

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 議事次第

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

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、嶋田 浩昌 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、
吉川 幸文 委員(武部 衛 委員代理)

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
 - ・概念設計・地質調査について(JAEA 辻本委員、峯尾室長)
 - ・利用運営の検討について(京大 日野委員)

【会場換気のための休憩】

- ・地元関係機関との関係構築について(福井大 宇埜委員、米沢委員)
 - ・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

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3回コンソーシアム委員会
議事録

1. 日 時 令和4年3月24日（木） 15:00～17:05

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、池澤俊之委員代理（吉岡昌則）、石塚博英委員、稲継崇宏委員代理（松田光夫）、奥井純子委員、加倉井和久委員、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

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 松浦重和原子力課長

原子力機構 峯尾英章新試験研究炉準備室長、松本英登同次長

4. 議 題

- (1) 開会挨拶
- (2) 各委員の紹介及び配布資料の確認
- (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3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2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）活動について

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

原子力機構新試験研究炉準備室の峯尾室長から第3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3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った後、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2回コンソーシアム委員会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) 概念設計・地質調査について

辻本委員から、資料3-1によりWG1の活動状況について、以下の報告があった。

- (a) 炉心概念検討：7種の炉心案のうちce20炉心（燃料集合体20体、熱出力10MW）で、熱中性子束、運転持続日数及び燃焼度の目標値（JRR-3相当）を達成できる見込みである。本炉心について制御要素構造（平板型とフォロワ型）と配置を検討した結果について説明があった。また、照射ニーズに対応した実験孔の配置検討の結果及び一例としてMo-99を製造する場合の生成量の試算結果について説明があった。次年度は、詳細設計に向けた炉心構成の具体化、中性子利用に関わる施設・設備等の検討を進める。
- (b) もんじゅ敷地内地質調査：昨年度のボーリング調査（深度100m）に引き続いて本年度実施したボーリング調査（深度200m）の進捗状況・結果として、原子炉施設の建設候補場所の地盤（花崗岩）は、構造物の支持地盤となり得る硬さを有している可能性が高く大規模な破碎帯やすべり面となるような脆弱部は確認されなかった。次年度は、高角度の破碎帯の有無、花崗岩風化部厚さ等の調査を引き続き行うとの説明があった。また、本年度新たに設置した学識経験者4名から成る地質調査等に関する技術検討会において地質調査の計画と結果について評価した結果、これまでの地質調査計画・評価結果は妥当であるが、建設候補地の周辺山地の地滑り・土石流に対する十分な調査や対策の検討が必要との見解が示された。次年度の地質調査は、この調査・検討も含めて行い、建設候補地としての妥当性を確認する。

(2) 利用運営の検討について

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。

- (a) 幅広い利用運営WG2の活動方針：新試験研究炉は、中性子ビーム利用を主目的として最大限の性能を引き出す中出力炉とし、更に汎用性・多様性のある多目的利用が可能な特長のある国際公共財としての施設、バランスの取れた実験装置群を目指す。その際、日本原子力学会、日本中性子科学会、日本放射化学会等と積極的に意見交換等を行ってニーズを

把握し、施設設計や利用運営の検討に反映させる。

- (b) 中性子利用装置検討と中性子ビーム・照射利用検討状況：10MWの研究炉を最大限に活かす中性子ビーム利用設備として必要な冷中性子源（重水反射体中に液体重水素又は液体水素を入れた容器を設置）の検討結果、熱中性子と冷中性子ビーム利用・照射利用に必要な実験装置の検討結果について説明があった。
 - (c) 利用運営検討：新試験研究炉の組織運営、利用設備運用と利用制度、ユーザーサービス、試験研究炉の建設・運用に向けた準備活動体制等に関する調査分析の状況について説明があった。また、新試験研究炉における研究系職員数の試算結果として100人程度、外部利用者数の推計結果は約10,000人日/年程度との説明があった。
- (3) 地元関係機関との関係構築について
- 宇佐委員及び米沢委員から、資料3-3によりWG3の活動状況について、以下の報告があった。
- (a) 伴走型連携：WG3会合における専門家による産業利用経験の事例紹介及び茨城県の中性子産業利用取組みの紹介と意見交換、産業利用可能性に関する地元企業との対話による意見交換の結果、地元企業等との連携構築のための情報発信、技術支援、トライアルユース等の検討状況について説明があった。今後、地元企業等との交流・情報発信、トライアルユース支援等をしつつ、伴走型連携の実践整備・福井スタイルの検討を進める。
 - (b) 学内教育：福井大学における試験研究炉セミナー（2回）及び日本原子力学会若手連絡会（YGN）勉強会の実施内容と参加者のアンケート結果について説明があった。
 - (c) 福井県の活動：県内企業を対象とした新試験研究炉のニーズに関するアンケート調査、企業向け講習会（2回）、学生向け講習会（福井工業大学、福井県立大学）、京都大学研究用原子炉（KUR）の施設見学ツアー（2回）、具体的な利用ニーズを有する地元企業への対面調査の実施内容と結果について説明があった。

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) 池澤委員代理（吉岡昌則）

敦賀市としては、試験研究炉の設置ありきではなく、国の原子力政策の位置付けをしっかりと示して頂きたい。その上で、原子力人材育成や経済活性化、将来的な地元発展にどのように繋がるかを、詳細設計前にしっかりと説明をして頂きたい。国策として原子力発電を進めることが明確でなければ、そのための原子力研究や人材育成の基盤として、試験研究炉が必要であるという議論には繋がらない。原子力政策の位置付けが明確でなければ、何のための試験研究炉かということの地元の理解が得られないことを懸念。試験研究炉の国家的な意義、必要性を説明頂く上でも、国の原子力政策の位置付けを明確にするよう求めたい。

また、将来の雇用維持に関して、本委員会で試験研究炉の研究・施設維持に必要な人員数と外部利用者の推計人数が示された。一般的に、研究用原子炉の建設・運転までには、長い期間が掛かると考えられ、将来の研究や外部利用を広げていく上でも、現在見えているニーズだけでなく、新しい知見を取り入れてニーズの方向性を見定めることや、将来の環境変化

に応じて設備設計を見直すことも含めて検討を進めて頂きたい。そして、もんじゅ廃止措置移行の際に要請し国に約束して頂いた将来にわたる約1,000名雇用については、試験研究炉及びそれ以外の取組みを含めて全体としての雇用維持への明確な道筋を示すよう引き続き検討をお願いしたい。試験研究炉が多くの研究者、学生、企業が集まり賑わいのある研究拠点となり、敦賀に出来て良かったと思われるよう期待している。

(2) 奥井委員

本日の各WGの活動内容を聞かせて頂いて、試験研究炉の形・進む方向の議論が行われ現実にその方向に動いていると感じた。この試験研究炉が、研究拠点として研究者、学生、企業の方にとってニーズに合った魅力的なものになり、敦賀市の賑わい、地域活性化の要になっていくことを期待する。今後、試験研究炉の建設、運転、利用に際して地元企業が参加できるような技術力の支援・サポートにも力を入れて頂きたい。試験研究炉計画の実行に際しては、地元の理解がないと進まないのでは、色々な機会を作って情報発信等をして地元の関心・理解を深めていくようにしてもらいたい。

(3) 前田委員

福井県としては、原子力政策については敦賀市と同感である。各WGの精力的な検討の報告を聞かせて頂き、試験研究炉を世界に誇れる研究炉にする、地元企業等の人材育成に役立つものにする等の検討をしていただいております、福井県として感謝を申し上げる。

産業利用を含めた幅広い分野での活用と多くの研究者、企業等の誘致を期待する観点から言うと、試験研究炉が西日本の研究開発の拠点となり地域振興に繋がるようにするには、県内外の企業、大学等の研究機関が敦賀に集積することが重要である。本日のWGの報告で、試験研究炉の研究・施設維持に必要な人員数と外部利用者の推計人数が示された。この人数に加え、更に近隣に企業が立地してくれば地域振興にも大きな効果があると期待している。このためには、施設の使い易さが重要であり、汎用性・利用頻度が高い装置を優先的に検討していただいているのは非常に良いことと思っている。他方、福井ならではの特色、全国他の施設ではできないことが福井でなら出来る、という要素を出すことも、考え方としては必要ではないか。例として、原子力発電所で放射化した材料の中性子による分析・散乱実験等という声もあったが、これについては、装置を設置する場合の費用対効果について問題が出てくる可能性がある。いずれにせよ、このような課題もご検討いただき、ある程度の特徴を出すことも検討をして頂きたい。

WGからも報告があったが、県内外の企業利用の機運を高める取組みとして、国やコンソーシアム委員会の関係機関においても、既存の試験研究炉を用いたトライアルユースなどの支援の在り方についてご検討頂きたい。ただ、試験研究炉の完成が10年後か更に先になる場合、支援制度も息切れしてしまうので、KURの運転終了後から間を置かず整備を進めて頂きたい。

最後に、これまでも申し上げているが、もんじゅサイトの候補地に関して、現状の候補地は手狭である。実験装置やその他の施設を十分に整備できるように山を削る等して可能な限り敷地を確保して頂きたい。本日の報告を聞いて、全体として可能性を感じるような話であったと思うので、この方向で今後も検討を進めて頂きたい。

(4) 高見委員

WGからの丁寧な説明を頂き有難うございます。また、福井大学が産業界との間をコーディネートしていただいて感射する。RI製造に関して、産業的・経済的な広がり種があるのではないかと思う。色々な中性子利用技術が将来的にどの様になっていくかの見通し、試験研究炉を使って産業面でどんなものがどの様な広がりを持っているか等が見え難いところがある。企業の方に分かり易く説明することで、試験研究炉の利活用の機運醸成を図って行く必要がある。先端を走っている企業だけでなく、その次を走っている企業に産業利用の可能性・広がり伝わるような仕組みがあると良い。WG3の報告の中で、福井スタイルの地元企業の参画・連携の仕組み（伴走型連携）の検討を進めるとの話があった。我々も入れていただき、より具体的に検討し、企業の試験研究炉の利活用がより進むように説明の方法、機運醸成の方法等を一緒に考えさせて頂きたいので、宜しくお願いしたい。

(5) 船城委員

試験研究炉を使う側からの質問として、WG2の説明の中で、ビームラインに実験装置を20台想定するとあるが、運用開始時は4台で、その後20台まで増やすということかの点と、外部利用者の延べ人数は約10,000人日/年としているが、この中のユニークユーザー（実質利用者数）はどの位かを聞きたい。

(日野委員)

最初に4台と決まっている訳ではない。優先順位を付けて、この4台はどうしても外せない実験装置である。15台或いはそれ以上でスタートできればそれに越したことはないが、未だ台数は決まっていない。外部利用者数は推定値の段階であり、ユニークユーザー数については精査できていない。

(6) 山口委員

本試験研究炉は、学会、産業界、教育に活用されるべき研究炉である。KUR、JRR-3が将来長く運転できるかどうか不透明の中で、日本の原子力分野にとって大変重要な位置付けの試験研究炉であることを認識する必要がある。試験研究炉は汎用性、先端性、多様性のバランスを取っていくとの話であるが、どの様なゴール・姿を目指すかの具体的なイメージを共有する必要がある。日本にとって将来続けて使っていける良い研究炉になるためのイメージを具体化するタスクを手掛けて頂きたい。

本年3月に日本原子力学会春の年会があった。研究炉に関する発表は、医療用RI製造に関する3セッションの中で10件程あったが、それ以外のセッションではそれ程ない。研究炉に関する学会としての盛り上がりはそれほど無いとの印象である。原子力学会の中に、研究専門委員会の形で部会横断的に研究炉のニーズ、提案について議論する場を設けることは如何かと考えている。

もんじゅサイトの設置候補場所について、次年度以降に更に高角度の破砕帯等の調査、土石流に関する調査を行うとしているが、原子炉施設設置場所の適格性について根本的に懸念すべき問題はないと理解したが、サイト適格性の見通しについてどうか。

(峯尾準備室長)

原子炉設置場所に活断層があると重要施設は設置できない。今回のボーリング調査の結果、活断層になる破砕帯は無いことを確認した。高角度の破砕帯についても活断層でないことを確認する意味で更に調査を行う。土石流については、専門家の検討会において地形

上そのリスクがあるとの指摘があったので調査・評価し、必要があれば対策を検討する。

(7) 畑澤委員

試験研究炉におけるMo-99製造の試算によると、かなりの量の製造が可能とのことで喜ばしい結果である。施設検討の中でMo照射後のターゲットの精製、小分け等の設備、基礎的実験設備等も視野に入れて設計検討していくと理解した。良い方向である。RIを使った核医学診療は、国民70人に1人が年1回の検査を受けるくらいの規模で必要な検査になっている。Mo-99/Tc-99mは、癌の診断、認知症の診断等に広く使われており、高齢化社会を迎えて更にニーズが高まる。

一方、Mo-99の国際的供給は、海外炉の老朽化に伴い10年後には大変厳しい状況になる。国内製造に関しては、健康安全保障の意味で国内において維持すべきとの国会での首相答弁もあり、国策として進めることになっている。RI製造は、エネルギーと同様に重要視して頂きたい。福井における試験研究炉は、西日本のRI製造の拠点として重要な位置付けになる。

将来に向けて考えておくべきことは、RI製造コストである。保険診療の医薬品の価格が決まっているので、製造コストが大きく超えるような場合は使えない。今後、製造コストの調査を含めて検討して頂きたい。

(8) 森井委員

① 冷中性子源は、冷中性子を使って中性子ビーム利用の領域を広げる重要な設備である。冷中性子源はお椀型等の色々な形状があるが、本中性子源の形状について聞きたい。

冷中性子源で発生した冷中性子ビームをガイドチューブで輸送して実験装置を使うため、ビームホールを広くする必要がある。他の実験装置を含めてどこまで広くできるのか、遠くない時期までに方針を決めて取り組む必要がある。

(日野委員)

冷中性子源の形状は、その性能を決める上で重要である。照射ポート等を含めて炉心周辺設備を検討中であり、他の研究炉の冷中性子源の調査も行っているが、形状は未だ決めていない。

② 本試験研究炉における産業界の利用を促進するためには、J-PARCの茨城県装置で実施されているような随時利用制度（毎月公募）が必須である。これは学術利用にも有益である。本格的利用の準備として、ニーズ調査等でトライアルユースの希望が出ている。地元企業等の方がお試し利用ができるトライアルユース制度を作ってKUR又はJRR-3のビームタイム枠を買い取ると、その枠内で随時使えるようになる。この制度を通じて中性子ビームを利用するとどの様に役立つか、企業のメリットを実感してもらえるように計画すると良い。

(9) 新井委員

各WGの報告は詳細で良く分かった。試験研究炉に対する期待が高まっているが、WG1の施設設計、立地調査が追い付いていない感じである。地質調査は、ボーリング調査を年1本行って様子を見て次に進む方法を取っているが、現在の原子力施設の許認可の状況を見ると、活断層の調査と基準地震動の設定までに時間が掛かっている。そこから詳細設計に入ると更に時間が掛かる。

試験研究炉の期待に応じて早く運用に入っていければ良い。そのためには、早く見通しを付け、審査期間も考える必要がある。JAEAは既存研究炉の審査経験はあるが、新試験研究

炉はゼロから作る必要がある。グレーデッドアプローチによる合理的な設計、審査をお願いして、なるべく早く皆さんの期待に応えるようにして頂きたい。この先例を作っていただくと、商業炉の新設・更新の審査の先例事例になると思う。

(10) 加倉井委員

本日の委員会準備、WGの報告に感謝する。概念設計から詳細設計に移行する中で、WG間の連携を進め、中性子取出しに係る炉心設計の最適化により、装置によってはJRR-3を凌ぐ性能を期待できると思われるので、引き続き検討の連携をお願いしたい。本試験研究炉の稼働が約10年後となるので、実験設備へのアクセス性、リモート実験の可能性、DX化によるデータ共有・公開、放射化した材料の散乱実験、実験のロボット化等の最先端技術ソリューションによる最先端の研究施設を目指して、更に検討をお願いしたい。

試験研究炉の運営体制については、できるだけ早く検討が必要である。特定先端大型研究施設への認定の可能性も含めて検討をお願いしたい。中性子学会としては、できるだけ検討に協力する。

(11) 吉岡委員

WGの詳細な報告、有難うございます。質問として、2つのタイプの制御棒（平板型とフォロー型）について、炉心上部から照射孔へのアクセス性に差はあるか。照射済試料をホットラボに移送する気送管システム等は検討しているか。

コメントとして、KUR、JRR-3に比べて、中性子利用ユーザーにとってどのようなメリット（照射孔へのアクセス性、ユーザーエリアの広さ等）があるかを整理するとわかりやすい。また、KURやJRR-3では困難な照射済材料の実験が可能になると、商用原子炉の長寿命化の研究や、廃炉時の材料分析に役立ち原子力発電産業の発展に繋がるメリットになる。新試験研究炉は、何でもできるとのことではなく、特長を出して、できることのメリットをアピールすると良い。

(辻本委員)

どちらのタイプの制御要素でも駆動装置は、炉心下部に設置するので、炉上部からのアクセス性は問題ない。気送管は現在具体的な検討していないが、必須の設備なので今後の詳細検討の中で具体化していく。

(12) 稲継委員（代理：松田光夫）

弊社は、界面活性剤、毛髪剤等の商品開発をしている。12年前にJ-PARCの方が弊社に來られてプレゼンをして頂いた。その後、J-PARCを訪問し、アルミ材料を鋳造するときプロセスによってはガスが発生し製品中に空隙ができるのでこれを非破壊で検査できないか、また毛髪中の水分、薬剤がどの程度入っているか測定したい等の相談をしたことがあるが、この時期はJ-PARCが長期停止中で利用できなかった。

茨城と福井の間の距離は大きい。また、実験成果を公開すれば利用料は無料であるが、成果独占の知財として非公開にする場合の費用は中企業にとって負担が大きい。福井に試験研究炉ができれば、随時実験が可能になるので期待が大きい。炉の運用開始が10年先になるので、その間にトライアルユースや人材育成を含めて上手く繋いで貰い、中性子ビーム利用に馴染むことができれば非常に有難い。

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

(13) 松浦原子力課長

本日のコンソーシアム委員会に参加して頂いた皆様が精力的にご議論して頂き感謝している。限られた時間の中非常に印象深い議論が続けられたと思う。例えば、試験研究炉をどういった所に使っていくか、先端性、多様性、汎用性をどうバランスを取るかの検討の中で、研究炉ができて使われる際に、最先端の施設として利用でき、かつ地元企業にとって特色ある使い方がされるようにすると言った難しいバランスを取るように皆様が努力されているとの印象である。

本試験研究炉が沢山使われ、地元経済の新興・活性化、新しい産業の誘致に繋がっていくことを期待している。引き続き、ご議論を続けていくようお願いしたい。また、使い勝手、利用面に関する意見・課題も出ていた。試験研究炉ができるまでに時間が掛かるので、それまでにユーザーを育てていく、或いは新たなユーザーを獲得していく努力も非常に重要である。引き続き、このコンソーシアム委員会で追求して行って頂ければと思う。

令和5年度予算は、詳細設計に移行する前提での予算要求になり大変重要である。そのための基礎となるコンソーシアム委員会での議論になるので、文科省としてもしっかりとサポートしながら一緒に取り組んでいきたい。有難うございました。

6. 4 閉会挨拶

最後に司会進行の峯尾室長から閉会挨拶として議事録は後日確認して頂く旨の発言があり第3回コンソーシアム委員会は終了した。

以 上

WG1による活動内容について

-試験研究炉の設計・設置・運転-

-地質調査・試験研究炉の詳細な設計に向けて-

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4回コンソーシアム委員会

令和4年 11月 15日

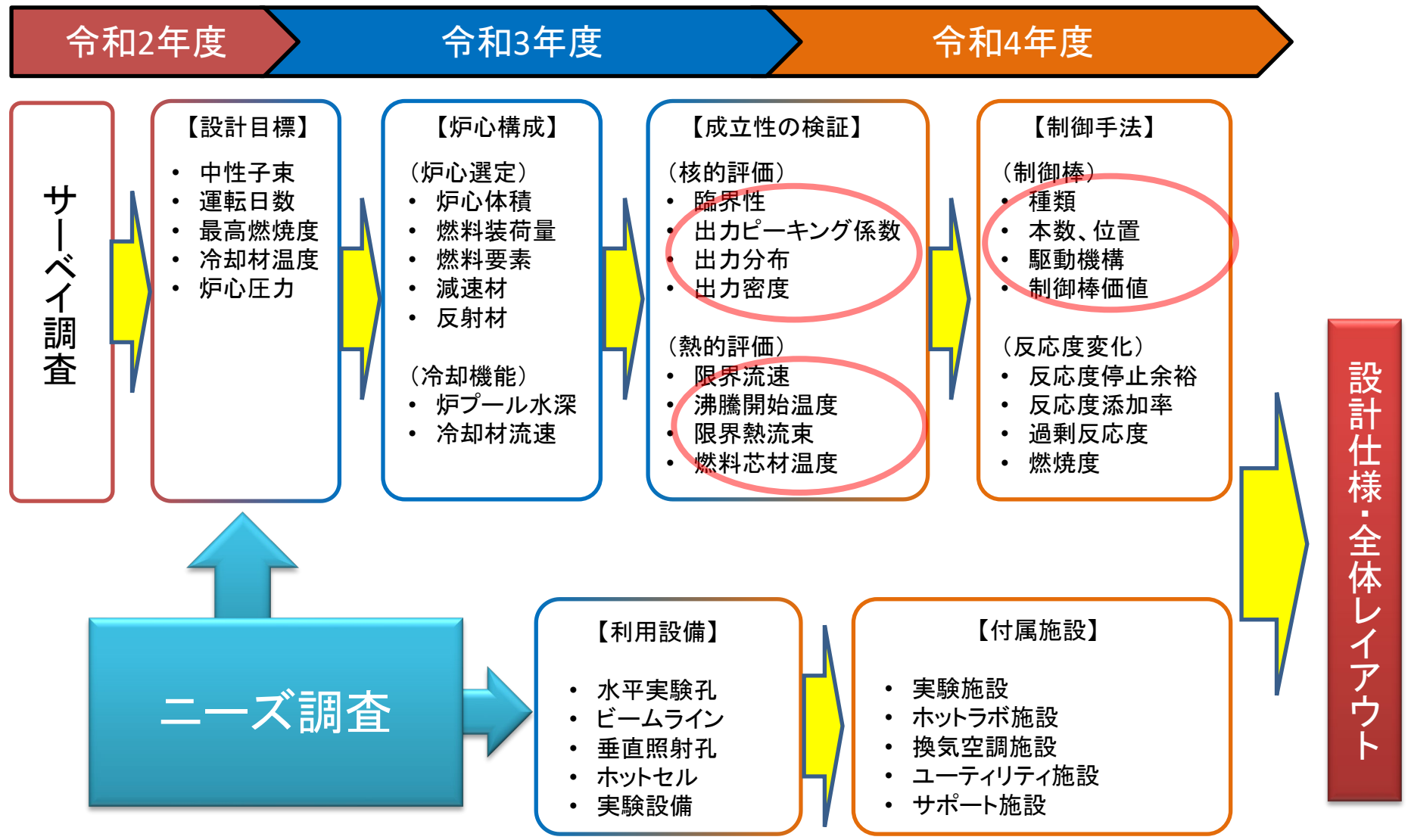
福井大学附属国際原子力工学研究所

1. 炉心概念検討の現状報告

- ✓ 燃料要素の熱的評価
- ✓ 制御要素の配置等の検討結果

2. 地質調査について

3. 試験研究炉の詳細な設計に向けて



目的：燃料を効率よく冷却して燃料の健全性を確保する。

熱水力安全性のための設計条件

いかなる時（定常運転時、異常な過度変化時）においても

1. 冷却材（軽水）を適切な状態に保つ（沸騰を起こさない）こと。

- ✓ 燃料板の表面温度が冷却材の沸騰開始温度（ONB温度）より低くなるように設計する。
- ✓ 冷却材温度が飽和温度（任意の圧力において液体が沸騰する温度）より低くなるように設計する。

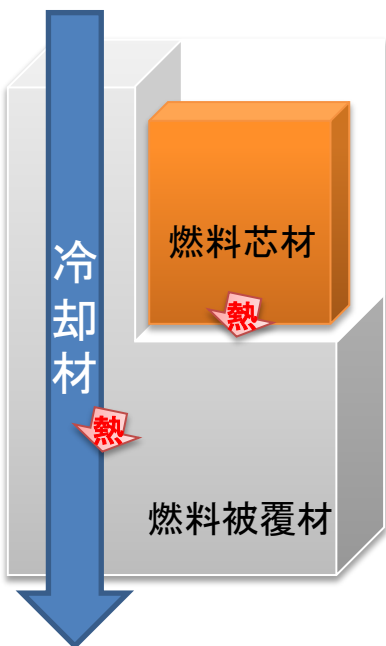
2. 燃料を適切な状態に保つ（壊れない）こと

2-1. 燃料被覆材から冷却材に適切に熱が伝わる（限界熱流束を越えない）こと。

- ✓ 限界熱流束を超えると、燃料被覆材表面が焼き切れる（バーンアウト）恐れがあるため、熱流束は限界熱流束の半分以下になるように設計する（最小限界熱流束比(最小DNBR) = 限界熱流束 / 局所熱流束が2.0以上）。

2-2. 燃料芯材と被覆材との間にブリスタ（すき間、ふくらみ）が発生しないこと。

- ✓ 燃料芯材最高温度がブリスタ発生温度（500～600℃）を超えないように設計する。



評価方法

研究炉用定常熱水力計算コード**COOLOD**を用いてONB温度やDNBR等を算出（定常状態）



設計条件と比較して十分な裕度を有する冷却材流量を選定

炉心概念検討：出力分布及び出力ピーキング

- 原子炉内の熱出力は、燃料や制御棒の配置に依存した出力空間分布を示す。
- 最高出力密度（出力ピーキング）の点において、熱水力設計に係る評価を行う。

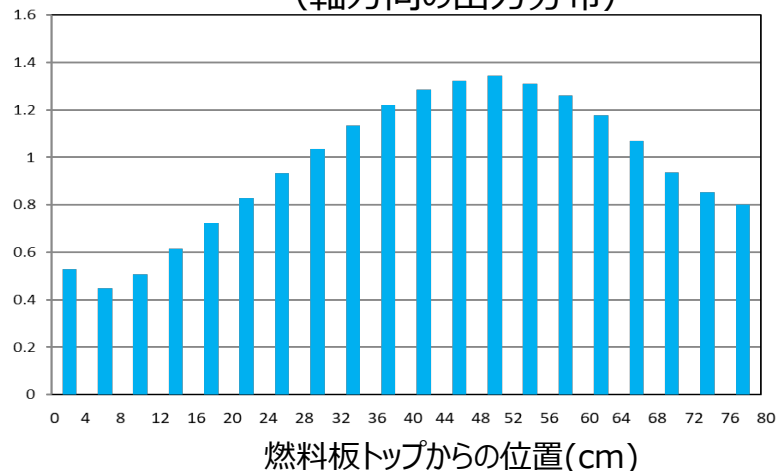
【熱出力分布の傾向】

(水平方向出力分布)

	0.93	0.97	0.93	
0.93	1.10	1.19	1.10	0.93
0.97	1.19		1.19	0.97
0.93	1.10	1.19	1.10	0.93
	0.93	0.97	0.93	

中心部で高く周辺部で低い出力空間分布となる。

(軸方向の出力分布)



燃料の上下両端部は出力は低くなる。

検討で仮定した各ピーキング係数

因子	値
水平方向出力分布因子 (燃料要素ごと)	1.19
軸方向出力分布因子	1.34
局所出力ピーキング (燃料板ごと)	1.36
フィルム温度上昇因子	1.57
不確定因子	1.09

熱出力10MW

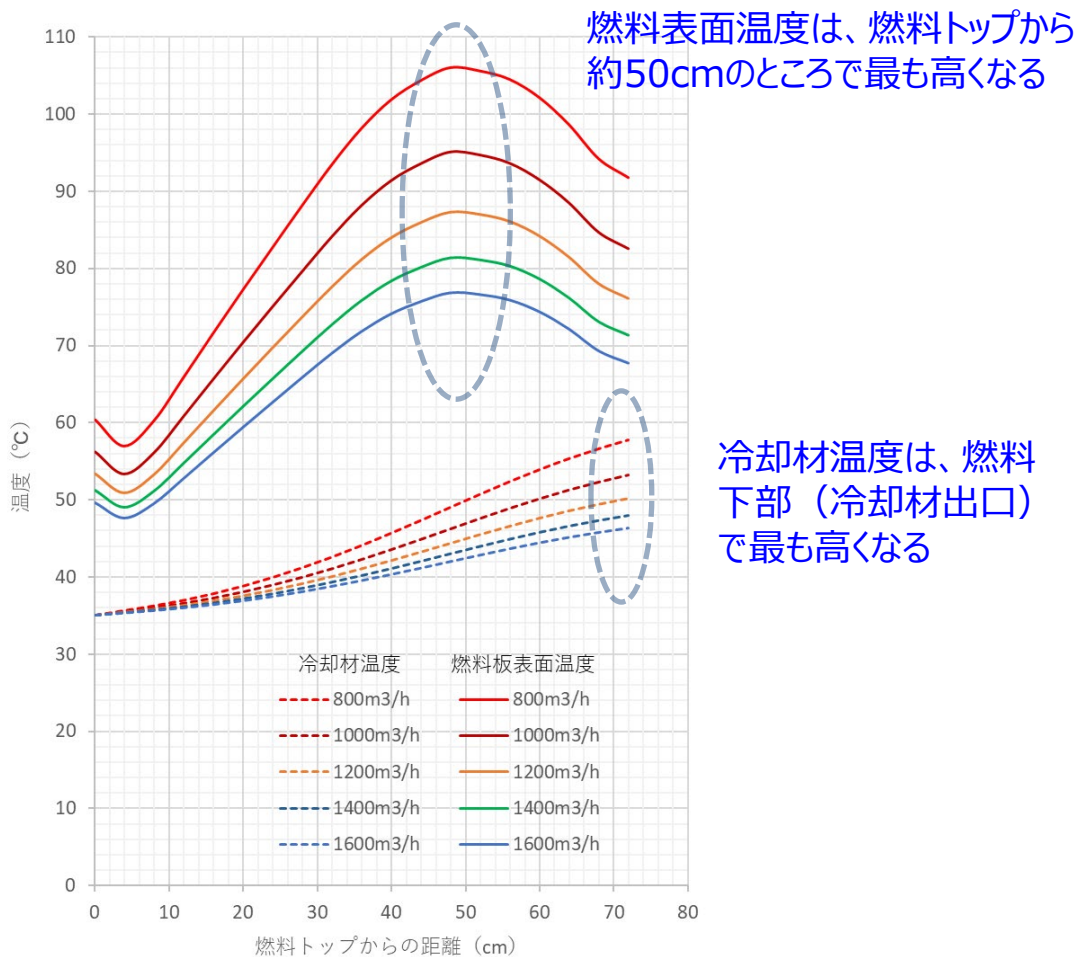
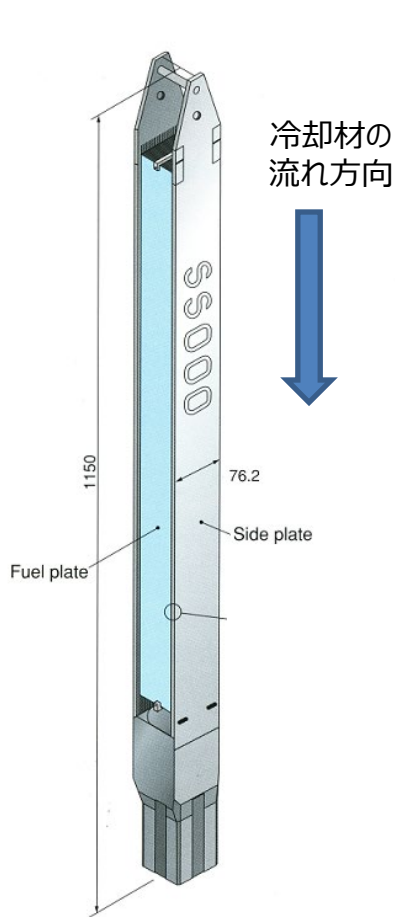
- 平均出力密度：1,078 W/cm³
- 平均熱流束：27.5 W/cm²



出力ピーキング係数：3.71
(左表の係数の積)

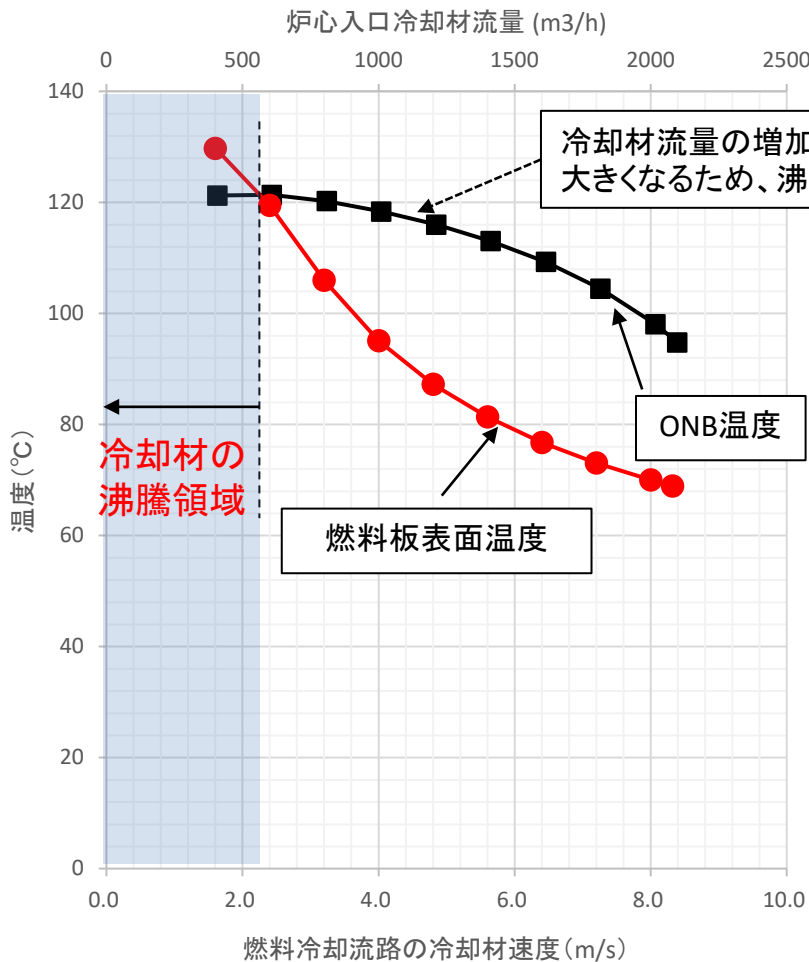
- 局所最大出力密度：4,000 W/cm³
- 局所最大熱流束：102 W/cm²

定格出力における最も出力の高い燃料集合体（ホットチャンネル）の温度解析結果
 （冷却材流量をパラメータとした燃料表面温度と冷却材温度の分布）

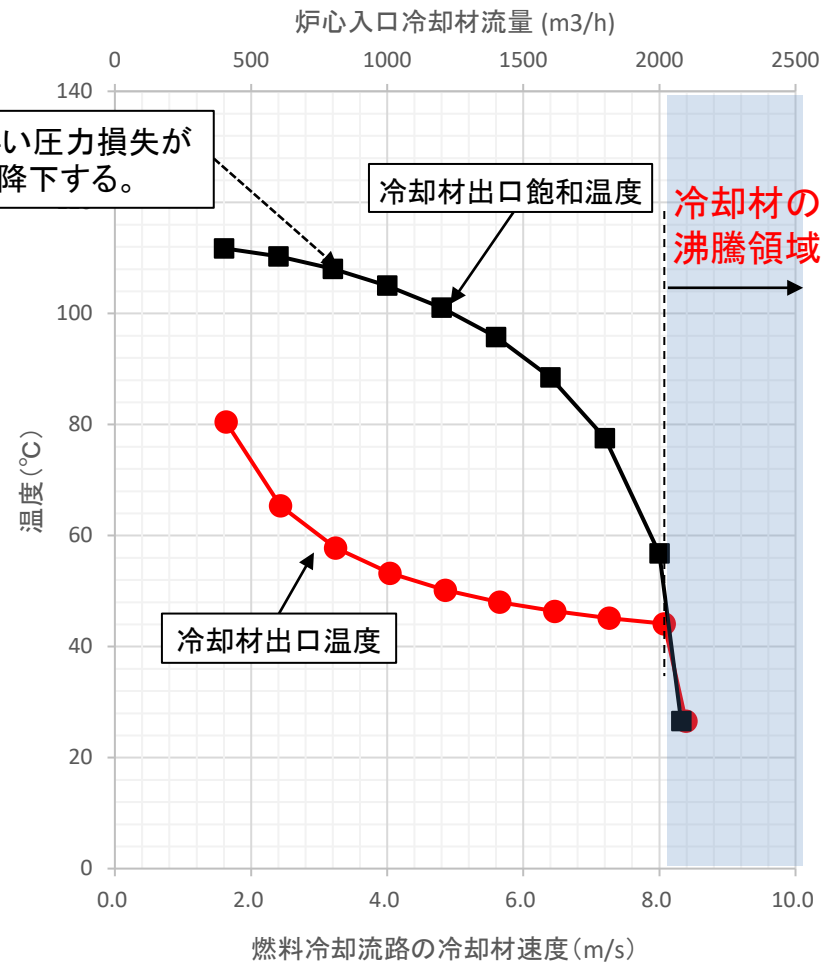


燃料温度が最も高くなる場所と、冷却材温度が最も高くなる場所で、冷却材が沸騰しないか確認

沸騰開始 (ONB) 温度の計算結果
(燃料温度が最も高くなる点)

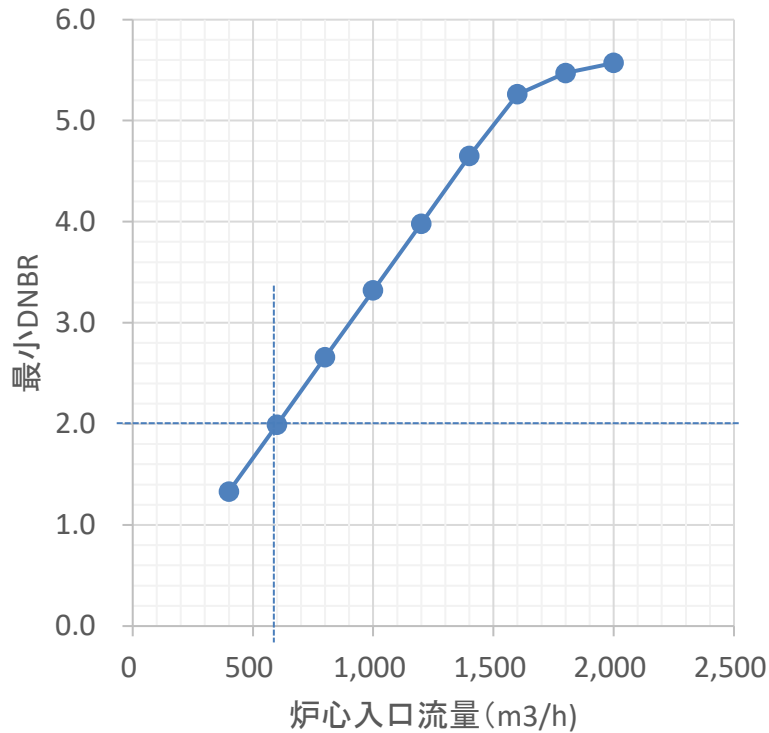


冷却材飽和温度の計算結果
(冷却材温度が最も高くなる出口)

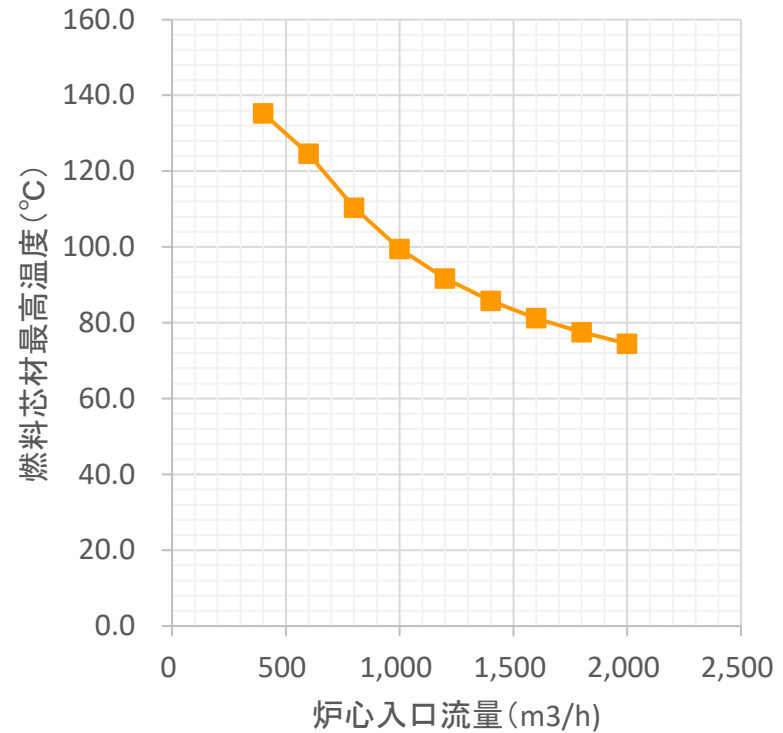


炉心冷却材流量が600m³/h~2000m³/hの範囲であれば、一次冷却材が沸騰することはないと考えられる (参考：JRR-3では約2,400m³/h)。

冷却材流量とDNBRの相関



冷却材流量と燃料芯材温度の相関



原子炉入口流量を400 m³/h～2000 m³/h まで変化させたとき、最小DNBRは1.3～5.6の範囲で変化し、また、燃料芯材温度は135℃～75℃の範囲で変化する。

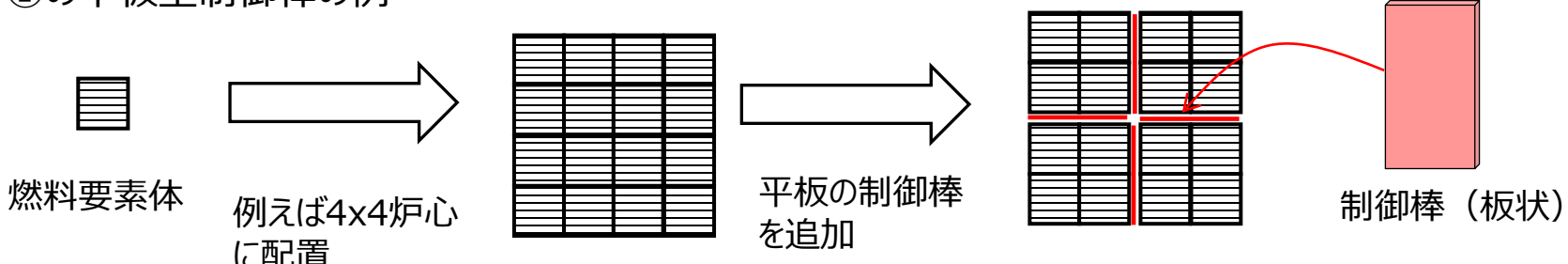
- 炉心冷却材流量が600m³/h以上ならば熱流束は限界熱流束の半分以下(最小DNBRは2.0以上)で、定常運転状態としては十分に条件を満足する。
- 燃料芯材最高温度はブリスト発生温度 (500～600℃) を十分に下回る。

- 初期炉心の熱的評価の結果から、定常運転状態にあつては、燃料要素の熱的制限値を十分に満たす設計が可能である見込みを得た。
- 本結果から判断すると、炉心冷却材流量は600m³/h ~ 2,000m³/hの範囲で検討する必要がある。
- 評価に用いる設計パラメータは、制御要素の影響や照射孔の配置などにも依存するため、今後の検討結果を適時反映しながら進める。
- 今後実施する、運転時の異常な過度変化及び設計基準事故の評価にあつては、具体的な事象の選定を優先して検討する。

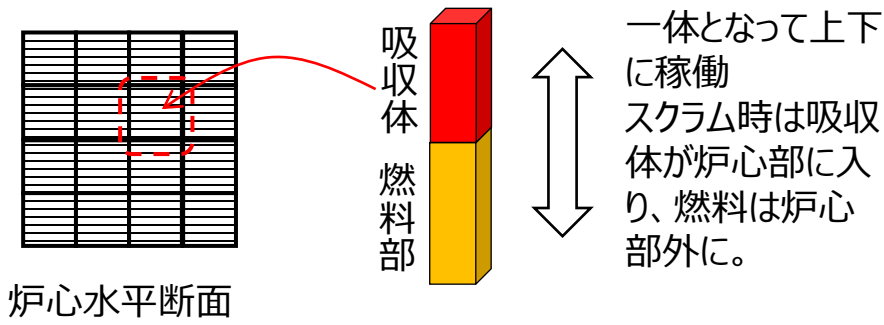
制御棒の方式としては、主に次の2種類がある。

- ① 燃料要素体は全て固定で、その隙間に平板の吸収体を入れて駆動させる方式 … OPAL、JRR-4など
- ② 燃料要素体の上部に吸収体を取付けたものを上下に駆動させる方式（フォロー型燃料） … JRR-3など

◇ ①の平板型制御棒の例



◇ ②のフォロー型燃料の例



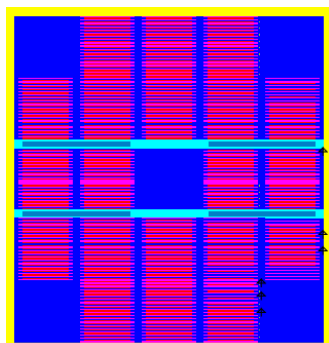
JRR-3の例（模型）



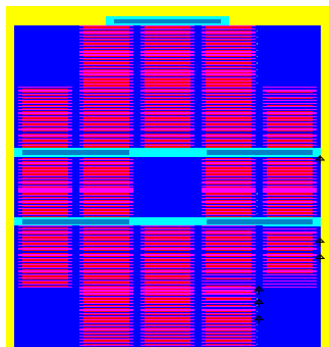
	利点	欠点
平板型	<ul style="list-style-type: none"> ・構造的にはシンプルで操作も容易。 ・特別な燃料要素は不要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・炉心体積が大きくなり、炉心から取り出す熱中性子束が減少。
フォロー型	<ul style="list-style-type: none"> ・炉心をコンパクトにできる。 ・JRR-3、JMTRでの実績が豊富。 	<ul style="list-style-type: none"> ・通常の燃料要素とは別の制御棒一体型の燃料要素が必要。

制御棒高さ0cm時のkeff

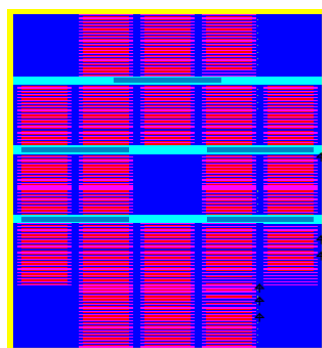
	keff (B-SUS)	keff (HF)	(参)簡易指標
4本モデル	1.057	1.031	8L (0.2)
5本モデルA	1.032	0.998	10L (0.25)
5本モデルB	1.027	0.992	10L (0.25)
6本モデル	0.984	0.935	12L(0.3)



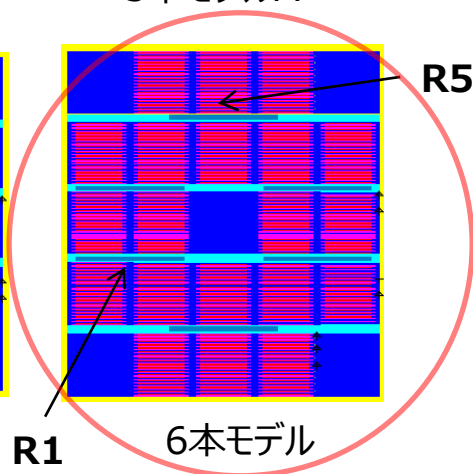
4本モデル



5本モデルA



5本モデルB



R1

6本モデル

R5

6本モデルの制御棒価値（材質：Hf）

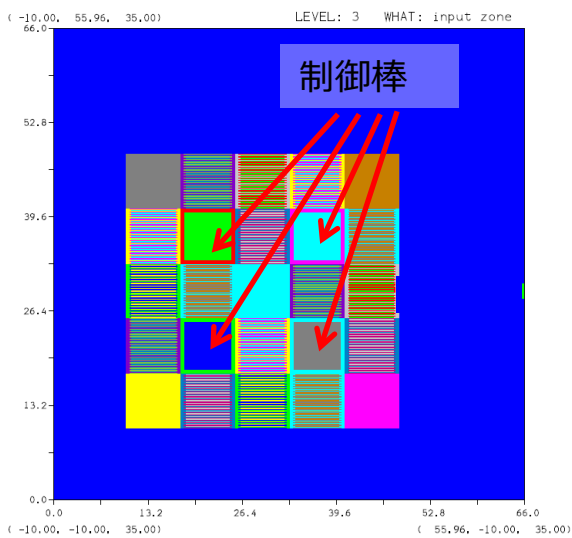
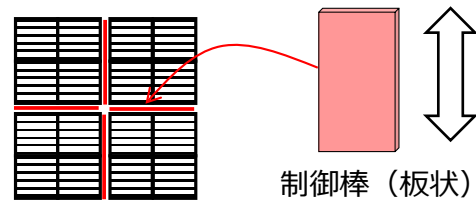
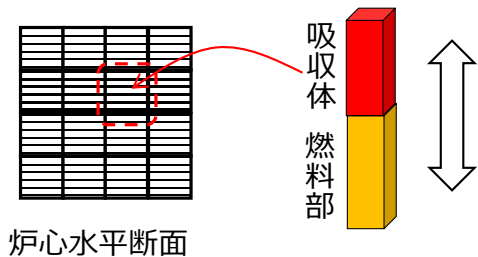
CR高さ	keff	誤差(%)	誤差
全て20cm	1.0058	0.146	0.0015
①R1のみ70cm	1.0319	0.076	0.0008
②R1のみ0cm	0.9909	0.079	0.0008

R1の制御棒価値： **3.972**±0.004 %Δk/k

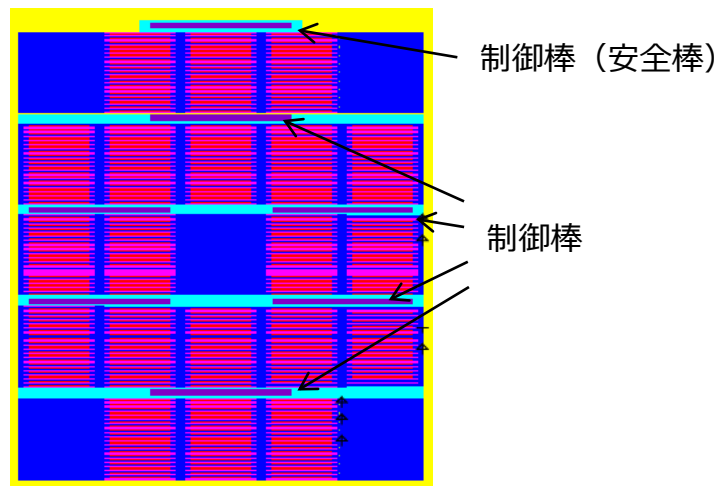
CR高さ	keff	誤差(%)	誤差
全て20cm	1.0058	0.146	0.0015
①R5のみ70cm	1.0393	0.069	0.0007
②R5のみ0cm	0.9898	0.074	0.0007

R5の制御棒価値： **4.763**±0.005 %Δk/k

制御棒価値はJRR-3と同程度の約4%



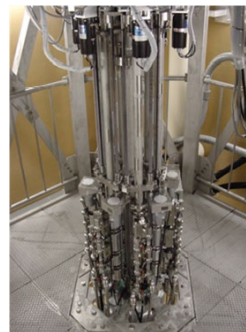
フォロワ型採用の場合の炉心



平板型採用の場合の炉心

今後の予定

- 中性子束の比較検討。
- 制御棒駆動機構の取り合いの検討。
 - ⇒ 狭い間隔で制御棒を配置する必要があり、それも考慮した制御棒構造・配置を調べる。



(参考) JRR-3の制御棒駆動装置 (JAEA-Technology 2015-056)

JRR-3では、炉心の下部から制御棒を挿入する。新試験研究炉でも、炉心下部から制御棒を挿入する方式を検討している。

1. 炉心概念検討

- ✓ 燃料要素の熱的評価について、定常状態（初期炉心）においては十分熱的制限値を満たす設計が可能である見込みを得た。
- ✓ 制御要素については、フォロー型と平板型をそれぞれ使用した場合の配置等を構築した。

2. 今後の進め方

- ✓ 燃料要素の熱的評価については、過渡事象時の解析に向けた準備を進める。
- ✓ 運転計画立案のために、JRR-3等を参考にメンテナンスに必要な期間等を整理する。

前回（第3回）コンソーシアム委員会での御報告

○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年度における調査状況

- 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中
- 次回（第5回）コンソーシアム委員会にて検討結果を御報告予定

- 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** ^(*1) することも推奨される。
- 上記を受け、原子炉の設置に向けたさらなる詳細な設計においては、**高度な設計能力や専門知識を備えた者から技術提案を受ける**など、多様な視点を踏まえて実施していくことが理想的と考える。今後、技術提案を促すための**説明会の開催を計画**している。
- また、国土交通省のガイドライン^(*2)を踏まえ、詳細な設計を開始した後の個別の契約や経費の妥当性については、**第三者による助言**を得ることで、設計活動に関する適正化を図ることが重要である。
- 試験研究炉のあり方に関わる重要な事項については、節目節目で以上の観点を含めた**文部科学省によるレビュー**を受けるとともに、地元の皆様へご説明を行いつつ、設計活動を進める。

*1: 官公庁施設の設計業務委託の在り方について(国土交通省建設審議会・平成3年3月)

*2: CM(Construction Management)方式活用ガイドライン(平成14年2月)



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の活動状況**
- **10MW研究炉の性能を活かすために**
- **装置実現で展開する先端研究**
—中性子小角散乱(SANS)を例に—
- **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。

**Webシステム(ZOOM)にて、2回に分けて実施。
WG1-3主査からの検討状況説明後に、講演とまとめを行った。**

令和4年7月21日(木) 15:00~16:30

RI製造について

日本核医学会 理事長 絹谷 清剛
(金沢大学 医薬保健研究域医学系 教授)

令和4年7月26日(火) 10:00~16:30

放射化分析 日本放射化学会 理事 三浦 勉
(産業技術総合研究所 上級主任研究員)

陽電子 日本陽電子科学会 副会長 長嶋泰之
(東京理科大学 理学部 第二学部長)

生物照射 日本BNCT学会 幹事 中村浩之
(東京工業大学 化学生命科学研究所 教授)

材料照射 日本原子力学会 材料部会 部会長 福元謙一
(福井大学附属国際原子力工学研究所 教授)

令和4年7月26日(火) 10:00~16:30

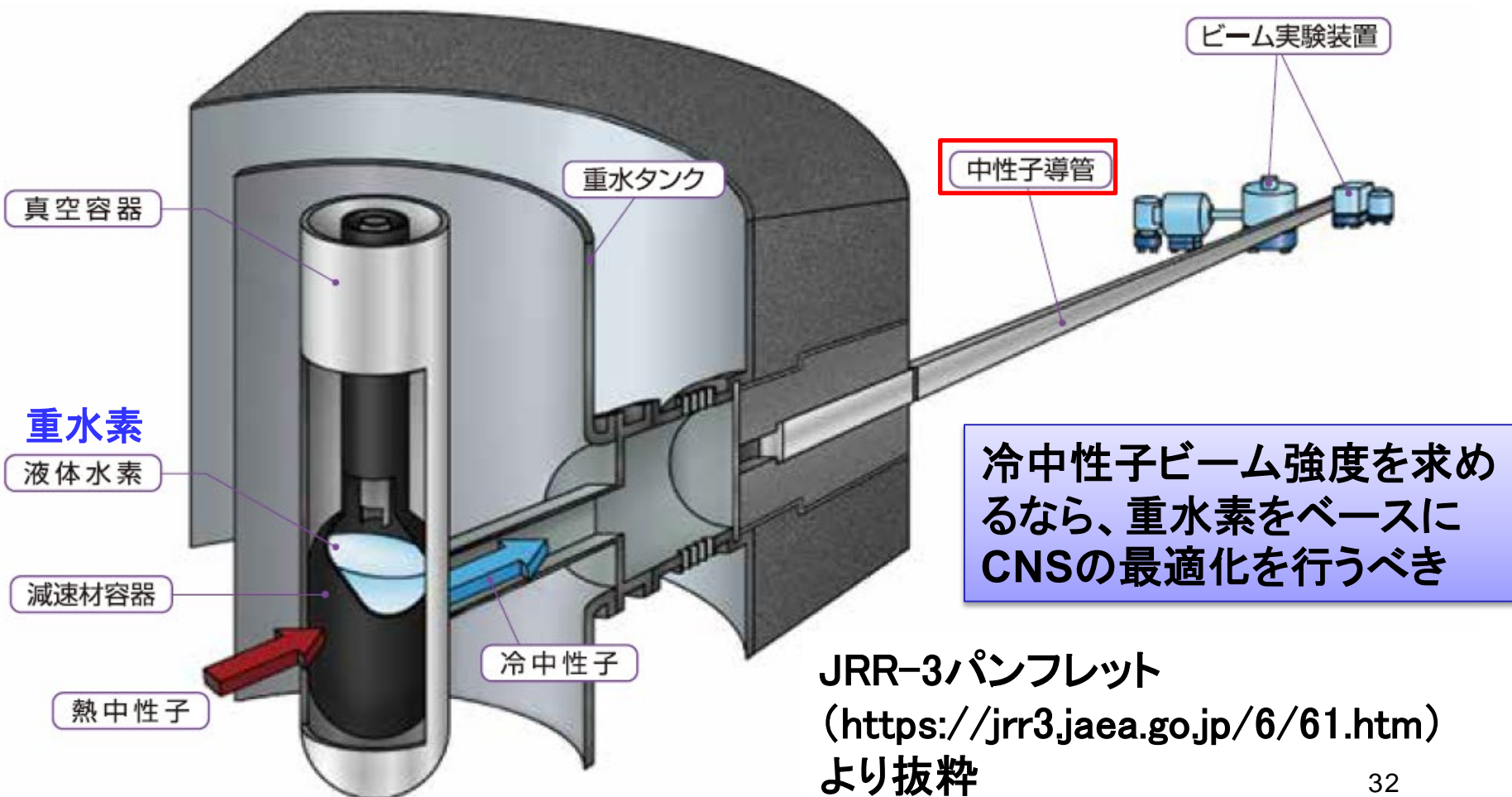
中性子ビーム利用
日本中性子科学会

- ・ 全体概要 (第二次答申) 清水裕彦
(ロードマップ検討ワーキンググループ委員長/名古屋大学 教授)
- ・ イメージング 鬼柳善明
(北海道大学 名誉教授)
- ・ 中性子散乱 (小角、反射率) 古坂道弘
(高エネルギー加速器研究機構 オープンバージョン推進部 アドバイザー)
- ・ 中性子回折 吉田亨次
(福岡大学 理学部 准教授)
- ・ 非弾性散乱 加倉井和久
(総合科学研究機構 サイエンスコーディネーター)
- ・ 基礎物理 清水裕彦

各日のまとめでは、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、主に議論を行った

冷中性子源 (CNS: Cold Neutron Source)

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有効であり、高性能のCNSは最先端ビーム装置に必須。



安定的に定常中性子ビームが供給できる研究炉では、遮蔽が少なく装置コンパクトにでき、多くの装置が設置するべき。まず汎用性や利用頻度が高い装置について最優先で設置し、新試験研究炉の存在意義をアピールすること重要。下記の4つの装置をまず提案する

①小角散乱装置



②イメージング装置



③回折装置



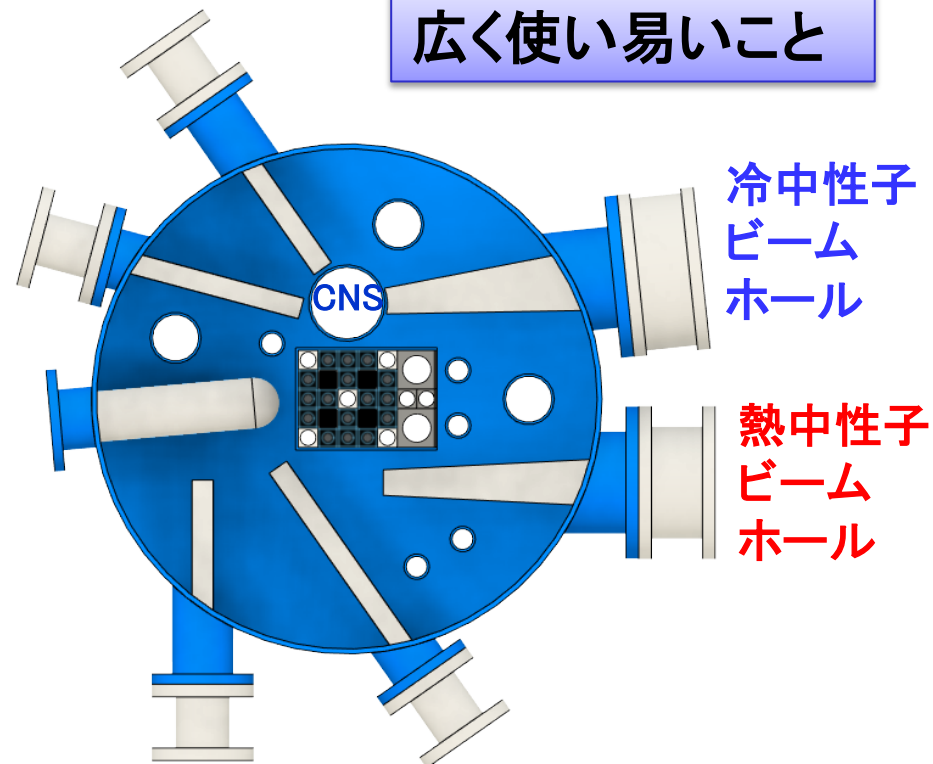
④反射率装置



 主に熱中性子利用

 主に冷中性子利用

広く使い易いこと



まず中性子強度等の装置性能が重要だが、特長を出す試料環境(例えば、他施設では測定困難なRI試料測定等)検討も重要

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



10MWの研究炉の性能を最大限活かし、今後益々多様化する学術研究や産業利用のため整備すべき装置案

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

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も重要

汎用性や利用頻度からまず①放射化分析装置。
ビーム利用同様、10MW研究炉の性能を最大限活かすため、
②—⑤の照射利用装置も重要。

- 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

炉心領域: ②、③ 重水反射体領域: ①、② 水平実験孔: ④、⑤

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。

- 現在のニーズ調査検討が、複数の学術コミュニティの期待(要望)と、大きな方向で十分合致していることを確認。
- 医薬品に必須なRI(特に治療薬にもなるもの:例えば ^{177}Lu)の非常に強いニーズと安定供給を目指した研究炉ネットワーク促進の期待。
- 新試験研究炉の本格稼働時に最先端の利用(学術だけでなく産業も)にどう繋いでいくか、継続的に関連コミュニティと協力して盛り上げて、建設につなげる努力、体制が必要。



ルタテラ

<https://www.fujifilm.com/ja/news/3267>

世界をリードする原子炉中性子施設 (想定10MW)

—研究者と利用者が集う利用方法・利用技術集約拠点—

既存の技術で早く確実に建設

JRR3, KURで培ったノウハウ
小角散乱、反射率、粉末回折、中性子イメージング
Beam 実験に適した原子炉(炉心・冷及び熱中性子源)
Guideによるbeam輸送の最適化
使いやすい施設設計
装置最適化設計

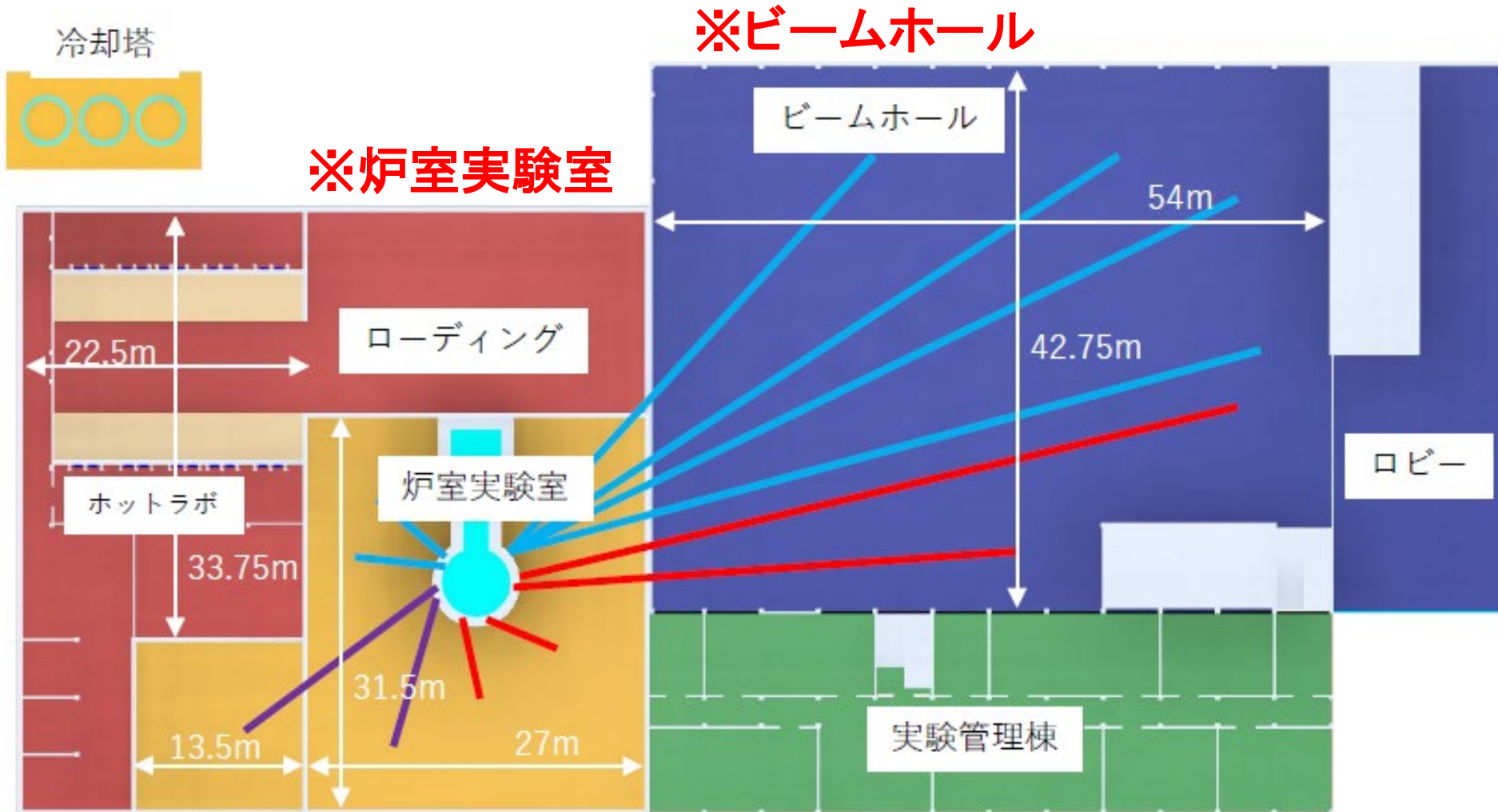
拠点形成・人材育成

西日本の中性子研究・産業利用の拠点
次世代研究用原子炉・デバイスの設計・建設技術者・研究者
量子ビーム科学の将来を担う若手研究者
量子ビーム科学の普及 (中性子研修センター)
ユーザーのアクセスの利便性
専任顧問による先端研究への諮問

新技術の世界最先端拠点(日本のお家芸)

世界初: 金属基板スーパーミラーを線源近くに導入
日本発: 集光型小角散乱装置によるコンパクト設計
高度な偏極、検出技術
設計方法のパラダイムシフト
非弾性散乱(3軸分光器、Chopper, Backscattering, Spin Echo)
1nm帯極冷中性子、近熱外中性子源の開発
オペランド科学センター(バイオセンター)
情報中性子科学 応用センター



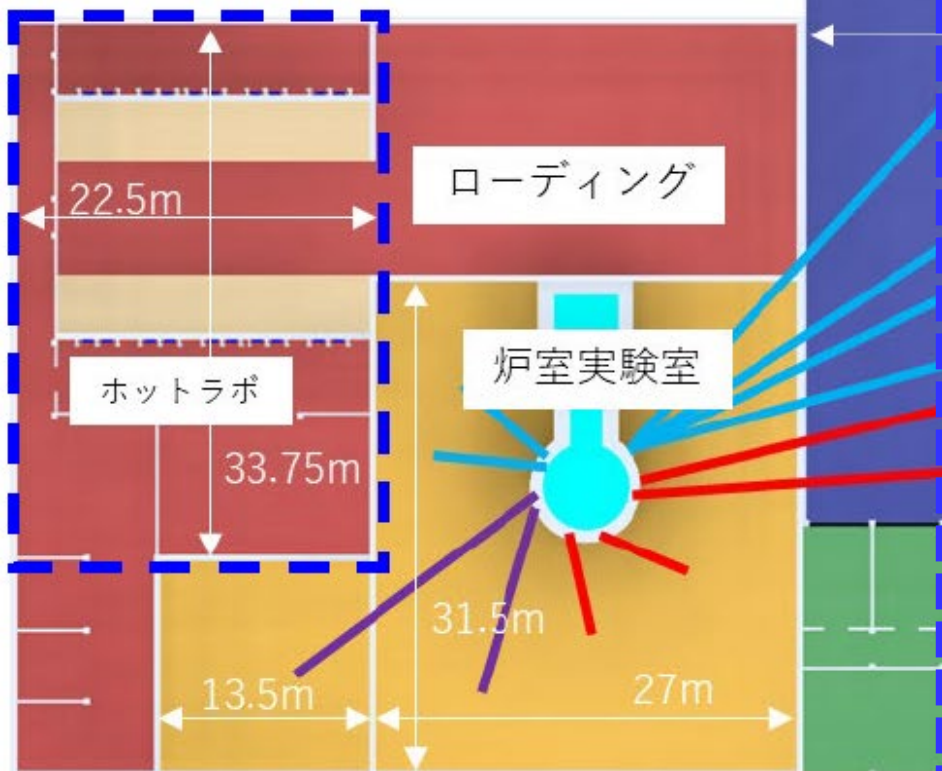


国際公共財として世界に誇れる利用施設を目指すには、CNSはもちろん、広いビームホール、使いやすい炉室実験室の実現が必須。関連分析装置や拡張性も重要。

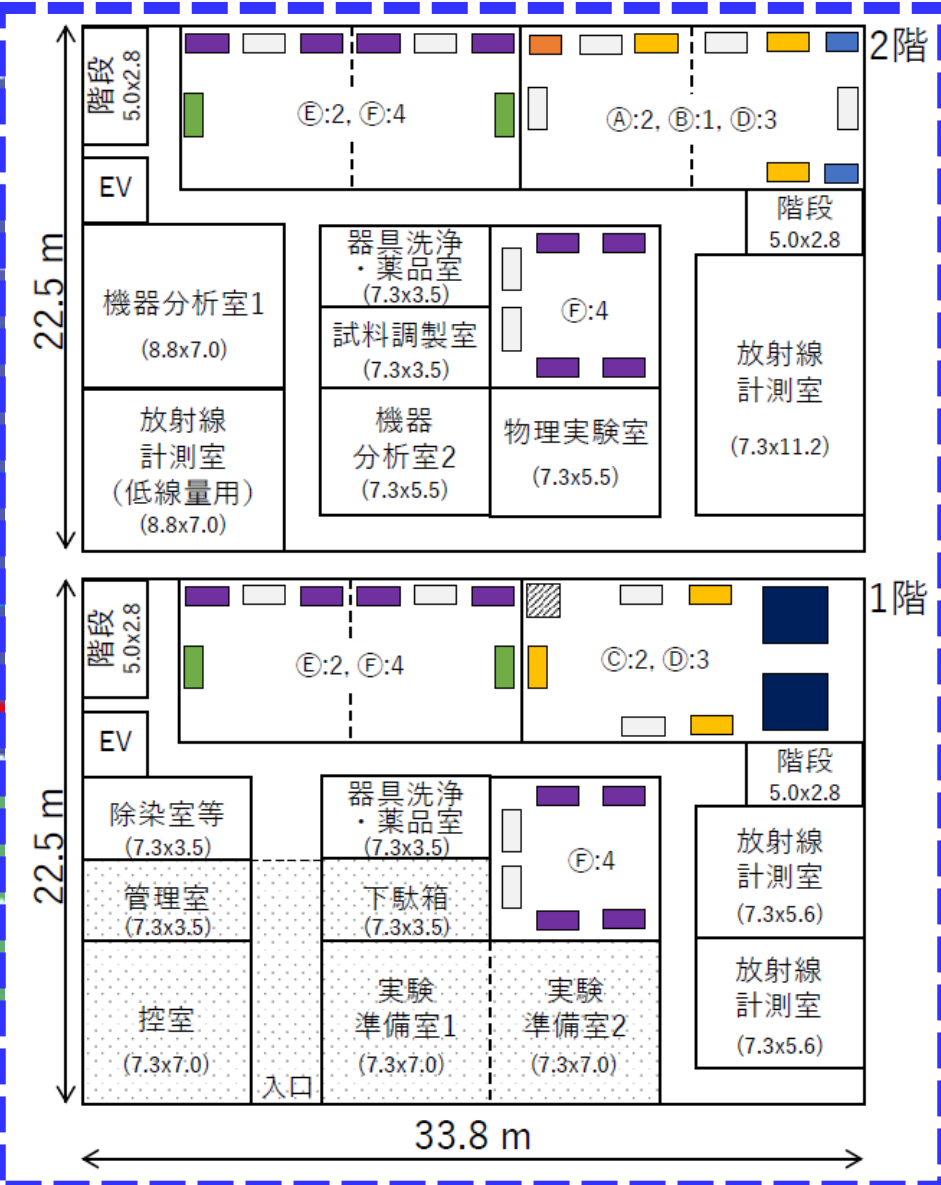
KURNS たたき台として検討している実験装置スペース

冷却塔

2階建てで検討



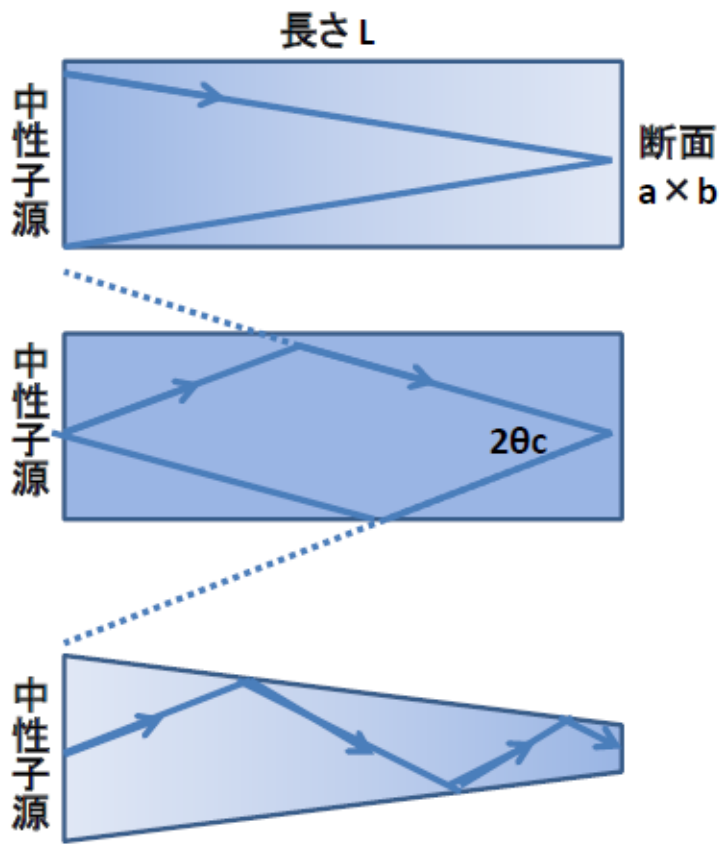
KURの知見を入れて、放射化学分野を中心にホットラボの検討を進めている。



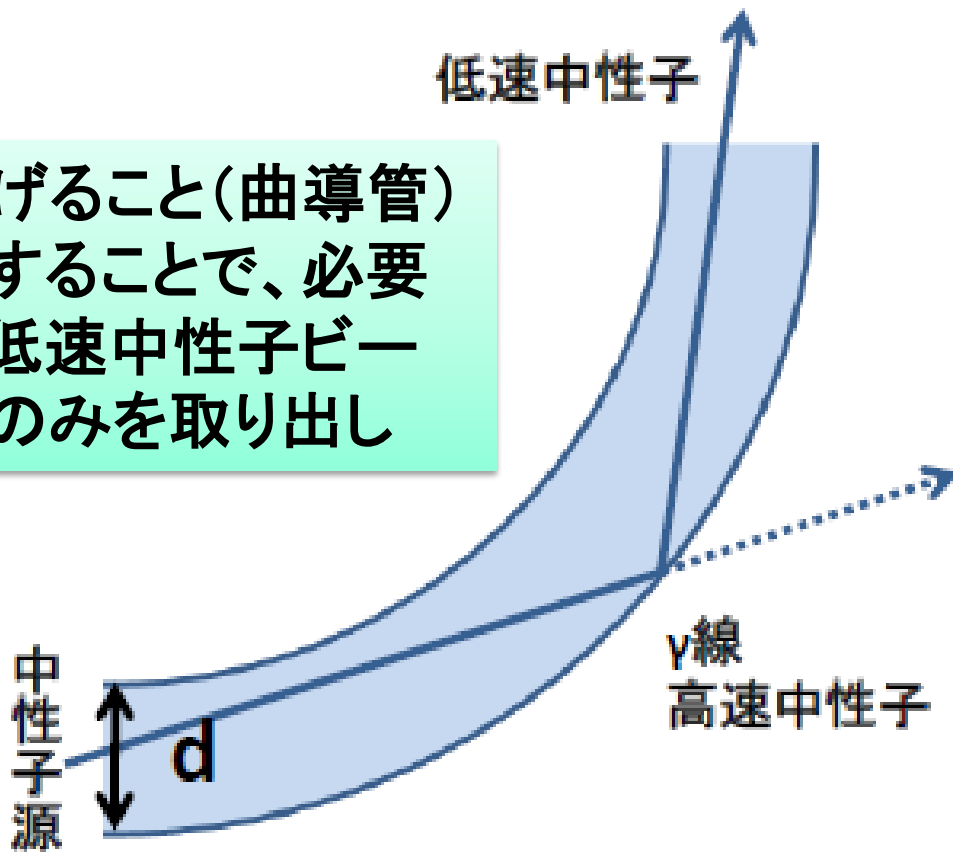
原子炉
(+CNS)

中性子ビーム輸送(中性子導管等)

装置(試料)



曲げること(曲導管)にすることで、必要な低速中性子ビームのみを取り出し



中性子導管は内面に反射ミラー有り。臨界角 θ_c 以下の垂直成分のエネルギーの中性子を反射。導管入り口の強度を出口まで保つ。

JRR-3の導管の幅は20mm 縦は熱中性子用200mm 冷中性子用120mm

Technical Data <https://www.frm2.tum.de/en/frm2/news-media/brochures/>より 

Guide	NL1	NL2a-o	NL2a-u	NL2b	NL3a-o	NL3a-uS	NL3a-uN	NL3b
Length (m)	40	48	60	57	46	30	29	51
Section (mm ²)	60 × 120	44 × 60	44 × 100	12 × 170	50 × 50	10 × 56	38 × 56	50 × 45
Coating up to	m = 2.5	m = 3.0	m = 2.0	m = 2.0	m = 3.0	m = 3.0	m = 3.0	m = 2.0
Curvature (m)	1000	160	2000	400	460	30	460	800
Instrument(s)	BIODIFF NREX	J-NSE	TOFTOF	REFSANS	KWS-2	KWS-3	unused	KWS-1



MLZ is a cooperation between




Guide	NL4a	NL4b	NL5-S	NL5-N	NL6-S	NL6-N
Length (m)	34	52	70	35	54	35
Section (mm ²)	50 × 50	50 × 110	29 × 170	29 × 170	60 × 120	10 × 120
Coating up to	m = 2.0	m = 3.0	m = 2.0	m = 2.0	m = 2.2	m = 2.0
Curvature (m)	480	390	1640	400	1000	84
Instrument(s)	SANS-1	PGAA	RESEDA TREFF	MARIA	MIRA-2 DNS SPHERES	MIRA

各装置ごとに最適化した中性子ビームを得るように、中性子導管を設計・設置。最上流の水平実験孔のサイズ大きくする必要があります。

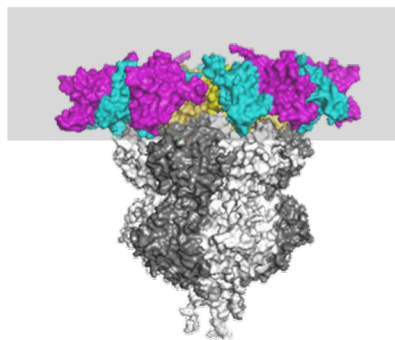
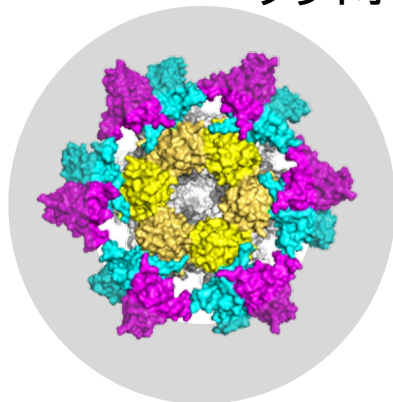
中性子散乱でクライオ電子顕微鏡*でも見えない構造・動きを見る！

*2017年ノーベル化学賞

24個の時計タンパク質が作る巨大タンパク質会合体

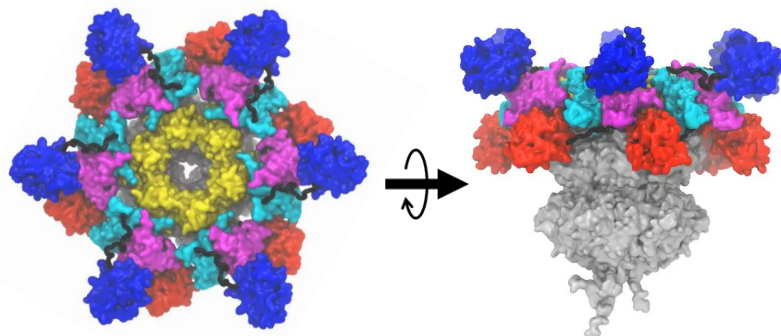
クライオ電子顕微鏡像

中性子散乱+大型計算機解析



Snijder et al., *Science* 355, 1181–1184 (2017)

灰色部分に存在すると推測される全体の24%のタンパク質が見つからない

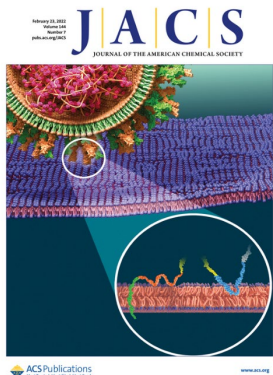


彼らは全体構造を安定化させる位置にあることが判明。ゆらゆらと動いており、電子顕微鏡では見えなかった

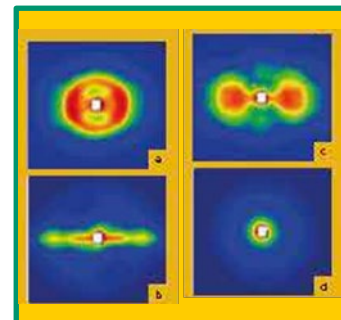
成果は日・仏でプレスリリース(京大杉山G)

中性子散乱で病気とも戦う！ フランスの研究用原子炉での成果

中性子散乱を用いてCOVID-19のスパイクタンパク質が細胞膜に取り付き侵入してく過程を解明。



中性子散乱を用いてアルツハイマー型認知症の原因であるβアミロイドタンパク質の繊維化の過程を解明。



左) βアミロイドの繊維化の予想図
右) 中性子散乱で観測された繊維化過程

- 利用ニーズが大きいと考えられる学会にコンタクトをし、WG1-3合同研究会を開催した。これらの学会の専門家と議論し、現在の検討方針に大きな齟齬がないことを確認。
- 最先端のビーム利用を目指すために、CNS、中性子輸送(導管)の最適化及び水平実験孔サイズの重要性について紹介。
- 装置の中でも今後も広く様々な利用が見込まれる中性子小角散乱(SANS)の生命科学関連の先端研究の一端を紹介。

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。人が集まる魅力的な施設・利用運営を目指し、関連コミュニティを巻き込んで、広く連携しながらも主体的かつ継続的な活動体制が求められる。

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

■ 概要

1. 伴走型連携

- 1) 産業利用に関する経験・実績等の紹介(WG3会合)
- 2) 産業利用のしくみ
- 3) 地元企業の関心誘起
- 4) 情報発信

2. 学内教育

- 1) 令和4年度第1回学内セミナー
- 2) 令和4年度第2回学内セミナー(計画)
- 3) 福井県との共催事業 高校生向け講習会

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(計画)
- 5) 試験研究炉 施設見学バスツアー(計画)

WG3(1. 伴走型連携)



University of Fukui

活動状況

1)WG活動

これまで産業利用向けの中性子ビーム及びRI製造技術の説明を受け、利用経験のある企業や地元企業から意見を聴いてきた。また、先行事例として中性子施設をもつ茨城県での中性子の産業利用取組みについて説明を受けた。(WG活動実績参照)

今年度は、引き続き産業利用にコミットする茨城大学の活動について第5回WGにて説明を受けた。今後、利用機会の少ない地方企業の利用促進の経験について説明を受け、検討に資する予定である。

今年度の実績と予定

○第5回WG(令和4年7月22日)

「茨城県委託事業に対する茨城大学の取組み」 茨城大学・日下勝弘

- ・J-PARCビームライン(茨城県分)の運転維持管理、利用支援、試験研究、人材育成、先導研究等について紹介(次頁参考)

○第6回WG(計画中)

地方企業の利用促進について (調整中)

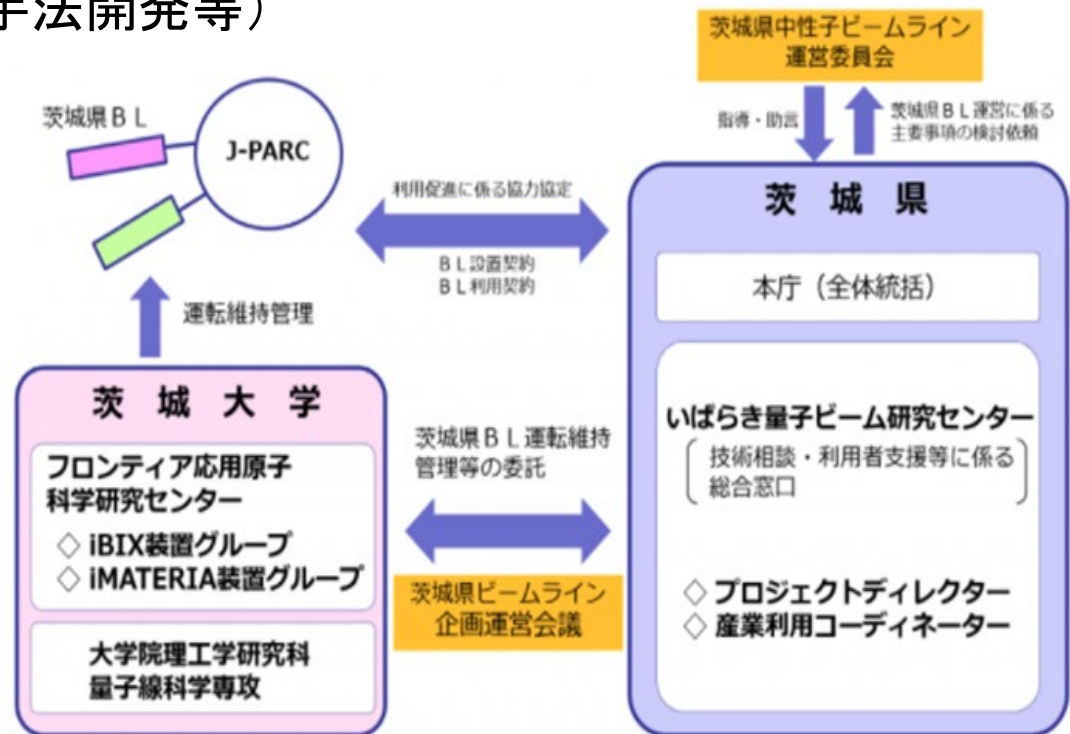
- ・利用機会の少ない地方企業に対する利用促進策

WG3(1. 伴走型連携)

茨城大学の産業利用に向けた取り組み

茨城大学では、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、以下を実施。

- ・運転維持管理(課題審査、スケジュール調整、試料管理、機器管理・運用)
- ・利用支援(測定、データ処理、解析等)
- ・試験研究(装置高度化、新手法開発等)
- ・人材育成、
- ・先導研究等





WG3(1. 伴走型連携)

参考 これまでのWG実績

第1回 活動計画の検討

第2回 産業利用技術

- ・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

第3回 産業利用経験と地元企業意見

- ・JRR-3利用経験と要望: JSR株・湯淺毅
- ・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

第4回 産業利用参画連携のしくみ

- ・茨城県の中性子産業利用取組み: 茨城県庁・児玉弘則

WG3(1. 伴走型連携)

2) 産業利用のしくみ

○産業利用を促進するため必要となる機能を拾い出し、全体のイメージ案を作成する予定であり、検討中の内容を紹介。今後、WG3にて議論し、まとめていく予定である。

- ・福井県には、金属・機械、樹脂加工、化成品、セラミックス、繊維、伝統産業など多岐分野にわたる企業が存在。
- ・一方、大企業は少なく、中性子産業利用の専門家はほとんどおらず、技術知見は蓄積されていない。
- ・そのため、利用協議会、講習・研究会活動、情報発信などの中性子利用の普及活動に加えて、利用をさらに促進するしくみに工夫が必要である。また、西日本の拠点としての視点も必要である。

①伴走型連携

シーズとニーズをマッチングさせ、臨機応変な対応がとれる大学と企業の連携を目指す

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

③中性子に限らない幅広い窓口

本来目的(分析、検査等)を達成する手段の一つとして中性子をとらえ、X線、電子線、放射光、他施設の中性子線など目的達成のベストアンサーをアレンジする。また、関連施設と連携したプラットフォーム化。

④支援制度

利用を後押しする技術学習、トライアルユース、補助金支給等の入り口の敷居を下げる支援。また、利用を支える専門技術者育成のため、既存施設を利用した育成助勢が必要。

⑤産業利用を支える専門技術者の確保

実験や分析評価を行える専門技術者が不可欠であるが、大学等では要員確保は困難であり、専門技術者の育成も含めた確保策についての検討が必要である。

WG3(1. 伴走型連携)

3) 地元企業の関心誘起

○セミナー等の機会利用して地元企業との対話の実施

- ・北陸テクノフェア、オープンセミナー等での活動

○個別対話

- ・関心を持つ地元企業との個別対話を進めていく
- ・また、地元企業と接点のある関連機関等とも連携をしていく

○既存炉利用(トライアルユース)

- ・新試験研究炉の運転開始には期間を要するので、既存炉を利用した中性子技術の普及が適切。企業の利用を後押しするには、支援制度の実現が必要

4) 情報発信

○メールによる発信(継続)

○次年度以降(設計段階)の取り組み検討



WG3(2. 学内教育)

- 1) 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
9月1日、18:00～19:30(参加者33名、内学外名)
- 「新試験研究炉へ 臨床医のお願い」(ビデオ)
金沢大学 医薬保健研究域医学系核医学 教授
一般社団法人日本核医学会理事長 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 量子医科学研究所
分子イメージング診断治療研究部 部長 東達也

WG3(2. 学内教育)

・参加人数33名、アンケート回答者数14名

・「新試験研究炉へ 臨床医のお願い」

感想：発電以外の利用方法、放射線治療薬の分野で日本が世界に遅れをとっていることが理解できた。

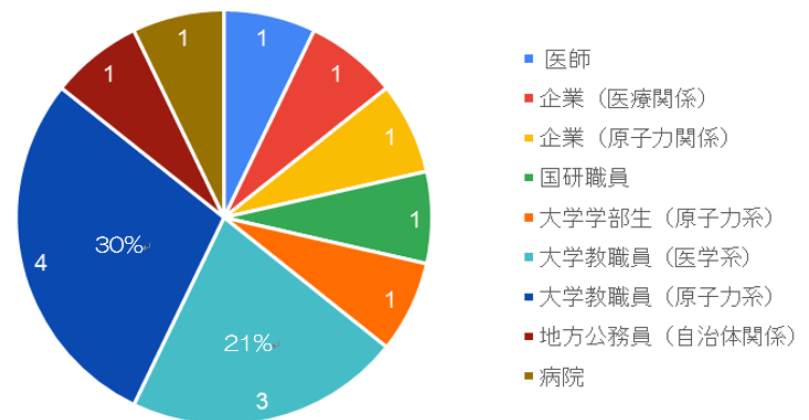
セラノスティクスの普及のためにまだ多くの課題があり、国をあげて取り組んでいく必要があることが理解できた。

・「核医学治療 ～研究開発の現状～」

感想：核医学治療に関わるRIの必要量やコスト、臨床利用のためのハードル等具体的に理解できた。

国内での放射性医薬品の承認は非常にハードルが高いことがわかった。

回答者の職業（業種）内訳





WG3(2. 学内教育)

2) 福井県との共催事業 高校生むけ講習会(対面)

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

説明資料 : 「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

WG3(2. 学内教育)

2) 福井県との共催事業 高校生むけ講習会(対面)

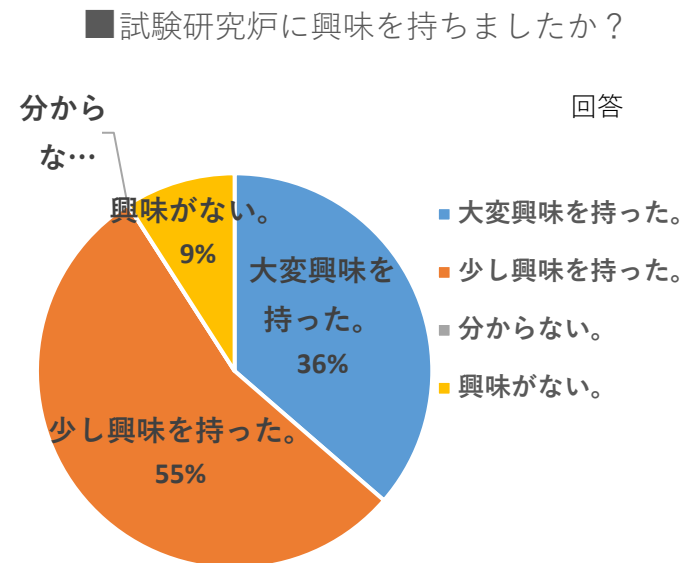
②10月22日(土) 福井大学附属国際原子力工学研究所一般公開の一環として
・「敦賀半島に西日本の新たな研究拠点 ～試験研究炉～」

福井大学 宇埜正美

一般公開としているが、コロナの影響で、あらかじめ参加登録をした福井大学学生、若狭高校生(12名)、敦賀高校生(1名)が来所し、この高校生に対して、県の委託を受けて原安協が作成したpptを用いて説明した。

感想:

- ・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んだなと思いました。
- ・原子力を廃止しようとしているのに原子力を学ぶ意味と原子力を学んでどんな所に就職できるのか2つがわかった。
- ・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りました。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だなと思いました。





WG3(2. 学内教育)

今後の予定

1. 伴走型連携

- ・産業利用の促進のしくみについて、関連機関等と意見交換し、認識の共有化を図りながら要求機能を整理し、イメージ案としてまとめる。
- ・セミナー、個別対話等の機会を利用して地元企業の関心誘起を図っていく。
- ・メールによる情報発信を継続し、今後の発信について検討をしていく。

2. 学内教育

令和4年度第2回学内セミナー(計画)

12月頃、第2回セミナーは材料分析をテーマに、学生の参加も意識して、基礎と応用をセットで

- ・中性子散乱・回折の基礎: 京都大学 井上倫太郎 先生
- ・中性子散乱・回折の応用: 三重大学 鳥飼直也 先生

WG3(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

調査対象： 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(病院など):44機関 建設・機械:112社 電気・電子:33社 繊維・化学:79社]

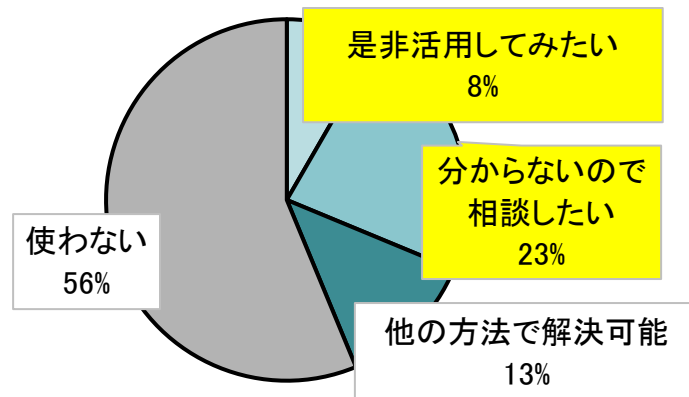
(回答60社(建設業・製造業:48社、RI利用関連企業等12社):回収率約22%)

調査方法： アンケート、パンフレット、産業利用に関する説明資料を送付

建設業・製造業(※)に対する調査結果

(※)建設・機械、電気・電子、繊維・化学の3分野

■ 利用の意向(建設・製造関係)
(回答母数:48件)



- ✓ 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
- ✓ 他方、約7割が「使わない」「他の方法で解決可能」と回答

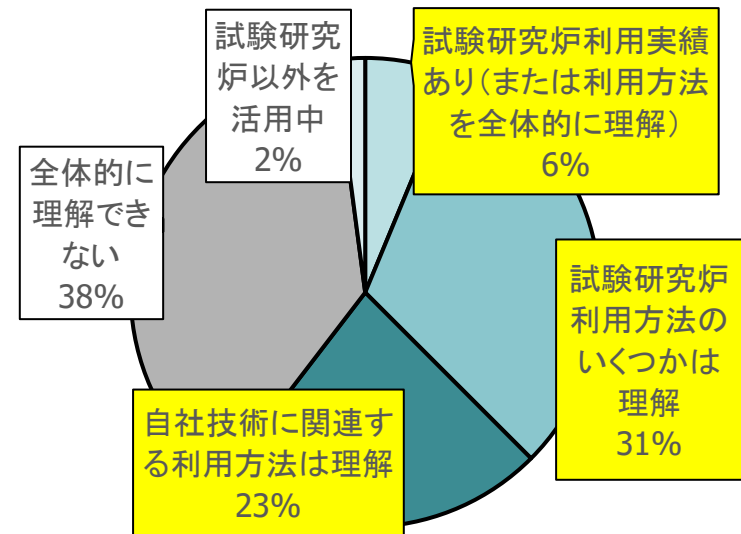
WG3(3. 福井県の事業)

建設業・製造業(※)に対する調査結果(つづき)

■ 研究炉を利用する場合の懸念について
(回答母数: 101件(複数回答可))



■ 試験研究炉の活用に関する理解度
(回答母数: 48件)



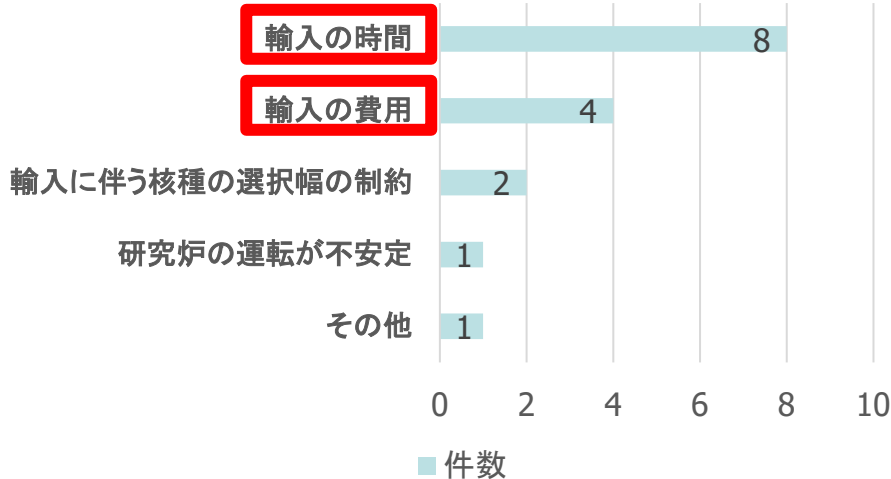
- ✓ 昨年度調査(福井県内企業が対象)と同様、「利用料金」と「技術支援」に対する懸念が示されたほか、県外企業への調査ということで「アクセス」や「原子炉の安全性」といった新たな懸念も示された。(左図)
- ✓ 試験研究炉の活用に関する理解度は、一定程度理解している企業が約6割であった。一方約4割は理解できないと回答。(右図)

WG3(3. 福井県の事業)

RI(※)利用関連企業等に対する調査結果

(※)RI: 放射性同位元素

■ RI利用上の課題について (回答母数: 16件(複数回答可))



■ 使用している主なRI核種と利用目的

RI核種	利用目的
Tc-99m, Ga-67, Tl-201, I-131, I-123, Mo-99, F-18, C-11	画像診断
Y-90, Ra-223, I-125	治療
Ge-68, Cs-137	測定器校正
H-3, C-14, Na-22, Fe-55, Co-57, In-111, At-211	研究 (薬学、核医学等)
P-32, H-3, C-14	実験 (トレーサ実験等)

- ✓ 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、12機関(回答があった全数)から示された。



WG3(3. 福井県の事業)

2) 学生向け講習会

<1. 福井工業大学>

【実施概要】

7月22日(金)、26日(火) (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:22日(22名)、26日(20名)

担当教官 砂川教授

講義題目、講師

(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 川端名誉教授

(3)ホウ素中性子捕捉療法の取り組み(BNCT)

名古屋大学大学院 工学研究科総合エネルギー工学専攻 吉橋准教授

【主な質問(アンケート)】

- ・ホウ素はどのようにしてがん細胞に吸収されるのか、正常細胞に吸収されないのか。
- ・中性子の発生源を原子炉から加速器に変えたのになぜ試験研究炉を使って実験するのか。
- ・ α 線放出核種によるがん治療の具体的な方法や内部被ばくをどのように避けているのか。

<2. 福井大学> 福井大学との共催事業

【実施概要】

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

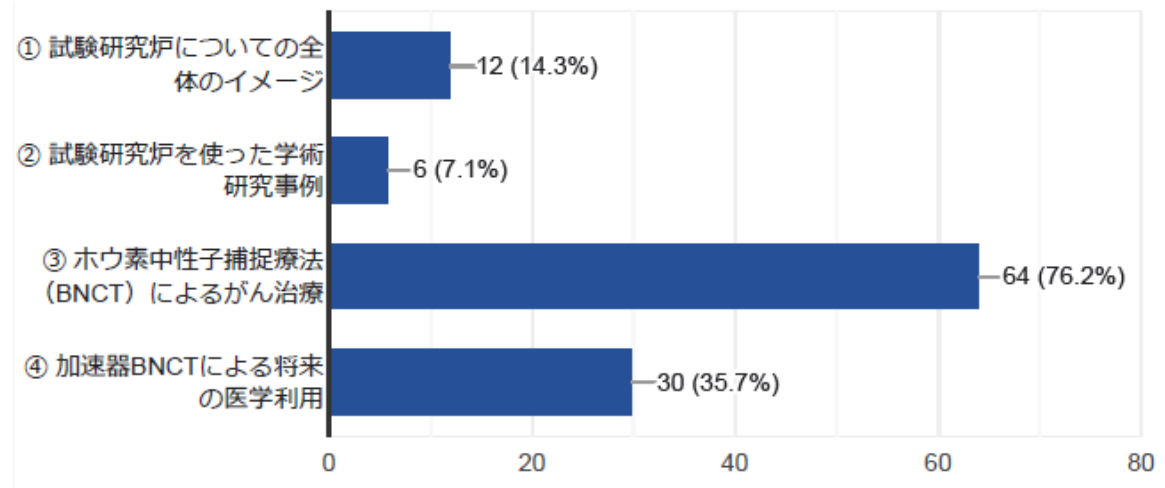
講義題目: ホウ素中性子捕捉療法と試験研究炉の紹介

講師 : 名古屋大学大学院 工学研究科総合エネルギー工学専攻
吉橋准教授

【アンケート結果(84名)】

最も関心や興味があった内容

回答者(全員)が、大変良く分かったと回答。がん治療の説明に関心が高かった。



WG3(3. 福井県の事業)

【実施概要】

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

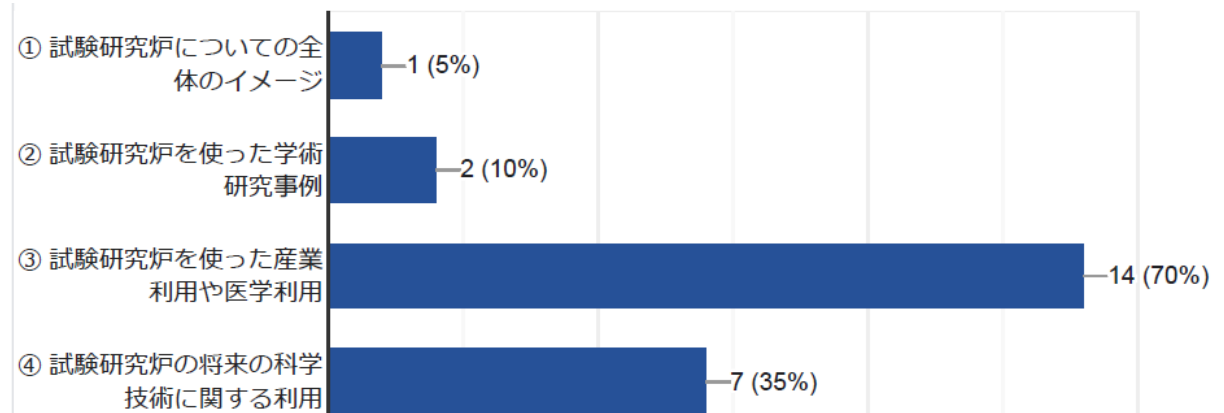
講義題目: 福井県に新設する試験研究炉

講師 : 原子力安全研究協会 宮沢研究参与

【アンケート結果(20名)】

回答者の9割以上が、大変良く分かったと回答。産業利用などの説明に関心が高かった。

最も関心や興味があった内容





WG3(3. 福井県の事業)

<3. 福井県立大学>

【実施概要】

10月20日(木) 特別講義 : (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)

【教授、学生からの主な質問】

- ・発電コストにおける再処理や廃棄物のコスト、廃止措置費用の扱いはどうなっているか。
- ・再稼働しない場合の電力会社の費用負担、再稼働の遅れの影響はどうか。
- ・次世代原子炉の開発で重要視する点、固定費が高価であることによる普及や持続性への制約はあるか。
- ・高レベル廃棄物の最終処分場の文献調査時の交付金はいくらか。



WG3(3. 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回シリーズで実施中

- ・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)

・ 9月29日(木)

「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(3. 福井県の事業)

◆ 第2回 国内におけるRIの現状(2)

・10月24日(月)

・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の説明を実施

・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(3. 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 (12月)
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
- ◆ 第4回 世界の需要動向、他 (とりまとめ) (12月)
JAEA 新居 研究炉技術課長



WG3(3. 福井県の事業)

■ 今後の予定

4) 試験研究炉の利用に関する講習会 (予定)

【開催日】 第1回:11月25日(金)13時~16時
第2回:12月 7日(水) 13時~16時

【場所】 敦賀合同庁舎別館会議室及びWEB会議

5) 試験研究炉 施設見学バスツアー(予定)

【開催日】 12月9日(金)

【訪問先】 近畿大学原子力研究所(UTR-KINKI)

※ いずれも申込み締め切り日 :11月15日(火)



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. 学内セミナー

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。