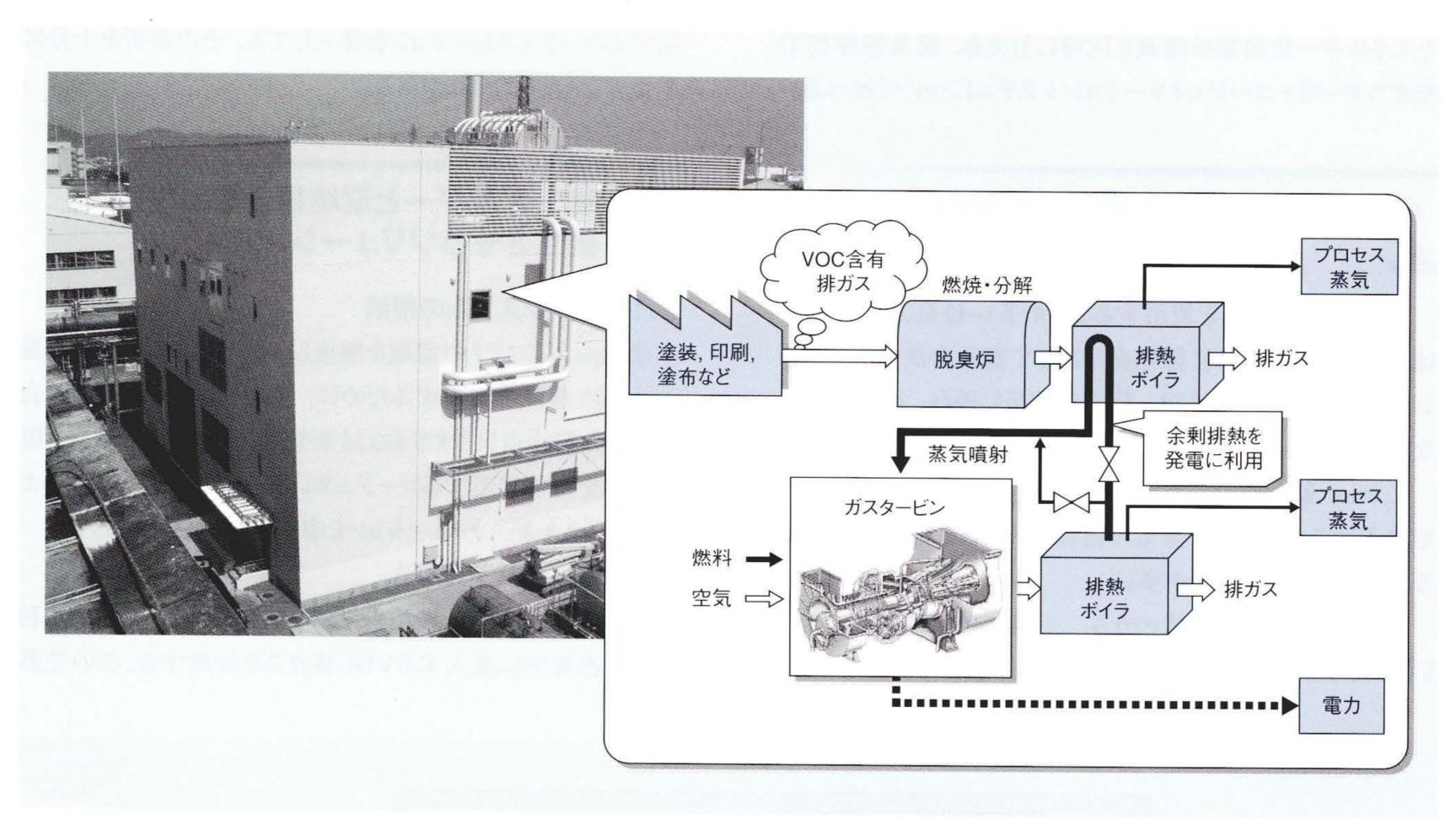
揮発性有機排ガスの脱臭排熱を 有効利用するコージェネレーションシステム

Cogeneration System Utilizing Exhaust Heat from Regenerative Thermal Oxidizer to Incinerate Volatile Organic Compound Gases Discharged from Production Facilities

波々伯部彬 Akira Houkabe 古川昌彦 Masahiko Furukawa 吉田卓弥 Takuya Yoshida 坂内正明 Masaaki Bannai

山田博行 Hiroyuki Yamada



注:略語説明 VOC(Volatile Organic Compounds:揮発性有機化合物)

富士写真フイルム株式会社小田原工場新エネルギー棟に設置された脱臭排熱利用型コージェネレーションシステム

揮発性有機化合物を含む排ガスを脱臭処理する際に発生する排熱をガスタービン発電設備に取り込んで有効利用し、コージェネレーションシステムの効率を向上させる。このシステムは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の平成14年度エネルギー使用合理化事業者支援事業に採択された。

地球環境問題の高まりの中で,製造業では,工場の排出ガス量やエネルギー使用量の削減がますます 重要性を増している。

富士写真フイルム株式会社は、日立製作所と共同で開発した生産設備で発生するVOC(揮発性有機化合物)を含む排ガスの処理と、工場のエネルギー使用量の削減を併せて行う設備として、脱臭排熱利用型ガスタービンコージェネレーションシステムを今回、導入した。このシステムは、排ガスを蓄熱式脱臭炉で

燃焼して脱臭処理し、この際に発生する高温燃焼ガスを利用してガスタービンの噴射蒸気を過熱するもので、噴射蒸気の温度上昇により、ガスタービンの発電効率が向上する。設備の導入に際して、日立製作所はシステムを設計・製作し、納入した。

このシステムを採用したコージェネレーション設備は,2003年8月から富士写真フイルム株式会社小田原工場で運転を開始し,工場内の排ガス処理と,電気・蒸気の供給に用いられている。

1 はじめに

塗装や印刷,物質の塗布などをする工場の生産工程では、

塗料や溶剤を乾燥させることにより、VOC(Volatile Organic Compounds:揮発性有機化合物)を含む排ガスが発生する。これらの排ガスは通常、脱臭炉と呼ばれる設備で燃焼させ、VOC成分を水とCO₂(二酸化炭素)に分解して処理する。

この脱臭炉は、環境設備であると同時に高温の燃焼ガスを 発生させるエネルギー設備でもある。

一方、「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(改正 省エネルギー法)は、年間のエネルギー使用量が電力で 1,200万 kWh以上, または熱で原油換算3,000 kL以上の工 場を第一種エネルギー管理指定工場として定め、エネルギー 消費原単位を年平均1%以上削減することを義務づけてい る。これを受けて産業界ではさまざまな省エネルギー対策が 進められている。

ここでは、VOCを含む排ガス(以下、VOC排ガス)の処理 とエネルギー使用量の削減を同時に行える, 脱臭排熱利用 型ガスタービンコージェネレーションシステムについて述べる。

省エネルギーと排ガス処理の課題

生産工程で蒸気を使用することが多い製造業の工場で は,発電すると同時に排熱を回収して蒸気を供給するコー ジェネレーションシステムは、費用対効果に優れ、比較的大き な省エネルギー効果が図れる有力な方法の一つである。

しかし, 脱臭設備を備えている工場でコージェネレーション を導入するためには、蒸気の需給バランスを適切に計画す ることが必要になることが多い。

脱臭炉の種々の形式のうち、一般に経年機の場合は、 VOC成分を燃焼させるために補助燃料を投入する「直接燃 焼式」であることが多い。脱臭炉は約700~850℃の高温の 燃焼排ガスを排出することから、近年は排熱回収ボイラを設 置して蒸気を回収する方法が普及しつつある。直接燃焼式 の場合、この排熱回収量はVOC成分と補助燃料の燃焼熱 量の合計に応じた蒸気量となる。しかし、回収した蒸気量が 工場の需要量を超過することもあり、この場合、余剰分は使 いみちがなく、廃棄される。

このような場合、排ガス処理による環境保全の当初目的は 果たすものの、エネルギー効率の点では損失がある。また、 すでに蒸気が余剰気味であるため、排熱を回収して有効利 用するコージェネレーションを導入しても、その長所を十分に 生かせなくなるおそれがある。

省エネルギーと環境保全を高度に 両立させるソリューション

3.1 導入システムの構成

余剰蒸気の発生の課題を解決し、かつエネルギー消費量 の大幅な削減を実現するために、富士写真フィルム株式会 社と日立製作所はさまざまな対策を検討した。その結果, 脱 臭排熱を有効利用するコージェネレーションを含む、以下のよ うな省エネルギーソリューションを導入した(図1参照)。

(1) 蓄熱式脱臭炉の導入

蓄熱式脱臭炉は、燃焼排ガスの熱を蓄熱し、この熱を利 用して燃焼室に流入するVOC排ガスを加熱する。この受熱

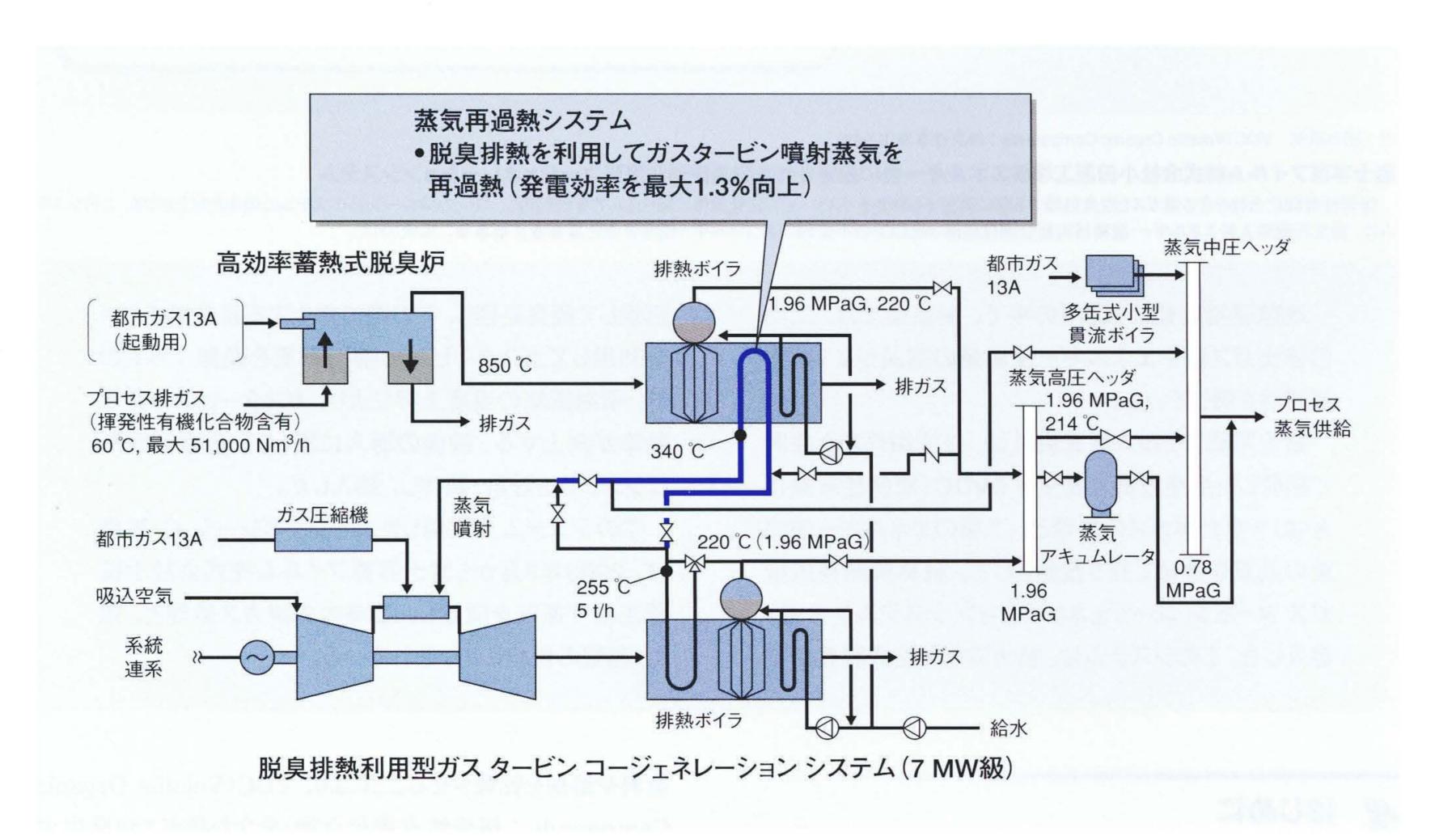


図1 導入したコージェネレーションシステムの概要

蓄熱式脱臭炉の高温排ガスを使って熱電可変ガスタービンの噴射蒸気を過熱することで、発電効率を最大1.3%向上させる。蒸気が余剰の場合でも、排ガスの余剰熱をガスター ビンの発電用に供することで余すことなく有効利用できる。

と与熱を繰り返す再生サイクルにより、VOC成分の燃焼熱だ けで燃焼を維持することができる。このため、通常の運転で は補助燃料が不要になる。

- (2) 脱臭排熱利用型ガスタービンコージェネレーションの導入 余剰蒸気の発生を削減するために、蓄熱式脱臭炉の高 温排熱をガスタービンに取り込んで発電に利用するコージェネ レーションシステムを新たに開発し、導入した。
- (3) 蒸気の需給変動を吸収するアキュムレータの導入
- (4) 多缶式貫流ボイラの導入と台数制御による高効率化

3.2 脱臭排熱利用型ガス タービン コージェネレー ション

今回開発した脱臭排熱利用型ガスタービンコージェネレー ションシステムの目的は、従来、一部廃棄していたVOC成分 の保有熱量を徹底的に利用することである。このシステムで は, 蓄熱式脱臭炉の排熱ボイラに蒸気過熱器を設け, 熱電 可変ガスタービンに噴射する過熱蒸気をこれでさらに過熱す る。この方式を「蒸気再過熱システム」と呼ぶ。脱臭炉の高温 排熱を取り込んで、ガスタービン燃焼器に噴射する蒸気のエ ネルギーを増やすことにより、ガスタービンの燃料投入量が削 減され、発電効率が向上する(図2参照)。この方式の特徴 は、以下のとおりである。

- 蒸気の余剰時であっても、VOC成分の保有熱を廃棄せ ず、ガスタービン発電電力として回収できる。従来、VOC排 ガスの処理排熱は熱として回収されており、余剰時に電気に 転換して有効利用する方法はなかった。
- (2) VOC成分の余剰熱の有効利用により、ガスタービン発 電効率が相対比で最大1.3%向上する。

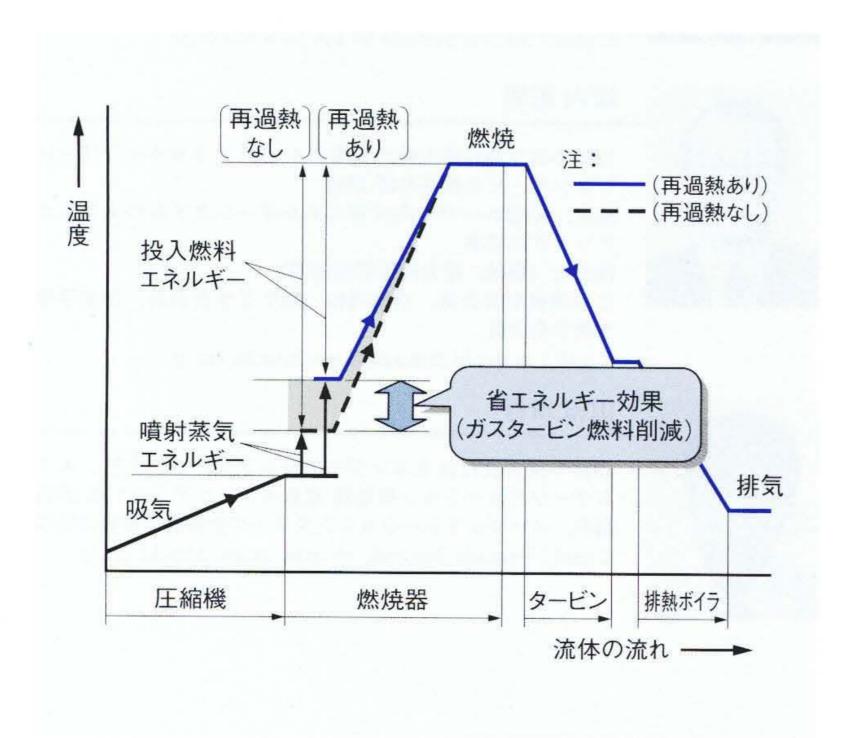


図2 蒸気再過熱によるガスタービン発電効率向上の概念

ガスタービン燃焼器への噴射蒸気の持ち込みエネルギーを増加させることにより、 燃料投入量を削減し、発電効率を向上させる。

効率向上と省エネルギー・環境効果

脱臭排熱利用型ガスタービンの性能検証

蒸気再過熱システムの効果を検証するために実施した試 験運転の結果を図3に示す。蒸気再過熱がある場合とない 場合の運転を実施して,発電効率の向上率を評価した。ガ スタービンの性能は吸込空気の温度,湿度,および圧力の影 響を受けることから, 同図ではこれらの大気条件を補正した 評価結果と併せて示している。

試験の結果,再過熱による噴射蒸気の昇温幅約42~ 44℃に対して、発電効率は相対値で約0.7%向上した。その 後の実運転では、昇温幅は最大85℃で運用している。この 場合,発電効率の向上率は1.2~1.3%である。

4.2 システム全体の省エネルギー・環境効果

このシステムでは、余剰蒸気の発生を削減するために施し た3.1節の種々の対策の総合的な効果により、導入前に年間 3.800 tあった余剰蒸気量を,運転開始後はゼロに削減でき

省エネルギーシステム導入前後の工場全体の年間エネル ギー消費量の削減効果の予測を図4に示す。年間のエネル ギー削減量は一次エネルギー換算で原油約6,800 kL相当と なり、従来比23%の省エネルギー効果が得られる。

同様に、工場全体のCO₂排出量削減効果の予測を図5に 示す。小田原工場では、このシステム導入に合わせて、燃料 をA重油から都市ガスに全面転換しており、CO2削減効果は 1万6,890 t-CO₂と、従来比30%の大幅削減を予測している。

このシステムの蓄熱式脱臭炉の導入によって、VOC排が スの処理を高効率化してエネルギー消費量が削減できた。ま

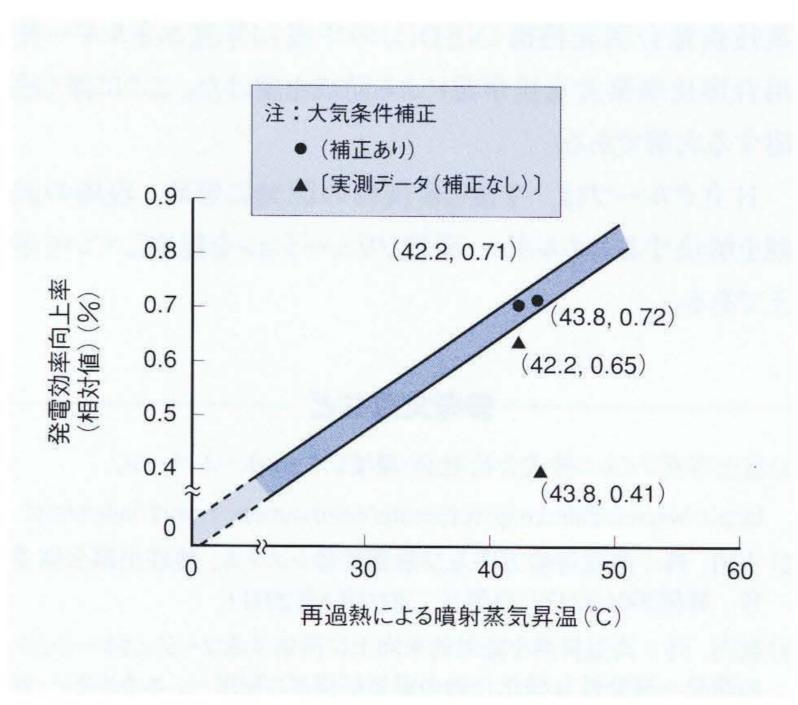


図3 蒸気再過熱によるガスタービン発電効率の向上

かっこ内の数字は、再過熱による蒸気の昇温温度(℃)と、発電効率の向上率 (相対値)を示す。再過熱による過熱蒸気の昇温幅約43℃に対して、発電効率は 相対値で約0.7%向上した。

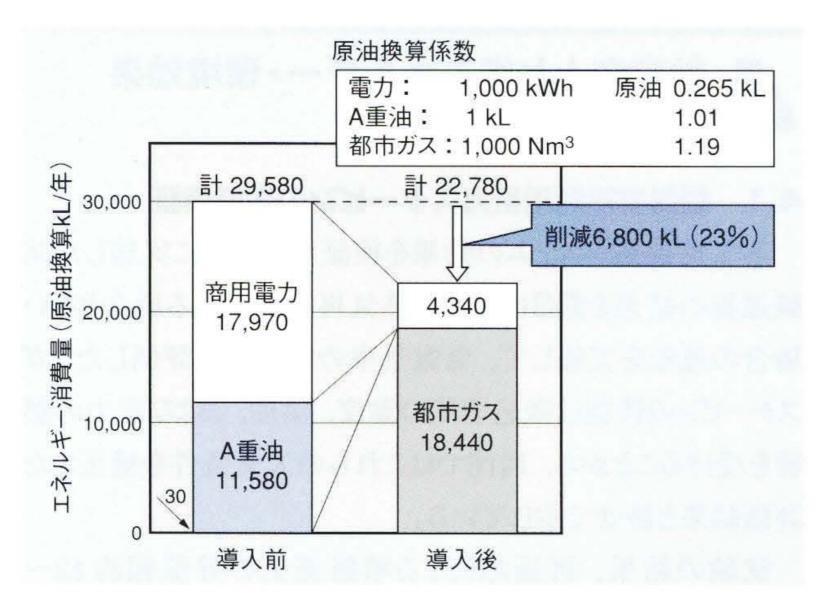


図4 システム全体での省エネルギー効果予測(工場全体)

排ガス処理とコージェネレーションの効果的な組み合わせにより、年間に原油換算 で約6,800 kLの削減が予測される。

た、コージェネレーションの導入により、エネルギー消費量をさ らに削減できた。さらに、脱臭排熱利用型ガスタービンコー ジェネレーションの開発と導入を含む種々の施策により、余剰 蒸気の発生を削減できた。この結果、省エネルギーと環境保 全を高度に両立させるシステムが実現した。

おわりに

ここでは、VOC排ガス処理の高効率化と、コージェネレー ション導入による省エネルギー化を効果的に組み合わせた課 題解決事例として, 脱臭排熱利用型ガスタービンとその効果 について述べた。

富士写真フイルム株式会社小田原工場に納入したこのシ ステムは、2003年8月に運転を開始し、順調に稼動中である。

設備の導入に当たっては、独立行政法人新エネルギー・産 業技術総合開発機構(NEDO)の平成14年度エネルギー使 用合理化事業者支援事業による助成を受けた。ここに深く感 謝する次第である。

日立グループは、今後も新技術の開発に努め、現場の課 題を解決するエネルギー・環境ソリューションを提案していく考 えである。

参考文献など

1) 富士写真フイルム株式会社社会・環境レポートホームページ,

http://www.fujifilm.co.jp/corporate/environment/report/index.html

- 2) 吉田, 外: 熱電併給方法及び熱電併給システム, 特許出願公開番 特開2004-92426(出願日:2002年8月29日)
- 3) 坂内,外:高温排熱を発電効率向上に活用するコージェネレーション の開発―揮発性有機化合物の脱臭炉排ガス利用―, エネルギー・資 源(掲載予定;2005年5月号)
- 4) 高山:最近の高効率熱回収式燃焼脱臭装置の実施例,臭気の研 究, Vol.32, No.5(2001)

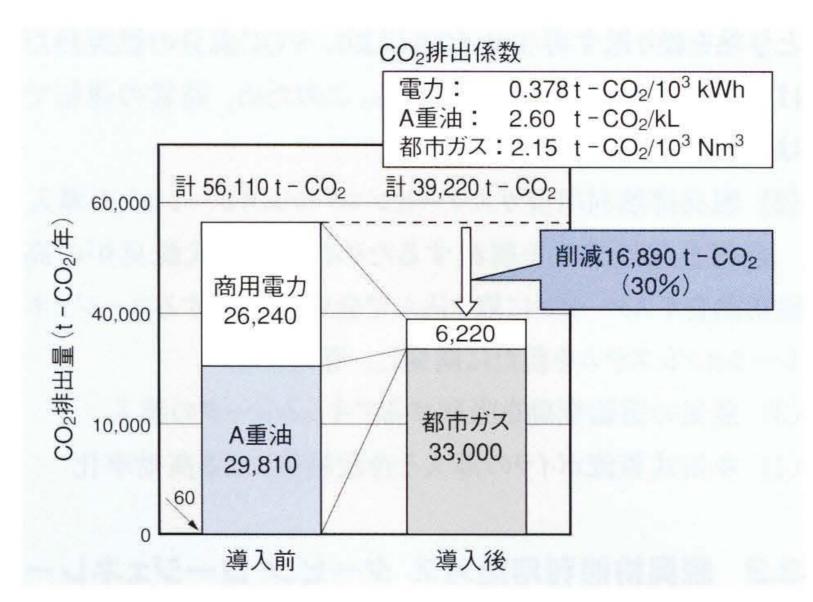


図5 システム全体でのCO2排出削減量の予測(工場全体)

A重油から都市ガスへの燃料転換も実施しており、CO₂排出量の大幅な削減が期 待される。

執筆者紹介

波々伯部 彬

1972年富士写真フイルム株式会社入社, R&D統括本部 生 產技術本部 所属

E-mail: ahoukabe @ oda. seigi. fujifilm. co. jp



古川 昌彦

1971年富士写真フイルム株式会社入社, R&D統括本部 生 産技術本部 所属

化学工学会会員

E-mail: mfurukawa @ oda. seigi. fujifilm. co. jp



吉田 卓弥

1993年日立製作所入社,電力グループ電力・電機開発研究 所 石炭科学プロジェクト 所属

現在, エネルギー設備のライフサイクルマネジメント技術 の研究開発に従事

日本エネルギー学会会員, 廃棄物学会会員

E-mail: takuya_yoshida @ pis. hitachi. co. jp



坂内 正明

1975年日立製作所入社,電機グループエネルギーソリュー ションサービス推進本部 所属

現在,産業ユーザー向け省エネルギーシステムのエンジニ アリングに従事

技術士 (機械, 総合技術管理部門)

日本機械学会会員,空気調和·衛生工学会会員,日本冷凍 空調学会会員

E-mail: masaaki_bannai @ pis. hitachi. co. jp



山田 博行

1995年株式会社日立エンジニアリングサービス入社,エネ ルギーソリューション推進部 電源エンジニアリング部 所属 現在, コージェネレーションシステムの計画設計業務に従事 E-mail: yamada_hiroyuki @ mail. hesco. hitachi. co. jp