

# 補 足 資 料

## A. 補足

## 8.1 需要関数推定—多変量回帰分析

当初需要関数は所得と電気価格を変数とする関数として推定することを目指した。しかしながら、価格変化を反映するような時系列的なデータを得ることはできなかった。一応フルセットのデータを収集できたのは2つのソムだけであった。この2つのソムのうちのひとつのマンダルオポーでは1999年の1月に20%の価格値下げがあった。しかしながら、その結果の反映はソム全体では観測可能であったが、調査したサンプルの家庭では有意な変化を見ることはできなかった。これは遊牧民の多いソム・センターでは人の移動が激しく、それに伴う電気消費量の変化も大きなものがあること、価格変化をユーザーが実感するまでにラグがあると考えられること、さらには、発電所側の故障で電気供給時間が大幅に短縮された月があることなど、さまざまな霍乱要因が存在している。このためサンプル調査のサンプルから全体を推計することは困難であると判断した。係数中で最も統計的有意性があったのが世帯当たりの電気器具の保有台数（コトントのみ）である。この結果を受けて需要関数は電気器具の保有台数から行うのが妥当という知見を得ることができた。

次の表は代表的な電気器具の保有台数と電気消費量の関係を需要関数として回帰分析した結果である。

表 I. 8. A-1 一般世帯需要関数多変量分析結果

	coefficient	t-statistic	coefficient	t-statistic	coefficient	t-statistic	coefficient	t-statistic
intercept	15.42	1.42	10.74	1.23	22.41	5.32	22.36	6.32
color	16.78	2.99	17.61	3.93	19.36	4.62	21.76	6.15
radio								
refregirator								
log of lamp								
log of no. appliance	4.53	0.70	2.28	0.66				
electric stove	6.10	1.54	7.60	1.45	7.36	2.11	4.70	1.53
no. of samples	24		22*		24		22*	
R-squared	0.59		0.73		0.58		0.70	
Corrected R-sq	0.52		0.69		0.54		0.67	

\* excluding outlier samples

## 8.2 夏期・冬期の照明必要時間帯

夏期・冬期の電力需要の差は大きい。このために夏場は電力供給を行わないソムが過半である。これは一つには遊牧民（公務員等でも多少の家畜を保有しているのか常である。）は夏の間にはより牧草の豊かな土地を求めてソム・センターから離れるのが一般である。また、緯度の高いモンゴルにおいては夏と冬の日照時間の差はかなり大きくなる。結果として夏と冬では電力消費量の差がある。この原因は主に日照時間の差と考えられる\*3。

夏期・冬期の電力消費の差を求めるためにまずはモンゴルにおける一年の日の出・日没のデータから夜間の照明の必要な時間（日没から午後 11 時まで）と明け方の照明の必要な時間（日の出から午前 7 時まで）を年間、夏期（春分の日から秋分の日まで）冬期（秋分の日から春分の日まで）について北緯 46 度統計 105 度の地点で計算した（表—2）。この結果、冬期の照明必要時間帯は平均で 5 時間 57 分に対して、夏期は平均で 2 時間 47 分であることが判明した。

表 I. 8. A-2 夏・冬の照明必要時間

	unit hour:minute	
	night time	morning before dawn
Annual	3:53	0:28
Winter	5:00	0:57
Summer	2:47	0:00

winter and summer are defined as times between equinoxes

## 8.3 夏期・冬期の電力消費比率

まずは冬場の平均 1 世帯 1 日当たりの電力消費量を先の需要関数によって求める（891W/day）。一方サンプル調査の結果から一般世帯の電気製品の平均保有率は分かっている。このデータの中から照明機具の使用電力量を求める。先の照明の必要な暗い時間帯の 85%の時間に照明を使うものと仮定し、さらに不当率である 1.27 で除する。TV の観賞時間は平均で一日あたり 2 時間とする。こうして算出したのを基に残りの電気器具がどれだけ電力消費をしているかということ計算する。残りの電気器具の電力消費量が夏冬で変化がないとすると、夏場の電力消費量は夏場の照明の電気消費量を計算することによって推定することができる。この結果表—3 のように夏場は冬場の 65%の電力消費になることが算出された。

\*3 この他に温度差の影響が考えられる。これは例えば湯を湧かす際に響いてくるが、日照時間に比べると影響度は低いとみられる。

表 I. 8. A-3 夏期・冬期の電力消費比率

Appliance	ownership	capacity	winter power		summer
			W	Average W	consumption W
B/W TV	70%	82	57.4	114.8	114.8
Color TV	20%	100	20	40.0	40.0
VCR	7%	60	4.2	8.4	8.4
Radio/Cassette	50%	10	5	0.3	0.3
Fluorescent Lamps	24%	40	9.6	38.2	17.9
Lamps	226%	60	135.6	540.0	252.6
Electric Stove	60%	2,000	1200	78.7	78.7
Washing M/C	19%	200	38	2.5	2.5
Refrigerator	32%	150	48	3.1	3.1
Air Fan	2%	50	1	0.1	0.1
Air Con	0%	0	0	0.0	0.0
Computer	1%	150	1.5	0.1	0.1
Iron	72%	1,000	720	47.2	47.2
Electric Oven	7%	2,000	140	9.2	9.2
Electric Rice Cooker	2%	400	8	0.5	0.5
Vacuum Cleaner	10%	760	76	5.0	5.0
Generator	4%	1,125	45	3.0	3.0
Others	1%	100	1	0.1	0.1
<b>Total</b>		<b>8287</b>	<b>2510.3</b>	<b>891</b>	<b>583</b>

**Summer/Winter Ratio 0.65**

#### 8.4 公共施設における単位電力需要推定

公共セクターの電力需要もソム毎に差異があり、平均的なパラメータを得るにはある程度のサンプル数が必要である。このためにインベントリー調査のデータベースからサンプルを選んで公共施設の電力需要を算出した。メータを使っていない場合には kWh を算出することはできないので公共施設等からメータ制度で料金徴収しているソムだけを選び出した。これらのソムでは公共施設からの電気料金収入と電気料金のデータがあるので、これから電力消費量を算出した。このデータをもとに年間の発電時間ごとに学校の学生一人当たり (kWh/student/hour)、病院のベッド 1 台当たり (kWh/bed/hour) の一時間当たりの電力消費量の平均値をもとめた結果が次の表である。年間発電時間が多くなるに連れて当然のことながら電力を集中して使うことが少なくなるので単位時間当たりの消費量は減少していく傾向がある。今回の計画では通年 24 時間の電力供給を考えているので、この単位時間当たりの消費量を延長して推定する必要がある。ただしソム役場については規模の単位がないのと、ソムの大きさと施設の大きさは必ずしも比例しないと考え年間あたりの総消費量を想定した。

表 I. 8. A-4 公共施設設備単位当たり電力需要

Unit	Annual Operation Hours							Adopted Parameter	
	below 1000 hrs	over 1000 hrs	over 2000 hrs	over 3000 hrs	over 4000 hrs	6000 hrs*	8000 hrs*		
Hospital	sample No.	7	17	10	7	4		<b>0.026</b>	
	kWh/bed/hour	0.17	0.09	0.09	0.10	0.073	0.038		0.026
	elasticity			0.02	0.30	-0.90	-0.95		-1.00
School	sample No.	5	17	10	7	4		<b>0.0005</b>	
	kWh/student/hour	0.0032	0.0040	0.0029	0.0010	0.0011	0.0007		0.0005
	elasticity			-0.27	-1.30	0.34	-0.80		-1.00
Sum Office	sample No.	7	17	10	7	4		<b>1,700</b>	
	kWh/year	594	578	910	1,134	1,342	1,544		1,698
	elasticity			0.58	0.49	0.56	0.30		0.30

\* estimated values

full annual operation hours is equated to 8000 hours

## 8.5 ロード・ファクターの推定

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、分母としてはソムにおける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。

表 I.8.A-5 ロード・ファクター算出用のサンプルソム

	id	sum	Aimag	working capacity kW	annual operation hour	annual kWh
Under 1500 hrs	80	BATSHIREET	KHENTII	100	900	45,234
	80	ALDARKHAAN	ZAVKHAN	160	1050	54,636
	12	KHURMEN	UMNUGOBI	151	1320	109,411
Between 1500-2500 hrs	103	BAYANZUREKH	KHUVSGUL	75	1560	41,715
	138	TOSONTSENGEL	ZAVKHAN	450	1920	240,375
	94	NARIINTEEL	UVURKHANGAI	63	2160	29,032
	89	BOGD	UVURKHANGAI	90	2450	97,000
Between 2500-3500 hrs	2	BAYAN-OVOO	UMNUGOBI	120	2520	28,815
	8	NOMGON	UMNUGOBI	120	2630	123,553
	10	KHANBOGD	UMNUGOBI	90	2880	35,309
	64	TUMENTSOGT	SUKHBAATAR	300	3060	169,208
	25	DARVI	GOBI-ALTAI	60	3114	20,876
Between 3500-5000 hrs	11	TSOGT-OVOO	UMNUGOBI	60	3832	12,855
	9071	GALSHAR	KHENTII	40	4680	35,276
	1	BAYANDALAI	UMNUGOBI	60.3	4770	19,796
	13	TSOGTTSETSII	UMNUGOBI	90	4812	37,767
Over 5000 hrs	93	KHAIRKHANDULAAN	UVURKHANGAI	75	5400	26,588
	61	BAYANDELGER	SUKHBAATAR	160	6480	45,929
	3	BULGAN	UMNUGOBI	130	7380	110,644

Source: JICA Rural Electrification Master Plan, Inventory Survey

この結果求められた結果をグループ毎にまとめた結果が次の表である。

表 I.8.A-6 発電時間とロード・ファクター

	Average Load Factor
under 1500 hrs	53%
between 1500-2500 hrs	32%
between 2500-3500 hrs	31%
between 3500-5000 hrs	13%
over 5000 hrs	11%

Source: JICA Rural Electrification Master Plan, Inventory Survey

この表からわかるように発電時間が長くなるにしたがってロード・ファクターが下がってきており、経験則とよく合致する。次に同じデータセットを運転のタイプ（夏・冬／昼・夜）で分類した結果が次に表のとおりである。

表 I. 8. A-7 ソムの電気事業運転時期・時間帯別のロード・ファクター

operation type				load factor	sample no.
winter		summer			
peak	off-peak	peak	off-peak		
yes	no	no	no	45%	6
yes	yes	no	no	20%	2
yes	yes	yes	no	21%	8
yes	yes	yes	yes	17%	2
yes	no	yes	yes	18%	1

Source: JICA Rural Electrification Master Plan, Inventory Survey

この表からも冬期のピーク運転のみのロード・ファクターが最も高く、通年昼夜の運転が最も高くなっている。通年昼夜のロード・ファクターが先の表の 5000 時間のロード・ファクターよりも高くなっているのは、通年昼夜に分類したものの中でも昼間のピークのみで電気供給を行っているソムが含まれているためである。

以上の発電時間別のロードファクター、運転時間・季節別のロードファクターの値から推定してロードファクターは **0.2**（冬期/週日）と設定する。

Appliance	ownership	capacity W	Average W	winter power consumption W	summer electricity
B/W TV	70%	82	57.4	114.8	114.8
Color TV	20%	100	20	40.0	40.0
VCR	7%	60	4.2	8.4	8.4
Radio/Cassette	50%	10	5	0.3	0.3
Fluorescent Lamps	24%	40	9.6	38.2	17.9
Lamps	226%	60	135.6	540.0	252.6
Electric Stove	60%	2,000	1200	78.7	78.7
Washing M/C	19%	200	38	2.5	2.5
Refrigerator	32%	150	48	3.1	3.1
Air Fan	2%	50	1	0.1	0.1
Air Con	0%	0	0	0.0	0.0
Computer	1%	150	1.5	0.1	0.1
Iron	72%	1,000	720	47.2	47.2
Electric Oven	7%	2,000	140	9.2	9.2
Electric Rice Cooker	2%	400	8	0.5	0.5
Vacuum Cleaner	10%	760	76	5.0	5.0
Generator	4%	1,125	45	3.0	3.0
Others	1%	100	1	0.1	0.1
<b>Total</b>		<b>8287</b>	<b>2510.3</b>	<b>891</b>	<b>583</b>
<b>Summer/Winter Ratio</b>					<b>0.65</b>