

施設と研究のご案内



京都大学複合原子力科学研究所

概要

京都大学複合原子力科学研究所は、原子力エネルギー関連および放射線・粒子線や放射性同位元素などの利用に関する研究・教育を行う研究所です。

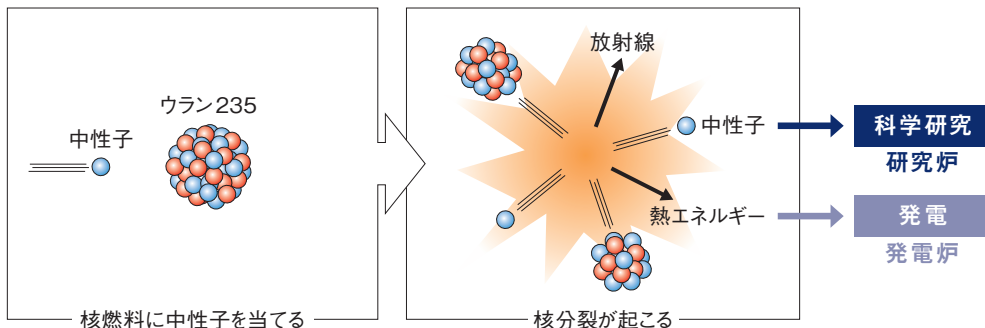
複合原子力科学研究所のあらし

本研究所は、昭和38年に「原子炉実験所」として研究用原子炉(KUR)や臨界集合体実験装置(KUCA)などを用いた実験および関連研究を行うことを目的として設置されました。また、大型施設を全国の研究者に利用して頂く共同利用・共同研究拠点としても認定されています。平成30年には「複合原子力科学研究所」と改名し、研究用原子炉や加速器利用を中心にして、原子力エネルギー関連研究および放射線・粒子線や放射性同位元素(RI)などの複合的応用研究の展開を進めています。また、本研究所では粒子線治療の一種であるホウ素中性子捕捉療法(BNCT)によるがん治療研究を行っており、KURを用いた臨床・基礎研究とともに、BNCT専用加速器中性子源を用いてこの治療法が承認医療として確立するための研究を推進しています。

研究用原子炉

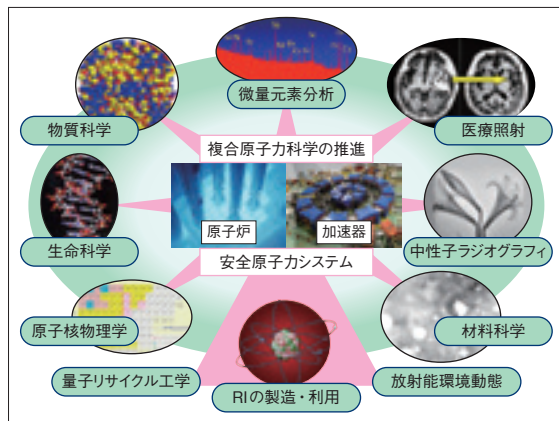
原子炉は核燃料に中性子を当てて核分裂させ、その連鎖反応を定常な状態に保てるようにしたものです。発電用原子炉(発電炉)は、核分裂で生じる熱エネルギーを利用して蒸気を発生させ、タービンを回して発電するもので、日本では電気出力百万キロワット(kW)級のものが主流になっています。一方、研究用原子炉(研究炉)は、ウラン235の核分裂で生じる中性子を様々な実験研究に利用しようとするものです。KURの熱出力は最大5千kW(電気出力百万kW発電炉の千分の1程度*)で、一次冷却水の温度は最高でも約50℃に止まり、熱エネルギーは利用されません。

*発電炉の熱出力は電気出力の3倍程度です。



マスタープラン (日本学術会議)

日本学術会議は、学術研究の飛躍のために、全学術分野から我が国として推進すべきと考えられる大型計画を選んでマスタープランを作成しています。平成22年に全体として43課題が選定され、その後、3年おきに大幅な見直しが行われています。本研究所が提案した「複合原子力科学の有効利用に向けた先導的研究の推進」は、当初から現在に至るまで継続的に選定されており、国レベルとして我々の研究活動の重要性が認められています。



安全のための対策

地元自治体などとの連携

本研究所では、大阪府、熊取町、泉佐野市、貝塚市の地元自治体などと密接な関係を保ちつつ、安全管理のための運営に当たっています。研究所の設置にともない、大阪府、地元自治体では条例などにより大阪府原子炉問題審議会、熊取町原子炉問題調査特別委員会、同原子力

問題対策協議会、泉佐野市原子力問題対策協議会が設置されています。本研究所は、これらの諸機関に、KURおよびKUCAの運転状況や周辺環境の放射能測定結果の定期的な報告などを行っています。

原子力災害対策

原子力災害に対する抜本的な強化を図るため平成12年6月から原子力災害対策特別措置法が施行されています。本研究所でも原子力災害予防対策、緊急事態対応対策および原子力災害事後対策などの原子力災害対策を円滑かつ適切に行うため、原子力事業者防災業務計画を作成し、原子力災害対策に必要な業務を定めています。なお、防災業務計画は地元自治体(大阪府、熊取町、泉佐野市、貝塚市)との協議の上で作成されています。

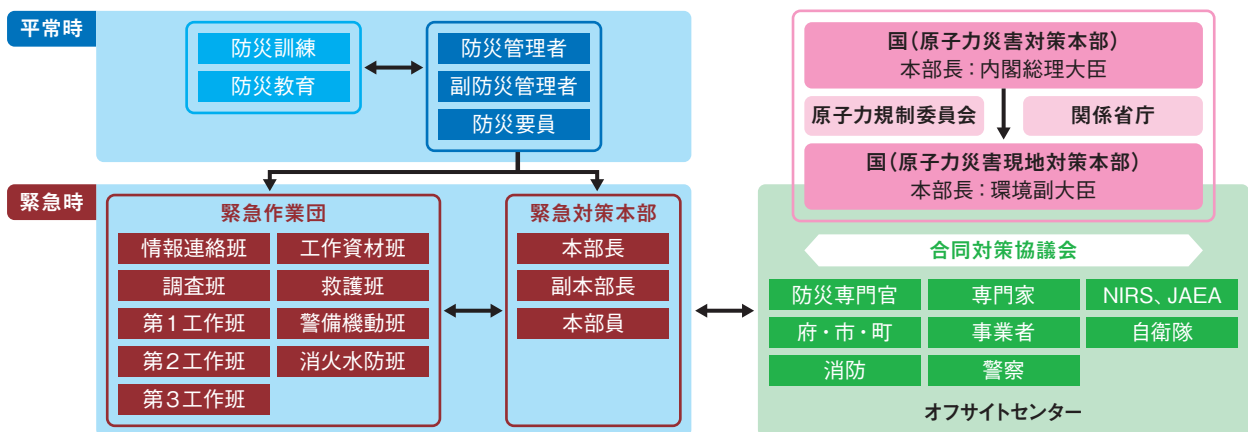
原子力災害対策活動を行う防災組織として、防災管理者、副防災管理者および防災要員があらかじめ指名されており、緊急事態発生時には緊急対策本部の設置や緊急作業団の招集および諸活動が迅速に行われます。同時に、緊急事態応急対策拠点施設(オフサイトセンター)、国、地元自治体および防災機関などとの有機的な連携が図られます(下図参照)。

緊急対策本部は、情報の収集、関係機関との連絡などに当たるとともに緊急作業団に対して災害応急対策および災害事後対策の実施などに必要な指示を行います。また、緊急作業団は9つの班から構成され緊急時活動として情報連絡、応急措置、被害拡大の防止、放射線量または放射性物質濃度の測定、環境影響評価、警備、避難の指示または警告、汚染の除去と拡大防止、救護、消火活動などを行います。

原子力災害に至らない火災、地震、原子炉施設の故障、異常などに対しても、原子炉施設保安規定、核燃料物質使用施設保安規定、放射線障害予防規定、核物質防護規定などに基づき、関係機関との情報連絡や諸対応が迅速かつ適切に行われます。

原子力事業者防災業務計画の要旨は以下のホームページに掲載公開されています。

https://www.rri.kyoto-u.ac.jp/safety/anti_disaster



放射性廃棄物の処理

実験に伴って発生する放射性の廃棄物(液体と固体)は、各研究施設からすべて廃棄物処理場に集められ、液体廃棄物は除染処理(浄水処理)をして排水します。固体廃棄物は減容、密閉などの処理を行い、外部機関に引渡すまで安全に保管しています。



液体廃棄物処理装置

複合原子力科学研究所で行われている研究

本研究所では23の研究分野で物理学、化学、生物学、工学、農学、医学などに関わる様々な研究が進められています。*

原子力基礎工学研究部門

研究炉安全管理工学	研究炉などを用いた実験を主とする核データ・原子炉物理に関する研究を行っています。
核物質管理学	核燃料物質の最適活用と安全利用を目指し、核セキュリティ・核物質管理・革新型原子炉・エネルギー政策などの多様なテーマに取り組んでいます。
放射線管理学	原子炉施設およびその周辺環境中における放射線(能)安全の研究を行っています。
放射性廃棄物制御工学	原子力施設などから発生する放射性廃棄物の処理に関する研究を行っています。
核変換システム工学	核変換反応と中性子輸送に基づくシステムの核特性に関する研究を行っています。
放射能環境動態工学	水・地下環境中の放射能や汚染物質の動態、除染と処分の技術を研究しています。
アクチノイド物性化学	アクチノイド元素の複雑な電子的性質を放射性廃棄物管理やがん治療などに役立てる研究を行っています。

粒子線基礎物性研究部門

中性子材料科学	中性子散乱実験を行いエネルギー材料などの構造を明らかにする研究を行っています。
中性子応用光学	新型中性子散乱装置や中性子反射光学素子、放射線検出器などの開発研究を進めています。
核ビーム物性学	オンライン同位体分離装置を用いた核構造研究や物性応用研究を行っています。
核放射物理学	原子核の共鳴励起現象に関する基礎研究およびこれを用いた凝縮系科学研究を行っています。
粒子線物性学	多様な量子線を用いたナノスケールの構造解明による物性・機能の研究を行っています。
照射材料工学	高エネルギー粒子の金属・半導体材料などへの照射効果と関連する照射・評価手法を研究しています。
同位体利用化学	放射性同位体の製造とその利用に関する研究を行っています。

放射線生命科学研究部門

放射線生化学	放射線の生物影響について、分子・細胞・個体の各スケールを横断的に研究しています。
粒子線生物学	がん治療、特に中性子捕捉療法に貢献できる治療生物学の研究を行っています。
生体分子構造	生命現象の基本である蛋白質分子・超分子複合体の立体構造と機能発現の相関を探る研究を行っています。
基礎老化研究部門(寄附)	老化、紫外線、放射線によるタンパク質の構造・機能変化についての研究を行っています。

安全原子力システム研究センター

原子力防災システム	核燃料・原子炉材料の特性評価や高性能熱電材料の開発に関する研究をしています。 地盤および原子炉建屋などの地震や微動記録に基づくモデリングと数値実験による揺れの予測を行っています。
加速器応用工学	ビーム物理の基礎研究および加速器駆動システム・テラヘルツ放射光源などの開発と応用研究を行っています。
熱エネルギーシステム	革新的な熱エネルギーシステムの構築に必要な基礎研究および開発研究を行っています。

粒子線腫瘍学研究センター

粒子線腫瘍学	悪性腫瘍に対する中性子捕捉療法に関する研究に取り組んでいます。
粒子線医学物理学	粒子線治療に関連する照射技術・線量評価等の医学物理・物理工学研究を行っています。

複合原子力科学研究所の施設と設備

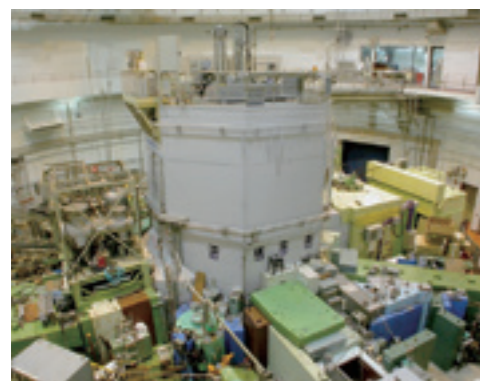
ホットラボラトリ(HL)／トレーサラボラトリ(TL)



ホットラボラトリは、原子炉で照射して放射能を帯びた物質の各種試験、化学処理、放射能測定などを安全に行うための施設です。強い放射線を発する物質を遠隔操作で取り扱うための装置などを備えています。

トレーサラボラトリは、微弱な放射性同位元素(RI)を使用して研究を行うための施設です。物理学、化学、生物学などの分野におけるRI利用実験を安全に行うことができるように設置されています。

研究用原子炉(KUR)



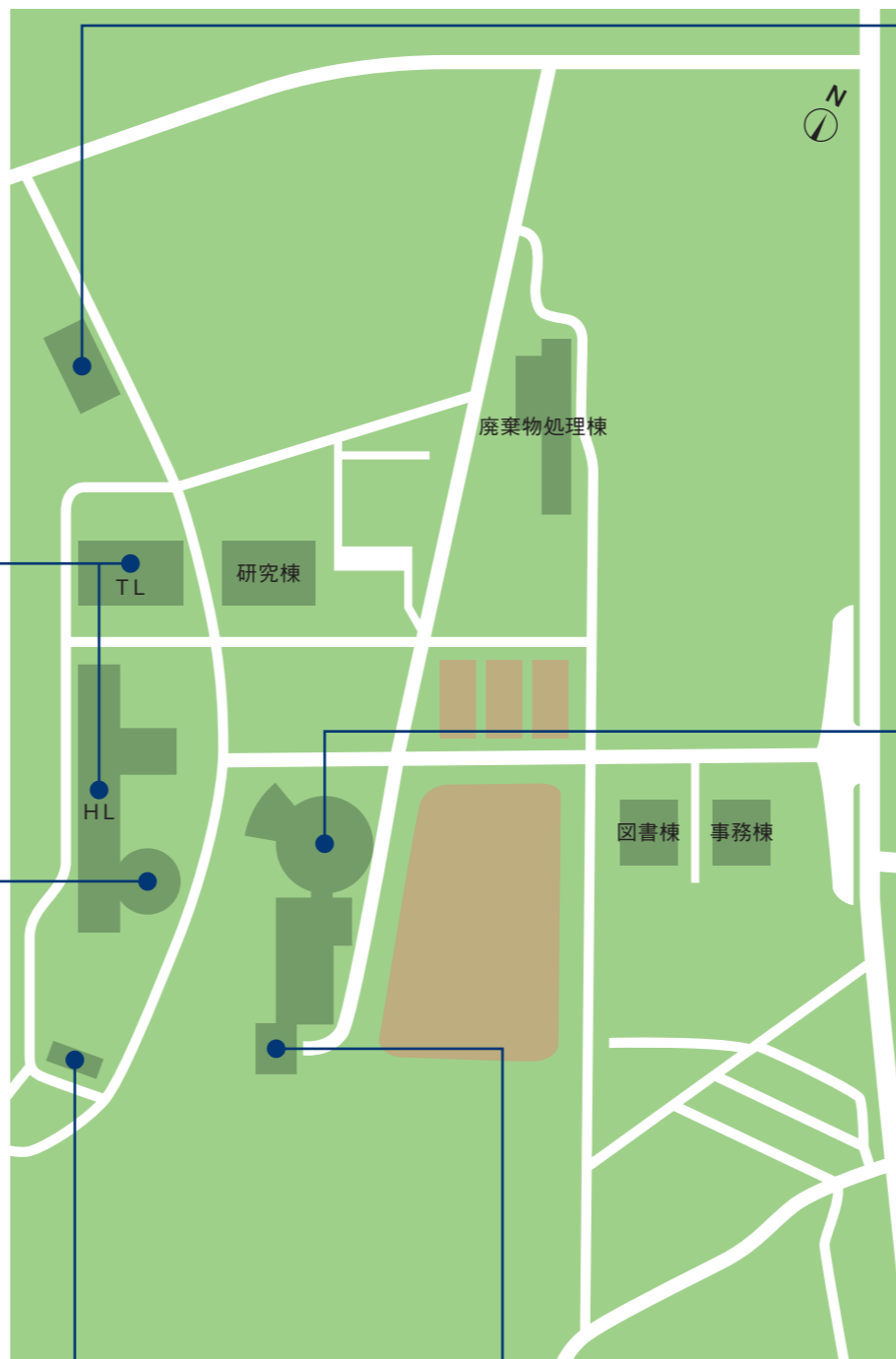
KURは、ウラン235の核分裂によって発生する中性子を物理学、化学、生物学、工学、農学、医学などにおける様々な実験研究に利用するための研究用原子炉です。

1964年に初臨界を達成したKURの最大熱出力は5000 kWですが、現在は通常の熱出力を1000 kWとすることでしています。運転に際しては、中性子を吸収する性質を持った制御棒を電磁石で吊り下げて、炉心の中で上下させることにより中性子の数を調整して出力を変更し、緊急時には電磁石の電源を切って制御棒を落下させて急速に原子炉を停止させるようになっています。なお、炉心で発生した中性子は、周辺に設置された種々の研究設備に供給されて実験研究に用いられます。

電子線型加速器(ライナック)

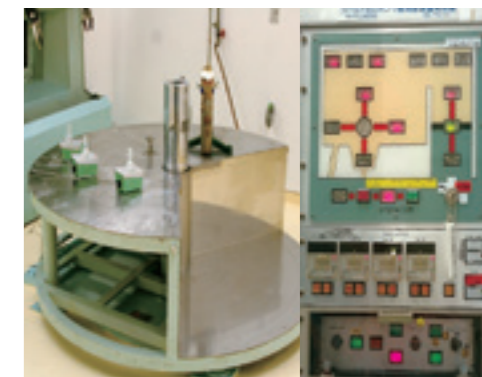


マイクロ波に波乗りさせる仕組みで電子を直線的に加速する装置です。最高加速エネルギー46メガエレクトロンボルト(MeV)、最大ビーム出力10 kWで加速できる電流330マイクロアンペア(μA)は国内最高レベルです。高エネルギー電子線のほか、パルス状中性子、制動放射X線、テラヘルツ放射光などの二次量子ビームを発生させることができます。材料照射、中性子飛行時間分析法を用いた核データの取得、RIの製造やその応用、テラヘルツ帯コヒーレント放射光による物理実験などに広く利用されており、核物理、材料科学、環境科学、光物性など多彩な分野にわたり研究が行われているほか、大学院教育にも利用されています。



コバルト60ガンマ線照射装置

放射線の一種でエックス線と同じ性質を持つガンマ線を利用した研究を行うための装置です。ガンマ線の発生源(線源)はコバルト60という放射性同位元素で、この強い線源を遠隔操作で地下に設置された格納容器から自動的に出し入れすることにより、種々の実験試料に安全にガンマ線を照射することができます。ガンマ線を用いた新物質の合成や材料改質の研究、放射線の生物に対する影響を調べる研究、材料に対するガンマ線の照射効果を調べる研究など、様々な分野の研究がこの装置を用いて行われています。



臨界集合体実験装置(KUCA)

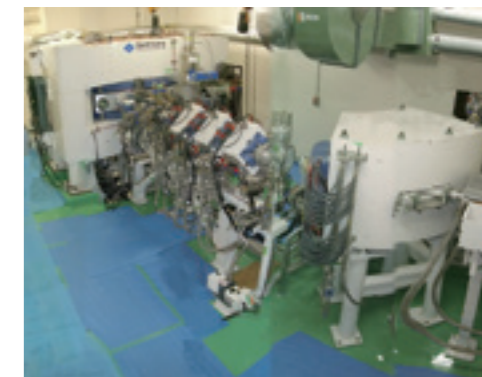
小型の原子炉であるKUCAには、1974年に初臨界を達成した3種類の炉心があり、その最大出力は0.1 kWです。炉心を構成するウランなどの燃料と水や黒鉛、ポリエチレンといった中性子減速材を自由に組み替えて、いろいろな原子炉の物理的な特性を調べる装置です。これを用いて、次世代型の原子炉や臨界安全性に関する研究が行われています。また、加速器と組み合わせて加速器駆動システムに関する研究も行われています。

さらに、海外を含む各地の原子力関係の学生がこの装置を利用して、燃料の取り扱いや原子炉運転操作などに関する実験教育を受けています。



30 MeVサイクロトロン加速器

30 MeVサイクロトロン加速器はホウ素中性子捕捉療法(BNCT)で必要となる熱外中性子を発生させるための陽子加速器であり、供給可能な陽子エネルギー、電流はそれぞれ30 MeV、1 mAです。中性子発生ターゲットと減速体系を組み合わせることにより、毎秒毎平方センチメートルあたり12億個の熱外中性子を生成することができます。平成20年にイノベーションリサーチラボラトリ医療棟に設置され、物理実験、動物・細胞の照射試験を経て、平成24年に世界で初めて加速器中性子源によるBNCTの治験を開始しました。治験は順調に進んでおり、もうすぐ患者さんへの実治療が実現しようとしています。治験終了後は、KURの補完・代替の役割を果たす多様な粒子線源(陽子・中性子・陽電子)として物質研究や分析研究に活用する予定となっています。



複合原子力科学研究所の研究ユニット ～分野融合と新しい研究領域の創生のために～

これまで、本研究所は放射線(粒子線)や放射性同位元素(RI)などを利用した多様な研究を進めてきましたが、これらの研究領域を融合した「複合原子力科学」をより効果的に発展させるために新たに研究ユニットを設置しました。研究活動の基礎となる各研究分野の独自性を維持しながら、選択と集中による分野融合および新しい研究領域創生を行い、先端的な学術の発展に貢献しようというものです。現在以下の3つの研究ユニットが設置されています。*

量子ビーム生体システム解析・応用ユニット

本研究ユニットの目的は、本研究所で利用できる様々な量子ビーム(中性子線、陽子線、電子線、X線、RIからのアルファ線、ベータ線、ガンマ線など)を用いて、以下の2つの創造的な研究を実施するため、研究所内外の、関係する複数の研究分野からの研究者が参画可能な研究プラットフォームとして機能することです。

主として中性子捕捉反応をベースにした生体(ヒト、動物、植物を含む)システムの解析研究

主として医療応用研究

研究課題として、以下の課題を考えています。

中性子捕捉療法(照射)研究

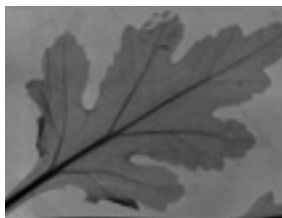
- ・ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)の臨床研究
- ・BNCT基礎研究(新規薬剤研究、放射線生物学研究、医学物理研究)
- ・ガドリニウム-中性子捕捉療法の基礎研究
- ・伴侶動物へのBNCT展開にむけた基礎研究*
- ・ホウ素中性子捕捉反応による育種に向けた基礎研究

RI医療応用研究*

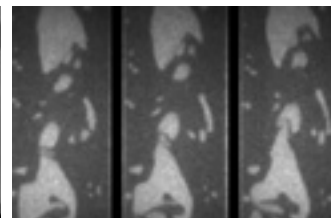
*本研究所で将来、新規研究課題として成立するかどうかを明らかにしていくところからのスタートになります。

中性子イメージング研究ユニット

本研究ユニットでは、中性子を用いたイメージングの応用・基礎研究を研究所内外の研究者と連携して推進しています。中性子源には、定常中性子源(KURなど)やパルス中性子源(J-PARC)などがあり、その規模も様々です。中性子は、X線にはない透過性をもち、金属内部の水素化合物などの検出プローブとして有用です。本研究ユニットでは、国内の中性子源設備とも連携し、中性子イメージングの革新的開発・応用を目指しています。



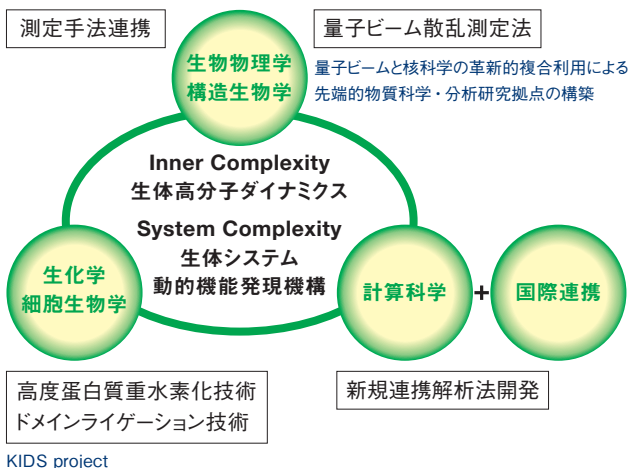
中性子で見た葉の水分布



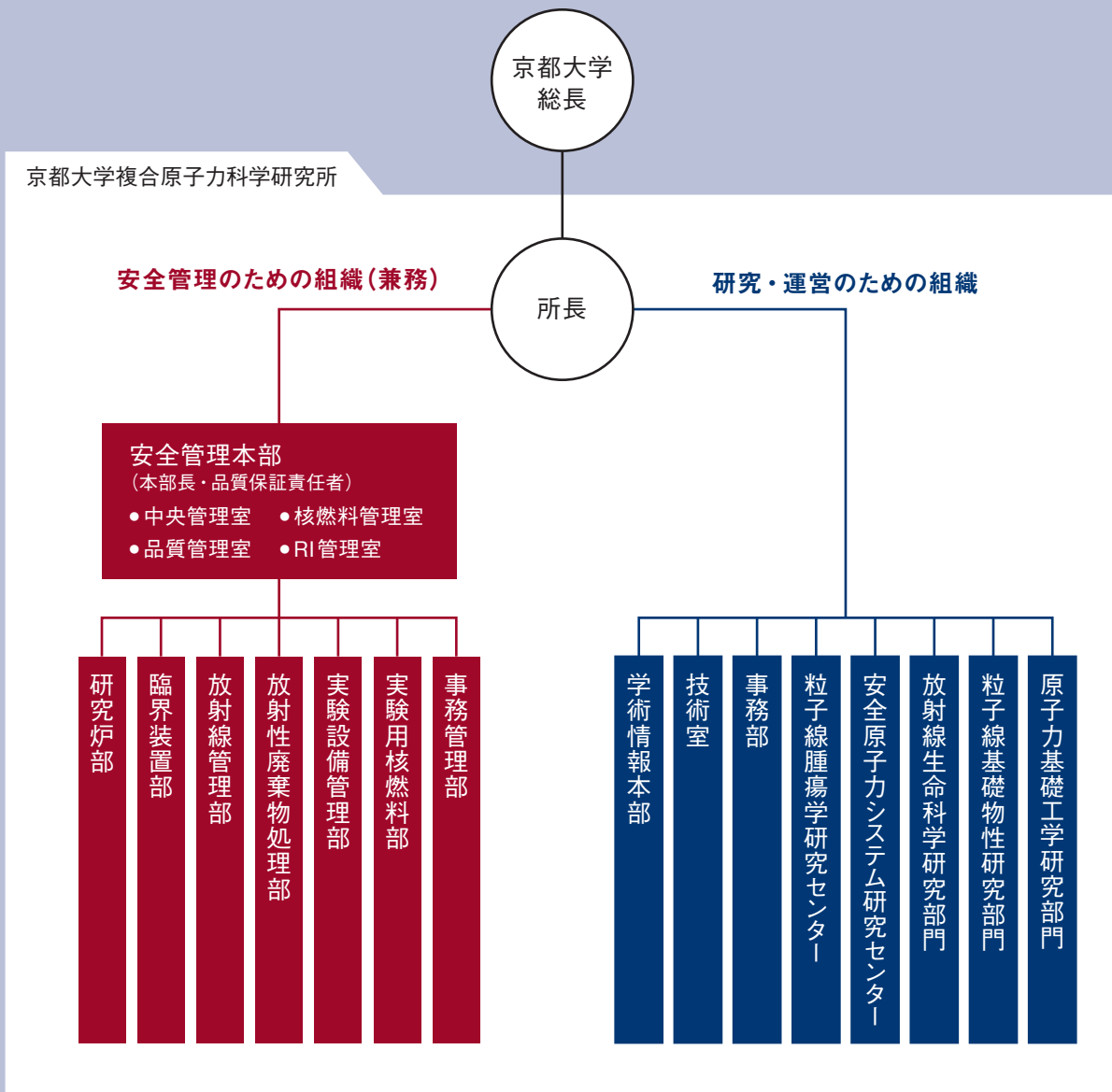
気液二相流の高速度撮像例

生命分子動態解析ユニット

本研究ユニットは、生化学・生物物理学・計算機科学の協奏により、1.世界初の試料を調製し、2.世界初の観測手法を駆使し、3.世界初の解析技術を開発し、「誰もみることのできなかった生命現象を解明する」ことを目的としています。そのために研究所内の生化学・中性子生物学の専門家と研究所外の生化学・生物物理学・中性子科学・計算機科学・医学の専門家が手を取り合って研究を進めていきます。特に、中性子の利点を生かした測定手法に加えて他の手法と協奏的な測定・解析法の開発を意識しています。また研究対象は時計蛋白質の振動機構の解明といった非常に基礎的な事柄から、医学的応用につながる液-液相分離現象も視野に入れています。



組織図



京都大学複合原子力科学研究所
Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science,
Kyoto University

〒590-0494 大阪府泉南郡熊取町朝代西2丁目

TEL 072-451-2300

FAX 072-451-2600

ホームページ <https://www.rii.kyoto-u.ac.jp/>

紹介ビデオ <https://www.rii.kyoto-u.ac.jp/video>



南海ウイングバス「原子力研究所前」下車すぐ
※JR熊取駅前発「大阪体育大学前」行き、または「つばさが丘北口」行き(所要時間約10分)
※南海本線 泉佐野駅前発「大阪体育大学前」行き(所要時間約30分)