

研究論文

中国都市家庭における電力需要に関する検討

A Study on Electricity Demand in the Chinese Urban Household Sector

村田 晃 伸* · 近藤 康彦** · 穆 海林*** · 周 瑋生****

Akinobu Murata

Yasuhiko Kondou

Hailin Mu

Weisheng Zhou

(原稿受付日2006年3月15日, 受理日2006年6月12日)

Abstract

This paper presents the result of estimating how much electricity is currently used and would be used in the future in the Chinese urban household sector at region level. The result is derived from the analysis of questionnaires obtained from a survey recently conducted in thirteen cities in China. Electricity used for various purposes in the Chinese urban household is evaluated, considering regional climate conditions and the ownership of end use devices. It is also estimated how much electricity could be saved in the future by improving the end use efficiency of lighting equipments, room air-conditioners, refrigerators and television sets. It is found that about 27 percent reduction could be possible in the year of 2020 by means of improving the efficiency of those end use devices.

1. まえがき

経済成長とともに1990年頃から中国の都市家庭では家電製品が急速に普及してきた。それにつれて、都市世帯当たりの電力消費量も平均10%/年の速度で増加を続けている。地球規模での持続的なエネルギー消費を考えると、中国の家庭部門における省電力は今後重要性を増す課題のひとつであるとみなされるが、中国の家庭用電力使用の実態調査と省電力の可能性に関しては限られた研究しか行われていない。文献¹⁾の研究は、北京、上海、広州の150世帯を対象に実施したエアコンの使用実態調査に基づいて冷房に関する省電力の可能性を検討したものである。文献²⁾の研究は冷蔵庫の省電力を検討したものである。フィールドテストの一部として北京、上海、広州で30世帯ずつを対象に、14種類の機器に関する年間使用時間と消費電力量の調査を行っているが標本数は小さい。文献³⁾では家庭における用途別電力消費原単位が用いられているが、原単位の地域性は考慮されていない。我々は、地域性を考慮した家庭用エネルギーの使用実態を広範囲に把握することを目的に、中国の13地点の都市家庭を対象としてエネルギー消費に関する

アンケート調査を実施した。本論文は、調査の結果に基づき、中国都市家庭における電力消費の現状と2020年までの省電力の可能性を検討した結果の報告である。本論文の構成は以下の通りである。アンケート調査の概要(第2章)、機器別年間電力消費量の推計(第3章)、現在の用途別電力消費量の推計(第4章)、2020年の用途別電力消費量の推計と省電力の可能性(第5章)、まとめ(第6章)。

2. アンケート調査の概要

2.1 調査方法および調査内容

調査地点の選定には、エネルギー需要に対する気候の影響をバランスよく評価できるように配慮した。13の調査地点と西藏地区を除く30の地区を気候の特性を考慮して表1

表1 気候による調査地点と地区の分類

区分	特徴	調査地点	地区	備考
I	寒冷	長春、敦化、撫松、烏魯木齊	吉林、黒竜江、内蒙古、新疆、甘肅、青海、寧夏	年間平均気温が10℃未満
II	比較的寒冷	大連、太原、青島	遼寧、山西、山東、北京、天津、河北、河南、陝西	年間平均気温が10~15℃。年間最高気温は25℃以上、年間最低気温は0℃以下
III	夏は暑く冬は寒い	上海、浦江、成都	上海、江蘇、浙江、安徽、福建、江西、湖北、湖南、四川、重慶	年間平均気温が15~20℃
IV	夏は暑く冬は暖か	広州、三亜	広東、海南、広西	年間平均気温が20℃以上
V	温暖	昆明	雲南、貴州	年間平均気温が15℃前後で年間最高気温は25℃以下、年間最低気温は0℃以上

* (独)産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門主任研究員
〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 産総研つくば中央第2

E-mail: aki.murata@aist.go.jp

** エネルギー技術研究部門

〒305-8569 茨城県つくば市小野川16-1 産総研つくば西事業所

*** 大連理工大学エネルギー・動力学院

〒116023 大連市凌工路2号

**** 立命館大学政策科学部教授

〒603-8577 京都市北区等持院北町56-1

第22回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンスにて発表した内容の一部に基づいている

表2 アンケート調査の主な項目

項目	主な調査内容
家庭状況	常住人口, 住宅面積, 居住年数, 住宅購入希望状況
家庭使用エネルギー	使用エネルギーの種類・年間使用量
暖房用エネルギー	暖房用エネルギーの種類と量, 暖房日数
調理・給湯用エネルギー	調理・給湯用エネルギーの種類と量, 調理用電気機器の入力電力・日平均使用時間
照明用エネルギー	照明用機器の入力電力・日平均使用時間
給湯用エネルギー	使用エネルギーの種類, 季節別週平均シャワー回数・季節別1回あたり平均使用時間
冷房設備	年間冷房日数・日平均使用時間
家電製品の使用状況	機器の入力電力・日平均使用時間
家電製品の保有状況	現有機器の使用年数, 買い換え希望状況

のように分類する。なお、西藏地区は機器保有数の統計データが不完全であり、他の地区と同程度の将来推計を行うことが難しいという理由で今回の検討からは外した。2003年には長春、敦化、撫松、大連、青島、上海、浦江、成都、三亜の9地点で、2004年には広州、烏魯木齊、昆明、太原の4地点で調査員が戸別に調査票を配布して記入方法を個別に口頭で説明し、記入してもらった調査票を回収した。主な調査項目は表2に掲げる通りである。調査は各地点一度ずつ行った。太原と昆明以外の調査地点の回収数は100、太原の回収数は65、昆明の回収数は60である。

2.2 調査対象世帯の属性

アンケート調査の対象はサラリーマン家庭である。各都市における調査対象家庭の平均的な世帯常住人口と一人当たり居住面積、ならびに主な家電機器の保有状況を表3に示す。カッコ内の数値は、その都市が属する地区の都市家庭全体を対象とする統計値（世帯人数^①、一人当たり居住面積および平均保有台数^②とも2003年のデータ）である。調査家庭のデータを各地区の統計値と比較すると、世帯人数

はほぼ平均的であるが、一人当たり住宅面積は青島市と広州市の場合を除いて調査家庭の方が広めである。主な家電機器の保有状況に関しては、調査世帯のカラーテレビ保有数が地区の統計値より小さい傾向が認められる。また、普及段階にあるエアコン、電子レンジ、パソコンの保有台数については、調査世帯と地区の統計値の食い違いが大きめになる傾向が見られる。

3. 機器別年間電力消費量の推計方法

3.1 照明

照明器具は白熱灯と蛍光灯である。器具単位で得た消費電力と平均使用時間から、次式によって住宅面積当たりの照明用年間電力消費量を推計する。

$$U = (W_1 \times T_1 + W_2 \times T_2) / 1000 / A_f \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 U = 住宅面積当たり照明用電力消費量 (kWh/年/m²)

W_j = 照明器具 j の消費電力 (W)

$j = 1$: 白熱灯, $j = 2$: 蛍光灯

T_j = 照明器具 j の年間使用時間 (h/年)

A_f = 住宅面積 (m²)

3.2 冷房

冷房機器はエアコンと扇風機である。機器の消費電力と平均冷房時間から、次式によって冷房機器一台当たりの年間電力消費量を機器別に推計する。

$$U_j = W_j \times T_j / 1000 \dots\dots\dots (2)$$

ここで、

U_j = 機器 j の一台当たり年間電力消費量 (kWh/年/台)

($j = 1$: エアコン, $j = 2$: 扇風機)

W_j = 機器 j の消費電力 (W)

T_j = 機器 j の平均年間使用時間 (h/年)

表3 調査対象世帯の属性と家電機器の保有状況

都市(地区)	世帯人数 (人)	一人当たり住宅面積 (m ² /人)	家電機器の保有台数 (台/100世帯)					
			エアコン	カラーテレビ	冷蔵庫	洗濯機	電子レンジ	パソコン
長春(吉林)	3.5 (3.1)	24.4 (20.7)	36 (3)	92 (120)	45 (79)	75 (95)	28 (20)	35 (14)
撫松(吉林)	3.3 (3.1)	25.0 (20.7)	3 (3)	98 (120)	72 (79)	92 (95)	24 (20)	16 (14)
敦化(吉林)	2.8 (3.1)	26.6 (20.7)	10 (3)	99 (120)	59 (79)	100 (95)	16 (20)	10 (14)
大連(遼寧)	3.1 (3.1)	23.8 (20.2)	9 (11)	101 (122)	92 (87)	68 (89)	47 (31)	20 (23)
青島(山東)	3.8 (3.1)	17.0 (24.5)	37 (52)	98 (120)	56 (91)	62 (92)	16 (32)	11 (31)
上海(上海)	3.0 (3.0)	26.3 (29.4)	105 (136)	103 (168)	98 (102)	94 (94)	86 (88)	76 (60)
浦江(浙江)	3.6 (2.9)	50.6 (31.0)	100 (105)	100 (159)	97 (99)	97 (93)	45 (51)	27 (40)
成都(四川)	3.4 (3.0)	23.9 (26.4)	74 (56)	100 (132)	86 (91)	89 (94)	50 (32)	43 (21)
広州(広東)	3.5 (3.5)	20.4 (24.9)	199 (142)	109 (153)	100 (93)	91 (98)	50 (54)	51 (56)
三亜(海南)	3.4 (3.7)	33.9 (23.4)	112 (30)	103 (119)	97 (70)	95 (77)	57 (17)	24 (16)
太原(山西)	3.4 (3.1)	26.2 (23.0)	42 (18)	114 (118)	95 (79)	94 (97)	55 (15)	55 (18)
烏魯木齊(新疆)	3.3 (3.1)	24.8 (20.8)	13 (5)	108 (113)	79 (84)	79 (92)	15 (13)	21 (16)
昆明(雲南)	3.2 (3.0)	34.2 (24.9)	0 (0)	130 (125)	95 (77)	98 (93)	52 (32)	55 (19)

(注) カッコ内の数字はその都市が属する地区の都市家庭全体を対象とする統計値である。世帯人数の統計値は参考文献^①、住宅面積の統計値は参考文献^②による。

3.3 給湯

使用機器はシャワー用電気給湯器である。機器の消費電力と平均使用時間から、次式によって機器一台当たりの給湯用年間電力消費量を推計する。

$$U = W \times (T_1 + T_2) / 1000 \dots\dots\dots (3)$$

ここで、

- U = 機器一台当たり給湯用年間電力消費量 (kWh/年/台)
- W = 電気給湯器の定格消費電力 (W)
- T_1 = シャワーの年間平均使用時間 (h/年)
- T_2 = シャワーの年間平均予熱時間 (h/年)

予熱時間はシャワー使用開始前に電気のスイッチを入れておく時間であり、四季平均で使用日当たり25分として算出する。シャワー以外の用途に使用される電気給湯器の消費電力は対象に含めていない。

3.4 家電機器

各地区における機器保有状況を統計から把握することが可能な表4に掲げる家電機器を対象にした。機器の消費電力と平均使用時間から、一台当たり年間電力消費量を次式によって推計する。

$$U_j = (W_j \times T_j / 1000) \times R_j \dots\dots\dots (4)$$

ここで、

- U_j = 機器jの一台当たり年間電力消費量 (kWh/年/台)
- W_j = 機器jの消費電力 (W)
- T_j = 機器jの年間使用時間 (h/年)
- R_j = 機器jの定格電力と使用時平均消費電力の比

ON/OFF運転や節電機能等により、機器の定格電力と機器使用時の平均消費電力は必ずしも等しくない。それを考慮するために、式(4)では係数 R_j を使用する。今回使用した係数 R_j の値は表4に示すとおりである。中国の家庭における機器の使用状況に即した係数 R_j の値を今回の調査で把握することはできなかったため、テレビとパソコンの係数 R_j については我が国の同種の機器に関する調査結果^{6), 7)}を参考に設定した。また、冷蔵庫の係数 R_j については、文献²⁾で報告されている中国製冷凍冷蔵庫の性能試験で計測された、全運転時間に占める圧縮機運転時間の割合の平均値を採用した。その他の機器に関しては係数 R_j の値を1とした。

3.5 検証

前節で述べた年間電力消費量推計法の精度を、各調査地点における一世帯当たり平均年間消費電力量に関して検討する。まず、式(1)~(4)により調査地点毎に住宅面積当たりおよび機器一台当たり用途別年間電力消費量の平均値を算出する。次に、調査地点毎の平均住宅面積と平均機器保有数を求めて用途別年間電力消費量の平均値に乘じ、その合計を調査地点毎の一世帯当たり平均年間消費電力量の推

表4 対象家電機器

j	家電機器	係数 R_j	j	家電機器	係数 R_j
1	テレビ	0.8	5	炊飯器	1.0
2	冷蔵庫	0.36	6	電子レンジ	1.0
3	洗濯機	1.0	7	その他	1.0
4	パソコン	0.6			

(注)「7.その他」に分類したのは、掃除機とレンジフードである。

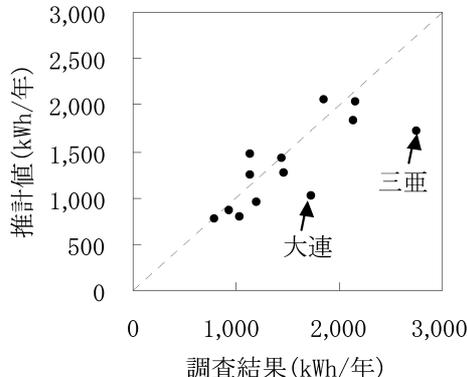


図1 調査地点の世帯当たり年間電力消費量に関する推計値と調査結果の比較

計値とする。最後にこの推計値を、アンケートで調査した世帯当たり年間消費電力量を調査地点毎に平均した値と比較する。結果は図1の通りである。13地点のうち2地点(大連, 三亜)ではアンケート値が推計値よりもやや大きい、残りの11地点では±30%以内の精度で推計値と調査値が一致している。平均誤差は17%である。調査値が計測値ではなく概数であることも不一致の一因であると考えられる。

4. 2003年の世帯当たり用途別年間電力消費量の推計

4.1 世帯当たり用途別年間電力消費量の推計方法

表1の区分I~区分Vを単位に、用途別に世帯当たりの年間電力消費量を推計する。推計式は次のとおりである。

$$E_j = U_j \times S_j \dots\dots\dots (5)$$

ここで、

- j = 用途
- E_j = 用途別世帯当たり年間電力消費量 (kWh/年/世帯)
- U_j = 用途別電力消費原単位
- S_j = 照明に関しては世帯当たり住宅面積。照明以外の用途に関しては一世帯当たりの機器保有台数。

各地区の世帯当たり住宅面積ならびに一世帯当たりの機器保有台数は文献⁵⁾所載の2003年末時点のデータを使用する。なお、統計上保有台数を把握できる給湯機器はシャワー用給湯器のみである⁵⁾。中国では電気給湯器のほかにもLPG給湯器、ガス給湯器、太陽熱温水器などが利用されているが、統計上では使用エネルギーによる区別はされていない。そこで、アンケート結果では給湯器全体の約4割が電気給湯器であったことから、文献⁵⁾から得られる一世帯当たりの

シャワー用給湯器保有台数の40%を電気給湯器の保有台数とみなす。

4.2 用途別電力消費原単位の設定

区分Ⅰ～区分Ⅴにおける世帯当たり用途別電力消費量の推計に用いる用途別電力消費原単位は、アンケート調査地点における機器別年間電力消費量の推計結果に基づいて設定した。ただし、推計の精度が低かった三重と大連のデータは除外した。冷房および給湯機器の使用状況には気候の強い影響が認められるので、各区分に属する調査地点における機器一台当たり年間電力消費量の平均値をこれらの用途の電力消費原単位とした。結果を標準偏差、標本数とともに表5に示す。区分Ⅳに属する広州では比較的小容量のエアコンを複数台使用している世帯が多いため、区分Ⅳのエアコンの原単位は他の区分よりも小さめになったが、世帯当たりのエアコン用年間消費電力量が少ないわけではない。区分Ⅴのエアコンの原単位が零であるのは、昆明で調査した世帯がエアコンを所有していなかったためであるが、表3に示すとおり統計的にも区分Ⅴの地域におけるエアコンの普及率は極めて低い。気候の影響が明確には認められない冷房、給湯以外の用途に関しては、全11調査地点における用途別機器一台当たり年間電力消費量ならびに住宅面積当たり照明用年間電力消費量推計値の平均を電力消費原単位とした。結果は表6に掲げるとおりである。なお、アンケート調査から算出した機器別年間電力消費量の相対度数分布は次式のワイブル分布で比較的良く近似できた。

$$f(x) = (\alpha/\beta^\alpha) x^{\alpha-1} e^{-(x/\beta)^\alpha} \dots\dots\dots (6)$$

表5 冷房・給湯の原単位

原単位は機器一台当たりの年間電力消費量 (kWh/年/台) を表す。

エアコン	平均値	標準偏差	標本数	ワイブル分布近似	
				α	β
区分Ⅰ	305	384	55	0.76	186
区分Ⅱ	424	265	57	1.49	420
区分Ⅲ	488	778	230	1.19	266
区分Ⅳ	277	243	99	0.92	210
区分Ⅴ	0	0	0		

扇風機	平均値	標準偏差	標本数	ワイブル分布近似	
				α	β
区分Ⅰ	10	11	116	0.76	7
区分Ⅱ	13	10	92	1.51	12
区分Ⅲ	16	21	191	1.23	9
区分Ⅳ	18	10	91	1.81	17
区分Ⅴ	5	5	7	少数のため計算せず	

給湯 (シャワー)	平均値	標準偏差	標本数	ワイブル分布近似	
				α	β
区分Ⅰ	137	157	63	1.04	377
区分Ⅱ	210	191	52	1.52	680
区分Ⅲ	386	316	84	0.97	1224
区分Ⅳ	657	193	87	3.19	2309
区分Ⅴ	185	145	22	1.49	593

表6 照明・家電機器の原単位

照明は住宅面積当たりの年間電力消費量 (kWh/年/m²)、それ以外は機器一台当たりの年間電力消費量 (kWh/年/台) を表す。

用途	平均値	標準偏差	標本数	ワイブル分布近似		
				α	β	
照明	2.2	2.2	1024	0.99	1.8	
家電機器	冷蔵庫	465	238	686	2.74	471
	カラーテレビ	124	110	1009	1.26	102
	洗濯機	67	92	883	1.12	51
	パソコン	86	99	331	0.78	65
	掃除機	79	85	156	1.14	57
	炊飯器	167	132	851	1.28	140
	電子レンジ	83	132	441	1.08	63
	レンジフード	33	32	735	1.08	26

各機器別の相対度数分布を最小2乗近似するワイブル分布のパラメータ α 、 β は表に示す通りである。多くの機器でパラメータ α の値が1付近の値をとり、分布形は指数分布に近い。最頻値が平均値から離れているため平均値と標準偏差が同程度の大きさになっている。

4.3 推計結果

表1に掲げた地域区分別で2003年における世帯当たり用途別年間電力消費量を推計した結果を図2に示す。区分Ⅰ、区分Ⅴの電力消費量は少なく年間約1,000kWh/世帯であるのに対して、区分Ⅲ、区分Ⅳの世帯当たり年間電力消費量は大きく1,700kWh以上と推計された。地域差は主に冷房需要と給湯需要の違いから生じている。今回の推計結果に基づき各地区の都市家庭世帯数分布で重み付けした一世帯当たり年間電力消費量の全国平均値は1,450kWhである。他方、文献⁵⁾によれば2003年における都市家庭の年間電力購入量は一人当たり380kWh、平均世帯員数は3.0人であるので、これらから算出される一世帯当たり年間電力消費量の全国平均値は1,140kWh/年/世帯である。今回の推計結果を、文献⁵⁾における各地区の調査世帯数分布で重み付けした全国平均値は1,400kWhとなり、文献⁵⁾に基づく世帯当たり年間

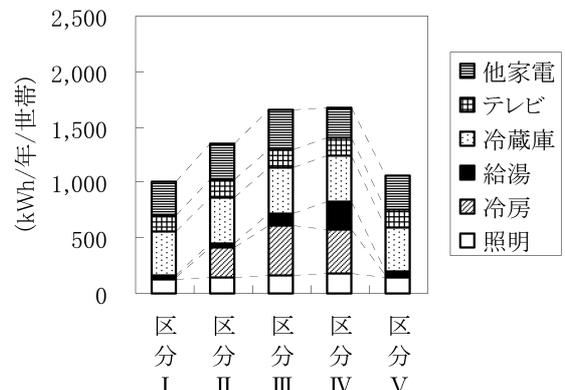


図2 地域区分単位でみた世帯当たり用途別年間電力消費量の推計結果 (2003年)

電力消費量より約23%大きくなる。この差は主として、今回のアンケート調査が都市の中心部で行われたのに対し、文献⁹⁾の調査が都市周辺部を含むより広い範囲の家庭を対象として行われたということに起因すると考えられる。

5. 2020年の用途別電力消費量の推計と省電力の可能性

ここでは、中国都市家庭における住宅面積と機器保有の動向を想定して、2020年における用途別電力消費量と省電力の可能性を検討する。推計は、照明、冷房、給湯（シャワー）および表4に掲げた家電機器（冷蔵庫、テレビ、洗濯機、パソコン、炊飯器、電子レンジ、掃除機、レンジフード）を対象に、各用途の世帯当たり年間電力消費量を積み上げて行う。なお、我が国同様、中国においても温水便座、衣類乾燥機など、現時点では普及していない家電機器の利用が今後進む可能性はあるが、その将来動向を予測する情報は無いため今回の検討には含めていない。

5.1 住宅面積の推計

中国都市部では次第に広い住宅が求められるようになってきている。今回のアンケートの結果では、住宅購入を希望している世帯の75%以上が100m²以上の広さの住宅を購入したいと回答している。統計⁹⁾によると全国平均で1997年には世帯当たり57m²であった住宅面積は2003年には71m²になったと推定される。そこで、この傾向を外挿して2020年の全国平均住宅面積を約110m²とし、各地区世帯の住宅面積も同じ割合で増加するものとして、2020年における各地区の世帯当たり住宅面積を設定する。

5.2 機器保有台数の推計

(1) 機器保有台数の推計法

推計式(5)で使用する2020年時点の各地区世帯の平均機器保有台数は、都市世帯の一人当たり実質可処分所得に基づいて推計する。図3は1987年～1995年の家計調査結果⁴⁾を用いて作成した、式(7)で定義するカラーテレビ保有台数の所得弾性値の分布を示した図である。横軸は1995年価格で表示した一人当たりの実質可処分所得である。

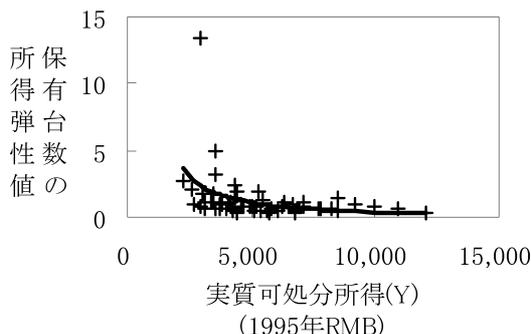


図3 カラーテレビ保有台数の所得弾性値 (1987年～1995年)

$$\text{所得弾性値} = (\Delta S/S) / (\Delta Y/Y) \dots\dots\dots (7)$$

ここで、S = 世帯当たりの平均機器保有数
Y = 世帯1人当たり可処分所得

実質可処分所得が増加すると保有台数の所得弾性値が減少する傾向が認められる。そこで、所得弾性値をYの負べき乗で近似(図3の実線)し、保有台数Sを一人当たり実質可処分所得Yの関数として、式(8)のように表す。

$$S = A \exp(-\alpha Y^{-m}) \dots\dots\dots (8)$$

ここで、A, α, m = 正の定数

定数Aは可処分所得が十分に大きくなり保有台数が飽和する場合の台数を表すと解釈できる。原単位の場合と同様に、気候の影響を受ける冷房および給湯機器に関しては表1に掲げた地域区分毎に定数Aを設定する。それ以外の機器については、飽和に達したときの生活レベルに地域差はないという前提で、定数Aの値は全国共通であると想定する。

2020年までの保有台数を推定する手順は以下の通りである。

- ①都市家庭消費価格指数⁴⁾を用いて実質価格(1995年価格)に換算した都市家庭の一人当たり可処分所得と、100世帯当たりの家電製品の保有台数の時系列データから、最小自乗法により式(8)に含まれる定数の値を推定する。
- ②2020年までの都市部世帯一人当たり実質可処分所得のシナリオを作成する。
- ③式(7)により2020年までの保有台数を推定する。

(2) 一人当たり実質可処分所得のシナリオ

2020年までの都市部世帯一人当たり実質可処分所得のシナリオを設定する手順は以下の通りである。まず、2020年までの全国・地区別の一人当たり実質GDP成長率を想定する。次に、1985年～1998年の時系列データを用いて、一人当たり実質GDPに対する都市家庭の一人当たり実質可処分所得の弾性値を全国および地区別に推定する。最後に、推定した弾性値を用いて、一人当たりGDP成長率から2020年までの一人当たり実質可処分所得の成長率を算出し、一人当たり実質可処分所得のシナリオを作成する。今回は、中国全国の一入当たり実質GDP成長率を2005年～2010年では6.0%、2010年～2015年では5.8%、2015年～2020年では5.3%と想定した。この想定の下で、2020年における都市家庭の一人当たり可処分所得(全国平均)は約15,000元(1995年固定価格)になる。

5.3 用途別電力消費原単位の設定

将来時点における各用途の平均的な電力消費原単位を推定するためには、機器効率の動向とともに、現在家庭が保有する機器の使用年数構成、および機器の買い換え率を知る必要がある。機器の使用年数構成とは、購入から現時点までの使用年数の分布のことであり、買い換え率とは購入

時点から一定の年数使用された機器が買い換えられる割合のことである。これらに基づき、将来各用途に使用される機器の平均電力消費原単位を次式を用いて推定する。

$$S(n) = \sum_{k=n-25}^n \sigma(k) \{1-p(n-k)\} \quad \dots\dots (9)$$

$$U(n) = \left(\sum_{k=n-25}^n v(k)\sigma(k) \{1-p(n-k)\} \right) / S(n)$$

$n, k =$ 暦年

$S(n) =$ n 年における世帯当たり機器保有台数

$U(n) =$ n 年における機器の平均電力消費原単位

$\sigma(k) =$ k 年に購入した機器の台数

$v(k) =$ k 年に購入した機器の電力消費原単位

$p(k) =$ 購入後 k 年経過後の機器の買い換え率

都市家庭が現在保有する機器の使用年数構成、および機器の買い換え率は、アンケート調査を行った13地点の平均値を使用する。なお、アンケート調査の結果から求めた中国都市家庭における冷蔵庫、エアコン、テレビの平均使用年数を表7に示す。我が国の家庭における調査結果⁸⁾は、冷蔵庫10.8年、エアコン12.2年、テレビ9.5年である。

5.4 効率現状維持ケースの用途別年間電力消費量

まず、2020年まで機器効率が現在の水準のままである場合の電力需要を推計し、それを効率現状維持ケースとする。この場合でも、表8に示すとおり年々機器の効率が向上しているため、古い製品が更新されることによりストックの平均的な機器効率が改善される。

一方、機器の大型化による消費エネルギーの増加も考慮する必要がある。中国の家庭における家電機器の大型化の傾向は、アンケートの結果に基づき、現在使用されている機器の平均サイズを購入時期別に比較することにより予測する。たとえば、10年前25インチであったテレビの平均画面サイズは現在29インチになっている。これを外挿すると、

表7 中国の都市家庭 家電機器平均使用年数

機 器	平均使用年数	標準偏差	サンプル数
冷蔵庫	11.0 年	4.8 年	313
エアコン	9.8 年	4.2 年	88
テレビ	10.9 年	5.0 年	524

表8 機器効率に関する想定

		冷蔵庫(kWh/日/台)	エアコン(COP)	テレビ(W/台)	照明
10年前		1.0~1.4	2.6	180	
現在		0.55	2.6	125	
2020年	効率現状維持ケース	0.57	2.6	190	現状のまま
	効率改善ケース	効率現状維持ケースの2倍高効率	6	効率現状維持ケースの3倍高効率	蛍光灯は15%省エネ 白熱灯は50%省エネ
備 考		容積は200L(2003年)から215L(2020年)へ増加		・画面サイズが大型化 ・2015年には出荷される全製品が液晶化	・蛍光灯はインバータ化。 ・白熱灯はCFL化。

(注) 現時点および10年前の製品の機器効率は、製品カタログおよび聞き取り調査に基づいて設定した。冷蔵庫の消費電力量は規定の試験法で各企業の試験室で測定された値である。

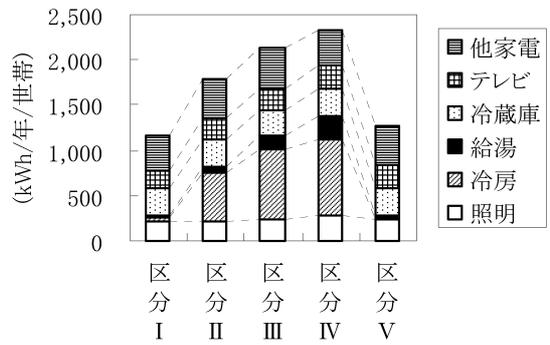


図4 地域区分単位でみた世帯当たり用途別年間電力消費量の推計結果 (2020年・効率現状維持ケース)

2020年には37インチに大型化することが予想される。中国の場合、冷蔵庫の大型化は緩やかで、現在200リットルの平均容積は2020年までに215リットルに増加すると予想される。これらの機器の大型化の影響を現在の技術水準で評価して2020年の機器効率を設定したものが表8の効率現状維持ケースの値である。表1に掲げた地域区別に、2020年における現状維持ケースの世帯当たり用途別年間電力消費量を推計した結果を図4に示す。各地区の都市家庭世帯数分布で重み付けした世帯当たり年間電力消費量の全国平均推計値は1,900kWhであり、2003年に比べて31%増加する。区分IVの増加率が40%と最大であり、区分Iは最小の17%の増加に止まる。

5.5 機器効率の向上による省エネルギー効果

電力消費量の大きい冷蔵庫、エアコン、テレビ、照明の効率向上による省電力効果を試算する。機器効率の向上に関しては我が国における動向^{9), 10)}を参考にする。

(1) 冷蔵庫 中国の新しい冷蔵庫の年間消費電力量は、我が国の同クラス(200リットル級)の冷蔵庫の年間消費電力量¹⁰⁾とほぼ同じ水準にある。一方、各種の省エネルギー技術を採用することにより、我が国では400リットル以上の大型冷蔵庫の容積当たり年間消費電力量は200リットル級冷蔵庫の1/4以下にまで低減されている⁹⁾。この省エネルギーの水準が200リットル級の冷蔵庫で実現されるようになれば、表8の効率現状維持ケースと比較して2倍以上の高効率を達成することは十分可能であると考えられる。ここ

では2020年に出荷される冷蔵庫の平均性能は表8の効率現状維持ケースと比較して2倍高効率であると想定する。

(2) エアコン 中国の都市家庭で使用されているエアコンは冷房能力2kW～5kWのものが多い。我が国では冷房能力2.2kW級のエアコンではCOPが6以上、4kW級のエアコンでもCOPが4.8に達する機器が商品化されている。ここでは2020年に出荷される製品の平均COPは6に達するとする。

(3) テレビ 我が国では2000年頃から普及し始めた液晶テレビの出荷台数が約5年間でCRTテレビとほぼ等しくなり¹¹⁾、2010年には出荷台数のほとんどを液晶テレビやプラズマディスプレイテレビが占めるようになると予想される。中国でも現在高級テレビの生産は液晶テレビが主流になりつつあり、出荷台数の増加と低価格化が急速に進行しだしたと報じられている¹²⁾。ここでは我が国における動向に鑑みて、2015年には中国でも出荷台数の全てを液晶テレビが占めると想定する。液晶テレビの電力消費量は、効率現状維持ケースで想定するCRTテレビの1/3であるとする¹⁰⁾。

(4) 照明 白熱電球をCFLで置き換えることにより75%以上の省電力が可能である。用途によりCFLに置き換え可能な白熱電球の割合は全体の約75%と見込まれる事¹³⁾を考慮して、置き換えによる省電力率を50%と想定する。蛍光灯はインバータ化により15%の省電力が可能であるとする。

以上の想定に基づいて、2020年における冷蔵庫、エアコン、テレビ、照明機器の効率向上を設定したのが、表8の効率改善ケースの値である。効率改善ケースの機器効率シナリオを用いて2020年の世帯当たり年間電力消費量を試算し、効率現状維持ケースの値と比較した結果を図5に示す。縦軸は区分Iから区分Vのそれぞれの効率現状維持ケースにおける世帯当たり年間電力消費量を基準として、各機器の効率向上による削減量を表示している。冷房需要が多い区分Ⅲ、区分Ⅳでは省電力ポテンシャルが大きく約700kWh/年に及ぶ。冷房需要がほとんど無い区分Ⅰ、区分Ⅴでは削

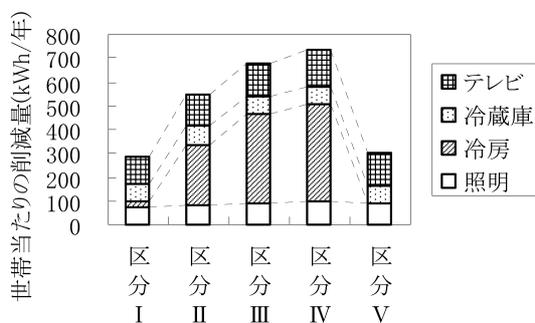


図5 機器効率の向上による世帯当たり年間消費電力の削減効果 (2020年)

減効果が相対的に小さく300kWh/年程度である。全国平均では約570kWh/年の削減効果となる。

6. あとがき

中国13地点で実施したアンケート調査の結果に基づき、中国都市家庭における用途別電力消費原単位を、気候による違いを考慮して推定した。推定した原単位を基に、照明、冷房、給湯(シャワー)および8種類の家電機器(冷蔵庫、テレビ、洗濯機、パソコン、炊飯器、電子レンジ、掃除機、レンジフード)を対象に、住宅面積、機器保有、機器効率などの動向を勘案して2020年における中国都市家庭の電力需要を推計した結果、対象とした用途の範囲内で現時点よりも31%の増加が見込まれることを示した。さらに、冷蔵庫、テレビ、エアコン、照明の効率向上による2020年の省エネルギー効果を試算し、効率現状維持ケースよりも世帯当たり年間300kWh～700kWhの節減が可能であること、冷房需要が多い地域で省電力のポテンシャルが大きいことを示した。

参考文献

- 1) D. Fridley 他; Technical and Economic Analysis of Energy Efficiency of Chinese Room Air Conditioners, LBNL-45550 (2001).
- 2) USEPA.; The Sino-US CFC-Free Super-Efficient Refrigerator Project Progress Report : Prototype Design & Testing, EPA 430-R-97-032 (1997).
- 3) 胡秀連他; 中国温室効果気体減排技術選択及対策評価,(2001), 中国環境科学出版社.
- 4) 国家统计局城市社会経済調査総隊編, 中国価格及城镇居民家庭収支調査統計年鑑 (1987-2004の各年版), 中国統計出版社.
- 5) 中国統計年鑑2004; 中国統計出版社.
- 6) 田中昭雄他; 戸建て住宅におけるエネルギー消費に関する詳細実測調査 (第2報) 家電製品の使用頻度と消費電力, 2003年度建築学会学術講演会 (東海).
- 7) 電子情報技術産業協会, 国際エネルギースター対応専門委員会報告「パソコンと周辺機器の省エネについて」.
- 8) 総務省経済社会総合研究所, 消費動向調査 (2003).
- 9) 助省エネルギーセンター, 家電製品の省エネ性能カタログ (2005冬).
- 10) 環境省・第1回地球温暖化対策技術検討会資料, 家庭部門における省エネ技術導入の方向性 (2004).
- 11) 電子情報技術産業協会, 民生用電子機器国内出荷統計 <http://www.jeita.or.jp/japanese/stat/> (アクセス日: 2006年2月2日)
- 12) Electronic BUSINESS JAPAN ONLINE, 中国に液晶テレビブームが到来 (アクセス日: 2006年2月2日) <http://www.ebjapan.com/content/weekly/2005/07/chinanews12.html>
- 13) S. Nadel 他; LIGHTING ENERGY EFFICIENCY IN CHINA : CURRENT STATUS, FUTURE DIRECTIONS (1997).