

## 8章 コージェネレーション設備採用時における エネルギー消費量の評価方法



## 8章 コージェネレーション設備採用時におけるエネルギー消費量の評価方法

### 8.1 評価対象とするコージェネレーション設備と評価方法の概要

#### (1) 評価の概要

##### 1) コージェネレーションシステムの概要

コージェネレーションシステム（以下、コージェネレーションまたはCGS）は、燃料電池（略称：FC）やガスエンジン発電機（略称：GE）といった発電機能を持つ「発電ユニット」を有し、発電を行うとともにその際に発生する排熱を給湯・暖房用途に利用することで、燃料の本来もつ熱エネルギーを総合的に高い効率で利用するものである（図 8.1.1）。電力は貯蔵することが困難であるため、電力需要に合わせて順次発電が行われる。給湯需要は入浴が行われる特定の時間帯に集中する傾向があるため、発電時の排熱については貯湯タンクにあらかじめ貯めておくのが一般的である。

コージェネレーションシステムは従来より業務用では普及しており、熱需要の大きい工場・病院や入浴施設での導入ケースが多くみられる。家庭用への導入は 2000 年以降であり、発電容量はガスエンジンで 1kW 程度・燃料電池で 600W ~ 1kW 程度と小型化が図られている。

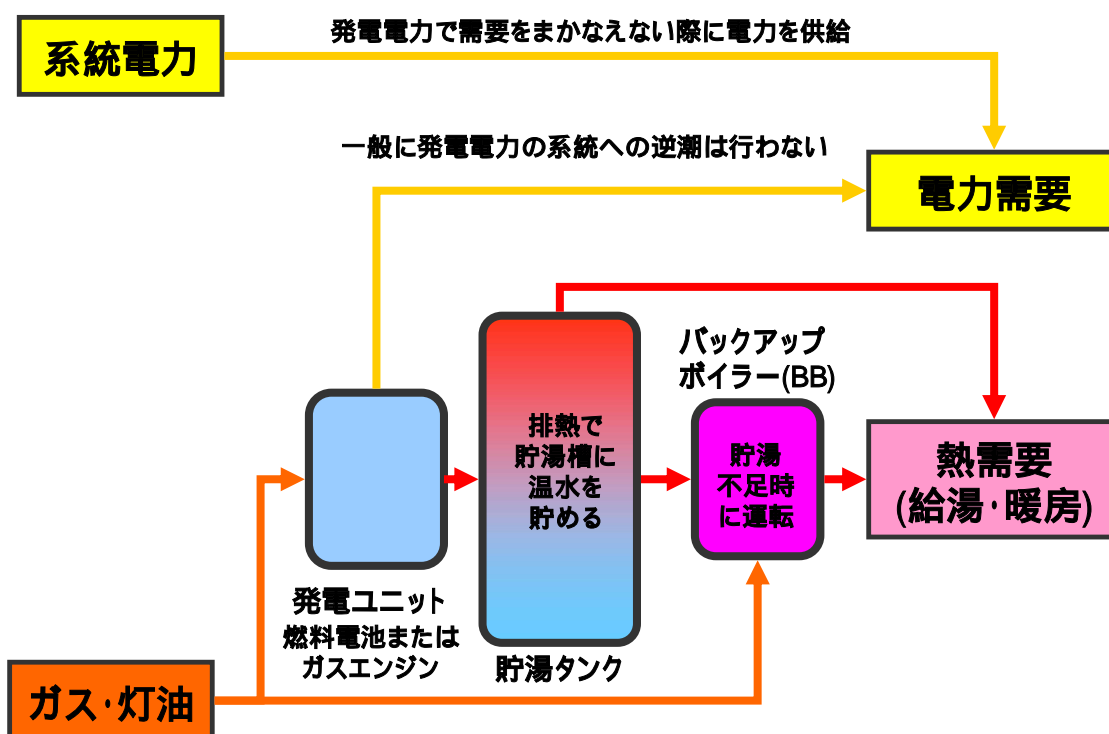


図 8.1.1 コージェネレーションシステムの構成

コージェネレーションシステムごとに、発電時に得られる電力と熱の割合は異なっており、設置住戸の電力・熱の需要バランスは効率に大きな影響をもたらす。

一般に、住戸のすべての電力需要をコージェネレーションで分担することは、必ずしも総合効率やコスト的に合理的でない場合が多く、ほとんどの場合は系統電源と連系することで、電力の不足分は系統電源によってまかなう場合がほとんどである。熱需要についても、排熱のみで熱需要のすべてを常時まかなうのは困難なため、システムでは一般に瞬間式の「バックアップボイラー(以下、BB)」が内蔵されており、貯湯熱量が不足した場合にはBBの運転により給湯が行われる。そのため、コージェネレーションは貯湯式であるが、湯切れは原則起こらない。発電された電力は、系統電力への逆潮流が認められないケースが多く、また認められる場合でもコスト的に合理的でない場合がほとんどであるため、設置された住戸内でもっぱら消費される場合がほとんどである。本評価においても、評価はすべて逆潮流を行わないとした場合のみ扱うこととする。

## 2) コージェネレーションの省エネ性

コージェネレーションは、給湯・暖房以外に電力負荷までを分担し、熱・電力を含めた総合効率の向上を意図するものである。そのためその省エネ性は、給湯熱源機器のように熱源機器単独の効率を直接比較するよりも、系統電力と給湯熱源機といった比較システムとの比較により評価されるのが一般的である。省エネ法上では、系統電源は火力発電平均 9760[kJ/kWh]とされており、燃料のもつ熱量発電効率としては 36.9% (=9760/3600)程度となる。コージェネレーションの発電効率は、燃料電池で 30%代前半、ガスエンジンで 20%代前半であるため、単純に発電効率だけでは系統電力に劣る。排熱を適切に給湯・暖房用途で利用できることが、総合効率の向上に不可欠となる(図 8.1.2)。

標準住戸とコージェネ住戸の一次消費エネルギー

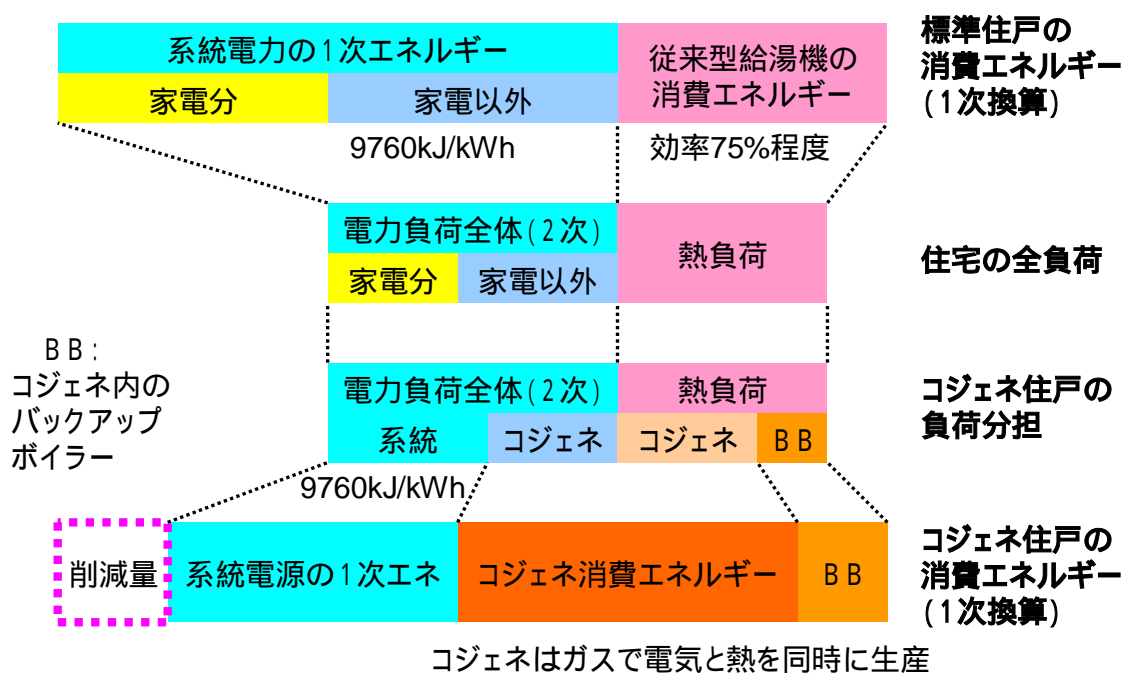


図 8.1.2 コージェネレーションの省エネ効果

そのため、コージェネレーションは高度な学習・予測機能を有し、日々の電力・熱需要の学習を行い、高効率で運転できる発電の総時間や時間帯を判断している。コージェネレーションの効率評価においては、こうした学習・予測機能の巧拙も含めて評価することが非常に重要である。

ただし本基準では、対象としているのが、暖房・冷房・給湯・照明・換気に限られており、家電の消費電力分は含まれていない。しかしながら、発電ユニットは、家電電力を含めて発電を行うものであり、家電負荷を除いた電力負荷スケジュールで試験を行うことは現実的でない（図 8.1.3）。このため、本評価では、試験時には家電負荷を含めた電力負荷スケジュールを用い、その後で家電電力の寄与分を除いて計算を行うこととした。

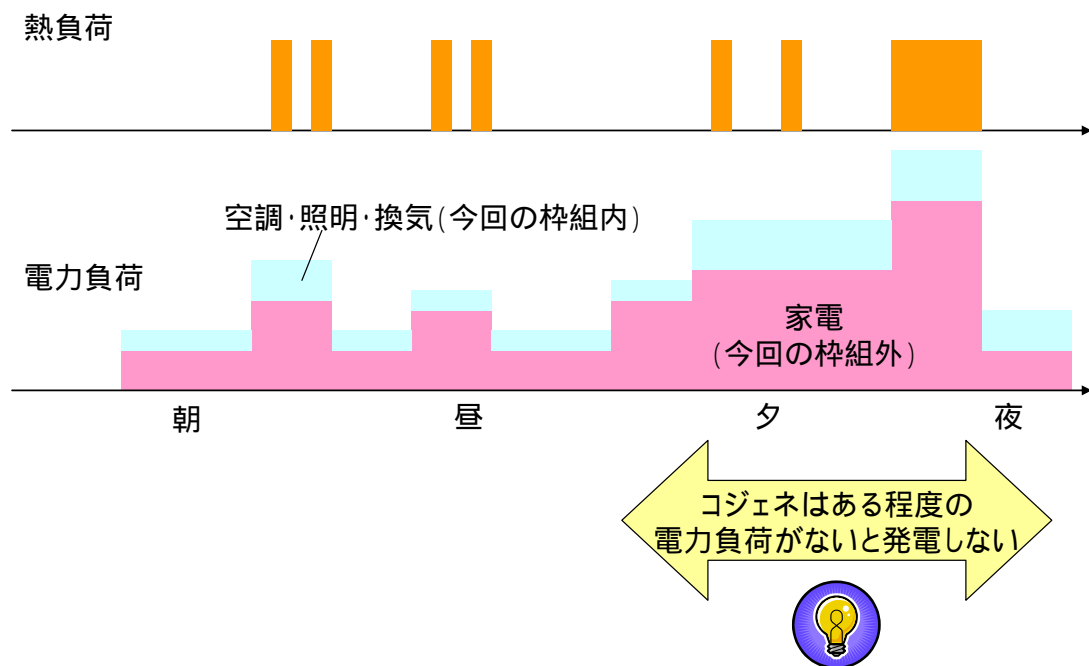


図 8.1.3 電力需要と発電

### 3) 本評価における扱い

#### 省エネ性能の評価

コージェネレーションシステムは住戸内の電力・熱需要を一括して処理する機器であり、暖房・冷房・給湯・家電照明といった用途を超えて横断的に評価を行う必要がある。このため、本計算法では、コージェネレーションを導入した場合の計算は、導入しない場合とは異なったルートで計算される。告示の内容を、次頁に示す。コージェネレーションの効率評価は通常はかなり複雑であるが、本評価においては簡略化されており、本質的には係数 C1, C2, C3 によって表現されている。

ただし、本評価では、家電電力を含まないため、家電電力を発電することで生じた省エネ効果は除かれることになる。この補正を表現しているのが Es である。Es は本来「エネルギー利用効率化設備による一次エネルギー消費量の削減量」をあらわしているが、ここでは家電分の電力を発電する際の省エネ効果を減じることになるため、ここではマイナス値となる。また、コージェネレーションと太陽電池を併設した場合の太陽電池の系統電源への売電分も、評価対象外としているため、その場合は異なる式を用いることになる。なお、コージェネレーションの評価方法については、温水暖房負荷などの値が必要となるため、算定用 Web プログラムによる計算が現実的となる。

#### 家庭用コージェネレーションの分類

省エネ性能は、機種ごとに異なることが予想されたことから、コージェネレーションを表 8.1.1 のように分類した。

燃料電池については、2009 年度から市販化が実施される。2008 年度の NEF 大規模実証用に供されている機種について、効率に影響を与えると考えられる「発電容量」・「補助熱源の形式」・「排熱の温水暖房への利用の有無」・「燃料種別」により、Type1, Type2A, Type2B, Type3 に分類している。Type1 は発電容量が 1kW 程度と大きめで、バックアップボイラーに高効率な潜熱回収型を持つ、ハイスpek仕様である。Type2 は、発電容量が 700W 程度でバックアップボイラーも従来型となっており、普及型といえる。排熱を温水暖房に利用するかどうかで、A, B に分けて扱っている。燃料については、Type1, Type2 がガス仕様であるが、Type3 は灯油仕様である。このうち、今回実験により評価できているのは、Type1 のみである。

ガスエンジンについては、すでに市販化が行われているが、2008 年度モデルでは発電ユニットは 1 社のみ、貯湯ユニットは 2 社のみとなっており、スペック等はほとんど同じである。このうち、燃料電池 Type1, ガスエンジンについては、後述の効率試験が完了しており、それぞれの形式ごとに表に示した C1, C2, C3 を使用して計算することができる。

#### 係数の代表値

分類ごとに、係数 C1 ~ C3 を表 8.1.2 に、Es の計算式を表 8.1.3 に示す。また、Es の計算時には「Rcsg: 太陽光発電時間帯における、電力負荷に対する CGS 発電電力の割合」も必要となるため、Rcsg を表 8.1.4 に示す。

2 - 2 コージェネレーションを採用する場合の住宅における一次エネルギー消費量は、2 - 1の規定にかかわらず、次の式により算出するものとする。

$$E_t = E_e \times C_1 + (L_w + L_{hw}) \times C_2 + C_3 - E_s$$

この式において、 $E_t$ 、 $E_e$ 、 $L_w$ 、 $L_{hw}$ 、 $E_s$ 、 $C_1$ 、 $C_2$ 及び $C_3$ は、それぞれ次の数値を表すものとする。

$E_t$  : 一次エネルギー消費量 (単位 1年につきギガジュール)

$E_e$  : 暖房、冷房、機械換気及び照明の用途に消費される年間消費電力量 (単位 1年につきメガワット時)

$L_w$  : コージェネレーションが分担する年間給湯負荷 (単位 1年につきギガジュール)

$L_{hw}$  : コージェネレーションが分担する年間温水暖房負荷 (単位 1年につきギガジュール)

$E_s$  : エネルギー利用効率化設備による一次エネルギー消費量の削減量 (単位 1年につきギガジュール)

$C_1$  : コージェネレーションの機種等に応じて定められる定数 (単位 1メガワット時につきギガジュール)

$C_2$  : コージェネレーションの機種等に応じて定められる定数

$C_3$  : コージェネレーションの機種等に応じて定められる定数 (単位 1年につきギガジュール)

(1)  $L_w$  : コージェネレーションが分担する年間給湯負荷 (単位 1年につきギガジュール)

年間給湯負荷は、太陽熱温水器若しくは節湯型機器の使用又は給湯配管の仕様を勘案した数値とする。

(2)  $L_{hw}$  : コージェネレーションが分担する年間温水暖房負荷 (単位 1年につきギガジュール)

コージェネレーションが分担する年間温水暖房負荷は、放射パネル及び床パネル等の放熱器と配管からなる放熱系統ごとの単位時間当たりの処理負荷に、非暖房空間等への熱損失を加え、温水暖房負荷の暖房期間における合計とし、次の式により算出するものとする。

$L_{hw}$  : コージェネレーションが分担する年間温水暖房負荷 (単位 1年につきギガジュール)

$Q_{hi,t}$  : 時刻  $t$  における放熱系統  $i$  の処理負荷 (単位 1時間につきキロジュール)

$Q_{li,t}$  : 時刻  $t$  における放熱系統  $i$  の非暖房空間等への熱損失 (単位 1時間につきキロジュール)

$m$  : 放熱系統の数

$n$  : 1年に暖房する時間 (単位 時間)

$\gamma$   $Q_{hi,t}$  : 時刻  $t$  における放熱系統  $i$  の処理負荷 (単位 1時間につきキロジュール)

放熱系統における処理負荷は、暖房負荷が放熱系統における最大処理負荷を超えない場合は暖房負荷とし、暖房負荷が放熱系統における最大処理負荷以上となる場合は当該放熱系統における最大処理負荷とする。この場合において、最大処理負荷は、放熱系統の種類、性能、仕様並びに外気の温度及び放熱系統における処理負荷等を勘案した数値とする。

$\alpha$   $Q_{li,t}$  : 時刻  $t$  における放熱系統  $i$  の非暖房空間等への熱損失 (単位 1時間につきキロジュール)

非暖房空間等への熱損失は、放熱系統の種類、性能、仕様並びに外気の温度及び放熱系統における処理負荷等を勘案した数値とする。

ハ 暖房負荷 (単位 1時間につきキロジュール)

暖房負荷は2 - 1(1)ハで算出される値とする。

(3)  $C_1$ 、 $C_2$ 及び $C_3$  : コージェネレーションの機種等に応じて定められる定数

各々の定数は、コージェネレーションの機種、性能、容量及び使用状況を勘案した数値とする。

表 8.1.1 コージェネレーションの区分

係数	燃料電池 コージェネレーション				ガスエンジン コージェネ レーション
	Type1	Type2A	Type2B	Type3	
発電機能	単相3線	単相3線	単相3線	単相3線	単相3線
逆潮流	無	無	無	無	無
給湯能力	有	有	有	有	有
追焚の能力	有	有	有	有	有
温水暖房機能	有	有	無	有	有
電気出力	900W 以上 1100W 未満	600W 以上 900W 未満	600W 以上 900W 未満	---	900W 以上 1100W 未満
補助熱源	潜熱回収型 ガス瞬間式	従来型 ガス瞬間式	従来型 ガス瞬間式	---	従来型 ガス瞬間式
燃料	都市ガス LPG	都市ガス LPG	都市ガス LPG	灯油	都市ガス LPG

燃料電池については、NEF 大規模実証試験の助成条件を満たしていること  
 ガスエンジン・コージェネについては、BLS GCo:2008 を満たしていること

表 8.1.2 代表機種における年間消費エネルギー量の簡易推定式の係数

係数	単位	燃料電池 コージェネレーション				ガスエンジン コージェネ レーション
		Type1	Type2A	Type2B	Type3	
$C_1$	[GJ/MWh]	8.159	未試験	未試験	未試験	9.271
	[GJ/GJ]	0.836	---	---	---	0.9499
$C_2$	[GJ/GJ]	1.048	---	---	---	1.1158
$C_3$	[GJ]	-1.003	---	---	---	1.4838

表 8.1.3 Es の計算式

太陽光発電と併用しない場合	$E_s = -(E_{s\ standard} - (E_e \times C_1 + (L + Lw) \times C_2 + C_3)) \times R_{appliance}$
太陽光発電と併用する場合	$E_s = -(E_{s\ standard} - (E_e \times C_1 + (L + Lw) \times C_2 + C_3)) \times R_{appliance} + (E_p - PV_s)(1 - R_{cgs})(1 - R_{appliance})$

*Estandard*: 標準設備を導入した住宅における、暖房・冷房・給湯・照明・換気用途の1次消費エネルギー合計量(標準1次エネルギー消費量)[GJ/年] 該当する「基準一次エネルギー消費量」を0.9で除した値(表8.1.4)

*Rappliance*: 家電比率(標準設備を導入した住宅における、暖房・冷房・給湯・照明・換気および家電用途の合計に対する家電電力の割合) 「9章 太陽光発電」における(1 - 按分比率)に相当(表8.1.4)

*Ep*: 太陽電池の年間予測発電量 「9章 太陽光発電」参照

*PVs*: 太陽光発電が発電した電力量のうち、売電される部分(*Ep*の56%) 「9章 太陽光発電」における按分比率における売電分

*Rcgs*: 太陽光発電時間帯における、電力負荷に対するCGS発電電力の割合(表8.1.5)

表 8.1.4 標準一次エネルギー消費量と按分比率・家電比率

区分		家電を除く標準一次E消費量	按分比率	家電比率
地域区分	暖冷房方式に係る区分	<i>Estandard</i>	1- <i>Rappliance</i>	<i>Rappliance</i>
a	すべての暖房方式	137.6	80.3%	19.7%
b	すべての暖房方式	125.4	78.8%	21.2%
	ダクト式全館空調設備その他の住宅全体を連続的に暖房する方式	107.2	76.1%	23.9%
	温水暖房、蓄熱暖房その他の全居室を連続的に暖房する方式	110.0	76.5%	23.5%
	ルームエアコンディショナー以外の設備により主たる居間を間欠的に暖房する方式	68.2	66.9%	33.1%
	ルームエアコンディショナーにより主たる居室を間欠的に暖房する方式	62.9	65.1%	34.9%
	ダクト式全館空調設備その他の住宅全体を連続的に暖房する方式	112.5	76.9%	23.1%
	温水暖房、蓄熱暖房その他の全居室を連続的に暖房する方式	113.3	77.0%	23.0%
	ルームエアコンディショナー以外の設備により主たる居間を間欠的に暖房する方式	68.4	66.9%	33.1%
	ルームエアコンディショナーにより主たる居室を間欠的に暖房する方式	62.9	65.1%	34.9%
a	ダクト式全館空調設備その他の住宅全体を連続的に暖房する方式	101.6	75.1%	24.9%
	ルームエアコンディショナー以外の設備により主たる居間を間欠的に暖房する方式	62.1	64.8%	35.2%
	ルームエアコンディショナーにより主たる居室を間欠的に暖房する方式	57.5	63.0%	37.0%
b	ダクト式全館空調設備その他の住宅全体を連続的に暖房する方式	98.3	74.4%	25.6%
	ルームエアコンディショナー以外の設備により主たる居間を間欠的に暖房する方式	58.3	63.3%	36.7%
	ルームエアコンディショナーにより主たる居室を間欠的に暖房する方式	54.2	61.6%	38.4%
	ダクト式全館空調設備その他の住宅全体を連続的に暖房する方式	82.3	70.9%	29.1%
	ルームエアコンディショナー以外の設備により主たる居間を間欠的に暖房する方式	50.3	59.8%	40.2%
	ルームエアコンディショナーにより主たる居室を間欠的に暖房する方式	47.4	58.4%	41.6%
	ダクト式全館空調設備その他の住宅全体を連続的に暖房する方式	79.7	70.2%	29.8%
	ルームエアコンディショナー以外の設備により主たる居間を間欠的に暖房する方式	43.7	56.4%	43.6%
	ルームエアコンディショナーにより主たる居室を間欠的に暖房する方式	41.6	55.2%	44.8%

表 8.1.5 Rcgs の値

	燃料電池				ガスエンジン
	Type1	Type2A	Type2B	Type3	
<b>Rcgs</b>	0.415	未試験	未試験	未試験	0.170

(2) コージェネレーションシステムの消費エネルギー量の評価フロー

本項においては、家庭用の各戸に1台のコージェネレーション機器を設置した場合の、消費エネルギー量の算定法について記述する。本項における算定の流れは、以下の通りである。

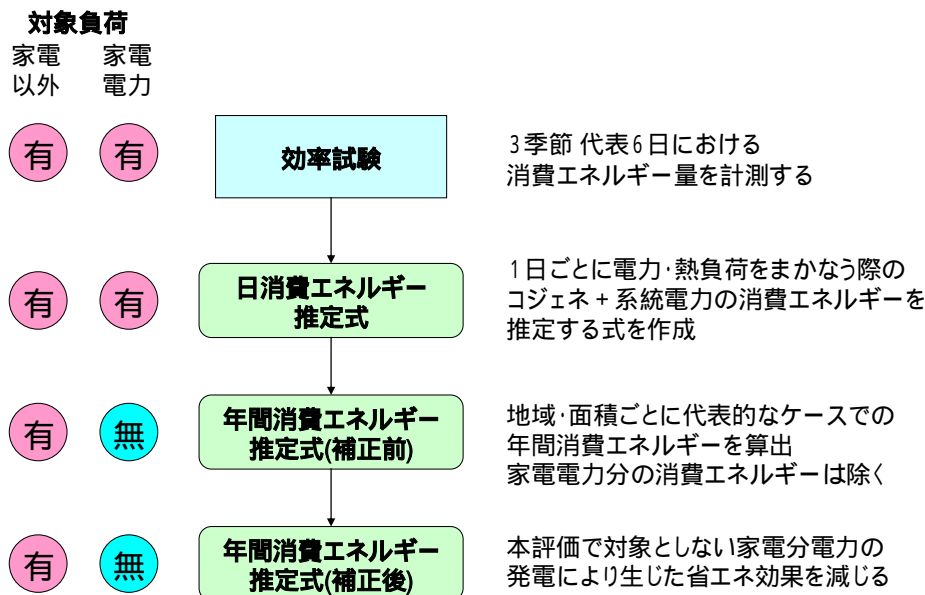


図 8.1.4 コージェネレーションの評価フロー

1. 各季節の代表6日における効率の実験

夏期・中間期・冬期・厳寒期(任意)の3～4季節における代表6日間分について、コージェネレーション機器と系統電源の組み合わせで、各日ごとに異なる電力(含家電)・熱負荷をすべて分担させる試験を行う。試験結果より、コージェネレーションが消費したガス・灯油の熱量と系統からの買電力量をあわせた消費エネルギー量を把握する。

2. 日消費エネルギー推定式の作成

1の試験結果は、複数日ではあるものの特定の電力・熱負荷における消費エネルギー量である。そこで、1の実験における電力(含家電)・熱負荷と消費エネルギーの関係进行分析し、1日における任意の電力・熱負荷に対する消費エネルギー量を算定する

3. 年間消費エネルギー推定式(補正前)の作成

気候区分・床面積別のケースにおいて、年間365日の電力(除家電)・熱負荷に対して日ごとの消費エネルギーを前述の日消費エネルギー推定式より算出・積算して年間消費エネルギーを算出する。年間の電力・熱負荷より、年間消費エネルギーを推定する回帰式を作成する。

4. 年間消費エネルギー推定式(補正後)の作成

3の推定式は、本基準で評価されない家電分の消費電力の省エネ効果を含んでいるため、Esにおいて補正を行う

### (3) 評価対象とするコージェネレーション

#### 1) 燃料電池コージェネレーション

燃料電池については、その性能の計測方法等については、日本工業規格(JIS)のように規格化された評価方法はみられない。

財団法人 新エネルギー財団(NEF)において行われている定置用燃料電池の大規模実証試験においては、助成対象とされている燃料電池のスペックは以下のとおりである。本評価でも対象とするのは、この基準をクリアしていることが必要である。現状、ほとんどの 2008 年度大規模実証試験機および 2009 年度に市販化される製品については、前述の分類である Type1, Type2A, Type2B, Type3 のいずれも、この条件を満たしている。

自己認証において、次の要件に適合するもの。ただし、燃料種が石油系燃料の場合は 2% の効率低下を容認する。

- (a) 定格運転時の発電効率が 30% 以上 (HHV) であること
- (b) 定格運転時の総合効率が 65% 以上 (HHV) であること
- (c) 50% 負荷運転時発電効率が 27% 以上 (HHV) であること
- (d) 50% 負荷運転時総合効率が 54% 以上 (HHV) であること
- (e) システムの耐久性が 2 年以上であること。

#### 2) ガスエンジン・コージェネレーション

ガスエンジン・コージェネレーションについては、その性能の計測方法等については、日本工業規格(JIS)のように規格化された評価方法はみられない。

(財)ベターリビングにおいては、「優良住宅部品認定基準および付加認定基準」として、BLS GCo:2008「家庭用ガスコージェネレーションシステム」が定められている。ただし、効率については「総合エネルギー効率：発電及び排熱利用を併せた総合エネルギー効率が高いこと」とのみ定義されており、具体的な効率の値には言及されていない。

NEDO において行われていた「住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業-住宅に係るもの-」の中では、「ガスエンジン給湯機」と分類されており、発電及び排熱利用を併せた総合効率がガス式では 75% 以上、石油式では 80% 以上と定義されている。

#### 3) 効率試験を実施した機種

燃料電池 Type1、ガスエンジン・コージェネレーションについて、試験対象とした機種の外観を図 8.1.5 と図 8.1.6、スペックを表 8.1.6 に示す。



図 8.1.5 燃料電池(Type1)試験対象機



図 8.1.6 ガスエンジン 試験対象機

表 8.1.6 試験対象機器のスペック

係数	燃料電池 コージェネレーション				ガスエンジン コージェネ レーション
	Type1	Type2A	Type2B	Type3	
発電機能	単相 3 線	未試験	未試験	未試験	単相 3 線
給湯能力	41.9kW	"	"	"	24 号
追焚の能力	9.88kW	"	"	"	12kW
温水暖房機能	有	"	"	"	有
電気出力	1000W	"	"	"	1000W
補助熱源	潜熱回収型 ガス瞬間式	"	"	"	従来型 ガス瞬間式
発電効率 (HHV)	33%	"	"	"	20.3%
排熱回収効率 (HHV)	45%	"	"	"	56.9%以上
貯湯容量	200L	"	"	"	137L 未満
燃料	都市ガス	"	"	"	都市ガス
逆潮流	無	"	"	"	無

## 8.2 コージェネレーションの性能試験方法

### (1) 実使用を想定したコージェネレーションの試験方法

#### 1) 試験の目的

- 実住宅に電気・熱を同時に供給するコージェネレーションを設置した場合を想定し、実住宅に即した電気・熱負荷条件での1次エネルギー消費量を把握する。
- 外界気象条件の地域差を考慮するため、試験は最低限3つの季節条件(夏期・中間期・冬期)において行うこと。可能であれば、厳冬期条件の試験も行うことが望ましい。

#### 2) 試験に用いる給湯・温水・電力の負荷条件

##### 負荷条件の概要

本評価における効率試験で用いる電力・給湯・給湯の負荷は、表 8.2.1 に示すように代表6日分が設定されている。照明・家電の電力負荷・給湯熱負荷は、国土交通省総プロ「エネルギー・資源の自立循環型住宅・都市基盤整備支援システムの開発(以下、自立循環総プロ)」委員会( IBEC )において設定された負荷を用いる。

なお、以下で記述する電力・熱負荷はあくまで試験用のものであり、それらはコージェネレーションシステムにおける負荷と消費エネルギーの相関を見るためのものであり、最終的な特定住宅の負荷・消費エネルギー条件とは必ずしも一致していない点に注意を要する。

##### 用途別負荷の概要

#### イ 給湯負荷

給湯負荷については、給湯機器の消費エネルギー量の算定において用いられる負荷と共通の「修正M1モード」を採用した。詳細は6章の給湯熱源機器を参照のこと。

#### ロ 空調負荷

空調負荷は、モデル戸建住宅(断熱:等級3レベル 地域: a)を想定した熱負荷の数値計算により算出されたもので、冷房機器・暖房機器の消費エネルギー量の算定において用いられる負荷とほぼ共通である。空調負荷の代表日は、平均( $\mu$ )と標準偏差( $\sigma$ )を元に、該当する日を選択した(図 8.2.1)。「休日在宅」は(大) $\mu+2\sigma$ ・(小) $\mu-\sigma$ と負荷が大きく、「平日」は(大) $\mu$ ・(小) $\mu-\sigma$ で平均~やや少なめ、「休日外出」は暖冷房を行わないものとした。

「発電ユニットの排熱を温水暖房に利用しないCGS」の暖房負荷および全ての機器の冷房負荷については、全室の負荷をエアコンで分担するものとした。

なお、「発電ユニットの排熱を温水暖房に利用するCGS」については、暖房負荷のうちリビング・ダイニングの分を温水負荷とし、それ以外の居室をエアコンで分担することとした(表 8.2.1)。これは、発電ユニットの排熱を温水暖房に用いる場合は、実住戸に設置される場合には温水暖房が利用される場合がほとんどであること、温水暖房への排熱利用がシステムの効率に大きな影響を及ぼすと予測されるためである。なお、部屋への投入熱量は床暖房等による快適性の違いを考

慮して、対流式の熱負荷の90%としたものに、床下や配管における熱ロスを含んだ値となっている。これは、本評価における暖房の扱いと同様である。

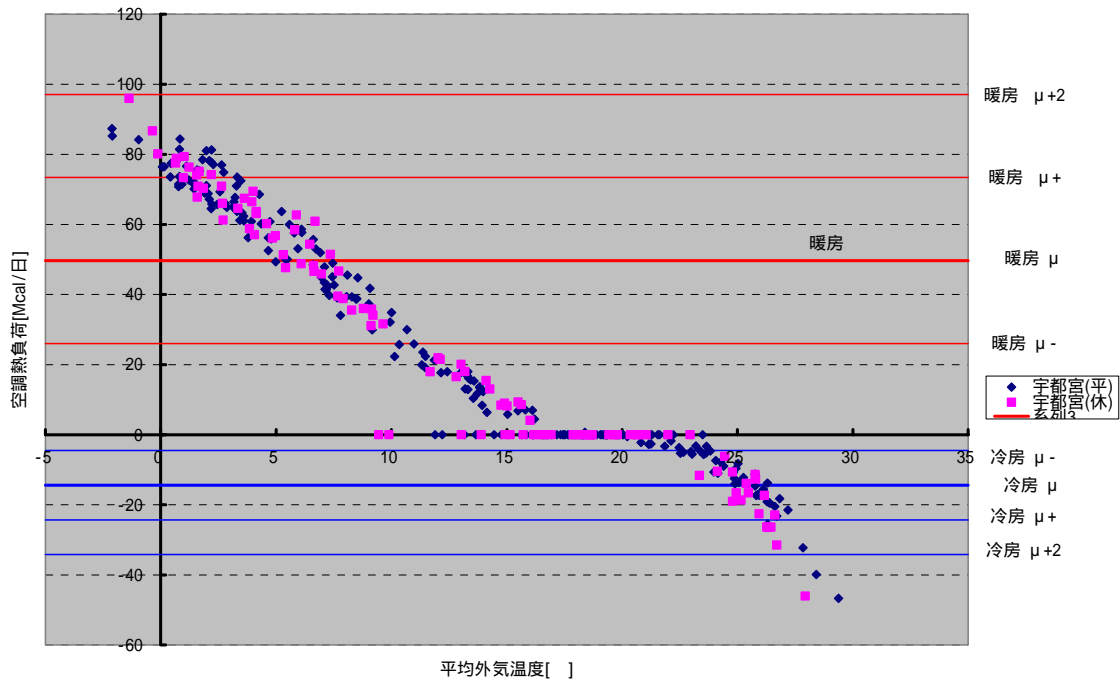


図 8.2.1 空調負荷 ( a 地域 )

## 八 照明電力負荷

「自立循環総プロ」の実証実験棟（集合住宅 床面積 約 70m<sup>2</sup>）で得られた照明電力負荷について、戸建のモデル住宅（床面積 約 120m<sup>2</sup>）への床面積補正を行った値を用いている。生活スケジュールの違いにより、「平日」「休日在宅」「休日外出」の3パターンがある。

## 二 家電電力負荷

照明と同様に、「自立循環総プロ」の実証実験棟（集合住宅 床面積 約 70m<sup>2</sup>）で得られた家電電力負荷に、調理用（炊飯器等）の電力負荷を加算した値を用いている。照明と同様に、「平日」「休日在宅」「休日外出」の3パターンがある。

電力負荷（空調 + 照明 + 家電）

試験用の電力負荷  $L_{E\_EX}$  は、次式より算出される。各用途の組み合わせ条件を表 8.2.1 に示す。

冷房・暖房については、エアコンで処理されるものとした。エアコンの機器効率(COP)は、暖房・冷房共通で 3 を仮定した。現状で市場に流通している機器は、これよりも表示されている性能・実使用時における性能とも高いものが一般的である。しかしながら、ここで検討しているのはコージェネレーションの試験用負荷条件であり、日ごとの電力負荷の変動幅が大きい方が後述の推定式の作成時に精度を高めることができると考えられたため、低めの COP=3 を採用した。

$$L_{E\_EX} = L_{E\_HA} + L_{E\_L} + L_{E\_C} + L_{E\_HT}$$

- $L_{E\_EX}$  : 代表日の各日における電力負荷[MJ/日]  
 $L_{E\_HA}$  : 代表日の各日における家電用途の電力負荷[MJ/日]  
 $L_{E\_L}$  : 代表日の各日における照明用途の電力負荷[MJ/日]  
 $L_{E\_C}$  : 代表日の各日における冷房用途の電力負荷[MJ/日]  
 $L_{E\_HT}$  : 代表日の各日における暖房用途の電力負荷[MJ/日]

表 8.2.1 電力負荷の内訳

季節	中間期	夏期	冬期	
対象機器	すべての機器	すべての機器	排熱を温水暖房に利用する機種	排熱を温水暖房に利用しない機種
家電電力負荷 $L_{E\_HA}$	各季節共通	各季節共通	各季節共通	各季節共通
照明電力負荷 $L_{E\_L}$	各季節共通	各季節共通	各季節共通	各季節共通
冷房電力負荷 $L_{E\_C}$		エアコンを想定し、全室の空調負荷に COP=3 を仮定して算出		
暖房電力負荷 $L_{E\_HT}$			エアコンを想定し、LDK 以外の空調負荷に COP=3 を仮定して算出	エアコンを想定し、全室の空調負荷に COP=3 を仮定して算出

### 各用途の組み合わせ

本試験については、給湯・空調・照明家電の各用途を表 8.2.2 に示すように日ごとに組み合わせている。基本的には、給湯・空調・照明家電のいずれも、「休日在宅」は多め、「平日」は平均的、「休日外出」は少なめとなっている。実際の住宅において、こうした用途別の消費エネルギーが日ごとに相関しているかどうかは、住宅の設備や住民の生活様式によって異なっていると思われる。今後も継続した検討が必要である。

なお、学習・予測の過度な最適化を防ぐため、後述の試験スケジュールの中では、学習期間(1日目～21日目)において20日目の「平日(大)」と21日目の「平日(小)」では、空調の(大)(小)が入れ替わっている。

表 8.2.2 照明家電・給湯・空調負荷の設定

季節	給湯	空調		照明家電
		冷房	暖房	
元データ	給湯熱源機器と共通の負荷 (修正 M1 モード)	冷房機器の消費エネルギー量の計算で用いる熱負荷と同様	暖房機器の消費エネルギー量の計算で用いる熱負荷と同様	自立循環総プロ
平日(小)	平日(小) $\mu -$	平日 $\mu -$	平日 $\mu -$	平日
平日(大)	平日(大) $\mu$	平日 $\mu$	平日 $\mu$	平日
休日在宅(小)	休日在宅(小) $\mu +$	休日 $\mu +$	休日 $\mu +$	休日在宅
休日在宅(大)	休日在宅(大) $\mu +2$	休日 $\mu +2$	休日 $\mu +2$	休日在宅
休日外出(小)	休日外出(小) $\mu -2$	冷房不使用 $\mu -2$	暖房不使用 $\mu -2$	休日外出
休日外出(大)	休日外出(大) $\mu -$	冷房不使用 $\mu -2$	暖房不使用 $\mu -2$	休日外出
平日(小) 学習期間 21 日目	平日(小) $\mu -$	平日 $\mu$	平日 $\mu$	平日
平日(大) 学習期間 20 日目	平日(大) $\mu$	平日 $\mu -$	平日 $\mu -$	平日

$\mu$  : 通期での平均      : 通期での標準偏差

機器ごとの各季節における代表日6日の負荷条件を、表 8.2.3 に示す。暖房に温水を供給する CGS の負荷条件を図 8.2.3 に、暖房に温水を供給しない CGS の負荷条件を図 8.2.4 に示す。「非照明・非 AC」とされているのは、ほとんどが家電の消費電力である。家電・照明の電力は安定しているのに対し、空調の電力・熱負荷は非常に大きい。

それぞれの試験条件における電熱比を図 8.2.2 に示す。各日の負荷はおおむね、電気 2 : 熱 1 から電気 1 : 熱 2 の範囲に分布している。コージェネレーションでは、発電ユニットの形式により発電効率と排熱回収効率が異なるため、こうした季節ごとの電熱比は効率に大きな影響を与えるものと予測される。

表 8.2.3 試験用負荷条件

		空調以外の電力負荷		空調関係 エアコン(AC)電力			温水負荷	給湯	全負荷 排熱を温水暖房に利用する機種		排熱を温水暖房に利用しない機種	
		[kWh/日]		[kWh/日]			[kWh/日]	[MJ/日]	電力負荷	熱負荷	電力負荷	熱負荷
		非照明・非AC	照明	冷房	暖房	LDK+個室	LDK	LDK	[kWh/日]	[MJ/日]	[kWh/日]	[MJ/日]
中間期	平日(小)	9.44	1.52					36.59	10.96	39.45	36.59	同左
		9.44	1.52					45.25	10.96	39.45	45.25	
	休日在宅(大)	10.89	1.78					52.95	12.68	45.64	52.95	
	休日外出(小)	8.26	0.88					23.11	9.15	32.92	23.11	
		8.26	0.88					36.59	9.15	32.92	36.59	
夏期	平日(小)	9.44	1.52		1.79			25.45	12.75	45.88	25.45	同左
	平日(大)	9.44	1.52		5.69			31.48	16.64	59.92	31.48	
	休日在宅(小)	10.89	1.78		8.88			36.84	21.55	77.60	36.84	
	休日在宅(大)	10.89	1.78		12.20			43.53	24.88	89.57	43.53	
	休日外出(小)	8.26	0.88					16.07	9.15	32.92	16.07	
	休日外出(大)	8.26	0.88					25.45	9.15	32.92	25.45	
冬期	平日(小)	9.44	1.52		6.26	3.77	18.79	49.31	14.73	53.04	116.95	21.00 75.59 49.31
	平日(大)	9.44	1.52		10.17	9.21	30.52	60.99	20.17	72.60	170.85	30.34 109.22 60.99
	休日在宅(小)	10.89	1.78		12.28	16.45	36.85	71.37	29.13	104.87	204.02	41.41 149.09 71.37
	休日在宅(大)	10.89	1.78		17.62	19.60	52.86	84.35	32.28	116.19	274.64	49.90 179.63 84.35
	休日外出(小)	8.26	0.88					31.14	9.15	32.92	31.14	9.15 32.92 31.14
	休日外出(大)	8.26	0.88					49.31	9.15	32.92	49.31	9.15 32.92 49.31

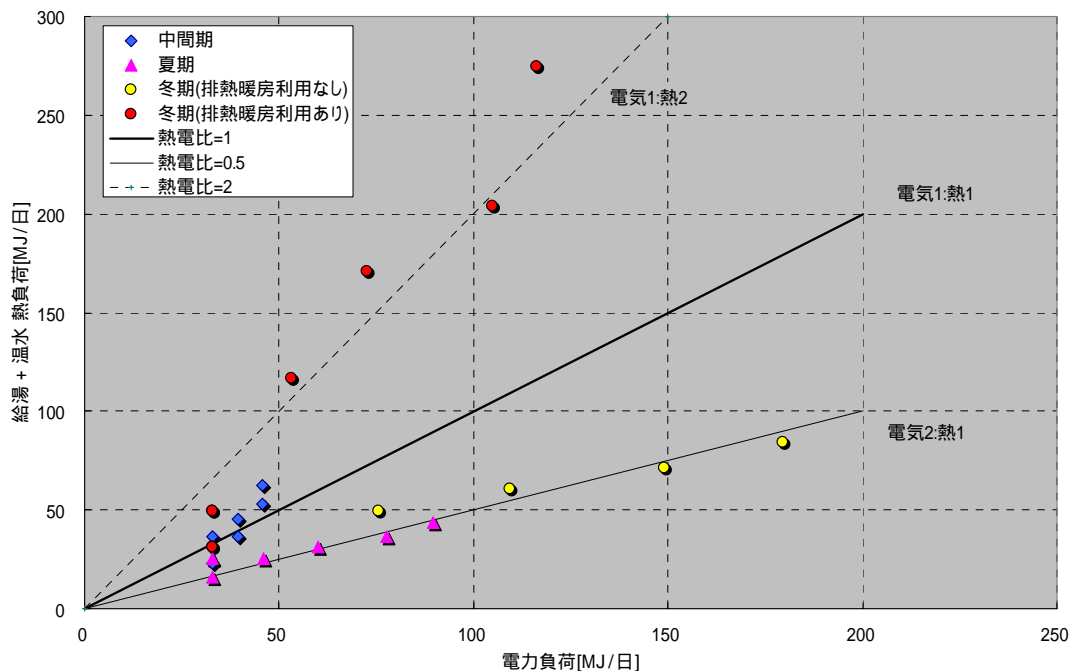


図 8.2.2 設定された試験用負荷の電熱比

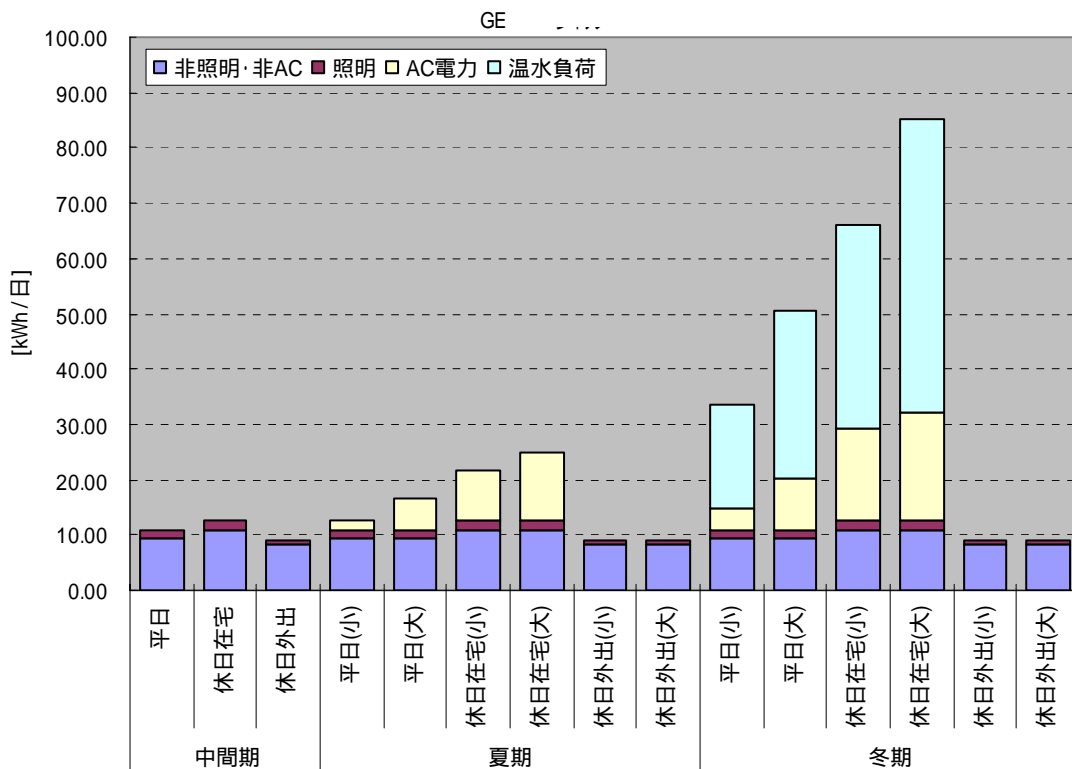


図 8.2.3 試験用負荷条件（暖房に温水を供給する CGS）

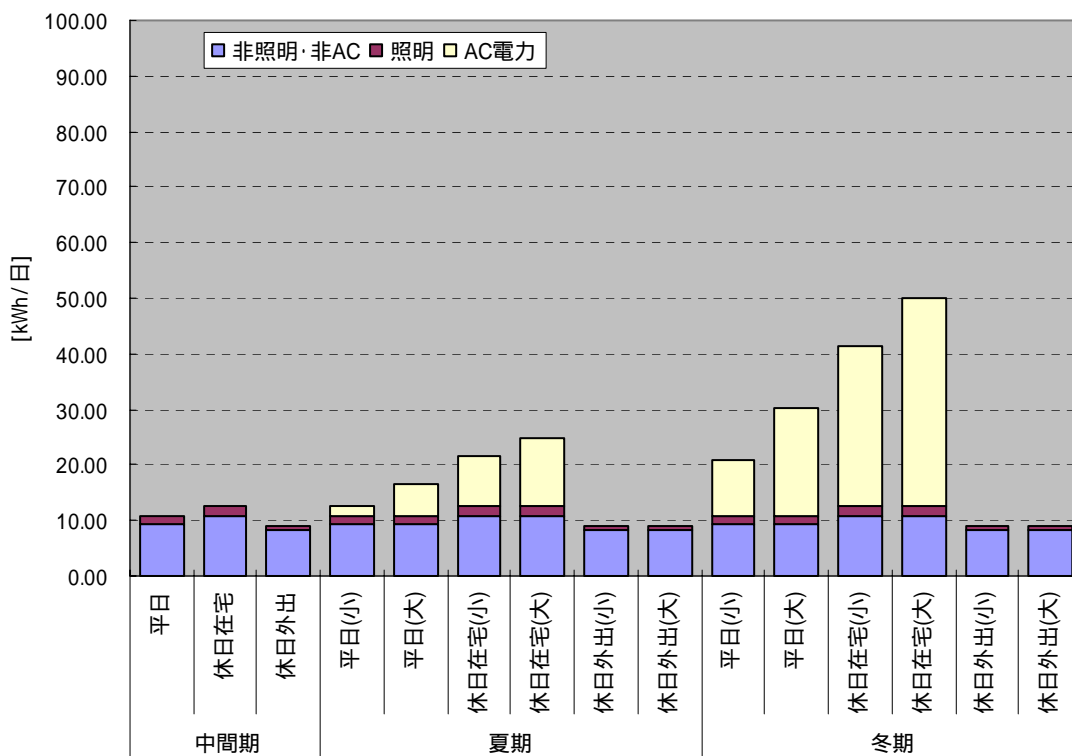


図 8.2.4 試験用負荷条件（暖房に温水を供給しない CGS）

### 電力・熱負荷の時刻変動

実験においては、各季節の代表6日について、表 8.2.4 に示すように負荷を選択する。時刻における負荷条件は5分間隔で与えられる。図 8.2.5 は、中間期と夏期の電力負荷の時刻変動を示す。両季節の電力負荷は、すべての CGS で共通である。「休日外出」については、夏期・冬期においても冷房・暖房を行わないため、全季節で共通である。

図 8.2.6 は、冬期の電力負荷について示す。発電ユニットの排熱の温水暖房への利用の有無により、エアコン分の消費電力が異なる。

図 8.2.7 は、発電ユニットの排熱の温水暖房への利用する CGS について、温水暖房の負荷パターンを示す。ただし、温水暖房の模擬負荷制御は容易ではないため、試験装置の仕様併せ適宜簡略化を行って差し支えないものとする。

**表 8.2.4 機器別の試験用電力負荷**

季節	中間期	夏期	冬期	
対象機器	すべての CGS 図 8.2.5 左	すべての CGS 図 8.2.5 右	排熱を温水暖房 に利用する CGS 図 8.2.6 右	排熱を温水暖房に 利用しない CGS 図 8.2.6 左
平日(小)	中間期平日	夏期平日(小)	冬期平日(小) 温水暖房あり	冬期平日(小) 温水暖房なし
平日(大)	中間期平日	夏期平日(大)	冬期平日(大) 温水暖房あり	冬期平日(大) 温水暖房なし
休日在宅(小)	中間期休日在宅	夏期休日在宅(小)	冬期休日在宅(小) 温水暖房あり	冬期休日在宅(小) 温水暖房なし
休日在宅(大)	中間期休日在宅	夏期休日在宅(大)	冬期休日在宅(大) 温水暖房あり	冬期休日在宅(大) 温水暖房なし
休日外出(小)	休日外出	休日外出	休日外出	休日外出
休日外出(大)	休日外出	休日外出	休日外出	休日外出

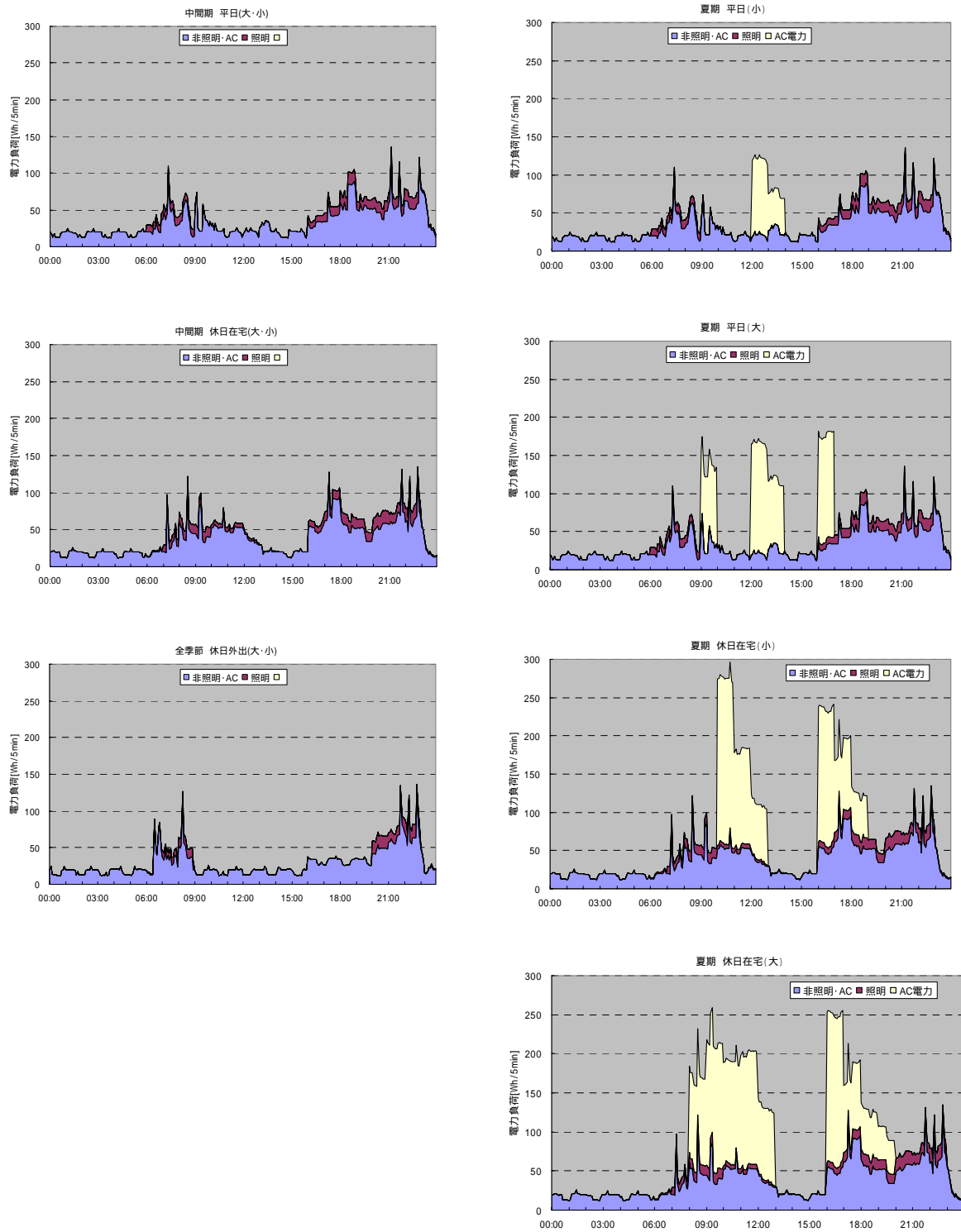


図 8.2.5 中間期（左列）と夏期（右列）の電力負荷

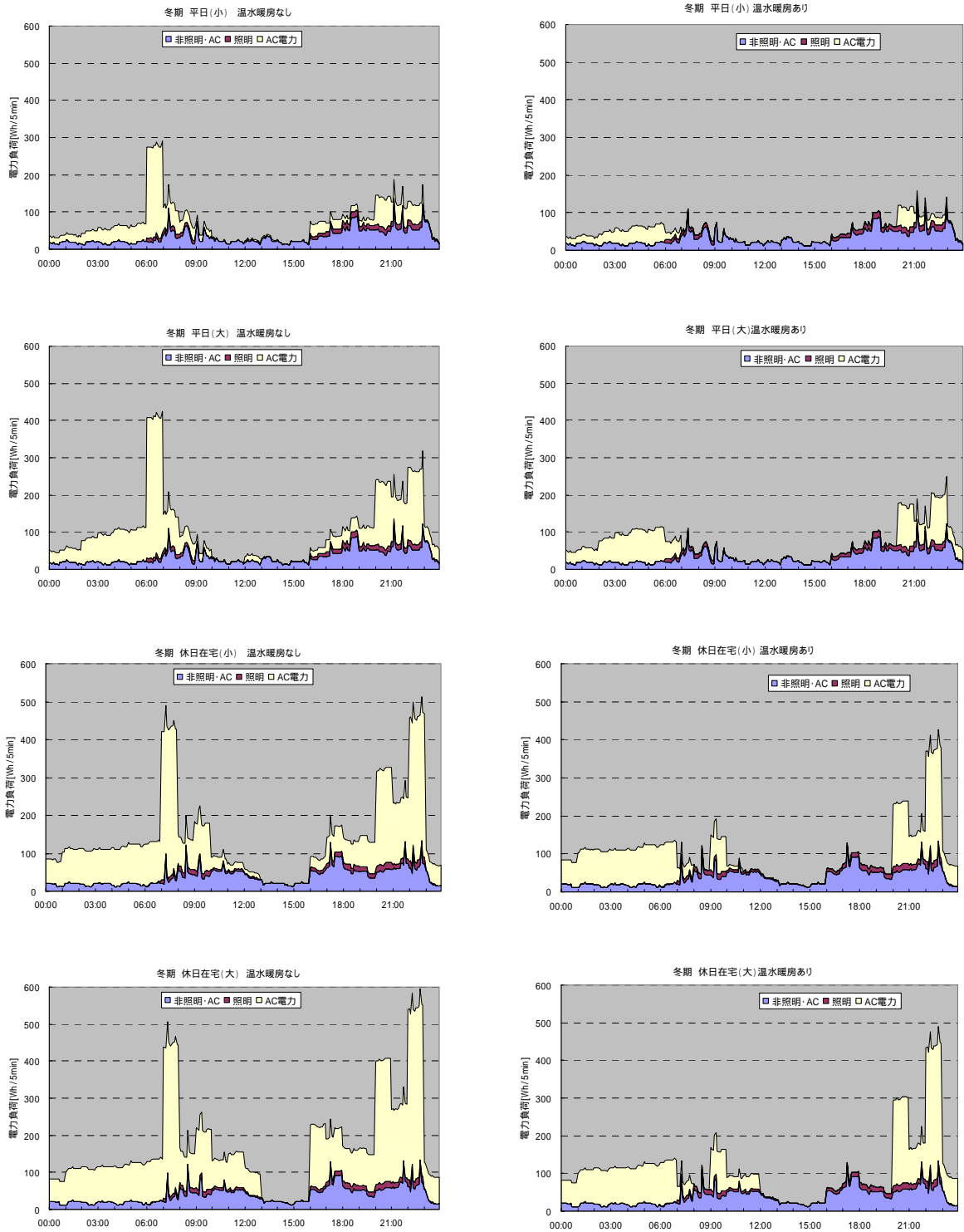


図 8.2.6 冬期 排熱を温水暖房に利用する CGS (左列) としない CGS (右列) の電力負荷

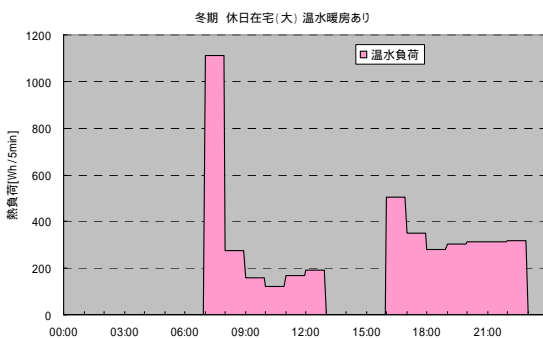
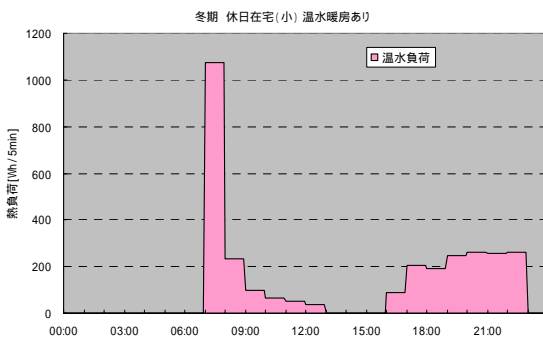
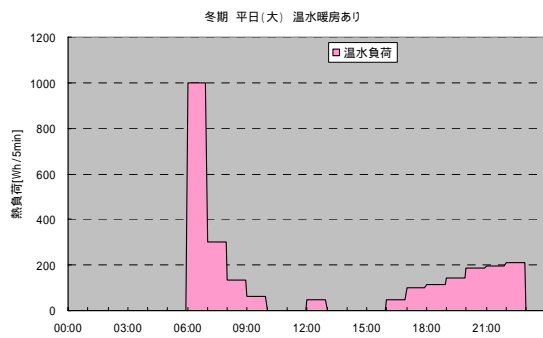
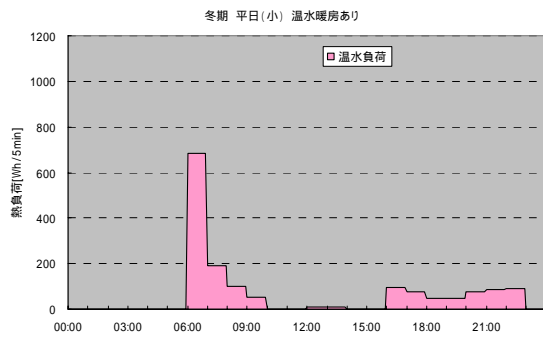


図 8.2.7 冬期 排熱を温水暖房に利用する CGS の温水暖房負荷

### 3) 試験条件

#### 標準外界条件等

雰囲気条件・給水は、表 8.2.5 の通りとする。なお、これは給湯熱源機器の条件と同じである。

- 厳寒期を含めた4条件全てで効率試験を行うことが望ましい。
- 厳寒期の試験が困難な場合は、他の3季節における試験で代えることができる。
- 原則的には、人工環境実験室内で雰囲気条件を統制して行うことが望ましいが、屋外で行う場合には、該当する実際の季節において、試験スケジュールは実時刻と同じに行うこと。
- 給水温度は給湯熱負荷に与える影響が大きいため、原則として温度調整された給水を用いる。

表 8.2.5 試験時の標準外界条件

	乾球温度[ ]	湿球温度[ ]	給水温度
夏期(必須)	25	21	24
中間期(必須)	16	12	17
冬期(必須)	7	6	9
厳寒期	-7	-8	5

#### 試験スケジュール

前述の通り、コージェネレーションは設置された住戸における熱・電力需要にあわせて高効率化を図るため、高度な学習・予測機能を有している。そのため、同様の機能を有する給湯熱源機器と同様に、30日間にわたる長期試験を実施し、実住宅における時々刻々と変化する電力・熱需要下での効率を検証することとする。日の並びを、図 8.2.9・図 8.2.10 に示す。

- 給湯負荷モードとしては、修正M1の代表6日を30日に展開して行う。試験順序の変更は原則不可とする。
- 1日目当日の0時から、最後の出湯が終わる30日目24時まで試験を行う(図 8.2.8)。
- 1日目~21日目を「学習期間」とし、22日目~30日目を「評価期間」とする。実際に効率を議論するのは、「評価期間」の9日分のみとする。

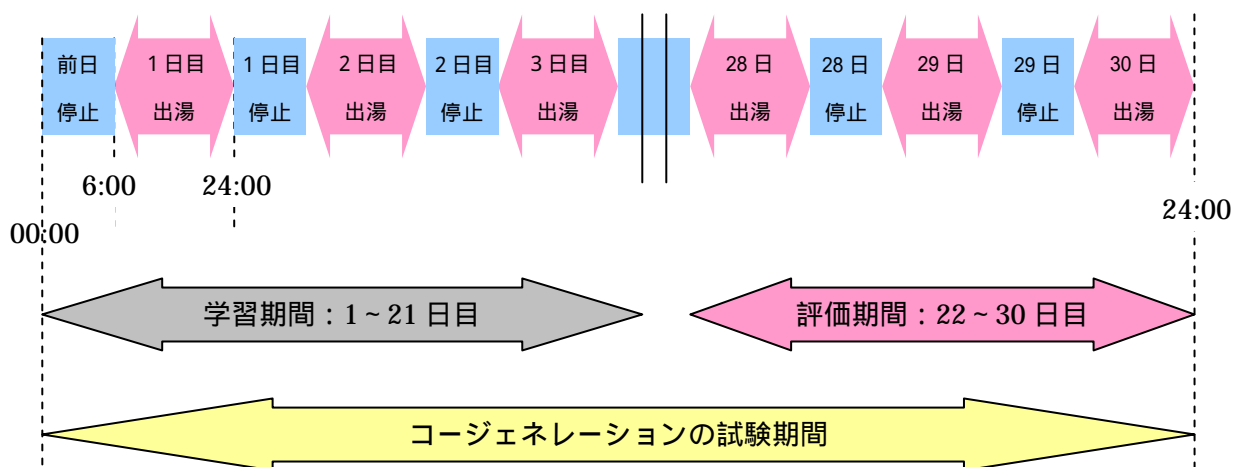


図 8.2.8 コージェネレーションの試験並び

- 評価期間の中で、平日については、「平日(大)」が3日・「平日(小)」が2日あるため、効

率はその平均を採用する。これは、貯湯量の残湯レベルが日ごとに変化するためである。

- 30日の並びは、平日は交互に「平日(大)」「平日(小)」が並ぶ。休日については、負荷が大きい「休日在宅(大)」「休日在宅(小)」と、負荷が小さい「休日外出(大)」「休日外出(小)」の4種類があり、変動が大きくなっている。
- 各用途では給湯・家電照明・空調は、日ごとにいずれの用途も大きい(「休日在宅」「平日(大)」)、いずれの用途も小さい(「平日(小)」「休日外出」)というように、相関して組み合わせられている。一方で、こうした用途組み合わせが固定的であると、学習・予測機能が実住戸の場合よりも高くなりすぎることが懸念された。このため、学習期間の20・21日目においては、給湯と空調の組み合わせが変化している。20日目は給湯「平日(大)」+空調「平日(小)」、21日目は給湯「平日(小)」+空調「平日(大)」となっている。

	用途別湯消費量 浴室 [L/日]	浴室				合計		7日移動	
		台所 (湯はり)	浴室 (シャワー)	洗面	洗濯	浴室合計	合計	平均	標準偏差
1日	休日不在(大)	10	150	200	20	350	380		
2日	休日在宅(大)	200	150	200	100	350	650		
3日	平日(大)	120	150	140	60	290	470		
4日	平日(小)	100	150	80	50	230	380		
5日	平日(大)	120	150	140	60	290	470		
6日	平日(小)	100	150	80	50	230	380		
7日	平日(大)	120	150	140	60	290	470		
8日	休日不在(小)	10	0	200	30	200	240	437.1	125.1
9日	休日在宅(小)	160	150	140	100	290	550	422.9	100.0
10日	平日(大)	120	150	140	60	290	470	422.9	100.0
11日	平日(小)	100	150	80	50	230	380	422.9	100.0
12日	平日(大)	120	150	140	60	290	470	422.9	100.0
13日	平日(小)	100	150	80	50	230	380	422.9	100.0
14日	平日(大)	120	150	140	60	290	470	422.9	100.0
15日	休日不在(大)	10	150	200	20	350	380	442.9	65.2
16日	休日在宅(大)	200	150	200	100	290	650	457.1	96.2
17日	平日(小)	100	150	80	50	230	380	444.3	100.1
18日	平日(大)	120	150	140	60	290	470	457.1	96.2
19日	平日(小)	100	150	80	50	230	380	444.3	100.1
20日	平日(大)	120	150	140	60	290	470	457.1	96.2
21日	平日(小)	100	150	80	50	230	380	444.3	100.1
22日	休日不在(大)	10	150	200	20	350	380	444.3	100.1
23日	休日在宅(大)	200	150	200	100	350	650	444.3	100.1
24日	平日(大)	120	150	140	60	290	470	457.1	96.2
25日	平日(小)	100	150	80	50	230	380	444.3	100.1
26日	平日(大)	120	150	140	60	290	470	457.1	96.2
27日	平日(小)	100	150	80	50	230	380	444.3	100.1
28日	平日(大)	120	150	140	60	290	470	457.1	96.2
29日	休日不在(小)	10	0	200	30	200	240	437.1	125.1
30日	休日在宅(小)	160	150	140	100	290	550	422.9	100.0
1ヶ月モード	平均	106	140	138	58	276	442		
	標準偏差	53	38	46	23	46	100		

代表日	30日内の日数	台所	浴室 (湯はり)	浴室 (シャワー)	洗面	洗濯	合計
休日在宅(大)	3日	200	150	200	100	μ+2	650
休日在宅(小)	2日	160	150	140	100	μ+	550
平日(大)	11日	120	150	140	60	μ	470
平日(小)	9日	100	150	80	50	μ-	380
休日不在(大)	3日	10	150	200	20	μ-	380
休日不在(小)	2日	10		200	30	μ-2	240

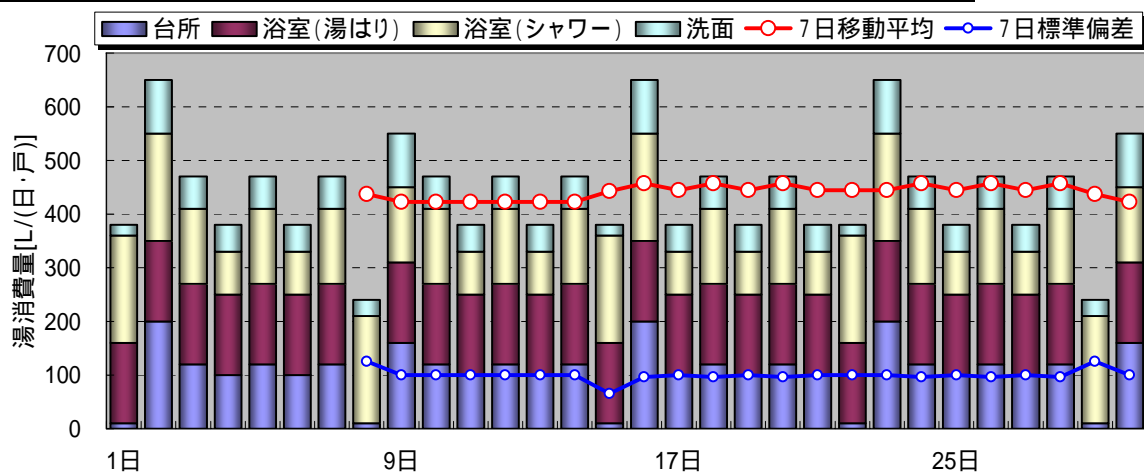


図 8.2.9 負荷条件の並び (給湯関係)

家電・照明 [kWh/日]	熱負荷 [MJ/日]			空調電力 [kWh/日]			電力合計 [kWh/日]				温水暖房 [MJ/日] LD+K
	冷房 全室	暖房 LD + K	個室	冷房 全室	暖房 LDK	個室	中間期 家電・照明	夏期 家電+冷房	冬期 温水暖房なし	温水暖房あり	
9.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.15	9.15	9.15	9.15	0.00
12.68	131.80	190.29	211.67	12.20	17.62	19.60	12.68	24.88	49.90	32.28	190.29
10.96	61.40	109.86	99.46	5.69	10.17	9.21	10.96	16.64	30.34	20.17	109.86
10.96	19.29	67.64	40.76	1.79	6.26	3.77	10.96	12.75	21.00	14.73	67.64
10.96	19.29	109.86	99.46	1.79	10.17	9.21	10.96	16.64	30.34	20.17	109.86
10.96	61.40	67.64	40.76	5.69	6.26	3.77	10.96	12.75	21.00	14.73	67.64
10.96	19.29	109.86	99.46	1.79	10.17	9.21	10.96	16.64	30.34	20.17	109.86
9.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.15	9.15	9.15	9.15	0.00
12.68	95.88	132.65	177.70	8.88	12.28	16.45	12.68	21.55	41.41	29.13	132.65
10.96	61.40	109.86	99.46	5.69	10.17	9.21	10.96	16.64	30.34	20.17	109.86
10.96	19.29	67.64	40.76	1.79	6.26	3.77	10.96	12.75	21.00	14.73	67.64
10.96	19.29	109.86	99.46	1.79	10.17	9.21	10.96	16.64	30.34	20.17	109.86
10.96	61.40	67.64	40.76	5.69	6.26	3.77	10.96	12.75	21.00	14.73	67.64
10.96	19.29	109.86	99.46	1.79	10.17	9.21	10.96	16.64	30.34	20.17	109.86
9.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.15	9.15	9.15	9.15	0.00
12.68	131.80	190.29	211.67	12.20	17.62	19.60	12.68	24.88	49.90	32.28	190.29
10.96	61.40	109.86	99.46	5.69	10.17	9.21	10.96	16.64	30.34	20.17	109.86
10.96	19.29	67.64	40.76	1.79	6.26	3.77	10.96	12.75	21.00	14.73	67.64
10.96	19.29	109.86	99.46	1.79	10.17	9.21	10.96	16.64	30.34	20.17	109.86
10.96	61.40	67.64	40.76	5.69	6.26	3.77	10.96	12.75	21.00	14.73	67.64
10.96	19.29	109.86	99.46	1.79	10.17	9.21	10.96	16.64	30.34	20.17	109.86
9.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.15	9.15	9.15	9.15	0.00
12.68	95.88	132.65	177.70	8.88	12.28	16.45	12.68	21.55	41.41	29.13	132.65

10.94	45.07	88.45	81.71	4.17	8.19	7.57	10.94	15.38	26.70	18.51	88.45
1.04	40.51	53.52	64.60	3.75	4.96	5.98	1.04	4.63	11.78	6.93	53.52

エアコンCOP=3を仮定

家電・照明 [kWh/日]	熱負荷 [MJ/日]			空調電力 [kWh/日]			電力合計 [kWh/日]				温水暖房 [MJ/日] LD+K
	冷房 全室	暖房 LD + K	個室	冷房 全室	暖房 LDK	個室	中間期 家電・照明	夏期 家電+冷房	冬期 温水暖房なし	温水暖房あり	
12.68	131.80	190.29	211.67	12.20	17.62	19.60	12.68	24.88	49.90	32.28	190.29
12.68	95.88	132.65	177.70	8.88	12.28	16.45	12.68	21.55	41.41	29.13	132.65
10.96	61.40	109.86	99.46	5.69	10.17	9.21	10.96	16.64	30.34	20.17	109.86
10.96	19.29	67.64	40.76	1.79	6.26	3.77	10.96	12.75	21.00	14.73	67.64
9.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.15	9.15	9.15	9.15	0.00
9.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.15	9.15	9.15	9.15	0.00

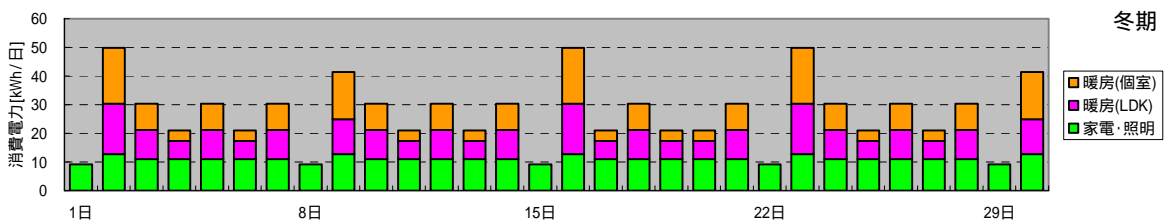
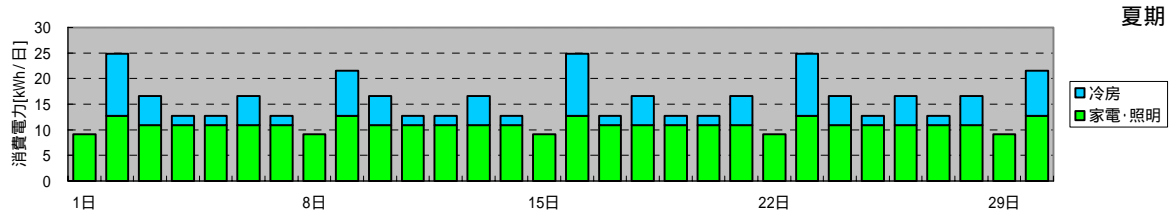


図 8.2.10 負荷条件の並び (家電照明・空調条件)

### 負荷条件の再現

- 負荷については、原則的に前述の電力・熱負荷を用いること。
- コージェネレーションの排熱またはバックアップボイラー(BB)の熱により、全ての給湯・温水負荷を満たすように接続する (図 8.2.11)。
- 電力は商用電力に系統連結し、コージェネレーションの発電および商用電力により全ての電力負荷を満たすこととする。
- 給湯負荷については、給湯口から負荷分の湯を採湯することで再現する。水栓開放時刻になった場合には出湯を行い、所定の出湯量に達した時点で水栓を閉鎖する。
- 給湯設定温度は、 $40 \pm 2$  とする。
- 電力負荷は、模擬発熱体等により再現する。ただし、電力負荷が発電ユニットの発電容量を大幅に上回る部分については、全電力負荷ではなく発電容量以上の部分のみを再現すればよい。
- 暖房用途に温水を供給する機器については、模擬放熱器を温水系統に設置する。
- いずれの負荷も、5分以下の間隔での制御が可能であるように調節すること。
- いずれの負荷も、実際の値が設定値の $\pm 10\%$ 以内に収まるように努めること。

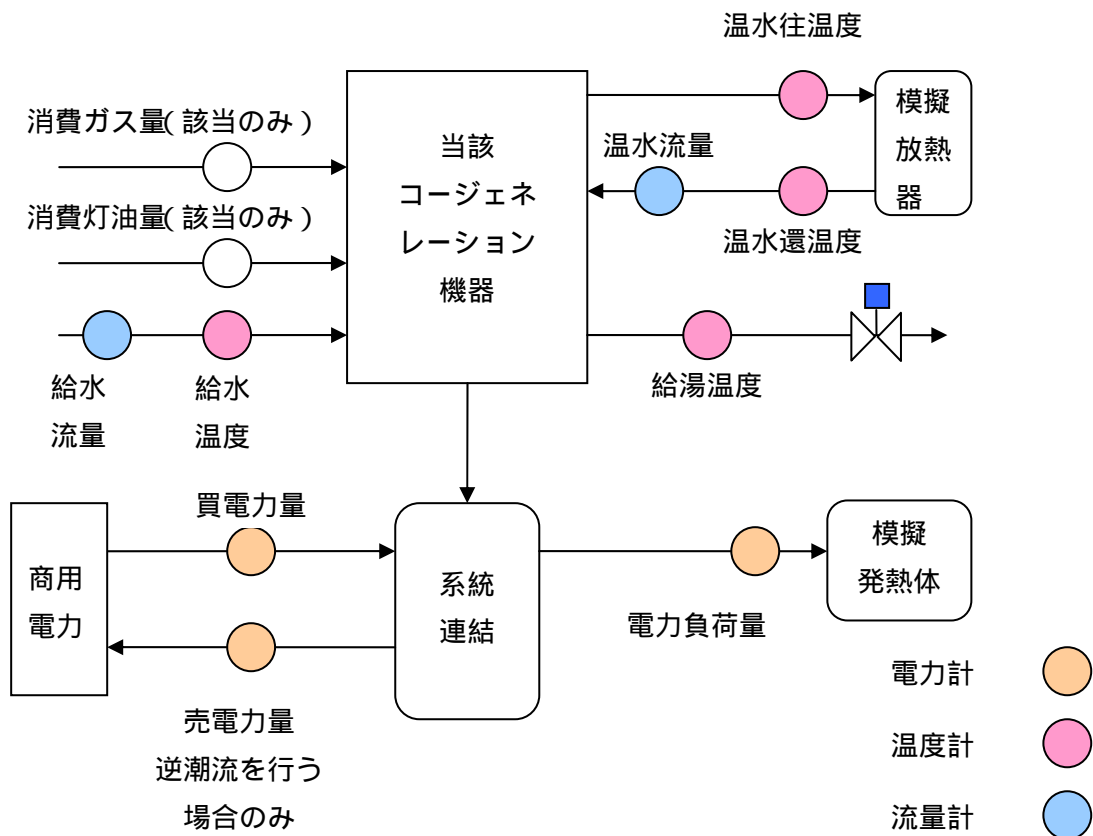


図 8.2.11 負荷の再現と計測項目

## 計測項目・条件

試験においては、以下の項目を計測するものとする（図 8.2.11）。

- 電力負荷
- 給湯流量・給水温度・給湯温度
- 温水流量・温水往温度・温水還温度
- 燃料消費量（ガス・灯油）
- 商用電力からの買電力量
- 商用電力への売電力量（逆潮を行う機器のみ）

各計測項目の計測に求められる精度は以下の通りである。

- 流量のセンサの公差は±2%以内とすること
- 温度の公差は±2 以内とすること
- 電力量の公差は±2%以内とすること
- ガス量の公差は±2%以内とすること
- 灯油量の公差は±2%以内とすること
- 給湯・給水・温水の流量・温度は原則 10 秒以内の計測間隔で計測すること
- 電力量・ガス量・灯油量の計測は、1 日ごと合計量が算出できるように行うこと
- 

実験時における給湯負荷  $L_{HW\_EX}$ ・暖房負荷  $L_{HT\_EX}$ は、代表日の1日ごとに次式より算出する。

$$L_{HW\_EX} = 0.0042 \sum_{t=0}^{tall} F_{HW} (T_{HW} - T_{CW})$$

$$L_{HT\_EX} = 0.0042 \sum_{t=0}^{tall} F_{HT} (T_{HT\_S} - T_{HT\_R})$$

$L_{HW\_EX}$  : 代表日の各日における給湯熱負荷[MJ/日]

$L_{HT\_EX}$  : 代表日の各日における給湯熱負荷[MJ/日]

$F_{HW}$  : 給湯流量[L/計測時間間隔]

$T_{HW}$  : 給湯温度[ ]

$T_{CW}$  : 給水温度[ ]

$F_{HT}$  : 暖房用の温水流量[L/計測時間間隔]

$T_{HT\_S}$  : 温水往温度[ ]

$T_{CT\_R}$  : 温水還温度[ ]

$t$  : 計測時間間隔[s]

$tall$  : 代表日の各日における全計測データ

実験時における消費エネルギー量は、代表日の1日ごとに次式より算出する。

$$E_{EX} = E_{G\_EX} + E_{K\_EX} + E_{E\_EX}$$

$E_{EX}$	: 代表日の各日における消費エネルギー量 [MJ/日]
$E_{G\_EX}$	: 代表日の各日における消費されたガスの高位発熱量[MJ/日]
$E_{K\_EX}$	: 代表日の各日における消費された灯油の高位発熱量[MJ/日]
$E_{E\_EX}$	: 代表日の各日における商用電力の消費電力量 (1次) [MJ/日]

$E_{E\_EX}$ は次式より算出する

$$E_{E\_EX} = E_{EB\_EX} - E_{ES\_EX} \text{ (逆潮流が認められている地域)}$$

$$E_{E\_EX} = E_{EB\_EX} \text{ (逆潮流が認められていない地域)}$$

$E_{ES\_EX}$	: 代表日の各日における商用電力からの買電力量 (1次) [MJ/日]
$E_{EB\_EX}$	: 代表日の各日における商用電力への売電力量 (1次) [MJ/日]

#### 4) 試験装置例

コージェネレーションの試験装置の例として、東京大学人工環境実験室の概要を示す。

##### 試験装置概要

燃料電池については、人工環境実験室内(図 8.2.15)に設置され、雰囲気温度が制御されている。ガスエンジンについては屋外置きであり、実際の夏期・中間期・冬期に相当する時期に試験を行った(図 8.2.21)。給水温度については、すべて給水温度制御装置により標準条件に制御されている(図 8.2.13)。

##### 給湯負荷

コージェネレーションは瞬間式のバックアップボイラーを有するため、瞬間式の給湯熱源機器と同様の扱いとし、流量が 5/10/15[L/min]の3段階で出湯できるようにした(図 8.2.16・図 8.2.22)。試験前にあらかじめハンドバルブで流量調整を行った後、電磁弁を自動制御によりスケジュールにしたがって出湯を行う。

##### 電力負荷

1台で 1kW 以下の電力負荷を自由に再現できる模擬電力負荷装置を用いた(図 8.2.18)。本試験では、燃料電池・ガスエンジンともに発電容量は 1kW であり、模擬負荷装置 1台でも容量一杯の負荷を与えることはできるが、学習予測や再現誤差を考慮し、2台を併せて 2kW の電力負荷までを再現できるようになっている。毎時の電力負荷は PC 上の制御プログラムより、5分間隔で更新されるように制御されている。



图 8.2.12 燃料電池評価用 人工環境実験室



图 8.2.13 給水温度制御装置



图 8.2.14 空調システムと温水制御装置の制御盤



図 8.2.15 燃料電池 試験対象機



図 8.2.16 給湯系統



図 8.2.17 計測・制御システム



図 8.2.18 電力模擬負荷 (1kW 4台)



図 8.2.19 燃料電池 リモコン表示部



図 8.2.20 燃料電池 発電時間予測



図 8.2.21 ガスエンジンコジェネレーション 評価サイト(屋外)



図 8.2.22 給湯系統

流量は3系統(流量 05/10/15L/min の切替)



図 8.2.23 リモコン表示部

## 温水暖房負荷

温水暖房負荷については、運転の開始・停止および温水の往温度は、燃料電池・ガスエンジンのコントローラーを介して制御している。循環流量は固定(約4[L/min])とし、熱負荷の大小は図8.2.26に示す模擬負荷装置により、温水還温度を制御することでコントロールする。低温ラインを循環させてプレート熱交換器で温水を冷却させ、還温度を設定値に制御している(図8.2.27)。

なお、長期間にわたり温水暖房負荷を細かく調整することは困難であったため、実使用下での制御状況を参考にして(図8.2.24)、往・還温度を(72・30) (60・40) (40・34)の3条件に簡略化した。簡略化された温水暖房負荷を、図8.2.25に示す。

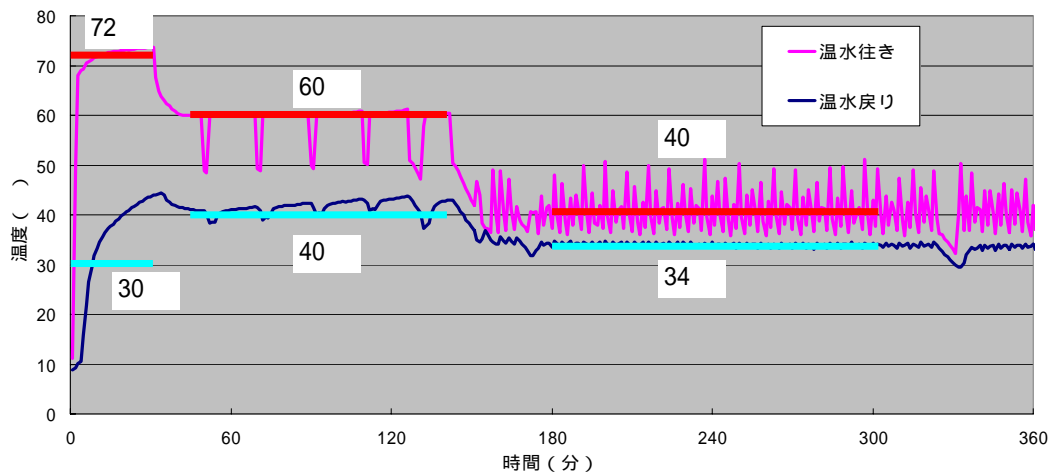
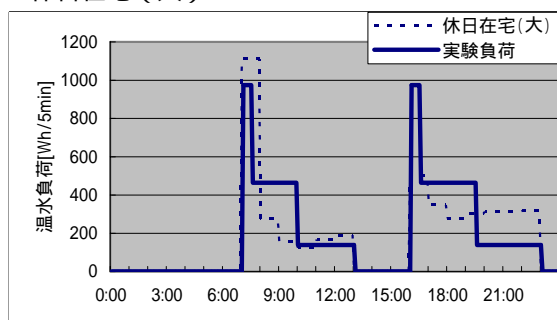
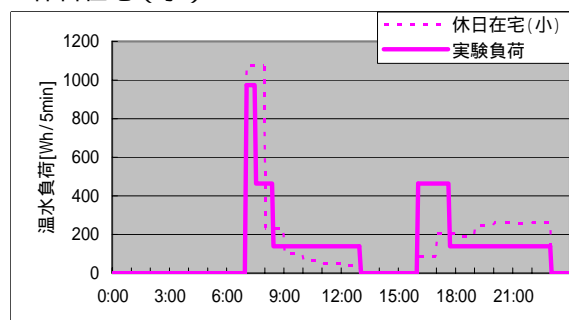


図 8.2.24 温水暖房の往・還温度の組み合わせ

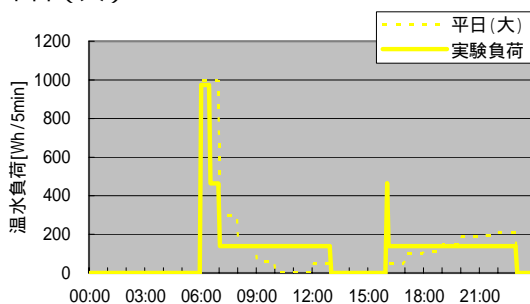
< 休日在宅(大) >



< 休日在宅(小) >



< 平日(大) >



< 平日(小) >

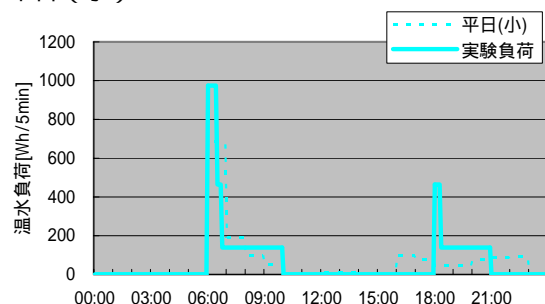


図 8.2.25 各日の温水暖房負荷スケジュール



图 8.2.26 温水暖房負荷再現装置



图 8.2.27 温水還温度 制御盤



图 8.2.28 温水暖房回路周り 計測状況

## 制御プログラム

本試験は 30 日にわたる長期試験のため、手動での制御は現実的でない。そのため、本実験では、給湯・温水・電力負荷等の制御および計測を自動制御プログラムにより行っている(図 8.2.29)。

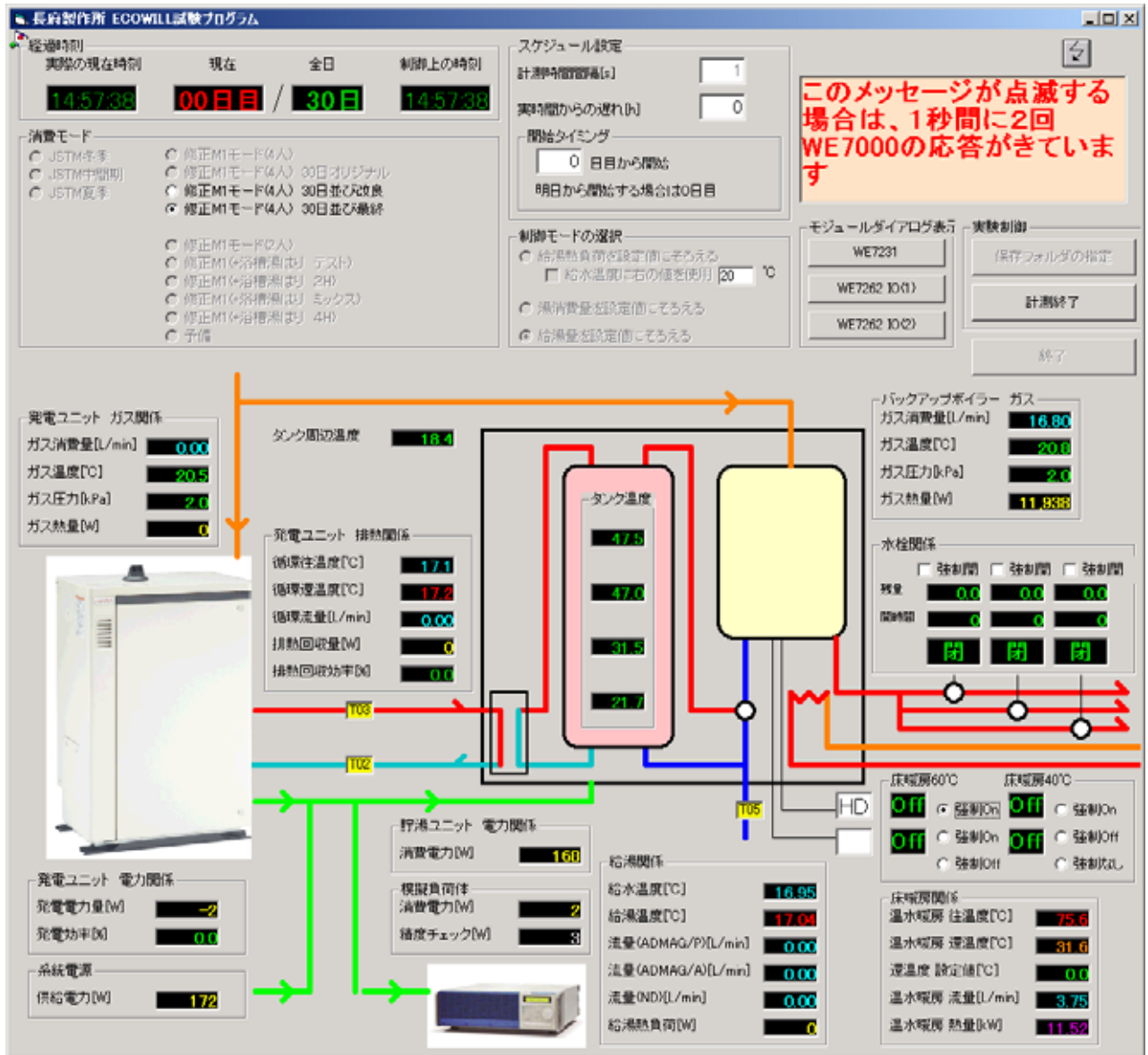


図 8.2.29 ガスエンジン・コージェネレーション 制御プログラム画面

(2) 消費エネルギー量の試験結果例

燃料電池コージェネレーション(Type1)を運転した場合の、評価期間における各季節代表6日における熱負荷を図 8.2.30、電力を図 8.2.31、ガス熱量を図 8.2.32、全消費エネルギー（電力一次）を図 8.2.33 に示す。負荷は、「排熱を温水暖房に利用する CGS」用の条件となる。なお、平日(大)・平日(小)については、評価期間におけるそれぞれ3日・2日分の平均値となっている。

熱負荷は、給湯が夏期・中間期・冬期と給水温度が下がるにつれて大きくなる。冬期においては、給湯に比べて温水暖房負荷の割合が大きくなっている。電力については、夏期にエアコン冷房が行われ負荷が大きい一方、排熱の利用先である給湯の熱負荷が小さいため、CGSの発電割合が小さくなっている。夏期・中間期ではガス熱量のほとんどが発電ユニットで消費されており、給湯負荷のほとんどを排熱でまかなっており、熱需要に併せた「熱主運転」制御であることが伺われる。冬期は電力需要も大きい、温水暖房がある日には熱需要がそれ以上に大きくなるため、バックアップボイラーの消費エネルギーが増加する。このため、温水暖房の有無を考慮する必要があることを示している。系統電源+従来型ガス給湯機（給湯・暖房ともに1次エネルギー効率73.6%を仮定）の従来システムと比べた本システムの省エネ率は、夏期で0~10%、中間期で5~25%、冬期で5~20%程度となっており、電力と熱のバランスにより季節ごとで変化している。

表 8.2.6 実験結果概要 燃料電池 Type1

	電力負荷 (2次換算)				熱負荷			ガス熱量		全エネルギー(1次)				
	系統電力	発電分	自己消費分	電力負荷	給湯	暖房	合計	PU	BB	系統+コジェネ	系統+従来ガス	省エネ量	省エネ率	
	+				+					-				
夏期	平日(小)	50.0	15.3	2.7	50.0	18.9	0.0	18.9	51.1	0.0	152.5	161.2	8.7	5.4%
	平日(大)	63.4	24.3	2.4	63.4	23.8	0.0	23.8	76.1	1.7	190.6	204.3	13.7	6.7%
	休日不在(大)	24.7	13.6	2.8	35.5	20.0	0.0	20.0	43.5	0.0	110.5	123.4	12.9	10.5%
	休日在宅(小)	72.3	24.1	2.7	72.3	28.2	0.0	28.2	71.2	0.5	209.8	234.4	24.6	10.5%
	休日在宅(大)	84.2	26.9	2.4	84.2	31.4	0.0	31.4	82.2	0.4	244.2	270.8	26.5	9.8%
	休日不在(小)	35.5	16.9	2.6	35.5	11.7	0.0	11.7	54.8	0.4	112.6	112.1	-0.5	-0.4%
中間期	平日(小)	17.0	28.1	2.4	42.7	36.7	0.0	36.7	88.9	8.5	143.5	165.7	22.2	13.4%
	平日(大)	16.6	28.5	2.2	42.9	45.7	0.0	45.7	89.8	13.4	148.3	178.5	30.2	16.9%
	休日不在(大)	9.2	26.5	1.9	33.8	36.1	0.0	36.1	90.1	5.9	120.9	140.7	19.8	14.1%
	休日在宅(小)	17.0	30.7	1.6	46.1	48.2	0.0	48.2	100.4	0.4	146.9	190.5	43.6	22.9%
	休日在宅(大)	8.6	40.9	1.7	47.8	62.0	0.0	62.0	126.2	12.6	162.1	213.8	51.7	24.2%
	休日不在(小)	7.5	29.7	1.5	35.8	24.0	0.0	24.0	103.1	0.8	124.2	129.5	5.3	4.1%
冬期	平日(小)	9.8	54.2	3.5	60.5	47.5	61.9	109.4	163.6	72.8	263.0	312.7	49.6	15.9%
	平日(大)	33.8	43.1	6.5	70.4	59.1	96.4	155.5	132.5	124.3	348.4	402.2	53.8	13.4%
	休日不在(大)	8.3	39.8	1.2	46.8	47.9	0.0	47.9	130.3	14.3	167.1	192.0	24.9	13.0%
	休日在宅(小)	26.7	64.1	5.5	85.3	69.5	145.8	215.3	184.2	166.7	423.4	523.8	100.5	19.2%
	休日在宅(大)	39.9	63.8	5.7	98.1	81.4	156.2	237.7	185.4	196.8	490.3	588.8	98.5	16.7%
	休日不在(小)	17.5	30.5	1.5	46.6	31.1	0.0	31.1	107.7	1.8	157.0	168.5	11.5	6.8%

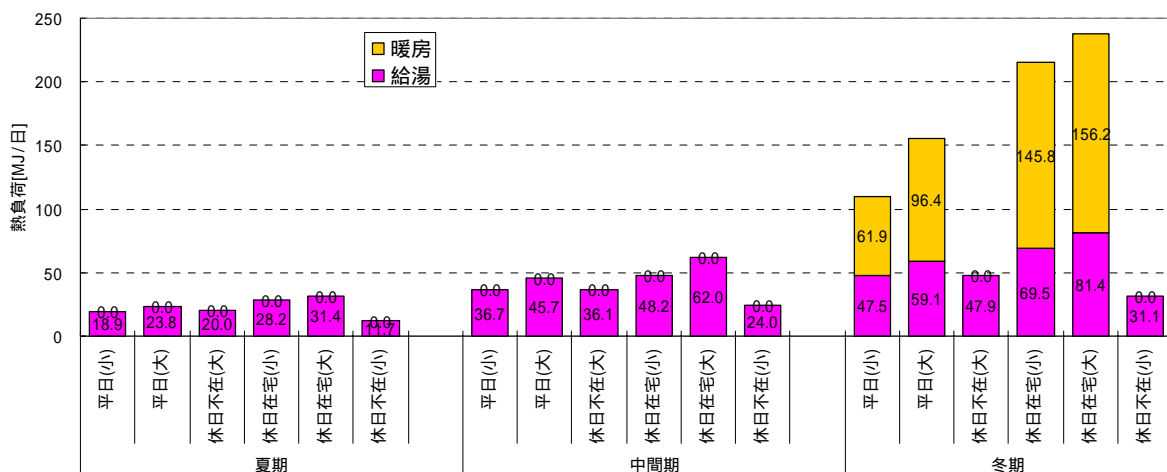


図 8.2.30 熱負荷の内訳 燃料電池 Type1

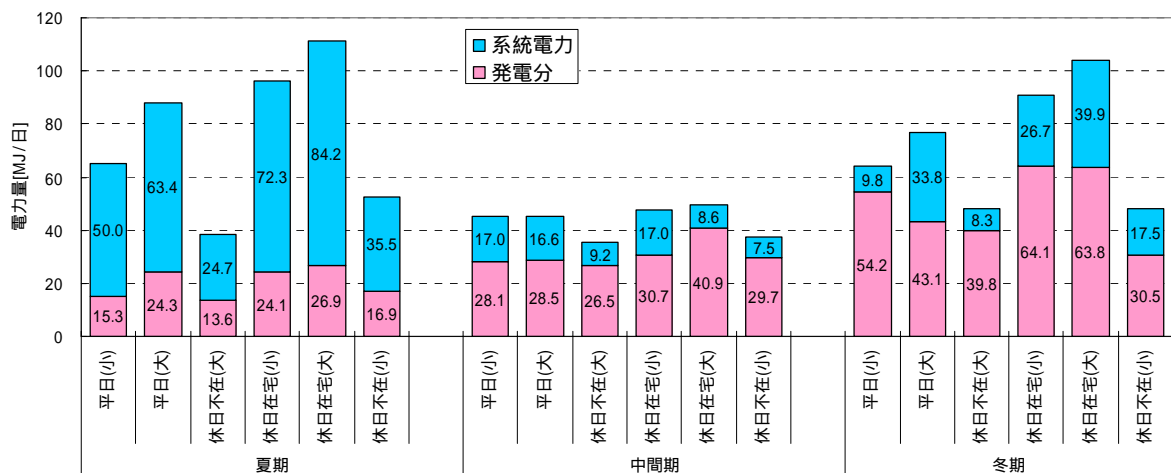


図 8.2.31 電力の内訳 (発電分は、CGSの自己消費分を除く) 燃料電池 Type1

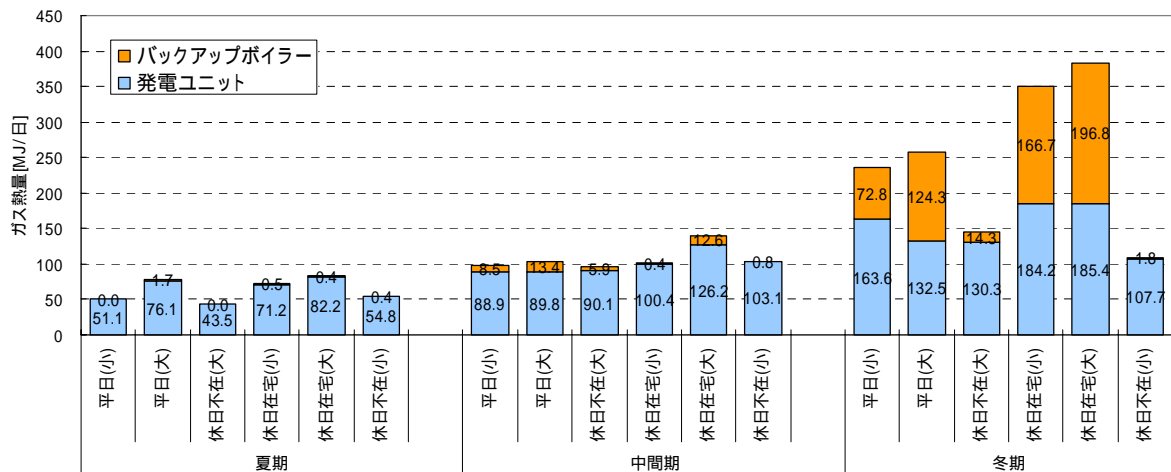


図 8.2.32 ガス熱量の内訳 燃料電池 Type1

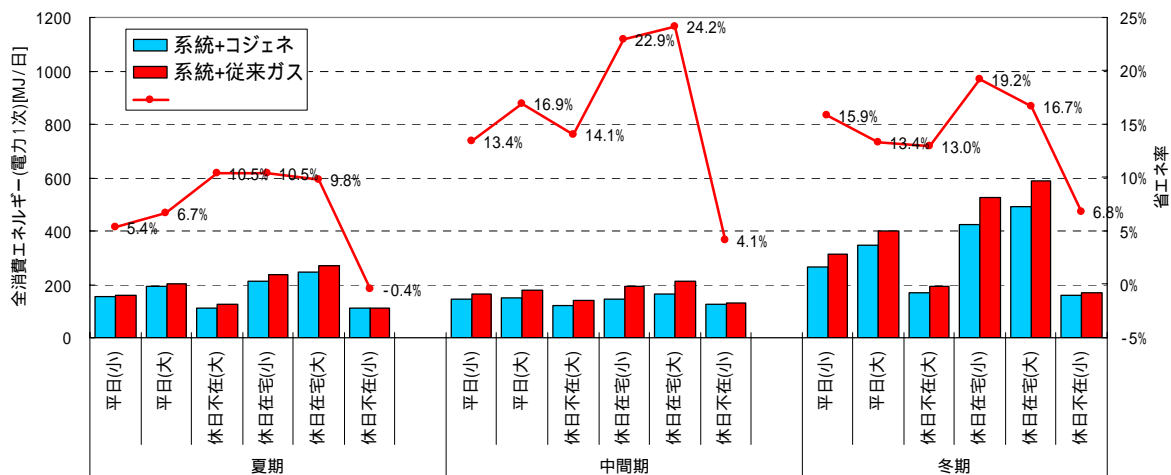


図 8.2.33 基準システム(系統+従来型ガス瞬間式 1次効率73.6%)との比較 燃料電池 Type1

### 8.3 コージェネレーションの省エネ量算出方法

#### (1) 算出法の概要

前述の効率試験の結果は、30日間の長期試験を通し、学習機能の巧拙を含めて評価された結果となっており、実住戸での挙動を相当程度反映していると考えられる。

一方で、得られた結果は、3～4季節条件で各6日だけの結果であり、なんらかの形で年間消費エネルギーに展開する必要がある。給湯熱源機器の場合は、負荷が給湯だけであったため、代表6日の効率を外気温で補完する形で年間に展開することとした。しかしながら、コージェネレーション機器においては給湯だけでなく空調・電力負荷も処理しており、また負荷（特に空調負荷）は気象条件等により日ごとに大きく変動するため、代表6日の結果を単純に展開することは困難である。

そこで、コージェネレーションの年間消費エネルギー推定式の作成においては、まず日ごとの負荷に併せてCGS+系統電力の一次エネルギー消費量を推定する式を作成することとした（図8.3.1）。その式を使い、代表的な地域・面積条件で日消費量を推定・積算し、年間消費エネルギー量の算定式（補正前）を作成した。さらに、家電分の発電電力分の補正を行って、最終的な年間エネルギー推定式としている。

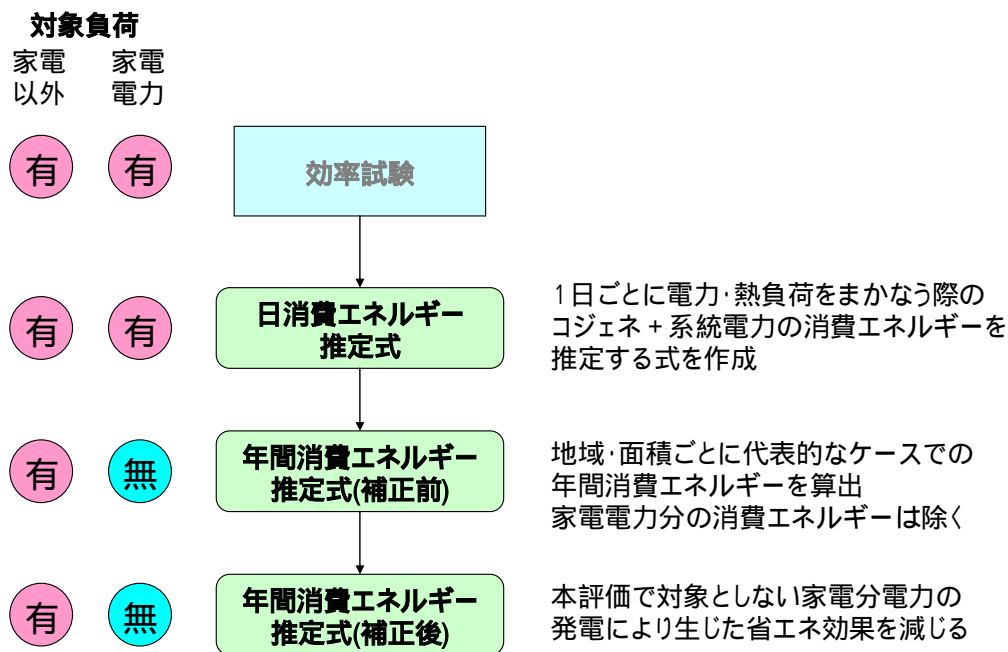


図 8.3.1 年間消費エネルギー推定の流れ

(2) 日消費エネルギー量の推定式

1) 日消費エネルギー量の推定式の概要

8.2 で述べた試験において得られた、各季節における代表日の実験結果より、コージェネレーション消費エネルギー量を推定する式を作成する。実験における給湯・暖房・冷房・電力負荷は代表日ごとに固定であるが、暖房・冷房負荷などは日ごとに変化するため、ある範囲の中に限られていることから、結果を元に推定式の適応範囲を検討する。

図 8.3.2 は、コージェネレーションの省エネ量評価の概念を示している。住宅の電力・熱負荷は、標準住戸では系統電源と従来型給湯熱源機(1次エネ効率 73.6% b 地域相当)で評価されるとする。一方で、コージェネレーションが導入された住戸では、系統電源 + CGS (発電ユニット + バックアップボイラー) により負荷が分担される。コージェネレーションの発電 + 排熱回収効率が系統電源の効率を上回っている場合には、省エネ効果(図中の削減量)が得られることになる。

日消費エネルギー量の推定式は、この電力・熱負荷に対して、系統電力 + CGS の 1 次エネルギー消費量の合計値を推定するものである。

ただし、今回の計算においては、燃料電池・ガスエンジンともに、まず消費エネルギーの「削減量」を算出し、標準住戸の消費エネルギー量から差し引く形としている。これは、今回の機器においては「削減量」と「熱負荷」の間に良好な相関が見られたためである。

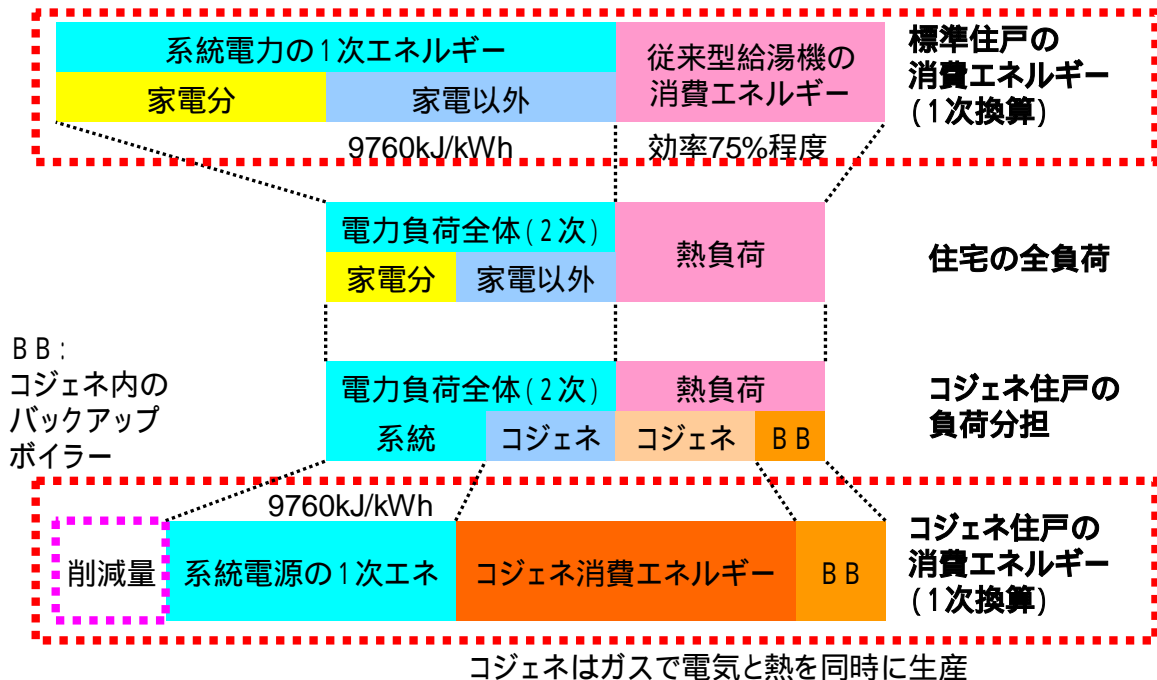


図 8.3.2 コージェネレーションの省エネ量評価

## 2) 燃料電池 Type1 の推定式

燃料電池の場合について、前述の試験結果を元に作成した日消費エネルギー量の算定式を示す。  
なお、本試験対象機については、バックアップボイラーに潜熱回収型が採用されており、発電ユニットが発電しなくても従来型ガス給湯機に対する効率差分の省エネ効果(16.2%)があるとしている。

X\_all : 全熱負荷 (=給湯+温水暖房) [MJ/日]

X : コージェネで処理できる熱負荷(本機種は上限が 120.1) [MJ/日]

X\_over : コージェネが 24 時間最大出力で運転しても供給できない熱負荷分 [MJ/日]

X\_heat : 温水暖房負荷 [MJ/日]

Y : 電力負荷(2次エネルギー換算・家電を含む) [MJ/日]

Z0 : 標準住戸(系統電源+従来型ガス)全体の一次消費エネルギー量[MJ/日]

Z : CGS 住戸 (系統電源+CGS)全体の一次消費エネルギー量[MJ/日]

$$Z0 = Y / 0.369 + X\_all / 0.736 \text{ '標準住戸の(系統+従来システム)}$$

熱負荷に関する上限-----

**コージェネの熱電比率(本機種は 1.4)による限界を評価**

(X > 1.4 \* Y) であれば

X\_over = X - 1.4 \* Y 'バックアップボイラーで処理される熱量

X = X - X\_over '残りは CGS で処理されたとする

発電ユニットが 24 時間運転しても補いきれない上限(120.1[MJ/日])以上の熱負荷を除く

X > 120.1 であれば

X\_over = X\_over + (X - 120.1) 'バックアップボイラーで処理される熱量に追加

X = 120.1 '残りは CGS で処理できる上限値

**「全電力負荷」+「CGS 処理可能の熱負荷」に対して、実験結果より回帰する。**

床暖房がない場合

X が 11.7 未満であれば

Z = Z0 - 0.162 \* X '発電できず、潜熱回収型 BB による省エネ効果のみ

X が 11.7 以上であれば

Z = Z0 - (0.9158 \* X - 8.844) 実験結果への回帰分析より

床暖房がある場合

X が 26.0 未満であれば

Z = Z0 - 0.162 \* X '発電できず、潜熱回収型 BB による省エネ効果のみ

X が 26.0 以上であれば

Z = Z0 - (0.7992 \* X - 16.574)

作成された推定式を、図 8.3.3 に示す。また、元の実験値と推定値の相関を見るため、両者の消費エネルギー削減量の相関を図 8.3.4 に示す。比較的簡単な推定式にも係らず良好な回帰を得られており、本推定式が日消費エネルギー量の予測に十分な精度を持っていることが確認された。

### 一次エネルギー削減量回帰式

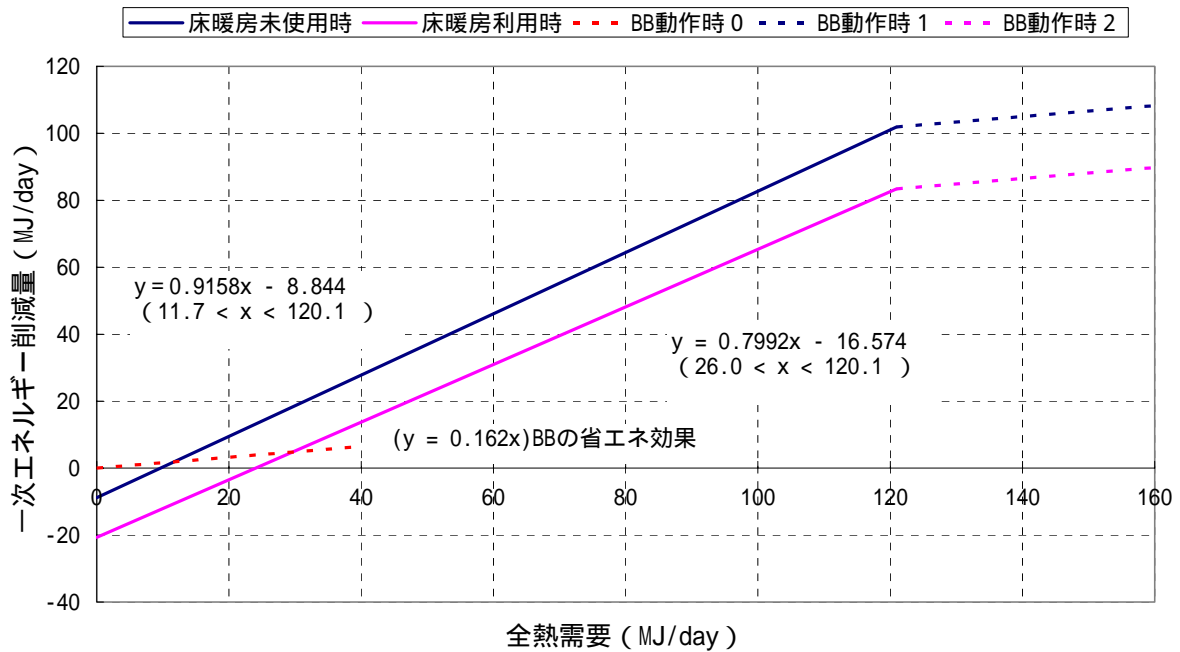


図 8.3.3 燃料電池 Type1 日消費エネルギー量の推定式

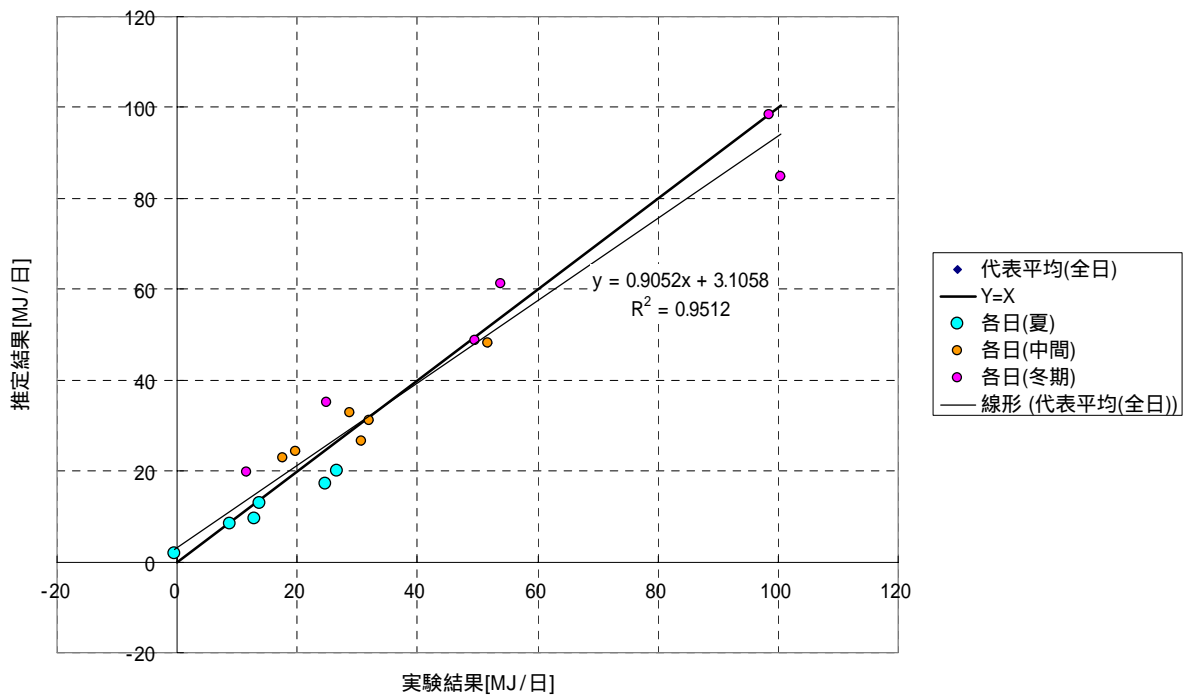


図 8.3.4 燃料電池 Type1 省エネルギー量に関する実験値と推定値の相関

### 3) ガスエンジン・コージェネレーションの推定式

ガスエンジン・コージェネについても、燃料電池と同様に回帰式を作成する。

#### 1次エネルギー消費量の推定式

$$E_{cg} = \{LI + Lha + (Lc + Lh1) / COPc\} / 0.369 + (Lhw + Lh2) / 0.75$$

$$- \{(Lhw + Lh2) \times 0.7439 - 5.9705\} \quad (\text{if } 0 \leq (Lhw + Lh2) \leq 14.6)$$

$$- \{(Lhw + Lh2) \times 0.2034 + 1.9077\} \quad (\text{if } 14.6 < (Lhw + Lh2) \leq 137.0)$$

LI + Lha : 照明、コンセント負荷(kWh)

(Lc + Lh1) / COPc : エアコン冷暖房熱負荷 / COP = エアコン電力(kWh)

Lhw + Lh2 : 給湯負荷 + 温水暖房負荷(kWh)

#### 適用領域

上記 1次エネルギー消費量の推定式は、以下の(1)および(2)の条件を満足する領域に適用できるものとする。

イ 熱電比( = (給湯負荷 + 温水暖房負荷) / 電力負荷 )による領域制限

ガスエンジンの機器スペック(熱出力2.8kW, 発電出力1.0kW)より、以下の通り。

$$0 \leq \text{熱電比} \leq 2.80 \quad (2.80\text{kW} ; \text{熱出力} \div 1.0\text{kW} ; \text{発電出力})$$

ロ 適用領域の上限値

電力負荷 :  $LI + Lha + (Lc + Lh1) / COPc$  kWh(値の上限なし)

給湯負荷 + 温水暖房負荷 :  $Lhw + Lh2 \leq 137$  kWh (ガスエンジンが24時間運転の場合)

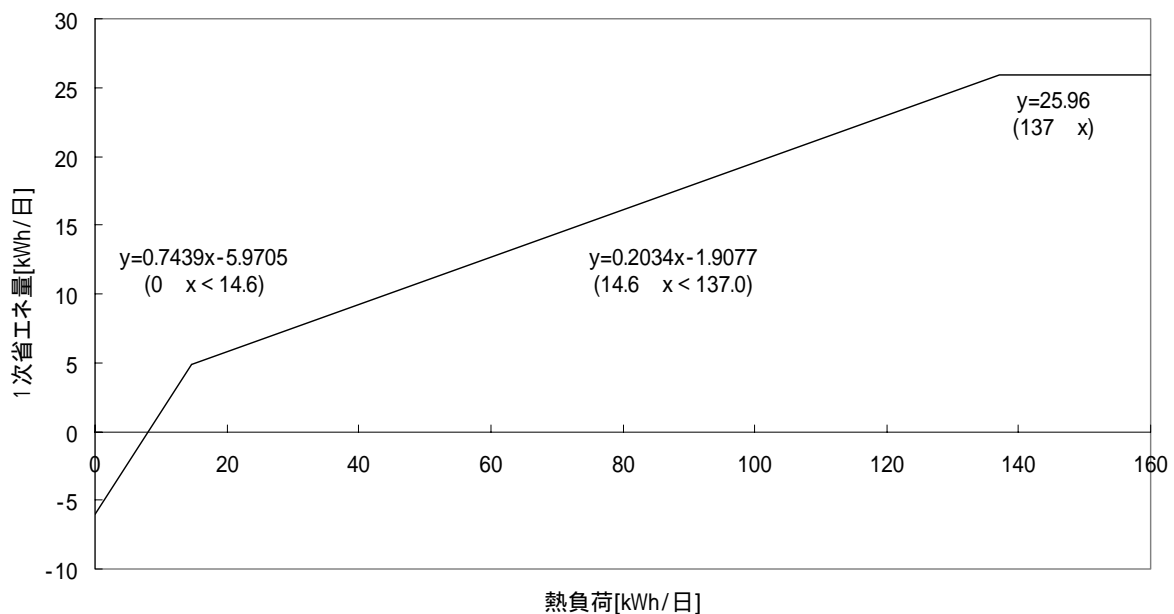


図 8.3.5 ガスエンジンの推定式

(3) 当該物件における消費エネルギー量の算定

前述の日消費エネルギー量の推定式を用い、モデル住宅における年間消費エネルギーを推定する。後述の年間消費エネルギー推定式作成のため、地域・住戸面積を変化させた場合の年間消費エネルギーを算出する。

年間消費エネルギーの算定の流れを図 8.3.6 に示す。

1日あたり消費エネルギーの推定は、次式より算出する。

$$E_{cog\_day} = \sum_{i=1}^{365} F(L_{E\_HA} + L_{E\_L} + L_{E\_C} + L_{E\_HT}, L_{HW} + L_{HT})$$

$E_{cog\_day}$  : 当該物件における1日あたりのコジェネレーションの消費エネルギー[MJ/日]

$F()$  : (5) で作成した1日あたり消費エネルギー量の推定式[MJ/日]

$L_{E\_HA}$  : 当該物件における1日あたりの家電電力負荷[MJ/日]

$L_{E\_L}$  : 当該物件における1日あたりの照明電力負荷[MJ/日]

$L_{E\_C}$  : 当該物件における1日あたりの冷房電力負荷[MJ/日]

$L_{E\_HT}$  : 当該物件における1日あたりの暖房電力負荷[MJ/日]

$L_{HW}$  : 当該物件における1日あたりの給湯熱負荷[MJ/日]

$L_{HT}$  : 当該物件における1日あたりの暖房温水熱負荷[MJ/日]

各日における負荷の与え方の例を表 8.3.2 に、1次エネルギーの計算例を表 8.3.1 に示す。空調条件については、暖房機器・冷房機器の消費エネルギー量算定に用いている負荷を、面積補正して用いている。

年間の負荷と消費エネルギーの積算値について、燃料電池の計算結果を表 8.3.3・図 8.3.7、ガスエンジンの計算結果を表 8.3.4・図 8.3.8 に示す。

表 8.3.1 各日における1次エネルギーの計算例

日モード	電力(2次)					熱負荷			FC/GE 1次エネ	
	家電用	照明用	空調用	照明+空調	合計	給湯用	空調用	合計	全	除家電
期間合計[GJ]	12.6	2.0	10.4	12.4	25.0	12.1	0.0	12.1	76.2	42.2
日合計[MJ]										
01/01 休日在宅(大)	36.1	6.4	0.0	6.4	42.5	56.9	0.0	56.9	161.8	64.1
01/02 休日不在(小)	32.9	3.2	0.0	3.2	36.1	21.0	0.0	21.0	118.4	29.2
01/03 休日在宅(大)	36.1	6.4	0.0	6.4	42.5	56.9	0.0	56.9	161.8	64.1
01/04 平日(小)	34.0	5.5	0.0	5.5	39.5	33.3	0.0	33.3	129.6	37.5
01/05 平日(大)	34.0	5.5	0.0	5.5	39.5	41.2	0.0	41.2	131.0	38.9
01/06 平日(小)	34.0	5.5	0.0	5.5	39.5	33.3	0.0	33.3	129.6	37.5
01/07 平日(大)	34.0	5.5	0.0	5.5	39.5	41.2	0.0	41.2	131.0	38.9

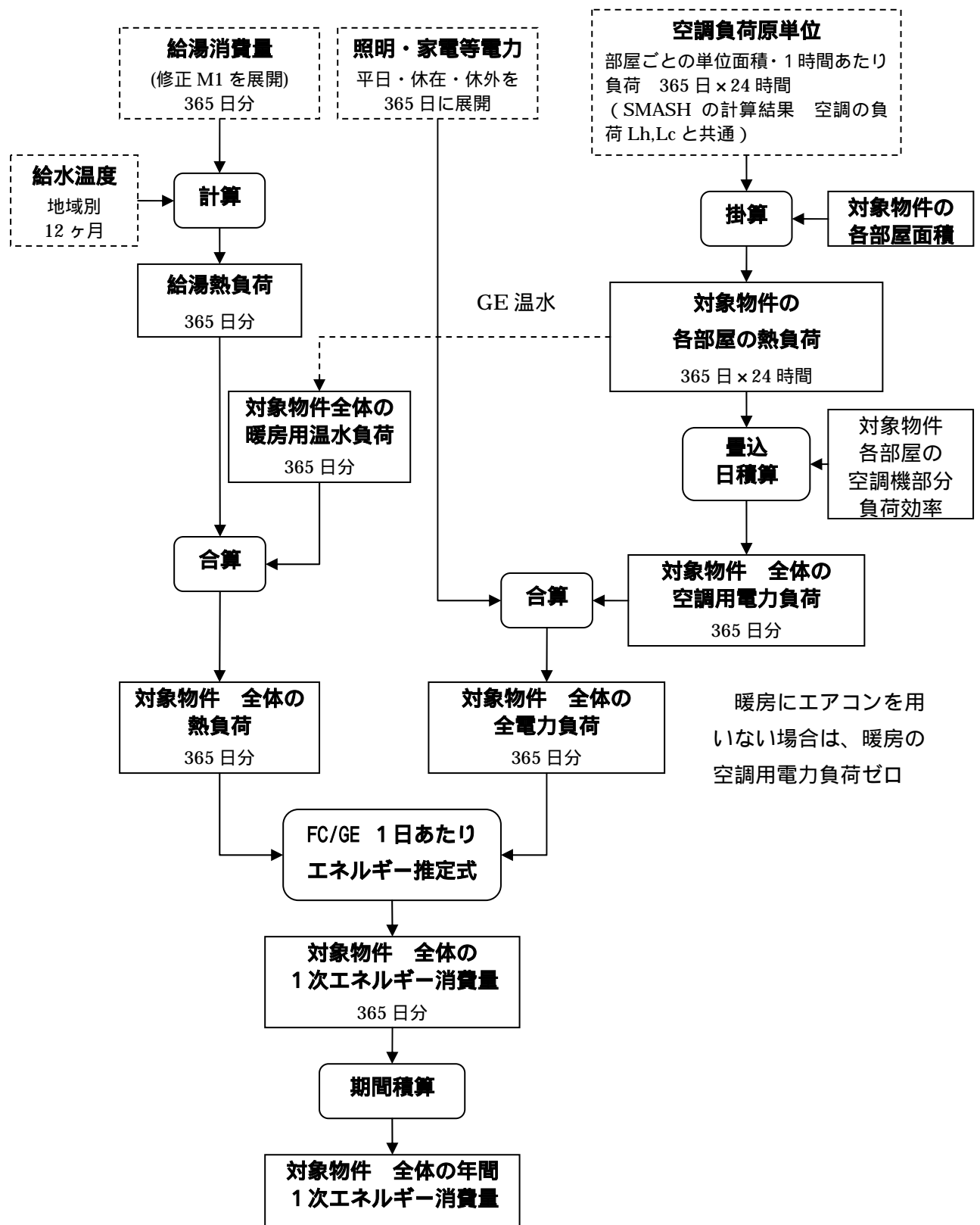


図 8.3.6 コージェネレーションの評価フロー

表 8.3.2 年間における各代表日の設定条件例

月	日	在宅パターン	給湯パターン	月	日	在宅パターン	給湯パターン	月	日	在宅パターン	給湯パターン	月	日	在宅パターン	給湯パターン
1	1	在宅	休日在宅(大)	4	1	平日	平日(小)	7	1	平日	平日(大)	10	1	外出	休日不在(大)
1	2	外出	休日不在(小)	4	2	外出	休日不在(小)	7	2	在宅	休日在宅(小)	10	2	在宅	休日在宅(大)
1	3	在宅	休日在宅(大)	4	3	在宅	休日在宅(大)	7	3	在宅	休日在宅(大)	10	3	平日	平日(大)
1	4	平日	平日(小)	4	4	平日	平日(大)	7	4	平日	平日(小)	10	4	平日	平日(小)
1	5	平日	平日(大)	4	5	平日	平日(小)	7	5	平日	平日(大)	10	5	平日	平日(大)
1	6	平日	平日(小)	4	6	平日	平日(大)	7	6	平日	平日(小)	10	6	平日	平日(小)
1	7	平日	平日(大)	4	7	平日	平日(小)	7	7	平日	平日(大)	10	7	平日	平日(大)
1	8	外出	休日不在(大)	4	8	平日	平日(大)	7	8	平日	平日(小)	10	8	在宅	休日在宅(小)
1	9	在宅	休日在宅(小)	4	9	在宅	休日在宅(小)	7	9	外出	休日不在(小)	10	9	外出	休日不在(小)
1	10	在宅	休日在宅(大)	4	10	在宅	休日在宅(大)	7	10	在宅	休日在宅(大)	10	10	在宅	休日在宅(大)
1	11	平日	平日(小)	4	11	平日	平日(小)	7	11	平日	平日(大)	10	11	平日	平日(小)
1	12	平日	平日(大)	4	12	平日	平日(大)	7	12	平日	平日(小)	10	12	平日	平日(大)
1	13	平日	平日(小)	4	13	平日	平日(小)	7	13	平日	平日(大)	10	13	平日	平日(小)
1	14	平日	平日(大)	4	14	平日	平日(大)	7	14	平日	平日(小)	10	14	平日	平日(大)
1	15	在宅	休日在宅(小)	4	15	平日	平日(小)	7	15	平日	平日(大)	10	15	外出	休日不在(大)
1	16	在宅	休日在宅(大)	4	16	外出	休日不在(大)	7	16	在宅	休日在宅(小)	10	16	在宅	休日在宅(小)
1	17	平日	平日(小)	4	17	在宅	休日在宅(大)	7	17	外出	休日不在(大)	10	17	平日	平日(小)
1	18	平日	平日(大)	4	18	平日	平日(大)	7	18	在宅	休日在宅(大)	10	18	平日	平日(大)
1	19	平日	平日(小)	4	19	平日	平日(小)	7	19	平日	平日(小)	10	19	平日	平日(小)
1	20	平日	平日(大)	4	20	平日	平日(大)	7	20	平日	平日(大)	10	20	平日	平日(大)
1	21	平日	平日(小)	4	21	平日	平日(小)	7	21	平日	平日(小)	10	21	平日	平日(小)
1	22	外出	休日不在(小)	4	22	平日	平日(大)	7	22	平日	平日(大)	10	22	在宅	休日在宅(小)
1	23	在宅	休日在宅(小)	4	23	在宅	休日在宅(小)	7	23	外出	休日不在(小)	10	23	在宅	休日在宅(大)
1	24	平日	平日(大)	4	24	在宅	休日在宅(大)	7	24	在宅	休日在宅(大)	10	24	平日	平日(大)
1	25	平日	平日(小)	4	25	平日	平日(小)	7	25	平日	平日(小)	10	25	平日	平日(小)
1	26	平日	平日(大)	4	26	平日	平日(大)	7	26	平日	平日(大)	10	26	平日	平日(大)
1	27	平日	平日(小)	4	27	平日	平日(小)	7	27	平日	平日(小)	10	27	平日	平日(小)
1	28	平日	平日(大)	4	28	平日	平日(大)	7	28	平日	平日(大)	10	28	平日	平日(大)
1	29	在宅	休日在宅(大)	4	29	在宅	休日在宅(大)	7	29	平日	平日(小)	10	29	外出	休日不在(小)
1	30	在宅	休日在宅(小)	4	30	外出	休日不在(小)	7	30	在宅	休日在宅(小)	10	30	在宅	休日在宅(小)
1	31	平日	平日(小)	5	1	在宅	休日在宅(小)	7	31	在宅	休日在宅(大)	10	31	平日	平日(小)
2	1	平日	平日(大)	5	2	平日	平日(大)	8	1	平日	平日(大)	11	1	平日	平日(大)
2	2	平日	平日(小)	5	3	在宅	休日在宅(大)	8	2	平日	平日(小)	11	2	平日	平日(小)
2	3	平日	平日(大)	5	4	外出	休日不在(大)	8	3	平日	平日(大)	11	3	在宅	休日在宅(小)
2	4	平日	平日(小)	5	5	在宅	休日在宅(小)	8	4	平日	平日(小)	11	4	平日	平日(小)
2	5	外出	休日不在(大)	5	6	平日	平日(大)	8	5	平日	平日(大)	11	5	在宅	休日在宅(大)
2	6	在宅	休日在宅(大)	5	7	在宅	休日在宅(小)	8	6	外出	休日不在(大)	11	6	在宅	休日在宅(大)
2	7	平日	平日(大)	5	8	在宅	休日在宅(大)	8	7	在宅	休日在宅(大)	11	7	平日	平日(小)
2	8	平日	平日(小)	5	9	平日	平日(小)	8	8	平日	平日(小)	11	8	平日	平日(大)
2	9	平日	平日(大)	5	10	平日	平日(大)	8	9	平日	平日(大)	11	9	平日	平日(小)
2	10	平日	平日(小)	5	11	平日	平日(小)	8	10	平日	平日(小)	11	10	平日	平日(大)
2	11	在宅	休日在宅(大)	5	12	平日	平日(大)	8	11	平日	平日(大)	11	11	平日	平日(小)
2	12	外出	休日不在(小)	5	13	平日	平日(小)	8	12	平日	平日(小)	11	12	外出	休日不在(大)
2	13	在宅	休日在宅(小)	5	14	外出	休日不在(小)	8	13	外出	休日不在(小)	11	13	在宅	休日在宅(小)
2	14	平日	平日(大)	5	15	在宅	休日在宅(大)	8	14	外出	休日不在(大)	11	14	平日	平日(大)
2	15	平日	平日(小)	5	16	平日	平日(大)	8	15	外出	休日不在(小)	11	15	平日	平日(小)
2	16	平日	平日(大)	5	17	平日	平日(小)	8	16	在宅	休日在宅(小)	11	16	平日	平日(大)
2	17	平日	平日(小)	5	18	平日	平日(大)	8	17	在宅	休日在宅(大)	11	17	平日	平日(小)
2	18	平日	平日(大)	5	19	平日	平日(小)	8	18	在宅	休日在宅(大)	11	18	平日	平日(大)
2	19	外出	休日不在(大)	5	20	平日	平日(大)	8	19	在宅	休日在宅(小)	11	19	在宅	休日在宅(大)
2	20	在宅	休日在宅(大)	5	21	在宅	休日在宅(小)	8	20	外出	休日不在(大)	11	20	在宅	休日在宅(大)
2	21	平日	平日(小)	5	22	在宅	休日在宅(大)	8	21	在宅	休日在宅(大)	11	21	平日	平日(小)
2	22	平日	平日(大)	5	23	平日	平日(大)	8	22	平日	平日(大)	11	22	平日	平日(大)
2	23	平日	平日(小)	5	24	平日	平日(大)	8	23	平日	平日(小)	11	23	在宅	休日在宅(小)
2	24	平日	平日(大)	5	25	平日	平日(小)	8	24	平日	平日(大)	11	24	平日	平日(小)
2	25	平日	平日(小)	5	26	平日	平日(大)	8	25	平日	平日(小)	11	25	平日	平日(大)
2	26	在宅	休日在宅(大)	5	27	平日	平日(小)	8	26	平日	平日(大)	11	26	外出	休日不在(小)
2	27	在宅	休日在宅(小)	5	28	外出	休日不在(大)	8	27	在宅	休日在宅(大)	11	27	在宅	休日在宅(大)
2	28	平日	平日(大)	5	29	在宅	休日在宅(大)	8	28	在宅	休日在宅(小)	11	28	平日	平日(小)
3	1	平日	平日(小)	5	30	平日	平日(小)	8	29	平日	平日(小)	11	29	平日	平日(大)
3	2	平日	平日(大)	5	31	平日	平日(大)	8	30	平日	平日(大)	11	30	平日	平日(小)
3	3	平日	平日(小)	6	1	平日	平日(小)	8	31	平日	平日(小)	12	1	平日	平日(大)
3	4	平日	平日(大)	6	2	平日	平日(小)	9	1	平日	平日(大)	12	2	平日	平日(小)
3	5	外出	休日不在(小)	6	3	平日	平日(大)	9	2	平日	平日(小)	12	3	在宅	休日在宅(大)
3	6	在宅	休日在宅(大)	6	4	在宅	休日在宅(小)	9	3	外出	休日不在(小)	12	4	在宅	休日在宅(小)
3	7	平日	平日(小)	6	5	在宅	休日在宅(大)	9	4	在宅	休日在宅(大)	12	5	平日	平日(大)
3	8	平日	平日(大)	6	6	平日	平日(小)	9	5	平日	平日(大)	12	6	平日	平日(小)
3	9	平日	平日(小)	6	7	平日	平日(大)	9	6	平日	平日(小)	12	7	平日	平日(大)
3	10	平日	平日(大)	6	8	平日	平日(小)	9	7	平日	平日(大)	12	8	平日	平日(小)
3	11	平日	平日(小)	6	9	平日	平日(大)	9	8	平日	平日(小)	12	9	平日	平日(大)
3	12	在宅	休日在宅(大)	6	10	平日	平日(小)	9	9	平日	平日(大)	12	10	外出	休日不在(大)
3	13	在宅	休日在宅(小)	6	11	外出	休日不在(小)	9	10	在宅	休日在宅(大)	12	11	在宅	休日在宅(大)
3	14	平日	平日(大)	6	12	在宅	休日在宅(大)	9	11	在宅	休日在宅(小)	12	12	平日	平日(小)
3	15	平日	平日(小)	6	13	平日	平日(大)	9	12	在宅	休日在宅(小)	12	13	平日	平日(大)
3	16	平日	平日(大)	6	14	平日	平日(小)	9	13	平日	平日(大)	12	14	平日	平日(小)
3	17	平日	平日(小)	6	15	平日	平日(大)	9	14	平日	平日(小)	12	15	平日	平日(大)
3	18	平日	平日(大)	6	16	平日	平日(小)	9	15	平日	平日(大)	12	16	平日	平日(小)
3	19	外出	休日不在(大)	6	17	平日	平日(大)	9	16	平日	平日(小)	12	17	在宅	休日在宅(大)
3	20	在宅	休日在宅(大)	6	18	在宅	休日在宅(小)	9	17	外出	休日不在(大)	12	18	在宅	休日在宅(小)
3	21	在宅	休日在宅(大)	6	19	在宅	休日在宅(大)	9	18	在宅	休日在宅(大)	12	19	平日	平日(大)
3	22	平日	平日(小)	6	20	在宅	休日在宅(大)	9	19	在宅	休日在宅(大)	12	20	平日	平日(小)
3	23	平日	平日(大)	6	21	平日	平日(大)	9	20	平日	平日(大)	12	21	平日	平日(大)
3	24	平日	平日(小)	6	22	平日	平日(小)	9	21	平日	平日(小)	12	22	平日	平日(小)
3	25	平日	平日(大)	6	23	平日	平日(大)	9	22	平日	平日(大)	12	23	在宅	休日在宅(大)
3	26	在宅	休日在宅(小)	6	24	平日	平日(小)	9	23	在宅	休日在宅(小)	12	24	外出	休日不在(小)
3	27	在宅	休日在宅(大)	6	25	外出	休日不在(大)	9	24	外出	休日不在(小)	12	25	在宅	休日在宅(大)
3	28	平日	平日(小)	6	26	在宅	休日在宅(大)	9	25	在宅	休日在宅(大)	12	26	平日	平日(大)
3	29	平日	平日(大)	6	27	平日	平日(小)	9	26	平日	平日(大)	12	27	平日	平日(小)
3	30	平日	平日(小)	6	28	平日	平日(大)	9	27	平日	平日(小)	12	28	平日	平日(大)
3	31	平日	平日(大)	6	29	平日	平日(小)	9	28	平日	平日(大)	12	29	在宅	休日在宅(小)
				6	30	平日	平日(大)	9	29	平日	平日(小)	12	30	外出	休日不在(大)
								9	30	平日	平日(大)	12	31	在宅	休日在宅(大)

表 8.3.3 燃料電池の1次エネルギー消費量の地域別・住戸別計算例

床面積 地域区分	電力2次			電力1次			熱負荷 給湯+温 水暖房	1次エネ			省エネ率		回帰式用			
	全電力	内家電	除家電	全電力	内家電	除家電		系統+従 来ガス + コジエネ +系統 削減量 = /0.736 と + コジエネ +系統 削減量 = より - =	含家電	除家電	電力1次 (除家電)	熱負荷	コジエネ(除 家電電力)			
080m2	a	23.9	12.6	11.4	64.8	34.0	30.8	34.9	112.3	92.2	20.0	17.8%	25.6%	30.8	34.9	58.2
	b	22.6	12.6	10.1	61.3	34.0	27.3	32.7	105.7	86.8	18.9	17.9%	26.4%	27.3	32.7	52.8
		17.0	12.6	4.5	46.2	34.0	12.2	35.5	94.4	79.0	15.4	16.3%	25.5%	12.2	35.5	44.9
	a	18.1	12.6	5.5	49.1	34.0	15.0	34.8	96.3	80.8	15.5	16.1%	24.9%	15.0	34.8	46.8
	b	18.2	12.6	5.7	49.4	34.0	15.4	33.3	94.6	79.9	14.7	15.6%	24.3%	15.4	33.3	45.8
	a	18.1	12.6	5.5	49.0	34.0	15.0	28.3	87.5	74.4	13.1	15.0%	24.5%	15.0	28.3	40.4
	b	18.3	12.6	5.8	49.7	34.0	15.7	23.9	82.1	70.4	11.8	14.3%	24.4%	15.7	23.9	36.3
		20.7	12.6	8.1	56.0	34.0	22.0	12.1	72.4	64.6	7.8	10.8%	20.4%	22.0	12.1	30.6
120m2	a	26.7	12.6	14.2	72.4	34.0	38.4	41.1	128.2	106.4	21.8	17.0%	23.2%	38.4	41.1	72.3
	b	25.0	12.6	12.5	67.8	34.0	33.8	37.9	119.3	98.6	20.7	17.4%	24.3%	33.8	37.9	64.6
		17.8	12.6	5.2	48.1	34.0	14.1	42.7	106.2	89.0	17.2	16.2%	23.9%	14.1	42.7	54.9
	a	19.1	12.6	6.6	51.9	34.0	17.8	42.1	109.1	91.8	17.4	15.9%	23.1%	17.8	42.1	57.7
	b	19.4	12.6	6.8	52.5	34.0	18.4	40.4	107.4	90.8	16.6	15.5%	22.6%	18.4	40.4	56.7
	a	19.1	12.6	6.5	51.7	34.0	17.7	33.9	97.8	83.4	14.5	14.8%	22.7%	17.7	33.9	49.3
	b	19.5	12.6	6.9	52.7	34.0	18.7	27.8	90.6	77.8	12.7	14.0%	22.5%	18.7	27.8	43.8
		22.3	12.6	9.8	60.5	34.0	26.5	12.1	76.9	69.1	7.8	10.2%	18.3%	26.5	12.1	35.0
160m2	a	29.2	12.6	16.6	79.1	34.0	45.1	47.2	143.2	119.9	23.4	16.3%	21.4%	45.1	47.2	85.8
	b	27.2	12.6	14.7	73.8	34.0	39.8	43.1	132.3	110.2	22.1	16.7%	22.5%	39.8	43.1	76.2
		18.4	12.6	5.9	49.9	34.0	15.9	50.0	117.8	98.8	18.9	16.1%	22.6%	15.9	50.0	64.8
	a	20.1	12.6	7.5	54.5	34.0	20.4	49.5	121.7	102.5	19.2	15.8%	21.9%	20.4	49.5	68.5
	b	20.3	12.6	7.8	55.1	34.0	21.1	47.6	119.7	101.3	18.4	15.3%	21.4%	21.1	47.6	67.3
	a	20.0	12.6	7.5	54.2	34.0	20.2	39.5	107.9	92.1	15.8	14.6%	21.4%	20.2	39.5	58.1
	b	20.4	12.6	7.9	55.4	34.0	21.3	31.8	98.6	84.9	13.6	13.8%	21.1%	21.3	31.8	50.9
		23.7	12.6	11.2	64.2	34.0	30.2	12.1	80.6	72.8	7.8	9.7%	16.8%	30.2	12.1	38.8
200m2	a	31.4	12.6	18.8	85.1	34.0	51.1	53.3	157.5	132.9	24.7	15.7%	20.0%	51.1	53.3	98.8
	b	29.2	12.6	16.6	79.1	34.0	45.1	48.3	144.8	121.4	23.4	16.1%	21.1%	45.1	48.3	87.4
		19.0	12.6	6.4	51.4	34.0	17.4	57.2	129.2	108.5	20.6	16.0%	21.7%	17.4	57.2	74.5
	a	20.9	12.6	8.3	56.6	34.0	22.6	56.8	133.8	113.0	20.9	15.6%	20.9%	22.6	56.8	78.9
	b	21.2	12.6	8.6	57.3	34.0	23.3	54.7	131.7	111.6	20.0	15.2%	20.5%	23.3	54.7	77.6
	a	20.8	12.6	8.2	56.4	34.0	22.4	45.1	117.7	100.6	17.1	14.5%	20.4%	22.4	45.1	66.6
	b	21.3	12.6	8.7	57.6	34.0	23.6	35.8	106.2	91.7	14.6	13.7%	20.2%	23.6	35.8	57.6
		25.0	12.6	12.4	67.8	34.0	33.7	12.1	84.2	76.3	7.8	9.3%	15.6%	33.7	12.1	42.3

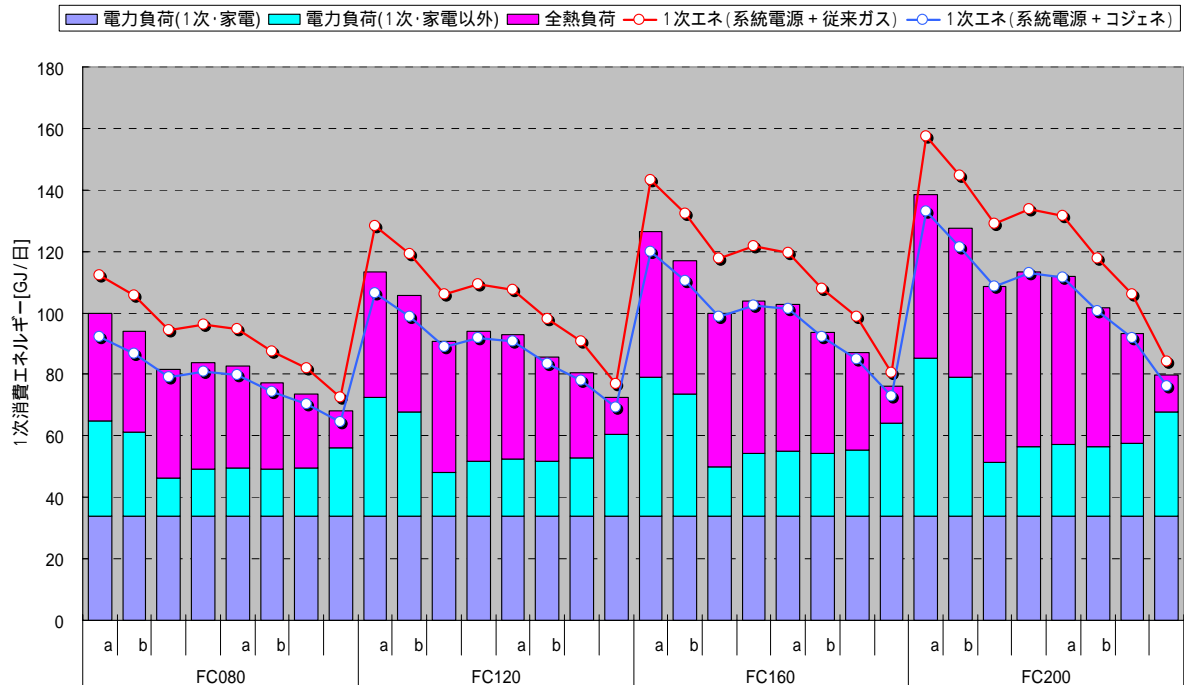


図 8.3.7 燃料電池の地域別・住戸別挙動の計算例

表 8.3.4 ガスエンジン・コージェネレーションの1次エネルギー消費量の地域別・住戸別計算例

床面積 積	地域区分	電力2次			電力1次			熱負荷 給湯+温 水暖房	1次エネ 系統+従 来ガス +系統 コージェ ネ +系統 削減量			省エネ率		回帰式用			
		全電力	内家電	除家電	全電力	内家電	除家電		含家電	除家電	電力1次 (除家電)	熱負荷	コージェネ(除 家電電力)				
080m2	a	23.9	12.6	11.4	64.8	34.0	30.8	34.9	112.3	102.3	10.0	8.9%	12.8%	30.8	34.9	71.5	
		22.6	12.6	10.1	61.3	34.0	27.3	32.7	105.7	96.3	9.4	8.9%	13.2%	27.3	32.7	69.0	
	b	17.0	12.6	4.5	46.2	34.0	12.2	35.5	94.4	84.7	9.7	10.3%	16.1%	12.2	35.5	72.5	
		18.1	12.6	5.5	49.1	34.0	15.0	34.8	96.3	87.1	9.3	9.6%	14.9%	15.0	34.8	72.0	
	a	18.2	12.6	5.7	49.4	34.0	15.4	33.3	94.6	86.2	8.4	8.9%	13.9%	15.4	33.3	70.8	
		18.1	12.6	5.5	49.0	34.0	15.0	28.3	87.5	80.3	7.2	8.2%	13.4%	15.0	28.3	65.3	
	b	18.3	12.6	5.8	49.7	34.0	15.7	23.9	82.1	76.2	5.9	7.2%	12.3%	15.7	23.9	60.5	
		20.7	12.6	8.1	56.0	34.0	22.0	12.1	72.4	71.0	1.4	1.9%	3.6%	22.0	12.1	49.0	
	120m2	a	26.7	12.6	14.2	72.4	34.0	38.4	41.1	128.2	116.8	11.4	8.9%	12.1%	38.4	41.1	78.4
			25.0	12.6	12.5	67.8	34.0	33.8	37.9	119.3	108.7	10.7	8.9%	12.5%	33.8	37.9	74.9
		b	17.8	12.6	5.2	48.1	34.0	14.1	42.7	106.2	95.5	10.7	10.0%	14.8%	14.1	42.7	81.4
			19.1	12.6	6.6	51.9	34.0	17.8	42.1	109.1	98.9	10.2	9.4%	13.6%	17.8	42.1	81.1
a		19.4	12.6	6.8	52.5	34.0	18.4	40.4	107.4	98.0	9.4	8.7%	12.8%	18.4	40.4	79.6	
		19.1	12.6	6.5	51.7	34.0	17.7	33.9	97.8	89.9	8.0	8.2%	12.5%	17.7	33.9	72.1	
b		19.5	12.6	6.9	52.7	34.0	18.7	27.8	90.6	84.0	6.5	7.2%	11.6%	18.7	27.8	65.3	
		22.3	12.6	9.8	60.5	34.0	26.5	12.1	76.9	75.5	1.4	1.8%	3.3%	26.5	12.1	49.0	
160m2		a	29.2	12.6	16.6	79.1	34.0	45.1	47.2	143.2	130.4	12.8	9.0%	11.7%	45.1	47.2	85.3
			27.2	12.6	14.7	73.8	34.0	39.8	43.1	132.3	120.5	11.9	9.0%	12.1%	39.8	43.1	80.7
		b	18.4	12.6	5.9	49.9	34.0	15.9	50.0	117.8	106.4	11.4	9.7%	13.6%	15.9	50.0	90.5
			20.1	12.6	7.5	54.5	34.0	20.4	49.5	121.7	110.8	10.9	9.0%	12.5%	20.4	49.5	90.3
	a	20.3	12.6	7.8	55.1	34.0	21.1	47.6	119.7	109.6	10.1	8.4%	11.7%	21.1	47.6	88.6	
		20.0	12.6	7.5	54.2	34.0	20.2	39.5	107.9	99.4	8.6	8.0%	11.6%	20.2	39.5	79.1	
	b	20.4	12.6	7.9	55.4	34.0	21.3	31.8	98.6	91.5	7.0	7.1%	10.9%	21.3	31.8	70.2	
		23.7	12.6	11.2	64.2	34.0	30.2	12.1	80.6	79.2	1.4	1.7%	3.0%	30.2	12.1	49.0	
	200m2	a	31.4	12.6	18.8	85.1	34.0	51.1	53.3	157.5	143.3	14.2	9.0%	11.5%	51.1	53.3	92.3
			29.2	12.6	16.6	79.1	34.0	45.1	48.3	144.8	131.7	13.0	9.0%	11.8%	45.1	48.3	86.6
		b	19.0	12.6	6.4	51.4	34.0	17.4	57.2	129.2	117.2	12.0	9.3%	12.6%	17.4	57.2	99.7
			20.9	12.6	8.3	56.6	34.0	22.6	56.8	133.8	122.3	11.6	8.6%	11.6%	22.6	56.8	99.7
a		21.2	12.6	8.6	57.3	34.0	23.3	54.7	131.7	121.0	10.7	8.1%	10.9%	23.3	54.7	97.7	
		20.8	12.6	8.2	56.4	34.0	22.4	45.1	117.7	108.6	9.1	7.7%	10.8%	22.4	45.1	86.3	
b		21.3	12.6	8.7	57.6	34.0	23.6	35.8	106.2	98.8	7.4	7.0%	10.3%	23.6	35.8	75.2	
		25.0	12.6	12.4	67.8	34.0	33.7	12.1	84.2	82.8	1.4	1.7%	2.8%	33.7	12.1	49.0	

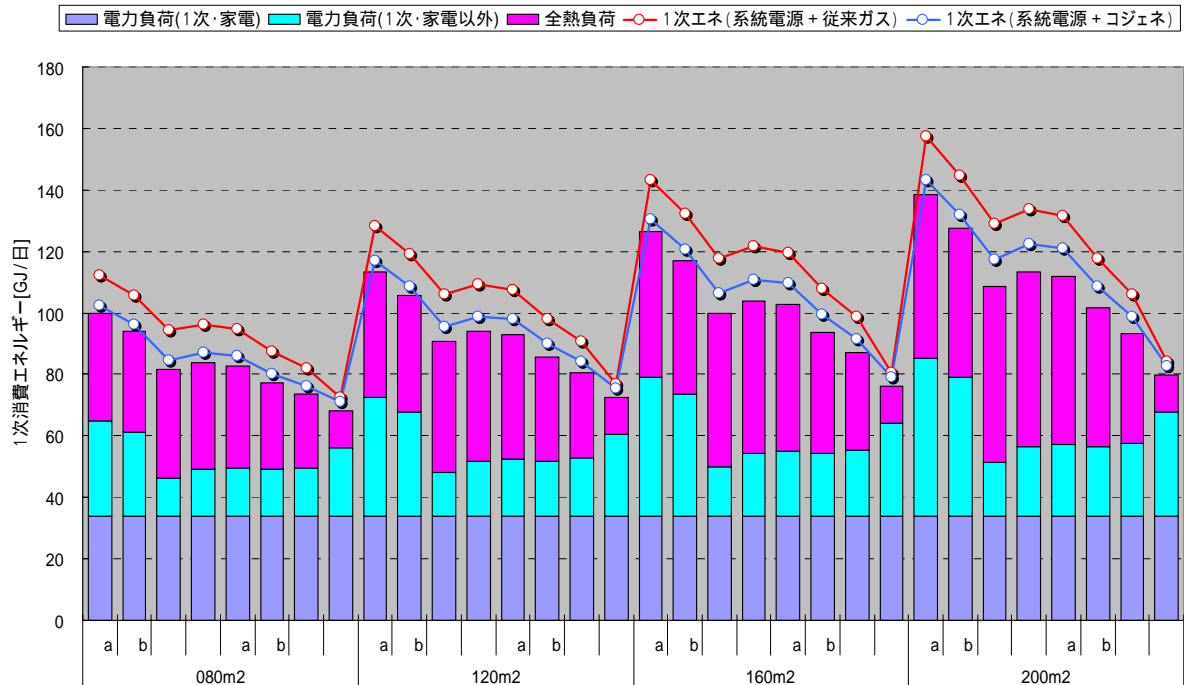


図 8.3.8 ガスエンジン・コージェネレーションの地域別・住戸別挙動の計算例

#### (4) コージェネレーションを導入した場合の年間消費エネルギー量の算定式

##### 1) 算定式の概要

前述までの検討で、様々な負荷条件に応じた年間の消費エネルギー量を得ることができた。以下ではこの結果を元に、本評価方法における算定式の係数を決定する。本評価における各値の意味を再掲する。機器ごとに必要となる係数は、C1、C2、C3とEsの4つである。

$$Et = Ee \times C1 + (Lw + Lhw) \times C2 + C3 - Es$$

この式において、Et、Ee、Lw、Lhw、Es、C1、C2及びC3は、それぞれ次の数値を表すものとする。

Et : 一次エネルギー消費量 (単位 1年につきギガジュール)

Ee : 暖房・冷房・照明及び機械換気の用途に消費される年間消費電力量 (単位 1年につきメガワット時)

Lw : コージェネレーションが分担する年間給湯負荷 (単位 1年につきギガジュール)

Lhw : コージェネレーションが分担する年間温水暖房負荷 (単位 1年につきギガジュール)

Es : エネルギー利用効率化設備による一次エネルギー消費量の削減量 (単位 1年につきギガジュール)

C1 : コージェネレーションの機種等に応じて定められる定数 (単位 1メガワット時につきギガジュール)

C2 : コージェネレーションの機種等に応じて定められる定数

C3 : コージェネレーションの機種等に応じて定められる定数 (単位 1年につきギガジュール)

##### 2) 年間消費エネルギー量推定式(補正前)の作成(C1, C2, C3の決定)

まず、コージェネレーション導入住戸の年間消費エネルギー量を、電力負荷・熱負荷より回帰する。回帰の概要を、図 8.3.9 に示す。この回帰により、電力負荷にかかる C1、熱負荷にかかる C2、切片(CGS が全く稼動しない場合の消費エネルギー)である C3 が決定される。

本評価においては、住宅の負荷のうち家電が消費する電力については評価対象としない点に注意を要する。このため、回帰式における説明変数・非説明変数は以下の通りとなる。

説明変数 : 家電を除いた電力負荷(Ee)・全熱負荷(給湯 Lw+温水暖房 Lhw)

非説明変数 : コージェネレーション導入住戸の消費エネルギーから家電分の一次エネルギー消費量を差し引いたもの

上記の条件で、(3)で算出した値を用い重回帰分析を行った結果について、燃料電池の場合を表 8.3.6・図 8.3.10 に、ガスエンジンの場合を表 8.3.7・図 8.3.11 に示す。いずれのケースでも、回帰の当てはまりは良好で推定式が適切であることを示している。表中の「切片」の係数が C3、「電力一次(除家電)」の係数が C1、「熱負荷」の係数が C2 を示す。ただし、表中の C1 は [GJ/GJ] であり、評価式中の [GJ/MWh] ではない。

・本基準の対象範囲は、「暖冷房・給湯・照明・家電」

- (系統電源 + コジェネ + B B - 家電分 1 次エネ)[ G J ]

- = 家電以外消費電力(2 次MWh)[ G J ] × C<sub>1</sub> + 熱負荷[ G J ] × C<sub>2</sub> + C<sub>3</sub>[ G J ]

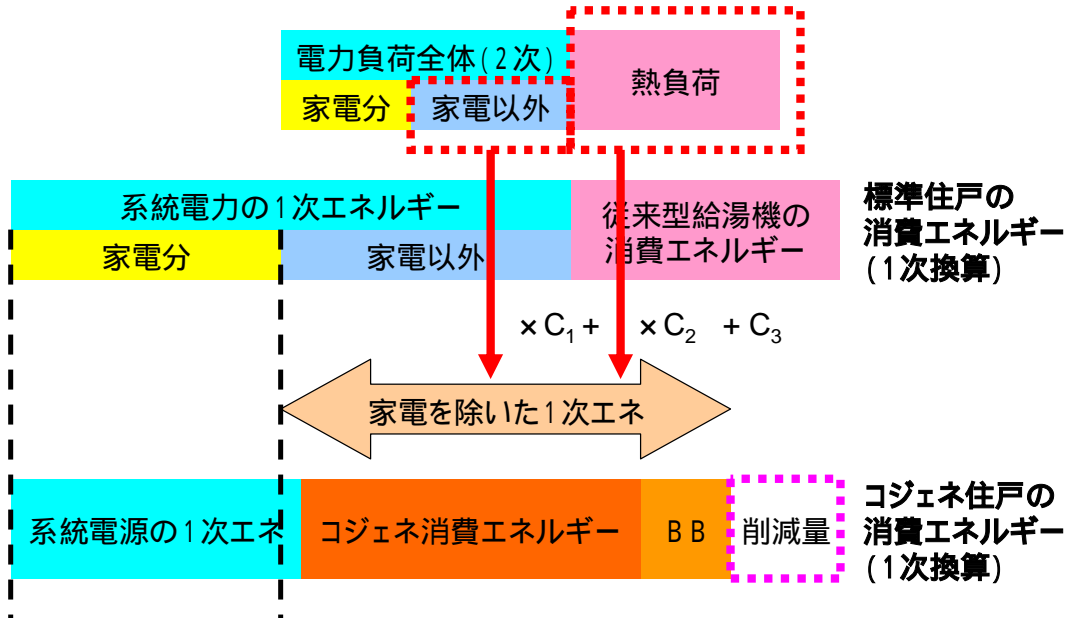


図 8.3.9 C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> による推定式の意味 (年積算値)

推定された係数 C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> を、表 8.3.5 に表記する。なお、C<sub>1</sub> については、[GJ/MWh]と[GJ/GJ]の両方を併記した。

表 8.3.5 代表機種における年間消費エネルギー量の簡易推定式の係数

係数	単位	燃料電池 コージェネレーション				ガスエンジン コージェネレ ーション
		Type1	Type2A	Type2B	Type3	
C <sub>1</sub>	[GJ/MWh]	8.159				9.271
	[GJ/GJ]	0.836	---	---	---	0.9499
C <sub>2</sub>	[GJ/GJ]	1.048	---	---	---	1.1158
C <sub>3</sub>	[GJ]	-1.003	---	---	---	1.4838

表 8.3.6 燃料電池の1次エネルギー消費量の簡易式推定

燃料電池 Type1

回帰統計	
重相関 R	0.996
重決定 R2	0.993
補正 R2	0.992
標準誤差	1.480
観測数	32

分散分析表

	自由度	変動	分散	割られた分散	有意 F
回帰	2	8692.099	4346.0496	1983.907	9.55E-32
残差	29	63.52892	2.1906524		
合計	31	8755.628			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	-1.003	0.991	-1.012	0.320	-3.029	1.024	-3.029	1.024
電力1次(除家電)	0.836	0.026	31.696	0.000	0.782	0.890	0.782	0.890
熱負荷	1.048	0.021	50.414	0.000	1.005	1.090	1.005	1.090

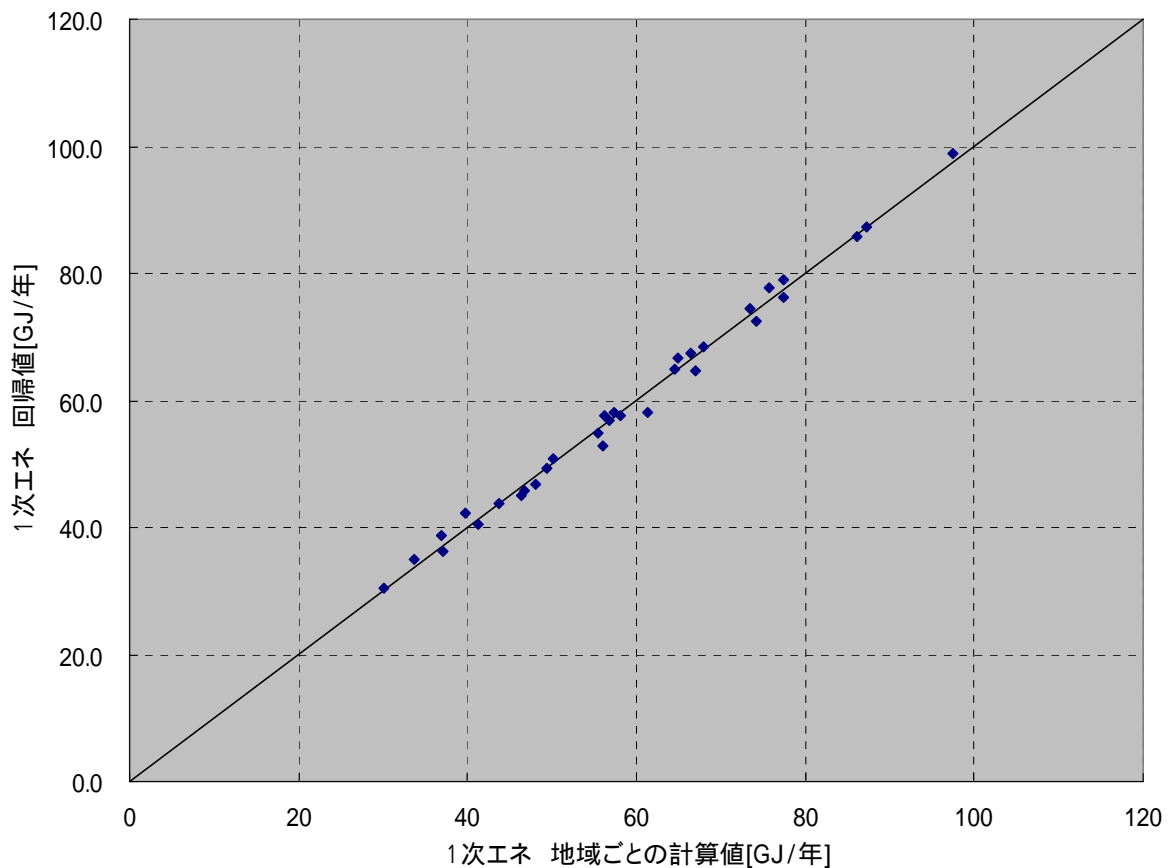


図 8.3.10 燃料電池の1次エネルギー消費量の簡易式のあてはまり

表 8.3.7 ガスエンジン・コージェネレーションの1次エネルギー消費量の簡易式推定

ガスエンジンコジェネ 2008年モデル

回帰統計	
重相関 R	0.998
重決定 R2	0.996
補正 R2	0.995
標準誤差	1.234
観測数	32

分散分析表

	自由度	変動	分散	割られた分散	有意 F
回帰	2	10270.54	5135.2714	3373.421	4.53E-35
残差	29	44.14595	1.5222741		
合計	31	10314.69			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	1.4838	0.8262	1.7960	0.0829	-0.2059	3.1735	-0.2059	3.1735
電力1次(除家電)	0.9499	0.0220	43.2056	0.0000	0.9050	0.9949	0.9050	0.9949
熱負荷	1.1158	0.0173	64.4057	0.0000	1.0804	1.1513	1.0804	1.1513

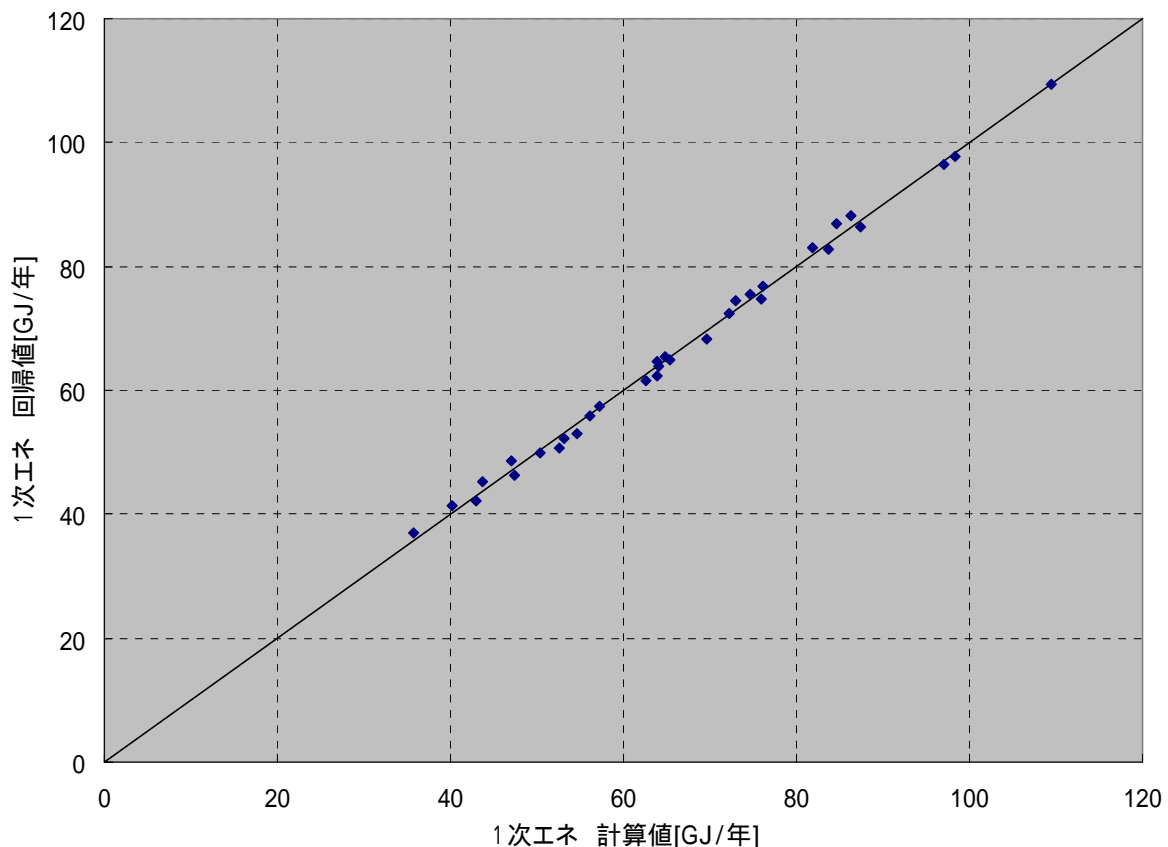


図 8.3.11 ガスエンジン・コージェネレーションの1次エネルギー消費量の簡易式のあてはまり

### 3) 年間消費エネルギー量推定式(補正後)の作成

本基準の対象とするのは、住宅内の暖房・冷房・給湯・照明・換気用途の消費エネルギーである。一方で、コージェネレーションの実際の運転は家電の電力需要に合わせて行われるため、試験時には家電を含んだ電力需要で試験される。C1, C2, C3 の計算時には家電分を差し引いて処理が行われているが、この場合には家電分の電力を発電することによる省エネ効果が含まれるため(図 8.3.12)、その効果を補正(減じる)することにする。補正については、「Es: エネルギー利用効率化設備による一次エネルギー消費量の削減量」をマイナス値として算出することで行う(図 8.3.13)。

Es については、次式のように算出する

$$E_s = -(E_{standard} - (E_e \times C_1 + (L + Lw) \times C_2 + C_3)) \times R_{appliance}$$

Es : エネルギー利用効率化設備による一次エネルギー消費量の削減量(単位 1 年につきギガジュール)

E<sub>standard</sub>: 標準設備を導入した住宅における、暖房・冷房・給湯・照明・換気用途の 1 次消費エネルギー合計量(標準エネ消費量)[GJ/年] 該当する「基準一次エネルギー消費量」を 0.9 で除した値(表 8.3.8)

R<sub>appliance</sub>: 家電比(標準設備を導入した住宅における、暖房・冷房・給湯・照明・換気および家電用途の合計に対する家電電力の割合・表 8.3.8)

E<sub>e</sub>: 暖房、冷房、機械換気及び照明の用途に消費される年間消費電力量

L<sub>w</sub>: コージェネレーションが分担する年間給湯負荷(単位 1 年につきギガジュール)

L<sub>hw</sub>: コージェネレーションが分担する年間温水暖房負荷(単位 1 年につきギガジュール)

C1: コージェネレーションの機種等に応じて定められる定数(単位 1 メガワット時につきギガジュール)

C2: コージェネレーションの機種等に応じて定められる定数

C3: コージェネレーションの機種等に応じて定められる定数(単位 1 年につきギガジュール)

この補正のもつ意味合いは、住宅全体の負荷が家電分を除いただけ小さくなり、それに併せて必要な系統電力・コージェネレーション(発電ユニット+BB)の消費エネルギーが均等に縮小したと考えることができる(図 8.3.14)。このため、省エネ削減量の絶対値は減じられるが、省エネの比率はほぼ保持される形となる(太陽光発電との整合から家電電力比が固定のため、若干誤差が生じる)。

- 本省エネ基準では、家電分は対象外
- C1, C2, C3 計算時には、「削減量」を維持し、両方から家電分の1次エネルギーを差し引いている

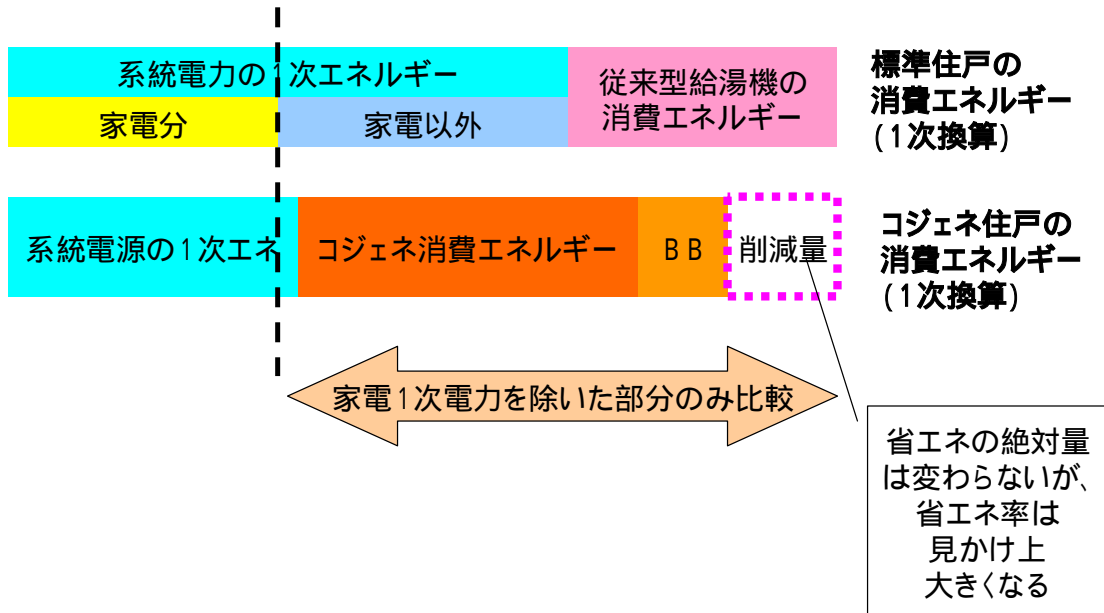


図 8.3.12 家電分を除いた場合の消費エネルギー削減量

- 家電分の消費電力を発電したことによる省エネ効果を除く
  - 太陽光発電と同様の扱いとする(家電の割合は地域・暖房ごとに一定)
  - 発電ユニットが家電分電力を発電した際に生産した熱については、給湯・温水暖房で利用できるため、全て有効に利用できたものとする

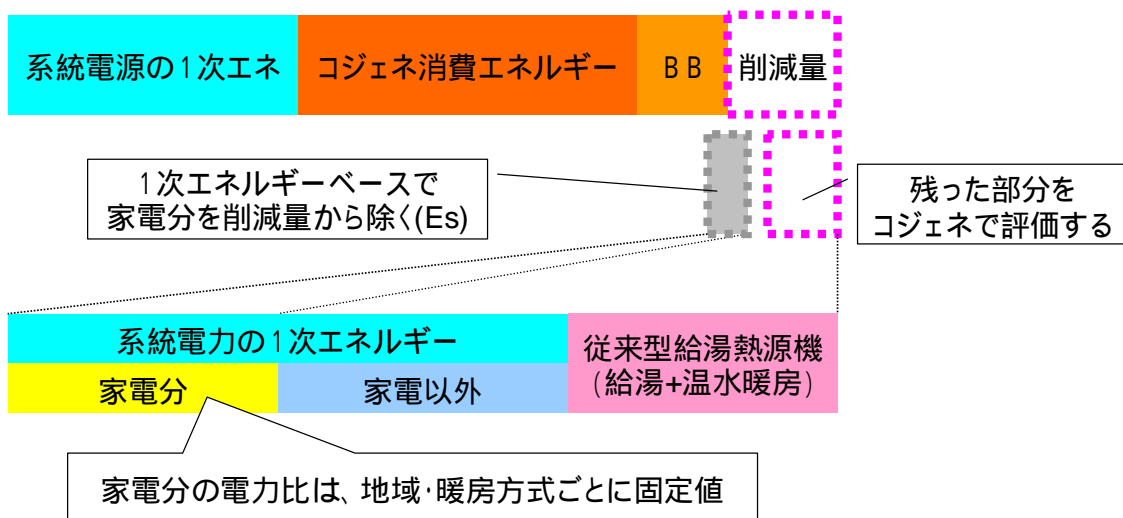


図 8.3.13 Es による補正

### 家電が消費する電力分の省エネ効果補正

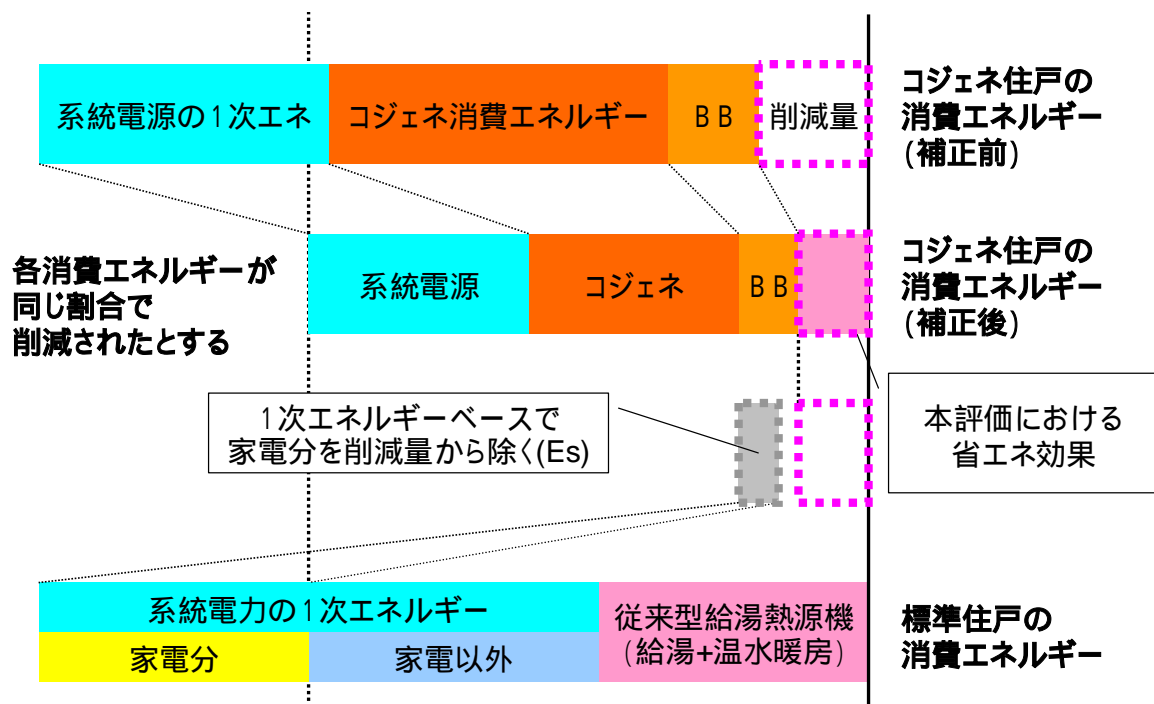


図 8.3.14 補正の意味

表 8.3.8 標準一次エネルギー消費量と按分比率・家電比率

区分		家電を除く 標準一次 E消費量	按分比率	家電比率
地域区分	暖冷房方式に係る区分	$E_{\text{standard}}$	1- $R_{\text{appliance}}$	$R_{\text{appliance}}$
a	すべての暖房方式	137.6	80.3%	19.7%
b	すべての暖房方式	125.4	78.8%	21.2%
	ダクト式全館空気調和設備その他の住宅全体を連続的に暖房する方式	107.2	76.1%	23.9%
	温水暖房、蓄熱暖房その他の全居室を連続的に暖房する方式	110.0	76.5%	23.5%
	ルームエアコンディショナー以外の設備により主たる居間を間欠的に暖房する方式	68.2	66.9%	33.1%
	ルームエアコンディショナーにより主たる居室を間欠的に暖房する方式	62.9	65.1%	34.9%
	ダクト式全館空気調和設備その他の住宅全体を連続的に暖房する方式	112.5	76.9%	23.1%
	温水暖房、蓄熱暖房その他の全居室を連続的に暖房する方式	113.3	77.0%	23.0%
	ルームエアコンディショナー以外の設備により主たる居間を間欠的に暖房する方式	68.4	66.9%	33.1%
	ルームエアコンディショナーにより主たる居室を間欠的に暖房する方式	62.9	65.1%	34.9%
a	ダクト式全館空気調和設備その他の住宅全体を連続的に暖房する方式	101.6	75.1%	24.9%
	ルームエアコンディショナー以外の設備により主たる居間を間欠的に暖房する方式	62.1	64.8%	35.2%
	ルームエアコンディショナーにより主たる居室を間欠的に暖房する方式	57.5	63.0%	37.0%
b	ダクト式全館空気調和設備その他の住宅全体を連続的に暖房する方式	98.3	74.4%	25.6%
	ルームエアコンディショナー以外の設備により主たる居間を間欠的に暖房する方式	58.3	63.3%	36.7%
	ルームエアコンディショナーにより主たる居室を間欠的に暖房する方式	54.2	61.6%	38.4%
	ダクト式全館空気調和設備その他の住宅全体を連続的に暖房する方式	82.3	70.9%	29.1%
	ルームエアコンディショナー以外の設備により主たる居間を間欠的に暖房する方式	50.3	59.8%	40.2%
	ルームエアコンディショナーにより主たる居室を間欠的に暖房する方式	47.4	58.4%	41.6%
	ダクト式全館空気調和設備その他の住宅全体を連続的に暖房する方式	79.7	70.2%	29.8%
	ルームエアコンディショナー以外の設備により主たる居間を間欠的に暖房する方式	43.7	56.4%	43.6%
	ルームエアコンディショナーにより主たる居室を間欠的に暖房する方式	41.6	55.2%	44.8%

#### 4) 太陽光発電を併用する場合の補正

太陽光発電とコージェネレーションを併用した場合の  $E_s$

太陽光発電とコージェネレーションを併用した場合の  $E_s$  は、次式より求めることとする。

$$E_s = -(E_{s \text{ standard}} - (E_e \times C_1 + (L + Lw) \times C_2 + C_3)) \times R_{\text{appliance}} + (E_p - PV_s)(1 - R_{\text{cgs}})(1 - R_{\text{appliance}})$$

$E_{\text{standard}}$  : 標準設備を導入した住宅における、暖房・冷房・給湯・照明・換気用途の1次消費エネルギー合計量(標準エネ消費量) [GJ/年] 該当する「基準一次エネルギー消費量」を0.9で除した値(表 8.3.8)

$R_{\text{appliance}}$  : 家電比率(標準設備を導入した住宅における、暖房・冷房・給湯・照明・換気および家電用途の合計に対する家電電力の割合・表 8.3.8)

$E_e$  : 暖房・冷房・機械換気及び照明の用途に消費される年間消費電力量

$Lw$  : コージェネレーションが分担する年間給湯負荷(単位 1年につきギガジュール)

$Lhw$  : コージェネレーションが分担する年間温水暖房負荷(単位 1年につきギガジュール)

$C_1$  : コージェネレーションの機種等に応じて定められる定数(単位 1メガワット時につきギガジュール)

$C_2$  : コージェネレーションの機種等に応じて定められる定数

$C_3$  : コージェネレーションの機種等に応じて定められる定数(単位 1年につきギガジュール)

$E_p$  : 太陽電池の年間予測発電量 「9章 太陽光発電」参照

$PV_s$  : 太陽光発電が発電したうち、売電される電力量 「9章 太陽光発電」参照

$R_{\text{cgs}}$  : 太陽光発電時間帯における、電力負荷に対する CGS 発電電力の割合

#### $E_s$ の意味

太陽光発電は、日中に設置住戸内の電力負荷以上の発電を行い、余剰分を系統電力に逆潮流させる方式が一般的である。太陽光発電を単独で導入した場合の発電量は、地域ごとに定められた売電比率(56%)が差し引かれ、さらに残りのうち家電電力分が減じられるとしている(図 8.3.15 詳細は「9章 太陽光発電」参照)。

一方で、コージェネレーションと太陽光発電を併用した場合、コージェネレーションは基本的に系統電力への逆潮流を行わないため、その発電分は住戸内で優先的に消費される(図 8.3.16)。そのため、逆潮流できる太陽光発電分はその分だけ売電にまわされることになり、上記の売電比率は56%から増加する。

そこで、太陽光発電が主に発電する時間帯(8時~16時)において、コージェネレーションが電力負荷を分担する割合を  $R_{\text{cgs}}$  と定義し、その分だけ評価される発電量を減じることとした(図 8.3.17)。 $R_{\text{cgs}}$  の値としては、実験時に得られた結果(表 8.3.9)を元に、単純平均した値を用いることができるものとする(表 8.3.10)。

太陽光を単独で採用した場合

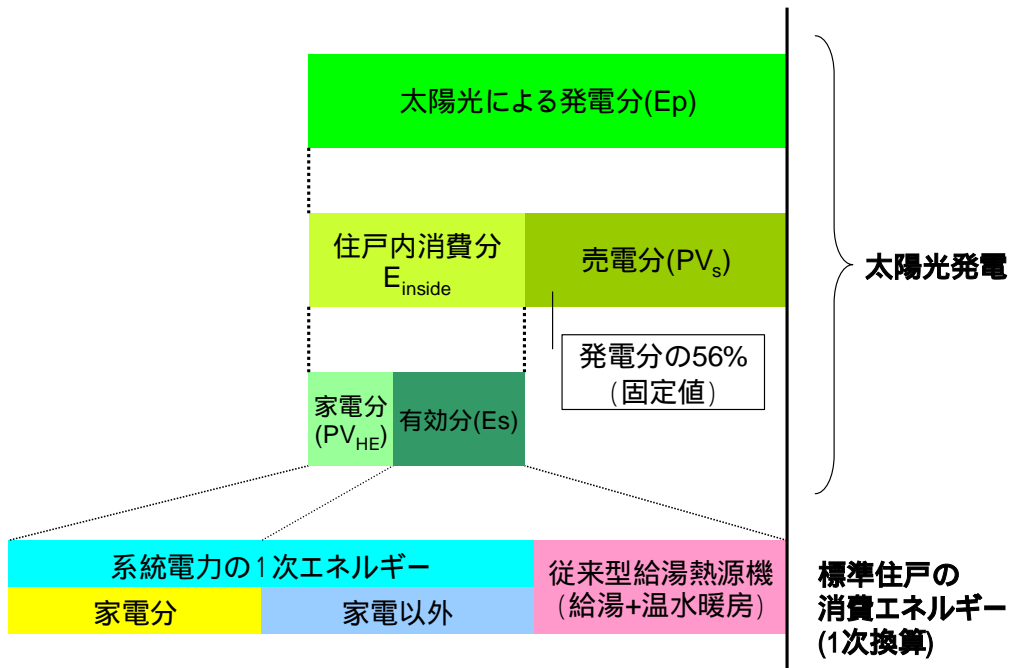


図 8.3.15 太陽光発電を単独で導入した場合の評価

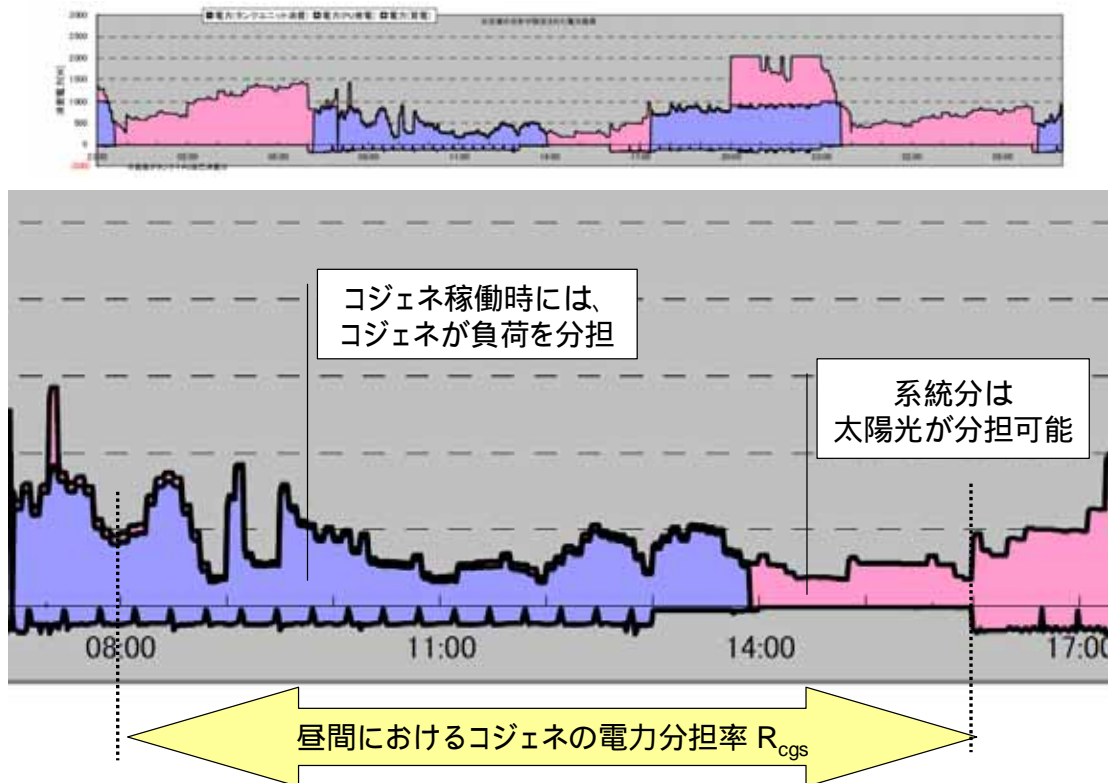


図 8.3.16 太陽光発電が発電可能な時刻におけるコジェネの運転状況

### コジェネ+太陽光を採用した場合

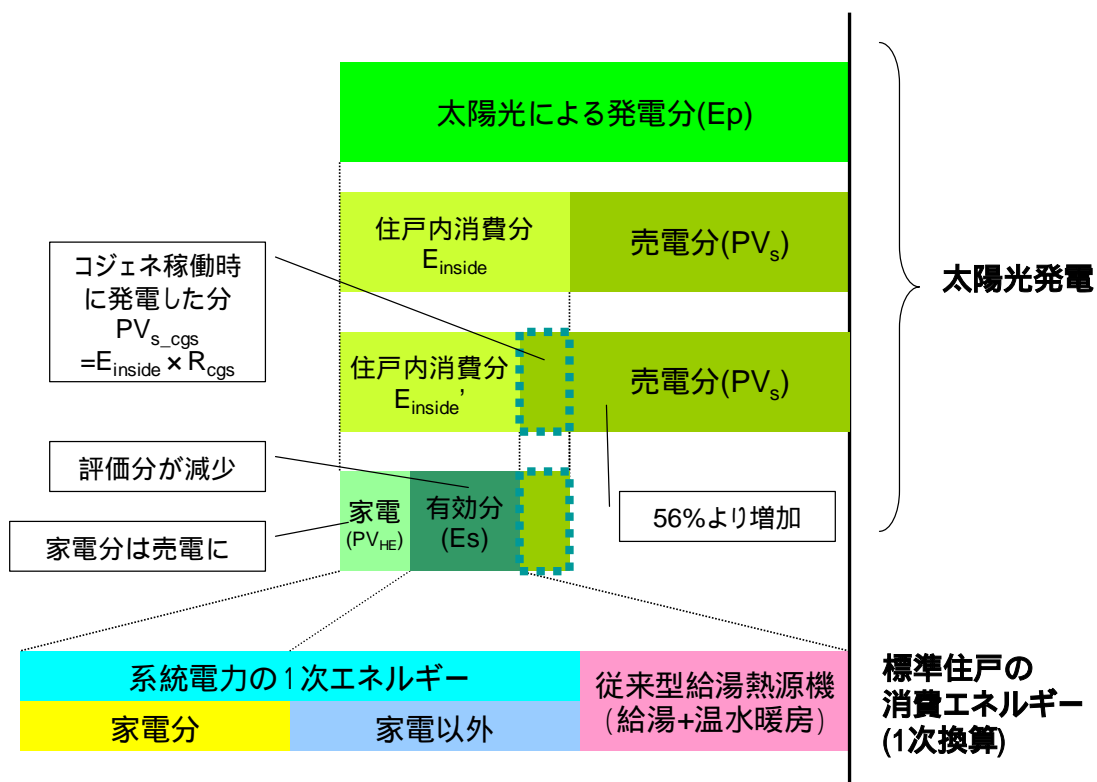


図 8.3.17 コージェネレーションと太陽光発電を併用した場合の補正

表 8.3.9 実験時の電力負荷(8時~16時)に占める CGS 発電量の割合

	燃料電池(Type1)	ガスエンジン
夏期	0.167	0.069
中間期	0.532	0.033
冬期	0.546	0.407
単純平均	0.415	0.170

表 8.3.10  $R_{cgs}$  の値

	燃料電池				ガスエンジン
	Type1	Type2A	Type2b	Type3	
$R_{cgs}$	0.415	未試験	未試験	未試験	0.170

## 5) 省エネ効果の試算

本基準において、燃料電池 Type1 とガスエンジンのコージェネレーション・システムについて、各地域における省エネ性能の評価結果を、標準一次消費エネルギー（断熱等級 4 + 各地域の標準暖冷房設備）・基準一次消費エネルギー（標準一次エネの 90%）とあわせて示す。また、コージェネレーションは温水暖房機能により暖房を行う場合が多いため、参考としてガス温水熱源により温水暖房を行った住戸における消費エネルギーも併記する。

なお、コージェネレーションの評価については、家電消費電力の発電時における省エネ効果を補正する前と補正後の両方を示すが、今回の評価における採用値は、補正後の値であることに注意を要する。前述の通り、補正後にはコージェネレーションの省エネ効果が減じられているため、消費エネルギー量は補正前より増加している。

### 燃料電池 Type1

燃料電池 Type1 を導入した際の省エネ量を、表・図 8.3.18 に示す。燃料電池の省エネ効果は家電分の補正後でもほとんどの地域で 10%以上であり、他の省エネ措置を行わなくても基準を達成することが可能である。これは、燃料電池が高い発電効率を有しており、電力需要の大きい地域における住宅の負荷によく対応できているためである。

### ガスエンジン・コージェネ

ガスエンジンを導入した際の省エネ量を表 8.3.12・図 8.3.19 に示す。ガスエンジンの省エネ効果は燃料電池に比べると若干低く、温暖地では 5%程度であり、基準達成のためにはその他の省エネ措置が必要になる。一方で寒冷地の a~ 地域においては暖房の熱需要が大きく、排熱効率の高いガスエンジンの特性と相性が良いため省エネ量が大きく、a~ b 地域においてはガスエンジン単独で基準達成が可能である。

表 8.3.11 燃料電池・コージェネレーション 省エネ効果 (熱量単位: [GJ/年])

断熱等級4	AC.エアコン FC.燃料電池	1次消費エネルギー 基準システム			コージェネ	評価						
		電力(除家電)	給湯	温水暖房		合計	基準値	達成率	省エネ量	省エネ率		
a	温水暖房有	標準(石油温水)	14.3	30.5	92.8		137.6	123.8	90.0%	0.0	0.0%	
		比較(ガス温水)	14.3	30.5	79.4		124.2	123.8	99.7%	13.4	9.7%	
		FC補正前				94.5	94.5	123.8	131.1%	43.1	31.3%	
	FC補正後	標準(石油温水)	14.3	30.5	92.8	103.0	103.0	123.8	120.3%	34.6	25.2%	
		比較(ガス温水)				94.5	94.5	123.8	131.1%	43.1	31.3%	
		FC補正前				103.0	103.0	123.8	120.3%	34.6	25.2%	
	b	温水暖房有	標準(石油温水)	14.3	29.3	81.8		125.4	112.8	90.0%	12.2	8.9%
			比較(ガス温水)	14.3	29.3	68.0		111.5	112.8	101.2%	26.1	18.9%
			FC補正前				85.8	85.8	112.8	131.5%	51.8	37.6%
		FC補正後	標準(石油温水)	14.3	29.3	81.8	94.2	94.2	112.8	119.8%	43.4	31.5%
			比較(ガス温水)				85.8	85.8	112.8	131.5%	51.8	37.6%
			FC補正前				94.2	94.2	112.8	119.8%	43.4	31.5%
標準(標準AC)		温水暖房有	標準(標準AC)	41.9	26.5	0.0		68.4	61.6	90.0%	69.2	50.3%
			比較(ガス温水)	20.4	26.5	23.7		70.6	61.6	87.2%	67.0	48.7%
			FC補正前				54.4	54.4	61.6	113.2%	83.2	60.5%
		FC補正後	標準(標準AC)	41.9	26.5	0.0	59.0	59.0	61.6	104.3%	78.6	57.1%
			比較(ガス温水)				54.4	54.4	61.6	113.2%	83.2	60.5%
			FC補正前				59.0	59.0	61.6	104.3%	78.6	57.1%
	標準(高効率AC)	温水暖房有	標準(高効率AC)	36.4	26.5	0.0		62.9	56.6	90.0%	74.7	54.3%
			比較(ガス温水)	20.9	26.3	23.9		68.6	61.7	90.0%	69.0	50.2%
			FC補正前				54.3	54.3	61.7	113.6%	83.2	60.5%
		FC補正後	標準(高効率AC)	36.4	26.3	0.0	59.1	59.1	61.7	104.5%	78.5	57.1%
			比較(ガス温水)				54.3	54.3	61.7	113.6%	83.2	60.5%
			FC補正前				59.1	59.1	61.7	104.5%	78.5	57.1%
a		温水暖房有	標準(標準AC)	37.5	24.7	0.0		62.1	55.9	90.0%	75.4	54.8%
			比較(ガス温水)	20.0	24.7	20.2		64.9	55.9	86.2%	72.7	52.8%
			FC補正前				49.6	49.6	55.9	112.8%	88.0	63.9%
		FC補正後	標準(標準AC)	37.5	24.7	0.0	54.0	54.0	55.9	103.5%	83.6	60.7%
			比較(ガス温水)				49.6	49.6	55.9	112.8%	88.0	63.9%
			FC補正前				54.0	54.0	55.9	103.5%	83.6	60.7%
	b	温水暖房有	標準(標準AC)	36.1	22.2	0.0		58.3	52.4	90.0%	79.3	57.7%
			比較(ガス温水)	23.1	22.2	15.3		60.7	52.4	86.4%	76.9	55.9%
			FC補正前				46.8	46.8	52.4	111.9%	90.7	66.0%
		FC補正後	標準(標準AC)	36.1	22.2	0.0	51.0	51.0	52.4	102.8%	86.6	62.9%
			比較(ガス温水)				46.8	46.8	52.4	111.9%	90.7	66.0%
			FC補正前				51.0	51.0	52.4	102.8%	86.6	62.9%
標準(高効率AC)		温水暖房有	標準(高効率AC)	32.0	22.2	0.0		54.2	48.8	90.0%	83.4	60.6%
			比較(ガス温水)	23.0	22.2	15.3		56.2	48.8	86.8%	80.4	58.2%
			FC補正前				42.9	42.9	48.8	113.8%	94.7	68.8%
		FC補正後	標準(高効率AC)	32.0	22.2	0.0	47.2	47.2	48.8	103.3%	90.4	65.7%
			比較(ガス温水)				42.9	42.9	48.8	113.8%	94.7	68.8%
			FC補正前				47.2	47.2	48.8	103.3%	90.4	65.7%
	標準(高効率AC)	温水暖房有	標準(高効率AC)	30.2	20.0	0.0		50.3	45.2	90.0%	87.3	63.5%
			比較(ガス温水)	23.0	20.0	8.0		51.0	45.2	88.6%	86.5	62.9%
			FC補正前				39.6	39.6	45.2	114.2%	98.0	71.2%
		FC補正後	標準(高効率AC)	30.2	20.0	0.0	43.9	43.9	45.2	103.1%	93.7	68.1%
			比較(ガス温水)				39.6	39.6	45.2	114.2%	98.0	71.2%
			FC補正前				43.9	43.9	45.2	103.1%	93.7	68.1%
標準(高効率AC)		温水暖房有	標準(高効率AC)	27.4	20.0	0.0		47.4	42.7	90.0%	90.2	65.6%
			比較(ガス温水)	23.0	20.0	8.0		48.4	42.7	88.2%	87.8	63.8%
			FC補正前				37.4	37.4	42.7	114.2%	100.2	72.8%
		FC補正後	標準(高効率AC)	27.4	20.0	0.0	41.5	41.5	42.7	102.7%	96.1	69.8%
			比較(ガス温水)				37.4	37.4	42.7	114.2%	100.2	72.8%
			FC補正前				41.5	41.5	42.7	102.7%	96.1	69.8%
	標準(高効率AC)	温水暖房有	標準(高効率AC)	25.7	15.8	0.0		41.6	37.4	90.0%	96.0	69.8%
			比較(ガス温水)	20.9	15.8	0.0		36.7	37.4	102.1%	100.9	73.4%
			FC補正前				32.6	32.6	37.4	114.7%	105.0	76.3%
		FC補正後	標準(高効率AC)	25.7	15.8	0.0	36.6	36.6	37.4	102.1%	100.9	73.4%
			比較(ガス温水)				32.6	32.6	37.4	114.7%	105.0	76.3%
			FC補正前				36.6	36.6	37.4	102.1%	100.9	73.4%

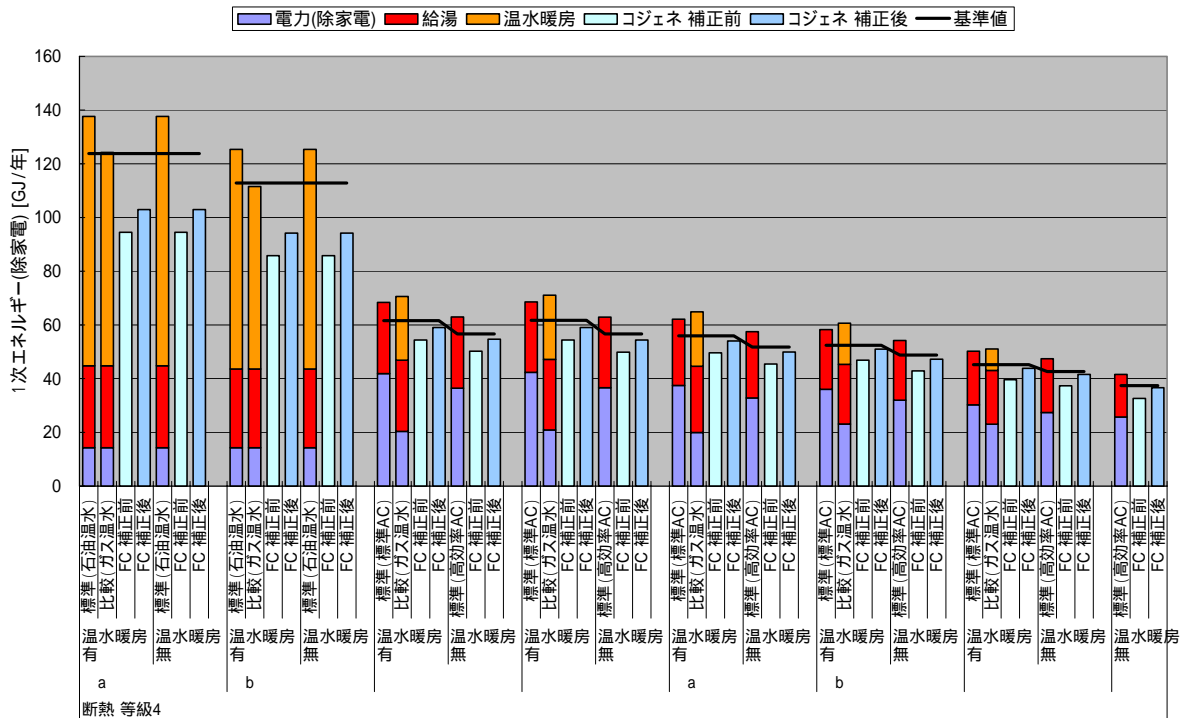


図 8.3.18 燃料電池を導入した場合の1次エネルギー消費量 (熱量単位: [GJ/年])

表 8.3.12 ガスエンジン・コージェネレーション 省エネ効果（熱量単位：[GJ/年]）

断熱等級4	AC:エアコン GE:ガスエンジン	1次消費エネルギー 基準システム			コジェネ	評価					
		電力(除家電)	給湯	温水暖房		合計	基準値	達成率	省エネ量	省エネ率	
a	標準(石油温水)	14.3	30.5	92.8		137.6	123.8	90.0%	0.0	0.0%	
	比較(ガス温水)	14.3	30.5	79.4		124.2	123.8	99.7%	13.4	9.7%	
	GE(補正前)				104.0	104.0	123.8	119.1%	33.6	24.4%	
	GE(補正後)				110.6	110.6	123.8	111.9%	27.0	19.6%	
	b	標準(石油温水)	14.3	29.3	81.8		125.4	112.8	90.0%	0.0	0.0%
		比較(ガス温水)	14.3	29.3	68.0		111.5	112.8	101.2%	13.8	11.0%
		GE(補正前)				94.8	94.8	112.8	119.0%	30.6	24.4%
		GE(補正後)				101.3	101.3	112.8	111.4%	24.1	19.2%
	標準AC	標準(標準AC)	41.9	26.5	0.0		68.4	61.6	90.0%	0.0	0.0%
		比較(ガス温水)	20.4	26.5	23.7		70.6	61.6	87.2%	-2.2	-3.2%
		GE(補正前)				61.7	61.7	61.6	99.8%	6.7	9.8%
		GE(補正後)				63.9	63.9	61.6	96.3%	4.5	6.6%
標準AC	標準(標準AC)	42.3	26.3	0.0		68.6	61.7	90.0%	0.0	0.0%	
	比較(ガス温水)	20.9	26.3	23.9		71.1	61.7	86.9%	-2.5	-3.6%	
	GE(補正前)				61.7	61.7	61.7	100.1%	6.9	10.1%	
	GE(補正後)				64.0	64.0	61.7	96.5%	4.6	6.7%	
a	標準(標準AC)	37.5	24.7	0.0		62.1	55.9	90.0%	0.0	0.0%	
	比較(ガス温水)	20.0	24.7	20.2		64.9	55.9	86.2%	-2.8	-4.4%	
	GE(補正前)				56.6	56.6	55.9	98.9%	5.6	9.0%	
	GE(補正後)				58.5	58.5	55.9	95.6%	3.6	5.8%	
b	標準(標準AC)	36.1	22.2	0.0		58.3	52.4	90.0%	0.0	0.0%	
	比較(ガス温水)	23.1	22.2	15.3		60.7	52.4	86.4%	-2.4	-4.1%	
	GE(補正前)				53.8	53.8	52.4	97.4%	4.4	7.6%	
	GE(補正後)				55.4	55.4	52.4	94.6%	2.8	4.8%	
標準AC	標準(標準AC)	30.2	20.0	0.0		50.3	45.2	90.0%	0.0	0.0%	
	比較(ガス温水)	23.0	20.0	8.0		51.0	45.2	88.6%	-0.8	-1.6%	
	GE(補正前)				46.1	46.1	45.2	98.1%	4.1	8.3%	
	GE(補正後)				47.8	47.8	45.2	94.7%	2.5	4.9%	

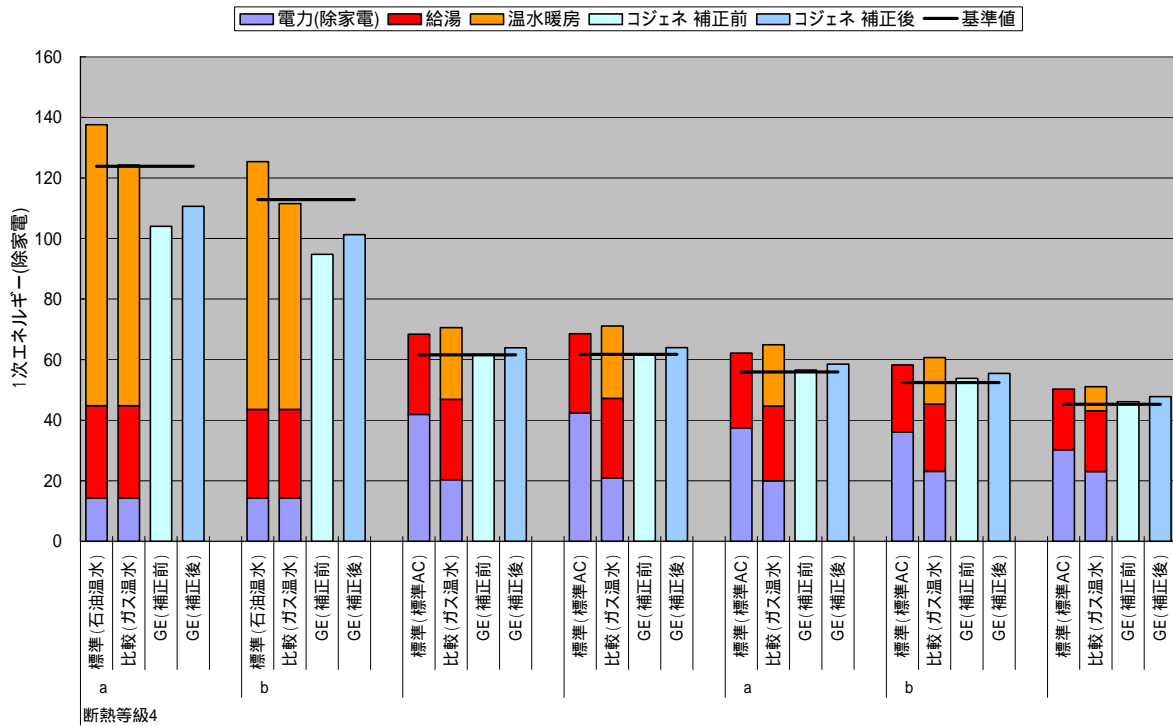


図 8.3.19 ガスエンジンを導入した場合の1次エネルギー消費量（熱量単位：[GJ/年]）

#### 8.4 今後の展開

本評価においては、家庭用コージェネレーションシステムについて、実機を実使用下を想定した負荷条件で試験することにより、できるだけ実態に近い形での評価を行っている。しかしながら、コージェネレーションの効率評価は、特に家庭用では開始されたばかりであり、全ての項目について必ずしも十分な知見やコンセンサスがあったわけではない。今後の検討と議論に資するため、今回の評価において十分に検討できなかった課題について記述する。

##### 1) 対応機種について

- 今回の試験は、燃料電池 Type1 およびガスエンジン・コージェネレーションの両方について、各 1 機種の試験結果を代表値として採用している。
- 今後、両システムの多様化が進む中で、後述の負荷の再検討とあわせ、複数機種の評価を進めていくことが必要であろう。
- また現状、個々の分類の中では、機種性能の差異を考慮できていない。同形式の中でも、性能差はあるはずであるが、燃料電池の性能表記が現状では「発電効率」「排熱回収効率」等の定格効率に限られ、実使用を考慮したものになってほしいことが主な要因である。今後は、コージェネレーションのモード効率評価が整備され、実使用に近い形での評価が一般的になることが求められる。

##### 2) 電力・熱負荷について

- 電力負荷は、給湯負荷と同様に千差万別であり、かつ今回の給湯負荷 6 日間と電力負荷の組合せ方法についても、実使用上は更に多くの組合せがあるものと推測される。電力負荷パターンおよび給湯負荷との組合せについて、様々な知見・データを元により一層深堀していくことが必要である。

##### 3) 試験の方式と回帰式作成について

- 本評価においては、長期 30 日のうち、効率を評価する期間を後半 9 日とした。
- 一方で、運転状況によっては、1 日の中で貯湯を使い切らずに翌日に繰り越す場合が起きる。貯湯の繰越は放熱ロスを増大をまねくが、損失とならない部分は有効に利用できる。そのため、繰越した当日は効率が低くなるが、翌日の効率は高くなり、効率が見かけ上変化する。
- このうち、平日については複数日の平均化(平日(大): 3 日 平日(小): 2 日)を行ったが、休日 4 日については各 1 日しか計測を行っていないため、計測結果をそのまま用いている。
- しかしながら、消費エネルギーの推定式作成時においては、平均化された平日 2 日 + 平均化を行わない休日 4 日の値を基に作成しているため、上記の残湯繰越による影響の重み付けが必ずしも適切でない場合がおきうる。
- 残湯繰越の影響を適切に考慮することは必ずしも容易でないため、今回はこれ以上の操作を行わなかったが、今後より精度の高い手法を検討していく必要があるであろう。

##### 4) 機器の制御モードについて

- 今回の試験においては、試験機の制御モードは工場出荷時のものとした。これは、実住宅での調査において他のモードを用いる住戸が非常に少なかったこと、1季節における他モードの試験で、工場出荷時モードとの差異が検出されなかったためである。
- 一方で、今後の機種が多様化にあわせ、制御モードの多様化も考えられることから、今後も継続して検討が必要である。

#### 5) 家電分電力の発電に伴う省エネ効果の補正について

- コージェネレーションは実際は家電負荷含みで評価されるべきであるが、今回の省エネ評価対象が家電負荷除きである為今回の手法を採用した。よって、C1,C2,C3 から算出される一次エネルギー消費量および削減量から算出された効率および省エネ率は、CGS 採用住宅の全体のシステム効率・省エネ率とは異なる。
- 家電比 ( $R_{\text{appliance}}$ ) を用いた  $E_s$  の補正を行った省エネ率は、コージェネレーション採用住宅の全体の省エネ率とほぼ合致する。
- 一方で、 $E_s$  の補正を行うことで、コージェネレーションによってもたらされる省エネ量の一部が評価されないことになる。上記の通り、省エネの比率はほぼ担保されるが、絶対量は担保されないことになる。実際には存在しているはずの省エネ効果の一部を評価しないことになる。
- 今後の評価においては、家電も含めたより多くの用途を総合的に評価することが重要になると思われるが、そうした中で今回の枠組みでは評価されていない省エネ効果の扱いについて、さらなる検討が強く求められるとともに、コンセンサスの形成を進める必要があるであろう。