

当財団のホームページをご活用ください。

当財団のホームページは、コージェネ大賞を初め、
導入事例・補助金情報・業界最新動向などコンテンツが充実しています。
ぜひとも皆さまにご活用いただきたく、ご案内いたします。

<https://www.ace.or.jp> または



COGENERATION AWARD 2021

コージェネ大賞2021 優秀事例集



選考講評

コージェネ大賞2021では、28件の応募を頂きました。これらの応募案件について、学識経験者とコージェネ財団会員企業で構成する「作業部会」で予備審査を行い、その審査内容をもとに、5名の学識経験者で構成する「選考会議」で総合評価を行いました。厳正なる審査の結果、民生用部門、産業用部門、技術開発部門で合計13件を賞に選定しました。

民生用部門の理事長賞は、都心の市街地再開発において、コージェネを核とするエネルギーセンターを構築し、再開発ビルだけでなく周辺の既存建物群にも電気と熱を供給する日本初の試みで、エリアの防災力と環境性の向上を実現した事例を高く評価し、選定しました。優秀賞は、将来の隣接街区との連携も視野に、再開発エリアに独自のエネルギーネットワークを構築し、AI技術を活用したエネルギーマネジメントと併せて、高効率運用と防災性を実現した事例、庁舎の建替えに伴い、隣接するビルを含めた地域熱供給方式を採用することにより、高い環境性能やレジリエンス強化を図った事例、万一燃料の都市ガス供給が途絶えた場合には、プロパンエアによりコージェネの運転が継続できるシステムの構築により、非常時の対応力を強化したリゾートホテルの事例の3件を選定しました。特別賞は、地元産ガスや太陽光の活用と、埋設自営線や熱導管によるエネルギーネットワーク構築により、エネルギーの地産地消とエリアのレジリエンス強化を実現した地方コミュニティの事例を選定しました。

産業用部門の理事長賞は、熱電需要が従来から変化してきたことをうけて、ガスタービンコージェネへの更新により設備の最適化を図り、プラント総合効率の大幅な向上を実現したコンビナートの共同発電所の事例を高く評価し、選定しました。優秀賞は、蓄熱槽を用いた熱のオフライン輸送・利用により、時間的・空間的な需給ギャップを超えた排熱利用を実現した自動車工場の事例、廃棄物処理施設へコージェネを導入し、廃棄物燃焼への排ガス直接利用による廃棄物発電量の増加と、非常時の事業継続を実現した事例、エチレン分解炉でコージェネの排ガスを利用することで分解炉の使用燃料を削減し、省エネを実現した化学工場の事例の3件を選定しました。特別賞は、LPガスを燃料とする多台数のコージェネをエネルギーマネジメントにより最適運用し、省エネとBCP対策を実現した食品工場の事例を選定しました。

技術開発部門の理事長賞は、既設への適用も可能な水素30%混焼ガスタービンコージェネの製品化を高く評価し、選定しました。優秀賞は、再エネ・蓄電池・コージェネを組み合わせたハイブリッド発電システムの開発を選定しました。特別賞は、低温排熱利用で調湿できるデシカント空調機の商品化を選定しました。

わが国では2050年カーボンニュートラル実現に向けて、エネルギーの脱炭素化や再エネの主力電源化が加速していきますが、今後も省エネルギーの重要性は変わらず、再エネの出力変動に対する調整力として、また、レジリエンス強化の観点からも、コージェネにはますます大きな役割を担うことが期待されます。

このたびの受賞者を含め、全ての応募者のコージェネへの熱意ある取組みに敬意を表するとともに、コージェネ大賞が今後のコージェネの普及促進に寄与することを望みます。

コージェネ大賞について

「コージェネ大賞」は、新規性・先導性・新規技術および省エネルギー性などにおいて優れたコージェネを表彰することによりコージェネの有効性について社会への認知を図るとともにコージェネの普及促進につなげることを目的に2012年度より開始した表彰制度です。

<選考会議委員> (敬称略)

委員長 公益財団法人 地球環境産業技術研究機構
委員 国立大学法人 東京農工大学 大学院生物システム応用科学府
(五十音順) 国立大学法人 東京大学 生産技術研究所
国立大学法人 横浜国立大学 大学院都市イノベーション研究院
国立大学法人 東京大学 大学院工学系研究科

理事長・研究所長
学府長・教授
特任教授
副学長・教授
教授

山地 憲治
秋澤 淳
荻本 和彦
佐土原 聡
藤井 康正

コージェネ大賞2021 選考会議委員長
公益財団法人 地球環境産業技術研究機構
理事長・研究所長

山地 憲治



応募要領

- 応募対象**
- ・コージェネを設置または技術開発に携わる個人、グループ、法人(会社、団体)および地方公共団体等とします。
 - ・設置者、技術開発者の他にコージェネの設計、製作、施工、運転等に携わった者を加えた連名による応募も可能とします。
 - ・他の団体によって既に表彰されているもの、他団体の賞との重複応募も可能とします。
 - ・海外からの応募も可能とします。

応募区分	部門	カテゴリ	条件
1) 民生用部門		①新設	業務用施設(事務所、商業施設、宿泊施設、医療施設、教育施設、地域冷暖房施設等)、家庭用におけるコージェネの導入事例
		②増設または改善事例	
2) 産業用部門		①新設	産業用施設(工場等)におけるコージェネの導入事例
		②増設または改善事例	
3) 技術開発部門			コージェネに係わる機器の技術開発(原動機、排熱利用機器等)、システム技術開発(エネルギーマネジメントシステム、ICTシステム等)、先進的なビジネスモデルを対象

応募期間 2021年7月1日(木)～8月31日(火)

評価項目	1) 民生用部門、産業用部門	2) 技術開発部門
	評価項目	評価項目
	新しい取り組みおよび普及展開に役立つ工夫	技術又はビジネスモデル開発の目的
	平常時の優れた特性	開発のプロセス
	非常時の優れた特性	新規性・独創性
	省エネ性	市場性・将来性
	その他特筆すべき事項*	その他特筆すべき事項*

*その他特筆すべき事項は、加点要素として評価します。

審査方法 学識経験者などで構成する「選考会議」および学識経験者と当財団の会員企業で構成する「作業部会」を設置し、総合評価のうえ、厳正に審査を行います。
 なお、必要に応じて書類提出依頼・ヒアリング・現地確認を行うことがあります。

表彰 審査により、優れていると認められる応募に対して、部門毎に以下に記載する表彰種別で表彰し、それぞれ表彰盾を授与します。

- ・理事長賞：各評価項目を通じて総合的に最も優れた案件
- ・優秀賞：各評価項目を通じて総合的に優れた案件
- ・特別賞：コージェネ普及への効果・期待が認められるもので、評価項目のいずれかにおいて優れた案件

コージェネ大賞2021 受賞リスト

民生用部門	理事長賞	都心の既存市街地を含めた都市防災力・環境性向上の実現 ～日本橋スマートエネルギープロジェクトへの導入事例～ 三井不動産TGスマートエナジー株式会社、三井不動産株式会社、東京ガス株式会社、東京ガスエンジニアリングソリューションズ株式会社、株式会社日本設計	P.06
	優秀賞	虎ノ門一丁目地区における環境性・防災性に優れたエネルギー供給 虎ノ門エネルギーネットワーク株式会社、森ビル株式会社、東京電力エナジーパートナー株式会社	P.08
	優秀賞	地域熱供給へのCGS導入による地域密着型共生事業の実現 東京都市サービス株式会社、東京電力エナジーパートナー株式会社	P.10
	優秀賞	ホテルアンビア松風閣におけるBOS仕様CGSとBOGETSを 組合せた停電対応システムの導入 株式会社アンビ・ア、東海ガス株式会社、ヤンマーエネルギーシステム株式会社、I・T・O株式会社	P.12
	特別賞	天然ガスを活用したガスコージェネレーションシステムで地域貢献 ～むつざわスマートウェルネスタウンへの導入事例～ 株式会社CHIBAむつざわエナジー	P.14
産業用部門	理事長賞	コンビナートの熱電需要変化に対応した高効率ガスタービンコンバインドサイクル導入によるプラント総合効率改善 ～鹿島南共同発電所での改善事例～ 鹿島南共同発電株式会社、川崎重工業株式会社	P.16
	優秀賞	コージェネ低温排熱活用による生産設備省エネ化と高密度蓄熱システムによるオフライン熱輸送 ～日野自動車 羽村工場での改善事例～ 日本ファシリティ・ソリューション株式会社、日野自動車株式会社、高砂熱学工業株式会社、東京電力エナジーパートナー株式会社	P.18
	優秀賞	地域拠点となる廃棄物処理施設におけるコージェネレーション新システム ～名古屋市 北名古屋工場への導入事例～ 日鉄エンジニアリング株式会社、東邦ガス株式会社	P.20
	優秀賞	エチレンプラント分解炉とインテグレートしたガスタービンコージェネシステム導入 ～三井化学 大阪工場への導入事例～ 三井化学株式会社、Daigas エナジー株式会社	P.22
	特別賞	EMSを軸としたLPGコージェネによる省エネとBCP対策の実現 ～日本ホワイトファーム 知床食品工場への導入事例～ 日本ホワイトファーム株式会社、株式会社イーネット、アストモスエネルギー株式会社、ヤンマーエネルギーシステム株式会社	P.24
技術開発部門	理事長賞	水素30%混焼 高効率8MW級ガスタービンコージェネ「PUC80D」の製品化 川崎重工業株式会社	P.26
	優秀賞	トリプルハイブリッド発電システム「EBLOX」の開発 三菱重工エンジン&ターボチャージャ株式会社	P.28
	特別賞	低温排熱利用で調湿できる新しい空調機「リキッドデシカントエアハンドリングユニット」 ダイナエア株式会社、株式会社日建設計総合研究所、エボニック ジャパン株式会社、中部電力株式会社	P.30

本冊子は、今回の受賞案件の概要・ポイントなどを紹介するため、受賞各社様のご協力を得てまとめたものです。



都心の既成市街地を含めた 都市防災力・環境性向上の実現 ～日本橋スマートエネルギープロジェクトへの導入事例～

東京都中央区 三井不動産 TG スマートエナジー株式会社
三井不動産株式会社
東京ガス株式会社
東京ガスエンジニアリングソリューションズ株式会社
株式会社日本設計

1 概要

「日本橋スマートエネルギープロジェクト」は、大規模コージェネ (7,800kW×3台) を擁するプラントを日本橋に構築し、再開発ビルだけでなく周辺の既存建物群に対しても電気と熱を供給する日本初の先進的事例である。

供給可能エリアの面積は、約15万㎡、供給対象建物(需要家)の延床面積で表すと約100万㎡にも及ぶ。広域な供給域内の自立性を高めつつ電気需要を満たすため、自立分散型電源として建物地下に設置できる最大規模かつ最高クラスの発電効率を有するコージェネを採用し、系統電力と合わせて約43MWもの電気供給能力を確保した。

2021年4月時点で計17棟(延床面積で約64万㎡に相当)の需要家への供給を行っている。エネルギー供給先には、新築ビルから様々な用途・年代の既存建物まで、多種多様な建物が含まれており、それぞれの異なる供給条件に対応するため複数の供給電圧・熱供給方法を確保した。

非常時については、広域停電時、都市ガス遮断時、断水時、通信遮断時等、あらゆるケースを想定して対策を行っており、特に広域停電時においては、需要家に対して平常時ピーク需要の5割までのエネルギー供給継続が可能である。



建物外観

システム概要	
原動機の種類	ガスエンジン
定格発電出力・台数	7,800kW×3台
排熱利用用途	冷房、暖房、給湯、加湿
燃料	都市ガス13A
逆流の有無	無し
運用開始	2019年4月
延床面積	1,000,000㎡
一次エネルギー削減率※	16.5%

※コージェネが供給できる電力・熱を商用系統から給電・熱源機から熱供給した場合と比較した時のエネルギー削減率

2 導入経緯

既成市街地における都市防災力強化へのニーズの増大 (課題①)

東日本大震災に伴う停電の経験は、都心の建築物・街づくりにおいて防災力強化の重要性が強く認識される転換点となり、その対策は建築設備計画に、必須条件となった。しかし、都心においては市街地のほとんどが既存建物で構成されており、BCP対策を行う際にも新たな設備増強や更新を行うスペースがない等の制約があり実現困難な場合が多くある。

エネルギーの面的利用による環境性能の向上への社会的要望 (課題②)

建物単体での省エネ対策には限界がある。特に既存建物においてはスペース不足等複数の制約があり環境性能向上のための設備更新が難しいことも多く、エネルギーの面的利用による環境性能向上に対する社会的要望が高まっている。

都市防災力と環境性能の向上を実現するスマートエネルギーネットワーク構築 (実施内容)

前述の課題解決のため、日本橋エネルギーセンター及び、既存建物群の多様な需要条件に対応したエネルギーネットワークを構築した。加えて、電気・熱需要を予測し、コージェネ・熱源機器の最適制御を行う独自の地域エネルギーマネジメントシステム「NEMS (Nihonbashi Energy Management System)」を開発・導入。これらにより、街全体の環境性能が向上しただけでなく、非常時もエネルギーを継続供給することが可能となった。

3 特長

日本初の既存建物群も含めた周辺地域への電気・熱供給事業の実現

- ・再開発ビルだけでなく周辺の既存建物群にも電気と熱を供給する日本初の取り組み。
- ・一般的な地域冷暖房では各建物の全熱需要をプラントから供給する全量供給方式が主流であるが、本計画では既存熱源を有する建物の熱需要に対して部分的に日本橋エネルギーセンターから熱を供給する部分供給方式を導入することで、コージェネ排熱の面的利用範囲を拡張。
- ・都心の超高層オフィスビルでは類を見ない23MWの大規模コージェネを導入し、面的利用および地産地消により、排熱をフルに活用し、省エネメリットを最大化。
- ・供給エリアは交通量が多く、地下には既存地下インフラが輻輳しており、工事難易度は極めて高かったが、需要家建物内に配管・配線ルートを確保するといった需給一体の取り組みにより、都市機能を維持しながら、エネルギーネットワークを構築。
- ・多様な既存建物群をひとつのネットワークでつなぐため、電気及び熱は3つの供給電圧(66kV、22kV、6.6kV)と3つの供給熱媒(冷水、温水、蒸気)を組み合わせて供給。
- ・地域貢献性が認められ、5件もの補助金に採択。

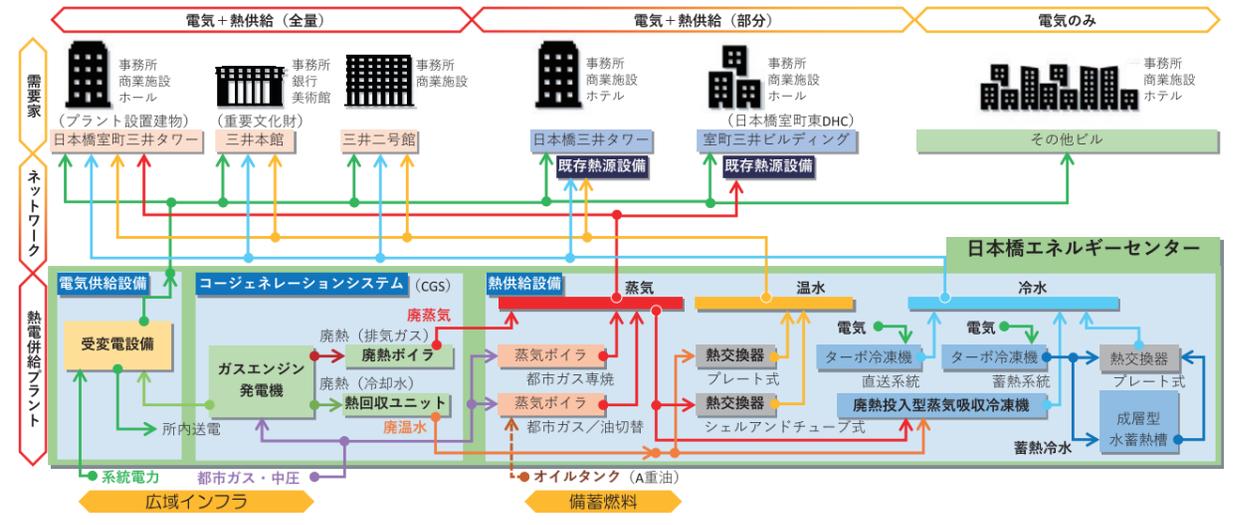
供給エリア全体を統括制御するエネルギーマネジメントシステム「NEMS」

- ・NEMSではプラント内だけでなく、既存建物群の熱源設備等をも対象として制御。
- ・各供給先の需要実績やイベント予定、天気予報等の情報から翌日の需要を予測し、コージェネ・熱源の運転計画の立案と統括制御を行うことでエリア全体のエネルギー供給を最適化。
- ・各需要家に設置されたプラント専用端末(PC)は、需給データの見える化等に利用され、平常時、非常時を問わず需給間の専用連絡手段として活用可能。平常時から非常時まで迅速かつ質の高いコミュニケーション環境を実現。

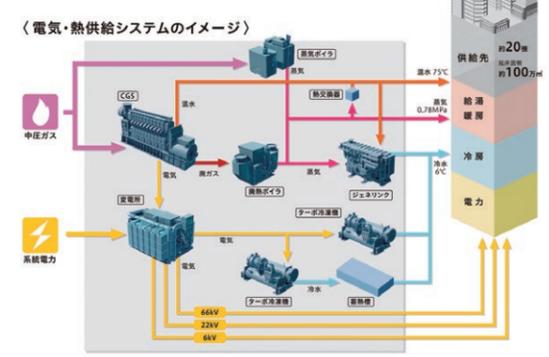
既存建物群を含めた街区全体の防災力強化

- ・広域停電時には、大規模コージェネと熱源設備を用いてピークの5割のエネルギー供給を継続。
- ・都市ガスが停止した場合も想定し、ガス・重油切替式の蒸気ボイラやターボ冷凍機を設置。
- ・地下水槽には72時間分の冷熱供給を継続可能とするための補給水を備蓄し、災害に強い自営の専用通信網を構築。
- ・コージェネを地震に強い地下に設置し、浸水対策として躯体を利用した耐水区画を採用。

【システムフロー図】



【供給イメージ図、供給エリア図】



エリア面積: 約15万㎡
延床面積: 約100万㎡
供給先ビル: 約20棟

※電気・熱の供給可能エリアとは、特定送配電事業および地域冷暖房区域指定(2018年5月8日時点)に基づくエネルギー供給可能エリアであり、エリア内の全ての建物にエネルギー供給する訳ではありません。また、エリアは今後変更となる場合もあります。



虎ノ門一丁目地区における環境性・防災性に優れたエネルギー供給

東京都港区 虎ノ門エネルギーネットワーク株式会社
 森ビル株式会社
 東京電力エナジーパートナー株式会社

1 概要

虎ノ門一丁目地区ではエリア全体の要となる電力配電網（登録特定送配電事業）や熱供給導管を敷設し、広域送配電系統から独立した独自のネットワークを構築し、ガスエンジンコージェネ等の自家発電システムや排熱利用設備を活用した防災性の高いシステムを採用した。

また、AI技術を活用した統合エネルギーマネジメントシステムを導入することで、外気条件・排熱の利用等を考慮した高効率な電力・熱製造を実施している。

事業者である「虎ノ門エネルギーネットワーク」は共同出資者である森ビルの都市づくり・ビル管理運営のノウハウと東京電力エナジーパートナーのエネルギー供給の技術・経験を結合し、環境性・防災性に優れたエネルギー供給事業を実施している。

環境への配慮としては、都市の低炭素化を目指し、エネルギーの面的利用によるエリアのエネルギー利用の高効率化を推進している。また、安全・安心な都市を目指すために「逃げ出す街」から「逃げ込める街」への転換を提言し、災害時の防災拠点ともなる強い都市の整備を進めている。



建物外観

システム概要	
原動機の種類	ガスエンジン
定格発電出力・台数	1,000kW×2台
排熱利用用途	冷暖房
燃料	都市ガス13A
逆潮流の有無	無し
運用開始	2020年1月
延床面積	176,400m ²
一次エネルギー削減率※	17.8%

※コージェネが供給できる電力・熱を商用系統から給電・熱源機から熱供給した場合と比較した時のエネルギー削減率

2 導入経緯

虎ノ門一丁目地区の整備方針

虎ノ門一丁目地区の再開発において、虎ノ門周辺に集積する高度な都市機能と連携したビジネス支援施設を整備し、新たな産業創出による国際競争力の強化、帰宅困難者対策や自立・分散型エネルギーシステムの導入による防災対応能力の強化、設備の高効率化等による環境負荷の低減等を図った。

自治体等との連携

再開発着手前において、自治体、周辺開発事業者等と連携し、都市再生特別措置法第19条の15に基づく「虎ノ門地区都市再生安全確保計画」を作成した。大規模な地震等が発生した場合におけるソフト・ハード両面の防災対策をまとめ、「コージェネによる街区単位でのエネルギーの自立を実現」「災害時における一時滞在施設へのエネルギー供給」等を明記。設計初期段階よりコージェネ導入促進を図った。

3 特長

先導的なエネルギーマネジメントシステムの開発・導入

- ・第1プラントは2020年1月に電力・熱供給を開始し、2023年以降に供給エリアを拡張し、第2プラントと連携した供給を行う。
- ・第1・第2プラントそれぞれにガスエンジンコージェネ・熱源設備を導入し、両プラントの連携や需給連携での省エネ・BCP性能向上を志向。
- ・AI技術を活用した統合エネルギーマネジメントシステムを第1プラントに導入し、両プラントのガスエンジンコージェネ等を統合制御することで両プラントの高効率運用と第2プラントの無人化を実現。
- ・気象予報データと実績データを基に翌々日までの電力負荷・熱負荷を予測し、ガスエンジンコージェネ・熱源設備の運転計画（スケジュールや負荷率等の設定）を作成し、両プラントを統合制御。

MPP・デマンドレスポンス (DR) へのガスエンジンコージェネ活用

- ・需給ひっ迫時にガスエンジンコージェネの起動や電気系熱源機停止（排熱回収型吸収冷温水機の起動や蓄熱槽の活用）によるDRを実施。
- ※2021年1月の需給ひっ迫時にアプリケーションからの下げDR（需要を下げるDR）要請に対応。
- ・上げDR（需要を上げるDR）にも対応し、調整力提供により再生可能エネルギー促進へ貢献。

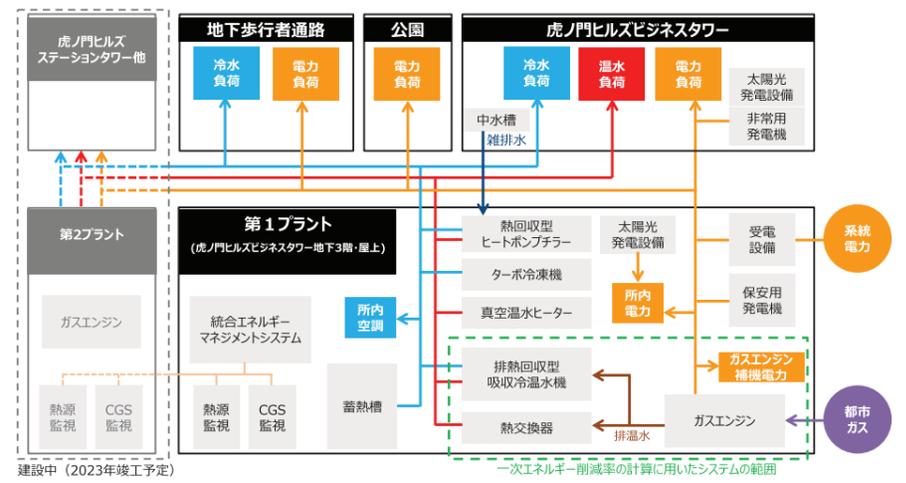
未利用エネルギーの活用、需給連携による省エネルギー

- ・ビルの雑排水の熱を回収して利用する、熱回収型ヒートポンプチャラーを導入。
- ・冷熱製造機器効率向上を目的に、供給温度を6～12℃で変更する変温冷水を導入し、需要家とプラントが連携して供給温度を決定することで、エリア全体の省エネを実現。

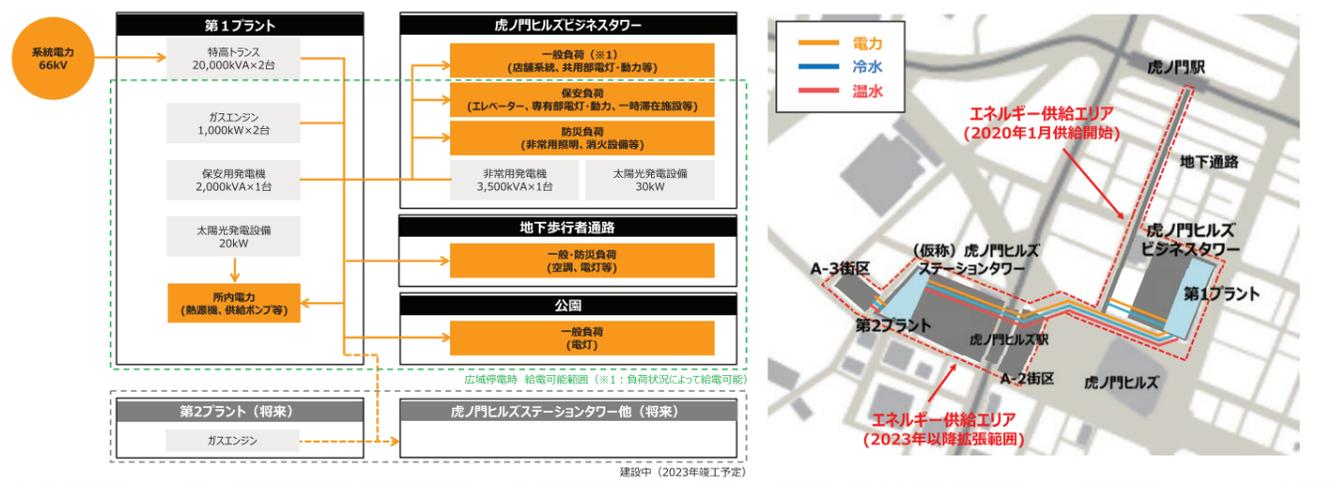
災害時のエネルギー供給

- ・電気的変動に強いガスタービンを軸とした保安用・非常用発電機とガスエンジンコージェネとの連系運転制御により、信頼度の高い電力供給能力を確保し、平常時に近い電力供給を実現。
- ・平常時と比較して約80%の電力供給能力を確保する。
- ・蓄熱槽や防災井戸の水を冷却水として活用することにより、コージェネの運転継続が可能。
- ・保安用発電機、非常用発電機はデュアルフェューエル型ガスタービン。

【システムフロー図】



【電気系統図、供給エリア図】





地域熱供給へのCGS導入による 地域密着型共生事業の実現

神奈川県横浜市 東京都市サービス株式会社
東京電力エネルギーパートナー株式会社

1 概要

横浜市は、1996年に「横浜市地域冷暖房推進指針」を施行し、環境にやさしいエネルギー供給システムである地域冷暖房の導入を推進する等、環境問題への取組みに積極的であり、省エネ・再エネ等、先進的な温暖化対策に取組む為「横浜スマートビジネス協議会」を2015年に発足し、公民連携による取組みを積極的に行っている。

横浜市庁舎の建替えに伴い隣接する横浜アイランドタワーを含め高い環境性能や、レジリエンス向上を期待しコージェネを導入した地域熱供給方式を採用した。新市庁舎には可能な限りの再エネ設備を導入（太陽光発電や地中熱利用）すると共に、建物側の空調方式と連携した熱供給システムに加え排熱100%利用のコージェネを導入する事により、地域全体で大幅な省エネ・省CO₂を実現している。

非常時には、市庁舎は自らが保有する4,000kVAの非常用発電機によりその機能を確保。またコージェネの電力は熱供給の機能維持ならびに隣接する横浜アイランドタワーへ電力として供給され、BCP継続の為の仕組みを構築した。



建物外観

システム概要	
原動機の種類	ガスエンジン
定格発電出力・台数	1,000kW×1台
排熱利用用途	冷暖房
燃料	都市ガス
逆潮流の有無	無し
運用開始	2020年1月
延床面積	182,772m ²
一次エネルギー削減率※	21.3%

※コージェネが供給できる電力・熱を商用系統から給電・熱源機から熱供給した場合と比較した時のエネルギー削減率

2 導入経緯

横浜市庁舎への地域熱供給システムの検討

横浜市では人口増加等による業務拡大に伴って市職員は増加し、約20カ所の民間ビル等に執務室が分散しており、それを解消するために、新市庁舎整備が計画された。計画するにあたり、高い省エネルギー性能と快適性を両立させた低炭素型建物とするため、平常時にはエネルギーの合理的かつ高効率な利用により環境負荷低減を図ることを、災害時には市庁舎機能を維持できるBCP対策により、安全な都市の実現に寄与することを目指した。この2点を両立する事を目的に新市庁舎の整備にあたり、地域熱供給システムの導入が決定された。

連絡会の立ち上げ

地域熱供給システムの検討に当たっては、横浜市、横浜アイランドタワー、東京都市サービス、東京電力エネルギーパートナー等による「エネルギー連携連絡会」を立ち上げ、設計・施工・竣工に至るまで協議を実施。なお、地域熱供給事業の運用開始後は、地域のエネルギーマネジメントを行う「エネルギー運営連絡会」として引き継がれた。

3 特長

■小規模なスマートシティへの取組み

- ・従来は大掛かりな開発において、地域熱供給事業の導入が検討されてきたが、本事例のように地域に密着した比較的小規模なスマートシティへの取組みは、他地域での展開も可能。
- ・横浜市庁舎と横浜アイランドタワーで使用する熱の供給に加え、コージェネ導入による排熱の面的活用と平常時・非常時の電力供給先を切り替える等、電力の供給においても面的利用が可能。

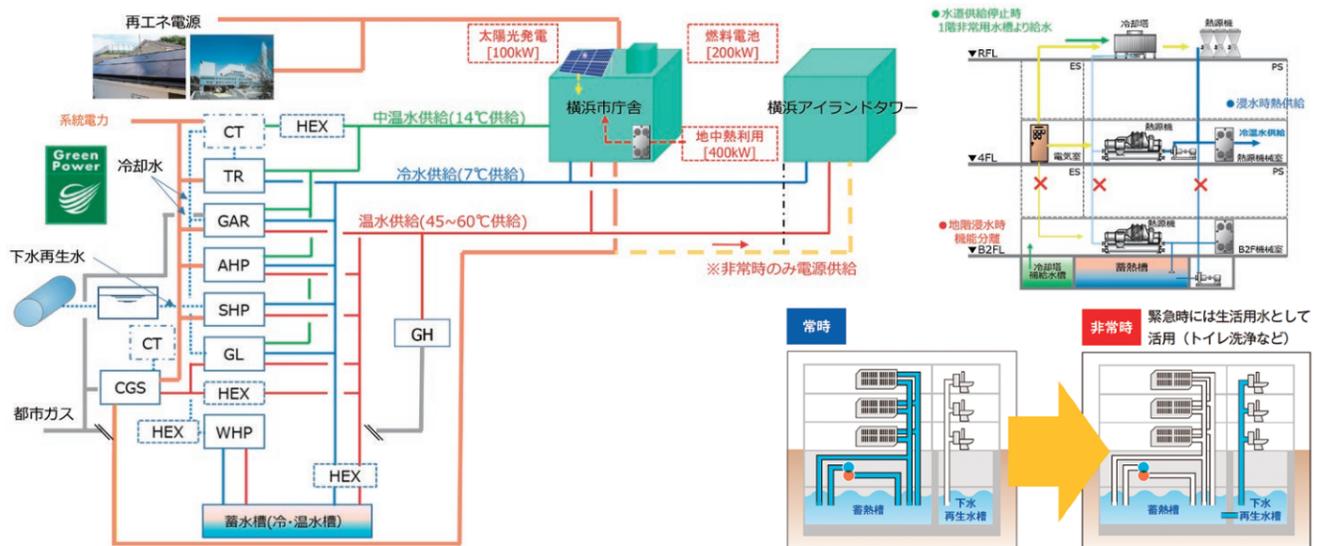
■未利用エネルギー活用等の省エネ

- ・コージェネによる高効率な発電・排熱100%利用による熱製造や下水再生水利用、建物側の輻射空調に対応した中温冷水供給にフリークーリングを用いる等の取組みにより補助金を取得。
- ・市庁舎の輻射空調システムに対応する為、通常の低温冷水(7℃)に加え、中温度帯の冷水(11℃)を供給しており、冷水で4管方式、夏の外気導入時には除湿の為にデシカント空調を採用しており、冷房の排熱を活用した温水を利用する事で、ビル空調に伴う排熱利用をより多く実施。

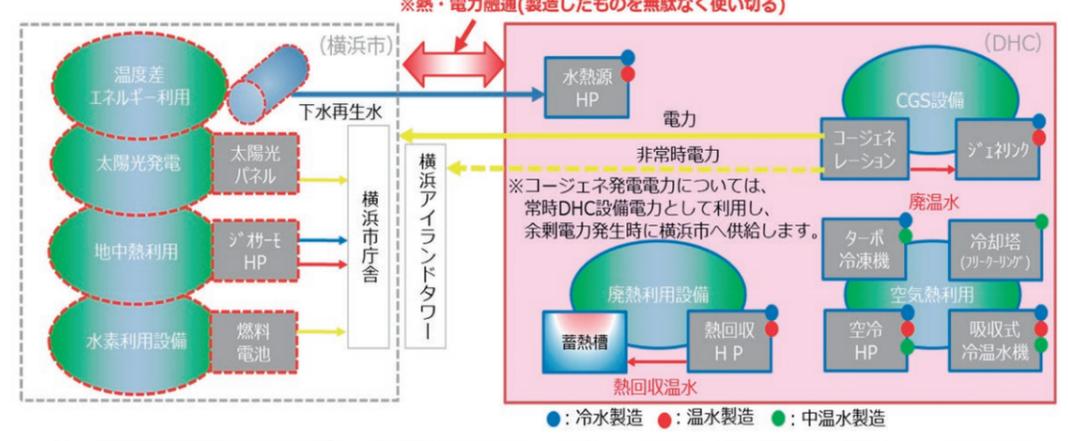
■多様化する自然災害を考慮したレジリエンス

- ・地域熱供給システムの主要熱源設備やコージェネ設備、受変電設備等を免震層の上層(4階)に設置し、地震災害への備えと、津波・大雨による地下水没リスクの両面に対応可能。
- ・建物水没時でも、地域へのエネルギー供給を途絶えさせないよう、地下、地上設備の切り離しが可能なシステムを構築しており、地下階に設置した熱源設備や蓄熱槽を使わず、地上階の設備だけでも供給を確保できるよう設備容量を分配。
- ・災害時には蓄熱槽の水を市庁舎へ供給する仕組みを構築。市庁舎の水槽と合わせて、雑用水(4,300人×7日分)として確保。
- ・市庁舎は4,000kVAの非常用発電機を保有し、燃料では7日分の運用が可能な量を備蓄することで、危機管理の中心的役割としての機能を確保。
- ・コージェネにて発電した電力は、災害等により発生する広域停電時においても熱供給の機能維持ならびに隣接する横浜アイランドタワーへの電力として供給され、地域としての生き残りを考慮した仕組みを構築。

【システムフロー図】



【再生可能エネルギー、熱融通等のイメージ図】





ホテルアンビア松風閣におけるBOS仕様CGSとBOGETSを組合せた停電対応システムの導入

静岡県焼津市 株式会社アンビ・ア
東海ガス株式会社
ヤンマーエネルギーシステム株式会社
I・T・O株式会社

1 概要

ホテルアンビア松風閣は、静岡県焼津市の駿河湾を見下ろす高台に位置し、富士山・伊豆半島を一望できる都市型リゾートホテルである。総客室数123室(定員629名)を要し、宿泊利用客数は年間約8万人(2019年実績)、レストランやブライダルなどを含めると総利用客数は年間約135,000人に及び。当ホテルは1988年の開業以来、防災対策に力を入れているが、今回の停電対応型システムの導入により、利用客はもちろんのこと地域住民の皆様にも安心と安全を確保できるよう、市と連携して災害時の避難場所、宿泊施設として協定を締結した。

平常時はコージェネで省エネと電力ピークカットに貢献し、停電時はBOS仕様コージェネとLPG非常用発電機により重要負荷に給電。万一都市ガスが遮断した場合でも、LPG災害対応バルクから供給されるLPガスと空気を混合し都市ガスと同じ燃焼性のガスを生成するシステム(BOGETS)により、BOS仕様コージェネを運転可能とした。これにより停電、都市ガス遮断が重なっても最低3日間重要負荷に給電可能なシステムを構築した。複数台BOS仕様コージェネとLPG災害対応バルク、BOGETSの組み合わせは業界初であり、災害時に避難スペースに近隣住民など最大80人受入可能である。



建物外観

システム概要	
原動機の種類	ガスエンジン
定格発電出力・台数	25kW×8台
排熱利用用途	給湯
燃料	都市ガス
逆流の有無	無し
運用開始	2021年2月
延床面積	17,744m ²
一次エネルギー削減率※	18.2%

※コージェネが供給できる電力・熱を商用系統から給電・熱源機から熱供給した場合と比較した時のエネルギー削減率

2 導入経緯

ホテルアンビア松風閣は開業当初から設置されていたA重油焚非常用発電機160kVA×2基が老朽化により故障が頻発していたため、本体の更新を検討していた。2018年の台風24号では長時間にわたり停電を経験し、現場のニーズと実際の給電先とのミスマッチが浮き彫りになり、システムの抜本的な見直しを含めた更新計画を検討する必要が出てきた。

こうした中、都市ガス供給をはじめ、設備更新などで取引のある東海ガスに非常用発電機の更新を相談した。日中の電力と熱需要が大きいことから停電対応型コージェネと非常用発電機を組み合わせるシステムを検討、停電時の負荷給電候補から複数パターンのレストランを作成し、コージェネの容量と概算費用を算定した。

また、万一の都市ガス遮断時にLPガスを用いて都市ガス機器にガスを供給するBOGETSを導入し、系統電力、都市ガス遮断時にもコージェネを運用できる方向で検討した。備蓄用のLPガスには災害対応バルクを選定し、非常用発電機もLPガス仕様を選定した。

3 特長

■業界初のBOSコージェネ、BOGETSシステム

- ・BOS仕様コージェネ8台を組み合わせ、平常時は負荷に合わせて台数制御、停電時は電灯系統と動力系統を分けて運用。8台以上の複数台BOS仕様コージェネは宿泊業界初。
- ・LPガスバルクを常用利用する施設にBOGETSを導入し、BOS仕様コージェネに供給することは全国初。
- ・「社会経済活動の維持に資する天然ガス利用設備導入支援事業費補助金」が本システムの内容と合致しており、補助率も3分の2と高い補助率であるためイニシャルコストの負担軽減に成功。

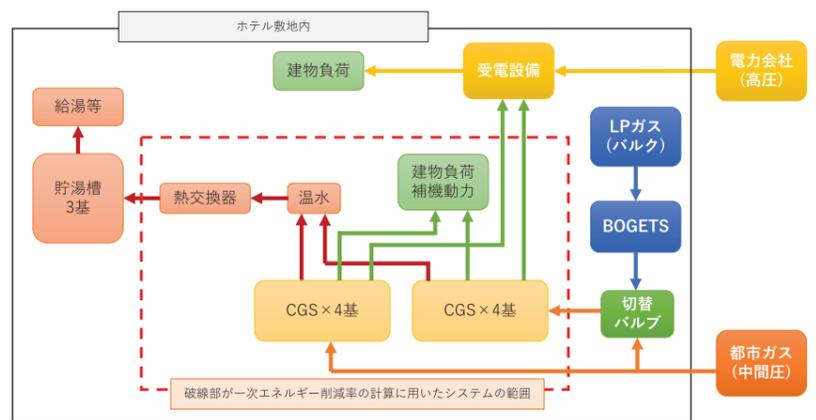
■地域貢献につながる高いレジリエンス

- ・重要負荷に合わせてコージェネ容量を選定した場合、ミスマッチが生じるため、運用面での工夫を検討。2台を照明やコンセントなど機能維持に必要な電源(主に電灯)に供給し残りの6台で動力系統に給電し、必要に応じて負荷を選択するような運用とし過負荷による停止を防止。
- ・都市ガス遮断時にもLPガスバルクとBOGETSを組み合わせコージェネ4台100kW分稼働可能。
- ・非常用発電機の備蓄燃料としてLPガス災害対応バルク2.9tを備えており、非常用発電機のみで最低1週間、BOGETS運用によるコージェネとの同時稼働でも最低3日間給電可能。
- ・ホテルは焼津市と災害時における要配慮者の避難先として防災協定を締結。
- ・避難スペースには最大80人収容可能で、コージェネで照明、コンセント、空調の電源を確保。厨房やポンプにも電源供給を行うことにより、温かい食事や飲料水の提供も可能。要配慮者への対応としてエレベーターも最大2基稼働可能。

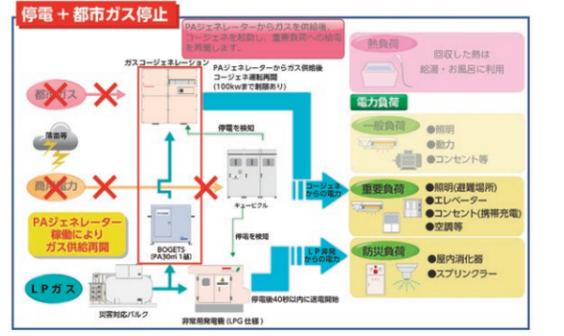
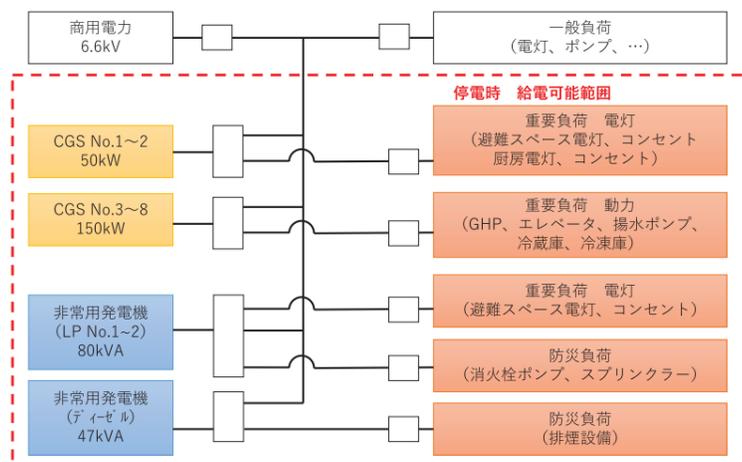
■CGS複数台での平常時の効率的運用

- ・電力、ガス使用量分析により、電気・熱の季節別・時間帯別利用量を計画。総合効率が60%を下回る場合は東海ガスより原因の確認と改善対策を検討しホテルに提言。

【システムフロー図、設備写真】



【電気系統図】





天然ガスを活用した ガスコージェネレーションシステムで地域貢献 ～むつざわスマートウェルネスタウンへの導入事例～

千葉県睦沢町 株式会社 CHIBA むつざわエナジー

1 概要

「むつざわスマートウェルネスタウン」は、千葉県長生郡睦沢町で「健幸まちづくり」をテーマにした、道の駅、温浴施設、レストラン、カフェ、サイクルステーション、戸建住宅から構成される複合施設で、国土交通省から「重点道の駅」にも選定されている。ここでは地域資本を主体とした企業体が20年間のPFI事業として2019年9月から運営をスタートしており、道の駅の物販、温浴施設などは、独立採算事業として運営されている。

CHIBA むつざわエナジーは、2016年6月に地域新電力会社として設立され、隣接する「むつざわスマートウェルネスタウン」向けに2019年9月から電力供給を開始した。地元の南関東ガス田から産出する天然ガスを燃料にしたガスエンジンコージェネレーション（以下、コージェネ）の他、太陽光発電、太陽熱で作った電気と熱の面的供給を行っている。また、天然ガス採取時に汲み上げたかん水をコージェネの排熱で加温して温浴施設に利用し、地産地消、省エネルギー、省資源を実現している。



建物外観

システム概要	
原動機の種類	ガスエンジン
定格発電出力・台数	80kW×2台
排熱利用用途	温泉（かん水の加温）
燃料	天然ガス（地元産）
逆潮流の有無	無し
運用開始	2019年9月
延床面積	23,824m ²
一次エネルギー削減率※	9.7%

※コージェネが供給できる電力・熱を商用系統から給電・熱源機から熱供給した場合と比較した時のエネルギー削減率

2 導入経緯

地元で採れる天然ガスを活用したエネルギーの地産地消、地域活性化の拠点として、道の駅、さらには移住・定住を促す住宅を有するまちづくりをコンセプトとして、「むつざわスマートウェルネスタウン拠点形成事業」がスタートした。

「むつざわスマートウェルネスタウン」へのエネルギー供給にあたっては以下のような課題解決に向けたシステムの検討を行った。

課題1：当エリアは、広域の防災拠点に指定されているが、系統停電時の照明や温浴施設利用が困難。

解決策：地元産の天然ガスを活用したガス発電機による電力の自給。

課題2：余剰電力の逆潮流が困難な地域のため、自家発電設備容量（コージェネ、太陽光）に限界。

解決策：道の駅に加えて、自営線マイクログリッドにより住宅エリアにも電力を供給。

3 特長

■地元産の天然ガスを利用した自営線による熱電併給

- ・コージェネに供給される天然ガスは、千葉地域の地下にある南関東ガス田から採取されたもので、地下水から水溶性ガスを取り出し、都市ガスとして供給。
- ・ガス採取後のかん水はコージェネの排熱で加温して温浴施設で温泉として利用している国内でも珍しい事例で、地元産の天然ガスと地下水を無駄なく利用。
- ・コージェネで発電した電気は、道の駅と住宅エリアに自営線により供給。自営線は景観向上と防災性向上のため全て地中化。
- ・通常時は、電力需要の75%程度をコージェネと太陽光発電により供給。

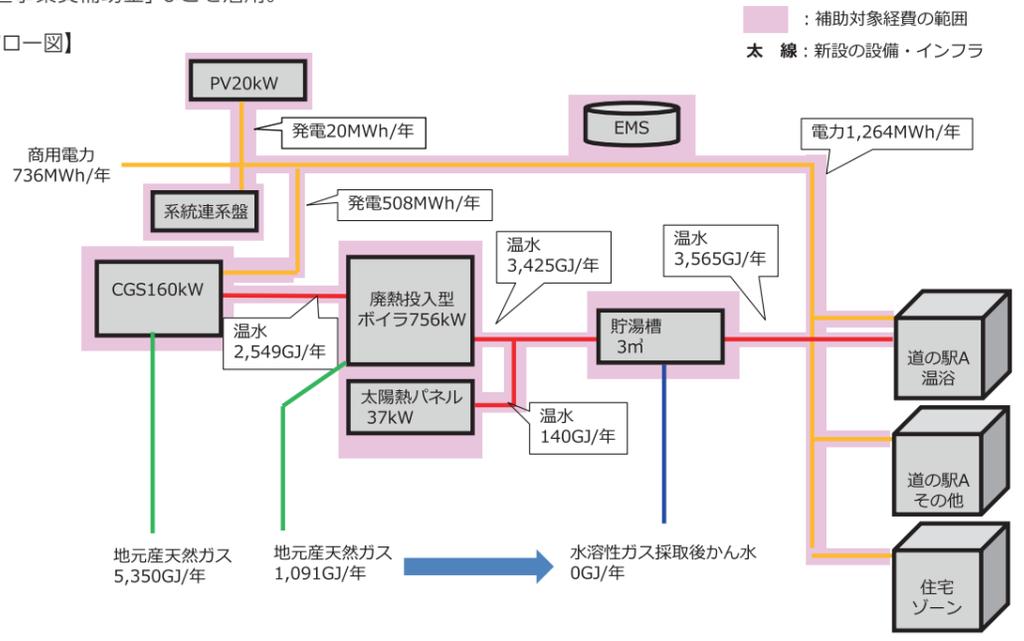
■町の防災拠点としてのBCP対策

- ・国土交通省が指定する国の「重点道の駅」及び防災拠点に指定されており、非常時にもコージェネ及び自営線によりエネルギー供給が可能。
- ・2019年9月の台風15号による千葉県広域での大規模停電が発生した際、コージェネにより、道の駅及び住宅エリアへの給電、コージェネ排熱を利用した温水シャワーの提供により地域に貢献。

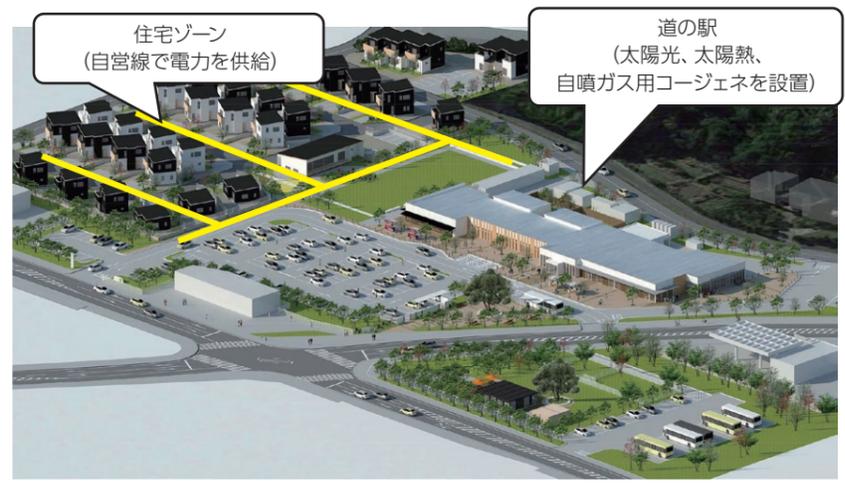
■余剰電力の逆潮流が困難な地域での再エネ・分散型電源の導入

- ・地域資本の新電力が電気と熱の面的供給を行う国内初の事例。
- ・系統制約のため余剰電力の逆潮流が困難な地域において、自営線を敷設し、コージェネや太陽光発電を積極的に活用する分散型エネルギーシステムを構築。
- ・供給側のエネルギーマネジメントにより逆潮流をなくし、需要側のエネルギーマネジメントにより外部受電の最小化を実現。
- ・事業実施に当たっては、「地産地消型再生可能エネルギー面的利用等推進事業費補助金」や「地域の特性を活かしたエネルギーの地産地消促進事業費補助金」などを活用。

【システムフロー図】



【事業イメージ】



【台風による大規模停電時の様子】





コンビナートの熱電需要変化に対応した 高効率ガスタービンコンバインドサイクル導入による プラント総合効率改善 ～鹿島南共同発電所での改善事例～

茨城県神栖市 鹿島南共同発電株式会社
川崎重工業株式会社

1 概要

鹿島南共同発電は、鹿島臨海工業地帯の東部地区コンビナートの共同発電所として1968年に設立された。安全安定運転とコスト競争力の向上を使命として、近隣の15社へ電気・蒸気・純水を供給している。

近年、ユーザー側の熱電需要が変化してきたことや既存設備の老朽化もあることから、対策の一環としてガスタービンコーゼネを中心に導入検討を進め、短期間で建設工事を完了させた。

新たに導入した設備は32.3MWのガスタービンコーゼネ3基と10.5MWの抽気背圧型蒸気タービン1基を組み合わせたコンバインドコーゼネで、コーゼネからの排熱は蒸気タービンおよびユーザーの製造プロセスへ供給、また、蒸気タービンからの排熱も製造プロセスへ供給している。

本設備の導入により、プラント総合効率の大幅な改善を実現するとともに、CO₂の削減も達成した。また、エネルギーセキュリティの面では、発電設備の増強により大規模災害時におけるコンビナートの生産継続性を高めることが期待できる。



設備外観

システム概要	
原動機の種類 定格発電出力・台数	蒸気タービン 70,000kW×1基、57,500kW×1基 →ガスタービン 32,300kW×3基 蒸気タービン 10,500kW×1基
排熱利用用途	GT: ST用蒸気、製造プロセス ST: 製造プロセス(抽気、排気)
燃料	都市ガス13A
逆流の有無	無し
運用開始	2020年7月
一次エネルギー削減率※	36.9%

※コーゼネが供給できる電力・熱を商用系統から給電・熱源機から熱供給した場合と比較した時のエネルギー削減率

2 導入経緯

従来からの発電システムは水管ボイラと抽気背圧式タービンの組み合わせであったが、コンビナートの需要に合わせて発生させた蒸気で発電する効率の高い発電方式ではあるものの、蒸気需要に発電量が左右される側面があった。

近年は蒸気需要が減少傾向にある一方で、電力需要は増加傾向にあり熱電バランスが悪化、不足する電力は復水タービンと外部からの買電に頼らざるを得ない状況であり、プラント総合効率の低下とランニングコストの増加を招いていた。

これらの問題を解決すべくガスタービンコーゼネ設備の導入を計画するに至った。

ガスタービン導入にあたっては以下を課題とした。

- ①プラント総合効率の改善
 - ・ガスタービン・排熱回収ボイラ3基 + 蒸気タービン1基のコーゼネシステム構築による高効率設備の導入、復水タービンの稼働減、所内電力・蒸気の削減
- ②環境性能の改善
 - ・CO₂・NO_x排出量の削減
- ③エネルギーの安定供給
 - ・設備トラブル時の影響低減、需要変動に対する応答性の良さ

3 特長

■熱電需要変化への対応とプラント総合効率の改善

- ・クラス世界最高水準の改良型高効率ガスタービンを採用したコンバインドコーゼネ設備を選択したことにより、既設復水タービンの停止が可能となり、事業所全体のプラント総合効率が約28%向上。
- ・30MW級ガスタービンを3基として運用範囲を広げたことにより、熱電需要変化が起きても常に高効率運用が可能な最適システム。
- ・ガスタービンから排出される排熱を9MPaの高圧蒸気で回収し、抽気背圧式タービンを通してコンビナートへ蒸気を供給する仕様。
- ・既設蒸気タービン設備との協調運転により、刻々と変化するコンビナートの熱電需要変動にも柔軟に対応することが可能。

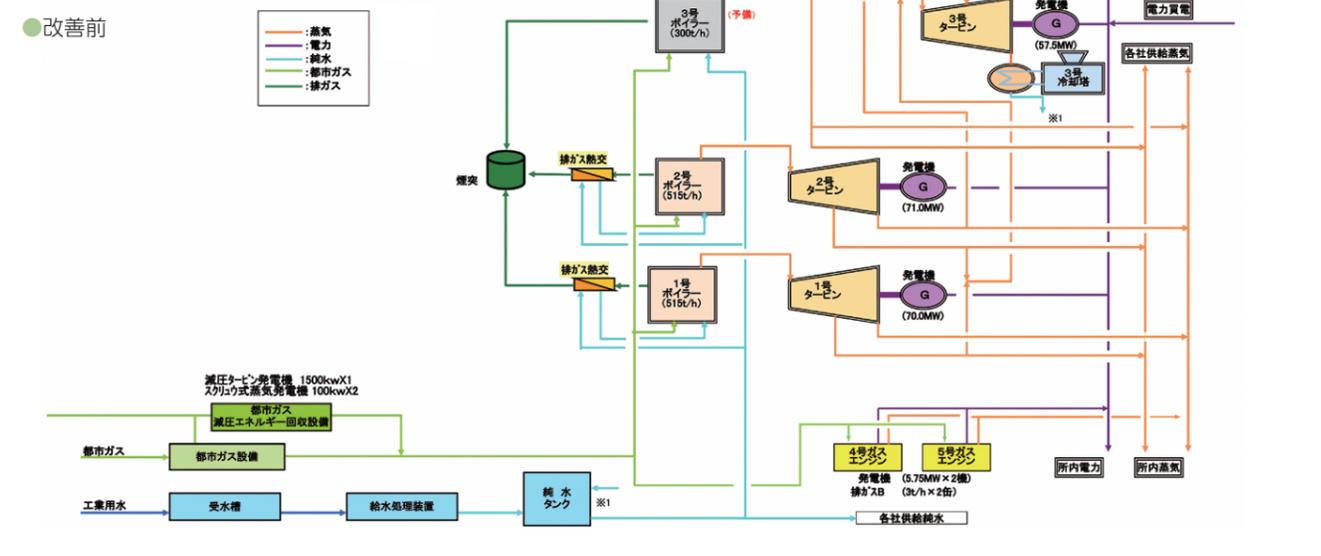
■設備冗長化による万全な非常時対応

- ・ガスタービン3基設置により、需要変動に対する柔軟性を持った運用を実現。万が一ガスタービン設備異常が発生した場合は、プラント稼働中でも系列毎に点検整備が可能。
- ・二重母線としており、大規模災害発生時等に系統事故があった場合は、受電母線側を切り離し所内単独運転に移行し、周辺工場への熱電供給継続が可能。また、ガスタービンを3基設置することで電力調整能力が向上。医療用等の重要物資の生産継続にも寄与。

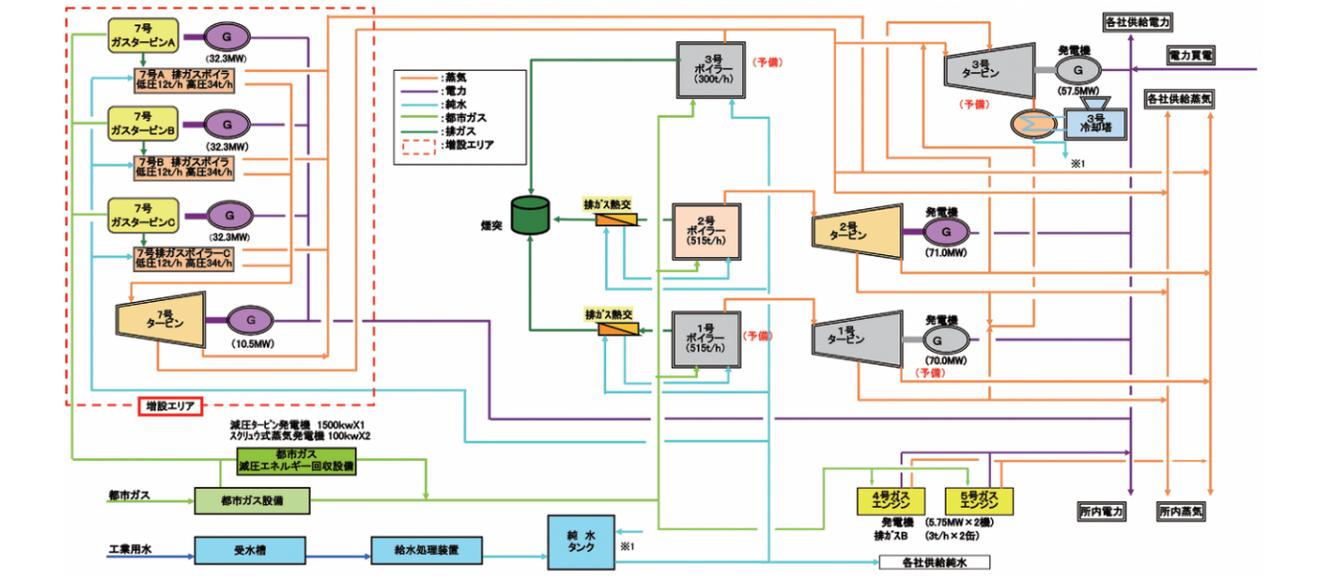
■デマンドレスポンスによる電力系統への貢献

- ・近隣工場と一体となってデマンドレスポンス(以下DR)に対応する仕組みを構築。発電出力調整とユーザー側の負荷調整を組み合わせることによりDRの実効性を高めており、電力系統に貢献。

【システムフロー図】



●改善後





コージェネ低温排熱活用による生産設備省エネ化と 高密度蓄熱システムによるオフライン熱輸送 ～日野自動車 羽村工場での改善事例～

東京都羽村市 日本ファシリティ・ソリューション株式会社
日野自動車株式会社
高砂熱学工業株式会社
東京電力エナジーパートナー株式会社

1 概要

日野自動車は主にトラック・バス等の商用車の製造・販売のほか、トヨタブランドの小型・普通トラックや、SUV等の受託生産を行っている。今回新たにコージェネを導入した羽村工場（以下、「当工場」）では日野デュトロ等の自社製品およびランドクルーザープラド等のトヨタ自動車よりの受託車を製造している。

当工場では、従前4,000kWのガスタービンコージェネを使用していたが、工場の省エネに伴う蒸気使用量削減等のエネルギーバランスの変化に合わせ、工場需要に見合ったガスエンジンコージェネ2台へ段階的に更新した。

特筆すべき点は排熱活用で、既存の車両塗装工程において排熱利用先を創出し、ガスエンジン排温水の利用を促進。更に、吸着材高密度蓄熱システムで排ガスボイラー通過後の低温排ガス・排温水から熱回収を実施し、オフライン熱輸送により塗装工場および羽村市スミミングセンターに熱を供給しており、時間・空間的な需給ギャップを超えた排熱利用を行うことで先進的かつ高効率な省エネコージェネを構築した。



設備外観

システム概要	
原動機の種類	ガスタービン 4,000kW×1台 →ガスエンジン 7,800kW×1台 5,750kW×1台
定格発電出力・台数	7,800kW×1台 5,750kW×1台
排熱利用用途	製造プロセス、空調
燃料	都市ガス13A
逆潮流の有無	無し
運用開始	7,800kW: 2019年3月 5,750kW: 2012年7月
一次エネルギー削減率※	22.7%

※コージェネが供給できる電力・熱を商用系統から給電・熱源機から熱供給した場合と比較した時のエネルギー削減率

2 導入経緯

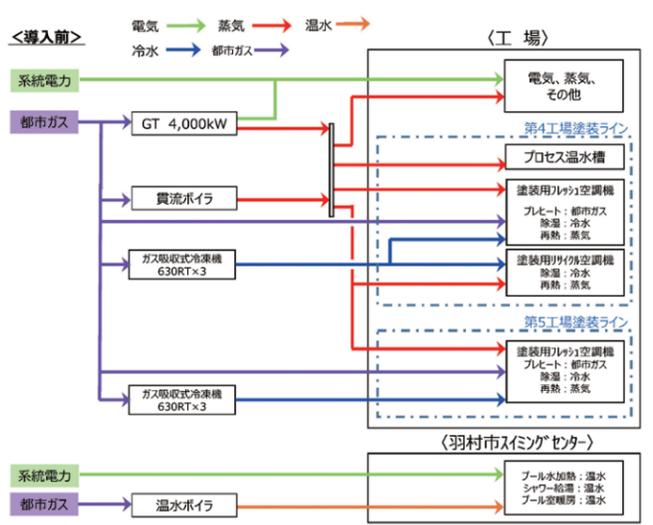
当工場では、既設ガスタービンコージェネが老朽化する一方、生産ラインの省エネ化により熱負荷（特に蒸気の使用量）が大幅に低減されたため、コージェネ蒸気が余剰状態となり、コージェネ本来の省エネ性を発揮し切れない状態となっていた。また、東日本大震災の経験から系統電力途絶時の電力供給継続の必要性を認識していた。

- そこで、以下の課題1)～4)に対応した新たなガスエンジンコージェネを検討・更新し、大幅な省エネ化を図った。
- 1) 発電・排熱のバランスが工場需要と見合った最適なコージェネシステムの構築
 - 2) ガスエンジン排温水の利用先創出（自動車工場における主要エネルギー消費先である塗装工程における省エネ）
 - 3) 従来は使途の無いコージェネ低温排熱の利用（新技術である吸着材蓄熱システムの活用）
 - 4) 災害等による系統電力途絶時にも工場を継続稼働可能なシステム構築（BOS、瞬時電圧低下対策）

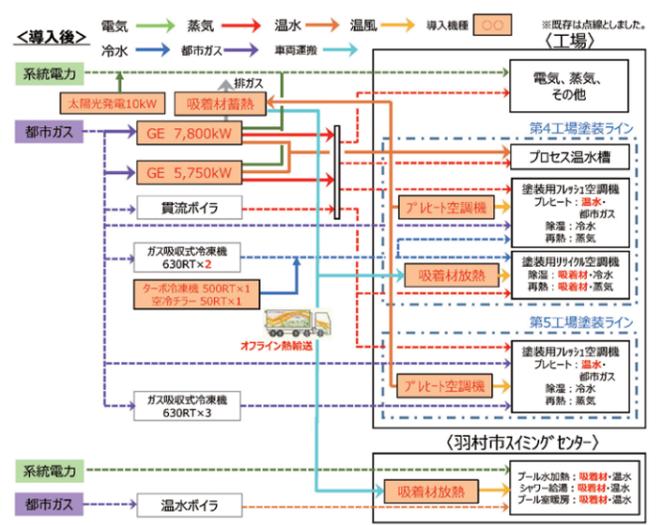
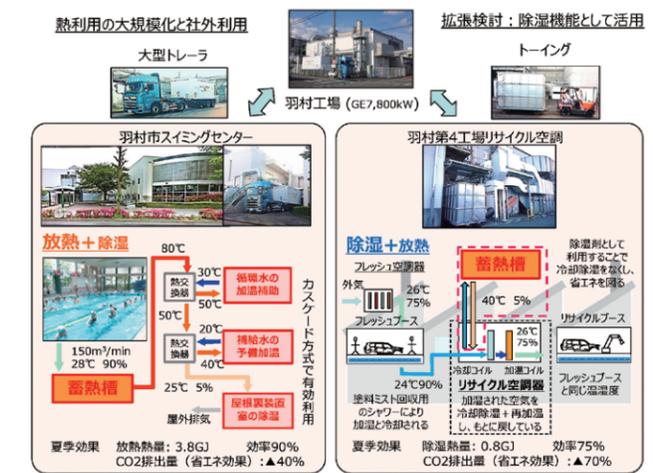
3 特長

- 工場の電力需要・熱需要に見合ったシステム構築
 - ・蒸気比率の高い既設ガスタービンに替えて、発電比率が高いガスエンジン（工場稼働中に100%負荷運転が可能な出力）に更新。
- 塗装工程での排熱利用先創出による総合効率向上・省エネ実現
 - ・排温水を自動車塗装ラインのプロセス温水槽（前処理工程）加温に加えて、既存塗装ブース空調機用に追加設置したプレヒート空調機で利用することで、蒸気・都市ガスの使用量を削減。従来の加熱設備をバックアップとして残すことで信頼性も維持した。
- 吸着材による高密度蓄熱システムの導入とオフライン熱輸送
 - ・活用が難しいコージェネの低温排熱を新開発の高密度蓄熱材に蓄熱、トラックにて熱利用先へ運搬することで、熱需要との場所や時間のずれを解消して熱利用を実現。事業所内だけでなく、地域単位でのコージェネ排熱回収を実施することで、面的な熱供給利用が可能となり、地域内民生施設の環境負荷低減に寄与。
 - ・蓄熱材は水分の吸着脱着反応を利用するため、密閉維持するだけで長期保管しても蓄熱量の90%以上を放熱利用可能で、保管時の温度保持が不要。
 - ・当初は実証実験設備として導入したが、安定運転が可能で省エネに寄与できることが実証されたため、今後も羽村市を含めて運用を継続予定。
- 系統電力途絶時にも工場を継続稼働可能なシステム構築
 - ・ガスエンジンコージェネ1台に対して高速限流遮断装置を設け、瞬時電圧低下や停電の際に重要負荷を無停電で商用系統から切り離し、コージェネから電力供給可能なシステムを構築。ブラックアウトスタート対応も行い、非常時に工場全体へ電力供給が可能なシステムとした。

【ガスエンジンコージェネのエネルギーフロー】



【蓄熱・熱輸送先のエネルギーフロー】



【熱の発生場所と利用場所イメージ】





地域拠点となる廃棄物処理施設における コージェネレーション新システム ～名古屋市 北名古屋工場への導入事例～

愛知県北名古屋市 日鉄エンジニアリング株式会社
東邦ガス株式会社

1 概要

名古屋市北名古屋工場は「第2次愛知県ごみ焼却処理広域化計画」に基づき、名古屋市と北名古屋衛生組合が共同で、新たなごみ処理施設を整備するために計画した工場で、2020年7月より運用を開始した。

本工場は地産地消・分散型の再生エネルギーとなる廃棄物発電を実施するとともに、「施設自体の強靱性に加え、災害時であっても自立起動・継続運転が可能なこと」が求められていた。また防災拠点としても位置づけられるため、これらを可能とする常用発電設備の設置を検討し、1,200kWの防災兼用ガスエンジンコージェネ3台を導入した。

コージェネから発生する電力は、通常時は廃棄物処理施設の所内電力として利用するとともに、施設の起動・停止時の大きな負荷変動を補うことで、電力システムの安定化にも貢献している。また、非常時には廃棄物処理機能や防災拠点となる施設の機能維持に寄与している。

コージェネの排ガスは廃棄物発電設備の燃焼室に投入され、廃棄物発電量の増加と排ガス総量の低減のために有効活用されている。ジャケット温水熱は、廃棄物発電の給水予熱で回収してエネルギー効率の向上を図るとともに、将来的な施設外への熱利用の拡大も視野に高温貯湯槽でも回収している。



施設外観

システム概要	
原動機の種類	ガスエンジン
定格発電出力・台数	1,200kW×3台
排熱利用用途	廃棄物燃焼空気の代替、温水プール(2022年8月予定)
燃料	都市ガス13A
逆流の有無	無し
運用開始	2020年7月
一次エネルギー削減率※	20.8%

※コージェネが供給できる電力・熱を商用系統から給電・熱源機から熱供給した場合と比較した時のエネルギー削減率

2 導入経緯

本施設の設置にあたり、施設自体の強靱性に加え、災害時であっても自立起動・継続運転が可能なこと、ガス発電設備等による発電電力及び発生熱は、経済的かつ効率的な有効活用を図ること、また、将来、工場近隣の余熱利用施設へ熱源供給を行うことが、その機能として求められていた。

これらを実現するために、ガスエンジンコージェネの導入を検討。以下の課題を解決できるシステムを構築するよう計画した。

- ・災害時であっても自立起動・継続運転が可能な常用発電設備の燃料の選択
- ・同上、常用発電システムの排熱量・仕様に対する有効利用手段の創出
- ・(将来) 工場近隣の余熱利用施設へ供給する熱源仕様の設定と、施設が休止している場合に排熱を有効利用できる方策
- ・常用発電システム排気ガス中の窒素酸化物 (NOx) は、公害規制条件 25ppm 以下 (O₂=12%) に適合する必要

3 特長

■燃焼排ガスの廃棄物燃焼利用で廃棄物発電量増加、環境性向上、コスト低減を同時に実現

- ・ガスエンジンの排ガス熱は、廃棄物発電設備(燃焼室ボイラ)で直接回収。排ガス中の酸素(O₂)を廃棄物燃焼に利用し、廃棄物燃焼用空気を削減することにより、廃棄物発電量の増加に加え、廃棄物処理とガスエンジンで発生する排ガス総量を低減。
- ・ガスエンジン排ガスを廃棄物処理プロセスに導入することで専用脱硝設備が不要となり、同設備の建設コストと維持管理コストを低減。また、北名古屋工場の二次燃焼室では炉内脱硝作用を発揮させ、廃棄物処理用の脱硝薬品使用量が減少しない制御を実施しており、省エネと環境性の向上を両立させたコスト低減可能な仕組みを実現。

■将来の面的利用も可能な排熱利用の柔軟性

- ・現在、ガスエンジンの排ガス熱とジャケット温水熱を廃棄物発電プロセスで全て回収しているが、次のように利用形態を柔軟に変化させることによる、将来の工場外施設への熱供給も実現可能。
- ①余熱利用先が停止(又は不在)の場合: 廃棄物発電量と逆潮電力量が増加。
- ②余熱利用先が運転(又は条件可変)の場合: 廃棄物発電用蒸気の余剰分やガスエンジン温水熱の蓄熱分を供給。

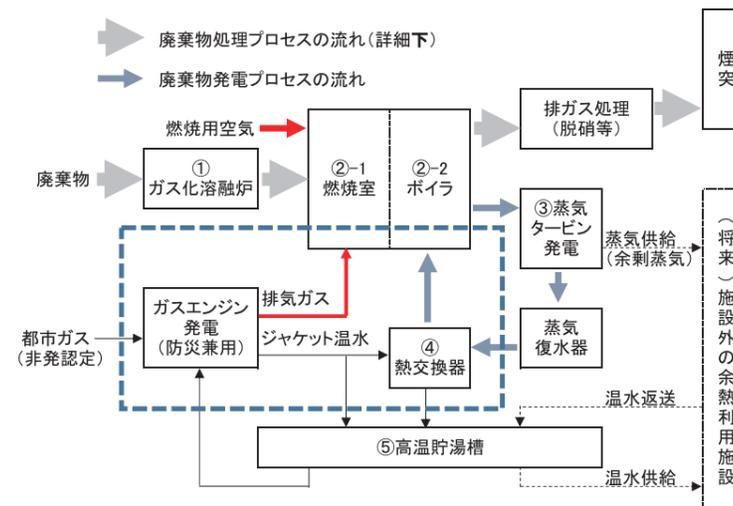
■非常時における廃棄物処理継続と防災拠点としての役割の実現

- ・ガスエンジン発電プロセスと廃棄物処理・発電プロセスを組み合わせ、平時にエネルギー効率と経済性の最大化を維持しつつ、非常時もガスエンジンの電力により自立起動・継続運転できるため、廃棄物処理の継続と防災拠点としての機能維持により社会貢献にも寄与。
- ・都市ガスは、非発認定導管(中圧A)を敷設し供給することで、災害時に系統電力の供給が遮断(ブラックアウト)した場合でも、ガスエンジン発電が可能。

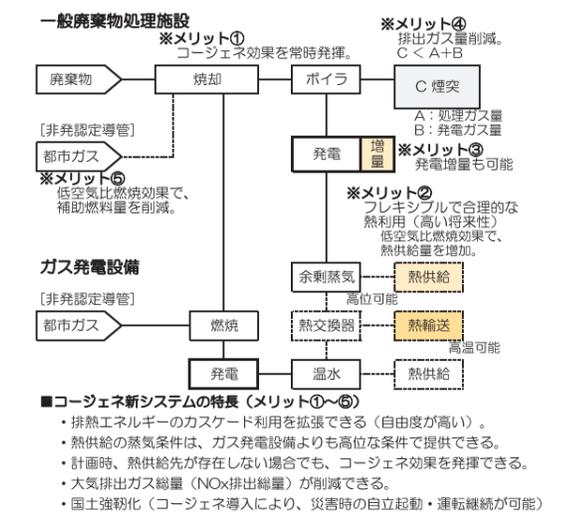
■廃棄物処理施設との親和性の高いコージェネの新たなシステム形態

- ・廃棄物処理施設にコージェネを導入する場合、周辺に熱利用先が不在、または熱利用先との需給が合致しない等の制約があるが、本システムは、ガスエンジン排ガス中の高温酸素の活用で、「廃棄物燃焼用空気の削減による廃棄物発電量増加」と「排出ガス総量(NOx排出総量)の削減」の導入効果を発揮することが可能。

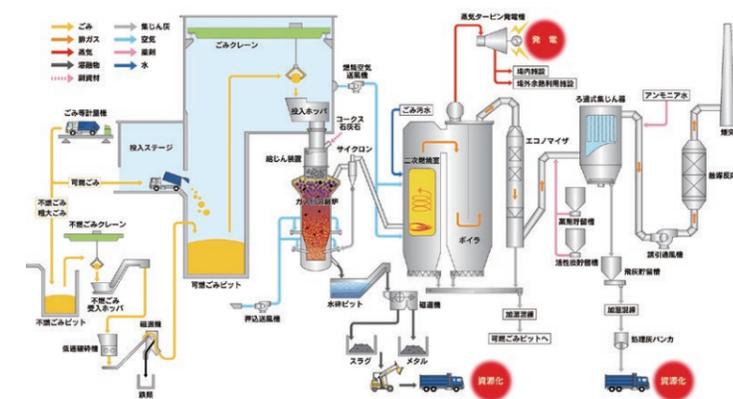
【システムフロー図】



【廃棄物処理全体への導入メリット、効果】



【名古屋市 北名古屋工場の廃棄物処理プロセス】



【防災拠点となる廃棄物処理施設(イメージ)】



出典:平成25年度地域の防災拠点となる廃棄物処理施設におけるエネルギー供給方策検討業務報告書(環境省)37ページ図3.1-1
<https://www.env.go.jp/recycle/report/h26-03/02-2.pdf>



エチレンプラント分解炉とインテグレートした ガスタービンコージェネシステム導入

～三井化学 大阪工場への導入事例～

大阪府高石市 三井化学株式会社
Daigas エナジー株式会社

1 概要

三井化学 大阪工場は、日本でも有数の工業地帯である堺泉北臨海工業地区に位置している。約 155万 m²の敷地を有し、エチレンプラントやアンモニアプラントを基幹プラントとし、ポリプロピレン、EO誘導体、アンモニア系製品などを中心とする基礎化学品の基幹工場である。

工場の省エネルギーの更なる推進と構内の自家発比率向上の観点から、基幹プラントのエチレンプラント分解炉とインテグレートした 30MW のガスタービンコージェネシステム 1 台を導入、2020 年 12 月より稼働している。

専用高圧配管から供給される天然ガスを燃料としてガスタービン発電を行い、ガスタービンから発生する高温の排熱（燃焼排ガス）を、後段のエチレンプラント分解炉の燃焼エアとして利用し、分解炉での燃料を削減することで、高い省エネ性を実現した。



設備外観

システム概要	
原動機の種類	ガスタービン
定格発電出力・台数	30,000kW×1台
排熱利用用途	エチレン分解炉の燃焼用空気（顕熱利用）
燃料	天然ガス
逆潮流の有無	無し
運用開始	2020年12月
一次エネルギー削減率※	26.3%

※コージェネが供給できる電力・熱を商用系統から給電・熱源機から熱供給した場合と比較した時のエネルギー削減率

2 導入経緯

本工場は、基礎化学品の基幹工場であり、その規模の大きさから構内での燃料や電力などのエネルギー消費量が多く、今後も工場全体として継続的にエネルギー消費原単位の低減に取り組んでいく必要がある。特に基幹プラントであるエチレンプラントにおいては、工場全体に占めるエネルギー使用の割合は 50% 近くあるため、更なるエネルギー原単位の改善に継続的に取り組み、競争力強化を図っていく必要がある。

電力供給においては、自家発電設備（既設の蒸気タービン発電）により一定の供給は確保されているものの、構内の全電力需要に対する買電使用の比率が高く、今後電力価格のボラティリティー（変動性）に対する自家発運用のフレキシビリティを確保するために、構内の自家発比率を向上していく必要がある。

そこで、省エネルギーの更なる推進と構内の自家発比率向上の観点から、基幹プラントのエチレンプラント分解炉とインテグレートしたガスタービンコージェネシステムを導入することとした。

3 特長

■燃焼排ガスのエチレン分解炉直接利用による省エネの実現

- ・ガスタービンの排ガスを最大限利用するため、一般的な排熱ボイラ等による熱回収ではなく、エチレンプラント分解炉とインテグレートした排熱利用を計画。ガスタービンで発電を行い、発生した高温の燃焼排ガスはエチレンプラント分解炉バーナーの燃焼エアとして利用。分解炉側での顕熱利用により、分解炉で使用する燃料が削減され、また分解炉で発生する高圧蒸気の発生量が増加。
- ・分解炉と隣接するエリアにガスタービンを設置し、排熱利用のためのダクト距離を極力短くすることで、設備コストと放熱ロスによるエネルギー損失を最小化。
- ・エネルギーを最大限に有効利用するため、発生する排ガス量を全量分解炉で直接利用可能なガスタービン能力で計画するとともに、ガスタービン背圧が一定になるように排ガスを分解炉各炉に均等に流量配分するシステムを採用。それにより、外気温変化等でガスタービン排ガス量が変動した場合でも、分解炉行きFCVダンパーが均等に動作し、ロスなく排ガスの熱を回収。

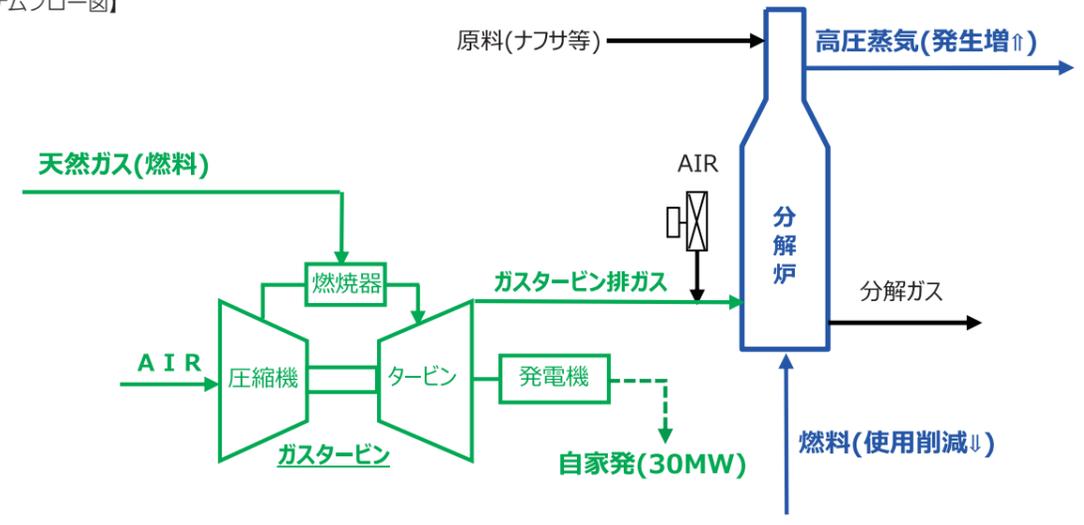
■ガス会社からの専用配管での燃料供給によりレジリエンス強化と付帯設備の削減を実現

- ・本工場の隣地には大阪ガス泉北製造所第一工場があり、専用配管（パイプライン）で天然ガスを供給。この専用配管は、4MPaG以上の高圧配管による供給であり、中圧配管よりもさらに耐震性や信頼性に優れており、大幅にレジリエンスを強化。
- ・天然ガスが高圧で供給されているため、ガスタービン専用のガスコンプレッサーが不要になり、イニシャルコストダウン。また、ガスコンプレッサーがないことで、平常時は圧縮機運転動力分の電力の省エネにつながっていると同時に、ガスコンプレッサー故障による不測のトラブルがなく、よりシステムの信頼性も向上。

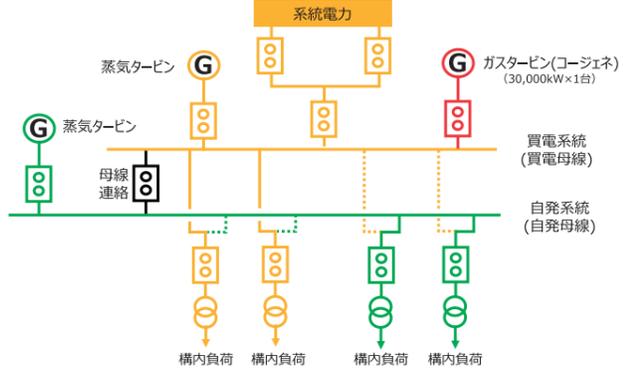
■非常時のエチレンプラント継続運転のための対応

- ・大阪工場内の電力系統は、自家発母線と買電母線の2系列があり、ガスタービン発電機は、買電母線に接続。系統電力の異常やガスタービンが異常トリップした際は、ガスタービン発電機は即座に系統から遮断し保護するシステム。
- ・ガスタービンのトリップ時は、分解炉への排熱（燃焼排ガス）供給も停止するが、エチレンプラント側の急激な変動を防止するため、分解炉の継続運転に必要な燃焼用フレッシュエアを速やかにバックアップするシステムを構築し、エチレンプラントの共倒れを防止。

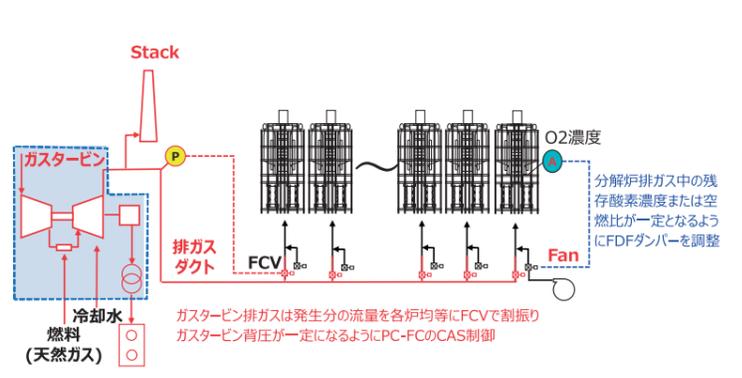
【システムフロー図】



【電気系統図】



【排ガスを分解炉各炉に均等に配分する仕組み】





EMSを軸としたLPGコージェネによる省エネとBCP対策の実現

～日本ホワイトファーム 知床食品工場への導入事例～

北海道網走市 日本ホワイトファーム株式会社
株式会社イーネット
アストモスエネルギー株式会社
ヤンマーエネルギーシステム株式会社

1 概要

日本ホワイトファームは、ニッポンハムグループの養鶏事業として、1981年に北海道網走市に設立、その後、全国で4事業所を展開している。安定的な鶏肉の供給がなにより社会的貢献と考えており、そのためのシステム作りとして、種鶏農場から処理工場までの一貫した生産体制を構築し、全ての工程に眼が届く経営を行っている。

知床食品工場は、ブランド鶏である「知床どり」の処理・加工を行う食品加工工場である。これまで、LED照明の導入などの省エネ化を進める中で、さらなる省エネを実現するための検討を行ってきた。また、重油設備の老朽化による更新も必要となっていた。そこで、メインの熱源を重油と比較して環境性に優れたLPGに転換し、最大限にエネルギーを有効利用できるシステムを構築した。

本工場では、生産工程で多量の温水を利用することから、温水供給が可能なLPGマイクロコージェネを導入して排熱の有効活用を実現した。また、北海道胆振東部地震による大規模停電（ブラックアウト）の経験から、停電時においても事務所の照明、製品備蓄設備、排水処理設備のバックアップができるシステムを構築した。併せてエネルギーマネジメントシステム（EMS）の導入により、コージェネの最適制御とエネルギーの管理工数削減を実現した。



建物外観

システム概要	
原動機の種類	4サイクルガスエンジン
定格発電出力・台数	25kW×20台
排熱利用用途	生産プロセス
燃料	LPG
逆潮流の有無	無し
運用開始	2020年12月1日
一次エネルギー削減率※	25.5%

※コージェネが供給できる電力・熱を商用系統から給電・熱源機から熱供給した場合と比較した時のエネルギー削減率

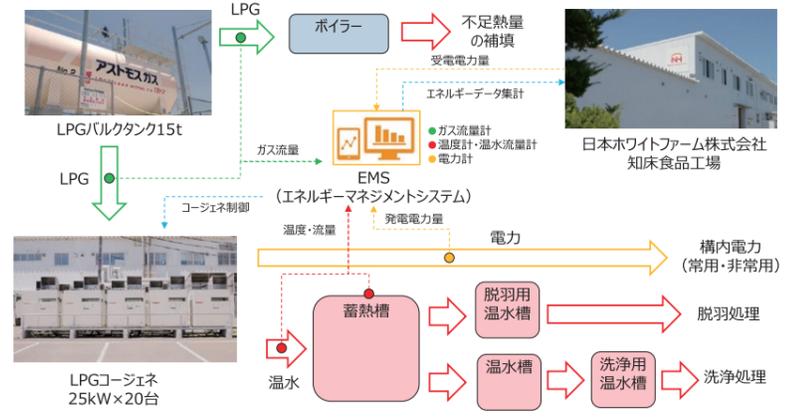
2 導入経緯

- 以下の課題を解決するためにシステムの構築を行った。
- 重油設備の老朽化：重油設備の老朽化による効率の低下に加え、重油タンクが耐用年数を迎えようとしていた。
 - 省エネ法への対応：年平均1%以上のエネルギー消費量の削減を「中長期5ヵ年計画」に掲げており、省エネを実現する施策として燃料転換・機器更新を含めた運用改善を検討していた。
 - 特別高圧契約の回避：特別高圧契約では、特別高圧設備の導入及び電気主任技術者の常駐が義務付けられるためコストアップとなる。そこで、コージェネ導入で契約電力を抑えることにより、『従来の高圧契約』を維持することを目指した。
 - ブラックアウト時のBCP対策：「北海道胆振東部地震」による北海道の全域に及びブラックアウトが発生した際、本工場でも冷蔵庫が丸2日間停止し、商品廃棄による大きな被害が出た。この経験により、ブラックアウト時の「BCP（事業継続計画）」対策として、自家発電による電源確保の必要性を強く認識していた。

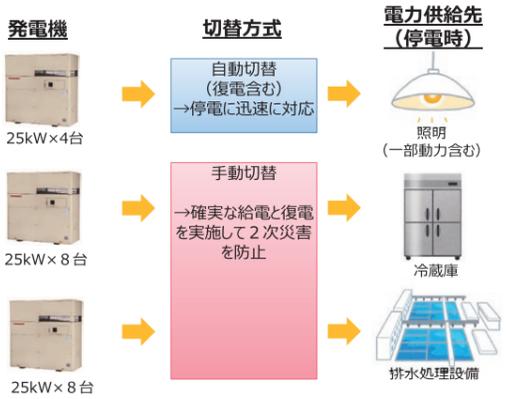
3 特長

- マイクロコージェネの複数台設置及びEMSを活用した最適制御による平常時の高効率運転と高い稼働率の実現**
 - マイクロコージェネの複数台設置により部分負荷領域でも台数制御で各機器が定格出力で高効率運転。
 - EMSを活用して電気と熱の負荷変動に応じて最適制御。
 - メンテナンスも1台ずつ実施するため発電を確実に停止することなく高い稼働率を実現。
- BCP対策を重視した停電時のエネルギー供給システム**
 - 15tストレージタンクにLPG燃料が貯蔵されているため、災害時にも数日間にわたって安定供給が可能
 - 停電時、重要負荷を3ブロックに分割して電源をバックアップ（事務所系統）
 - 停電が発生した際にも瞬時に自立負荷への電力供給、復電時の自動復旧できるシステムを構築（製品貯蔵設備系統及び排水処理設備系統）
 - 手動切替により確実な電源のオンオフが継続できるシステムを構築
- 貯湯槽（蓄熱槽）の新設によるコージェネ温水の有効利用**
 - コージェネの排熱は、新設の貯湯槽の井水を加温し、異なる温度帯の脱羽用温水槽と洗浄用温水槽に供給することで熱のカスケード利用を実現。また、新設の蓄熱槽により、継続的に熱回収するとともに湯切れ等のトラブルを防止するシステムを構築。
- 燃料転換による一次エネルギー使用量及びCO₂排出量の削減**
 - 重油からLPGへ燃料転換することにより一次エネルギー使用量及びCO₂排出量を大幅に削減
- 4社の共同提案によるコスト最適化・タイムリーな導入を実現**
 - 施主およびエンジニアリング会社と燃料供給メーカー・機器メーカーの4社が各々の強みを活かして円滑に対応することにより、課題をトータル的に解決し、全体的なコスト最適化やスケジュール通りの工事を実現。
- ASSET補助金の活用**
 - 本事業の取り組みによるCO₂排出量削減が評価され、環境省の補助事業であるASSET事業（先進対策の効率的実施によるCO₂排出量大幅削減事業設備補助事業）に採択。

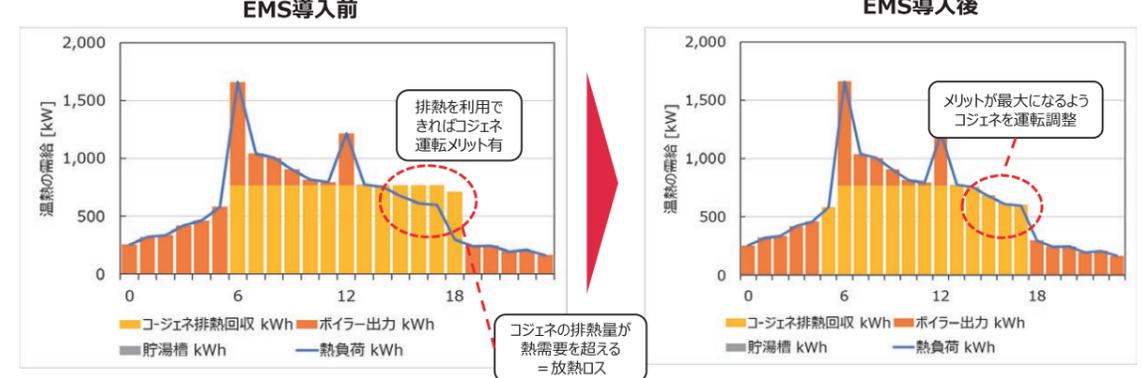
【システムフロー図】



【停電時の給電切替】



【EMSの導入効果】





水素30%混焼 高効率8MW級ガスタービンコージェネ「PUC80D」の製品化

川崎重工業株式会社

1 概要

脱炭素化へのソリューションとして、利用時にCO₂を排出しないクリーンなエネルギーである"水素"の活用が注目されている。国際エネルギー機関(IEA)の調査レポートRenewables2019によると、世界の最終エネルギー消費の約50%は熱である。特に熱の脱炭素化を達成するためには水素燃料や水素コージェネの導入拡大が必須である。

川崎重工業は、脱炭素社会に向けたエネルギー転換への対応として、中小型分散電源としては初となる水素30%混焼ガスタービンコージェネを製品化した。

ガスタービンは、NO_x低減に水噴射や脱硝装置を必要としない希薄予混合燃焼方式によるドライ低エミッション(DLE)燃焼器を搭載し、高効率だけでなく、幅広い運転範囲で大気汚染防止法の基準値を大きく下回るNO_x値52.5ppm(O₂=0%)以下を実現した。

最適なバーナ設計とすることで、新設はもちろん、既に納入されている約100台のガスタービンコージェネにも水素30%混焼が適用できる。



製品外観

システム概要	
原動機型式	PUC80D
原動機種類	ガスタービン
定格発電出力	7,650kW
燃料	水素(30%vol)/都市ガス13A(70%vol)
排熱利用用途	蒸気
発電効率(低位発熱量基準)	33.2%
排熱回収効率	蒸気: 52.3%

2 開発機器の特長

■30% (体積ベース)の水素混焼が可能

- ・始動時および負荷運転において、天然ガスに対して30%volまでの任意の割合の水素混焼が可能。商用電源とガス焼きボイラに比べて、水素30%混焼時における年間のCO₂排出量は約19,000t-CO₂/年削減することが可能。
- ・水素割合は0~30%volまで任意の割合に対応。運転中の水素割合変化に対しても自動燃焼制御で安定運用を実現。

■既設機への適用が容易

- ・既設PUC80Dの水素30%混焼への改造において、M7A-03ガスタービン、燃焼器、および発電装置は流用可能とし、燃料ガス供給設備と燃焼制御の改造で対応可能。

■水素混焼における燃焼制御

- ・水素30%混焼時は逆火発生に対し十分なマージンを有することを確認し、水素割合に応じてメイン燃料を減らし追焚き燃料を増やす制御を行うことで希薄予混合燃焼への影響を小さくし、NO_x増加制御および逆火リスクを低減。

■水素混焼時も低NO_x化しほとんどの規制値をクリア

- ・水素30%混焼時の窒素酸化物排出量は都市ガス13A/LNG 焼きと同じ52.5ppm(O₂=0%)であり、大気汚染防止法294ppm(O₂=0%)はもとより、ほとんどの自治体規制値を満足することが可能。

3 期待される効果

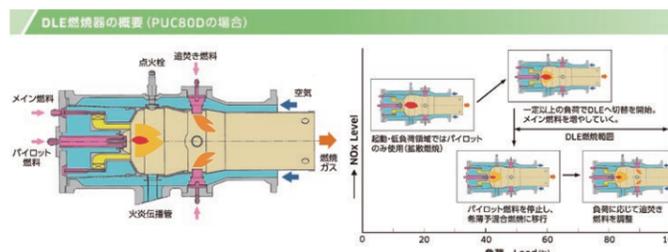
■既設機への適用、他機種への展開

- ・都市ガス焼き8MW級ガスタービンコージェネ「PUC80D」は国内外に約100台納入しており、すべて水素30%混焼に改造可能。
- ・川崎重工業の各ガスタービンに搭載されるDLE燃焼器はすべて同じ形式(希薄予混合バーナ+追焚きバーナ)であり、PUC80Dで製品化した水素混焼システムを2022年度には全機種に展開することを計画。
- ・さらに、水素専焼可能な燃焼器として、マイクロミックス燃焼器と呼ばれるドライ燃焼方式を2030年までに開発予定。

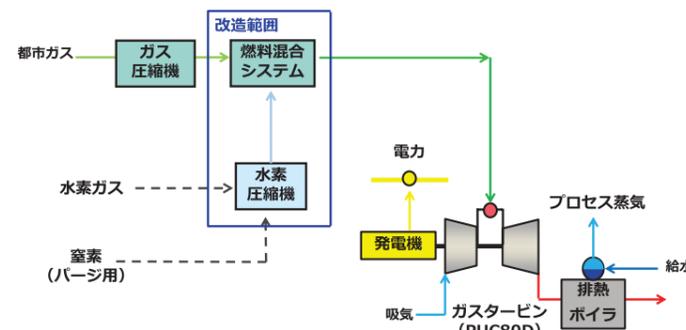
■省エネ性・CO₂削減量のさらなる向上

- ・水素を30%混焼させた場合、都市ガス100%と比べて、エネルギー消費量は約2,000kL/年、CO₂排出量は4,000t-CO₂/年さらに削減することができ、省エネ性、環境性が向上。
- ・既に納入されている約100台の同型機を水素30%混焼へ改造した場合、エネルギー消費量は全体で約20万kL/年、CO₂排出量は40万t-CO₂/年さらに削減可能。

【DLE燃焼器の概要】

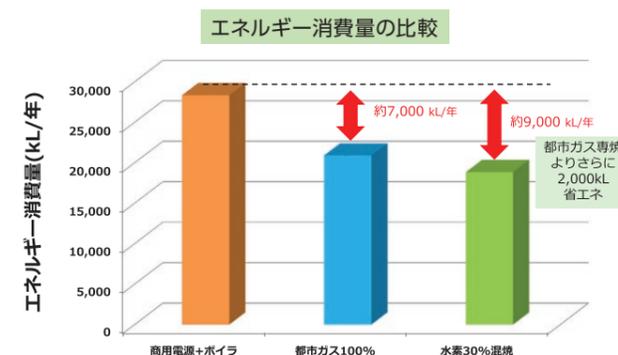


【水素30%混焼改造範囲】

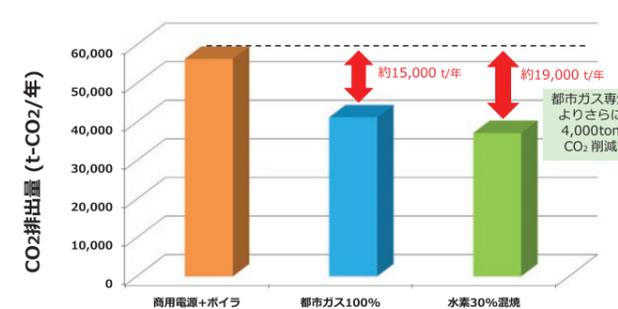


PUC80Dコージェネフロー例(都市ガス70%+水素30%)

【エネルギー消費量、CO₂排出量の比較】



CO₂排出量の比較



※1 比較対象 商用電力+ガス焼きボイラ(ボイラ効率90%)
 ※2 条件
 ・ガスタービン 吸気温度15℃、100%負荷運転、運転時間8640時間、排熱ボイラ蒸気圧力0.78MPaG
 ・都市ガス13A 原油換算係数1.16 kL/kNm³、CO₂排出係数2.29 t-CO₂/kNm³
 ・購入電力 原油換算係数0.248 kL/MWh、CO₂排出係数0.496 t-CO₂/MWh
 ・水素 原油換算係数 省エネ法上対象外、CO₂排出係数0 t-CO₂/kNm³(グリーン水素を想定)
 ・負荷条件 電力 7,610kW、蒸気 17 t/h
 ・水素供給圧力 0.8MPaG

【水素ガスタービン開発ロードマップ】





トリプルハイブリッド発電システム「EBLOX」の開発

三菱重工エンジン&ターボチャージャ株式会社

1 概要

近年の世界的な脱炭素化に向けた流れの中、再生可能エネルギーの普及や集中型電源から分散型電源への移行が急速に展開されてきている。世界には電力会社からの給電が行き届いていないオフグリッド地域がまだまだ残されており、これらの地域には今後、多くの自立給電型発電所が建設されると予想されている。また、昨今増えつつある大規模自然災害やそれに伴う停電に備えることができ、再生可能エネルギーも無駄なく使用できるハイブリッド型発電システムはそのニーズに応えることが可能である。

エンジン発電セット、太陽光発電(PV)などの再生可能エネルギー、蓄電池(ESS)の3つを組み合わせ、自家発規模で再生可能エネルギーの最大活用と周波数・電圧の安定性とを両立させたシステム及びその制御装置を開発。PV出力が雲などの影響で瞬間的に大きく変動した場合に、ESSから変動を抑制するための入出力を行い、一日の中の大きな出力及び負荷の変化にはエンジンで対応する。ESSだけでなく、エンジンを組み合わせることによりコージェネとして熱の利用も可能となっており、エネルギー費用の低減とCO₂排出の低減を同時に行うことが可能。

PVの瞬間的な変動に対応するためESSに慣性力を持たせるVSG制御ロジックと、ESS容量を最小化するためのエンジンとESSの負荷分担制御ロジックが最大の特長である。



試験設備外観

システム構成例	
原動機型式	SGP M1500-S 等
原動機種類	レシプロエンジン
定格発電出力	1,500kW
燃料	都市ガス13A、軽油 等
排熱利用用途	蒸気
発電効率	40.7%
排熱回収効率	蒸気：17.7% 温水：13.3%
太陽光発電出力	1,500kW
蓄電池出力	1,500kW
蓄電池容量	750kWh

※出力・容量は変更可能です

2 開発機器の特長

従来、系統から切り離された自立給電システムにおいてエンジンなどの火力発電装置（以下、エンジン等）と太陽光発電などの再生可能エネルギーを組み合わせる場合、再生可能エネルギーの出力変動が大きいことから、エンジン等の出力の10～20%程度の再生可能エネルギーしか導入出来なかったが、蓄電池などのエネルギー貯蔵装置と組み合わせ、かつその制御手法を工夫することによりエンジン等の出力と同等規模の再生可能エネルギーを導入することが出来るようになった。

■複数電源の最適制御機能

複数の電源を使用する場合、どの電源にどの位出力させるか、安定した電力供給に最適な電力を配分する機能が必要になり、本システムは①3電源の最適電力配分機能、②蓄電池充電量（SOC：State of charge）の最適制御を保有。

■自立給電時の母線電源安定化制御

母線の周波数変動や電圧変動が発生した場合に、蓄電池に対し素早く充放電の指令を出すことで母線電源の安定化を図る制御機能を搭載。三菱重工総合研究所が有する仮想同期制御発電機（Virtual Synchronous Generator）技術に三菱重工エンジン&ターボチャージャが培ったドループ制御技術や異機種原動機間の連携技術を組合せた新制御方法を採用。

3 期待される効果

■CO₂排出量ゼロへの道筋

・まずトリプルハイブリッド発電システムを導入しCO₂を大幅に削減し、将来的には原動機部分を開発中の水素エンジンに置き換えることでCO₂排出量ゼロを実現。

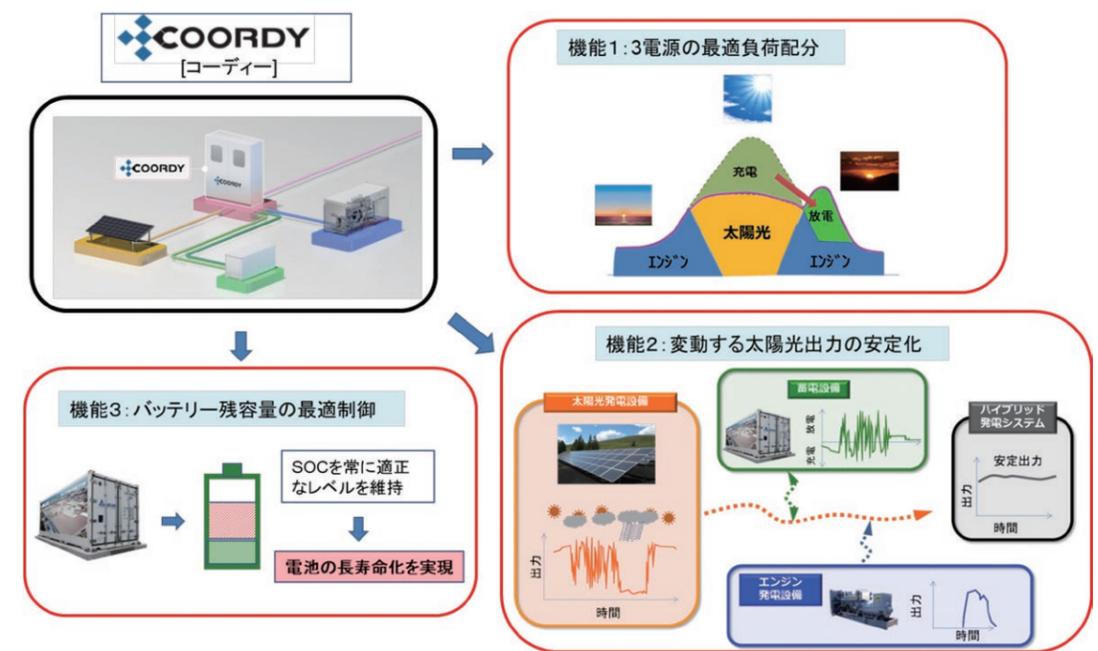
■システムの安定化

・仮想同期制御発電機（VSG）制御技術に加えて、3電源の最適負荷配分機能、バッテリー残容量の最適化制御手法を取り入れシステムを安定化。

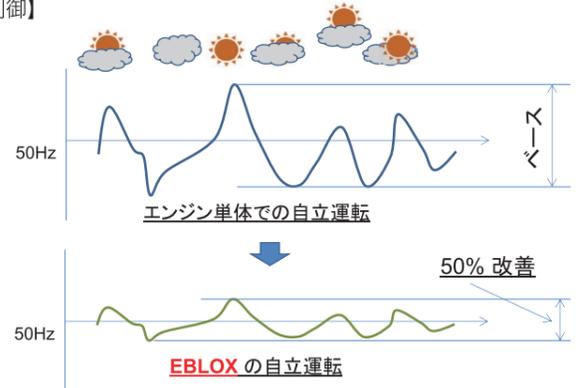
■将来性

・市場からの調整力要求に対応し、分散型エネルギーリソース（DER）は高速応答化していく必要があり、トリプルハイブリッド発電システムを構成する蓄電池とエンジンを最適に制御することで短い応答時間での調整力の供出と長時間にわたる電力安定供給を両立。

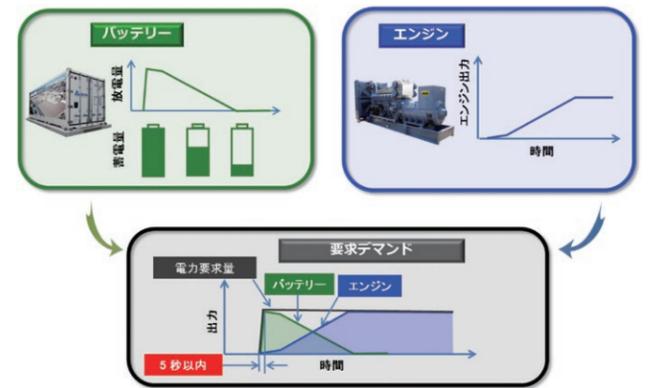
【システム全体構成】



【VSG制御】



【EBLOXでのデマンドレスポンス】



VSG*: Virtual synchronous generator



低温排熱利用で調湿できる新しい空調機 「リキッドデシカントエアハンドリングユニット」

ダイナエア株式会社
株式会社日建設計総合研究所
エボニック ジャパン株式会社
中部電力株式会社

1 概要

液体の調湿剤を利用したデシカント空調機はコージェネの排熱を利用しながら湿度制御と温度制御を同時に行う空調機で、コージェネシステムのメリットを最大限に活用できる。加湿は水加湿方式であると共に40℃以下の排温水でも十分な加湿が得られる上、除湿・冷却時には12℃程度の冷水で十分な除湿ができ熱源効率の向上が可能。

再生機では40℃程度の排温水が利用でき、業界初の3流体熱交換器の採用により機器の省スペース化、低コスト化を実現した。さらに、調湿剤にイオン液体を世界で初めて採用したことで以下3つのメリットを実現した。

- ①素材の長寿命化
- ②使用材料の低コスト化
- ③除菌効果による空調機内部の清浄化

潜熱顕熱分離空調を採用する事務所ビルや湿度要求の高い介護施設、医療施設や産業用途への導入など幅広く期待でき普及による脱炭素化効果が期待される。



システム概要	
型式	LDAHU10000
風量	10,000m³/h
冷房時	冷房能力 134.6kW 除湿量 120.7kg/h
暖房時	暖房能力 179.0kW 加湿量 128.2kg/h
入熱量 冷房時	冷熱 12℃ 138.4kW 温熱 42℃ 48.8kW
入熱量 暖房時	温熱 37℃ 179.0kW

2 開発機器の特長

■低温排熱の利用

コージェネの排熱は夏に調湿剤の再生用熱源として、冬は調湿及び温調用熱源に利用。排熱は高温の温水、蒸気の他にインタークーラーの冷却排熱も発生する。インタークーラーの熱は37℃程度と低く利用しにくく、一般的には冷却塔にて排熱として処理されていることが多いが、インタークーラーの排熱も利用することでコージェネの効率向上にも寄与。

■独自開発の3流体熱交換器

調湿と温調は独自に開発した「3流体熱交換器」にて行い、外気は調湿液と接触し調湿され、同時に熱交換部で調湿とは別で温調。ワンパスで大きな除湿加湿能力を得られることや調湿と温調を別々に行うことが可能。

■イオン液体「エボニック社 CreCOPLUS® (イミダゾリウム塩)」の採用

液体調湿剤として採用したイオン液体はGHSや消火法分類に非該当で安全な物質で、除菌力、ウイルス不活性化の効果がある液体。従来の塩化リチウムと比較して金属に対する腐食性が非常に小さく、ほぼ腐食性を有しない特性がある一方、粘性や熱伝導率等の物性が大きく異なることから、従来装置へのレトロフィットは困難。そこで、イオン液体の物性に対応した新しいタイプの熱交換器をゼロから開発。

3 期待される効果

■エネルギー低減効果とコージェネ排熱利用率の向上

一般的なシステムと比較し約28%のエネルギー削減効果が見込め、脱炭素化に向けたシステムとして有効。インタークーラー排熱を利用し、冬期には外気の加熱、中間期には再生用温熱に利用、夏期は蒸気や高温水を加熱源とすることで排熱を利用した除湿が可能であり、排熱利用率約12%、総合効率4%向上。

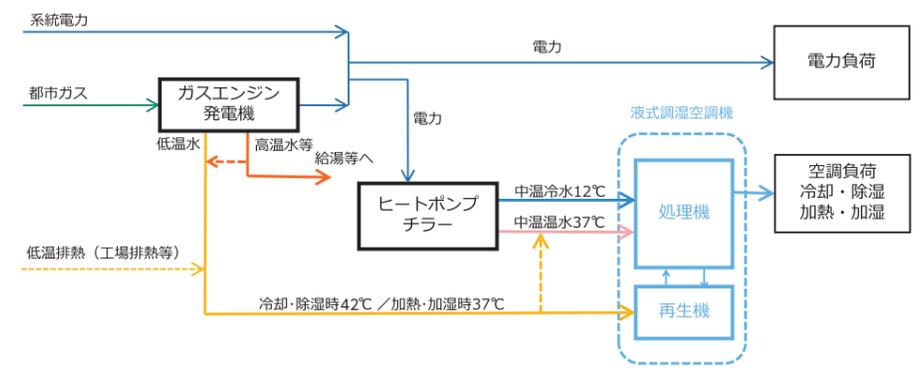
■最適な熱源利用

外気処理機を中温化し熱源全体の供給温度を高め、熱源の簡素化、配管系統の単純化により低コスト化及び高効率化できZEB化やカーボンニュートラルに向けた技術として寄与。また、温水はコージェネの低温排熱を利用することが出来、高温が必要な給湯にコージェネ高温排熱を最大限利用が可能。

■維持管理性

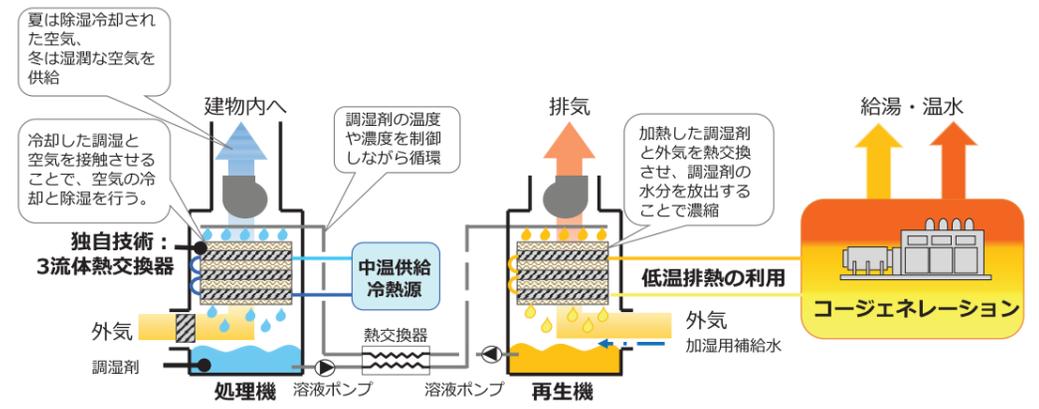
調湿剤は揮発しないことから通常運転では調湿剤の補充が不要。また、調湿剤は化学的に安定した物質であることから質的な変化の蓋然性が極めて低い。また、調湿剤に混入した外気に含まれる塵埃等の固形物はフィルター等で捕集することで清浄性維持が可能であり、交換・補充等が必要がなく、長期にわたり製品を使用することが可能。

【低温排熱を利用した液式調湿空調システムのエネルギーフロー】



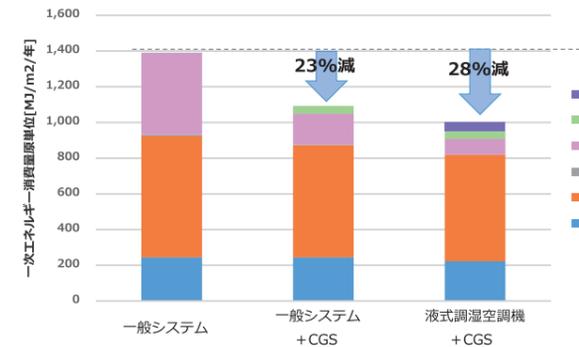
コージェネレーションによる低温排熱を利用した液式調湿空調システムのエネルギーフロー
(コージェネレーション発電利用熱源)

【液式調湿空調機の概要図】



【エネルギー削減効果】

■試算結果 (各ケースでの一次エネルギー消費量)



【コージェネ排熱利用率と総合効率の変化】

