

2021年3月31日

令和2年度新興国等におけるエネルギー使用の合理化等に資する事業
(多国間枠組における水素エネルギーに関する国際動向調査)
調査報告書

株式会社テクノバ

TECHNOVA

目次

(1) 多国間枠組の活動への参加を通じた情報収集	6
(2) 多国間枠組が発行するレポート等の要約	19
(3) 多国間枠組における議論の現状評価と今後の活用方法に関する提言	41

調査目的

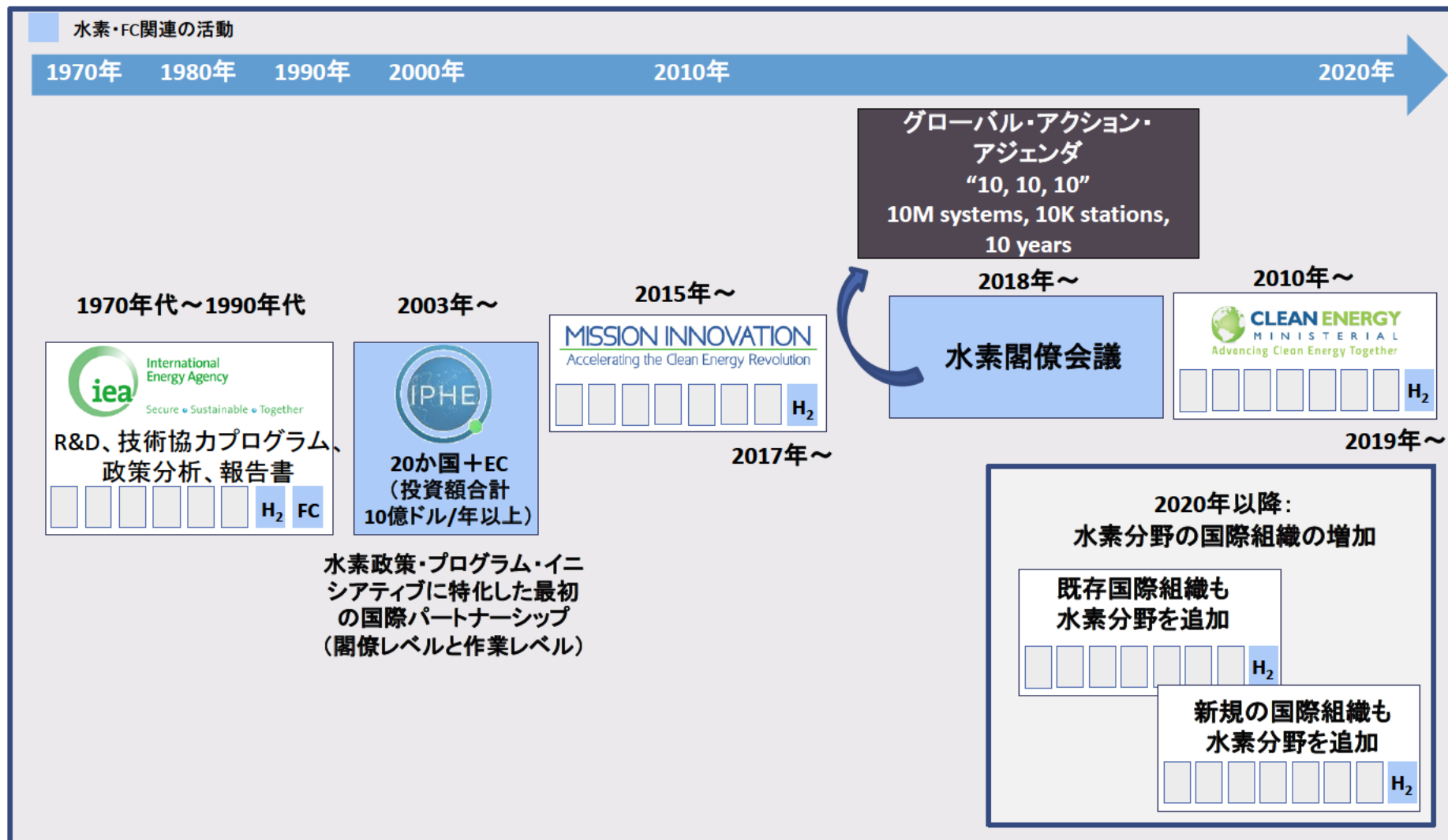
一次エネルギーのほぼ全てを海外の化石燃料に依存する我が国においては、エネルギー安全保障の確保と温室効果ガスの排出削減の課題を同時並行で解決するためには、省エネルギーの促進や再生可能エネルギーの導入拡大等の取組に加え、既存のエネルギー供給構造を変革し、新たなエネルギーシステムへの移行を図って行く必要がある。

こうした中、水素はエネルギーシステムの低炭素化に大きく貢献することから、我が国においては、世界で初めて、水素についての国家戦略である水素基本戦略を発表した。また、水素利用促進のためには国際的な協力関係の構築が重要であるという考え方に基づき、我が国では、二度の水素閣僚会議を開催し、世界をリードしてきており、今後、水素に関する研究開発およびビジネスの拡大を図っていくためには、更なる国際的な連携が必要である。

一方、国際エネルギー機関(IEA)、国際水素・燃料電池パートナーシップ(IPHE)、クリーンエネルギー大臣会合(CEM)、Mission Innovation(MI)等において、水素社会の実現に向けたセッションが立ち上がるなど、多国間枠組における国際的な議論が広がりつつある。

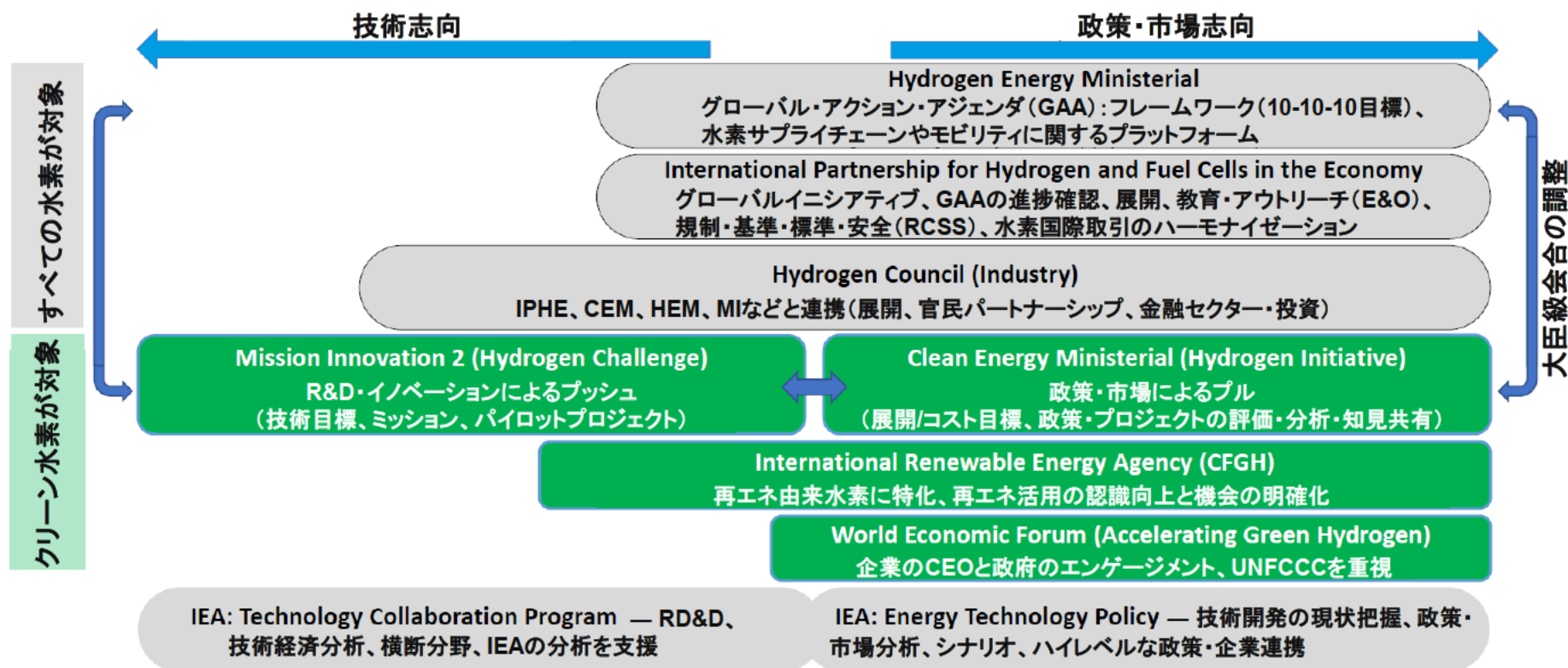
こうした動きを踏まえ、本事業では多国間枠組みでの水素利活用促進のための国際的な議論に積極的に関与し、各国との関係を強化するとともに、国際動向についての調査・情報収集を行い、今後の我が国による水素利活用に向けたビジネスの活用方法について分析することを目的とする。

(参考) 水素エネルギーに関する多国間枠組: 時間的展開



出所: IPHE作成資料を翻訳
「IPHE Presentation: IRENA Green Hydrogen Framework Event」
<https://www.iphe.net/communications-archive>

(参考) 水素エネルギーに関する多国間枠組: スコープに関するマッピング



出所: IPHE作成資料を翻訳
「IPHE Presentation: IRENA Green Hydrogen Framework Event」
<https://www.iphe.net/communications-archive>

(1) 多国間枠組の活動への参加を通じた情報収集

国際水素・燃料電池パートナーシップ(IPHE)の概要



TECHNOVA

国際水素・燃料電池パートナーシップ(IPHE)[1/5]

概要

- 国際水素・燃料電池パートナーシップ (International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy: IPHE) は、水素・燃料電池に係る技術開発、基準・標準化、政策情報交換等を促進するための国際協力枠組みの構築を目指して、2003年に米国が提唱して結成された。日本は設立時からの加盟国であり、2003年11月に行われた設立総会(閣僚級会合)には、中川昭一経産大臣(当時)の代理として日下正資源エネルギー庁長官(当時)が出席し、設立文書に署名している。
 - 初期加盟国:
オーストラリア、ブラジル、カナダ、中国、欧州委員会、フランス、ドイツ、アイスランド、インド、イタリア、日本、ニュージーランド、ノルウェー、韓国、ロシア、英国、米国
 - 2013年以降の加盟国:
南アフリカ(2010年)、オーストリア(2014年)、オランダ(2016年)、コスタリカ(2019年)、チリ(2020年)、スイス(2020年)
 - 2013年以降の脱退国:
ニュージーランド(2013年) ※ 担当者の死去に伴い脱退
- なお当初の名称は「水素経済のための国際パートナーシップ(International Partnership for the Hydrogen Economy)」であったが、2009年12月に名称を「水素燃料電池国際パートナーシップ」に変更した。
- 当初は10年の期限付き(2003年11月～2012年11月)であったが、2012年5月の運営委員会でさらに10年延長(2013～2022年)が決定している。
- 加盟条件は、国家として明確な水素燃料電池政策を策定していることであり、既存加盟国の合意をもって参加が認められる。



2003年11月のIPHE枠組文書調印式

国際水素・燃料電池パートナーシップ(IPHE)[2/5]

議長国・事務局と組織

□ 議長国・事務局

年	議長国	事務局
2003～2006	米国(DOE)	米国(DOE)がホスト
2007～2008	カナダ(天然資源省、産業省)	カナダ(天然資源省、産業省)がホスト
2009～2012	ドイツ(交通デジタルインフラ省)	ドイツ(交通デジタルインフラ省)がホスト
2013～2014	日本(NEDO)	日本・米国・ドイツの共同ホスト
2015～2017	フランス(CEA)	常設事務局(Karlsson事務局長)
2018～2019	米国(DOE)	常設事務局(Karlsson事務局長)
2020～	オランダ(経済・気候政策省)	常設事務局(Karlsson事務局長)

□ 組織:

- 運営委員会(SC:Steering Committee)は毎年2回開催されている(春、秋で日程は不定)
- 現状でIPHEには、2つのワーキンググループ(常設)と、1つのタスクフォース(アドホック)が設置されている
 - Regulations, Codes and Standards, and Safety Working Group:
IPHEの常設ワーキンググループの一つで、水素分野の共通の規制・基準・標準・安全(RCS&S)に関わる活動を行う
 - Education and Outreach Working Group:
IPHEの常設ワーキンググループの一つで、教育・アウトリーチ活動を行う
 - Hydrogen Production Analysis Task Force :
2020年1月に設立された作業グループで、水素製造に関するGHG排出量を算出する方法論を開発し、関係機関に展開することを目的とする

国際水素・燃料電池パートナーシップ(IPHE)[3/5]

Regulations, Codes and Standards, and Safety Working Groupの概要

□ 概要

- IPHEの常設ワーキンググループの一つで、水素分野の共通の規制・基準・標準・安全(RCS&S)に関わる活動を行う
(リード: 米国DOE、欧州共同研究センター)

□ 役割

- 水素分野の共通の規制・基準・標準・安全(RCS&S)プロトコルのために、課題を特定し、ガイダンスと議論の場を提供
- 規制の課題について議論し、IPHEメンバーに提言を行うフォーラムとして機能
(直接的に規制を実施したり、標準を策定する団体ではない)

□ 現在の実施内容

- 以下に関連する技術規制のデータベースの編集:
- 水素インフラ: 天然ガス網への注入、水素ステーション、船舶利用における規則の情報集約
- 水素モビリティ: 車両用の水素および水素由来燃料の認証に関する規則の情報集約

□ 目標

- これらの分野で水素を安全かつ効果的に活用するためのギャップの特定と標準化のための提言

国際水素・燃料電池パートナーシップ(IPHE)[4/5]

Education and Outreach Working Groupの概要

□ 概要

- IPHEの常設ワーキンググループの一つで、教育・アウトリーチ活動を行う
(リード: 米国DOE、カナダ イノベーション・科学経済開発省、南ア 科学技術省)

□ 役割

- 水素・燃料電池技術、現状、課題、機会、イニシアチブに関する情報の共有
- さまざまな教材やアプローチによって、多様な対象に水素・燃料電池の認識を向上させる

□ 現在の実施内容

- 10月8日を「Hydrogen & Fuel Cell Day」として世界でPR
- 各国の最新情報やパンフレットに基づくニュースレターの発行
- ウェビナーの開催 (<https://www.iphe.net/webinars>)
- スチューデント・インフォグラフィック・チャレンジの開催
- アーリーキャリアネットワーク(水素人材育成)プログラムの実施
- IPHE運営委員会(年2回開催)と連携した学生向け教育・アウトリーチイベントの開催

□ 目標

- 水素の社会受容向上につながる、学生と一般市民の理解・関与の促進

国際水素・燃料電池パートナーシップ(IPHE)[5/5]

Hydrogen Production Analysis Task Forceの概要

□ 概要

- アドホックで2020年1月に設立された作業グループで、水素製造に関するGHG排出量を算出するための方法論を開発し、関係機関に展開することを目的とする

□ 役割

- 水素の国際取引に向けて、水素製造におけるGHG排出量の算定における共通の方法論を開発し、低炭素水素市場の促進に寄与する
(ただし低炭素水素の「基準」は策定せず、あくまでも方法論に留める)

□ 現在の実施内容

- 全体会合に加え、水素製造パスごとのサブワーキンググループに分かれて活動中

□ 目標:

- 短期的な成果:
水素製造に関するGHG排出量を算出するための方法論を開発し、関係機関に展開する

H2PA TFが参照しているCertifHyの概要



TECHNOVA

CertifHyの展開:Phase 1からPhase 3へ [1/2]

Phase	期間	パートナー	目的
CertifHy Phase 1	終了 2014年11月～ 2016年10月	<ul style="list-style-type: none"> • HINICIO • Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) • TÜV SÜD • Ludwig-Boelkow-Systemtechnik (LBST) 	<ul style="list-style-type: none"> • 水素のGHG排出量に関する指標の策定（グリーン水素の定義） • GOスキームの策定 • ステークホルダの特定
CertifHy Phase 2	終了 2017年10月～ 2019年3月	<ul style="list-style-type: none"> • HINICIO • Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) • Grexel • Ludwig Bolkow System Technik (LBST) • TÜV SÜD 	<ul style="list-style-type: none"> • GO運用のための体制構築 • GOスキーム確認のためのパイロット取引 • EU全体への適用のためのアクション特定
CertifHy Phase 3	実施中 2020年11月～ 2023年10月	<ul style="list-style-type: none"> • HINICIO • Association of Issuing Bodies (AIB) • Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) • Grexel • Ludwig-Bölkow-Systemtechnik (LBST) • TÜV SÜD 	<ul style="list-style-type: none"> • GO運用体制の継続 • 欧州RED IIIに適合した欧州全域をカバーする水素GOスキームの構築 • GOスキームのRFNBOへの拡大 • 欧州外への拡大を検討（モロッコを含む中東・北アフリカ地域、IPHEに情報提供）

CertifHyの展開: Phase 1からPhase 3へ [1/2]

2

Determine how to design and implement a robust EU wide GO scheme

Affiliated partners:



2

Finalise the scheme design ensuring it can be the main route to guarantee the origin of green & low carbon hydrogen across EU Member States

3

Run a pilot scheme to test the proposed design

4

Identify actions which need to be undertaken after the completion of the study to achieve an EU wide deployment of the scheme

#PRD2020
#CleanHydrogen



- Gas Scheme Group of AIB
- Voluntary Issuing Body
- Expand Stakeholder Forum with WG on Issuing Bodies
- Build Market

2

Expand from GOs to RFNBO certification

- 水素のGHG排出量に関する指標の策定 (グリーン水素の定義)
- GOスキームの策定
- ステークホルダの特定

- GO運用のための体制構築
- GOスキーム確認のためのパイロット取引
- EU全体への適用のためのアクション特定

- GO運用体制の継続
- 欧州RED IIに適合した欧州全域をカバーする水素GOスキームの構築
- GOスキームのRFNBOへの拡大
- 欧州外への拡大を検討

出所: Hincio 「Study on accelerating the deployment of Guarantees of Origin Schemes for Hydrogen and the design of a Voluntary Scheme for compliance with RED II targets」(2020年11月24日)

https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/3.%20Wouter%20Vanhoudt_CertifHy.pdf

改正再エネ指令 (RED II) における水素の位置づけ [1/3]

水素の位置づけ

- 改定再エネ指令RED II(2018年12月):
水素に関しては、原産地証明GO (Guarantee of Origin) と非バイオ由来再エネ燃料 RFNBO (Renewable Fuels of Non-Biological Origin) に記載あり
- 用語
 - 再エネGOを、電力だけからガス(水素含む)まで拡大
- Article 19「Guarantees of origin for energy from renewable sources」
 - メンバー国は、再エネのGO制度を確立すること
GOの対象: 電力、ガス(水素含む)、暖房・冷房
 - GOは発行後12か月有効(18か月以内に適用されること)
 - GOのメカニズムはCEN-EN 16325に準拠すること
- Article 25「Mainstreaming renewable energy in the transport sector」
 - RFNBO^{注1}のGHG削減効果は-70%^{注2}とすること

注1: RED IIでは、RFNBOは「運輸分野に使用される液体・ガス燃料で、バイオ燃料やバイオガス以外であり、そのエネルギー部分は再エネ由来であること」と定義されている。具体的には再エネ由来水素、再エネ由来水素を活用した合成燃料が含まれるとされる。

注2: RED IIIには、「GHG削減効果-70%」のベースラインの記載なし

改正再エネ指令 (RED II) における水素の位置づけ[2/3]

水素GOとRFNBO

	GO (原産地証明)	RFNBO (非バイオ由来再エネ燃料)
対象	エネルギー一般 (電力、ガス、暖房・冷房)	交通用燃料
目的	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー供給における再エネ拡大を確実にするための仕組み (トラッキングの確保とダブルカウント回避) として導入された メンバー国は、独自のGOスキームの導入が可能 	<ul style="list-style-type: none"> RED (2009): 運輸用燃料におけるバイオ燃料の拡大をめざしたが、食料と競合するバイオ燃料の拡大が懸念された RED II: 2030年に先進バイオ燃料 (食料と競合しないバイオ燃料)、再エネ電力、RFNBO、Recycled Carbonの合計で運輸用燃料の7% (うち3.5%以上は先進バイオ燃料のこと) にすることを義務化 <p>注: RED II では、運輸用燃料における再エネ割合14%までの拡大を狙う (緩和措置あり)</p>
論拠	RED II Article 19	RED II Article 25
水素の位置づけ	再エネ由来水素 ^注 注: CertifHy の Green Hydrogen が該当	<ul style="list-style-type: none"> 再エネ由来水素^注 再エネ由来水素^注とCO₂で合成した燃料 <p>注: CertifHy の Green Hydrogen が該当</p>
GHG排出量算定	Well-to-Gate (製造段階のみ)	Well-to-Tank (製造 + 輸送・貯蔵段階)
CertifHyとの関係	<ul style="list-style-type: none"> 再エネGOのうちでも、CertifHyは水素のGOスキームを策定し制度化に寄与 (電力とガスのGOに関与するAIBがCertifHy Phase 3に参加) CertifHyの基準はSMR比-60%であるが、その基準の強化の動き有り 	<ul style="list-style-type: none"> RFNBOが再エネ水素を含む以上、水素GOとの連携は必須 → CertifHy Phase 3で水素GOとRFNBOの連携をとる (輸送・貯蔵を含めた水素のGHG基準を検討) RFNBOの「GHG-70%削減」とCertifHy基準 (SMR比-60%) の整合性が課題

改正再エネ指令 (RED II) における水素の位置づけ[3/3]

水素GOからRFNBOへの展開

エネルギーの再エネ率向上を確実にするためのメカニズム

GO scope



Construction material (e.g. steel)

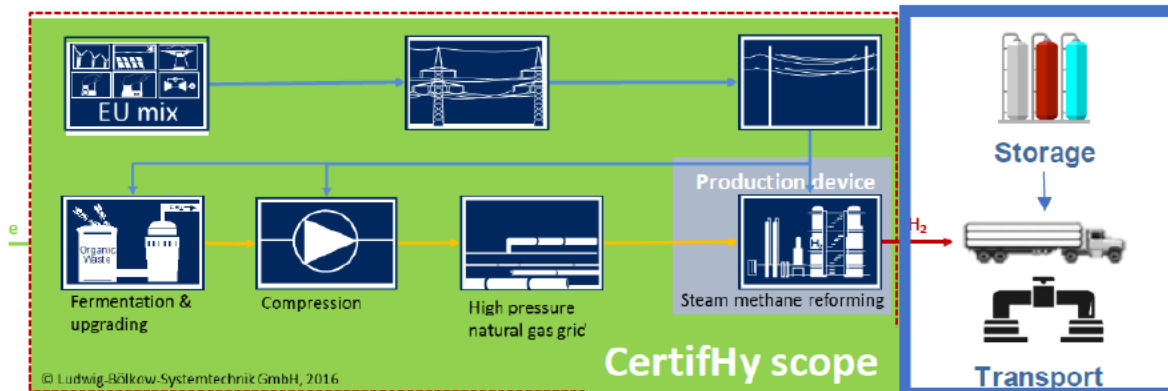


Manufacture

運輸用燃料として整備される基準

RFNBO scope

+ mass balance



CertifHy Phase 1 & Phase 2

- 水素GO (Well-to-Gate) の考え方を**CertifHy Phase 1**で確立
- 取引プラットフォームは**CertifHy Phase 2**で確立 (パイロット取引を実施)
- ただし欧州のスタンダードではない (各国は独自のGOを採用可能)

CertifHy Phase 3

- 電力GO・ガスGOを発行しているAIB (Association of Issuing Bodies) にて、水素GOを制度化
- CertifHyの水素GOの考えを国際展開予定 (モロッコ等の中東、北アフリカ、IPHE)
- 運輸用燃料のRFNBO (Well-to-Tank) の認証のためのボランティアなスキームを開発

出所: Hincio 「Study on accelerating the deployment of Guarantees of Origin Schemes for Hydrogen and the design of a Voluntary Scheme for compliance with RED II targets」 (2020年11月24日)

https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/3.%20Wouter%20Vanhoudt_CertifHy.pdf

(2) 多国間枠組が発行するレポート等の要約

IPHE WEBメッセージ「IPHEのネクストフェーズ」(2020年12月23日) [1/2]

□ 発信者

- Noe van Hulst, Chair IPHE
- Tim Karlsson, Executive Director, IPHE Secretariat

□ メッセージ

- COVID19パンデミックと経済の低迷にも関わらず、水素へのモメンタムは加速している。
- 加速の理由の一つは、多くの国・企業が2050年の実質ゼロ排出を目標にしており、脱炭素が困難な産業(製鉄、化学)や大型車両(トラック、船舶、航空機)、また季節を超えたエネルギー貯蔵においてクリーン水素が必須であることが明確になったためである。
- モメンタム加速のもう一つの理由は、グリーンリカバリ政策の一環として、クリーン水素への公的投資が行われていることである。すでに数百億ドルの投資が期待されており、さらに増える見通しである。石油およびガスメジャー(Shell、BP、Total等)もクリーン水素を含む低炭素エネルギーへの投資を増加させている(このことは過小評価されている)。
- 同時にクリーン水素のバリューチェーン構築(輸送・貯蔵インフラ含む)が大きな課題である)。
- 水素のスケールアップには、水素需要面のインセンティブが必要である。需要拡大が見込まれれば、水素製造はGWスケールに移行し、水素コストを大幅に削減することが可能になる。多くの企業が「スケールアップに移行するのは今」と主張している。
- オーストラリアは官民タスクフォース「H2 under \$2」を設置した。
- クリーン水素の国際取引は重要である。ドイツは国内にクリーン水素市場を構築しつつ、クリーン水素の輸入を行う。同じことは欧州全体にも当てはまる。

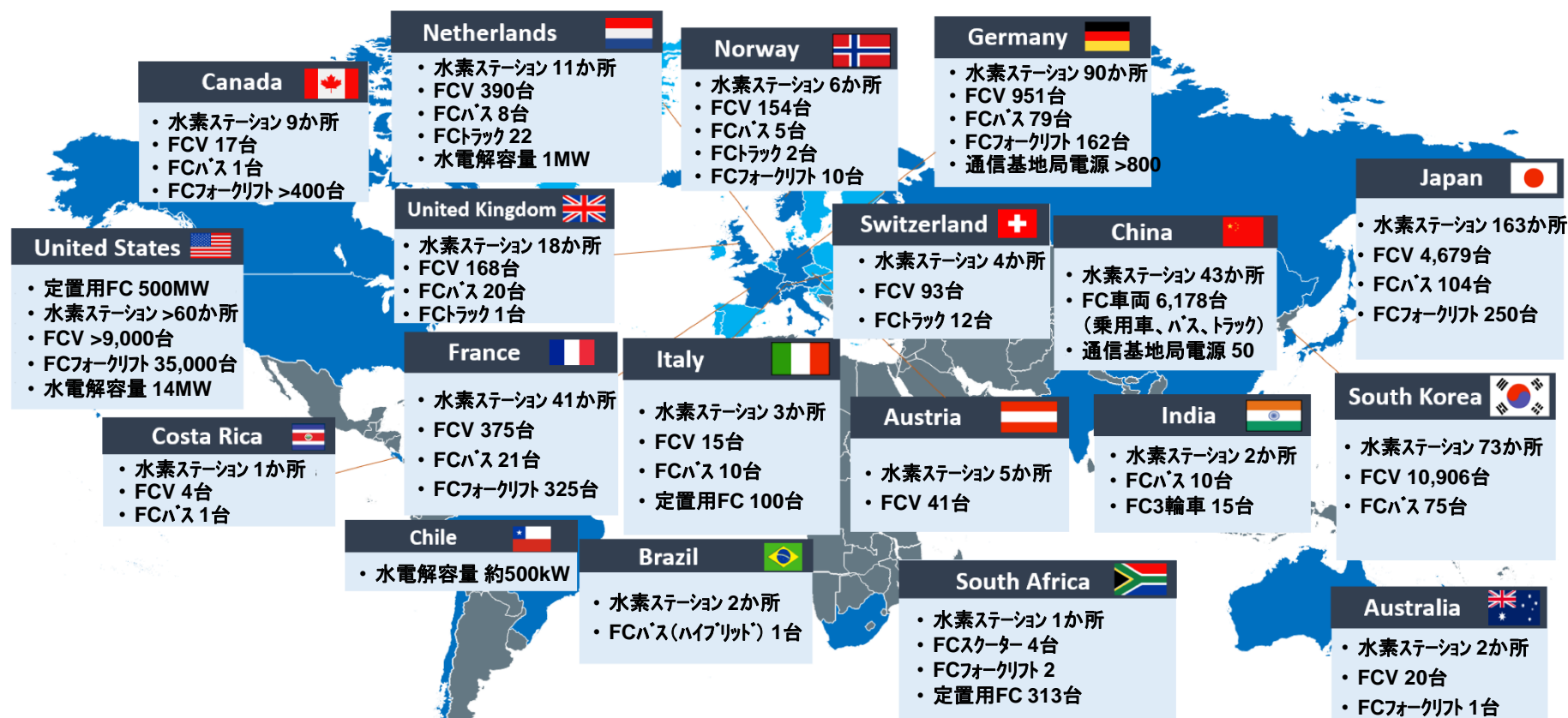
IPHE WEBメッセージ「IPHEのネクストフェーズ」(2020年12月23日) [2/2]

- 日本、オーストラリア、サウジアラビアはクリーン水素の国際取引の最前線にいる。日本は、気候変動目標の達成とエネルギー多様化のために、クリーン水素の大量輸入を計画している。オーストラリアの水素戦略は、国内市場開拓に加え、大規模な水素輸出も目指している。中東ではサウジアラビアのNEOMが大規模な水素輸出プロジェクトを開始した。UAEとオマーンも水素輸出を真剣に検討している。
- 水素が国際商品になるためには、クリーン水素のGHG排出量の算定とその認証スキームが重要である。水素製造のGHG排出量の方法論の策定のために、IPHEは水素製造分析タスクフォース(H2PA TF)を設置した。
- IPHEの2021年の最優先事項は水素のGHG排出量の方法論の策定である。これにより世界は「悪名高い」水素のカラー議論から脱することができる。
- IPHEの第二の優先事項は、各国の水素戦略と政策のモニタリングである。展開が早いいため、すべてのステークホルダーに、政府目標、展開(FCV台数、水素ステーション数など)、政府予算に関する正確な情報の提供が非常に重要である。IPHEはHydrogen Councilと連携して、各国政府の取り組みと実際の投資額をモニタリングし、もしギャップがある場合にはこれを埋める活動を行っていく。
- 第三の優先事項は、水素展開・国際取引の阻害要因になりかねない規制面の課題の特定である。ベストプラクティス共有を含む水素安全に関する国際連携と関係者への情報提供を強化する。
- これらの優先課題に取り組みつつ、IPHEはそのほかの国際組織・イニシアティブと密に連携し、クリーン水素の展開を加速していく。

IPHE ニュースレター2020年 Edition2(水素・FCアップデート) [1/3]

□ IPHEメンバーの取り組み

- IPHE全体では、定置用FCは3万台以上、FC発電能力は1GW、FCV台数は3万台以上、水素ステーションは470か所以上を展開



注: 各国からの情報をまとめたもので、同じ基準・カテゴリで集約したものではない

Source: IPHE member updates, 2021

□ IPHEのこれまでの活動

- 水素政策、イニシアチブ、閣僚レベルのコミットメント(グローバル・アクション・アジェンダを含む)に対して情報提供、各国からのフィードバックの調整、進捗状況モニタリングを実施
- 各国政府のRD&Dプログラムの課題と機会を特定するために、主要分野で優先順位マトリックスとスコーピングペーパーを策定(規制・規則・基準の国際調和のためのマトリックス表を含む)
- 多様なトピック(政策・研究・イニシアチブ)に関してワークショップ、フォーラム、イベントを開催
最近の例:「IPHE InternationalHydrogen Economy Forum"」(ソウル)や「IPHE Industry & Policy Forum:Increasing the Role of HFC in the Economy」(ウィーン)
- 学生等の次世代における水素の意識・関心を高めるための表彰やコンテストを開催
- 各国の水素・FCプロファイル(プログラム、展開、予算、活動)を作成し、水素とFCの可能性に関する認識を向上
- 水素・FCにおける世界の国際パートナーシップ(Clean Energy Ministerial、Mission Innovation、水素閣僚会議、IEA、Hydrogen Council)と連携し、シナジーを生みつつ活動の重複を避けるために重点分野を明文化
- 新規の水素技術分野(鉄道、船舶、鉄鋼、エネルギー貯蔵、その他の分野横断的な用途)に対する認識の向上
- 水素・FCに関する情報リソース(ウェビナー、ファクトシート、ビデオ)や各国の水素・FCプロファイル(プログラム、展開、予算、活動)の開発
- 水素安全に関する情報データベースと情報共有プラットフォームの構築(HIAD、H2Tools、ICHHS、HySafe、Hydrogen Safety Panel、Center for Hydrogen Safety (CHS))

□ IPHEの現在の取り組み

- 水素の安全基準・基準のためのコンペンディウムの作成
- 水素の国際取引促進に資する水素製造時のGHG排出量の方法論の確立
- グローバルアクションアジェンダ(GAA)に関するIPHEメンバーの進捗確認
- アウトリーチイニシアチブ
 - 学生/ポスドクフェローシッププログラム
 - スチューデント・インフォグラフィック・チャレンジ

How is IPHE Making a Difference?

- Provided input, coordinated feedback from countries, and tracked progress on hydrogen policies, initiatives and ministerial-level commitments including the Global Action Agenda.
- Developed a priority matrix and scoping papers to key areas to identify challenges and opportunities for government R&D programs, including a memo to help harmonize regulations, codes and standards.
- Coordinated workshops, forums and events on various topics including policy, research and initiatives that can accelerate progress in H₂ and fuel cells across applications and sectors. Recent examples include the IPHE International Hydrogen Economy Forum in Seoul and the IPHE Industry & Policy Forum: Increasing the Role of H₂ in the Economy in Vienna.
- Instituted recognition awards and competitions to promote awareness and foster interest in students and the next generation entering the workforce.
- Developed country-specific profiles on hydrogen and fuel cell programs, deployments, funding, and activities, and mobilized member country resources by raising awareness on the potential for hydrogen and fuel cells.
- Coordinated emerging global hydrogen and fuel cell partnerships and documented roles and focus areas to leverage activities and reduce duplication. Examples of these partnerships include the Clean Energy Ministerial, Mission Innovation, Hydrogen Energy Ministerial, International Energy Agency, and the Hydrogen Council.
- Elevated public awareness of first of a kind hydrogen technologies including hydrogen for rail, marine, steel production, energy storage, and other cross sector applications.
- Developed informational resources (webinars, factbooks and videos) as well as country-specific profiles on hydrogen and fuel cell programs, deployments, funding, and activities.
- Fostered the development of databases and information sharing platforms on hydrogen safety, including H₂AD, H₂Tools, H₂Safe, Hydrogen Safety Panels, and the new global Center for Hydrogen Safety (CHS).

10,10,10
Aspirational Goal for Hydrogen and Fuel Cells in the Global Action Agenda
10 Million Mobility Systems
10 Thousand Refueling Stations
Within 10 Years

What is IPHE currently working on?

- Developing a compendium of relevant hydrogen safety codes and standards
- Establishing a methodology to quantify emissions from hydrogen production to facilitate international trade
- Tracking progress from IPHE members on Global Action Agenda commitments
- Fostering technology interest and understanding through outreach initiatives including:
 - A student/postdoc fellowship program
 - A student infographic challenge

What can You Do to Help?

Learn More:

Follow us: @The_IPHE IPHE iphe.net IPHE

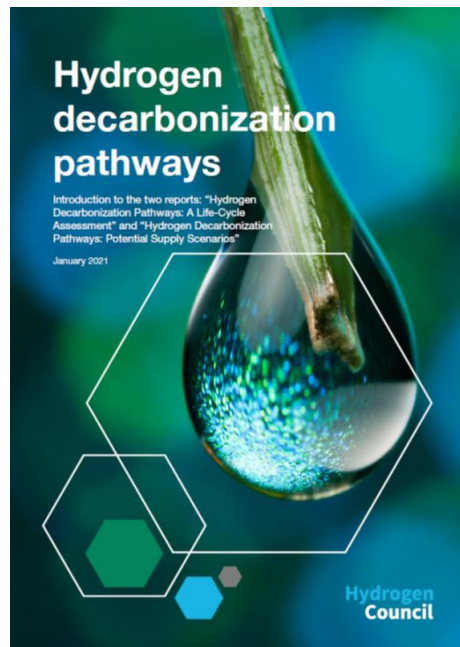
Global Action Agenda Why We Are

International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy (IPHE)

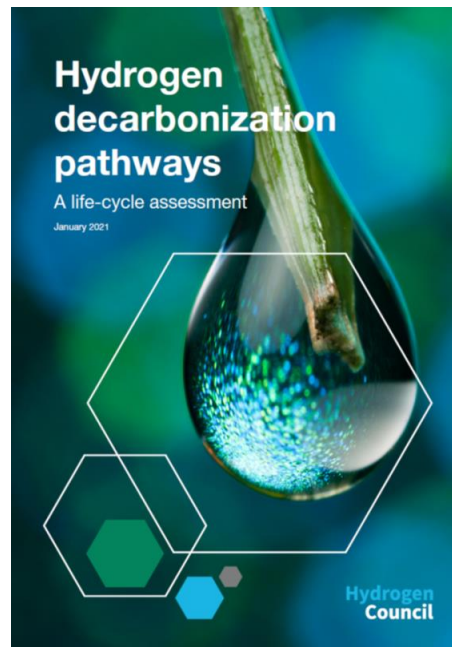
Hydrogen Council: Hydrogen Decarbonization Pathways [1/6]

概要

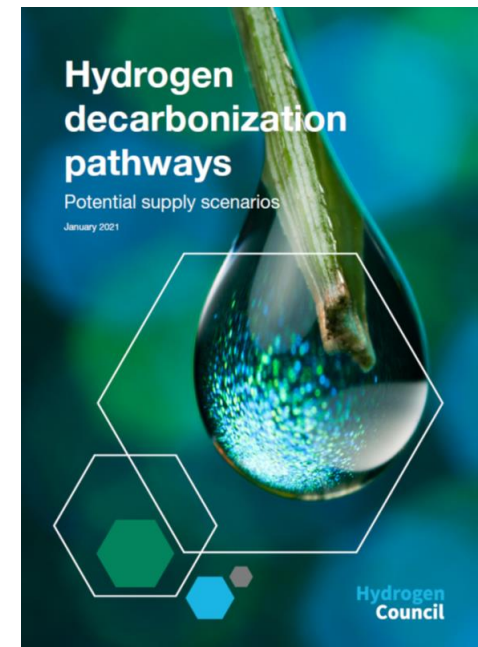
- ❑ 発行：2021年1月19日
- ❑ 内容
 - Hydrogen Councilが、メンバーの水素製造・供給会社からの情報を集約してまとめた水素の製造パスごとのGHG排出量（LCAベース、設備のGHG排出量も含む）の分析と、2050年の脱炭素化にむけた水素供給シナリオ。
 - 水素製造パスは、欧州における現在の水素供給サプライチェーンが前提。



Hydrogen
Decarbonization Pathways
サマリーレポート



Hydrogen
Decarbonization Pathways
LCA分析



Hydrogen
Decarbonization Pathways
ポテンシャル供給シナリオ

出所：<https://hydrogencouncil.com/en/hydrogen-decarbonization-pathways/>

Hydrogen Council: Hydrogen Decarbonization Pathways [2/6]

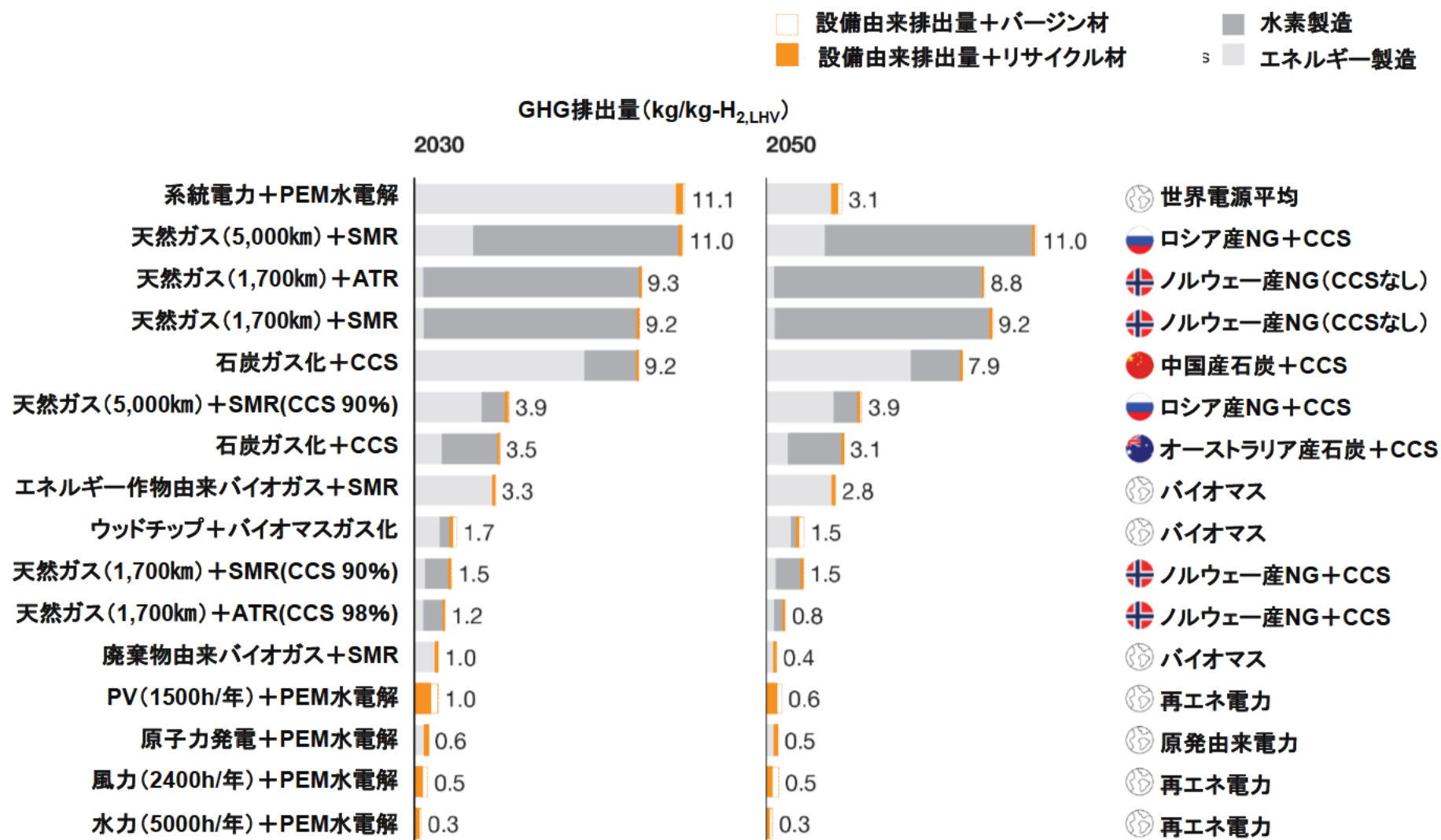
LCA分析 (1)

□ メッセージ

- Well-to-useベースでは、再エネ電力による水電解と天然ガス改質+CCSが、GHG排出量を最小化できる。
- 化石資源+CCSの場合には、いくつかの条件を満たすことが必要：不純物が少なくCO₂含有量が低い天然ガスを使うこと、排出されるCO₂の大部分を回収すること、最新の技術を適用すること、等。
- エネルギー作物由来水素のGHG排出量は、天然ガス改質による水素製造と再エネベースの水素製造の中間にある。
- バイオマス(廃棄物)由来水素のGHG排出量は、再エネ由来水素に匹敵するほど低くなる。
- 設備新設に由来するGHG排出量は、現状の化石燃料由来水素のGHG排出量に比べると比較的低い。
- 金属リサイクルのGHG排出量への影響は比較的低い、金属リサイクルにより、2030年にPV製造で約30%、風力発電で40%のGHG削減が見込まれる。
- 総水需要は、バイオマス栽培と発電所の冷却需要が最も大きい。
- 水電解による水素製造や天然ガス改質での水の影響は低いが、GW級の水電解設備の場合は水の調達について考慮する必要がある(乾燥地帯では、海水淡水化が必要であるが、そのための追加的なエネルギーは低い)。
- LCA的には、再エネによる水電解が最もGHG削減量が大きく、ベスト技術によるブルー水素も同じレベルを達成できる。
- エネルギー関連の投資には30~40年スパンで行われるため、長期的視点での投資判断が必要(CCSのポテンシャルや技術経路依存性を考慮のこと)。

Hydrogen Council: Hydrogen Decarbonization Pathways [3/6]

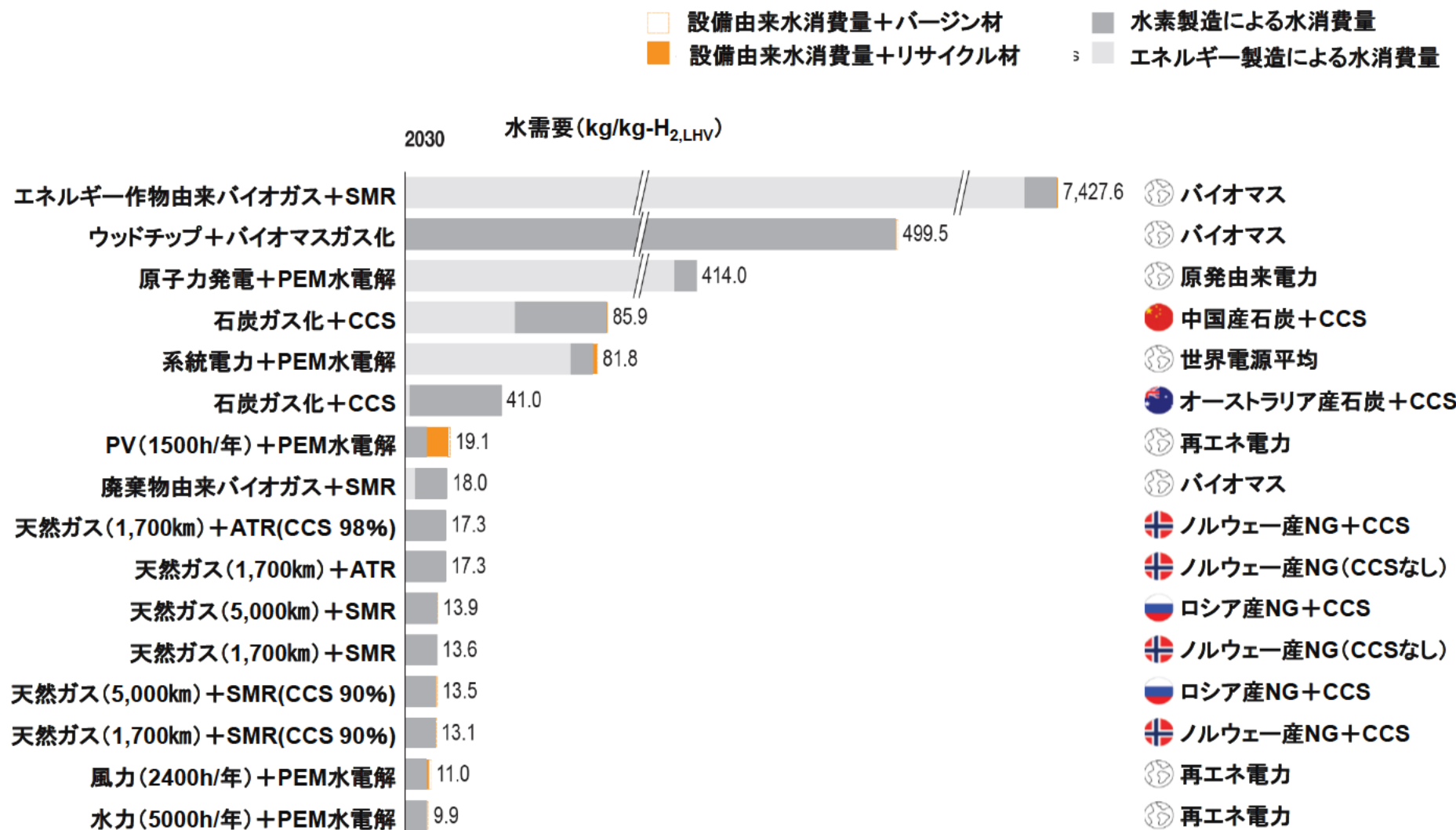
LCA分析 (2)



出所: <https://hydrogencouncil.com/en/hydrogen-decarbonization-pathways/>

Hydrogen Council: Hydrogen Decarbonization Pathways [4/6]

LCA分析 (3)



出所: <https://hydrogencouncil.com/en/hydrogen-decarbonization-pathways/>

Hydrogen Council: Hydrogen Decarbonization Pathways [5/6]

ポテンシャル供給シナリオ (1)

□ メッセージ

- 「潜在的な水素供給シナリオ (Potential Supply Scenarios)」では、2050年までに水素供給を10倍に増加させる供給シナリオ提示。
- 2030年までに供給水素量の半分以上を脱炭素化するため、グレー水素を短期のうちに段階的に縮小させる必要がある。
- 想定シナリオ：
 - グリーン水素のみ (再エネベース)
 - ブルー水素のみ (CCS依存)
 - グリーン水素とブルー水素のミックス (地域ごとに素コストに応じた最適化)
- どのような製造法であれ、脱炭素水素の供給は可能である。
 - グリーン水素シナリオでは世界の再エネポテンシャルの10%に満たない。
 - ブルーシナリオでは、世界のCCSポテンシャルの0.2%に過ぎない。
- グリーン水素 & ブルー水素シナリオは、コストと資源消費の最小化が可能 (当面はブルー水素を展開することによって、中長期的にグリーン水素に転換できるシナリオを描くことができる)。

Hydrogen Council: Hydrogen Decarbonization Pathways [6/6]

ポテンシャル供給シナリオ (2)



グレー

天然ガス改質(SMR)



ブルー

天然ガス改質(ATR)
+CCS

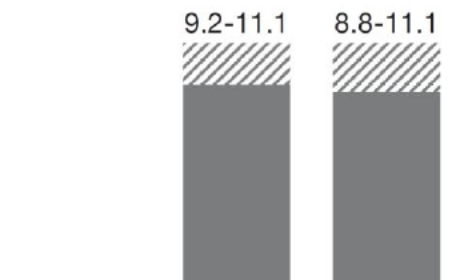


グリーン

再エネ電力による水電解
(アルカリ、PEM、SOEC)

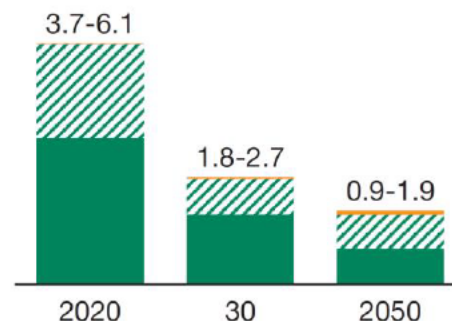
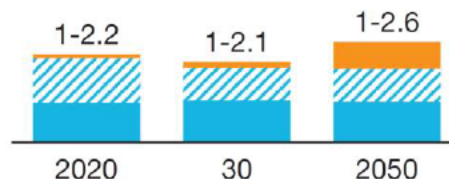
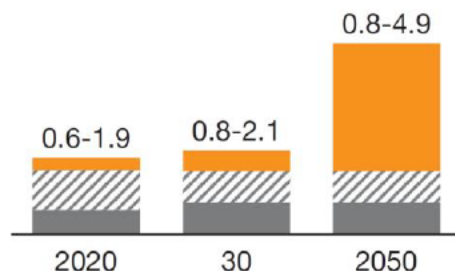
ライフサイクルでの
CO₂排出量
(kg/kg-H_{2,LHV})

■ 最大
■ 最小



水素製造コスト
(USD/kg-H₂)

■ CO2税
■ 最大
■ 最小



注: CO₂税の想定はUSD 28/ton(2020年)、USD 48/ton(2030年)、USD 300/ton(2050年) ただし、再利用・輸送を除く

ロシア連邦水素エネルギー開発行動計画(2020年10月22日)[1/5]

概要

エネルギー省「2024年までのロシア連邦水素エネルギー開発行動計画」 (2020年10月22日)

□ 官庁: ロシアエネルギー省

□ メッセージ:

- 欧州の水素戦略・グリーンディールなどの脱炭素化(脱化石燃料)への対応としては発表(エネルギー輸出の先細りに対する懸念)。
- 基本的には41項目の「To doリスト」。
- ロードマップとは別に、エネルギー省ソロキン次官が日経のインタビューに回答:
 - 2024年までに20万トン、2035年に200万トンの水素を輸出する。
有望な輸出先: 日・中・韓(海上輸送)、独・仏(パイプライン輸送)
 - 水素は当面「グレー水素」だが、将来は「ブルー水素」(石炭・天然ガス+CCS)「グリーン水素」は再エネよりも原子力発電由来電力に期待する。
 - ガСПロム、ロスアトム、ロステフ、科学アカデミーなどが水素サプライチェーン構築や技術開発に関与する。

出所:「ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ УТВЕРДИЛО ПЛАН МЕРОПРИЯТИЙ ПО РАЗВИТИЮ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ」

<https://minenergo.gov.ru/node/19194>

日経新聞「ロシアが水素生産 エネルギー輸出多様化へ」(2020年11月2日)

<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO65772810S0A101C2FF8000/>

ロシア連邦水素エネルギー開発行動計画(2020年10月22日発表)[2/5]

行動計画 (1)

行動計画	実行期間
I. 水素エネルギー開発の戦略的計画とモニタリング	
1. ロシア連邦での水素エネルギー開発のコンセプト策定	2021年第1四半期
2. 実行組織提案の準備	2021年第1四半期
3. 水素エネルギー開発に関する省間ワーキンググループ設定	2021年第1四半期
4. 既存の燃料・エネルギー情報システムを活用した水素生産情報フォーム開発	2021年第4四半期
5. 行動計画の実施・評価・調整体制の提案準備	2022年第1四半期 (毎年実施)
II. 水素エネルギー開発に対する刺激・支援措置	
6. 水素技術利用を誘発させるための国家プログラム提案	2021年第1四半期
7. 水素エネルギー生産分野におけるパイロットプロジェクト実施のための国家支援策(パイロットプラントの創設を含む)	2021年第1四半期
8. 水素エネルギー輸出のための国家支援	2021年第2四半期
9. 工業・エネルギー・輸送部門における国内水素需要拡大と技術開発支援	2021年第2四半期
10. 工業・エネルギー・輸送部門における水素エネルギーの導入と実証(リスク評価)するためのクラスター・形成の提案	2021年第2四半期

ロシア連邦水素エネルギー開発行動計画(2020年10月22日発表)[3/5]

行動計画 (2)

行動計画	実行期間
III.生産ポテンシャルの形成	
11.水素エネルギー分野におけるパイロットプロジェクト選択に関する提案	2021年第1四半期
12.水素エネルギー分野におけるパイロットプロジェクトリスト特定/更新の提案	2021年第1四半期 (毎年実施)
13.水素エネルギープロジェクトに関する国営企業・国有企業・独占企業の革新プログラム実施・ガイドラインの修正	2021年第1四半期
14.ロシア連邦における水素エネルギー分野のエンジニアリングセンター創設・開発の提案	2021年第2四半期 (毎年実施)
IV. 水素分野のパイロットプロジェクトの実施	
15. CO2無排出の水素製造パイロットプラント建設、製造、利用	2024年
16.炭化水素処理施設・天然ガス生産施設での低炭素水素生産パイロット事業の実施	2023年
17.メタン・水素混合燃料用ガスタービンの開発・製造・試験	2024年
18.水素の鉄道輸送の実証	2024年
19.ロシアの原子力発電所を利用した水素製造パイロットプロジェクト実施	2023年

ロシア連邦水素エネルギー開発行動計画(2020年10月22日発表)[4/5]

行動計画 (3)

行動計画	実行期間
V. 科学・技術開発とハイテクソリューション開発	
20.水素エネルギー分野における有望技術の特定と承認、更新	2021年第1四半期 (毎年実施)
21. エネルギー効率の良い水素製造・輸送・貯蔵技術の開発と水素とメタン・水素混合燃料の活用(発電・自動車)	2021～2024年
22.水素サプライチェーンにおける技術・GHG排出量の研究	2021～2024年
23.多様な水素製造のLCA方法論の開発	2022年
24.副生される炭素のリサイクルの研究	2021～2024年
25.脱炭素水素の認証システムの提案作成	2021年第2四半期
26.包括プログラム「原子力エネルギー分野の機器・技術・研究開発(2024年まで)」での水素エネルギー技術開発の実施	2024年
VI. 規制の法的枠組みと国家標準化システムの改善	
27. 水素とメタン・水素燃料の製造・輸送・貯蔵・利用における標準化の更新・策定が必要なリストの決定	2021年第1四半期
28.水素製造・貯蔵・輸送・利用の安全性確保のための規制法のリストの決定	2021年第2四半期
29. 水素製造・貯蔵・輸送・利用において、ロシアの立場を強化するためのユーラシア経済連合の規制法の改正	2021年第3四半期
30.水素製造のための新型原子炉の安全確保の新しい規制要件の策定・修正	2022年
31.原子力発電所での水素製造・貯蔵・輸送の安全コンセプトの開発	2023年
32.メタン・水素混合物の製造・輸送・貯蔵・利用の標準化における外国との協力	2021年第4四半期 (毎年実施)
33.水素のGHG排出レベルのLCA方法論の開発と承認	2023年

ロシア連邦水素エネルギー開発行動計画(2020年10月22日発表)[5/5]

行動計画 (4)

行動計画	実行期間
VII. 人材育成	
34.水素エネルギー分野におけるロシア企業のニーズの分析(有望な大学教育プログラム分野の特定を含む)	2021年第2四半期
35.主な水素エネルギー分野の専門家訓練のための大学・大学院プログラムの更新の提案	2022年第1四半期
36.水素エネルギー分野の世界のCoEでの大学院生・科学者向けインターンシッププログラムの企画	2021年第4四半期
37.水素技術分野の大学院生への奨学金の提案	2021年第3四半期
38.水素エネルギー分野での専門性リストの提案と修正	2021年第4四半期
VIII. 国際協力展開	
39.水素製造・消費国との二国間協力の提案(ドイツ、日本、デンマーク、イタリア、オーストラリア、オランダ、韓国、他)	2020～2024年
40. 水素エネルギーに関する国際協力展開のための提案準備	2021年第3四半期(毎年実施)
41. 水素エネルギー分野における多国間協力の深化と関連活動へのロシア参加の提案	2021年第1四半期(毎年実施)
42. CO2無排出で環境に優しい水素の供給者としてのロシア連邦の国際的評判の確立のための提案	2021年第4四半期(毎年実施)
43.ロシア製水素とロシアの水素エネルギー技術の国際展開を促進するための提案	2022年第1四半期(毎年実施)

中国の低炭素水素、グリーン水素、再エネ水素の基準(2020年12月29日)[1/5]

概要

タイトル	低碳氢、清洁氢与可再生氢的标准与评价 英語: Standard and evaluation of low-carbon hydrogen, clean hydrogen and renewable hydrogen 日本語: 低炭素水素、グリーン水素、再生可能水素の基準と評価
発表日	2020年12月29日
策定者	中国水素エネルギー同盟 (China Hydrogen Alliance)
内容	<ul style="list-style-type: none">ライフサイクルアセスメント手法欧州のCertifHyをベンチマークし、中国の水素供給の現状を分析検討した水素製造パス<ul style="list-style-type: none">石炭ガス化天然ガス改質水電解(風力・PV、原発)副生水素(ソーダ電解)副生水素(コークス炉ガス)
クライテリア	<ul style="list-style-type: none">重要性の基準: 5%水素基準: 純度99%、圧力3MPa以上

中国の低炭素水素、クリーン水素、再エネ水素の基準(2020年12月29日)[2/5]

低炭素水素、クリーン水素、再エネ水素の基準

- 中国の水素の60%以上は石炭ガス化によって製造されるため、この排出量**29.02 kg-CO₂/kg-H₂**をベースラインに設定
- 低炭素水素: **14.51 kg-CO₂/kg-H₂**(ベースラインから50%削減)
- クリーン水素あるいは再エネ水素: **4.90 kg-CO₂/kg-H₂**(低炭素水素の基準から65%削減)

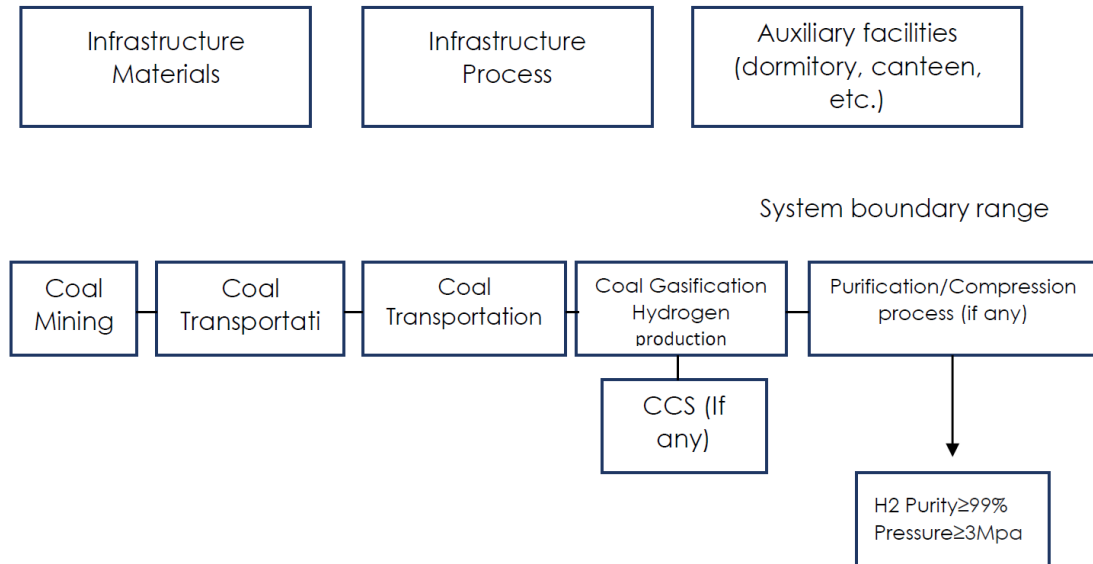


出所:《低碳氢、清洁氢与可再生能源氢的标准与评价》
<http://www.h2cn.org/detail/792.html>

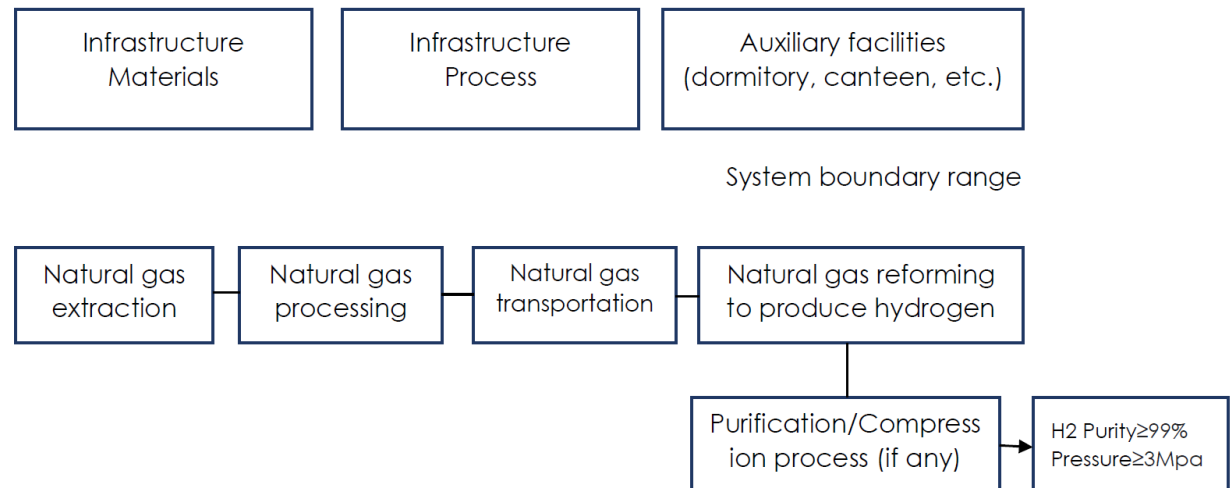
中国の低炭素水素、グリーン水素、再エネ水素の基準(2020年12月29日)[3/5]

低炭素水素・グリーン水素の評価のシステムバウンダリ

石炭ガス化での製造パス



天然ガス改質での製造パス



中国の低炭素水素、グリーン水素、再エネ水素の基準(2020年12月29日)[4/5]

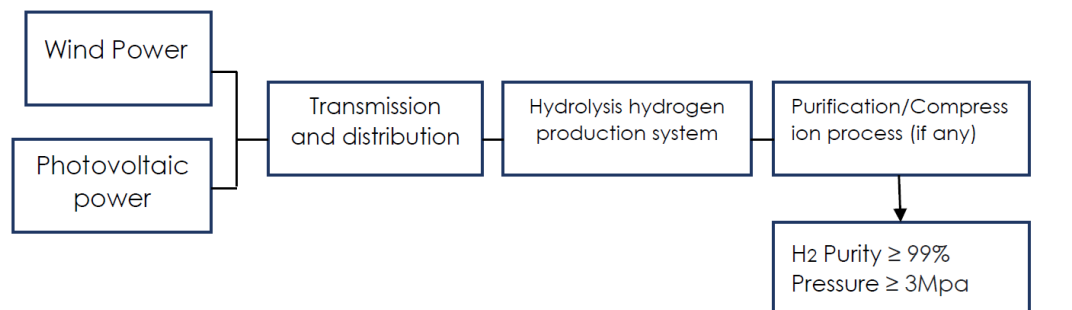
低炭素水素・グリーン水素の評価のシステムバウンダリ

水電解での製造パス (風力・PV)

Infrastructure
Materials

Infrastructure
Process

Auxiliary facilities
(dormitory, canteen, etc.)

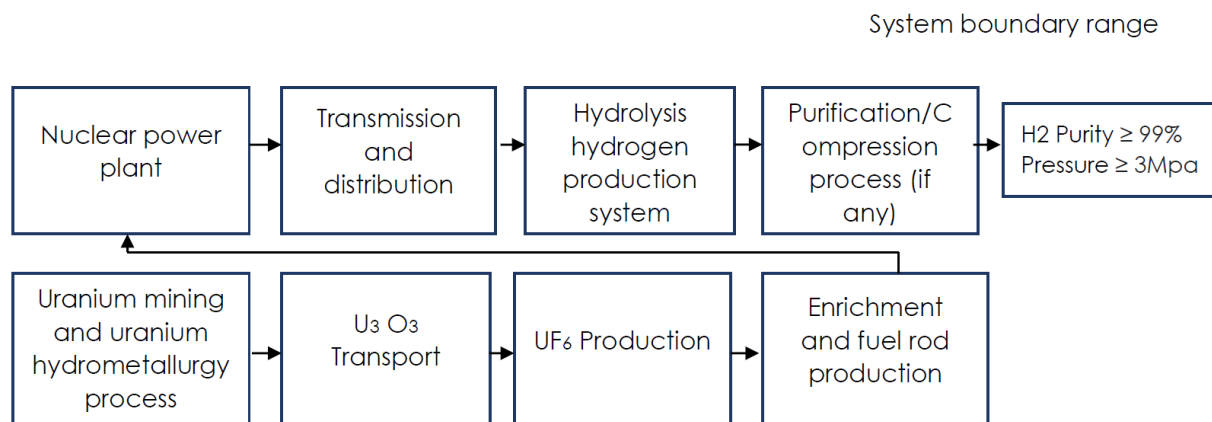


水電解での製造パス (原発)

Infrastructure
Materials

Infrastructure
Process

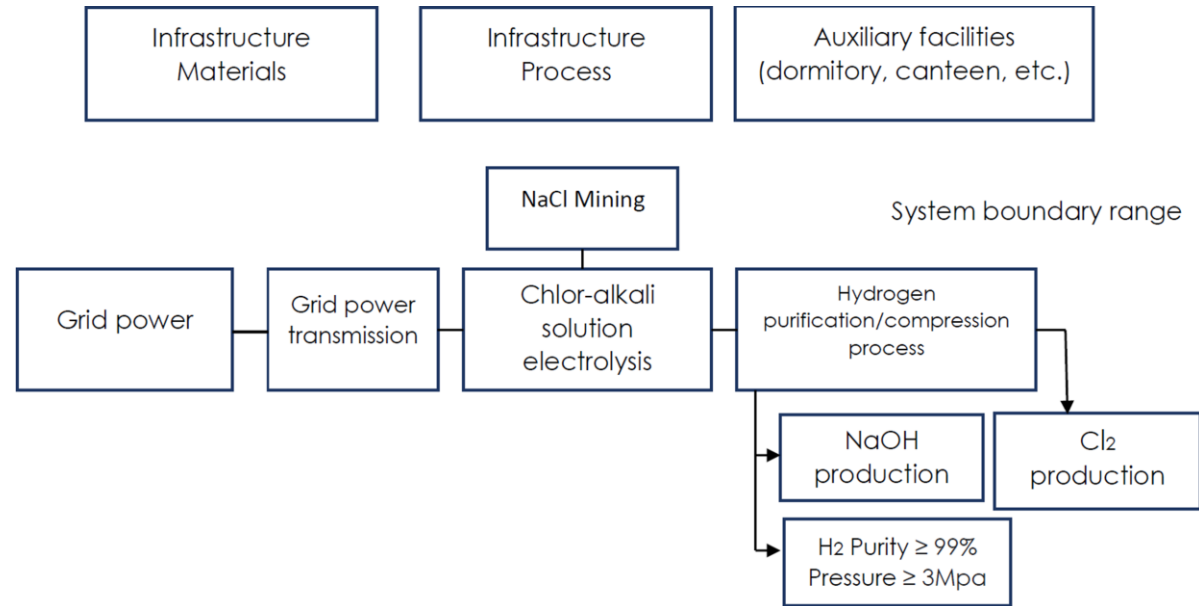
Auxiliary facilities
(dormitory, canteen, etc.)



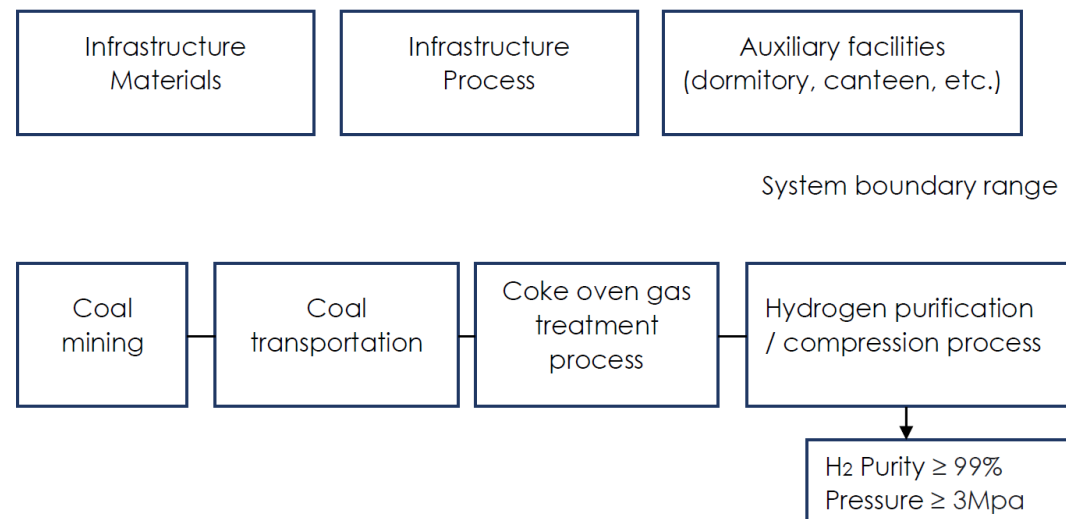
中国の低炭素水素、グリーン水素、再エネ水素の基準(2020年12月29日)[5/5]

低炭素水素・グリーン水素の評価のシステムバウンダリ

副生水素の製造パス (ソーダ電解)



副生水素の製造パス (コークス炉ガス)



(3) 多国間枠組における議論の現状評価と今後の活用方法に関する報告書・ 提言の作成

多国間枠組における議論の現状評価と今後の活用方法に関する提言

- ❑ 水素の政策分野での連携組織としては、いわゆる老舗であり、直近で参加国も増えている（過去2年間で3か国が参加し、現状で22国・地域）。さらにモロッコ、イスラエルも参加の興味を示しているとされるため、メンバーは今後とも拡大する傾向にある。
- ❑ IPHEは政策立案者の組織であるが、IPHEのSCにはHydrogen Councilが常に呼ばれており、水素分野の主要企業と意見交換を行う体制にある。
- ❑ H2PATFに関しては、将来の日本の水素展開の幅を狭めないように留意して進めることが重要である。
- ❑ RCSS WGはDOEが主導しており、米国の意向をうけた取り組みが多い。
- ❑ 教育・アウトリーチWGも、現状でDOEが主導している。世界的な水素社会受容性向上に一定の協力と支援は必要と思われる。

二次利用未承諾リスト

令和2年度新興国等におけるエネルギー使用の合理化等に資する事業
(多国間枠組における水素エネルギーに関する国際動向調査)

委託事業名

株式会社テクノバ

頁	図表番号	タイトル
4		(参考)水素エネルギーに関する多国間枠組:時間的展開
5		(参考)水素エネルギーに関する多国間枠組:スコープに関するマッピング
15		CertifHyの展開:Phase 1からPhase 3へ [1/2]
22		IPHE ニュースレター2020年 Edition2(水素・FCアップデート)
25		Hydrogen Council: Hydrogen Decarbonization Pathways
27		Hydrogen Council: Hydrogen Decarbonization Pathways [3/6] LCA分析
28		Hydrogen Council: Hydrogen Decarbonization Pathways [4/6] LCA分析
37		中国の低炭素水素、クリーン水素、再エネ水素の基準(2020年12月29日)[2/5] 低炭素水素、クリーン水素、再エネ水素の基準
38		中国の低炭素水素、クリーン水素、再エネ水素の基準(2020年12月29日)[3/5] 低炭素水素・クリーン水素の評価のシステムバウンダリ
39		中国の低炭素水素、クリーン水素、再エネ水素の基準(2020年12月29日)[4/5] 低炭素水素・クリーン水素の評価のシステムバウンダリ
40		中国の低炭素水素、クリーン水素、再エネ水素の基準(2020年12月29日)[5/5] 低炭素水素・クリーン水素の評価のシステムバウンダリ