

向にある。(北海道 25.4 度)これらのアンケート結果と比較すると本研究での一律 20 度、27 度という設定は実情と若干の乖離があると考えられる。しかし本研究では熱負荷計算において室内温度に対する空調の使用率などを設定することが困難なため、例えば暖房を 22 度と設定した場合、室内温度が 22 度未満であると熱負荷が生じてしまい、現実の熱負荷よりも大きくなってしまう傾向があること、ECCJ の調査結果からも設定温度に対して「わからない」と回答した人が 20% 近くおり、多くの方が体感で設定温度を変化させると考えられることなどから一律 20 度、27 度という設定温度とした。尚、既往の研究でも暖房設定温度を 20 度、冷房設定温度を 27 度とするものは多い。(例えば、吉野^[13]など) 湿度計算は冷房期のみ行い 60% の設定としスケジュールは冷房と同じである。

Table 3.21 空調スケジュール：木造戸建住宅（上：暖房、下：冷房）

地域	室名	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時		
地域区分Ⅰ	LD	平日							20	20	20				20				20	20	20	20	20	20	20		
		休日																									
	MB	平日	20	20			20	20	20					20								20	20	20	20	20	
		休日	20	20																							
	CB1	平日	20	20			20	20	20							20								20	20	20	20
		休日	20	20																							
	CB2	平日	20	20			20	20	20												20			20	20	20	20
	休日	20	20										20	20										20	20	20	
地域	室名	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時		
地域区分Ⅱ	LD	平日							20	20	20				20				20	20	20	20	20	20	20		
		休日																									
	MB	平日						20	20					20									20	20	20	20	
		休日																									
	CB1	平日						20	20							20								20	20	20	20
		休日																									
	CB2	平日						20	20												20			20	20	20	20
	休日												20	20										20	20	20	
地域	室名	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時		
地域区分Ⅲ	LD	平日							20	20	20				20				20	20	20	20	20	20	20		
		休日																									
	MB	平日						20	20					20									20	20	20	20	
		休日																									
	CB1	平日						20	20							20								20	20	20	20
		休日																									
	CB2	平日						20	20												20			20	20	20	20
	休日												20	20										20	20	20	
地域	室名	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時		
地域区分Ⅳ	LD	平日							20	20	20				20				20	20	20	20	20	20	20		
		休日																									
	MB	平日							20	20					20									20	20	20	20
		休日																									
	CB1	平日							20	20						20								20	20	20	20
		休日																									
	CB2	平日							20	20											20			20	20	20	20
	休日												20	20										20	20	20	
地域	室名	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時		
地域区分Ⅴ	LD	平日							20	20	20				20				20	20	20	20	20	20	20		
		休日																									
	MB	平日							20	20					20									20	20	20	20
		休日																									
	CB1	平日							20	20						20								20	20	20	20
		休日																									
	CB2	平日							20	20											20			20	20	20	20
	休日												20	20										20	20	20	
地域	室名	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時		
地域区分Ⅵ	LD	平日																									
		休日																									
	MB	平日																									
		休日																									
	CB1	平日																									
		休日																									
	CB2	平日																									
	休日																										

地域	室名	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
地域区分Ⅰ	LD														27							27	27		
	MB													27			27					27	27		
	CB1																27								
	CB2																						27	27	
地域区分Ⅱ	LD														27							27	27		
	MB													27			27					27	27		
	CB1																27							27	
	CB2																						27	27	
地域区分Ⅲ	LD														27							27	27		
	MB													27			27					27	27		
	CB1																27							27	
	CB2																					27	27		
地域区分Ⅳ	LD														27							27	27	27	
	MB													27			27					27	27		
	CB1																27							27	
	CB2																					27	27		
地域区分Ⅴ	LD														27							27	27	27	
	MB													27			27					27	27		
	CB1																27							27	
	CB2																					27	27		
地域区分Ⅵ	LD														27							27	27	27	27
	MB													27			27					27	27	27	
	CB1																27							27	
	CB2																					27	27		
														27	27										

Table 3.22 空調スケジュール：家族向け共同住宅（上：暖房、下：冷房）

地域	室名	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時	
地域区分 I	LD	平日							20	20	20			20				20	20	20	20	20	20	20	20	
		休日																								
	MB	平日	20	20			20	20	20							20					20	20	20	20	20	
		休日	20	20			20	20	20																	20
	CB	平日	20	20			20	20	20								20									20
		休日	20	20			20	20	20				20	20										20		20
地域区分 II	LD	平日							20	20	20			20				20	20	20	20	20	20	20	20	
		休日																								
	MB	平日					20	20						20							20	20	20	20	20	
		休日					20	20																		20
	CB	平日					20	20									20									20
		休日					20	20					20	20										20		20
地域区分 III	LD	平日							20	20	20			20				20	20	20	20	20	20	20	20	
		休日																								
	MB	平日					20	20						20							20	20	20	20	20	
		休日					20	20																		20
	CB	平日					20	20									20									20
		休日					20	20																20		20
地域区分 IV	LD	平日							20	20	20			20				20	20	20	20	20	20	20	20	
		休日																								
	MB	平日					20	20						20							20	20	20	20	20	
		休日					20	20																		20
	CB	平日					20	20									20									20
		休日					20	20																20		20
地域区分 V	LD	平日							20	20	20			20				20	20	20	20	20	20	20	20	
		休日																								
	MB	平日					20	20						20							20	20	20	20	20	
		休日					20	20																		20
	CB	平日					20	20									20									20
		休日					20	20																20		20
地域区分 VI	LD	平日							20	20	20			20				20	20	20	20	20	20	20	20	
		休日																								
	MB	平日					20	20						20							20	20	20	20	20	
		休日					20	20																		20
	CB	平日					20	20									20									20
		休日					20	20																20		20
地域区分 VII	LD	平日							20	20	20			20				20	20	20	20	20	20	20	20	
		休日																								
	MB	平日					20	20						20							20	20	20	20	20	
		休日					20	20																		20
	CB	平日					20	20									20									20
		休日					20	20																20		20
地域区分 VIII	LD	平日							20	20	20			20				20	20	20	20	20	20	20	20	
		休日																								
	MB	平日					20	20						20							20	20	20	20	20	
		休日					20	20																		20
	CB	平日					20	20									20									20
		休日					20	20																20		20

Table 3.23 空調スケジュール：一人暮らし用共同住宅（上：暖房、下：冷房）

地域	室名	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
地域区分Ⅰ	LD	平日	20	20			20	20	20												20	20	20	20	20
		休日	20	20						20	20	20									20	20	20	20	20
地域区分Ⅱ	LD	平日							20	20											20	20	20	20	20
		休日							20	20	20	20									20	20	20	20	20
地域区分Ⅲ	LD	平日							20													20	20	20	20
		休日							20	20	20										20	20	20	20	20
地域区分Ⅳ	LD	平日							20													20	20	20	20
		休日							20												20	20	20	20	20
地域区分Ⅴ	LD	平日								20	20											20	20	20	20
		休日								20	20										20	20	20	20	20
地域区分Ⅵ	LD	平日																				20	20	20	20
		休日																			20	20	20	20	20

地域	室名	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
地域区分Ⅰ	LD	平日																				27	27	27	27
		休日																				27	27	27	27
地域区分Ⅱ	LD	平日																				27	27	27	27
		休日																				27	27	27	27
地域区分Ⅲ	LD	平日																				27	27	27	27
		休日																				27	27	27	27
地域区分Ⅳ	LD	平日																				27	27	27	27
		休日																				27	27	27	27
地域区分Ⅴ	LD	平日																				27	27	27	27
		休日																				27	27	27	27
地域区分Ⅵ	LD	平日																				27	27	27	27
		休日																				27	27	27	27

3.4. 熱負荷計算の結果と検証

3.3.で示した各種設定のもと熱負荷計算を実施した。Table 3.24 に各地点別の計算結果を示す。3.3.2.d)で述べたとおり、計算は次世代と従来について行い、旧基準と新基準は熱損失係数の基準値から推計した。ストック平均は Figure 3.10 に示す各地域の 2000 年における断熱性能別住宅シェアを用いて加重平均した値である。Table 3.24 の値は計算によって算出された熱負荷需要値から電力によってまかなわれる分を引き、その分を第 2 章で求めたストック平均 COP(暖房 3.27、冷房 2.95)で除した値(表中電力消費分)を再び加えたものであり、意味合いとしては熱エネルギー消費量を表す。電力相当分の割合は三浦^[4]が 1997 年に家計調査より推計を行った暖房需要の電力相当分を参考に、それ以降の COP の推移を考慮し電力相当分の熱負荷と三浦による統計値が乖離しないように大まかに設定を行った。具体的には地域区分Ⅰで暖房熱負荷の 15%、地域区分Ⅱ・Ⅲ及び北陸で 25%、北陸を除く地域区分Ⅳ・Ⅴ・Ⅵで 50%と設定した。また電力消費相当分からエアコンによる年間消費電力量を求めた。基本的に木造戸建住宅、家族向け共同住宅、一人暮らし用共同住宅の順に暖冷房熱負荷が大きいと、戸建住宅の割合が大きい都道府県ほど熱負荷平均値は大きくなる。また沖縄は Table 3.3 で示した通り暖房期間を設定しないため、暖房需要は 0 となっている。

Table 3.24 12 地点ごとの計算結果

北海道				(Mcal)	(Mcal)	(kWh/(年・世帯))	
木造戸建	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	21692.0	9607.5	5223.6	4819.8	15095.1	772.9	898.1
冷房	123.6	83.4	68.8	67.5	101.7	101.7	118.1
家族共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	9366.1	4213.4	2344.1	2471.6	5371.4	275.0	319.6
冷房	21.2	21.6	21.8	21.8	21.5	21.5	25.0
一人共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	3089.4	1289.2	636.2	680.7	1693.8	86.7	100.8
冷房	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	6.4
全体平均				加重平均	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
	木造戸建	家族共同	一人共同	暖房	10237.5	524.2	609.1
	57.6%	22.5%	20.0%	冷房	64.5	64.5	74.9

岩手県				(Mcal)	(Mcal)	(kWh)	
木造戸建	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	13844.0	7524.5	5375.6	4287.1	10506.9	972.0	1129.4
冷房	174.0	168.5	166.7	165.8	171.1	171.1	198.8
家族共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	6692.3	3376.3	2248.8	1970.9	4157.5	384.6	446.9
冷房	65.7	66.7	67.0	67.1	65.8	65.8	76.4
一人共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	2114.3	1029.1	660.1	569.2	1285.5	118.9	138.2
冷房	21.0	20.4	20.2	20.1	20.3	20.3	23.6
全体平均				加重平均	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
	木造戸建	家族共同	一人共同	暖房	8729.6	807.5	938.4
	77.5%	10.3%	12.2%	冷房	141.9	141.9	164.9

宮城県				(Mcal)	(Mcal)	(kWh)	
木造戸建	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	10986.8	6524.3	4186.8	3313.2	8564.2	792.2	920.6
冷房	183.2	176.6	173.1	171.9	179.6	179.6	208.7
家族共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	5501.6	3059.0	1751.9	1542.3	3595.4	332.6	386.5
冷房	79.9	89.5	94.5	95.4	86.4	86.4	100.3
一人共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	1670.7	967.0	590.5	530.1	1120.7	103.7	120.5
冷房	17.8	16.5	15.9	15.8	16.7	16.7	19.4
全体平均				加重平均	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
	木造戸建	家族共同	一人共同	暖房	6185.9	572.2	664.9
	61.9%	18.5%	19.6%	冷房	130.4	130.4	151.5

富山県				(Mcal)	(Mcal)	(kWh)	
木造戸建	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	10702.6	7023.3	5216.9	3831.6	8876.0	821.1	954.1
冷房	369.6	354.8	347.5	341.9	362.3	362.3	420.9
家族共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	5565.0	3174.7	2164.0	1820.7	3793.7	350.9	407.8
冷房	194.6	200.5	203.1	203.9	199.0	199.0	231.2
一人共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	1762.3	1083.6	796.6	699.2	1259.4	116.5	135.4
冷房	50.9	48.5	47.4	47.1	49.1	49.1	57.0
全体平均				加重平均	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
	木造戸建	家族共同	一人共同	暖房	7518.8	695.5	808.2
	79.1%	9.2%	11.7%	冷房	310.7	310.7	361.0

東京都				(Mcal)	(Mcal)	(kWh)	
木造戸建	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	4536.1	2844.7	2014.3	1377.4	3696.4	865.7	1005.9
冷房	441.9	434.5	430.9	428.1	438.2	438.2	509.2
家族共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	2535.8	1303.9	783.0	606.1	1622.9	380.1	441.6
冷房	273.4	276.6	277.9	278.4	275.8	275.8	320.4
一人共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	897.0	505.3	339.6	283.4	606.7	142.1	165.1
冷房	76.3	75.4	75.0	74.9	75.6	75.6	87.9
全体平均				加重平均	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
	木造戸建	家族共同	一人共同	暖房	1900.6	445.1	517.2
	30.3%	35.1%	34.5%	冷房	255.9	255.9	297.4

愛知県				(Mcal)	(Mcal)	(kWh)	
木造戸建	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	5080.2	3152.7	2206.4	1480.7	4123.3	965.7	1122.1
冷房	504.3	475.5	461.4	450.5	490.0	490.0	569.4
家族共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	2803.2	1445.9	871.9	677.0	1830.3	428.6	498.1
冷房	297.0	294.2	292.9	292.5	295.0	295.0	342.8
一人共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	955.4	522.6	339.5	277.4	645.1	151.1	175.6
冷房	81.0	76.1	74.1	73.4	77.5	77.5	90.1
全体平均				加重平均	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
	木造戸建	家族共同	一人共同	暖房	2850.6	667.6	775.7
	54.2%	27.2%	18.7%	冷房	360.0	360.0	418.3

大阪府				(Mcal)	(Mcal)	(kWh)	
木造戸建	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	4638.6	2962.7	2139.8	1508.8	3806.6	891.5	1035.9
冷房	589.8	565.8	554.0	544.9	577.9	577.9	671.5
家族共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	2659.4	1409.9	881.6	702.1	1763.8	413.1	480.0
冷房	400.7	393.7	390.7	389.7	395.7	395.7	459.8
一人共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	936.4	549.2	385.4	329.8	658.8	154.3	179.3
冷房	112.4	108.3	106.5	105.9	109.5	109.5	127.2
全体平均				加重平均	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
	木造戸建	家族共同	一人共同	暖房	2371.0	555.3	645.2
	42.5%	33.8%	23.7%	冷房	405.3	405.3	471.0

広島県				(Mcal)	(Mcal)	(kWh)	
木造戸建	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	4842.3	3012.1	2113.5	1424.4	3933.8	921.3	1070.5
冷房	517.6	489.0	474.9	464.2	503.4	503.4	585.0
家族共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	2690.5	1381.6	828.1	640.1	1752.2	410.4	476.8
冷房	319.2	312.3	309.4	308.4	314.3	314.3	365.2
一人共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	912.5	502.4	329.0	270.1	618.5	144.9	168.3
冷房	91.1	86.8	85.0	84.4	88.1	88.1	102.3
全体平均				加重平均	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
	木造戸建	家族共同	一人共同	暖房	2885.4	675.7	785.2
	61.2%	20.9%	17.9%	冷房	389.6	389.6	452.8

香川県				(Mcal)	(Mcal)	(kWh)	
木造戸建	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	4864.6	3058.4	2171.6	1491.6	3967.9	929.3	1079.8
冷房	584.0	545.3	526.4	511.8	564.8	564.8	656.3
家族共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	2722.6	1421.8	871.7	685.0	1790.2	419.2	487.2
冷房	336.1	330.6	328.3	327.5	332.2	332.2	386.0
一人共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	949.4	539.0	365.4	306.5	655.2	153.4	178.3
冷房	94.3	89.6	87.6	86.9	90.9	90.9	105.6
全体平均				加重平均	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
	木造戸建	家族共同	一人共同	暖房	3269.8	765.8	889.8
	74.0%	14.3%	11.7%	冷房	476.2	476.2	553.4

福岡県				(Mcal)	(Mcal)	(kWh)	
木造戸建	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	4165.2	2618.9	1859.7	1277.5	3397.6	795.7	924.6
冷房	633.2	591.4	570.8	555.1	612.4	612.4	711.7
家族共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	2271.2	1174.7	711.1	553.6	1485.2	347.8	404.2
冷房	428.5	405.0	395.1	391.7	411.7	411.7	478.4
一人共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	804.3	451.4	302.2	251.5	551.4	129.1	150.0
冷房	125.5	116.7	113.0	111.8	119.2	119.2	138.5
全体平均				加重平均	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
	木造戸建	家族共同	一人共同	暖房	2266.8	530.9	616.9
	51.5%	26.6%	21.8%	冷房	451.3	451.3	524.4

鹿児島県				(Mcal)	(Mcal)	(kWh)	
木造戸建	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	3280.4	2896.2	1495.1	874.2	3026.7	708.8	823.6
冷房	649.4	639.0	601.2	584.5	642.5	642.5	746.6
家族共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	1714.4	1480.0	625.2	346.0	1498.6	351.0	407.8
冷房	427.7	425.4	417.0	414.3	425.6	425.6	494.5
一人共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	593.1	514.6	228.3	134.8	520.8	122.0	141.7
冷房	119.6	118.6	114.6	113.3	118.6	118.6	137.9
全体平均				加重平均	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
	木造戸建	家族共同	一人共同	暖房	2534.1	593.5	689.6
	75.2%	13.1%	11.7%	冷房	553.0	553.0	642.6

沖縄県				(Mcal)	(Mcal)	(kWh)	
木造戸建	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
冷房	1175.5	1145.7	1092.7	1003.2	1160.5	1160.5	1348.5
家族共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
冷房	874.2	854.4	819.1	771.7	859.5	859.5	998.7
一人共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
冷房	246.5	241.6	233.1	221.5	242.9	242.9	282.2
全体平均				加重平均	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
	木造戸建	家族共同	一人共同	暖房	0.0	0.0	0.0
	47.7%	35.1%	17.2%	冷房	897.3	897.3	1042.7

以上の各地点における熱負荷計算結果から、各地方の冷暖房熱負荷を計算し文献値^[15]との比較を行った(Figure 3.12)。尚、文献[15]と同様に各地方の都道府県構成として長野県及び山梨県は関東に含めた。比較に用いた詳しい計算設定は Table 3.25 に示す。本研究での計算結果と文献値を比較すると北陸を除きおよそ近い値になった。また基本的に計算値のほうが文献値よりも大きい値を示している。

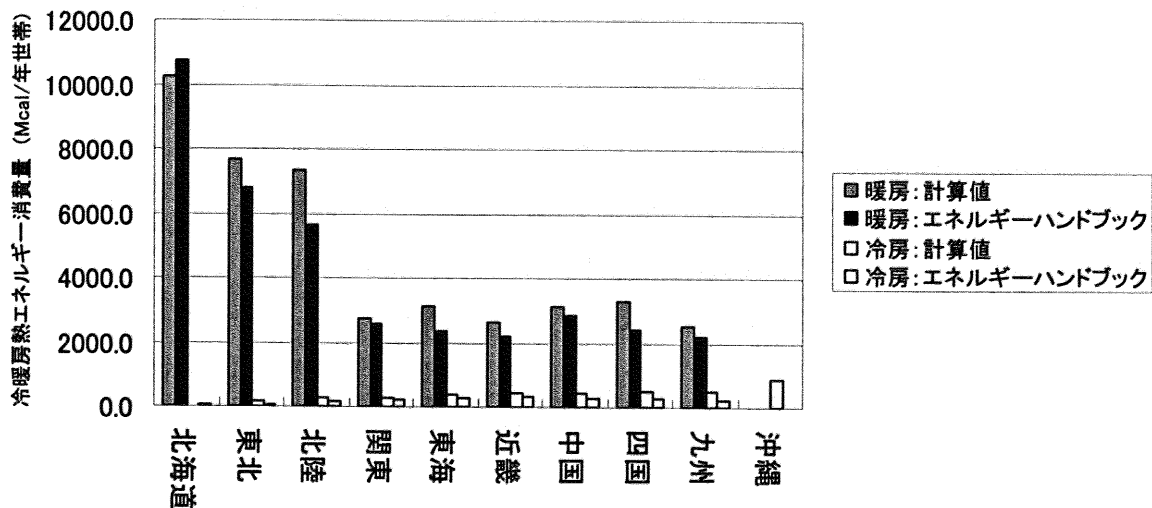


Figure 3.12 計算結果と文献値との比較

地域差をみると北海道、東北、北陸地方の暖房熱負荷が非常に大きく、九州地方と比較して4~5倍となった。暖房熱負荷と冷房熱負荷を比較すると全国平均として暖房熱負荷が冷房熱負荷の10倍程度となる。家庭における熱負荷を減らすためには、特に高緯度地域の住宅の断熱性能を向上させることが有効であると考えられる。

Table 3.25 計算結果の比較に用いた設定

地方	都道府県	地域区分と計算に用いる代表値	戸建住宅	家族共同	一人共同
北海道	北海道	地域Ⅰ：北海道・札幌の熱需要	57.6%	22.5%	20.0%
東北	青森	地域Ⅱ：岩手・盛岡の熱需要	80.2%	10.0%	9.8%
	岩手	地域Ⅱ：岩手・盛岡の熱需要	77.5%	10.3%	12.2%
	秋田	地域Ⅱ：岩手・盛岡の熱需要	84.2%	6.9%	8.9%
	宮城	地域Ⅲ：宮城・仙台の熱需要	61.9%	18.5%	19.6%
	山形	地域Ⅲ：宮城・仙台の熱需要	81.0%	8.7%	10.3%
	福島	地域Ⅲ：宮城・仙台の熱需要	76.4%	11.8%	11.8%
北陸	新潟	地域Ⅲ：宮城・仙台の熱需要	79.1%	9.2%	11.7%
	富山	地域Ⅳ：富山・富山の熱需要	79.1%	9.2%	11.7%
	石川	地域Ⅳ：富山・富山の熱需要	71.4%	11.8%	16.8%
	福井	地域Ⅳ：富山・富山の熱需要	80.5%	9.6%	9.9%
関東	長野	地域Ⅲ：宮城・仙台の熱需要	79.9%	10.1%	10.0%
	栃木	地域Ⅲ：宮城・仙台の熱需要	76.1%	13.0%	10.8%
	茨城	地域Ⅳ：東京・東京の熱需要	75.9%	13.0%	11.0%
	群馬	地域Ⅳ：東京・東京の熱需要	77.6%	12.8%	9.6%
	埼玉	地域Ⅳ：東京・東京の熱需要	57.5%	25.5%	17.0%
	千葉	地域Ⅳ：東京・東京の熱需要	56.7%	26.3%	17.0%
	東京	地域Ⅳ：東京・東京の熱需要	30.3%	35.1%	34.5%
	神奈川	地域Ⅳ：東京・東京の熱需要	43.7%	33.8%	22.6%
	山梨	地域Ⅳ：東京・東京の熱需要	75.9%	11.9%	12.2%
東海	岐阜	地域Ⅳ：愛知・名古屋の熱需要	78.2%	12.4%	9.4%
	静岡	地域Ⅳ：愛知・名古屋の熱需要	69.0%	17.6%	13.4%
	愛知	地域Ⅳ：愛知・名古屋の熱需要	54.2%	27.2%	18.7%
	三重	地域Ⅳ：愛知・名古屋の熱需要	80.5%	10.8%	8.7%
近畿	滋賀	地域Ⅳ：大阪・大阪の熱需要	72.3%	15.8%	11.9%
	京都	地域Ⅳ：大阪・大阪の熱需要	59.2%	18.5%	22.3%
	大阪	地域Ⅳ：大阪・大阪の熱需要	42.5%	33.8%	23.7%
	兵庫	地域Ⅳ：大阪・大阪の熱需要	52.8%	29.5%	17.8%
	奈良	地域Ⅳ：大阪・大阪の熱需要	71.0%	19.2%	9.8%
	和歌山	地域Ⅳ：大阪・大阪の熱需要	80.3%	11.6%	8.1%
中国	鳥取	地域Ⅳ：広島・広島の熱需要	77.9%	11.3%	10.8%
	島根	地域Ⅳ：広島・広島の熱需要	80.4%	10.8%	8.7%
	岡山	地域Ⅳ：広島・広島の熱需要	73.2%	13.0%	13.8%
	広島	地域Ⅳ：広島・広島の熱需要	61.2%	20.9%	17.9%
	山口	地域Ⅳ：広島・広島の熱需要	73.4%	14.5%	12.2%
四国	徳島	地域Ⅳ：香川・高松の熱需要	75.4%	12.6%	12.1%
	香川	地域Ⅳ：香川・高松の熱需要	74.0%	14.3%	11.7%
	愛媛	地域Ⅳ：香川・高松の熱需要	75.0%	13.2%	11.8%
	高知	地域Ⅳ：香川・高松の熱需要	73.8%	11.0%	15.2%
九州	福岡	地域Ⅳ：福岡・福岡の熱需要	51.5%	26.6%	21.8%
	佐賀	地域Ⅳ：福岡・福岡の熱需要	77.9%	12.2%	9.9%
	長崎	地域Ⅳ：福岡・福岡の熱需要	70.9%	17.5%	11.6%
	熊本	地域Ⅳ：福岡・福岡の熱需要	70.1%	15.6%	14.2%
	大分	地域Ⅳ：福岡・福岡の熱需要	68.6%	16.7%	14.8%
	宮崎	地域Ⅴ：鹿児島・鹿児島の熱需要	75.0%	12.6%	12.5%
	鹿児島	地域Ⅴ：鹿児島・鹿児島の熱需要	75.2%	13.1%	11.7%
沖縄	沖縄	地域Ⅳ：沖縄那覇の熱需要	47.7%	35.1%	17.2%

Table 3.24 で示した各地点における熱負荷計算の結果と Table 3.25 の設定から熱負荷の全国平均値を求めた(Table 3.26 及び Figure 3.13)。尚、全国平均値は各都道府県の住宅戸数で加重平均して算出している。

Table 3.26 熱負荷計算結果(全国平均値)

全国					(Mcal)	(Mcal)	(kWh/(年・世帯))
木造戸建	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	6650.7	3945.4	2670.9	1965.5	4993.9	818.5	951.1
冷房	453.8	433.9	423.1	415.4	441.7	441.7	513.3
家族共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	3066.6	1581.4	947.5	779.4	1865.5	357.9	415.9
冷房	302.7	300.5	299.0	298.0	299.9	299.9	348.5
一人共同	従来	旧基準	新基準	次世代	ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
暖房	1085.3	594.3	384.8	331.7	687.1	130.6	151.7
冷房	81.5	78.9	77.6	77.1	79.1	79.1	91.9
全体平均	加重平均				ストック平均	電力消費分	エアコン年間消費電力量
	木造戸建	家族共同	一人共同	暖房	3486.2	586.6	681.6
	58.8%	22.8%	18.4%	冷房	342.5	342.5	398.0

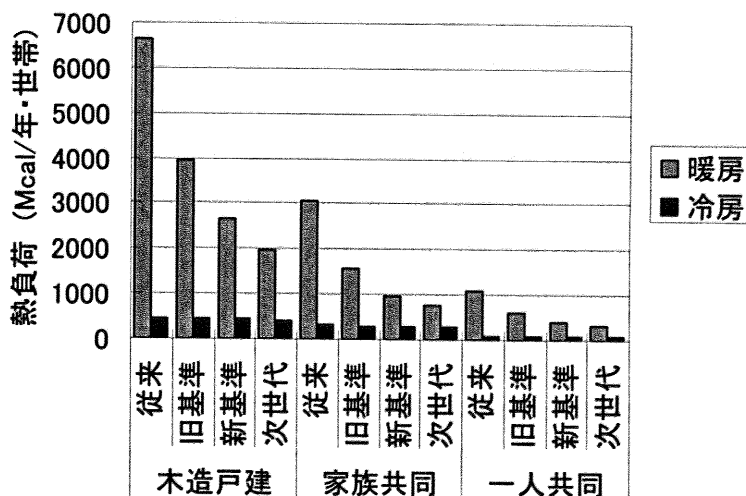


Figure 3.13 住宅タイプ別熱負荷計算結果 (全国平均値)

Table 3.26 より冷暖房熱負荷の全国平均値は約 3828Mcal/(年・世帯)となった(その内、ルームエアコンによる電力消費相当分は 929Mcal/(年・世帯)である)。住宅タイプ別の熱負荷をみると従来住宅と比較して次世代基準住宅は、どの建て方においても 3 分の 1 以下になり、旧基準でも従来型住宅の 2 分の 1 程度の熱負荷になった。また建て方別では木造戸建住宅の熱負荷が大きく、家族向共同住宅と比較して 2 倍以上の値になった。先述の通り、全体平均として暖房熱負荷は冷房熱負荷の約 10 倍程度となったが、共同住宅に関してはその程度が小さくなり、冷房熱負荷が比較的大きくなることがわかった。

共同住宅の熱負荷に関して

共同住宅の熱負荷計算は 3.2.2.の b)に示したように 4×4 の共同住宅を想定し、最上階の中部屋・角部屋、中間階の中部屋・角部屋、最下階の中部屋・角部屋の 6 種類の部屋を用

意し計算を行った。それぞれの部屋における熱負荷を Table 3.27(サンプル：東京都家族向け共同住宅次世代基準)に示す。各部屋における熱負荷の加重平均値は暖房が 928.3Mcal、冷房が 821.2Mcal である。

Table 3.27 共同住宅部屋別熱負荷の計算結果

単位:(Mcal)							
部屋の種類	暖房需要	冷房需要	部屋数	部屋の種類	暖房需要	冷房需要	部屋数
1階中間	687.6	720.4	2	1階角部屋	1435.2	839.0	2
2.3階中間	390.3	791.9	4	2.3階角部屋	1035.4	885.5	4
4階中間	838.3	785.0	2	4階角部屋	1613.9	870.4	2

冷房熱需要は部屋の種類による差が少ないが暖房熱負荷は部屋の位置によって大きく異なることがわかる。最も暖房熱負荷が大きいのは 4 階の角部屋となったが、これは外気に接する面積が最も大きいためと考えられる。これまで共同住宅の熱負荷計算は中間階中部屋を代表として計算することが多かったが(文献[13]など)、中間階中部屋は熱負荷が最も小さい部屋であるため、現実の熱負荷よりも小さく共同住宅における熱負荷を見積もってしまう可能性が大きい。従って共同住宅の熱負荷計算を行う場合は本研究で示したように部屋の階や場所を各々設定してそれぞれの部屋で計算を行うことが望ましいと考えられる。

3.5. 一般家庭における冷暖房熱需要の現状把握

本章では熱負荷計算プログラム SMASH を用いて一般家庭における冷暖房熱需要の把握を試みた。その結果、地域別や住宅の性能、建て方、断熱性能別の冷暖房熱負荷を捉えた。従来住宅と次世代省エネルギー基準を満たした住宅ではその熱負荷が大きく異なる(従来が約 3 倍程度)が、現状として日本の住宅は従来住宅が 40~50%を占め、新基準以降の基準を満たす住宅は非常に少ない。今後これらの基準を満たす住宅を広く普及させていくことは家庭における省エネルギーを達成する上で必要不可欠だと考えられる。

冷暖房熱需要の全国平均値は暖房が 3486.2Mcal/(年・世帯)、冷房が 342.5Mcal/(年・世帯)となり、先述の電力相当分からストック平均 COP(冷房 2.95、暖房 3.27)を用いて計算したエアコンによる電力消費量の全国平均値は暖房が 681.5kWh/(年・世帯)、冷房が 398.0kWh/(年・世帯)、合計で年間約 1080kWh/(年・世帯)となった。本研究ではこの値を一般的な家庭におけるエアコンによる年間消費電力と設定する。本研究ではこれ以降、第 2 章で設定した家庭における電力機器による消費電力と第 3 章で設定したエアコンによる消費電力量、第 4 章で把握する消費者の家電製品に対する購入心理をもとに第 5 章、第 6 章で今後どのような商品が普及するかを予測しながら、家庭における消費電力量がどのように推移していくかを把握する。

第 2 章 2.7.節で行った一般家庭における電力需要の現状把握に、本章で算出したエアコンによる消費電力量を考慮すると基準年 2003 年における一般家庭での電力消費量は Table 3.28 のようになる。(ただし、エアコンによる消費電力量の算出は 2003 年のストック住宅

の断熱性能別シェアを用いて算出した熱負荷より求めた値。シェアの推計方法は後述。)

Table 3.28 2003年における一般家庭での消費電力量

(kWh/年)		(kWh/年)		
	一般家庭	戸建住宅	家族共同	共同一人
電気冷蔵庫	1250	1305		675
テレビ	390	440		150
ルームエアコン	1080	1465	765	245
照明機器	580	780	450	105
その他	1075	1250	1240	320
合計	4375	5240	4200	1495

「電力需給の概要」^[16]から従量電灯 A・B の供給値を用いて、世帯当たりの年間消費電力量を求めると、2003年において約4220kWh/年であり、本研究の設定値が多少大きくなったが、一般家庭における電力需要の把握を行う上では十分許容できる誤差範囲内で、本研究での電気機器による消費電力量の設定は妥当であると言える。一般家庭における消費電力量の構成は Figure 3.14 のようになる。

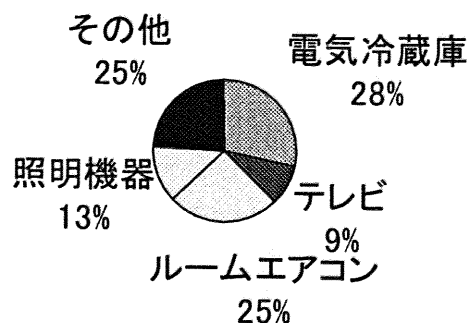


Figure 3.14 一般家庭における消費電力量 構成比(2003年)

第4章 商品購入時の消費者選好の把握

4.1. 概要

第2章、第3章では家庭におけるエネルギー需要やエネルギー消費量の現状を電力と熱の双方から把握した。将来の家庭におけるエネルギー需要の予測を行うためにはこのような現状把握に加え、今後どのようなエネルギー消費機器が普及していくかを把握する必要がある。第4章では、第2章、第3章で特に詳しく保有状況や性能、使用状況を調査した主要電気機器3品目に関して、今後消費者がどのような商品を好んで購入していくかをコンジョイント分析を用いて把握することを目的とする。コンジョイント分析では各々の製品の持つ属性に対する消費者選好をアンケートによって調査する^[1]。

4.2. コンジョイント分析^{[1][2]}

4.2.1. 評価手法の選択

政策や案、商品や機能における選択肢や各々の属性に対する個人の好み(選好)を経済的に評価する方法としては大別して表明選好法と顕示選好法がある。

表明選好法はアンケートによって個人の選好を直接的に尋ねる方法でありコンジョイント分析やCVMなどの手法がある。その特徴として、任意の属性や案など非現実的な選択肢も評価することができるという長所を持つが、その反面、聞き方によって結果が異なるといったバイアス問題を多く抱えているという欠点を持つ。顕示選好法は商品販売台数といった個人の行動結果から選好を分析する手法であり直接支出法や応用一般均衡分析、ヘドニック価格法などがある。この手法は現実的なデータを扱うために結果の信頼性は高いが、逆に環境性への選好などの具体的な数字として評価されにくい属性や、将来的な技術など現状として存在していない属性を評価できないという特徴を持つ。

本研究では将来における主要電気機器の普及状況を調査することが目的であるということ、また機能や価格、消費電力量など商品の細かい属性に着目して選好を調査・分析するに足る販売データやシェアデータの不足、存在していても入手が困難であるという現実的な問題から表明選好法を採用する。

表明選好法に属するCVMとコンジョイント分析はいずれもアンケートによる評価法である。CVMは回答者に直接、政策や商品などの価値を支払意思額もしくは受取補償額という形で尋ねる方法であり、直接金額を表明する故の種々のバイアス(バイアスに関しては後述)が含まれているため、その結果の信頼性に対する疑問の声も多い。しかし、例えば希少生物の価値を推定するような場合これ以外の適当な方法が見当たらないのも現状である。

コンジョイント分析は政策や商品のプロフィール(属性のまとめり)を回答者に示しその評価を尋ねる手法である。アンケートという形態をとる上でCVMとよく似ているが、直接的に金額を聞かないことからCVMで指摘されるような問題点は幾分緩和されると言われている。またコンジョイント分析の特徴は、CVMが単一属性の評価に限定されていること

に対して、多属性の代替案の選択結果から属性ごとの選好を明らかにすることができる点である。

本研究では、主要電気機器の価格や機能などの細かい属性に対する消費者の選好から今後どのような製品が普及していくか、を示すことが目的であるため多属性製品の属性ごとの選好を評価できるコンジョイント分析を用いる。

4.2.2. コンジョイント分析の基礎理論

コンジョイント分析は1960年代に計量心理学の分野で誕生し、その後市場調査の分野で研究が進んだ分析手法であり、特に市場調査の分野ではGreen and Wind^[3]が多属性モデルを導入したのを契機として研究が進められた。

コンジョイント分析では複数の属性によって構成されるプロファイルを用いる。プロファイルは具体的には価格や機能、サイズなど複数の要素によって構成される商品に相当する(Figure 4.1)。フラッシュメモリーを例にとると、大きさ、色、容量、価格といったものは属性と呼び、128MBや4千円といったそれぞれの値はレベルと呼ぶ。コンジョイント分析ではこのプロファイルを回答者に示し、プロファイルの効用を回答者に尋ね、その回答結果から統計的にプロファイル全体の価値(全体価値)や属性別の価値(部分価値)を評価する。

大きさ	1.5cm×5cm
色	シルバー
容量	128MB
価格	4千円

Figure 4.1 プロファイル例
フラッシュメモリー

コンジョイント分析とは多属性選好を評価する手法の総称であり、様々な質問形式が開発されている。大別すると評定型コンジョイントと選択型コンジョイントの2種類があり、どちらの質問形式を用いるかは何を目的に評価するのかによって選択する必要がある。

評定型コンジョイントは、1つのプロファイルを提示して選好を尋ねる完全プロファイル評定型や2つの対立するプロファイルを提示してどちらが好ましいかを尋ねるペアワイズ評定型などがあるが、いずれもそれぞれのプロファイル(商品)に対する好みを点数で採点したり、望ましい順に商品を並び替えたりすることで商品の属性別の選好を推定する。プロファイル評定型のコンジョイント分析はいずれも個人別に属性単位の評価が可能であるという利点がある。しかし完全プロファイル評定型では商品のすべての属性を含むプロファイルを用いるために属性の多い商品の評価が困難である。また、一部の属性を取り扱うため多数の属性を評価することが可能なペアワイズ評定型においても、非現実的な選択形式になってしまうことや質問回数を多くしなくてはならないことなどの欠点がある。

選択型コンジョイントは、回答者に複数のプロファイルの中から望ましいプロファイルを選択させることで属性別の選好を推定する評価手法であり、実際の消費行動に近く現実性が高いと言われている。ただし選択型コンジョイントでは多項ロジットを用いて属性評価を行うため多数のサンプルを必要とし、グループ全体の平均的な値として評価することが可能だが、評定型のように個人単位で評価することが困難という欠点がある。また完全

プロフィール評定型と同様にプロフィールに含ませる属性数が多くなると回答者が混乱して適切な判断が出来なくなるという欠点もある。

評定型、選択型の評価結果では両者とも比較的近い値となりどちらが優れているという結果は得られていない^{[4][5]}が、本研究では対象とする商品が家電製品であり消費者の商品購入時の選好を評価することが目的であるため、現実の消費行動に近い選択型コンジョイントを採用する。また選択型コンジョイント分析を採用する利点は現実の消費行動に近いということに加えて、選択肢の中に「どの商品も選ばない」という項目を入れることができるため回答者が現実的な回答をしやすいという点、選択が容易であり質問数も少ないために回答時間が短いという点などが挙げられる。一般的に評定型では質問数が30~60項目であり回答時間が5分~15分必要であるのに対して、選択型では質問数が4~12項目であり回答時間も2~5分ですむといわれている。

記入欄	選択肢	価格	年間電気代	サイズ	機能
	冷蔵庫1	9万円	1万円	中型	一部機能
	冷蔵庫2	8万円	5000円	大型	必要最小限機能
	冷蔵庫3	7万円	1万3000円	中型	必要最小限機能
この中から選択しない					

Figure 4.2 選択型コンジョイント分析質問例

4.2.3. コンジョイント分析の調査手順

コンジョイント分析の手順を Figure 4.3 に示す。コンジョイント分析は基本的に評価対象に関する情報収集、アンケート作成(属性・レベルの決定やプロフィールデザイン)、プレテスト、アンケート実施、推定・分析という流れで行われる。

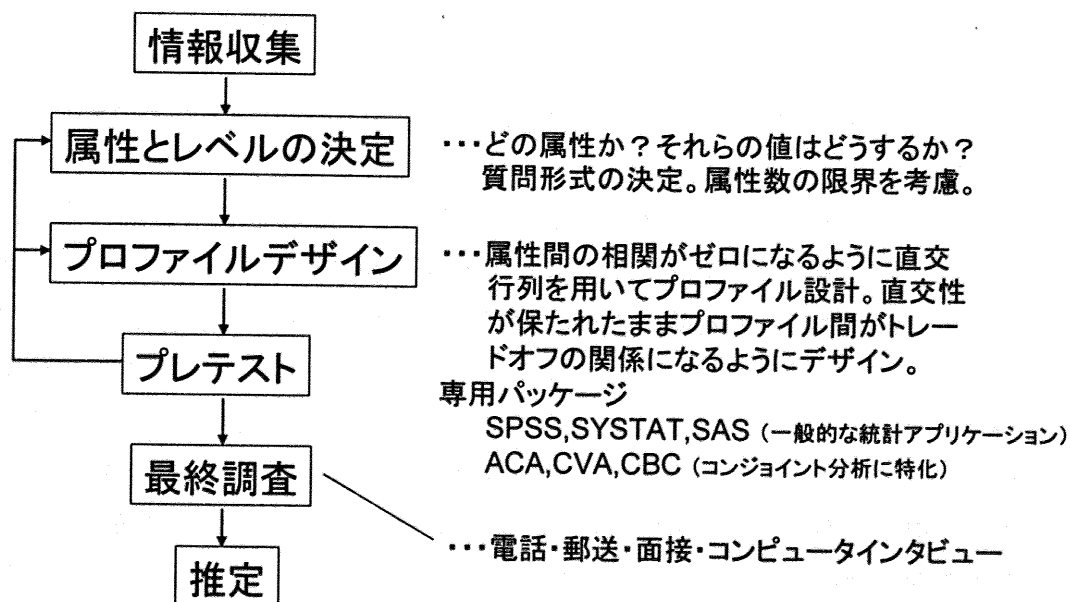


Figure 4.3 コンジョイント分析の流れ

a) 情報収集

評価対象に関して情報収集を行う。評価対象の現状把握や、各種データの収集、専門家の意見収集など行う。

b) 属性とレベルの決定

対象製品の属性の選定とレベル付けを行う。例えば Figure 4.1 のフラッシュメモリーでは大きさ、色、容量、値段の他にも、機能として高速伝送可能な USB2.0 対応か否か、デザイン性、メーカーブランド名など多くの属性を持っており、その中から、評価対象としたい属性を選定することが必要となる。先述のように評価できる属性数には限度があり、あまり多数の属性を含ませると回答者が混乱して判断不可能になる恐れがある。心理学の観点から人間は 6 を超える情報を同時に処理することは困難であることが知られており、従って選択型コンジョイント分析で扱える属性は最大でも 6 個とする必要がある。属性の選定を行った後には各プロファイルの属性毎にレベルを与える。例えばフラッシュメモリーの容量のレベルとしては 64MB、128MB、256MB などのレベルが考えられ、プロファイル毎にレベルを与えていくことになるが、属性と同様にレベル数も増やしすぎると多数のプロファイルが必要になり、回答者が混乱する恐れがある。

c) プロファイルデザイン

属性とレベルを決定したら、これらの属性の組み合わせでプロファイルを設計する。栗山⁶⁾はコンジョイント分析においてバイアスの影響を軽減し統計的効率性を改善するためには、プロファイルデザインのときに次の 3 点に注意する必要があると述べている。

・属性間の相関を生じさせないこと

属性間に相関があると多重共線性により推定に影響を及ぼす可能性がある。多重共線性とは説明変数の一部あるいは全部が互いに非常に強い相関関係にあるため、複数の変数の影響を分離して考えることができなくなることである。従って属性を選定するさいに相関関係の少ない属性を選定し、相関関係のある属性は一つにまとめてしまうなどの対策が必要である。

・なるべく非現実的でないこと

直交配列を用いてプロファイルデザインを行うと、作成されたプロファイルが非現実的なものとなってしまうことがある。非現実的なプロファイルは回答者が真剣に回答しない原因となってしまう可能性がある。しかしコンジョイント分析において現実性と統計的効率性双方を満足させるプロファイルデザイン手法はまだ開発されていない。また現実性を重視しすぎると属性間の相関関係が強くなってしまいう可能性もあり注意が必要である。

・選択肢間の効用バランスを保つこと

各プロファイルの選択確率が等しくなるようにプロファイルデザインを行う必要がある。支配プロファイル(誰が見ても他のプロファイルよりも明らか優れたプロファイル)があると適切な推定ができなくなったり無駄が生じてしまったりするため、それぞ

れのプロファイルがトレードオフの関係になるようにデザインを行う必要がある。

このようにプロファイルデザインには多くの制約があるが、これらの制約をなるべく満たすようなデザイン方法として現実性重視法、直交配列法、D効率性法の3つが考案されている。しかし、いずれも上記の3制約全てを完全に満たすようなプロファイルデザインとはならないことを意識しておく必要がある。

現実性重視法

現実の状況をできる限り再現する方法である。この方法では非現実的なプロファイルは生じないが、属性間に相関が生じてしまう可能性が高い。さらに効用バランスや統計的効率性が考慮されないため、多くのサンプルを必要としてしまうという欠点がある。

直交配列法

実験計画法で用いられている直交配列を用いて、プロファイルデザインを行う方法である。マーケティングリサーチの分野で最も多く用いられている手法で属性間に相関が生じない。しかし、直交配列によってプロファイルデザインを行った場合、非現実的なプロファイルが生成される可能性があり、この非現実的なプロファイルを削除すると直交性が多少なりとも崩れてしまうという問題が生じる。また効用バランスについても考慮されていないため、支配プロファイルが形成されてしまう可能性もある。

D効率性法

フィッシャー情報行列の逆行列を最小化するようなプロファイルデザインを行う方法であり、効用値の信頼領域の大きさが最小化される。直交配列と同様に非現実的なプロファイルが形成される可能性があるが、直交性と効用バランスが両方満たされるようにプロファイルデザインを行うことができ、統計的効率性が高くなる。しかし、プレテストなどによって部分効用値を事前に推定する必要があるなどの問題点がある。

栗山(2000)⁶⁾は連続変数の場合は直交配列とD効率性による推定部分の効用値とt値に大きな違いはないが、ダミー変数の場合はD効率性のほうがt値が大きくなる傾向があるとしている。また寺脇ら⁷⁾によると表明選好法においては非現実的なプロファイルを削除しつつ、D効率性によって属性間の無相関と効用バランスを両立させ、統計的効率性を改善することが望ましいとしている。ただし、本研究では一般的なマーケットリサーチと同様の形態をとり非現実的なプロファイルに修正を加えつつ直交配列によるプロファイルデザインを行う。

d) プレテスト

プロファイルデザインが完了した後プレテストを行ってアンケートに問題がないか確認する。アンケート設計に問題があるとシナリオの伝達ミスなどによってバイアスが生じてしまう危険性がある。プレテストで確認する内容は説明内容、属性、レベル、プロファイルデザインであり、これらに問題点があった場合は再び属性とレベルの決定もしくはプロ

ファイルデザインに戻り、やり直す必要がある。

e) 最終調査

プレテストが完了したら最終調査(本調査)を行う。調査方法は電話調査、郵送調査、面接調査、ネットアンケートなどがあるが、コンジョイント分析ではプロフィールを回答者に提示する必要があるため電話調査は困難である。また質問部分が複雑で回答に時間がかかるため郵送調査などでは質問形式などを工夫しないと回収率が低くなる恐れがある。面接調査ではサンプル数を増やすことが難しい。そこで現在はコンジョイント分析特有の調査方法としてインターネットアンケートが有用であるとされている。これはコンピュータ上で回答者にプロフィールを提示し、質問に答えてもらう形式で容易にアンケートを実施できサンプル数を確保することができる。ただしインターネット調査の場合、ランダムサンプリングできないのでサンプルに偏りが生じ、アンケート実施の段階で様々なバイアスがかかってしまう可能性があることも注意しなくてはならない。

f) 推定・分析

最終調査によって回収された回答データを用いて属性毎の消費者選好を推定する。推定方法は完全プロフィール評定型、ペアワイズ評定型、選択型などの質問形式によって異なる。本研究で用いる選択型コンジョイント分析に関しては次項で詳しくその推定方法を解説する。

4.2.4. コンジョイント分析の推定方法^{[8][9]}

選択型コンジョイント分析は消費行動に近く現実的で回答者が回答しやすい分析手法の開発を目的に 1980 年に開発され、その後研究が進んだ。現在の選択型コンジョイント形式は Louviere and Woodwarth^[10]によって開発されたものである。

コンジョイント分析の分析手法は主にロジットモデルによるプロフィール選択確率の導出、最尤法によるパラメータの推定、パラメータの検定推定量の導出、推定パラメータの検定という流れで行われる。

a) ロジットモデル…プロフィールの選択確率の導出

コンジョイント分析では回答者 i がプロフィール j を選択したときの効用 U_{ij} をランダム効用モデルを想定して以下の様に表す。

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_j = \beta \mathbf{x}_{ij} + \varepsilon_j \quad j = 1, 2, \dots, J \quad \dots(4-1)$$

j : プロファイル番号 i : 回答者番号 J : プロファイル番号数

V_{ij} : 観察可能な部分 ε_j : 観察不可能な部分

\mathbf{x}_{ij} : 回答者 i が選んだプロフィール j の属性ベクトル

β : 各属性に係るパラメータ

選択型コンジョイント分析では回答者が提示された Figure 4.2 で示されるような複数のプロフィールの中から一つを選択するから、選択されるプロフィール k の効用を U_{ik} とする

と、プロフィールk以外の全てのプロフィールに対して

$$U_{ik} > U_{ij} \quad \dots(4-2)$$

となる必要がある。ここで観察不可能な項 ε_j が密度関数 f の確率分布（例えば標準正規分布やガンベル分布）に従うランダムな値を取るとすると、回答者 i が J 個のプロフィールの中から一つのプロフィール k を選択する確率は以下に示すようになる。

$$\Pr(U_{ik} > U_{ij}; j = 1, \dots, J, j \neq k) = \Pr(V_{ik} + \varepsilon_k > V_{ij} + \varepsilon_j; j = 1, \dots, J, j \neq k) \quad \dots(4-3)$$

$$= \Pr(\varepsilon_j < V_{ik} - V_{ij} + \varepsilon_k; j = 1, \dots, J, j \neq k) \quad \dots(4-4)$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \prod_{j=1, j \neq k}^J \int_{-\infty}^{V_{ik} - V_{ij} + \varepsilon_k} f(\varepsilon_j) d\varepsilon_j \right\} f(\varepsilon_k) d\varepsilon_k \quad \dots(4-5)$$

$$\left(\begin{array}{l} \int_{-\infty}^{V_{ik} - V_{ij} + \varepsilon_k} f(\varepsilon_j) d\varepsilon_j : \text{密度関数 } f \text{ より } \varepsilon_j < V_{ik} - V_{ij} + \varepsilon_k \text{ となる確率} \\ \{ \} \text{ の中は } \varepsilon_j < V_{ik} - V_{ij} + \varepsilon_k \text{ が } k \text{ 以外の全ての } j \text{ について成り立つ確率であり、この} \\ \text{中における } \varepsilon_j \text{ は各々離散的な値となる。それを全ての値について積分している。} \end{array} \right)$$

確率項 ε_j の確率分布としては正規分布を想定（プロビットモデル）することが自然であるが、計算がとても複雑になるため選択型コンジョイント分析ではガンベル分布を想定する。これを条件付ロジットモデルと呼ぶ。ガンベル分布の累積分布関数 $F(x)$ は以下の式で表される。

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx = \exp(-\exp(-x)) \quad \dots(4-6)$$

これを用いると式(4-5)は

$$\int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \prod_{j=1, j \neq k}^J \int_{-\infty}^{V_{ik} - V_{ij} + \varepsilon_k} f(\varepsilon_j) d\varepsilon_j \right\} f(\varepsilon_k) d\varepsilon_k = \int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \prod_{j=1, j \neq k}^J F(\varepsilon_k)^{\exp(V_{ij} - V_{ik})} \right\} f(\varepsilon_k) d\varepsilon_k \quad \dots(4-7)$$

となり、変数の置換などをして計算すると回答者 i が J 個のプロフィールの中から j を選択する確率が以下の様に求まる。

$$P_{ij} = \frac{\exp(V_{ij})}{\sum_l \exp(V_{il})} = \frac{\exp(\beta \mathbf{x}_{ij})}{\sum_l \exp(\beta \mathbf{x}_{il})} \quad l = 1, 2, \dots, J \quad \dots(4-8)$$

P_{ij} : 回答者 i によってプロフィール j が選択される確率

この確率と回答者から得られたデータを使って最尤法を行い最も起こりやすい状況になるようにパラメータ β を設定する。

b) 最尤法…パラメータ β の推定

式(4-8)の様に求められた確率関数と回答データから現実の事象として最も起こりうるようなパラメータ β を推定する。方法としては「現実の標本は確率最大のものが実現した」という最尤原理に則って、その標本の起こる確率：尤度 L を最大化するようにパラメータを推定する。

式(4-8)より回答データを用いた尤度関数は、各回答の起こる確率を掛け合わせて、

$$L = \prod_j \left(\frac{\exp(V_j)}{\sum_k \exp(V_k)} \right)^{n_j} = \prod_j \left(\frac{\exp(\beta \mathbf{x}_j)}{\sum_k \exp(\beta \mathbf{x}_k)} \right)^{n_j} \quad j, k = 1, 2, \dots, J \quad \dots(4-9)$$

n_j : プロファイル j を選択した回答者の数 j : プロファイル番号

となる。(ここでの \mathbf{x}_j は回答者数 n_j を用いるという式の都合上、回答者番号 i を除いたプロファイルの番号 j のみで表される属性ベクトルである。) 計算を簡単にするために対数をとると、対数尤度関数は次式のようにになる。

$$LL = \sum_i \sum_j d_{ij} \ln \frac{\exp(V_{ij})}{\sum_k \exp(V_{ik})} = \sum_i \sum_j d_{ij} \ln \frac{\exp(\beta \mathbf{x}_{ij})}{\sum_k \exp(\beta \mathbf{x}_{ik})} \quad \dots(4-10)$$

i : 回答者番号

d_{ij} : 回答者 i がプロファイル j を選んだときに 1 となるダミー変数

対数尤度関数が最大になるためには β による一階微分が 0 である必要がある。

$$\frac{\partial LL}{\partial \beta} = \sum_i \sum_j d_{ij} (\mathbf{x}_{ij} - \bar{\mathbf{x}}_i) \Rightarrow 0 \quad \dots(4-11)$$

$$\bar{\mathbf{x}}_i = \sum_j P_{ij} \mathbf{x}_{ij} \quad \dots(4-12)$$

: 回答者 i が取りうる各プロファイルの持つ属性値の期待値

これを制約式として式(4-10)の対数尤度関数が最大になるようなパラメータ β を推定する。

例えばプロファイル数を 2 つ属性数を 2 つとし、ある回答者がプロファイル j (1or2) を選んだ場合を考えると、対数尤度の一階微分は各属性値 \mathbf{x}_{sj} の s を属性番号、 j をプロファイル番号として、

	プロフィール1	プロフィール2	パラメータ
属性 1	X ₁₁	X ₁₂	β ₁
属性 2	X ₂₁	X ₂₂	β ₂

$$\frac{\partial LL}{\partial \beta_1} = (x_{1j} - (x_{11}P_1 + x_{12}P_2)) \dots (4-13) \quad \frac{\partial LL}{\partial \beta_2} = (x_{2j} - (x_{21}P_1 + x_{22}P_2)) \dots (4-14)$$

となり、これを回答者数について足していくことになる。

ただし後述するように、対数尤度関数の二階微分は大域的に負となるのでその範囲において対数尤度関数は凹関数となり最大点は唯一となる。そのため、式(4-11)を制約条件として入れなくても、EXCEL のソルバーなどを用いて対数尤度最大の計算を行うと自然と式(4-11)が満たされているような解が求まる。最適化の手法としては Newton 法、BHHH、DFP、BFGS などの様々な方法が開発されている。

c) 検定推定量…パラメータ β の検定推定量の導出

コンジョイント分析による回帰係数の検定推定量を求める。コンジョイント分析のように説明変数が複数ある場合の最尤推定パラメータの検定は、真のパラメータ β と回答データから求められた最尤推定パラメータ β̂ を用いて行われる。上述のようにコンジョイント分析ではパラメータは複数あり(式(4-15))、最尤法によって推定されたパラメータを用いると検定推定量は式(4-16)のようになる。

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_j = \beta \mathbf{x}_{ij} + \varepsilon_j \quad \dots(4-15)$$

$$t = \frac{\hat{\beta} - \beta}{s.e.(\hat{\beta})} \quad \dots(4-16)$$

s.e.(β̂) は標準誤差であり、誤差項の母分散が未知の場合に検定推定量に用いられるが、検定を行う回帰係数が多くなると標準誤差を求める過程が複雑になるため、その標準誤差を求めるフィッシャーの情報行列を用いた特殊な方法が考えられている。通常、β̂ の漸近分布は最尤推定量の一般的な性質から、x_i を属性ベクトルとして以下のように表され、β に最尤推定パラメータを代入した Â で推定することができる。

$N(\beta, A^{-1})$: 正規分布

$$A = -E\left(\frac{\partial \partial LL}{\partial \beta \partial \beta'}\right) = \sum \frac{f_i^2}{F_i(1-F_i)} \mathbf{x}_i \mathbf{x}_i' \quad \text{: フィッシャー情報行列} \quad \dots(4-17)$$

$F_i = F(\mathbf{x}_i' \beta)$: 誤差項 ε_i の累積分布関数

$f_i = f_i(\mathbf{x}'_i\boldsymbol{\beta})$: 誤差項 ε_i の確率密度関数

その結果から式(4-18)で表される $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ の標準誤差やその共分散を求めることができる。

$$s.e.(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = \sqrt{\hat{\mathbf{A}}^{-1}} \quad \dots(4-18)$$

式(4-18)を用いると式(4-16)より t 値が求まり検定を行うことができる。

また統計分析用パッケージでは標準誤差を Hessian 行列から求めているものもあり、コンジョイント分析ではこの方法が多く使われている。以下にその手法を示す。

Hessian 行列はある関数の二階微分からなる行列であるが、ここでは関数として対数尤度である。対数尤度の二階微分は式(4-19)で表される。

$$\frac{\partial^2 LL}{\partial \boldsymbol{\beta} \partial \boldsymbol{\beta}'} = -\sum_i \sum_j d_{ij} P_{ij} (\mathbf{x}_{ij} - \bar{\mathbf{x}}_i) (\mathbf{x}_{ij} - \bar{\mathbf{x}}_i)' \quad \dots(4-19)$$

$$\bar{\mathbf{x}}_i = \sum_j P_{ij} \mathbf{x}_{ij}$$

P_{ij} : プロファイル j が選択される確率

この微分式から Hessian 行列を作ると、

$$H(\boldsymbol{\beta}) = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 LL}{\partial \beta_1 \partial \beta_1} & \dots & \frac{\partial^2 LL}{\partial \beta_1 \partial \beta_n} \\ \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial^2 LL}{\partial \beta_n \partial \beta_1} & \dots & \frac{\partial^2 LL}{\partial \beta_n \partial \beta_n} \end{pmatrix} \quad n : \text{属性数} \quad \dots(4-20)$$

となり、この Hessian 行列の逆行列の対角成分のルートを取ると推定パラメータ $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ の標準誤差となる、という性質を用いて t 値を求め検定を行う。

Hessian 行列では対数尤度の二階微分を用いているが、二階微分を厳密に計算することが容易ではない場合は一階微分で二階微分を近似して用いる。その場合 Hessian 行列は以下の様になる。

$$H(\boldsymbol{\beta}) \approx \sum_i \sum_j d_{ij} (\mathbf{x}_{ij} - \bar{\mathbf{x}}_i) (\mathbf{x}_{ij} - \bar{\mathbf{x}}_i)' \quad \dots(4-21)$$

このような方法を BHHH 法といい、栗山^④の EXCEL によるコンジョイント分析ではこの手法を用いている。

Hessian 行列(ヘッセ行列)について

$f(x) = f(x_1, \dots, x_n)$ が二階微分可能であるとき

$$H(\mathbf{x}) = \begin{pmatrix} f_{x_1x_1} & \cdots & f_{x_1x_n} \\ \vdots & & \vdots \\ f_{x_nx_1} & \cdots & f_{x_nx_n} \end{pmatrix} \quad f_{x_i x_i} : x_i \text{ による二階微分}$$

特徴

ヘッセ行列の点 \mathbf{a} での n 個の固有値を $\alpha_1 \cdots \alpha_n$ とすると $\leftarrow \det(tE - H)$ の n 個の根

- $\alpha_1 \cdots \alpha_n$ が全て正なら関数 f は点 \mathbf{a} で極小
- $\alpha_1 \cdots \alpha_n$ が全て負なら関数 f は点 \mathbf{a} で極大
- $\alpha_1 \cdots \alpha_n$ の中に正も負もあるとき関数 f は点 \mathbf{a} で極値でない
- $\alpha_1 \cdots \alpha_n$ の中に 0 があるとき関数 f は点 \mathbf{a} で極小か極大か極値でないかはわからない

BHHH 法 (Berndt, Hall, Hall, Hausman) について^[11]

主として統計計量経済学の分野でのみ重点的に使われるパラメータ更新方法のアルゴリズム。ヘッセ行列を厳密に計算することが容易でない場合、現実のデータを用いた BHHH 推定量をヘッセ行列に相当するものとして用いる。具体的には、回答データ等の標本を用いた gradient 行列のクロスプロダクト行列をヘッセ行列とする。

$$\mathbf{G}'(\mathbf{g}_1, \dots, \mathbf{g}_n) \mathbf{G}(\mathbf{g}_1, \dots, \mathbf{g}_n) \Rightarrow \mathbf{H} \quad \mathbf{g}_i = \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}} \quad \dots(4-22)$$

\mathbf{G} : データより求められた一階偏微分ベクトルより構成される行列

L : 対数尤度関数

BHHH 法では上記のようにして求められた値をヘッセ行列 (二階偏微分から形成される行列) として、

$$\mathbf{x}^* = \mathbf{x} + \mathbf{H}^{-1} \mathbf{g}(\mathbf{x}) \quad \dots \text{ Newton 法におけるパラメータ更新の式} \quad \dots(4-23)$$

に代入し繰り返し計算を行っていく。この方法の特徴は関数が、その地点で凸であろうと凹であろうと常に正值で常に増加するため、マイナス関数の場合には極大値を求めようとするのに、極小値を求める方向に収束していくことがある (またはその逆が生じる)。この方法は計量経済学者にのみに好まれて使われている。その理由としては gradient 行列のクロスプロダクトが、モデルが正しく N が十分に大きいときに \mathbf{H} になるという極めて計量経済学的な性質を利用しているためである。最適点が多すぎると収束に失敗することも多い。非線形計画法のアルゴリズムとしては通常、各種 Newton 法、DFP 法、BFGS 法が用いられ特に BFGS が性能が良いともいわれている。

d) 検定…推定パラメータの検定

以上のように最尤法で推定パラメータ値 $\hat{\beta}$ を求め、対数尤度の二階微分からなる Hessian 行列から標準誤差を求めた。これらの値を用いて式(4-15)の推定量からパラメータ値の推定を行う。

通常の検定では帰無仮説 $H: \beta = \beta_0$ として

$$t = \frac{\hat{\beta} - \beta_0}{s.e.(\hat{\beta})} \quad \dots(4-24)$$

を用いて自由度(n-k)の t 分布で検定を行う。(このとき n は標本数、k はパラメータの数=属性数) すなわち、t(n-k)のパーセント点を求め、 $t \geq t_{\alpha}(n-k)$ のと帰無仮説を棄却しそれ以外は棄却しない。ただし、パラメータ検定の場合そのパラメータが有意であるか否か(その説明変数が被説明変数に影響を及ぼしているか否か)が重要になってくるので、帰無仮説を $H: \beta = 0$ とおいて検定を行うことが多い。そのとき式(4-24)は

$$t = \frac{\hat{\beta}}{s.e.(\hat{\beta})} \quad \dots(4-25)$$

となりこの t 値が十分に大きければ、それらの説明変数は有意であるということになる。本研究では標本数が 150 前後、属性数が 4 程度であるため自由度は 120 を超えるため 5%水準で 1.65 程度が目安⁹⁾となる。

4.2.5. コンジョイント分析の課題

コンジョイント分析には様々なバイアスが生じる可能性があることが指摘されている。以下にそのいくつかを挙げる。

・歪んだ回答を行う誘因によるバイアス

戦略バイアス：政策等への反映を考えて回答する。

追従バイアス：相手の喜びを考えて回答する。

・評価の手掛かりとなる情報によるバイアス

開始点バイアス：最初に提示する金額が回答に影響する。

範囲バイアス：提示する金額の範囲が回答に影響する。

重要性バイアス：評価対象の重要性の暗示が回答に影響する。

位置バイアス：複数の評価対象の質問順序が回答に影響する。

・シナリオの伝達ミスによるバイアス

評価対象の伝達ミス、状況の伝達ミスなど

・サンプルの収集時に発生するバイアス

時間選択バイアス：調査する時期が回答に影響する。

母集団選択バイアス：調査する母集団が回答に影響する。

サンプル抽出枠バイアス：サンプル抽出に用いるデータが母集団に影響する。
サンプル非回答バイアス：回答者の評価値と非回答者の評価値では統計的に有意な差がある。

サンプル選択バイアス：調査対象への関心度と回答率はおおよそ比例する。

・評価結果の集計時に発生するバイアス

集計順序バイアス：前述の位置バイアスを考慮しないで集計する。

集計範囲バイアス：評価額の調査範囲と適用範囲が異なる。

コンジョイント分析はアンケートを用いるのでアンケート設計や説明の仕方、実施方法に問題があると回答結果に上記のようなバイアスが生じる可能性がある。完全にバイアスを取り除くことはできないが、なるべく軽減するためにもプロフィールデザインの際に述べた注意点や説明の仕方、実施方法等に十分に注意し、プレテストの際の意見などを考慮し改善していく必要がある。

4.3. アンケート設計

4.3.1. 調査領域

本研究で調査するのは第2章、第3章で保有状況及びエネルギー消費量の把握を行った電気冷蔵庫、テレビ、ルームエアコンの主要電気機器3品目である。これら3品目は第3章で示したとおり一般家庭において特に消費電力量が大きい3品目であり、今後どのような製品が普及し、それによるエネルギー消費の推移を調査する必要がある。今後の普及状況を把握するためには消費者が近い将来(次にこれら3品目について買換える時期)にどのような消費行動をとるかを把握する必要があり、本研究では各製品の属性別の消費者選好を調査することで、消費者の行動心理を把握する。

4.3.2. 情報収集

電気冷蔵庫、テレビ、ルームエアコンに関するコンジョイント分析を行うためには、それぞれの製品の属性(価格、機能、性能等)やそれに対するレベル(属性の持つ値)を調査する必要がある。本研究では現在販売されている主流製品を把握するため、2004年における売れ筋ランキングの上位10製品(Appendix 参照)に関してその価格や性能、機能、サイズなどを調査した。ランキングは本来なら日本の市場全体における販売数ランキングを用いるべきであるが、細かい製品単位での販売数ランキングは存在しないため(存在していても公表されておらず入手が困難であるため)、楽天株式会社^[12]及び株式会社ビックカメラ^[13]のホームページの家電売れ筋ランキングを参考に製品をピックアップして調査した。従って極めて限定された情報元からの調査になるため調査内容に偏りが生じている可能性もあることをここに記しておく。また機能やサイズなどの属性に関しては以上に挙げたホームページの他、各電気メーカーから出されている製品カタログも参考にした。

家電製品の各商品の価格を正確に捉えることは非常に困難である。近年は家電メーカーが

オープン価格で出荷することが多く、大型家電量販店やインターネット販売ショップなどが独自に値段をつけて販売しているためである。一年を通して家電製品の値段は数十%単位で大きく変動しており、また種類や型番などの違いが多岐にわたりそれぞれが独自の売られ方をするため、消費者の購入段階における販売価格を正確に把握することはほぼ不可能と見てよい。そういった事情を踏まえた上で、本研究では1997年以降販売された製品に関してインターネット上での平均販売価格を時系列に掲載している株式会社カカコム^[14]のホームページから各製品の平均販売価格を設定した。株式会社カカコムのホームページは登録性となっており、全ての販売店が網羅されているわけではないこと、価格も申告性であるために実売価格の平均値よりも安くなりがちであることなどに注意する必要がある。しかし現状では家電製品の価格を把握する上でこれ以上の手段はないと考える。

4.3.3. 属性とレベルの決定

a) 電気冷蔵庫

電気冷蔵庫の属性及び水準をTable 4.1に示す。小型(140L未満)は属性数が少なく、製品ごとに機能や価格において大きな差が見られなかったことから、本研究では中型以上(140L以上)の電気冷蔵庫を対象にした。

Table 4.1 電気冷蔵庫の属性及びレベルの設定

	属性			
	価格 (千円)	年間電気代 (千円)	サイズ (L)	機能
水 準	平均	平均	大型	全機能
	最大	最大	中型	一部機能
	最小	最小		最小限機能

- ・ 最小限機能：静音設計
- ・ 一部機能：最小限機能+脱臭・ノンフロン
- ・ 全機能：一部機能+除菌・マイナスイオン・自動製氷

Table 4.2 中型冷蔵庫のレベルの設定

中型	平均	最大	最小
価格はカカコムより目安値として(千円)	70	90	50
年間電気代は省エネセンターHPより(千円)	9.0	15.0	3.0

Table 4.3 大型冷蔵庫のレベルの設定

大型	平均	最大	最小
価格はカカコムより目安値として(千円)	110	140	80
年間電気代は省エネセンターHPより(千円)	7.0	11.0	3.0

属性は価格、年間電気代、サイズ、機能の4つとし、価格は株式会社カカコム^[14]のホームページより平均販売価格を元に設定した。年間電気代は省エネルギーセンター^[15]のホームページを参考に各電気メーカーがJIS規格によって算出した年間消費電力量に電気料金(23円/kWh)をかけて算出した。サイズは中型と大型にわけ、中型冷蔵庫は容量が300L程度で冷蔵室、冷凍室、野菜室を持ったファミリー向けの3,4ドア冷蔵庫を想定している。大型冷蔵庫は容量が400L程度で冷蔵室と複数の冷凍室、野菜室をもった5,6ドアタイプの冷蔵庫を想定している。(後述するがこれらの説明はアンケートの冒頭部分で回答者に示される) 機能は必要最小限機能、一部機能、全機能の3つのレベルを用意し、必要最小限機能として静音設計のみ、一部機能として必要最小限機能+脱臭・ノンフロン、全機能として一部機能+除菌・マイナスイオン・自動製氷機能とした。

b) テレビ

テレビの属性及び水準をTable 4.4~4.7に示す。テレビは20型の中型テレビと30型以上の大型テレビに分けてアンケートを実施する。

Table 4.4 中型テレビの属性とレベルの設定

	属性		
	価格 (千円)	年間電気代 (千円)	ディスプレイ
水 準	平均	平均	液晶
	最大	最大	ブラウン管
	最小	最小	

Table 4.5 中型テレビのレベルの設定

液晶	平均	最大	最小	
価格はカカコムより目安値として(千円)	90	110	70	←20型の場合
年間電気代は省エネセンターHPより(千円)	1.8	2.4	1.2	
ブラウン管	平均	最大	最小	
価格はカカコムより目安値として(千円)	35	50	20	←21型の場合
年間電気代は省エネセンターHPより(千円)	2.4	3.1	1.7	

Table 4.6 大型テレビの属性とレベルの設定

	属性		
	価格 (千円)	年間電気代 (千円)	ディスプレイ
水 準	平均	平均	プラズマ
	最大	最大	液晶
	最小	最小	ブラウン管

Table 4.7 大型テレビのレベルの設定

プラズマ	平均	最大	最小	
価格はカカクコムより目安値として(千円)	360	450	270	←37型の場合
年間電気代は省エネセンターHPより(千円)	7.5	10.0	5.0	
液晶	平均	最大	最小	
価格はカカクコムより目安値として(千円)	400	500	300	←37型の場合
年間電気代は省エネセンターHPより(千円)	4.2	5.4	3.0	
ブラウン管	平均	最大	最小	
価格はカカクコムより目安値として(千円)	210	240	180	←36型の場合
年間電気代は省エネセンターHPより(千円)	5.0	5.7	4.4	

属性は価格、年間電気代、ディスプレイの3つを設定し、電気冷蔵庫と同様に価格は株式会社カカクコム^[14]のホームページより平均販売価格をもとに、年間電気代は省エネルギーセンター^[15]のホームページを参考に各電気メーカーがJIS規格によって算出した年間消費電力量に電気料金(23円/kWh)をかけて算出した。サイズは中型と大型にわけ、中型テレビは20型程度の大きさを想定し、ディスプレイのタイプとして従来のブラウン管と近年普及が進んでいる液晶の二つを設定した。大型テレビは30型以上の大きさを想定し、ディスプレイタイプとしてブラウン管、液晶、プラズマを設定した。アンケートではブラウン管、液晶、プラズマのそれぞれの特徴、長所・短所、寿命などを冒頭部分で説明している。ディスプレイ別の特徴をTable 4.8に示す。ただし以下の情報はアンケートを作成した2004年以前の情報であるため、2006年現在においてその特徴は変化していると考えられる。特に液晶は大型化しプラズマは小型化する傾向にあり、値段の差も小さくなってきている。また液晶の視野角もプラズマと比較して大きな違いはなくなりつつある。

Table 4.8 テレビのディスプレイ別特徴

	ブラウン管	液晶	プラズマ
表示方法	・本体の裏側から電子ビームを照射し、管面の蛍光体を光らせることで映像を表示。	・液晶の偏光特性より電気信号を通し、光の透かし方を変化させて、映像を表示。	・管面の蛍光体自身をプラズマ放電させることにより蛍光させ映像を表示。
メリット	・価格が安い。 ・丈夫。	・薄い。 ・電気代が安い。	・大画面化しやすい。 ・視野角が広い。
デメリット	・奥行が大きい。 ・電子ビーム照射により目に負担がかかる。	・価格が高い。 ・画面がやや弱い。 ・大型化が難しい。(同じ大型サイズではプラズマの方が安い。)	・小型化が難しい。 ・価格が高い。 ・電気代が高い。
画面サイズ	・14型～36型 (超大型もある。)	・13型～46型 (超大型もある。)	・32型～62型

c) ルームエアコン

ルームエアコンの属性及び水準を Table 4.9 及び 4.10 に示す。ルームエアコンは冷暖房能力別に価格や年間電気代が異なってくるが、本研究では最も一般的な冷房能力が 2.8kW タイプのものを対象としてレベルを設定した。

Table 4.9 ルームエアコンの属性とレベルの

	属性		
	価格 (千円)	年間電気代 (千円)	機能
水準	平均	平均	全機能型
	最大	最大	一部機能
	最小	最小	最小限機能

- ・ 最小限機能：ドライ・タイマー
- ・ 一部機能：最小限機能+空気清浄
- ・ 全機能：一部機能+マイナスイオン・セルフクリーン・加湿

Table 4.10 ルームエアコンのレベルの設定

2.8kW(8-12畳)	平均	最大	最小
価格はカカコムより目安値として(千円)	90	120	60
年間電気代は省エネセンターHPより(千円)	23.5	31.0	16.0

属性は価格、年間電気代、機能の 3 つを設定し、電気冷蔵庫、テレビと同様に価格は株式会社カカコム^[14]のホームページより平均販売価格をもとに、年間電気代は省エネルギーセンター^[15]のホームページを参考に各電気メーカーが JIS 規格によって算出した年間消費電力量に電気料金(23 円/kWh)をかけて算出した。機能は必要最小限機能、一部機能、全機能の 3 つのレベルを用意し、必要最小限機能としてドライ・タイマーのみ、一部機能として必要最小限機能+空気清浄機能、全機能として一部機能+マイナスイオン・セルフクリーン・加湿機能を想定した。電気冷蔵庫・テレビと同様にこれらの説明はアンケートの冒頭部分で回答者に示される。

4.3.4. アンケート作成(プロフィールデザイン)

4.3.3.で示した各々の製品の属性とレベルより直交配列を用いてプロフィールを作成し、プレテストを行った後、本アンケートを作成した。アンケートはまず回答者の属性に関する質問のあと、各々製品に関する概要説明を行い、導入質問、用語解説、アンケート質問という順になっている。

属性に関する質問では性別、年齢、居住地域の他、現在の住まいの戸建形式・間取り・購入時期・ローン支払額・入居時期・住居費・購入・買換えの意向、また環境意識についての質問を設定した。

概要説明では想定している製品の概要(機能や大きさなど)の説明を行った。

各々の製品のアンケート前に導入質問として買換えるタイミングについて及び製品購入の予算の目安についての質問を設置した。

それぞれの属性に対する用語解説の後にアンケートが始まる。アンケートの質問回数は電気冷蔵庫が7回、中型テレビが4回、大型テレビが6回、ルームエアコンが6回である。詳しいアンケート内容は巻末の Appendix に載せるので参照いただきたい。

4.3.5. アンケートの実施

アンケートは株式会社日経リサーチを通じてネットアンケートによって2004年12月に実施された。サンプルは日経リサーチインターネットコンシューマーモニターから無作為に抽出した。詳細は次節で述べる。

4.4. アンケート結果及び分析

4.4.1. アンケート実施の概要及び回答者の属性

アンケートは日経リサーチを通じてインターネットアンケートの形式で行った。調査期間は2004年12月1日～14日で、回答数は男性247名、女性237名の計484名であった。サンプルは日経リサーチインターネットコンシューマーモニターから無作為に抽出した。回答者の属性を以下に示す。回答者の属性をみると30代女性が多いがこれはネットアンケート利用者に主婦層が多いことに起因していると考えられる。主婦層は現実には一家で家電製品を購入する際、家族の中で最も強い決定力を持つと考えられるためこのことはアンケート結果を分析する上で問題ないと思われる。地域区分は関東、近畿、東海の順に回答者数が多区統計値^[16]と比較して九州、東北地方が若干少なくなっている。その他詳しい回答者の属性は Appendix に載せておくので参照いただきたい。一部の回答者には複数の製品について回答してもらったため電気冷蔵庫、テレビ、ルームエアコンそれぞれに対する回答は電気冷蔵庫が147、中型テレビが168、大型テレビが147、ルームエアコン169となった(Table 4.12)。サンプル数としては各家電製品に4から7の質問数であることから、各家電ごとに600以上のサンプル数が得られることになり十分なサンプル数となった。

Table 4.11 回答者の年齢と性別

	～20歳	20代	30代	40代	50代	60歳～	合計
男性(人)	7	55	69	54	29	33	247
女性(人)	2	62	109	41	19	4	237

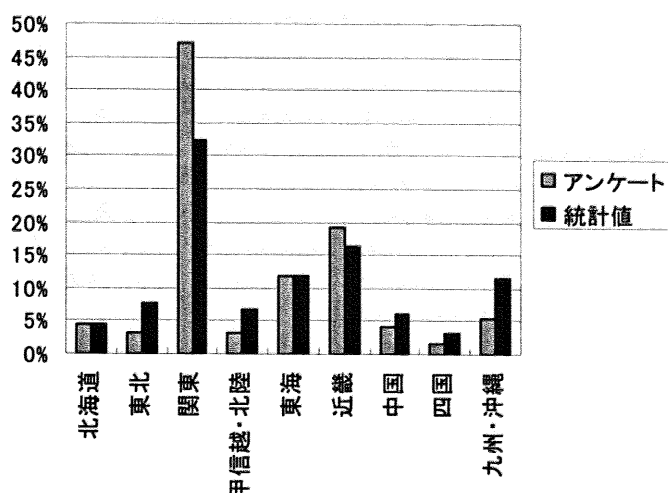


Figure 4.4 回答者の居住地域

Table 4.12 アンケート別回答者数

	男性(人)	女性(人)	合計(人)
電気冷蔵庫	74	73	147
テレビ			
中型	83	85	168
大型	74	73	147
ルームエアコン	90	79	169

4.4.2. コンジョイント分析結果

得られた回答データからコンジョイント分析を行った。分析には栗山⁸⁾の EXCEL でできるコンジョイント分析を参考に独自に作成した分析ツールを用い、4.2.4.の推定方法に則って各属性に係るパラメータを推定した。

a) 電気冷蔵庫

電気冷蔵庫の分析結果を Table 4.13 に示す。表の左から各属性に対する推定パラメータ、t 値の計算に用いられる標準誤差、t 値、部分効用を示す。t 値はパラメータの有意性を示す値であり、基準として絶対値が 1.65 以上のものを有意とみなす(4.2.4.d 推定パラメータの検定参照)。部分効用とはパラメータ値と平均的な属性の値を掛け合わせた値であり、式(4-1)に示される各属性の持つ平均的な効用値である。すなわち部分効用が大きいものほど消費者の意識が強いということを表す。パラメータの正負は、正の場合はその属性値が増えた場合消費者の効用が増加し、負の場合はその属性値が増えた場合、消費者の効用が減少することを表している。つまり Table 4.13 より電気冷蔵庫の場合、価格及び年間電気代のパラメータが負、サイズ及び機能のパラメータが正であるから価格及び年間電気代が増加すれば消費者の効用(満足度)は減少し、サイズが大きく、機能が優れているものほど消費者の効用は増加するといえる。

Table 4.13 コンジョイント分析結果：電気冷蔵庫

	パラメータ	標準誤差	t値	部分効用
価格	-0.020	0.005	-4.048	-1.973
年間電気代	-0.224	0.030	-7.490	-1.727
サイズ	0.007	0.003	2.601	2.464
機能	0.493	0.152	3.249	0.986

電気冷蔵庫の分析結果を見ると上記の様にパラメータの正負は妥当な値となっている。また部分効用より消費者はサイズに対する選好が比較的高く、また価格、年間電気代に対しても意識が強いことがわかる。機能に対する部分効用値は比較的小さいがt値は十分に大きいいため有意性は保たれる。後で示す大型テレビなどと比較してt値が極端に小さい属性はなく、4つの属性をバランスよく意識して商品を購入することがわかる。

b) テレビ

テレビの分析結果を Table 4.14 及び 4.15 に示す。

Table 4.14 コンジョイント分析結果：中型テレビ

	パラメータ	標準誤差	t値	部分効用
価格	-0.021	0.012	-1.670	-1.256
年間電気代	-0.623	0.314	-1.982	-1.251
ブラウン管	-1.399	0.582	-2.402	-1.399
液晶	1.399	0.582	2.402	1.399

パラメータの正負は妥当な値が出ている。中型テレビはディスプレイという属性において液晶への選好が強く出た。価格、年間電気代、ディスプレイへの消費者の意識は大體等しいので、ある程度価格が安ければ液晶を購入するという結果であるといえる。

Table 4.15 コンジョイント分析結果：大型テレビ

	パラメータ	標準誤差	t値	部分効用
価格	-0.010	0.002	-6.057	-3.262
年間電気代	-0.001	0.138	-0.010	-0.008
液晶	2.422	0.382	6.346	2.422
プラズマ	1.493	0.710	2.102	1.493

大型テレビでは年間電気代という属性の有意性は棄却される。従って消費者は大型テレビを購入する際に年間電気代はほとんど意識しないという結果となった。これは大型テレビの初期費用が数十万円であり数千円の年間電気代と比較して、年間電気代が非常に小さい値であることからこのような結果になったと考えられ大型テレビ特有の結果である。ディスプレイタイプでは液晶、プラズマ、ブラウン管の順に選好が強くなった。価格に対する意識もとても強いことがわかる。

c) ルームエアコン

ルームエアコンの分析結果を Table 4.16 に示す。

Table 4.16 コンジョイント分析結果：ルームエアコン

	パラメータ	標準誤差	t値	部分効用
価格	-0.034	0.006	-5.664	-2.739
年間電気代	-0.237	0.031	-7.671	-5.631
機能	0.564	0.124	4.549	1.158

ルームエアコンに関してはパラメータの正負は妥当な値であり、3つの属性全てにおいてt値が大きく有意性がいえ、3属性をバランスよく意識して商品を購入することがわかる。ただし部分効用をみると価格、年間電気代に対する意識が機能に対して強い。また年間電気代に対する意識が3製品の中で最も大きい、これは8万円程度の価格と比較して年間電気代が2万円程度と大きいことが起因していると考えられる。

4.4.3. 結果の検証

4.4.2.によって求められたパラメータを用いて式(4-1)のモデル式の検証を行う。コンジョイント分析は表明選好法であり、仮想の状況における意思表示のデータである。そのため現実の行動と必ずしも一致しない可能性がある。逆に顕示選好法では現実的な経済活動から得られるデータであるため現実における行動と一致する。本研究では将来を対象として消費行動を分析することが目的であり、また商品の属性単位で選好を調査できるほどの細かい顕示選好データも存在していないため表明選好法を用いたが、それによって得られたモデル式が現実とかけ離れていた場合、やはりそのモデルを使用して将来を予測することは困難である。従って、この項では公表されている大まかな販売台数データ等の顕示選好データをモデル式と比較できるように加工し検証することを試みる。検証方法としては、求められたパラメータから式(4-8)の商品選択確率を求め現実の製品の販売シェアを求め公表されているデータと比較する方法を用いる。ただし、過去の販売データ等を扱う顕示選好データと未来の消費行動を推定する表明選好データの比較であるため、その値は必ずしも近い値にならないこともある。また、顕示選好データは多くの場合存在していないか存在しても公表されていないデータであり、その値が唯一つのメーカーから提供していただいたデータに基づくものであったりするため、市場全体との比較にはならないこともあることを先に記しておく。

a) 電気冷蔵庫

電気冷蔵庫のモデル式から求められたモデル値と実データとの比較を Table 4.17 に示す。モデル値は省エネルギーセンターのホームページより 2003 年度夏季の省エネ性能カタログにのっている 99 の商品に関して価格、年間電気代、サイズ、機能の値を与え容量別(140L-500L:50L 単位で8つの分類を作成)に平均値を求めた後、8つの容量別製品それぞれの選択確率をモデル式から求め集計した。実データは JEMA の統計データ¹⁷⁾から 2003

年度電気冷蔵庫の容量別出荷台数データを用いた。モデル値と実データを比較すると値はとて近しいものとなった。

Table 4.17 モデル値と実データの比較：電気冷蔵庫

容量(L)	シェア	
	モデル値	実データ
141～300	17.0%	17.8%
301～350	12.6%	10.5%
351～400	17.2%	20.4%
400～	53.2%	51.2%
計	100%	100%

c) テレビ

テレビのモデル式検証に用いる実データは JEITA の統計データ^[18]より 2004 年度のテレビ型別出荷台数データを以下に示すように加工して用いた。具体的には液晶の 10 型以上のうちアスペクト比が 4 対 3 のものは 20 型未満に 16 対 9 のものは 20 型～29 型に分類した。

Table 4.18 2004 年度テレビ型別出荷台数データ (加工前)

2004年度 単位:千台						
ブラウン管テレビ	台数	PDPテレビ	台数	液晶テレビ	台数	
15型以下	1494	37型以下	152	10型以下	235	
16～21型	1863	38～43型	146	10型以上	2796	
22～29型	1832	44型以上	46		30型未満	2119
30型以上	255				4対3	1539
					30型以上	677
					16対9	1257
合計値	5444	合計値	344	合計値	3031	



Table 4.19 2004 年度テレビ型別出荷台数データ (加工後)

2004年度 単位:千台					
ブラウン管テレビ	台数	PDPテレビ	台数	液晶テレビ	台数
21型以下	3357	29型以下	0	20型未満	1774
22型～29型	1832			20型～29型	580
30型以上	255	30型以上	344	30型以上	677
合計	5444	合計	344	合計	3031

テレビのモデル式から求められたモデル値と実データとの比較を Table 4.20 及び 4.21 に示す。モデル値は家電 9 メーカーから 2004 年現在発売されている 203 商品について価格、電気代、ディスプレイタイプの値を与えディスプレイ別の平均値を求めたのち、3 製品の選択確率をモデル式から求めた。尚、本研究では中型テレビとして 20 型程度、大型テレビとしてブラウン管、液晶、プラズマの 3 つのタイプが共存する 37 型程度までを想定しているため、中型テレビは 20～29 型、大型テレビは 30 型～37 型の分類で比較を行った。

Table 4.20 モデル値と実データの比較：中型テレビ

20型～29型	ブラウン管	液晶
実データ	75.9%	24.1%
モデル値	69.9%	30.1%

Table 4.21 モデル値と実データの比較：大型テレビ(30型～37型)

30型～37型	ブラウン管	液晶	プラズマ
実データ	20.0%	53.1%	27.0%
モデル値	21.2%	59.9%	18.9%

中型テレビ、大型テレビともに実データと比較してモデル値は液晶のシェアがやや大きくなった。第2章で述べた通り、近年、大型テレビは急激に普及し始めており、2004年において、シェアとしては液晶が前年比176%増(その内30型以上は355%増)、プラズマが前年比150%増であることから、大型液晶に対する選好は非常に大きいといえる。コンジョイント分析のアンケートはあくまで近未来を想定した調査であるためこのような結果になったと考えられる。

d) ルームエアコン

ルームエアコンのモデル式から求めたモデル値と実データとの比較をTable 4.22に示す。ルームエアコンに関しては必要最小限機能、一部機能、全機能の機能別販売台数及びシェアデータが公表されているものが存在しないため、あるメーカーにデータを提供していただいた。モデル値は対象メーカーの2004年度のカタログに乗っている23の商品に関して価格、年間電気代、機能の値を与え選択確率を求め能力別の販売シェアに応じて加重足しあわせを行った。

Table 4.22 モデル値と実データの比較：ルームエアコン

区分	I 必要最小限機能型	II 一部機能型	III 全機能型
	スタンダード	(スタンダード+付加機能)	超省エネ
実データ	46%	19%	35%
モデル値	30%	20%	50%

実データと比較してモデルでは全機能型(超省エネ型)のシェアが大きくなった。考えられる理由としては次のようなことが挙げられる。一つはコンジョイント分析のバイアスの問題である。例えば、質問作成者の意図を汲み取って、よい回答をしようとして回答が成されている可能性があること(追従バイアス)、ネットアンケートに真面目に答える回答者自体が既に何らかの抽出が行われている可能性があること(サンプルバイアス)などが考えられる。また、機能の分類はメーカーが独自に行ったものであり、本研究における分類とずれがある可能性があること、一つのメーカーによるデータであるため現実との乖離がある可能性があること、一つのメーカーによるデータであるため現実との乖離があること、最後にコンジョイント分析は表明選好法でありあくまで近未来における意思表示であるため、現実とは若干の乖離が生じる可能性があることも一つの理由といえる。

4.5. 消費者選好の把握に関するまとめ

第4章では家庭における主要電力消費機器である電気冷蔵庫、テレビ、ルームエアコンに関して消費者の購入心理の把握を行いそれぞれの製品に関するモデル式を算出した。コンジョイント分析を用いて属性別の消費者選好を分析することで3品目それぞれに対する特徴的な消費者の心理を捉えることができた。特に大型テレビに関しては近年大型化が進み消費電力量が増加傾向であるが、消費者は消費電力量に意識を向けていないために今後テレビによる消費電力量が増加することが示唆された。またモデル式の検証では顕示選好データと表明選好データの比較を行ったが、ルームエアコンに関しては現実のシェアとモデルによって算出された選択確率にかなりの差が生じた。表明選好法はあくまで将来のことを扱っているため現実との差があることはある程度仕方のないことだが、このような比較を行った場合、その値に関してどのような見方をすればよいのかがいまだに定まっていない。このあたりがコンジョイント分析の課題といえる。次章以降は第2章、第3章で求めた3品目の保有状況やエネルギー消費量とともに、この章で求めた消費者の購入心理を用いて今後の製品の普及状況とそれによるエネルギー消費量の推移を予測する。

第5章 将来の電力・冷暖房熱需要の予測

5.1. 概要

第2章及び第3章では家庭における2003年の電力需要及び冷暖房熱需要の現状把握を行い、第4章では主要電気機器の今後の普及状況を推計するための消費者選好調査を行った。本章ではそれらの結果を用いて将来の家庭における電力及び冷暖房熱需要の予測を行う。電力に関しては、現在の各製品のストック状況とコンジョイント分析によって推計されたモデル式から将来のストック状況を予測しそれによる消費電力量を算出する。冷暖房熱需要に関しては、第3章で求めた断熱水準別の熱負荷と住宅の断熱水準別ストックの推移から将来の熱需要を把握する。

5.2. 家庭における将来のエネルギー需要の推計方法

推計方法の流れを Figure 5.1 に示す。

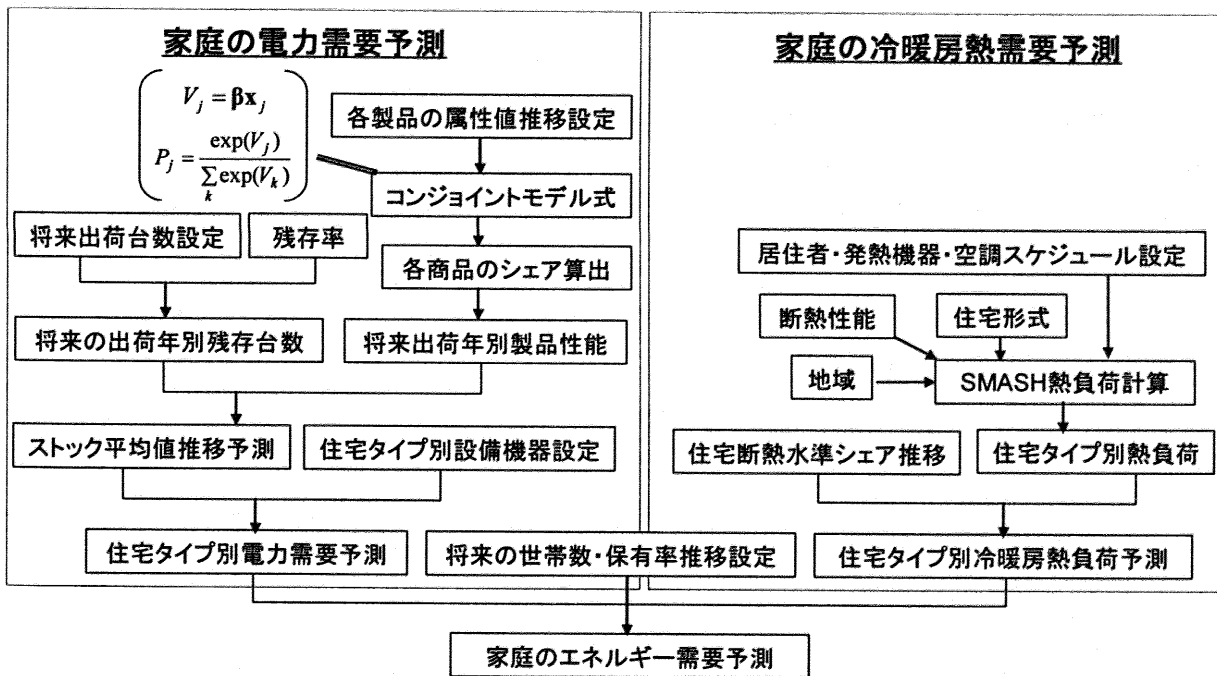


Figure 5.1 将来のエネルギー需要の推計方法

電力需要予測に必要なデータは、将来における各製品の出荷台数、残存率、価格や年間消費電力量などの属性値の推移データである。出荷台数及び残存率から将来の出荷年別残存台数を求め、製品性能値の推移からストック平均値を算出する方法は第2章の現状把握で用いた手法と同じである。ただし、将来の出荷年別製品性能に関しては、各製品の属性値を設定した後、第4章のコンジョイント分析で算出したモデル式を用いて各製品のマーケットシェアを求め加重平均することで算出する。そうすることで消費者の消費行動や選好を反映させた予測が可能となる。

冷暖房熱需要に関しては、将来における住宅の断熱水準別シェア(従来、旧基準、新基準、次世代基準別のシェア)の推移を設定し、第3章で計算した住宅の建て方・断熱水準別の熱負荷値を用いて加重平均することで予測する。またルームエアコンでは、第2章、第3章と同様にストック平均COPを予測し、冷暖房熱需要の推移に応じて年間消費電力量を設定する。

家庭における電力需要及び冷暖房熱需要それぞれの予測値を求めた後、世帯数の推移及び主要電気機器の保有率の推移等を考慮して日本全体でのエネルギー需要予測およびそれに伴う二酸化炭素排出量の予測を行う。

5.3. 電気冷蔵庫の消費電力量の予測

5.3.1. ベースケースの各種設定

対象とするのは2003年から2015年である。出荷台数は470万台/年、残存率は2.3.1.b)で求めたものを用いることとし、いずれも2015年まで一定値で推移すると仮定した。年間消費電力量は現状のトレンドを参考に2005年の最高性能のものが2010年の平均値となるように設定した(Figure 5.2 及び Table 5.1)。ただし、消費電力量に関してはカタログ値を参考にしており、その後、第2章2.3.3.で記した補正を加えている。価格は最新機器においては常に一定であるという仮定をおき、カカコム^[1]より容量別平均値を調べ固定して設定した(Table 5.1)。モデル式の各属性値に対するパラメータは第4章で求めたパラメータを用いる(Table 4.13 参照)。またマーケットシェア予測は140L以上の電気冷蔵庫を対象とし、モデル式のない140L以下の小型冷蔵庫の全体に占める出荷割合は30%で固定した。

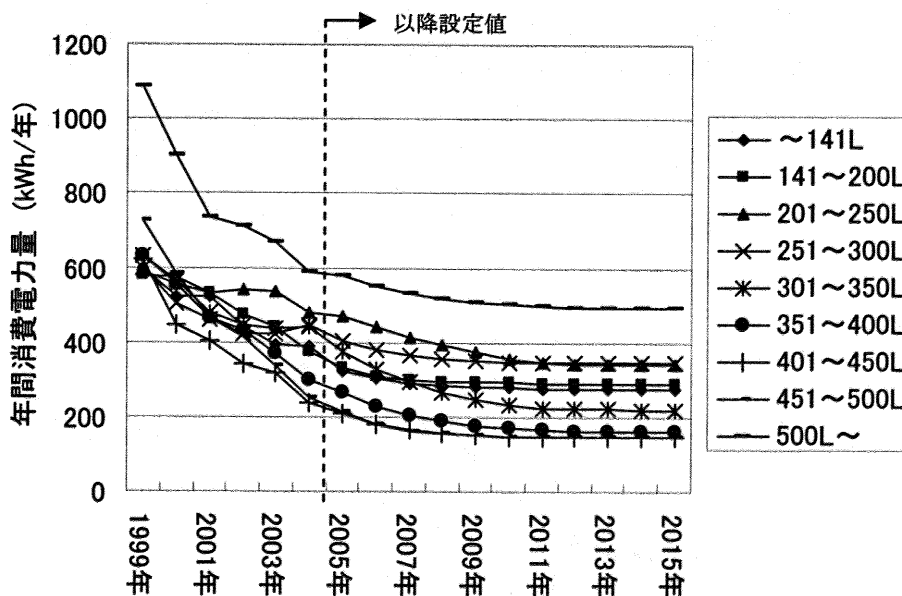


Figure 5.2 容量別年間消費電力量の推移設定

Table 5.1 電気冷蔵庫属性値設定

	消費電力量 2005年最高性能	価格	機能
～141L	270	設定なし	設定なし
141～200L	290	36.3	必要最小限
201～250L	350	46.8	必要最小限
251～300L	350	64.4	一部機能
301～350L	230	71.7	一部機能
351～400L	170	89.8	一部機能
401～450L	150	112.3	全機能
451～500L	150	143.6	全機能
500L～	580	157.3	必要最小限

(kWh/年) (千円)

5.3.2. 電気冷蔵庫の出荷年別平均消費電力量の予測

上記の設定でマーケットシェアシミュレーションを行い、出荷年別の平均消費電力量を計算した。容量別のマーケットシェアの推移を Figure 5.3 に、出荷年別平均消費電力量を Figure 5.4 に示す。ただし、平均消費電力量は 2.3.3. で述べた補正を行った後の値である。

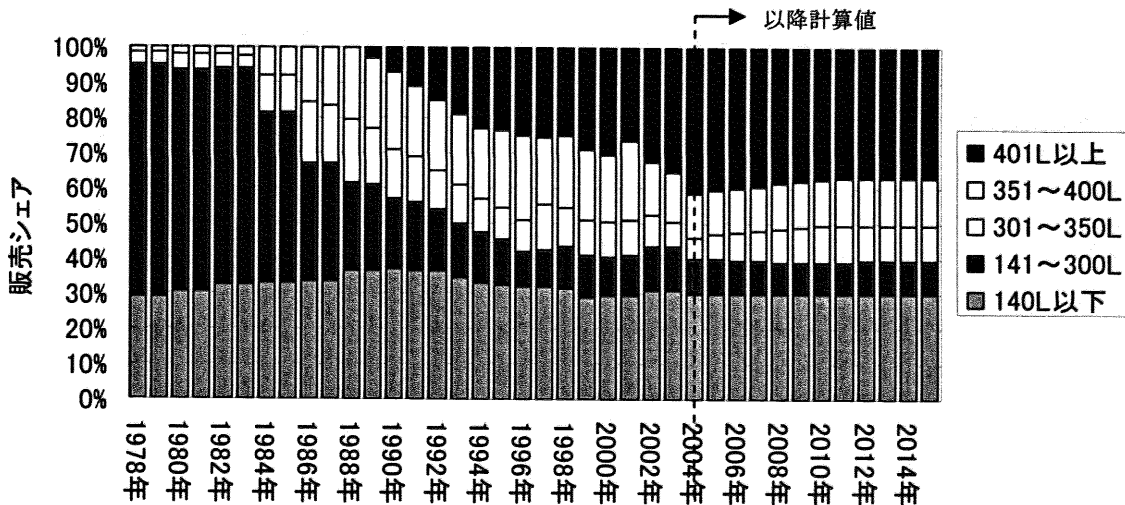


Figure 5.3 電気冷蔵庫容量別販売シェアの推移予測

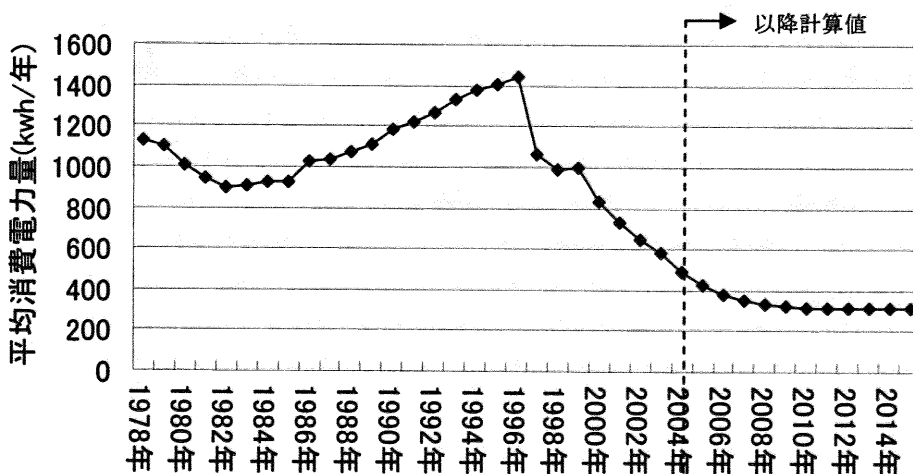


Figure 5.4 電気冷蔵庫の出荷年別平均消費電力量の推移予測

傾向として、近年冷蔵庫の大型化が進んでいるがその傾向は弱まっていく結果となった。その理由としては、インバータ制御が多機能型大型冷蔵庫に導入されて以来、年間消費電力量において大型冷蔵庫が最も小さくなり、サイズ・機能への選好も伴って大型冷蔵庫のシェアが拡大していたが、今後は中型以下特に 301～350L クラスの冷蔵庫においても消費電力量の削減が進み年間電気代の差が小さくなること、また絶対値として年間電気代が冷蔵庫全体で小さくなるため、価格や機能など電気代以外の属性に対する意識が強まり特に価格差が大きく効いてくる可能性があることなどが考えられる。

全容量の平均消費電力量の推移はトレンドとして 2008 年以降、減少傾向が弱まっていくと考えられる。それは技術向上の限界に近いことが理由として考えられるが、それでも 2000 年と比較してその消費電力量は 3 分 1 程度にもなり、家庭における電気冷蔵庫による消費電力量は今後大きく減少していくと考えられる。

5.3.3. 電気冷蔵庫のストック平均消費電力量の予測

Figure 5.4 で示した出荷年別の平均消費電力量の推移と出荷台数(470 万台/年)、残存率等を用いて将来のストック平均消費電力量の推移予測を行った(Figure 5.5)。

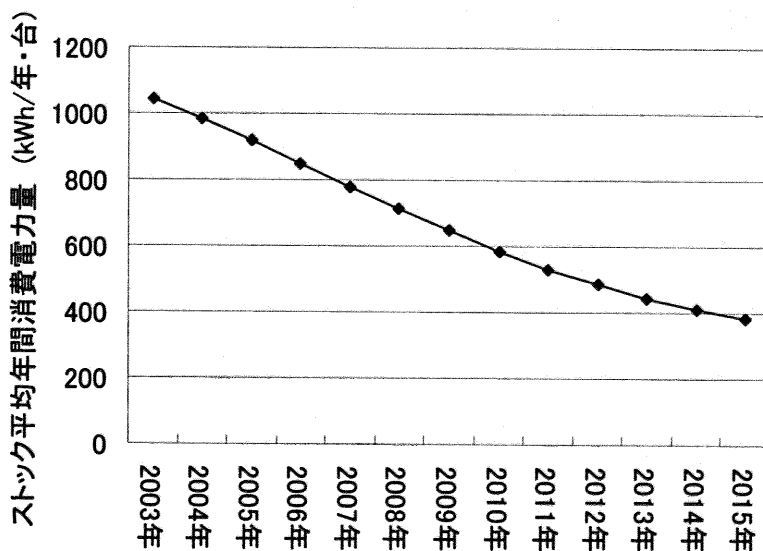


Figure 5.5 電気冷蔵庫ストック平均消費電力量の推移予測

ストック平均消費電力量は 2015 年まで単調減少し、2003 年(1045kWh/(年・台))と比較して 2010 年で 44%減の 585kWh/(年・台)、2015 年では 63%減の 385kWh/(年・台)となった。以上を考慮すると電気冷蔵庫に関しては現行ケースの場合でも大きく省エネルギーが進むと考えられる。また Table 5.1 の消費電力量を考慮すると、2015 年以降もおおよそ 300kWh/(年・台)程度までストック平均消費電力量を減らすことが可能であると考えられる。

5.4. テレビの消費電力量の予測

5.4.1. ベースケースの各種設定

電気冷蔵庫と同様、対象とするのは2003年から2015年とした。出荷台数は990万台/年、残存率は2.4.1.b)で求めたものを用いることとし、いずれも2015年まで一定値で推移すると仮定した。年間消費電力量は、小型テレビに関しては2005年の最高性能のものが2010年の平均値となるように設定し、中型及び大型テレビに関しては、近年の大型化傾向を考慮してそれぞれの分類中でも大型化が進むと考えられるため、Table 5.2で示す値で一定に推移するとした。(同じサイズのテレビの消費電力量は削減されていくが、例えば今まで22型を持っていた人がワンランク大きい25型を購入した場合、消費電力量としてはあまり変化しない。)ただし、大型テレビに関してはコンジョイント分析において年間電気代の属性に対する有意性が生じなかったため、消費電力量の設定はマーケットシェア予測には用いられない。価格は2005年の最安値のものが2010年の平均値になるように設定した(Figure 5.6及びTable 5.2)。中型、大型各分類中のマーケットシェア予測には第4章で求めた各属性値に対するパラメータを用いるが(Table 4.14及びTable 4.15参照)、小型テレビに関してはモデル式がないため中型テレビのマーケットシェアと同様の割合で推移すると仮定した。また、第4章で算出した中型テレビ及び大型テレビに関するモデル式では小型、中型、大型のサイズ間のシェア予測はできないため、それぞれのシェアを予め設定しておく必要がある。そこで本研究ではサイズ間のシェア予測として大型テレビと小型テレビが今後同程度のシェアで推移する場合(シナリオ1)と大型テレビが小型テレビに代替する場合(シナリオ2)の2種類を設定した(Figure 5.7)。

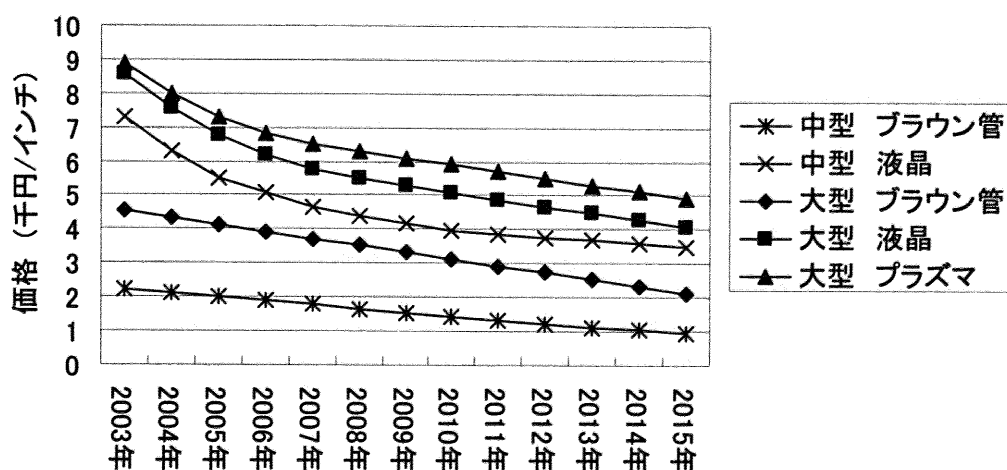


Figure 5.6 テレビの価格推移設定

Table 5.2 テレビ属性値設定

	消費電力量 (kWh/年)			価格2010年目標値	
	2010年目標値	固定値	固定値	(円/インチ)	
	小型	中型	大型	中型	大型
ブラウン管	75	150	220	1500	3000
液晶	70	140	240	4000	5000
プラズマ			450		6000

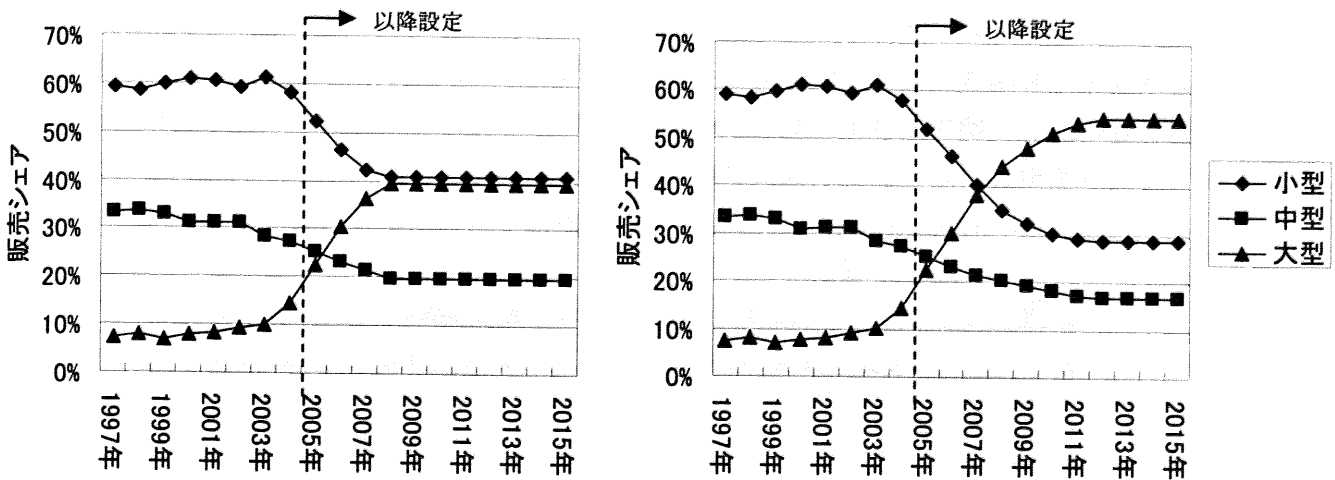


Figure 5.7 テレビのサイズ間シェア設定(左：シナリオ1 右：シナリオ2)

5.4.2. テレビの出荷年別平均消費電力量の予測

上記の設定でマーケットシェアシミュレーションを行った。中型及び大型テレビのディスプレイタイプ別のマーケットシェアの推移の計算結果を Figure 5.8 及び Figure 5.9 に示す。

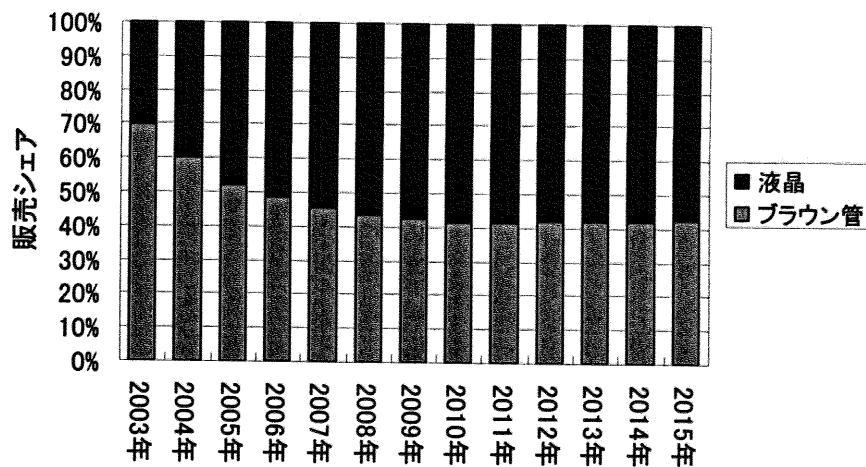


Figure 5.8 中型テレビ(20～30型)ディスプレイ別シェア予測

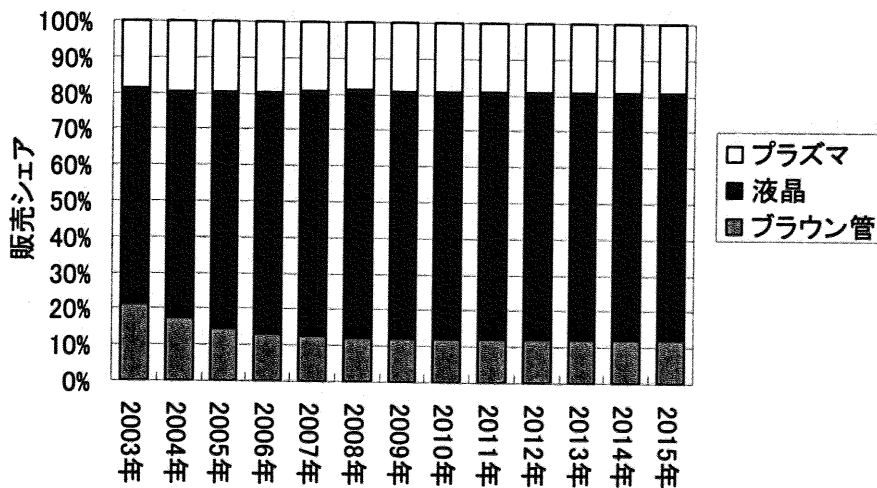


Figure 5.9 大型テレビ(30型以上)ディスプレイ別シェア予測

中型テレビ、大型テレビともに液晶が今後シェアを伸ばすという結果になり、第 2 章及び第 4 章で述べたように近年急激に増加している液晶テレビの販売台数及びシェアを反映する結果になったと言える。Figure 5.8 及び Figure 5.9 で示した中型、大型の各分類の中のディスプレイタイプ別シェアと Figure 5.7 の分類間のシェア推移設定より、ディスプレイタイプ別のテレビ全体における販売シェアを計算した(Figure 5.10～5.12)。

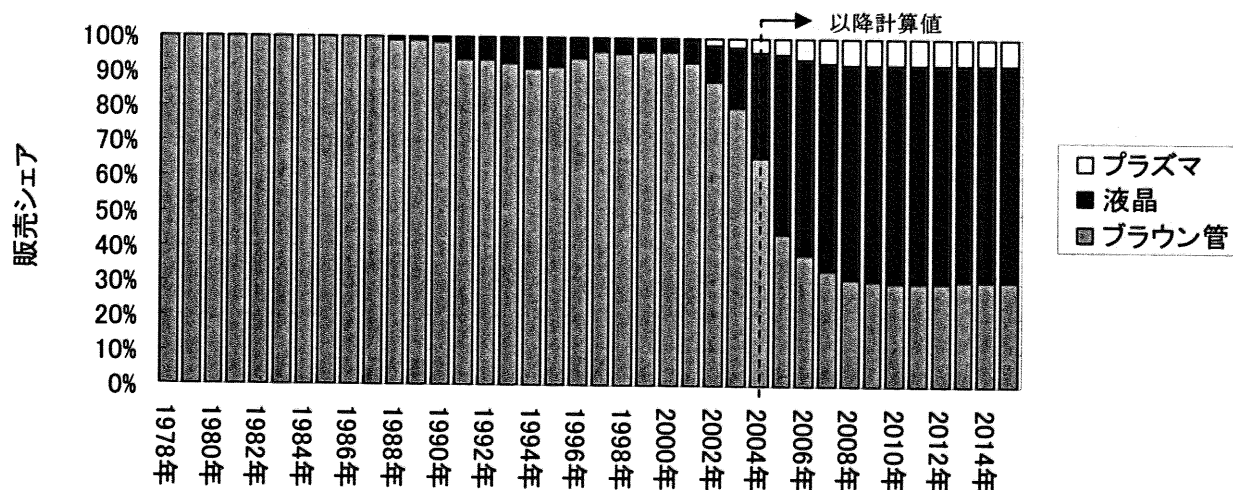


Figure 5.10 ディスプレイ別シェア予測(シナリオ 1)

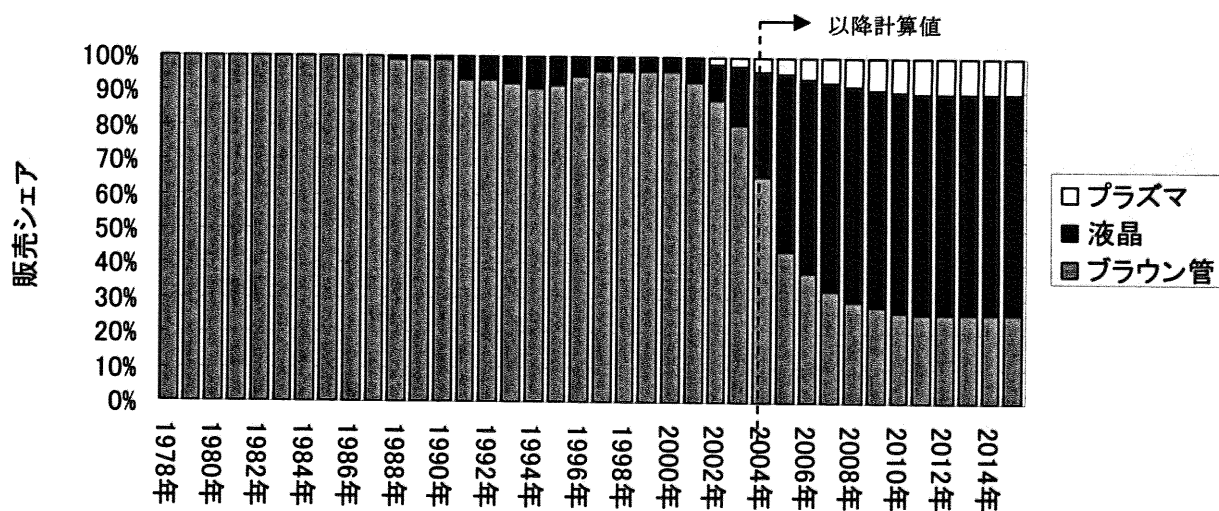


Figure 5.11 ディスプレイ別シェア予測(シナリオ 2)

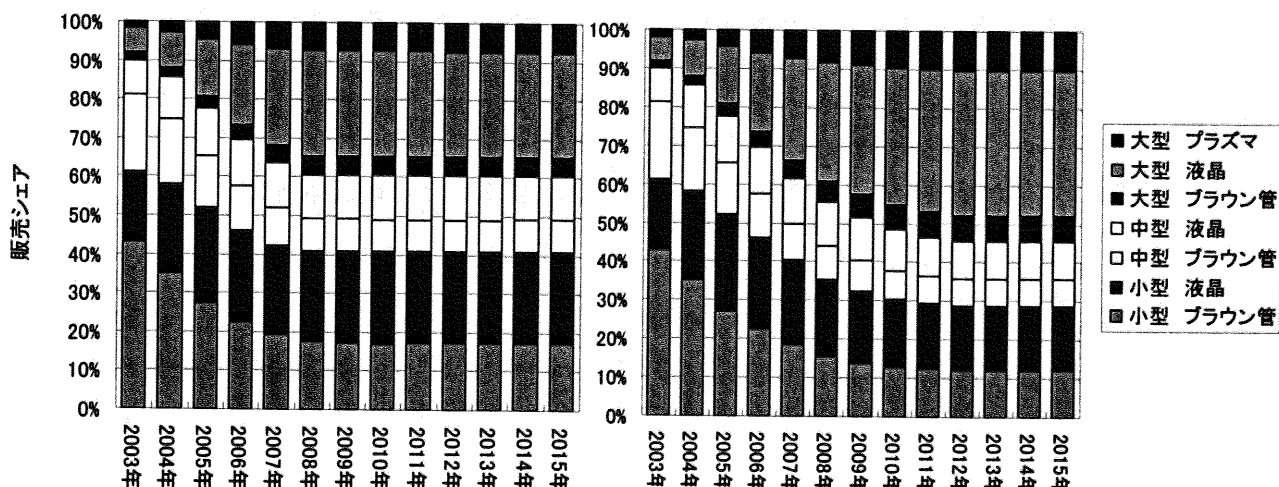


Figure 5.12 サイズ別・ディスプレイ別シェア予測(左：シナリオ 1 右：シナリオ 2)

また、マーケットシェア予測値と Table 5.2 で示した消費電力量の設定より、出荷年別の平均消費電力量を算出した(Figure 5.13)。いずれも 2004 年以降、テレビの大型化が進み、出荷製品全体の平均消費電力量が大きくなることがわかる。また大型化が大きく進むシナリオ 2 はシナリオ 1 と比較して 30kWh/年程度平均消費電力量が大きくなる結果となった。

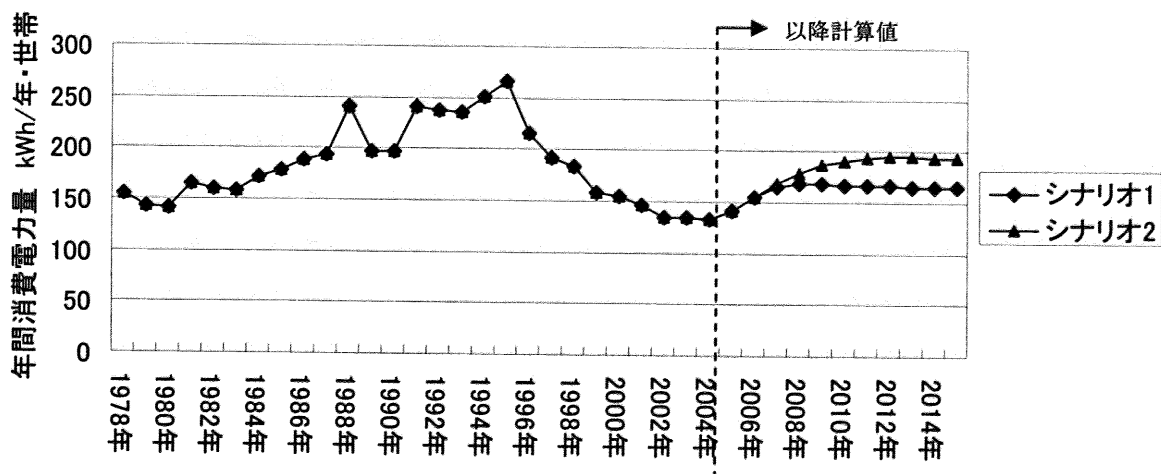


Figure 5.13 テレビの出荷年別平均年間消費電力量の推移予測

5.4.3. テレビのストック平均消費電力量の予測

Figure 5.13 で示した出荷年別の平均消費電力量の推移と出荷台数(990万台/年)、残存率等を用いてテレビの将来におけるストック平均消費電力量の推移予測を行った(Figure 5.14)。

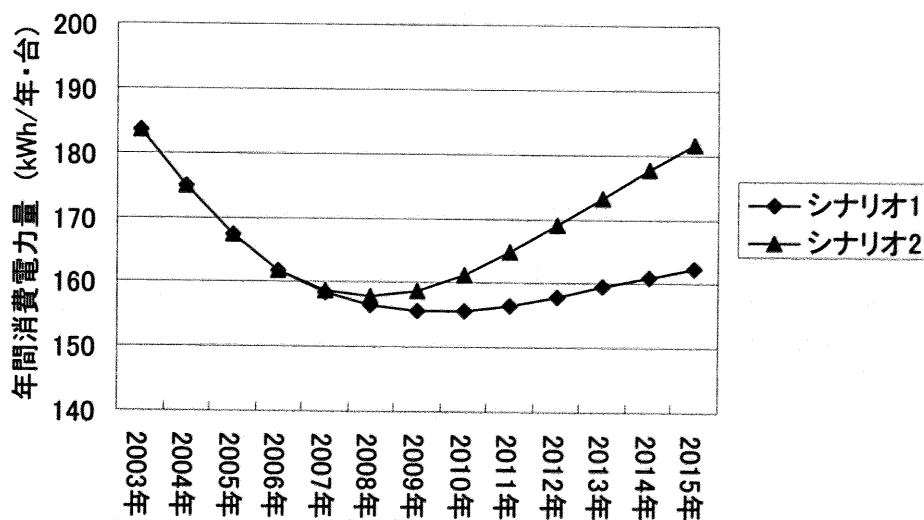


Figure 5.14 テレビのストック平均消費電力量の推移予測

ストック平均消費電力量はシナリオ 1 では 2010 年、シナリオ 2 では 2008 年を境に減少から増加へと変わる。これは 1997 年以前の消費電力量の大きい製品が廃棄されるに従って一旦は消費電力量が減少するが、テレビの大型化に伴い、再び消費電力量が増加するためと考えられる。2003 年(約 185kWh/(年・台))と比較してシナリオ 1 では 2010 年で 16%減

の約 155kWh/(年・台)、2015 年で 14%減の約 160kWh/(年・台)となり、シナリオ 2 では 2010 年で 14%減の約 160kWh/(年・台)、2015 年で 3%減の約 180kWh/(年・台)の減少に留まった。

以上を考慮するとテレビに関しては現行ケースの場合大型化に伴って、一旦減少する消費電力量が再び増加する可能性があることがわかった。今後の保有率の増加も考慮すると、家庭の消費電力量におけるテレビの割合は今後増えていくと予想される。ただし、もともと電気冷蔵庫等やルームエアコンと比較してテレビにおける消費電力量はそれほど大きくないため、エネルギー消費量の増加自体にはそれほど大きな影響を持たないと考えられる。

5.5. ルームエアコンの消費効率の予測

5.5.1. ベースケースの各種設定

電気冷蔵庫、及びテレビと同様、対象とするのは 2003 年から 2015 年とした。出荷台数は 670 万台/年、残存率は 2.5.1.b)で求めたものを用いることとし、いずれも 2015 年まで一定値で推移すると仮定した。マーケットシェア予測は、第 4 章でのコンジョイント分析の対象が冷房能力 2.8kW タイプであることから、2.8kW タイプのものを計算条件に用いて行い、それを全能力に対するシェアとして用いる。COP は暖房冷房ともに、全機能タイプの超省エネ型が 0.15/年、一部機能型が 0.105/年、必要最小限が 0.10/年で増加すると仮定した (Figure 5.15)。尚、一部機能は主に必要最小限に近い COP の推移をたどると仮定している。COP から年間電気代への計算は ECCJ^[2]のホームページに従っている。価格は最新のものは各タイプ別に一定に推移すると仮定しカカコム^[1]より Table 5.3 に示す固定値で計算を行った。マーケットシェア予測には Table 4.16 で示した各属性に対するパラメータ値を用いている。

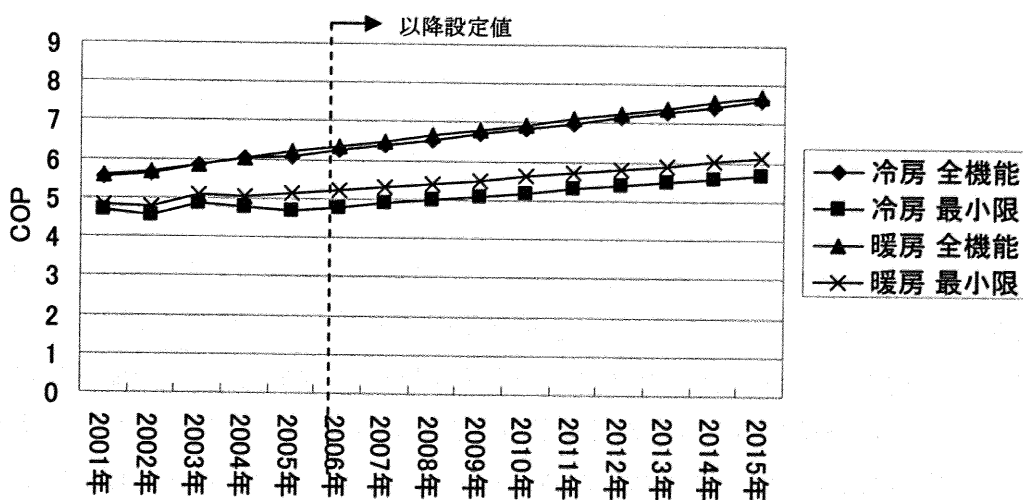


Figure 5.15 ルームエアコンの COP 設定値(2.8kW タイプ)

Table 5.3 ルームエアコン属性値設定(2.8kW タイプ)

	COP向上割合	価格 (千円)
全機能型	0.15/年	110
一部機能型	0.105/年	60
必要最小限型	0.10/年	90

5.5.2. ルームエアコンの出荷年別平均 COP の予測

上記の設定でルームエアコンのマーケットシェアを計算し出荷年別平均 COP の推移予測を行った。タイプ別のシェア推移を Figure 5.16 に示す。また Figure 5.15 のタイプ別 COP の推移と Figure 5.16 のタイプ別シェアから、2.8kW タイプの出荷年別 COP を求め、それを基に出荷年別全能力平均 COP の予測を行った(Figure 5.17)。

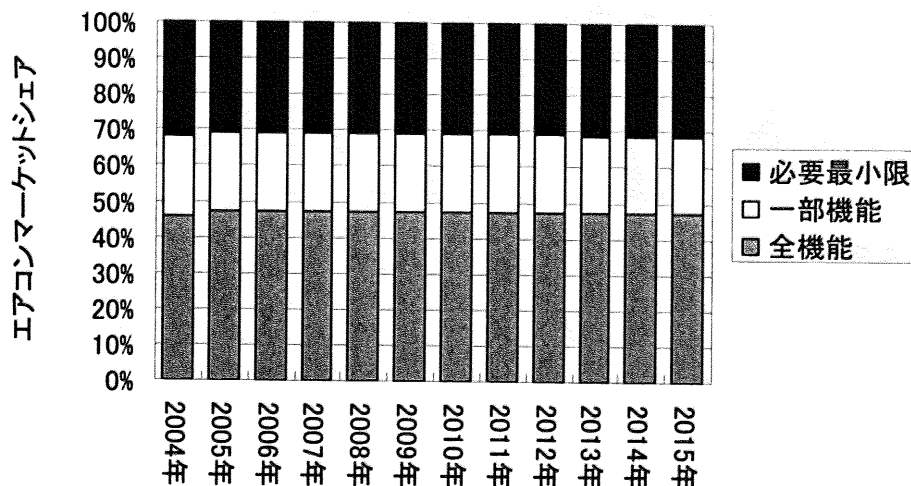


Figure 5.16 ルームエアコンのタイプ別シェア予測

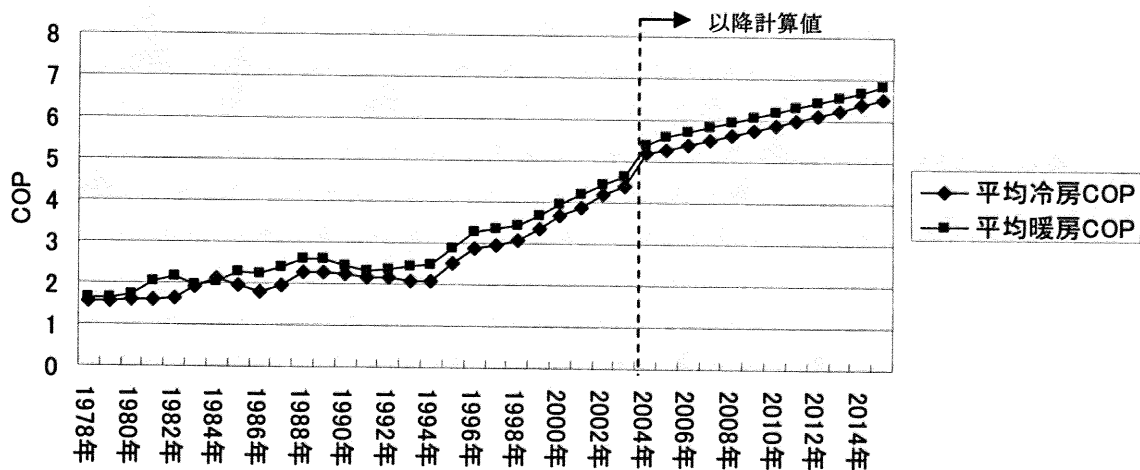


Figure 5.17 ルームエアコン出荷年別平均 COP の推移予測(全能力平均)

2004年はトップランナー制度の目標年で目標値を達成していない商品が ECCJ の省エネルギー性能カタログ²⁾から除外されているため平均値としてジャンプアップがある。販売シェアに関しては全機能型が 45%程度、一部機能型が 20%程度、必要最小限機能型が 35%程度で推移するという結果になった。全機能型と必要最小限型の年間電気代は徐々に差が広がっていくという設定にも係らず、シェアにほとんど変化がないのは、COP の向上に伴い年間電気代の絶対値が小さくなり、その他の属性の差、特に価格差が大きな影響を持つようになっていくためである。出荷年別平均 COP の推移を見るとルームエアコンのトップランナー制度の目標年となっている 2004 年で大きく増加し、その後は堅調に増加するという結果になった。

5.5.3. ルームエアコンのストック平均 COP の予測

Figure 5.17 で示した出荷年別の平均消費電力量の推移と出荷台数(670 万台/年)、残存率等を用いてルームエアコンの将来におけるストック平均 COP の推移予測を行った(Figure 5.18)。

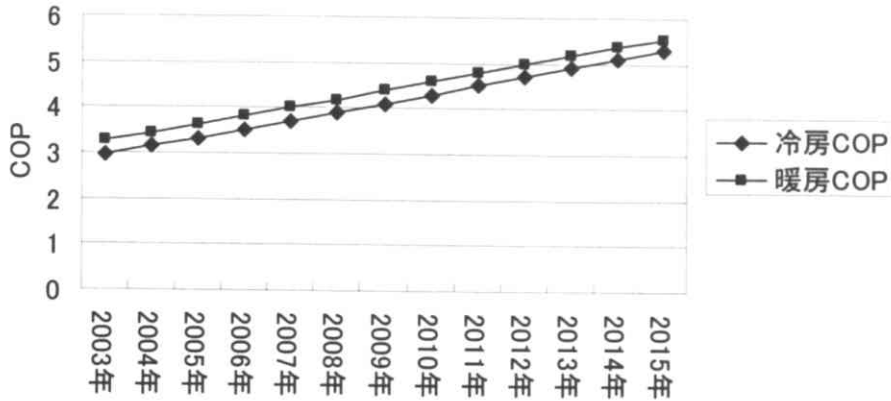


Figure 5.18 ルームエアコンのストック平均 COP の推移予測

ストック平均 COP は 2010 年で冷房 4.30、暖房 4.58、2015 年で冷房 5.28、暖房 5.54 となり、2003 年(冷房 2.95、暖房 3.27)と比較して 2010 年で約 1.43 倍、2015 年で 1.75 倍となった。従って、現行ケースの場合でもルームエアコンの COP は大きく増加し、省エネルギー化が進むと考えられる。また住宅の断熱水準の高性能化を伴えばさらなる省エネ効果が期待できる。

5.6. 冷暖房熱負荷の予測

5.6.1. ベースケースの各種設定

第 3 章では各地域における住宅の断熱性能別及び建て方別の冷暖房熱負荷を計算した。冷暖房熱負荷の推移は第 3 章で計算したそれらの値を用いて、ストック住宅の断熱水準別シェアの将来推移を設定することで行う。本研究では断熱水準別シェア推移の現行ケースを伊香賀^[3]に倣って設定する(Figure 5.19 及び Figure 5.20)。尚、伊香賀は文献[3]において、各年における新設住宅に占める断熱水準別のシェアから戸数を想定し、1990 年時点の断熱水準別の住宅ストックをベースに新設戸数を積み上げることで断熱水準別のシェアを推計し、将来の値に関してはそれ以前のトレンドから直線的に値を設定している。

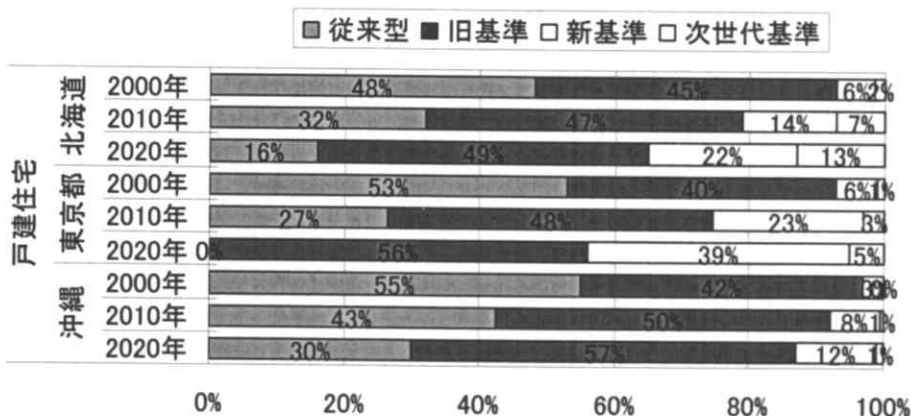


Figure 5.19 断熱水準別ストックシェアの設定(戸建住宅)

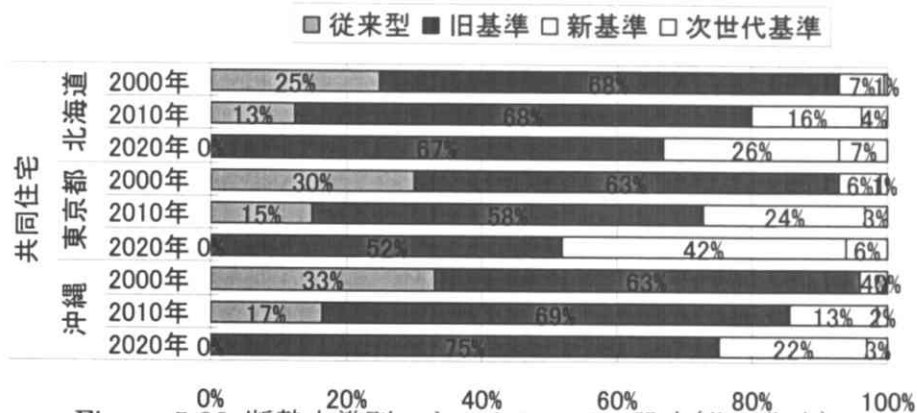


Figure 5.20 断熱水準別ストックシェアの設定(共同住宅)

5.6.2. 冷暖房熱負荷の予測

第3章での地域別の熱負荷計算結果と Figure 5.19 及び Figure 5.20 の住宅シェアを用いてエアコンによる消費量を除く冷暖房熱負荷の予測を行った(Figure 5.21~Figure 5.24)。

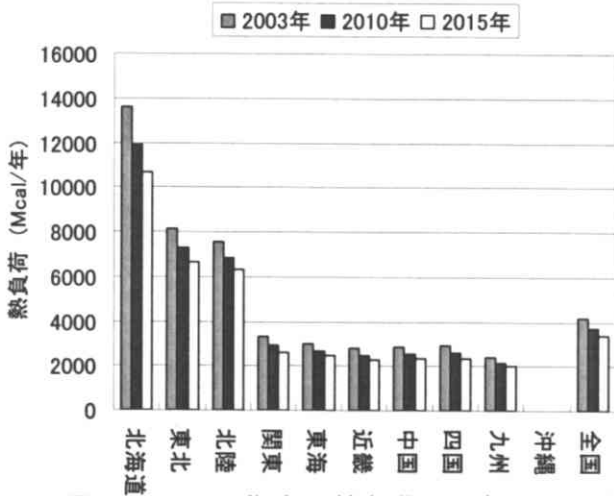


Figure 5.21 住宅の熱負荷予測(木造戸建)

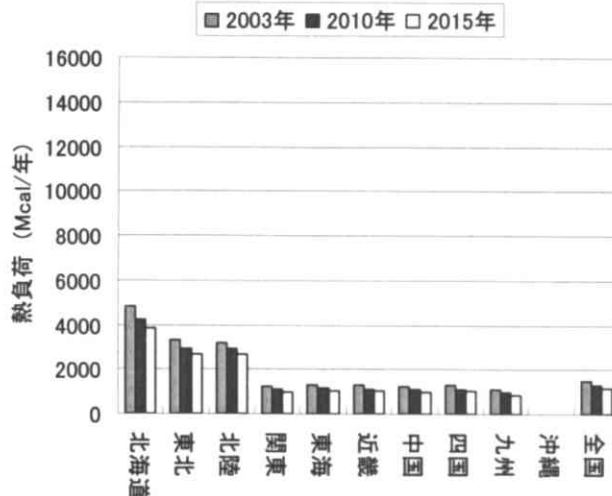


Figure 5.22 住宅の熱負荷予測(家族共同)

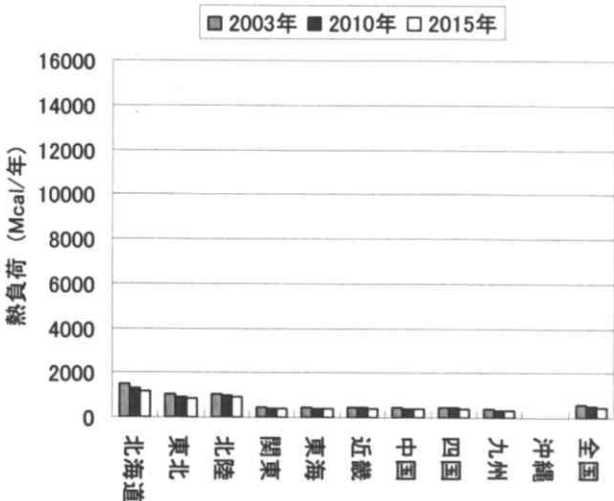


Figure 5.23 住宅の熱負荷予測(一人共同)

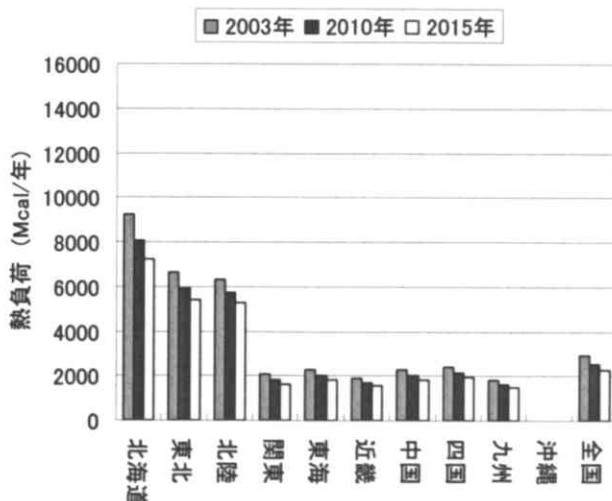


Figure 5.24 住宅の熱負荷予測(平均)

現行ケースの場合、どの建て方においても 2010 年で約 13%の削減、2015 年で約 23%の

削減に留まった。第3章で述べた通り従来型の住宅と比較して次世代基準を満たした住宅ではその熱負荷を3分の1から4分の1程度に抑えられるが、削減割合は比較的小さい結果となっている。その理由としてはFigure 5.19及びFigure 5.20に示すように次世代基準を満たした住宅の普及が遅れているためと考えられる。

計算した熱負荷予測値からエアコンによる消費電力量の推移を算出した(Figure 5.25～Figure 5.28)。尚、COPはFigure 5.18で示す平均ストック平均値の値を用い、熱負荷の電力相当分は第3章3.4.で設定した割合を用いて計算した。

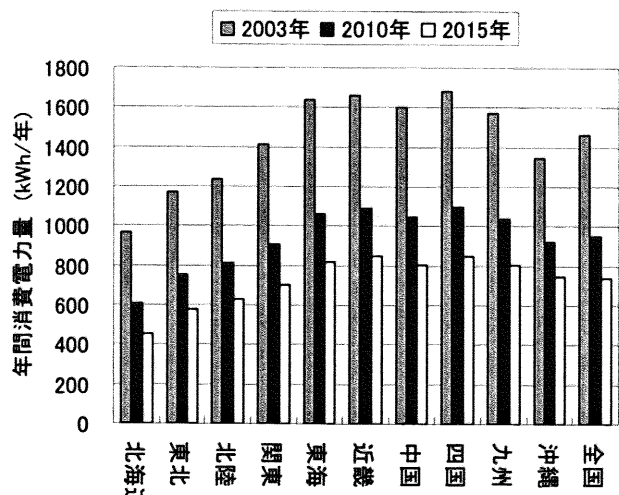


Figure 5.25 エアコンの消費電力量(木造戸建)

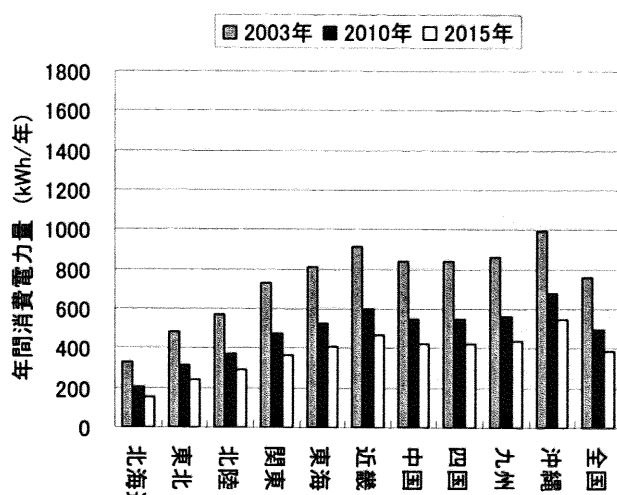


Figure 5.26 エアコンの消費電力量(家族共同)

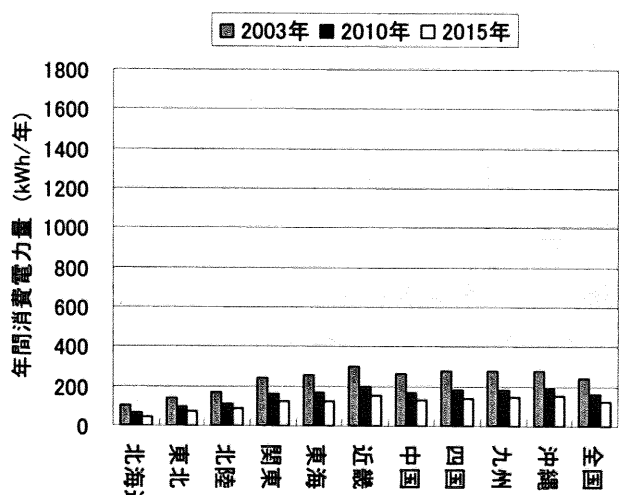


Figure 5.27 エアコンの消費電力量(一人共同)

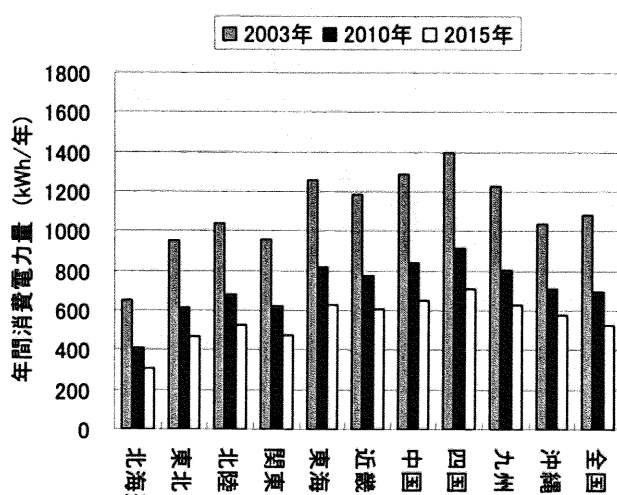


Figure 5.28 エアコンの消費電力量(平均)

エアコンによる消費電力量は全国平均値で約1080kWh/(年・世帯)であった2003年と比較して、2010年は36%減の約690kWh/(年・世帯)、2015年は51%減の約530kWh/(年・世帯)となった。住宅の断熱向上による削減割合が2010年で約13%、2015年で約23%であるため、COPの向上による削減割合は2010年で23%、2015年で28%となる。断熱水準の向上とルームエアコンのCOPの向上の相乗効果により消費電力量の大きな削減につながる事がわかる。

5.7. 家庭におけるエネルギー需要及び二酸化炭素排出量予測

5.7.1. 各種設定

電気冷蔵庫、テレビ、ルームエアコンによる消費電力量の推移と冷暖房熱負荷の推移予測の結果をまとめて、一般家庭におけるエネルギー需要予測を行う。一般家庭全体におけるエネルギー需要を予測するためには各製品の保有率の推移を設定しなくてはならない。本研究では特に電気冷蔵庫及びテレビの保有率の増加に関して考慮する(Table 5.4)。ルームエアコンに関しては本研究では冷暖房熱需要を熱負荷計算によって求めており、建物の間取りや部屋数に応じて空調設定を行うためルームエアコンの保有率の推移は熱負荷自体に影響を及ぼさない。またその他の電気機器についても保有率は一定とし、その消費電力量値も固定とした。尚、第3章3.4.で述べた通りルームエアコンの電力消費量を算出するさい、暖房熱負荷の電力消費分を、地域区分Ⅰで暖房熱負荷の15%、地域区分Ⅱ・Ⅲ及び北陸で25%、北陸を除く地域区分Ⅳ・Ⅴ・Ⅵで50%と設定し、電力消費分を除いた値を冷暖房熱需要の値とした。

住宅タイプ別の設備機器に関しては、一人暮らし共同住宅では電気冷蔵庫は140L以下の小型冷蔵庫、テレビは20型以下の小型テレビを所有していると仮定し、木造戸建住宅及び家族向共同住宅では電気冷蔵庫及びテレビともに全てのサイズに関して所有し得ると仮定した。またテレビは大型テレビと小型テレビが同程度に推移していくシナリオ1を用いて設定した。

Table 5.4 保有率の設定

		2003年	2010年	2015年
電気冷蔵庫	木造戸建	1.25	1.30	1.34
	家族共同	1.25	1.30	1.34
	一人共同	1.00	1.00	1.00
テレビ	木造戸建	2.40	2.60	2.74
	家族共同	2.40	2.60	2.74
	一人共同	1.20	1.20	1.20

5.7.2. 一般家庭におけるエネルギー需要予測

以上の設定で一般家庭における将来のエネルギー需要の把握を行った(Figure 5.29～Figure 5.32)。

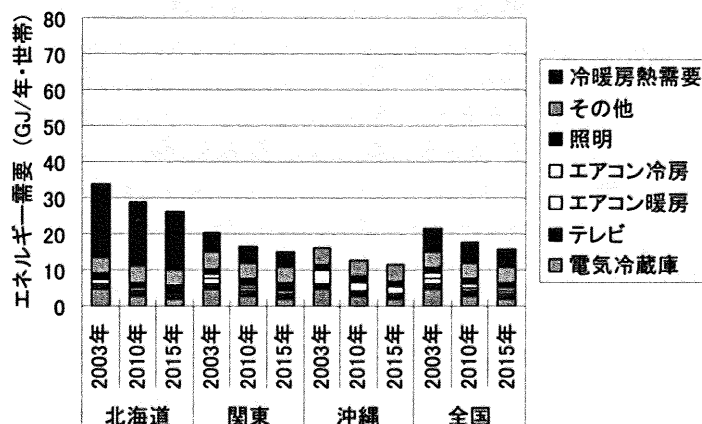
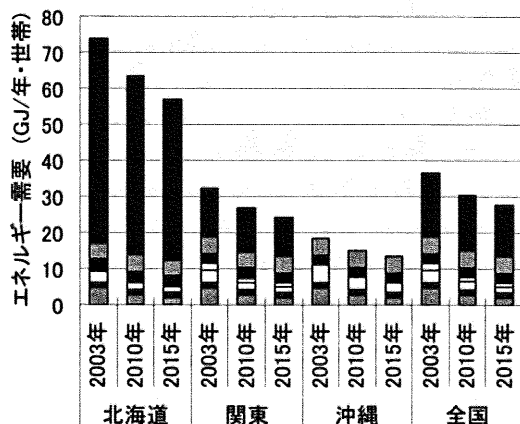


Figure 5.29 家庭のエネルギー需要(木造戸建)

Figure 5.30 家庭のエネルギー需要(家族共同)