



# 高温ガス炉プロジェクトの進捗

2024.9.10

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**

**(1) 国内の高温ガス炉開発**

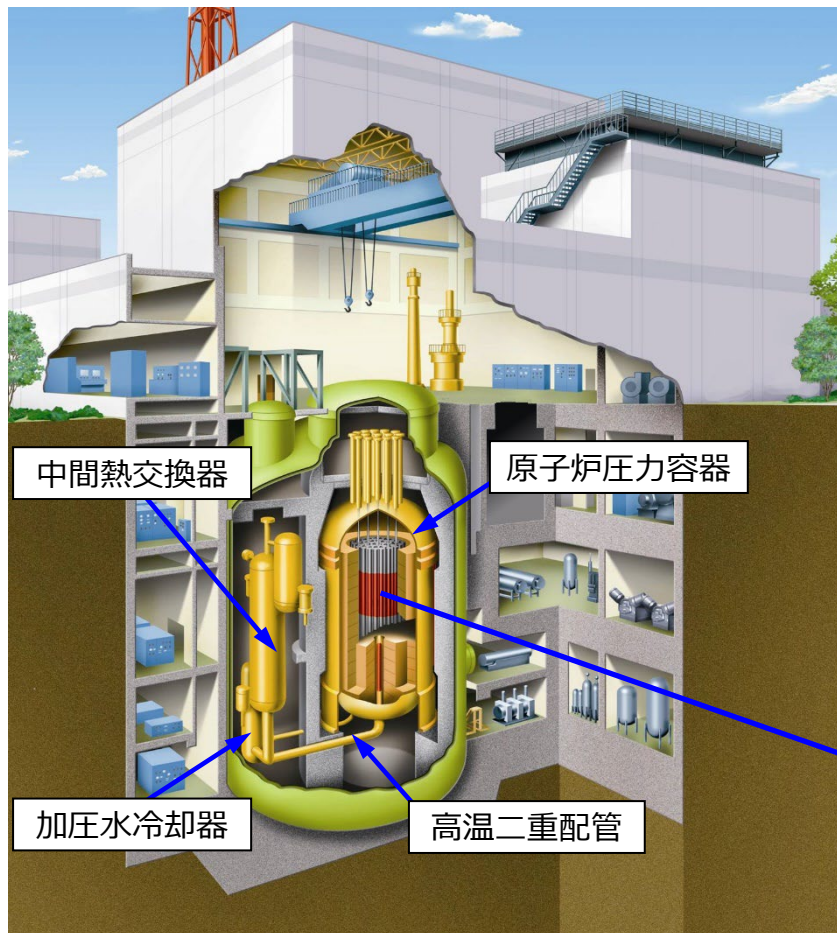
**(2) 国外の高温ガス炉開発**

**(3) 広報活動**

## **( 1 ) 国内の高温ガス炉開発**

# HTTRの概要

## 高温工学試験研究炉（HTTR）

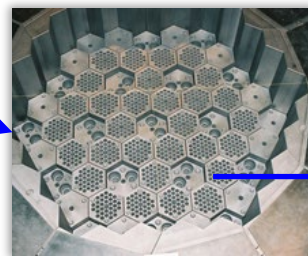


### 我が国初の高圧ガス炉

● 原子炉熱出力	3万 kWt
● 冷却材	ヘリウムガス
● 原子炉入口／出口冷却材温度	395/850、950℃
● 1次冷却材圧力	4 MPa
● 炉心構造材	黒鉛

1998年11月	初臨界
2010年 3月	950℃での連続50日運転
2010年12月	安全性実証試験（30%）*
2021年 7月	新規規制基準対応を経て運転再開
2022年 1月	安全性実証試験（30%）*
2024年 3月	安全性実証試験（100%）*

\*OECD/NEA国際協力プロジェクト



炉心の中心部



炉心の黒鉛ブロック

設置場所：日本原子力研究開発機構 大洗研究所（茨城県大洗町）

# HTTRを用いた安全性実証試験

## 安全性実証試験

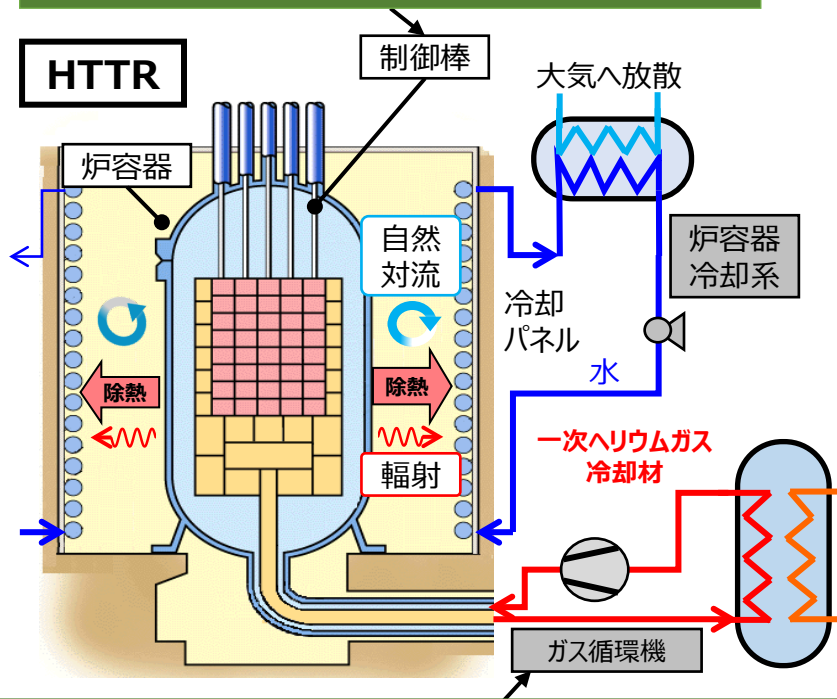
### LOFC (Loss of Forced Cooling) 試験

OECD/NEAプロジェクト



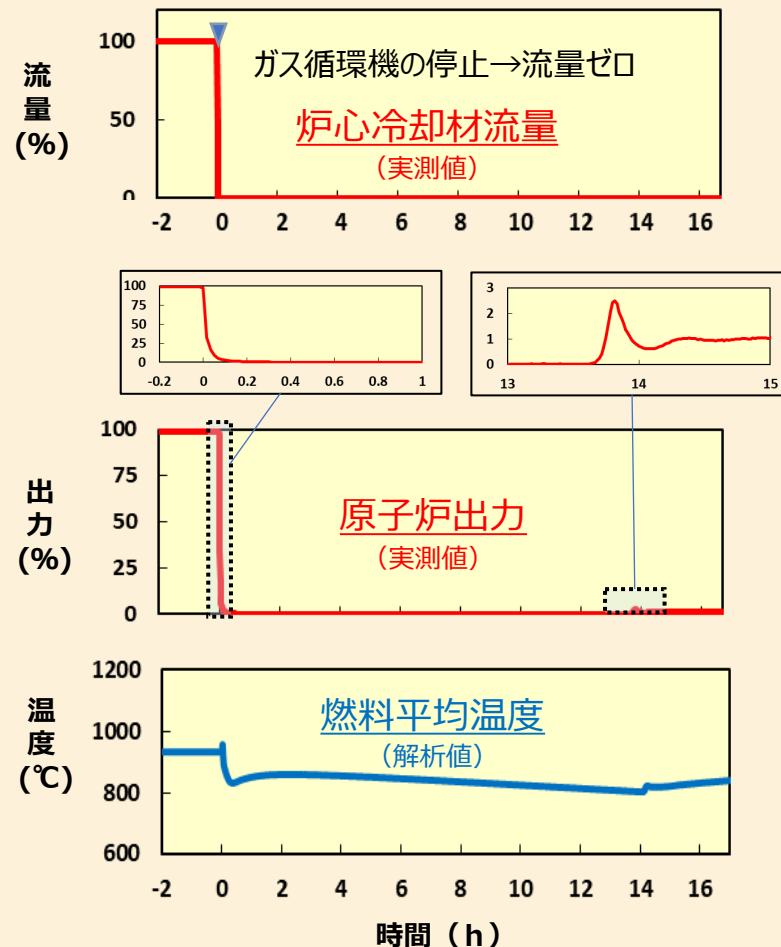
- 低出力 (30%(9MW)) 炉心流量喪失試験 (Run1)  
(ガス循環機停止) (平成22年12月)
- 高出力 (100%(30MW)) 炉心流量喪失試験 (Run2)  
(ガス循環機停止) (令和6年3月)
- 低出力 (30%(9MW)) 炉心冷却喪失試験 (Run3)  
(ガス循環機 + 炉容器冷却系停止) (令和4年1月)

制御棒挿入せず (原子炉の停止操作なし)



ガス循環機停止 (炉心を冷却するヘリウムガスの流れを停止)

## 試験結果 (Run 2)



原子炉出力100%において、制御棒挿入なし、強制冷却が喪失した状態で、物理現象のみで、原子炉出力が自然に低下し、静定することを実証

# 高温ガス炉の社会実装に向けた課題

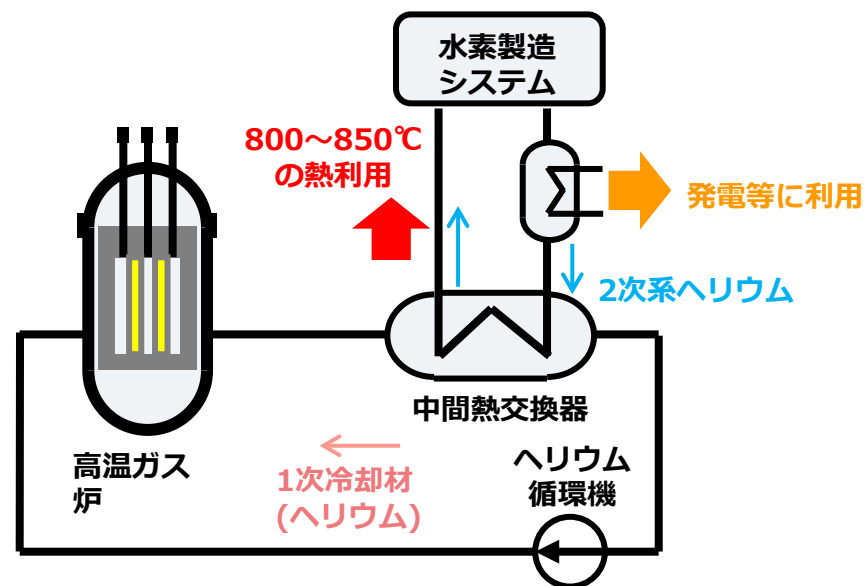


国内  
実証炉  
開発

HTTR  
-熱利用  
試験

# 高温ガス炉国内実証炉

- 原子炉熱出力 150MW～250MW
- 高温ガス炉を熱源として800℃を超える超高温を水素製造施設に供給
- 水素製造で使用しない熱は、発電を行い、製鉄所等で利用
- 水素製造で使用しない熱は、発電を行い、製鉄所等で利用
- 水素製造施設には、カーボンフリー水素製造法を採用し、大量かつ安価な水素を供給
- カーボンフリー水素製造FSを進め、実証炉に採用する水素製造技術を選定



	メタン水蒸気改質法	高温水蒸気電解法	メタン熱分解法	IS法
概要				
	$\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{H}_2$	$\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 1/2\text{O}_2$	$\text{CH}_4 \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{C(s)}$	$\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 1/2\text{O}_2$

## 目的

高温ガス炉が生来的に有する特長及び性能の立証

## 論点

- ① 著しい炉心損傷の実質排除は可能か（最悪想定が出来ているか）
- ② 深層防護の実装は適切か
- ③ 深層防護に則ったLBE選定とConsequence評価は適切か
- ④ 原子炉固有の安全性による未臨界移行が停止系の一系統に相当し得るか
- ⑤ 熱利用システム擾乱のバウンディングと原子炉安全への影響の定量化は適切か
- ⑥ 高温ガス炉安全確保の考え方の前提条件は適切か

## 期待される成果

「高温ガス炉安全確保の考え方」に対する専門家の合意形成

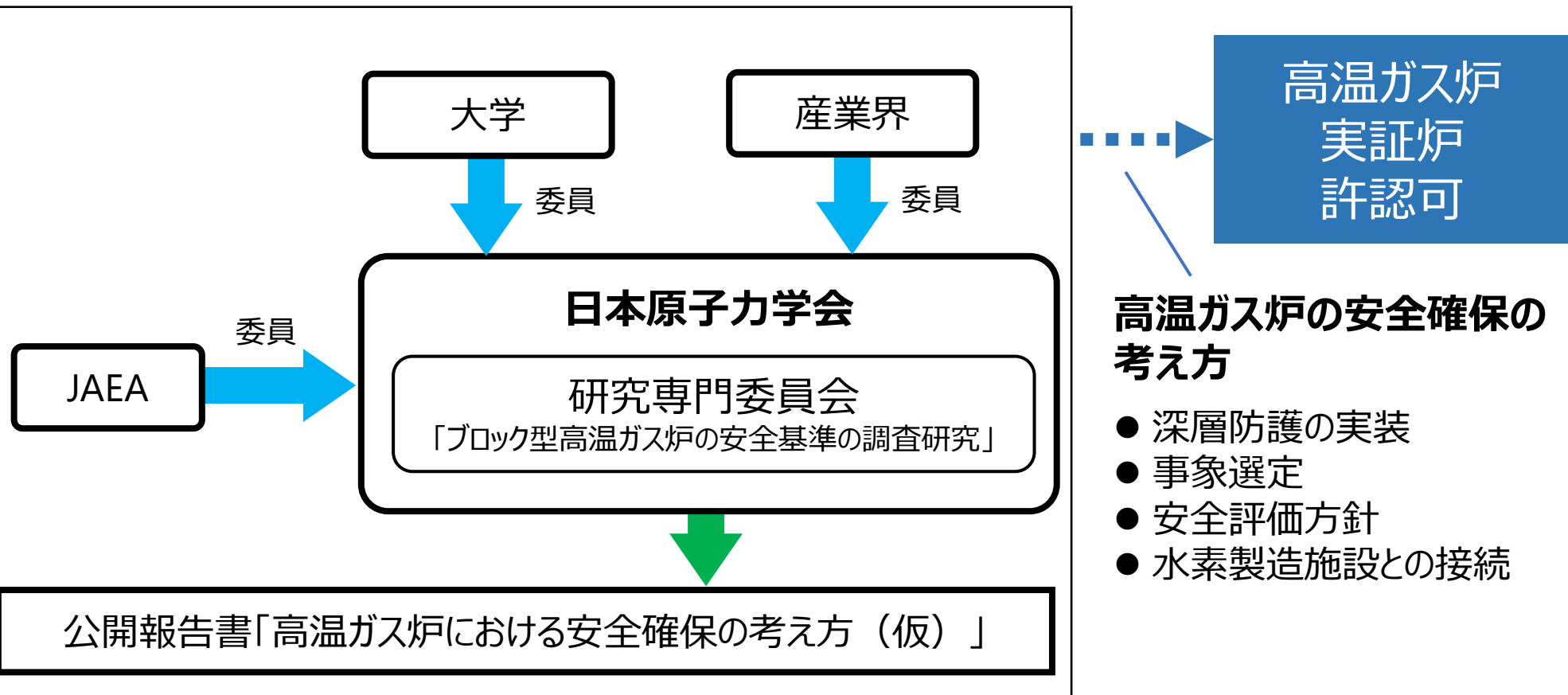
## 設置期間

令和5年4月から2年間（1年間の延長を想定）

## 関連部会

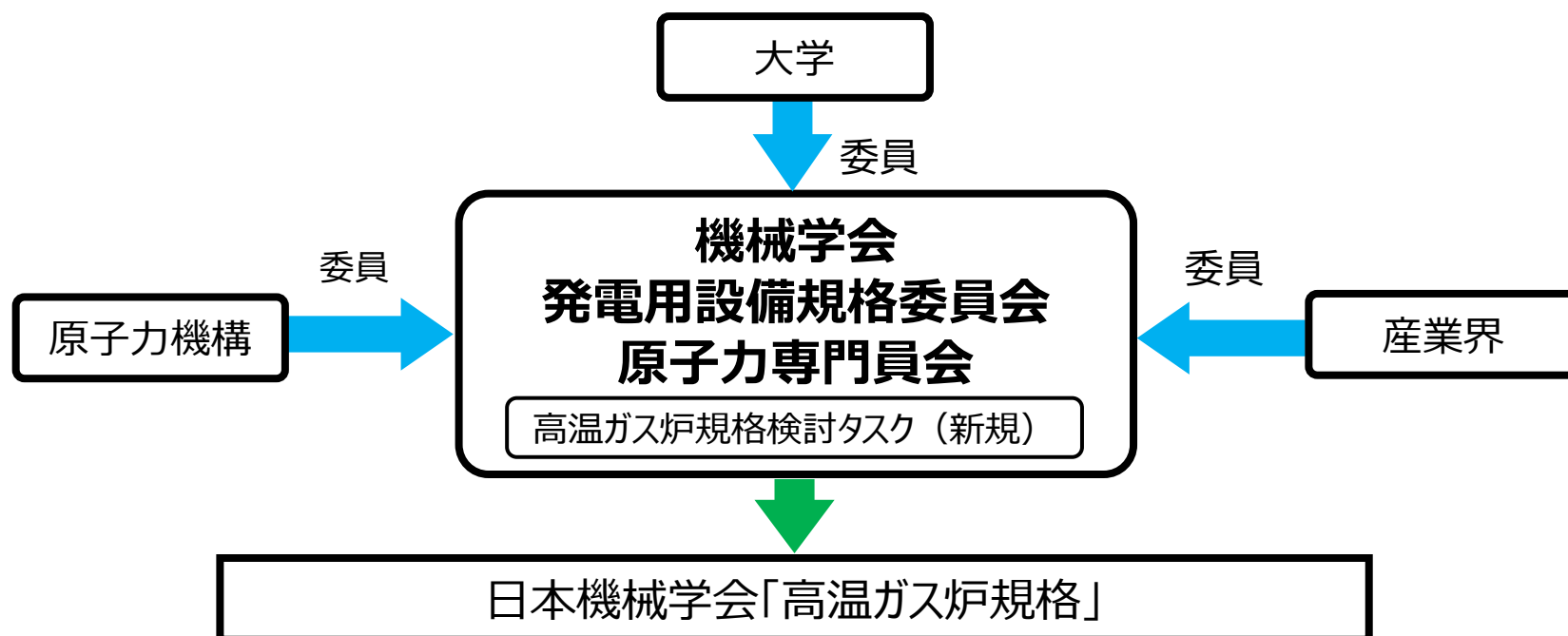
原子力安全部会





# 機械学会「高温ガス炉規格検討タスク」

- 機械学会 発電用設備規格委員会 原子力専門委員会に時限的な組織である「**高温ガス炉規格検討タスク**」を設置
- 以下方針にて高温ガス炉に関する規格案の作成と審議を集中的に行う
  - 高温ガス炉実証炉に向け、HTTRの旧科技庁内規を活用し、不足する内容のみを規格化（ガイドラインまたは事例規格の作成）する
  - 高温ガス炉実用炉に向け、HTTRの旧科技庁内規と実証炉向けガイドライン又は事例規格を一本化する形で規格化する



# HTTR-熱利用試験の概要

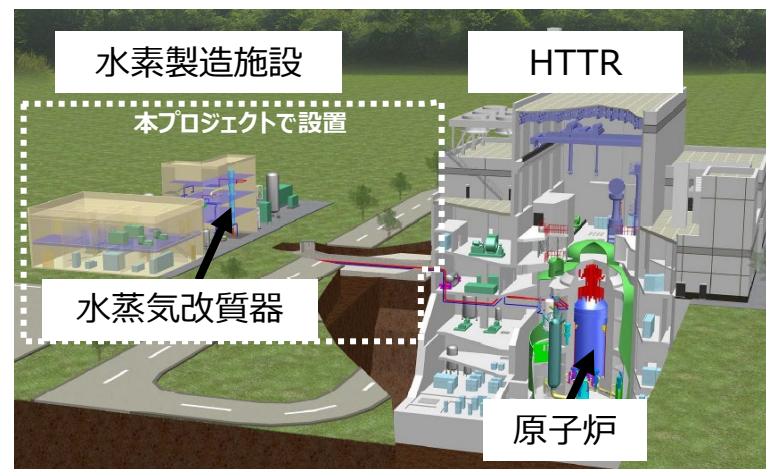
## 【内容】

- 高温熱源として、世界最高温度（950℃）を記録したHTTRを活用
- 高温ガス炉と水素製造施設の接続に係る安全設計、安全評価技術を確立
- 必要な機器、システム設計技術を確立



## 【期待される成果】

高温ガス炉と水素製造施設を高い安全性で接続する技術の確立



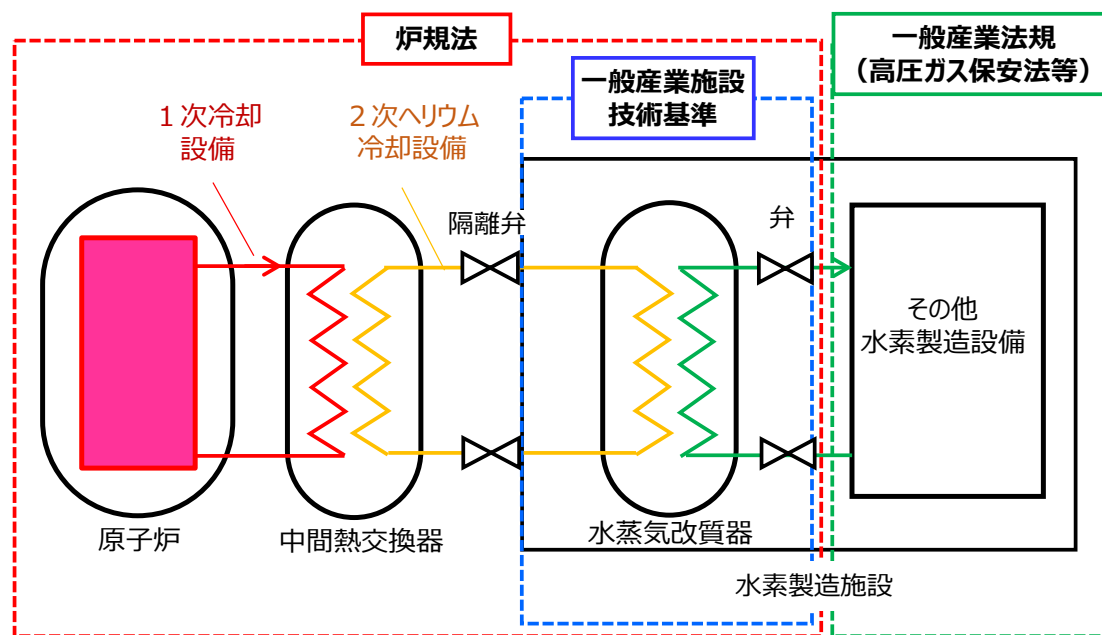
試験イメージ

- ✓ まずは、商用技術が確立されている天然ガス水蒸気改質法による水素製造施設をHTTRに接続し、接続技術を確立
- ✓ 将来はカーボンフリー水素製造法による水素製造施設をHTTRに接続

## 試験スケジュール（案）

	R4 2022	R5 2023	R6 2024	R7 2025	R8 2026	R9 2027	R10 2028	R11 2029	R12 2030
HTTR- 熱利用 試験	安全設計・安全評価		申請	許認可					
	HTTR改造設計/水素製造 (天然ガス水蒸気改質法) 施設設計				HTTR改造工事/水素製造施設の 製作・据付			水素製造試験	

- HTTR-熱利用試験施設における設計の**適用法規に関する行政相談を2023年6月に開始**し、規制庁行政相談（2023.10.31～、7回開催）、高圧ガスの保安規制を所管する経産省高圧ガス保安室及び茨城県との協議（経産省 2023.10.2～、2回開催、茨城県 2023.6.27～、2回開催）を経て、**2024年6月に設置変更許可に申請する適用法規を決定**
  - 水素製造施設は、**原子炉施設に直接影響を及ぼす設備（青点線部）**と**直接影響を及ぼさない設備（緑点線部）**に分けられる
  - **原子炉施設に直接影響を及ぼす設備（青点線部）**は、炉規法の技術基準をベースに、化学プラント等に特有の基準は一般産業法規（高圧ガス保安法等）の下で既に整備済みの技術基準も適用し、炉規法の下で適合性を審査する
  - **原子炉施設に直接影響を及ぼさない設備（緑点線部）**は、化学プラント等の水素製造施設に適用される一般産業法規の下で審査する



# (参考) 適用法規に係る行政相談

月日	相手方	内容
2023/6/27	茨城県 消防安全課産業保安室	炉規法適用範囲と高圧ガス保安法の適用範囲を規制庁が示した場合には、茨城県として高圧ガス保安法適用施設を 粛々と審査することになるだろう
2023/8/22	原子力規制庁 志間安全規制管理官面談	高圧ガス保安法の適用範囲に関し、経済産業省にも相談すること
2023/10/2	経産省 高圧ガス保安室	高圧ガス保安法は原子炉及び附属施設内における高圧ガスを除くものが適用範囲となっているため、水蒸気改質器を炉 規法の範囲として原子炉施設の附属施設とするにあたっては、当該機器が炉規法の中で読めるという原子力規制庁の見 解が必要
2023/10/31	原子力規制庁	水蒸気改質器等の水素製造施設の高圧ガス災害対策に対し、“餅は餅屋であり”、安全性を確保するために妥当な法規 を適用するのが良いのではないか。経産省と再度相談してほしい
2023/11/8	経産省 高圧ガス保安室	炉規法側で水蒸気改質器等は原子炉の附属施設として見ないということであれば、高圧ガス保安法を適用することとなる
2023/11/29	茨城県 消防安全課産業保安室	適用法規範囲を整理し、高圧ガス保安法の範囲として申請すれば、県は粛々と審査する。高圧ガスの製造許可は、炉規 法の許可取得有無は関係ないので、適切な時機で申請してもらえば良い
2023/12/15	原子力規制庁	原子炉の通常運転時に除熱機能を担う設備は炉規法を適用すべき。従って、水蒸気改質器の2次側の弁まで炉規法を 適用するケースが概ね妥当。設置許可申請の対象範囲（炉規法の適用範囲）の相談は行政相談が効率的。但し、最終判 断は、設置許可申請後になされる
2024/2/8	原子力規制庁	適用法規の境界を明確（2次ヘリウム冷却設備の除熱機能に必要な範囲を原子炉等規制法の適用範囲とするの意）にしたい。適用法 規の境界となる弁は、原子炉等規制法と一般産業法規の双方で規制する必要がある
2024/3/12	原子力規制庁	水素製造施設（一般産業施設）の範囲は、実用発電用原子炉の外部電源と見なし、商用発電炉の例を炉規法の下で許 可を出す必要性を整理すべき。水素製造施設（一般産業施設）の熱負荷喪失は、実用発電用原子炉の負荷喪失をター ビンバイパスで対応する考え方を参考にとすること
2024/4/9	原子力規制庁	今後審査の過程で変更があるかもしれないとした上で、「これまでの行政相談で、HTTR-熱利用試験施設における炉規法 と一般産業法の分界点が明確になった。」との見解が示された
2024/5/30	原子力規制庁	「行政相談のタスクは、適用する技術基準の考え方の方針を設置変更許可が申請できる程度まで整理すること」、「個別 機器の適用技術基準に対する具体的な審査は申請後になされる」との見解が示された
2024/6/20	原子力規制庁	「炉規法と高圧ガス保安法の基準は相反しない（一方の基準の要求を満足させることで、もう一方の基準の要求を阻害する要求 はない⇒規則の改正検討が必要となる要求はない）ことが見通せたことから、行政相談の大きな目的は達成できたと考える。個 別具体的な内容は申請後に確認する。今回を以て行政相談を終了する」との見解が示された

## **(2) 国外の高温ガス炉開発**



英国政府は、産業界の脱炭素に向け、高温ガス炉の熱及び水素を活用するため、高温ガス炉開発を決定  
(2021.12)

実証炉プログラム開始 (2022.9)

NNL-JAEAコンソーシアム：Ph-A採択 (2022.9.2)、完了 (2023.2.10)、

Ph-B採択 (2023.7.18)、実施覚書締結 (NNL-JAEA) (2023.9.6)

ライセンス契約締結 (NNL-JAEA) (2024.1.2)

Ph-A 採択機関：NNL (-JAEA-Jacobs)、EDFエナジー、U-battery、USNC

Ph-B 採択機関：NNL (-JAEA)、USNC

## プロジェクト予算 (マッチングファンド)

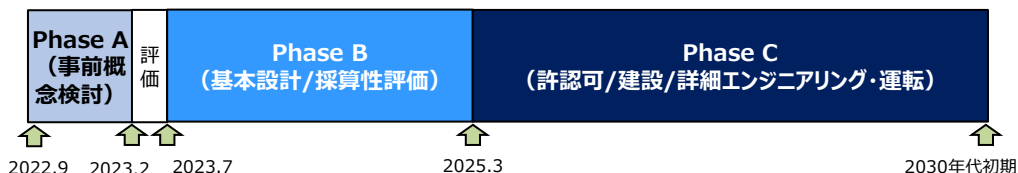
日本から、国内実証炉基本設計情報を英国に提供 (GX予算)。設計情報の使用範囲を規定するライセンス契約をNNLと締結。英国は、日本から提供された設計情報を自国の規制に基づき更新

## 規制対応 (ONR, EA)

規制側のヒアリングが Ph-B期間に求められる

ヒアリング開始 (JAEAはオブザーバー出席) (2023.11.8～、6回開催予定)

## スケジュール



## Ph-B実施内容

実証炉基本設計、Ph-C計画立案 (スケジュール及びコスト)、人材育成及びサプライチェーン構築

## 立地候補地

ハートルプールAGRの隣が立地候補地 (EDFエナジーがPh-Aで評価)

周辺エリア (ティーズサイド) は、化学工業、製鉄等の産業集積エリアであり、2030年の水素需要量4GW (英国全体の水素製造目標値の40%) のうち、1GWを高温ガス炉由来の水素に期待 (再エネ1GW、化石資源由来 (+CCUS) 2GW)



英国高温ガス炉実証炉 建設候補地 (イングランド北東部ダラム州ハートルプール。ティーズ川の河口の北岸に位置し、英国原子力規制室 (ONR) の認可が得られたサイトのひとつ) EDF-Energy パンフレットより

- X-energy社：2030年代初頭までに12基の高温ガス炉 (Xe-100、80MWe) 運転開始目標
- WH社とコミュニティ・ニュークリア・パワー (CNP) 社：2030年代初頭までに4基の軽水炉SMR (AP-300、300MWe) 運転開始目標

## Advanced Modular Reactor (AMR) Research, Development and Demonstration Programme

2050年ネットゼロ達成のため、2030年代初頭に高温ガス炉（HTGR）技術の実証を目指す

### Phase A LOT1 (高温ガス炉実証炉) (それぞれに約 £ 50万 (約1億円、£ 1=200円で換算) )

- AMR (高温ガス炉) 技術の開発に向けたプレFEED (フロントエンドエンジニアリング設計) を実施する4つのプロジェクトに資金を提供
  - **EDF-Energy**  
2030年代の高温ガス炉実証に最も適した原子炉の設計特性を決定するため、サイト提供、エンドユーザーの要件に焦点
  - **NNL (-Jacobs-JAEA)**  
日本で実績のある高温ガス炉技術を活用
  - **U-Battery**  
モジュール炉U-Batteryの英国での実証に最適なサイズ、タイプ、コスト、配送方法を決定
  - **USNC UK**  
USNCのMMR設計をベースに、英国産業の現在・将来のプロセス熱需要に最適な改良型MMR+設計を開発・実証

### Phase B (高温ガス炉実証炉)

- 2025年3月までにFEED+ (フロントエンドエンジニアリング設計および支援活動) 開発を実施する2つのプロジェクトに資金を提供
- 原子力規制局 (ONR) 及び環境庁 (EA) に最大 £ 4.3m (約8.6億円) を割り当て
  - **英国国立原子力研究所 (NNL) 及び日本原子力研究開発機構 (JAEA) : £ 15m (約30億円)**  
NNLはJAEAと協力して、英国発の高温ガス炉であるUKJ-HTRの設計を進める。この原子炉は、既存の技術よりも高い出口温度 (950℃) を実現し、脱炭素化と水素の効率的な生産を可能にする。
  - **USNC UK : £ 22.5m (約45億円)**  
既存のMMRの設計を基に、英国産業界の現在および予測される将来のプロセス熱需要に最適なMMR3を開発し、英国政府の熱需要をサポートする。MMR3の設計は、出口温度を750℃まで上昇及び原子炉出力を増加させ、クリーンな水素と持続可能な航空燃料の生産の実証を目的とする。

(1 £ = 200円で換算)



英国政府は、高温ガス炉燃料製造技術を英国内に確立するため、高温ガス炉燃料開発プログラムを開始

NNLとJAEAチーム：Ph-A採択（2022.9.2）完了（2023.2.10）、  
STEP1採択（2023.7.18）実施覚書締結（NNL-JAEA）（2024.4.22）  
ライセンス契約締結（NNL-JAEA）（2024.4.22）

Ph-A 採択機関：NNL（-JAEA）、Springfields Fuels Limited（SFL）  
Step1 実施機関：NNL（-JAEA）

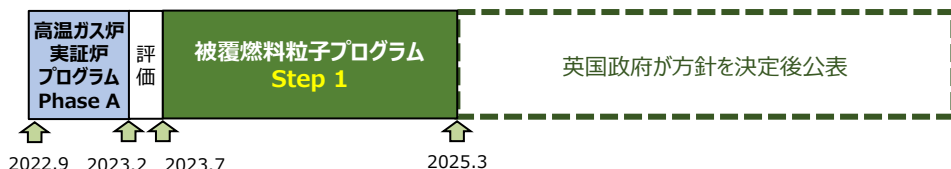
## Step1実施内容

燃料製造技術開発、Step2計画立案（スケジュール及びコスト）、  
人材育成（NFIによるトレーニング）、サプライチェーン構築

## 規制対応（ONR、EA）

規制側のヒアリングが Step1期間に求められる  
ヒアリング開始（JAEAはオブザーバー出席）（2024.2.20～、4回開催予定）

## スケジュール



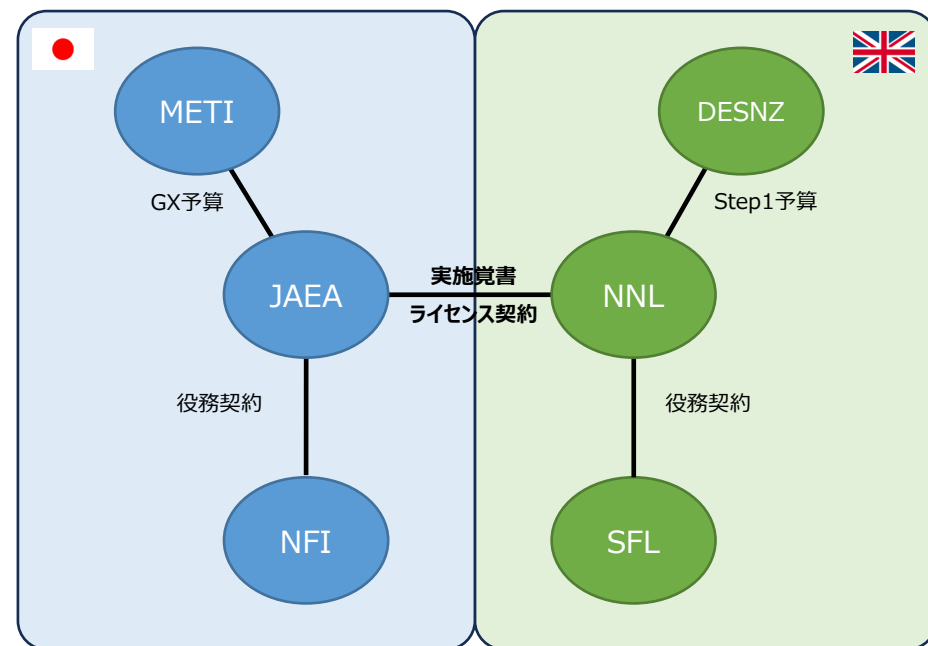
英国高温ガス炉燃料プログラム（Ph-Aは実証炉プログラムの一部として実施。Step1が終了する2025年3月以降は、実証炉への供給を目的とした燃料製造工場の建設が予想されるが、詳細は英国政府が方針を決定後公表予定）

## プロジェクト体制（マッチングファンド）

日本（原子燃料工業（NFI）及びJAEA）の高温ガス炉燃料設計、製造技術を英国側へ提供

英国は、日本から提供された技術に基づき、英国内に高温ガス炉燃料製造施設を整備し、高温ガス炉燃料技術を確立する

日本側が提供する技術に対して、英国は、Step2以降のライセンスフィーの支払い及び日本の実証炉への燃料優先供給（必要時期に必要な量を所定の濃縮度で）を行うこと、並びに技術の使用範囲をライセンス契約に規定する



Step1実施体制図（案）（日本側はHTTRの燃料製造実績のある原子燃料工業（NFI）、英国側は英国内に燃料製造工場を有するSpringfields Fuels Limitedが、それぞれJAEA及びNNLの請負先として参画）

## Advanced Modular Reactor (AMR) Research, Development and Demonstration Programme

2050年ネットゼロ達成のため、2030年代初頭に高温ガス炉（HTGR）技術の実証を目指す

### Phase A LOT2 (燃料実証) (それぞれに約 £ 25万 (約5,000万円) )

- 高温ガス炉技術用の被覆粒子燃料を開発するためのプレFEED（フロントエンドエンジニアリング設計）を実施する2つのプロジェクトに資金を提供

- **NNL (-URENCO-JAEA)**

(1 £ = 200円で換算)

高温ガス炉実証炉用の最初の充填燃料から始まる英国内の商業用燃料供給を目指し、商業化に向けた被覆粒子燃料の開発を共同で実施

- **Springfields (-URENCO)**

被覆粒子燃料の安全かつ信頼性の高い供給のための最も効果的なルートを決定。UCOカーネルTRISOに焦点を当て、幅広いバリエーションを製造可能な施設を設計

### Phase B Step 1 (英国被覆粒子燃料プログラム)

- AMRに必要な被覆粒子燃料の開発を推進

- **英国国立原子力研究所 (NNL) : £ 16m (約32億円)**

JAEAと協力して、高温ガス炉用被覆粒子燃料開発を継続し、将来のエネルギー安全保障を実現する重要な要素である英国燃料の生産に向けた取り組みを継続する。本プログラムにより、世界をリードするスキルを向上させることに加えて、燃料サプライチェーンにおける大企業と中小企業双方に豊富な機会を提供する。

(1 £ = 200円で換算)

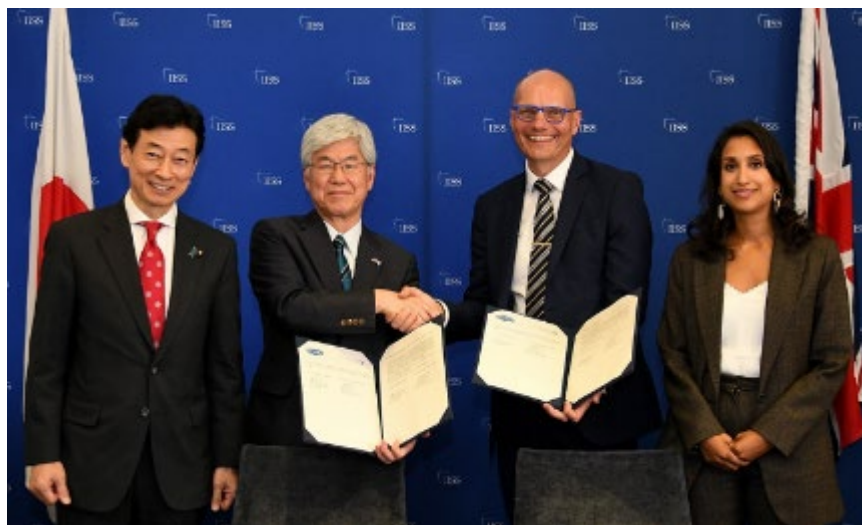
- 英国における高温ガス炉の開発と将来展開を可能とする環境構築を支援するため、英国高温ガス炉実証炉プログラムPh-Bでは、 DESNZが原子力規制室（ONR）、環境庁（EA）に、以下の項目の実施に最大£4.3mを配賦。
  - 規制上のガイダンスが英国における高温ガス炉の開発と将来展開の目的に適合していることの確認
  - 必要に応じた規制上のガイダンスのPh-B実施者（NNL及びUSNC）への提供を目的とした、2025年3月まで高温ガス炉実証炉プログラムPh-B及び被覆粒子燃料プログラムStep1への関与
  - 実施者の方針策定並びに設計担当及び成果物担当部門への規制上のアドバイス
- Ph-Bのガイドラインは、Ph-B期間中にGDA（Generic Design Assessment :包括設計審査） Step2審査（標準設計の基本的評価）に申請可能な設計の完了を求めている。
- このため、英国規制側はPh-B及びStep1の期間中に実施者（NNL）に対してヒアリングを行い、設計及びプログラムの進展状況を確認する。（次ページ参考）
- ヒアリングは規制側が実施者の設計内容を理解するためで、対話方式で行われる。

# 高温ガス炉技術に係る協力覚書締結

## 英国高温ガス炉実証炉プログラムに係る実施覚書締結

## 英国高温ガス炉燃料プログラムに係る実施覚書締結

- JAEAとNNLは、西村康稔経済産業大臣及びクレア・クティーニョDESNZ大臣の立ち会いの下、包括的な高温ガス炉技術に係る協力覚書を締結 (2023.9.6)
- 英国高温ガス炉実証炉プログラム（フェーズB）に係る採択を踏まえ、基本設計に係る実施覚書を締結 (2023.9.6)
- 英国高温ガス炉燃料プログラム（ステップ1）に係る採択を踏まえ、基本設計に係る実施覚書を締結 (2024.4.22)
- 高温ガス炉の熱を用いた炭酸ガス削減技術や経済性を見通しを得て、国内高温ガス炉実証炉計画に活かす
- 高温ガス炉用被覆燃料製造技術を英国で確立し、国内実証炉用の燃料調達オプションとする



高温ガス炉技術に係る実施覚書及び英国高温ガス炉実証炉プログラムに係る覚書  
左から西村経済産業大臣、JAEA小口理事長、NNLハースCEO、クティーニョDESNZ大臣  
(2023年9月、ロンドン)



英国高温ガス炉燃料プログラムに係る実施覚書  
左からNNLハースCEO、JAEA小口理事長  
(2024年4月、東京)

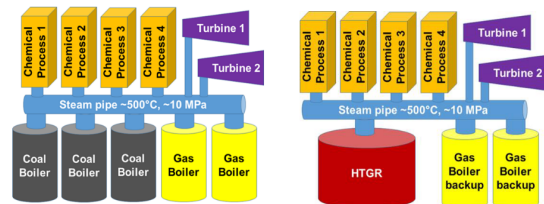
## 波国政府は、石炭火力の代替として高温ガス炉を利用した産業分野への熱供給を計画

- 「日・波戦略的パートナーシップの実施のための行動計画」において、原子力機構と波国国立原子力研究センター（NCBJ）による高温ガス炉技術の研究開発に向けた協力が奨励（2017.5、2021.5）
- 盛山文科大臣がモスクワ気候・環境大臣と高温ガス炉技術分野に係る研究開発に関する協力覚書に署名（2023.11.16）
- 原子力機構はNCBJに設置する研究炉の基本設計の主要部分を受託（その1：2022.11.22～2023.2.28、その2：2023.3.29～2024.3.31）

### Advanced nuclear technologies in Poland – new opportunities for climate change mitigation

Primary target for HTGR is Polish heat market. Today 100% heat market is dominated by fossil fuels; mostly coal in district heating and coal and gas in industry heat generation. 13 largest chemical plants need 6500 MW of heat at  $T=400-550^{\circ}\text{C}$ .

Secondary target is the hydrogen production.



盛山文科大臣（左）がモスクワ気候・環境大臣（画面内左）と協力覚書をオンライン署名（2023.11.16）



# (参考) ポーランド高温ガス炉計画の現状

## 岸田総理大臣のご発言（抜粋）<sup>\*1</sup>

- 「首脳会談では、戦略的パートナーである、ポーランドとの間で、安全保障、経済、エネルギー、人的交流など、さまざまな分野で二国間関係をさらに強化していくことを確認いたしました。」
- 「安全保障分野においては、昨年2月に署名した覚書に基づき、装備、サイバー、宇宙、通信等の分野で協力を拡大していくことに合意しました。」
- 「経済分野においては、ポーランドに製造業を中心に350社以上の日本企業が進出をしており、今後、高温ガス炉、クリーンコール技術、水素などの新たな分野での協力、これをさらに拡大していきたいと考えています。」



モラヴィエツキ首相と会談する岸田総理<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=hf-XRF-7Kr0>

<sup>\*2</sup> 日本外務省 [https://www.mofa.go.jp/mofaj/erp/c\\_see/pl/page3\\_003672.html](https://www.mofa.go.jp/mofaj/erp/c_see/pl/page3_003672.html)

## (3) 広報

## □ 原子力機構報告会「水素社会の実現に向けて

～水素が作るクリーンでサステナブルな未来社会～」(2023.11.15、東京)

「水素社会への貢献を目指して～固有の安全性を兼ね備えた高温ガス炉が拓く脱炭素社会～」と題し、固有の安全性に優れた高温ガス炉を用いた大量かつ安定した水素製造による脱炭素社会の実現に向けた高温ガス炉の開発状況及び社会実装に向けた課題を報告

## □ 英国調印式 (2023.9.6、ロンドン) に関する報道

NHKニュース「高温ガス炉 脱炭素社会の実現へ 両国の研究機関が商用化へ協力など幅広い分野で関係を強化」

日本経済新聞ほか多数

## □ IAEA総会サイドイベント主催 (2023.9.27、ウィーン)

カーボンニュートラルに対する高温ガス炉の貢献に向けて、

- ・ 日本、英国、波国における高温ガス炉実用化に向けたプログラム紹介
- ・ 産業界から水素社会に向けた高温ガス炉への期待

を討論

## □ SNS (X) による情報発信 (2023.2～2024.5)

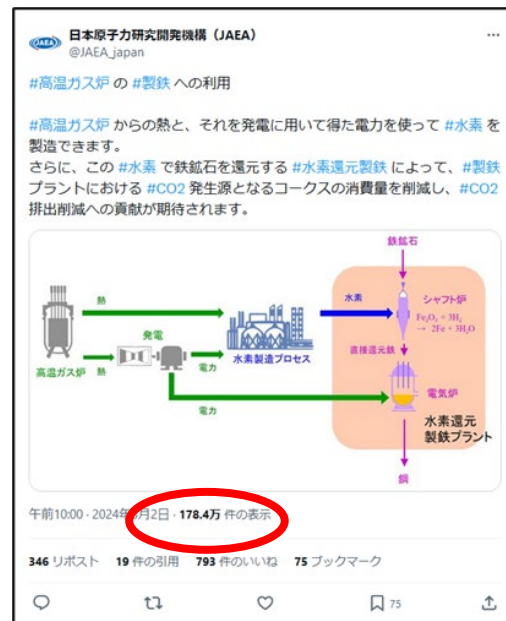
機構アカウントのXから約120件発信(約2件/週)：高温ガス炉技術(42件)、HTTR(18件)、会議報告・視察(19件)、国際連携(英国、波国)(12件)、水素技術(10件)、熱利用技術(9件)等



原子力機構報告会をイノホールにて開催  
(来場者218名、オンライン視聴者1,689名)



IAEA総会にてサイドイベント  
英国NNL、波国NCBJ、日本鉄鋼連盟、JAEAによるパネルディスカッション  
(聴衆約100名)



Xによる情報発信  
(反響の大きな記事では  
178万を超えるインプレッション)



# その他のXの例

日本原子力研究開発機構 (JAEA) @JAEA\_japan

水素製造に必要な土地面積

#カーボンニュートラル 実現に向けて #水素 に大きな貢献が期待されています。

英国の研究機関は、日本の年間石油使用量相当の #水素製造 を #高温ガス炉 等の革新炉で行う場合、洋上風力や太陽光発電利用に比べ、必要な土地面積を大幅に縮小できると報告しています。

英国研究機関 Lucid Catalyst 2020年9月レポート、Missing Link to a Livable Climate: How Hydrogen Enabled Synthetic Fuels Can Help Deliver the Paris

午後7:46・2023年8月8日・5,536 件の表示

日本原子力研究開発機構 (JAEA) @JAEA\_japan

#高温ガス炉基礎講座①

なぜ #高温ガス炉 と呼ばれているの？

冷却材に炭酸ガスを用いた出口温度約635℃のガス炉は、#英国 で実用化され運転中ですが、#高温ガス炉 は冷却材に不活性なヘリウムガスを用いることで、900℃を超える高温熱を取り出すことができ、高温ガス炉と呼ばれています。

### 高温ガス炉の構造

燃料: SiC・炭素の4重被覆

炉内構造物: 黒鉛 (熱容量大)

冷却材: ヘリウムガス (950℃)

- 燃料: 耐久温度が高い4重被覆によるFP閉じ込め能力大
- 炉心: 耐久温度が高い炉心の温度変化が緩やか
- ヘリウムガス: 相変化する構造材との化学反応が殆どない

以下の安全上の評価基準を満足する高温ガス炉システムの実現が可能

- 事故時に炉心熔融の可能性がない
- 事故時の周辺住民の避難不要
- 減圧事故時に間接冷却系で崩壊熱及び残留熱の受動的除去が可能
- 通常メンテナンス時及び事故時の作業員の被ばく小

午後7:45・2023年7月14日・4,920 件の表示

日本原子力研究開発機構 (JAEA) @JAEA\_japan · Mar 28

HTTRが #安全性実証試験 に成功

#HTTR (高温工学試験研究炉) は、世界で初めて、#原子炉出力 100%の運転中に原子炉を冷却できない状況が起きても、自然に原子炉出力が低下し、安定な状態を維持することを実験により確認しました。

jaea.go.jp/02/press2023/p...  
#高温ガス炉

### 試験結果 (Run2)

ガス循環機の停止→流量ゼロ

炉心冷却材流量

原子炉出力

時間 (h)

原子炉出力100%において、制御棒挿入なし、強制冷却が喪失した状態で、物理現象のみで、原子炉出力が自然に低下し、安定することを実証

高温ガス炉の優れた固有の安全性により、需要地近接立地への理解を促進

午後6:30・2023年7月28日・3,743 件の表示

日本原子力研究開発機構 (JAEA) @JAEA\_japan

#高温ガス炉 による #水素製造 (その1)

高温ガス炉は、900℃を超える高温熱を供給可能で、その高温熱を活用することで高効率に水素製造ができます。

高温ガス炉による大量の水素製造により #カーボンニュートラル の実現に貢献できます。

今後、高温熱を利用した水素製造技術を紹介します。

メタン水蒸気改質法+CCS	高温水蒸気電解法	メタン熱分解法	IS法
<p>CH<sub>4</sub>+2H<sub>2</sub>O→CO<sub>2</sub>+4H<sub>2</sub></p>	<p>H<sub>2</sub>O→H<sub>2</sub>+1/2O<sub>2</sub></p>	<p>CH<sub>4</sub>→2H<sub>2</sub>+C(s)</p>	<p>H<sub>2</sub>O→H<sub>2</sub>+1/2O<sub>2</sub></p>

午後6:30・2023年7月28日・3,743 件の表示

日本原子力研究開発機構 (JAEA) @JAEA\_japan

#英国高温ガス炉実証炉プログラム (その6)

#英国 連携では、#JAEA と英国国立原子力研究所 (NNL) との間で、英国 #高温ガス炉 実証炉プログラムと #高温ガス炉燃料 プログラムをどのように進めるか、2020年から協議をはじめ、現在は週1でオンライン会議を行っています。

フェーズA (事前概念検討) 2022.9

フェーズB (基本設計/採算性評価) 2023.2

フェーズC (許認可/建設/詳細エンジニアリング及び運転) 2025.2

2030年代初頭

午後7:13・2023年7月4日・2,724 件の表示

日本原子力研究開発機構 (JAEA) @JAEA\_japan

#高温ガス炉基礎講座②

#高温ガス炉 で想定される熱利用にはどのようなものがあるの？

高温ガス炉は900℃を超える高温の熱供給が可能です。

その特徴から、#製鉄所 や #化学コンビナート への #水素 や高温蒸気供給等、非電力分野における #カーボンニュートラル 実現への貢献が期待されています。

### 多様な効率的な熱利用

高温ガス炉は、発電以外の水素製造、高温熱供給、地域暖房、海水淡水化等の幅広い熱利用が可能

高温から低温まで熱を無駄なく利用

温度 (℃)

水からの蒸気発生水素製造

ガスタービン発電

実証炉からの水素製造

石油精製

地域暖房、海水淡水化

高温ガス炉

軽水炉 二重炉

クリーンかつ多様なエネルギー供給により、発電以外の分野における炭酸ガス排出量を大幅に削減可能

午後7:18・2023年11月7日・3,766 件の表示