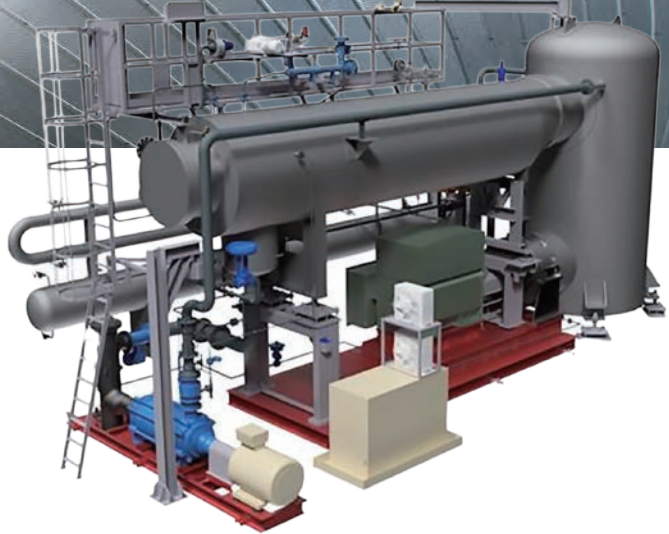




有機ランキンサイクル 発電システム

Organic Rankine Cycle Turbogenerator



MOVE THE WORLD FORWARD MITSUBISHI
HEAVY
INDUSTRIES
GROUP

 clean energy ahead®
TURBODEN

 **第一実業株式会社**
DAIICHI JITSUGYO CO., LTD.

ターボデンとは

ターボデンは、1980年、当時ミラノ工科大学教授であったMario Gaia現・ターボデン名誉会長が研究室のベンチャーとして立ち上げた、ORC(Organic Rankine Cycle:有機ランキンサイクル)タービンメーカーです。

1984年、初号機となる40kW級ORC発電ユニット(太陽熱発電向け)をオーストラリアに納入。

以降、欧州バイオマスプラント向けを中心に工場廃熱回収や地熱プラントなど全世界に納めてまいりました。

2013年6月より三菱重工グループ会社となり、日本国内のお客様にも環境に優しいソリューションとしてORC発電ユニットをご提案しております。



ターボデンのORC技術の特徴

技術的特徴

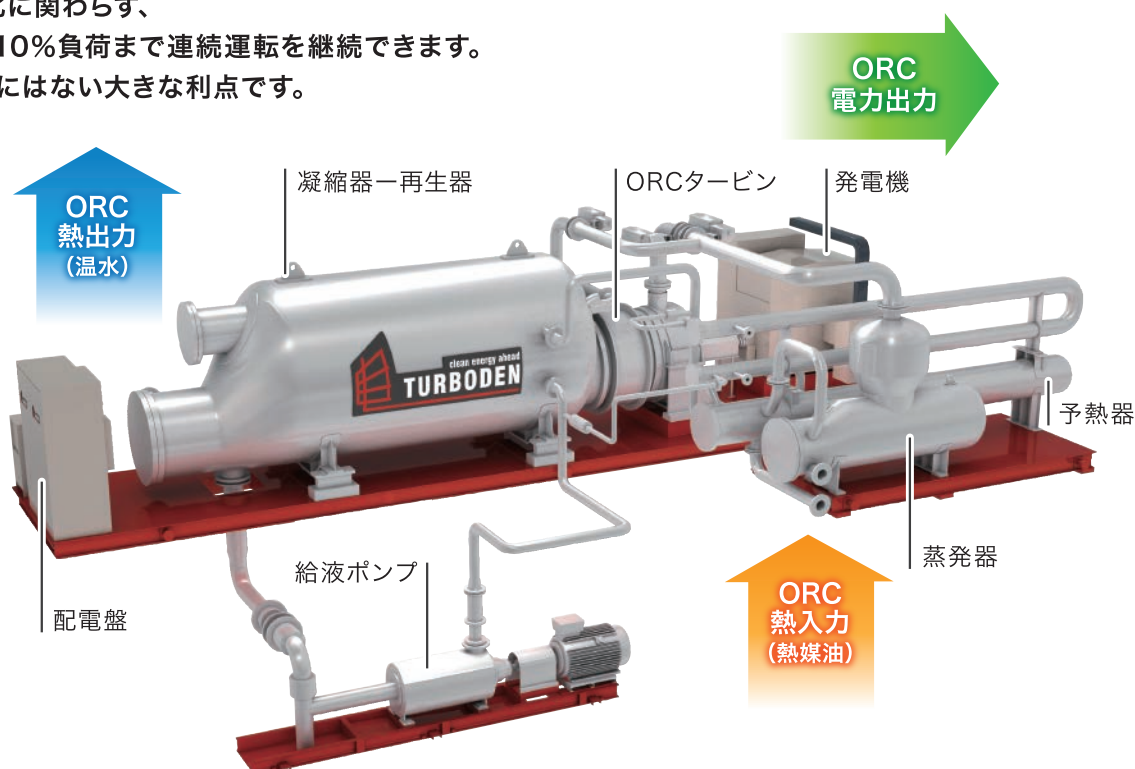
- 高いサイクル効率と非常に高いタービン効率を実現しました
- タービンの周速度が低速のため、機械的ストレスが低減できます
- タービンの回転数が低く減速機なしで発電機と直結駆動可能です(ただし連系条件によります)
- タービン膨張域で湿り域に入らないため、翼が浸食をうけません
- 冷却方式(水冷式、空冷式冷却塔)が選択可能です

オペレーションの特徴

- 起動停止がシンプルで自動連続運転可能です
- 信頼性に長けています
- 高い稼働率(98%以上)にて運転できます
- 最低負荷10%まで連続運転可能です
- 高い部分負荷効率を実現しました
- メンテナンスコスト低減可能です
- 長寿命です

ORCの主要構成部品

流量変動や温度変化に関わらず、ORCは定格出力の10%負荷まで連続運転を継続できます。これは蒸気タービンにはない大きな利点です。



ORCアプリケーション

ターボデンではORC発電ユニットの設計、組立、据付、メンテナンスを一貫して行っています。焼却炉、エンジン、ガスタービンなどの廃熱回収や再生可能エネルギーを有効活用することが可能であり、分散型電源システムに最適です。

Find your solution

ENERGY EFFICIENCY



WASTE
HEAT RECOVERY



COMBINED CYCLES



OIL & GAS



HIGH
TEMPERATURE CHP



LARGE HEAT PUMP



GAS EXPANDER

RENEWABLES



GEOTHERMAL



BIOMASS



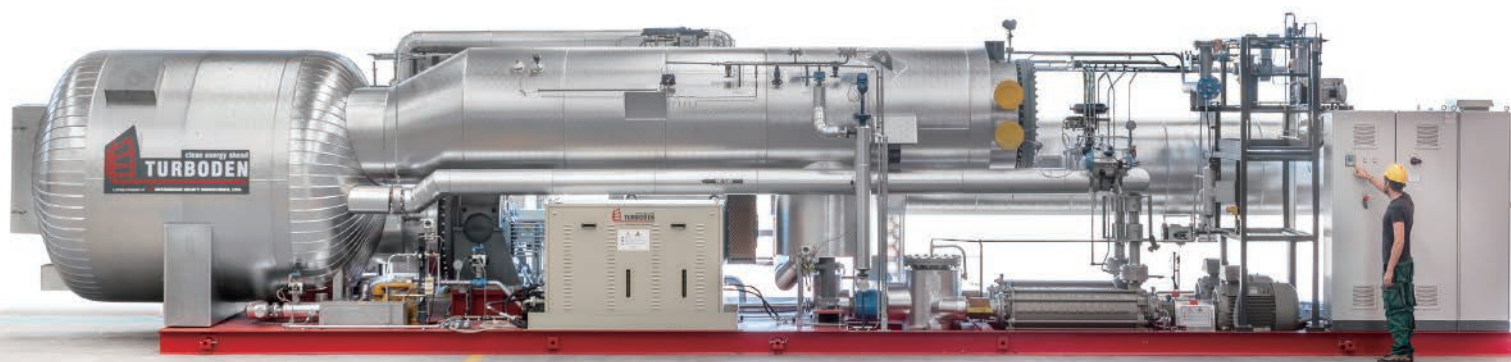
WASTE TO ENERGY



CONCENTRATED
SOLAR POWER

ORCモデルサイズ TD7(700kW)

参考概算サイズ: (L) 14,500mm×(W)3,800mm×(H)3,500mm/42,500kg(運転重量)





地熱アプリケーション

地熱アプリケーション用ORC発電ユニット

ORCテクノロジーは、低～高エンタルピーの利用に特に適しています。

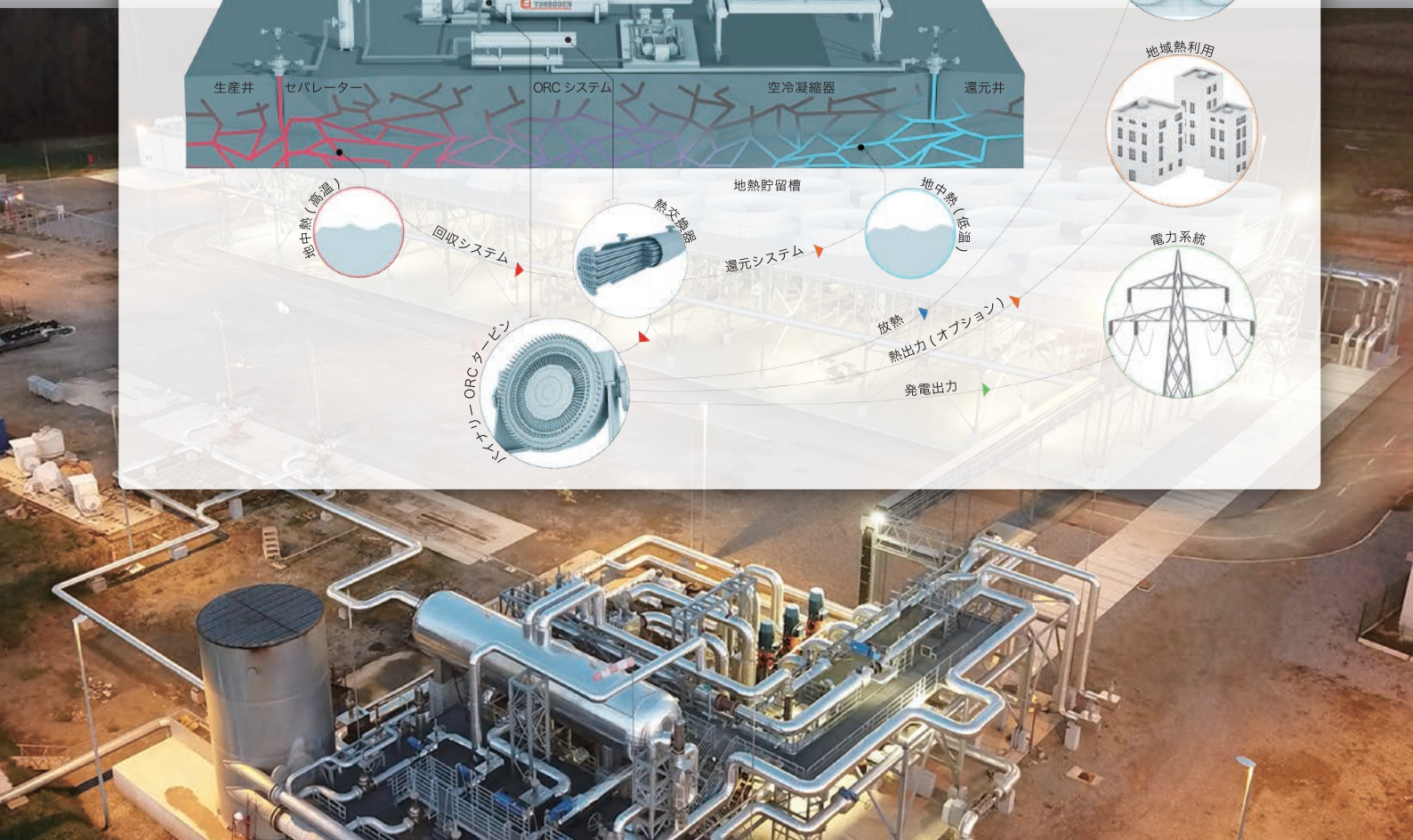
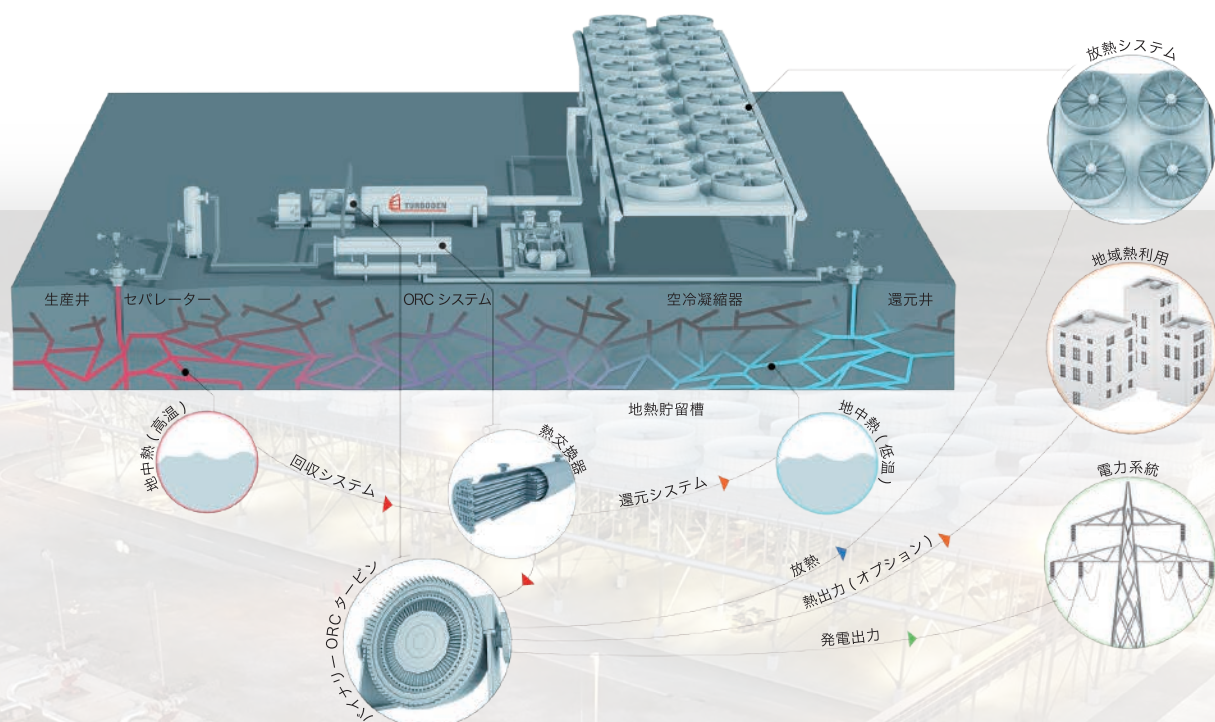
ターボデンのORC発電ユニットは、100°C～200°Cまたは、それ以上の地熱熱源でコストパフォーマンスの高いソリューションを提供します。

シングルシャフトで最大20 MW、ダブルシャフトで最大40 MWの発電出力が可能です。

主な特徴とメリット

- 作動媒体：炭化水素系、HFC系、HFO系
- 熱力学的プロセスと独自設計による制御方法
- タービンタイプ：軸流多段タービン、ターボデン独自の設計
- 独自設計の主要機器：空冷コンデンサー、熱交換器など
- 遠隔地での操作：オフグリッド機能（アイランドモード）、アクティブグリッドバランシング
- 熱電併給ソリューション
- O&Mコストの低減
- 遠隔監視サービス

ORCによる地熱アプリケーションの例



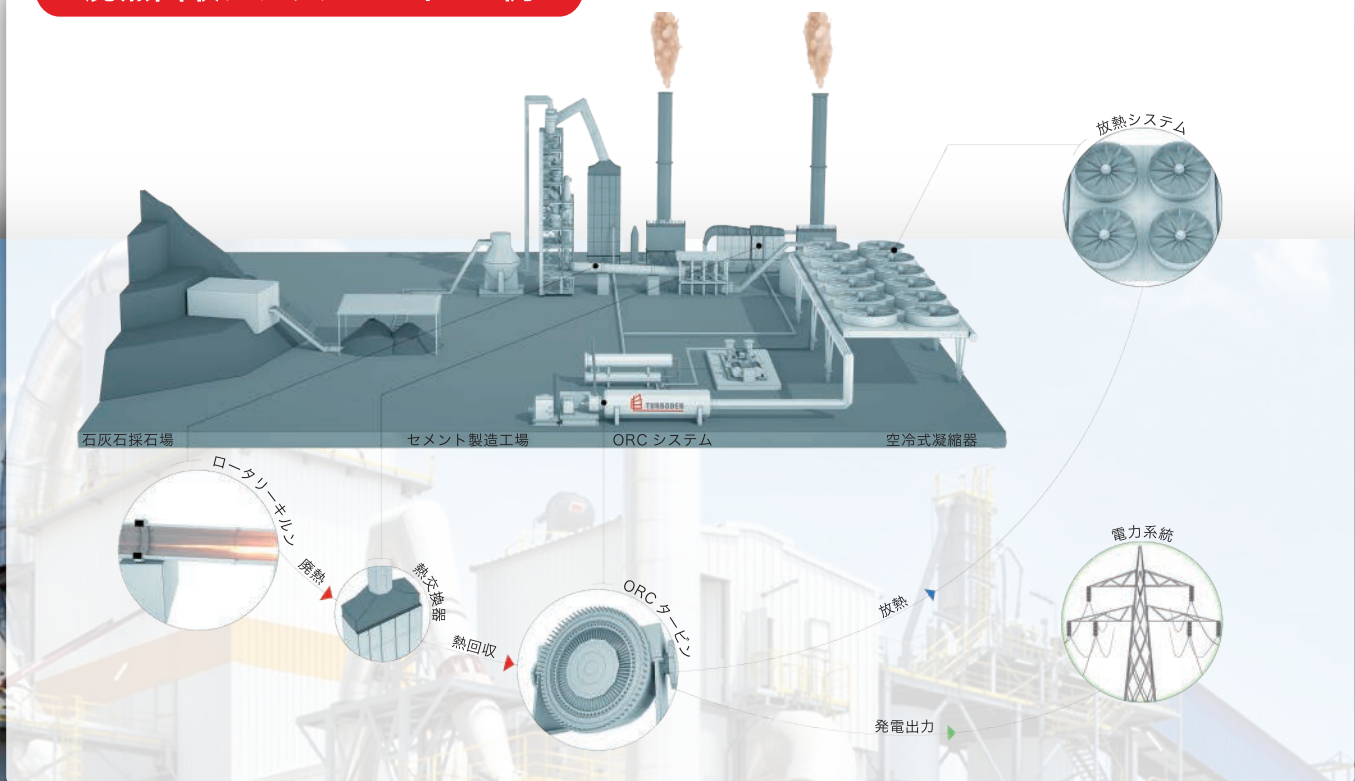


廃熱回収アプリケーション

ターボデンのORC発電ユニットは、工場プロセス、エンジン、ガスタービンや燃料電池からの廃熱を、幅広い温度範囲で熱を回収することにより発電します。シングルシャフトで最大20 MWまで発電が可能です。

アプリケーション	ガス温度の例 (最低-最高)°C	ダスト分 (内容量と腐食性)
セメント	280 - 400	High
ガラス	350 - 500	Medium
ガラス 酸素燃焼	600 - 800	Medium
製鉄 電気炉	800 - 1000	High
製鉄 転炉	800 - 1000	Medium
製鉄 電気式還元炉	300 - 400	Medium-High
製鉄 圧延	300 - 400	Low-Medium
製鉄 焼結	300 - 400	Medium-High
コンバインドサイクル	350 - 500	Low
低温熱源	150 - 250	Low

廃熱回収アプリケーションの例





バイオマスアプリケーション

ターボデンのORC発電プラントは、操作性が高く、電力と熱を高効率に生成します。
未利用の木材や、様々な生産プロセスからの残留有機物まで、
あらゆる種類のバイオマスが使用可能です。
シングルシャフトで最大20 MWまで発電が可能です。

発電のみ、CHP/CCHPモード

ターボデンのORC発電設備は発電のみのモードと
熱と電力の組み合わせ、熱電併給 (CHPモード)
または冷熱、温熱と電力の組み合わせ (CCHPモード) が利用可能です。

発電のみ

発電効率
最大

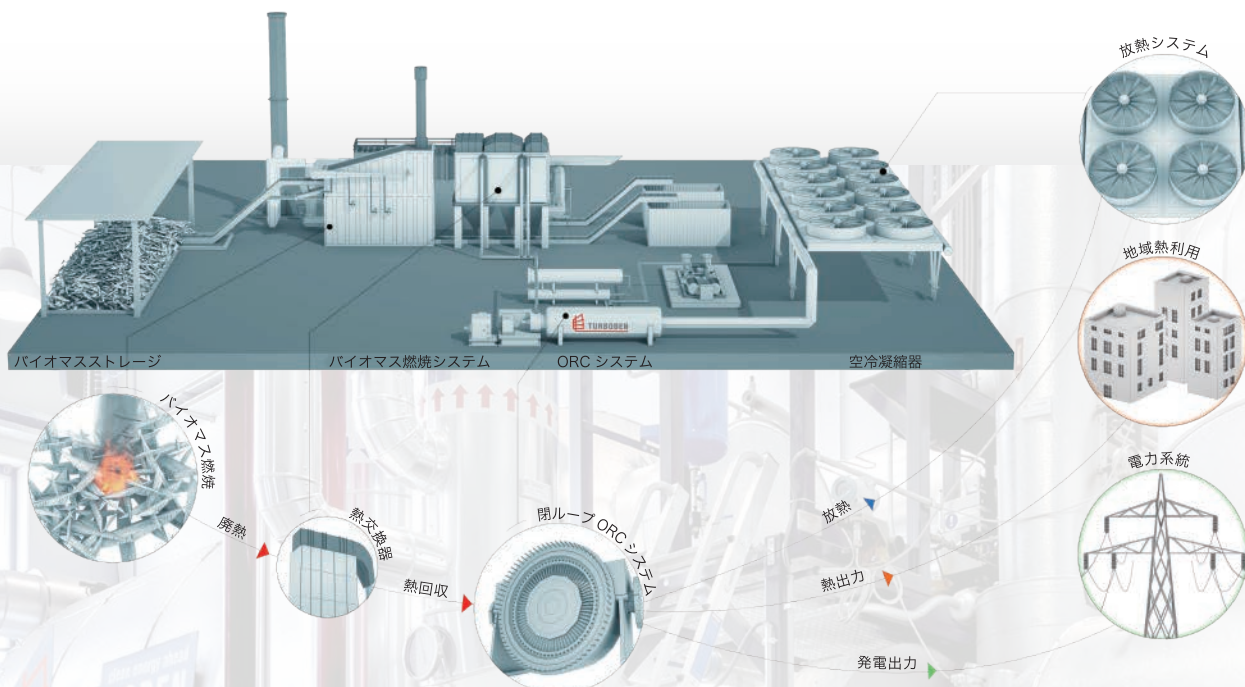
30%

CHP/CCHP

発電効率
最大

22%

バイオマスアプリケーション用CHPユニットの例

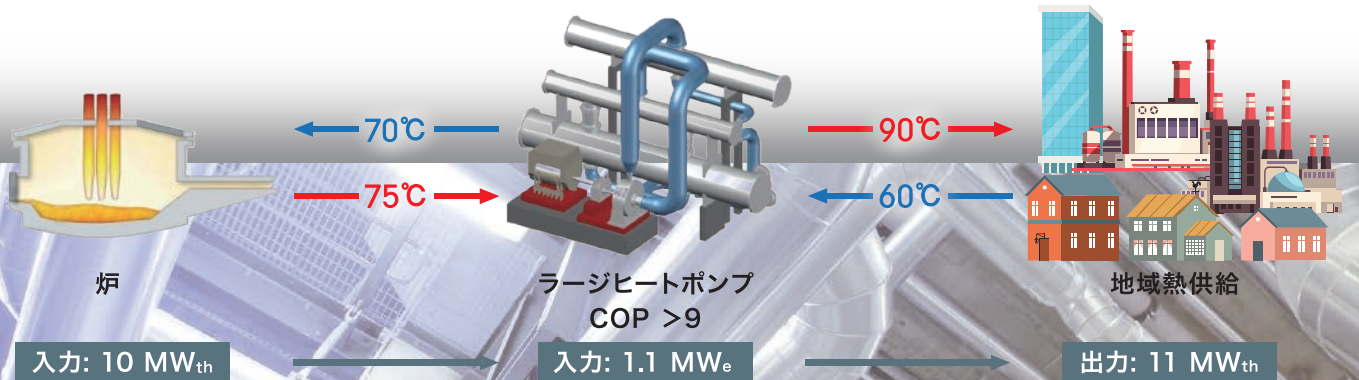
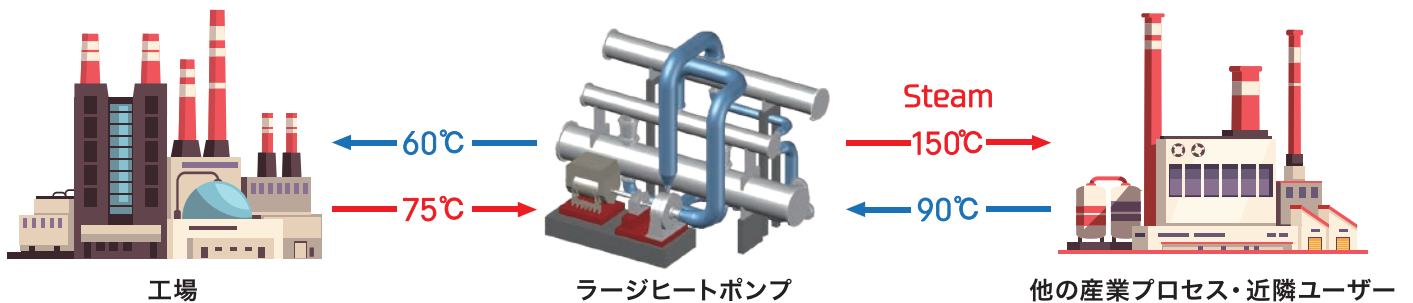
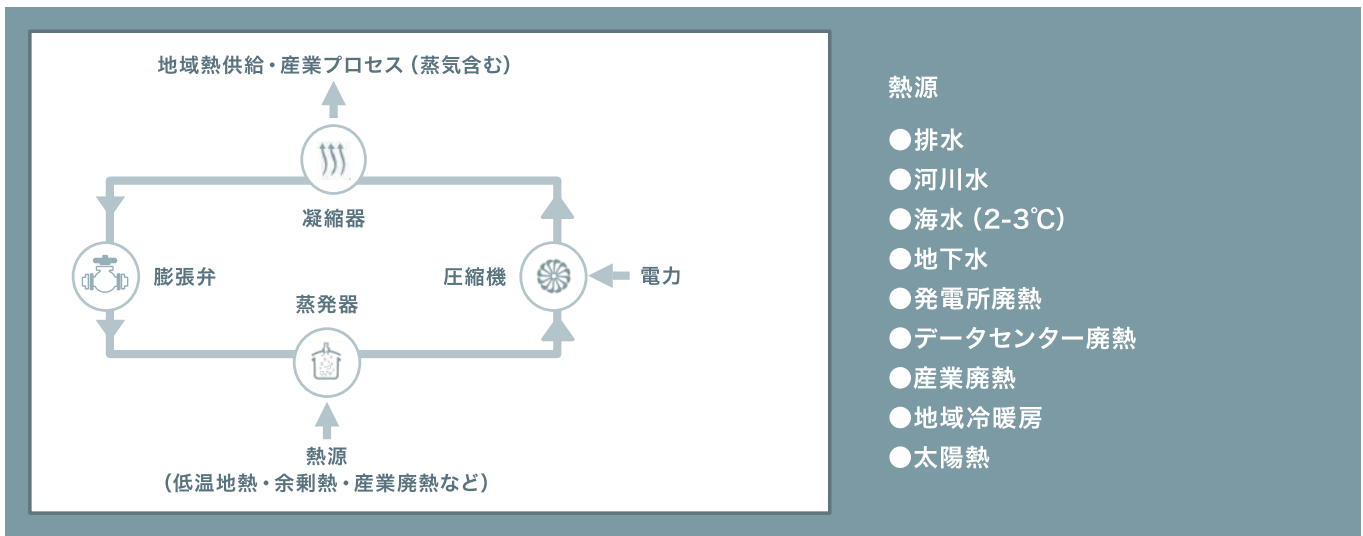




ラージヒートポンプ

- 大規模出力：3MWth～30MWth
- 高温リフト（ $\Delta T 80^{\circ}\text{C}$ 以上）
- 高温出力（蒸気発生を含む）
- 様々な分野への応用：地熱、バイオマス、廃熱エネルギー集約型産業、廃棄物エネルギー、発電所

アプリケーション



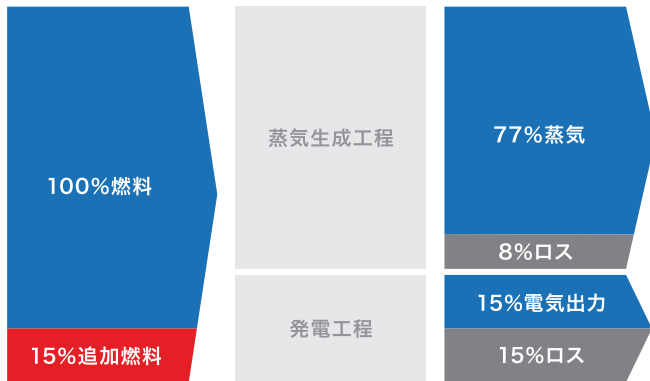


スチーム&パワー

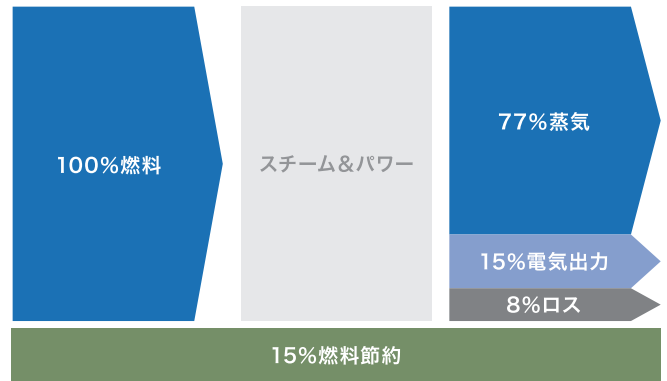
特長

熱電併給システムは製造業向けのエネルギーを生産するための経済的で効率的かつ持続可能な方法として広く知られています

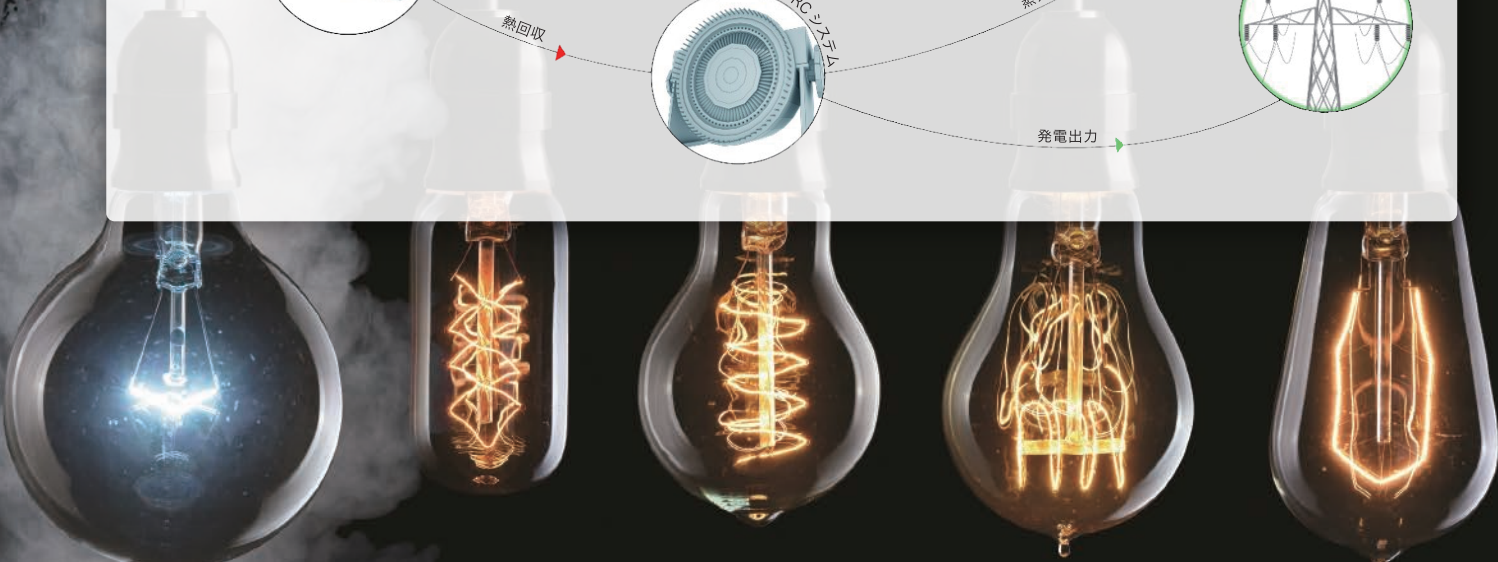
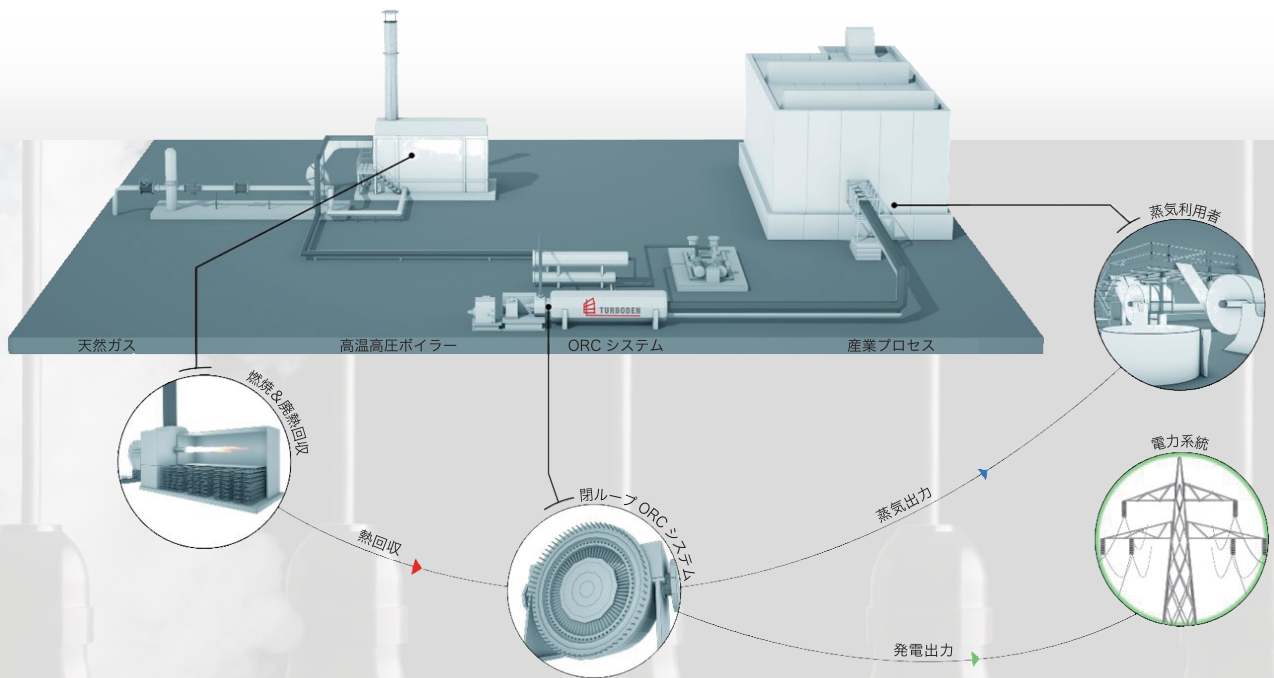
従来のシステム



S&P コージェネレーションシステム

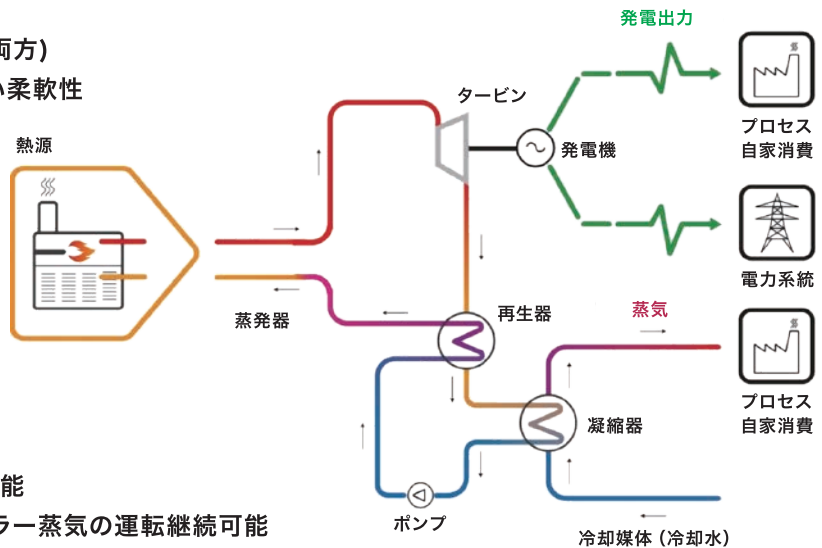


スチーム&ソリューションの例



アドバンテージ

- 燃料の柔軟性(気体燃料と液体燃料の両方)
- 20%までの部分負荷運転における高い柔軟性
- 高い総合効果: 92%
- 優勢な蒸気出力
- 高い可用性: 98%
- モジュール性
- アイランドモード運転
- 屋外設置
- 優れた経済性
- 低い運用&保守コスト
- 電気代上昇へのリスクヘッジ
- 他のCHPテクノロジーと組み合わせ可能
- ORCタービンのメンテナンス時、ボイラー蒸気の運転継続可能



特徴

100%燃料



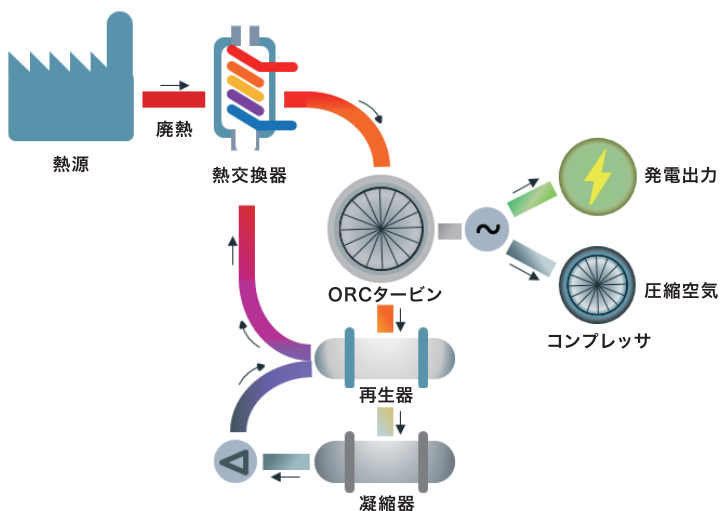
電力定格 500kWe~6MWe

CPH蒸気出力圧力範囲 5~30bar

CPH蒸気容量範囲 5~40 t/h

蒸気生成: 10barg

パワー&エアー



典型例

電

力

ORC タービン
+
発電機

新提案

圧縮空気

ORC タービン
+
コンプレッサ

ハイブリッド

パワー&エアー

ORC タービン
+
発電機
+
コンプレッサ

ターボデン廃熱回収ユニット (HR) 標準仕様一覧

	TURBODEN 6/7 HR _{DE}		TURBODEN 10 to 14 HR _{DE}		TURBODEN 18 to 24 HR _{DE}		TURBODEN 27 to 40 HR _{DE}		TURBODEN 50 to 100 HR _{DE}		
	作動範囲	参考例 TD 6 HR	作動範囲	参考例 TD 10 HR	作動範囲	参考例 TD 22 HR SPLIT	作動範囲	参考例 TD 40 HR SPLIT	作動範囲	参考例 TD 70 HR	
入力* 熱煤油											
熱煤油入口温度	℃	240-300	270	240-310	290	240-310	285	250-315	315	240-310	290
熱煤油出口温度	℃	170-120	140	170-120	145	170-120	120	170-120	130	150-110	115
熱入力	MW	2.5-4.0	3.0	5.0-7.0	5.54	8.0-12.0	11.21	13.0-22.0	21.40	24.0-50.0	32.00
出力** 冷却水											
典型的な冷却水温 (入口/出口)	℃	25/35	25/35	25/35	26/38	25/40	22/40	20/45	22/54	25/40	20/27
冷却水への放熱量	MW	2.0-3.5	2.4	4.0-5.0	4.4	6.0-9.5	9.0	10.0-17.5	17.2	19.2-40.0	25.2
性能											
発電端出力	kW	500-800	600	900-1600	1108	1700-2500	2120	2600-4500	4000	4800-10500	6800
発電端効率**		17%-20%	20%	17%-20%	20%	17%-22%	19%	17%-21%	19%	17%-22%	21%
補機動力	kW	18-36	25	36-70	46	60-100	80	100-200	200	200-800	465
送電端出力	kW	480-760	575	850-1550	1062	1650-2400	2040	2500-4000	3800	4500-9800	6335
送電端効率***		16%-19%	19%	16%-21%	19%	16%-21%	18%	16%-20%	18%	16%-21%	20%
発電機周波数/電圧****		50Hz,400V 60Hz,480V	50Hz,400V 60Hz,480V	50Hz,400V 60Hz,480V	50Hz,400V 60Hz,480V	50Hz,660V 60Hz,4160V	50Hz,660V 60Hz,4160V	50Hz,6kV 60Hz,4160V	50Hz,6kV 60Hz,4160V	50Hz,6kV 60Hz,4160V	60Hz,4160V
冷却システム		閉ループ水冷却水 または湿式冷却塔		閉ループ水冷却水 または湿式冷却塔		閉ループ水冷却水 または湿式冷却塔		閉ループ水冷却水 または湿式冷却塔		湿式冷却等 または空冷凝縮器	

* ターボデン40HRユニットには、「スプリットシステム」を搭載できます。これは、追加の低温熱回収を可能とする熱交換器で、発電量を増やすことができます。「スプリットシステム」の熱交換器では熱煤として熱煤油/加圧水を使用できます。

** 冷却水温度は、個々の施設の要件を考慮して選択します。考慮する要素としては例えば平均気温、利用できる水量 (冷却塔での潜熱の利用度合) CHPモードが可能かどうかがあります。(状況によってORCより90°の温水を供給できます。)

*** 熱効率は複数の要因に左右されます。影響の大きい要因には、熱源、冷却源の温度と媒体の種類があります。

**** 誘導または同期発電機及び高電圧が必要な場合は別途ご相談の上対応致します。減速ギアが必要な場合効率は1.5%下がります。

DE: 直接熱交換器は、内熱機関排気ガスからの廃熱を直接利用しています。

注) ここで提供されているデータは事前の通知なしに変更する場合があります。

ターボデン高効率ユニット (HRS) 標準仕様一覧

	TURBODEN 12 HRS		TURBODEN 24 HRS		TURBODEN 32 HRS		
	スプリット システム有*	スプリット システム無	スプリット システム有*	スプリット システム無	スプリット システム有*	スプリット システム無	
入力* 熱煤油							
定格温度"HT"ループ (入口/出口)	℃	305/210	305/206	310/215	310/212	310/215	310/214
熱入力"HT"ループ	kW	4425	4817	8850	9634	12015	13075
定格温度"LT"ループ (入口/出口)	℃	210/130	—	215/135	—	215/135	—
熱入力"LT"ループ	kW	392	—	784	—	1060	—
合計熱入力	kW	4817	4817	9634	9634	13075	13075
出力** 冷却水							
冷却水温度 (入口/出口)	℃	25/35	25/35	24/37	24/37	25/40	25/40
冷却水への放熱量	kW	3662	3632	7256	7310	9977	9897
性能							
発電端出力	kW	1156	1188	2270	2336	3109	3193
発電端効率		24.0%	24.7%	23.6%	24.2%	23.8%	24.4%
補機動力	kW	46	49	87	92	119	125
送電端出力	kW	1100	1139	2183	2244	2990	3067
送電端効率		23.0%	23.6%	22.7%	23.3%	22.9%	23.5%
発電機周波数/電圧**		50Hz,400V 60Hz,480V	50Hz,400V 60Hz,480V	50Hz,660V 60Hz,4160V	50Hz,660V 60Hz,4160V	50Hz,6kV 60Hz,4160V	50Hz,6kV 60Hz,4160V
製品モジュールタイプ		Multiple skid	Multiple skid	Multiple skid	Multiple skid	Multiple skid	Multiple skid
バイオマス消費量***	kg/h	2105	2316	4211	4632	5715	6286

* ターボデンORCスプリットシステムは、ボイラーから得られる熱エネルギーを最大限活用できます。

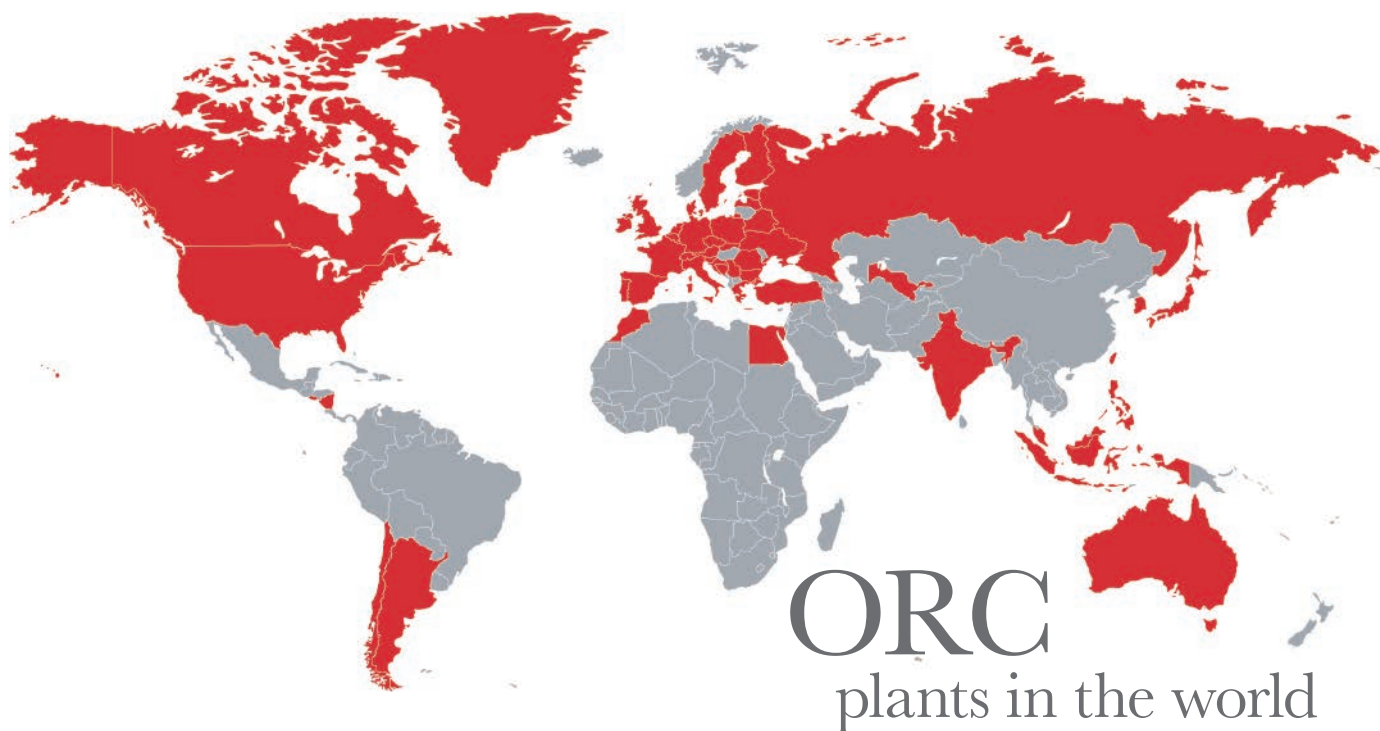
** 誘導または同期発電機及び高電圧が必要な場合は別途ご相談の上対応致します。減速ギアが必要な場合効率は1.5%下がります。

*** バイオマスの発熱量2.6kWh/kg、スプリットシステムをつけたボイラー効率は0.88、スプリットシステムがない場合は0.80と仮定した場合です。ボイラーは供給範囲外でございます。

直接熱交換器は、内熱機関排気ガスからの廃熱を直接利用しています。

注) ここで提供されているデータは事前の通知なしに変更する場合があります。

国別納入実績



アプリケーション	稼働プラント		建設中プラント		合計	
	台数	発電出力 (MW)	台数	発電出力 (MW)	台数	発電出力 (MW)
バイオマス	300*	401.7	27	72.9	327	474.6
地熱	12	67.4	4	51.7	16	119.1
廃熱回収	32*	75	3	11.4	35	86.4
Oil & Gas	3	3.8	2	33.5	5	37.3
ゴミ焼却	18	54.8	7	11.4	25	66.2
太陽熱	4*	6.5	1	1	5	7.5
スチーム&パワー	2	2.1	0	0	2	2.1
ガスエキスパンダー	0	0	2	1.3	2	1.3
合計	371	611.3	46	183.2	417	794.5

(※)廃熱回収と太陽熱、バイオマスと太陽熱のハイブリッドタイプを2つ含みます。

世界実績(ORC、ガスエキスパンダー、ラージヒートポンプ)

イタリア [プラント数] 105	ドイツ [プラント数] 85	オーストリア [プラント数] 32	その他ヨーロッパ諸国 [プラント数] 129	日本 [プラント数] 6
ロシア&CIS [プラント数] 11	その他の国 [プラント数] 16	トルコ [プラント数] 20	北アメリカ [プラント数] 13	

(※)2022年3月現在



MOVE THE WORLD FORWARD **MITSUBISHI
HEAVY
INDUSTRIES
GROUP**



via Cernaia, 10
25124 Brescia, Italy
Tel. +39.030.3552.001
Fax. +39.030.3552.011
www.turboden.it

国内販売総代理店



プラント・エネルギー事業本部
エネルギー開発部

〒101-8222
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
Tel. 03-6370-8630
Fax. 03-6370-8602
www.djk.co.jp