

# 高速炉核燃料サイクル実用化に向けた 具体的取り組みについての提言

(第7次エネルギー基本計画を踏まえ、将来の原子力政策の在り方)

2026年1月30日

特定非営利活動法人

革新的原子炉推進協議会

理事長 **田中敏幸**



2026年1月30日

## 高速炉核燃料サイクル実用化に向けた 具体的取り組みについての提言

(第7次エネルギー基本計画を踏まえ、将来の原子力政策の在り方)

第7次エネルギー基本計画において、原子力は優れた安定供給性および高い技術自給率を備え、他電源と遜色ないコスト競争力を有しつつ、変動が小さく安定的な発電が可能な電源として位置付けられている。また、バックエンド対策の加速に加え、高速炉を含む次世代革新炉の研究開発を推進する方針も示されている。

当 NPO では、当面の原子力利用の推進に向け、国民特に立地地域の皆様の理解促進に努めるとともに、2040 年以降を見据えた原子力の将来像として、高速炉核燃料サイクル（以下「高速炉サイクル」という）の実用化に向けた取組が極めて重要であると考えている。

なお、来年度は将来の高速炉開発における燃料選定の判断時期に当たり、重要な節目を迎える。

これらの認識を踏まえ、高速炉サイクルの実用化に向けた開発を着実に進展させる観点から、本年度の提言を以下のとおり取りまとめた。

## 提言 1.

軽水炉から高速炉サイクルへの移行は、我が国のエネルギー政策における必須の基本路線であることを明確に示し、国民の理解と認識の深化を図る必要がある。

国として、政策的な基本方針を明確化するとともに、移行に向けた具体的なロードマップを策定・提示し、着実な実行に向けた道筋を示すことが求められる。

### 提言 1. の説明

将来のエネルギーセキュリティの観点から、ウラン資源の有効活用、放射性廃棄物の低減等の課題を解決し、原子力の持続的利用を可能とするためには、軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの移行を着実に進めることが不可欠である。

その為には、

- 政策として基本路線の明確化
- 移行ロードマップの具体化

等を国として具体的に示していくことが必要である。

サイクル移行の方向性及び開発政策を明確にすることにより、当面の取り組みとしての六ヶ所再処理、プルサーマル、その後の取り組みとしての高速炉の実現には、軽水炉の使用済燃料が必要

な資源であることについて、国民および関係者の理解が進むと考えられる。

また、軽水炉のリプレースや増設時期を勘案すると、高速炉の実用化には一定の時間を要することから、当面は革新軽水炉の利用によるベースロード電源の確保が避けられない状況である。

従って、軽水炉から高速炉への本格的な移行は、大幅に遅れることが想定される。

さらに、ウラン価格の高騰等により資源確保が困難となる可能性も将来のリスクとして想定されることから、資源制約に左右されにくい高速炉サイクルへの移行は、我が国のエネルギー安全保障の強化に資する重要な課題である。

#### 【参考図】

- 1-1 次世代革新炉の設置の必要性：11 頁
- 1-2 次世代革新炉のロードマップ：12 頁
- 1-3 高速炉実証炉の開発状況： 12 頁

## 提言 2.

将来の軽水炉から高速炉への移行に当たっては、高速炉の開発進捗、軽水炉の革新軽水炉へのリプレース状況、電力需要の動向など、多様な要素が複雑に関係することから、多様な移行プロセスが想定されることへの対応が必要となる。

これらの不確実性を踏まえ、多様な移行プロセスに対応可能となるように、必要な技術選択肢の確保と実用化開発の着実な促進が求められる。

### 提言 2. の説明

#### 1) 軽水炉から高速炉への移行プロセスについて

軽水炉の本格的なリプレース時期までに、高速実証炉の運転実績を踏まえた高速実用炉を建設し、本格導入することは、時間的に困難であると想定される。このため、電源確保の観点から、軽水炉の運転期間に応じた革新軽水炉へのリプレース、増設による電源確保が必要になると想定される。

一方で、高速炉への移行に備え、実証炉の開発を着実に進めるとともに、これに続く商用化できる実用炉の開発を確実に実行し、軽水炉のリプレース時期に間に合わなくとも、将来の電力需要増加に対して高速炉の導入が可能となるよう、可能な限り早期に技術基盤を確立する必要がある。

また、高速炉の実用化は軽水炉のリプレースが先行することを

念頭に置くと、当面は少数基の導入が相当程度の期間続くと考えられる。さらに、将来の電力需給動向やウラン資源の市況等を勘案して、導入規模を検討することが必要となると想定される。

## 2) 資源制約・廃棄物課題への対応と技術基盤の確立

ウラン資源の有効活用や高レベル放射性廃棄物に対する課題に対応するためには、関連する技術開発を継続的に推進し、実用化に必要な技術基盤を確立しておくことが重要である。

リプレースの段階で革新軽水炉を導入する場合でも、高レベル放射性廃棄物の有害度低減や容量削減の観点から、少数の高速炉を併せて導入する選択肢も考えられる。

いずれのシナリオにおいても、高速炉および高速炉再処理技術の開発促進は不可欠である。

さらに、高速炉の導入見通しが得られれば、プルサーマル使用済燃料を高速炉サイクルの中で活用できるため、プルサーマルを前提とした軽水炉再処理は不要となる。

高速炉再処理技術の確立の目途を見ながら、軽水炉使用済燃料、MOX燃料、MA分離処理等の実施をすることが可能となる。

### 【参考図】

2-1 高速炉サイクルの意義：13頁

2-2 高速炉サイクルによる廃棄物の減容化と有害度低減：13頁

### 提言 3.

酸化物燃料・湿式再処理及び金属燃料・乾式再処理方式の双方について、実用化に向けた研究開発を継続的に推進するとともに、許認可体系の整備、必要な設計の実施、信頼性・経済性の確保など、実用化に不可欠な基盤の整備を進めることが必要である。

#### 提言 3. の説明

現状の考察から、必要な開発の要となる技術項目である、高速炉燃料、再処理方式について、その特性や利点・欠点などを以下のように評価することが出来る。

##### 1) 酸化物燃料・湿式再処理

- 高速炉の設計成立性が高く、発電効率の面でも有利である。
- 出力係数の観点(正の Na ボイド係数を打ち消すドップラー係数等が大きい)から、炉の安全性は高い。
- 湿式再処理/MA 分離は大規模化が必要で、導入期の小規模で実施することは経済性の観点から困難である。

一定の規模の再処理が可能となるまで高速炉使用済み燃料は貯蔵となる。その間は軽水炉再処理 Pu で高速炉は運用せざるを得なくなる。

- 軽水炉再処理は、高速炉の実用化が確立すれば、その時点で高速炉再処理に移行が可能である。

## 2) 金属燃料・乾式再処理

- 金属燃料の技術的課題として、被覆管共晶問題は、設計の前提となる。

設計や許認可の体系構築が必要である。（\*）

- 金属燃料の炉は、共晶問題の対応から出口温度を酸化物燃料より下げる必要があり、発電効率は悪くなる。
- 乾式再処理は、小規模でも経済性がよく、必要導入規模に応じた再処理が可能である。
- 炉と一体となった規模で合理的にシステム構成が出来ることから、電力需要・消費地の近接立地やへき地への電力供給などに適している。

（\*）・設計、過渡、事故条件として運転制限などの明確化が必要である。

- ・事故状態における受動的安全性の確認は、小型炉においては実験レベルで実施されているものの、大型炉ではドップラー係数が小さいことから、出力係数に懸念がある。

・許認可に対応できる、解析コードやその結果の扱いなど、  
実用化に向けた設計・評価体系の整備とその客観性のある  
根拠の整備が必要である。

### 3) 高速実証炉

酸化物・金属燃料のいずれにも対応可能な炉心設計を確保し、  
将来の多様なシナリオに柔軟に対応できるように開発を進めること  
が必要である。

開発の現状は、両方式ともに、実用化開発は緒に就いたばかり  
であるが、それぞれ利用形態に応じて適した性能を有しており、  
将来想定される多様な開発シナリオを考えると、両方式とも実用  
化に向けた開発を実現していくことが必要である。

#### 【参考図】

- 3-1 金属燃料炉心の酸化物燃料炉心に対する特徴：14 頁
- 3-2 高速炉の酸化物燃料炉心と金属燃料炉心の熱効率例：14 頁
- 3-3 酸化物燃料サイクルと金属燃料サイクルの経済性比較：15 頁

## 提言 4.

高速炉サイクルへの移行を実現するためには、実施主体の明確化、サプライチェーンの構築、関連産業基盤の維持・強化など、実用化を進めるための制度的・産業的基盤の整備が不可欠である。

### 提言 4. の説明

高速炉サイクルへの移行を進めるためには、研究開発段階から実用化段階までを一貫して推進する体制を整備し、プロジェクト管理を担う中核組織および設計・建設を担う実施主体を明確化することが重要である。

特に、実証段階においては国が主体的役割を果たし、技術開発・許認可・事業化に関する総合的なマネジメントを行う体制を構築する必要がある。また、サプライチェーンの維持・強化、関連産業基盤の確保、人材育成など、社会実装に向けた制度的・産業的基盤の整備を計画的に進めることが求められる。

### 【参考図】

4-1 高速炉サイクルの開発体制：15 頁

## 提言 5.

SMR の開発は国際的な需要が高まっており、多様な原子力利用の選択肢として重要であることから、我が国としても開発を積極的に推進する必要がある。

### 提言 5. の説明

SMR（小型モジュール炉）は、小容量分散型電源となる。特に高速炉型 SMR は、再処理一体型のシステムが一つのモデルとなる。この場合、小規模で独立したシステムの構成が可能であり、金属燃料および乾式再処理方式が最適な設計となる。

この観点からも、金属燃料および乾式再処理に関する技術開発を推進し、実用化に必要な技術基盤を確立することが不可欠である。

また、開発ロードマップの時間軸は、高速炉サイクルへの移行の技術開発と整合しておくことが望まれる。

### 【参考図】

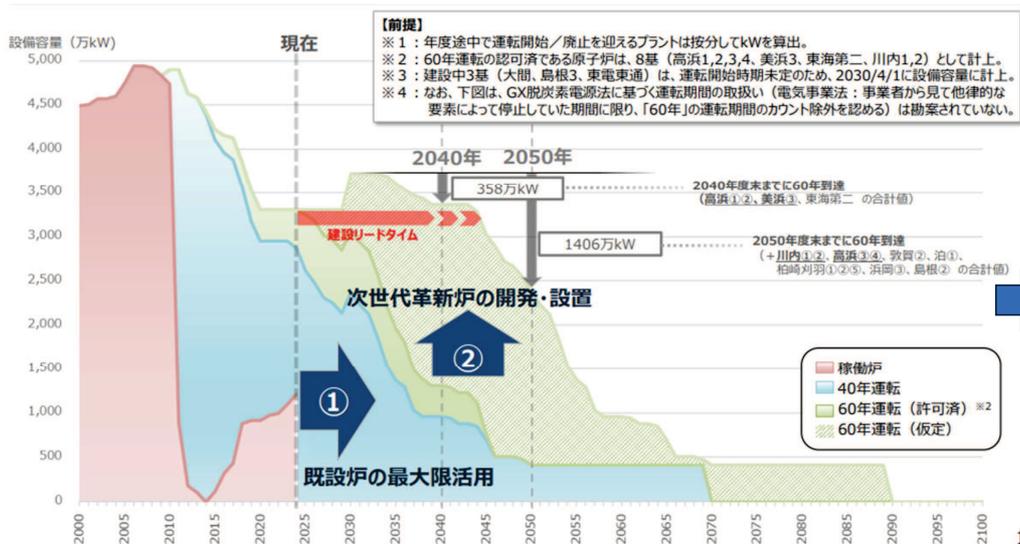
5-1 主要国における SMR の開発動向：16 頁

以上

# 高速炉サイクルへの提言 添付図集

2026年1月30日  
革新的原子炉推進協議会

## 1-1 次世代革新炉の設置の必要性

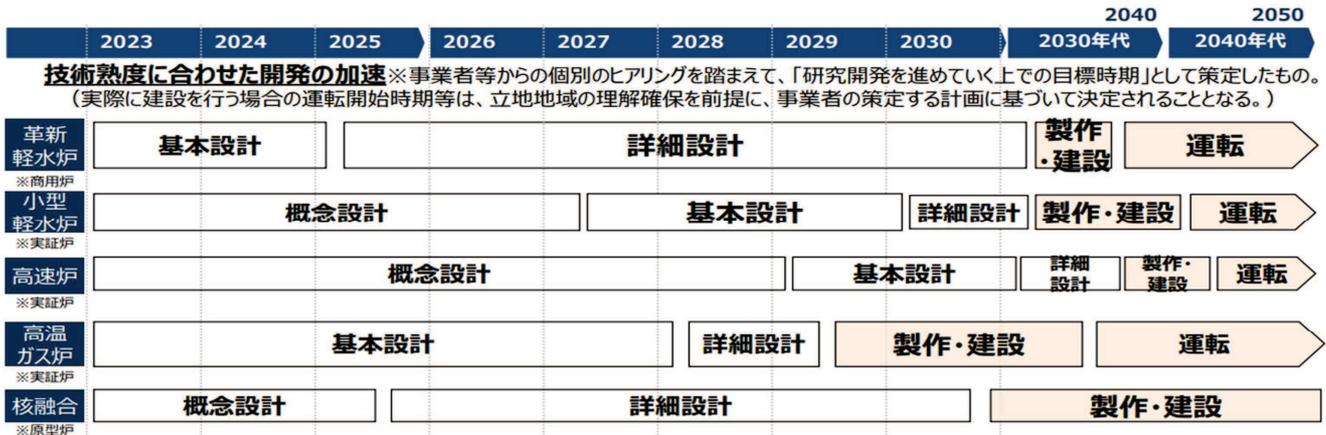


60年寿命とした場合でも、2040年代から原子力の発電容量は急激に低下するため、新設が必要。

当面は革新軽水炉の建設が現実的であり、将来的にはウラン資源の有効活用や廃棄物低減等から高速炉への移行が必要。

\* 左図は、2025年6月24日 原子力小委員会資料「第7次エネルギー基本計画を踏まえた原子力政策の具体化に向けて」からの引用

## 1-2 次世代革新炉のロードマップ



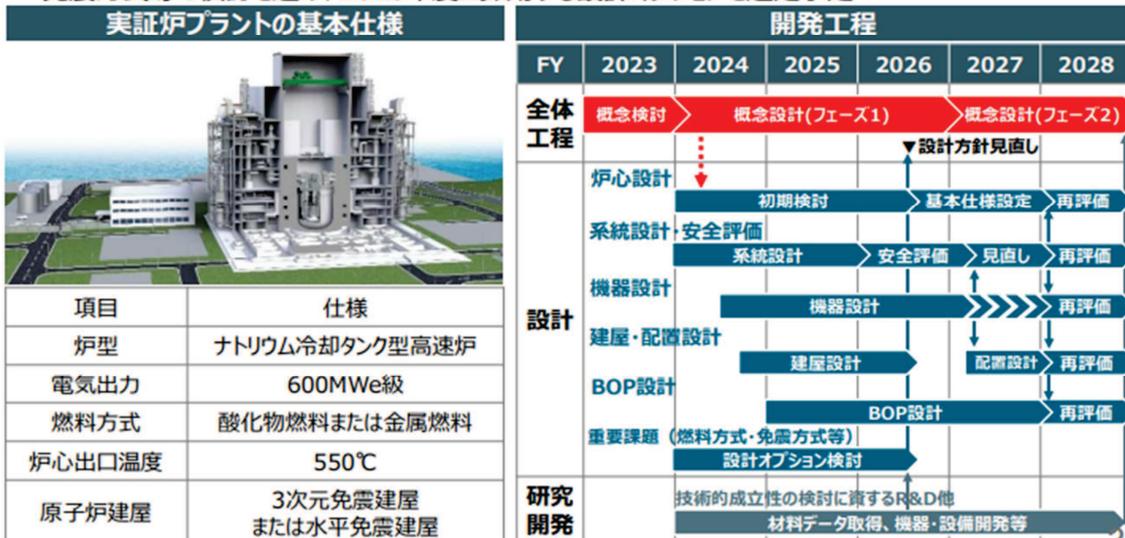
\* 上図は2025年6月25日 原子力小委員会 資料2より引用

ウラン資源や廃棄物の低減等の課題を解決するには、軽水炉サイクルから高速炉サイクルへの移行が必要である。そのことを基本路線として位置づけるとともに、移行ロードマップの具体化が必要。

なお、小型軽水炉は僻地利用や多目的利用に有効。高温ガス炉は水素製造等に有効。核融合は将来の有望な技術であるが実用化のめどにはまだハードルが大きい。

## 1-3 高速炉実証炉の開発状況

- 2040年代の実証炉運開を目標に、大型炉・小型炉への展開が可能な中型（600MWe級）ナトリウム冷却タンク型炉を対象として、設計・R&Dを推進中
- 実証炉の概念設計としての基本仕様をまとめ、炉心・系統・機器設計等を推進すると共に、燃料方式、免震方式等の検討を進め、2026年度に採用する設計オプションを選定予定



\* 2025年12月11日 革新炉ワーキングの「高速炉実証炉の開発状況」より引用

## 2-1 高速炉サイクルの意義

● 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

● 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・持続性の確保  
エネルギーセキュリティの強化



● 運転時にCO<sub>2</sub>を排出しない  
● 長半減期で、かつ発熱するマイナーアクチノイド（MA）を燃料としてリサイクルすることにより、放射性廃棄物の発熱量を減らし、放射能による潜在的有害度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  
● 需給ニーズに応じて、プルトニウムの生成/燃焼が可能

⇒ 環境への負荷を低減

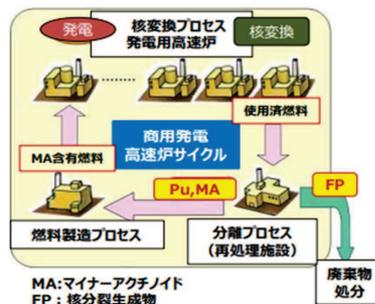
● ナトリウム冷却材による高い自然循環能力を有し、空気との熱交換が可能なことから、電源が喪失しても安定した崩壊熱除去が可能（高速実験炉「常陽」で実証済み）

⇒ 高い安全性

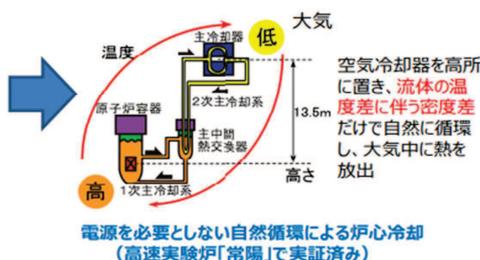
● 高速中性子を用いた医療用ラジオアイソトープ（RI）の製造によりがん治療などに活用

⇒ 国民福祉向上への貢献

\* 2023年7月 JAEA「高速炉の意義、研究開発について」より引用



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)

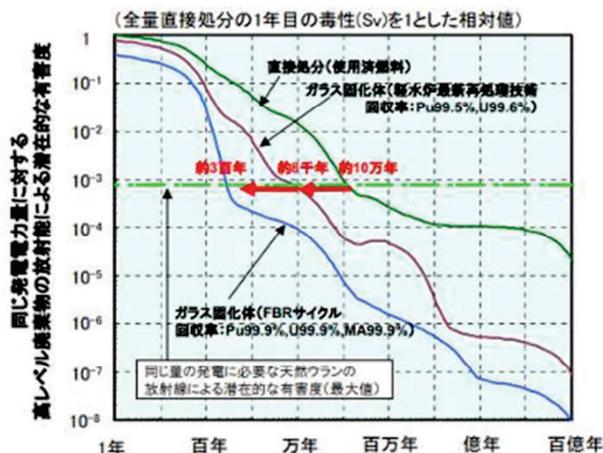
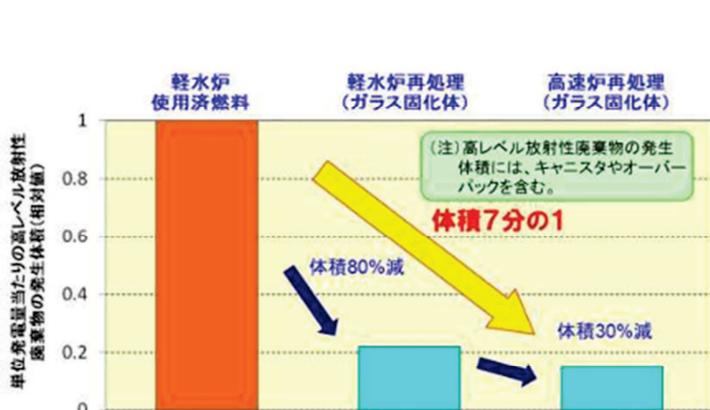


電源を必要としない自然循環による炉心冷却  
(高速実験炉「常陽」で実証済み)

## 2-2 高速炉サイクルによる廃棄物の減容化と有害度低減

高速炉サイクルにより、長半減期のPuやMAが有効利用され、有害度が10万年から300年と短縮され、高レベル廃棄物体積が約1/7に低下

\*) 下図は「廃棄物の減容・有害度の低減のために」2012年11月21日JAEA資料より抜粋



### 3-1 金属燃料炉心の酸化物燃料炉心に対する特徴

金属燃料は、酸化物燃料に比べると、以下の特徴をもつ（緑字:金属燃料のメリット、青字:金属燃料のデメリット）

- ◆金属燃料は重金属密度が大きく、軽核種を含まない⇒中性子が高エネルギー側にシフト
  - ・増殖比が、酸化物燃料より高くなる。
  - ⇒ 同じ増殖比ならブランケット比率が小さく炉心全体の平均取出燃焼度は高い
  - ・0.1MeV以上の中性子束が増加し、被覆管の健全性上課題となる
  - ⇒ 超高燃焼度化を目指す場合、燃焼度制限が、酸化物燃料より低くなる。
- ◆金属燃料はドップラー係数等が小さく、酸化物燃料に比べ炉の安定性が低い(図1)。
- ◆金属燃料は、被覆管との共晶反応(液状化)が650~675℃で起こる
  - ⇒ 出口温度を下げる設計とする必要⇒プラント熱効率が低下
  - ⇒ 設計、過渡、事故条件として運転制限などの明確化が必要
- ◆金属燃料は、高い熱伝導率、高い燃料密度である ⇒ 炉心のコンパクト化が可能
- ◆金属燃料は、当初燃焼によるスウェリングが大きく、問題視されたが、U-Pu-Zr合金+被覆管径に対して余裕を持った燃料棒径採用(スミア密度低下)+共存性の高いNaボンドでその欠点は克服されたとされている
- ◆金属燃料の照射実績は米国実験炉EBR II にはあるが、酸化物燃料に比べれば少ない。また安全評価用の溶融時挙動のデータが少ない。

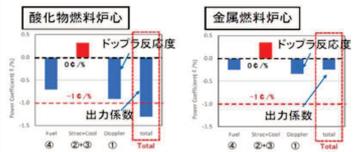
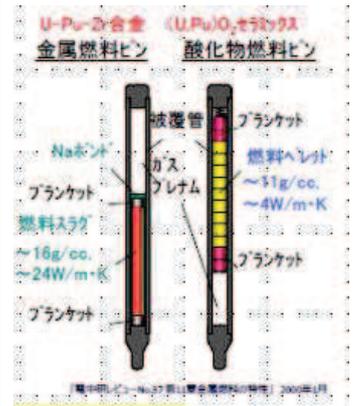


図1 出力係数の評価結果(600MW[e]炉炉心)

\* 2025年秋の原子力学会3K05より引用

### 3-2 高速炉の酸化物燃料炉心と金属燃料炉心の熱効率例

金属燃料炉心の場合、燃料と被覆管の共晶(液状化)温度が650~675度であり、出口温度を500程度に抑える必要があり、酸化物燃料炉心より発電効率は低くなる。

| 炉種      | 燃料  | 出口温度<br>(°C) | 電気出力<br>(MW) | 熱出力<br>(MWt) | 熱効率<br>(%) | 相対的な効率     |
|---------|-----|--------------|--------------|--------------|------------|------------|
| FBR 大型炉 | 酸化物 | 550          | 1500         | 3530         | 42.5       | 1.21       |
| もんじゅ    | 酸化物 | 529          | 280          | 714          | 39.2       | 1.12       |
| PRISM   | 金属  | 500          | 165          | 471          | 35.0       | 1.00 (ベース) |

\* 熱効率は2次系の設計にもよる

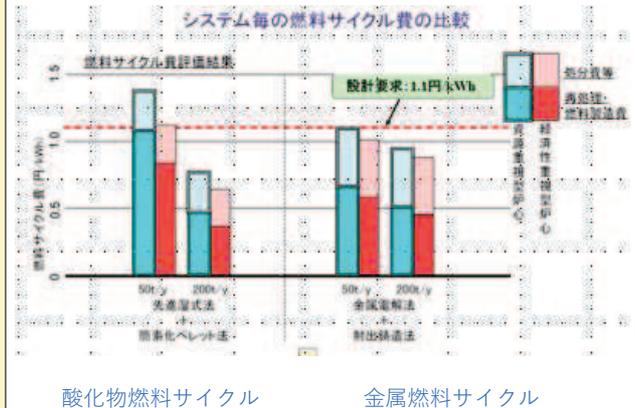
### 3-3 酸化物燃料サイクルと金属燃料サイクルの経済性比較

- 1) 処理規模：3.6GWe相当 (SFR120万クラス3基分)  
金属燃料サイクル（乾式再処理・金属燃料）の方が、  
酸化物燃料サイクル（先進湿式再処理・酸化物燃料）  
に比べると、安価である。
- 2) 処理規模：14.4GWe相当(SFR120万クラス12基分)  
酸化物燃料サイクルの方が、スケール効果により低下  
が大きく、金属燃料サイクルよりも安価となる。



- ◆右記は2006年当時の評価であり、最新の技術開発進展により見直しが必要。
- ◆高速炉サイクルとして、どの規模を想定するかによって、湿式方式と乾式方式の経済性優劣は変わる。

2006年評価結果（\*）



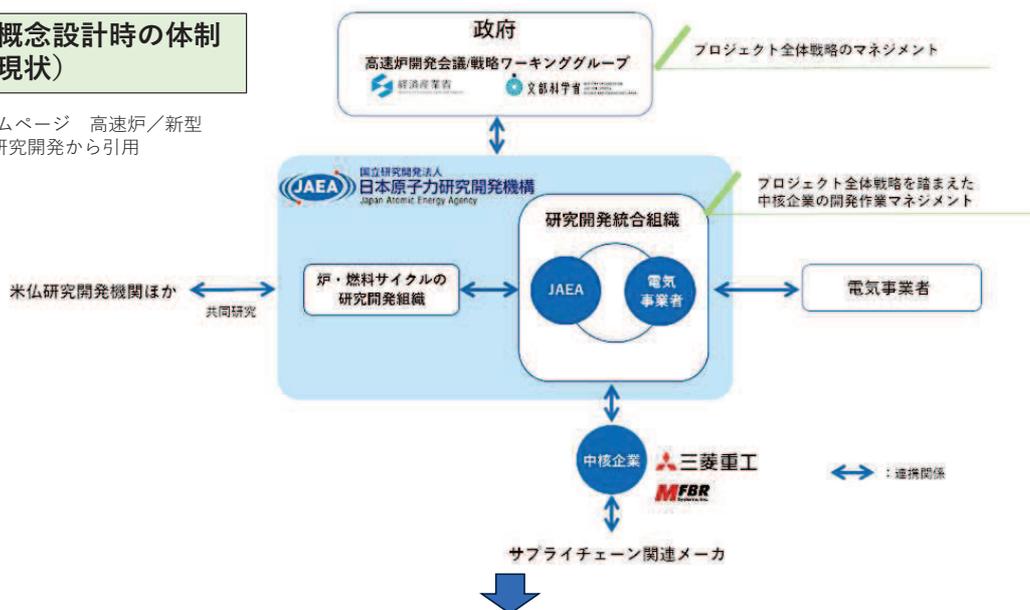
50 t/y：処理規模3.6GWe相当  
200 t/y：処理規模14.4GWe相当  
資源重視型炉心：増殖比1.1、中燃焼度  
経済性重視型炉心：増殖比1.03、高燃焼度

\*) 「MOX燃料サイクルと金属燃料サイクルの比較」JAEA（2006年6月）より抜粋

### 4-1 高速炉サイクルの開発体制

実証炉の概念設計時の体制  
(現状)

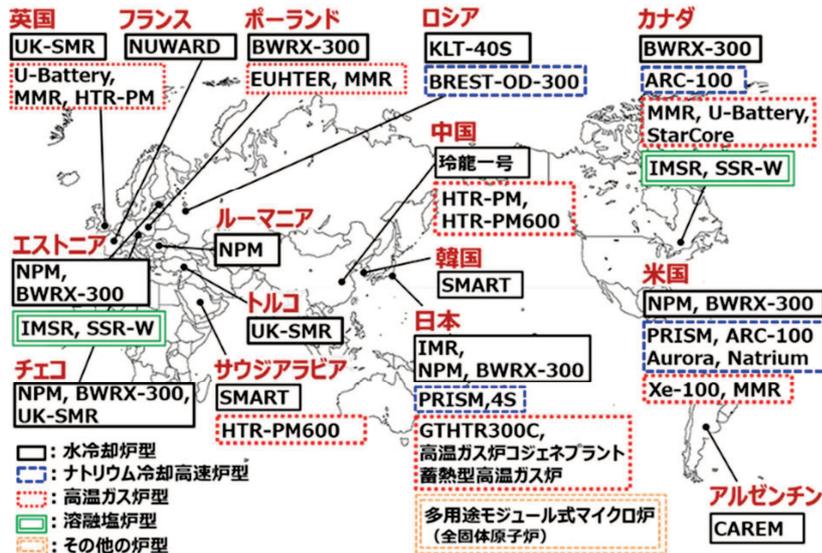
\* JAEAホームページ 高速炉/新型炉に関する研究開発から引用



高速炉サイクルへの移行を実現する上で、実用化に向けたプロジェクトの管理推進を担う中核組織、及び設計や建設を担う実施主体の具体化が必要。

## 5-1 主要国におけるSMRの開発動向

SMRは初期投資が少ないこと、僻地等地域利用や多目的利用を目的として、世界的なニーズがあり、各国で開発が実施されている。



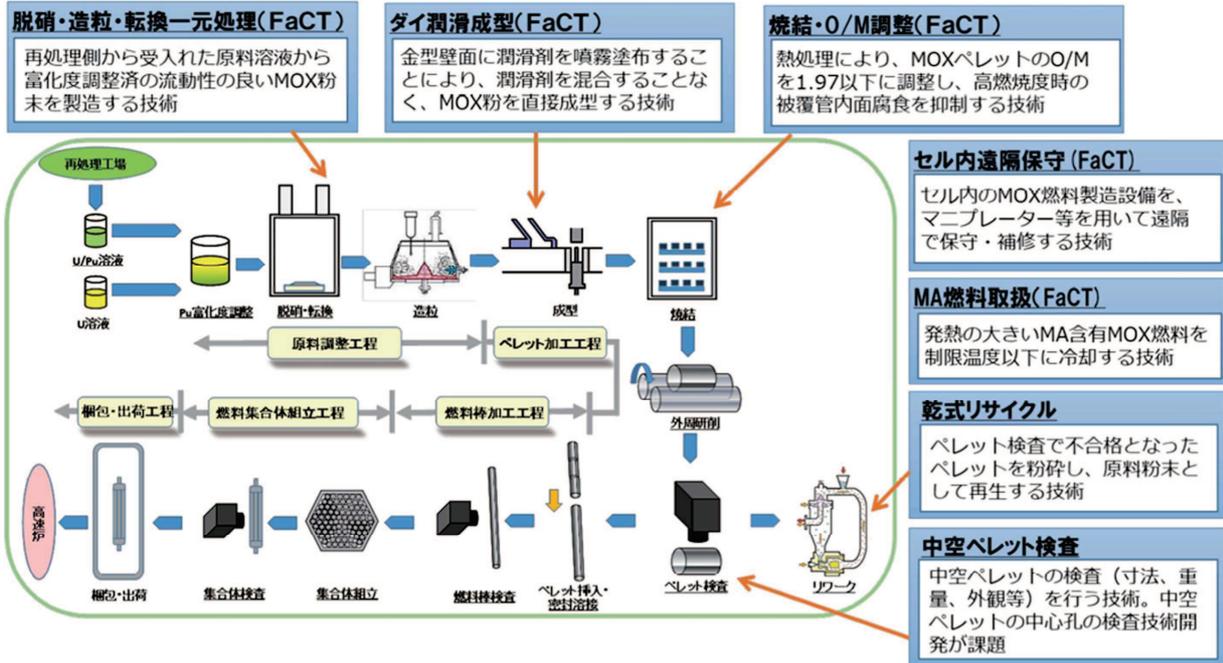
\* 小型モジュール炉 (SMR) 開発の動向と原子力機構における新型炉開発の取組 (2022.09.09掲載) からの引用

(参考資料)

### 高速炉サイクルの開発状況

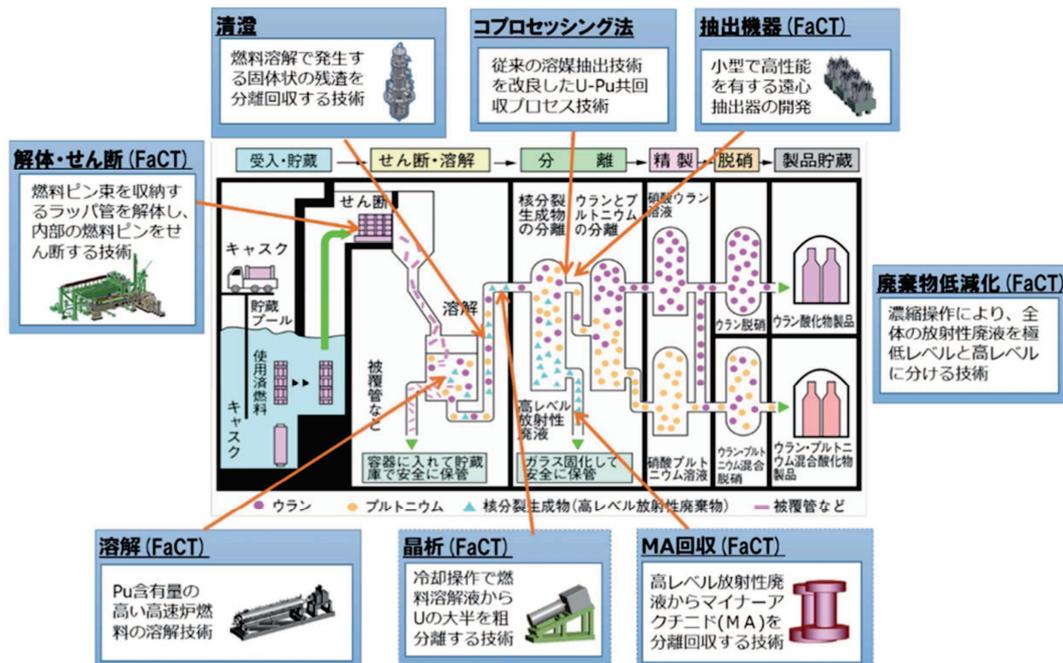
1. 高速炉MOX燃料製造の工程と開発対象
2. 高速炉MOX燃料再処理工程と開発対象
3. 金属燃料製造の工程と開発対象
4. 金属燃料再処理の工程と開発対象
5. MOX燃料サイクル技術の開発状況
6. 金属燃料サイクル技術の開発状況
7. 世界の高速炉の開発状況

# 1. 高速炉MOX燃料製造の工程と開発対象



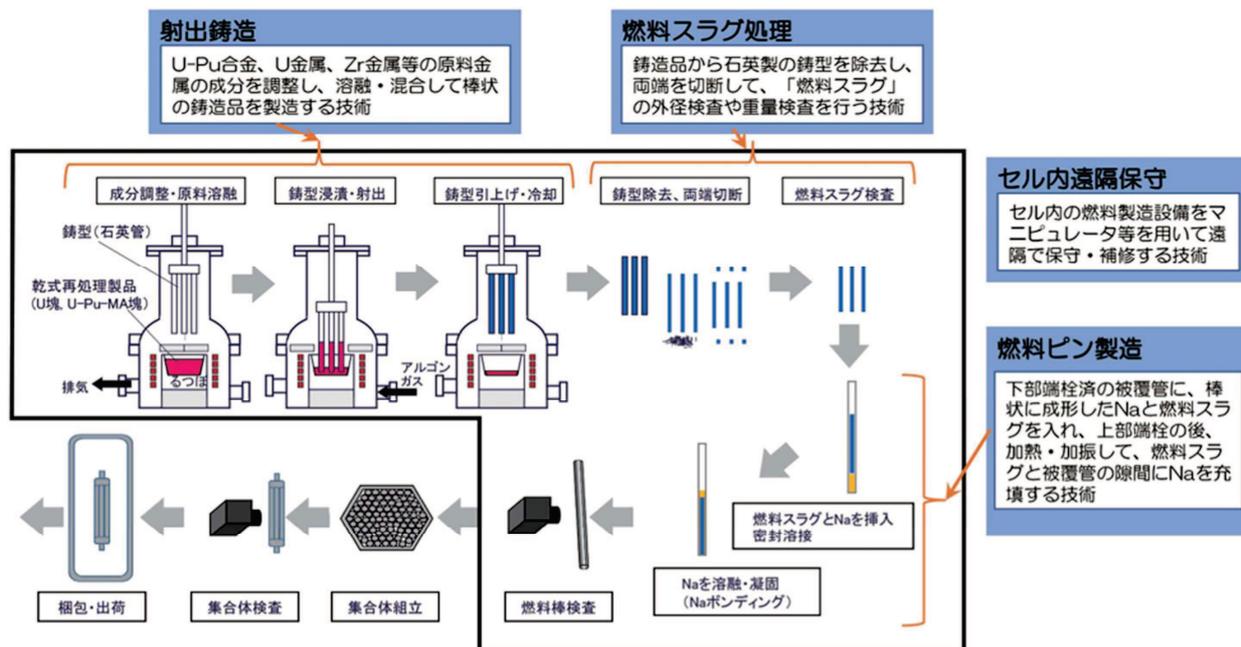
\* 日本原子力学会誌2025年9月 高速炉サイクルの開発動向（燃料サイクルシステム）より引用

# 2. 高速炉MOX燃料再処理工程と開発対象



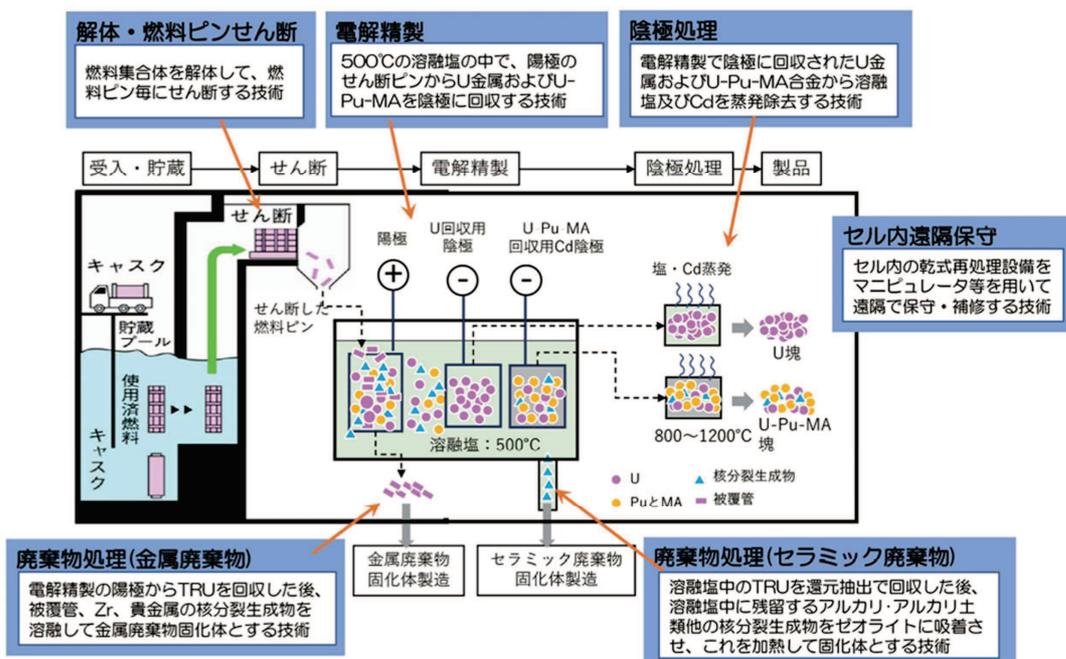
\* 日本原子力学会誌2025年9月 高速炉サイクルの開発動向（燃料サイクルシステム）より引用

### 3. 金属燃料製造の工程と開発対象



\* 日本原子力学会誌2025年9月 高速炉サイクルの開発動向 (燃料サイクルシステム) より引用

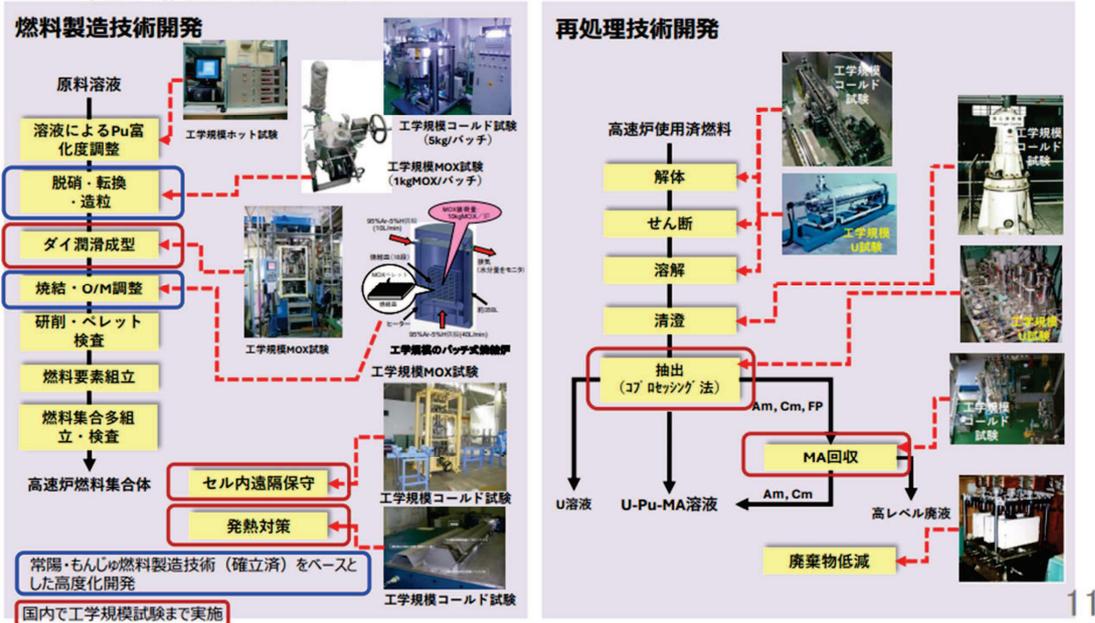
### 4. 金属燃料再処理の工程と開発対象



\* 日本原子力学会誌2025年9月 高速炉サイクルの開発動向 (燃料サイクルシステム) より引用

## 5. MOX燃料サイクル技術の開発状況

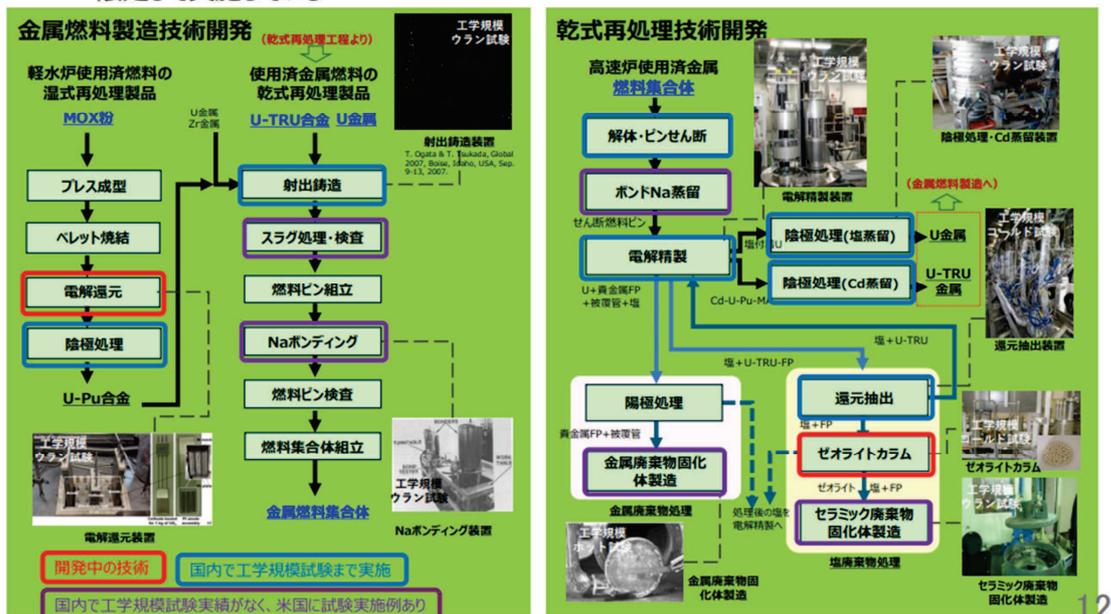
現状は燃料技術の具体的検討にあたり、適用技術の実用見通しを得るために必要な技術開発に限定して実施している



\* 2025年12月11日 革新炉ワーキングの「高速炉実証炉の開発状況」より引用

## 6. 金属燃料サイクル技術の開発状況

燃料技術の具体的検討にあたり、適用技術の実用見通しを得るために必要な技術開発に限定して実施している

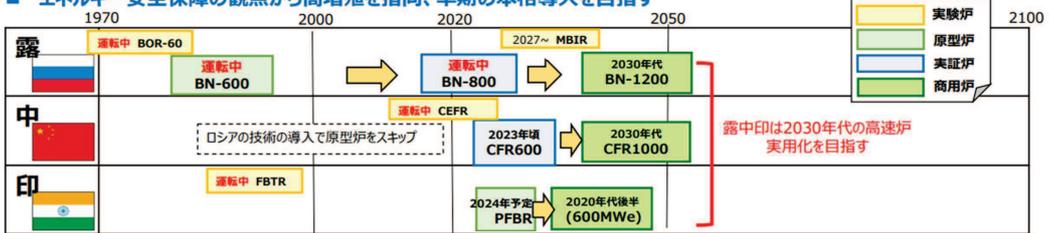


\* 2025年12月11日 革新炉ワーキングの「高速炉実証炉の開発状況」より引用

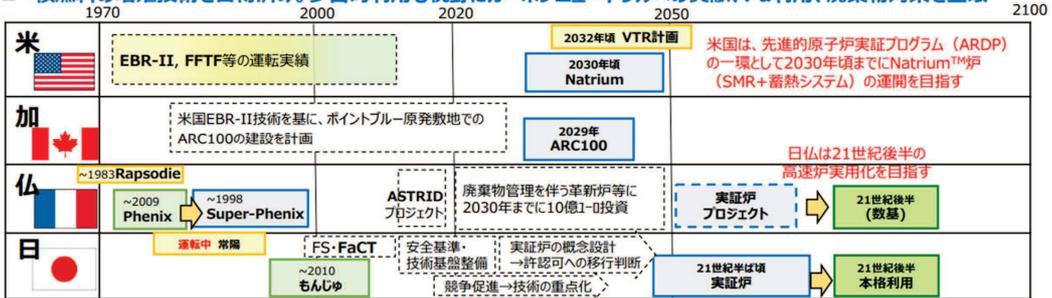
## 7. 世界の高速炉開発状況

- 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2030年頃の高速度炉（SMR）の運開開始を目指して官民連携して挑戦
- 仏国は21世紀後半の高速度炉の実用化を目指す

### ■ 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カーボンニュートラルへの貢献、Pu利用、廃棄物対策を主眼



\* 2023年7月 JAEA「高速炉の意義、研究開発について」より引用

# 特定非営利活動法人 革新的原子炉推進協議会

|      |       |   |
|------|-------|---|
| 理事長  | 田中 敏幸 | 元福井県議会議員                                    |
| 副理事長 | 田中 宏典 | 福井県議会議員                                     |
| 副理事長 | 辻倉 米蔵 | 元日本原子力研究開発機構 副理事長<br>元関西電力(株) 常務執行役員        |
| 理事   | 多仁 照廣 | 若狭寺文化研究所 所長                                 |
| 理事   | 坂下 重信 | NPO 法人フィリア 理事長                              |
| 監事   | 中塚 寛  | おおい町 町長                                     |
| 委員   | 石隈 和雄 | 元日本原子力発電(株) 取締役安全室長<br>元原子力安全推進協会 理事 評価計画部長 |
| 委員   | 宇野 晃成 | 気比高校 理事長                                    |
| 委員   | 勝木 一雄 | 福井大学 産学官連携本部 客員教授                           |
| 委員   | 駒野 康男 | 元三菱重工業(株)原子力事業本部 副事業本部長<br>元日本原子力学会 会長      |
| 委員   | 谷川 信吾 | 元日本原子力研究開発機構<br>敦賀本部長代理兼敦賀本部 経営企画部長         |
| 委員   | 中島 文明 | 福井大学 産学官連携本部 客員教授                           |
| 委員   | 肥田 善雄 | NPO 法人ワネッツ 理事長<br>元関西電力(株) 執行役員             |
| 委員   | 山本 建  | 福井県議会議員                                     |

## 【お問い合わせ先】

特定非営利活動法人 革新的原子炉推進協議会

住所：福井県福井市問屋町一丁目128番地1

e-mail : office@cinrat.org / URL : <https://cinrat.org/>

事務局 小林 綾子

