

事業名： 水素利用等先導研究開発事業／従来技術を凌駕する超高効率発電共通基盤研究開発／
酸素水素燃焼タービン発電の共通基盤技術の研究開発

発表者名： 国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構、
国立大学法人東京工業大学、国立大学法人大阪大学、一般財団法人電力中央研究所、
一般財団法人石炭フロンティア機構、川崎重工業株式会社、東芝エネルギーシステムズ株式会社

○事業概要

1. 期間

開始：2020年8月 終了（予定）：2023年2月

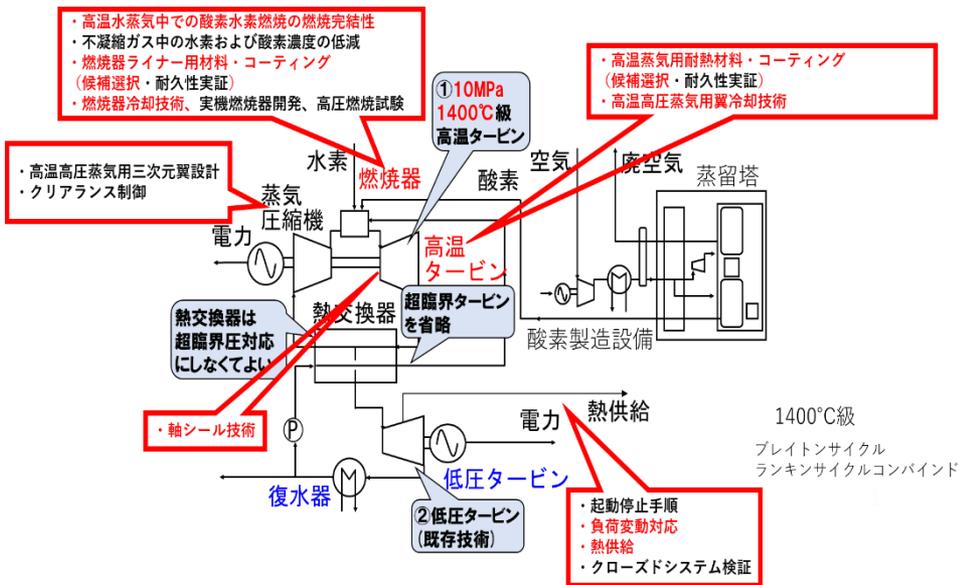
2. 最終目標

発電効率68%を達成可能なシステムに関する、**高压燃焼試験が実施可能なレベルの技術の確立**と、
1400℃級ガスタービンから1700℃効率訴求型へ移行するための**計画を策定**すること。

3. 成果・進捗概要

- ①クローズドサイクル共通基盤技術の研究開発
耐高温高压水蒸気材料、冷却技術に取り組み、候補材や構造を検討し、評価の準備を進めた。
- ②システム検討
負荷変化方法検討のため、システム全体の動特性解析モデルのプロトタイプを構築、解析用データ、負荷変化ニーズの調査などを実施した。また、コージェネレーション適用のためのモデル構築、起動停止方法の検討も開始した。
- ③安定した酸素水素燃焼を可能にする高温高压燃焼機器の開発
マルチクラスターバーナについて、シングルバーナ燃焼試験、シミュレーション、燃焼器の水蒸気冷却技術、高压燃焼試験の準備等を実施した。
- ④社会実装シナリオの研究開発
特許調査、実用化シナリオをまとめるための資料収集、整理などを行った。

1400℃級酸素水素燃焼タービン発電の実用化までの課題（すべて）と本事業で取り組む課題（赤字）



連絡先
産総研 壹岐典彦
E-mail: n-iki@aist.go.jp
TEL:024-963-0827

クローズドサイクル共通基盤技術の研究開発

1) クローズドサイクル要素技術

セミクローズドサイクルにおける共通基盤技術を洗い出して要素技術を確認する。

- A 高圧、高温耐性を有するシール技術の確立。(東芝エネルギーシステムズ)
従来以上の高温、高圧状態に耐えるシール技術を検討し、要素技術を確認する。
- B 高温、高圧条件における高効率熱交換器技術の課題の抽出。(東芝エネルギーシステムズ)
従来以上の高温、高圧状態の高効率熱交換器技術を検討し、要素技術の課題を抽出し、基本コンセプトを確認する。
- C 高温高圧水蒸気状態の熱交換器・配管材料技術(電力中央研究所)
熱交換器や配管等は、他の機器に比べ物量が大いため安価な材料が望ましく、適切な材料や水処理方法を検討する必要がある。そこで、700~100°C程度の幅広い温度範囲での材料影響について文献調査や学会等参加により総括的に調査を行い、課題や対応策について整理する。

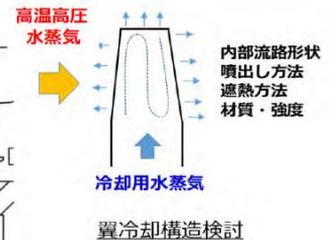
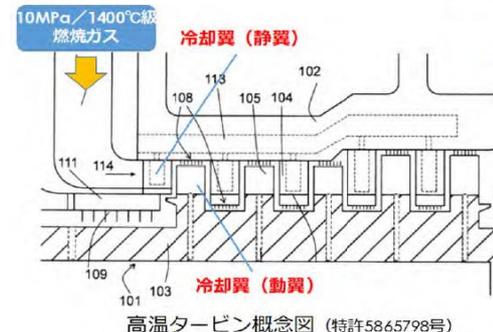
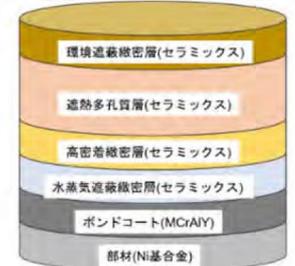
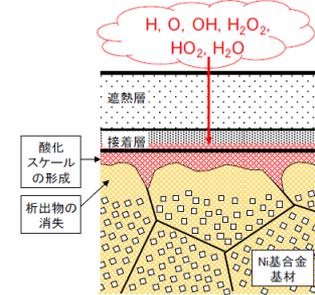
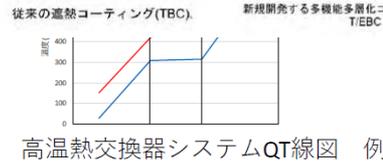
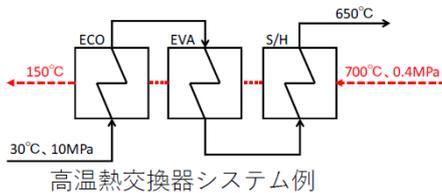
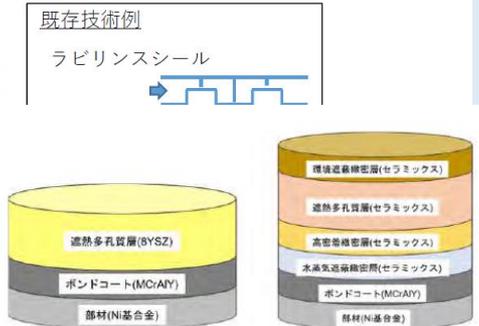
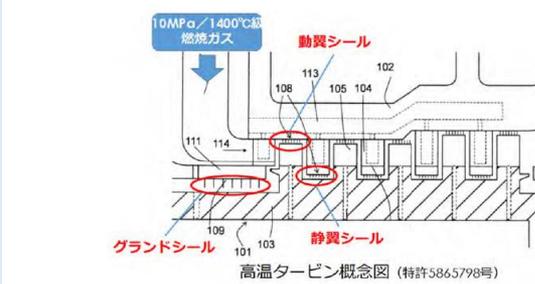
2) 燃焼器・翼材料技術、冷却技術の研究開発

- A 燃焼器およびタービン翼の候補材料(基材)を評価し選択(東芝エネルギーシステムズ)
セミクローズドサイクルでの高圧高温水蒸気用の燃焼器・タービン材料について候補材・評価方法の選定を行う。
- B 高温高圧水蒸気状態の翼冷却技術(東芝エネルギーシステムズ)
適切なタービン翼冷却構造を検討、提示する。
- C 高温水蒸気環境でのコーティング技術(産総研)
燃焼器およびタービン翼用コーティング材料の選定とコーティング構造の提案

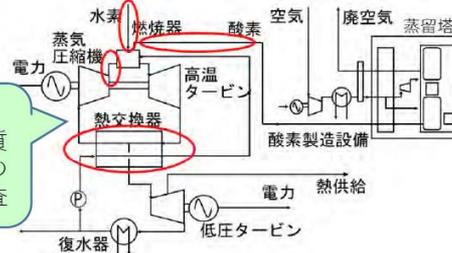
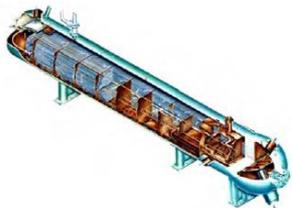
候補材

燃焼器：HastelloyX、Haynes188、Haynes282、Nimonic263等

タービン翼材：Inconel738LC、MarM247、CMSX2、ReneN5、CMSX4、ReneN6、CMSX10等



ポイント
微量成分による水質変化およびそれらの材料への影響を調査



システム検討

① 負荷変化方法の検討

動特性解析モデルと負荷変化特性解析のイメージ

(a) 負荷変化方法の検討 (電力中央研究所)

負荷変化方法や制御方法、制約項目を検討し、**システム全体の動特性解析モデルを構築**する。また、適切な負荷変化が可能となるよう、機械学習による最適な運転パラメータ探索技術を構築する。これらにより各種条件下でのシミュレーションを行い、運転特性や課題を明確にする。

(b) 負荷変化検討用データ抽出 (川崎重工業)

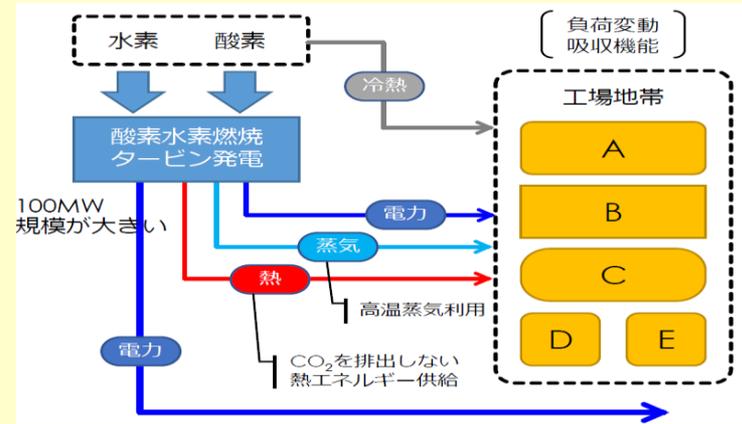
過年度の研究から得られた結果に基づき、**システムダイナミックシミュレーションに必要なデータを提供**する。

(c) 負荷変化ニーズ国内・海外調査 (JCOAL)

各種運転方法について検討する場を提供し、本邦企業の変動対応性についてのニーズをヒアリングし、より**高度なシステム構築に資する情報提供**を行う。日本以外主要国における再エネの増加等に伴う**系統特性の変化と要求仕様を調査**する。

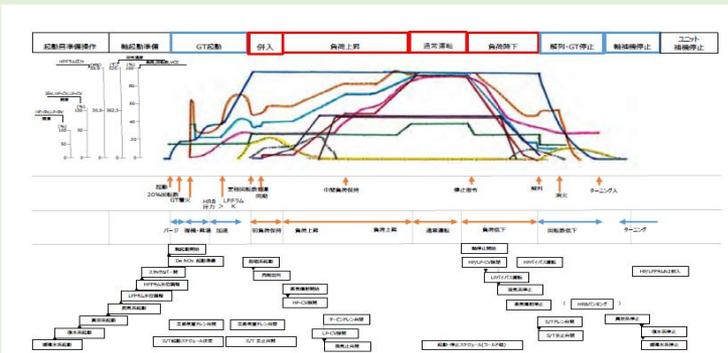
② 「熱利用技術の研究開発」 (東京工業大学)

コジェネ利用時の熱・蒸気利用ニーズを検討し、コジェネ運転方法を明確化する。熱や蒸気の利用ニーズに合わせた**コジェネモードでの熱供給モデルを構築**してシミュレーション用に提供する。



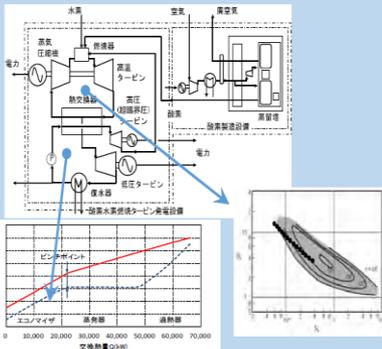
③ 「起動・停止方法の研究開発」 (東芝エネルギーシステムズ)

セミロードサイクルにおけるシステムの停止状態から定格運転に至るまでの起動および停止過程において、サイクル系内だけでなく燃料系統やドレン系統といった系外の運用を含め**システム全体での起動・停止方法について明確化**する。



従来ガスタービンコンバインドサイクルプラント 起動停止手順(例)

(b) 負荷変化検討用データ抽出

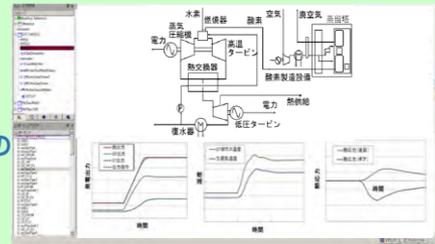


(c) 負荷変化ニーズ国内・海外調査

- ・変動対応性についてのニーズ
- ・再エネの増加等による系統特性の変化に伴う要求仕様

負荷変化特性のニーズ

(a) 負荷変化方法の検討



動特性解析モデルと負荷変化特性解析のイメージ

負荷変化・制御方法、運転特性等を明確化

同研究項目：② 熱利用技術の研究開発

③ 起動・停止方法の研究開発

解析・検討
結果 (一部)

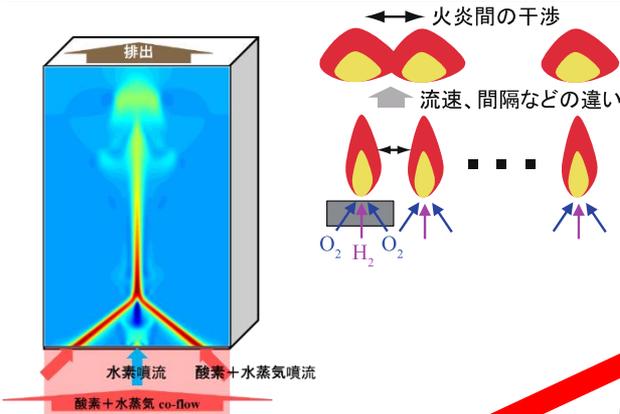
各機器の
主要目

安定した酸素水素燃焼を可能にする高温高压燃焼機器の開発

バーナの形状・構造・材料と燃焼の安定化のための制御等により、酸素水素高温高压燃焼機器の実機試験を可能とする試験器製作のための基本設計を完成させる。

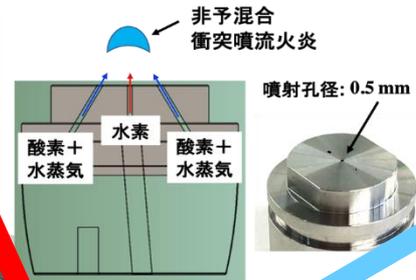
①「酸素水素バーナの研究開発」

(国立研究開発法人産業技術総合研究所)
 (1) マルチクラスター化におけるバーナの相互干渉による燃焼安定化制御

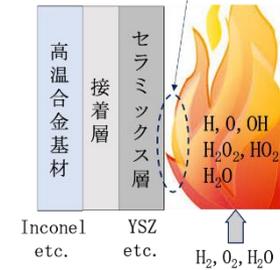


①「酸素水素バーナの研究開発」

(国立研究開発法人産業技術総合研究所)
 (2) 酸素水素燃焼火炎がバーナ壁面に及ぼす材料劣化抑制



壁面近傍の温度、化学種分布



②「酸素水素バーナシミュレーションの研究開発」

(国立大学法人東京工業大学)
 (1) マルチクラスターバーナの燃焼状態のシミュレーション手法を確立



③「酸素水素燃焼器の研究開発」

(国立大学法人大阪大学)
 (1) 燃焼器ライナー冷却のためのn熱流体計測
 (2) 燃焼器内の流動・燃焼状態のシミュレーション

①「酸素水素バーナの研究開発」

(国立研究開発法人産業技術総合研究所)
 (3) 高压燃焼器用バーナの試作・試験

④「高压燃焼器の研究開発」

(国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)
 (2) 東京工業大学、(3) 大阪大学の高压燃焼試験と共同実施