「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
設備導入	ガスコージェネレーションシステムの導入	C30031	高効率ガスコージェネレーションシステムの導入
工程名	発電	対象設備	ガスコージェネレーション設備
システム／設備区分名	発電設備		
対策内容	ガスエンジン・コージェネレーションの導入により、排熱を利用して蒸気や温水を供給するとともに、発電した電力を商用電力と連系して使用する。ボイラーなどの従来機器の燃料使用量と購入電力量を低減することで CO_2 排出量を削減する。		

１．実施計画時の効果算定

効果算定のポイント

① ガスエンジン・コージェネレーション（以後、コージェネという）の CO_2 削減効果は、既設ボイラーと購入電力による CO_2 排出量をコージェネレーション設備導入後の CO_2 排出量と比較することにより算定する。設備構成を図 1 に示す。

② 本シートは、エンジンジャケットより発生する排熱を既設ボイラーの給水予熱に利用し、煙道より発生する排熱を蒸気として回収する場合について、コージェネの効果算定手順例を示す。

③ 既設ボイラーの燃料削減量は、【コージェネの排熱回収量】÷【ボイラー効率】により算定する。

④ 系統電力の削減量はコージェネの正味の発電電力量（発電電力量からコージェネ自身の消費電力量を差し引いた電力量）と同量とする。コージェネの発電電力効率および総合効率は設備仕様値とする。

⑤ 事業所には常にコージェネの熱回収量を上回る熱需要と発電電力を上回る電力需要があり、回収した熱と発電電力を全量自家消費できるものとする。

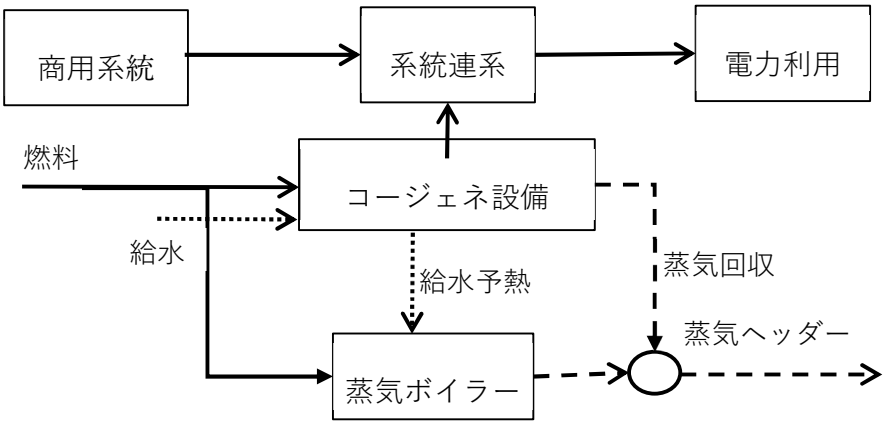


図１ コージェネシステム系統図

「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）

対策実施前

活動種別	都市ガス、電力
年間活動量	対策実施前の年間都市ガス使用量 F1 は、表 1 より下記になる。 F1＝225[千 Nm^3/年] 対策実施前の年間電力使用量 E1 は、表 1 より下記になる。 E1＝995[千 kWh/年]
エネルギー使用量	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 Hf を乗じて得られる対策実施前の都市ガスのエネルギー使用量 PEf1 と、対策実施前の電力使用量 E1 に電力の一次エネルギー換算係数 He を乗じて得られる対策実施前の電力のエネルギー使用量 PEe1 を合算して下記になる。 PEf1＝F1×Hf ＝225[千 Nm^3/年]×44.2[GJ/千 Nm^3]＝9,945[GJ/年]＝9.95[千 GJ/年] PEe1＝E1×He ＝995[千 kWh/年]× 8.64[GJ/千 kWh]＝ 8,597[GJ/年]＝ 8.60[千 GJ/年] PE1＝PEf1＋PEe1 ＝9.95[千 GJ/年]＋ 8.60[千 GJ/年]＝ 18.6 [千 GJ/年]
CO_2 排出量	対策実施前の CO_2 排出量 C1 は、対策実施前の都市ガスのエネルギー使用量 PEf1 に都市ガスの CO_2 排出係数αf を乗じ、対策実施前の電力使用量 E1 に電力の CO_2 排出係数αe を乗じ、それぞれを合算して下記になる。 C1＝PEf1×αf＋E1×αe ＝9.95[千 GJ/年]×0.0513[t-CO_2/GJ]＋995[千 kWh/年]×0.000 436[t-CO_2/kWh] ＝0. 944[千 t-CO_2/年]＝ 944[t-CO_2/年]

表 1　対策実施前の算定に使用する数値とその根拠

記号	項目	数値	根拠
F1	対策実施前の都市ガス使用量	225[千 Nm^3/年]	ガス会社の請求書
E1	対策実施前の電力使用量	995[千 kWh/年]	電力会社の請求書
η1	既設ボイラーの熱効率	92.9[%]	仕様書
Hf	都市ガスの単位発熱量	44.2[GJ/千 Nm^3]	ガス会社の提供値
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）
αf	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
αe	電力の CO_2 排出係数	0.000 436[t-CO_2/kWh]	同上

「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）

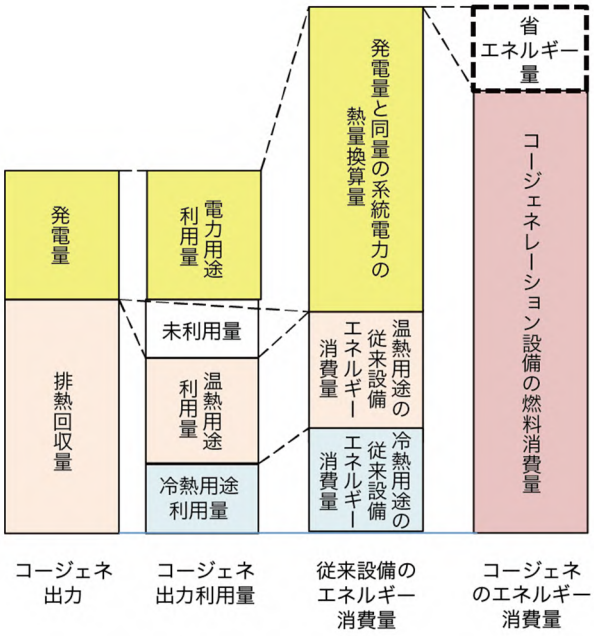
実施計画	活動種別	都市ガス、電力
	年間活動量	実施計画の都市ガス使用量 F2 を算定する。算定には表 1、表 2 に示す数値例を使用する。 F2＝F1＋Fc－ΔF　(1) ここで、Fc ：コージェネ機器の年間都市ガス使用量 [千 Nm^3/年] ΔF ：排熱回収による既設ボイラーの都市ガス削減量 [千 Nm^3/年] Fc は下記になる。 Fc＝Pf×N×t　(2) ここで、Pf ：コージェネ機器の都市ガス消費率 [Nm^3/h/台] N ：導入台数 [台] t ：年間運転時間 [h] 表 2 の数値を式(2)に代入して、Fc を求める。 Fc＝9.3[Nm^3/h/台]×2[台]×3,900[h/年]＝72,540[Nm^3/年] ＝72.5[千 Nm^3/年] ΔF は下記になる。 ΔF＝Q÷η1÷HL ＝[Fc×{(η2－ηe)×HL}]÷η1÷HL ＝Fc×(η2－ηe)÷η1　(3) ここで、Q ：排熱回収量 [GJ/年]（Q＝Fc×{(η2－ηe) ×HL}） η1 ：既設ボイラーの熱効率 [%] η2 ：コージェネ機器の総合効率 [%] ηe ：コージェネ機器の発電効率 [%] HL ：都市ガスの低位発熱量 [GJ/千 Nm^3] 表 1、2 の数値を式(3)に代入して、ΔF を求める。 ΔF＝72.5[千 Nm^3/年]×(87[%]－33.5[%])÷92.9[%]＝41.8[千 Nm^3/年] 都市ガス使用量 F2 は下記になる。 F2＝225[千 Nm^3/年]＋72.5[千 Nm^3/年]－41.8[千 Nm^3/年] ＝256[千 Nm^3/年] コージェネの正味発電電力量 Ec と実施計画の電力使用量 E2 を算定する。算定には表 1、2 に示す数値例を使用する。 Ec＝(Pe－Pc)×N×t E2＝E1－Ec ＝E1－(Pe－Pc)×N×t　(4) ここで、Ec：コージェネ機器の正味の発電量[kWh/年] Pe：コージェネ機器の定格発電出力 [kW/台] Pc：コージェネ機器の消費電力 [kW/台]

「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 の数値を式(4)に代入して、Ec と E2 を求める。
Ec=(35[kW/台]－0.79[kW/台])×2[台]×3,900[h/年]= 267[千 kWh/年]
E2＝E1－Ec
＝995[千 kWh/年]－267[千 kWh/年]
＝728[千 kWh/年]

表 2　実施計画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>HL</td><td>都市ガスの低位発熱量</td><td>40.6[GJ/千 Nm^3]</td><td>ガス会社の提供値</td></tr>
<tr><td>Pf</td><td>コージェネ機器の
都市ガス消費率</td><td>9.3[Nm^3/h/台]</td><td>設備仕様</td></tr>
<tr><td>Pe</td><td>コージェネ機器の
定格発電出力</td><td>35[kW/台]</td><td>設備仕様</td></tr>
<tr><td>Pc</td><td>コージェネ機器の消費電力</td><td>0.79 [kW/台]</td><td>設備仕様</td></tr>
<tr><td>η2</td><td>コージェネ機器の総合効率</td><td>87.0[%]</td><td>設備仕様</td></tr>
<tr><td>ηe</td><td>コージェネ機器の発電効率</td><td>33.5[%]</td><td>設備仕様</td></tr>
<tr><td>N</td><td>導入台数</td><td>2[台]</td><td></td></tr>
<tr><td>t</td><td>年間運転時間</td><td>3,900[h/年]</td><td>13[h/日]×300[日/年]</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 Hf を乗じて得られる実施計画の都市ガスのエネルギー使用量 PEf2 と、実施計画の電力使用量 E2 に電力の一次エネルギー換算係数 He を乗じて得られる実施計画の電力のエネルギー使用量 PEe2 を合算して下記になる。
PEf2＝F2×Hf
＝256[千 Nm^3/年]×44.2[GJ/千 Nm^3]＝11,315[GJ/年]＝11.3[千 GJ/年]
PEe2＝E2×He
＝728[千 kWh/年]× 8.64[GJ/千 kWh]＝ 6,290[GJ/年]＝ 6.29[千 GJ/年]
PE2＝PEf1＋PEe1
＝11.3[千 GJ/年]＋ 6.29[千 GJ/年]＝ 17.6[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、実施計画の都市ガスのエネルギー使用量 PEf2 に都市ガスの CO_2 排出係数αf を乗じ、実施計画の電力使用量 E2 に電力の CO_2 排出係数αe を乗じ、それぞれを合算して下記になる。
C2＝PEf2×αf＋E2×αe
＝11.3[千 GJ/年]×0.0513[t-CO_2/GJ]
＋728[千 kWh/年]×0.000 436[t-CO_2/kWh]
＝0. 897[千 t-CO_2/年]＝ 897[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異より下記になる。
PE1－PE2＝ 18.6 [千 GJ/年]－ 17.6[千 GJ/年]＝ 1.0 [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 排出量の差異より下記になる。
C1－C2＝ 944[t-CO_2/年]－ 897[t-CO_2/年]＝ 47[t-CO_2/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）

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]）から得られた燃料使用量は、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 コージェネレーションの省エネルギーの考え方 コージェネでの回収熱量の一部が未回収のまま廃棄（左から２番目棒グラフ）されたとしても、右側２つの棒グラフに示される一次エネルギー評価では、左側従来システムに対して、右側コージェネシステムの優位性が「省エネルギー量」に示される。  **図２　コージェネレーションの省エネルギーの考え方**
留意事項	① コージェネ設備の熱回収は温水で行ない、標準的な温水出口温度は 80[℃]まで（最高で 88[℃]）である。熱回収量が事業所の熱需要を上回る時がある場合は、実際に利用された回収排熱量に基づいてコージェネ設備の総合効率（排熱回収効率）を設定する。 ② 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。
備考	① 都市ガスを燃料とするコージェネレーションは排ガス中の大気汚染物質が少ないため、環境規制が厳しい都市部、エネルギー消費量が大きい建物、工場などで普及が進んでいる。業務部門用のシステムとしてはガスエンジンを用いるシステム、燃料電池を用いるシステム、ガスタービンを用いるシステムなどがある。産業部門用にはガスタービンを用いるシステムがある。

「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	都市ガス、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＝ 18.6[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＝ 944[t-CO_2/年]
対策実施後	活動種別	都市ガス、電力
	年間活動量	① ガス会社と電気会社の請求書から年間使用量を得るが、コージェネ設備の正味の発電量（コージェネ設備の消費電力量を差し引いた後の発電電力量）は実測により把握する。 ② 対策実施前に算定した実施計画の年間都市ガス使用量 F2 および年間電力使用量 E2 と比較し、大きな差異がないことを確認する。 年間都市ガス使用量 ：250[千 Nm^3/年] 年間電力使用量 ：720[千 kWh/年] コージェネ設備の正味発電量 ：251[千 kWh/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 Hf を乗じて得られる対策実施後の都市ガスのエネルギー使用量の実績値 PEf3 と、対策実施後の電力使用量 E2 に電力の一次エネルギー換算係数 He を乗じて得られる対策実施後の電力のエネルギー使用量 PEe3 を合算し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＝250[千 Nm^3/年]×44.2[GJ/千 Nm^3]＋720[千 kWh/年]× 8.64[GJ/千 kWh] ＝11.1[千 GJ/年]＋ 6.22[千 GJ/年]＝ 17.3[千 GJ/年]
	CO_2 排出量	対策実施後の都市ガスのエネルギー使用量 PEf3 に都市ガスの CO_2 排出係数αf を乗じ、対策実施後の電力使用量に電力の CO_2 排出係数αe を乗じ、それぞれを合算して CO_2 排出量の実績値 C3 を求める。 C3＝11.1[千 GJ/年]×0.0513[t-CO_2/GJ] ＋720[千 kWh/年]×0.000 436[t-CO_2/kWh] ＝0. 883[千 t-CO_2/年]＝ 883[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＝ 18.6 [千 GJ/年]－ 17.3[千 GJ/年]＝ 1.3 [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＝ 944[t-CO_2/年]－ 883[t-CO_2/年]＝ 61[t-CO_2/年]
留意事項		① 算定範囲の確定や活動量の計量方法については、「SHIFT 事業モニタリング報告ガイドライン」（環境省）による。
備考		① コージェネ機器の発電出力と廃熱回収利用量を維持するために、定期的な保守点検の基準を作成し、実施すること。 ② 必要に応じて、専門業者に運転と保守点検を委託しても良い。

「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）

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に算定した CO_2 削減量を都市ガス削減と購入電力の削減に分けて比較する。 ② 熱需要、電力需要の季節変化を考慮するため、各季節（夏期、冬期、中間期）で計測を行うことが望ましい。 ③ コージェネ設備の稼働前提は、今回事例では運転時フル稼働、年間運転時間が3,900[h]（＝13[h/日]×300[日/年]）であるが、実態に応じて評価する。 ④ 電力デマンド（最大需要電力）、エネルギーセキュリティー性の向上効果も大きいので定量的、定性的な評価が望まれる。