

2024年度 電気事業者向け
NEDO 火力発電技術開発 成果発表会



脱炭素に
技術と叡智
IHI

発表：IHIにおけるアンモニア利用の取り組み

- ①石炭火力におけるアンモニア50%以上燃焼実証試験
- ②2MW級アンモニア専焼GTの開発
- ③アンモニアサプライチェーン構築

IHI

2024年12月17日

株式会社 IHI

資源・エネルギー・環境事業領域

カーボンソリューションSBU

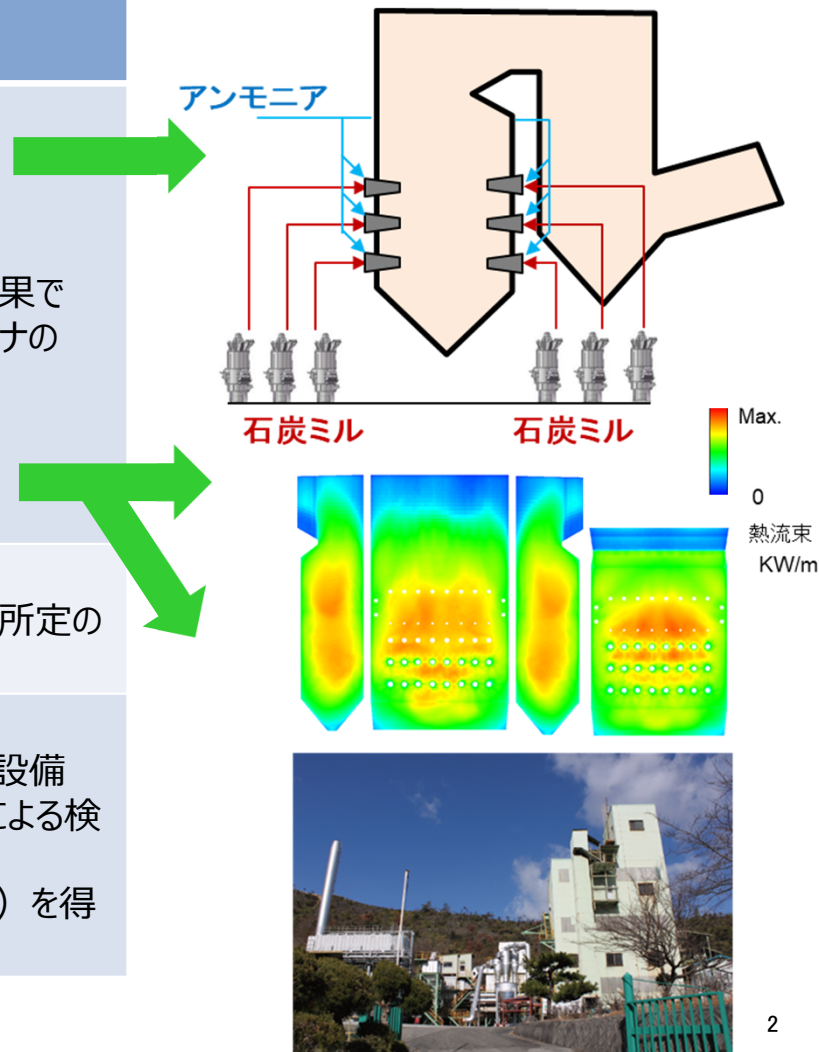
ライフサイクルマネジメント部 基本設計グループ

山田 球児

① 事業内容：(ボイラ)石炭火力におけるアンモニア燃焼率50%以上の燃焼技術の開発事業

項目①アンモニア高比率燃焼バーナの開発

アンモニア高混焼率バーナの開発 <IHI>	
開発内容	<ul style="list-style-type: none"> アンモニア50%以上燃焼可能なバーナの新規開発を行う。 (全バーナ段においてアンモニア50%以上燃焼が可能) 開発コンセプトは以下を予定 +高比率燃焼バーナの燃焼特性の把握, 実機運用に適用可能 +NEDOアンモニア燃焼技術開発委託事業(2019-2020)の成果である, 実証試験用20%混焼バーナおよび基礎研究60%燃焼バーナの知見を活用 開発の進め方は以下のような手順にて行う予定 +数値解析による事前検討および試験後の改善検討 +大型燃焼試験設備での燃焼試験による検証
目標	<ul style="list-style-type: none"> バーナ単独で60%燃焼率を確保できるものとする。 実機運用において安定燃焼を実現し, 同時に, 燃焼特性について所定の性能を確保
進捗状況	<ul style="list-style-type: none"> 実機構造を考慮したアンモニア60%燃焼バーナの開発を完了した 見直し構造にて小型燃焼試験設備での試験を経て大型燃焼試験設備(実機バーナ規模)での試験を実施している。並行して数値解析による検証も実施。 現状は, 石炭専焼と同程度の燃焼特性(NOx, 灰中未燃分など)を得るという開発目標を達成できる見通し。



① 事業内容：(ボイラ)石炭火力におけるアンモニア燃焼率50%以上の燃焼技術の開発事業

項目①アンモニア高比率燃焼バーナの開発



■ 燃焼試験設備紹介



小型燃焼試験設備(基礎炉)	
投入熱量	1.2 MWth
燃料量	240 kg/h (アンモニア換算)
寸法	Φ1.3m×L7.5m

小型燃焼試験設備 (基礎炉)

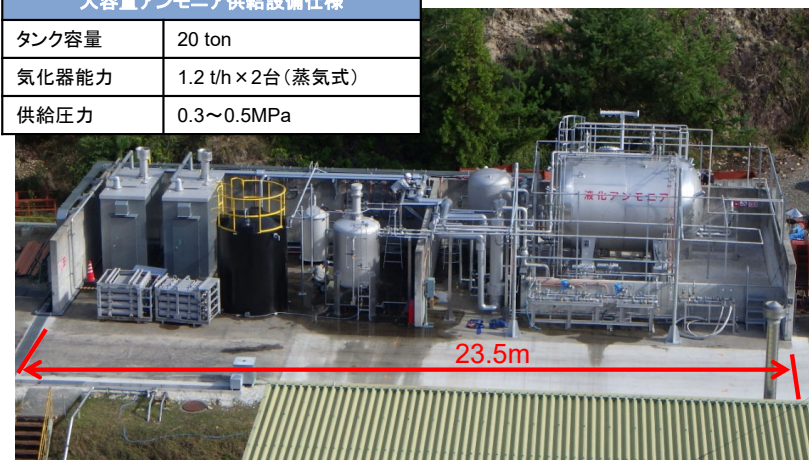
大型燃焼試験設備(CCTF単一炉)	
投入熱量	12 MWth
燃料量	2,400 kg/h (アンモニア換算)
寸法	Φ3.6m×L12m

大型燃焼試験設備 (CCTF単一炉)

※CCTF : Coal Combustion Test Facility

■ アンモニア供給設備 (新設)

大容量アンモニア供給設備仕様	
タンク容量	20 ton
気化器能力	1.2 t/h × 2台 (蒸気式)
供給圧力	0.3~0.5MPa



大容量アンモニア供給設備 (2022年9月竣工)



タンクおよび気化器



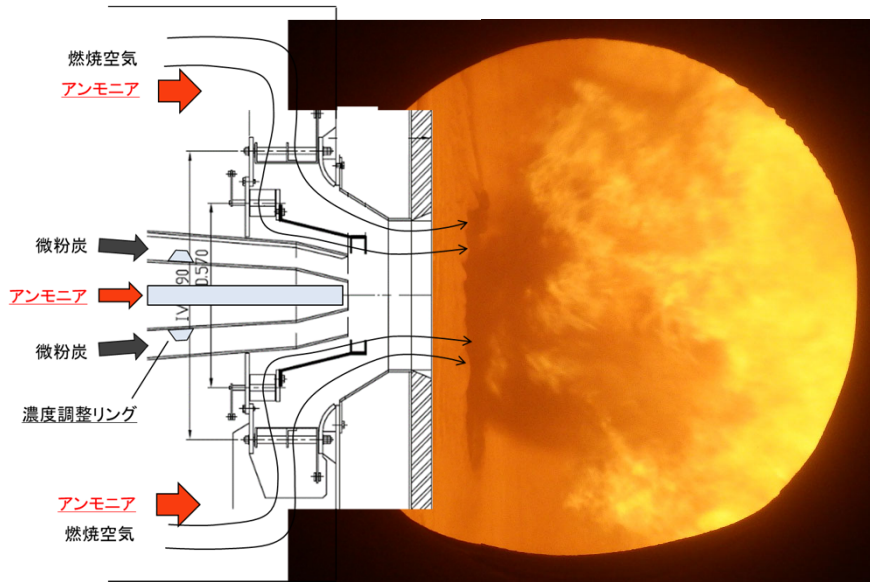
気化熱源用ボイラ

※掲載設備はすべてIHI自社設備

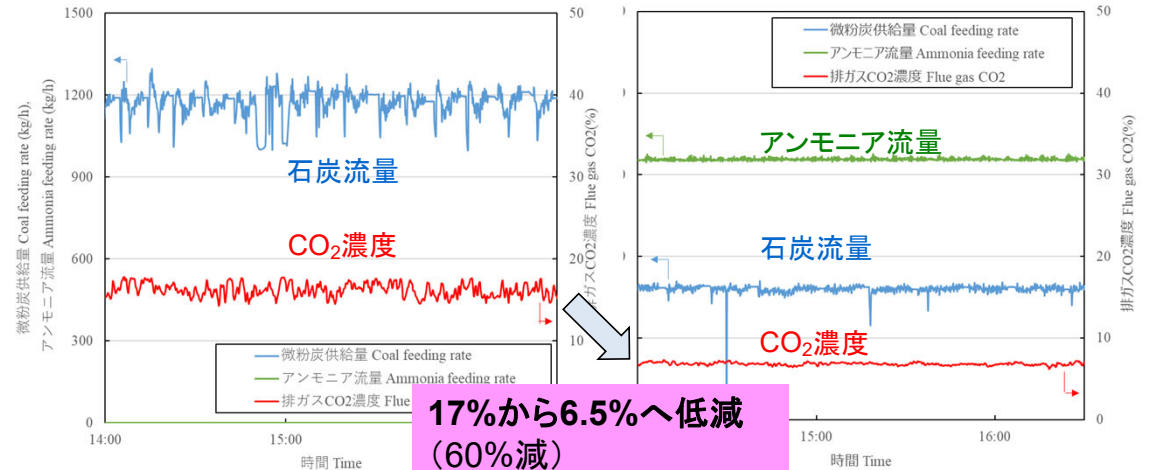
① 事業内容：(ボイラ)石炭火力におけるアンモニア燃焼率50%以上の燃焼技術の開発事業
 項目①アンモニア高比率燃焼バーナの開発

■ 進捗状況

- ・バーナ開発は完了し，詳細設計に向けた確認試験を実施中。
- ・アンモニア60%混焼によって，CO₂が約60%（石炭専焼比）低減されたことを確認。
- ・現状は，石炭専焼と同程度の燃焼特性（NO_x，灰中未燃分など）を得るとい開発目標を達成できる見通し。



アンモニア60%燃焼バーナと燃焼火炎
 (大型燃焼試験設備)

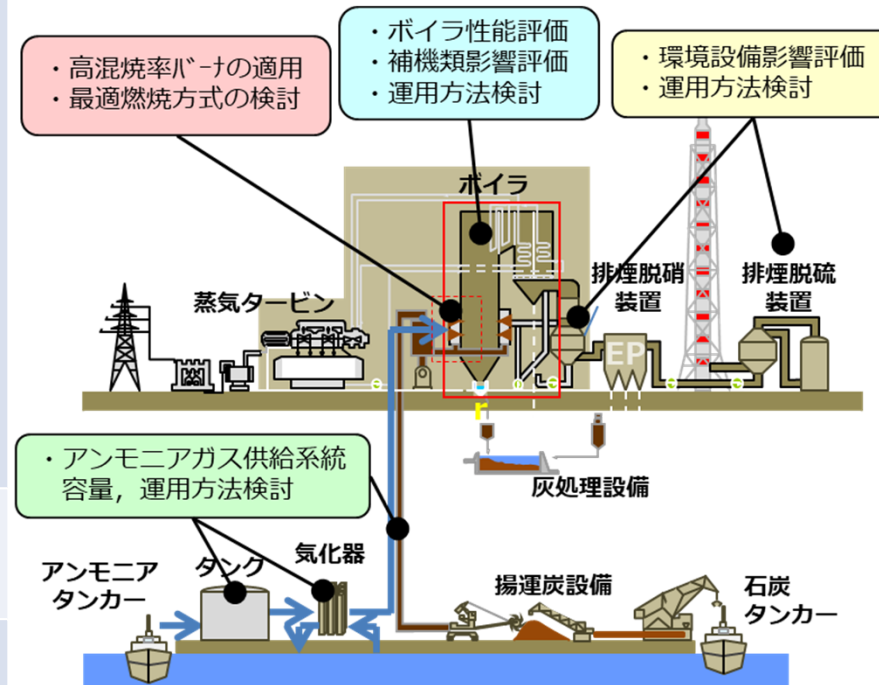


アンモニア60%燃焼率時のCO₂濃度の変化
 (大型燃焼試験設備)

大型燃焼試験設備(CCTF単一炉)	
投入熱量	12 MWth
燃料量	2,400 kg/h (アンモニア換算)
寸法	Φ3.6m×L12m

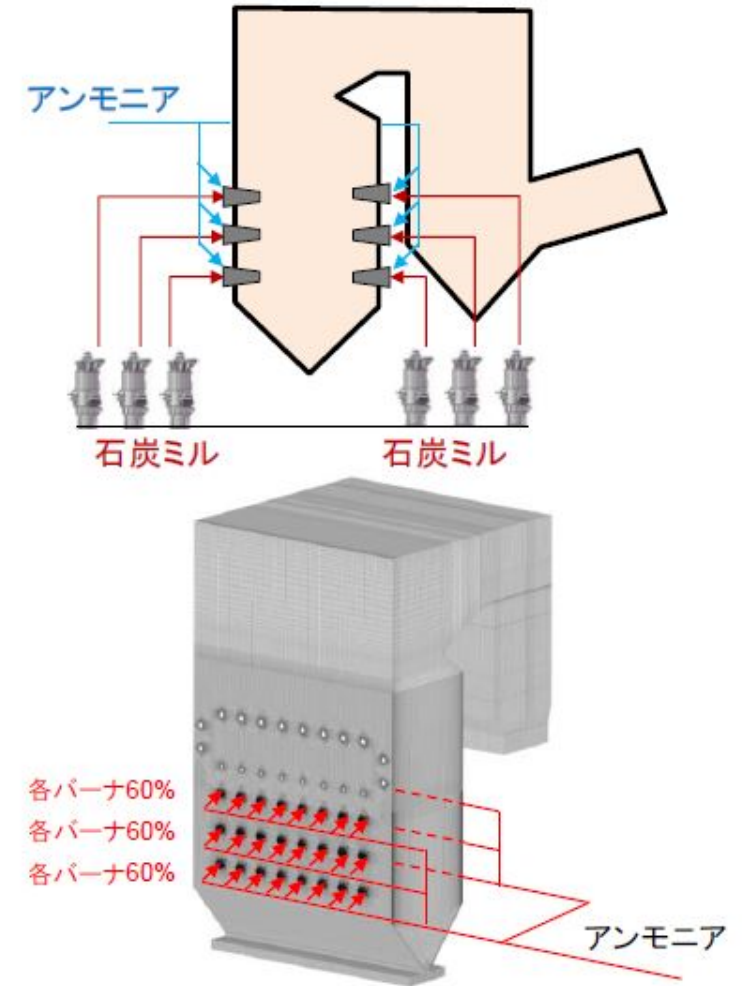
① 事業内容：(ボイラ)石炭火力におけるアンモニア燃焼率50%以上の燃焼技術の開発事業
 項目②1000MW級石炭火力発電設備実機運用に基づくFS

1000MW級石炭火力発電設備実機運用に基づくFS <IHI・JERA>	
FS内容	<ul style="list-style-type: none"> 実機運転データを調査し現状のプラント状態を把握する。 現状のプラントにおいて、アンモニア混焼率50%以上燃焼した場合の運転点を算出する。 アンモニア燃焼率50%以上燃焼でのプラント設備への影響について、以下観点で評価を行う。 <ul style="list-style-type: none"> +高燃焼比率バーナの燃焼 +ボイラ性能，ボイラ補機類仕様と運用方法 +環境設備仕様と運用方法 +アンモニアガス供給設備仕様と運用方法 (検討中の20%混焼設備の活用可否含む) +実証試験要領の策定 アンモニア燃焼率50%以上燃焼用プラント各設備の仕様を決定し，コストおよび工程を評価する。
目標	<ul style="list-style-type: none"> 実機運用に基づくアンモニア燃焼率50%以上が可能なプラント設備の仕様，コスト，工程の策定 実証試験に向けて解決課題と対策の検討
進捗状況	<ul style="list-style-type: none"> 検討条件設定・検討ケース（出力/燃焼比率）設定完了 ボイラ仕様検討・ボイラ本体影響評価と改造概要検討完了 環境装置仕様検討・仕様クリティカルポイントの整理完了 気化器検討・気化器仕様とレイアウト検討完了 経済性評価・検討ケースの絞り込みと費用見積りによる評価中 <p>⇒2025年1月にステージゲート審査予定</p>



① 事業内容：(ボイラ)石炭火力におけるアンモニア燃焼率50%以上の燃焼技術の開発事業
 項目③1000MW級石炭火力発電設備実機での実証試験

1000MW級石炭火力発電設備実機での実証試験 <JERA・IHI>	
改造内容	<ul style="list-style-type: none"> バーナ全段をアンモニア高燃焼比率バーナに交換 高燃焼比率バーナは新規開発
目的	<ul style="list-style-type: none"> アンモニア利用の社会実装を早期に最大化する。 +高燃焼比率を確保できるため、高い運用性と高いCO₂削減効果が期待でき、社会実装が進む。 アンモニア供給設備においては、検討中の20%燃焼率設備の活用により、極力コストを抑制する。
実証内容	<ul style="list-style-type: none"> 燃焼・収熱特性を把握するための実証運転を行う。 アンモニア専焼へ向けての技術課題を抽出する。
目標	<ul style="list-style-type: none"> 最終的にアンモニア燃焼率50%以上の燃焼技術確立・商用運転の実施可否を判断する。



② 事業内容：(GT)液体アンモニア専焼ガスタービンの研究開発

GI基金事業の概要

アンモニア専焼ガスタービンの研究開発

事業の目的・概要

- ガスタービンコジェネレーションシステムからの温室効果ガスを削減するため、2MW級ガスタービンに向けた液体アンモニア専焼(100%)技術を開発する。
- 実証試験を通じた運用ノウハウの取得や安全対策等の検証を行い、早期社会実装を図ることで温室効果ガス排出量の削減に貢献する。また、技術の展開先を探索し、アウトカムの最大化を図る。

実施体制

※太字: 幹事企業

- **株式会社IHI**
- 国立大学法人東北大学
- 国立研究開発法人産業技術総合研究所

事業規模等

- 事業規模：約92億円
 - 支援規模*: 約90億円
- *インセンティブ額を含む。今後ステージゲート等で事業進捗等に応じて変更の可能性あり
補助率等：委託 → 2/3 (インセンティブ率は10%)

事業期間

2021年度～2027年度(7年間)

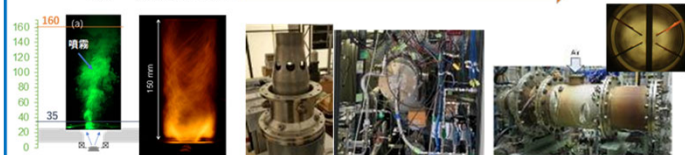
事業イメージ

【技術開発】

【実証試験】

技術のさらなる展開先の探索
・アウトカムの最大化

スケールアップ検討



- | | | |
|---|--|--|
| 東北大学
ラボスケール試験
・液体アンモニア噴霧/燃焼挙動
・低NOx燃焼手法 | 産業技術総合研究所
ベンチスケール試験
・小型燃焼器によるリグ試験
・燃焼器設計の最適化 | 株式会社IHI
実機スケール試験
・実機スケールリグ試験
・ガスタービンにおける性能検証 |
|---|--|--|

出典：株式会社IHI、東北大学、産業技術総合研究所

研究進捗状況により事業期間を短縮
～2027年度 ⇒ ～2025年度

出典：NEDO採択事業概要 (https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101502.html)

液体アンモニア専焼ガスタービンの技術課題

赤字: 気体・液体アンモニア共通の課題

青字: 特に液体アンモニアで顕著な課題

液体アンモニアの安定燃焼

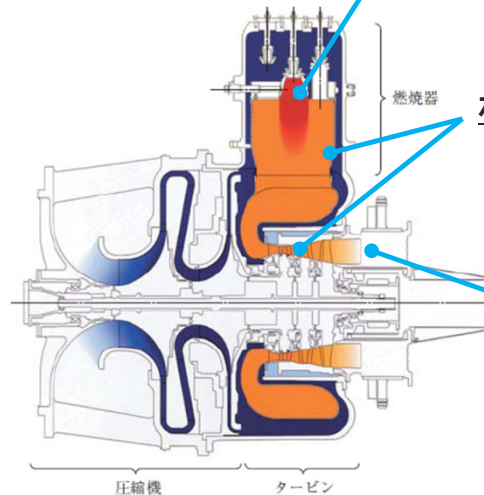
- ・液体を直接供給することにより、出力制御性は向上
- ・蒸発潜熱により火炎温度が低下、燃焼が気体アンモニアよりさらに不安定に

材料の耐久性 (燃焼器・スクロール・タービン)

- ・アンモニア存在下での材料耐久性
- ・都市ガス燃焼⇔アンモニア燃焼の温度変化

エミッション

- ・未燃NH₃ (環境汚染, 悪臭)
- ・N₂O (温室効果ガス)
- ・NOx (環境汚染, Fuel-NOx)

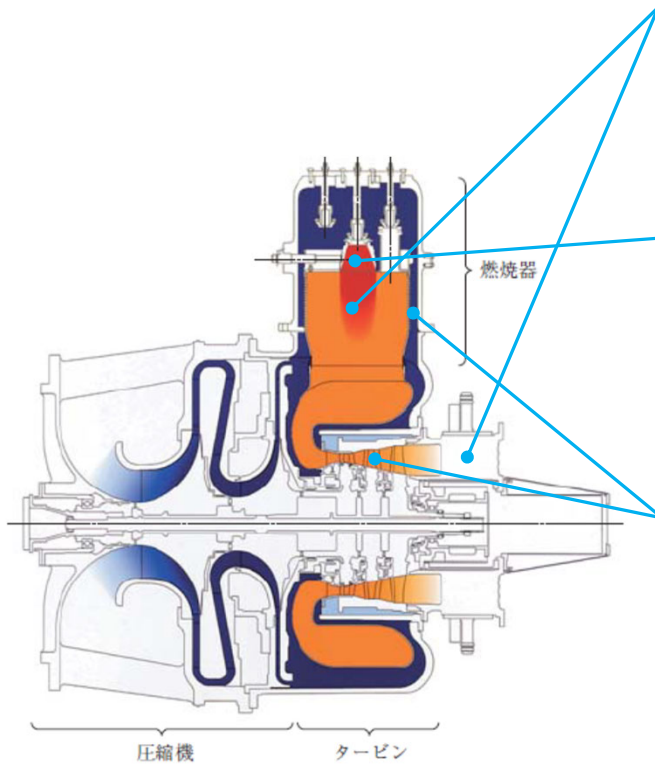


液体アンモニアによるガスタービンの始動

- ・液体アンモニアの直接供給では火花点火が難しい
また、起動時に大量の未燃NH₃が排出されるリスクがある

② 事業内容：(GT)液体アンモニア専焼ガスタービンの研究開発

GI基金事業における実施内容



研究進捗状況により事業期間を短縮
 ~2027年度 ⇒ ~2025年度

項目①-1：液体アンモニア専焼技術の研究開発（IHI・東北大・産総研）

- ✓ 液体アンモニアの噴霧/燃焼挙動の解明
- ✓ NO_x, N₂O排出メカニズムの解明
- ✓ 液体アンモニアの安定・低エミッション燃焼手法の開発
- ✓ 開発期間：2021~2025

項目①-2：液体アンモニア着火技術の研究開発（IHI・東北大・産総研）

- ✓ アンモニア熱分解を利用したGTの着火・始動方法の検討，要素試験
 - ①高温ヒータ（窒化耐性），②熱分解触媒，③ATR
- ✓ 2MW級ガスタービンへのスケールアップ検討
- ✓ 開発期間：2021~2025

項目②：ガスタービン長期耐久性の検討（IHI）

- ✓ 材料試験によるアンモニアに暴露される燃焼器・スクロール・タービンの耐久性確認
- ✓ 2MW級ガスタービンを使用した長期耐久性確認試験
- ✓ 要素試験：2021~2023，長期耐久性確認試験：2024~2025

項目④：実証試験

- ✓ 実証試験期間：2025を予定

項目③：大型ガスタービンへのアンモニア燃焼技術適用に向けたFS検討（IHI）

- ✓ 液体アンモニア燃焼大型ガスタービンのモデルプラントの検討
 - （設備仕様・設備規模・経済性）
- ✓ 大型ガスタービンへのアンモニア燃焼技術適用の課題抽出・対策検討
 - （高圧化，高温化の影響）
- ✓ 検討期間：2021~2024

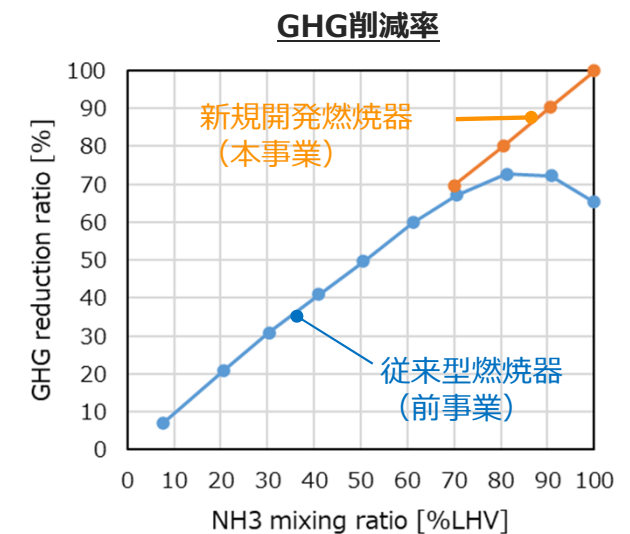
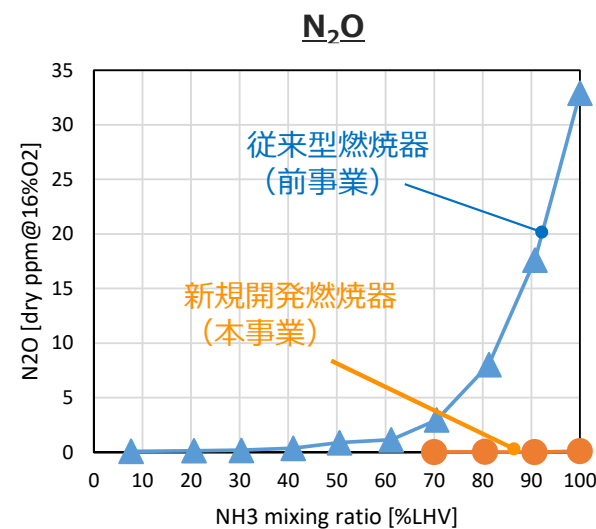
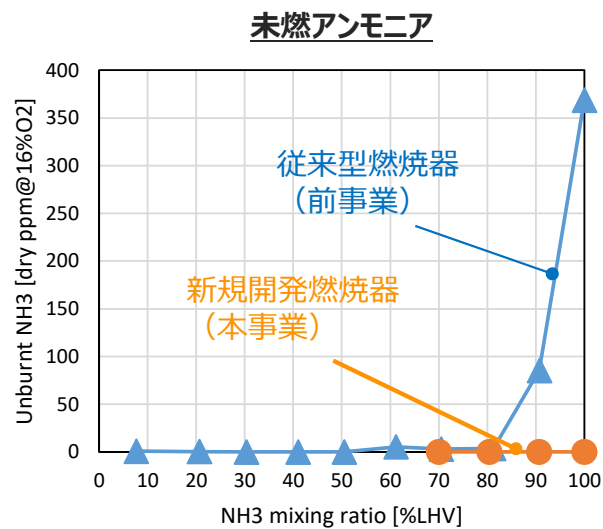
② 事業内容：(GT)液体アンモニア専焼ガスタービンの研究開発 **進捗状況**

項目	進捗
項目①-1： 液体アンモニア専焼技術の研究開発 (IHI・東北大・産総研)	<ul style="list-style-type: none"> 2MW級ガスタービンを対象に液体アンモニア専焼技術を開発、未燃アンモニアおよびN₂Oの大幅な低減に成功した。これまでに設計した燃焼器を使用して、長期耐久性試験を実施中である。 更なるNO_x低減のため燃焼技術開発を継続して実施する。 他機種展開については、大型ガスタービンを想定した高温・高圧条件における燃焼試験を実施し、ガスタービン燃焼器条件の影響について検証を実施している。
項目①-2： 液体アンモニア着火技術の研究開発 (IHI・東北大・産総研)	<ul style="list-style-type: none"> アンモニアによるガスタービンの着火/始動では、未燃アンモニアの排出リスクが高い。より確実に着火し、ガスタービン加速中の失火を防ぐため、アンモニアを熱分解した水素の利用を検討している。 2MW級ガスタービンは着火から定格回転数に到達するまでの時間が短いため、熱分解ガスを貯蔵するシステム構成を検討した。要素試験を2024年度末から実施する予定。 熱分解装置については、触媒による熱分解方式を採用した。
項目②： ガスタービン長期耐久性の検討 (IHI)	<ul style="list-style-type: none"> ガスタービンにおけるアンモニアの燃料利用による影響を検証するため、長期耐久性試験を実施している。2024年7月に運開し、DSSによる運転を継続中。 アンモニアによる部材窒化の影響評価のため要素試験を実施、Ni基合金では耐久性がある見込みを得ている。長期試験中に部材の抜き取り等を実施し、窒化の影響を評価する予定である。
項目③： 大型ガスタービンへのアンモニア 燃焼技術適用に向けたFS検討 (IHI)	<ul style="list-style-type: none"> 開発した液体アンモニア燃焼技術の大型ガスタービンへの適用を目指して、フィージビリティスタディーを実施している。 1400℃級の大型ガスタービンを対象として、アンモニア供給システムの検討を実施した。供給システムについては、新規開発が必要な要素は無い見込みである。 アンモニア焚きGTCCの効率評価を進めている。

② 事業内容：(GT)液体アンモニア専焼ガスタービンの研究開発

液体アンモニア燃焼技術開発

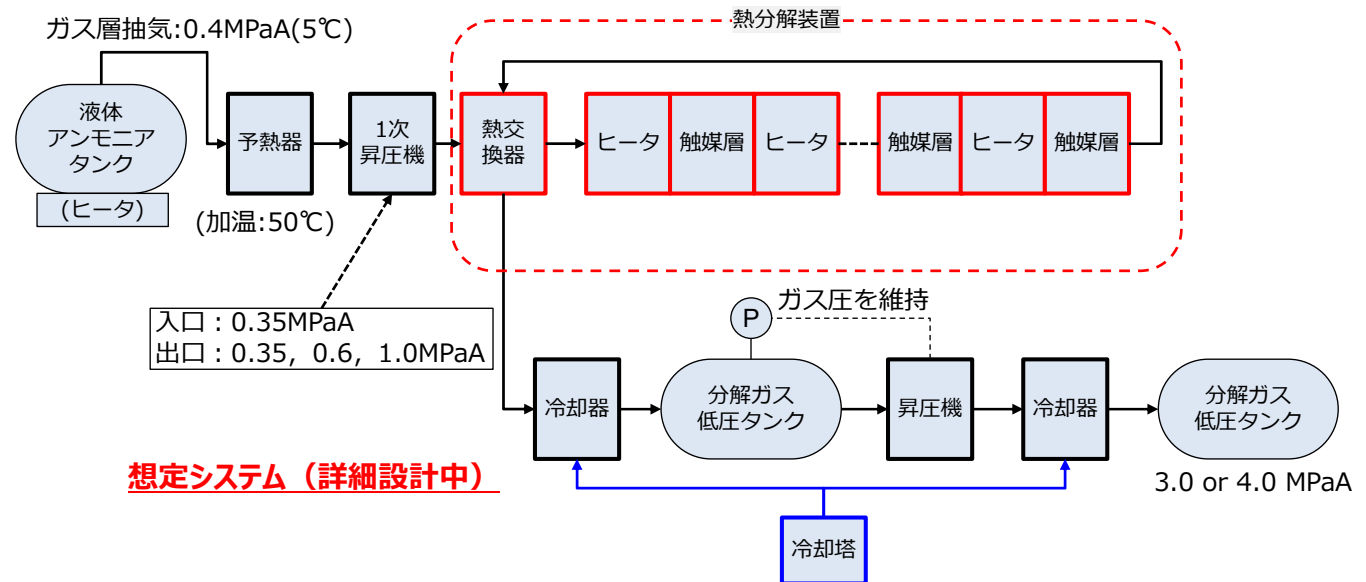
- 液体アンモニア専焼によるガスタービン運転に向けて、燃焼器改良を実施してきた。
 - 燃焼安定性の改善
 - 未燃アンモニアおよび N_2O 排出量の抑制 (N_2O : CO_2 の約300倍の温室効果を持つエミッション)
 - 燃焼器耐久性の評価、改良設計
- 開発燃焼器を使用して長期耐久性試験を実施する。
- NO_x の抑制については、2024-25年度に対策を実施する予定である。
また、大型GT同等の高温・高圧条件におけるエミッション感度を調べる試験も実施中である。



② 事業内容：(GT)液体アンモニア専焼ガスタービンの研究開発

液体アンモニア着火技術の研究開発

- 液体アンモニア噴霧を火花点火することは難しい。また、着火時に多量の未燃アンモニアを排出するリスクがある。
⇒アンモニア熱分解ガスによるガスタービンの始動について検討
- 2MW級ガスタービン向けに、熱分解ガス貯蔵システムを検討している。（大型GT向けには別途検討が必要）
 - ①熱分解装置へのガスの供給方法については、ガス抽気方式を検討
 - ②アンモニアガスの熱分解については、触媒分解方式とした
- システムサイズおよび構成要素の詳細を検討し、
熱分解装置の試作/熱分解試験を計画している。



② 事業内容：(GT)液体アンモニア専焼ガスタービンの研究開発

ガスタービン長期耐久性の検討

- ガスタービンでのアンモニア燃料利用の影響（主に作動条件・材料）を把握するため、長期耐久性試験を実施している。
2024年7月に運開、DSSによる運転を継続している。
- 材料の窒化の確認
燃焼器：運転時間に応じて抜き取り調査を実施
ガスタービン本体：2025年5月に開放点検を予定

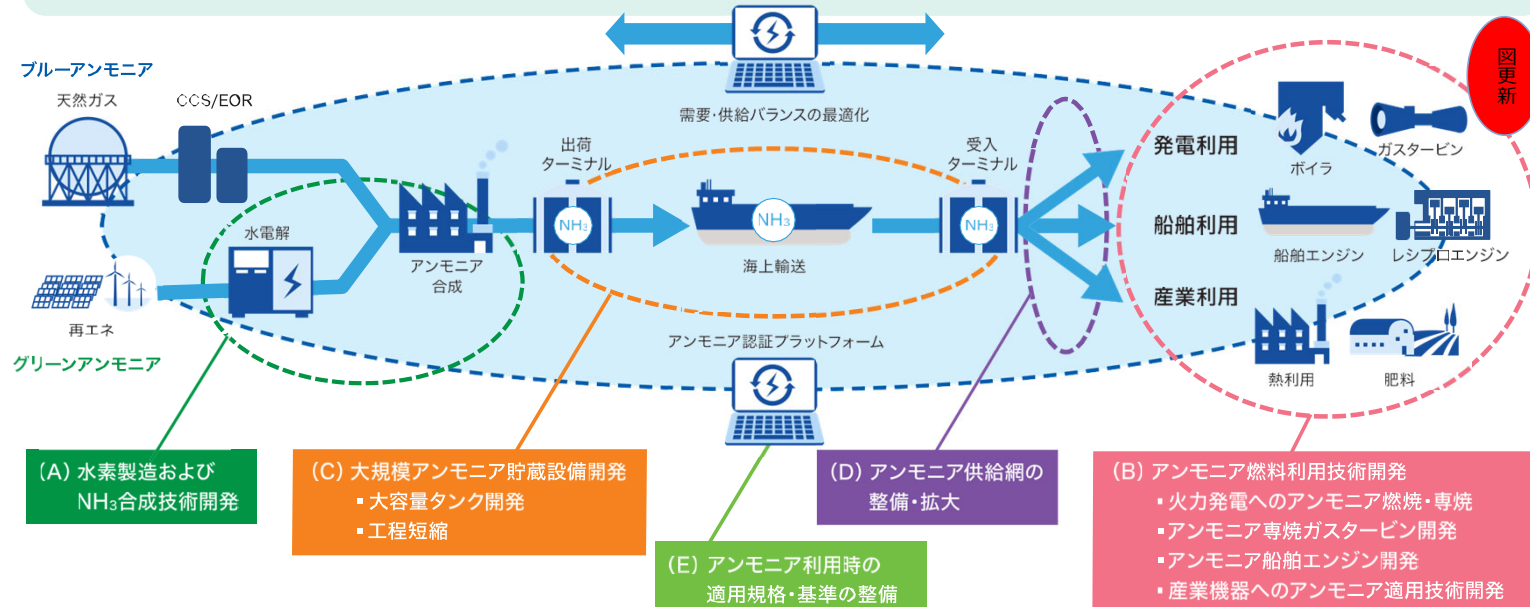


③ 事業戦略 ～IHIのアンモニア・バリューチェーン構築に向けた取り組み～

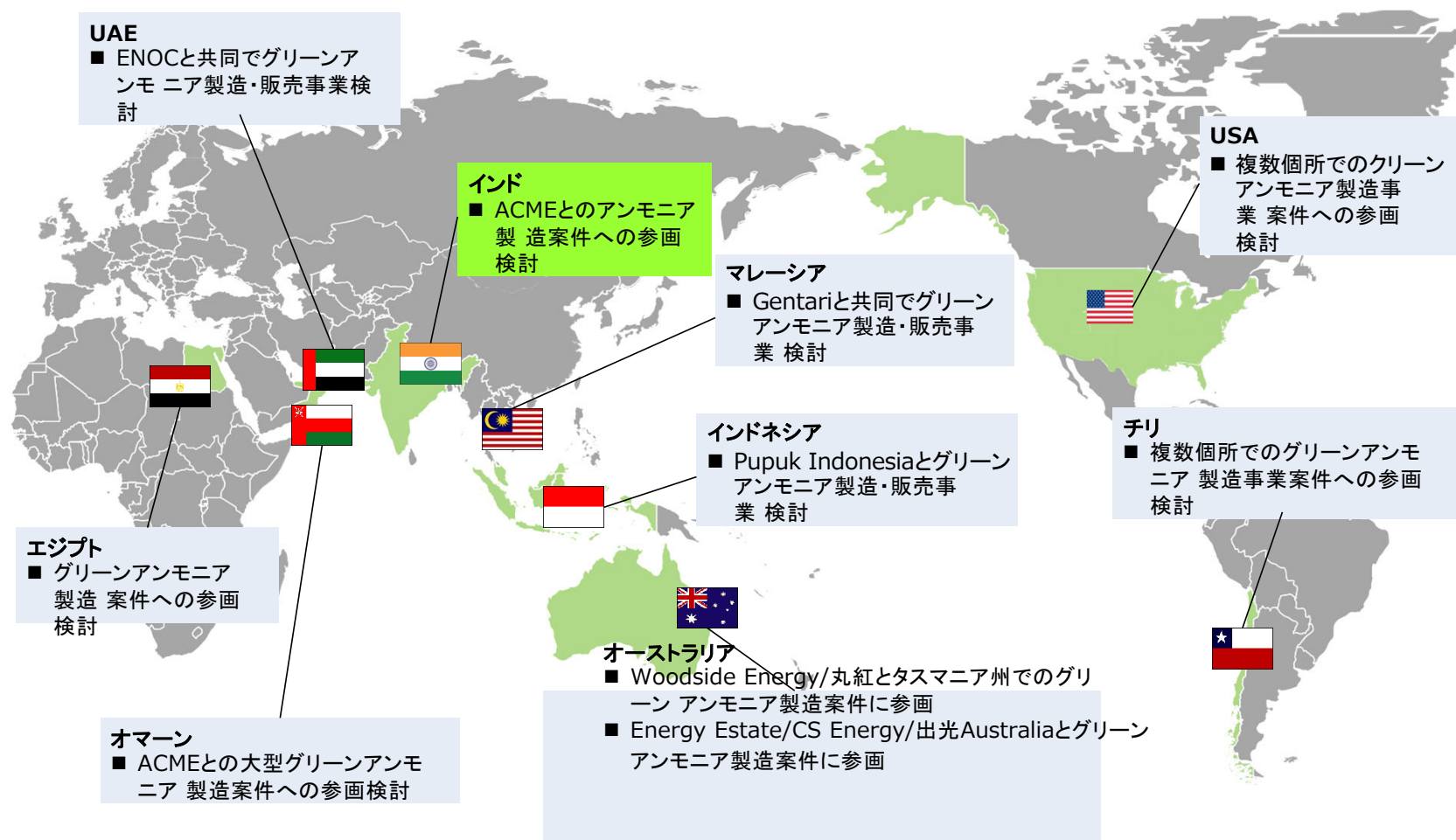
IHIグループは社会課題の一つであるカーボンニュートラルに取り組むお客さまに対して、安価なグリーンアンモニアと、高度なアンモニア利用技術を提供することで、アンモニアバリューチェーンの早期構築を図っていく。

このため、以下の活動を中心に幅広い活動を進めているところ。

- グリーンアンモニア価格低減につながる水素製造/アンモニア合成技術開発 (A)
- アンモニア燃料・原料利用技術の開発 (B)
- 大規模アンモニア貯蔵設備開発 (C)
- アンモニア供給網の整備・拡大 (D)
- 適用規格・基準の整備 (E)



③ 事業戦略 ～グリーンアンモニア製造事業検討～



③ 事業戦略 ～グリーンアンモニア製造・販売事業への取り組み～

IHI

IHIとACME, インドから日本へのグリーンアンモニア供給について基本合意

-2024年01月23日- プレスリリース

IHIは、インド大手再生可能エネルギー事業者ACMEグループ(以下「ACME」と)と、ACMEがインドで生産するグリーンアンモニアの引き取りに関する基本合意(以下「本タームシート」)にいたしました。このたび、インド電力省(The Ministry of Power)において、Sh. Raj Kumar Singh電力大臣、Sh. Bhupinder Singh Bhalla新・再生可能エネルギー省長官および鈴木浩インド日本国特命全権大使ご臨席のもと、調印式を執り行ないました。

ACMEは、インド・オディシャ州で太陽光由来の電力によるグリーンアンモニアを製造する設備を建設するプロジェクトを進めています。本タームシートにおいて、IHIはグリーンアンモニア最大40万トンを2028年から引き取り、主に日本における発電を含むさまざまな産業の需要家向けに供給する計画です。

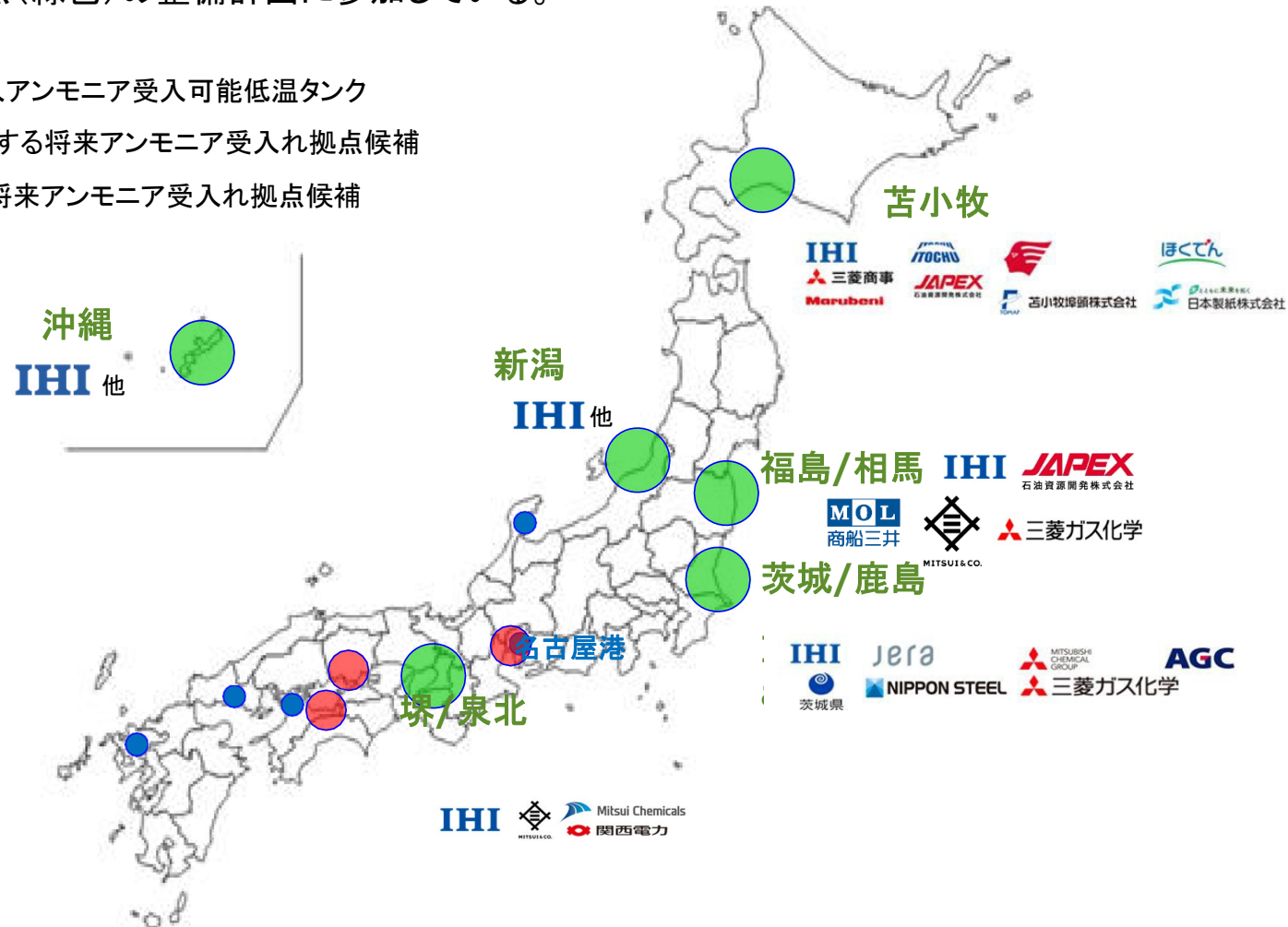
https://www.ihico.jp/all_news/2023/resources_energy_environment/1200571_3538.html



③ 事業戦略 ～クリーンアンモニア輸入受入れ拠点～

現在、燃料クリーンアンモニアを輸入する上で、受入れ可能な大型低温タンクは3か所のみ。今後、受入れ拠点の整備が必要であり、IHIは6拠点(緑色)の整備計画に参加している。

- : 既存の輸入アンモニア受入可能低温タンク
- : IHIが参画する将来アンモニア受入れ拠点候補
- : その他の将来アンモニア受入れ拠点候補



③ 事業戦略 ～アンモニア受入基地/大型アンモニア受入基地開発の取組み～

IHI



アンモニアの大規模サプライチェーンの実現に向けた、アンモニア受入・貯蔵技術の拡充による大型アンモニア受入基地の開発を開始

-2021年10月05日-

プレスリリース

IHIは、カーボンニュートラル社会の実現に向けて、アンモニアを石炭火力やガスタービンの燃料として利用する技術開発を進めており、アンモニアを燃料として広く利用するためにはアンモニアのサプライチェーンの構築が必要であるが、現在のアンモニアの用途は限定的であり、その受入・貯蔵のためのインフラは不十分です。

IHIは、これまで培ったアンモニア受入・貯蔵技術を拡充することで、輸入される大量のアンモニアを効率的に受け入れるインフラを早期・低コストで確立するための大型アンモニア受入基地の開発に着手した。

現状では限定的な受入設備規模を、液化天然ガス(LNG)受入基地と同規模へ大型化することを目指しており、2025年頃の開発完了を目指す。

IHIは、国内でLNG受入基地の約3割、LNG貯蔵タンクにおいては約5割の設計・建設実績をもつ国内トップメーカー。大型貯蔵タンクにおいては、世界最大級の容量となる25万KLタンクの建造実績も有している。

これらの技術を生かし、貯蔵タンクも含めた大型アンモニア受入基地の総合的な開発を進めていく。



https://www.ihi.co.jp/ihi/all_news/2021/resources_energy_environment/1197535_3345.html

関連記事: ガス火力発電所の燃料アンモニア導入に向けた既存液化天然ガス受入・貯蔵設備の転用化検討に着手

https://www.ihi.co.jp/ihi/all_news/2022/resources_energy_environment/1198154_3473.html

③ 事業戦略 ～既設液化天然ガス受入・貯蔵設備の転用化検討～

ガス火力発電所の燃料アンモニア導入に向けた 既存液化天然ガス受入・貯蔵設備の転用化検討に着手

-2023年1月25日-

プレスリリース

IHIはこのたび、多くのガス火力発電所近郊で整備されている液化天然ガス(LNG)受入・貯蔵設備を、燃料アンモニア受入・貯蔵設備へ転用化する検討に着手した。IHIが保有する腐食に関する知見や材料に関する実験技術を利用し、既存LNG受入・貯蔵設備を最小限の改造で転用が可能となるよう検討を進め、2020年代後半での社会実装を目指す。

石炭火力発電所のみならず、ガス火力発電所においても、カーボンニュートラルの選択肢の一つとして燃焼時にCO₂を排出しないアンモニアに期待が高まっており、IHIではアンモニアをボイラやガスタービンの燃料として利用する技術開発を進めていく。また、カーボンニュートラル燃料の導入にあたっては、受入・貯蔵設備の整備が必要となるが、既存LNG受入・貯蔵設備の転用により大幅なコストダウンや土地の有効活用を実現し、導入促進に繋がることが期待される。

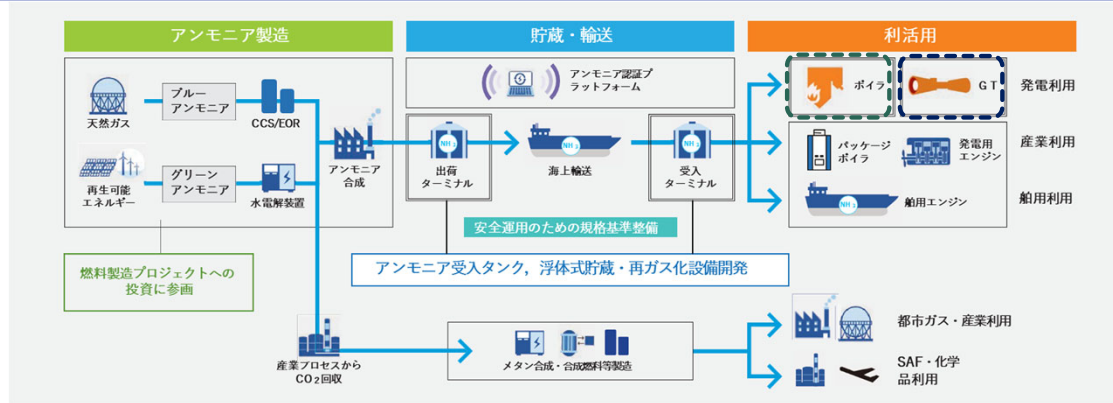
IHIは、国内でLNG受入基地の約3割、LNG貯蔵タンクにおいては約5割の設計・建設実績をもつ国内トップメーカー。大型貯蔵タンクにおいては、世界最大級の容量となる25万KLタンクの建造実績も有している。

これらの技術を生かし、貯蔵タンクも含めた大型アンモニア受入基地の総合的な開発を進めていく。



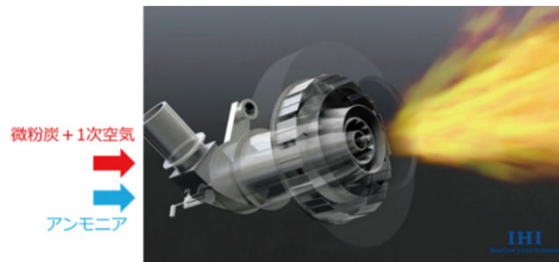
https://www.ihi.co.jp/ihi/all_news/2022/resources_energy_environment/1198154_3473.html

③ 事業戦略 ～アンモニア燃焼技術開発プロジェクト概要～



ボイラ：アンモニア燃焼率50%以上の燃焼技術の開発

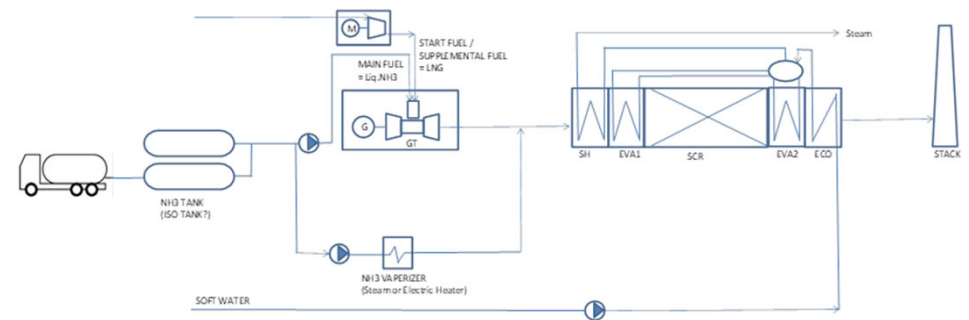
- 既設石炭火力を活用しつつ、段階的なグリーン社会への移行
 - ◆ アンモニア燃焼可能な既設火力発電ボイラ設備への改造
 - ◆ アンモニア燃焼可能な火力発電ボイラ設備へのリプレース
- 電力安定供給の維持継続
 - ◆ アンモニアサプライチェーンの拡大／確立
- 低コストでの脱炭素化の実現
 - ◆ 発電利用拡大 ⇒ アンモニアチェーン事業拡大 ⇒ 低コスト化



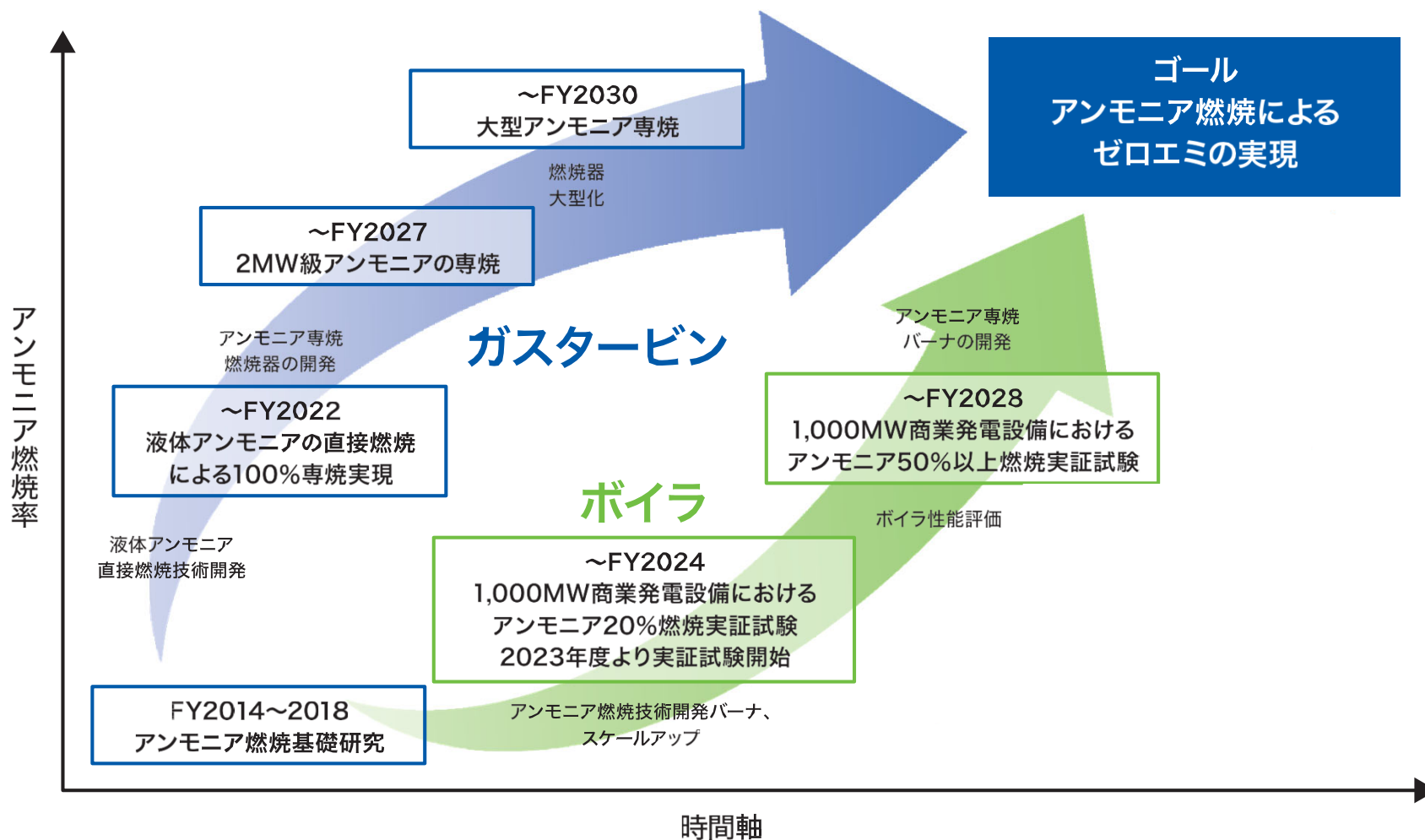
アンモニア燃焼バーナイメージ

GT：アンモニア専焼ガスタービンの研究開発

燃料アンモニアをガスタービンで直接利用し、ゼロエミッション化できるアンモニア取り扱い設備を簡素化可能な技術
→液体アンモニア専焼ガスタービン



③ 事業戦略 ～アンモニア燃焼技術開発ロードマップ～





ご清聴ありがとうございました

IHI

Realize your dreams