

複合原子力科学研究所

自己点検・評価報告書

【研究】

令和8年3月

複合原子力科学研究所

目次

1. 研究目的と特徴.....	3
2. 組織.....	4
2-1. 組織図.....	4
2-2. 教員の流動性等.....	6
2-3. 各種委員会.....	9
2-4. 技術室.....	10
2-5. 事務部.....	15
3. 研究炉 (KUR及びKUCA) の状況.....	17
3-1. KUR の運転終了への対応.....	17
3-2. KUCA の低濃縮化.....	20
3-3. HEU 燃料の返還.....	24
3-4. LEU 燃料の使用に係る許認可と燃料調達.....	25
3-5. KUCA 低濃縮化に伴う施設の管理運営対応状況.....	26

3-6. KUCA 低濃縮化後の研究計画.....	27
3-7. まとめ.....	29
3-8. 参考文献・資料.....	29
4. 「研究の水準」の分析.....	31
4-1. 分析項目Ⅰ 研究活動の状況.....	31
4-2. 分析項目Ⅱ 研究成果の状況.....	34
4-3. 研究資金.....	42
5. その他の部局独自の取組概要.....	44
5-1. 教育.....	44
5-2. 国際交流.....	44
5-3. 社会連携.....	46
6. 総評.....	48

1. 研究目的と特徴

- 1 京都大学の附置研究所かつ全国大学の共同利用研究所として、昭和 38(1963)年に「原子炉による実験及びこれに関連する研究」を行うことを目的に設置された。
- 2 研究用原子炉(KUR)、臨界集合体実験装置(KUCA)、各種の加速器、及び関連する大型施設・設備を有し、これらを活用して原子力の安全な利用と先端的科学分野への活用を目指した「複合原子力科学」の共同利用・共同研究拠点として活動を行っている。
- 3 総合的・学際的な観点から原子力の基礎・基盤的な研究教育活動を行い、創造的・革新的で安全な原子力システムの創生と俯瞰的視野を持った人材育成に貢献するとともに、中性子を含む粒子放射線を利用し、先端的ながん治療研究や生命科学研究、材料科学や物質科学の分野で斬新な基礎研究を展開し、国内・国際連携研究を進展させることを目的としている。
- 4 原子力基礎科学の分野では、日本原子力研究開発機構が国の政策に沿った原子力開発を推進するのに対し、本研究所は研究者の自由な発想に基づいた基礎研究を重視し、総合的・学際的な視点さらには創造的・革新的な視点から原子力の課題に取り組み、大学の特色を活かした自主的な研究を行っている。
- 5 粒子線物質科学や放射線生命医科学の分野では、核現象や放射線を利用した物質科学研究、放射線医学・生物学研究、並びにがん治療等の臨床医学研究を行うとともに、これらの研究を通じて、基礎科学あるいは一般産業技術等、原子力に根ざしながらも広く関連分野への発展性を追求している。

2. 組織

2-1. 組織図



図 1



図 2

【特記事項】

○ 複合原子力科学研究所は、現在、大学がもつ原子力施設の中で国内最大規模の研究用原子炉(KUR)を有し、全国から年間延べ 3 千人・日以上 of 研究者や学生が共同研究のために来所している。このような研究所の運営と研究のための組織を図 1 に、安全管理のための組織を図 2 に示す。研究所の運営と研究の組織の中の学術広報本部、IT システム室は、広報業務の強化・充実並びに情報セキュリティの支援強化を図るため、これまでの体制を再構築し令和 6 年 4 月に新たに設置した組織である。また、安全管理のための組織の中の各部・室の長並びに各主任技術者等は、研究所の教員が兼務している。

2-2. 教員の流動性等

	令和4年度 (R5.3.31現在)														総数		
	常勤										非常勤						
	現員数	任期制導入状況								併任教員数	現員数	非常勤					
		(女性数)	(外国人数)	(若手数 未 満 (40歳 以下))	(若手数 (35歳 以下))	(任期付 教員数)	(女性数)	(外国人数)	(若手数 未 満 (40歳 以下))			(若手数 (35歳 以下))	(女性数)	(外国人数)		(若手数 未 満 (40歳 以下))	(若手数 (35歳 以下))
教授	16	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	0	0	(0)	(0)	(0)	(0)	16	
准教授	21	(2)	(2)	(0)	(0)	(1)	(0)	(0)	(0)	0	1	(0)	(0)	(0)	(0)	22	
講師	1	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	0	0	(0)	(0)	(0)	(0)	1	
助教	32	(5)	(1)	(13)	(7)	(12)	(2)	(0)	(10)	(6)	0	0	(0)	(0)	(0)	32	
助手	0	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	0	0	(0)	(0)	(0)	(0)	0	
技術職員	34	(5)	(1)	(19)	(13)	(1)	(0)	(0)	(0)	0	9	(8)	(0)	(1)	(1)	43	
事務職員	15	(8)	(0)	(3)	(1)	(1)	(1)	(0)	(0)	0	24	(24)	(0)	(3)	(3)	39	
その他	5	(1)	(1)	(1)	(1)	(4)	(0)	(1)	(1)	(1)	0	16	(1)	(1)	(4)	(1)	21
合計	124	(21)	(5)	(36)	(22)	(19)	(3)	(1)	(11)	(7)	0	50	(33)	(1)	(8)	(5)	174

※()は現員数の内数

	令和5年度 (R6.3.31現在)														総数		
	常勤										非常勤						
	現員数	任期制導入状況								併任教員数	現員数	非常勤					
		(女性数)	(外国人数)	(若手数 未 満 (40歳 以下))	(若手数 (35歳 以下))	(任期付 教員数)	(女性数)	(外国人数)	(若手数 未 満 (40歳 以下))			(若手数 (35歳 以下))	(女性数)	(外国人数)		(若手数 未 満 (40歳 以下))	(若手数 (35歳 以下))
教授	18	(1)	(0)	(0)	(0)	(2)	(0)	(0)	(0)	0	0	(0)	(0)	(0)	(0)	18	
准教授	19	(2)	(2)	(1)	(1)	(2)	(2)	(0)	(1)	(1)	0	1	(0)	(0)	(0)	20	
講師	1	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	0	0	(0)	(0)	(0)	(0)	1	
助教	31	(4)	(2)	(14)	(7)	(14)	(1)	(1)	(12)	(7)	0	0	(0)	(0)	(0)	31	
助手	0	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	0	0	(0)	(0)	(0)	(0)	0	
技術職員	33	(4)	(1)	(18)	(14)	(1)	(0)	(0)	(0)	0	10	(10)	(0)	(0)	(0)	43	
事務職員	15	(7)	(0)	(4)	(2)	(1)	(1)	(0)	(0)	0	18	(18)	(0)	(2)	(2)	33	
その他	4	(1)	(0)	(1)	(1)	(3)	(0)	(0)	(1)	(1)	0	29	(12)	(1)	(5)	(1)	33
合計	121	(19)	(5)	(38)	(25)	(23)	(4)	(1)	(14)	(9)	0	58	(40)	(1)	(7)	(3)	179

※()は現員数の内数

	令和6年度 (R7.3.31現在)														総数		
	常勤										非常勤						
	現員数	任期制導入状況								併任教員数	現員数	非常勤					
		(女性数)	(外国人数)	(若手数 未 満 (40歳 以下))	(若手数 (35歳 以下))	(任期付 教員数)	(女性数)	(外国人数)	(若手数 未 満 (40歳 以下))			(若手数 (35歳 以下))	(女性数)	(外国人数)		(若手数 未 満 (40歳 以下))	(若手数 (35歳 以下))
教授	18	(1)	(0)	(0)	(0)	(2)	(0)	(0)	(0)	0	0	(0)	(0)	(0)	(0)	18	
准教授	19	(2)	(2)	(1)	(1)	(2)	(2)	(0)	(1)	(1)	0	0	(0)	(0)	(0)	19	
講師	1	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	0	0	(0)	(0)	(0)	(0)	1	
助教	28	(4)	(2)	(10)	(6)	(11)	(1)	(1)	(9)	(6)	0	0	(0)	(0)	(0)	28	
助手	0	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	0	0	(0)	(0)	(0)	(0)	0	
技術職員	31	(5)	(1)	(19)	(9)	(0)	(0)	(0)	(0)	0	13	(13)	(0)	(2)	(0)	44	
事務職員	19	(12)	(0)	(1)	(0)	(6)	(6)	(0)	(0)	0	14	(14)	(0)	(1)	(1)	33	
その他	5	(1)	(0)	(1)	(1)	(4)	(0)	(0)	(1)	(1)	0	26	(10)	(0)	(1)	(1)	31
合計	121	(25)	(5)	(32)	(17)	(25)	(9)	(1)	(11)	(8)	0	53	(37)	(0)	(4)	(2)	174

※()は現員数の内数

【表 1: 教員数一覧】

年 度		教授	准教授/ 講師	助教	教員合計	一般職員	合計
令和4年度	定員(人)	20<1>	22<1>/0	30	72<2>	50	122<2>
	現員(人)	14<1>	21<1>/1	29	65<2>	49.5《1.5》	114.5<2>
	充足率(%)	70<100>	95<100>	97	90<100>	99	94<100>
令和5年度	定員(人)	20<1>	22<1>/0	30	72<2>	50	122<2>
	現員(人)	14<1>	19<1>/1	25	59<2>	47.5《1.5》	106.5<2>
	充足率(%)	70<100>	86<100>	83	82<100>	95	87<100>
令和6年度	定員(人)	20<1>	22<1>/0	30	72<2>	50	122<2>
	現員(人)	15<1>	19<1>/1	26	61<2>	47《1.0》	108<2>
	充足率(%)	75<100>	86<100>	87	85<100>	94	89<100>

【表 2:定員・現員・充足率の推移表(各年度4月1日現在)】

転 入

年度		教授	准教授	講師	助教	合計
令和4年度	所内	2	1		1(※うち特定1)	4
	学内					
	学外				2(東北大、大阪電気通信大)	2
令和5年度	所内	4(※うち特定2)	2		3(※うち特定1)	9
	学内				1(博士後期課程)	1
	学外		1(学振特別研究員)		1(大阪大)	2
令和6年度	所内	1				1
	学内					
	学外		1(中性子科学センター)			1

転 出

年度		教授	准教授	講師	助教	合計
令和4年度	所内	1(定)	2(昇)		1(昇)	4
	学内				1(理)	1
	学外	1(定)	1(定)		3(原研1、理化学研2)	5
令和5年度	所内	1(定)	4(※うち特定1)		2(昇)	7
	学内					
	学外				1(物質・材料研究機構)	1
令和6年度	所内		1(昇)		1(昇)	2
	学内					
	学外	1(定※特定)			1(原研)	2

【表 3:教員の転出入の状況】

	20～29歳	30～39歳	40～49歳	50～59歳	60歳以降	合計
教授			2	8	6	16
准教授		1	6	8	4	19
講師				1		1
助教	1	7	11	5	2	26
合計	1	8	19	22	12	62

【表 4:教員の年齢構成(令和 7 年 3 月 31 日現在)】

令和 4 年度	教授	大島 永康	令和4年4月1日	～	令和5年3月31日
	准教授	熊田 博明	令和4年4月1日	～	令和4年9月30日
	准教授	鷺山 幸信	令和4年10月1日	～	令和5年3月31日
令和 5 年度	教授	齋尾 智英	令和5年4月1日	～	令和6年3月31日
	教授	富岡 尚敬	令和5年4月1日	～	令和6年3月31日
	准教授	木村 寛之	令和5年4月1日	～	令和6年3月31日
令和 6 年度	教授	福元 謙一	令和5年4月1日	～	令和6年3月31日
	准教授	小野寺 陽平	令和5年4月1日	～	令和6年3月31日

※部局教授定員 1 名追加

【表 5:客員教員一覧】

【特記事項】

○ 令和4年度から令和6年度の3年間の教員数(現員)は(表1)のとおりで、定員・現員・充足率の推移表(表2)に示すように、令和5年度に教員の充足率が減少している。これは、教員の転出入の状況(表3)に示すように、教授の定年や、助教の他機関への転出により減少したこと、また、将来計画(主に改組)の検討の中で令和 6 年度の人事計画を見直すこととなり、若手教員の人事を一旦保留して教授人事を優先的に進めたことにより、令和 5 年度までに転出した若手教員の新規採用が追いつかなくなったためである。一方で、令和 5 年 4 月の「複合原子力科学フロンティア研究プロジェクト」の設置により准教授 2 名を、また、卓越研究員事業や若手重点戦略定員等、多様な制度を活用し、令和 4 年度からの 3 年間で 8 名の助教を採用するなど、優秀な若手研究者の育成を積極的に推進してきた。なお、令和 6 年度中に優先的に進めていた教授人事の目途が付いたことから、現在、空きポストの助教人事を進めている。

その他、この間、「新試験研究炉産学共同研究部門」の設置による特定教授 1 名、特定助教 1 名、「複合原子力科学安全管理研究プロジェクト」の設置による特定教授 1 名を採用するなど、研究体制の強化を図った。

また、教員の年齢構成(表4)のうち、助教に関しては 40 歳以上の割合が高くなっており、高齢化の傾向が見られる。今後、40 歳未満の助教の割合を上げるため、空きポストの助教人事を進めていくとともに、所長室による研究系助教(任期無)に対し、年1回の助言・指導を研究活動の質・内容等を鑑みた指標(論文の質及び執筆数、科学研究費補助金等の外部資金獲得状況など)に基づくエビデンスベースにより実施するなど、引き続き、研究の活性化や研究者の流動性の向上を

図っている。

客員教員一覧(表5)では、研究所の研究力強化のため、部局定員の追加も含め、毎年 2～3名の外部研究者を客員教員として受け入れている。

2-3. 各種委員会

部局内委員会一覧

委員会名	委員構成			業務内容	令和6年度 開催数
	教授	准教授	講師		
協議員会	16			国立大学法人京都大学の組織に関する規程(平成16年達示第1号)第33条に定める事項を審議する	11
運営委員会	25			複合原子力科学研究所の運営に関する重要事項について所長の諮問に応ずる	4
研究計画委員会	11	2		複合原子力科学研究所における将来計画の調査立案及び研究計画の企画・検討を行う	4
共同利用運営委員会	18			複合原子力科学研究所の共同利用による研究の実施に関する重要事項について所長の諮問に応ずる	2
共同利用研究委員会	10	8		複合原子力科学研究所における共同利用研究の方針等の立案及び実施に関する調整を行う	2

【表 6: 主な部局内委員会一覧】

【特記事項】

○ 協議員会は教授で構成されており、複合原子力科学研究所の重要事項について審議し決議する機関である。運営委員会は所外の学識経験者及び研究所の協議員会メンバーの一部によって構成され、研究所の運営に関する重要事項について所長の諮問に応ずる。同様に、共同利用運営委員会は所外の学識経験者及び研究所の協議員会メンバーの一部によって構成され、研究所の共同利用の運営に関する重要事項に関して所長の諮問に応ずる。所員会議は所長の諮問に応じて、研究所の所内運営に関する重要事項について検討するものである。それ故、これらの委員会とその下部委員会(運営委員会もとの研究計画委員会、人事選考委員会、共同利用運営委員会もとの共同利用研究委員会)で種々の議案が審議され、最終的には協議員会で検討・了承されて研究所の運営が行われる。すなわち、個々に示した委員会は研究所の運営に関する方針を決めるために企画立案を行うと共に、種々の事案に関して審議し、その委員会としての最終的な結論を導きだし、上位委員会の運営委員会ならびに協議員会にその決定事項を提出する役割を担っている。

2-4. 技術室

<組織の現状>

※役職名 班長=技術室長補佐; 掛長=技術係長; 主任=技術主任; 掛員=専門職(技術)

※2024年10月1日に専門職(技術)へ移行

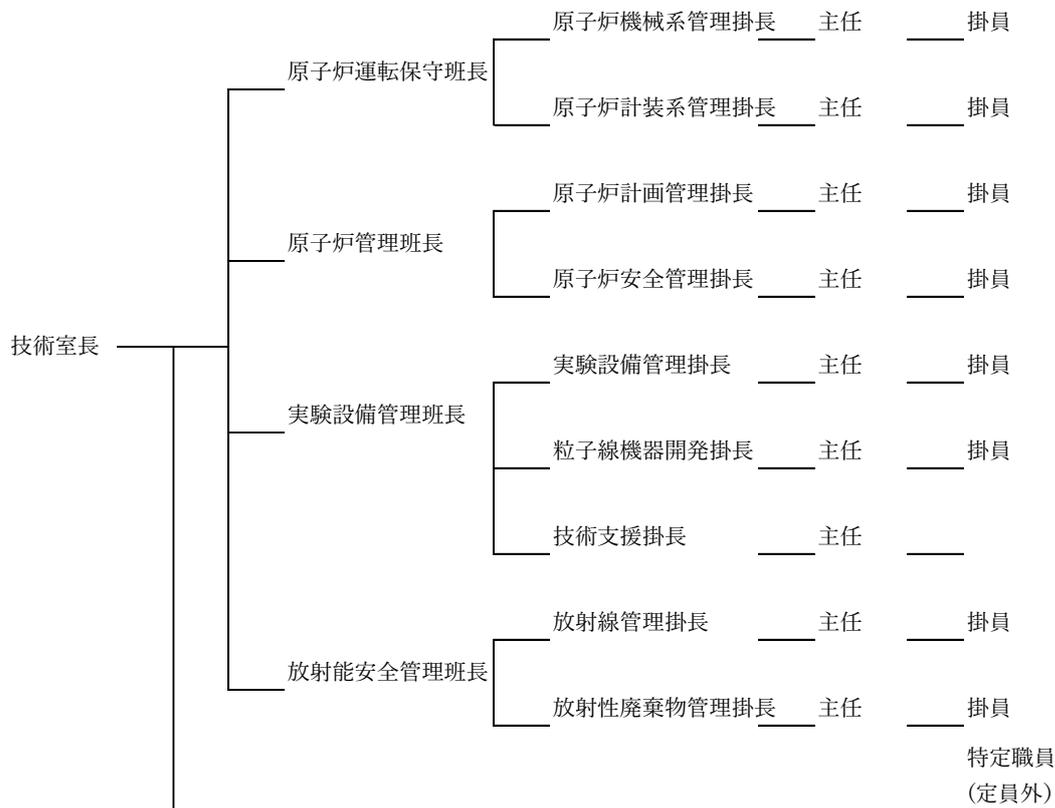


図 3 .技術室の組織図(4班9掛体制:他に特定職員)

技術室は、教育研究支援を目的として昭和 52(1977)年に創設された。令和6(2024)年 10 月 1 日、学内における研究支援体制の再構築に伴い、技術室に所属する教室系技術職員は専門職(技術)に移行された。専門職(技術)の定員数は大学による一元管理となり、年度毎の専門職(技術)等の配置計画を本部に提出し、本部の審査を経て最終的な配置数が決定されることになった。

令和 6(2024)年度における技術室の専門職(技術)定員数は 29 名であり、そのうち在職者は 25 名である。これに加え、特定職員 1 名、派遣職員 2 名を含め、安全管理部室に配置し現場の安全管理業務を担当している。技術室の組織体制は令和 6(2024)年 4 月 1 日より 4 班 9 掛体制となり、その組織図を図 3 に示す。

技術室の運営については、技術室運営委員会が、技術室の運営及び人事その他の重要事項を審議している。技術室内部の組織としては、室会議、技術室連絡会議及び人事委員会があり、室員相互の意思疎通と室の意思決定を行っている。室会議については毎月 1 回開催しており、各

管理部での業務状況、問題点等を報告し、全室員への情報の共有を行うと共に、問題点の検討を行っている。また、技術室長と班長(技術室長補佐)は毎月1回班長会議を開催し、技術室に関する問題点の相談、技術職員のサポート、技術の継承及び研修計画の企画を行っている。

安全管理部室名	大別した職務の内容	担当部室員数
研究炉部	研究炉の運転・保守管理等、安全管理業務に就く者	7
臨界装置部	臨界装置の運転・保守管理等、安全管理業務に就く者	4
実験設備管理部	ホットラボ棟、トレーサ棟、ガンマ線照射棟、研究炉周辺の実験設備、イノベーションリサーチラボの加速器等、実験設備の保守管理等安全管理業務に就く者	3
	研究炉の運転業務を兼務する者	(4)
	工作工場にて施設、設備の維持管理と依頼品を製作する業務に就く者	1
	ネットワーク設備の維持管理業務に就く者	1
	ライナックの運転・保守管理等、安全管理業務に就く者	1
放射線管理部	放射線管理に関する設備の保守管理等、安全管理業務に就く者	5
	研究炉の運転業務を兼務する者	(5)
放射性廃棄物処理部	放射性廃棄物処理装置の運転・保守管理等、安全管理業務に就く者	1
核燃料管理室	核物質防護及び計量管理等の安全管理に就く者	1
RI管理室	放射性同位元素等の関係法令に基づく申請、検査、教育に関する業務に就く者	(3)
品質管理室	原子炉施設品質管理に関する業務に就く者	(6)
中央管理室	原子炉防災、教育訓練、原子炉関係法令に関する業務に就く者	(2)
実験用核燃料管理部	実験用核燃料管理に関する業務に就く者	(2)

表7 技術室における職務の内容と担当室員数(令和6(2024)年度末現在)

<備考>担当部室員数の()は兼務する人数を表す。

・担当室員数には、特定職員、情報部技術職員を含まず。

表7に、安全管理部室における職務の内容と担当室員数を示す。業務全般としては、施設及び設備の経年変化に伴う管理業務や、原子力施設等の規制強化に伴う業務量の増加が続いている。特に KUCA の低濃縮化に伴う運転停止、高濃縮ウラン燃料の返送業務、低濃縮化に伴う設置変更承認申請業務、設計及び工事の申請業務などが増加した。一方、令和4(2022)年度から令和6(2024)年度10月まで、本学における研究支援体制の再構築に伴い、技術職員の新規採用が凍結された。そのため、技術職員の欠員補充ができない状況が続いた。安全管理業務の増加と人手

不足のジレンマを抱える中、派遣職員の雇用や、技術職員による複数の業務の兼務によって、安全管理要員を確保した。

令和3(2021)年 4 月より「業務計画実施管理表」を導入し、技術職員の業務量とエフォート管理を行っている。これは、過剰労働や業務量の偏り等による労働災害を未然に防ぐことを目的とし、出退勤管理打刻システムとともに労務管理を実施しているものである。個々の技術職員の年間業務計画を把握することで、業務の調整が容易になった。さらに打刻システムによる毎日の業務報告と組み合わせることで、適正かつ効率的に業務管理が可能となり、職員の適切な評価にも繋がっている。

<技術職員の採用と技術の継承>

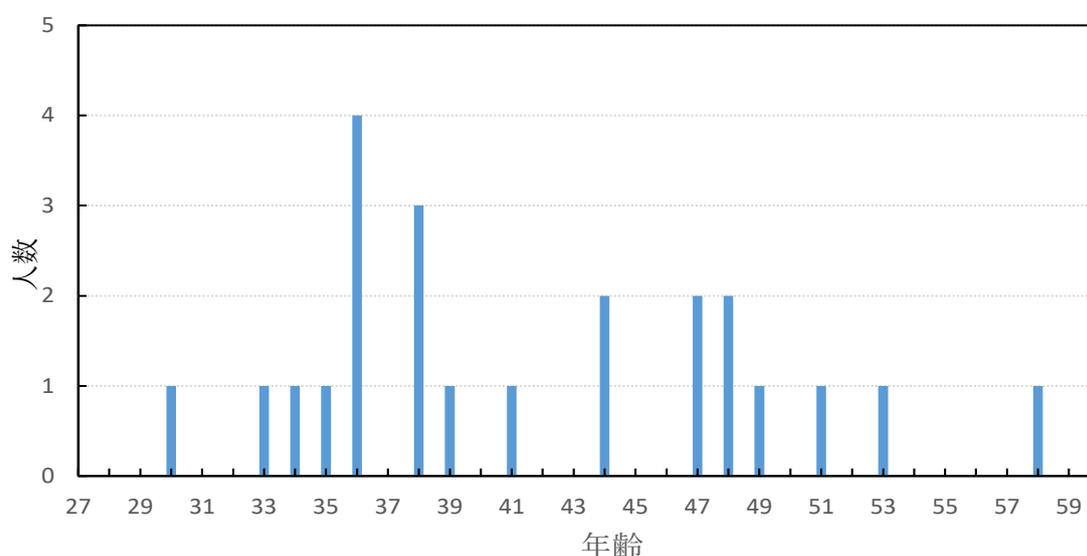


図 4 . 室員の年齢分布(令和6(2024)年度末現在)

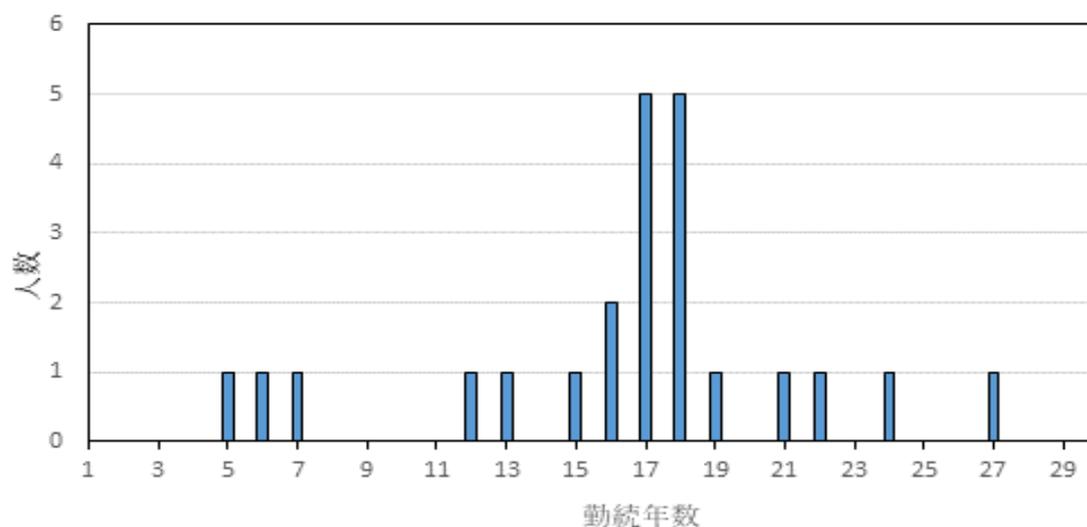


図 5 . 室員の勤続年数分布(令和 6 年(2024)年度末現在)

平成 26(2014)年度 から、学内による定員削減が実施され、人手不足が続いている。さらに、原子力規制の強化に伴う業務が増加し、慢性的な過剰労働が発生している。原子炉の運転班員を確保するため、令和元(2019)年には、KUR 運転に協力できる教員を募って、約 10 名の教員から協力を得ることができたが、令和 6(2024)年度現在は 8 名の教員の協力となっている。しかし、令和4(2022)年度から令和 6(2024)年度 10 月までの間、大学の研究支援体制の再構築に伴い、新規技術職員の採用が凍結され、欠員の補充ができない状況が続いた。技術室では、新規採用凍結期間の代替措置を活用し、派遣職員と特定職員を雇用した。また、技術職員の配属先を調整し、技術室長は自ら管理業務の一部を負担するとともに、一部技術職員に兼務を命じることで、欠員による安全管理への影響を最小限に抑えた。

現在、主力として管理業務を担っている技術職員の多くは採用から 15 年程度が経過しており、通常業務は問題なく遂行できる。また、トラブル等異常時対応についても十分な経験を積んでいる。

図4に令和6(2024)年度末の室員の年齢分布、図5に勤続年数分布を示す。

<業務の概要>

技術職員の業務は多岐にわたるため、一律に評価することが難しい。そこで、技術職員が行った業務について以下の方法で管理している。

(1) 出退勤打刻システム

平成 17(2005)年 3 月より、全学的にはすでに導入されていた PC による出退勤管理は変形労働に対応しておらず、導入できなかったため、変形労働に対応した技術室独自のシステムを構築して、技術職員に導入した。これにより、室員の出退勤時間や超過勤務時間を分単位で把握できるようになった。また退勤打刻の際には、当日の業務内容を記入することを義務付け、月単位でまとめ各個人の業務報告書とし業務評価の一部として活用している。

(2) 業務依頼書

各安全管理部室長をはじめ、技術職員に業務を依頼している教員から、技術室長あてに業務依頼書が提出されている。その依頼書は室員各個人毎に管理し、毎年更新している。

(3) 業務計画実施管理表

令和 3 年(2021)年 4 月より、研究所の電子承認システム(KWFS)を活用し、技術職員の「業務計画実施管理表」を導入した。技術職員は、年度初めに年間の業務内容・業務量及び努力目標を計画し、年度途中の 9 月と年度末(翌 3 月)に進捗状況を報告するとともに自己評価を行う。技術室長及び所属部室長は、この「業務計画実施管理表」の情報を共有することで、各技術職員の業務量、進捗状況、問題点を把握し、より適切なエフォート管理及び業務サポートを行うことができる。また、業務実績と年間努力目標の達成度を基に、より具体的かつ適切な業務評価が可能となり、技術職員のモチベーションの向上にも繋がっていると考えられる。

(4) 各種作業記録及び報告書

原子炉施設、放射線取扱施設を管理している上に於いて、各種の記録の提出、保管が規則により義務付けられている。各種運転記録や管理作業記録については、現場での実務に携わっている室員が深く関わっている。また、原子炉施設保安規定に定められている各種記録のうち、改造、保守などを行ったときに提出される原子炉施設改造等記録、原子炉施設保守

報告書、放射線管理作業記録には、室員の現場での業務内容が詳細に記載されている。その他の安全管理部室にも同様の作業記録がある。

(5) 各種資格・免許の取得、力量管理

原子炉施設及び放射線取扱施設で勤務する関係上、技術職員が保有する資格・免許の数は多く、特に法人化以後は、業務上必要な資格・免許の取得の奨励もあり、全員が何らかの資格・免許を有している。技術室では技術職員のスキルアップを優先課題としており、資格・免許の取得費用を一部支援している。また、昨今の研究炉の運転、保守作業等に係わる技術職員の力量管理も求められており、各個人の運転経験、保守作業経験(件数)等の力量管理記録提出がエビデンスとして必要とされている。

(6) 業務報告会

技術室では、平成 20(2008)年度より毎年、技術職員全員による業務報告会を開催している。報告内容は、1 年間に実施した業務に関する全般的な内容または特定のトピックについて、短時間の口頭発表で報告するものである。また、その際に、各個人が 1 年間の目標(具体的なものを)を公表し、室員全員が共有することで目標達成の原動力としている。達成結果についても 1 年後同報告会で発表することとなっている。さらに、令和 2(2020)年度から「優秀プレゼンテーション賞」を設け、発表の中から上位 3 名を表彰している。この取り組みにより、業務報告会の内容は年々充実するようになっており、技術職員の文書作成能力及びプレゼンテーション能力の向上に繋がっている。

(7) 専門研修会

技術室では、毎年、京都大学総合技術部第 5 専門技術群との共催で、専門研修会を行っている。この専門研修会では、講義や技術発表、また京都大学内他部局の職場や民間企業の工場等の見学会を 2 日間に分けて行っており、知識の向上や人的交流が目的となっている。

(8) 新人研修

技術室に新しく採用された技術職員に、新人研修を行っている。具体的には、5 つの安全管理部(研究炉部、臨界装置部、実験設備管理部、放射線管理部、放射性廃棄物処理部)で各部 1 ヶ月間の研修を行っている。各管理部での教育や日常業務の体験をすることにより、研究所全体の安全管理体制を把握すると共に、安全文化の醸成を目的としている。

(9) 共同利用への技術支援

共同利用で来所する研究者に対しては、技術職員が研究協力者や所内連絡者として技術支援を行っている。

(10) 研究支援

個別教員や研究室から研究支援業務の依頼を受けた場合には、依頼内容に応じて、当該分野の専門技術を持っている技術職員を派遣し、研究支援を行っている。令和 3(2021)年度 4 月から新型研究炉開発・利用センターに技術職員を派遣し、新試験研究炉の建設・運営プロジェクトに継続的に参画している。

(11) 活動報告集

技術室では、1 年間を通して行った研修会、報告会、また技術職員個人で参加した講習会、

研究会等に関する報告書をまとめた活動報告集を作成し、研究所内はもちろん、他大学、研究施設に配付することにより、活動の広報を行っている。

<今後の展望>

令和8(2026)年5月にKURの運転を停止し、KURは廃止措置に入る予定である。これにより、技術室におけるKUR運転業務は終了するが、廃止措置に伴う業務、燃料の返送、KUCAの低濃縮ウラン燃料による運転再開、新型試験研究炉の新規事業、研究支援の拡大等が見込まれる。規制強化や施設・設備の経年変化に伴い、今後も業務量の増加傾向が続くものと考えられる。また、教員の管理業務への負担軽減も考慮しなければならない。

これまでは、増加する業務に対応するために、安全管理部室間を越えた業務協力や兼務発令の強化といった方策で対応してきた。しかし、今後増加すると考えられる業務を考慮すると今までの方策だけでは十分ではない。そのため、リクルート活動による新たな人材確保が課題であり、技術職員の職と級の一致といった技術職員の待遇改善の早期実現が不可欠である。引き続き現場の状況を本部に報告し、早期解決に期待する。さらに、KUR運転停止及び研究支援業務の拡大に対応するため、業務内容に応じた組織の見直しと効率的運用の実現が必要である。また、技術職員のスキルアップを目的とした教育プログラムの整備、研修会の充実を図るとともに、技術継承の観点から若手職員の継続的な採用を推進する必要がある。

2-5. 事務部

<組織の現状>

平成16(2004)年4月に国立大学が法人化され、21年間で終了し、現在第四期の4年目となっている。

事務部においては、国立大学法人化以降、新たに生じた様々な制度への対応や運営費交付金の大幅な削減への対応のため、業務の合理化・効率化等を図ってきている。

一方で、事務部の職員数(図書系職員、施設系技術職員を含む)は、平成24(2012)年度から事務部長制から事務長制への組織改編が行われ、平成26(2014)年度からは新たに8年間で7名の定員削減を行った。また、福島第一原子力発電所の事故を受けて試験研究炉等の新規規制基準が施行されたことにより、原子炉施設の安全管理組織に新設された事務管理部における業務を行わなければならなくなった。

このような状況において、複合原子力科学研究所の研究・教育・管理に対する支援を充実するため、事務執行の在り方、事務組織について継続的に必要な改善を行うなど、事務部全体として機能強化・充実に取り組んでいる。

<業務の改善>

事務改善には全学的な取組みを必要とすることが多く、本学本部では事務改革推進本部を中心に、共通事務部の設置や再配置定員の措置などの取組みの再検討や業務DXの検討が進められている。複合原子力科学研究所においても部局独自の業務改善への取組みを継続しており、その一環として会議での配付資料のペーパーレス化、旅費・謝金センターの設置による旅費計算業務等の一元化、共同利用支援システムの導入、電気・機械設備の保全業務の外部委託等によ

る業務の合理化・効率化を行うとともに、共同利用掛の第二研究棟の移転による宅配物の受け取りサービスの充実化を実施したほか、支援職員や再配置定員、派遣職員を適切に配置し、業務量の増加や定員削減に対応している。

<今後の対応>

今般の国立大学を取り巻く様々な状況に対応していく上で、研究・教育・管理への充実した支援を継続していくためには、今後も一層の事務改善の取組みが必要不可欠である。具体的な取組みとしては、派遣職員や外部委託を有効活用するために、支援職員を含めた柔軟な人員配置や組織編制、更なる業務内容や分担の見直しを進めるとともに、定員内職員においては、KURの停止や第五期中期目標期間を見据え、広報を含む国際化に対応した業務や外部資金獲得に向けた業務、さらに経済安全保障やコンプライアンス等の時代の要請に対応した新たな業務など、より専門的かつ高度な研究教育支援を行っていくことが必要である。

また、事務部全体としては、事務長制の機動的な長所を十分に活かし、総務系・経理系・施設系の各々の事務長補佐が密接に連携を取りながら、積極的に各種業務合理化・効率化を進めていくことが重要である。

3. 研究炉(KUR及びKUCA)の状況

3-1. KURの運転終了への対応

京都大学原子炉実験所(平成30年4月に「京都大学複合原子力科学研究所」に改名)は、日本学術会議の勧告等を踏まえて、昭和38年に「原子炉による実験及びこれに関連する研究」を目的とする全国共同利用研究所として設置され、以来、京都大学研究用原子炉(以下「KUR」という。)、京都大学臨界集合体実験装置(以下「KUCA」という。)等を主要施設として共同利用研究を進めてきた。

一方、これまでKUR及びKUCAの2基の原子炉の在り方等については、国立大学法人への移行時や使用済燃料引き取りの問題、東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故後の原子力施設を巡る国内外の社会環境の大きな変化を受け、その都度、学内で検討・審議を行ってきた。

このたび、核セキュリティを含む原子力規制の一層の強化が進むとともに、施設の高経年化により維持管理のための負担が増加していること、さらにKUR使用済燃料の米国引き取り期限が近づいてきていることなどから、我が国における試験研究炉の現状及び今後の動向を確認しつつ、本学におけるKURの今後の取扱いについて、令和3年度末に次のとおり決定した。

KURについては、米国の使用済燃料引き取りにかかる使用期限(2026年5月)をもって運転を終了する。なお、運転終了後の廃止(解体)作業については、京都大学研究用原子炉・廃止措置実施方針において、放射性廃棄物処分事業開始の見通しが立ち、工法等が確立した段階で実施することとしており、また、その資金は国からの支援を要望することとしている。そのため、本廃止(解体)作業にかかるKURの廃止措置については、安全性を最優先とし、かつ着実に実施するために、発生する放射性廃棄物の処理処分の方法の確立と必要な経費確保に関して、文部科学省との協議を進めるべきである。

- ◇ KURの運転終了に当たっては、共同利用研究への影響を考慮し、複合原子力科学研究所における代替中性子源を適切な時期までに整備を行うことが望ましい。この代替中性子源の利用により、これまでKURで実施してきた中性子利用に関する研究・教育の継承を目指すとともに、既存のホットラボラトリ等の施設の再整備により、核燃料及び放射性同位体元素を用いた新たな研究の展開を進める。さらには、KURの停止による中性子を利用した研究への影響を考慮し、日本原子力研究開発機構のJRR-3等、学外の中性子源の利用も進めるべきと考える。

KURの運転終了後の廃止(解体)作業については、廃止措置作業全体を施設ごとに以下の

項目に区分し、安全性を確保しつつ、次の段階へ進むための準備を行いながら着実に進めることとなっており、各項目の具体的な解体の方法については、廃止措置計画申請時まで決定することになっている。

- ・速やかに解体により廃止措置を行う施設
- ・放射性廃棄物処分事業開始の見通しが立ち、解体工法、放射能汚染の測定方法等が確立した段階で解体を実施する施設
- ・解体によらないで廃止措置を行う施設

廃止措置計画の策定にあたっては、その準備作業のために令和5年度に複合原子力科学研究所に廃止措置WGを設置し、廃止措置の具体的な実施手順の検討を開始した。令和8年度のKUR運転終了後のできるだけ早い時期までに、廃止措置実施方針に記載の上記3つの項目に該当する施設の分類(見直し)を行うとともに、廃止措置を先行実施している他機関の試験研究炉の事例を参考にしつつ、廃止措置実施方針を改定するとともに、廃止措置計画案を作成し、学内及び地元自治体へ説明のうえ、了承を得た上で原子力規制委員会からの承認を受けるための手続きを進める。

一方、KURの使用済燃料は、米国との取り決め(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)により同国へ引き渡すことになっており、KUR運転停止から必要な燃料の冷却期間(1年程度)経過後の令和9年度に実施できるよう、令和5年度から令和6年度の間輸送手段・費用等にかかるフィジビリティ・スタディを実施し、令和7年度からは輸送に向けた準備に着手している。



注1) 処分事業開始の時期や各種調査及び除染、解体・撤去の検討状況によって変わる可能性がある。
 注2) 解体対象施設としては、汚染のない2次系の設備などが対象となり、廃止措置計画策定時に決定する。
 注3) 廃止措置終期は、処分事業開始の時期や実際の廃止措置作業の中で大きく変わる可能性があるため、未定としている。
 注4) 放射線管理施設や気体・液体・固体の放射性廃棄物処理・管理施設等の維持管理を行う。

図 6・KUR 運転終了と廃止措置の流れ(案)

代替中性子源については、企業より京都大学(複合原子力科学研究所)へ譲渡されたホウ素中性子捕捉療法(以下「BNCT」という。)の医療機器として人への臨床試験に使用されていたサイクロトン加速器を BNCT の基礎研究を含めた共同利用・共同研究に供するよう、非密封施設化、運転時間延長のための原子力規制委員会への許可変更手続きを進めており、放射線管理区域の変更に必要な工事を含め、令和7年度中には同手続きを完了できる見込みとなっている。

中性子源を有する他機関との連携については、日本原子力研究開発機構(以下「JAEA」という。)の意向も踏まえ、慎重に検討を進めているところである。また、将来の持続的な中性子源の確保を目的として、福井県の「もんじゅ」サイトに、人材育成・中性子利用の基盤としての熱出力 10MW の新試験研究炉の設置に向けた取組みの中で、複合原子力科学研究所は、JAEA、福井大学と連携し、令和5年度から新試験研究炉の詳細設計に取り組んでおり、令和5年5月8日にはその三つの機関の長が福井県敦賀市において、「もんじゅ」サイトの新試験研究炉設置に係る関係機関間の協力協定を締結した。なお、新試験研究炉の運転開始は、少なくとも10年以上先になることが想定されているため、KUR 運転終了後の数年間は、所内の代替中性子源や JRR-3 等の学外の中性子源を利用し、KUR の運用を通じて得た知見・経験を活かすことで、新試験研究炉に整備する先端的な実験装置の計画立案を進めていく。

3-2. KUCA の低濃縮化

2016 年に開催された第4回米国核セキュリティ・サミットにおいて、日米首脳による共同声明（平成 28 年 4 月 1 日「核セキュリティ協力に関する日米共同声明」）で KUCA の保有する高濃縮ウラン(HEU)燃料の米国への撤去と、低濃縮ウラン(LEU)燃料への転換が表明された。

この共同声明に基づき、KUCA の HEU 燃料撤去と LEU 燃料転換を併せた KUCA 低濃縮化プロジェクトに取り組んだ結果、平成 28(2016)年から KUCA の HEU 燃料撤去と LEU 燃料転換に向けた作業を本格的に着手し、令和4(2022)年8月までに全ての HEU 燃料撤去を達成するとともに、令和5(2023)年から LEU 燃料の製造を開始し、令和6(2024)年 10 月に最初の LEU 燃料の輸送と受け入れを完了した。現在、LEU 燃料を用いた再稼働に向けての規制手続きを進めており、令和8(2026)年度に LEU 燃料を用いた運転が再開される予定である。

本章では、KUCA 低濃縮化に係る経緯、令和4年度から6年度にかけての HEU 燃料返還、LEU 燃料調達(製造、輸送)に係る対応と進捗について述べるとともに、KUCA 低濃縮化に伴う施設の管理運営対応状況等について述べる。

3-2-1. KUCA 低濃縮化に係る経緯

3-2-1-1. 試験研究用原子炉燃料の低濃縮化と核不拡散・核セキュリティ政策

2011 年に発生した米国同時多発テロ以降、核兵器によるリスクを低減するための核不拡散/核セキュリティ措置が世界的に強化されている。民生部門における核不拡散/核セキュリティ措置の強化としては、規制対応を通じた保障措置や核物質防護措置の強化が継続して進められており、関連した技術開発も活発化している。その一方で、核不拡散や核セキュリティ上のリスクそのものを低減するための措置として、国際的な枠組みの中で、試験研究炉の高濃縮ウラン燃料の撤去と、燃料の低濃縮化が進められている。試験研究炉の高濃縮ウラン燃料の撤去は、わが国の核不拡散/核セキュリティ政策の観点からは定量的かつ具体的な国際的な貢献であり、また、試験研究炉の低濃縮化という原子炉工学的な観点との繋がりも強い。

発電用原子炉では、ウラン濃縮度が 3%から 5%程度の燃料を用い、ウラン燃料からエネルギーを高効率で経済的に取り出して利用できるかという観点でシステムの設計が行われている。一方で、試験研究用原子炉では、炉心の特性として、「いかにして大量の中性子を安定的に供給できるか」を主眼とした設計が行われている。このために、一般的には、極めて高い出力密度を持った、可能な限り小型の炉心を実現し、炉心の内外で高中性子束場を提供する、という設計が行われている。このような(極端とも言える)炉心設計要求を満足するために、1950 年代当初からウラン濃縮度が 90%を超える高濃縮ウラン(以下「HEU」という。)を用いた燃料が利用されてきた。

試験研究用原子炉向け HEU 燃料 は、1960 年代から主として米国、ソ連が各国に供給し、

原子力平和利用と学術研究に供せられていたところ、1980年代に入り、世界各国に拡散された HEU 燃料の核セキュリティ上の懸念が問題となってきた。このことから、米国は、世界中に拡散された試験研究炉用 HEU 燃料を回収すると共に、試験研究炉の燃料を、核セキュリティ・核不拡散の観点からリスクが十分に低いとされる濃縮度 20%未満の低濃縮ウラン(以下「LEU」という。)に転換する、いわゆる低濃縮化の方針を定め、1996年から米国エネルギー省が中心となって海外の試験研究炉からの使用済 HEU 燃料回収プログラムを実施してきた。このプログラムでは、当初は有意な使用済燃料が発生する中・高出力の試験研究炉を対象としていたところ、2014年には核セキュリティ措置の一層の強化を目指した Global Threat Reduction Initiative(GTRI)が立ち上げられ、試験研究炉からの使用済 HEU 燃料回収と低濃縮化の一層の推進を図ると共に、従前の試験研究炉に加えて、臨界集合体や実験用核燃料物質なども HEU 回収の対象となった。

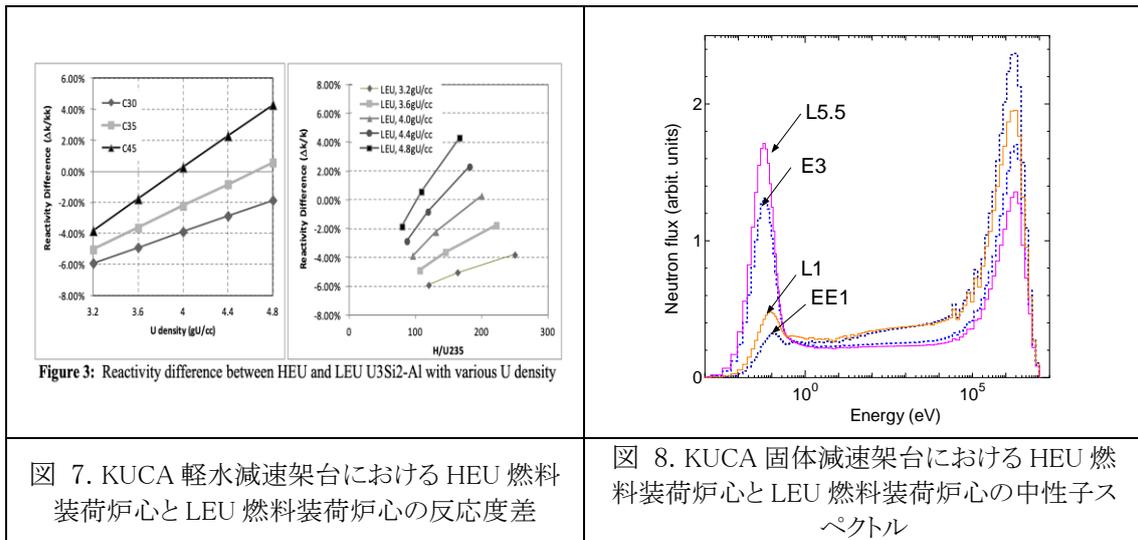
複合原子力科学研究所では、これら米国エネルギー省の低濃縮化政策に原子炉実験所時代の1980年代から深く関わっており、(当時の)文部省、科学技術省、外務省、日本原子力科学研究所、動力炉・核燃料開発事業団他と協働して政府間協議と国内関係機関の調整に尽力してきた。その成果として、1990年代には京都大学研究用原子炉 KUR の低濃縮化に取り組み、KUR の HEU 燃料の米国への撤去に複数年に亘って取り組んで2007年に撤去を完遂するとともに、LEU 燃料への転換に向けた規制手続きに1990年頃から着手し、LEU 燃料の基本設計、フランスの燃料製造メーカーでの製造と引き続き輸送を経て、2010年から LEU 燃料を用いた KUR の運転を行なっている[1]。

米国の低濃縮化政策と、LEU 燃料製造技術をはじめとした関連する低濃縮化技術の研究開発動向については、毎年開催される試験研究用原子炉燃料の濃縮度低減に関する国際会議(RERTR - International Meeting on Reduced Enrichment for Research and Test Reactors)の場を主として米国政府関係者、燃料製造メーカー関係者との情報交換を長年継続してきた。しかるに2000年代に入って KUR の HEU 燃料の撤去が順調に進捗するとともに、上述の GTRI の立ち上げに関する議論が高まってきたことを受け、これまで米国の核セキュリティ措置政策の対象外であった KUCA についても低濃縮化の要請が高まることが予想されたことから、2006年頃から米国エネルギー省、アルゴンヌ国立研究所の関係者と個別の協議を進めてきた。その中で、次節にて述べるとおり、KUCAを HEU 燃料から LEU 燃料に転換した場合に、界性などの炉心核特性がどのように変化するかという点についてでフェイジビリティ研究を実施し、KUCA の低濃縮化は技術的に可能であり、学術上のメリットも大きいという結論に至った。

3-2-2. KUCA 低濃縮化に係るフィージビリティ研究

上述のとおり、KUCA の低濃縮化に係る米国関係者との事前協議を進める中で、米国アルゴンヌ研究所の炉心核特性解析グループを中心とした研究者と共に、KUCA の低濃縮化に関するフィージビリティ研究に2006年頃から着手した。この研究では、KUCA を既存の試験研究炉向け燃料製造技術で低濃縮化する場合の燃料仕様と、低濃縮化に伴う炉心核特性の変化について、計算機シミュレーションによる解析を実施した。

その中で、いわゆるハイパフォーマンス試験研究炉の低濃縮化に向けて研究開発が進められているウランモリブデン合金燃料のうち、同合金をそのまま燃料芯材の形に圧延加工する monolithic 燃料については、ウラン密度が高すぎて燃料設計上も製造公差が炉心核特性に与える影響が過大であること等の理由から候補外となることがわかった。一方で、KUR を含む一般的な試験研究炉の低濃縮化で広く使われているウランシリサイド分散型燃料については、ウラン密度を調整することにより、HEU 燃料を用いた KUCA 炉心とさほど変わらない利用特性が得られることなどが明らかとなった。また、ウランモリブデン合金燃料についても、アルミニウム中に分散させた分散型燃料を用いることで、KUCA の低濃縮化に適用できる可能性があることが明らかとなった。代表的な解析結果の例を図7、図8に示す。



以上のフィージビリティ研究を通じて、

- KUCA 向け LEU 燃料は、現時点での試験研究炉向け燃料製造技術の範囲内で製造可能である、
- HEU 燃料で行っていた実験の一部は LEU 燃料では実施困難であるが、LEU 燃料を用いることでこれまで実施できなかった実験が可能となり、全体として網羅できるスペクトルインデックスが拡張できる、
- 濃縮度約 20%の臨界体系での系統的な実験は世界的にも例がなく、炉物理・核

データの基礎研究に資する学術的な知見は大きい、との結果を得た。特に、低濃縮化により期待される学術的メリットを勘案すると、KUCA 低濃縮化は、HEU 燃料の撤去を通じた我が国の核不拡散政策への大きな貢献に加え、京都大学としての炉物理・核データの基礎研究の進展にも大きく寄与するという、いわば Win-Win の状況が期待されることがわかった[2]。

3-2-3. 第4回米国核セキュリティ・サミットにおける日米共同声明での発表と、それに引き続く日米合意

フィージビリティ研究を含めた準備活動の結果、KUCA の低濃縮化が技術的に可能であることが確認されたことを受け、日米政府関係者を交えて KUCA 低濃縮化プロジェクトに関する具体的な協議が開始し、その中で、全体スケジュールや予算のスケールなど、プロジェクトの実施に向けた基本的な事柄が概ね合意されるに至った。これを踏まえ、2016 年にオランダ・ハーグにて開催された第4回米国核セキュリティ・サミットでの安倍内閣総理大臣とオバマ大統領による共同声明(平成 28 年 4 月 1 日「核セキュリティ協力に関する日米共同声明」)[3]において、KUCA の保有する高濃縮ウラン(HEU)燃料の米国への撤去と、低濃縮ウラン(LEU)燃料への転換が下記のとおり公式にアナウンスされた。

「本日、両国は、京都大学臨界集合体実験装置(KUCA)の全ての HEU 燃料を米国に撤去し、希釈し、恒久的に脅威を削減するために協働するとの表明により、世界規模での HEU の保有量の最小化の取組に貢献するための両国の更なる決意を示す。この撤去は、技術的及び経済的に可能な場合に、KUCA を HEU 燃料を利用する原子炉から LEU 燃料を利用する原子炉に転換することで可能となる。KUCA は、核テロリストによる盗難や使用のリスクをもたらさない燃料を用いて、関連研究や人材育成といった重要な役割を引き続き果たすこととなる。」

また、同声明において、この KUCA の転換(低濃縮化)プロジェクトは、民生用原子力協力に関する日米二国間委員会の下に置かれた日米核セキュリティ作業グループの継続的な活動の一環と位置付けられるに至った。

この声明を踏まえ、KUCA 低濃縮化プロジェクトは、これまでの米国関係機関と京都大学との協議マターから、日米両国の正式な国際プロジェクトという位置付けがなされ、以降、予算措置や政府間交渉において、京都大学が、主管官庁である文部科学省を中心とした関係省庁の協力の元で具体的な取り組みを進めることとなった。

さらに、本声明を踏まえ、日米間で実施スケジュールを含む合意文書が取り交わされ、KUCA 低濃縮化プロジェクトが正式にスタートした。

3-3. HEU 燃料の返還

HEU 燃料の米国への返還は、厳重な核セキュリティ措置が要求される核物質輸送を伴うものであり、多くの技術的な課題と、規制上の課題を解決することが要求された。このうち、日米間の国際海上輸送のあり方については日米政府間で様々な協議が行われたところ、KUCAの運転継続の担保、輸送の実現性と実施スケジュールとの兼ね合いから複数回に分割した輸送での返還を実施することで合意された。この合意の後、実際の輸送に着手するまでの期間が2年弱という、大規模な核燃料輸送で通常要求される期間に比べると極めて短期間に、燃料の輸出許可、核燃料物質の国際移転に関する外交手続き、輸送に用いる専用輸送容器の設計承認と容器承認、積出港使用に係る交渉と手続き、輸送専用船の確保、輸送ルート確定とスケジュールの具体化など、原子力規制庁・国土交通省・海上保安庁・警察庁(大阪府警本部及び地元警察署を含む)・外務省・経済産業省・資源エネルギー庁・税関・港湾局など複数の官庁に対する許認可・届出を遅滞なくかつ整合して進める必要があった。また、輸送容器への HEU 燃料装荷と施設からの払い出しにおける計量管理措置については、IAEA 及び原子力規制庁保障措置室との綿密な協議を行った。これらの原子力・核燃料規制に係る手続きと並行し、地元自治体や関連団体との綿密な事前協議と調整を継続して実施した。

HEU 燃料の返還に際しては、KUCA の利用運転の継続性を勘案し、使用していない HEU 湾曲板燃料の返還から着手し、研究利用に必要な最低限の燃料を残しながら順次返還するという計画を策定し、令和3(2021)年7月に HEU 燃料による運転を終了した。

輸送容器の取り扱いにおいては、輸送に用いた ES-3100 型輸送容器の保有/管理元である米国 Y-12 National Security Complex 施設の専門家と協働し、核燃料管理室員2名が同施設において輸送容器取扱訓練の受講を経て取扱者資格を取得した他、輸送容器への燃料装荷に向けた準備作業と装荷作業、輸送当日の輸送容器の払い出しにおいて同施設の専門家の立ち会いと技術的サポートを受けた。なお、コロナパンデミックのための水際対策が強化された時期と米国専門家の来日が重なったため、文科省・厚生労働省・外務省・米国大使館との間で特別入国許可の取得のための調整と許可申請を実施する必要が生じた。

HEU 燃料の輸送は、日米間で決められた特別な情報管理措置のもとで執り行われたため、輸送回数を含めた詳細な情報は非開示であり、輸送完了後の然るべき時期に完了の旨を



図 9. 2022 年 8 月 9 日付米国エネルギー省プレスリリース抜粋

公開することが合意された。このことを受け、全ての輸送が完了した後に、令和4(2022)年8月に日米政府により、KUCA からの HEU 燃料の返還が完了した旨が公表された。

3-4. LEU 燃料の使用に係る許認可と燃料調達

KUCA での LEU 燃料使用に際しては、KUCA の設置変更承認申請と、引き続き燃料製造に関する設工認申請の承認が必要である。設置変更承認については、新規制基準が施行されてから試験研究炉では初となる本格的な変更申請であったこともあり、令和元年(2019)年の当初申請から複数回の補正申請を経て、原子力規制庁での審査におよそ3年を要したのち、令和4(2022)年に承認を受けた。その後、燃料製造に関する設工認の申請を行い、およそ1年の審査の後、令和5(2023)年8月に承認を受けた。

これを受けて、仏国 Framatome 社 Romans 工場にて LEU 燃料製造が開始された。燃料製造については、上述したフィージビリティ研究の成果を踏まえて 2016 年頃から同社の技術者と継続した協議調整を進めており、2020 年頃から製造に向けた準備作業に着手していたこともあり、実際の燃料製造は極めて順調に進捗している。

軽水減速架台用 LEU 長板燃料については、低濃縮化プロジェクトの全体工程の見通しを明確とするために、製造スケジュールの不確かさを少なくし、かつ、製造期間を可能な限り短縮することを勘案し、仏国 Framatome 社 Romans 工場での製造経験が豊富なウランシリサイド分散型燃料を採用した。さらに、炉心設計に与える影響を最小限とするために、KUCA の HEU 燃料と同一の寸法とし、上述のフィージビリティ研究の成果を踏まえてウラン密度を最適化したものである。令和5(2023)年8月の製造開始の後、令和6(2024)年4月に全数の製造が終わり、同月に複合研担当者による製造工場での事業者検査を完了した。完成した LEU 燃料長板のうち、初装荷分に当たるおよそ半数の燃料が令和6(2024)年10月に KUCA に搬入された。

一方で、固体減速架台用 LEU 角板燃料については低濃縮化後の核特性の拡張と、学術上の新規性の観点からウランモリブデン分散型燃料を採用することとなった。この形式の燃料は高パフォーマンス試験研究炉の次世代低濃縮燃料として技術開発が進められているもので、かつ、KUCA 固体減速架台用の角板燃料という形状ではこれまで製造経験が無かったため、2016 年から米国エネルギー省による予算支援のもとで、仏国 Framatome 社・米国エネルギー省およびアルゴンヌ国立研究所・京都大学による共同研究として製造技術開発[4]と、製造に必要な機器の調達、更には技術者の育成が行われた。これにより、令和5(2023)年8月の製造開始の後も製造は予定通り進捗し、令和6(2024)年10月



図 10. KUCA 軽水減速架台用 LEU 長板燃料

に第一バッチ(初装荷分)の製造と複合研担当者による製造工場での事業者検査を完了した。同燃料は令和7(2025)年に KUCA に搬入される計画である。

固体減速架台用 LEU 角板燃料については、さらに第二バッチの製造を令和7(2025)年に開始する計画である。製造においては第一バッチでの製造経験を反映した工程の効率化、品質向上を計画している。今後、全体の半数の製造が完了した時点と残りの半数の製造が完了した時点の2回に分けて KUCA に搬入されることとなっており、現時点ではそれぞれ令和8(2026)年度と令和10(2028)年度の予定となっている。

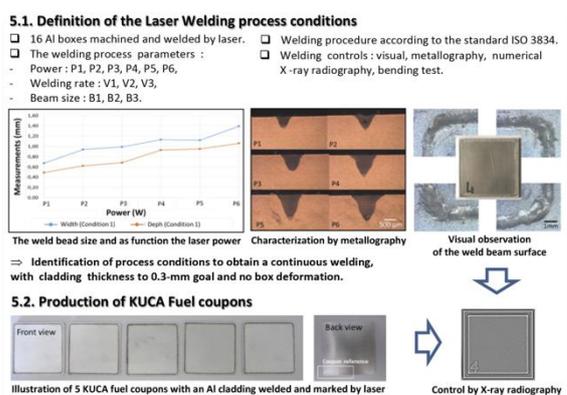


図 11. KUCA 固体減速架台用 LEU 角板燃料の製造技術開発

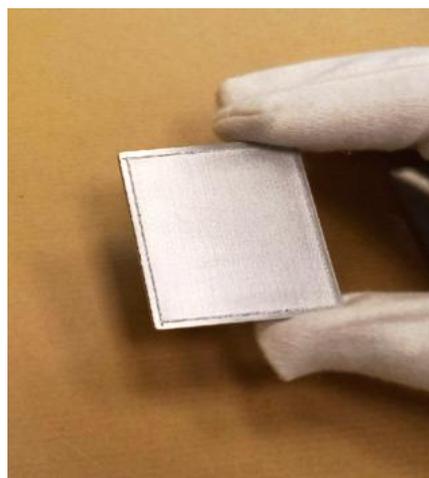


図 12. KUCA 固体減速架台用 LEU 角板燃料

3-5. KUCA 低濃縮化に伴う施設の管理運営対応状況

KUCA 低濃縮化による施設の管理運営の中で、核セキュリティ措置と保障措置が大きく変化した。

核セキュリティ措置については、従前の HEU 燃料使用時は核物質防護措置上の区分として最高レベルの区分 I であったため、研究所敷地のほぼ全てを核物質防護措置上の区域である立入制限区域とするとともに、KUCA 施設周辺を周辺防護区域として、所定の構造・機能を有するフェンス、障壁を設置するとともに、立入制限区域の一部と周辺防護区域について監視装置、侵入検知装置などを設置し、継続的にその機能維持を図る必要があった。加えて、KUCA 炉室・燃料室への入退域に際して生体認証機能を有する出入管理設備を設けることなどが規制上要求されていた。これらの防護措置については、侵入検知機能や監視機能の高度化、巡視点検の高度化(警備隊の人員増を含む)に加え、令和4(2022)年には緊急時対応の高度化の観点から核物質防護機能を充実させた監視所の設置が必要となるなど、核物質

防護規制の強化が相次いでいた。これら規制要求の高まりに対応するためには予算面、人員面で多大な追加措置が必要であったところ、KUCA からの HEU 燃料の撤去が完了したことにより、令和4(2022)年 11 月に施設の核物質防護区分を区分 II に変更できた結果、上述した防護措置の多くについて規制要求事項が緩和されるに至った。具体的には、研究所敷地のほぼ全域が対象となっていた立入制限区域を KUCA 施設を含めたごく一部の施設の周辺に縮小、監視装置・侵入検知装置に対する技術的要求の緩和、生体認証機能の廃止、監視所の設置不要などである。これにより、大幅な予算・人的資源の追加措置が不要となったことは、研究所の管理運営上、大きな成果であったといえる。また、研究所敷地への出入り上の規制要求がなくなったことは、より開かれた研究環境の提供という観点からも大きなプラスになっていると言える。

保障措置については、HEU 燃料使用時には IAEA による年1回の査察(PIV)と毎月の中間在庫検認(IV)査察の対象となっており、KUCA 施設の利用運転やメンテナンススケジュールとの調整、各種報告書の事前準備、査察チーム受け入れと現場立ち会いなどの対応が必要であった。HEU 燃料の撤去完了を受け、令和4(2022)年に IAEA による在庫確認(HEU 燃料の在庫がゼロであることの現地検認)と施設の設計情報質問票(DIQ)の変更承認を経て、毎月の中間在庫検認(IV)査察の対象から除外された。これにより、KUCA 施設の利用運転やメンテナンススケジュールへの制約が大きく緩和されるに至っている。

3-6. KUCA 低濃縮化後の研究計画

以上述べたとおり、KUCA 低濃縮化プロジェクトが始動した 2016年時点では、KUCA 低濃縮化は 1) 国際的な核不拡散措置・核セキュリティ強化のための HEU 低減化に対する日米政府間プロジェクトと、2) 濃縮度 20%未満の臨界実験データの充実をはじめとした炉物理／核データの観点からの機能アップの二点を両立させることが目的であった。一方で、2020 年ごろから米国が主導して次世代型革新炉向け燃料として、濃縮度が 20%未満の高アッセイ低濃縮ウラン(HALEU)の研究開発が推進されており、例えば米国エネルギー省の Advanced Reactor Demonstration Program (ADRP)で 2020 年に採択された革新型原子炉設計の10基中9基が HALEU の使用を想定している。この HALEU 開発の進捗を受け、KUCA で導入する LEU 燃料はまさに HALEU 燃料であることから、上記の目標 2)は「KUCA は HALEU を用いた系統的な炉物理実験が可能な唯一の装置」という形で整理を行うことができる。

KUCA 低濃縮化により、KUCA は HEU 返還を経て低濃縮化される臨界集合体として世界で初の施設であり、かつウランモリブデン合金 LEU 燃料で運転される世界で初の試験研究用原子炉となる。さらに、KUCA は HALEU を用いた系統的な臨界／未臨界実験が可能な世界でも少ない施設となる。これらの特徴を活かした研究は原子炉物理学、原子力工学、核データ科学の観点からは、HALEU を含む濃縮度 5%超ウラン体系にかかる核設計の V&V (“verification and validation”:検証と妥当性確認)のための基礎データの提供に加え、臨界実

験装置の特徴である幅広い臨界／未臨界体系、可変中性子スペクトル場の提供による研究開発シーズ発掘にも大いにつながりうるものとなる。

このことをさらに展開し、低濃縮化された KUCA を軸とした今後の複合原子力研究として、「HALEUの炉物理」と「未臨界の炉物理」の2つの軸に沿って、原子力の安全・セキュリティ・保障措置の3Sの高度化に資する基礎研究を展開する計画である。その中で、これまでのKUCAの主たる目的であった炉物理・核データの基礎研究に加え、革新型原子炉を含む実用炉の安全性、使用済核燃料や核燃料デブリの貯蔵・輸送に関する安全性の向上に資する工学的データの提供を目指すことを新たな目標としている。

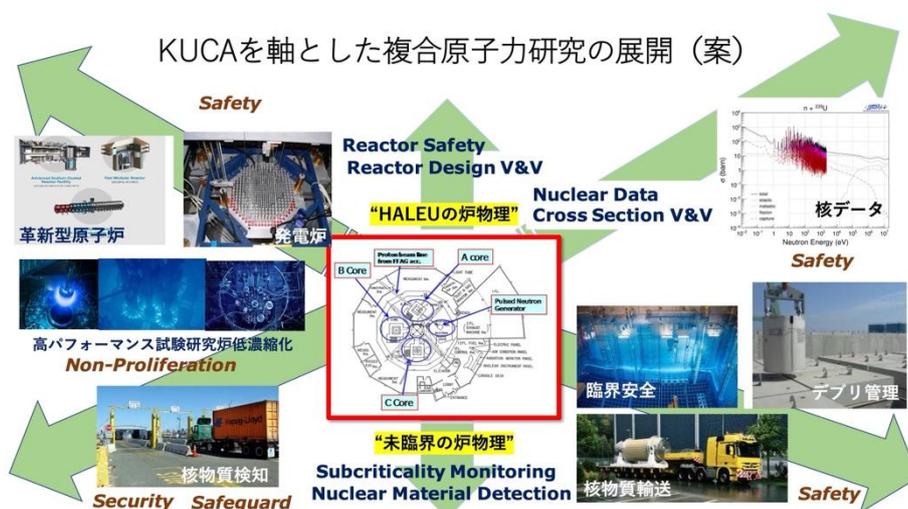


図 13. KUCA を軸とした複合原子力研究の展開（概念図）

もちろんこの計画は今後の LEU 燃料による KUCA 再稼働後の利用研究によって本格的に始動するものであるが、HALEU を用いた未臨界の炉物理、核セキュリティ・核不拡散技術開発に関しては、KUCA の LEU 燃料製造技術開発の途上で作成されたウランモリブデン合金 LEU 角板試験燃料を活用した未臨界実験[5]、核物質検知実験を通じて成果が得られつつある。

なお、これまでの KUCA 低濃縮化の進捗と得られた知見、低濃縮化後の研究展開などを含む KUCA 低濃縮化に関する取り組みは、日本原子力学会誌の解説記事[6]をはじめ、一連の RERTR 国際会議[7][8]、令和4(2022)年第 43 回日本核物質管理学会年次大会招待講演、令和5(2023)年日本原子力学会春の年会における核不拡散・保障措置・核セキュリティ連絡会セッションなどの機会でも報告している。

3-7. まとめ

2016年に本格始動したKUCAの低濃縮化は、国際的な核不拡散・核セキュリティ強化政策への協力と、それを契機とした利用研究特性の向上という2つの目的を同時に達成することを目指したプロジェクトであり、およそ10年の期間を経てその成果が具体化されるに至ってきた。

研究用施設等の整備・管理運営の観点から見ると、研究所としての核物質安全管理のエフォートが国際レベルの核セキュリティ政策の成果に繋がっているという点において、HEU燃料の返還を計画通りに完遂できたことは特筆すべきであろう。加えて、研究所構内への入構手続きの緩和を含め、研究環境の改善と規制負荷の軽減を達成し、将来的に持続可能な規制対応体制を実現できたことも研究所の管理運営の改善と持続性の上で大きな成果であると考えられる。

LEU燃料の調達に向けた規制対応や燃料製造においては、多大な管理業務エフォートを割く必要があったが、現時点で順調にLEU燃料の調達が進捗しており、令和8(2026)年のKUCA再稼働に向けた準備が整いつつある。

今後はKUCAの再稼働を着実に達成するとともに、国際共同研究を含めた共同利用研究の活性化を支えるべく、研究所における関連部室の管理運営体制の強化を引き続き図る必要がある。

3-8. 参考文献・資料

- [1] H. Unesaki, T. Sano and K. Nakajima, "Operational Experience of Kyoto University Research Reactor (KUR) with LEU Fuel", RERTR 2011 - 33rd International Meeting on Reduced Enrichment for Research and Test Reactors, October 23-27, 2011, Santiago, Chile (2011).
- [2] H. Unesaki, T. Misawa, Y. Takahashi, B. Stepnik, J. Allenou, C. Rontard, D. Geslin, J. Stevens, J.A. Mormann, G. Aliberti, J.M. Parki, J. Dickerson, B. Waud, "KUCA CONVERSION PROJECT - CHALLENGES AND ACHIEVEMENTS", Proc. International Conference on Nuclear Security (ICONS 2020), February 10-14, 2020, Vienna, Austria (2020).
- [3] 平成28年4月1日「核セキュリティ協力に関する日米共同声明」.
- [4] B. Stepnik, C. Coullomb, J. Allenou, G. Foti, C. Rontard, H. Unesaki, J. Mormann and J. Stevens, "Preliminary manufacturing studies of the KUCA LEU conversion fuels", RERTR 2017 - 38th International Meeting on Reduced Enrichment for Research and Test Reactors, November 12-15, 2017, Chicago, USA (2017).
- [5] Y. Takahashi, K. Wakabayashi, Y. Kitamura, H. Unesaki and T. Misawa, "Subcritical Experiment using U-7Mo LEU at KUCA Facility", RERTR 2022 - 42nd International Meeting on Reduced Enrichment for Research and Test Reactors, October 3-6, 2022, Vienna, Austria

(2022).

[6] 宇根崎博信、「試験研究炉の低濃縮化に関する取り組みと国際動向」日本原子力学会誌, Vol.65, No.10 , pp.24-28 (2023).

[7] H. Unesaki, Y. Takahashi, Y. Kitamura and T. Misawa, ”Capabilities of the Converted KUCA Cores for HALEU Applications, RERTR 2023 - 43rd International Meeting on Reduced Enrichment for Research and Test Reactors, November 5-8, 2023, Denver, USA (2023).

[8] H. Unesaki, Y. Takahashi, Y. Kitamura and T. Misawa, ”Progress on KUCA Conversion: Updates and Forthcoming Plans“, RERTR 2024 - 44th International Meeting on Reduced Enrichment for Research and Test Reactors, October 27-31, 2024, Lyon, France (2024).

4. 「研究の水準」の分析

4-1. 分析項目 I 研究活動の状況

【共同利用・共同研究に係る特記事項】

○ 複合原子力科学研究所は、研究用原子炉(KUR)をはじめ、ホットラボラトリ、トレーサ施設等を共同利用・共同研究に供することにより、核エネルギーと放射線(粒子線)利用の両面から、我が国における複合的な原子力科学分野の発展を先導し、世界をリードする研究教育活動を展開し、原子力・放射線の利用に不可欠な科学的知見の集積と活用を進展させ、研究成果の社会的還元及び当該研究分野の人材育成に寄与することを目的として、2010年に共同利用・共同研究拠点としての認定を受けた。以降、第2期(2016-2021)、第3期(2022-2027)と、継続して拠点認定されており、「複合原子力科学拠点」として共同利用研究を推進している。第3期認定期間中である中間評価(2024年10月)においては、A評価を受けている。このことは、幅広い分野にわたる学際的な共同研究を展開する中核的研究拠点として、原子炉、核燃料物質を扱える貴重な場を提供していることや国内外の大学院生教育、若手研究者育成、異分野融合に向けた組織改組の取組も関連コミュニティへの貢献として高く評価されている。今後は、異分野融合・新分野創出に向けた複合原子力科学をさらに発展させていく方策のさらなる検討を期待されている。(資料1)

本拠点事業では、原子炉による実験及びこれに関連する研究を推進するため、毎年、共同利用研究(研究炉等共同利用・臨界集合体実験装置共同利用)および研究会(ワークショップ・専門研究会)の公募を行っており、共同利用研究委員会において審査・採択を決定している。2022年度に共同利用研究272件、研究会8件(資料2)、2023年度は共同利用研究270件・研究会9件(資料3)、そして2024年度では、共同利用研究264件、研究会11件(資料4)を採択した。このように毎年、常に260件を超える共同利用研究を採択しており、このことは、本拠点が唯一、原子炉を利用して多様かつ広範な実験研究を行える場として、関連コミュニティから厚く支持されているものと伺える。また、上述のように、毎年、10件程度の研究会も採択しており、共同利用研究における研究成果発表の場としてや、多くの研究者が一堂に集うことで、今後の研究動向の把握や研究遂行上の問題点等活発な意見交換が行われており、新分野開拓や、新たな共同利用者を発掘する良い機会ともなっている。

【研究推進等体制整備に係る特記事項】

○ 平成30年4月に研究所名を「原子炉実験所」から「複合原子力科学研究所」に改名した際、異分野融合促進のため研究組織に係る新たな仕組みとして、研究ユニット制を導入し、3つのユニットを設置した。そのユニットのうち、「生命分子動態解析ユニット」では、「新世代中性子構造生物学の開拓」目指し、新たな①試料の開発、②測定手法の開発、

③解析技術の開発を研究所内外の研究グループと進めてきた。そして、その成果に基づき、国立研究開発法人日本医療研究機構が主管する国家プロジェクト生命科学・創薬研究支援基盤事業の構造解析ユニットに参加し、中性子散乱法を中心とした生命科学の推進を図ることとなった。また、これに対応する形で同ユニットを発展的に解消し、本研究所の新たな内部組織として、量子ビーム生体分子統合研究センター(Quantum Beam Biopolymer Integrated Research Center:QPID)を設置し、本研究所として、当該研究の推進体制を強化した。本ユニット、センターでの成果としては、特に生化学実験手法と計算科学手法を組み合わせることで、非常に困難なタンパク質の多段階ドメインライゲーション高効率化かつ低コスト化を可能にする研究成果のプレス発表を行い(Kyoto University; <https://www.kyoto-u.ac.jp/ja/research-news/2022-12-27>、日刊工業新聞にも取り上げられた <https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00658920>)。

- 令和2年度から4年度の間、「もんじゅ」サイトを活用した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の構築に向けた「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」の事業(文部科学省研究開発局原子力課)へ参画(代表機関:日本原子力研究開発機構)した。本研究所では、本事業への参画に際し、内部組織として新型研究炉開発・利用センター(本研究所の教員・技術職員が兼務)を令和3年4月12日に設置し、これまでのKURを用いた共同利用研究の多年に渡る実績・成果を踏まえ、原子力分野の研究開発・人材育成の拠点となるべく「幅広い関係機関が利用出来るような試験研究炉の運営」を担う中核的機関として活動を進めた。令和5年度からは、試験研究炉の詳細設計の事業にも参画することに伴い、「新試験研究炉産学共同研究部門」を設置のうえ、2名の専任教員(特定教授1名、特定助教1名)を配置し、試験研究炉(附帯する施設、実験装置等に関する検討も含む)の計画設計・建設に関する検討を進めている。
- 今後、KURの廃止措置、代替中性子源の開発、ホットラボラトリの改修、福井県に設置予定の新試験研究炉の設計への貢献といった事業が予定されており、加えて、施設の老朽化や安全規制強化への対応といった事情も重なることで、安全管理に係る業務の増大が予想されているところである。これらを踏まえ、令和5年4月に安全管理組織内に「複合原子力科学安全管理研究プロジェクト」を設置・専任の特定教員1名を配置し、安全管理業務の着実な推進を図ろうとするものである。

【研究教育環境整備に係る特記事項】

- 令和3年度概算要求(施設整備事業)で認められた総合研究棟の増築・改修(研究棟の新築(延べ床面積約4,400m²地上3階、地下1階建て)及び既存の研究棟の全面リノベーション)について、令和5年度末までに予定どおりすべての工事が竣工した。これにより、新たな研究・実験スペースを確保し、独創的・先端的な複合原子力科学を一層推進していくとともに、原子炉施設等の安全管理部・室を集約することで、日々の安全管理

体制や原子力災害対策の一層の強化・向上や技術者の人材育成等を推進していく。

また、この環境を生かし、施設の利用者を恒久的に特定せず、流動的、戦略的に有効活用できるレンタルラボを運用することを決定した。

【優秀な若手研究者の獲得・育成及び支援に係る特記事項】

- 優秀な若手研究者の獲得・育成を積極的に推進していくため、卓越研究員事業やクロスアポイントメント制度を活用するとともに、令和4年度から若手研究者の活動を支援するためのスタートアップ経費支援制度を導入し、令和4年度は6名の若手研究者に対し計約 102 万円、令和5年度は8名の若手研究者に対して計約 98 万円、令和6年度は4名の若手研究者に対して計約 74 万円の活動経費を支援した。

さらに、将来の組織再編を見据え、幅広く様々な萌芽的複合原子力科学の研究教育活動を積極的に推進する「複合原子力科学フロンティア研究プロジェクト」を令和5年4月に設置し、優秀な若手研究者(准教授(7年任期・再任無))を PI(Principal Investigator)として雇用する制度を設け、令和5年 10 月に女性准教授2名を採用している。令和6年度はさらに追加で1名を採用すべく、女性限定准教授公募を実施した。また、本制度で雇用された PI 研究者には、メンターの配置、独立した居室の確保、実験スペースの優先的提供、スタートアップ経費として初年度、2年度に年 100 万円を措置する等、研究教育活動に専念できる環境を提供している。

加えて、令和6年度には、所長裁量経費にて「若手研究者の研究活動活性化の支援」の取組を行った。准教授以下の若手研究者から提案のあった研究計画を所長室で審査し、13 名に約 1,140 万円を支援した。

【国際化推進に係る特記事項】

- 国際化に向けた取組強化に関しては、国際共同研究を活発に実施することとして、令和6年度においては、研究者主体で中国、アメリカ、韓国、タイの大学と共同研究を実施している。さらに、部局間交流協定等により、11 名の外国人研究者及び 9 名の留学生を受入れており、短期(2週間未満)でも、61 名もの外国人研究者が来訪している。共同利用研究においては、研究協力者として外国人研究者が参加できる体制をとっており、令和6年度は6名が共同利用実験に参加している。加えて、令和8年度から新たに国際共同研究の公募枠を設けるため、共同利用研究委員会等で公募内容等について検討を進めている。今後も、このような取り組みを通して、国際化を推進していくこととしている。

〔自己判定〕

A 高い質にある

〔判断理由〕

研究活動の基本的な質を実現していると判断できる。

二基の原子炉や多彩な加速器施設を駆使して、原子力や放射線に関する最先端の研究を実施している機関として、我が国の原子力・放射線の教育・研究分野から高い評価と大きな期待を受けている。具体的な研究活動としては、従来の原子炉や加速器施設を利用した研究に加えて、国策として進められている新試験研究炉の建設に向けた研究やイノベーション創出を志向した学際研究などがなされている。これらの研究を効果的に進めるために実施した取組として、令和5年度から新試験研究炉産学共同研究部門を設置し、2名の専任教員(特定教授1名、特定助教1名)を配置したこと、総合研究棟の増築・改修(研究棟の新築(延べ床面積約 4,400m²地上3階、地下1階建て)及び既存の研究棟の全面リノベーション)が令和5年度中に完了し、新たな研究・実験スペースを確保並びに原子炉施設等の安全管理部・室の集約を実現したこと、平成30年度から導入した研究ユニット制においては、3つのユニットの一つの「生命分子動態解析ユニット」がその成果に基づき、国立研究開発法人日本医療研究機構が主管する国家プロジェクト生命科学・創薬研究支援基盤事業の構造解析ユニットに参加し、中性子散乱法を中心とした生命科学の推進を図ることとなったこと、若手研究者や女性研究者に対しての積極的な研究活動支援策として、「複合原子力科学フロンティア研究プロジェクト」を令和5年4月に設置し、優秀な若手研究者(准教授(7年任期・再任無))をPI(Principal Investigator)として雇用する制度を設け、令和5年10月に2名の准教授を採用し、メンターの配置、独立した居室の割当、実験スペースの優先的提供、スタートアップ研究費の措置を行ったことなど、総じて研究活動の質は高い水準にある。

4-2. 分析項目Ⅱ 研究成果の状況

4-2-1. 研究業績説明書

【基本的な記載事項】(資料:研究業績説明書)

本研究所は、日本全体の学術研究レベル向上を目指す共同利用・共同研究の拠点として、研究用原子炉(KUR)、臨界集合体実験装置(KUCA)、各種加速器、放射性同位体利用施設など、特徴ある大型施設を全国の研究者に提供している。物理、化学、生物、放射線安全、医学にわたる広範な専門人材を擁する強みを活かし、「量子ビームおよび放射性同位体を複合的に利用した融合的な最先端の研究」を推進することを最重要課題としている。近年実施した研究ユニット制への組織改編により、異分野融合を促進し、原子力科学の新たなイノベーション創出を支援する体制を構築している。

【令和4年度から6年度に係る特記事項】

本期間において、以下の4つの柱を中心に卓越した成果を挙げた。

1. 分野融合による複合原子力科学の推進

- 生命分子動態解析: 「生命分子動態解析ユニット」において、中性子散乱と計算科学を融合させた「新世代中性子構造生物学」を開拓。その成果が認められ、国家プロジェクト「BINDS」に参画した。本ユニットは「量子ビーム生体分子統合研究センター(QPID)」へ発展的に解消・再編され、タンパク質の多段階ドメインライゲーションを高効率・低コストで実現する技術開発に成功した。
- 次世代がん治療(BNCT): 「量子ビーム生体システム解析・応用ユニット」では、加速器 BNCT の保険適用開始(令和 2 年 6 月)という社会実装を受け、世界的トップランナーとして照射技術や薬剤開発を推進。産学官連携の「BNCT 検討会議」を設置し、適応がん種の拡大や国際展開に向けた戦略的検討を主導している。
- 中性子イメージング: 文化財科学と材料科学を紡ぐ「中性子イメージング研究ユニット」を展開。恐竜化石や文化財試料の解析、PHITS 計算を用いた透過挙動のモデル化など、学術領域横断のネットワーク構築と標準化技術の確立に貢献した。

2. 原子力安全推進研究と社会実装

東電福島第一原発事故対応で開発された放射線自動計測システム「KURAMA-II」を高度化。原子力規制庁の公式マニュアルに採用され、15 の自治体・機関に導入された。令和 5 年度にはドローン搭載型として国の原子力総合防災訓練に活用されるなど、災害対応の標準技術として確立され、特許ライセンス供与を通じた民間での社会実装も成功を収めている。

3. 放射化分析技術の更新と宇宙科学への展開

KUR とホットラボラトリを活用し、小惑星探査機「はやぶさ 2」が持ち帰った「リュウグウ」試料の極微量元素分析を実施。測定手法の高度化により太陽系の形成過程に関する重要な知見を提供し、本研究所の大型施設運用能力と先端研究ニーズへの即応体制の卓越性を実証した。

4. 新試験研究炉プロジェクトへの参画

次世代の原子力研究基盤を支える「新たな試験研究炉」の概念設計・運営検討を主導。令和 5 年度には「新試験研究炉産学共同研究部門」を新設し、専任教員体制

のもとで 14 の装置タスクフォースを組織。将来の量子ビーム科学や原子力安全研究を支える先端装置の開発・体系化を先導している。

(根拠資料:総合理系_研究現況調査票)

〔自己判定〕

S 特筆すべき高い質にある

〔判断理由〕

学術的に高い評価 (IF>10 の論文掲載等) を得ているのみならず、宇宙科学、次世代がん治療、原子力安全防災といった社会的・経済的に極めて重要な領域で具体的な成果を挙げている。特に「小惑星リュウグウ試料の初期分析」や「タンパク質の多段階連結技術」は世界をリードする業績であり、現況分析単位の目的・規模等を十分に勘案した上で、極めて高い質にあると判断できる。

4-2-2. 研究成果の定量的傾向

4-2-2-1. 特筆すべき研究活動の傾向

本研究所における 2022(令和 4)年から 2024(令和 6)年の研究成果(原著論文、国際会議プロシーディングス等)の推移を表 8 および図 14 に示す。

出版物	2022	2023	2024	合計
原著論文	149	176	146	471
プロシーディングス	76	85	59	220
解説総説	15	10	5	30
著書	2	3	1	6
その他	7	0	12	19

表 8 複合原子力科学研究所の研究成果の推移(令和4(2022)年～令和6(2024)年)

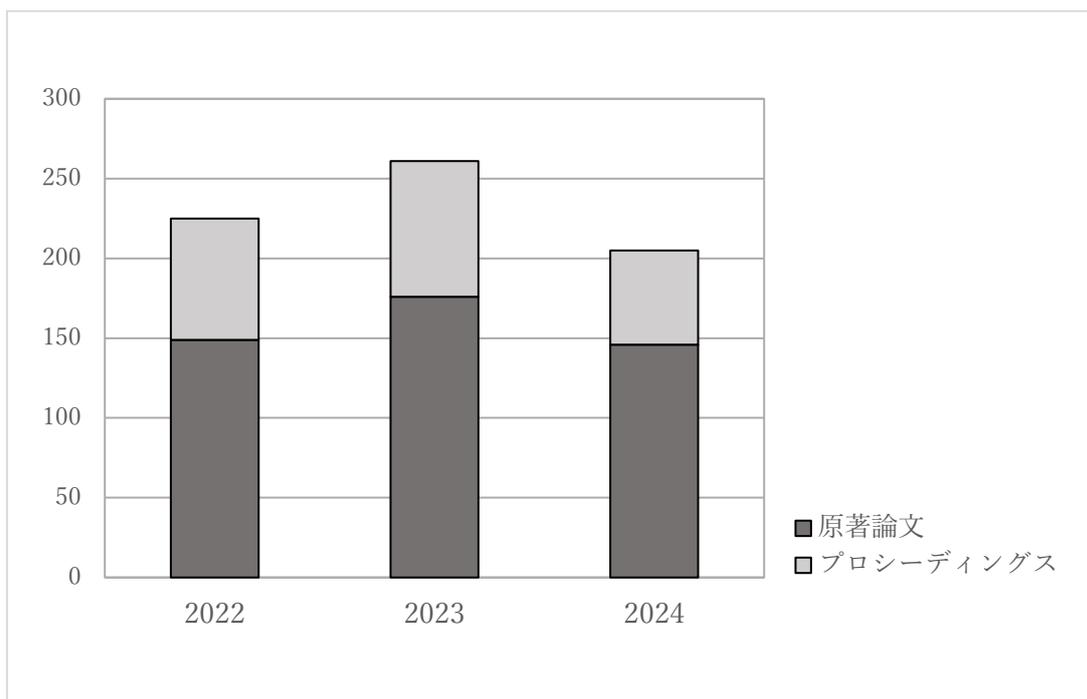


図 14 .複合原子力科学研究所論文発行数(令和4(2022)年～令和6(2024)年)

原著論文数は、各年 150 編前後で安定して推移しており、教員数(非常勤含む約 70 名)に照らすと、プロシーディングスを含めた論文数は一人当たり年間平均 3 本程度に達している。図 15 に示す長期的な推移を見ると、前回評価期間(平成 24(2012)年～平成 29(2017)年)と比較しても、原著論文の発行数は平均して微増傾向にあり、研究活動の活発さが維持されている。

原著論文の分野別内訳は、材料科学(105 件)、BNCT(100 件)、原子炉物理(55 件)、核データ(38 件)、生命・医科学(39 件)など多岐にわたり、本研究所が量子ビーム科学・原子力科学を中心に、学際的な共同利用・共同研究のハブとして機能していることを示している。

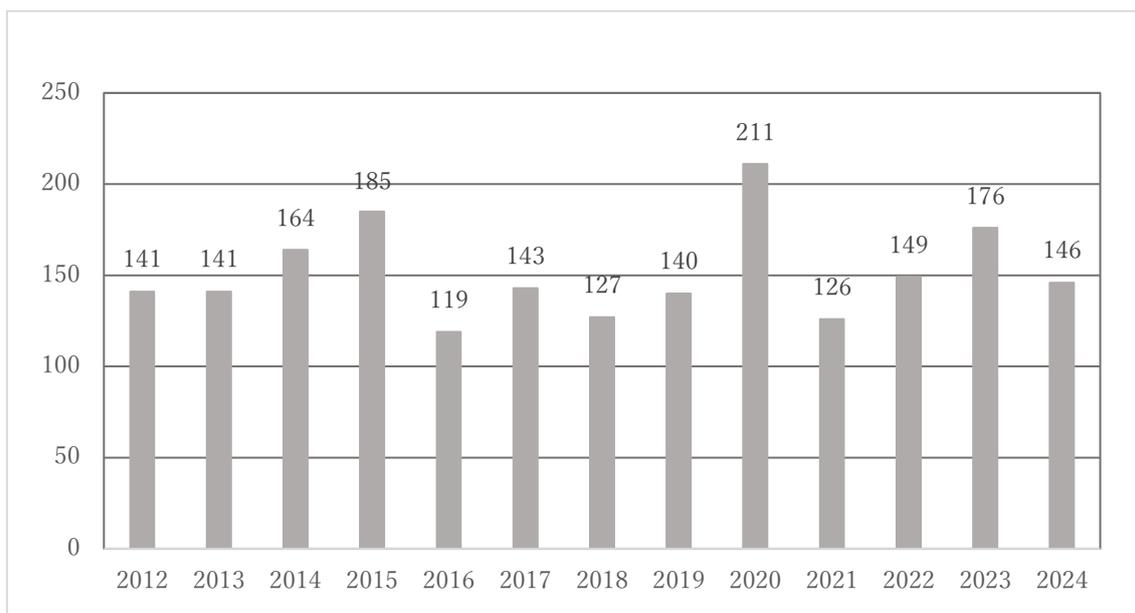


図 15. 原著論文の発行数の推移(平成 24(2012)年-令和6(2024)年度)

4-2-2-2. 研究論文のインパクト度の傾向

前回評価時同様、複合原子力科学研究所から発行された原著論文のインパクトファクターの傾向を評価した。評価期間中(令和4(2022)年度～令和6(2024)年度)に複合原子力科学研究所から発行された原著論文のインパクトファクターの分布を、図16に示した。

評価期間中、広範な学術領域にわたりバランスよく論文が掲載されており、特に IF>10 を超える卓越した業績が複数含まれている。これは、本研究所が推進する「複合原子力科学」という学際的アプローチが、各専門分野において高い学術的価値を認められている証左である。

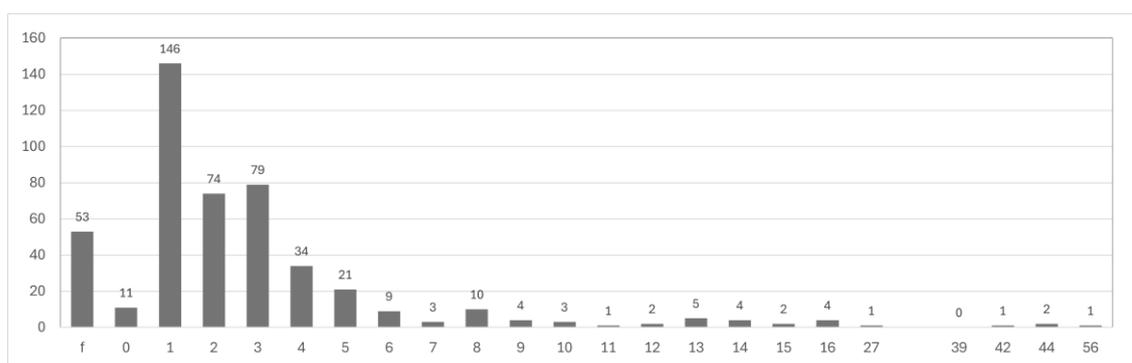


図 16. 複合原子力科学研究所から掲載された論文のインパクトファクター分布

4-2-2-3. 受賞・発明・特許実績による研究の質的評価

【第4期中期目標期間に係る特記事項】

取組	① 受賞実績
成果	<p>2022年度から2024年度の受賞実績は、多岐にわたる研究分野で顕著な成果を挙げた研究者が国内外から高く評価されたことを示している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2022年度: レーザー科学、熱電材料、医用物理、原子力熱流動など多様な領域で受賞。特にクラリベイト社「高被引用論文」に複数名が選出されるなど、国際的インパクトの高さが証明された。 ● 2023年度: IBAME Science Award (国際メスバウアー効果検討委員会)、大気環境保全功労者表彰、論文賞、若手女性研究者賞など、国際コミュニティや行政機関からの表彰が続き、社会的価値も明確に示された。 ● 2024年度: NUTHOS-14 Best General Paper Award、日本機械学会賞、日本保健物理学会賞など、専門分野の第一線での顕著な貢献が認められた。 <p>これらの実績は、基礎から応用、装置開発、人材育成に至るまで、研究所の多面的な活躍と研究力の幅広さを裏付けている。</p>
根拠資料	受賞

〔自己判定〕

2: 相応の質にある

〔判断理由〕

受賞実績から明らかなように、本研究所の成果は国際的な学術評価・国内の学協会表彰・社会貢献表彰のいずれにおいても高い水準にある。特に、クラリベイト社による高被引用論文(Highly Cited Papers)が複数名に与えられている点は、研究が世界のトップ数%に位置する引用影響力を持つことを示しており、研究所の国際競争力を象徴する指標である。また、原子力学会・機械学会・保健物理学会など主要学会の部会賞・論文賞・若手賞を複数名が継続的に受賞していることは、研究成果の質が学会の専門領域で安定して高く評価されていることを示す。

さらに、環境省表彰や京都大学アカデミックデイ賞など、学術界にとどまらず社会的意義が評価された受賞もみられ、研究成果が社会実装や公共的価値の創出に寄与している点も重要である。国際会議(NUTHOS、ISIAME、JKMP等)での Best Paper・Young Investigator / Young Scientist Award の受賞は、若手研究者が国際舞台で頭角を現していることを示し、研究所の人材育成力の高さを裏付ける。

以上より、本研究所の受賞実績は量・質・国際性・社会性のいずれの観点からも優れており、「相応の質にある」と判断するに十分な根拠を持つ。以上の点から、量(総数)、質(高IF)、多様性(分野分布)の三点すべてが高水準で調和していることは、本共同利用・共同研究の成果が学術界・産業界双方に対して高い波及効果を持つことを示しており、「相応の質にある」に該当すると判断できる。





図 17 発明・特許の件数

研究所における発明、特許の件数を図17に示した。発明、特許ともに毎年継続的に出願・申請が行われており、堅調に推移している。特に「KURAMA-II」関連の特許ライセンス供与や民間企業への技術移転など、研究成果を速やかに社会実装へと繋げる知財戦略を推進しており、大学発技術の社会還元において重要な役割を果たしている。

4-3. 研究資金

以下の項目について、特に断りのない限り、令和4年度から令和6年度の3年間の平均実績について、令和元年度から令和3年度の3年間の平均実績との比較により検証を行った。その際、表示値の1つ下の桁を四捨五入した。各項目の点検結果は、各資料に記載のとおり。

科研費(代表分)応募・採択状況に関すること(資料3-4-1)

- ① 本務教員あたりの科研費申請件数(新規)
- ② 本務教員あたりの科研費採択内定件数
- ③ 科研費採択内定率(新規のみ)
- ④ 科研費採択内定率(新規+継続)
- ⑤ 本務教員あたりの科研費内定金額

競争的研究費の獲得状況に関すること(資料3-4-2)

- ① 本務教員あたりの競争的研究費採択件数
- ② 本務教員あたりの競争的研究費受入金額

共同研究の受入状況に関すること(資料3-4-3)

- ① 本務教員あたりの共同研究受入件数
- ② 本務教員あたりの共同研究受入件数(国内・外国企業からのみ)
- ③ 本務教員あたりの共同研究受入金額
- ④ 本務教員当たりの共同研究受入金額(国内・外国企業からのみ)

受託研究の受入状況に関すること(資料3-4-4)

- ① 本務教員あたりの受託研究受入件数
- ② 本務教員あたりの受託研究受入件数(国内・外国企業からのみ)
- ③ 本務教員あたりの受託研究受入金額
- ④ 本務教員あたりの受託研究受入金額(国内・外国企業からのみ)

寄附金の受入状況に関すること(資料3-4-5)

- ① 本務教員あたりの寄附金受入件数
- ② 本務教員あたりの寄附金受入金額

特許料収入に関すること(資料3-4-6)

- ① 本務教員あたりのライセンス契約数
- ② 本務教員あたりのライセンス収入額

外部研究資金・民間研究資金の受入状況に関すること(資料 3-4-7)

- ① 本務教員あたりの外部研究資金の金額
- ② 本務教員あたりの民間研究資金の金額

[自己判定]

2:相応の質にある

[判断理由]

R4-R6年平均をR1-R3年平均の各指標と比較すると、科研費(代表分)応募・採択状況に関してはすべての指標において低迷し厳しい状況にある(資料 3-4-1)一方で、共同研究や受託研究の受入状況については受入金額の伸び(資料 3-4-3、資料 3-4-4)が確認され、その結果、本務教員あたりの競争的研究費受入金額と外部研究資金の金額(資料 3-4-2、資料 3-4-7)は伸びている。また、【第4期中期目標期間に係る特記事項】にも記載のとおり、新試験研究炉産学共同研究部門が中心となって進めている共同研究により、所内外への研究活性の波及効果が確認できる。

以上により、総合的には、研究資金に関する動向としては、おおむね順調に推移していると判断される。

5. その他の部局独自の取組概要

5-1. 教育

令和6(2024)年度には、複合原子力科学研究所は3研究部門、2研究センター体制をとっているが、そのうちの21研究分野が京都大学大学院学生定員の基礎となっており、担当教員は、各研究科の協力講座として大学院学生の教育を分担している。表5-1-1に大学院生等の受入れ状況を示す。また、図5-1-1に令和4(2022)年度以降の大学院学生数の推移を示す。図5-1-2には学位取得させた数の推移を示した。

- 学部、大学院(理学、医学、工学、農学、エネルギー科学の研究科)の協力講座として、講義(日本語、英語)、ゼミ、学生実験を実施するとともに、大学院学生の研究指導を行った。
- 工学研究科の大学院学生を対象に KUR 及び付帯設備等を用いた原子力工学応用実験(3日間)を実施した。
- 工学部の学部生を対象に KUCA 施設を用いた原子炉基礎演習・実験(5日間)を実施した。

5-2. 国際交流

複合原子力科学研究所は全国共同利用研究所であるが、研究活動を通じた様々なレベルでの国際交流も活発に行われている。個人的な研究交流も活発であるが、特に平成8(1996)年頃から相手国の研究機関と部局間学術交流協定を締結して、組織的に交流するケースが増え、令和6(2024)年度はその数が48に及んでいる。締結研究機関は原子力関連が多いがそのみではなく多岐にわたっている。以下に研究所における国際交流についての概要を述べる。

・学術交流協定の状況

研究所では、令和6(2024)年度時点で、表5-2-1に示した48研究機関との間に学術交流に関する覚書を交換している。これらの覚書においては、研究用原子炉を用いた研究の推進及びこれらに関連した技術開発、並びに原子力工学及びこれに関連した教育について、両者の間において協力と交流を促進することを目的としている。令和4(2022)年度に中国科学院近代物理研究所、令和6(2024)年度に Bangladesh Atomic Energy Commission・エネルギー科学研究所、ナレスアン大学再生可能エネルギー・スマートグリッド技術学部及びモンクトット王工科大学ラートクラバン校との覚書を更新した。なお、覚書に基づき令和4(2022)年度に4名、令和5(2023)年度に8名、令和6(2024)年度では17名の研究者を受入れており、令和4(2022)年度に2名、令和5(2023)年度に2名、令和6(2024)年度では1名の研究者の派遣も行われており、着実に国際交流が進展している事が伺える。

・国際的な研究プロジェクトへの参加状況

研究所における国際的な研究プロジェクトへの参加実績を表5-2-2に示す。

・研究者の海外派遣状況・外国人研究者の招へい状況

研究所における研究者の海外派遣状況・外国人研究者の招へい実績を表5-2-3に示す。

・留学生の受入れ状況

研究所における留学生の受入れ実績を表5-2-4に示す。

・外国人研究者の受入れや国際的な連携等を促進するための取組

教員公募については、原子炉施設等の安全管理業務を併任する教員以外は原則国際公募を行っており、令和4(2022)年度に4件、令和5(2023)年度に5件、令和6(2024)年度では4件の公募を行っている。

所内研究助成として、海外の研究機関との共同研究の実施、共同研究契約締結のための活動、国際シンポジウムや国際研究集会の開催等、研究所の国際化に貢献する活動への助成を実施している。

共同利用研究における外国人研究者の参加については、採択課題の研究協力者として参加できることとしており、令和4(2022)年度に3名、令和5(2023)年度に4名、令和6(2024)年度では5名の外国研究機関の研究者が研究課題や研究会に参加しており、引き続き、国際力強化に向けて、この受け入れ態勢の充実化を図っていく。

本研究所には、長期滞在用の外国人研究者用宿泊施設を令和2(2020)年1月から設置しており、来所する外国人研究者の生活環境について、継続的に支援している。令和4(2022)年度に6名、令和5(2023)年度に5名、令和6(2024)年度では7名の外国人研究者等が利用している。また、短期で来日する研究者においては、令和4(2022)年10月から近隣ホテルとの法人契約により、オールシーズン特別価格の宿泊プランを用意しており、滞在中、快適に過ごせる環境を提供できるよう取り組んでいる。

・その他、国際研究協力活動の状況

研究所における、その他の国際研究協力活動の実績を表5-2-5に示す。

5-3. 社会連携

● 広報活動

複合原子力科学研究所内に設置している広報関係の組織について、令和6(2024)年4月より「学術広報本部」として改編し、同本部の元に学術公開委員会と学術出版委員会を置き、常勤職員2名を配置する等、研究所の各種活動、研究成果の情報発信等を強化する体制を整えた。以下に、広報関係の活動内容の概要を示す。

学術広報本部は、所外ホームページやその他SNSによる情報発信、高等学校等への講師派遣(表5-3-4)、地域広報並びに図書に関する業務等の企画・調整を行っている。

学術出版委員会は、研究所では表5-3-1に示す各種の出版物を概ね定期的に発行している。KURNS Progress Report は研究所の共同利用研究の成果報告と所員の研究状況を報告する出版物として発行している。また、KURNS Report は研究所で開催された専門研究会などの報告書・レポートとして発行している。なお、広報誌「アトムサイエンスくまどり(略称:ASK)」を年2回発行し、研究所における研究施設や研究内容をわかりやすく情報発信することで、地域広報にも役立たせている。これらの全ての出版物は、研究所のホームページに公開し、京都大学学術情報リポジトリ、INISデータベースに掲載するとともに、納本制度にもとづき、国立国会図書館に印刷版を納入している。

学術公開委員会は、施設見学会(表5-3-2)、一般公開、アトムサイエンスフェア講演会(表5-3-3-1)、アトムサイエンスフェア実験教室(表5-3-3-2)並びに学術講演会(報文集の作成を含む)を開催している。また、実験教室については、地元熊取町からの要請を受けて、平成19(2007)年から毎年夏休み期間中、熊取町の小学生を対象にした、ゆうゆう大学体験楽部ジュニアチャレンジ講座科学実験教室を担当し、講師を派遣している。アトムサイエンスフェア実験教室と同様大変好評を得ている。実験内容を表5-3-5に示す。

● 熊取町内の4大学の連携協定

熊取町と熊取町内に立地する、大阪観光大学、大阪体育大学、関西医療大学及び京都大学複合原子力科学研究所は、個別協定に基づく個々の連携による取組を実施してきたところ、当該4大学が大学間の連携・協力関係をさらに強化する目的で、令和6年7月30日付で協定を締結した。この協定を機に大学等間の包括的な連携協力のもと、相互の交流を通じ、相互の教育・研究等の進展と社会の発展に資する新たな取組を通じて、各大学等のさらなる発展に繋げ、今後は4大学の連携による住民向け公開講座の実施を予定している他、個別具体的な取組についての協議を進めていくことになっている。

● 原子炉安全に関する周辺自治体等との関係・連携

複合原子力科学研究所では、原子炉を持つ施設という特質から関係自治体との適切な関係の維持は特に重要である。大阪府には、府規則により知事の諮問機関として大阪府原子炉問題審議会が、熊取町には町長の下に熊取町原子力問題対策協議会及び議会の下に原子

力問題調査特別委員会(内容により議会議員全員協議会も開催)が、泉佐野市には市長の下に泉佐野市原子力問題対策協議会が置かれている。これらの委員会等に対して、原子炉施設等の大幅な改造・変更計画がある場合或いは原子炉燃料の輸送・返送がある場合には、事前の協議或いは了承を求めてきた。また、原子炉の運転状況、原子炉施設等の保守管理状況、定期検査の結果、共同利用研究及び研究会の採択状況、環境放射能測定結果等を年度毎に定例報告している。

そして、研究所と熊取町との間に「原子炉施設及びその周辺住民の安全確保に関する協定書(略称:安全協定)」が昭和 54(1979)年に、同様に泉佐野市及び貝塚市それぞれとの間には平成元(1989)年に同名の協定が締結された。これらの協定を遵守していくことは国の安全規制を遵守していくと同様に重要である。

一方、国の安全規制法令下では、これまで災害対策基本法に基づく大阪府、熊取町、泉佐野市及び貝塚市それぞれの地域防災計画が定められており、そこには研究所に係る事項が盛り込まれていて、通報・資機材の装備・訓練・防災関係者教育等々の面においてそれぞれの自治体と連携して取り組んできたところである。また、原子力災害対策特別措置法(以下「原災法」という。)に基づき、原子力災害の発生及び拡大を防止するとともに、原子力災害の復旧を図るために必要な業務に関する事項を定め、原子力災害対策の円滑かつ適切な遂行に資することを目的として原子力事業者防災業務計画を策定している。この防災業務計画は、関係法令上、毎年内容に検討を加えることになっており、修正する場合には大阪府、熊取町、泉佐野市及び貝塚市と事前に協議することになっている。

原子力安全に係る広報では、原災法に該当しない原子炉施設の異常・故障時等で原子力規制庁事故対処室へ連絡のうえ、関係自治体等へファックス通報を行った事象については、原則として研究所のホームページにて当該事象の内容を公開することになっている。

自治体以外の機関との連携については、熊取町内に所在する住友電工ファインポリマー株式会社、原子燃料工業株式会社熊取事業所、ポニー工業株式会社熊取工場及び実験所の4放射線関係事業所に加え、大阪府、熊取町、オフサイトセンター及び泉佐野警察署が参画し、各事業所が相互に連絡協調して保安防災事業の推進を図り、熊取町の防災活動に寄与するため、熊取町放射線防災対策連絡協議会が設けられている。同協議会議長は各事業所が輪番で務めており、年1回議長事業所が中心となって防災訓練、防災に関する講習会、関連事業所の視察見学等を実施している。

6. 総評

令和4年度から令和6年度までの三年間は、本研究所にとって大きな転換期であった。この間、KURの運転停止がいよいよ現実のものとして意識されるようになった。KURは長年にわたり研究所の象徴であり続けてきたが、その停止によって研究所の存在意義が失われるわけではない。むしろ、今後何をよりどころにし、どのように発展していくのかが強く問われた三年間であった。

KURの運転停止を見据えた対応としては、同炉が担ってきた教育・研究機能をどのように継承・発展させるかを軸に、研究テーマの再整理、外部研究機関との連携強化、将来構想との接続などに取り組み、着実に準備を進めてきた。令和2年度から令和3年度の間に研究所の将来計画を記したロードマップを作成し、KURの運転停止後を見据えて、「新型原子炉・廃止措置研究」「多様な量子ビームを用いた研究」「多様な放射性同位元素を用いた研究」を新しい三本柱とすることを記した。その後さらに検討を進め、現在は、より具体的な研究の将来計画の策定作業を進めている。

KUCAの燃料低濃縮化については、技術的検討や炉物理解析、規制対応を積み重ね、低濃縮燃料による運転再開への道筋を明確にした。KUCAの早期再開は、今後の研究所の将来構想を支える重要な基盤となる。

新試験研究炉の開発に向けては、原子炉周辺の機器・設備を整理し、優先度を定め、それぞれにタスクフォースを設けて具体的検討を進めている。この過程では、KURで培ってきた知識と経験という本研究所の強みが十分に活かされている。

また、共同利用・共同研究の枠組みのもと、理学・工学・エネルギー科学・医学・農学・薬学など多様な分野の研究者が集い、放射線や中性子を活用した複合原子力科学研究が順調に進められている。論文発表や外部資金の獲得、共同研究の拡大といった成果は積み上がっており、分野横断的な連携も深化している。「複合原子力科学」という理念は、着実に実体を伴いつつある。

事務組織および技術組織も安定した運営を維持した。規制対応、安全管理、予算執行、設備維持、共同利用・共同研究拠点としての業務など、多岐にわたる活動が体系的に支えられてきた。令和2年度に導入した研究所独自の電子システム(KWFS)については、今では事務手続きの合理化の一環としても、本格的な運用に至っている。この効果については改めて調べる必要はあるが、全学に先駆けて電子化を取り入れたことの意義は大きい。また、令和6年度からハラスメントが起らない風土づくりも進め、所外から外部講師を招いて研究所独自にハラスメント研修を実施することも決まった。このように環境変化の大きい三年間においても、両組織が研究所の各種活動を着実に支え続けたことは、本研究所の大きな強みである。

これらの進展を踏まえ、今後三年間の重点課題は「研究力のさらなる強化」である。KURを中心とした共同利用・共同研究を通じて、様々な分野横断型の研究が行われており、成果も得られている。これこそが我々の強みであり、今後は、これらの強みをいかすことで、所全体としての研究力をこれまで以上に強化していく。

KURの運転停止後、本研究所は特別な大型研究炉を有する研究所ではなくなる。そうなれば、研究所の評価は研究そのものの質と独自性に、これまで以上に依拠することになる。研究成果こそが、我々の最も確かなよりどころとなる。それゆえ今後は、国際的競争力を持つ研究テーマの明確

化、分野横断的連携のさらなる深化、若手研究者の育成、外部資金の戦略的獲得、そして成果の積極的な発信といった取組を、組織全体で一層進めていく必要がある。

KUR の運転停止後は、研究そのものの力で評価される時代に入る。本報告書で総括した三年間は、その転換に向けた基盤を整えた期間であった。今後は、その基盤の上に研究力強化という具体的成果を積み重ね、研究で評価される研究所としての姿を明確に示していかなければならない。