

4

京大複合原子力科学研究所の近況 (京都大学 複合原子力科学研究所)

京都大学複合原子力科学研究所 所長 中島 健

京大複合原子力科学研究所は、原子炉実験所として1963年に設置されて以来、全国共同利用研究所として研究用原子炉 KUR を中心とする実験施設を全国の共同研究者に提供してきた。しかし、近年の原子力規制の強化や施設の高経年化への対応等により、原子力施設の維持管理が難しい状況になりつつある。本講演では、当研究所の近況を述べるとともに、今後の当研究所の在り方について、その検討状況を報告する。

京大複合原子力科学研究所の近況

京都大学複合原子力科学研究所

中島 健

1. はじめに

京大複合原子力科学研究所は、2基の原子炉施設（研究用原子炉 KUR、臨界集合体実験装置 KUCA）をはじめとする実験施設を利用した研究の場を全国大学等の研究者に提供するとともに、核エネルギー及び放射線の利用に関する研究教育活動を進めてきた。しかし、近年の原子力規制の強化や施設の高経年化への対応等により、原子力施設の維持管理が難しい状況になりつつある。本講演では、当研究所の近況を述べるとともに、今後の当研究所の在り方について、その検討状況を報告する。

2. 研究所の経緯

複合原子力科学研究所の前身である原子炉実験所は、1963年に「原子炉による実験及びこれに関連する研究」を行うことを目的として設置された全国共同利用研究所である。

核エネルギー及び放射線の利用に関する研究は広範囲に及んでおり、当研究所においては物理学、化学、生物学、工学、農学、医学等の多岐にわたる分野の研究が行われている。その結果、「ホウ素中性子捕捉療法（BNCT）」に代表される、幅広い分野の研究者が協力することによって初めて実施可能となるような、新たな研究が創生される場となっている。当研究所は、このような異分野の研究が融合した「複合原子力科学」を推進しており、その研究は「複合原子力科学の有効利用に向けた先導的研究の推進」として、日本学術会議のマスタープラン（学術大型研究計画）の一つにも選定されている。

本研究所の設置から55年を迎えた2018年4月には、研究所の名称を「複合原子力科学研究所」に改名し、あわせて、研究組織の見直しを行い、新たな研究領域を創生するための「研究ユニット制度」を立ち上げた。現在は、3つの研究ユニットが活動を行っている。

共同利用研究課題は毎年公募に基づき採択しているが、2011年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故

（1F事故）以降、日本原子力研究開発機構の研究炉が長期にわたり停止する状況の中で、次節に述べるように KUR と KUCA は約3年間の停止後に運転を再開しており、その後の共同利用件数は、停止前より高い傾向にある（図1）。



図1 共同利用採択件数の変遷

3. 研究用原子炉 KUR の状況

研究用原子炉 KUR は、最大熱出力 5MW の原子炉であり、主に中性子源として、物理学、化学、生物学、工学、農学、医学等広く実験研究に使用されている。直近の利用状況としては、照射利用 1,030 件、ビーム利用 338 件、共同利用者数 3,301 人（2020 年度、いずれも「延べ数」）となっている。KUR は、1964 年に熱出力 1MW で運転を開始し、その後設備を改造し、1968 年に 5MW に出力を上昇した。また、燃料としては、2006 年まで 93%高濃縮ウラン・アルミニウム (U-A1) 合金燃料を使用していたが、その後、燃料低濃縮化対応のための長期の運転休止を経て、2010 年からは低濃縮ウラン燃料 (20%低濃縮ウラン・シリサイド燃料) による運転を行っている。その後、2011 年 3 月に発生した 1F 事故により、原子力安全規制の全面的な見直しが行われ、2013 年には新たな規制基準（新規制基準）が制定された。KUR は、この新規制基準への対応のため、2014 年から長期の運転休止となった。2017 年には新規制基準への対応（各種の工事・検査を含む）を完了し、運転を再開している。

KUR は 2022 年で運転開始から 58 年となるが、これまでに経年変化の認められる部分は、計画的に改修・更新するとともに、更新することが困難な炉心タンク（生体遮蔽を含む）及び原子炉建屋については、1991 年以降、非破壊測定による定期的（7-8 年毎）な健全性調査を行っており、今後の運転に支障がないことを確認している。その一方で、2004 年の国立大学法人化以降、定員及び運営費交付金の削減が継続的に行われており、また、新規制基準制以降、原子力施設の安全規制が大幅に強化されたこともあり、当研究所の安全規制にかかわっている教員及び技術職員の負担が非常に大きなものとなっている。

KUR の使用済燃料は、米国との取り決めにより米国へ引き渡すこととなっている。この取り決めは、米国が核不拡散の観点から国外の試験研究用原子炉の使用済燃料を引き取る政策として実施されたものであり、現状の取り決めでは、2026 年 5 月までに発生した使用済燃料を、2029 年 5 月までの間に引き取ることとなっており、その期間の延長の見込みはないと言われている。この結果、2026 年 5 月を超えて KUR を運転した場合には、処分方法が決まっていな使用済燃料が発生することとなるため、この期限を超えての運転は困難な状況となっている。

このような KUR を取り巻く状況の変化を踏まえて、現在、今後の KUR の取扱いについて学内において検討を行っているところである。

4. 臨界集合体実験装置 KUCA の状況

臨界集合体実験装置 KUCA は、最大熱出力 100W の原子炉であり、KUR の運転開始からちょうど 10 年後の 1974 年に運転を開始した。KUR のように主に中性子源として利用される装置ではなく、原子炉の炉心や核燃料の特性（核特性）の実験研究等を行うための装置（臨界実験装置）であり、新たな原子炉の設計や核燃料取扱時の臨界安全設計などに利用されている。出力が低く、燃料を直接取扱うことが可能であり、また、炉心の変更が容易で、かつ、様々な炉心を構成できることが臨界実験装置の特徴である。この特徴により、原子炉の基礎的に原理を学習するのに適した装置でもある。

KUCA を用いた最近の研究としては、核燃料体系の未臨界監視システムの開発、長寿命核種であるマイナーアクチニドの核変換のための基礎研究、1F 事故で発生した燃料デブリ取り出しに用いる放射線検出器の開発などが行われている。また、KUCA では研究のほか、学生等の実験実習による人材育成のための運転も多く行われており、主に国内の原子力工学専攻の大学院生を対象とした原子炉物理学の実験教育を毎年実施している。2019 年度までに海外からの約 320 名を含め、合計 4,472 名が、この実験教育に参加している。近年は京大を含む

国内 12 大学の学生（京大のみ学部生，他は大学院生）が毎年約 150 名参加して、年間に総計で 7～8 週間の実習を行っていたが、2020 年度は新型コロナウイルス感染症の拡大防止のために、この実験教育がすべて中止となった。

KUCA についても、安全規制の強化等による職員の負担が増えているが、特に高濃縮ウラン燃料を使用していることに伴う、核セキュリティ上の負担が大きくなっている。後者については、以下に述べるように、燃料の低濃縮化を実施することによる、負担軽減が期待できる。

第 4 回核セキュリティ・サミット（2016 年、米国・ワシントン）における日米共同宣言において、KUCA の全ての高濃縮ウラン燃料を米国に引き渡し、KUCA を高濃縮ウラン燃料から低濃縮ウラン燃料を利用する原子炉に転換することについて合意した[1]。この合意に従い、KUCA では、高濃縮ウラン燃料の米国への引き渡しを進めるとともに、低濃縮ウラン燃料を用いた運転実施のために必要な許認可手続きを現在実施中であり、この手続き終了後に低濃縮ウラン炉心への転換を行い、これまでと同様に、研究及び教育・人材育成を実施する予定である。

5. もんじゅサイトの新試験研究炉について

文部科学省は、2016 年に廃止が決定した高速増殖原型炉「もんじゅ」のサイトに、新たな試験研究炉を設置することを決定し、2020 年から 3 年間の予定で概念設計が開始された。この試験研究炉には、中性子ビーム利用を主目的とした中出力炉となる予定である。

当研究所は、この概念設計に日本原子力研究開発機構（JAEA）及び福井大学とともに、中核機関として参加している[2]。JAEA は代表機関として、主に原子炉の概念設計を担当し、当研究所は、KUR の利用運営経験を活かした利用運営の在り方検討を、また、福井大学は地元関係機関との連携構築に向けた制度の検討を担当している。

現時点の予定としては、令和 4 年度まで概念設計を行い、その後設置許可取得のために詳細設計を開始することとなっているが、運転開始時期については、未定である（図 2）。当研究所では、利用ニーズ調査のため、関連する学協会等のコミュニティからの情報収集や利用のための各種実験装置類の検討を行っているところである。

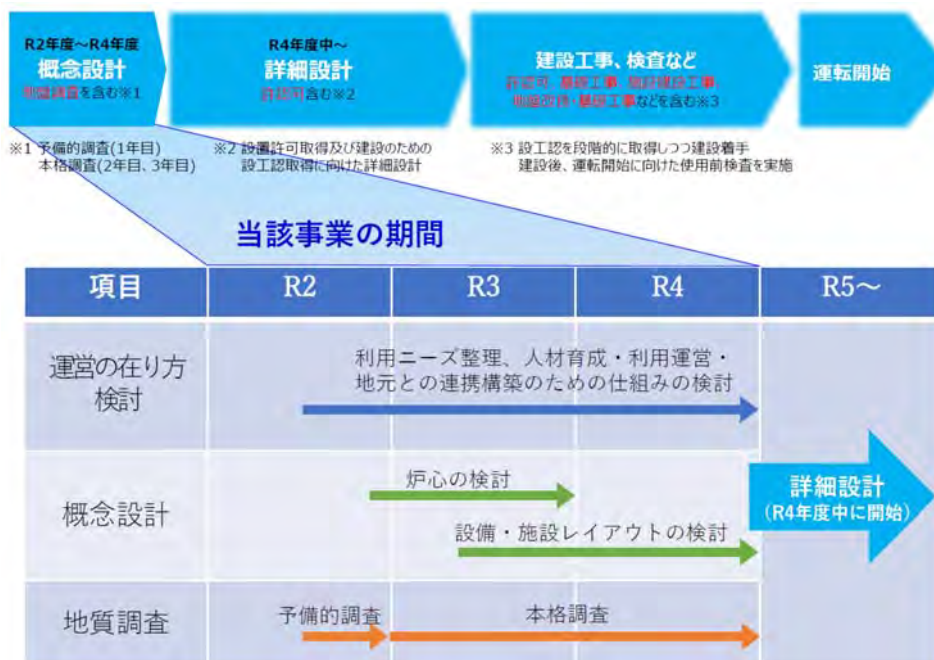


図 2 新研究炉の全体工程概略[2]

6. 今後に向けて

研究用原子炉 KUR を中心として実施してきた当研究所の共同利用研究にかかる活動は、上述のとおり、大きな転換期を迎えようとしている。このような環境の変化に対応して、令和4年度から開始となる第4期中期計画・中期目標期間における共同利用研究を中心とする研究・教育活動を推進していくための指針とすべく、ロードマップの作成を行っているところである。このロードマップの作成においては、当研究所の実験施設の廃止を含む維持管理の計画及び当研究所として今後推進していくべき研究について、議論・検討を進めている。

参考文献・資料

- [1] 第4回米国核セキュリティ・サミット核セキュリティ協力に関する日米共同声明(2016年4月1日).
https://www.mofa.go.jp/mofaj/dns/n_s_ne/page3_001646.htm
- [2] 日本原子力研究開発機構、京都大学、福井大学、「もんじゅサイトに設置する新たな試験研究炉の概念設計及び運営の在り方検討 事業の進め方について」、第1回コンソーシアム委員会資料(2021年3月23日).
<https://www.jaea.go.jp/news/newsbox/2021/032301/s01.pdf>

講演者略歴



中島 健 (なかじま けん)

所 属 京都大学複合原子力科学研究所 所長・教授
住 所 〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西 2-1010
連 絡 先 TEL/FAX : 072-451-2301/072-451-2600、E-mail:nakajima.ken.5m@kyoto-u.ac.jp
学 職 歴 1982年 北海道大学 工学研究科 原子工学専攻修士課程修了
1998年 北海道大学 工学研究科
量子エネルギー工学研究科博士後期課程修了
1982年 日本原子力研究所 研究員
2003年 京都大学 原子炉実験所 助教授
2007年 京都大学 原子炉実験所* 教授
(*2018年 複合原子力科学研究所に改組)
2021年 京都大学 複合原子力科学研究所 所長
研究・活動 臨界安全性及び原子炉物理に関する実験的研究、溶液燃料の臨界事故事象に関する実験的研究、臨界事故評価手法の開発、研究用原子炉の核特性、原子力人材育成
分野など