

革新炉(高速炉(サイクル)、高温ガス炉、 + S M R)開発の現状とポテンシャルについて

2023年3月28日

青砥 紀身

軽水炉、高温ガス炉、高速炉の比較

		革新炉	
項目	軽水炉	高温ガス炉	高速炉
燃料	金属被覆	セラミックス被覆 (被覆燃料粒子)	金属被覆
減速材	軽水	黒鉛	なし
冷却材	軽水	ヘリウムガス	ナトリウム
原子炉出口 冷却材温度	約300℃	～950℃	約500℃
用途	発電（蒸気タービン）	熱利用（水素製造、 高温蒸気供給、海水 淡水化、地域暖房） 発電（ガスタービン、 蒸気タービン）	発電（蒸気タービン）

□ 高速炉、高温ガス炉の日本における研究開発経緯

- 主目的
- 高速炉開発主要諸国の状況や方針の差異

□ 1 F 事故の教訓を踏まえた安全性に関する課題と解決

- 安全性技術開発状況・変化
- 高速炉におけるナトリウム取扱技術開発の現状

□ 高速炉、高温ガス炉開発状況と主要な課題

- 最近の技術革新について
- 高温ガス炉に対する水素・熱利用ユーザーの現況(期待や意見)
- IS法を含む各種水素製造技術の開発段階や違い

□ 高速炉、高温ガス炉開発状況と主要な課題(続き)

- 実用化に向けた課題
- 使用済み燃料の取扱い

□ 高速炉、高温ガス炉の利用方法について

- 高速炉の導入時期・導入方法とMA等の減容化・有害度低減の実現可能性
- 消費地近接が期待される高温ガス炉の社会実装に向けた、地域との共生における重要課題

わが国における高速炉開発の経緯

2021年10月**第6次エネ基**（国際連携を活用した高速炉開発の着実な推進）

2021年6月**グリーン成長戦略**（「戦略ロードマップ」に基づき高速炉開発を着実に推進）

2018年7月**第5次エネ基**（核燃料サイクル開発維持）

2016年12月**もんじゅ廃止措置決定**

2011年3月**東日本大震災**

2005年10月**原子力政策大綱** 2050年頃からの商用化

2022年12月
戦略ロードマップ改定

2018年12月
戦略ロードマップ

2016年12月
高速炉開発の方針

2006～2011年（凍結）
FaCTプロジェクト

FaCT：高速増殖炉サイクル実用化研究開発

1999～2006年
実用化戦略調査研究（FS）

1985～1999年
電気事業者が中心となって実証炉開発

自主的な開発が必要、
実験炉、原型炉の開発を推進

1966年
動力炉開発の基本方針

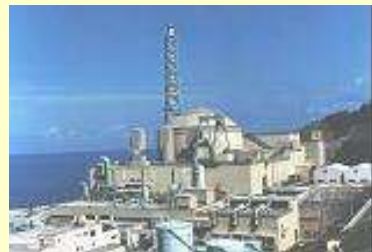
1994年
もんじゅ初臨界

1990

1977年
常陽初臨界

1980

1970



わが国における高温ガス炉開発の経緯

研究開発



炉内ガスループ (OGL-1)



高温ガス炉臨界実験装置 (VHTRC)



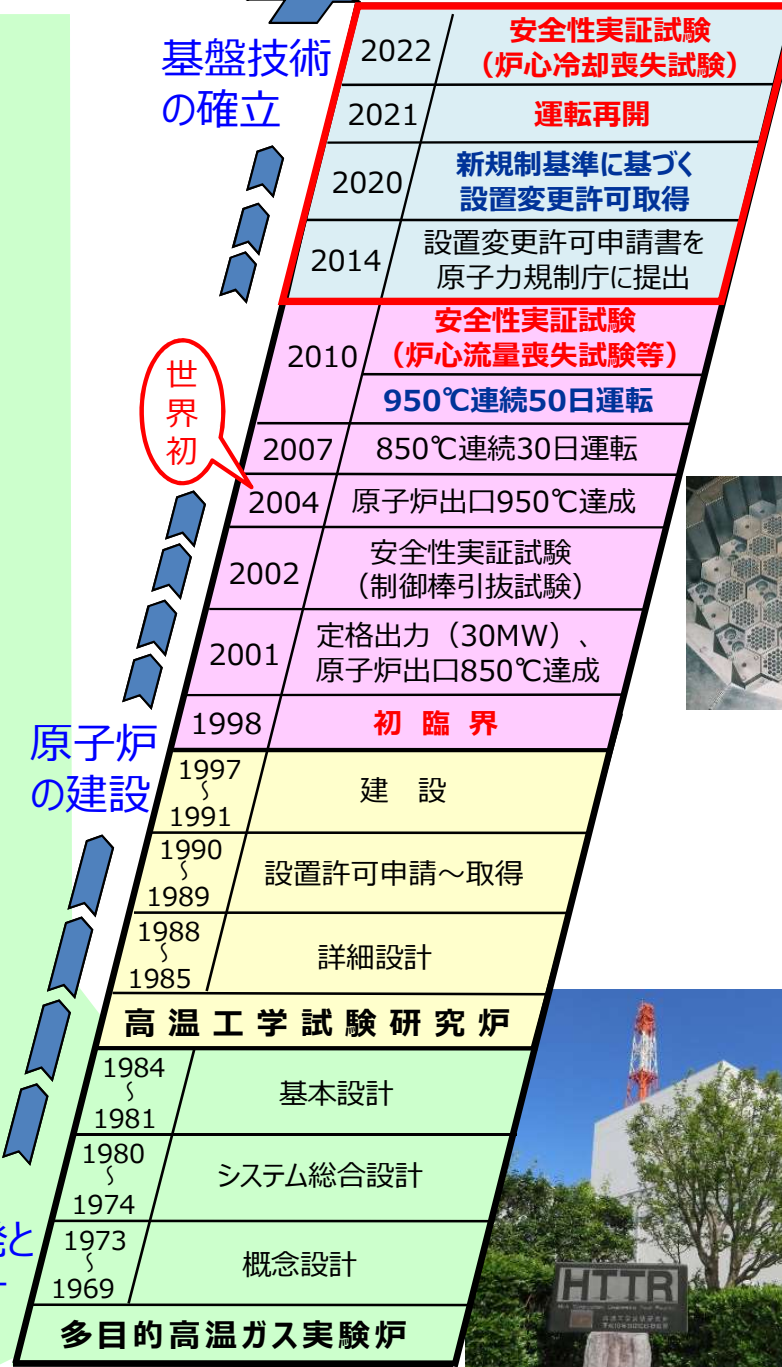
大型構造機器実証試験ループ (HENDEL)

研究開発と概念設計

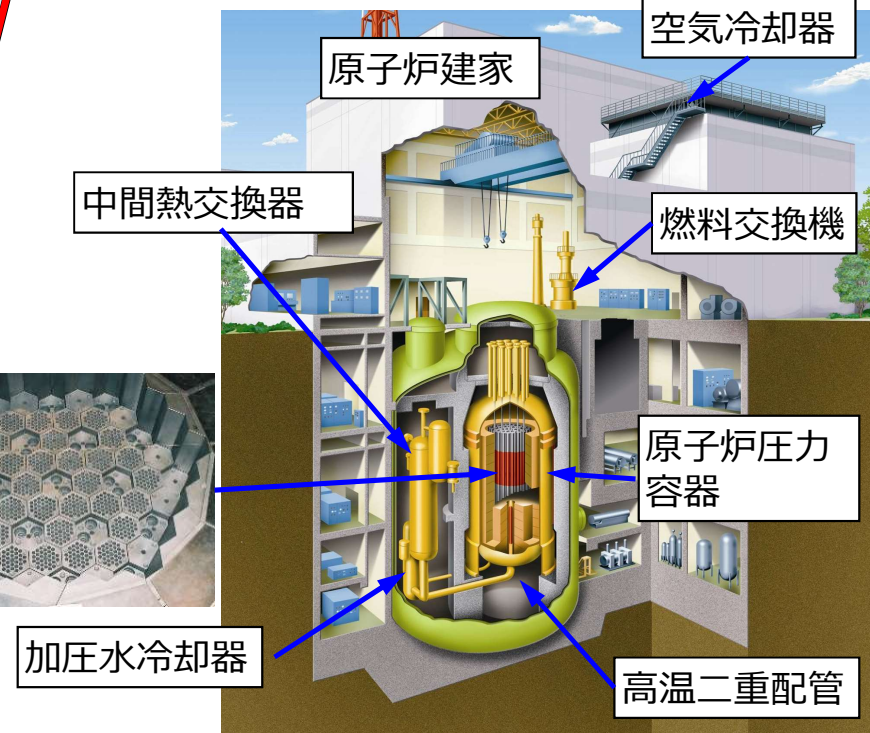
原子炉の建設

基盤技術の確立

実用システムの原型提示



高温工学試験研究炉 (HTTR)



- 原子炉出力 30MWt
- 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 4MPa
- 炉心構造材 黒鉛
- 炉心有効高さ／等価直径 ... 2.9m／2.3m
- 出力密度 2.5MW/m³
- 燃料 二酸化ウラン・被覆粒子／黒鉛分散型
- ウラン濃縮度 3～10% (平均6%)
- 燃料体形式 ピン・イン・ブロック型
- 原子炉圧力容器 ... 鋼製 (2.25Cr-1Mo鋼)
- 主冷却回路数 1ループ (中間熱交換器及び加圧水冷却器)



高速炉、高温ガス炉の日本における研究開発経緯

□ 主目的

- 高速炉：7ページ参照、本来、①ウラン資源の有効利用(U-238のPu変換利用)、②安定エネルギー供給(エネルギーセキュリティ)、③環境負荷低減(放射性廃棄物の有害度低減；長半減期かつ毒性の高いMAの分離と核燃料としての再利用)、を開発意義としてきたが、近年、④軽水炉に比して高温の運転温度を活かした変動再生可能エネルギーにたいする調整電源機能(機動性)にも注目されている。当面のエネルギー供給は再生可能エネルギーと軽水炉等の組み合わせが主となることから、高レベル廃棄物の減容・有害度低減の優先度が高いが、将来的には軽水炉に代替するベースロード電源となることが目標となる。
- 高温ガス炉：8ページ参照、高温の核熱(800℃以上)を取り出すことができ、水素製造、蒸気供給等を行うことにより、非電力分野の二酸化炭素排出量削減へ貢献することができる。さらにGT直接サイクルによる発電に利用可能でカーボンニュートラルへの貢献効果が高い。当面は技術的に先行可能な製鉄業等への水素製造や化学工業への熱供給が目的、将来的には水素製造とGT直接サイクル発電の割合を可変として電力・水素需給に柔軟に対応するハイブリッド炉を目標としている。

□ 高速炉開発主要諸国の状況や方針の差異概要(9ページ参照)

- 日本：主目的にあるように核燃料サイクル政策の中に高速炉を位置づけ、エネルギー/経済安全保障の役割を担う。
- 仏国：2030年Planにあるように大型軽水炉の新設を含む原子力の維持拡大を指向しており、その使用済み燃料問題から再処理、高速炉によるPuの再利用を重要な課題と位置付けている。ASTRID計画の凍結(必要時期とコストの問題)を受けて、現状はMSRを含むSMRとして基盤的研究開発を進める意向と思われる。
- 米国：核不拡散の視点から軽水炉燃料の直接処分を指向しているが、燃料サイクルを選択肢から外しているわけではなく金属燃料高速炉サイクルにかかる研究開発を維持している。VTRとして高速中性子照射を可能とするナトリウム炉の開発をDOEは進めており、民間では、TerraPower社、ARC社がナトリウム炉の開発を進めている。TerraPower社のナトリウム炉では、再処理せずに集合体の中でU-238をプルトニウムに変換しながら長く燃料として使うコンセプト(超高燃焼度化が課題)で研究開発を行っている。
- 英国：ビジネス・エネルギー・産業戦略省(BEIS)のエネルギー・イノベーション・プログラム(EIP)の一部として先進燃料サイクルプログラム(AFCP)を2019年に開始、NNLは2021年6月24日、AFCPの一環として、先進燃料及び先進燃料サイクルの研究開発・実証に関するロードマップ「ネットゼロの推進：クリーンエネルギーの未来に向けた先進核燃料サイクルロードマップ」を発表している。また、最近GIFのSFR活動にも復帰したことを踏まえると、将来的には、高速炉によるクローズド燃料サイクルに移行することも視野に入れていると思われる。AMR計画の中で高速炉を選択肢として残し、WestingHouseの鉛冷却高速炉を選んでいる。

高速炉サイクルの特徴と開発意義

- 軽水炉に比べ数十倍以上の**ウラン資源の有効利用**が可能
(利用効率：軽水炉1% 高速炉90%前後)

- 燃料の**リサイクル** (ウラン資源輸入不要) と**技術自給** (国産) により、**海外情勢に左右されない安定エネルギーを確保**
⇒ **有限資源の有効利用 エネルギーセキュリティの強化**



- 運転時に**CO₂**を排出しない
- マイナーアクチノイド (MA) を核燃料としてリサイクルすることにより、**放射性廃棄物の量を減らし、放射能が減衰するまでの期間を大幅に短縮 (10万年⇒300年)**することが可能
- エネルギー事情に応じ、**プルトニウムの生成／燃焼 (調整)**が可能
(軽水炉プルサーマルで発生する高次Puの燃焼も可能)

⇒ **環境への負荷を低減**

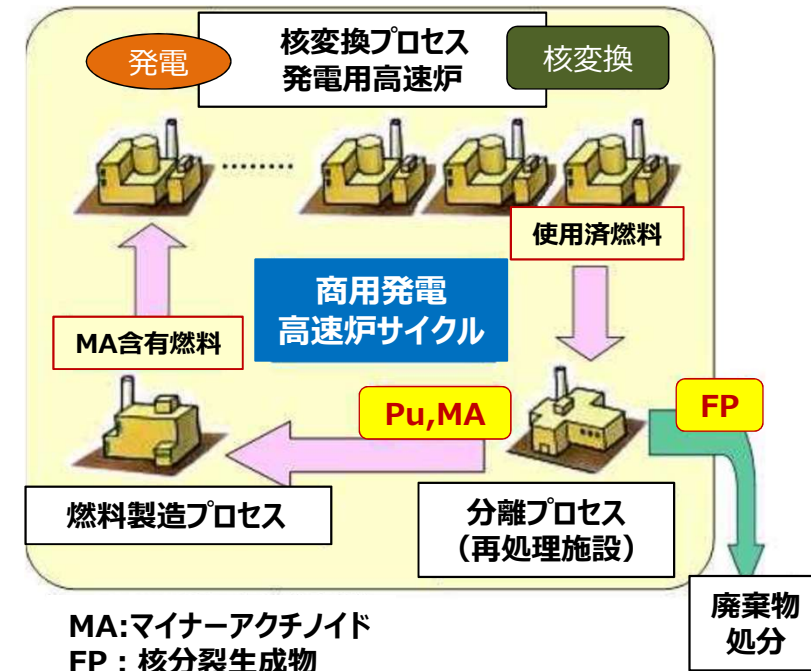
- ベースロード電源としての利用に加え、蓄熱技術との組み合わせ等により電気出力を調整可能とし、太陽光や風力等、**出力変動再エネを補完**

⇒ **CO₂排出せずに変動再エネと共存**

- 高い**自然循環能力**を有し、空気との熱交換が可能なことから、電源が喪失しても**長期に安定した崩壊熱除去が可能**
(高速実験炉「常陽」で実証済み)

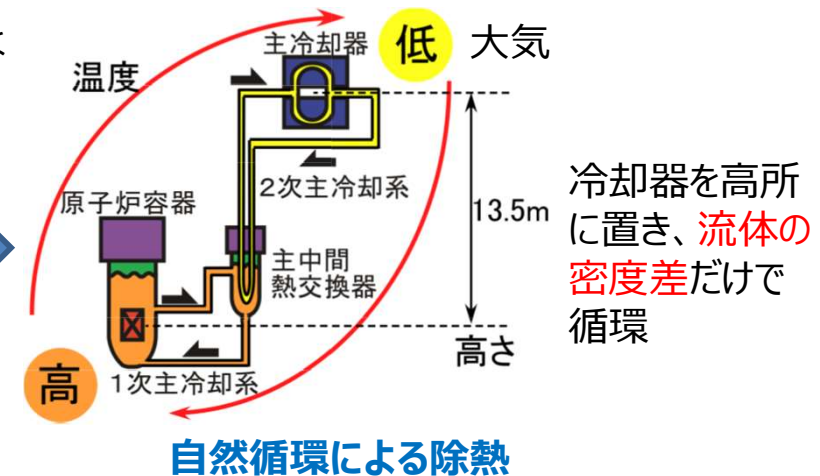
⇒ **高い安全性**

グリーン成長戦略で求められるイノベーションの実現



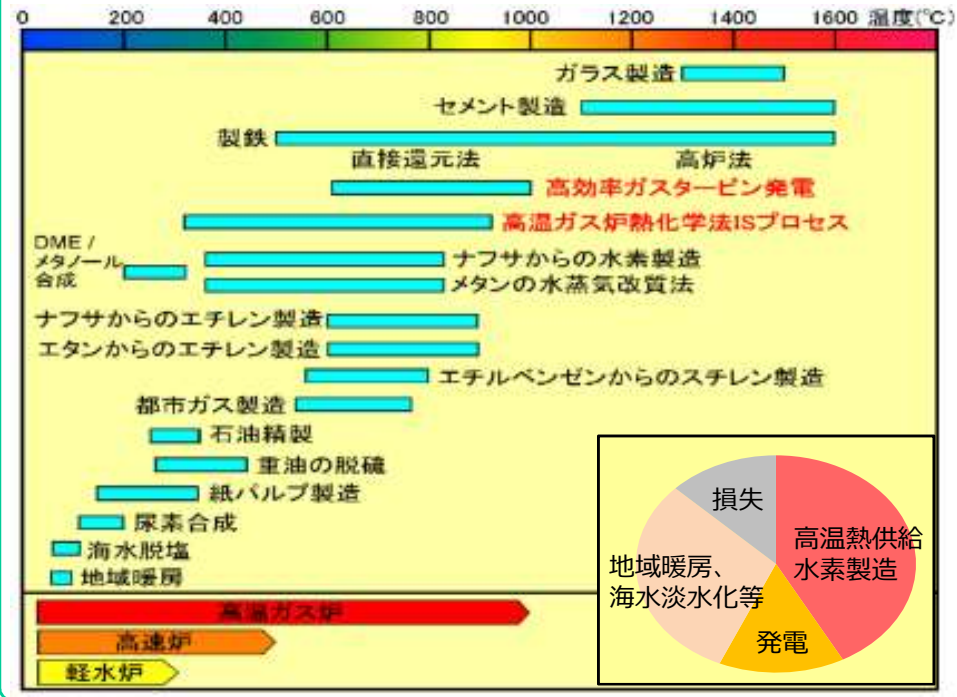
発電用高速炉利用型核変換システム

(文部科学省原子力研究開発・基盤・人材作業部会第10回資料より引用)

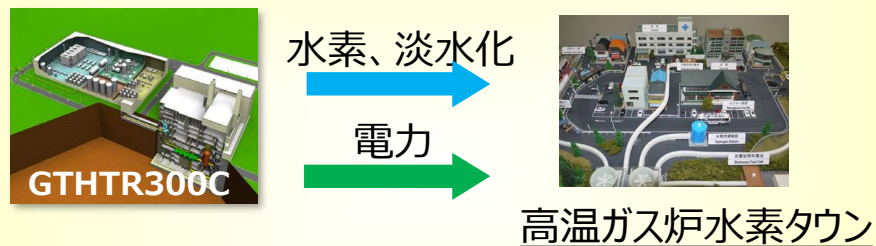


高温ガス炉の特長と開発意義

○熱利用温度帯



コジェネシステム（水素、発電、淡水化等）



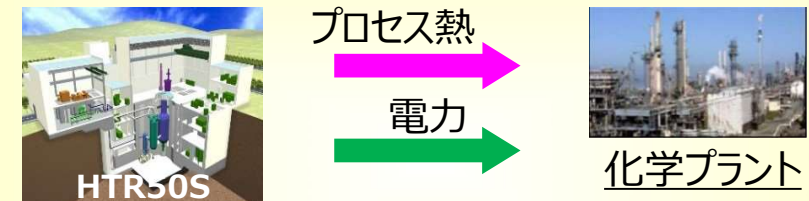
- 水素製造、発電、海水淡水化のコジェネレーションシステム
- 80%近い熱利用効率

水素製造システム



- 熱化学法（ISプロセス）やメタンの水蒸気改質法による水素製造

工業利用として高温の熱供給／熱電供給



- 蒸気によるプロセス熱供給（化学プラント、石油精製プラント、等）
- 蒸気タービン発電による電力供給

再生可能エネルギーとのハイブリッドシステム

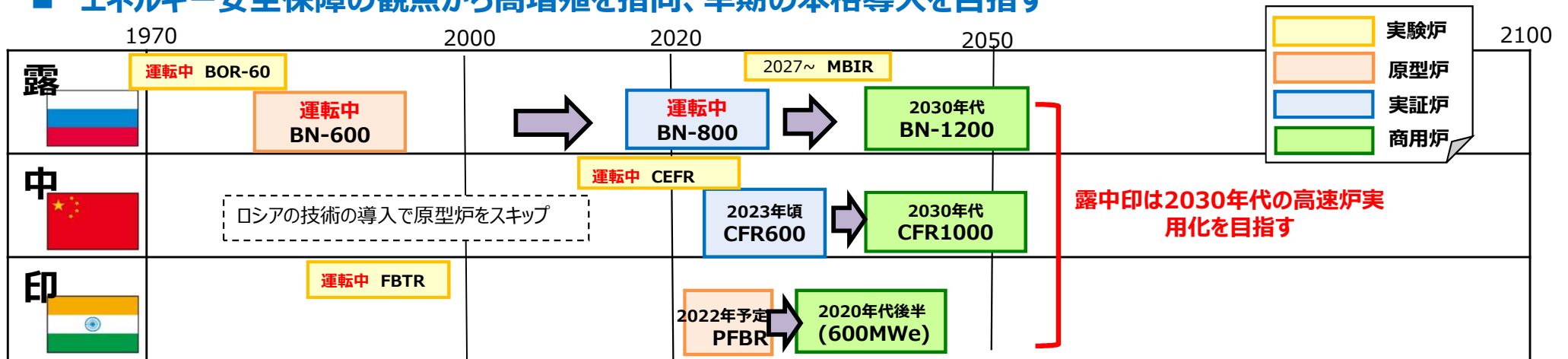


- 再生可能エネルギーの変動を発電量調整または水素製造により吸収（高発電効率維持）

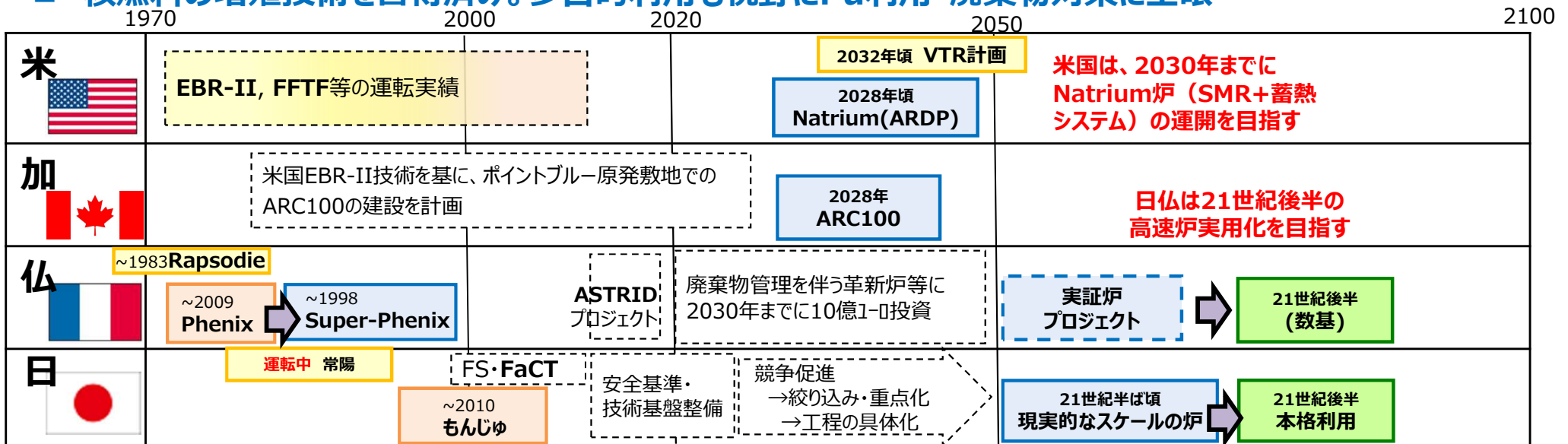
世界のNa冷却高速炉の開発情勢

- ロシアでは**2015年に実証炉が稼働**、中国では**2023年に実証炉が初臨界**を予定。
両国とも2030年代に商用炉運開を目指す。
- 米（テラパワー社など）・加（ARC社など）は**2020年代後半の実証炉**運転開始を目指して官民連携して挑戦。

■ エネルギー安全保障の観点から高増殖を指向、早期の本格導入を目指す



■ 核燃料の増殖技術を習得済み。多目的利用も視野にPu利用・廃棄物対策に主眼



世界の高温ガス炉開発状況

英国：AMR計画

U-Battery (英国U-Battery社、10MWt、商用炉、設計段階、BEIS AMRプログラム フェーズ1完了、フェーズ2 (10M£) 開始)
英国政府 10ポイント計画及びエネルギー白書 (2030年代初頭のSMR/AMR導入計画)
BEIS AMR研究開発・実証プログラム (2030年代初頭のAMR実証計画)

ポーランド：HTGR計画

EUHTER (実験炉、10-30MWt、750℃、設計段階)
化学プラント蒸気供給炉 (商用炉、165MWt、750℃、予備設計段階、石炭火力プラント代替として国内10~20基を計画)

中国

HTR-10 (実験炉、10MWt、750℃、稼働中)
HTR-PM (実証炉、2×250MWt、750℃、2021年臨界・グリッド接続 (達成済)、2022年全出力運転予定)
HTR-PM600 (商用炉、国内6ヶ所で計画)

カナダ：SMR計画

MMR (米国USNC、5~10MWe、設計段階、2026年頃建設予定)
U-Battery (英国U-Battery社、10MWt、設計段階)
StarCore (カナダStarCore Nuclear社、36MWt、設計段階)

カザフスタン：KHTR計画 (50MWt、実験炉、設計段階)

日本

HTTR (試験研究炉、30MWt、950℃、稼働中)
GTHTTR300C (熱利用実証炉、600MWt、950℃、設計段階)

米国

MMR (米国USNC、5~10MWe、商用発電炉、設計段階)

EU：GEMINI+計画

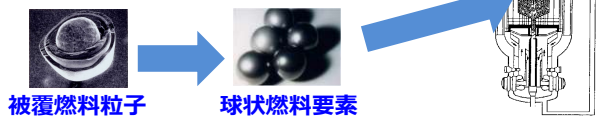
高温ガス炉コジェネレーションシステムの設計、R&D (2021年2月終了、次期計画検討中)

韓国：NHDD計画 (200MWt、実証炉、設計段階)

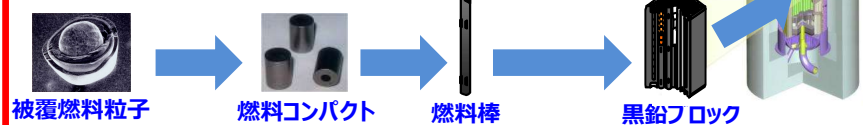
インドネシア

実験実証炉計画 (10MWt、500~1,000℃、設計段階)

ペブルヘッド型高温ガス炉を採用



ブロック型高温ガス炉を採用 又は採用の可能性が高い



1 F 事故の教訓を踏まえた安全性に関する課題と解決

□ 安全性技術開発状況・変化(12～14ページ参照)

- 1F事故前からの活動を加速充実し、第4世代炉に求められるシビアアクシデント(炉心損傷事故)においても事故の炉内終息を可能とする安全技術、例えば受動的炉停止装置や溶融燃料早期排出機構等の開発を進め、事故時の敷地外避難の必要性を事実上回避する。
- 地震など厳しい事故想定 of 外部ハザードに対して安全性を確保する設計を指向、2次元、3次元免震などの研究開発を実施している。
- 上記ハード技術開発と並行して第4世代炉の高い安全性を達成する安全設計要求(SDC)やその具体化のためのガイドライン(SDG)の国際標準化を実現しつつある。

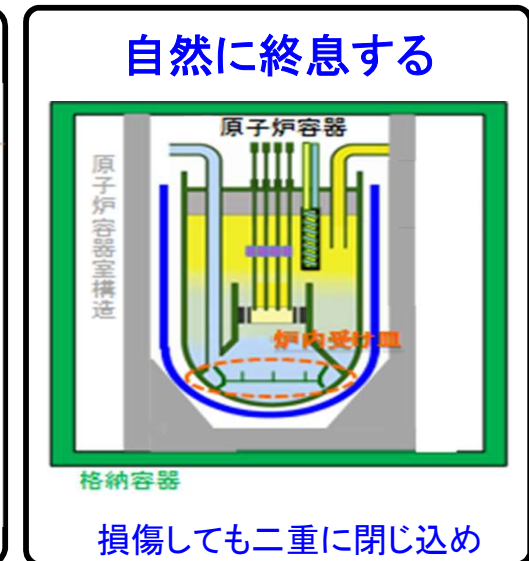
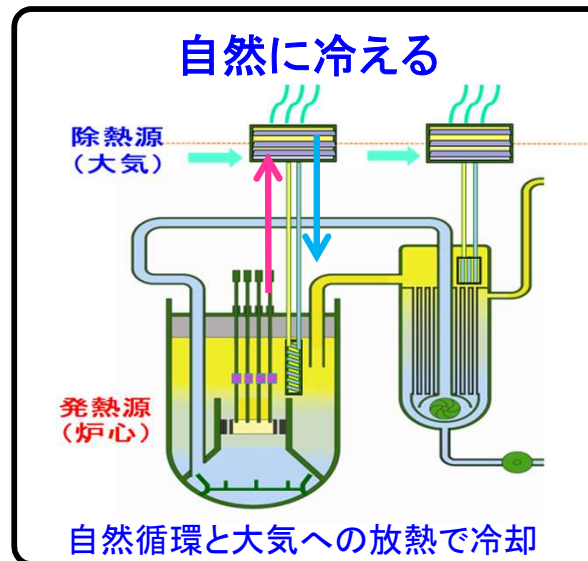
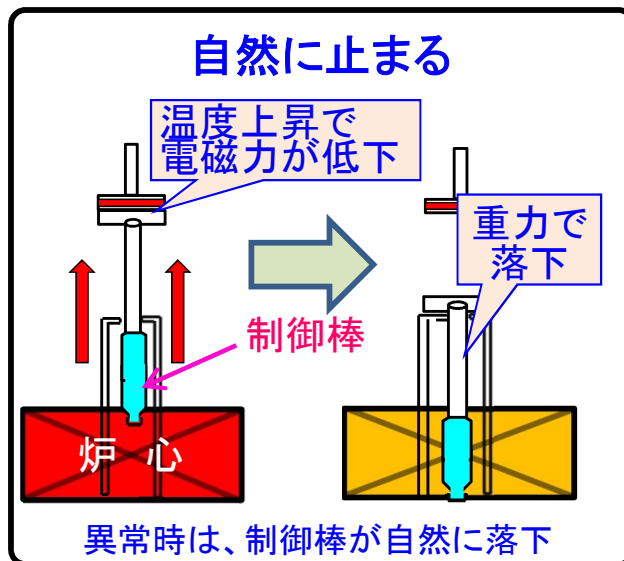
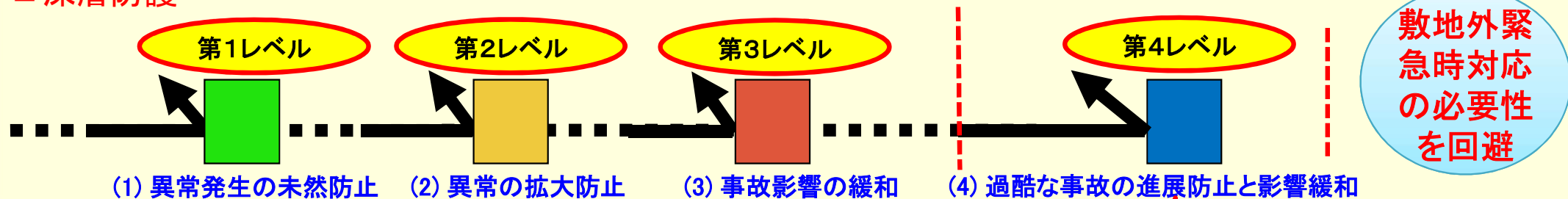
□ 高速炉におけるナトリウム取扱技術開発の現状(15ページ参照)

- 2次主冷却系漏洩時のナトリウム燃焼や蒸気発生器での伝熱管損傷時のナトリウム水反応について、①燃焼反応や水反応の物理メカニズムに即した解析評価手法を開発し、現象の的確な評価を可能とした。②その結果を踏まえ設計対策を講じ、エンクロージャーなど防止機構、検知機構を具体化している。
- ナトリウム機器の保守保全も重要な取扱い技術であり、ASMEでの液体金属炉維持規格コードケースの発刊に貢献し、ナトリウム炉の検査が容易ではない特徴を考慮可能な目標信頼性に基づく検査要求の導出手法を構築した。JSMEの高速炉維持規格に一部反映し、発刊待ち(技術手続きを完了)
- 新たな概念として、蒸気発生器でのナトリウム水反応回避の施策として蓄熱システム導入も検討している。さらに将来的な試みとしてナトリウムの化学活性度を抑制する技術開発を並行して行っている。

安全確保を堅牢とするシステム設計

- 高速炉の特徴を活かし、深層防護に基づく、受動安全を活用した堅牢なシステム
 - 「止める」に加えて、「**自然に止まる**」機能
 - 「冷やす」に加えて、「**自然に冷える**」機能
 - 「閉じ込める」に加えて、炉容器内・格納容器内で「**自然に終息する**」機能

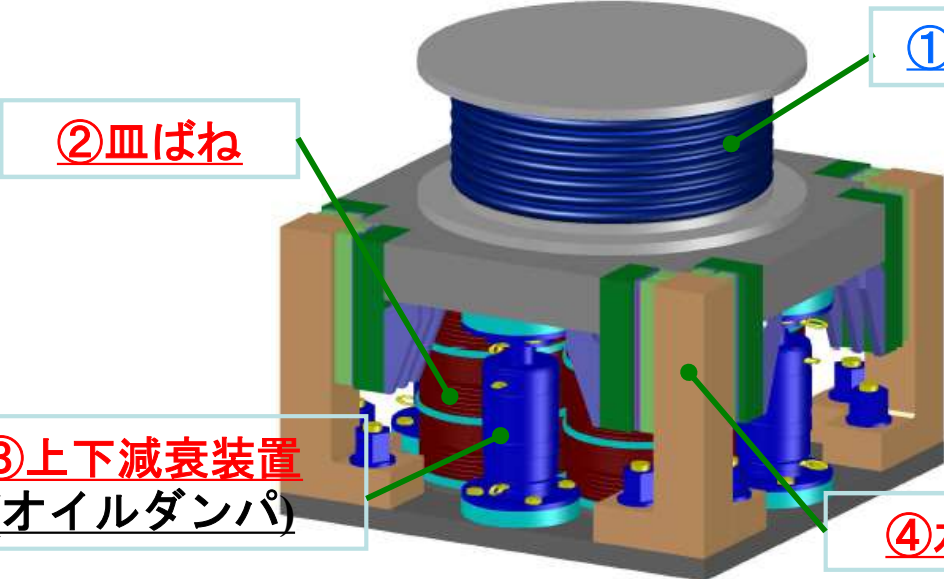
■ 深層防護



次世代炉は、①より厳しい自然条件(地震、津波等)に耐え、②第4層に「受動安全性」と「SAの炉容器内終息」を実現し、安全設計の観点からサイト外対応を必要としない設計概念

3次元免震装置

- 大型高速炉への適用または原子炉容器等の肉厚低減を目的として、積層ゴムに、皿ばね・上下減衰装置を組み合わせた3次元免震装置を開発中
従来までに開発された要素技術の組合せにより構成

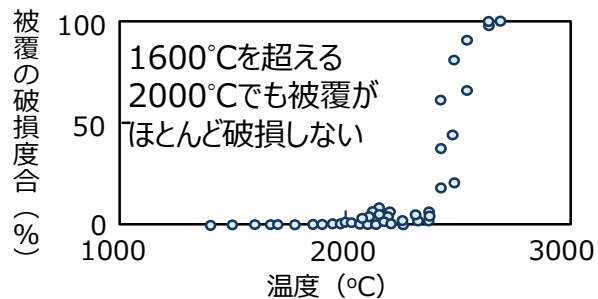
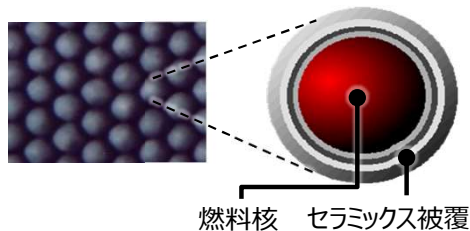
水平免震装置	3次元免震装置
 ①厚肉積層ゴム ①厚肉積層ゴム ： 水平復元力を作用	 ①厚肉積層ゴム ②皿ばね ③上下減衰装置 (オイルダンパ) ④水平支持構造 ②皿ばね : 上下復元力を作用 ③上下減衰装置 : 上下応答変位を制御 ④水平支持構造 : 皿ばね・上下減衰装置に水平荷重の作用の回避

2017年日本原子力学会秋の大会、日本原電・内田他。

固有安全炉としての高温ガス炉

セラミックス被覆燃料

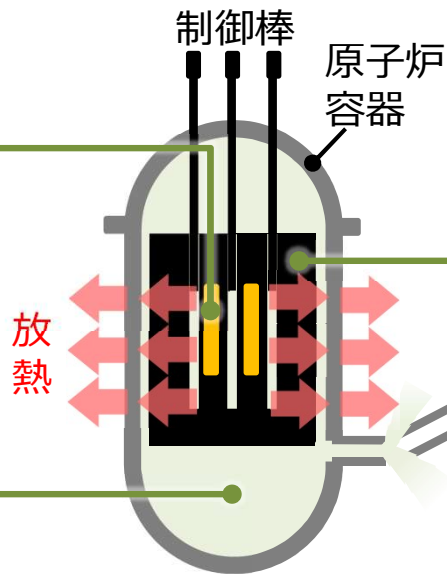
耐熱性が高く燃料溶融しない



被覆燃料を加熱した実験結果

ヘリウム冷却材

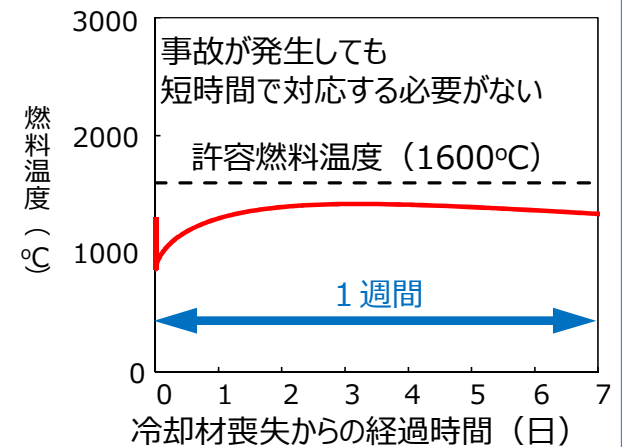
化学反応、蒸発しないため
水素・水蒸気爆発が発生しない



電源や冷却材の喪失時に
制御棒を挿入しなくても
自然に止まり、冷え、
放射性物質が閉じ込められる

黒鉛構造材

大熱容量・高熱伝導であるため
原子炉容器外側での放熱で
燃料が冷える



冷却材喪失時の燃料温度 (解析結果)

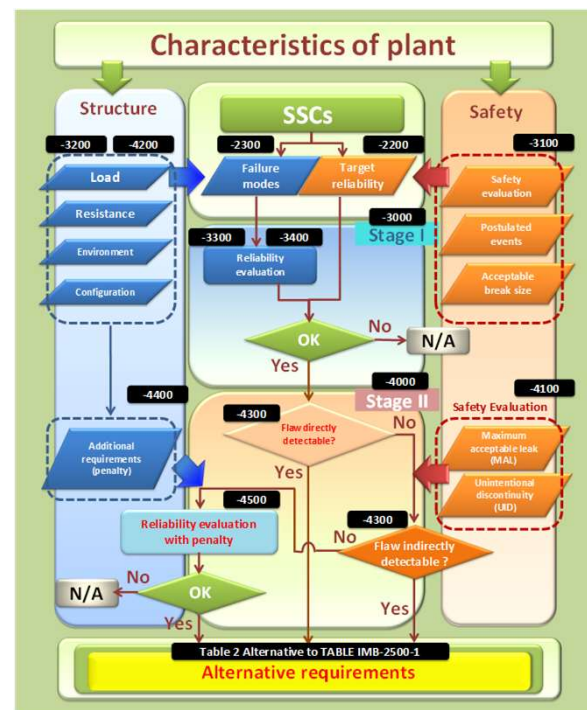
高速炉用維持規格の開発・整備

国際標準化の取組み

- ・ ～2010年代前半:
 - 高速炉用維持規格はASME規格 (Sec. XI Div. 3) のみ。米国高速炉プロジェクト中断後、未改定。未完で、使用不可能な状態
- ・ 2012: JSME/ASME Joint Task Group for System Based Code 発足
 - JSMEと開発の方向性を共有する分野について、国際的なデファクトスタンダードであるASME規格の規格策定活動に積極的に参加
 - システム化規格概念*に基づき検査要求導出手法等を検討
- ・ 2017: Code Case N-875 発行
 - 上記検討結果を、Sec. XI Div. 3の代替規定としてASME規格化
⇒ 当時、高速炉に適用可能な世界唯一の学協会維持規格
- ・ 2019: ASME/JSME Joint Working Group on RIM Processes & System Based Code に改組
 - 適用炉型を限定しない、リスク概念を全面的に採用した新しい維持規格(新Sec. XI Div. 2)の開発・整備を進める組織
- ・ 2019: 新Sec. XI Div. 2, Requirements for Reliability and Integrity Management (RIM) Programs for Nuclear Power Plants 発行
 - Code Case N-875の主要規定を反映
- ・ 2022: NRCが革新炉用ISI規定として新Sec. XI Div. 2をエンドース

国内規格化の取組み

- ・ 上記成果を一部取込み JSME 高速炉維持規格2021年版を新規策定



<ロジックフロー>

- 目標信頼性を設定
 - 劣化メカニズムを考慮 (運転経験を反映)
 - 構造信頼性が目標値を満たすことを要求 (Stage Iの評価)
 - その上で欠陥の検知性を要求 (Stage IIの評価)
 - ただし、検知性がなくてもペナルティーを与えた信頼性評価で目標信頼性を満足すれば検知性の要求を免除
- (図中の数字は規定番号)

CC N-875の基本論理

機器の構造信頼性が目標値を満足する条件のもとで供用期間中検査 (ISI) の手法を柔軟に選択

⇒プラントの特徴を考慮した合理的な検査要求

*システム化規格概念: 構造物等に適用される複数の規格基準に含まれる技術項目の間で余裕を相互交換可能にすることにより、余裕の重複を避け、余裕を適正な水準に合理的に設定することを目標とする、柔軟な規格基準体系として我国で発案された概念

高速炉、高温ガス炉開発状況と主要な課題－1

□ 最近の技術革新について

□ SMRへの展開：17ページ参照、安全や核拡散抵抗性に高いポテンシャルを有し、比較的市場導入性が容易な概念として、特に海外主要諸国における検討、開発、導入が進められている。

- ✓ 国内の検討例：NEXIP事業でのプラン等検討の他、高速炉、高温ガス炉、水素製造、変動再エネを組み合わせ、脱炭素で使用済み燃料の再利用、放射性廃棄物の有害度低減を含むSustainability、信頼性、靱性の高い統合エネルギーシステムの研究開発を行っている。

□ 高速炉分野

➤ 海外の例：

- ✓ ロシア：BN800の臨界、及びフルMOX炉心への移行
- ✓ 米国：TerraPower社のNatrium炉では高い運転温度を活かせる熔融塩を媒体とした蓄熱システムを採用した設計が進んでいる。

➤ JAEAの例(18～19ページ参照)：

- ✓ ASMEでの液体金属炉維持規格コードケースの発刊に貢献し、ナトリウム炉の検査が容易ではない特徴を考慮可能な目標信頼性に基づく検査要求の導出手法を構築した。JSMEの高速炉維持規格に一部反映し、発刊待ち(技術手続きを完了)。
- ✓ JSMEの高速炉用設計・建設規格について、60年設計を可能とする材料強度基準等の拡張が実施され、発刊待ち(技術手続きを完了)。
- ✓ EAGLE試験にて事故時熔融燃料の早期排出機構の炉内試験データを取得した。
- ✓ 高速炉プラントを縮尺模擬したナトリウム試験装置(水－蒸気系を除く)であるPLANDTL試験において、自然循環崩壊熱除去時の炉心規模でのプラント挙動を把握する熱流動データを取得し、評価手法の検証を行った。
- ✓ 小規模MAIリサイクル試験を着実に推進
- ✓ DX技術の積極的導入(設計、プラント解析、保全、廃止を一貫管理可能なシステム開発、AI適用プラント保守システム開発、等)推進

□ 高温ガス炉分野

➤ 海外の例：

- ✓ 中国：実証炉HTR-PM(原子炉出口温度750℃、熱出力250MW×2基)が2021年12月送電開始、全出力運転を行っており、高温ガス炉の蒸気タービン発電技術が実証された。

➤ JAEAの例(20ページ参照)：

- ✓ HTTRは、新規制基準への適合性審査において、原子力規制委員会から設計基準事故を超えるような事故を想定した場合でも事故の進展に伴う燃料破損が生じないことが認められ、2020年に設置変更許可を取得した。

世界のSMR開発の状況 – SMR開発への国の支援プログラム–

国名	計画名等	目標等	開発主体（炉型）
米国	アイダホ国立研究所（INL）サイトにおけるSMR建設・運転計画	2029年INL敷地内で最初のプラントの運転開始	NuScale社（NuScale Power Module：軽水炉） 【米国原子力規制委員会による標準設計承認（SDA）発行（2020年9月）】
	エネルギー省（DOE）による開発支援 – 新型炉実証プログラム（ARDP） –	7年以内の新型炉実証（初期投資額1億6,000万ドル） 将来の新型炉実証に向けたリスク削減；10～12年先を目標（初期投資額3,000万ドル） 新型炉概念；2030年代半ばの商業化を目標（初期投資額2,000万ドル）	TerraPower社（Sodium：高速炉）及びX-energy社（Xe-100：高温ガス炉） Kairos Power社（フッ化物塩冷却高温炉）、Westinghouse Electric Company社（eVinci：超小型炉）、BWXT Advanced Technologies社（BANR炉：超小型炉）、Holtec Government Services社（SMR-160：軽水炉）及びSouthern Company Services社（溶融塩化物冷却高速炉） Advanced Reactor Concept社（本質的に安全なNa冷却炉）、General Atomics社（高速モジュール炉）及びMIT（モジュール統合型高温ガス炉）
	カナダ原子力研究所（CNL）チョークリバー・サイトでのSMR実証炉建設・運転計画	2026年までの実証プラントを建設	Global First Power社他（MMR：高温ガス炉） 【フェーズ3（土地の手配とその他の契約に関する交渉段階）評価中】 Terrestrial Energy社（IMSR：溶融塩炉）、StarCore Nuclear社（StarCore：高温ガス炉）及びU-Battery社（U-Battery：超小型炉） 【フェーズ1（許認可申請前設計審査段階）評価完了】
	Ontario Power Generation社原発敷地内へのSMR導入計画 NB Power社原発敷地内へのSMR導入計画	2021年以内に、採用技術と開発企業を選定 2030年代初頭までに稼働 実証炉を2030年までに完成	Terrestrial Energy社（IMSR：溶融塩炉）、GE Hitachi社（BWRX-300：軽水炉）及びX-energy社（Xe-100：高温ガス炉） Moltex Energy社（SSR-W：溶融塩炉） ARC Clean Energy社（ARC-100：高速炉）
英国	ビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS）による開発支援 – 先進モジュール炉（AMR）実行可能性・開発計画 –	フェーズ1（AMR設計の実行可能性調査）に総額400万ポンド、フェーズ2（AMR開発）に総額4,000万ポンドの資金を提供。	【フェーズ1を実施した中から、フェーズ2に選定されたSMR】 U-Battery Developments社（高温ガス炉）及びWestinghouse EC UK社（鉛冷却高速炉）
	戦略的政策研究機関（UKRI）による開発支援	Rolls-Royce社に1,800万ポンドの投資金。同社は、2030年代初頭までに、同社製SMR初号機の完成と運転開始を目指す。	Rolls-Royce社（UK-SMR：軽水炉）
ロシア	浮揚式原子力発電所		ROSATOM社（KLT-40S：軽水炉） 【営業運転中（2020年5月～）】
	BREST-300建設計画		ROSATOM社（BREST-OD-300：鉛冷却高速炉） 【建設開始（2021年6月）】
中国	実証炉建設計画	2022年に全出力運転	華能山東石島湾核電有限公司（HTR-PM：高温ガス炉） 【2021年9月臨界達成】
	商用炉建設計画		中国核工業建設集团公司、等（HTR-PM600：高温ガス炉）
	実証炉建設計画		中国核工業集团公司（玲龍一号：軽水炉） 【建設開始（2021年7月）】
日本	NEXIPプログラム	～2023年：多様な概念検討、2024年～：絞り込まれた概念の開発	民間による開発（三菱重工、日立GE、東芝、日揮、IHI、等）

イノベーションを支える技術基盤整備－ARKADIA※

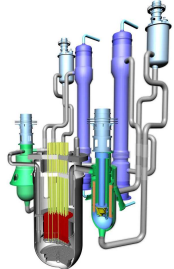
- ◆ 高速炉開発に関わる知識と解析技術を統合・高度化し、大型炉から小型炉まで幅広い新型炉の開発を支援する基盤として整備する
 - 安全性・経済性追求から廃止措置まで様々な視点を取り入れた設計最適化の支援や、設計検討期間の大幅な短縮による設計・開発プロセスの変革を可能にする
 - 大規模実証試験の代替手段として費用低減、さらには高速炉開発に関わる技術維持及び人材育成に資する革新的な研究基盤として開発する



常陽



もんじゅ



FaCT以降

【デジタルトリプレット ARKADIA】

①プラットフォーム：AI技術を活用し、②－④を統合して運用

②知識マネジメントシステム（KMS**）：知識ベース集約、**原子炉設計・開発の支援データベース**システム

③設計評価（EAS/VLS**）：核・熱・構造分野での複数の解析コード連成による設計最適化を支援する**評価手法**及び**リスク情報**を活用した**保全最適化**に関わるスキーム

④安全性評価（EAS/VLS**）：**シビアアクシデント（SA）**以降の炉内／炉外事象の一貫解析手法を開発・高度化

従来の
R&D成果、
評価手法、
設計・運転
知見等を
集約

大型炉、小型
炉など幅広い
新型炉の設計
手法の整備／
開発を支援

2024年以降（概念設計）の活用に向けて開発

- 2019年度までに全体の開発計画を策定するとともに、**外部資金（MEXT公募）**により**設計評価、安全性評価の基本システム**を構築した
- 2020年度からのMEXT公募において、「**安全性評価**」**炉内・炉外事象の一貫解析及び計測技術の開発整備**が新規に採択された

*「AI支援型革新炉ライフサイクル最適化手法（ARKADIA：Advanced Reactor Knowledge- and AI-aided Design Integration Approach through the whole plant lifecycle）」

**KMS: Knowledge Management System
EAS: Enhanced and AI-aided optimization System
VLS: Virtual plant Life System

高速炉サイクルでの放射性廃棄物の減容化・有害度低減の研究開発

- **小規模マイナーアクチノイド (MA)リサイクル(SmARTサイクル)試験**を着実に推進
 - 照射試験用MA含有MOXペレット製造に向けて、**世界最高レベル2gのMA回収**を達成
- 「常陽」での**MA含有MOX燃料の照射試験**を通じて照射挙動を把握
- 核変換特性を飛躍的に向上させる長寿命炉心材料（ODS鋼被覆管等）の開発を推進
- **国際協力（米国、仏国等）を活用**し、MAサイクルに係る研究開発を引き続き推進

SmARTサイクル研究

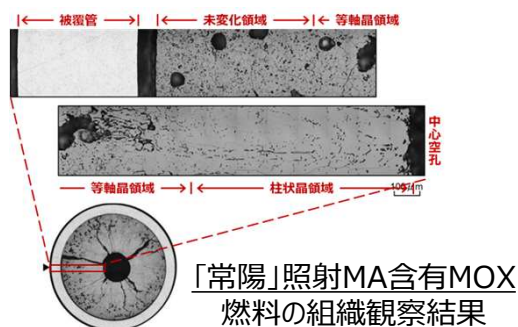


SmARTサイクル研究

SmART : *Small Amount of Reuse Fuel Test Cycle*

- **MAを中心とした分離変換データの取得とサイクル成立性の小規模実証**を目指す
- これまでに、ペレットレベルでの燃料製造・照射試験を可能とする**約2gのMAを回収**

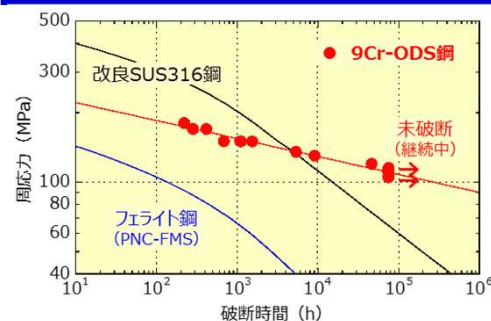
MA含有MOX燃料の照射試験



「常陽」照射MA含有MOX燃料の組織観察結果

- 「常陽」短期・高線出力試験に供したMA含有MOX燃料について**Am等の再分布挙動に関する定量データ**を取得、照射挙動評価に必要な**詳細な組織変化データ**を取得
- 次期照射試験に向けて**MA含有MOX燃料設計コード開発を継続**

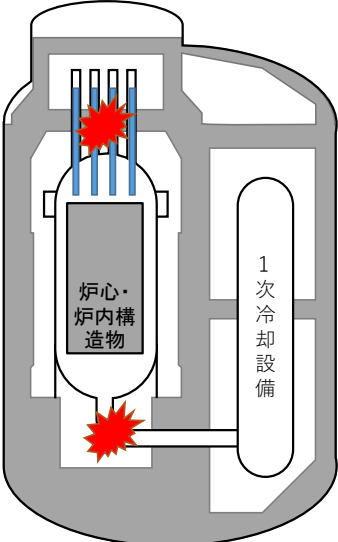
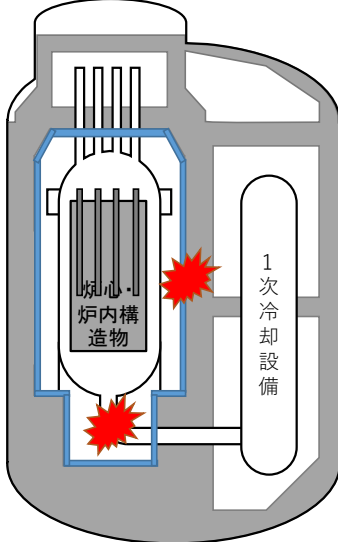
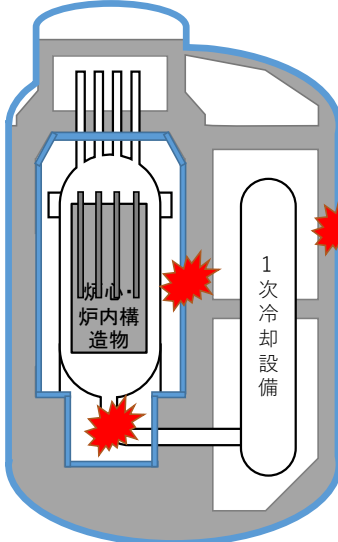
長寿命炉心材料の開発



9Cr-ODS鋼被覆管の700℃における内圧クリープ破断強さ

- ODS鋼被覆管が高速炉の実用化段階の使用条件に相当する高温・長時間環境において**世界最高レベルのクリープ強度を維持**し、イオン照射後も**酸化物分散粒子を含む微細組織が安定であることを実証**
- ODS鋼被覆管の量産技術開発の一環として**大型アトライターを整備し、試作・評価試験を実施**

HTTRの新規制基準適合性審査結果

設備・機能 事象	1次冷却設備二重管破断 + 原子炉停止機能の喪失	1次冷却設備二重管破断 + 炉心冷却機能の喪失	1次冷却設備二重管破断 + 閉じ込め機能の喪失
想定の概要			
評価結果*1	● スラム失敗でも負の温度係数により出力低下 ● 自然放熱により原子炉の崩壊熱は除去 ● 多量の放射性物質放出に至る恐れなし	● 制御棒挿入により原子炉停止 ● 自然放熱により原子炉の崩壊熱は除去 ● 多量の放射性物質放出に至る恐れなし	● 制御棒挿入により原子炉停止 ● 自然放熱により原子炉の崩壊熱は除去

*1：国立研究開発法人日本原子力研究開発機構大洗研究所（北地区） 原子炉設置変更許可申請書、添付書類十

高速炉、高温ガス炉開発状況と主要な課題－2

□ 高温ガス炉に対する水素・熱利用ユーザーの現況(期待や意見、22ページ参照)

- 国内の事業者別の温室効果ガス排出量において、製鉄事業者の排出量は全体の約26%を占める。
⇒ CO2排出削減に向け、鉄鉱石の還元の水素を利用する水素還元製鉄の研究開発を進めている。
- 石油化学、セメント、製紙分野の事業者の排出量は全体の約19%を占める。
⇒ 加熱用熱源や自家発電等での化石資源の代替として、水素やアンモニア(水素から製造)利用を検討している。
- 以上のとおり、産業界には大量の水素及び熱のニーズがある。特に、製鉄事業者は、大量、安定、廉価な水素を出来るだけ高温で提供されることを望んでいる。

□ IS法を含む各種水素製造技術の開発段階や違い(23ページ参照)

- 高温ガス炉の熱を用いたカーボンフリー水素製造技術として、IS 法、高温水蒸気電解法、メタン熱分解法等が候補である。
- IS 法の優位性は、熱から直接水素を製造できるため、熱を電気に変換する際のエネルギー損失がなく、理論的に高効率の水素製造が可能である。
- 高温水蒸気電解法の固体酸化物型電解セル (SOEC) の耐久性向上や実用化に必須の大型化(スタック化、ユニット化)に係る開発が進んでおり、IS 法に比べて技術成熟度レベル (TRL) は高い。
- メタン熱分解法は、高温ガス炉の熱が利用できる触媒法が実験室規模であり、TRL がIS 法、高温水蒸気電解法に比べて低い。
- 今後、これらのカーボンフリー水素製造法に関し、技術的特徴や経済性等を確認し、高温ガス炉に適した技術を選定する計画である。

事業者別 温室効果ガス排出量

	特定排出者名	業種	調整前温室効果ガス 排出量 (tCO2)	割合 (%)
1	日本製鉄株式会社	製鉄	85,790,566	13.4
2	J F E スチール株式会社	製鉄	55,472,629	8.7
3	J X T G エネルギー株式会社	石油化学	19,520,327	3.1
4	株式会社神戸製鋼所	製鉄	15,711,229	2.5
5	太平洋セメント株式会社	セメント	12,827,738	2.0
6	宇部興産株式会社	石油化学	8,675,657	1.4
7	三菱マテリアル株式会社	製鉄	7,932,040	1.2
8	東ソー株式会社	石油化学	7,709,694	1.2
9	住友大阪セメント株式会社	セメント	7,572,772	1.2
10	出光興産株式会社	石油化学	7,276,655	1.1
11	日鉄日新製鋼株式会社	製鉄	7,115,851	1.1
12	日本製紙株式会社	製紙	7,108,323	1.1
13	株式会社トクヤマ	化成品・セメ	6,534,966	1.0
14	三菱ケミカル株式会社	石油化学	5,534,035	0.9
15	北海製鉄株式会社	製鉄	3,980,003	0.6
16	三井化学株式会社	石油化学	3,857,065	0.6
17	電源開発株式会社	発電	3,153,207	0.5
18	大王製紙株式会社	製紙	2,998,154	0.5
19	東京電力フュエル&パワー株式会社	発電	2,938,000	0.5
20	コスモ石油株式会社	石油化学	2,909,407	0.5
21	住友化学株式会社	化成品	2,720,744	0.4
22	王子マテリア株式会社	製紙	2,634,595	0.4
23	中部電力株式会社	発電	2,625,595	0.4
24	王子製紙株式会社	製紙	2,582,600	0.4
25	昭和電工株式会社	石油化学	2,341,515	0.4

	特定排出者名	業種	調整前温室効果ガス 排出量 (tCO2)	割合 (%)
26	丸善石油化学株式会社	石油化学	2,177,570	0.3
27	デンカ株式会社	化成品	2,032,526	0.3
28	A G C 株式会社	化成品	1,975,965	0.3
29	東レ株式会社	化成品	1,952,739	0.3
30	東芝メモリ株式会社	半導体	1,942,072	0.3
31	鹿島石油株式会社	石油化学	1,786,221	0.3
32	東北電力株式会社	発電	1,704,500	0.3
33	旭化成株式会社	化成品	1,673,317	0.3
34	宇部マテリアルズ株式会社	石灰	1,669,271	0.3
35	株式会社ダイセル	化成品	1,630,506	0.3
36	昭和四日市石油株式会社	石油化学	1,625,715	0.3
37	株式会社 J F E サンソセンター	ガス製造	1,550,556	0.2
38	麻生セメント株式会社	セメント	1,460,407	0.2
39	トヨタ自動車株式会社	自動車	1,442,610	0.2
40	東京二十三区清掃一部事務組合	焼却場	1,424,911	0.2
41	大平洋金属株式会社	製鉄	1,400,709	0.2
42	明星セメント株式会社	セメント	1,399,692	0.2
43	株式会社セブン-イレブン・ジャパン	コンビニ	1,391,440	0.2
44	大同特殊鋼株式会社	製鉄	1,352,244	0.2
45	中国電力株式会社	発電	1,348,744	0.2
46	富士石油株式会社	石油化学	1,317,863	0.2
47	東京製鉄株式会社	製鉄	1,280,150	0.2
48	北海道電力株式会社	発電	1,227,688	0.2
49	株式会社ローソン	コンビニ	1,223,809	0.2
50	株式会社クラレ	化成品	1,221,893	0.2

温室効果ガス排出量：〔エネルギー起源CO₂、非エネルギー起源CO₂、CO₂以外の温室効果ガスの合計〕

- 温室効果ガスの総排出量において、日本製鉄、JFEスチール等の製鉄分野の排出量が非常に多い。
- 石油化学分野及びセメント分野、製紙分野でCO₂排出量が多い。

カーボンフリー水素製造技術の比較

水素製造法	概要	想定される炉型	想定される利用エネルギー形態	実用化段階(水素製造法)	安定性	環境性(CO ₂ 排出)	エネルギーセキュリティ	経済性※6
熱化学水分解(IS法)	ヨウ素と硫黄の化学反応を利用して水を熱で分解し、水素と酸素を製造	高温ガス炉	・Heガス加熱(～900℃)	TRL4※1 JAEAにて、100L/h規模の水素製造の実証	安定的かつ大規模に生産が可能。	CO ₂ は排出されない。	水が原料	・水素/電力併産システムの特長を活かし、12.4円/Nm ³ が達成可能の見通し
高温水蒸気電解法(HTSE)	高温水蒸気を電気分解し、水素と酸素を製造	高温ガス炉 高速炉 軽水炉	・電気 ・蒸気(100℃～)	TRL5※2 Sunfire社にて、290Nm ³ /h規模の水素製造の実証※3	安定的かつ大規模に生産が可能。	CO ₂ は排出されない。	水が原料	・DOEにて、将来ケースとして\$2.8/kgH ₂ ※5(約28円/Nm ³)で水素製造できる見通し。(熱源は特定せずに評価)
メタン熱分解法	メタンを熱により分解し、水素と炭素を製造	高温ガス炉	(プラズマ法) ・電気 (触媒法) ・Heガス加熱(～900℃)	TRL 3～4※4 (触媒法のみ) Hazer社にて、0.05L/h規模の水素製造実証※4	安定的かつ大規模に生産が可能。	CO ₂ は排出されない。	原料メタンの輸入が必要	・原料の天然ガス価格および生成カーボンブラックの販売価格の変動に依存(カーボンが水素に比例し、大量発生) ・豪州Hazer社で触媒法を開発中(H ₂ 約127 Nm ³ /hのプラント建設中)

TRL (Technology Readiness Level)

※1 R. Pinsky, et al., "Comparative review of hydrogen production technologies for nuclear hybrid energy systems" Progress in Nuclear Energy,123, 103317 (2020).

※2 資料4-1 モビリティ／水素分野の技術動向について 第2回グリーンイノベーション戦略推進会議ワーキンググループ(2020年8月21日)

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/green_innovation/pdf/002_04_01.pdf

※3 Julie Mougin, MULTIPLY-Europan Hydrogen Week, https://multiplier-project.eu/Documents/PRD2022_Hydrogen-week-MULTIPLY.pdf

※4 Stefan Schneider et al., 'State of the Art of Hydrogen Production via Pyrolysis of Natural Gas' ChemBioEng Reviews,7(5), 1-10.(2020)

※5 DOE Hydrogen and Fuel Cells Program Record, Hydrogen Production Cost from Solid Oxide Electrolysis

https://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/16014_h2_production_cost_solid_oxide_electrolysis.pdf

※6 製造コストを含む記載の数値は、各参照資料記載の値であり、積算方法を含み条件を合わせた評価結果ではない。

高速炉、高温ガス炉開発状況と主要な課題－3

□ 実用化に向けた課題(25～26ページ参照)

➤ 共通

- ✓ 経済性：実用化にむけて民間が投資を回収できる(エネルギー)システムとして経済性の向上
- ✓ 規格基準：設計製作規格、溶接規格、保全規格などの着実な整備
- ✓ 規制：革新炉の安全審査等規制システムの整備と国際標準化
- ✓ 燃料供給：燃料の製造と許認可に必要な照射試験データを常陽等を用いて着実に整備する必要がある。
- ✓ 実証炉以降の燃料製造施設、再処理技術等の関連実証設備の整備

➤ 高速炉

- ✓ 規制適合性：炉内事故終息の方策とその評価結果の妥当性を主張するエビデンスの用意

➤ 高温ガス炉

- ✓ 水素製造施設との接続技術の確立：①高温隔離弁等、高温ガス炉と水素製造施設の接続に必要な機器の開発、②プラント全体設計の確立、③水素製造施設に一般産業法規の適用を可能とする高温ガス炉の安全設計の確立、及び④水素製造施設異常時の原子炉施設の安全評価手法の確立

□ 使用済み燃料の取扱い

- 高速炉の使用済み燃料再処理の実現見通しは得ている。高温ガス炉の使用済み燃料の再処理については本来の設計思想もあり、実現には幾つか技術課題を有するが、高速炉燃料に比して必要となる「前処理」技術については試験的確認はされている。
- 高速炉用MOX燃料再処理については、JAEAが有するホット試験研究施設で、常陽等の照射済み燃料を対象とした一連の再処理試験を実施し、プロセス成立性が確認されており、実用化に向けた技術的成立性の実現を見通しを得ている。さらに、核不拡散上のPu単離を避けるウラン、プルの共抽出技術、高Pu濃度条件での溶解残渣(溶け残り、スラッジ)や処理速度の向上を目指した技術開発を進めており、実用化にむけて確実な進捗している。
- 廃棄物減容の観点でのMA分離では、MAの分離に必要な抽出剤の開発を行うとともに、実際の高レベル放射性廃液を用いた溶媒抽出法及び抽出クロマトグラフィーでのホット試験により、それぞれ良好なMA回収率や除染性能を得ている。その中で、抽出クロマトグラフィーによるMA分離技術により、高レベル放射性廃液から約2gのMA（AmがメインでCmも含む）分離回収に成功している。

2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略における原子力の扱い (R3.6.18経産省発表資料より抜粋)

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
高速炉	○戦略ロードマップに基づく開発 ステップ1 ・民間によるイノベーションの活用による多様な技術間競争を促進 ・国際協力を活用した効率的な開発 ・日仏協力(安全性・経済性の向上)・日米協力(多目的試験炉等)					ステップ2 ・国、JAEA、ユーザーがメーカーの協力を得て技術を絞り込み(常陽等の施設を活用) 一定の技術が選択される場合	ステップ3 ・工程の具体化	例えば21世紀半ば頃の適切なタイミングに、現実的なスケールの高速炉の運転開始を期待
小型炉(SMR)	米国・カナダ等で2030年頃までに実用化 →日本企業が海外実証プロジェクトに参画					日本企業が主要サプライヤーの地位を獲得	販路拡大・量産体制化でコスト低減	アジア・東欧・アフリカ等にグローバル展開
高温ガス炉 水素コスト：2050年に12円/Nm ³ 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)							
核融合	国際協力の下、核融合実験炉(ITER)の建設・各種機器の製作					ITER運転開始 ・核融合反応に向けたプラズマ制御試験	ITER核融合運転開始 ・重水素-三重水素燃焼による燃焼制御・工学試験 ・核融合工学技術の実証	
	・JT-60SAを活用したITER補完実験、 ・原型炉概念設計・要素技術開発					原型炉へ向けた工学設計・実規模技術開発	実用化スケールに必要な実証	
	人材育成、学術研究の推進							
	米国、英国等のベンチャーが2030年頃までに実用化目標 海外プロジェクトに日本のベンチャー等が研究開発・サプライヤーとして参画、機器納入							

高温ガス炉開発における実用化への取組と課題

2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（令和3年6月18日 経済産業省策定）

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



主な技術分野	開発フェーズ（～2030年）におけるJAEAの取組	実証フェーズ（～2040年）におけるJAEAの取組
安全性実証	HTTRを活用した安全性実証試験により、固有の安全性を確証	HTTR-熱利用試験により、高温ガス炉とカーボンフリー水素製造施設の接続技術を実証
熱利用	HTTR-熱利用試験により、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	
カーボンフリー水素製造	カーボンフリー水素製造技術（IS法等）の研究開発	

課題	研究開発
	● HTTR-熱利用試験及びカーボンフリー水素製造技術（IS法等）の研究開発の予算及び人材の確保 ● HTTR-熱利用試験の予算及び人材の確保 ● 国内実証炉（コジェネレーション（発電＋熱利用（水素等））プロジェクトの立ち上げ ● 燃料を再処理する場合、ホット施設での再処理技術の実証

高速炉、高温ガス炉の利用方法について

□ 高速炉の導入時期・導入方法とMA等の減容化・有害度低減の実現可能性(28ページ参照)

- 導入時期：1) 国内のエネルギー需要を満たすウラン資源の輸入を抑え、使用済み燃料を含む国内保有のウラン資源で賄うことを可能とする時期、2) 軽水炉MOX使用済み燃料の蓄積を抑える時期、を考慮する。これらの視点では2040年代には実証炉を建設し、2050年代からの継続的建設が望まれる。一方、もんじゅまでの製造技術継承、枢要構成部品・材料等の国内サプライチェーン維持の観点からは、できるだけ早期の建設経験(10年程度以内の建設)が望まれる。
- 導入方法：実証炉建設以降は、その知見を活かして2050年代からの継続的建設が重要となる。出力サイズは投資規模を抑えた中小型炉でもよい。
- MA変換：再処理で発生するPuの利用(初期はプルサーマル)、L-MOX燃料再処理で発生するMAの累積を避ける上では、ある程度の規模で高速炉が運転される必要があり、2050年頃からの着実な高速炉システムへの移行が必要となる。

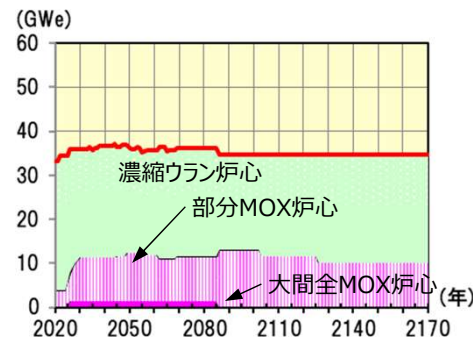
□ 消費地近接が期待される高温ガス炉の社会実装に向け、地域との共生における重要課題

- 高温ガス炉による水素製造、熱供給では、消費プラントに近接することが望ましい。
- 立地地域との共生のためには、高温ガス炉プラントが高い安全性、カーボンニュートラルへ大きく貢献することを国民に理解していただくことが重要と考える。

高速炉導入効果：高速炉サイクルによる燃料自給、使用済み燃料、Pu蓄積の解決

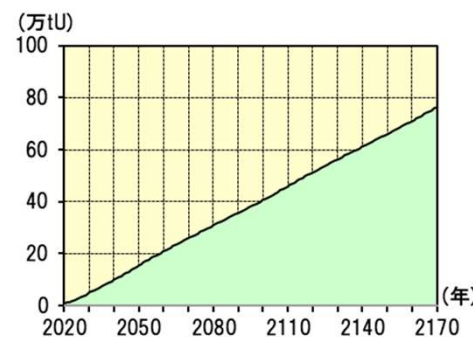
- 軽水炉で再処理、Puをマルチサイクル利用したとしても、天然ウランは継続して必要。使用済み燃料は増加。
- 高速炉サイクルに2060年頃から徐々に移行、天然ウラン必要量は頭打ちとなり、使用済み燃料を削減可能。
- 将来のエネルギー需要の拡大に備え、原子力の発電容量を倍増してもウラン資源に依存せず可能。

原子力発電設備構成

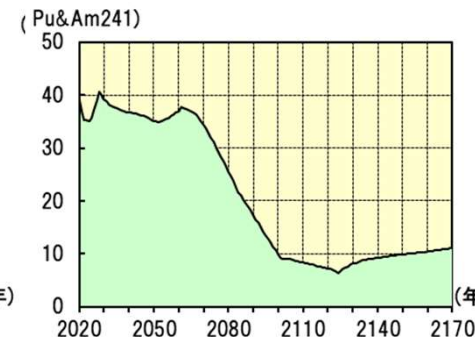


軽水炉マルチサイクル
(炉寿命60年)

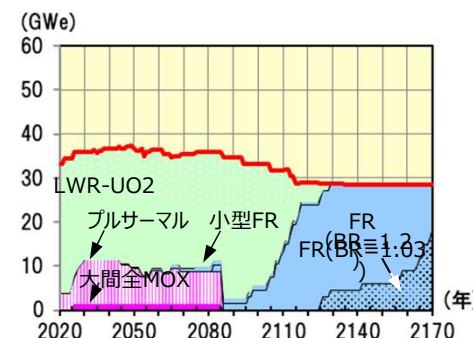
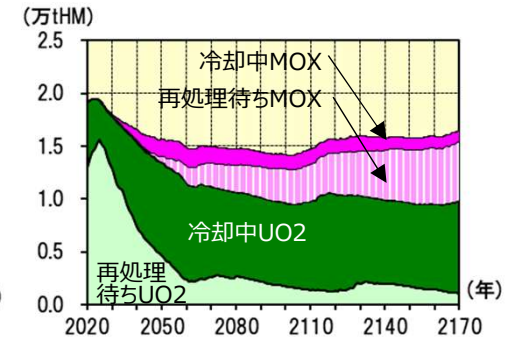
天然ウラン累積需要量



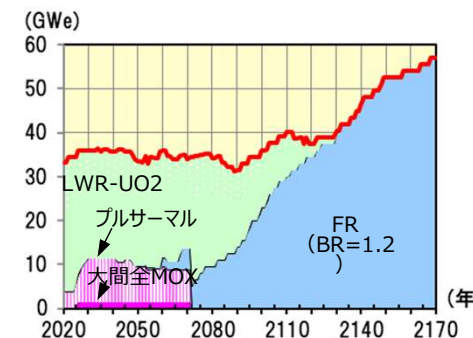
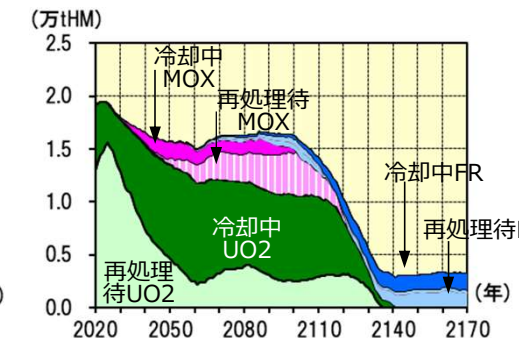
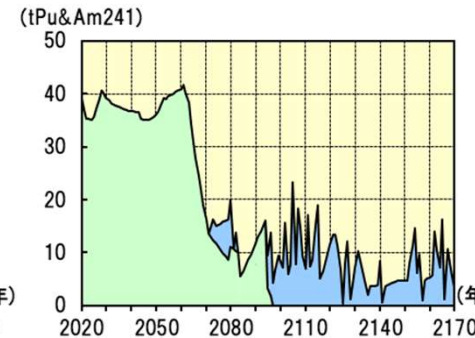
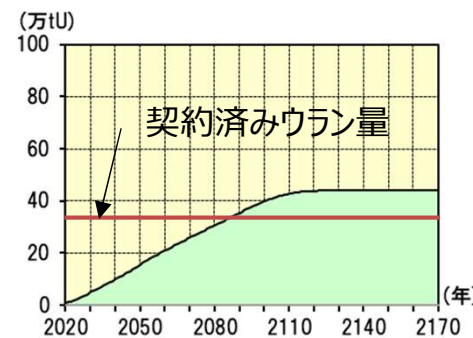
分離済みPu貯蔵量



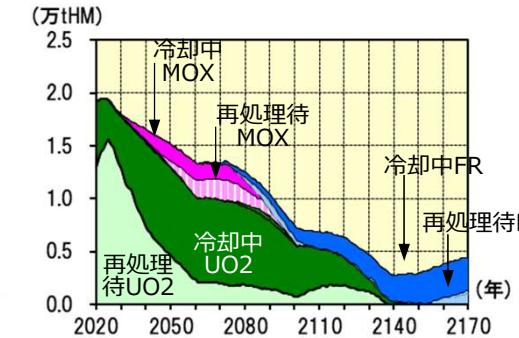
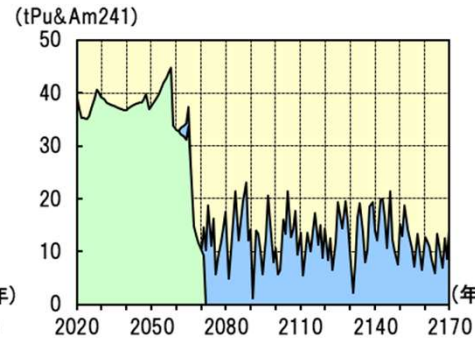
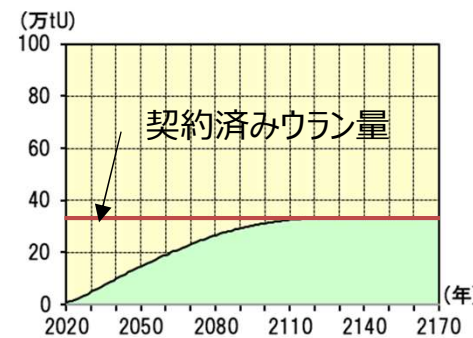
使用済み燃料貯蔵量



高速炉サイクル移行
(炉寿命60年)



高速炉サイクル移行から拡大
(炉寿命60~80年)



原子力発電設備構成

天然ウラン累積需要量

Pu貯蔵庫内(Pu&Am)

使用済燃料貯蔵量

革新炉開発の環境整備

- 社会(国民)に事実を正確に伝え、深い理解と適正な議論ができる共通基盤を構築
- 原子力利用の分野各境界を超えた情報共有と総合議論の場(30ページ参照)

⇒ 原子力委員会活動への期待

- 原子力平和利用を単に発電分野の議論に留めず、発電以外のエネルギー利用、医療、放射線産業等、いわば「文明」を支持する基盤としての有効性、適格性を議論、共有、公知にする場
- 原子力利用全体が抱える課題や将来展開を総合的に分析、評価、分野相互に過不足なく、パフォーマンス最適となる利用促進を実現する。



革新炉導入に向けて..

□ 背景や環境、関係領域の理解に基づく原子力エネルギー利用議論の活性化

- エネルギーセキュリティ議論
- 技術自給率議論
- 国際情勢の変化の理解に基づく国際協力、共同、共生
- バックエンド議論、等

□ 背景や環境、関係領域の理解に基づく立地/原子力災害への対応的確化

- 地域活性化、貢献の在り方議論
- PAZやUPZの的確設定

PAZ: Precautionary Action Zone

原子力施設から概ね半径5km圏内。

放射性物質が放出される前の段階から予防的に避難等を行う。

UPZ: Urgent Protective action planning Zone

PAZの外側の概ね半径30km圏内。

予防的な防護措置を含め、段階的に屋内退避、避難、一時移転を行う。



革新炉の実装に向けた認知の拡大

高速炉多目的利用を通じた社会受容性の拡がり

原子力小委員会資料（2021年4月）より

- 原子炉はエネルギー利用のみならず、**医療分野で利用される放射性同位体（RI）の製造**に活用することが可能
- 高速実験炉「常陽」では、高速炉開発のみならず、RI製造への貢献も期待される

「常陽」でのRI製造のメリット **医療用RIはほぼ全量海外に依存**

①大量生産：中性子の密度が高く、加速器に比べて大量のRI製造が安価に製造可能

	製造量(μg)	コスト(円/μg)
原子炉(JRR-3) ※年間当たり	3,900	1,000
加速器 ※1照射当たり	42	33,000

原子炉と加速器でのモリブデン（**Mo-99**）の製造量・コスト面比較



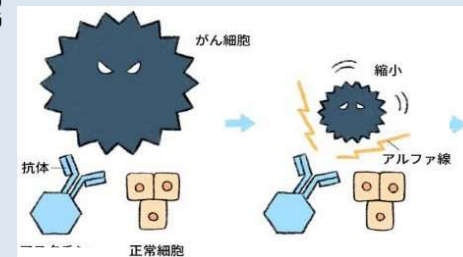
質の高い医療に不可欠

モリブデン（**Mo-99**）：核医学検査でがん転移の発見等に利用

②希少なRI：高速中性子を活用して、希少なRI製造が可能

例：がん治療に使えるアクチニウム（**Ac-225**）の製造が可能

※減速材を併用することで、軽水炉と同様なRIも製造可能



アクチニウム(**Ac-225** 等)：アルファ内用療法によるガン治療等に利用

医療用RI国産化への期待（JAEA試験研究炉の活用）

- 7つの医学会から要望書提出（2020.8:文科大臣, 2021.7:文科・厚労・経産・内閣府特命担当各大臣、原子力規制委員長）
- 複数がん患者会関連団体（2020.8:文科大臣）、全がん連（2021.5：文科・厚労大臣、公明党議員）から要望書提出
- 参議院・決算委員会にて医療用RI製造取組み強化質疑（2021.5）
- カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略に「常陽」への期待記載（2021.6）
- 内閣府原子力委員会 医療用等RI製造・利用専門部会設置（2021.11）
- 参議院・予算委員会にて医療用RI国産化体制整備質疑（2022.3）
- 内閣府原子力委員会 医療用等RI製造・利用専門部会 アクションプラン策定（2022.5予定）

