

# 特集 NEDO 補助金を活用したガスエンジン コージェネレーション導入による省エネルギー\*

## Energy Saving by the Introduction of Gas Engine Cogeneration Systems with Subsidies from NEDO

NEDO: New Energy and Industrial Technology Development Organization

(独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構)

山崎 裕一

Yuichi YAMASAKI

The 21st century is called “the century of the environment”, and the awareness of global environment conservation is growing worldwide. DENSO has announced its environmental policy—DENSO EcoVision—and is pursuing environmental conservation activities. In particular, we focus on energy saving with the aim of reducing global warming. Since 1991, DENSO has strategically introduced cogeneration systems, which can provide substantial energy saving. This report introduces an example of energy saving by the introduction of a gas engine cogeneration system with a government subsidy.

**Key words:** Cogeneration, CO<sub>2</sub>, NEDO, Global warming

### 1. はじめに

21世紀は環境の世紀と呼ばれ、世界規模で地球環境保全意識が高まりをみせている。環境問題は、地球温暖化に代表されるように天候や生態系への影響も危惧されている。このような中、97年には京都で気候変動に関する国際会議、第3回気候変動枠組条約締結国会議(COP3)が開催され、温室効果ガスの削減または抑制を国際的に義務付け「京都議定書」として議決された。議定書には、温室効果ガス排出量の削減目標を、90年を基準年として国別に定め(日本はマイナス6%)、世界が協力して目標達成することが定められた。日本国内で地球の未来に関する重要な国際会議が開催されたことにより、社会の地球温暖化防止への関心は一気に高まったと言える。「京都議定書」は、04年にロシアが批准したことにより、05年2月に発効され、法的拘束力のある国際的約束事となった。

### 2. 地球温暖化防止を取り巻く国内情勢

社会の環境意識が高まる中、政府は環境と経済の両立という考え方に立って、省エネルギー法の抜本強化や省エネ対策の推進、および、経団連が音頭をとって各業界が作成した自主行動計画をフォローアップすることで達成して行く主旨の京都議定書達成計画を作成した。これまで企業は、投資額に対して十分な利益の見込まれる省エネルギーについては、自主的な取り組みを行ってきた。しかし、自主行動計画達成のためには、一定の負担を負いながらエネルギー消費を抑制することが必要となってきている。

### 3. 当社の地球温暖化防止(CO<sub>2</sub>削減)活動

当社は、部品工業会に属し、部品工業会が定めた排出削減量90年比マイナス7%、原単位90年比マイナス20%に基づいた数値目標を設定している。排出削減目標については、00年に「デンソーエコビジョン2005」を、05年に「デンソーエコビジョン2015」を社会に公表し、コミットメントしている。このエコビジョン策定にあたっては、環境問題を競争力強化と社会からの評価を高めるチャンスとしてとらえ、環境のトップランナーを目指した一歩進んだ取組み、即ち「環境経営」を実践する取組み内容となっている。

過去から経費削減の一環として省エネルギーを推進し、00年までは環境ボランティアプランとしてCO<sub>2</sub>原単位を低減する活動をしてきた。00年に公表した「デンソーエコビジョン2005」では、当社国内単独の地球温暖化防止目標として「10年までにCO<sub>2</sub>排出量を90年レベルから10%削減」することを宣言した。また05年に公表した「デンソーエコビジョン2015」では、グローバルな取組みへ拡大し、国内単独の排出量目標に加え、国内外デンソーグループ連結で「10年までにCO<sub>2</sub>原単位を00年レベルから20%削減」と国内単独での「10年までにCO<sub>2</sub>原単位を90年レベルから40%削減」を追加した。生産量が伸びる中で、目標を達成するためには大幅な削減が必要であり、クリーンなエネルギー選択と高効率なシステム構築を戦略に掲げ、その手段として確実で大きなCO<sub>2</sub>削減効果が見込めるコージェネレーションを計画的に導入してきた。現在までに13基設置している全てのコージェネレーショ

\* 2009年9月28日 原稿受理

ンは、クリーンな都市ガスを燃料としており CO<sub>2</sub> 削減に貢献している (Fig. 1)。

本報では、当社 13 基目として温暖化防止政策の導入補助金制度を活用 (当社 3 例目) して導入した、「NEDO 補助金を活用したガスエンジンコージェネレーション導入による省エネルギー」を紹介する。

#### 4. コージェネレーションとは

コージェネレーションシステムとは、燃料を用いて発電するとともに、その際に発生する排熱を冷暖房や給湯、蒸気などの用途に有効利用する省エネルギーシステムであり、電力会社からの買電とボイラ燃料削減によるエネルギーコスト低減と CO<sub>2</sub> 削減ができる。一つの一次エネルギーから二つ以上のエネルギーを発生させることから、「co (共同の) generation (発生)」という名称になっている。

コージェネレーションのタイプには、ガスタービン方式とエンジン方式がある (Fig. 2)。

ガスタービン方式は、燃焼空気を圧縮機で圧縮し、燃料を燃焼させて高温、高圧の燃焼ガスを大気圧まで膨

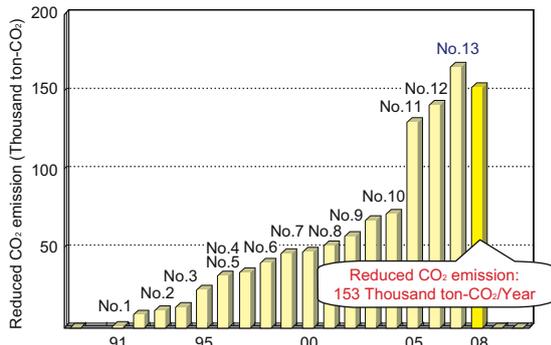


Fig. 1 Effect of cogeneration introduction

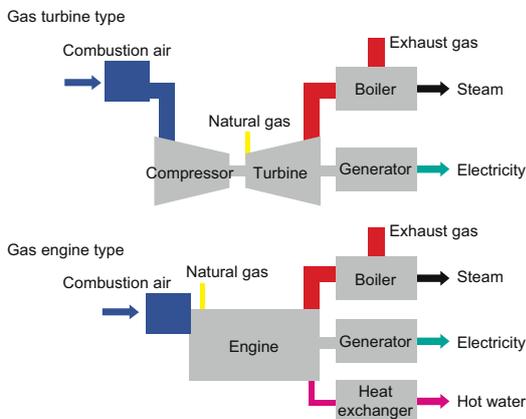


Fig. 2 Cogeneration system flow

張させるエネルギーをタービンの高速回転運動に変換する原理であり、減速機を介して発電機で電気として、排気ガスを排熱ボイラに通して蒸気として回収できる。飛行機のジェットエンジンとボイラを組み合わせただものとお考え顶きたい。規模は、発電出力が単機 50,000 kW 程度までの機種があり、特徴として発電出力に対し熱出力の割合が高く、大量の蒸気を必要とする施設に向いており、設置スペースもコンパクトである。燃焼空気を高温・高圧に圧縮するため、吸気温度が高くなるに従って圧縮効率が低下し、発電出力が低下する。このため夏期の発電出力低下分を考慮して能力選定する必要がある。機種は、発電と蒸気発生比率がほぼ一定の熱電併給型ガスタービン、余剰蒸気をガスタービンに噴射して発電出力を変更し、発電と蒸気の比率を変更できる熱電可変型ガスタービン、発生した蒸気を蒸気タービンに送気して発電するコンバインドサイクル型ガスタービンがある。熱電可変型とコンバインドサイクル型は、吸気温度上昇に伴う発電出力低下に対応できる機種であるが、総合効率の低下や機器コスト上昇のデメリットもあり、電気負荷と蒸気負荷に基づく経済計算を行い最適な機種を選定する必要がある。

一方、エンジン方式は、燃焼空気と燃料の混合気を吸気-圧縮-膨張-排気の行程で燃焼させるエネルギーをシリンダの回転運動に変換する原理である。発電出力は、単機 9,000 kW 程度が最大で、ガスタービンに比べて小さいが、同出力規模のガスタービンに比べて発電効率が高く、小型機はエンジン排熱を温水として、中・大型機はエンジンのジャケット冷却を温水、エンジンの排気ガスを排熱ボイラに通して蒸気として回収できる。ガスタービン方式は、吸気温度が高くなると発電出力が低下するが、エンジン方式は年間一定出力ができるため、電力需要の高い夏期のデマンド低減効果が大い。ガスエンジンは、自動車や船舶用のエンジンとボイラを組み合わせただものとお考え顶きたい。

#### 5. 導入補助金制度概要

今回活用した補助金は、NEDO が経済産業省から委託を受けた「エネルギー使用合理化事業者支援事業」制度である。この制度の目的は、産業部門のエネルギー消費全体に占める割合は最大であり、民生・運輸部門におけるエネルギー消費の伸びが著しいことから、こうした分野において国を挙げてのエネルギー管理の強化、省エネルギーに資する技術、設備の導入により更なる省エネルギーを進めるためである。また、事業者の更なる省エネルギーを進めるための取組みを強力に

支援し、当該制度の実施により投資に対する効果を定量的に実証することで、支援プロジェクトの内容を広く普及することによって、他の事業者の省エネルギーへの取り組みを促すことも目的としている。(詳細は、NEDO ホームページを参照。)

## 6. 導入設備説明

### 6.1 概要

- (1) 実施場所: 三重県いなべ市大安町 大安製作所
- (2) 工程: 設計 2005年11月～2006年3月  
 施工 2006年4月～2007年4月
- (3) 事業所エネルギー規模: エネルギー指定管理  
 指定工場の別: 第1種熱, 第1種電気  
 年間エネルギー使用量 61,436 kL (原油換算)  
 (2004年4月～2005年3月の実績)
- (4) エネルギー削減目標: 原油換算 2,831 kL/年  
 (省エネルギー率 4.6%)  
 CO<sub>2</sub> 換算 25,670 ton-CO<sub>2</sub>/年 (社内目標値)
- (5) 導入設備: ガスエンジンコージェネレーション  
 発電出力: 16,500 kW (5,500 kW × 3台)  
 送出蒸気量: 9 ton/毎時 (3 ton/毎時 × 3台)

### 6.2 システム構成と特徴

コージェネレーションの導入にあたっては、電力と熱(排熱ボイラで発生する蒸気)のバランスを考慮して、投資効率の良い生産拠点から総合効率の良い機種を導入している。特に、熱(蒸気)の需要は季節的あるいは時間的に変化するため、余剰蒸気を発生しないシステムが望ましい。

大安製作所のエネルギー負荷は、電力負荷が 23,000 kW 以上、蒸気負荷は季節変動があるため 7～23 ton/毎時程度となっている。既存には発電出力 4,700 kW、送出蒸気量 10 ton/毎時の熱電併給型ガスタービンコージェネレーションが設置されている。既存コージェネレーション供給分を除いた負荷に基づき、当社で導入実績のあるガスタービン方式とガスエンジン方式を比較検討した結果、発電効率が高く、電力負荷が低下する休日にも効率的な運転ができるガスエンジン方式 3台設置案を選定した(Fig. 3)(Table 1)。

導入システムは、ガスエンジン、発電機、排熱回収ボイラ、その他付帯機器で構成され、機器仕様は以下のとおりである。

#### (1) ガスエンジン

型式: 4サイクル, 18気筒V型トランクピストン  
 形空気冷却器付静圧過給パイロット着火  
 ガス機関  
 定格出力: 5,670 kW (発電機端 5,500 kW)  
 回転数: 720 rpm  
 燃焼方式: 燃料着火副室式希薄燃焼方式  
 燃料: 都市ガス 13 A (主燃料)  
 軽油 (燃料着火用)  
 台数: 3台

#### (2) 発電機

型式: 横軸回転界磁形自己通風冷却方式  
 三相交流発電機  
 容量: 6,111 kVA  
 回転数: 720 rpm  
 力率: 90%  
 電圧: 6,600 V  
 台数: 3台

#### (3) 排熱回収ボイラ

型式: 貫流式  
 蒸発量: 3.0 ton/毎時  
 使用圧力: 1.0 MPa  
 台数: 3台

#### (4) その他

外部電気工事: 既設特高変電所への系統連係  
 配線工事  
 外部配管工事: 既設蒸気配管への接続工事

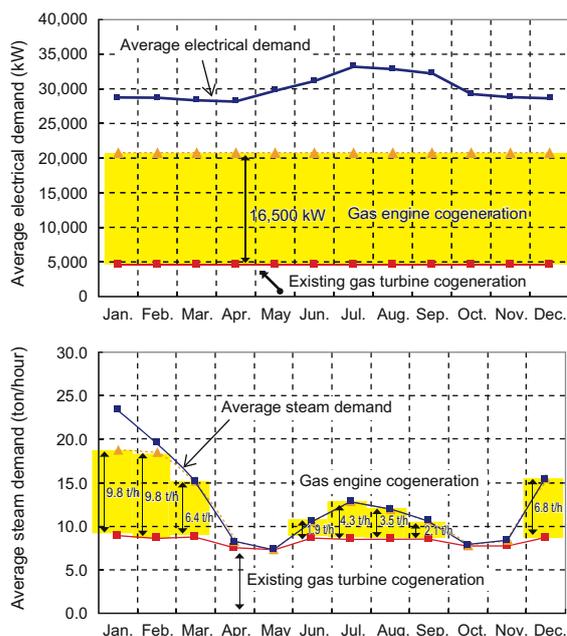


Fig. 3 Energy demand of electricity and steam

ガスエンジンで発電した電力は、製作所内の特高変電所へ接続し所内に供給する。エンジンの排気ガスは、周辺騒音を低減するために消音器を通して、排熱ボイラへ導入し蒸気を発生させる。蒸気は、ボイラヘッダへ接続することで既存蒸気配管にて生産用および空調用として供給する (Fig. 4)。

空調方式は、コージェネレーション設置計画に合わせて、既存の電気式空冷ヒートポンプ方式を蒸気二重効用吸収式冷凍機+空調機方式 (冬期は、蒸気-水熱交換器で温水を製造) に更新し、熱 (蒸気) の有効利用を行なっている。しかし、中間期 (春, 秋) には蒸気負荷が低く、排気ガスを排熱ボイラへ通さずバイパスダクトにて大気へ放出している。

機器は、既設原動エリアの空地に配置し、周辺環境 (特に騒音, 振動) に配慮してガスエンジン本体は建

屋内に設置している。排熱ボイラおよび冷却水設備は屋上へ設置し、限られたスペースを有効活用している (Fig. 5)。

6.3 導入実績

完成後、大きなトラブルもなく順調に稼動し、定格運転時の発電効率は42.4%、熱効率は15.4%と計画値同等となっている。また、機器特性とおり外気温の影響もなく年間一定した発電電力を維持している (Fig. 6)。年間通じた運転でも、NEDO に申請した削減目標 2,831 kL (原油換算値) に対して、2,903 kL を達成した (Fig. 7)。また社内 CO<sub>2</sub> 削減目標 25,670 ton-CO<sub>2</sub> /年に対しても、26,713 ton-CO<sub>2</sub> /年と温暖化防止に貢献している。

Table 1 Evaluation of cogeneration system

|                                 |        | 21,500 kW Combined system<br>(Gas turbine + Steam turbine)           | 16,500 kW Gas engine<br>(5,500 kW Gas engine × 3 sets)               |
|---------------------------------|--------|--|--|
| Elec.                           | Output | 21,500 kW<br>(GT: 14,970 kW + ST: 6,530 kW)                          | 16,500 kW  |
|                                 | Demand | ↑ (29.1% + 10.9%)  | ↑ (42.0%)  |
| Steam                           | Output | 20 ton/hour  | 9 ton/hour   |
|                                 | Demand | 0~14.5 ton/hour<br>(10.6%)   | 0~14.5 ton/hour<br>(10.6%)   |
| Total efficiency                |        | 50.6%  | 52.6%  |
| Reduce CO <sub>2</sub> emission |        | 26,700 ton-CO <sub>2</sub> /Year<br>(1.24 ton-CO <sub>2</sub> /Y·kW) | 25,670 ton-CO <sub>2</sub> /Year<br>(1.56 ton-CO <sub>2</sub> /Y·kW) |
| Investment                      |        | ○  | ○  |
| Energy cost                     |        | ○  | ◎  |
| Pay back period                 |        | ○  | ◎  |
| Evaluation                      |        | ○  | ◎  |

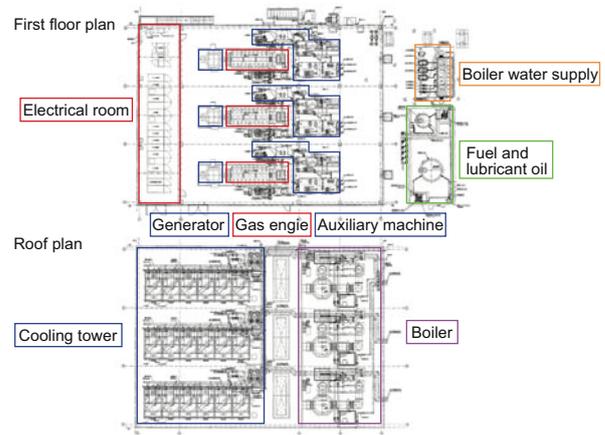


Fig. 5 Machine layout

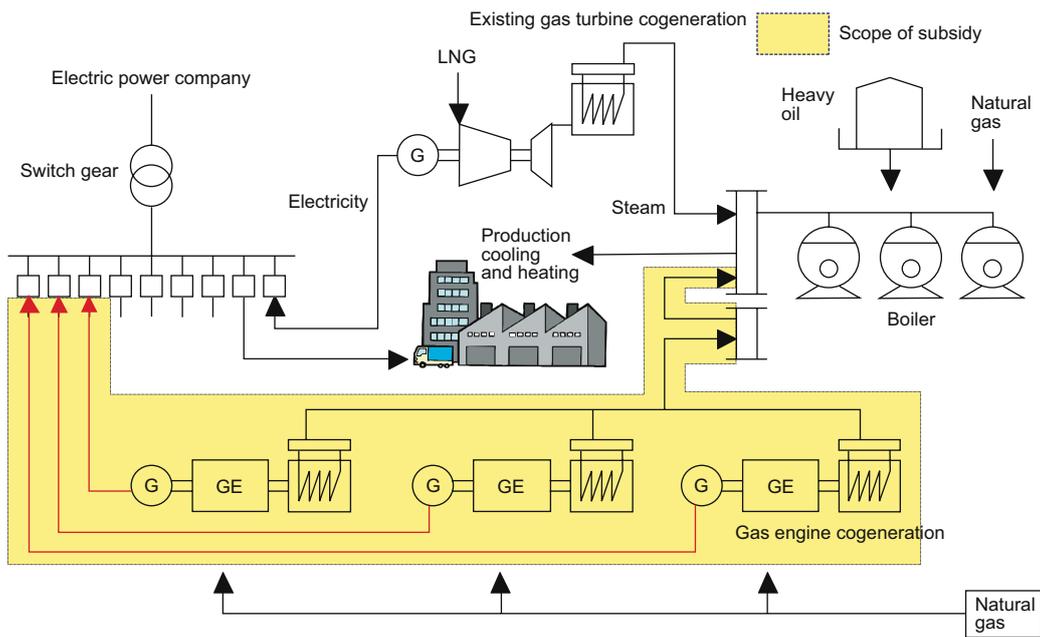


Fig. 4 System diagram

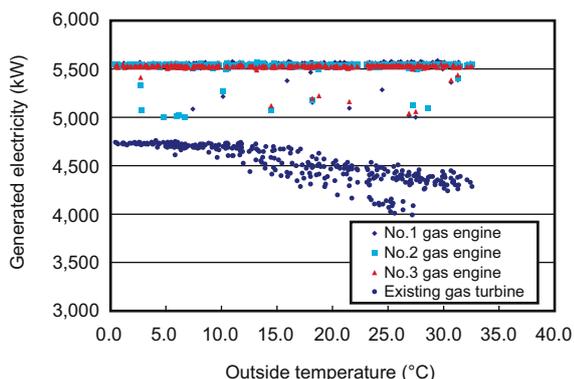


Fig. 6 Generated electricity

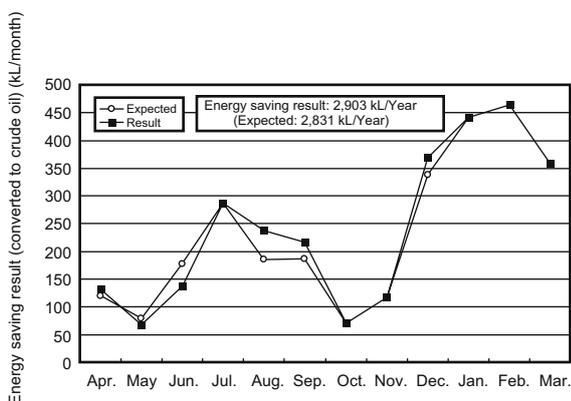


Fig. 7 Energy saving result

この結果、電力は製作所全体の約 59% を自家発電で、蒸気は全体の約 86% を発電した排熱でまかなう。また、製作所の一次エネルギー比率は、導入前電気約 70%、LNG28%が、導入後電気 35%、LNG64%となった (Fig. 8)。コージェネレーション導入効果 (CO<sub>2</sub> 削減、効果金額) は、社内省エネ事務局で見える化し、毎月確認している。効果は、対前年と比較して、差異があればすぐにアクションができるしくみとなっている。

工事終了後、NEDO の規定に基づく資料、エビデンスを準備して NEDO の確定検査を受け、大きな指摘もなく、無事に補助金交付を受けることができた。

#### 6.4 更なる省エネルギー改善

コージェネレーション設備の効果を最大限発揮するためには、① 効率向上、② 停止時間短縮の二つがあり、以下の改善を行い運用している。

- (1) 効率向上については、冬期暖房時に既存コージェネレーションと今回設置したコージェネレー

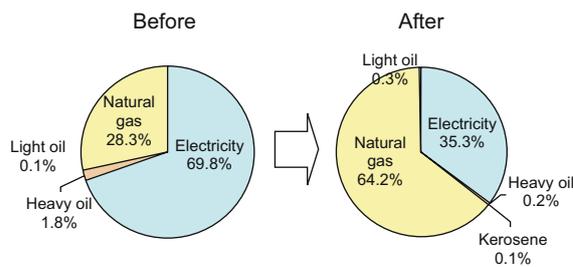


Fig. 8 Breakdown by energy type

ションから発生する蒸気量では足りず、重油焚きの炉筒煙管ボイラを運転していた点に着目し、大気に放熱していたエンジンジャケット冷却水の熱を暖房用温水として回収する改善を行なった (Fig. 9)。その結果、総合効率が 57.8% から 63.7% へと 5.9% 向上した (Fig. 10)。

- (2) 停止時間短縮については、定期保全時の停止と突発事故による停止があり、定期保全を土・日や長期連休に実施して、工場稼働時に定期保全での停止がないようにしている。また突発事故停止については、信頼性向上活動をメーカーと共に実施し、故障停止時間半減、復旧時間半減を目標に活動している。

### 7. まとめ

NEDO 補助金を活用したガスエンジンコージェネレーション導入による省エネルギーにおいて、

- (1) NEDO の補助金交付規定に基づき、補助金制度を有効活用できるノウハウを取得できた。
- (2) 計画申請値以上 (達成率 102.5%) の省エネルギー成果を達成でき、補助金を受給できた。
- (3) 更なる省エネルギー改善を行い、効果を向上させて合計 28,289 ton-CO<sub>2</sub>/年の CO<sub>2</sub> 削減ができた。

### 8. おわりに

NEDO の規定に基づく工事推進では、大規模な工事のため非常に厳しい工程であったが、関係者のご協力のおかげで無事に完成できた。この場を借りてお礼申し上げたい。これで各製作所へのコージェネレーション設備導入が一巡し、今後の CO<sub>2</sub> 削減に対しては新たな視点での施策展開が必要になる。今後の省エネルギー投資は、長期の投資回収案件が多くなり企業負担の増大が予想されるため、補助金制度活用は有効な手段と考える。

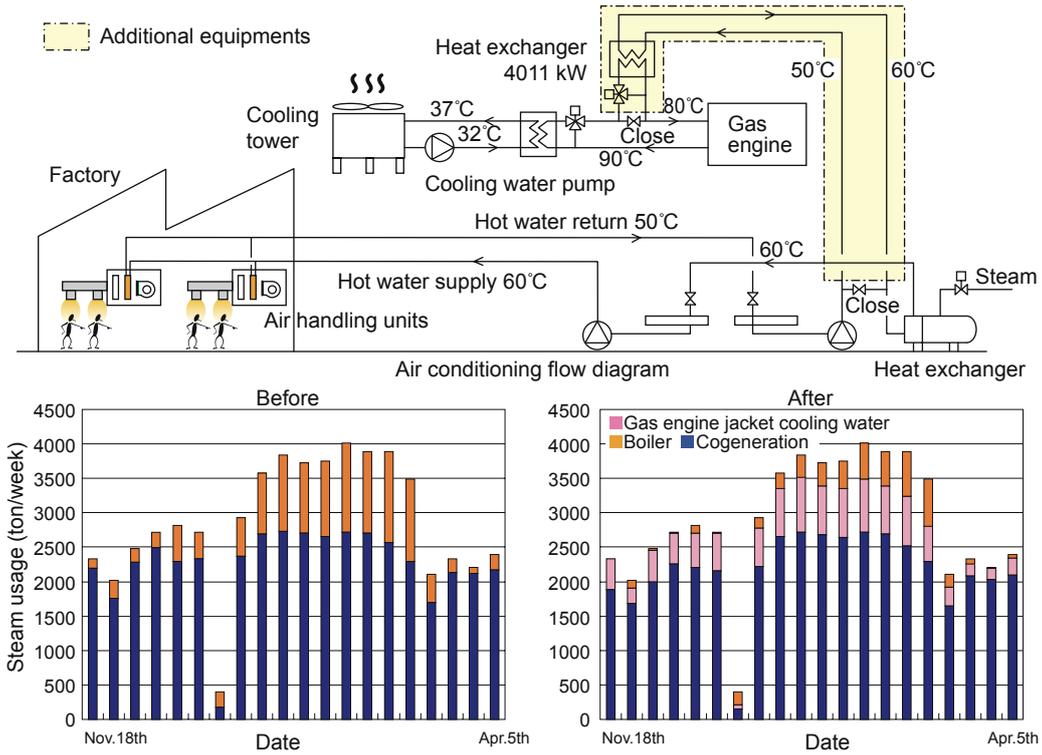


Fig. 9 Additional energy saving

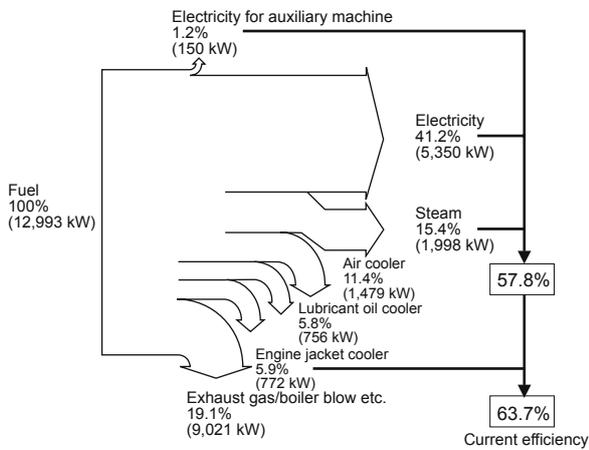


Fig. 10 Total efficiency of system

<参考文献>

- 1) 日本工業出版 天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル 2008 (社) 日本エネルギー学会編 監修: 柏木孝夫 (東京工業大学).

<著者>



山崎 裕一  
(やまさき ゆういち)  
施設部  
省エネルギーや環境面に配慮した  
国内外施設建設の企画・設計に従事