「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

【対策効果算定シート】

対策の種類	対策名称	シート番号	対策メニュー名
電化	高効率ヒートポンプ給湯機の導入	C29051	高効率ヒートポンプ給湯機の導入
工程名	給湯	対象設備	ヒートポンプ給湯機
システム／設備区分名	給湯設備		
対策内容	旧型の給湯器や温水ボイラーを省エネルギー性能の優れた高効率ヒートポンプ給湯機に更新することによりエネルギー使用量を低減し、CO_2 排出量を削減する。		

1．計画時の効果算定

効果算定のポイント		① 本算定例は、都市ガスで中圧契約をしている病院を対象とした。 ② 対策実施前の給湯器は都市ガス 13A を燃料とする温水ボイラーとし、都市ガス使用量はガス会社の請求書による。 ③ 温水ボイラーの都市ガス使用実績から最も運転条件の厳しい厳冬期の給湯負荷を算定し、ヒートポンプ給湯機の仕様と台数を決定する。 ④ 季節ごとのガス使用量から求めた給湯負荷実績[千 kWh]をヒートポンプ給湯機の季節ごとの効率で除して季節ごとの電力使用量を推定する。 ⑤ 厳冬期の時間ごとの給湯使用量、供給流量、貯湯量、ヒートポンプ給湯機運転台数のシミュレーションを行い、ヒートポンプ容量に問題ないことを確認する。
対策実施前	活動種別	都市ガス（13A）
	年間活動量	対策実施前の都市ガス使用量 F は表 1 のガス会社の請求書の数値に換算係数を乗じて、標準状態の値に換算した値を用いる。複数の設備で中圧ガスを使用しているため温水ボイラーの都市ガス使用量が分からない場合は、按分等の方法で使用量を推計する。 F＝81.3[千 m^3/年]×0.957[Nm^3/m^3]＝77.8[千 Nm^3/年]（補足説明①） 給湯負荷の算定方法は、後述する。

表 1　季節別都市ガス使用量実績（例）

番号 (n)	季節	ガス会社の請求書 [m^3]	標準状態 [Nm^3]	給湯負荷 [千 kWh]
1	4 月（冬期）	7,139	6,832	61.4
2	5、6 月（中間期）	11,207	10,725	96.5
3	7、8 月（夏期）	9,797	9,376	84.8
4	9、10 月（中間期）	11,186	10,705	96.5
5	11 月（冬期）	7,061	6,757	61.4
6	12 月（着霜期）	8,769	8,392	75.8
7	1、2 月（厳冬期）	17,422	16,673	150.7
8	3 月（着霜期）	8,678	8,305	74.9
計		81,259	77,765	702.0

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

<table>
<tr><td rowspan="3">対策実施前</td><td>年間
活動量</td><td>表 2　対策実施前の給湯器に係わる数値とその根拠
<table>
<tr><th>記号</th><th>項目</th><th>数値</th><th>根拠</th></tr>
<tr><td>F</td><td>対策実施前の都市ガス使用量</td><td>77.8[千 m^3/年]</td><td>ガス会社の請求書</td></tr>
<tr><td>ηw</td><td>温水ボイラー効率</td><td>80[%]</td><td>メーカーの仕様書</td></tr>
<tr><td>HL</td><td>都市ガスの低位発熱量
（補足説明②）</td><td>40.6[GJ/千 Nm^3]</td><td>ガス会社の提供値</td></tr>
<tr><td>Hf</td><td>都市ガスの単位発熱量</td><td>44.2[GJ/千 Nm^3]</td><td>ガス会社の提供値</td></tr>
<tr><td>αf</td><td>都市ガスの CO_2 排出係数</td><td>0.0513[t-CO_2/GJ]</td><td>SHIFT 事業モニタリング報告ガイドライン</td></tr>
<tr><td>he</td><td>熱量換算係数</td><td>0.0036[GJ/kWh]</td><td></td></tr>
<tr><td>J</td><td>水の比熱</td><td>4.19[kJ/(kg･K)]</td><td>代表値</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>エネルギー
使用量</td><td>対策実施前のエネルギー使用量 PE1 は、対策実施前の都市ガス使用量 F（表 2）に都市ガスの単位発熱量 Hf を乗じて下記になる。
PE1＝F×Hf
＝77.8[千 Nm^3/年]×44.2[GJ/千 Nm^3]＝3,439[GJ/年]＝3.44[千 GJ/年]</td></tr>
<tr><td>CO_2
排出量</td><td>対策実施前の CO_2 排出量 C1 は、対策実施前のエネルギー使用量 PE1 に都市ガスの CO_2 排出係数αf を乗じて下記になる。
C1＝PE1×αf
＝3.44[千 GJ/年]×0.0513[t-CO_2/GJ]＝0.176[千 t-CO_2/年]＝176[t-CO_2/年]</td></tr>
<tr><td rowspan="2">実施計画</td><td>活動種別</td><td>系統電力</td></tr>
<tr><td>年間
活動量</td><td>ヒートポンプ給湯機の仕様と台数を決定するための算定を行う。最も運転条件の厳しい厳冬期の日給湯量を算定し、現状の時間別給湯量を把握して時間平均の給湯量とピーク時間給湯量から貯湯槽の容量不足が起きないようなヒートポンプの標準加熱（供給）水量と台数を決定する。なお一般的に給湯量として、冬期の給湯使用量は夏期の 20～30[%]大きくなる傾向にある。

まず、都市ガス使用量の実績値から季節ごとの給湯負荷を算定する。
Qn＝Fn×HL×ηw÷he　（n は季節番号：表 1 及び表 5 参照）
ここで、Qn ：季節 n の給湯負荷 [千 kWh/季節]
Fn ：季節 n の都市ガス使用量 [千 Nm^3/季節]
HL ：都市ガスの低位発熱量 [GJ/千 Nm^3]
ηw ：温水ボイラー効率 [%]
he ：熱量換算係数 [GJ/kWh]
表 1、表 2 の数値を代入して、厳冬期(n＝7)の給湯負荷 Q7 は下記になる。
Q7＝16.7[千 Nm^3/年]×40.6[GJ/千 Nm^3]×80[%]÷0.0036[GJ/kWh]
＝150,671[kWh/季節]=151[千 kWh/季節]

厳冬期の日給湯負荷 Qd を表 3 に示す条件で算定する。
(表 3 参照)</td></tr>
</table>

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

実施計画

年間活動量

Qd＝Q7÷(d7(平日)＋d7(土曜)＋d7(休日))
　＝151[千 kWh/季節]÷(38[日/季節]＋7.2[日/季節]＋7.8[日/季節])
　＝2.85[千 kWh/日]
厳冬期の入水温度を 5[℃]、出湯温度（沸き上げ温度）65[℃]とした場合、日給湯量 QdL は下記になる。
$QdL＝Qd×he×10^6÷\{4.19[kJ/(kg·K)]×(65[℃]－5[℃])\}$
　＝2.85[千 kWh/日]×3,600[kJ/kWh]
　÷{4.19[kJ/(kg·K)]×(65[℃]－5[℃])}
　＝40.8[千 kg/日]＝40.8[千 L/日]

日給湯量 QdL から厳冬期の時間平均給湯量 QhL とピーク給湯量 QphL を算定する。一般にピーク給湯量は時間平均給湯量の 2～3 倍になる。給湯機の仕様や台数はピーク給湯量を賄えるように決定する必要がある。本算定例では 1 日あたりの稼働時間 t を 16[h/日]とし、計測の結果、ピーク係数 P が 2.7 であったとする。
QhL＝QdL÷t＝40.8[千 L/日]÷16[h/日]＝2.55[千 L/h]
QphL＝QhL×P＝2.55[千 L/h]×2.7＝6.89[千 L/h]

以上の算定結果から、表 4 に示す仕様のヒートポンプ給湯機を 4 台設置した場合、厳冬期のピーク貯湯量がゼロになることなく十分に対応できることを、補足説明③に記載の検討で確認した。

次に、実施計画の電力使用量 E を表 5、表 6 に示す数値を使用して算定する。
$E＝\Sigma_n\ En$
$＝\Sigma_n\ Qn÷COPen÷\eta e$
＝249[千 kWh]
ここで、En　　：季節 n の給湯負荷 [千 kWh/季節]
　　COPen　：季節 n の COPe
　　ηe　　：給湯システムの効率 [%]

表 3　厳冬期の日給湯負荷に使用する数値とその根拠

	平日	土曜	休日	根拠
日数[日]	38	8	13	2023 年
給湯使用率[%]	100	90	60	空気調和・衛生工学会便覧
給湯機使用日数（d7）	38	7.2	7.8	日数[日]×給湯使用率[%]

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

実施計画

年間活動量

表 4　ヒートポンプ給湯機の仕様

	厳冬期	着霜期	冬期	中間期	夏期	根拠
標準加熱能力［kW］	53.6	63.1	77.4	81.4	92.3	仕様値
標準消費電力［kW］	21.1	23.3	25.1	20.0	21.6	仕様値
標準加熱水量［L/h］	768	904	1,188	1,457	1,934	注 1
標準入水温度［℃］	5.0	5.0	9.0	17.0	24.0	仕様値
外気温度(DB)［℃］	-7.0	2.0	7.0	16.0	25.0	平均値
修正外気温度(DB)［℃］	-6.2	外気温度最低地区の値				
出湯温度［℃］	65					設定値
COPe	2.5	2.7	3.1	4.1	4.3	注 2

注 1：[標準加熱水量]＝[標準加熱能力]×3,600÷{4.19×([出湯温度]－[標準入水温度])}
注 2：COPe＝[標準加熱能力]÷[標準消費電力]

表 5　期間別給湯負荷と実施計画の電力使用量

番号 (n)	期間	給湯負荷 [千 kWh]	COPe (表 4)	電力使用量 [千 kWh]
1	4 月（冬期）	61.4	3.1	22.0
2	5、6 月（中間期）	96.5	4.1	26.2
3	7、8 月（夏期）	84.8	4.3	21.9
4	9、10 月（中間期）	96.5	4.1	26.2
5	11 月（冬期）	61.4	3.1	21.9
6	12 月（着霜期）	75.8	2.7	31.2
7	1、2 月（厳冬期）	150.7	2.5	68.8
8	3 月（着霜期）	74.9	2.7	30.8
計		702.0		249.0

表 6　実施計画の活動量の算定に使用する数値とその根拠

記号	項目	数値	根拠
ηe	給湯システムの効率	90[%]	納入仕様書
He	電力の一次エネルギー換算係数	8.64[GJ/千 kWh]	省エネ法施行規則（経産省 2024.4.1 施行）
αe	電力の CO_2 排出係数	0.000 436[t-CO_2/kWh]	SHIFT 事業モニタリング報告ガイドライン Ver.4.1

エネルギー使用量

実施計画のエネルギー使用量 PE2 は、実施計画の年間電力使用量 E（表 5　電力使用量合計値）に、電力の一次エネルギー換算係数 He を乗じて下記になる。
PE2＝E×He

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

		＝249[千 kWh/年]× 8.64[GJ/千 kWh]＝ 2,150[GJ/年] ＝ 2.15[千 GJ/年]
	CO_2 排出量	実施計画の CO_2 排出量 C2 は、実施計画の電力使用量 E に電力の CO_2 排出係数αe を乗じた値を加えて下記になる。 C2＝E×αe ＝249[千 kWh/年]×0.000 436[t-CO_2/kWh]＝0. 109[千 t-CO_2/年] ＝ 109[t-CO_2/年]
実施計画の エネルギー削減量		対策実施前と実施計画のエネルギー使用量の差異より下記になる。 PE1－PE2＝3.44[千 GJ/年]－ 2.15[千 GJ/年]＝ 1.29[GJ/年]
実施計画の CO_2 削減量		対策実施前と実施計画の CO_2 排出量の差異より下記になる。 C1－C2＝176[t-CO_2/年]－ 109[t-CO_2/年]＝ 67[t-CO_2/年]
補足説明		① 都市ガス使用量 燃料が都市ガスの場合に、ガスメーターの値（ガス会社の請求書、単位：[m^3]）から得られた都市ガス使用量は、換算係数を乗じて標準状態での値（単位：[Nm^3]）に換算する必要がある。 換算係数（東京ガスの例） 中圧（工場、商業ビル等）：0.957[Nm^3/m^3] 低圧（一般家庭等）：0.967[Nm^3/m^3] ② 低位発熱量 仕様書で示されるボイラー効率は低位発熱量基準なので、式(2)の計算には低位発熱量を用いる。 ③ 時刻別給湯使用量/供給量/貯湯槽容量/ヒートポンプ運転台数 時間平均給湯使用量 QhL とピーク給湯量 QphL からヒートポンプの台数を決定したら、表 7 のような試算表を作成してヒートポンプ容量に問題ないことを確認する。表 7 で試算したピーク給湯使用量 6,936[L/h]は QphL とほぼ一致している。 参考に、図 1 に表 7 から得られる厳冬期の病院の給湯使用量、供給量、貯湯槽容量の一日の変化（給湯熱バランス）を示す。比較として夏期のホテルの試算例を図 2 に示す。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

補足説明

表 7　厳冬期の病院の時刻別給湯使用量、供給量、貯湯槽容量の試算結果

時刻	給湯負荷率 [%] （注 3）	給湯使用量 [L/h] （注 4）	供給流量 [L/h] （注 5）	貯湯量 [L] （注 6）	運転台数 [台]	備考
0 時	0	0	0	0	0	
1 時	0	0	0	0	0	
2 時	0	0	0	0	0	
3 時	0	0	0	0	0	
4 時	0	0	768	768	1	運転開始
5 時	0	0	1,536	2,304	2	
6 時	0.61	249	2,304	4,359	3	
7 時	3.22	1,314	2,304	5,349	3	
8 時	3.06	1,248	2,304	6,405	3	
9 時	4.13	1,685	2,304	7,024	3	
10 時	8.58	3,501	3,072	6,595	4	
11 時	10.41	4,247	3,072	5,420	4	
12 時	6.28	2,562	3,072	5,930	4	
13 時	17.00	6,936	3,072	2,066	4	ピーク
14 時	5.36	2,187	3,072	2,951	4	
15 時	12.10	4,937	3,072	1,086	4	注 7
16 時	5.82	2,375	2,304	1,015	3	
17 時	4.13	1,685	2,304	1,634	3	
18 時	3.22	1,314	2,304	2,624	3	
19 時	5.97	2,436	2,304	2,492	3	
20 時	6.89	2,811	1,536	1,217	2	
21 時	3.22	1,314	768	671	1	運転終了
22 時	0	0	0	0	0	
23 時	0	0	0	0	0	
24 時	0	0	0	0	0	
計	100[%]	40,801 [L/日]	41,472 [L/日]		54 [台/日]	

注 3：時間給湯使用量は給湯ボイラー付属の積算入水計により時刻ごとの集計をするのが一般的であるが、この例では総合病院の冬期日給湯量から負荷率を算定した。（『空気調和衛生工学会便覧』を基に作成）

注 4：[給湯使用量]＝[給湯負荷率]×[日給湯量]
（日給湯量 QdL は対策実施前の算定値である 40.8[千 L/日]とした。）

注 5：[供給流量]＝[標準加熱水量]×[運転台数]　（標準加熱水量は補足説明③より 768[L/h]。）

注 6：[貯湯量]＝[前の時刻の貯湯量]－[給湯使用量]＋[供給水量]　（貯湯槽容量は 8,000[L]とした。）
貯湯槽はサーモスタット運転により運転時容量を常に満たすように制御する。

注 7：水治療などがない時は 15 時のピークはない。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

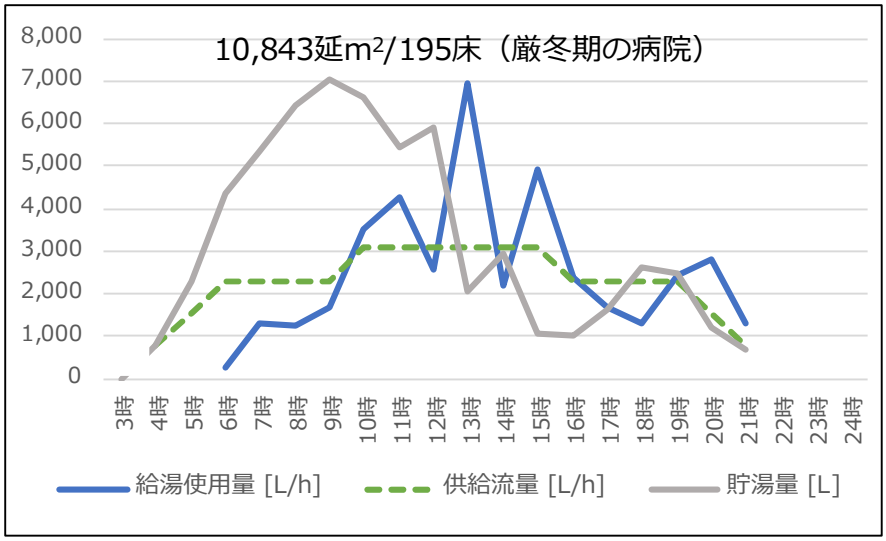
<table>
<tr><td>補足説明</td><td>


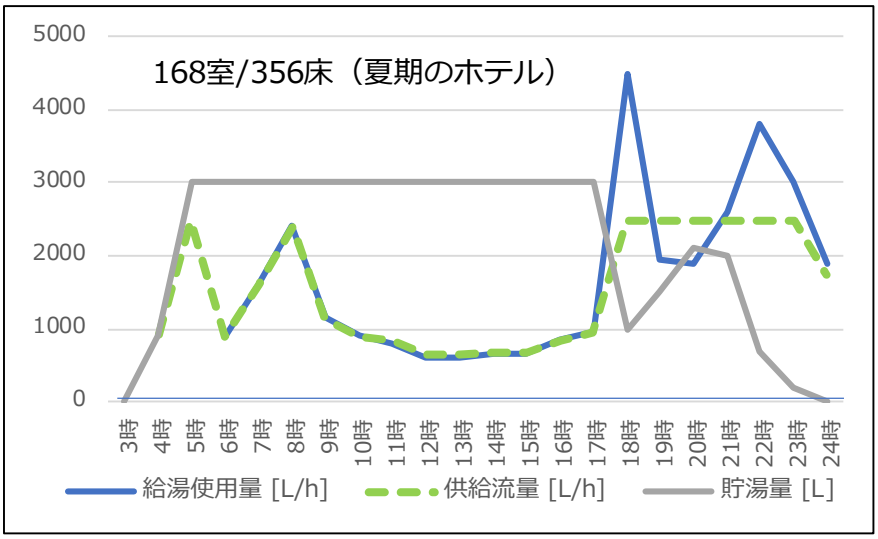
図１　厳冬期の病院の給湯使用量、供給量、貯湯量の一日の変化


図２　夏期のホテルの給湯使用量、供給量、貯湯量の一日の変化
</td></tr>
<tr><td>留意事項</td><td>① 図２のような給湯需要の少ない時期、時間帯には、貯湯量が足りていてヒートポンプ給湯機が計画通りには長時間稼働できず、熱供給量を過大評価する場合がある。これを防ぐには、厳冬期だけでなく給湯需要の少ない時期、時間帯に対する給湯熱バランスも確認する必要がある。
② 老朽化した給湯機（温水ボイラー）の仕様書に記載のボイラー効率を用いて給湯負荷を算定すると、実際よりも大きな値になるので注意が必要である。③ 推定による数値を用いる場合には、必ず根拠を明確にすること。
④ 数値は参考値なので、実際に即して適宜変更すること。
⑤ CO_2 排出係数など係数の値は、最新のものを確認して使用すること。</td></tr>
<tr><td>備考</td><td>① 複数のヒートポンプ給湯機を台数制御するか、用途別に振り分けるかを判断すること。</td></tr>
</table>

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

2．対策実施後の効果算定

対策実施前	活動種別	系統電力
	エネルギー使用量	計画時の効果算定で得た対策実施前のエネルギー使用量 PE1。 PE1＝3.44[千 GJ/年]
	CO_2 排出量	計画時の効果算定で得た対策実施前の CO_2 排出量 C1。 C1＝176[t-CO_2/年]
対策実施後	活動種別	系統電力
	年間活動量	① 実測により、ヒートポンプ給湯機の年間電力使用量を算定する。 ② 対策実施前に算定した実施計画の電力使用量 E2 と比較し、大きな差異がないことを確認する。 年間電力使用量：255[千 kWh]
	エネルギー使用量	対策実施後のヒートポンプ給湯機の電力使用量に電力の一次エネルギー換算係数 He を乗じた値を加えて対策実施後のエネルギー使用量の実績値 PE3 を求める。 PE3＝255[千 kWh]× 8.64[GJ/千 kWh]＝ 2,203[GJ/年]＝ 2.20[千 GJ/年]
	CO_2 排出量	対策実施後の年間電力使用量に電力の CO_2 排出係数αe を乗じて対策実施後の CO_2 排出量の実績値 C3 を求める。 C3＝255[千 kWh]×0.000 436[t-CO_2/kWh]＝0. 111[千 t-CO_2/年] ＝ 111[t-CO_2/年]
対策実施後のエネルギー削減量		対策実施前と対策実施後のエネルギー使用量の差異より下記になる。 PE1－PE3＝3.44[千 GJ/年]－ 2.20[千 GJ/年]＝ 1.24[千 GJ/年]
対策実施後の CO_2 削減量		対策実施前と対策実施後の CO_2 排出量の差異より下記になる。 C1－C3＝176[t-CO_2/年]－ 111[t-CO_2/年]＝ 65[t-CO_2/年]
留意事項		
備考		① 複数のヒートポンプ給湯機を台数制御する場合には、ローテーション運転基準を作成する。

3．対策効果の検証・有効性評価

効果検証と有効性評価の手順	① 対策実施前（診断・計画時）に算定した CO_2 削減量と対策実施後（報告時）に算定した CO_2 削減量を比較する。 ② 対策によって、他のシステムの CO_2 排出量に与える影響があれば調査する。 ③ ①、②を総合的に判断して、対策の有効性を評価する。