

発表No.E-9



水素社会構築技術開発事業
／大規模水素エネルギー利用技術研究開発
／低炭素社会実現に向けた水素専焼対応型
Dry Low NOx高温ガスタービン発電設備の研究開発

発表者名

斉藤圭司郎

団体名

三菱重工業株式会社

発表日

2022年7月29日

連絡先

三菱重工業株式会社

<https://www.mhi.com/>

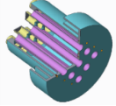
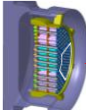


事業概要

1. 期間

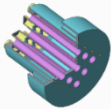
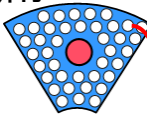
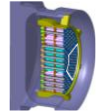

開始 : 2020年7月

終了 (予定) : 2023年3月

2. 最終目標

開発項目	最終目標
A-1 モデルバーナの設計技術 	・高温高圧下のモデルバーナ燃焼試験にて、逆火の発生なく、燃焼器出口NOx50ppm以下
A-2 シングルセグメントの設計技術 	・高温高圧下のセグメントバーナ燃焼試験にて、逆火の発生なく、燃焼器出口NOx50ppm以下
A-3 大型ガスタービン燃焼器設計技術 	・クラスタバーナ計画図の完成および燃焼器全体計画図の完成
B-1 大容量供給設備を含めた燃焼試験設備設計技術 	・土工工事・水素蓄圧器設置・電気工事・保温工事の完成
B-2 高温高圧下での燃焼器燃焼試験 	・実圧燃焼試験にて、計画運転条件において逆火の発生なく、燃焼器出口でNOx 50ppm以下

3.成果・進捗概要

開発項目	成果内容	達成度
A-1 モデルバーナの設計技術 	・燃焼試験により、高圧条件で、フラッシュバックの発生無くターゲット計画条件にてNOx 50ppm (15%O2換算)以下を達成した	○
A-2 シングルセグメントの設計技術 	・シングルセグメントの数値解析により、バーナ内部の流動を確認した	△ (実施中)
A-3 大型ガスタービン燃焼器設計技術 	・燃料系統、燃料ステージングの計画をもとに、燃焼器全体の計画図を作成した	△ (実施中)
B-1 大容量供給設備を含めた燃焼試験設備設計技術	・水素供給装置から燃焼シェルまでの系統構成を検討し、成立性に目途を得た ・系統図及び配置図を作成した	△ (実施中)
B-2 高温高圧下での燃焼器燃焼試験 (2022年度予定) 	—	— (2022年度実施)

◎ : 大幅達成、○ : 達成、△ : 一部達成、× : 未達

1. 事業の位置付け・必要性

◆背景・目的・概要

●背景

- 水素社会の実現には、水素インフラの充実と普及拡大が必要
(グリーン成長戦略の水素導入量目標 → 2030年：最大300万t/年、2050年：2,000万t/年)
- 国内の天然ガス焚き発電所の水焚き専焼転換により、目標の達成に大きく寄与

③水素産業

- 水素は、発電・産業・運輸など幅広く活用されるカーボンニュートラルのキーテクノロジー。日本が先行し、欧州・韓国も戦略等を策定し、追従。今後は新たな資源と位置付けて、自動車用途だけでなく、幅広いプレーヤーを巻き込む。
- 目標：導入量拡大を通じて、水素発電コストをガス火力以下に低減(水素コスト:20円/Nm3程度以下)。2050年に化石燃料に対して十分な競争力を有する水準を目指す。導入量は2030年に最大300万トン、2050年に2,000万トン程度を目指す。
※ うち、グリーン水素(化石燃料+CCUS、再エネなどから製造された水素)の供給量は2030年の独自の再エネ由来水素供給量(約42万トン/年)を超える水準を目指す。

	現状と課題	今後の取組
利用	① 水素発電タービン:実機での実証がまだ完了しておらず、商用化が課題 ・日本企業が発電タービンの燃焼技術(燃えやすい水素の燃焼をタービンの中で制御する技術)で世界的に先行。 ・潜在国内水素需要:約500~1,000万トン/年	① 水素発電タービン:先行して市場を立ち上げ、アジア等に輸出 ・世界市場展望:2050年時点で累積容量は最大約3億kW(タービン市場は最大約23兆円) ・実機での安定燃焼性の実証を支援し、商用化を加速 ・電力会社へのカーボンフリー電力の調達義務化と、取引市場の活用。再エネ、原子力と並んで、カーボンフリー電源としての水素を評価し、水素を活用すればインセンティブを受け取れる電力市場を整備
	② FCトラック:実機実証中。商用化が課題 ・日本企業が企業間連合を組み、世界に先駆けて乗用車を商用化した知見も生かしつつ、開発中。海外企業も開発を加速。 ・潜在国内水素需要:約600万トン/年	② FCトラック:世界と同時に国内市場を立ち上げ、各国にも輸出 ・世界市場展望:2050年時点でストックで最大1,500万台(約300兆円) ・FCトラックの実証による商用化の加速、電動化の推進を行う一環での導入支援策の検討 ・水素ステーション開発・整備支援、規制改革(水素タンクの昇圧)によるコスト削減の検討
供給	③ 水素還元製鉄:技術未確立、大量かつ安価な水素の調達が課題 ・欧州の鉄鋼業界も含めて、各国企業が技術開発を実施中 ・潜在国内水素需要:約700万トン/年	③ 水素還元製鉄:世界に先駆けて技術を確立 ・世界市場展望(ゼロエミ鉄):2050年時点で最大約5億トン/年(約40兆円/年) ・水素還元製鉄の技術開発支援 ・トップランナー制度による導入促進 ・国際競争力の観点から、内外一体の産業政策として国境調整措置を検討
	④ 水素運搬船等:技術開発・実証を通じた大型化が課題 ・ドイツ等が水素の輸入に関心。今後の国際市場の立ち上がりが期待される。 ・日本は当初から輸入水素の活用を見越し、複数の海上輸送技術・インフラの技術開発・実証を支援。その結果、世界ではじめて液化水素運搬船を建造するなど、世界をリード。	④ 水素運搬船等:世界に先駆けて商用化し、機器・技術等を輸出 ・世界市場展望(国際水素取引):2050年時点で約5.5兆円/年(取引量:最大5,500万t/年) ・更なる水素コスト低減に資する大型化を実証や需要創出で支援し、2030年までに商用化(2030年30円/Nm3の供給コスト目標達成) ・関連機器(液化水素運搬船から受入基地に水素を移すローディングアームなど)の国際標準化 ・海外での積出港の整備に対する出資の検討並びに国内港湾における技術基準の見直し等の検討
製造	⑤ 水電解装置:欧州企業が大型化技術などで先行 ・日本企業は世界最大級の水電解装置を建設するとともに、要素技術でも世界最高水準の技術を保有。 ・しかし、更なる大型化を目指すための技術開発では、欧州等、他国企業が先行。	⑤ 水電解装置:再エネが安い海外市場に輸出し、その後国内導入 ・国際市場展望:2050年までに毎年平均88GW分(約4.4兆円/年)の導入が最大見込まれる。 ・大型化や要素技術の製品実装を通じたコスト低減による国際競争力強化 ・海外市場への参入障壁を低下させるべく、欧州等と同じ環境下における水電解装置の性能評価を国内で実施(欧州は日本よりも装置内の水素を高圧化) ・一時的な需要拡大(上げドیماندرسポンズ)を適切に評価し、余剰再エネなどの安価な電力活用促進

大型GT水素消費量	
水素率 (vol%)	100%
ton/h	27.2
ton/年	19万*
×31台**	
ton/年	590万

出典：METI 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略(令和2年12月)

*365日×24h×稼働率80%

**MP 国内納入GTCC (G/J/F形, 効率60%級) 31台試算

1. 事業の位置付け・必要性

◆背景・目的・概要

●目的

・水素専焼ドライ低NOx燃焼方式(クラスタバーナ採用)を用いたガスタービン発電設備の設計に必要な研究開発を実施し、安定運用と低NOx性の両立に必要な課題の抽出とその解決に向けた設計技術を構築

水素発電の現状

- ①大規模火力発電級（500MW級）②地域における熱電供給のコジェネ発電（1MW級）のそれぞれの分野で技術開発・実証を実施。
- **技術力で先行している日本は、世界の水素発電実用化に向けた取組に貢献。**

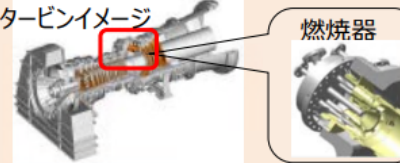
①大規模火力発電（500MW級）のR&Dの流れ

既存大規模火力発電所における水素混焼のための技術開発を実施。**2018年に水素混焼率20%を達成。**



2020年より、水素専焼発電の技術開発を実施中。

ガスタービンイメージ



燃焼器

②地域における熱電供給のコジェネ発電（1MW級）のR&Dの流れ

水素を天然ガスに0～100%まで自在に混焼可能な技術を開発。**2018年には水素専焼による市街地への熱電併給を世界で初めて達成。**



2019年より、高効率な水素専焼発電の技術開発を実施中。



神戸市のポートアイランドに整備された水素発電施設（水素CGS）

③世界の水素発電の主な動き



三菱パワーは、オランダのマグナム発電所（天然ガス焚き）を水素焚きに転換するプロジェクトに参画。**2025年頃に世界初となる大型水素専焼発電の商用運転を計画。**



三菱パワーは、米国ユタ州において計画される**大型水素発電プロジェクト**で、**GTを受注**。同プロジェクトでは、**2025年に水素混焼率30%**で運転を開始し、**2045年に100%専焼運転**を目指す。

1. 事業の位置付け・必要性

◆背景・目的・概要

- 水素ガスタービンには、複数の環境的・経済的メリットがある

投資コストの抑制



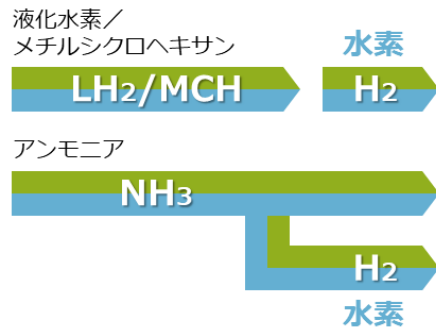
最小限の改造で、既設発電所の低・脱炭素化が可能。

水素需要の喚起



大規模な水素需要を創出し、水素コスト削減を促進。

キャリアへの柔軟性



低純度な水素の利用が可能であり、多様な水素キャリアに対応可能。水素クラッキングコストも低減可能。

再エネとの親和性

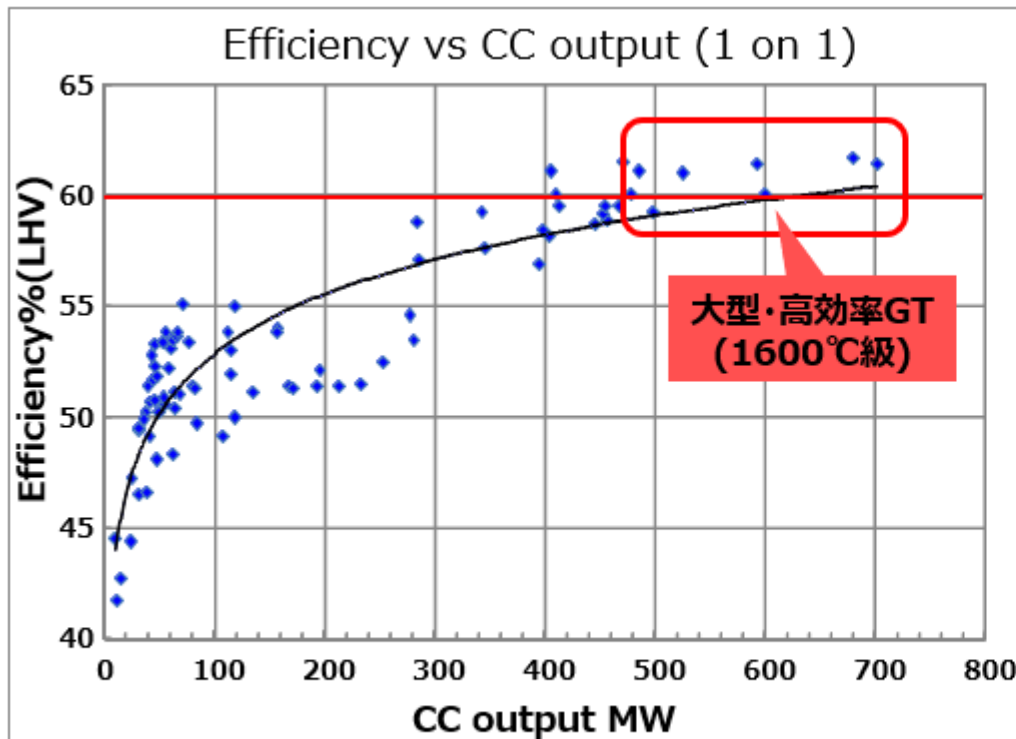


ガスタービンの高い起動・負荷変化特性を生かして、再エネの供給力変動（気象・季節）を補うことが可能。

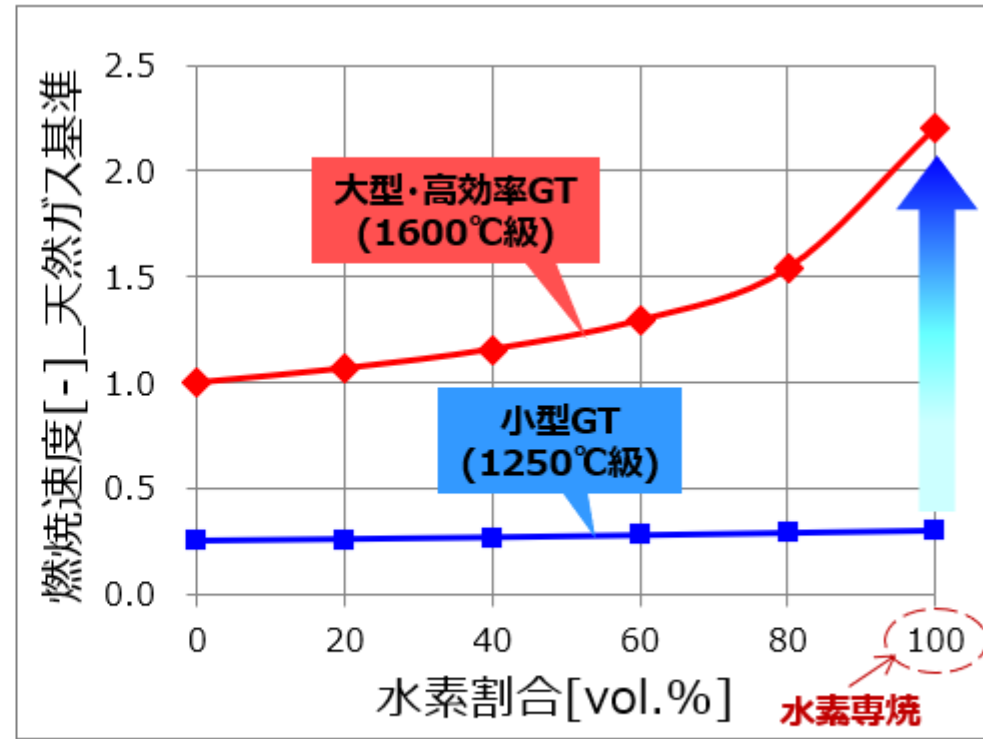
1. 事業の位置付け・必要性

◆背景・目的・概要

- 大型GTに水素焚きを適用し、高効率・低環境負荷発電を実現
- 小型GTに比べて、大型GTは火炎温度が高いため、燃焼速度が増加し、フラッシュバックの発生リスクが増加
 - ➔ 大型・高効率GTの水素専焼では、低NOxとフラッシュバック防止の両立が技術的課題
- 最終目標：実圧燃焼試験にて、逆火の発生なく、燃焼器出口でNOx 50ppm*以下を達成
 - *脱硝効率90%の脱硝設備を有するプラントにて、煙突出口5ppm以下を満足



CC出力と効率の関係



燃焼速度の比較

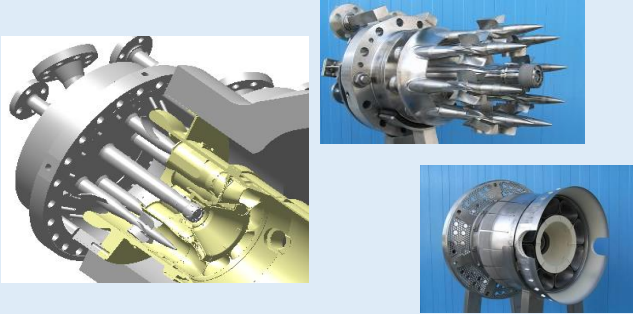
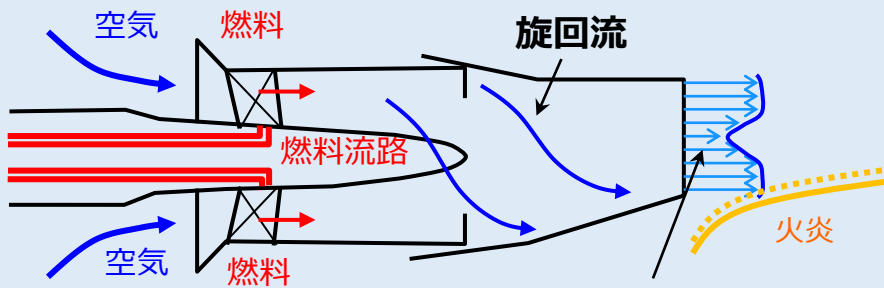
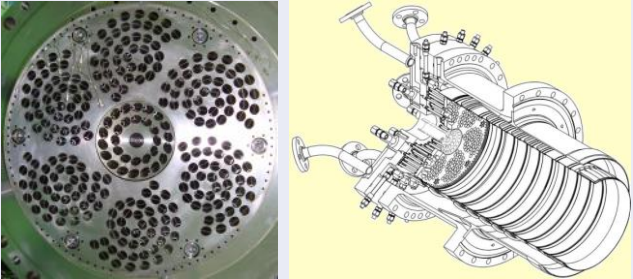
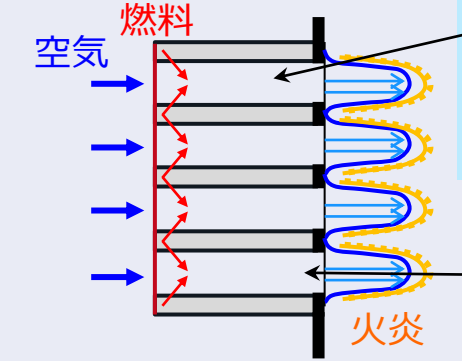
2. 研究開発マネジメントについて

◆水素焚きガスタービン燃焼器

- 逆火リスクの高い水素に対し、高い逆火耐性をもち、かつ低NOx化が可能な多孔噴流燃焼方式（クラスタバーナ）が有効。

クラスタバーナコンセプト

- 1) 旋回流なく、高速流を形成。燃料混合スケールが小さく、混合距離の短縮が可能 → **逆火リスク 低**
- 2) 燃料分散化による空気有効利用 → **低NOx化**

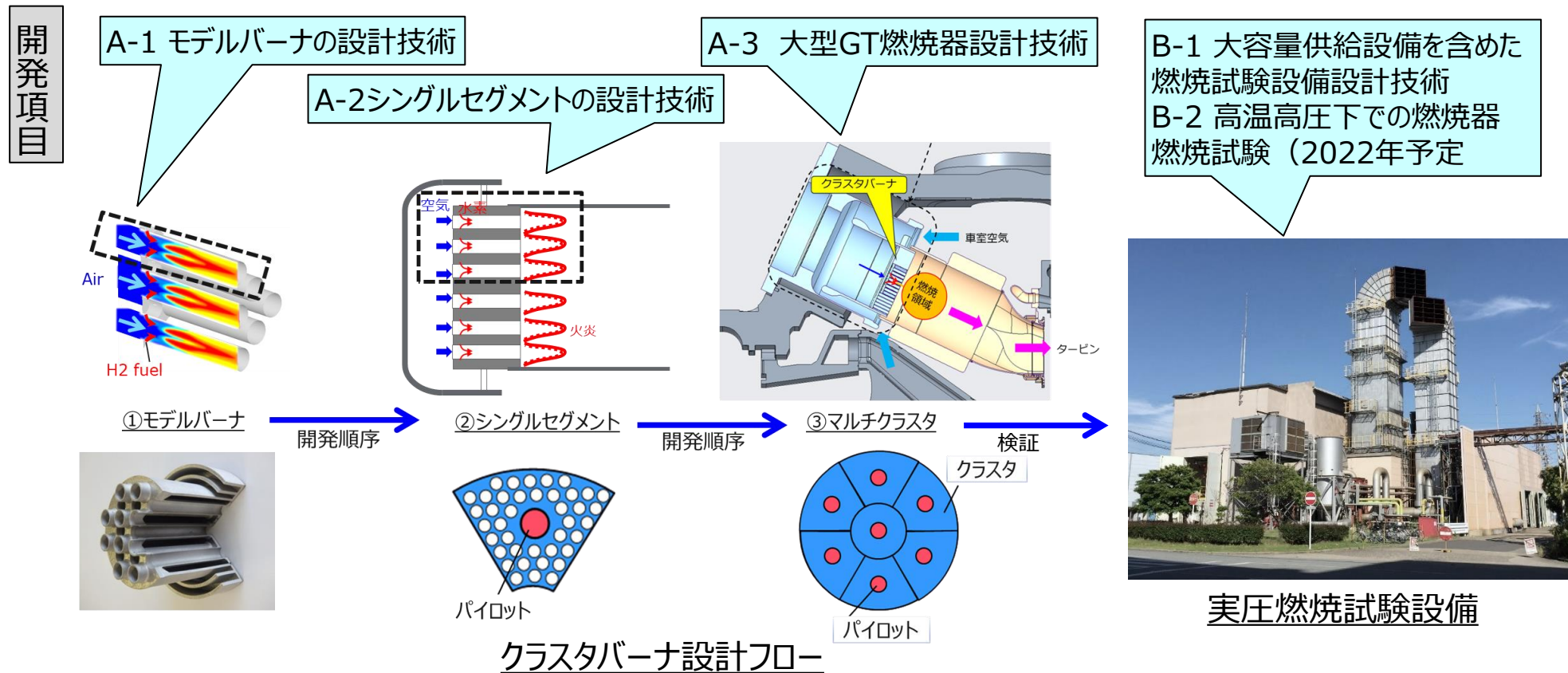
燃焼方式	燃焼器	説明
天然ガス用 予混合燃焼器		 <p>低速域&長い予混合距離 → 逆火リスク高</p>
マルチクラスタ 燃焼器		 <p>旋回流無く、高速流 & 混合スケールが小さく、 混合距離短縮可能 → 逆火リスク低</p> <p>燃料分散化による 空気有効利用 → 低NOx化</p>

2. 研究開発マネジメントについて

◆ 研究概要

● 研究概要

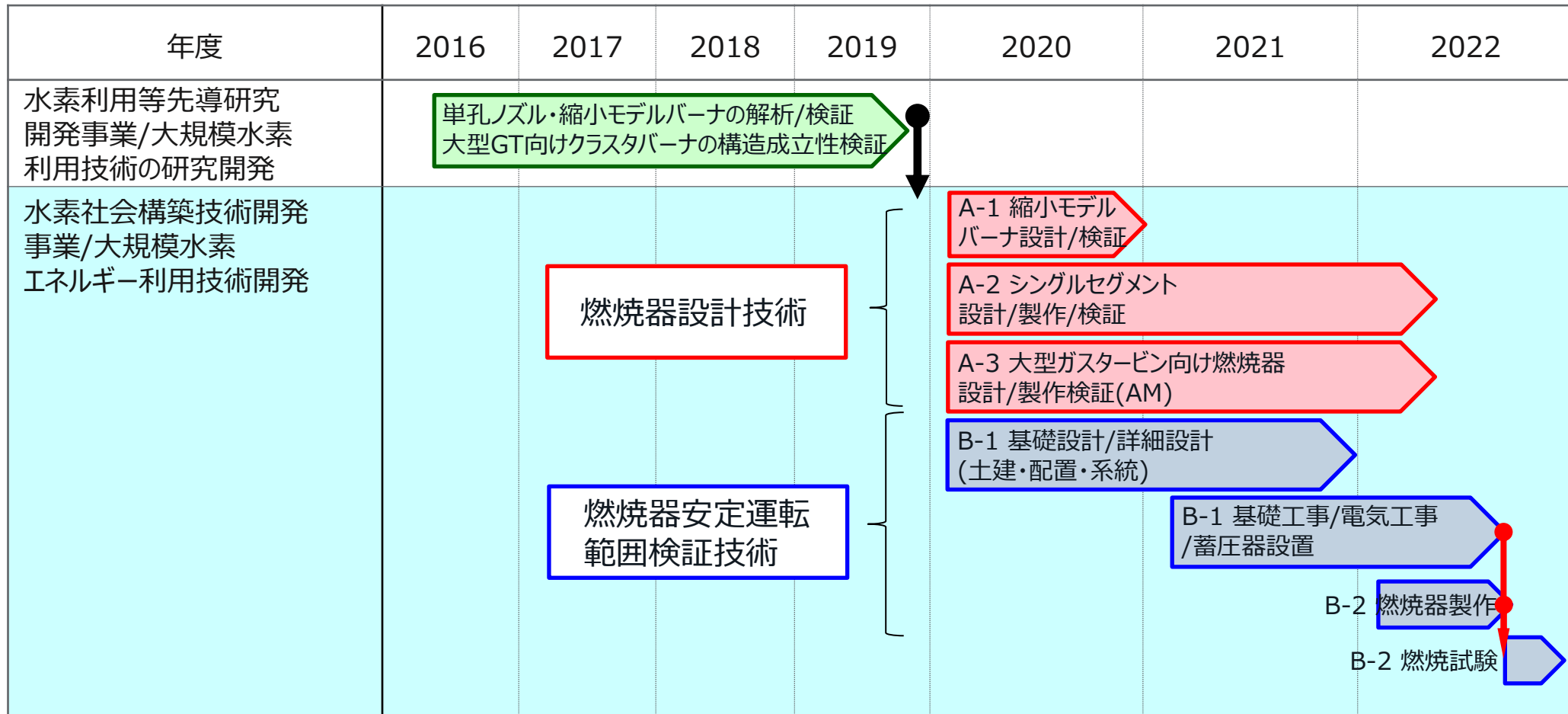
- ・高い逆火耐性をもち、かつ 低NO_x化が可能なクラスタ燃焼器を、モデルバーナ/シングルセグメント/燃焼器のステップで開発
- ・大容量水素供給装置を含む燃焼試験設備を構築し、高温高圧下の燃焼器燃焼試験で性能を検証



2. 研究開発マネジメントについて

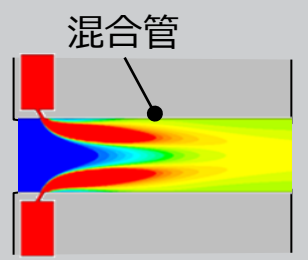
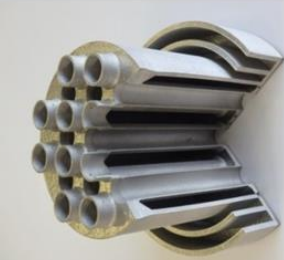

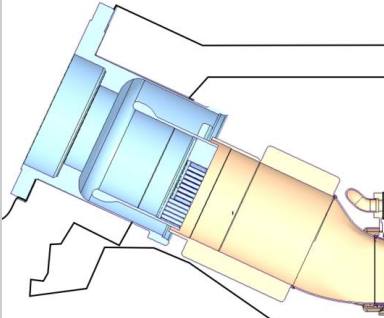
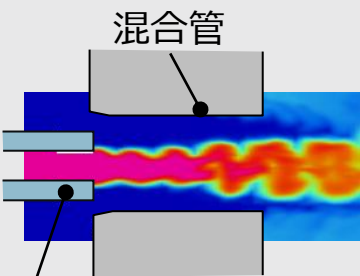
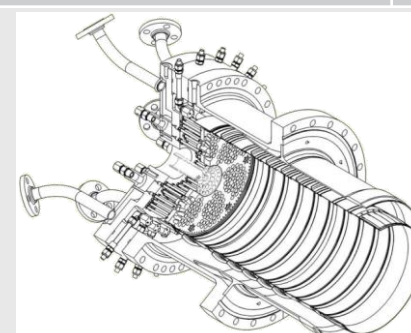
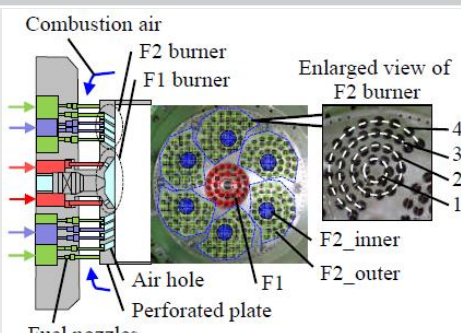
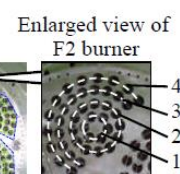
◆大型ガスタービン水素専焼の開発スケジュール

- 2016～2019年度：水素専焼大型ガスタービン向けクラスタバーナの開発・検証
- 2020年度～：実用化に向けた設計技術開発、大容量水素供給装置を含む燃焼器検証設備の構築と燃焼器燃焼試験による性能検証



3. 研究開発成果について

- クラスタバーナのノズル候補として、クロスフローノズルと中小型GTで実績のある同軸ノズルの二案を検討
 - クロスフローノズル：モデルバーナ試験でノズル仕様を選定し、燃焼器を設計
 - 同軸ノズル：ノズルをストレート化し、水素100%への適用を検討

ノズルコンセプト		利点・欠点 / 開発状況	
クロスフローノズル	空気流に交差するように複数孔から燃料噴出 	低NOx	○ (複数孔からの噴出、横風によるせん断により混合促進)
		FB耐性	△ (壁面から燃料を噴出するため、壁面濃度が上がりやすい)
  ノズル仕様選定し 燃焼器設計			
モデルバーナ			
同軸ノズル	混合管と燃料ノズルを同軸に配置し、同軸流を形成 	低NOx	△ (一つの混合管に対し、燃料孔1孔)
		FB耐性	○ (混合管中心で燃料を噴出するため、壁面濃度が上がりにくい)
  IGCC実証試験向けマルチクラスタ燃焼器		 ノズルをストレート化し 水素100%適用を検討	
燃料ノズル			

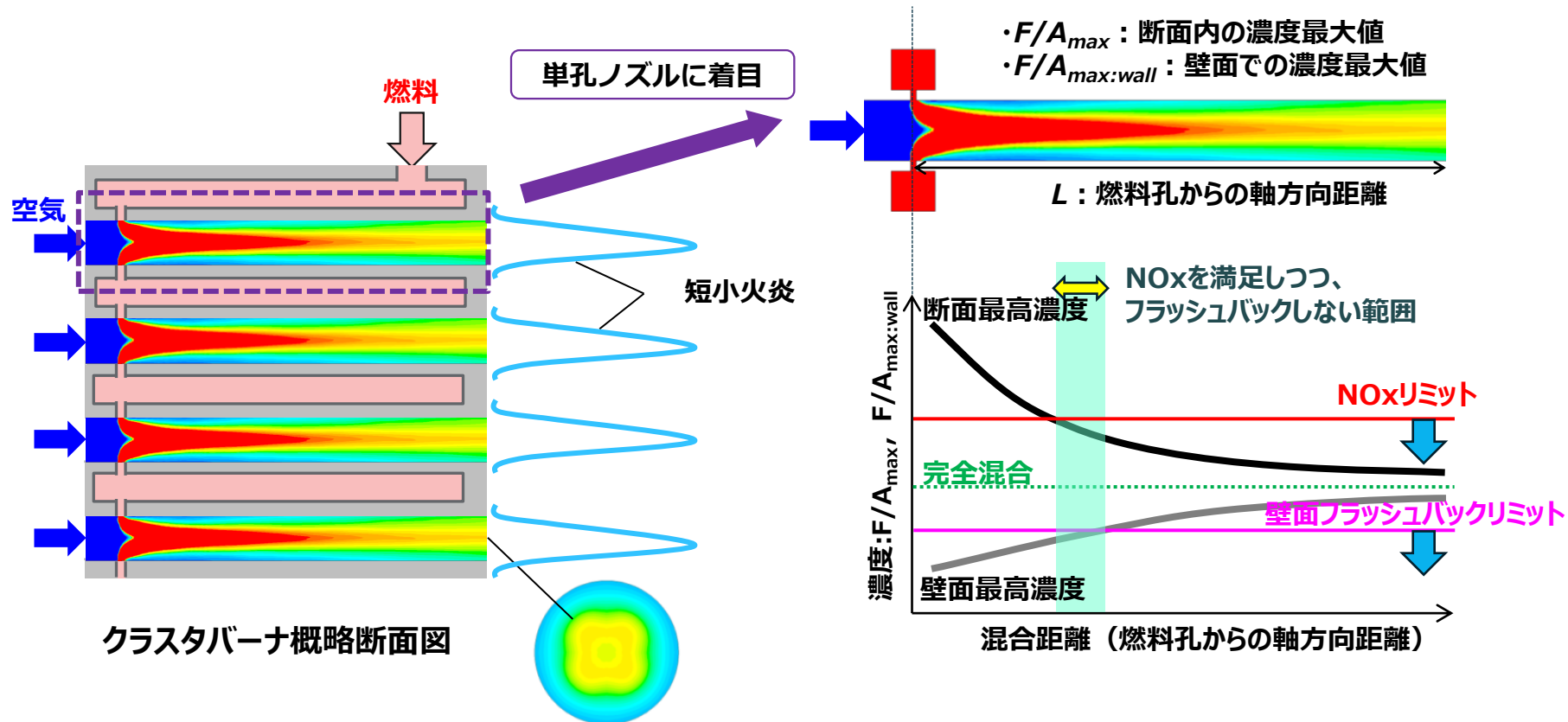
3. 研究開発成果について

A-1 モデルバーナの設計技術

(クラスタバーナコンセプト)

●クラスタバーナコンセプト

- ・低NO_x性能と逆火(フラッシュバック/FB)耐性の両立が必要。水素燃料濃度分布に対し次の指標で評価
 - 低NO_x性能・・・断面内濃度の最大値
 - 壁面FB耐性・・・壁面濃度の最大値

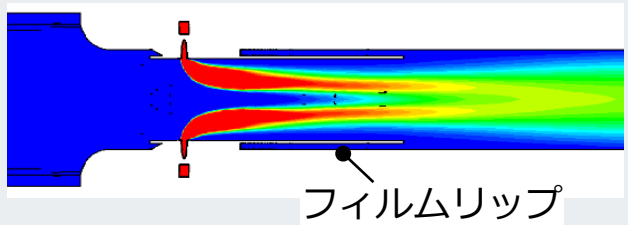
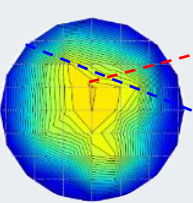
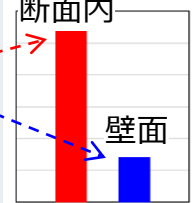
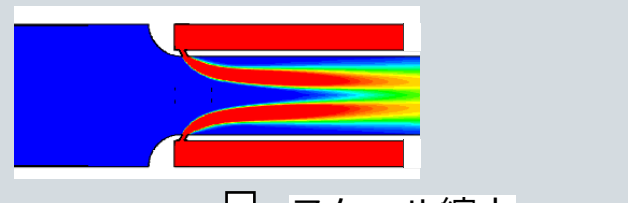
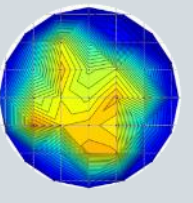
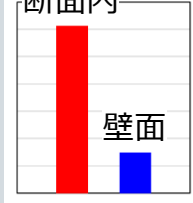
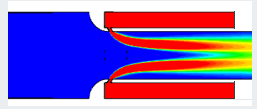
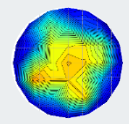
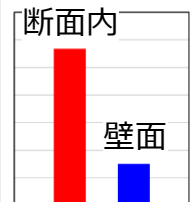


3. 研究開発成果について

A-1 モデルバーナの設計技術

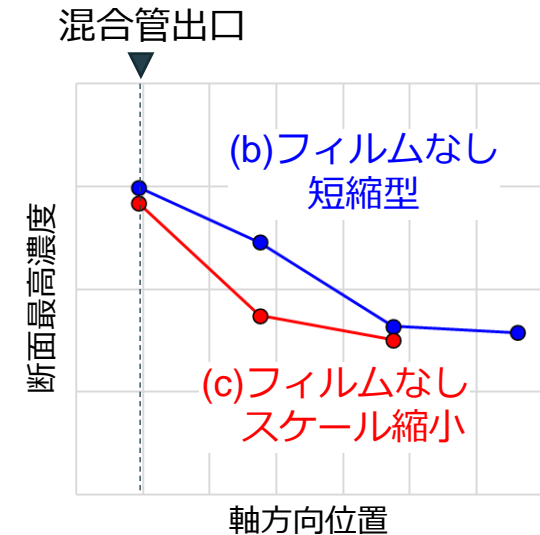
(数値解析、単孔ノズル気流試験)

- 目標：水素専焼の逆火耐性への影響評価、燃料濃度分布が許容範囲にあることの検証
- 成果：壁面濃度低減による逆火耐性改善、スケール縮小による下流濃度減衰促進を確認
- 成果の意義：今後の実機燃焼器適用に向けたノズル設計のベースとなる
- 今後の課題：実機燃焼器の内部流動偏差に対しロバストな単孔ノズル構造の改良設計

	ノズル	CFD	気流試験 計測結果	
		軸方向濃度分布	半径方向濃度分布	混合管出口 最高F/A
FY2020	(a) フィルム型	 フィルムリップ		
		 スケール縮小		
FY2021	(c) フィルムなしスケール縮小型			



モデルバーナ気流試験
濃度分布計測

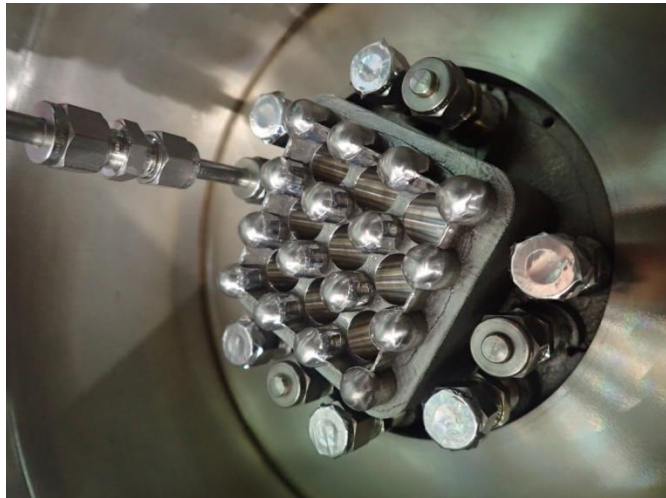


3. 研究開発成果について

A-1 モデルバーナの設計技術

(縮小モデルバーナ)

- 目標：NOx 50ppm(15%O₂換算)以下の確認
- 部分モデルバーナ
 - ・単孔ノズル 9～25本配置で構成
 - ・燃焼ガス側のバーナ面内部には冷却のため空気流路を設置

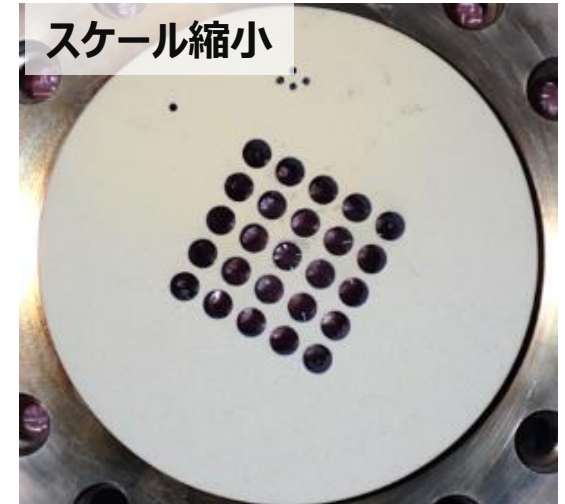


上流視：燃料噴射部

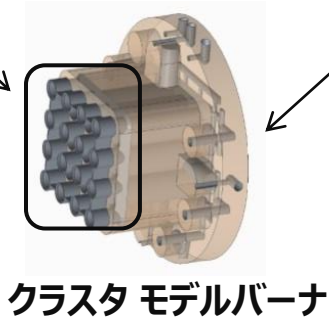


単孔ノズル

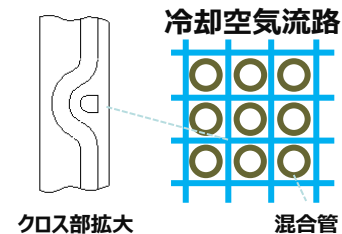
下流視：燃焼ガス面側



スケール縮小



クラスタ モデルバーナ



クロス部拡大

混合管

3. 研究開発成果について

A-1 モデルバーナの設計技術

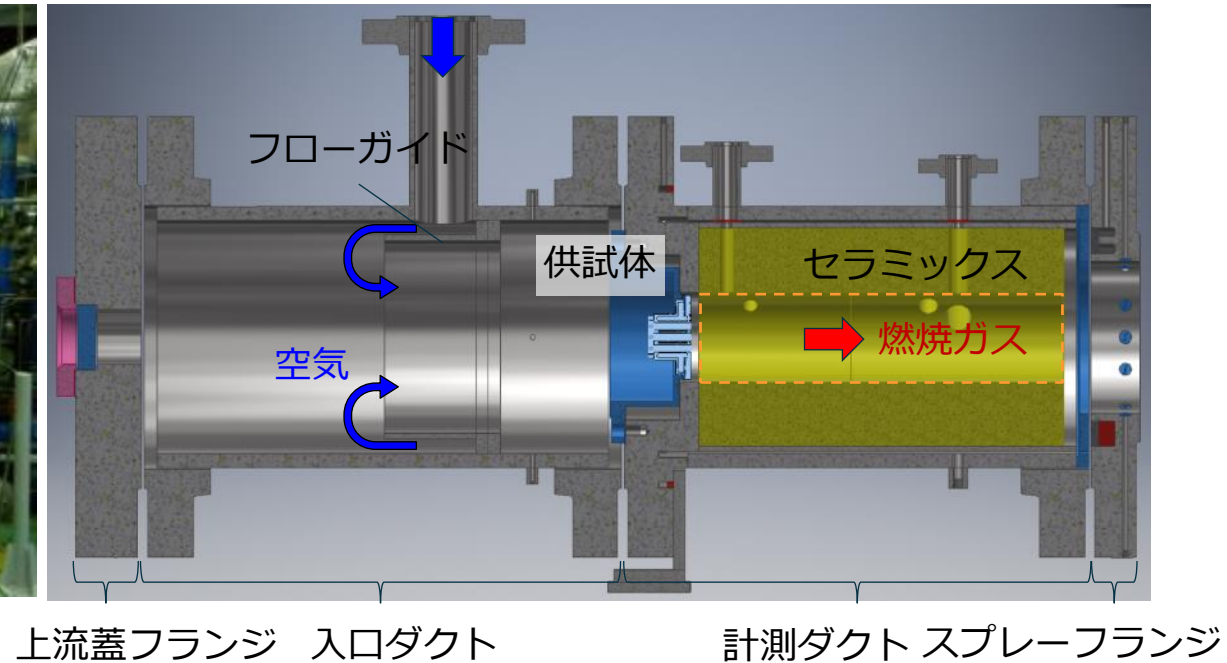
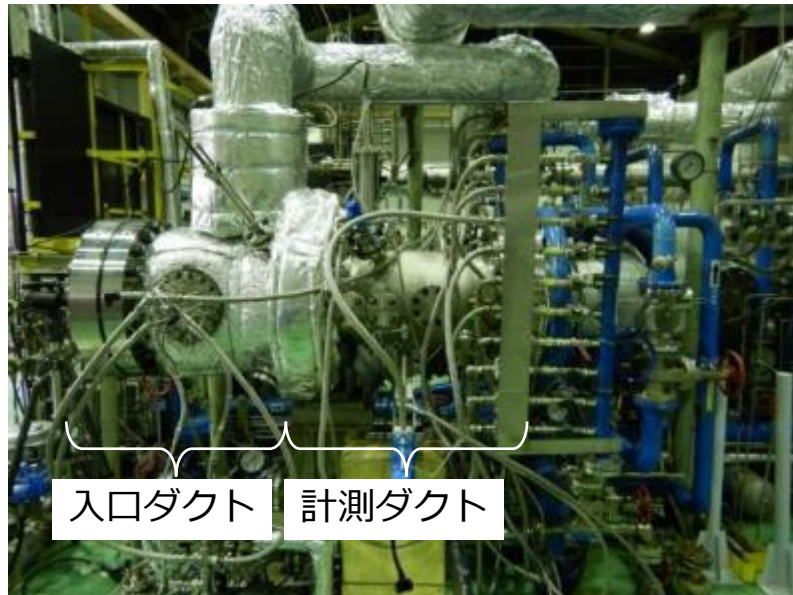
(モデルバーナ燃焼試験装置)

● 装置概略概要

- ・空気圧力：2.5MPaG
- ・空気温度：485℃
- ・燃焼温度：1800℃

● 試験計測項目

- ・燃焼ガス温度：着火、失火確認
- ・排ガス性状：NO_x(NO,NO₂)、O₂
- ・可視化：火炎形状
- ・内圧変動：燃焼振動の発生有無の確認

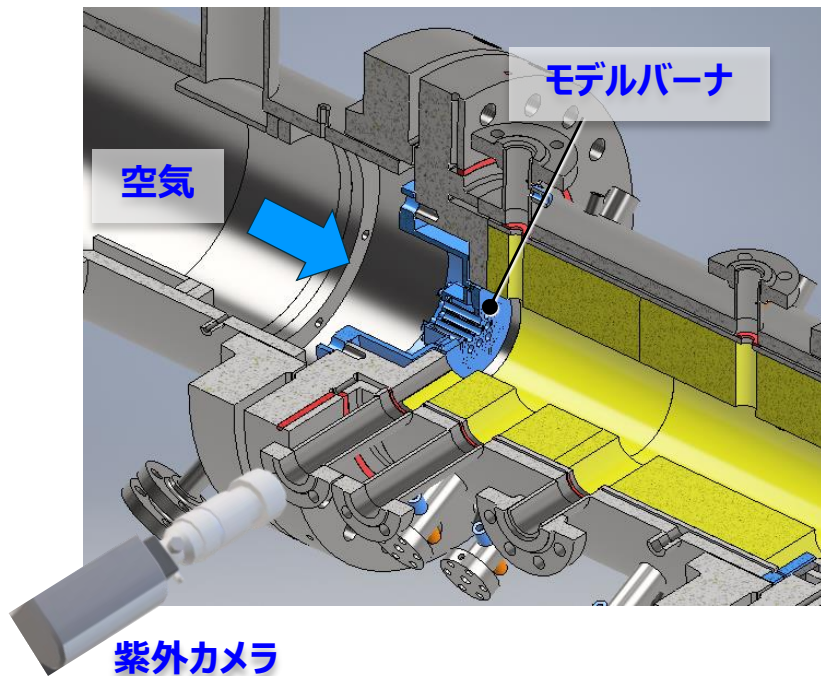


3. 研究開発成果について

A-1 モデルバーナの設計技術

(モデルバーナ燃焼試験結果)

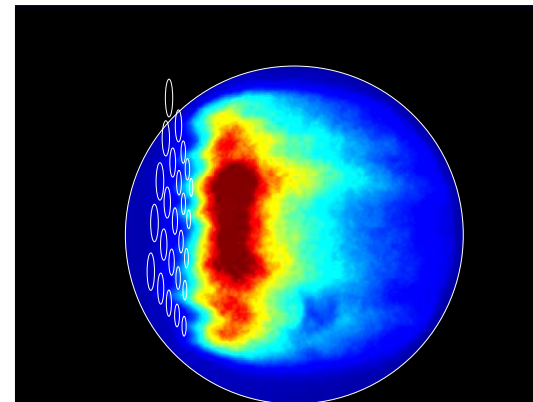
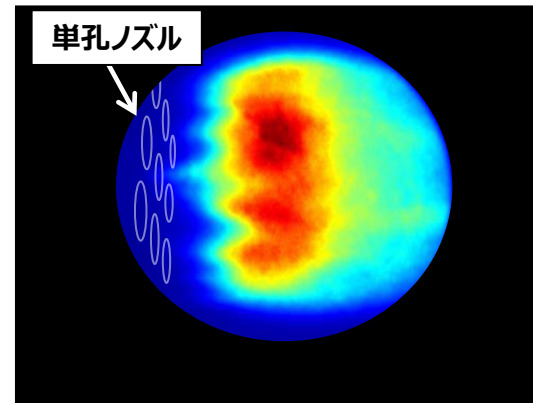
- 目標：逆火なく安定燃焼し、NOx 50ppm(15%O2換算)以下を達成
- 成果①：実機相当圧力の燃焼試験により、ターゲット計画条件にてフラッシュバックの発生無く安定燃焼を確認した



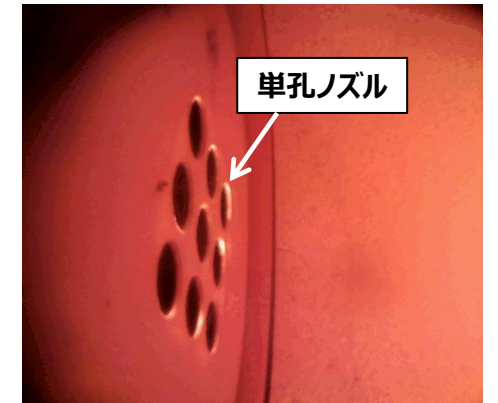
短縮ノズル
モデルバーナ

スケール縮小
モデルバーナ

紫外光計測



(参考) 可視光計測

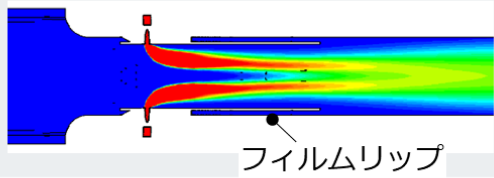
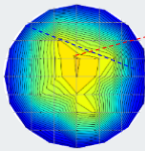
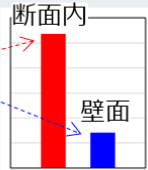
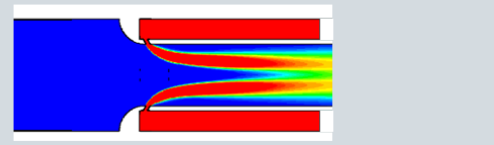
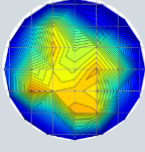
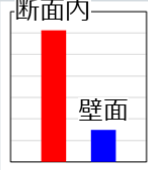
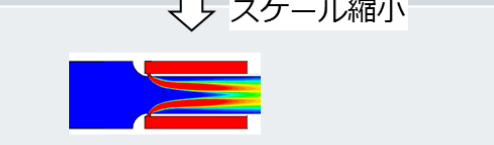
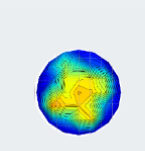
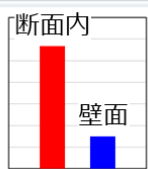


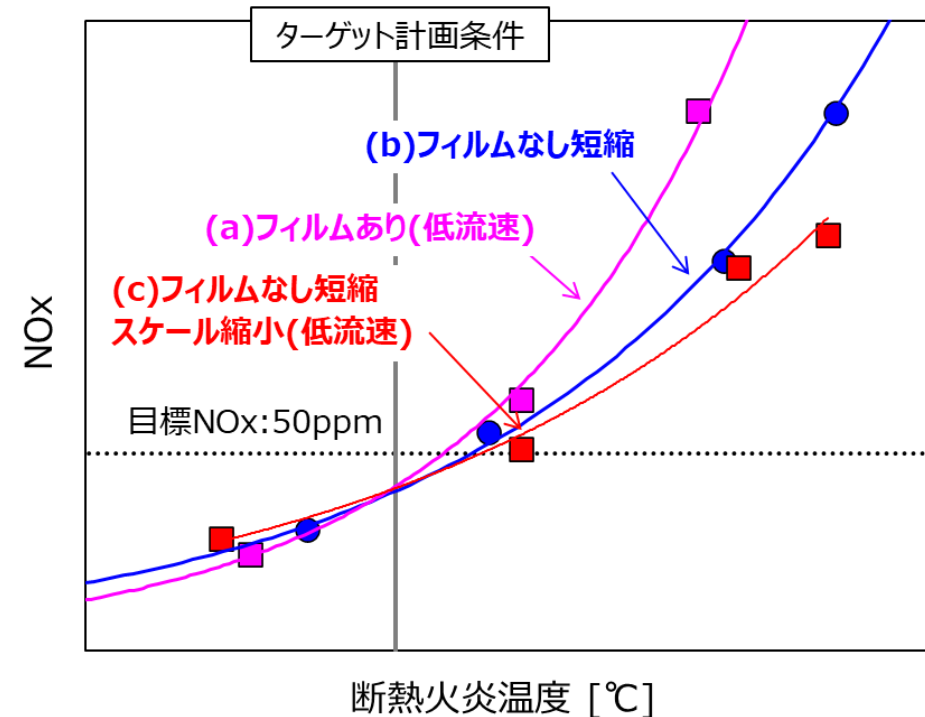
3. 研究開発成果について

A-1 モデルバーナの設計技術

(モデルバーナ燃焼試験結果)

- 目標：逆火なく安定燃焼し、NOx 50ppm(15%O2換算)以下
- 成果②：実機相当圧力の燃焼試験により、ターゲット計画条件にてNOx 50ppm(15%O2換算)以下を達成したスケール縮小によって低流速条件で目標を達成し、裕度を拡大できることを確認した
- 成果の意義：燃焼器設計のベースとなり、実用化に向け取組を継続し、研究開発を加速
- 今後の課題：実機燃焼器では、ライナの冷却等により燃焼用空気が減少し、火炎温度が上昇する見込みのため、実機適用に向けてフラッシュバック耐性向上と低NOx化を継続

	ノズル	CFD	気流試験 計測結果	
		軸方向濃度分布	半径方向濃度分布	混合管出口最高F/A
(a)	フィルム型	 フィルムリップ		
(b)	フィルムなし短縮型			
(c)	フィルムなしスケール縮小型	 スケール縮小		



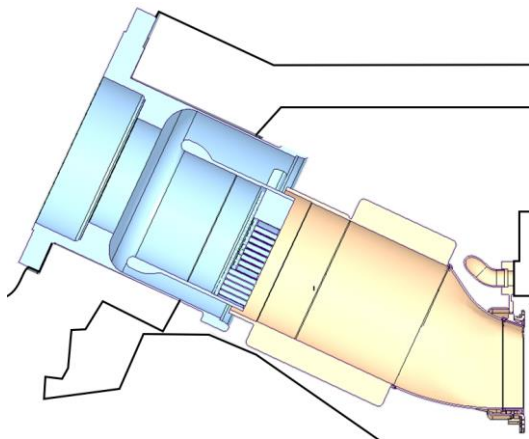
3. 研究開発成果について

A-2、3 シングルセグメント、大型ガスタービン燃焼器設計技術

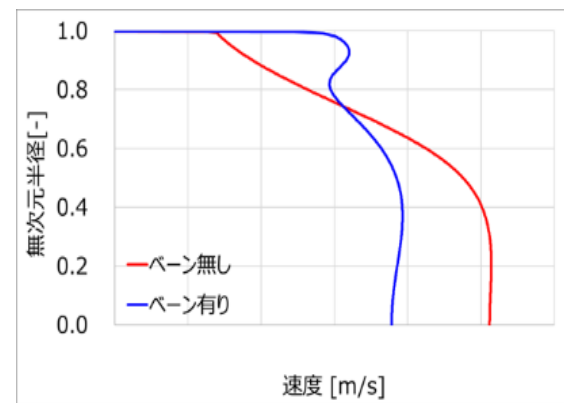
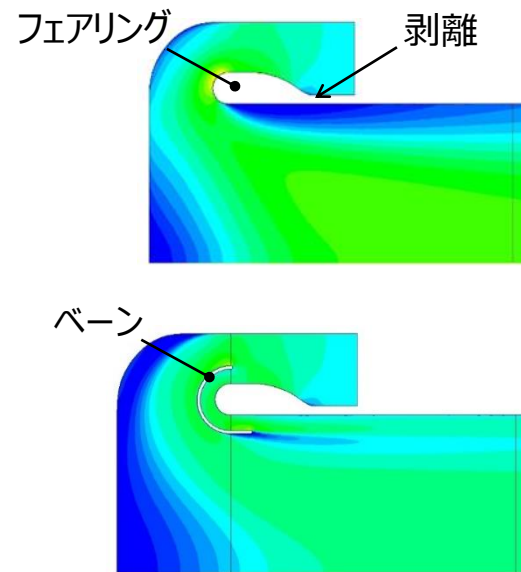
- 目標：シングルセグメント、燃焼器の計画図の完成
- 成果：リターンフロー部の流れを適正化し、燃料ステーキングの計画に基づき、燃料配管構造を詳細検討した
- 成果の意義：流量偏差の抑制により、フラッシュバック耐性を向上
燃料配管の設計は、今後の詳細設計に反映
- 今後の課題：リターンフローの流れの適正化、燃料系統・燃料ステーキングの詳細設計、燃焼器全体設計

クロスフローノズル型クラスタ燃焼器

既存タービン・圧縮機
流用可能

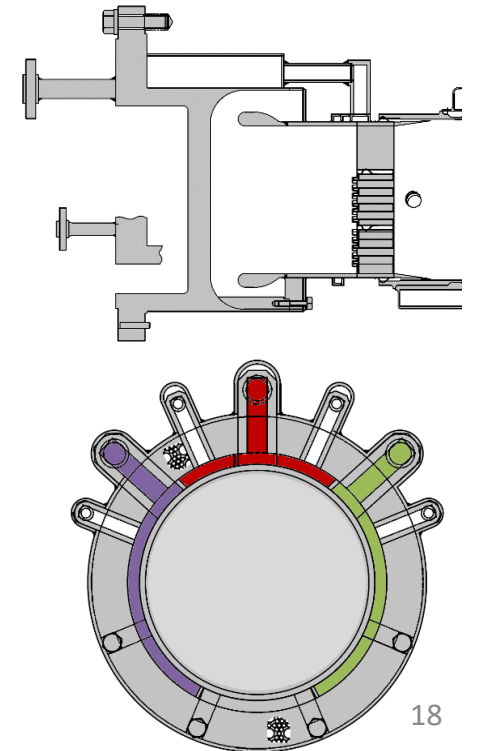


180°ターン流路形状の最適設計



流動解析

燃料供給配管構造の検討

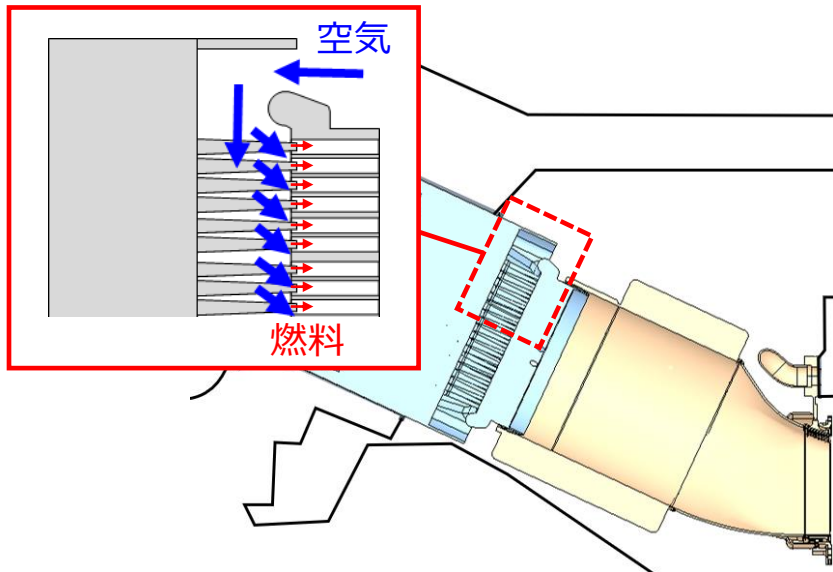


3. 研究開発成果について

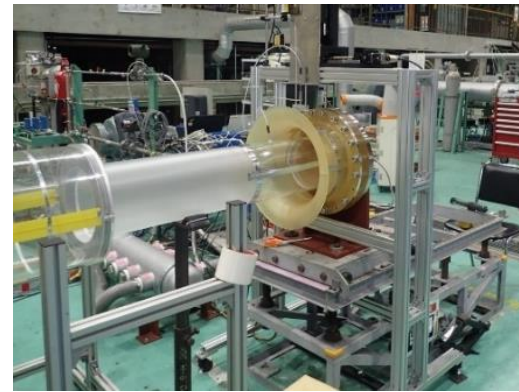
A-2、3 シングルセグメント、大型ガスタービン燃焼器設計技術

- 目標：シングルセグメント、燃焼器の計画図の完成
- 成果：同軸ノズル型クラスタ燃焼器の全体構造を検討し、気流試験により同軸ノズル型燃焼器の一缶体系における混合管出口の濃度、流速分布を評価し、課題を抽出
大型GT向け同軸ノズル型クラスタ燃焼器のリターンフロー部の流れを適正化
- 成果の意義：同軸ノズル型燃焼器の一缶における課題を抽出し、流量偏差の抑制により、フラッシュバック耐性を向上
- 今後の課題：大型GT向け燃焼器の詳細設計および燃焼器一缶での燃焼性能検証

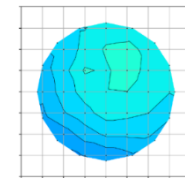
同軸ノズル型クラスタ燃焼器



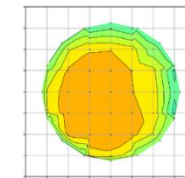
燃焼器混合管流動評価



同軸ノズル型クラスタ燃焼器
気流試験装置

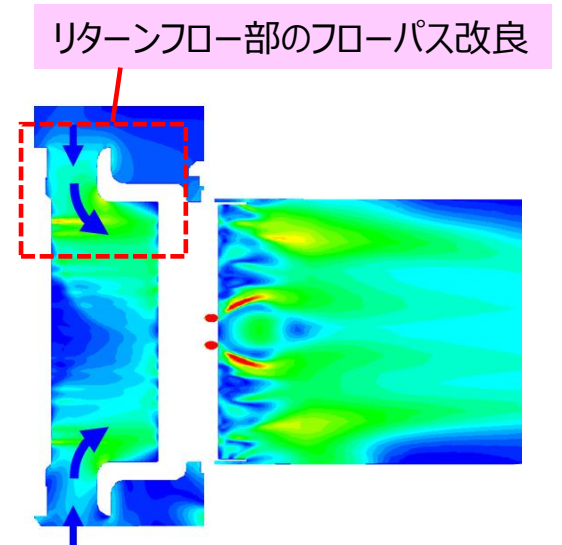


濃度分布



速度分布

燃焼器流動解析



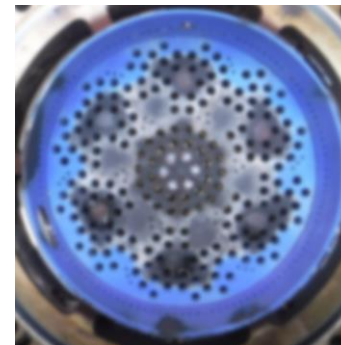
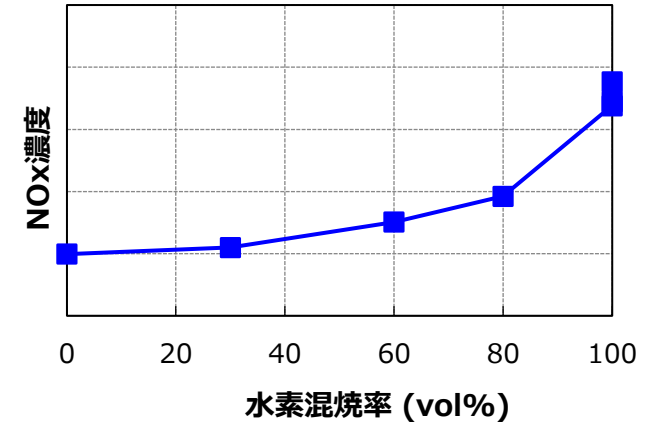
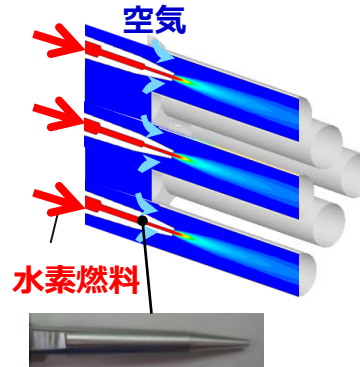
3. 研究開発成果について

A-2、3 シングルセグメント、大型ガスタービン燃焼器設計技術

- 目標：同軸ノズル型クラスタ燃焼器燃焼試験 水素100%専焼安定燃焼(勝田)
- 成果：中小型GT 定格負荷相当での水素100%専焼運転達成
- 成果の意義：大型GT向け同軸ノズル型クラスタ燃焼器設計に向けた設計コンセプトの妥当性確認および課題抽出
- 今後の課題：NOx抑制、燃焼振動抑制



燃焼試験スタンド

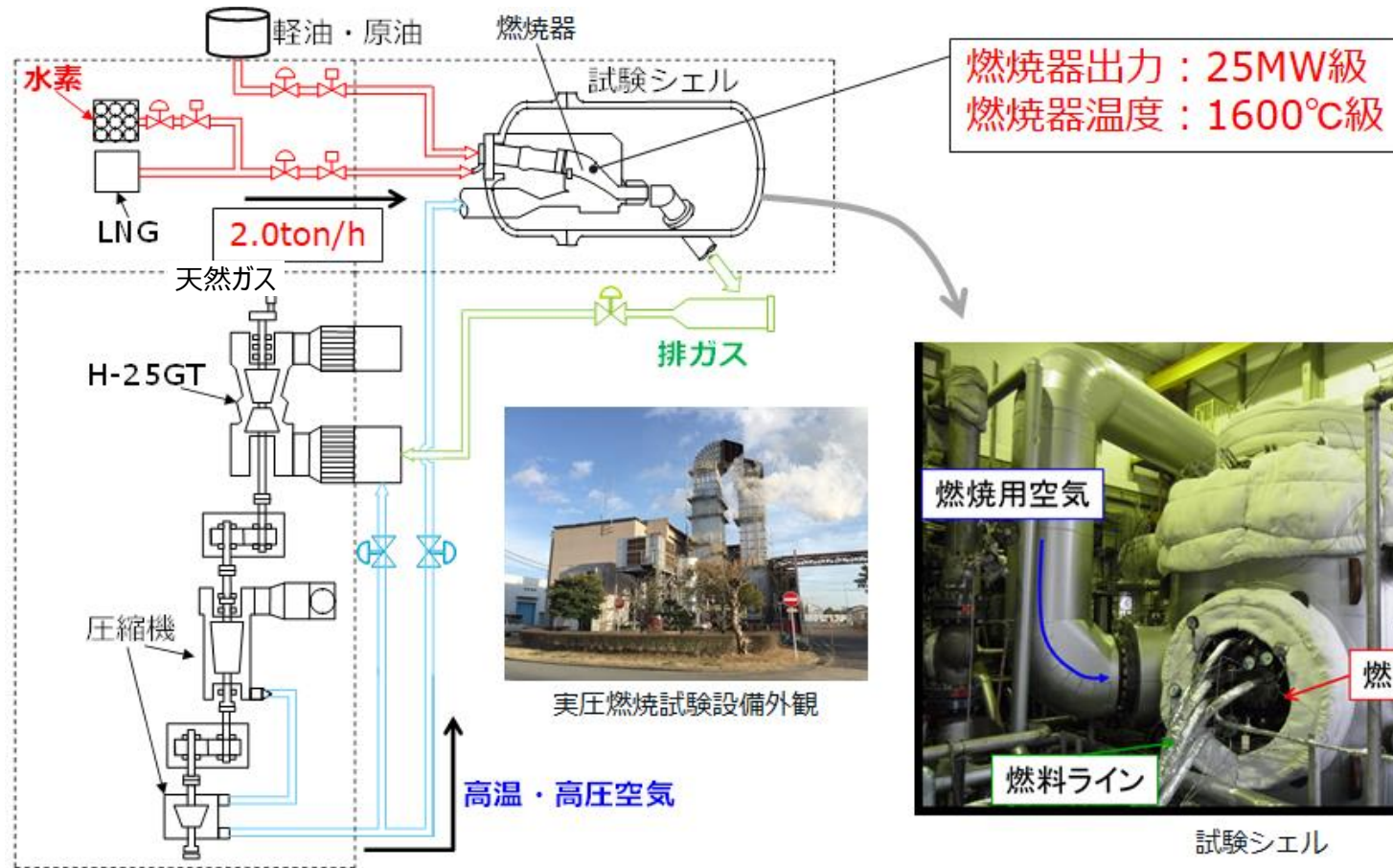


同軸ノズル型クラスタ燃焼器(燃焼試験後)

3. 研究開発成果について

B-1 大容量供給設備を含めた燃焼試験設備設計技術

- 目標：水素供給装置を含めた実圧燃焼試験装置の系統図・配置図の完成
- 成果：水素供給装置から燃焼シェルまでの系統構成を検討し、系統図および配置図を作成した
- 成果の意義：燃焼器検証に必要な系統構成のベースが完成
- 今後の課題：フルスケール燃焼器の検証試験を安全に執り行うための運用に関する詳細設計

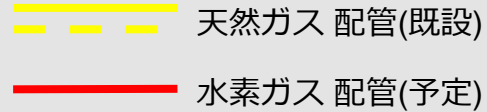
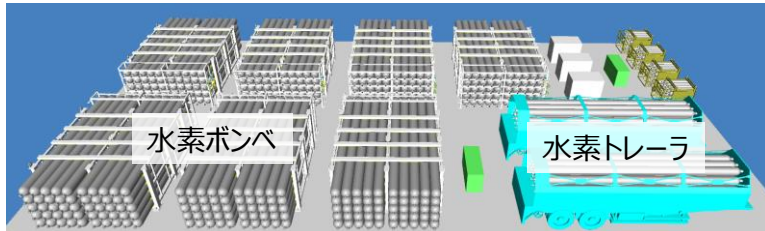


3. 研究開発成果について

B-1 大容量供給設備を含めた燃焼試験設備設計技術

- 目標：水素供給装置を含めた実圧燃焼試験装置の系統図・配置図の完成
- 成果：水素供給装置から燃焼シェルまでの系統図および配置図を作成
大容量水素供給設備用基礎工事を完了し、蓄圧器6基まで設置
- 成果の意義：燃焼器検証に必要な系統構成のベースが完成
- 今後の課題：フルスケール燃焼器の検証試験を安全に執り行うための運用に関する詳細設計

大容量水素供給設備



実圧燃焼試験設備



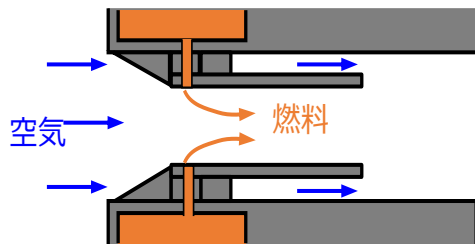
3. 研究開発成果について

◆ 知的財産権の確保に向けた取り組み、成果の普及

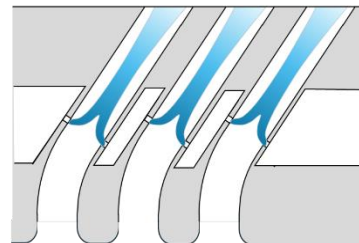
- クラスタバーナは水素専焼のキー技術であり、知的財産権確保に向けて、特許出願を継続
- 水素焚きガスタービンに関する取り組み、成果を定期的に発信

	2020年度	2021年度
特許	2	4
論文	0	1
研究発表・講演	12	13
雑誌・図書等への掲載	2	7
展示会へ出展	2	1
総計	19	26

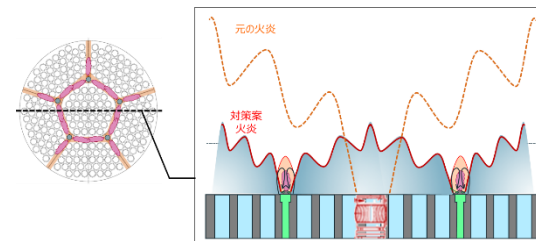
① 混合管にフィルム空気導入
(特願2021-025565)
(PCT/JP2022/043486)



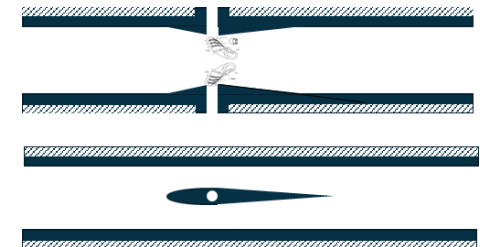
② 巡回クラスタ
(特願2021-062224)
(PCT/JP2022/012462)



③ クラスタ+パイロット
(特願2022-056000)



④ 流線形突起からの燃料噴射
(特願2022-056957)



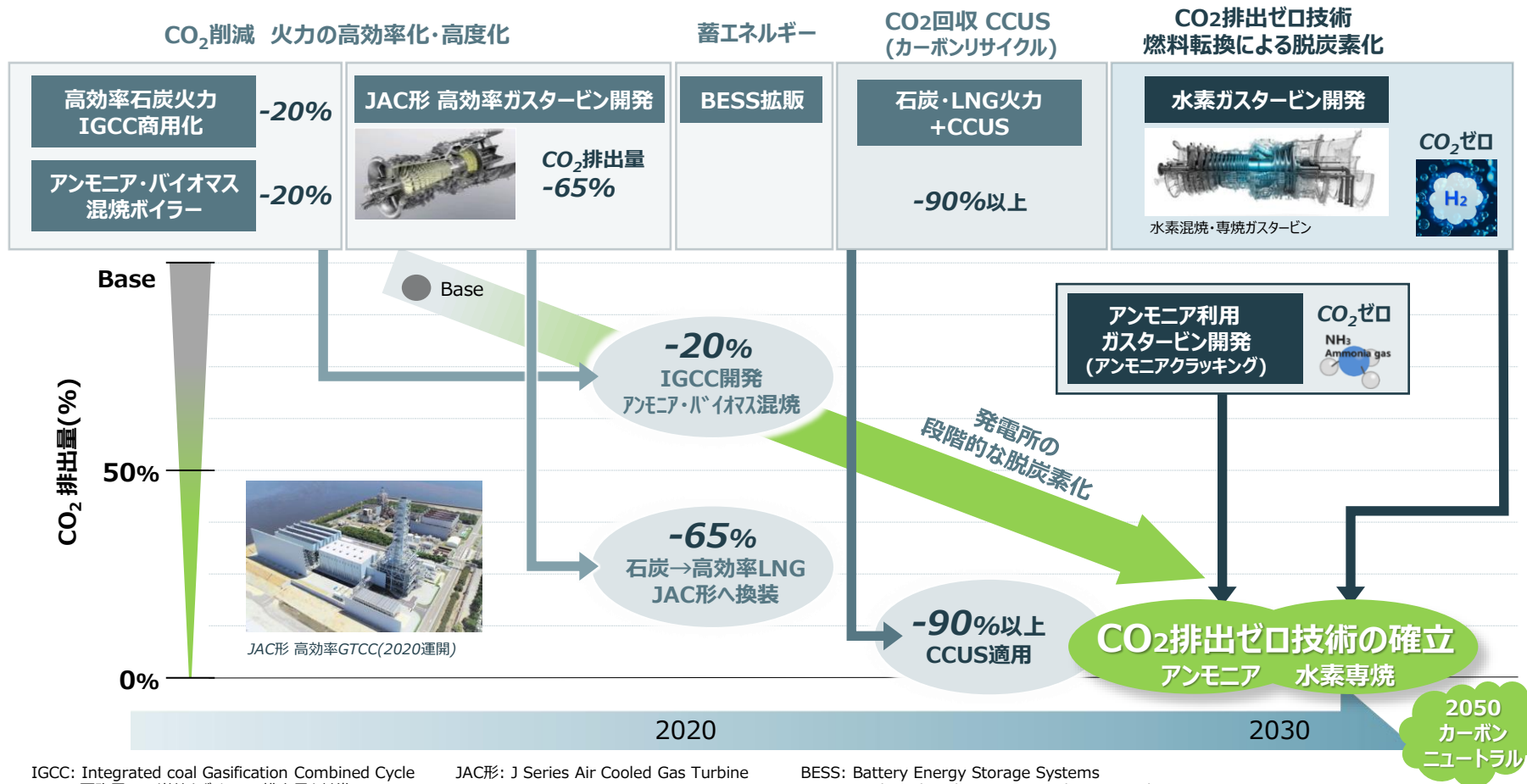
4. 今後の見通しについて

◆ 成果の実用化・事業化の見通し

火力発電の 高効率化・高度化

- 高効率化と水素でCO₂を大幅削減
- 大型発電設備での調整力強化、BESS等の活用により再エネ拡大をサポート

2040年Net Zeroを実現し、カーボンニュートラル社会の実現に向けて貢献



IGCC: Integrated coal Gasification Combined Cycle
Base: 垂臨界圧石炭焚きボイラーCO₂排出量を基準

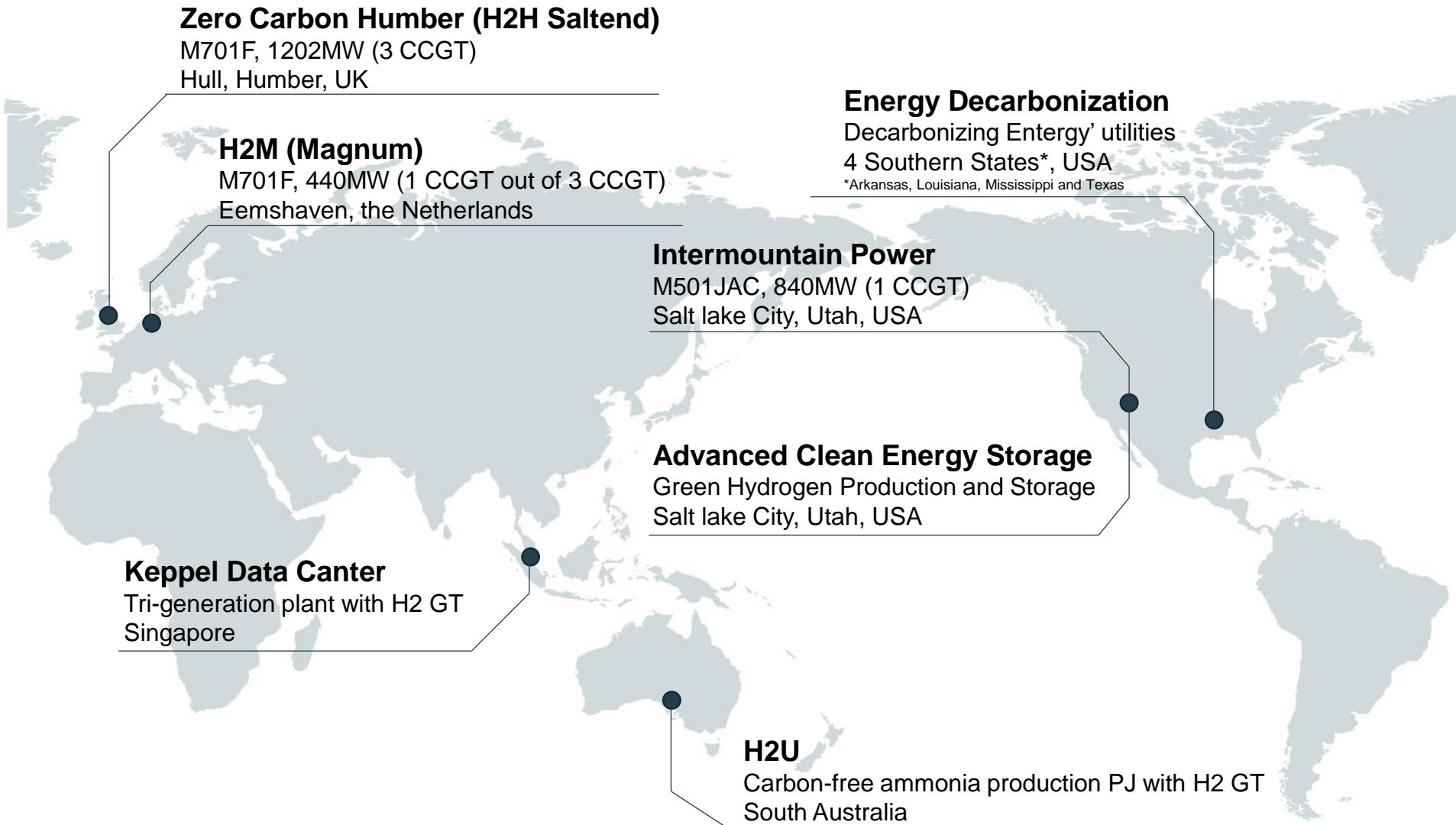
JAC形: J Series Air Cooled Gas Turbine
GTCC: Gas Turbine Combined Cycle

BESS: Battery Energy Storage Systems
CCUS: Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage

4. 今後の見通しについて

◆ 成果の実用化・事業化の見通し

- 世界各地で水素ガスタービンプロジェクトを進行中



4. 今後の見通しについて

◆ 成果の実用化・事業化の見通し

- インターマウンテン電力向け水素焼きJAC形設備を初受注。
2025年に水素混焼率30%で運転を開始、2045年までに水素100%での運転を目指す。
- 今後も水素100%実現に向けて、水素専焼の技術開発を加速させる。

プロジェクトの位置関係



ガスタービン機種

M501JAC

出力 (CC)

840 MW (2 GTCC)

所在地

米国 (ユタ州)

当プロジェクトは、石炭火力発電所の設備更新により建設。水素混焼 (30vol.%) GTCCへの更新により、最大で年間約460万トンのCO2排出量削減に寄与します。

発電電力は、ロッキー山脈をまたいでカリフォルニア州及びユタ州に幅広く供給される運びです。

MOVE THE WORLD FORWARD