

家庭用燃料電池による電力需要のピークカットに関する研究

T O 8 K 7 2 2 G 山田康司
指導教員 赤林伸一教授

1 研究目的

IT 化による電力需要の増加や震災による電力不足により、住宅においても電力消費の抑制が求められている。又、電力は蓄電が困難なため、電力需要がピークの時間帯の電力消費量を抑制し、平準化することが重要である。

電力消費の抑制手法の一つとして家庭用燃料電池コージェネレーションシステム（家庭用 FCCGS）による自家発電が挙げられる。本研究では、家庭用 FCCGS の導入による買電力削減量、1 次エネルギー消費量^{*1}及び CO₂ 排出量を求め、電力需要のピークカット効果及び省エネルギー効果を検証することを目的とする。

2 住宅単体におけるピークカット

2.1 解析対象：図 1 に解析対象住宅^{*2}を、表 1 に各住宅における解析対象機器を示す。解析対象地域は東北電力管内における各県庁所在地^{*3}とする。

2.2 解析方法：生活スケジュール自動生成プログラム SCHEDULE 及び熱負荷シミュレーションソフト TRNSYS により、解析対象住宅の空調負荷、給湯負荷及び機器消費エネルギーを算出する。算出したデータを基に電力及びガス消費量を求め、各住宅の買電量、1 次エネルギー消費量及び CO₂ 排出量の時間変化を求める。

2.3 家庭用 FCCGS の稼働条件：表 2 に家庭用 FCCGS の定格能力及びピーク時間帯を示す。東北電力管内全体の電力供給量^{*4}から電力のピーク消費量を 1400 万 kW と設定^{*5}し、この消費量を超える時間帯をピーク時間帯とする。ピークカット及び必要な給湯量を満たすため、

表 1 解析対象機器

	給湯	暖房	冷房	台所レンジ
従来ガス併用住宅	高効率ガス給湯器 [熱効率95%]	高効率ガス暖房器 [熱効率90%]	エアコン [COP=3]	ガスレンジ ガスレンジ 排気風量 300m ³ /h
家庭用 FCCGS 使用住宅	家庭用 FCCGS			

単位：[mm]



(1) 外観パース (2) 1階平面図 (3) 2階平面図
図 1 解析対象住宅^{*2}

設定したピーク時間帯に家庭用 FCCGS を稼働させ、定格出力 (0.7kW) で発電を行う。又、家庭用 FCCGS を稼働した際に発生した余剰電力は逆潮流^{*6}させる。

2.4 1 次エネルギー消費量及び CO₂ 排出量の解析条件：算出した各負荷及び、表 3 に示す 1 次エネルギー換算係数及び CO₂ 排出原単位により、各住宅における 1 次エネルギー消費量及び CO₂ 排出量を求める。

2.5 解析結果：図 2 に新潟の冬季、夏季における各住宅の買電量、電力の逆潮流量及び 1 次エネルギー消費量を示す。家庭用 FCCGS は起動時に 0.5kW の電力とガスを必要とするため、両日とも家庭用 FCCGS が稼働を開始する時間帯に買電量は約 0.25kWh/h、1 次エネルギー消費量は約 0.1ℓ/h 程度、従来ガス併用住宅を上回る。又、買電量、1 次エネルギー消費量ともに 1 日の総量では夏季より冬季の方が多く削減される。これは冬季に比べ夏季は使用湯量が少なく、家庭用 FCCGS の稼働時間が短くなるためである。

3 東北電力管内におけるピークカット

3.1 解析方法：東北電力管内全体における電力供給量及び SCHEDULE により算出した給湯負荷に基づき、東北電力管内における家庭用 FCCGS 導入前後の電力供給量、1 次エネルギー消費量、CO₂ 排出量の削減量を求める。

表 2 家庭用 FCCGS の定格能力及びピーク時間帯

家庭用 FCCGS の 定格能力	ガス消費量 [kW]	発電効率 [%]	給湯効率 [%]	総合効率 [%]
	2.0	35	45	80
	起動用エネルギー [kW]	発電量 [kW]	給湯量 [ℓ/h]	貯湯量 [ℓ]
	電気:0.5 ガス:0.5	0.7	15 (60℃)	200
ピーク時間帯	冬季	9時~11時、16時~18時		
	夏季	9時~19時		

表 3 1 次エネルギー換算係数及び CO₂ 排出原単位

電気	1 次エネルギー換算係数 [kℓ/kWh]	CO ₂ 排出原単位 [kg/kWh]
	8~22時	2.57×10^{-4}
上記以外の時間帯	2.39×10^{-4}	
ガス	0.93×10^{-4}	0.184

表 4 家庭用 FCCGS の稼働条件及びピーク時間帯の設定条件

家庭用 FCCGS の 稼働条件	解析 case	定格発電出力 [kW]	導入台数 [万台]	稼働時間 [h]	
				冬季	夏季
	case 1	1.0	180	11	7
	case 2	1.5	170	8	5
	case 3	2.0	160	6	4
	case 4	2.5	160	5	3
case 5	3.0	140	4	3	
ピーク時間帯の 設定条件	冬季	電力供給量が 1400 万 kW 以上 ^{*5} になる時間帯			
夏季					

3.2 家庭用 FCCGS の稼働条件：表 4 に家庭用 FCCGS の稼働条件及びピーク時間帯の設定条件を示す。家庭用 FCCGS は case 毎に定格出力、導入台数及び稼働時間を変化させる。又、東北電力管内全体における電力供給量のピーク時間帯を冬季、夏季で設定し、稼働の際にはピークを下回るようにグループ単位 (10 ~ 80 万台) で稼働時間帯をそれぞれ振り分けて家庭用 FCCGS を稼働させる。東北電力管内全体を解析対象とした場合にも各住宅において発生する余剰電力は逆潮流させる。

3.3 解析結果：図 3 に case 1 における冬季、夏季の家庭用 FCCGS 導入前後の電力供給量及び家庭用 FCCGS 導入後の 1 次エネルギー削減量を示す。電力供給量は夏季の 10 時において最大で約 30 万 kWh/h 程度ピーク値を上回るが、冬季、夏季ともにピークカットは概ね達成される。1 日の総量では家庭用 FCCGS の導入により、電力供給量は冬季約 1900 万 kWh/日、夏季約 1200 万 kWh/日削減される。又、1 次エネルギー消費量は冬季約 1000kℓ/日、夏季約 100kℓ/日削減され、冬季においては夏季の約 10 倍の量が削減される。

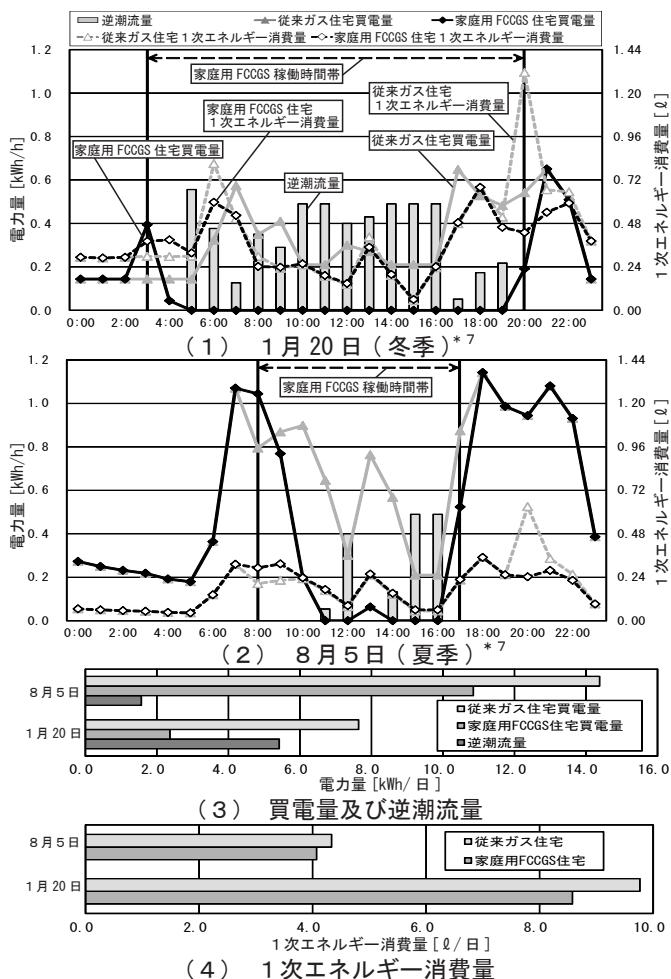


図 2 各住宅の買電量、逆潮流量及び 1 次エネルギー消費量 (住宅単体 新潟)

4 まとめ

- ①家庭用 FCCGS 使用住宅において、家庭用 FCCGS 稼働開始時のみ、他の時間帯に比べ電力消費量及び 1 次エネルギー消費量が従来ガス併用住宅を大きく上回る。
- ②夏季は使用湯量が少なく家庭用 FCCGS の稼働時間が短くなるため、冬季に比べて電力及び 1 次エネルギーの削減量が少なくなる。
- ③冬季、夏季の両日ともに家庭用 FCCGS の導入により、東北電力管内における電力供給量のピークカットは概ね達成される。
- ④東北電力管内全体における冬季の 1 次エネルギー削減量は夏季の約 10 倍となる。

* 1 : 1 次エネルギーは原油量換算値を用いる。
 * 2 : 日本建築学会標準住宅モデル
 * 3 : 青森、盛岡、仙台、秋田、山形、福島、新潟の 7 都市
 * 4 : 東北電力が公開している東北電力管内における電力供給量 (2008 年 ~ 2011 年)
 * 5 : 電力のピーク消費量は東北電力の全電源による発電量から原子力発電による発電量を差し引いた値を参考にしている。
 * 6 : 逆潮流とは自家発電により発電した余剰電力を電力会社線側に逆流させることを言う。現在、電力会社は家庭用 FCCGS からの逆潮流を認めていない。
 * 7 : 東北電力管内 (2008 年 ~ 2011 年) における冬季、夏季の最大電力供給日

参考文献

文 1) 市川裕幸、赤林伸一、坂口淳：「全電化住宅とガス併用住宅を対象としたエネルギー消費量及び CO₂ に関する研究 その 4 家庭用燃料電池を使用した戸建住宅を含めた各住宅のエネルギー消費量の検討」、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-2、905-906、2011 年
 文 2) 赤林伸一、坂口淳、市川裕幸：「全電化住宅とガス併用住宅を対象としたエネルギー消費量及び CO₂ に関する研究 その 5 家庭用燃料電池を使用した戸建住宅を含めた各住宅の年間の CO₂ 排出量の検討」、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-2、907-908、2011 年

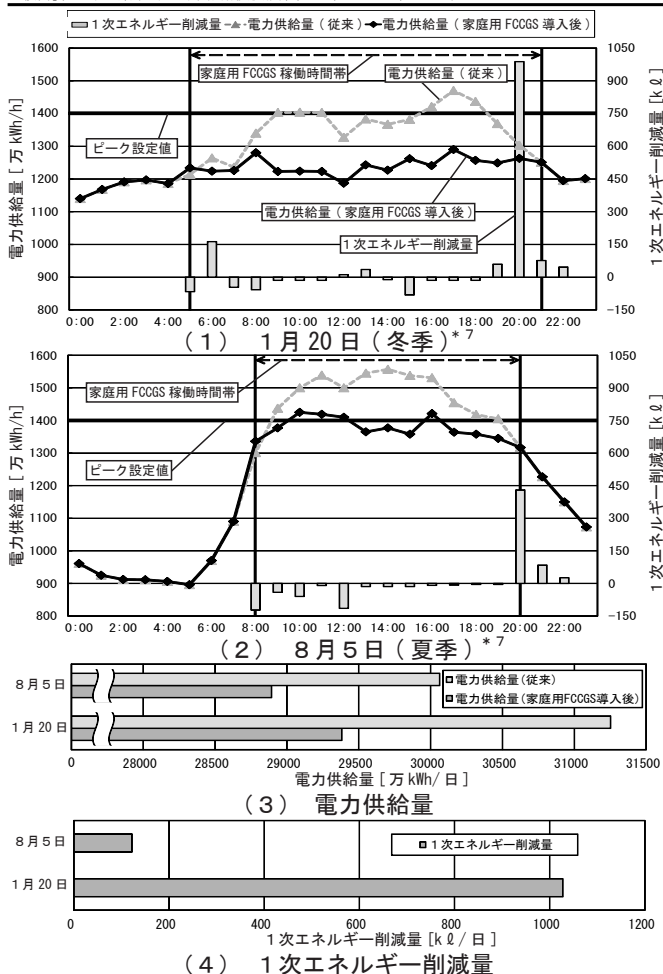


図 3 電力供給量及び 1 次エネルギー削減量 (東北電力管内 case 1)