

実装への期待が高まるクリーン燃料アンモニア

一般社団法人 クリーン燃料アンモニア協会
会長 村 木 茂 氏

はじめに

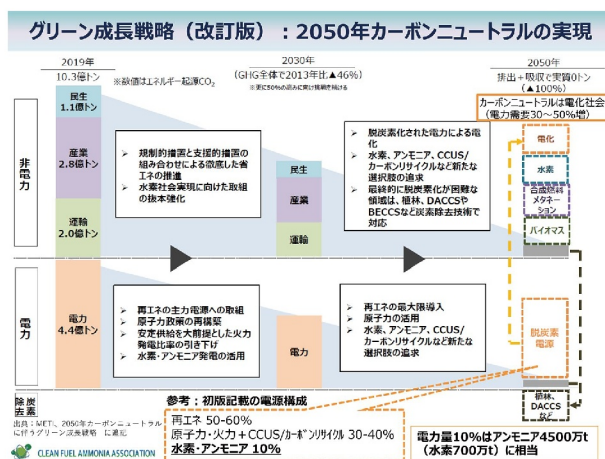
世界でカーボンニュートラル（CN）に向けた動きが活発化しており、CNを宣言した国のCO₂総排出量は世界全体の80%になっている。しかし、世界最大の排出国中国や第3位のインドなど目標を2060年や2070年にしている国もあり、日本を含めて目標を2050年に定めている国の総排出量は40%を切っており、日本としては世界の大きな流れを注視しながら取り組みを進めていく必要がある。

日本の2050年CNに向けたシナリオは、省エネルギーの推進、電力シフトと電力の脱炭素化、水素、アンモニア、CCUSの活用であり、再生可能エネルギー、原子力に加えて水素、アンモニアの役割が重要になることが示されている。日本は、水素基本戦略に示されているように、輸入を中心に水素、アンモニアを合わせて水素換算で2030年に300万トン、2040年に1200万トン、2050年に2000万トンの導入を目指している。

こうした中、水素の海上輸送での輸入を目指して、液化水素、メチルシクロヘキサン、アンモニアのサプライチェーンに取り組んでいる。この中ではアン



講師 村木 茂 氏



モニアがコスト的に優位性があり、すでに大規模サプライチェーンが確立されていることに加えてCO₂フリー直接燃焼利用が可能であり、早期の導入が期待されている。

水素エネルギーキャリアの比較

- 水素キャリアの道定は、水素社会の在り方を決める重要な論点であるが、それぞれ異なる課題を抱えており、**長期的にこれらが優位となる等**の適用が否による、用途等も分けられ長期的に行われると考えられるが、**現時点でキャリアを絞り込まず、競争を促しつつも各々の技術的課題克服等を支援**
- また、キャリアの評価に当たっては、水素化、脱水素化のコストに加えて、輸送（国際輸送）、配送（国内配送）のコストを加味し、**総合的に評価する**ことが重要。

キャリア	液化水素	MCH	アンモニア	メタネーション
体積(対常圧水素)	約1/800	約1/500	約1/1300	約1/600
液体となる条件、毒性	-253℃、常圧 無毒	常温常圧 可燃・弱毒性	-33℃、常圧等 毒性、腐食性	-162℃、常圧 無毒
直接利用の可否	N.A.(化学特性変化無し)	塊状不可	可(石炭火力燃焼等)	可(都市ガス代替)
高純度化のための追加設備	不要		必要(脱水装置)	
特性変化等のエネルギーロス	現在:25~35% 将来:18%	現在:35~40% 将来:25%	水素化:7~18% 脱水率:20%以下	現在:-32%
既存インフラ活用、活用可否	国際輸送は不可(要新設)、国内配送は可	可(ケミカルタンク等)	可(ケミカルタンク等)	可(LNGタンク、都市ガス管等)
技術的課題等	大型海上運送船(大型液化ガス運搬船等) 汽化設備が必要	エネルギーロスと更なる削減が必要	直接利用先拡大のための技術開発、水素事業展開・技術開発が必要	製造工場における燃焼的なCO2発生由来水素、CO2貯蔵に不可欠

 CLEAN FUEL AMMONIA ASSOCIATION

出典：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 中間整理

アンモニア利用技術

アンモニアの直接燃焼技術では日本が世界をリードしている。

石炭火力での混焼については、すでに 60 % 混焼バーナーの開発が完了しており、現在 100 % 専焼バーナーの開発が進められている。JERA では愛知県碧南火力の 100 万 kW 石炭火力で 2024 年 3 月から

20% 混焼の大規模実証を実施し、2020 年代後半からの本格的商用利用を計画している。

利用技術（石炭火力混焼）

- ・アンモニアを石炭火力発電設備のボイラーで安定的に燃焼が可能
- ・実証試験炉（1万kW input）では、アンモニアを20%（熱量等価）混焼しても、排気中のNOx値を石炭専焼と同程度に保つことが可能
- ・水島火力発電所2号機で12万kW出力のうち、1,000kW相当の石炭をアンモニアに置き換えて発電する電力供給を実証（NOx値、アンモニアスリップの問題はなかった）
- ・20%～60%混焼バーナー開発完了、100%専焼バーナー開発中（1万kW級試験炉）
- ・JERA碧南火力100万kW石炭火力で20%混焼実証試験を実施予定（2023年3月～6月）。2020年代後半から実用化の予定。

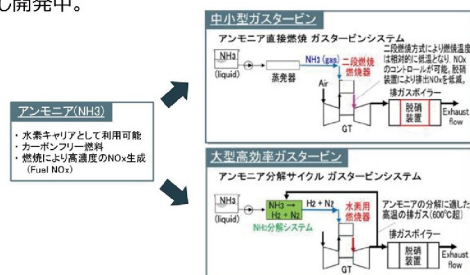
（1GW石炭火力でアンモニア20%混焼の場合、年間約50万トンの燃料アンモニアを使用）



ガスタービン発電については、50kW から2,000kW クラスの小型タービンでは専焼化の開発が順調に進んでいる。現在40MW から400MW クラスの中型から大型のアンモニアタービンの開発がIHI と三菱重工によって進められており、2030 年までにはアンモニアガスタービンのラインナップが整う予定である。IHI は液体直接噴霧方式の開発を進めており、一方、三菱重工は中型ではアンモニアガス噴霧方式、大型ではタービン排熱でアンモニアをクラッキングして水素タービンとして稼働する方式を開発している。

利用技術（中型・大型ガスタービン）

三菱重工では、**中型（40MW級）ではアンモニア直接燃焼**を、**大型（400MW級）ではアンモニアをクラッキングした水素での燃焼**を採用し開発中。



アンモニアを利用したガスタービンシステム

出典：2022 三菱重工技術
カーボンニュートラルに貢献する水素・アンモニア燃焼ガスタービンの開発状況 より作成

工業炉では、大阪大学赤松研究室での基礎試験をベースに、現在AGC と大陽日酸が中心となりガラス溶解炉でのアンモニア専焼化の開発を進めており、2022 年6月に専焼の実証試験に成功して2025 年

の完成を目指して取り組んでいる。

アンモニアの世界的市場形成の可能性が高いのが船舶燃料である。現在GI 基金の支援を受けて小型4 ストロークエンジンと大型2 ストロークエンジンについてそれぞれ2024 年、2026 年に第一段階として80% 混焼システムを目指した開発が進んでいる。2027 年以降アンモニアを燃料とする大型アンモニア輸送船の建造計画も検討されている。

利用技術（工業炉／船用エンジン）

工業炉

- ・10kWモデル試験炉（大阪大学）にて、2段燃焼でNOx生成の抑制が可能
- ・アンモニア混焼による輻射熱の低下は酸素付加（30%O₂）により対応可能
- ・2021年12月、NEDO事業採択「燃料アンモニア利用・生産技術開発／工業炉における燃料アンモニアの燃焼技術開発」（AGC、大陽日酸、産総研、東北大）
- ・2023年6月、AGCの建築用ガラスを製造するガラス溶解炉で燃料アンモニア利用の実証に成功
 - ガラスの品質や炉材への影響、火災温度、炉内温度、窒素酸化物（NOx）排出量の抑制効果などを検証



出典：SIPエネルギーキャリア実証報告書 大陽日酸より引用

船用エンジン

- ・試験用単気筒ディーゼル機関（7kW）にアンモニアを20%混焼し課題抽出（NOxの制御が必要）。
- ・IMO（国際海事機関）の「国際海運からのGHG削減戦略」への対応 GHG削減戦略採択（2023年7月）～2050：GHGゼロ排出
- ・GI基金採択「アンモニア燃料国産エンジン 搭載船舶の開発」アンモニア燃料船開発と社会実装の一体型プロジェクト



クリーン燃料アンモニアの実装プラン

こうしたアンモニアの利用技術の進展を受けて、現在国内4 地区5 拠点でアンモニアの輸入とその利用の検討が進んでいる。輸入したアンモニアを内航船やローリーで2次輸送することや、アンモニアをクラッキングして水素として供給利用することも検討されている。具体的には茨城県の常陸那珂、鹿島、中京地区の碧南、大阪府の泉北、中国四国地方の山口県周南、愛媛県浪方といった拠点を中心とした取り組みである。

2030 年までにはこうした拠点での輸入を通じて、石炭火力発電での混焼を軸としながら、ガスタービン、工業炉、船舶燃料などへの幅広い利用展開が進んでいく。供給についてはコスト優位性が高く大規模供給が可能なブルーアンモニアからスタートして、2030 年には300 万トン以上の需要が想定されている。2030 年以降は大型ガスタービン、工業炉や船舶燃料での本格的利用、さらには石油化学などへの市場展開が進んでいく。さらにはアジアへのサプライチェーン展開と日本の燃焼技術の国際展開も目指していく。

クリーン燃料アンモニアの実装プラン

市場導入

- ～2030年（300万トン）
- 石炭火力への導入
- 中型ガスタービン（～60 MW）、工業炉、船舶での利用開始
- ブルーアンモニアを中心としたサプライチェーンの構築
- 国内4～5地区での受入供給インフラの形成
- クラッキング水素供給の開始

2030年代

- 大型ガスタービンへの導入（天然ガス混焼～専焼）
- 工業炉、船舶での利用拡大
- 石油化学等への市場拡大
- グリーンアンモニアサプライの導入、拡大
- 2次輸送、クラッキング水素供給を含めた国内インフラの整備
- アジアへのサプライチェーン展開、日本の燃焼技術の国際展開



CLEAN FUEL AMMONIA ASSOCIATION

供給インフラ

アンモニアハブ基地構想

（カーボンニュートラルポートと連携）

★ 一次基地

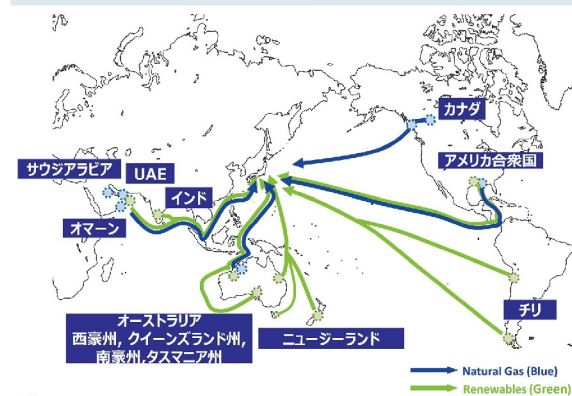
→ 二次輸送（陸・海）

→ 水素供給



のバリューチェーン構築は着実に進んでおり、2020 代後半から本格的に供給、活用が開始される計画である。

燃料アンモニアのサプライチェーン構築の可能性



サプライチェーンの構築

供給については、環太平洋地域で多くのブルーアンモニアとグリーンアンモニアの計画が検討されている。ブルーアンモニアについては米国メキシコ湾岸と中東のサウジアラビアと UAE でのプロジェクトの検討が先行している。グリーンアンモニアについては、豪州、チリのポテンシャルが高く、その他にインドやオマーン、UAE でも計画が検討されている。

以上述べてきたように、クリーン燃料アンモニア

日本の産業、環境、エネルギー戦略に貢献

日本が世界をリードしてきたクリーン燃料アンモニアの活用は世界の注目も高まってきている中で、日本としては継続して世界をリードして日本の産業競争力、脱炭素化、エネルギー戦略に貢献していくことを目指している。

