は過去 2 年間の増加率がマイナスのソム・センターについては、この減少に歯止めがかかり、0%で推移するものとした。更には過去 2 年間の人口変化が 1992 年からの 5 年間の変化よりも小さいものについては過去 2 年間の増加率が続くものと仮定し、なおかつ増加率の上限は年率で 10%とした。最近 2 年間の増加率が 1992 年から 5 年間よりも大きいものについては 10%を上限として、平均値を適用した。2015 年の需要については 2005 年－2010 年の人口増加が継続するものとして計算した。

図 I.8.3-1 は冬の 1 ヶ月の 1 ソム平均電力消費を予測したもので、図 I.8.3-2 は夏の 1 ヶ月の 1 ソム平均電力消費を予測したものである。これらの総括は表 I.8.3-2 に示す。

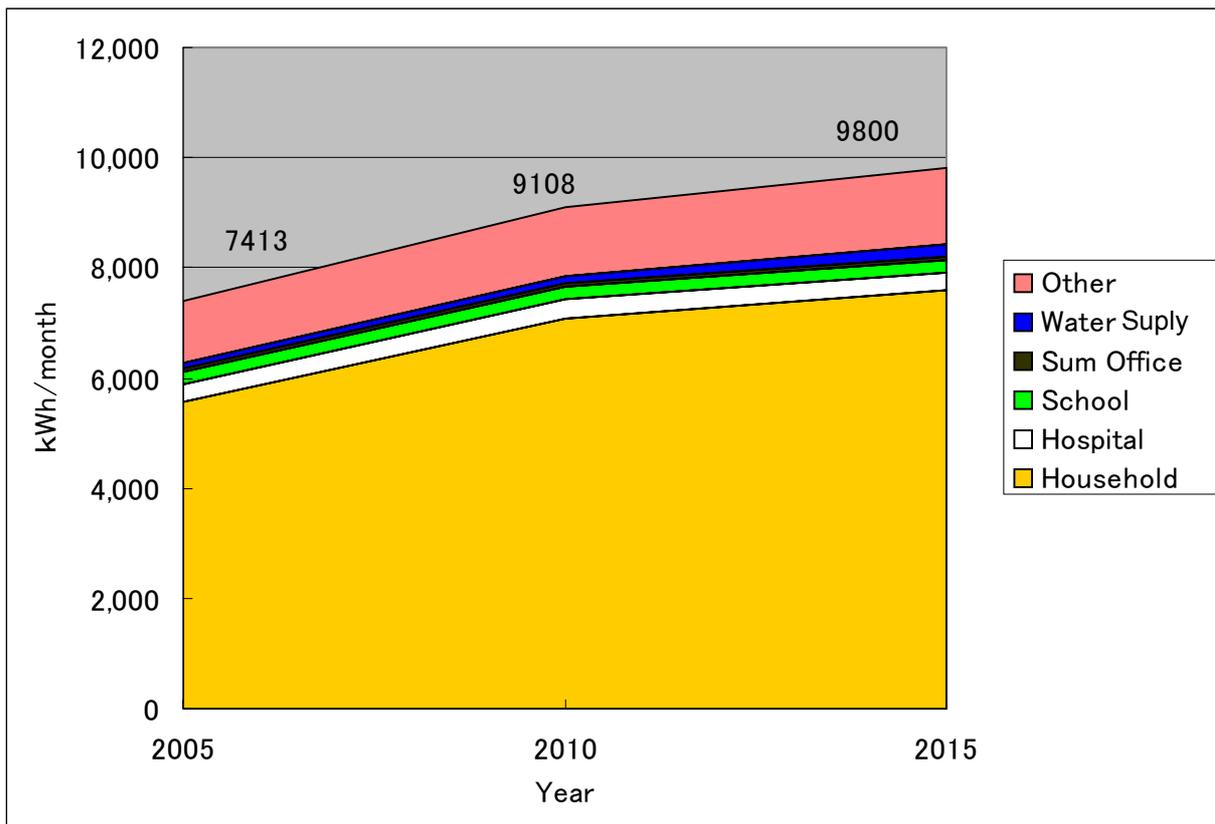


図 1.8.3-1 ソム月平均電力需要 (冬)

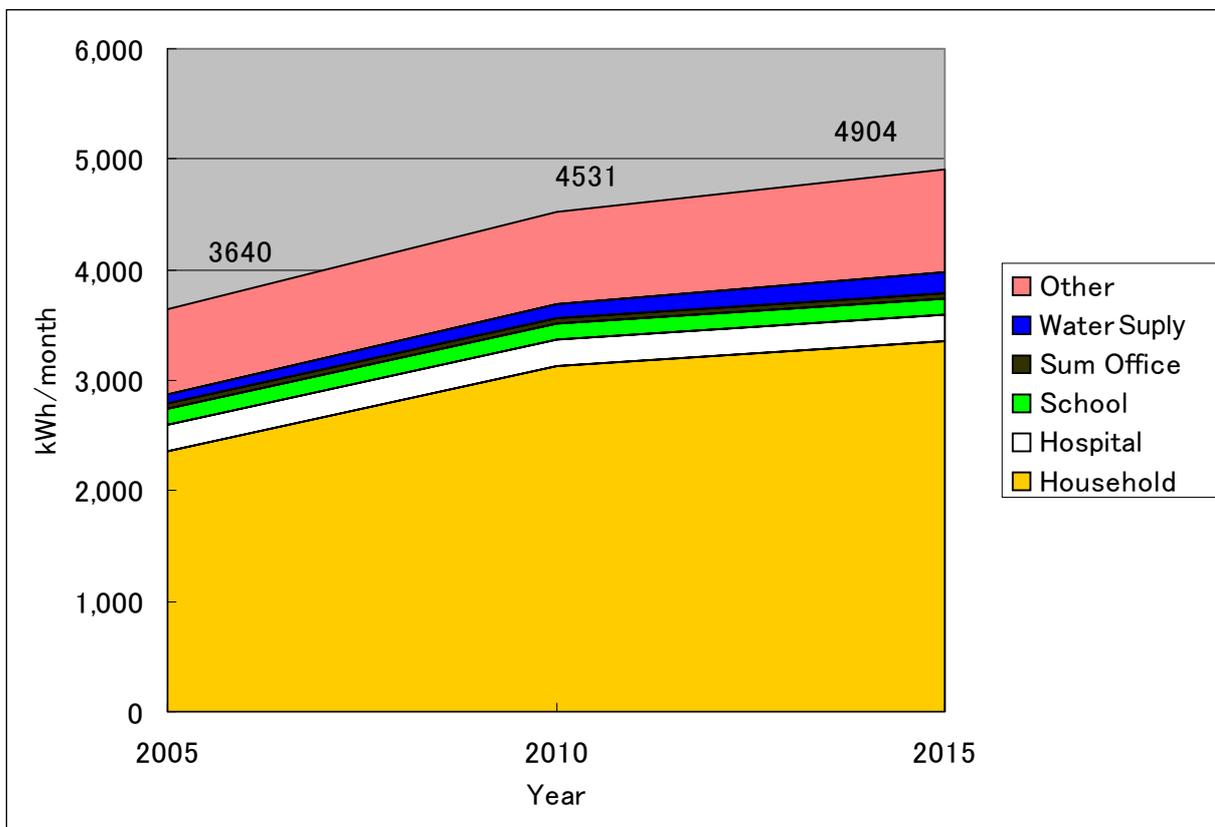


図 1.8.3-2 ソム月平均電力需要 (夏)

表 1.8.3-2 ソムの消費電力量月間予測総括

Unit: kWh/month

		Household	Hospital	School	Sum Office	Water Supply	Other	Total	BHN	
2005	winter	total	960,818	56,678	40,941	10,380	14,957	198,693	1,282,467	108,000
		average	5,554	328	237	60	86	1,149	7,413	624
		max	49,628	2,160	893	60	676	6,465	56,909	3,113
	summer	min	695	43	50	60	0	198	2,954	261
		total	407,761	41,722	25,258	7,266	13,874	133,895	629,775	74,246
		average	2,357	241	146	42	80	774	3,640	429
		max	34,392	1,590	551	42	1,167	6,560	41,512	2,183
		min	357	32	31	42	0	65	847	184
		total	1,227,137	56,678	40,941	10,380	24,033	216,502	1,575,671	108,000
2010	winter	average	7,093	328	237	60	139	1,251	9,108	624
		max	52,145	2,160	893	60	918	8,251	61,212	3,113
		min	2,431	43	50	60	0	198	3,436	261
	summer	total	541,826	41,722	25,258	7,266	22,316	145,416	783,803	74,246
		average	3,132	241	146	42	129	841	4,531	429
		max	34,392	1,590	551	42	1,208	8,373	43,324	2,183
		min	480	32	31	42	0	65	952	184
		total	1,312,933	56,678	40,941	10,380	35,932	238,564	1,695,429	108,000
		average	7,589	328	237	60	208	1,379	9,800	624
winter	max	66,552	2,160	893	60	1,439	10,531	79,337	3,113	
	min	2,730	43	50	60	0	198	3,573	261	
	total	580,172	41,722	25,258	7,266	34,343	159,671	848,432	74,246	
summer	average	3,354	241	146	42	199	923	4,904	429	
	max	43,894	1,590	551	42	2,610	10,686	57,749	2,183	
	min	480	32	31	42	15	65	952	184	

8.4 ディマンド・サイド・マネージメント・プラン

発生と消費が同時に行われる電力エネルギーは、現在一般的に消費の変動に合わせ発生側のコントロールが行われている。つまり、発電所の出力調整である。しかしながら、近年、発電側のみで対応することの非経済性が顕著となり、負荷側をコントロールする思想、即ちディマンド・サイド・マネージメント (Demand Side Management; DSM) が注目されている。

電力発生がその性質上間欠的な再生可能エネルギーにおいては、発電側でのコントロールが困難であるため、DSMは経済的なエネルギー利用に極めて重要な役割を持つ。

以下に、本計画における DSM の有効な手段として、①教育・啓蒙活動、②需要のシフト、③新たな需要の創出について述べる。ただし、DSMによって需要量 (kWh) そのものが増加するのは、新たな需要が創出される場合で、DSMは多くの場合負荷の平準化に貢献する。また、ソム・センター毎に最適な DSM は異なり、それを実行しようとするソムの自主性にも差があるため、DSM の効果を定量的に予測することは、現実的には困難である。このため、予測のデータが最も整っており、実現性の高い、新たな需要としての水のポンプアップ需要についてのみ、需要予測に反映させた。

(1) 教育・啓蒙活動

需要家に対し以下をテーマとした教育・啓蒙活動を実施することが、ダイヤモンド・サイド・マネジメントの成果を上げるのに効果的である。

- 1) 再生可能エネルギーの発電パターンの理解
- 2) 発電パターンに合わせた電力使用方法・技術の習得

2005 年は BHN を優先させ、病院、学校、ソム役場に、2010 年からはソム全体の需要家に対し通年 24 時間電力供給となる。24 時間電力供給の場合でも、バッテリーの充放電損失、水素製造時および燃料電池の発電時の損失を考慮すると、太陽光や風力の発電パターンに合わせ電力を使用することが、効率的な電力利用を可能とする。

具体的に、洗濯機を使った洗濯、アイロンがけ、電熱器を使った炊事を日中の内に行うなどは、教育により、容易に達成できる。さらに、連続負荷となる冷蔵庫の扱いはやや難しいが、夏期、冷蔵庫が大きな潜在需要となっていることは、サンプル調査で分かっている。24 時間電力供給でも、バッテリー残量が少なくなれば、夜間の計画停電は避けられない。こういった場合の対応策として、日中、氷を多く作り、これにより夜間冷蔵庫内の低温を保つことは可能である。このような技術指導をセミナーなどで行うことにより効率的なエネルギー利用が可能となる。

(2) 需要のシフト（バッテリー充電所の設置）

需要をシフトし、再生可能エネルギーにより発電された電力を有効に利用する具体的方法として、バッテリー充電所の設置を提案する。

2005 年のシステムでは、夏期、ディーゼル発電機を運転しなければ一般需要家に対しては、電力供給がない。この点調査結果によれば、多くのソム・センターで夏期ディーゼルを運転しないことが予想される。一方、夏期の日射量は強く、余剰電力の発生する確率が高い。この余剰電力を有効に活用し、希望する需要家にはテレビや照明に利用できる程度の電力供給が可能となるよう、需要家がバッテリーとインバータを所有する。バッテリーとインバータの購入は、希望する需要家が自己資金にて購入することとし、簡単なバッテリー充電所の設置と運営をソム側で行う。需要家は日中、バッテリーを充電所まで持参し、料金を支払い充電し、夜間このバッテリーでテレビや照明を使う。これは供給側

から見れば、夜間の需要が昼間にシフトされたのと等しい。

この方法であれば料金徴収は確実であるので、電力供給事業の経営にも寄与するもの
と考える。一般需要家の中では、テレビの視聴に対する希望がひととき高く、そのため
に小型ディーゼル発電機を購入している家も調査において何軒も確認できた。このため、
バッテリーとインバータのマーケットベースによる普及も、十分に期待できる。

2010年以降のシステムでは、一般需要家に対しても24時間電力供給となるが、需要
をシフトし、それを再生可能エネルギーの発電パターンに合わせ電力損失を低減させる
という意味で、このバッテリーとインバータシステムは、この時点でも電力の有効利用に
効果がある。

図 I.8.4-1 は1日の太陽光パネルによる発電パターンと一般家庭の需要パターンを示
す。

ピーク時間帯の主な需要は照明、
テレビであり、他の時間帯へのシ
フトが難しい。バッテリーとインバ
ータを所有した家庭では、日中バ
ッテリー充電所にてバッテリーを充電
し、ピーク時間帯にバッテリーによ
り照明をつけ、テレビを見る。こ
の場合、需要家がバッテリーを使用
するインセンティブが働くよう、
バッテリーの充電料金は電気料金よ
りも低く設定する必要がある。

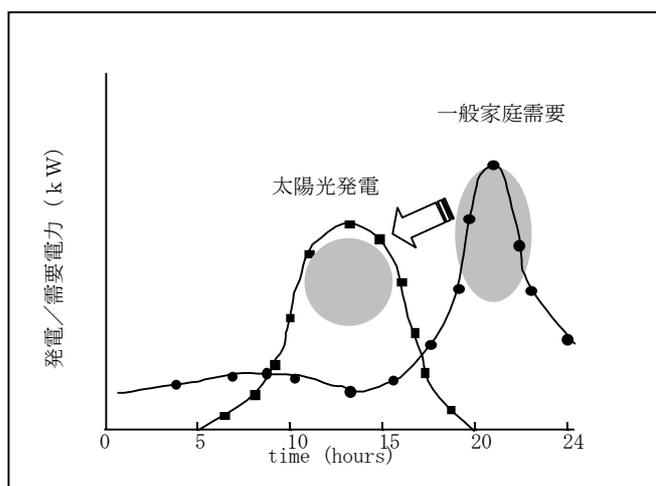


図 I.8.4-1 太陽光パネルの発電パターンと
一般家庭の需要パターン

(3) 新たな需要の創出

新たな需要の創出もディマンド・サイド・マネジメントとして効果的である。創出す
べき新たな需要の特性は下記の通りである。

- オフピーク時間帯（日中）の需要
（製材、穀物加工、羊毛の洗浄など産業需要）
- 再生可能エネルギーの間欠性に影響されない需要
（水のポンプアップ、給湯など）

どのソムでも安定な電力供給が、産業の活性化に不可欠であるとしている。安定な電力供給のみで産業が活性化されるとは言えないが、活性化の重要な要素であることには間違いなく、産業需要の増加する可能性は高い。

対象 167 ソム・センターの内、94 ソム・センターが、手動式を含め水供給のポンプを持っている。水供給はどのソム・センターにおいても BHN としての必要性が高い。汲み上げた水をタンクなどに貯水すれば、間欠性に影響されない負荷として有望である。