

水素社会実現に向けて

～水素ガスタービン・ガスエンジンのご紹介～

カワる、
サキへ。
Changing forward

川崎重工業株式会社

 **Kawasaki**
Powering your potential

1. つぎの社会が求めているもの







2. カーボンニュートラルに向けたカワサキのソリューション

- CO₂フリー水素チェーン構築
- 水素ガスタービン・ガスエンジンの開発、普及
- グローバル&ローカルアライアンス構築

1. つぎの社会が求めているもの






各国の温室効果ガス削減目標

- 気候変動サミット2021、COP26等において、各国が2030年の温室効果ガス削減について野心的な目標を掲げると共に、2050～2060年には実質ゼロの目標を表明。
- 国際エネルギー機関は**世界の最終エネルギー消費量の50%は熱エネルギーであると報告。**
熱の脱炭素化に水素燃料は必須である。

年	日本 	EU 	英国 	中国 	インド 	米国 
2020	↓	↓	↓	↓	↓	↓
2030	13年比 46%減	1990年比 少なくとも 55%減	2035年に 90年比 78%減	①CO2排出量比 [°] ク を30年以前に ②05年比 65%減	05年比 33～35%減	05年比 50～52%減
2040	↓	↓	↓	↓	↓	↓
2050	実質ゼロ	実質ゼロ	実質ゼロ	↓	↓	国全体で 実質ゼロ
2060				実質ゼロ	↓	
2070					実質ゼロ	

各国の水素戦略

- 各国は産業分野での水素利用、水素発電の導入、水素輸入に向けたCO₂フリー水素チェーンの検討等の動きが進展。

年	日本 	ドイツ 	EU 	フランス 	中国 
~2020	<ul style="list-style-type: none"> ● 2019年3月に水素・燃料電池戦略ロードマップを策定 ● 2020年12月に2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略策定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2020年6月に国家水素戦略を策定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2020年7月に水素戦略を発表 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2020年9月に水素戦略を改訂 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2020年4月FCV産業のサプライチェーン構築への助成を発表
2030	<ul style="list-style-type: none"> ● 商用規模のCO₂フリー水素チェーンの構築。年間最大300万トンを目指す。 ● 水素供給コスト30円/Nm³を目指す。 ● 再エネ由来水素：商用化2032年頃 ● 水素発電：2030年頃商用化実現、17円/kWhのコストを目指す 	<ul style="list-style-type: none"> ● 国内再エネ水素製造能力5GW目標 ● グリーン水素14TWhの供給を目指す 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2030年までに電解水素の製造能力を40GW、グリーン水素生産年間1000万トンを目指す 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2030年までに電解装置6.5GWの設置、年間60万トンのグリーン水素生産目標 	
2040		<ul style="list-style-type: none"> ● 国内再エネ水素製造能力10GW目標 			
2050	<ul style="list-style-type: none"> ● 水素発電コストはガス火力発電以下とするため、水素供給コスト20円/Nm³程度以下を目指す 				

2. カーボンニュートラルに向けた カワサキのソリューション

グループビジョン2030より - 1

- ビジョン達成に向けた3つのキーワード

Frontier

挑戦のDNAでフロンティアを切り拓く！

わたしたちは、創業時から挑戦者でした。

最先端技術をベースに、造船、車両、航空機など、世界初、日本初といった「フロンティアに独自の視点で挑戦し続けた歴史」がDNAとして刻まれています。

これからも、新たな時代の社会課題というフロンティアに、わたしたちらしく独自の視点でこたえを出し、希望ある未来をつくり出していきます。



水素社会実現に向けて

CO2フリー水素チェーン構築

グループビジョン2030より - 2

- ビジョン達成に向けた3つのキーワード

New Values

世界が直面する課題に革新のこたえを！

世界は、地球環境問題、エネルギー問題、人口問題・高齢化、自然災害、パンデミックなど、さまざまな課題に直面しています。

わたしたちのこれまで培ってきた信頼の技術や知見を結集して革新的な解決策をつくり出し、社会の変化に対してスピーディに動くことにより、さまざまなお客様、多くの人々に新しく高い価値を届けます。



水素社会実現に向けて

水素ガスタービン・ガスエンジンの開発、普及

グループビジョン2030より - 3

- ビジョン達成に向けた3つのキーワード

Cross Over

枠を超え、成長し続ける創造的な挑戦者に！

「革新のこたえ」を提供するために、わたしたち自身が、社会課題に焦点を合わせ、多様性を強みとして、社内外の組織の枠・製品の枠を超えて動く、オープンで自由闊達・創造的なチームであり続けます。そして、自らの可能性を拡げるべく、新たな領域へ挑戦し、その挑戦から学び続けることにより、組織・人ともに成長し続けます。



水素社会実現に向けて

グローバル&ローカルアライアンス構築

Frontier

CO₂フリー水素チェーン構築

CO₂フリー水素チェーンのコンセプト

- 世界に先駆けて、カワサキがCO₂フリー水素チェーン構築に向け挑戦する。

資源国(豪州)

CCS ※を組み合わせた化石燃料改質や豊富な再生可能エネルギーから低コストに水素製造

安価な再生可能エネルギー



化石燃料

CCS (CO₂回収・貯留)



液化・積荷

つくる

CO₂フリー水素



HySTRA

液化水素運搬船



液化水素トレーラ

貯蔵タンク



JAXA

はこぶ／ためる

CO₂フリー水素

利用国(日本)

プロセス利用
半導体や太陽電池製造
石油精製・脱硫 など



輸送用機器

水素ステーション
燃料電池自動車 など



産業用機器

水素ガスタービン
水素ガスエンジン
燃料電池 など



発電所

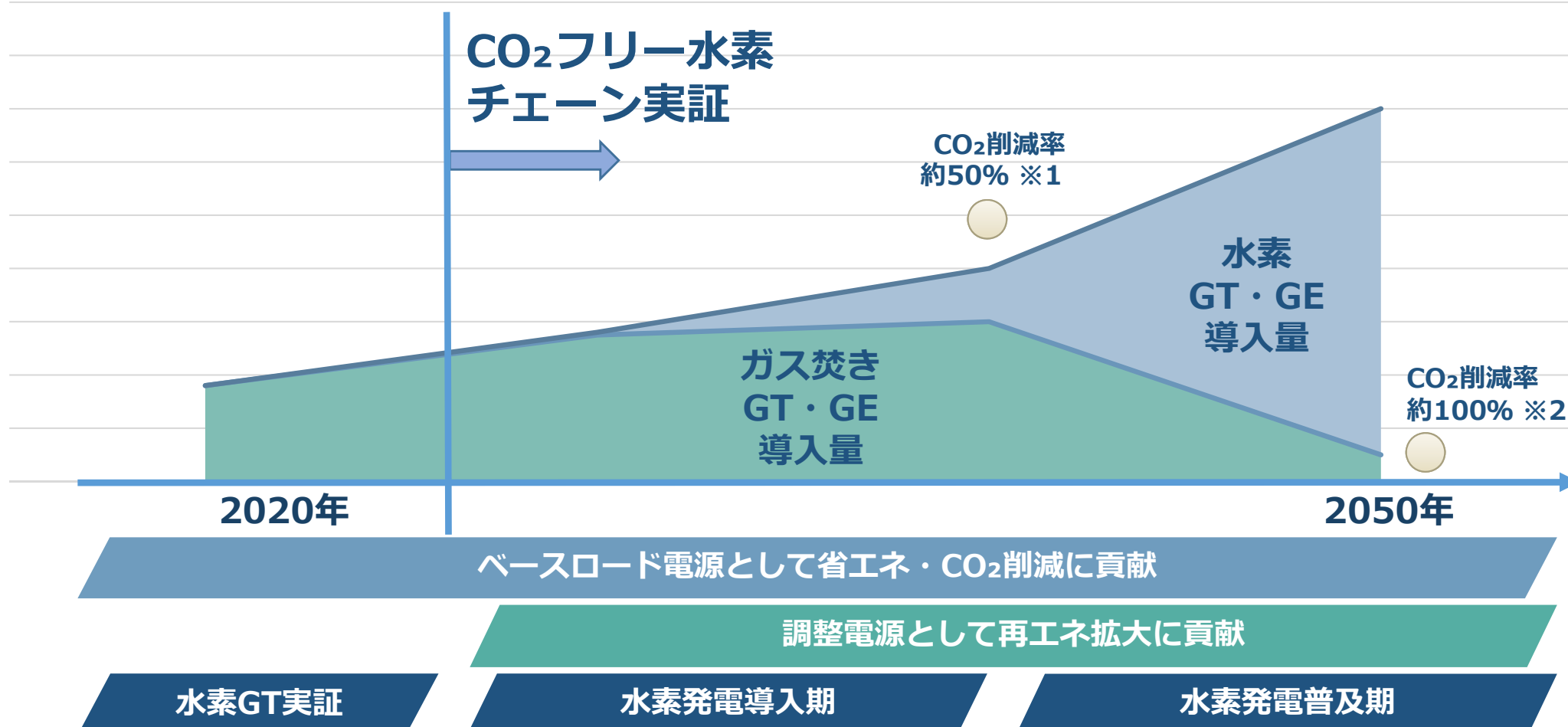
コンバインド
サイクル発電所 など

つかう

※CCS(Carbon Dioxide Capture and Storage) : 二酸化炭素回収・貯留

CO₂削減率とガスタービン・ガスエンジン導入量のイメージ

- 天然ガスから水素ガスタービン・ガスエンジンへの燃料転換と水素ガスタービン・ガスエンジンの導入でCO₂削減に貢献。



※1 温室効果ガス排出量算出・報告マニュアル(H24年)、エネルギーの使用の合理化に関する法律施行規則(H24年)、中央環境審議会地球環境部会目標達成シナリオ小委員会中間取りまとめ(H13年)を基に、重油から都市ガスに燃料転換したCO₂削減率を算出

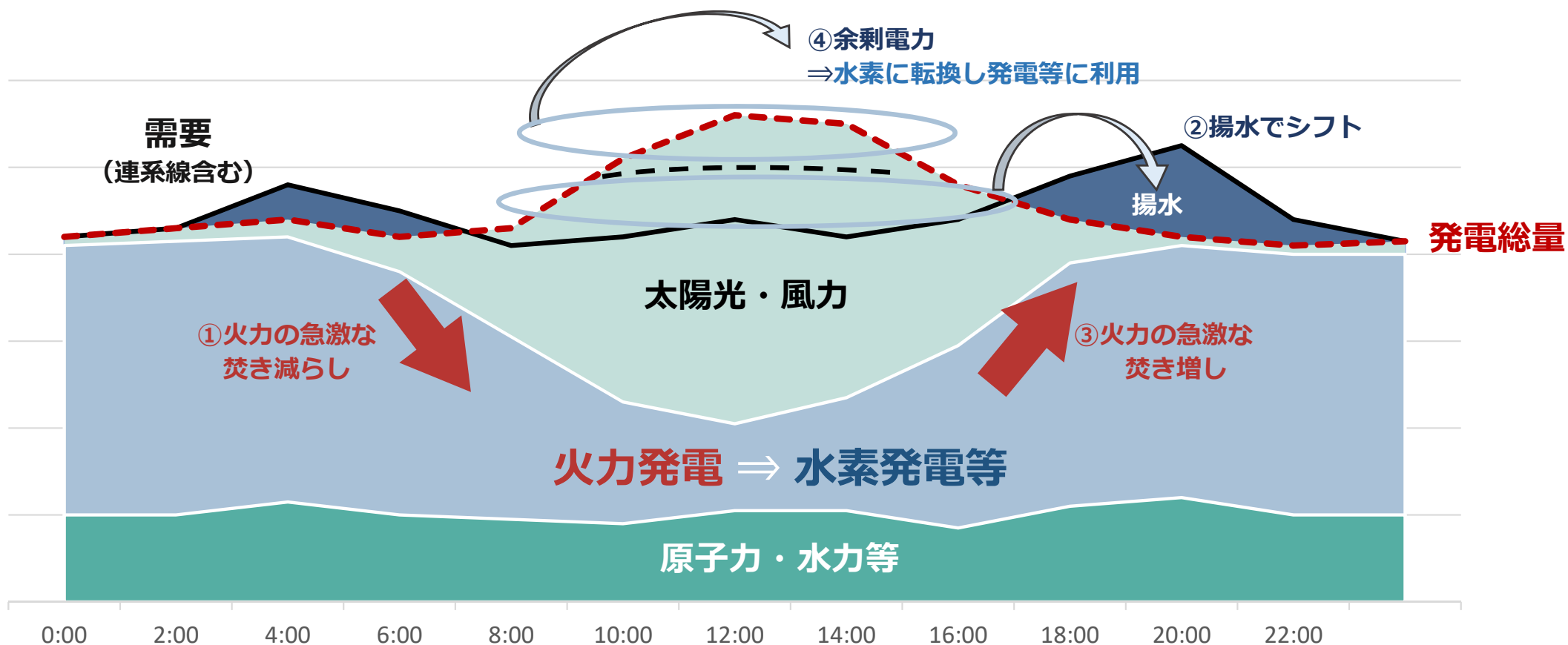
※2 CCU/S(Carbon Dioxide Capture, Utilization and Storage)とガス焼きガスタービン、ガスエンジン、水素発電におけるCO₂削減率

New Values

水素ガスタービン・ガスエンジンの開発・普及

再エネ大量導入時代の火力発電の役割（イメージ）

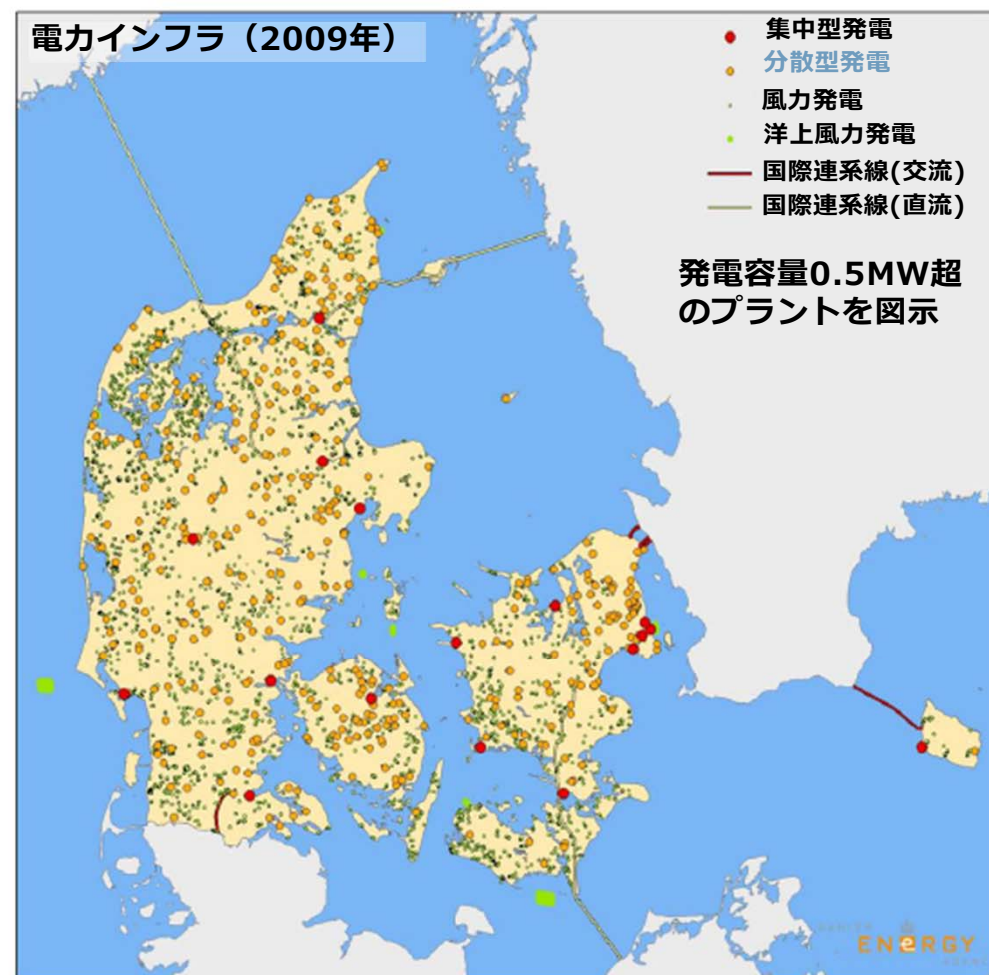
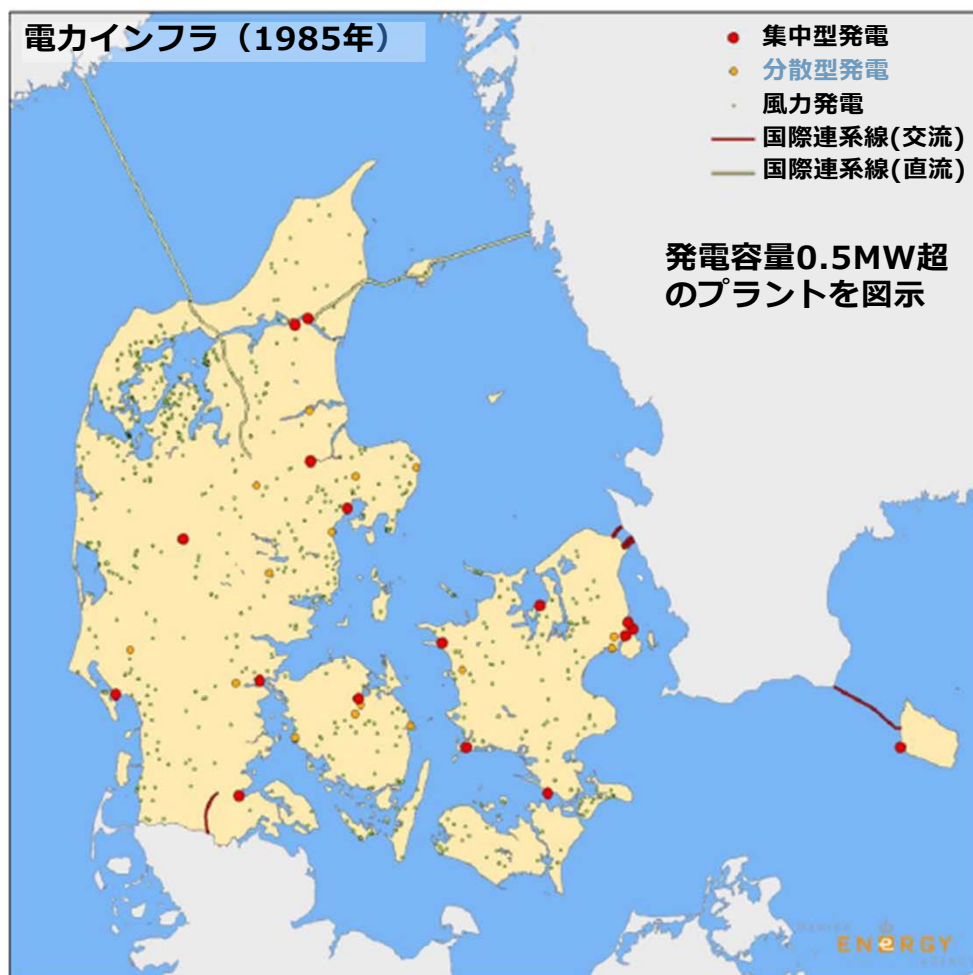
- 火力発電所は**電力の需給バランスを調整できる**ことから、太陽光・風力などの変動性再生可能エネルギーの導入拡大に貢献する。
- 火力発電所は**CO₂を排出しない水素発電等に代替**され、再生可能エネルギーの**余剰電力は水素に変換し、発電等に利用**される。



再エネ進展による電カインフラ変遷例：デンマーク

- デンマークは変動性再生可能エネルギーが大量に導入※され、**分散型発電も全土で普及。**
- **分散型発電は排熱を利用するコージェネレーションシステムが主流。省エネ性に優れる。**

※トータルエネルギー供給における再生可能エネルギー等の比率は、1990年約7% ⇒ 2010年約22% が増加



カワサキガスタービンの特徴と製品ラインナップ

- カワサキガスタービンは分散型コージェネレーションシステムに適した製品ラインナップ。

水素混焼可能
水素専焼DLE燃焼実証中

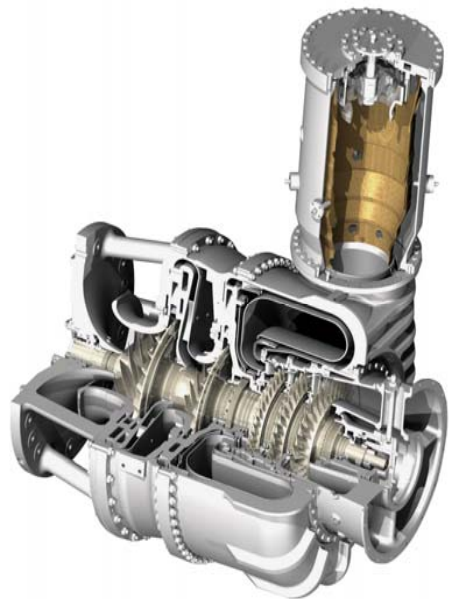
水素混焼の製品化予定

水素混焼可能

水素混焼の製品化予定

GT系列	M1系		M5系		M7系	L系	
GTモデル	M1A-17		M5A		M7A-03	L20A	L30A
発電出力	1.7 MW		5 MW		8 MW	18 MW	30 MW
パッケージ番号	PUC17D		PUC50D		PUC80D	PUC180D	PUC300D

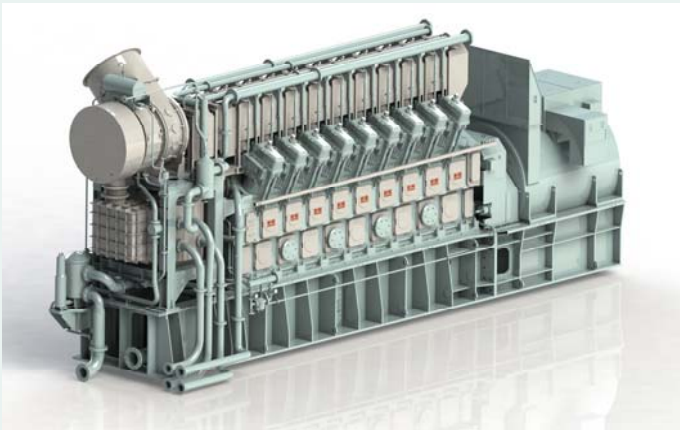

代表機種
構造図



グリーンガスエンジンの特徴と製品ラインナップ

- カワサキグリーンガスエンジンは世界最高クラスの性能を実現

全機種で水素混焼の製品化予定

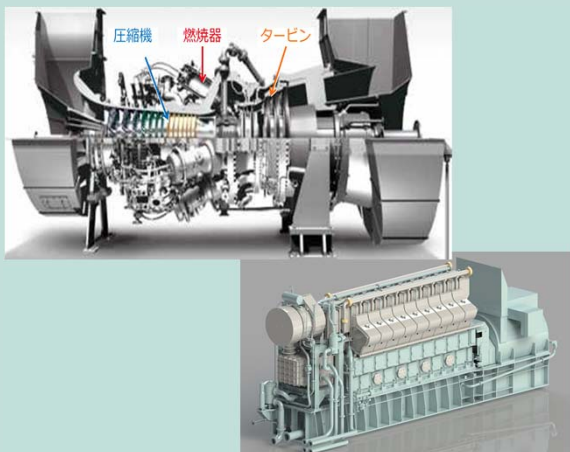
型 式	KG-12	KG-18	KG-18-V	KG-18-T
発電出力*	5.2 MW		7.8 MW	
発電効率	49.0 %		49.5 %	51.0 %
過給方式	バイパス弁方式		高効率過給方式	2段過給方式
外観	-			

* 50Hz, 750rpm仕様

水素ガスタービン・ガスエンジンの利点

- 水素ガスタービン・ガスエンジンは、複数の環境的・経済的メリットを有し、既設設備を有効活用しながら水素エネルギー利用が可能

投資コスト抑制



以下の変更で、天然ガス仕様から水素燃焼へ対応可能。

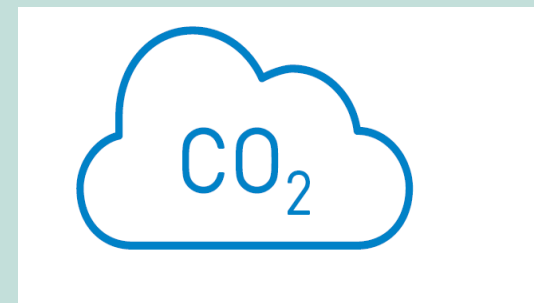
- ・ガスタービン：燃焼器のみ
- ・ガスエンジン：安全カバーや制御装置

都市ガス混焼



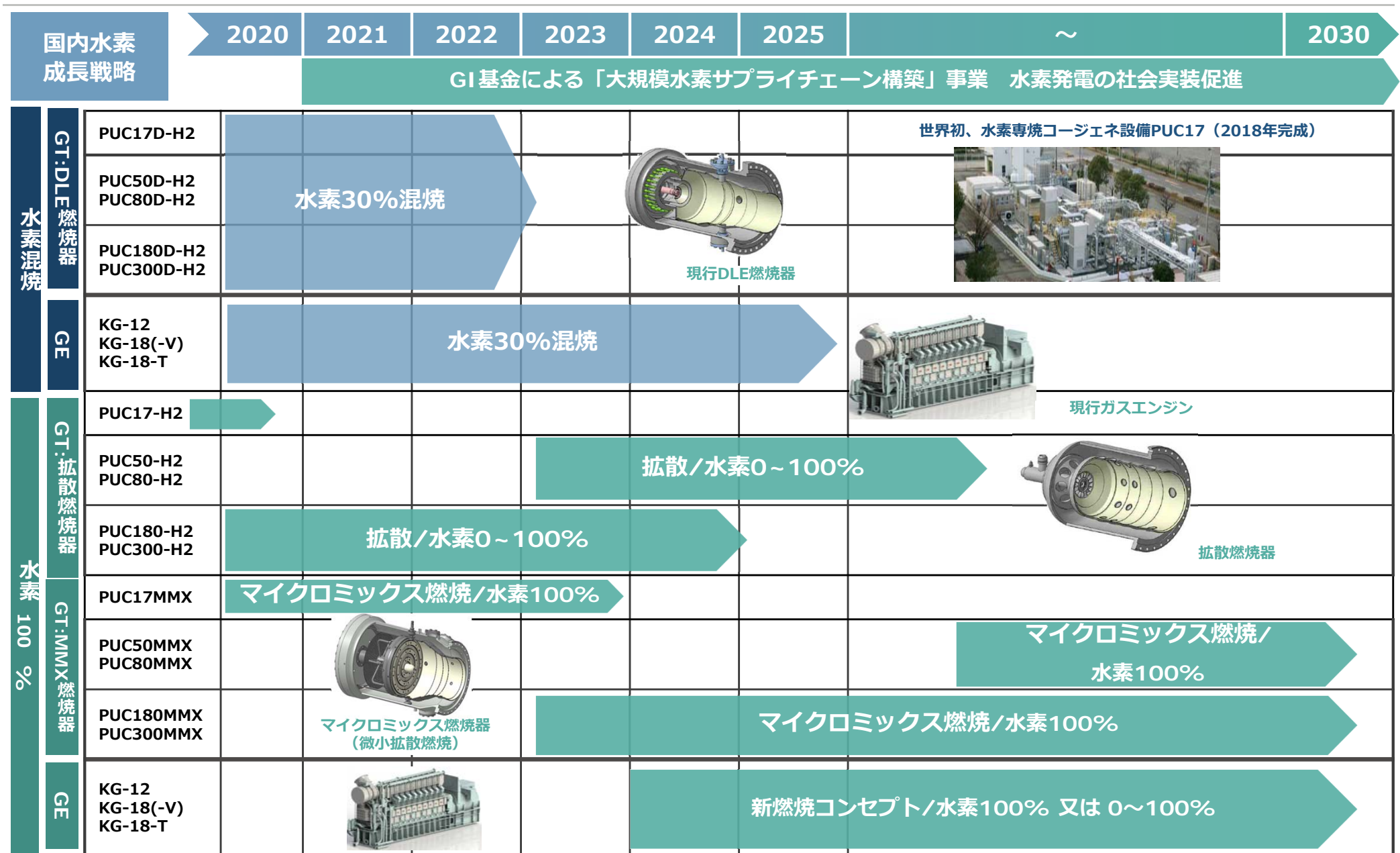
都市ガスと水素の混焼が可能。燃料のフレキシブル性と安定運用を両立。低炭素社会から脱炭素社会に向けた移行にも柔軟に対応。

CO₂排出量の削減



クリーンな水素を燃料とすること、高いエネルギー効率によってCO₂排出量を削減。

水素ガスタービン・ガスエンジン開発ロードマップ



Cross Over

グローバル&ローカルアライアンス構築

技術開発の課題（例）

- 水素チェーン構築に向け、水素大量輸送・水素ガスタービンの課題に挑戦。



日豪水素サプライチェーンパイロット実証

- 日豪の政府機関、民間企業が連携し、2015年から水素サプライチェーン実証を開始。カワサキは、豪州の水素液化基地と水素積荷基地、水素液水運搬船、神戸の荷役基地を完工した。実証は2022年まで継続予定。



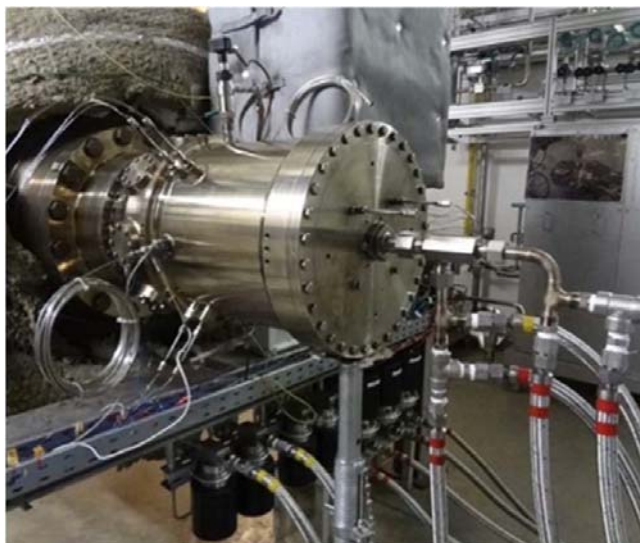
【豪州政府機関】
 Australian Federal Government
 Victorian State Government
 【Hydrogen Engineering Australia (HEA)】
 Kawasaki 住友商事 Iwatani J-POWER
 Marubeni AGL J-POWER Group

【日本政府機関】
 経済産業省 NEDO
 【技術研究組合CO₂フリー水素サプライチェーン推進機構 (HySTRA)】
 Kawasaki Iwatani J-POWER Shell
 Marubeni ENEOS “K”LINE

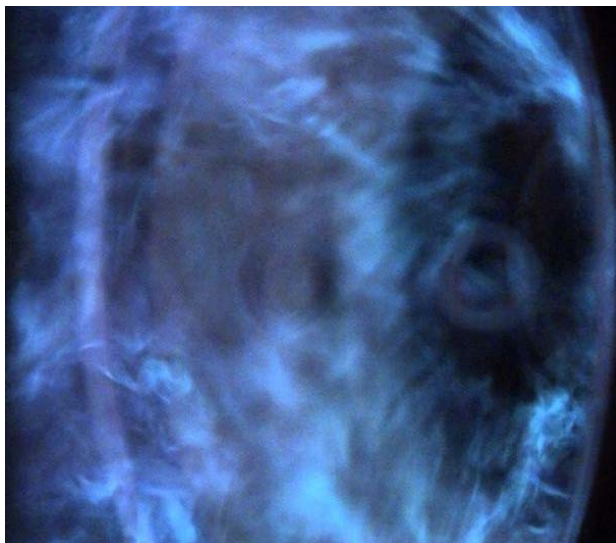
※1：2015～22年度 NEDO課題設定型産業技術開発費助成事業 「未利用褐炭由来水素大規模海上輸送サプライチェーン構築実証事業」

次世代水素燃焼器 評価試験 (DLE燃焼器・水素100%)

- アーヘン工科大学と共同で次世代燃焼器を開発。
- ガスタービン実機条件で50%から定格100%負荷運転条件で, NOx 40ppm*レベル。
- 定格100%に相当する条件で2時間保持, 試験後の燃焼器に焼損等なし。
- 2020年度に神戸ポートアイランドの水素ガスタービンコージェネ実証設備で運転実施。



水素専焼DLE燃焼器試験
(アーヘン工科大学)



水素燃焼



2時間の試験後の燃焼器内部
* 残存酸素16%換算値

本研究の成果は以下により得られたものです

- ・ 2014-15年度：SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「エネルギーキャリア」(管理法人：JST)
- ・ 2016-18年度：NEDO水素利用等先導研究開発事業 大規模水素利用技術の研究開発「水素ガスタービン燃焼技術の研究開発」

世界初の水素100%地域熱電併給（神戸ポートアイランド）

- 水素と天然ガスを燃料とする1 MW級ガスタービン発電設備を用いて地域レベルでの「電気」「熱」「水素」を効率的に利用するシステムの技術開発・実証を行った。
- 2017～2018年度：拡散燃焼器を採用し、**天然ガス専焼/水素専焼/天然ガスと水素の混焼**を0～100%まで対応できる水素ガスタービンの実証試験を実施。**NOx値は大気汚染防止法での規制値：70ppm以下（16%O₂換算）**。
- 2019～2020年度：DLE燃焼器(ドライ方式)を採用した水素専焼ガスタービンを開発し実証。**水素専焼のみ可能。NOx値は拡散燃焼器と同じ70ppm以下（16%O₂換算）を達成。**

【事業体制】川崎重工、大林組、神戸市、関西電力、岩谷産業、Kenes、大阪大学、関西大学

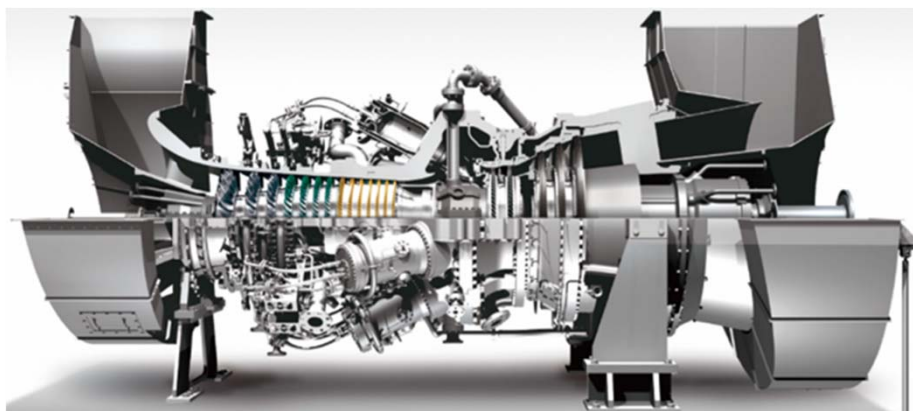


水素CGSエネルギーセンター



欧州での水素発電実証プロジェクト

- ドイツ大手電力会社RWEとの間で、水素燃料100%の発電実証運転開始に向けた協議を開始。



30MW級ガスタービン



実施予定場所：ドイツ ニーダーザクセン州リンゲン

水素社会実現に向けて

- 2030年商用開始に向け、技術開発・事業化体制構築・社会環境整備を一体的にスタート

技術開発

大型液水運搬船等の大型化技術を2022年度末までに確立
2020年代半ばのガスタービン発電設備の製品化

水素社会

2020年代半ばの
商用化実証を経て
2030年商用開始

事業化体制構築

コンソーシアムの形成
パートナーとの信頼醸成

社会環境整備

政府機関と連携し水素社会に向けた
制度設計を支援
(商用化実証から自立化まで)

世界の人々の豊かな生活と地球環境の未来に貢献する
“Global Kawasaki”