

「もんじゅサイトの新試験研究炉 ～現状と福井大の役割～」

福井大学附属国際原子力工学研究所
所長・教授 宇埜正美

これまでの経緯

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

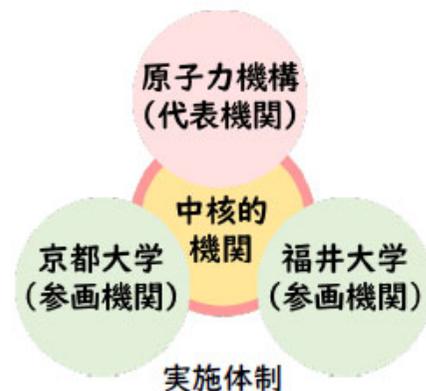
原安協の調査委員会

○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

文科省の受託事業

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



出典(原安協の委員会)

「もんじゅ」サイトを活用した新たな試験研究炉の調査・検討」委託事業報告書(文科省HP)

- ①平成29年度：https://www.mext.go.jp/content/20200605-mxt_genshi-000007535_1.pdf
- 平成30年度
 - ②1/2：https://www.mext.go.jp/content/20200605-mxt_genshi-000007535_2.pdf
 - ③2/2：https://www.mext.go.jp/content/20200605-mxt_genshi-000007535_3.pdf
- 令和元年度
 - ④報告書：https://www.mext.go.jp/content/20200605-mxt_genshi-000007535_4.pdf
 - ⑤添付資料：https://www.mext.go.jp/content/20200605-mxt_genshi-000007535_5.pdf
 - ⑥参考資料：https://www.mext.go.jp/content/20200605-mxt_genshi-000007535_6.pdf

出典(文科省の受託事業)

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」

JAEAのHP

- ⑦ 第1回コンソーシアム委員会(令和3年3月23日)配布資料
<https://www.jaea.go.jp/news/newsbox/2021/032301/s01.pdf>
- ⑧ 第2回コンソーシアム委員会(令和3年10月22日)配布資料
<https://www.jaea.go.jp/news/newsbox/2021/102201/s01.pdf>
- ⑨ 第3回コンソーシアム委員会(令和4年3月24日)配布資料
<https://www.jaea.go.jp/news/newsbox/2022/032401/s01.pdf>
- ⑩ 第4回コンソーシアム委員会(令和4年11月15日)
<https://www.jaea.go.jp/news/newsbox/2022/111501/s01.pdf>

原安協の委員会での議論 その1 (①~⑥より)

University of Fukui

既存の試験研究炉を参照し、出力に応じ、主な利用ニーズについて大別した結果は以下の通り。

炉型	熱出力	既存の試験研究炉例	主な利用ニーズ					
			炉物理研究	燃料・材料照射研究	中性子ビーム利用研究	RI製造	人材育成 (教育・実習)	人材育成 (研究開発)
臨界実験装置	0.1kW	KUCA	◎				◎	○
低出力炉	1W	近大炉(UTR-KINKI)			△※		◎	◎
中出力炉	5MW	京大炉(KUR)			○		○	◎
高出力炉	20MW	JRR-3			◎		○	◎
高出力炉	50MW	JMTR		◎			◎	◎

その他、次世代炉や新型炉のための試験研究炉（パルス炉やスペクトルシフト炉、SMR等）についての議論も別途なされている。

炉型	試験研究炉	使用目的	2016~2021	2022~2028	2029~2039
水冷炉	JMTR(50MW)	燃料・材料照射、放射化分析、RI製造	---◆--- 廃止	原子力機構において、新たな照射炉の建設に向けた検討を実施	
	JRR-3(20MW)	中性子ビーム実験、放射化分析、RI製造	--->---		
	KUR(5MW)	中性子基礎基盤研究、人材育成、BNCT	--->---		(燃料送込期限を鑑みると廃止の可能性有)
	UTR-KINKI(1W)	人材育成、基礎基盤研究	--->---		
	NSRR(0.3MW, 23000MW)	原子炉安全性研究(事故時の燃料破損挙動)、教育訓練	--->---		
ナトリウム	常陽(140→100MW)	高速増殖炉の基礎基盤技術実証、燃料・材料照射、人材育成、将来炉開発のための革新技術検証	--->---		
	ガス	HTTR(30MW)	高温ガス炉の技術基盤技術の確立、高温炉心を用いた照射試験	--->---	
臨界実験装置	STACY(0.2kW)	燃料デブリ臨界実験	--->---		
	FCA(2kW)	高速炉の炉物理研究	---◆--- 廃止		
	KUCA(0.1kW)	人材育成、基礎基盤研究、ADS研究	--->---		
	NCA(0.2kW)	軽水炉炉心の臨界実験、中性子束検出器の校正	--->--- 廃止		

◎、○ その施設を用いた実施数等を勘案して表示

※ ラジオグラフィや元素分析のみ

＜令和元年度調査＞
前年度までの調査をもとに
➤ 具体的な機能・スペック・地理的設置可能性等の技術的観点から精査
➤ 建設コスト等、経済的成立性の調査・検討を実施

4
点線：運転停止 実線：運転(予定含む)

原安協の委員会での議論 その2(①~⑥より)



既存炉をベースに最新技術を盛り込み建設可能と考えられる炉型

炉型		臨界実験装置+加速器	低出力炉	中出力炉	高出力炉	高出力炉
炉型の特徴		炉心設計から炉心構築、原子炉運転、データ収集・分析まで原子力の基礎を一貫して実体験できる。高速～熱まで広範囲な中性子スペクトル場を構築。	環境を模擬した条件での燃材料照射などの原子炉工学実験を主目的するとともに、原子炉技術者の人材育成の拠点として原子力分野の裾野の維持・拡大を担う。	中性子ビーム利用研究を主目的とし、中性子散乱実験や元素分析、イメージングの他、RI製造など基礎研究から産業利用まで汎用性の高さが特徴。	参考	
既存の試験研究炉例		KUCA, FCA	UTR-KINKI	KUR	JRR-3	JMTR
熱出力		数kW	500kW	<10MW	20MW	50MW
主な利用用途		炉物理、核変換実験	原子炉工学実験	中性子ビーム利用	中性子ビーム利用	燃材料照射利用
原子力基礎	核物理、核変換実験、核データ取得	A	C	C	C	C
	原子炉設計技術開発	A	C	-	-	-
照射利用	燃材料照射	-	B	B	B	A
	RI製造	-	C	B	B	A
	生物照射、放射線影響	-	B	B	-	-
	放射化分析	-	A	A	A	A
ビーム利用	中性子ラジオグラフィ	C	B	A	A	-
	中性子散乱・回折	-	-	B	A	-
人材育成	教育(学生)	A	B	B	B	B
	訓練(研究者・技術者)	B	A	B	B	B
参考となる既存炉の利用人数(人・日) ※1		1,034 (KUCA)	1,223 (UTR-KINKI)	5,413 (KUR)	22,533	-
見込まれる建設費(概算)(億円) ※2		約200	約300	約500	-	-
設置可能性(山側資材置場+焼却炉場所)		○	○	○	×	×

A: 利用目的すべて満足するもの
 B: 利用目的を一部満足するもの
 C: 利用目的をほとんど満足しないもの

※1 通年で利用された直近の年度の利用人数(KUR・KUCA:H25年度、UTR-KINKI:H29年度、JRR-3:H22年度)。KURの利用人数は、KUR周辺実験設備の他、ホットラボや加速器等の利用者を含む。

※2 試験研究炉本体の建設費を、既存炉の出力に応じた建設実績から見積った上で、それぞれの炉型で想定される付帯設備や土木工事を含めて概算。設計段階で精査が必要。
 なお、設計費や新規制基準対応費等は含まれていない。

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」



University of Fukui

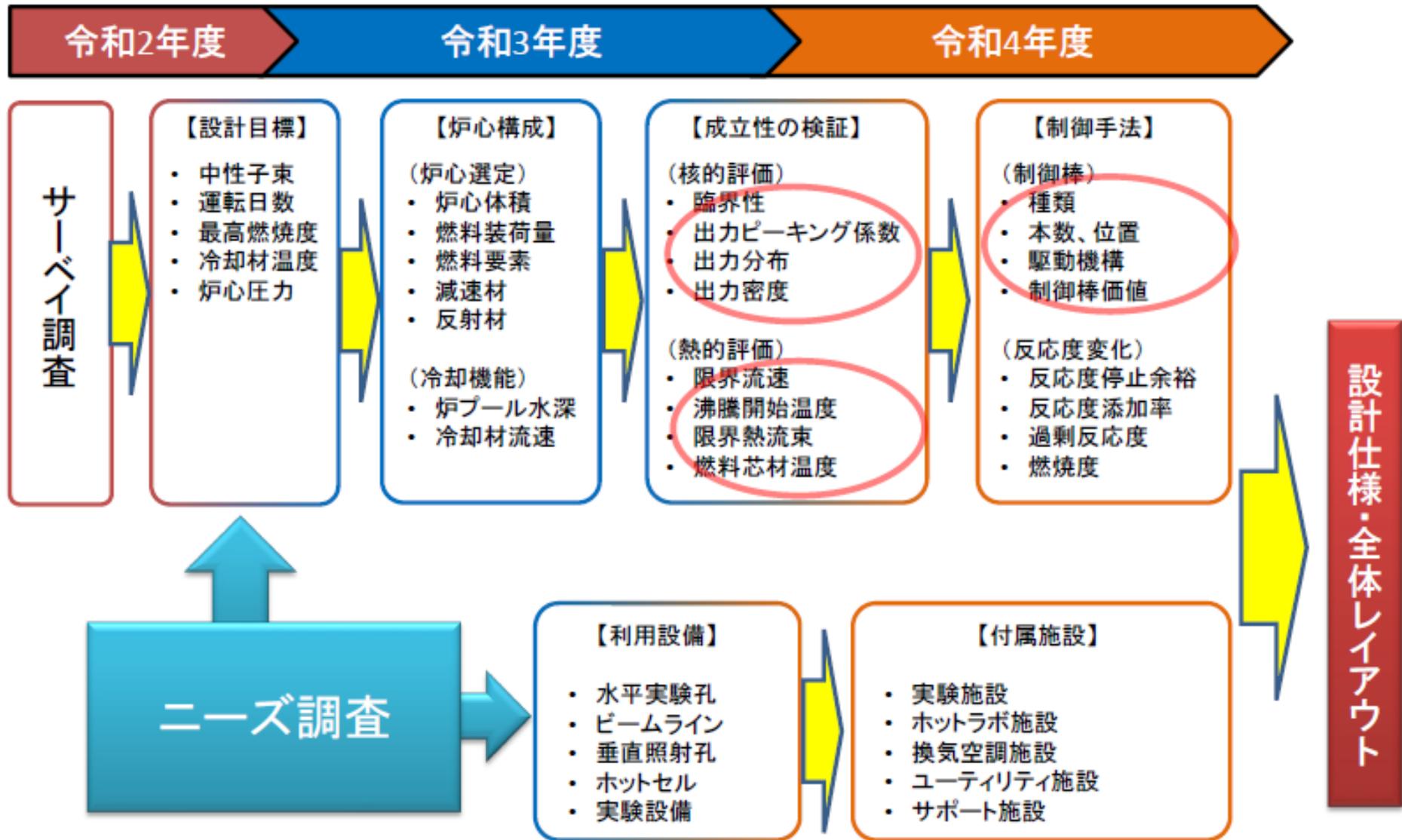
実施体制

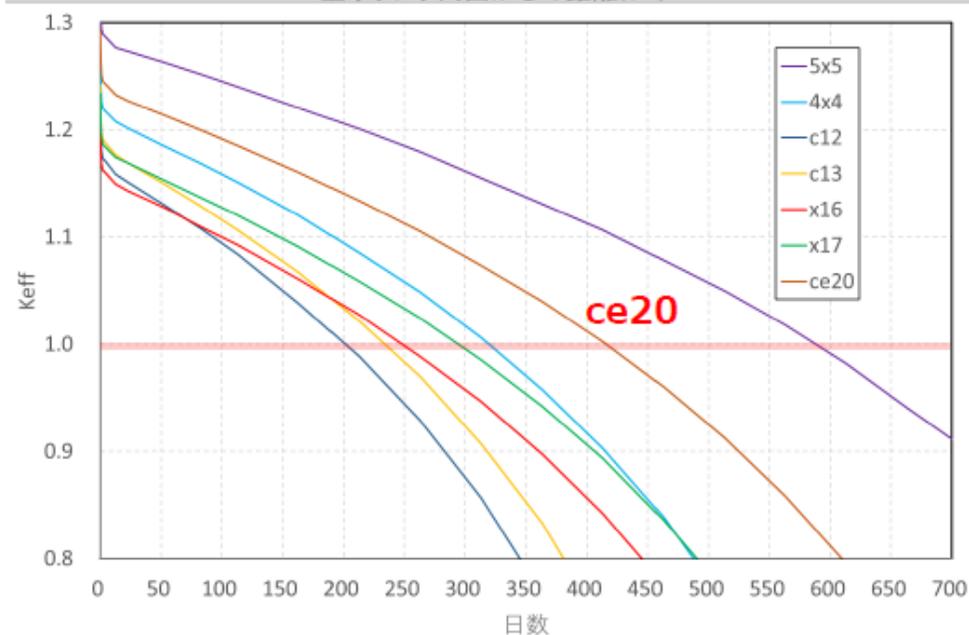
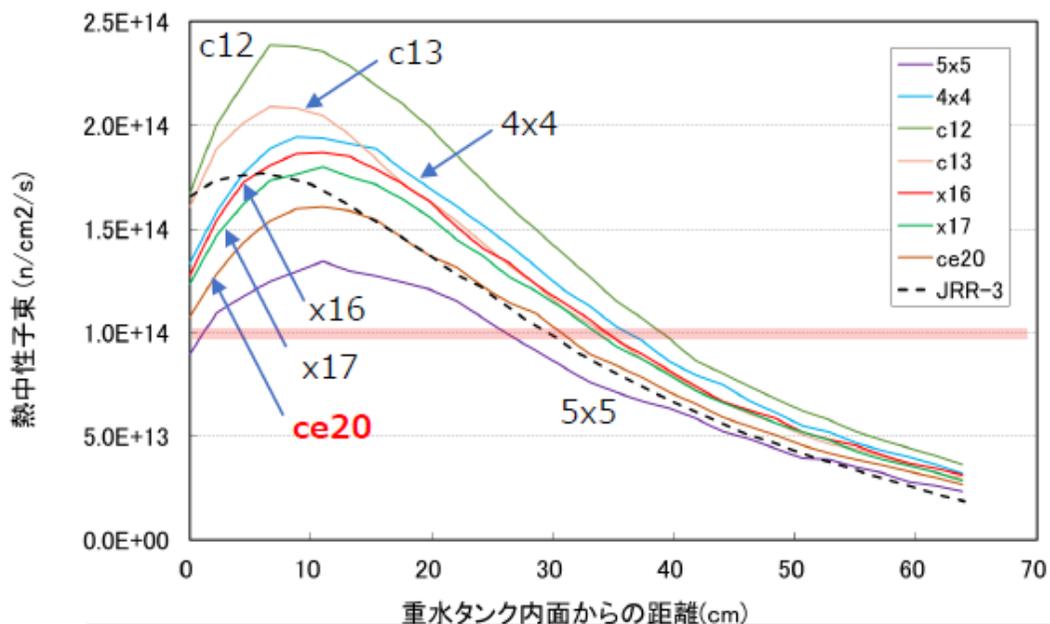


原子力機構、京都大学、福井大学の三者が中核的機関となり、各々の
主担当業務において主導的な役割を果たすとともに、中核的機関の主
要メンバーによる「全体統括チーム」を組織し、全体進捗管理を行う。

- ◆ 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

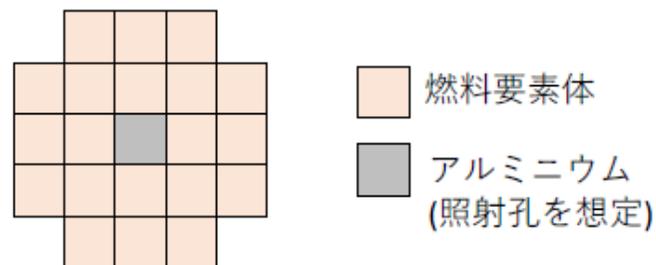
⇒ 上記の中核的機関に加えて、本試験研究炉の利用ニーズを有する**学术界、
産業界、地元関係機関等**からなる**コンソーシアム**を構築し、幅広い意見
を反映しながら概念設計及び運営の在り方検討を実施する。





中性子束分布・燃焼特性解析結果

・今後、ce20炉心 (燃料集合体20体)をベースに、制御棒や反射体等の配置を検討。



ce20炉心

燃料領域の周囲に重水を配置

※熱出力10MW (JRR-3は20MW)



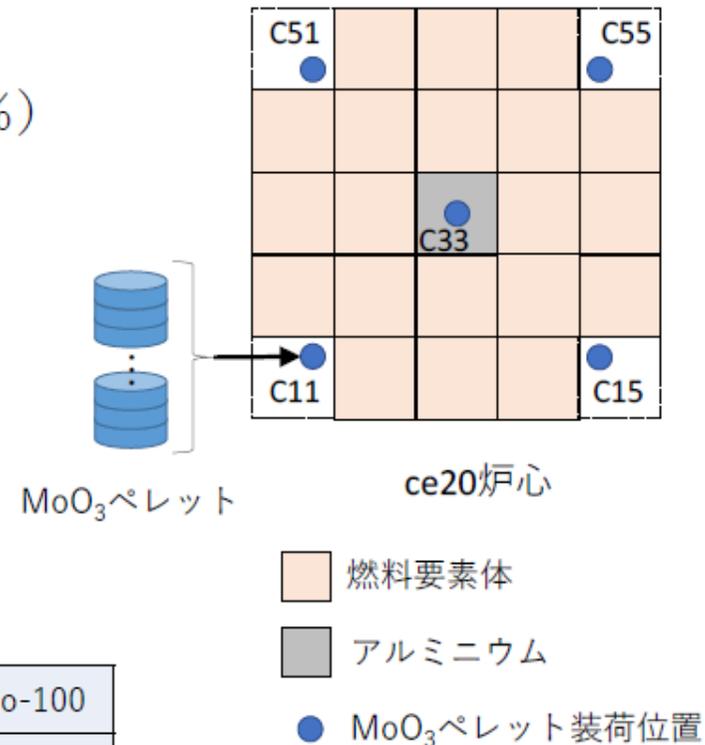
主な検討項目

- ・制御要素 (タイプ、配置)
- ・炉心冷却 (冷却性能、プール水深)
- ・照射利用
- ・炉心配置 (反射体、実験孔)

- 対象炉心：ce20炉心
 - 中央(C33)の領域：アルミニウム反射体
 - 4隅の領域(C11,C15,C51,C55)：アルミニウム、ベリリウム、重水、黒鉛反射体を装荷したケースを検討
- 装荷MoO₃ペレット：天然比MoとMo-98 100%の2種類

- MoO₃ペレットの仕様
 - 試料：MoO₃（三酸化モリブデン、純度99.999%）
 - サイズ：φ25mm×10mm
 - 密度：4.37g/cm³（95%T.D.）

1度に3つのキャプセル(ペレット9個/キャプセル)を照射すると仮定し、ペレット27個を縦に積んだ円柱(φ25mm×270mm)を中央と四隅に装荷した。



Mo天然組成比

Mo-92	Mo-94	Mo-95	Mo-96	Mo-97	Mo-98	Mo-100
0.148	0.093	0.159	0.167	0.096	0.241	0.096

Mo生成量の試算結果

⑨より

➤ C33(中央)におけるMo-99放射能量 (中央及び4隅にアルミニウム反射体装荷時)

	照射日数	Mo-99比放射能 [Ci/g.Mo]		Mo-99放射能量 [Ci]	
		照射直後	51時間後 [※]	照射直後	51時間後 [※]
天然比Mo含有MoO ₃ ペレット	7日	1.57	0.92	604	354
Mo-98 100%含有MoO ₃ ペレット	7日	4.26	2.49	1656	969

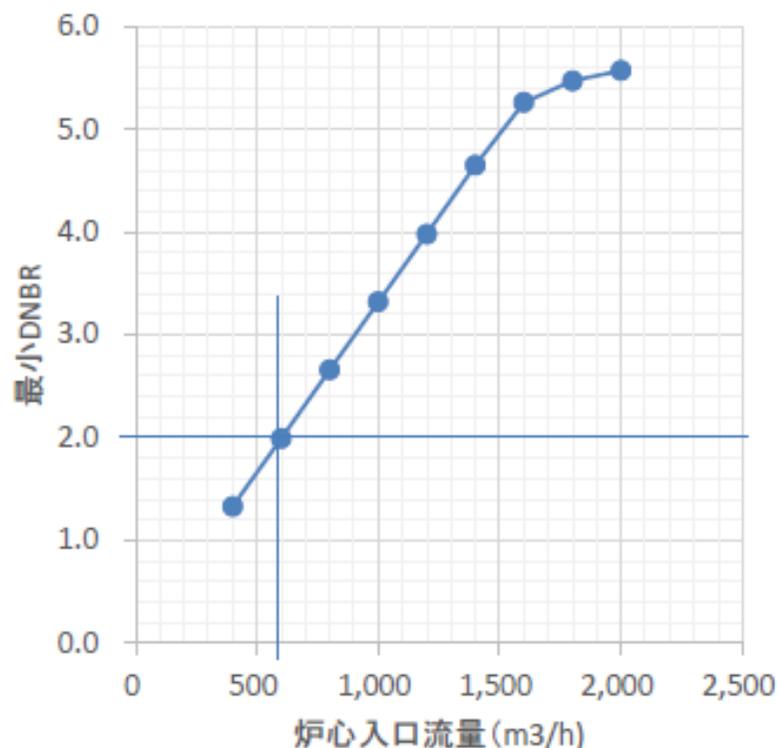
➤ C11(四隅)におけるMo-99放射能量

	照射日数	反射体種類	Mo-99比放射能 [Ci/g.Mo]		Mo-99放射能量 [Ci]	
			照射直後	51時間後 [※]	照射直後	51時間後 [※]
天然比Mo含有MoO ₃ ペレット	7日	アルミニウム	1.24	0.72	478	280
		ベリリウム	1.41	0.82	543	318
		重水	1.43	0.84	553	324
		黒鉛	1.33	0.78	515	301
Mo-98 100%含有MoO ₃ ペレット	7日	アルミニウム	3.62	2.12	1405	823
		ベリリウム	4.23	2.47	1643	962
		重水	4.19	2.45	1630	954
		黒鉛	3.96	2.32	1537	900

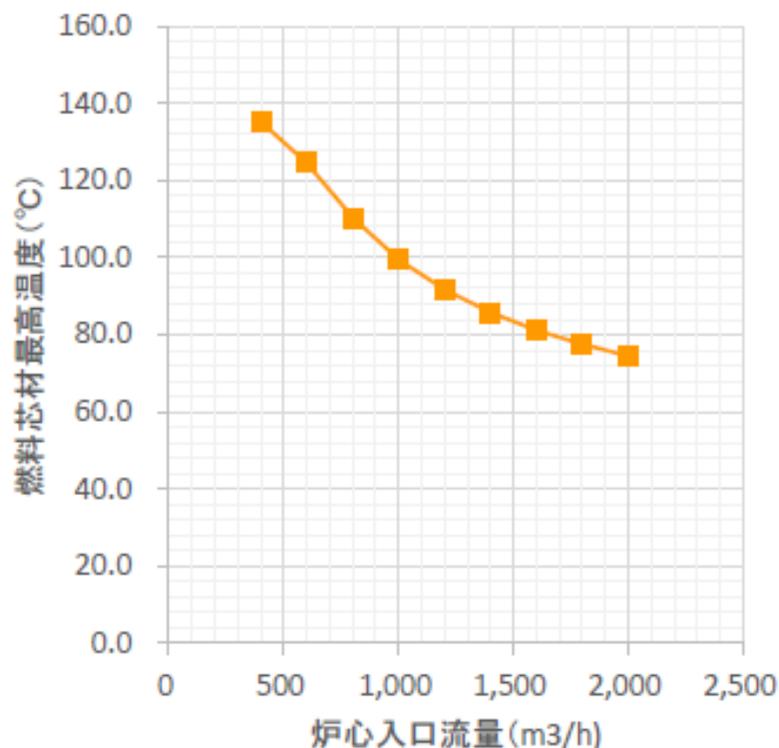
※ 冷却時間は「JRR-3を用いた⁹⁹Mo-99製造に関する概念検討」 JAEA-Technology 2010-007に記載の時間 (Mo 照射後RI 製造棟内で照射後工程を経て、原科研から製薬メーカーまでの輸送工程も含めた時間) とした。

- 天然比Moを使用した場合でも、照射孔一つで約300Ci/週(国内需要の約2~3割相当)のMo-99が得られる可能性がある。

冷却材流量とDNBRの相関

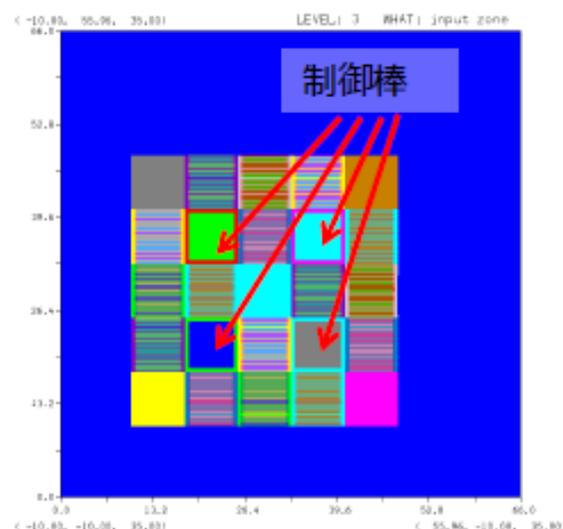
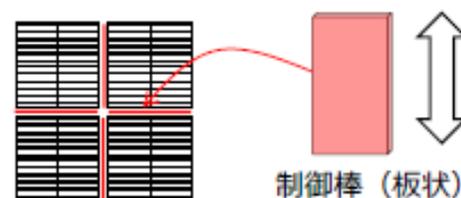
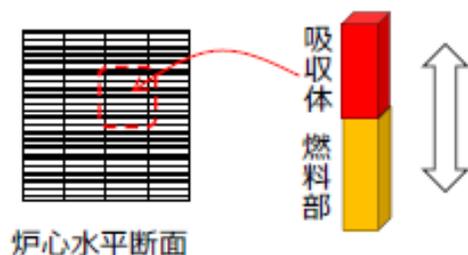


冷却材流量と燃料芯材温度の相関 ⑩より

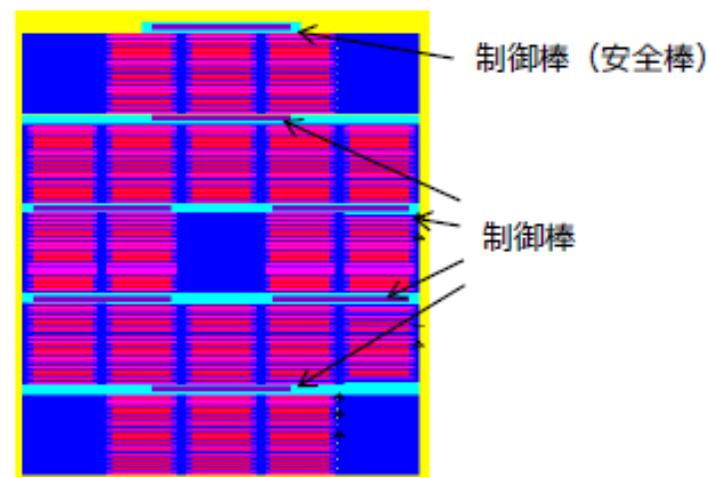


原子炉入口流量を400 m³/h～2000 m³/h まで変化させたとき、最小DNBRは1.3～5.6の範囲で変化し、また、燃料芯材温度は135℃～75℃の範囲で変化する。

- 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プリスタ発生温度(500～600℃)を十分に下回る。



フロー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)



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



- 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/fftc/ja/news/3267>

安定的に定常中性子ビームが供給できる研究炉では、遮蔽を少なくし装置をコンパクトにできるため、多くの装置がビームラインに設置可能である。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つの装置を提案する

①小角散乱装置 **冷**

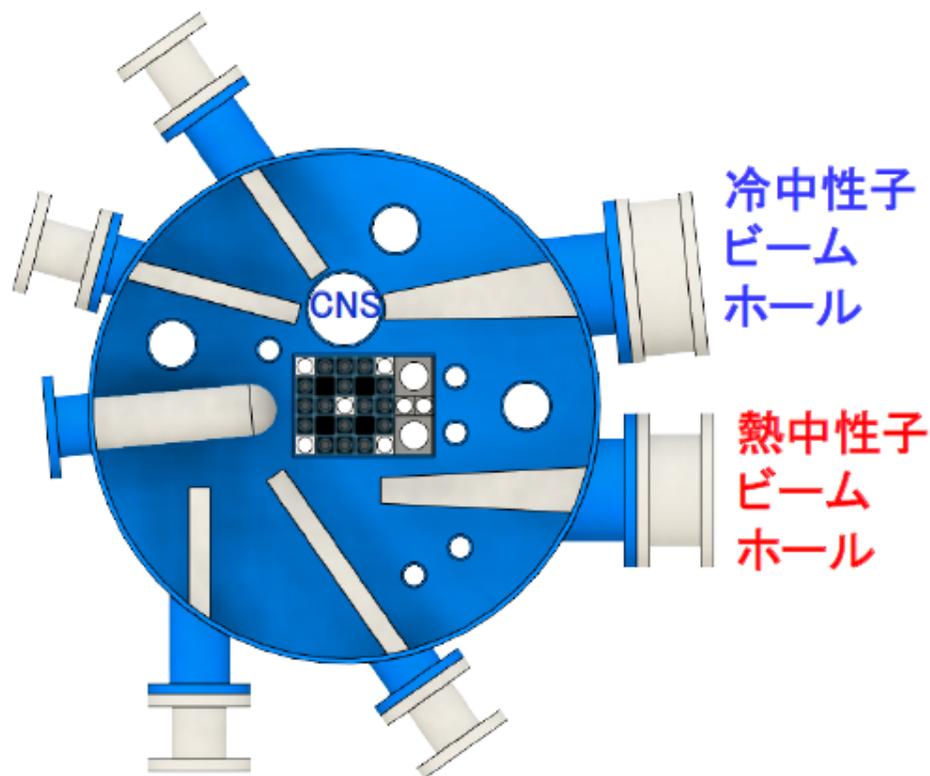
②イメージング装置 **熱** **冷**

③回折装置 **熱**

④反射率装置 **冷**

熱 主に熱中性子利用

冷 主に冷中性子利用



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放射化した試料測定等)検討も重要



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



- 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。



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。



(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

◎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

WG3(地元関係機関との連携構築)

⑨より



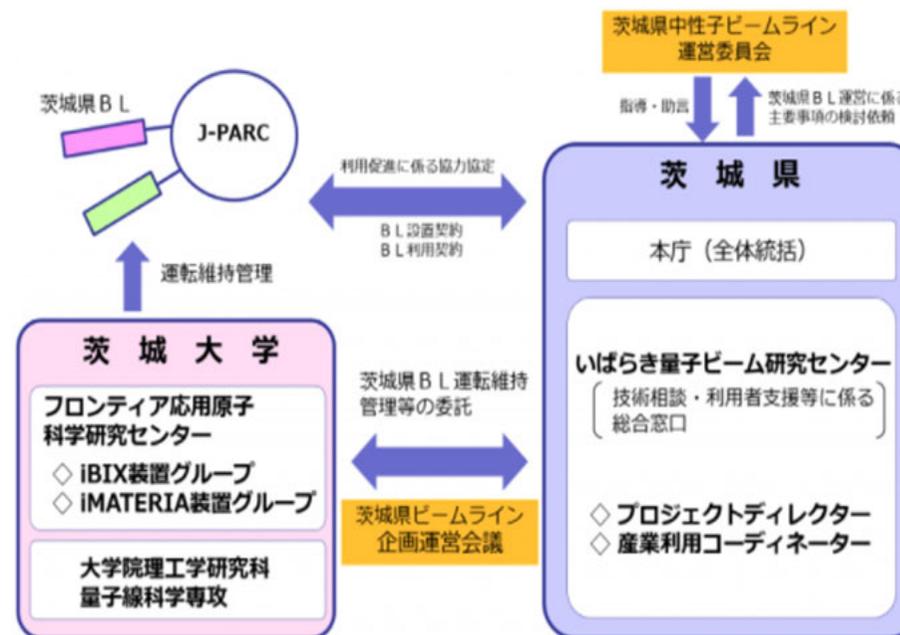
University of Fukui

事例 茨城県の産業利用拡大に向けた取り組み

◇ 茨城県はJ-PARCに専用のビームラインを持ち、運営管理を茨城大学に委託。

◇ 産業利用拡大に向けて、以下の取組を実施している。

- ・公募制度等を利用した研究支援
- ・研究会・報告会等の開催
- ・学会・展示会等へのブース出展
- ・コーディネーターによる利用拡大・利用支援活動
- ・産業団体の設立支援・活動連携
- ・人材育成
- ・ユーザーの利便性を高める制度導入





WG3(地元関係機関との連携構築) ⑨より

2) 地元地域での産業利用の可能性

・福井県の地元企業の金属・機械加工、樹脂加工、化成品、セラミックス材料製造・加工といった多岐にわたる技術分野において、中性子利用の情報提供や利用可能性について対話を実施

3) 産業利用関連で出された意見

これまで企業との意見交換やWG活動等が出された意見を4つに分けて整理した。

①技術支援: 大学と連携した新規技術の導入、社外エキスパートによる指導、コーディネーターや実験指導等サポート体制の充実、

②利用運営: ビーム利用申請時期や利用タイムの柔軟性、炉の地理的問題とメールイン等に期待、新試験研究炉の周知による潜在ユーザー掘り起こし

③企業間・地域の連携: 同業企業の共同プロジェクト、西の試験研究炉の位置づけによる広範囲での活用策、地元経済界の中で議論の活性化必要。

④トライアルユース: トライアルユースを契機に利用を、文科省「中性子利用技術移転推進プログラム」(トライアルユース)制度は有効。炉運用開始までにトライアルユースから継続ユーザーに移行するための育成サポート(教育・プログラム)整備必要。



4) 連携構築のための取組状況

地元企業等の試験研究炉への関与を促進するため、出された意見を踏まえ以下の取組を進めている。

①情報発信と意見交換: 地元企業等にメールで配信、講習会等を案内。情報ネットワークやHP利用等の整備を検討中

②トライアルユース: JRR-3 やKURを用いたトライアルユースの実現のための勧誘と福井大学教員による技術支援を開始、トライルユースの講習会参加にと地元企業等への補助金等の支援検討

③伴走型連携の構築: 専門知識を持つ大学教員が企業と連携して課題に取り組む「伴走型連携」を、トライアルユース検討を通じ進行中

④地元企業等参画促進のしくみ検討: 先行事例として、J-PARCに専用のビームラインを持つ茨城県の産業利用拡大に向けた取り組みも調査



(2)学内教育

- 1) 令和3年度第1回もんじゅサイトの試験研究炉セミナー(web)
10月7日、18:00～19:45(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試験研究炉セミナー(web)
令和4年1月20日 15:15～17:00(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



(3)福井県の事業への協力

①第23回YGN若手勉強会

- 開催 : (主催)日本原子力学会若手連絡会
(共催)福井大学、福井県、原子力安全研究協会
- 開催日時:9月26日(日)13:30~16:25
- 参加者 :約50名
- テーマ :「医療・生命科学に貢献する原子炉の役割」
- 新たな試験研究炉がもたらす産業イノベーションの可能性 -

講演

- ・新居昌至(JAEA 研究炉加速器技術部 研究炉技術課長)
「試験研究炉でラジオアイソトープを創る」
- ・杉山正明(京都大学 複合原子力科学研究所粒子線物性学研究分野・教授)
「生体ナノタンパク質を解き明かす中性子散乱とは」

パネルディスカッション(講師2名もパネリストとして参加)

- ・川端祐司(京都大学 複合原子力科学研究所名誉教授)
「もんじゅに設置される新試験研究炉の現状」
- ・宇埜正美(福井大学 附属国際原子力工学研究所所長)
「福井大学における活動」
- ・田中 浩基(京都大学複合原子力科学研究所教授)
「BNCTから見た試験研究炉への期待」



WG3(地元関係機関との連携構築)

⑩より

②高校生むけ講習会(対面)

10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～」

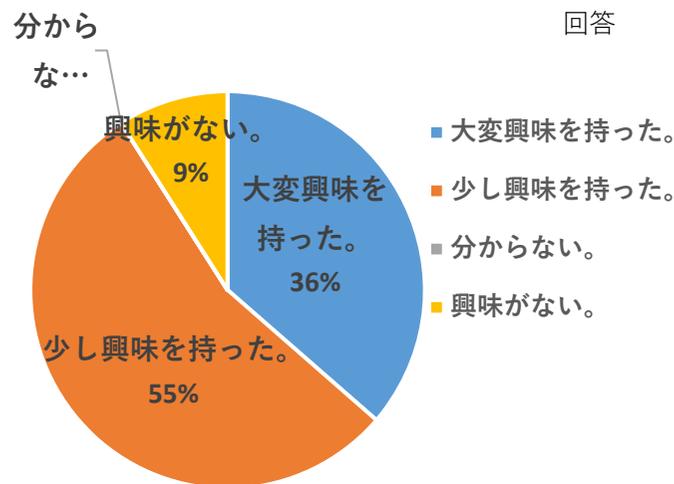
福井大学 宇埜正美

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。

■ 試験研究炉に興味を持ちましたか？





WG3(地元関係機関との連携構築)

⑨より

(3)福井県の事業への協力

1)新試験研究炉のニーズに関するアンケート調査

県内 70 企業等(嶺北48社、嶺南22社)へ調査を実施(回収率47%)

[RI利用関連企業(病院など):14社 建設・機械:24社 電気・電子:11社 繊維・化学:21社]

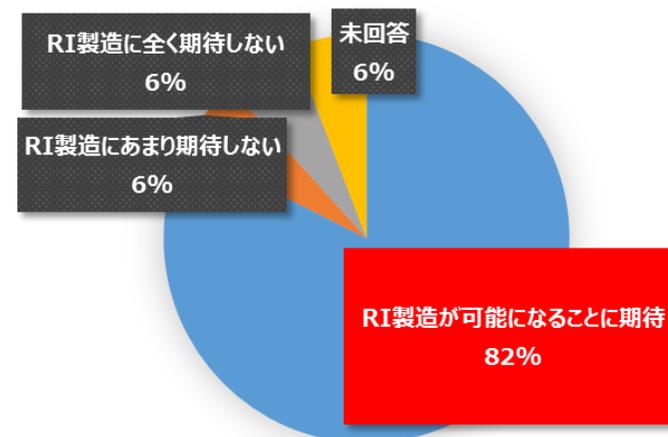
RI(※)利用関連企業等に対する調査結果(1/2)

(※)RI:放射性同位元素

■ RIの調達に係る利便性について



■ もんじゅサイトの研究炉でのRI製造への期待について



海外からの輸入について費用や時間がかかることが懸念として示され、82%から新試験研究炉での製造に期待しているとの回答があった。



WG3(地元関係機関との連携構築)

⑨+⑩より

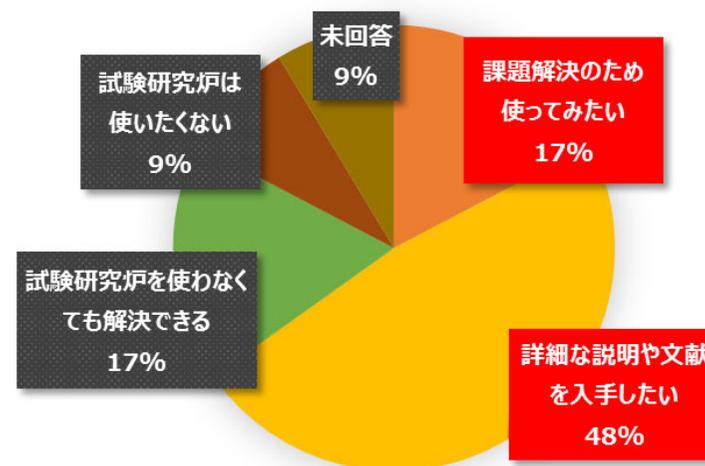
建設業・製造業(※)に対する調査結果(1/3)

(※)建設・機械、電気・電子、繊維・化学の3分野

■ 研究炉を利用する場合の懸念について



■ 研究炉利用の意向について



技術的な支援や利用費用に対する懸念が最も多く示された。また、「使ってみたい」あるいは「詳細な説明や文献を入手したい」と回答した企業は65%であった。

なお県外企業にアンケート調査を実施したところ上記に加えて「アクセス性」や「原子力の安全性」を懸念する回答も多かった。



WG3(地元関係機関との連携構築)

⑨+⑩より

2)企業向け講習会

・実施概要(令和3年度)

11月15日(月)(対象者)製造業、建設業

敦賀合同庁舎会議室(対面)とWEBで実施、16名参加

11月22日(月)(対象者)RI関係機関

WEBで実施、10名参加

計26名(12団体)

15日の内容

(1)挨拶、福井県事業の説明 原安協

(2)試験研究炉の計画概要 福井大宇埜教授

(3)産業利用に関する中性子の活用

東芝エネルギーシステムズ吉岡フェロー

(4)中性子産業利用推進協議会の活動 日比事務局長

(5)JRR-3の多彩な中性子利用と産業利用 JAEA 松江課長

(6)まとめ 原安協

22日:15日のプログラム(3),(4)を以下に変えて実施

試験研究炉に関するRI製造の現状と課題 JAEA 新居課長

本年度も11月25日、12月7日に実施



WG3(地元関係機関との連携構築) ⑨+⑩より

3) 学生向けセミナー

<福井工業大学>(令和3年度)

・ 実施概要

9月29日(水)WEB、10月13日(水)対面特別講義(90分×2コマ)

対象者:福井工業大学工学部原子力技術応用工学科2年生35名

担当教官砂川教授

・ 講義内容

(1)主旨説明 福井工大砂川教授

(2)新たな試験研究炉の計画概要 原安協高橋氏

(3)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

—ホウ素中性子捕捉療法の実践— 名古屋大吉橋准教授

(4)試験研究炉での中性子利用 原安協宮沢氏

令和4年度は7月22日、26日に実施



<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(地元関係機関との連携構築)

<福井大学医学部>

【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

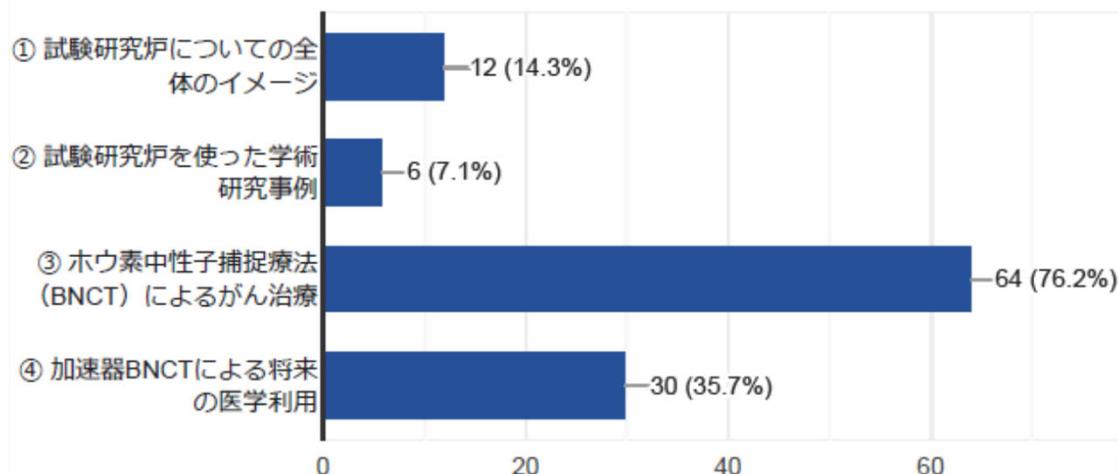
講義題目: ホウ素中性子捕捉療法と試験研究炉の紹介

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(地元関係機関との連携構築)

⑩より

<福井大学教育学部>

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

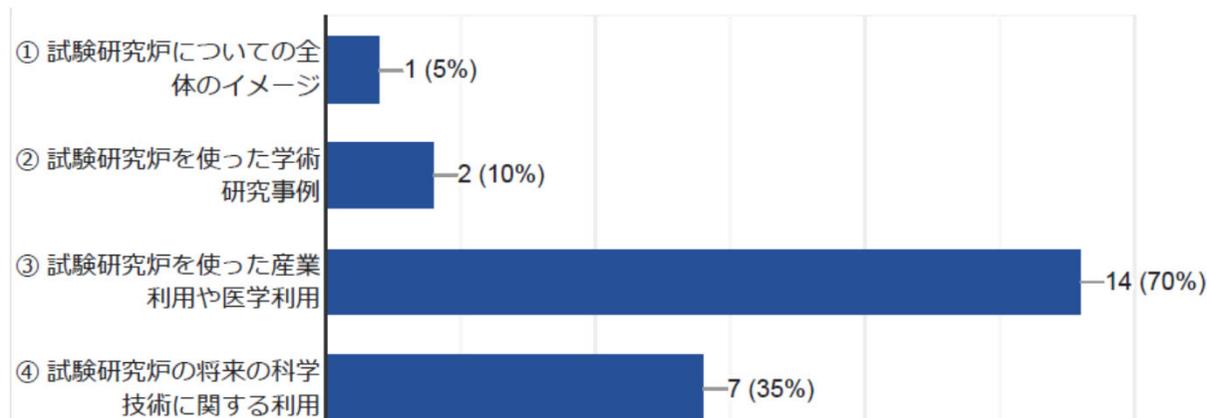
講義題目: 福井県に新設する試験研究炉

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)】

最も関心や興味があった内容

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。





4) KUR見学ツアー

- ・ 実施概要

11月10日(水) 福井市発参加者6名

12月8日(水) 敦賀市発参加者10名(計16名)

- ・ 実施内容

複合原子力科学研究所川端祐司特任教授から京都大学複合原子力科学研究所の概要、KURにおける中性子利用の研究実施例等の説明があった後、日野准教授、堀准教授の案内で原子炉室と原子炉棟の実験施設等(原子炉及び制御室、重水熱中性子装置、中性子回折装置、中性子イメージング装置、ホット実験室など)の見学を行った。

今年度は12月9日に近大炉を見学



WG3(地元関係機関との連携構築)

コンソーシアム委員会後の活動

1. 伴走型連携

第6回WG3:「地方企業の利用促進について」 山梨大学 犬飼潤治先生

- ・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1回学内セミナー(9月1日)

「新試験研究炉へ 臨床医のお願い」(ビデオ)

金沢大学 絹谷清剛先生

「核医学治療 ～研究開発の現状～」

量子科学技術研究開発機構 東達也先生

令和4年度第2回学内セミナー(12月16日)

「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 井上倫太郎先生

「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 鳥飼直也先生



地元関係機関との連携構築

■ 詳細設計にむけての課題

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な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。