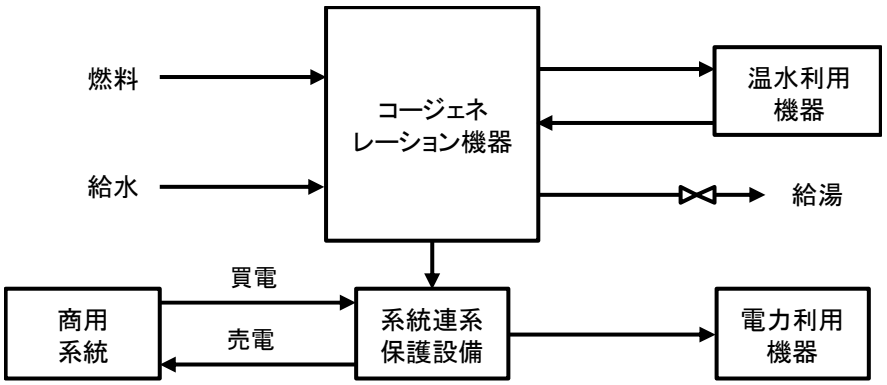
「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

概要シート

対策名	300311　高効率ガスコージェネレーションシステムの導入
対策タイプ	設備導入
対象業種	産業用　業務用
分類	発電設備
内容・目的	コージェネレーションは、発電の際に系外に捨てられていた熱機関からの排熱を回収し、有効利用するエネルギーのカスケード利用システムである。排熱を回収して利用できれば、小規模システムであってもその総合熱効率を 80%程度にすることができる。排熱を利用して蒸気や温水を供給することにより、ボイラーなど従来機器で消費する燃料を削減することができる。 発電した電力は商用電力と連系して使用することにより、電力デマンド（最大需要電力）を削減することができる。 ただし、コージェネレーションが十分に効果を発揮するためには、電気需要に対応した熱エネルギー需要が必要となる。
対策の概要	コージェネレーションシステムとは、熱源より電力と熱を生産し供給するシステムの総称である。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。 1．機器構成および利用形態 ・発生した電力は商用系統と連系し供給される。また、分散型・グリーン売電市場を介して 1000kW 未満の小規模設備であっても売電可能である（2012 年から）。 ・熱交換器や排熱ボイラーで回収された排熱は、プロセス利用（蒸気）や排熱利用吸収式冷凍機の熱源として利用するほか、暖房・給湯に利用される。  図1．コージェネレーションの機器構成例

「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）

概要シート

2．各種ガスコージェネレーションシステムの特徴 [1] [2]

種類	ガスエンジン	ガスタービン	燃料電池
特徴	・電力需要の割合が高い業務用用途に適用される。一日の需要の変化に合わせた起動停止（DSS）運転が行われる。 ・排熱は温水、蒸気として回収される。	・比較的大きな熱需要を伴い、発電容量がMW クラスの場合に適用される。 ・排熱は排ガスボイラーにより蒸気として回収される。	・原動機を用いるシステムより騒音や振動が少ない。 ・固体高分子形(PEFC)は作動温度が低い（約 90℃）。 ・固体酸化物形（SOFC）は作動温度が高い（700～1000℃）。
燃料	都市ガス、LPG、バイオガス	都市ガス、LPG、灯油、軽油	都市ガス、LPG
発電効率（%）	近年高効率化が進み200kW 級で 35%、10MW 級で 49%の発電効率（低位発熱量）を達成。	20～35%	・PEFC は 30～37%。 ・SOFC は 40～50%。
総合効率（%）	200kW 級で 76%、10MW 級で 84%	60～50%	87～94%
対象分野	家庭、業務建物、産業用	産業用プラント、地域熱供給	・PEFC は家庭用、自動車 ・SOFC は工場・業務用、家庭用

3．省エネルギー性および CO_2 削減効果 [3]

ガスコージェネレーションの省エネルギー性および CO_2 削減効果は、実際に利用された年間排熱量および年間発電量と等しい熱量、および電力量を従来の設備（冷熱用途は従来の吸収式冷温水機、温熱用途は従来のボイラー、電力用途は系統電力の購入、等）で個別に供給することを想定し、その場合に発生するエネルギー消費量および CO_2 排出量を、コージェネレーション設備の年間燃料消費量および年間 CO_2 排出量と比較することにより算定する。詳細は補足説明を参照のこと。

補足説明

1．コージェネレーションの省エネルギー性の考え方

以下の式により、従来型設備のエネルギー消費量を求めてコージェネレーション設備の燃料消費量と比較する。なお、電気需要に対応した熱エネルギー需要が十分無いと回収排熱を全量利用することができず未利用分が発生する。

・温熱用途の従来設備エネルギー消費量＝

温熱用途に利用された回収排熱量÷従来型ボイラーの効率

「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）

概要シート

・冷熱用途の従来設備エネルギー消費量＝
　　冷熱用途に利用された回収排熱量÷従来型吸収式冷温水機の効率
・発電量と同量の系統電力の熱量換算量＝
　　コージェネ発電量×系統電力の熱量換算係数

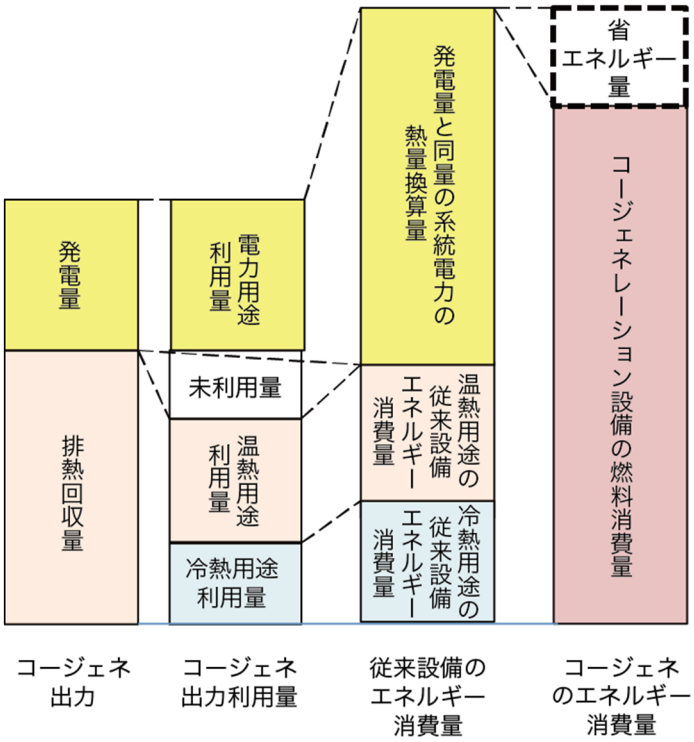


図２．コージェネレーションの省エネルギー性の考え方

（参考）熱回収は温水で行い、稼働中のボイラーからの給湯量を削減する場合には、省エネルギーが得られる条件は以下の式で表される。

$$(H_e/3.6 - 1/\eta_B)\eta_e + \eta_a/\eta_B > 1$$

η_a：コージェネレーションの総合効率
η_e：コージェネレーションの発電効率
η_B：ボイラー効率
H_e：系統電力の熱量換算係数（MJ/kWh）

ボイラー効率 90%、系統電力の熱量換算係数（昼間）9.97MJ/kWh の場合に、省エネ効果が得られるコージェネレーション総合効率、発電効率の範囲を図３に例示する。

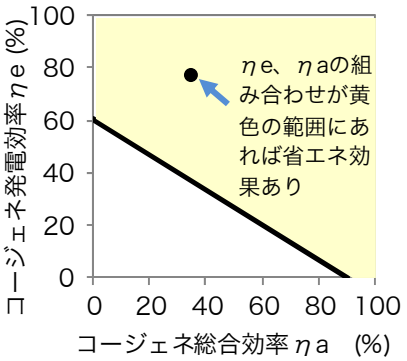


図３．省エネ効果が得られる効率の範囲（例）

「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）

概要シート

2．コージェネレーションの CO_2 削減効果の考え方

省エネルギー効果の場合と同様に、以下の式により従来型設備の CO_2 排出量を求めてコージェネレーション設備の CO_2 排出量と比較する。

・温熱用途の従来設備 CO_2 排出量＝
　温熱用途に利用された回収排熱量÷従来型ボイラーの効率
　×ボイラー燃料の CO_2 排出係数

・冷熱用途の従来設備 CO_2 排出量＝
　冷熱用途に利用された回収排熱量÷従来型吸収式冷温水機の効率
　×吸収式冷温水機燃料の CO_2 排出係数

・発電量と同量の系統電力の CO_2 排出量＝
　コージェネ発電量×系統電力の CO_2 排出係数

（参考）熱回収は温水で行い、稼働中の都市ガスボイラーからの給湯量を削減する場合には、CO_2 削減効果が得られる条件は以下の式で表される。

$$\left(\frac{44}{12}\times\frac{1}{3.6}\times\frac{f_{ce}}{fcf}-1/\eta_B\right)\eta_e+\eta_a/\eta_B>1$$

η_a：コージェネレーションの総合効率
η_e：コージェネレーションの発電効率
η_B：ボイラー効率
f_{ce}：系統電力の CO_2 排出係数（tCO_2/千 kWh）
f_{cf}：都市ガスの CO_2 排出係数（tC/GJ）

ボイラー効率 90%、系統電力の CO_2 排出係数 0.518 tCO_2/千 kWh、都市ガスの CO_2 排出係数 0.0136 tC/GJ の場合に、CO_2 削減効果が得られるコージェネレーション総合効率、発電効率の範囲を図 4 に例示する。

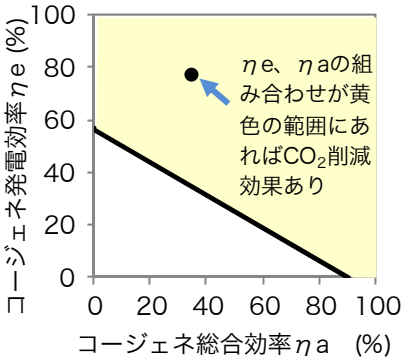


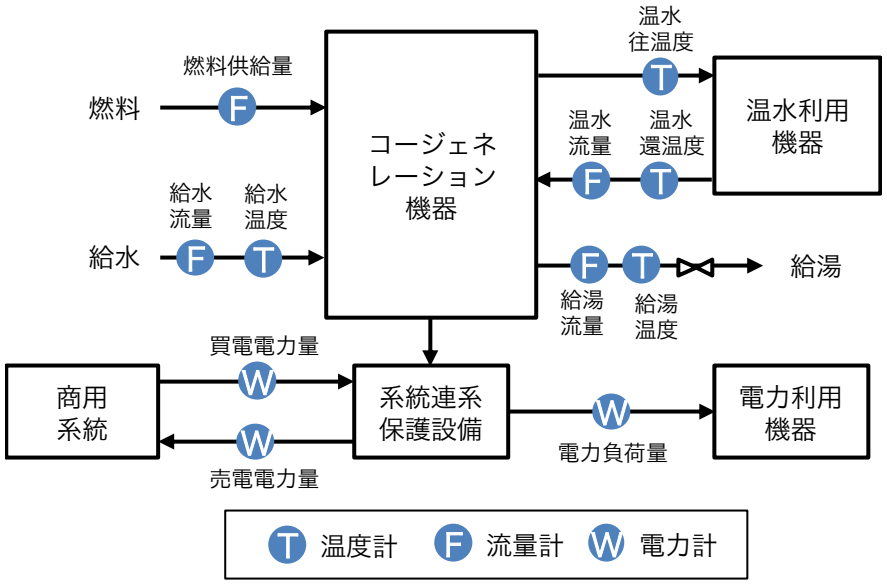
図４．CO_2 削減効果が得られる効率の範囲（例）

参考資料

[1] コージェネ財団ホームページ（アクセス日 2018/11/22）
[2]『平成 29 年度版エネルギー診断プロフェッショナル認定試験公式テキスト』（省エネルギーセンター）
[3]『地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック』〈A.コージェネレーション／燃料電池用〉（環境省）

「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）

計測シート

対策名	300311　高効率ガスコージェネレーションシステムの導入
対象タイプ	設備導入
対象業種	産業用　業務用
分類	発電設備
内容・目的	ガスコージェネレーションシステムのエネルギーバランスを計測する。
フロー図と計測箇所	
計測装置	1．下記項目のデータを計測または記録から入手する。 ・　電力負荷 ・　給湯流量、給水温度、給湯温度 ・　温水流量、温水往温度、温水還温度 ・　燃料供給量 ・　商用電力からの買電力量 ・　商用電力への売電力量（逆潮を行う機器のみ） 2．計測精度[1][2] ・　流量センサーの公差は±2%以内とすること ・　温度の公差は±2℃以内とすること ・　電力量の公差は±2.5%以内とすること ・　燃料供給量の公差は±4%以内とすること ・　給湯・給水・温水の流量・温度は原則 10 秒以内の計測間隔で計測すること
計測留意事項	熱需要、電力需要の季節変化を考慮するため、各季節（夏季、冬季、中間期）で計測を行うことが望ましい。
補足説明	

「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）

計測シート

参考資料	[1] JIS B 8122 2009 『コージェネレーションユニットの性能試験方法』 [2] 『住宅事業建築主の判断の基準におけるエネルギー消費量計算方法の解説（8章 コージェネレーション設備採用時におけるエネルギー消費量の評価方法）』（(財)建築環境・省エネルギー機構）
用語説明	

「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）

算定シート

対策名	300311　高効率ガスコージェネレーションシステムの導入
対策タイプ	設備導入
対象業種	産業用　業務用
分類	発電設備
目的	コージェネ設備の導入による省エネ、節電（購入電力のピークカット）および CO_2 排出量の削減効果を分析する。熱回収は温水で行ない稼働中のボイラーからの給湯量を削減する。なお事業所には、常に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るものとする。

計算条件

項目	記号	データ		備考
総合効率（コージェネ設備）	η1	87.0	%	低位発熱量基準
発電効率（コージェネ設備）	η2	33.5	%	低位発熱量基準
定格発電出力（コージェネ設備）	P1	35	kW/台	
消費電力（コージェネ設備）	F1	0.79	kW/台	放熱ファン運転時
燃料消費量（コージェネ設備）	F2	104.5	kW/台	低位発熱量基準
既設ボイラーの熱効率	η	92.9	%	年平均熱効率（低位発熱量基準）
負荷時間率（コージェネ設備）	L	100	%	コージェネ運転時にはフル稼働と想定
導入台数（コージェネ設備）	N	2	台	
年間運転時間（コージェネ設備）	t	3900	h/年	13h/日×300 日/年
燃料単価（都市ガス）	yf	125	円/m^3	
燃料発熱量（都市ガス、低位）	Hl	40.5	GJ/千 m^3	
燃料発熱量（都市ガス、高位）	Hh	44.8	GJ/千 m^3	
排出係数（都市ガス）	fcf	0.0136	t-C/GJ	
電気料金	ye	17	円/kWh	
電気の熱量換算係数	He	9.97	GJ/千 kWh	昼間電力
電気の排出係数	fce	0.518	t-CO_2/千 kWh	
原油換算係数	fo	0.0258	kL/GJ	

計算方法

項目	記号	計算方法	計算値	
総発電量	ΔE	（P1－F1）×N×L×t	266,838	kWh/年
排熱回収効率（コージェネ設備）	η3	η1-η2	53.5	%
総回収熱量	E2	F2×η3×N×L×t×3.6	1,569,883	MJ/年
燃料使用量（コージェネ設備）	Q1	F2×N÷Hl×L×t×3.6	72,453	m^3/年
燃料削減量（ボイラー）	Q2	E2÷η÷Hl	41,725	m^3/年

効果

	単位	効果	備考
① 購入電力削減量	千 kWh/年	266.8	ΔE÷1000
② 購入燃料削減量	千 m^3/年	－30.7	（Q2－Q1）÷1000
③ 原油換算削減量	kL/年	33.1	（①×He＋②×Hh）×fo

「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）

算定シート

	④ CO_2削減量	t-CO_2/年	69.6	①×fce＋②×Hh×fcf×（44/12）
	⑤ 削減金額	千円/年	695	①×ye＋②×yf
測定/取得データ				
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。			
参考資料				
参考図表等				