「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
運用改善	ボイラーの運転圧力調整	C12113	ボイラーの運転圧力調整
工程名	原料加熱	対象設備	ボイラー
システム／設備区分名	蒸気システム		
対策内容	蒸気ボイラーの運転蒸気圧力を下げると、加熱に利用する潜熱の割合が増加し、必要蒸気量が減るので、燃料使用量が低減し、CO_2 排出量を削減できる。		

１．計画時の効果算定

効果算定のポイント		① 燃料は都市ガス 13A とする。 ② 燃料使用量は使用実績記録や購入量記録によるのが適切だが、記録がなく計算によった算定例を示す。 ③ 乾き度 100%の飽和蒸気で、回収ドレインの熱利用がないとして算定する。 ③ 本シートは、蒸気ボイラーの運転蒸気圧力を 0.8[MPa-G]から 0.6[MPa-G]に下げる対策の効果算定手順例を示す。
対策実施前	活動種別	都市ガス（13A）
	年間活動量	購入記録等から、当該ボイラーの都市ガスの使用実績を求める。都市ガスを使用している設備が複数ある等の理由から、当該ボイラーの都市ガス使用量が求められない場合には、以下の手順により、供給水の比エンタルピー、出口蒸気圧力における飽和蒸気と飽和水の比エンタルピー、給水量、低位発熱量、ボイラー効率、運転時間等から計算する。 $F1=(h''1-h'0)\times W\div HL\div\eta\times t$ (1) ここで、F1 ：対策実施前の都市ガスの年間使用量 [千 Nm^3/年] h″1 ：飽和蒸気の比エンタルピー [kJ/kg] h′0 ：給水の比エンタルピー [kJ/kg] W ：給水量 [kg/h] HL ：都市ガスの低位発熱量 [GJ/千 Nm^3] （補足説明①） η ：ボイラー効率 [%] t ：年間運転時間 [h/年] 表 1 の数値を式(1)に代入して、対策実施前の都市ガス使用量を求める。 $F1=(2,772.2[kJ/kg]-104.93[kJ/kg])\times 2,500[kg/h]\div 40.6[GJ/千\ Nm^3]$ $\div 0.88\times 2,340[h/年]\times 10^{-3}=436,731[Nm^3/年]$ $=437[千\ Nm^3/年]$

「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 1　対策実施前の都市ガス使用量の算定に使用する数値とその根拠

記号	項目	数値	根拠
	給水温度	25[℃]	計測値
P1	対策実施前の蒸気圧力	0.8[MPa-G]	設定値
h″1	対策実施前の飽和蒸気の比エンタルピー	2,772.2[kJ/kg]	蒸気表(0.8[MPa-G])
h'1	対策実施前の飽和水の比エンタルピー	742.9[kJ/kg]	蒸気表(0.8[MPa-G])
h'0	給水の比エンタルピー	104.93[kJ/kg]	蒸気表(25[℃])
W	給水量	2,500[kg/h]	計測値
η	ボイラー効率	88[%]	仕様書
t	年間運転時間	2,340[h/年]	運転日誌等
HL	都市ガスの低位発熱量（補足説明①）	40.6[GJ/千 Nm^3]	ガス会社の提供値
H	都市ガスの単位発熱量	44.2[GJ/千 Nm^3]	同上
α	都市ガスの CO_2 排出係数	0.0513[t-CO_2/GJ]	SHIFT 事業モニタリング報告ガイドライン

</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 F1 に都市ガスの単位発熱量 H を乗じて下記になる。
PE1＝F1×H
＝437[千 Nm^3/年]×44.2[GJ/千 Nm^3]＝19,315[GJ/年]＝19.3[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、対策前のエネルギー使用量 PE1 に都市ガスの CO_2 排出係数αを乗じて下記になる。
C1＝PE1×α
＝19.3[千 GJ/年]×0.0513[t-CO_2/GJ]＝0.990[千 t-CO_2/年]＝990[t-CO_2/年]</td></tr>
<tr><td rowspan="2">実施計画</td><td>活動種別</td><td>都市ガス（13A）</td></tr>
<tr><td>年間
活動量</td><td>実施計画の年間都市ガス使用量 F2 を算定する。算定には表 2 に示す数値例を使用する。
F2＝F1×(1－r)　　(2)
ここで、F1　：実施計画の都市ガス使用量 [千 Nm^3/年]
r　：燃料削減率 [%]
蒸気圧力を 0.80[MPa-G]から 0.60[MPa-G]に低下させたときの燃料削減率 r は、補足説明②から 2.1[%]が得られるので、実施計画の都市ガス使用量を求める。
F2＝437[千 Nm^3/年]×(1－0.021)＝428[千 Nm^3/年]</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）

<table>
<tr><td rowspan="3">実施計画</td><td>年間
活動量</td><td>

表 2　実施計画の都市ガス使用量の算定に使用する数値とその根拠

<table>
<tr><th>記号</th><th>項目</th><th>数値</th><th>根拠</th></tr>
<tr><td>P2</td><td>実施計画の蒸気圧力</td><td>0.6[MPa-G]</td><td>目標値</td></tr>
<tr><td>h"2</td><td>実施計画の飽和蒸気の比エンタルピー</td><td>2,762.1[kJ/kg]</td><td>蒸気表(0.6[MPa-G])</td></tr>
<tr><td>h'2</td><td>実施計画の飽和水の比エンタルピー</td><td>697.4[kJ/kg]</td><td>蒸気表(0.6[MPa-G])</td></tr>
<tr><td>r</td><td>燃料削減率</td><td>2.1[%]</td><td>補足説明②</td></tr>
</table>

</td></tr>
<tr><td>エネルギー
使用量</td><td>実施計画のエネルギー使用量 PE2 は、実施計画の都市ガス使用量 F2 に都市ガスの単位発熱量 H を乗じて下記になる。
PE2＝F2×H
＝428[千 Nm^3/年]×44.2[GJ/千 Nm^3]＝18,918[GJ/年]＝18.9[千 GJ/年]</td></tr>
<tr><td>CO_2
排出量</td><td>実施計画の CO_2 排出量 C2 は、実施計画のエネルギー使用量 PE2 に都市ガスの CO_2 排出係数αを乗じて下記になる。
C2＝PE2×α
＝18.9[千 GJ/年]×0.0513[t-CO_2/GJ]＝0.970[千 t-CO_2/年]＝970[t-CO_2/年]</td></tr>
<tr><td colspan="2">実施計画の
エネルギー削減量</td><td>対策実施前と実施計画のエネルギー使用量の差より下記になる。
PE1－PE2＝19.3[千 GJ/年]－18.9[千 GJ/年]＝0.4[千 GJ/年]</td></tr>
<tr><td colspan="2">実施計画の
CO_2 削減量</td><td>対策実施前と実施計画の CO_2 排出量の差より下記になる。
C1－C2＝990[t-CO_2/年]－970[t-CO_2/年]＝20[t-CO_2/年]</td></tr>
<tr><td colspan="2">補足説明</td><td>① 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(1)の計算には低位発熱量を用いる。

② 燃料削減率
利用する熱は蒸気の潜熱であり、対策実施前と実施計画で利用する熱量は変わらないとして算定する。対策実施前の潜熱Δh1 と実施計画の潜熱Δh2 は下記になる。
Δh1＝h”1－h'1＝2,772.2[kJ/kg]－742.9[kJ/kg]＝2,029.3[kJ/kg]
Δh2＝h”2－h'2＝2,762.1[kJ/kg]－697.4[kJ/kg]＝2,064.7[kJ/kg]
以上のように実施計画は対策実施前より潜熱が増えるので、実施計画の必要給水量は対策実施前の給水量のΔh1÷Δh2 倍になる。
必要熱量は給水量に飽和蒸気の比エンタルピーと給水の比エンタルピーの差を乗じて得られるので、必要熱量の削減率、すなわち燃料削減率 r は下記になる。
r＝1－(Δh1÷Δh2)×(h"2－h’0)÷(h"1－h’0)
＝1－(2,029.3[kJ/kg]÷2,064.7[kJ/kg])×(2,762.1[kJ/kg]－104.93[kJ/kg])
÷(2,772.2[kJ/kg]－104.93[kJ/kg])
＝0.021</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）

留意事項	① 回収ドレインを熱利用する場合は、さらに CO_2 削減効果が期待できる。 ② この算定方法は、過熱蒸気を利用する場合は適用できない。 ③ 対策実施前のボイラーの運転状況（起動停止、運転時間、負荷変動等）を元に、実測によって計算条件の妥当性を確認すること。 ④ 都市ガスの使用量を購入実績値（単位：[m^3]）とする場合には、標準状態での値（単位：[N/m^3]）に換算すること。 ⑤ 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。 ⑥ 数値は参考値なので、実際に即して適宜変更すること。 ⑦ 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。 ⑧ 対策実施前の給水温度や給水量のように、実測データを使用する際は、実測に使用した計測機器の名称・型式及び精度等を示し、精度管理されていることを説明する必要がある。 （記載例） 給水温度の測定に使用した計測器の仕様は、以下の通りである。 メーカー名　：〇〇精機 型式型番　：PA-123 計測精度　：±〇 [%] 精度管理方法　：毎年〇月に〇〇計器にて校正
備考	① 対象ボイラーの最低蒸気圧力を確認すること。 ② 蒸気圧を下げても、加熱用途側の負荷変動等による問題が生じないことを確認すること。 ③ 蒸気圧を下げると、配管からの蒸気漏れを抑えることができる。

２．対策実施後の効果算定

対策実施前	活動種別	都市ガス（13A）
	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＝19.3[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＝990[t-CO_2/年]
対策実施後	活動種別	都市ガス（13A）
	年間活動量	① ガス会社の請求書から対策後のボイラーに使用された都市ガス量を案分して得られた値 445[千 m^3/年]を、換算係数を乗じて標準状態の値に換算する。 （補足説明①） ② 対策実施前に算定した実施計画の都市ガス使用量 F2 と比較し、大きな差異がないことを確認する。 年間都市ガス使用量：445[千 m^3/年]×0.957[Nm^3/m^3]＝426[千 Nm^3/年]
	エネルギー使用量	対策実施後の年間都市ガス使用量に都市ガスの単位発熱量 H を乗じ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＝426[千 Nm^3/年]×44.2[GJ/千 Nm^3]＝18,829[GJ/年]＝18.8[千 GJ/年]

「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）

	CO_2 排出量	対策実施後のエネルギー使用量 PE3 に都市ガスの CO_2 排出係数α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＝18.8[千 GJ/年]×0.0513[t-CO_2/GJ]＝0.964[千 t-CO_2/年]＝964[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より下記になる。 PE1－PE3＝19.3[千 GJ/年]－18.8[千 GJ/年]＝0.5[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 排出量の差より下記になる。 C1－C3＝990[t-CO_2/年]－964[t-CO_2/年]＝26[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]
留意事項		
備考		① 加熱用途側に負荷変動が生じても、問題がないことを確認すること。

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。