

機構における安全研究の取り組み について

平成28年3月11日

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

内 容

1. 原子力機構の組織と原子力の安全性にかかる研究体制
2. 安全性に係る研究の全体像
3. 過酷事故研究におけるニーズと取り組み
4. まとめ

1. 原子力機構の組織と原子力の 安全性にかかる研究体制

第3期中長期計画の前文において、 重点的に取り組む課題を明確にしている

機構は、「エネルギー基本計画」や「第4期科学技術基本計画」等の国の原子力を含めたエネルギー政策及び科学技術政策等を踏まえて、「東京電力福島第一原子力発電所事故への対処」、「原子力の安全性向上」、「原子力基礎基盤研究と人材育成」、「高速炉の研究開発」及び「核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等」に重点化して取り組む。

(中略)

機構は、原子力規制委員会が策定する「原子力規制委員会における安全研究について」等に基づき、原子力安全規制の的確な実施に必要な技術的支援を行うための中核的な役割を担う。その上で、東京電力福島第一原子力発電所事故への対処を通じて得られる技術や知見を世界と共有するとともに、各国の原子力施設における安全性の向上、防災機能の強化及び核セキュリティの向上に貢献する。

原子力機構における事業の概要

第3期中長期計画（平成27年(2015年) 4月1日から平成34年（2022年）3月31日までの7年間）

我が国における原子力に関する唯一の総合的な研究開発機関として、安全を最優先とした上で、研究開発活動を通じて、我が国全体の原子力開発利用、国内外の原子力の安全性向上、イノベーションの創出に積極的に貢献。

東京電力福島第一原子力発電所事故の対処に係る研究開発

【福島研究開発部門】

廃止措置等

環境回復

研究開発基盤の構築

機構の総合力を最大限発揮し、総力をあげた取組を展開

原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究

【安全研究・防災支援部門】

安全研究

原子力防災等に対する技術的支援

原子力の安全性向上のための研究開発等及び核不拡散・核セキュリティに資する活動

【原子力科学研究部門、共通事業組織】

原子力の安全性向上

核不拡散・核セキュリティ

原子力の基礎基盤研究と人材育成

【原子力科学研究部門】

原子力を支える基礎基盤研究

先端原子力科学研究

高温ガス炉と熱利用技術研究開発

量子ビーム応用研究

J-PARC

原子力人材の育成と供用施設の利用促進

核燃料サイクルに係る再処理、燃料製造及び放射性廃棄物の処理処分に関する研究開発等

【バックエンド研究開発部門】

再処理・燃料製造

高レベル放射性廃棄物処分技術

減容化・有害度低減

廃止措置・放射性廃棄物処理処分

高速炉の研究開発

【高速炉研究開発部門】

もんじゅ

高速炉の実証技術確立に向けた研究開発

核融合研究開発

【核融合研究開発部門】

ITER計画の推進

BA活動を活用・拡充した研究開発

産学官の連携強化と社会からの信頼確保のための活動

【共通事業組織】

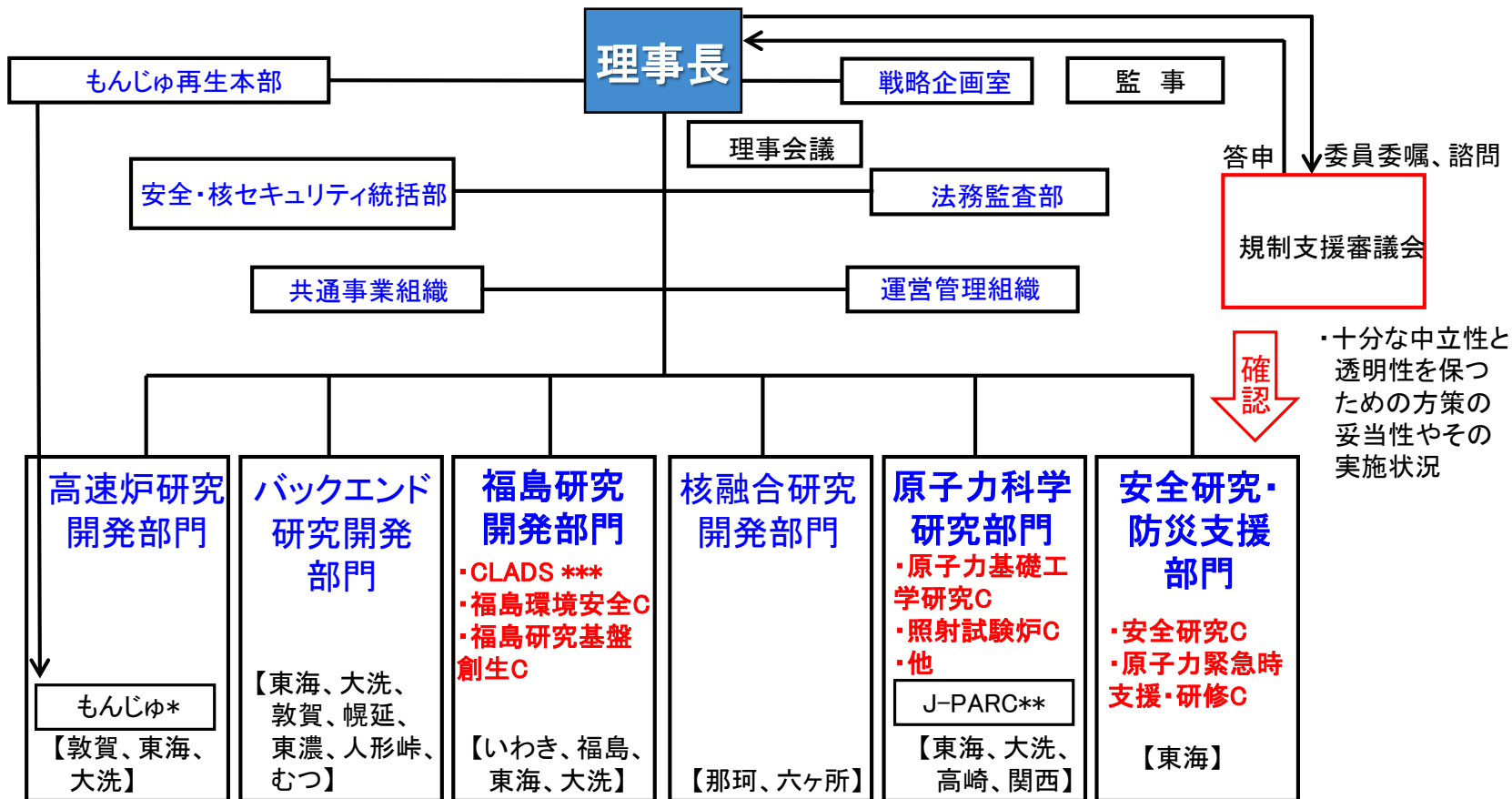
イノベーション創出に向けた取組

国際協力

原子力事業者支援

原子力機構の組織

- 機構改革により研究部門を6部門に編成し、部門長に理事を充て、執行責任を明確化
- 規制を支援する安全研究の中立性と透明性を規制支援審議会が確認



・十分な中立性と透明性を保つための方策の妥当性やその実施状況

【 】内は、主な事業実施場所

*) もんじゅの運転、保守、管理、及び保安に係る業務については理事長が指揮

**) J-PARCは、原子力機構と高エネルギー加速器研究機構の共同事業であり、理事長直轄で運営

***) CLADS: 廃炉国際共同研究センター

原子力の安全性にかかる研究

「原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究」(安全研究)

軽水炉を中心に多様な原子力施設の安全性に関する研究を主に規制支援を目的に実施。
1F事故以降シビアアクシデント研究を強化。

- ◆「原子炉本体の安全確保」・・・軽水炉燃料の事故時挙動、事故時熱水力研究、構造健全性研究、等
- ◆「事故時リスク評価」・・・SA進展及びソースターム評価、PSAコード高度化、等
- ◆「サイクル施設の安全確保」・・・重大事故評価、臨界安全研究、等
- ◆「廃棄物処理処分における安全確保」・・・環境シミュレーション、処分シナリオ開発、等

「原子力の安全性向上のための研究開発等」(安全向上研究)

既存炉のシビアアクシデントのリスクの低減に繋がる技術開発を主に推進研究までをカバーし実施。

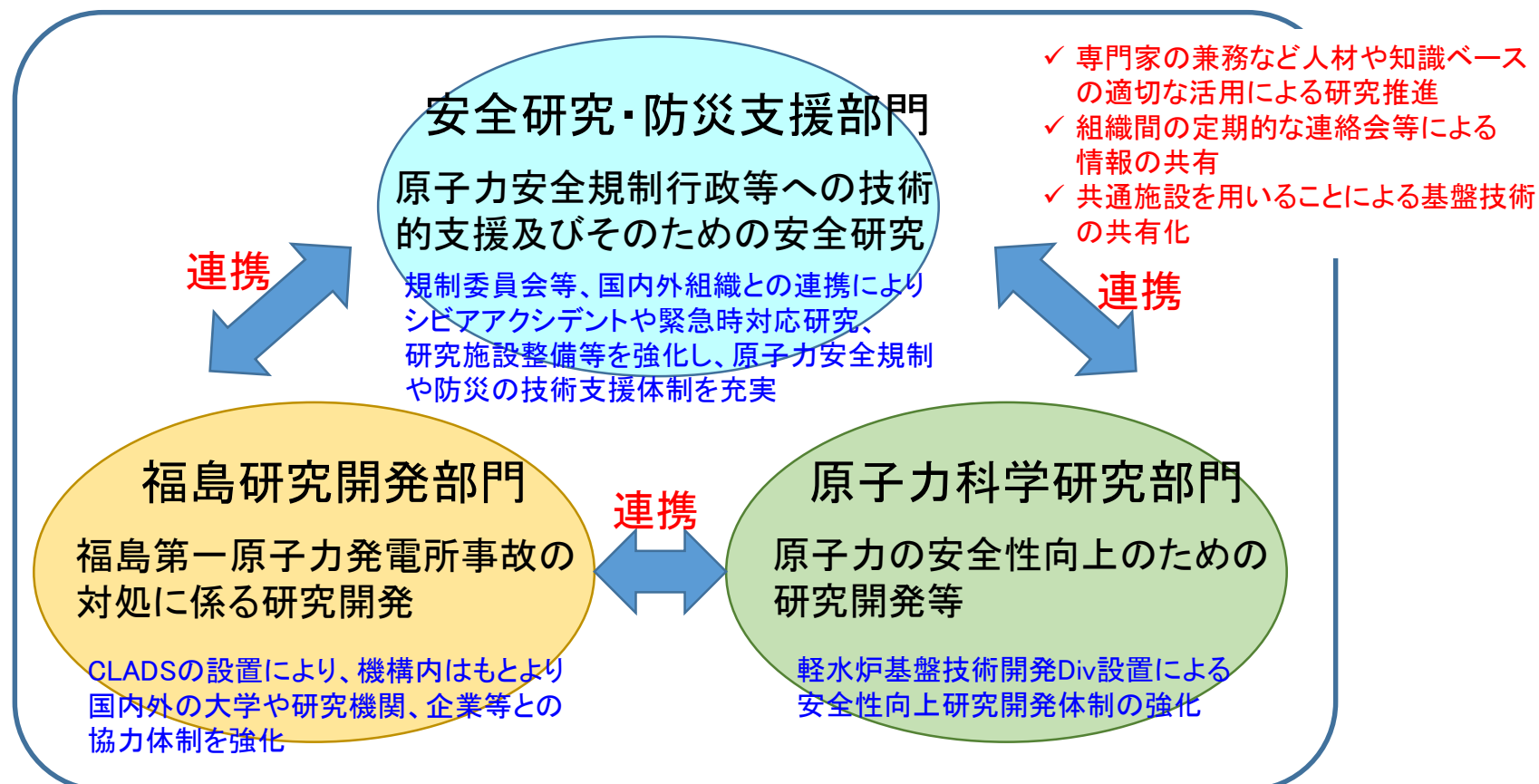
- ◆「事故発生リスクの低減」・・・炉心信頼性向上、事故耐性燃料の開発、等
- ◆「事故拡大防止方策」・・・FP化学挙動評価、圧力容器破損挙動評価、等
- ◆「既設炉の廃炉の安全な実施」・・・FP吸着挙動評価、機器・容器の腐食、等

「東京電力福島第一原子力発電所事故の対処に係る研究開発」(1F事故対応研究)

1Fの廃止に向け、直面する課題に対応する研究開発を実施。1Fの状況把握に関する研究の多くは既存炉のシビアアクシデント評価に有効。

- ◆「1Fの廃止措置」・・・デブリ特性把握、FP化学挙動等評価、廃棄物の処理・処分、等
- ◆「放射線で汚染された環境回復」・・・環境モニタリング、環境動態研究、等

原子力の安全性研究における機構内連携



経営における基本方針

「研究組織間の連携等による研究開発成果の最大化」

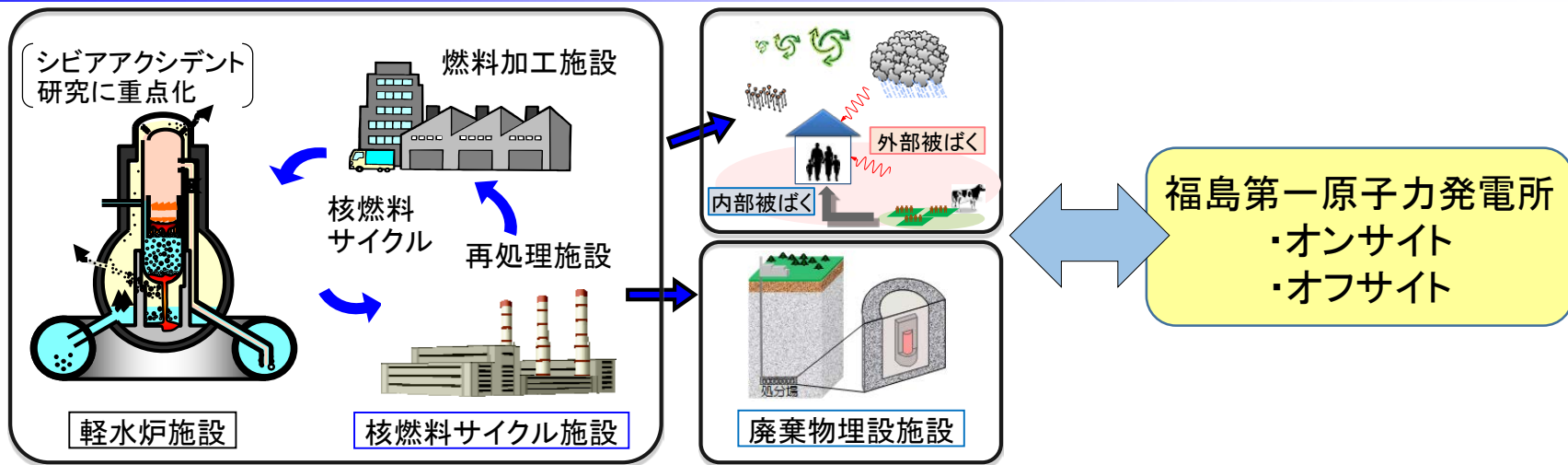
分野横断的、組織横断的な取組が必要な機構内外の研究開発ニーズや課題等に対して、理事長、部門長等が機動的に研究テーマを設定し又はチームを組織するなど、機構全体としての研究成果の最大化に繋がる取組を強化

「評価による業務の効果的、効率的推進」

研究開発に関する外部評価委員会を主要な事業ごとに設け、事前、中間、事後の段階で各事業の計画・進捗・成果等の妥当性を評価する。その評価結果は研究計画、研究マネジメント、予算・人材等の資源配分に適切に反映

2. 安全性に係る研究の全体像

規制支援に係る安全研究の全体像



燃料安全性研究

通常運転条件から設計基準事故を超える条件までの燃料挙動に関する知見と燃料挙動解析コードの整備

熱水力安全研究

大型装置実験や評価手法の整備による、事故進展やアクシデントマネジメント策の有効性評価研究

材料劣化・構造健全性研究

材料の経年劣化事象の予測評価手法や確率論的構造健全性評価手法の研究

リスク評価・原子力防災研究

ソースターム評価及び事故影響評価の手法の高度化と連携強化
防災における防護戦略・被ばく管理の研究

臨界安全管理研究

核燃料サイクル施設の臨界評価手法を福島デブリの再臨界評価へ応用

核燃料サイクル施設の安全性研究

重大事故の発生可能性及び影響評価並びに安全対策の有効性評価に係るデータ取得及び解析コード整備

保障措置分析化学研究

環境試料中の極微量核物質の同位体分析法の開発

放射性廃棄物管理の安全研究

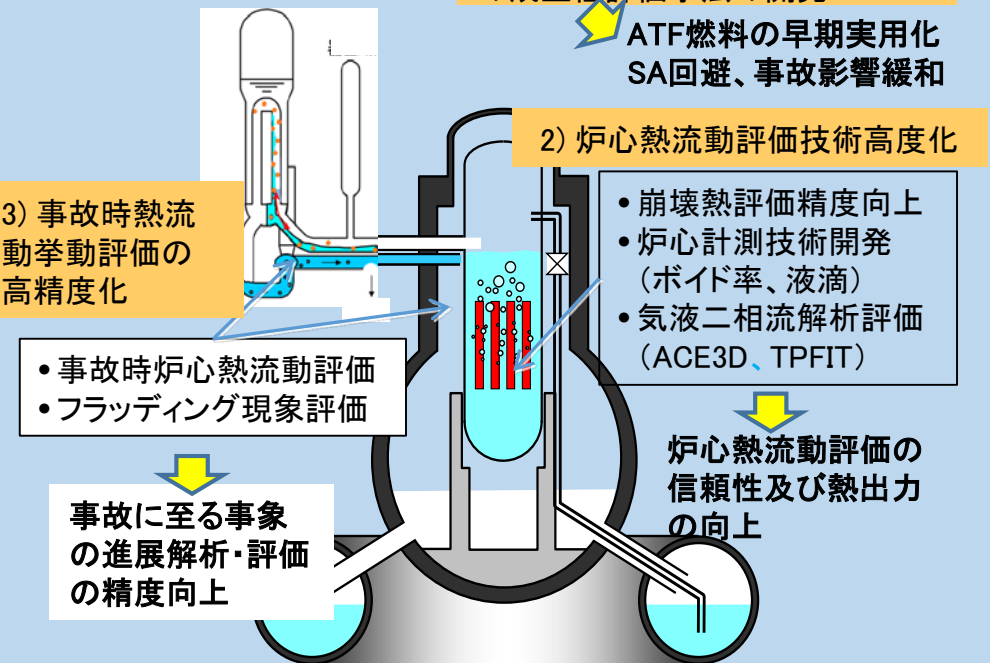
事故廃棄物(1F事故含む)の保管・貯蔵のための材料の性能評価

環境影響評価研究

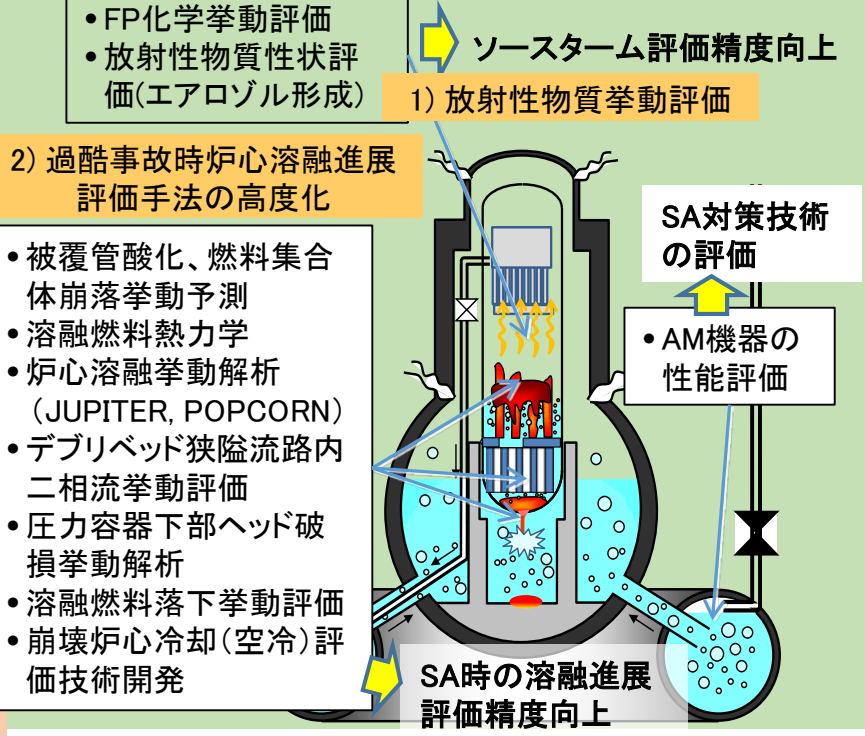
森林除染の効果の評価、除染廃棄物の再利用基準の検討

※下線部は、福島第一原発事故を受け重点化を図っているテーマ

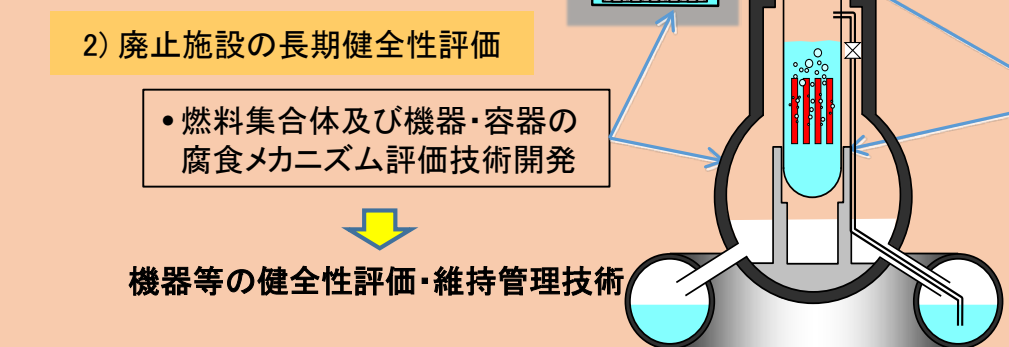
事故発生リスクの低減



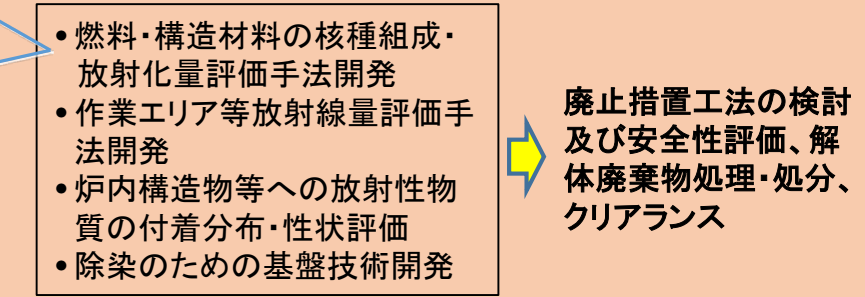
事故発生時のサイト内外拡大防止



既設炉の廃炉の安全な実施



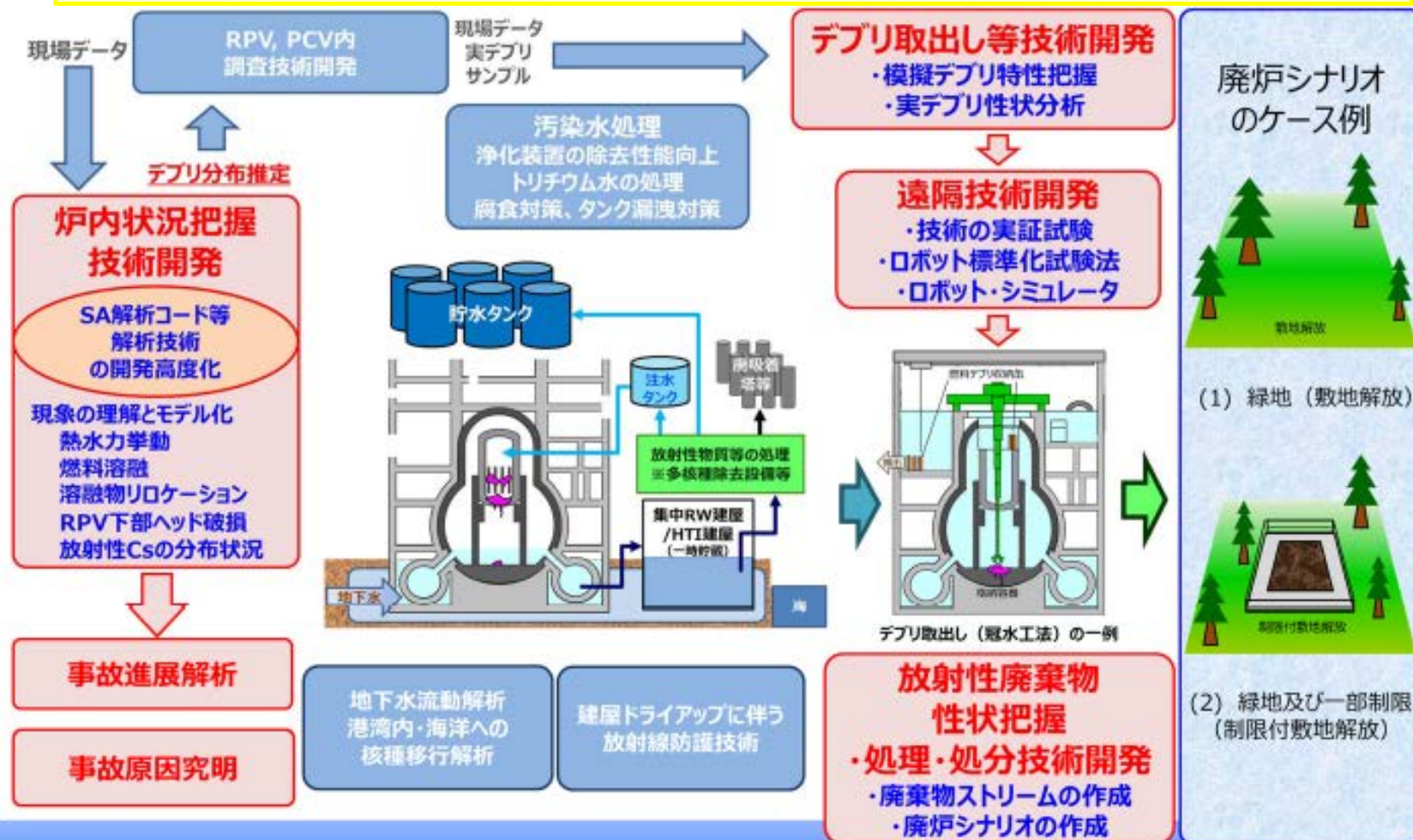
1) 廃止措置技術高度化



産業界や廃炉現場からのニーズに柔軟に対応し優先度を決め実施する。

「1F事故の対処に係る研究開発」の全体像

- 1F廃炉を加速するために、中長期ロードマップの中核をなす研究開発と、中長期的に貢献する基礎基盤的な研究開発を実施
- 汚染水問題等、喫緊の課題に組織横断的かつ機動的に対応



外部機関との連携・協力

国際研究協力

- OECD/NEA共同研究
 - ハルデン原子炉計画(燃料材料の信頼性)
 - CABRI水ループ計画(事故時燃料挙動)
 - THAI2計画(格納容内ヨウ素及び水素挙動)
 - BSAF計画(福島第一事故解析)、等
- 二者協力など
 - 仏・IRSN(シビアアクシデント一般)
 - 仏・CEA(FP化学挙動、MCCI)
 - 米国・NRC(安全研究全般)
 - 独・KIT(シビアアクシデント一般)、等

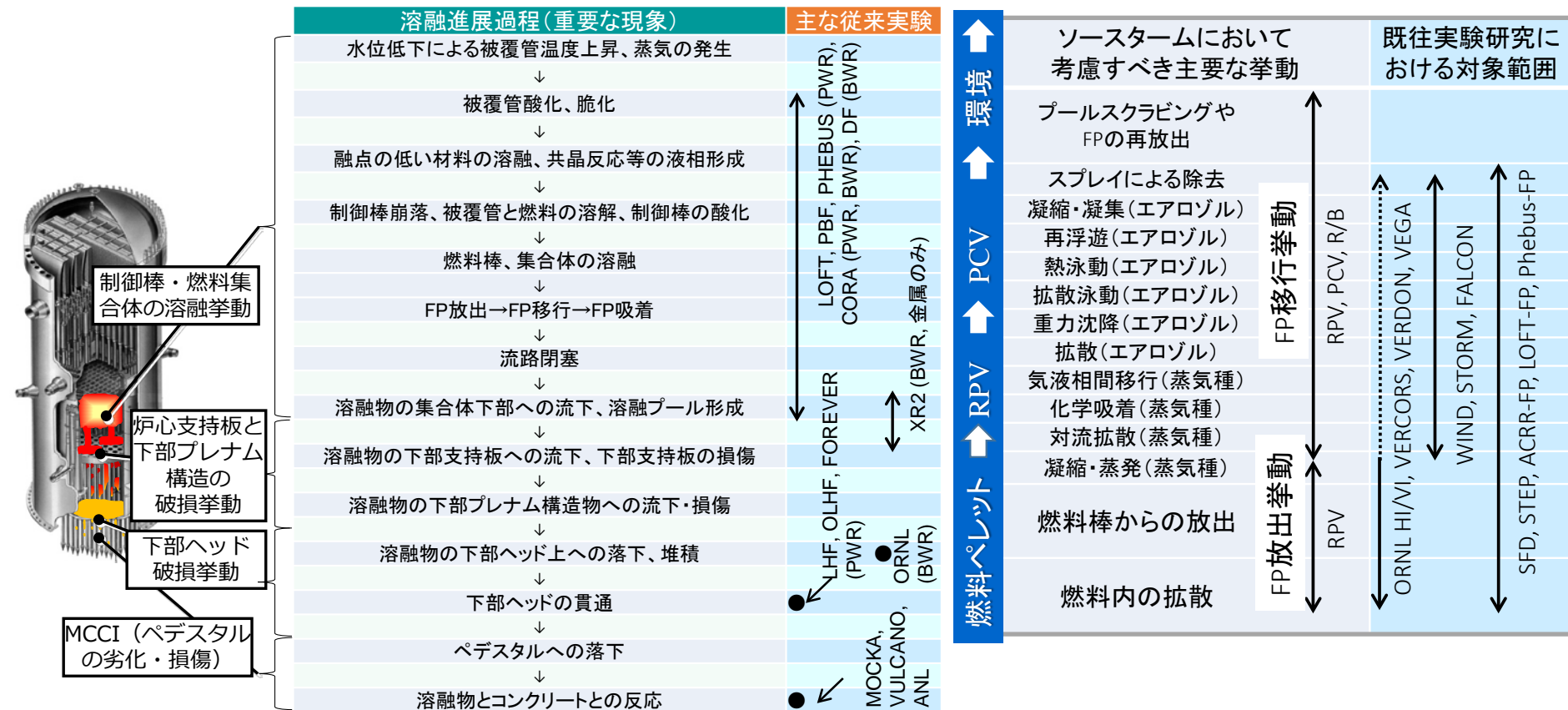
国内研究協力

- 筑波大学、大阪大学、福井大学、
- 日立GE、三菱重工、三菱原子燃料、原子燃料工業、等
- NDF、IRID、東京電力

	1. 1F事故対応研究	2. 安全研究	3. 安全性向上
原子炉施設		<div>原子炉熱水力 (DBA、SA防止)</div> <div>格納容器 (CV) 熱水力 (冷却、水素流動、FP移行)</div> <div>燃料挙動 (RIA・LOCA・BDBA)</div> <div>FP移行 (レベル2PRA 解析コードTHALES2の整備)</div> <div>CV内デブリ冷却 (CV破損防止)</div> <div>材料劣化・構造健全性</div>	<div>事故時炉心熱流動</div> <div>SFP冷却性</div> <div>フィルターベント性能</div> <div>炉心溶融シミュレーション</div> <div>FP化学</div> <div>溶融燃料落下挙動</div> <div>事故耐性燃料</div>
福島第一	<div>デブリ物性</div> <div>デブリ分析・非破壊測定</div> <div>プラント内線量評価</div> <div>FP化学挙動</div> <div>炉心物質移行挙動</div> <div>廃棄物分析、長期保管、処理処分</div>	<div>デブリ臨界</div> <div>汚染水評価</div> <div>1F廃棄物 (オン/オフサイト) 安全</div>	
サイクル施設		<div>DBA/重大事故評価 (火災、沸騰、臨界)</div> <div>経年劣化</div> <div>保障措置 (IAEA支援、技術開発)</div>	
防災・環境・廃棄物	<div>環境モニタリング</div> <div>環境動態</div> <div>除染・減容</div> <div>放出量評価</div> <div>公衆線量評価</div>	<div>リスク評価 (レベル3PRA) 防災活用</div> <div>住民の放射線被ばく評価・管理</div> <div>緊急時モニタリング (航空機)</div> <div>処分安全評価 (ウラン廃棄物、地層)</div> <div>廃止措置安全</div> <div>貯蔵安全</div>	<div>海洋拡散システム</div> <div>大気放出源推定手法</div> <div>高分解能大気拡散予測モデル</div>

3. 過酷事故研究におけるニーズと取り組み

過酷事故時の主な溶融進展とFP挙動に関する 従来研究の範囲と研究課題の優先順位付け



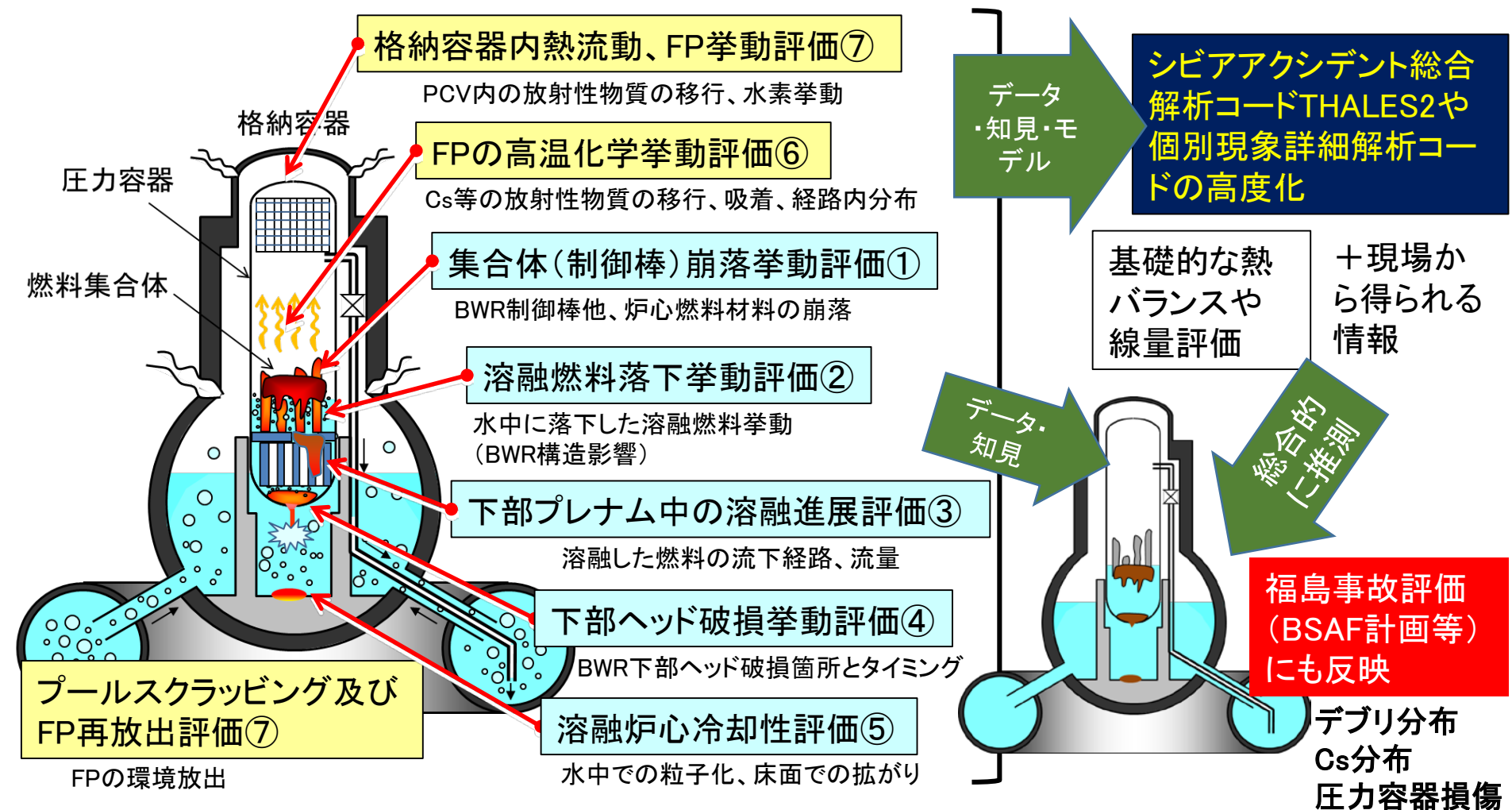
従来知見や福島原発事故からの教訓を基に、欧州¹⁾及び国内(原子力学会²⁾)において、PIRT (Phenomena Identification and Ranking Table) の作成等、研究課題の抽出と優先順位付けを実施。

1) W. Klein-Hebling, et al., Annals of Nuclear Energy, 74 (2014) 4-11

2) S. Suehiro, et al., Nucl. Eng. Des. 286 (2015) 163-174.

JAEAにおける過酷事故進展解明に関する 取り組みと反映

PIRT、従来知見、福島原発事故からの教訓及び内外のニーズを基に研究課題を選定



JAEAにおける過酷事故研究のプロジェクトと優先度

	プロジェクト		優先度
①集合体(制御棒)崩落挙動評価	崩落挙動モデルJUPITERコード	THALES3コード(仮称)	中
②溶融燃料落下挙動評価	TPFITコード		中
③下部プレナム中の溶融進展評価	支持板破損・溶融、溶融炉心落下モデル		中
④下部ヘッド破損挙動評価	変形・破損解析モデル(熱流動・構造連成解析)		中
⑤溶融炉心冷却性評価	溶融炉心／冷却材相互作用解析コードJASMINE	JASMINEコード	中
⑥FPの高温化学挙動評価	シビアアクシデント総合解析コードTHALES2	THALES3コード(仮称) (THALES2+KICHE+VICTORIAのFP化学解析機能)	高
⑦格納容器内熱流動、FP挙動評価 プールスクラッピング及びFP再放出評価	格納容器内ヨウ素化学解析コードKICHE 原子炉冷却系内FP化学・移行解析コードVICTORIA		高

優先度の考え方

- FP挙動やソースターム研究は、規制委員会や産業界からのニーズ、興味が示され、安全上重要であるため最重要課題
- 溶融炉心冷却性評価は、溶融炉心／コンクリート相互作用の発生防止対策の有効性評価の点から、規制委員会や産業界のニーズがあり、FP挙動やソースターム研究と同等の重要課題
- 溶融進展に関する評価は、1F廃止措置(デブリ取り出し検討)の観点からニーズが存在

優先度及び第三期中長期計画に基づいて研究を進め、その成果を2020年以降に予定の1F燃料デブリ取り出しに反映させることを目指す

まとめ

- 「原子力安全規制行政への技術的支援及びそのための安全研究」、「原子力の安全性向上のための研究開発」、「東京電力福島第一原子力発電所事故の対処に係る研究開発」を通じ、原子力施設における安全性の向上に貢献
- 内外での検討及びニーズに基づき優先順位を決め、主なプロダクトであるTHALES3への集約を目指した過酷事故研究等を実施。
- 実施に際しては、機構内の組織間連携の更なる効率化を図り、成果の最大化を目指す
- 国内外の機関等との共同研究や人材交流により、効果的効率的な研究推進とともに最新の知見を反映