

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

T08K722G 山田康司
指導教員 赤林伸一教授

1 研究目的

IT化及び全電化住宅の普及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。

電力は蓄電が困難なため、電力需要がピークの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。

家庭用燃料電池コージェネレーションシステム Fuel Cell Co-Generation System



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、更に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。

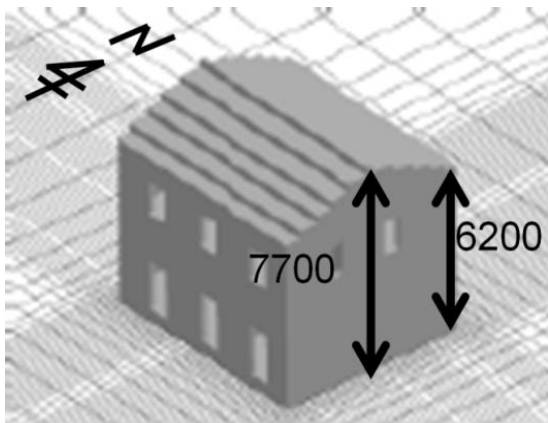
* 1 : 1次エネルギーは原油量換算値を用いる。

2 住宅単体におけるピークカット

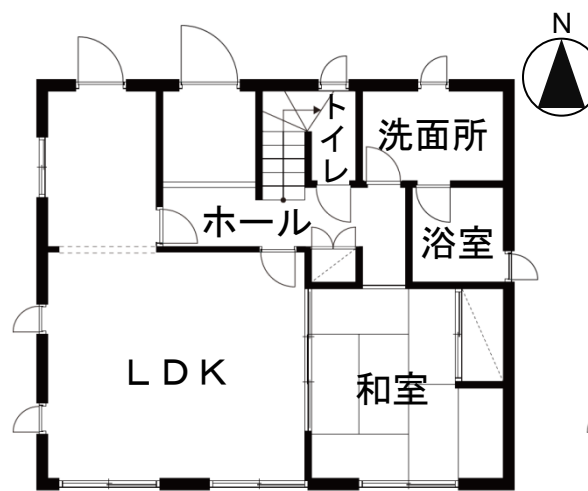
解析対象

解析対象地域：東北電力管内における各県庁所在地*3

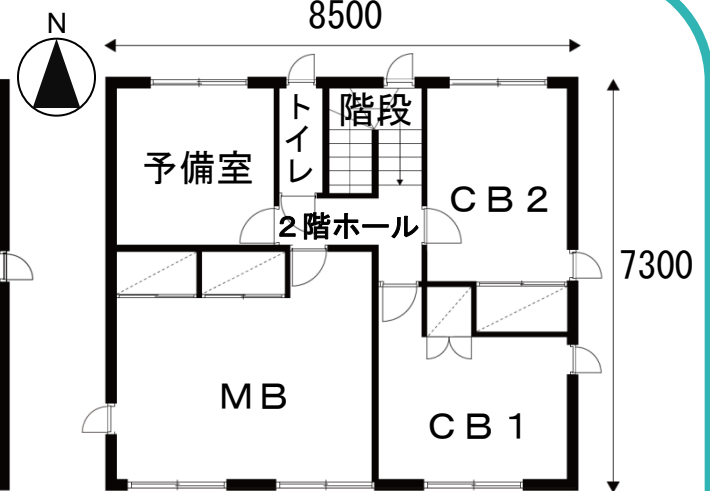
単位：[mm]



(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

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
家庭用FCCGS使用住宅	家庭用FCCGS			[レンジフード] 排気風量 300m ³ /h

*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

生活スケジュール自動生成プログラム
SCHEDULE

熱負荷シミュレーションソフト
TRNSYS

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。

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。

家庭用FCCGSの稼働条件

- 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。

- * 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。

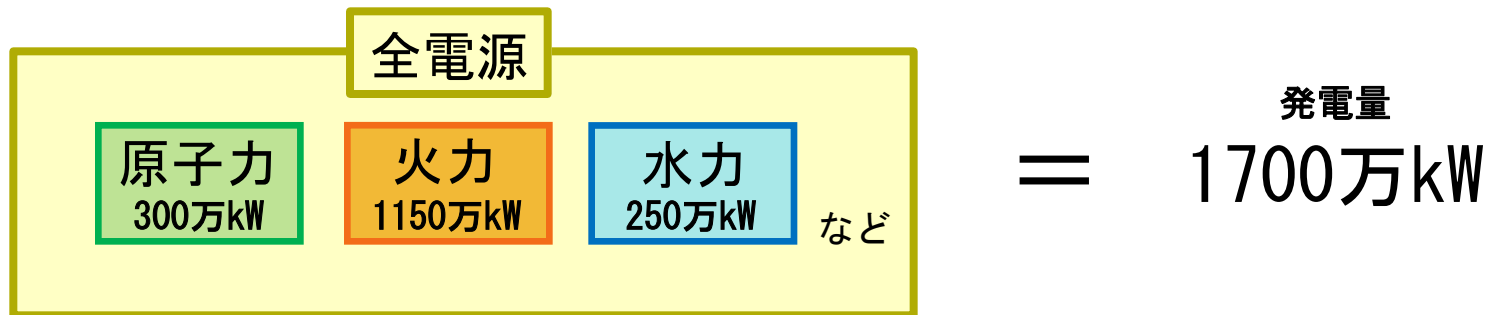


表2 家庭用FCCGSの定格能力及びピーク時間帯

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°C)	200	
ピーク時間帯	冬季	9時~11時、16時~18時		
	夏季	9時~19時		

家庭用FCCGSの稼働条件

- 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。

* 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。

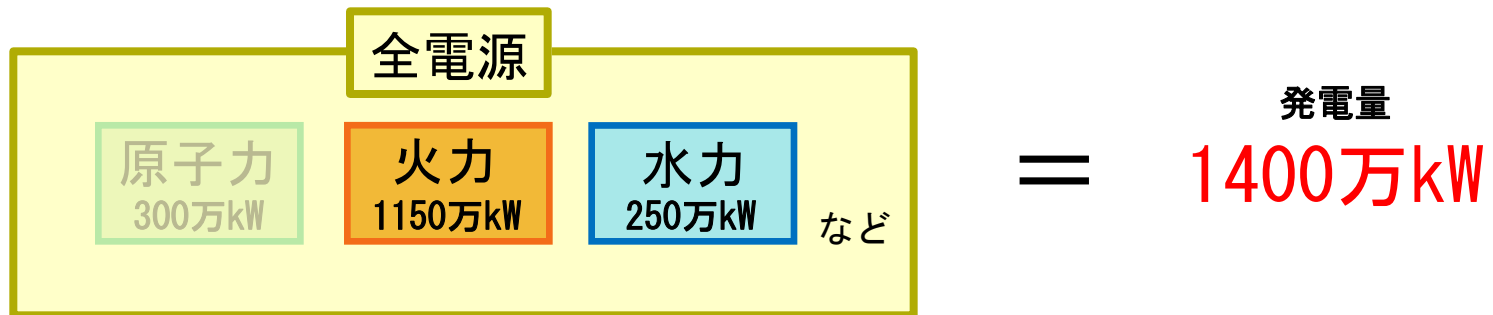


表2 家庭用FCCGSの定格能力及びピーク時間帯

	ガス消費量[kW]	発電効率[%]	給湯効率[%]	総合効率[%]
家庭用FCCGSの 定格能力	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		

家庭用FCCGSの稼働条件

- ピークカット及び必要な給湯量を満たすため、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。
- 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。

* 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。

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°C)	200
ピーク時間帯	冬季	9時～11時、16時～18時		
	夏季	9時～19時		

算出した各負荷*

* 電力消費量及びガス消費量



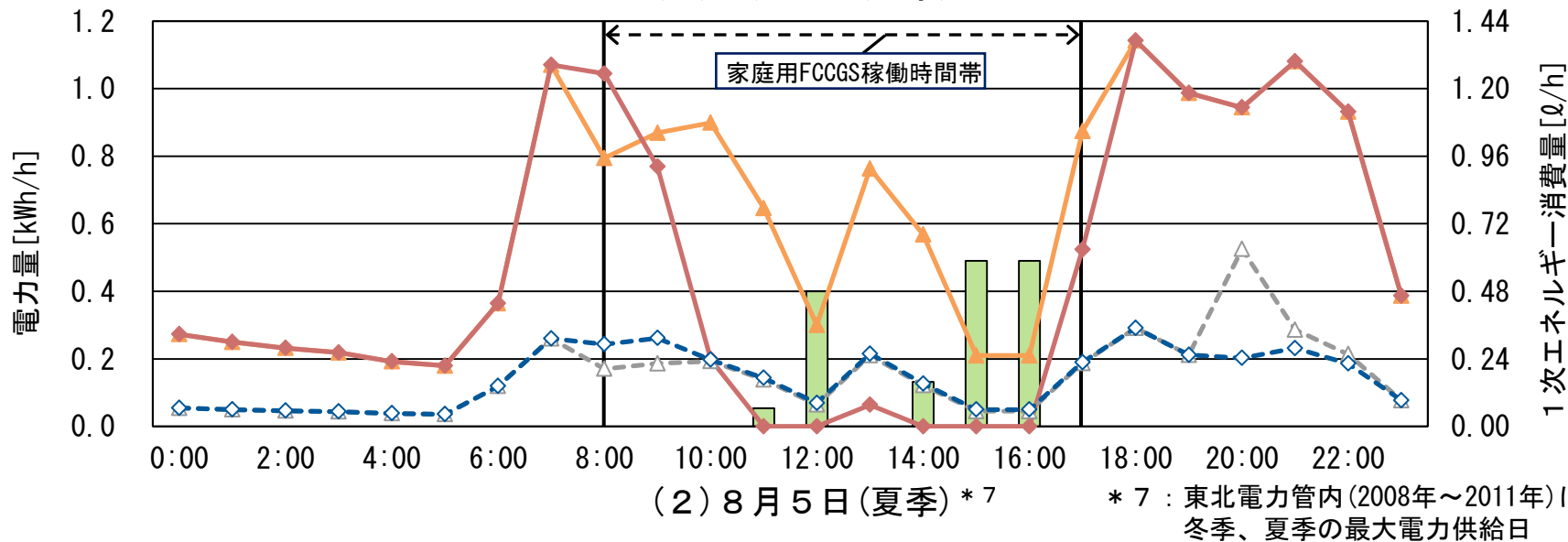
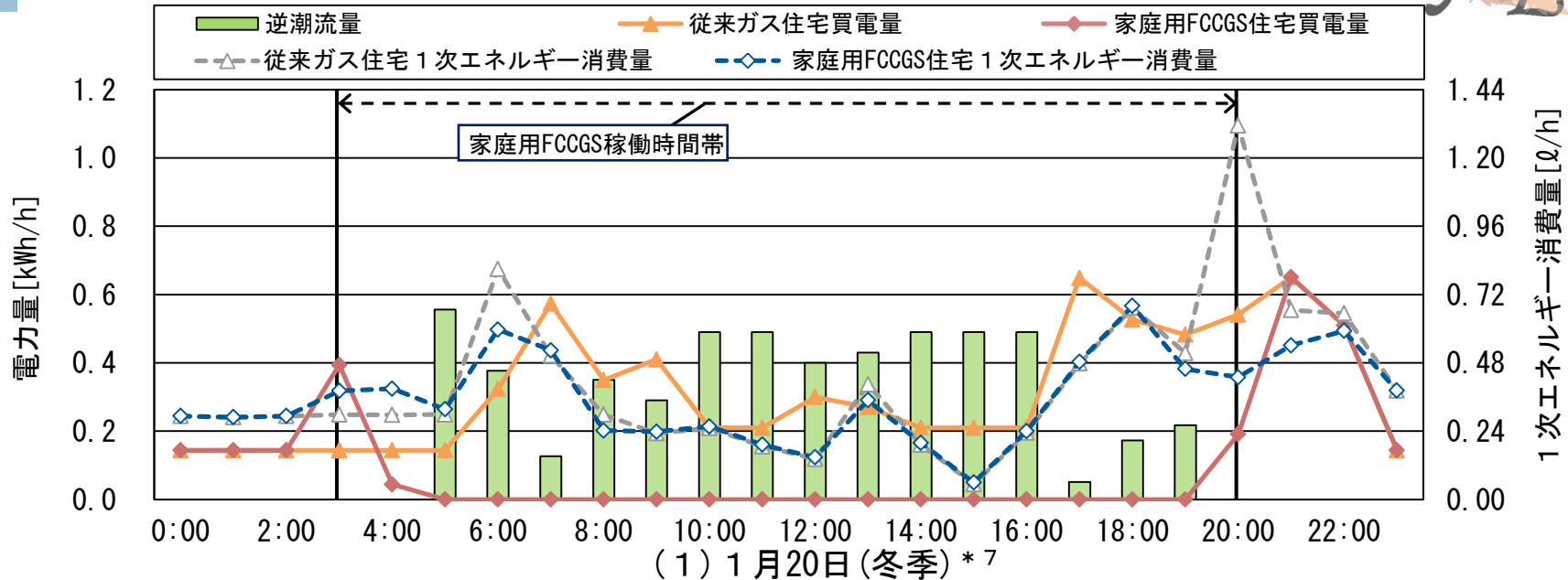
表3 1次エネルギー換算係数及びCO₂排出原単位

	1次エネルギー換算係数 [kℓ/kWh]		CO ₂ 排出原単位 [kg/kWh]
電気	8～22時	2.57×10^{-4}	0.550
	上記以外の時間帯	2.39×10^{-4}	
ガス	0.93×10^{-4}		0.184



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。

解析結果



* 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

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)

解析結果

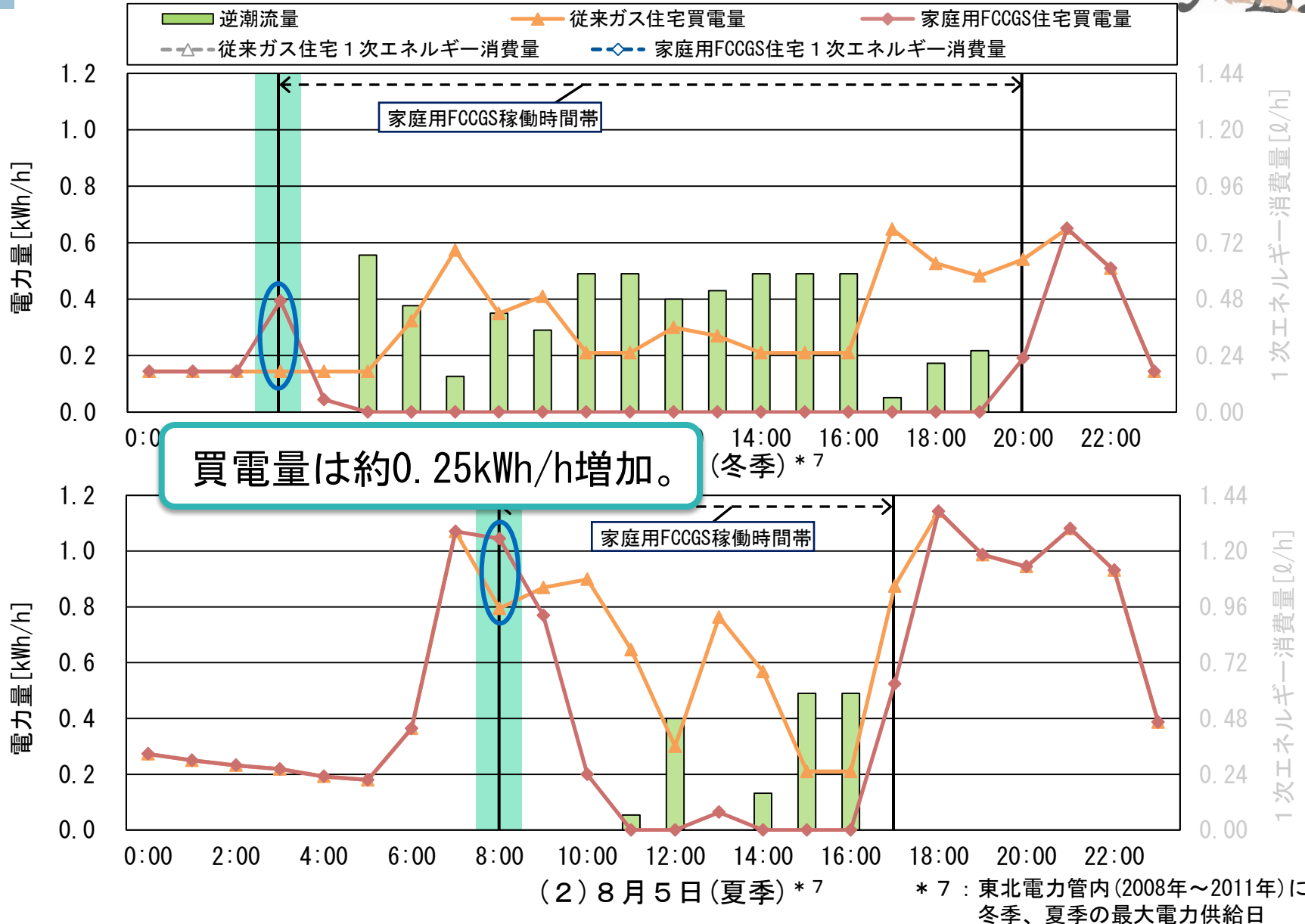
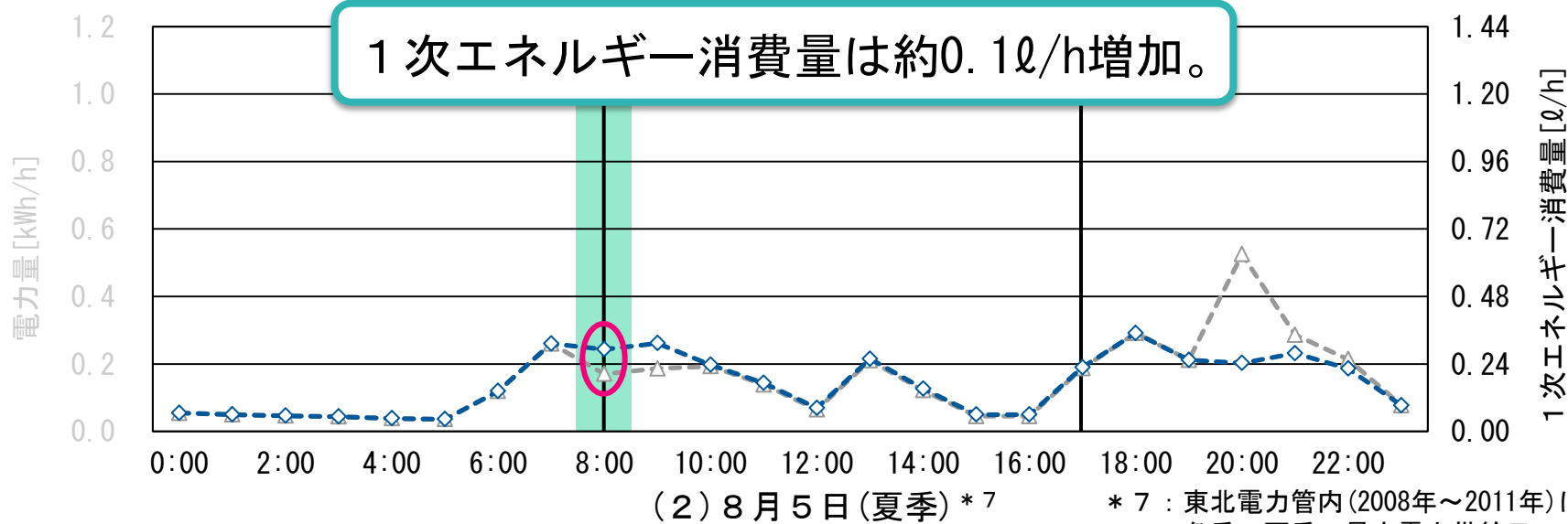
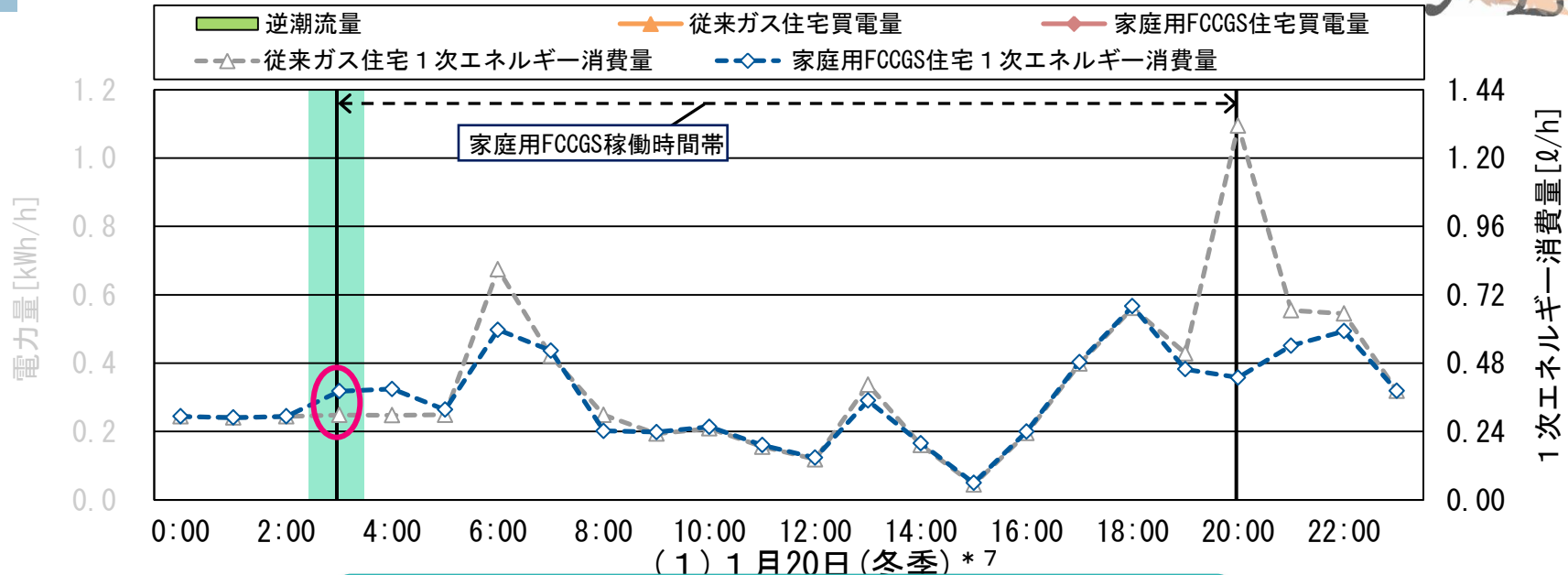


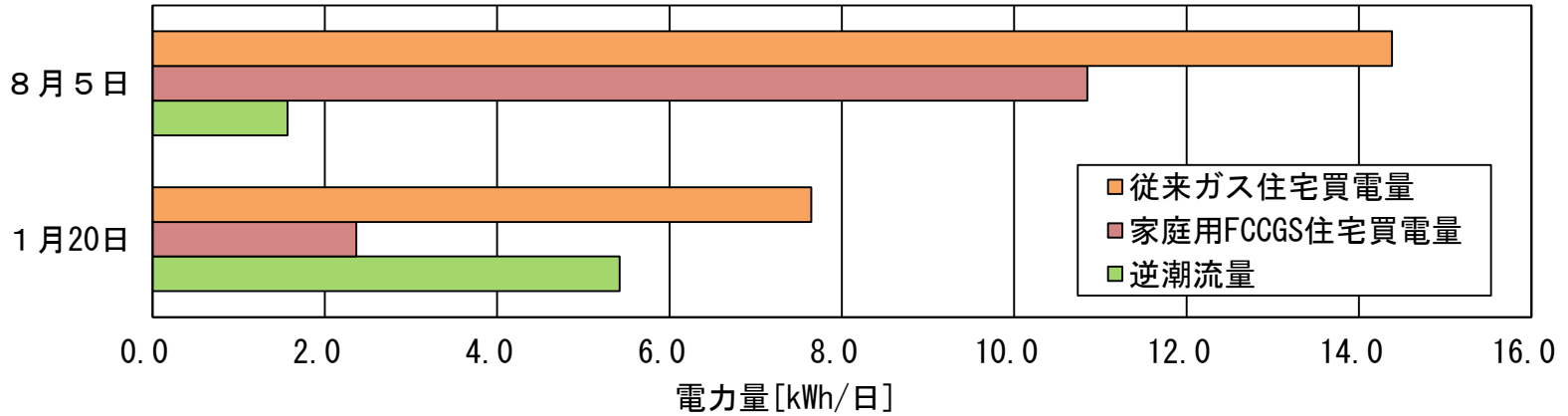
図2 各住宅の買電量、逆潮流量及び1次エネルギー消費量(住宅単体 新潟)

解析結果

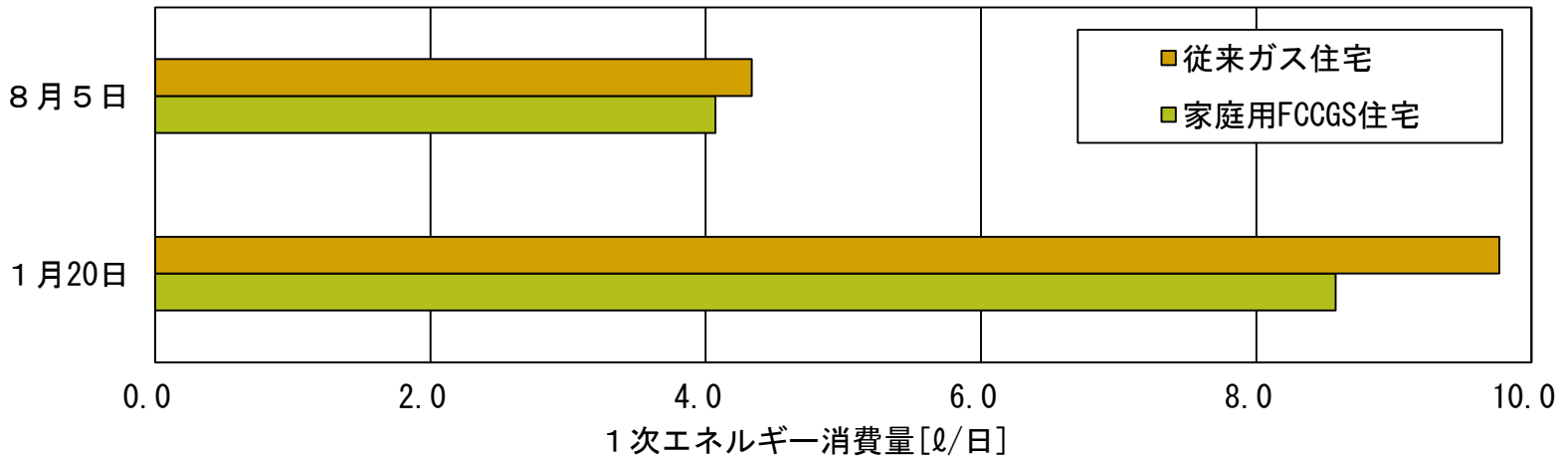


*7 : 東北電力管内(2008年~2011年)における冬季、夏季の最大電力供給日

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)



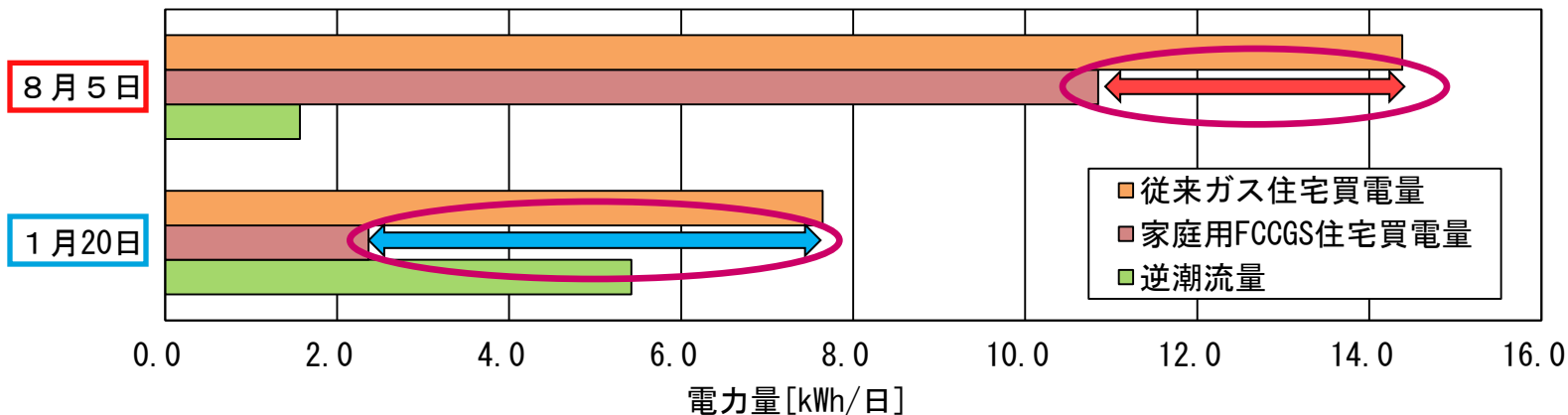
(3) 買電量及び逆潮流量



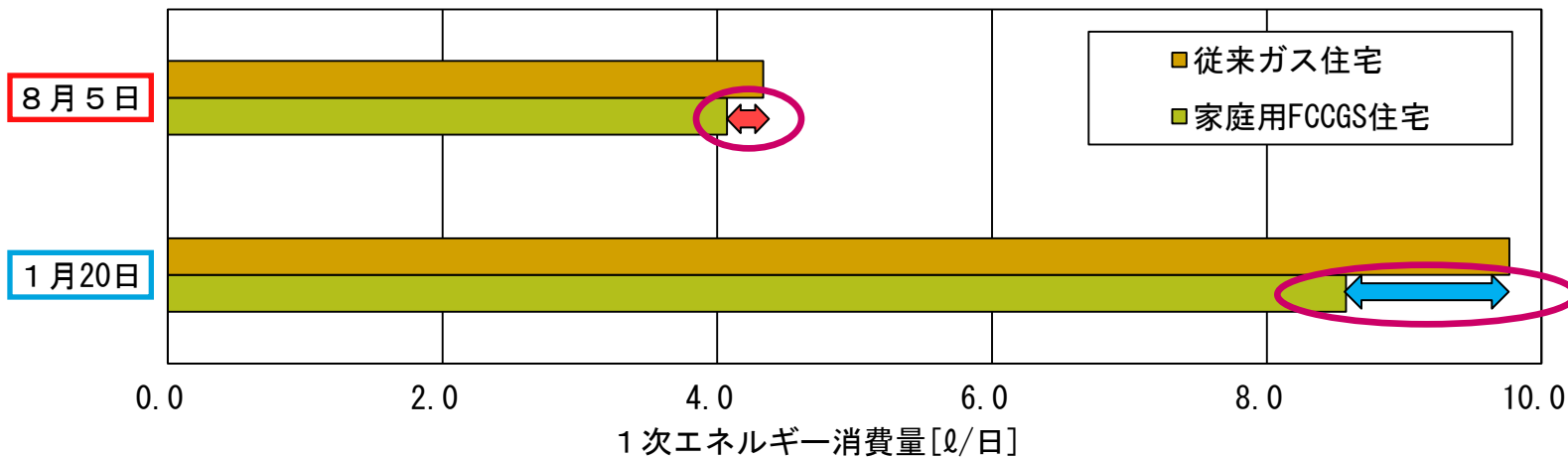
(4) 1次エネルギー消費量

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)

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。



(3) 買電量及び逆潮流量



(4) 1次エネルギー消費量

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)

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。

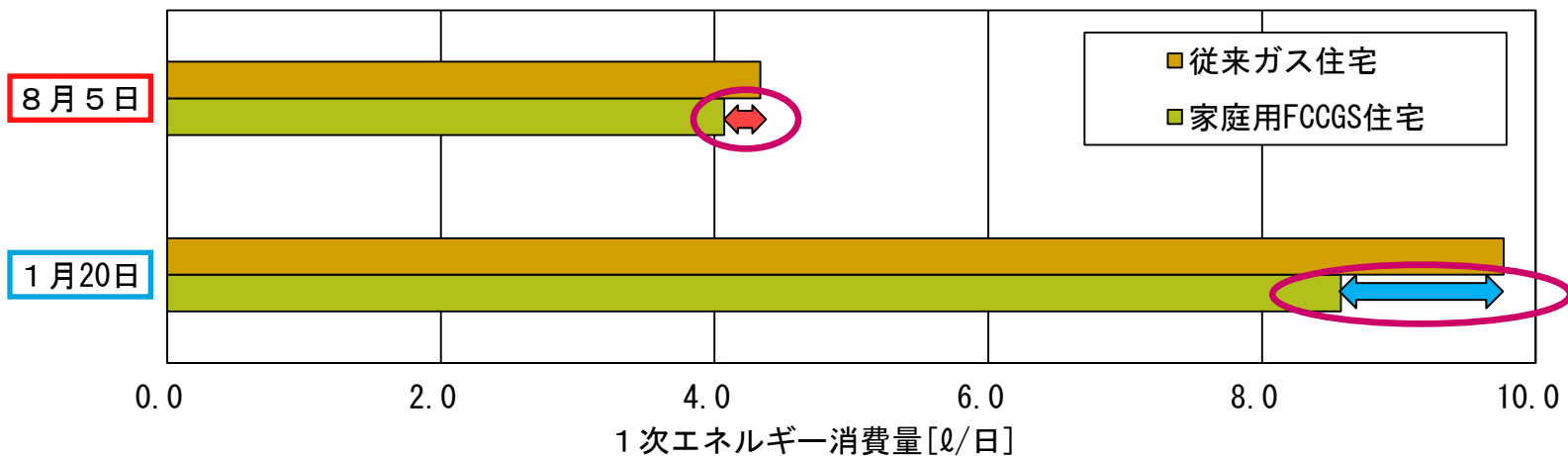
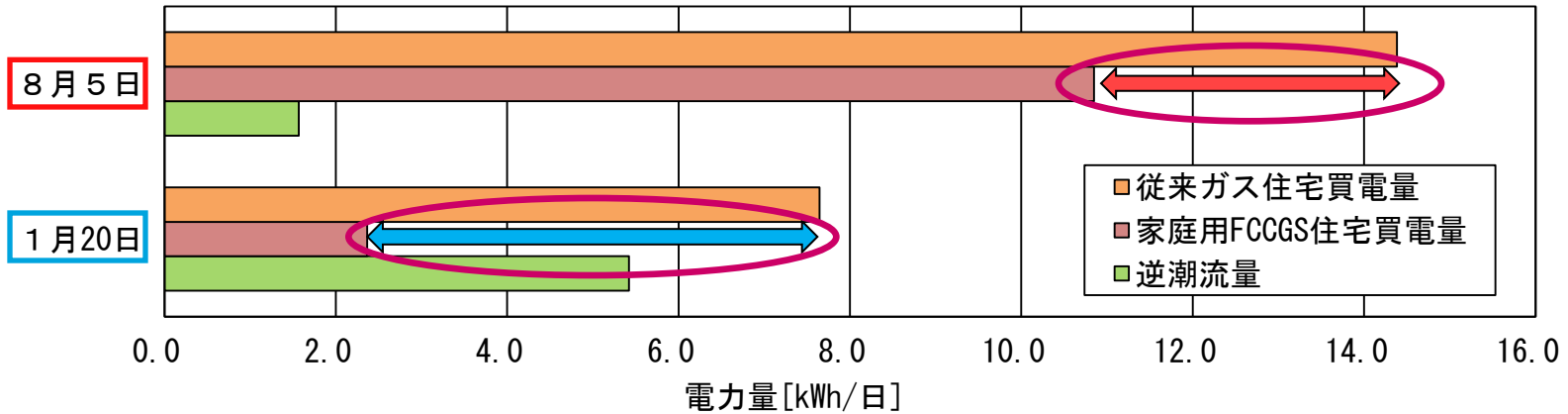


図2 各住宅の買電量、逆潮流量及び1次エネルギー消費量(住宅単体 新潟)

■ 3 東北電力管内におけるピークカット

東北電力管内全体における電力供給量

SCHEDULEにより算出した給湯負荷



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。

家庭用FCCGSの稼働条件

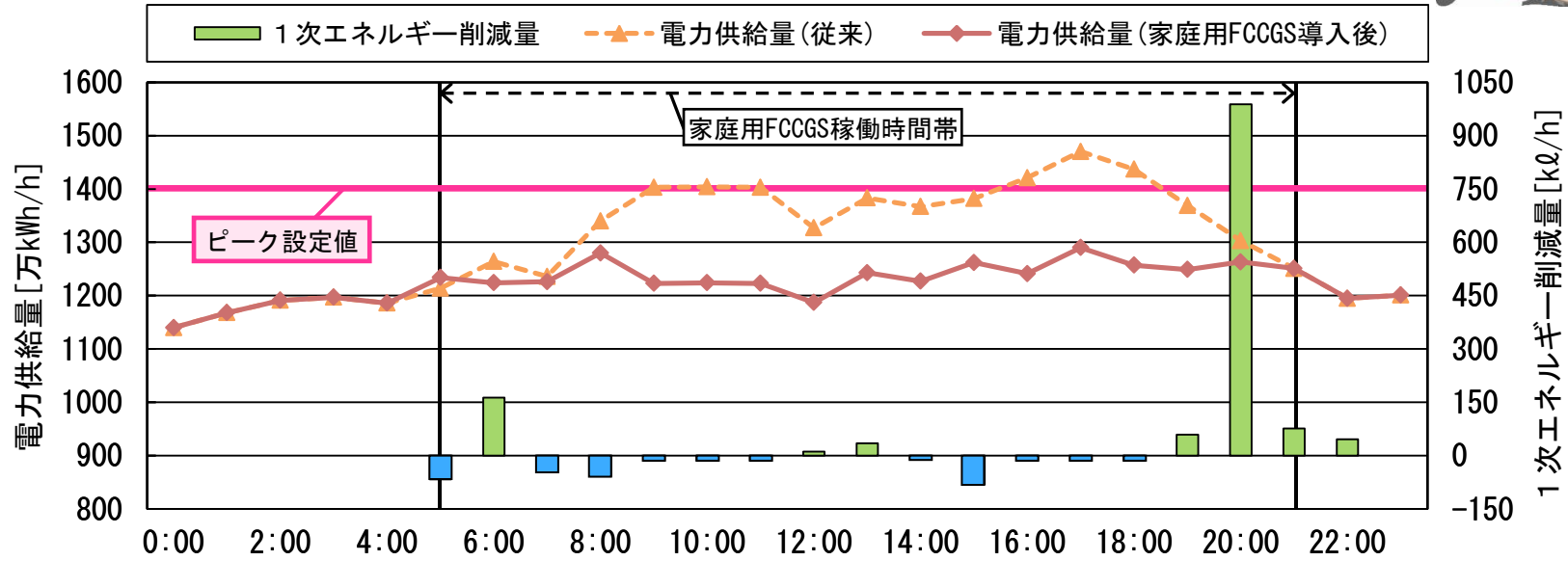
- case毎に定格出力、導入台数及び稼働時間を変化させる。
- 東北電力管内全体における電力供給量のピーク時間帯を冬季、夏季で設定する。
- 稼働の際にはピークを下回るようにグループ単位(10~80万台)で稼働時間帯をそれぞれ振り分ける。
- 各住宅において発生する余剰電力は逆潮流させる。

表4 家庭用FCCGSの稼働条件及びピーク時間帯の設定条件

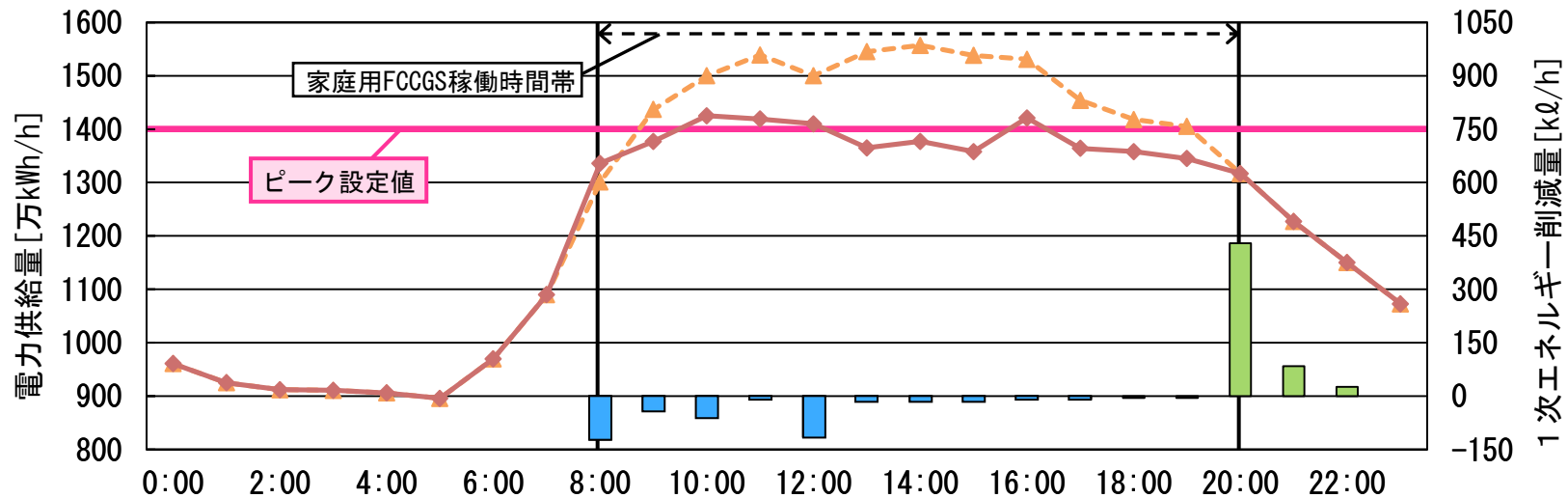
家庭用FCCGSの稼働条件	解析ケース	定格発電出力[kW]	導入台数[万台]	稼働時間[h]	
				冬季	夏季
	case 1	1.0	180	11	7
	case 2	1.5	170	8	5
	case 3	2.0	160	6	4
	case 4	2.5	160	5	3
	case 5	3.0	140	4	3
ピーク時間帯の設定条件	冬季	電力供給量が1400万kW以上* ⁵ になる時間帯			
	夏季				

* 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としている。

解析結果



(1) 1月20日(冬季)*7

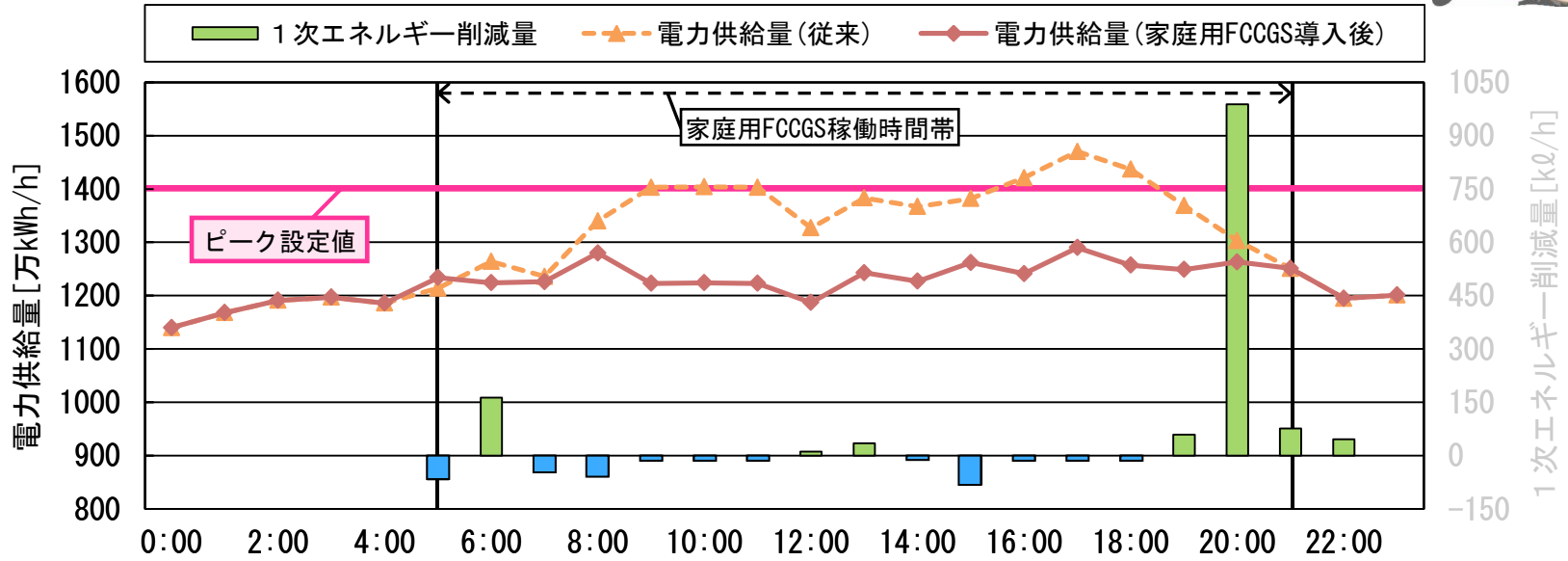


(2) 8月5日(夏季)*7

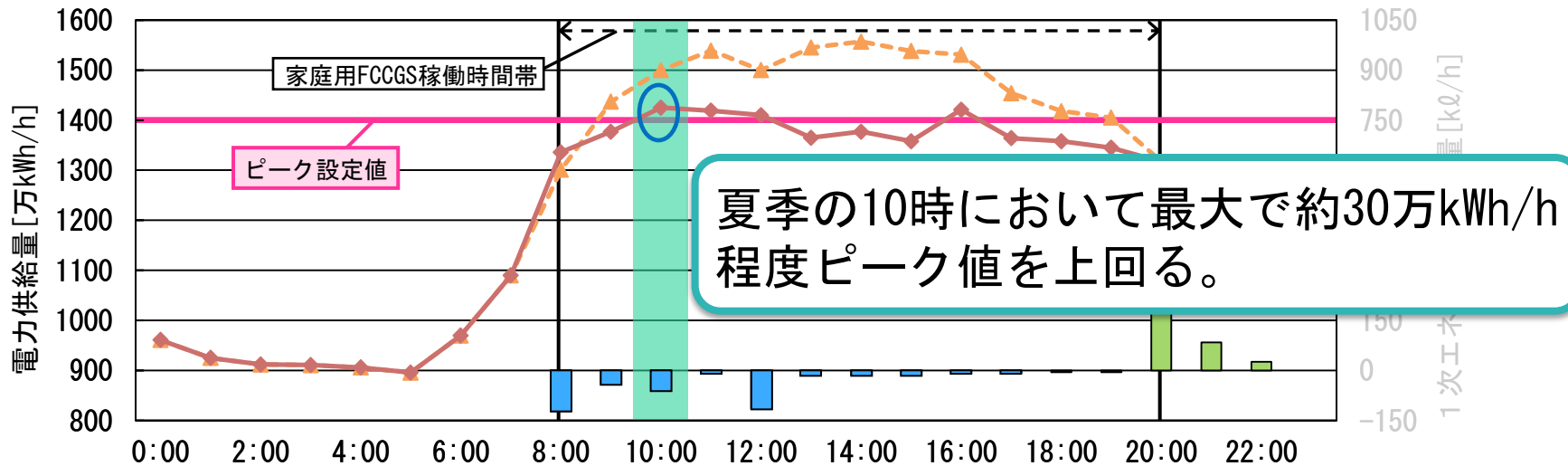
*7: 東北電力管内(2008年~2011年)における
冬季、夏季の最大電力供給日

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)

解析結果



(1) 1月20日(冬季)*7

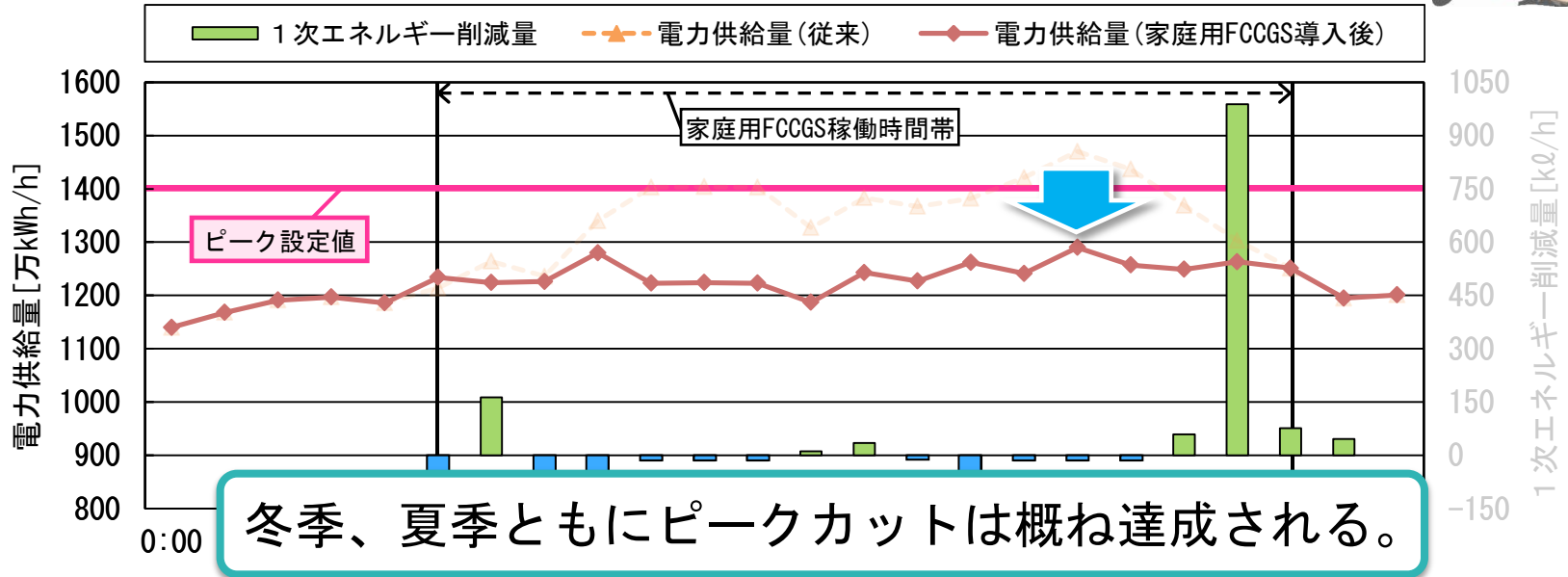


(2) 8月5日(夏季)*7

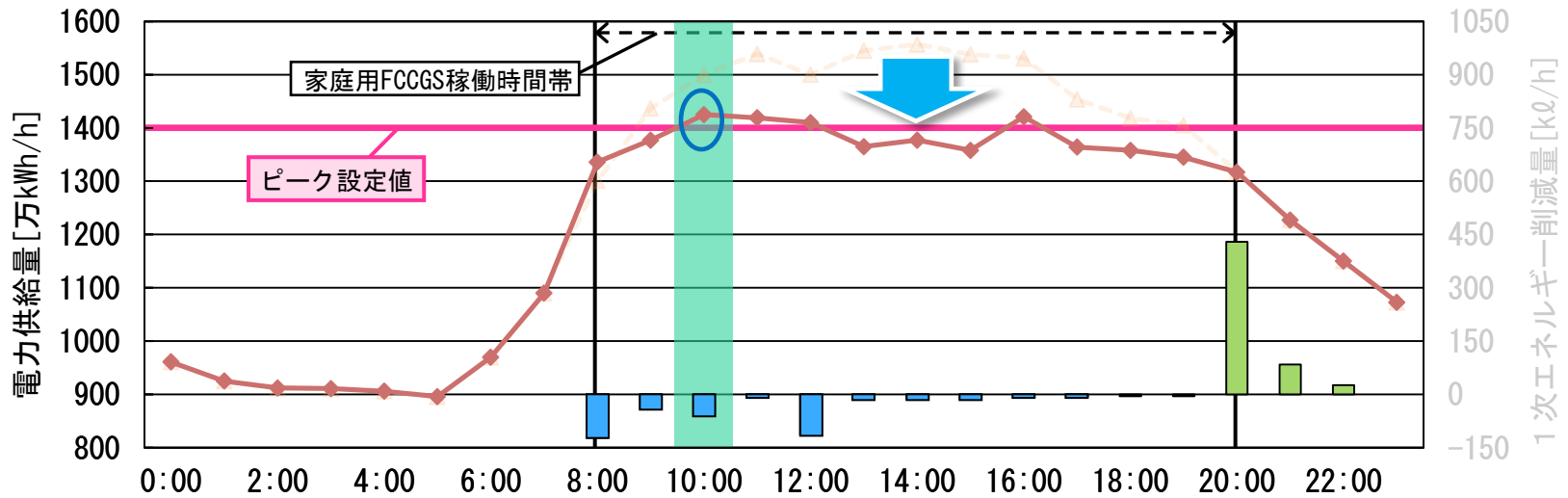
*7: 東北電力管内(2008年~2011年)における
冬季、夏季の最大電力供給日

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)

解析結果



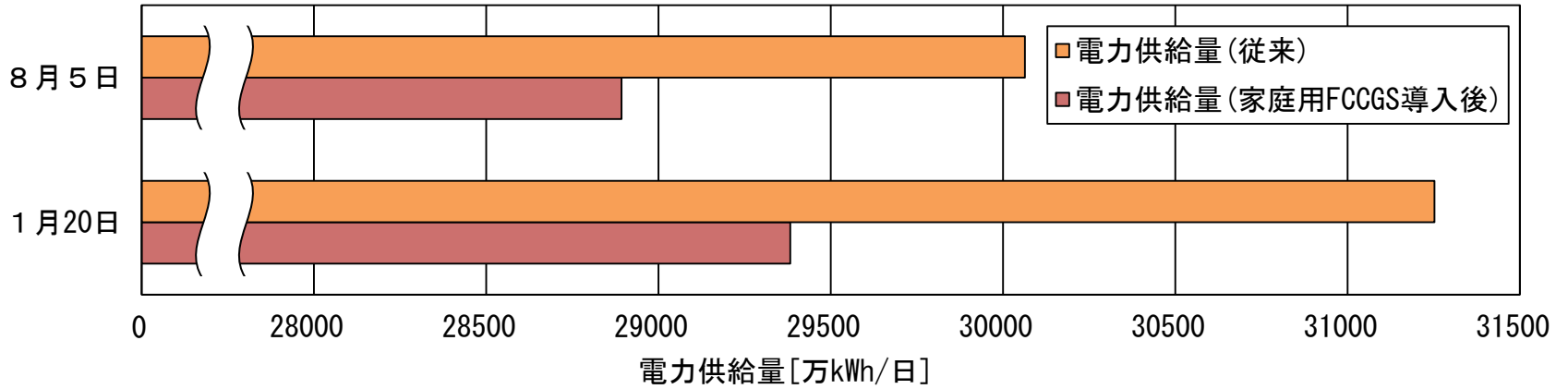
(1) 1月20日(冬季)*7



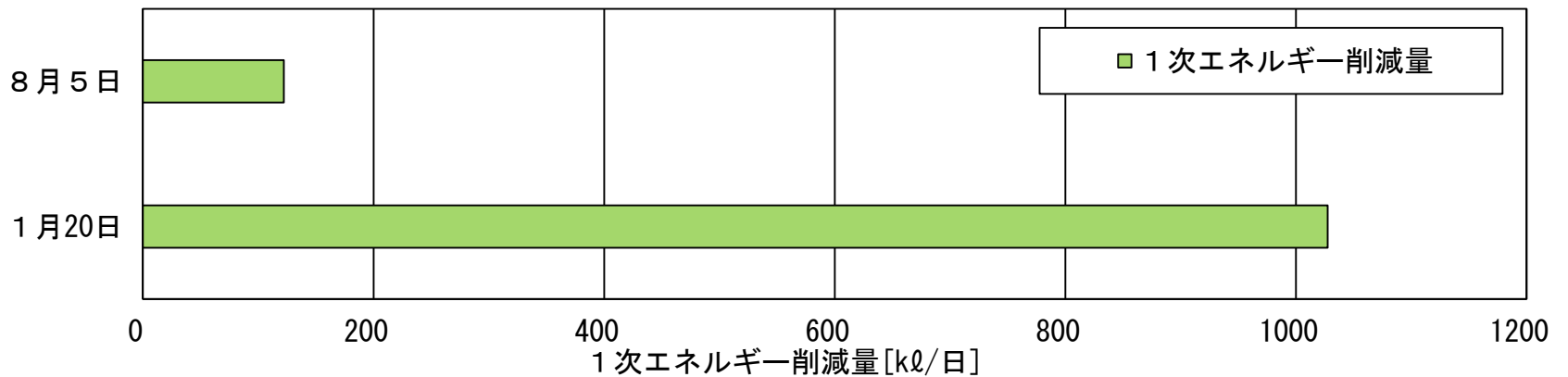
(2) 8月5日(夏季)*7

*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

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)



(3) 電力供給量

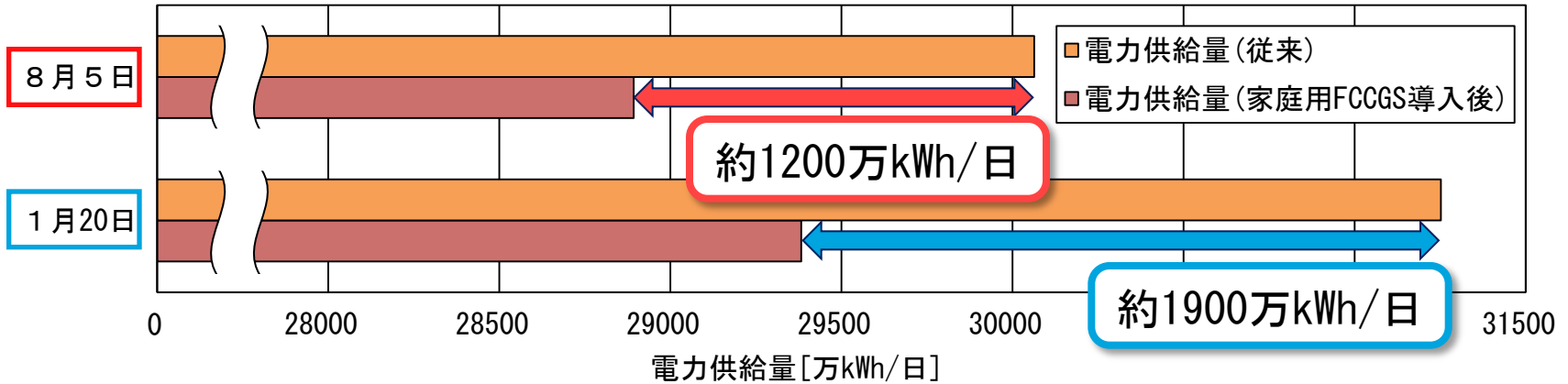


(4) 1次エネルギー削減量

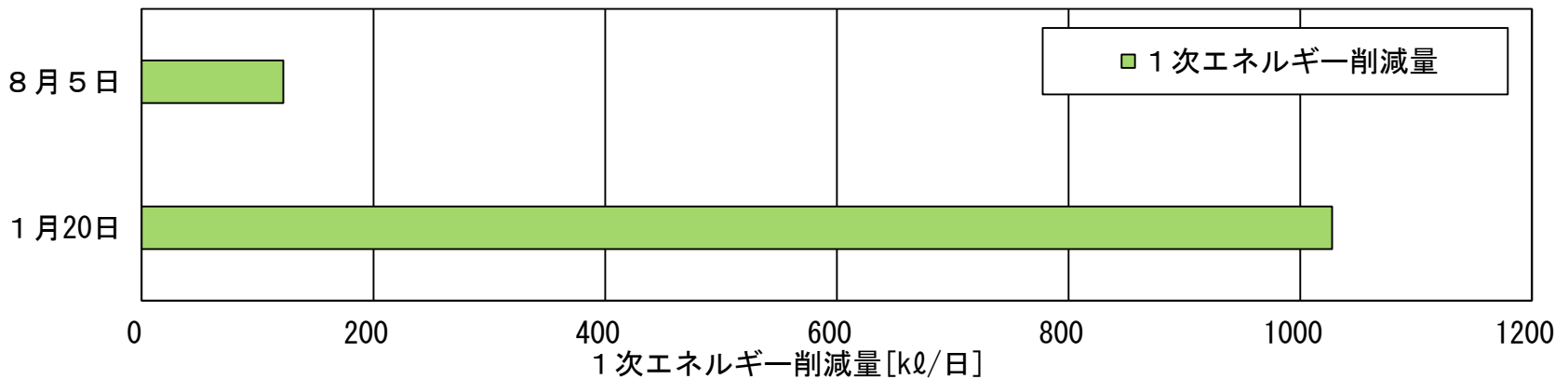
図3 電力供給量及び1次エネルギー削減量(東北電力管内 case 1)

解析結果

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。



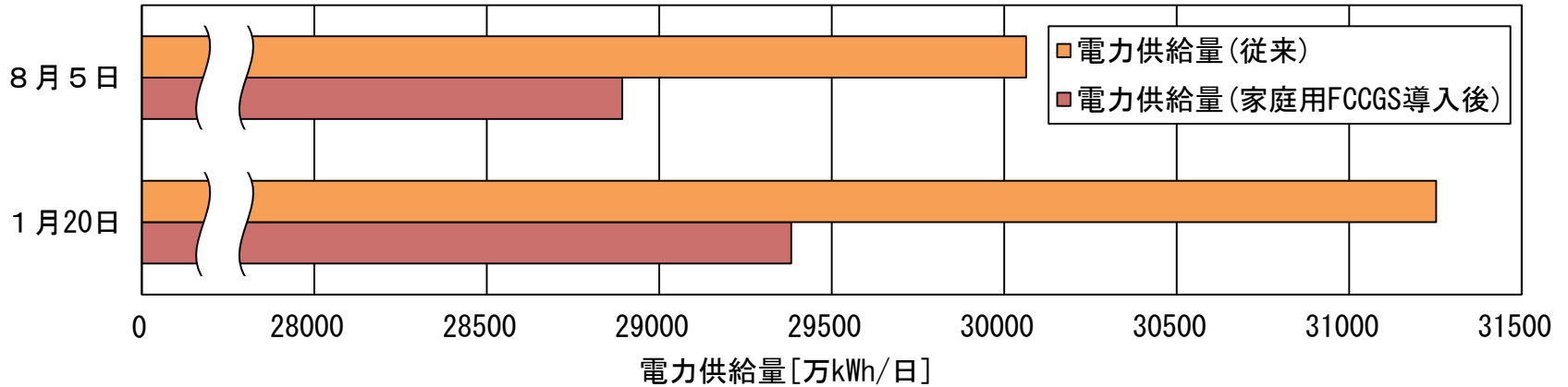
(3) 電力供給量



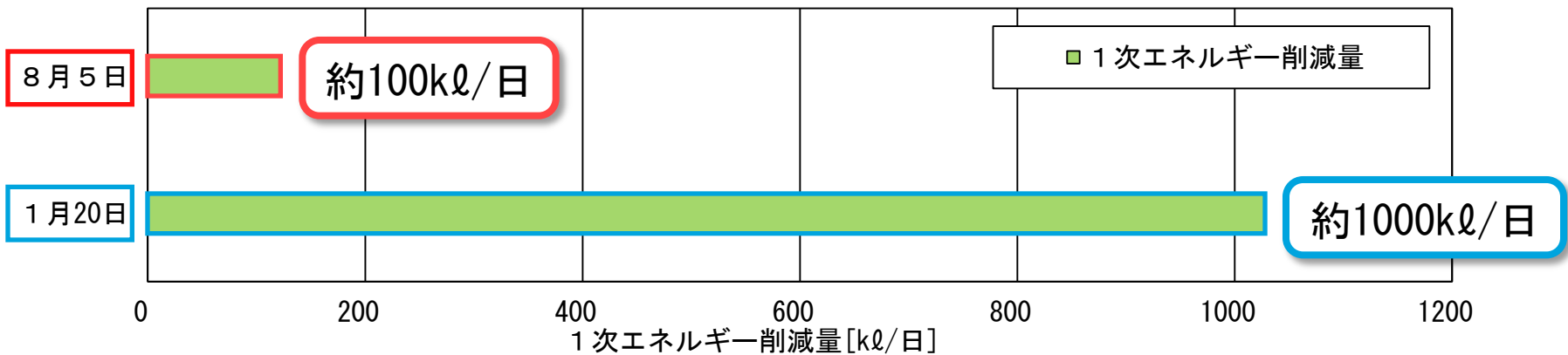
(4) 1次エネルギー削減量

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)

1次エネルギー消費量は冬季約1000kℓ/日、夏季約100kℓ/日削減される。



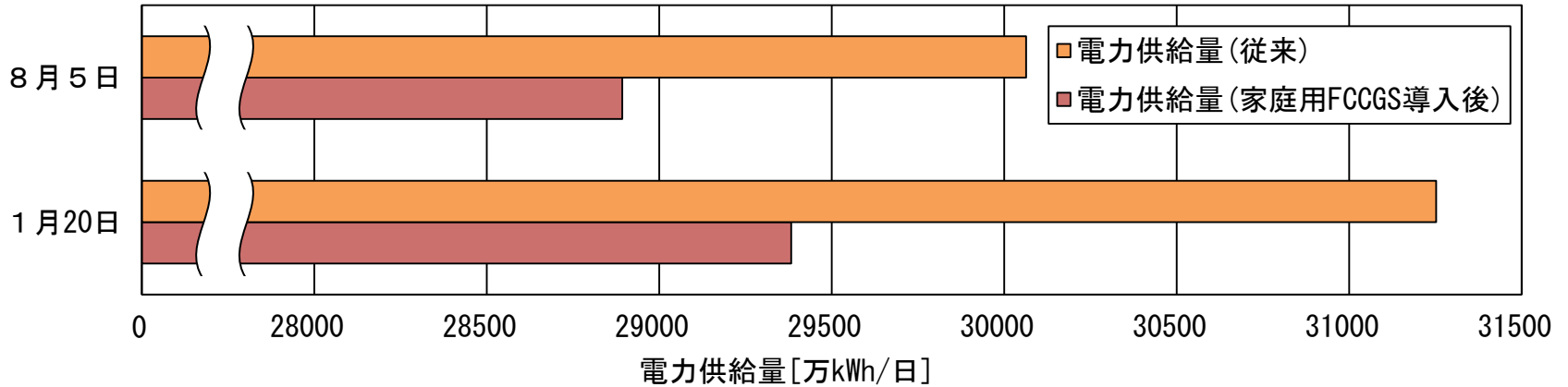
(3) 電力供給量



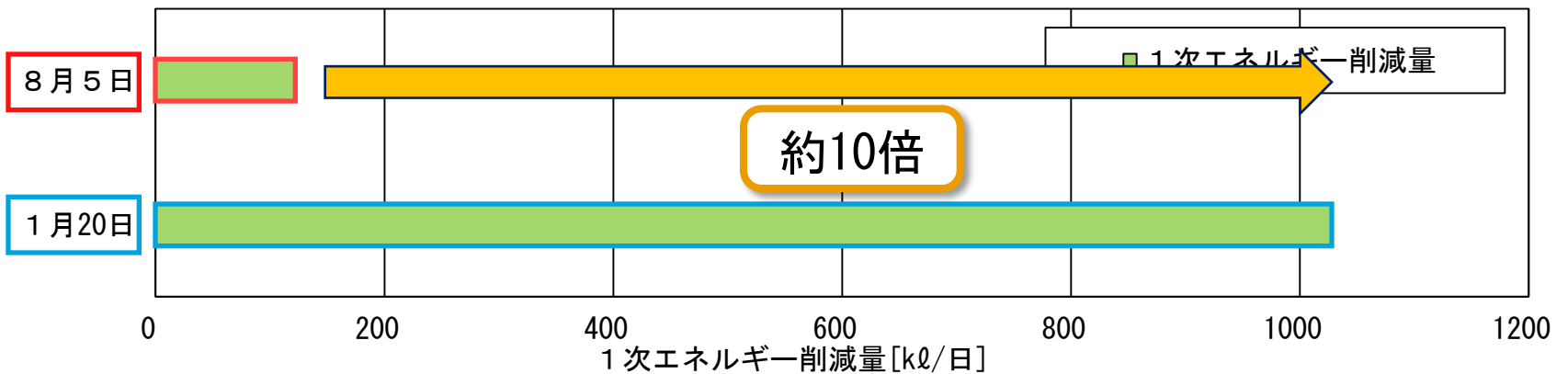
(4) 1次エネルギー削減量

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)

冬季においては夏季の約10倍の量が削減される。



(3) 電力供給量



(4) 1次エネルギー削減量

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)

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。