



第20回 原子力機構報告会



ゼロ・カーボンへの道を拓く 高温ガス炉

令和7年10月22日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
高温ガス炉プロジェクト推進室

青木 健

高温ガス炉は、**優れた安全性**を有し、電気、水素、熱の供給による
多目的利用が可能な、クリーンな次世代の原子炉

安全性

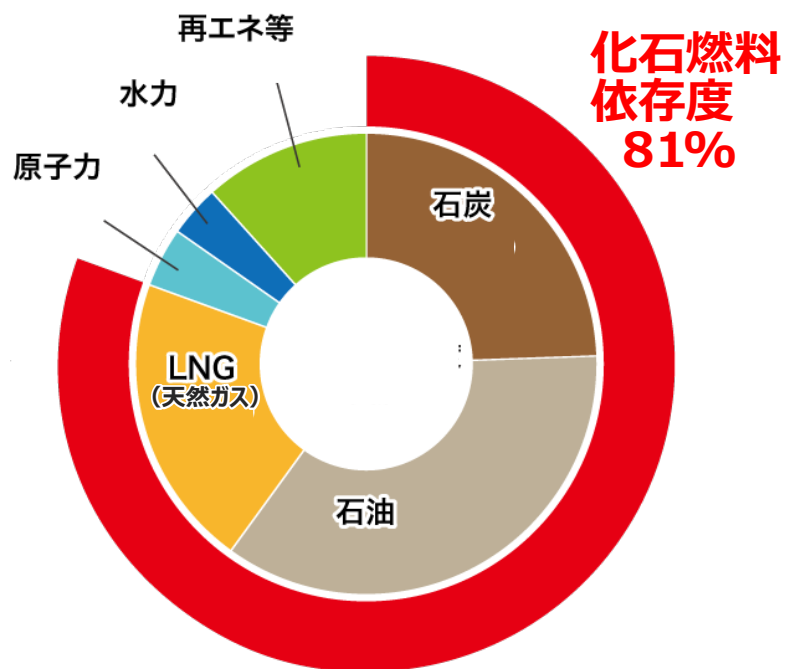
電源を失い、冷却材が喪失した場合でも、**炉心溶融、可燃性ガスの爆発を起こすことがない**

多目的利用

900°C以上の**高温熱**を供給でき、発電、**水素製造**、高温熱供給、地域暖房、海水淡水化などに利用可能

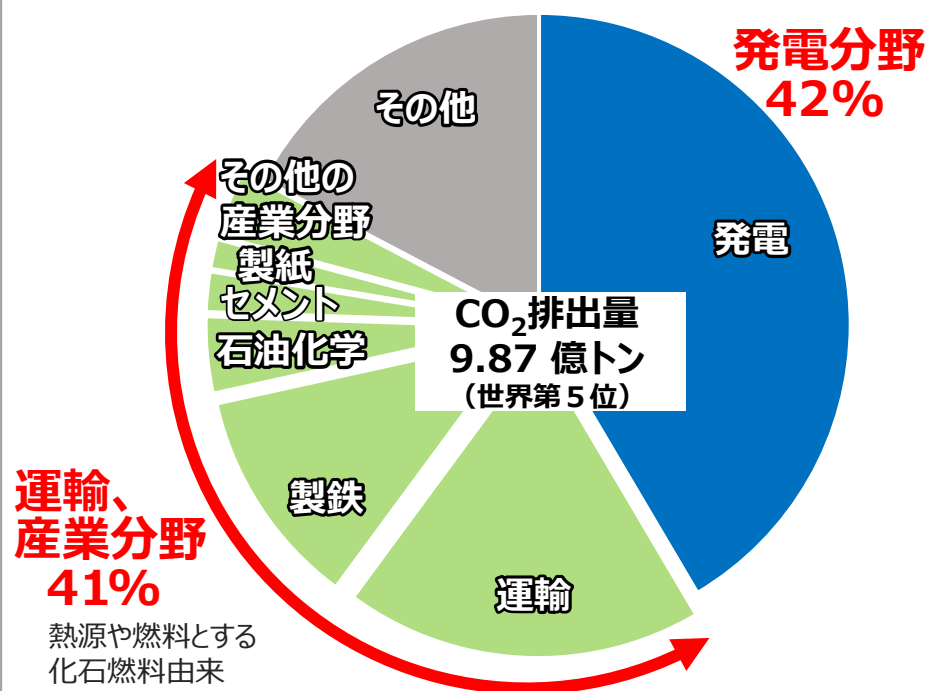
- 地球温暖化の要因となる温室効果ガスを排出する化石燃料に過度に依存
- 二酸化炭素 (CO₂) 排出量は、発電分野並びに運輸及び産業分野がそれぞれ 4 割を占める

我が国の 1 次エネルギー供給構成 (2023)



<https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2024/02.html>, accessed 2025.9.29

我が国のCO₂排出量内訳 (2023)



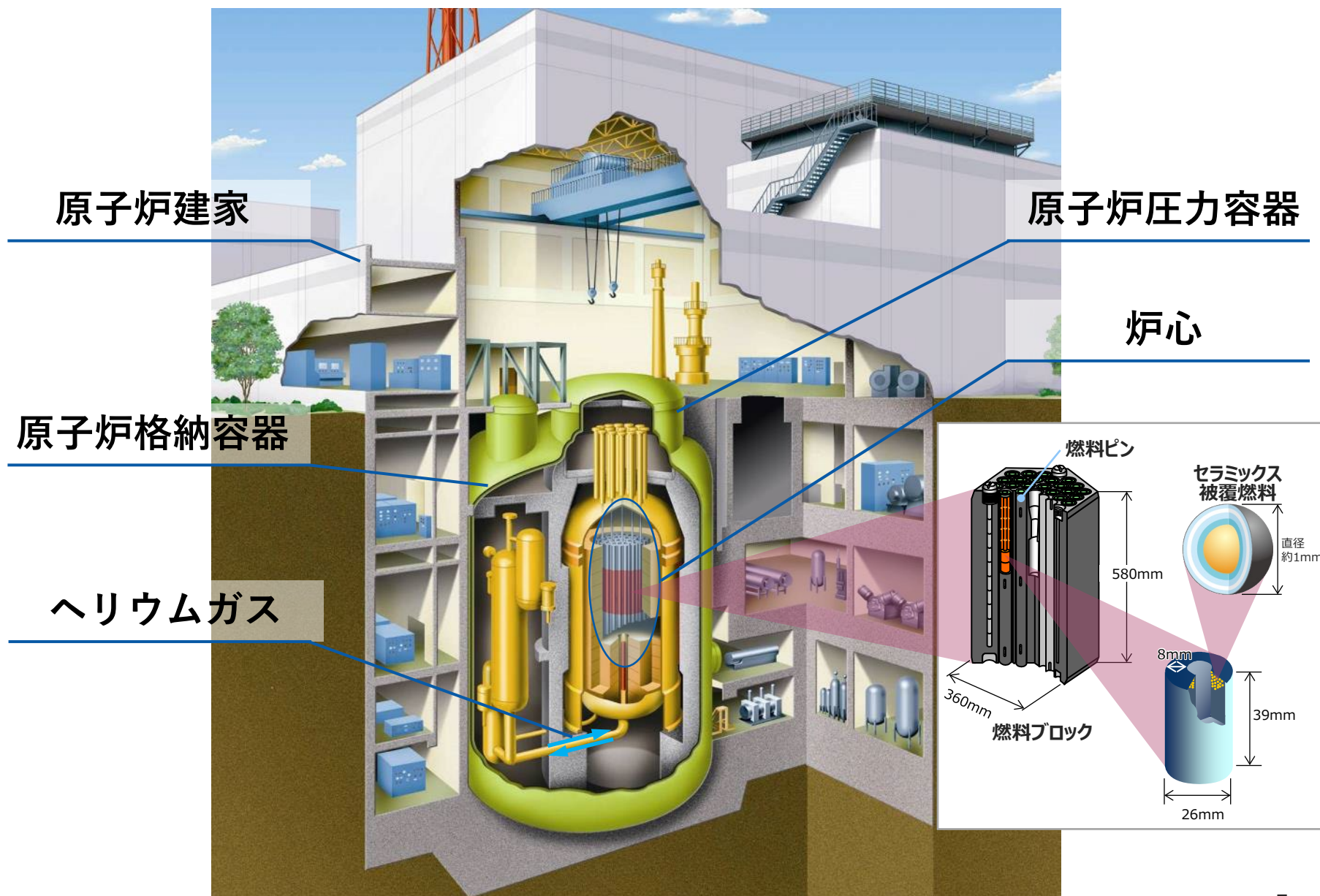
<https://cger.nies.go.jp/publications/report/i175/>, accessed 2025.9.29

高温ガス炉が拓くゼロ・カーボン社会

- 次世代の原子炉である高温ガス炉は、**900℃以上の高温熱**※を利用して、製鉄所や化学プラント、産業施設などに**電気**、**水素**、**熱**を供給可能
- 化石燃料に依存する発電、運輸及び産業分野のゼロ・カーボンの実現に貢献

※温度：【軽水炉】～300℃、【高速炉】～500℃

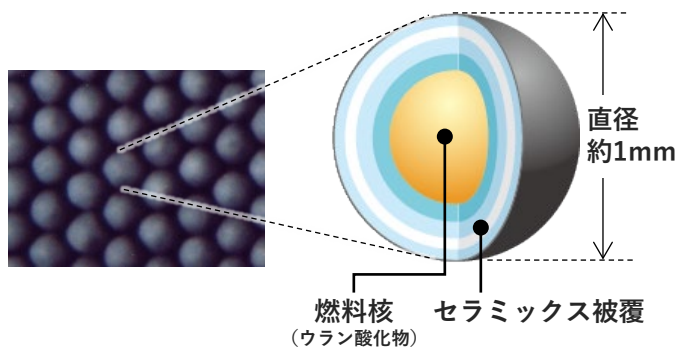




燃料

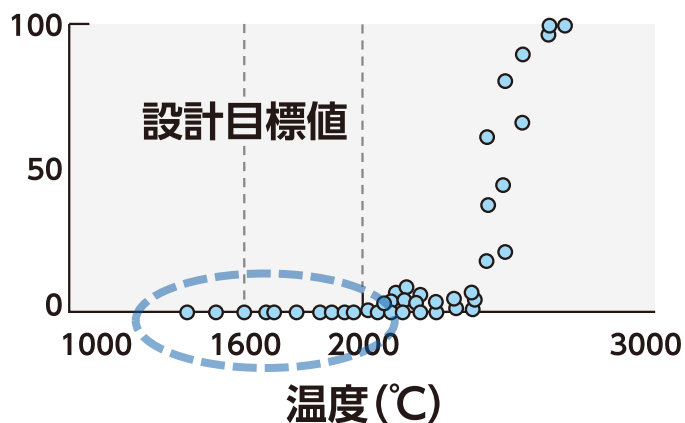
2000℃でも、放射性物質の高い
閉じ込め性能を実現

➡ セラミックス被覆燃料



燃料を加熱する実験

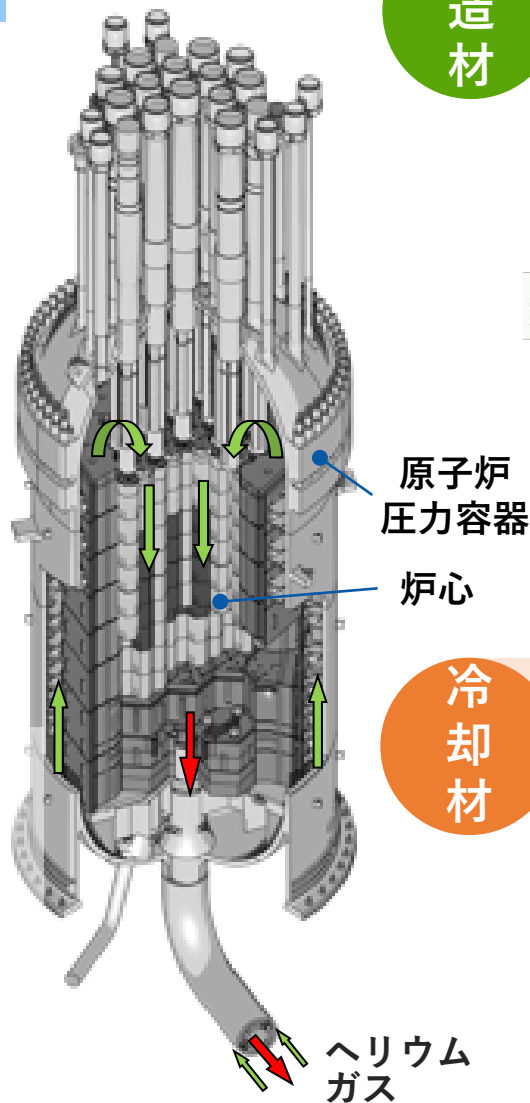
被覆の破損度合(%)



構造材

2500℃もの高温に耐え、熱を
伝える性質（熱伝導）に優れる

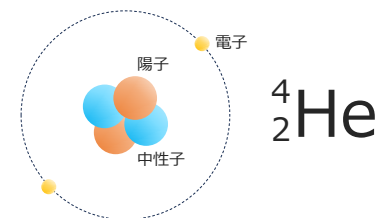
➡ 黒鉛

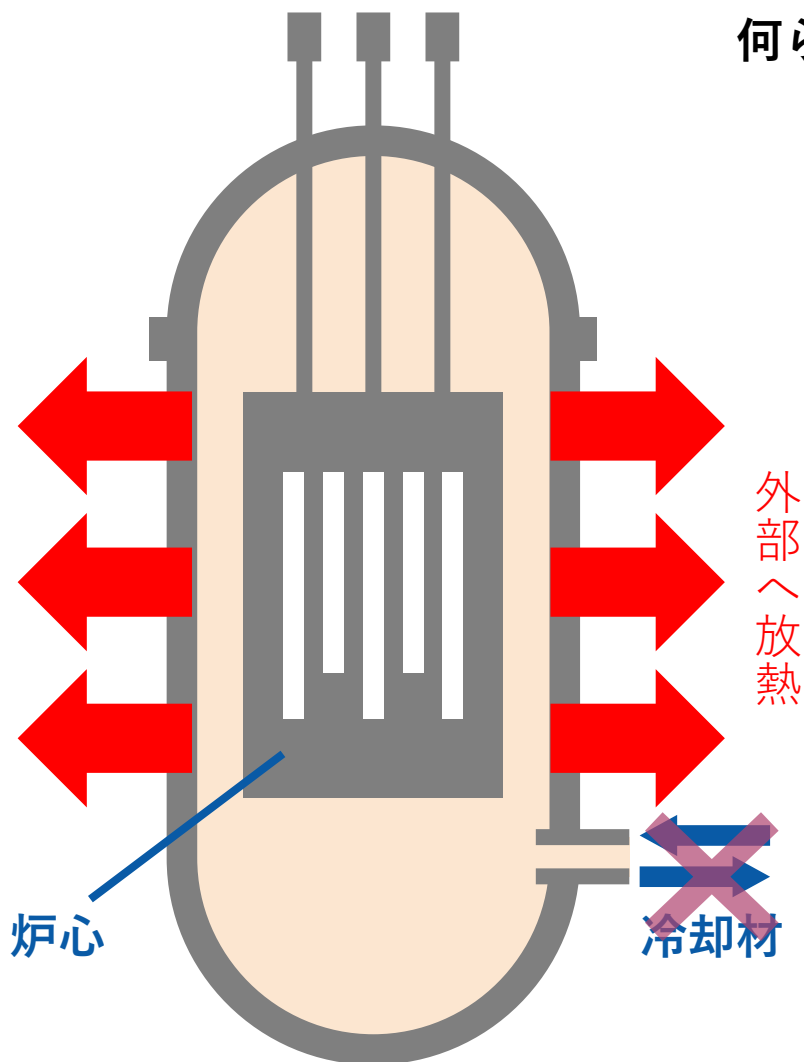


冷却材

事故時に冷却材と燃料や構造材
が化学反応を起こすことがない

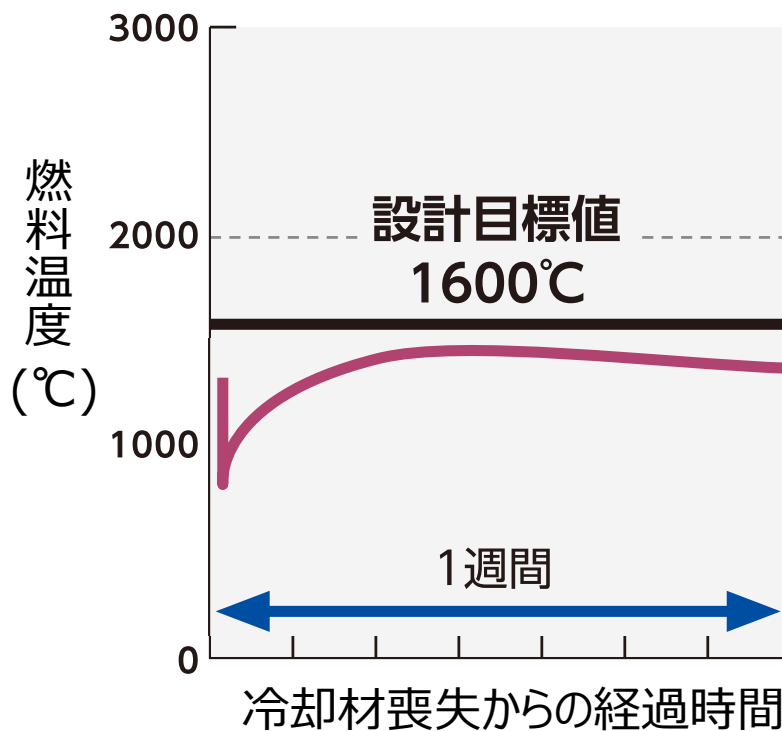
➡ ヘリウムガス





何らかの原因で冷却材の流れが止まった場合

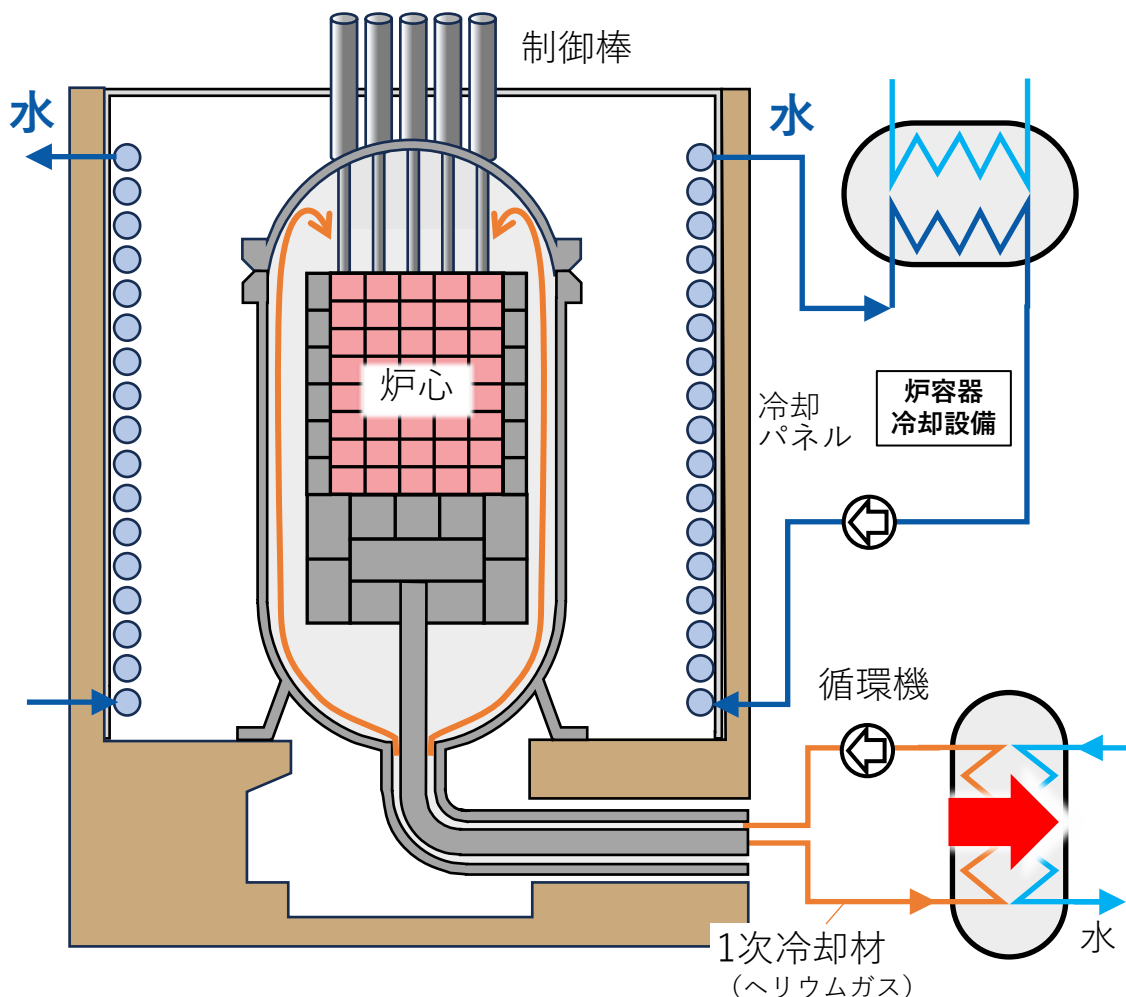
- 炉心で発生した熱が自然に炉心外部へ伝わり、炉心の温度上昇を抑制
- 被覆が破損しないため、放射性物質を燃料内に閉じ込めることが可能



高温ガス炉は、電源や冷却材が喪失しても、炉心溶融を起こさない設計が成立

H T T Rによる安全性実証試験（概要）

- 2010年以降、3度に渡って、H T T R（高温工学試験研究炉）を用いた安全性実証試験を行い、**高温ガス炉の優れた安全性を確認**
- **2024年、世界で初めて、安全性実証試験（原子炉出力100%）に成功**



経済協力開発機構（OECD）

／原子力機関（NEA）プロジェクト



日本



米国



仏国



独国



韓国



チェコ

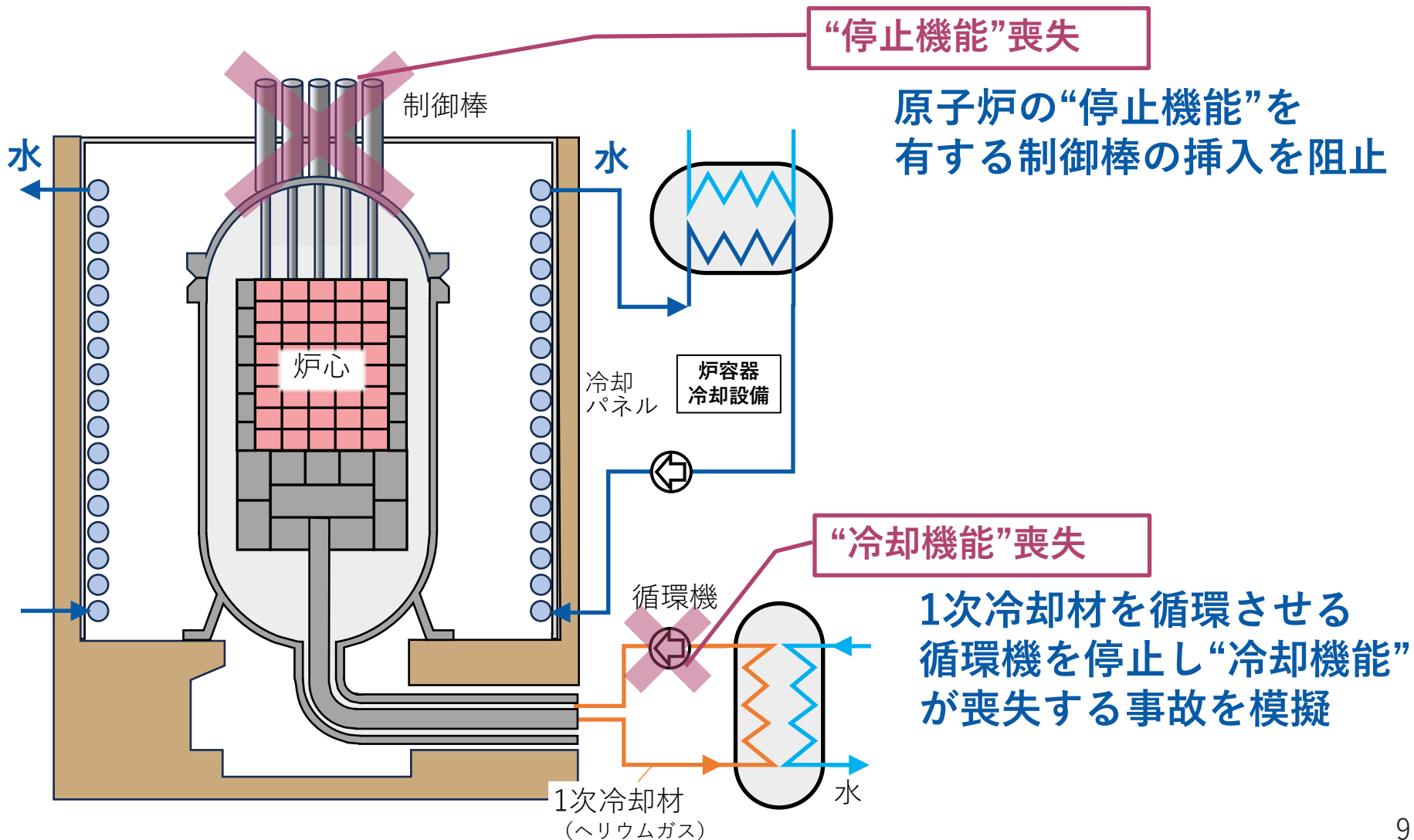


ハンガリー



試験開始直前まで、炉心で発生した熱は、主に循環機によって循環する1次冷却材が除去

H T T R による安全性実証試験（試験条件）



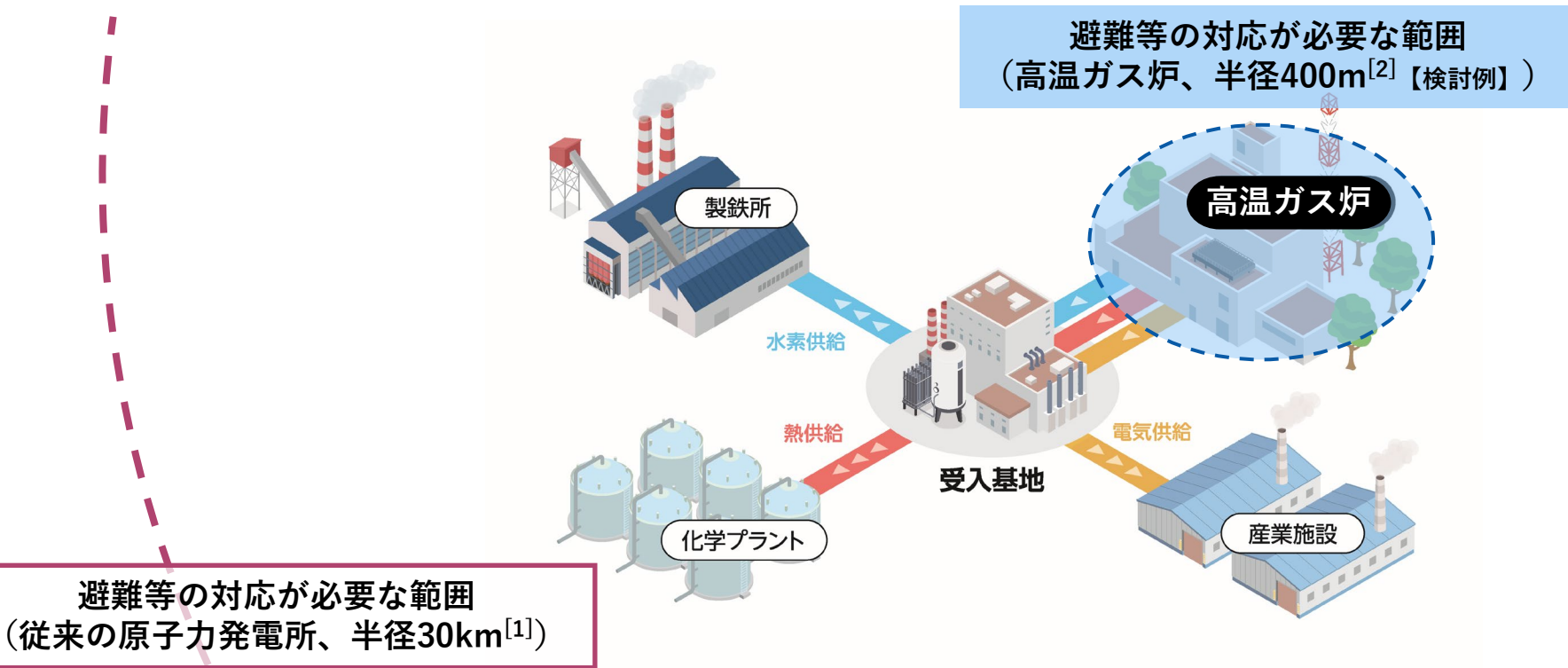
炉心流量喪失試験

この後も、試験を継続し、**原子炉の出力は低い状態に維持**されることを確認

制御棒挿入なし、強制冷却が喪失した状態において、
原理的に**炉心溶融が起きない**という高温ガス炉の**安全性の実証に成功**

従来の原子力発電所と同様に、高温ガス炉を需要地から遠隔に立地すると、水素及び熱の輸送時のコスト及びエネルギーの無駄が大きくなる

高温ガス炉は、その優れた安全性を踏まえ、需要地からの近接立地を目指すことで、輸送時のコスト及びエネルギーの無駄を最小限に抑えることが可能

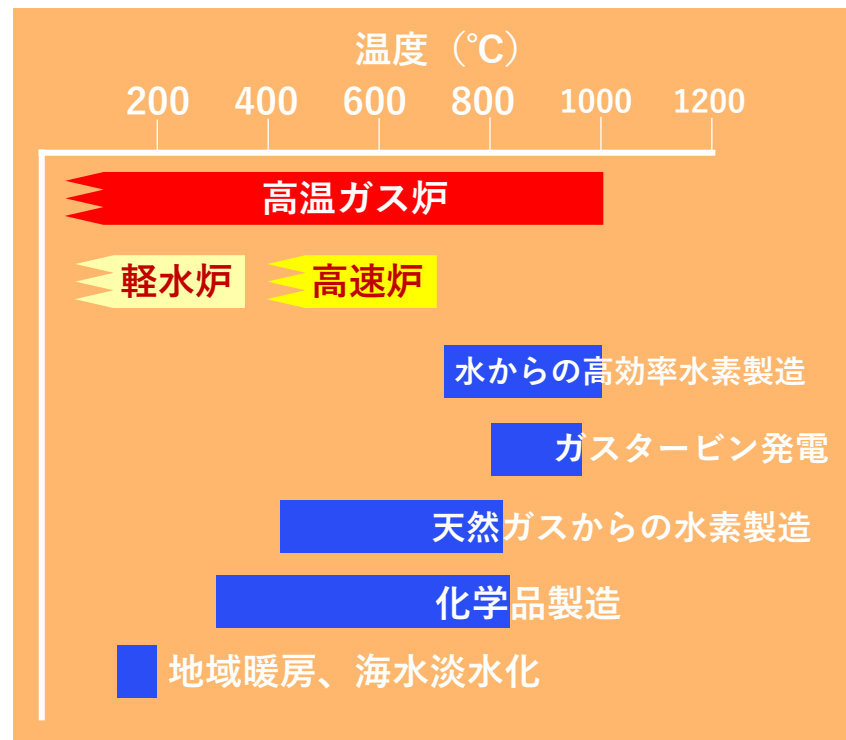
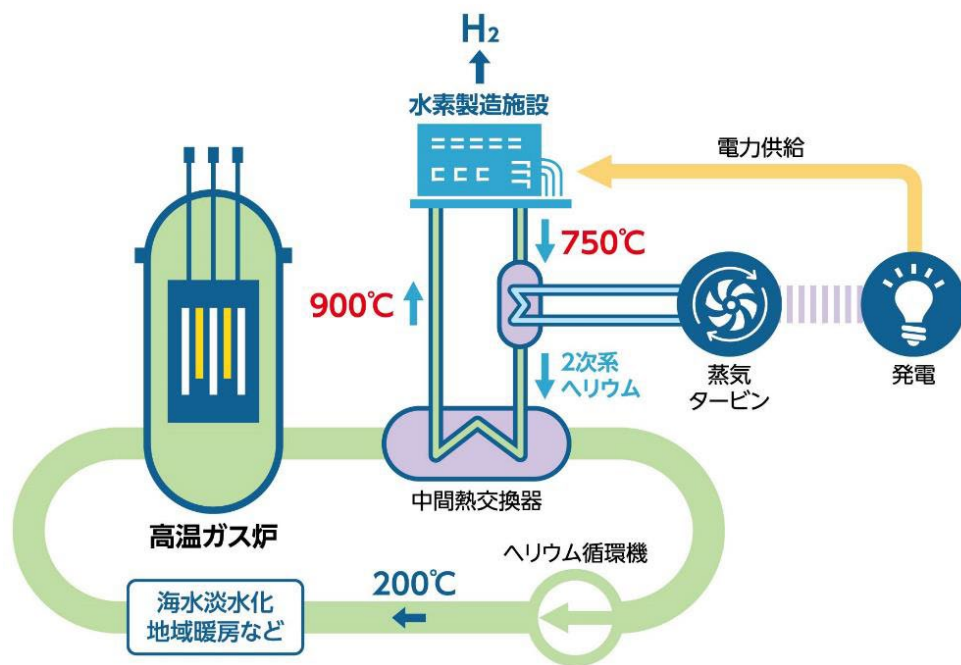


[1] 原子力規制委員会, 原子力災害対策指針, 2024

[2] X-energy, X-energy's Xe-100 Reactor Design Status, National Academy of Sciences, May 26, 2021

高温ガス炉は、従来の原子炉より高温の熱（900℃以上）を供給でき、発電以外にも
水素製造、高温熱供給、地域暖房、海水淡水化等の幅広い目的で利用可能

運輸や製鉄部門のゼロ・カーボンを促進



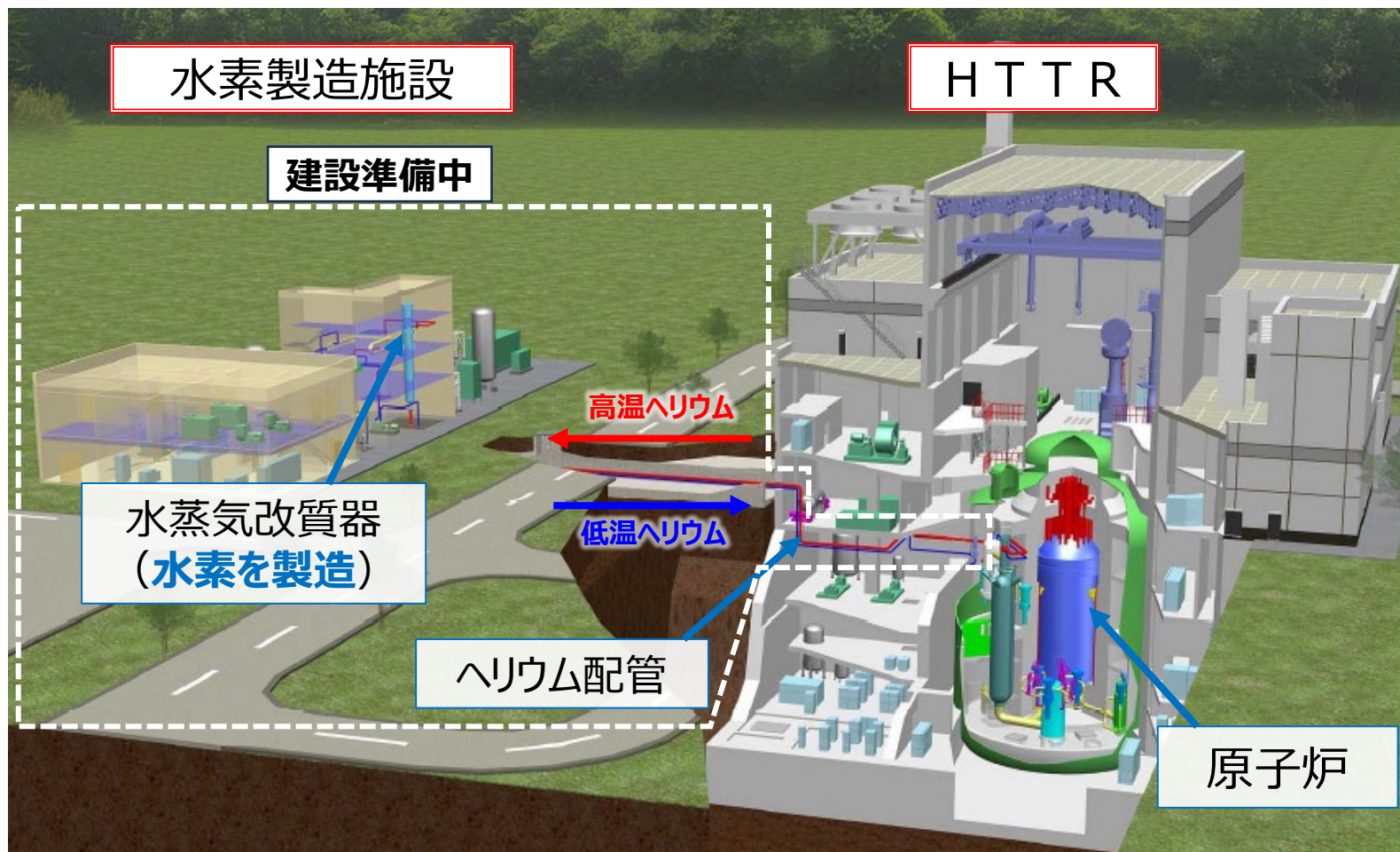
クリーンかつ多様なエネルギー供給により、
様々な分野におけるCO₂排出量を大幅に削減可能

世界初、原子炉の熱を直接利用した水素製造

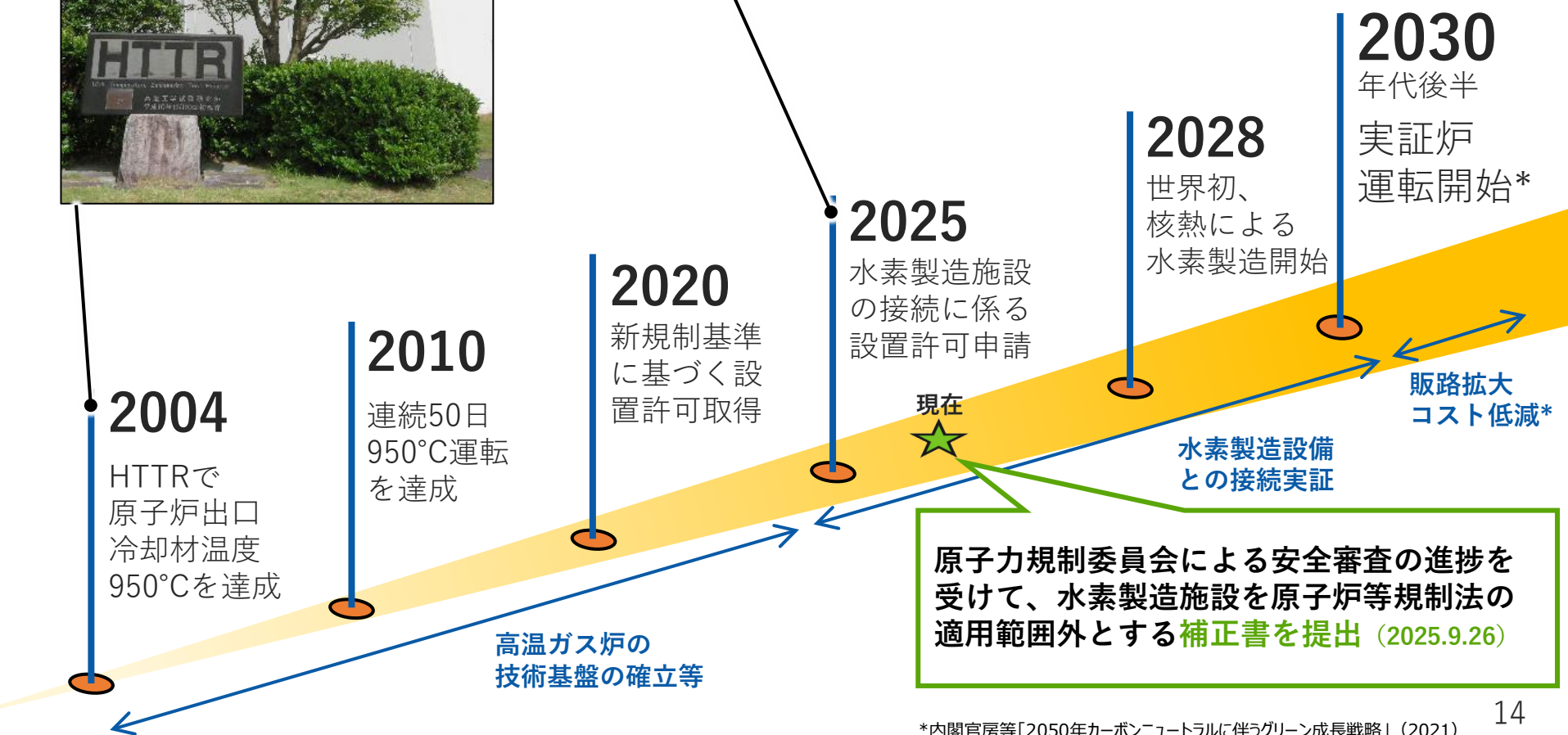
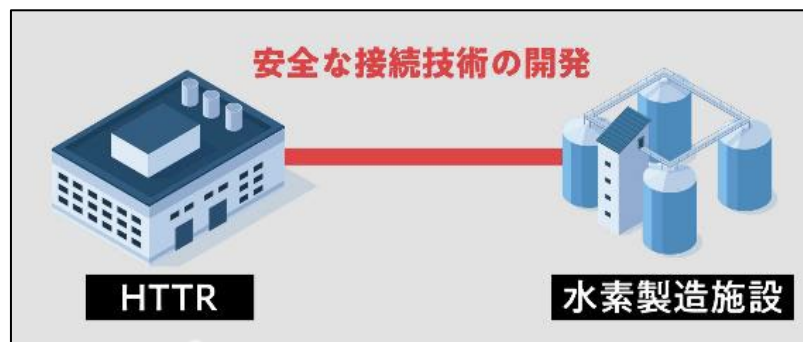
原子炉の熱を直接利用した水素製造は、世界で前例がない

世界初、原子炉出口
冷却材温度950℃達成

H T T Rを活用して、高温ガス炉と一般産業施設である水素製造施設を安全に接続し、原子炉の熱を直接利用して、水素を製造する技術を実証する



高温ガス炉の社会実装に向けて





私たちは、高温ガス炉の研究開発を推進し、
ゼロ・カーボン社会の実現に貢献します