

### テーマ3「新たな研究開発の動き」

# 7

## もんじゅサイトの新試験研究炉 ～現状と福井大学の役割～

福井大学附属国際原子力工学研究所  
所長 宇埜 正美

「もんじゅ」の廃炉をうけて建設が決まったもんじゅサイトの新試験研究炉については、令和2年度より日本原子力研究開発機構、京都大学、福井大学が文科省の受託事業「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」を行っている。この事業の現状を紹介し、そこにおける福井大の役割と今後の計画について報告する。

## もんじゅサイトの新たな試験研究炉 ～現状と福井大学の役割～

福井大学附属国際原子力工学研究所

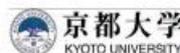
宇埜正美

### 1. はじめに

「もんじゅ」の廃炉を受けて設置が決まったもんじゅサイトの新たな試験研究炉については、令和2年度より始まった文科省の受託事業「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」において、日本原子力研究開発機構（JAEA）、京都大学、福井大学がそれぞれWGを主導し、以下に記す活動を行っている。また活動成果は年に2回、これら中核機関以外に地元自治体や企業、産業界や学協会の委員からなるコンソーシアム委員会で議論されている。本事業の体制を図1[1]に示す。本報告では、コンソーシアム委員会での配布資料を元に[1, 2, 3]、この事業の現状を紹介するとともに、そこにおける福井大の役割と今後の課題と計画について報告する。



## 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。

8

図1 「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」実施体制[1]

## 2. 試験研究炉の設計・設置・運転

JAEA では炉心概念の検討として令和3年度までに炉心構成等を検討した。令和4年度は検討された炉心構成の成立性の確認として、出力キーピング係数などの核的評価、限界熱流速などの熱的評価を行い、定常状態において十分熱的制限値を満たす設計が可能であることの見込みを得ている。さらには、制御手法の検討を行い、フォロー型と平板型のそれぞれの制御要素を使用した場合の配置を構築している。今後は、過渡事象時の解析に向けた準備を進めるとともに JRR-3 等を参考に運転計画立案のためのメンテナンスに必要な期間等を整理していく。また地質調査に関しては、昨年度ボーリング調査により、調査した範囲には大規模な破砕帯等がないことを確認した。本年度は土石流等の調査・検討を行っている。

## 3. 幅広い利用運営

京都大学では、これまで中性子ビーム利用を主目的とする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や、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てきた。特に令和4年度は、利用ニーズが多い学会と議論し、現在の検討方針に齟齬がないことなどを確認すると同時に、CNS（冷中性子源）や中性子輸送導管の最適化及び水平実験孔サイズが最先端のビーム利用には重要であること、装置の中でも今後も広く利用が見込まれる中性子小角散乱の生命科学関連の先端研究例を紹介している。また、今後の課題として本格稼働時に最先端の利用を実現するために、研究炉の特徴を生かした継続的な先端研究・利用開発が重要としている。

## 4. 地元との連携構築

福井大学の活動を紹介する前に、福井大学の原子力研究・教育についてこれまでの経緯とそのアクティビティ、さらには福井県嶺南地域での地元との係わりについても説明する。

それまで「原子力工学科」や「原子力工学専攻」を持っていた大学から原子力の名前のついた学科、専攻がほぼなくなった平成16年、原子力発電所立地県である福井県にある福井大学に工学研究科原子力・エネルギー安全工学専攻が設置された。本専攻では必ずしも原子力のエネルギー生産に関する分野の研究・教育が十分ではなかったため平成21年に附属国際原子力工学研究所を開所した。当初は福井大学文京キャンパスで開所したが、開所前より敦賀に移転する計画で、高速炉開発を主な研究テーマとする研究所であった。当時の設立指針には、「将来必要と求められた場合、全国の共同利用・共同研究拠点とすることを検討する」ことが記載されており、様々な炉型の存在する福井県において、高速炉を中心とする原子力の研究開発拠点を形成し、地元へ貢献することが謳われている。また、当時の研究所組織図には発電システム構築のための基礎学理を冠した基礎部門とその学理を元に発電システムを機能させる工学の応用部門が設置され、全ての教員がその両部門を兼任している。さらに東京電力福島第一原子力発電所（1F）の事故前から防災部門が設置されており、立地地域である敦賀市、福井県への貢献の意気込みが感じられる。ただし、この部門は1F事故後の敦賀移転まで空席となる。

その1F事故から1年後の平成24年4月には研究所はJR敦賀駅前に移転した。その際、空席となっていた原子力防災工学部門を廃止し、新たに原子力防災・危機管理部門を設置して、防災では放医研（当時）から、耐地震・耐津波関係では海洋開発機構より教員を招聘するとともに、電力の寄附により原子力シビアアクシデント評価部門を設置し、そこにも JAEA か

ら教員を招聘した。その後、平成 26 年度はさらにそれまでの原子炉構造システム部門を原子炉構造システム・廃止措置部門に変えてこの原子力シビアアクシデント評価部門を取り込むとともに、廃止措置に関する専門家を客員教授として招聘し、平成 26 年度からは、教員 9 名での運営となっている。現在の組織を図 2 に示す。

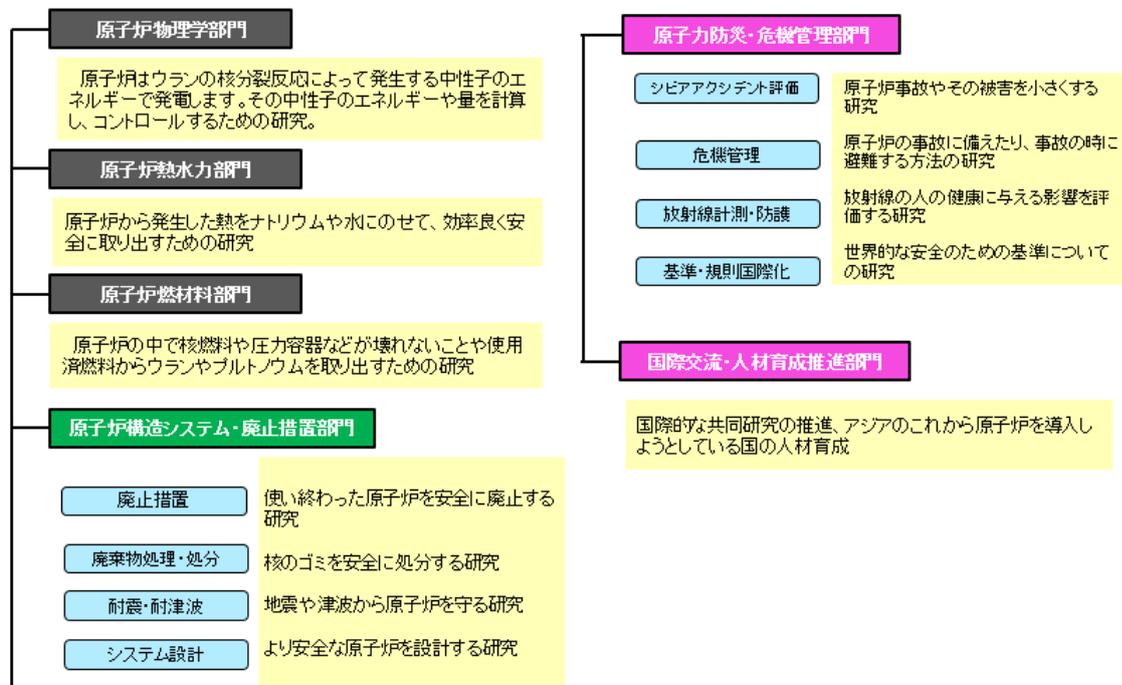


図 2 福井大学附属国際原子力工学研究所組織図

研究所開所時より研究所教員は工学研究科原子力・エネルギー安全工学専攻の教員と連携して、修士課程からの学生を受け入れるなど同専攻の学生の教育を行っていたが、1F 事故による原子力への逆風と翌年の敦賀移転により、大学院学生の確保が困難となった。そこで工学研究科のからの配慮もあり研究所の教員も 4 年生から学生が確保できるよう工学部のいずれかの学科に帰属する試みがなされ、その結果、平成 26 年度頃より物理工学科、材料開発工学科、機械工学科、建築工学科から研究所教員への 4 年生の配属が始まった。その後、平成 28 年度より工学部がそれまでの 8 学科から 5 学科へ、令和 2 年度より大学院がそれまでの 10 専攻から 3 専攻に組織改編された。平成 28 年度の学部再編ではそれまでの小学科がコースという形で残ることになるが、その際、機械システム工学科の中に新たに定員 27 名の原子力安全工学コースを設置した。さらに、それまで大学院から原子力教育の始まるにあたり学部学生に少しでも原子力について知ってもらうために設けていた原子力の副専攻コースを発展させて副専攻卒論制度をたちあげた。これは、副専攻コースの講義を 8 単位以上習得した原子力コース以外の学生は、所属するコースでの研究室配属要件を満たしたうえで原子力コースの教員の下で卒業研究が可能となる実質上の転コース制度である。令和 2 年度の工学研究科の再編に合わせて、それまでの原子力・エネルギー安全工学専攻が安全社会基盤工学専攻原子力安全工学コースに変わったが、その際、定員をそのままとし、原子力安全工学コースの学部生が原則原子力安全工学コースの大学院に進学できるようにすることで学修一貫教育を謳った。令和 2 年度の大学院改組後は、それまでの工学研究科原子力・エネルギー安全工学

専攻の教員が新専攻に移行することになったが、何人かは以前所属していた旧学科に相当する新学科のある専攻に移行したが、何人かは原子力安全工学コースのある機械システム工学学科に移行することとなる。この大学院組織改編の前年の令和元年度に旧原子力・エネルギー安全工学専攻から新しい安全社会基盤工学専攻に移行する工学研究科の教員は、敦賀キャンパスに居室を設けて敦賀に軸足を移した。これにより福井大学における研究所教員 8 名と工学研究科教員 6 名の合計 14 名による原子力の教育・研究が敦賀キャンパスに集約されることとなる。

原子力工学は言うまでもなく複合領域であり、炉物理～耐震までそれぞれの分野で独自の研究を行っているが、逆にそれらを総合した一つの研究も可能である。研究所が設立された平成 21 年から 24 年までは、文部科学省原子力システム研究開発特別推進事業「「もんじゅ」における高速増殖炉の実用化のための中核的研究開発」を福井大学が代表で、他に大学など 8 機関が参加した大型プロジェクトを受託した。これは高速炉開発を目指した技術開発であり、福井大学からは研究所の炉物理、熱水力、燃料・材料および放射線と原子力工学専攻以外の保全、検査技術も加わった年間予算規模が 4 億円のプロジェクトであり、研究終了時に「S」評価を受けた。残念ながら平成 23 年度の 1F 事故以降、このような大規模な新型炉開発事業は減少し、令和に入ると競争的資金の額も総額 1 億円以下となったが、その後もシビアアクシデントや燃料デブリの研究などの分野で年間を通して複数個の競争的資金を獲得しており、これら競争的資金の研究所全体での研究費の総額は平成 22 年度～24 年は 6～4 億円/年、平成 25～28 年は 2～1 億円/年、平成 29 年度以降は年間最大 1 億円程度である。

冒頭に記載した研究所設立指針では福井県嶺南地域における原子力研究・教育の拠点を目指すことも記載されていたが、実際には福井大学には共同利用となるような大型施設などは無い。従ってこれまで福井県嶺南の原子力施設を利用した実践的教育・研究をかかげ、上述した研究・教育も地元の原子力機関と連携して行っている。そのため、平成 25 年には福井県嶺南の日本原電敦賀総合研修センター、原子力安全システム研究所、関西電力原子力研修センター、若狭湾エネルギー研究センターと連携協力（共同利用）に関する覚書を締結している。また、敦賀市とは平成 24 年の敦賀市移転とともに、敦賀市との原子力防災に関する相互連携協定を締結し、地元自治体への原子力安全の向上にも寄与してきた。

現在、そのような拠点の形成に少しでも結び付けばという意図をもって、全国からこの福井大学を中心とする福井県嶺南の敦賀で原子力の研究・開発を行うような取り組みも実施している。一つは令和 2 年度より始まった国際原子力人材育成イニシアティブ事業で、福井工大、日本原子力研究開発機構、日本原電、関西電力他とこれら機関の原子力施設を利用した「つるが原子力セミナー」を行っており、県内外の学生、高専生の原子力教育を行っている。本事業ではそれだけでなく、福井大以外の全国の 5 拠点（北海道大学、東北大学、東京工業大学、近畿大学・京都大学、高専機構）とその関連機関が一緒になってコンソーシアム、ANEC（Advanced Nuclear Education Consortium for the Future Society）を形成し、「カリキュラムグループ会議」、「国際グループ会議」、「実験・実習グループ会議」および「産学連携グループ会議」を形成し、日本における高等原子力教育のあり方を検討している。ANEC の体制を図 3 に示す。福井大学は、上述した「つるが原子力セミナー」を行うため「実験・実習グループ」に参加している。加えて社会人博士課程教育やリカレント教育について議論する「産学連携グループ」会議のとりまとめも行っている。この受託事業は、令和 8 年までの 7 年間継続され、その後も何らかの形で発展継続されるので、これらの機関とともに福井大学は福井県の原子力施設を使った実践教育を特徴として日本の原子力教育の一翼を担うとともに、

産学連携においても日本原子力研究開発機構、日本原電、関西電力と連携してイニシアティブをとっていく予定である。

## 未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム (Advanced Nuclear Education Consortium for the Future Society: ANEC)

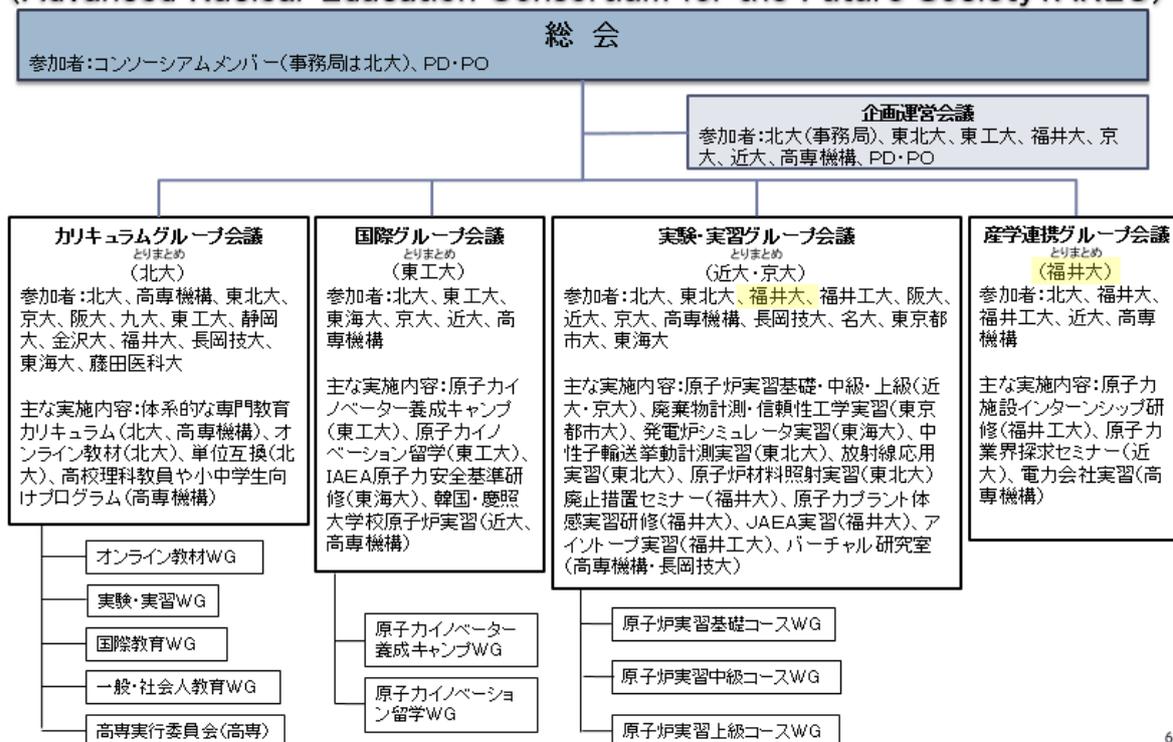


図3 ANECの体制

もう一つが本題の文科省の受託事業「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」である。その「概念設計」であるが、福井大学では福井県とも連携して、地元企業へのニーズ調査等を通じて試験研究炉の産業利用を促進する伴走型連携の構築と、そのための人材育成を行ってきている。

伴走型連携では、ニーズの調査以外に情報発信の方法やJ-PARCにおける茨城県・茨城大学の連携の紹介、さらにはメールインなど中性子利用の代行サービスやトライアルユースを行う際の支援方法の検討も行っている。ニーズ調査では、中間素材メーカーの多い福井県では多岐に渡る利用可能性があり、それら企業との対話の結果、大学と連携した新規技術の導入や社外エキスパートによる指導などの技術的支援、ビーム利用申請時期や利用タイムの柔軟性さらにはメールイン等への期待、同業企業の共同プロジェクトや地元経済界での議論の活発化など企業・地域間の連携、さらにはトライアルユースのサポートなどの要望が出されている。また人材育成では、医学利用と材料分析に関して年2回のセミナーを実施してきている。今後学内セミナーを継続するとともに、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事項を整理し、そのイメージ案をまとめる予定である。

福井県が主体となって行っている活動としては、昨年度は福井県内の企業に対してアンケート調査を行ったが、今年度は石川県および富山県の企業に対してアンケート調査を行った。その結果、懸念事項として地元企業からは「技術支援」や「利用費用」があげられていたが、

石川県や富山県の企業からは加えて「アクセス」や「原子炉の安全性」の回答があった。また、企業向けには2回の講習会と施設見学バスツアーを行っている。昨年度の施設見学はKURであったが、本年度は近大炉を予定している。

福井県の活動に福井大学等の中核機関が協力して行っている活動としては、昨年度は福井大学以外の福井工業大学や福井県立大学でセミナーを行った。今年度はそれらに加え、福井大学の教育学部や医学部の学生に向けたセミナーを実施した。さらに本年度は初めての試みとして、高校生向けの資料を作成し、福井大学におけるオープンキャンパス等で高校生向けセミナーを行っている。

#### 5. 今後に向けての課題と計画

令和2年度より始まった上記の概念検討は本年度に終了し、次年度から詳細設計が始まる。この詳細設計に向けて、試験研究炉の設計・設置・運転および幅広い利用・運用の検討については上記検討が継続される予定である。福井大学でも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とともに、学内で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の検討を加速していく予定である。

#### 参考文献・資料

[1] 第1回コンソーシアム委員会資料

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

[2] 第3回コンソーシアム委員会資料

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

[3] 第4回コンソーシアム委員会資料

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

## 講演者略歴



### 宇埜 正美 (うの まさよし)

所 属 福井大学附属国際原子力工学研究所 所長・教授

住 所 〒914-0055 福井県敦賀市鉄輪町 1-3-33

連 絡 先 TEL/FAX : 0770-25-0039、E-mail: uno@u-fukui.ac.jp

学 職 歴 昭和 63 年 大阪大学大学院工学研究科博士後期課程原子力工学専攻修了  
昭和 63 年 博士 (工学) (大阪大学)「トリウム窒化物の合成とその酸化挙動に関する研究」

昭和 63 年 (株)日本核燃料開発入社

平成 3 年 大阪大学工学部 助手

平成 10 年 大阪大学工学部 助教授

平成 21 年 福井大学附属国際原子力工学研究所 教授

令和 2 年 同 所長

研究・活動 専門分野：核燃料工学、軽水炉燃料の照射挙動  
分野など