

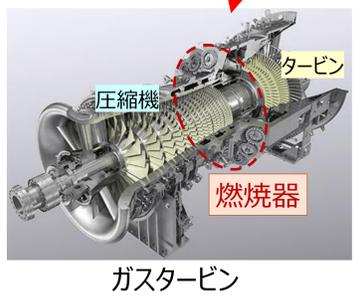
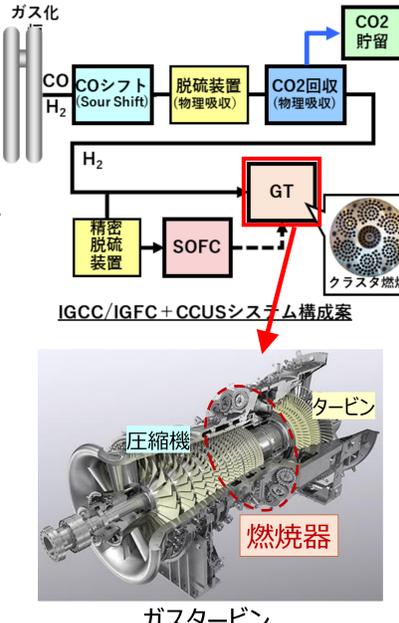
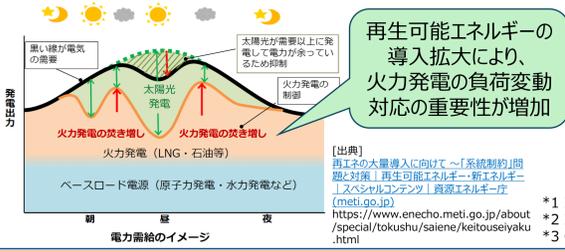
CO2分離・回収負荷変動に対応するガスタービンに係る要素技術開発

団体名：三菱重工業

事業概要

◆背景

- ・カーボンニュートラル化に向けて、再生可能エネルギーの導入が拡大している。再エネは負荷変動が大きく、その調整役として、火力発電の役割の重要性が増しており、火力発電には大きな負荷変動対応力が求められている。
- ・石炭ガス化複合発電（IGCC*1）、石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC*2）とCO2分離・回収（CCS*3）を組み合わせたCO2分離・回収型IGCC/IGFCでは、プラント負荷が大きく変動すると、ガスタービンに供給される燃料中の水素濃度が大きく変化するため、負荷追従性の向上には、広範な水素濃度の変化に対応できるガスタービン燃焼器が不可欠となっている。



◆目的

- ・CO2分離・回収型IGFCシステムのCO2分離・回収負荷変動による広範な水素濃度変化に対応するガスタービン燃焼技術を開発する

◆目標

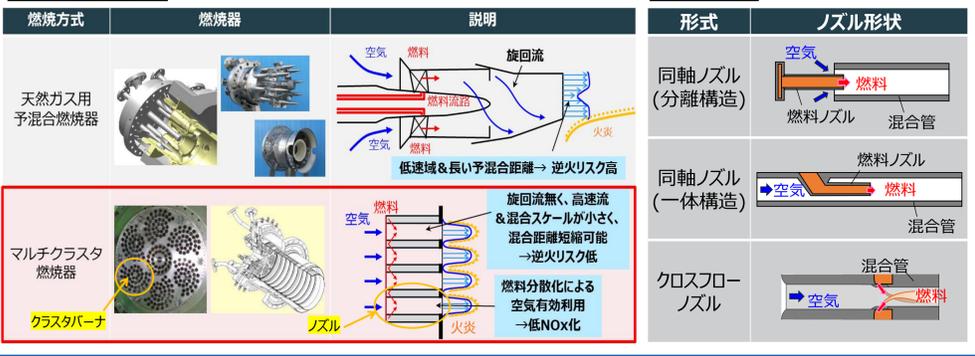
- ・水素濃度範囲：25～100 vol%
- ・水素濃度変化率：2.3 vol%/min以上（対象のGT負荷変化率に対応）
- ・対象燃料種：水素／天然ガスの混合ガス
- ・燃焼器出口NOx：水素濃度25～100 vol%にて、50 ppm(15%O2換算)以下

◆実施内容と工程

年度	事業開始					現在				
	2021	2022	2023	2024	2025	2021	2022	2023	2024	2025
A 広範な水素濃度変化に対応可能なガスタービン燃焼技術の開発		バーナ開発・性能検証							燃焼器開発・性能検証	
B プローダウン燃焼試験設備の開発		設備設計		製作・据付工事	完成				試験運転	
C 水素燃焼解析技術の開発（京都大学）			燃焼モデル選定・バーナ逆火解析						燃焼器の逆火解析	燃焼器の燃焼振動解析
D IGCC+CCUS/IGFC+CCUSシステム検討			システム構成・機器仕様						緊急時対応要領	課題明確化
									起動・停止要領	

技術課題とその解決策

- 【課題】水素は燃焼速度が速く、逆火の発生リスクが高い
- 【解決策】逆火リスクが高い高水素燃料に対し、高い逆火耐性をもち、かつ低NOx化可能な「多孔噴流燃焼方式（クラスタバーナ）」が有効
- 【対象燃料】水素/天然ガスの混合燃料(H2=25～100%)：IGCCシingas範囲を含有バーナコンセプト



A. 広範な水素濃度変化に対応可能なガスタービン燃焼技術の開発

【目標】燃焼器試験にて、水素濃度25～100 vol.%に対し、NOx 50ppm(15%O2換算)以下

【内容】水素濃度25～100%に対応可能な ①要素バーナ、②燃焼器単缶の開発

①要素バーナ

要素モデルバーナ
要素燃焼試験装置

水素濃度 = 30% 50% 90% 100%

同軸ノズル（分離構造）
同軸ノズル（一体構造）
クロスフロー

紫外光による炎可視化画像

②燃焼器単缶

同軸ノズル（一体構造）単缶燃焼器
プロードダウン燃焼試験設備

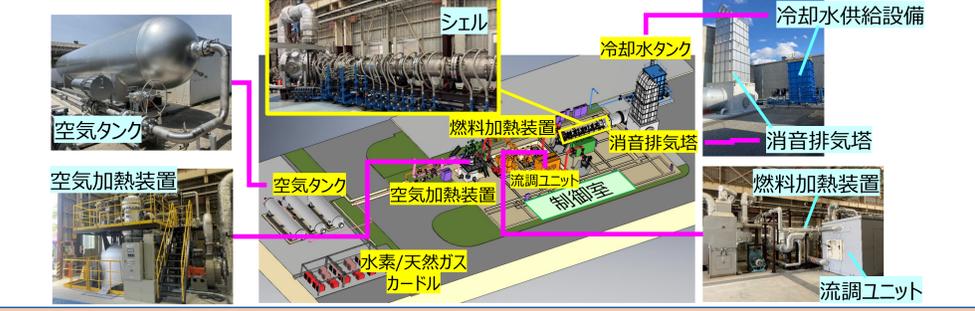
燃焼器圧力 [ata]
燃焼器出口温度 [°C]
水素濃度 [vol.%]

燃焼振動大
H2 100%
H2 50%
2.3vol%/min分配

プロードダウン燃焼試験結果

B. プローダウン燃焼試験設備の開発

- 【目標】燃焼器開発スピード向上のため、多数の供試体スクリーニング可能な試験設備を開発する
- 【内容】設備の方式検討、設計・製作、工事、および試運転
- 【仕様】・大型GT実機相当の空気温度・圧力・流量条件で試験が可能
・水素濃度0～100%、水素濃度変化率 2.3 vol.%/min以上で試験が可能
- 【特長】・高速運転制御技術により、短時間で複数の試験条件の設定可能→開発効率の向上
・任意の燃焼振動周波数を再現でき、実機(多缶)相当の燃焼振動の模擬が可能



C. 水素燃焼解析技術の開発（京都大学）

【目標】燃焼不安定現象（逆火、燃焼振動）を再現し、発生メカニズム特定に繋がる知見を得る

【委託先】京都大学大学院 工学研究科 機械理工学専攻 黒瀬教授

【内容】・モデルバーナ、実燃焼器での水素専焼/混焼の壁面逆火解析と発生メカニズム評価
・実燃焼器での燃焼振動解析と発生メカニズム評価

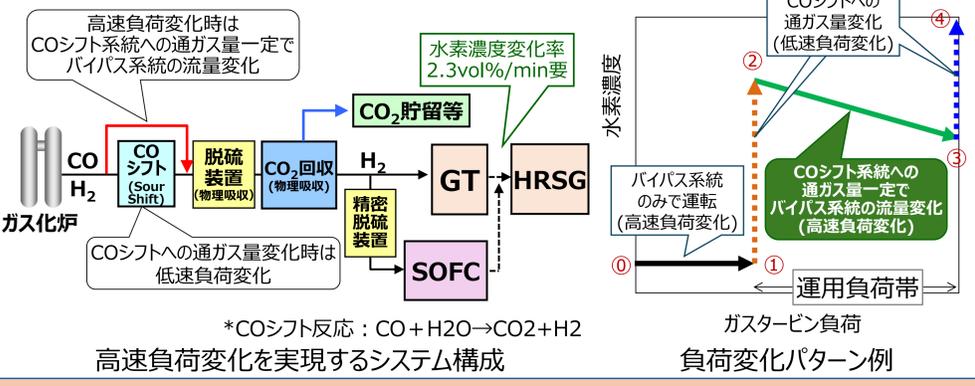
実燃焼器逆火解析

水素90% 逆火無し
水素100% 逆火発生

解析対象(水素焚きGT燃焼器)

D. IGCC+CCUS/IGFC+CCUSシステム検討

- 【目標】GT負荷変化速度に追従可能な全体システムの基本構成、必要な機器・仕様を検討し、プラント起動～停止のシステム全体の運転要領を構築する
- 【運用】・CO2排出量低減と高速負荷変化を両立し、COシフト反応・触媒を保護するため、当該触媒への通ガス量を一定とし、バイパスシステムの流量を変動させる



本事業成果の展開先

- ・本事業は、将来のグリーン/ブルー水素発電やCO2フリー燃料製造、水素・化成品製造などの石炭ガス化技術の多用途展開、カーボンリサイクル、水素社会との協調、連携に貢献
- ・本事業が開始した2021年時と比較して、石炭利用を取り巻く環境が大きく変化しているため、事業終了後、市場性を見極めていく

