

燃料アンモニアに関する 検討状況

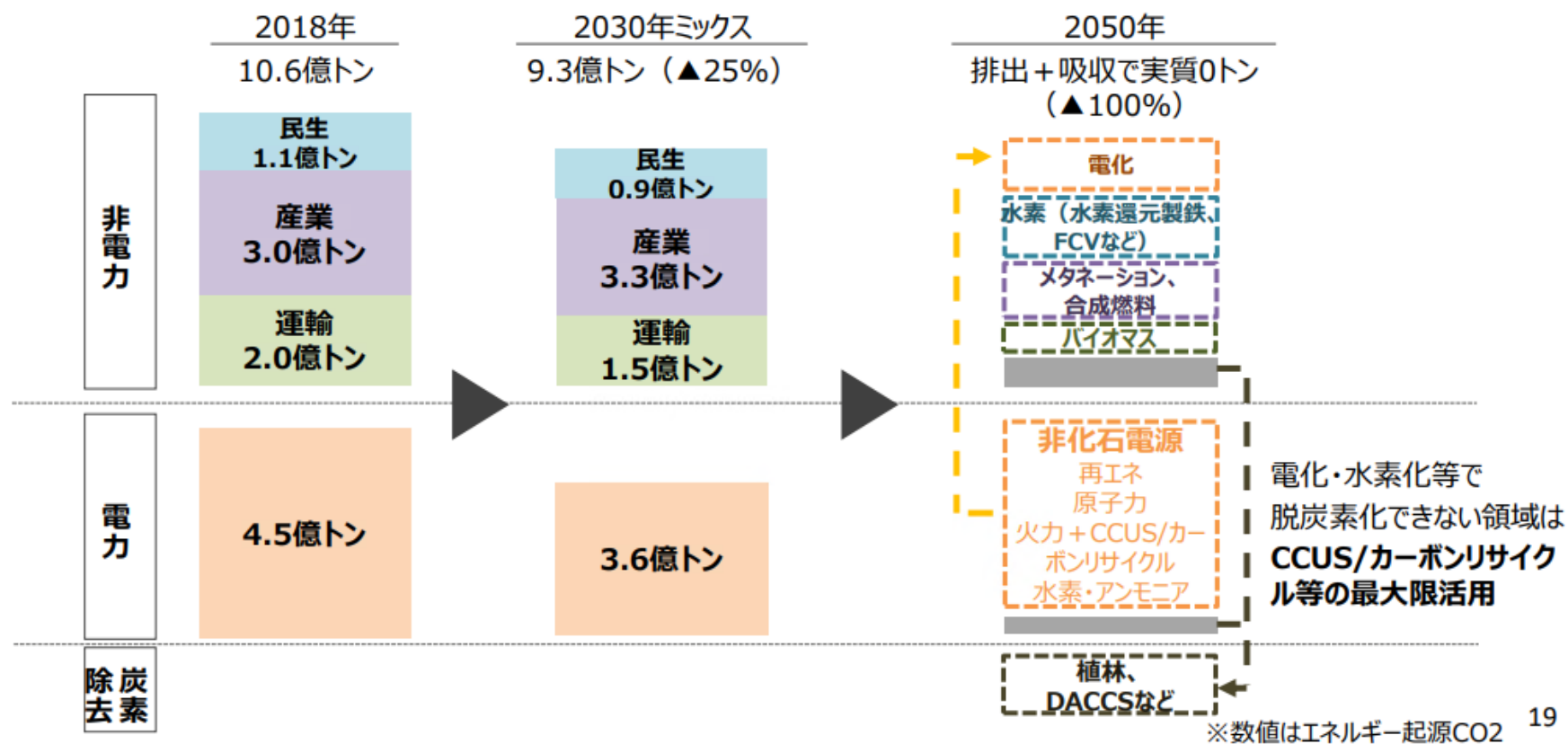
2020年12月7日

資源エネルギー庁

総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会（2020年11月17日）

カーボンニュートラルへの転換イメージ

- 社会全体としてカーボンニュートラルを実現するには、電力部門では非化石電源の拡大、産業・民生・運輸（非電力）部門（燃料利用・熱利用）においては、脱炭素化された電力による電化、水素化、メタネーション、合成燃料等を通じた脱炭素化を進めることが必要。
- こうした取組を進める上では、国民負担を抑制するため既存設備を最大限活用するとともに、需要サイドにおけるエネルギー転換への受容性を高めるなど、段階的な取組が必要。



総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会（2020年11月17日）

カーボンニュートラルに向けた主要分野における取組①

		脱炭素技術	克服すべき主な課題 ※薄赤色のエリアは技術的なイノベーションが必要なもの	コストバリティ
電力部門	発電	再エネ	➢ 導入拡大に向け、系統制約の克服、コスト低減、周辺環境との調和が課題	水素価格 約13円/Nm3
		原子力	➢ 安全最優先の再稼働、安全性等に優れた炉の追求、継続した信頼回復が課題	
		火力+CCUS/ カーボンリサイクル	➢ CO2回収技術の確立、回収CO2の用途拡大、CCSの適地開発、コスト低減が課題	
		水素発電	➢ 水素専焼火力の技術開発、水素インフラの整備が課題	
		アンモニア発電	➢ アンモニア混焼率の向上、アンモニア専焼火力の技術開発が課題	
産業部門	熱・燃料	電化	➢ 産業用ヒートポンプ等電化設備のコスト低減、技術者の確保、より広い温度帯への対応が課題	水素価格 約40円/Nm3
		バイオマス活用 (主に紙・板紙業)	➢ 黒液（パルプ製造工程で発生する廃液）、廃材のボイラ燃料利用の普及拡大に向け、燃料コストの低減が課題	
		水素化 (メタネーション)	➢ 水素のボイラ燃料利用、水素バーナー技術の普及拡大に向け、設備のコスト低減、技術者の確保、水素インフラの整備が課題	
		アンモニア化	➢ 火炎温度の高温化のためのアンモニアバーナー等の技術開発が課題	
	製造プロセス (鉄鋼・セメント・ コンクリート・ 化学品)	鉄： 水素還元製鉄	➢ 水素による還元を実現するために、水素による吸熱反応の克服、安価・大量の水素供給が課題	水素価格 約8円/Nm3
		セメント・ コンクリート： CO2吸収型 コンクリート	➢ 製造工程で生じるCO2のセメント原料活用（石灰石代替）の要素技術開発が課題。 ➢ 防錆性能を持つCO2吸収型コンクリート（骨材としてCO2を利用）の開発・用途拡大、スケールアップによるコスト低減。	
		化学品： 人工光合成	➢ 変換効率を高める光触媒等の研究開発、大規模化によるコスト低減が課題	

※ 主なエネルギー起源CO2を対象に整理、製造業における工業プロセスのCO2排出も対象
コストバリティは既存の主要技術を対象に燃料費のバリティ水準を算出

*水素発電のバリティはLNG価格が10MMBtuの場合、水素還元製鉄は第11回CO2フリー水素WGの資料
より抜粋(100kW級の純水素FCで系統電力+ボイラーを置換)

総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会（2020年11月17日）

カーボンニュートラルに向けた主要分野における取組②

		脱炭素技術	克服すべき主な課題 ※薄赤色のエリアは技術的なイノベーションが必要なもの	コストパリティ
民生部門	熱・燃料	電化	➢ エコキュート、IHコンロやオール電化住宅、ZEH、ZEB等を更に普及させるため、設備コスト低減が課題	
		水素化	➢ 水素燃料電池の導入拡大に向けて、設備コスト低減、水素インフラの整備が課題	
		メタネーション	➢ メタネーション設備の大型化のための技術開発が課題	
運輸部門	燃料 (乗用車・トラック・バスなど)	EV	➢ 導入拡大に向け、車種の拡充、設備コストの低減、充電インフラの整備、充電時間の削減、次世代蓄電池の技術確立が課題	電力価格 約10~30円/kWh
		FCV	➢ 導入拡大に向け、車種の拡充、設備コストの低減、水素インフラの整備が課題	
		合成燃料 (e-fuel)	➢ 大量生産、コスト削減を実現する燃料製造方法等の技術開発が課題	水素価格 約90円/Nm3
	燃料 (船・航空機・鉄道)	バイオジェット燃料/ 合成燃料 (e-fuel)	➢ 大量生産、コスト削減を実現する燃料製造方法等の技術開発が課題	
		水素化	➢ 燃料電池船、燃料電池電車の製造技術の確立、インフラ整備が課題	
		燃料アンモニア	➢ 燃料アンモニア船の製造技術の確立	
炭素除去	DACCS、BECCS、植林		➢ DACCS : エネルギー消費量、コスト低減が課題 ➢ BECCS : バイオマスの量的制約の克服が課題 ※CCSの適地開発、コスト低減は双方共通の課題	

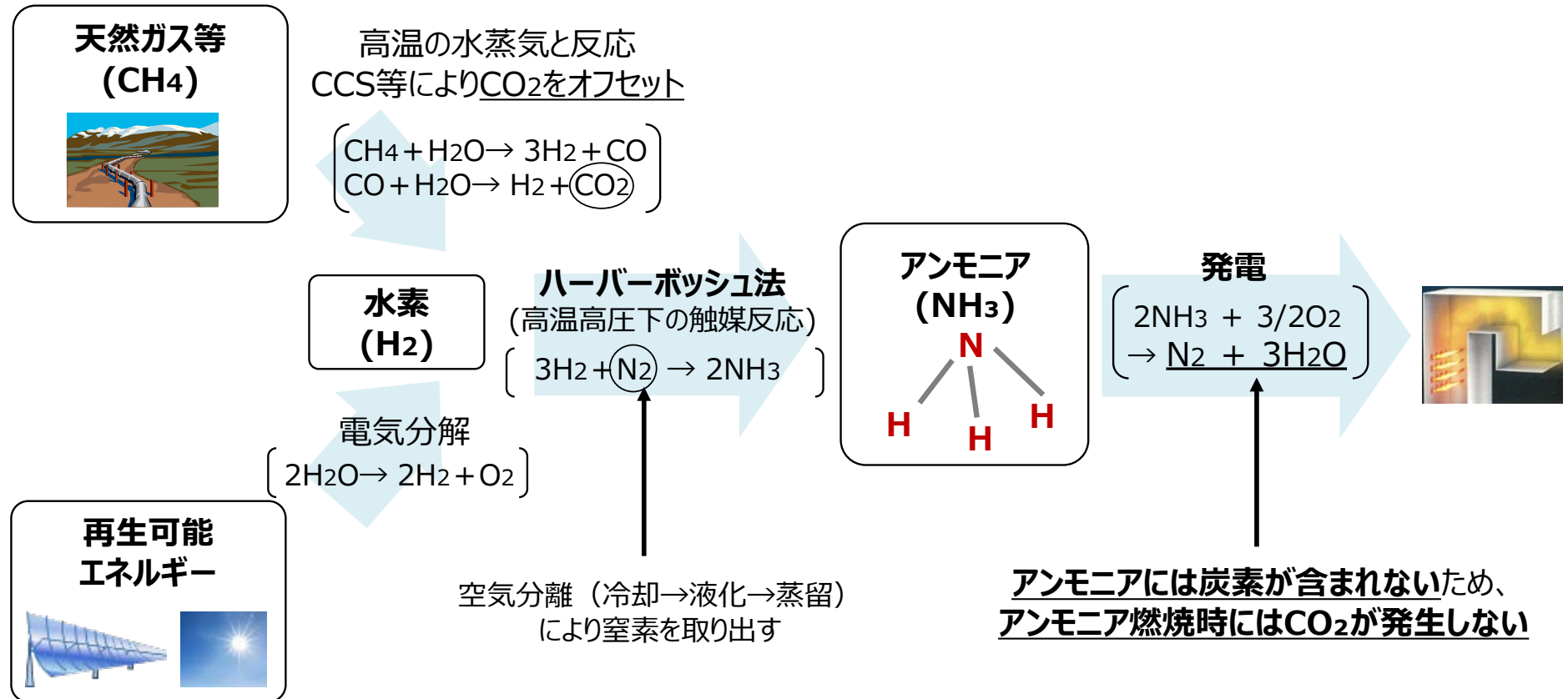
*DACCS : Direct Air Carbon Capture and Storage、BECCS : Bio-energy with Carbon Capture and Storage

**ガソリン自動車との比較。ガソリン価格が142.8円/Lの時を想定（詳細は第11回CO2フリー水素WGの資料を参照）

※ 主なエネルギー起源CO2を対象に整理、製造業における工業プロセスのCO2排出も対象
コストパリティは既存の主要技術を対象に燃料費のパリティ水準を算出

カーボンニュートラルの実現に向けた燃料アンモニアの位置づけ

- これまでは、再生可能エネルギー（太陽光、風力、地熱、水力、バイオマス）と原子力がゼロエミッション電源比率にカウントされてきた。
- これに加え、**燃焼してもCO₂を排出しないアンモニアも、水素と同様に、カーボンニュートラルに資するゼロエミッション燃料として期待**される。



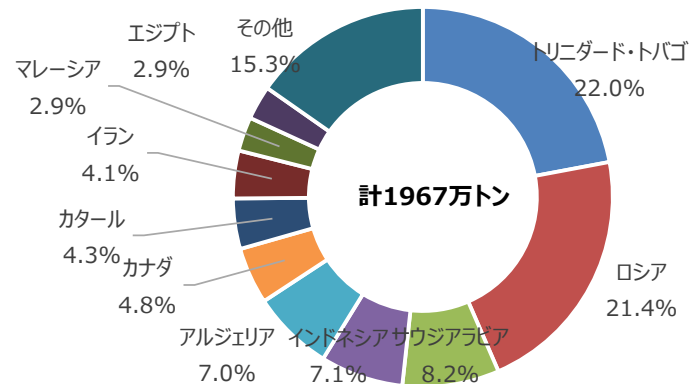
総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会（2020年12月2日）

燃料アンモニアの活用に向けた取組

- 燃焼してもCO₂を排出しないアンモニアは、新たな燃料としての活用が期待される。すでに肥料用途を中心に国際的な貿易インフラが整っており、燃料用途のための高圧化や冷却化等の技術的課題も少ない。
- 今後、石炭火力混焼に加え、船舶や工業炉等への用途拡大も見込まれ、技術開発や、大量供給確保のためのサプライチェーン構築等が課題。

＜既存のアンモニアの市場規模＞

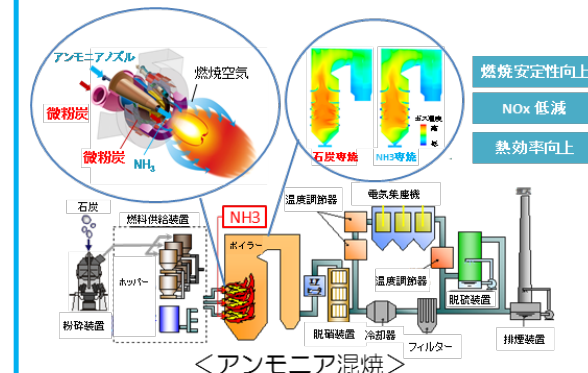
アンモニア輸出量（世界全体、2018年）



＜アンモニアサプライチェーンのイメージ＞



アンモニア混焼技術開発



- 試験用ボイラーにおけるアンモニアを20%混焼実験を通じて、排気中のNOx値が一定の範囲にコントロール可能なことを確認した。
- 来年度より、実機を活用した実証試験を実施予定。

燃料アンモニア導入官民協議会について

- 本年10月、燃料アンモニアの導入及び活用拡大に向けて、**官民で課題解決等を図るための協議会**を設置。

<協議会の概要>

- 趣旨

今後、燃料アンモニアの導入及び活用拡大に対応するためには、サプライチェーンの効率化や強化といった技術的・経済的な課題への対応が必要となる。こうした課題やその解決に向けたタイムラインを共有し、議論する。

- 構成員

（民）三菱商事、丸紅、JERA、JPOWER、日揮、IHI、三菱重工業、
日本郵船、日本エネルギー経済研究所、グリーンアンモニアコンソーシアム
（官）資源エネルギー庁資源・燃料部、JOGMEC、JBIC、NEXI



<今後の論点>

1. 燃料アンモニアの認知向上
2. 需要側（JERA等）のモチベーション向上 → 国内制度への対応の検討
3. サプライチェーン構築 → JOGMEC、JBIC、NEXIによる支援のあり方の検討

水素分野の方向性

発電・産業・運輸など幅広い分野で活用される新たな資源と位置づけ、水素の「利用」、「貯蔵・輸送」、「製造」において、日本の産業が世界をリードできるよう、研究開発・実証の加速、制度整備を通じた社会実装の促進、国際連携に取り組んでいく。

【主な目標例：2050年にLNG以下のコスト水準を実現】

自動車・蓄電池分野の方向性

車の使い方の変革と合わせた電動車の普及、蓄電池の産業競争力強化を進めるため、研究開発・実証・設備投資支援、制度的枠組みの検討、標準化に向けた国際連携といった政策を総動員し、自動車の電動化を推進する。

【主な目標例：2030年に乗用車新車販売に占めるEV・PHVの割合2～3割】

カーボンリサイクル分野の方向性

カーボンリサイクルは、CO₂を資源として有効活用する技術でカーボンニュートラル社会を実現するためのキーテクノロジー。CO₂を原料としたコンクリートや燃料等について、研究開発・実証を通じたコスト低減、公共調達等も活用した社会実装を進め、グローバル展開を目指す。

【主な目標例：CO₂吸収型コンクリートの価格を2030年には既存品と同等まで低減】

洋上風力分野の方向性

洋上風力は、再エネ主力電源化の鍵。国が導入見通しを示すことにより、大きな需要を創出。こうした需要を呼び水とした風力産業の誘致とともに、国内サプライヤーの競争力を高め、強靱なサプライチェーンを構築する。更に、浮体式等の次世代技術のアジア展開を見据え、技術開発や国際連携に取り組んでいく。

【主な目標例：官民協議会を通じて、国は導入見通し、民間は国内調達率・コスト目標にコミット】

半導体・情報通信分野の方向性

グリーンとデジタルは車の両輪。エネルギー利用の効率化に向け、製造・サービスなどあらゆる分野でデジタル化、電化が必要。DXを推進するとともに、デジタル化・電化の基盤であるデータセンター、ハイパフォーマンスコンピューティング、5G、Beyond 5G、光ファイバなどの情報通信インフラや、それらを支える半導体などの省エネ化、グリーン化、高性能化を支援する。

【主な目標例：2030年までに次世代パワー半導体の実用化・導入拡大】

航空機分野の方向性

世界的に航空機分野における低炭素化要求が強まりつつある中、軽量化、電動化、水素や代替燃料など複数の要素において、研究開発、技術実証、国際連携に取り組むことで我が国の技術的優位性を確立し、カーボンニュートラルに向けた航空機分野での取組を進めていく。

【主な目標例：2050年に、日本の技術や燃料を搭載したカーボンニュートラル航空機を普及させていく】

燃料アンモニア分野の方向性

カーボンニュートラルに向け、燃焼してもCO₂を発生しないアンモニアを火力発電への混焼等で活用するため、技術開発やサプライチェーンの構築を進める。さらに、制度整備や国際連携を通じた海外展開にも取り組んでいく。

【主な目標例：2030年までに石炭火力発電への20%のアンモニア混焼を実現】

革新的原子力分野の方向性

安定的なカーボンフリー電力の供給に加え、革新的原子力イノベーションによって、安全性・信頼性・効率性の一層の向上、再生可能エネルギーとの共存、カーボンフリーな水素製造や熱利用といった多様な社会的要請に応えていく。

【主な目標例：2030年までに国際連携による小型モジュール炉技術の実証、2030年までに高温ガス炉における水素製造に係る要素技術確立、ITER活動・国際連携を通じた核融合R&Dの着実な推進】

船舶分野の方向性

ゼロエミッションの達成に必須となるLNG、水素、アンモニア等のガス燃料船等のエンジン、燃料タンク等の開発・実証等を推進するとともに、国際基準の整備を主導することにより、我が国造船・海運業の国際競争力の強化及び海上輸送のカーボンニュートラルを実現する。

【主な目標例：2028年までにゼロエミッション船の商業運航を実現、2050年までに船舶分野における水素・アンモニア等の代替燃料への転換完了】

住宅・建築分野の方向性

次の①・②を行う。

①新築住宅・建築物の断熱性能・省エネ性能の向上、LCCM(ライフサイクル全体（建築から解体・再利用等まで）を通してCO2排出量をマイナスにする)住宅・建築物やZEH・ZEBの普及促進、普及に資する評価方法の確立や、建築材料・施工技術・エネルギーマネジメント、革新的な技術の開発・実用化等の支援、将来のZEH・ZEB化を見据えた既存住宅・建築物の省エネ改修の促進、建材一体型等を含む太陽電池の導入やEV・蓄電池との連系等を進める

②先導的な設計・施工技術が導入される木造建築物の整備、中大規模木造建築物を担う設計者の育成に対する支援等を行う。

【主な目標例：①新築の住宅・建築物について、2030年度までに平均でZEH・ZEBを実現する。②2030年度に、560万t-CO₂の吸収に貢献する。】

物流・人流分野の方向性

（調整中）グリーン物流、スマート交通、鉄道・港湾・空港分野でのGHG排出削減の取り組みや、交通モード横断的な取り組み等を総合的に進めていく。

【主な目標例：調整中】

インフラ分野の方向性

インフラ分野のCO₂排出量の削減を図るため、都市空間に存在する熱エネルギー（下水熱）を活用した地域冷暖房等の導入支援や、道路インフラにおける交通流対策、道路照明のLED化や再生可能エネルギー発電施設導入、電気・水素・バイオマス等の革新的建設機械の開発・普及促進等に取り組んでいく。

【主な目標例：2030年までに下水道における省エネ・再エネの推進によりCO₂排出削減量を約134万トンとする】

資源循環分野の方向性

3R+Renewableを徹底することにより、廃棄物の排出削減やリサイクル処理に係るプロセスの高度化・効率化、製品のバイオマス化等を通じた資源循環を行うとともに、焼却せざるを得ない廃棄物のエネルギー回収、処理によって発生した温室効果ガスの分離・貯留・有効利用を行う。

【主な目標例：2050年に廃棄物分野における温室効果ガス排出量を実質ゼロとする】

ライフスタイル分野の方向性

カーボンニュートラルへの需要創出により技術の普及を促すため、ZEH、EV・FCV、再エネ等を組み合わせたトータルマネジメント等によるゼロカーボンシティの構築及びナッジ・デジタル・シェアリング等を通じた行動変容により、レジリエントで快適な脱炭素型ライフスタイルを実現するための技術開発・実証、導入支援、制度構築等を行う。

【主な目標例：2050年又はそれ以前に各家庭平均で脱炭素なエネルギーのプロシューマーへ転換】

食料・農林水産業・吸収源分野の方向性

2050年のカーボンニュートラルの実現に向けて、資材原料・エネルギーの調達や、食料の生産から消費までサプライチェーンの各段階の取組により、持続可能な食料システムを構築する。このため、地産地消型エネルギーシステムの構築、スマート農林水産業等の加速的実装によるゼロエミッション化、農畜産業由来のGHGの削減、農地・森林・海洋における炭素の長期・大量貯蔵の技術等の確立、食料・農林水産物の加工・流通におけるロスの削減、持続可能な消費の促進など、生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現させ、社会実装を拡大する。

【主な目標例：2050年までに農林水産業における化石燃料起源のCO₂のゼロエミッションを実現】

＜燃料アンモニア導入に向けた視点（案）＞

令和 2 年 12 月 7 日
資源エネルギー庁

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、燃焼しても二酸化炭素を排出しないアンモニアの導入は、石炭火力への混焼を始め、船舶や工業炉等の二酸化炭素排出削減を図る上で重要な取組みである。

今後、関係者の取組が効果的にタイムリーに実施されることが、燃料アンモニアの 2020 年代後半の商用ベースでの導入、その後の拡大に必要であるが、その際、以下の視点を踏まえて取組を行う。

- ① 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、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る、
- ② 競争力のある燃料アンモニアを導入するため、原料の調達、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る、
- ③ 当面は普及に重点をおき広くアンモニアの導入を図るが、その後は、生産時に排出される二酸化炭素については合理的なコストでの抑制を図る。また、アンモニア由来の電気が評価される環境整備を図る。
- ④ アジア諸国をはじめ世界の脱炭素移行に貢献するため、燃料アンモニアに係る技術やノウハウのアジア等への展開を図るとともに、アンモニア事業に係る規格・標準化等の環境整備を図る。

＜参考＞新国際資源戦略（令和 2 年 3 月策定）

IV. 気候変動問題への対応

2. 対応の方向性

(3) 燃料アンモニアの利用拡大

燃料アンモニアは、再生可能エネルギーや CO₂EOR、CCS、植林等の手法を用いた場合はカーボンフリーとなる。また、既にグローバルサプライチェーンが確立されているといった利点も有している。

2014～2018 年には、内閣府 SIP プロジェクトとして基礎研究が進められ、懸念されていた NO_x 排出は技術開発により抑制可能なことが確認された。

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。

(燃料アンモニア実証事業)

- 燃料アンモニアのサプライチェーン構築のため、アンモニアの調達に関するフィージビリティスタディを実施する。
- 燃料アンモニアの利用を促すため、火力発電での混焼や工業炉、船舶等での利用を念頭に実証事業を実施する。