

## 天然ガスと既設の蒸気タービンを有効活用した高効率のガスタービン コンバインドサイクルの導入による SDGs への貢献

～興人ライフサイエンス(株)佐伯工場への導入事例～\*1

<SDGs> High-efficiency Gas Turbine Combined Cycle Power Plant  
Using Existing Steam Turbine and Natural Gas  
～Case Project: Kohjin Life Sciences Co., Ltd. Saiki Factory～

### 1. 概 要

興人ライフサイエンス(株)佐伯工場は、発酵関連技術による天然調味料等を世界へ発信する三菱商事ライフサイエンスグループの重要な生産拠点です。

佐伯工場では、生産量増加による環境負荷増大への対応と同社グループで推進する SDGs に向けた貢献を実現するための抜本的な対策が必要となっていました。

この課題に対し、LNG サテライトによる天然ガスの導入により、エネルギーの低炭素化を図るとともに、新たに導入するガスタービンコージェネと既設蒸気タービンを組み合わせ、ガスタービンコンバインドサイクル化という画

期的な手法により、発電電力増とクラス最高効率(90%以上の総合効率)のシステムによる大幅な CO<sub>2</sub> 削減、電力系統への貢献を実現しました。

また、新システムでは瞬低対策やバックアップ用ガスボイラも備わっており、災害時や系統電力事故時にも工場の生産活動が継続可能であり、強靱性の向上も図られています。

### 2. 導入経緯

興人ライフサイエンス佐伯工場では、従来、製造過程で使用するエネルギーを重油 BTG、重油焚きボイラ、系統電力の購入で賄っていたが、生産量増加による環境負荷増大が課題となっていました。さらに、同社グループで推進する SDGs に向けた貢献を実現するためには、従前の取り組みをはるかに凌駕する抜本的な対策が必要となっていました。

これに対し、既設ボイラの老朽更新と C 重油から LNG への燃料転換のため、“ガスタービンコージェネレーションシステム(8MW 級)”と LNG サテライト設備を新規導入しました。さらに、既設の蒸気タービンを有効活用して“ガスタービンコンバインドサイクル”として、3MW 程度発電出力を増加させるシステムを計画しました。

表 1 システム概要  
System overview

Types of motors	Gas turbine + existing steam turbine
Rated power generation output/number	10570 kW × 1 unit (GT: 7550 kW, existing ST: 3020 kW)
Use of waste heat	Manufacturing process
Fuel source	LNG vaporized gas
Reverse power flow	YES
Start of operation	February 2019



写真 1 建物外観  
Building exterior

\*1 日鉄エンジニアリング技報, Vol.13, 49-51 (2022) より, 著作権者の許諾を得て転載。

コージェネの排熱回収ボイラは、工場の製造ラインに合わせて変動する電力／蒸気負荷へ追従し、常に一定品質の“高温／高圧”蒸気を供給するため、独自の排熱回収ボイラシステムを構築し、高効率ガスタービンコンバインドサイクルを実現しました。

工場への電力供給は、新設ガスタービンと既設蒸気タービンからの発電で賄い、余剰分は系統に売電しています。熱供給は、既設蒸気タービンの抽気蒸気をプロセス蒸気、背気蒸気をプロセス温水として賄っています。プロセス蒸気が不足する場合は、不足分を新設の貫流ボイラから賄っています。

工場の電力・蒸気の需要変動が大きく、シビアなガスタービンの許容燃料ガス変動幅の遵守に技術課題がありました。シミュレーション技術を活用し、最適なバッファタンク容量と調節弁制御パラメータを決定しました。

冷水式と蒸気式の2種類の気化器を設置しており、気温が高い際は冷水式を用いてガスタービンの吸気冷却を実施し、気温が低い際は蒸気式を用いて冷水ポンプの動力を削減しています。

### 3. 特長

- 3.1 BTG からガスタービンコンバインドサイクルへの新化
- BTG からガスタービンコージェネへの更新を行う場合、蒸気品質や熱回収効率の問題から既設の蒸気タービンを廃棄することが一般的でしたが、排熱回収ボイ

ラシステムの独自開発により、ガスタービンの発電量 8MW に加えて既設蒸気タービンからの発電量を追加で 3MW 増加させることに成功しました。高い総合効率を維持しつつ熱電バランスを価値の高い電気側に寄せることを具現化し、更なるエネルギーの低炭素化を達成しました。

〈ボイラ開発のポイント〉

- \* 運転領域の広い追焚装置を設置し、高圧・高温の過熱蒸気向けに排ガスを高温化
  - \* ボイラ伝熱面積可変システムを構築 等
- 既設蒸気タービンを有効活用した高効率な 8MW 級産業用 (=工場向け) ガスタービンの“コンバインドサイクル化”を成し遂げ、新たな商品群を開拓しました。BTG 老朽化更新の新たな手法として展開も期待できません。

### 3.2 高効率 (究極のカスケード熱利用)

- 蒸気タービンは抽気背圧式で、投入された高圧・高温の過熱蒸気は発電に利用された後段で、抽気蒸気をプロセス蒸気として活用し、背気蒸気はプロセス温水として熱利用することで、究極の熱のカスケード利用を実現しました。
- 総合効率 (定格) 91%, 年間の総合効率実績 89% (8MW 級産業用ガスタービンコンバインドサイクルでは最高効率) を達成しました。

### System diagram

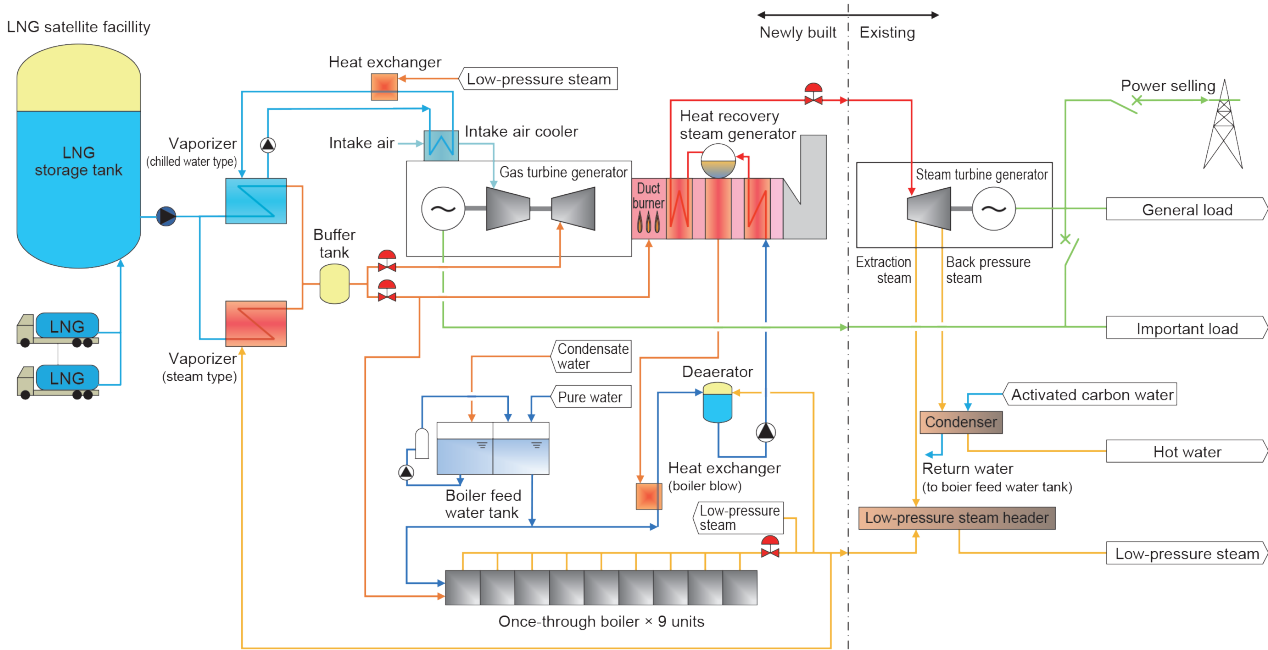


図2 システムフロー  
System flow

### 3.3 LNG 気化熱の面的利用

- ガスタービンを吸気冷却し、温まった水を LNG 気化熱として利用する冷水循環システムを構築することで熱の面的利用を実現し、発電量の増加と CO<sub>2</sub> の削減に寄与しています。

### 3.4 強靱性の実現

- LNG サテライトにて、数日分の燃料を確保するとともに、発電に必要な設備電源を重要負荷系統に乗せているため、災害時や系統電力事故時にもコージェネの運転を継続可能とします。
- 用水の確保とも併せて、非常時の蒸気供給も継続可能です。

### 3.5 SDGs への貢献

- システム導入を通じて、“7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに”，“9 産業と技術革新の基盤をつくろう”，“13 気候変動に具体的な対策を”等の各種 SDGs 達成に貢献しています。

### 3.6 システム効率と省 CO<sub>2</sub>

- GT8MW 発電+排熱 & 追焚の過熱蒸気の ST3MW 発電+抽気蒸気・背圧蒸気のプロセス活用で定格総合効率 91%，年間の実績総合効率 89% を達成しました。
- タービン吸気冷却により得られる温熱の LNG 気化熱への活用を含めて、既設と比較して約 40% CO<sub>2</sub> 削減しました。

## 4. 既設蒸気タービン活用の課題と解決

### 4.1 既設蒸気タービンを活用した GTCC の課題

- 蒸気タービン側が要求する一定品質の高圧・高温の過熱蒸気を排熱回収ボイラで常時安定的に供給することが困難です（ガスタービンの発電出力変動のため）。
- 排熱回収ボイラの蒸気条件を高圧・高温の過熱蒸気とすると、煙突からの排ガス温度が合わせて上昇するため、熱回収効率が悪化します。

### 4.2 独自の排熱回収ボイラシステムの開発

- 工場生産状況により変化する電力負荷にガスタービン出力を変動させても、工場蒸気負荷に合わせて高圧・高温の過熱蒸気を常時安定的に、必要分だけ供給するシステム。
  - 一運転領域の広い追焚装置
  - 一ボイラ伝熱面積可変システムなど
- 電力／蒸気の負荷に常時追従しながら、既設蒸気タービンへの蒸気供給量を自動制御。

## 5. おわりに

本案件は一般財団法人コージェネレーション・エネルギー高度利用センターの主催する“コージェネ大賞 2020”の産業用部門“優秀賞”を受賞しました。“2018 年（理事長賞）タイにおけるオンサイトエネルギー供給によるコージェネの導入と高効率安定操業の実現”，“2019 年（理事長賞）既設コージェネのオーバーホールと高効率化改造で発電効率を 3% pt 改善（経年機更新）”に続き 3 年連続でのコージェネ大賞受賞となります。

日鉄エンジニアリング(株)は引続き豊富な実績を基に設備建設／操業を一貫して行い、環境負荷への軽減、安定操業と高効率化の両立を図ることで SDGs へ貢献していきます。

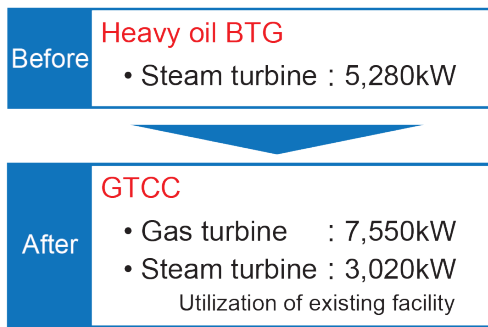


図3 システム効率と省 CO<sub>2</sub>  
 System efficiency and CO<sub>2</sub> reduction

お問い合わせ先  
 日鉄エンジニアリング(株)  
 環境・エネルギーセクター 営業本部  
 エネルギーソリューション営業部  
 エネルギー・オンサイト営業室  
 TEL (03) 6665-3670