

原子力科学技術委員会
原子力研究開発・基盤・人材作業部会(第7回)

資料1

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
原子力科学技術委員会
原子力研究開発・基盤・人材作業部会(第7回)
R3.2.10

日本原子力研究開発機構の 在り方について

—民間からの期待—

令和3年2月10日

一般社団法人 日本電機工業会

1. はじめに
2. 東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置
3. 軽水炉の高度利用について
4. 新型炉の実用化
5. Na冷却高速炉・高速炉サイクル開発
6. 高温ガス炉開発
7. 知識の共有と研究基盤（設備・ソフト）の整備・利用
8. 低レベル放射性廃棄物の処理処分
9. まとめ

1. はじめに

1-1. 原子力研究開発機構の在り方に関する考え方

1. 日本原子力研究開発機構(JAEA)の在り方の議論に当たり

- 原子力の新技術の導入には、十分な安全性確認や核物質を用いた大規模な試験など、長期にわたる技術開発が必要。
- 重要な政策課題である資源の有効利用や放射性廃棄物については、国全体で役割分担を明確にし、柔軟かつ合理的に対応することが必要。

2. ステークホルダーの役割認識

- 国はビジョンを示し、長期的な技術開発に対するサポートを実施
- 大学等は、基礎研究及び学生の育成
- 民間企業は、国際競争の環境下、民間主導のイノベーションを追求



- 知識基盤整備の取組、民間による技術開発・研究開発の努力への支援

3. JAEAへの民間の期待

- 産官学の一層の連携
- 技術開発成果の実装及び普及

原子力による経済活動や国民生活の向上を目的に、その重要性を認識し、民間からの期待を述べたい。

1-2. プラントメーカーの事業と主な研究開発の概観

1. プラントメーカーの事業について

- 原子力発電は、大容量かつ安定で経済的なカーボンフリーの電源
- プラントメーカーは、継続的な安全性向上と経済的で安定な電力供給に技術で貢献

2. 福島第一原子力発電所(1F)の廃止措置 【→2項】

- デブリ取り出しに向けた開発とモックアップ試験の場が必要
- 現場作業の安全確保に、建屋内線量の把握や環境改善が必要

3. 運転中原子炉の保守サービス 【→3項】

- 稼働率向上と使用済み燃料削減を実現する燃料高燃焼度化に、材料健全性の確認が必要
- 運転期間中の材料健全性を確認し、規制/推進の共通データ取得が必要
- 新型燃料の安全性の確認

4. 原子力の幅広い利用に向けた開発

- 新型炉開発、及び安全性向上検討 【→4項】
- プルトニウム有効利用、有害度低減手法、先進再処理開発の開発 【→5項】
- 原子力の熱利用等発電以外の利用に関する開発 【→6項】

5. その他の期待

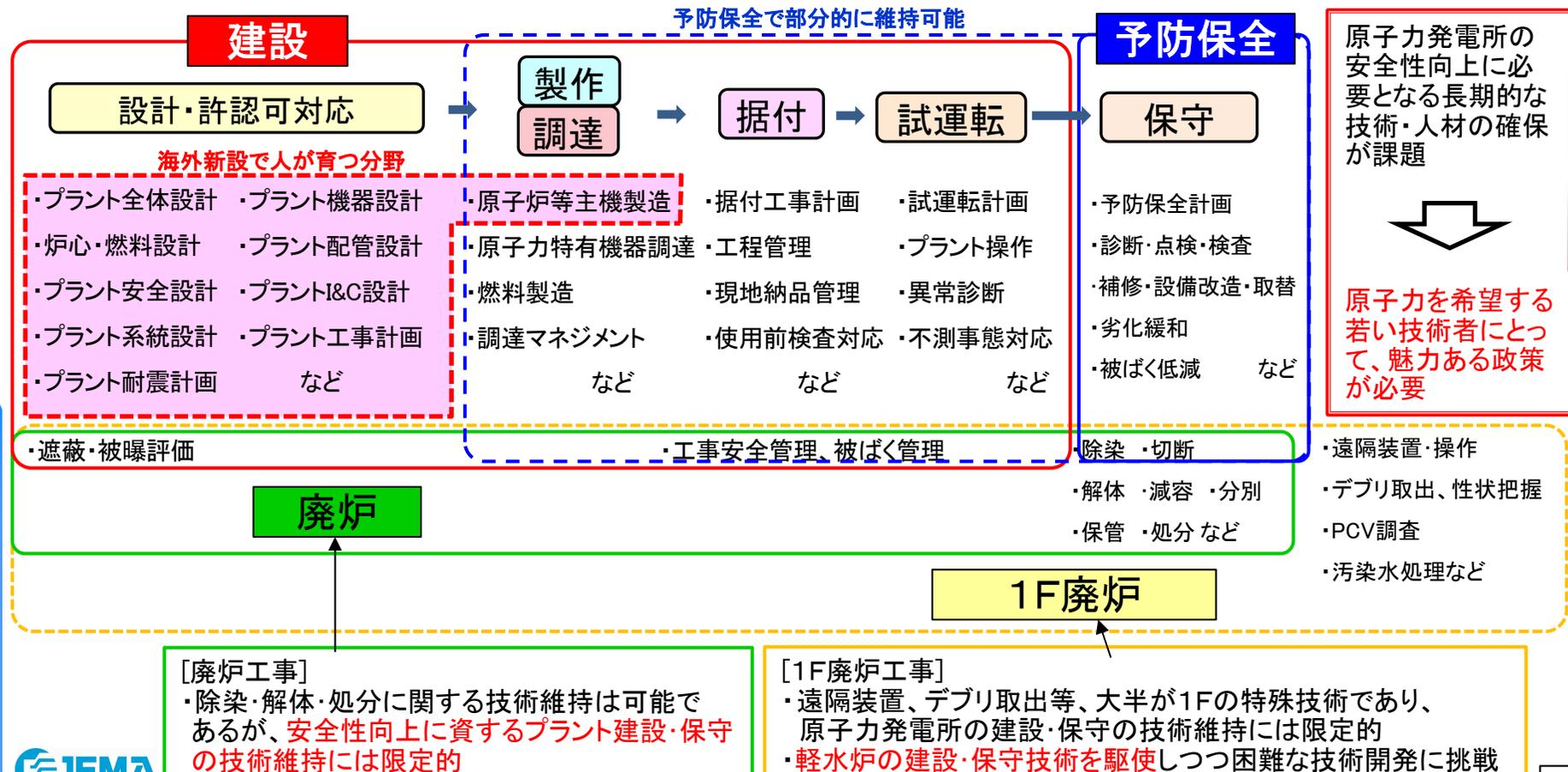
- 知識の共有、設備等のインフラ整備と共同利用、成果の普及・広報 【→7項】

 低レベル放射性廃棄物の処分事業加速 【→8項】

【参考】幅広い技術・人材の必要性

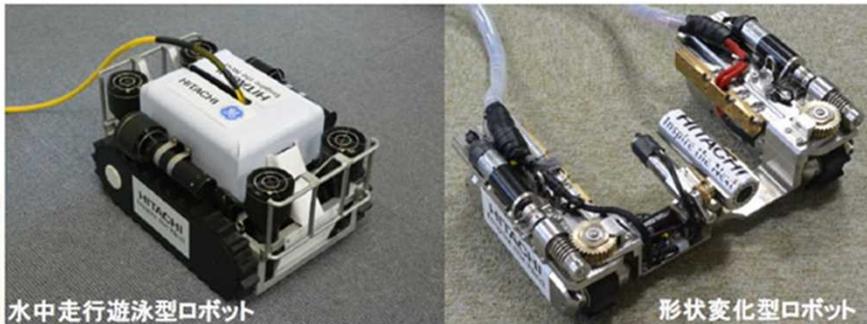
- 原子力発電を支えるには、幅広い技術と人材の厚みの維持が必要。
- 1F廃炉や再稼動対応のみでは、適用技術分野が偏っている。

⇒ **プラント新規建設による幅広い分野での技術・人材の育成が必要**



2. 東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置

- デブリ取り出しに向けた開発とモックアップ試験の場
- 安全(周辺環境・作業員被ばく)確保のための、建屋内線量の把握や環境改善
 - 1F廃炉の技術開発は、国際廃炉研究開発機構を中心に実施中
 - CLADSで開発した技術の早期実用、放射線量把握等(→作業環境改善は喫緊の課題)
 - 遠隔操作機器開発の協働の場
 - デブリの性状把握と、実デブリによる機器性能の確証試験(→廃止措置の加速)



水中走行遊泳型ロボット

形状変化型ロボット

日立GEニュークリア・エナジー提供



堆積物接触装置

東芝エネルギーシステムズ提供

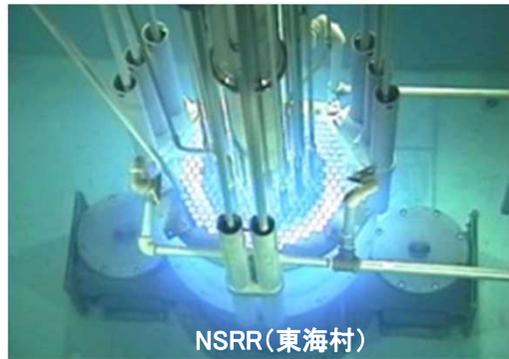


燃料デブリ取り出しシステム

三菱重工業提供

3. 軽水炉の高度利用について

- 燃料の高燃焼度化により、稼働率向上と使用済み燃料の発生量抑制を同時に達成
→ 炉心の臨界安全性、燃料材料の健全性の確認
 - 事故耐性燃料の適用による安全性向上
 - 再利用に適した使用済みMOX燃料の組成を実現(プルサーマルの高度化)
- 新型燃料開発に係る安全設計基準(規制基準)の適用性検討に係る各種実験・試験の推進
 - 超高温・高圧環境やレーザー、ビーム照射等といった、民間施設では保有していない特殊な条件を模擬可能な試験設備や装置を用いた燃料物性や特性の分析・測定に関する試験技術(サービス)の提供



NSRR(東海村)
出力急昇試験等の安全確認試験



後継炉の早期利用開始



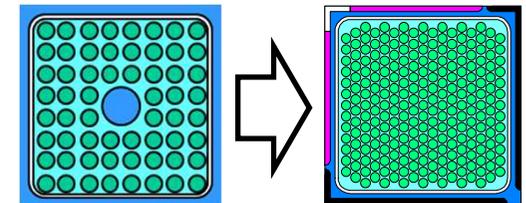
プルトニウム第三開発室(東海村)
特殊燃料の開発試験

JAEA提供

- ① 事故耐性燃料の適用による安全性向上
- ② 高燃焼度化による使用済み燃料発生量の削減
- ③ プルサーマル推進による使用済み燃料の削減
- ④ 国内外に保管中の分離済みプルトニウムの消費
- ⑤ 使用済みMOX燃料の再利用の可能性追求



事故耐性燃料の開発



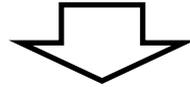
現行MOX燃料(BWR) 稠密燃料の開発

経済産業省ホームページ

経済産業省高速炉開発会議
第13回戦略ワーキング資料1

【参考】 研究開発を支える設備に関する要望

- 震災前から、旧NUPECの多度津振動台・勝田確証試験設備等が廃止。
- 震災後にJAEA/JMTR等多くの試験研究炉の廃炉が決定された。
- 他国では、国の研究施設の場合、技術・人材育成を継続。



旧NUPEC: 原子力発電技術機構
JAEA: 日本原子力研究開発機構

- 国全体として、共通のインフラ整備が必要（民間では大型設備の整備・維持が困難）
- インフラの相互利用など、国際連携の枠組み強化が必要



JRR-3



JMTR

日本原子力研究開発機構
ホームページより

国内の研究用原子炉に関する現状と課題

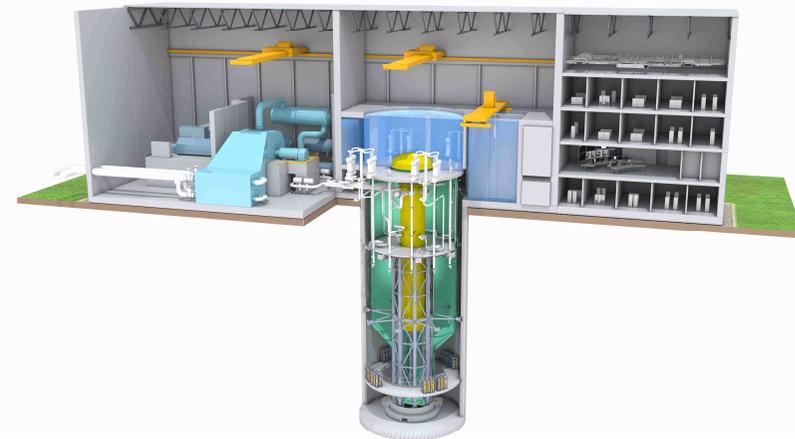
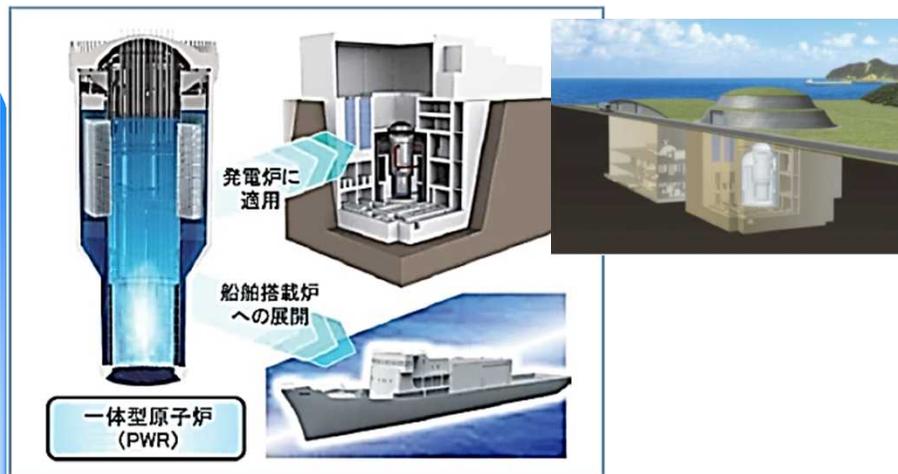
- ・ 国、大学等の試験研究炉では、寿命延長するのか廃止するのか、次の研究炉はどうするのかといった現実的な課題に直面しているが、**実習や実験を通じて原子核現象を教育・研究していく場**を確保しておくことが重要。
- ・ 原子力の安全を考えるためにも、基礎工学研究・安全研究等の基礎・基盤研究の強化とともに、それらの**研究を支える施設・設備の維持**や、安全を担う人材の継続的な育成・確保が重要。
- ・ 日本原子力研究開発機構や大学等の試験研究炉や量子ビーム照射施設、ホットラボ等の原子力施設については、老朽化が進む中、継続的な維持・管理や新規整備が困難な状況にあるため、高経年化対策に加えて、**戦略的・集約的整備及び共有の在り方**について検討を進めることが必要。なお、**国においても必要な支援を行っていくことが必要**。

4. 新型炉の実用化

- 国内外では、民間企業の創意工夫や国際連携により、小型炉や静的安全系を採用した新たな軽水炉を開発する動きが活発化
- 実用化には、規制当局に安全設計の効果を認められる必要がある

実用化加速への期待(例)

- 新型炉導入にあたっての規制検討(海外事例調査、国内適用検討)
- 長期間を要する技術開発は、規制/推進が共同で試験データを取得し、それぞれの立場で評価/活用することで、実用化を加速する仕組みへの協力の期待
- 社会への実装加速のため、規制指針等の整備が進むよう、規制/推進が技術的に共通に議論できる場の形成と参加への期待

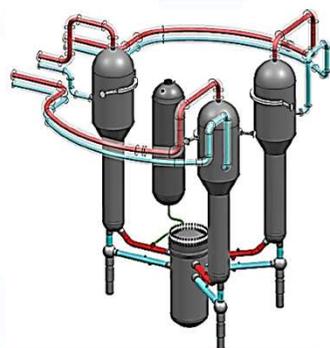


BWRX-300(GE日立)

【参考】国内外の革新炉の開発の動き

- 中国・ロシアは、国の傘下の企業が開発を強力に推進している。
- 米英政府は、地球温暖化・エネルギー安定供給に貢献する技術開発に資金支援を実施。
 - ・米DOE: 官民連携で原子力発電の経済性を改善する革新的技術 (SMRなど) 開発を開始
 - ・英BEIS: 国の包括的支援によるSMR等次世代炉原子力技術開発を開始
 - *BEIS: ビジネス・エネルギー・産業戦略省 (Department for Business, Energy and Industrial Strategy)

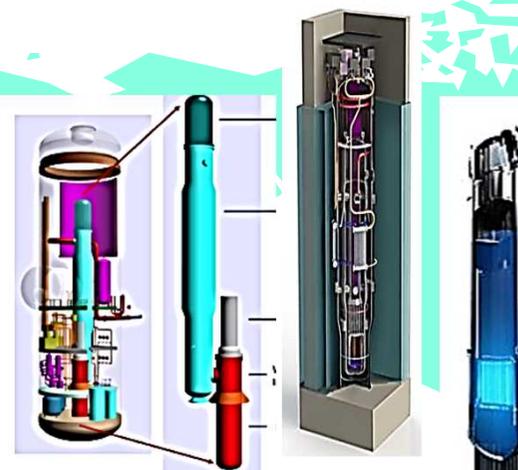
わが国も、世界の動きに連携できる国際協力の枠組みの早期立ち上げが必要



(英: Rolls Royce)

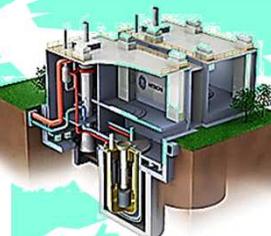


(露: KLT-40S 洋上原発)



(Holtec)

(NuScale)



(PRISM)

(VSBWR)

(SMRSTART、各社ホームページより)

5. Na冷却高速炉・高速炉サイクル開発

- もんじゅの燃料取出、廃炉作業の安全かつ着実な推進。
- 21世紀半ば頃の適切なタイミングにおいて、技術成熟度、ファイナンス、運転経験等の観点から現実的なスケールの高速炉の運転開始が期待される。(高速炉開発会議)
- 特殊燃料(U/Pu、MA分離)製造及び再処理技術と試験設備の構築/運用。

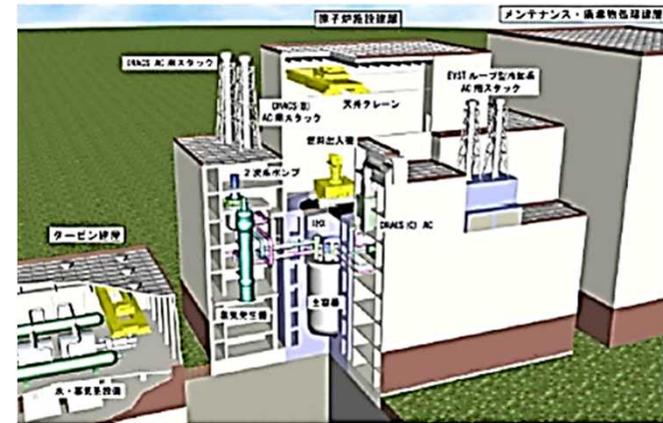
①MOX燃料ナトリウム冷却高速炉のR&Dを主体に、R&D推進の中心的な役割を期待



高速中性子照射による
炉心・材料の試験等を実施

JAEA提供

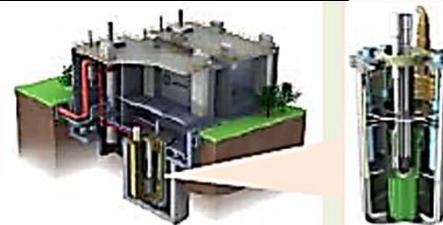
- もんじゅの成果の整備と共有/活用、常陽再稼働
- 大型ナトリウム試験施設(AtheNa)を用いた試験
- 燃料製造施設、FBR再処理施設(第二再処理施設)等のR&D施設を引続き開発・維持・稼働



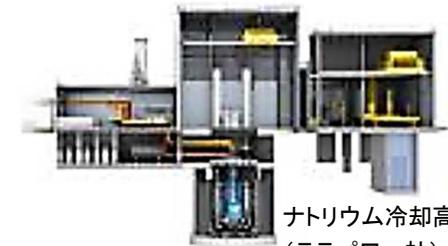
経済産業省高速炉開発会議第14回戦略ワーキング資料2

②金属燃料・乾式サイクル開発の日米協力等の中心的役割を期待

- 国内成果の持込による日本側の貢献
- 国内設備を活用した要素試験
- 開発した機器の確証試験等分担



PRISM(GE日立)



ナトリウム冷却高速炉
(テラパワー社)

経済産業省総合資源エネルギー調査会第35回基本政策分科会資料4

【参考】 高速炉開発のメリット・長期戦略

- ▶ 原子炉での燃焼により、使用済み燃料に含まれるPu利用/有害度低減は理論的に可能。
- ▶ 学生や若い技術者が、革新的で夢のある開発に取り組む場の提供が必要。
- ▶ 長期開発には、産官学・国際協力の枠組み構築や研究インフラの整備が必要。

	2020	2050	2100
<p>大型軽水炉</p> <p>高速中性子炉</p> <p>(商業化の目処あり)</p>	<p>使用済み燃料中のPuを燃焼し、有害度低減期間を10万年から8000年に短縮</p> <p>プルサーマル本格化</p>	<p>高速中性子炉の実用化</p> <p>実証炉 ⇒ 実用炉 プラント機器・要素開発等</p>	<p>同じ発電力量に対する 高レベル廃棄物の放射能による潜在的な影響**</p> <p>1年 百年 万年 百万年 億年 十億年</p> <p>直接処分 (使用済み燃料) ガラス固化体 (軽水炉再処理) ガラス固化体 (高速増殖炉サイクル)</p> <p>1/8 1/30</p> <p>同じ量の発電に必要な天然ウラン (1GWyでは約170トン) 及びその娘核種の放射能による潜在的な影響 (最大値)</p> <p>**) 高レベル放射性廃棄物と人間との間の障壁は考慮されておらず、高レベル放射性廃棄物の実際の危険性ではなく、潜在的な有害度を示している。使用済み燃料の1年目の潜在的な影響を1とした相対値。</p> <p>(JAEA資料より)</p>
<p>MA*分離・燃焼</p> <p>(長期間の開発が必要)</p>	<p>使用済み燃料中のMAを分離・燃焼し、有害度低減期間を300年に短縮</p> <p>MA*分離技術・高速炉サイクルの実用化</p>	<p>実験室レベル ⇒ 工学実証 ⇒ 確証試験</p>	

- 要素技術の成立性確認
- 課題解決のロードマップ

- 研究インフラの整備
- ホットラボ
- 試験研究炉、他

- 推進/規制が共同で、データ取得
- 推進者は、設計・製造・運転に活用
- 規制側は、規制・基準の整備に活用

*) MA(Minor Actinide): 超ウラン元素からPuを除いた元素



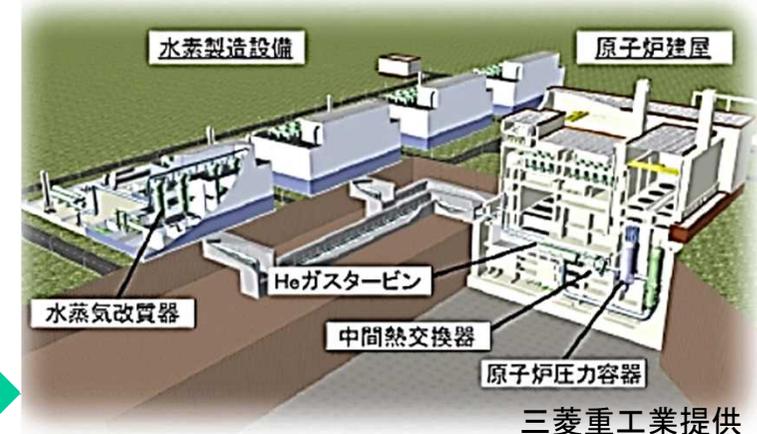
6. 高温ガス炉開発

- セラミック被覆燃料を用いた安全性の高温ガス炉を開発し、発電の他水素製造等に産業利用が可能な熱源として、国内外で開発の動きが活発化
- 高温ガス炉開発を通じて蓄積された技術知見(炉心・安全分野等)の共有化／提供により、国産民間技術の育成

- HTTRの早期再稼働
- 安全性実証試験等のデータ拡充



- 接続熱利用施設における各種データ蓄積
- 実用高温ガス炉規格基準類の整備
- 規制基準策定に向けた規制側への橋渡し
- CO₂を排出しない水素製造法の確立
- ポーランド等の海外プロジェクトの先導
- 研究開発体制の拡大



7. 知識の共有と研究基盤(設備・ソフト)の整備・利用

JAEAの知識基盤の活用

- 安全性実証試験時の各種データ蓄積
- 蓄積された各種技術資料を効果的・横断的に情報検索できるシステム開発
- 過去の試験データの提供、解析コードの提供

民間知識との融合を進めるために

- 照射炉や臨界試験炉等施設基盤と共同利用
- 高圧熱水力試験装置等、大型確証試験設備と共同利用
- 安全設計コードなど、国内デジタル基盤の整備・維持と共同利用
計算コードのリファレンスとしての維持管理
民間が一部を独自コードに組み込んで利用する仕組み
- 海外施設、海外デジタル基盤利用の窓口機能

国際競争力や人材育成をさらに強化するために

- 国際競争力のある価格で、民間と共同で施設利用する仕組み
- 施設の安全管理を前提に、官民人材交流・共同試験の仕組み

8. 低レベル放射性廃棄物の処理処分

- 日本原子力研究開発機構法17条では、JAEA以外のものから委託を受けた放射性廃棄物の埋設処分を行う業務が規定されている。
- 現在国内の放射性廃棄物等を保管する事業所は多数有り、その維持管理に多大なリソースを割いている状況。
- 放射性廃棄物の処分場の決定に時間がかかっているものとするが、多数の事業所に分散して保管されている状況は国全体としてリスクが高い。
- JAEAには、処分事業の早期開始に向け、ご尽力頂きたい。
- 処分場の建設までの間に、JAEAで集中管理するなどによりリスクを下げることは、国全体の利益になることなので検討してはどうか。
- 放射性廃棄物の処理を行う原子力バックエンド推進センターと連携し、安全な処理処分技術開発を加速し、低レベル廃棄物の課題解決に繋げて頂きたい。

まとめ

原子力開発の目標

- さらなる安全性向上の追求とそのための人材育成・維持
- カーボンニュートラル達成への貢献
- 資源の有効利用、高レベル廃棄物処分等の重要課題解決
- 原子力の新しい可能性の追求

JAEAへの期待

- 研究施設、解析コード等の基盤整備
- JAEAと民間の連携の強化、国際連携による効果的な技術開発
- 規制/推進が共通データで技術的議論を実施・実装の加速
- 知識基盤の整備と、社会に対する理解促進

今後の議論に向け

- 産官学の役割の認識と連携の強化
- 国際協調体制