



2026年4月エネルギー動向ブリーフィング

天然水素の最近の動向 ークリーンエネルギー資源としての可能性と課題ー

独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構 エネルギー事業本部

水素事業部/技術部 小杉安由美

2026.4.16

天然
水素

本資料は、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（以下「機構」）が信頼できると判断した各種資料に基づいて作成されていますが、機構は本資料に含まれるデータ及び情報の正確性、完全性、又は適時性を保証するものではありません。

また、本資料の内容は、参考資料として提供されるものであり、法的、専門的、又は投資に関する助言を構成するものではありません。したがって、本資料の利用により生じた損失又は損害について、機構は一切の責任を負いません。本資料の内容は、第三者に対する権利又はライセンスの付与を意味するものではありません。本資料に記載された見解や意見は、著者の個人的な見解であり、必ずしも機構の公式見解、政策、決定を反映するものではありません。

本資料には第三者の著作物が含まれる場合があります。機構又は各著作権者の事前の書面による承諾なしに、本資料の全部又は一部を無断で複製、頒付、又は法で認められている範囲を超えて引用することは固く禁じられています。私的利用、教育利用、引用など、日本国の著作権法に基づき利用できる範囲を超えて本資料を利用する場合は、機構又は関連する著作権者からの事前の承諾が必要です。

Copyright (C) Japan Organization for Metals and Energy Security All Rights Reserved.

はじめに

- 石油・天然ガスのように、自然に生成した水素ガス
- Natural / White / Gold / Geologic / Native Hydrogen
- その性質（最も軽く・小さい元素、高反応性）から、まとまった量が鉱床として存在するとは考えられていなかった。
- 石油・天然ガスとは異なる生成プロセス⇒既存の石油・天然ガス探鉱では発見には至らず。
- 金属資源探鉱、地熱/温泉探鉱では、掘削時に水素ガスを定常的にモニタリングすることはなく、見逃されていた可能性。



天然水素がなぜ注目されるのか？
「天然水素産業」の現在地点は？

Contents

1 天然水素とは

2 世界の動き

3 国内の動き

4 課題

Contents

1 天然水素とは

2 JOGMEC's activities for Low Carbonization and Decarbonization

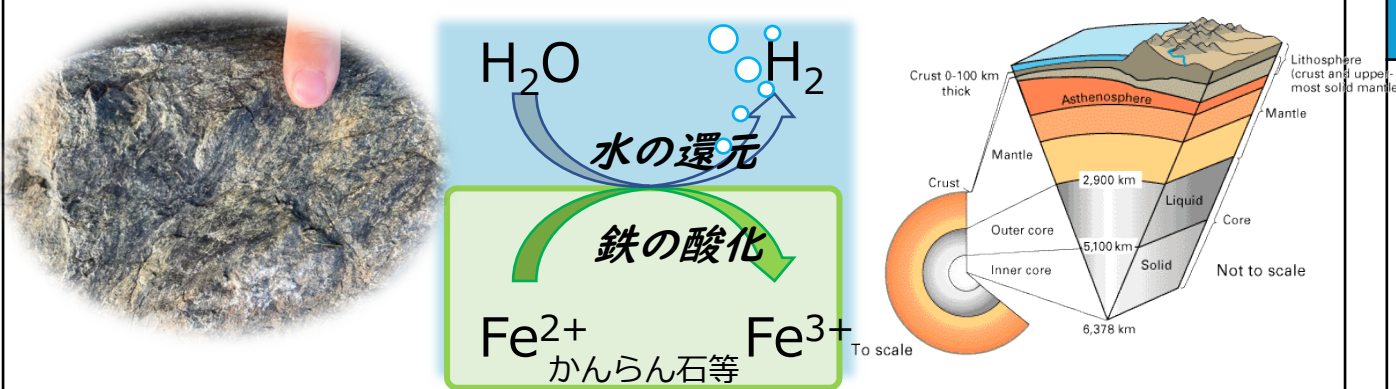
3 JOGMEC's activities for energy security on oil and gas

4 Way Forward

天然水素とは：どのように生成するのか

蛇紋岩化反応

- かんらん岩（上部マントル構成物）→蛇紋岩
- 「鉄」「水」「熱」が条件：鉄の酸化に伴い水が還元
- 水素生成は200～300℃で最大
- 生成速度は水の放射性分解よりも早い
- オフィオライトなど



水の放射性分解

- 放射性元素の自然壊変により発生する放射線による水の分解
- 反応速度は遅め
- Heも生成
- 先カンブリア紀の楕状地、花崗岩帯など

その他

- 地球深部（コアや下部マントル）からの排出
- 火山活動
- 岩石のフラクチャリング
- 生物起源プロセス（熱変成と微生物由来）

石油・天然ガス

- 堆積岩、堆積盆中の有機物がソース
- 長期間かけて生成

天然水素

- 水と火成岩の反応
- 比較的短時間で生成（蛇紋岩化反応）

天然水素とは：なぜ期待されるのか（1/2）

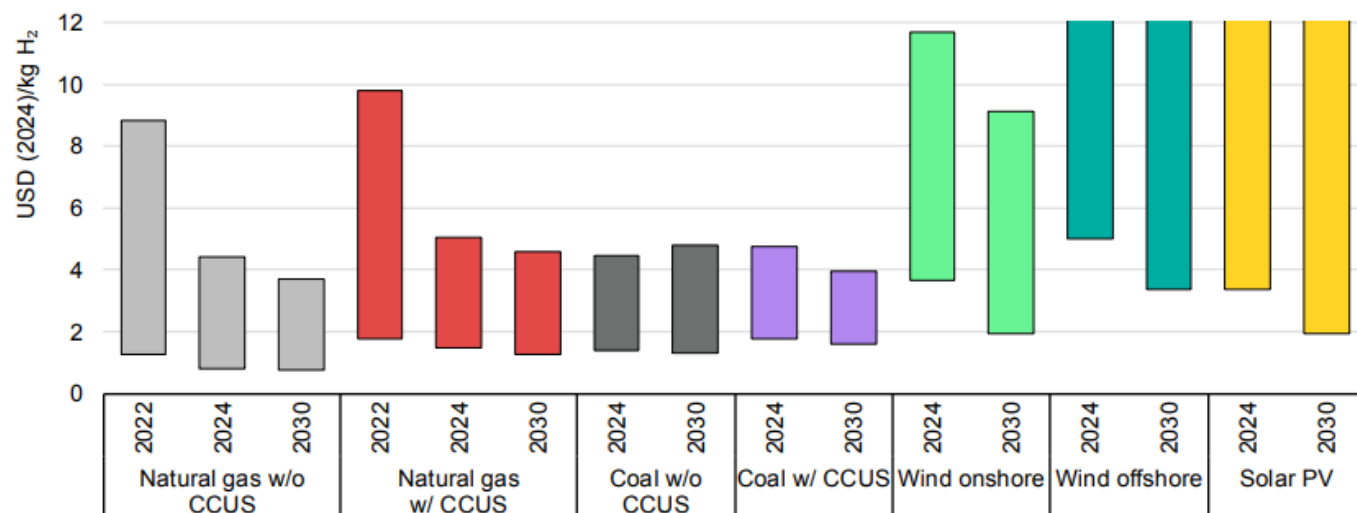
- 一次エネルギー：低コスト（0.5～5ドル/kg-H₂）、低炭素集約度（～0.4kg-CO₂e/kg-H₂）
- 安定的な供給が可能（ベースロード）。ブルー・グリーン水素の補完的な利用価値。

2024年

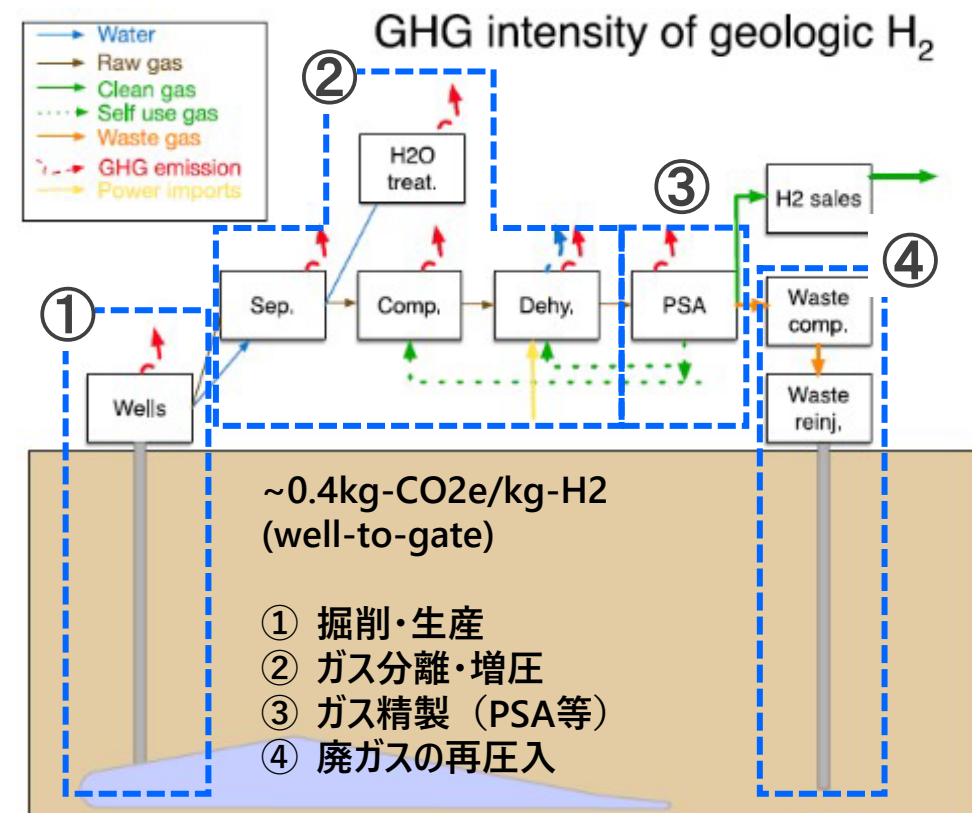
●ブルー：USD 2～5 /kg H₂

●グリーン：USD 4～>12/kg H₂

Figure 3.8 Hydrogen production cost by pathway, 2024, and in the Stated Policies Scenario, 2030



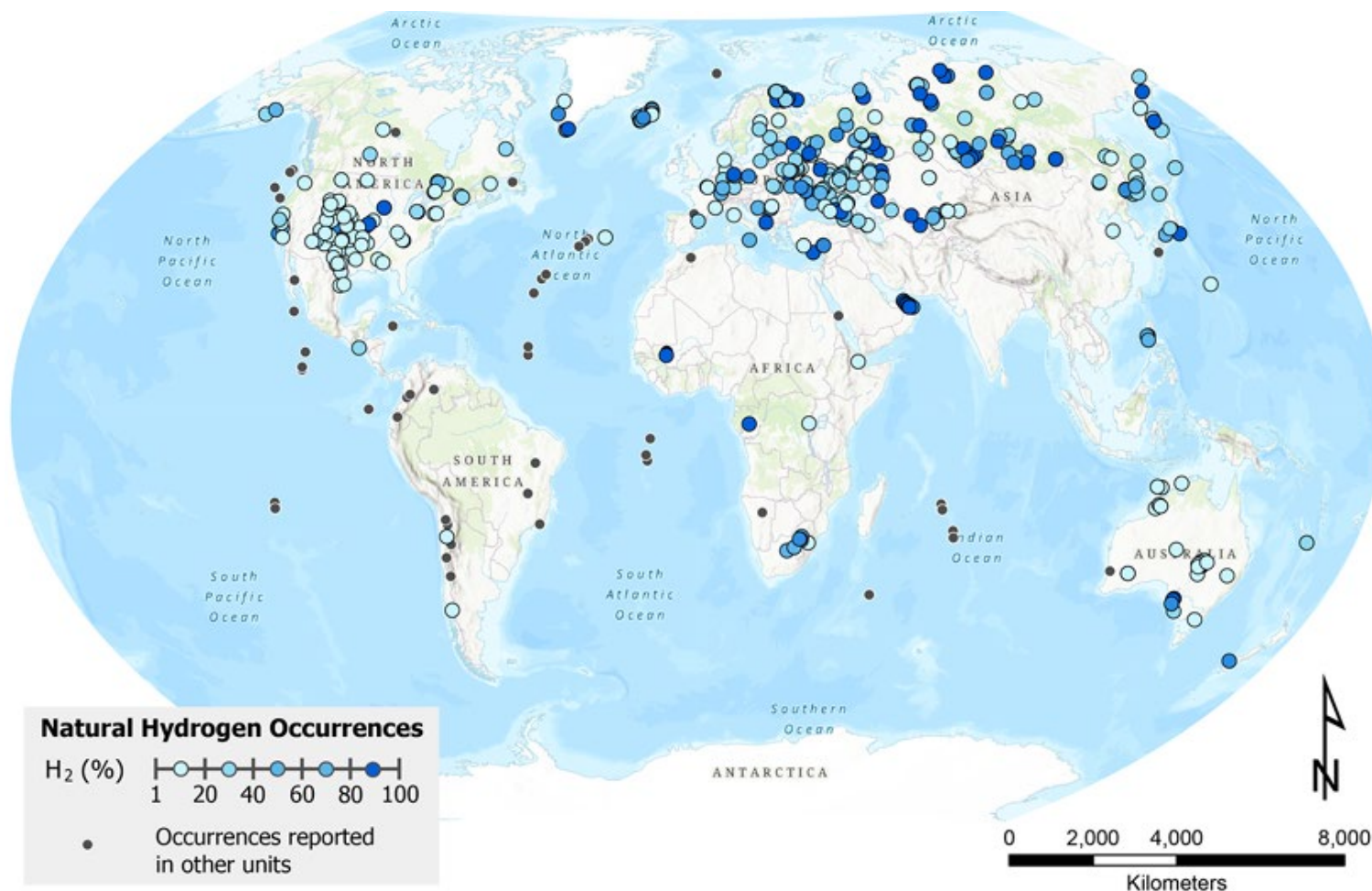
IEA (2023, Global Hydrogen Review 2025)



Brandt (2023)を改変

天然水素とは：なぜ期待されるのか（2/2）

- 世界各地で観測
- 国産の一次エネルギーとなる可能性



Energy & Geoscience Institute,
The University of Utah
<https://egi.utah.edu/natural-hydrogen/>

Figure 2. Natural H_2 sites. Data and information review will allow for air-correction of H_2 concentration, assessment of drill bit metamorphism (artificial H_2 generation), and attribute assignment (sample information, field and laboratory methods, and geology) for further analysis.

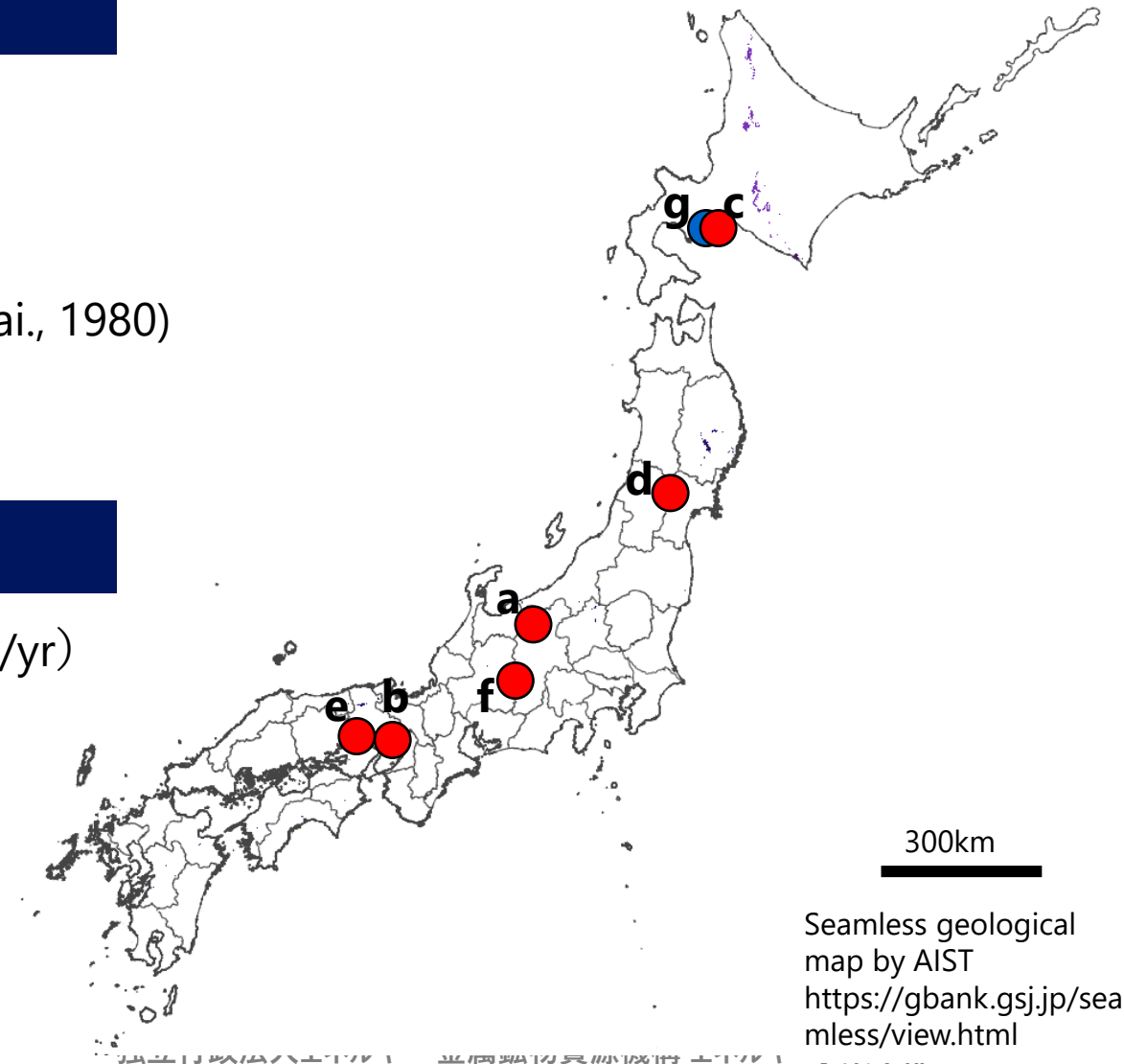
天然水素とは：国内における観測事例

水素濃度

- a. 白馬八方（長野） 34 vol% (Suda et al., 2014)
- b. 有馬（兵庫） 51.4 vol% (Nakamura & Maeda, 1961)
- c. 登別（北海道） 11 % (Urabe et al., 1985)
- d. 鳴子（宮城） 3.6 % (Urabe et al., 1985)
- e. 山崎断層（兵庫） 3 vol% (Wakita et al., 1980, Kita et al., 1980)
- f. 阿寺断層（岐阜－長野） 5,535ppm (黒澤他, 2010)

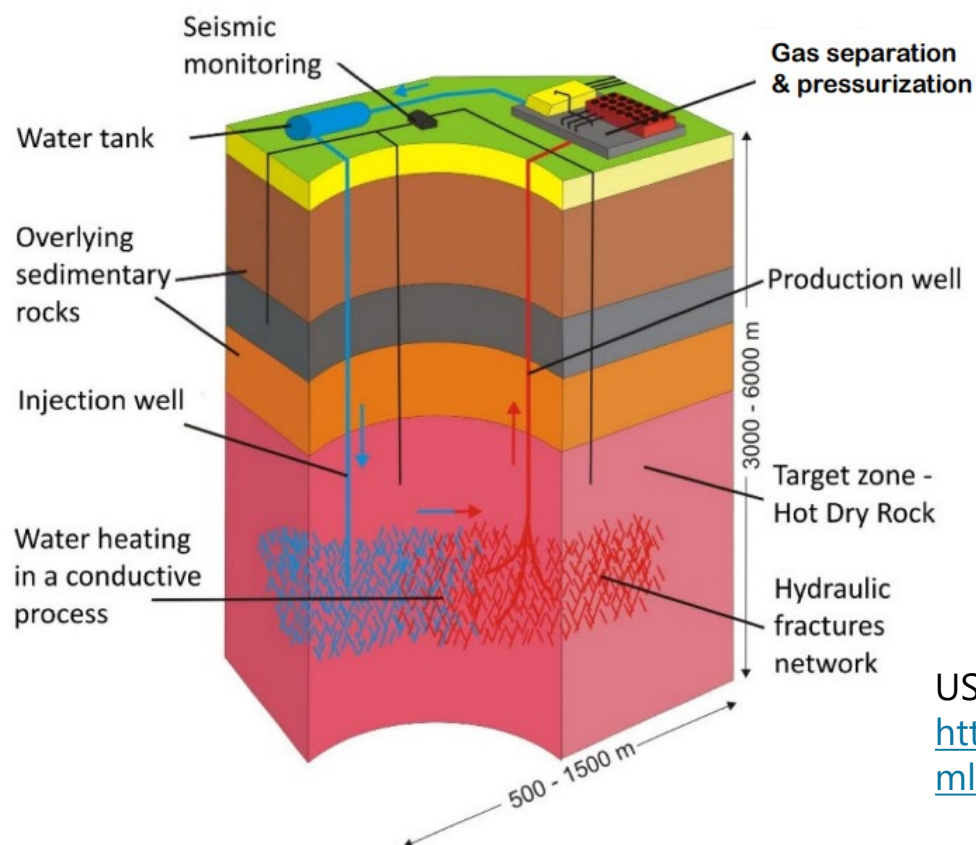
水素放出量

- g. 登別・大湯沼（北海道） 21 ± 5 kg H₂/day (8 ± 2 ton H₂ /yr) (Miyagi et al. 2024)



天然水素とは：人工増進回収（オレンジ水素）

- 最適条件（温度、圧力、岩相、水質等）の模索
- 技術的課題（岩石-水接触コントロール、フラッキング、誘発地震）



基盤技術の研究開発、
国内の評価に向けて
NEDOがフロンティア育成事業
を実施中

USGSプレゼンテーション

https://www.hydrogen.energy.gov/docs/hydrogenprogramlibraries/pdfs/review23/arpa005_ellis_2023_o-pdf.pdf

Contents

1 天然水素とは

2 世界の動き

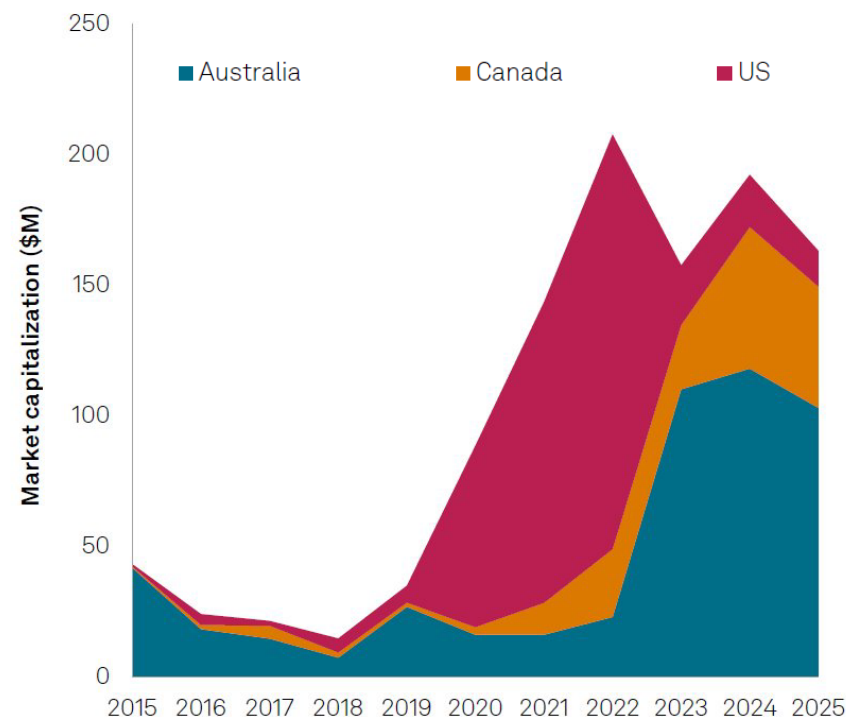
3 国内の動き

4 課題

世界の動き：関心の高まり

- 1987年 マリ・Bourakebougouの水井戸での爆発
(高濃度天然水素の発見)
- 2018年 マリでの発見に係る論文公表 (Prinzhofer et al., 2018)
- 2019年 米国で初の試掘 (Geneva案件)
研究論文数の増加
- 2023年 仏・Lorraineでの観測
豪・Ramsayでの試掘 & 水素検出
米・Nemaha案件で資源量計算
- 2024年 豪・Fortescue Future Industries
Technologies社のHyTerra社への出資
大阪ガス、三菱重工業の米・Koloma社への出資
- 2025年 英・BP、豪・Rio TintoのSnowfox Discoveryへの出資
トヨタ自動車、三菱瓦斯化学、ENEOS Xploraの
豪・Gold Hydrogen社への出資

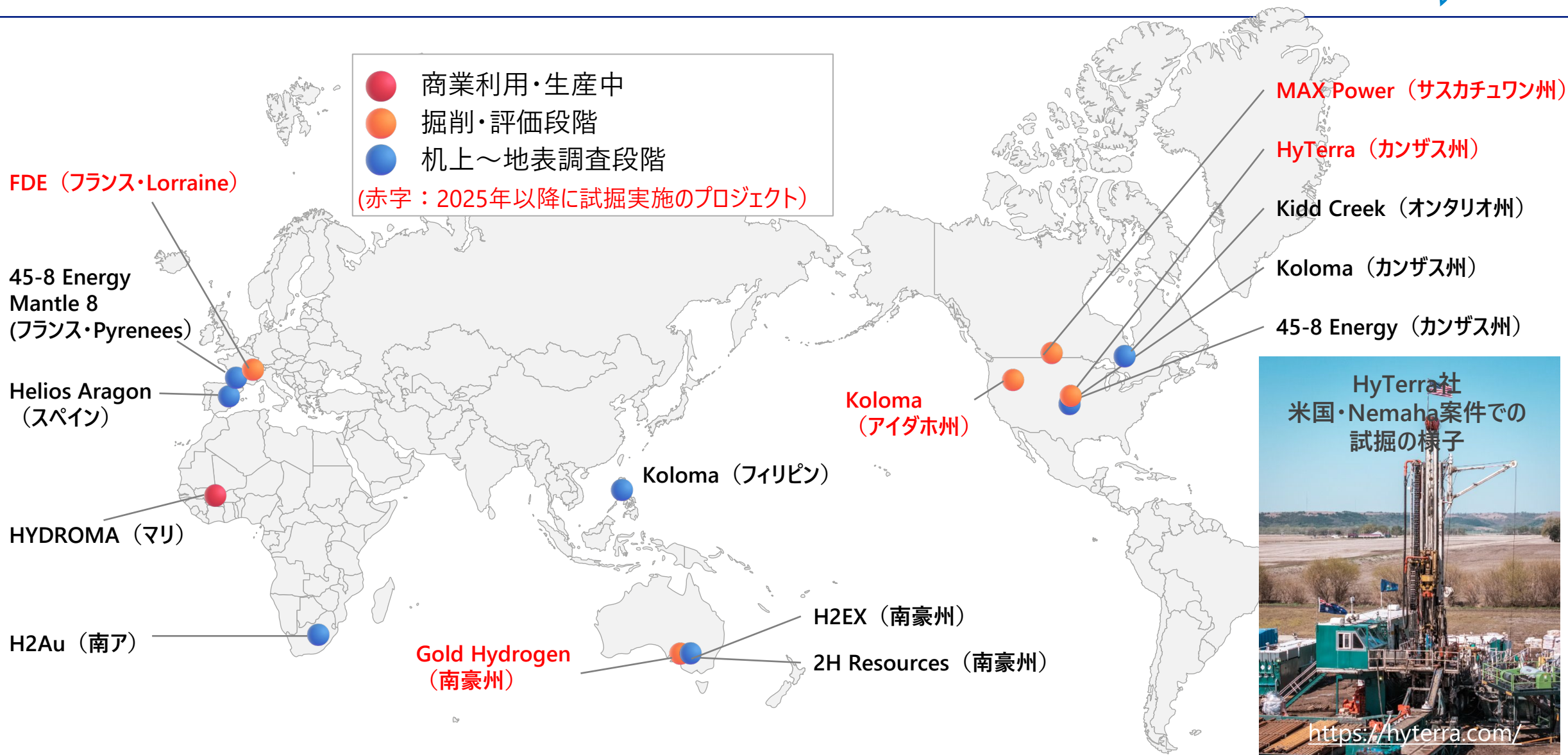
2025年末時点で**100**以上の探鉱案件
(スタートアップ企業)
資金調達に成功
資源メジャーによる投資の開始



S&P Global (2025)を改変

Data compiled Sept. 8, 2025.
Sources: S&P Global Commodity Insights; S&P Global Market Intelligence.

世界の動き：プロジェクト動向（1/2）



世界の動き：プロジェクト動向（2/2）



<i>Block25</i>	<i>Nemaha, Geneva</i>	<i>Ramsay</i>	<i>Monzón</i>	<i>Regalor</i>	<i>Lawson</i>
マリ ブラケブグー	米国 カンザス州・ネブラスカ 州	豪州 SA州	スペイン アラゴン州	フランス ロレーヌ盆地	カナダ サスカチュワン州
98% H ₂ , 1% CH ₄ , 1% N ₂	92% H ₂ , 3% He (Nemaha)	95.8% H ₂ , 17.5% He	H ₂ , He	15% H ₂ , CH ₄	28.6% H ₂ , 8.7% He
- 小規模実証生産（2012～） - これまで25の試掘（生産井1、評価井24）	- 試掘（Geneva, 2019） 6本試掘予定（2025～）（Nemaha）	- 試掘（2023、2025） - 坑井テスト、2D地震探査（2024）	- 試掘予定（2026） 2030年の生産開始 - プラトー期間では年55,000～70,000トンの生産目標	- CBMの研究プロジェクトにおける試掘で水素観測（2023） - 試掘予定（2026）	- 試掘（2026） - 遊離ガスを確認

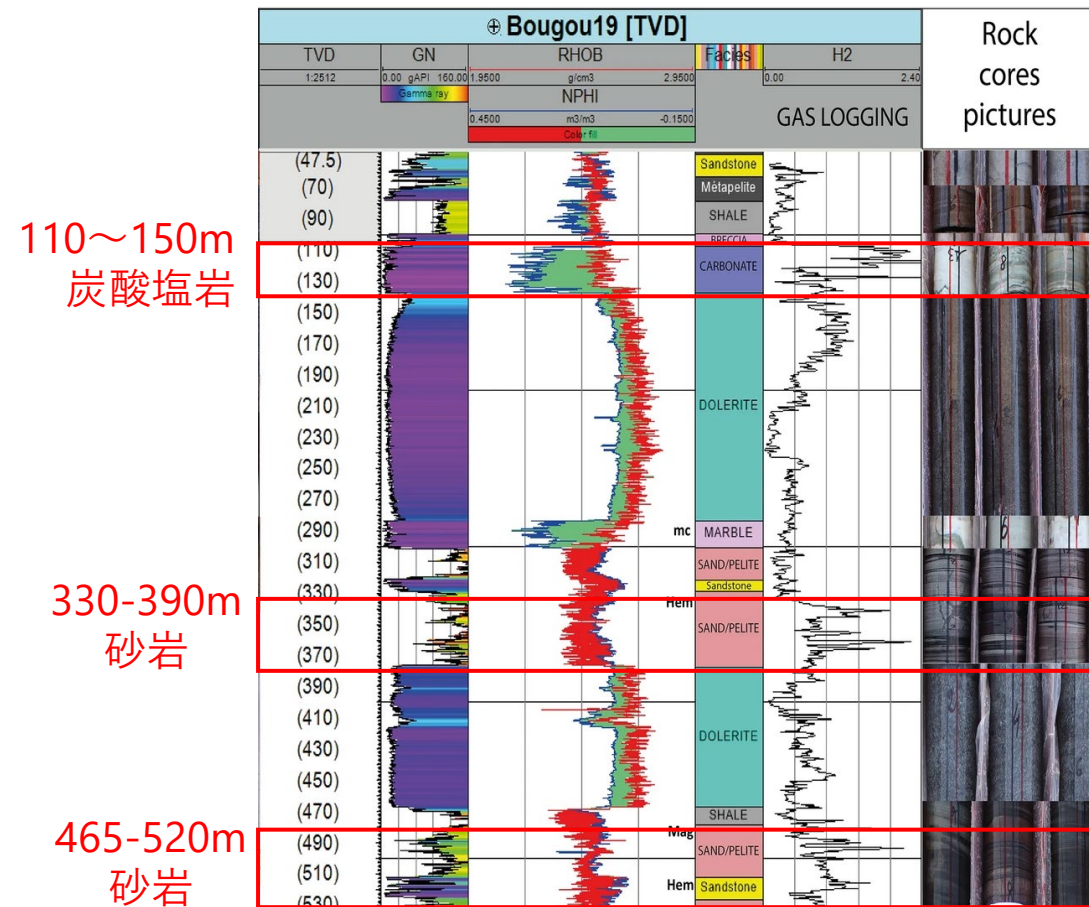
- ヘリウムが随伴することもあり、案件の経済性に寄与（半導体・光ファイバー製造、MRI超電導電磁石冷却用。希少、高価、需要増見込み）

< マリ・Bourakébougou Block25の事例 >

- 水素98%、窒素1%、メタン1%
- 2種の貯留層（炭酸塩岩、砂岩） / シール（ドレイトシル）
- 生産井：1,500m³/日（約50トン/年）
- 生産開始時4.5barsから5.0barsに加圧



← 試錐コアの炭酸塩岩の写真
(BOUGOU-14: 99m)



出典：
HYDROMA社HP <https://hydroma.ca/en/natural-hydrogen/>
Maiga et al. (2023)

■ 公的資金の投入

- 米・DOE傘下のARPA-Eの革新技術補助金プログラム：18プロジェクトに計2400万ドル（生産レートの増進技術、生産技術・貯留層マネジメント、探鉱技術等）（2024年2月～）
- 豪州における開発税制優遇制度
- 豪州QL州の2024-2025予算で天然水素のポテンシャル調査にA\$4M。
- クリーン水素に係る技術開発の促進を目的としたEUの官民イニシアティブであるClean Hydrogen Partnershipが、欧州における資源ポテンシャルやLCA（ライフサイクルアセスメント）、コスト等に係る調査の公募を実施（€200万、2025年1月）

■ 公的機関による調査

- USGS、カナダ国立科学研究所（INRS）、Geoscience Australia、KNOC、フランス地質調査所とBRGMのコンソーシアムなど：広域調査。
- CSIRO（豪州）、IFPEN（フランス）など：探鉱企業との共同調査契約・パートナーシップ
- 国際エネルギー機関（IEA）：Global Hydrogen Review 2023、2024、2025において天然水素に言及。

Contents

1 天然水素とは

2 世界の動き

3 国内の動き

4 課題

国内の動き：産官学の関心の高まり（1/2）

■ 本邦企業による海外探鉱企業への出資

- 大阪ガス、三菱重工業の米・Koloma社への出資（2024年10月）
- MOL Switch社もKoloma社及びその豪州子会社に投資（2025年2月）
- トヨタ自動車、三菱瓦斯化学、ENEOS Xploraの豪・Gold Hydrogen社への出資（計AU\$14.5M、2025年7月）
- 千代田化工が米・Geokiln Energy Innovation Inc.と覚書を締結（2025年12月）

■ 民間主導の天然水素勉強会（2023年～）

■ 国内初の天然水素に係る産官学参加のワークショップを開催（2025年2月/10月）：JOGMEC、NEDO、石油技術協会

- 米・USGS、ARPA-E（DOE傘下のFunding Agency、天然水素研究開発18プロジェクトに計\$24M）
- 国内主要研究者（北大、東北大、東大、九大、産総研） 等



天然水素ワークショップ@東京大学
（2025年2月）

国内の動き：産官学の関心の高まり（2/2）

■ JOGMEC「天然水素に係る動向調査」実施（2025年）

- 海外動向調査
- 探査、開発・生産技術動向調査
- 国内評価に向けた机上検討 等

■ NEDO「フロンティア育成プログラム」実施

- 天然水素の生成増進・回収実現に向けた研究開発 プロジェクト 5 件採択（2025年）
- 天然水素の生成増進・回収実現に向けた研究開発（①有望地選定、②基盤技術） 採択審査中（2026年）

■ 第7次エネルギー基本計画（2025年2月）

- 「カーボンニュートラル実現に向けたイノベーション」「次世代エネルギー」として言及

“「製造」については、高効率・高耐久・低コストな水電解技術、メタンの直接熱分解（ターコイズ水素）や高温ガス炉等の高温熱源を活用した水素製造技術、**天然水素**、水素生産船、光触媒を活用した水素製造技術、革新的アンモニア合成技術、合成燃料の製造技術、革新的メタネーション技術の開発に取り組む。”

Contents

1 天然水素とは

2 世界の動き

3 国内の動き

4 課題

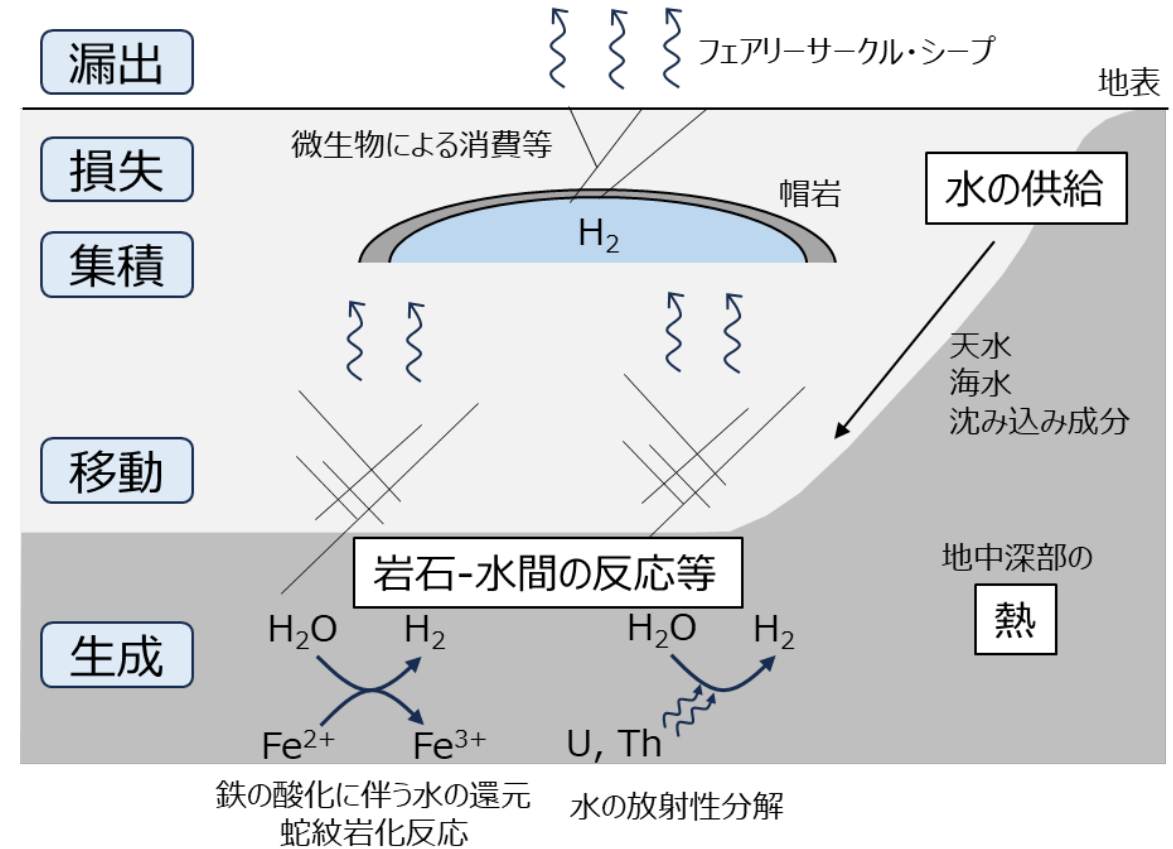
課題：「水素システム」の解明

- **生成** 生成プロセス、生成レート、深度
- **移動** 移動メカニズム、フィッシャートロプシュ反応、他のガスとの混合、ガス相vs溶存相、岩石内の移動（拡散）、ロス
- **貯留** 貯留岩の性質（岩相、多孔質、フラクチャ）、深度
- **トラップ・シール** 小さい水素を保持する能力、水の役割、岩石種、構造、深度
- **漏出・損失** フラックス量、生物による消費

「水素システム」の全容が不明

⇒資源量の算定（経済性の把握）

⇒ボトムアップ的アプローチの探査



課題：商業的な実行可能性（コスト要因）ほか

■ 上流（開発・生産）

- 埋蔵量、生産規模
- 水素濃度・ガス組成（随伴ガス、不純物）
- 坑井圧力、地質条件（保持、貯留層の性質）
- 掘削深度、坑井設計（形状、坑井数等）
- 分離・精製インフラ（用途に適したプロセス）
- 土地、権利、規制

■ 中流

- 輸送コスト（距離、既存パイプラインの有無、海上輸送）

■ 下流

- オフテイク（マーケット）

■ 環境面の課題

- 大気への水素・随伴ガスの漏出
- 随伴水の処理
- 水素の温室効果
- 地下水汚染
- 微生物システムへの影響

メタンと異なる水素特有の課題
工業生産される水素と共通の課題

- 低コストなクリーンエネルギー資源、国産の一次エネルギーとして期待。
- スタートアップ企業を中心に、北米、豪州、欧州など、多国で探鉱が活発化(100案件以上)。
- 公的資金の投入、メジャーの投資も始まる。
- 乏しい実例：小規模商用生産（約50トン/年）の他は「観測」「坑井テスト」のみ。
- 未だ「水素システム」の解明の入り口。「黎明期」。
- 比較的早い生成速度（蛇紋岩化反応）を利用した人工増進 (Stimulated Hydrogen、Orange Hydrogen)
- 産学官協働により研究からビジネスへ最短距離で。
- 石油天然ガス、金属鉱物資源、地熱分野で培った既存技術の適用、応用（探査、開発）できる領域として注目。



長野県白馬村 唐松岳のすそ野にある八方池