

# 水素社会に向けたアンモニアの 燃料利用の概要

2023年11月27日

経済産業省 資源エネルギー庁

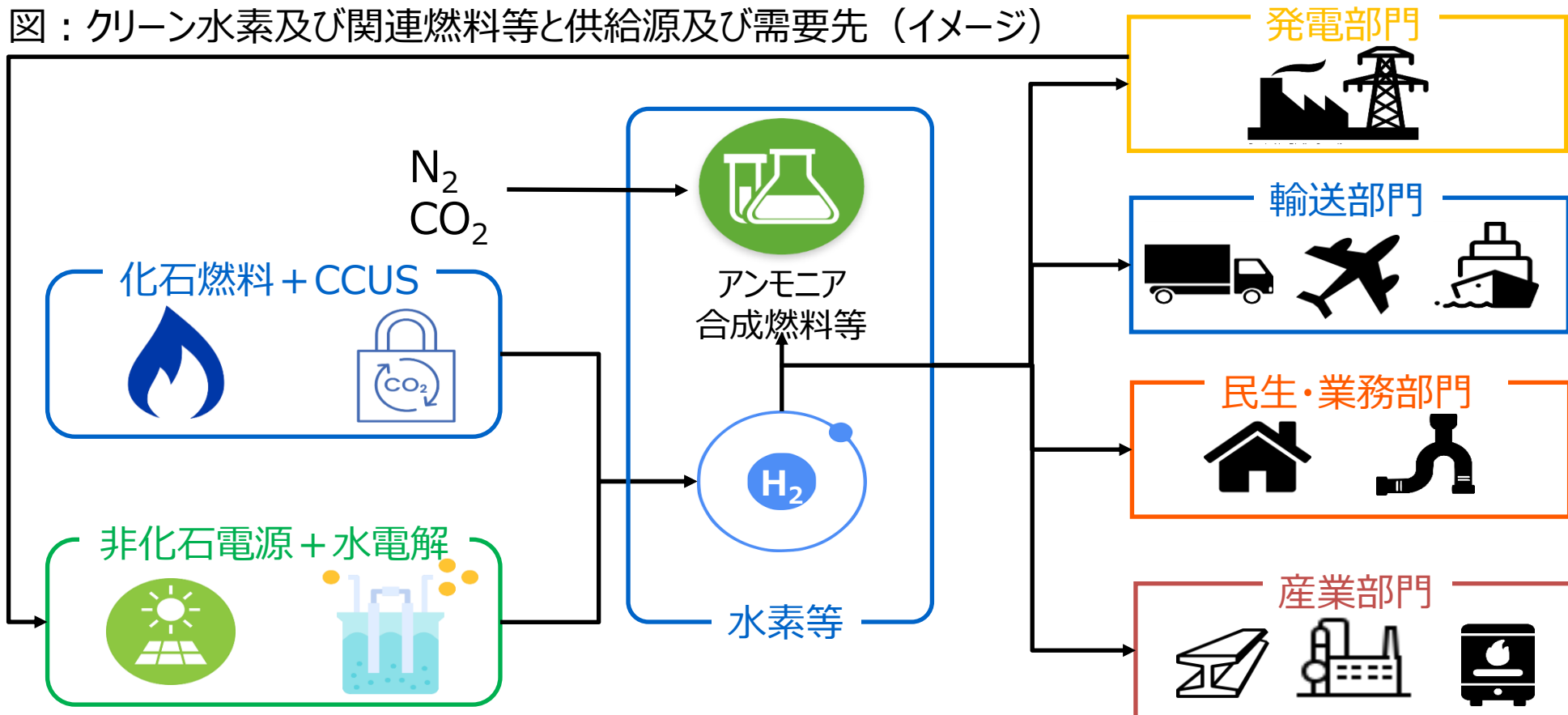
省エネルギー・新エネルギー部/水素・アンモニア課

# 水素・アンモニアのサプライチェーン 構築に資する動き

# カーボンニュートラルに必要な不可欠な水素

- 水素は直接的に電力分野の脱炭素化に貢献するだけでなく、余剰電力を水素に変換し、貯蔵・利用することで、再エネ等のゼロエミ電源のポテンシャルを最大限活用することも可能とする。
- 加えて、電化による脱炭素化が困難な産業部門(原料利用、熱需要)等の脱炭素化にも貢献。
- また、化石燃料をクリーンな型で有効活用することも可能する。
- なお、水素から製造されるアンモニアや合成燃料等も、その特性に合わせた活用が見込まれる。

図：クリーン水素及び関連燃料等と供給源及び需要先（イメージ）



# 世界におけるカーボンニュートラルとクリーンエネルギー分野への政府支援

- 日本は、2030年に温室効果ガスの2013年比46%減、さらに50%減の高みを目指すと表明。2050年までに温室効果ガス排出実質ゼロ（＝カーボンニュートラル）を目指す。
- 世界でもカーボンニュートラル（CN）を表明する国・地域が急増。
- 欧米を中心に、排出削減・経済成長を両立することを狙いとした大規模な投資競争が活発化。

## 期限付きCNを表明する国地域の急増

**COP25  
終了時（2019）**

- 期限付きCNを表明する国地域は121  
(世界GDPの約26%)

**2023年5月**

- 期限付きCNを表明する国地域は158  
(世界GDPの約94%)

(出典) UNFCCC NDC Registry、World Bank databaseを基に作成

## 諸外国によるグリーントランスフォーメーション投資支援（例）

国	政府支援等	参考:削減目標	参考:GDP
<b>EU</b> 2020.1.14 投資計画公表	官民のGX投資額 10年間で約 <b>146兆円</b> (約1兆€)	2030年▲ <b>55%</b> (1990年比)	約17.9兆\$
<b>米国</b> 2022.8.16 法律成立	10年間で 約 <b>49兆円</b> (約3,690億\$)	2030年▲ <b>50-52%</b> (2005年比)	約23.0兆\$
<b>ドイツ</b> 2020.6.3 経済対策公表	2年間を中心 約 <b>7兆円</b> (約500億€)	2030年▲ <b>55%</b> (1990年比)	約4.2兆\$
<b>フランス</b> 2020.9.3 経済対策公表	2年間で 約 <b>4兆円</b> (約300億€)	2030年▲ <b>55%</b> (1990年比)	約2.9兆\$
<b>英国</b> 2021.10.19 戦略公表	8年間で 約 <b>4兆円</b> (約260億£)	2030年▲ <b>68%</b> (1990年比)	約3.2兆\$

※換算レートは1\$ = 133円、1€ = 146円等（基準外国為替相場・裁定外国為替相場（2023年6月分適用）

(出典) 各国政府公表資料を基に作成

# 我が国の水素・アンモニアに関する戦略等の策定状況・各種目標について

- 日本は世界で初めての水素基本戦略を2017年12月に策定したが、EU、ドイツ、アメリカなど各国も、水素戦略を策定するなど、水素関連の取組を強化。環境の変化に対応した戦略とするため本年6月に水素基本戦略を改定。
- 2020年10月の菅総理(当時)のCN宣言を受け、グリーン成長戦略でも重点分野の一つに位置づけ。2021年第6次エネルギー基本計画にて、2030年の電源構成で水素・アンモニア1%を目指すこととしている。

## 国内外の情勢変化、戦略策定の状況

2017年12月  
水素基本戦略策定

2019~2020年  
各国水素戦略策定  
及び、経済対策で  
水素に注力

2020年10月  
菅総理(当時)  
による2050年  
CN宣言

2020年12月  
グリーン成長戦略策定  
(水素の位置付)

2021年  
第6次エネ基策定  
GI基金始動

2023年  
GX推進法成立  
水素基本戦略改定

## 水素導入量及びコストの目標

□ 年間導入量\* : 発電・産業・運輸などの分野で幅広く利用

現在(約200万t) → 2030年(最大300万t) → 2040年(1,200万t) → 2050年(2,000万t程度)

※水素以外にも直接燃焼を行うアンモニア等の導入量(水素換算)も含む数字。

□ コスト : 長期的には化石燃料と同等程度の水準を実現

LNG : 27.4円/Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub> (2022年7月時点)

現在(100円/Nm<sup>3</sup>\*) → 2030年(30円/Nm<sup>3</sup>) → 2050年(20円/Nm<sup>3</sup>以下)

※ 1 Nm<sup>3</sup>=89 g

## 第6次エネルギー基本計画において設定した新たな定量目標

2030年の電源構成のうち、1%程度を水素・アンモニアとすることを旨とする。

# 世界に先駆けて策定した水素基本戦略（2017年版）

## ● 2017年版「水素基本戦略」

「狭い国土に過密な人口を抱え、天与の資源にも乏しい我が国が今日の経済的発展を遂げることができたのは、『東洋の奇跡』と言われる。その大きな原動力は、国民の勤勉性、高い教育水準に裏打ちされた科学技術力であり、我が国はこれまでも技術力を武器に困難を克服してきた。

水素社会実現への道のりは決して平坦ではないが、我が国こそが世界に率先してこのイノベーションに挑戦するにふさわしく、水素利用において世界をリードしていくべきである。」

（「はじめに」より抜粋）

## 水素基本戦略のポイント（2017年版）

- 2050年を視野に入れつつ、2030年までの行動計画を提示。
- 水素を新たなエネルギーの選択肢として提示  
→ 優位性を有する日本の水素技術で世界のカーボンフリー化を牽引
- 価格目標の提示：ガソリンやLNGと同程度のコストの実現  
2030年 30円/Nm<sup>3</sup> ⇒ 20 円/Nm<sup>3</sup>を目指す。

供給・利用の両面からの  
取り組みが必要

**供給**

安価な原料(海外褐炭、余剰再エネなど)  
サプライチェーンの構築

**利用**

利用用途の拡大（自動車→ 発電、産業）

# 「水素基本戦略」の改定のポイントについて

**水素基本戦略**（アンモニア等を含む）を改定し、関係府省庁が一体となって水素社会の実現に向けた取組を加速する。

- ① 2030年の水素等導入目標300万トンに加え、2040年目標を**1200万トン**、2050年目標は2000万トン程度と設定（コスト目標として、現在の100円/Nm<sup>3</sup>を2030年30円/Nm<sup>3</sup>、2050年20円/Nm<sup>3</sup>とする）
- ② 2030年までに国内外における日本関連企業の**水電解装置の導入目標を15GW程度**と設定
- ③ **サプライチェーン構築・供給インフラ整備に向けた支援制度を整備**
- ④ **G7で炭素集約度に合意、低炭素水素等への移行**

## 水素産業戦略 ～ 「我が国水素コア技術が国内外の水素ビジネスで活用される社会」実現 ～

- ① 「**技術で勝ってビジネスでも勝つ**」となるよう、**早期の量産化・産業化を図る**。
- ② **国内市場に閉じず、国内外のあらゆる水素ビジネスで、我が国の水素コア技術（燃料電池・水電解・発電・輸送・部素材等）が活用される世界を目指す**。  
 → 脱炭素、エネルギー安定供給、経済成長の「一石三鳥」を狙い、大規模な投資を支援。（官民合わせて**15年間で15兆円**のサプライチェーン投資計画を検討中）

### つくる

- **水電解装置**
- **電解膜、触媒などの部素材**
- **効率的なアンモニア合成技術**

・A社（素材）は、国内外大手と連携、水電解装置による国内外の大規模グリーン水素製造プロジェクトに参画。  
 ・B社（自動車）は、燃料電池の技術力をベースに多くの共通技術を活かす水電解装置を開発・実装。  
 ・C社（ベンチャー）は、**GI基金を通じアンモニア製造の新技术を開発・実証**。

### はこぶ

- **海上輸送技術（液化水素、MCH等）**

・D社（重工）は、世界初の液化水素運搬技術を確立し、G7でも各国閣僚から高い関心。  
 ・E社（エンジニアリング）は、欧州でのMCHによる輸送プロジェクトの事業化調査に着手。

### つかう

- **燃料電池技術**
- **水素・アンモニア発電技術**
- **革新技术（水素還元製鉄、CCUS等）**

・F社（自動車）は、燃料電池の海外での需要をみこして多用途展開を促し、コア技術としての普及を目指す。  
 ・G社（重工）は、大型水素発電の実証・実装で世界を先行。  
 ・H社（発電）は、**アンモニア混焼**の2020年代後半の商用運転開始に向け、実証試験を実施。

## 水素保安戦略 ～ 水素の大規模利用に向け、安全の確保を前提としたタイムリーかつ経済的に合理的・適正な環境整備 ～

### 需給一体の国内市場の創出

### 規制・支援一体型の制度を、需給の両面から措置、水素普及の加速化

#### 供給

- 既存燃料との価格差に着目した大規模サプライチェーン構築支援
  - －S+3Eの観点からプロジェクト評価
  - －ブレンデッド・ファイナンスの活用
- 効率的な供給インフラ整備支援 ー国際競争力ある産業集積を促す拠点を整備
- 低炭素水素への移行に向けた誘導的規制の検討
- 保安を含む法令の適用関係を整理・明確化
- 上流権益への関与や市場ルール形成による安定したサプライチェーンの確保

Energy Security：国内製造、供給源の多角化  
 Economic Efficiency：経済的な自立化見直し  
 Environment：CO2削減度合いに応じた評価

#### 需要

- 需要創出に向けた省エネ法の活用
  - －工場、輸送事業者・荷主等の非化石転換を進め、将来的に水素の炭素集約度等に応じて評価。
  - －トップランナー制度を発展させ、機器メーカーに水素仕様対応等を求めることを検討。
- 燃料電池ビジネスの産業化（セパレーター等の裾野産業育成）
  - －国内外のモビリティ、港湾等の燃料電池の需要を一体で獲得することでコストダウン・普及拡大
- 港湾等における「塊の需要」や意欲ある物流事業者等による先行取組への重点的支援
- 地域での水素製造・利活用と自治体連携※、国民理解 ※特に「福島新エネ社会構想」の取組加速

### 世界市場の獲得

### 拡大する欧米市場で初期需要を獲得、将来のアジア市場を見越し先行投資

- 規模・スピードで負けないよう大胆な民間の設備投資を促す政策支援
- 大規模サプライチェーン構築支援の有効活用
- 海外政府・パートナー企業との戦略的連携、トップセールスによる海外大規模プロジェクトへの参画
- 『アジア・ゼロエミッション共同体（AZEC）』構想等の枠組みを活用したアジア連携
- 日本の水素ビジネスを支える国際的な知財・標準化の取組（GI基金等も活用）
- 人材育成の強化・革新技术の開発

米国：インフレ削減法(IRA)により、低炭素水素製造に10年間で最大3ドル/kgの税額控除を実施予定（約50兆円規模 ※水素以外も含む）  
 欧州：グリーンディール産業計画で、グリーン投資基金の設立や水素銀行構想を発表（約5.6兆円規模 ※水素以外も含む）  
 英国：国内低炭素水素製造案件について15年間の値差支援や、拠点整備支援を実施予定（第一弾として約5,400億円規模）

# 水素基本戦略の改定のポイント

## 社会実装に向けた方針

- 安全性やエネルギー安全保障に加え、経済効率性の向上、環境適合などの**S+3Eの観点**、及び**水素産業競争力強化の観点**も踏まえた水素等の導入を図る。
- 本戦略は、**水素から生成されるアンモニアや合成メタン、合成燃料など**についても、その課題や開発などの時間軸も踏まえつつ、導入を戦略的に進めていく。

## 基本戦略

### 供給の拡大

- 安定かつ低コストな水素等供給に向けた取組を加速するため、2040年での導入目標を新たに1200万トン/年程度と位置づけ。
- 低炭素水素等への移行を促すため、以下に取り組む。
  - ① **新たに水素・アンモニアの低炭素目標を設定**
  - ② 低炭素水素の導入に向けた規制的誘導措置を設ける方向性を明示。
- 特に、**国内での水素等製造基盤や、供給体制の構築**に取り組む。  
2030年までに、日本関連記号の水電解装置（部素材を含む）の国内外導入目標を15GW程度と設定。
- 国際水素等サプライチェーンの構築**を推進すべく、資源国との関係強化や輸送技術の開発、ファイナンスの拡充に取り組む。

### 需要の創出

- 発電分野において、**従来の混焼のみならず、専焼を含めた幅広い混焼率を実現し、需要家の脱炭素化への動きに合わせた選択肢を提供する**ことで需要の創出を促す。
- 燃料電池（モビリティ・動力分野）において、FCスタック技術の商用車や鉄道、船舶、航空機、建設機械、農業機械、荷役機械等のアプリケーションへの展開、同時に港湾や空港等の脱炭素化の推進に取り組む。
- 産業分野においては、hard-to-abateな工場等の中・高温域の熱需要の脱炭素化を図るべく、ボイラー等の需要機器の導入など、**水素・アンモニアの燃料利用促進**に取り組む。また、鉄鋼・科学の分野を中心に原料利用の技術開発に取り組む。
- 民生分野においては、家庭での熱需要の脱炭素化に向けて、家庭用燃料電池の高性能、低コスト化を実現する技術開発と普及促進に取り組む。

### 大規模なサプライチェーン構築に向けた支援制度の創設

- ① **大規模かつ強靱なサプライチェーン構築支援（既存燃料との価格差支援）**や
- ② **需要創出に資する効率的な供給インフラの整備支援（拠点整備支援）**等の制度整備に取り組む。

### その他

- ① 地域における水素等利活用の促進及び自治体との連携
- ② 革新的な技術開発の推進
- ③ 標準化や多国間枠組みにおける活動などの国際連携
- ④ 国民理解に向けた情報提供・発信 等に取り組む。



# 水素基本戦略の改定のポイント

## 産業競争力強化に向けた方向性

- ① 脱炭素、② エネルギー安定供給、③ 経済成長の「一石三鳥」を狙い、水素産業戦略を策定し、日本の技術的な強みを活かし、我が国の産業の世界展開を図る。

### つくる

現状

- 電解膜、触媒などの部素材、次世代水電解装置の開発において優位性あり。
- 大規模な水電解の実証で世界をリードするものの、大規模プロジェクトの組成において海外から遅れ。
- アンモニア製造技術のライセンスは、限られた海外企業が保有し寡占状態。

主な方策

- 2030年までに15GW程度の導入を目指し、水電解・部素材の生産設備増強支援を検討。
- 大規模プロジェクトを国内外で組成。
- 希少金属を減らす水電解や部素材等の革新的技術の開発
- **GI基金を活用した国産の効率的なアンモニア合成技術の開発・実証。**

### はこぶ

- 日本は世界初の液体水素、MCHによる海上輸送に成功。
- 生産の担い手が限定的。国内生産設備の増強や人材育成が課題。
- **アンモニアのキャリア利用や、運搬船の導入拡大及び供給基盤の確立も必要。**

- **大規模なサプライチェーン構築に向けた価格差に着目した支援や供給インフラ整備への支援。**
- **運搬船の供給基盤の確立。**
- 関連する水素等の品質規格の標準化。

### つかう

- **燃料電池や水素・アンモニア発電の技術力品質に強み。**家庭用燃料電池の導入も加速。
- 世界に先行し、工場での水素の熱利用が始まる。
- **鉄鋼や化学製品の製造過程の脱炭素かにおいて大規模な水素・アンモニア需要が見込まれる。**
- カーボンリサイクルは国際競争力を有する。

- 燃料電池商用車(HDV)への導入支援を重点化、港湾や空港などのFC機器導入。
- **水素・アンモニアの高混焼、専焼の技術確立と海外展開。**
- 水素還元製鉄・脱炭素型化学製品等の技術確立と海外展開。
- **船舶や産業分野における水素・アンモニア等の燃料利用に関する技術開発。**

## 安全な利活用に向けた方向性

- 大規模な水素利用に向け、水素保安戦略を策定し、サプライチェーン全体をカバーした法令の適用関係の合理化・適正化を図る。

- ① 水素の安全性を裏付ける科学的データ等の戦略的獲得 ② 共有領域等に関するデータ等の共有  
③ 技術基準の統一的運用を通じたシームレスな保安環境の構築 ④ 第三者機関の活用（水素のノウハウ・経験を集約した中核拠点） ⑤ 人材育成・大学の活用等（リカレント教育等による水素保安の人材の育成）

➡ 「水素」を「アンモニア」に置き換えた議論も進行中

# GX推進法

- 2023年5月12日 GX推進法成立
- 2050年カーボンニュートラル等の国際公約と産業競争力強化・経済成長を同時に実現していくためには、今後10年間で150兆円を超える官民のGX投資が必要。
- 本年2月に閣議決定された「GX実現に向けた基本方針」に基づき、以下項目(1)~(5)を定める

## (1) GX推進戦略の策定・実行

## (2) GX経済移行債の発行

GX実現に向けた先行投資支援のためのGX経済移行債の発行（10年間で20兆円規模）

## (3) 成長志向型カーボンプライシングの導入

化石燃料の輸入事業者等に対する、化石燃料由来のCO<sub>2</sub>排出量に応じた化石燃料賦課金の徴収や発電事業者を対象としたCO<sub>2</sub>排出量の取引制度の導入

## (4) GX推進機構の設立

民間企業のGX投資の支援や化石燃料賦課金等の徴収・排出量取引制度等を運用する  
GX推進機構の設立

## (5) 進捗評価と必要な見直し

# GX推進のための政府支援イメージ

- 各分野が持つ事業リスクや事業環境に応じて、適切な規制・支援を一体的に措置することで、民間企業の投資を引き出し、**150兆円超の官民投資**を目指す。
- 「脱炭素 x 成長 の呼び水」 ≠ 「ただの補助金」

## 今後10年間の政府支援額 イメージ 約20兆円規模

非化石エネルギーの推進	約6~8兆円	イメージ 水素・アンモニアの需要拡大支援 再エネなど新技術の研究開発 など
需給一体での産業構造転換・抜本的な省エネの推進	約9~12兆円	イメージ 製造業の構造改革・収益性向上を実現する省エネ・原/燃料転換 抜本的な省エネを実現する全国規模の国内需要対策 新技術の研究開発 など
資源循環・炭素固定技術など	約2~4兆円	イメージ 新技術の研究開発・社会実装 など

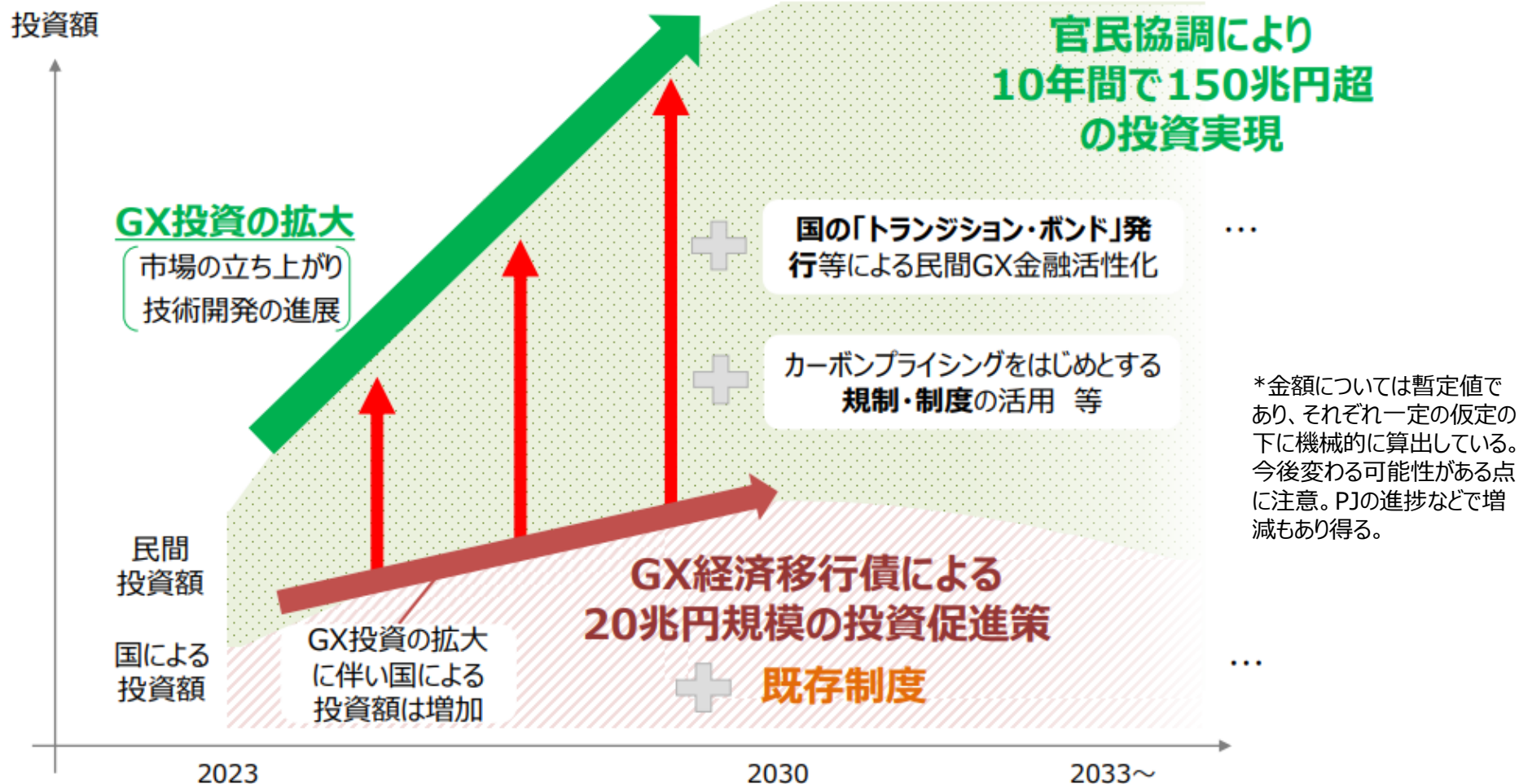


## 今後10年間の官民投資額全体 150兆円超

約60兆円~	再生可能エネルギーの大量導入 原子力（革新炉等の研究開発） 水素・アンモニア 等
約80兆円~	製造業の省エネ・燃料転換（例、鉄鋼・化学・セメント・紙・自動車） 脱炭素目的のデジタル投資 蓄電池産業の確立 船舶・航空機産業の構造転換 次世代自動車 住宅・建築物 等
約10兆円~	資源循環産業 バイオものづくり CCS 等

# 今後のGX投資イメージ

- GX実現に向けた投資は、規制・支援一体型によるGX市場の立ち上げとともに実施する必要があり分野や、研究開発要素を伴う分野が存在するため、世界的に見ても、足下数年間から徐々に立ち上がる傾向となる。
- できるだけ早期の投資促進に向けて、規制・制度の活用や国の複数年度コミットに基づく大胆な投資促進策により、強力に実行していく。

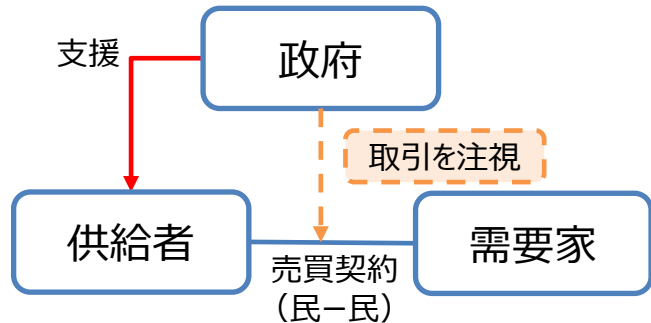


# 水素・アンモニア大規模サプライチェーン構築に向けた支援制度

- 水素・アンモニアの供給コストと需要家への販売価格の差に着目した支援制度を創設することで、供給事業者の投資予見性を高め、民間ベースでの大規模なサプライチェーン構築を目指す。  
※様々な国や地域で水素・アンモニアの大規模な社会実装に向けた支援策導入が活発化。
- 第三者委員会（検討中）の審査に基づき、**S+3Eの観点から国益に資する案件**を限定して支援する。

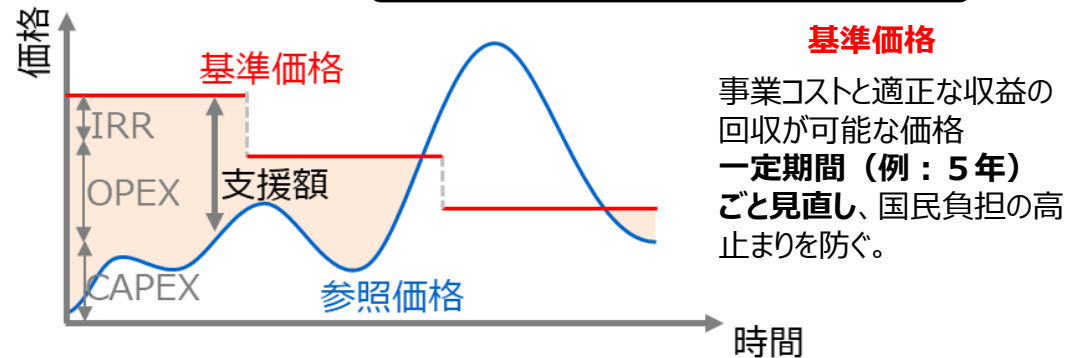
## 支援スキーム（案）

水素等供給コストと需要家への販売価格の差に着目。事業者の投資を促すスキーム。



## 制度の骨格

$$\text{値差} = \text{基準価格} - \text{参照価格}$$



**基準価格**  
事業コストと適正な収益の回収が可能な価格  
一定期間（例：5年）ごとに見直し、国民負担の高止まりを防ぐ。

参照価格：既存燃料のパリティ価格を基礎として設定される価格

\*パリティ価格：比較となる燃料が水素等と同等の熱量を得るのに必要な燃料価格

## 支援の対象となる水素・アンモニアプロジェクトの選定

- ① 中立性、透明性が担保される環境で、**S+3Eを前提**とした評価項目を設定し、第三者委員会の審査（検討中）を経て厳格に選定。
- ② **水素・アンモニア供給に係るCO<sub>2</sub>排出量**の提出を求め、**国際的に遜色のない基準**を満たす案件を支援。

### 【評価項目（案）】

- 単位量あたりの水素等供給コスト
- 支援終了段階での**経済的自立性**
- 支援終了後の事業継続性
- 製造から運搬に係るサプライチェーンの安全性（**経済安全保障**の観点）
- CO<sub>2</sub>排出量閾値のクリア（環境性）
- **保安基準**のクリア
- 将来的な事業実現の確実性（技術レベル・オフテイクの確保や多様性・最低供給量等）等

目指す姿	
2030年を目途に ~3.4kg-CO <sub>2</sub> /kg-H <sub>2</sub> を達成する水素を支援	2027~ 既存プラントの活用を考慮し、 0.84t-CO <sub>2</sub> e/t-NH <sub>3</sub> 以下を達成するアンモニアを支援

（参考）国際的なCO<sub>2</sub>排出量基準

基準（国・地域）	GHG排出原単位 [kgCO <sub>2</sub> /kgH <sub>2</sub> ]
RED/RFNBO (EU)	3.4
CertifHy Low Carbon (EU)	4.4
EU taxonomy	3
Low Carbon Hydrogen Standard (英)	2.4
CHPS (米)	4
IRA (米)	0~4

# 効率的な水素・アンモニア供給インフラの整備支援制度

第7回水素政策小委員会/アンモニア等脱炭素燃料政策小委員会  
合同会議（2022年12月13日）  
資料3より抜粋・一部加工

- 水素・アンモニアの安定・安価な供給を可能にする大規模な需要創出と効率的なサプライチェーン構築を実現するため、国際競争力ある産業集積を促す拠点を整備。

（水素・アンモニアの潜在的需要地のイメージ）

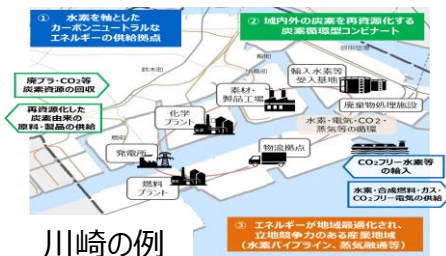
## 大規模発電利用型

- 大規模なガス/石炭火力発電所が単独で存在。



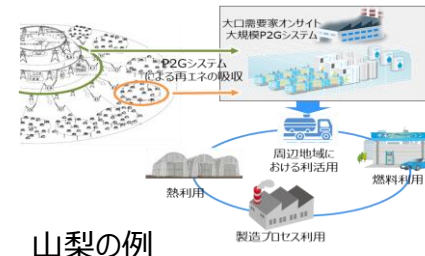
## 多産業集積型

- 石油精製・化学、製鉄等の産業集積。



## 地域再エネ生産型

- 再エネから水素・アンモニア製造を行う。



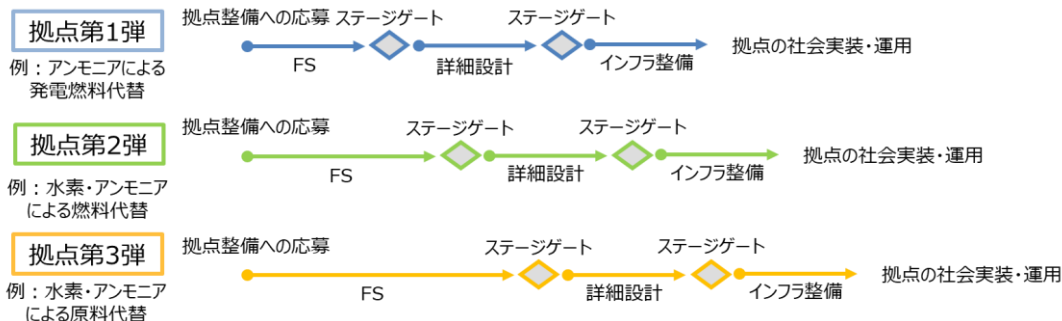
＜今後10年間程度で整備する拠点数の目安＞

**大規模拠点：** 大都市圏を中心に3か所程度  
**中規模拠点：** 地域に分散して5か所程度

## 制度イメージ

■ ①拠点整備の事業性調査（FS） ②詳細設計（FEED） ③インフラ整備 の3段階に分けて支援。GI基金の例を参考に、ステージゲートを設け、有望な地点を重点的に支援。

■ 利用される技術の技術成熟度レベル（TRL）が実装段階を超えてから一定の期間内に③インフラ整備の支援を行うものとし、それ以前に①FS支援、②詳細設計支援の期間を用意。



## 支援範囲

■ 多数の事業者の水素・アンモニア利用に資するタンク、パイプライン等の共用インフラを中心に支援。

＜支援対象例＞



## 他制度との連携

■ 水素・アンモニアの大規模な商用サプライチェーン構築のためには、サプライチェーン構築支援から拠点整備まで連携して支援を行うことが効果的。そのため拠点整備を活用する際には、サプライチェーン構築支援においても優遇するなど、制度間の連携を図る。

■ 国交省で推進するカーボンニュートラルレポートや、GX実行会議で検討が進められている製造業の燃料転換等の支援策とも連携し、切れ目のない支援を実現する。

# アンモニアの燃料利用に関して

# 製法・生産国・技術による事業の性質の違い

- 水素・アンモニア等の供給事業において、製造・輸送・利用の段階で採用する製法・技術ごとに様々な特徴を有する。

項目	種類	長所	課題
製法	化石燃料由来	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存技術が活用可能であり実現可能性が高い。</li> <li>足元で価格が安い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>化石燃料から製造するため、原料価額が変動すると共に、化石燃料以下の価格になることはない。</li> </ul>
	再エネ由来	<ul style="list-style-type: none"> <li>再エネ価格が下がれば、大きく価格低下の可能性。</li> <li>供給契約方式により、再エネの価格変動が小さい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水電解装置の長期稼働実績がなく、開発中の要素もあり、足下で導入コストが高い。</li> <li>再エネの価格に依存するため、自然条件に恵まれた地域で有利。</li> </ul>
生産国	国内	<ul style="list-style-type: none"> <li>国産原料・電力から製造する場合、エネルギー自給率向上に寄与。</li> <li>国内投資促進に貢献する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>再エネ適地が限られており、大規模製造は困難。</li> <li>海外に比べると、少量・コスト高であり、再エネ価格低減の見込みも限定的。</li> </ul>
	海外	<ul style="list-style-type: none"> <li>再エネ価格の低減が見込まれ、大規模製造が可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>海外へ依存することになり、エネルギー自給率向上には不適。</li> </ul>
技術 (キャリアや燃料種)	液化水素	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本の先駆的な技術であり、将来海外市場を獲得出来る可能性。</li> <li>高純度水素を大量に輸送可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>足元で十章中の技術であり、導入コストが高い。</li> </ul>
	MCH	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本の先駆的な技術であり、将来海外市場を獲得出来る可能性。</li> <li>高純度水素を大量に輸送可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>相対的に実装に近いが、輸送量は小さく、導入コストが高い。</li> <li>受け入れ時に脱水素・高純度化を追加的に行う必要があり、将来的な価格低減の幅が限定的。</li> <li>トルエンは毒性を有し、扱いに注意が必要。</li> <li>供給される水素に不純物が含まれ、一部用途が限定される。</li> </ul>
	アンモニア	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>既存の輸送技術を活用可能。</b></li> <li><b>世界的に市場獲得競争が始まっており、実装に近い。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>クラッキングによる水素生成は大規模化の実証が必要な段階。アンモニアからの追加コストが必要。</b></li> <li><b>毒性があり、扱いに注意が必要。</b></li> </ul>
	合成メタン・合成燃料	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存のインフラ・機器を活用可能。転換費用不要。</li> <li>貯蔵・輸送が容易。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素を原料とするため、追加コストが必要。</li> <li>燃焼時にCO<sub>2</sub>を発生するため、国内排出削減に資するのか、排出削減の算定の仕方の整理が必要。</li> </ul>



# Ammonia Technology Roadmap

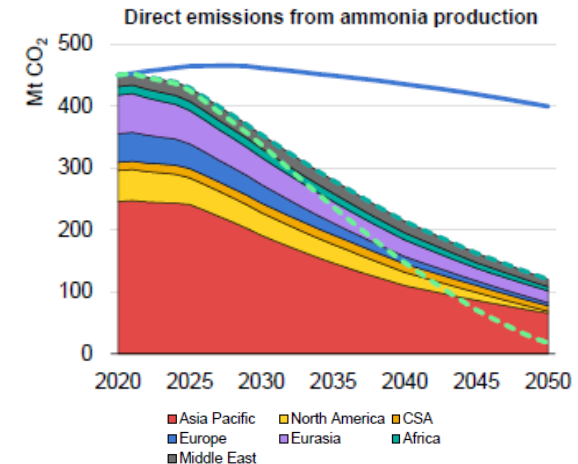
Towards more sustainable nitrogen fertiliser production

International Energy Agency



## アンモニアとCO<sub>2</sub>排出の実情

- **農業分野**での利用が多数 (**窒素系肥料**)。
- クリーンエネルギー分野で注目されているものの、**需要立ち上がりの初期の段階**。
- アンモニア製造は**化石燃料依存**。70%程度が天然ガスを利用。残りは石炭をガス化して利用。製造プロセスで**年間4.5億トンのCO<sub>2</sub>を排出**。  
\* **1トンあたりのCO<sub>2</sub>排出量の多い商品**
- 生産量は中国、米国、欧州、インド、ロシアの順。中国で約30%を占める。また最終取引品としては、アンモニアだけではなく、尿素としての取引も多い。
- アンモニアプラントの平均耐用年数は50年。現在平均で25年超過。**既存のプラントを使い続けることを想定すると、最大155億トンのCO<sub>2</sub>排出の可能性あり**。
- CO<sub>2</sub>排出以外にも、NOなどの排出も課題となっている。



## 排出ゼロへの取り組み

### 排出ゼロ技術の開発・実証

進行中プロジェクトによるNH<sub>3</sub>製造は約800万トン  
(2020年製造量の約3%)



10% ~ 100% コスト高：コスト低減が必須。

### アンモニアの効率的な利用の促進

サービスを維持したまま、需要増加を抑制可能。  
既存機器の性能向上は重要。

**Best Available Technology(BAT)**の利用



排出減に向けて不可欠であるが、排出ゼロに向けては不十分。

### 排出ゼロ技術の位置づけ

商用段階にはないものの、ネットゼロシナリオでは、2050年までに150億ドルの投資が見込まれる。



中国における石炭ベースによるアンモニア生産への投資抑制効果を期待。

### 排出ゼロに向けて

#### 2030年までに具体的なアクションが必要

短期的には、強力な支援政策が必須。  
【インフラの整備】・【**研究開発の加速**】

- ✓ アンモニア生産者には、低排出製造計画の策定、研究開発、支援インフラの開発。
- ✓ 農業には、肥料の効率的な利用。
- ✓ 金融は、持続可能な投資スキームの利用。
- ✓ **研究分野には、新しいテクノロジーの創出**が求められる。

# グリーンイノベーション(GI)基金事業

2050年カーボンニュートラルの実現に向け、NEDOに基金を造成し、野心的な目標にコミットする企業などに対して最長10年間、研究開発・実証から社会実装までを継続してサポート。

(2021年3月時点で2兆円、令和4年度第2次補正予算で3000億円、令和5年当初予算で4564年が積み増し)

グリーン成長戦略において、実行計画を策定した重点14分野

**エネルギー関連産業：4分野**

輸送・製造関連産業：7分野

家庭・オフィス関連産業：3分野

**エネルギー関連産業：4分野**

① 洋上風力・太陽光・地熱産業

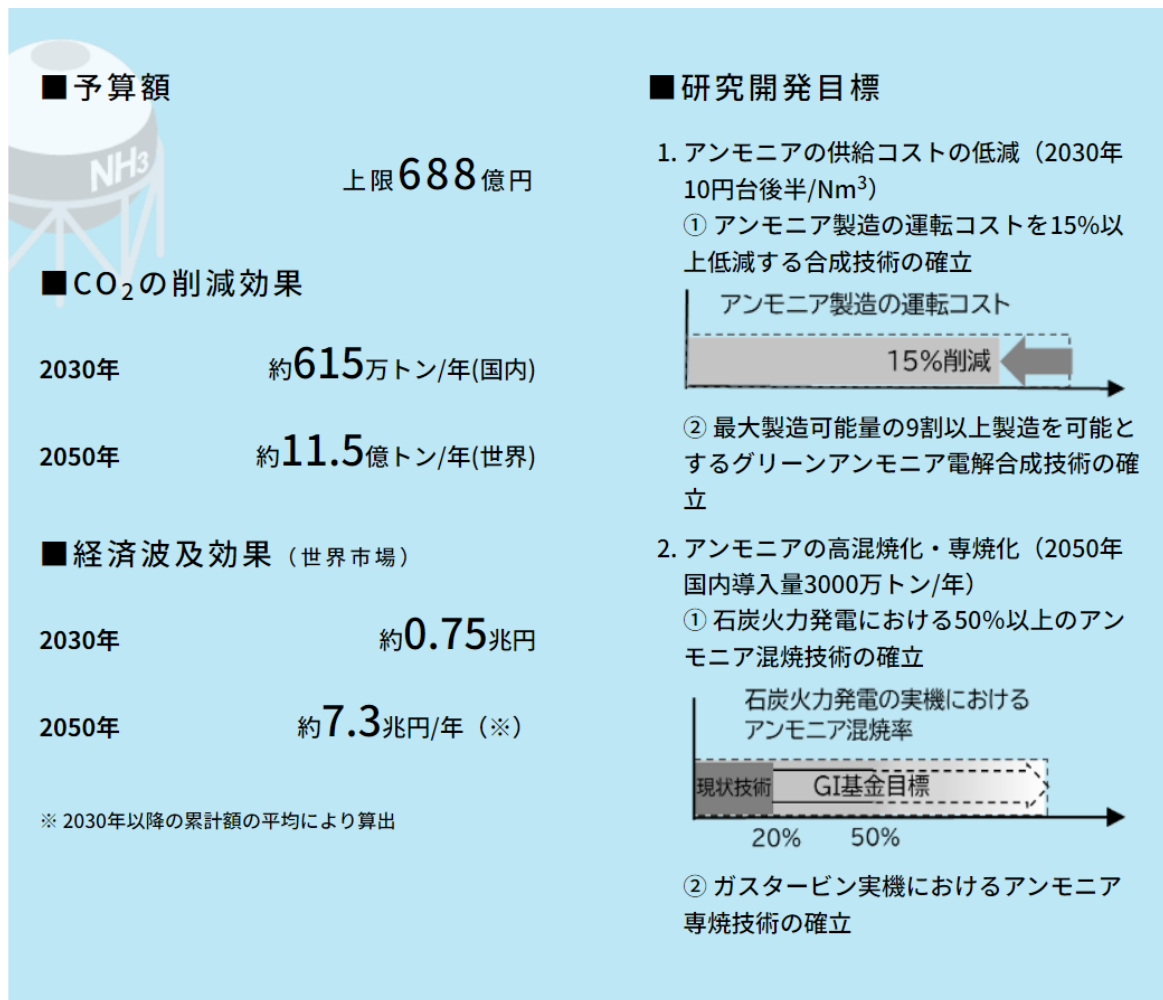
② **水素・燃料アンモニア産業**

③ 次世代熱エネルギー産業

④ 原子力産業



『燃料アンモニアサプライチェーンの構築』

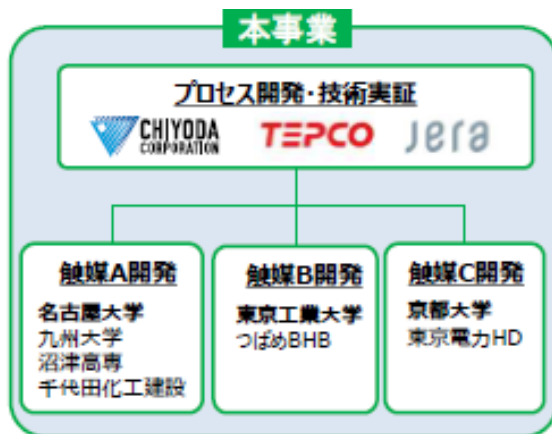


# GI基金事業：燃料アンモニアサプライチェーンの構築

- 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。
- 2021年度よりプロジェクトは開始しており、アンモニア製造に関しては要素技術の開発、アンモニア発電利用は実機実証に向けた開発を推進中。

## 研究開発項目 1「アンモニア供給コストの低減」

### 【1-1】アンモニア製造新触媒の開発・実証



製造コストの低減を実現出来る**アンモニア製造新触媒**をコアとする国産技術の開発

**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。

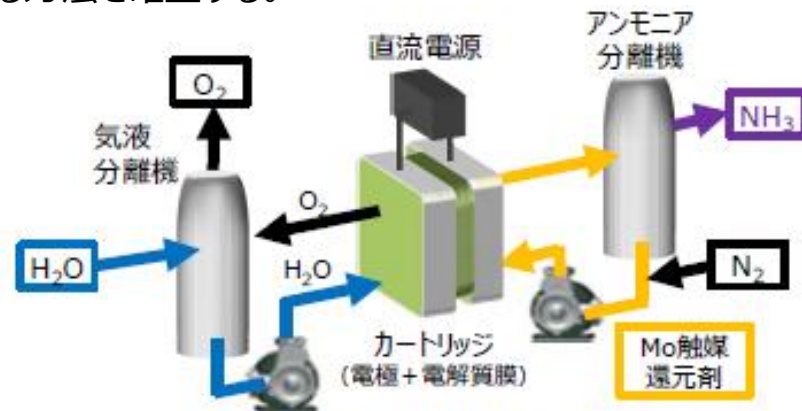
3グループによる競争的な触媒開発→2024年度には触媒の選定予定

➡ ベンチ試験・パイロット試験へ移行

アンモニア製造にかかる、運転コスト、製造コストの試算などを通じ、グリーンアンモニア商業機の試設計の実施。(触媒単価、触媒量、前処理設備の有無、高温還元対応などがコストアップ要素になり得る。)

### 【1-2】グリーンアンモニア電解合成

アンモニア製造時のCO<sub>2</sub>排出量を低減するために、水と窒素を原料とした電解反応を活用し、常温常圧でアンモニアを製造する方法を確立する。



図：アンモニア製造プロセス

2027年度までに、

ラボ実験スケール(0.1W以下)

→ セル・カートリッジ (数W級)

→ 小型電解モジュール (kW級)

# GI基金事業：燃料アンモニアサプライチェーンの構築

## 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」

【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

### 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

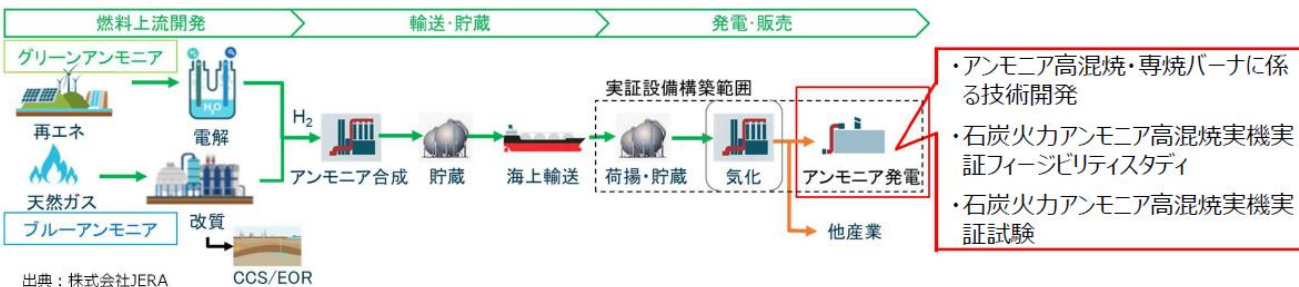
- アンモニア高混焼微粉炭バーナーおよび専焼バーナーを開発し、事業用石炭火力発電所において、アンモニア利用の社会実装に向けた技術実証を行う。
- 実証試験前のフィジビリティスタディにおける各種検討及び実機での実証試験を通じて、アンモニア混焼率50%以上の混焼技術を確立し、商用運転の実施可否を判断する。

【2-2】 アンモニア専焼バーナーを活用した火力発電所における高混焼実機実証

【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

- ガスタービンコー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。

アンモニアサプライチェーン



出典：株式会社JERA

CCS/EOR

- 高混焼率バーナーの開発は、別のNEDO交付金事業（アンモニア20%混焼）の成果も活用し、60%混焼バーナーの燃焼試験を実施中。（バーナー構造の見直しにより、NOx低減が確認出来てきている。）
- 1000MW級石炭火力発電設備実機運用に関する設備使用の検討中。（環境設備要求条件から影響評価を実施、設備改造や詳細な評価が必要）
- 専焼バーナーのための液体アンモニア着火試験を実施し、バーナーコンセプトに反映。
- 安全対策を実施しつつ、アンモニア供給設備の整備し、燃焼試験を実施中。（排ガス、未燃損失の検討→NOx, NH<sub>3</sub>, 灰中未燃分）

スケールアップ検討

<p>東北大学 ラボスケール試験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>液体アンモニア噴霧/燃焼挙動</li> <li>低NOx燃焼手法</li> </ul>	<p>産業技術総合研究所 ベンチスケール試験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>小型燃焼器によるリグ試験</li> <li>燃焼器設計の最適化</li> </ul>	<p>株式会社IHI 実機スケール試験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>実機スケールリグ試験</li> <li>ガスタービンにおける性能検証</li> </ul>
---	--	--

出典：株式会社IHI、東北大学、産業技術総合研究所

- 液体アンモニア噴霧/燃焼挙動を把握。
- 新規開発した燃焼機により、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。
- 液体アンモニア噴霧の着火手法の検討を実施、低流量での火炎安定会に成功。

# アンモニアの事故事例

ダカール(セネガル)のピーナッツオイル精製工場の液体アンモニアタンク破裂漏洩事故

(1992年 死者129名、負傷者1,150名)

Sonacos SAが所有



飛翔したタンクの前方部(左)と後方部

<https://www.aiche.org/resources/publications/cep/2023/july/learning-worst-ammonia-accident> (閲覧2023.10.20)

米国カンサス州での 液体アンモニアパイプライン破断漏洩事故  
(2004年 死傷者なし。小川の魚2.5万匹以上が死亡)

Magellan Midstream Partners, L.P.が所有、Enterprise Products Operating L.P. が操業



漏出したアンモニアの蒸気雲

破断したパイプライン

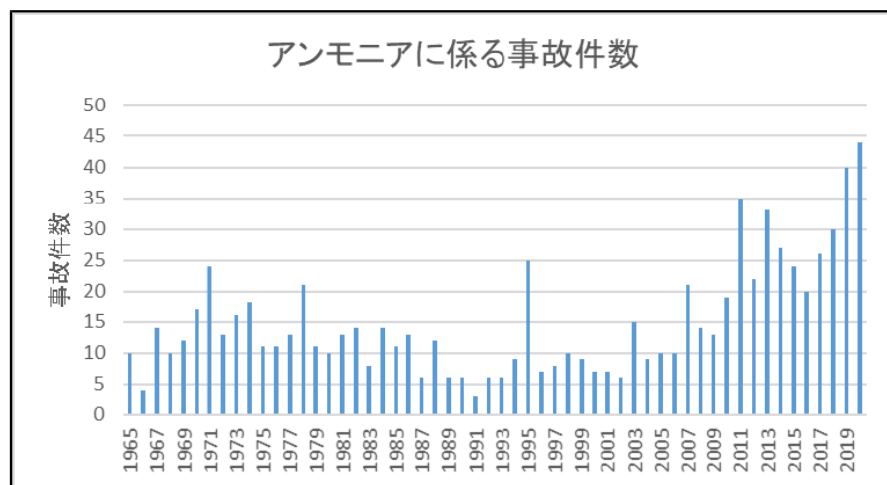
<https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/PAB0702.pdf> (閲覧2023.10.20)

※2016年にも米国ネブラスカ州で同様の事故が発生 (死者1名、負傷者2名)

<https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/PAB2001.pdf> (閲覧2023.10.20)

高圧ガス保安協会2023年10月  
水素・アンモニア政策小委員会資料より

海外においては、規模の大きな事故も発生。  
我が国では事故数は増加しているものの、人的被害は減少。  
但し、液体アンモニアのような液化ガス漏洩の挙動法海を深めておくことは重要。



日本でのアンモニアに係る事故件数

みずほサーチ&テクノロジー2022年2月  
「令和3年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査報告書より

2011年 千葉県 漏洩量 49m<sup>3</sup>

東日本大震災により、コスモ石油千葉製油所で爆発事故が発生し、円盤状の飛来物が事業所内に落下したことにより、スタクションが破壊され、敷設されていたプロピレン配管が破断、開口部から漏洩着火した。事故原因は、火災による熱膨張で配管が変形し、フランジ部から漏洩着火したものと思われる。着火の原因は飛来物が高温であったために引火したか、または、プロピレン漏洩時の静電気によると推定されている。

2011年 青森県 漏洩量 50m<sup>3</sup>

事業所内の冷蔵設備で、冷却水の補給不良が発生し、圧力が上昇したため、安全弁が作動し、アンモニアが漏洩した。事故の原因としては、部ラインである冷却水を補給する井戸ポンプの脱落によると推定されている。

# アンモニアの保安について

- アンモニアは強い刺激臭と強い毒性を有しており、金属材料を腐食させるなどの性質を持つ。従来、利用されている産業用高圧アンモニアガスは、**高圧ガス保安法令によって「可燃性ガス」および「毒性ガス」として規定**するなど、利用にあたって必要な保安措置を定めている。
- 今後、アンモニアが大規模に利活用されることを見据え、**必要な科学的データの戦略的獲得を図り、随時、技術基準などに反映していくことが求められる**。例えば、アンモニアを燃料とする火力発電設備の導入拡大を見込み、令和4年度に電気事業法において必要な技術基準を整備すると共に、現在、アンモニア発電に適した使用前、溶接、定期の各自主検査の解釈見直しに向けた検討を実施中。

## 高圧ガス保安法令での規定

【一般高圧ガス保安規則】中での用語の定義「**第二条の一 可燃性ガス**」にアンモニアの記載あり。（他に、アクリロニトリル、アセチレンなどが記載）

同じく、「**第二条の二 毒性ガス**」にアンモニアの記載あり。（他に亜硫酸ガス、塩素などが記載）

## 電気事業法上の対応状況

- アンモニア等を燃料とする火力発電設備・燃料電池発電設備の利用促進の観点から、令和4年12月、アンモニア等を燃料として火力発電設備・燃料電池発電設備で使用するバイ委の技術基準に関する改正を実施。電気事業法に基づく関連省令や告示などについて、公布。

### 第2章 ボイラー等およびその附属設備

第2条 材料に関する要件追加

第12条 アンモニア使用時の管二係る要件追加  
（接合、二重管）

第15条 アンモニア使用時の安全弁への放出管に係る要件追加

第15条の2 ガス漏洩対策の要件追加

### 第4章 ガスタービンおよびその附属設備

第34条の2 ガス漏洩対策の要件追加

第35条の2 容器等に関する要件追加

### 第5章 内燃機関およびその附属設備

第36条 材料に関する要件追加

第41条の2 ガス漏洩対策の要件追加

### 第6章 燃料電池設備

第36条 材料に関する要件追加

第47条 アンモニア使用時の安全弁への放出管に係る要件追加

第48条 ガス漏洩対策の要件追加

第49条の3 容器等に関する要件追加

### 第7章 液化ガス設備

第50条 アンモニア使用時の離隔距離に関する要件追加

第69条 アンモニア使用時の管二係る要件追加  
（二重管）

第74条 アンモニア使用時の安全弁への放出管に係る要件追加

# アンモニア発電に関する保安技術の考え方の例

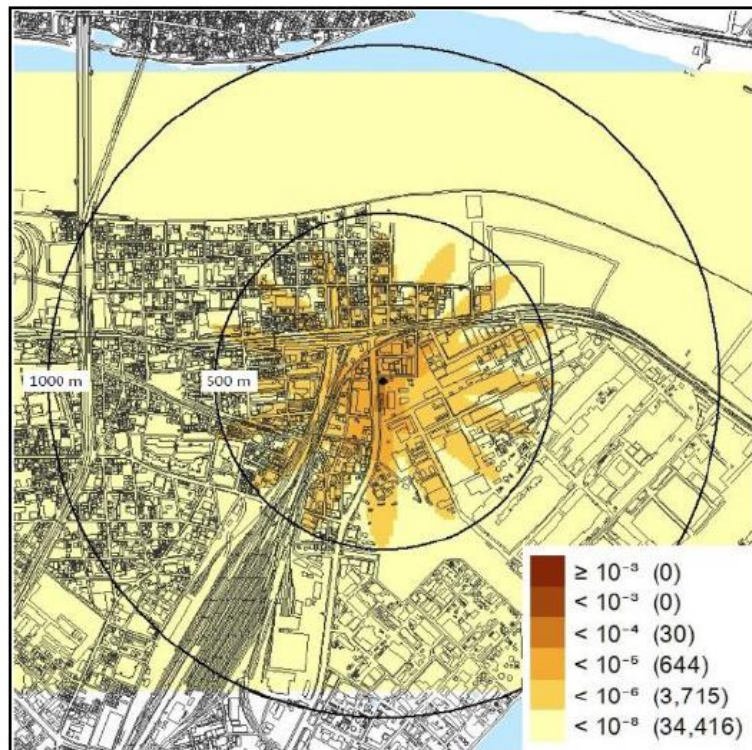
みずほリサーチ&テクノロジー2022年2月  
「令和3年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査報告書より

安全の定義 = 「受容出来ないリスクがないこと」 ~ ISO/IEC Guide 51

- 人名を対象とした目標
- 社会的リスクに対する目標
- 工学システム安全に対する要求事項
- 化学プラントにおける安全目標やリスクの考え方

強度レベル (ポイント)	人の健康	火災・爆発	漏洩の潜在的影響	環境への影響 (環境対応費用)	社会への影響 (参考データ)
1(27)	複数死亡	直接被害額 10億円超	複数死亡の可能性のある放出	2.5億円超	(参考;レベル2)
2(9)	1名死亡	1億~10億円	構外で死亡の可能性のある放出	1億~2.5億円	
3(3)	休業災害	1千万~1億円	敷地内放出	1億円未満	(参考;レベル3)
4(1)	応急手当	250万~1千万円	放出が二次防護施設内でしきい値以上	短期的な改善対応	(参考;レベル4)
5(0.3)	レベル4未満	250万円未満	レベル4未満	レベル4未満	-

石油化学工業協会の評価基準より



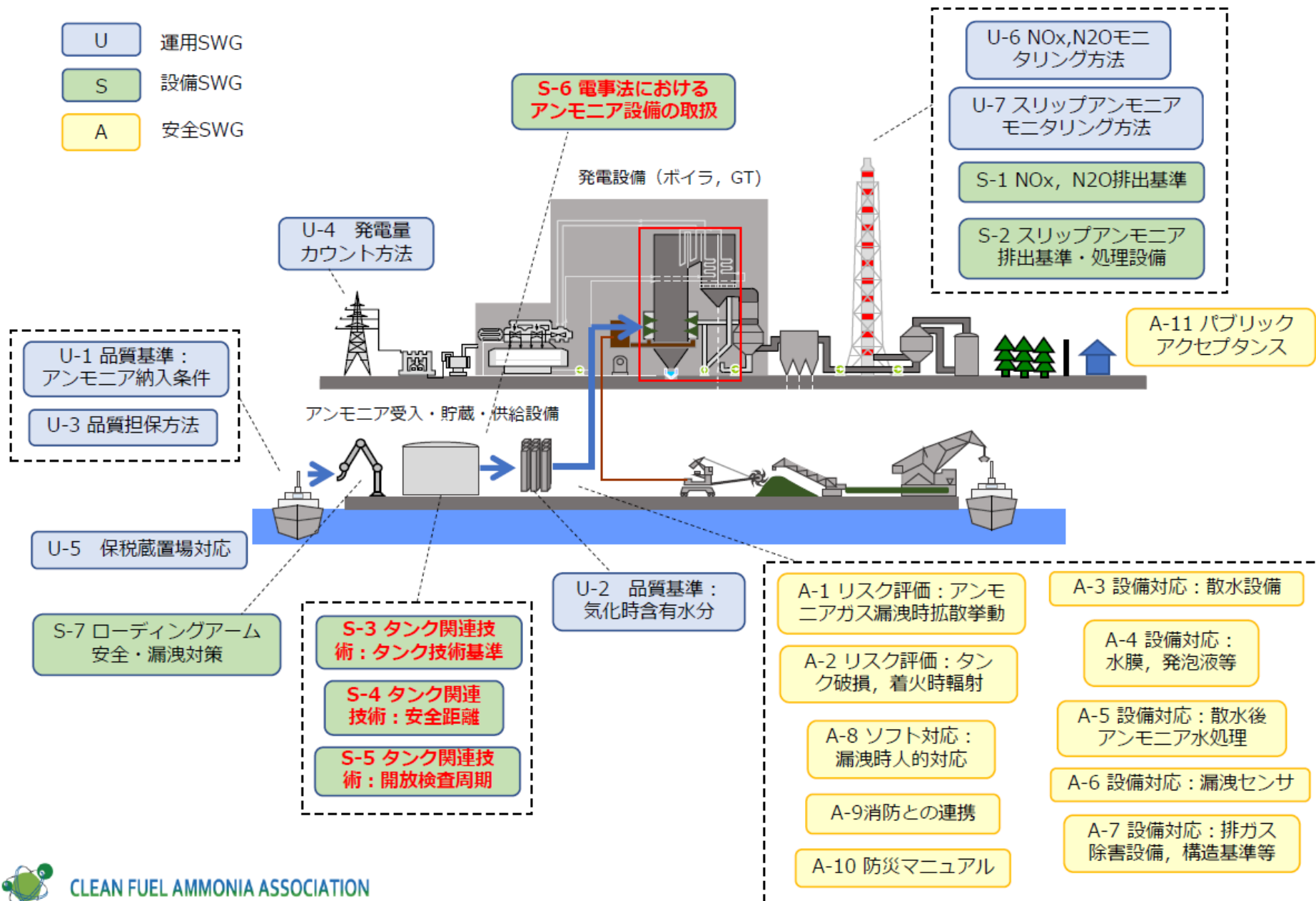
- ある地域に立地する液化アンモニア貯蔵工程の貯槽（15トン）および配管から、アンモニアが漏洩して、防液堤の液だまりから蒸発拡散すると仮定。
- 各設備からアンモニアが漏洩したときに、大気圧になるまで漏洩し続けると仮定。

## 産業技術総合研究所によるシミュレーション結果

- リスク評価結果として漏洩源から320mの距離までは許容レベルを満たさない懸念がある結果が得られている。
- 退避可能時間に応じた曝露時間の設定が必要。アンモニアは臭気が強く退避時間は短い可能性があり、適切な設定が今後必要となる。
- 降雨時の濃度低減の程度を示す必要がある。



# アンモニアの運用・設備・安全関連のレビュー項目

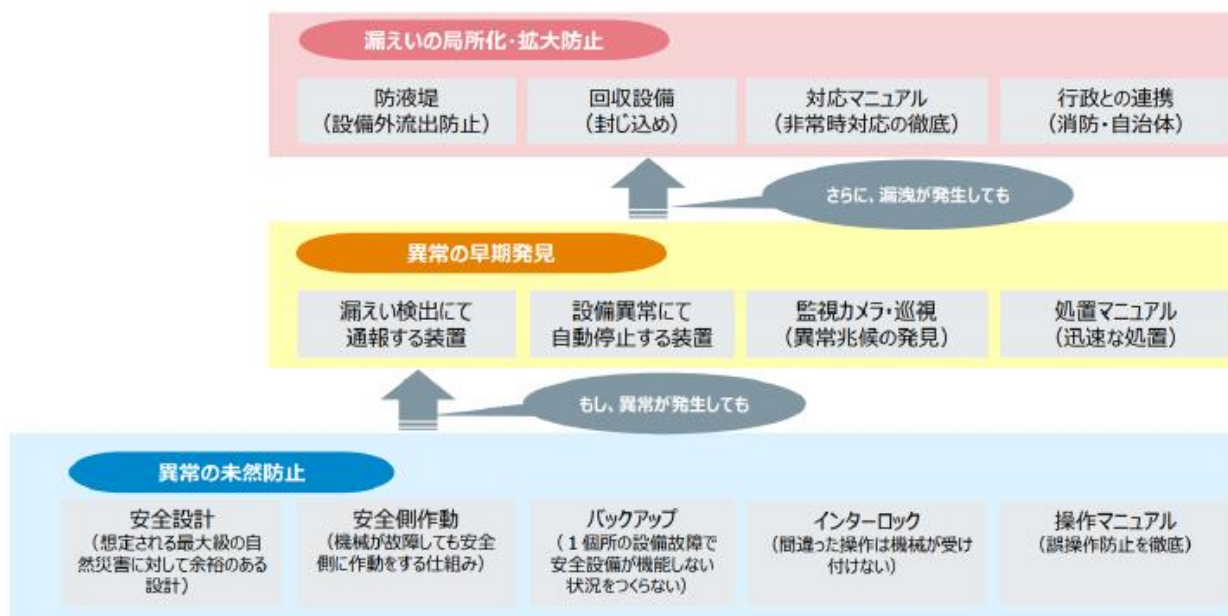


# 大規模利用のための保安の取り組み事例

JERA碧南石炭火力100万kWユニットで、2024年の20%混焼大規模実証試験を実施後、2020年代後半から本格実用化の予定（20%混焼の場合、年間約50万トン/ユニットのアンモニアを使用）～上述のGI基金事業～

## アンモニアを漏らさない取り組み

- 最大級の自然災害（地震や高潮・津波・洪水等）に対して十分な安全設計を行うとともに、機器故障や誤操作に備えた未然防止対策を徹底
- 設備の異常を早期に発見する仕組みや被害を拡大させないための処置マニュアルの整備と訓練を重ね、安全、安心な運用を実現
- 万が一の漏えいにも備えとして、漏洩の拡大防止対策を講じるとともに敷地外の漏洩時に備えた対策も講じておく（消防との協働、自治体との連携など）



出典：JERAウェブサイト

- 燃料アンモニアは、地球温暖化対策に有効な手段の1つとして期待されている。本国際会議では、**安定的かつ低廉で柔軟性のあるアンモニアサプライチェーンと市場の構築に焦点をあて**、官民の戦略、取組、課題を共有し、G7などの国際舞台におけるアンモニアに関する着実な意識向上を検証。
- 長期的に多方面の脱炭素化に寄与する**燃料アンモニアの可能性・将来性**について議論した。

## 1. 会議概要

日時：2023年9月29日（金）14:00～17:30（対面・オンライン形式）

場所：一橋講堂

参加者数：約1,340名

## 2. 結果概要（プログラム、主な参加者）

（プログラム）

- （1）オープニングセッション、（2）国際機関/研究調査機関セッション
- （3）産業セッション（幅広い産業での低炭素化への貢献、燃料アンモニアサプライチェーンの構築、供給拡大への支援）
- （4）パネルディスカッション  
(Key Challenges for Clean Fuel Ammonia Supply Chain Development)
- （5）クローリングセッション

（主な参加者）

- 井上 博雄 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部長
- ファティ・ピロル 国際エネルギー機関（IEA）事務局長
- 安永 裕幸 国際連合協業開発機関（UNIDO） Deputy to the Director General and Managing Director
- 木村 繁 東アジア・アセアン経済研究センター（ERIA） Special Adviser to the President on Energy
- 浅和 哲 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）エネルギー事業本部長
- 各国企業等のリーダー



## 3. 成果

- 三菱商事とProman社による、米国ルイジアナ州における、新たなクリーンアンモニア製造検討の調査に関して、協力覚書を締結
- 燃料アンモニアの幅広い産業での多用途展開、安定的かつ低廉で柔軟性のある燃料アンモニアバリューチェーン・市場構築、燃料アンモニアの供給拡大への支援等、脱炭素化に寄与する燃料アンモニアの可能性・将来性に向けた会議の議事総括を発信

**御清聴ありがとうございました**

