



原子力委員会  
説明資料

第34回原子力委員会  
資料第1号

# 高温ガス炉開発における 日英連携の現状

2023.10.3

日本原子力研究開発機構

英国では2050年に炭酸ガス排出ネットゼロ目標を掲げており、  
大型軽水炉、小型軽水炉、高温ガス炉の開発を重点化

## (1) 大型軽水炉

- EDFエナジー社が、英国南西部のサマセット州でヒンクリーポイントC原子力発電所（約3.2GWe：EPR 2基）を建設中。2027年6月に1号機で送電開始予定（2022年5月）
- 英国政府は、EDFエナジー社が英国南東部のサフォーク州で計画しているサイズウェルC原子力発電所（約3.2GWe：EPR）の建設プロジェクトに、£700M（約1,260億円）の直接投資を行うと発表（2022年11月）

## (2) 小型モジュール炉SMR（英国では小型軽水炉のこと）

- 大型軽水炉のための許認可を得ているサイトを小型炉に転用
- ロールスロイス社が初号機建設に関心。2019年11月、包括的デザイン審査GDA（Generic Design Assessment）準備等のため、英国政府は、UK Research and Innovation（UKRI）から£18M（約32億円）を提供。さらに、2021年11月、SMR開発に対するマッチングファンドとして、£210M（約378億円）を提供すると発表
- GDA審査を開始（2022年3月）、ステップ2へ進行（2023年4月）。
- GBN（新規原子力プロジェクトの推進に責任を負う独立機関）によるSMR技術のコンペティションを開始（2023年7月）

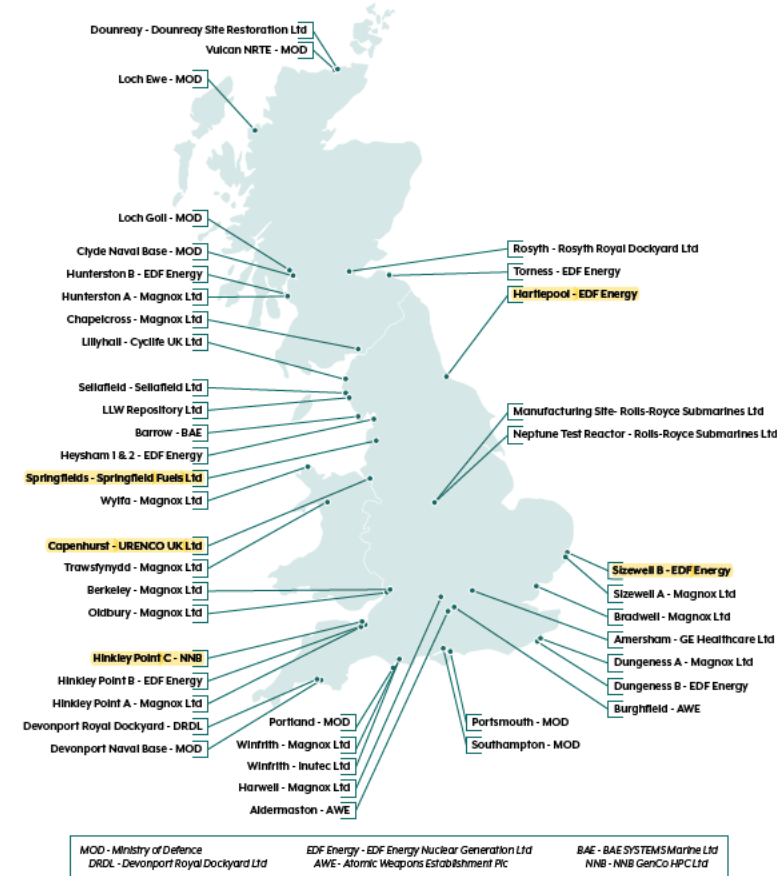
## (3) 新型モジュール炉AMR

- 民間企業からの提案を受けてビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS：Department for Business Energy and Industry Strategy）が競争的に研究開発を推進。
- 21件の応募から8件のプロジェクトを選定（うち高温ガス炉は3社）、総額£4M（約7.2億円）（平均£0.2M（約0.36億円））を配賦し、成立性評価を実施（Phase 1）
- 設計手法開発（Phase 2、総額£40M（約72億円）／2年）として、U-battery Developments社（高温ガス炉）、Tokamak Energy社、Westinghouse Electric Company UK社の3件を選定（2020年7月）
- 2020年11月の「グリーン産業革命のための10要点計画」及び同年12月の「エネルギー白書」で、SMR及びAMR導入の支援策を政府が発表
- BEISは2021年7月、AMR研究開発・実証（AMR RD&D）プログラムに対する意見募集を開始。2021年12月、結果を公表
- BEISは2022年2月、AMR RD&Dプログラムの詳細と建設計画の指標となる概略的なスケジュールを提示。同年4月、全3段階からなる同プログラムのフェーズA（基本設計に先立つ予備調査）公募ガイドラインを発行。同年9月、フェーズAに採択された5組織による6つのプロジェクトを公表（NNL-JAEA等のチームも採択）
- 2023年7月、エネルギー安全保障・ネットゼロ省（DESNZ）は、フェーズBに採択された2つのプロジェクト（NNL-JAEAのチームも採用）及び燃料開発プログラムに採択された1つのプロジェクト（NNL）を公表

## (4) その他

- 英国政府の諮問機関である原子力イノベーション研究諮問委員会（NIRAB）が原子力政策に関する報告書を公表（2020.6）し、脱炭素化に向けた原子力利用等の政策を提言

（1£ = 180円で換算）

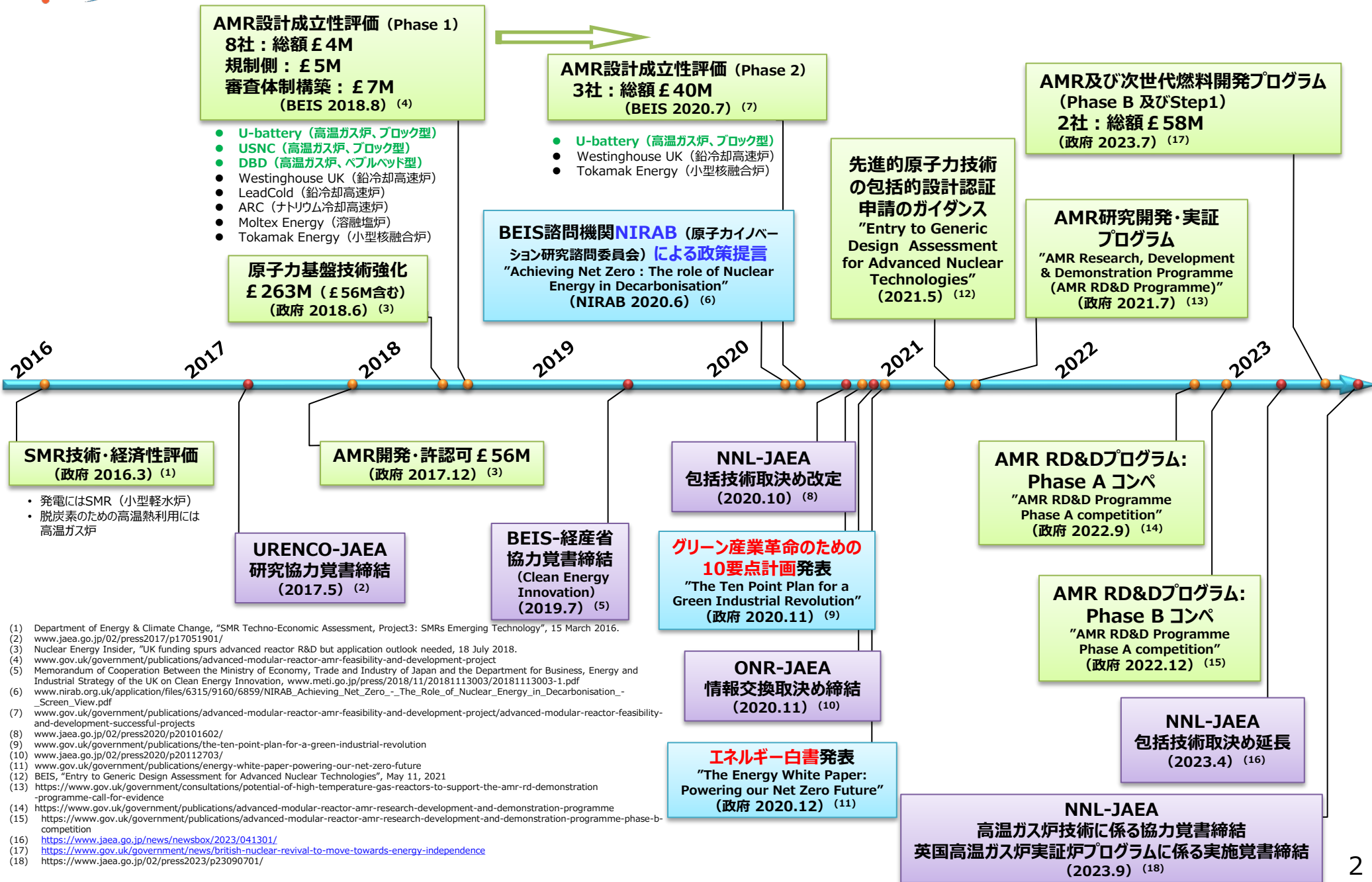


March 2022

www.onr.org.uk

EDFエナジー ヒンクリーポイントC及びサイズウェルB：大型軽水炉建設地  
EDFエナジー ハートルプール：HTGR初号機候補地  
URENCO ケーバンハースト：HTGR初号機候補地  
NNL及びウェスティングハウス スプリングフィールド：HTGR初号機候補地

# 英国におけるAMR・SMR開発・導入動向



(1) Department of Energy & Climate Change, "SMR Techno-Economic Assessment, Project3: SMRs Emerging Technology", 15 March 2016.  
 (2) [www.jaea.go.jp/02/press2017/p17051901/](https://www.jaea.go.jp/02/press2017/p17051901/)  
 (3) Nuclear Energy Insider, "UK funding spurs advanced reactor R&D but application outlook needed, 18 July 2018.  
 (4) [www.gov.uk/government/publications/advanced-modular-reactor-amr-feasibility-and-development-project](https://www.gov.uk/government/publications/advanced-modular-reactor-amr-feasibility-and-development-project)  
 (5) Memorandum of Cooperation Between the Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan and the Department for Business, Energy and Industrial Strategy of the UK on Clean Energy Innovation, [www.meti.go.jp/press/2018/11/20181113003/20181113003-1.pdf](http://www.meti.go.jp/press/2018/11/20181113003/20181113003-1.pdf)  
 (6) [www.nirab.org.uk/application/files/6315/9160/6859/NIRAB\\_Achieving\\_Net\\_Zero\\_-\\_The\\_Role\\_of\\_Nuclear\\_Energy\\_in\\_Decarbonisation\\_-\\_Screen\\_View.pdf](https://www.nirab.org.uk/application/files/6315/9160/6859/NIRAB_Achieving_Net_Zero_-_The_Role_of_Nuclear_Energy_in_Decarbonisation_-_Screen_View.pdf)  
 (7) [www.gov.uk/government/publications/advanced-modular-reactor-amr-feasibility-and-development-project/advanced-modular-reactor-feasibility-and-development-successful-projects](https://www.gov.uk/government/publications/advanced-modular-reactor-amr-feasibility-and-development-project/advanced-modular-reactor-feasibility-and-development-successful-projects)  
 (8) [www.jaea.go.jp/02/press2020/p20101602/](https://www.jaea.go.jp/02/press2020/p20101602/)  
 (9) [www.gov.uk/government/publications/the-ten-point-plan-for-a-green-industrial-revolution](https://www.gov.uk/government/publications/the-ten-point-plan-for-a-green-industrial-revolution)  
 (10) [www.jaea.go.jp/02/press2020/p20112703/](https://www.jaea.go.jp/02/press2020/p20112703/)  
 (11) [www.gov.uk/government/publications/energy-white-paper-powering-our-net-zero-future](https://www.gov.uk/government/publications/energy-white-paper-powering-our-net-zero-future)  
 (12) BEIS, "Entry to Generic Design Assessment for Advanced Nuclear Technologies", May 11, 2021  
 (13) <https://www.gov.uk/government/consultations/potential-of-high-temperature-gas-reactors-to-support-the-amr-rd-demonstration-programme-call-for-evidence>  
 (14) <https://www.gov.uk/government/publications/advanced-modular-reactor-amr-research-development-and-demonstration-programme>  
 (15) <https://www.gov.uk/government/publications/advanced-modular-reactor-amr-research-development-and-demonstration-programme-phase-b-competition>  
 (16) <https://www.jaea.go.jp/news/newsbox/2023/041301/>  
 (17) <https://www.gov.uk/government/news/british-nuclear-revival-to-move-towards-energy-independence>  
 (18) <https://www.jaea.go.jp/02/press2023/p23090701/>

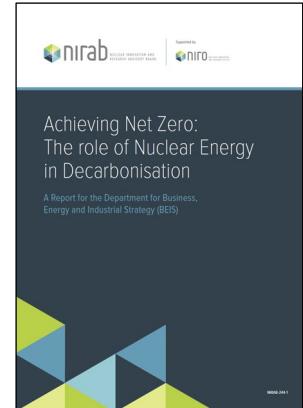
**NIRAB 原子カイノベーション研究諮問委員会 (Nuclear Innovation and Research Advisory Board)**

※BEISが政策決定を目的として設置。これまでNIRAB報告をもとにした政策決定が為されてきている

**タイトル Achieving Net Zero : The role of Nuclear Energy in Decarbonisation**  
(炭酸ガス排出量ゼロ達成に向けて：脱炭素化に向けた原子力エネルギーの役割)

**目次**

1. はじめに
2. 英国におけるエネルギー事情
3. エネルギーシステムの脱炭素化における原子力の役割
4. 優先すべき研究開発



## 報告書概要

- **原子力は価格競争力のある電源としてのみならず熱供給や水素製造で非電力分野の炭酸ガス削減に貢献できる**
- **大規模な原子力エネルギーなくして、将来の炭酸ガス排出量ネットゼロ社会を計画することは極めてリスクが高い**

**提言 1 政府は、2030年までに産業界の協力の下、SMR初号機の運転を開始しなければならない**

**提言 2 政府は、炭酸ガス削減に向けて、より幅広い用途に原子力を使わなければならない**

- 高温ガス炉が導入時期に合致する技術として最も高いスコアを与え、開発されるべき技術である

**提言 3 政府は、2030年～2035年において、次世代炉 (AMR) のデモンストレーターを設置しなければならない**  
**高温ガス炉をベースラインとする炉型選定 (ダウンセクション) を出来るだけ早く完了すべきである**

**提言 4 公的資金による革新的原子力システム開発は、2050年の炭酸ガス削減に向けて重要な貢献が為される**  
**費用対効果の高いAMRに重点化させるべきである**

**提言 5 核分裂への投資は、商用化を加速度的に成功させるため、国際的なR&Dプログラムを通して専門知識とインフラを最大限に活用すべきである**

- AMR実用化を加速し得るもうひとつの協力は、JAEAである。JAEAは、1999年から (注：初臨界は1998年) HTTRを運転しており、高温熱を利用した水素製造に関する研究を実施している。日本が所有するHTTRデータと経験は、リスクを軽減し、時間軸を短縮し、英国での高温ガス炉実証及び商業展開のコストを削減する可能性がある

**提言 6 政府は、英国の核分裂及び核融合プログラムに対する投資と提供の統合を促進し、投入資金に見合う最大の価値を得ること、並びに、炭酸ガス排出量ゼロへの貢献増大を保証すべきである**

● 官民の努力により、電気価格は下げられてきているが、幅広いエネルギー需要のためには原子力を使わなければならない

- 電力からの炭酸ガス排出量は、炭酸ガス排出量全体の20%以下に抑制（2018年）
- 運輸部門における炭酸ガス排出量は全体の30%以上（2018年）。ネットゼロに向け、ガソリン車、ディーゼル車をなくす必要がある
- 電力以外の**運輸、地域暖房、工業で使用される高温熱、船舶、航空、農業**に対し、これまで以上の持続的な努力が必要
- **炭酸ガス排出ゼロ社会では、水素は重要。例えば、航空、船舶、ディーゼルエンジン等の合成燃料製造に使える**

● **熱化学水素製造に対して、原子力は重要な役割を果たす**

**水素製造法**

- 現在の技術（石炭ガス化、水蒸気改質等+CCS）では、工業レベルでのCCS実現が難しい
- 電解法はオプションになり得るが、非効率である
- 水の熱化学分解は、さらなる開発要素があるものの、クリーンで、相当量の供給が見込める有力な方法

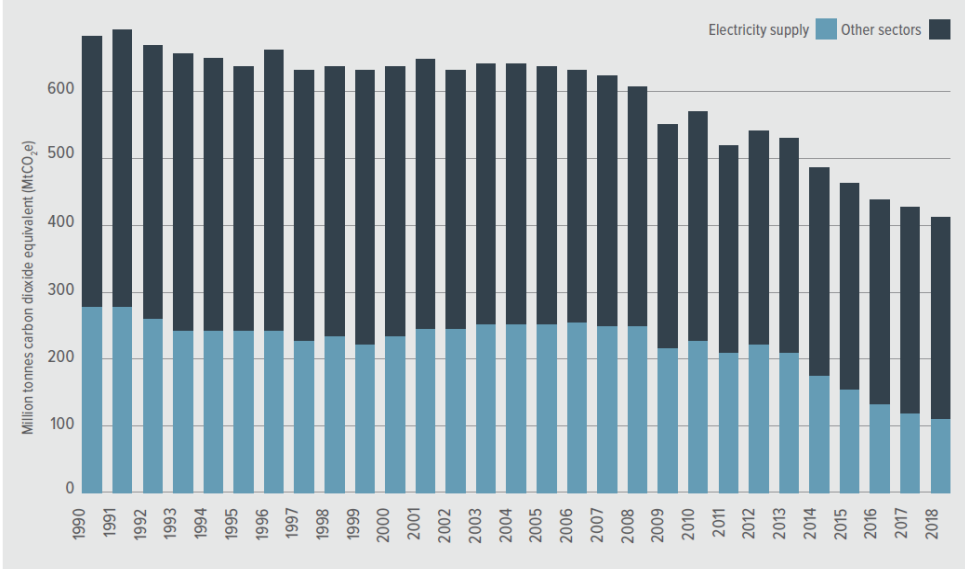


Figure 2 CO<sub>2</sub> emissions from electricity generation compared to other CO<sub>2</sub> emissions, 1990 – 2018 (MtCO<sub>2</sub>e)<sup>18</sup>  
<https://www.nirab.org.uk/our-work/publications>

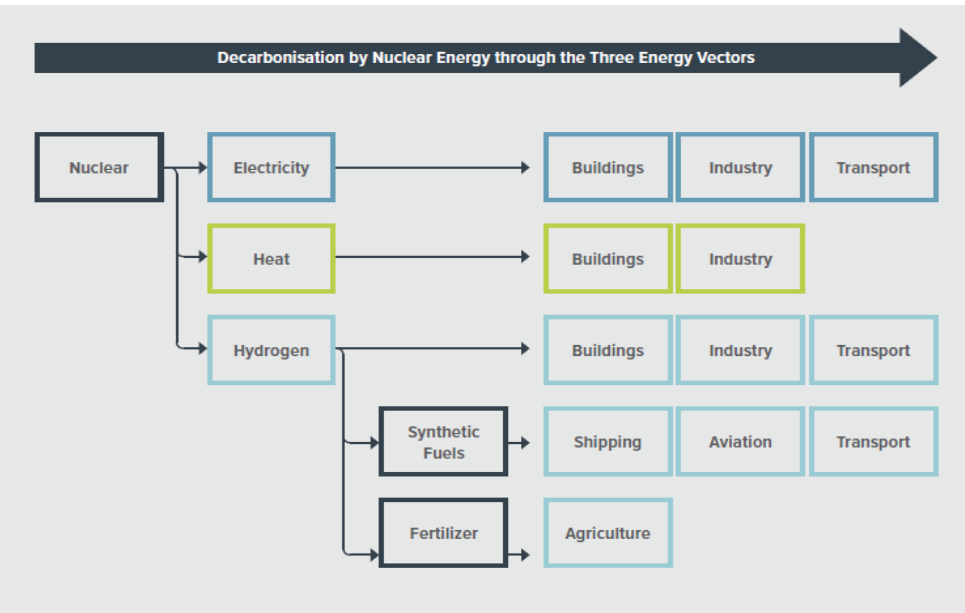


Figure 5 The role of nuclear in the deep decarbonisation of electricity, heat and hydrogen  
[www.nirab.org.uk/our-work/publications](https://www.nirab.org.uk/our-work/publications)



- 要点1 : 洋上風力の推進  
(2030までに40GW)
- 要点2 : **水素による低炭素化の推進**  
(2030までに5GW。2023水素地区、  
2025水素村→水素町。£ 240M)
- 要点3 : **次世代原子力の実現**
- 要点4 : ゼロエミ自動車へのシフト  
を加速
- 要点5 : 公共交通機関 (2030までに  
ガソリン車、ディーゼル車の廃止)
- 要点6 : 航空・輸送 (ゼロエミ化)
- 要点7 : 公共施設
- 要点8 : CCSへの投資
- 要点9 : 自然環境の保護
- 要点10 : イノベーションと金融

概要 : 800°C以上の熱による**水素製造**  
と**合成燃料生産**。水素及び洋上  
風力の補完。

(注 : 高温ガス炉と明確には記載されていないが、  
高温ガス炉と推察)

予算 : **£ 385M** (先進原子力基金の創設)  
(693億円、内SMR設計に£ 215M (387億円)、AMR研究開発費に  
£ 170M (306億円) )

**£ 40M** (72億円、規制枠組み、サプライチェーン)

2020年12月14日発表のエネルギー白書でも同様の記載



(1 £ = 180円で換算)

政策による影響 :

再エネ等とともに、電力における脱炭素化 (発電)

英国全土における雇用創出

AMRによる工業、輸送等における脱炭素化 (熱利用)

スケジュール :

2020 エネルギー白書刊行

2021 英国SMR設計開発フェーズ2の開始

2020年代半ば ヒンクレーポイントCのグリッド接続

2030年代初頭 SMR初号機導入、AMR実証炉設置

※大型軽水炉に関しては、ヒンクレーポイントCの建設において約10,000人の雇用をピークに創出、等の記述がある。

タイトル **The Energy White Paper : Powering our Net Zero Future**  
(エネルギー白書：ネットゼロ未来の原動力)

- 目次
1. 消費者
  2. 電力
  3. エネルギーシステム
  4. 建物
  5. 産業エネルギー
  6. 石油とガス



## エネルギー白書の概要

- 英国政府 (BEIS) は2020年12月14日、同年11月18日に発表した「グリーン産業革命のための10要点計画」に基づく**エネルギー白書：ネットゼロ未来の原動力**を発表\*。
- 本白書は、2050年までに温室効果ガス純排出ゼロの目標実現に至るためのエネルギーシステムに関する長期戦略ビジョン。
- 今後10年で産業、運輸及び建物の分野で二酸化炭素換算で2億3,000万トンの排出量を削減するための方針や施策を記載。グリーンに関連する雇用を支援することで、最大22万人の雇用を創出。
- SMR及びAMRに関しては、第2章「電力」において、10要点計画と同様の以下が記載：
  - **最大 £ 385M** (693億円) の**先進原子力基金の創設、2030年代初頭のSMR・AMR導入**  
(国内SMR設計に最大 £ 215M (387億円)、AMR研究開発費に最大 £ 170M (306億円) )
  - **£ 40M** (72億円) の**規制枠組み及びサプライチェーンへの投資**

(1 £ = 180円で換算)

## (1) 概要

- 英国BEISは2021年7月29日、「**AMR研究開発・実証 (RD&D) プログラム、根拠に基づく情報提供の照会 (call for evidence)**」<sup>(1)</sup>を公表し、英国政府が高温ガス炉 (HTGR) を最有力候補としてAMRの実証プログラムを進めていくべきかについて意見募集を開始 (2021年9月9日締切)。
  - ・ 原子力機構も、民間と連名で、高温ガス炉のメリット、日英協力への期待等に関する考えを提出。
- BEISは2021年12月2日、**call for evidence**の結果を発表<sup>(1)</sup>。高温ガス炉を実証炉の最有力候補とする政府案を変更する大きな証拠の提出はなく、2030年代初頭までに高温ガス炉の実証試験につなげる目標とのこと。
- これと並行して政府は引き続き、全てのAMR開発を支援。

## (2) 寄せられた意見の詳細

- サプライチェーン企業、学術機関、地域団体、業界団体及び個人から60件の回答：
  - ✓ 賛成 38件
  - ✓ 賛成ではない 16件
  - ✓ どちらでもない 6件
- 意見を基に主要テーマを特定：
  - ✓ 2050年までのネットゼロに向け、最良のAMR技術ソリューションとして高温ガス炉を支援
  - ✓ 高温ガス炉の重要な特性として、産業プロセス用高温熱、高い技術的成熟度、英国のガス冷却炉の経験
  - ✓ 2030年代初頭までにAMR実証試験を行うAMR RD&Dプログラムを支援する英国サプライチェーンの能力
  - ✓ AMR評価のための定量的ツールとして多基準意思決定分析 (MCDA) の使用
  - ✓ 非高温ガス炉技術と設計の能力
  - ✓ 燃料サイクル、廃棄物管理、高温材料の挙動、水素製造等の技術トピック

(1) BEIS, 「Consultation outcome, Potential of high temperature gas reactors to support the AMR RD&D programme: call for evidence」, December 2021.  
<https://www.gov.uk/government/consultations/potential-of-high-temperature-gas-reactors-to-support-the-amr-rd-demonstration-programme-call-for-evidence>



## British nuclear revival to move towards energy independence

エネルギー自立に向けた英国の原子力復活

### 概要

グレート・ブリティッシュ・ニュークリア (GBN : 新規原子力プロジェクトの推進に責任を負う独立機関) が英国のエネルギー安全保障を強化し、化石燃料の輸入依存を減らし、政府の優先課題である経済成長を実現する

### 内容

- GBNが前例なき規模と速度で原子力の急速な拡大を推進
- 政府は、GBNによる小型モジュール炉 (SMR) (注:英国でSMRは小型軽水炉のこと) 技術のコンペティションを開始。SMRプロジェクトに数十億ポンドの官民投資をもたらす。
- エネルギー安全保障の強化、安価な電力の創出、経済成長、高賃金の雇用創出をもたらす
- この他、以下の補助金 (総額£157.4m (約283億円) ) を公表
  - 未来原子力基金£77.1m (約139億円)
    - ✓ 先進的な原子力事業開発を加速し、多くのSMR、AMRが規制手続きに入れるよう支援
  - **先進モジュール型原子炉 (AMR : 英国では高温ガス炉を選択) と次世代燃料開発に最大£58m (約104億円)**
    - ✓ **USNC UK : £22.5m (約41億円) (MMRの設計 ※ブロック型高温ガス炉)**
    - ✓ **National Nuclear Laboratory (NNL) : £15m (約27億円) (日本の成功に続くHTGRの設計)**
    - ✓ **National Nuclear Laboratory (NNL) : £16m (約29億円) (被覆粒子燃料の開発継続)**
  - 燃料生産・製造能力を開発するプロジェクトに核燃料基金から£22.3m (約40億円)
    - ✓ スプリングフィールド : £10.5m (約19億円) 以上 (SMR及び英国内外顧客向けのAMR核燃料の製造)
    - ✓ Urenco UK : £9.5m (約17億円) 以上 (LEU+及びHALEU等、高濃縮技術の開発)
    - ✓ ニュークリア・トランスポート・ソリューションズ : £1m (約1.8億円) 以上 (HALEUサプライチェーンを促進する輸送法の開発)
    - ✓ MoltexFLEX : £1.2m (約2.2億円) 以上 (熔融塩燃料開発)



# 英国高温ガス炉実証炉計画概要

- 英国政府は、非電力分野では革新炉として高温ガス炉を選択し2030年代初期で高温ガス炉実証炉の運転開始を目指す高温ガス炉実証炉計画を発表
- プログラムはエネルギー安全保障・ネットゼロ省\* (DESNZ) による公募事業。Phase B以降はマッチングファンドを要求

## ➤ Phase A : 事前概念検討 (2022.9~2023.2)

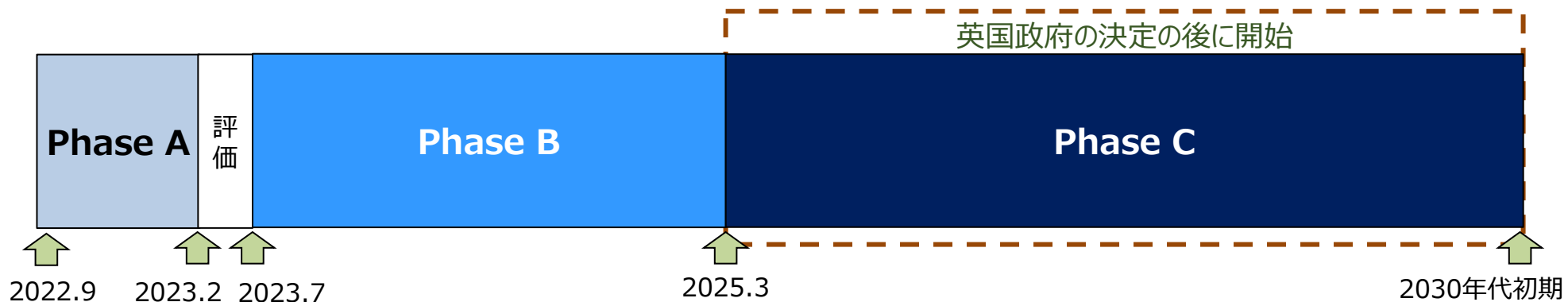
高温ガス炉実証炉概念をまとめるほか、研究開発上の課題や技術課題を特定して、その実行可能性を検討する

## ➤ Phase B : 基本設計、採算性評価 (2023.7~2025.3)

Phase Aで選定された複数の提案者又は新たな提案者が高温ガス炉実証炉の概念設計を詳細に評価し、投資総額やライフサイクル・コストを見積る

## ➤ Phase C : 許認可、建設、詳細エンジニアリング及び運転

Phase Bで選定された提案者をひとつに絞り、許認可以降、運転までをターゲットとする



\*エネルギー安全保障・ネットゼロ省 (Department of Energy Security and Net Zero) ビジネス・エネルギー・産業戦略省 (BEIS) が担ってきたエネルギー政策を引き継ぎ、今年2月に新たに発足

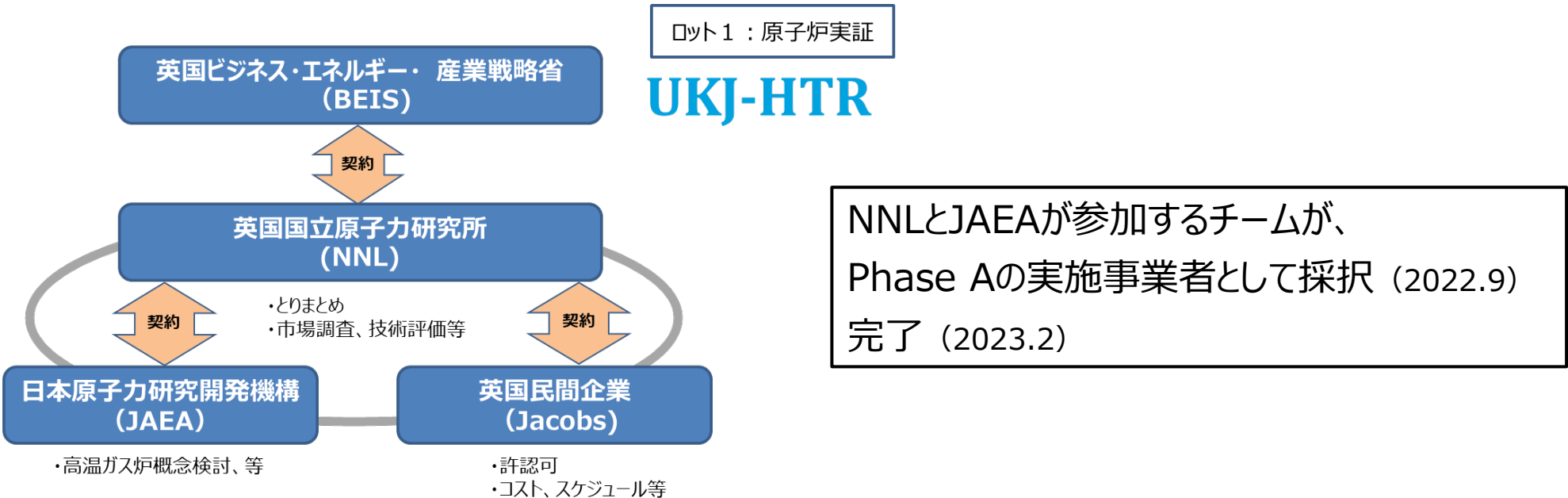
BEIS, 「Advanced Modular Reactor (AMR) Research, Development and Demonstration Programme: Phase A competition」, September 2022. [www.gov.uk/government/publications/advanced-modular-reactor-amr-research-development-and-demonstration-programme](http://www.gov.uk/government/publications/advanced-modular-reactor-amr-research-development-and-demonstration-programme) 上記資料中の図を現状のスケジュールに合わせて修正

## (1) 概要

- 英国BEIS (現DESNZ) は、「**AMR研究開発・実証 (RD&D) プログラム、Phase A コンペ**」\*を公表 (2022.4)
- 2050年までのネットゼロに寄与できるよう2030年代初頭までに高温ガス炉実証炉の建設を目指す
- 原子炉実証と燃料実証に関し、最大6つの事前概念検討に資金提供
- BEIS (現DESNZ) は、Phase A の採択機関を公表 (2022.9)

## (2) 採択プロジェクト

- **原子炉実証** (それぞれに約 £ 50万 (約9,000万円、£ 1=180円で換算) )
  - 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



\*BEIS, 「Advanced Modular Reactor (AMR) Research, Development and Demonstration Programme: Phase A competition », September 2022.  
[www.gov.uk/government/publications/advanced-modular-reactor-amr-research-development-and-demonstration-programme](http://www.gov.uk/government/publications/advanced-modular-reactor-amr-research-development-and-demonstration-programme)

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

### 1. 目的

- 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

### 2. 内容

- 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
- 並行して被覆粒子燃料（CPF）ステップ 1 プログラムにより先進燃料の開発を推進
- 原子力規制局（ONR）及び環境庁（EA）に最大 £ 4.3m（約7.7億円）を割り当て
  - ✓ 関連するガイダンスをレビューして、英国におけるAMRの開発と展開の目的に適合していることを確認
  - ✓ 規制上のガイダンスを提供するため、2025年3月までPhase B及び被覆粒子燃料プロジェクトへの関与
  - ✓ 政策策定並びに設計及び実施を担当する部門への規制上のアドバイス提供

### Phase B（高温ガス炉実証炉）

#### ● UKJ-HTR：英国における高温ガス炉実証炉の設計

- 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27億円）

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 マイクロモジュラーリアクター3

- USNC UK：£ 22.5m（約41億円）

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。





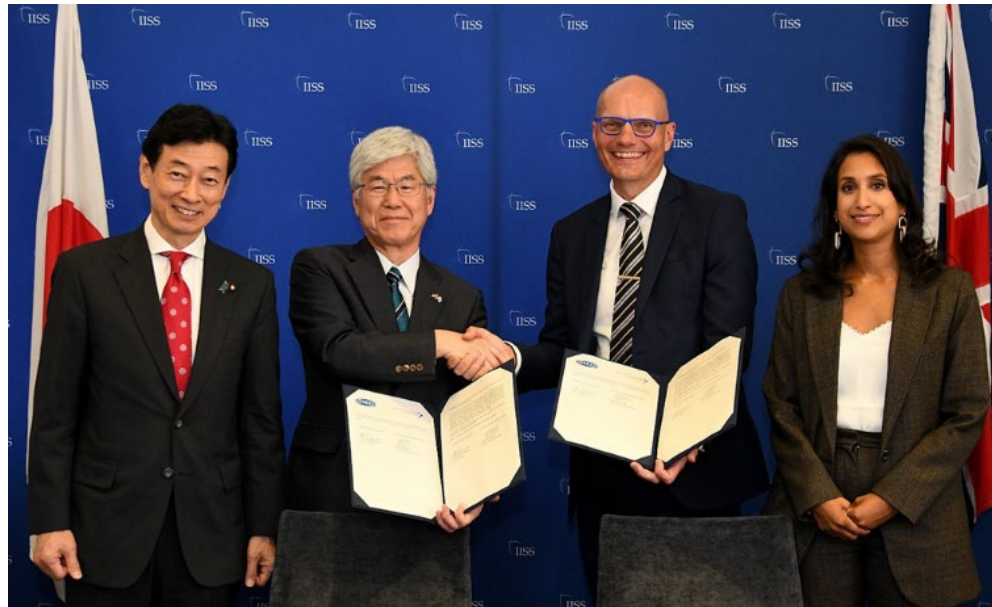
EDF-Energyパンフレットより

MOD - Ministry of Defence  
 DRDL - Devonport Royal Dockyard Ltd  
 EDF Energy - EDF Energy Nuclear Generation Ltd  
 AWE - Atomic Weapons Establishment Plc  
 BAE - BAE SYSTEMS Marine Ltd  
 NNB - NNB GenCo HPC Ltd



## 英国高温ガス炉実証炉プログラムに係る実施覚書締結

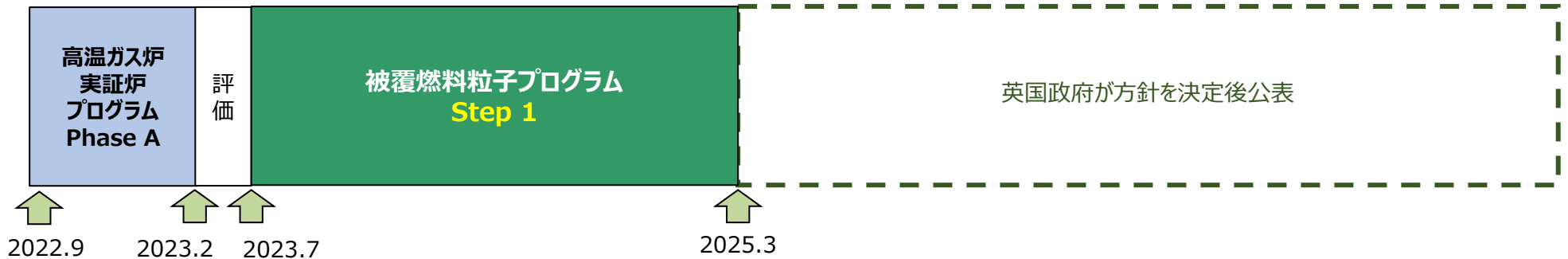
- JAEAとNNLは、西村康稔経済産業大臣及びクティア・クティニーニョDESNZ大臣の立ち会いの下、包括的な高温ガス炉技術に係る協力覚書を締結
- 同時に、英国高温ガス炉実証炉プログラム（フェーズB）に係る採択を踏まえ、基本設計に係る実施覚書を締結
- JAEAはNNLと連携して、2050年までのカーボンニュートラルの達成に貢献するため、高温ガス炉技術に係る早期の社会実装を目指す



左から西村経済産業大臣、JAEA小口理事長、NNLハワースCEO、クティニーニョDESNZ大臣  
(2023年9月、英国ロンドン)

- LOT2、Phase A：事前概念検討（高温ガス炉実証炉プログラムの一部）（2022.9～2023.2）
- **STEP 1：製造技術開発、等**（2023.7～2025.3）

次ステップは、英国政府が方針を決定後に公表される見込み



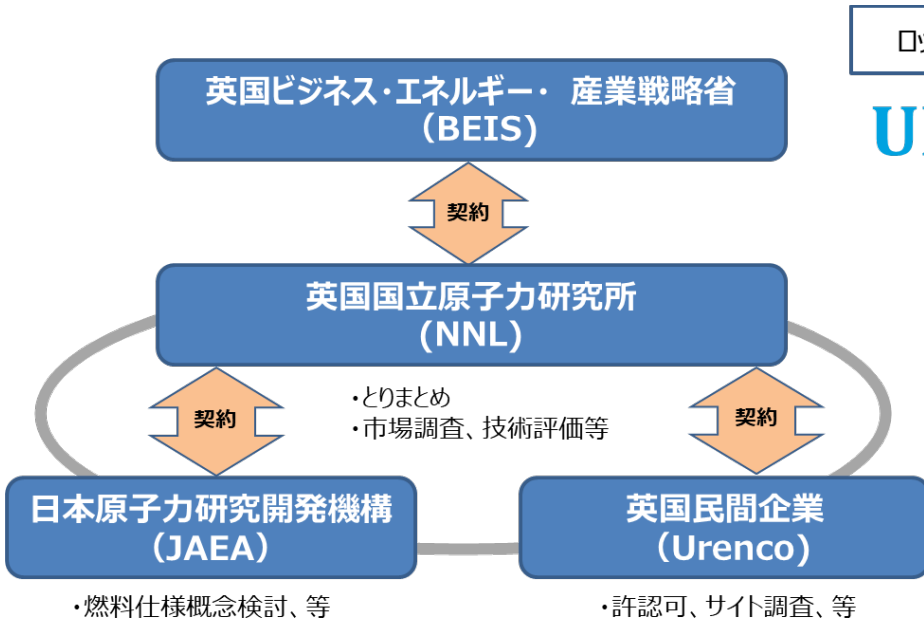
## (1) 概要

- 英国BEIS (現DESNZ) は、「**AMR研究開発・実証 (RD&D) プログラム、Phase A コンペ**」\*を公表 (2022.4)
- 2050年までのネットゼロに寄与できるよう2030年代初頭までに高温ガス炉実証炉の建設を目指す
- 原子炉実証と燃料実証に関し、最大6つの事前概念検討に資金提供
- BEIS (現DESNZ) は、Phase A の採択機関を公表 (2022.9)

## (2) 採択プロジェクト

### ● 燃料実証 (それぞれに約 £ 25万 (約4,500万円、£ 1=180円で換算) )

- **NNL (-URENCO-JAEA) : 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



NNLとJAEAが参加するチームが、  
Phase Aの実施事業者として採択 (2022.9)  
完了 (2023.2)

\*BEIS, 「Advanced Modular Reactor (AMR) Research, Development and Demonstration Programme: Phase A competition」, September 2022.  
[www.gov.uk/government/publications/advanced-modular-reactor-amr-research-development-and-demonstration-programme](http://www.gov.uk/government/publications/advanced-modular-reactor-amr-research-development-and-demonstration-programme)

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

### 英国被覆粒子燃料プログラム Step 1

➤ 英国国立原子力研究所 (NNL) : £ 16m (約29億円)

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 £ = 180円で換算)

(参考) Phase A採択機関

高温ガス炉燃料 : ①NNL、②SFL

## ● 英国高温ガス炉実証炉プログラム

- 日本の高温ガス炉技術の国際展開を図り、英国で実証する
- 高温ガス炉実証炉建設の候補地を既に決定し、建設が日本よりも先行する英国において、高温ガス炉の社会実装を実現する
- 英国で実証・社会実装した高温ガス炉技術を我が国に還元する

## ● 英国高温ガス炉燃料プログラム

- 日本の高温ガス炉燃料製造技術の国際展開を図り、英国で実証する
- 将来の国内高温ガス炉実証炉用燃料の調達先として、英国を一つのオプションとする

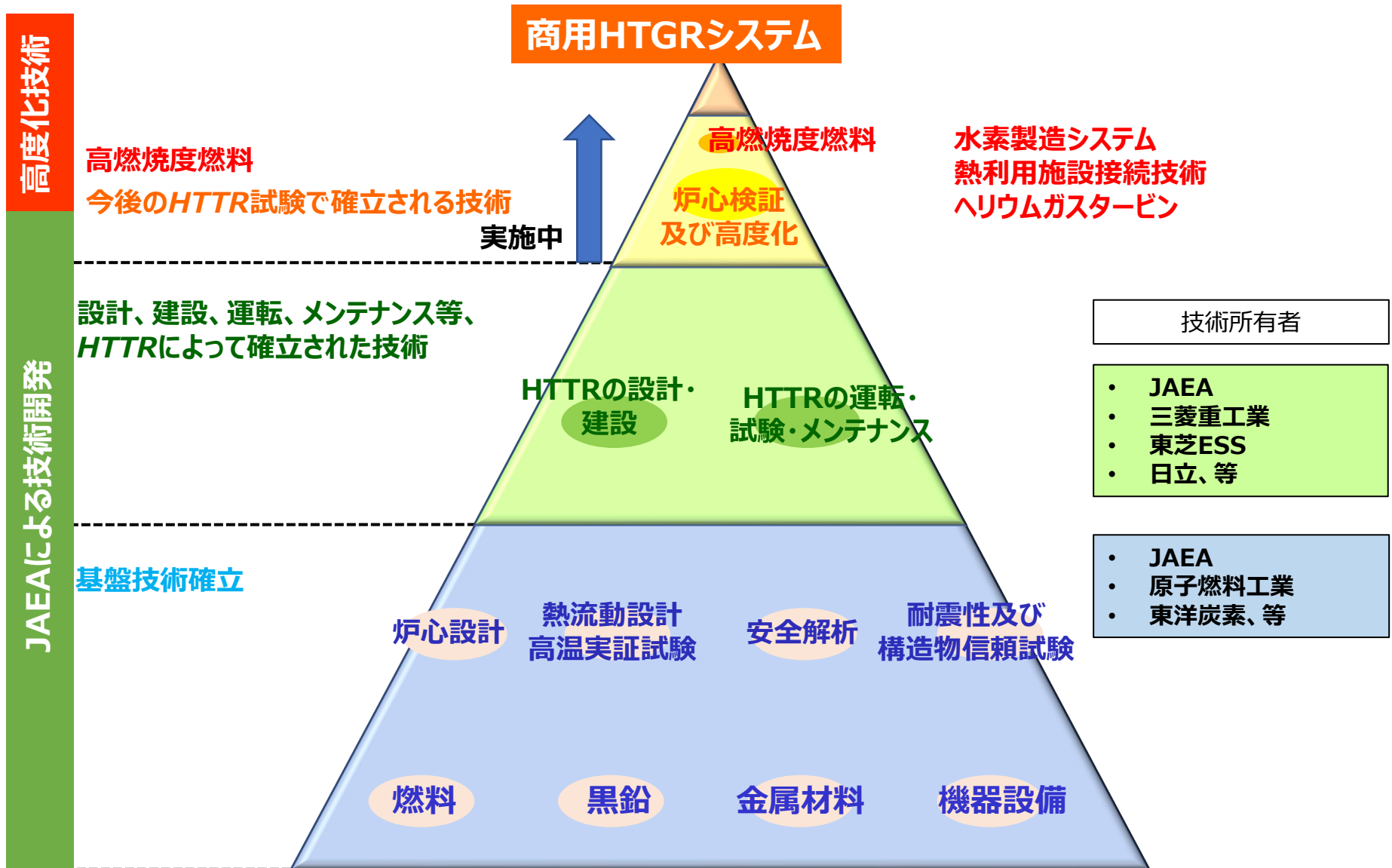


# まとめ

- 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向けた貢献が為し得ると我が国及び英国で期待
- 日本政府は、GX実現に向けた基本方針の中で、「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・戦略を公表
- 英国政府は、温室効果ガス排出ネットゼロ達成に向け、電力分野では軽水炉、非電力分野では革新炉として高温ガス炉を選択し、2030年代初期運転開始とする高温ガス炉実証炉及び高温ガス炉燃料プログラムを開始。本年7月18日に英国政府が、JAEAと連携するNNLをPhase B（原子炉）及びStep1（燃料）プログラムに採択したことを公表
- JAEAとNNLは、包括的な高温ガス炉技術に係る協力覚書を締結。同時に、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
- JAEAはNNLと政府機関の下で連携して英国高温ガス炉実証炉計画に参加し、日本の高温ガス炉技術の国外展開を図る
- これにより、製鉄分野等へ水素、高温蒸気を供給する高温ガス炉を英国で社会実装し、その経済的合理性等を含めた脱炭素化技術を我が国の高温ガス炉実証炉計画に活かす

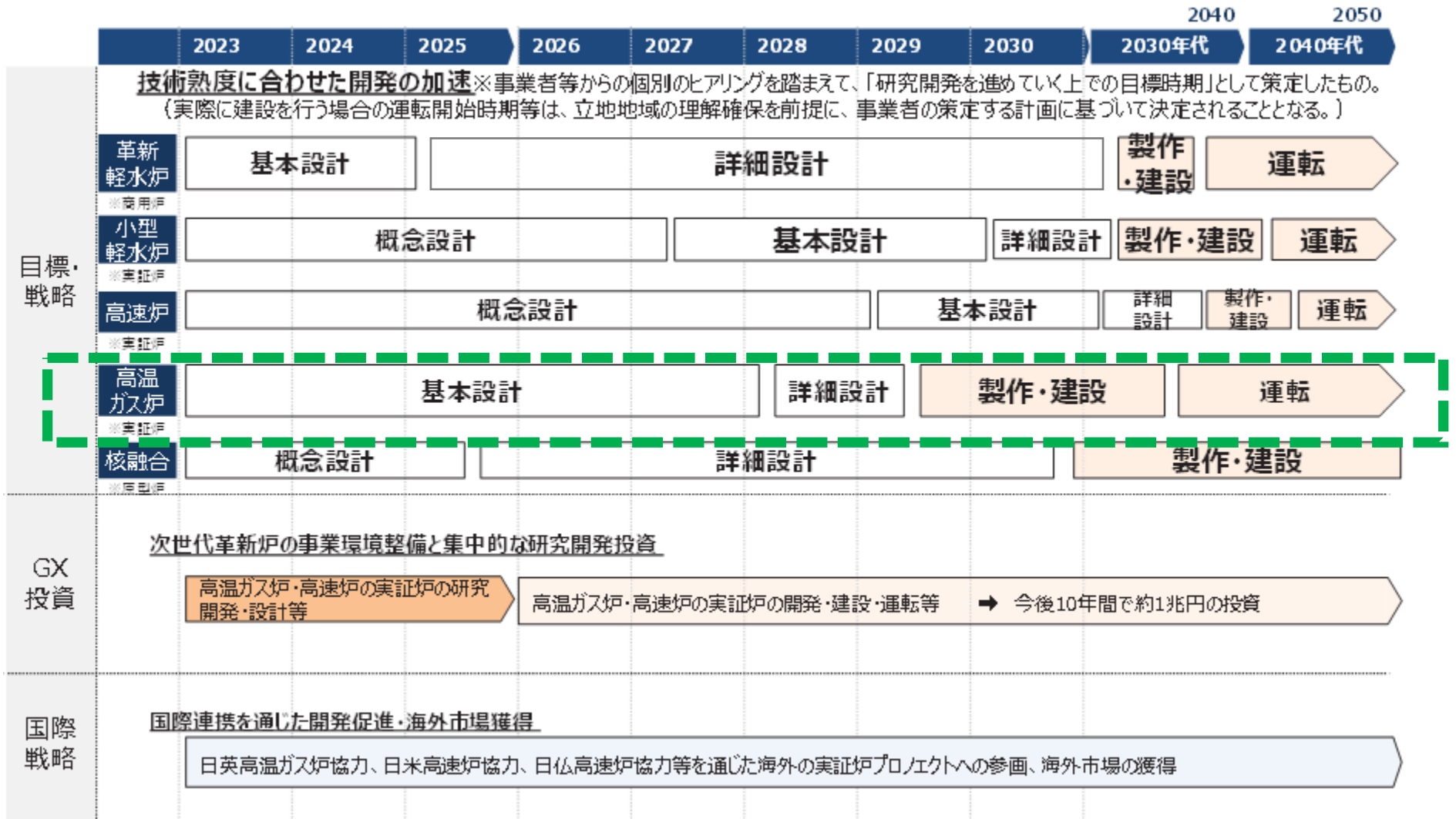
# 参 考

# 日本の高温ガス炉研究開発の全体像



# GX実現に向けた基本方針 -次世代革新炉-

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

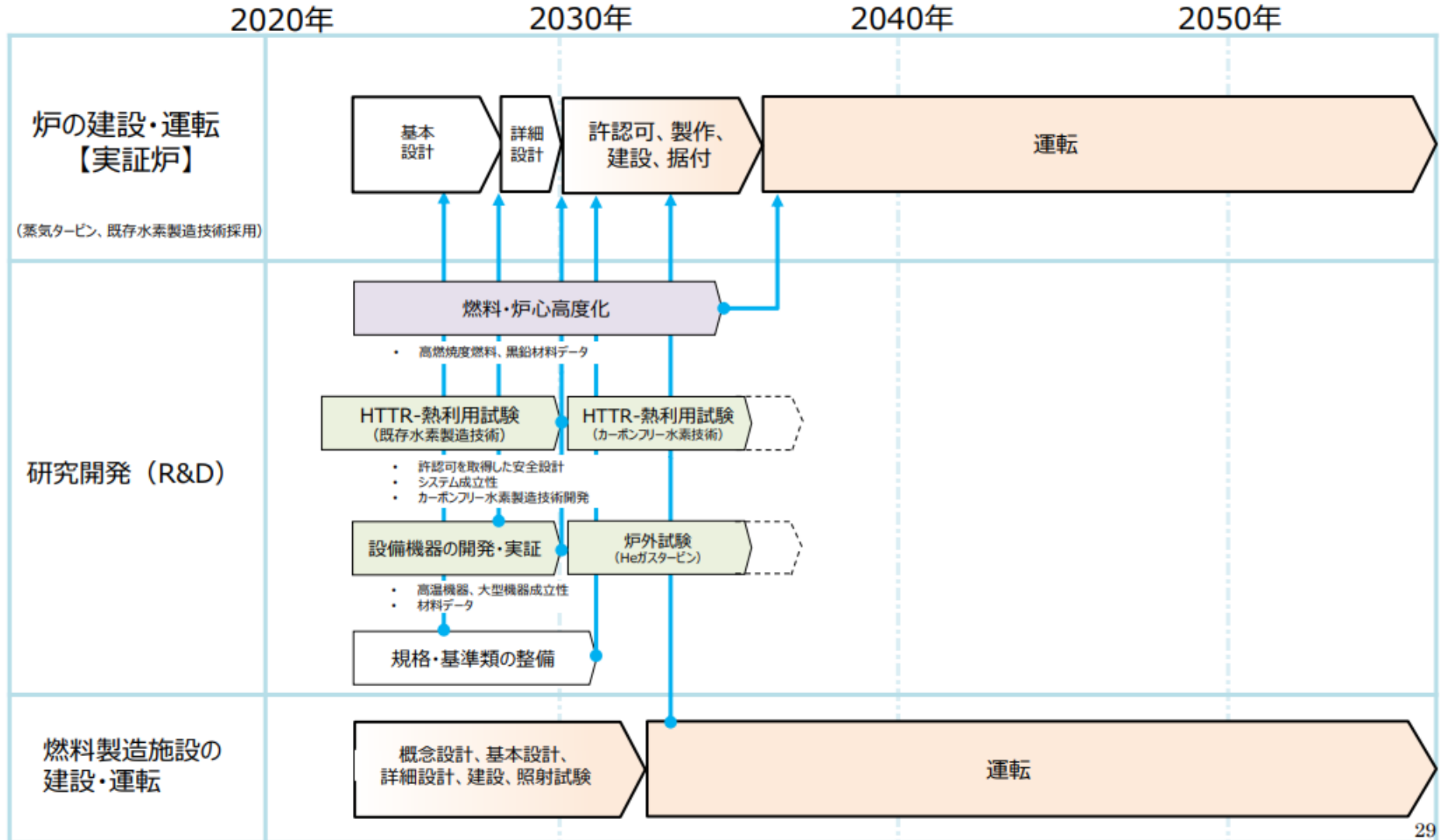


高温ガス炉実証炉開発事業 令和5年度 48億円  
 令和6年度概算要求額 256億円 (令和5~8年度 1279億円)

# JAEA (参考) 高温ガス炉実証炉の導入に向けた技術ロードマップ

※事業者等からの個別のヒアリングを踏まえて、「研究開発を進めていく上での目標時期」として策定したもの。

(実際に建設を行う場合の運転開始時期等は、立地地域の理解確保を前提に、事業者の策定する計画に基づいて決定されることとなる。)





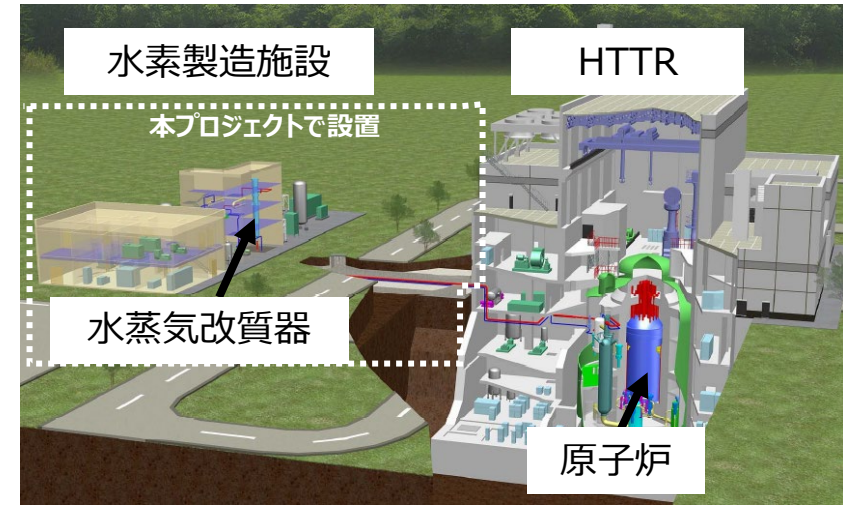
# HTTR-熱利用試験の概要

## 【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
- 先ずは、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、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
- その後、カーボンフリー水素製造法による水素製造施設をHTTRに接続する



試験イメージ

## 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-熱利用試験施設の設備構成

## 水素製造施設の除熱喪失

通常運転時 1MW

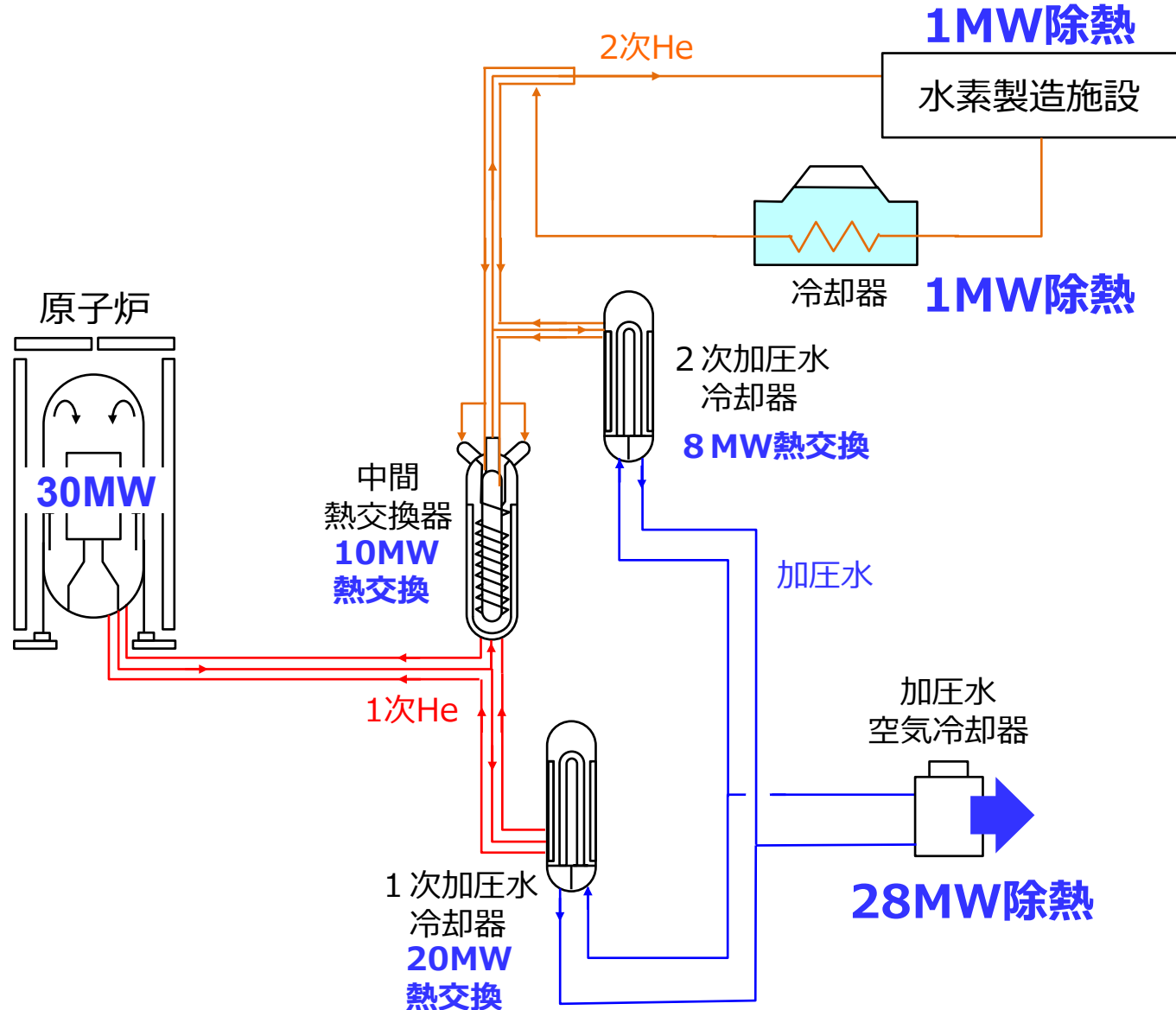
↓  
水素製造  
施設異常時 0MW

## 冷却器による除熱確保

通常運転時 1MW

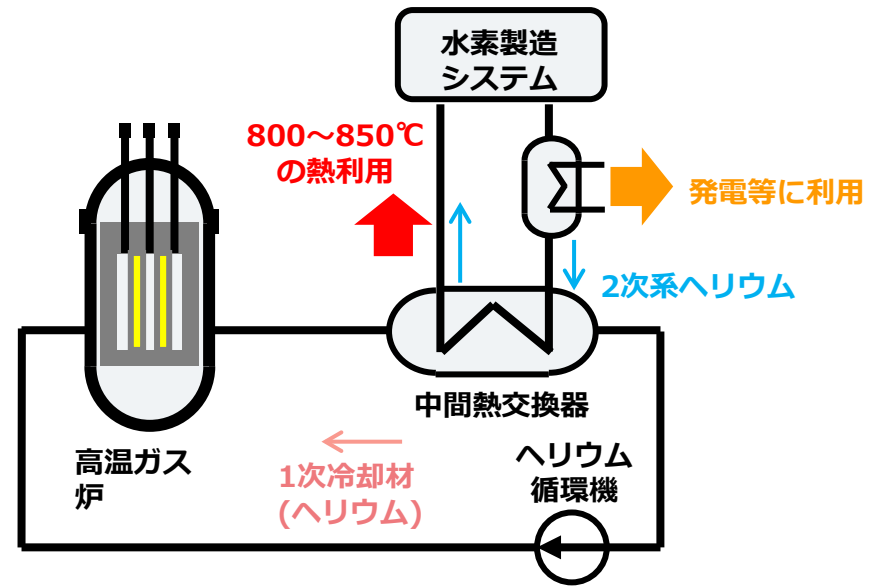
↓  
水素製造  
施設異常時 2MW

- 水素製造施設の除熱量は原子炉出力の3%程度
- 水素製造施設異常時に除熱喪失が生じても下流に設置する冷却器が除熱を確保し、原子炉施設への影響はない



# 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				
	$\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{H}_2$	$\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 1/2\text{O}_2$	$\text{CH}_4 \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{C}(\text{s})$	$\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 1/2\text{O}_2$

## 1. 概要

令和5年度から開始予定の委託事業「高温ガス炉実証炉開発事業（高温ガス炉実証炉の設計に係る研究開発）」において、基本設計を実施するとともに将来的には製造・建設を担う事業者（中核企業）を広く一般から募集し、高温ガス炉実証炉の設計に係る研究開発の委託事業を開始する。

## 2. 事業内容

### (1) 高温ガス炉実証炉の基本設計

- システム設計、炉心設計、燃料設計、機器設計、電気・計装・制御設計、耐震設計、配置設計、建屋設計、安全設計、安全評価

### (2) 要素技術の開発

- 大型炉心の性能評価及び製作性実証
- 実証炉で新たに採用する機器（自然空冷式の事故時炉心冷却設備など）の性能及び製作性実証
- 設計規格、安全基準等の策定の支援

## 3. 事業実施期間

契約締結日～令和8年3月31日

## 4. 契約の要件

- (1) 契約形態：委託契約
- (2) 採択件数：1件
- (3) 予算規模：431億円（令和5年度から令和7年度までの3年間）を上限

2023/03/06 10:14 高温ガス炉実証炉開発事業を担う中核企業の選定に係る公募について | 資源エネルギー庁

経済産業省 資源エネルギー庁 Agency for Natural Resources and Energy

本文へ サイト内検索

ご意見・お問合せ インフォメーション サイトマップ English 経産省HP

ホーム スペシャルコンテンツについて お知らせ 政策について 調達情報 統計・データ 審議会・予算

ホーム > 調達・お問合せ > 公募 > 高温ガス炉実証炉開発事業を担う中核企業の選定に係る公募について

高温ガス炉実証炉開発事業を担う中核企業の選定に係る公募について

令和5年3月1日  
経済産業省 資源エネルギー庁  
原子力政策課

経済産業省は、2023年度から開始予定の委託事業「高温ガス炉実証炉開発事業」において、基本設計を実施するとともに将来的には製造・建設を担う事業者を、以下の要領で広く一般から募集します。

- 1. 事業内容**  
募集要領をご覧ください。
- 2. 対象者**  
募集要領で定める条件を満たす者
- 3. 公募期間**  
令和5年3月1日（水）～令和5年3月31日（金）12時必着
- 4. 提出先、お問合せ先**  
〒100-8931 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号  
経済産業省 資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 原子力政策課  
担当：佐藤、大田  
電話：03-3501-1991  
[https://www.enecho.meti.go.jp/appli/public\\_offer/2022/0301\\_01.html](https://www.enecho.meti.go.jp/appli/public_offer/2022/0301_01.html)

調達・お問合せ

調達情報

公募  
公募結果  
入札公告  
入札調査  
契約締結状況

入札参加資格  
委託事業で取得した資産の重要調査について  
仕様書等への資料提供依頼・意見募集  
履行体制図の公表

iGrants（補助金申請システム）  
お問合せ

Microsoft Word及びExcelファイルを正しく開けない場合の対処方法

Get Adobe Acrobat Reader  
PDFファイルの閲覧にはAdobe Systemsの「Adobe Acrobat Reader」が必要となります。

1/2

[https://www.enecho.meti.go.jp/appli/public\\_offer/2022/0301\\_01.html](https://www.enecho.meti.go.jp/appli/public_offer/2022/0301_01.html)

## 1. 採択事業者

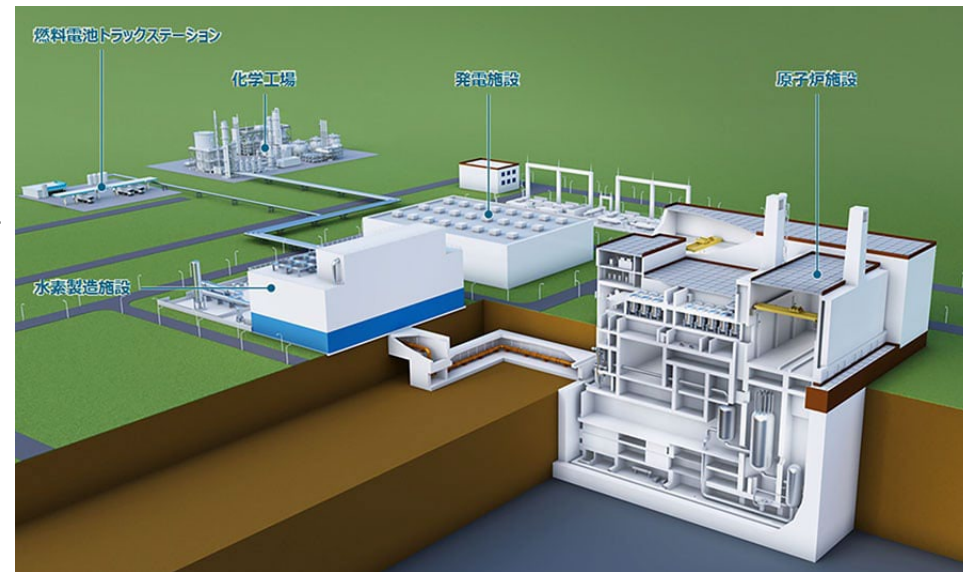
三菱重工業株式会社

## 2. 選定方法

資源エネルギー庁電力・ガス事業部原子力政策課が設置した第三者の有識者で構成される技術評価委員会による審査

## 3. 選定理由（抜粋）

- 三菱重工業株式会社は、高温機器実証試験ループ（HENDEL）の設計・製作、高温工学試験研究炉（HTTR）の建設、経済産業省NEXIP補助事業（NEXIP）における開発等の高温ガス炉開発の実績が豊富であり、これらの実績に基づく高温ガス炉に対する高い総合エンジニアリング能力及びこれらを支える健全な経営基盤を有している
- また、日本原子力研究開発機構や高温ガス炉特有技術を有するメーカーとの連携などの開発体制の提案に加え、十分な経験及び技量を備えた要員確保等の社内体制構築により、効率的且つ継続的な取組みが期待できる
- さらに、HTTR建設の幹事会社を務めた実績等を活用し、本開発事業へのサプライヤー参加体制を構築してサプライヤーの技術力の維持や向上に努めることにより、我が国産業全体の實力涵養に貢献できる
- 実用化への道筋として、国の方針に沿った具体的かつ詳細な開発計画及び高温ガス炉実証炉後の事業展開のシナリオや目標を示しており、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて高温ガス炉の社会実装を支えていくという強い責任意識と意欲を有していると評価する



高温ガス炉を活用した水素ターミナルのイメージ