

第8章

強靱なエネルギーシステムの構築と水素等の新たな二次エネルギー構造への変革

はじめに

現在、代表的な二次エネルギーといえば、熱や電気が挙げられます。特に電気は多くのエネルギー源から転換することができるため利便性が高く、ネットワークを通して最終消費者に供給されており、二次エネルギーの中心的な役割を担っています。

一方、東日本大震災や北海道胆振東部地震では、送配電網につながっていないと電気の供給ができないことや、大規模集中型のエネルギーシステムの脆弱性が明らかになりました。

こうした課題に対応するためには、BCPなどにも対応できるコージェネレーションや電気自動車・燃料電池自動車等の電動車等の分散型エネルギーの活用や、水素や蓄電池等のエネルギー貯蔵技術の活用により、二次エネルギーの供給方法の多様化・柔軟化が重要となります。

水素は、利用段階ではCO₂を排出せず、多様なエネルギー源から製造が可能であるなど、環境負荷の低減やエネルギーセキュリティの向上に資する将来の有望な二次エネルギーの一つです。

このような観点から、将来の社会を支える二次エネルギー構造の在り方を視野に入れて、新たなエネルギーシステムの構築に向けた技術開発やモデル実証等の取組を着実に進めていく必要があります。

第1節

電気をさらに効率的に利用するためのコージェネレーションの推進や蓄電システムの導入促進

コージェネレーションは、都市ガスや石油等を燃料とした発電の際に生ずる排熱を有効活用することによって高いエネルギー総合効率を実現することによって可能とし、一次エネルギーの削減に資するものです。また、需要家が自ら発電し、自ら利用することによる電力需要ピークの緩和や、非常時に系統からのエネルギー供給が途絶えた場合にも一定のエネルギーを確保することが可能であるという利点もあります。

家庭用燃料電池を含むコージェネレーションの導入促進を図るため、補助金や税制措置等の導入支援策を講じました。今後、燃料電池を含むコージェネレーション等により発電される電気を自ら消費するのみならず、系統に逆潮流させて売電を行う、調整力に活用するといったビジネス展開の実現に向けて、こうした需要家側で発電された電気の取引円滑化等の具体化に向けた検討を進めていきます。

また、利便性の高い電気を貯蔵することで、いつでもどこでも利用できるようにする蓄電池は、エネルギー需給構造の安定性を強化することに貢献するとともに、再生可能エネルギーの導入拡大に貢献する、大きな可能性を持つ技術です。政府では、系統安定化用大規模蓄電システムや電気自動車等の航続距離の向上を実現するための技術開発等を実施しました。また、定置用蓄電システムや蓄電池を搭載した電気自動車を、電力の需給調整のエネルギーリソースとして活用する技術構築のための実証等を実施しました。さらに、蓄電システムの運用期間中の安全性を担保するため、安全性の評価手法・試験方法等における国際規格の発行や非破壊による電力貯蔵部分の安全性診断システム技術の開発等の検討を行いました。加えて、システムを購入する際に比較しやすい性能評価指標とラベルの開発を開始しました。蓄電システムの自立普及を目指し、普及拡大に向けた課題の整理と対応策の検討のため、定置用蓄電システム普及拡大検討会を開催し、定置用蓄電システムの目標価格の設定、導入見通しの整理等を実施しました。これらを通じて、エネルギー政策の観点はもとより、我が国企業の競争力強化や経済成長につなげるため、蓄電池の導入を促進しました。

<具体的な主要施策>

1. 革新型蓄電池実用化のための基盤技術の開発事業

(再掲 第2章第1節 参照)

2. 大型蓄電システム緊急実証事業費補助金

(再掲 第3章第4節 参照)

3. 再生可能エネルギー余剰電力対策技術高度化事業

(再掲 第3章第4節 参照)

4. 再生可能エネルギーの接続保留への緊急対応

(再掲 第3章第4節 参照)

5. 需要側エネルギーリソースを活用したバーチャルパワープラント構築実証事業【2020年度当初：50.0億円】

電力系統上に散在する再生可能エネルギー、燃料電池や蓄電池等のエネルギー設備、DR等の需要側の取組を遠隔で統合的に制御し、あたかも一つの発電所のように機能させるバーチャルパワープラント(仮想発電所)を構築するための実証試験を行いました。2020年度は、2021年度から運用が開始される需給調整市場の実際のルールやシステム要件に即し、アグリゲーターがエネルギーリソースを正確に制御できるかなどを検証するとともに、電気自動車に蓄電された電気を系統に流し(逆潮流)、電力需給調整に活用する技術(Vehicle to Grid)も含め、対象となる分散型エネルギーリソースの拡充に取り組みました。

6. 地域マイクログリッド構築支援事業【2020年度当初：17.3億円】

既存の系統線を活用することでコストを抑え、災害時には地域内の再エネ等を活用して、自立的に電力供給する地域マイクログリッドの構築に向けた支援を行いました。2020年度は、15件のマスタープラン作成支援と、3件の設備導入等支援を実施しました。

7. 省エネルギー等に関する国際標準の獲得・普及促進事業委託費【2020年度当初：25.8億円の内数】

定置用蓄電システムは一般的に10数年の長期運用が見込まれます。そこで蓄電システムの運用期間中の安全性を担保することを可能とするために、2018年度から2020年度の委託事業において、非破壊による電力貯蔵部分の安全性診断システム技術開発と蓄電システム全体を適切に運用管理するための安全要求事項に関する国際標準の開発を行いました。

第2節

自動車等の様々な分野において需要家が多様なエネルギー源を選択できる環境整備の促進

<具体的な主要施策>

1. 燃料電池自動車の普及開始・拡大に係る規制見直し【規制】

燃料電池自動車及び圧縮水素スタンドの本格的な普及に向け、水素・燃料電池自動車に関連する規制のあるべき姿を幅広く議論し、科学的知見に基づき安全確保を前提とした規制見直しを進めるため、規制当局、推進部局、事業者・業界等の関係者、有識者を交えた公開の検討会(「水素・燃料電池自動車関連規制に関する検討会」)を2017年8月より開催しています。

2020年度は、検討会を1回開催し、規制改革実施計画(2017年6月閣議決定)に掲げる37項目のうち、4項目を措置しました(2021年3月末時点で累計27項目措置済)。具体的には、「遠隔監視による無人セルフ水素スタンド」、「水素スタンドにおける保安監督者の兼任」及び「水素スタンド設備で使用可能な材料」に係る技術基準の見直し、また、燃料電池自動車等の開発に際し必要となる圧縮水素燃料装置用容器の特別充填許可の条件等を具体的に示した「自動車及び二輪自動車の開発の用に供する圧縮水素燃料装置用容器に係る特別充填について(内規)」の制定等を行いました。

さらに、燃料電池自動車に関する世界技術基準(GTR Phase2)については、2017年10月から日本が

共同議長を務める形で関係国間での議論を開始し、2020年10月までに合計8回会合を行いました。この中で、材料の水素適合性の試験方法等について、関係国間で議論を行っています。

2. 電気自動車・プラグインハイブリッド自動車の充電インフラ整備事業費補助金【2020年度当初：8.9億円】

日本全国に電気自動車やプラグインハイブリッド自動車が走行できる環境を整えるため、充電器の購入費及び工事費の一部について助成する補助制度を実施しました。

3. LNGバンカリング拠点の形成

2020年1月より船舶の燃料油に含まれる硫黄分濃度の国際的な規制が強化されたことなどにより、LNGを燃料とする船舶の増大が見込まれています。これらの動きに対応するため、2018年度よりLNGバンカリングに必要な施設整備に対する補助制度(補助率3分の1)を創設しており、2020年10月から伊勢湾・三河湾において、我が国初となるShip to Ship (STS)方式でのLNGバンカリングが実施され、2021年には東京湾においてもSTS方式でのLNGバンカリングが実施可能となる見込みです。引き続き、我が国港湾へのLNG燃料船の寄港増加を図るため、LNGバンカリング拠点の形成促進に向けた取組を進めて参ります。

第3節 水素社会の実現に向けた取組の加速

水素は、我が国の一次エネルギー供給構造を多様化させ、大幅な低炭素化を実現するポテンシャルを有する手段です。日本はいち早くその可能性に着目し、世界に先駆けて、2017年12月に、水素に関する国家戦略「水素基本戦略」を、「再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議」において策定いたしました。2019年3月には、必要な要素技術のスペック及びコスト内訳を明確化するとともに、今後実行すべきアクションプランを記載した新たな「水素・燃料電池戦略ロードマップ」を策定しました。これらの戦略に基づき、供給・利用両面の取組を進めています。

さらに2020年10月には、菅総理より2050年カー

ボンニュートラルを目指す宣言がなされました。同年12月には、カーボンニュートラルに向けた挑戦を「経済と環境の好循環」につなげるための産業政策として「グリーン成長戦略」が策定されました。戦略の中で水素は、発電・運輸・産業など幅広い分野で活用が期待される、カーボンニュートラルのキーテクノロジーとして位置づけられております。水素の役割への期待が高まる中、水素の社会実装に向けた取組の加速が求められています。

水素の本格的な利活用のためには、水素を安価で安定的に大量調達することが必要となります。このため、海外の安価な資源を活用して水素を製造し、国内に輸送する国際水素サプライチェーンの実証を進めています。その一つに、豪州の褐炭から製造した水素を、液化して日本へ輸送する実証を実施しています。2019年12月には神戸市において世界初の液化水素運搬船の進水式が行われました。2021年中には、豪州から日本へ水素を初めて運搬する予定です。もう一つ、ブルネイの未利用ガスから製造した水素を、メチルシクロヘキサン(MCH)という水素キャリアとして日本へ輸送する実証も実施しています。2020年5月には世界初の一貫通貫した国際水素サプライチェーンが完成し、ブルネイから川崎まで水素が輸送され、火力発電の燃料として利用されました。今後は、2030年の国際水素サプライチェーン商用化に向けて関連機器の大型化に必要な技術開発等の取組を進めていきます。

また、国内における水素製造についても研究開発を進めています。再生可能エネルギーの導入拡大や電力システムの安定化に資する技術として、太陽光発電といった自然変動電源の出力変動を吸収し、水素に変換・貯蔵するPower-to-gas技術が注目されております。2020年3月に開所した福島県浪江町の「福島水素エネルギー研究フィールド(FH2R)」において、世界最大級となる1万kWのアルカリ形水電解装置による再生可能エネルギーから大規模に水素を製造する実証プロジェクトが進行中です。この施設から製造される水素は、県内の公共施設等で利用されており、さらに今後、東京2020大会において聖火や大会車両のFCVの燃料の一部等として活用される予定となっております。さらに、山梨県甲府市においても固体高分子形水電解装置によるPower-to-gasの実証を進めています。このほか、未利用となっている国内の地域資源(再生可能エネルギー、副生水素、使用済みプラスチック、家畜ふん尿等)から製造した水素を地域で利用する低炭素な水素サプライ

チェーン構築の実証等も進めています。

水素を利用する代表的なアプリケーションである燃料電池は、燃料の持つ化学エネルギーを、直接、電気エネルギーに変換する発電装置であり、機械的駆動部分がなく運動エネルギーを介さないため、本質的に高いエネルギー効率を追求することができます。モビリティへの応用の他、家庭用燃料電池(エネファーム)を始めとする定置式としても利用され、現時点では、一般の人にとってエネルギーとしての水素の利用を最も身近に感じられる技術となっています。

モビリティでの水素利用については、2013年から燃料電池自動車の市場投入に向けた水素ステーションの先行整備が開始され、2020年12月末までに137箇所の水素ステーションが開所しました。2018年2月には、自動車会社やインフラ事業者、金融投資家など水素関係企業の協力の下、水素ステーションの戦略的整備を進めるための新会社「日本水素ステーションネットワーク合同会社(JHyM)」を設立し、2018年度から2021年度の4年間で80箇所の水素ステーションの整備を目指しています。燃料電池自動車については、2014年12月に国内初の市販が開始されたことに続き、2016年3月には2車種目の販売が開始され、2020年12月には新車種が市場投入されるなど、着実な市場展開が進んでいます。2016年に燃料電池バス及び燃料電池フォークリフトが市場投入され、さらに、2020年には、2022年の走行実証を目指した大型燃料電池トラックの技術開発が開始しました。国としてもこうした動きを支援するべく、大型モビリティ向けの大容量水素充填技術の開発を支援するなど、取組を後押ししています。今後は、燃料電池車や水素ステーションの普及に向け、低コスト化に向けた技術開発や、規制の見直し、水素ステーションの戦略的整備を三位一体で進めるとともに、燃料電池バス及び燃料電池フォークリフトの導入拡大を進めていきます。トラック等の大型車両や船舶、鉄道車両など、他のアプリケーションにおける燃料電池の活用に向けた取組を進めていきます。

また、2009年に世界に先駆けて市場投入された家庭用燃料電池(エネファーム)については、技術開発によるコスト低減や性能向上、導入支援による普及初期の市場の確立などを通じて、2020年12月時点で約34万台が普及しました。2019年台風第15号の際には、停電が起きた場合でも電気・熱の供給が可能なエネファームが生活環境の維持に大きく貢

献したところであり、レジリエンス向上の観点からも今後の普及が期待されます。2017年に市場投入された業務・産業用燃料電池についても、発電効率向上に向けた機器開発を推進し、普及を進めていきます。

タービンを用いた水素発電は、CO₂を排出しないだけでなく、調整力として系統の安定化にも寄与することができるカーボンニュートラル時代の電源のオプションの一つです。燃えやすい水素の燃焼を制御する技術開発を進め、2018年4月には、神戸市の市街地において、水素燃料100%のガスタービン発電(1MW)による熱電供給を世界で初めて達成しました。また、500MW級の大型ガスタービンにおける水素混焼のための技術開発を進めて水素混焼率30%を達成しました。現在は、更なる高効率化に向けた技術や、大型ガスタービンにおける水素専焼技術の開発が進められています。

高温の熱需要を伴う産業分野は、電化のみでは完全な脱炭素化が困難ですが、例えば製鉄プロセスの場合は、水素を還元剤や原料として活用することで、CO₂の排出を抜本的に抑えることが可能となります。産業用途で水素を利用する場合には、さらに低廉な価格の水素の大量供給が不可欠と課題は多いですが、世界に先駆けた水素利用の技術開発を支援していきます。

水素の国際サプライチェーンの立ち上げに伴う、水素の本格的な大量導入に向けて、中部圏水素利用協議会や神戸・関西圏水素利活用協議会といった幅広い業界の企業や自治体を巻き込んだ協議会が立ち上がっています。2020年12月には、幅広い分野での水素の社会実装を加速するため、水素利活用等に取り組む自動車、化学、金融等幅広い業種から成る企業126社により、水素バリューチェーン推進協議会が設立されました。今後幅広い分野を巻き込んだ業界団体として、地域の協議会とも連携をしながら、活動を広げていくことが期待されます。需要と供給の立ち上げに向けて、国としても協議会と一体となって取組を推進していきます。

また、水素は様々なエネルギーや技術と相性がよく、幅広い分野の脱炭素化を実現するセクターカップリングの鍵となる物質です。水電解装置による調整力の提供は再エネの大量導入を支えることが可能であり、カーボンリサイクルの原料としても水素は必要不可欠な物質です。また、アンモニアやカーボンリサイクルメタンは直接燃料として利用する以外にも、水素キャリアとして活用する可能性もありま

す。水素がバリューチェーン全体で脱炭素化に貢献していけるように、こうした水素の特性を十分に踏まえながら他分野とも十分連携していきます。

水素がビジネスとして自立するためには国際的なマーケットの創出が重要です。そこで、経済産業省及び国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)は、各国の閣僚レベルが「水素社会の実現」を議論する場として、水素閣僚会議を毎年開催しています。2020年10月には、水素閣僚会議特別イベントをオンラインで開催し、各国閣僚や、企業のリーダーに、多数参加いただきました。このイベントでは、2019年の第2回会議で議長声明として発表した「グローバル・アクション・アジェンダ」に基づき、各国の水素に関する1年間の具体的な取組をまとめたレポート、「グローバル・アクション・アジェンダ」プログ्रेसレポートを発表しました。水素戦略の策定、モビリティ、サプライチェーン構築などの6つの柱からなっており、参加国・国際機関等の代表的な取組を整理したものとなっています。その中でも、1年間で豪州、ドイツ、フランス、EUなどの12の国・地域で水素戦略、ロードマップが発表されたという事実は、長期的な脱炭素化には水素が不可欠であるということが、世界の共通認識になりつつあることの証左として受け止められました。これによりさらに多くの国において水素の国家戦略策定が進み、民間企業も巻き込んだ技術開発等の取組の推進が期待されます。

<具体的な主要施策>

1. クリーンエネルギー自動車導入事業費補助金

(再掲 第2章第1節 参照)

2. 燃料電池の利用拡大に向けたエネファーム等導入支援事業費補助金【2020年度当初：40.0億円】

省エネルギー及びCO₂削減効果が高い家庭用燃料電池(エネファーム)、業務・産業用燃料電池のさらなる普及の促進を図るため、設置者に対し導入費用の補助を行いました。その際、エネファームの早期の自立的市場の確立を目指すべく、事業者にも機器価格の低減を促す補助スキームを導入しています。

3. 水素社会実現に向けた革新的燃料電池技術等の活用のための研究開発事業【2020年度当初：52.5億円】

幅広い分野での水素利用の鍵となる燃料電池技術の更なる高度化と普及に向けて、2030年以降を見据えた革新的燃料電池技術、移動体用水素貯蔵技術の研究開発、評価解析の標準化や、船舶における燃料電池利用に向けた研究開発等、燃料電池の幅広い普及を志向する多用途展開のための技術開発の支援を行いました。

4. 超高压水素技術等を活用した低コスト水素供給インフラ構築に向けた研究開発事業【2020年度当初：30.0億円】

水素ステーションの整備・運営コストの低減に向けて、規制改革実施計画に基づく規制見直しを推進したほか、シール・ホース材の耐久性の向上等に向けた技術開発等を行いました。また、新たに大型モビリティ向けの大容量水素充填技術の開発支援を行いました。

5. 燃料電池自動車の普及促進に向けた水素ステーション整備事業費補助金【2020年度当初：120.0億円】

燃料電池自動車の普及促進のため、四大都市圏を中心に民間事業者等の水素ステーション整備費用及び水素ステーションを活用した燃料電池自動車の新たな需要創出等に必要な活動費用の補助を行いました。

6. 未利用エネルギーを活用した水素サプライチェーン構築実証事業【2020年度当初：141.2億円】

水素サプライチェーンの構築に向けて、海外の未利用エネルギーを活用して水素を製造し、当該水素を安価で安定的に供給する輸送手段の実証を行うとともに、将来の水素利用形態である水素発電に係る技術実証や再生可能エネルギーの導入拡大や電力系統の安定化に資する技術として、太陽光発電等の自然変動電源の出力変動を吸収し、水素に変換・貯蔵するPower-to-gas技術の実証を実施しました。

7. 水素エネルギー製造・貯蔵・利用に関する先進的技術開発事業 【2020年度当初：15.0億円】

水電解水素製造技術高度化のための基盤技術研究開発や、安価で大量にCO₂フリー水素を供給できる次世代低コスト高効率水素等製造技術の開発を行い、また酸素水素燃焼タービン発電の基盤技術開発に着手しました。

8. 再エネ等を活用した水素社会推進事業【2020年度当初：35.8億円】

地方自治体との連携による再生可能エネルギー、未利用エネルギー(家畜ふん尿、使用済プラスチック、副生水素)等の地域資源を活用した低炭素な水素サプライチェーンの実証等を行いました。さらに、2020年度から既存インフラを活用した水素サプライチェーン低コスト化にかかる実証を実施しました。

9. CO₂排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業【2020年度当初：65.0億円の内数】

早期の社会実装を目指したエネルギー起源CO₂の排出を抑制する技術の開発及び実証事業として、業務・事業用に適したMW級までの拡張可能な低コスト純水素燃料電池システム、燃料電池式可搬型発電装置と電源車、水素/空気二次電池(HAB)、高密度・高出力の燃料電池を搭載した産業車両などの技術開発・実証を行いました。

10. 未来社会創造事業(大規模プロジェクト型)【2020年度当初：77.3億円の内数】

水素発電、余剰電力の貯蔵、輸送手段等における水素利用の拡大に貢献する高効率・低コスト・小型長寿命な革新的水素液化技術の研究開発を推進しました。

第4節 燃料アンモニアの導入拡大に向けた取組

1. 燃料アンモニアの背景・概要

(1) 燃料アンモニア利用に向けた経緯

燃料として利用するアンモニア(以下、「燃料アンモニア」という。)は、燃焼してもCO₂を排出しないゼロエミッション燃料であり、地球温暖化対策において有効な手段の1つとなっています。「新国際資源戦略」(2020年3月策定)においては、そのカーボンフリーの特性とグローバルサプライチェーンが確立済みという利点から、「今後は、火力発電や工業炉、船舶等からのCO₂削減に向け、水素と同様に、諸外国で生産された再生可能エネルギーを石油や天然ガスと同様にエネルギー資源として捉えて輸入するというコンセプトを強く意識しながら、現在FSが進められている燃料アンモニアの混焼を含めて、着実に技術開発等を進めることが必要である」と、その利用拡大を明記しています。

燃料アンモニアの利用に向けて、技術面においては、2014～2018年における内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)での研究開発において、燃料時における窒素酸化物(NO_x)の排出抑制が可能となり、それを受けて新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)でのフィージビリティスタディ事業を実施しているところです。他方で、今後、燃料アンモニアの実際の利用とその拡大に対応するためには、技術面のみならず、サプライチェーン面も検討する必要があると、需要者・供給者等の民間企業と政府の連携が不可欠となっています。

(2) アンモニアの概要

アンモニアは、現在、その大半が天然ガス等の化石燃料から製造されています。また、技術的には、再生可能エネルギーによる製造も可能です。前者の場合は改質反応、後者の場合は電気分解によって水素を製造し、いずれもハーバー・ボッシュ法によってアンモニアを製造する流れとなります。これらアンモニア製造により発生するCO₂は、CCU/カーボンリサイクルやCCS(EORを含む)によって抑制することが可能です(第384-1-1)。

これまでアンモニアは「水素基本戦略」(2017年12月26日関係閣僚会議決定)において、水素キャリア

第8章 強靱なエネルギーシステムの構築と水素等の新たな二次エネルギー構造への変革

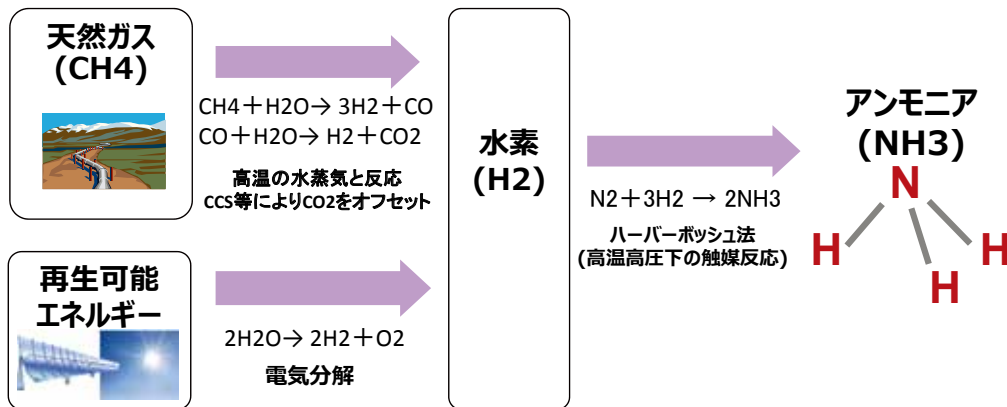
(液化水素、MCH等)の一つとして位置づけられ、液化水素やMCHと比べて、運搬が容易である点に優位性が見出されています。他方で、前述の技術開発によって、燃焼してもCO₂を排出しないゼロエミッション燃料、すなわち「燃料アンモニア」として火力発電や工業炉、船舶(燃料電池を含む)等への直接利用が可能となっています。

特に火力発電への直接利用においては、アンモニア専焼(アンモニア火力発電)によって発電設備から

のCO₂排出量削減に大きな効果を期待できます。そのためには、まずは専焼に向けた過程である混焼技術の早期実現が求められるところ、アンモニアと石炭は混焼が容易であることから、まずは石炭火力発電への利用が見込まれています。また、船舶業界においても、2018年に国際海事機関(IMO)がGHG削減戦略・目標を打ち出して船舶部門の脱炭素化を推進しており、アンモニアの船舶用燃料としての利用が期待されています(第384-1-2)。

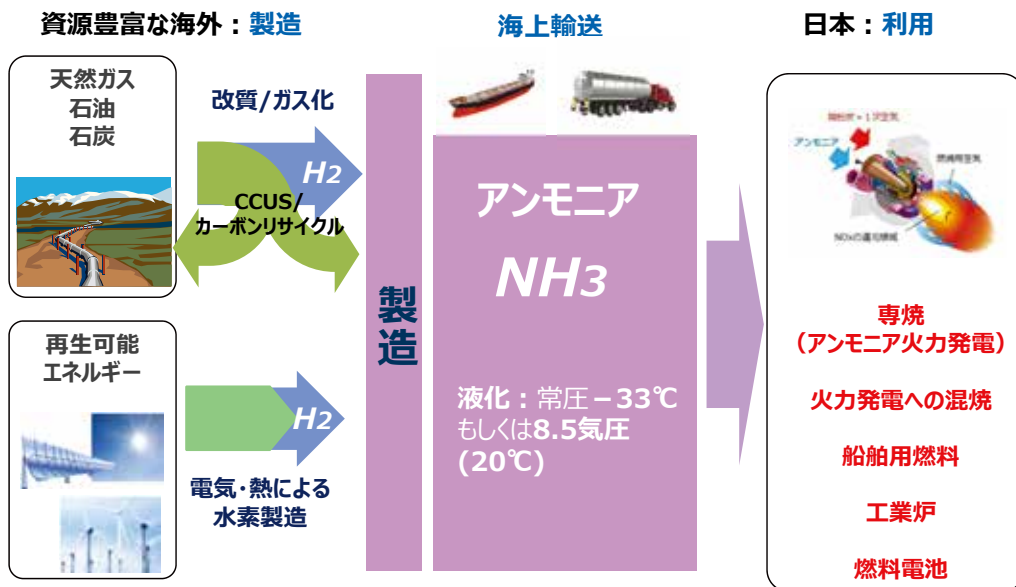
【第384-1-1】燃料アンモニア製造方法

<燃料アンモニア製造方法>



出典：経済産業省作成

【第384-1-2】燃料アンモニア利用の概略



出典：経済産業省作成

2. アンモニアの現状と燃料アンモニアの導入・拡大における課題

(1) アンモニアの「ゼロエミッション」

先に述べたとおり、アンモニアは燃焼してもCO₂を排出しないゼロエミッション燃料です。近い将来に実現が期待される石炭火力発電での20%混焼(エネルギーベースでの20%。以下同じ。)によっても、CO₂排出量は20%削減となります。これは超々臨界圧発電(USC)への20%混焼で、1,700°C級(石炭ガス化複合発電(IGCC)以上のCO₂排出係数となることを意味します。

また、アンモニアの利用により我が国におけるCO₂排出が抑制されることに加えて、ライフサイクルで見た場合、その外国での炭化水素からのアンモニア製造においてCO₂が排出されることに留意し、その排出されるCO₂を適切に処理していくことも重要です。

(2) アンモニアの価格動向

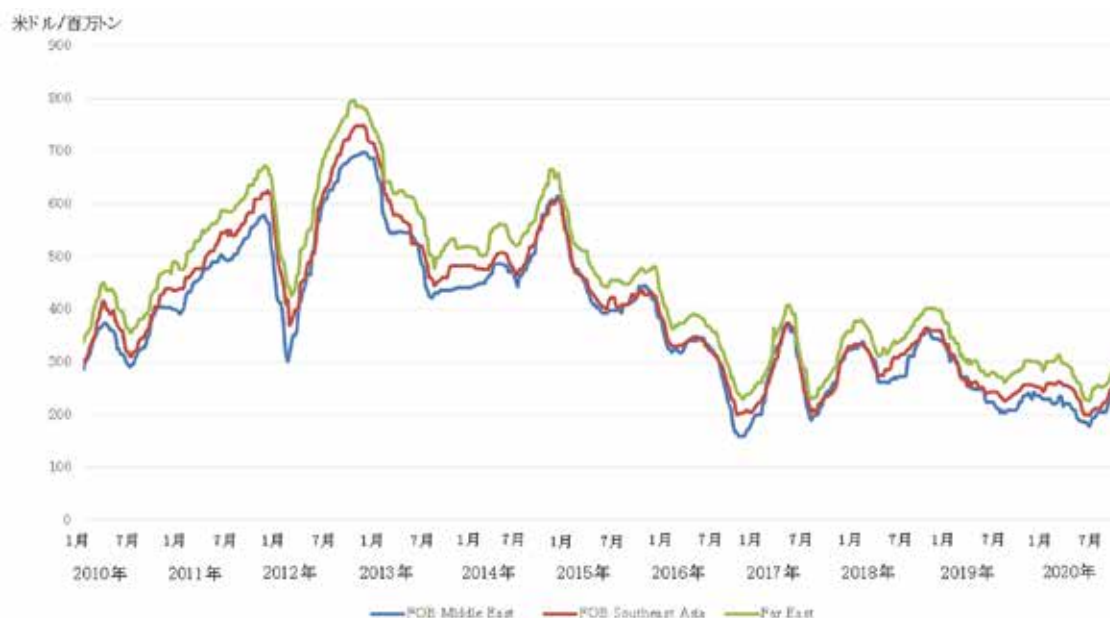
現在行われているアンモニア取引は化学原料用のものですが、その市場価格としては、輸出港を念頭に置いた「カリブ海産(トリニダード・トバゴ)」、

「黒海産(ロシア)」、「中東産」、「東南アジア産(インドネシア、マレーシア)」と、需要地を念頭に置いた「CFR欧州」、「CFR米州」、「CFRインド」、「CFR極東(中国、韓国、台湾、日本)」が存在しています。我が国の輸入価格は「CFR極東(中国、韓国、台湾、日本)」を中心に、「中東産」、「東南アジア産(インドネシア、マレーシア)」を参照して決定されています。

こうした市場価格は原油価格に相関性を有しており、最近の原油価格低迷を受けて、2020年10月時点のアンモニア価格は300米ドル/トン程度となっています。

アンモニアの製造・輸送にかかる費用の概算は以下のとおりですが、製造(ハーバーボッシュ法)・輸送・貯蔵というサプライチェーンの各段階で既存の技術を活用することが可能なことから、アンモニア同様にゼロエミッションである水素と比較して専焼や混焼時の発電価格を抑えることが可能となっています。仮に石炭火力発電に20%のアンモニア混焼を行った場合の発電価格は12.9円/kWhと試算され、石炭火力の発電価格(2015年コスト検証WGの試算では10.4円/kWh)の1.2倍程度となっています。また、今後の技術開発が必要ではあるものの仮に専焼(アンモニア発電)を行った場合には、23.5円/kWh

【第384-2-1】燃料アンモニアの価格動向



出典：燃料アンモニア導入官民協議会中間とりまとめ資料より抜粋

第8章 強靱なエネルギーシステムの構築と水素等の新たな二次エネルギー構造への変革

【第384-2-2】水素・アンモニア発電のコスト比較

	水素発電 (2020年時点試算)	アンモニア発電 (2018年時点試算)
製造	海外水素製造 (天然ガス+CO ₂ 販売 (EOR用途)) 11.5円/Nm³	海外水素製造 (天然ガス+CO ₂ 販売 (EOR用途)) 11.5円/Nm³ (=201ドル/トン) 海外アンモニア製造 4.3円/Nm³ (=76ドル/トン)
輸送	水素輸入 (ローリー輸送+液化+積荷+海上輸送) 162円/Nm³*	アンモニア輸入 (積荷+海上輸送) 2.3円/Nm³ (=40ドル/トン)
発電	水素発電機 7万~9万円/kW**	アンモニア専焼設備 46万円/kW ※ (参考) アンモニア混焼設備 29万円/kW
発電コスト	専焼 97.3円/kWh*** (参考) 10%混焼 20.9円/kWh***	専焼 23.5円/kWh (参考) 20%混焼 12.9円/kWh

(出典)
* 事業者ヒアリングに基づき試算
** 富士経済「2020年版水素利用市場の将来展望」水素ガスタービン発電
*** 発電コスト検証WGより試算
※「アンモニア専焼設備」では、既存の石炭火力発電所建設費に加えて、港湾の受入・貯蔵・払出設備追加費、専焼バーナー及びボイラー改修費を含めて試算

(出典)
・アンモニア製造・輸入コスト：日本エネルギー経済研究所 SIP「CCS・EOR技術を軸としたCO₂フリーアンモニアの事業性評価」をもとに資源エネルギー庁試算
・アンモニア混焼設備、発電コスト価格：電源開発SIP「火力発電燃焼としてのCO₂フリーアンモニアサプライチェーンの技術検討」
・アンモニア専焼設備、発電コスト：事業者へのヒアリング等をもとに資源エネルギー庁試算

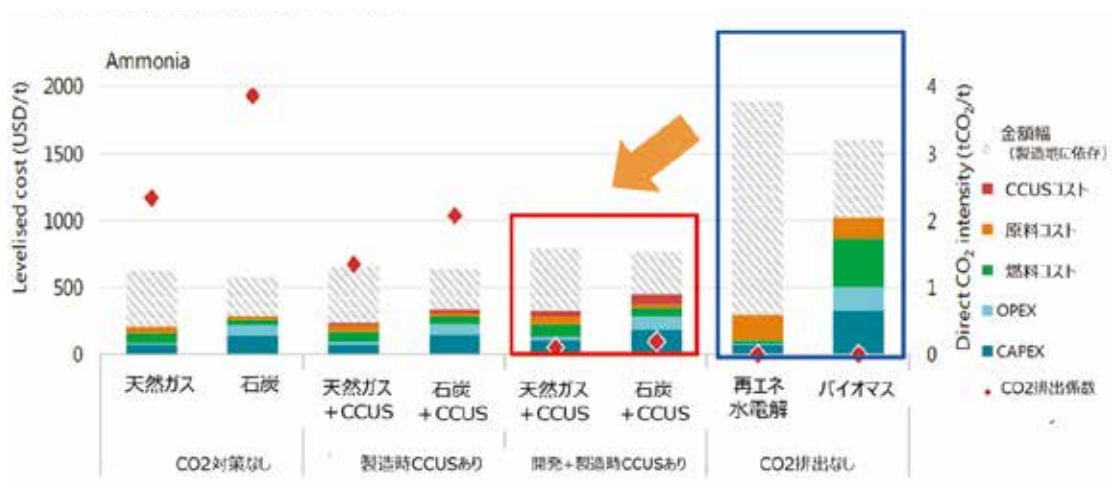
と試算することができます。(なお、(第384-2-2)での「アンモニア専焼設備」では、既存の石炭火力発電所建設費に加えて、港湾の受入・貯蔵・払出設備追加費、専焼バーナー及びボイラー改修費を含めて試算しています。)

このように、現在の我が国の発電価格と比較してもアンモニアによる混焼・専焼のコストは一定程度の競争力を持つものと考えられますが、当然ながら、そのコスト負担を下げる取組は更に求められます。

また、地域による製造コストの差異はあるもの

の、現時点では、再生可能エネルギーから製造されたアンモニア(グリーンアンモニア)に比べ、天然ガスや石炭を原料としたアンモニア(グレーアンモニア)の価格競争力は極めて高い状況です。また、天然ガスや石炭を原料として開発・製造段階で生じるCO₂をCCU/カーボンリサイクルやCCSによって回収したアンモニア(ブルーアンモニア)についても、グリーンアンモニアと比較して1/2~1/3程度の価格となっており、依然として価格競争力が高くなっています。

【第384-2-3】製造方法毎のコスト比較



出典：IEA, The Future of Hydrogen

(3) アンモニアの市場規模

アンモニアの市場は、既に肥料用途や工業用途といった原料用で確立しています。世界の原料用アンモニア生産は2019年で年間約2億トン程度であり、そのうち貿易量は1割(約2,000万トン)で、ほとんどが地産地消されています。日本国内で見ると、原料用アンモニア消費量は約108万トン(2019年)であり、国内生産は約8割、輸入は約2割(輸入元はインドネシア及びマレーシア)と、世界的に見ても小規模な市場となっています。

既にこうした原料用市場が存在している一方、その規模が限られる中で、今後新たに燃料用途での活用を進めていくに当たっては、市場価格の高騰を防ぎつつ、安定的に必要な量を確保していくことが必要となります。

今後、石炭火力発電にアンモニアの20%混焼を実施すると、1基(100万kW)につき年間約50万トンのアンモニアが必要となります。例えば、国内の大手電力会社の全ての石炭火力発電で20%の混焼を実施した場合、年間約2,000万トンのアンモニアが必要となり、現在の世界全体の貿易量に匹敵します。そのため、これまでの原料用アンモニアとは異なる燃料アンモニア市場の形成とサプライチェーンの構築が課題となります。

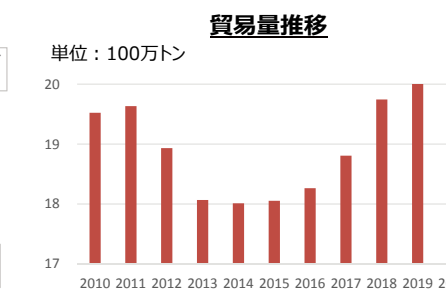
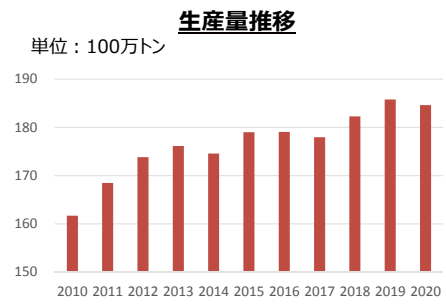
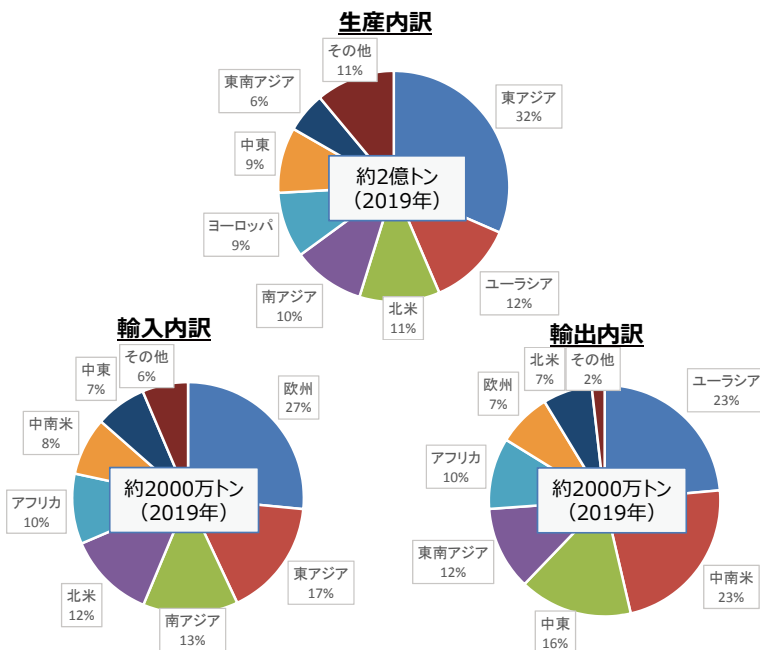
3. 燃料アンモニアの導入・拡大に向けた方策

(1)「燃料アンモニア導入官民協議会」の設立

2020年10月に我が国は2050年にカーボンニュートラルを目指すことを宣言したことで、その実現に向けた方策の具体化が政府全体で進められる中、そして同時に次期エネルギー基本計画に向けた検討が総合資源エネルギー調査会基本政策分科会場で進められる中、燃料アンモニアの利用拡大に向けた検討も加速化するべく、同月に「燃料アンモニア導入官民協議会」が設立されました。

同協議会は、燃料アンモニアの利用拡大に向けた課題を整理し、解決に向けたタイムラインを官民で共有し、一体となって取組を進めることを目的としています。同協議会での議論を通じて整理された課題や方向性については、2020年12月25日に経済産業省が、関係省庁と連携して策定した「グリーン成長戦略」の14の重要分野の1つ(「②燃料アンモニア産業」)として盛り込むとともに、第3回(2021年2月)に中間取りまとめを行いました。この成果については、グリーン成長戦略の改定に向けた深堀や次期エネルギー基本計画に向けた議論に反映されていくことになっています。

【第384-2-4】アンモニアの市場規模



出典：三菱商事の資料をベースに一部加工

(2)燃料アンモニアの導入・拡大に向けた4つの視点

上記協議会の中間取りまとめにおいては、我が国における2050年のカーボンニュートラル実現に向けて、官民が以下の視点を理解して取組を実施していくことで、燃料アンモニアの導入・拡大を着実に進めていくこととしています。

①安定確保

電力燃料の安定確保は、言うまでもなく、極めて重要です。2020年12月以降の電力需給のひっ迫の一因はLNGの安定調達に支障が生じたことでした。将来的に燃料アンモニアが電源構成に実質的な割合を占める段階では、レジリエンスの観点から燃料アンモニアを安定的に調達することが必要不可欠です。

燃料アンモニア供給の安定化を図るため、調達先国の政治的安定性・地理的特性に留意した上で、単に外国事業者からアンモニア調達するのではなく、天然ガスの上流権益や安定的な再生可能電源を確保するなどして、我が国企業が中長期的に安定してアンモニアをコントロールできる形での調達に努めます。また、中長期的には、供給途絶の影響を最小限にとどめるため、調達先等をできるだけ分散していくことが重要です。

②コスト低減

将来的なアンモニア専焼を目指し、今後混焼を導入・拡大した場合には、アンモニアの燃料コストが電力料金等に占める割合は増大していきます。2020年代に火力発電への混焼の実用化に進むためにも、競争力のある燃料アンモニアを確保し、サプライチェーンを確立することが不可欠です。燃料アンモニアの調達、生産、輸送/貯蔵、利用、ファイナンス等においてコスト低減を図ります。

③環境配慮

2050年カーボンニュートラルに向けてアンモニア専焼(アンモニア火力発電)の実現を目指していきませんが、それに向けては、ステップ・バイ・ステップでの移行が現実的です。第一段階は火力発電へのアンモニア混焼の実現ですが、製造国との関係(製造国の法制度等)にも留意しつつ、当面は製造プロセスでのCO₂の処理がなくとも、燃料アンモニアの導入・普及を図っていくべきです。その上で、一定の導入・普及後には、生産時に排出されるCO₂についてはCCS、カーボンリサイクル、植林、ボランタ

リークレジットによるオフセット等から適切な手段を通じて、合理的な形でCO₂排出の処理を行います。

また、非化石価値の顕在化等を通じて、アンモニア由来の電気が評価される環境整備を図ります。

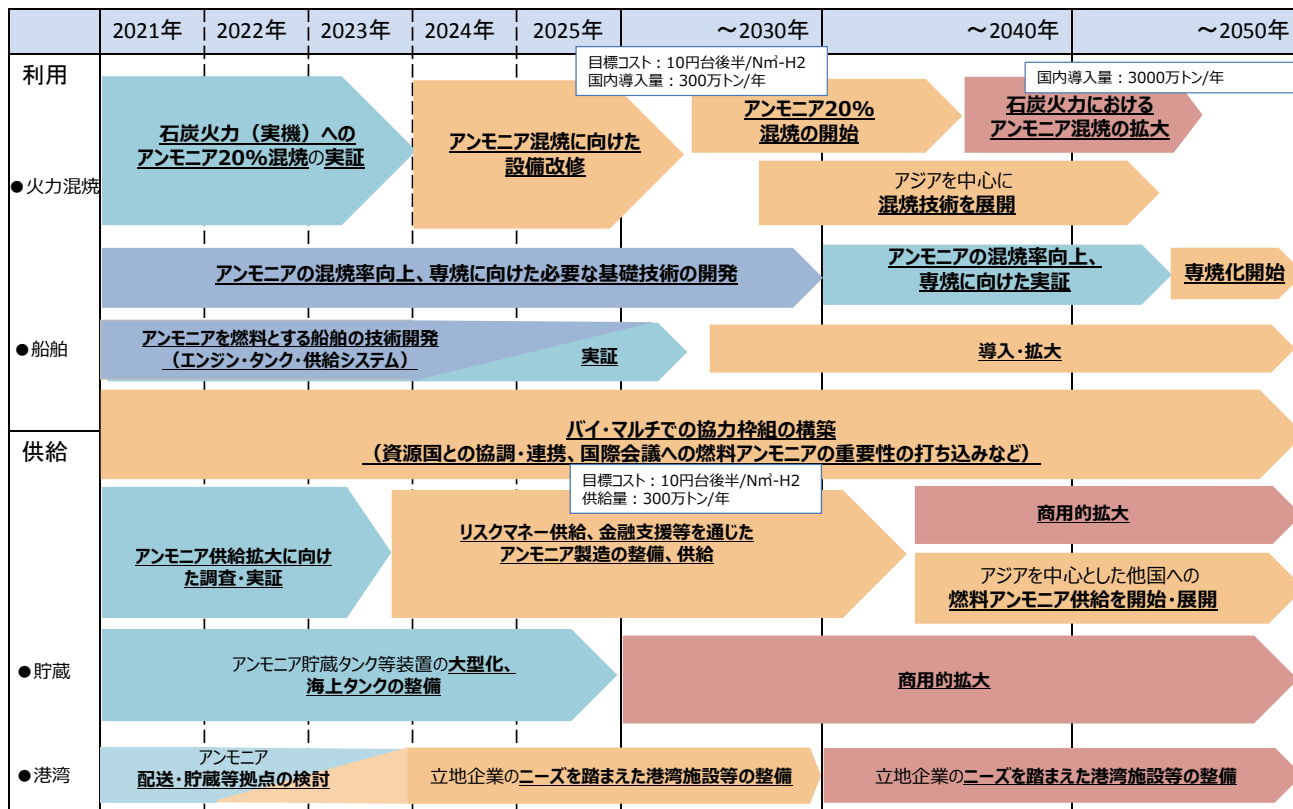
④海外展開

将来においても電源構成の相当程度を火力発電が占めるであろうアジア諸国をはじめ世界の脱炭素移行に貢献するため、同時に我が国のグリーン産業の成長を促すため、国内での専焼・混焼技術の確立及びその普及と並行して、海外への燃料アンモニアに係る技術やノウハウの展開を図ります。また、そのために、燃料としてのアンモニアの国際的な普及を後押しする規格・標準化等の環境整備を図ります。

(3)燃料アンモニアの導入・拡大に向けたロードマップ

また、同協議会の中間取りまとめにおいては、以下のような燃料アンモニア導入・拡大に向けたロードマップも策定しています。今後、このロードマップに基づいて、官民で連携していくこととしています(第384-3-1)。

【第384-3-1】燃料アンモニア導入・拡大に向けたロードマップ



出典：経済産業省作成

<具体的な主要施策>

1. 次世代火力発電等技術開発

（再掲 第5章第1節 参照）