

全電化住宅とガス併用住宅を対象とした
年間エネルギー消費及びCO₂排出量に関する研究

T06K704K 藤田晋平
指導教員 赤林伸一教授

1 研究目的

近年、住宅のエネルギー消費の全てを電気でもかなう全電化住宅が、安全性や利便性の観点から急速に普及している。全電化住宅と従来のガス併用住宅では、調理用レンジや給湯器の熱源だけでなく、これらの機器が室内環境に与える影響も異なることから、エネルギー消費構造も異なると思われる。

従って、電気とガスの違いにより影響を受ける空調・換気及び給湯の特性を考慮したエネルギー消費量の総合的な検証が必要である。本研究では、全電化住宅とガス併用住宅を対象に、住宅全体におけるエネルギー消費量とCO₂排出量を明らかにすることを目的とする。



(1) 外観パース (2) 1階平面図 (3) 2階平面図
図1 解析対象

表1 解析条件

空調 終日空調	冷房	設定温度	28[]
		期間	6月~9月
	暖房	設定温度	20[]
		期間	11月~3月
熱損失係数			2.73[W/m ² ·K]
台所レンジフード排気風量		IH	200[m ³ /h]
		ガス	300[m ³ /h]
換気回数		通常時	0.5[回/h]

表2 人体・照明・機器発熱スケジュール(冬季平日)

(時刻)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
夫婦室							124		104						34										63	124	
照明																										153	
子供部屋							51		38	17											30	59			13	51	
照明																											
子供部屋2							59		44	20											32	17		68	32	59	
照明																											
LDK											185	47	91	32		78	73				63	137	111	234	190	94	73
照明																											
機器							76				301	239	213	342	142	231	201		142		209	201	280	525	280	201	76
洗面・浴室																											
照明																											
機器																											

2 研究概要

2.1 解析対象：図1に解析対象を示す。対象地域は、札幌、仙台、東京、名古屋、新潟、京都、大阪、神戸、広島、高知、福岡の全国11都市とする。

2.2 解析方法：SCHEDULE Ver.2.0¹により生活スケジュールを作成し、熱負荷シミュレーションソフトTRNSYSにより対象住宅モデルの室温、MRT、相対湿度、冷暖房負荷を算出し、その結果をもとにCO₂排出量を求める。ただし、空調スケジュールはSCHEDULEを使用せず、TRNSYSで設定する。表1に解析条件を示す。

3 生活スケジュールの作成

3.1 スケジュール作成ソフト：本研究で使用するSCHEDULEは、任意の家族構成、任意の建物における生活行為にともなう室内発熱パターンを作成するプログラムを拡張し、給湯パターンの作成を追加したものである。

3.2 スケジュールの作成：SCHEDULEを使用して生活スケジュールを作成する。家族構成は、父(勤め人)・母(専業主婦)・子(中学生、小学生)の4人家族とする。表2に作成したスケジュールデータの代表的な例として、冬季平日の人体・照明・機器発熱スケジュールを示す。

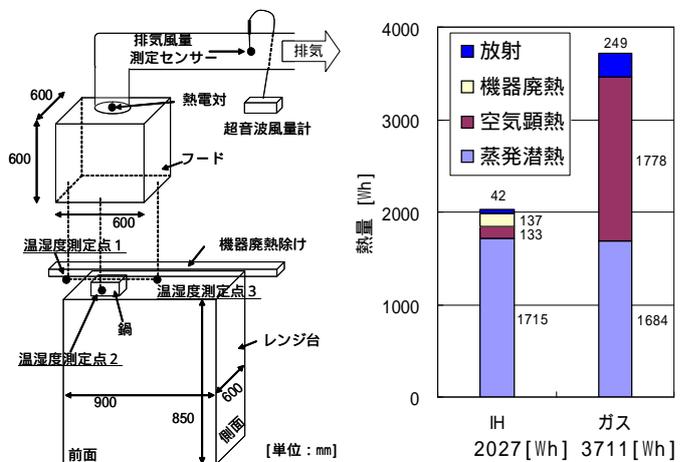


図2 実験対象

図3 実験結果

表3 放射廃熱と対流廃熱の比率

	放射廃熱	対流廃熱
IHレンジ[%]	2.1	13.4
ガスレンジ[%]	6.7	47.9

4 IH 及びガスレンジの特性比較

全電化住宅の最も大きな特徴は、調理に IH レンジ、給湯にヒートポンプ給湯器を使用することである。実使用時の IH レンジは、ガスレンジより CO₂ 排出量が多いが、燃焼部がないため、室内環境に与える影響が少ないと考えられる。IH 及びガスレンジの特性を比較するために、各レンジの熱放出特性を明らかにする。

4.1 実験概要：図 2 に実験対象を示す。レンジ 1 口を対象に鍋の中の水が沸騰した状態から測定を開始する。

4.2 実験結果：図 3 に実験結果を示す。温湿度・排気風量等の測定結果から、レンジから発生している放射廃熱と対流廃熱の比率を算出する。なお、対流廃熱は空気顕熱と機器廃熱の和である。表 3 に IH 及びガスレンジの放射廃熱と対流廃熱の比率を示す。IH レンジは高温部が無いいため、ガスレンジに比較して、放射廃熱の全熱量に対する割合が少ない。

4.3 IH 及びガスレンジのエネルギー消費量：今回 IH 及びガスレンジのエネルギー消費量は、SCHEDULE の式を参考に算出し、以下に示す値を使用する。

IH レンジのエネルギー消費量 = 521 [kWh/年]

ガスレンジのエネルギー消費量 = 938 [kWh/年]

4.4 IH 及びガスレンジの放射廃熱量の算出：IH 及びガスレンジの放射廃熱の比率とエネルギー消費量から、SCHEDULE で使用する IH 及びガスレンジの放射廃熱量を算出し、以下に示す。今回の解析では、IH 及びガスによる対流廃熱量は、換気により全て排気されるものとし、0 とする。

IH レンジの放射廃熱量 = 10.9 [kWh/年]

ガスレンジの放射廃熱量 = 62.8 [kWh/年]

5 解析結果

5.1 LDK 空調負荷：図 4 に LDK の地域別空調負荷と、ガスから電気の空調負荷を差引いた値を示す。全ての地域で電気の方が少ないが、その差は空調負荷全体の 1% 程度であり、差はほとんどない。全ての地域で空調負荷に占

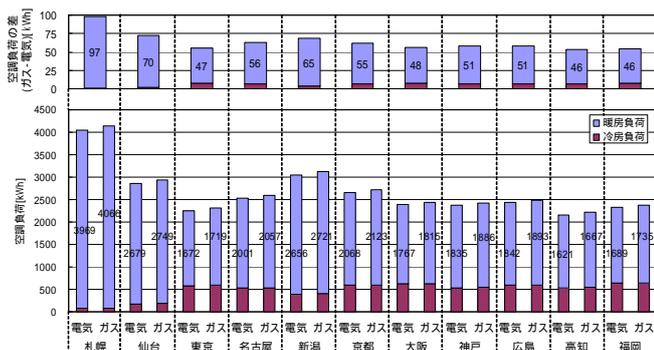


図 4 LDK の地域別空調負荷とその差(ガス-電気)

める暖房負荷の割合が高い。特に、寒い地域の札幌、仙台及び新潟では空調負荷が大きい。

5.2 CO₂ 排出量：表 4 に電力会社別の電気及びガスの CO₂ 排出係数を示す。全電化住宅では、レンジに IH レンジ、冷暖房にエアコン、給湯にヒートポンプ給湯器を、ガス併用住宅ではレンジにガスレンジ、冷房にエアコン、暖房にガス暖房機、給湯に高効率ガス給湯器を使用する。エアコン及びヒートポンプ給湯器の COP は 1 ~ 5、ガス暖房機及び高効率ガス給湯器の熱効率は 95% とする。

図 5 に冷房 COP 3、暖房 COP 4、給湯 COP 3 の LDK の地域別 CO₂ 排出量と、ガスから電気の CO₂ 排出量を差引いた値を示す。全ての地域で電気よりガスの CO₂ 排出量が多く、仙台、東京、京都、大阪、神戸及び高知で、ガスは電気の約 2 倍の値になっている。

表 5 に新潟における冷房 COP 3 の場合の住宅全体 CO₂ 排出量を示す。網掛け部分は、電気よりガスの CO₂ 排出量が多い条件を示す。暖房 COP を変化させた場合の方が給湯 COP を変化させた場合より、CO₂ 排出量が大きく変化し、暖房 COP 3 以上かつ給湯 COP 2 以上の時、電気よりガスの CO₂ 排出量が多くなる。

6 まとめ

全ての地域で空調負荷は、電気とガスの差がほとんどない。冷房 COP 3、暖房 COP 4、給湯 COP 3 の時、全ての地域で電気よりガスの CO₂ 排出量が多い。

給湯 COP より暖房 COP の方が、住宅全体 CO₂ 排出量に与える影響が大きい。

*1 : SCHEDULE は、空調調和衛生工学会「住宅の消費エネルギー計算委員会」によって作成されたものである。

表 4 CO₂ 排出係数

地域	CO ₂ 排出係数 [kg/kWh]	
	電気	ガス
北海道	0.588	0.184
東北	0.340	0.184
関東	0.332	0.184
中部	0.424	0.184
北陸	0.483	0.184
関西	0.299	0.184
中国	0.501	0.184
四国	0.326	0.184
九州	0.348	0.184

表 5 住宅全体 CO₂ 排出量(新潟)

新潟	住宅全体 CO ₂ 排出量 [kg]					
	給湯 COP					
	1	2	3	4	5	
暖房 COP	1	6816	5827	5497	5332	5233
	2	4592	3602	3272	3107	3008
	3	3850	2861	2531	2366	2267
	4	3480	2490	2160	1995	1896
	5	3257	2267	1938	1773	1674
ガス	2899					

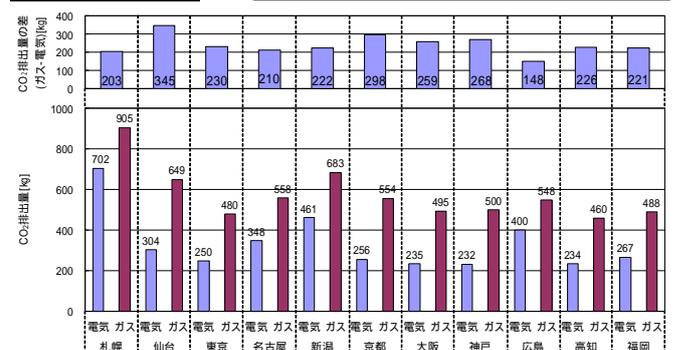


図 5 LDK の地域別 CO₂ 排出量とその差(ガス-電気) [冷房 COP 3、暖房 COP 4、給湯 COP 3]