

原子力基礎研究連絡委員会，原子力工学研究連絡委員会報告

—大学における研究用原子炉の果たす役割について〔報告〕—

平成5年4月22日

日本学術会議

原子力基礎研究連絡委員会，原子力工学研究連絡委員会

大学における研究用原子炉の果たす役割について[報告]

－ 要 旨 －

現在、わが国の大学において5基の研究用原子炉が稼働しているが、いずれも共同利用の形で全国の大学等に開放されており、各々の特徴を生かして多くの優れた研究成果を生み出すとともに、人材養成面においても多大の貢献をなしている。研究炉の利用ニーズは、材料照射など原子力分野における基礎研究ばかりでなく、中性子散乱・回折など非原子力分野でも著しく増大する形で拡大、多様化しており、この傾向は今後も続くものと予想される。

大学研究炉が原子力基礎研究において果たす役割は依然として大きく、軽水炉技術の高度化や新型炉、高速炉、核融合炉などのための基礎研究を進める上で不可欠な存在である。大学研究炉の場合、研究者自らが原子炉の運転管理をし、その中から自由な発想に基づく独創的な研究が生まれ、多様化する利用ニーズにも対応できることが大きな特徴であり、大学研究炉の真価を発揮するところである。

種々のニーズに対応するため研究手法が確立した段階において、研究炉は高い中性子束を要求されることが多いが、創造性に富む研究が必ずしも高中性子束をもった大型炉を用いて行われるわけではなく、むしろ使い易い中小型の炉によって、その萌芽的研究がなされることが多い。KUR（京大）の冷中性子の発生・利用技術はその一つの例である。また大型炉と中小型炉をその特徴を生かして使いわけ、これらの炉を地域的な分散を考慮しつつ有機的に配置した研究体制をつくることも重要である。

大学研究炉は原子力分野における学生や技術者の教育・訓練をその貴重な体験を通して効果的に行っているばかりでなく、海外からの留学生や研修生を現場に受け入れる形で人材養成に寄与しており、国際的貢献を果たしている。また原子力分野以外の学生や高校生、教員、一般人などにも原子力の正しい知識を提供する拠点として活用されており、人材確保とパブリック・アクセプタンス面でのその意義は大きい。

上述のように大学研究炉が研究、教育両面で果たす役割は極めて大きく、今後も拡大・多様化する利用ニーズに適切に対応するためには既存の大学研究炉をできる限り有効に活用することが必要であり、研究炉の多くが既に高経年化していることに配慮し、ニーズに対応できるようその更新、拡充、整備等を進めていくことが求められる。

この報告は、第15期日本学術会議原子力基礎研究連絡委員会及び原子力工学研究連絡委員会の審議結果を取りまとめて発表するものである。

原子力基礎研究連絡委員会

委員長 柴田 俊一（近畿大学原子力研究所教授）

幹事 木村 逸郎（京都大学工学部教授）

内藤 奎爾（日本学術会議第5部会員・名古屋大学名誉教授）

山口 彦之（駒沢短期大学教授）

委員 秋山 守（東京大学工学部教授）

朝岡 卓見（日本原子力研究所理事）

有水 昇（千葉大学医学部教授）

石黒 亮二（北海道大学工学部教授）

井上 泰（東北大学工学部教授）

氏平 祐輔（東京大学先端科学技術センター教授）

清瀬 量平（東海大学工学部教授）

栗原 紀夫（京都大学放射性同位元素総合センター教授）

柴田 徳思（東京大学原子核研究所教授）

関本 博（東京工業大学原子炉工学研究所教授）

橋本 好一（動力炉・核燃料開発事業団プロジェクト参事）

古屋 廣高（九州大学工学部教授）

三宅 正宣（大阪大学工学部教授）

横山 陽（京都大学薬学部教授）

原子力工学研究連絡委員会

委員長 内藤 奎爾（日本学術会議第5部会員・名古屋大学名誉教授）

幹事 石樽 顕吉（東京大学工学部教授）

東 邦夫（京都大学工学部教授）

委員 関根 泰次（日本学術会議第5部会員・東京理科大学工学部教授）

朝岡 卓見（日本原子力研究所理事）

池辺 幸正（名古屋大学工学部教授）

河村 洋（東京理科大学工学部教授）

清水 彰直（東京工業大学原子炉工学研究所教授）

橋本 好一（動力炉・核燃料開発事業団プロジェクト参事）

的場 優（九州大学工学部教授）

三木 良太（近畿大学原子力研究所教授）

宮崎 慶次（大阪大学工学部教授）

大学における研究用原子炉の果たす役割について[報告]

1. はじめに

現在、わが国において稼働中の研究用原子炉（以下、研究炉という）は12基あるが、そのうち5基は大学によって設置されている。これらの研究炉はいずれも設置後相当の年数が経過して高経年化が進んでおり、最近では高経年化によるトラブルで運転停止をする炉も出てきている。一方、原子力分野での研究の新しいニーズに応えるため炉の更新も図られており、大学における研究炉の将来に関し様々の議論を呼び起こしている。この時期に大学研究炉の果たす役割について整理し、今後わが国の大学研究炉のあり方を考えることは有意義であると思われる。

第15期の原子力基礎研究連絡委員会と原子力工学研究連絡委員会においては、それぞれ独立に、上記の観点からわが国の大学における研究炉の問題点について討議を重ねて来たが、本年1月、両委員会の合同会議を開催して意見交換を行った。本報告書は両委員会における、この検討結果をとりまとめ、両委員会の共同報告としたものである。

2. わが国の大学研究炉利用の現状

大学研究炉は型式や出力も様々で（表-1）、その特徴を生かして種々の分野における研究と、学部及び大学院の学生の教育訓練のために使用されており、年間の総運転日数は5基で600(日・炉)を越えている。大学研究炉は設置者である大学での利用に供されているばかりでなく、いずれも共同利用の形で全国の大学、国立研究機関等に開放されている。大学研究炉の各研究分野における最近の利用状況を見ると（図-1）、各炉はその特徴によって得意とする研究分野が異なっており、各々役割分担に応じた利用が行われている。例えば、立教大炉は放射化分析、武蔵工大炉は生物・医療照射、弥生（東大炉）は高速中性子による材料照射、近大炉は生物研究や標準中性子場の利用に各々特徴を有している。大学研究炉中で唯一MW級であるKUR（京大炉）は中性子束が他の大学研究炉と比較して高いため得意とする研究分野が広がり、複数の分野で頻度高く利用されている。また炉工学、材料照射、核物理を中心とした従来の”原子力”分野から、生物・医療、地球・環境、物質科学、考古学といった”非原子力”分野へ研究炉の利用が拡大・多様化している。これはわが国に限らず、研

研究炉利用の世界的傾向であり、今後ともこの拡大・多様化の傾向は続くものと予想される。

高精度照射による原子炉材料の中性子損傷の研究など、原子力分野における研究炉の高度な利用に対するニーズは依然高いが、非原子力分野の中では中性子散乱・回折のニーズが最も高い。とりわけ冷中性子など高品質ビームの利用がこの分野の活性を一層高めており、欧米諸国は研究体制の整備を進めている。

大学研究炉は大学における原子力関連分野の学生の実習や大学院学生の研究を通して教育・訓練に利用されるばかりでなく、非原子力分野の学生や地域住民、一般人の原子力に対する知識を普及する拠点としても活用されている。

3. 研究面における役割

研究炉は原子力開発基礎研究の中核施設として、これまで重要な役割を果たしてきた。既に述べたように、研究炉の利用が”原子力”以外の分野でも次第に拡大する世界的な傾向はあるが、原子力基礎研究における研究炉の果たす役割は依然として大きく、研究炉での経験が実規模での原子炉の開発や、運転上の問題やトラブルを解決する糸口になった例は少なくない。軽水炉時代の長期化に対応して、軽水炉の安全性・信頼性の一層の向上、核燃料サイクル技術の高度化、更には新型炉、高速炉、核融合炉開発のためなどの基礎研究を進める上で、研究炉は不可欠の存在である。

特に大学研究炉はこれらの原子力基礎研究にとってかけがえのない重要な存在である。原子力関連の基礎研究分野でのニーズに対応して、各々の炉の特徴を生かす形で利用を進めることが重要である。この場合、多くの大学研究炉の高経年化が進行していることを考えると、その特徴をより発揮し一層高度な利用を進めるため、所要施設の更新、拡充整備等をはかることが望ましく、これによって更に高度の利用ニーズにも対応できるものと考えられる。

大学研究炉の場合には、研究者自らが原子炉の運転管理をし、その中から自由な発想に基づく独創的な研究が生まれ、研究体系が高度化されていくことにも大きな特徴がある。研究者自らが運転管理することにより、多様化する利用者のニーズに対応することができ、この運転者と利用者の機能的な結びつきが高度な研究成果を生み出すには不可欠である。大学研究炉はこのような研究の場を提供するのに最も適している。

研究の場としての原子炉には、高い中性子束が要求されることが多く、事実世界的にも高中性子束研究炉への要望が強い。しかし、創造性に富む研究が必ずしも高中性子束炉を用いてなされるのではなく、むしろ使い易い比較的小型の炉によって、その萌芽的研究がなされることが多い。KURの冷中性子源の研究や短寿命RIのオンライン計測の研究などがその例である。

関連する問題として大学以外の大型研究炉と大学研究炉との関係について考えておく必要がある。特に大型で関連施設の充実した研究炉がある場合、その周辺に各々特徴を有する中小型炉を配置した有機的な研究体制を作ることが重要である。このような体制が作られれば、小回りの効く、中小型炉での萌芽的研究から生まれたアイデアや手法が大型炉で完成、発展するというシステムが可能となり、中小型炉の特徴を發揮することができる。このようなシステムの成功した一つの例としてヨーロッパにおける中性子散乱・回折の研究体制が指摘されている。フランスのラウエ・ランジュバン研究所（ILL）の高中性子束炉（HFR）を中心に各国の中小型炉を配置した体制が取られており、周辺炉の整備が進められている。（図-2）

研究炉利用の多様化により、医療照射や研究炉で製造された短寿命RIを利用する研究なども増えており、利用者が全国に広がっていることから研究炉の地域的分散も考慮する必要がある。

4. 教育面での役割

大学の研究炉が学生の教育や技術者のトレーニングの面で果たす役割は極めて大きい。学生が原子炉を実際に運転したり、原子炉を使用して研究をしたという体験が重要である。動力炉は複雑で全体が見えにくいのが、研究炉は見通し易く、運転や利用を通して、ダイナミックな臨場感があり、教育効果が大きい。このように大学の研究炉は、学生あるいは研究者、技術者のトレーニングに対して、実際的に大きな教育効果があるのみならず、その体験を通して、原子力研究への親近感が深められ、原子力分野への人材確保にも大きく寄与している。

近年大学及び大学院の国際化が進み、各大学における留学生が著しく増加している。原子力分野も例外でなく、留学生のほか、IAEAなど国際機関からの研修生の受け入れも増えている。このような外国人の教育・訓練において大学研究炉は教育と研究の密着した場を通して重要な役割を果たし、国際的貢献をなしている。発展途上国で

での研究炉建設が進んでいることから、今後もこの国際的なニーズは増大することが予想され、積極的にこれに応えていくためには受け入れ体制の整備と拡充をはかる必要がある。

大学研究炉の中には一般の住宅地域に近接して設置されているものもあり、大学が研究炉を地域住民に公開して、住民の原子力に対する正しい理解を求める活動を行っている例がある。大学が研究炉の現場を通して、一般人や地域住民、更には原子力専門以外の大学生、高校生、教員などに原子力の正しい知識を提供する努力をすることは原子力のパブリック・アクセプタンスと人材確保の上で極めて重要な意義をもつものと考えられる。

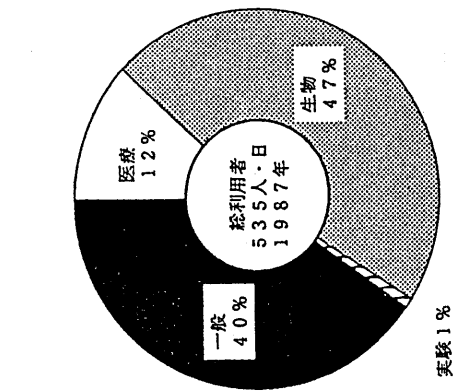
5. おわりに

既に述べたように、大学研究炉が研究及び教育の面で果たす役割は極めて大きいものであるが、今後ますます拡大・多様化する利用ニーズに対して、どのように対応していくかが重要な問題となる。現状では研究炉の新設を見込むことは困難な状況にあることから、当面、既存の研究炉を最大限に有効に活用することによって対応することとなるが、そのためにも、財政的な理由等により既存の大学研究炉の運転継続が困難となることのないよう方策を講ずるとともに、多くの大学研究炉の高経年化に配慮しつつ、その更新、拡充、整備を図るよう関係当局に要望する。

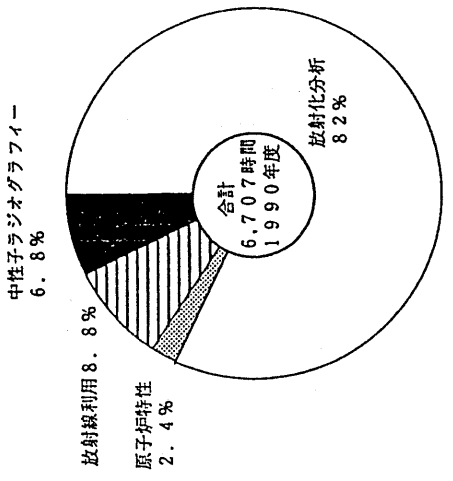
一方、運転管理や許認可手続き、燃料の確保や廃棄物取り扱い、また地域住民との対応といった面で負担が増大し、大学の研究者が研究・教育のみに専心できにくい状況にあることも事実である。この困難な状況を克服するためには、大学関係者が自らに課せられた使命の重要性を改めて認識し、周囲の理解と協力を得る努力を払いながら、地道な成果を積み上げていくことが必要であろう。しかしながら、これらの困難の中には設置者である大学の関係者の努力のみでは極めて解決困難な問題も含まれており、問題解決に向けて関係当局の深い理解と強力な支援が強く望まれる。

表1 わが国の大学における研究用原子炉

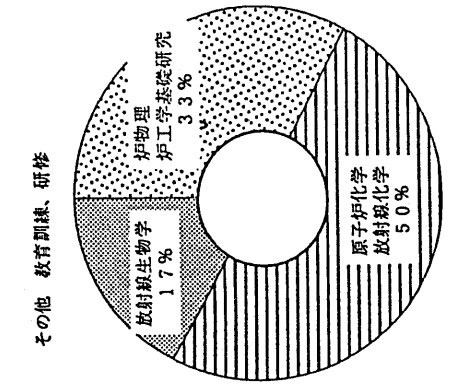
名称	所有者	所在地	主目的	形式	熱出力(KW)	臨界日
近大炉	近 大	東大阪 市	教育訓練用、 研究用及び共 同研究用	濃縮ウラン、 軽水減速、非 均質型	1 W	36.11.11
立教大 炉	立教学 院	横須賀 市	研究及び教育 用	濃縮ウラン、 水素化ジルコ ニウム及び軽 水減速軽水冷 却、非均質型 (TRIGA- II)	100	36.12. 8
武蔵工 大炉	五島育 英会	川崎市	研究及び教育 訓練、並びに R I生産用、 医療照射	濃縮ウラン、 水素化ジルコ ニウム及び軽 水減速軽水冷 却、非均質型 (TRIGA- II)	100	38. 1.30
京大炉 (KUR)	京 大	熊取町	一般研究、材 料照射、R I 生産、開発研 究、教育訓練、 医療照射	濃縮ウラン、 軽水減速軽水 冷却、非均質 型	5000	39. 6.24
東大炉 (蘇 生)	東 大	東海村	一般研究及び 教育訓練用	濃縮ウラン、 空気型高速炉	2	46. 4. 1



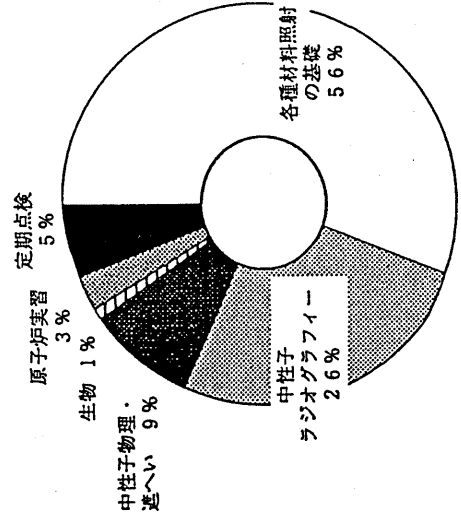
武蔵工大炉



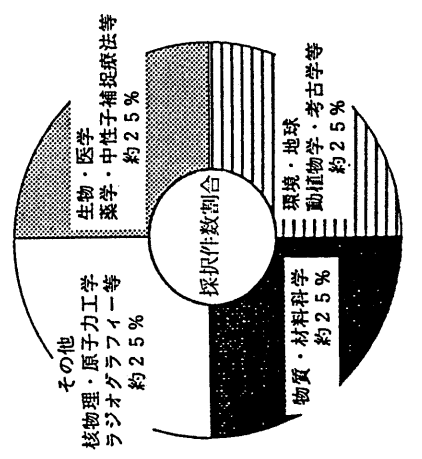
立教大炉



近大炉



弥生炉



KUR

図-1 大学研究炉の分野別利用状況

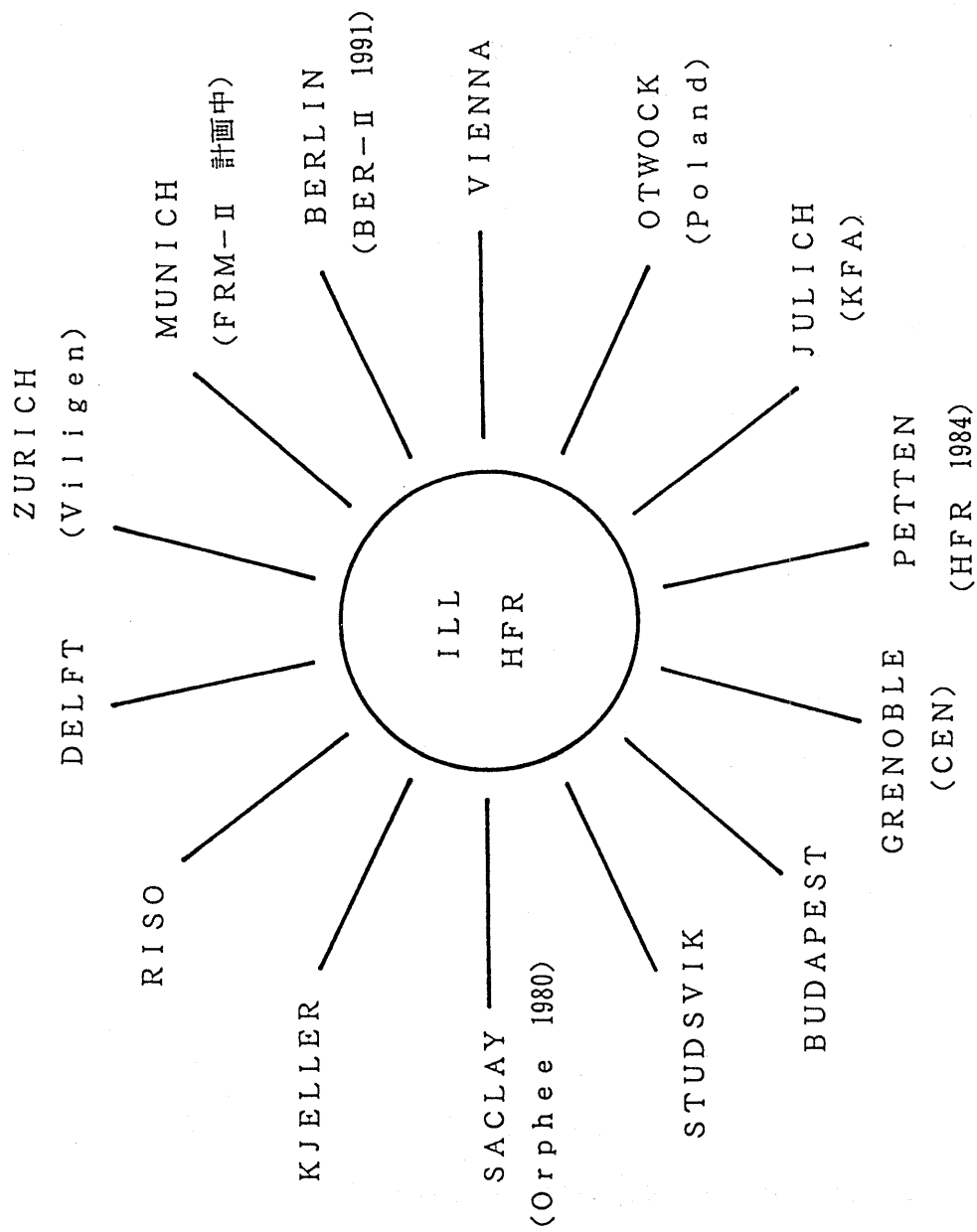


図-2 ヨーロッパの中性子散乱研究体制

数字は炉の改修または新設の年を表す