

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5回コンソーシアム委員会 議事次第

1. 日 時 令和5年3月24日(金) 12:30~14:30
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、池澤俊之 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、畑澤順 委員、船城健一 委員、森井幸生 委員、山
西弘城 委員、吉岡研一 委員、吉川幸文 委員

中核的機関委員(五十音順)

宇埜正美 委員、杉山正明 委員、辻本和文 委員、中島健 委員、早船浩樹 委員、
日野正裕 委員、福元謙一 委員、米沢晋 委員

その他の出席者

新井知彦 原子力課長(文部科学省)
峯尾英章 新試験研究炉準備室長、松本英登 同次長(JAEA)

4. 議 題

司会進行: JAEA 峯尾室長

- (1) 開会挨拶
- (2) 各委員の紹介、及び配付資料の確認
- (3) 中核的機関の活動状況について
 - ・新試験研究炉の設計・設置・運転及び地質調査(WG1)活動報告
(JAEA 辻本委員、峯尾室長)
 - ・新試験研究炉における幅広い利用運営(WG2)活動報告
(京大 日野委員)

【会場換気のための休憩】

- ・地元関係機関との連携構築(WG3)活動報告
(福井大 宇埜委員、米沢委員)
- ・令和5年度以降のコンソーシアム委員会及びWGの取扱いについて

(JAEA 松本次長)

・意見交換

(4) その他（事務連絡等）

(5) 閉会挨拶

5. 配付資料

第5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 : 第4回コンソーシアム委員会 議事録

資料3-1 : 新試験研究炉の設計・設置・運転及び地質調査（WG1）活動報告

資料3-2 : 新試験研究炉における幅広い利用運営（WG2）活動報告

資料3-3 : 地元関係機関との連携構築（WG3）活動報告

資料3-4 : 令和5年度以降のコンソーシアム委員会及びWGの取扱いについて

以上

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」
令和 4 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
池澤 俊之	敦賀市 副市長
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
川村 愼一	日本原子力学会 会長
嶋田 浩昌	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
森井 幸生	放射線利用振興協会 中性子利用技術部 部長
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
吉川 幸文	福井県 地域戦略部長

中核的機関委員（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
杉山 正明	京都大学 複合原子力科学研究所 教授
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 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 副部門長
日野 正裕	京都大学 複合原子力科学研究所 教授
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

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4回コンソーシアム委員会
議事録（案）

1. 日 時 令和4年11月15日（火） 15:00～17:00

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（五十音順・敬称略）

コンソーシアム参画機関委員

新井史朗委員、池澤俊之委員、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、嶋田浩昌委員、船城健一委員、森井幸生委員、山西弘城委員、吉川幸文委員（武部衛委員代理）

中核的機関委員

宇埜正美委員、杉山正明委員、辻本和文委員、中島健委員、早船浩樹委員、日野正裕委員、福元謙一委員、米沢晋委員

その他の出席者

文部科学省 新井智彦原子力課長

原子力機構 峯尾英章新試験研究炉準備室長、松本英登次長

4. 議 題

- (1) 開会挨拶
- (2) 各委員の紹介及び配付資料の確認
- (3) 中核的機関の活動状況について
 - ・概念設計・地質調査について
 - ・利用運営の検討について
 - ・地元関係機関との関係構築について
 - ・意見交換
- (4) その他（事務連絡等）
- (5) 閉会挨拶

5. 配付資料

第4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：第3回コンソーシアム委員会 議事録

資料3-1：WG1による活動内容について－試験研究炉の設計・設置・運転－、

資料3-2：新試験研究炉における幅広い利用運営（WG2）活動報告

資料3-3：地元関係機関との連携構築（WG3）活動報告

6. 議事内容

原子力機構の峯尾室長から第4回コンソーシアム委員会の開会挨拶があり、同室長の司会進行の下、議事次第に沿って議事が進められた。議事内容は以下のとおり。

6. 1 各委員の紹介と配付資料の確認

峯尾室長から、第4回コンソーシアム委員会に出席された参画機関委員及び中核的機関委員の紹介があり、新しく交代された嶋田委員、武部委員代理から挨拶があった。なお、川村委員、畑澤委員及び吉岡委員は、都合により欠席された。

峯尾室長から、配付資料の確認があった。資料2の議事録については、作成の際に委員の確認を得ているので本委員会での内容の紹介・確認は割愛された。

6. 2 中核的機関の活動状況について

中核的機関の各WGから、第3回コンソーシアム委員会（令和4年3月24日）以降に実施した活動を中心に活動状況について報告があった。

(1) WG1による活動内容について

辻本委員及び峯尾室長から、資料3-1によりWG1の活動状況について、以下の説明があった。

1) 炉心概念検討の現状報告：

令和2年度から4年度に行っている試験研究炉の概念設計のうち、今回は炉心の熱的評価と制御棒に関する検討結果の報告があった。

(a) 熱的評価

試験研究炉の炉心熱的評価として、ce20炉心のうち、最も出力が高い燃料集合体（ホットチャンネル）の表面温度と冷却材温度について冷却材流量をパラメータ（400～2,000m³/h）とした温度分布を解析した結果、炉心冷却材流量が600m³/h以上であれば、定常運転状態の熱的制限条件（最小限界熱流束比2.0以上）を満たし、ブリストタ発生温度を十分下回る。

本結果から、今後、炉心冷却材流量は600～2,000m³/hの範囲で検討することとし、制御要素の影響、照射孔の配置等を考慮した熱的評価を進めるとともに、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時の評価の具体的な事象の選定の検討を行う。

(b) 制御要素及び配置検討

研究炉の制御要素（制御棒）の方式としては、平板型（JRR-4等で使用）とフォロア型（JRR-3等で使用）があり、それぞれの方式・配置等について検討している。今回は、平板型について核的な検討を行った。平板型制御棒を6本配置した場合の制御棒値は、JRR-3と同程度になる。今後、制御棒駆動機構を含めた制御棒構造・配置の検討等を行い、制御要素の方式を選定していく。

2) もんじゅ敷地内地質調査の状況

もんじゅ敷地内地質調査については、第3回コンソーシアム委員会で報告したとおり、技術検討会の結果を受けて追加的なボーリング調査等に先立ち、地すべりや土石流についての調査、工学的対策、技術的成立性や所要コスト等の検討を行っている。また、万一、建設候補地が適当でないと判断に至る場合に備えて、もんじゅサイト内の複数の地点について追加的な土地造成工事を行う等により用地が確保できるかどうかの予備的検討を並行して行っている。これらの検討結果については、次回（第5回）コンソーシアム委員会で報告する予定である。

3) 試験研究炉の詳細な設計に向けて

現在、試験研究炉の概念設計を行っている段階であるが、次の段階の詳細な設計を考えると、メーカー等から技術的支援等してもらいながら設計を進めていく必要がある。これに向けての業者選定等の方針としては、設計者としての創造性、技術力、経験等があり、詳細設計に必要な高度な設計能力や専門的知識を備えた業者から技術提案を受けることとし、その説明会の開催を計画している。

- (a) また、詳細設計を開始した後の個別契約・経費の妥当性について第三者による助言を受け、重要事項については文部科学省のレビューを受けるとともに、地元の皆様に説明しつつ、設計活動を進めることとする。

(2) 新試験研究炉における幅広い利用運営（WG2）活動報告

日野委員から、資料3-2により新試験研究炉における幅広い利用運営（WG2）の活動状況について、以下の報告があった。

1) 幅広い利用運営WG（WG2）活動方針

新試験研究炉は、中性子ビーム利用を主目的として性能を最大限引き出す中出力炉とし、持続可能性が期待できる幅広い利用運営の在り方を検討する。更に、中性子ビーム利用を主目的としつつ多目的利用ができる研究炉とし、汎用性・多様性とバランス良く実験装置群を検討し、運営体制の構築に繋げていく。

2) WG1-3合同研究会

合同研究会は、WG1-3の検討状況を説明し、中性子利用に係る学術コミュニティ（日本核医学会、日本原子力学会、日本中性子科学会等）の研究内容の紹介と試験研究炉施設・実験装置への期待・ニーズを聞くことを目的として、7月21日と7月26日に開催した研究会では、各学会参加者の講演を受けて新試験研究炉の本格稼働時に最先端の利用にどう繋いでいくかについて意見交換を行い、WGで行っているニーズ調査検討が、学術コミュニティの期待・要望と大きな方向で合致していることを確認した。

3) 必要な装置及び実験装置スペース等の検討

物質の構造解析、元素分析等をより高感度・精密に行うためには、熱中性子ビームだけでなく冷中性子ビームの利用が有効である。試験研究炉では、重水素をベースにした冷中性子源を設置することとし、ビーム利用の実験装置としては、汎用性・利用頻度が高い小角散乱装置、イメージング装置、回折装置、反射率装置を最優先で設置する。更に、10MWの研究炉の性能を最大限活かして多様化する学術研究・産業利用のための即

発ガンマ線分析装置、偏極中性子小角散乱装置、大強度熱中性子イメージング装置等を開発・設置する。また、照射利用では、利用頻度の高い放射化分析装置とともに、RI製造と材料照射のための照射装置、陽電子ビーム、生物照射装置（BNCTの基礎研究等）、ホットラボ等の設置を検討する。

4) まとめ

新試験研究炉の本格稼働時に最先端の利用を実現するためには、研究炉の特長を活かした継続的な先端研究・利用開発が重要であり、人が集まる魅力的な施設・利用運営を目指して、関連コミュニティ等と広く連携しながら主体的・継続的な活動体制とし、取り組んでいく。

(3) 地元関係機関との関係構築（WG3）活動報告

1) 伴走型連携

米沢委員から、資料3-3によりWG3の活動状況のうち、伴走型連携に関し、活動状況、産業利用を促進するためのしくみづくり、地元企業の関心誘起、及び情報発信について説明があった。

(a) 活動状況

本WGは、試験研究炉の利活用においては、地域の産業界やその産業界につながっているところにユーザーがいることが重要と考え、福井県及びその関係の方々と共に情報を流しながら地元との連携を進めている。

今年度の活動としては、7月に第5回WGを開催し「茨城県委託事業に対する茨城大学の取り組み」を紹介した。また第6回WGは「地域、地方企業の利用促進について」をテーマとして現在計画中であり、これは中島先生を中心に進めている個別の面談等の活動と調整して実施する予定である。

(b) 試験研究炉の産業利用を促進するための仕組み作り

茨城大学の産業利用に向けた取り組み事例を調査した。茨城大学は、J-PARCに産業利用に向けた専用のビームラインを持つ茨城県から運営管理を受託し、茨城県と有機的な連携を構築している。新研究炉では福井県と福井大学さらに京都大学なども連携し、研究についても融合した形で伴走型連携に取り組むことが望ましい。

WG3活動として、産業利用に関しRI製造や中性子回折利用などの情報を発信し、また、産業界の経験・意見として、東洋紡、日華化学といった地域の企業から研究炉への期待などを話していただいた。

(c) 地元企業の関心誘起と情報発信として、

福井県テクノフェア、個別のセミナー、福井大学産学官連携本部のイベントを利用してこまめに情報発信を進めている。そして、その場で個別の相談と情報提供を進めており、地道に継続的に取り組む必要がある。

2) 学内教育

宇笠委員から、WG3の活動として行っている新試験研究炉セミナーと高校生向け講習会の内容と参加者アンケート結果について以下の説明があった。

(a) 新試験研究炉セミナー

「もんじゅサイトの新試験研究炉セミナー」の1回目は、9月1日に医学関係のテーマで、核医学会の絹谷先生と量子科学技術研究開発機構の東先生を講師として行った。講演後のアンケート結果では、放射線治療薬の重要性は大変良く理解できた、但しそれを実際に進めるうえではまだ多くの課題があるという感想が示された。

(b) 高校生向け講習会

「高校生むけ講習会」は8月9日に福井大のオープンキャンパス（福井大文京キャンパス）で高校生52名に対して行い、また10月22日に福井大附属国際原子力工学研究所の一般公開の場で福井大学学生、若狭高校生12名、敦賀高校生1名に対して行った。感想として、“原子力といっても自分が思っている以上に様々なことに利用されていると思った”、“中性子を利用することで様々な産業の発展に役立っていることがわかった”、“敦賀という近いところで試験研究炉が出来るのを知りこれからの発展が楽しみと感じた”などが述べられた。

(c) 今後の予定

学内教育では、材料分析をテーマに第2回のセミナーを12月頃行う予定で、高分子材料の中性子散乱・回折についての講演を京都大学と三重大学の先生に依頼して行く。

伴走型連携では、関連機関等と意見交換し要求機能を整理し、産業利用の促進のための連携のしくみについてイメージ案としてまとめて行く。

3) 福井県の事業

宇塾委員から、福井県事業として原子力安全研究協会が行った、企業に対するアンケート調査、学生向け講習会、RI製造の勉強会の結果と試験研究炉の利用に関する講習会（予定）、近畿大学原子力研究所の見学バスツアー（予定）について以下の説明があった。

(a) 企業に対する新試験研究炉に関するアンケート調査

今年度は石川県と富山県の企業に対する新試験研究炉に関するアンケート調査を行った。建設業・製造業では、積極的に活用を考えている企業が1割、分からないので相談したい企業が2割程度で、約7割が「使わない」あるいは「他の方法で解決可能」と消極的な回答となった。また、「利用料金」と「技術支援」、「アクセス」や「原子炉の安全性」といった懸念も示された。一方、RI利用関連企業等（病院や大学等）に対する調査では、RI利用上の課題として輸入に頼っている現状への懸念（輸入時間、費用）が示され、新試験研究炉でのRI製造への期待は、回答された12機関すべてが期待している。

(b) 学生向け講習会

昨年度と同様に、福井工業大学工学部原子力応用工学科の2年生に対して、名古屋大学の先生にBNCT（ホウ素中性子捕捉療法）への取り組みを話していただいた。

また、福井大学医学部1年生と看護学科1年生の計125名に対する講習会として同様にBNCTの話をしていただいた。講演会後の調査で、回答者全員が大変良く分かったと述べ、がん治療の説明にも関心が高かった。さらに、福井大学教育学部2年生に対して「福井県に新設する試験研究炉」と題し講演し、アンケート回答者の9割以上が大変良く分かったと回答した。産業利用などの説明に関心が高いという結果であった。

また、福井県立大学経済学部2年生32名に対し、原子力安全研究協会の山口理事に「日

本の原子力政策の行方」と題して講演していただいた。

(c) RI製造に関する勉強会

RI製造への期待が高まる中、現状を理解し正しい知識を持っていただくために、地元の企業、商工会議所の方々を中心に勉強会を4回シリーズで実施している。第1回目は9月29日JAEAの新居氏に、1回目は10月24日、日本アイソトープ協会、日本放射性医薬品協会、千代田テクノルの講師の方々に医療用RIに関する講演をしていただいた。勉強会は本年度あと2回実施し、アクションプランの概要と我が国の方針、世界の需要動向他（とりまとめ）の内容を予定している。

(d) 福井県事業の今後の予定

福井県及び石川県・富山県の企業向けの試験研究炉の利用に関する講習会を11月25日と12月7日に行う。また、施設見学バスツアーは、昨年度は京大研究用原子炉（KUR）を見学したが、本年度は近畿大学原子力研究所（UTR-KINKI）の施設見学・体験実習バスツアーを12月9日に予定している。

4) 詳細設計における課題に向けて

今後の詳細設計における課題に向けたWG3としての取り組みとして「伴走型連携」に関しては、建設計画に対応させ、産業利用を促進する体制と役割分担、必要な人材育成等についての具体的なプランを関係機関と連携して策定する。また、中性子科学の研究および教育を担う部門の設置や人材の配置、学外との協力体制について検討を加速し、試験研究炉の詳細設計に備える予定としている。

6. 3 意見交換

以上の中核的機関からの報告に関して、コンソーシアム参画機関委員から以下のような意見・要望、質問等があり、中核的機関委員との意見交換が行われた。

(1) 武部委員代理

3月の委員会以降、3つのWGにおいて情報の収集・分析、具体化の作業を着実に進めていることに感謝申し上げます。各WGの報告を聞いて、福井県として従前から申し上げているように、産業利用を含めた幅広い分野での活用、多くの研究者や企業等の誘致を期待している観点から、次の2点について話をさせていただく。

1) 県の取組みに対する協力

WG3から報告があったように、北陸2県を対象に、福井県がアンケート調査を実施した。その結果から、福井県内企業向けに実施した昨年度の調査と同様に、RI製造に関して一定のニーズがあることが分かった。また、県外の製造業・建設業関係の企業等から、アクセスや原子炉の安全性といった懸念も示されている。県内企業を含め、より多くの利用者が集まる施設となるよう、交通利便性の確保、研究炉に関する情報発信なども益々重要になって来ると思っている。

県としては、今後とも企業等への講習会、既存の試験研究炉の視察・体験ツアーなどを実施していく予定である。つきましては、国や原子力機構、京都大学、福井大学の中核的機関の皆様方にも県内外企業への周知活動になお一層のご協力をお願いしたい。

2) 今後の詳細設計に向けて

RI製造について、先ほどのWG2の報告の中でも、とりわけ強いニーズが示されたとの報告を頂いている。今後、立地地域ならではの事業として、しっかりとやっていけないといけない。RI製造拠点の実現可能性について、国と原子力機構が中心となって具体的な検討をいただきたい。

また、施設のインフラ、利用に関して、施設の利用促進、人材育成、地域経済への波及といった観点から、より多くの研究者や学生、企業の皆様方に足を運んでいただくことが必要である。説明資料3-2の40頁に具体的な実験スペース案が示されているが、こうした研究実施スペースの確保をしっかりとやっていただくことに加えて、研究者や学生が食事、滞在・宿泊しながら研究が進むような付帯施設を充実していくことも重要になる。立地の関係で研究炉は半島の先端にある。交通手段がどうであるか、駐車場の確保といったもんじゅサイト及び周辺の必要なインフラについても担当のワーキンググループを決めて早急に検討を進めていただきたい。

産業や教育といった地域振興に直接関わる部分が、今の段階では、なかなか見えて来ないと実感している。地元としては、できるだけ不安を払拭していきたいと思っている。今後、詳細設計に入る前に、地域振興、地域貢献について具体的に地元の説明をしていただければと考えている。

最後に、これまでも申し上げているが、京都大学のKURの運転終了後、できるだけ間を置かずに試験研究炉の完成・運用を実現していただくように宜しく願いたい。

(峯尾室長)

ご協力については、これまで以上に取り組み、文部科学省とも相談しながら行っていく。RI製造については、県から要望をいただいているが、一方、これまでのご発言を踏まえると、敦賀市からは比較的慎重な意見をいただいている。RIの取扱い、特にホットラボをどの様な規模・仕様にするか十分に議論させていただきたい。そのうえで、決めていきたい。

また、RIを取り扱う場合、廃棄物が出て来る。これについても地元の了解をいただいて進めていきたい。人材育成に関して、多くの学生が来る施設を考えていきたい。市街地から離れた所にある研究施設もある。本年度、その事例について調査を行い成果報告書にまとめていく。これを手始めにして、来年度以降にどういったものが効果的なのかの検討を進めていくことが必要と考えている。

(2) 稲継委員

委員皆様の報告、有難うございました。WG1とWG3の報告に関してお聞きしたい。

- 1) WG1の熱的評価の中で、冷却材として軽水を使うとのことであるが、どの様な品質の冷却材を使うか、温度、どこから確保するかといったところをお聞きしたい。

(辻本委員)

冷却材の軽水は、特別なものは考えていない。入口温度は35℃で、出口温度は約50℃を想定している。

- 2) 当社の工場の中で工業用冷却水を使っているが、配管中にスケールが溜まって詰まり、十分な冷却能力が確保できなくなることがある。このようなリスクはないか。

(辻本委員)

工業用水をそのまま使うと、そのようなことが起こるが、JRR-3等ではきっちり運転していて、同様なことは発生していない。十分考慮して使用していく。

- 3) WG3に関して、当社にトライアルユースをご紹介いただいた後、髪の毛について実際にトライアルユースの形で試して行こうと考えている。当社として、将来に向けて社内でこの分野の専門家を育成していこうとしていく動きの中で、少しのトライアルユースだけでは、技能・理解が定着しない。また、トライアルユースを行った後で、どのような形で継続できるか、またその知見・ノウハウをどのように定着させるかといった点について、どのようなサポートが得られるかをご検討願えれば有難い。

(宇埜委員)

伴走型連携には、継続的な利用促進、人材育成・教育が含まれる。この仕組みを伴走型連携の中で作っていきたい。

(3) 船城委員

WG1とWG3についてお聞きしたい。

- 1) WG1に関して、燃料板表面温度と冷却材ONB温度の差、冷却材出口温度と飽和温度の差が約40℃となっているが、このギャップ（差）は、JRR-3と比べて同じ程度か。

(辻本委員)

同じ程度である。十分な余裕を持って冷却材を流すことを考えている。

- 2) WG3の資料（50頁）の中で、産業利用のしくみとして5項目を挙げているが、③の「中性子に限らない幅広い窓口」が重要であると考え。中性子でしか出来ない分析もあるが、企業は色々な課題を抱えて分析したいという時に、中性子だけで解決することは少ないと思う。中性子、エックス線、電子線、放射光等の施設に加えて、SEM、熱分析等のベーシックな分析を絡めて相談できる「よろず相談所」のようなものがあつたら裾野が広がると考える。
- 3) 高校生向け講習会において、高校生が原子力・研究炉に非常に興味を持っていただいていることは非常に頼もしい。10年後には現役でバリバリ働いている世代と思うので、今後もこのような教育を続けていただければと思うので、宜しくお願ひしたい。

(宇埜委員)

幅広い相談窓口については、3つのWG、研究機関等と連携して色々な分析方法を含む相談窓口を作っていくことを検討したい。高校生向けの講習会は今回初めてであったが、今後も趣向をブラッシュアップして高校生に発信していきたい。

(4) 池澤委員

敦賀市としては、試験研究炉施設によって原子力人材の育成や経済の活性化、将来的な地域の発展に、どう繋がるかといった点が重要と考える。この施設が、敦賀市の発展にどのように寄与するかをお示しいただくとともに、もんじゅ廃止措置移行の際に要請させていただいた、将来にわたる約1,000名の雇用の維持についても、国にお約束いただいたとおり、雇用維持への明確な道筋を示すように、引き続き検討をお願いしたい。

また、従前から申し上げているとおり、試験研究炉の国家的な意義、必要性を説明していただくためには、国の原子力政策の位置付けをしっかりと示していただく必要があると考えています。試験研究炉が、多くの研究者や学生、企業が集まる、賑わいのある研究拠点となり、敦賀にできて良かったと市民の方、全国の方に思われるように期待している。

資料55頁にあるWG3の学内教育の部分について興味を持って聞かせていただいた。学生の関心が高まっていることは非常に有難いことであるし、大きな成果に繋がるのではないかと感じている。

(5) 加倉井委員

関係者皆様の本日の委員会準備・開催、各WGの検討及び報告に感謝したい。また、日野委員から報告があったWG1-3合同研究会の開催に関しても御礼申し上げたい。合同研究会では、研究炉の幅広いビーム利用、照射利用等について関係者から詳細な説明があり、WG間の横の情報交換に大きく寄与したのではないかと考える。

WG2から紹介があった日本中性子科学会からの第一次答申として、資料38頁にあるように、試験研究炉を既存技術で早く確実に建設し、研究・産業利用の拠点形成のために、これまで、ビーム実験に適した炉心、コールド・ホットソースのモデレータ設計・設置、中性子源を含めた装置最適化、使い易い施設設計、施設運営、人材育成及び拠点形成の重要性に関して発言して来た。今回は、特に新技術の世界最先端拠点に関して言うと、先端研究拠点を実現し研究炉中性子を活用した固体及びソフトマター物性、バイオ、素粒子・原子核物理を含む基礎・基盤に関して、研究施設でノーベル賞級の未来を拓くイノベーションの世界最先端の成果を創出すべく夫々の参画機関が協力して夢ある国際的研究拠点作りをすることの重要性を強調したい。

このような高い目標を掲げると、必然的に設計・建設の段階から国際的研究として先導し世界の英知を結集する開かれた国際プロジェクトが必要になる。これは、地域おこし・地域貢献の観点からも重要である。カミオカンデに匹敵するような夢のある世界的研究拠点を目指していただきたい。

(6) 奥井委員

地元経済の立場から要望も含め発言する。県および敦賀市からの委員の発言にあったように、試験研究炉の地元企業による直接的な利用は非常に限られている。地元への幅広い経済効果に繋げるためには、試験研究炉を活用する企業や研究機関の誘致、さらには企業や大学の研究拠点になる施設の敷地内あるいは隣接地での整備を今の段階から検討していただきたい。WG2からも話があったが、実際に利用を進めるにあたり敦賀はやや遠隔地でもあるので、このような施設を今から検討していただきたい。

自分もRI製造の勉強会に参加し、ほぼ輸入に頼っているような現状では我が国にとっては必要な取り組みと実感した。原子力分野は若い世代には魅力のない分野となっている。新しい試験研究炉のあり方についても、様々な広がりのある分野であり魅力的な未来ある分野であることを実証し、人材育成にもつながる取り組みとなることを期待する。今後、そのような事業に敦賀商工会議所としても参画したいと考えるのでよろしくお願ひしたい。

(7) 新井委員

資料3-1の26頁「今後の詳細な設計に向けて」に、「公共事業では、建設コスト抑制の観点から、設計・施工を分離した競争入札が行われる一方で、設計者の創造性、技術力、経験等を適正に審査の上、業務の内容にもっとも適した者を選定することも推奨される」とある。公共事業では設計施工分離が原則というのはよくわかる。しかし、本試験研究炉は汎用的なものではなく一点ものの施設である。このような特殊な場合の詳細設計や建設に関しては、設計施工一括型の方がスムーズに進められると一般的に考えられるので、設計施工一括型も排除しないと理解した。価格だけではなくいろいろな要素を考えて、より安全な後々トラブルのないような施設を作るという趣旨であると理解したがそれでよろしいか。

燃料に関しては競争発注とするのか、JAEAで内部製造するのか、あるいは海外に委託しないと無理なのか、現状で考えがあれば聞きたい。また、燃料は初装荷燃料で寿命までいけるのか。

(辻本委員)

設計・施工一括型を排除しないという点は、委員のおっしゃる通りである。燃料については、現在検討しているところである。燃料の取り換えがないと研究炉の長期運転はできない。

(中島委員)

燃料の件について、私たちの京大炉（KUR）ではかつては国内で燃料を製造していたが、現在、国内で製造できる会社はない。安全規制が厳しくなり国内では研究炉用の特殊な燃料の製造は行っていない状況にあり、燃料は海外で製造してもらっている。付帯設備に関しては、京大炉（KUR）でも大学として外部から共同利用者を受け入れ実験・研究を行っている。先ほどの委員のご意見にもあったように、交通の便や来訪する学生や研究者の生活など、いろいろな付帯設備の整備が必要と考える。実験する立場としては、使いやすい実験設備を今後も考えていきたい。また、議論されているRI製造を行うとなれば、それに応じた設備をしっかりと検討していきたいと考える。

(8) 山西委員

WGの活動によって着実な進展がみられ、感謝している。ひとつ提案として申し上げる。この炉に対し、名称、デザイン（マークのようなもの）を打ち出し、認知度を高めるような活動に力を入れていただきたい。現在および将来の専門家や利用者のすそ野を広げ参加しやすくすることが大切であり、そのためには何らかの旗印やマスコットキャラクターなどを設け親しみやすくすることも必要である。名称も広く認知されるように統一化するなど検討していただきたい。

(峯尾室長)

ご提案ありがとうございます。名称についても検討する時期に来ており、その決め方も工夫したいと考えている。

(9) 新井原子力課長

以上の中核的機関の報告と委員との意見交換の後、文部科学省新井原子力課長から、次の総括的な発言があった。

委員の先生方はじめ皆様にはお忙しい中参加していただき、精力的な議論を賜り感謝する。私は、本年4月に着任したためコンソーシアム委員会には初めての参加であるが、中核的機関においても各WG活動により検討が進んでいると感じた。新試験研究炉は国の政策の中でも重要な位置づけで、様々な分野でノーベル賞を生み出すような研究、産業界での利用も期待されている。原子力関係の人材は以前に比べると脆弱性が高まっている中で、試験研究炉の整備や様々な活用を通じた人材の育成効果も期待できる。この試験研究炉はもんじゅの廃止措置を決定するときに政府として地域振興を図るということで決めた背景もある。この2つの側面からも、この試験研究炉は重要であり国としても力を入れている。

これまでの検討から大事な論点が見えてきている。試験研究炉の設計を行う中で、安全を大前提に、先端性、多様性、汎用性の3つの観点から検討を進め、地元の皆様、それと国内外の多くのユーザーの利用を目指していただきたい。試験研究炉の本格的な利活用はすぐには開始できない。よって、計画的にニーズや新しい技術を取り入れて試験研究炉の活用ができるようにすることが重要な論点と考える。各WGでこのような重要な論点が示されてきているが、引き続きこの検討を進めていく必要があるとあらためて感じている。

地元との関係という意味では、WG3を中心に、若い高校生世代から企業の皆様までのいろいろな階層に試験研究炉の活用について知っていただく活動を行ってきたと思う。しかし今日の議論で、実際にどのように活用するのか、それが地元にもどのように貢献するのかはまだ明確でないという意見が出ていたことからすると、中核的機関として行っている活動と地元の期待との間にギャップが今の時点でも存在するということであると思う。コンソーシアム委員会は中核的機関と産学官のメンバーに入っていており、このギャップをどのように解消するかは、まさに本委員会の議論によると考える。引き続いてこの場を活用して良い設計が進められることを希望する。

文科省では、試験研究炉の今後の在り方について審議会でも議論しており、新試験研究炉についてもしっかり議論するという方向にある。11月は来年度予算の編成過程の大詰めに近づいており、来年度予算もしっかり確保していきたいと考えている。今後は詳細設計に向けた取り組みになるが、文科省としても他機関とタッグを組んで政策レベルなどで役割を果たしていきたいと考えているので今後ともよろしくお願ひしたい。本日はありがとうございました。

6. 4 閉会挨拶

最後に司会進行の峯尾室長から、事務連絡として「本日の委員会議事録案を作成し、ご確認して頂く。次回委員会の日程は別途調整して決めていただくので宜しくお願ひしたい。」旨の説明があり、第4回コンソーシアム委員会は終了した。

以 上

新試験研究炉の設計・設置・運転 及び地質調査(WG1)活動報告

日本原子力研究開発機構
辻本 和文・峯尾 英章

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5回コンソーシアム委員会

令和5年 3月 24日
福井大学附属国際原子力工学研究所

1. 炉心概念検討の現状報告

- ✓ 反応度効果の解析結果
- ✓ 運転計画検討に向けた予備検討

2. 地質調査及びもんじゅ敷地内における建設候補地の検討結果

原子炉の出力と利用目的：熱出力10MW級の中性子ビーム炉（文部科学省提案）

✓ **5つの性能目標を設定**
 ①安全性 ②安定性 ③経済性 ④利便性 ⑤将来性 の5点を高い次元で満足することを目標として設定

✓ **基本仕様を策定**
 ・燃料要素と配置
 ・冷却材、減速材等の仕様を決定し、原子炉の基本的な構成を決定

性能目標を設定
基本仕様を策定

✓ **敷地内地質調査**
 ・もんじゅサイト内の候補地点の地質調査を行い、原子炉設置の妨げとなる要因の有無や土地の性状等を調査

原子炉の性能を検討

✓ **原子炉の性能を検討**
 ・原子炉の基本的構成をもとに、運転期間や原子炉内の中性子の分布等の性能の検証を実施
 ・JRR-3の半分の出力で同等の性能が得られる見通しを得た

項目	現状の見通し
炉内熱中性子分布	JRR-3と同等
運転持続日数	JRR-3と同等

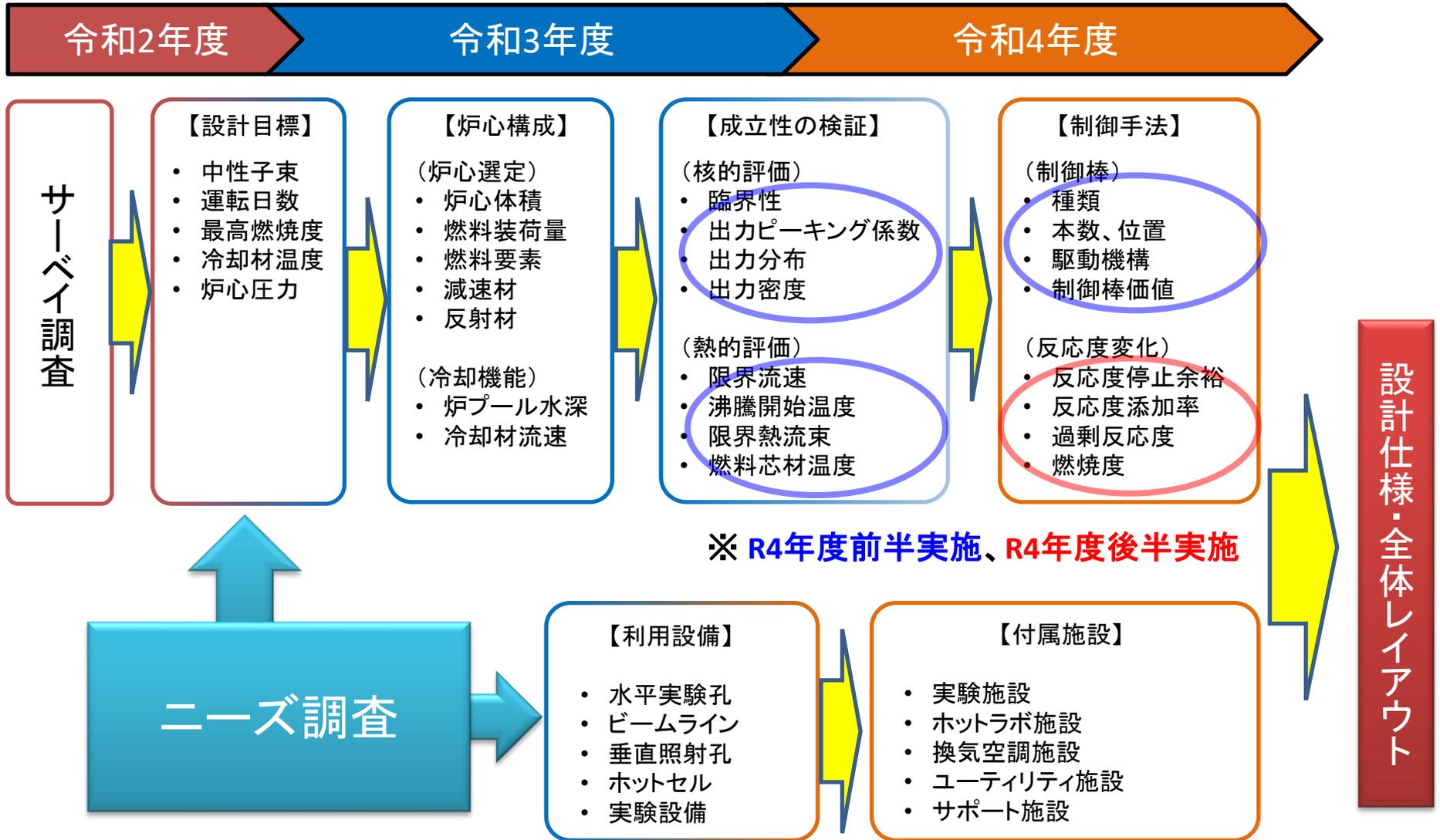
✓ **原子炉の成立性を検討**
 ・原子炉を発熱の除去の視点から解析し、成立性を確認
 ・今後、**原子炉システムの視点から成立性を検討**

✓ **制御手法を検討**
 ・炉の制御手法として、2種類の方法を検討（フォロウ型燃料／平板型）
 ・今後、**工学的に成立するかを踏まえて選定**

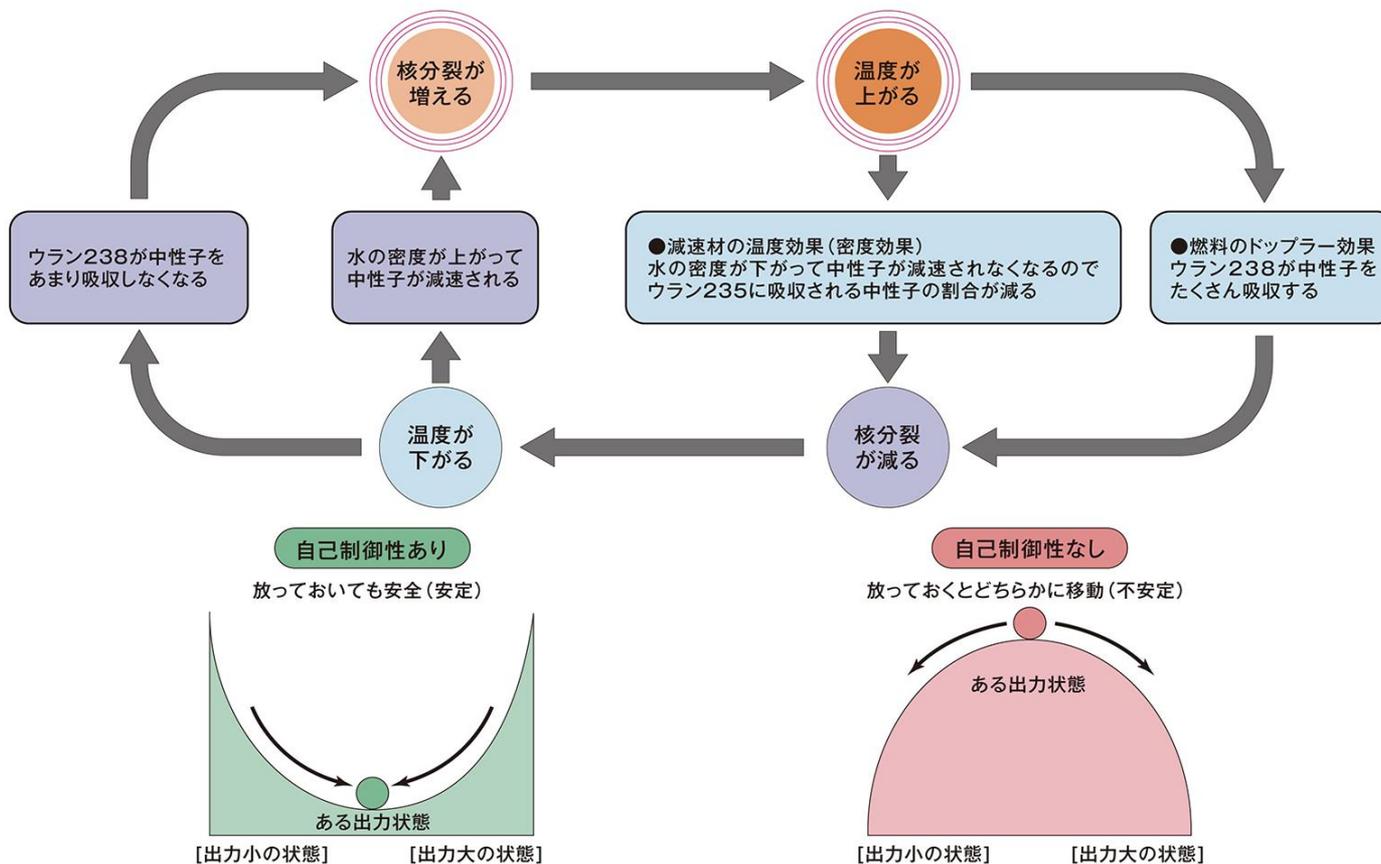
原子炉の成立性を検討
制御手法を検討

現在の炉心部のイメージ

原子炉設置許可申請に向け、専門企業の協力を得て、今後より詳細な設計活動へ



目的：出力抑制特性を有することの確認（原子炉の出力が変化した時に、それを抑える特性を有している）。



原子炉の固有の安全性(自己制御性)
 (出典:原子力・エネルギー図面集(日本原子力文化財団))

原子炉の反応度効果とは？

原子炉内で何らかの変化が起こったときに、原子炉出力が変化する効果。反応度係数は、原子炉出力の変化の割合を示す指標。

減速材温度係数

減速材(炉心燃料の冷却水)の温度変化(密度変化、中性子との反応率の変化)による原子炉出力の変化する割合を示す指標。

減速材ボイド係数

減速材(炉心燃料の冷却水)中に気泡が発生したときの原子炉出力の変化する割合を示す指標。

ドップラー係数

燃料温度の上昇(中性子との反応率の変化)による原子炉出力の変化する割合。

例えば、JRR-3の原子炉特性の基本方針に関する設計条件では、以下のように設計方針が定められている。

原子炉の炉心及びそれに関連する原子炉冷却系は、全ての運転範囲で急速な固有の負の反応度フィードバック特性を有する設計とする。

原子炉は、出力運転中に何らかの原因で出力が上昇することがあっても、**減速材温度効果**、**減速材ボイド効果**、**ドプラ効果**等による固有の負の反応度フィードバック特性により、出力上昇を抑制する設計とする。このうち、**減速材温度効果**及び**ボイド効果**は、それぞれ温度上昇及びボイド発生に伴う減速材密度の変化を介して得られる反応度フィードバックであり、これらがいかなる状態においても負の反応度フィードバック特性を有するように設計する。

また、**ドプラ効果**は、燃料温度の変化に対する反応度変化の割合であり、急激な反応度増加があった場合も十分な出力抑制効果を有するように常に負になるように設計する。

…（後略）

- ce20炉心を対象として、JRR-3の解析条件を参考に、**冷却材温度係数**、**冷却材ボイド係数**、**ドップラ係数**を評価した。今回の検討で得られた反応度係数とJRR-3の安全評価で用いられている反応度係数と比較して以下に示す。

	新試験研究炉	JRR-3安全評価
冷却材温度係数 ($\times 10^{-4}$ dk/k/ $^{\circ}$ C)	-2.1 ~ -2.5	-1.7 ~ -2.6
冷却材ボイド係数 ($\times 10^{-3}$ dk/k/%void)	-2.7 ~ -5.9	-2.1 ~ -3.8
ドップラ係数 ($\times 10^{-5}$ dk/k/ $^{\circ}$ C)	-1.8 ~ -2.6	-1.4 ~ -2.7

- 今回の検討の結果、想定される通常の運転条件では、上記の反応度係数は全て負の値であり、全ての反応度効果が負の反応度フィードバック特性を持つという設計条件を満たしている。
- 今回の検討結果は、JRR-3の安全評価で用いた数値とほぼ一致しており、今回の評価が妥当であると推測できる。

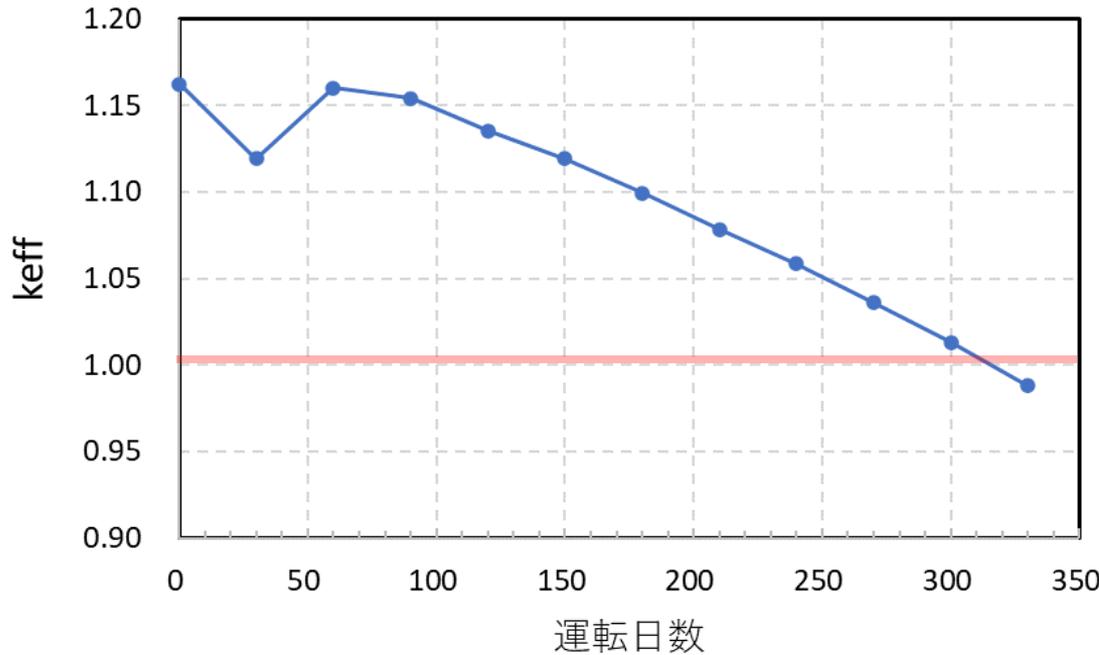
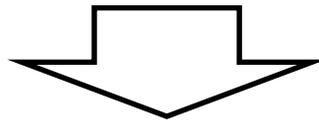


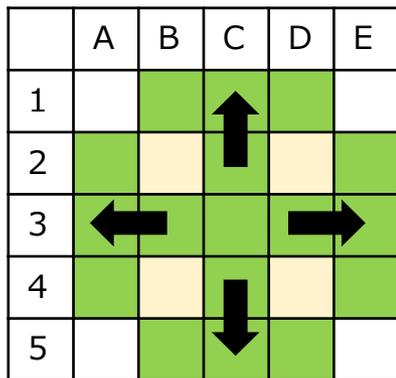
表 300日目でのU-235変化率
(300日目/初期時)

	A	B	C	D	E
1		0.57	0.58	0.57	
2	0.57	0.54	0.52	0.54	0.57
3	0.58	0.53		0.53	0.58
4	0.57	0.54	0.52	0.54	0.57
5		0.57	0.58	0.57	

- 新燃料で構成された炉心は、約300日運転することができる。
- 燃料要素体によっては、約60%の²³⁵Uが残っており（燃焼度約40%）、燃料要素ごとの位置交換（シャフリング）によって燃焼度向上が期待できる。



特にC2, B3, D3, C4の燃焼度が高く、この4本を新燃料に置き換えることを検討



C2 ⇒ C1
 B3 ⇒ A3
 D3 ⇒ E3
 C4 ⇒ C5

(旧C2, B3, D3, C4には新燃料を装荷)

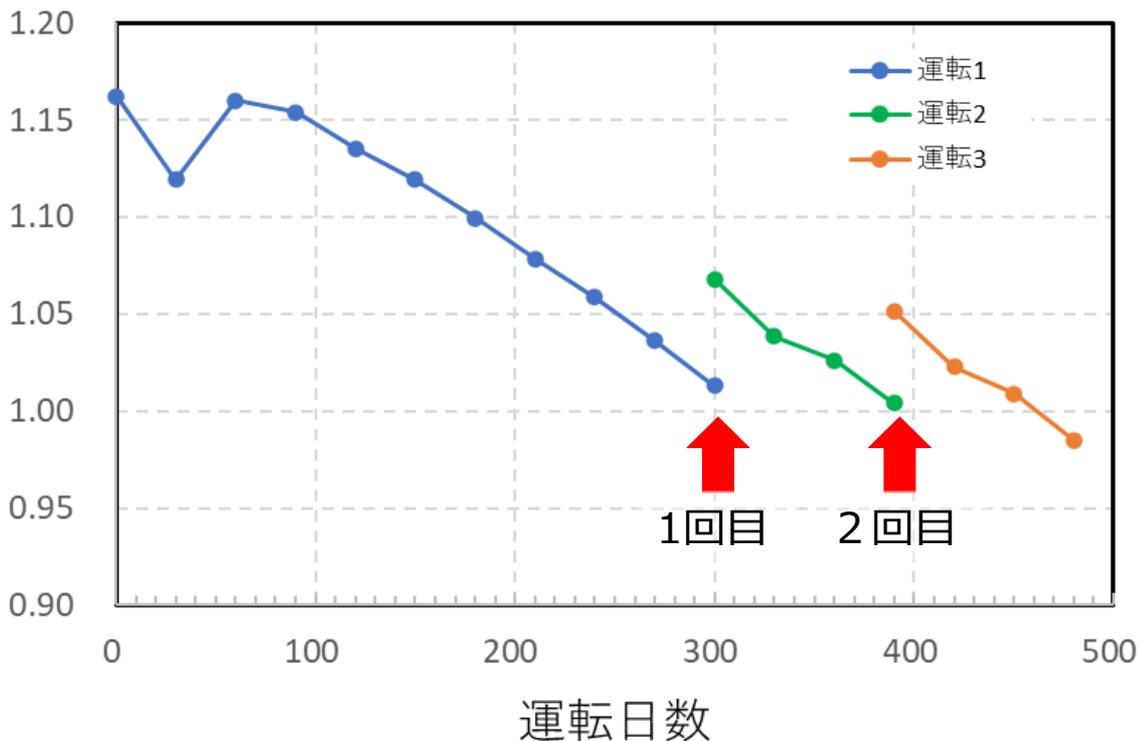


表 450日目でのU-235変化率 (450日目/初期時)

	A	B	C	D	E
1		0.39	0.72	0.39	
2	0.39	0.35	0.87	0.35	0.39
3	0.72	0.87		0.87	0.72
4	0.39	0.35	0.87	0.35	0.39
5		0.39	0.72	0.39	

- 2回のシャプリングによって運転可能日数を450日に増加 (150日増加) 可能。実質6本の追加(4×1.5)で150日増加しており、全てを新燃料で置き換えるより燃料効率が良い (150日は10本相当)。
- ²³⁵Uは39%まで減っており(燃焼度61%)、燃料の有効活用に役立っている。

試験研究炉の定期検査は、法に基づき約一年に一回運転を停止し、機器に応じた必要な点検、検査を行うこととなっている。点検箇所によっては分解や取替え等の工事を行い、また、運転停止しているときにのみ工事ができるような安全対策等もあわせて行う場合があるため、ある程度の期間を要する。

【主要な定期検査対象検対象】

系統	対象機器	点検期間
冷却系	1次冷却材ポンプ	1ヶ月
	2次冷却材ポンプ	3週間
	浄化系設備	1ヶ月
制御系	制御棒駆動装置	1ヶ月
計測系	計測制御装置	2～3ヶ月
	安全保護系	2～3ヶ月
	プロセス放射能監視設備	1ヶ月
換気空調系	給排気設備点検	1ヶ月
非常用系	非常用電源設備	1週間
	非常用排気設備	2週間
利用系	利用設備	1ヶ月
	CNS設備	3ヶ月
その他	地震計	2ヶ月

- 点検は設備・機器ごとに並行して行うことはできるが、3か月の点検期間を要する。
- 点検期間の他に自主検査（2週間）及び定期事業者検査（2週間）を要する。
- 1年間のうち4か月は原子炉を停止する必要がある。

○定期検査間隔の適正化

(試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則)

第三条の八 定期事業者検査は、試験研究用等原子炉施設について、**定期事業者検査が終了した日以降十二月を超えない時期**（**判定期間が十三月以上であるものとして原子力規制委員会が別に指定した場合は、その指定した時期**）ごとに行うものとする。

- 新試験研究炉の定期検査間隔については、安全機能を有する機器の技術的評価により最適な保全方式、点検間隔を検討し、機器の特性に応じた点検間隔を設ける。

○高稼働率の確保

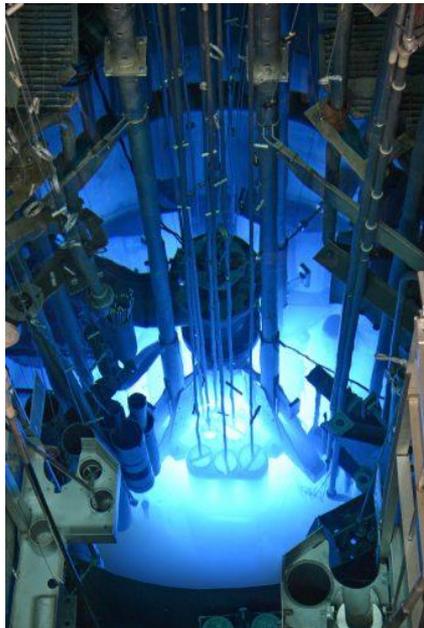
利用者からの需要を満たし安定した学術利用及び産業利用に供するには、新試験研究炉の高稼働率を確保して利用時間を十分に確保することが重要となる。

- 利用設備の異常が原子炉の運転に影響を与えない仕組みとし、原子炉が計画外停止するリスクを最小限にする。
- 汎用性の高い機器の使用と共に、維持管理及び交換の容易な機器を開発するなど、計画外停止しても安全かつ円滑に再稼働できる仕組みを取り入れる。

新試験研究炉の利用率（稼働率）向上にあたっては、使用済燃料の年間発生量が増えることを考慮する必要がある。

ミズーリ州立大学研究炉(MURR)

- ✓ 熱出力10MW、軽水冷却高濃縮ウラン燃料。
- ✓ 1966年運転開始、2017年に今後20年間の運転許可取得。
- ✓ 高稼働率運転実績(6.5日/週、52週/年)。例えば、2021年は約90%の稼働率(※11回の計画外停止)。
- ✓ 人件費を含めた運営費の85%が自己資金(照射利用等)。



Month	Full Power Hours	Megawatt Days	Full Power (% of total time)	Full Power (% of scheduled*)
January	681.34	283.94	91.6	102.5
February	602.71	251.23	89.7	100.5
March	653.48	272.36	87.8	98.3
April	563.24	234.77	78.2	87.7
May	662.00	275.93	89.0	99.6
June	655.80	273.33	91.1	102.1
July	682.55	284.45	91.7	102.7
August	656.29	273.56	88.2	98.8
September	655.59	274.06	91.1	102.1
October	669.15	278.87	89.9	100.7
November	614.26	256.11	85.3	95.7
December	622.35	259.40	83.6	93.7
Total for the Year	7,718.76	3,218.01	88.11	98.71

1. 炉心概念検討

- ✓ 原子炉の安全解析に向けて、反応度係数の解析を実施した結果、冷却材温度係数、冷却材ボイド係数、ドップラ係数は、全て負の値であり、全ての反応度効果が負の反応度フィードバック特性を持つという設計条件を満たしていることを確認した。

2. 運転計画検討に向けた予備検討

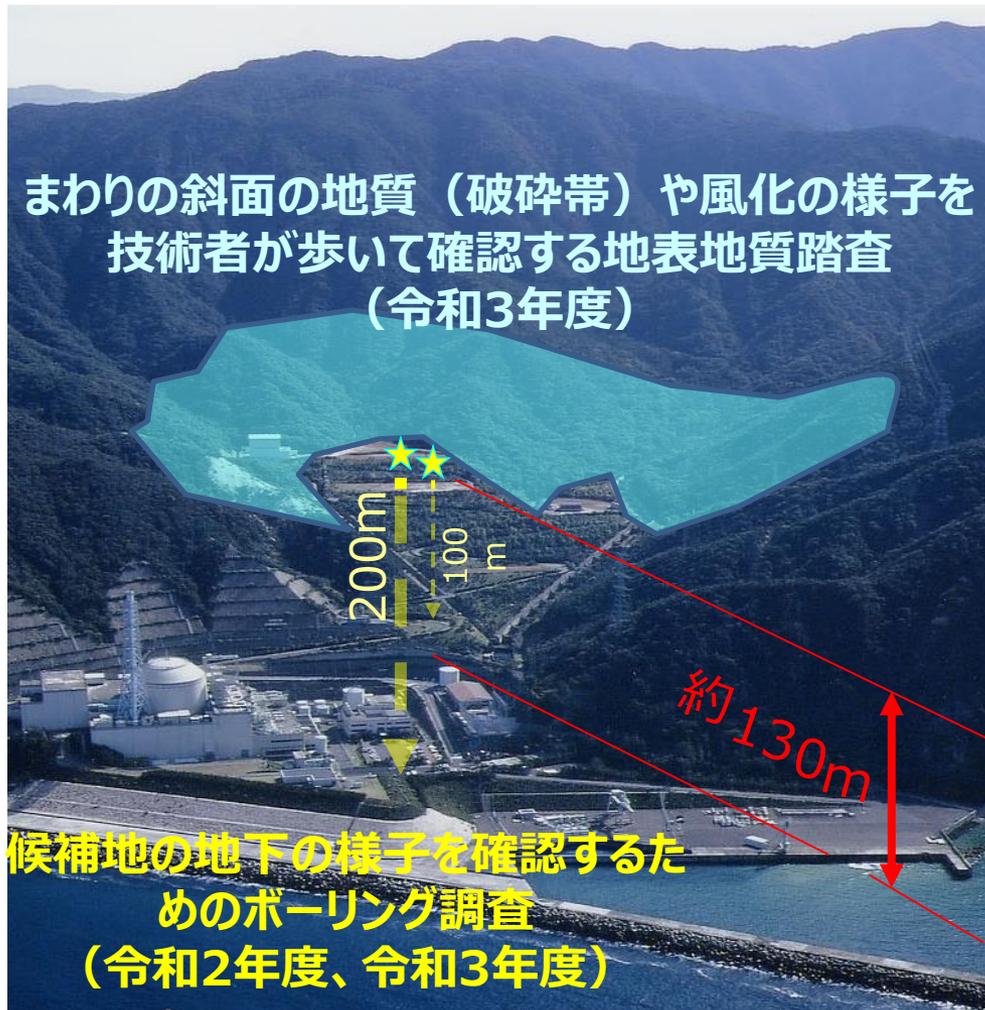
- ✓ 燃料シャッフリングによる炉心寿命の延長効果を検討した結果、炉心寿命の延長と燃料の効率的な使用が可能な結果を得た。
- ✓ 運転計画立案のために、JRR-3を参考にメンテナンスに必要な期間等を整理した。

2. 地質調査及びもんじゅ敷地内における 建設候補地の検討結果について

もんじゅ敷地内地質調査（令和3年度）

まわりの斜面の地質（破碎帯）や風化の様子を
技術者が歩いて確認する地表地質踏査
（令和3年度）

候補地の地下の様子を確認するた
めのボーリング調査
（令和2年度、令和3年度）



調査位置

実施内容

- ・地表地質踏査
- ・ボーリング調査（深度200m）もんじゅの協力を得て、外注で実施
- ・ボーリングコアの分析 東濃地科学センターの協力を得て、直営で実施

第3回コンソーシアム委員会（令和4年3月24日）での報告

○第1回技術検討会(※)の結果を受けた対応として

- 追加的なボーリング調査等に先立ち、地すべりや土石流についての調査や工学的対策、その技術的成立性や所要コスト等を検討
- 万一、建設候補地が適当ではないとの判断に至る場合に備え、もんじゅサイト内で追加的な土地造成工事を行うこと等により用地が確保できるかの予備的検討も並行して行う

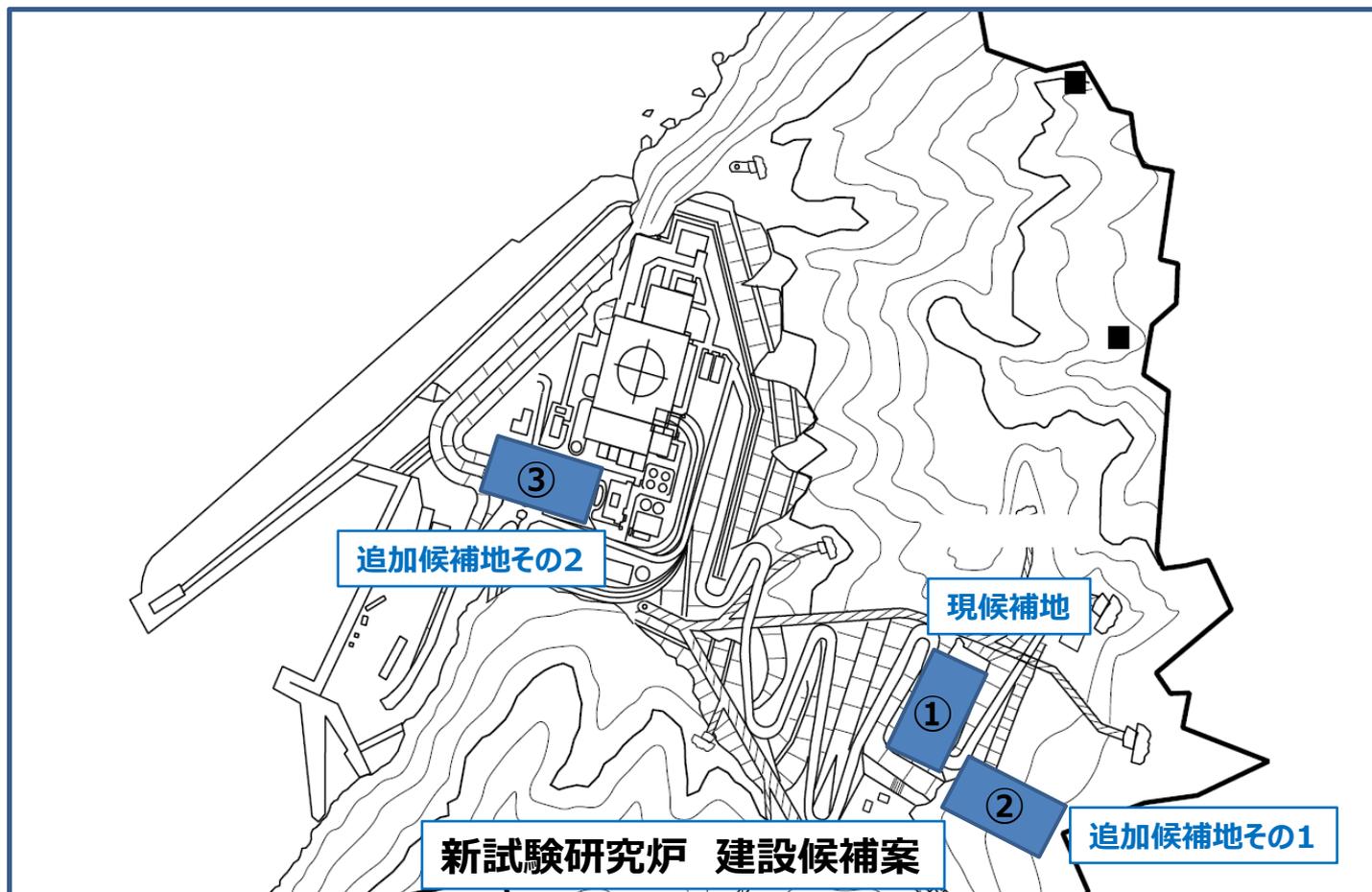
※：原子力機構が文科省から受託する事業の一環で実施している、もんじゅサイトに設置される新たな試験研究炉の建設候補地において実施した地質調査データの分析及び今後の地質調査計画に関して、学識経験を有する者による評価を行うことにより、その科学的妥当性を確認するとともに、事業の適切な実施に資する助言を得る

令和4年度における調査

- 地すべりや土石流についての調査や工学的対策、その技術的成立性や所要コスト等の評価に関する予備的検討をもんじゅサイト内の複数の地点について実施
- 第5回コンソーシアム委員会にて検討結果を報告

建設候補地の位置

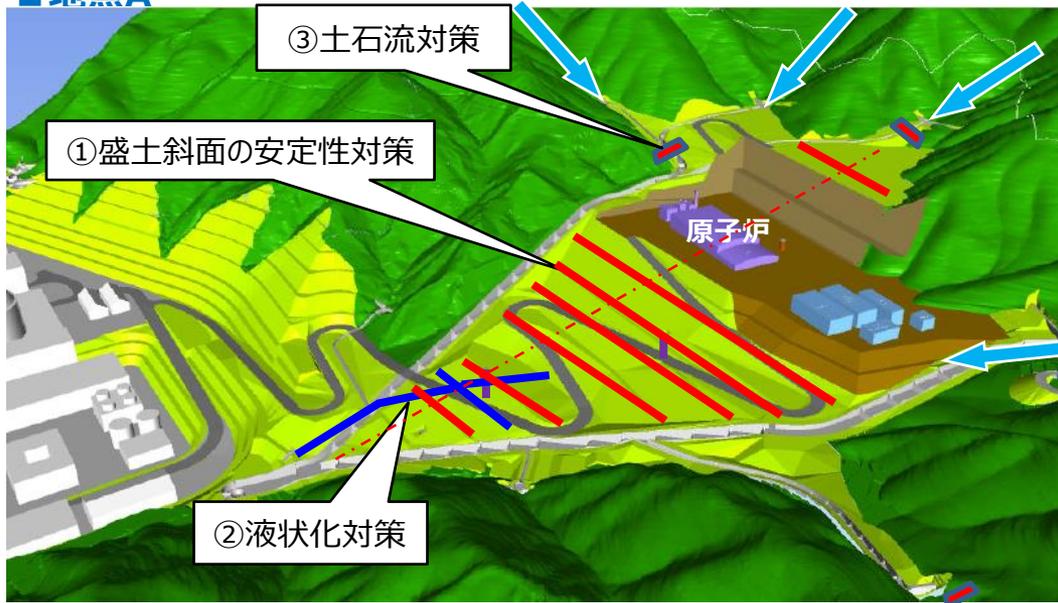
No.	位置	名称	特徴	必要な対策
①	現候補地	地点A	山側盛土部（炉の設置場所は資材置場）	盛土斜面の安定性対策、液状化対策、土石流対策、建屋背後斜面補強対策
②	追加候補地その1	地点A'	山側盛土部（炉の設置場所は尾根）	
③	追加候補地その2	地点B	もんじゅ近傍（炉の設置場所はもんじゅ建屋近傍）	土石流対策、地下埋設物対策



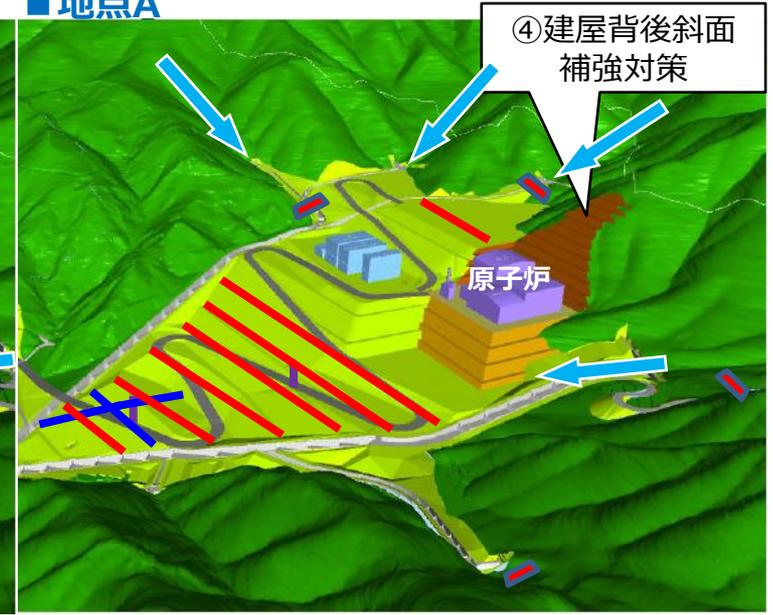
敷地造営及び建屋基礎掘削工事に係る工法とコスト（1）

下図に示す通り、地点A、地点A'に対して①盛土斜面の安定性対策、②液状化対策、③土石流対策、④建屋背後斜面補強対策を行う。

■ 地点A



■ 地点A'



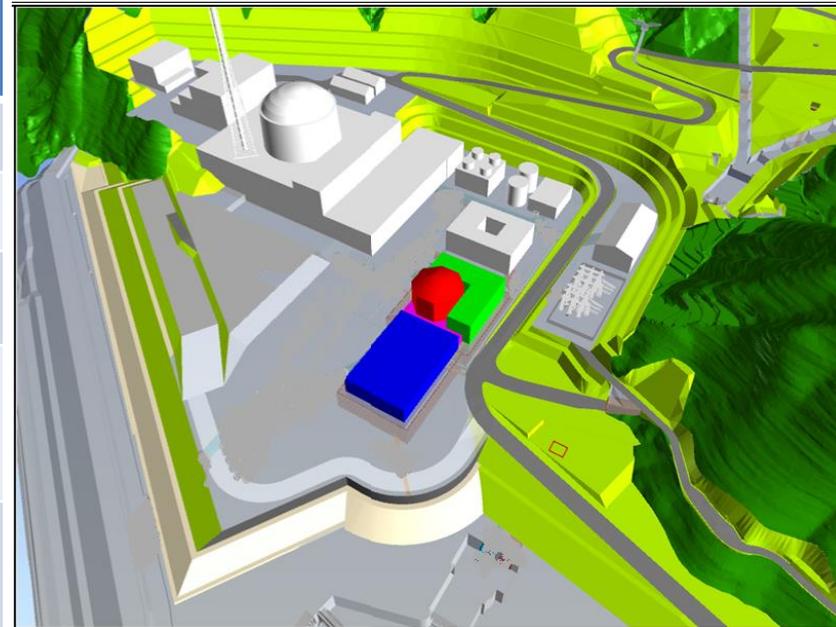
地点A（資材置場案）		億円	地点A'（尾根案）		億円
項目	工法等	総額	項目	工法等	総額
盛土斜面の安定性対策	コンクリート置換	約180億円	盛土斜面の安定性対策	コンクリート置換	約200億円
建屋背後斜面補強	上記、盛土斜面の安定性対策に含む		建屋背後斜面補強	ロックアンカー等	
土石流対策	砂防ダム4基		土石流対策	砂防ダム4基	
地下排水補強			地下排水補強		
敷地造営+道路+基礎工事			敷地造営+道路+基礎工事		

<補足>

- ・盛土斜面の安定性対策は、基準地震動を1000Galと想定した場合の盛土斜面安定性評価を反映したもの。
- ・土石流対策は、今後行う土石流シミュレーションの結果を受けて費用の増減あり。
- ・地点Aについては、背後斜面補強ないと想定。補強が必要な場合は更に費用が増加。

地点B：約130億円（※土木工事（砂防ダム4基含む）のみ。）

項目	地点B案
原子炉・ホットラボ・付属建屋	既設駐車場の位置
ビームホール（BH）	既設道路～海側拡張盛土付近
主要な地下埋設物への影響	主要な地下埋設物への影響なし
考慮を要する事項	<ul style="list-style-type: none"> ・海側への拡張工事が必要 ・BHは、ナトリウム搬出路と干渉する可能性があるが、工程の調整等によって回避することは可能 ・現候補地と同規模の敷地を確保できる見通し
評価／課題	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉、BHともに重要な埋設物を避けることが可能と見込まれる ・ナトリウム搬出路の調整が必要 ・詳細な地質、基礎地盤安定性は今後要調査



- 「もんじゅ」サイト内の想定される設置場所については、令和元年度までに実施した文科省調査を踏まえ、文科省の委託事業において、**山側資材置場等として使用されている高台の土地を候補地として、令和2年度からの概念設計段階において地質調査を進め、詳細な情報を収集してきたところ。**
- 原子力機構では、**有識者による技術検討会でのレビュー**など、専門的検討を行ってきた。今後建設予定地を判断する上では、**地盤についての懸念はないものの、盛土斜面の安定性や土石流に対する調査や対策の検討が必要との見解**が示された。
- これを受け、**盛土斜面の安定性や土石流についての調査や工学的対策、その技術的成立性や所要コスト等の評価に関する検討をサイト内の複数地点について実施**するとともに、もんじゅサイト内で追加的な土地造成工事を行うこと等により**同規模の用地が確保できるかの検討**を並行して進めてきた。
- その結果、**地点Bを建設候補地として追加し、これを含め検討を進めることが妥当と判断した**。当該地点は当初の建設候補地である盛土斜面上の地点Aよりも、敷地造営及び建屋基礎掘削工事における盛土斜面の安定性対策のコストや技術的成立性等の観点から有利である。**また、当初建設地と同規模の敷地を確保できる見通し**。なお、この場合も、より詳細な地質調査、追加的な土石流対策の必要性の検討及びもんじゅの廃止措置に干渉しない工程策定が必須である。
- 令和5年度以降は、追加候補地を含めた地点を中心に、より詳細な地質調査等を実施する。
- 4月以降、文科省の審議会において、委託事業の成果報告と合わせて、上記の検討結果について報告予定。



新試験研究炉における幅広い 利用運営(WG2)活動報告

京都大学
複合原子力科学研究所

日野 正裕

- **WG2の活動について(新たな要望)**
- **必要な利用装置について**
- **利用運営検討と今後**
- **まとめ**

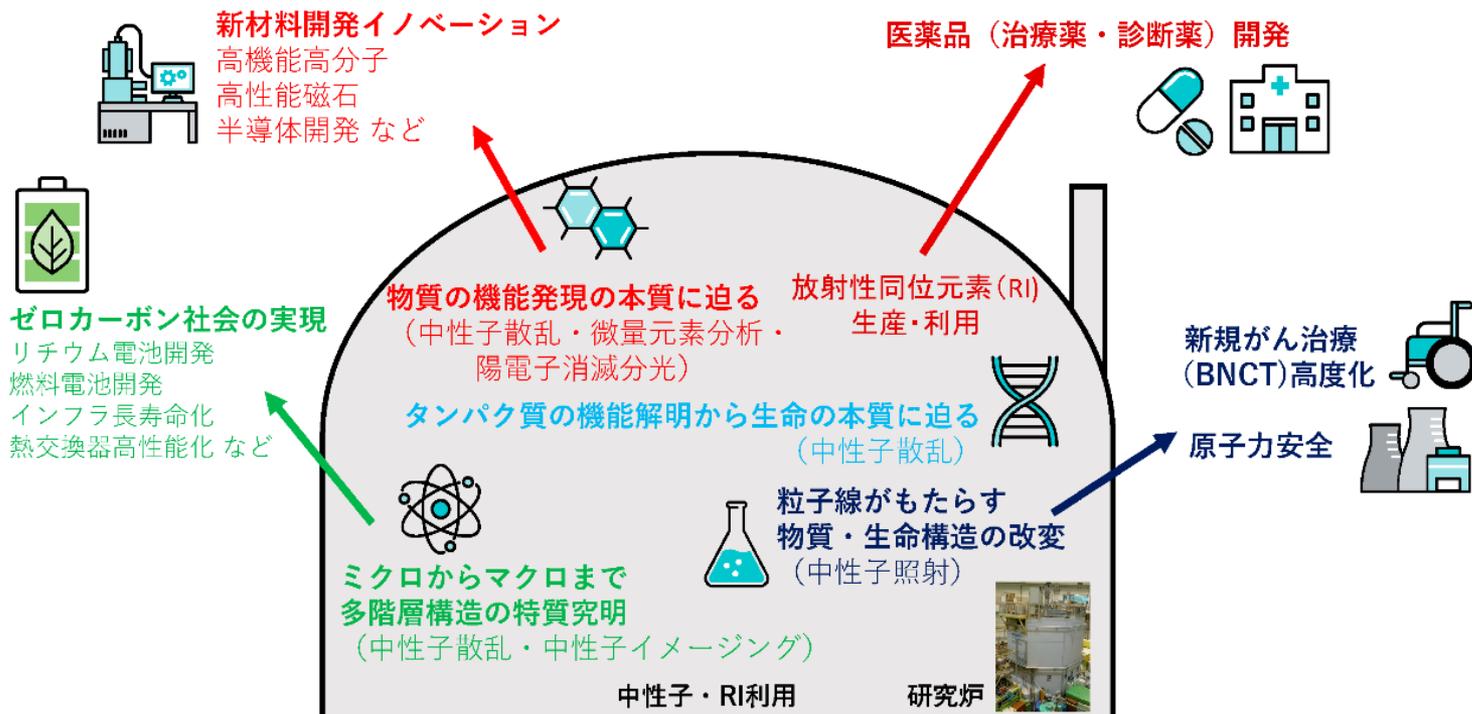
「幅広い利用運営WG」(WG2) 活動方針

- 中性子ビーム利用を主目的として性能を最大限引き出した中出力炉において、**持続可能性が期待できる幅広い利用運営のあり方(研究者を中心に広く人が集まる魅力的な施設のあり方)**を検討する
- 中性子ビーム利用を主目的としつつも、多目的利用を旨とする研究炉において、**特長を出すことに注意し、汎用性・先端性・多様性とバランス良く実験装置群を検討し、運営体制案(指針)構築につなげる**

幅広い利用運営を担当する京大(複合研)では、長期的視野で継続的に対応するためにも、新型研究炉開発・利用センター(KNRR)を設置し、活動しています。

新試験研究炉は多岐にわたる革新的研究成果やイノベーション創出が期待でき、「国際公共財」として世界に誇れる施設を目指すことが重要。10MWの性能を最大限に活かすビーム利用設備としてはまず冷中性子源(CNS)、そしてそれを活かすビーム装置。

新研究炉が拓く未来 本質を究明する基礎研究に基づく革新的イノベーション創成
次世代日本・世界を創る人材育成



物質の静的・動的構造解析や元素分析等をより高感度かつ精密に行うためには、熱中性子ビームだけではなく冷中性子ビームの利用が非常に重要

中性子小角散乱装置 SANS

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



中性子回折装置 ND

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



NAA

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

NI 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



NR 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



日本原子力研究開発機構 新試験研究炉推進室 室長 峯尾 英章 殿
ワーキンググループ2 主査 日野 正裕 殿

令和4年11月22日

核物理委員会
委員長 川畑貴裕
(大阪大学大学院理学研究科 教授)

要望書

核物理委員会は、「もんじゅサイトを利用した新試験研究炉」(以下、新研究炉)の建設計画に強い関心を持っており、新研究炉が原子核物理学の先端的研究を展開する絶好のサイトであると考えています。この先端的研究を実現するには、新研究炉の設計段階から必要な措置を講ずる必要があります。核物理委員会は、研究炉を用いた基礎物理の推進を目指す有志が、新研究炉の建設を推進する組織と緊密かつ有機的な情報交換を行うとともに、新研究炉の設計についての議論に参加できるようお取り計らい下さることを要望いたします。

核物理委員会は、原子核物理学の実験研究者コミュニティである原子核談話会の執行機関です。原子核物理学では、原子核そのものの研究を基盤とし、素粒子物理学、宇宙物理学および放射線科学などの周辺分野にまたがって世界をリードする基礎物理研究が進められており、宇宙の根源的な謎への挑戦が続けられています。

その挑戦のひとつが、謎多き素粒子であるニュートリノの性質の解明です。原子炉で大量に発生するニュートリノを用いることで、その性質を明らかにし、宇宙の謎に迫ることが可能になります。また、宇宙における物質の起源を明らかにすることも原子核物理学における挑戦のひとつです。原子炉で発生する中性子を極めて低速に減速すれば、その性質を極めて精密に測定することが可能となり、中性子の性質にわずかに残された宇宙の歴史の痕跡を探ることが可能になります。しかし、これらの研究を実施するには、ニュートリノ検出器や超冷中性子発生装置などを原子炉施設に組み込む必要があります。核物理委員会は、新研究炉を、その設計段階から原子核物理学への応用を念頭に置いて建設することで、これらの挑戦的な基礎物理研究において最大限の成果を得ることが可能になると強く期待しています。

原子核物理学分野では、放射線計測技術の開発も精力的におこなわれています。すでに、中性子検出器、中性子減速体系、中性子ビーム引出しおよび輸送光学系、中性子スピン偏極およびスピン解析技術等について多くの成果が生み出され、中性子科学の基盤として汎用的に利用されている実績があります。また、原子核反応についての知見を、放射性同位元素生成技術などに応用することにも強い関心を持っています。

核物理委員会は、原子核談話会の会員である清水裕彦氏(名古屋大学大学院理学研究科教授)が立ち上げた「原子炉を用いた基礎物理を推進する有志の会」から「もんじゅサイトを利用した新試験研究炉」におけるニュートリノおよび超冷中性子などを用いた先端の基礎物理研究のための施設整備計画の提案をうけて、審議を行いました。審議の結果、原子核物理学および周辺分野における当該施設の重要性を認め、この計画を支援することを決定しました。つきましては、原子炉を用いた基礎物理を推進する有志の会が新研究炉の建設を推進する組織と緊密かつ有機的な情報交換を行うとともに、新研究炉の設計についての議論に参加できるようお取り計らい下さることをお願い申し上げます。

核物理委員会からの要望書

「もんじゅサイトを利用した新試験研究炉」における基礎物理

「原子炉を用いた基礎物理を推進する有志の会」
「The Team FPUR」(Fundamental Physics Using Reactors)



2022年11月17日

本稿は、「原子炉を用いた基礎物理を推進する有志の会」が「もんじゅサイトを利用した新試験研究炉」(以下、本稿内では新試験研究炉と呼ぶ)を用いた基礎物理研究の展望をまとめたものである。

目次

1 序論: 原子炉を用いた基礎物理学研究	1
2 中性子基礎物理	1
2.1 中性子-反中性子振動探索 ($\tau_{n\bar{n}}$)	1
2.2 離散的対称性の破れ ($d_n, \bar{g}_{\pi NN}$)	2
2.3 中性子 β 崩壊パラメータの測定 ($n \rightarrow p e \nu$)	4
2.4 量子力学的波動光学 (X_5, g_{\oplus}, b_{iso})	4
2.5 量子多体系としての原子核 ($b_{iso}, A_{n, \dots}$)	5
2.6 宇宙元素合成 (nucleosynthesis)	8
3 ニュートリノ物理	9
3.1 超短基線ニュートリノ振動実験 (sterile ν)	9
3.2 二重ベータ崩壊に関わるニュートリノ原子核反応率の精密測定 ($\sigma_{\nu A}$ for $0\nu\beta\beta$)	10
3.3 超新星爆発に関わるニュートリノ原子核反応率の精密測定 ($\sigma_{\nu A}$ for SN)	11
3.4 使用済み燃料からのニュートリノ測定	11
4 基礎物理研究が必要とする設備	12
4.1 超冷中性子源	13
4.2 ニュートリノ検出器	15
4.3 極冷中性子	19
4.4 近熱外中性子源	19
4.5 照射設備及び速・熱外中性子利用	20
4.6 中性子光学開発施設	20



令和4年12月17日

日本原子力研究開発機構 新試験研究炉推進室 室長

峯尾 英章 殿

京都大学 複合原子力科学研究所 所長

中島 健 殿

福井大学 付属国際原子力工学研究所 所長

宇壁 正美 殿

日本中性子科学会 会長

加倉井 和久

要 望 書

日本中性子科学会は、中性子科学の発展をはかるために設立されました。中性子科学は、中性子利用を共通項とした広範な研究分野にわたる研究者コミュニティです。新試験研究炉における成果を最大化するために、中性子科学会からの要望を提出いたします。施設設計及び運用に反映されるようお取り扱いをお願いいたします。

新試験研究炉に寄せる期待

中性子は、物質・生命科学における分子・原子レベルの構造・運動の解析や素粒子レベルの対称性といった基礎科学研究から、地球惑星科学、考古学、農業などの研究分野、そして産業に直結する素材・製品開発や工業製品の診断等々、広い分野にわたって重要な汎用的手段となっており、今後もその重要性は変わらない。中性子利用においては、中性子の強度が重要である。新試験研究炉は、熱出力の観点で見ると大型とは言えないかもしれないが、我が国の最新の炉設計技術と中性子測定基盤技術を動員して革新的なアイデアの結実を図り、中性子ビーム利用強度の増大を実現出来れば、中性子科学の世界的拠点として活躍できると見込まれる。そのためには、設計検討段階から研究コミュニティに関われた推進体制を構築し、原子炉設計とビーム利用の緊密な協力が不可欠である。設計検討そのものに学術的意義を付与し、新試験研究炉設備の建設人材の育成に加えて、新試験研究炉ビーム施設運用時の利用人材の開拓、育成につながることを期待する。

1 中性子科学から見た新試験研究炉の意義づけ

1. 中性子供給の連続性

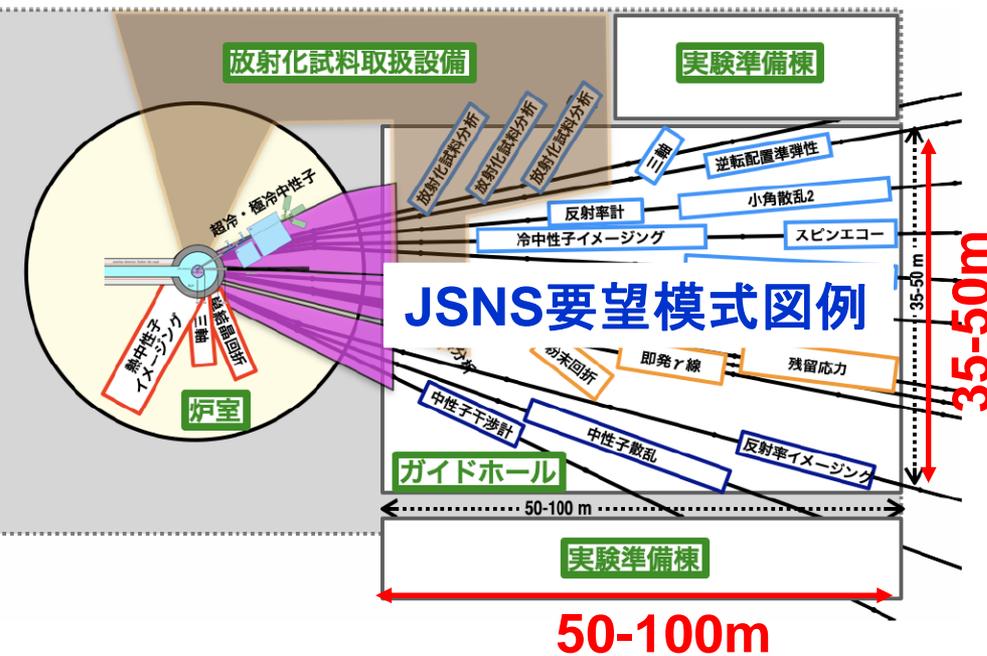
中性子ビーム需要は基礎研究から産業利用に広がっており、それぞれの分野にわたって、中長期にわたる戦略的利用と短期の即時的利用の両方が求められている。そして、戦略的利用も短期利用の積み重ねになっている場合が多いので、中性子の利用機会が常時確保されていることが理想である。特に、産業利用など、迅速なフィードバックが求められる中性子利用では、中性子施設の停止期間の長さが中性子利用を阻害する場合もある。新試験研究炉を既存中性子施設と相補的に運用して、中性子の常時利用に近づけることで、中性子利用者全般にわたって成果を生む効率が飛躍的に向上すると期待される。このような時間的な相補性に加えて、拠点間の相補性も重要である。J-PARC MLF、JRR3に加えて、新試験研究炉が下記に記載したような新たな拠点を形成することには大きな意義がある。

日本中性子科学会(JSNS) からの要望書

- 中性子科学会が考える基本方針
- (1) 基礎的な汎用測定を可能な限り早期に確実に実現(優先4装置)
 - (i) 小角散乱、(ii) 中性子イメージング、(iii) 中性子回折、(iv) 中性子反射率計が最低限必要な汎用装置である。
 - (2) 拠点形成と人材育成
 - (3) 新技術・新発想の世界最先端拠点の形成

優先4装置:WG2で検討したことと完全一致

新試験研究炉は、熱出力の観点で見ると大型とは言えないかもしれないが、我が国の最新の炉設計技術と中性子測定基盤技術を動員して革新的なアイデアの結集を図り、中性子ビーム利用強度の増大を実現出来れば、中性子科学の世界的拠点として活躍できると見込まれる。そのためには、設計検討段階から研究コミュニティに開かれた推進体制を構築し、原子炉設計とビーム利用の緊密な協力が不可欠である。



現在のJSNS検討Gが要望した中性子研究施設(模式図)の1例

世界的拠点の実現には、広い実験スペース、多様な先端的装置、周辺設備の重要性はWG2とも共有。

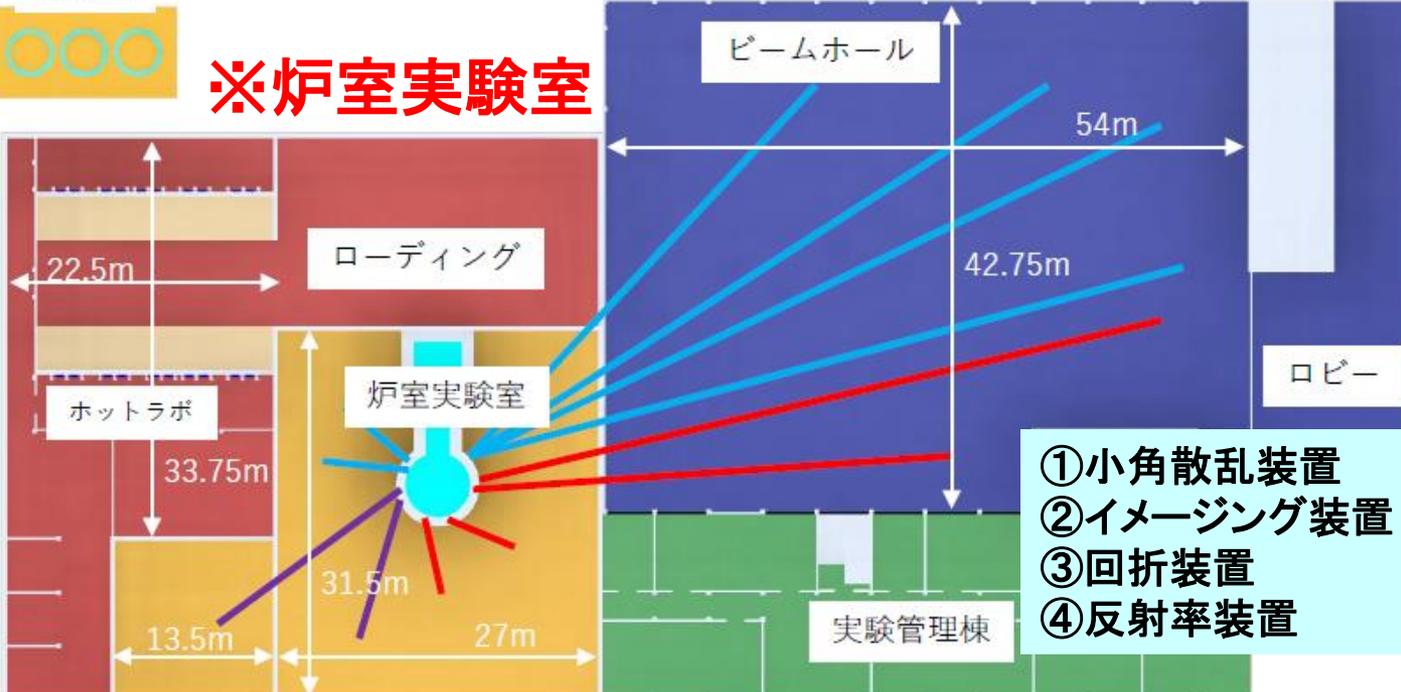
中性子供給の連続性、戦略的発展の観点等からも新試験研究炉に大変期待している。

冷却塔

※ビームホール

※炉室実験室

施設側が準備する装置だけではなく、意欲のある研究者や企業が自らの資金で独自の装置を開発・設置し、それを継続的に利用するためのビームラインや実験スペースを事前に確保しておくこと重要



- ①小角散乱装置
- ②イメージング装置
- ③回折装置
- ④反射率装置

優先4装置について、学術のみならず産業利用、試料環境等に利用に特徴を出すこと等を念頭に複数台持つ形を基本とし、10MW研究炉の性能を活かすために、**まずビーム利用:4+11=15(照射利用:5)合計20台の装置を想定。**

- 即発ガンマ線分析装置、偏極中性子小角散乱装置、極小角中性子散乱装置
 - 大強度熱中性子イメージング装置、熱中性子回折装置(残留応力測定、単結晶用4軸解析)
 - 偏極中性子反射率装置、大強度熱・冷中性子利用三軸分光装置、TOF型冷中性子非弾性散乱装置
 - 中性子制御検出技術高度化のための開発試験装置
- ・、詳細と優先順位を決める必要有



必要な装置検討(照射利用)

KURNS

まず①放射化分析を最優先で設置

10MW研究炉の性能を最大限活かすため、②—⑤の装置も重要

- ①放射化分析: 非破壊で(貴重な試料の高確度な)微量元素分析
- ②RI製造: 特に ^{99}Mo 製造や ^{177}Lu 等の医学利用RI製造(開発含む)
- ③材料照射: 精密温度制御等自由度の高い高速中性子照射場
- ④陽電子ビーム: 原子空孔(欠陥)探索等(ビーム利用との相乗効果)
- ⑤生物照射: BNCT基礎研究を中心に生物的照射効果基礎研究

照射場だけではなく、ホットラボラトリ(ホットラボ)や分析装置等の付帯設備が必須。今後ビーム利用、照射利用間で建設を念頭に優先順位をつける必要がある。

医薬利用RI製造は強いニーズがあり、研究炉の特長も活かす。ただし課題もあり、どのレベルまで実現できるのか、今後の詳細な検討が必要。

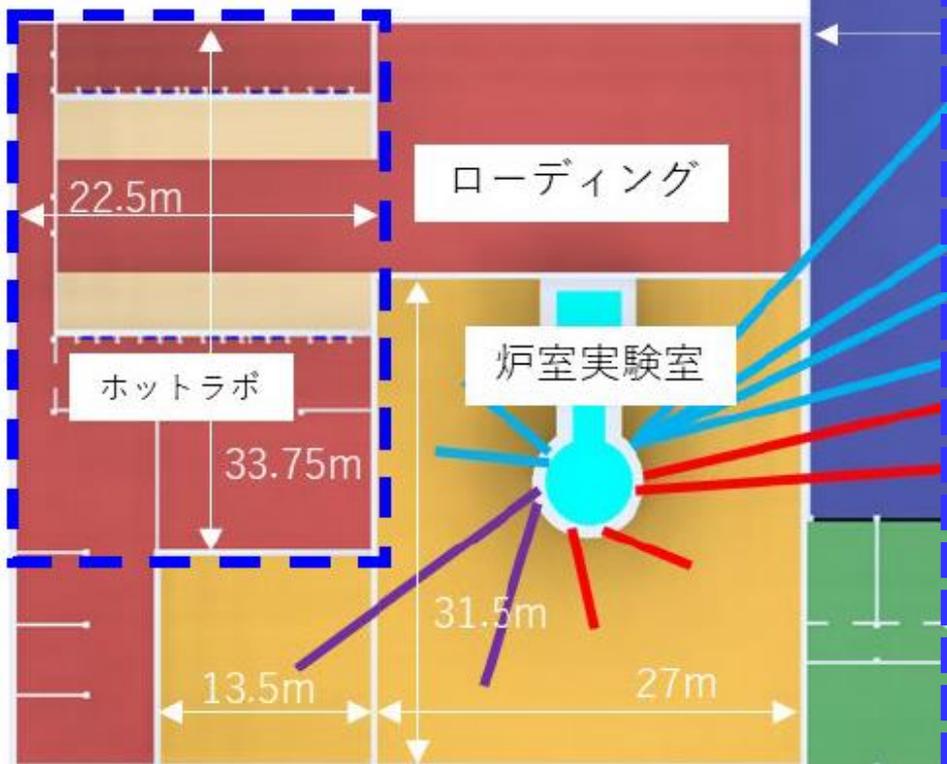


<https://www.fujifilm.com/ja/fftc/news/267>

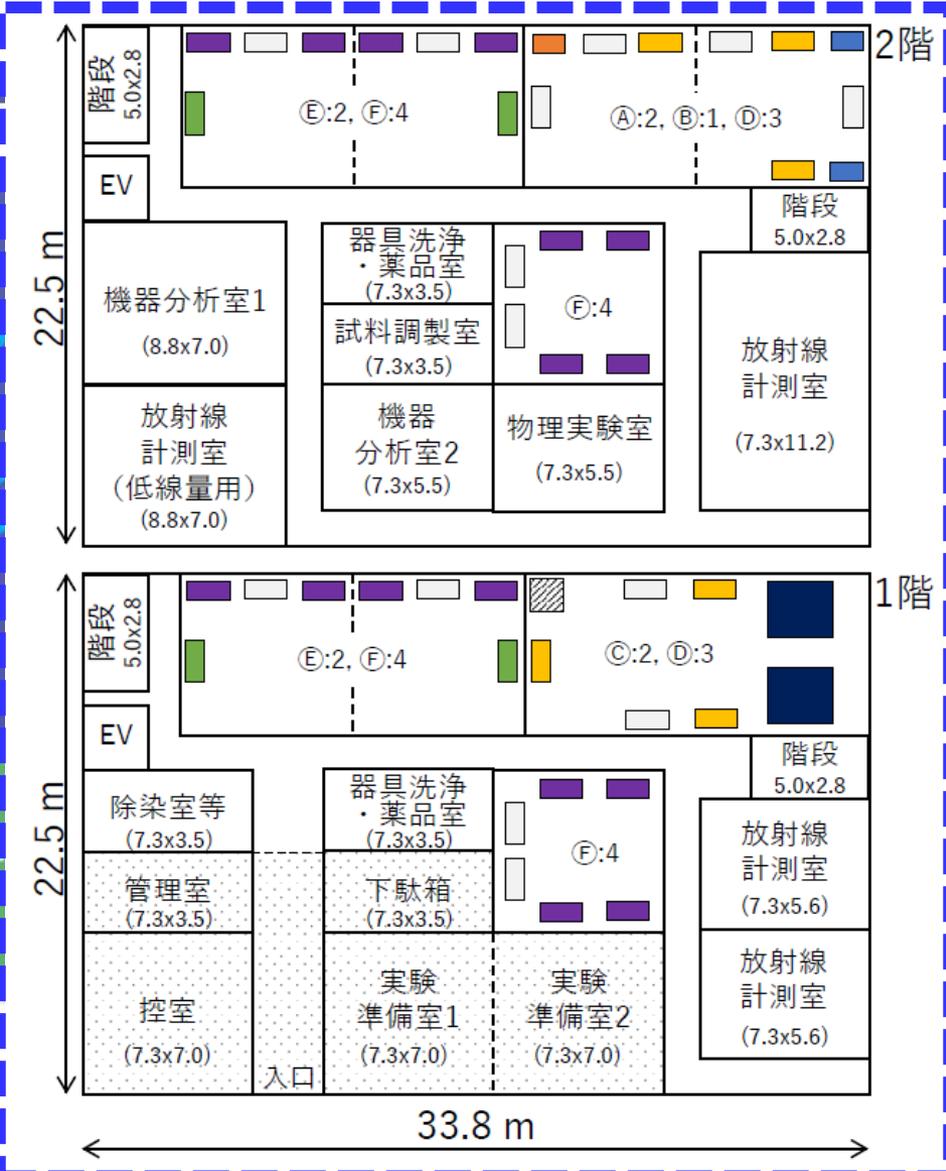
KURNS たたき台として検討している実験装置スペース

冷却塔

2階建てで検討



KURの知見を入れて、放射化学分野を中心にホットラボの検討を進めている。



国際公共財として世界に誇れる施設を目指し、利用に関するユーザーの声を収集した。地元産業にも配慮しつつ、最先端の利用を実現すること、そのために、施設を造るだけでなく、研究所を設置し、施設を使いこなし研究を発展させる研究所・研究者軍団を集め、街造りに活かす視点が重要（成果が生まれると、人も集まる先行している欧米等では、先端的な研究成果で企業を呼び込んでいることも多い。水素の測定が得意な中性子ビームはバイオ・医療・ナノテクとの親和性が高い）。

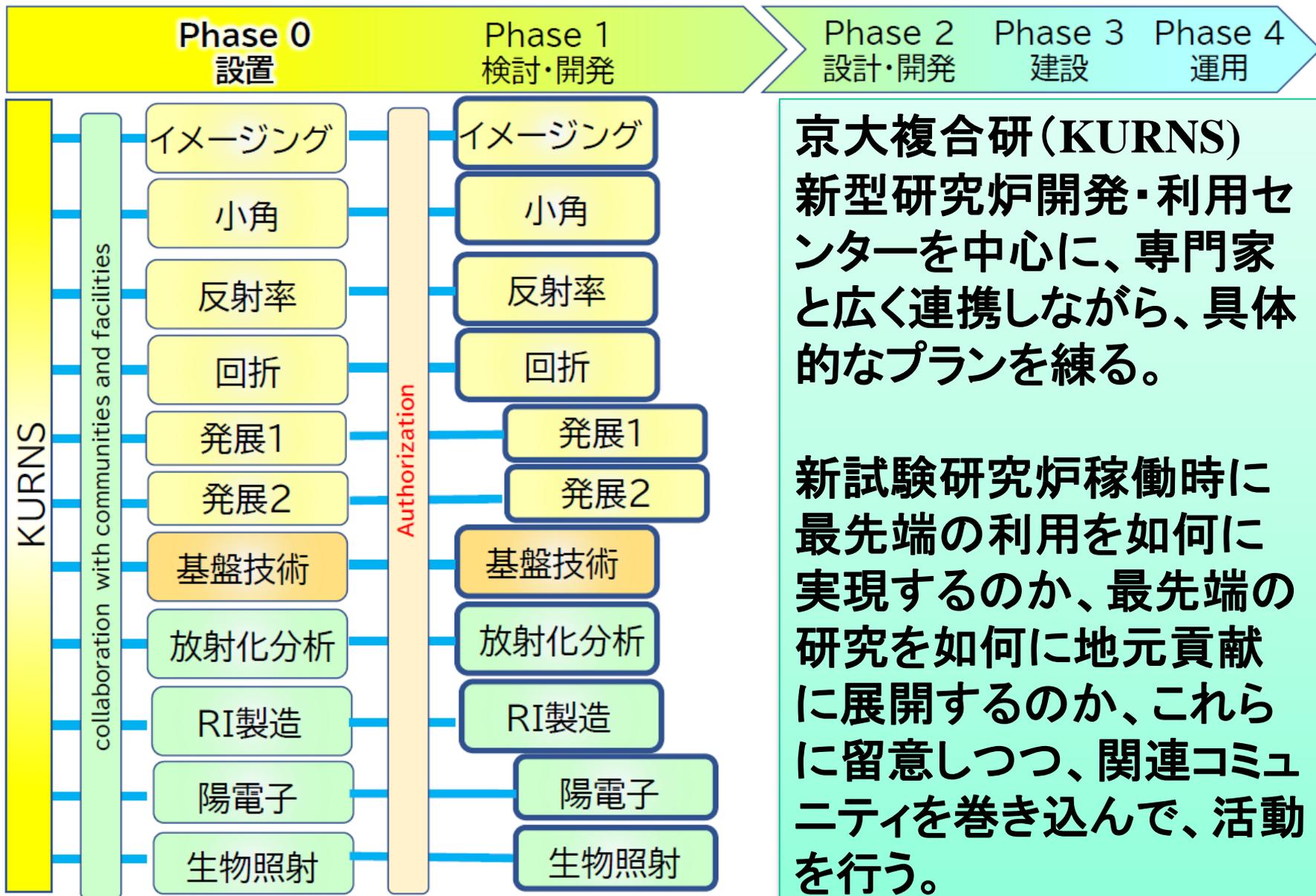
研究炉を契機に広く発展を目指すには、

1. 中性子を活かす施設（例：重水素化施設、放射化試料測定、高度分析機器等）
 2. 計算科学やAIやDX連携を含めたデータ処理の充実、
 3. 手厚いユーザー支援（1.2等が出来るスタッフ）、
 4. 国際連携、地元連携と人材育成
- 等、優先順位を決めて、具体化すべきことは多い。

長期的視野に基づいた学術・産業利用ニーズに対応した持続的な装置整備を行うために、まず準備活動を行う体制、広く連携しながらも主体的に運営できる組織が必要（第3回コンソーシアム発表：R4.3.24）。

→R4.12.23 文科省は詳細設計段階以降の実施主体に、京都大学及び福井大学と連携して進めるものとして、原子力機構を選定。

KURNS 利用装置の詳細設計に向けて



京大複合研 (KURNS) 新型研究炉開発・利用センターを中心に、専門家と広く連携しながら、具体的なプランを練る。

新試験研究炉稼働時に最先端の利用を如何に実現するのか、最先端の研究を如何に地元貢献に展開するのか、これらに留意しつつ、関連コミュニティを巻き込んで、活動を行う。



国際ネットワーク(海外試験研究炉視察)

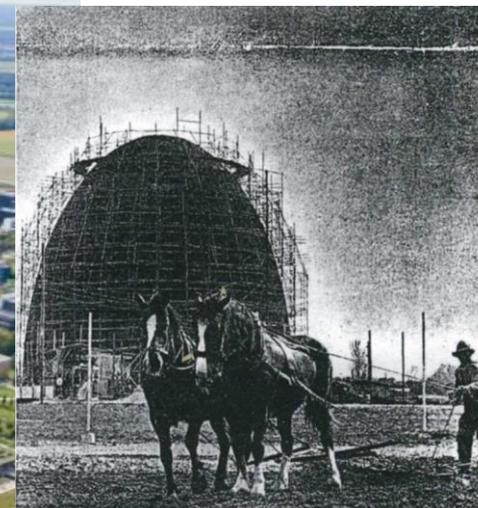
中核的機関メンバーが実績のある研究炉施設の視察し議論、
新試験研究炉建設、利用に向けて協力体制構築を開始。

ORNL, MURR, SHINE (米) : 京大、JAEA

FRM-II(独)、LVR-15(チェコ) : 京大、福井大、JAEA

ILL(仏) : 京大、JAEA OPAL(豪) : 京大、JAEA

試験研究炉
FRMを契機に、
急速に発展を見
せている町
Garching
(ガルフィング)



1957年建設時
A.Pichlmaier氏発表
資料より抜粋

- 持続可能性が期待できる幅広い利用運営のあり方(研究者を中心に広く人が集まる魅力的な施設のあり方)について、専門家と議論を継続し、装置の基本方針が妥当なことを確認した。
- 社会や科学の進展に合わせて、継続的に実現可能な良いニーズを汲み上げつつ、利用装置の実現を目指す体制案について紹介。

今後の課題&展開

- 新試験研究炉の本格稼働時に最先端の利用を実現するためには、研究炉の特長を活かした、継続的な先端研究・利用開発が重要。
- 10MW研究炉に高性能CNSと広いビームホール、優先5装置と関連先端装置で、研究のコア(例えば中性子利用ならではのバイオ・ナノテク研究の地域のコア)となり、産業利用展開を目指す等、最先端の研究が如何に地元貢献に展開できるかに留意しつつ、関連コミュニティを巻き込んで、中核的機関として活動を行う。

地元関係機関との連携構築(WG3) 活動報告

1. 伴走型連携
2. 学内教育
3. 福井県の事業

福井大学 宇埜正美

WG3(地元関係機関との連携構築)



University of Fukui

■ 目次

(1) 伴走型連携

1) WG活動

2) 産業利用促進のしくみ

(2) 学内教育

1) 令和3年度第1回もんじゅサイトの新試験研究炉セミナー

2) 令和3年度第2回もんじゅサイトの新試験研究炉セミナー

3) 令和4年度第1回もんじゅサイトの新試験研究炉セミナー

4) 令和4年度第1回もんじゅサイトの新試験研究炉セミナー

5) 福井県との共催事業

(3) 福井県の事業

1) 新試験研究炉のニーズに関するアンケート調査

2) 学生向け講習会

3) RI製造に関する勉強会

4) 試験研究炉の利用に関する講習会

5) 試験研究炉 施設見学バスツアー



WG3(地元関係機関との連携構築)

(1) 伴走型連携

産業利用として有力な中性子ビーム、照射利用技術を検討し、既存炉のトライアルユースを促すなど地元企業との意見交換、情報発信を進め、先行事例を踏まえて地元産学官連携のしくみ(福井スタイル)を構築。

(2) 学内教育

学内を中心に中性子利用のセミナーを実施。

将来的には福井大内に部門を設置してカリキュラム構築し、中性子利用に長けた人材を輩出する。

(3) 福井県の事業(への協力)

福井県と連携して情報発信・ニーズ調査活動を行う。



WG3(伴走型連携)

(1) 伴走型連携

1) WG活動

これまで産業利用として、中性子ビーム利用とRI製造について専門家意見を聴取。また産業利用経験や地元企業意見並びに茨城県の取組み事例の紹介。

◎産業利用技術について検討を実施(第2回WG)

- ・産業利用候補技術: 京都大学・川端祐司
- ・RI製造: RI協会・中村伸貴
- ・JRR-3の利用: JAEA・松江秀明

◎産業利用経験と地元企業意見(第3回WG)

- ・JRR-3利用経験と要望: JSR株・湯浅毅
- ・中性子回折利用経験: JFE・末吉仁
- ・放射光利用経験と試験研究炉への期待: 東洋紡・船城健一
- ・試験研究炉活用促進と人材育成: 日華化学・稲継崇宏



WG3(伴走型連携)

◎産業利用参画連携のしくみ(第4、5回WG)

- ・茨城県の中性子産業利用取組み:茨城県庁・児玉弘則
- ・茨城大学の取組み:茨城大学・日下勝弘

◎産業利用の促進について(第6回WG)

- ・「地方企業の利用促進について」山梨大学 犬飼潤治先生

中性子の利用機会が少ない地方企業に対する利用促進策について、山梨県での取組みを紹介。地元での産官学連携をベースに国等のプロジェクト資金を活用し、燃料電池関係の開発を進める中で中性子利用が実施された。

地元中小企業と密接な共同研究を行っている大学の研究室の中から中性子利用が有用となる産業分野に関連している研究室を選定し、その教員に中性子利用をアプローチすることを提案。

WG3(伴走型連携)

2) 産業利用促進のしくみ

福井県の特徴を踏まえ、産業利用を進める方策を検討

(1) 産業利用を促進策

① 伴走型連携

大学と企業の連携。既存炉トライアルユースを通じて実績を積み上げていく。

② 中性子利用の代行サービス

企業に専門知識がなくてもメールインで検査・分析評価ができる機能を充実。

③ 中性子に限らない幅広い窓口

放射光など他施設の利用も含め、課題解決に対する最適な手段(複数)と解決支援。

④ 支援制度

1) 既存炉を利用したトライアルユース

2) 大学、研究職場での研修制度

⑤ 技術学習・技術交流

⑥ 情報発信・周知

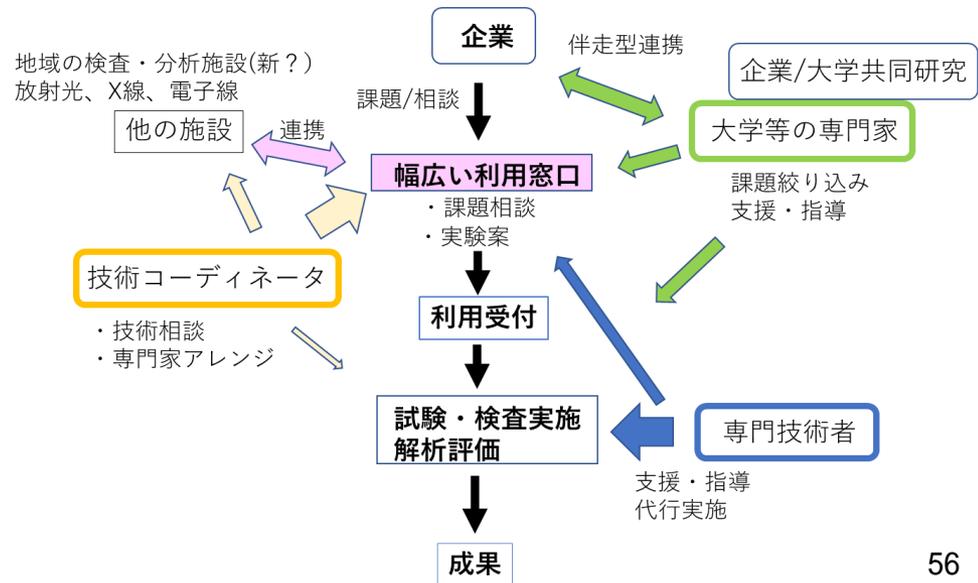
(2) 支援技術者育成・確保

① 指導ができる専門家の確保

大学等の専門家ネットワークも活用

② 専門技術者の育成と

技術コーディネータ確保



WG3(伴走型連携)

2)産業利用促進のしくみ(続き)

(3)産業利用を推進する組織

先述の産業利用の促進策を踏まえて、産業利用を進めるため利用者側と受け入れ側での組織検討が必要。また、専門技術者や技術コーディネータをどう抱えるか、大学等の専門家ネットワークや既存の産業利用組織等の活用・連携についても検討が必要。

(4)今後の取り組み

新試験研究炉は次年度から設計が本格化する段階にあり、運用開始までの間は、準備期間として既存炉を使った中性子技術の習得や理解促進を進める。特に、関心を持つ企業については福井大学等の専門家が伴走型連携として協同していく。

また、地元関連機関と連携して産業利用コミュニティづくりをすすめる。コミュニティでは産業分野や利用技術分野などを考慮して勉強会的な活動を行い、共通課題解決や何に利用できるか等の理解を深めていく。



WG3 (学内教育)

(2) 学内教育

- 1) 令和3年度第1回もんじゅサイトの新試験研究炉セミナー(web)
10月7日(参加者37名、内学外25名)
 - ・「試験研究炉による医療用RI製造の現状と課題」
日本原子力研究開発機構 研究炉加速器技術部
研究炉技術課長 新居昌至
 - ・「BNCT用ホウ素薬剤の開発現状と課題」
大阪府立大学BNCT研究センター ホウ素薬剤 化学講座
特認教授 切畑光統

- 2) 令和3年度第2回もんじゅサイトの新試験研究炉セミナー(web)
令和4年1月20日(参加者26名、内学外者10名)
 - ・「中性子反射率法を用いた薄膜の構造評価」
高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所
量子ビーム連携研究センター 准教授 山田悟史
 - ・「水環境中における高分子ブレンド薄膜の構造」
福井大学 工学系部門 工学領域 繊維先端工学講座
講師 平田豊章

WG3 (学内教育)



University of Fukui

(2) 学内教育

3) 令和4年度第1回もんじゅサイトの新試験研究炉セミナー(web)

9月1日(参加者33名、内学外者25名)

「新試験研究炉へ 臨床医のお願い」(ビデオ)

金沢大学 絹谷清剛

「核医学治療 ～研究開発の現状～」

量子科学技術研究開発機構 東達也

4) 令和4年度第2回もんじゅサイトの新試験研究炉セミナー(web)

12月16日(参加者29名、内学外者(3名))

「ソフトマター材料への中性子散乱の基礎」

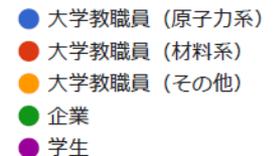
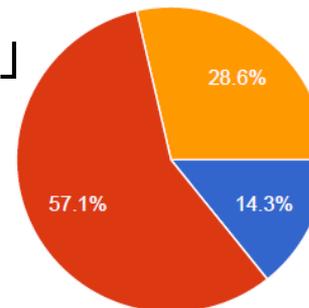
京都大学複合原子力科学研究所

井上倫太郎

「中性子散乱による高分子材料の研究」

三重大学大学院工学研究科 鳥飼直也

アンケートより、中性子散乱を用いた研究例を聞きとても勉強になった、解析の具体例があるとイメージしやすい、中性子散乱の基礎的を特にX線散乱と比べた特徴について分かりやすかった。ソフトウェアの紹介が良かった。という感想が寄せられた。





WG3(学内教育)

5) 福井県との共催事業

高校生向け講習会(対面) 本年度新たに実施

① オープンキャンパス(文京) 8月9日(火)

対象者 : 高校生 52名

説明者 : 有田コース長

説明内容 : 「敦賀半島に西日本の新たな研究拠点 試験研究炉」

※8月4日、5日の集中豪雨に伴う鉄道の運休、道路の通行止めにより、規模を縮小して実施

② 福井大学附属国際原子力工学研究所 (10月22日(土))

参加者 : 高校生 13名(若狭12、敦賀1)

説明者 : 宇埜所長

説明内容 : 「敦賀半島に西日本の新たな研究拠点 ～試験研究炉～」

※研究所一般公開の一環として実施

※コロナの影響であらかじめ参加登録をした福井大学生、高校生(若狭、敦賀)が来所



WG3(福井県の事業)

(3)福井県の事業

1)新試験研究炉のニーズに関するアンケート調査

①令和3年度： 県内 70 企業等(嶺北48社、嶺南22社)

〔 RI利用関連企業:14社 建設・機械:24社 電気・電子:11社 繊維・化学:21社 〕

②令和4年度： 北陸2県の企業等268社(石川県143社、富山県125社)

〔 RI利用関連企業等:44機関 建設・機械:112社 電気・電子:33社 繊維・化学:79社 〕

【調査結果のまとめ】

RI利用関連企業等

- ・(病院や大学等)の利用上の課題としては、輸入に頼っている現状への懸念(輸入時間、費用)が示された。
- ・新試験研究炉でのRI製造への期待は、多くの機関から示された。

製造業

- ・福井県内外の企業から「利用料金」と「技術支援」に対する懸念、県外の企業からはさらに、「アクセス」や「原子炉の安全性」に懸念も示された。
- ・試験研究炉の活用への意向については、県内の企業は約6割、北陸2県では約3割であったが、これは試験研究炉に関する情報の差によるものと思われる。

2) 学生向け講習会

<1. 福井工業大学>

日時 :

令和3年9月29日、10月13日(対面特別講義90分×2コマ)

令和4年7月22日、26日(対面&WEB:90分2コマ)

対象者 :

工学部原子力応用工学科2年生 (担当教官 砂川教授)

講習内容:

(1) もんじゅサイトの試験研究炉の概要

原子力安全研究協会 宮沢研究参与

(2) 研究炉で拓く科学技術 — 研究炉で何ができるか —

京都大学 川端特任教授

(3) ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)の取り組み

名古屋大学大学院 吉橋准教授



WG3(福井県の事業)

<2. 福井大学>本年度新たに実施 福井大学との共催事業

① 9月6日(火) (WEB:90分)

対象者 : 医学部1年生、看護学科1年生 125名
(担当教官 安田教授)

講義題目: ホウ素中性子捕捉療法と試験研究炉の紹介

講師 : 名古屋大学大学院 吉橋准教授

② 9月7日(水) (WEB:60分)

対象者 : 教育学部2年生 74名
教育学部ガイダンスに引き続き実施

講義題目: 福井県に新設する試験研究炉

講師 : 原子力安全研究協会 宮沢研究参与



WG3(福井県の事業)

<2. 福井大学> 本年度新たに実施 福井大学との共催事業

③ 12月21日 (対面)

対象者 : 医学部3年生 108名 (担当教官 岡沢教授)

講義内容: 「敦賀半島に西日本の新たな研究拠点～試験研究炉～」

福井大学 宇埜教授

「放射線・電磁波の医療応用と防護」

名古屋大学大学院 吉橋准教授

【受講者アンケート結果(抜粋)】

- ・中性子を利用した治療があることは知っていたが、放射線というと β 線、陽子線などのイメージが強かったが中性子とどう違うのかを知らなかった。良い治療法と知った。
- ・福井に新たに試験研究炉ができることで、がん治療など様々な研究が発展していけば良いと思った。

WG3(福井県の事業)

<3. 福井県立大学>

① 令和3年11月24日(水)(WEB:90分×2コマ)

参加者 : 経済学部2年～4年生44名
(担当教官 新宮教授、杉山教授、清水教授)

講習内容:

「新たな試験研究炉の計画概要」 原安協 高橋氏

「大学や企業における研究炉の利用の経験と新試験研究炉への期待
ーホウ素中性子捕捉療法の実践ー」 名古屋大学 吉橋准教授

「官民パートナーシップ(PFI/PPP)および産学連携による新たな事業
の実現に向けた取り組み」 原安協 梶田氏

「試験研究炉を活用した産業イノベーション」 原安協 宮沢氏

② 令和4年10月20日(木):(WEB:90分)

参加者 : 経済学部2年生32名
担当教官 新宮教授、杉山教授、清水教授

講義題目: 「日本の原子力政策の行方」

講師 : 原子力安全研究協会 山口理事
(元東京大学大学院工学系研究科 教授)

WG3(福井県の事業)

3)RI製造に関する勉強会

【概要】

昨年度、県内医療機関へのアンケートを実施した結果、RIの国内供給への期待が示されたことや、原子力委員会における「国産化を実現するためのアクションプラン」の策定を受け、RI製造に関する現状を理解するための勉強会を4回シリーズで実施

- ・案内先 : 敦賀市、美浜町、福井商工会議所、敦賀商工会議所、福井大学
主な地元企業
- ・司会進行: 京都大学 川端名誉教授
- ・事務局 : 福井県、原子力安全研究協会、京都大学 川端名誉教授
福井大学 宇埜所長・教授、JAEA 新居課長

◆ 第1回 国内におけるRIの現状(1) 令和4年9月29日

「注目されるRI製造の製造プロセスとマネジメント」

JAEA 研究炉技術課長 新居氏

※ ラジオアイソトープの現状、RI製造に必要な施設・設備、RI製造に関するマネジメントなど全体的な説明を実施

* 追加質問が19項目あり、第2回で回答を実施

WG3(福井県の事業)

◆ 第2回 国内におけるRIの現状(2) 令和4年10月24日

・講演Ⅰ 「医療用RIの需要と供給について」

(公)日本アイソトープ協会 北岡 医薬品・試薬課長

※日本アイソトープ協会の紹介、主なRI流通経路と放射線治療用密封線源、放射性医薬品の流通状況、Mo安定供給に向けたOECD及び米国の動向、国内におけるサプライチェーンと今後の体制整備などを説明

・講演Ⅱ 「製薬会社におけるRI事業の現況」

日本放射性医薬品協会 片倉 総務委員長

※核医学の概要及び核医学に用いる核種、製造・発送体制について国内での核種安定供給に向けた動き、医薬品製造に用いるRI原料に求めるもの、RI原料の運搬についてなどを説明

・講演Ⅲ 「JRR-3におけるRI製造の実績、経験」

(株)千代田テクノル 河内 線源製造課長

※継承核種、RI製造・頒布事業の民間移転に係る協定の構成・主な内容製造実績(工業用線源、医療用線源)、製造施設、照射試料作製・製造工程(Ir-192、Au-198)などを説明

WG3(福井県の事業)

◆ 第3回 アクションプランの概要と我が国の方針 令和4年12月2日

「内閣府における医療用RIに関する政策推進について」

内閣府 原子力政策担当室 科学技術・イノベーション推進事務局

笹川 参事官補佐

※「原子力利用に関する基本的考え方」の改定内容、RI製造・利用に関するアクションプランに記載された今後の取組み、医療用RI供給力強化のための欧州や米国の取組み状況などを説明

◆ 第4回 世界の需要動向、他（とりまとめ） 令和5年1月19日

「医療用RI製造の海外の現状」

JAEA 新居 研究炉技術課長

※将来の医療用RI全体の世界市場予測、医薬品製造受託機関(CMO)を活用した放射性医薬品業界への参入、各国の試験研究炉の動向などを説明

※別途、RI製造に向けた現状および今後の検討課題に係るとりまとめ資料を事務局より説明



WG3(福井県の事業)

4) 試験研究炉の利用に関する講習会(対面 & Web)

第1回:11月25日(金)13時~16時

参加者 15名(対面5名、Web 10名)

講習内容

- ・試験研究炉の概要 (福井県 浅原主事)
- ・中性子小角散乱で見えるプラスチックのミクロ構造(茨城大学 小泉教授)
- ・JRR-3の多彩な中性子利用と産業利用事例 (JAEA 松江課長)
- ・ニーズに対応する新試験研究炉の装置・機器の検討(原安協 宮沢研究参与)

第2回:12月 7日(水) 13時~16時

参加者 26名(対面9名、Web 17名)

講習内容

- ・試験研究炉に係る経緯と県の取り組み (福井県 浅原主事)
- ・JRR-3の多彩な中性子利用と産業利用事例 (JAEA 松江課長)
- ・中性子小角散乱で見えるプラスチックのミクロ構造2(茨城大学 小泉教授)
- ・ニーズに対応する新試験研究炉の装置・機器の検討(原安協 宮沢研究参与)



5) 試験研究炉 施設見学バスツアー

開催日 : 令和4年12月9日(金)
訪問先 : 近畿大学原子力研究所(UTR-KINKI)
参加者数 : 県内企業等10名

ツアー内容:

- 1) 原子力研究所の概要説明
- 2) 保安教育
- 3) 施設見学(原子炉および原子炉制御盤)
- 4) 体験実習
 - ① 中性子ラジオグラフィ
 - ② 放射化分析
 - ③ 空間放射線量率測定(原子炉室内)

実施後のアンケートでは、見学だけでなく実際の原子炉で中性子利用の体験実習をしたことで貴重な経験になった、評価技術について大変勉強になった等の回答が寄せられた。

地元関係機関との連携構築

■ 詳細設計における課題に向けて

1. 伴走型連携

建設計画に対応させ、産業利用を促進する体制と役割分担、必要人材育成等について具体的プランを関係機関と連携して策定する。

2. 人材育成

中性子科学の研究および教育を担う部門の設置や人材の配置、学外との協力体制について検討を加速する。

令和5年度以降のコンソーシアム委員会 及びワーキンググループ（WG1-3）の取 扱いについて

日本原子力研究開発機構
松本 英登

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5回コンソーシアム委員会

令和5年 3月 24日
福井大学附属国際原子力工学研究所

- 令和5年度以降もステークホルダーに検討の進捗状況を報告し、事業の進め方の意見を伺う場として、本委員会を「コンソーシアム会合」として引き続き開催したいと考えており、現在の構成員の皆様にはご協力をお願いしたい

- 本会合に進捗状況を報告する枠組みであったワーキンググループ（WG1-3）の取扱いは、以下のようにしたい
 - WG1 機構と専門企業による詳細設計Ⅰのステージに入ることを踏まえ、今後は原子力機構から設計作業等についての進捗を報告する形とする

 - WG2 京都大学が中心となって実験装置の開発を進めていく体制が取られることを踏まえ、今後は京大から進捗を報告する形とする

 - WG3 「伴走型連携」や人材育成のあり方の検討のみならず、新試験研究炉の利用に向けた複合的な研究拠点整備、利用促進体制の検討などをより具体的に検討するため「地域関連施策検討WG」に改組し、原子力機構、京都大学、福井大学に加え、地元自治体からの参画を要請し、また、県内の教育・研究機関や企業等にも必要に応じ参加を要請し、利用促進法人の決定後には当該法人も加える形としたい。今後、地域関連の施策については、本WGからコンソーシアム会合に検討状況の報告を行う。WGの事務局機能については、原子力機構が担う。WGの下には、論点に対応して、関係機関の担当者によるサブグループを適宜設けて議論を積極的に進める