



第14回原子力機構報告会

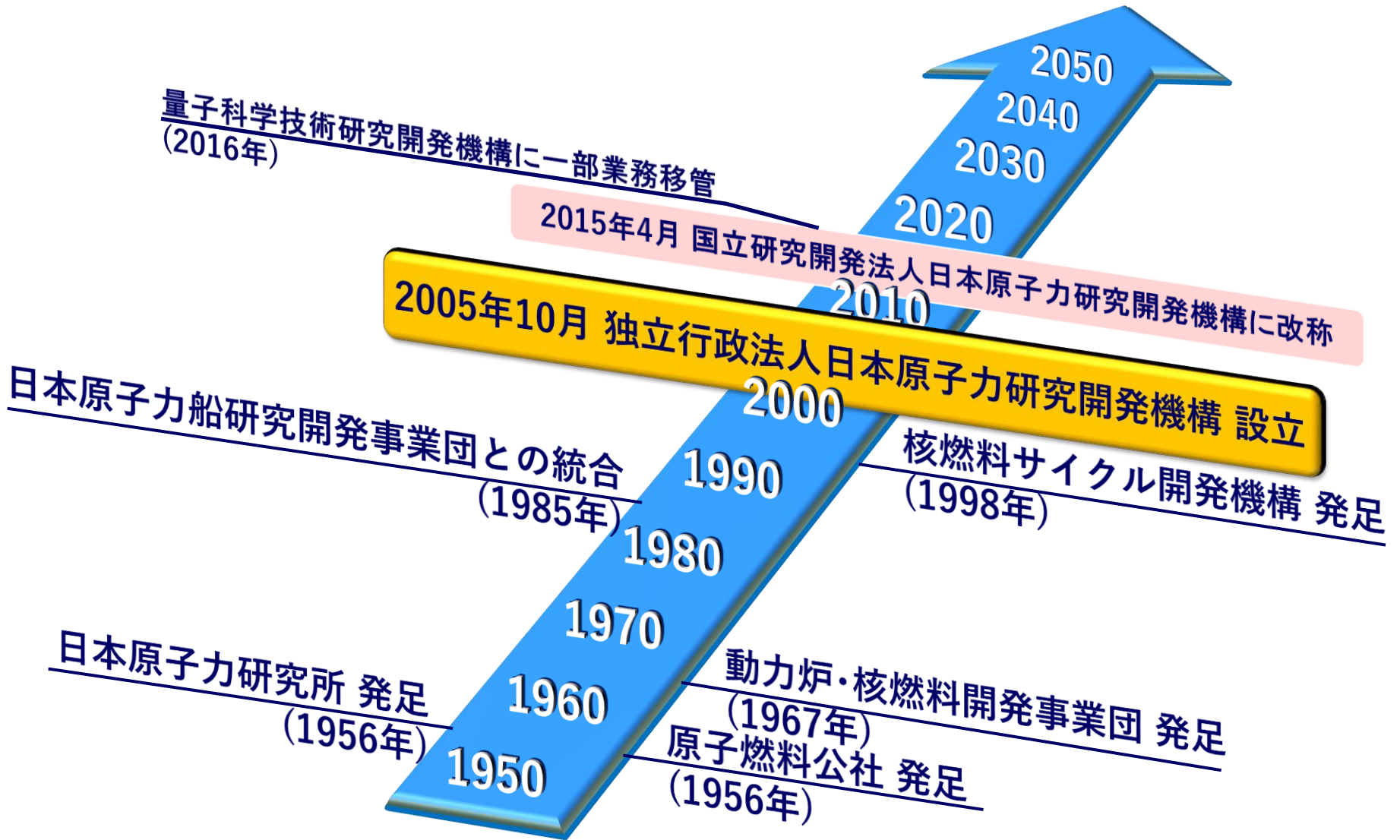
機構の概況と研究開発の取組

令和元年11月12日

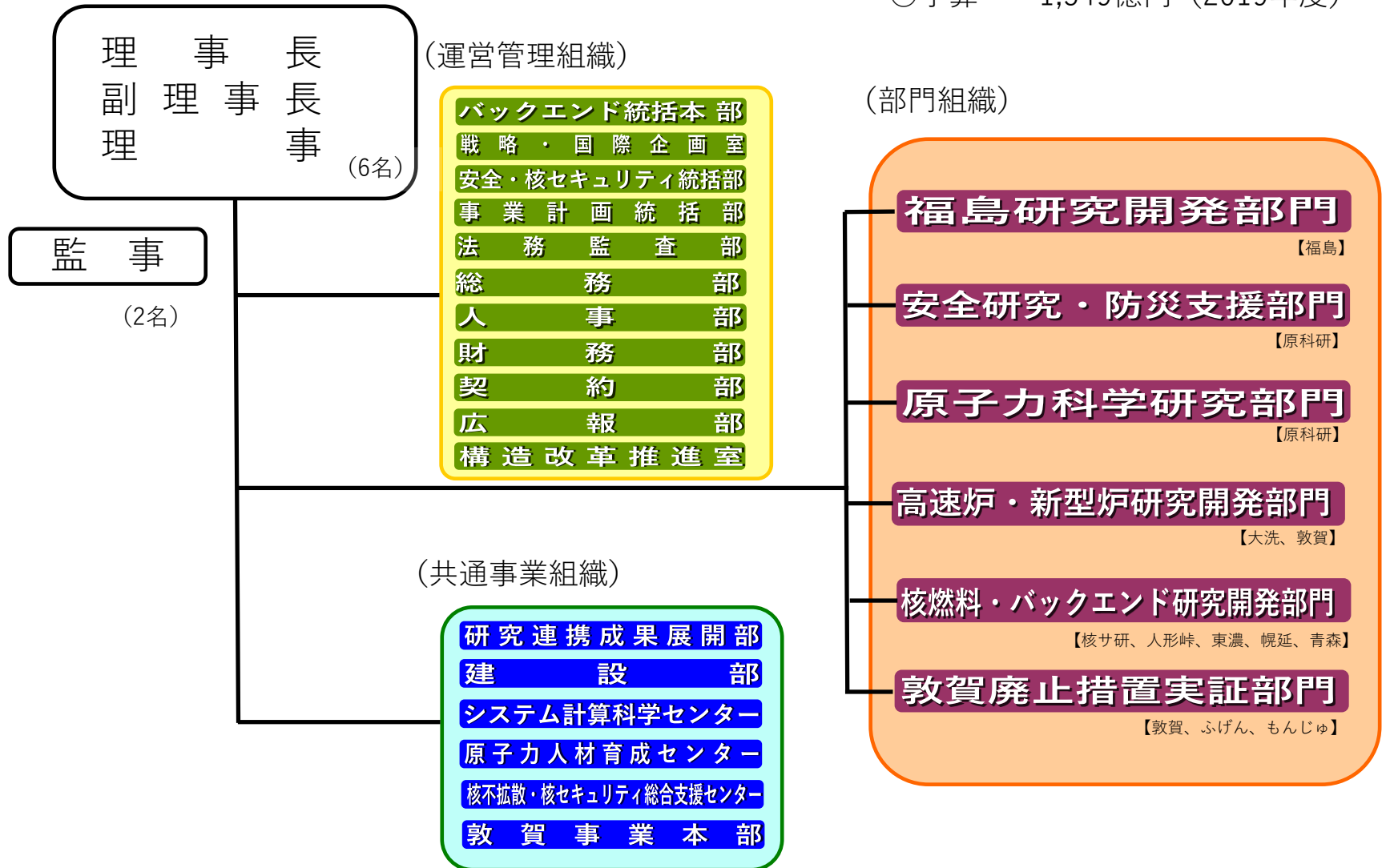
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構



機構設立の歩み



○職員数 3,091名 (2019年4月現在)
 ○予算 1,549億円 (2019年度)



第3期中長期計画（2015年4月1日から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。現在、第3期中長期目標期間の5年目として、研究開発成果の創出に取り組んでいる。

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

廃止措置等

環境回復

研究開発基盤の構築

原子力安全規制行政等への技術的支援及びそのための安全研究

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

原子力の安全性向上

核不拡散・核セキュリティ

高速炉・新型炉の研究開発

高速炉の実証技術確立に向けた研究開発

高温ガス炉と熱利用技術研究開発

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

再処理・燃料製造

減容化・有害度低減

高レベル放射性廃棄物処分技術

廃止措置・放射性廃棄物処理処分

敦賀地区の原子力施設の廃止措置実証のための活動

もんじゅ

ふげん

産学官の連携強化と社会からの信頼確保のための活動

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

原子力の基礎基盤研究と人材育成

原子力を支える基礎基盤研究

物質科学研究

先端原子力科学研究

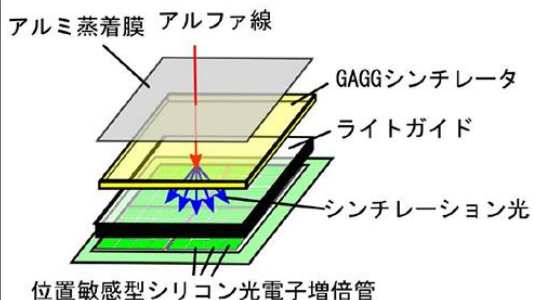
J-PARC

原子力人材の育成と供用施設の利用促進

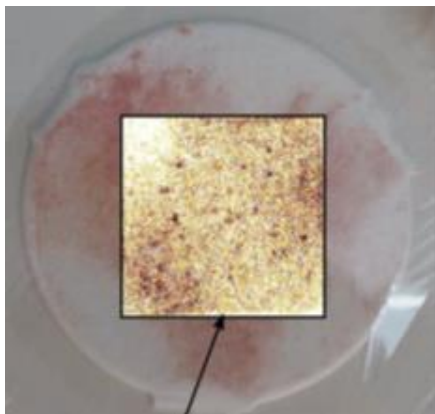
廃止措置等

燃料デブリの取扱、遠隔操作技術等に関する基礎基盤的研究を実施

最近の成果



開発したα核種可視化検出器の原理



α核種可視化結果の例 (色の濃い部分がα核種)

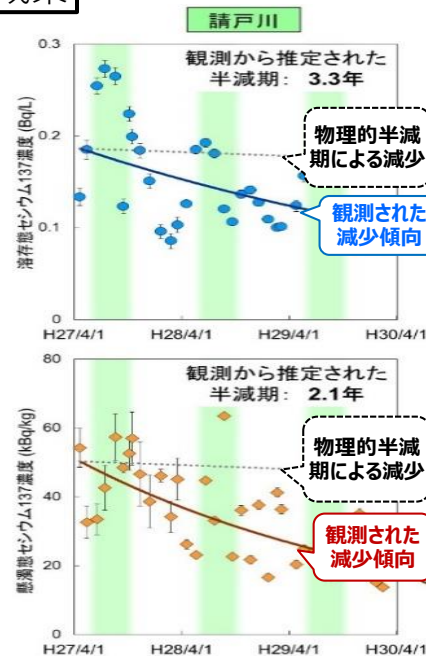
- ✓ 従来のサーベイメータでは核種の判別等ができなかったところ、α線放出核種による汚染の検出器を開発し、γ線・β線の影響を除外し、核燃料由来と考えられるα線核種の検知 (核種の判別を含む) に成功 (2019.2.22プレス発表)

環境回復

環境モニタリング・マッピング、環境動態研究等を実施

最近の成果

- ✓ 河川水中の1Bq/ℓ未満のセシウム濃度の経時変化を長期観測し、セシウム137の物理的半減期の約10倍の速度で減少していることを提示 (2019.1.18プレス発表)
- ✓ 事故直後からの環境回復研究の成果情報の提供により、避難指示解除の判断や国・自治体の復興計画策定に大きく貢献



「福島復興のための環境中の放射性セシウム動態評価手法の開発」として、2019年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 (科学技術賞) 受賞

今後の取組み

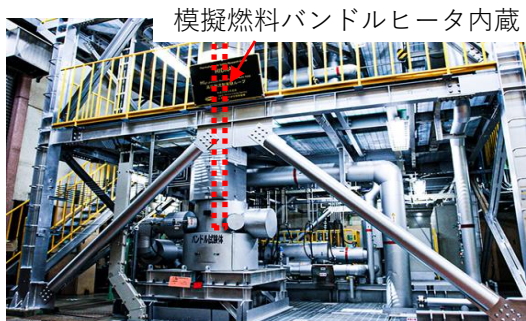
- 現場のニーズを踏まえた研究開発を確実に実施し、成果を提供

安全研究

実効性、中立性及び透明性を確保しつつ安全研究を実施し、規制行政を技術的に支援

最近の成果

- ✓ 新たに整備した 高圧熱流動実験ループ (HIDRA) を用いて、新規規制基準で要求される 過酷な熱水力条件での炉心冷却性能の評価に関する実験データを取得 (2019.5.31プレス発表)



HIDRAの外観

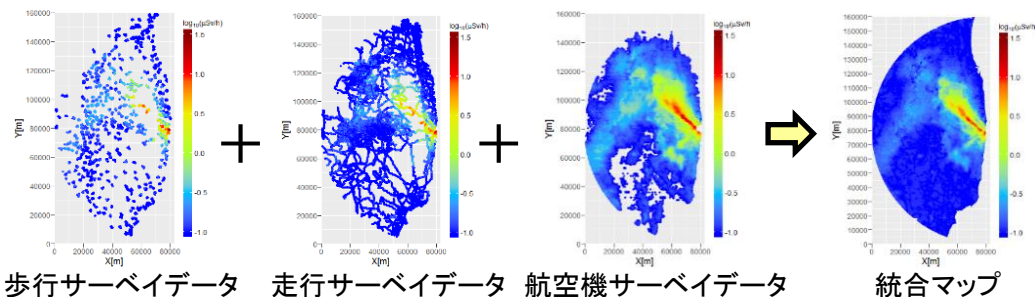
今後の取組み

- 大型実験設備を整備・活用し、重大事故防止・影響緩和、被ばく評価、外部事象に関する研究を重点的に推進

原子力防災等に対する技術的支援

災害対策基本法等に基づく指定公共機関として、原子力災害時等における人的・技術的支援を実施

最近の成果



- ✓ 様々な手法で調査した線量率分布 データの統合化手法を開発

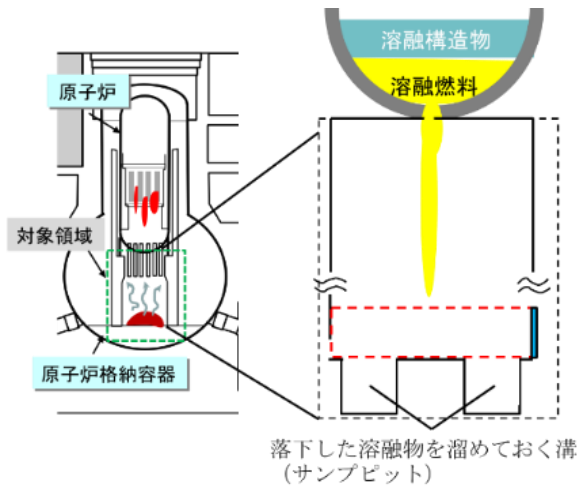
今後の取組み

- 1F事故後の 空間線量率分布の信頼性向上に貢献
- モニタリングの最適化手法を開発し、測定地点の合理化へ活用

原子力の安全性向上

軽水炉等の安全性向上及び安全な廃止措置技術の開発に必要な基盤的な研究

最近の成果



炉心溶融挙動解析のイメージ

- ✓ 炉心溶融挙動を推定可能な新しい計算シミュレーションコードを開発
- ✓ 計算結果を炉物理計算コードへ取り込むことで、事故時の再臨界の可能性を推定する枠組みを構築
- ✓ 1F炉内状況の把握、過酷事故対策等の安全性向上への貢献が期待
- ✓ 今後は、溶融物や凝固物同士の化学反応を考慮すると共に、炉内構造物の形状を詳細に考慮することで、計算予測精度の向上を目指す

今後の取組み

- 軽水炉安全性の向上、廃止措置の基盤的研究により、原子力エネルギー利用、廃炉・廃棄物処理技術開発に貢献
- 計算シミュレーションにより、炉心溶融プロセスなど、複雑な現象の解明に貢献

核不拡散・核セキュリティ

核不拡散の一層の強化と核セキュリティの向上



最近の成果

- ✓ 核検知・測定技術開発、核鑑識手法の高度化を進めるとともに、東京オリンピック・パラリンピックを控え、警備当局との連携を強化
- ✓ CTBTOとの希ガス共同観測プロジェクトに基づき北海道幌延町・青森県むつ市で観測を継続し、核実験検知能力の強化に貢献

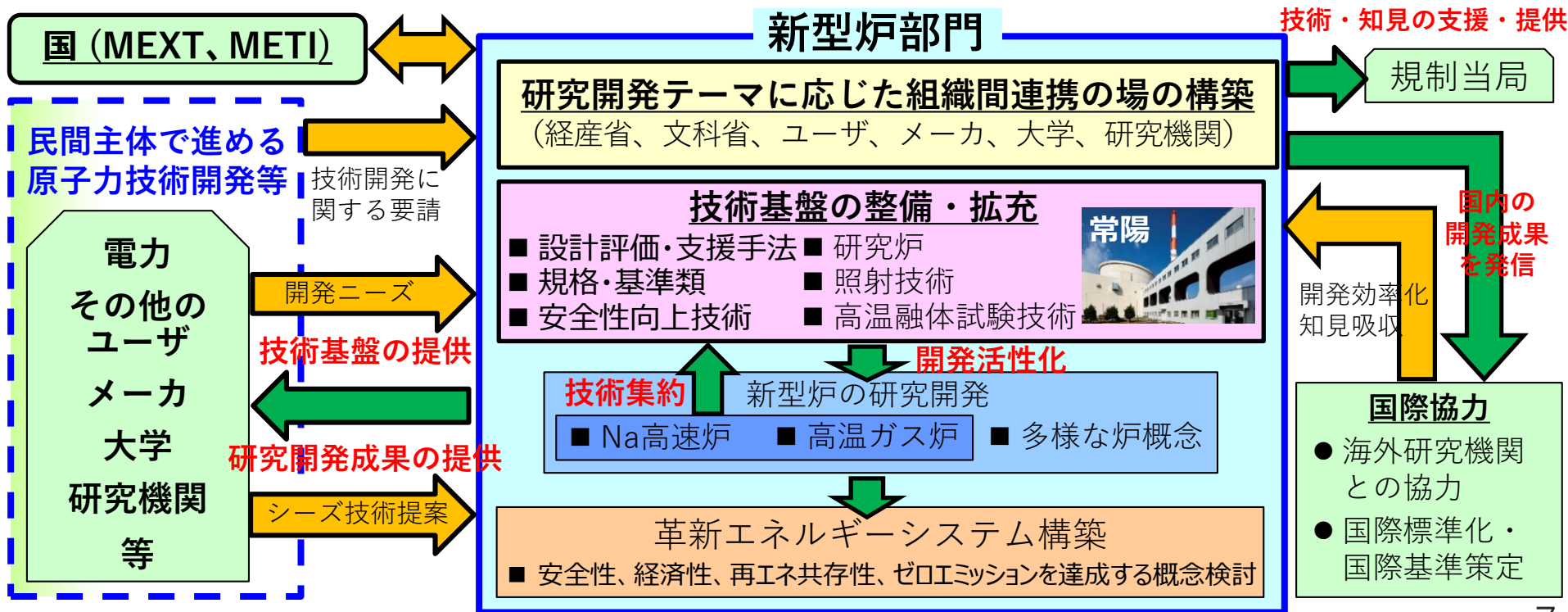
今後の取組み

- 核不拡散・核セキュリティ分野の技術開発および政策立案の支援を実施
- アジア諸国への能力構築支援の推進

「より高度なS+3E」を満たす原子力エネルギー利用を目指す

- 温室効果ガス排出削減目標の達成、エネルギーの安定的確保、環境負荷低減を可能とする安全で革新的な原子炉システム（核燃料サイクル、熱利用システムを含む）の実用化に技術面での道筋をつける
- 機構内外のシーズ・ニーズを踏まえた研究開発により我が国の発展に貢献する

新型炉部門は、民間では困難な原子力にかかる枢要技術・共通技術の開発を国際協力も活用して実施するとともに、ニーズに応じた技術基盤の提供により民間の原子力技術開発活動を支援する。



高速炉の実証技術確立に向けた研究開発

Na高速炉を対象として開発したナレッジ、ツールを技術基盤に集約し、民間の新型炉技術開発活動を支援することで多様な炉概念に反映

最近の成果

- ✓ 先進的デザイン評価・支援手法：ナレッジベースと解析技術の統合制御による設計最適化支援手法（ARKADIA；アルカディア）の概念を構築
システム設計及び要素技術開発に着手
- ✓ 規格基準体系化：リスク情報に基づく裕度最適化方法論を構築し先行的にASME規格に反映
- ✓ 安全性向上技術：シビアアクシデント対策技術、受動的炉停止技術などの要素技術開発を実施

今後の取組み

- 先進的デザイン評価・支援手法：炉心設計用プロトタイプを整備し安全性向上効果と設計工程合理化を提示
- 規格基準体系化：リスク情報に基づく安全基準と構造規格の連携方策を開発し学協会で標準化
- 安全性向上技術：国際協力を活用し、安全性をさらに向上させる革新技術を開発

AI支援型革新炉ライフサイクル最適化手法 (ARKADIA)

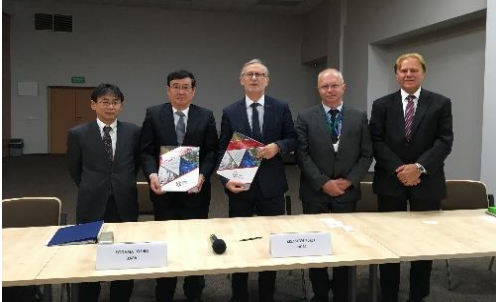
- 競争力のある3E+S適合プラント像の提示
- 開発期間短縮・コスト削減
- 技術散逸防止・伝承・発展、人材育成



高温ガス炉と熱利用技術研究開発

高温ガス炉の実用化研究を通じて、発電、水素製造など原子力利用の多様化・高度化に貢献

NCBJとの研究実施取決めに署名



最近の成果

- ✓ ポーランド原子力研究センター（NCBJ）との高温ガス炉技術分野における 研究開発協力のための実施取決めに署名
- ✓ 高温ガス炉の高い安全性が認められ、HTTRは追加の 補強工事なしで運転再開の見通し
- ✓ I S プロセス連続水素製造試験装置を用いた水素製造について、150時間の連続運転を達成



I S プロセス連続水素製造試験装置

今後の取組み

- ポーランドとの国際協力による国産高温ガス炉技術の実証と国際展開を推進し、国際競争力を強化
- HTTRの運転を再開し、全電源喪失を模擬した 安全性実証試験により固有の安全性を確認

革新エネルギーシステムの構築

高速炉の研究開発
多様な炉概念

新型炉の研究開発を通じて得た知見を活用し、再エネ等の他電源との共存等も含む「より高度なS+3E」を満たす革新エネルギーシステムを構築に結び付ける

使用済燃料の再処理・燃料製造

MOX燃料の再処理技術の確立に向け、基盤技術の開発を実施

最近の成果

- ✓ 遠心抽出器内に不溶解残渣（スラッジ）が堆積した際の抽出性能への影響を評価
- ✓ 分配部で求められる広範囲の有機相／水相流量比（1～30）条件での適用性を確認



遠心抽出器システム試験装置

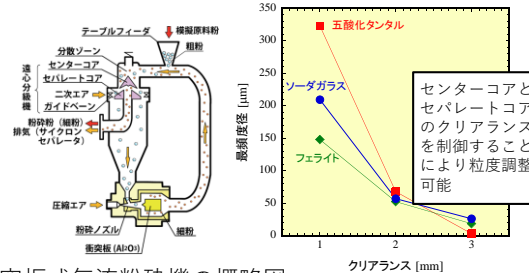
今後の取組み

- 実燃料溶解液と遠心抽出器を用いたホットプロセス試験を実施し、U,Pu共抽出性能及び除染性能を評価
- 上記試験データ等に基づく抽出フローシートを改良

乾式リサイクル粉末（規格外ペレット等を粉砕し再利用する粉末）の粒度制御により、MOXペレットの密度制御やリサイクル率向上等の燃料製造技術の高度化を実施

最近の成果

- ✓ 粉末の粒度を調整可能な粉砕装置として、**衝突板式気流粉砕機を選定**
- ✓ 模擬物質を用いた粉砕試験の結果、**250mm以下の範囲で粒度調整が可能であることを確認**



衝突板式気流粉砕機の概略図

今後の取組み

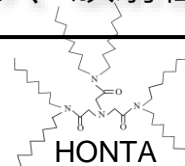
- 模擬燃料試験、MOX試験等によりペレット製造への適用性を確認し、将来のMOX製造プラントへ導入
- 燃料製造の高度化、保有Puの削減等へ貢献

放射性廃棄物の減容化・有害度低減

高速炉や加速器を用いた核変換などにより、放射性廃棄物の処理処分の幅広い選択肢を確保

最近の成果

- ✓ MA/RE一括回収・相互分離を結合した実廃液試験により、MA分離技術を実証 (SELECTプロセスと命名)



Amなどを99.9%分離
(2019.4.24プレス発表)

今後の取組み

- MAサイクル実証試験の準備
- ADS未臨界炉心特性試験による基礎データ取得

高レベル放射性廃棄物処理処分技術

地層処分の実現に必要な技術基盤を整備し、処分事業、安全規制上の施策等に貢献

最近の成果

- ✓ 地下深くの岩石中の亀裂の連結性を地上から評価する新たな手法を開発 (幌延)

岩石の強度など

➡ 亀裂の連結しやすい領域を区分

透水試験での水圧の挙動

➡ 亀裂の連結性を推定

地質や地下水の水圧分布、水質、年代など

➡ 整合性を確認



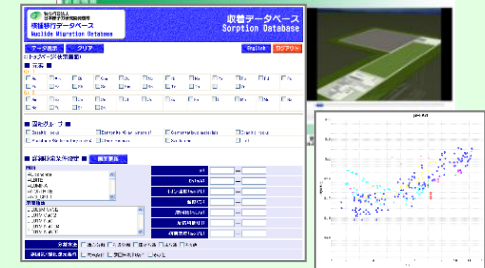
地下深くから取り出した岩石にみられる亀裂

- ✓ 幌延深地層研究センター周辺の地層で手法の有効性を確認

- ✓ 地層処分の安全評価のほか、資源探査や二酸化炭素の地中貯留などの分野への貢献が期待

今後の取組み

- 地層処分技術の信頼性向上に向けた研究開発の推進



人工バリアの基本特性などに関するデータベースの開発

「もんじゅ」及び「ふげん」

安全、着実かつ計画的な廃止措置の実施

「もんじゅ」の廃止措置

- 2017年12月に廃止措置計画を申請（約30年工程）2018年3月に認可
- 2018年4月に新たな「もんじゅ」廃止措置体制を構築
- 2018年8月に燃料体の取出しを開始（2022年度に完了予定）
- ナトリウム機器等の解体計画やナトリウム処理・処分方法等の検討を実施中



主な成果

- ・ 純国産技術による設計・開発、製作及び建設
- ・ 40%の出力運転と発電の実現
- ・ 燃料体100体を炉心から炉外燃料貯蔵槽へ移送する作業を計画通り終了
- ・ 高速炉炉心燃料、各種機器・システム、ナトリウム取扱、安全評価等に係る技術的成果や知見の獲得 など

今後の取組み

- ・ 「もんじゅ」の廃止措置に関する基本的な計画策定から約5年半で燃料体取出し作業を終了することを目指す

「ふげん」の廃止措置

- 2003年3月に運転を終了
2008年2月に廃止措置計画の認可を受け、2033年度終了の予定で廃止措置を実施中
- 2018年2月に廃止措置計画変更認可申請、2018年5月認可
- 2018年12月にクリアランスの測定及び評価を開始
- 2019年3月に廃止措置計画変更認可申請
- 2019年7月認可



主な成果

- ・ 我が国初の自主開発技術による発電炉として設計・建設
- ・ 約219億KWhを発電（772体のMOX燃料を装荷）
- ・ 「核燃料サイクルの輪」の実現（「ふげん」の使用済MOX燃料を東海再処理施設で再処理、回収プルトニウムをMOX燃料に加工し「ふげん」に再装荷）
- ・ 新型転換炉の運転・プラント管理技術の確立 など

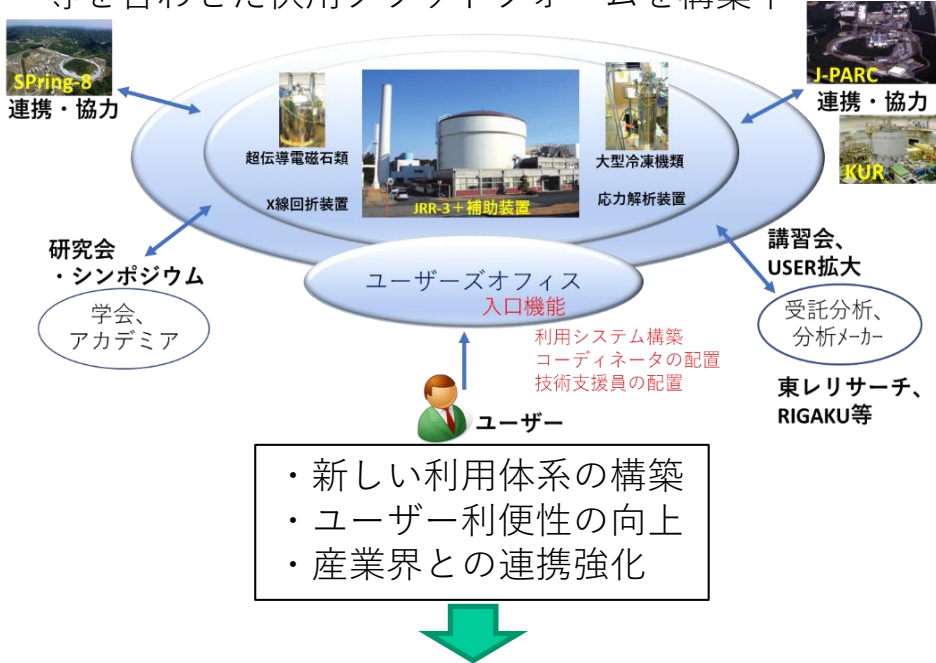
今後の取組み

- ・ 「ふげん」原子炉解体準備に向けて、原子炉周辺設備の解体工事を進める
- ・ 原子炉構造材からの試料採取技術及びレーザー切断技術による炉心タンクへの穿孔の実証、ふくいスマートデコミッション技術実証拠点を利用し、原子炉遠隔解体モックアップ試験を進める

イノベーション創出に向けた取組

✓ 未来社会ニーズの検討等により 連携・協働でのイノベーション創出 を促進する

JRR-3の運転再開に向け、大学、産業界等のユーザーの意見を聞きつつ、利用システムの利便性向上と窓口一元化の取組、大型施設以外の一般計測機器等を合わせた供用プラットフォームを構築中

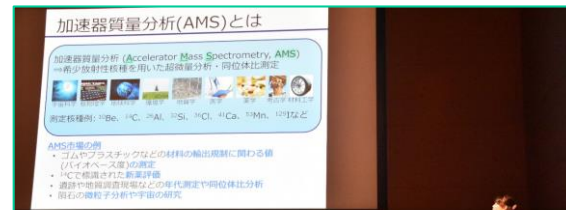


機構が有する基礎基盤研究施設を最大限活用し、イノベーション創出と科学技術発展に寄与

最近の成果

JAEA技術サロン

異分野・異種融合促進の新たな取り組みとして産業界で応用可能な機構の技術を研究者自らが説明し、外部有識者とともに成果の社会還元、実用化に向けた課題等を意見交換する



第1回：2018年8月22日
88機関109名が来場
第2回：2019年10月2日
71機関101名が来場

今まで取引のなかった企業から技術相談が寄せられるようになり、共同研究への発展を視野に「橋渡し」を実施中

- ・東濃地科学研究センター → 理化学計測機器メーカー
- ・物質科学研究センター → 印刷会社
- ・レーザー・革新技術共同研究所
→ 内燃機関・セラミック製造会社

今後の取組み

➤ 他機関の取組も参考に、異分野の最先端成果を取り込む仕組みも検討する

原子力を支える基礎基盤研究、物質科学研究、先端原子力科学研究

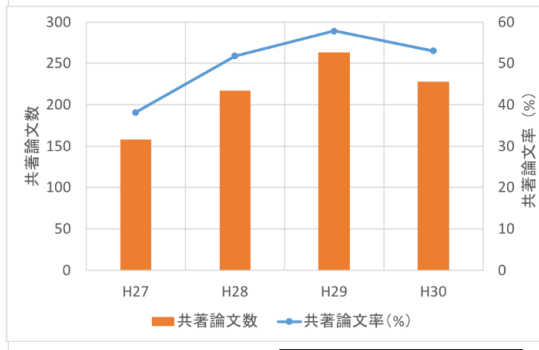
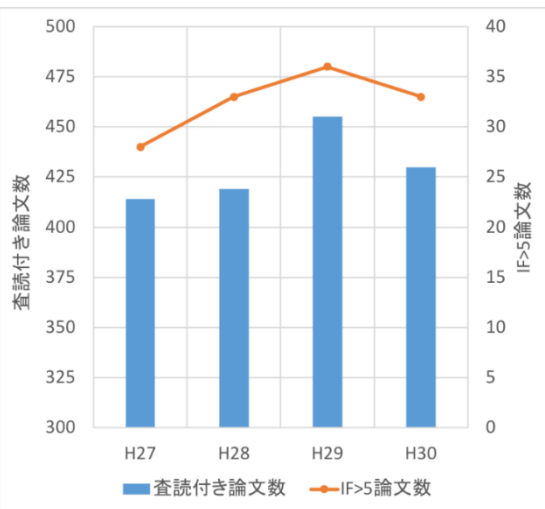
- ✓ 査読付論文430報と原子力の基礎基盤研究の成果を創出
- ✓ 機構外との連携を促進した結果、共著論文数も堅実な増加
- ✓ 学会賞等受賞17件、2019年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術省を2件を受賞したほか、原子力基礎工学研究センター長が令和元年春の紫綬褒章を受賞するなど、学術的に高い評価を得ている

最近の成果

- ✓ 「アクチノイド元素のイオン化エネルギーを全て確定」 (Journal of American Chemical Society誌 (IF = 14.357) に掲載)
- ✓ 「放射性廃棄物は何へ、どれだけ変換されるか?」 (プレス発表 (2018.10.12 日刊工業新聞、電気新聞等5紙) に掲載)
- ✓ 「数万気圧環境下での中性子3次元偏極解析に成功」 (Nature Communications誌 (IF = 12.353) に掲載)
- ✓ 「汗成分のその場分析デバイスの開発」
新たな簡易的健康管理手法として注目されており、他研究機関や企業と連携し製品化へ



左：査読付論文数の推移
下：共著論文の推移

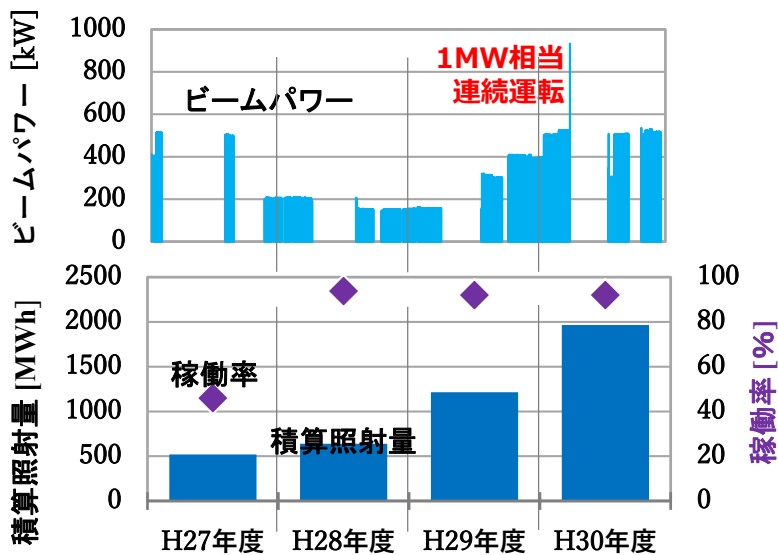


今後の取組み

- 軽水炉安全性の向上、廃止措置の基盤的研究による、原子力エネルギー利用、廃炉・廃棄物処理技術開発
- 計算シミュレーションによる、炉心溶融プロセスなど、複雑な現象の解明
- 原子力技術の基礎基盤となる核データの拡充、炉物理コードの国産化

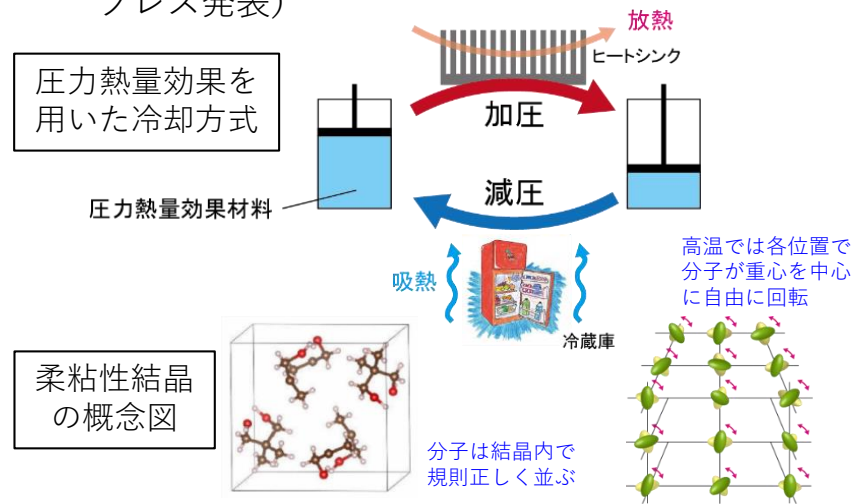
J-PARC

- ✓ 段階的にビームパワーを上げた結果、2018年度には500 kW以上による世界最大強度の安定した中性子線を計画通り8サイクル供給した
- ✓ 利用実験課題442件（2017年度は414課題）を実施し、査読付論文183報（2017年度は129報）を創出、我が国の科学技術・学術の発展、産業の振興等を支えた



最近の成果

- ✓ 柔粘性結晶の中に巨大な圧力熱量効果を持つものがあり、次世代の固体冷媒の候補と成り得ることを示すとともにその機構発現のメカニズムを原子レベルで解明した
- ✓ 柔粘性結晶ネオペンチルグリコールのもつ巨大な圧力熱量効果が分子回転の凍結・解放により生じていることを中性子準弾性散乱により解明した（Nature誌 (IF = 41.577) に掲載、2019.3.29プレス発表)



今後の取組み

- ビームパワー1 MWの安定した中性子線を供給し、科学技術・学術の発展、産業の振興等の促進を図る
- J-PARC、JRR-3等の大型施設を活用した人材育成を推進していく