

第4節 原子力科学技術の多様な展開

科学技術には、自然の摂理を明らかにし、あるいは人工世界を極めようとする、いわば知的好奇心に基づく基礎研究と、経済、社会や生活者のニーズに対応した応用目的を有する研究開発という二つの側面があり、原子力科学技術もこの二つの側面を有している。加速器や高出力レーザーは、これらを観測手段として活用することにより物質の究極の構成要素や自然の法則を探ったり、ライフサイエンスや物質・材料系科学技術等の様々な科学技術分野の発展を支えるものである。一方、核融合や革新的な原子炉の研究開発は、将来のエネルギーの安定供給の選択肢を与え、経済、社会のニーズに応えるものである。これらの研究開発を進めるに当たっては、創造性豊かな研究を育む環境を整備し、これらを支える基礎・基盤研究との均衡ある発展を図りつつ、効率的に進めることが重要である。

1

加 速 器

物質の起源の探索、生命機能の解明、新材料の創製等に有効な手段となる大強度陽子加速器計画については、原子力委員会、学術審議会共催で行った評価を踏まえ適切に推進する。また、RIビーム加速器施設については、着実に建設を進める。一般に、大型加速器計画は、常に国際的競争状態に置かれており、技術主導の性質を持つことから、提案・評価後、遅滞なく評価結果を反映させることが重要である。

(1) 加速器の開発・利用を巡る状況

原子力委員会では、加速器分野における我が国全体の現状の把握、利用分野のニーズを踏まえた加速器開発、そして加速器利用に係る人材育成についての検討を行うため、研究開発専門部会の下に加速器検討会を設置し、調査・検討を行っている。

(2) 加速器の開発・利用に係る取組

イオンビーム発生・利用に関する研究開発

放射線としてイオンビームを発生させ、利用する技術に関しては、その手段として主に加速器が用いられている。加速器は、1996年6月原子力委員会放射線利用推進専門部会において報告された「加速器利用研究の推進について」に沿った各種加速器の整備・利用の促進が図られ、原子核研究のみならず広範な分野で利用されている。イオン照射研究施設(TIARA)においては、重イオンビームのマイクロビーム化、シングルイオンヒット技術等の新しい技術を開発し、細胞レベルでの分析、材料微細加工等に応用できるビーム利用技術の展開を図っており、今後新たな進展をもたらす分野を拡大するものと期待され

ている。

放射光の発生・利用技術開発

高輝度で遠赤外線からX線までの広い波長領域の光を発生する放射光は、物質・材料科学や生命科学などの広範な基礎研究分野のための有力な研究手段となる。1997年10月に供用を開始した大型放射光施設（SPring-8）は、原子力分野における技術蓄積を基盤として整備され、その利用研究が本格的に進められている。また、研究の高度化のため、新規ビームライン等の整備が引き続き実施されている。

陽電子ビームの発生・利用技術開発

陽電子は電子と逆のプラスの電気を帯びていることから、物質最表面における原子の配列や運動状態の解析、金属材料の表面電気ポテンシャルの決定、超薄膜や異なる物質の境界面の構造や結晶格子の欠陥の解析への応用が期待されている。日本原子力研究所高崎研究所では、既に、エネルギーが揃った極めて平行性が高いビーム発生技術が開発され、物質表面原子の運動状態を示す一次ラウエ帯の計測に成功している。さらに、高強度ビームやパルス状ビームの発生技術の開発と次世代半導体や光触媒等の材料開発のための構造解析への応用が進められている。

大強度陽子加速器開発

大強度陽子加速器開発は核破砕反応という原子核の反応によって生成される中性子、ミュオン、ニュートリノ等の多様な2次粒子を用いて、広範な領域の科学技術の研究を進めようという実験施設の整備計画である。この計画は、2001年から日本原子力研究所と高エネルギー加速器研究機構との共同プロジェクトで建設が進められており、超伝導物質、電池の電極、磁性体、溶液、高分子、タンパク質等の回折、医薬品開発等の物質・生命科学研究、物質の起源を探るための原子核・素粒子研究及びニュートリノ研究、また中性子を長寿命核種に当て、短寿命核種や安定核種に変換する技術開発などへの多様な貢献が考えられている。

R I ビームの発生・利用技術開発

R I ビームについては、加速器の高エネルギー化及び大強度化により利用できる加速粒子の種類が飛躍的に拡大し、これまで実現できなかった核反応や新核種・元素の合成はもちろん、物質及び材料、生物、基礎医学など幅広い研究分野への利用が期待される。我が国では理化学研究所を中心として世界最先端の研究が進められており、例えば中性子ハロー、中性子スキンの存在がR I ビームを利用した研究により発見された。また宇宙における元素合成の解明が進められている。

また、理化学研究所は、現有の重イオン加速器を入射器として、ウランまでのすべての核種についてのR I を世界最大の強度でビーム化する加速器施設「R I ビームファクトリー」を1997年より建設している。

2

核 融 合

未来のエネルギー選択肢の幅を広げ、その実現可能性を高める観点から、核融合の研究開発を推進する。今後達成、解明すべき主な課題は、核融合燃焼状態の実現、核融合炉工学技術の総合試験等があり、国際熱核融合実験炉（ITER）計画はこの観点から重要である。なお、その推進に当たってはITER計画懇談会の評価の結果を踏まえることが必要である。また、核融合科学を広げる研究については、適切なバランスを考慮しつつ進めることが重要である。

（１）核融合エネルギー

核融合エネルギーは、軽い原子核同士が融合して別の原子核に変わる際に、質量の差分がエネルギーとなって出るもので、太陽エネルギーも核融合反応により発生している。

表2-4-1 核融合エネルギーの特徴

燃料となる重水素は海中に豊富に存在し、三重水素（トリチウム）は埋蔵量の多いリチウムより生成可能であり、資源の地域的な偏在がない。

核的暴走が無いなど核融合反応の原理的な性質により、安全対策が比較的容易である。

地球温暖化の原因となる二酸化炭素の排出が少ない。

低レベル放射性廃棄物は発生するが、従来技術で処理処分が可能である。

（２）核融合研究開発

核融合研究開発は、1950年代から本格的に開始され、段階的に推進されてきている。

我が国では、現在、1992年に原子力委員会が策定した「第三段階核融合研究開発基本計画」（以下、第三段階基本計画）及び2000年に原子力委員会が策定した「原子力長期計画」に基づき、日本原子力研究所、大学及び試験研究独立行政法人等の整合性に留意し、相互の連携・協力により研究開発が進められている。

日本原子力研究所においては、トカマク方式について実用化を目指した研究開発を進めている。特に、世界の大型トカマクの一つである臨界プラズマ試験装置（JT-60）に関しては、1998年6月にはプラズマの総合性能を表す指標であるエネルギー増倍率（外部からの加熱入力エネルギーと核融合反応により生じる出力エネルギーの比）の世界最高記録1.25を達成するとともに、2001年11月にはプラズマの中心部分に電流の流れない領域「電流ホール」を発見し、本領域に核融合プラズマを安定に保持できることを示し運転の効率化への道を拓くなど世界に先駆けた成果を上げており、さらなるプラズマ閉じ込めの性能向上による定常運転を目指した研究を行っている。さらに、中規模装置JFT-2Mを用

いた先駆的な実験研究、理論・シミュレーション研究、核融合炉材料研究や核融合炉の安全性にかかる試験等を実施している。

大学共同利用機関である核融合科学研究所においては、我が国独自のアイデアに基づくヘリカル方式による世界最大の大型ヘリカル装置を建設し、全国の関連分野の研究者の共同研究・共同利用に供するとともに、新しいプラズマ領域の研究を世界に先駆けて行っている。同装置は、1998年度から本格的な実験を開始し、2001年9月には、ヘリカル方式としては世界で初めての1億度のプラズマの生成に成功し、今後の動向について世界から注目を集めている。

また、筑波大学プラズマ研究センター、大阪大学レーザー核融合研究センター、九州大学応用力学研究所等においては、将来の核融合炉に向けて様々な課題を克服していくため、ミラー、レーザー等の各種方式の先駆的・基礎的研究を実施している。この他、その他の大学・試験研究独立行政法人等においては、各種磁場閉じ込め方式及び慣性閉じ込め方式による基礎的研究、炉工学にかかる要素技術等の研究が進められている。

さらに、国際協力による研究開発も積極的に進められており、国際共同プロジェクトであるITER計画をはじめとして、日米エネルギー研究開発協力協定、日・欧州原子力共同体核融合協力協定等に基づく二国間協力並びにIAEA及びOECD/NEAの下での多国間協力が行われている。(ITER計画については、第1章参照。)

3

革新的原子力システム

21世紀を展望すると、次世代軽水炉とともに、高い経済性と安全性を持ち熱利用等の多様なエネルギー供給や原子炉利用の普及に適した革新的な原子炉が期待される。このため、炉の規模や方式にとらわれず、多様なアイデアの活用に留意しつつ、国、産業界及び大学が協力して革新的な原子炉の研究開発についての検討を行うことが必要である。

(1) 液体金属冷却炉研究開発に係る取組

現在、液体金属冷却炉のうちもっとも研究開発が進んでいるものは、MOX燃料とナトリウム冷却を基本とする高速増殖炉である。

核燃料サイクル開発機構では、高速増殖炉サイクル技術として適切な実用化像とそこに至るための研究開発計画を提示することを目的に、電気事業者等関連する機関の協力を得つつ「実用化戦略調査研究」等を実施している。(「第2章第3節8. 高速増殖炉サイクル技術」参照)

(2) ガス冷却炉研究開発に係る取組

高温ガス炉は固有の安全性をもった原子炉設計が比較的容易であり、1000 程度の高温の熱が供給できるため、発電のみならず水素製造などさまざまな分野での原子力エネルギーの利用の選択肢を与えることが期待される。日本原子力研究所では、高温ガス炉の基盤技術の確立、高度化及び高温工学に関する先端的基盤研究を進めるため、高温工学試験研究炉（HTTR）を建設し出力上昇試験を進めてきたが、2001年12月に最大熱出力30MWを達成するとともに、我が国で初めて850 の高温ヘリウムガスを原子炉から取出すことに成功した。

(3) 水冷却炉研究開発に係る取組

現在我が国の主要な電源として実績を有する軽水炉技術をベースとして、エネルギーの長期安定供給を目指す低減速軽水炉の開発が進められている。低減速軽水炉はプルトニウムの増殖率を高め、燃料の多重リサイクルを可能にすることにより、経済性の向上を図るという特長がある。日本原子力発電（株）、日本原子力研究所、（株）東芝、（株）日立製作所等においては、連携しつつ、炉物理試験、限界熱流束試験、被覆管材料開発等の低減速軽水炉開発に向けた技術開発を進めている。

東京大学、（株）東芝、（株）日立製作所においては、同様に連携しつつ、超臨界圧軽水炉の開発が進められている。超臨界圧軽水炉は、現在多くの火力発電プラントで用いられている技術を活用した軽水炉であり、単純でコンパクトな構造及び熱効率の向上等により、開発、建設及び運転のコストの低減を目指したものである。

このほか、民間においては、次世代軽水炉として、スケールメリットにより建設単価を引き下げることを目指す改良発展型の大型軽水炉の開発が進められている。

(4) 公募型研究制度

国においては、特殊法人である日本原子力研究所と核燃料サイクル開発機構の原子力二法人における革新的原子力システムの研究開発に加えて、公募型研究制度を実施している。

文部科学省においては、公募による競争的環境のもと、産学官のポテンシャルを最大限発揮できる環境を整備し、革新的原子力技術の研究開発を推進するため、2002年度より革新的原子力技術の開発（公募型研究）事業を実施している。本事業により、原子力の基盤的研究における産学官の連携の強化や関連技術の蓄積を図るとともに、将来期待される革新的原子力技術の開発を実施している。

経済産業省においては、2000年度より、原子力発電及び核燃料サイクルの安全性・経済性を向上させる革新的・独創的な実用原子力技術を発掘し、さらに、競争環境下での技術開発を促進する観点から、大学、研究機関、民間企業又はこれらの連携体を対象として技術開発テーマを広く公募により募集する制度を実施している。

基礎・基盤研究

原子力科学技術の基礎研究は原子力の多様な可能性を引き出し、将来の技術革新につながるようなシーズを生み出す。また、この分野の基盤研究は原子力分野のプロジェクト研究及び他の科学技術分野の発展に寄与する。国は、これらの研究について競争的な資金の活用も考慮し、研究者の独創性を重視し、適切な評価を行いつつ推進することが必要である。

原子力を支える基礎・基盤研究は、物理・化学分野、医学・ライフサイエンス分野、環境科学分野、燃料・材料その他の工学的分野など広範にわたり、国立試験研究機関、独立行政法人、特殊法人及び大学などにおいて推進されている。

(1) 国立試験研究機関等における原子力試験研究

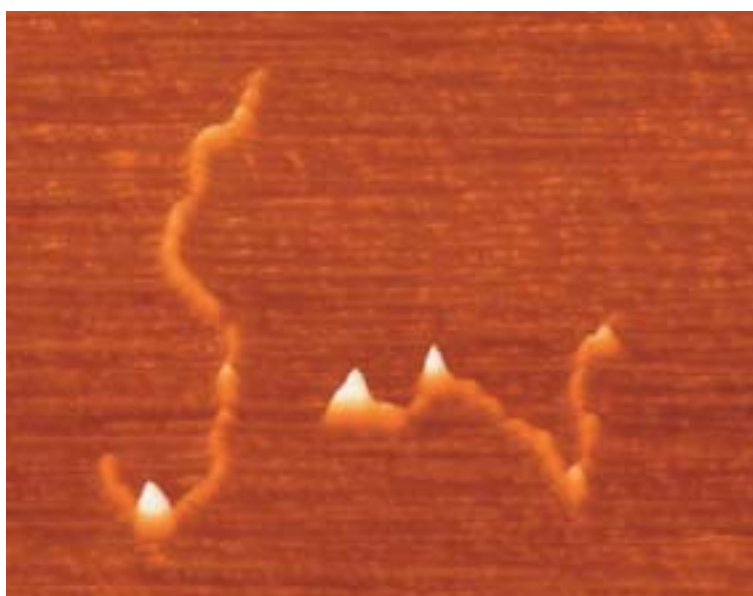
各府省所管の国立試験研究機関及び独立行政法人において、物質・材料、生体・環境影響、知的、防災・安全の4基盤技術分野について単独の研究機関で行う「先端的基盤研究」及び個々の研究機関単独では速やかに成果を得ることが困難な多岐にわたる技術開発要素からなる研究について、複数の研究機関における研究交流の研究開発を推進する「総合的研究（原子力基盤クロスオーバー研究）」が行われており、その成果は、原子力分野の研究開発水準の向上とともに、各府省の行政施策に反映されている。原子力委員会は、関係行政機関の原子力利用に関する経費の見積り及び配分計画に関することを所掌する立場から、研究課題の評価を実施している。2003年度は8府省27機関において125課題の研究が行われている。（表2 - 4 - 2参照）

原子力基盤クロスオーバー研究は、特に複数の研究機関の研究ポテンシャルを有機的に結集して取り組む必要がある研究テーマについて、研究機関間の積極的な研究交流のもとに研究開発を推進する制度である。1989年に発足し、現在第3期の研究として国立試験研究機関、独立行政法人及び特殊法人などを中心に、放射線生物影響、ビーム利用、原子力用材料技術、ソフト系科学技術、計算科学技術の5技術領域において8研究テーマを実施中である。（1期5年間）（表2 - 4 - 3参照）

放射線生物影響分野

原子力開発利用の進展及び宇宙等への人類の活動領域の拡大を支える基盤技術開発として放射線の生物影響を体系的に明確化することは、安全確保の観点から極めて重要である。

図2-4-1 DNAに結合した修復関連酵素（原子間力顕微鏡画像）



：修復関連酵素 ：DNA

ビーム利用分野

粒子線、レーザー等各種ビームの先端的利用は新たな原子力利用の途を拓くものであり、応用の幅が広い基盤技術としてこれを推進する。

図2-4-2 開発中のアト秒パルスレーザーシステム



原子力用材料技術分野

材料技術については、21世紀の新しい原子力技術の発展の鍵となる基幹的要素技術であり、他の分野への波及効果も大きいものと期待されることから基盤技術としてその研究開発を進める。

ソフト系科学技術分野

人間の知的活動の解明とコンピュータ等による代替技術の開発を含む知能システム科学技術の応用は、巨大かつ複雑な原子力施設の運転・保守等をより確実に扱いやすいものにし、安全性の一層の向上等を図るために重要である。

計算科学技術分野

原子力分野でも計算科学は進展しているものの、一般科学の分野ではスーパーコンピュータの導入や並列処理化の進展等、近年の情報処理技術の高速化・高度化はめざましく、これを基盤技術として積極的に原子力技術分野に応用することにより、新たな技術展開が可能となる。さらに、その研究成果は広く一般科学技術への波及効果が期待される。

図2-4-3 計算科学技術の原子力分野への応用による技術展開例

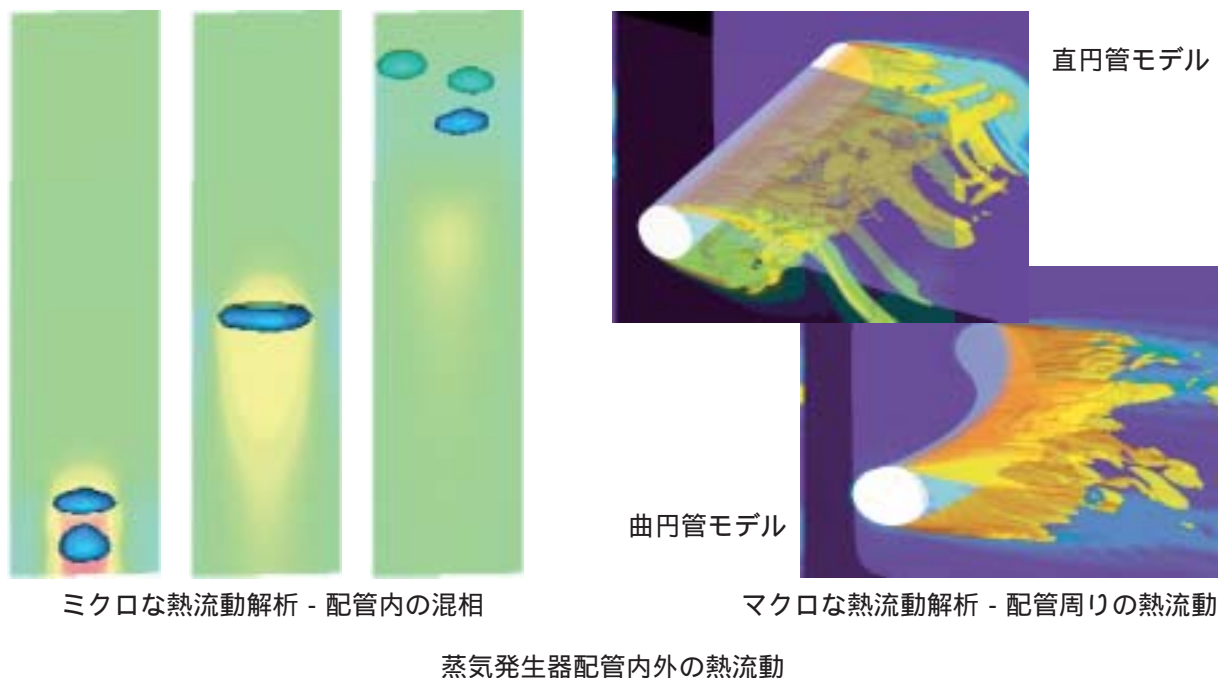


表2-4-2 国立試験研究機関及び独立行政法人における主な原子力試験研究の課題名（2003年度）

分野	主な研究テーマ	所管府省名	機関名
物質・材料基盤技術	R I を利用したペニングトラップ型パルス陽電子源を用いた金属材料分析に関する研究	内閣府	科学警察研究所
	核融合炉の強磁場化のための要素技術の開発	文部科学省	(独)物質・材料研究機構
	極限粒子場における材料の非平衡過程の計測評価と利用に関する研究	文部科学省	(独)物質・材料研究機構
	自由電子レーザーの先端技術に関する研究	経済産業省	(独)産業技術総合研究所
	S R 光及びイオンビームによる微細構造3次元セラミックスの作製と新機能発現の研究	経済産業省	(独)産業技術総合研究所
生体・環境影響基盤技術	放射線照射を受けた天然医療材料の組織再生に及ぼす影響評価に関する研究	厚生労働省	国立医薬品食品衛生研究所
	新しい小線源による前立腺癌の放射線治療に関する臨床的研究	厚生労働省	国立病院東京医療センター
	野菜・花き種苗における放射線ホルミシスによる高生理機能化技術およびRI利用による生理機能測定法の開発	農林水産省	(独)農業技術研究機構
	低エネルギー電子ビーム利用による臭化メチルくん蒸代替食品貯蔵害虫防除技術の開発	農林水産省	(独)食品総合研究所
	陸水境界域における自然浄化プロセス評価手法の開発に関する研究	環境省	(独)国立環境研究所
知的基盤技術	原子力材料用分散型知識ベースの創成に関する研究	文部科学省	(独)物質・材料研究機構
	先端領域放射線標準の確立とその高度化に関する研究	経済産業省	(独)産業技術総合研究所
	原子力ロボットの実環境技能蓄積技術に関する研究	経済産業省	(独)産業技術総合研究所
	複雑形状部ストリーミング安全評価手法に関する研究	国土交通省	(独)海上技術安全研究所
	遮蔽計算コードシステムの高度化に関する研究	国土交通省	(独)海上技術安全研究所
防災・安全基盤技術	原子力施設の消防防災技術に関する研究	総務省	(独)消防研究所
	緩衝材の地震荷重下における動的特性に関する研究	文部科学省	(独)防災科学技術研究所
	R I 廃棄物のクリアランスレベル検認技術の確立に関する研究	経済産業省	(独)産業技術総合研究所
	使用済燃料の中間貯蔵システムにおける放射線遮蔽に関する研究	国土交通省	(独)海上技術安全研究所
	原子力施設の新システムによる免・制震化技術の研究	国土交通省	(独)建築研究所

表2-4-3 原子力基盤クロスオーバー研究の技術領域、研究テーマ及び実施機関（第3期研究）

技術領域	研究テーマ	実施機関
放射線生物影響	放射線障害修復機構の解析による生体機能解明研究	理化学研究所 日本原子力研究所 (独)放射線医学総合研究所 国立感染症研究所 国立医薬品食品衛生研究所
	放射性核種の土壌生態圏における動的解析モデルの開発	日本原子力研究所 理化学研究所 (独)放射線医学総合研究所 気象研究所 (財)環境科学技術研究所
ビーム利用	高品位陽電子ビームの高度化及び応用研究	日本原子力研究所 理化学研究所 (独)産業技術総合研究所 (独)物質・材料研究機構
	マルチレーザーの製造技術の高度化及び利用研究	理化学研究所 (独)物質・材料研究機構 (独)放射線医学総合研究所
	アト秒パルスレーザー技術の開発及び利用研究	理化学研究所 (独)産業技術総合研究所
原子力用材料技術	原子力用複合環境用材料の評価に関する研究	日本原子力研究所 (独)物質・材料研究機構 (独)産業技術総合研究所
ソフト系科学技術	人間共存型プラントのための知能化技術の開発	理化学研究所 (独)物質・材料研究機構 (独)海上技術安全研究所
計算科学技術	計算科学的手法による原子力施設における物質挙動に関する研究	日本原子力研究所 理化学研究所 (独)物質・材料研究機構 (独)産業技術総合研究所

(2) 日本原子力研究所における基礎研究

日本原子力研究所においては、先端基礎研究センターにおいて、放射場科学、重元素科学及び基礎原子科学の3領域における先端基礎研究を推進している。また、大学などの研究との連携強化を図りつつ、光量子・放射光科学、中性子科学、物質科学、原子力環境科学など、原子力の新たな可能性を切り拓くための基礎研究に積極的に取り組んでいる。

光量子科学研究に関しては、1995年に拠点となる関西研究所を設置し、1999年、京都府木津地区に光量子科学研究施設整備を完了するなど研究体制の強化を図り、X線レーザーなどの先進的レーザー開発とその利用研究を推進している。

このような基礎研究の推進に当たり、1996年に発足した博士研究員流動化促進制度により外部の若手研究者を有効に活用するなど、柔軟かつ競争的な研究環境の整備に努めている。

表2-4-4 日本原子力研究所における主な基礎研究のテーマ（2002年度）

分 野	研 究 テ マ
中 性 子 科 学	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中性子利用による物質・生命科学研究 (超伝導体の磁気構造研究、生体物質、高分子の構造解明等) [大強度陽子加速器の物質生命科学実験施設を建設中]
光量子・放射光科学	<ul style="list-style-type: none"> ・ 光量子光源（先進的レーザー）の開発 (極短パルス超高ピーク出力レーザーの高出力化、X線レーザーの短波長化及び高コヒーレント化、自由電子レーザーの高出力化・広帯域波長可変化) ・ 光量子基盤技術に関する研究 (光量子源の高出力化と利用研究に必要な光学素子（複合集積型素子、軟X線多層膜鏡、高品質大型レーザー結晶等）の開発) ・ 光量子源の利用に関する研究 (レーザー加速による電子加速及びイオン発生技術の開発、超高強度場における光・物質相互作用による高エネルギーX線、高エネルギー粒子発生、X線レーザーによる生体物質等の微細構造の超高速現象の観測・解明) ・ 放射光利用研究 (放射光を利用した極限環境物性研究、構造物性研究、重元素科学研究、表面化学研究、電子物性研究、物質構造シミュレーション)
高度計算科学	<ul style="list-style-type: none"> ・ 共通並列処理技術の研究開発 (並列計算手法の開発、整備等の並列処理技術の共通基盤化) ・ 原子力分野における複雑現象の解明 (数値トカマク研究開発、光量子・物質相互作用シミュレーション開発、第一原理計算・分子動力学・格子ボルツマン法などを用いた材料物性、熱流動現象を対象とした大規模シミュレーション研究) ・ ITBL (IT-Based Laboratory) 計画の推進 (ITBLネットワーク基盤技術の開発、生命機能情報解析手法の高度化)
先端基礎研究	<ul style="list-style-type: none"> ・ 放射場科学 (逆コンプトンガンマ線の生成と核分光の研究、先端偏極中性子散乱によるスピン・格子物性の研究など6テーマ) ・ 重元素科学 (変形核の融合による重元素合成、超アクチノイド元素の核化学的研究など6テーマ) ・ 基礎原子科学 (極限条件におけるハドロン科学の研究、軌道縮退の大きな系における多体電子理論の研究など5テーマ)

研究用原子炉については、原子炉設計そのものに係る研究開発のほか、中性子源としての照射利用、中性子ビームを利用した研究開発等の広範な分野での利用が進められている。この炉を用いて、軽水炉の高度化、高速増殖炉及び核融合炉開発等のための燃料及び材料の照射研究、微量物質の放射化分析、熱中性子等を利用した医療のための照射技術の開発、放射性同位元素の製造・利用研究が進められている。

また、高分子化学、ライフサイエンス、材料科学等の一層広範な研究開発分野においては、高性能の熱中性子及び冷中性子ビーム等の回折及び散乱現象等の利用が進められているほか、中性子ラジオグラフィについてもこれまで主に用いられてきた熱中性子に加え、冷中性子を用いた研究が進められている。

図2-4-4 改造により性能が向上したJRR-3Mの建屋（上）と炉室（下）



表2-4-5 日本原子力研究所の研究用原子炉の利用状況（1997年）

研究炉名	用途	主な研究	使用者
J P D R (動力試験炉)		1996年3月に解体終了	
J R R - 2	・ ビーム実験 ・ R I の生産 ・ 医療照射	1996年12月に運転終了 ・ 中性子散乱による物性研究	
J R R - 3M	・ ビーム実験 ・ 照射試験 ・ 放射化分析 ・ R I の生産	・ 中性子散乱による物性研究 ・ 燃料、材料の照射研究 ・ 中性子ラジオグラフィによる研究	日本原子力研究所、大学、国立試験研究機関、民間会社、その他
J R R - 4	・ 医療照射 ・ 放射化分析 ・ 照射試験 ・ 教育訓練 ・ R I の生産	改造中 ・ 生物医療照射研究 ・ 基礎研究 ・ 燃料、材料の照射研究	同上
J M T R	・ 照射試験 ・ R I の生産	・ 軽水炉燃料の出力急上昇試験 ・ 原子炉圧力容器鋼の照射研究 ・ 高温ガス炉用燃料 ・ 材料の照射研究 ・ 核融合実験炉用ブランケットの開発	同上
N S R R (原子炉安全性研究炉)	・ 原子炉の工学的安全性研究	・ 軽水炉高燃焼度燃料及びA T R 照射済燃料の照射研究	日本原子力研究所
H T T R (高温工学試験研究炉)	・ 高温工学試験研究	1998年11月臨界 ・ 高温ガス炉技術の基盤の確立と高度化を図るための研究 ・ 高温工学に関する先端的研究	日本原子力研究所、大学、国立試験研究機関、民間会社（予定）

（3）理化学研究所における基礎研究

理研加速器施設

理化学研究所においては、原子力関係の基礎研究として重イオン科学分野の研究を総合的に実施している。

特に、主加速器として世界最高レベルの加速器性能を持つリングサイクロトロンは、従来の加速器では困難であった原子核反応機構の解明、R I ビームを用いた不安定核の研究、新しい超重元素の生成などの研究を始め、物理、化学、生物、工学、医学などの幅広い分野の研究に有効に利用されている。

中性子過剰の放射性同位元素については、1996年に6種類（ヘリウム10、ネオン31、マグネシウム37、マグネシウム38、アルミニウム40、アルミニウム41）を、1997年にラドン195を、2001年に水素5を、2002年に3種類（ネオン34、ナトリウム37、シリコン43）を世

界で初めて発見し、原子核の存在限界に迫った。

また、2000年には、原子核が安定に存在するための特定の陽子数、中性子数として、既に発見されている数（魔法数：マジックナンバー）以外に新たな魔法数「16」が存在することを発見したほか、2002年には、魔法数「16」が出現する原因を特定することに成功し、元素合成過程を探る上での重要な知見を得た。

生物分野では、高エネルギー重イオンビーム照射による変異植物の開発を民間企業等との協力を通じて進めており、2001年には花卉の新品種の商品化に成功した。この技術は食料・環境問題の解決に資する新機能植物創成にも応用されている。

図2-4-5 リングサイクロトロン



理研BNL研究センター

理化学研究所では、スピン物理研究を推進するために、米国ブルックヘブン国立研究所（BNL）が建設した世界唯一の重イオン衝突型加速器（RHIC）に理化学研究所が開発した実験・研究施設を付設するとともにスピン物理研究の効果的・効率的な推進のため1997年10月にBNL内に「理研BNL研究センター」を設置し、1999年から理論・実験の両面から物理研究を実施している。

理研RAL支所

理化学研究所では、英国ラザフォードアップルトン研究所（RAL）の大強度陽子加速器に付設したミュオンビーム発生施設を用いてミュオン触媒核融合の研究、ミュオンによる物質解析法の研究等を進めている。

表2-4-6 理化学研究所における主な基礎研究のテーマ（2003年度）

分 野	研 究 テ ー マ
重イオン科学	・ 高温・高密度原子核の研究 ・ 中間子・ミュオン粒子、中性子の発生とその応用研究