

TODAY



**ニーズを技術課題に翻訳
—技術研究所の取組みから—
一般財団法人 機械振興協会
副会長 技術研究所長
後藤 芳一**

「蕎麦スプラウトのルチン含有量は、発芽後に一旦上昇したあとで減るようだが、発芽生理との関係は」「機能性食品に野菜自体で申請されたのはユニーク。成分でも申請するのか」「スプラウトの機械栽培をする際に求められる衛生の水準は、食品工場のクリーンルームと比べてどうか」スプラウトは穀類、豆類、野菜などの新芽野菜です。1月末に都内で「アグリビジネスの高付加価値化への提案」と題してスマート農業の集まりを開き、農林水産省、農業法人、種苗、食品加工、外食のほか機械、自動車、ロボット、センサ、化学、建設、住宅、自治体から80余名が参加しました。

昨年9月には「機械技術を用いた福工連携の新しい試み—地域における障害対応と雇用機会の創出—」と題して、障害者就労に関する集まりを開きました。北海道から福岡までの障害者作業所、義肢装具メーカー、3Dプリンタ、事務機、プラント、素材、公設試（自治体の研究所）など70余名が集まりました。「義肢装具に3D技術を用いるのは容易でないが、障害者支援の点でぜひ実現してほしい」「義肢だけでなく、下肢装具などのデジタルデータ化を期待。これができれば国策に寄与できる」「就労支援事業所でおこなう際の初期費用とランニングコストはどうか」「受託料や障害者が得る給与は、時給換算でどの程度か」

筆者が務める機械振興協会技術研究所は年に2回「テクノフォーラム」を開きます。スマート農業、と3Dプリンタもその集まりでした。

スマート農業には「2次産業（機械）の技術を1次産業（農業）に活用して1次産業の生産性を改善する」という意味があります。技術研究所が開発した葉物野菜の生産管理ソフトは、国内最大のベビーリーフ生産者で活用されています。ハウスを500棟持つ事業者で、成育に20～50日かかる一方、大手流通からは短納期・大量の納品を求められます。見込み生産するので余剰廃棄や機会損失を生じます。開発したソフトは、出荷見込みをもとに種をまく時期と量を、簡単操

作で出力します。引き合いが多いので市販を考えています。このソフトにはORiN（オンライン、工作機械や装置をメーカーや機種の違いを越えてつなげるミドルウェア。日本で開発しコネクテッドインダストリーズを支える基盤として世界で活用中）の技術を用いています。研究所には生産技術の知見があり、ORiNの開発に寄与しました。

3Dを用いた障害者就労支援は、研究所の地元である東久留米市から、障害者就労について何かできないかと持ちかけられたのがきっかけでした。障害者に可能な作業を割り出し、必要な治具やソフトを開発し、作業の発注元（例：自動車部品の下請企業）を開拓しました。研究所の3Dプリンタで製作した部品（例：ロストワックスの原型）を、障害者作業所の人たちが仕上げます。研究所に機器・設備の使用料を支払ったうえで賃金を得ることができています。

機械産業振興という研究所の役割から整理すると、スマート農業は、機械産業が蓄積した技術を活用することで低い追加コストとリスクで新分野へ展開、3D事業は、社会課題に対応することで経営の持続性に寄与するという意義があります。研究所はモデルを作り、その実用性を示して社会で活用していただくのが役割です。農業と3Dは成果を得つつありますので、出口戦略（例：産業界で活用（例：農業ソフトは市販、3Dは地方展開））を考えはじめています。

筆者は、昨年10月に足立芳寛氏の後任として現職に就きました。ご紹介したスマート農業と3D活用障害者就労は、足立前所長の時代に立ち上げた事業です。

2018年度は新しい事業にとり組みます。IoTやAIが普及する一方、成長市場とされるヘルスケア、環境ほかの分野では新しいニーズをつかむ必要があります。課題を自ら定義する／熟していない要求を技術課題として再構築する／コトづくり／…。QCDの先の、モノ作りの真の力が試されるところです。事例をもとに、初めは有志で着手し、その後はワークショップで議論します。課題を技術に翻訳する方法を深められればと考えています。

日本の金属材料にも高い技術があります。機械を金属材料に読みかえると、新しい可能性につながるのではと思います。

「水素基本戦略」とエネルギーキャリアとしてのアンモニア

内閣府戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)「エネルギーキャリア」

サブ・プログラムディレクター

住友化学(株) 主幹 塩沢 文朗

1. はじめに

約3年前のJRCM NEWSの2015年4月号(No.342)で、「水素エネルギーの利用とSIP『エネルギーキャリア』」という拙稿を掲載していただいた。そこでは、

- ・我が国が、2050年に向けてエネルギー・環境制約を克服していくためには、海外からの再生可能エネルギー(再エネ)の大量導入を図ることが必要であること、
- ・その有力な手段として水素エネルギーが注目されていること、
- ・水素エネルギーの大量輸送、貯蔵手段として、エネルギーキャリアの開発、導入が必要であること、
- ・そのために2014年から内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)において「エネルギーキャリア」が取り上げられ、注目すべき開発成果が生まれていること、そして、
- ・その開発成果から、エネルギーキャリアとしてこれまで取り上げられてきた液化水素、有機ヒドライド(メチルシクロヘキサン:MCH)に加えて、アンモニア(NH₃)がその有力なエネルギーキャリアとして着目され始めていること、

などを記した。本稿では、その後の3年間の水素エネルギーをめぐる政策の動向、SIP「エネルギーキャリア」で生まれた成果などについてご紹介する。

2. 「水素基本戦略」の策定

水素エネルギーの開発、導入については、2014年4月に策定された「エネルギー基本計画」で、エネルギー政策として初めて「水素社会」の実現に向けた取り組みを加速することが明記された。これを受けて資源エネルギー庁に置かれた産学官の有識者検討会議、「水素・燃料電池戦略協議会」は、2014年6月、16年3月の二度にわたり、水素利用を中心とした水素エネルギー導入に関するロードマップ等を策定している。

その後、2017年4月の安倍首相の「政府一体となって取り組みを進めるための基本戦略を年内に策定すること」という指示を受けて、同年12月26日の再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議において、政府として初めて「水素基本戦略」が取りま

められた。

「水素基本戦略」とその概略については、同会議の事務局を務めた経済産業省のサイト¹⁾に掲載されているのでそれをご覧いただくとして、本稿では、「水素基本戦略」の重要な意義と、同戦略から見えてくる「水素社会」に至る一つの道筋などについて、私なりの考えを述べてみたい。

私は、今回の「水素基本戦略」の重要な意義の第一は、水素エネルギーを「我が国の一次エネルギー供給構造を特定のエネルギー源に依存しない多様な構造に変革させ、エネルギー調達・供給リスクの根本的な低減に貢献する」ものと位置づけたことにあると評価している。エネルギー供給面では、水素エネルギーを海外の安価な再エネや二酸化炭素地下貯留(CCS)を活用したCO₂フリーエネルギーの大量導入手段等として意義付けた。特に水素エネルギーは、「海外」からのCO₂フリーエネルギーの「大量導入手段」であり、(我が国の一次エネルギーの)「供給リスクの低減に資する手段」になるという認識が示されたことが重要であると考えている。利用面では、電力分野、産業分野、また運輸分野でも小型自動車に限ることなく、大型のトラック、バス、そしてフォークリフトなどの産業用車両や船舶といった、CO₂排出量の大きい分野を幅広く視野に入れた戦略となった。

また、水素エネルギーの国際的なサプライチェーンの構築手段として、従来の液化水素、MCHだけでなく、NH₃、メタン(CH₄)にも視野を広げたことは、戦略の現実的な実現性を高めるものとして評価できる。個々のサプライチェーンの成立条件は、技術の進展状況や、案件ごとに異なる資源環境や関係国の政策などによって左右される。そういった諸条件を考慮して、柔軟な戦略展開を図ることが重要であろう。

実際、私がサブ・プログラムディレクターを務めるSIP「エネルギーキャリア」では、後述するようにNH₃の利用技術の進展、経済性等から、水素エネルギーを運び・利用する手段(水素エネルギーキャリア)としてのNH₃の大きな可能性が明らかになりつつある。

1) 経済産業省「水素基本戦略」:

<http://www.meti.go.jp/press/2017/12/20171226002/20171226002.html>

3. 「水素基本戦略」における NH₃ サプライチェーンの位置づけ

「水素基本戦略」をよく読むと、戦略で取り上げられている水素エネルギー導入手段の中で、NH₃をエネルギーキャリアとする水素エネルギーが、もっとも早い時期での導入が期待されていることが分かる。具体的には、NH₃のサプライチェーン自体は既に商用化されている²⁾こともあって、2020年代半ばのCO₂フリーNH₃の導入・開始が期待されている(戦略4.2(c))。一方、液化水素のサプライチェーンの商用化は2030年頃(同4.2(a))、MCHについては2025年以降のサプライチェーンの商用化の計画、建設開始(同4.2(b))とされている。利用面でも、大量の水素エネルギーの消費が見込まれる電力分野で、水素発電の商用化が2030年頃とされている一方、NH₃については「2020年頃までに石炭発電所でのNH₃混焼発電の開始、2030年頃までにガスタービン等への利用拡大を目指す」(同4.4)とされている。

なお、こうしたNH₃サプライチェーンの優位性は、IEA(国際エネルギー機関)³⁾を始めとする海外の諸機関においても共通の認識となりつつある。

ところで、「水素基本戦略」では、「(NH₃による)キャリアの直接利用については、水素(H₂)の利用とは異なる」(同4.2)と記されている。この記述自体は間違いではないが、NH₃の直接利用は水素エネルギーの導入手段の一つであるのみならず、後述のように、特に電力分野、産業分野、船舶用途等においては、有力な水素エネルギー導入手段になり得ると考えられることから、水素のエネルギー利用に関する戦略において、この文章の意味するところは不明である。

さて、ここからはNH₃が有力な水素エネルギーの導入手段として注目される大きな要因となった、SIP「エネルギーキャリア」でのNH₃の直接燃焼技術開発の成果の概要をご紹介します。

4. SIP「エネルギーキャリア」におけるNH₃関連の成果 (1) 発電用ガスタービン

NH₃は着火温度が高く(651℃)、火炎速度が遅い(火の回りが遅い)こと、分子中に窒素原子(N)を含むことから、NH₃を発電燃料として利用することについては、当初、燃焼の安定性とNH₃の燃焼によるNO_x(Fuel NO_x)の発生が課題として認識されていた。しかし、燃焼方法の工夫により、安定な燃焼が維持可能であり、NO_xの発生も十分に抑制で

きることで東北大学、大阪大学などによるNH₃の燃焼メカニズムの解明やシミュレーション計算等の基礎研究により明らかにされた。

NH₃の直接燃焼で最も懸念されていたNO_xの発生が抑制可能となるのは、燃焼気体中に若干余剰に残存するNH₃の還元作用であることも解明された。NH₃は燃料としても、燃焼中に生成するNO_xの還元剤としても働くのである。実はこのことは、火力発電所やディーゼル・トラック排ガスの脱硝装置でNH₃が還元剤として用いられていることを考えれば、不思議なことではない。

こうした基礎研究成果をもとにNH₃の直接燃焼による発電実証試験が、出力50kWのマイクロガスタービン発電機を用いて(国研)産業技術総合研究所(AIST)の福島再生可能エネルギー研究所(FREA)で行われた。灯油とNH₃の混焼、CH₄とNH₃の混焼、加えてNH₃専焼等の試験が行われたが、いずれの場合もNO_xの発生は通常の脱硝装置で除去可能なレベルに抑えることが可能であり、また、所期の出力で安定的に発電できることが確認された⁴⁾。この成果は、直接的にはガスタービンメーカーにおけるNH₃燃料向けの300kWマイクロガスタービンの商用化の取組みにつながっている。

さらに、この成果をもとに発電用ガスタービンメーカーが2MWのNH₃/CH₄の混焼(熱量ベースでNH₃20%混焼)発電タービンを開発した。必要な許認可を取得後、実証運転を開始する予定である。

加えて、さらに別の発電用ガスタービンメーカーによる火力発電所向けの数百MW級のNH₃を燃料とするガスタービン開発も進んでいる。これは、大型ガスタービン・コンバインドサイクル発電の排熱と触媒で燃料のNH₃を分解し水素を生成、それをガスタービンに供給して、天然ガスと水素の混焼による発電を行うものである。この混焼技術は既に実証されており⁵⁾、NH₃の分解に関する大きな技術的困難もないことから、技術的には比較的容易と考えられている。

(2) 微粉炭発電ボイラー

CO₂フリー燃料としてのNH₃の可能性が見えたことによって、電力業界主導による新たな取り組みも始まった。NH₃を石炭火力発電所の微粉炭発電ボイラー用燃料として用いる試みである。

こうしたねらいでまず、(一財)電力中央研究所においてシングルバーナー微粉炭ボイラー実験炉

2) NH₃は、現在、年間1,800万トンが国際間で流通している。

3) "Renewable Energy for Industry," Cédric Philibert, IEA Insight Series 2017, IEAのChapter 3を参照。

4) 詳しくは、次の発表資料を参照：
(灯油燃焼) <http://www.jst.go.jp/pr/announce/20140918-2/index.html>
(CH₄ - NH₃混焼) <http://www.jst.go.jp/pr/announce/20150917/index.html>

5) 詳しくは、次の発表資料を参照：
<https://www.mhps.com/jp/news/20180119.html>

(760kW) を用いた NH₃ の 20% 混焼 (熱量ベース) 実験が行われた。その結果、NH₃ の注入条件の調整により、NO_x の排出を石炭専焼時と同レベルで抑えながら、CO₂ の排出を 20% 削減できることが確認された⁶⁾。

この成果を受けて中国電力 (株) は、実際に商用発電で使用している水島火力発電所 2 号機 (15.6 万 kW) の微粉炭発電ボイラーで、2017 年 7 月に NH₃ 混焼実証試験 (混焼率 0.6~0.8% : 熱量ベース) を行った。この結果、NO_x による環境影響はなく、NH₃ が燃料として発電に寄与することが確認され、NH₃ の混焼率を上げる目途を得た⁷⁾。

これらの実証試験の結果は、比較的簡便で効果的な CO₂ 排出低減方策が見当たらなかった既存の石炭火力発電所の CO₂ 排出削減対策の可能性を示したという点で大きな意義があり、他の電力会社もこの成果に注目している。

現在、この実証試験の成果なども活用して、電力会社とボイラーメーカーが共同で、既存石炭火力発電所の大型発電ボイラー (百万 kW クラス) を対象に NH₃ 混焼による CO₂ 排出低減を図るための改造設計を始めている。

(3) NH₃ 燃料電池

NH₃ を固体酸化物形燃料電池 (SOFC) の燃料として利用する研究でも成果が上がっている。これは、NH₃ は 500℃ 以上の環境下では水素と窒素 (N₂) に分解するので、動作温度が 700 ~ 1,000℃ の SOFC では、NH₃ を直接、SOFC に供給することで水素に代えることができるとの着想に基づくものである。

試験の結果、SOFC の燃料として NH₃ を用いた場合でも、燃料に純水素を用いた場合と同等レベルの発電特性 (255W の直流発電で効率 53%) が得られることが確認された⁸⁾。さらに、1kW の SOFC スタックにより 50% を超える直流発電効率で 1,000 時間以上の発電を継続できることが確認された。これらの結果を踏まえて、現在燃料電池システム機器メーカーが 1kW 級の NH₃ 燃料 SOFC パッケージ実証機の製作に取り組んでいる。

NH₃ は水素に比して輸送、貯蔵が容易なので、NH₃ 燃料 SOFC の開発によって、データセンター、通信基地局等向けの電源など、分散型の業務用発電などへの展開が期待されている。

(4) 工業炉における NH₃ 利用

発電分野に次いで化石燃料消費量の大きな製造業分野での NH₃ 利用に関しても成果が上がっている。これは製造業で化石燃料消費量の大きな設備の一つ、工業炉分野での成果である。

工業炉で NH₃ を利用する際の課題は、NO_x の発生の抑制に加えて、火炎からの輻射伝熱を強化することであった。分子中に炭素 (C) を含まない NH₃ の燃焼では、ススの燃焼による輻射伝熱効果が得られないからである。

これまでに 10kW モデル燃焼炉を用いた研究で NH₃ 専焼、CH₄ への NH₃ の 30% 混焼の両ケースにおいて、酸素富化燃焼による火炎輻射の強化と火炎温度を均一化するための多段燃焼の組み合わせにより、これらの課題の克服に成功している。現在、工業炉の実用規模である 100kW スケールの燃焼炉による実証が進められている。

さらに、鋼板の前処理の脱脂工程用に開発された NH₃ 混焼 (30%) の脱脂炉では、CO₂ 排出量の 30% 削減にとどまらず、NH₃ の燃焼による還元炎の効果などにより、コストの増加をもたらすことなく、アルカリ脱脂以上の脱脂効果を実現⁹⁾ するという成果を上げている。

5. CO₂ フリー NH₃ の経済性

水素エネルギーキャリアとしての NH₃ の経済性も注目されている。

「水素基本戦略」では、2030 年頃に水素のプラント引き渡し価格を 30 円 /Nm³-H₂ 程度とすることを目指すとされている。水素価格 30 円 /Nm³-H₂ と熱量等価の NH₃ の価格は、NH₃ の取引単位で表すと 520 ~ 430 \$/t-NH₃ (1 \$=100 ~ 120 円で換算) になるが、NH₃ の価格水準を見ると、実は、NH₃ の価格がこの水準を下回ることは珍しくない¹⁰⁾。

また、NH₃ の生産プロセス、ハーバー・ボッシュ法 (HB 法) は、発明されてから既に 100 年以上の歴史があり、工業プロセスとしてほぼ完成しているものなので、このプロセスによる NH₃ の一般的な製造コストの構造は明らかになっていて、NH₃ の製造コストは原料の天然ガスの価格にほぼ連動することが分かっている。そして、安価な天然ガスを原料とする NH₃ の製造コストは安く、例えば、米国で 3.2 \$/MMBtu の原料天然ガスを用いた NH₃ の製造コスト

6) 詳しくは、次の発表資料を参照：http://criepi.denken.or.jp/press/pressrelease/2017/01_10press.pdf

7) 詳しくは、次の発表資料を参照：<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20170629/index.html>
<http://www.energia.co.jp/press/2017/10697.html>

8) 詳しくは、次の発表資料を参照：<http://www.jst.go.jp/pr/announce/20150722-6/index.html>

9) 詳しくは、次の発表資料を参照：<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20170626/index.html>

10) 2017 年末の NH₃ の国際価格は、約 300 \$/t (FOB) 程度であり、輸送コスト等を入れても 400 \$/ton 程度の水準にある。2016 年末には、約 200 \$/t (FOB) を切っていたこともある。

は 148 \$/t-NH₃ と推定され¹¹⁾、上述の水素 30 円 / Nm³ と熱量等価の価格を大きく下回る水準にある。

今後、NH₃ が大量かつ安定的に取り引きされるようになると、当然のことながら NH₃ の製造コストをベースとした価格水準での取引が標準的なものとなる。

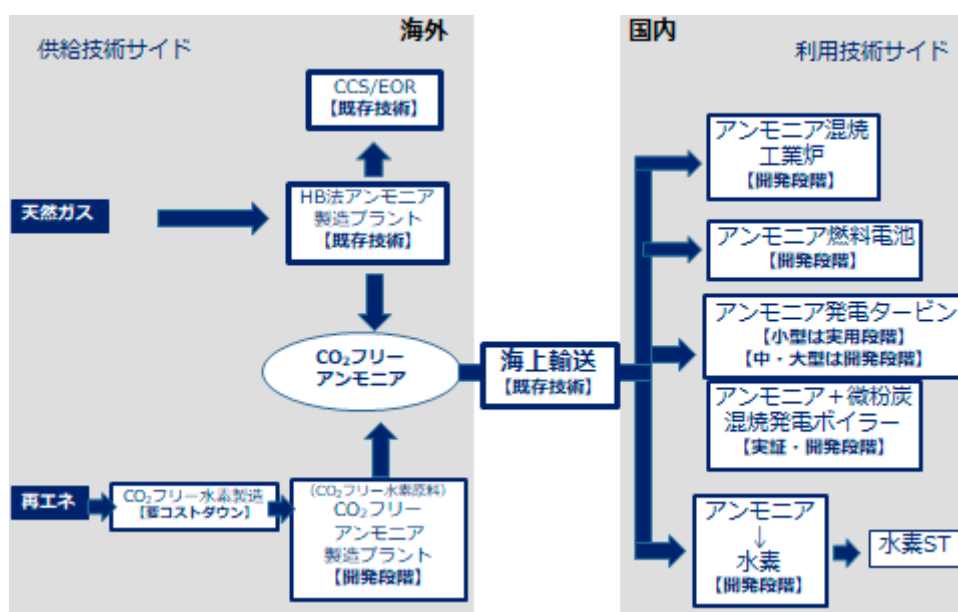
ところで、この NH₃ の価格は天然ガスを原料とする NH₃ の価格であり、天然ガスを原料とする NH₃ は製造時に CO₂ を排出しているため、NH₃ 燃料の CO₂ 排出量がゼロであっても、ライフサイクルで見ると CO₂ フリーとは言えない。ライフサイクルで CO₂ フリーと言える NH₃ の製造は、天然ガスに代えて CO₂ フリー水素を原料として製造する、または、従来プロセスで排出される CO₂ を CCS で除去することによって可能であるが、後者の方法によっても、比較的安価に CO₂ フリー NH₃ を製造することができる。それは、この NH₃ 製造プロセスでは、プロセス中で高濃度の CO₂ が生成・分離されるため、CCS/EOR¹²⁾ 向けに必要な CO₂ の回収、濃縮コストが比較的安価ですむからである¹³⁾。加えて EOR を利用できる場合には、回収された CO₂ が EOR 向けに販売可能なため、その分の製造コストが低減される。

こうしたことから、特に CO₂ 排出コストが生じるような環境の下では、NH₃ は発電用燃料としても LNG とそれほど遜色のないコスト競争力をもつ可能性がある。ちなみに CO₂ の排出コストの将来の見通しについては、まだ多くの不確定要因があるものの、2030 年度の日本の GHG 排出削減目標（2013 年度比▲26%）を達成するためのエネルギー起源の限界 CO₂ 排出削減コストは 260 \$/t-CO₂ に上ると分析されている¹⁴⁾ ので、この可能性は十分にあり得ると考えられる。

6. CO₂ フリー NH₃ のサプライチェーン

先述のように NH₃ の輸送、貯蔵技術は既に存在する。また、供給側の技術の中で天然ガスを出発原料とする HB 法による NH₃ 製造と CCS/EOR を組み合わせることで CO₂ フリー NH₃ を得る技術は直ちに利用可能であり、比較的安価とみられるので、【図 1】の供給技術の上段の CO₂ フリー NH₃ による水素エネルギーのサプライチェーンは、早い段階で構築することが可能である。

将来的には、究極の CO₂ フリーエネルギー¹⁵⁾ を手にするために、下段にある再エネからの CO₂ フリー水素を原料とする CO₂ フリー NH₃ の製造に移



【図 1】 CO₂ フリー NH₃ バリューチェーンを構成する技術等の現状

- 11) 平井 晴己、呂 正、高木 英行、村田 晃伸、"アンモニアの需給及び輸入価格の現状について" (一財) 日本エネルギー経済研究所 研究レポート 2015 年 9 月。
- 12) EOR: Enhanced Oil Recovery; 石油増進回収法：自噴をしなくなったり、油層の含水率が上がった油田の残存原油を回収するための方法。
- 13) IPCC Special Report, Carbon Dioxide Capture and Storage, Technical Summary (2005) によると、石炭または天然ガス火力発電所から排出される CO₂ の CCS コストが 15-75 \$/t-CO₂ であるのに対し、NH₃ 製造プラントからの CCS コストは 5-55 \$/t-CO₂ とされている。
- 14) 佐野 史典、秋元 圭吾、本間 隆嗣、徳重 功子、"日本の 2030 年温室効果ガス排出削減目標の評価" エネルギー・資源学会論文誌 Vol.37, No.1, 2016, p.51-60.
- 15) NH₃ の合成に必要な窒素 (N₂) は、現在でも空気中に 80% 存在する N₂ を用いているので、再エネからの水素を原料として NH₃ を製造する場合には、私たちは無尽蔵のクリーンエネルギーを手に入れることができる。

行していくことが必要であるが、現時点ではまだコスト競争力が劣る。このコスト競争力は、水素製造技術の一層の進展や今後のエネルギー情勢、CO₂の排出規制環境などによって改善していくと考えられるが、いずれにせよNH₃の流通インフラや利用側の設備機器を整備、増強するためにはそれなりの時間と投資を要することから、再エネからのCO₂フリー水素の製造コストが低下するまでの方策として、上述のようなサプライチェーンの段階的移行を図ることは、現実的で実際的な方策であろう。

そしてすでに、こうしたCO₂フリーNH₃による水素エネルギーのサプライチェーンの構築に関心を示す国や企業が出てきている。こうした動きは、豊富な再エネ資源に恵まれた国ばかりでなく、産油国等の化石エネルギー資源の保有国にも及んでいる。後者の国々では、世界で急速に進みあるエネルギーの低炭素化に向けた動きをにらみ、自国の化石エネルギー資源をCO₂フリーエネルギーに変えて輸出することにより、エネルギーの輸出国としての地位を維持しようと考え始めているからである。

7. グリーンアンモニア・コンソーシアム

このようにCO₂フリーエネルギーとしてのNH₃

利用の効果、経済性が見えてきたことから、民間企業によるNH₃のエネルギー利用に向けたバリューチェーン形成の動きが出てきている。2017年7月には、バリューチェーンの構築に関心を持つ民間企業22社と公的研究機関他から成る「グリーンアンモニア・コンソーシアム」【図2】が結成され、関係者間で情報交換や課題解決に向けた取り組みが開始された。

さらに、「グリーンアンモニア・コンソーシアム」では、CO₂フリーNH₃バリューチェーンの構築に向けて、CO₂フリーNH₃の供給に関心を示す、オーストラリア、ノルウェー、サウジアラビア、南アフリカ等の国々や企業関係者との対話も開始している。

このように水素エネルギーの利用は、構想の段階から実装の段階に入ろうとしている。

最後に本稿に記述した見解、意見は、筆者個人のものであり、SIP「エネルギーキャリア」のサブ・プログラムディレクターとしてのものではないことをお断りしておく。本稿が、エネルギー需要産業としてのJRCM会員企業の方々に「水素基本戦略」及び水素エネルギーの導入の意義と方策について理解を深め、関心をもっていただけるきっかけとなれば幸甚である。

グリーンアンモニア・コンソーシアム

議長： 村木 茂（東京ガス株）
議長代理：塩沢 文朗（住友化学株）

■2018年1月現在

参画企業

北海道電力株 電力・ガス
東北電力株
中部電力株
中国電力株
電源開発株
大阪ガス株

大陽日酸株 化学
宇部興産株
株日本触媒
日揮触媒化成株
株ナリタケカンパニーリミテド

三井物産株 商社
三菱商事株
丸紅株

株豊田中央研究所 研究機関
(一財)電力中央研究所
(国研)海上・港湾・航空技術研究所
(国研)産業技術総合研究所

株IHI 機械・エンジニアリング
日揮株
株豊田自動織機
JFEエンジニアリング株
株トヨタタービン アンド システム
三菱重工業株
三菱日立パワーシステムズ株

【図2】 グリーンアンモニア・コンソーシアム

The Japan Research and Development Center for Metals
JRCM NEWS / 第377号

内容に関するご意見、ご質問はJRCM 総務企画部までお寄せください。
本書の内容を無断で複製・複製・転載することを禁じます。

発行 2018年3月1日
発行人 小紫 正樹
発行所 一般財団法人 金属系材料研究開発センター
〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目5番11号 第11 東洋海事ビル6階
TEL (03)3592-1282 (代) / FAX (03)3592-1285
ホームページ URL <http://www.jrcm.or.jp/>
E-mail jrcm@oak.ocn.ne.jp