

# CO<sub>2</sub>フリー水素普及ネットゼロエミッション研究

## 2021 年度 報告書

2022 年 3 月



一般財団法人 エネルギー総合工学研究所

CO<sub>2</sub>フリー水素普及ネットゼロエミッション研究会  
(略称:ゼロエミ水素ビジョン研)



CO<sub>2</sub>フリー水素普及ネットゼロエミビジョン研究  
(以下、ゼロエミ水素ビジョン研)  
2021年度 報告書 目次

- 1 はじめに
- 2 ゼロエミ水素ビジョン研のメンバー
- 3 主要成果
  3. 1 ゼロエミ水素ビジョン研
  3. 2 ゼロエミ水素ビジョン
  3. 3 水素需要推算
  3. 4 欧州・ドイツの水素戦略と関連インフラ整備
  3. 5 各国の動向

<添付資料>

- 【添付1】 ゼロエミ水素ビジョン研のメンバー
- 【添付2】 第1回ゼロエミ水素ビジョン研の総括
- 【添付3】 第2回ゼロエミ水素ビジョン研の総括
- 【添付4】 国際市場のゼロエミ水素ビジョン @2050 (イメージ)
- 【添付5】 国内市場のゼロエミ水素ビジョン @2050 (イメージ)
- 【添付6】 水素需要推算
- 【添付7】 欧州・ドイツの水素戦略と関連インフラ整備
- 【添付8】 各国の動向



## 1 はじめに

IAE 主催の CO<sub>2</sub>フリー水素関連の自主研究会については、2010 年度の後半から 2011 年度までは「CO<sub>2</sub>フリー水素構想研究会」(以下、構想研) の名称で、2012 年度から 2014 年度までは「CO<sub>2</sub>フリー水素アクションプラン研究会」(以下、AP 研) の名称で、そして 2015 年度から 2020 年度(昨年度)までは「CO<sub>2</sub>フリー水素普及シナリオ研究会」(以下、シナリオ研) の名称で継続開催してきた。毎年、年度末頃に報告書を IAE HP に公開しており、昨年度も同様にシナリオ研の「総括報告書」を HP に公開した<sup>\*1)</sup>。

その間、日本は、世界規模での水素社会実現を目指し、世界に先駆けて 2017 年 12 月に策定した「水素基本戦略」では、水素をカーボンフリーなエネルギーの新たな選択肢として位置づけ、2050 年を視野に入れた 2030 年までの行動計画を示した。また、2018 年 7 月に策定された「第 5 次エネルギー基本計画」では「水素社会を実現していくためには、環境価値を含め、水素の調達・供給コストを従来エネルギーと遜色のない水準まで低減させていくことが不可欠である。」が明記された。

そして、日本政府は 2020 年 10 月に「2050 年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」と発表し、それを受けて経済産業省は、2020 年 12 月に「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を策定し、その中で成長が期待される産業(14 分野)の一つとして「水素産業」が「燃料アンモニア産業」とともに取り挙げられた。

さらに、経済産業省は 2021 年 12 月に「グリーンイノベーション基金事業」の基本方針を示し、NEDO に 2 兆円の基金が創設され、野心的イノベーションに挑戦する企業等に対して、10 年間、研究開発・実証から社会実装まで、継続して支援されることとなった。

エネルギー基本計画に関しては、2021 年 10 月に策定された「第 6 次エネルギー基本計画」において、水素・アンモニアが 2030 年における一次エネルギー供給の構成要素、及び電源構成に加えられた。

IAE 主催の自主研究会に関しては、このような政府の動向等を踏まえ、今年度より名称を「CO<sub>2</sub>フリー水素普及ネットゼロエミッション研究会」(以下、ゼロエミ水素ビジョン研)をスタートさせ、今年度はゼロエミ水素ビジョン研を 2 回実施した。

本書は、2021 年度のゼロエミ水素ビジョン研の報告書であり、例年と同様 IAE HP に公開する<sup>\*1)</sup>

<sup>\*1)</sup> [https://www.iae.or.jp/report/list/renewable\\_energy/action\\_plan/](https://www.iae.or.jp/report/list/renewable_energy/action_plan/)

## 2 ゼロエミ水素ビジョン研のメンバー

ゼロエミ水素ビジョン研のメンバーを、オブザーバーを含めて【添付 1】に示す。メンバーは構想研立上げ当初の 17 名から現在 31 名、オブザーバーは 2 名から 8 名に増えている。

なお、構想研の立上げ当初より一貫して、メンバー・オブザーバー各位には所属の代表としてではなく、あくまで個人としての立場で参加していただいている。

### 3 主要成果

#### 3.1 ゼロエミ水素ビジョン研

##### 3.1.1 第1回ゼロエミ水素ビジョン研

第1回ゼロエミ水素ビジョン研を2021年10月28日にオンラインで実施した。議題は以下の通りである。

- 1) ゼロエミ水素ビジョン研／作成ビジョンのイメージ
- 2) 水素需要推算
- 3) 欧州・ドイツの水素戦略と関連インフラ整備
- 4) 国内外の水素関連情報
  - ① 第6次エネルギー基本計画
  - ② WEO 2020
  - ③ ETP 2020
  - ④ Green Hydrogen for a European Green Deal, A 2x40 GW Initiative
  - ⑤ IEA Global Hydrogen Review

【添付2】に第1回ゼロエミ水素ビジョン研の総括(質疑／応答の集約)を示す。

事務局としての課題は可能な限りフォローし、第2回ゼロエミ水素ビジョン研で報告した。

##### 3.1.2 第2回ゼロエミ水素ビジョン研

第2回ビジョン研を2022年2月28日にリアルとオンラインのハイブリッド形式で実施した。議題は以下の通りである。

- 1) 第1回の総括
- 2) 水素需要推算
- 3) ゼロエミ水素ビジョン(イメージ)(国際市場)
- 4) ゼロエミ水素ビジョン(イメージ)(国内市場)
- 5) 各国の動向

【添付3】に第2回ゼロエミ水素ビジョン研の総括(質疑／応答の集約)を示す。

事務局としての課題は可能な限りフォロー中であり、次回のゼロエミ水素ビジョン研(2022年度)で報告する予定である。

#### 3.2 ゼロエミ水素ビジョン

2050年を対象に、国際市場のゼロエミ水素ビジョンと国内市場のゼロエミ水素ビジョンのイメージを議論の素材として示し、来年度以降実施予定の具体的なゼロエミ水素ビジョンの展開のためのイメージの共有化を図った。

イメージ共有化の議論のために提供した資料は、ゼロエミ水素ビジョン研で実施中の

IAE による水素需要推算(シミュレーション)における国際水素貿易の図や、シナリオ研でまとめた工程別展開の図を中心まとめた。

### 3.2.1 国際市場のゼロエミ水素ビジョン

共有化を図った「国際市場のゼロエミ水素ビジョン @2050 (イメージ)」を【添付 4】に示す。

来年度以降実施予定のビジョン作成要領は以下の通りである。

#### <IAE によるシミュレーション結果の反映>

- ① SDS、B2DS、NZ の 3 ケースでシミュレーションを実施。
- ② 3 ケースの 2050 年における世界の水素製造量を表にまとめる。
- ③ 3 ケースの 2050 年における世界の水素需要量を表にまとめる。
- ④ B2DS ケースの 2050 年における国際水素貿易量を世界地図で示す。
- ⑤ B2DS ケースの 2050 年における国際水素貿易量を表にまとめる。
- ⑥ B2DS ケースの 2050 年における水素需要量の地域別シェアを円グラフで示す。
- ⑦ B2DS ケースの水素需要量の部門別シェアの 2020 年から 2070 年までのトレンドを棒グラフで示す。

#### <IEA ETP2017 B2DS 資料の活用>

- ⑧ 2050 年における世界の水素製造量と製造由来内訳を表にまとめる。
- ⑨ 2050 年における世界の水素需要量と部門別内訳を表にまとめる。

### 3.2.2 国内市場のゼロエミ水素ビジョン

共有化を図った「国内市場のゼロエミ水素ビジョン @2050 (イメージ)」を【添付 5】に示す。

来年度以降実施予定のビジョン作成要領は以下の通りである。

#### <シナリオ研での絵姿の活用>

- ① シナリオ研での絵姿を活用し、下記要領で加筆・作成する。
- ② 新しい要素技術を盛り込む。
  - ・メタン熱分解水素製造
  - ・BECCS、DACCS
  - ・EOR、合成燃料製造、CN-メタノール
- ③ 新しい展開(グローバル市場の獲得)を盛り込む。
- ④ 国産の CO<sub>2</sub> フリー水素を製造由来ベースで簡潔に分類する。  
(再エネ水電解由来、化石+CCUS 由来、副生+CCUS 由来)
- ⑤ 2050 年における水素需要量を部門別ベースで示す。
- ⑥ 2050 年における水素需要量は第 6 次エネ基や IAE によるシミュレーション結果を基にまとめる。

#### ＜IAE によるシミュレーション結果の反映＞

- ⑦ 日本の水素需要量と輸入／国内調達の内訳
- ⑧ 輸入水素の一次エネルギー、ゼロエミ電源に占める割合
- ⑨ 輸入水素量とその製造由来内訳
- ⑩ 国内調達水素量と製造由来内訳
- ⑪ 日本の水素需要量と部門別内訳

### 3.3 水素需要推算

ゼロエミ水素ビジョン研において実施中の水素需要推算(シミュレーション)の大きな特徴は、Times Japan(日本モデル)と GRAPE(世界モデル)をソフトリンクさせていることである。

具体的には、日本については、TIMES-Japan モデルを用いて 2050 年カーボンニュートラルを達成する CO<sub>2</sub> 排出量を満たしつつ日本の各部門の水素需要を詳細に分析し、その結果を GRAPE の日本の入力条件として利用し、世界全体の結果を得ている。

世界全体については、ETP2017 B2DS(Beyond 2° C Scenario)の CO<sub>2</sub> 排出量を中心に、その他の地域の削減割合によって上下に 1 ケース、合計 3 ケース(下記)で分析を行うことで進めており、今年度は「(2) 2060 年カーボンニュートラル」の 1 結果を第 2 回ゼロエミ水素ビジョン研で、水素需要推算として提示し、報告した【添付6】。

- (1) 2050 年カーボンニュートラル
- (2) 2060 年カーボンニュートラル
- (3) 2070 年カーボンニュートラル

第 2 回ゼロエミ水素ビジョン研で多くのコメント(【添付3】)をいただいております。来年度以降、可能な限りフォローしたシミュレーションを実施し、次回以降のゼロエミ水素ビジョン研で報告するとともに、結果を国際市場のゼロエミ水素ビジョンと国内市場のゼロエミ水素ビジョンに反映していく予定である。



### 3. 4 欧州・ドイツの水素戦略と関連インフラ整備

欧州・ドイツの水素戦略と関連インフラ整備について調査し、整理した結果を【添付7】にまとめた。調査項目とまとめを以下に示す。

#### <調査項目>

##### 1. EUの脱炭素政策と水素戦略

- 1.1 欧州グリーン・ディール政策(1)、(2)
- 1.2 欧州グリーン・ディール投資計画
- 1.3 欧州エネルギーシステム統合戦略
- 1.4 欧州の気候中立に向けた水素戦略
- 1.5 Fit for 55 パッケージ

#### <水素関連インフラ整備の動向>

- 1.6 欧州のエネルギーインフラ関連規則
- 1.7 欧州のパイプライン関連法規類
- 1.8 欧州水素バックボーンの拡張

##### 2. ドイツの脱炭素政策と水素戦略

- 2.1 ドイツ連邦気候保護法(1)、(2)
- 2.2 ドイツ国家水素戦略(1)、(2)
- 2.3 ドイツ水素インフラ白書(1)、(2)

#### <P to G プロジェクトの例>

- 2.4 GET H2 Nukleus プロジェクト(1)、(2)
- 2.5 Element-eins プロジェクト(1)、(2)

#### <まとめ>

欧州・ドイツの水素関連の政策や関連インフラ整備の動向を調査し、化石エネルギーから水素エネルギーへの産業構造の転換を指向して、戦略的に取り組んでいることを確認した。

欧州では、2022 年初にタクソミー規制に天然ガス、原子力等を含めて投資対象とすることを方針としたことや、ロシア・ウクライナの紛争状況による混乱も生じていることから、今後、エネルギー関連政策が変わり、多方面に影響する可能性が高いと推察され、引き続き、動向を調査する必要があると考える。

### 3.5 各国の動向

日本を含めた各国・地域の動向を Global Hydrogen Review 2021 の記述を基にまとめたものを【添付8】に示す。

各国・地域としては、米国・日本・欧州連合 (EU)・中国・カナダ・アフリカ・豪州・インド・韓国・ラテンアメリカ・中東である。

動向の項目としては＜政策・目標＞＜水素製造（水電解由来、CCUS を伴う化石燃料由来）＞＜水素需要（FCV、産業界での低炭素水素利用、水素の岩塩洞窟貯蔵、水素パイプライン）＞＜水素・燃料アンモニアのグローバルサプライチェーン (SC)＞である。

日本の第6次エネルギー基本計画の水素関連記述のまとめを以下に示す。

＜第6次エネルギー基本計画で示されている水素・アンモニア関係の主な政府目標＞

	2030年		2050年	
	水素	アンモニア	水素	アンモニア
供給コスト (CIF価格)	30円/Nm <sup>3</sup>	10円台後半/Nm <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> (熱量等価水素換算)	20円/Nm <sup>3</sup> 以下	記載なし
一次エネルギー供給に占める割合	水素・アンモニア合計で1%程度 (総一次エネルギー供給量 = 430百万kl)		記載なし	
電源構成に占める割合、 発電電力量	水素・アンモニア合計で1%程度 (総発電量 = 9,340億kWh/年程度)		水素・アンモニア合計で10%程度	
ガス火力への水素混焼割合	30%	—	記載なし	—
石炭火力へのアンモニア混焼割合	—	20%	—	記載なし
水素需要量	最大300万t/年	—	最大2,000万t/年程度	—
アンモニア需要量 ( )内は水素換算	—	300万t/年規模 (50万t規模)	—	3,000万t/年規模 (500万t規模)
我が国企業による世界全体での アンモニア調達量	—	記載なし	—	1億t/年

(水素100万t = 112億Nm<sup>3</sup>)

上記目標を基に実施した試算を参考として以下に示す。

- ①上記政府目標の2030年における水素・アンモニアの一次エネルギー供給量は430万kl/年である。

石油1 barrel = 159ℓ = 0.146 toe, 100万toe = 水素39億Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>とすると、水素・アンモニア合計で1% (石油換算430万kl) 全量水素で計算すると約150億Nm<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>/年となる。

- ②上記政府目標の2030年における水素・アンモニアの発電電力量は約90億kWh/年である。

水素コンバインド発電で熱効率を57% (HHV) <sup>(※1)</sup> とすると、水素消費量は約45億Nm<sup>3</sup>/年となる。

(※1: 発電コスト等の検証に関する報告 (平成27年5月) におけるLNG火力の2030年における熱効率)

その他の注目点は、石油精製へのCO<sub>2</sub>フリー水素導入が初めて盛り込まれたことである。具体的な記述は「石油化学コンビナートにおいても、ナフサ分解炉の技術開発や石油精製プロセスへのCO<sub>2</sub>フリー水素等の導入を通じて脱炭素化を進める。」である