

「高速炉開発会議」での議論を踏まえた  
日本の高速炉開発のゆくえ

平成29年7月20日

日本原子力研究開発機構  
佐賀山 豊

## 1. 日本的高速炉開発の技術レベル

(1) 日本的高速炉サイクル開発の現状

## 2. 海外の高速炉サイクル開発の状況

(1) フランス、(2) 米国、(3) ロシア、(4) インド、(5) 中国

## 3. 今後的高速炉サイクル開発への取り組み

(1) 今後の開発方針

(2) 国際協力の有効活用

## 4. まとめ

## 1. 日本的高速炉開発の技術レベル

(1) 日本的高速炉サイクル開発の現状

## 2. 海外の高速炉サイクル開発の状況

(1) フランス、(2) 米国、(3) ロシア、(4) インド、(5) 中国

## 3. 今後的高速炉サイクル開発への取り組み

(1) 今後の開発方針

(2) 国際協力の有効活用

## 4. まとめ

原子炉の研究開発は、段階的にステップアップ



# 「もんじゅ」各段階での主な成果



もんじゅ

Key: 取得した成果  
 今後取得する成果  
 当初以降の付加役割

## A: 設計・製作・建設から取得する成果

- |         |                       |
|---------|-----------------------|
| 炉心燃料    | ①高速炉炉心設計手法(含むコード)の確立  |
|         | ②高燃焼度燃料・材料の設計・製作手法の開発 |
| 機器・システム | ③高温構造設計手法確立           |
|         | ④原子炉容器等の薄型高温構造物製作技術   |
|         | ⑤大型機器の製作・据付技術         |
|         | ⑥蒸気発生器の開発             |
|         | ⑦燃料取扱機等ナトリウム機器の開発     |
|         | ⑧供用期間中遠隔検査装置開発        |
| 安全      | ⑨高速炉の安全設計手法           |

## B: 試運転・運転を通じて検証・取得する成果

- |         |  |
|---------|--|
| 炉心燃料    | ①増殖比の設計値達成   |
|         | ②40%時の高速炉炉心核特性の把握                                  |
|         | ③燃焼に係る高速炉炉心核特性の把握                                  |
|         | ④Am含有高速炉炉心核特性の把握                                   |
|         | ⑤高燃焼度での燃料健全性確認                                     |
|         | ⑥新型燃料等照射試験   |
|         | ⑦Am等含有MOX燃料の照射挙動(含むGACID)                          |
|         | ⑧将来炉設計に必要な炉心評価手法の開発・検証                             |
| 機器・システム | ⑨40%出力運転の実施<br>(原子炉起動:5300時間、発電:883時間)             |
|         | ⑩将来炉設計に必要な熱流動解析手法の開発・検証                            |
|         | ⑪将来炉設計に必要な規格・基準類研究への貢献<br>(構造規格・材料基準、核データ、FBR維持基準) |
|         | ⑫40%出力の過渡特性把握                                      |
|         | ⑬100%出力の運転データ・過渡特性把握                               |
|         | ⑭高速炉発電システムの安定稼働・信頼性実証                              |
|         | ⑮伝熱性能等の経年特性の把握、ISI・サーベランス材による健全性確認、解体時の経年データ       |
|         | ⑯燃料取扱機等の取扱実績                                       |
|         | ⑰供用期間中検査装置の実機での検証                                  |
| 安全      | ⑱自然循環による崩壊熱除熱能力の実証                                 |

## E: 新規制基準への適合性対応等から得られる成果

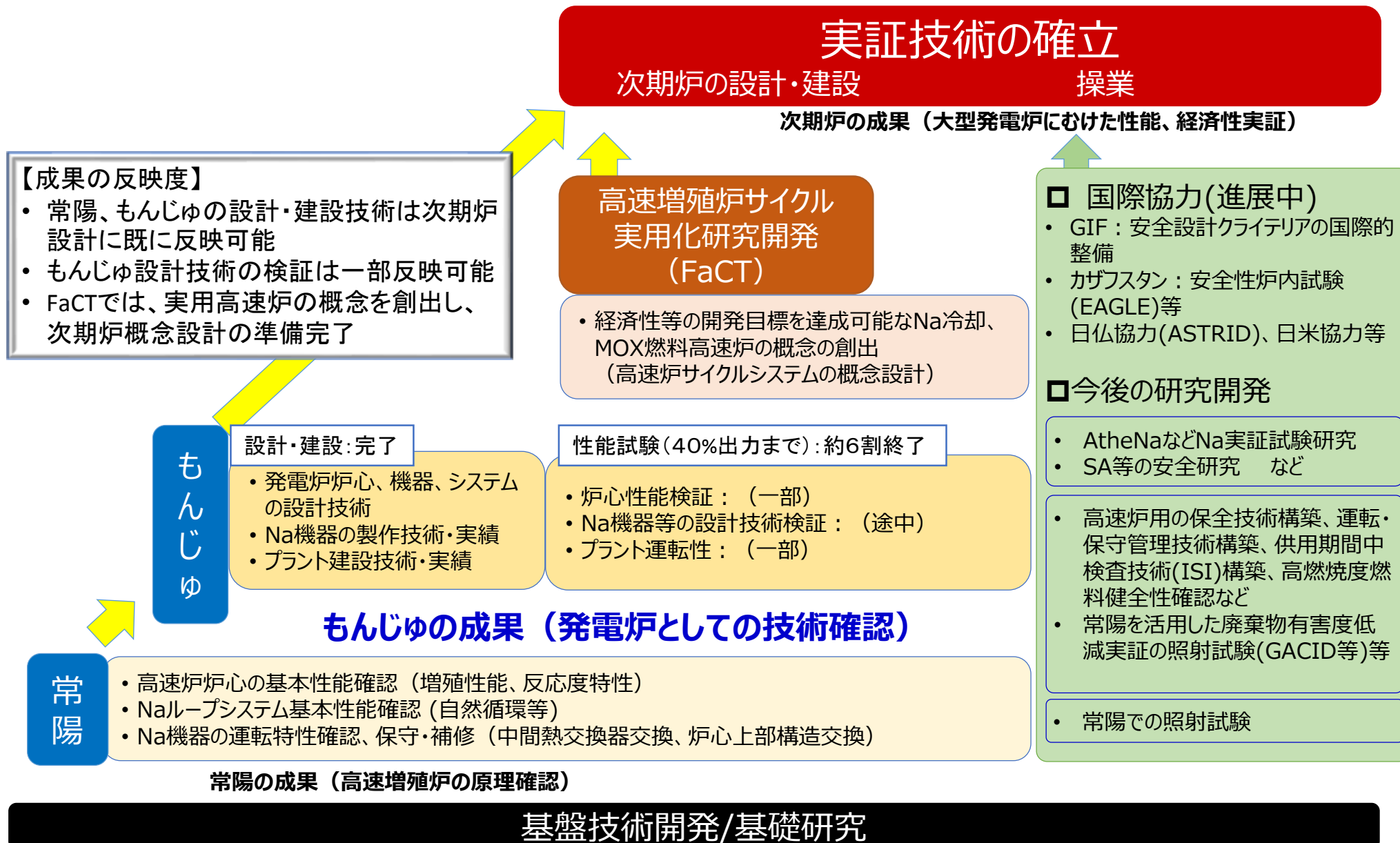
- |         |  |
|---------|--|
| 機器・システム | ①耐震設計関連の安全性向上対策  |
| 運転保守    | ②劣化メカニズムに基づく高速炉プラントの保全計画構築                                   |
| 安全      | ③将来炉設計に必要な高速炉安全評価手法の開発・検証                                    |
|         | ④シビアアクシデント対応<br>(SA対策の有効性評価手法、設備改造・機能確認、シビアアクシデントマネジメント策の確立) |

## D: ナトリウム漏洩事故等 トラブル対策を通じて取得する成果

- |      |                       |
|------|-----------------------|
| 運転保守 | ①ナトリウム漏えい対策技術         |
|      | ②ナトリウム機器の補修技術         |
|      | ③運転時のトラブル経験から得られる知見蓄積 |

## C: 高速炉の運転・保守を通じて取得する成果

- |      |                       |                         |
|------|-----------------------|-------------------------|
| Na取扱 | ①ナトリウム管理技術(純度管理、移行挙動) | ③運転経験に基づく運転手順書類/保安規定の整備 |
| 運転保守 | ②点検経験蓄積による高速炉保守管理技術   |                         |



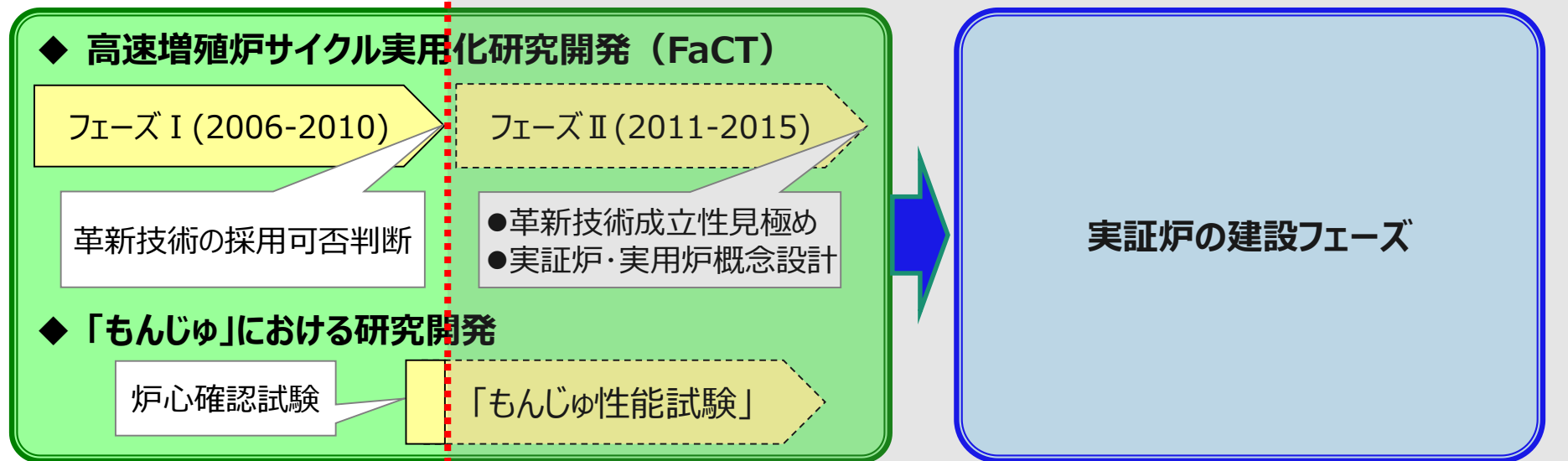
# 震災を契機とした高速炉サイクル研究開発の変遷

- ◆ 高速増殖炉サイクル実用化研究開発 **(FaCT)フェーズ I 成果取りまとめ (2011年3月末)**
- ◆ エネルギー・原子力政策の見直しを踏まえ、**FaCTフェーズ II への移行を見送り (2011年)**
- ◆ エネルギー基本計画 (2014年4月) を踏まえ、**高速増殖炉/高速炉の安全性強化、廃棄物の減容・有害度低減**を目指した研究開発を推進

▼ 2011年3月11日 (東日本大震災)

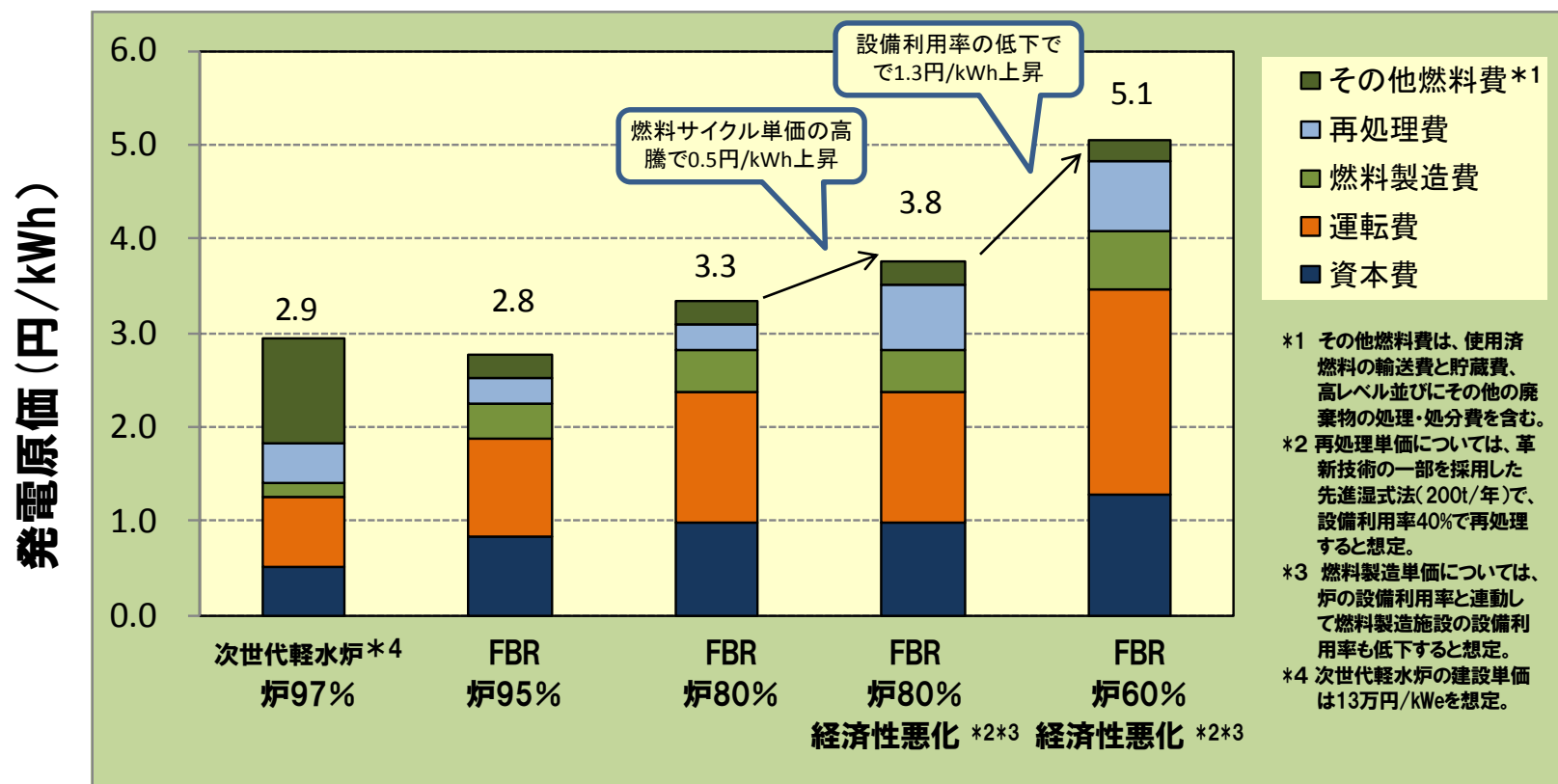


※ FaCTフェーズ II 移行は見送り



- ◆ 技術基盤の維持
- ◆ 安全性向上等に係る取組
- ◆ 保守管理上の不備に係る取組等

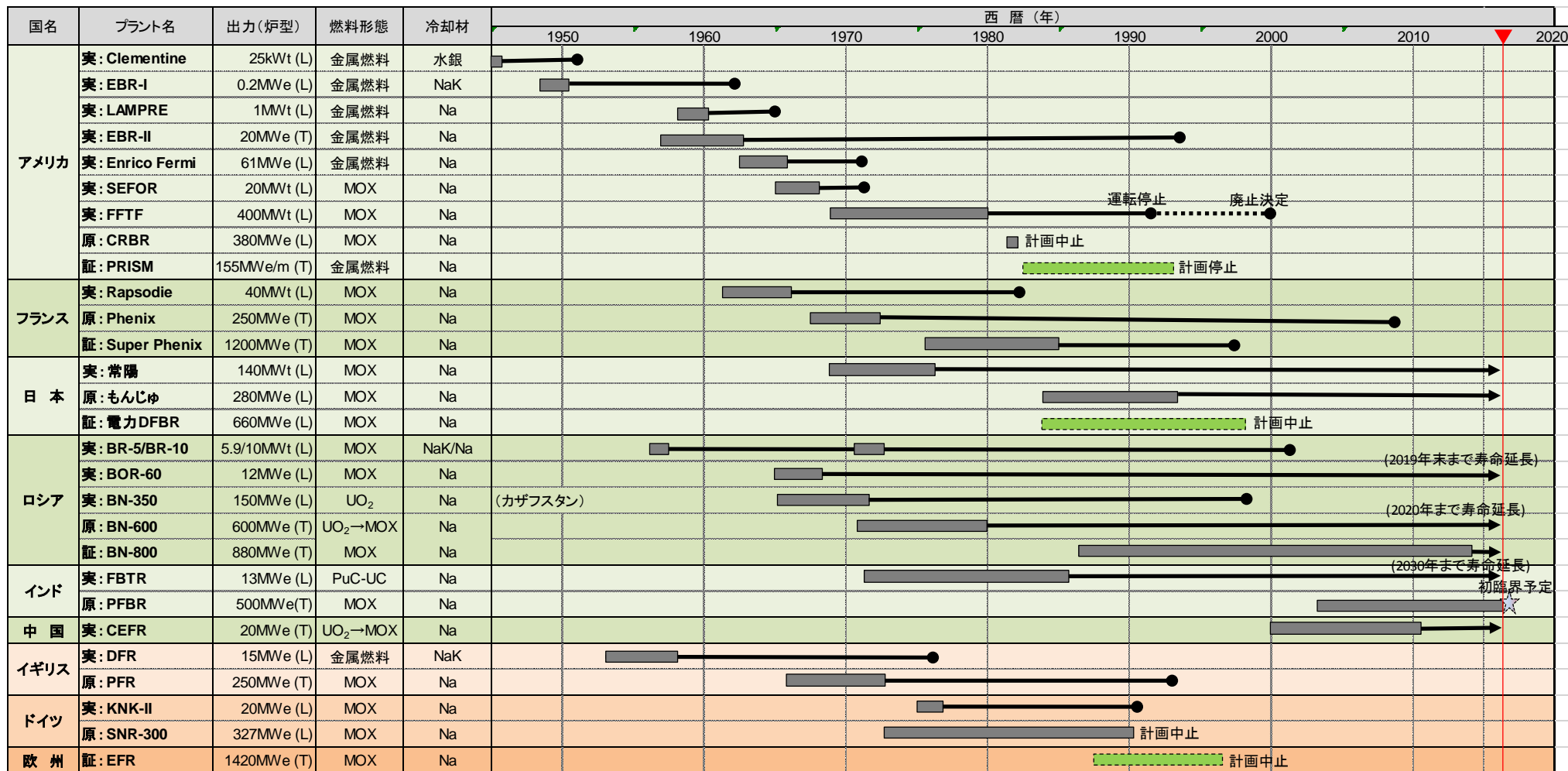
- 炉システムの革新技術の採否判断結果を踏まえ、高速炉サイクルの発電原価は約2.8円/kWhと評価。さらに、設備利用率や研究開発等に関する将来の不確実性を考慮すると約2.8~5.1円/kWhの範囲に収まると評価した。
- 将来の軽水炉の発電原価も約2.9円/kWh(建設費を13万円/kW、ウラン価格を175\$/kgU)以上と試算しており、FBRサイクルは、FaCTの設計要求である2円/kWhは満足しないものの、将来の軽水炉等の他エネルギー技術とも十分競合できる経済性を有すると考えている。





# 世界の高速炉開発の歴史

● 世界の高速炉の累積運転年数は、約400炉・年以上



実: 実験炉、原: 原型炉、証: 実証炉、L: ループ型、T: タンク型、t: 熱出力、e: 電気出力

冷却材 Na: ナトリウム、NaK: ナトリウム・カリウム合金

→ 運転中    ● 運転停止    ■ 建設段階    ■■■ 計画のみ(設計研究等の期間)

## 1. 日本の高速炉開発の技術レベル

(1) 日本の高速炉サイクル開発の現状

## 2. 海外の高速炉サイクル開発の状況

(1) フランス、(2) 米国、(3) ロシア、(4) インド、(5) 中国

## 3. 今後の高速炉サイクル開発への取り組み

(1) 今後の開発方針

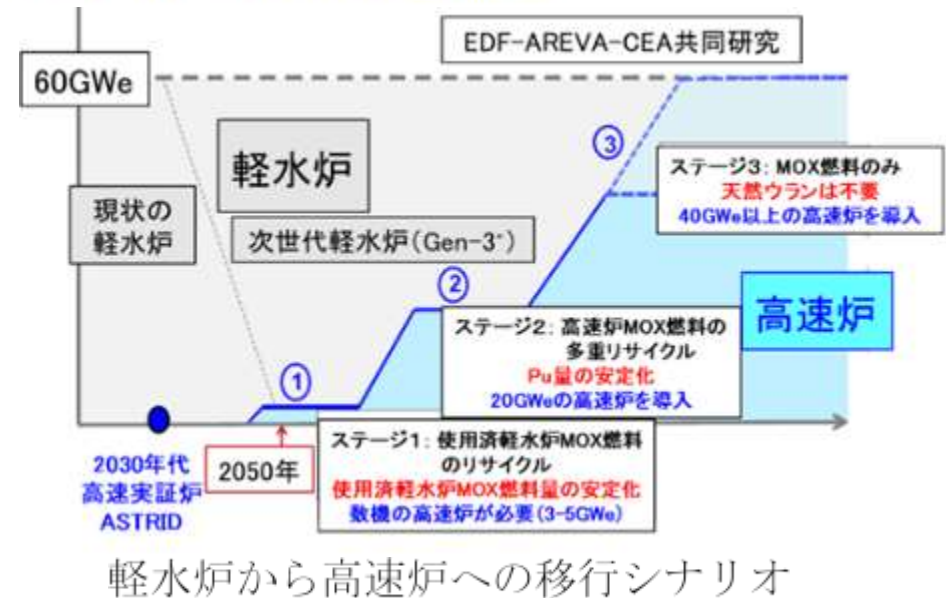
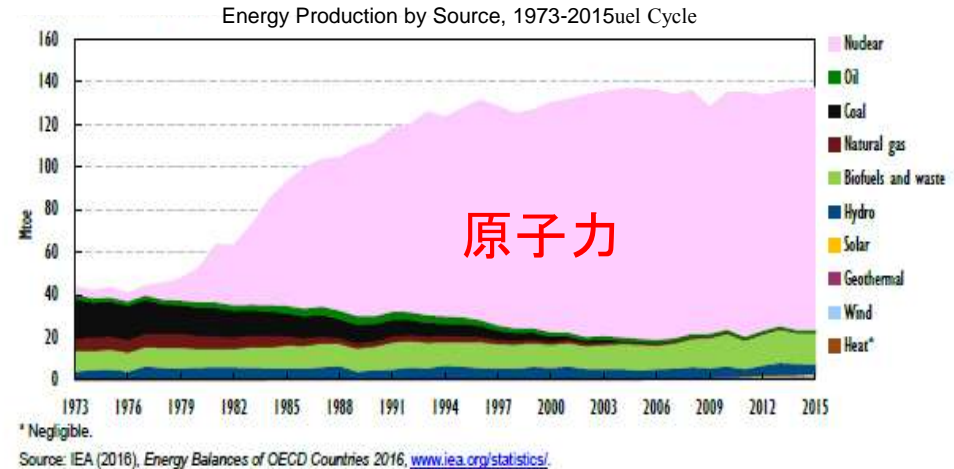
(2) 国際協力の有効活用

## 4. まとめ



## ◆高速炉技術開発の政策と位置付け

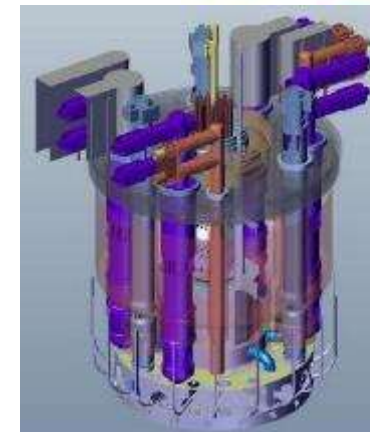
- 原子力の主要なリード国の一つであるフランスは、原子力を基幹エネルギーで、輸出戦略上の重要な産業と位置付け
- 2040年頃から高速炉を実用化し、現状、電力供給(約6,600万kWe)の約75%(2025年までに50%へ低減)を占める軽水炉を21世紀後半に高速炉と併存させる計画
- 軽水炉プラント/再処理技術に引き続き、高速炉についても世界のリード国としてのステイタスを維持し、将来の輸出産業として発展させていくことを想定していると考えられる。





## ◆最近の動向及び今後の開発計画: 実証炉ASTRID

- 2006年 シラク大統領「Gen-IV炉のプロトタイプ炉を2020年に運転開始」
- 同年 「放射性廃棄物等管理計画法」が制定  
(高速炉等による長半減期放射性元素の分離・変換の産業化の見通しを2012年までに評価し、2020年にプロトタイプ炉で実証)
- 2008年 炉型をSFRに選定
- 2009年 「ASTRIDと関連燃料サイクルに約6.5億ユーロ投資」
- 2012年 実証炉ASTRIDの技術仕様(熱出力150万kW、電気出力60万kW、タンク型、MOX燃料)を決定
- ASTRID向け燃料サイクル施設: AFC(MOX燃料製造10t/y)、ATC(再処理)も予定



**ASTRID**  
建設予定地: マルクール  
(原型炉フェニックスに隣接して)

### 【スケジュール】



基本設計の終了後、数年間の調整期間を設け、詳細設計・建設に向けて設計の調整を行う見込み。

- 2040年頃から、実用炉としてGen-IV炉(MOX燃料)を順次導入予定



### ◆ 高速炉技術開発の政策と位置付け

- 原子力をエネルギーミックスの主要技術と位置付け
- 世界のリーダーとしての地位を確保したい。2012年の**ブルーリボン委員会**報告により、研究開発は限定されるものの、安全基準類・試験施設活用等でステータスを示したい。
- 米国の**クリーンエネルギー戦略**の目標達成には、2050年までに現状の原子力設備容量(約百GWe;全発電量の約20%)を倍増(約2百GWe;全発電量の約30%)する必要があり、その内、数十GWeをGen-4炉で担いたいとの見通し
- 技術的には**タンク型SFR、金属燃料、乾式再処理**の路線を追求している

### ◆ 高速炉開発の最近の動向

- 2015年11月 DOE(米エネルギー省)は、先進原子炉設計を商業化させる上で必要な技術・規則・財政面における支援へのアクセスを原子力産業界に提供するため、「原子力の技術革新を加速するゲートウェイ(**GAIN**)」を設立
- 上記のブルーリボン委員会報告を受けて、高速炉サイクルに関して基礎・基盤に特化した広範な技術開発を継続。SFR開発のための中性子照射試験炉として、**SFR試験炉の設置を検討中**



### ◆ 今後の開発計画

- 2017年1月、DOEは「**先進炉開発のビジョンと戦略**」を発表

**背景:**意欲的なCO<sub>2</sub>削減目標を達成するために、原子力を含むクリーンエネルギーの大幅拡大が必要。一方、2050年頃から80年寿命の現行軽水炉が寿命に至る。これを**新型軽水炉、SMR、Gen-IV炉**で置換える必要がある。このため、先進炉（Gen-IV）開発のビジョンと目標を設定。

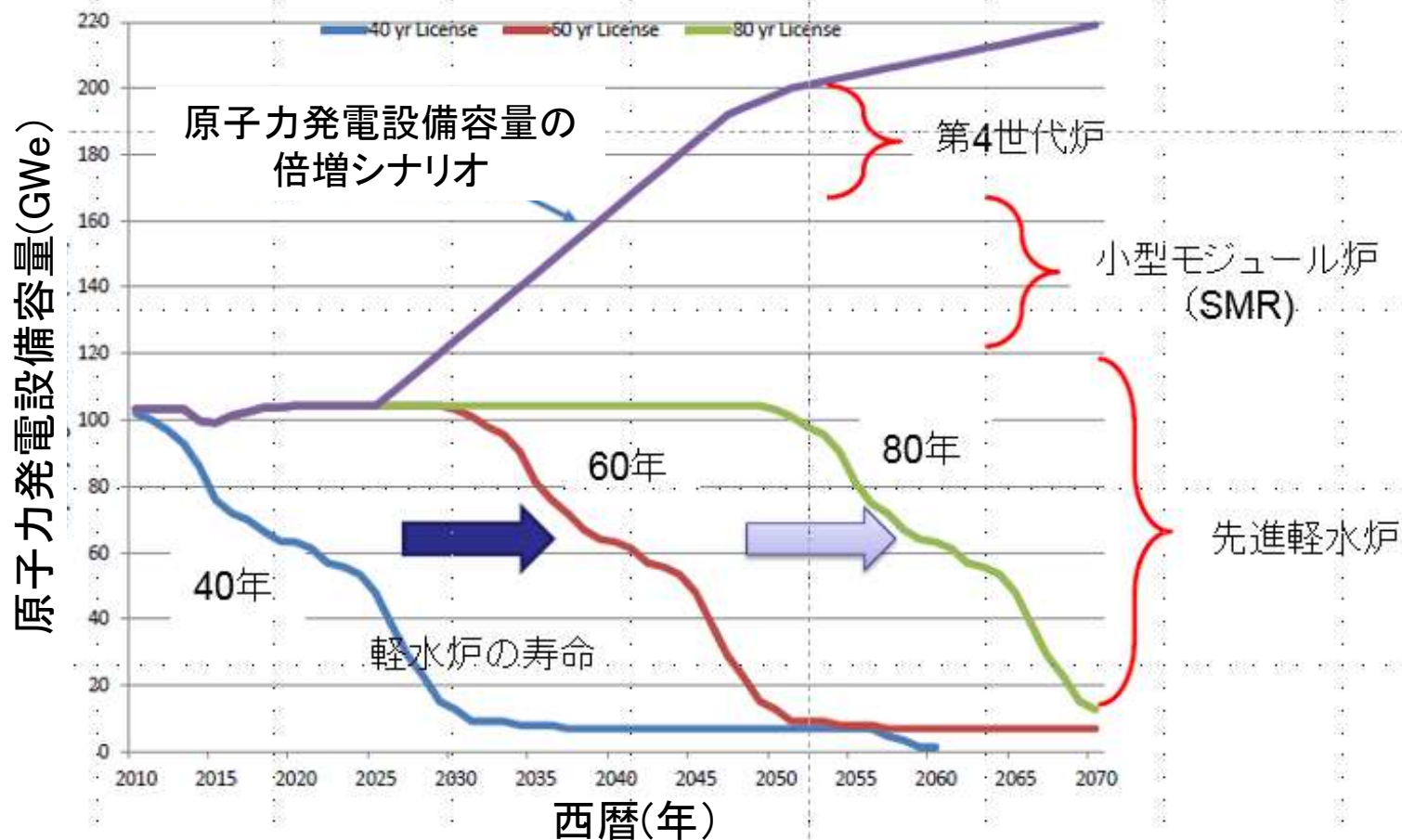
**ビジョン:**より改善した安全性・コスト・性能・持続性及び拡散リスク低減を以て、2050年までに米国内外で、先進炉がエネルギー・ミックスにおける重要かつ伸長する要素となることを目指す。

**目標:**2030年代初めまでに、少なくとも二つの非軽水炉型先進炉概念について、技術的に成熟し、安全性・経済的利点の実証され、建設に進むだけの十分な許認可評価を終了していること。

**対応策:**GAIN推進による官民協力・**TREAT炉**再開、炉技術の性能実証、燃料サイクルの道筋明確化、NRCと協力した規制枠組み構築、人材開発等に取り組む。



米国のクリーンエネルギー戦略の目標達成に必要な原子力の発電設備容量(DOEの試算)

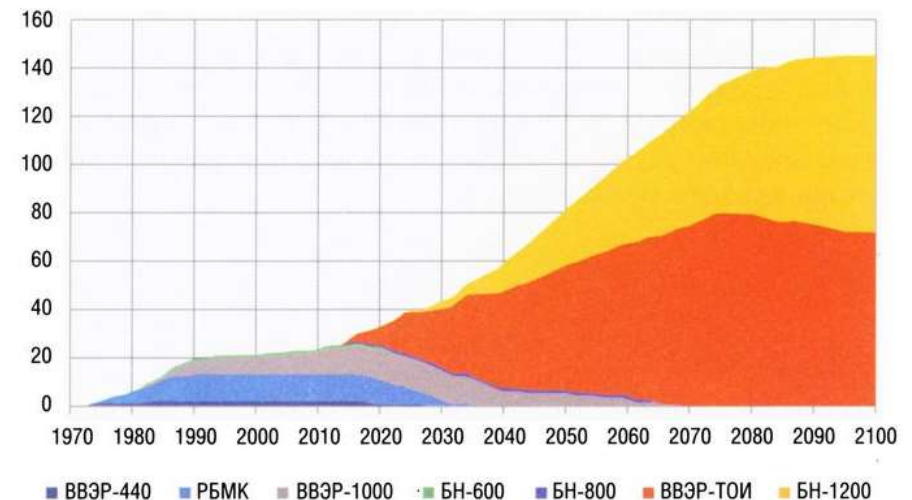


出典: USDOE, "VISION and STRATEGY for the Development and Deployment of Advanced Reactors," Jan. 2017  
「先進炉開発のビジョンと戦略」(2016年5月27日にドラフト公表)



## ◆高速炉技術開発の政策と位置付け

- 原子力を最も経済的なエネルギー供給システムと位置付け、旧ソ連時代から独自技術による高速炉開発推進
- 安全性も優位にあるとして**2030年頃の高速炉の実用化**を目指し、燃料サイクルの開発を含め積極的に推進中。クローズドサイクルを基本とし、2030年頃に毎年発生する使用済燃料を全量再処理する計画
- **高速炉を原子力の基軸と位置づけ、2100年頃、原子力発電設備容量約1.4億kWeのうち半分程度を高速炉で賄う計画**
- ウラン資源の有効利用(増殖)に軸足を置いた開発
- 第4世代炉(Gen-IV炉)として、**BN-1200**の大型SFRとMOX燃料(又は窒化物燃料)、湿式再処理の実用化を目指す一方、鉛冷却高速原型炉**BREST-300**(窒化物燃料)により鉛冷却高速炉(LFR)のポテンシャルを見極める方針。2030年の時点で実用化すべき炉型を選定予定。小型鉛ビスマス冷却炉(**SVBR-100**)についても追求

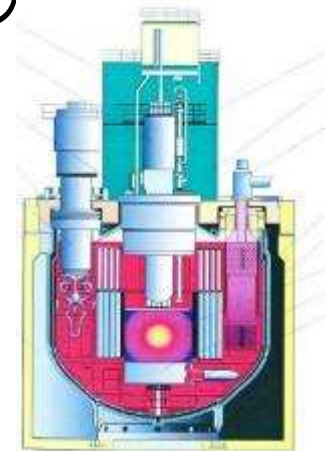






## ◆高速炉開発の最近の動向

- 現在、実験炉BOR-60 (1.2万kWe;ループ型)と原型炉BN-600 が運転中。  
実証炉BN-800 (88万kWe;タンク型)が運転中(2014年6月初臨界、2016年5月100%出力達成、2016年11月に商業運転開始)
- 2010年1月 2020年までを展望した「連邦特別プログラム」を策定し、2020年までに1,283億ルーブル(3円/ルーブル換算で約3,850億円)を投資して、高速炉サイクル技術を最優先に開発することを決定
- 2012年 新たな原子力研究開発のプラットフォームを作る計画(ブレークスルー計画)を作成し、SFRとLFRの研究開発を並行して実施し、120万kWe 級での実用化を目指す。
- 2014年 鉍山化学コンビナート(MCC)のMOX燃料製造プラント(MFFF:60t/y)が運転開始
- 高速炉開発に関して、米仏中韓との二国間協力、GIF、OECD/NEA、IAEAとの多国間協力を実施中



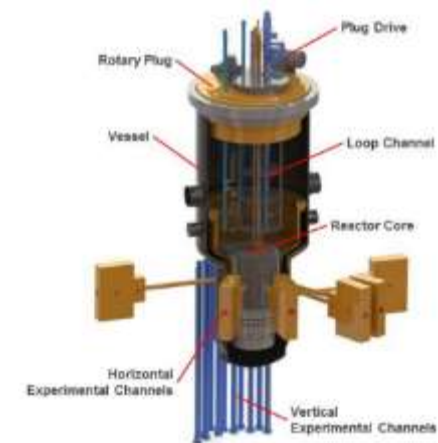
高速実証炉BN-800  
(88万kWe; 2016年11月～商業運転)



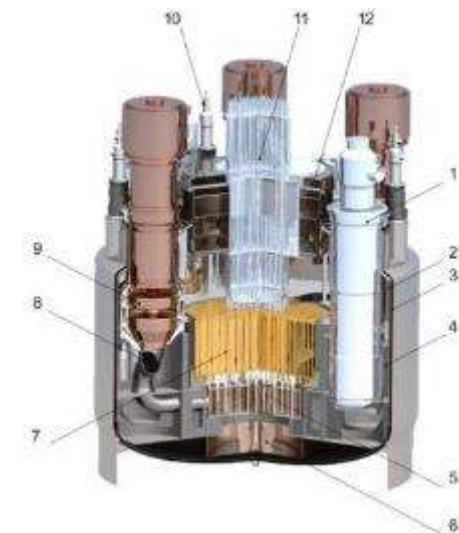
## ◆ 今後の開発計画

- 2020年、多目的研究用高速炉MBIR(15万kWt/5.5万kWe; ループ型; MOX振動充填燃料(将来、MOXペレット、金属、窒化物燃料も想定)を運転開始予定
- 燃料サイクルに関しては、2020年再処理パイロット実証プラントPDC(250t/y)の運転開始予定(2015年から5t/yで運用開始)、2025年頃にPDCを拡張し、RT-2再処理施設(700t/y)(軽水炉および高速炉燃料を対象)として運転開始予定
- SVBR-100(10万kWe、濃縮U燃料)の建設・運転開始時期は未定
- 2025年までにBREST-300(30万kWe、窒化物燃料)を運転開始予定
- 2030年までに実用炉BN-1200(122万kWe)を2基\* 運転開始予定

\* ベロヤルスク原子力発電所5号機(2027年運転開始予定)と南ウラル原子力発電所1号機



多目的高速実験炉MBIR

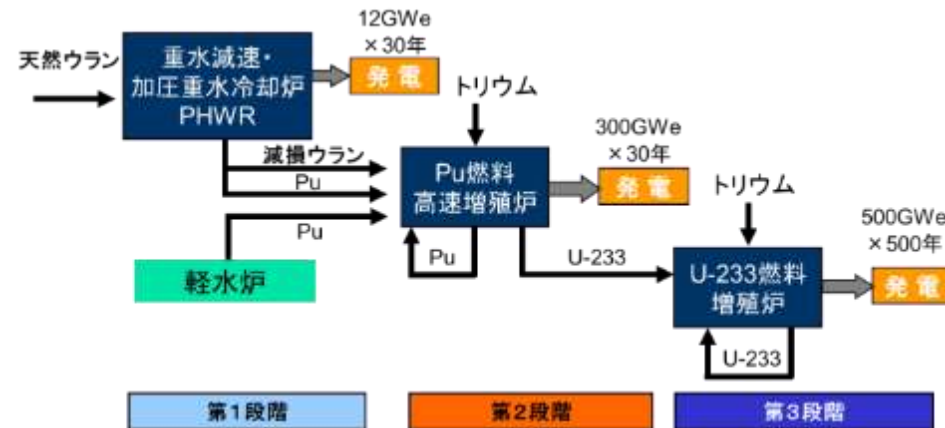


高速実用炉BN-1200



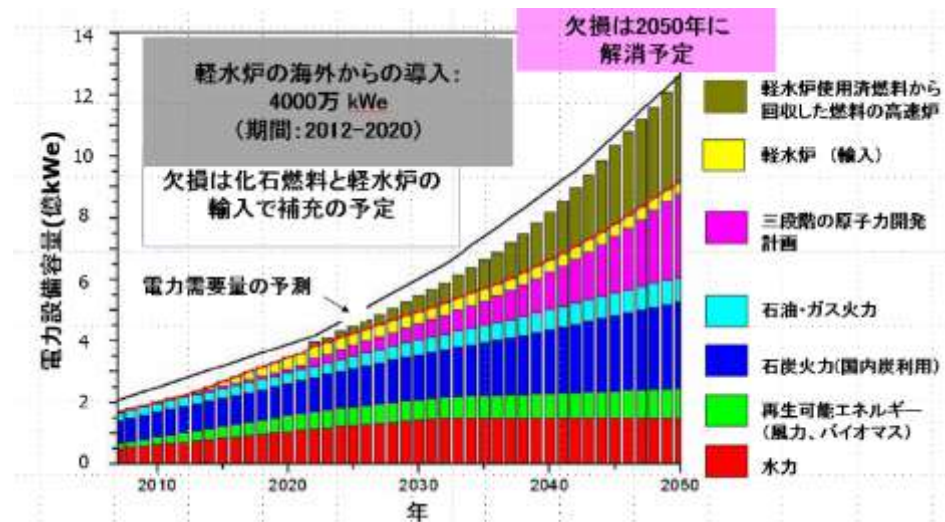
## ◆高速炉技術開発の政策と位置付け

- NPT非加盟国のインドは、フランスの実験炉技術を基に独自路線として開発を進めてきた。
- 当面、増殖性に有利なU・Puを用いた高速炉サイクル技術開発を実施中
- 将来的には、トリウムサイクルを指向
- 急増する電力需要と環境問題に対応するため、**2020年代に高速炉実用化、2050年頃には全電力(1,350GWe)の約半分程度に原子力を拡大し、その大半を高速炉で担うこともポテンシャル的には可能**との試算結果を示している。
- 技術的には、タンク型SFR、MOX燃料、湿式再処理をベースとするが、増殖性の観点から将来的には金属燃料、乾式再処理へ移行する方針



インドの原子力開発計画（三段階方式）

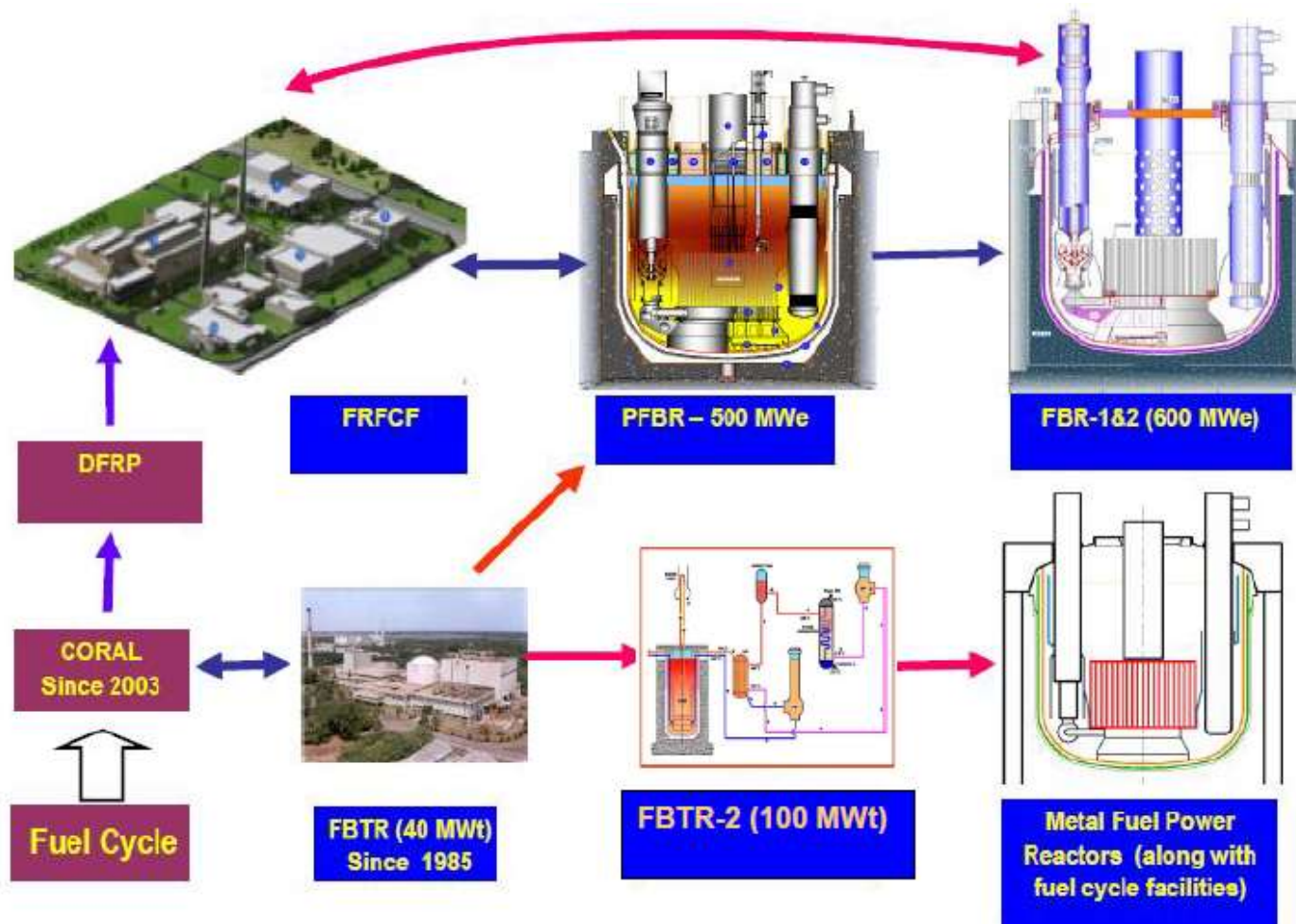
出典：DAE, "Atomic Energy in India: A Perspective", Sep.2006; 「軽水炉」を一部追記



インドの原子力導入シナリオ(ケーススタディ)

出典：A. Kakodkar, "Indian Nuclear Programme- Rationale and perspective," AEC, India (July 4, 2008). \*A. Kakodkar, "Nuclear Energy in India- Retrospect and Prospects," An International Journal of Nuclear Power-Vol.18, No.2-3 (2004)

## ◆高速炉開発の最近の動向



- MOX燃料SFRで実用化を図った後、将来的には、高増殖の金属燃料SFRに移行

経済性と安全性を向上  
(Gen-3+レベル以上)

## 高速炉とその燃料サイクル計画



## ◆ 今後の開発計画

- 原型炉PFBR(2017年に初臨界予定)に比べて安全性、経済性を向上させた**実用炉 FBR1&2**(60万kWe; タンク型; MOX燃料)をツインプラントとしてPFBRサイトに隣接して建設、2024-2025年から運転開始予定
- エネルギー需給の急速な伸びに対応するため、MOX燃料より高増殖の金属燃料高速炉を順次導入する計画
  - 2025年頃 金属燃料サイクルの研究開発も並行して実施中で、金属燃料の**実験炉 FBTR-2**(10万kWt)を運転開始予定
  - 2030年頃 金属燃料の**実証炉MDFR**(50万kWe)を運転開始予定
- なお、Th利用には多量の $^{233}\text{U}$ が必要となるため、まずは、U-Pu金属燃料高速炉の増設を図り、十分に高速炉が増設された後にそのブランケットにThを装荷して $^{233}\text{U}$ を生産するため、**本格的なTh利用は2070年以降**と考えている。(Th- $^{233}\text{U}$ 燃料サイクルの本格導入時期は、FBR, ADS, 新型重水炉(AHWR), MSR等と関連サイクル技術の今後の展開に依存)
- 原型炉PFBR燃料の**再処理実証プラント(DFRP; 1t/y)**を試運転中
- 燃料製造・再処理・廃棄物管理を行う統合型の**実用高速炉燃料サイクル施設(FRFCF)**をPFBRと併設して建設中(2019年までの運転開始を予定)(初期はPFBRの炉心燃料7.5t/y、ブランケット燃料6.5t/yを処理するが、将来的には50t/yへ拡張予定)

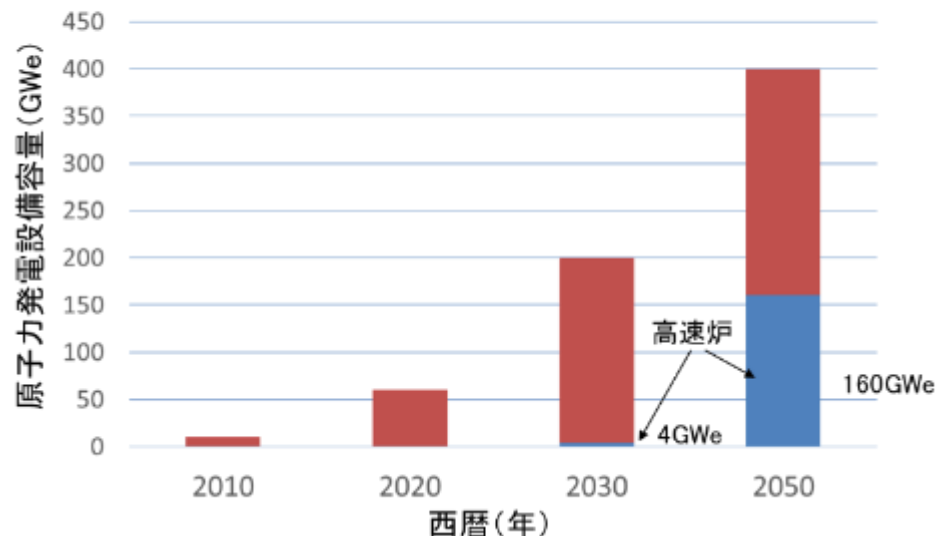


## ◆ 高速炉技術開発の政策と位置付け

- エネルギー需要の大幅な拡大に備えて、増殖炉としての高速炉の早期の実用化を目指している。

2030年の中国のクリーンエネルギー目標(GDPあたりのCO<sub>2</sub>排出量を2005年比で60~65%削減し、1次エネルギーに占める非化石燃料の割合を20%程度とする)の達成のためには、**2050年頃には原子力を約4億kWe(全電力の16%)に拡大することが必要で、約4割を程度を高速炉で担いたいとの方針。**

中国の原子力発電の増強計画  
[中国原子能科学研究院(CIAE)の試算(高速炉の高導入ケース)]

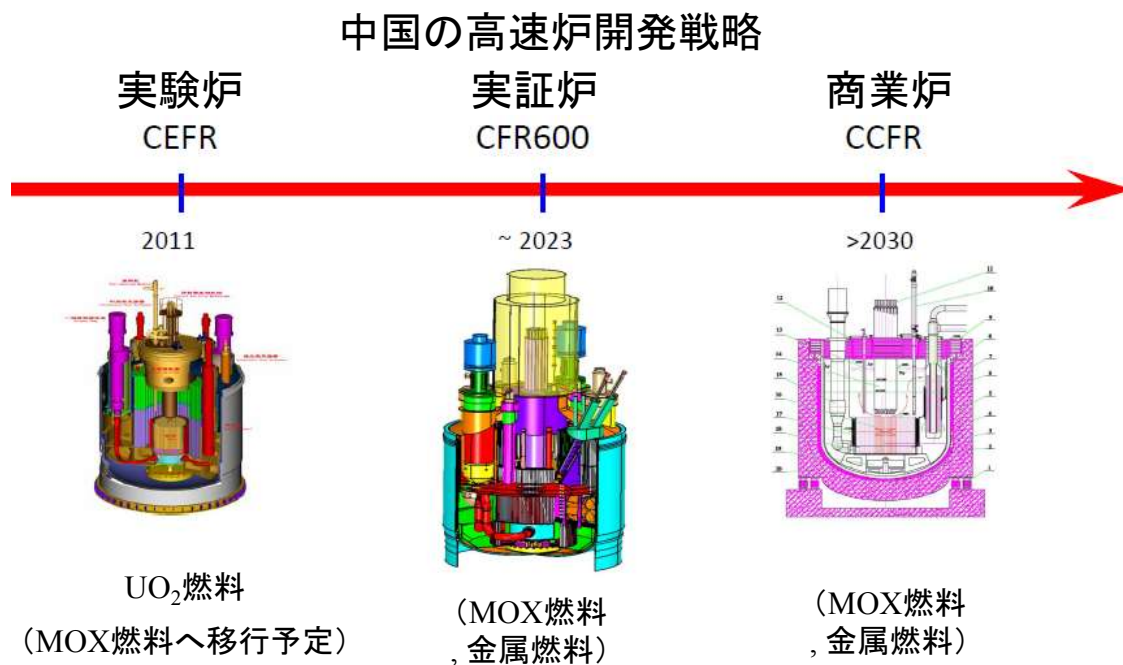




## ◆高速炉技術開発の政策と位置付け(続き)

- 当初、実験炉→原型炉→実証炉→実用炉のステップを踏んで開発する方針であったが、2009年10月に、ロシアとの協力により、原型炉をスキップして実証炉(BN-800; MOX燃料)を2基導入するとともに、並行して自主開発を進めることにより、早期実用化を目指す方向に方針変更(ただし、ロシアからのBN-800導入については、コスト、知的所有権等の問題のため進展していない。そのため、2013年以降は、自主技術での高速炉(CFR)の開発を重点化)

- 2020年代中頃までに実証炉を導入し、2030年頃に高速炉の実用化を図る計画
- 技術的にはSFR、MOX燃料、湿式再処理をベースとするが、増殖性の観点から将来的には金属燃料へ移行する方針
- SFR開発と併行して、加速器駆動炉(鉛冷却高速炉)や進行波炉の開発も実施中





## ◆高速炉開発の最近の動向

- ロシア技術を輸入して、実験炉CEFR(2万kWe、タンク型)を建設し、運転中
  - 2010年7月初臨界、2011年7月初送電(40%出力)
  - 2014年3月出力上昇試験再開、5月40%出力試験終了、12月に100%出力達成
- 自主技術で開発中の**実証炉CFR600**(60万kWe;タンク型;MOX燃料)を建設・運転する新会社「中核霞浦電有限公司」を設立
- **MOX燃料製造パイロットプラント**(0.5t/y)を運転中
- 高速炉開発に関して、仏米露韓との二国間協力、GIF、IAEAとの多国間協力を実施中



高速実験炉 CEFR (2万kWe)

## ◆今後の開発計画

- **実証炉CFR600**は、福建省寧徳市霞浦県に建設予定  
2023年に試運転開始予定
- 2030年頃から**実用炉CCFR**(100～120万kWe;MOX燃料、金属燃料)を導入開始予定
- 2021年に**MOX燃料製造施設**(20t/y)、2030年に**MOX再処理施設**(50t/y)を運転開始予定





## 1. 日本的高速炉開発の技術レベル

(1) 日本的高速炉サイクル開発の現状

## 2. 海外の高速炉サイクル開発の状況

(1) フランス、(2) 米国、(3) ロシア、(4) インド、(5) 中国

## 3. 今後的高速炉サイクル開発への取り組み

(1) 今後の開発方針

(2) 国際協力の有効活用

## 4. まとめ

2016年12月21日の原子力関係閣僚会議で決定された「今後の高速炉開発の進め方について」の中で示された基本的方針：

我が国は、「エネルギー基本計画」\*に基づき、核燃料サイクルを推進するとともに、高速炉の研究開発に取り組むとの方針を堅持する。

\*「エネルギー基本計画」(2014年4月に閣議決定)で示された方針：

- 核燃料サイクルは、使用済燃料の処分に関する課題を解決し、将来世代のリスクや負担を軽減するためにも、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減や、資源の有効利用等に資するものであり、これまでの経緯等も十分に考慮し、引き続き関係自治体や国際社会の理解を得つつ取り組む。
- 再処理やプルサーマル等を推進
- 米国や仏国等と国際協力を進めつつ、高速炉等の研究開発に取り組む。

# 原子力関係閣僚会議(2016年12月21日)での 「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針の決定

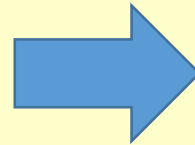
- 高速増殖炉もんじゅは、原子炉として運転再開はせず、今後は廃止措置に移行する。

## 基本的考え方

- ✓ これまで培われてきた人材・知見・技術を最大限に活用し、高速炉研究開発を進める。
- ✓ 「もんじゅ」の持つ機能を活用し、今後の高速炉研究開発における新たな役割を担うよう位置付ける。

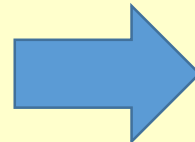
## 安全かつ着実な廃止措置の実施

- ✓ 新たな「もんじゅ」廃止措置体制を構築
  - ① 政府一体となって指導・監督
  - ② 第三者による技術評価
  - ③ 国内外の英知を結集した体制



原子力機構が、安全かつ着実に廃止措置を実施。

- ✓ 原子力機構は外部の協力を得た新たな体制を構築



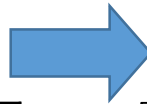
「もんじゅ」が有する安全上のリスク減少の早期達成に取り組む

## 今後の「もんじゅ」の位置付け

- ✓ 今後、安全確保を前提とした廃止措置に移行
- ✓ 「もんじゅ」を含む周辺地域を、日本の高速炉研究開発の中核的拠点の1つとして位置付け、「もんじゅ」を活用した高速炉研究を引き続き実施するとともに、高速炉実用化に向けた技術開発を実施する。
- ✓ 将来的には、「もんじゅ」サイトを活用し、新たな試験研究炉を設置し、今後の原子力研究や人材育成を支える基盤となる中核的拠点となるよう位置付ける。

## 1. 新たに掲げる目標

求められる新たなチャレンジ



今後の我が国の高速炉開発の目標

①東電福島原発事故後の要請に応える、  
更なる安全性向上

②開発段階を含めた経済効率性の追求と  
本格導入の市場環境への適合

③国際協力を通じた最先端の知見獲得と  
国際標準探究

- ✓ 世界最高レベルの技術基盤の維持・発展を図る
- ✓ 高い安全性と経済性を同時に達成する高速炉を開発し将来的に実用化を図る
- ✓ もって、国際標準化に向けたリーダーシップを最大限に発揮すること、実現のため、開発目標等の具体化を図っていく

## 2. 高速炉開発4原則

### 原則1: 国内資産の活用

- ✓ 技術的知見、技術的・人的基盤、インフラ

### 原則2: 世界最先端の知見吸収

- ✓ GIFをはじめとした多国間協力及び二国間協力

### 原則3: コスト効率性の追求

- ✓ 国際協力の積極活用、適時の開発費用、成果状況の評価、開発手段・手法の見極め・見直し

### 原則4: 責任体制の確立

- ✓ 役割の明確化、ガバナンス体制の確立、的確な安全管理、国の主導的役割

# 今後の高速炉開発の検討体制

原子力関係閣僚会議(2016年12月21日)で取りまとめた「高速炉開発の方針」からの抜粋

## 高速炉開発会議

議長：経済産業大臣 世耕 弘成  
 文部科学大臣 松野 博一  
 日本原子力研究開発機構理事長 児玉 敏雄  
 電気事業連合会会長 勝野 哲  
 三菱重工株式会社代表取締役 宮永 俊一

- ✓ 実務レベルの「戦略ワーキンググループ」設置を設置して、今後10年程度の開発作業を特定する「ロードマップ」を2018年目途に策定

## 戦略ワーキンググループ

### 統括チーム

【ミッション】

- ✓ 国内外研究開発機関のネットワーク化し、効果的に知見を集約、
- ✓ 最適な戦略を構築

【構成】

- ✓ 経産省、文科省、中核メーカー(MHI)、電気事業者、原子力機構の実務責任者、専門家、研究者(中心は経産省)

### 国際協力チーム

【ミッション】

- ✓ 日仏ASTRID協力の戦略立案
- ✓ 対外交渉・連絡調整・国内実施

### 常陽チーム

【ミッション】

- ✓ 国際協力含む運用計画を検討

### もんじゅチーム

【ミッション】

- ✓ 知見の技術的見地からの整理
- ✓ ナトリウム取扱い技術に関する研究開発、人材育成実施計画検討

### 国内施設チーム

【ミッション】

- ✓ 施設の運用計画を策定・調整

# 高速炉サイクル技術に係る日本の国際協力(現状)

- 日仏ASTRID協力や日米CNWGを中心に、日米仏主導の安全基準の国際標準化を目指すと共に、研究開発の効率化を進める。
- GIFやNEAなどの多国間協力においても、安全基準の国際標準化を目指すと共に、日本の施設の国際的な活用を推進する。

## 第四世代原子力システム国際フォーラム GIF (多国間)

- 【狙い】
- 日米仏主導の安全基準を国際標準化
  - 多国間で分担することにより効率的に実施、外部資金利用
  - 日本の施設の国際的な活用を推進

- 【主なプロジェクト】
- 安全基準、運転・保守ガイドラインの構築 (SDC/SDG)
  - 廃棄物の減容に資する照射試験 (GACIDプロジェクト)

## OECD/NEA (多国間)

- 【狙い】
- 各国の研究開発動向の把握
  - 日本の施設の国際的な活用の推進

- 【主なプロジェクト】
- 原子力革新2050イニシアチブ (NI2050)

## IAEA (多国間)

- 【狙い】
- 各国の研究開発動向の把握
  - 日本の施設の国際的な活用を推進

- 【主なプロジェクト】
- 革新的原子炉と燃料サイクル国際プロジェクト (INPRO)
  - 高速炉技術WG (TWG-FR)
  - 核燃料サイクルオプション技術WG (TWG-NFCO)



## 日仏二か国間

- 【狙い】
- 日米仏主導の安全基準を国際標準化
  - 高速炉の共通技術開発を日仏分担で実施することによる合理化
  - 日本の施設の国際的な活用を推進

- 【主なプロジェクト】
- **ASTRID協力**

## 日米仏三か国間

- 【狙い】
- 日米仏主導の安全基準を国際標準化
  - 安全性、廃棄物減容研究の協働、データ共有による合理化

- 【主なプロジェクト】
- ナトリウム冷却高速炉の協力に関する覚書

## 日カザフスタン二か国間

- 【狙い】
- 苛酷事故に関する試験を共同で実施し、苛酷事故対応技術の確立

- 【主なプロジェクト】
- **EAGLE試験**

## 日米二か国間

- 【狙い】
- 日米仏主導の安全基準を国際標準化
  - 安全性、廃棄物減容研究の協働、データ共有による合理化

- 【主なプロジェクト】
- **民生用原子力エネルギー研究開発WG (CNWG)**

## 1. 日本的高速炉開発の技術レベル

(1) 日本的高速炉サイクル開発の現状

## 2. 海外の高速炉サイクル開発の状況

(1) フランス、(2) 米国、(3) ロシア、(4) インド、(5) 中国

## 3. 今後的高速炉サイクル開発への取り組み

(1) 今後の開発方針

(2) 国際協力の有効活用

## 4. まとめ

## 原子力関係閣僚会議(2016年9月21日及び12月21)における決定:

- 我が国は、「高速炉開発を含めた核燃料サイクルの推進」の基本方針を堅持
- 高速増殖炉もんじゅは、原子炉として運転再開はせず、今後は廃止措置に移行
- 「高速炉開発の方針」に基づき「戦略ロードマップ(仮称)」の策定による開発工程の具体化を図る。

## 今後の高速炉サイクル技術の国際協力における考慮すべきポイント

- MOX燃料/窒化物燃料+湿式再処理: 仏国・ロシア
  - ・ 金属燃料+乾式再処理: 米国・韓国、インド、中国
- 世界標準原子炉の追求
  - ・ 地震条件の克服
  - ・ 炉型選択(ループ/タンク)
- ロシア、インド、中国、韓国等との協力・連携
- 実用化時期と高速炉サイクルの市場