

文部科学省委託事業「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」  
第1回コンソーシアム委員会 議事次第

1. 日 時 令和3年3月23日(火) 10:00~12:00
2. 場 所 福井大学附属国際原子力工学研究所(第1講義室)  
ZOOM 会議室

3. 出席者

コンソーシアム参画機関委員(五十音順)

新井史朗委員、石塚博英委員、稲継崇宏委員、奥井純子委員、加倉井和久委員  
片山富士夫委員、高見和宏委員、畑澤順委員、船城健一委員、前田洋一委員  
森井幸生委員、山口彰委員、山西弘城委員、吉岡研一委員

中核的機関委員(五十音順)

宇埜正美委員、川端祐司委員、辻本和文委員、早船浩樹委員、福元謙一委員  
米沢晋委員

その他の出席者

渚上隆信市長(敦賀市)  
堀内義規審議官、松浦重和原子力課長(文部科学省)  
伊藤洋一副理事長、門馬利行室長、脇本秀一主席(JAEA)

4. 議 題

第一部(司会進行: JAEA)

(1) 開会挨拶

主催者挨拶: 伊藤副理事長(JAEA)

来賓挨拶: 堀内審議官(文科省)

前田地域戦略部長(福井県)

渚上市長(敦賀市)

(2) 各委員の紹介、及び配付資料の確認

(3) 当該事業の進め方について

第二部(司会進行: JAEA)

(4) 各中核的機関による活動内容について

(5) 新試験研究炉に対するニーズについて

(6) 意見交換(モデレータ: 川端委員)

(7) 閉会挨拶

## 5. 配付資料

第1回コンソーシアム委員会 議事次第

資料1 : コンソーシアム委員会委員名簿

資料2 : 当該事業の進め方について

資料3-1 : JAEAによる活動内容について

資料3-2 : 京都大学による活動内容について

資料3-3 : 福井大学による活動内容について

資料4 : 新試験研究炉に対するニーズについて

以上

令和 3 年 3 月 23 日

文科省委託事業

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

令和 2 年度 コンソーシアム委員会 委員名簿

コンソーシアム参画機関委員（五十音順・敬称略）

新井 史朗	日本原子力産業協会 理事長
石塚 博英	若狭湾エネルギー研究センター 理事長
稲継 崇宏	日華化学株式会社 取締役執行役員 CTO 界面科学研究所長
奥井 純子	敦賀商工会議所 専務理事
加倉井 和久	日本中性子科学会 会長
片山 富士夫	敦賀市 副市長
高見 和宏	福井県商工会議所連合会 専務理事
畑澤 順	日本アイソトープ協会 専務理事
船城 健一	東洋紡株式会社 総合研究所 分析センターリーダー
前田 洋一	福井県 地域戦略部長
森井 幸生	放射線利用振興協会 中性子利用技術部 部長
山口 彰	日本原子力学会 副会長

山西 弘城      近畿大学 原子力研究所 所長

吉岡 研一      中性子産業利用推進協議会 運営委員会委員長代理

中核の機関委員（五十音順・敬称略）

宇埜 正美      福井大学 附属国際原子力工学研究所 所長

川端 祐司      京都大学 複合原子力科学研究所 所長

辻本 和文      日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門 原子力基礎工  
学研究センター 副センター長

中島 健      京都大学 複合原子力科学研究所 副所長

早船 浩樹      日本原子力研究開発機構 高速炉・新型炉研究開発部門  
炉設計部長

福元 謙一      福井大学 附属国際原子力工学研究所 教授

米沢 晋      福井大学 産学官連携本部 本部長

以上

# 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

## 事業の進め方について

日本原子力研究開発機構  
京都大学  
福井大学

文科省委託事業「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在り方検討」に係る  
第1回コンソーシアム委員会

令和3年 3月 23日  
福井大学附属国際原子力工学研究所

## 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

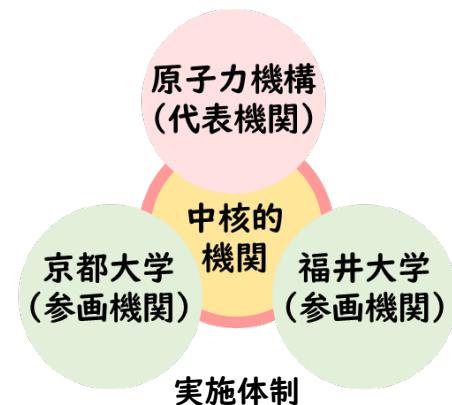
- 文部科学省における炉型の絞り込み
  - ・2017年度より設置すべき炉型等の概念設計に向けた調査を実施し、検討の結果、
    - ①西日本における原子力の研究開発・人材育成の中核的拠点としてふさわしい機能の実現
    - ②地元振興への貢献
  - の観点から中性子ビーム利用を主目的とした「中出力炉(出力1万kw未満)」に絞り込み
  - ・2020年度より概念設計に着手し、2022年度中に詳細設計を開始

令和2年  
9月

- 文部科学省による公募
  - ・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

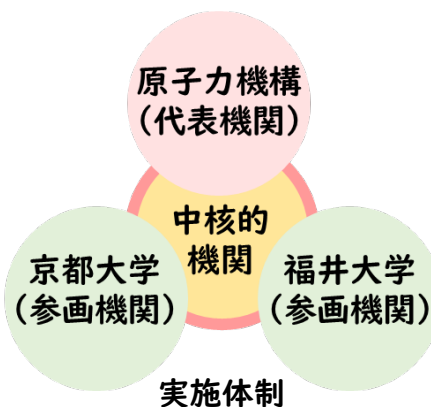
- 原子力機構・京都大学・福井大学を、委託事業の**中核的機関として採択**
  - 原子力機構:「試験研究炉の設計・設置・運転」
  - 京都大学:「試験研究炉の幅広い利用」
  - 福井大学:「試験研究炉に係る地元関係機関との連携構築」の検討



## 文科省委託事業概要

- 事業名：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
- 事業期間：令和2～4年度
- 事業内容：(1)コンソーシアムの構築 (2)運営のあり方検討 (3)概念設計

## 中核的機関



- 各中核的機関が適切な役割分担のもと、我が国にとって重要な試験研究炉の設計・建設に向けて、組織をあげて対応する
  - ✓ JAEA：「もんじゅサイト試験研究炉準備室」を立ち上げ原子炉の知見、もんじゅサイトの知見を持つ人材を糾合
  - ✓ 京都大学：KURの利用運転の実績を活かす、複合原子力科学研究所全所的な対応体制を構築
  - ✓ 福井大学：学長を長とするタスクフォースのもとに、産学官連携本部も加わる体制を構築
- コンソーシアムでの意見を集約しつつ、アイデアと最新技術を盛り込み、研究開発、人材育成、地元振興に貢献する試験研究炉を目指す

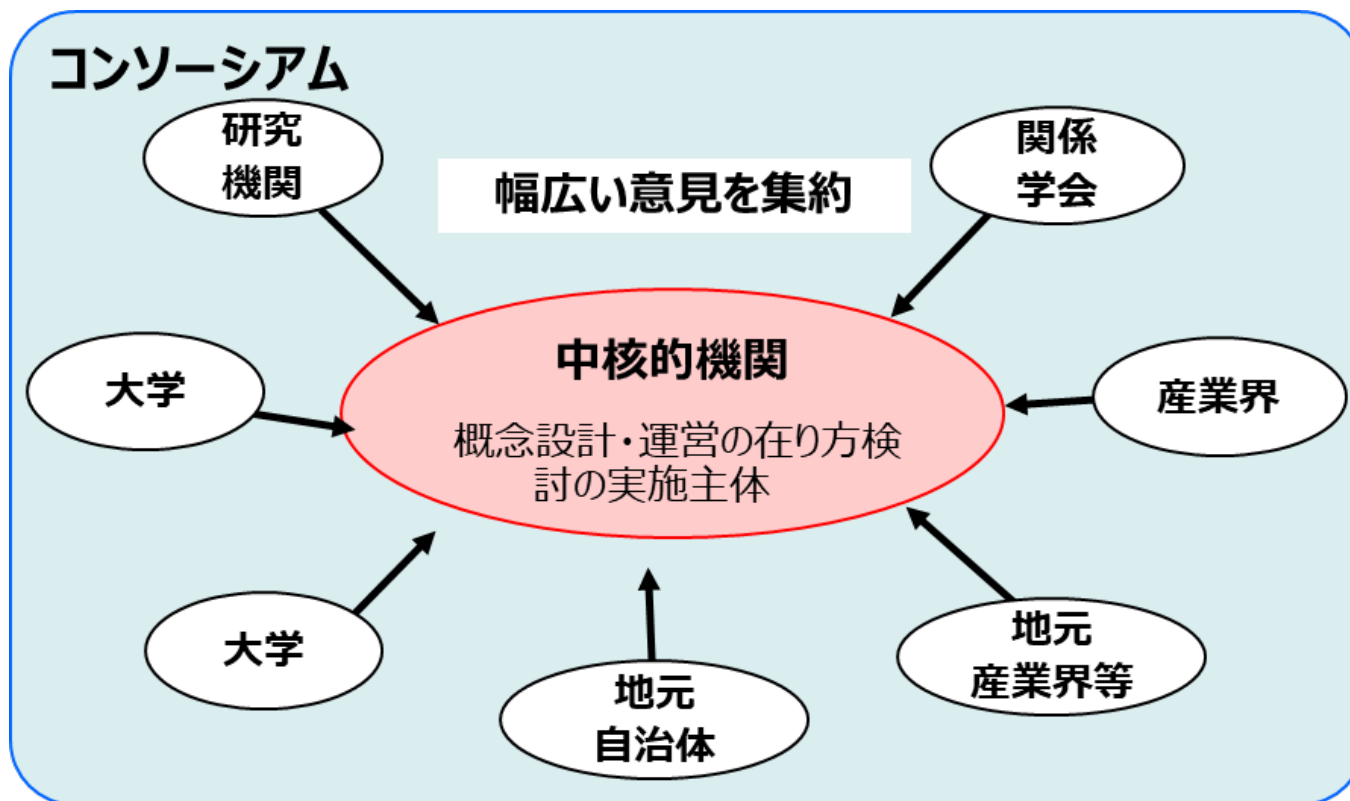
原子力機構、京都大学、福井大学の三者が中核的機関となり、各々の主担当業務において主導的な役割を果たすとともに、中核的機関の主要メンバーによる「全体統括チーム」を組織し、全体進捗管理を行う。

- ◆ 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
- ◆ 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

⇒ 上記の中核的機関に加えて、本試験研究炉の利用ニーズを有する**学术界、産業界、地元関係機関等**からなる**コンソーシアム**を構築し、幅広い意見を反映しながら概念設計及び運営の在り方検討を実施する。



中核的機関(原子力機構、京都大学、福井大学)に加えて、本試験研究炉の利用ニーズを有する学术界、産業界、地元関係機関等からなるコンソーシアムを構築し、幅広い意見を反映しながら概念設計及び運営の在り方検討を実施



※コンソーシアムについて

- ・幅広い意見を集約する場として委員会を開催する。
- ・中核的機関が各々の役割に応じた議題について、委員会のとりまとめを行う。

中核的機関が中心となり、試験研究炉にニーズを有する機関による  
コンソーシアムを構築し、コンソーシアムでの意見を集約しつつ、  
概念設計及び運営の在り方検討を進める。

◆ 令和2年度（0.3億円） ※令和2年11月末～

(1) 概念設計（予備的地質調査）

- ・ 候補地での100mのボーリング調査

(2) コンソーシアム（第1回コンソーシアム会合を年度内に公開開催）

- ・ 個別にニーズの聞き取りを行いつつ、炉心検討に必要なニーズ調査を実施

◆ 令和3年度（1.3億円）～令和4年度（数億円）

(1) 概念設計

- ・ 予備的調査結果を踏まえた本格的な地質調査（200mのボーリング×5本など）
- ・ ニーズ調査結果を踏まえつつ、R3年度に炉心の検討、R3年度の途中からR4年度に利用設備を含めた施設全体像の検討

(2) コンソーシアム（コンソーシアム会合を年2回程度開催）

- ・ ニーズ調査を継続しつつ、概念設計に反映すべき人材育成、利用運営の仕組み検討

⇒ 令和4年度中の詳細設計開始、その後の建設・稼働につなげていく。



※1 予備的調査(1年目)  
本格調査(2年目、3年目)

※2 設置許可取得及び建設のための  
設工認取得に向けた詳細設計

※3 設工認を段階的に取得しつつ建設着手  
建設後、運転開始に向けた使用前検査を実施

## 当該事業の期間

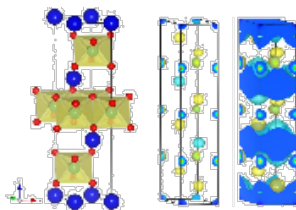
項目	R2	R3	R4	R5～
運営の在り方 検討	利用ニーズ整理、人材育成・利用運営・ 地元との連携構築のための仕組みの検討			
概念設計	炉心の検討		設備・施設レイアウトの検討	<b>詳細設計</b> (R4年度中に開始)
地質調査	予備的調査	本格調査		

# (参考) 試験研究炉での中性子 利用による研究開発例

「もんじゅ」サイト(敷地内)へ設置される試験研究炉では、**中性子を利用した材料開発や分析等**、幅広い利用に向けて検討される予定です。他の試験研究炉での中性子利用例として、以下のような**多彩な研究開発**が行われています。

## 機能性材料開発

構造解析などによる新しい磁性材料開発や、蓄電材料開発に貢献



電池材料



## RI製造

医療用・工業用のラジオアイソトープの製造や、シリコン半導体製造への利用



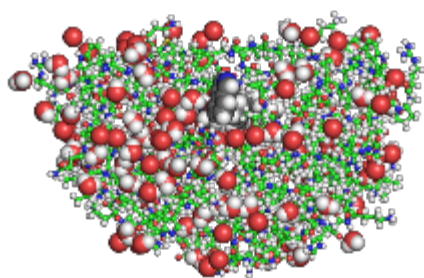
(Au-198粒を使う小線源治療  
-口の中の癌を切らずに治療-)



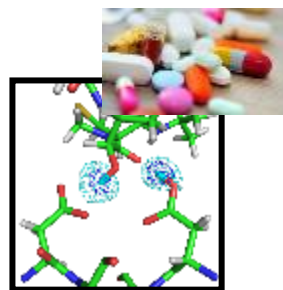
医療用RI製造

## バイオ・生命

タンパク質の構造解析などによる創薬への貢献

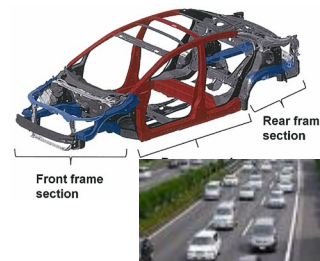


ウィルス由来タンパク質の構造解析

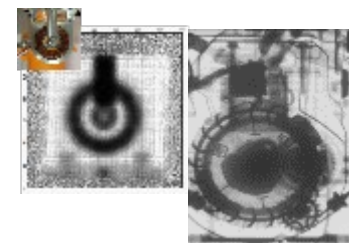


## 分析・イメージング

機械部品の分析やイメージングによる工業分野への貢献



鉄鋼材料の応力分析



エンジンやモーター  
内部の可視化

# JAEAによる活動内容について

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構  
辻本 和文

文科省委託事業「もんじゅサイトに設置する新たな試験研究炉の  
概念設計及び在り方検討」に係る  
第1回コンソーシアム委員会

令和3年 3月 23日  
福井大学附属国際原子力工学研究所

多種多様な試験研究炉の設置、運転、管理の実績から得た知見を反映するとともに、グレーデッドアプローチの考え方にに基づき、炉の安全性を合理的、体系的に計画し、プラント全体としての機能向上を図る。

## 基本方針

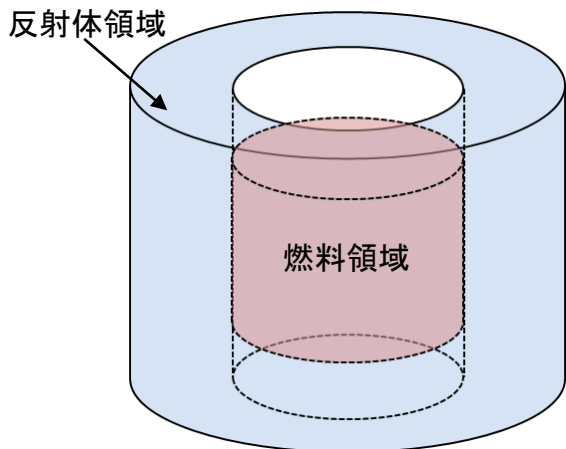
- ①高い安全性
  - ・ ハザードポテンシャル(潜在的リスク)の最小化
  - ・ 炉心冠水維持、崩壊熱除去の容易さ
  - ・ 安全機能の多重化、多様化
- ②安定性(高稼働率)の確保
  - ・ 燃焼度の確保による長期連続運転
  - ・ 最小限のスクラム要求、堅固な設計によるトラブル回避
  - ・ 保守の容易さ、点検期間の短縮化
- ③経済性に優れた設計
  - ・ 既存の技術の応用、高価な構成要素の低減、汎用品の活用
  - ・ 設置予定地の省スペース化、設備・機器のユニット化、パッケージ化
  - ・ ランニングコスト、メンテナンスコスト、ユーティリティコストの低減
- ④利便性
  - ・ 利用者のアクセス性の確保、核セキュリティ上の安全確保など合理的な配置
  - ・ 実験装置の搬出入の容易さ、補助的実験・計測装置及び利用スペースの充実
- ⑤将来性
  - ・ 新たな研究提案に対応できる柔軟な実験環境
  - ・ 低濃縮高密度ウラン燃料の採用、使用済燃料の処理処分の方策



10MW試験研究炉の能力を把握するためのサーベイ調査を実施した。

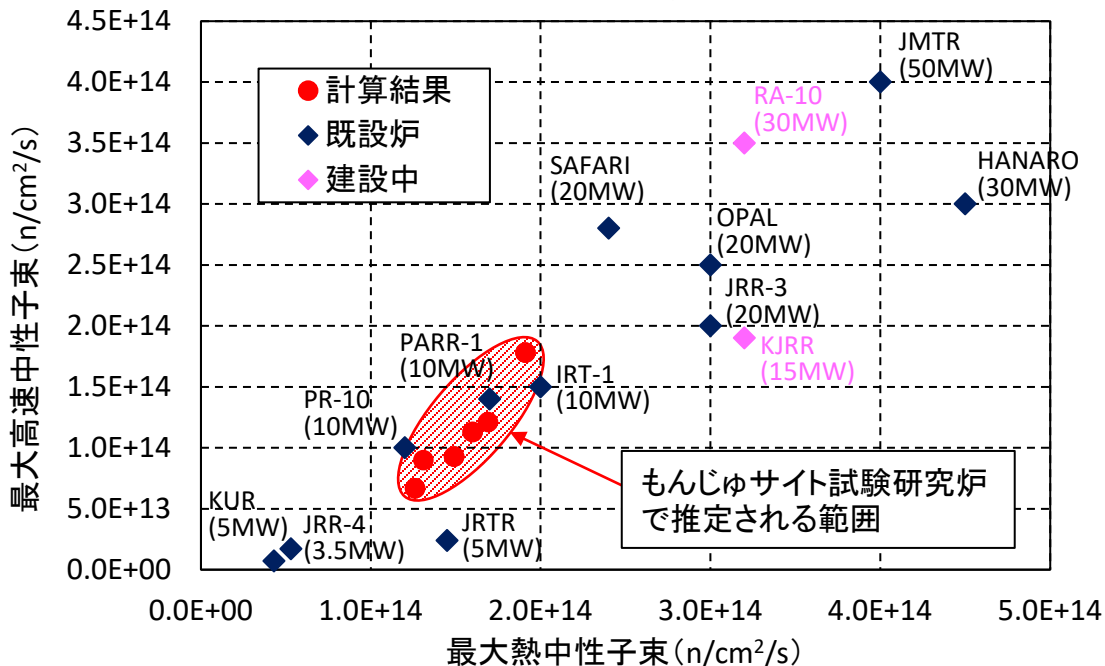
- ・簡易な炉心計算モデルを作成し、炉心仕様の違いに応じた中性子束を評価
- ・国内外の試験研究炉を調査し、中性子束を比較

## 円柱型炉心計算モデル



- ・ 炉心体積を変更
- ・ 反射体の材質を変更
- ・ 燃料領域の減速材/ウラン比を変更

国内外の試験研究炉の中性子束



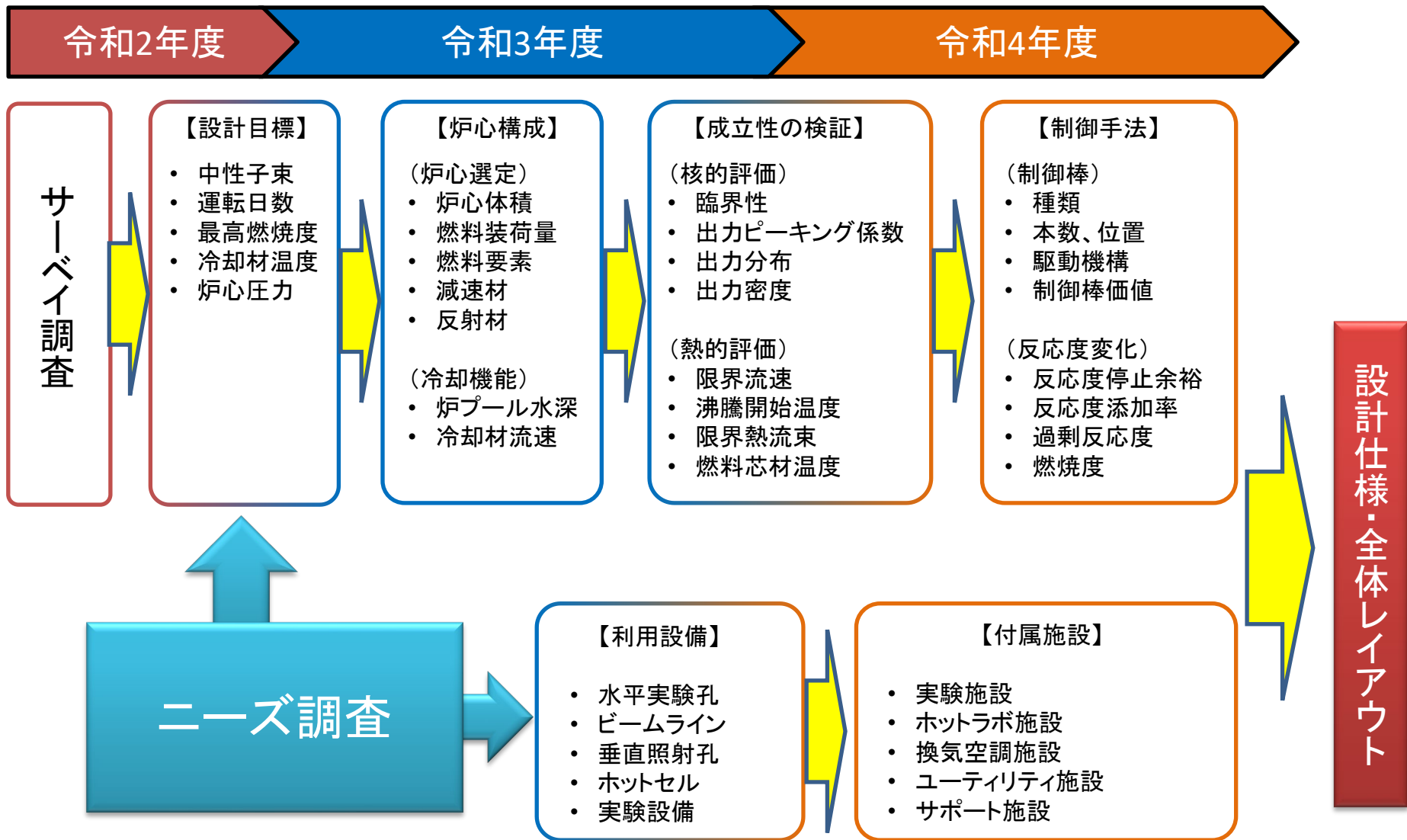
(主な用途)

熱中性子: 散乱実験、ラジオグラフィ、放射化分析など

高速中性子: 材料照射研究、新型炉の開発、RI製造など

(数値は、IAEA research reactor database、他文献から引用)

- もんじゅサイト試験研究炉(10MW)では、炉心内部の中性子束は $1\sim 2 \times 10^{14} \text{ n/cm}^2\text{ s}$ と推測。
- 最新の知見を反映し、最適なスペクトルの生成及び輸送効率の向上を図ることで、ニーズに対応した中性子供給を目指す。







JAEA  
もんじゅサイト試験研究炉  
準備室



本日は、速報です。

評価結果は、  
調査の進捗に応じ  
最新版に変わります。

## 今年度調査のポイント

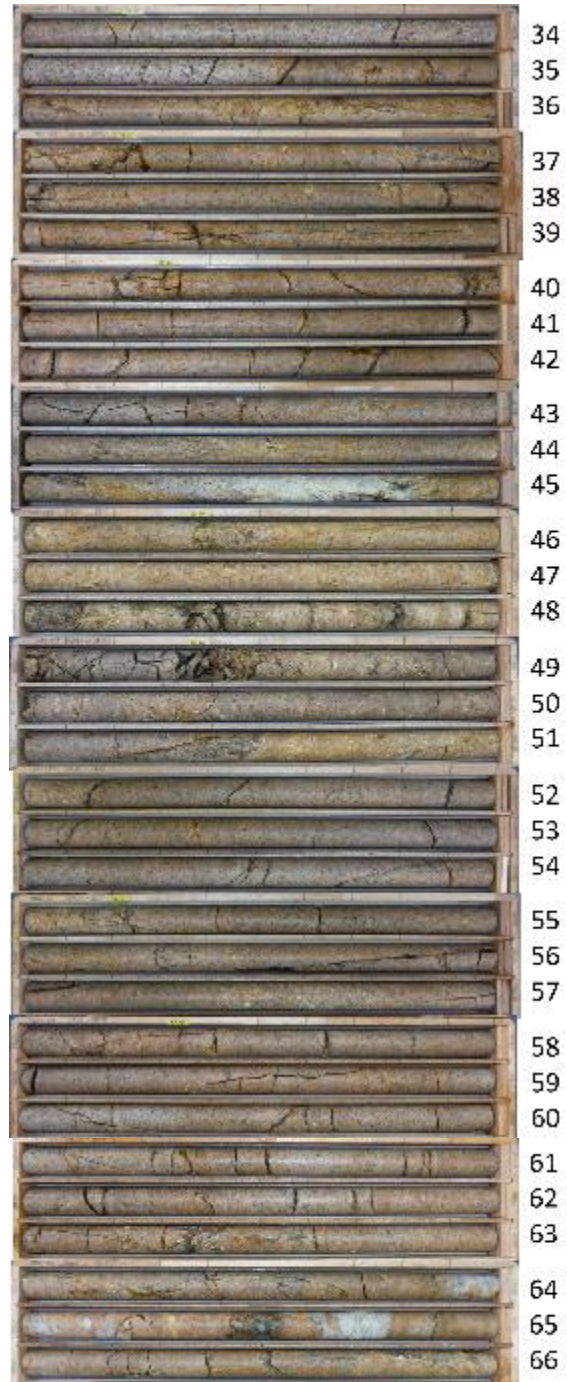
- ・岩盤は、どれだけ掘れば出てくるか？
- ・岩の種類や硬さはどうか？
- ・今年度はパイロットボーリングとし、次年度以降、この経験を活かします。

- 地面から約24m掘ると岩盤になりました。
- 岩の種類は、みかげ石(花崗岩)で、風化はしていますが、わりと硬いことがわかりました。

次ページに、全100m分の写真を示します。



地表  
盛土・堆積層





- 「わりと硬い」岩盤であり、大規模な破砕帯や、すべり面になるような脆弱部は、調査した100m範囲にはありませんでした。
- 今後、割れ目の方向とともに詳細に評価します。



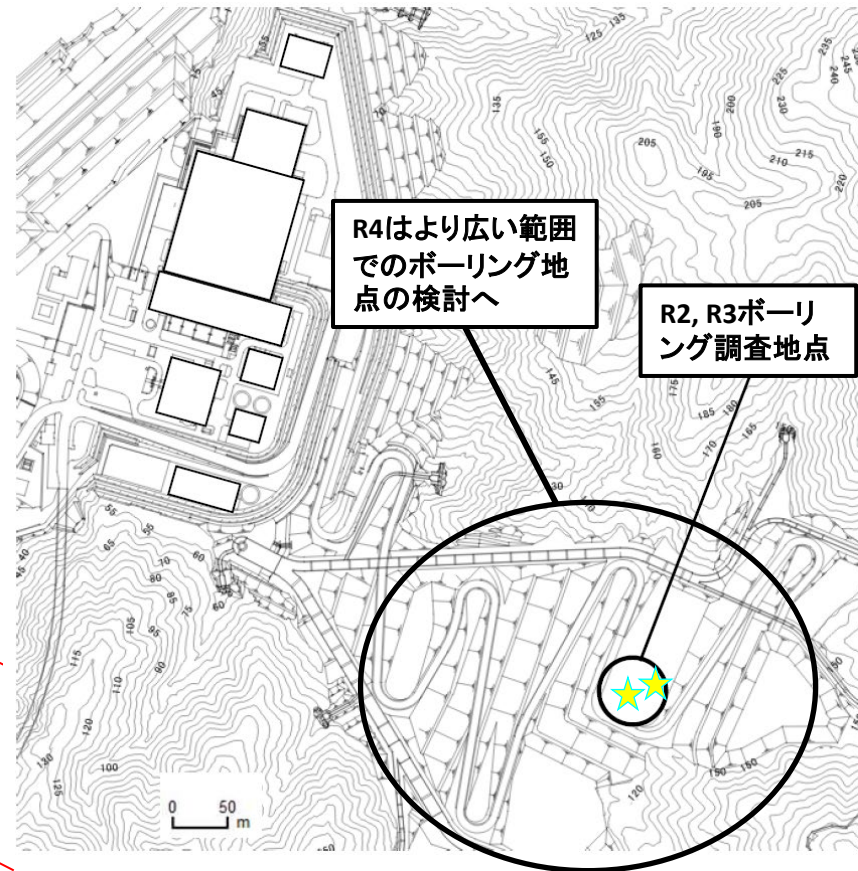
今回のボーリングで、一番顕著な「破砕帯」

粘土化の度合いも低く、直ちに建設の妨げとなるものではありません。

## 来年度以降はどのような調査を行うか？



調査結果から、ボーリング地点を検討します。



調査結果を踏まえて、斜面の安定性解析や開削工事のイメージ作りも進めていきます。



# 京都大学による活動内容について

## 京都大学複合原子力科学研究所 川端祐司

文科省委託事業「もんじゅサイトに設置する新たな試験研究  
炉の概念設計及び在り方検討」に係る  
第1回コンソーシアム委員会

令和3年 3月 23日  
福井大学附属国際原子力工学研究所



# 京都大学複合原子力科学研究所の主要施設



臨界集合体実験装置  
(KUCA)

研究用原子炉  
(KUR)

イノベーションリサーチラボ  
(加速器BNCT)・FFAG陽子加速器

**KUR**: 1964年(S39)初臨界 → 2026年(R8)使用済燃料期限

**KUCA**: 1974年(S49)初臨界 → 燃料低濃縮化移行中

**イノベーションリサーチラボ**: サイクロトロン加速器 → 加速器中性子源

研究課題数 約300件/年、 来訪者 約4000人・日/年

# 「もんじゅ」サイトに設置する試験研究炉の 炉型及び今後の検討の進め方について(抜粋)

文部科学省研究開発局(令和2年9月2日)

## 設置する試験研究炉の炉型

上記の2. 基本的考え方に基づき、本試験研究炉の炉型は、以下の理由から、中出力炉とすることが最も適切と考えられる。

○多くの利用者が存在し、西日本での原子力分野の研究開発・人材育成の中心的な役割を有している京都大学KURについて、将来的な運転継続が困難と見込まれる中で、KURの機能を発展的に担える炉型である。

○原子力分野のみならず、材料・ライフサイエンス等、幅広い分野での利用が見込まれるとともに、学术界のみならず産業界による利用も見込まれる。このため、最も広範で多くの研究者・学生等が利用する炉型であるとともに、産業分野への発展も最も期待出来る炉型である。

○これらのことから、①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の機能の実現、②地元振興への貢献の2つの観点から、最も適切な炉型であると考えられる。



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」

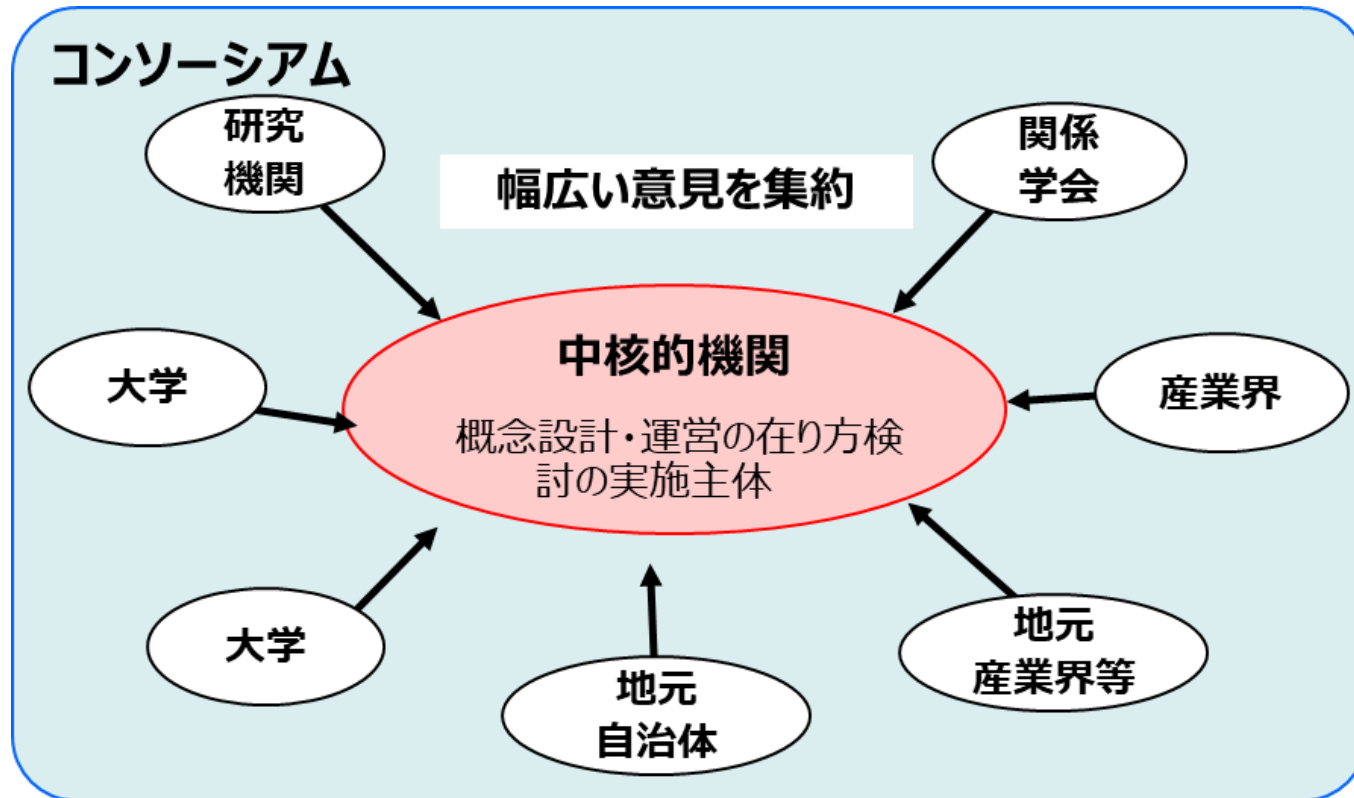
役割分担 利用ニーズの整理、及びKURの利用運営経験を活かした利用運営の在り方検討を担当

◆ 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

⇒ 上記の中核的機関に加えて、本試験研究炉の利用ニーズを有する学术界、産業界、地元関係機関等からなるコンソーシアムを構築し、幅広い意見を反映しながら概念設計及び運営の在り方検討を実施する。

中核的機関(原子力機構、京都大学、福井大学)に加えて、本試験研究炉の利用ニーズを有する学术界、産業界、地元関係機関等からなるコンソーシアムを構築し、幅広い意見を反映しながら概念設計及び運営の在り方検討を実施



※コンソーシアムについて

- ・幅広い意見を集約する場として委員会を開催する。
- ・中核的機関が各々の役割に応じた議題について、委員会のとりまとめを行う。

## 利用ニーズの整理、 KURの利用運営経験を活かした利用運営の在り方検討

- 1) 利用分野の調査 : どういうふうに使われるのか  
文科省委託事業として基本的に調査済み  
→ 調査は今後も常に継続
- 2) 利用者のニーズ把握 : 利用者は何を求めているのか  
世界先端活動を行うには何が必要か  
個別ヒアリングとアンケートによる調査を実施
- 3) 求められる要件の明確化  
技術要件(ハード) → 概念設計への反映  
**世界的研究炉施設の実現**  
運営要件(ソフト) → 運営体制・運営方法設計  
**世界的拠点として本当に役立つために**

# 【概念設計】

## ● 原子炉本体施設

- R2年度：炉及び炉心の主要設計仕様について検討を開始
- R3年度：熱出力、炉心形状、燃料の種類、冷却材等を設定、設計目標の具体化
- R4年度：燃料の装荷量、制御棒、反射体、炉心配置等の具体的な炉心体系を設定
- JAEAがこれまで得た知見を反映するとともに、グレーデッドアプローチの考え方に基づき、炉の安全性を合理的、体系的に計画

## ● 利用設備

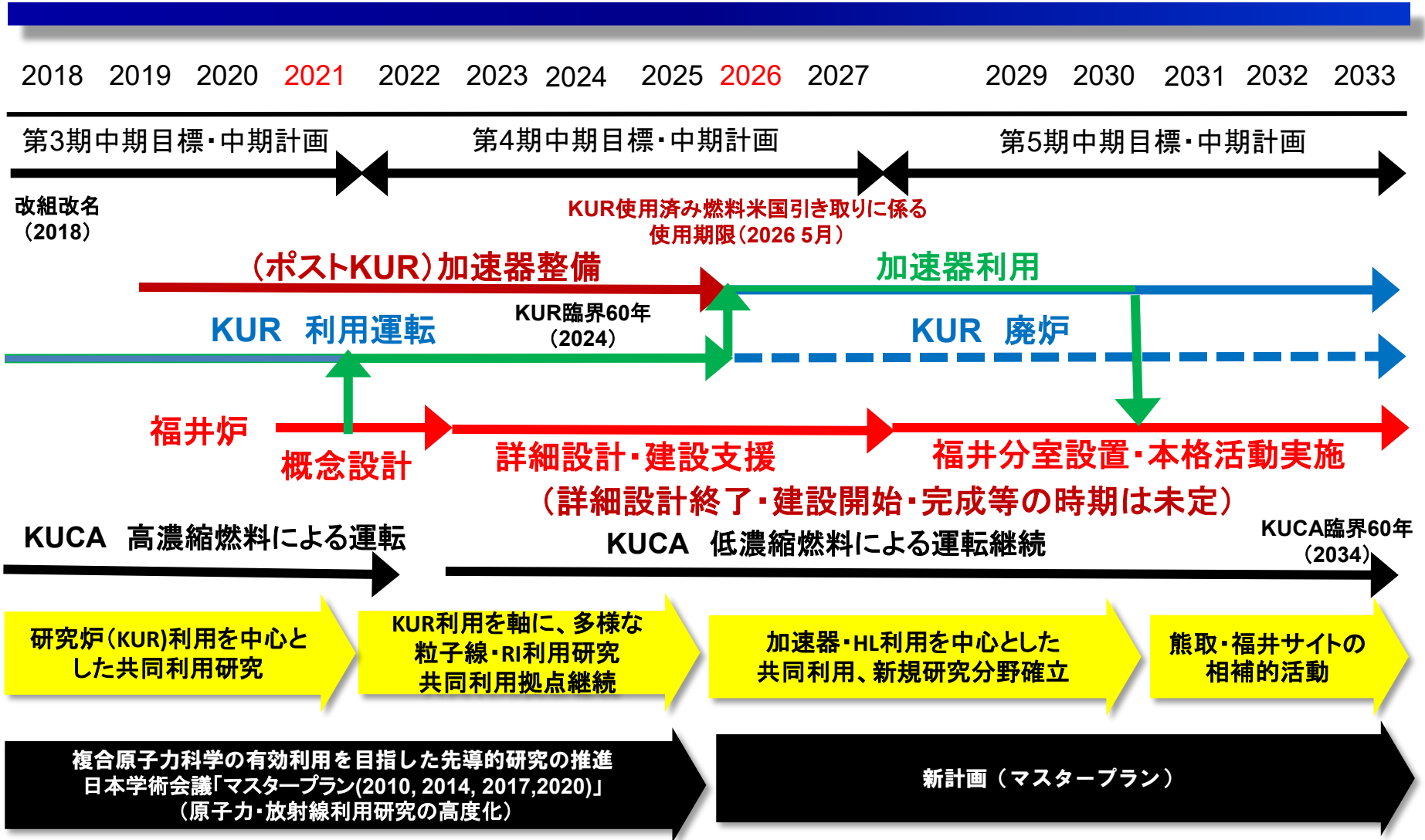
- R3年度以降：中性子を十分効率的に利用できるビーム設備、照射設備、実験設備等の概念設計を実施
- 「幅広い利用運営」WGと連携し、汎用性及び実用性が高いもの、今後の原子力分野の発展につながる独創性との両立を考慮

## ● 施設レイアウト

- R3年度以降：原子炉本体施設、実験施設、ホットラボ施設、運転に必要な各種付属設備の建屋を含むプラント敷地内の建屋・構造物の配置概念を検討
- 省スペース化、工事の簡略化、工期の短縮化、利用者のアクセス性の確保、実験装置の搬出入の容易さ、核セキュリティ上の安全確保なども考慮

# 複合原子力科学研究所の全体計画案

## -もんじゅサイト新試験研究炉(福井炉)計画を踏まえ-



# 福井大学による活動内容について

福井大学 附属国際原子力工学研究所  
宇埜正美

文科省委託事業「もんじゅサイトに設置する新たな試験研究炉の  
概念設計及び在り方検討」に係る  
第1回コンソーシアム委員会

令和3年 3月 23日  
福井大学附属国際原子力工学研究所

# 福井大学のタスク



University of Fukui

## 中核的機関による実施分担

JAEA（代表機関）：「試験研究炉の設計・設置・運転」

京大（参画機関）：「幅広い利用」

福井大（参画機関）：「地元関係機関との連携構築」

【福井大学のタスク】：ニーズの掘り起こし

### (1) 伴走型連携の仕組み構築

・URAを中心に、産業界からのニーズに対する既存技術のシンプルなマッチングに加え、「こうすれば、別な観点の測定、実験ができると考えられますので、一緒に実証し、使えるものにしていきましょう」という、**シーズを展開マッチングさせる伴走型連携の仕組みを構築する**。相談窓口の設置、URA人材の雇用、産業利用関連情報の収集と発信、専門家による説明会の開催、研究会の構築準備。

### (2) 学内教育

・福井大学生、若手教員を中心に、中性子科学、中性子利用等に関する教育を行い、**試験研究炉を活用出来る研究者を学内に育成するほか、ユニークな知識を得た学生を輩出し、地元企業を中心に定着を図る**。

# 福井大学における事業推進体制

## 試験研究炉事業 タスクフォース

学長、理事(研究、産学・社会連携担当)、工学研究科長、国際原子力工学研究所長、原子力・安全エネルギー工学分野教員、産学官連携本部長、URA、支援事務職員など

### 国際原子力工学研究所

情報蓄積・活用

研究炉利用研究企画  
実践教育  
専門人材育成

専門知識

工学研究科  
(その他研究分野)

医学部

### 工学研究科

原子力・エネルギー安全工学分野ほか

多面的知識の追求

基礎科学教育  
安全教育  
産業創生人材育成

科学的多様性

その他部局

福井県

### 産学官連携本部

情報発信・共有支援

地域ニーズ調査  
活用情報提供  
共用化支援  
共同研究企画、実施支援  
高度産業人材育成

橋渡し

各市区町村

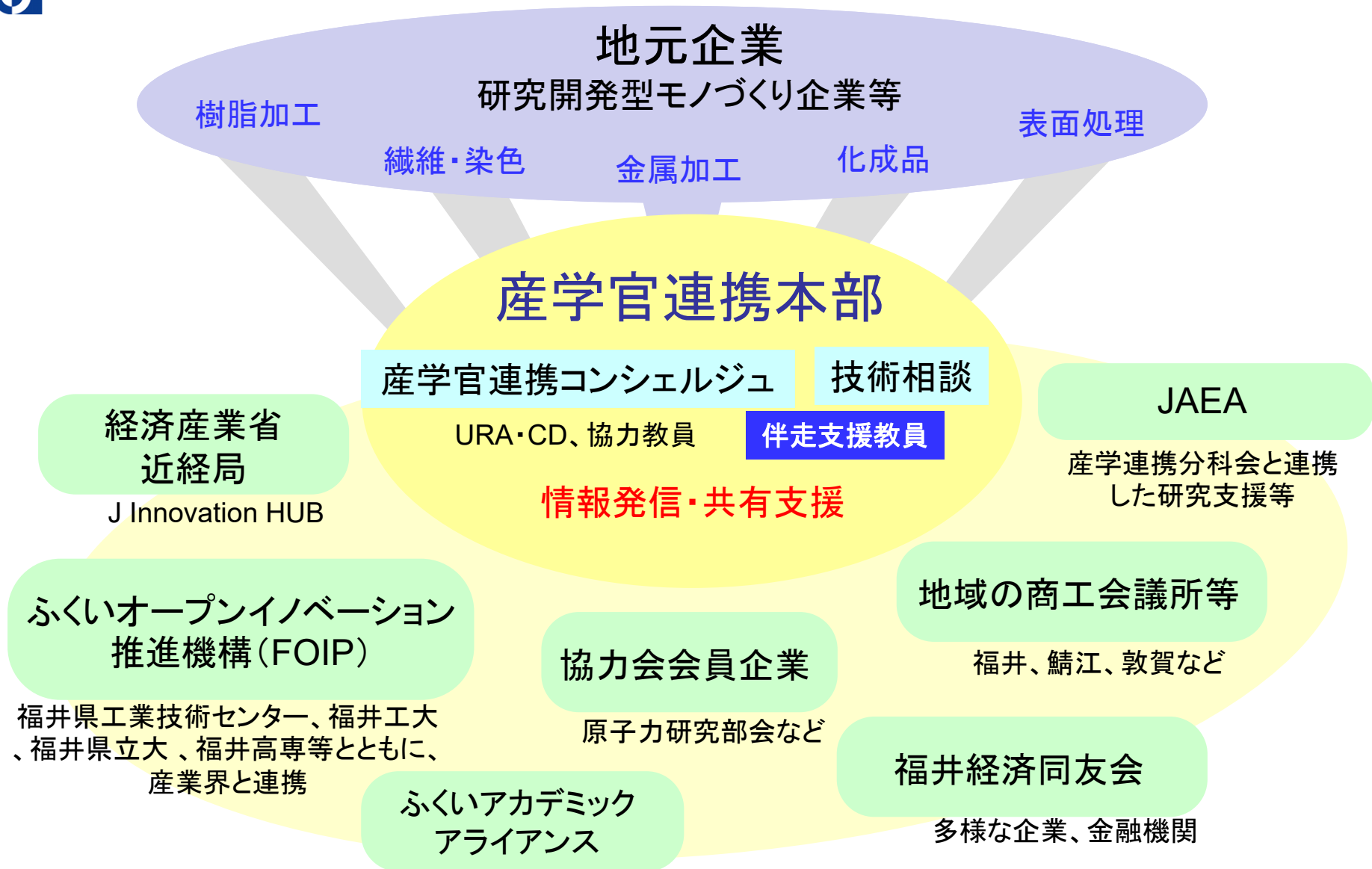
地域企業群

各種組合・団体





# (1)伴走型連携の仕組み構築：体制について





# 本年度の成果と次年度の予定 (1)伴走型連携の仕組み構築

University of Fukui

(令和2年度成果)

## 体制整備および現況調査

- 原子力セミナー(R3.1.22)において、試験研究炉計画を紹介
- 試験研究炉に関する情報を地域に提供する伴走支援教員を配置
- 試験研究炉活用事例等、対話に必要な情報収集と整理

(令和3年度予定)

## 地元企業・機関との交流

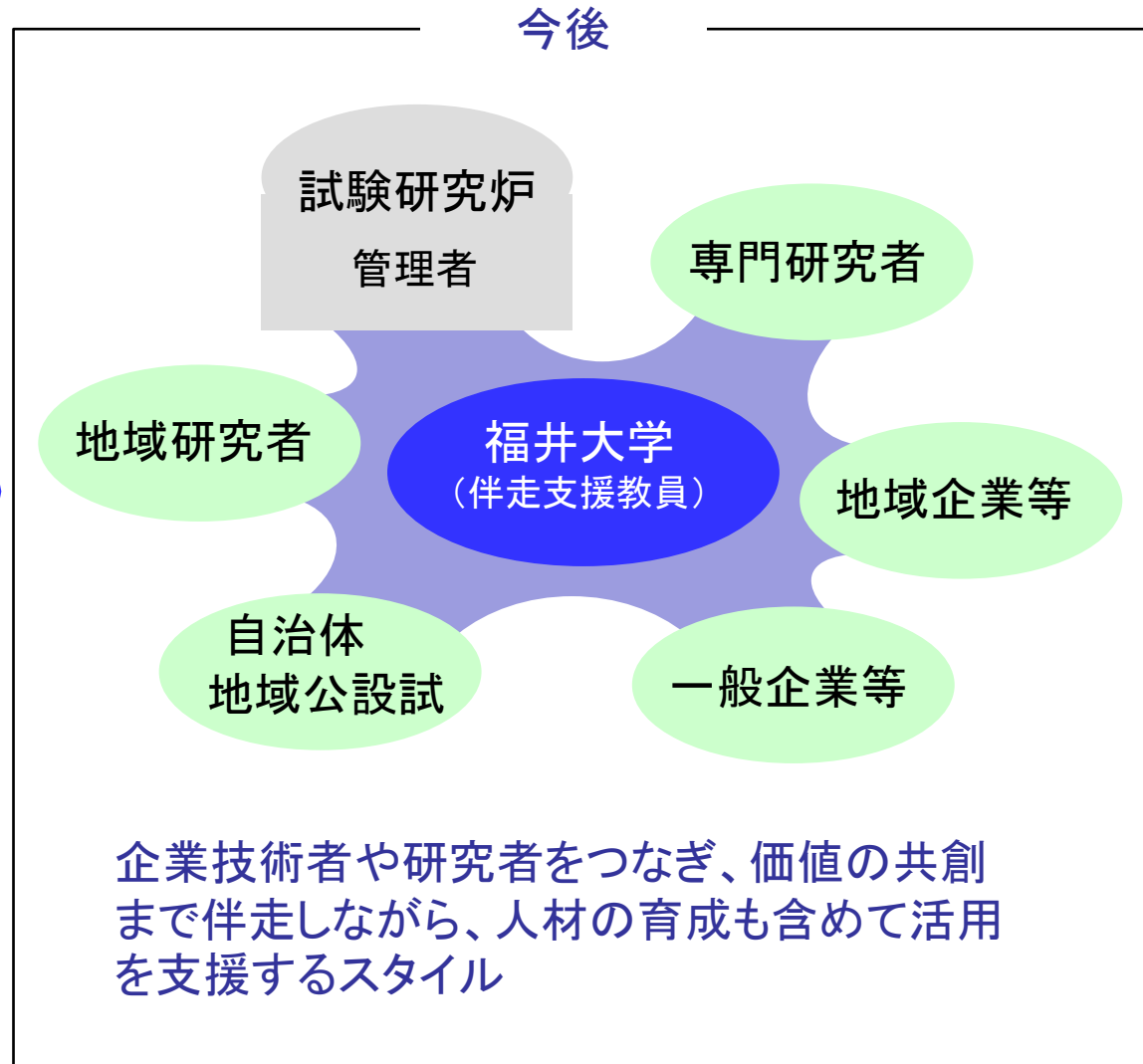
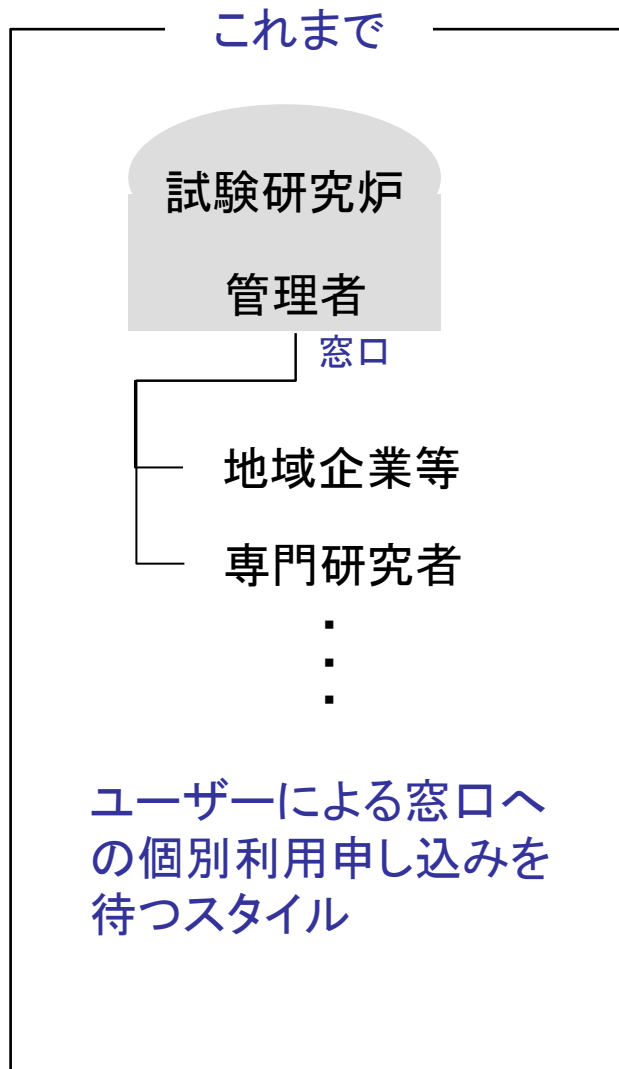
- セミナー等を通じた、試験研究炉の計画スペックの紹介
- 個別面談、セミナー等による地域への、中性子利用技術の紹介
- 地元企業との意見交換等を実施し、ニーズとシーズの把握と発掘

## 地元企業・機関の参画と連携のしくみ検討

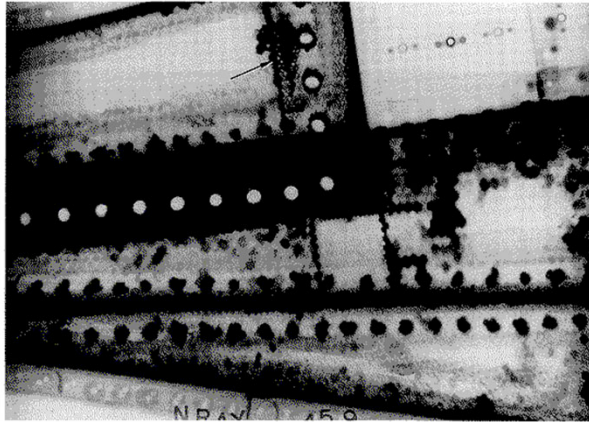
- 試験研究炉をコアとした、地域振興および産業創出を促進する、地域産学官金連携の仕組み、「福井スタイル」の検討



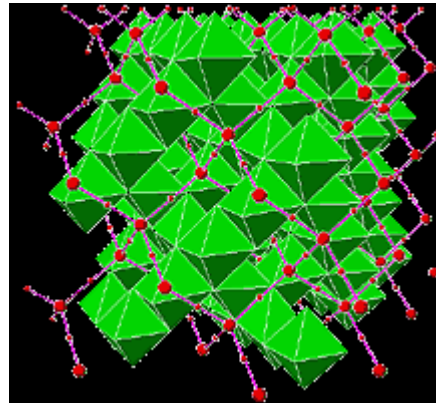
# 福井スタイルについて (1)伴走型連携の仕組み構築



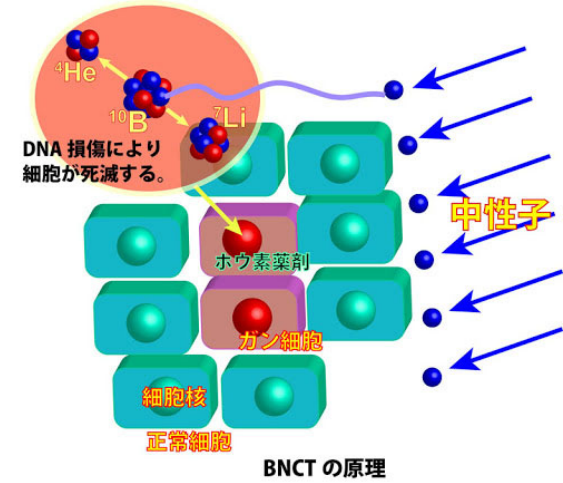
# 企業への話題提供資料例



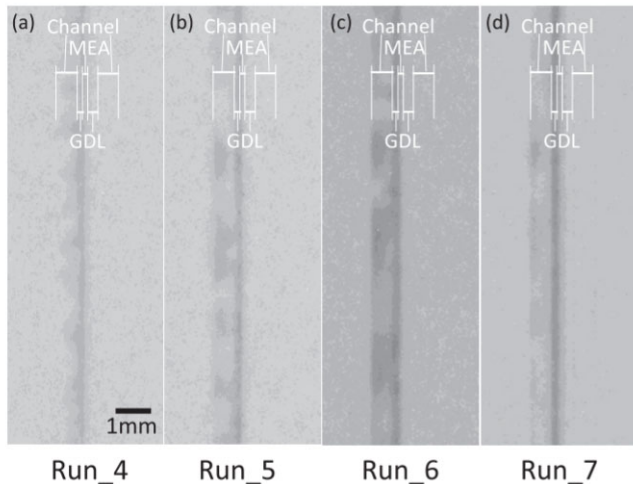
航空機部品の検査  
(中性子ラジオグラフィ)



LIB材料構造解析  
(中性子回折)

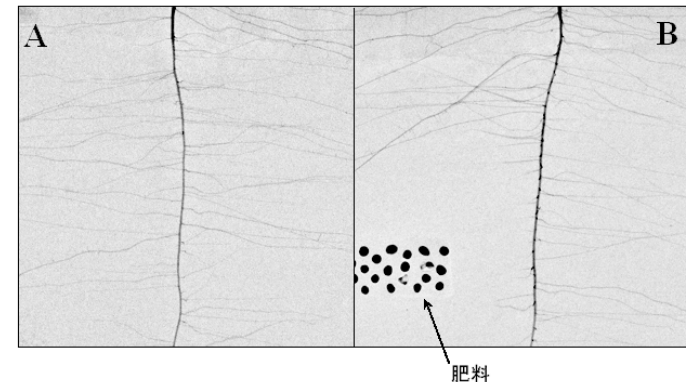


BNCTの原理  
がん治療剤開発  
(中性子捕捉療法)



燃料電池中での水の動きの可視化  
(中性子テレビ法)

材料、医療、  
創薬、農業等、  
幅広い産業分野へ  
の応用が可能



土壌中での植物の根の可視化  
(中性子ラジオグラフィ)

# 本年度の成果と次年度の予定 (2)学内教育



University of Fukui

(令和2年度成果)

原子力セミナー ～もんじゅサイトに設置する新たな試験研究炉～

令和3年度1月22日(web)

- ・「もんじゅサイトに設置する新たな試験研究炉の経緯と現状と福井大の取組」  
福井大学附属国際原子力工学研究所長宇埜正美
- ・「研究用原子炉の紹介～中型研究炉でできること～」  
京都大学複合原子力科学研究所長川端祐司

参加人数:68名(内学生8名(東工大学生を含む))、学内36名、学外32名

学内:工学部機械システム工学科原子力安全工学コース、繊維マテリアル研究センター、  
高エネルギー医学研究センター他

学外:JAEA、NESI、若エネ研、INSS、福井県他

報道:FBC、NHK、電気協会新聞

(令和3年度予定)

年2回程度のセミナー開催

テーマ

- ・BNCT用薬剤開発の現状、医療用RI製造の可能性、製造可能な実験用RIとその実績
- ・中性子反射率測定での高分子薄膜の構造解析、中性子を用いたソフトマター関係の研究、材料、物質研究用の中性子実験設備の設置計画

# 新試験研究炉に対するニーズについて

京都大学複合原子力科学研究所  
川端祐司

文科省委託事業「もんじゅサイトに設置する新たな試験研究  
炉の概念設計及び在り方検討」に係る  
第1回コンソーシアム委員会

令和3年 3月 23日  
福井大学附属国際原子力工学研究所

# 利用ニーズの整理、 KURの利用運営経験を活かした利用運営の在り方検討

- 1) 利用分野の調査 : どういう利用が予想されるのか  
文科省委託事業として基本的に調査済み
- 2) 利用者のニーズ把握 : 世界的先端活動を行うには何が必要か  
個別ヒアリング(30回)とアンケート(30カ所)の実施  
日本中性子科学会・日本放射化学会による検討委員会設置
- 3) 求められる要件の明確化  
技術要件(ハード) → 概念設計への反映  
**世界的研究炉施設の実現**  
運営要件(ソフト) → 運営体制・運営方法設計  
**世界的拠点として本当に役立つものを実現**

理想に近づけるための要件(「これが出来なければダメ」ではない)



# 利用分野調査

## 人材育成

### 教育(一般学生、専門分野)

- ・原子力専攻学生: 炉物理基礎の一部、原子炉工学の一部、原子炉安全管理実習
- ・一般学生: 原子炉の原理、放射線の特性と測定技術
- ・市民を含む見学対応

### 訓練(大学院生、研究者、技術者、企業、国際研修生)

- ・原子力専攻院生、研究者、技術者共通: 反応度測定や中性子特性、核データ採取、中性子ビーム技術OJT、研究炉プロジェクトの原子炉設計・建設時に設計、運転
- ・保守の技術継承
- ・国際連携での学生・技術者研修: 炉工学技術継承



# 利用分野調査

## 照射利用

燃・材料照射(照射挙動、大線量照射)

- ・中性子照射影響

RI 製造(医療用、工業用)

- ・ $^{99}\text{Mo}$ 、 $^{131}\text{I}$ 、 $^{166}\text{Ho}$ 、 $^{153}\text{Sm}$ 、 $^{192}\text{Ir}$ 、 $^{198}\text{Au}$ 、 $^{186}\text{Re}$ 、 $^{177}\text{Lu}$  等の製造
- ・他の研究炉との安定供給の枠組み構築

生物照射(影響評価、医療照射研究)

- ・低線量照射効果の実験、
- ・放射線生物学への応用
- ・学生や研究者の教育や訓練

放射化分析(放射化分析、即発 $\gamma$ 線分析)

- ・ほぼ全ての元素の分析可能

## ビーム利用

中性子ラジオグラフィ

- ・動的機器等の動作や、熱流動現象の動画撮影、
- ・断層写真撮影

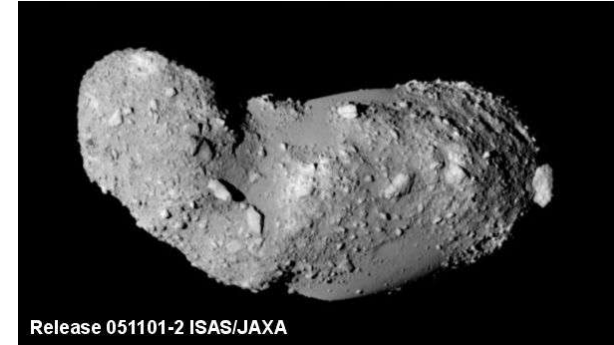
中性子散乱・回折(熱・冷中性子)

- ・散乱・回折実験、萌芽的研究、
- ・JRR-3 との相補的実験が可能<sub>4,1</sub>

# 小惑星探査機 はやぶさ (MUSES-C)

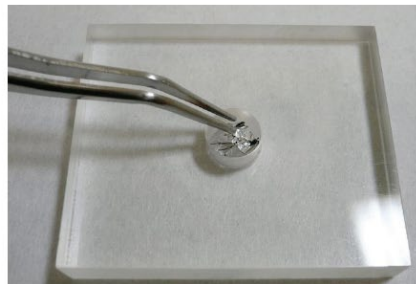
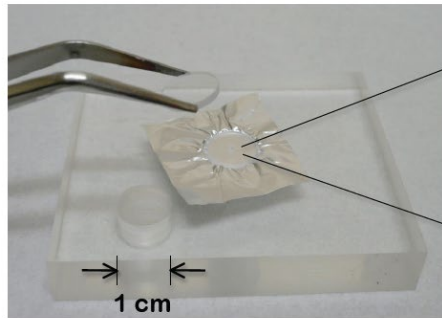


打ち上げ:平成15年5月9日  
大気圏突入:平成22年6月13日

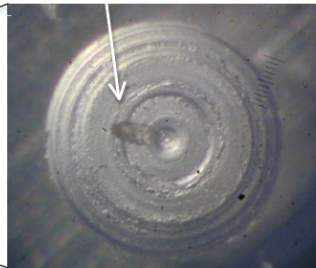


地球重力圏外にある天体の固体表面に着陸しての  
サンプルリターンに世界で初めて成功

## Sample preparation for NAA



RA-QD02-0049



Sample in a pit (1 mm f) of quartz plate



Sample holder wrapped with Al foil

Neutron irradiation

中性子放射化分析法による固体試料中の微量元素の  
定量(2010年～現在)

【中心研究者】 関本 俊(京都大学原子炉実験所)、海老原 充(首都大学東京)

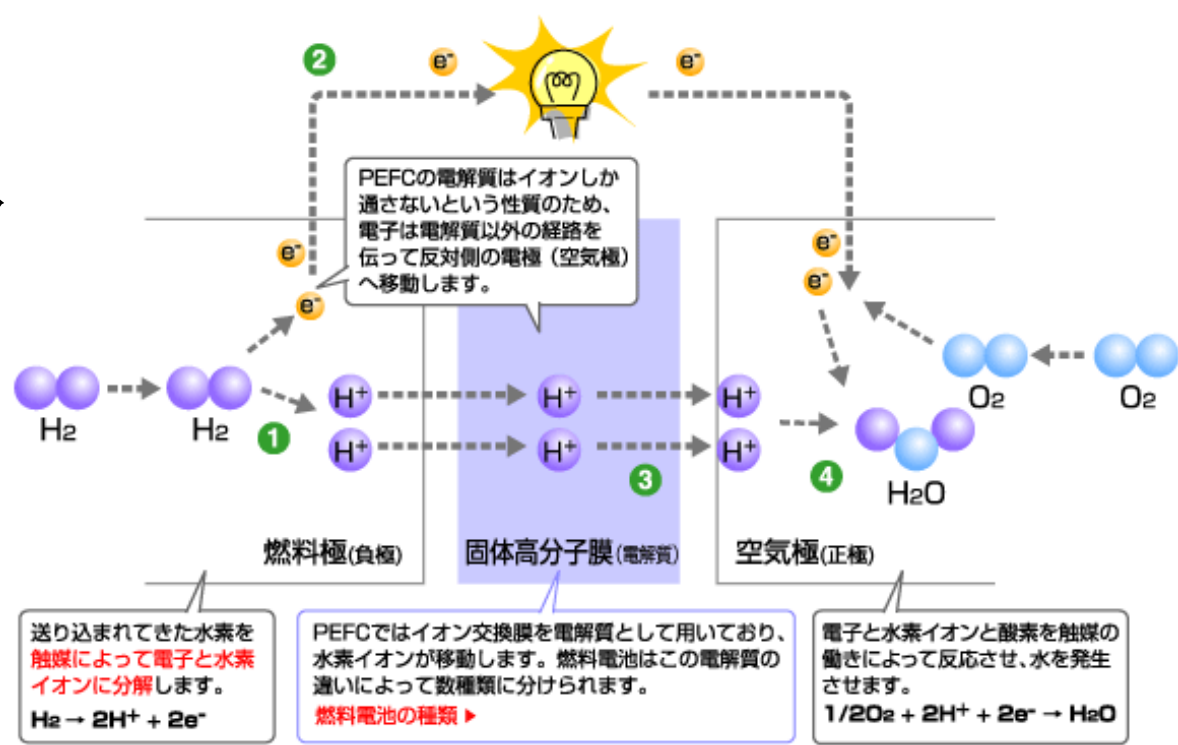
【研究協力者】 大槻 勤(京都大学原子炉実験所)など

### 【研究概要・成果】

- 小惑星イトカワより、はやぶさ探査機が持ち帰った粒子の中性子放射化分析。
- 従来の放射化分析法を改良し、標準岩石中の微量ハロゲンを精密に定量。汎用的な元素分析法であるICP-MSを用いた手法に比べ、より正確な分析値が得られることを示唆。

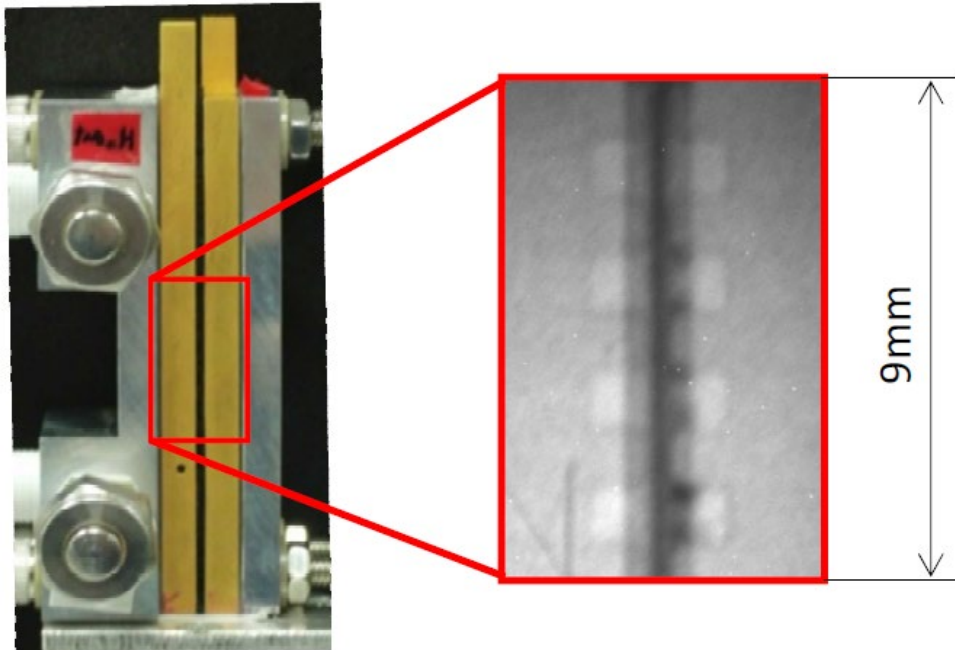
# 小型固体高分子形 燃料電池内の 水分測定

## 空気極側に発生する 水分挙動を観察



### 固体高分子燃料電池(PEFC)の 発電の原理

(大阪ガスホームページ  
<https://www.osakagas.co.jp/rd/fuelcell/pefc/pefc/index.html>より)



(村川他、中性子イメージングカタログ  
 (中性子施設ハンドブック)、p.1-56)

## 要望の区分

**試験研究炉及び関連施設(ハード)に求めるもの**

**[基本的考え方]**

**[必要な具体的設備等]**

**施設運営(ソフト)に求めるもの**

**[基本的考え方]**

**[出来ると望ましい挑戦的事項]**

**試験研究炉完成後に向けた準備活動**

# 試験研究炉及び関連施設に求めるもの [基本的考え方]

## 西日本の中性子研究・産業利用の拠点

世界最強である必要はないが、先端的原子力研究が実施可能な性能

## 多くのユーザーによるサイエンスの充実

トップレベル研究に必要な中性子強度

若手研究者育成のためにトップレベルの環境が必要

## 人材育成

原子力・中性子(ビーム及び照射)利用・RI利用

次世代研究者(利用者)・潜在利用者の開拓

## 利用研究環境の充実と安全管理への配慮

総合的利用性能の向上

利用を目的とした最適設計(利用性能と利用環境)

高効率・安定運転・安全管理と利用性能の両立

使用済み燃料、放射性廃棄物、廃炉措置まで配慮した設計

# 試験研究炉及び関連施設に求めるもの [必要な具体的設備等]

## ビーム実験設備

ビーム利用・ビーム輸送に最適化された中性子導管群、冷中性子源設備  
中性子イメージング(熱中性子・冷中性子):産業用・特殊実験用独立実験室  
小角散乱・反射率・粉末回折・単結晶回折・三軸分光・等  
即発ガンマ線分析

## 熱中性子照射実験設備

汎用照射施設:圧気輸送管(迅速照射用及び繰り返し照射を含む)  
水圧輸送管(短期から数ヶ月の長期照射までを含む)  
主たる使用目的:放射化分析・RI生産(研究用・産業用)  
RI生産では、ホットラボ使用環境整備が重要(特に産業利用)  
医療用RIの安定生産に対する要求が極めて大きい  
照射下実験用大容積照射施設、生物照射施設、陽電子利用装置  
シリコンドーピング用照射装置

## 高速中性子照射実験設備

照射施設:炉心内(または近傍)に汎用照射装置の設置  
RI生産(研究用・産業用)設備、精密制御照射設備、長期炉心照射設備

## 核原料・核燃料物質を試料とする実験環境

核原料・核燃料物質の照射及びホットラボの各種実験環境の整備  
炉心照射済試料や核燃料物質試料の中性子散乱実験

# 施設運営に求めるもの

## [基本的考え方]

### 専任顧問による先端研究への諮問機能

世界トップレベルの人材を招へいできる環境の整備

(参考例 沖縄科学技術大学院大学)

インハウススタッフが世界レベルの研究教育・イノベーションを牽引

### 大学・研究所・企業等連携新コンソーシアム: 原子炉完成後には次の機能を

強力な企画・調整能力を持つ本部機能

クローポ等利用による大学・研究所・企業の人事交流促進

### 実効的・効率的な研究教育を実施する大学等の連合体の構築

研究炉設置者と研究教育者との深いレベルでの相互理解・連携

ユーザーの意向(希望)を研究炉設計や運営に反映

利用者側が研究炉運営に関する諸問題を深く理解することが重要

### 十分なインハウス研究者・実験サポート技術者・支援事務職員の配置

実験研究の質の向上・安全確保等にとって極めて重要

機能的なユースオフィス



# 施設運営に求めるもの

## [基本的考え方]

### ユーザーフレンドリー

容易なアクセス(手続き・移動・滞在)  
安全管理(規制)を優先しつつ、良好な実験研究環境を実現  
中性子関連施設以外の先端的補助・補完実験装置の充実  
原子炉メンテナンスエリアと実験エリアの完全分離(実験現場へのアクセス)  
利用者の滞在環境

### 産業利用

本格的な産業利用を目指す  
トライアルユース制度等の新規活動の支援  
随時利用受付・利用までの待ち時間短縮(フレキシブルな利用制度)  
利用分析サービスセンター(放射化分析・散乱実験等)の設置  
学術用+産業利用  
RI製造(特に医療用):原料生成(炉心)から最終製品までの  
サプライチェーンの確立を目指した体制整備  
HL専用エリアの確保と運営方法の確立

### 社会連携

地元地域との良好な互惠関係の構築(相互コミットの仕組みが必要)  
研究炉を含む研究施設と地元社会との連携活動  
大学・企業・自治体・地域社会との連携活動の可能性の検討  
社会説明:広報(中性子利用・RI利用・原子炉安全)、科学教育(一般・マスコミ等)  
見学(社会教育・エンターテイメント)、見学者の動線を意識した施設設計



# 施設運営に求めるもの

## [出来ると望ましい挑戦的事項]

本計画を「嶺南Eコースト計画」の一部と位置付けた統合的推進

地域社会(自治体・企業・大学・研究所・市民)との連携活動の活性化  
対社会説明者の育成(リスクコミュニケーター・  
サイエンスコミュニケーター・教員・オピニオンリーダー)

オフサイト拠点整備

交通の利便性の良い場所(例えば駅前)に拠点を構築  
教育・遠隔実験・社会交流の実施

研究炉のための規制の枠組みの構築

規制当局・設置者・利用研究者の意思疎通 → 適正な規制の検討と構築  
既存研究炉の規制の枠組み → 本プロジェクトとは別途検討

DX対応(自動化・遠隔化)

DXによる自動化・遠隔利用への対応  
デジタルツイン: デジタル空間上に全体を構築 → 安全管理・教育等に活用  
点検等の安全管理活動の無人化・省力化

無人運転等を利用した交通アクセスの改善

試験研究炉サイトと市中心部とのアクセスの無人運転化による整備

# 試験研究炉完成後に向けた準備活動

## 事前研究・利用人材育成

試験研究炉完成までの期間における準備活動の活性化  
KUR等を利用した実験装置開発や事前研究の実施  
試験研究炉完成時に向けた利用人材の育成

## 産業利用育成

地元産業界が試験研究炉を積極的に利用するための準備活動  
シーズをマッチングさせる伴走型支援システムの構築  
支援人材の確保・相談窓口の設置・研究会開催  
産業利用情報の配信・研究会構築・リクエスト収集  
KUR等を利用したトライアル実験の検討  
(放射化分析・中性子イメージング等)

## 人材育成プログラムの準備とブラッシュアップ

試験研究炉活用人材育成プログラムの立案  
既存施設を用いた人材育成のトライアル

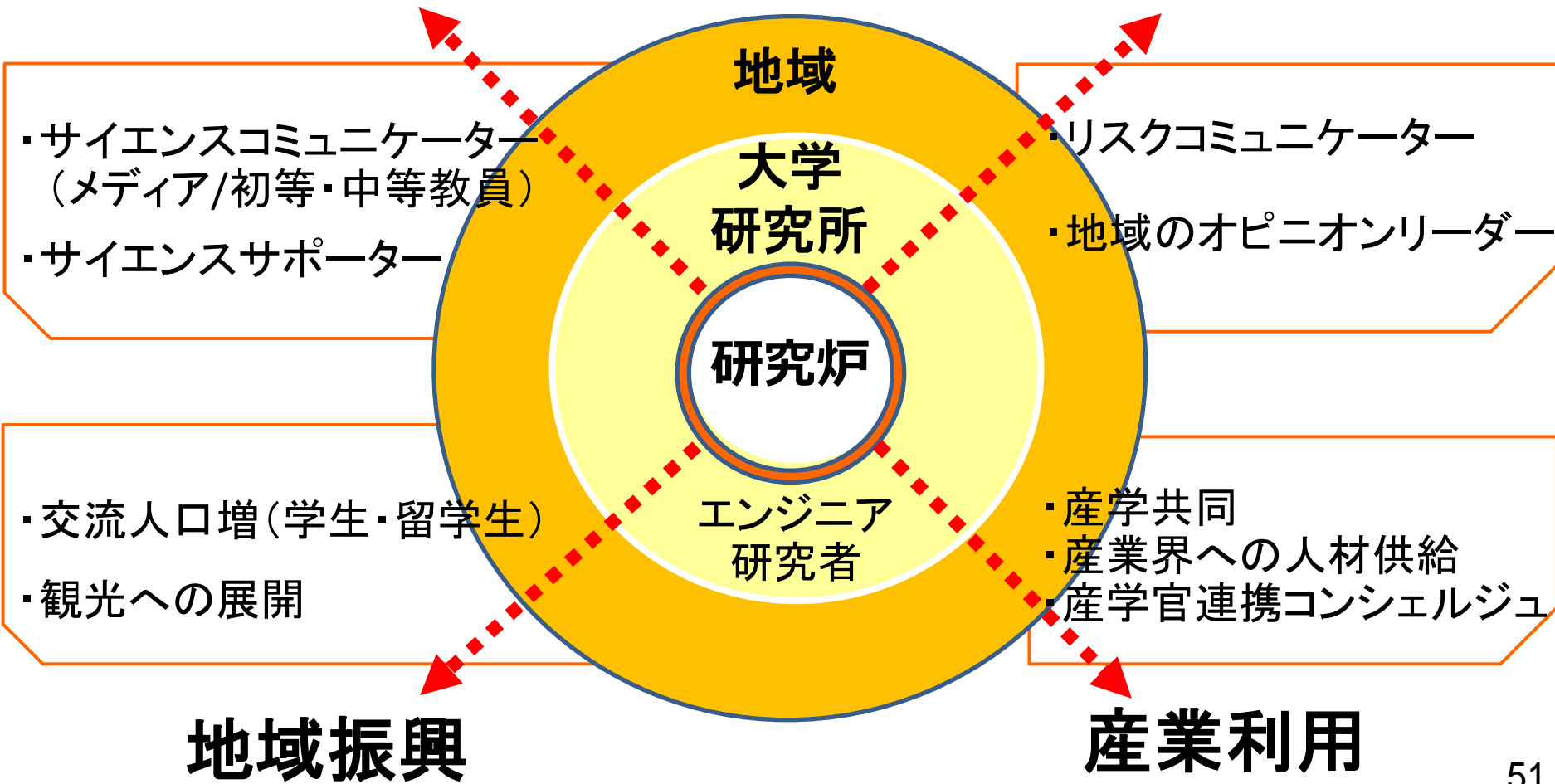
# 試験研究炉に期待される社会的展開

4つの方向性で大学・研究所と地域（住民・企業・自治体）が協働

地域に多様な人材を育成し、SDGsに貢献

## 科学技術人材育成

## エネルギー人材育成



# まとめ

## 魅力のある試験研究用原子炉

エネルギー分野＋原子力技術応用分野

放射線・RI利用の関連産業は広く、規模も大きい

## 利用者が求める運営体制・運営方法を設計

他に類例の無い国際人材育成拠点を構築

学術・産業・社会に重要な貢献を果たす

## 社会を巻き込む広い活動と育成

研究炉を大学・研究所・産業界だけに留めず

地域、企業、自治体、国が協力し

地域社会を活性化

