



# HTTR-熱利用試験計画の概要

令和4年5月24日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構  
高速炉・新型炉研究開発部門 大洗研究所  
高温ガス炉研究開発センター

# 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 (分野別実行計画 原子力産業 高温ガス炉)

## 4. 重要分野における「実行計画」 (4) 原子力産業 ③高温ガス炉

(略) 世界最高温度を記録した試験炉 HTTR を活用し、安全性の国際実証に加え、2030 年までに大量かつ安価なカーボンフリー水素製造に必要な技術開発を支援していく。並行して、IS 法やメタン熱分解法等を含む超高温熱を活用したカーボンフリー水素製造方法についても開発を支援する。(略) また、試験炉 HTTR の建設・運転・再稼働を通じて、規格基準策定の点でも海外に先行している 状況を踏まえ、日本の規格基準普及に向けた他国関連機関との協力を推進する。

- 世界最高温度を記録した試験炉 HTTR を活用し、安全性の国際実証に加え、2030 年までに大量かつ安価なカーボンフリー水素製造に必要な技術開発を支援
- 安全性・経済性・サプライチェーン構築・規制対応を念頭に置いた開発支援を行いながら、技術開発・実証に参画

◆ 原子力は、実用段階にある脱炭素の選択肢。国内での着実な再稼働の進展とともに、海外（米・英・加等）で進む次世代革新炉開発に、高い製造能力を持つ日本企業も連携して参画し、多様な原子力技術のイノベーションを加速化していく。

	現状と課題	今後の取組
高温 ガス炉	<p>開発・運転ノウハウの蓄積と実用化スケールへの拡張が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高温工学試験研究炉 (HTTR) で950℃ (世界最高水準)・50日間の高温連続運転を達成(JAEA)。安全性を実証。</li> <li>・日本企業が水素製造・発電コジェネプラント、蓄熱可能な発電用高温ガス炉などを開発中。</li> <li>・高温ガス炉と水素製造施設との接続技術の確立が必要。</li> </ul>	<p>HTTRを活用した試験・実証等</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・HTTRを活用し、安全性の国際実証に加え、2030年までに大量かつ安価なカーボンフリー水素製造に必要な技術開発を支援。</li> <li>・安全性・経済性・サプライチェーン構築・規制対応を念頭に置いた開発支援を行いながら、技術開発・実証に参画。海外の先行プロジェクトの状況を踏まえ、海外共同プロジェクトを組成していく。</li> <li>・日本の規格基準普及に向けた他国関連機関との協力を推進。</li> </ul>

## ④原子力産業の 成長戦略「工程表」

- 導入フェーズ: 1. 開発フェーズ 2. 実証フェーズ 3. 導入拡大・コスト低減フェーズ 4. 自立商用フェーズ
- 具体化するべき政策手法: ①目標、②法制度(規制改革等)、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	~2030年	~2040年	~2050年
高温 ガス炉 水素コスト: 2050年に 12円/Nm <sup>3</sup> の可能性	HTTR 再稼働	HTTRを活用した「固有の 安全性」確認のための試験		カーボンフリー水素製造に必要な技術開発			カーボンフリー水素製造設備 と高温ガス炉の接続実証	販路拡大・量産体制化で コスト低減
	世界最高温の950℃を出力可能なHTTRを活用した国際連携の推進					実用化スケールに必要な実証		
	高温熱を利用したカーボンフリー水素製造技術の確立 (IS法、メタン熱分解法等)							

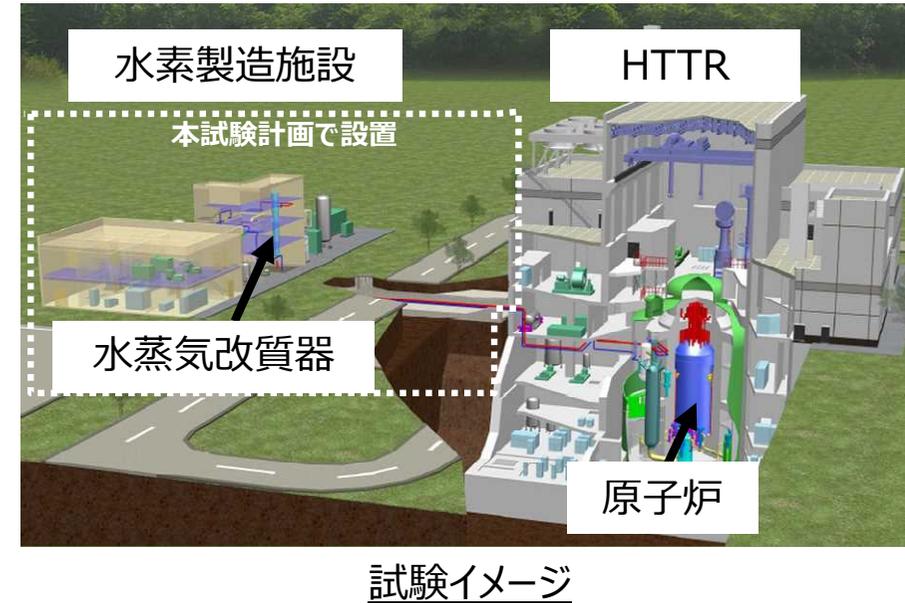
# HTTR-熱利用試験の概要

## 【目的】

「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」に示された、2030年までの大量かつ安価なカーボンフリー水素製造に必要な技術の開発に向け、脱炭素高温熱源（高温ガス炉）と水素製造施設の高い安全性を実現する接続技術を確立する

## 【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及び安全評価技術の確立（原子力規制委員会からの許認可取得）
- 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、高温ガス炉と水素製造施設の接続に必要な機器及びシステム設計技術を確立



## 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

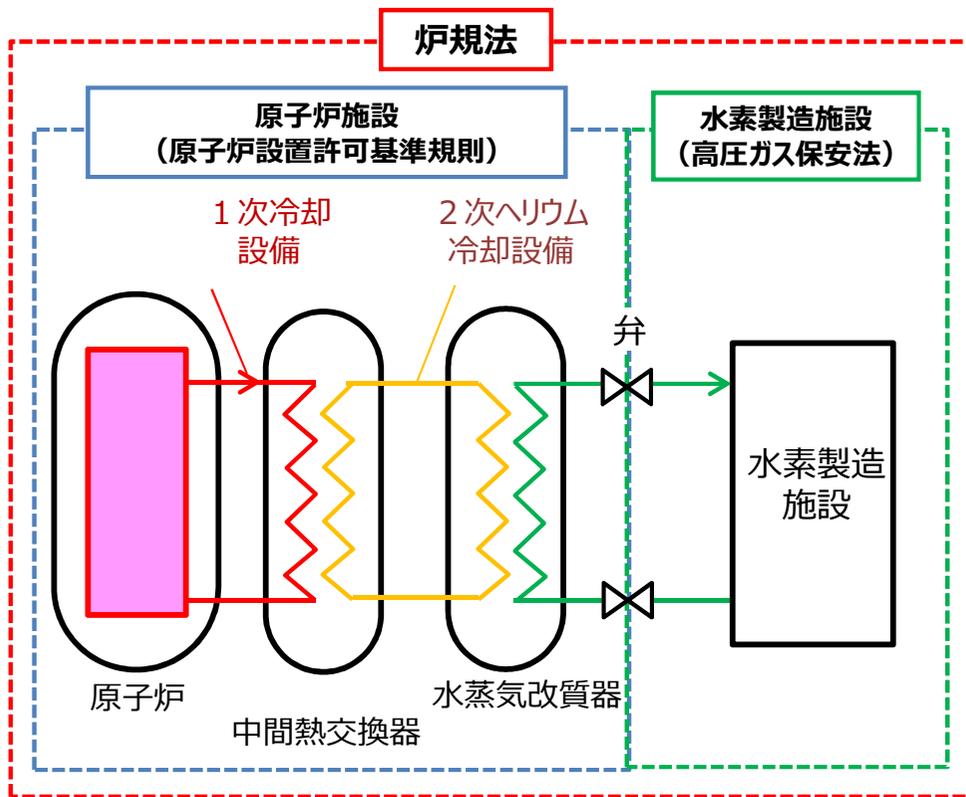
- 昨年度（R3年度）、原子力機構がこれまで検討してきたHTTR-熱利用試験施設の安全設計原案に対する評価を専門家から得るべく、外部専門家により構成する「HTTR-熱利用試験専門委員会」を高温ガス炉センターの下に設置した
- 専門委員会では、HTTR-熱利用試験施設に適用すべき法規の合理性に関し、以下のような議論がなされた
  - まず、HTTR-熱利用試験に係る全体の安全規制は、炉規法を適用する
  - 一方、原子炉施設に接続する化学プラントに対する技術的要件は、炉規法において現状十分に整備されていない
  - 化学プラントに関する規制の枠組みや細かい技術的要件がすでに整備されている「高圧ガス保安法」を化学プラント（水素製造施設）に適用することは、相対的に安全性を高めることにつながり、一定の合理性を見出すことができる
- 原子力機構は、専門家による以上のような議論を今後の申請に活かすため、炉規法及び高圧ガス保安法をそれぞれ原子力施設及び水素製造施設に適用するとした場合のHTTR-熱利用試験施設の安全性を今年度から開始した基本設計の中で確認、検討する。これにより、設計の成立性、実用システムへの拡張性等を評価し、事業者として申請候補を決定していく予定

※専門委員会における協議内容は、JAEA報告書（「JAEA-Technology HTTR-熱利用試験施設の安全設計の考え方」、「JAEA-Review HTTR-熱利用試験専門委員会資料集」）として昨年度に取り纏め、今年度刊行予定（7月頃の見込み）

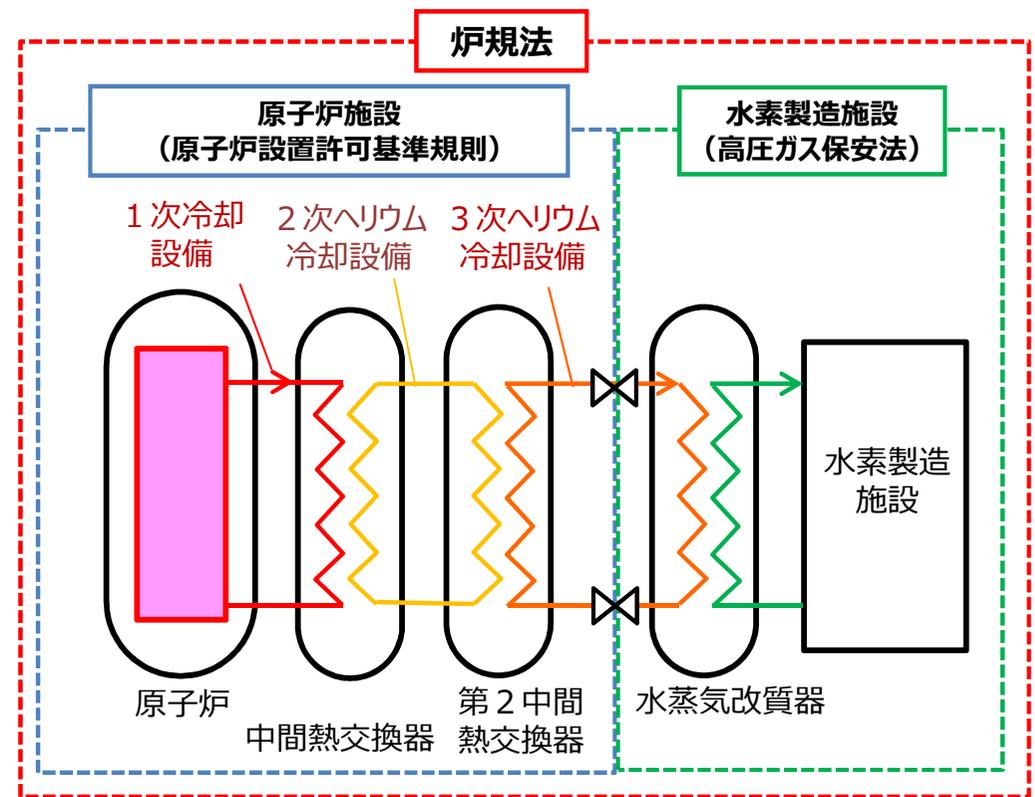
# 水素製造施設の高圧ガス保安法適用の検討

## 適用法規の考え方の方針（案）

- 高温ガス炉による水素製造技術の将来の実用化に向け、接続する化学プラント（水素製造施設）の安全性を十分に確保するため、化学プラントに関する規制の枠組みや細かい技術的要件がすでに整備されている「高圧ガス保安法」を化学プラント（水素製造施設）に適用することが妥当と評価し得るシステム構成とする
- 水素製造施設の異常が原子炉施設に与える影響は外部事象として炉規法の下で規制する
- 一般産業法規（高圧ガス保安法）を適用した場合においても、原子炉安全の観点から十分な安全性が確保できるシステム構成とする（水素製造施設を高圧ガス保安法とその下での技術基準に基づいて設計、製作及び管理することを考慮する）



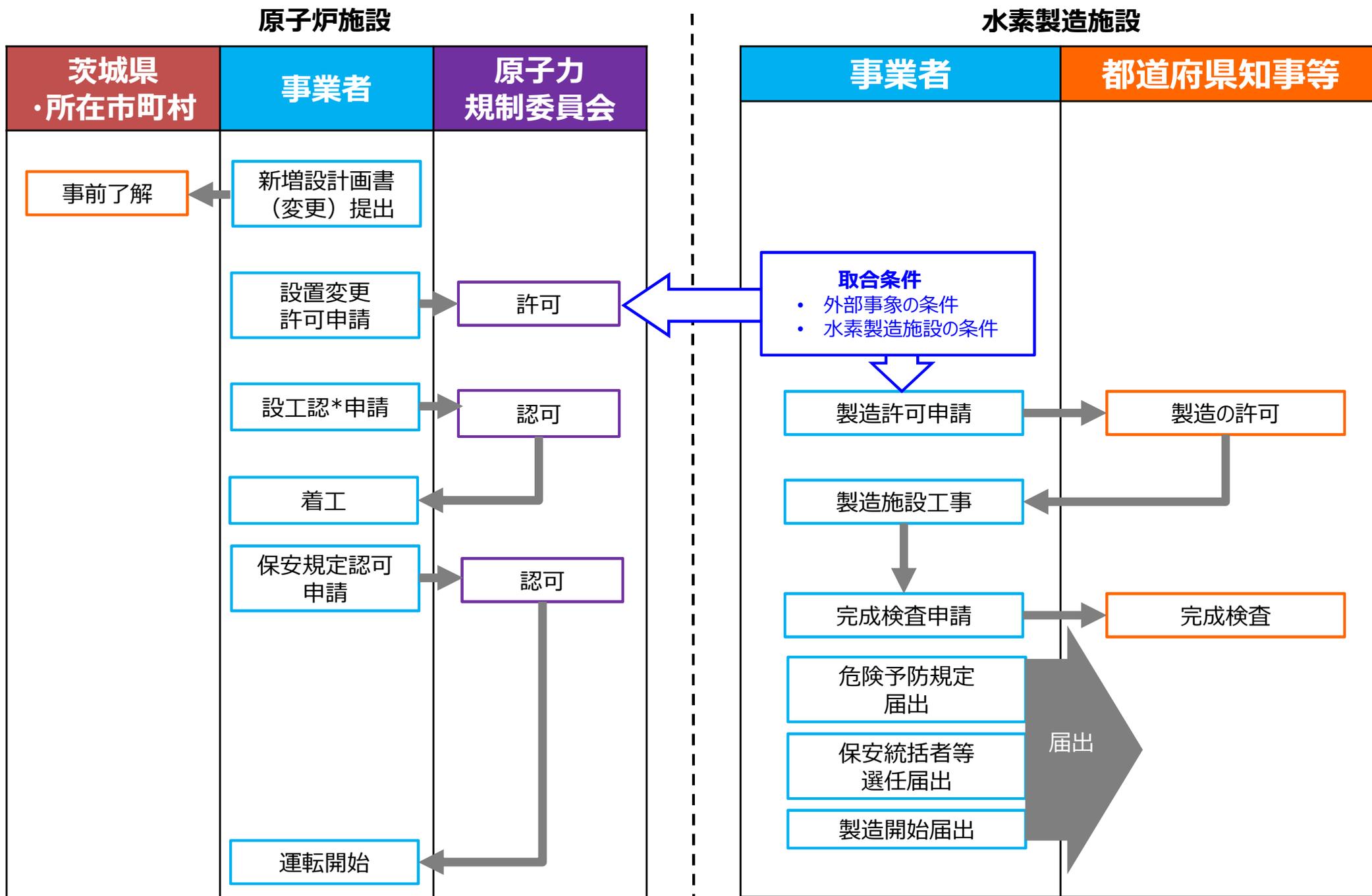
-候補案 1-



-候補案 2-

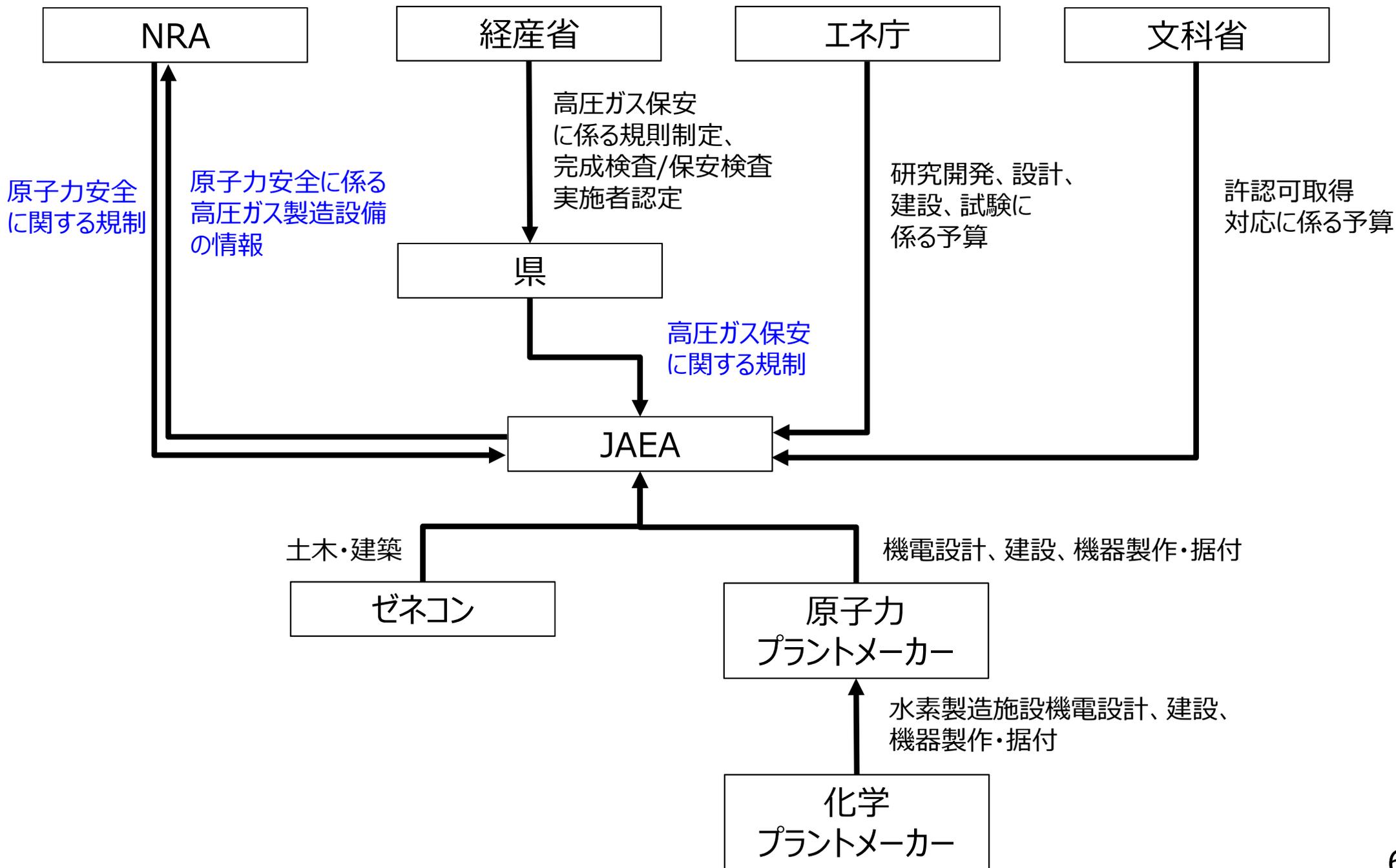
## 高圧ガス保安法の適用範囲案

# 水素製造施設を高圧ガス保安法適用とした場合の HTTR-熱利用試験施設の許認可プロセス（案）



\*設計及び工事の計画の（変更）認可

# HTTR-熱利用試験の体制（案）



- R4年度は、高温ガス炉へ熱利用系を接続するための技術確立に向けて、HTTRに水蒸気改質法を用いた水素製造施設を接続したHTTR-熱利用試験施設の概念設計を行い、設備構成や熱物質収支を定める
- 原子炉に化学プラント（水素製造施設）を接続する際の原子炉の安全規制の適用の考え方、範囲、試験炉設置許可基準規則への適合のための設計方針等を検討し、安全設計方針（案）を定める
- 安全設計方針に適合する基本設計をR6年度までに固め、R6年度末に設置変更許可申請予定



# 参考

## ◎ 水素・燃料電池戦略ロードマップ（平成31年3月12日、水素・燃料電池戦略協議会/経産省）

第2章 水素基本戦略の実行に向けた各論

2-3. 技術開発の推進・国民理解（1）革新的技術開発 <アクションプラン>【製造】

化石エネルギー資源や太陽光等の既に水素製造に活用されているエネルギー資源だけでなく、高温地熱や海洋エネルギー、宇宙太陽光、高温ガス炉など、水素製造に活用し得る革新的な技術の活用も含めて、あらゆる可能性を検討していく。

## ◎ パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略（令和元年6月11日 閣議決定）

第3章：重点的に取り組む横断的施策 第1節：イノベーションの推進 I. 技術のイノベーション

2. 施策の方向性（4）個別分野における実用化に向けた課題の見える化

③水素 ○水素に関連する技術の例・製造技術「太陽熱・産業排熱等を用いた熱化学水素製造（ISプロセス）」

⑤原子力 ○原子力に関連する技術の例「高温ガス炉」

## ◎ 革新的環境イノベーション戦略（令和2年1月21日、統合イノベーション戦略推進会議決定）

I. エネルギー転換

3. 低コストな水素サプライチェーンの構築 ⑦製造：CO2フリー水素製造コスト1/10の実現 <再エネ利用水素製造> 「ISプロセスによる水素製造」

4. 革新的原子力技術/核融合の実現 ⑩安全性等に優れた原子力技術の追求 「高温ガス炉」

## ◎ 成長戦略実行計画（令和3年6月18日、閣議決定）

第3章 グリーン分野の成長

1.2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（3）分野別の課題と対応 ⑦原子力

原子力は、実用段階にある脱炭素の選択肢である。可能な限り依存度を低減しつつ、国内での着実な安全最優先の再稼働の進展とともに、米・英等で進む次世代革新炉等の開発に、高い製造能力を持つ日本企業も連携して参画し、多様な原子力技術のイノベーションを加速化していく。安全性等に優れた炉の追求など将来に向けた研究開発・人材育成等を推進する。具体的には、2030年までに、国際連携による小型モジュール炉技術の実証、高温ガス炉に係る要素技術確立等を進めるとともに、核融合研究開発を着実に推進する。

## ◎ 統合イノベーション戦略2021（令和3年6月18日、閣議決定）

第2章 Society 5.0の実現に向けた科学技術・イノベーション政策

1. 国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会への変革

（2）地球規模課題の克服に向けた社会変革と非連続なイノベーションの推進 ②多様なエネルギー源の活用等のための研究開発・実証等の推進

原子力については、軽水炉の安全性向上技術に加え、高速炉、小型モジュール炉、高温ガス炉等の革新的原子力技術等に係る研究開発や原子力分野における人材育成を進める（略）

## ◎ エネルギー基本計画（第6次）（令和3年10月22日 閣議決定）

5. 2050年を見据えた2030年に向けた政策対応

（8）水素社会実現に向けた取組の抜本強化

（略）更なる水素供給コストの低減や大量の水素の効率的製造に向けて、光触媒や、高温ガス炉等の高温熱源を活用した水素製造など、革新的な水素製造技術開発・基礎研究に対する支援も進めていく。

（12）国際協調と国際競争

⑤世界の原子力安全の向上や原子力の平和利用に向けた国際協力の推進

（略）高速炉、小型モジュール炉、高温ガス炉等の革新的技術の研究開発を進めていくに当たっては、米・英・仏・加等の海外の実証プロジェクトと連携した日本企業の取組への積極的支援により、多様な社会的要請にこたえる選択肢を拡大していく。

6. 2050年カーボンニュートラルの実現に向けた産業・競争・イノベーション政策と一体となった戦略的な技術開発・社会実装等の推進

（略）海外動向も踏まえ、海外の開発プロジェクトに高い製造能力を持つ日本企業も連携して参画するとともに、国内においても、水素製造を含めた多様な産業利用が見込まれ、固有の安全性を有する高温ガス炉をはじめ、安全性等に優れた炉の追求など、将来に向けた原子力利用の安全性・信頼性・効率性を抜本的に高める新技術等の開発や人材育成を進める。（略）2030年までに、民間の創意工夫や知恵を活かしながら、国際連携を活用した高速炉開発の着実な推進、小型モジュール炉技術の国際連携による実証、高温ガス炉における水素製造に係る要素技術確立等を進める（略）