

(最適化)の技術が必要。研究開発と運転管理との間でうまくバランスを取るための体制と、それを操る Research Management が欠けていたのではないか。

○電力会社並の安全管理体制の構築の視点

プラント運営については、大前提となる安全文化は当然だが、複雑系・巨大システムを運営するというビジネス的なマネジメントの発想が必要であり、この点についての経験・能力が組織的に弱いのではないか。集約・強化を図るべき。電力会社の力を借りる必要性があるかもしれない。プラントメーカーとの関係も整理する必要があるのではないか。

○JAEA職員の規律改善の視点

組織としてやるべき仕事が完遂できていない。守りの意識が強い。特定の課の業務過多により、その課の職員のプレッシャーや心の余裕のなさが懸念される。業務の分担と責任を再度明確化し、自らの責務を各職員が再認識する必要がある。

- ・特に、1点目の「運転・保守管理と研究開発とのバランスの視点」については、本研究計画を実施する際に必要とされる具体的な研究開発体制に関して、以下のような指摘がなされた。
 - 研究開発と運転管理は二項対立の構図で議論するのではなく、研究開発と大規模プラント運営との両立を目指すべき。特に、高速炉プラントの運営については、複雑系・巨大システムの運営自体が研究開発という側面もあって、商業用軽水炉の運転とは次元が異なる面があることも念頭に置くべき。
 - 「もんじゅ」の発電プラントとしての運転業務とその他の高速炉技術の基礎基盤研究(安全研究等)や廃棄物の減容・有害度低減研究、実証炉設計開発等との有機的連携が必要。JAEA内にとどまらず、国内の大学や民間企業等との協力関係を強化し、総合的に研究開発を実施することが望ましい。
 - 研究開発を推進するに当たっては、柔軟かつ実効性・機動性を持った研究開発マネジメント体制の構築が必要である。特に、研究開発の主体となるJAEAにおいては、当初設定した計画を所与のものとしてせず、柔軟な対応が求められる。例えば、「もんじゅ」を活用して得るべき成果やデータについては、国内外の研究開発の進展や新たな知見の創出などに応じて変化するため、本研究計画に対して、これらの最新の状況を踏まえた新たな提案を技術的な観点から積極的に行うことも必要である。
- ・上記内容については、改革本部の下に設置された大臣政務官をヘッドとするタスクフォースに報告され、特に改革本部における議論の中心となった「「もんじゅ」の運転管理体制の見直し」の項目に反映されている。
- ・今秋を目途に、当該基本的方向に従って、JAEAが具体的な取組内容や工

程表を作成することとなっているが、「運転管理体制」のみならず、研究開発体制についても、上記の指摘を踏まえて、本研究計画を確実に実施できるよう、JAEA全体の体制を構築すべきである。

- ・なお、この組織改革に当たっては、今般の保守管理の不備のみならず、これまでのトラブル対応における本質的な問題を、組織全体としての問題として捉え直し、不退転の覚悟で改革を断行し、国民が安心して「もんじゅ」の運転管理及び研究開発を任せることができる組織とならなければならない。

(人材育成・確保及び技術継承—Knowledge Managementの観点からの検討—の在り方)

- ・「もんじゅ」の運転・保守と研究開発とのバランスを持って進めるに当たっては、いかなる組織に運転員・保守管理要員・研究者の経験を蓄積するかについて、あらかじめ出口戦略を定めて取り組むことが必要である。
- ・具体的には、運転管理体制については、上記のJAEA改革本部の基本的方向においてもプロパー率の低さがマイプラント意識の低下につながっているのではないかとの指摘がされていることから、電力会社や関連会社の知見を最大限活用しつつも、JAEAが自立的に「もんじゅ」を運転できる人材を育成・確保し、技術継承できる体制を構築すべきである。
- ・その際、運転員や保守管理要員については、機械的な運転管理にとどまらず、日常的に発生するトラブルに対して即応できるResilience（強じん）さを内在する「現場力」を有し、主体的な改善提案ができる人材を育成する必要がある。
- ・なお、将来の高速増殖炉/高速炉開発に係る政策が明らかになった時点で、次の段階の運転管理主体への技術継承の仕組みを改めて検討すべきである。
- ・一方、日常の保守管理業務に係る技術については、メーカーや関連会社に蓄積されることが望ましいと考えられるため、複数社にまたがる業務を一社で集約する仕組みを構築すべきである。

(2) 研究開発プログラム評価の在り方

(評価の基本的考え方)

- ・技術的観点からは、「もんじゅ」を最大限活用し、本研究計画「3. 具体的な研究開発プログラムについて」で示した開発プログラムの全ての項目にわたる成果を得ることが好ましい。
- ・一方で、これまでの「もんじゅ」における取組については、約1兆円もの経費を費やしながらも十分な成果が得られていない現状、さらにはこれに対して国民がいら立ちを感じている現実を踏まえると、まず目指すべき最低限ともいえる目標を明示した上で、その目標を着実に達成できたことを示すことができなければ、その後の「もんじゅ」を用いた研究開発を進めることはできないことを認識すべきである。

- ・かかる観点から、本研究計画においては、「2. (5) 研究計画策定における基本的考え方」に示したとおり、「これまでの開発経緯を踏まえ、効果的・効率的に、かつ国民にその過程・成果が伝わるよう明確な目標をもって研究を推進していくという観点から、年限を区切った目標を掲げ、評価を行い、その後の研究の継続の可否を決めることとする。」とし、その目標となる評価時期を「成果の取りまとめ時期」として定め、その時点での技術的な達成度を厳しく評価し、その技術的な観点からの結果とその時点でのエネルギー政策上の位置付け、さらには国際的な状況も勘案し、研究継続の可否を判断する。
- ・評価主体については、中立性・公平性の観点から、第三者の視点からの評価が必要であり、ピアレビュー等の形で、国際機関や海外の研究機関の専門家も含めた外部機関による評価を受けることが必要。なお、JAEAにおいては、内部で自己評価を行いつつ、研究開発を進めるべきである。

(評価の時期)

- ・本研究計画においては、以下をはじめとする高速増殖原型炉としての技術実証、高速増殖炉/高速炉の安全技術の体系的構築並びに同システムを用いた環境負荷低減の有効性確認に必須な最低限の知見を得ることができる「第5サイクル終了後」（おおむね6年程度）を「成果の取りまとめ時期」として定める。
 - ▶ 安定稼働の実証や主要機器性能の経時特性把握を含めた発電システム信頼性の確認、設計手法の検証、及び数回の本格点検経験や課題解決に基づく保守技術の整備を示し得る高速増殖原型炉としての経験知蓄積
 - ▶ 高速増殖炉/高速炉システムの高次化PuやMAを含有する炉心特性（臨界特性、出力特性、燃焼特性）の把握
 - ▶ 自然循環除熱試験等による安全技術体系の構築に資する基盤的データの取得
- ・一方、その前段階となる「性能試験完了後」（おおむね2年程度）においても、100%出力試験が完了し、必要な特性試験を一定の条件下で全て網羅するなど、その後の本格運転に入れるかどうかの重要な成果が取得できる時期であることから、その後の研究計画の見直しも含め、以下の評価の観点も踏まえた中間的な評価を行うこととする。
- ・なお、上記の評価に加えて、これまでの開発経緯も踏まえ、運転再開に向けた取組の進捗状況について、一定の時期に技術的な観点からの確認を行うことも必要である。
- ・上記の評価の時期について、第3章で示した具体的な研究開発プログラム及び第4章で示した国際協力の在り方の主要な事項との関係を整理し、全体像を示すと、別紙7のとおりである。

(評価の観点)

- 上記の判断を行うに当たっては、①技術メリット、②コスト、③安全性の3点を評価軸として設定することとする。
- 特に、②については、基本的には、第2章で示した技術保有の意義を踏まえれば、経済性で全てが決するものではないものの、一方で、不確実な将来の資源見通しとの関係で、目標達成のために必要となるコストが妥当な範囲であるか、すなわち合理的に許容できる範囲であるかという観点で、取り得る方向によって将来必要となるコストがどのように変化するかを分析することは、評価の観点として重要な要素である。
- ①については、「3. 具体的な研究開発プログラムについて」の中で示した個別技術の目的を達成するために必要な成果を出しているか否かについて、成果目標の達成度合いを技術的な観点から確認し、評価する。
- ②については、「成果の取りまとめ時期」以降の技術取得のために必要なコストについて、「もんじゅ」により取得する場合と代替手段により取得する場合とのコスト分析を行う。なお、代替手段については、評価の際に十分に国内外の研究開発の動向を踏まえた検討が実施できるよう、現時点から「成果の取りまとめ時期」以降の技術の代替手段の検討を開始すべきである。
- ③については、炉心燃料の構成を変更する場合等、原子力規制委員会による安全確認が得られた場合にのみ研究継続が可能となる。

(3) 研究開発プログラムの実施に不可欠な取組

(リスクコミュニケーションとリスクマネジメントの充実)

- あらゆる事象には大小の差こそあれ、必ずリスクが存在する。とりわけ原子力のリスクは、放射能という目に見えないリスクを内在しているため、十分に丁寧なリスクコミュニケーションが必要となる。
- 「もんじゅ」については、研究開発段階にある原型炉であるという性質上、商業用軽水炉で想定され得る以上に、トラブル・不具合が生じるリスクを内在している。また、これまで運転経験の蓄積が少ない中、今後、運転再開に向けた取組や性能試験を進める中で、様々なトラブル・不具合や課題が発生する可能性がある。JAEAにおいては、これらのリスクを事前に十分に分析(リスクアセスメント)することは言うまでもないが、加えて、想定し得ないことが発生し得ることも含めて、今後生じ得るリスクについて、積極的に対外的説明を果たし、外部と共有(リスクコミュニケーション)することにより、研究開発を円滑に進める環境を醸成(リスクマネジメント)することが必要である。
- 例えば、各国の高速増殖炉/高速炉におけるナトリウム漏えい経験(仏国の原型炉フェニックスで30回以上(微量~6.5トン)、露国の原型炉BN600で40回程度(微量~約1トン)等)について、個々の事例を改めて整

理し、その深刻度を分析した上で、あらかじめ事故レベルの認定に関する科学的評価手法を確立・共有しておくことが必要である。

- ・事業者においては、実際にトラブル・不具合や課題が発生した場合においては、十分なリスクアセスメントとその対策によって、どの程度影響が緩和されたのかについて説明責任を負っていることも十分に理解しなければならない。
- ・また、JAEAにおいては、通常の運転を通じて、常にリスク低減に努めるリスクマネジメントの取組も充実させるべきである。

(新規制基準による安全規制への対応)

- ・本年7月に施行されている新規制基準への対応は確実に実施する必要があることに加えて、運転期間中の保安検査・定期検査の中でも常に適格性の確認を受けることが大前提である。
- ・今後、原子力規制委員会が高速炉特有の新規制基準を策定する際には、適時適確に技術データを提供し、国際水準の安全基準策定に貢献すべきである。
- ・「もんじゅ」は、その安全確認が得られた後も、国際的にも重要な既存の高速増殖炉/高速炉としての運転及び継続的な安全性向上のための取組を進め、国際的な安全基準を含めた将来の高速炉に係る安全基準に反映可能なデータを蓄積し、安全基準の高度化に貢献するべきである。

(地域の方々をはじめとする国民との信頼関係の構築)

- ・社会において原子力活動を円滑に推進していくためには、地域の方々をはじめ国民の理解と協力を得ることが不可欠である。そもそも原子力施設が立地できて初めて原子力活動が可能になること、その安定的な活動により国民社会に対する貢献が可能となることから、特に地域の方々の理解と協力を得ていることが原子力活動の大前提となる。
- ・地域の方々をはじめ国民の理解と協力を得るためには、トラブル発生時の迅速かつ正確な情報発信はもとより、平常時より、施設の安全性に関わる事項や日々の活動状況、研究開発の成果やその意義等について積極的かつ分かりやすく情報発信を行うことにより、活動の透明性を高めることが重要である。
- ・原子力施設を運営する事業者は、上記の取組を続けることにより、地域の方々をはじめ国民との「信頼関係」を構築していなければ、地域の方々や国民と向き合い、対話をし、理解と協力を得るために更なる時間を要することとなる。
- ・「もんじゅ」については、「情報公開の不備」や「度重なるトラブル」、「多額のコストを費やしても十分な成果が上がらない」などの理由により、これまでも、国民より厳しい目が向けられてきたところ、今般の1万件を超える点検漏れにより、国民の理解や協力を得るための礎となる「もんじゅ」を運

営する J A E A に対する「信頼」が失墜した。

- 特に、「もんじゅ」を「将来の夢の原子炉」として受入れたにもかかわらず、長期にわたり様々なトラブルにより、その開発が予定どおり進んでいない状況にありながら、その活動に理解・協力を頂いてきた地域の方々の「信頼」を大きく損ねる事態となったことを重く受け止め、まずは、一日も早い信頼回復に努めることが喫緊の課題である。
- このため、J A E A においては、役職員一人一人が現在進めている組織改革を自らのこととして受け止め、不退転の覚悟で断行しなければならない。また、あらゆる機会を活用してその活動についての説明責任を果たし、地域の方々をはじめ国民が安心して「もんじゅ」の運転管理及び研究開発を任せられる組織、すなわち「信頼される組織」となることが不可欠である。

(以上)

添付資料

目次

添付資料 1	別紙集.....	4 5
添付資料 2	参考資料集	5 5
添付資料 3	もんじゅ国際ワークショップ各国説明資料	1 1 1
添付資料 4	もんじゅ研究計画作業部会 構成員.....	1 8 1
添付資料 5	もんじゅ研究計画作業部会 検討の経緯.....	1 8 2
添付資料 6	用語解説.....	1 8 4

別紙集

高速増殖炉プラントとしての技術成立性の確認等の高速増殖炉の成果の取りまとめに必要な技術を特定するため、「もんじゅ」の技術体系を整理。その上で、これらを「高速増殖炉開発における技術の重要度」と「もんじゅ」を利用することの優先度」の2つの軸で表を整理。

「もんじゅ」において研究開発可能な技術

1) 炉心・燃料技術	高次化Pu/Am含有組成燃料で構成された炉心の設計技術 実用規模燃料等の設計技術 等
2) 機器・システム設計技術	ループ型炉プラント系統設計技術・評価技術 ループ型炉の大型機器設計技術・評価技術 等
3) ナトリウム取扱技術	原子炉容器・1次主配管用ISI技術 蒸気発生器伝熱管用ISI技術 等
4) プラント運転・保守技術	トラブル等から得られる知見の集積による運転技術・保守技術の向上 燃料取扱系機器の保守管理技術 等
5) 安全機能確認・評価技術	大規模系統での自然循環除熱設計技術・評価技術 シビアアクシデント発生防止・影響緩和に係る設計対応技術 等

以下の観点で技術をそれぞれ再整理

高速増殖炉開発における技術の重要度の分類基準

- A: 高速増殖炉開発において鍵となる技術**
 ・高速増殖炉の安全性、信頼性、経済性あるいは資源有効利用性の実現に係る技術成立性の確認において不可欠な技術
 ・国際的に高い評価を得る技術(世界初、有償入手依頼、対等な対価の国際協力の対象となるもの)
- B: 高速増殖炉開発において重要又は補強となる技術**
 ・高速増殖炉の技術成立性の確認に係る技術であるが、Aに該当しないもの(例えば、上記Aの技術を補強・支援するもの、国際協力のテーマになり得るもの)
- C: 高速増殖炉の成果の取りまとめには入らない技術**
 ・高速増殖炉特有の技術ではないもの(例えば、タービン設備、発電機設備等の軽水炉や一般産業でも活用されているもの)

「もんじゅ」を利用することの優先度の分類基準

- 1: 「もんじゅ」でなければ開発できない技術**
 「もんじゅ」以外では、等価な技術が開発できないもの
 (「もんじゅ」固有の特徴に依存する技術)
- 2: 「もんじゅ」で開発することが合理的な技術**
 等価な技術を「もんじゅ」以外でも開発できる可能性はあるが、「もんじゅ」で開発することが時間的、経済的、技術的な観点で適切な技術
- 3: 「もんじゅ」以外で開発することが可能な技術**
 等価な技術を「もんじゅ」以外でも開発することが可能で、かつ、時間的、技術的な観点で適切と考えられる技術

高速増殖炉プラントとしての技術成立性の確認等の高速増殖炉の成果の取りまとめに必要な技術を特定するため、「もんじゅ」の技術体系を整理。その上で、これらを「高速増殖炉開発における技術の重要度」と「もんじゅ」を利用することの優先度」の2つの軸で表を整理。

「もんじゅ」を利用することの優先度

	1 「もんじゅ」でなければ開発できない技術	2 「もんじゅ」で開発することが合理的な技術	3 「もんじゅ」以外で開発することが可能な技術
A 高速増殖炉開発において鍵となる技術 (成果の取りまとめに不可欠なもの)	A1 【炉心・燃料技術】 ・高次化Pu/Am含有組成燃料で構成された炉心の設計技術・管理技術 【機器・システム設計技術】 ・ループ型炉プラント系統設計技術・評価技術 ・ホットベッセル原子炉容器の設計・評価技術 ・計測設備設計技術の内、炉外核計装、FFDの設計技術 ・燃料取扱システム設計技術 【ナトリウム取扱技術】 ・原子炉容器/1次主配管用ISI技術 【プラント運転・保守技術】 ・1次系配管・炉容器外配置1次系機器の保守管理技術 ・トラブル対応から得られる知見の集積による運転技術・保守技術の向上 【安全機能確認・評価技術】 ・「もんじゅ」のシビアアクシデント防止/緩和対策・評価技術 ・大規模系統での自然循環除熱設計技術・評価技術 ・安全保護系統(計装、保護動作)の設計技術・評価技術 ・ナトリウム-水反応防止/緩和設備の設計技術・評価技術	A2 【炉心・燃料技術】 ・実用規模燃料等の設計技術 ・廃棄物減容・有害低減を目指した「もんじゅ」照射試験 【機器・システム設計技術】 ・ループ型炉の大型機器設計技術・評価技術 ・計測設備設計技術の内、ナトリウム漏えい検出技術、水漏えい検出技術、タグガス式燃料破損位置検出技術 【ナトリウム取扱技術】 ・蒸気発生器伝熱管用ISI技術 ・ナトリウム管理技術(ナトリウム純度管理、放射化物(CP挙動、トリチウム挙動)、ナトリウム蒸気管理、洗浄等) 【プラント運転・保守技術】 ・高速増殖炉発電プラントの運転管理技術 ・高速増殖炉の保守管理技術(2次系機器等) ・燃料取扱系機器の保守管理技術	A3 【機器・システム設計技術】 ・高温構造設計・評価技術(コールド試験、常陽照射等) ・検出機器類の性能向上技術(コールド試験) 【プラント運転・保守技術】 ・廃炉関連技術*(先行炉、海外炉) * : 廃炉時に確認 【安全機能確認・評価技術】 ・シビアアクシデント発生防止・影響緩和に係る設計対応技術(コールド試験、IGR炉) ・自然循環時の詳細温度分布等による解析技術(コールド試験)
B 高速増殖炉開発において重要又は補強となる技術 (成果の取りまとめに有用なもの)	B1 【機器・システム設計技術】 ・水・蒸気系設備設計技術のうち、制御特性・過渡特性に関する設計技術・評価技術	B2 【機器・システム設計技術】 ・水・蒸気系設備設計技術の内、蒸気発生器等設計・評価技術 ・発電所補助システム設計技術(換気空調システム、メンテナンス時冷却システム)	B3 【機器・システム設計技術】 ・2次系ポンプ設計・評価技術(コールド試験、海外炉) ・主循環ポンプ調速用VVVFの設計技術(コールド試験) ・浸漬型純化系コールドトラップ設計技術(海外炉)
C 高速増殖炉の成果の取りまとめには入らない技術	C1 【機器・システム設計技術】 ・発電所補助システム設計技術(ユーティリティ消費量、制御用圧縮空気圧力、等) ・タービン/発電機設計技術	C2	C3

○運転パターンについて

原型炉としての成果を確実に取得するためには、十全な保全を行うための期間を設け、計画的に運転を継続することが必要。さらに、「もんじゅ」としては故障の克服とその経験蓄積を行うことも重要な役割。従って、本格運転以降は、1サイクル(4か月)の運転に加え、8か月程度の点検を行う運転パターン*を当面は想定する。

○成果の達成時期の検討に際して考慮した主要な事項

炉心構成

初装荷炉心;性能試験時の炉心

40、75、100%と種々の出力での運転を経験。燃焼の進んでいない初装荷炉心での臨界特性及び出力特性を把握する。

初期炉心;初装荷炉心より移行し、第5サイクルで低燃焼度燃料での炉心へ移行を完了

1/4ずつの燃料交換で、性能試験で使用した燃料を順次取り出し、5Cyで全て取り替え、燃焼度の異なる4種類の燃料で炉心を構成する。100%出力×4ヶ月運転を通して炉心の燃焼特性を把握する。5Cyで設計の燃焼度(低燃焼度、取出平均で約5万MWd/t程度)を達成する。

平衡炉心;第5サイクルから第8サイクルを通して低燃焼度の平衡炉心を経験

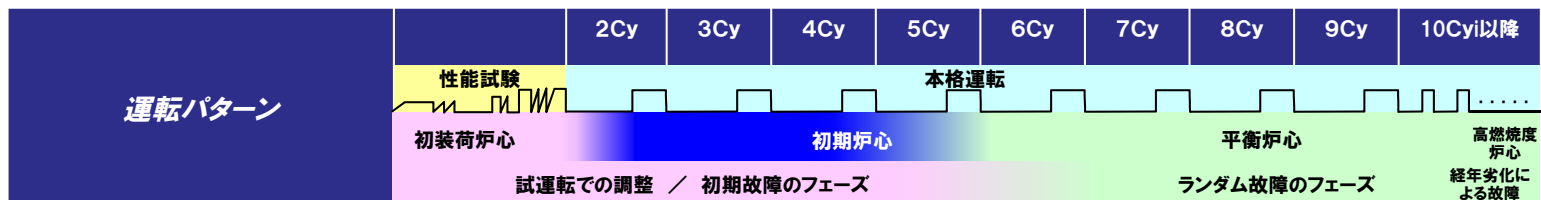
1/4ずつの燃料交換を4回行い、全ての燃料交換パターンでほぼ同等の炉心特性を示すことを確認する。

高燃焼度炉心;平衡炉心より移行し、第13サイクル**以降に高燃焼度燃料での炉心へ移行を完了

1/5ずつの燃料交換で高燃焼度燃料(取出平均で約8万MWd/t程度***)に取り換え、高燃焼度炉心特性を確認する。

設備の信頼性(故障の発生段階)・経年特性

試運転(性能試験)での調整を行い、運転開始から5年程度の初期故障フェーズ、10年程度のランダム故障フェーズ、その後の経年的な故障フェーズを想定



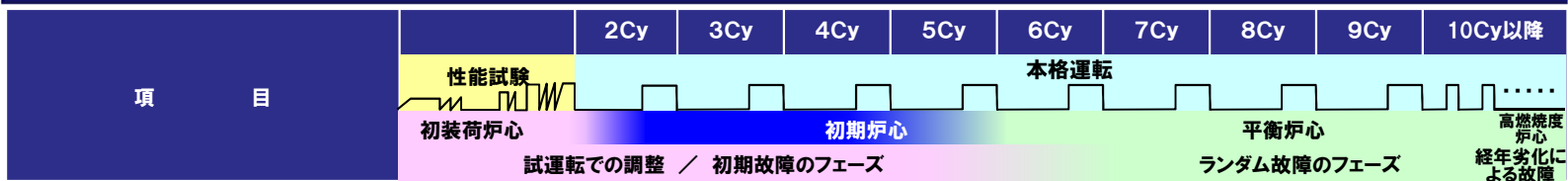
*:点検期間等の運転パターンは点検項目等により変動がありうる。

** :高燃焼度炉心への移行完了時期は、照射データ取得、Pu原材料調達等を含めた今後の検討により変わらう。

*** :現設置許可における設計値。ただし、低燃焼度燃料から段階的に移行することとしている。

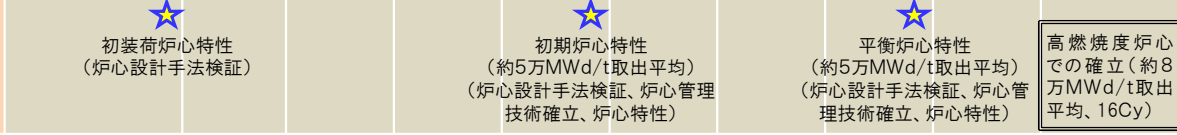
「もんじゅ」における主要な研究開発項目（1/2）

別紙3



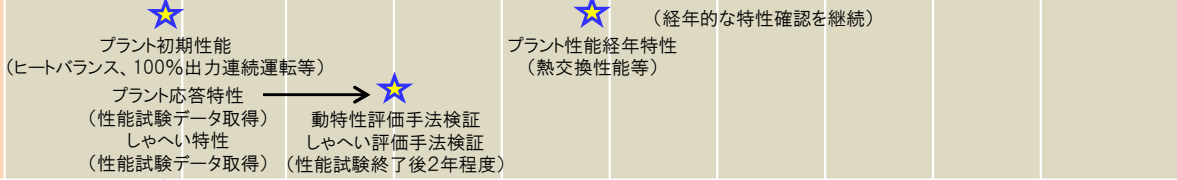
【A1技術】 1. 炉心・燃料技術

1) 高次化Pu/Am含有組成燃料で構成された炉心の設計技術・管理技術

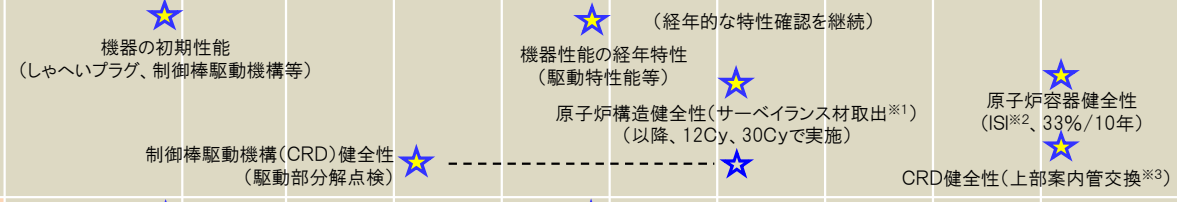


【A1技術】 2. 機器・システム設計技術

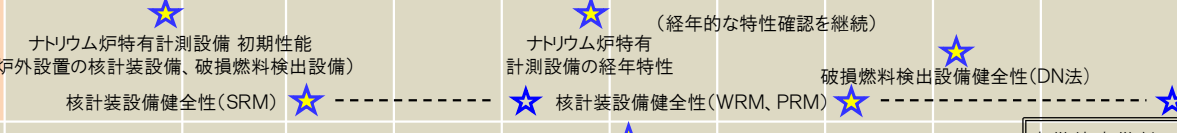
1) プラント系統の設計・評価技術



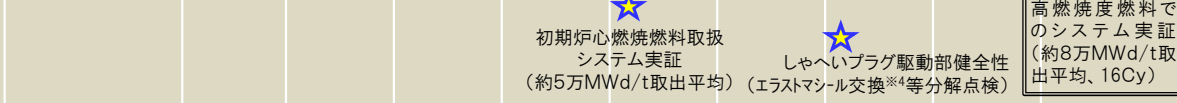
2) ホットベッセル原子炉容器等の設計・評価技術



3) ナトリウム炉特有の計測設備の設計・評価技術

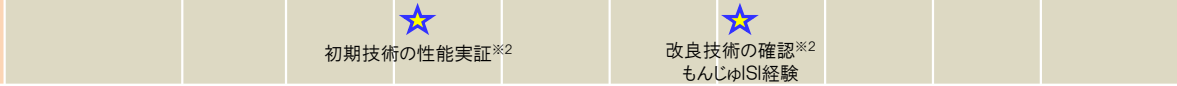


4) 燃料取扱システム設計技術



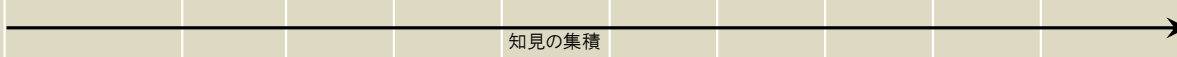
【A1技術】 3. ナトリウム取扱技術

1) 供用期間中検査技術(原子炉容器用ISI技術、1次系主配管用ISI技術)

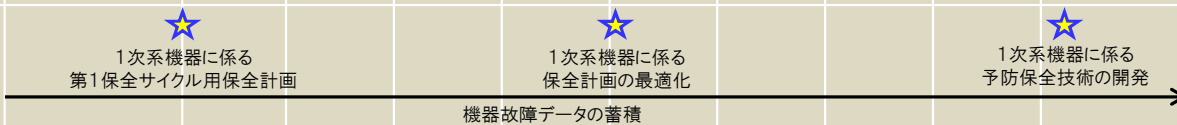


【A1技術】 4. プラント運転・保守技術

1) トラブル対応から得られる知見の集積による運転・保守技術の向上

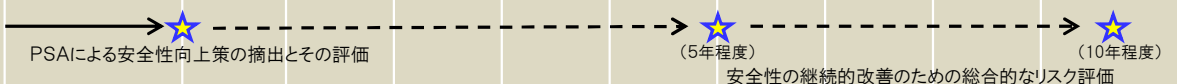


2) 1次系機器に係る保守管理技術

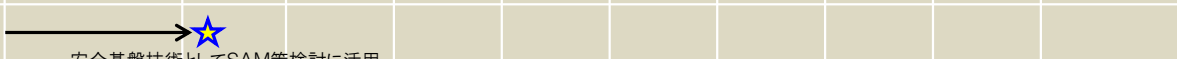


【A1技術】 5. 安全機能確認・評価技術

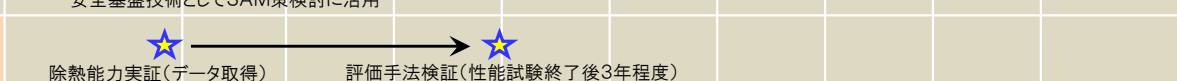
1) 確率論的安全評価等によるシビアアクシデント評価技術の構築と安全性向上策の抽出



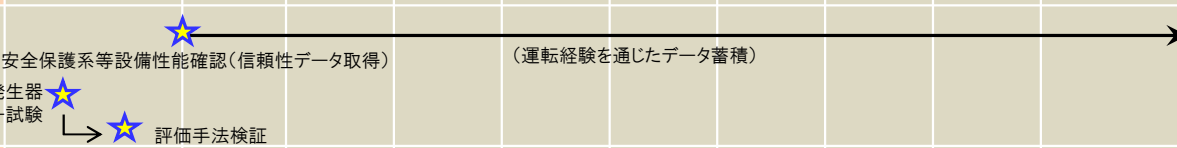
2) 「もんじゅ」の安全性に関する総合評価と活用



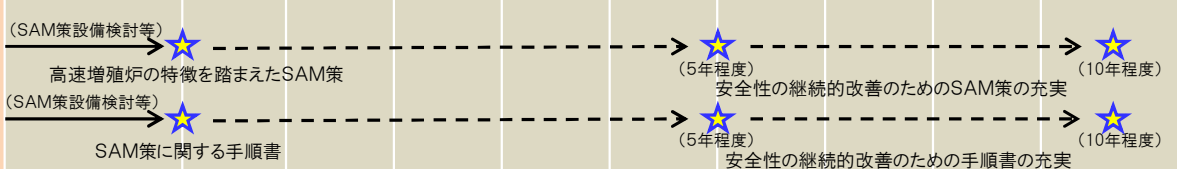
3) 自然循環試験による高速増殖炉の崩壊熱除去能力の実証



4) 設計基準ベースの安全設計・評価技術



5) シビアアクシデントマネジメント策の充実とその実証的な確認や訓練・運用



□ : 国際協力で実施またはその可能性あり

※1 サーベイランス材取出時期は今後の性能試験結果を踏まえて決定される。 ※2 ISI実施時期、実施頻度は今後決定される。 ※3 設計上の交換時期。 ※4 10回の燃料交換後(性能試験用炉心構成等のため過去2回燃料交換実施)。

「もんじゅ」における主要な研究開発項目（2/2）

別紙3

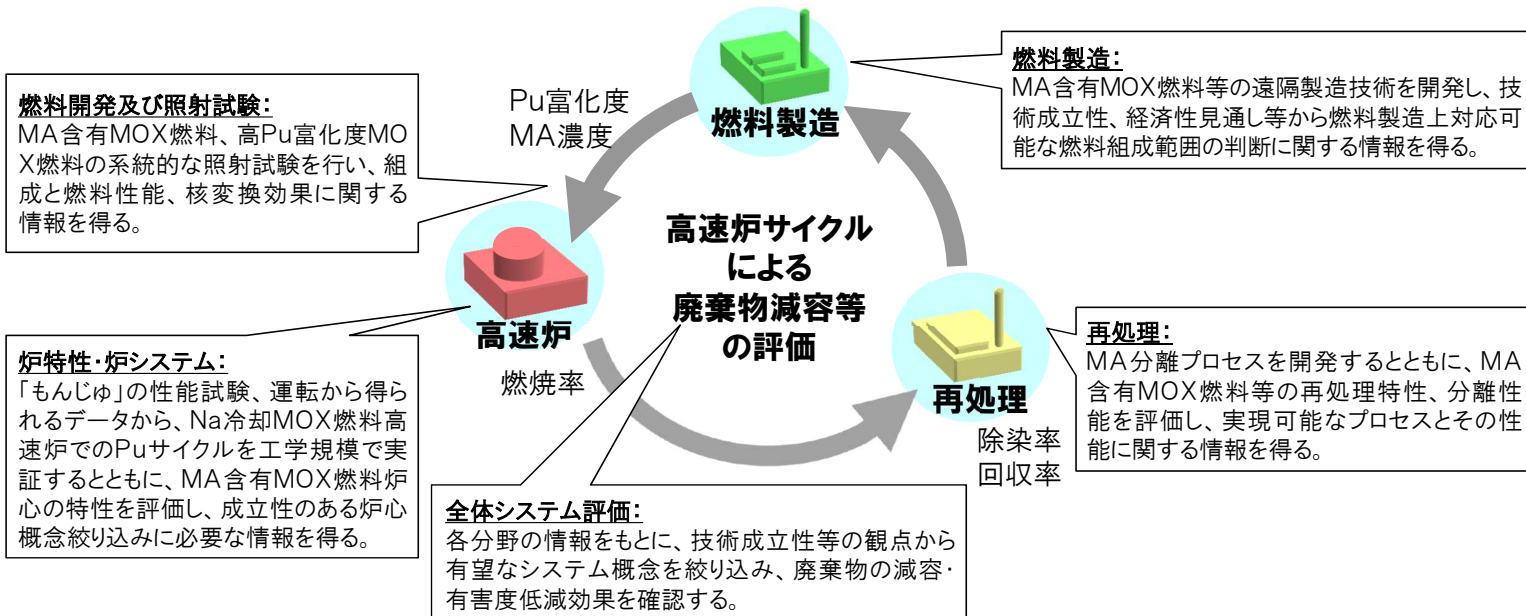
項目	性能試験	2Cy	3Cy	4Cy	5Cy	6Cy	7Cy	8Cy	9Cy	10Cy以降
	初装荷炉心	初期炉心					平衡炉心			
	試運転での調整 / 初期故障のフェーズ					ランダム故障のフェーズ				
【A2技術】 1. 炉心・燃料技術										
1) 実用規模燃料等の設計技術	(取出)	→	★ 初期照射挙動 (初期照射挙動)	(取出)	→	★ 燃焼照射挙動 (照射挙動・増殖性能)	→	★ 増殖性能		
2) 廃棄物減容・有害度低減を目指した「もんじゅ」照射試験		(取出)	→	★ 制御棒照射挙動	(取出)	→	★ 高次化Pu-MOX燃料照射挙動	→	★ MA含有MOX燃料照射挙動	(取出※1)
【A2技術】 2. 機器・システム設計技術										
1) 大型機器設計・評価技術	★ 機器の初期性能 (ナトリウムポンプ、中間熱交換器等)				★ 機器性能の経年特性 (熱交換性能等)					(経年的な特性確認を継続)
				★ 1次主ポンプ健全性(軸封部分解点検)	★	★	★	★	★	★
			★ 2次主ポンプ健全性(軸封部交換)	★	★	★	★	★	★	★
2) ナトリウム炉特有の計測設備の設計・評価技術	★ ナトリウム炉特有計測設備初期性能 (破損燃料位置検出設備、水漏えい検出設備、ナトリウム漏えい検出設備)				★ ナトリウム炉特有計測設備の経年特性					(経年的な特性確認を継続)
			★ 水漏えい検出設備健全性	★	★	★	★	★	★	★
			★ ナトリウム漏えい検出設備(SID)の健全性	★	★	★	★	★	★	★
			★ 新型計装技術開発(性能試験終了後3年程度)	★	★	★	★	★	★	★
										★ 破損燃料位置検出設備健全性(タグガス法)
【A2技術】 3. ナトリウム取扱技術										
1) 供用期間中検査技術(蒸気発生器伝熱管用ISI技術)			★ 初期技術の性能実証※2			★ 改良技術の確認※2 もんじゅISI経験				
2) ナトリウム管理技術			★ ナトリウム純度管理技術 (水素濃度移行、純度管理運用基準)		★ ナトリウム純度管理技術 (2次系コールドトラップ交換※3)	★ ナトリウム純度管理技術 (1次系コールドトラップ交換※3)				
				★ ナトリウム蒸気等対応設計 ナトリウム機器洗浄技術	★	★	★ ナトリウム蒸気等対応設計 (1次系・2次系ベーパートラップフィルタ交換※3)			
							★ 放射化物挙動評価手法			★ CP移行挙動データ (飽和値、17Cy)
【A2技術】 4. プラント運転・保守技術										
1) 2次系機器・燃料取扱設備等に係る保守管理技術		★ 2次系機器・燃料取扱設備等に係る第1保全サイクル用保全計画				★ 2次系機器・燃料取扱設備等に係る保全計画の最適化				★ 2次系機器等に係る予防保全技術の開発
						★ 機器故障データの蓄積				
2) 高速増殖炉発電プラントの運転管理技術	★ 性能試験運転経験を通じ整備された運転管理技術 (運転手法、保安規定)				★ 本格運転経験に基づき整備された運転管理技術 (運転手法、保安規定)					
					★ FBR異常診断技術の開発(性能試験終了後3年程度)					
【B1技術】 2. 機器・システム設計技術										
1) 水・蒸気系設備に係る系統設計・評価技術	★ 水・蒸気系プラント応答特性 (性能試験データ取得)			★ 水・蒸気系動特性評価手法検証 (性能試験終了後2年程度)						
【B2技術】 2. 機器・システム設計技術										
1) 蒸気発生器等設計・評価技術	★ 蒸気発生器の初期性能					★ 蒸気発生器の経年特性				(経年的な特性確認を継続)
										★ 蒸気発生器伝熱管健全性 (ISI※2、33%/10年)
2) 発電所補助システム設計技術	★ 初期性能 (換気空調設備、メンテナンス冷却系設備)									

□: 国際協力で実施またはその可能性あり

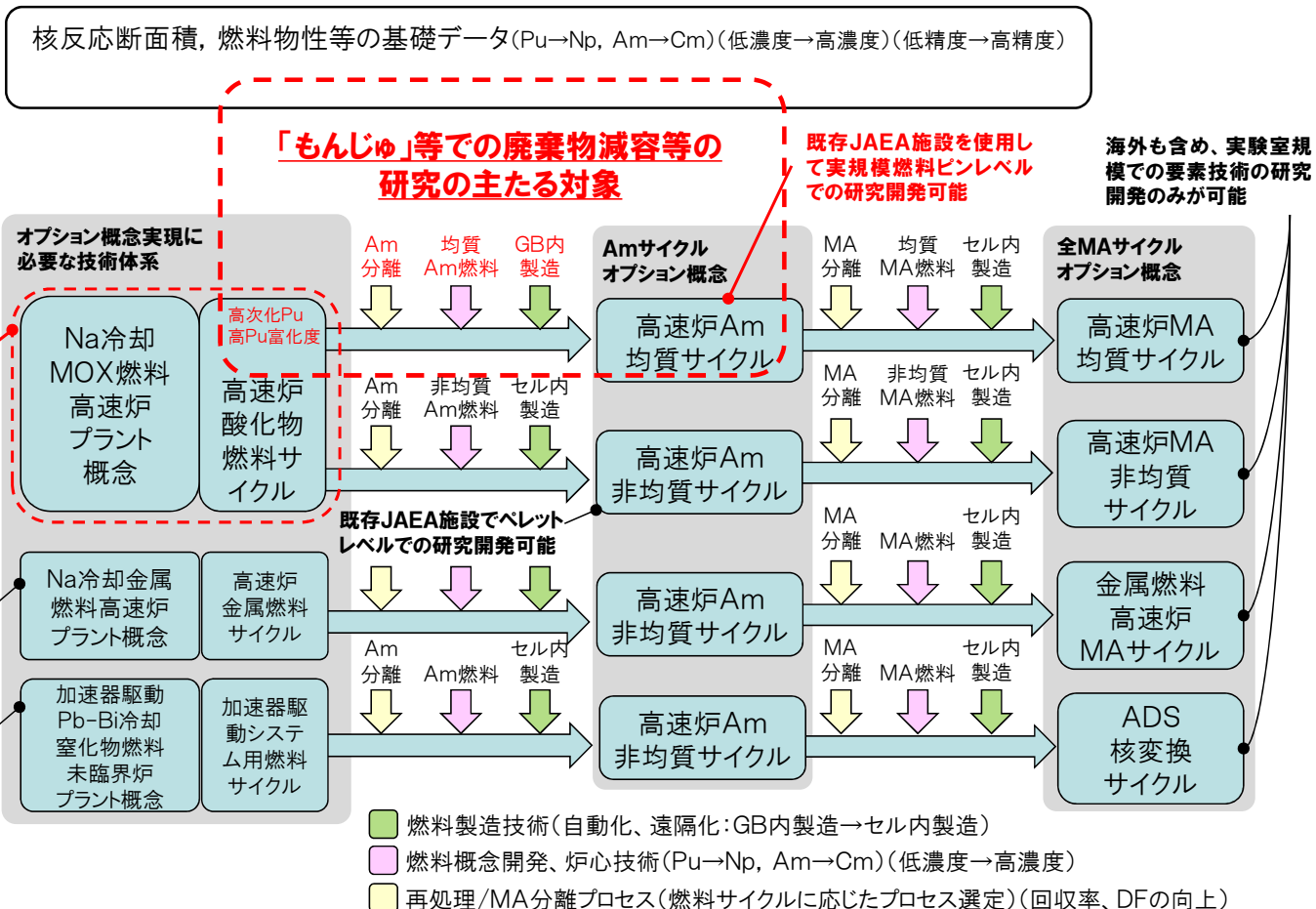
※1 共同研究相手先国との調整や許認可対応による時期の変動はある。 ※2 ISI実施時期、実施頻度は今後決定される。 ※3 設計上の交換時期。

●高速炉サイクルによる廃棄物減容、有害度低減の技術見通しと有効性の評価のために確認すべき事項

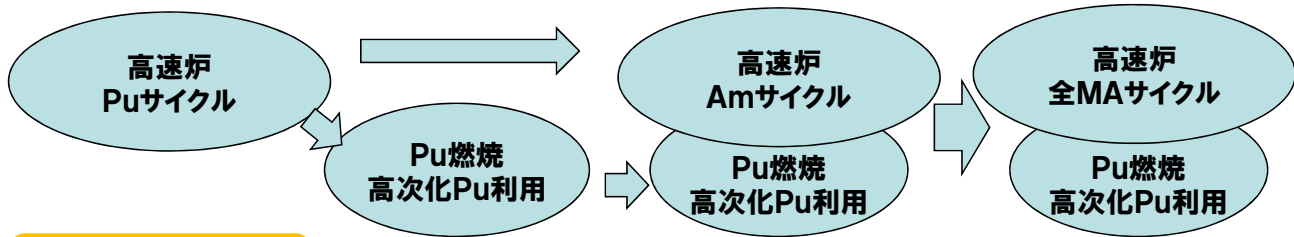
- 高速炉プラント概念の技術成立性 → Na冷却MOX燃料高速炉プラントでのPuリサイクルの技術成立性確認
- Pu利用柔軟性向上 → 高次化Pu利用、Pu燃焼の確認
- MAの利用、燃焼 → MA含有MOX燃料利用の確認
- MA分離・変換関連サイクル技術 → MA分離、遠隔燃料製造技術等の開発、見直し確認



基礎研究



システム像

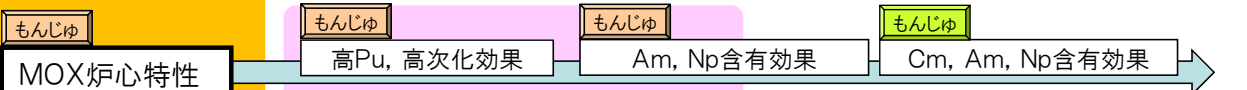


必要技術

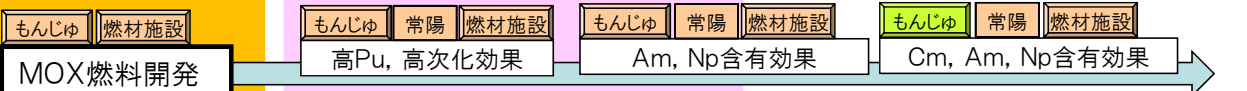
炉システム



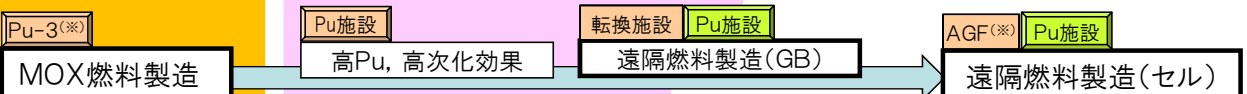
炉心



燃料開発



燃料製造



再処理



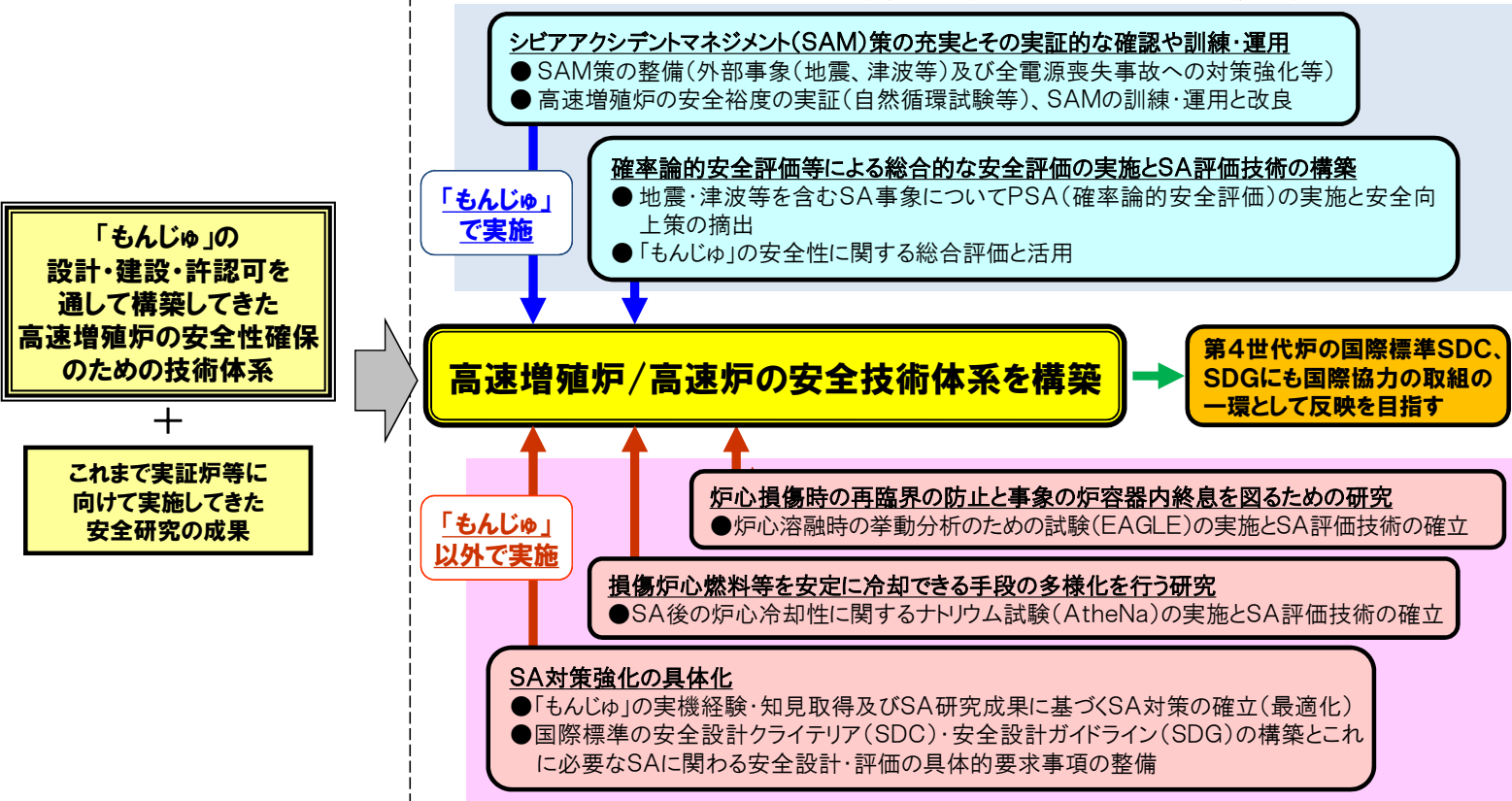
「もんじゅ」成果取りまとめ
廃棄物減容等のための研究

(※) Pu-3:プルトニウム燃料第三開発室, AGF:照射燃料試験施設
CPF:高レベル放射性物質研究施設, NUCEF:燃料サイクル安全工学研究施設

高速増殖炉/高速炉の安全性強化を目指した研究開発

東電福島第一原子力発電所事故の経験を踏まえた高速増殖炉/高速炉の安全技術体系を構築するため、「もんじゅ」でシビアアクシデント(SA)対策に関する実践的な研究開発を実施するとともに、SAを模擬した試験やシミュレーションコードを含むSA評価技術の開発を実施することを検討。

東電福島事故を踏まえ実施する安全性強化のための研究開発



【具体的研究プロジェクト及び各国の個別研究開発への貢献】

- 廃棄物の減容に資する照射試験
 - －米国の燃料材料を、仏国にて加工し、日本の「もんじゅ」で照射
- 海外高速炉の燃料の先行照射
 - －仏国は、ASTRIDの初装荷燃料のための照射試験を希望
- シビアアクシデント対応のための研究開発
 - －「もんじゅ」自然循環に係る詳細データ提供による設計協力

① 2国間協力の強化

② GIF※等の多国間協力の更なる深化
※第4世代原子カシステム国際フォーラム

③ IAEAの枠組みを活用した国際協力

【将来の高速炉の安全性向上及び国際基準策定への貢献】

- 高速炉の安全基準、運転・保守ガイドラインの構築
 - －高速炉に関する国際安全基準(SDC)の策定
 - －SDCの具体化に向けた国際ガイドライン(SDG)の策定検討

【高速炉開発に係る基盤的データの共有】

- 高速炉の安全に関する公開データに基づく研究協力
 - －自然循環データ解析など(IAEAの枠組を活用)
- プラント運転経験に関する情報交換
 - －公開情報レベルでの情報交換

⇒安全性向上や国際基準策定に関する国際協力については、特に積極的に推進

研究計画全体像のイメージ

	中間評価	全体評価
「もんじゅ」の工程	性能試験(40%~100%出力) 性能試験+第1サイクル運転	定格運転(初期炉心) 第2サイクル~第5サイクル運転
高速増殖炉開発の成果の取りまとめ 目標 高速増殖炉プラントとしての技術成立性の確認	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 発電システム成立性の確認 <ul style="list-style-type: none"> ・100%出力での発電など性能確認 ・機器性能等の初期性能確認 ・設計手法検証 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 発電システム信頼性の確認 <ul style="list-style-type: none"> ・安定稼働の実証、プラント運用技術整備 ・機器性能等の経年特性 ▶ 炉心燃料の信頼性実証 <ul style="list-style-type: none"> 増殖比確認、照射変形等挙動確認
廃棄物の減容・有害度低減 目標 高速増殖炉/高速炉システムによる環境負荷低減の有効性の確認	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 供用期間中検査(ISI)技術の開発、実機適用準備 ▶ 設備点検・故障対応経験を通じた保守管理技術の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ ISI技術の実機適用
高速増殖炉の安全性強化 目標 高速増殖炉/高速炉全体の安全技術体系の構築	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Amを多く含んだ初期炉心特性の確認(臨界特性、出力特性等) ▶ MA含有燃料製造技術開発、MA分離技術開発 ▶ MA含有燃料ペレットの照射挙動確認(常陽) ▶ SA評価技術の構築と安全性向上策の抽出(自然循環除熱試験) ▶ 国際標準安全設計ガイドライン(SDG)構築 ▶ SA時の炉心冷却確保及び炉容器内終息技術開発(AtheNa-SA、EAGLE試験等) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Am含有初期炉心の燃焼特性確認 ▶ 高次化プルトニウムを含んだ実用燃料の燃焼特性等の確認(プルトニウムの燃焼のための確認) ▶ 包括的アクチノイドサイクル国際実証(GACID)試験(Am及びNp含有燃料) ▶ 長寿命材料の照射性能確認(常陽) ▶ SAM策の充実とその実証的な確認や訓練・運用
		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 定格運転(平衡炉心~)第6サイクル~ ▶ 長期の本格運転による発電システムの経年特性確認/健全性確認 ▶ ナトリウム大型機器の経年特性/健全性確認 ▶ 高燃焼度燃料の実証 ▶ 仏実証炉(ASTRID)初装荷燃料照射試験 ▶ 包括的アクチノイドサイクル国際実証(GACID)試験(集合体レベルの実証)
		<p>■ :「もんじゅ」で実施 赤字:国際協力で実施またはその可能性あり</p>

※ 定格運転以降は、1サイクルとして4ヶ月の運転+8ヶ月程度の点検を行う運転パターンを想定

参考資料集

