

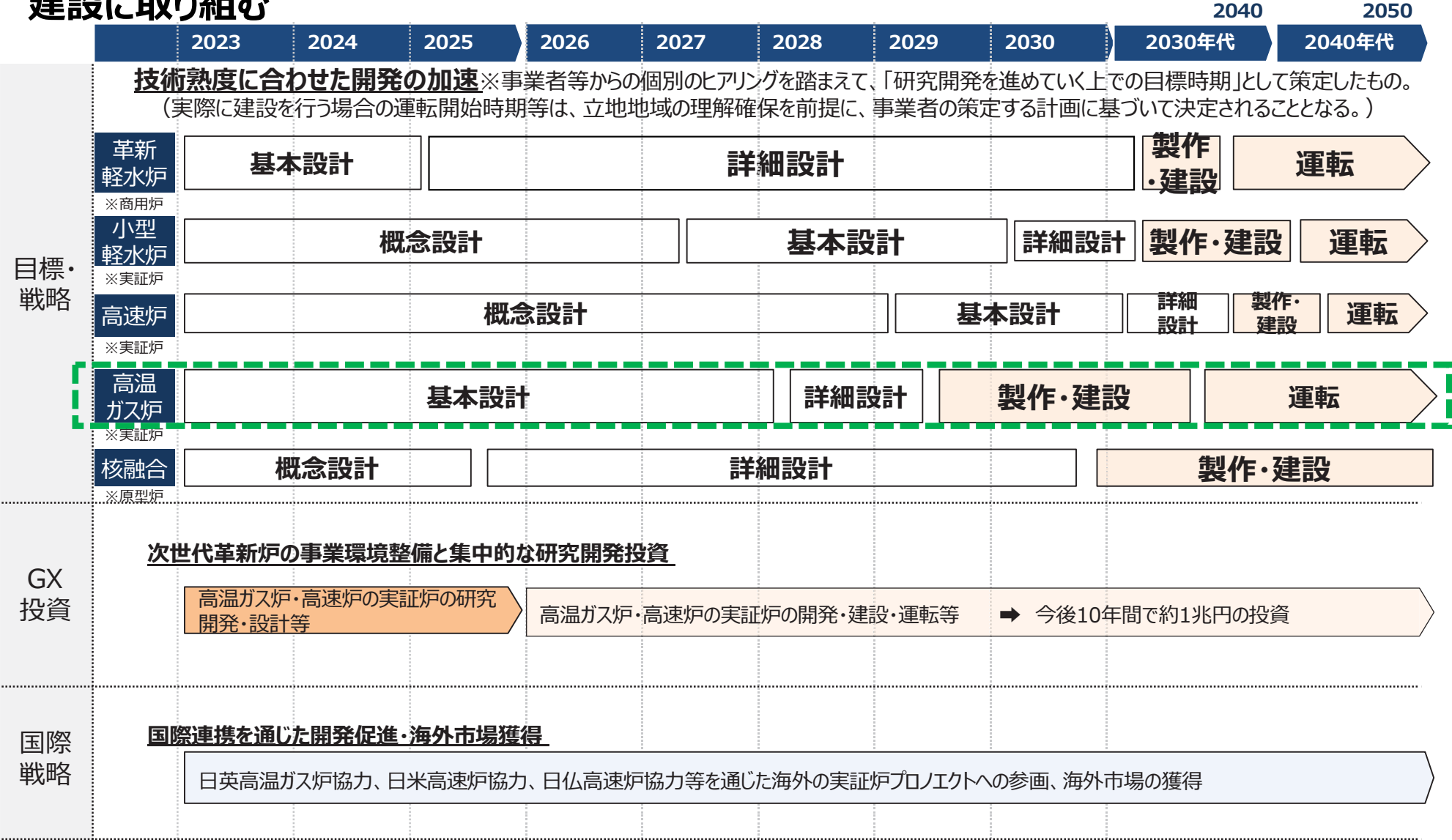
# 我が国の高温ガス炉実証炉開発計画

## 原子力機構の取組

2025.1.20

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  
**佐藤博之**

## 安全性の確保を大前提として、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設に取り組む



高温ガス炉実証炉開発事業 予算措置額 1,279億円 (令和5～8年度までの国庫債務負担行為含む)  
 追加要求額 673億円 (令和7年度予算案 (令和7年度から令和9年度までの国庫債務負担行為を含む))

## 政策

### 事業予見性担保

- 規制（許認可取得に要する期間）

## 社会

### 立地の選定、実施体制の確立

- 社会的受容性獲得・事業モデル構築  
：ステークホルダーとの対話、  
先行する英国実証炉PJ活用

## 技術

### 原子炉技術の確立

- 炉心：大型環状炉心確立
- 設備：大型化・高度化
- 燃料：再処理技術確立
- 規格基準：安全基準/構造規格策定

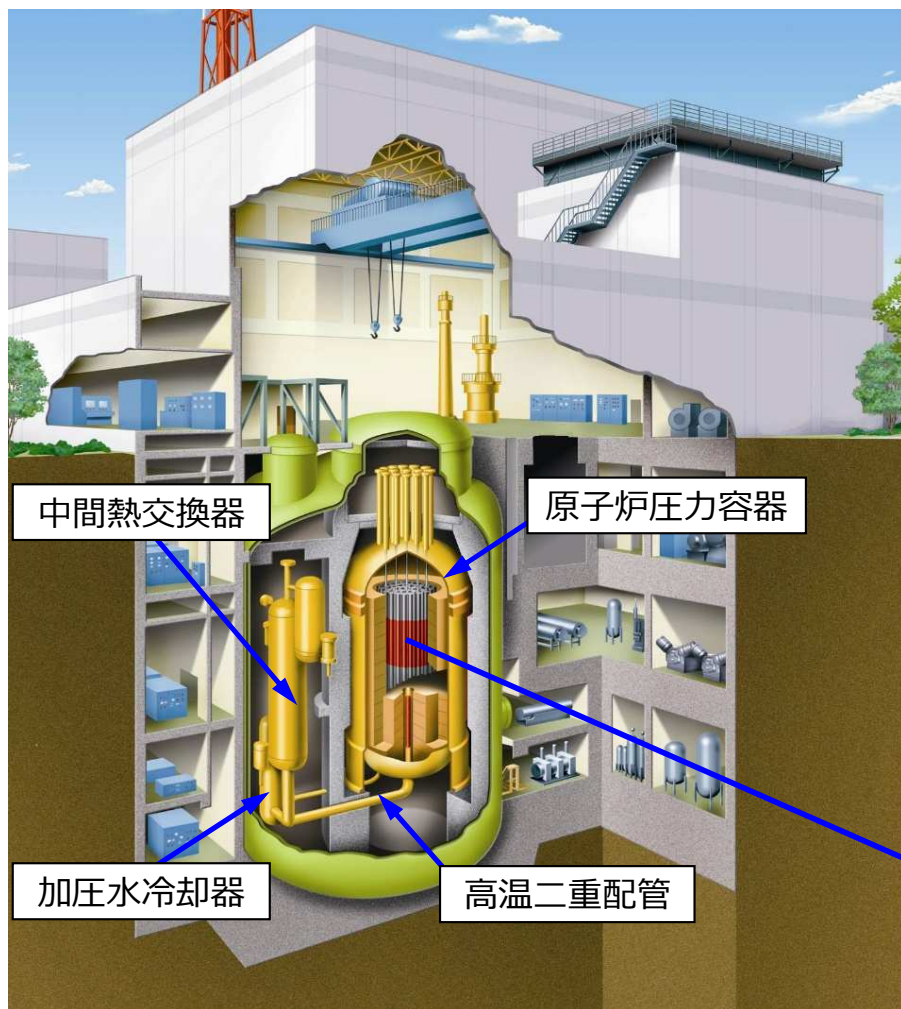
### 熱利用技術の確立

- 接続：水素製造施設の適用法規決定、  
接続設備機器の確立
- 水素製造：CF水素製造技術確立

国内  
実証炉  
開発

HTTR  
-熱利用  
試験

## HTTR（高温工学試験研究炉）



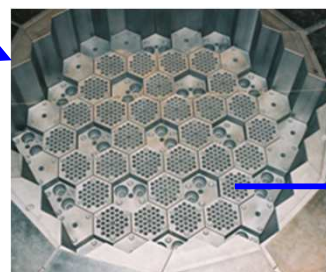
設置場所：日本原子力研究開発機構 大洗原子力工学研究所  
(茨城県大洗町)

### 我が国初の高温ガス炉

- 原子炉熱出力 ..... 30 MWt
- 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

- 1998.11 : 初臨界
- 2004.4 : 原子炉出口950℃達成
- 2010.3 : 950℃での連続50日運転
- 2010.12 : 安全性実証試験の実施\*  
(出力30%からの炉心流量喪失試験)
- 2021.7 : 新規規制基準対応を経て運転再開
- 2022.1 : 安全性実証試験の実施\*  
(出力30%からの炉心冷却喪失試験)
- 2024.3 : 安全性実証試験の実施\*  
(出力100%からの炉心流量喪失試験)

\*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

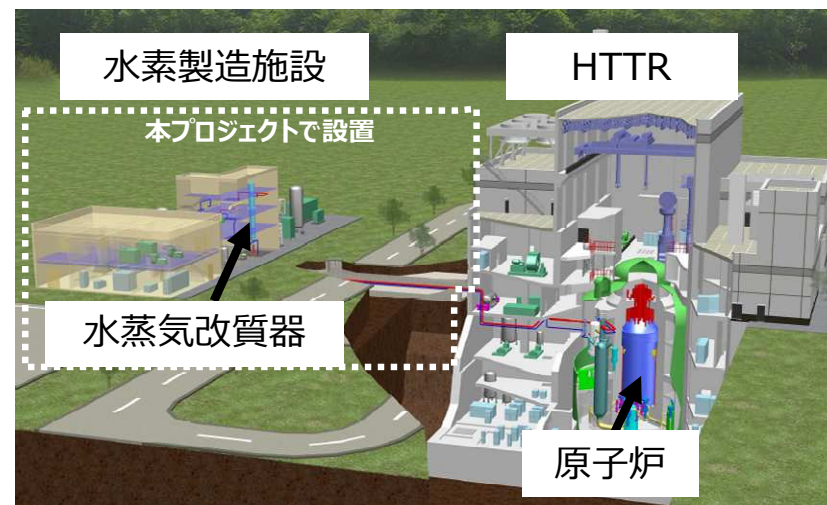
## 【内容】

- 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



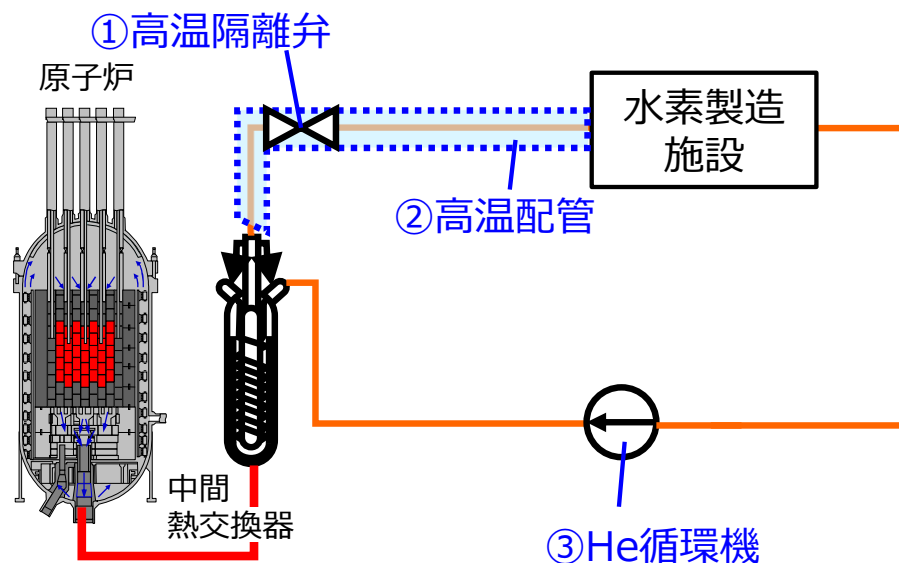
試験イメージ

- ✓ 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			





開発が必要な機器	主要な課題
① 高温隔離弁	融着による弁体/弁座損傷対策、製作性及びシール性能確証
② 高温配管	新規断熱材採用に伴う断熱性能等の特性把握、製作性確証
③ He循環機	磁気軸受等を用いた循環機性能確証

開発が必要なシステムとしての技術パッケージ	主要な課題
① プラント全体設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 原子炉と水素製造施設が協調した起動停止が未確立</li> <li>● 計測制御施設の設計に必要なプラント動特性解析コードの妥当性が未確認</li> </ul>
② 安全設計 (含む 新規制基準対応)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水素製造施設の適用法規が未確定</li> <li>● 原子炉異常が水素製造施設に異常を発生させない設計が未確立</li> <li>● 水素製造施設異常が原子炉施設に異常を発生させない設計が未確立</li> </ul>

- HTTR-熱利用試験を通じて高温ガス炉と熱利用系の接続に係る共通基盤技術整備が必要
- 確証した接続技術はどの熱利用系が採用された場合でも適用可能  
(HTTR-熱利用試験では、メタン水蒸気改質法による水素製造施設を採用)

## (設置許可申請)

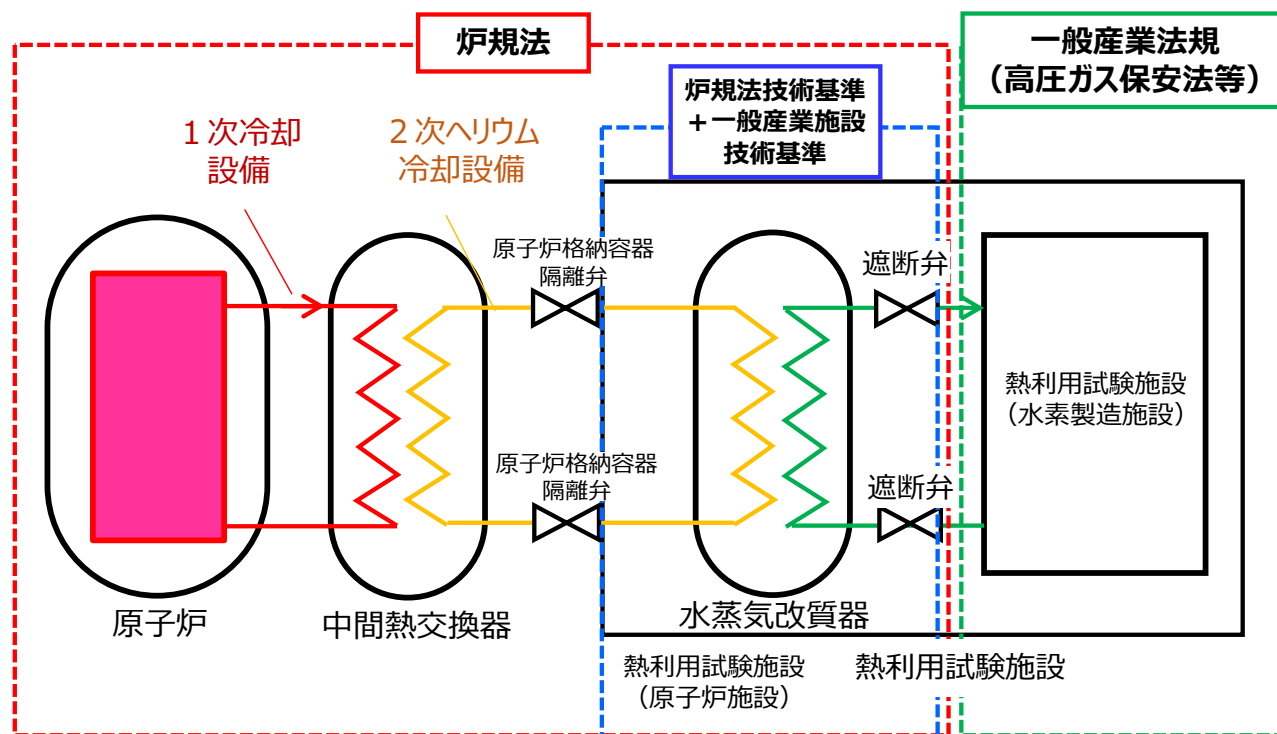
水素製造施設は、以下の法規を適用するとして、①原子炉施設に直接影響を及ぼす設備（青点線部）と②直接影響を及ぼさない設備（緑点線部）に分けて申請することが、原子力規制庁の行政相談により認められた（2024.6）

## (適用法規 ①原子炉施設に直接影響を及ぼす設備（青点線部）)

- 炉規法の基準（原子力規制委員会規則、内規及び構造等の技術基準）または一般産業施設の基準の規定のうち、一方の基準のみで定められる場合は、当該基準の規定を適用する
- 炉規法または一般産業施設の基準において規定が重複する場合は、原則として炉規法の基準を適用する（必要に応じて、差分を加える）

## (適用法規 ②原子炉施設に直接影響を及ぼさない設備（緑点線部）)

- 一般産業法規を適用する
- 漏えい可能性がある可燃性ガスに起因する火災・爆発等への対処は、一般産業法規を満足するとともに、原子炉施設に対しては「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に従い、原子炉施設と水素製造施設間に十分な離隔距離を確保することが求められる

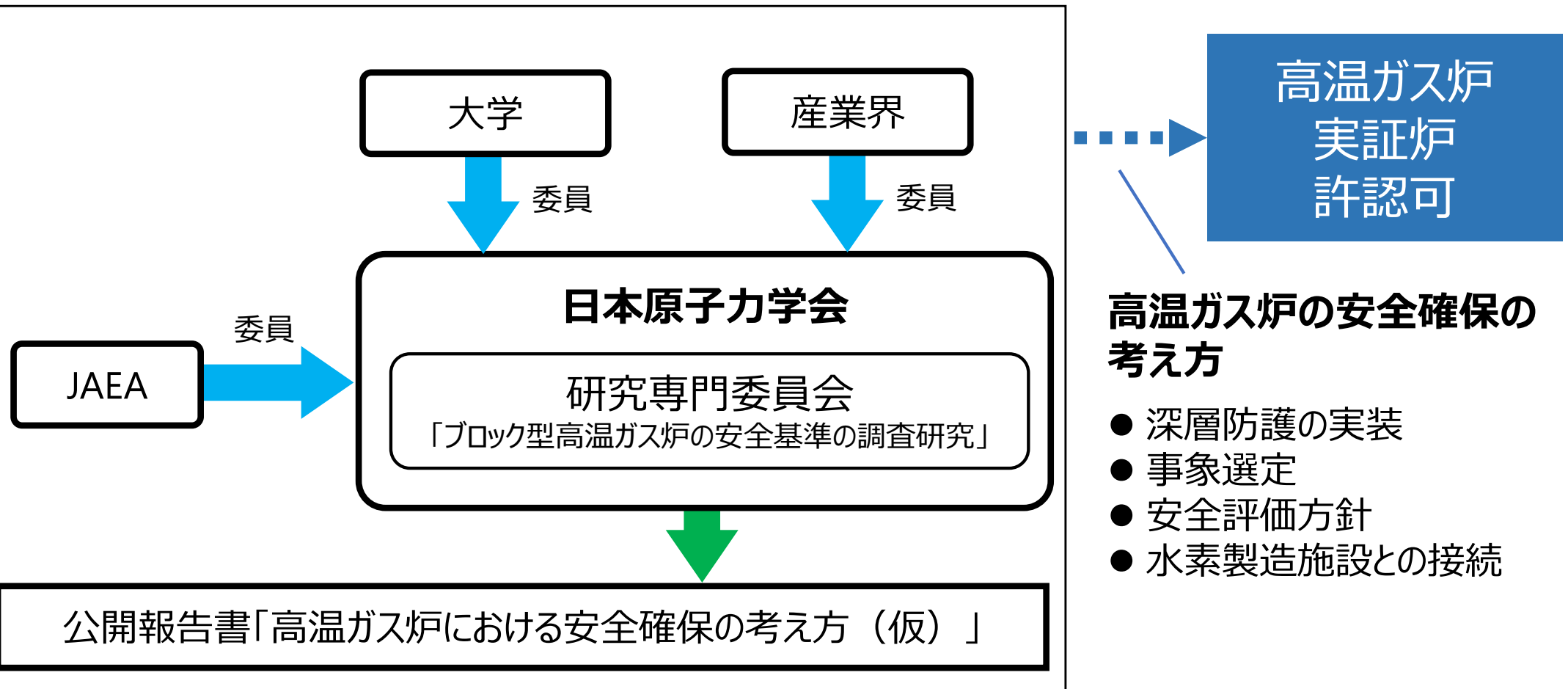


### 炉規法適用範囲

原子力規制委員会が原子力安全の観点から規制業務を行う範囲

### 高圧ガス保安法適用範囲

都道府県が高圧ガス安全の観点から規制業務を行う範囲





## 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  
(燃料の破損モード及び破損限界、高温ガス炉の事故シナリオ)
- ② 著しい炉心損傷の実質排除の可否に応じた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」を構築し、専門家の合意形成を図る

## 設置期間

令和5年4月から2年間（1年間の延長予定）

## 関連部会

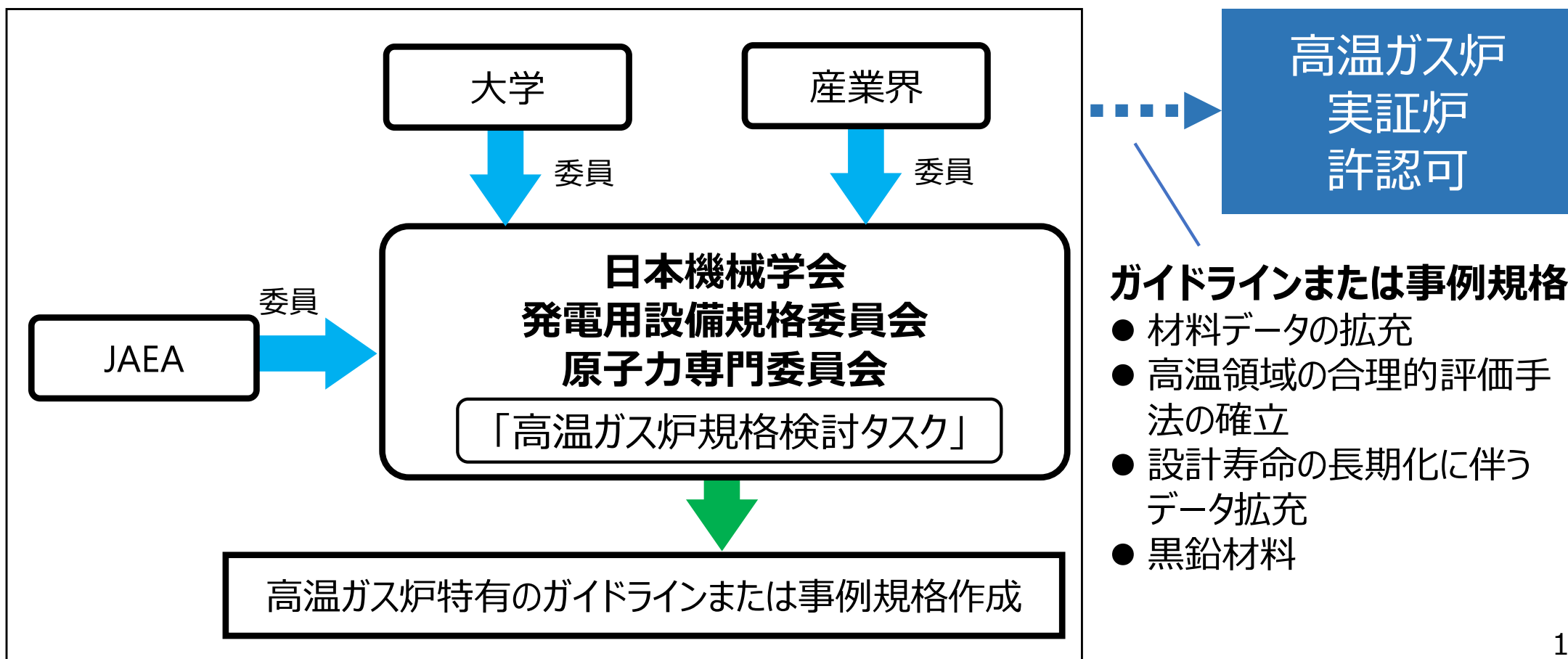
原子力安全部会

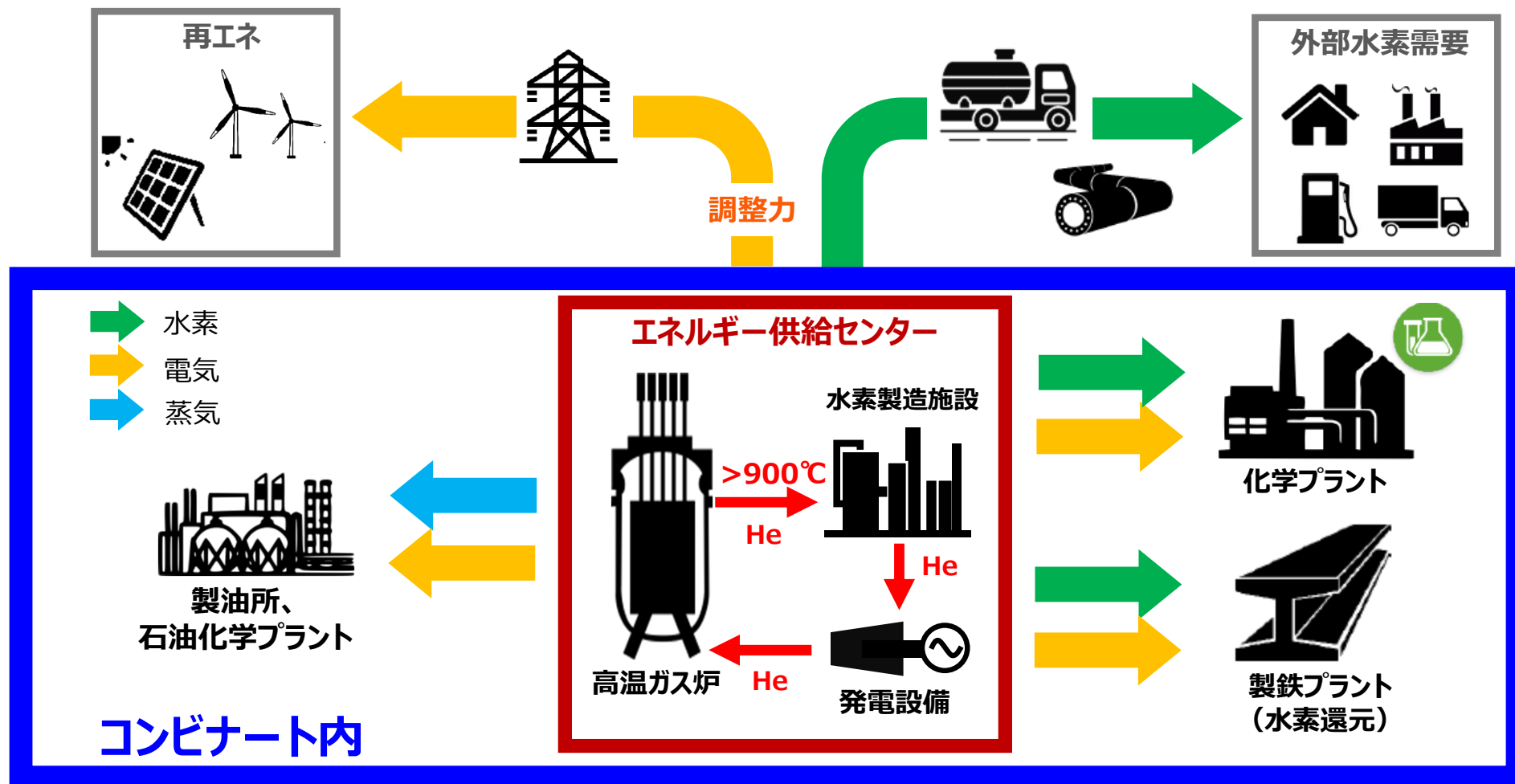
- HTTR建設にあたり、科学技術庁（当時）が、試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する規則（昭和62年3月25日 総理府令第11号）第7条の規定に係る細則として、同規則第2条第2項第5号に規定する試験研究用原子炉の内、**黒鉛減速ヘリウムガス冷却型原子炉施設に関する構造等の技術基準**を策定した
- その添付資料として、**高温機器及び黒鉛構造に関する以下の指針**が科学技術庁の内規として定められた
  - 高温ガス炉第1種機器の高温構造設計指針
    - ✓ 高温ガス炉高温構造設計指針の材料強度基準等
  - 高温ガス炉炉心支持黒鉛構造物構造設計指針
  - 高温ガス炉炉心黒鉛構造物構造設計指針
- 上記技術基準及び構造設計指針は、平成15年に改定され、文科省から原子力規制庁に内規として引き継がれている



- 高温ガス炉の実用化に向けて、**機械学会での民間規格化**を目指す。

- 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





## 新しい社会価値の提供

多排出産業の  
カーボンニュートラル実現

カーボンニュートラル社会システムの  
レジリエンス強化

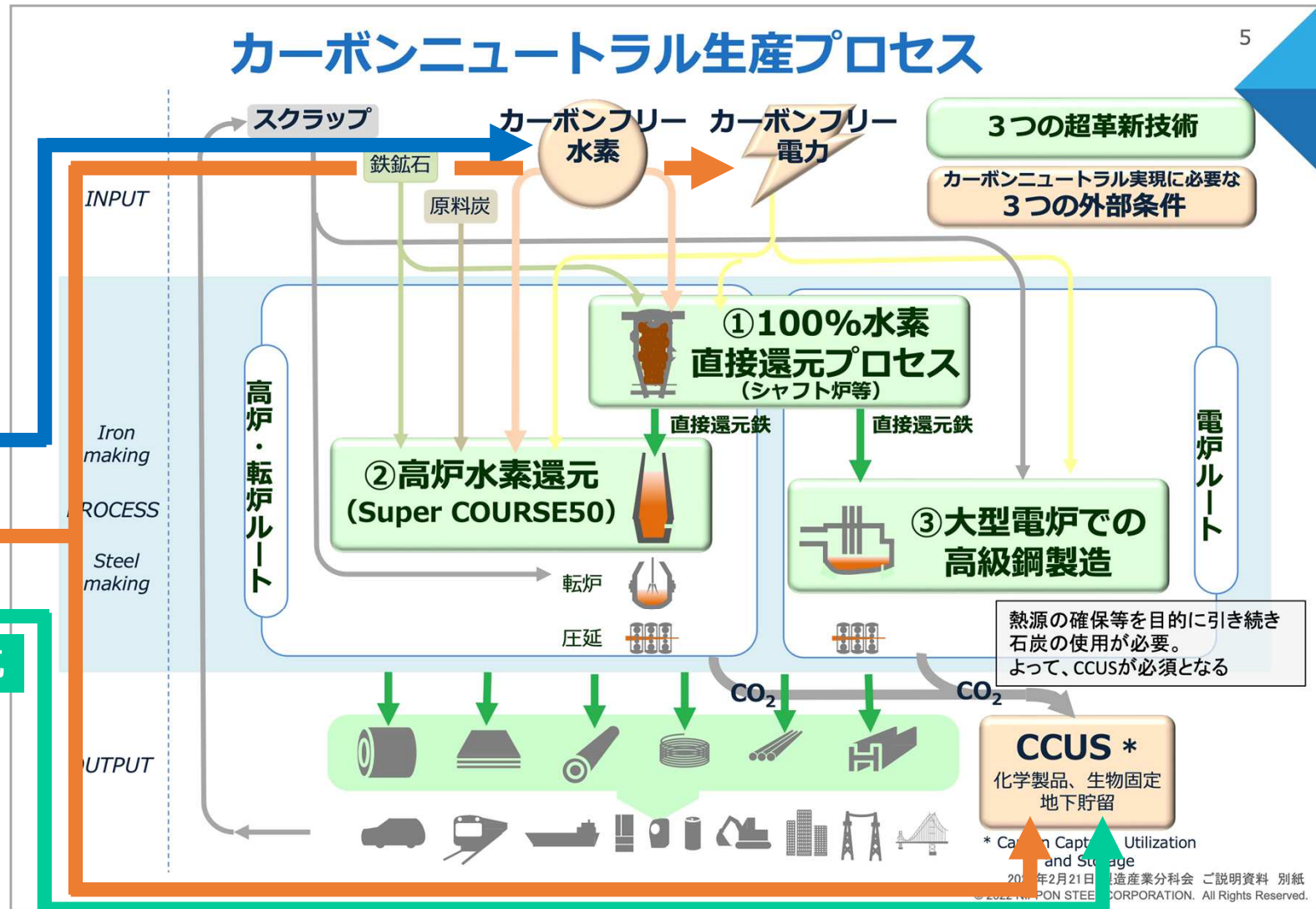
製鉄分野の  
カーボンニュートラル実現に  
必要な3つの外部条件

- ・カーボンフリー水素
- ・カーボンフリー電力
- ・CCUS



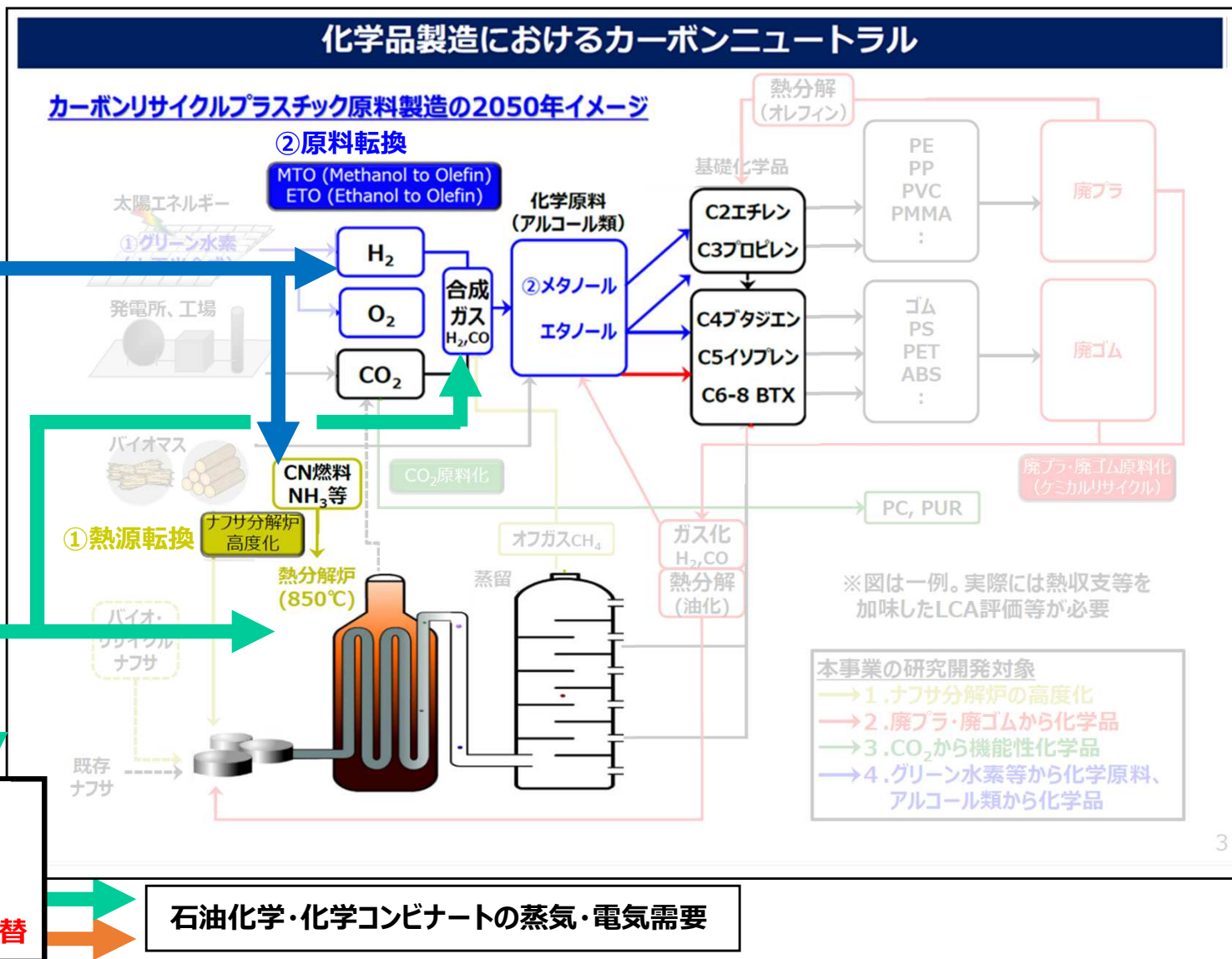
高温ガス炉

- ・カーボンフリー水素
- ・カーボンフリー電力
- ・高温熱・蒸気



大量・安定した多様なエネルギー供給（水素・電気・熱・蒸気）により  
製鉄分野の脱炭素化に貢献

### ③原料循環



**大量・安定した多様なエネルギー供給（水素・電気・熱・蒸気）により  
石油化学・化学分野の脱炭素化に貢献**



## イベント・展示会への出展

一定の規模及び関係業界への影響があると考えられるイベントに参加し、広報展示を実施。計1800人以上が当室の出展ブースに来訪。

- ・H2 & FC EXPO (2024.2.28~3.1、東京ビッグサイト)
- ・WHEC20241 (2024.6.23~6.27、メキシコ・カンクン)
- ・GLOBAL2024 (2024.10.6~10.10、イイノホール)
- ・H<sub>2</sub> POWER WORLD OSAKA (2024.11.20~11.22、インテックス大阪)

## 英国高温ガス炉燃料開発プログラムに係る調印式

(2024.4.22、東京)

調印式後の会見に朝日新聞ほか5社が参加。報道状況は以下のとおり  
読売新聞「新型炉燃料製造へ 日英覚書」(朝刊27面)

日経新聞「高温ガス炉の燃料技術、英国立研と覚書」(web)

ほか国内3社、海外1社 (WNN : world nuclear news、web)

## 英国高温ガス炉実証炉プログラム成果報告・展示会

(2024.11.6・7、英国・プレストン)

NNLが主催し、日本及び英国の政府関係者、産業界、学术界の専門家約100名が参加。本プログラムの事業者であるJAEA及びNNLから、計画が着実に進捗していることを紹介。

## SNS (X) による情報発信

(2023.2~2024.11)

機構アカウントのXから約170件発信：高温ガス炉技術 (65件)、国際連携・会議報告・視察 (29件)、広報活動 (20件)、水素技術 (16件)、熱利用技術 (15件)、HTTR (14件) 等



H2 & FC EXPOへの出展

世界最大規模の水素の展示会であり、水素の製造、貯蔵、輸送、利用に関する企業が多数出展 (出展企業数：約200社、来場者数：約70,000人)。



東京事務所にてJAEA (小口理事長)  
NNL (ハワースCEO) による調印式開催



英国高温ガス炉実証炉プログラム成果報告・展示会  
ハイレベルの政府関係者 (在英日本国大使館川上公使、DESNZから複数のDirectorクラス) の他、日英産業界からも多数の参加を得た。



Xによる情報発信

テレ東BIZ YouTubeチャンネルに高温ガス炉  
プロジェクト推進室メンバーがスタジオ出演

- 日本政府は、GX実現に向けた基本方針 参考資料の中で、「安全性の確保を大前提として、新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設に取り組む」として、**2030年代後半運転開始とする高温ガス炉実証炉の開発目標・戦略が公表された**
- 高温ガス炉は、核熱を用いて高温熱の供給が可能であり、これを用いて**脱炭素化が困難とされる製鉄分野、化学工業分野等へ水素、高温蒸気等を供給することで2050年温室効果ガス排出ネットゼロに貢献する**
- JAEAは、**HTTR-熱利用試験、高温ガス炉国内実証炉**、英国等との国際連携を推進し、**高温ガス炉の早期社会実装を目指す**

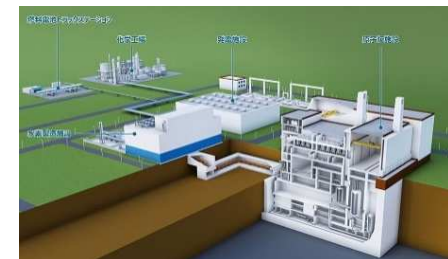
## HTTR-熱利用試験

高温ガス炉と  
水素製造施設の  
接続技術確立



## 国内実証炉開発

技術的成立性と  
経済的な実現性  
の実証



三菱重工 [www.mhi.com/jp/news/230725.html](http://www.mhi.com/jp/news/230725.html)