



もんじゅサイトに設置する新試験研究炉の概要 と 京都大学複合原子力科学研究所の取り組み

京都大学複合原子力科学研究所
新型研究炉開発・利用センター

杉山正明

これまでの経緯とプロジェクト概要

これまでの国の動き

平成28年
12月

- 「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針を決定
 - ・将来的に「もんじゅサイトに新たな試験研究炉を設置し、我が国の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」ことが示される

- 文部科学省における炉型の絞り込み
 - ・2017年度より設置すべき炉型等の概念設計に向けた調査を実施し、検討の結果、
 - ①西日本における原子力の研究開発・人材育成の中核的拠点としてふさわしい機能の実現
 - ②地元振興への貢献
 - の観点から中性子ビーム利用を主目的とした「中出力炉(出力1万kw未満)」に絞り込み
 - ・2020年度より概念設計に着手し、2022年度中に詳細設計を開始

令和2年
9月

- 文部科学省による公募 この時点でプランがオープンとなる
 - ・委託事業「もんじゅサイトに設置する新たな試験研究炉の概念設計及び運営の在り方検討」を公募

令和2年
11月

- 原子力機構・京都大学・福井大学を、委託事業の
中核的機関として採択
 - 原子力機構:「試験研究炉の設計・設置・運転」
 - 京都大学:「試験研究炉の幅広い利用」
 - 福井大学:「試験研究炉に係る地元関係機関との連携構築」の検討



新試験研究炉：実施体制（1）

原子力機構、京都大学、福井大学の三者が中核的機関となり、各々の主担当業務において主導的な役割を果たすとともに、中核的機関の主要メンバーによる「全体統括チーム」を組織し、全体進捗管理を行う。

◆ 原子力機構（代表機関）：「試験研究炉の設計・設置・運転」

役割分担 試験研究炉の設計やもんじゅサイトの知見を活かし、主に概念設計と地質調査を担当

◆ 京都大学（参画機関）：「幅広い利用」

役割分担 利用ニーズの整理、及びKURの利用運営経験を活かした利用運営の在り方検討を担当

新試験研究炉開発・利用センター設置
(R3年5月)

◆ 福井大学（参画機関）：「地元関係機関との連携構築」

役割分担 地元産業界との橋渡し活動、地元関係機関との連携構築に向けた制度の検討を担当

京都大学複合原子力科学研究所 新型研究炉開発・利用センター

1. ビーム輸送・CNS・ビームラインレイアウト

【中性子ビーム開発検討グループ】

2. 分光器・装置関係

- 世界の装置の現状、ニーズ調査、期待される研究成果、関連学会からの要望（識者との意見交換、Workshop開催なども視野）
- 具体的には、ビーム強度（できうる限り定量的に）→設置可能装置及びその期待できるパフォーマンス→期待できるユーザー数→期待できる成果

A) 分光器群（小角散乱、回折、イメージング、三軸、etc.）【中性子ビーム利用検討グループ】

B) 放射化分析、材料照射、ホットラボ、核燃・非密封RI利用検討
【照射利用検討グループ・放射化分析利用検討グループ】

3. 運営体制（各施設の現状を参照しつつ）

【新型研究炉運用検討グループ】

- A) 装置保守・技術運用（体制、要員数）
- B) 課題審査、共同利用（体制、要員数）
- C) 法令規制対応（体制、要員数）
- D) ユーザーサービス[宿舎・交通・食事]（施設、体制、要員数）

4. 特徴的挑戦【全体】

- A) IT、通信、DX（体制、要員数）運営法
- B) 特殊試料（核燃・非密封RI）の使用方法検討
- C) 他施設連携

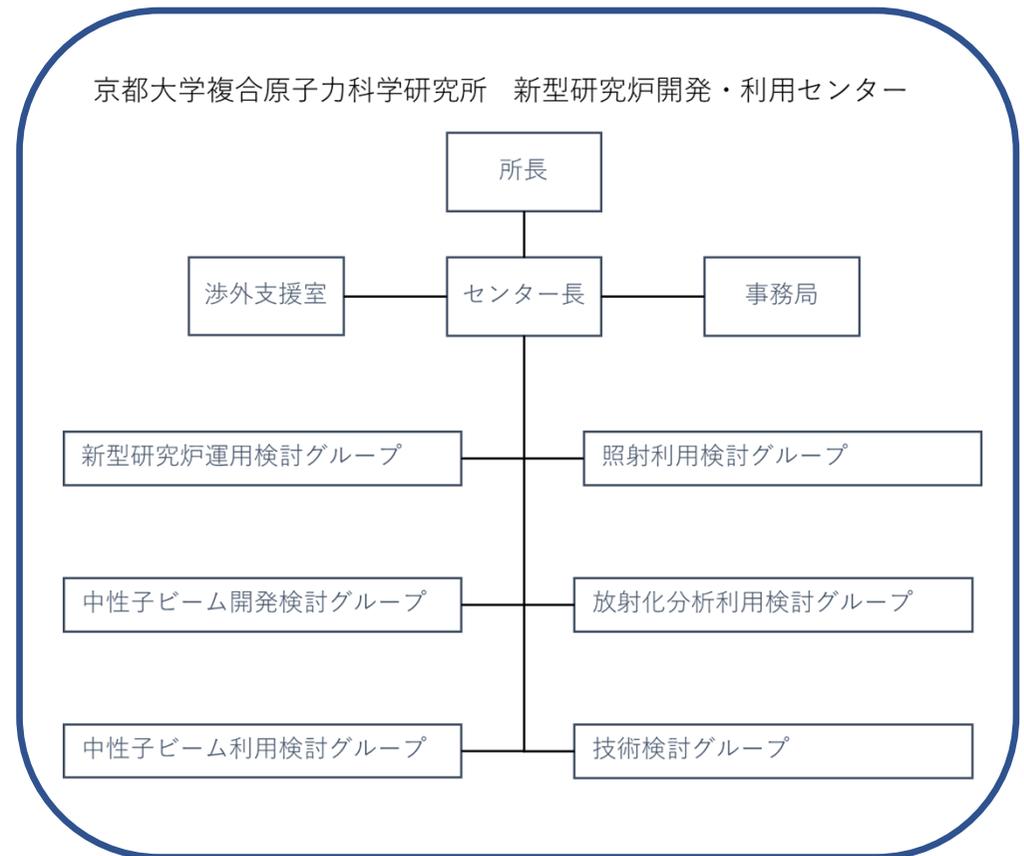
4. 学術研究分野における人材育成

【全体】

- A) 教育プログラム
- B) 新研究炉利用開始までと開始後のKURNS施設の利用・整備方針

6. 産業利用（全国的視野）【全体】

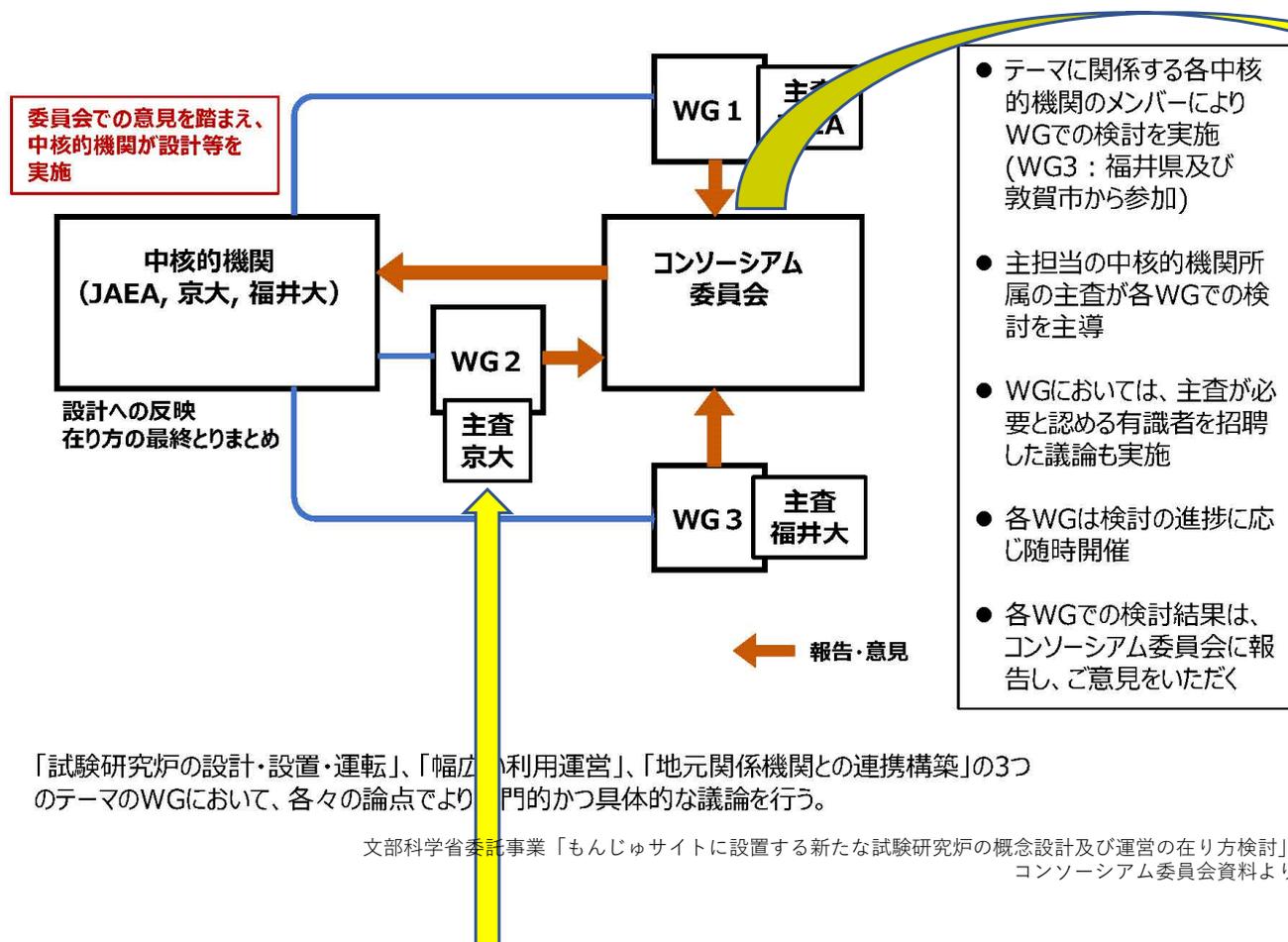
- A) 期待される産業利用の例
- B) KURNS施設の利用方針



JAEA コンソーシアムにおける検討体制図

コンソーシアムでの議論・意見集約を効率的に行うため、「コンソーシアム委員会」と以下の3つのテーマでのワーキンググループ（WG）を設置することにより行う。

- WG1：「試験研究炉の設計・設置・運転」WG（主担当：JAEA）
- WG2：「幅広い利用運営」WG（主担当：京大）
- WG3：「地元関係機関との連携構築」WG（主担当：福井大）



第1回:2021/3/23

<https://www.jaea.go.jp/news/newsbox/2021/032301/s01.pdf>

第2回:2021/10/22

<https://www.jaea.go.jp/news/newsbox/2021/102201/s01.pdf>

第3回:2022/3/24

<https://www.jaea.go.jp/news/newsbox/2022/032401/s01.pdf>

第4回:2022/11/15

<https://www.jaea.go.jp/news/newsbox/2022/111501/s01.pdf>

新型研究炉センターを通して、種々のコミュニティの意見を反映させつつ、利用検討の案（設置装置など）を練る（今後の体制も）

新試験研究炉プロジェクト概要:ここまでのまとめ

- 昨年9月に**もんじゅサイト**に**試験研究炉を建設**を決定
- 出力：**10MW未満**
- 性格：**中性子ビーム炉**（ただし、多目的要素も追加）
- 目的：（広い意味での）**人材育成・地元振興**

- 昨年11月から「**概念設計と運営の在り方検討**」事業が開始(文科省委託事業)
- 中核機関:JAEA・福井大・京大(KURNS)
- JAEA:**原子炉建設・運転?**
- 福井大:**地元振興**
- KURNS:**幅広い利用(回折・散乱装置だけでなく、RI製造・放射化分析・陽電子・生物照射、ビーム輸送系・付帯設備までも検討)**
- 体制:統括チーム(決定)ーコンソーシアム(助言)ーWGs(検討)
- 期間:R2-R4年度まで

最近の状況

文科省の原子力政策

我が国の試験研究炉を取り巻く現状・課題と今後の取組の方向性について(中間まとめ案)(概要)

資料 2-2
科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
原子力科学技術委員会
原子力研究開発・基盤・人材作業部会(第14回)
(R4.12.13)

- 我が国の官民の原子力の基盤研究や人材育成に広く資する試験研究炉について、特に照射炉・ビーム炉を効果的・効率的に活用する観点から、**今後の取組の方向性を検討していく上での論点整理**を行った。
- 現在進められているGX実行会議等における**次世代革新炉の開発・建設に係る検討**をはじめ、政府全体の原子力政策の方向性に関する検討状況も踏まえ、必要な見直しを行いつつ、**適切な時期に最終的な取りまとめ**を行っていく。

試験研究炉を取り巻く現状と課題

- ✓ 1990年代後半以降、我が国では**多くの試験研究炉が様々な背景要因から運転停止や廃止措置の対象となり、東日本大震災後に運転を再開した試験研究炉は国内で計6施設に留まる**など、潜在的なユーザーニーズを十分にカバーできるだけの照射場環境を国内に確保できていない状況。
- ✓ **試験研究炉数の減少**は研究開発・人材育成基盤の確保の観点からも大きな課題をもたらしており、原子力の安全を確保し、信頼性をさらに高めていく上で不可欠な**大学等における持続的な人材育成・養成に必要な教育基盤**が揺らいでいる。
- ✓ **次世代革新炉の開発・建設**に向けての基盤インフラ整備への期待や、経済安全保障の観点からも国産化の期待が高まる**医療用RI製造を始めとする産業利用への貢献への期待**に対して、**我が国の人的・物的基盤を強化する取組の推進が必要**。

照射・ビーム利用の多様なニーズ

学術・教育利用

- 基礎基盤から福島第一原子力発電所廃止措置まで、短・中・長期的に試験研究炉のニーズ。
- 核分裂連鎖反応の実現・制御に資する原子炉物理の研究・教育にも引き続き不可欠。

産業利用

- 現在、大部分を海外に依存している医療用RI製造は、経済安全保障や国内需要を踏まえた対応。
- 創薬研究等に必要となる高分子分析や、パワー半導体やモビリティイノベーションに資する新素材開発における需要。

原子炉燃・材料

- 事故時破損抵抗性に優れた事故耐性燃料の開発や既設の軽水炉の更なる長期運転のための照射試験のニーズ。
- 新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発における、新規材料の適用性確認等のための照射試験ニーズ。

今後の取組の方向性

短期的対応 (現時点で実施中)

- 「JRR-3」、「HTTR」等の**運転中の研究炉を最大限活用**する。
- 海外照射場・海外プロジェクトの戦略的活用により**国内の照射技術の継承・発展**に努める。
- 次世代革新炉をはじめ、今後の原子力分野の**人材育成の充実により、サプライチェーンの維持・強化**を図る。

中期的対応 (着手済で引き続き推進)

- RI製造、バイオ・生命、分析・イメージングといった幅広い利用の検討がなされている「**もんじゅ**」サイトの**試験研究炉の設計・建設プロセスを着実に進展**させる。
- **高速実験炉「常陽」の早期運転再開**に向け、新規基準対応をはじめとした取組を加速する。

期待は高まっている！

- **次世代革新炉開発**に必要な研究開発課題、基盤インフラの整備、人材育成及び知の集約拠点の形成を検討中。必要な取組をさらに精査し、今後の次世代革新炉の開発に貢献。
- 将来的な高出力照射機能については、**利用ニーズの分析や既設炉等での代替困難性を考慮**しつつ、政府の原子力政策の方向性を踏まえ、さらに検討。

今後について

資料 2-4
科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
原子力科学技術委員会
原子力研究開発・基盤・人材作業部会（第14回）
R4.12.13

2-3 中期的対応(着手済みで引き続き推進)

(1)「もんじゅ」サイト試験研究炉の設計・建設プロセスの着実な進展

「もんじゅ」サイト試験研究炉については、中性子ビーム利用を主目的とした中出力炉(出力10万kw未満)に絞り込まれた上で設計が進められており、機能性材料開発、RI製造、バイオ・生命、分析・イメージングといった幅広い利用に向けた検討がなされている。新試験研究炉の本格稼働時に学術のみならず産業利用も含めた幅広い利用につなげていくためには、研究炉の特徴を活かした先端研究・利用開発の検討が重要であり、継続的に関連コミュニティとの協力を進めていくことが必要不可欠である。なお、本計画は、これまで文部科学省委託事業としてJAEA(代表機関)、京都大学(参画機関)、福井大学(参画機関)が中核的機関となって実施してきたところであるが、今後詳細設計に入る段階で国内唯一の原子力の総合的研究開発機関であるJAEAが実施主体となり、引き続き京都大学、福井大学の協力を得つつ、学术界、産業界、地元関係機関等から幅広い意見を集約しつつ計画を進めていくことが重要である。

既設のJRR-3やJ-PARC等に加え、新たに「もんじゅ」サイト試験研究炉が整備されることにより、学術利用・教育に係る中性子の国内需要への対応に大いに貢献できると考えられる。また、海外の研究者をこれらの施設に受け入れ、多様な研究を進めることにより、他に類のない優れた研究成果が期待される。

(2)「常陽」の早期運転再開に向けた取組の加速と再開後の最大限の活用

常陽は国内で唯一の高速炉であり、高速炉の戦略ロードマップに記載された技術の絞り込み・重点化のためにも常陽での照射実験が不可欠である。また、次世代の原子炉で使用される新たな燃料や材料の開発や、安全性に関する実験等を行うことができる他、放射性廃棄物の減容化・有害度低減の機能実証や医療用RI製造にも資する世界的にも貴重な実験炉である。現在、令和6年度末までの運転再開を目指し新規基準対応のための準備が進められており、運転再開をすれば西側諸国唯一の稼働中の高速炉であることから、今後も運転再開に向けた取組を着実に進めていく必要がある。

常陽の高速中性子を活用した場合、がん治療に用いることのできる世界的に

「もんじゅ」サイトの新試験研究炉計画の実施主体候補について(案)

令和4年12月13日
科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
原子力科学技術委員会
原子力研究開発・基盤・人材作業部会

原子力研究開発・基盤・人材作業部会におけるこれまでの議論を踏まえ、「もんじゅ」サイトの新試験研究炉計画の令和5年度以降の実施主体候補について、以下のとおり見解を取りまとめた。

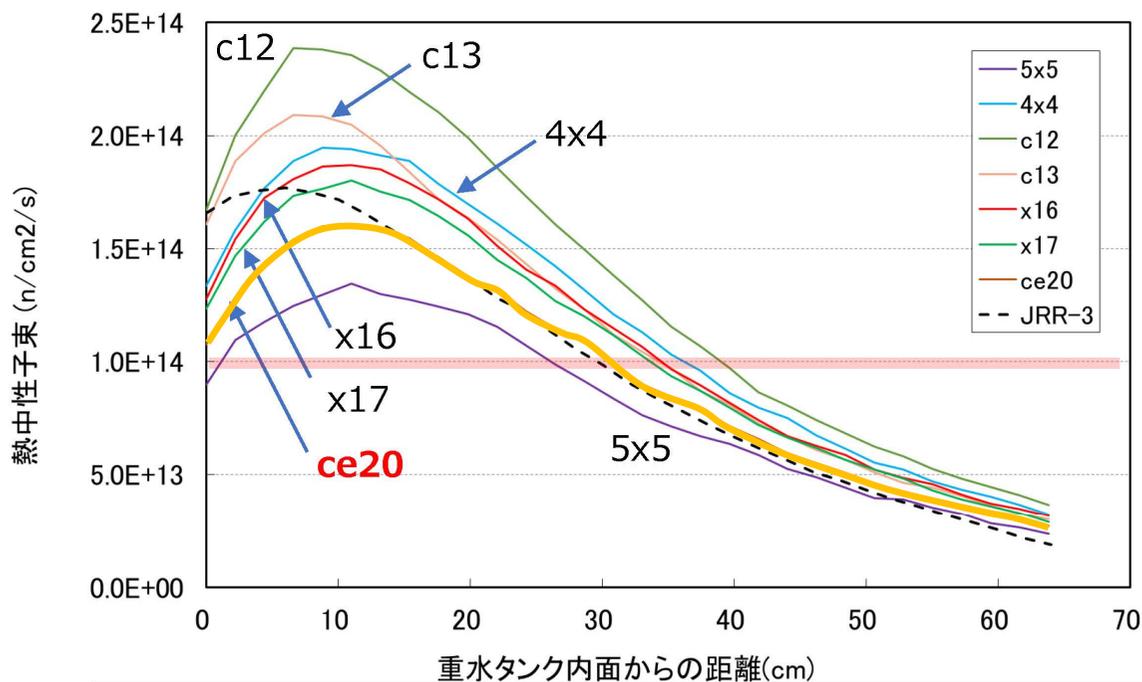
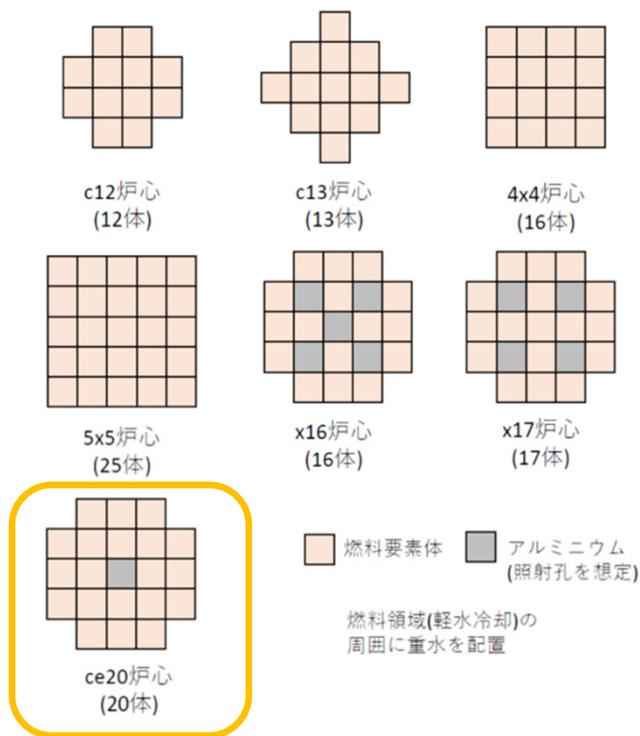
- 「もんじゅ」サイトの新試験研究炉計画については、本作業部会において炉型の絞り込み等に関する議論を行い、西日本における原子力分野の研究開発・人材育成の中核的拠点としてふさわしい機能の実現、地元振興への貢献の観点から、中性子ビーム利用を主目的とした中出力炉が最も適切であるという方向性を示したところ。
- この方向性を踏まえ、令和2年度以降、文部科学省委託事業として、我が国唯一の原子力の総合的研究開発機関である日本原子力研究開発機構(JAEA)(代表機関)、京都大学(参画機関)、福井大学(参画機関)が中核的機関となり、着実に概念設計、運営の在り方、人材育成及び地元関係機関との連携等についての検討が進められている。
- これまでの実績を踏まえ、今後詳細設計に入る段階で、JAEAが実施主体となり、引き続き京都大学、福井大学の協力を得つつ、学术界、産業界、地元関係機関等から幅広い意見を集約しつつ設計を進め、計画を推進していくことが適切である。
- なお、本試験研究炉計画は平成28年12月の原子力関係閣僚会議において決定された『「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針』に基づくものであり、立地地域との共創により、長期的な利用基盤形成を図ることで新しい社会的価値を発現するモデルとなることが望まれる。

ここまでの検討状況

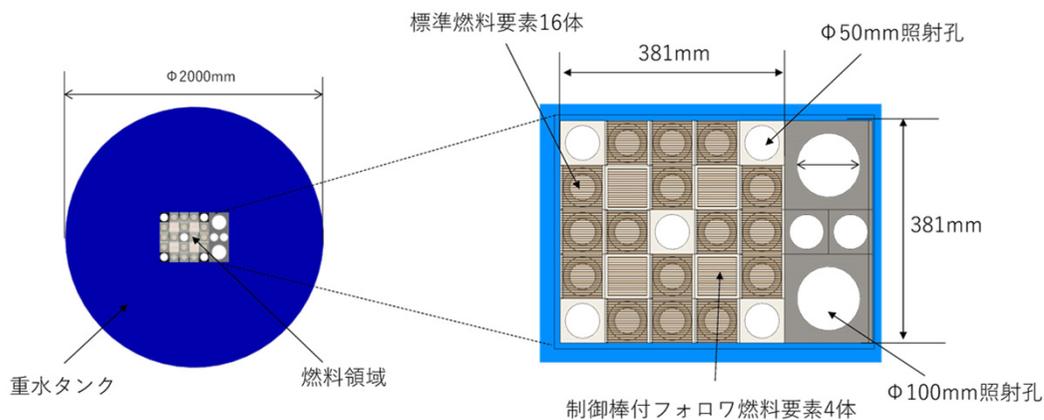
設置予定場所:位置



炉心検討=コンパクトコア: 熱中性子強度

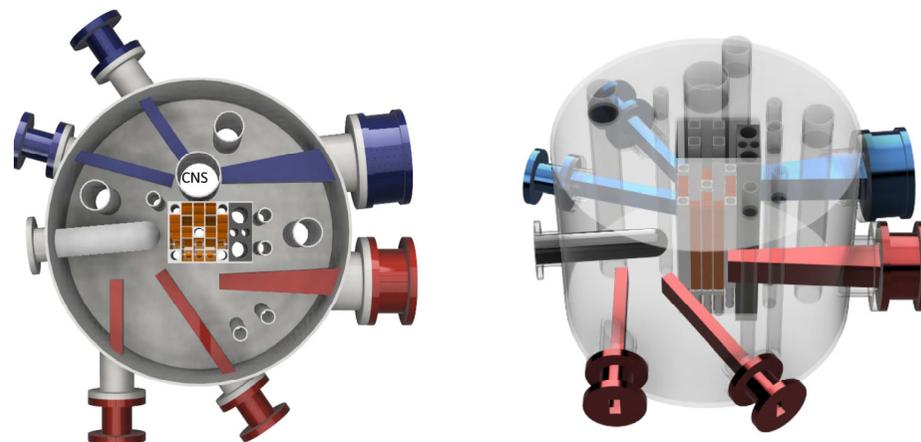


炉心・照射管配置検討図



ビーム・照射の共存を検討

炉心+ガイド管配置 イメージ図

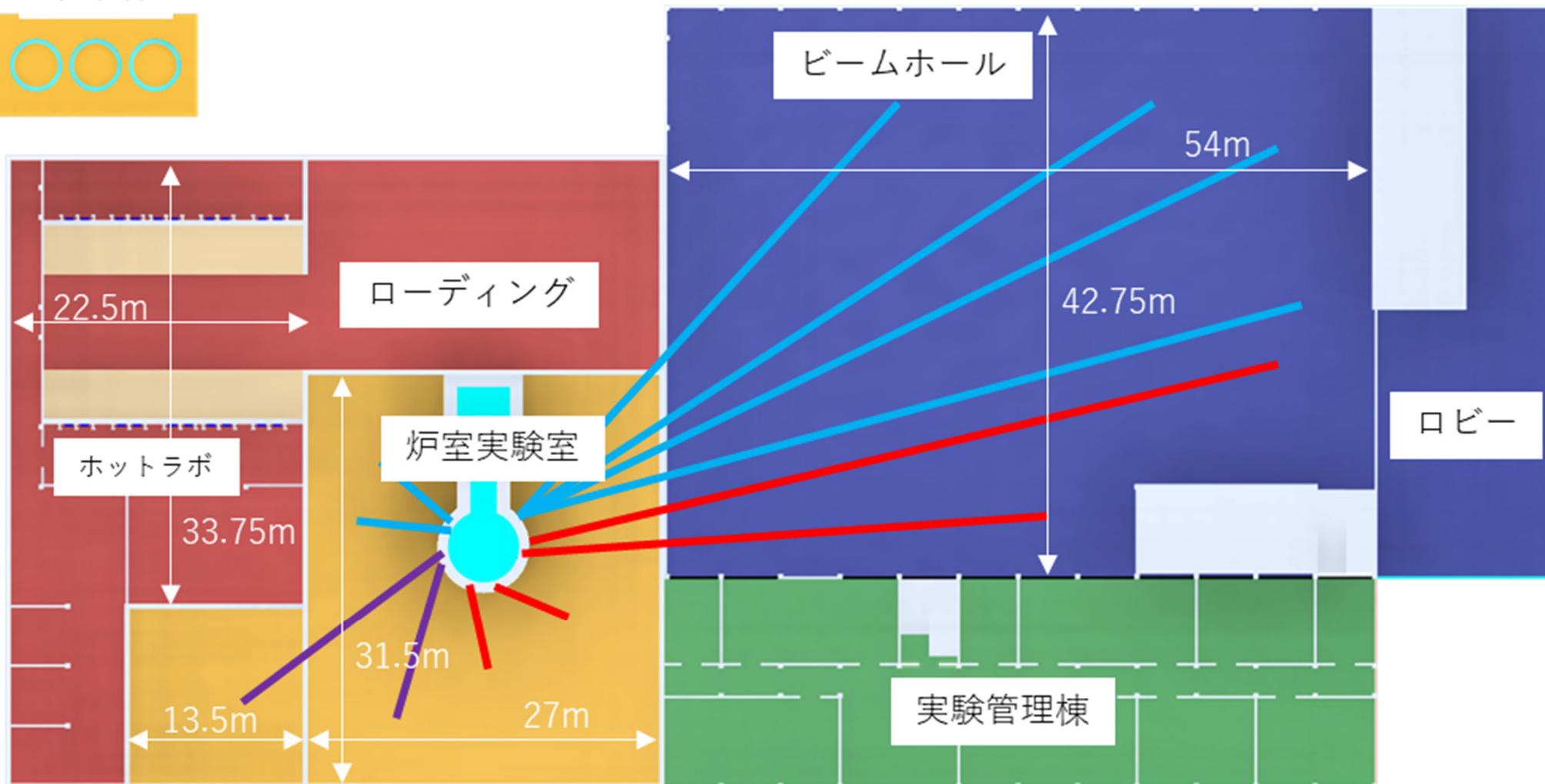


CNS:Lq.D₂を中心に検討。

装置検討:1つのアイデアとして

炉室装置群 + ビームホール装置群 + ホットラボ + コールドラボ + サポートラボ

冷却塔



新試験研究炉に整備が検討されている代表的な実験装置と産業への寄与

中性子小角散乱装置

試料に入射した中性子ビームが散乱する角度と強度の関係から、原子や分子の集合構造のサイズ・形状を解析する実験装置

- 高分子・ゲル ▶ **新素材、電池、エネルギー材料**
- タンパク質・核酸 ▶ **薬剤開発**
- 金属 ▶ **鉄鋼、金属工業**



中性子イメージング装置

入射した中性子ビームの透過率の違いにより、機械や配管、植物などの内部の構造や現象を可視化するための実験装置

- 機械 ▶ **自動車産業、宇宙航空産業**
- 熱流動 ▶ **原子力産業**
- 植物 ▶ **農業**
- 素子・合金 ▶ **電池、エネルギー材料**



中性子放射化分析装置

中性子の照射によって放射化された元素の出す放射線のエネルギーをもとに非破壊で微量元素分析を行うための実験装置



- 半導体 ▶ **電子産業**
- コンクリート ▶ **土木、建設**
- 重金属・不純物 ▶ **化学・繊維産業**
- 資源、環境**

中性子反射率計

斜めに入射した中性子ビームが反射したときの角度と強度の関係から、試料表面や界面の密度や粗さを解析するための実験装置

- 接着・界面活性 ▶ **素材産業、化学産業**
- 摺動・潤滑 ▶ **機械工業、自動車産業**
- 多層膜 ▶ **磁性材料、センサー**

中性子回折装置

試料によって散乱された中性子ビームの回折パターンから結晶構造等を解析するための実験装置

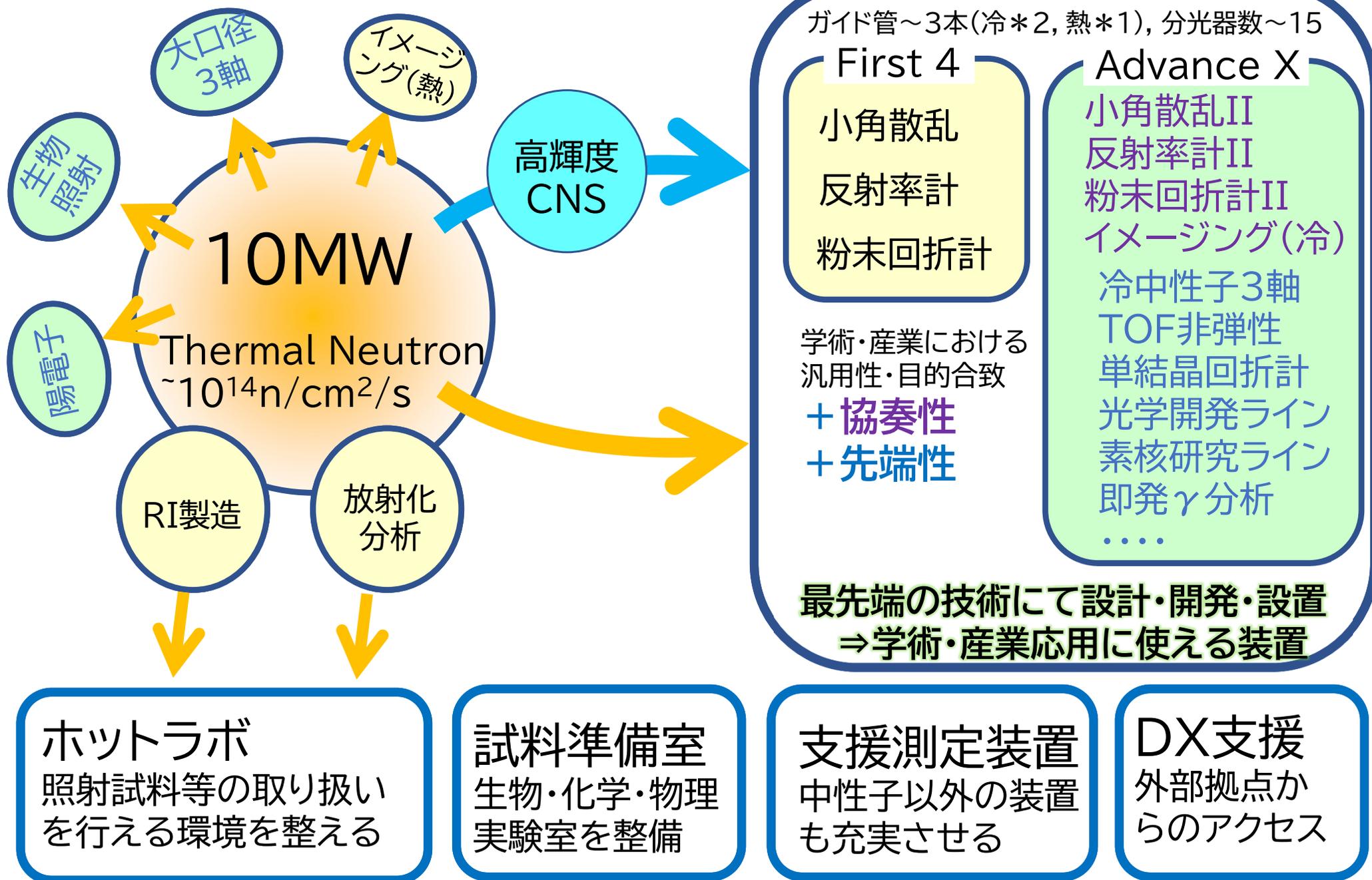
- 金属・セラミックス・ガラス ▶ **金属工業、素材産業**
- 構造材料・部材 ▶ **プラント、自動車産業**
- 電極材・素子 ▶ **電池、エネルギー材料**
- 磁性材料**



これから

設置検討(候補)装置群

ガイドホール



KURNSの活動としての基本的考え

1. ビーム利用を中心としながら、多目的・汎用的である**先端的**な研究炉
2. 先端性:10MWの制限があるので、炉心をコンパクトにするだけでなく、最新鋭の冷中性子源を設置し、
「高輝度長波長中性子による先端学術・産業応用」
をセールスポイントする
3. 原子炉からの中性子だけでなく、日本の欠点である周辺装置・設備を充実怠らない→**総合科学・技術・産業複合体**を目指す
4. 遠隔地であることのハンディをできる限り克服するために、DX等の技術の導入を行う
5. 一体的運営によりユーザフレンドリーな施設
6. 産業応用だけでなく、地元貢献の能力を組み込む

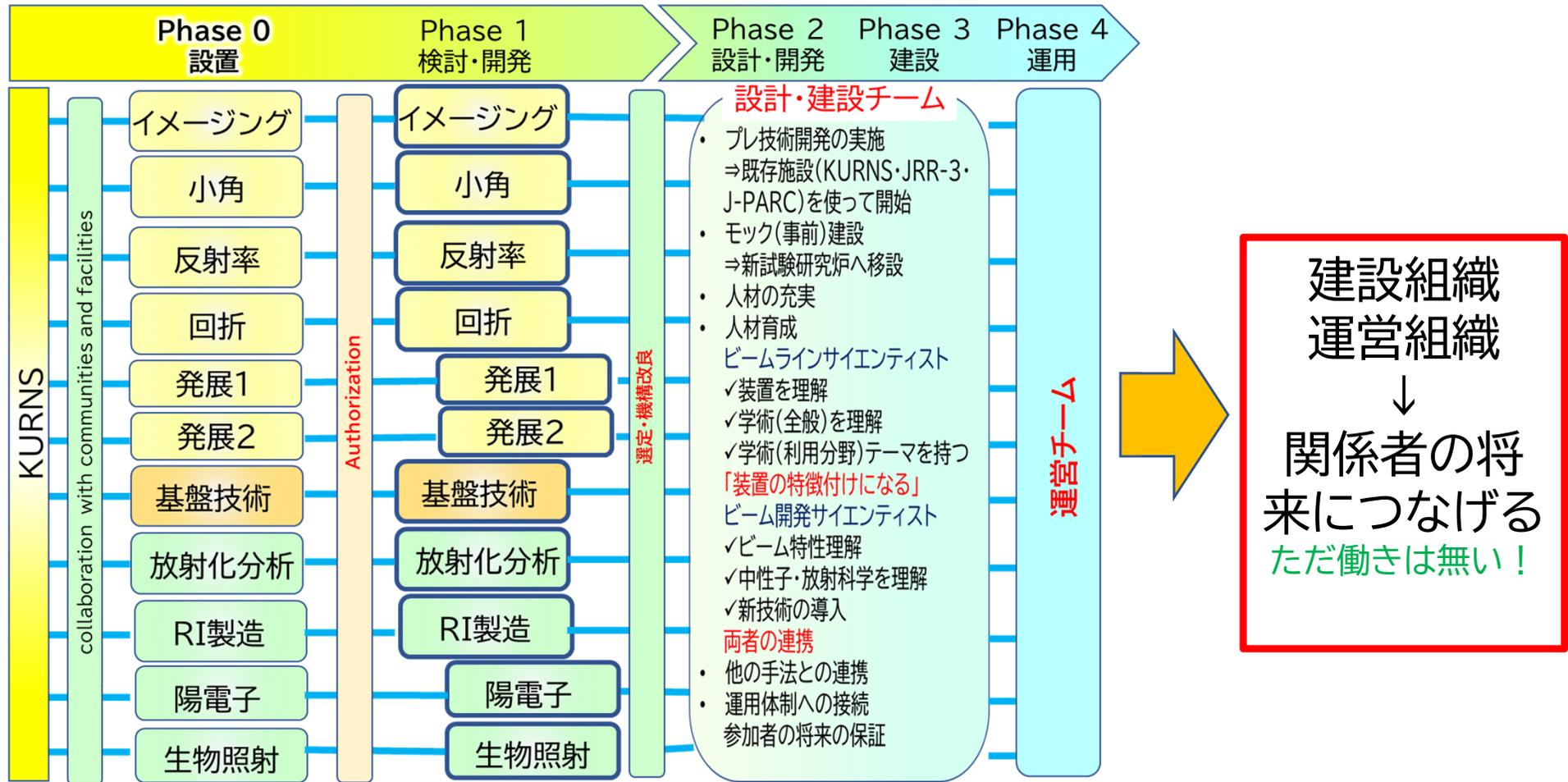
中性子科学における位置づけ

⇒課題克服のツール＝中性子科学のDNAをつなぐ

新試験研究炉は新試験研究炉のためだけの炉ではない

7. JRR3以来の本格的試験研究炉の建設であるので、
種々の中性子技術の継承・最新技術の試験・確立
8. 各分野での多様な人材育成・若手参画の場
9. 今後の新たな大型施設建設への技術・学術の継承

KURNSとしての取組



- 設置経緯において、**これまで想定されていなかった施設**であるので、この施設に不透明感・違和感を持つ方もおられると思います。
- 一方で、中性子科学全体を見た場合、10-20年に施設を作り、**技術を継承・発展させ、装置建設の現場で人材育成**をすることは中性子科学にとって分野存続の上で必要な事であると思っています。
- 建設が決定しているこの研究炉を中性子科学会としても、**有意義に定義し**、積極的に利用していくという事を検討していただくと嬉しいです。(例えば、若手海外派遣など)



検討・設計・建設・運用において、多くの人にとって役に立つ施設
を目指します。
そのために今後ともご協力いただけると幸いです。