



ENEOS Xplora

NEDO/JOGMEC共催 「天然水素ワークショップ」

「日本の天然水素ポテンシャル評価と人工増進技術の研究開発」

ENEOS Xplora株式会社

低炭素ソリューション開発部(LCSV)
村上浩康

2025年10月28日

ENEOS Xplora Inc.



ENEOS Xplora社のミッションとビジョン

Confidential

「私たちの地球の恵みが、次世代の希望になる瞬間に向けて—地下技術が未来を変える—」



“地下に眠る水素の可能性”

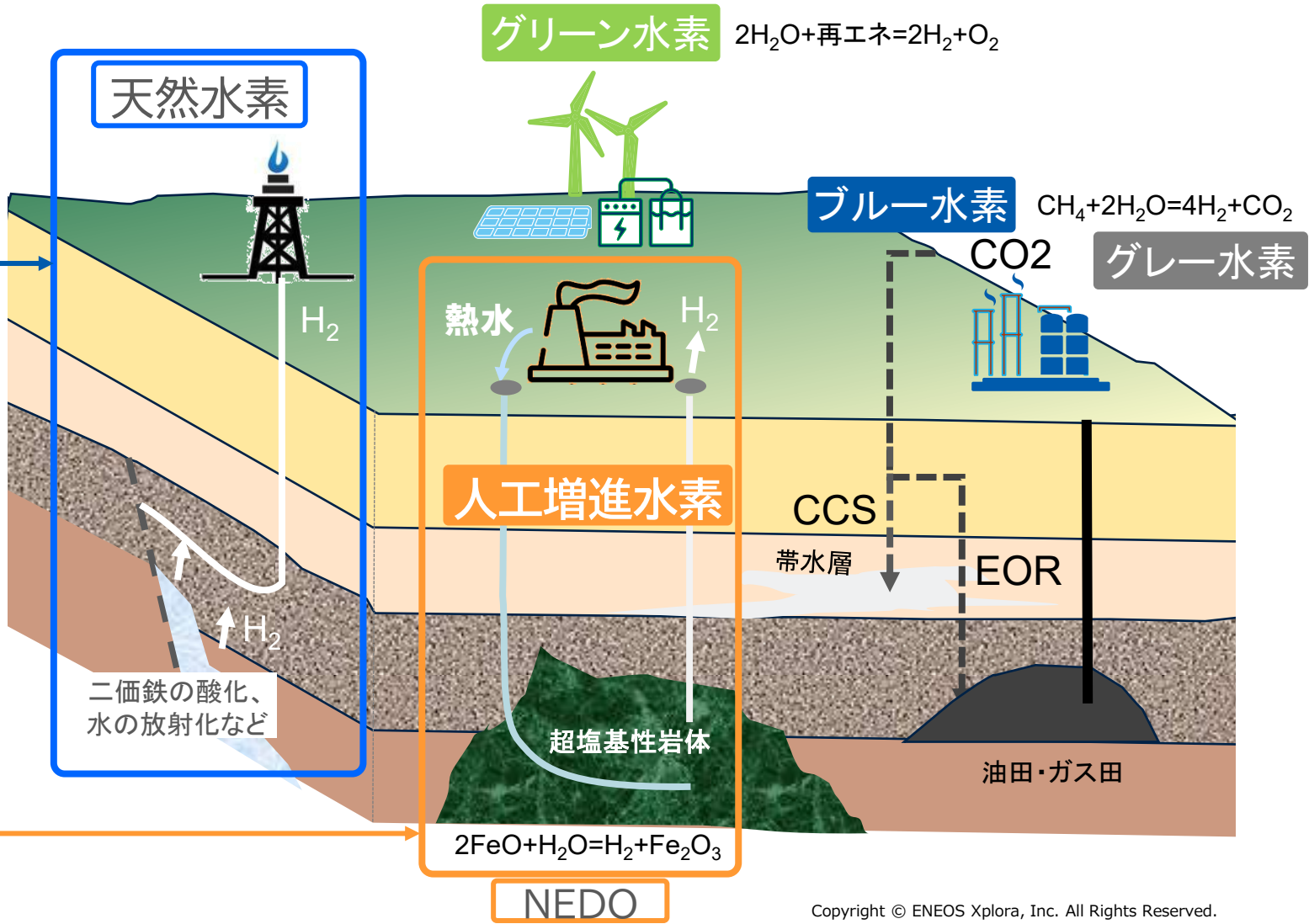
採掘や人工合成による天然水素の生産は、地下や鉱物化学反応を活用する新しいアプローチ

➡ (多大なエネルギーを要し、炭素強度やコストも課題の)ブルーやグリーン水素製造とは異なる

当社が対象としている天然水素の生産技術

天然水素の採掘
地下資源として、蛇紋岩化反応などによる天然水素を探索・開発

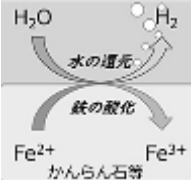
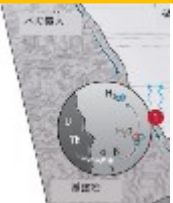
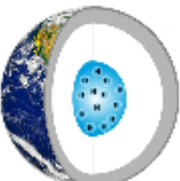
人工合成による水素製造
・高効率で地熱資源を活用する人工増進技術の開発
・水と岩石の反応条件(温度、圧力、化学特性)の最適化



天然水素の生成メカニズム

現状は人工増進水素の原料特性や反応条件を調査する段階で、そのポテンシャルを技術的に立証していくフェーズ

- 天然水素は自然界に存在する水素ガスで、鉱物化学反応などにより継続的に生成される“再生可能な”エネルギー資源
- ブルー・グリーン水素と異なり、地中から採掘するため、生産でのエネルギー消費や温暖化ガス排出が少ない点が特長

水素形成プロセス	プロセスイメージ	本研究開発の対象	形成プロセスの内容	年間生成量推定値
蛇紋岩化反応 (Serpentinization) 人工増進のターゲット	 鉄の酸化反応 $2\text{FeO} + \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2$ (200~300°Cで反応促進)	本研究開発の対象	・かんらん石が地下水と反応し、蛇紋石とともに水素を生成。 (比較的高速で、再生可能な水素生成プロセスとされる)	200万t-H ₂ /年 ~ 190万t-H ₂ /年
自然放射能による 水の放射性分解 (Radiolysis)	 U, Th, K		・U, Thを含む岩石からの放射線が水を分解し水素を生成 (数十億年前の岩石ほど水素生成ポテンシャル高い) ・水素と共にヘリウムも産するケースもある。	9.4万t-H ₂ /年 -
火山ガス (Magmatic degassing)			・高温反応による火山起源水素生成 (2 H ₂ O + CH ₄ → 4 H ₂ + CO ₂ は約1200°Cで右方にシフト)	1万t-H ₂ /年 ~ 20万t-H ₂ /年
地球深部からの排出 (コア、下部マントル) (deeper mantle-derived)			・地球深部のコアやマントルからの水素供給 (未知のポテンシャル)	(報告値なし)

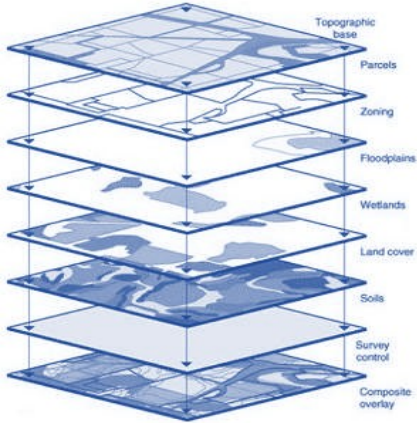
米国の地質調査所は、2100年以降の水素生産量の少なくとも50%を天然水素が満たす確率が98%以上となる可能性を報告

上段: Klein et al., 2020
下段: Truche et al., 2020

人工増進水素

NEDO委託事業（フロンティア育成事業 補助率100%）

机上調査により、人工的な水素生成※に適した、①有望地域発掘と②反応条件の特定を目指す

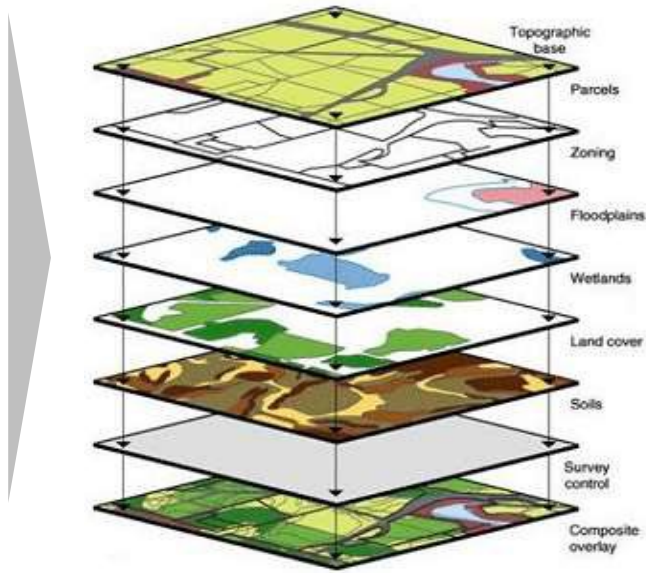
調査項目	調査内容・方法	成果物
①天然水素資源の 有望地域発掘	 地質・地球物理データの収集 産総研などのオープンデータ活用 データ解析 岩石化学組成、地温等を分析 地域選定と評価(GISの活用) デジタル地図を使って、調査する地域の特性を評価 資源探査に精通した国内資源系コンサルと連携	人工合成による水素製造 ポテンシャルの高い 地域を特定(複数)
②反応条件の特定	 文献調査等による情報収集 学術論文や専門家ヒアリング 増進技術の利用可能性検討 アカデミアや公的機関との意見交換 や、政策提言案も検討 欧米でのワークショップ参加	複数地域の人工増進技術の 適用可能性の評価 と 反応条件の知見整理

日本の地質環境を活かした天然水素資源ポテンシャル評価技術の開発

項目	Scope of work	目標
地質情報収集	- 地質・地球物理データの収集とGIS統合	地質構造を詳細に解析し、有望候補地域の特定
衛星画像解析	- 高解像度衛星画像を用いて目標地点の特定	フェアリーサークルや鉱物特異点を5ヶ所以上特定
候補地域選定	- 地理情報システムによる地域の選定と評価	天然水素生成ポテンシャルの高い5地域を特定
最終評価と報告	- 開発可能性のランク付け	3地域の優先探査地域を特定(非公開の想定)

➡GISによるデータコンパイルでは、信頼性のあるソースから最新かつ高品質のデータを入手(以下のリストを参照)

作業項目	コンパイル内容
地形図	DEMデータなど
温泉水データ	pH、溶存成分
深部流体データ	温度、成分など
断層ガス	水素、CO2データ
地質図など	超塩基性岩や蛇紋岩分布
地温勾配	地下100～200℃帯検証
ブーゲー異常図	(カンラン石含む岩体)
地球物理DB	重力グリッドデータ、航空磁気異常図
自然公園DB	探査・開発可能性検証
土地利用状況	探査・開発可能性検証
衛星画像(センサー)	比演算解析(地表鉱物、フェアリーサークル)



- 有望候補地域の地質、岩石の鉱物組成等を解析し、水素生成ポテンシャルを評価
- 有効データと仮定に基づき、解析ソフトウェアを用いることができれば、地下の熱流動や流体の動きをシミュレーションし、資源の回収可能性を検討

蛇紋岩化反応を利用した天然水素生成のための理想的な反応環境条件の特定

項目	Scope of work	目標
情報収集	-重要因子抽出と反応条件最適化、最新知見と理論を統合	人工増進、環境と社会的側面を、面談・文献調査で知見整理
技術利用可能性	- 地熱資源を前提とした人工増進技術の適用可否評価	5地域以上での評価と3地域以上での技術の最適化
政策提言と協力	- 政策提言案の策定や地産地消型サプライチェーン提言	5つ以上の政策提言案策定、複数のモデルケース想定

➡先端学術領域ヒアリング: 国内外の調査研究機関や天然水素探査を進める企業等へのインタビューを実施

項目	情報収集の内容	想定ヒアリング候補
(1)地質学的条件	・超塩基性岩や蛇紋岩、玄武岩等の分布と特性 ・カンラン石の量比、蛇紋岩化の度合い(鉱物変質や全岩分析の灼熱減量値)の評価など ・地熱と水素生成など、地質評価に基づく増進モデルの実現可能性 ・地質構造: 基盤岩の頂部の分布、堆積岩の層厚、断層や割れ目(変形組織の有無)などの蛇紋岩化反応に影響する因子	▪ MIT ▪ EPRI ▪ JOGMEC ▪ 東京大学 など ▪ 欧米企業(複数) ▪ 産総研
(2)人工増進技術 (化学・物理プロセス)	反応条件: 温度、圧力、pH、流体の化学組成が水素生成に与える影響の抽出 基礎鉱物の溶解、二次鉱物の沈殿、およびそれに伴う浸透率・空隙率の変化 触媒の利用: 化学反応の速度を上げる触媒の有効性 水注入技術: 効率的供給法(例: フラクチャリング)による反応促進	▪ 欧米企業(複数) ▪ 調査会社 ▪ 北海道大学 など ▪ テキサス大学等のARPA-E参画機関
(3)環境と社会的側面	・環境影響評価: 地元生態系、地下水系への影響 ・社会的受容性: 地元コミュニティや規制当局の承認	▪ EPRI ▪ JOGMEC