

住宅用コジェネレーションシステムの有効性に関する研究
全国の住宅を対象とした電力消費量と給湯負荷の実態に関する調査

T O 3 K 6 6 3 F 久慈拓也
指導教員 赤林伸一教授

1 研究目的

地球温暖化対策として、年々増加する民生用のエネルギー消費量の抑制が強く求められている。住宅分野においても、エネルギー消費量の抑制の観点から「省エネルギー基準」の改正・強化が図られている。

一方、家庭用燃料電池、ガスエンジン、マイクロガスタービンなどの小型コジェネレーションシステムの開発が活発に行われており、実用化の段階をむかえている。コジェネは一次エネルギーを有効に利用できるメリットがあるが、熱エネルギーと電力を同時に発生させるため、両者の発生エネルギー量の相違や消費が発生する時間帯の違いが問題となる。

本研究では、全国の住宅 80 戸の詳細なエネルギー消費量調査結果を元に、住宅における電力消費量と給湯負荷の関係を明らかにし、コジェネレーションシステムの有効性を検討することを目的とする。

2 研究概要

2.1 対象住宅：対象住宅は、北海道、東北、北陸、関東、関西、九州(沖縄を含む)の 6 地域で、戸建住宅 53 戸と集合住宅 27 戸の計 80 戸とする。このうち 20 戸が全電化住宅、60 戸が電気、ガス、灯油併用住宅である。2002 年 11 月に測定を開始し、最大 29 ヶ月間(2005 年 3 月まで)測定を行った。本研究では、給湯負荷が正確に分離されていて、データの欠測の少ない 12 戸の住宅を対象に解析を行う。

2.2 調査方法：電力は 1 分間隔で測定する。ガス・灯油に関しては 5 分間隔で測定を行う。ガスの厨房ではレンジフードに温度計を設置して 15 分間隔で測定を行い、給湯用と調理用の分離を行う。

3 解析結果

3.1 季節別給湯エネルギー消費量と電力消費量

図 1 に夏季の日積算給湯エネルギー消費量と電力消費量を示す。北陸戸建 09、九州沖縄戸建 01 では、電力消費量に対する給湯エネルギー消費量の割合(熱電比)が 1 以下の日が多いのに対し、北海道戸建 06 では 1 以上となる。

図 2 に冬季の日積算給湯エネルギー消費量と電力消費量を示す。どの住宅でも熱電比は 2 程度の値となっており、地域差は見られない。

図 3 に中間期の日積算給湯エネルギー消費量と電力消費量を示す。住宅によって熱電比にばらつきがみられ、0.27 ~ 3.11 の値となっている。

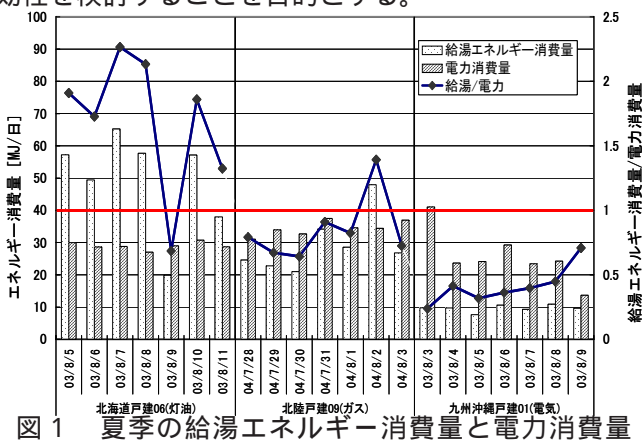


図 1 夏季の給湯エネルギー消費量と電力消費量

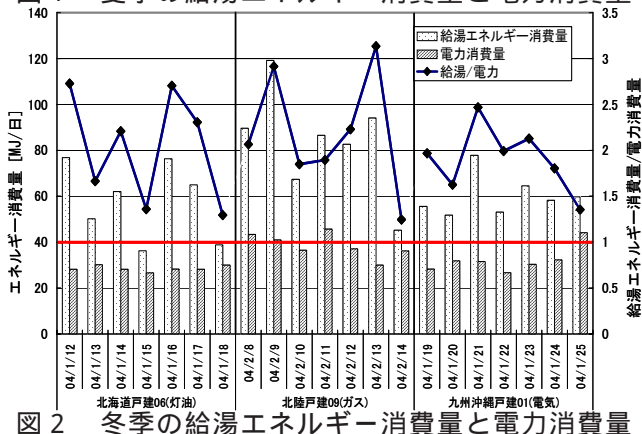


図 2 冬季の給湯エネルギー消費量と電力消費量

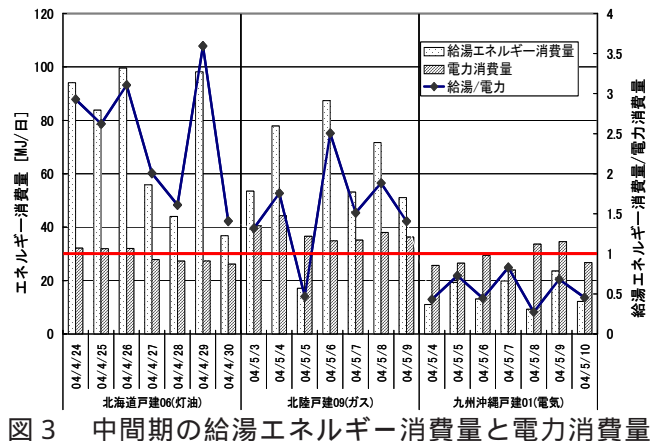


図 3 中間期の給湯エネルギー消費量と電力消費量

3.2 ガスエンジン導入効果

実際にガスエンジンを導入した際の排熱量や発電量の検討を行う。ガスエンジンの仕様を表1に示す。ガスエンジンは、定格出力の1kWの発電を行い、その際の排熱3.25kWを給湯に利用する。消費電力が1kW未満の場合には余剰電力と電気ヒーターを用いて給湯を行う。

本研究では、消費電力が1kW以上の時のみガスエンジンが作動すると仮定して解析を行う。表2にガスエンジンを導入した場合の解析結果を示す。全対象住宅の平均熱電比は0.9であり、ガスエンジンの定格とは大きく異なる。排熱利用量に対する給湯エネルギー消費量は1.04とほぼ同等であるが、電力消費量に対する発電量は0.21である。

年間給湯エネルギー消費量がほぼ同等な東北集合01と関西集合03を比較すると、電力消費量が1kWを超える時間が東北集合01は関西集合03の約3倍となっている。東北集合01では給湯エネルギー消費量に対するガスエンジン排熱利用量の割合が161%であるのに対し、関西集合03では53%となっている。

図4に日積算給湯エネルギー消費量に対するガスエンジン排熱利用量の割合の累積頻度を示す。1日で消費される給湯エネルギー消費量を全てまかなえる日が90%以上となる住宅もあるが、1割に満たない住宅もある。給湯エネルギー消費量に対する排熱利用量が1を超えた分は、熱が余ることになる。ただし冬季の場合、日積算給湯エネルギー消費量に対するガスエンジン排熱利用量の割合が1を超える日では、暖房エネルギーとして使用できる可能性がある。

図5に日積算電力消費量に対するガスエンジン発電量の割合の累積頻度を示す。累積頻度80%の時、電力消費量の15%から60%程度がガスエンジン発電によってまかなわれている。

表1 ガスエンジンの仕様

発電出力	1.0kW(出力一定で運転)	貯湯温度	約70℃
排熱出力	3.25kW(熱電比 3.25)	貯湯タンク容量	150ℓ
効率	発電20% 排熱65%	ガス消費量	5.54kW (4760kcal/h)

表2 ガスエンジンを導入した場合の解析結果

住宅	給湯エネルギー消費量[kWh/年]	電力消費量[kWh/年]	熱電比(給湯/電力)	電力消費量が1kWを超える時間[h/年]	ガスエンジンによる排熱利用量[kWh/年]	ガスエンジンによる発電量[kWh/年]	排熱利用量/給湯エネルギー消費量	発電量/電力消費量
北海道戸建06	6203.6	9414.8	0.7	3711	12097.9	3711.0	1.95	0.39
北海道集合03	4835.8	5490.3	0.9	345	1121.3	345.0	0.23	0.06
東北集合01	4432.5	6163.5	0.7	2196	7137.0	2196.0	1.61	0.36
東北集合02	8348.2	3872.3	2.2	291	945.8	291.0	0.11	0.08
北陸戸建03	2361.3	4986.1	0.5	1558	5063.5	1558.0	2.14	0.31
北陸戸建09	5517.1	3783.8	1.5	365	1186.3	365.0	0.22	0.10
関東戸建03	4194.6	8922.2	0.5	2481	8088.1	2481.0	1.93	0.28
関東戸建08	5359.4	4119.5	1.3	655	2135.3	655.0	0.40	0.16
関西戸建07	2312.6	4516.2	0.5	427	1392.0	427.0	0.60	0.09
関西集合03	4409.2	4913.5	0.9	717	2337.4	717.0	0.53	0.15
九州沖縄戸建01	2217.6	3536.3	0.6	987	3217.6	987.0	1.45	0.28
九州沖縄集合02	3864.7	5184.3	0.7	1553	5047.3	1553.0	1.31	0.30
平均	4504.7	5408.6	0.9	1273.8	4147.4	1273.8	1.04	0.21

4 まとめ

電力消費量に対する給湯エネルギー消費量の割合は地域によるばらつきはあるが、冬季には地域間の差が小さくなる。

電力消費量が同程度であっても、電力消費量が1kWを超える時間の割合が多い住宅で排熱利用量や発電量が多くなる。地域間の差はなく、住宅によるばらつきが大きい。

ガスエンジンを使用すると、給湯エネルギーだけでなく冬季に暖房エネルギーもまかなえる住宅もある。ガスエンジン排熱利用量が給湯エネルギー消費量の10%程度しかない住宅もある。

ガスエンジンからの発電で日積算電力消費量の15%から60%をまかなうことができる。

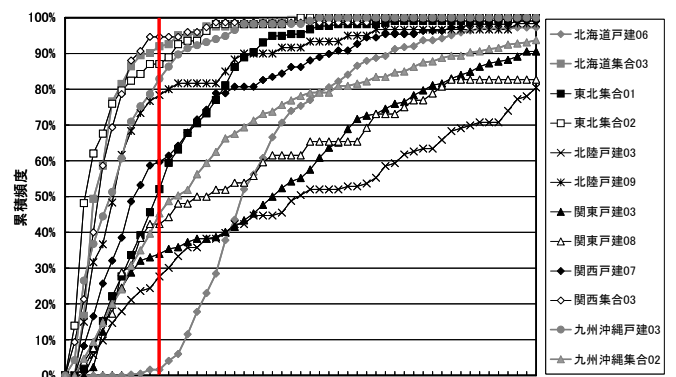


図4 日積算給湯エネルギー消費量に対するガスエンジン排熱利用量の割合の累積頻度

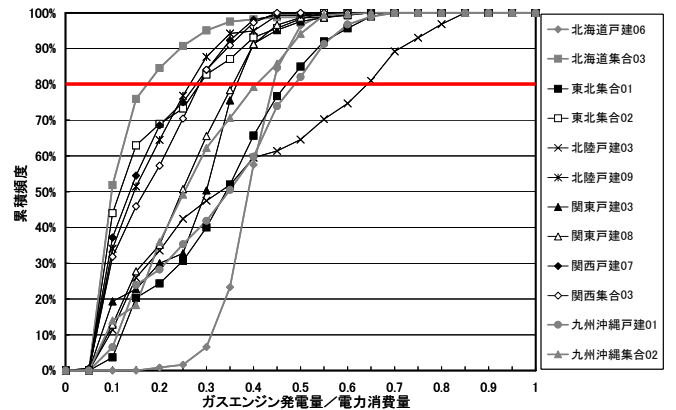


図5 日積算電力消費量に対するガスエンジン発電量の割合の累積頻度