

「各国の動向」

2022年2月28日

ビジョン研(略称)事務局
(一財)エネルギー総合工学研究所
主担当 笹倉(msasakura@iae.or.jp)



＜ご紹介する国＞

Global Hydrogen Review 2021の記述を基に、以下の国の取組の概要を紹介する。

- ・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

＜ご紹介内容＞

＜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)＞

＜シナリオの定義＞

APS (Announced Pledges Scenario) : 発表誓約シナリオ、表明公約シナリオ
有志国が宣言した野心を反映したシナリオ。

SDS (Sustainable Development Scenario) : 持続可能な開発シナリオ
2070 年世界ネットゼロを達成するシナリオ。
ETP2020の中心となっているシナリオ。

モデリング手法は、将来の結果・成果を設定し、研究開発・実証・実装に対する目標を定めた支援、等の政策を反映し、コスト最少で達成され得るエネルギーシステムを予測する方法。

STEPS (Stated Policies Scenario) : 公表政策シナリオ、現行政策シナリオ
各国政府が公表している方針やコミットメントを前提にしたシナリオ。
モデリング手法は、スタート条件を設定し、将来のエネルギーシステムを予測する方法。

NZE (Net-Zero Emissions by 2050. Scenario) : 2050 年世界ネットゼロを達成するシナリオ。

① 米国

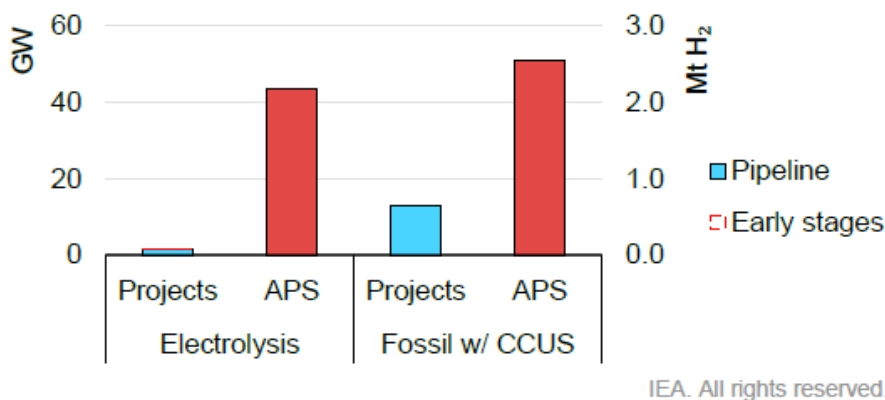
<政策・目標>

2021年、DOEは「Hydrogen Energy Earthshot」を発表し、2030年までにクリーン水素のコストを1.00USD/kg-H₂にすることを明示。
NREL(米国国立再生可能エネルギー研究所)の分析では、米国の水素市場規模は22-41Mtに拡大。

<水素製造>

PJケースとAPSにおける米国の水電解設備能力とCCUSを伴う化石燃料からの水素製造量、2030年

US electrolysis capacity and hydrogen production from fossil fuels with CCUS in the Projects case and the Announced Pledges Scenario, 2030



Note: APS = Announced Pledges Scenario.
Source: IEA (2021), [Hydrogen Projects Database](#).

(出典: Global Hydrogen Review 2021)

<水電解による水素製造>

現状: 17MW (2021 年 6 月現在、稼働中)
計画・実証中: 1.4GW
DOEの想定: 13.5GW (by 2030年)
APSの想定: 44GW (by 2030年)

<CCUSを伴う化石燃料からの水素製造>

現状: 0.23 Mt H₂ (2021年)(世界の約1/3)
建設中: ワバッシュ・バレー・リソースズPJ (2022年の稼働予定)
原料は石油コークスなどの固形廃棄物副産物とバイオマスの複合物
水素製造規模は0.12 Mt H₂(世界最大規模)。回収CO₂は地下に永久貯留。

DOEの想定: 1.1Mt (by 2030年)
APSの想定: 2.5 Mt (by 2030年)

45Q税控除制度: CO₂の地中貯留は50米ドル/t CO₂、石油増進回収は35米ドル/t CO₂の税額控除

① 米国（続き）

<水素需要>

現在の水素需要量：約11Mt/y（世界の需要の13%）。

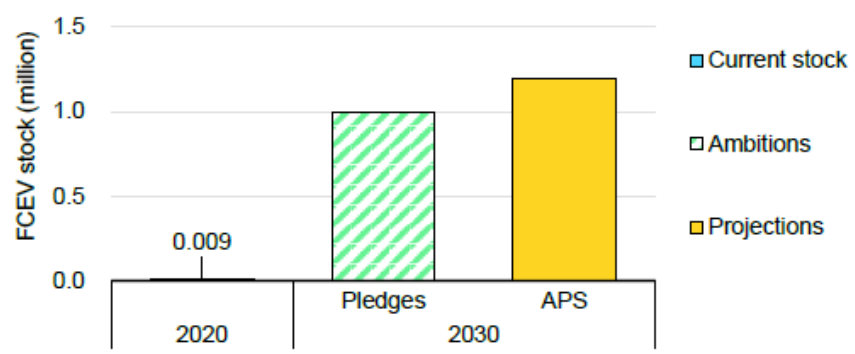
<FCEV>

現状：9,200台（2020年末時点）（ほとんどがカリフォルニア（CF）州）

CF州の目標：100万台（by 2030年）

APSの想定：110万台（by 2030年）

APSにおける米国でのFCEV展開、2020-2030年
FCEV deployment in the United States in the Announced Pledges Scenario, 2020-2030



IEA. All rights reserved.

Notes: FCEV = fuel cell electric vehicle. APS = Announced Pledges Scenario.
"Ambitions" refers to the [California Fuel Cell Partnership](#) target.
Source: [AFC TCP](#).

（出典：Global Hydrogen Review 2021）

<水素充填ステーション（HRS）>

現状：115 箇所程度（2021年）（4 万台以上の燃料電池物流機器に対応）

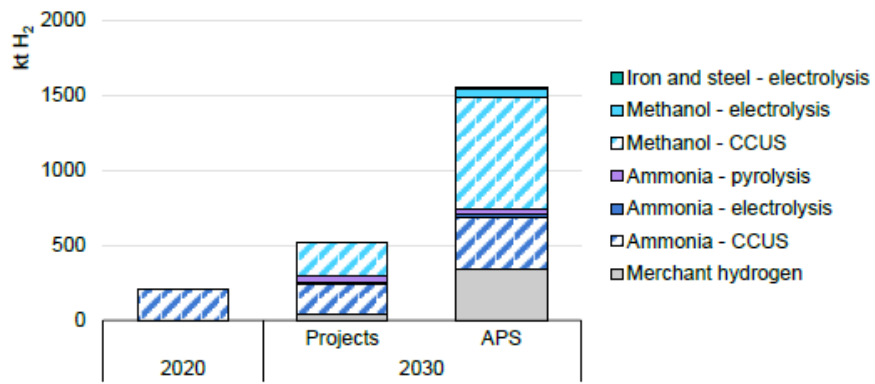
将来目標：200 箇所（by 2025年）

① 米国（続き）

<産業界での低炭素水素利用>

APSにおける米国産業部門の低炭素水素需要、2020-2030年

Low-carbon hydrogen demand in the US industry sector in the Announced Pledges Scenario, 2020-2030



IEA. All rights reserved.

Notes: APS = Announced Pledges Scenario. CCUS = carbon capture, utilisation and storage.
Source: IEA (2021), [Hydrogen Projects Database](#).

（出典：Global Hydrogen Review 2021）

<水素パイプライン>

現状：2,600km 以上の水素パイプラインが商業運転されている（世界の半分以上）

CF州での実証：ポリマーベースのパイプラインによる配送実証が2021年に開始されるとのこと。

初期水素混合レベルは1vol%、20vol%まで可能と想定。

ドミニオン・エナジー社：天然ガスパイプラインに水素を5%混合する実証を2021年春に開始済。

（キンダー・モルガン社は5～10%の水素混合は天然ガスパイプラインの変更がほとんどないと想定。）

現状：2つの肥料工場（CoffeyvilleとPCS Nitrogen）で回収された1.7Mt/yのCO₂はEORに利用され、製造されたブルー水素はアンモニア製造に利用されている。

<水素の岩塩洞窟貯蔵（電力需給バランス調整用）>

現状：水素岩塩洞窟貯蔵は米国で3施設（世界では4施設）が稼働中

計画進行中のPJ：

「アドバンスド・クリーン・エネルギー・ストレージ・PJ (ACES PJ)」(ユタ州) by 三菱パワー・アメリカズ社 & マグナム・デベロップメント社

水素製造・貯蔵方法：

1GWの水電解設備＋岩塩洞窟貯蔵

水素利用先：

現状840MWの石炭火力発電を天然ガス火力に改造し、当初は水素混焼、最終的には水素専焼発電を予定

水素貯蔵による出力調整可能電力量：150GWh

APS想定発電に必要な水素量：

約1.4Mt-H₂/y by 2030年（上記はその12%以下）

② 日本

<政策・目標>

2017年12月、日本は世界で初めて「水素戦略」を発表。

2018年以降、毎年開催している「水素閣僚会議」を通じて国際協力をリード。

2021年6月発表の「グリーン成長戦略」に示されている導入水素量の目標

2030年：最大3Mt/y

グリーン水素（化石燃料＋CCUS、再エネ、等由来の低炭素水素）

：0.42Mt/y以上

2050年：20Mt/y

<水素製造>

<国内での水電解水素製造>

2020年、福島県で10MWの太陽光発電による水電解水素製造PJが開始（当時世界最大規模）。

その後、現在までのところ、大規模な水電解設備を導入する計画は発表されていない。

<国内でのCCUSを伴う化石燃料からの水素製造>

苫小牧の実証PJが2019年まで稼働。

その後、PJ計画は発表されていない。

② 日本（続き）

<水素・燃料アンモニアのグローバルサプライチェーン(SC)>

日本の戦略目標を達成するためには、かなりの量の低炭素水素を輸入しなければならない。

日本は、国際的な水素・アンモニアの取引に積極的に取り組んでおり、豪州、ブルネイ、インドネシア、サウジアラビア、UAE との間でさまざまなPJが進行中。

「有機ハイドライドのグローバルSC」

次世代水素エネルギーチェーン技術研究組合(AHEAD)が主導。

ブルネイにて水素から生成したメチルシクロヘキサン(MCH)を海上輸送し、日本で水素を供給する水素SCの実証(10カ月の運用で100トン超)を世界で初めて実施。2020年12月、初期目的を達成し終了。

「液化水素水素のグローバルSC」

技術研究組合CO₂フリー水素サプライチェーン推進機構(HySTRA)が主導。

豪州と日本の間に水素SCを構築する実証PJ。

世界初の液化水素運搬船「すいそ ふろんていあ^{*1)}」により、2022年の第1四半期に最初の実証出荷予定。

^{*1)} 2019年12月に進水、タンク容量:1,250m³ x1基、水素量:75t

将来的には、16万m³(4万m³タンクx 4基搭載)の商用液化水素船を建造・運行予定。

「燃料アンモニアのグローバルSC」

日本は燃料アンモニアの国際貿易の発展を先導。

①2020年9月、サウジアラビア(サウジアラムコ、SABIC:サウジ基礎産業公社)と日本(日本エネルギー経済研究所)の間で、低炭素アンモニア(CCUSを伴う化石燃料由来)の世界初の出荷(40t NH₃)が行われた。

アンモニアは日本の火力発電に利用。

回収CO₂はサウジでのEORや化学品製造に利用。

②2021年3月、JOGMEC、三菱商事、バンドン工科大学、PT Panca Amara Utama(PAU)は、中央スラウェシ(インドネシア)にあるPAUのプラントで、天然ガスからCCUSを伴ってアンモニアを製造するための共同研究を行うことに合意。

③2021年7月、JOGMEC、国際石油開発帝石、JERAは、ADNOC(アブダビ国営石油会社)とUAEでの低炭素アンモニア製造に関する共同研究契約を発表。

ADNOCとそのパートナーが日本の電力会社へ低炭素アンモニア供給を検討するためのプラットフォーム

④2021年7月、JOGMECはウッドサイド・エナジー、丸紅、北陸電力、関西電力と共同研究契約を締結。

豪州で天然ガスからCCUSを伴って製造した低炭素アンモニアを日本へ供給するサプライチェーンの構築。

② 日本

<水素需要>

2020年の水素需要量:

約2 Mt H₂

(石油精製用が約90%、残りはアンモニア製造用)

2030年の目標需要量:

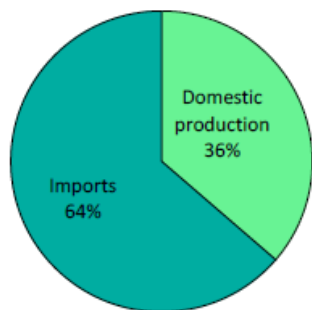
水素: 最大3Mt-H₂

アンモニア: 3Mt-NH₃(水素換算: 0.5Mt-H₂/y)

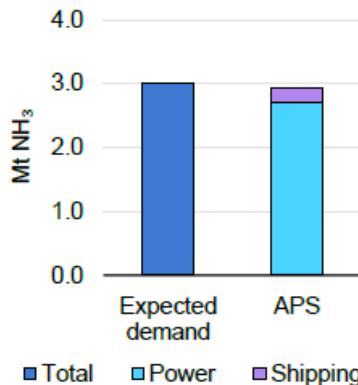
APSにおける日本の低炭素型水素
および燃料アンモニアの需要、2030年

Low-carbon hydrogen and fuel ammonia demand in Japan in the
Announced Pledges Scenario, 2030

Low-carbon H₂ demand



Ammonia demand



IEA. All rights reserved.

Notes: APS = Announced Pledges Scenario. "Expected demand" represents the proposal of the [Interim Report of Public-Private Council on Fuel Ammonia Introduction](#).

(出典: Global Hydrogen Review 2021)

APSでは、日本は2030年に約3Mtのアンモニアを
燃料として消費(大半は石炭火力発電での混焼用)。

<国内での石炭火力発電における燃料アンモニア利用>

①混焼実証

2021年2月、政府は「燃料アンモニア導入に関する官民協議会の中間報告」を発表。

石炭火力発電の炭素排出量を低減し、廃炉を回避すべく、石炭火力発電での混焼利用の可能性検討

中国電力(株)が小規模実証を実施済み。

JERAは、2024年までに1GWの石炭火力発電所でアンモニアの20%混焼を実証予定。

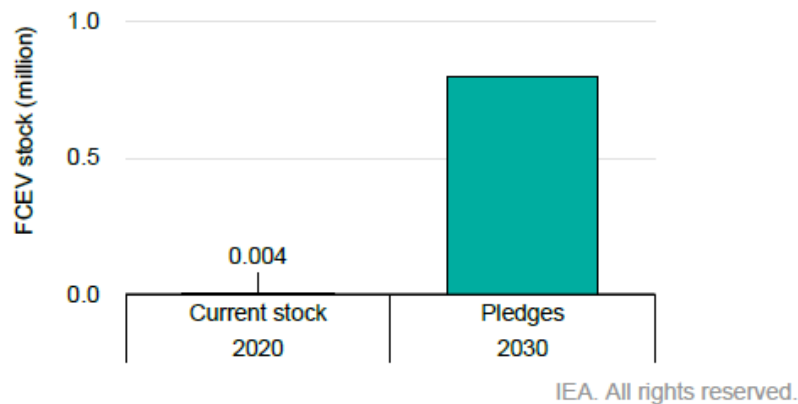
②アンモニア専焼発電

三菱パワーは、アンモニアを燃料とする40MWのガスタービンを開発し、2025年の実用化を目指している。

② 日本（続き）

<FCEV>

日本におけるFCEV普及台数の現状と2030年の目標
Current stock and 2030 target for FCEV deployment in Japan



Note: FCEV = fuel cell electric vehicle.
Source: [AFC TCP](#), [Strategic Roadmap for Hydrogen and Fuel Cells](#).
(出典: Global Hydrogen Review 2021)

FCEVに関して、日本は、2008年にホンダが最初の商用FCEVを提供するなど、いち早く取り組んできた。
現在(2021年4月)、現状、約5,600台のFCEV(自動車とバスを含む)が走行(世界第4位の市場)。
2025年の目標: 20万台、
2030年の目標: 80万台
トヨタ自動車は最近、燃料電池の生産能力を年間3万台に拡大(政府目標達成にはさらなる拡大が必要)。

<民生部門>

民生部門に関して、日本は、ENE-FARMプログラムで、現状、35万台以上のマイクロコージェネレーション燃料電池の設置を補助している。(ほとんどが燃料は天然ガス)。
PEM型燃料電池は2019年度にENE-FARMの補助金が終了したが、2020年には4万台以上のマイクロコージェネレーションが導入された。
SOFC型燃料電池は、2020年度まで補助金が継続されている。

③ 欧州連合(EU)

<政策・目標>

- 2019年12月:「欧州グリーン・ディール」を提示
(2050年までに気候中立性(ネット・ゼロエミ)を宣言)。
- 2020年3月:「欧州気候法」を提示
(2050年の気候中立性を法律に明記するため)。
- 2020年7月:「EU水素戦略」策定
- 2020年11月:「欧州クリーン水素アライアンス」発足
産業や大型運輸での水素利用に加え、変動する自然エネルギー
(特に北西地域の洋上風力発電と南部の太陽光発電)の統合に
おける水素の調整的な役割を強調。
- 2020年12月: TEN-E規則の改正案を採択。
TEN-E規則: 欧州横断エネルギーネットワークに関するEU規則。
同ネットワークをEUの支援対象となるインフラに含める。
- 2021年6月:「欧州気候法」採択。
- 2021年7月: 政策パッケージ「Fit for 55」提案、採択。
(2030年のGHG排出を、1990年比で少なくとも55%削減)

欧州委員会が「Fit for 55」パッケージで提案した水素関連のターゲット

Hydrogen-related targets proposed by the European Commission in the Fit for 55 package

Proposal	Target
Renewable Energy Directive modification	50% renewable hydrogen consumption in industry by 2030
Renewable Energy Directive modification	At least 2.6% share of renewable fuels of non-biological origin in 2030 ⁽¹⁾
ReFuelEU Aviation	0.7% share of synfuels in aviation by 2030 5% by 2035 8% by 2040 11% by 2045 28% by 2050
Regulation on deployment of alternative fuels infrastructure	1 HRS (>2 t H ₂ /day of capacity and 700-bar dispenser) every 150 km along major routes 1 HRS with liquid hydrogen every 450 km

⁽¹⁾ Renewable fuels of non-biological origin include hydrogen and hydrogen-based fuels produced from renewable electricity. (出典: Global Hydrogen Review 2021)

<水素導入のステップ>

水素の導入を3フェーズで想定。

《第1フェーズ(2024年まで)》

スケールアップに重点を置き、再エネによる水電解を6GW行う。
(現在の生産能力を脱炭素化し、新規用途(大型運輸など)への導入を促進するため。)

《第2フェーズ(2025年～2030年)》

再エネ水素がコスト競争力を持ち、新しい用途(製鉄や船舶)にも普及し、水素が統合エネルギーシステムの一部として定着する。
2030年までに、再エネによる水電解設備を40GW導入する。

《第3フェーズ(2030年以降)》

再エネ水素技術が成熟し、脱炭素化が困難なすべてのセクターに大規模に展開される。

《欧州各国の水素戦略》

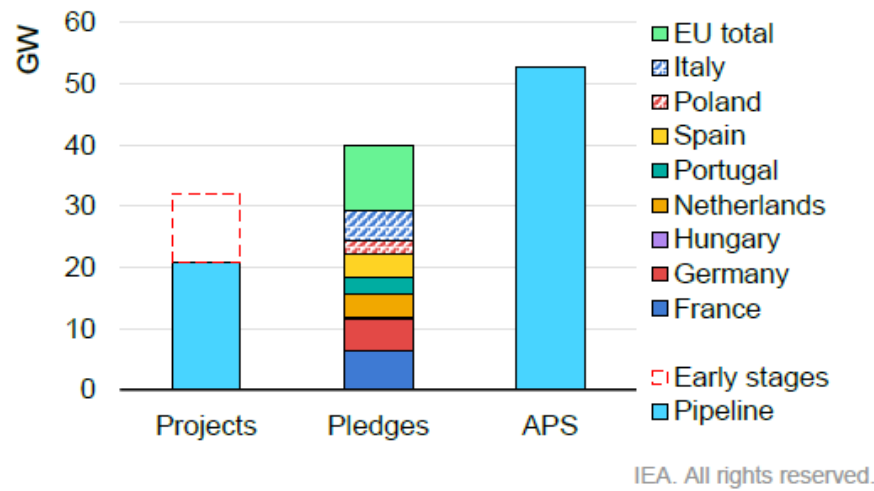
- 発表済: チェコ、フランス、ドイツ、ハンガリー、オランダ、ポルトガル、スペイン
- 発表予定: オーストリア
- 協議中: イタリア、ポーランド

③ 欧州連合(EU) (続き)

<水電解水素製造>

2030年のEUにおける水電解設備能力の展開(PJ ケースおよびAPS)と国およびEUの目標との比較

Electrolysis capacity deployment in the EU in 2030 in the Projects case and the Announced Pledges Scenario compared with national and EU targets



Note: APS = Announced Pledges Scenario.
Sources: IEA (2021), Hydrogen Projects Database; National Strategies, CEM H2I consultation.
(出典: Global Hydrogen Review 2021)

現在設置されている、水素製造専用の水電解設備は140MW以上(世界全体の40%以上)。

EU諸国の2030年までの水電解の導入目標の合計は20GW以上。

APSでは、2030年までにEU諸国で50GW以上の水電解設備が導入される。

欧州連合は、水電解の技術輸出戦略を考えている。

<CCUSを伴う化石燃料からの水素製造>

近い将来の重要性にもかかわらず進展は遅れている。

EUでは、2つのPJ^{*1)}がすでに稼働。

^{*1)} ペルニス製油所におけるシェルのガス化PJ(オランダ)と
エア・リキード社のポート・ジェローム・PJ(フランス)

オランダは、化石燃料からのCCUSを伴う水素製造の開発に最も積極的な国である。

SDE++スキーム^{*2)}を通じて、オランダ政府は最近、ロッテルダム港でCO₂の輸送・貯蔵インフラを開発するプロジェクト「Porthos」に20億ユーロの資金を提供。

Porthosは、年間2.5MtのCO₂を貯蔵(かなりの割合が水素製造に由来)。

^{*2)} SDE++スキーム: CCS のインセンティブとして、既存の公的資金補助スキームに産業 CCS を対象に加えたもの。

現在のPJの進捗予測では7Mt以上のCO₂が回収されるが、この数字はかなり低くなる可能性がある。

APSでは、2030年までにEUの水素製造から3MtのCO₂が回収される。

化石燃料からCCUSを伴って水素を製造するPJの現在の進捗は、EUのネット・ゼロの目標を十分に満たす。

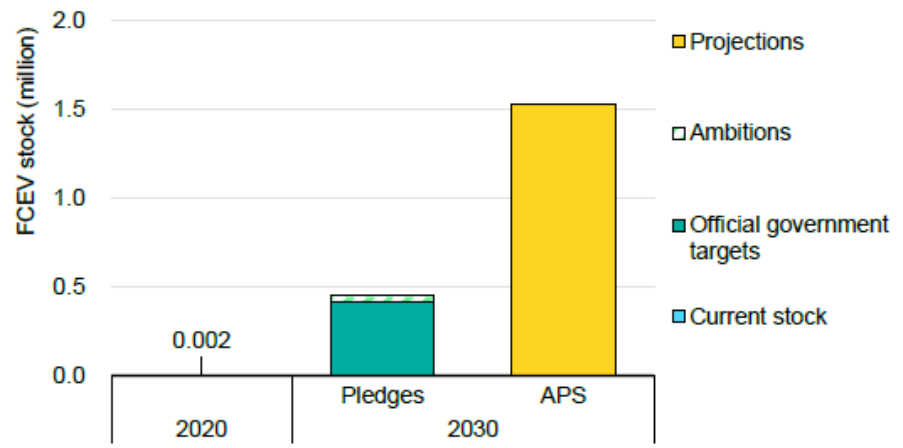
③ 欧州連合(EU) (続き)

<水素需要>

<FCEV>

APSにおける欧州連合のFCEV展開、2020-2030年

FCEV deployment the European Union in the Announced Pledges Scenario, 2020-2030



IEA. All rights reserved.

Notes: FCEV = fuel cell electric vehicle. APS = Announced Pledges Scenario. FCEV ambitions include unpublished government targets from Italy and Slovakia.
Sources: [AFC TCP](#); National Strategies; CEM H2I consultation.

(出典: Global Hydrogen Review 2021)

2020年末までにEU諸国で約2,200台のFCEVが走行している
(ほとんどが乗用車で、ドイツが最も多い。)
EU諸国の普及目標の合計は 2030 年までに約 415,000 台。
APSでは、2030年までのFCEV 普及台数は 150 万台。

<HRS(水素充填ステーション)>

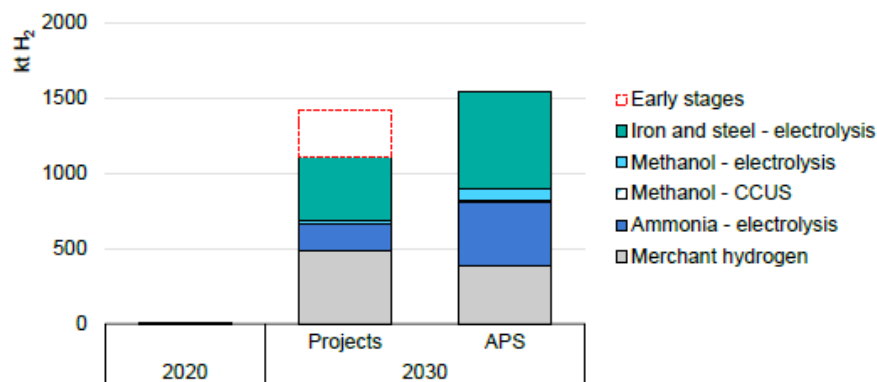
現在、約165箇所のHRSが稼働。

③ 欧州連合(EU) (続き)

<産業分野>

APSにおけるEU産業界の低炭素水素需要
、2020-2030年

Low-carbon hydrogen demand in EU industry in the Announced Pledges Scenario, 2020-2030



IEA. All rights reserved.

Notes: APS = Announced Pledges Scenario. CCUS = carbon capture, utilisation and storage.

Source: IEA (2021), [Hydrogen Projects Database](#).

(出典: Global Hydrogen Review 2021)

<<化学>>

スペインのFertiberia社とIberdrola社が水電解水素によるアンモニアを製造する世界最大のデモPJ(20MW)を建設中で、2021年末稼働予定。

デンマークのGreenLab Skive社は、メタノール製造のための12MW水電解水素製造の実証設備を建設中で、2022年の稼働を目指している。

現在開発中のPJは、2030年までに1.1 Mtの低炭素水素を使用するが(初期段階のPJが実現すればさらに0.3 Mt)、APSでの必要消費量はそれより10%多い。

<<製油所>>

2021年7月、REFHYNE PJの一環として、ITMとシェルは、ラインランド・リファイナリー(ドイツ)に設置された10MWのPEM型水電解設備を稼働させた。

<<製鉄>>

ティッセンクラップ社が、高炉用微粉炭の一部を水素で代替することを実証し、他の高炉にも拡大検討中。

H2FUTURE PJでは、2019年以降、6MWのPEM型水電解設備で製造した水素をコークス炉ガスのパイプライン経由で製鉄所(オーストリア・リンツ)の高炉に供給している。

HYBRIT PJは、純水素によるDRI(直接還元法)で鉄鋼を製造する初の試みであり、現在パイロット段階(水電解設備容量4.5MW)であるが、2025年までに実証設備に進む予定。

GrinHy2.0 PJでは、世界最大のSOEC型水電解設備(0.72MW、サンファイア社製)が稼働した。

③ 欧州連合(EU) (続き)

<インフラ、水素パイプライン>

2020年12月、欧州委員会は、欧州横断エネルギーネットワークに関するEU規則(TEN-E規則)の改正案を採択。国境を越えた水素ネットワークをEUの支援対象となるインフラに含めることを決定。水素輸送専用の新規および再利用の資産と、国境を越えたエネルギーネットワークにつながる大規模な水電解プロジェクトが含まれる。

欧州には1,600km以上の水素パイプラインがあるが、さらなる配送システムが必要。

ガスグリッド事業者のコンソーシアムは、2020年に欧州水素バックボーン(EHB)構想案を発表(2021年に更新)。EHBでは、2040年までに21カ国(スイスやイギリスなどのEU圏外の国も含む)で39,700kmのパイプラインを想定(69%は天然ガスネットワークを再利用し、31%は新規建設)。

2018年11月、オランダのGasunie社により、初めて天然ガスパイプラインが水素用に改造され、商業運転が開始された(12km、処理能力4kt H₂/yr)。

2021年6月、Gasunie社は、2027年までに水素輸送のための国家インフラを整備するよう、エネルギー・気候担当の州長官から依頼されたことを発表(85%は天然ガスパイプラインを再利用)。

2021年9月、オランダ政府は、既存のガスネットワークの一部を水素輸送インフラに転換するため、7.5億ユーロの投資を発表(気候対策に関する68億ユーロの広域パッケージの一部)。

フランス、ドイツ、オランダ、ポルトガルなど、いくつかのEU諸国では、試験的な混合PJが実施されている。

2021年5月、ドイツ政府は、IPCEIスキーム(Important Projects of Common European Interest: 欧州共通の関心事である重要PJスキーム)のもと、パイプライン輸送を含む62の大規模な水素PJを選定し、最大80億ユーロの資金提供のためにさらなる評価を行うことを発表。

<政策・目標>

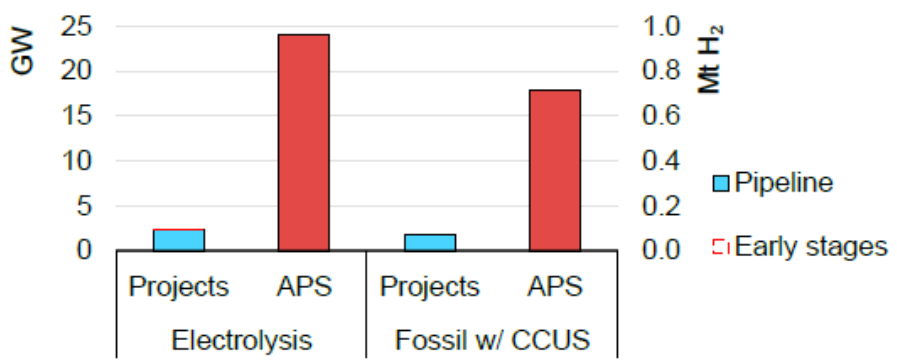
2060年までにカーボンニュートラル達成の誓約を発表。

<水素製造>

現状の水素製造源の内訳：
：石炭：60%、天然ガス：25%、副生水素：15%

中国における水電解設備容量とCCUSを伴う化石燃料からの水素製造量(PJケースおよびAPS)、2030年

Electrolysis capacity and hydrogen production from fossil fuels with CCUS in China in the Projects case and the Announced Pledges Scenario, 2030



Notes: APS = Announced Pledges Scenario. CCUS = carbon capture, utilisation and storage.
Source: IEA (2021), [Hydrogen Projects Database](#).

(出典: Global Hydrogen Review 2021)

<水電解水素製造>

中国では水電解による水素製造の普及が遅れているが、ここ2年間で大幅に加速。

中国のアルカリ型水電解設備のコストは750～1300米ドル/kW。

(一部の情報では 500 米ドル/kW)

世界平均(1400 米ドル/kW)に比べて非常に安い。

世界の水電解設備規模の3分の1は中国が占める。

APSでは、2030 年までに、中国では 20GW 以上の水電解設備が導入される。

(水素のほとんどがメタノールやアンモニア製造用)

コークス炉ガスから分離した水素を使ってDRIで鉄鋼を製造する最初の工場が2021年末までに操業を開始。

その後は、第2段階の拡張と水電解水素への転換を開始。

<CCUSを伴う化石燃料からの水素製造>

APSでは、2030年までに化学産業の0.7 Mt H₂の製造規模がCCUSを備えたものに改造される。

④ 中国（続き）

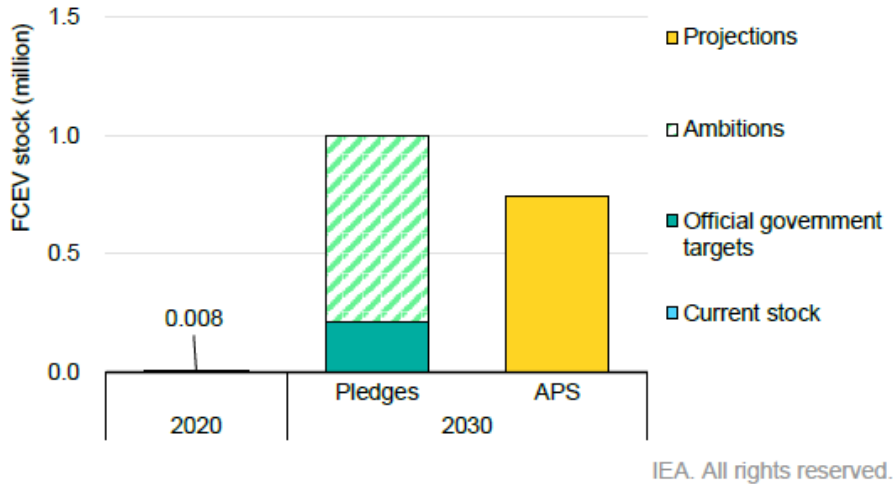
<水素需要>

現在の需要量：25Mt/y 以上
（世界最大の水素ユーザー。石油精製で9MtH₂、化学部門で16.5MtH₂）。

<FCEV>

APSにおける中国でのFCEV展開、2020-2030年

FCEV deployment in China in the Announced Pledges Scenario, 2020-2030



Notes: FCEV = fuel cell electric vehicle. APS = Announced Pledges Scenario. Official government targets include city and provincial targets; ambitions refer to additional FCEV deployment needed to achieve the [China Society of Automotive Engineers](#) target.
Source: [AFC TCP](#).
（出典：Global Hydrogen Review 2021）

普及実績：

2020年末：8,400台
（FCバスが約2/3、FCトラックが約1/3）
世界第3位のFCEVストックを保有し、FCトラック・バスの導入でもリード。

普及目標：

政府の公式目標は未設定。
北京と上海：1万台 by 2025年
広州：10万台 by 2030年
中国自動車技術会：100万台 by 2030年
APS：75万台 by 2030年

④ 中国（続き）

<産業分野>

中国は、メタノール、アンモニア、鉄鋼の最大の生産国である。

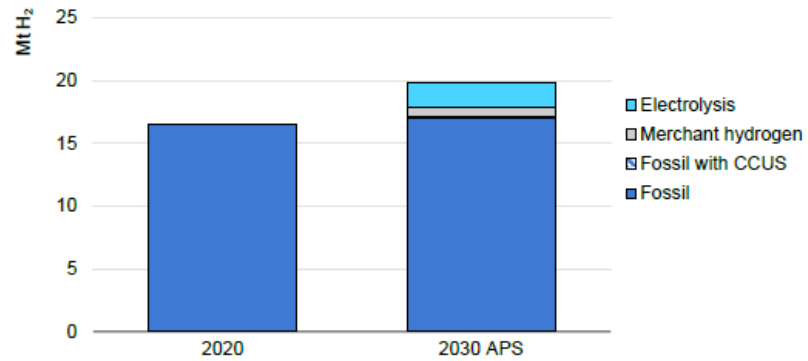
<<化学>>

寧夏宝豊能源集団股分有限公司が、世界最大の水電解プラントを建設している。
すでに30MWの水電解設備を設置し、2021年末までに70MWの水電解設備を追加予定。
水素はメタノール製造の原料の一部で、メタノールは寧夏省による石炭からのオレフィン製造PJで使用。

<<製鉄>>

国内最大の鉄鋼メーカーである宝鋼は、2050年までにネット・ゼロエミを達成することを公約。
2035年までに水素利用のDRI製造（直接還元製鉄）を大規模に展開する。
第2位の鉄鋼メーカーである河北鋼鉄集団（HBIS）は、コークス炉ガス（30％）に水素（70％）を混合して製鉄する小規模商用DRIプロジェクト開発の第一歩を踏み出した。
現在開発中のPJでは、2030年までに45ktの低炭素水素が製造されるが、APSでの水電解水素製造量は2.2 Mtである。

APSにおける中国の産業用水素需要、2020-2030年
Industry hydrogen demand in China in the Announced Pledges Scenario, 2020-2030



IEA. All rights reserved.

Notes: APS = Announced Pledges Scenario. CCUS = carbon capture, utilisation and storage.

（出典：Global Hydrogen Review 2021）

⑤ カナダ

<政策・目標>

膨大な化石燃料及び再エネ資源をもとに、水素燃料の主要な輸出国になるという野心を掲げている。
また、主要な技術開発企業（バラード社、ハイドロジェニックス社（最近カミンズ社が買収）など）の本拠地でもあるため、水素技術を輸出する可能性が高い。

2020年12月：強化された気候計画を発表。（2050年までにネット・ゼロにするための基盤構築）

2020年末：「水素戦略」を発表。

2021年6月：「クリーン燃料基金」を発表。

15億カナダドル（～11億米ドル）を提供し、少なくとも10件の水素PJの開発をサポート。

「ネット・ゼロ・アクセラレータ」イニシアティブでは、国内のGHG排出量を削減するPJに最大80億カナダドル（～60億米ドル）を提供。

2021年8月：「ゼロエミッション・トランジット基金」を発表。

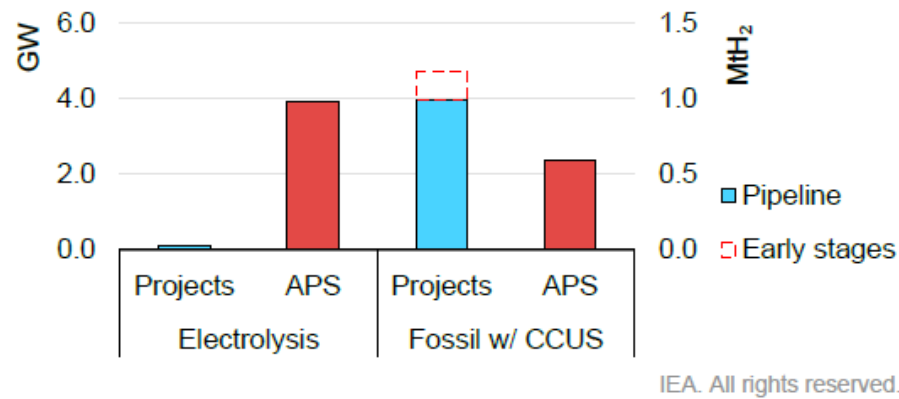
（ゼロエミの公共交通機関やスクールバス、関連インフラの購入を支援するために27.5億カナダドル（～21億米ドル）を提供）

⑤ カナダ（続き）

<水素製造>

PJケースおよびAPSにおける水電解設備容量と化石燃料からのCCUSを伴う水素製造量、2030年

Electrolysis capacity and hydrogen production from fossil fuels with CCUS in Canada in the Projects case and the Announced Pledges Scenario, 2030



IEA. All rights reserved.

Notes: APS = Announced Pledges Scenario. CCUS = carbon capture, utilisation and storage.

Source: IEA (2021), [Hydrogen Projects Database](#).

(出典: Global Hydrogen Review 2021)

<水素需要>

現在の水素需要量: 約3Mt-H₂/y @ 2020年
(石油精製と産業部門でほぼ均等)

<FCEV>

普及実績: 約 130 台 @ 2020 年末
普及予測: 約 5万台 @ 2030年 by APS

<水電解水素製造>

2021年1月にエア・リキード社がベカンクールで世界最大(20MW)の(水力発電利用の)PEM型水電解プラントを稼働。

現在開発中のPJは約100MW。

APSでは、カナダの水電解設備容量は2030年までに約4GWになる。

<CCUSを伴う化石燃料からの水素製造>

化石燃料からのCCUSを伴う水素製造量では第2位。

現在稼働中の4つのPJで回収・貯留されているCO₂量は約3 Mt/y。

開発中の4つのPJで追加回収されるCO₂量は5.0 Mt/y。

すべてが実現すれば、化石燃料からのCCUSを伴う水素製造量は、2030年で約1 M/y。
(APSでの想定より約70%多い。)

⑥ アフリカ

<現状の取組>

経済的な理由で、過去10年間に水力発電所からの再生可能電力を利用してアンモニアを製造していた2つの大型水電解設備(ジンバブエでは100MW、エジプトでは165MW)が閉鎖されたり、天然ガスに切り替えられたりしている。

再エネ水素をオンサイトで製造、貯蔵し、ミニグリッドを利用して遠隔地で発電する実証が実施されている。Hydrogen South Africa (HySA) は2018年4月からGoedgevondenの高校に設置した水素ベースのミニグリッドを運用しており、Tiger PowerはKyenjojo(ウガンダ)の農村部の3,000世帯と企業に電力を供給するPJを展開している。従来のディーゼル発電に比べてコスト競争力があり、CO₂排出量も低減。

モロッコでは、政府が民間および学術関係者の協力を促進するために「グリーン水素クラスター」を設立。技術開発の協力と、モロッコを潜在的な輸出拠点に位置づけるという2つの目的のために、ドイツやポルトガルなどと国際的なパートナーシップを構築している。

南アフリカでは、民間企業を中心にいくつかの活動が行われている。Anglo American社は、Mogalakwenaの鉱山で3.5MWの水電解設備を建設し、水素を製造して、FC運搬車の燃料とする予定(2021年の操業開始を予定)。

<低炭素水素製造>

APSではアンモニア製造量が2030年までに40%増加。

再エネ資源が豊富な地域では、中長期的に化石燃料ベースの発電と同等のコストを実現できる可能性があり、低コストの再エネ電力を利用して低炭素水素を製造できる可能性がある。

輸送と貯留のインフラが拡張可能な地域では、天然ガスからのCCUSを伴う低炭素水素製造がもう一つの選択肢となる。

<水素需要>

現在の水素需要量: 約3Mt-H₂/y (70%が化学部門で、主に窒素肥料製造用)

将来予想: 今後数年間で肥料使用量が大幅に増加すると予測。

<政策・目標>

2018年10月:「水素ロードマップ」を発表

2019年11月:「国家水素戦略」を発表。

国際的なパートナーシップ構築による水素輸出の大きな機会を強調。

(国際協調国:シンガポール、ドイツ、日本、韓国、そして最近ではイギリス)

「クリーン水素産業ハブ」

目的は、水素の生産と産業利用の施設を同一地域に集約し(インフラコストを最小限に抑制)、水素技術を商用化すること。

水素ハブ候補地(7箇所):

- ・タスマニア州ベルベイ ・北部準州ダーウィン ・南オーストラリア州エア半島
 - ・クイーンズランド州グラッドストン ・ビクトリア州ラトロブバレー
 - ・ニューサウスウェールズ州ハンターバレー ・西オーストラリア州ピルバラ
- の7カ所

「H2 under 2」計画」

目標水素製造コスト: 2豪ドル/kg-H₂ 以下

⑦ 豪州（続き）

<水素製造全般>

再エネや褐炭等の化石燃料資源が豊富で、低炭素水素を安価に製造できる大きな可能性がある。

<水電解水素製造>

現在、1GW以上の容量を持つ9つのPJが開発中または初期段階にある。

（世界最大級のPJである西部グリーンエネルギーハブ（年間20 Mt NH₃、水電解容量20 GW以上に相当）、アジア再生可能エネルギーハブ（14 GW）、ハイエナジー・ゼロカーボンハイドロジェン（8 GW）、マーチソンプロジェクト（5 GW）、等）

現在開発中のPJがすべて展開されれば、2030年までに約20GW（初期段階のものを含めると33GW）。大部分は水素やアンモニアの輸出。

2021年6月、「アジア再生可能エネルギーハブ」は申請が却下された。
理由は、動植物の生息環境や在来種に悪影響を及ぼす可能性があるから。

<CCUSを伴う化石燃料からの水素製造>

ビクトリア州の褐炭等、化石燃料資源が豊富にあり、CCUSと組み合わせて低炭素水素製造が可能。

HySTRA^{*1)}主導のHESC^{*2)}プロジェクトは、2021年3月にビクトリア州のラトロブバレーで操業を開始。
第一段階ではCCUSを導入していないが、豪州から日本の神戸まで液体水素を輸送する経済性の実証に成功することを条件に、2030年までにCCUSを備えた施設に改造する予定。

*1) HySTRA: 技術研究組合CO₂フリー水素サプライチェーン推進機構

*2) HESCプロジェクト: 水素エネルギーサプライチェーンプロジェクト

<水素需要>

現在、豪州の水素需要は非常に少ない。

<政策・目標>

2021年:「国家水素ミッション(NHM)」を発表。

- ・水素・燃料電池技術製造の世界的なハブ化。
- ・再エネ水素製造のためのオークション(2021年)と、石油精製およびアンモニア製造における再エネ水素使用の強制割当。
- ・製油所は2023/24年から水素需要の10%を再エネ水素で満たし、その後5年間で25%にする。
- ・肥料メーカーは、2023/24年に需要の5%を再エネ水素で満たし、その後20%にする。

この提案は、鉄鋼業界にも拡大される予定。

<水電解水素製造>

インドは再生エネによる水素製造コストが最も低い地域の一つになり得る。

早ければ 2030 年には、再エネによる水素製造のコストは 1.4~3.7 米ドル/kg H₂ となる。

(化石燃料由来の水素製造コストと競合)

低炭素水素と水素ベース燃料の輸出が可能。

<低炭素型水素製造>

産業界では、Adani社、Arcelor Mittal社、Indian Oil Corporation社、NTPC社、Reliance Industries社、Solar Energy Corporation of India社などの大手企業が、低炭素水素製造PJの開発計画を発表。

<水素需要>

現在: 7Mt以上 @2020年 (45%が石油精製用、35%が化学用、20%が鉄鋼用)

(DRI(直接還元)用で世界の水素需要の4分の1を消費)

将来: 今後10 年間で大幅に増加。

APS: 約11Mt-H₂/y by 2030年 (DRI製鉄がこの増加分の約30%)

<インフラ>

インド政府は、主要な需要地と港を結び、港を主要な輸出入拠点にするためのガスグリッドインフラの新規開発計画を発表。

<政策・目標>

2019年:「**水素経済ロードマップ**」を発表。
水素市場の創設と水素利用産業の発展の2つが優先事項
(輸送および発電用の燃料電池の世界最大市場の創出)

<水電解水素製造>

韓国石油公社とKorea East-West Powerは、2025年に完成予定のDonghae 1洋上風力発電PJに100MWの水電解設備を組み込む可能性を発表。

<低炭素型水素製造>

2021年、SK E&SとHyundai Oilbankが、天然ガスからCCUSを伴って水素を製造する2つのPJ計画を発表(合計350kt H₂/年)。

⑨ 韓国（続き）

<水素需要>

現在：1.8Mt/y以上 @2020年

<FCEV>

普及実績：1万台以上 @2020年

普及目標：20万台 @2025年

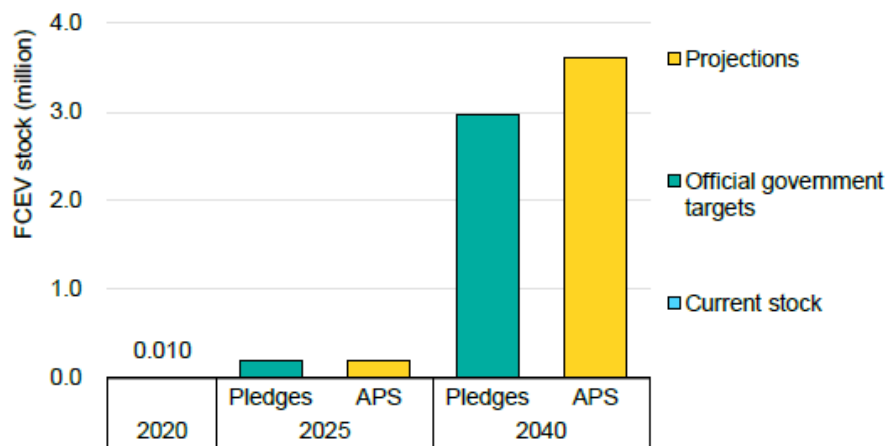
300万台 @2040年

（FCTラック(3万台)、FCバス(4万台)を含む）

輸出目標：330万台 @2040年

APSにおける韓国のFCEV展開、2020-2040年

FCEV deployment in Korea in the Announced Pledges Scenario, 2020-2040



IEA. All rights reserved

Notes: FCEV = fuel cell electric vehicle. APS = Announced Pledges Scenario. Source: AFC TCP; Korea 2020 New Deal; Hydrogen Economy Roadmap.

（出典：Global Hydrogen Review 2021）

<定置型燃料電池>

現在の設置容量：620MW

（発電用：605MW 民生用：15W）

APS：発電量=33 TWh（水素消費量=1.9 Mt）by 2040

必要設備容量=18GW（韓国政府目標は8GW）

（ガスタービンでの天然ガスと水素の混焼、等も含む）

目標輸出：7GW by 2040年

<インフラ>

2021年に、リンデ社とヒョースン社が提携し、アジア最大の水素液化プラント(30t-H₂/d)を建設し、運輸用水素を供給する計画。

⑩ ラテンアメリカ

<全般>

水素需要量(ラテンアメリカ諸国): 3.5 Mt @2020年。(2.5 Mt H₂が工業用、残りは石油精製用)

水素製造の主要国: アルゼンチン、ブラジル、チリ、コロンビア、メキシコ。

(CO₂排出削減対策なしの化石燃料由来水素)

トリニダード・トバゴ: 世界最大級のアンモニアとメタノールを製造。

自然エネルギーによる発電量の割合が世界で最も高い。

(コスタリカ、パラグアイ、ウルグアイでは、ほぼすべての電力を自然エネルギーで賄っている。)

石油やガスの資源も豊富。(ベネズエラ、ブラジル、メキシコ、等)

地域全体で補完性と相乗効果を生み出すことができ、経済成長を図りながらクリーン燃料としての水素の採用という課題を解決できる。

⑩ ラテンアメリカ（続き）

<チリ>

エネルギー需要を大きく上回る膨大な再生可能エネルギーのポテンシャルを持っており、世界で最も低いコストで再生可能水素を製造することができる。

2020年11月：「グリーン水素戦略」を発表。

2025年までに再エネ水素の投資先としてラテンアメリカでトップになる。

2030年までに25GWの水電解を稼働または開発する。

水素燃料の世界最大級の輸出国になる。

水電解が既存の用途（化学工業や石油精製）、特に大型道路輸送の脱炭素化に有用であることを強調。

経済に大きな貢献をしている鉱業部門では、関係者が鉱業、特に鉱山で使用されるトラックに水素を使用するための13もの異なるイニシアティブを展開している。

チリの民間企業は、いくつかの大きなPJを立ち上げた。

HIF主導のHaru Oni PJ:

マガジャネス州で、風力由来の水電解水素で合成メタノールを製造する実証計画。

2022年までに第1段階を稼働させ、2026年までに年間5億5,000万リットルの合成燃料を製造する予定（水電解設備規模は2GW）。

HyEx PJ:

ENAEX社とEngie社は、Antofagastaでのアンモニアを製造用に2030年までに最大780MWの水電解設備を導入する計画を発表。

まずは2024年までに50MWの水電解設備を試験的に導入。

（ENAEX社は、鉱業用の爆発物を製造しており、350kt/yの化石燃由来のアンモニアを輸入。）

⑩ ラテンアメリカ（続き）

<アルゼンチン>

水素ロードマップを作成し、対応する省庁間グループが設立された。

<ブラジル>

2021年2月：エネルギー研究局(EPE)が、国家水素戦略の基礎を築く最初の技術文書を発表。

2021年初頭：Energix社が「Base One」PJを発表。

約3.4GWの再エネ水電解設備を導入し、製造水素は輸出予定。

<コロンビア>

2021年9月末：国家戦略の立ち上げを発表。

<パナマ>

水素戦略とロードマップを策定中。

パナマは主要な航路が交差する戦略的な場所に位置しているため、海上輸送の世界的な拠点であり、地域貿易の中心地でもある。

現在の水素の製造と利用は非常に限られているが、2021年に政府は、パナマを低炭素水素ベース燃料の物流・販売の中心地とし、まずは海運業に焦点を当てるというビジョンを発表した。

<コスタリカ>

2017年：ラテンアメリカで初めて燃料電池バスと4台のFCEVを配備。

政府は民間企業と協力して、2018年に運輸における水素の利用を促進するための制度的な計画を提示し、現在、国家戦略を策定中である。

<パラグアイ> <トリニダード・トバゴ> <ウルグアイ>

水素戦略とロードマップを策定中。

<全般>

中東諸国の水素需要量: 約11Mt @2020年

(石油精製用: 約4Mt、化学工業用: 約5Mt以上、鉄鋼用: 約1.5Mt)

中東諸国の目的: 低炭素水素やアンモニアの国際的な主要供給国になること。

(オマーン、サウジアラビア、アラブ首長国連邦が最も積極的)

<サウジアラビア>

2020年、エアプロダクツ、アクワ・パワー、ネオムの3社が再エネ水電解水素製造PJの開発に合意。

(資金: 50億米ドル。再エネ: 太陽光発電と風力発電。水電解規模: 40GW。水素製造量: 650トン/日)

稼動予定は2025年。製造水素の一部をアンモニアに変換・輸出。

2020年9月、サウジアラムコ、日本エネルギー経済研究所、SABICが日本の火力発電にアンモニアを供給。(世界初)

アンモニア製造: CCUSを伴う化石燃料由来。輸送量: 40トン。CCUS: サウジでのEORや化学品製造。

2021年3月、ドイツと協力協定を締結。

国際的な水素(またはアンモニア)のサプライチェーン開発。

⑪ 中東（続き）

<オマーン>

2020年、DEMEはオマーンで大規模な水電解プラント（250～500MW）を開発する最初の取り組みを発表。

その後、プロジェクトの数と規模は大きく拡大。

例えば、ACME Solar社とOman Company for the Development of Special Economic Zoneによる25億米ドルの共同プロジェクトでは、2,400トン/日のグリーンアンモニアを製造。

2021年5月には、国際的な企業コンソーシアムが、25GWの風力発電と太陽光発電を動力源とする14GWの水電解プロジェクト「Green Fuels Mega Project」の開発計画を発表。

建設開始は2028年、フル稼働は2038年。

<アラブ首長国連邦（UAE）>

ADNOCは、日本の電力会社に供給するために、化石燃料からCCUSを伴ってアンモニアを製造する可能性を調査するために、日本の企業2社（国際石油開発帝石、JERA）および政府機関1社（JOGMEC）との共同研究契約を発表した。

ADNOCは、TA'ZIZ工業化学品地区において、大規模な低炭素アンモニア製造設備（1 Mt NH₃/yrの能力）をすでに開発しており、この製品の商業化の機会を検討している。

2021年、DEWAとシーメンスは、地域初の再エネ水電解プロジェクトであるExpo 2020 Dubaiを発足させた。

<クウェート> <カタール>

水素戦略の策定に着手。