

複合原子力科学の有効利用に向けた先導的研究の推進

① 計画の概要

本計画では、人類社会の持続的発展のため、原子力・放射線の新たな利用法の開発を含む広く複合的な原子力科学分野の発展を目指す。研究者の豊かな創造性に基づく先導的な研究の実施を旨として、萌芽的・基礎的な実験研究に重点を置き、研究用原子炉（以下、研究炉）や加速器を主とする共同利用・共同研究を推進する。原子力科学の健全な発展のためには多様性が重要であり、大学が担う役割は大きい。研究炉や加速器等をはじめとした様々な施設・設備を利用して、多様かつ自由な発想に対応し、放射線・放射性同位体（RI）を用いた広い分野の高次な交流を進め、新たな先端研究分野を切り拓き、世界をリードする研究教育活動を発展的に展開する。

今まで蓄積してきた研究炉・加速器を用いた物性・分析研究等の多様な研究分野をもとに、研究者の自由な発想を生かすことができる共同利用・共同研究拠点としてさらに発展させる。例えば、ホウ素中性子捕捉療法（BNCT）研究については、小型の加速器中性子源による臨床 BNCT 施設も世界に先駆けて実現し、臨床治験を推進していることから、研究炉と加速器中性子源を併用して実用化及び高度化を促進する。さらに大学に適した規模の新規サイクロトロン複合粒子線源を導入することにより、中性子だけでなく陽子や陽電子も利用し、京都大学研究用原子炉（KUR）の補完・代替として新たな研究分野の開拓を可能ならしめる。また先導的な研究とされる加速器駆動システム(ADS)に関する研究については、同システムが安全性と核変換特性に優れていることから、京都大学臨界集合体実験装置(KUCA)の利用と共に ADS の実現を目指して一層の基礎研究の充実を図る。広く大学における共同利用・共同研究を推進することにより、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人材育成に寄与する。

② 学術的な意義

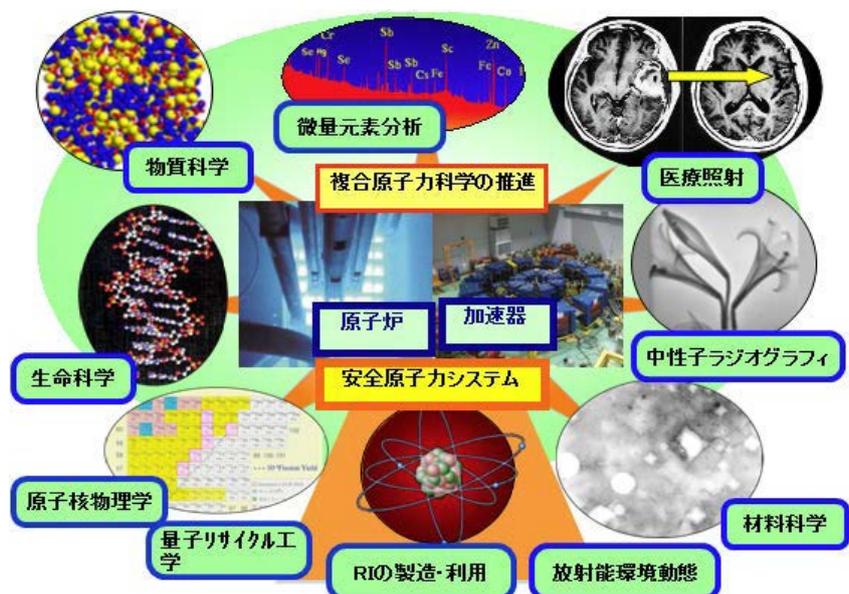
本研究では、国内最大規模の大学研究炉を幅広い研究に供しており、粒子線や RI の利用も含めて、その成果は多様かつ広汎な領域に広がっている。例えば、「イトカワ試料」の放射化分析による微量元素分析の実施、新型中性子散乱装置の開発と J-PARC への設置による物質構造解析への貢献、放射光吸収メスbauer法の開発による機能性材料等への物性研究の進展など優れた研究成果を挙げている。さらに新規サイクロトロン複合粒子線源が加われば、基礎学術面ばかりでなく産業利用においても大きな貢献が期待できる。

特に BNCT や ADS 研究などに代表される、社会に対してメッセージ性の高い原子力・放射線の有効利用に向けた複合研究分野に重点的に取り組んでおり、世界をリードする成果を得てきた。BNCT 研究では、KUR で悪性胸膜中皮腫に対する研究や新規診断の膠芽腫に対する臨床試験も開始される等、治療効果向上だけでなく適用症例も拡大している。また、小型サイクロトロンを用いた BNCT 用加速器中性子源を開発し、世界初の臨床治験も推進している。これまで原子炉でしか実施することができなかった本治療法を、病院付施設で可能とするものであり、既に病院に本装置を設置した施設が2カ所で完成している。今後、BNCT をより社会的なインパクトを持つ治療法とすべく、さらなる研究の加速を行う。ADS 研究では、我が国独自の技術で加速効率の高いFFAG 陽子加速器と KUCA に構築した未臨界核燃料体系を組み合わせることにより、ADS の成立性・特性を評価した。同システムを用いて世界初のトリウム燃料を装荷した ADS 実験を開始するなど、世界を研究面でリードしている。さらに、KUCA 利用研究や各種分析研究によって福島事故問題に取り組むなど、原子力発電に伴う問題を人類の抱える問題としてとらえ、その解決に向けて基礎研究の面から貢献する。

③ 実施機関と実施体制

実施機関：京都大学複合原子力科学研究所

京都大学原子炉実験所は、昭和 30 年に日本学術会議で開催された「原子力に関するシンポジウム」において、関東及び関西の大学に研究炉を1基ずつ設置する、とされたことに端を発し、日本学術会議による協力・勧告のもと、昭和 38 年に京都大学附置研究所として設置された。以来、全国大学の共同利用研究所としての実績を重ね、平成 22 年より共同利用・共同研究拠点として活動している。現在、京都大学原子



複合原子力科学の全体像

炉実験所は複合原子力科学研究所と改名し、KUR、ホットラボラトリ、KUCA、陽子加速器（FFAG、BNCT 用サイクロトロン）、電子線加速器、γ線照射装置等のさまざまな大型施設・設備を利用し、放射線・RI を用いた極めて広範な分野に跨る、広義の原子力研究が全国共同利用制度のもとに行われている。全国の研究者や大学院生が自らの発想に基づいた研究を行うための場となっており、幅広い学術分野を基盤から支えている。KUCA における全国大学の大学院生を対象とした実験教育活動も特筆に値する有意義な取り組みである。計画の軸となる共同利用・共同研究については、多数の学外者を含む共同利用運営委員会等において方針の立案、課題採択等を行い、京都大学複合原子力科学研究所の原子力基礎工学、粒子線基礎物性、放射線生命科学の3研究部門のもとで、国内外の大学・研究機関等と協力・連携を図りながら推進する。なお、原子炉施設や放射線施設等の安全管理については、所外学識者を含めて構成される原子炉安全委員会・保健物理委員会で審議する体制を整えており、管理業務を行う体制として安全管理本部のもとに部・室を設け、万全を期している。

④ 所要経費

所要経費（総額 97 億円）は以下の通り。1）サイクロトロン複合粒子線源（64 億円）：〔内訳〕小型サイクロトロン（26 億円）小型陽子線用サイクロトロンを利用して中性子や陽電子を発生させると共に、加速された陽子をも利用した多様な粒子線利用装置群を設置し、物質研究・分析研究における広域な研究を推進することによって、KUR を補充・代替する機能を担わせる。既設実験研究棟整備（5 億円）：既存のイノベーションリサーチラボに小型サイクロトロンを設置・利用するため、遮蔽性能の増強等を行う。実験設備（9 億円）：中性子源、中性子・陽子・陽電子利用実験装置群を開発し、利用研究を推進する。総合研究棟（24 億円）：本研究を遂行するための研究棟を新設する。2）KUCA 燃料（21 億円）：KUCA 低濃縮燃料入手経費（21 億円）：ADS 研究や炉物理研究・教育をさらに発展させるために、低濃縮燃料を入手する。3）運用経費（12 億円）：年額 2 億円。計画期間 6 年

⑤ 進捗状況

計画された予算計画は以下の通り。2019 - 2020 年度：小型サイクロトロン設置及び実験設備整備（中性子源、中性子利用実験装置、陽子・陽電子利用実験装置）の設計・建設。2020 - 2021 年度：各装置のコミッショニングテスト及び利用開始。2021 年度以降：本格的な多目的利用研究の展開。新規サイクロトロン複合粒子線源を導入することにより、中性子を主とするが、そればかりでなく陽子や陽電子も利用し、KUR の補充・代替として新たな研究分野の開拓を可能ならしめる。特に、BNCT 基礎研究では、既設のサイクロトロン利用の BNCT 治療装置との並立により、総合的医療研究を行う。2018 - 2026 年度：KUCA 用燃料の低濃縮化（KUR-HEU 米国返送、KUCA 低濃縮化軽水減速体系（Wet）用燃料入手、KUCA 低濃縮化固体減速体系（dry）用燃料入手）。研究炉に関する広い原子力基礎基盤研究や、生成された中性子線や RI 等の利用による物質科学や分析研究の推進は、多様な学術分野や産業応用ばかりでなく原子力規制等、広く貢献できる。この計画の実現は、大学に適した規模の加速器複合粒子線源が切り開く研究システムの新しい姿を示し、原子炉実験所をより高度な先導的共同利用・共同研究拠点への脱皮を促すものとなる。さらに KUCA に関しては、全国大学や海外の大学院生等を対象とした実験教育活動や、共同利用・共同研究拠点として実験研究を通じて、人材育成の面で大きな役割を果たすことが期待される。核セキュリティサミットによる日米合意に基づいた高濃縮燃料の米国返送を進めつつ、遅滞なく低濃縮燃料入手を進めなければならない。

これらの計画の内、KUCA 用燃料の低濃縮化は日米国際合意に基づいて計画が進められており、以下の様な予算措置が行われた。低濃縮燃料調達関係経費は次の通りである。また、高濃縮燃料の米国返送に係る経費も認められている。

2018 年度：(1) 低濃縮燃料調達…0.6 億円、(2) 高濃縮燃料返送必要分。

2019 年度：(1) 低濃縮燃料調達…3.1 億円、(2) 高濃縮燃料返送必要分。

2020 年度 <要求中のため変動の可能性あり>：(1) 低濃縮燃料調達…5.85 億円、(2) 高濃縮燃料返送…計画中。

今後も完遂まで予算措置が継続することが見込まれている。

⑥ 社会的価値

福島第一原子力発電所事故によって見直された原子力施設の新たな安全規性対応のため、KUR や KUCA 等の、国内すべての研究炉が長期停止を行った。その結果、「放射線・RI 利用研究や原子力人材育成が阻害されている」とマスコミで繰り返し取り上げられ、その問題が社会的にも認められることとなった。この点からも研究炉の有用性が広く社会に認知されていると言える。また、国策として進められがちな原子力研究開発に対し、大学における自由な研究教育がチェック機能を果たしていることも重要である。

BNCT 研究については特に社会的関心が高く、主要新聞や TV 番組で何度も報道されている。熊取町・大阪府・京都大学共同の「熊取アトムサイエンスパーク構想」や京都府・大阪府等による「関西イノベーション国際戦略総合特区」にも含まれ、さらに「熊取町総合計画」でも協力関係が明示されている。これらは地域との共存共栄を目指すものとして地元から理解・歓迎されている証拠である。さらに、原子力エネルギー利用における使用済み燃料問題の解決に向けた基礎研究を行う ADS 研究や福島事故関連研究は、社会的問題の解決に対して、大学として貢献する活動である。

⑦ 本計画に関する連絡先

川端 祐司（京都大学複合原子力科学研究所）