



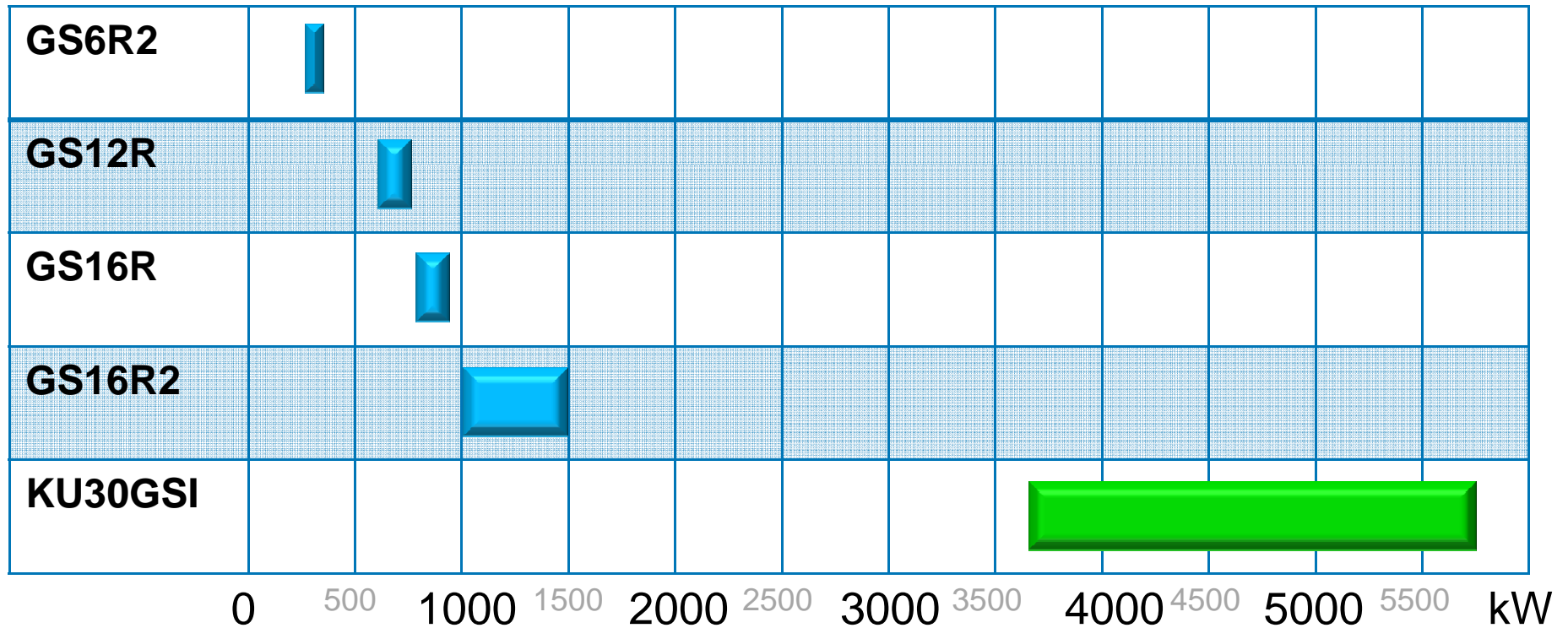
第1回コージェネレーション導入セミナー向けご説明資料

ガスエンジンコージェネレーション 最新技術のご紹介

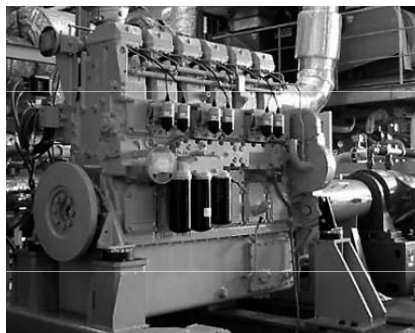
2014年7月30日
三菱重工業（株）
機械設備システムドメイン
エンジン事業部 技術部
遠藤 浩之

1. **ガスエンジン発電機**
2. 廃熱利用技術
3. コージェネ導入事例
4. 社内発電所での実証

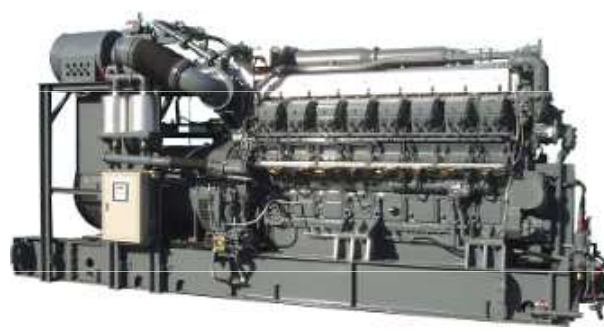
三菱重工ガスエンジンラインアップ



GS6R2



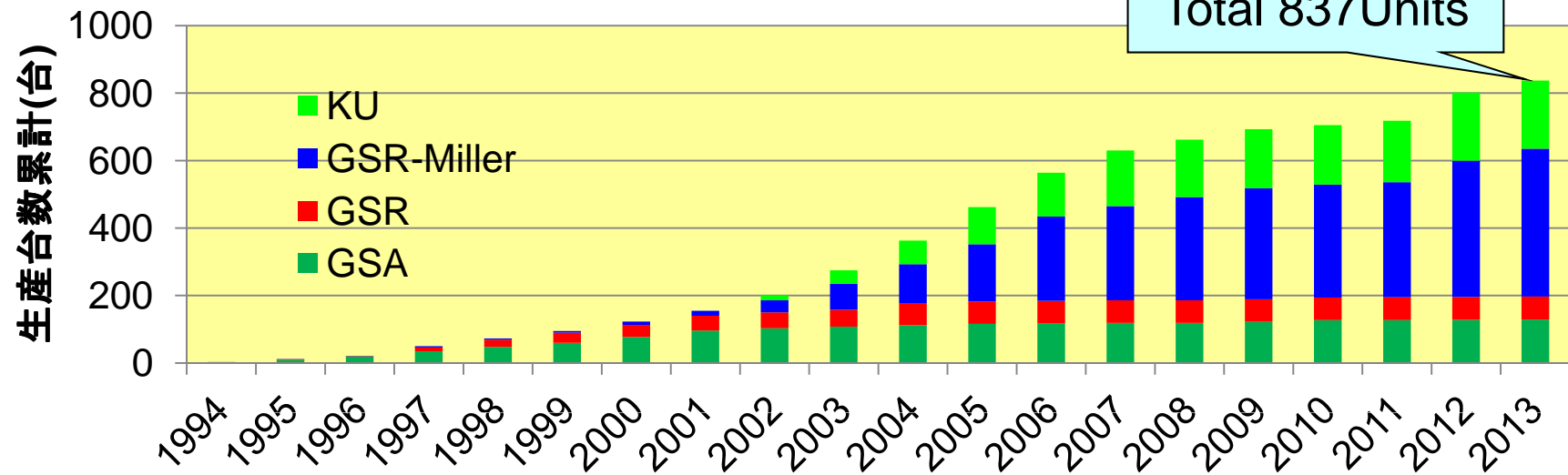
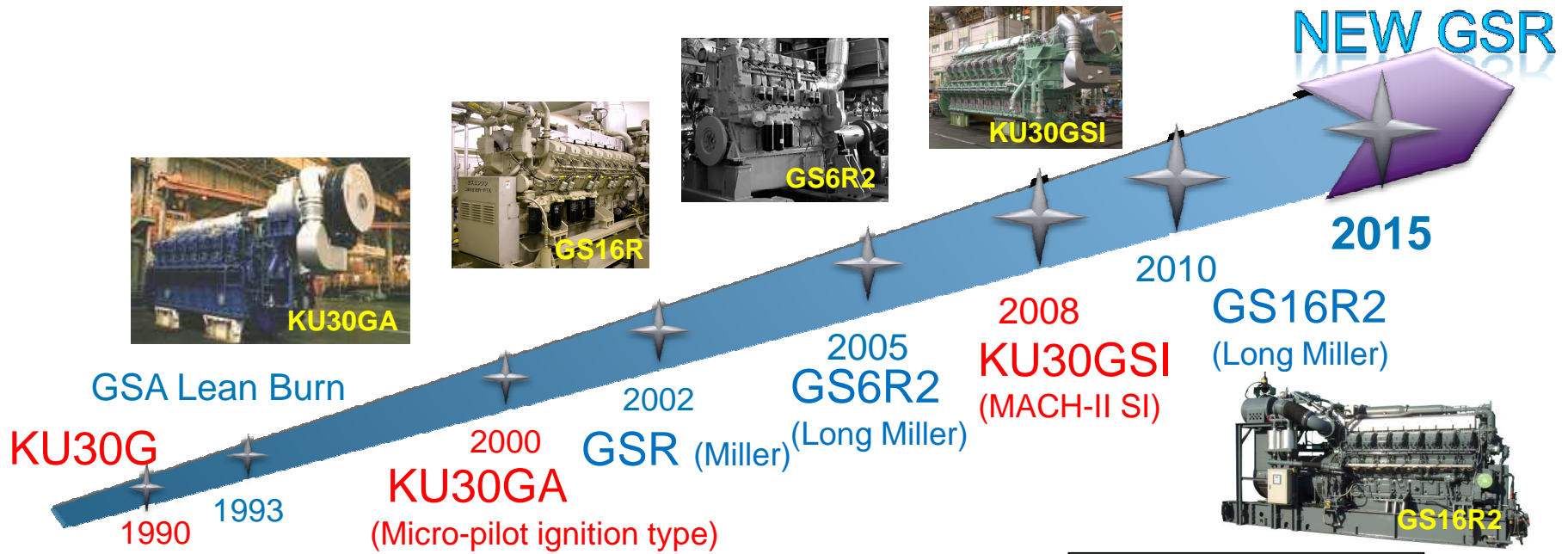
GS16R2



KU30GSI

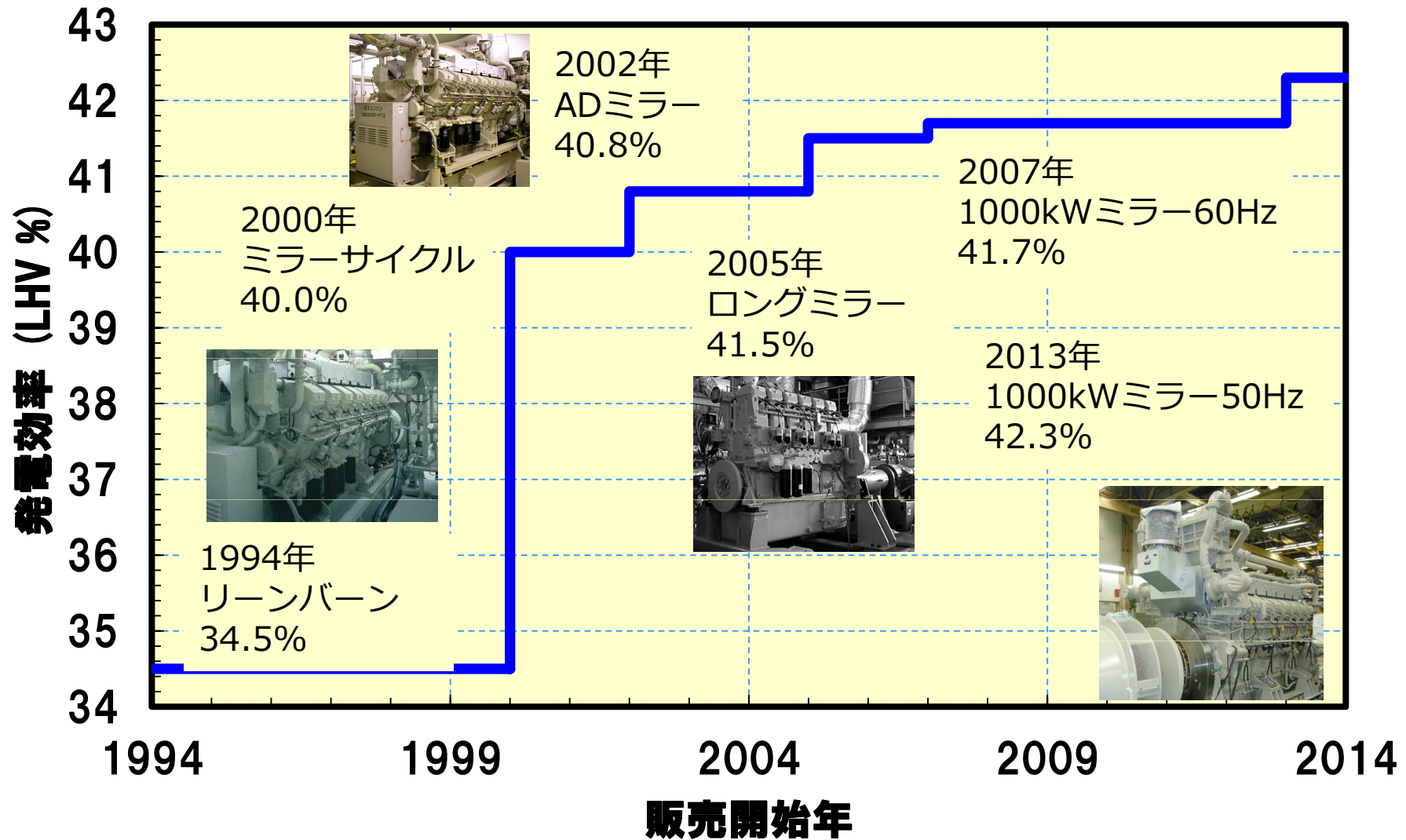


三菱重工ガスエンジン開発経緯と生産台数



三菱重工ガスエンジン発電効率の経緯（1MW以下クラス）

過去20年で発電効率は34.5%から42.3%へ大幅に改善しています。

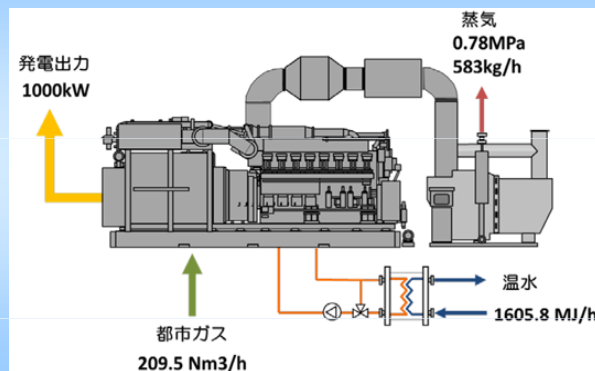


三菱重工ガスエンジン（GSRシリーズ）

(50Hz)	定格出力	kW	315	700	930	1000	1500
パッケージ機種			SGP M315	SGP M700	SGP M930	SGP M1000	SGP M1500
エンジン機種			GS6R2	GS12R	GS16R	GS16R2	
発電効率	%		41.6	40.0	40.0	42.3	40.1
総合効率	%		76.0	73.9	73.2	78.5	71.1

(60Hz)	定格出力	kW	380	610	815	1000	1200
パッケージ機種			SGP M380	SGP M610	SGP M815	SGP M1000	SGP M1200
機種			GS6R2	GS12R	GS16R	GS16R2	
発電効率	%		41.5	41.2	41.4	41.7	41.3
総合効率	%		76.4	75.7	75.1	74.2	73.4

2013年11月発売新製品 1,000kW 高効率ガスコージェネレーションシステム（東京ガス様との共同開発）



発電効率42.3%、総合効率78.5%を達成。

<技術的特長>

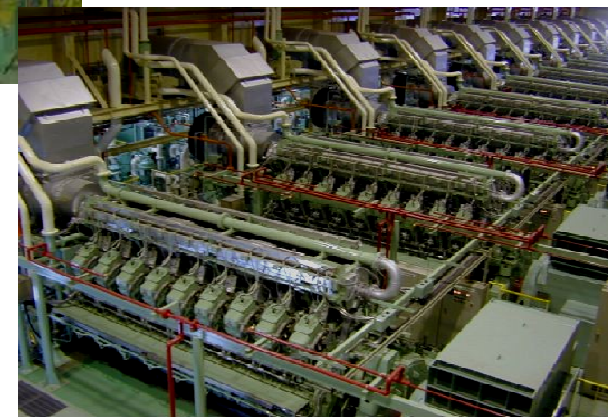
- 低回転(1000rpm)
- 高効率高圧力比ターボ
- ミラーサイクル
- 副室式希薄燃焼
- ロングストローク(ストローク/ボア=1.29)
- 高BMEP(1.55MPa)
- 2段インタークーラによる熱回収

三菱重工ガスエンジン（KU30GSIシリーズ）



発電出力 (50Hz/60Hz)	kW	3800 3650	4450 4250	5100 4900	5750 5500
機種		12KU30GSI	14KU30GSI	16KU30GSI	18KU30GSI
発電効率	%	GSI-Plus:48.8 / GSI:46.5			
総合効率	%	80 以上			

18KU30GSI



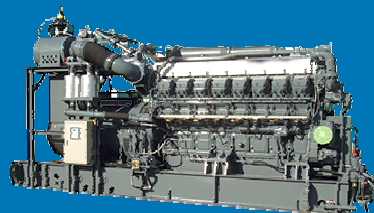
MGS-G Series

MEGANINJA Series

SGP Series

KU Series

Skid Type



Container Type



Bonnet Type



Skid Type



特徴	屋内	すばやく輸送・設置・発電	低騒音仕様 75dB(A)	高効率発電 プラント
騒音レベル	高い	中間	低い	高い
設置場所	屋内	屋外/屋内	屋外/屋内	屋内
輸送	普通	容易	通常	普通
工事費	高い	安い	普通	高い

コンテナガス発電パッケージ MEGANINJA

従来製品



Mitsubishi Energy Gas Package
コンテナガス発電セット

MEGANINJA



素早く移動、素早く設置、素早く発電

- 24時間以内に発電(従来:約30日)
 - 40フィートコンテナ採用
(20フィートコンテナ:熱供給ユニット)
 - 外部との配管、配線にコネクタ式を採用
(置くだけ工法)
- 高効率コジェネレーションシステム
 - 圧縮比最適化
 - ピストン燃焼形状最適化
 - 自社製高性能ターボチャージャー採用

定格出力	kW	1200 / 1500
エンジン型式		GS16R2
発電周波数	Hz	60 / 50
発電機電圧	V	6600
長さ×幅×高さ	mm	12192×2438×3830

MEGANINJA 1500/1200

以下の様なお客様にはMEGANINJAが最適です。

- 短納期かつ初期投資を抑えてガスエンジン発電機を導入したい。
- 災害時やピークカットの電力供給のために使用したい。
- 敷地境界から離れた場所に設置可能。

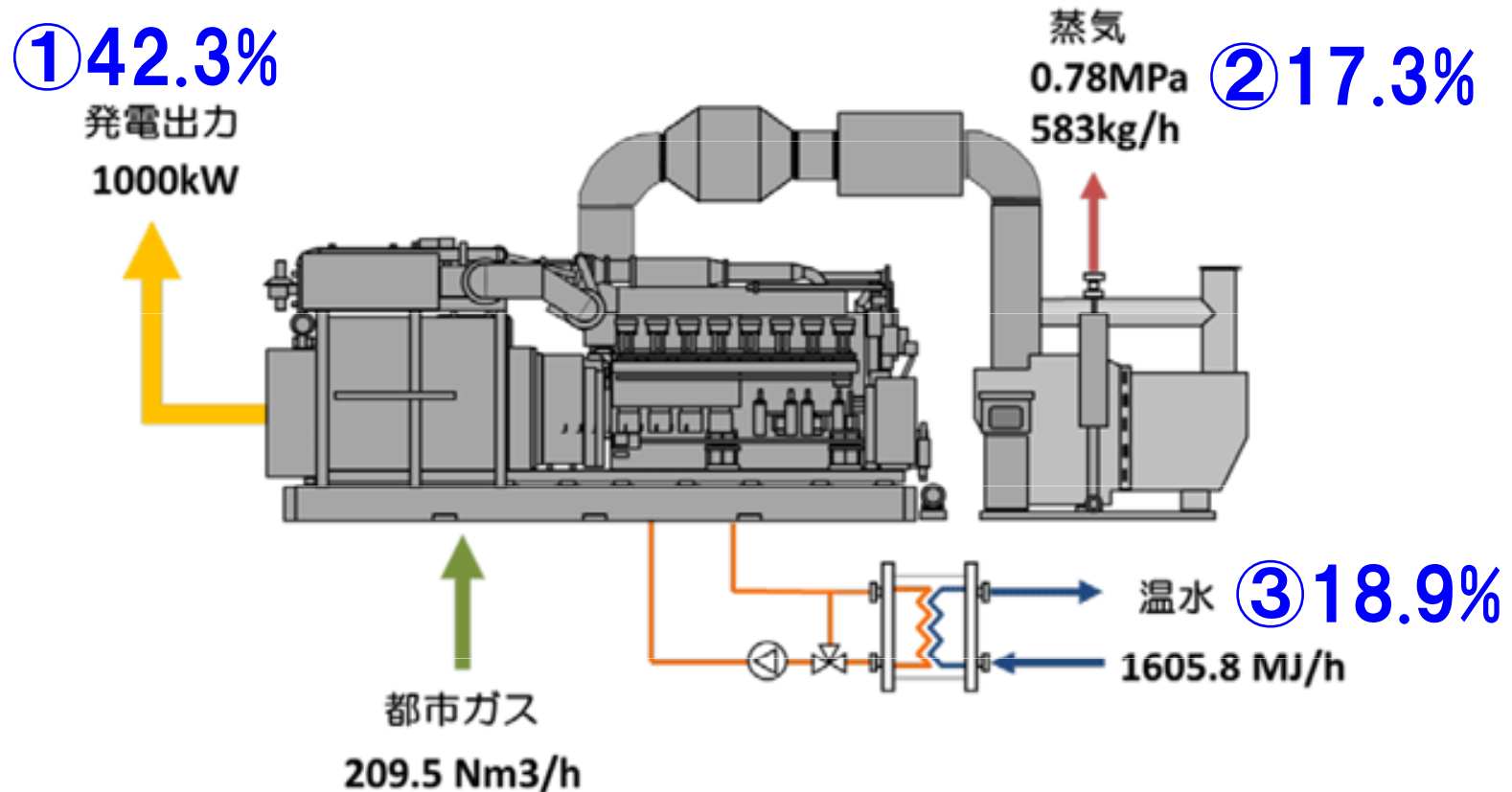


項目	単位	MEGANINJA	
定格出力	kW	1500	1200
周波数	Hz	50	60
発電効率	%	40.1	41.3

1. ガスエンジン発電機
- 2. 廃熱利用技術**
3. コージェネ導入事例
4. 社内発電所での実証

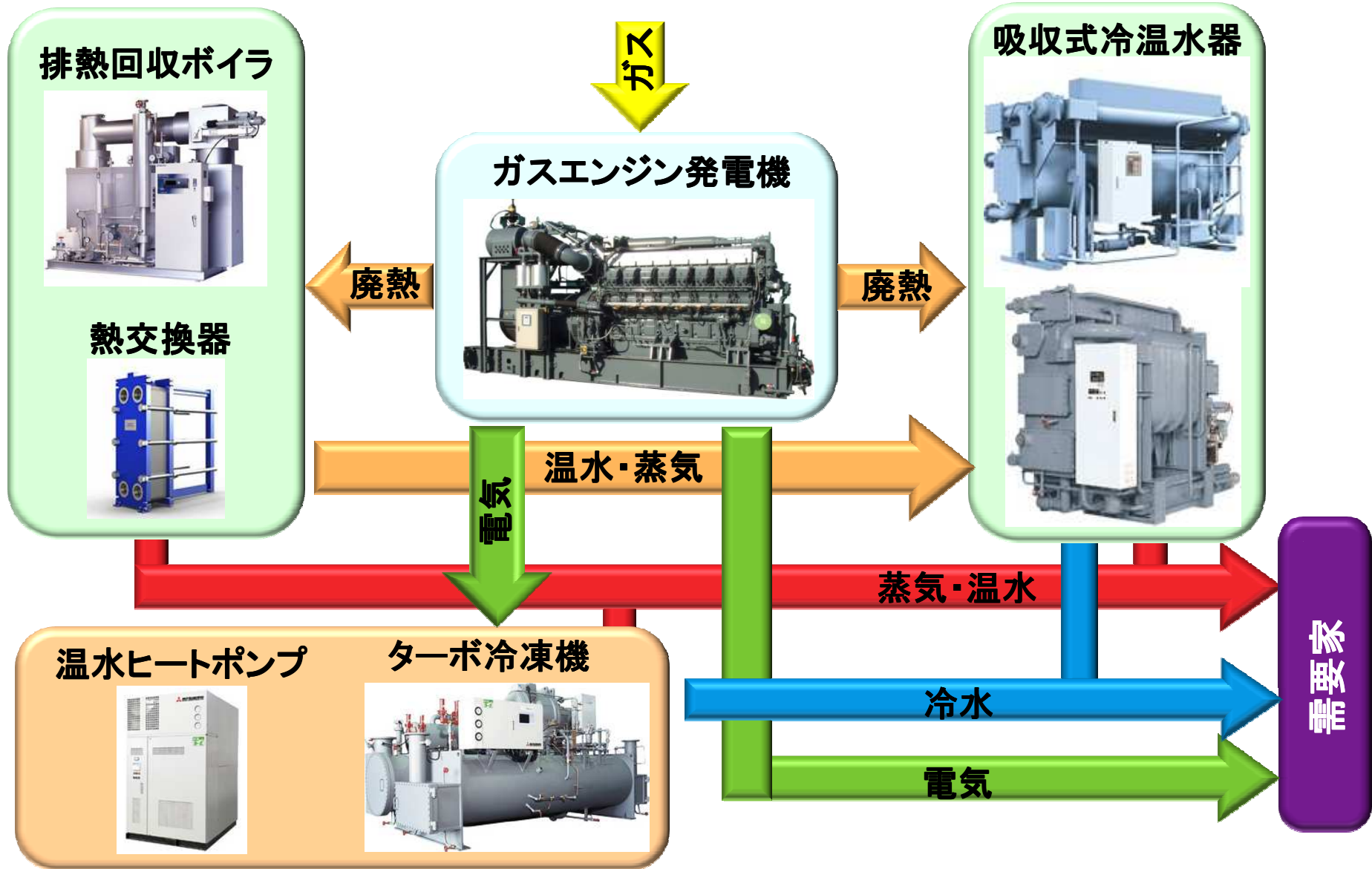
ガスエンジンのヒートバランス例

熱源	温度レベル	利用方法
排ガス	340~400°C	蒸気生成、温水生成、吸収式冷凍機など
エンジンジャケット冷却水	80~90°C	温水生成、吸収式冷凍機など



総合効率 = ① + ② + ③ = 78.5%

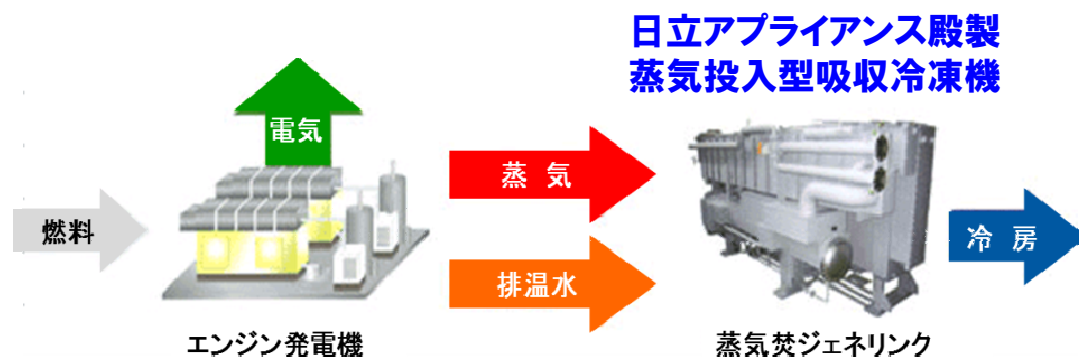
ガスエンジンの廃熱利用システムの例



廃温水の有効利用(廃温水・蒸気投入型冷凍機)

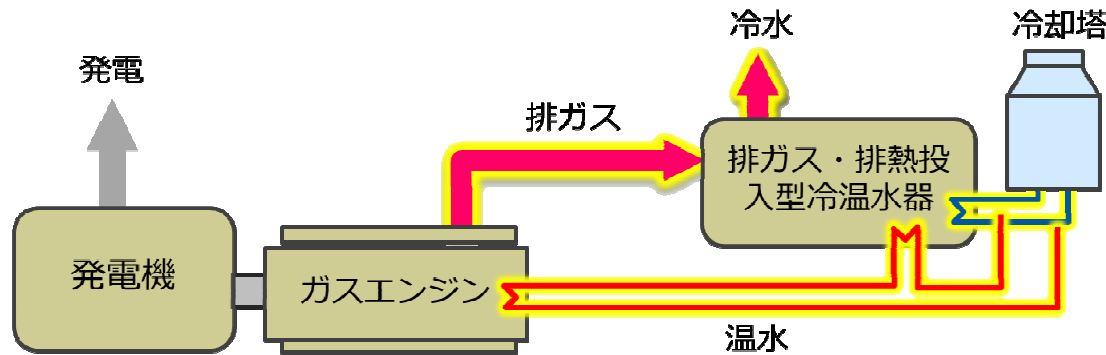
- **蒸気焚吸収冷凍機で廃温水利用が可能。廃温水利用により、対従来機で最大15%の蒸気消費量削減を達成。**
- **廃温水単独で冷房負荷の38%相当まで対応。**
- **国内最大級*となる1,440USRTの冷凍機であり、一般型の蒸気冷凍機に比べて1.4t/hの蒸気消費量を削減。**
- **ガスエンジンから発生する二種類の排熱(蒸気、廃温水)を、各排熱の温水レベルに応じた最高の効率で冷熱に変換。**

* 2014年6月時点自社調べ

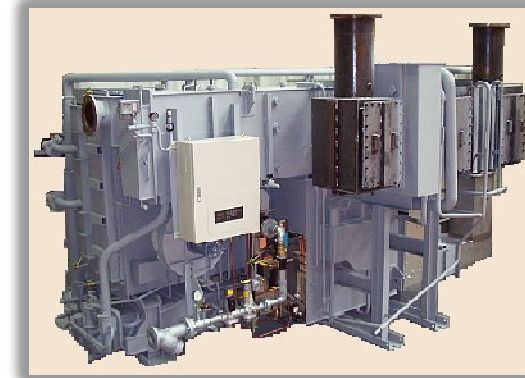


項目			仕様
冷凍容量			5,063kW (1440USRT)
冷水仕様	温度	入口	12.5℃
		出口	7.0℃
冷却水仕様	温度	入口	32.0℃
		出口	37.0℃
廃熱温水	温度	入口	88.0℃
		出口	83.0℃
	廃熱回収量		1,935kW (1,665Mcal/h)
蒸気仕様	入口圧力		0.78MPa
	ドレン背圧		0.10MPa
	蒸気消費量		3,768kg/h

廃温水の有効利用(廃温水・排ガス投入型冷凍機)



日立アプライアンス殿製
排ガス投入型吸収冷凍機



- ガスエンジンの排ガスと廃温水を吸収 冷凍機の熱源として**直接利用**できます。
- 一般的なコージェネレーションと異なり **一台で排ガスと廃温水を高温のまま冷凍機へ直接導入**するため、高効率で冷水に変換でき、高いコージェネシステム効率が可能。

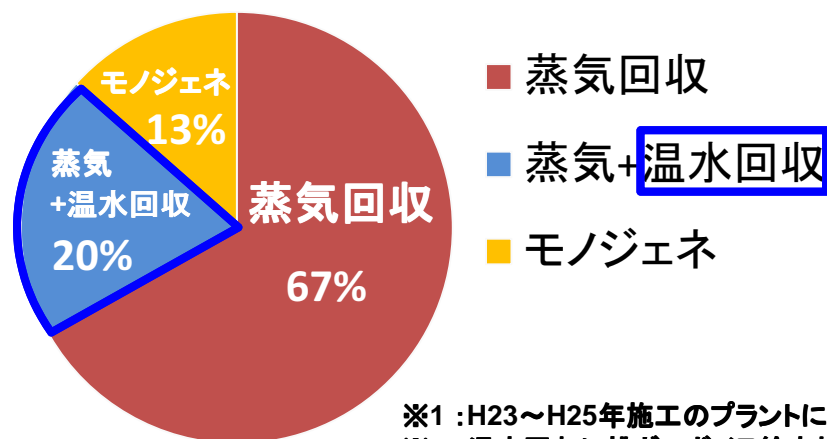
項目			仕様
冷凍容量			1,319kW (375USRT)
冷水仕様	温度	入口	12.5°C
		出口	7.0°C
冷却水仕様	温度	入口	32.0°C
		出口	36.9°C
廃熱温水	温度	入口	88.0°C
		出口	83.0°C
廃熱回収量			498.8kW (429Mcal/h)
エンジン排ガス	温度	入口	400.0°C
		出口	160.0°C
廃熱回収量			657.4kW (565Mcal/h)

大型ガスエンジンコージェネレーションシステムでは、冷却水排熱から
温水を回収可能！最大で“総合効率85%以上！”としているものの

その実態は ……

お客様工場内での**温水需要は乏しく**、**全量を有効利用する事は難しい**。
実際に最近の弊社実績でも、**温水回収**を実施しているプラントは
下図の通り**20%程度**に留まっています。

KU30GA・GSI-MACHガスエンジンプラント熱回収内訳(国内)



※1 : H23～H25年施工のプラントにより集計
※2 : 温水回収に排ガスボイラ給水加熱は含まない

全蒸気回収システム

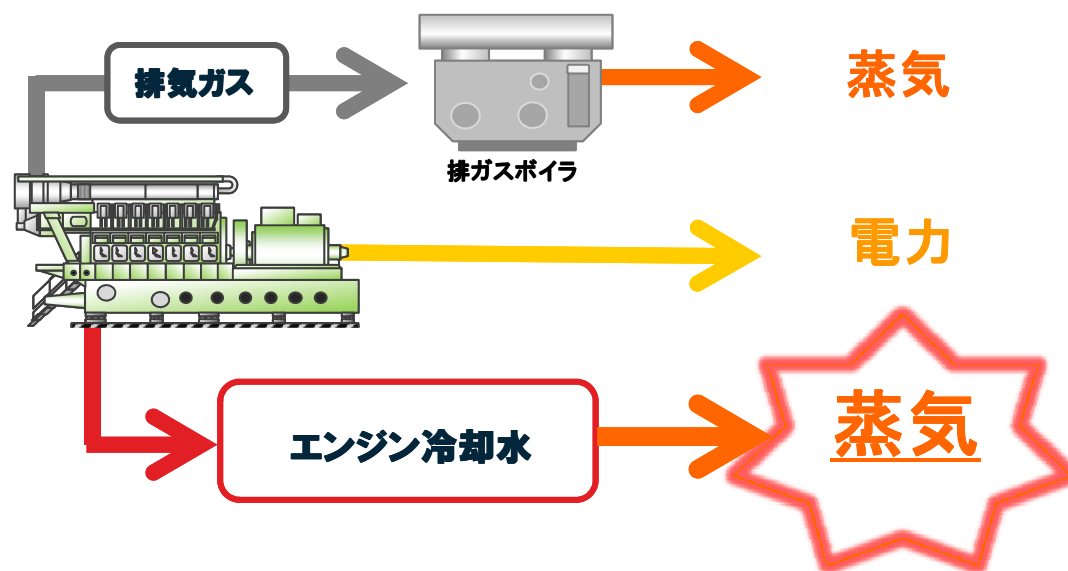
この解決すべき課題に対し…

東京ガス様との共同研究でKU30GSIガスエンジンの冷却水温度を大幅に高める技術を確立。

これの高温水を熱源として

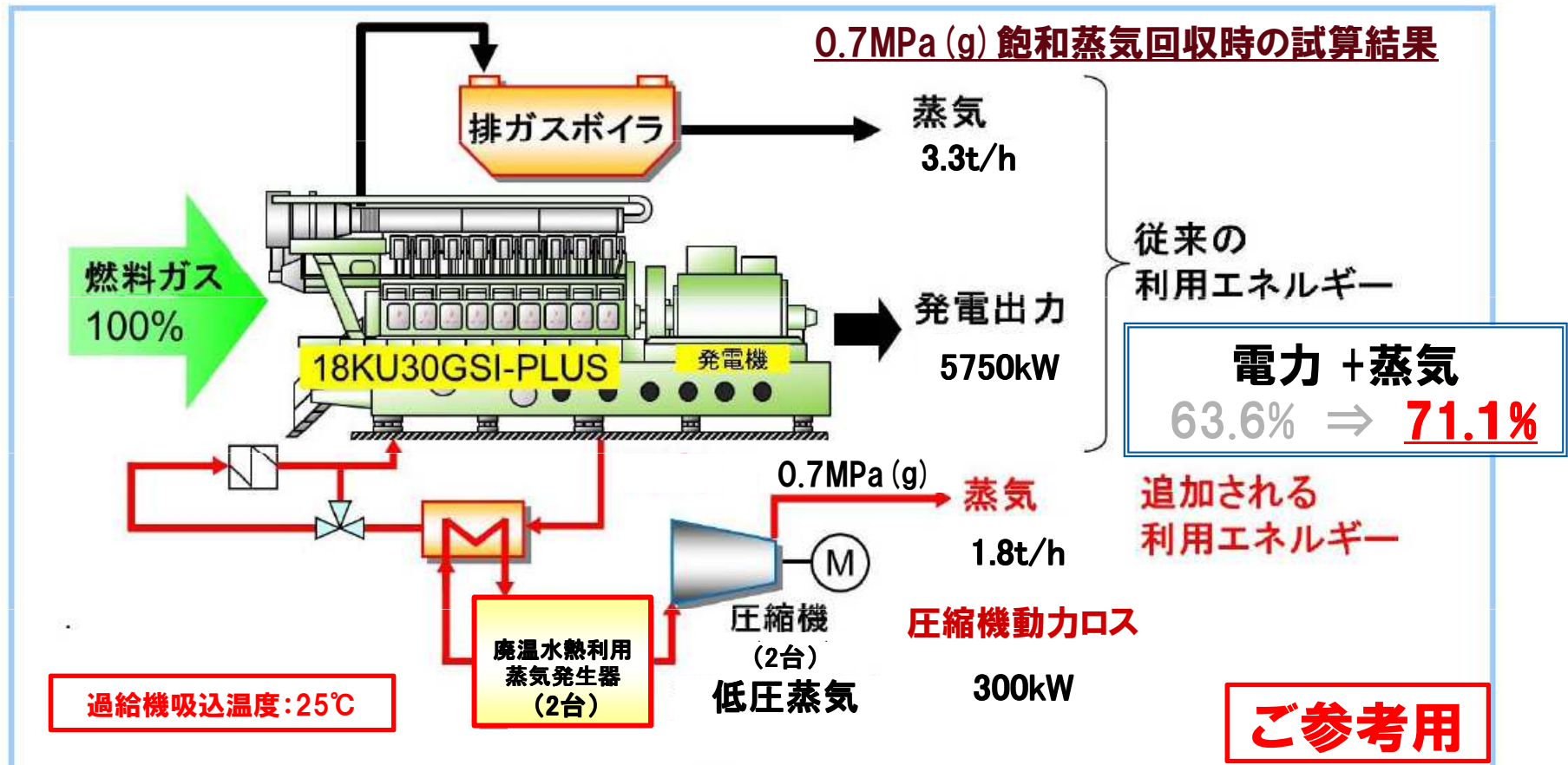
超低圧蒸気発生装置 + 蒸気圧縮機 の組合せにより、エンジン冷却水排熱を蒸気として回収する全蒸気回収プラントの開発に取り組み中。

これにより、プラント総合効率を向上してお客様の設備導入メリットを増大すると共に、CO2削減にも大きく貢献！



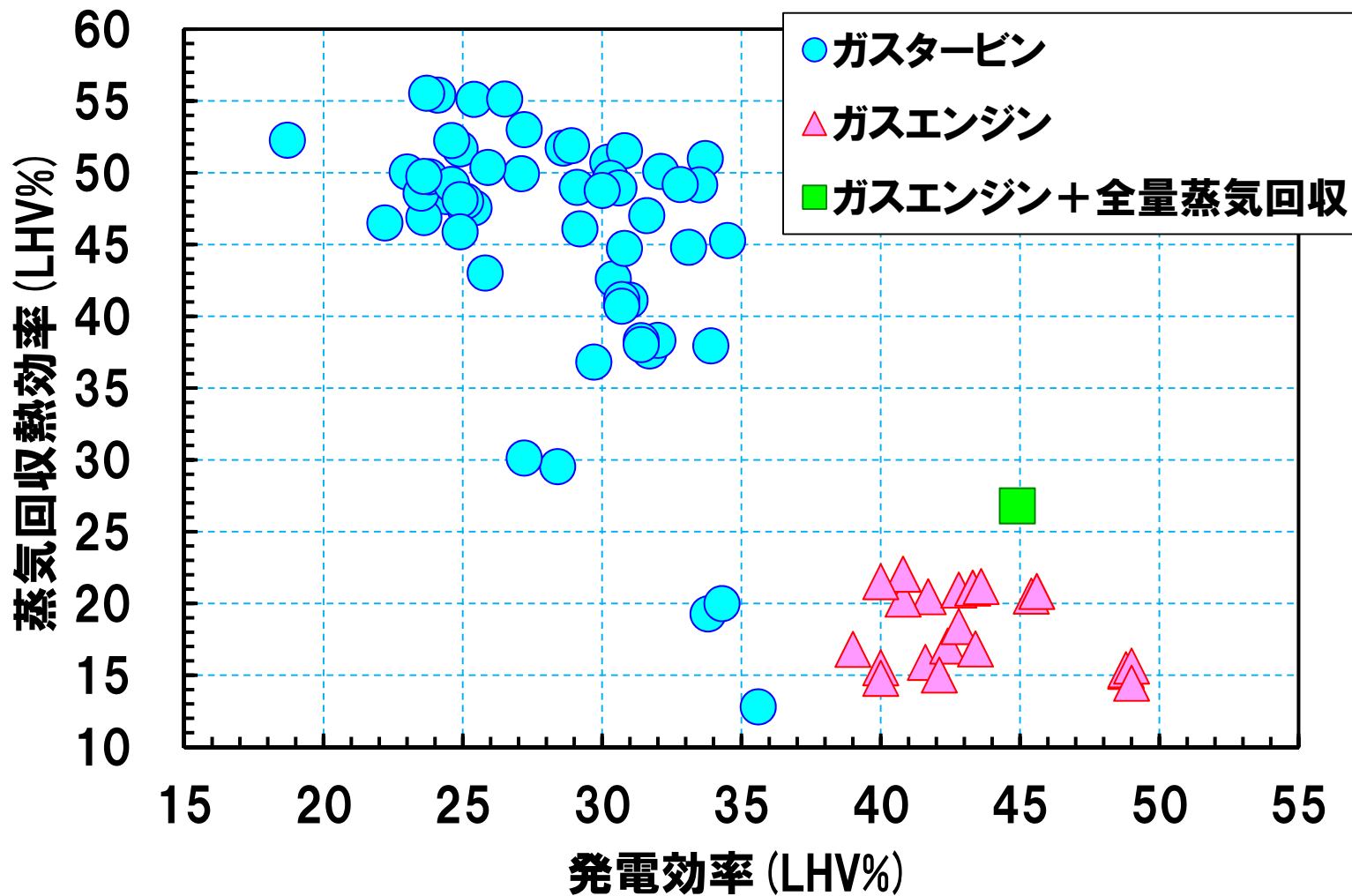
全蒸気回収システム

エンジン冷却水温度を100℃超まで高める技術によって、温水排熱から蒸気を得ることが出来ます。これにより電力+蒸気での総合効率が63.6%から71.1%に改善します。



東京ガス様との共同開発

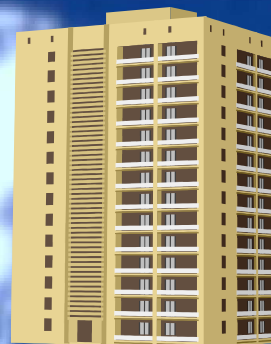
- 全量蒸気回収によって、蒸気回収熱効率を高めることが可能。
- 温水をあまり使わない産業用のお客様に有効。



1. ガスエンジン発電機
2. 廃熱利用技術
- 3. コージェネ導入事例**
4. 社内発電所での実証



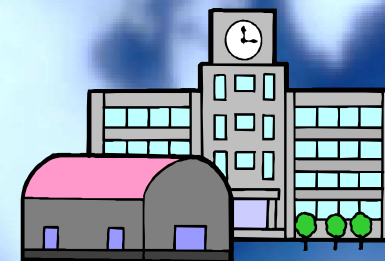
韓国 (マンション)



フランス (病院)



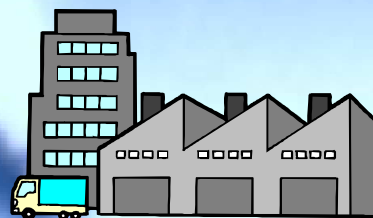
米国 (大学)



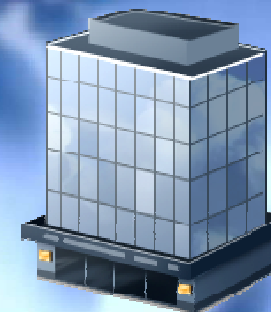
タイ (紡績所)



日本 (ビール工場)



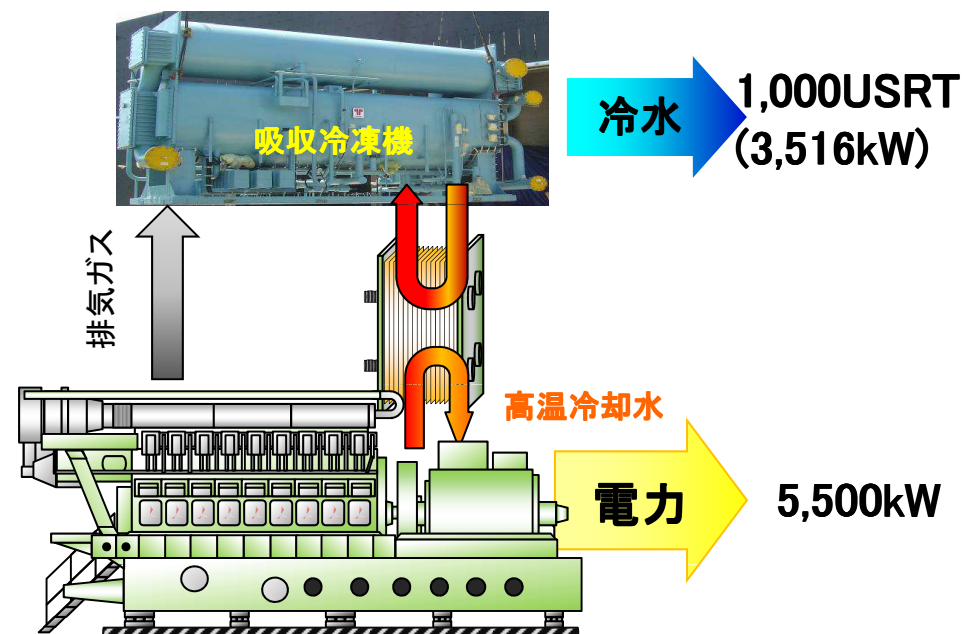
日本 (複合ビル)



➤ 電力、冷水



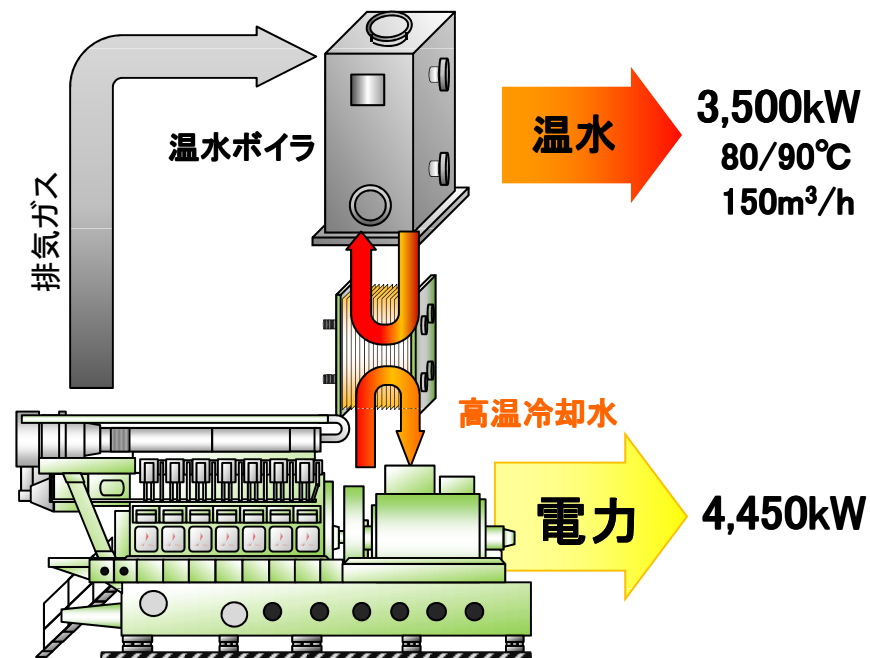
顧客	大学
場所	米国
エンジン型式	18KU30GSI
台数	1
発電出力	5,500kW
熱回収	冷水: 1,000USRT (3,516kW)
運転開始時期	2012年4月



➤ 電力、温水



顧客	病院
場所	フランス
エンジン形式	14KU30GA
台数	1
発電出力	4,450kW
熱回収	温水: 3,500kW
運転開始時期	2008年10月



コージェネソリューション事例 ～ 韓国／マンション

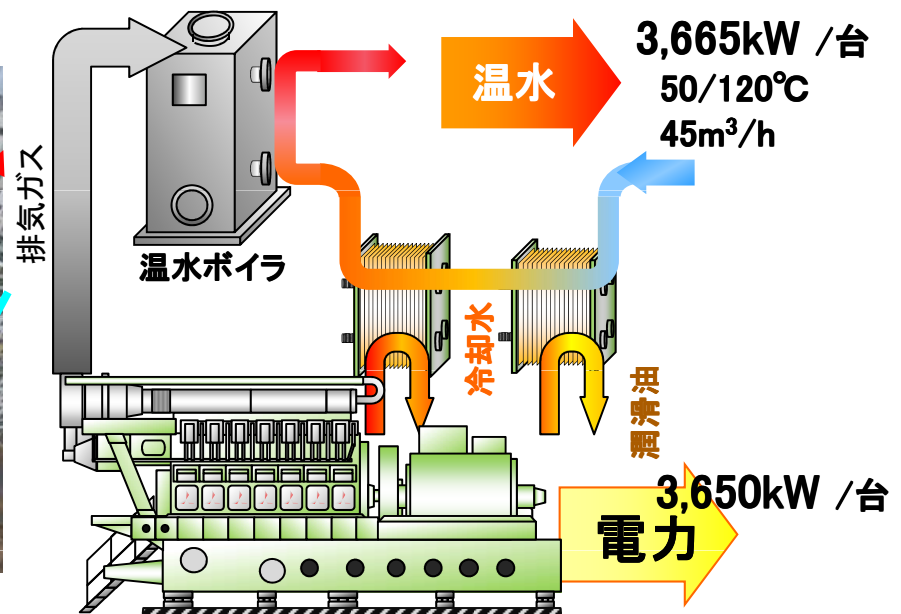
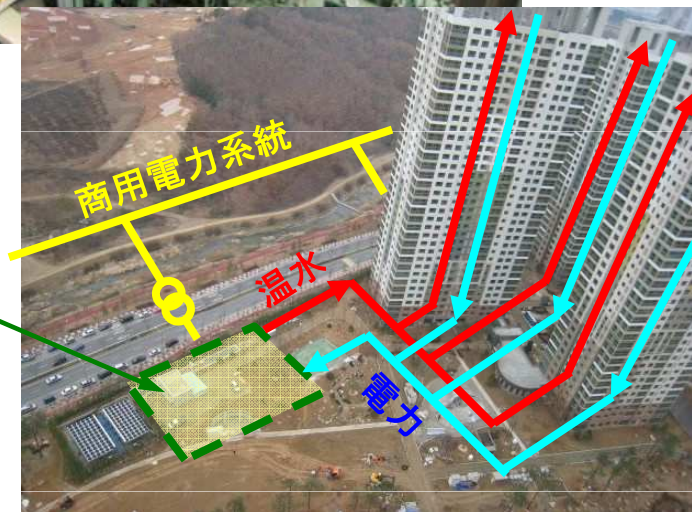
➤ 電力、温水



顧客	マンション (100㎡×2,000 宅)
場所	大韓民国
エンジン形式	12KU30GA
台数	2
発電出力	7,300kW
熱回収	温水: 7,330kW
運転開始時期	2008年10月

CHP プラント
(地域熱供給)

地下設置

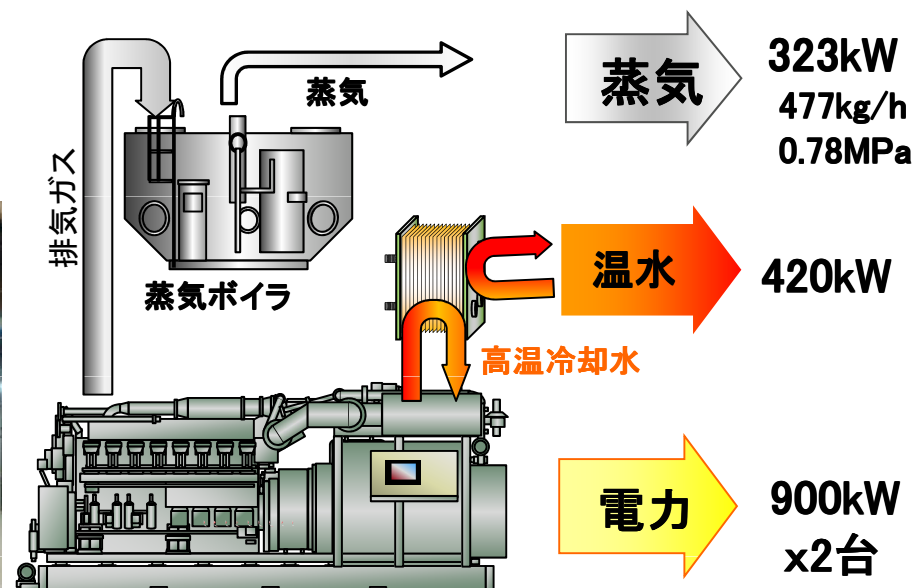


コージェネソリューション事例 ～ 日本／複合ビル

➤ 電力、蒸気、温水

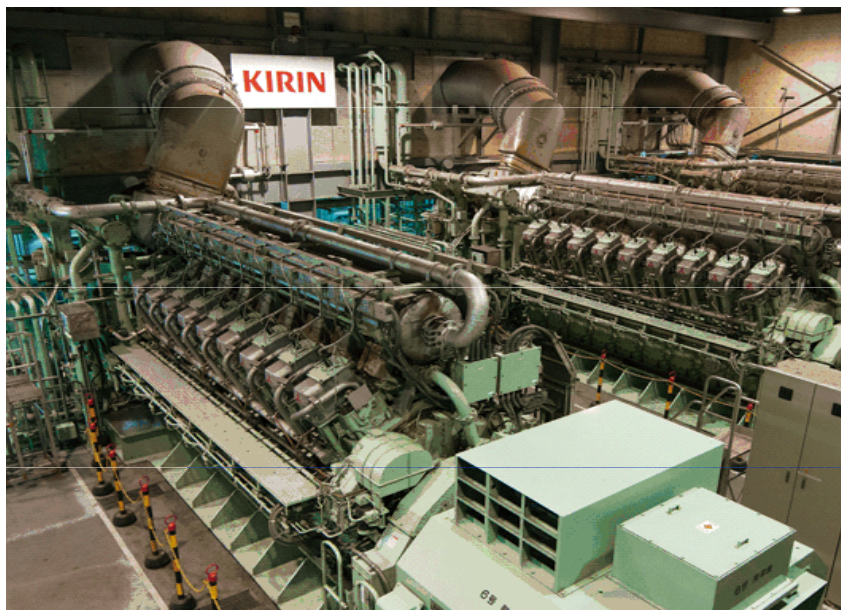


顧客	複合ビル
場所	東京、日本
エンジン形式	GS16R
台数	2
発電出力	1,800kW
熱回収	蒸気：323kW 温水：420kW
運転開始時期	2005年12月

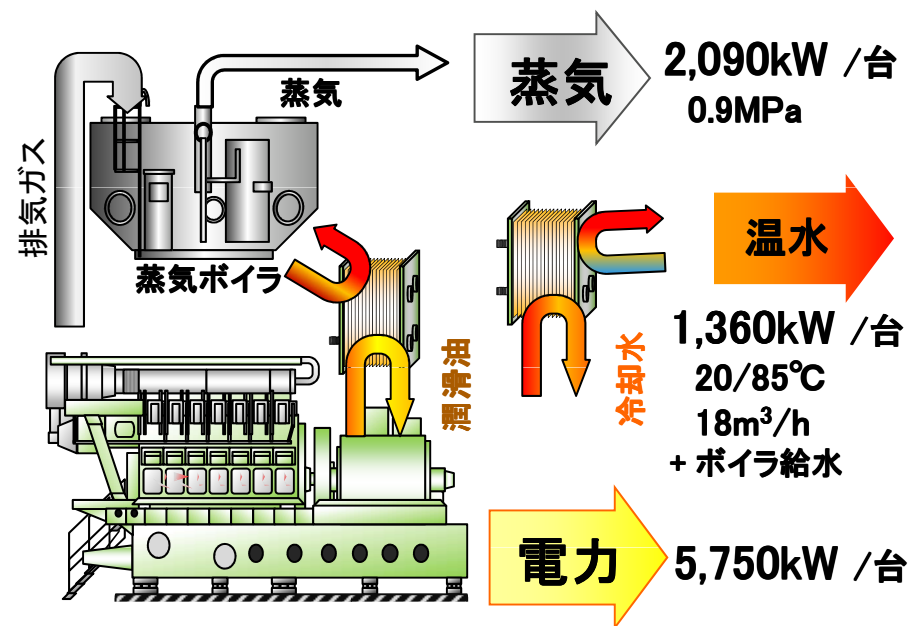


コージェネソリューション事例 ～ 日本/ビール工場

➤ 電力、蒸気、温水



顧客	ビール工場
場所	神奈川、日本
エンジン形式	18KU30GA
台数	3
発電出力	17,250kW
熱回収	蒸気：6,270kW 温水：4,570kW
運転開始時期	2007年3月



コージェネソリューション事例 ～ タイ／紡績所

➤ 電力、冷水、蒸気

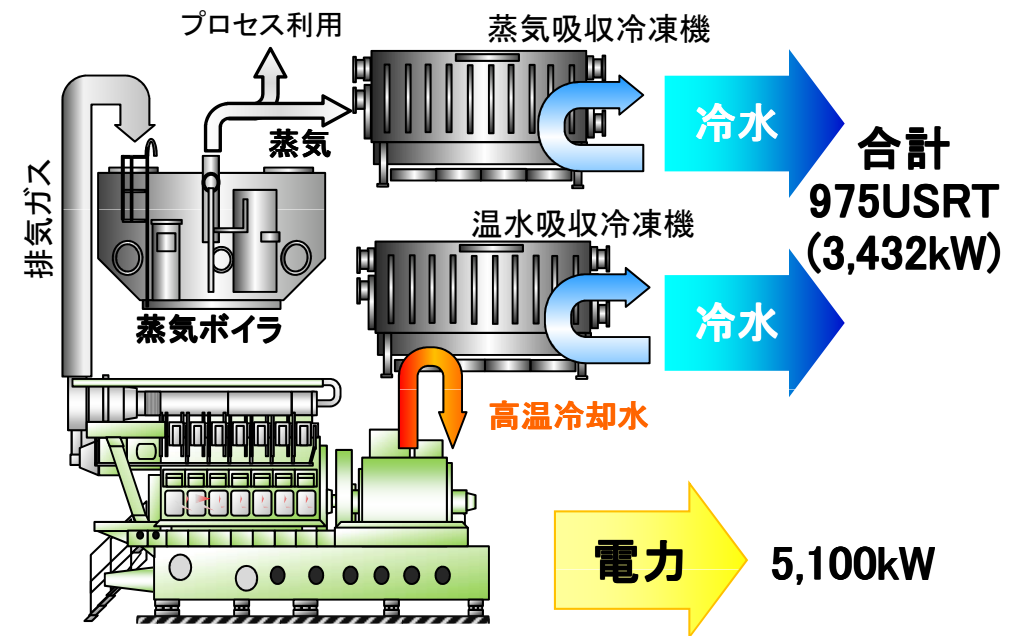


温水ボイラ



蒸気吸収冷凍機

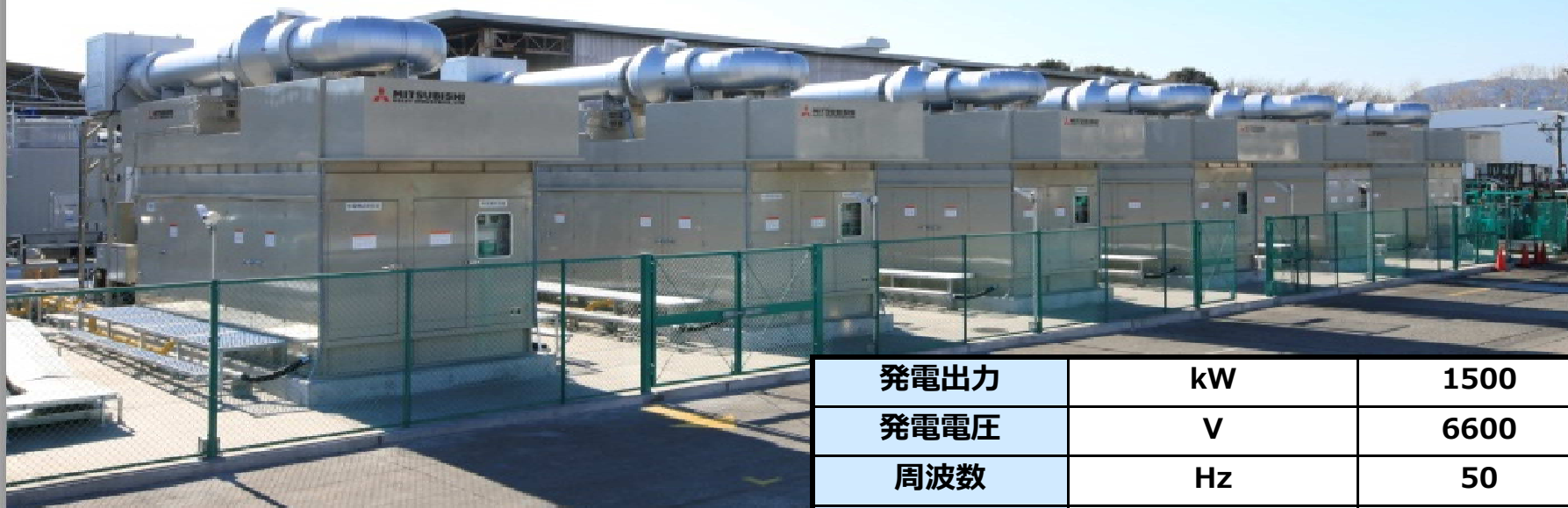
顧客	紡績所
場所	タイ
エンジン形式	16KU30GA
台数	1
発電出力	5,100kW
熱回収	冷水: 975USRT (3,432kW)
運転開始時期	2004年6月



1. ガスエンジン発電機
2. 廃熱利用技術
3. コージェネ導入事例
- 4. 社内発電所での実証**

発電電力 : 9,000kW
GS16R2-1500min⁻¹ 1.5MW×6台

- 工場の電源確保 (BCP、ピーカット)
- 省エネ, CGS価値向上の実証

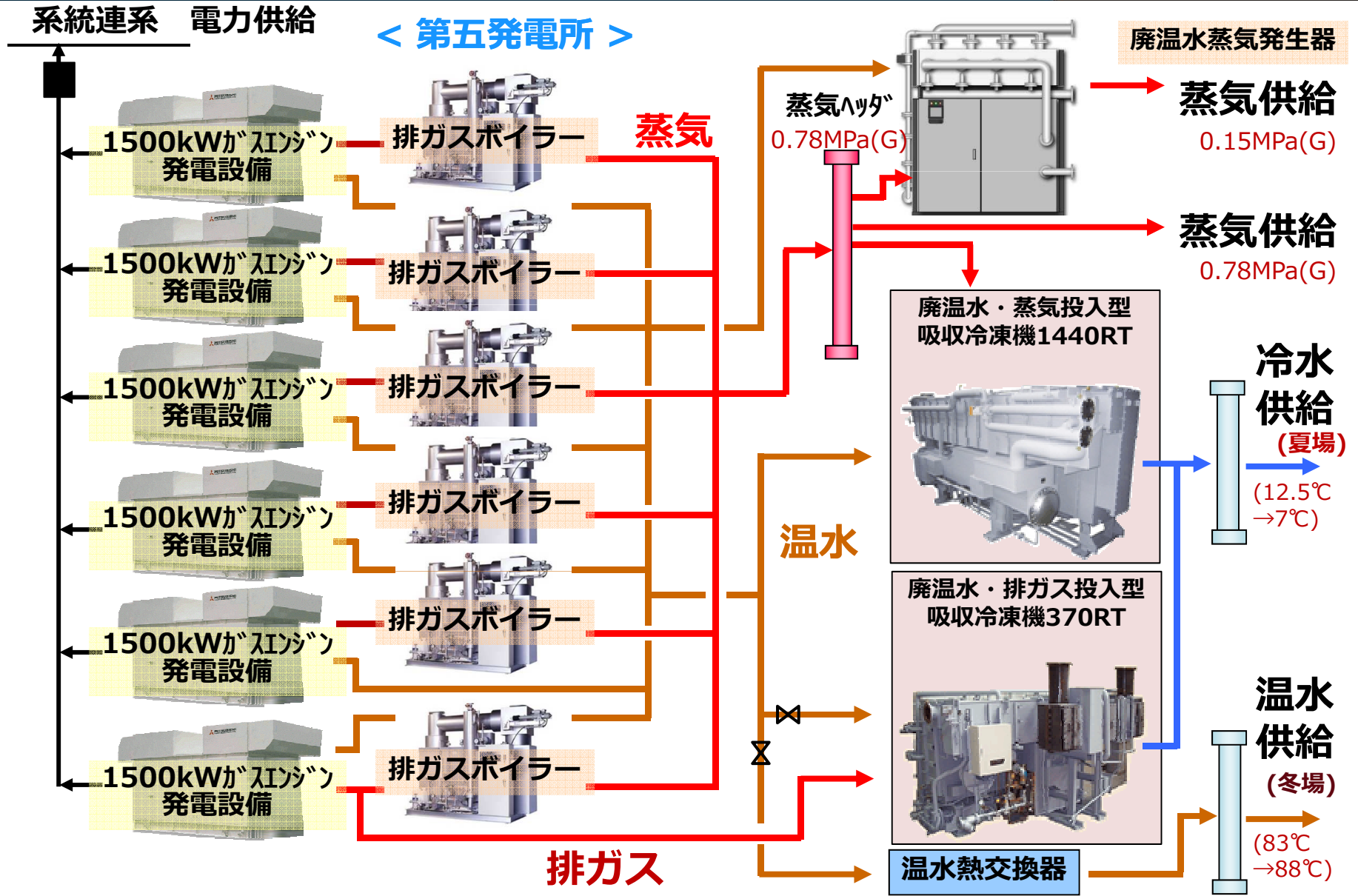


- 2011年 6月 : 導入決定
- 2011年12月 : 発電開始 (モノジェネ)
- 2012年12月 : 1~3号機に蒸気ボイラ追加
- 2013年 9月 : 2号機に廃温水蒸気発生装置追加
- 2014年 3月 : 4~6号機に蒸気ボイラ追加
- 2014年 8月 : 吸収式冷凍機追加**

発電出力	kW	1500
発電電圧	V	6600
周波数	Hz	50
燃料消費量	Nm ³ /h	324.2(*)
蒸気回収量	kg/h(@0.78MPa)	896
温水回収量	MJ/h	1932.7
温水回収温度	℃	88
発電効率	%	41.0
総合効率	%	72.8

* : 低位発熱量40.63MJ/m³N時

第5発電所 CGSフロー

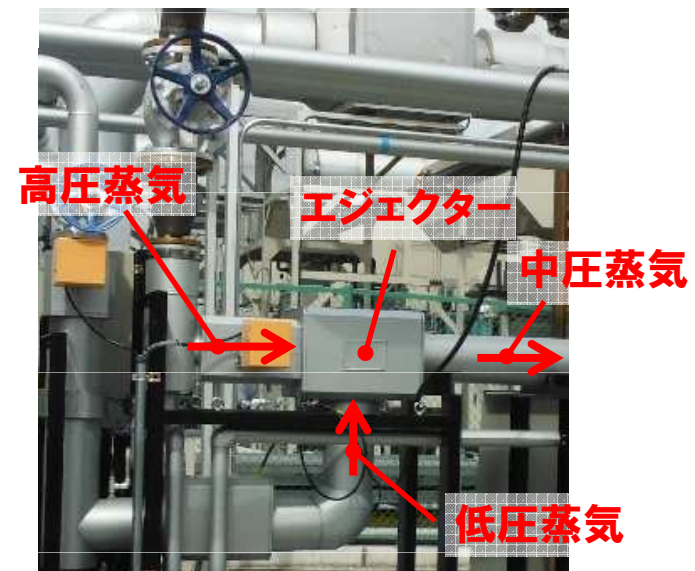


部分蒸気回収システム（設備写真）

ガスエンジン発電設備
GS16R2-PTK / 1500kW



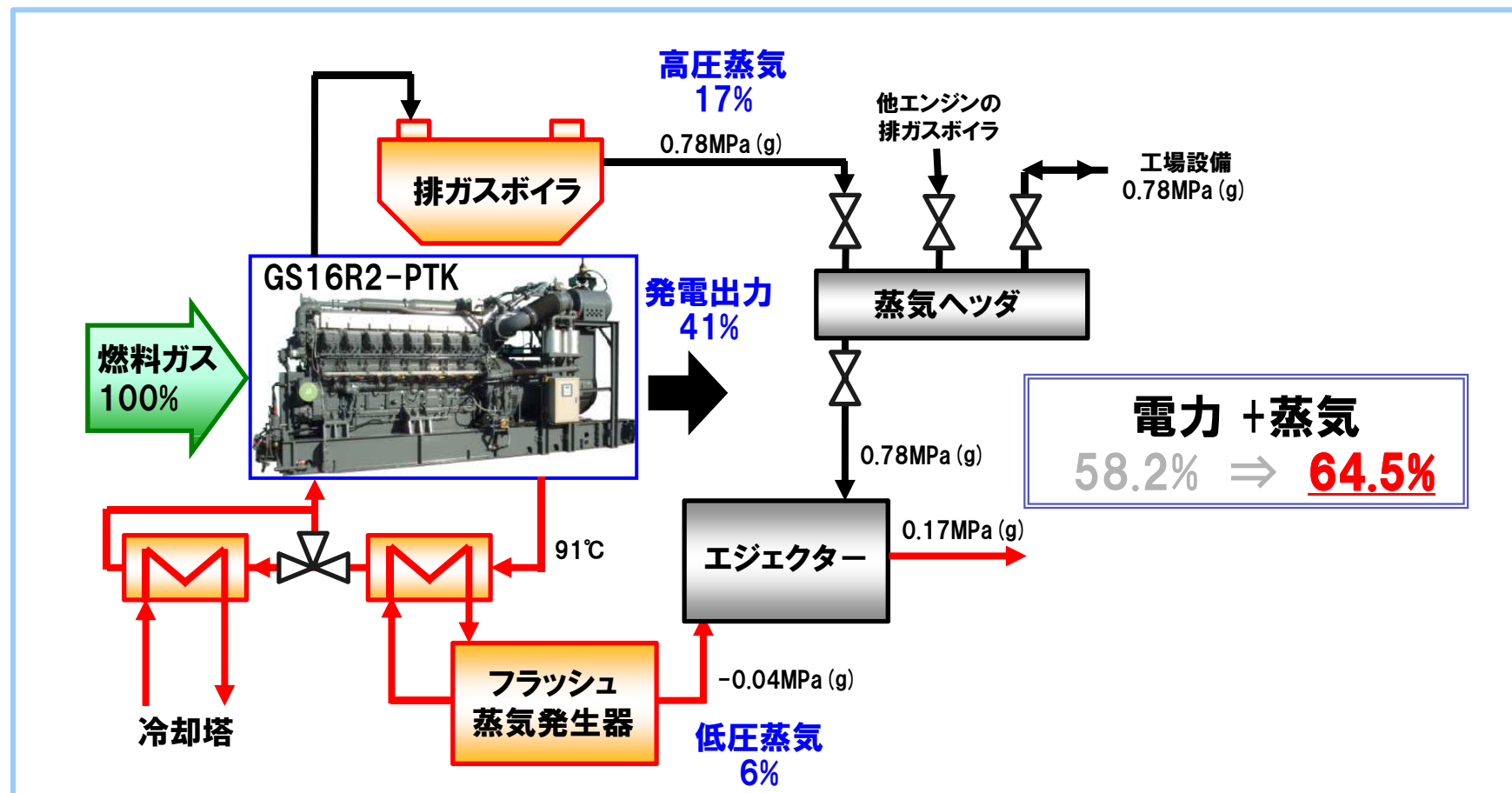
廃温水蒸気発生装置



本設備(廃温水蒸気回収設備分)は、資源エネルギー庁「次世代型熱利用設備導入緊急対策事業」の補助金を受給し、H25年10月より稼働中。

部分蒸気回収システム（全体システム）

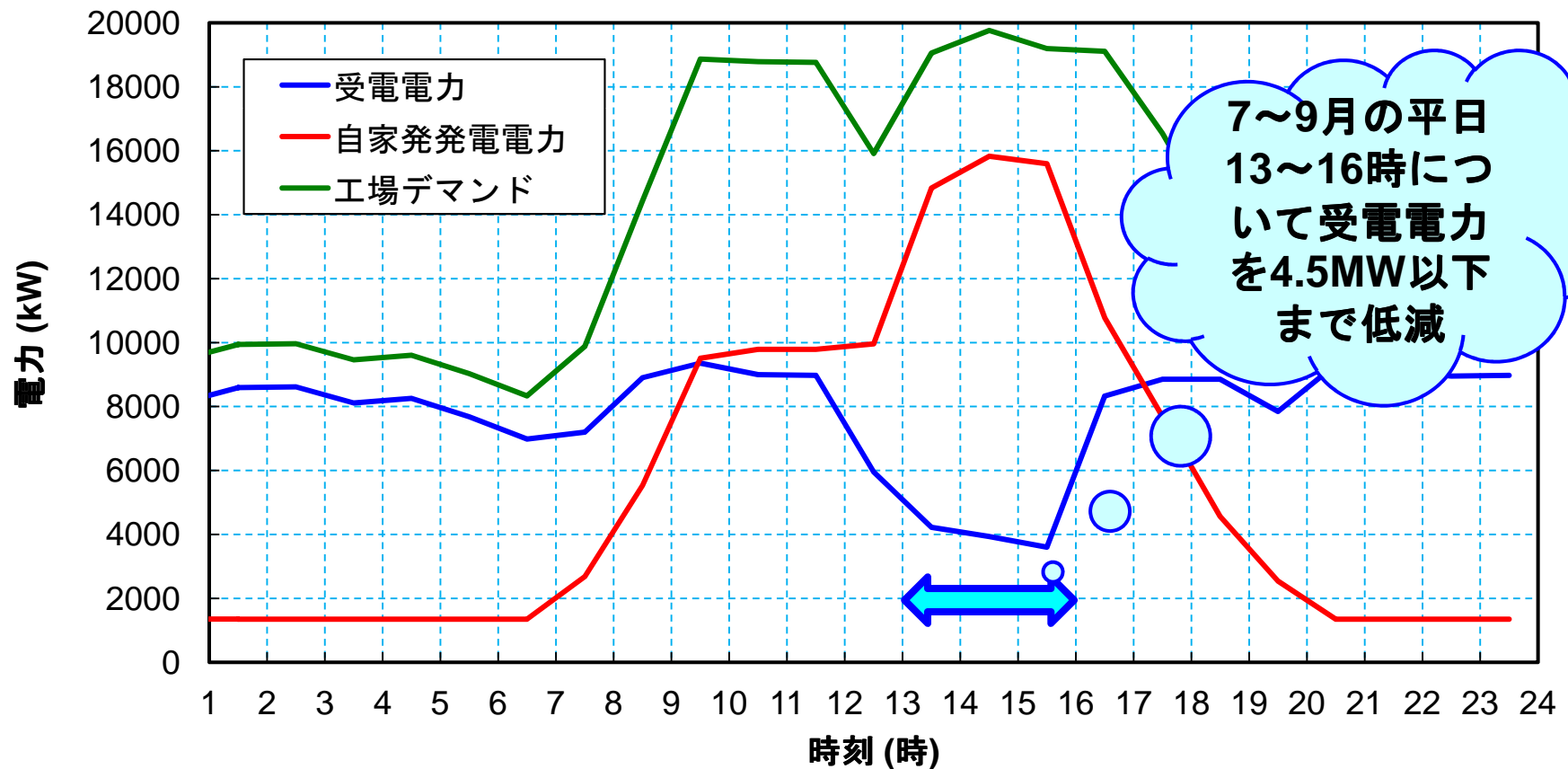
- エンジン冷却水温度は通常の 91°C のままで、フラッシュ蒸気発生器により **-0.04MPa の低圧蒸気を生成**。
- エジェクターにより 0.78MPa の高圧蒸気と混ぜ、 **0.17MPa の蒸気を生成する**。



節電要請対応、ピークカット契約

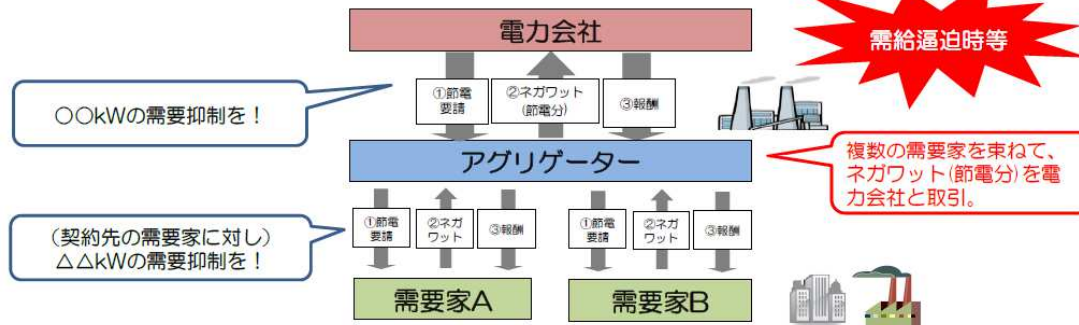
- 電力会社からの節電要請による操業低下を解決します。
- 夏季ピークカット契約やデマンドレスポンスへの対応も可能。

三菱重工業相模原工場での夏季ピークカット対応例 (2012年8月2日)



デマンドレスポンス

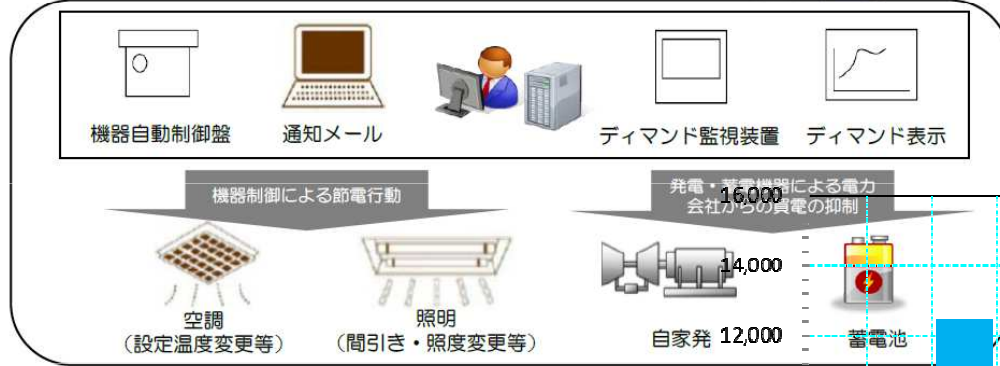
インセンティブ型デマンドレスポンスのイメージ



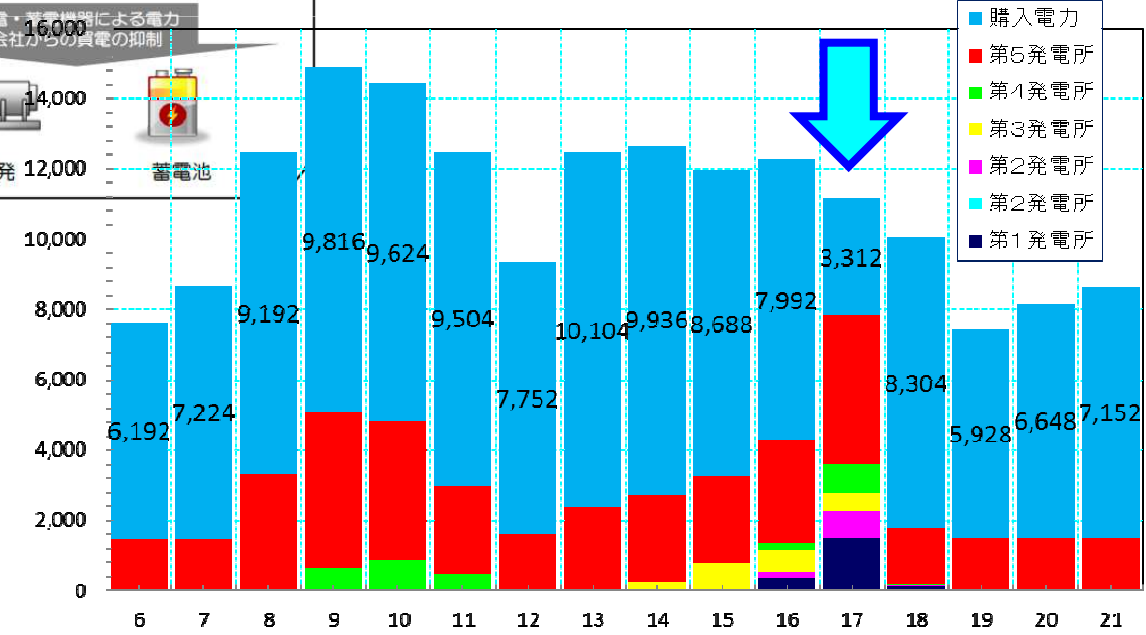
DR契約電力 = 5,000kW
過去10日間の実施時間帯最大受電量に対して、DR契約電力分受電量を下げる。

2014年1月の実証結果

- デマンドレスポンス30分前指令を16:30に受信
- 17:00~18:00にDR対応



↑ <http://www.meti.go.jp/press/2013/11/20131122001/20131122001-2.pdf> より転用



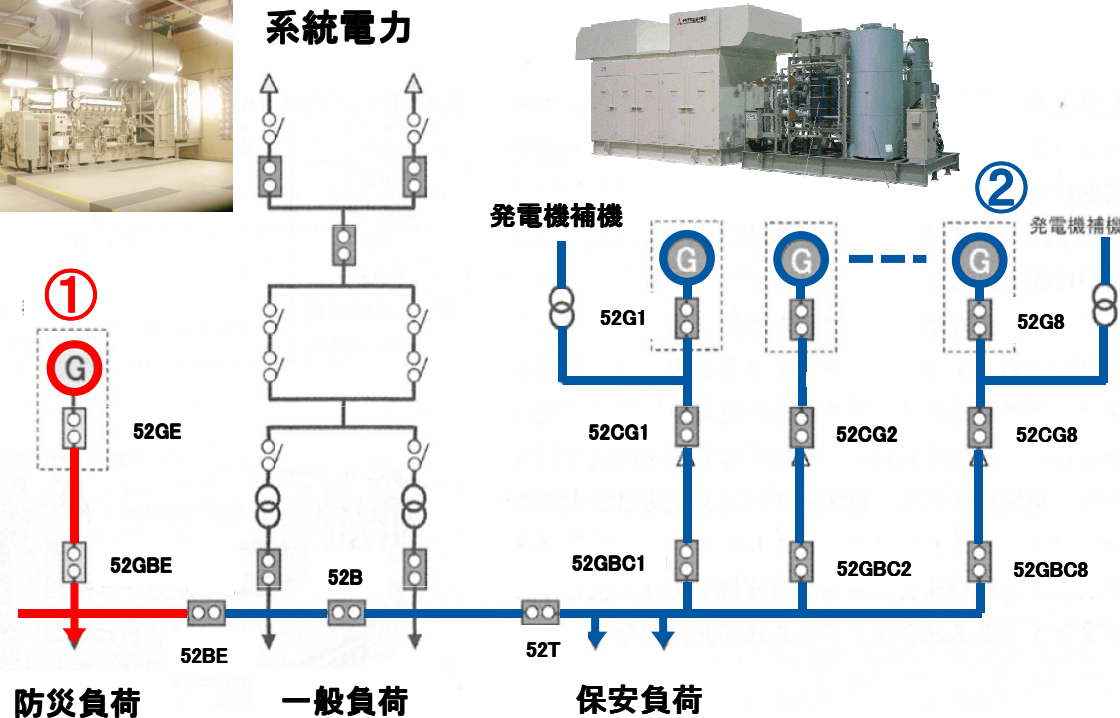
非常用発電機とガスコジェネの組み合わせ

◆非常用ディーゼル発電機とガスコージェネの組合せで停電時の事業性継続(BCP)に貢献します。

非常用
ディーゼル発電機



ガスエンジン
コージェネシステム



<停電時の動作パターン>

- ① 停電発生
 - 非常用発電機始動
 - 防災負荷への給電
- ② BOS(停電時始動)機能によりガスエンジンを起動
 - 非常用発電機と並列運転
 - 保安負荷への給電を開始

◎ガス供給の継続により長時間の安定給電を確保(BCP対応)

<更に高速同期制御を導入して>

ガスエンジン発電機同士を高速同期させる事で、大容量の保安負荷への負荷投入が可能となります。

例:

当社930kWガス発電機初期負荷投入量
:280kW

8台高速同期させると、2,240kW迄一度に負荷投入が可能です。

1. ガスエンジンによる発電効率は、1MWクラスで41%を超え、5MWクラスでは48%を超える。
2. ガスエンジンの廃熱は、排ガスと冷却水の2種類に区分され、全てを使い切ると70%以上の総合効率を実現できるが、冷却水の活用が大きな課題である。

熱源	温度レベル	利用方法
排ガス	340～400℃	蒸気生成、温水生成、吸収式冷凍機など
エンジンジャケット冷却水	80～90℃	温水生成、吸収式冷凍機など

3. 冷却水からの廃熱の利用率を上げるため、吸収冷凍機による温水活用技術、温水からの蒸気生成技術などが開発されている。
4. ガスエンジンコージェネは省エネのみならず、ピークカット、デマンドレスポンス、非常時の給電などBCPの観点でも非常に有効である。



 **三菱重工**

この星に、たしかな未来を

ご清聴ありがとうございました。