



原子力イノベーションに向けた 原子力機構の取組について

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

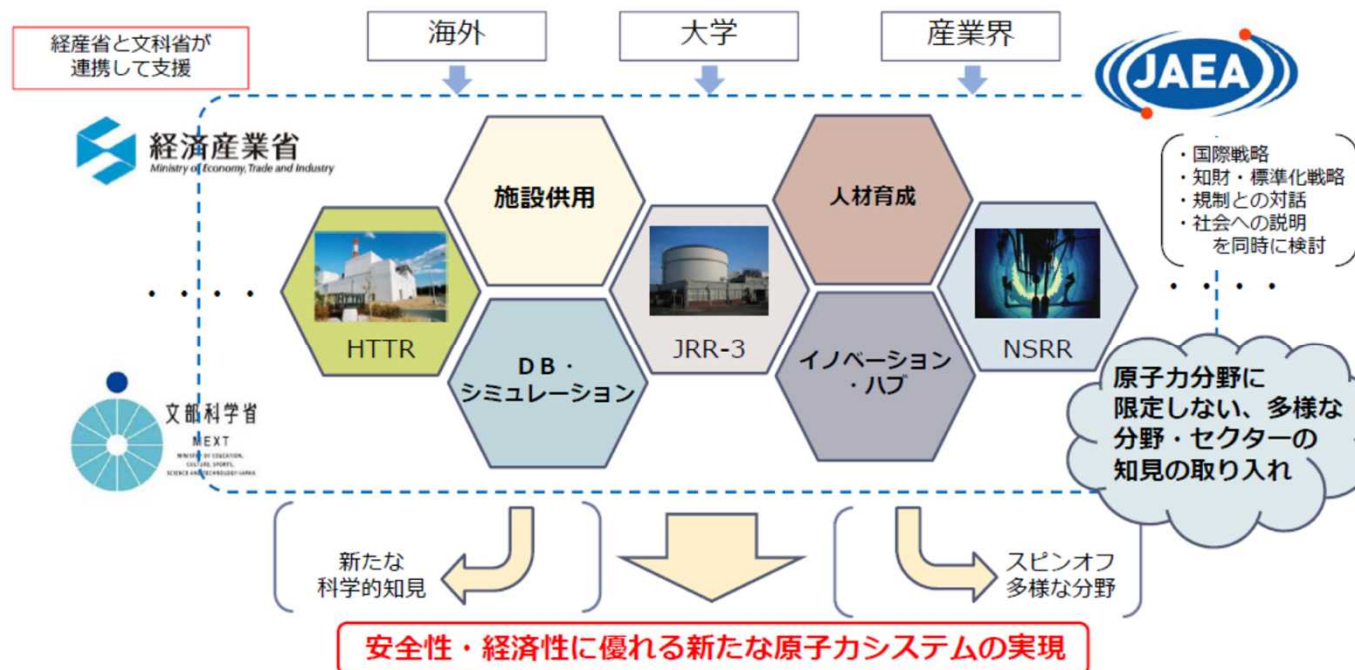


背景・経緯

- 2017年3月、原子力機構の「イノベーション創出戦略」を策定・公開した。
 - 「研究開発成果最大化」に向けた機構内のイノベーション意識の醸成・向上が狙い。
 - プロジェクト型の研究開発の実用化がイノベーションに資すること、また複合科学である原子力科学を幅広いイノベーションに役立てることを趣旨とする取組方針を示した。
- エネルギー基本計画（2018年7月閣議決定）において原子力エネルギー分野においてもイノベーションの重要性が指摘された。
- 資源エネルギー庁原子力小委員会等では、民間のイノベーションを支援する政策が議論された。
- 原子力機構においても、持てる研究基盤や人材育成を通じて我が国の原子力研究開発を支えるべく、民間・大学・外部機関との連携を強く意識した取組が必要との認識。

研究基盤施策を巡る課題と今後の検討の方向性・論点

- 高度な研究施設の大部分を運用し、原子力に関する多様な人材・知見が集うJAEAの在り方
 - JAEAについては、原子力研究開発・人材育成施策全体のイノベーション志向化の中で、**イノベーションハブとして、その中核的役割を果たす**ことが求められるのではないか
 - そのためには、従来の研究開発の主体としての役割に加え、**今後は、高度な研究基盤の担い手としての役割に重点を置き、大学や産業界との連携の場として、我が国の人材育成・研究開発を支えていくことを追及すべきではないか**
 - 具体的には、**効果的で使い勝手の良い施設共用の仕組みの構築**や、JAEAが有する**研究施設・知見・人材を活用したイノベーション創出のための外部機関との効果的連携**の方策を検討すべきではないか





JAEAの目指すイノベーションの在り方

イノベーション創出戦略（2017.3）

シーズ(技術・知見)の社会実装、社会のニーズの吸い上げ

原子力エネルギー利用に係るイノベーション

1 エネルギー資源問題の解決

核燃料サイクルの実現

2 放射性廃棄物の減容化・有害度低減

分離変換技術の確立

3 原子力施設の廃止措置と放射性廃棄物の処理処分

スマートデコミッションング事業化

4 新型原子力システムの開発

高温ガス炉の実用化

5 安全システムの構築

技術的信頼性の獲得

6 福島第一原子力発電所事故への対処

廃炉、環境回復の完遂

原子力科学を通じたイノベーション

1 基礎基盤研究、先端原子力科学研究及び中性子利用研究等

学術的な発見や新しい知的概念の創造より知的・文化的価値を創造

2 施設供用・共用

広い学術分野でのイノベーション創出に貢献し、施設の安定稼働と測定手法の高度化を実施

新たに加えるべき方向性 = オープンイノベーションを駆動する

◆ 外部との協働・共創による、イノベーションデザイン

- コンソーシアム形成や個別対話を通じ、外部ニーズの把握にとどまらず、協働・共創により原子力の将来を展望した未来社会ニーズを議論し、新しいイノベーションを目指す

◆ 自らの知見・技術基盤の活用と他分野の最先端成果の取り込みによる原子力イノベーションの加速

- 国の委託・補助事業等を通じ、機構の知見・技術基盤を提供し民間のイノベーションを支援
- 異分野・異種融合を促進し、他分野の最先端成果を取り込む (AI・ロボティクス・デジタル技術等)

◆ オープンイノベーションの場としての大型施設の活用

- 幅広いニーズに応える供用の仕組みの構築により利用者の裾野を拡大する
- 企業と大学も含めた研究者のマッチング等によりオープンイノベーションを促進する

イノベーション創出に向けて

<原子力エネルギー利用>

高速炉技術で培った経験等を活かし、多様な炉概念にも拡張可能な研究開発基盤を開発・強化

<原子力科学技術>

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

JAEAの研究開発基盤施設

<p>AtheNa</p>  <p>Na機器・系統試験</p>	<p>FMF</p>  <p>照射後試験</p>	<p>常陽</p>  <p>高速中性子照射</p>	<p>NSRR</p>  <p>原子炉燃料の安全性を研究するための専用研究炉</p>	<p>HTTR</p>  <p>固有の安全性を持ち、多様な産業利用が期待される高温ガス炉</p>	<p>JRR-3</p>  <p>中性子ビーム利用実験を行う試験研究炉</p>	<p>J-PARC (JAEA・KEK共同運営)</p>  <p>世界最大強度のパルス中性子源を有する大強度陽子加速器施設</p>
---	--	--	--	--	---	---

研究開発基盤の強化により民間の革新的技術開発に貢献
産学連携や成果共有、国際協力を通じた炉・燃料サイクルに係る人材育成

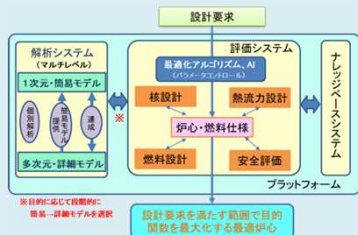
施設供用制度を拡充し、産業界との橋渡し機能を強化
原子力分野以外も含めた幅広い分野のイノベーションに貢献

持続可能な社会の実現に寄与する革新的原子力システムの開発

イノベーションの創出と科学技術の発展に寄与

先進的評価・支援手法

新型炉の設計最適化を可能とする統合型の評価手法を開発し、民間での炉心設計等の精密化・効率化に貢献



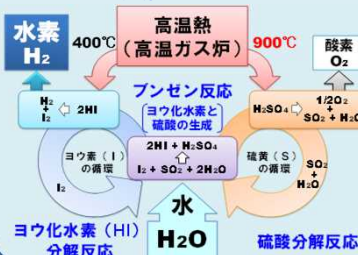
調和型システム

安全性、経済性、市場適合性を向上、さらに再生可能エネルギーとの共存性を有するSMR概念を構築



高温ガス炉水素製造

HTTRを高温ガス炉コジェネレーションシステム開発プラットフォームとして活用し、エネルギー・環境イノベーションに貢献



原子力基礎基盤研究

分離変換技術の研究開発や軽水炉の安全性向上のための研究開発を通して、原子力エネルギー利用の課題解決に貢献



中性子・放射光利用研究

中性子・放射光利用による物質材料科学、生命科学等の推進によって環境分野、バイオ分野等におけるイノベーションに貢献





外部機関との連携

新たな取組

①～⑤は次ページの取組内容に対応

原子力科学技術の中核としたオープンイノベーションを駆動！



- ・ ニーズに基づく施設、知見・技術、人材の提供、マッチング
- ・ 他分野の最先端成果を取り込み原子力イノベーションを加速

基盤施設 ⑤

人材

知見・技術

・ 国の委託・補助事業を通じた民間支援 ①

・ 個別の対話 ③

・ 組織間連携の構築 ①③

・ 組織間連携の構築 ③

・ 汎用性の高い施設の供用強化 ②

・ 他分野最先端成果の取り込み ④

・ 個別の対話 ③

特定のテーマ
での関連機関
・ 新型炉 等

原子力委員会提言に基づく
3つのプラットフォーム

- ・ 軽水炉安全
- ・ 過酷事故・防災
- ・ 廃止措置・廃棄物

原子力 エネルギー分野

電事連・電工会・電力・原電・メーカー
NDF・IRID・NUMO・RANDEC
学会・大学 等

特定のテーマ
での関連機関
・ インフラ
・ 食品 等

中性子産業
利用推進
協議会

原子力 エネルギー以外の分野

自動車・建築・土木・医療・薬剤
食品・環境・エネルギー 等の企業
学会・大学 等

- ・ 組織間連携の構築：コンソーシアム形成などにより協調領域における課題・ニーズを複数の企業等で共有する
- ・ 個別の対話：個別企業へのニーズの聞き取り、シーズの紹介などの活動を行う
- ・ 他分野最先端成果の取り込み：原子力の技術課題の解決に向けた他分野の成果の取り込みを行う



原子力イノベーション施策における 原子力機構の取組

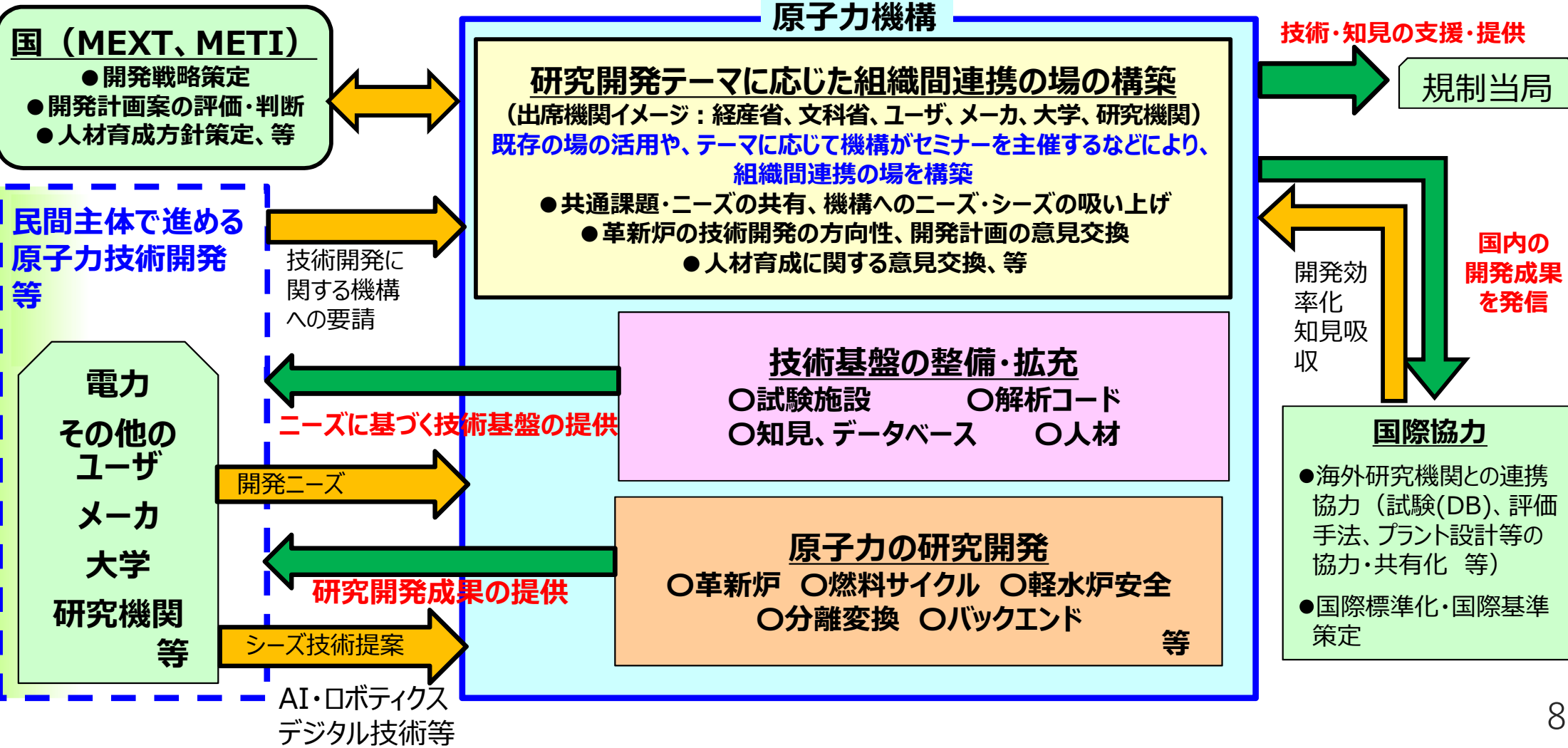
テーマ	強化すべき取組内容
I. 原子力エネルギーに係るイノベーション	<p>① 原子力分野での戦略的コーディネート</p> <p>国の委託・補助事業等を通じ、民間企業のニーズや課題を抽出し、その解決に原子力機構の知見・技術基盤を提供するとともに、抽出した横断的課題を解決するため、原子力機構が中心となってデジタル化技術・プラント設計知見・試験炉等を活かしたプラットフォームを構築し、原子力イノベーションに貢献する。</p>
II. 原子力科学を通じたイノベーション	<p>② 供用機能の強化</p> <p>JRR-3の運転再開を機に、大学、産業界等のユーザーの意見を聞きつつ、利用システムの利便性向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の構築を行う。大型施設をオープンイノベーションの場とする取り組みを行う。</p>
III. 共通の取組	<p>③ 個別対話の促進、組織間連携の構築</p> <p>産業界、大学、関係学協会との個別対話の促進や、産業界・大学等を集めてテーマに応じた公開セミナーを開催するなどにより、協調領域における課題・ニーズを共有する場を形成し、コンソーシアム等の形成につなげるなどの組織間連携を構築し、原子力機構へのニーズを把握するとともに、未来社会ニーズの検討等により協働・共創でのイノベーション創出の仕組みを構築する。</p> <p>④ 異分野・異種融合の促進</p> <p>機構のシーズを紹介し、原子力以外も含めた企業との連携により、異分野・異種融合を図る取組として、2018年度より、原子力機構技術サロンを開始した。今後他機関の取組をリサーチし、異分野の最先端成果の取り込みの場を検討する。</p> <p>⑤ 原子力施設の運転再開と後継炉検討（参考資料）</p> <p>原子力施設の運転再開を着実に果たすとともに、JMTR廃止により機能が失われる照射利用については後継炉を検討し、提案する。</p>



I. 原子力エネルギーに係るイノベーション

① 原子力分野での戦略的コーディネーション

原子力機構は、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。これらの活動を適切に実施するため、関係機関と意見交換する場を設ける。





I. 原子力エネルギーに係るイノベーション

① 原子力分野での戦略的コーディネーション JAEAの基盤施設・技術の提供 (抜粋)

機構の多様な試験施設と技術基盤をニーズに基づき提供

提供可能な施設と技術基盤について集約化しHP等で公表、利用窓口を設置

	試験施設	解析コード	知見・データベース	人材
共通	材料試験施設 構造試験施設 熱流動試験施設 ホットラボ  構造材料長時間試験施設  ホットラボ	粒子・重イオン輸送計算コード 放射性物質の海洋放出時拡散予測システム 緊急時環境線量情報予測システム	種々の炉型の概念設計知見 試験研究炉の許認可知見 試験研究炉の運転保守知見	解析コード開発 試験の計画・実施 プラント概念検討 安全評価 許認可 Pu取扱技術
Na冷却高速炉	常陽+照射後試験施設 Na用GB Na機器試験施設 Na伝熱流動試験施設 Na燃焼試験施設  Na伝熱流動(PLANDTL)  Na工学試験(SERF)	炉心解析コード 熱流動解析コード 構造解析コード 安全解析コード	常陽、もんじゅの研究開発知見 常陽、もんじゅの許認可、運転・保守知見 JSFR概念検討、安全評価知見	解析コード開発 試験の計画・実施 プラント概念検討 安全評価 許認可
高温ガス炉	HTTR 水素製造試験施設  HTTR  水素製造試験施設	炉心解析コード 燃料挙動解析コード 炉内黒鉛構造物地震応答解析コード	実用炉の概念設計知見 実用炉運転と制御設計知見 実用炉の安全設計・評価知見 熱利用施設開発知見	解析コード開発 試験の計画・実施 プラント概念検討 安全評価 許認可
軽水炉	安全試験施設 燃料製造試験施設 再処理試験施設  NSRR	安全解析コード 核特性解析コード 崩壊熱評価コード 放射化量評価コード	安全研究の知見 SA解析コード用FP放出移行挙動データベース	解析コード開発 試験の計画・実施 安全評価
燃料サイクル	燃料製造試験施設 燃料物性研究施設 再処理試験施設	燃料設計・挙動解析コード	MOX燃料製造施設及びTRP・CPFの運転保守経験 燃料・材料の物性、照射挙動の知見	MOX粉取扱い技術 湿式再処理技術
分離変換・ADS	ホットセル TRU高温化学モジュール 鉛ビスマスループ 大強度陽子加速器  鉛ビスマスループ	溶媒抽出プロセス解析コード 粒子・重イオン輸送計算コード 炉心解析コード	抽出剤・分離回収技術 再処理プロセス化学・ハンドブック 液体金属(Pb-Bi)取扱いに関する知見	核燃料・RI取扱技術 プラント概念検討 炉物理試験 加速器運転技術
廃止措置	廃止措置モックアップ試験フィールド	廃止措置費用簡易評価コード	JPDR廃止措置に関する知見 クリアランスに関する知見	レーザー切断技術

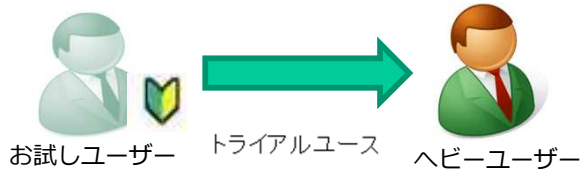


② 供用機能の強化 供用プラットフォームの構築

大型施設の供用と周辺機器の供用を合わせ
利用者のニーズに応じた総合的な分析を可能にする

新しい利用体系の構築

従来の成果非占有利用（成果公開）、成果占有利用（成果非公開）に加え、無料利用となるトライアルユースの設定により利用者の裾野を拡大する。



ユーザー利便性の向上

技術コーディネータの配置、供用施設、一般機器利用サービス等の提供等課題申請システム（RING）の充実化により、外部ユーザーの利便性を向上する。



JRR-3 RING



X線回折装置

ユーザーズオフィス

- 利用システム構築
- コーディネータの配置
- 技術支援員の配置



ユーザー

ワンストップサービス



産業界との連携強化

中性子産業利用推進協議会等におけるJRR-3のアウトリーチ、産業応用セミナーおよび測定技術講習会開催、企業ビームラインの創設、オープンラボの設置等を検討する。



以下の取組について検討する。

1. 個別対話の促進
 - 個別企業、大学、研究機関等との個別対話の場を設定する
 - 本部組織において全体把握と研究計画への反映を行う
2. 組織間連携の構築
 - 原子力委員会提言により立ち上がったプラットフォームの活動や、まずは新型炉等に関するセミナーをメーカー、電力、大学等を集め開催するなどにより、課題・シーズを共有する組織間連携の場を構築し、外部との協働・共創を促進する
 - 中性子利用での産・学・施設連携を構築し、J-PARCやJRR-3をオープンイノベーション創出拠点とする

中性子利用における今後の取組 (J-PARC)

1) 企業コンソーシアムの形成による産・学・施設の連携

- 非競争領域での研究を加速する

2) 総合企業との「組織」対「組織」の連携

- 非競争領域から競争領域まで企業の種々の要求を満たす

3) 産学連携に取り組む体制の改良 (J-PARC JOIN)

- J-PARCの産学連携の中核組織を立ち上げ、当面、企業相談に対する的確な調整、企業の課題解決に適した研究者の紹介等を行う



④ 異分野・異種融合の促進 技術サロンの活用・異分野シーズの取り込み

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。



- 「JAEA技術サロン」を初めて開催した（2018年8月）。
- 大学、国研及び日本分析工業会（JAIMA）、中性子利用協議会、J-PARCユーザー等の企業（技術担当役員）を招待し、企業88社等から109名が来場。
- 2019年度は10月2日に開催予定。



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。

- 東濃地科学センター → 理化学計測機器メーカー
- 物質科学センター → 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

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

原子力機構における原子力人材育成

- 産官学連携で設立した**原子力人材育成ネットワーク**(事務局:原子力機構原子力人材育成センター、日本原子力産業協会及び原子力国際協力センター)が**原子力人材育成戦略ロードマップ**を策定した
- 原子力人材育成センターでは、基盤共通的な範囲において、高等教育機関への教育支援や国内外の実務者研修を実施している
- 各部門においては、それぞれの研究開発分野に特化した学生や実務者の人材育成等を実施している

原子力人材



国内外の実務者	実務者研修 <ul style="list-style-type: none"> 国内研修 国際研修 IAEAマネジメントスクール 	実務者研修 <ul style="list-style-type: none"> 廃炉措置技術 放射線基礎講座 中性子科学 核セキュリティ技術
	大学・高専教育支援 <ul style="list-style-type: none"> 大学連携ネットワーク 連携大学院制度 大学学生実習 	学生受入 <ul style="list-style-type: none"> 特別研究生 学生実習生 夏期休暇実習生 共同研究参画学生
高専 大学	初等・中等教育機関への支援	
小・中 高校		

基盤共通
(原子力人材育成センター)

特定分野
(各部門)

強化する取組

- 外部組織と連携して、原子力に係る知識の共有化と体系化を図り、人材育成に貢献する
- 施設供用を通じて、学生に最先端の研究の機会を提供し、人材育成に貢献する

シビアアクシデント(SA)アーカイブス事業

電力事業者、メーカー、研究機関からなるSAプラットフォーム(事務局:JAEA)で、**SA現象の理解と評価法などを体系的に理解し、応用につなげられる研修資料(SAアーカイブ)**を整備している

SAに関する体系的な技術解説資料



SAに関する講義資料の整備



SAをイメージできる実習プログラム





まとめと今後の課題

まとめ

新たな原子力イノベーションを創出するため、オープンイノベーションのハブとなる取り組みを展開する

- 個別対話、組織間連携の構築等による対話の取組みを積極的に行う
- 原子力以外の最先端成果を取り込む仕組みを構築する

課題

- 外部のニーズに応じていくため、試験研究炉等の運転再開及び研究開発基盤の継続的な整備が必要である
- 一部の取組においては予算、人員等リソースの確保が必要であり、競争的資金等を含め、予算獲得に努める
- 施設の安定的な維持管理に向けて共用法の活用等、制度整備と支援が必要である



将来ビジョン「JAEA2050+」 (策定中)

- 外部との協働・共創による原子力の将来展望に先立ち、JAEAの将来ビジョン「JAEA2050+」を、若手研究者や幅広い分野の外部有識者の意見を取り入れて策定中
- これを踏まえ、「イノベーション創出戦略」の見直しなど、JAEAの戦略や計画の具体化を図る

JAEA将来ビジョン

2050年の社会構造の変革に向けて
原子力科学技術を通じて持続可能な社会のためのソリューションを提案します

“新原子力”時代の取組

気候変動問題
の解決

エネルギーの
安定確保

原子力のポテンシャルの最大限の追求

他の科学技術分野との協働・融合

未来社会
(Society5.0^{*1})
の実現

安全最優先
原子力をめぐるELSI^{*2}への対応
国際協力・国際貢献
地域の発展への貢献

原子力科学技術で気候変動問題の解決に
貢献します

安全性を向上させた核燃料サイクルを含む
エネルギーシステムでエネルギーの安定
確保に貢献します

原子力科学技術による科学の発展を通じて
未来社会(Society5.0)の実現に貢献します

*1：狩猟社会(Society 1.0)、農耕社会(Society 2.0)、工業社会(Society 3.0)、情報社会(Society 4.0)に続く、新たな社会を指すもの。第5期科学技術基本計画において、わが国がめざすべき未来社会の姿として提唱された。

*2：ELSI：Ethical, Legal and Social Issues (倫理的、法的、社会的問題)

具体的テーマ

安全の追求

革新的新型炉システムの探求

放射性物質のコントロール

デコミッショニング改革

高度化・スピンオフ

新知見の創出

參考資料

原子力施設の運転再開



J-PARCは高エネルギー加速器
研究機構(KEK)と共同運営



施設名 (運転開始)	施設の概要	現況
HTTR (H10.11)	多様な産業利用が見込まれる 高温ガス炉	審査中
STACY (H7.2)	臨界安全研究のための臨界 実験装置	2020年度再開 予定 2018.1設置変 更許可
旧JRR-3 (S37.9) JRR-3 (H2.3)	炉心内での照射実験と炉心外で の中性子ビーム利用実験	2020年度再開 予定 2018.11設置変 更許可
常陽 (S52.4)	我が国初の高速増殖炉の 実験炉	審査中
NSRR (S50.6)	原子炉暴走事故（反応度事故） を模擬したパルス運転	2018.6再開 稼働中
タンDEM 加速器 (S57.4)	世界有数の大型静電加速器	稼働中
J-PARC (H20.4)	世界最大強度のパルス中性子源 を有する大強度陽子加速器施設	稼働中
SPring-8 (H9.10)	世界最高性能の放射光を生み出 すことができる大型放射光施設	稼働中

JRR-3運転再開に向けた取組

炉施設では最も多い外部利用者数を擁するJRR-3を運転再開させ、供用プラットフォーム構築により機構と産業界等とのインターフェイスを確立し、原子力施設供用のモデルケースとする。

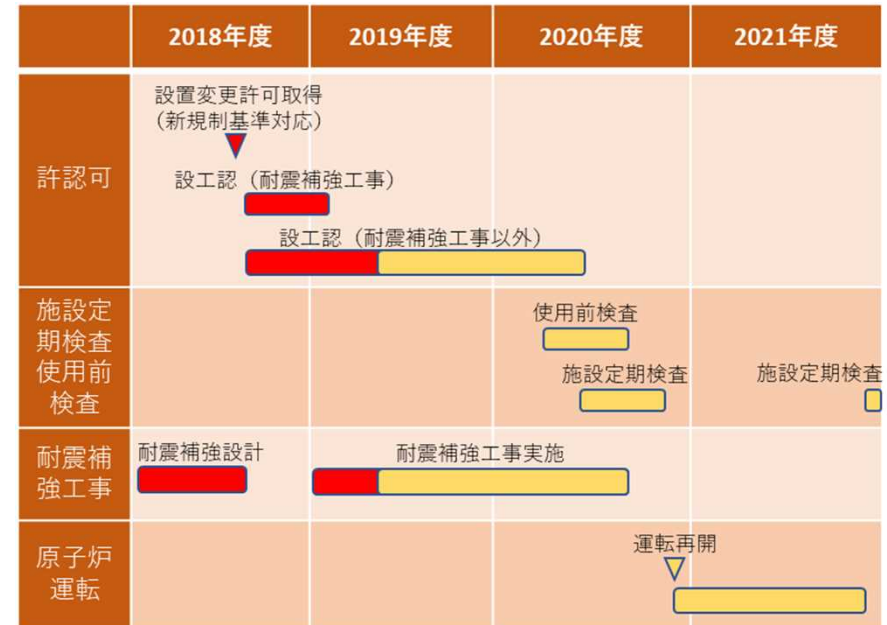
施設

- ✓ 2019年度より耐震化対応工事を開始
- ✓ 高経年化対策の実施

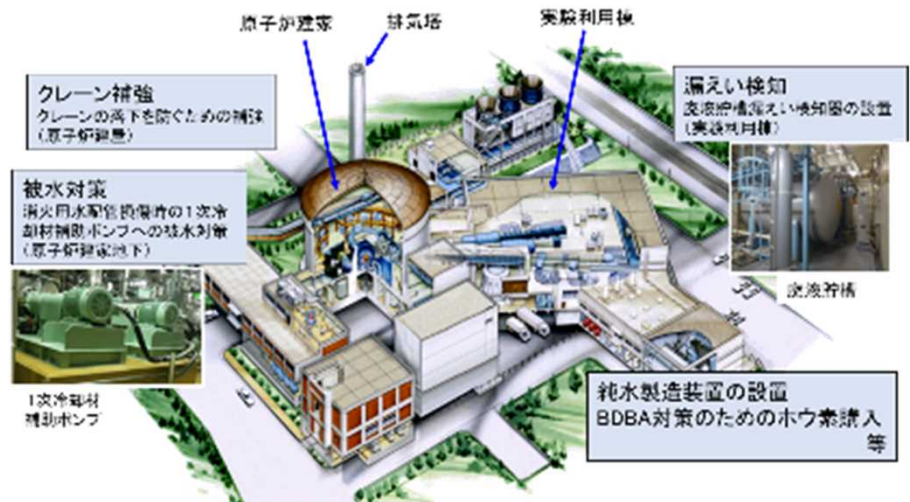
ユーザー利便性向上

- ✓ 中性子導管の高経年化対策により、中性子強度を増強
- ✓ 企業連携に関する対話を実施中
(インフラ系企業、中性子産業利用協議会メンバー企業)
- ✓ 供用プラットフォームと連動するシステムの構築

運転再開スケジュールと耐震補強工事概要



耐震補強
 厚板の中心への落下防止(原子炉建屋)、最新の建築基準法への適合(原子炉建屋、実験利用棟、排気塔など、全19箇所)



機構として、関係部署が連携し、下記の取り組みを積極的に推進。

◆ 短期・中期的取り組み

- 原子力研究施設の国際供用支援における窓口業務に係る調査・分析
【目的】 国際供用支援に係る窓口業務の試行や国際供用に関する調査・検討により、我が国の原子力研究に係る国際供用の在り方の取りまとめ
 - ✓ 放射線利用振興協会(RADA)が文部科学省より受託(2018年度から開始)。
 - ✓ 機構は委員会・部会へ委員を派遣。
(委員会：制度の検討、部会：利用分野(材料照射、中性子ビーム)の検討)
- 海外炉を用いた照射場評価に関する研究
【目的】 照射試験技術及び照射後試験技術の開発・継承及び人材の育成
 - ✓ 機構は千代田テクノルとの共同研究により実施(2017年度から開始)。
 - ✓ 海外炉での照射試験の立案・実施により、照射場の評価。
(機構の活動：カザフスタン・WWR-K、ポーランド・MARIA)

◆ 長期的取り組み

- JMTR後継炉検討委員会
【目的】 JMTR後継としての新たな照射炉の建設に向けた検討の推進
 - ✓ 文科省作業部会のタスクアウトを受けて理事長達による委員会を設置。
 - ✓ 社会的要請・ニーズの再整理、海外施設の運用に関する調査、中性子照射に関する技術動向の調査の結果に基づき、JMTR後継炉の概略仕様を決定。