



# グリーンイノベーション基金事業／ 燃料アンモニアサプライチェーンの構築プロジェクト

## 2022年度 エネルギー構造転換分野WG報告資料

---

2022年12月7日

スマート・コミュニティー・エネルギーシステム部  
環境部

# 目次

1. プロジェクトの概要
  2. プロジェクトの実施体制
  3. プロジェクトの実施スケジュール
  4. プロジェクト全体の進捗
  5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見
  6. プロジェクトを取り巻く環境
  7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況
- (参考1) プロジェクトの事業規模
- (参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

# 1. プロジェクト概要

- 燃料アンモニアの供給と需要が一体となった燃料アンモニアサプライチェーンの構築を目指し、**アンモニア製造の低コスト化、アンモニア発電利用における高混焼化・専焼化**の技術確立に取り組む。

## 研究開発項目 1

### アンモニア供給コストの低減

#### 研究開発内容①

アンモニア製造新触媒の開発・実証

#### 研究開発内容②

グリーンアンモニア電解合成

### 研究開発概要

2030年までに、アンモニアを高効率に製造するため、ハーバーボッシュ法より低温・低圧でアンモニアが合成可能な新触媒をコアとする技術を開発する。

2028年までに、グリーンアンモニアのコスト削減を目指し、水と窒素を原料とした電解反応による常温常圧でのアンモニア製造方法を確立する。

## 研究開発項目 2

### アンモニアの発電利用における高混焼化・専焼化

#### 研究開発内容①

石炭ボイラにおけるアンモニア高混焼技術（専焼技術含む）の開発・実証

#### 研究開発内容②

ガスタービンにおけるアンモニア専焼技術の開発・実証

2028年までに、アンモニア高混焼微粉炭バーナおよびアンモニア専焼バーナを開発し、石炭火力発電所における実機での実証試験を通じて、アンモニア混焼率50%以上の混焼技術を確立する。

2027年までに、ガスタービン向け専焼バーナを開発し、2MW級ガスタービンでの実証試験を通じて、液体アンモニア専焼（100%）技術を確立する。

## アウトプット目標

<研究開発項目 1> アンモニアの供給コストの低減に必要な技術の確立（2030年10円台後半/Nm<sup>3</sup>の実現に必要な技術）

- 1-①. アンモニア製造の運転コスト（人件費除く）を15%以上低減する合成技術の確立
- 1-②. 1年間の連続運転により最大製造可能量の9割以上の製造を可能とするグリーンアンモニア電解合成技術の確立

<研究開発項目 2> アンモニアの発電利用における高混焼化・専焼化（2050年国内導入量3000万トン/年に必要な技術の確立）

- 2-①. 石炭火力発電の実機における50%以上のアンモニア混焼技術の確立
- 2-②. ガスタービンの実機におけるアンモニア専焼技術の確立

## 2. プロジェクトの実施体制

- 世界に先駆けて、いち早く燃料アンモニアサプライチェーンを構築するため、産官学が連携した幅広い体制で、**アンモニア製造: 2件**、**アンモニア発電利用: 3件**について、技術開発を推進中。

### 【研究開発項目 1】 アンモニア供給コストの低減

テーマ名・事業者名	実施内容	事業期間
<b>【1-1】アンモニア製造新触媒の開発・実証</b> ・千代田化工建設株式会社（幹事）（※） ・東京電力ホールディングス株式会社 ・株式会社JERA（※）	研究開発内容 1-①	2021年度～2030年度
<b>【1-2】グリーンアンモニア電解合成</b> ・出光興産株式会社（幹事） ・東京大学、大阪大学、東京工業大学、九州大学	研究開発内容 1-②	2021年度～2028年度

### 【研究開発項目 2】 アンモニアの発電利用における高混焼化・専焼化

テーマ名・事業者名	実施内容	事業期間
<b>【2-1】事業用火力発電所におけるアンモニア高混焼化技術確立のための実機実証研究</b> ・株式会社 I H I（幹事）（※） ・株式会社JERA（※）	研究開発内容 2-①	2021年度～2028年度
<b>【2-2】アンモニア専焼バーナを活用した火力発電所における高混焼実機実証</b> ・三菱重工業株式会社（幹事）（※） ・株式会社JERA（※）	研究開発内容 2-①	2021年度～2028年度
<b>【2-3】ガスタービンにおけるアンモニア専焼技術の開発・実証</b> ・株式会社 I H I（幹事）（※） ・東北大学 ・国立研究開発法人産業技術総合研究所	研究開発内容 2-②	2021年度～2027年度

（※）WG出席企業

# (参考) 採択テーマの概要

## 1- (1) アンモニア製造新触媒の開発・実証

### 事業の目的・概要

- (1) 燃料アンモニアの利用拡大に向けて、製造コストの低減を実現できる**アンモニア製造新触媒をコアとする国産技術**を開発する。
- (2) 三つの開発チームによる新触媒の競争開発を中心として、低温低圧プロセスを構築し、**商業装置を念頭に置いたベンチ試験、パイロット試験による技術実証**を行うことで、早期の社会実装につなげる。

### 実施体制

※太字: 幹事企業

**千代田化工建設株式会社**、東京電力ホールディングス株式会社、株式会社JERA

(再委託/共同実施先: 国立大学法人九州大学、国立大学法人京都大学、つばめBHB株式会社、国立大学法人東京工業大学、国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学、独立行政法人国立高等専門学校機構沼津工業高等専門学校)

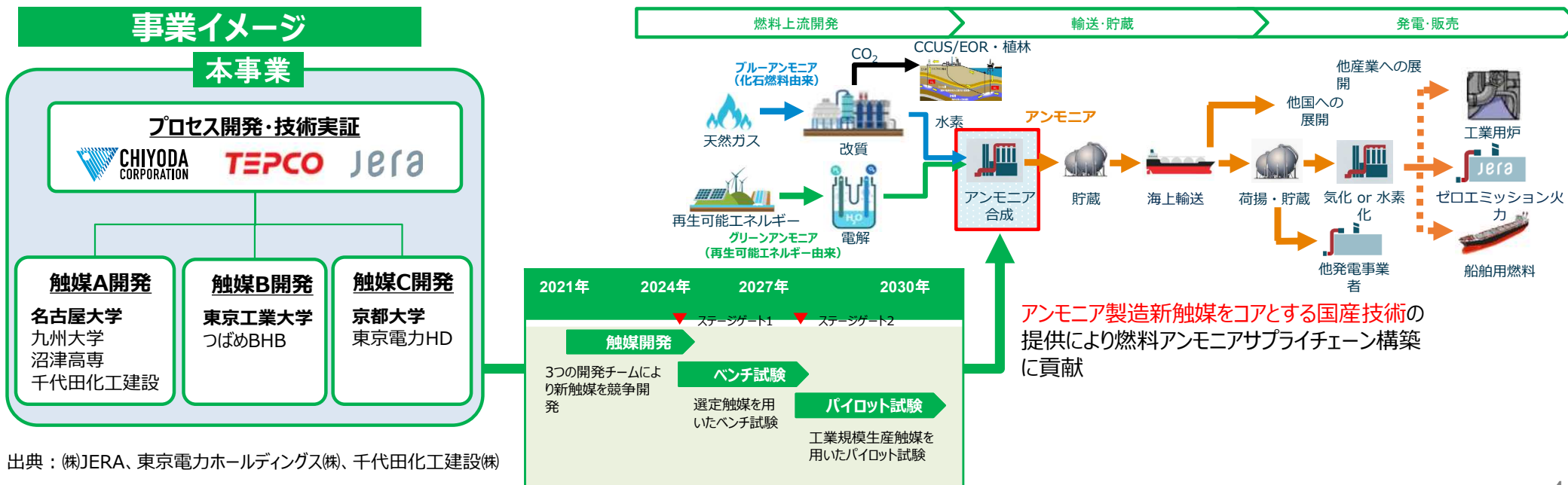
### 事業規模等

- 事業規模: 約240億円
  - 支援規模\*: 約206億円
- \*インセンティブ額を含む。今後ステージゲートでの事業進捗などに応じて変更の可能性あり  
補助率など: 委託→2/3助成 (インセンティブ率は10%)

### 事業期間

2021年度～2030年度 (10年間)

### 事業イメージ



# (参考) 採択テーマの概要

## 1- (2) グリーンアンモニア電解合成

### 事業の目的・概要

- (1) アンモニア製造時のCO<sub>2</sub>排出量を低減するために、東京大学西林教授が開発した触媒系\*を改良し、水と窒素を原料として電解反応を活用して常温常圧で製造する方法を確立する。\*Nature, 568, 536-540 (2019)
- (2) 開発された新規製造法の電解質膜面積を大きくしてカートリッジ化し、多層カートリッジでスケールアップデータを取り、実用化検証を行う。

### 実施体制

※太字: 幹事企業

**出光興産株式会社**、国立大学法人東京大学、国立大学法人九州大学、国立大学法人大阪大学、国立大学法人東京工業大学

(再委託先: 日産化学株式会社、株式会社東芝、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27億円

□ 支援規模\*: 約23億円

\*インセンティブ額を含む。今後ステージゲートでの事業進捗などに応じて変更の可能性あり

補助率など: 委託 → 2/3助成 (インセンティブ率は10%)

### 事業期間

2021年度～2028年度 (8年間)

### 事業イメージ

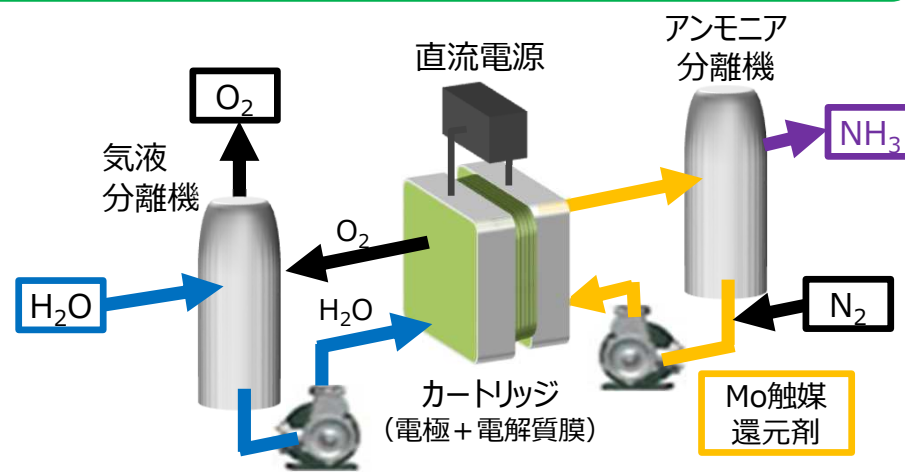
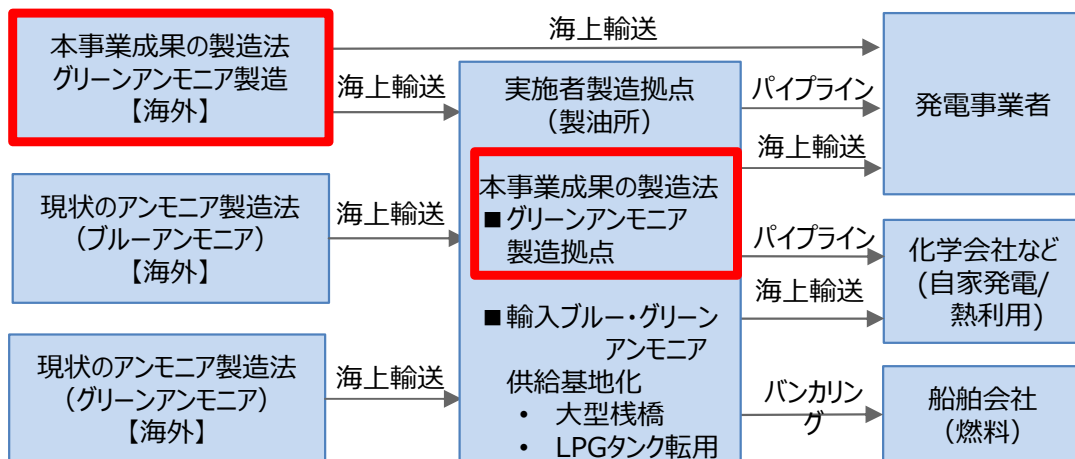


図: アンモニア製造プロセス

# (参考) 採択テーマの概要

## 2- (1) 石炭ボイラにおけるアンモニア高混焼技術（専焼技術含む）の開発・実証

### 事業の目的・概要

- (1) アンモニア高混焼微粉炭バーナおよびアンモニア専焼バーナを開発し、事業用石炭火力発電所においてアンモニア利用の社会実装に向けた技術実証を行う。
- (2) 実証試験前のフィジビリティスタディにおける各種検討および実機での実証試験を通じてアンモニア混焼率50%以上の混焼技術を確認し、商用運転の実施可否を判断する。

### 実施体制

※太字: 幹事企業

株式会社IHI、三菱重工業株式会社、株式会社JERA

### 事業規模等

- 事業規模: 約452億円
- 支援規模\*: 約279億円

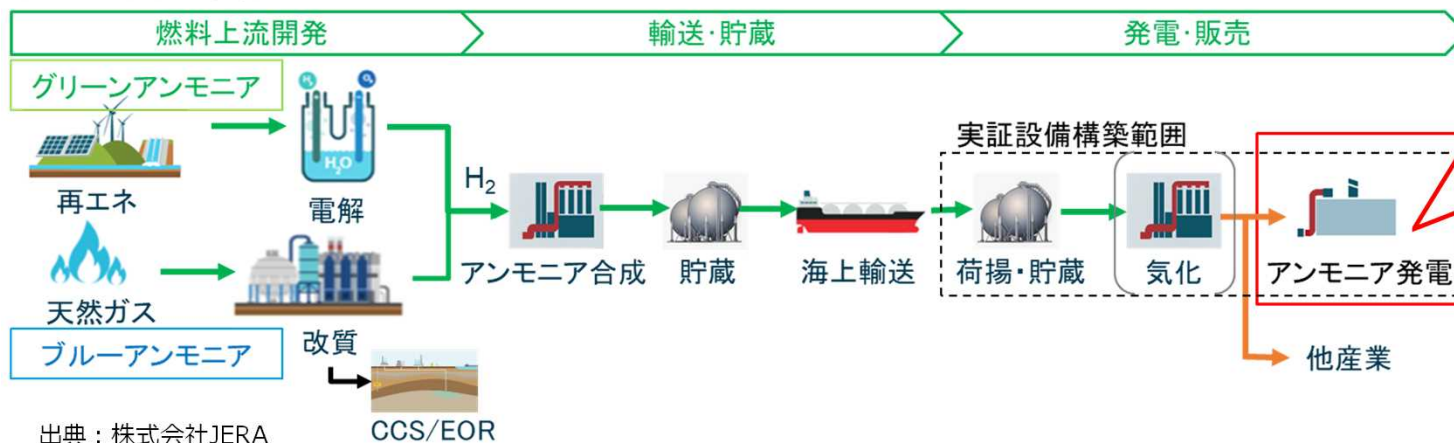
\*インセンティブ額を含む。今後ステージゲートでの事業進捗などに応じて変更の可能性あり  
補助率など: 助成1/2、委託 → 1/2助成 (インセンティブ率は10%)

### 事業期間

2021年度～2028年度 (8年間)

### 事業イメージ

アンモニアサプライチェーン



- ・アンモニア高混焼・専焼バーナに係る技術開発
- ・石炭火力アンモニア高混焼実機実証フィジビリティスタディ
- ・石炭火力アンモニア高混焼実機実証試験

# (参考) 採択テーマの概要

## 2- (2) ガスタービンにおけるアンモニア専焼技術の開発・実証

### 事業の目的・概要

- (1) 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。
- (2) **実証試験を通じた運用ノウハウの取得や安全対策などの検証**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  
(再委託先: 株式会社JERA)

### 事業期間

2021年度～2027年度 (7年間)

### 事業規模等

- 事業規模 : 約92億円
- 支援規模\*: 約90億円

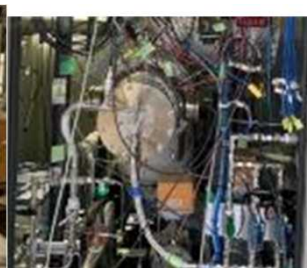
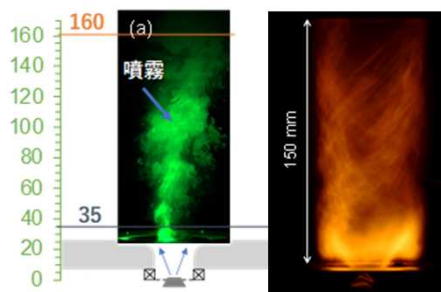
\*インセンティブ額を含む。今後ステージゲートなどで事業進捗などに応じて変更の可能性あり  
補助率など: 委託 → 2/3助成 (インセンティブ率は10%)

### 事業イメージ

#### 【技術開発】

#### 【実証試験】

#### 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



#### 株式会社IHI

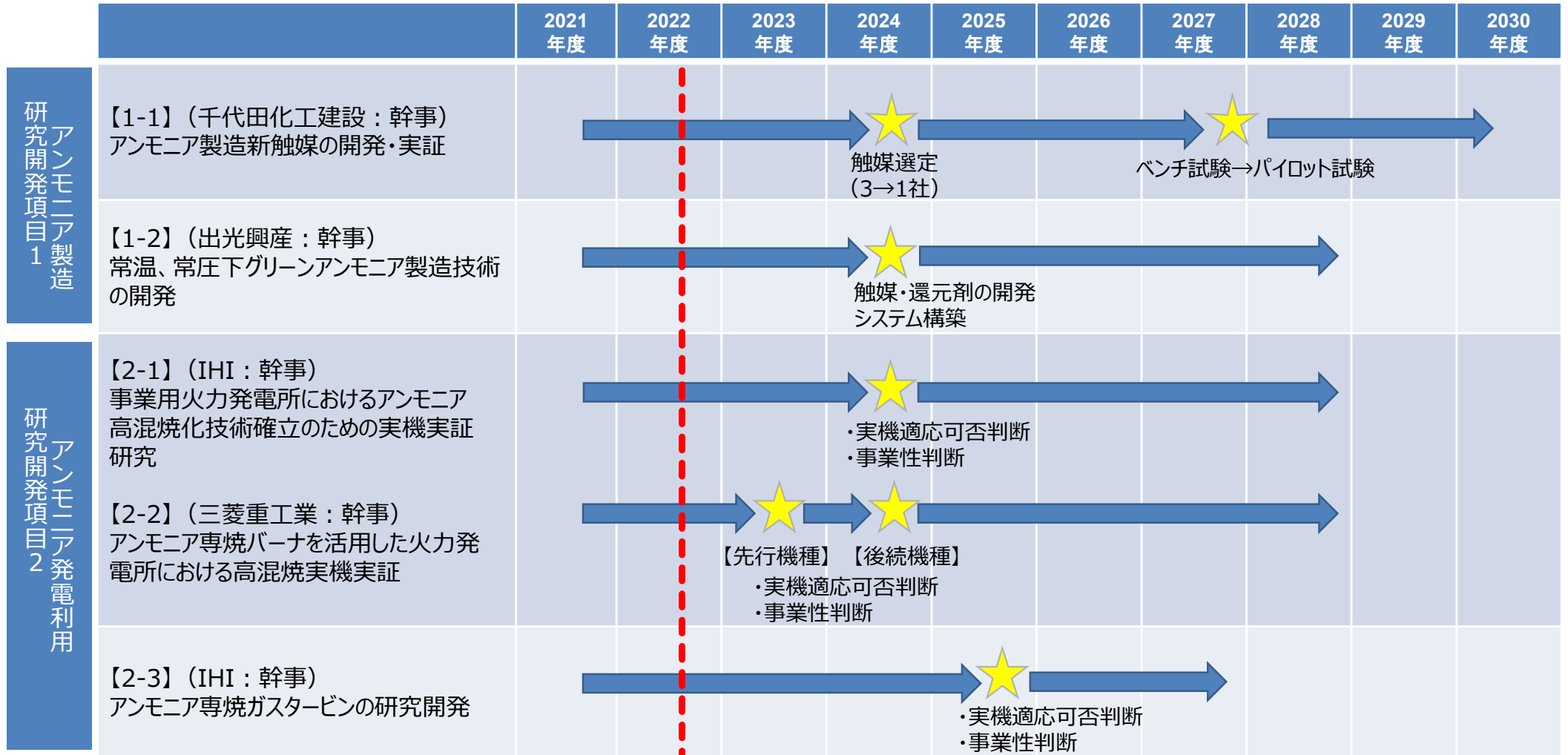
- 2MW級ガスタービンによる  
サイト実証試験

技術のさらなる展開先の探索  
・アウトカムの最大化



### 3. プロジェクト実施スケジュール

- 現在、アンモニア製造は要素技術の開発、アンモニア発電利用は実機実証に向けた開発を推進中。
- 2023年度以降、事業継続の判断を行うステージゲート審査を各項目で実施予定。



10/17 NEDO 第2回技術・社会実装推進委員会

★ ステージゲート

## 4. プロジェクト全体の進捗

- 現時点において、**プロジェクト全体は概ね計画通り進捗**。（本年10月にNEDO技術・社会実装推進委員会を開催）
- アンモニア製造の研究開発は、100年以上の歴史を持つ現在の製造方法に代わる新たな挑戦であり、技術確立までは時間を要する見込みであることから、**モニタリングを通じた進捗の継続確認が必要**。

### 「技術面」

<実施企業等の主な取組状況>

<NEDO委員会による主な意見>

「研究開発の進捗度」、「研究開発の見通し」等について

- アンモニア製造は、要素技術の開発レベルであるため、要素データ取得・確認をしながら、計画に基づいて研究開発を実施。



- アンモニア製造は、要素技術の開発に時間を要する見込みであるため、触媒選定や電解合成の進捗などについて、**モニタリングにおいて詳細説明を求める**。

- アンモニア発電利用は、実機実証に向けて、必要な基礎データの取得・検討を進めており、計画通りに推進中。



- アンモニア発電利用は、着実に進んでいると評価。本技術が果たす役割の重要性を考えると、**スピード感をもって実用化を進めること、社会受容に向けた情報発信が重要**。

### 「事業面」

<実施企業等の主な取組状況>

<NEDO委員会による主な意見>

「社会実装に向けた取組状況」、「ビジネスモデル」等について

- 各事業者とも、技術開発の推進に加えて、標準化戦略を意識した事業面での取組の検討にも着手。
- アンモニア普及拡大に向けた国際標準化の取組については、クリーン燃料アンモニア協会（CFAA）を中心に推進。



- アンモニア製造は、開発初期段階から、コスト試算や海外との連携も視野に入れた検討を通じて、どのセグメントでどう活用していくか、**具体的なビジネスモデルを構築してほしい**。

- アンモニア発電利用は、 $N_2O$ 濃度や未燃アンモニア濃度の排出基準などの価値を生かした差別化で、**日本が国際的にリードできる標準化戦略が重要**。

# 5 - 1 . 実施企業等の取組状況とNEDO技術・社会実装推進委員会での意見

## 研究開発項目 1 : アンモニア供給コストの低減

<p><b>①アンモニア製造新触媒の開発・実証</b></p> <p>【1-1】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>千代田化工建設株式会社</li><li>東京電力ホールディングス株式会社</li><li>株式会社 JERA</li></ul>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>新触媒のスクリーニングを実施中。</li><li>低温低圧条件に適したプロセス構築についても計画通りに進行中。</li><li>反応試験装置等の導入について、選定/発注は計画通り実施しているが、半導体不足などの理由で装置の納期が遅れる見込み。工程入替などのリカバリー策を講じて対応中。</li></ul> <hr/> <p><u>技術・社会実装推進委員会からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>3機関が開発する触媒から選定する仕組みになっているため、明確な評価項目の点数基準・項目の重み付けなど、総合評価方法を検討した上で、触媒選定を進めて頂きたい。</li><li>触媒選定とプロセス開発を並行して行うことは難しいため、触媒評価時期を前倒しすることが望ましい。</li><li>従来 of HB法に対する優位性などを明確にして、本事業のアウトプットをどの場面で活用されることに期待するのか、さらなるセグメンテーションとターゲティングが必要である。</li><li>開発技術を誰が使うか、どう探るか等、海外も視野に入れた事業戦略を検討頂きたい。</li></ul>
<p><b>②グリーンアンモニア電解合成</b></p> <p>【1-2】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>出光興産株式会社</li><li>国立大学法人東京大学</li><li>国立大学法人九州大学</li><li>国立大学法人大阪大学</li><li>国立大学法人東京工業大学</li></ul>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>アンモニアが生成する新たな還元剤を見出し、アンモニアが生成する触媒反応サイクルを確認。</li><li>アンモニアの生成速度がまだ低いため、目標達成に向けて、更なる反応条件最適化等の加速が必要。</li></ul> <hr/> <p><u>技術・社会実装推進委員会からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>現段階では、まだ基本コンセプトのラポレベルでの実証ステージである。</li><li>生成物の組成、単離方法、プロセス全体の概念などを早急に示すべきである。</li><li>ゴールはアンモニア製造コストを20円/Nm<sup>3</sup>未満と明確にしているため、常にその到達可能性を評価しながらチャレンジして頂きたい。</li><li>電解アンモニア合成のビジネスモデルも考えていく必要がある。従来 of HB法と異なり、小型分散型かつ再エネ電源にも対応できるアジャイルなプロセスであることを意識しておく、事業性検討の選択肢が広りはしないか。</li></ul>

## 5 - 2. 実施企業等の取組状況とNEDO技術・社会実装推進委員会での意見

### 研究開発項目 2 : アンモニアの発電利用における高混焼化・専焼化

<p><b>①石炭ボイラにおけるアンモニア高混焼技術（専焼技術含む）の開発・実証</b></p> <p>【2-1】 ・株式会社 IHI ・株式会社 JERA</p> <p>【2-2】 ・三菱重工業株式会社 ・株式会社 JERA</p>	<p><u>取組状況</u></p> <p>【2-1】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・高混焼率バーナの開発は、別のNEDO交付金事業（アンモニア20%混焼）の成果も活用しつつ60%混焼バーナの燃焼試験を計画通り実施中。</li><li>・1000MW級石炭火力発電設備実機運用に関する設備仕様検討等についても計画通り実施中。</li></ul> <p>【2-2】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・アンモニア着火試験を計画通りに実施。</li><li>・アンモニア燃焼試験へ向けて、安全対策を整備しつつ、アンモニア供給設備を設置中。</li><li>・実機実証に向けて、諸条件を計画通り検討中。</li></ul> <hr/> <p><u>技術・社会実装推進委員会からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・アンモニア高混焼バーナの技術開発、アンモニア専焼バーナ開発の技術開発ともに順調に進捗していると評価できる。</li><li>・ステージゲート基準は比較して評価できるように設定すべき。また、どこまでの発電効率を達成するか確認できるようにすべき。</li><li>・実用化のスピードアップを目指すとともに、この方式の持つ意味を社会から理解してもらうように社会に向けた情報発信も必要。</li><li>・中国と韓国でもアンモニア混焼について研究開発を進めているため、現在の技術的なアドバンテージが失われないように、技術開発の動向は十分調査頂きたい。品質は日本の方が高いが、コストは中国の方が安く中国に市場を奪われるというパターンが多いため、こういったことも念頭において市場開発を図りたい。</li></ul>
---	--

## 5 - 3. 実施企業等の取組状況とNEDO技術・社会実装推進委員会での意見

### 研究開発項目2：アンモニアの発電利用における高混焼化・専焼化

<p><b>②ガスタービンにおけるアンモニア専焼技術の開発・実証</b></p> <p>【2-3】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>株式会社 IHI</li><li>国立大学法人東北大学</li><li>国立研究開発法人産業技術総合研究所</li></ul>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>液体アンモニア噴霧/燃焼挙動を計画通りに把握。</li><li>新規開発した燃焼器を用いて、N<sub>2</sub>O（亜酸化窒素）と未燃アンモニアの排出抑制に成功。</li><li>液体アンモニアの着火手法も計画通り検討中。</li></ul> <hr/> <p><u>技術・社会実装推進委員会からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>本研究において大きな課題であったN<sub>2</sub>O排出濃度および未燃アンモニアの抑制に、研究開発の初期段階で成功した点は高く評価できる。</li><li>非定常運転時や低負荷運転時におけるN<sub>2</sub>Oおよび未燃NH<sub>3</sub>排出特性の把握や課題の抽出なども今後検討頂きたい。</li><li>大型化に向けての開発も進める中で、どういところに導入・普及していくかを検討されたい。また、アンモニアガスタービンを中小規模ユーザーに普及していくには、アンモニアの輸送・貯留を含めた総合的な供給システムの提供が重要。アンモニアは劇物でもあるので取扱いも重要。</li><li>国際競争力として、アンモニア燃焼技術は日本が先行していると理解しているが、中国、韓国等の技術レベルの向上について動向の調査が必要。</li></ul>
---	--

#### その他共通事項に係る技術・社会実装推進委員会からの助言

燃料アンモニアサプライチェーンの構築は、原油やLNGのサプライチェーンの一部が置き換わるエネルギーサプライチェーンの変革であり、民間事業者のみでこの変革に対応するには無理がある。

政府などの関係機関と協力して、我が国の総力を挙げて取り組んで頂きたい。

## 6. プロジェクトを取り巻く環境

- ・中国と韓国においても、アンモニア混焼に関する動きがある。
- ・日本の実証規模（1,000MW）・混焼割合（50%以上）には及ばないものの、**中国と韓国の動向には留意が必要**。

### 国際的な技術開発動向

日本	・JERAが碧南火力（1,000MW）にて2023年度にアンモニア20%混焼を実機実証開始予定。加えて、2028年度のアンモニア高混焼（50%以上）の実機実証に向けて、地点選定を含めて取組中。
中国	・国営の大手電力会社「国家能源集団（チャイナ・ロンユエン・パワー）」が、石炭火力発電（40 MW）でアンモニア35%混焼を達成したと2022年2月に発表。
韓国	・韓国政府2021年10月に発表した「2050カーボンニュートラルシナリオ」では、アンモニア発電は、2027年までに20%混焼実証を終了し、2030年には43基ある石炭火力発電所のうち24基で20%混焼を実用化することを掲げている。

### ルール形成に向けた動き

- ・クリーン燃料アンモニア協会（CFAA, 企業約150社で構成）内に、技術基準WG・認証WGを立ち上げ、フォーラム規格を目指して活動中。クリーンアンモニアの定義などで、欧州等に先行することを目指している。

## 7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

### 国際社会の認知度と受容性の向上

- NEDOにおいても、経済産業省と連携して国際会議等を通じ、燃料アンモニアサプライチェーンに関する情報発信を積極的に推進。
- 2022年9月に開催した「**第31回クリーン・コール・デー国際会議**」（METI、JCOAL、JOGMEC、NEDO共催）や2022年10月の「**第9回ICEF年次総会**」（METI、NEDO共催）では、アンモニア混焼発電の実証事業などの取組紹介を行うなど、**燃料アンモニア利用に関する認知や社会受容性の向上**に向けた取組を進めている。



第31回クリーン・コール・デー国際会議  
(2022年9月)

### NEDO交付金事業を生かしたプロジェクト運用

- 先行実施する**NEDO交付金事業プロジェクトと連携**して、20%混焼での試験結果（材料耐久試験結果等）を高混焼の実証設備の設計などに効率的・効果的にフィードバックすることで、**グリーンイノベーション基金事業のスピードアップを目指す**。

### プロジェクト間での連携

- 燃料アンモニアサプライチェーンの関連事業との連携も図るため、関連するグリーンイノベーション基金事業（「**次世代船舶の開発**」、「**大規模水素サプライチェーンの構築**」プロジェクト）等の取組状況を確認し、必要に応じて最新情報を実施企業へ提供。

# (参考 1) プロジェクトの事業規模

## プロジェクト全体の関連投資額※

約5,178億円

※ プロジェクト実施企業等が、事業終了後の期間を含めて見積もった社会実装に向けた取組（グリーンイノベーション基金事業による支援を含む）にかかる関連投資額

## グリーンイノベーション基金事業の支援規模

	事業規模	支援規模
研究開発項目 1 – 1 アンモニア製造新触媒の開発・実証	約240億円	約206億円
研究開発項目 1 – 2 グリーンアンモニア電解合成	約27億円	約23億円
研究開発項目 2 – 1 石炭ボイラにおけるアンモニア高混焼技術（専焼技術含む）の 開発・実証	約232億円	約139億円
研究開発項目 2 – 2 石炭ボイラにおけるアンモニア高混焼技術（専焼技術含む）の 開発・実証	約220億円	約140億円
研究開発項目 2 – 3 アンモニア専焼ガスタービンの研究開発	約92億円	約90億円



# (参考 2 - 1) 研究開発進捗のマイルストーン

## 研究開発項目 1 : アンモニア供給コストの低減

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
<p>【1-1】 アンモニア製造新触媒の開発・実証</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・千代田化工建設株式会社</li><li>・東京電力ホールディングス株式会社</li><li>・株式会社 JERA</li></ul>	アンモニア製造の運転コスト（人件費除く）を 15%以上低減する合成技術の確立	
	実施内容	マイルストーン
	①触媒開発	【2024年度】 ・ワンパス転化率30%以上の反応率到達
	②ベンチ試験	【2027年度】 ・ベンチ装置で取得したデータに基づく、商業機ベースでの運転コストで15%削減達成
③パイロット試験	【2030年度】 ・商業機ベースでの反応器性能、システム全体性能、商業化に耐えうる触媒安定性を確認	

# (参考 2 - 2) 研究開発進捗のマイルストーン

## 研究開発項目 1 : アンモニア供給コストの低減

テーマ名・事業者名	アウトプット目標		
<p>【1-2】 グリーンアンモニア電解合成</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・出光興産株式会社</li><li>・国立大学法人東京大学</li><li>・国立大学法人九州大学</li><li>・国立大学法人大阪大学</li><li>・国立大学法人東京工業大学</li></ul>	<p>1 年間の連続運転により最大製造可能量の9割以上の製造を可能とするグリーンアンモニア電解合成技術の確立</p>	マイルストーン	
		実施内容	<p>【2024年度】 ・PCET還元剤存在下で高活性な錯体触媒を見出す</p>
		①Mo 錯体触媒の開発	<p>【2023年度】 ・電解反応で繰り返し使用可能なPCET還元剤を見出す</p>
		②PCET 還元剤の開発	<p>【2024年度】 ・PCET機構により高効率にアンモニアが生成する電解反応方式を見出す</p>
		③電解反応場設計	<p>【2024年度】 ・アンモニアを高効率に生産する電解セルシステムを構築</p>
④システム構築	<p>【2028年度】 ・電解セルシステムをスケールアップ ・コストが20円/Nm<sup>3</sup>未満</p>		
⑤スケールアップ検討			

# (参考 2 - 3) 研究開発進捗のマイルストーン

## 研究開発項目 2 : アンモニアの発電利用における高混焼化・専焼化

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
<p>【2-1】 石炭ボイラにおけるアンモニア高混焼技術（専焼技術含む）の開発・実証</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・株式会社 IHI</li><li>・株式会社 JERA</li></ul>	石炭火力発電の実機における50%以上のアンモニア混焼技術の確立	
	実施内容	マイルストーン
	①高混焼率バーナの開発	<p>【2023年度】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・高混焼率バーナの各種試験と設計指針の策定</li><li>・ボイラ数値解析による検証</li></ul>
②1000MW級石炭火力発電設備実機運用に基づくFS	<p>【2024年度】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・アンモニア高混焼設備（燃烧設備、アンモニア供給設備等）仕様と運用方法の検討</li><li>・実証試験要領の策定</li></ul>	
③1000MW級石炭火力発電設備実機での実証試験	<p>【2028年度】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・60%混焼バーナの設計・製作</li><li>・実証運転試験・評価</li></ul>	

# (参考 2 - 4) 研究開発進捗のマイルストーン

## 研究開発項目 2 : アンモニアの発電利用における高混焼化・専焼化

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
<p>【2-2】 石炭ボイラにおけるアンモニア高混焼技術（専焼技術含む）の開発・実証</p> <ul style="list-style-type: none"><li>三菱重工業株式会社</li><li>株式会社 JERA</li></ul>	<p>石炭火力発電の実機におけるアンモニア混焼率50%以上の技術の確立</p>	
	<p>実施内容</p> <p>①高混焼石炭・アンモニアバーナの要素技術開発</p>	<p>マイルストーン</p> <p>【2023年度（燃焼方式1）】 【2024年度（燃焼方式2）】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>アンモニア着火特性把握</li><li>燃焼特性・燃焼解析検証データの取得</li><li>実機同等スケールバーナ燃焼試験による検証</li></ul>
	<p>②石炭火力アンモニア高混焼実機実証FS</p>	<p>【2023年度（燃焼方式1）】 【2024年度（燃焼方式2）】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>アンモニア燃焼設備仕様と運用方法（実証試験計画含む）の検討</li><li>アンモニア受入・貯蔵・供給設備仕様と運用方法の検討</li></ul>
<p>③石炭火力アンモニア高混焼実機実証試験</p>	<p>【2028年度】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>実証運転試験・評価</li><li>実機でのアンモニアバーナ評価</li></ul>	

# (参考 2 - 5) 研究開発進捗のマイルストーン

## 研究開発項目 2 : アンモニアの発電利用における高混焼化・専焼化

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
<p>【2-3】 ガスタービンにおけるアンモニア専焼技術の開発・実証</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・株式会社 IHI</li><li>・国立大学法人東北大学</li><li>・国立研究開発法人産業技術総合研究所</li></ul>	<p>ガスタービンの実機におけるアンモニア専焼技術の確立</p>	
	実施内容	マイルストーン
	①アンモニア燃焼技術の開発	<p>【2025年度】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・液体アンモニア噴霧形成/燃焼挙動の解明と低NO<sub>x</sub>燃焼手法の確立</li><li>・アンモニア専焼用燃焼器の最適モデルの開発、発電実証試験による性能検証</li><li>・液体アンモニア噴霧の着火手法の検討・開発</li><li>・2MW級ガスタービンにおける液体アンモニア着火手法の研究開発</li></ul>
	②アンモニアガスタービン長期耐久性の検証	<p>【2025年度】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ガスタービンの解放点検周期まで、ガスタービンの長期耐久性に問題がないことの検証</li></ul>
③大型ガスタービンにおけるアンモニア利用の検討	<p>【2024年度】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・大型ガスタービンモデルプラントの仕様検討および経済性評価</li><li>・高温高圧燃焼試験による性能評価、アンモニア燃焼の課題抽出・対策検討</li></ul>	
④アンモニア専焼ガスタービンの実証試験	<p>【2027年度】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・GHG 削減率 90%以上、プラント運用や安全対策の検証</li></ul>	