

5.3 RI ビーム加速器 (RIBF)

(1) 計画の概要

理化学研究所（理研）が推進しているRIビームファクトリー（RIBF）は、水素からウランまでの全元素の不安定原子核（RI）を世界最大の強度のビームとして発生させ、それを利用して基礎から応用にわたる幅広い研究を行うものである。

第1期計画は平成7年度からの要素技術開発にはじまり、RIビーム発生装置の整備を主体とし、第2期はビームを使って研究をする施設の整備という形に分かれている。平成9年度には全体の建屋基本設計、調査を始め、平成18年度までには施設の整備が終了する予定である。

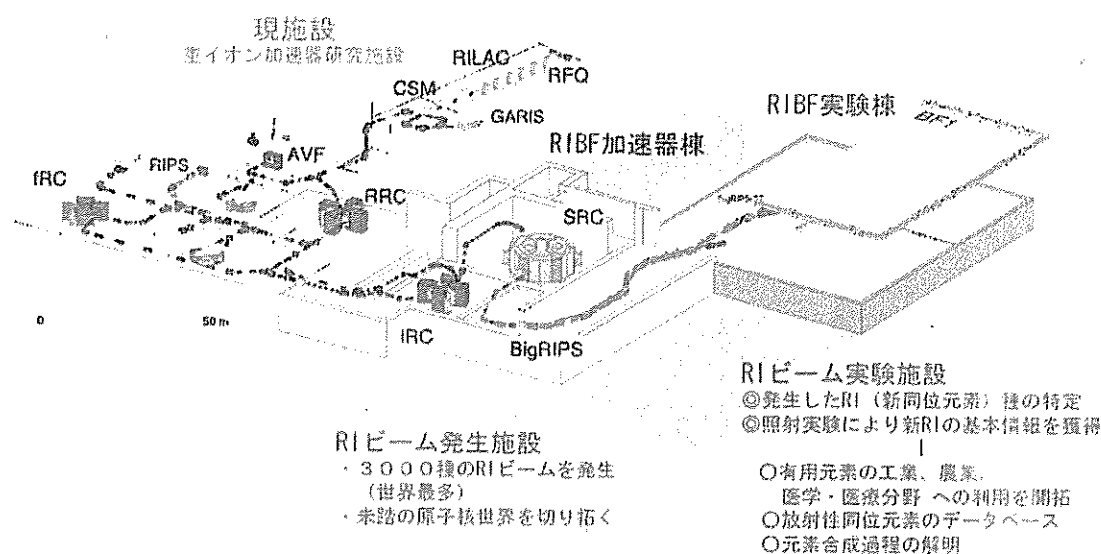


図 5.3-1 RI ビームファクトリー計画（第1期） 概念図

第1期では核子あたり 350MeVまで加速したウランによりRIビームを発生するほか、未知のRIを創成する実験等を中心に、RIビームの研究を開始する予定で、実際にRIビームを使ったRIビームファクトリーのポテンシャルを十分に発揮できる反応などの利用・応用研究は、第2期の整備後に進める予定である。

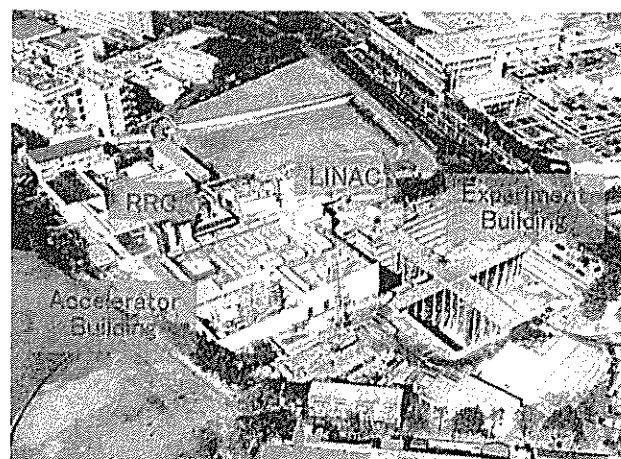


図 5.3-2 RIBF 建設現場

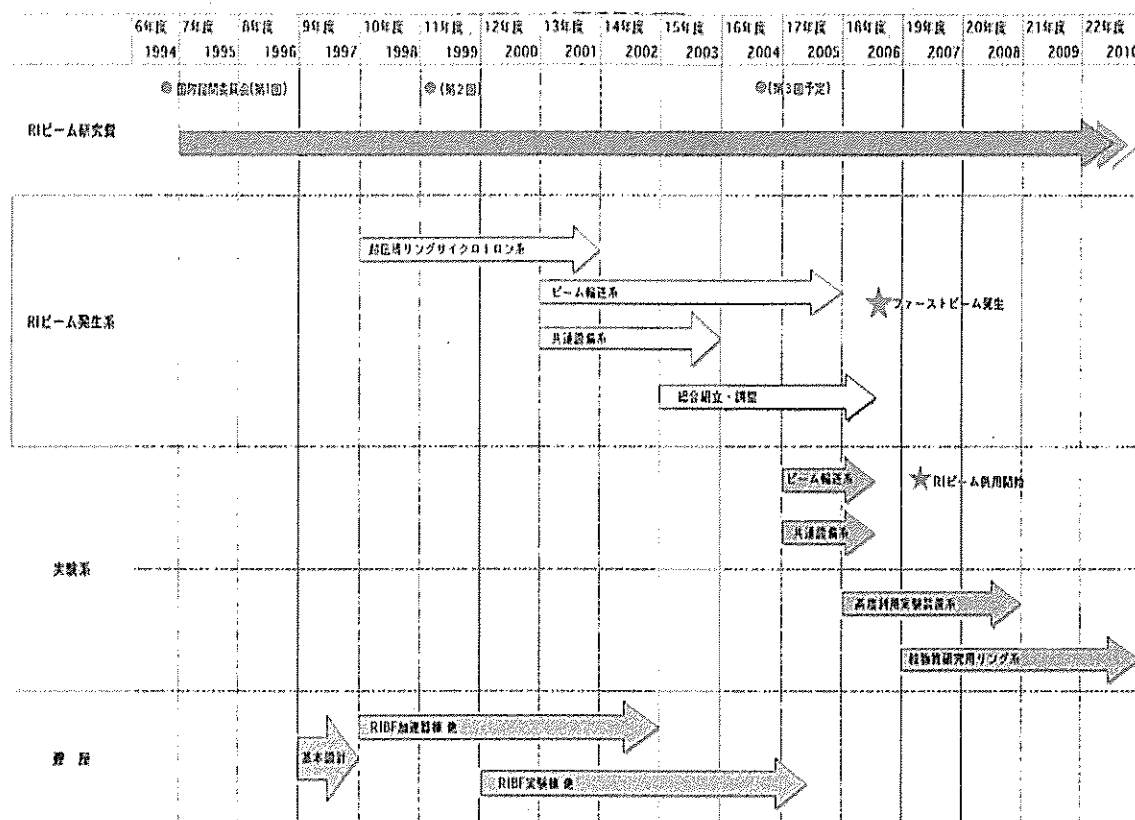


図 5.3-3 RI ビームファクトリー年次計画

理研の現サイクロトン施設をはじめとして、世界のRI ビーム施設におけるパイオニアによる研究は原子核物理学に大きな変化をもたらした。この変化は大きく、原子核物理学のルネッサンスを開いたと言われている。RIビームファクトリーは、完成すれば全元素のRIビームを最大の強度で得られることを利用して、原子核物理学の新世代を世界的にリードする。これまでに知られていなかった多くの原子核を作り出し、原子核の新しい様相を発見し、不安定核の研究により数多く見いだされた核理論のほころびを修正し、新しい理論の構築をすることになる。また、不安定核の反応の研究は、これまでには実験室での研究が不可能であった、宇宙における元素合成の理解を大きく進めると期待される。20世紀の科学を開いた放射線の発見以来、その元であるウランが宇宙の発展の中でいつどのように作られたかの問いに対してはじめて答えを導くことになる。

放射線の源であるRIの諸性質を解明することにより新しい原子力技術の開発への貢献も期待される。例えば高温炉や加速器駆動型の原子炉では、比較的短寿命な不安定核の崩壊熱や核反応が重要な役割を果たすと考えられるが、崩壊常数や崩壊エネルギー、反応の確率などの研究も重要な課題である。

第1期計画では、現施設からのビームを、あらたに建設を進めている f R C、

IRC、SRCの3台の加速器に導き、その後、BigRIPSでRIビームを発生させる。加速器は平成18年度までにすべて完成する予定で、RIビームの分離器であるBigRIPSもそれまでに1基完成する予定である。これらの完成により、新しいビームの発生、すなわちRIをつくってビームを発生することが可能となるので、この段階である程度重要な研究はスタートできる。

第2期計画で、そのRIビームの特徴を活かし、高度に利用する実験施設を建設する予定で、これらの全体的な実験施設の完成が本格的な研究の開始に重要である。

(2) 世界の中での位置付け

この計画は、1999年のOECD Megascience Forumの原子核物理ワーキンググループのレポートで、世界の3地域のうちアジアを受け持つ役割を持って重要な施設計画との位置づけを得ている。

RIビーム利用の研究は日本人が開拓し、理研で発展させてきた研究である。また、RIBF計画は世界のトップを切って建設が進んでおり優位にある。このまま実験装置まで建設が進めば、世界で初めての研究が数多く可能である。

しかし、RIBF計画の発足後、ドイツの重イオン研究所(GSI)の高エネルギーRIビーム計画、アメリカの大強度RIビーム計画(RIA)が提案され、いずれもRIBFに2～3年遅れて完成する予定である。RIビームをめぐる国際競争は厳しさを増している。

表 5.3-1 世界の主要 RI ビーム加速器計画

事 項	主加速器	加速器構成概念図(青色部分を新設)	RIビーム生成手法	1次ビーム	RIビーム	主な研究領域	予算規模	現状
RIBF	超伝導 リングサイクロトロン			【大強度ビーム】 ウラン 3500MeV/核子 (光速の69%) 10^{13} 個/秒 連続波		核図表拡大 元素の存在限界の検証 重い元素合成過程の検証 エキゾチック原子核研究 物質材料科学研究	第1期 397 億円	第1期 施設整備費の 80%まで 予算化
GSI	シンクロトロン		重イオン ビーム による 核破砕反 応	【高エネルギービーム】 ウラン 23000MeV/核子 (光速の99.9%) 10^{11} 個/秒 パルス波	エネルギー (光速の 60%) と ビーム強度 は 全施設とも ほぼ 等しい	核図表拡大 元素の存在限界の検証 重い元素合成過程の検証 エキゾチック原子核研究 物質材料科学研究 反粒子科学研究	900 億円	予算計画は 認められたが 予算化時期は 未定 設計実施中
RIA	線型加速器			【大強度ビーム】 ウラン 400MeV/核子 (光速の72%) 10^{13} 個/秒 連続波		核図表拡大 元素の存在限界の検証 重い元素合成過程の検証 エキゾチック原子核研究 物質材料科学研究	950 億円?	NSACの「2002 Long Range Plan」において 最重要プロジェクトに指定 OECDの「ライエンフォーラム」 において重要度の高い プロジェクトに指定 R&D実施中

注)RIビームを発生するための1次ビームエネルギーは、光速のおよそ70%が必要であるが、それを超えてもRIビームの発生効率は増加しない。

事務局：
激しさを増
す国際競争に勝たね
ばならない
のか、負けて
しまうこと
でどのよう
なデメリット
が生じるの
かを明確に
説明する必
要がある

(3) 今後の展開と課題

本計画は、平成6年に実施した国際諮問委員会を経て、平成9年度から建屋の基本設計、また、平成10年度からは超伝導リングサイクロtron系等の建設に入っているが、2つの大きな課題がある。

第一点は、第1期計画終了時の実験装置の整備等運転経費などの資金計画について明らかになっていない。完成後には、別途実験資金を得ることなどが必要である。

第二点は、第2期計画は第1期計画の進行状況を見て判断することになっており、早急に国際諮問委員会、国の審議会などの外部評価を実施して、具体的な実験計画を明らかにし、建設に移行できるよう準備を進めることが望ましい。

事務局：
完成までに、目処をつける必要はないのか

(4) まとめ

本施設の主たる目的は、原子核物理学の研究であり、なかでも宇宙における元素合成メカニズムの解明などを含む天体核物理学が主眼である。このような研究開発の目的設定は、適切である。本分野は、日本人研究者がパイオニア的な貢献をした分野であるが、世界における競争も激しい。特に独国や米国において同種の加速器の建設が提案されつつあり、先日発表された米国DOEの“20 year outlook”ではRIA計画が今後の施設建設の中で非常に高いプライオリティに認定されている。RIビームファクトリー計画が年次計画通りに建設されて、平成18年度までにウラン加速によるRIビームが得られ、諸外国に対して優位性が保てるように措置することが望ましい。