

国内における燃料アンモニア導入拡大の 取組動向

Short Review
2023年3月

資産運用研究所
後藤 孝輔

1. はじめに

ロシアのウクライナ侵攻が勃発し、エネルギーの供給制約が長期化する中、世界中で既存エネルギーに依存しないエネルギー源移行および大転換が進んでいる。わが国が、2050年までに温室効果ガス排出を全体としてゼロにする「カーボンニュートラル」という目標を達成するためには、各産業のエネルギー構造の転換、新エネルギーのインフラの推進等、大胆な投資によるイノベーション創出を実現させなければならない。そこで、大きな期待を寄せられているのが燃焼時に二酸化炭素を排出しない次世代カーボンフリーエネルギーである。

本稿では、次世代カーボンフリーエネルギーとして期待されているアンモニアに焦点をあてる。次章で、アンモニアの基本特性と、燃料として利用されるアンモニアの製造工程別の種類について紹介する。3章では、燃料アンモニアの長所について概説し、4章では、燃料アンモニア導入工程表を示し、サプライチェーン構築の拡大における課題を挙げる。最後に5章では、燃料アンモニア拡大への取り組みとして、日本政府の支援制度の現状と予定、企業の最新動向を紹介する。

2. アンモニアの基本特性

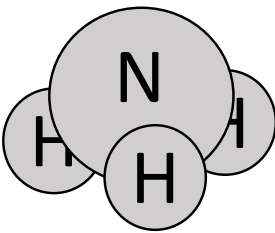
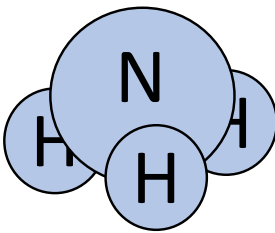
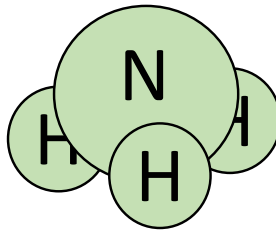
アンモニアの化学式は「NH₃」、窒素原子（N）と水素原子（H）で構成されており、基本的な特性として、常温・常圧では無色透明の気体で特有の刺激臭があることが一般的に知られている。最近では、水素と同様、燃焼させても二酸化炭素が発生しないという特性のため燃料としてのアンモニア（燃料アンモニア）が注目されている。燃料アンモニアはアンモニア単体だけでなく、石炭火力に混ぜて使うこと（混焼）もできる。混焼の技術が進歩すれば、石炭の量を減らしてアンモニアを混焼させることで、発電量が変わらず二酸化炭素排出量を削減することができる。

燃料アンモニアは製造工程における二酸化炭素の排出を基準にして色調による名称がつけられており、タイプが大きく分けて3種類ある（図表1）。単に化石燃料から生成される「グレーアンモニア」、化石燃料を使用しているながらも、製造工程で排出する二酸化炭素を回収・貯蔵（CCS¹）・利用（CCUS²）し、全体の二酸化炭素排出量をオフセットするのが「ブルーアンモニア」、そして、CO₂の排出を伴わない「グリーンアンモニア」の3種類に分類される。

¹ CCS（Carbon dioxide Capture Storage）は二酸化炭素を回収し、貯留する技術。

² CCUS（Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage）は二酸化炭素を回収し、分離・貯留した分を利用する技術。

図表 1 アンモニアの製造工程別の呼称

類型			
色調	グレーアンモニア	ブルーアンモニア	グリーンアンモニア
生成元	化石エネルギー	化石エネルギー	再生可能エネルギー
用途	原料用	石炭火力・工業炉・船舶用	
CO2排出	発生	オフセット(CCS、CCUS等)	発生しない

(出所) 日興リサーチセンター作成

3. 燃料アンモニアの長所

アンモニアは、一般に、肥料や化学製品の原料として使われているが、近年、カーボンニュートラルに貢献するエネルギー源として、輸送・発電・産業といった多様な分野に応用されている。アンモニアに期待が寄せられる理由は大きく3つある。

1つ目は、アンモニアは燃焼時に二酸化炭素が発生しないことである。アンモニア単体だけでなく、混ぜても燃料として活用することができ、燃焼速度が近い石炭との相性が良く、石炭火力発電では混焼の技術開発が進んでいる。

2つ目は、基本的な運搬方法が確立されている点である。工業原料として使用されてきたアンモニアは、合成・液化・輸送までの商業サプライチェーンが既に構築されており、既存のケミカルタンカーや設備を活用できるため追加コストが限定的であり、早期の社会実装が期待できる。

3つ目は、水素のエネルギーキャリア³としての特性を持っている点である。アンモニアは、常温で家庭用プロパンガスの圧力と同程度で簡単に液化することができる。また、液化アンモニアは体積当たりの水素密度が極めて高いため、輸送・貯蔵が比較的難しい水素のキャリアとしての役割が期待されている。

これらの3つの理由からわかるように、アンモニアは次世代燃料として有効な特性を有しており、官民において、火力発電の燃料、船舶の燃料や燃料電池等への実証実験が行われている。

4. 燃料アンモニアの課題

図表2は資源エネルギー庁の「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」で論議されている内容をまとめた、燃料アンモニアの導入工程表である。導入工程表の供給サイドは、アンモニア供給拡大のための製造技術の開発や貯蔵施設の設備、アンモニアを安定供給するた

³ 気体のままでは貯蔵や長距離の輸送の効率が低い水素を、液体や水素化合物にして効率的に貯蔵・運搬する方法。

めの拠点として、港湾におけるカーボンニュートラル、いわゆるカーボンニュートラルポート（CNP⁴）の整備など大規模サプライチェーン構築の工程についてまとめている。利用サイドは、石炭火力発電用途（混焼/専焼）、船舶等（長距離の外航船）の燃料用途の拡大についてまとめている。

図表 2 燃料アンモニアの導入工程表

	供給サイド	利用サイド	目標コスト	目標年間供給量
現在	<ul style="list-style-type: none"> 【貯蔵・製造】 ・アンモニア供給拡大に向けた調査・実証 【港湾CNP】 ・各港湾のCNP構想の検討 	<ul style="list-style-type: none"> 【石炭火力】 ・アンモニアの混焼率向上 ・専焼に向けた必要な基礎技術の開発 →アンモニア混焼バーナーの製造開発 【船舶】 小規模輸送、貯蔵設備 ・外航船: 2.5万トン ・タンク: 1.5万トン 	20円程度/Nm3	108万トン/年 (原料利用のみ)
~2025年	<ul style="list-style-type: none"> 【貯蔵・製造】 ・アンモニア貯蔵タンクの等の装置大型化、海上タンクの整備 ・直接利用先拡大のための技術開発、脱炭素設備の技術開発 【港湾CNP】 ・CCSやCCUSの技術動向を踏まえながら港湾施設等の整備 	<ul style="list-style-type: none"> 【石炭火力】 ・アンモニア混焼バーナーの製造開発及び石炭火力実機への20%混焼実証 【船舶】 ・代替設計承認の取得、国際標準規格に向けた検討と調整 ・内航船は2024年に竣工予定 		
~2030年	<ul style="list-style-type: none"> 【貯蔵・製造】 ・製造効率化、新触媒製造、ブルー・グリーンアンモニア製造に向けた技術開発、実証 【港湾CNP】 ・小名浜港アンモニア輸入目標量128万トン/年 ・その他港湾導入検討/拡大 	<ul style="list-style-type: none"> 【石炭火力】 ・20%混焼実証開始 【船舶】 アンモニア燃料アンモニア輸送船舶の導入・拡大 ・外航船2026年竣工予定 ・外航船: 10万トン超 ・タンク: 10万トン超 	10円台後半/Nm3	300万トン/年
発電量電源構成: 水素・アンモニアで1%				
~2050年	<ul style="list-style-type: none"> 【貯蔵・製造】 ・アジアを中心とした商用サプライチェーンを構築し燃料アンモニア供給を開始・展開 【港湾CNP】 ・各港湾自立商用拡大 	<ul style="list-style-type: none"> 【石炭火力】 ・高混焼化の拡大 ・アンモニア混焼技術の海外展開 【船舶】 導入・拡大 		
2050年~	<ul style="list-style-type: none"> 【貯蔵・製造】 ・商用的輸入経路拡大 【港湾CNP】 ・小名浜港アンモニア輸入目標量1,678万トン/年 	<ul style="list-style-type: none"> 【石炭火力】 ・アンモニア専焼開始 【船舶】 導入・拡大 		3000万トン/年

(出所) 資源エネルギー庁「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」より、日興リサーチセンター作成

次に、工程表において最も重要なサプライチェーン構築のための課題を「製造」、「運搬」、「利用」の観点から確認する。

「製造」

製造における課題として主に、製造コストが挙げられる。製造コストにおいては、現在、アンモニアを生成するのに 1Nm3（大気圧（101.32kPa）、0℃の標準状態での体積）当たり 20 円のコストがかか

⁴ 次世代エネルギーのサプライチェーン構築に向けた、製造・貯蔵先として港湾を整備する取り組み。

る。技術開発や効率性向上の追求により、2030年には1Nm³当たり10円台後半に抑える計画である。年間供給量は、現在の108万トンから2030年に300万トン、2050年には3,000万トンとする目標である。世界の原料用アンモニア生産量は約2億トン（2019年時点）で、内9割が地産地消され、残りの1割の約2,000万トンが国際貿易されている状況である（日本は、108万トンの内、地産地消で8割、残りの2割を輸入に頼っている状況）。2050年の目標3,000万トンは現在の国際貿易量を超える規模となるので、大規模サプライチェーンの構築は急務である。

「運搬」

前章で燃料アンモニアの長所として、基本的な運搬方法が確立されている点を述べた。これからアンモニアの国内供給量の増加に対応するには、海外のサプライチェーンを強化し大量に輸入する必要がある。そのため海運における二酸化炭素削減が課題となる。そこで、国際標準化に向けた規格の検討・調整を目的に、NEDO⁵事業で「次世代船舶の開発/アンモニア燃料船の開発」の公募を行い、船舶のゼロエミッション化へ取り組んでいる。公募に参画した民間企業数社（「5章 政府の財政支援制度と企業の取り組み」で一部について触れる。）がアンモニア燃料アンモニア輸送船の基本設計承認（AiP⁶）を取得し、2026年度の実証運航を目指している。

「利用」

石炭火力発電において、アンモニアを燃焼する際に問題になることは、「窒素酸化物（NO_x）」（以下、NO_x）の排出である。アンモニア内の窒素と空気中の酸素が反応して生じる化合物で、一般的には火炎温度が上昇すると生成され、温室効果ガスの一種に含まれるとされる。そこで、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）では、燃焼段階を工夫することでNO_x生成の抑制を可能にした混焼バーナーの基礎技術を世界に先駆けて確立した。現在、NEDO事業では、石炭火力発電のバーナーにアンモニアを20%混焼して、安定燃焼でNO_x排出量の抑制に成功している（1万kW）。今後は、燃焼効率の高度化、大型化、商用化、混焼割合を変えたときの影響の検証が課題となっている。

上記の通り、原料アンモニアの現在の国内供給量は年間108万トンであるが、日本政府は燃料アンモニアの国内供給量を2030年に年間300万トン、2050年時点では3,000万トンと想定している。課題を解決しつつ、これまでの原料アンモニアとは異なる大規模かつ強靱なサプライチェーンの構築が求められている。次章では、そのための政府の支援制度、民間の先行投資、技術開発等の取り組みを紹介する。

⁵ 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構。

⁶ 認証機関が基本設計を審査し、技術要件や安全性の基準を満足すると承認されたことを示すもの。

5. 政府の財政支援制度と企業の取り組み

2023年2月10日「GX実現に向けた基本方針～今後10年間を見据えたロードマップ～」が閣議決定された。そこでは、水素・アンモニアの導入を促進し早期の社会実装を実現するため、今後10年間で大規模かつ強靱なサプライチェーン構築に5兆円、インフラ整備・既存設備改修に1兆円、研究開発に1兆円の計7兆円を超える規模のGX投資を実施すると公表されている。そこで、どのような取り組みがなされているのか、日本政府の支援動向と企業の取り組み動向に分けて紹介する。

日本政府

経済産業省は燃料アンモニアサプライチェーン構築事業として、「2050年カーボンニュートラル」という目標に向け、NEDOにおいて、グリーンイノベーション基金事業を立ち上げた。当事業では、2兆円の基金を造成し、官民で野心的かつ具体的な目標を共有したうえで、これに経営課題として取り組む企業等に対して、10年間、研究開発・実証から社会実装までを継続して支援する。2兆円の基金の内、4,000億円超が水素・アンモニアの普及開発に使われ、アンモニア分野においては、燃料アンモニアサプライチェーンの構築に上限598億円が配分された。

製造面はハーバー・ボッシュ法⁷によるアンモニアの量産が困難であるため、同手法に代わるアンモニア合成技術の確立（参画企業・団体：千代田化工建設、JERA、東京電力ホールディングス等）や、グリーンアンモニア製造に向けた電解合成技術の開発（参画企業・団体：出光興産、東京大学、九州大学、大阪大学、東京工業大学等）、利用においては、混焼率向上・専焼に向けたバーナーの技術開発（NOx抑制・収熱技術等）（参画企業・団体：IHI、三菱重工業、JERA、東北大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所等）が基金対象とされた。

JERA

東京電力ホールディングスの100%子会社の東京電力フュエル&パワーと中部電力が折半出資した合併会社。米シェブロンと共同でオーストラリアにおいて「ブルーアンモニア」を製造することを発表し、2023年末までに事業性を探って、日本などへの輸送を検討している。また国内ではJERAが管理する碧南火力発電所にて2023年度内に燃料アンモニア20%混焼の実証実験を開始する。

IHI

UAEのドバイ首長国有石油・ガス公社であるEmirates National Oil Company(ENOC)とUAE・ドバイ及び周辺首長国において、豊富な太陽光資源を活用した再生可能エネルギー由来のグリーンアンモニア製造・販売の事業性を検討・調査する覚書を締結した。また、IHIは未燃アンモニアとNOxの排出をほぼゼロにしたガスタービンを開発し、米国のGE Gas Power社とアンモニア専焼大型ガスタービン開発に関する覚書を締結した。

⁷ 触媒を用いて窒素と水素から直接アンモニアを合成する方法。

国内においては、JERA と IHI で碧南火力発電所において、燃料アンモニアの大規模実証実験（アンモニア 20%混焼）に必要な設備である、バーナー、タンク、配管等の設備工事の工程短縮を調整し、開始時期を約 1 年前倒しし、2023 年度に取り行うことを発表した。

INPEX

INPEX は、新潟県柏崎市にブルー水素・アンモニア製造実証プラントを建設し、2024 年の運転開始を目指し準備を進めている。実証試験の結果を元に既存の天然ガスインフラを活用して商業化を目指すとしており、2030 年頃までには年間 10 万トン以上の水素・アンモニアを生産・供給することを目標としている。また、アンモニアサプライチェーン構築のため、アブダビ酋長国、豪州、インドネシア等の海外で大型事業開発を行っている。

日本郵船

2023 年 1 月 5 日、日本郵船、日本シッパヤード、IHI の 3 社は、世界初となる A-FSRB⁸（浮体式アンモニア貯蔵再ガス化設備搭載バージ）の基本設計承認を取得した。この基本設計承認は、グリーンイノベーション基金事業の公募採択を受けた「アンモニア燃料国産エンジン搭載船舶の開発」の一環で行われた。

伊藤忠商事

2022 年 11 月 28 日、伊藤忠商事は、日本シッパヤード、三井 E&S マシナリー、川崎汽船、NS ユナイテッド海運と共同し、日本海事協会より、アンモニア燃料船（載貨重量トン 20 万トン級大型ばら積み船）の基本設計承認を取得した。この基本設計承認の取得は、グリーンイノベーション基金事業の公募した事業「グリーンイノベーション基金事業/次世代船舶の開発/アンモニア燃料船の開発」において共同採択された案件によるものである。

6. おわりに

本稿では、これまで肥料や化学製品の原料として使用されてきたアンモニアが、燃焼させても二酸化炭素を排出しないためカーボンニュートラル実現のための次世代エネルギーになり得ること、水素のエネルギーキャリアとしての役割を担えることを紹介した。さらに、わが国のカーボンニュートラル実現に向けたトランジションのために、燃料アンモニア導入拡大が期待されており、その工程表を示した（図表 2）。

図表 2 の燃料アンモニアの目標年間供給量を確認すると、現状の 108 万トンから、2050 年には 3,000 万トンの目標としている。2050 年のカーボンニュートラルの実現を見据える中で、供給の絶対量を確

⁸ A-FSBR (Ammonia Floating Storage and Regasification Barge) は、舢舨（はしけ）のことで、主に内陸水路や港湾内で重い貨物を積んで航行するために作られている平底の船舶。

実に増やすことが急務であり、そのためにも、大規模で強靱なサプライチェーンを構築することは不可欠である。

官民の取り組みとして、2021年12月、日本政府はグリーンイノベーション基金事業を立ち上げ、「燃料アンモニアサプライチェーンの構築」プロジェクトで国内の公募のあった企業に対し、アンモニアの製造や技術開発に、既に598億円を投じており、2028年頃に案件完了する企業が多数あるとしている。日本政府からの支援、民間企業のグローバルなサプライチェーン構築や技術力によって、燃料アンモニアという次世代カーボンフリーエネルギーが拡大することを期待したい。

参考文献

経済産業省「GX実現に向けた基本方針～今後10年を見据えたロードマップ～」

https://www.meti.go.jp/press/2022/02/20230210002/20230210002_1.pdf

「日本郵船HP」より

https://www.nyk.com/news/2022/20220907_02.html

資源エネルギー庁「燃料アンモニアの導入・拡大に向けた取組について」

<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001418023.pdf>

資源エネルギー庁「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」

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/20230104_1.pdf

(END)