

家庭用燃料電池のエネルギー消費量推定に用いる 設備仕様の算定方法

2022年2月

まえがき

この指針は、国土交通省国土技術政策総合研究所及び国立研究開発法人建築研究所の協力の下、「一般社団法人日本サステナブル建築協会 住宅省エネ性能検討委員会 設備込基準検討WG 給湯・コージェネレーション設備 SWG コージェネ TG」の要請を受け、「燃料電池実用化推進協議会(FCCJ) 定置用WG 定置用システムSWG エネファーム省エネ性評価方法検討会」が立案し、「一般社団法人日本サステナブル建築協会 住宅省エネ性能検討委員会 設備込基準検討WG 給湯・コージェネレーション設備 SWG コージェネ TG」が承認した指針である。

この指針につき、同一性を害しない形で、複製、無料配布することは許容するが、変更、切除、加工その他の改変、翻訳、変形、脚色、要約その他の翻案(二次的著作物の作成を含む)および部分利用などを許可なく行うことを禁じる。

この指針の一部が、特許権、出願公開後の特許出願または実用新案権に抵触する可能性があることに注意を喚起する。「一般社団法人日本サステナブル建築協会 住宅省エネ性能検討委員会 設備込基準検討WG 給湯・コージェネレーション設備 SWG コージェネ TG」及び「燃料電池実用化推進協議会(FCCJ) 定置用WG 定置用システムSWG エネファーム省エネ性評価方法検討会」は、このような特許権、出願公開後の特許出願および実用新案権に関わる確認について、責任はもたない。

はじめに

2012年の低炭素建築物の認定基準の施行、2020年に予定されている住宅の省エネ基準の義務化に向けて、設備機器の1次エネルギー消費量評価は重要性を増している。家庭用燃料電池コージェネレーションシステム(エネファーム)は住宅の電力需要、熱需要に合わせて電気、熱を供給する複雑なシステムであるため、実使用を想定した1次エネルギー消費量の評価が難しく、現状は製品ごとに特定の公的試験機関で省エネ基準の評価試験(M1スタンダード試験)を行っている。しかしながら、今後の機種拡大を考慮すると客観的中立性と作業の迅速性を両立できる第三者試験機関で評価試験を行うことが望まれる。また、現状の評価試験には長期間の時間を要し、省エネ基準関連の評価指標に使用するためには、試験期間の短縮が大きな課題となっている。

上記課題の解決の為、「一般社団法人日本サステナブル建築協会 住宅省エネ性能検討委員会 設備込基準検討WG 給湯・コージェネレーション設備SWG コージェネTG」では、燃料電池実用化推進協議会(FC CJ)の協力の下に家庭用燃料電池の新たな試験基準の検討を行ってきた。

本指針は、このような検討を踏まえて作成した、「家庭用燃料電池試験基準及び運用の指針」の「3. 季節別消費エネルギー量試験基準(消費エネルギー量試験)」で得られた測定データから、家庭用燃料電池のエネルギー消費量推定に用いる設備仕様を算定する方法をまとめたものである。

家庭用燃料電池のエネルギー消費量推定に用いる設備仕様の算定方法

1. 目的

本書は、家庭用燃料電池のエネルギー消費量推定に用いる設備仕様の算定方法について規定する。

2. 適用範囲

本算定方法の適用範囲は下記の通りとする。

- ・ 用途が住宅である建築物又は建築物の部分に設置された家庭用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)について適用する。
- ・ 「家庭用燃料電池試験基準及び運用の指針」に基づき、試験された機器について適用する。

3. 使用する試験基準及び測定データ

3.1 使用する試験基準

使用する試験基準は、「家庭用燃料電池試験基準及び運用の指針」の「3. 季節別消費エネルギー量試験基準(消費エネルギー量試験)」(以下、「試験基準」と言う。)とする。

3.2 使用する測定データの判定

夏期、中間期及び冬期の3期について試験基準に則った燃料電池試験を実施し、連続した2日間の収束日(※)の日集計データを家庭用燃料電池の設備仕様の算定に使用する。一定期間(7日間)内に収束しない場合は、2日目～7日目の6日間の日集計データを使用する。

家庭用燃料電池の設備仕様の算定には夏期、中間期及び冬期の各期において12日間の日集計データが必要となる。連続2日の収束日の日集計データを使用する場合は、1日目の収束日のデータを5日間分複製、2日目の収束日のデータを5日間分複製して各日で都合6日間分のデータとし、合計12日間分のデータを作成する。一定期間(7日間)内に収束しない場合は、2日目から7日目までの6日間のデータをコピーして12日間分のデータを作成する。なお、発電ユニットの排熱を温水暖房に利用する燃料電池システムの冬期の試験条件として、「ふろ給湯機・温水暖房機・コージェネレーション設備の実使用時効率の評価試験におけるM1スタンダードモード 給湯・ふろ・電力・暖冷房の標準負荷条件」(以下、「M1スタンダード標準負荷条件」と言う。)に記載の給湯負荷条件、暖房に係る電力負荷条件(温水暖房への排熱利用がある場合)と家電等(暖冷房を除く)に係る電力負荷条件および温水暖房負荷条件を用いる場合は、収束の有無に係わらず、評価期間である20日目から31日目までのデータで、12日間分のデータを作成する。

燃料電池試験データの集計処理フローを図1、設備仕様の算定に使用する測定データの判定フローを図2

に示す。

※前日と当日との比較において、発電ユニットと補助熱源機の合計燃料消費熱量(24時間の積算値)及び発電ユニットの送電電力量(同積算値)の変化率が、それぞれ±5%以内となる日(図3を参照)

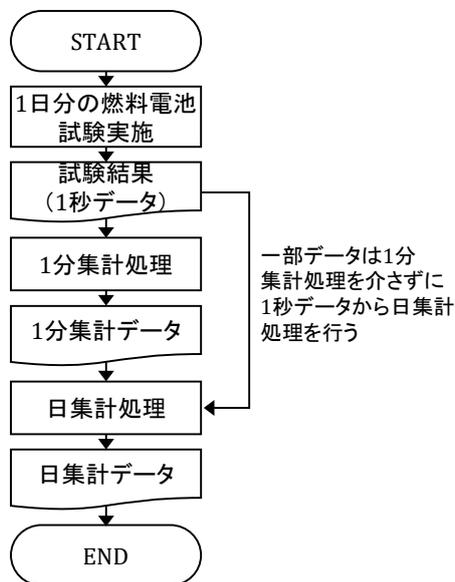


図1 燃料電池試験データの集計処理フロー

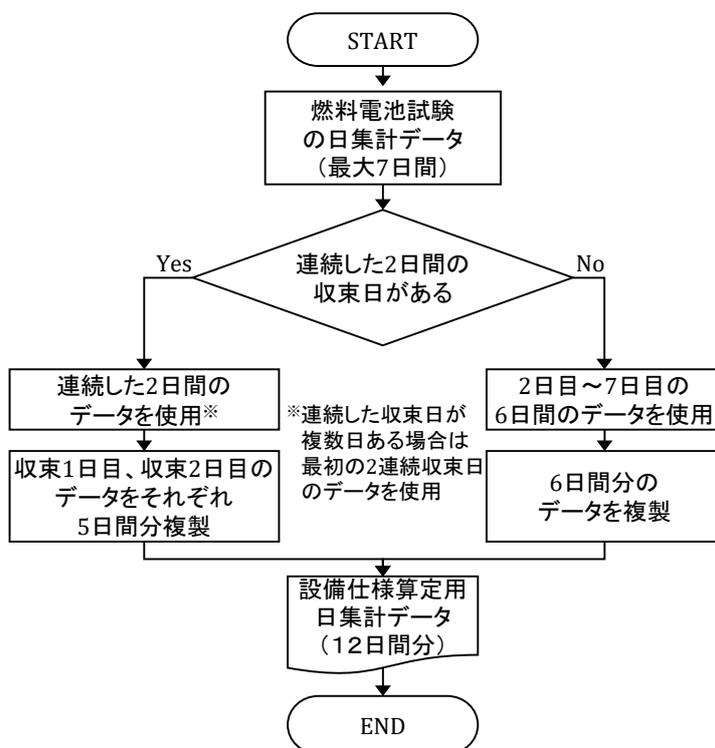


図2 設備仕様の算定に使用する測定データの判定フローチャート(1期分)

3.3 測定データ測定項目

燃料電池試験により得られる試験結果(1秒データ)のうち、設備仕様の算定に使用する測定項目を表1に示す。また、データ測定箇所を図3に示す。

表1 燃料電池試験結果(1秒データ)のうち設備仕様算定に使用する測定項目

記号	測定項目	単位	備考
$\theta_{wtr,d,m,s}^*$	給水温度	°C	
$\theta_{str,d,m,s}^*$	給湯温度	°C	
$W_{wtr,d,m,s}^*$	給水流量	L/s	給湯流量と共用
$\theta_{hr,sf,d,m,s}^*$	排熱回収流体行き温度	°C	高温側
$\theta_{hr,rf,d,m,s}^*$	排熱回収流体戻り温度	°C	低温側
$W_{hr,d,m,s}^*$	排熱回収流体流量	L/s	
$F_{PU,d,m,s}^*$	発電ユニットの燃料流量	m ³ /s	
$\theta_{PU,d,m,s}^*$	発電ユニットの燃料温度	°C	
$Pr_{PU,d,m,s}^*$	発電ユニットの燃料圧力	kPa	ゲージ圧
$F_{BB,d,m,s}^*$	補助熱源機の燃料流量	m ³ /s	
$\theta_{BB,d,m,s}^*$	補助熱源機の燃料温度	°C	
$Pr_{BB,d,m,s}^*$	補助熱源機の燃料圧力	kPa	ゲージ圧
$P_{in,d,m,s}^*$	受電電力	W	
$P_{aen,d,m,s}^*$	発電ユニット電力	W	発電をプラス、自己消費をマイナスとする
$P_{TU,d,m,s}^*$	貯湯ユニット消費電力	W	
$P_{dmd,d,m,s}^*$	負荷電力	W	
$\theta_{ex,d,m,s}^*$	外気温度	°C	
$Pr_{ex,d,m,s}^*$	大気圧力	kPa	絶対圧

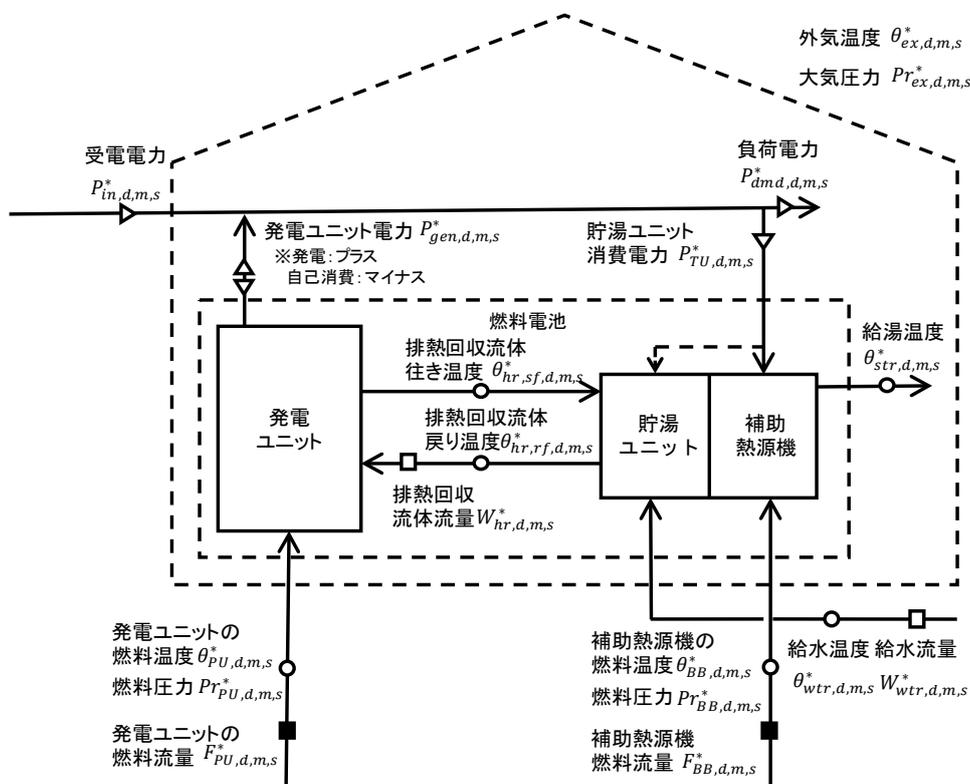


図3 燃料電池試験におけるデータ測定箇所

4. 家庭用燃料電池の設備仕様の算定方法

4.1 設備仕様の算定に使用するデータ項目

家庭用燃料電池の設備仕様の算定に使用するデータは、3.2 に示した通り、夏期条件試験、中間期条件試験、冬期条件試験の各 12 日間(計 36 日間)の日集計データである。日集計データは、燃料電池試験により得られる試験結果(1 秒データ)から付録 A および付録 B に示す方法により算定する。設備仕様の算定に使用する日集計データの項目、日集計データ以外の項目および添え字を表 2 に示す。

表 2a 家庭用燃料電池の設備仕様の算定に使用する日集計データ項目

記号	項目	単位	備考
$\theta_{ex,ave,d}$	日平均外気温度	°C	
$\theta_{wtr,d}$	日平均給水温度	°C	
$\theta_{swt,d}$	日平均給湯温度	°C	
$W_{DHW,d}$	日積算給湯量	L/d	
$L_{DHW,d}$	日積算給湯負荷	MJ/d	
$T_{PU,d}$	燃料電池運転時間	min/d	
$E_{F,PU,d}$	日積算発電ユニット燃料消費量	MJ/d	
$E_{F,BB,d}$	日積算補助熱源機燃料消費量	MJ/d	
$Q_{gen,d}$	日積算発電ユニット排熱量	MJ/d	
$E_{E,in,d}$	日積算受電電力量	MJ/d	二次エネルギー換算
$E_{E,gen,PU,d}$	日積算発電ユニット発電量	MJ/d	二次エネルギー換算
$E_{E,PU,d}$	日積算発電ユニット自己消費電力量	MJ/d	二次エネルギー換算
$E_{E,TU,d}$	日積算貯湯ユニット電力消費量	MJ/d	二次エネルギー換算
$E_{E,gen,exPU,d}$	日積算発電ユニット発電量(自己消費除く)	MJ/d	二次エネルギー換算
$E_{E,gen,CG,d}$	日積算システム供給電力量	MJ/d	二次エネルギー換算
$E_{E,dmd,d}$	日積算電力負荷	MJ/d	二次エネルギー換算
$E_{E,cap,PU,d}$	日積算発電容量以下負荷電力量	MJ/d	二次エネルギー換算
$P_{TU,d}$	日平均貯湯ユニット消費電力	W	
$e_{E,PU,d}$	日平均発電効率	%	
$e_{H,PU,d}$	日平均排熱効率	%	
$e_{PU,d}$	日平均総合効率	%	
$L_{DHW,L,d}$	日積算給湯熱量(大流量)	MJ/d	給湯量 15 L/min
$L_{DHW,M,d}$	日積算給湯熱量(中流量)	MJ/d	給湯量 10 L/min
$L_{DHW,S,d}$	日積算給湯熱量(小流量)	MJ/d	給湯量 5 L/min

表 2b 日集計データ以外の項目

記号	意味	単位
$e_{BB,d}$	補助熱源機の平均熱効率	-
$E_{CG,calc,ave}$	コージェネレーション設備の一次エネルギー消費量推定値の平均値	MJ/d
$E_{CG,calc,d}$	コージェネレーション設備の一次エネルギー消費量推定値	MJ/d
$E_{CG,diff}$	一次エネルギー消費量推定値の平均値と一次エネルギー消費量実測値の平均値との差	MJ/d
$E_{CG,meas,ave}$	コージェネレーション設備の一次エネルギー消費量実測値の平均値	MJ/d
$E_{CG,meas,d}$	コージェネレーション設備の一次エネルギー消費量の実測値	MJ/d
$E_{E,dmd,all,d}$	全電力負荷	MJ/d
$E_{E,dmd,d}$	日積算電力負荷	MJ/d

記号	意味	単位
$E_{E,gen,dmd,PU,d}$	日積算分担可能電力負荷	MJ/d
$E_{E,gen,PU,calc,d}$	発電ユニット発電量の推定値	MJ/d
$E_{E,in,calc,d}$	受電電力量の推定値	MJ/d
$E_{F,diff}$	日積算発電ユニット燃料消費量推定値の平均値と日積算発電ユニット燃料消費量実測値の平均値との差	MJ/d
$E_{F,PU,calc,ave}$	日積算発電ユニット燃料消費量推定値の平均値	MJ/d
$E_{F,PU,calc,d}$	発電ユニットの燃料消費量の推定値	MJ/d
$E_{F,PU,meas,ave}$	日積算発電ユニット燃料消費量実測値の平均値	MJ/d
$E'_{E,TU,d}$	貯湯ユニットの電力消費量	MJ/d
$e_{E,PU,max}$	発電ユニットの日平均発電効率の上限値	-
$e_{E,PU,min}$	発電ユニットの日平均発電効率の下限値	-
$e_{H,PU,max}$	発電ユニットの日平均排熱効率の上限値	-
$e_{H,PU,min}$	発電ユニットの日平均排熱効率の下限値	-
$L_{BB,DHW,d}$	補助熱源機が分担する日積算給湯負荷	MJ/d
$L_{DHW,ave}$	平均給湯負荷	MJ/d
N	設備仕様の算定に使用する日集計データの数(12 個)	-
$P_{TU,aux,DHW}$	タンクユニットの給湯の補機消費電力	W
$r_{DHW,gen,PU}$	発電ユニットの給湯排熱利用率	-
$r_{E,gen,PU,ave}$	分担可能電力負荷の平均発電ユニット分担比	-
$r_{E,gen,PU,d}$	分担可能電力負荷の日平均発電ユニット分担比	-
$r_{H,gen,PU}$	発電ユニットの排熱量上限比	-
$Q_{DHW,gen,ave}$	平均給湯排熱利用量	MJ/d
$Q_{DHW,gen,d}$	日積算給湯排熱利用量	MJ/d
$Q_{gen,ave}$	発電ユニットの平均排熱量	MJ/d

表 2c 添え字

添え字	意味
d	通算日
i	収束計算におけるステップ数
j	線形回帰式の説明変数の組合せ番号
L	大流量
M	中流量
mid	中間期条件試験
S	小流量
sum	夏期条件試験
tc	試験条件(sum 、 mid 、 win)
win	冬期条件試験

4.2 設備仕様の一覧

家庭用燃料電池のエネルギー消費量推定に用いる設備仕様の一覧を表 3 に示す。表中の番号 24~30 及び 32~33 の設備仕様は固定条件となるため、同表中に記載する。

表 3 家庭用燃料電池のエネルギー消費量推定に用いる設備仕様の一覧

番号	設備仕様	記号	小数点以下の桁数 (端数は四捨五入)
1	発電ユニットの発電方式	—	—
2	発電ユニットの発電量推定時の仮想発電量	a_{PU}	4
3		a_{DHW}	4
4		a_{HWH}	4
5		b	4
6		c	4
7	発電ユニットの排熱量推定時の仮想燃料消費量	a_{DHW}	整数
8		a_{HWH}	整数
9	発電ユニットの排熱量推定時の仮想排熱量上限比	a_{DHW}	5
10		a_{HWH}	5
11		b	5
12		a_{PU}	6
13	発電ユニットの日平均発電効率	a_{DHW}	6
14		a_{HWH}	6
15		b	4
16		上限値	4
17		下限値	4
18	発電ユニットの日平均排熱効率	a_{PU}	6
19		a_{DHW}	6
20		a_{HWH}	6
21		b	4
22		上限値	4
23	下限値	4	
24	(参考)バックアップボイラー(給湯)の熱源	熱源種別	—
25	種別及び給湯器の効率	給湯器の効率	$e_{rtd,DHW}$
26	バックアップボイラー(給湯、温水暖房)の種類	—	—
27	(参考)バックアップボイラー(温水暖房)の	定格効率	$e_{rtd,HWH}$
28	定格効率及び定格能力	定格能力	$E_{BB,HWH}$
29	温水暖房への排熱利用	排熱利用	—
30		排熱利用方式	—
31	発電ユニットの給湯排熱利用率	$r_{DHW,gen,PU}$	4
32	発電ユニットの温水暖房排熱利用率	$r_{HWH,gen,PU}$	4
33	タンクユニットの補機消費電力	温水暖房	$P_{TU,aux,HWH}$
34		給湯	$P_{TU,aux,DHW}$
35	定格発電出力	$P_{rtd,PU}$	整数
36	逆潮流	—	—

※ 表中の斜め線は入力不可、ハイフンは文字入力

4.3 設備仕様の算定方法

家庭用燃料電池のエネルギー消費量推定に用いる設備仕様の項目は、表 3 に示した通りである。本節では、各項目の算定方法を記載する。なお、記号の説明で推定値と書かれていないものは、表 1 の実測値を元に求められた値である。

4.3.1 発電ユニットの発電方式

発電ユニットの発電方式の選択方法を表 4 に示す。夏期における分担可能電力負荷の平均発電ユニット分担比 $r_{E,gen,PU,ave,sum}$ が 0.9 未満の場合は「熱主」、0.9 以上の場合は「電主」とする。

表 4 発電ユニットの発電方式の選択方法

発電方式	判断基準
電主	夏期における分担可能電力負荷の平均発電ユニット分担比 $r_{E,gen,PU,ave,sum}$ が 0.9 以上
熱主	夏期における分担可能電力負荷の平均発電ユニット分担比 $r_{E,gen,PU,ave,sum}$ が 0.9 未満

夏期における分担可能電力負荷の平均発電ユニット分担比 $r_{E,gen,PU,ave,sum}$ は、式(1)により表される。

$$r_{E,gen,PU,ave,sum} = \frac{1}{N_{sum}} \sum_{d=1}^{N_{sum}} \frac{E_{E,gen,exPU,d,sum}}{E_{E,gen,dmd,PU,d,sum}} \quad (1)$$

ここで、

N_{sum} : 夏期条件試験における設備仕様の算定に使用する日集計データの数 (12) (個)

$E_{E,gen,exPU,d,sum}$: 夏期条件試験の通算日 d における日積算発電ユニット発電量 (自己消費除く) (MJ/d)

$E_{E,gen,dmd,PU,d,sum}$

: 夏期条件試験の通算日 d における日積算分担可能電力負荷 (MJ/d)

$r_{E,gen,PU,ave,sum}$: 夏期における分担可能電力負荷の平均発電ユニット分担比 (-)

である。

4.3.2 発電ユニットの発電量推定時の仮想発電量

発電ユニットの発電方式が「電主」の場合における、発電ユニットの発電量推定時の仮想発電量の推定に用いる係数 a_{PU} 、 a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b 、 c の算定方法を表 5a に、発電ユニットの発電方式が「熱主」の場合における、発電ユニットの発電量推定時の仮想発電量の推定に用いる係数 a_{PU} 、 a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b 、 c の算定方法を表 5b に示す。

表 5a 発電ユニットの発電量推定時の仮想発電量を求める係数の算定方法 (電主の場合)

式の係数	算定方法
a_{PU} 、 b	中間期条件試験、冬期条件試験の日集計データ(中間期条件、冬期条件に対し、それぞれ 12 日間分)を使用して線形回帰式 $y = ax + \beta$ を作成し、その係数 α を a_{PU} 、定数 β を b とする。 y : 日積算発電ユニット発電量 (自己消費除く) $E_{E,gen,exPU,d,tc}$ (MJ/d) x : 日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d,tc}$ (MJ/d) ただし、定格逆潮の試験データの場合は、24 日分 (12 日間×2 試験条件)の $E_{E,gen,dmd,PU,d,tc}$ が一定の値となるため、係数 α を中間期、冬期における分担可能電力負荷の日平均発電ユニット分担比とし、定数 β を 0 とする。
a_{DHW}	0 とする
a_{HWH}	0 とする
c	式(2)による

表 5b 発電ユニットの発電量推定時の仮想発電量を求める係数の算定方法(熱主の場合)

式の係数	算定方法
a_{PU}	0とする
a_{DHW} 、 b	中間期条件試験、冬期条件試験の日集計データ(中間期条件、冬期条件に対し、それぞれ 12 日間分)を使用して線形回帰式 $y = \alpha x + \beta$ を作成し、その係数 α を a_{PU} 、定数 β を b とする。 y : 日積算発電ユニット発電量(自己消費除く) $E_{E,gen,exPU,d,tc}$ (MJ/d) x : 日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$ (MJ/d)
a_{HWH}	0とする
c	式(2)による

式の係数 c は、式(2)により表される。ただし、 $c \geq 1$ となる場合は、 $c = 1$ とする。

$$c = \max \begin{pmatrix} r_{E,gen,PU,1,sum}, & \dots, & r_{E,gen,PU,N_{sum,sum}} \\ r_{E,gen,PU,1,mid}, & \dots, & r_{E,gen,PU,N_{mid,mid}} \\ r_{E,gen,PU,1,win}, & \dots, & r_{E,gen,PU,N_{win,win}} \end{pmatrix} \quad (2)$$

ここで、

- N_{tc} : 試験条件 tc における設備仕様の算定に使用する日集計データの数(12) (個)
- $r_{E,gen,PU,d,tc}$: 試験条件 tc の通算日 d における分担可能電力負荷の日平均発電ユニット分担比(-)
- tc : 試験条件を表す添え字 (sum, mid, win)

である。

通算日 d における分担可能電力負荷の日平均発電ユニット分担比 $r_{E,gen,PU,d}$ は、式(3)により表される。

$$r_{E,gen,PU,d} = \frac{E_{E,gen,exPU,d}}{E_{E,gen,dmd,PU,d}} \quad (3)$$

ここで、

- $E_{E,gen,exPU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット発電量(自己消費除く)(MJ/d)
- $E_{E,gen,dmd,PU,d}$: 通算日 d における日積算分担可能電力負荷(MJ/d)
- $r_{E,gen,PU,d}$: 通算日 d における分担可能電力負荷の日平均発電ユニット分担比(-)

である。夏期条件試験、中間期条件試験、冬期条件試験の日集計データを用いて算出した分担可能電力負荷の日平均発電ユニット分担比 $r_{E,gen,PU,d}$ をそれぞれ $r_{E,gen,PU,d,sum}$ 、 $r_{E,gen,PU,d,mid}$ 、 $r_{E,gen,PU,d,win}$ とする。

通算日 d における日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$ は、式(4)により表される。

$$E_{E,gen,dmd,PU,d} = E_{E,cap,PU,d} + E_{E,TU,d} \quad (4)$$

ここで、

- $E_{E,cap,PU,d}$: 通算日 d における日積算発電容量以下負荷電力量(MJ/d)
- $E_{E,gen,dmd,PU,d}$: 通算日 d における日積算分担可能電力負荷(MJ/d)
- $E_{E,TU,d}$: 通算日 d における日積算貯湯ユニット電力消費量(MJ/d)

である。夏期条件試験、中間期条件試験、冬期条件試験の日集計データを用いて算出した日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$ をそれぞれ $E_{E,gen,dmd,PU,d,sum}$ 、 $E_{E,gen,dmd,PU,d,mid}$ 、 $E_{E,gen,dmd,PU,d,win}$ とする。

4.3.3 発電ユニットの排熱量推定時の仮想燃料消費量

発電ユニットの排熱量推定時の仮想燃料消費量の推定に用いる係数 a_{DHW} 、 a_{HWH} の算定方法を表 6 に示す。

表 6 発電ユニットの排熱量推定時の仮想燃料消費量を求める係数の算定方法

発電方式	式の係数	算定方法
電主	a_{DHW}	「ND」とする
	a_{HWH}	「ND」とする
熱主	a_{DHW}	1 とする
	a_{HWH}	0 とする

4.3.4 発電ユニットの排熱量推定時の仮想排熱量上限比

発電ユニットの排熱量推定時の仮想排熱量上限比の推定に用いる係数 a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b の算定方法を表 7 に示す。

表 7 発電ユニットの排熱量推定時の仮想排熱量上限比を求める係数の算定方法

発電方式	式の係数	算定方法
電主	a_{DHW}	「ND」とする
	a_{HWH}	「ND」とする
	b	「ND」とする
熱主	a_{DHW} 、 b	夏期条件試験、中間期条件試験のデータを使用して線形回帰式 $y = ax + \beta$ を作成し、その係数 α を a_{DHW} 、定数 β を b とする。 y : 発電ユニットの排熱量上限比 $r_{H,gen,PU,tc}$ (-) x : 1日当たりの平均給湯負荷 $L_{DHW,ave,tc}$ (MJ/d)
	a_{HWH}	0 とする

ただし、発電ユニットの発電方式が「熱主」の場合において、係数 $\alpha < 0$ (負の値)となる場合は、中間期条件試験における発電ユニットの排熱量上限比 $r_{H,gen,PU,mid}$ を、夏期条件試験における発電ユニットの排熱量上限比 $r_{H,gen,PU,sum}$ と同じ値として線形回帰式 $y = ax + \beta$ を作成し、その係数 α を a_{DHW} 、定数 β を b とする。

試験条件 tc における発電ユニットの排熱量上限比 $r_{H,gen,PU,tc}$ は、式(5)により表される。

$$r_{H,gen,PU,tc} = \frac{Q_{gen,ave,tc}}{L_{DHW,ave,tc}} \quad (5)$$

ここで、

$Q_{gen,ave,tc}$: 試験条件 tc における1日当たりの発電ユニットの平均排熱量(MJ/d)

$L_{DHW,ave,tc}$: 試験条件 tc における1日当たりの平均給湯負荷(MJ/d)

$r_{H,gen,PU,tc}$: 試験条件 tc における発電ユニットの排熱量上限比(-)

tc : 試験条件を表す添え字(sum, mid, win)

である。

試験条件 tc における1日当たりの平均給湯負荷 $L_{DHW,ave,tc}$ は、式(6)により表される。

$$L_{DHW,ave,tc} = \frac{1}{N_{tc}} \sum_{d=1}^{N_{tc}} L_{DHW,d,tc} \quad (6)$$

ここで、

N_{tc} : 試験条件 tc における設備仕様の算定に使用する日集計データの数(12個)

$L_{DHW,ave,tc}$: 試験条件 tc における1日当たりの平均給湯負荷(MJ/d)

$L_{DHW,d,tc}$: 試験条件 tc の通算日 d における日積算給湯負荷(MJ/d)

tc : 試験条件を表す添え字 (sum, mid, win)
である。

4.3.5 発電ユニットの日平均発電効率及び日平均排熱効率(電主の場合)

発電ユニットの発電方式が「電主」の場合における、発電ユニットの日平均発電効率及び日平均排熱効率の推定に用いる係数 a_{PU} 、 a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b 、上限値及び下限値の算定方法を以下に示す。

(a) 発電ユニットの日平均発電効率

日平均発電効率を求める式の係数 a_{PU} 、 a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b 、上限値及び下限値の算定方法を表 8 に示す。

表 8 発電ユニットの日平均発電効率を求める係数の算定方法(電主の場合)

式の係数	算定方法
a_{PU}, b	夏期条件試験、中間期条件試験および冬期条件試験の日集計データ(夏期条件試験、中間期条件試験および冬期条件試験に対し、それぞれ12日間分)を使用して線形回帰式 $y = ax + \beta$ を作成し、その係数 a を a_{PU} 、定数 β を b とする。 y : 日平均発電効率 $e_{E,PU,d,tc}$ (-) x : 日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d,tc}$ (MJ/d) ただし、定格逆潮の試験データの場合は、36 日分(12 日間×3 試験条件)の $E_{E,gen,dmd,PU,d,tc}$ が一定の値となるため、係数 a を 0 とし、定数 β を日平均発電効率の 36 日分の平均値とする。
a_{DHW}	0 とする
a_{HWH}	0 とする
上限値	式(7)による
下限値	式(8)による

発電ユニットの日平均発電効率の上限値 $e_{E,PU,max}$ は式(7)、下限値 $e_{E,PU,min}$ は式(8)により表される。

$$e_{E,PU,max} = \max \begin{pmatrix} e_{E,PU,1,sum}, & \dots, & e_{E,PU,N,sum,sum} \\ e_{E,PU,1,mid}, & \dots, & e_{E,PU,N,mid,mid} \\ e_{E,PU,1,win}, & \dots, & e_{E,PU,N,win,win} \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$e_{E,PU,min} = \min \begin{pmatrix} e_{E,PU,1,sum}, & \dots, & e_{E,PU,N,sum,sum} \\ e_{E,PU,1,mid}, & \dots, & e_{E,PU,N,mid,mid} \\ e_{E,PU,1,win}, & \dots, & e_{E,PU,N,win,win} \end{pmatrix} \quad (8)$$

ここで、

- N_{tc} : 試験条件 tc における設備仕様の算定に使用する日集計データの数(12)(個)
- $e_{E,PU,d,tc}$: 試験条件 tc の通算日 d における日平均発電効率(-)
- $e_{E,PU,max}$: 発電ユニットの日平均発電効率の上限値(-)
- $e_{E,PU,min}$: 発電ユニットの日平均発電効率の下限値(-)
- tc : 試験条件を表す添え字 (sum, mid, win)

である。

(b) 発電ユニットの日平均排熱効率

日平均排熱効率を求める式の係数 a_{PU} 、 a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b 、上限値及び下限値の算定方法を表 9 に示す。

表 9 発電ユニットの日平均排熱効率を求める係数の算定方法(電主の場合)

式の係数	算定方法
a_{PU}, b	夏期条件試験、中間期条件試験および冬期条件試験の日集計データ(夏期条件試験、中間期条件試験および冬期条件試験に対し、それぞれ 12 日間分)を使用して線形回帰式 $y = ax + \beta$ を作成し、その係数 a を a_{PU} 、定数 β を b とする。 y : 日平均排熱効率 $e_{H,PU,d,tc}$ (-) x : 日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d,tc}$ (MJ/d) ただし、定格逆潮の試験データの場合は、36 日分(12 日間×3 試験条件)の $E_{E,gen,dmd,PU,d,tc}$ が一定の値となるため、係数 a を 0 とし、定数 β を日平均排熱効率の 36 日分の平均値とする。
a_{DHW}	0 とする
a_{HWH}	0 とする
上限値	式(9)による
下限値	式(10)による

発電ユニットの日平均排熱効率の上限値 $e_{H,PU,max}$ は式(9)、下限値 $e_{H,PU,min}$ は式(10)により表される。

$$e_{H,PU,max} = \max \begin{pmatrix} e_{H,PU,1,sum}, & \dots, & e_{H,PU,N_{sum},sum} \\ e_{H,PU,1,mid}, & \dots, & e_{H,PU,N_{mid},mid} \\ e_{H,PU,1,win}, & \dots, & e_{H,PU,N_{win},win} \end{pmatrix} \quad (9)$$

$$e_{H,PU,min} = \min \begin{pmatrix} e_{H,PU,1,sum}, & \dots, & e_{H,PU,N_{sum},sum} \\ e_{H,PU,1,mid}, & \dots, & e_{H,PU,N_{mid},mid} \\ e_{H,PU,1,win}, & \dots, & e_{H,PU,N_{win},win} \end{pmatrix} \quad (10)$$

ここで、

- N_{tc} : 試験条件 tc における設備仕様の算定に使用する日集計データの数(12) (個)
- $e_{H,PU,d,tc}$: 試験条件 tc の通算日 d における日平均排熱効率(-)
- $e_{H,PU,max}$: 発電ユニットの日平均排熱効率の上限値(-)
- $e_{H,PU,min}$: 発電ユニットの日平均排熱効率の下限値(-)
- tc : 試験条件を表す添え字(sum, mid, win)

である。

4.3.6 発電ユニットの日平均発電効率及び日平均排熱効率(熱主の場合)

発電ユニットの発電方式が「熱主」の場合における、発電ユニットの日平均発電効率及び日平均排熱効率の推定に用いる係数 a_{PU} 、 a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b 及び上限値、下限値の算定方法を以下に示す。

(a) 発電ユニットの日平均発電効率

発電ユニットの発電方式が「熱主」の場合における、日平均発電効率を求める式の係数 a_{PU} 、 a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b の算定方法を表 10 に示す。

夏期条件試験、中間期条件試験および冬期条件試験の日集計データ(夏期条件試験、中間期条件試験および冬期条件試験に対し、それぞれ 12 日間分)を使用して線形回帰式 $y = ax + \beta$ を作成し、その係数 a を a_{PU} または a_{DHW} 、定数 β を b とする。ここで、 y (目的変数)は通算日 d における日平均発電効率 $e_{E,PU,d}$ 、 x (説明変数)は通算日 d における日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$ または日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$ の 2 通りとし、表 10 に示すように係数を算定する。どちらの係数を利用するかは、後述の「(c)係数の決定方法」に示す方法によ

り決定する。

表 10 発電ユニットの日平均発電効率を求める係数の算定方法(熱主の場合)

No.	目的変数	説明変数	係数	算定方法
1	日平均発電効率 $e_{E,PU,d}$ (-)	日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$ (MJ/d)	a_{PU}	回帰式の係数 α
			a_{DHW}	0とする
			a_{HWH}	0とする
			b	回帰式の定数 β
2	日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$ (MJ/d)	a_{PU}	0とする	
		a_{DHW}	回帰式の係数 α	
		a_{HWH}	0とする	
		b	回帰式の定数 β	

(b) 発電ユニットの日平均排熱効率

発電ユニットの発電方式が「熱主」の場合における、日平均排熱効率を求める式の係数 a_{PU} 、 a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b の算定方法を表 11 に示す。

夏期条件試験、中間期条件試験および冬期条件試験の日集計データ(夏期条件試験、中間期条件試験および冬期条件試験に対し、それぞれ 12 日間分)を使用して線形回帰式 $y = ax + \beta$ を作成し、その係数 α を a_{PU} または a_{DHW} 、定数 β を b とする。ここで、 y (目的変数)は通算日 d における日平均排熱効率 $e_{H,PU,d}$ 、 x (説明変数)は通算日 d における日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$ または日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$ の 2 通りとし、表 11 に示すように係数を算定する。どちらの係数を利用するかは、後述の「(c)係数の決定方法」に示す方法により決定する。

表 11 発電ユニットの日平均排熱効率を求める係数の算定方法(熱主の場合)

No.	目的変数	説明変数	係数	算定方法
1	日平均排熱効率 $e_{H,PU,d}$ (-)	日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$ (MJ/d)	a_{PU}	回帰式の係数 α
			a_{DHW}	0とする
			a_{HWH}	0とする
			b	回帰式の定数 β
2	日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$ (MJ/d)	a_{PU}	0とする	
		a_{DHW}	回帰式の係数 α	
		a_{HWH}	0とする	
		b	回帰式の定数 β	

(c) 係数の決定方法

発電ユニットの発電方式が「熱主」の場合は、表 12 に示すように、日平均発電効率の線形回帰式の説明変数が 2 通り、平均排熱効率の線形回帰式の説明変数が 2 通りの計 4 通りの組合せがある。ここでは、この 4 通りの組合せのうち、最終的に使用する係数の決定方法について述べる。

4 通りの係数を使ってコージェネレーション設備の一次エネルギー消費量の推定値を算出し、実測値との差が最小となる係数を、日平均発電効率と日平均排熱効率を求める式の係数として決定する。なお、コージェネレーション設備の一次エネルギー消費量の推定値と実測値の差が同じ値になる場合は、発電ユニットの燃料消費量の推定値と実測値の差を比較することにより係数を決定する。

表 12 発電ユニットの日平均発電効率、日平均排熱効率を求める
線形回帰式の説明変数の組合せ(熱主の場合)

組合せ番号 j	日平均発電効率の 線形回帰式の説明変数	日平均排熱効率の 線形回帰式の説明変数
1	日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$	日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$
2	日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$	日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$
3	日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$	日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$
4	日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$	日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$

① 一次エネルギー消費量による係数の決定方法

通算日 d における1日当たりのコージェネレーション設備の一次エネルギー消費量の推定値 $E_{CG,calc,d,j}$ を夏期、中間期、冬期の各12日間(計36日)分計算し、コージェネレーション設備の一次エネルギー消費量推定値の平均値 $E_{CG,calc,ave,j}$ を算出する。

一次エネルギー消費量推定値の算出に使用する日平均発電効率と日平均排熱効率を求める式の係数は、表12に示したように線形回帰式の説明変数の組合せにより4通りあるため、4通りの一次エネルギー消費量の推定値を算出する。表13に示すように、それぞれの一次エネルギー消費量推定値の平均値を $E_{CG,calc,ave,1}$ 、 $E_{CG,calc,ave,2}$ 、 $E_{CG,calc,ave,3}$ 、 $E_{CG,calc,ave,4}$ とする。

表 13 4通りの一次エネルギー消費量推定値の平均値(熱主の場合)

		日平均排熱効率	
		$e_{H,PU,d}$	
		日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$	日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$
日平均発電効率 $e_{E,PU,d}$	日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$	$E_{CG,calc,ave,1}$	$E_{CG,calc,ave,2}$
	日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$	$E_{CG,calc,ave,3}$	$E_{CG,calc,ave,4}$

線形回帰式の説明変数の組合せ番号 j (表12参照)から得られる係数により算出した、通算日 d における1日当たりのコージェネレーション設備の一次エネルギー消費量の推定値 $E_{CG,calc,d,j}$ は、式(11)により表される。

$$E_{CG,calc,d,j} = E_{F,PU,calc,d,j} + E_{F,BB,DHW,calc,d,j} + E_{E,in,calc,d,j} \times \frac{9760}{3600} \quad (11)$$

ここで、

$E_{CG,calc,d,j}$: 通算日 d における1日当たりのコージェネレーション設備の一次エネルギー消費量の推定値 (MJ/d)

$E_{F,PU,calc,d,j}$: 通算日 d における1日当たりの発電ユニット燃料消費量の推定値 (MJ/d)

$E_{F,BB,DHW,calc,d,j}$: 通算日 d における1日当たりの給湯時のバックアップボイラー燃料消費量の推定値 (MJ/d)

$E_{E,in,calc,d,j}$: 通算日 d における1日当たりの受電電力量の推定値(二次エネルギー) (MJ/d)

である。夏期条件試験、中間期条件試験、冬期条件試験の日集計データを用いて算出した1日当たりのコージェネレーション設備の一次エネルギー消費量の推定値 $E_{CG,calc,d,j}$ をそれぞれ $E_{CG,calc,d,sum,j}$ 、 $E_{CG,calc,d,mid,j}$ 、

$E_{CG,calc,d,win,j}$ とする。

なお、式中の 9760 は受電電力の一次エネルギー換算係数(MJ/MWh)、3600 は単位変換の換算係数(MJ/MWh)である。

通算日 d における 1 日あたりの発電ユニット燃料消費量の推定値 $E_{F,PU,calc,d,j}$ は、付録 C の式(8)～式(14)により求め、通算日 d における 1 日当たりの給湯時のバックアップボイラー燃料消費量の推定値 $E_{F,BB,DHW,calc,d,j}$ は、付録 C の式(1)～式(6)により求める。

通算日 d における 1 日当たりの受電電力量の推定値(二次エネルギー) $E_{E,in,calc,d,j}$ は、式(12)により表される。

$$E_{E,in,calc,d,j} = E_{E,dmd,all,d} - E_{E,gen,PU,calc,d,j} \quad (12)$$

ここで、

$E_{E,dmd,all,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの全電力負荷 (MJ/d)

$E_{E,gen,PU,calc,d,j}$: 通算日 d における 1 日当たりの発電ユニット発電量の推定値 (MJ/d)

である。

通算日 d における 1 日当たりの発電ユニット発電量の推定値 $E_{E,gen,PU,calc,d,j}$ は、付録 C の式(7)により求める。

通算日 d における 1 日当たりの全電力負荷 $E_{E,dmd,all,d}$ は、式(13)により表される。

$$E_{E,dmd,all,d} = E_{E,dmd,d} + E'_{E,TU,d} \quad (13)$$

ここで、

$E_{E,dmd,d}$: 通算日 d における日積算電力負荷 (MJ/d)

$E'_{E,TU,d}$: 通算日 d における貯湯ユニットの電力消費量 (MJ/d)

である。

通算日 d における貯湯ユニットの電力消費量 $E'_{E,TU,d}$ は、式(14)により表される。

$$E'_{E,TU,d} = 24 \times P_{TU,aux,DWH} \times \frac{3.6}{1000} \quad (14)$$

ここで、

$P_{TU,aux,DWH}$: タンクユニットの給湯の補機消費電力 (W)

である。なお、3.6 は単位変換の換算係数(MJ/kWh)である。

コージェネレーション設備の一次エネルギー消費量推定値の平均値 $E_{CG,calc,ave,j}$ は、式(15)により表される。

$$E_{CG,calc,ave,j} = \frac{\sum_{d=1}^{N_{sum}} E_{CG,calc,d,sum,j} + \sum_{d=1}^{N_{mid}} E_{CG,calc,d,mid,j} + \sum_{d=1}^{N_{win}} E_{CG,calc,d,win,j}}{N_{sum} + N_{mid} + N_{win}} \quad (15)$$

ここで、

$E_{CG,calc,ave,j}$: コージェネレーション設備の一次エネルギー消費量推定値の平均値 (MJ/d)

$E_{CG,calc,d,tc,j}$: 試験条件 tc の通算日 d における 1 日当たりのコージェネレーション設備の一次エネルギー消費量推定値 (MJ/d)

N_{tc} : 試験条件 tc における設備仕様の算定に使用する日集計データの数 (12) (個)

tc : 試験条件を表す添え字 (sum, mid, win)

である。

この一次エネルギー消費量推定値の平均値 $E_{CG,calc,ave,j}$ と、一次エネルギー消費量実測値の平均値

$E_{CG,meas,ave}$ との差をとり、その差 $E_{CG,diff}$ が最小となる $E_{CG,calc,ave,j}$ を、最終的な一次エネルギー消費量推定値の平均値 $E_{CG,calc,ave}$ とする。この一次エネルギー消費量推定値を算出するために使用した係数を、日平均発電効率と日平均排熱効率を求める式の係数として決定する。

一次エネルギー消費量推定値の平均値と一次エネルギー消費量実測値の平均値との差 $E_{CG,diff}$ が最小になるとき、この一次エネルギー消費量推定値を算出するために使用した線形回帰式の説明変数の組合せ番号 j (表 12 参照)を j_{min} とすると、最終的な一次エネルギー消費量推定値の平均値 $E_{CG,calc,ave}$ は、式(16)により表される。

$$E_{CG,calc,ave} = E_{CG,calc,ave,j_{min}} \quad (16)$$

ここで、

- $E_{CG,calc,ave}$:最終的な一次エネルギー消費量推定値の平均値 (MJ/d)
- $E_{CG,calc,ave,j_{min}}$:線形回帰式の説明変数の組合せ番号 j_{min} から得られる係数により算出した、コージェネレーション設備の一次エネルギー消費量推定値の平均値 (MJ/d)

である。

一次エネルギー消費量推定値の平均値と一次エネルギー消費量実測値の平均値との差 $E_{CG,diff}$ は、式(17)により表される。

$$E_{CG,diff} = \min \left(\begin{array}{l} |E_{CG,calc,ave,1} - E_{CG,meas,ave}|, |E_{CG,calc,ave,2} - E_{CG,meas,ave}| \\ |E_{CG,calc,ave,3} - E_{CG,meas,ave}|, |E_{CG,calc,ave,4} - E_{CG,meas,ave}| \end{array} \right) \quad (17)$$

ここで、

- $E_{CG,meas,ave}$:コージェネレーション設備の一次エネルギー消費量実測値の平均値 (MJ/d)
- $E_{CG,diff}$:一次エネルギー消費量推定値の平均値と一次エネルギー消費量実測値の平均値との差 (MJ/d)

である。

コージェネレーション設備の一次エネルギー消費量実測値の平均値 $E_{CG,meas,ave}$ は、式(18)により表される。

$$E_{CG,meas,ave} = \frac{\sum_{d=1}^{N_{sum}} E_{CG,meas,d,sum} + \sum_{d=1}^{N_{mid}} E_{CG,meas,d,mid} + \sum_{d=1}^{N_{win}} E_{CG,meas,d,win}}{N_{sum} + N_{mid} + N_{win}} \quad (18)$$

ここで、

- N_{tc} :試験条件 tc における設備仕様の算定に使用する日集計データの数(12) (個)
- $E_{CG,meas,d}$:通算日 d における1日当たりのコージェネレーション設備の一次エネルギー消費量の実測値 (MJ/d)
- tc :試験条件を表す添え字 (sum, mid, win)

である。

通算日 d における1日当たりのコージェネレーション設備の一次エネルギー消費量の実測値 $E_{CG,meas,d}$ は、式(19)により表される。

$$E_{CG,meas,d} = E_{F,PU,d} + E_{F,BB,d} + E_{E,in,d} \times \frac{9760}{3600} \quad (19)$$

ここで、

- $E_{F,PU,d}$:通算日 d における日積算発電ユニット燃料消費量 (MJ/d)
- $E_{F,BB,d}$:通算日 d における日積算補助熱源機燃料消費量 (MJ/d)
- $E_{E,in,d}$:通算日 d における日積算受電電力量(二次エネルギー) (MJ/d)

である。夏期条件試験、中間期条件試験、冬期条件試験の日集計データを用いて算出した 1 日当たりのコージェネレーション設備の一次エネルギー消費量の実測値 $E_{CG,meas,d}$ をそれぞれ $E_{CG,meas,d,sum}$ 、 $E_{CG,meas,d,mid}$ 、 $E_{CG,meas,d,win}$ とする。

なお、定数の 9760 は受電電力の一次エネルギー換算係数 (MJ/MWh)、3600 は単位変換の換算係数 (MJ/MWh) である。

② 発電ユニット燃料消費量による係数の決定方法

一次エネルギー消費量推定値の平均値 $E_{CG,calc,ave,j}$ と、一次エネルギー消費量実測値の平均値 $E_{CG,meas,ave}$ の差が同じ値になる場合は、日積算発電ユニット燃料消費量を用いて、日平均発電効率と日平均排熱効率を求める係数を決定する。

付録 C の式(8)～式(14)により、通算日 d における 1 日当たりの発電ユニットの燃料消費量の推定値 $E_{F,PU,calc,d,j}$ を夏期、中間期、冬期の各 12 日間 (計 36 日) 分計算し、日積算発電ユニット燃料消費量推定値の平均値 $E_{F,PU,calc,ave,j}$ を算出する。線形回帰式の説明変数の組合せにより、4 通りの日積算発電ユニット燃料消費量推定値の平均値 $E_{F,PU,calc,ave,j}$ を算出し、表 14 に示すようにそれぞれの日積算発電ユニット燃料消費量推定値の平均値を $E_{F,PU,calc,ave,1}$ 、 $E_{F,PU,calc,ave,2}$ 、 $E_{F,PU,calc,ave,3}$ 、 $E_{F,PU,calc,ave,4}$ とする。

日積算発電ユニット燃料消費量推定値の平均値 $E_{F,PU,calc,ave,j}$ は、式(20)により表される。

$$E_{F,PU,calc,ave,j} = \frac{\sum_{d=1}^{N_{sum}} E_{F,PU,calc,d,sum,j} + \sum_{d=1}^{N_{mid}} E_{F,PU,calc,d,mid,j} + \sum_{d=1}^{N_{win}} E_{F,PU,calc,d,win,j}}{N_{sum} + N_{mid} + N_{win}} \quad (20)$$

ここで、

- N_{tc} : 試験条件 tc における設備仕様の算定に使用する日集計データの数(12) (個)
- $E_{F,PU,calc,ave,j}$: 日積算発電ユニット燃料消費量推定値の平均値 (MJ/d)
- $E_{F,PU,calc,d,tc,j}$: 試験条件 tc の通算日 d における 1 日当たりの発電ユニットの燃料消費量の推定値 (MJ/d)
- tc : 試験条件を表す添え字 (sum, mid, win)

である。夏期条件試験、中間期条件試験、冬期条件試験の日集計データを用いて算出した 1 日当たりの発電ユニットの燃料消費量の推定値 $E_{F,PU,calc,d,tc,j}$ をそれぞれ $E_{F,PU,calc,d,sum,j}$ 、 $E_{F,PU,calc,d,mid,j}$ 、 $E_{F,PU,calc,d,win,j}$ とする。

表 14 4 通りの日積算発電ユニット燃料消費量推定値の平均値(熱主の場合)

		日平均排熱効率	
		$e_{H,PU,d}$	
		日積算分担可能電力負荷	日積算給湯負荷
		$E_{E,gen,dmd,PU,d}$	$L_{DHW,d}$
日平均発電効率	日積算分担可能電力負荷	$E_{F,PU,calc,ave,1}$	$E_{F,PU,calc,ave,2}$
	$E_{E,gen,dmd,PU,d}$		
$e_{E,PU,d}$	日積算給湯負荷	$E_{F,PU,calc,ave,3}$	$E_{F,PU,calc,ave,4}$
	$L_{DHW,d}$		

この日積算発電ユニット燃料消費量推定値の平均値 $E_{F,PU,calc,ave,j}$ と、日積算発電ユニット燃料消費量実測値の平均値 $E_{F,PU,meas,ave}$ との差をとり、その差 $E_{F,diff}$ が最小となる $E_{F,PU,calc,ave,j}$ を、最終的な日積算発電ユニット燃料消費量推定値の平均値 $E_{F,PU,calc,ave}$ とする。この日積算発電ユニット燃料消費量推定値を算出するた

めに使用した係数を、日平均発電効率と日平均排熱効率を求める式の係数として決定する。

日積算発電ユニット燃料消費量推定値の平均値と日積算発電ユニット燃料消費量実測値の平均値との差 $E_{F,diff}$ が最小となる時、この日積算発電ユニット燃料消費量推定値を算出するために使用した線形回帰式の説明変数の組合せ番号 j (表 12 参照) を j_{min} とすると、最終的な日積算発電ユニット燃料消費量推定値の平均値 $E_{F,PU,calc,ave}$ は、式(21)により表される。

$$E_{F,PU,calc,ave} = E_{F,PU,calc,ave,j_{min}} \quad (21)$$

ここで、

$E_{F,PU,calc,ave}$: 最終的な日積算発電ユニット燃料消費量推定値の平均値 (MJ/d)

$E_{F,PU,calc,ave,j_{min}}$: 線形回帰式の説明変数の組合せ番号 j_{min} から得られる係数により算出した、日積算発電ユニット燃料消費量推定値の平均値 (MJ/d)

である。

日積算発電ユニット燃料消費量推定値の平均値と日積算発電ユニット燃料消費量実測値の平均値との差 $E_{F,diff}$ は、式(22)により表される。

$$E_{F,diff} = \min \left(\begin{array}{|l} |E_{F,PU,calc,ave,1} - E_{F,PU,meas,ave}|, \\ |E_{F,PU,calc,ave,2} - E_{F,PU,meas,ave}|, \\ |E_{F,PU,calc,ave,3} - E_{F,PU,meas,ave}|, \\ |E_{F,PU,calc,ave,4} - E_{F,PU,meas,ave}| \end{array} \right) \quad (22)$$

ここで、

$E_{F,diff}$: 日積算発電ユニット燃料消費量推定値の平均値と日積算発電ユニット燃料消費量実測値の平均値との差 (MJ/d)

$E_{F,PU,meas,ave}$: 日積算発電ユニット燃料消費量実測値の平均値 (MJ/d)

である。

日積算発電ユニット燃料消費量実測値の平均値 $E_{F,PU,meas,ave}$ は、式(23)により表される。

$$E_{F,PU,meas,ave} = \frac{\sum_{d=1}^{N_{sum}} E_{F,PU,d,sum} + \sum_{d=1}^{N_{mid}} E_{F,PU,d,mid} + \sum_{d=1}^{N_{win}} E_{F,PU,d,win}}{N_{sum} + N_{mid} + N_{win}} \quad (23)$$

ここで、

N_{tc} : 試験条件 tc における設備仕様の算定に使用する日集計データの数 (12) (個)

$E_{F,PU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット燃料消費量 (MJ/d)

tc : 試験条件を表す添え字 (sum, mid, win)

である。

(d) 上限値・下限値の算定方法

発電ユニットの日平均発電効率及び日平均排熱効率の上限値、下限値は、発電ユニットの発電方式が「電主」の場合と同様の方法により求める。すなわち、発電ユニットの日平均発電効率の上限値 $e_{E,PU,max}$ は式(7)、下限値 $e_{E,PU,min}$ は式(8)、発電ユニットの日平均排熱効率の上限値 $e_{H,PU,max}$ は式(9)、下限値 $e_{H,PU,min}$ は式(10)により求める。

4.3.7 バックアップボイラー(給湯)の熱源種別、給湯器の効率及び種類

(a) 熱源種別

バックアップボイラー(給湯)の熱源種別は、全て「ガス」とする。

(b) 給湯器の効率

バックアップボイラー(給湯)の給湯器の効率 $e_{rt,d,DHW}$ は、潜熱回収型給湯器の場合「0.905」、従来型給湯器の場合「0.782」とする。

(c) 種類

バックアップボイラー(給湯)の種類は、潜熱回収型給湯器の場合は、「G_EJ」、従来型給湯器の場合は、「G_NEJ」とする。

4.3.8 バックアップボイラー(温水暖房)の種類、定格効率及び定格能力

(a) 種類

バックアップボイラー(温水暖房)の種類は、潜熱回収型給湯器の場合は、「G_EJ」、従来型給湯器の場合は、「G_NEJ」とする。

(b) 定格効率

バックアップボイラー(温水暖房)の定格効率 $e_{rt,d,HWH}$ は、潜熱回収型給湯器の場合は「0.87」、従来型給湯器の場合は「0.82」とする。

(c) 定格能力

バックアップボイラー(温水暖房)の定格能力 $E_{BB,HWH}$ は、「17400」(W)とする。

4.3.9 温水暖房への排熱利用

(a) 排熱利用

発電ユニットの温水排熱を暖房に利用しないため、暖房熱負荷への排熱利用は「なし」とする。

(b) 排熱利用方式

発電ユニットの温水排熱を暖房に利用しないため、排熱利用方式は「ND」とする。

4.3.10 発電ユニットの給湯排熱利用率

発電ユニットの給湯排熱利用率 $r_{DHW,gen,PU}$ は、式(24)により表される。

$$r_{DHW,gen,PU} = \frac{Q_{DHW,gen,ave}}{Q_{gen,ave}} \quad (24)$$

ここで、

$Q_{DHW,gen,ave}$: 1日当たりの平均給湯排熱利用量(MJ/d)
$Q_{gen,ave}$: 1日当たりの発電ユニットの平均排熱量(MJ/d)
$r_{DHW,gen,PU}$: 発電ユニットの給湯排熱利用率(-)

である。

(a) 平均給湯排熱利用量の算定方法

1日当たりの平均給湯排熱利用量 $Q_{DHW,gen,ave}$ は、式(25)により表される。

$$Q_{DHW,gen,ave} = \frac{Q_{DHW,gen,ave,sum} + Q_{DHW,gen,ave,mid} + Q_{DHW,gen,ave,win}}{3} \quad (25)$$

ここで、

$Q_{DHW,gen,ave,sum}$: 夏期条件試験における1日当たりの平均給湯排熱利用量(MJ/d)
$Q_{DHW,gen,ave,mid}$: 中間期条件試験における1日当たりの平均給湯排熱利用量(MJ/d)
$Q_{DHW,gen,ave,win}$: 冬期条件試験における1日当たりの平均給湯排熱利用量(MJ/d)

である。

試験条件 tc における1日当たりの平均給湯排熱利用量 $Q_{DHW,gen,ave,tc}$ は、式(26)により表される。

$$Q_{DHW,gen,ave,tc} = \frac{1}{N_{tc}} \sum_{d=1}^{N_{tc}} Q_{DHW,gen,d,tc} \quad (26)$$

ここで、

- N_{tc} : 試験条件 tc における設備仕様の算定に使用する日集計データの数(12)(個)
- $Q_{DHW,gen,d,tc}$: 試験条件 tc の通算日 d における日積算給湯排熱利用量(MJ/d)
- tc : 試験条件を表す添え字(*sum, mid, win*)

である。

通算日 d における日積算給湯排熱利用量 $Q_{DHW,gen,d}$ の概念図を図4に示す。

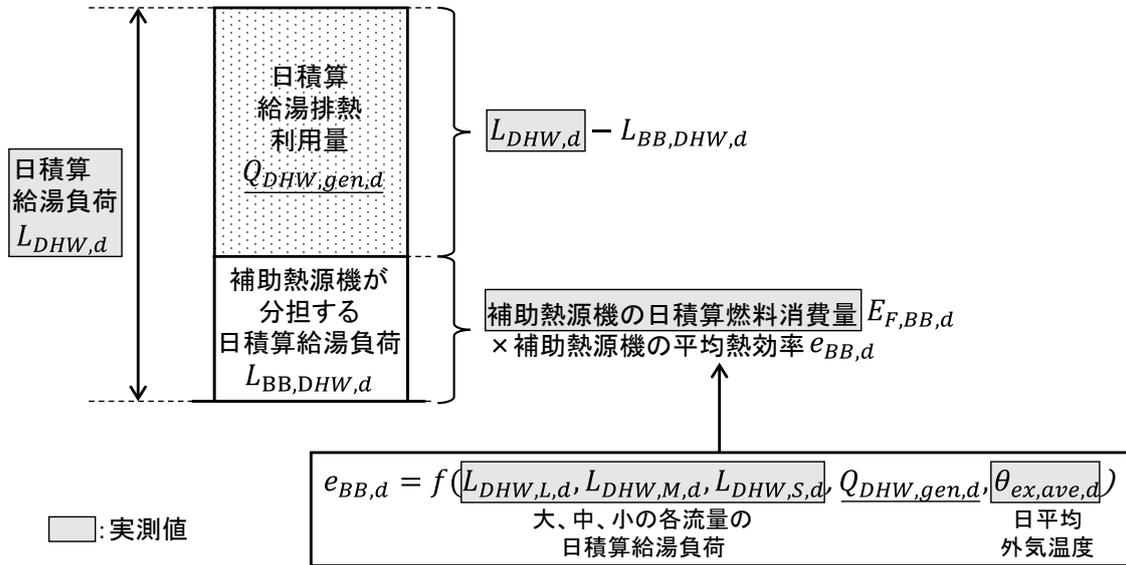


図4 日積算給湯排熱利用量 $Q_{DHW,gen,d}$ の概念図

日積算給湯排熱利用量 $Q_{DHW,gen,d}$ は、日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$ (実測値)から補助熱源機が分担する日積算給湯負荷 $L_{BB,DHW,d}$ を引くことで求められ、式(27)で表される。

$$Q_{DHW,gen,d} = \begin{cases} L_{DHW,d} - L_{BB,DHW,d} & (E_{F,BB,d} \neq 0) \\ L_{DHW,d} & (E_{F,BB,d} = 0) \end{cases} \quad (27)$$

ここで、

- $L_{BB,DHW,d}$: 通算日 d における補助熱源機が分担する日積算給湯負荷(MJ/d)
- $L_{DHW,d}$: 通算日 d における日積算給湯負荷(MJ/d)
- $Q_{DHW,gen,d}$: 通算日 d における日積算給湯排熱利用量(MJ/d)

である。夏期条件試験、中間期条件試験、冬期条件試験の日集計データを用いて算出した日積算給湯排熱利用量 $Q_{DHW,gen,d}$ をそれぞれ、 $Q_{DHW,gen,d,sum}$ 、 $Q_{DHW,gen,d,mid}$ 、 $Q_{DHW,gen,d,win}$ とする。ただし、 $E_{F,BB,d} \neq 0$ の場合、補助熱源機が分担する日積算給湯負荷 $L_{BB,DHW,d}$ を求めるために使用する補助熱源機の平均熱効率

$e_{BB,d}$ が、日積算給湯排熱利用量 $Q_{DHW,gen,d}$ に依存するため、収束計算を行い、最終的に得られる、補助熱源機が分担する日積算給湯負荷 $L_{BB,DHW,d,i}$ を $L_{BB,DHW,d}$ とする。

通算日 d における日積算給湯排熱利用量の初期値 $Q_{DHW,gen,d,0}$ を通算日 d における日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$ (実測値)と仮定し、誤差($|Q_{DHW,gen,d,i-1} - Q_{DHW,gen,d,i}|$)が 0.001 より小さくなるまで式(28)～式(32)の計算を繰り返す。

ステップ i の通算日 d における日積算給湯排熱利用量 $Q_{DHW,gen,d,i}$ は、式(28)により表される。

$$Q_{DHW,gen,d,i} = L_{DHW,d} - L_{BB,DHW,d,i} \quad (28)$$

ここで、

$L_{DHW,d}$: 通算日 d における日積算給湯負荷(MJ/d)

$L_{BB,DHW,d,i}$: ステップ i の通算日 d における補助熱源機が分担する日積算給湯負荷(MJ/d)

である。

ステップ i の通算日 d における補助熱源機が分担する日積算給湯負荷 $L_{BB,DHW,d,i}$ は、式(29)により表される。

$$L_{BB,DHW,d,i} = E_{F,BB,d} \times e_{BB,d,i} \quad (29)$$

ここで、

$E_{F,BB,d}$: 通算日 d における日積算補助熱源機燃料消費量(MJ/d)

$e_{BB,d,i}$: ステップ i の通算日 d における補助熱源機の平均熱効率(-)

である。

ステップ i の通算日 d における補助熱源機の平均熱効率 $e_{BB,d,i}$ は、式(30)により表される。

$$e_{BB,d,i} = \frac{L_{BB,DHW,L,d,i} + L_{BB,DHW,M,d,i} + L_{BB,DHW,S,d,i}}{\frac{L_{BB,DHW,L,d,i}}{e_{BB,L,d,i}} + \frac{L_{BB,DHW,M,d,i}}{e_{BB,M,d,i}} + \frac{L_{BB,DHW,S,d,i}}{e_{BB,S,d,i}}} \quad (30)$$

ここで、

$L_{BB,DHW,L,d,i}$: ステップ i の通算日 d における補助熱源機が分担する大流量の給湯負荷(MJ/d)

$L_{BB,DHW,M,d,i}$: ステップ i の通算日 d における補助熱源機が分担する中流量の給湯負荷(MJ/d)

$L_{BB,DHW,S,d,i}$: ステップ i の通算日 d における補助熱源機が分担する小流量の給湯負荷(MJ/d)

$e_{BB,L,d,i}$: ステップ i の通算日 d における補助熱源機の大流量の熱効率(-)

$e_{BB,M,d,i}$: ステップ i の通算日 d における補助熱源機の中流量の熱効率(-)

$e_{BB,S,d,i}$: ステップ i の通算日 d における補助熱源機の小流量の熱効率(-)

である。

ステップ i の通算日 d における補助熱源機が分担する各流量の給湯負荷 $L_{BB,DHW,L,d,i}$ 、 $L_{BB,DHW,M,d,i}$ 、 $L_{BB,DHW,S,d,i}$ は、式(31)により表される。

$$L_{BB,DHW,L,d,i} = L_{DHW,L,d} - Q_{DHW,gen,d,i-1} \times \frac{L_{DHW,L,d}}{L_{DHW,d}} \quad (31a)$$

$$L_{BB,DHW,M,d,i} = L_{DHW,M,d} - Q_{DHW,gen,d,i-1} \times \frac{L_{DHW,M,d}}{L_{DHW,d}} \quad (31b)$$

$$L_{BB,DHW,S,d,i} = L_{DHW,S,d} - Q_{DHW,gen,d,i-1} \times \frac{L_{DHW,S,d}}{L_{DHW,d}} \quad (31c)$$

ここで、

- $Q_{DHW,gen,d,i-1}$: ステップ $i-1$ の通算日 d における日積算給湯排熱利用量 (MJ/d)
- $L_{DHW,L,d}$: 通算日 d における大流量の日積算給湯負荷 (MJ/d)
- $L_{DHW,M,d}$: 通算日 d における中流量の日積算給湯負荷 (MJ/d)
- $L_{DHW,S,d}$: 通算日 d における小流量の日積算給湯負荷 (MJ/d)
- $L_{DHW,d}$: 通算日 d における日積算給湯負荷 (MJ/d)

である。

ステップ i の通算日 d における補助熱源機の各流量の熱効率 $e_{BB,L,d,i}$ 、 $e_{BB,M,d,i}$ 、 $e_{BB,S,d,i}$ は、式(32)により表される。

$$e_{BB,L,d,i} = \theta_{ex,ave,d} \times a_L + L_{BB,DHW,L,d,i} \times b_L + c_L \quad (32a)$$

$$e_{BB,M,d,i} = \theta_{ex,ave,d} \times a_M + L_{BB,DHW,M,d,i} \times b_M + c_M \quad (32b)$$

$$e_{BB,S,d,i} = \theta_{ex,ave,d} \times a_S + L_{BB,DHW,S,d,i} \times b_S + c_S \quad (32c)$$

ここで、

- $\theta_{ex,ave,d}$: 通算日 d における日平均外気温度 (°C)

である。

式の係数 a 、 b 、 c は、補助熱源機 (給湯) が潜熱回収型給湯器の場合は表 15、従来型給湯器の場合は表 16 による。

表 15 補助熱源機の各流量における熱効率を求める係数 (1) 潜熱回収型給湯器の場合

記号	大流量 (L)	中流量 (M)	小流量 (S)
a	0.0000	0.0007	0.0022
b	0.0002	0.0006	0.0014
c	0.8973	0.8486	0.7477

表 16 補助熱源機の各流量における熱効率を求める係数 (2) 従来型給湯器の場合

記号	大流量 (L)	中流量 (M)	小流量 (S)
a	0.0000	0.0000	0.0006
b	-0.0005	0.0002	0.0005
c	0.7828	0.7839	0.7414

(b) 発電ユニットの平均排熱量の算定方法

1 日当たりの発電ユニットの平均排熱量 $Q_{gen,ave}$ は、式(33)により表される。

$$Q_{gen,ave} = \frac{(Q_{gen,ave,sum} + Q_{gen,ave,mid} + Q_{gen,ave,win})}{3} \quad (33)$$

ここで、

- $Q_{gen,ave}$: 1 日当たりの発電ユニットの平均排熱量 (MJ/d)

- $Q_{gen,ave,sum}$: 夏期条件試験における1日当たりの発電ユニットの平均排熱量 (MJ/d)
 $Q_{gen,ave,mid}$: 中間期条件試験における1日当たりの発電ユニットの平均排熱量 (MJ/d)
 $Q_{gen,ave,win}$: 冬期条件試験における1日当たりの発電ユニットの平均排熱量 (MJ/d)

である。

試験条件 tc における1日当たりの発電ユニットの平均排熱量 $Q_{gen,ave,tc}$ は、式(34)により表される。

$$Q_{gen,ave,tc} = \frac{1}{N_{tc}} \sum_{d=1}^{N_{tc}} Q_{gen,d,tc} \quad (34)$$

ここで、

- N_{tc} : 試験条件 tc における設備仕様の算定に使用する日集計データの数(12)(個)
 $Q_{gen,d,tc}$: 試験条件 tc の通算日 d における日積算発電ユニット排熱量 (MJ/d)
 tc : 試験条件を表す添え字 (sum, mid, win)

である。

4.3.11 発電ユニットの温水暖房排熱利用率

発電ユニットの温水を暖房に利用しないため、発電ユニットの温水暖房排熱利用率 $r_{HWH,gen,PU}$ は、「ND」とする。

4.3.12 タンクユニットの補機消費電力

(a) 温水暖房

発電ユニットの温水を暖房に利用しないため、タンクユニットの温水暖房の補機消費電力 $P_{TU,aux,HWH}$ は、「ND」とする。

(b) 給湯

タンクユニットの給湯の補機消費電力 $P_{TU,aux,DHW}$ は、式(35)により表される。

$$P_{TU,aux,DHW} = \frac{\sum_{d=1}^{N_{sum}} P_{TU,d,sum} + \sum_{d=1}^{N_{mid}} P_{TU,d,mid} + \sum_{d=1}^{N_{win}} P_{TU,d,win}}{N_{sum} + N_{mid} + N_{win}} \quad (35)$$

ここで、

- N_{tc} : 試験条件 tc における設備仕様の算定に使用する日集計データの数(12)(個)
 $P_{TU,aux,DHW}$: タンクユニットの給湯の補機消費電力 (W)
 $P_{TU,d,tc}$: 試験条件 tc の通算日 d における日平均貯湯ユニット消費電力 (W)
 tc : 試験条件を表す添え字 (sum, mid, win)

である。

4.3.13 定格発電出力

発電ユニットの定格発電出力 $P_{rtd,PU}$ 、設備仕様の算定対象とした家庭用燃料電池の定格発電出力とする。

付録 A 測定データの集計項目及び集計方法(分集計データ)

A.1 1 分集計データ項目

表 A.1 に 1 分集計データの項目を示す。

表 A.1 1 分集計データの項目

記号	項目	単位	備考
$\bar{\theta}_{ex,d,m}$	1分平均外気温度	℃	
$\dot{E}_{F,PU,d,m}$	1分積算発電ユニット燃料消費量	kJ/min	
$\dot{E}_{F,BB,d,m}$	1分積算補助熱源機燃料消費量	kJ/min	
$\bar{P}_{in,d,m}$	1分平均受電電力	W	
$\bar{P}_{gen,d,m}$	1分平均発電ユニット発電電力	W	
$\bar{P}_{PU,d,m}$	1分平均発電ユニット自己消費電力	W	
$\bar{P}_{TU,d,m}$	1分平均貯湯ユニット消費電力	W	
$\bar{P}_{dmd,d,m}$	1分平均負荷電力	W	
$\bar{P}_{cap,PU,d,m}$	1分平均発電容量以下負荷電力	W	

A.2 1分集計データの集計方法

A.2.1 1分平均外気温度

通算日 d の時刻 m における 1 分平均外気温度 $\bar{\theta}_{ex,d,m}$ は、式(1)により表される。

$$\bar{\theta}_{ex,d,m} = \frac{1}{n_{d,m}} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} \theta_{ex,d,m,s}^* \quad (1)$$

ここで、

$n_{d,m}$: 通算日 d の時刻 m からの 1 分間において計測した 1 秒値のデータ数 (通常は 60) (個)

$\bar{\theta}_{ex,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分平均外気温度 (℃)

$\theta_{ex,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの 1 分間において計測した外気温度の 1 秒値 (℃)

である。

A.2.2 1分積算発電ユニット燃料消費量

通算日 d の時刻 m における 1 分積算発電ユニット燃料消費量 $\dot{E}_{F,PU,d,m}$ は、式(2)により表される。

$$\dot{E}_{F,PU,d,m} = \sum_{s=1}^{n_{d,m}} F'_F(F_{PU,d,m,s}^*, \theta_{PU,d,m,s}^*, Pr_{PU,d,m,s}^*) \times H_G \times 1000 \quad (2)$$

ここで、

$\dot{E}_{F,PU,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分積算発電ユニット燃料消費量 (kJ/min)

$F_{PU,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの 1 分間において計測した発電ユニット燃料流量の 1 秒値 ($\text{m}^3\text{N/s}$)

$F'_F(F_{PU,d,m,s}^*, \theta_{PU,d,m,s}^*, Pr_{PU,d,m,s}^*)$

: 燃料温度 $\theta_{PU,d,m,s}^*$ および燃料圧力 $Pr_{PU,d,m,s}^*$ において計測した燃料流量 $F_{PU,d,m,s}^*$ を標準状態に換算した燃料流量 ($\text{m}^3\text{N/s}$)

$n_{d,m}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した1秒値のデータ数 (通常は 60) (個)
 H_G : 燃料高位発熱量 (MJ/m³N)
 $Pr_{PU,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した発電ユニット燃料圧力の1秒値 (kPa)
 $\theta_{PU,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した発電ユニット燃料温度の1秒値 (°C)
 である。

A.2.3 1分積算補助熱源機燃料消費量

通算日 d の時刻 m における1分積算補助熱源機燃料消費量 $\dot{E}_{F,BB,d,m}$ は、式(3)により表される。

$$\dot{E}_{F,BB,d,m} = \sum_{s=1}^{n_{d,m}} F'_F(F_{BB,d,m,s}^*, \theta_{BB,d,m,s}^*, Pr_{BB,d,m,s}^*) \times H_G \times 1000 \quad (3)$$

ここで、

$\dot{E}_{F,BB,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における1分積算補助熱源機燃料消費量 (kJ/min)
 $F_{BB,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した補助熱源機燃料流量の1秒値 (m³N/s)
 $F'_F(F_{BB,d,m,s}^*, \theta_{BB,d,m,s}^*, Pr_{BB,d,m,s}^*)$
 : 燃料温度 $\theta_{PU,d,m,s}^*$ および燃料圧力 $Pr_{PU,d,m,s}^*$ において燃料流量 $F_{BB,d,m,s}^*$ を標準状態に換算した補助熱源機燃料流量 (m³N/s)
 H_G : 燃料高位発熱量 (MJ/m³N)
 $n_{d,m}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した1秒値のデータ数 (通常は 60) (個)
 $Pr_{BB,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した補助熱源機燃料圧力の1秒値 (kPa)
 $\theta_{BB,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した補助熱源機燃料温度の1秒値 (°C)
 である。

A.2.4 1分平均受電電力

通算日 d の時刻 m における受電電力 $\bar{P}_{in,d,m}$ は、電力計の誤差を勘案し、系全体の電力収支が一致するように式(4)により表される。

$$\bar{P}_{in,d,m} = \bar{P}_{amd,d,m} + \bar{P}_{TU,d,m} + \bar{P}_{PU,d,m} - \bar{P}_{gen,d,m} \quad (4)$$

ここで、

$\bar{P}_{amd,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における1分平均負荷電力 (W)
 $\bar{P}_{gen,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における1分平均発電ユニット発電電力 (W)
 $\bar{P}_{in,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における1分平均受電電力 (W)
 $\bar{P}_{PU,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における1分平均発電ユニット自己消費電力 (W)
 $\bar{P}_{TU,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における1分平均貯湯ユニット消費電力 (W)
 である。

A.2.5 1分平均発電ユニット発電電力

通算日 d の時刻 m における1分平均発電ユニット発電電力 $\bar{P}_{gen,d,m}$ は、通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した発電ユニット電力の1秒値 $P_{gen,d,m,s}^*$ が正の値の場合に加算するものとして、式(5)により表される。

$$\bar{P}_{gen,d,m} = \frac{1}{n_{d,m}} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} P_{gen,d,m,s}^* \quad (P_{gen,d,m,s}^* > 0) \quad (5)$$

ここで、

$n_{d,m}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した1秒値のデータ数(通常は 60)(個)

$\bar{P}_{gen,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分平均発電ユニット発電電力(W)

$P_{gen,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した発電ユニット電力の1秒値(W)

である。

A.2.6 1 分平均発電ユニット自己消費電力

通算日 d の時刻 m における 1 分平均発電ユニット自己消費電力 $\bar{P}_{PU,d,m}$ は、通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した発電ユニット電力の1秒値 $P_{gen,d,m,s}^*$ が負の値の場合に加算するものとして、式(6)により表される。

$$\bar{P}_{PU,d,m} = \frac{1}{n_{d,m}} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} (-P_{gen,d,m,s}^*) \quad (P_{gen,d,m,s}^* < 0) \quad (6)$$

ここで、

$n_{d,m}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した1秒値のデータ数(通常は 60)(個)

$\bar{P}_{PU,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分平均発電ユニット自己消費電力(W)

$P_{gen,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した発電ユニット電力の1秒値(W)

である。

A.2.7 1 分平均貯湯ユニット消費電力

通算日 d の時刻 m における 1 分平均貯湯ユニット消費電力 $\bar{P}_{TU,d,m}$ は、式(7)により表される。

$$\bar{P}_{TU,d,m} = \frac{1}{n_{d,m}} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} P_{TU,d,m,s}^* \quad (7)$$

ここで、

$n_{d,m}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した1秒値のデータ数(通常は 60)(個)

$\bar{P}_{TU,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分平均貯湯ユニット消費電力(W)

$P_{TU,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した貯湯ユニット消費電力の1秒値(W)

である。

A.2.8 1 分平均負荷電力

通算日 d の時刻 m における 1 分平均負荷電力 $\bar{P}_{amd,d,m}$ は、式(8)により表される。

$$\bar{P}_{amd,d,m} = \frac{1}{n_{d,m}} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} P_{amd,d,m,s}^* \quad (8)$$

ここで、

$n_{d,m}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した1秒値のデータ数 (通常は 60) (個)

$\bar{P}_{dmd,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分平均負荷電力 (W)

$P_{dmd,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した負荷電力の1秒値 (W)

である。

A.2.9 1 分平均発電容量以下負荷電力

通算日 d の時刻 m における 1 分平均発電容量以下負荷電力 $\bar{P}_{cap,PU,d,m}$ は、式 (9) により表される。

$$\bar{P}_{cap,PU,d,m} = \begin{cases} \bar{P}_{dmd,d,m} - \bar{P}_{PU,d,m} & (\bar{P}_{dmd,d,m} + \bar{P}_{PU,d,m} + \bar{P}_{TU,d,m} < P_{PU,max}) \\ P_{PU,max} - \bar{P}_{PU,d,m} - \bar{P}_{TU,d,m} & (\bar{P}_{dmd,d,m} + \bar{P}_{PU,d,m} + \bar{P}_{TU,d,m} \geq P_{PU,max}) \end{cases} \quad (9)$$

ここで、

$\bar{P}_{cap,PU,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分平均発電容量以下負荷電力 (W)

$P_{PU,max}$: 発電ユニット最大出力 (W)

$\bar{P}_{dmd,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分平均負荷電力 (W)

$\bar{P}_{PU,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分平均発電ユニット自己消費電力 (W)

$\bar{P}_{TU,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分平均貯湯ユニット消費電力 (W)

である。

A.3 標準状態 (0°C、1 気圧) に換算した燃料流量

燃料温度 θ_F 、燃料圧力 Pr_F における燃料流量 F_F は、式(10)により、標準状態 (0°C、1 気圧) における燃料流量 F'_F に換算する。

$$F'_F(F_F, \theta_F, Pr_F) = F_F \times \frac{273}{273 + \theta_F} \times \frac{Pr_{ex} + Pr_F - S(\theta_F)}{101.3} \quad (10)$$

ここで、

F'_F : 標準状態 (0°C、1 気圧) に換算した燃料流量 (m³N/s)

F_F : 燃料温度 θ_F 、燃料圧力 Pr_F における燃料流量 (m³N/s)

Pr_{ex} : 大気圧力 (kPa)

Pr_F : 燃料圧力 (kPa)

$S(\theta_F)$: 燃料温度 θ_F における飽和水蒸気圧 (kPa)

θ_F : 燃料温度 (°C)

である。ただし、燃料温度 θ_F は、0 °C より小さい場合は 10 °C とする。大気圧力 Pr_{ex} は、95 kPa より小さい場合は 101.3 kPa とする。発電ユニット燃料圧力 Pr_F は、0 kPa より小さい場合は 2 kPa とする。

燃料温度 θ_F における飽和水蒸気圧 $S(\theta_F)$ は、メータの方式に応じて式(11)により表される。

燃料メータが乾式の場合：

$$S(\theta_F) = 0 \quad (11-1)$$

燃料メータが湿式の場合：

$$S(\theta_F) = 10^\alpha \quad (11-2a)$$

$$\alpha = 7.203 - \frac{1735.74}{\theta_F + 234} \quad (11-2b)$$

付録 B 測定データの集計項目及び集計方法(日集計データ)

B.1 日集計データ項目

表 B.1 に日集計データの項目を示す。

表 B.1 日集計データの項目

記号	項目	単位	備考
$\theta_{ex,ave,d}$	日平均外気温度	℃	
$\theta_{ex,max,d}$	日最高外気温度	℃	試験条件を満たしているかの判定に使用
$\theta_{ex,min,d}$	日最低外気温度	℃	試験条件を満たしているかの判定に使用
$\theta_{wtr,d}$	日平均給水温度	℃	
$\theta_{swt,d}$	日平均給湯温度	℃	
$W_{DHW,d}$	日積算給湯量	L/d	
$L_{DHW,d}$	日積算給湯負荷	MJ/d	
$T_{PU,d}$	燃料電池運転時間	min/d	
$E_{F,PU,d}$	日積算発電ユニット燃料消費量	MJ/d	
$E_{F,BB,d}$	日積算補助熱源機燃料消費量	MJ/d	
$Q_{gen,d}$	日積算発電ユニット排熱量	MJ/d	
$E_{E,in,d}$	日積算受電電力量	MJ/d	二次エネルギー換算
$E_{E,gen,PU,d}$	日積算発電ユニット発電量	MJ/d	二次エネルギー換算
$E_{E,PU,d}$	日積算発電ユニット自己消費電力量	MJ/d	二次エネルギー換算
$E_{E,TU,d}$	日積算貯湯ユニット電力消費量	MJ/d	二次エネルギー換算
$E_{E,gen,exPU,d}$	日積算発電ユニット発電量(自己消費除く)	MJ/d	二次エネルギー換算
$E_{E,gen,CG,d}$	日積算システム供給電力量	MJ/d	二次エネルギー換算
$E_{E,dmd,d}$	日積算電力負荷	MJ/d	二次エネルギー換算
$E_{E,cap,PU,d}$	日積算発電容量以下負荷電力量	MJ/d	二次エネルギー換算
$P_{TU,d}$	日平均貯湯ユニット消費電力	W	
$e_{E,PU,d}$	日平均発電効率	%	
$e_{H,PU,d}$	日平均排熱効率	%	
$e_{PU,d}$	日平均総合効率	%	
$L_{DHW,L,d}$	日積算給湯熱量(大流量)	MJ/日-d	湯はり
$L_{DHW,M,d}$	日積算給湯熱量(中流量)	MJ/日-d	シャワー
$L_{DHW,S,d}$	日積算給湯熱量(小流量)	MJ/日-d	台所、洗面

B.2 日集計データ集計方法

B.2.1 日平均外気温度

通算日 d における日平均外気温度 $\theta_{ex,ave,d}$ は、式(1)により表される。

$$\theta_{ex,ave,d} = \frac{\sum_{m=1}^{1440} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} \theta_{ex,d,m,s}^*}{\sum_{m=1}^{1440} n_{d,m}} \quad (1)$$

ここで、

$n_{d,m}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した1秒値のデータ数(通常は 60)(個)

$\theta_{ex,ave,d}$: 通算日 d における日平均外気温度(℃)

$\theta_{ex,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した外気温度の1秒値(℃)

である。

B.2.2 日最高外気温度、日最低外気温度

通算日 d における日最高外気温度 $\theta_{ex,max,d}$ 、日最低外気温度 $\theta_{ex,min,d}$ は、式(2)、式(3)により表される。

$$\theta_{ex,max,d} = \max(\bar{\theta}_{ex,d,1}, \dots, \bar{\theta}_{ex,d,m}, \dots, \bar{\theta}_{ex,d,1440}) \quad (2)$$

$$\theta_{ex,min,d} = \min(\bar{\theta}_{ex,d,1}, \dots, \bar{\theta}_{ex,d,m}, \dots, \bar{\theta}_{ex,d,1440}) \quad (3)$$

ここで、

- $\theta_{ex,max,d}$: 通算日 d における日最高外気温度 (°C)
- $\theta_{ex,min,d}$: 通算日 d における日最低外気温度 (°C)
- $\bar{\theta}_{ex,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における1分平均外気温度 (°C)

である

B.2.3 日平均給水温度

通算日 d における日平均給水温度 $\theta_{wtr,d}$ は、式(4)により表される。

$$\theta_{wtr,d} = \frac{Q_{wtr,d}}{\rho_w \times C_p \times \frac{W_{DHW,d}}{1000}} \quad (4)$$

ここで、

- $Q_{wtr,d}$: 通算日 d における 0°C を基準とする給水熱量 (kJ/d)
- $W_{DHW,d}$: 通算日 d における日積算給湯量 (L/d)
- ρ_w : 水の密度 (kg/m³)
- C_p : 水の定圧比熱 (kJ/(kg·K))
- $\theta_{wtr,d}$: 通算日 d における日平均給水温度 (°C)

である。水の密度 ρ_w は 1000 kg/m³、水の定圧比熱 C_p は 4.19 kJ/(kg·K) とする。

通算日 d における 0°C を基準とする給水熱量 $Q_{wtr,d}$ は、式(5)により表される。

$$Q_{wtr,d} = \sum_{m=1}^{1440} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} \rho_w \times C_p \times \theta_{wtr,d,m,s}^* \times \frac{W_{wtr,d,m,s}^*}{1000} \quad (5)$$

ここで、

- $n_{d,m}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した1秒値のデータ数 (通常は 60) (個)
- $\theta_{wtr,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した給水温度の1秒値 (°C)
- $W_{wtr,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した給水流量の1秒値 (L/s)

である。

B.2.4 日平均給湯温度

通算日 d における日平均給湯温度 $\theta_{swt,d}$ は、式(6)により表される。

$$\theta_{swt,d} = \frac{Q_{swt,d}}{\rho_w \times C_p \times \frac{W_{DHW,d}}{1000}} \quad (6)$$

ここで、

- $Q_{swt,d}$: 通算日 d における 0°C を基準とする給湯熱量 (kJ/d)
- $W_{DHW,d}$: 通算日 d における日積算給湯量 (L/d)
- ρ_w : 水の密度 (kg/m^3)
- C_p : 水の定圧比熱 ($\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$)
- $\theta_{swt,d}$: 日付 d における日平均給湯温度 ($^{\circ}\text{C}$)

である。水の密度 ρ_w は $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ 、水の定圧比熱 C_p は $4.19 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ とする。
通算日 d における 0°C を基準とする給湯熱量 $Q_{swt,d}$ は、式(7)により表される。

$$Q_{swt,d} = \sum_{m=1}^{1440} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} \left(\rho_w \times C_p \times \theta_{swt,d,m,s}^* \times \frac{W_{wtr,d,m,s}^*}{1000} \right) \quad (7)$$

ここで、

- $n_{d,m}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した1秒値のデータ数 (通常は 60) (個)
- $\theta_{swt,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した給湯温度の1秒値 ($^{\circ}\text{C}$)
- $W_{wtr,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した給水流量の1秒値 (L/s)

である。

B.2.5 日積算給湯量

通算日 d における日積算給湯量 $W_{DHW,d}$ は、式(8)により表される。

$$W_{DHW,d} = \sum_{m=1}^{1440} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} W_{wtr,d,m,s}^* \quad (8)$$

ここで、

- $n_{d,m}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した1秒値のデータ数 (通常は 60) (個)
- $W_{DHW,d}$: 通算日 d における日積算給湯量 (L/d)
- $W_{wtr,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した給水流量の1秒値 (L/s)

である。

B.2.6 日積算給湯負荷

通算日 d における日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$ は、式(9)により表される。

$$L_{DHW,d} = (Q_{swt,d} - Q_{wtr,d})/1000 \quad (9)$$

ここで、

- $L_{DHW,d}$: 通算日 d における日積算給湯負荷 (MJ/d)
- $Q_{swt,d}$: 通算日 d における 0°C を基準とする給湯熱量 (kJ/d)
- $Q_{wtr,d}$: 通算日 d における 0°C を基準とする給水熱量 (kJ/d)

である。

B.2.7 燃料電池運転時間

通算日 d における燃料電池運転時間 $T_{PU,d}$ は、式(10)により表される。

$$T_{PU,d} = \sum_{m=1}^{1440} \dot{T}_{PU,d,m} \quad (5-10)$$

ここで、

$T_{PU,d}$: 日付 d における燃料電池運転時間 (min/d)

$\dot{T}_{PU,d,m}$: 通算日 d の時刻 m からの 1 分間における燃料電池運転時間 (min)

である。

通算日 d の時刻 m からの 1 分間における燃料電池運転時間 $T_{PU,d,m}$ は、式(11)により表される。

$$\dot{T}_{PU,d,m} = \begin{cases} 0 & (\dot{E}_{F,PU,d,m} = 0) \\ 1 & (\dot{E}_{F,PU,d,m} > 0) \end{cases} \quad (11)$$

ここで、

$\dot{E}_{F,PU,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分積算発電ユニット燃料消費量 (kJ/min)

である。

B.2.8 日積算発電ユニット燃料消費量

通算日 d における日積算発電ユニット燃料消費量 $E_{F,PU,d}$ は、式(12)により表される。

$$E_{F,PU,d} = \frac{1}{1000} \sum_{m=1}^{1440} \dot{E}_{F,PU,d,m} \quad (12)$$

ここで、

$E_{F,PU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット燃料消費量 (MJ/d)

$\dot{E}_{F,PU,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分積算発電ユニット燃料消費量 (kJ/min)

である。

B.2.9 日積算補助熱源機燃料消費量

通算日 d における日積算補助熱源機燃料消費量 $E_{F,BB,d}$ は、式(13)により表される。

$$E_{F,BB,d} = \frac{1}{1000} \sum_{m=1}^{1440} \dot{E}_{F,BB,d,m} \quad (13)$$

ここで、

$E_{F,BB,d}$: 通算日 d における日積算補助熱源機燃料消費量 (MJ/d)

$\dot{E}_{F,BB,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分積算補助熱源機燃料消費量 (kJ/min)

である。

B.2.10 日積算発電ユニット排熱量

通算日 d における日積算発電ユニット排熱量 $Q_{gen,d}$ は、式(14)により表される。

$$Q_{gen,d} = \frac{(Q_{hr,sf,d} - Q_{hr,rf,d})}{1000} \quad (5-14)$$

ここで、

- $Q_{gen,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット排熱量 (MJ/d)
- $Q_{hr,sf,d}$: 通算日 d における 0°C を基準とする排熱循環行き熱量 (kJ/d)
- $Q_{hr,rf,d}$: 通算日 d における 0°C を基準とする排熱循環戻り熱量 (kJ/d)

である。

通算日 d における 0°C を基準とする排熱循環行き熱量 $Q_{hr,sf,d}$ 、排熱循環戻り熱量 $Q_{hr,rf,d}$ は、式(15)、式(16)により表される。

$$Q_{hr,sf,d} = \sum_{m=1}^{1440} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} \rho_w \times C_p \times \theta_{hr,sf,d,m,s}^* \times \frac{W_{hr,d,m,s}^*}{1000} \quad (15)$$

$$Q_{hr,rf,d} = \sum_{m=1}^{1440} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} \rho_w \times C_p \times \theta_{hr,rf,d,m,s}^* \times \frac{W_{hr,d,m,s}^*}{1000} \quad (16)$$

ここで、

- $n_{d,m}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した1秒値のデータ数 (通常は 60) (個)
- $\theta_{hr,sf,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した排熱回収流体行き温度 (高温側) の 1 秒値 ($^{\circ}\text{C}$)
- $\theta_{hr,rf,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した排熱回収流体戻り温度 (低温側) の 1 秒値 ($^{\circ}\text{C}$)
- $Q_{hr,sf,d}$: 通算日 d における 0°C を基準とする排熱循環行き熱量 (kJ/d)
- $Q_{hr,rf,d}$: 通算日 d における 0°C を基準とする排熱循環戻り熱量 (kJ/d)
- $W_{hr,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した排熱回収流体流量の 1 秒値 (L/s)
- ρ_w : 水の密度 (kg/m^3)
- C_p : 水の定圧比熱 ($\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$)

である。水の密度 ρ_w は $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ 、水の定圧比熱 C_p は $4.19 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ とする。

B.2.11 日積算受電電力量

通算日 d における日積算受電電力量 $E_{E,in,d}$ は、式(17)により表される。

$$E_{E,in,d} = \frac{3.6}{60 \times 1000} \sum_{m=1}^{1440} \bar{P}_{in,d,m} \quad (17)$$

ここで、

- $E_{E,in,d}$: 通算日 d における日積算受電電力量 (MJ/d)
- $\bar{P}_{in,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分平均受電電力 (W)

である。なお、分子の 3.6 は単位変換の換算係数 (MJ/kWh)、分母の定数の単位はそれぞれ 60 (min/h)、1000 (W/kW) となる。

B.2.12 日積算発電ユニット発電量

通算日 d における日積算発電ユニット発電量 $E_{E,gen,PU,d}$ は、式(18)により表される。

$$E_{E,gen,PU,d} = \frac{3.6}{60 \times 1000} \sum_{m=1}^{1440} \bar{P}_{gen,d,m} \quad (18)$$

ここで、

$E_{E,gen,PU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット発電量 (MJ/d)

$\bar{P}_{gen,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分平均発電ユニット発電電力 (W)

である。なお、分子の 3.6 は単位変換の換算係数 (MJ/kWh)、分母の定数の単位はそれぞれ 60 (min/h)、1000 (W/kW) となる。

B.2.13 日積算発電ユニット自己消費電力量

通算日 d における日積算発電ユニット自己消費電力量 $E_{E,PU,d}$ は、式(19)により表される。

$$E_{E,PU,d} = \frac{3.6}{60 \times 1000} \sum_{m=1}^{1440} \bar{P}_{PU,d,m} \quad (19)$$

ここで、

$E_{E,PU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット自己消費電力量 (MJ/d)

$\bar{P}_{PU,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分平均発電ユニット自己消費電力 (W)

である。なお、分子の 3.6 は単位変換の換算係数 (MJ/kWh)、分母の定数の単位はそれぞれ 60 (min/h)、1000 (W/kW) となる。

B.2.14 日積算貯湯ユニット電力消費量

通算日 d における日積算貯湯ユニット電力消費量 $E_{E,TU,d}$ は、式(20)により表される。

$$E_{E,TU,d} = \frac{3.6}{60 \times 1000} \sum_{m=1}^{1440} \bar{P}_{TU,d,m} \quad (20)$$

ここで、

$E_{E,TU,d}$: 通算日 d における日積算貯湯ユニット電力消費量 (MJ/d)

$\bar{P}_{TU,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分平均貯湯ユニット消費電力 (W)

である。なお、分子の 3.6 は単位変換の換算係数 (MJ/kWh)、分母の定数の単位はそれぞれ 60 (min/h)、1000 (W/kW) となる。

B.2.15 日積算発電ユニット発電量(自己消費除く)

通算日 d における日積算発電ユニット発電量(自己消費除く) $E_{E,gen,exPU,d}$ は、式(21)により表される。

$$E_{E,gen,exPU,d} = E_{E,gen,PU,d} - E_{E,PU,d} \quad (21)$$

ここで、

$E_{E,gen,exPU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット発電量(自己消費除く) (MJ/d)

$E_{E,gen,PU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット発電量 (MJ/d)

$E_{E,PU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット自己消費電力量 (MJ/d)

である。

B.2.16 日積算システム供給電力量

通算日 d における日積算システム供給電力量 $E_{E,gen,CG,d}$ は、式(22)により表される。

$$E_{E,gen,CG,d} = E_{E,gen,PU,d} - E_{E,PU,d} - E_{E,TU,d} \quad (22)$$

ここで、

$E_{E,gen,CG,d}$: 通算日 d における日積算システム供給電力量 (MJ/d)

$E_{E,gen,PU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット発電量 (MJ/d)

$E_{E,PU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット自己消費電力量 (MJ/d)

$E_{E,TU,d}$: 通算日 d における日積算貯湯ユニット電力消費量 (MJ/d)

である。

B.2.17 日積算電力負荷

日毎通算日 d における日積算電力負荷 $E_{E,dmd,d}$ は、式(23)により表される。

$$E_{E,dmd,d} = E_{E,in,d} + E_{E,gen,CG,d} \quad (23)$$

ここで、

$E_{E,dmd,d}$: 通算日 d における日積算電力負荷 (MJ/d)

$E_{E,gen,CG,d}$: 通算日 d における日積算システム供給電力量 (MJ/d)

$E_{E,in,d}$: 通算日 d における日積算受電電力量 (MJ/d)

である。

B.2.18 日積算発電容量以下負荷電力量

通算日 d における日積算発電容量以下負荷電力量 $E_{E,cap,PU,d}$ は、式(24)により表される。

$$E_{E,cap,PU,d} = \frac{3.6}{60 \times 1000} \sum_{m=1}^{1440} \bar{P}_{cap,PU,d,m} \quad (24)$$

ここで、

$E_{E,cap,PU,d}$: 通算日 d における日積算発電容量以下負荷電力量 (MJ/d)

$\bar{P}_{cap,PU,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における 1 分平均発電容量以下負荷電力 (W)

である。なお、分子の 3.6 は単位変換の換算係数 (MJ/kWh)、分母の定数の単位はそれぞれ 60 (min/h)、1000 (W/kW) となる。

B.2.19 日平均貯湯ユニット消費電力

通算日 d における日平均貯湯ユニット消費電力 $P_{TU,d}$ は、式(25)により表される。

$$P_{TU,d} = \frac{\sum_{m=1}^{1440} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} P_{TU,d,m,s}^*}{\sum_{m=1}^{1440} n_{d,m}} \quad (25)$$

ここで、

- $n_{d,m}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した1秒値のデータ数 (通常は 60) (個)
- $P_{TU,d}$: 通算日 d における日平均貯湯ユニット消費電力 (W)
- $P_{TU,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した貯湯ユニット消費電力の1秒値 (W)

である。

B.2.20 日平均発電効率

通算日 d における日平均発電効率 $e_{E,PU,d}$ は、式(26)により表される。

$$e_{E,PU,d} = \frac{E_{E,gen,exPU,d}}{E_{F,PU,d}} \quad (26)$$

ここで、

- $e_{E,PU,d}$: 通算日 d における日平均発電効率 (-)
- $E_{E,gen,exPU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット発電量 (自己消費除く) (MJ/d)
- $E_{F,PU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット燃料消費量 (MJ/d)

である。

B.2.21 日平均排熱効率

通算日 d における日平均排熱効率 $e_{H,PU,d}$ は、式(27)により表される。

$$e_{H,PU,d} = \frac{Q_{gen,d}}{E_{F,PU,d}} \quad (27)$$

ここで、

- $e_{H,PU,d}$: 通算日 d における日平均排熱効率 (-)
- $E_{F,PU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット燃料消費量 (MJ/d)
- $Q_{gen,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット排熱量 (MJ/d)

である。

B.2.22 日平均総合効率

通算日 d における日平均総合効率 $e_{PU,d}$ は、式(28)により表される。

$$e_{PU,d} = e_{E,PU,d} + e_{H,PU,d} \quad (28)$$

ここで、

- $e_{E,PU,d}$: 通算日 d における日平均発電効率 (-)
- $e_{H,PU,d}$: 通算日 d における日平均排熱効率 (-)
- $e_{PU,d}$: 通算日 d における日平均総合効率 (-)

である。

B.2.23 日積算給湯熱量(大流量)

通算日 d における日積算給湯熱量(大流量) $L_{DHW,L,d}$ は、式(29)により表される。

$$L_{DHW,L,d} = \sum_{m=1}^{1440} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} Q_{DHW,L,d,m,s} \quad (29)$$

ここで、

$L_{DHW,L,d}$: 通算日 d における日積算給湯熱量(大流量)(MJ/d)

$Q_{DHW,L,d,m,s}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した 1 秒値から算出した給湯熱量(大流量) (MJ/s)
である。

通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した 1 秒値から算出した給湯熱量(大流量) $Q_{DHW,L,d,m,s}$ は、式(30)により表される。

通算日 d の時刻 m からの1分間において 1 秒値を計測した時の給湯量が大量である場合:

$$Q_{DHW,L,d,m,s} = \frac{1}{1000} \times \left\{ \rho_w \times C_p \times (\theta_{swt,d,m,s}^* - \theta_{wtr,d,m,s}^*) \times \frac{W_{wtr,d,m,s}^*}{1000} \right\} \quad (30-1)$$

通算日 d の時刻 m からの1分間において 1 秒値を計測した時の給湯量が大量ではない場合:

$$Q_{DHW,L,d,m,s} = 0 \quad (30-2)$$

ここで、

$\theta_{swt,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した給湯温度の 1 秒値(°C)

$\theta_{wtr,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した給水温度の 1 秒値(°C)

$W_{wtr,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した給水流量の 1 秒値(L/s)

ρ_w : 水の密度(kg/m³)

C_p : 水の定圧比熱(kJ/(kg・K))

である。水の密度 ρ_w は 1000 kg/m³、水の定圧比熱 C_p は 4.19 kJ/(kg・K) とする。また、試験条件において給湯量(流量)が 15 L/min の出湯を大量とする。

B.2.24 日積算給湯熱量(中流量)

通算日 d における日積算給湯熱量(中流量) $L_{DHW,M,d}$ は、式(31)により表される。

$$L_{DHW,M,d} = \sum_{m=1}^{1440} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} Q_{DHW,M,d,m,s} \quad (31)$$

ここで、

$L_{DHW,M,d}$: 日付 d における日積算給湯熱量(中流量) (MJ/d)

$Q_{DHW,M,d,m,s}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した 1 秒値から算出した給湯熱量(中流量) (MJ/s)
である。

通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した 1 秒値から算出した給湯熱量(中流量) $Q_{DHW,M,d,m,s}$ は、式(32)により表される。

通算日 d の時刻 m からの1分間において 1 秒値を計測した時の給湯量が中流量である場合:

$$Q_{DHW,M,d,m,s} = \frac{1}{1000} \times \left\{ \rho_w \times C_p \times (\theta_{swt,d,m,s}^* - \theta_{wtr,d,m,s}^*) \times \frac{W_{wtr,d,m,s}^*}{1000} \right\} \quad (32-1)$$

通算日 d の時刻 m からの1分間において1秒値を計測した時の給湯量が中流量ではない場合:

$$Q_{DHW,M,d,m,s} = 0 \quad (32-2)$$

ここで、

$\theta_{swt,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した給湯温度の1秒値(°C)

$\theta_{wtr,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した給水温度の1秒値(°C)

$W_{wtr,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した給水流量の1秒値(L/s)

ρ_w : 水の密度(kg/m³)

C_p : 水の定圧比熱(kJ/(kg・K))

である。水の密度 ρ_w は 1000 kg/m³、水の定圧比熱 C_p は 4.19 kJ/(kg・K)とする。また、試験条件において給湯量(流量)が 10 L/min の出湯を中流量とする。

B.2.25 日積算給湯熱量(小流量)

通算日 d における日積算給湯熱量(小流量) $L_{DHW,S,d}$ は、式(33)により表される。

$$L_{DHW,S,d} = \sum_{m=1}^{1440} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} Q_{DHW,S,d,m,s} \quad (33)$$

ここで、

$L_{DHW,S,d}$: 日付 d における日積算給湯熱量(小流量)(MJ/d)

$Q_{DHW,S,d,m,s}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した1秒値から算出した給湯熱量(小流量)(MJ/s)

である。

通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した1秒値から算出した給湯熱量(小流量) $Q_{DHW,S,d,m,s}$ は、式(34)により表される。

通算日 d の時刻 m からの1分間において1秒値を計測した時の給湯量が小流量である場合:

$$Q_{DHW,S,d,m,s} = \frac{1}{1000} \times \left\{ \rho_w \times C_p \times (\theta_{swt,d,m,s}^* - \theta_{wtr,d,m,s}^*) \times \frac{W_{wtr,d,m,s}^*}{1000} \right\} \quad (34-1)$$

通算日 d の時刻 m からの1分間において1秒値を計測した時の給湯量が小流量ではない場合:

$$Q_{DHW,S,d,m,s} = 0 \quad (34-2)$$

ここで、

$\theta_{swt,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した給湯温度の1秒値(°C)

$\theta_{wtr,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した給水温度の1秒値(°C)

$W_{wtr,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した給水流量の1秒値(L/s)

ρ_w : 水の密度(kg/m³)

C_p : 水の定圧比熱(kJ/(kg・K))

である。水の密度 ρ_w は 1000 kg/m³、水の定圧比熱 C_p は 4.19 kJ/(kg・K)とする。また、試験条件において給湯

量(流量)が 5 L/min の出湯を小流量とする。

付録 C 推定値の算定方法

通算日 d における 1 日当たりの発電ユニット燃料消費量の推定値 $E_{F,PU,calc,d,j}$ 、通算日 d における 1 日当たりの給湯時のバックアップボイラー燃料消費量の推定値 $E_{F,BB,DHW,calc,d,j}$ 、通算日 d における 1 日当たりの発電ユニット発電量の推定値 $E_{E,gen,PU,calc,d,j}$ の算定方法を記載する。なお、第 8 章「コージェネレーション設備」の記載内容から必要な箇所を抜粋し、簡単のために一部改変したものである。

C.1. 記号及び単位

C.1.1 記号

本付録で用いる記号及び単位は表 C.1 による。

表 C.1 記号及び単位

記号	項目	単位
a_{PU} 、 a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b 、 c	回帰式の係数	-
$L_{BB,DHW}$	給湯のバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷	MJ/d
$L_{BB,L}$	給湯熱量(大流量)におけるバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷	MJ/d
$L_{BB,M}$	給湯熱量(中流量)におけるバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷	MJ/d
$L_{BB,S}$	給湯熱量(小流量)におけるバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷	MJ/d
L_{DHW}	日積算給湯負荷	MJ/d
$L_{DHW,L}$	日積算給湯熱量(大流量)	MJ/d
$L_{DHW,M}$	日積算給湯熱量(中流量)	MJ/d
$L_{DHW,S}$	日積算給湯熱量(小流量)	MJ/d
L_{HWH}	温水暖房の熱負荷	MJ/d
$E_{F,PU}$	日積算発電ユニット燃料消費量	MJ/d
$E_{F,PU,Evt}$	発電ユニットの発電量推定時の仮想燃料消費量	MJ/d
$E_{F,PU,Hvt}$	発電ユニットの排熱量推定時の仮想燃料消費量	MJ/d
$Q_{gen,DHW}$	給湯の排熱利用量	MJ/d
$Q_{PU,gen}$	発電ユニット排熱量	MJ/d
$r_{DHW,gen,PU}$	発電ユニットの給湯排熱利用率	-
$r_{H,gen,PU,Hvt}$	発電ユニットの排熱量推定時の仮想排熱量上限比	-
$E_{E,gen,PU,Evt}$	発電ユニットの発電量推定時の仮想発電量	kWh/d
$E_{E,PU}$	日積算発電ユニット自己消費電力量	MJ/d
$E_{F,BB,DHW}$	給湯時のバックアップボイラーの燃料消費量	MJ/d
$E_{F,BB,L}$	給湯熱量(大流量)におけるバックアップボイラーの燃料消費量	MJ/d
$E_{F,BB,M}$	給湯熱量(中流量)におけるバックアップボイラーの燃料消費量	MJ/d
$E_{F,BB,S}$	給湯熱量(小流量)におけるバックアップボイラーの燃料消費量	MJ/d
$e_{BB,L}$	給湯熱量(大流量)におけるバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷の日平均バックアップボイラー効率	-
$e_{BB,M}$	給湯熱量(中流量)におけるバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷の日平均バックアップボイラー効率	-
$e_{BB,S}$	給湯熱量(小流量)におけるバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷の日平均バックアップボイラー効率	-
$e_{E,PU}$	発電ユニットの日平均発電効率	-
$e_{H,PU}$	発電ユニットの日平均排熱効率	-
$\theta_{ex,ave}$	日平均外気温度	°C

C.1.2 添え字

本付録で用いる添え字は表 C.2 による。

表 C.2 添え字

添え字	意味
d	日付

C.2 給湯のバックアップボイラーの燃料消費量

C.2.1 用途別の燃料消費量

通算日 d における 1 日当たりの給湯時のバックアップボイラーの燃料消費量 $E_{F,BB,DHW,d}$ は、式(1)により表される。

$$E_{F,BB,DHW,d} = E_{F,BB,S,d} + E_{F,BB,M,d} + E_{F,BB,L,d} \quad (1)$$

ここで、

$E_{F,BB,S,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの給湯熱量(小流量)におけるバックアップボイラーの燃料消費量(MJ/d)

$E_{F,BB,M,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの給湯熱量(中流量)におけるバックアップボイラーの燃料消費量(MJ/d)

$E_{F,BB,L,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの給湯熱量(大流量)におけるバックアップボイラーの燃料消費量(MJ/d)

である。通算日 d における 1 日当たりの給湯熱量(小流量)、給湯熱量(中流量)及び給湯熱量(大流量)におけるバックアップボイラーの燃料消費量 $E_{F,BB,S,d}$ 、 $E_{F,BB,M,d}$ 及び $E_{F,BB,L,d}$ は、式(2)により表される。

$$E_{F,BB,S,d} = L_{BB,S,d} \div e_{BB,S,d} \quad (2a)$$

$$E_{F,BB,M,d} = L_{BB,M,d} \div e_{BB,M,d} \quad (2b)$$

$$E_{F,BB,L,d} = L_{BB,L,d} \div e_{BB,L,d} \quad (2c)$$

ここで、

$L_{BB,S,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの給湯熱量(小流量)におけるバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷(MJ/d)

$L_{BB,M,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの給湯熱量(中流量)におけるバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷(MJ/d)

$L_{BB,L,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの給湯熱量(大流量)におけるバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷(MJ/d)

$e_{BB,S,d}$: 通算日 d における給湯熱量(小流量)におけるバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷の日平均バックアップボイラー効率(-)

$e_{BB,M,d}$: 通算日 d における給湯熱量(中流量)におけるバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷の日平均バックアップボイラー効率(-)

$e_{BB,L,d}$: 通算日 d における給湯熱量(大流量)におけるバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷の日平均バックアップボイラー効率(-)

である。

C.2.2 給湯使用時のバックアップボイラーの効率

通算日 d における給湯熱量(小流量)、給湯熱量(中流量)及び給湯熱量(大流量)におけるバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷の日平均バックアップボイラー効率 $e_{BB,S,d}$ 、 $e_{BB,M,d}$ 及び $e_{BB,L,d}$ は、通算日 d における 1 日当たりのバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷 $L_{BB,S,d}$ 、 $L_{BB,M,d}$ 及び $L_{BB,L,d}$ 、通算日 d における日平均外気温度 $\theta_{ex,ave,d}$ 並びにバックアップボイラーの給湯機の効率に依存するものとし、本文の式(32)により求める。その際、通算日 d における 1 日当たりのバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷の $L_{BB,S,d}$ を $L_{BB,DHW,S,d}$ に、 $L_{BB,M,d}$ を $L_{BB,DHW,M,d}$ に、 $L_{BB,L,d}$ を $L_{BB,DHW,L,d}$ に読み替える。

C.2.3 バックアップボイラーが分担する給湯熱負荷

通算日 d における 1 日当たりの給湯熱量(小流量)、給湯熱量(中流量)及び給湯熱量(大流量)におけるバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷 $L_{BB,S,d}$ 、 $L_{BB,M,d}$ 、 $L_{BB,L,d}$ は、式(3)により表される。

$$L_{BB,S,d} = L_{BB,DHW,d} \times \frac{L_{DHW,S,d}}{L_{DHW,d}} \quad (3a)$$

$$L_{BB,M,d} = L_{BB,DHW,d} \times \frac{L_{DHW,M,d}}{L_{DHW,d}} \quad (3b)$$

$$L_{BB,L,d} = L_{BB,DHW,d} \times \frac{L_{DHW,L,d}}{L_{DHW,d}} \quad (3c)$$

ここで、

$L_{BB,DHW,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの給湯のバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷 (MJ/d)

$L_{DHW,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの浴槽追焚を除く太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

$L_{DHW,S,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの給湯熱量(小流量)における太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

$L_{DHW,M,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの給湯熱量(中流量)における太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

$L_{DHW,L,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの給湯熱量(大流量)における太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

である。

通算日 d における 1 日当たりの給湯のバックアップボイラーが分担する給湯熱負荷 $L_{BB,DHW,d}$ は、式(4)により表される。

$$L_{BB,DHW,d} = L_{DHW,d} - Q_{gen,DHW,d} \quad (4)$$

ここで、

$Q_{gen,DHW,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの給湯の排熱利用量 (MJ/d)

である。

C.3 発電ユニット

C.3.1 排熱利用量

通算日 d における 1 日当たりの給湯の排熱利用量 $Q_{gen,DHW,d}$ は、式(5)により表される。

$$Q_{gen,DHW,d} = \min(Q_{PU,gen,d} \times r_{DHW,gen,PU,d}, L_{DHW,d}) \quad (5)$$

ここで、

- $Q_{PU,gen,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの発電ユニット排熱量 (MJ/d)
 $r_{DHW,gen,PU,d}$: 通算日 d における発電ユニットの給湯排熱利用率 (-)
 $L_{DHW,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの浴槽追焚を除く太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

である。なお、通算日 d における発電ユニットの給湯排熱利用率 $r_{DHW,gen,PU,d}$ は、本文の式(24)により定まる。
 通算日 d における 1 日当たりの発電ユニット排熱量 $Q_{PU,gen,d}$ は、式(6)により表される。

$$Q_{PU,gen,d} = E_{F,PU,d} \times e_{H,PU,d} \quad (6)$$

ここで、

- $E_{F,PU,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの発電ユニットの燃料消費量 (MJ/d)
 $e_{H,PU,d}$: 通算日 d における発電ユニットの日平均排熱効率 (-)

である。

C.3.2 発電量

通算日 d における発電ユニットの発電量 $E_{E,gen,PU,d}$ は、式(7)により表される。

$$E_{E,gen,PU,d} = E_{F,PU,d} \times e_{E,PU,d} \div 3.6 \quad (7)$$

ここで、

- $E_{F,PU,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの発電ユニットの燃料消費量 (MJ/d)
 $e_{E,PU,d}$: 通算日 d における発電ユニットの日平均発電効率 (-)

である。

C.3.3 燃料消費量

通算日 d における 1 日当たりの発電ユニットの燃料消費量 $E_{F,PU,d}$ は、式(8)により表される。

$$E_{F,PU,d} = \min(E_{F,PU,Evt,d}, E_{F,PU,HVt,d}) \quad (8)$$

ここで、

- $E_{F,PU,Evt,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの発電ユニットの発電量推定時の仮想燃料消費量 (MJ/d)
 $E_{F,PU,HVt,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの発電ユニットの排熱量推定時の仮想燃料消費量 (MJ/d)

である。

通算日 d における 1 日当たりの発電ユニットの発電量推定時の仮想燃料消費量 $E_{F,PU,Evt,d}$ は、式(9)により表される。

$$E_{F,PU,Evt,d} = E_{E,gen,PU,Evt,d} \times 3.6 \div e_{E,PU,d} \quad (9)$$

ここで、

- $E_{E,gen,PU,Evt,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの発電ユニットの発電量推定時の仮想発電量 (kWh/d)
 $e_{E,PU,d}$: 通算日 d における発電ユニットの日平均発電効率 (-)

である。

通算日 d における 1 日当たりの発電ユニットの発電量推定時の仮想発電量 $E_{E,gen,PU,Evt,d}$ は、式(10)により表される。

$$E_{E,gen,PU,Evt,d} = \min(a_{PU} \times E_{E,PU,d} \times 3.6 + a_{DHW} \times L_{DHW,d} + a_{HWH} \times L_{HWH,d} + b, E_{E,PU,d} \times c \times 3.6) \div 3.6 \quad (10)$$

ここで、

$E_{E,PU,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの発電ユニットの分担可能電力負荷 (kWh/d)

$L_{DHW,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの浴槽追焚を除く太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

$L_{HWH,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの温水暖房の熱負荷 (MJ/d)

である。係数 a_{PU} 、 a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b 、 c は、本文の表 5 に定める。

通算日 d における 1 日当たりの発電ユニットの排熱量推定時の仮想燃料消費量 $E_{F,PU,HVt,d}$ は、式(11)により表される。

$$E_{F,PU,HVt,d} = (a_{DHW} \times L_{DHW,d} + a_{HWH} \times L_{HWH,d}) \times r_{H,gen,PU,HVt,d} \div e_{H,PU,d} \quad (11)$$

ここで、

$L_{DHW,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの浴槽追焚を除く太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

$L_{HWH,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの温水暖房の熱負荷 (MJ/d)

$r_{H,gen,PU,HVt,d}$: 通算日 d における発電ユニットの排熱量推定時の仮想排熱量上限比(-)

$e_{H,PU,d}$: 通算日 d における発電ユニットの日平均排熱効率(-)

である。係数 a_{DHW} 、 a_{HWH} は、本文の表 6 に定める。

通算日 d における発電ユニットの排熱量推定時の仮想排熱量上限比 $r_{H,gen,PU,HVt,d}$ は、式(12)により表される。

$$r_{H,gen,PU,HVt,d} = a_{DHW} \times L_{DHW,d} + a_{HWH} \times L_{HWH,d} + b \quad (12)$$

ここで、

$L_{DHW,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの浴槽追焚を除く太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

$L_{HWH,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの温水暖房の熱負荷 (MJ/d)

である。係数 a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b は、本文の表 7 に定める。

C.3.4 発電効率

通算日 d における発電ユニットの日平均発電効率 $e_{E,PU,d}$ は、式(13)により表される。ただし、式(13)により求められる値は、発電ユニットの発電効率の上限値を上回る場合は上限値に等しいとし、下限値を下回る場合は下限値に等しいとする。

$$e_{E,PU,d} = a_{PU} \times E_{E,PU,d} \times 3.6 + a_{DHW} \times L_{DHW,d} + a_{HWH} \times L_{HWH,d} + b \quad (13)$$

ここで、

$E_{E,PU,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの発電ユニットの分担可能電力負荷 (kWh/d)

$L_{DHW,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの浴槽追焚を除く太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

$L_{HWH,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの温水暖房の熱負荷 (MJ/d)

である。係数 a_{PU} 、 a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b 、上限値及び下限値は、本文の表 10 及び式(7)と式(8)に定める。

C.3.5 排熱効率

通算日 d における発電ユニットの日平均排熱効率 $e_{H,PU,d}$ は、式(14)により表される。ただし、式(14)により求められる値は、発電ユニットの排熱効率の上限値を上回る場合は上限値に等しいとし、下限値を下回る場合は下限

値に等しいとする。

$$e_{H,PU,d} = a_{PU} \times E_{E,PU,d} \times 3.6 + a_{DHW} \times L_{DHW,d} + a_{HWH} \times L_{HWH,d} + b \quad (14)$$

ここで、

$E_{E,PU,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの発電ユニットの分担可能電力負荷 (kWh/d)

$L_{DHW,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの浴槽追焚を除く太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

$L_{HWH,d}$: 通算日 d における 1 日当たりの温水暖房の熱負荷 (MJ/d)

である。係数 a_{PU} 、 a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b 、上限値及び下限値は、本文の表 11 及び式(9)と式(10)に定める。

C.4 太陽熱補正給湯熱負荷

通算日 d における 1 日当たりの浴槽追焚を除く太陽熱補正給湯熱負荷 $L_{DHW,d}$ は、付録 B の式(9)により定まる。通算日 d における 1 日当たりの給湯熱量(小流量)における太陽熱補正給湯熱負荷 $L_{DHW,S,d}$ は、付録 B の式(33)により定まる。通算日 d における 1 日当たりの給湯熱量(中流量)における太陽熱補正給湯熱負荷 $L_{DHW,M,d}$ は、付録 B の式(31)により定まる。通算日 d における 1 日当たりの給湯熱量(大流量)における太陽熱補正給湯熱負荷 $L_{DHW,L,d}$ は、付録 B の式(29)により定まる。

C.5 温水暖房の熱負荷

通算日 d における 1 日当たりの温水暖房の熱負荷 $L_{HWH,d}$ は、ゼロとする。

C.6 発電ユニットの分担可能電力負荷

通算日 d における 1 日当たりの発電ユニットの分担可能電力負荷 $E_{E,PU,d}$ は、本文の式(4)により定まる日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$ を 3.6 で除した値とする。

付録 D 2019 年 4 月改訂前における定格逆潮の試験データによる
日集計データの算定方法

定格逆潮(定格発電で商用系統に逆潮する燃料電池システム)の試験データによる、日集計データの算定方法を記載する。なお、1 分集計データの項目と使用する試験データ及び式番号の対応を表 D.1 に、日集計データの項目と使用する試験データ及び式番号の対応を表 D.2 に示す。試験データのハイフン(-)は、定格逆潮と逆潮なしのデータから計算される値である。

表 D.1 1 分集計データの項目と使用する試験データ及び式番号

記号	項目	試験データ	式番号
$\dot{E}_{F,PU,d,m}$	1 分積算発電ユニット燃料消費量	定格逆潮	付録 A 式(2)
$\bar{P}_{gen,d,m}$	1 分平均発電ユニット発電電力		付録 A 式(5)
$\bar{P}_{PU,d,m}$	1 分平均発電ユニット自己消費電力		付録 A 式(6)

表 D.2 日集計データの項目と使用する試験データ及び式番号

記号	項目	試験データ	式番号
$\theta_{ex,ave,d}$	日平均外気温度	定格逆潮	付録 B 式(1)
$\theta_{ex,max,d}$	日最高外気温度		付録 B 式(2)
$\theta_{ex,min,d}$	日最低外気温度		付録 B 式(3)
$\theta_{wtr,d}$	日平均給水温度		付録 B 式(4)
$\theta_{swt,d}$	日平均給湯温度		付録 B 式(6)
$W_{DHW,d}$	日積算給湯量		付録 B 式(8)
$L_{DHW,d}$	日積算給湯負荷		付録 B 式(9)
$T_{PU,d}$	燃料電池運転時間		付録 B 式(10)
$E_{F,PU,d}$	日積算発電ユニット燃料消費量	-	付録 D 式(9)
$E_{F,BB,d}$	日積算補助熱源機燃料消費量	定格逆潮	付録 B 式(13)
$Q_{gen,d}$	日積算発電ユニット排熱量		付録 B 式(14)
$E_{E,in,d}$	日積算受電電力量	-	付録 D 式(6)
$E_{E,gen,PU,d}$	日積算発電ユニット発電量	日積算発電ユニット発電量(自己消費除く)を付録 D 式(4)で求めるので、不使用	
$E_{E,PU,d}$	日積算発電ユニット自己消費電力量		
$E_{E,TU,d}$	日積算貯湯ユニット電力消費量	定格逆潮	付録 B 式(20)
$E_{E,gen,exPU,d}$	日積算発電ユニット発電量(自己消費除く)	-	付録 D 式(4)
$E_{E,gen,CG,d}$	日積算システム供給電力量	-	付録 D 式(5)
$E_{E,dmd,d}$	日積算電力負荷	逆潮なし	付録 B 式(23)
$E_{E,cap,PU,d}$	日積算発電容量以下負荷電力量		付録 B 式(24)
$P_{TU,d}$	日平均貯湯ユニット消費電力	定格逆潮	付録 E 式(25)
$e_{E,PU,d}$	日平均発電効率	-	付録 D 式(10)
$e_{H,PU,d}$	日平均排熱効率		付録 D 式(11)
$e_{PU,d}$	日平均総合効率		付録 D 式(12)
$L_{DHW,d}$	日積算給湯熱量	定格逆潮	付録 B 式(9)
$L_{DHW,L,d}$	日積算給湯熱量(大流量)		付録 B 式(29)
$L_{DHW,M,d}$	日積算給湯熱量(中流量)		付録 B 式(31)
$L_{DHW,S,d}$	日積算給湯熱量(小流量)		付録 B 式(33)

D.1 定格逆潮の日積算発電ユニット発電量

通算日 d における定格逆潮の日積算発電ユニット発電量 $E_{E,out,gen,PU,d}$ は、式(1)により表される。

$$E_{E,out,gen,PU,d} = \frac{3.6}{60 \times 1000} \sum_{m=1}^{1440} \bar{P}_{gen,d,m} \quad (1)$$

ここで、

$E_{E,out,gen,PU,d}$: 日付 d における定格逆潮の日積算発電ユニット発電量(MJ/d)

$\bar{P}_{gen,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における定格逆潮の1分平均発電ユニット発電電力(W)

である。なお、分子の 3.6 は単位変換の換算係数(MJ/kWh)、分母の定数の単位はそれぞれ 60 (min/h)、1000 (W/kW) である。

D.2 定格逆潮の日積算発電ユニット自己消費電力量

通算日 d における定格逆潮の日積算発電ユニット自己消費電力量 $E_{E,out,PU,d}$ は、式(2)により表される。

$$E_{E,out,PU,d} = \frac{3.6}{60 \times 1000} \sum_{m=1}^{1440} \bar{P}_{PU,d,m} \quad (2)$$

ここで、

$E_{E,out,PU,d}$: 通算日 d における定格逆潮の日積算発電ユニット自己消費電力量(MJ/d)

$\bar{P}_{PU,d,m}$: 通算日 d の時刻 m における定格逆潮の1分平均発電ユニット自己消費電力(W)

である。なお、分子の 3.6 は単位変換の換算係数(MJ/kWh)、分母の定数の単位はそれぞれ 60 (min/h)、1000 (W/kW) である。

D.3 定格逆潮の日積算発電ユニット発電量(自己消費除く)

通算日 d における定格逆潮の日積算発電ユニット発電量(自己消費除く) $E_{E,out,gen,exPU,d}$ は、式(3)により表される。

$$E_{E,out,gen,exPU,d} = E_{E,out,gen,PU,d} - E_{E,out,PU,d} \quad (3)$$

ここで、

$E_{E,out,gen,exPU,d}$: 通算日 d における定格逆潮の日積算発電ユニット発電量(MJ/d)

$E_{E,out,gen,PU,d}$: 通算日 d における定格逆潮の日積算発電ユニット発電量(MJ/日)

$E_{E,out,PU,d}$: 通算日 d における定格逆潮の日積算発電ユニット自己消費電力量(MJ/日)

である。

D.4 日積算発電容量以下負荷電力量

通算日 d における日積算発電容量以下負荷電力量 $E_{E,cap,PU,d}$ は、逆潮なし(発電電力を商用系統に逆潮できない燃料電池システム)の試験データの値を用いる。

D.5 日積算発電ユニット発電量(自己消費除く)

通算日 d における日積算発電ユニット発電量(自己消費除く) $E_{E,gen,exPU,d}$ は、式(4)により表される。

$$E_{E,gen,exPU,d} = E_{E,cap,PU,d} + E_{E,TU,d} \quad (4)$$

ここで、

$E_{E,gen,exPU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット発電量(自己消費除く) (MJ/d)

$E_{E,cap,PU,d}$: 通算日 d における日積算発電容量以下負荷電力量 (MJ/d)

$E_{E,TU,d}$: 通算日 d における日積算貯湯ユニット電力消費量 (MJ/d)

である。

D.6 日積算システム供給電力量

通算日 d における日積算システム供給電力量 $E_{E,gen,CG,d}$ は、式(5)により表される。

$$E_{E,gen,CG,d} = E_{E,gen,exPU,d} - E_{E,TU,d} \quad (5)$$

ここで、

$E_{E,gen,CG,d}$: 通算日 d における日積算システム供給電力量 (MJ/d)

$E_{E,gen,exPU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット発電量(自己消費除く) (MJ/d)

$E_{E,TU,d}$: 通算日 d における日積算貯湯ユニット電力消費量 (MJ/d)

である。

D.7 日積算電力負荷

通算日 d における日積算電力負荷 $E_{E,dmd,d}$ は、逆潮なし(発電電力を商用系統に逆潮できない燃料電池システム)の試験データの値を用いる。

D.8 日積算受電電力量

通算日 d における日積算受電電力量 $E_{E,in,d}$ は、式(6)により表される。

$$E_{E,in,d} = E_{E,dmd,d} + E_{E,TU,d} - E_{E,gen,exPU,d} \quad (6)$$

ここで、

$E_{E,dmd,d}$: 通算日 d における日積算電力負荷 (MJ/d)

$E_{E,in,d}$: 通算日 d における日積算受電電力量 (MJ/d)

$E_{E,TU,d}$: 通算日 d における日積算貯湯ユニット電力消費量 (MJ/d)

$E_{E,gen,exPU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット発電量(自己消費除く) (MJ/d)

である。

D.9 日積算逆潮電力量

通算日 d における日積算逆潮電力量 $E_{E,out,d}$ は、式(7)により表される。

$$E_{E,out,d} = E_{E,out,gen,exPU,d} - E_{E,gen,exPU,d} \quad (7)$$

ここで、

$E_{E,out,d}$: 通算日 d における日積算逆潮電力量 (MJ/d)

$E_{E,out,gen,exPU,d}$: 通算日 d における定格逆潮の日積算発電ユニット発電量(自己消費除く) (MJ/d)

$E_{E,gen,exPU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット発電量(自己消費除く) (MJ/d)

である。

D.10 定格逆潮の日積算発電ユニット燃料消費量

通算日 d における定格逆潮の日積算発電ユニット燃料消費量 $E_{F,out,PU,d}$ は、式(8)により表される。

$$E_{F,out,PU,d} = \frac{1}{1000} \sum_{m=1}^{1440} \dot{E}_{F,PU,d,m} \quad (8)$$

ここで、

$E_{F,out,PU,d}$: 通算日 d における定格逆潮の日積算発電ユニット燃料消費量 (MJ/d)

$\dot{E}_{F,PU,d,m}$: 通算日の時刻 m における定格逆潮の 1 分積算発電ユニット燃料消費量 (kJ/min)

である。

D.11 日積算発電ユニット燃料消費量

通算日 d における日積算発電ユニット燃料消費量 $E_{F,PU,d}$ は、式(9)により表される。

$$E_{F,PU,d} = E_{F,out,PU,d} - (E_{F,out,PU,d} + E_{F,BB,d}) \times \frac{E_{E,out,d} \times P_{EF}}{(E_{E,out,d} + E_{E,gen,exPU,d}) \times P_{EF} + \frac{L_{DHW,d}}{C_B}} \quad (9)$$

ここで、

$E_{F,PU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット燃料消費量 (MJ/d)

$E_{F,out,PU,d}$: 通算日 d における定格逆潮の日積算発電ユニット燃料消費量 (MJ/d)

$E_{F,BB,d}$: 通算日 d における日積算補助熱源機燃料消費量 (MJ/d)

$E_{E,out,d}$: 通算日 d における日積算逆潮電力量 (MJ/d)

$E_{E,gen,exPU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット発電量 (自己消費除く) (MJ/d)

$L_{DHW,d}$: 通算日 d における日積算給湯負荷 (MJ/d)

P_{EF} : 電気の熱量への換算係数 (=9760/3600)

C_B : 熱源の効率(-)

である。9760 は受電電力の一次エネルギー換算係数 (MJ/MWh)、3600 は単位変換の換算係数 (MJ/MWh) である。 C_B は、本文の式(28)～式(32)の計算を繰り返すことで収束計算を行い、最終的に得られる、補助熱源機の平均熱効率 $e_{BB,d,i}$ とする。

D.12 日平均発電効率

通算日 d における日平均発電効率 $e_{E,PU,d}$ は、式(10)により表される。

$$e_{E,PU,d} = \frac{E_{E,gen,exPU,d}}{E_{F,PU,d}} \quad (10)$$

ここで、

$e_{E,PU,d}$: 通算日 d における日平均発電効率 (-)

$E_{E,gen,exPU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット発電量 (自己消費除く) (MJ/日)

$E_{F,PU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット燃料消費量 (MJ/日)

である。

D.13 日平均排熱効率

通算日 d における日平均排熱効率 $e_{H,PU,d}$ は、式(11)により表される。

$$e_{H,PU,d} = \frac{Q_{gen,d}}{E_{F,PU,d}} \quad (11)$$

ここで、

$Q_{gen,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット排熱量 (MJ/d)

$E_{F,PU,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット燃料消費量 (MJ/d)

$e_{H,PU,d}$: 通算日 d における日平均排熱効率 (-)

である。

D.14 日平均総合効率

通算日 d における日平均総合効率 $e_{PU,d}$ は、式(12)により表される。

$$e_{PU,d} = e_{E,PU,d} + e_{H,PU,d} \quad (12)$$

ここで、

$e_{E,PU,d}$: 通算日 d における日平均発電効率 (-)

$e_{H,PU,d}$: 通算日 d における日平均排熱効率 (-)

$e_{PU,d}$: 通算日 d における日平均総合効率 (-)

である。

付録 E 温水暖房への排熱利用がある給湯優先の機種
の設備仕様の算定方法

温水暖房への排熱利用がある場合で給湯優先の機種について、M1 スタンダード標準負荷条件使用時の試験データにより、家庭用燃料電池のエネルギー使用量推定に用いる設備仕様を算定する方法について記載する。

E.1 測定データ項目

試験結果データのうち、本文の表 1 に記載の試験結果データに加えて、表 E.1 に記載するデータを追加で使用。また、表 E.1 の追加分を含めて、燃料電池試験におけるデータ測定箇所を図 E.1 に示す。

表 E.1 燃料電池試験結果(1 秒データ)のうち設備仕様算定に使用する測定項目の追加分

記号	測定項目	単位	備考
$\theta_{HWH,sf,d,m,s}^*$	温水暖房行き温度	°C	
$\theta_{HWH,rf,d,m,s}^*$	温水暖房戻り温度	°C	
$W_{HWH,d,m,s}^*$	温水暖房流量	L/s	

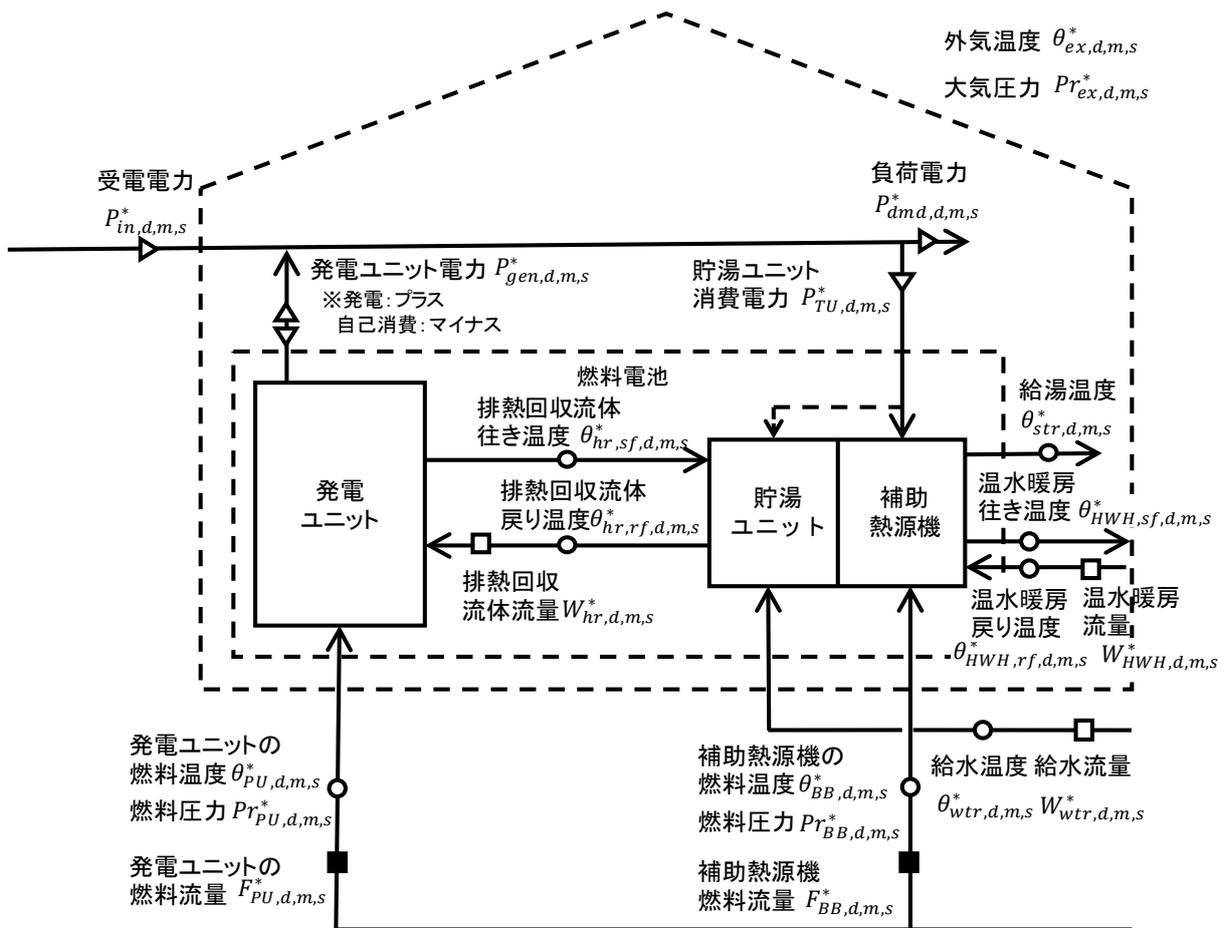


図 E.1 燃料電池試験におけるデータ測定箇所(表 E.1 の追加分を含む)

E.2 測定データの集計方法

集計データ項目として、本文の表 2a に加えて表 E.2 に記載する項目のデータを集計する。

表 E.2 日集計データの項目の追加分

記号	項目	単位	備考
$L_{HWH,d}$	日積算温水暖房負荷	MJ/d	
$P_{TU,DHW,d}$	給湯時の日平均貯湯ユニット消費電力	W	
$P_{TU,HWH,d}$	温水暖房時の日平均貯湯ユニット消費電力	W	

E.2.1 温水暖房負荷

通算日 d における日積算温水暖房負荷 $L_{HWH,d}$ は、式(1)により表される。

$$L_{HWH,d} = \frac{1}{1000} \sum_{m=1}^{1440} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} \left\{ \rho_w \times C_p \times (\theta_{HWH,sf,d,m,s}^* - \theta_{HWH,rf,d,m,s}^*) \times \frac{W_{HWH,d,m,s}^*}{1000} \right\} \quad (1)$$

ここで、

- $L_{HWH,d}$: 通算日 d における日積算温水暖房負荷 (MJ/d)
- $n_{d,m}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した1秒値のデータ数 (通常は 60) (個)
- $\theta_{HWH,sf,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した温水暖房行き温度の 1 秒値 (°C)
- $\theta_{HWH,rf,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した温水暖房戻り温度の 1 秒値 (°C)
- $W_{HWH,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した温水暖房流量の 1 秒値 (L/s)
- ρ_w : 水の密度 (kg/m³)
- C_p : 水の定圧比熱 (kJ/(kg・K))

である。水の密度 ρ_w は 1000 kg/m³、水の定圧比熱 C_p は 4.19 kJ/(kg・K) とする。

E.2.2 貯湯ユニット消費電力

通算日 d における給湯時の日平均貯湯ユニット消費電力 $P_{TU,DHW,d}$ および通算日 d における温水暖房時の日平均貯湯ユニット消費電力 $P_{TU,HWH,d}$ は、式(2) および式(3)により表される。

$$P_{TU,DHW,d} = \frac{\sum_{m=1}^{1440} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} P_{TU,d,m,s}^* \times t_{DWH,d,m,s}}{\sum_{m=1}^{1440} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} t_{DWH,d,m,s}} \quad (2)$$

$$P_{TU,HWH,d} = \frac{\sum_{m=1}^{1440} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} P_{TU,d,m,s}^* \times t_{HWH,d,m,s}}{\sum_{m=1}^{1440} \sum_{s=1}^{n_{d,m}} t_{HWH,d,m,s}} \quad (3)$$

ここで、

- $n_{d,m}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した1秒値のデータ数 (通常は 60) (個)
- $P_{TU,DHW,d}$: 通算日 d における給湯時の日平均貯湯ユニット消費電力 (W)
- $P_{TU,HWH,d}$: 通算日 d における温水暖房時の日平均貯湯ユニット消費電力 (W)
- $P_{TU,d,m,s}^*$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において計測した貯湯ユニット消費電力の1秒値 (W)
- $t_{DWH,d,m,s}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において 1 秒値を計測した時の給湯運転時間 (s)
- $t_{HWH,d,m,s}$: 通算日 d の時刻 m からの1分間において 1 秒値を計測した時の温水暖房運転時間 (s)

である。

温水暖房流量 $W_{HWH,d,m,s}^*$ が 0.005 L/s を超えている場合に温水暖房運転が発生していると仮定すると、通算日 d の時刻 m からの1分間において 1 秒値を計測した時の給湯運転時間 $t_{DWH,d,m,s}$ および温水暖房運転時間 $t_{HWH,d,m,s}$ は、式(4)および式(5)で表される。

$0.005 < W_{HWH,d,m,s}^*$ の場合:

$$t_{DWH,d,m,s} = 0 \quad (4-1)$$

$$t_{HWH,d,m,s} = 1 \quad (5-1)$$

$W_{HWH,d,m,s}^* \leq 0.005$ の場合:

$$t_{DWH,d,m,s} = 1 \quad (4-2)$$

$$t_{HWH,d,m,s} = 0 \quad (5-2)$$

E.3 設備仕様の算定方法

設備仕様の算定方法については、本文 4.3 節に準じる。ただし、発電ユニットの発電量推定時の仮想発電量、発電ユニットの排熱量推定時の仮想燃料消費量、発電ユニットの排熱量推定時の仮想排熱量上限比、発電ユニットの日平均発電効率及び日平均排熱効率、温水暖房への排熱利用、発電ユニットの給湯排熱利用率、発電ユニットの温水暖房排熱利用率、タンクユニットの補機消費電力(温水暖房)を求める算定方法は、以下に示す方法となる。

E.3.1 発電ユニットの発電量推定時の仮想発電量

発電ユニットの発電量推定時の仮想発電量の推定に用いる係数 a_{PU} 、 a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b 、 c の算定方法を、表 E.3 に示す。

表 E.3 発電ユニットの発電量推定時の仮想発電量を求める係数の算定方法

式の係数	算定方法
a_{PU}	0 とする
a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b	中間期条件試験、冬期条件試験の日集計データ(中間期条件、冬期条件に対し、それぞれ 12 日間分)を使用して線形回帰式 $y = ax + \beta$ を作成し、その係数 a を a_{DHW} 、 a_{HWH} 、定数 β を b とする。 y : 日積算発電ユニット発電量(自己消費除く) $E_{E,gen,exPU,d,tc}$ (MJ/d) x : 日積算全熱負荷 $L_{DHW,d} + L_{HWH,d}$ (MJ/d)
c	本文 4.3 節の式(2)による

E.3.2 発電ユニットの排熱量推定時の仮想燃料消費量

発電ユニットの排熱量推定時の仮想燃料消費量の推定に用いる係数 a_{DHW} 、 a_{HWH} の算定方法を、表 E.4 に示す。

表 E.4 発電ユニットの排熱量推定時の仮想燃料消費量を求める係数の算定方法

発電方式	式の係数	算定方法
熱主	a_{DHW}	1とする
	a_{HWH}	1とする

E.3.3 発電ユニットの排熱量推定時の仮想排熱量上限比

発電ユニットの排熱量推定時の仮想排熱量上限比の推定に用いる係数 a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b の算定方法を、表 E.5 に示す。

表 E.5 発電ユニットの排熱量推定時の仮想排熱量上限比を求める係数の算定方法

発電方式	式の係数	算定方法
熱主	a_{DHW} 、 a_{HWH} 、 b	夏期条件試験、中間期条件試験のデータを使用して線形回帰式 $y = \alpha x + \beta$ を作成し、その係数 α を a_{DHW} 、 a_{HWH} 、定数 β を b とする。 y : 発電ユニットの排熱量上限比 $r_{H,gen,PU,tc}$ (-) x : 日積算全熱負荷 $L_{DHW,d} + L_{HWH,d}$ (MJ/d)

ただし、発電ユニットの発電方式が「熱主」の場合において、係数 $\alpha < 0$ (負の値)となる場合は、中間期条件試験における発電ユニットの排熱量上限比 $r_{H,gen,PU,mid}$ を、夏期条件試験における発電ユニットの排熱量上限比 $r_{H,gen,PU,sum}$ と同じ値として線形回帰式 $y = \alpha x + \beta$ を作成し、その係数 α を a_{DHW} 、 a_{HWH} 、定数 β を b とする。

E.3.4 発電ユニットの日平均発電効率及び日平均排熱効率の係数の決定方法

温水暖房負荷が説明変数の選択肢として追加となるため、説明変数の組み合わせは表 E.6 に示す 9 通りとなる。9 通りの係数を使って一次エネルギー消費量の推定値を算出し、実測値との差が最小となる係数を式の係数として決定する。なお、本文 4.3 節と同様に一次エネルギー消費量の実測値と推定値の差が同じ値になる組み合わせがある場合は、発電ユニットの燃料消費量の差が小さいものを選択する。

表 E.6 発電ユニットの日平均発電効率、日平均排熱効率を求める

線形回帰式の説明変数の組合せ(温水暖房への排熱利用がある給湯優先の機種の場合)

組合せ番号 j	日平均発電効率の 線形回帰式の説明変数	日平均排熱回収効率の 線形回帰式の説明変数
1	日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$	日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$
2	日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$	日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$
3	日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$	日積算全熱負荷 $L_{DHW,d} + L_{HWH,d}$
4	日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$	日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$
5	日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$	日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$
6	日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$	日積算全熱負荷 $L_{DHW,d} + L_{HWH,d}$
7	日積算全熱負荷 $L_{DHW,d} + L_{HWH,d}$	日積算分担可能電力負荷 $E_{E,gen,dmd,PU,d}$
8	日積算全熱負荷 $L_{DHW,d} + L_{HWH,d}$	日積算給湯負荷 $L_{DHW,d}$
9	日積算全熱負荷 $L_{DHW,d} + L_{HWH,d}$	日積算全熱負荷 $L_{DHW,d} + L_{HWH,d}$

E.3.5 温水暖房への排熱利用

E.3.5.1 排熱利用

発電ユニットの排熱を温水暖房に利用するため、温水暖房負荷への排熱利用は「あり」とする。

E.3.5.2 排熱利用方式

温水暖房負荷の排熱利用があるため、排熱利用方式を「給湯優先」とする。

E.3.6 発電ユニットの給湯排熱利用率

発電ユニットの給湯排熱利用率 $r_{DHW,gen,PU}$ は、式(6)により表される。

$$r_{DHW,gen,PU} = \frac{Q_{DHW,gen,ave}}{Q_{gen,ave}} \quad (6)$$

ここで、

- $Q_{DHW,gen,ave}$: 1日当たりの平均給湯排熱利用量(MJ/d)
- $Q_{gen,ave}$: 1日当たりの発電ユニットの平均排熱量(MJ/d)
- $r_{DHW,gen,PU}$: 発電ユニットの給湯排熱利用率(-)

である。

1日当たりの発電ユニットの平均排熱量 $Q_{gen,ave}$ は、式(7)により表される。

$$Q_{gen,ave} = \frac{Q_{gen,ave,sum} + Q_{gen,ave,mid}}{2} \quad (7)$$

ここで、

- $Q_{gen,ave}$: 1日当たりの発電ユニットの平均排熱量(MJ/d)
- $Q_{gen,ave,sum}$: 夏期条件試験における1日当たりの発電ユニットの平均排熱量(MJ/d)
- $Q_{gen,ave,mid}$: 中間期条件試験における1日当たりの発電ユニットの平均排熱量(MJ/d)

である。夏期条件試験における1日当たりの平均排熱量 $Q_{gen,ave,sum}$ および中間期条件試験における1日当たりの平均排熱量 $Q_{gen,ave,mid}$ は、本文の式(34)により定まる。

1日当たりの平均給湯排熱利用量 $Q_{DHW,gen,ave}$ は、式(8)により表される。

$$Q_{DHW,gen,ave} = \frac{Q_{DHW,gen,ave,sum} + Q_{DHW,gen,ave,mid}}{2} \quad (8)$$

ここで、

- $Q_{DHW,gen,ave}$: 1日当たりの平均給湯排熱利用量(MJ/d)
- $Q_{DHW,gen,ave,sum}$: 夏期条件試験における1日当たりの平均給湯排熱利用量(MJ/d)
- $Q_{DHW,gen,ave,mid}$: 中間期条件試験における1日当たりの平均給湯排熱利用量(MJ/d)

である。夏期条件試験における1日当たりの平均給湯排熱利用量 $Q_{DHW,gen,ave,sum}$ および中間期条件試験における1日当たりの平均給湯排熱利用量 $Q_{DHW,gen,ave,mid}$ は、本文の式(26)により定まる。

E.3.7 発電ユニットの温水暖房排熱利用率

E.3.7.1 2022年2月改訂前

温水暖房排熱利用率は、発電ユニットの排熱量のうちの温水暖房に利用可能な熱量に対して、温水暖房に利用する熱量の割合である。すなわち、温水暖房への排熱利用がある給湯優先の機種の場合、発電ユニット

の排熱量から給湯に使われた熱量を差し引いた残熱量に対して、温水暖房に利用する熱量の割合である。温水暖房排熱利用率 $r_{HWH,gen,PU}$ は、式(9)により表される。

$$r_{HWH,gen,PU} = \frac{Q_{HWH,gen,ave}}{Q_{gen,ave} \times (1 - r_{DHW,gen,PU})} \quad (9)$$

ここで、

- $Q_{gen,ave}$: 1日当たりの発電ユニットの平均排熱量(MJ/d)
- $r_{DHW,gen,PU}$: 発電ユニットの給湯排熱利用率(-)
- $r_{HWH,gen,PU}$: 発電ユニットの温水暖房排熱利用率(-)
- $Q_{HWH,gen,ave}$: 1日当たりの発電ユニットの平均温水暖房排熱利用量(MJ/d)

である。発電ユニットの平均排熱量 $Q_{gen,ave}$ は、本文の式(33)により定まる。

発電ユニットの平均温水暖房排熱利用量 $Q_{HWH,gen,ave}$ は、式(10)により表される。

$$Q_{HWH,gen,ave} = \frac{1}{N_{win}} \sum_{d=1}^{N_{win}} Q_{HWH,gen,d,win} \quad (10)$$

ここで、

- N_{win} : 冬期条件試験における設備仕様の算定に使用する日集計データの数(12個)
- $Q_{HWH,gen,ave}$: 1日当たりの発電ユニットの平均温水暖房排熱利用量(MJ/d)
- $Q_{HWH,gen,d,win}$: 冬期条件試験の通算日 d における日積算温水暖房排熱利用量(MJ/d)

である。

通算日 d における日積算温水暖房排熱利用量 $Q_{HWH,gen,d}$ は、式(11)により表される。

$$Q_{HWH,gen,d} = L_{HWH,d} - L_{BB,HWH,d} \quad (11)$$

ここで、

- $L_{HWH,d}$: 通算日 d における日積算温水暖房負荷(MJ/d)
- $L_{BB,HWH,d}$: 通算日 d における補助熱源機が分担する日積算温水暖房負荷(MJ/d)
- $Q_{HWH,gen,d}$: 通算日 d における日積算温水暖房排熱利用量(MJ/d)

である。冬期条件試験の日集計データを用いて算出した日積算温水暖房排熱利用量 $Q_{HWH,gen,d}$ を $Q_{HWH,gen,d,win}$ とする。

通算日 d における補助熱源機が分担する日積算温水暖房負荷 $L_{BB,HWH,d}$ は、式(12)により表される。

$$L_{BB,HWH,d} = E_{F,BB,HWH,d} \times e_{rt,d,HWH} \quad (12)$$

ここで

- $E_{F,BB,HWH,d}$: 通算日 d における暖房に使用された補助熱源機の日積算燃料消費量(MJ/d)
- $L_{BB,HWH,d}$: 通算日 d における補助熱源機が分担する日積算温水暖房負荷(MJ/d)
- $e_{rt,d,HWH}$: 補助熱源機の温水暖房における定格効率(-)

である。補助熱源機の温水暖房における定格効率 $e_{rt,d,HWH}$ は、補助熱源機が従来型の場合は 0.82、潜熱回収型の場合は 0.87 とする。

日付 d における暖房に使用された補助熱源機の日積算燃料消費量 $E_{F,BB,HWH,d}$ は、式(13)により表される。

$$E_{F,BB,HWH,d} = E_{F,BB,d} - E_{F,BB,DHW,d} \quad (13)$$

ここで、

$E_{F,BB,HWH,d}$: 通算日 d における暖房に使用された補助熱源機の日積算燃料消費量 (MJ/d)

$E_{F,BB,d}$: 通算日 d における暖房に使用された補助熱源機の日積算燃料消費量 (MJ/d)

$E_{F,BB,DHW,d}$: 通算日 d における給湯に使用された補助熱源機の燃料消費量 (MJ/d)

である。通算日 d における暖房に使用された補助熱源機の日積算燃料消費量 $E_{F,BB,d}$ は、付録 B の式(13)により定まる。

通算日 d における給湯に使用された補助熱源機燃料消費量 $E_{F,BB,DHW,d}$ は、式(14)により表される。

$$E_{F,BB,DHW,d} = \frac{L_{DHW,d} - Q_{DHW,gen,d}}{e_{BB,d}} \quad (14)$$

ここで、

$e_{BB,d}$: 通算日 d における補助熱源機の平均熱効率 (-)

$L_{DHW,d}$: 通算日 d における日積算給湯負荷 (MJ/d)

$Q_{DHW,gen,d}$: 通算日 d における日積算給湯排熱利用量 (MJ/d)

である。本文の式(28)～式(32)の計算を繰り返すことで収束計算を行い、最終的に得られる、補助熱源機の平均熱効率 $e_{BB,d,i}$ を $e_{BB,d}$ とする。発電ユニットの平均排熱量 $Q_{DHW,gen,d}$ は、本文の式(27)により定まる。

E.3.7.2 2022年2月改訂以降

温水暖房排熱利用率は、発電ユニットの排熱量のうちの温水暖房に利用可能な熱量に対して、温水暖房に利用する熱量の割合である。すなわち、温水暖房への排熱利用がある給湯優先の機種の場合、発電ユニットの排熱量から給湯に使われた排熱量を差し引いた残熱量に対して、温水暖房に利用する熱量の割合である。温水暖房排熱利用率 $r_{HWH,gen,PU}$ は、式(15)により表される。

$$r_{HWH,gen,PU} = \frac{\sum_{d=1}^{N_{win}} Q_{HWH,gen,d} / N_{win}}{\sum_{d=1}^{N_{win}} (Q_{gen,d} - Q_{DHW,gen,d}) / N_{win}} \quad (15)$$

ここで、

$r_{HWH,gen,PU}$: 発電ユニットの温水暖房排熱利用率 (-)

N_{win} : 冬期条件試験における設備仕様の算定に使用する日集計データの数 (12 個)

$Q_{HWH,gen,d}$: 通算日 d における日積算温水暖房排熱利用量 (MJ/d)

$Q_{gen,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット排熱量 (MJ/d)

$Q_{DHW,gen,d}$: 通算日 d における日積算給湯排熱利用量 (MJ/d)

である。

通算日 d における日積算温水暖房排熱利用量 $Q_{HWH,gen,d}$ は、式(16)により表される。

$$Q_{HWH,gen,d} = \min(L_{HWH,d} - L_{BB,HWH,d}, Q_{gen,d} - Q_{DHW,gen,d}) \quad (16)$$

ここで、

$L_{HWH,d}$: 通算日 d における日積算温水暖房負荷 (MJ/d)

$L_{BB,HWH,d}$: 通算日 d における補助熱源機が分担する日積算温水暖房負荷 (MJ/d)

$Q_{HWH,gen,d}$: 通算日 d における日積算温水暖房排熱利用量 (MJ/d)

$Q_{gen,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット排熱量 (MJ/d)

$Q_{DHW,gen,d}$: 通算日 d における日積算給湯排熱利用量 (MJ/d)

である。

通算日 d における補助熱源機が分担する日積算温水暖房負荷 $L_{BB,HWH,d}$ は、式 (17) により表される。

$$L_{BB,HWH,d} = \min\{\max(E_{F,BB,HWH,d} \times e_{ex,d} - Q_{body,d,t} \times T_{HWH,d}, 0), L_{HWH,d}\} \quad (17)$$

ここで

$E_{F,BB,HWH,d}$: 通算日 d における暖房に使用された補助熱源機の日積算燃料消費量 (MJ/d)

$L_{BB,HWH,d}$: 通算日 d における補助熱源機が分担する日積算温水暖房負荷 (MJ/d)

$e_{ex,d}$: 通算日 d における補助熱源機の温水暖房部の熱交換効率 (-)

$Q_{body,d,t}$: 通算日 d における 1 時間当たりの補助熱源機の温水暖房部の筐体放熱損失 (MJ/h)

$T_{HWH,d}$: 通算日 d における温水暖房の熱負荷の運転時間 (h/d)

である。

通算日 d における補助熱源機の温水暖房部の熱交換効率 $e_{ex,d}$ は、式 (18) により表される。

$$e_{ex,d} = e_{rtd} \times f_{rtd,d,t} \times \frac{q_{rtd} \times 3600 \times 10^{-6} + Q_{body,d,t}}{q_{rtd} \times 3600 \times 10^{-6}} \quad (18)$$

ここで、

e_{rtd} : 補助熱源機の温水暖房部の定格効率 (-)

$f_{rtd,d,t}$: 通算日 d における補助熱源機の温水暖房部の定格効率を補正する係数 (-)

q_{rtd} : 補助熱源機の温水暖房部の定格能力 (W)

$Q_{body,d,t}$: 通算日 d における 1 時間当たりの補助熱源機の温水暖房部の筐体放熱損失 (MJ/h)

である。

補助熱源機の温水暖房部の定格効率 e_{rtd} は、補助熱源機が従来型の場合は 0.82、潜熱回収型の場合は 0.87 とし、通算日 d における補助熱源機の温水暖房部の定格効率を補正する係数 $f_{rtd,d,t}$ は、補助熱源機が従来型の場合は 0.985、潜熱回収型の場合は 1.064 (送水温度 40°C) とする。通算日 d における 1 時間当たりの補助熱源機の温水暖房部の筐体放熱損失 $Q_{body,d,t}$ は、補助熱源機が従来型の場合は $240.96 \times 3600 \times 10^{-6}$ 、潜熱回収型の場合は $123.74 \times 3600 \times 10^{-6}$ (送水温度 40°C) とし、補助熱源機の温水暖房部の定格能力 q_{rtd} は、17400W とする。

なお、潜熱回収型の場合に、送水温度 40°C の数値を使用することで、補助熱源機が分担する日積算温水暖房負荷 $L_{BB,HWH,d}$ が大きくなり、日積算温水暖房排熱利用量 $Q_{HWH,gen,d}$ が小さくなる。また、送水温度 40°C の数値を使用するのは、この計算を行なう時のみであり、他の計算で求められる設備仕様の値に、影響を与えることはない。

日付 d における暖房に使用された補助熱源機の日積算燃料消費量 $E_{F,BB,HWH,d}$ は、式 (19) により表される。

$$E_{F,BB,HWH,d} = \max(E_{F,BB,d} - E_{F,BB,DHW,d}, 0) \quad (19)$$

ここで、

$E_{F,BB,HWH,d}$: 通算日 d における暖房に使用された補助熱源機の日積算燃料消費量 (MJ/d)

$E_{F,BB,d}$: 通算日 d における補助熱源機の日積算燃料消費量 (MJ/d)

$E_{F,BB,DHW,d}$: 通算日 d における給湯に使用された補助熱源機の燃料消費量 (MJ/d)

である。通算日 d における補助熱源機の日積算燃料消費量 $E_{F,BB,d}$ は、付録 B の式(13)により定まる。
通算日 d における給湯に使用された補助熱源機燃料消費量 $E_{F,BB,DHW,d}$ は、式 (20) により表される。

$$E_{F,BB,DHW,d} = \frac{L_{DHW,d} - Q_{DHW,gen,d}}{e_{BB,d}} \quad (20)$$

ここで、

- $e_{BB,d}$: 通算日 d における補助熱源機の給湯部の平均熱効率(-)
- $L_{DHW,d}$: 通算日 d における日積算給湯負荷 (MJ/d)
- $Q_{DHW,gen,d}$: 通算日 d における日積算給湯排熱利用量 (MJ/d)

である。通算日 d における補助熱源機の給湯部の平均熱効率 $e_{BB,d}$ は、本文の式(30)により定まる。
通算日 d における日積算給湯排熱利用量 $Q_{DHW,gen,d}$ は、式 (21) により表される。

$$Q_{DHW,gen,d} = \min(Q_{gen,d} \times r_{DHW,gen,PU}, L_{DHW,d}) \quad (21)$$

ここで、

- $r_{DHW,gen,PU}$: 発電ユニットの給湯排熱利用率(-)
- $L_{DHW,d}$: 通算日 d における日積算給湯負荷 (MJ/d)
- $Q_{gen,d}$: 通算日 d における日積算発電ユニット排熱量 (MJ/d)
- $Q_{DHW,gen,d}$: 通算日 d における日積算給湯排熱利用量 (MJ/d)

である。

E.3.8 タンクユニットの補機消費電力 (温水暖房)

温水暖房時におけるタンクユニットの補機消費電力 $P_{TU,aux,HWH}$ は、式(22)により表される。

$$P_{TU,aux,HWH} = \frac{1}{N_{win}} \sum_{d=1}^{N_{win}} P_{TU,HWH,d} \quad (22)$$

ここで、

- N_{win} : 冬期条件試験における設備仕様の算定に使用する日集計データの数 (12 個)
- $P_{TU,aux,HWH}$: 温水暖房時におけるタンクユニットの補機消費電力 (W)
- $P_{TU,HWH,d}$: 通算日 d における温水暖房時の日平均貯湯ユニット消費電力 (W)

である。通算日 d における温水暖房時の日平均貯湯ユニット消費電力 $P_{TU,HWH,d}$ は、付録 E の式(3)により定まる。

制定・改正経緯

2016年4月制定(Ver.1)

- ①本書は、省エネルギー基準において、家庭用燃料電池のエネルギー消費性能を算定するための、試験方法及び登録パラメータ抽出方法について規定したものである。
- ②本書は、建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律(建築物省エネ法)に係る省エネルギー基準に準拠した、家庭用燃料電池の一次エネルギー消費量の計算に用いるパラメータを求めるために作成した。
- ③本書は、一般社団法人日本サステナブル建築協会の住宅省エネシステム検討委員会 設備基準検討WG 給湯・コージェネレーション設備 SWG の下に設置されたコージェネ TG で検討され、2016年1月14日に開催された、平成27年度第4回給湯・コージェネレーション設備 SWG に諮り、承認された。

2022年2月改正(Ver.4.1)

- ①発電方式が熱主の場合のみ、4.3.2 発電ユニットの発電量推定時の仮想発電量の算定方法の説明変数を、日積算分担可能電力負荷から日積算給湯負荷に変更した。
- ②現在利用している計算ツール(測定データ判定プログラム、パラメータ抽出プログラム)を利用できるように、E.3.3 発電ユニットの温水暖房排熱利用率の算定の方法を簡略化した。
- ③これらの改正は、2021年10月1日と2021年12月20日に開催された、一般社団法人日本サステナブル建築協会の省エネルギー性能評価方法検討委員会 設備基準 WG 令和3年度第3回及び第4回の給湯・コージェネレーション設備 SWG に諮り、承認された。