

理研 RI ビームファクトリー計画に関する報告書(日本語訳)
国際諮問委員会
1999年5月

1. 序及び総括的意見

理研理事長、小林俊一教授の招聘に従って「理研 RI ビームファクトリー」計画に関する国際諮問委員会(IAC)が5月5-8日に東京で開催された。RIBF計画におけるRIビーム発生系施設の進捗状況を評価し、RIビーム実験系施設(多角的利用実験蓄積リング、MUSES計画)について科学的及び技術的な再評価並びに助言を行う目的であった。東京での会合に参加したIACのメンバーは次の通りである。

S. Datz 教授、H. Ejiri 教授、B. Frois 博士、J. Garrett 博士、K. Gelbke 教授、P. Kienle 教授(委員長)、K. Nakai 教授、J. Schiffer 教授

評価の対象は主に次の資料にもとづいている。

- | | |
|-------------|--|
| —1999年5月発行 | RIビームファクトリー計画の状況 |
| —1997年5月発行 | 理研RIビームファクトリー:重イオン科学の新時代 |
| —1998年12月発行 | 理研RIビームファクトリー計画についての論文集 |
| —1998年出版 | 理研RIビーム施設とその物理プログラム、 I. Tanihata, J. Phys. & Nucl. Parl. Phys 24, 1311. |
| —1999年5月発行 | MUSES 概念設計報告 |

1999年5月5-8日に開催された理研RIビームファクトリー国際諮問委員会の添付議事日程中に示す如く、この計画に関連したすべての事項にわたって上記資料に加えて口頭発表がなされた。

1994年に行われた最初の国際アドバイザーグループからの提言に従って理研は科学技術庁(STA)に「RIビームファクトリー」建設を提案した。1995年2月に、理研は超伝導リングサイクロトロン(SRC)と中間リングサイクロトロン(IRC)に対するR&Dの承認を受けた。1997年2月に基礎試作及び施設の設計、それにつづき、SRC、IRC及びRIビーム分離装置を含む「RIビーム発生系施設」建設の構想が承認された。IACはこれらの進展を歓迎するとともに第一回国際アドバイザーグループのメンバーの何人かは1994年の提言の線に沿った理研計画の著しい進展を高く評価する。

今回のIACにおける評価検討の内容は以下の通りであった。

1. RIビーム発生系施設即ち加速器(IRC、SRC、イオン源等)の建設状況及びRIビーム生成分離装置と実験系の設計状況
2. 計画中の主実験施設MUSES、その設計と科学的目標
3. 施設の運用についての計画と国際協力体制

2. サイクロトロン群建設計画の現状と R&D (RI ビーム発生系施設について)

RI ビーム発生系施設として建設されている、RI ビーム発生に必要な加速器群は、1 粒子マイクロアンペア (1pμA) の先例のない大電流をもち、核子当り 100MeV の一次ウランビーム、及びより大きい電流値をもつ核子当り 400MeV の軽い一次原子核ビームを得るために、最適化されるように選ばれた。強度の大きい、エネルギーの高い一次ビームは入射核破碎及び核分裂法によって中性子欠損不安定核及び中性子過剰不安定核のビームを発生するために使われる。RI ビームは Big-RIPS と呼ばれる二次ビーム生成分離装置により同位体が分離される。同じように設計された生成分離装置は GSI では FRS と呼ばれ NSCL/MSU では A1900 分離装置と呼ばれているが、Big-RIPS はアクセプタンスに様々な改良が加えられている。2 台の Big-RIPS は RI ビーム発生系施設用に建設され、一方の Big-RIPS から他方の Big-RIPS に一次ビームが切り替えられる選択の自由をもっている。これは今後開発が進められる RI ビームの多角的利用を促す。分離された RI ビームは特別に設計されたビームラインによって様々な実験ステーションに分配される。提案された実験装置は印象的で、非常に奥深く、貴重な研究プログラムを可能にするだろう。

RI ビーム発生系施設の加速器及び実験装置の建設に関する全般的な進捗状況は満足すべきものである。国際技術諮問委員会(TAC)の提言後、RI ビーム発生系施設でもっとも技術的發展が要求される部分である SRC は敬意を表するだけの進展があった。

SRC の建設に対して、経費と日程のずれに若干のリスクがあるかもしれない。特に異なった枠に対する 2 つのコイルの設計の部分である。これについてはすぐにテストを行い決定にいたることができることが望まれる。

リスクをもたらす他の部分は、もっとも強いビームに対してもフォイルストリッパを使うように設計されているイオン化数増加器である。GSI の経験ではストリッパフォイルの寿命は最大強度のウランエネルギーに対しても受け入れられないほど短くなる可能性を示している。フォイル以外の選択肢、ガスストリッパ又はイオン源の開発についても注意深く考察すべきである。

上記のマイナーな注意があるものの、理研グループの創造性と発明の才は委員会に強い印象を与えた。高速の、精度のよい軌跡検出器の開発とバックグラウンドの抑制技術について多くの考察が払われてきた。この施設についての全体計画の中に大きな欠点は見出せない。

2.1 加速器建設

理研 RI ビームファクトリーのサイクロトロン群の設計と建設は精力的かつ日本の民間企業との強力な協力のもとに進められている。理研 18GHz ECR イオン源は完成されていて、すばらしいビーム強度で運転が行われてきた。3T までの磁界を与える超伝導ソレノイドを用いた CAPRICE 型の ECR イオン源がより大きい電流をうみだすために建設中である。4 セクターのリングサイクロトロン K930 IRC

が設計され、建設中である。計画の中で技術的に最も挑戦的な部分は 6 セクターの K2500 超伝導リングサイクロトロンである。それは世界で初めてのものであり 100%のデューティファクターを持ちシングルターンエクストラクション（一回転とりだし）を用い最も高いエネルギーまで重イオンを加速することが出来る。又比類のなくすぐれたビームの性質（小さい運動量のひろがり及びエミッタンス）を達成するだろう。超伝導サイクロトロンの分野で、卓越した国際的専門家の多くがメンバーとなっている TAC、との緊密な協力関係がもっとも有効である。概念計画はすでに同意されており、異なった設計（デザイン）の 2 つのコイルを持つテスト磁石が建設中である。IAC はこれらのテスト結果が SRC の建設に対して大きく遅れることなく使われるというはっきりした結論に到ることを望む。

強い磁気力のもとの安定性を保証し、かつマシンを信頼性高く運転できるように、SRC 全体のシステム設計を行うことが、次の重要な仕事である。2003 年までに建設を終了するという野心的な日程は、TAC と緊密に協力して理研の加速器スタッフに高い技術的集中を必要とするとともに、早くて明確な決断、関連民間企業との注意深い組織化と作業が必要である。

この全体系の建設に対して責任を持つ建設請負人(general contractor)がおそらく望まれる。他の検討事項は RRC の前にイオン化数増加器を使用することについて表明された。現在の設計はフォイルストリッパーの使用に基づいている。しかし最も重い元素のビームに対してフォイルの寿命は受け入れられないほど短いかもしれないので、低い電荷状態とはなるがガスストリッパーが必要になるかもしれない。このオプションおよびイオン源のさらなる発達も考慮しておくべきである。

2.2 ビーム分配系と実験装置

ビーム分配系は一次ビームの加速器群の性能とよく整合している。

2.2.1 破碎核分離器

ユーザー数を最大にするため 2 台の破碎核分離器(Big RIPS)が建設されている。一次ビームは早いパルスでパルス化したキッカー磁石を使って 2 台の Big RIPS のそれぞれにある二次ビーム生成標的に柔軟に振り分けられる。2 台の破碎核分離器は期待する研究プログラムによく整合していて、 $A/q=3$ をもつ原子核を最大ビームエネルギーまで選別することが可能である。Big RIPS は大きな角度及び運動量のアクセプタンスをもっているのでよく収束された入射粒子破碎核のみならず核分裂片も高い効率で分離できる。室温の双極磁石と超伝導の 4 重極磁石は、Big RIPS に大きなアクセプタンスを与えているが、確立された技術に基づいており、リスクは非常に小さい。

超伝導 4 重極磁石に対する放射線損傷の問題については高放射線場下での磁石の寿命に対する答はここでは与えられていない。この施設は前例のないビームパワーのレベルで運転されるのでこの問題について述べられるべきである。Big RIPS の多方面のわたる機能が期待される。もっとも重要な性能は大きなアクセプタンス、

高分解能、前方角を測るスペクトロメーターとしての機能である。特に Big RIPS から得られる RI ビームをもちいて運動学的完全同時計測実験を行うためにはこれらのことが重要である。このようなスペクトロメーターはより進んだ破碎核の施設では「設備されていなければならない装置」である。

2.2.2 他の実験装置

理研のスタッフが長い時間かけてこれらの大型装置に精力を集中してきたことは理解できるけれども、多くの粒状化した Ge 検出器のアレーのような大立体角検出器や、シリコン技術に基づいた多数に分割された位置感応粒子検出器系にも注意を払うべきである。このような検出装置は他の研究所で開発されてきたし、今も開発されている。それらは数千の高分解能データチャンネルをもった非常に複雑なもので、したがって将来の外部ユーザーによる貢献があるかもしれない。IAC は新しい卓越したビーム軌跡と高分解能かつ高計数率で処理できる新しい粒子識別系について学んだことは喜ばしかった。再優先でかつ大きな努力が、25kW のエネルギー損失を伴う入射核破碎標的の開発に注がれている。1.8kW ビームで行われたテスト実験は 20kW の熱損失を取り扱えることを示した。

2.2.3 イオンガイド

短寿命核を He ガス中で止め rf ガイド場でそれらを輸送する技術は、イオントラップに導くために適した、止まったイオンを生み出す最も有効な方法である。この技術は破碎核分離装置を使って同位体を分離する方法と結合すると最も早い分離法であり粒子放出安定核の中で最も短寿命の不安定核をも研究することが出来る。トラップされたイオンはレーザー分光を用いて超微細構造によるエネルギー分岐が得られ、それより原子核のスピン及びモーメントが決定でき、また高精度で質量の決定が出来る。トラップされたイオンのベータ崩壊は標準模型の限界の検証のような高精度のベータ崩壊の実験が行えるユニークな好機を与えることが出来る。この方法は物質中で実験を行おうとする場合常に伴う困難や余分なバーキングによる散乱などの問題を避けることの出来るユニークな機会を与えるからである。理研は多くの分野で大きな物理学的潜在力を持ち、これらの多くの科学に対して先駆的の仕事をしている。

3. MUSES 計画

理研 RI ビームファクトリーの中での MUSES 計画に対しては概念設計が完了している。MUSES は多角的利用実験蓄積リングをもった実験施設としてユニークなものである。これは次の 3 つの部分から構成される。(1) 蓄積冷却リング(ACR); (2) ブースターシンクロトロンリング(BSR)。これには電子入射リニアックが付随されている; (3) 二重蓄積リング(DSR);である。MUSES は今提案の段階で政府決定を待っている。

ACR は RI ビームの蓄積と冷却及び電子冷却したビームを用いた原子分子物理実験に対するリングとして提案されている。

BSR はイオンと電子ビームの加速のためのリングである。238U92+イオンに対しては核子当り 1GeV、荷電数対質量数比が 0.5 のイオンに対しては核子当り 1.5Gev、電子に対して 2.5Gev のエネルギーまで加速できる。

DSR は MUSES 施設の心臓部であり様々な型のユニークな衝突型実験を可能にする。一方又は双方が RI ビームであるイオン-イオン衝突及び寄り添い実験、電子-イオン（安定であれ、RI であれ）衝突実験、アンジュレーターから発生する精度の高い、高輝度の X 線と RI ビームの衝突も想定されている。

3.1 MUSES の概念と設計

MUSES 概念の基礎を形づくる基本設計案の提示を委員会は喜んで聞いた。固定標的及び衝突ビーム実験に対し種々の幾何学的配置を可能にする蓄積加速器と蓄積装置の多様性は原子核物理学研究施設の世界で最も複雑な系の一つである。

それは次の事項に対する概念を含んでいる。

- ① RI ビームを蓄積し、それらを内部ガス標的と反応させるか、 $\sim 2\text{GeV}$ 電子ビームが適切に整列したアンジュレーターを通して発生した X 線と相互作用させる。
- ② エキゾチックな核の荷電半径及び電荷・磁化分布の高度のモーメントを決定するため RI ビームと反対側から伝播された電子ビームと衝突させる。
- ③ 不安定核の全核子(中性子)分布を決定するために固定内部水素ガスジェット標的を RI ビームが通過することにより陽子と散乱させる。
- ④ 寄り添いビーム実験によって不安定核の構造を研究する。ここでは陽子、重陽子又は他の軽いイオンビームを蓄積する他のリングが RI ビームと小角度即ち低い相対エネルギーで相互作用させる。そのことは移行(及び他の)反応を通し不安定核の構造の研究を可能にする。
- ⑤ 他の方法では達成できない核種(すなわち超重核)を生成するために不安定核との核融合反応を可能にする。
- ⑥ 電子とハドロン間の正面衝突を通し、ハドロン励起を研究する。今まで可能であった重心系エネルギーより大きなエネルギーを生じさせるために今まで起こり得なかった事象が観測可能になる。
- ⑦ 原子・分子構造の研究に新しい好機を与える。

これらの技術的選択の自由は、とくに短寿命ビームで、ユニークで豊富な研究の可能性を提供する。この研究可能性は長い間世界的にユニークであり得よう。本委員会はデザイン設計の詳細について査定することは出来ない。このことは近い将来 TAC によってなされるだろう。

3.1.1 冷却時間

MUSES での研究の主な目標は短寿命核の性質の研究であるから、これらのイオンの蓄積が特に興味を引く。冷却時間の問題が決定的であることは明らかである。事実、研究する最も興味ある原子核は、しばしば安定線からずっと遠く離れた、短寿命をもつ原子核である。現在の RI ビームは一般に比較的大きなエミッタンスと

大きさを生成されるから、冷却されなければならない。そうすれば、よく定義され、密度の高いビームに圧縮することができ、これらの実験での収量を最適化できる。現在の冷却技術で明らかに蓄積されることの出来る核種の数、 β 崩壊の寿命が約1分より短い場合はその寿命によって制限されている。それ故に R&D の重要なテーマは、現在の冷却技術の制限を押し上げ、冷却時間を短くし、蓄積することのできる不安定核の寿命を短くすることである。

3.1.2 パルス化したビーム

R&D の他の重要なテーマはシンクロトロンに短いパルスを入射する必要性と関連している。周回している短寿命核ビームを望むビーム強度レベルに到達させるには、イオン源で短く、強力なパルスをつくり、SRC に入射することが必要である。これには現在あるものより本質的に良い動作で働く新しい信頼できるパルス化したイオン源技術の開発を必要とする。パルス化したレーザー方法は CERN では採用されていないので、それにかわる方法を研究する必要がある。

3.2 MUSES で可能となる実験

MUSES 施設によって提供される科学的機会はユニークである。安定線から遠く離れた原子核の電荷と物質分布が中重核及び重い核で初めて研究することが出来る。原子核の電荷分布は電子散乱と X 線分光学的方法の両方で研究することが出来る。寄り添いビーム実験は、生成収量が充分大きく、MUSES の蓄積リングで冷却できるくらい寿命の長い系に対して、精度のよい核構造の情報を与える。核融合及び移行反応における詳細な分光は、新しい二重閉殻核の構造及び宇宙での過程に対して重要な反応を探索する物理から、拡張した核の安定領域の中で予言されている超重核の島近傍にある新しい重い核の生成(ある幸運をもって)まで、種々の物理を可能にするだろう。多くの可能な研究トピックスの中で理研は 3 点から 4 点の優先的プログラムに集中して思慮深く計画している。

1. 不安定同位核の電荷分布の測定
2. 一連の同位体に対するアイソトープシフトと超微細構造分岐を決定するための不安定同位核に対する X 線蛍光実験
3. 核融合反応又は低エネルギーの直接反応のような、衝突核が低い重心系エネルギーを必要とする寄り添いビーム実験

次にいくつかの点についてコメントする。

3.2.1 電子散乱

原子核の電子による弾性散乱は核電荷分布のフーリエ変換を決定する。この方法は安定核に対して核電荷分布の詳細な形を測定するのに使われてきた。これらのデータは核分布について最も確度の高い情報であり、原子核理論を導くために際立った重要性をもっている。不幸にして、今まで不安定核についての電子散乱実験は、標的が作れなかったため不可能であった。RI 核を蓄える二重蓄積リング系を使用することは電子と RI ビームの両方の電流とエネルギーを増加させるための斬新な

魅力的な考えである。

MUSES 施設で提案された二重蓄積リングは不安定核の電荷半径の強力な研究を可能にする。なぜならば達せられるルミノシティは $10^{24}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ より大きいからである。特別な原子核に対して得られる最大のルミノシティをもってすれば、核電荷分布のより高次のモーメント及びとくに中性子過剰核のスキンの厚さを研究することが可能になろう。ハロー核の大きさを高精度で測定することは興味深い。これらの結果と反応断面積及び陽子弾性散乱から得られる物質分布の測定の結果と結合すれば中性子分布の形が引き出せよう。

相互作用点の位置及び電子の散乱角を精度よく測定するためには、電子の検出に良い軌跡識別性能を持った大立体角でかつ高運動量分解能が要請されるだろう。本委員会は MUSES 施設を使った不安定核の荷電半径の実験計画を強く支持する。衝突モードでの電子弾性散乱の測定に対して検出器を最適化するために検出器系の提案の詳細が詰められることを本委員会は勧める。

3.2.2 ハドロン物理

いくつかの興味ある実験が電子散乱によるハドロン構造を探索するために提案されてきた。この施設の設計が将来これらの実験の可能性を許すように保証することが重要であると委員会は信じる。これらの実験は詳細に研究されるべき専用の実験セットアップを必要とする。

3.2.3 X線研究

二重蓄積リングで蓄積され、冷却された不安定核の Li 様イオンによる、X線の共鳴吸収の研究に対する興味ある R&D プログラムを、理研はスタートさせている。実現すれば、それらの実験は安定線から遠く離れた原子核のアイソトープシフトと超微細構造分岐の測定を可能にする。

3.2.4 クーロン障壁近傍での反応

MUSES 施設の DSR の中での反応研究に対する、寄り添いビーム技術の開発は、クーロン障壁近傍のエネルギーにおける RI ビームと安定核ビームの反応を研究するために非常に興味あるアプローチである。これは 2 つの蓄積リング中での冷却ビーム及びよく重心系が定義され、かつよく定義されたビーム交叉角を要請する。最良のものは 0 度の交叉角で、要請した相対エネルギー差を持つ 2 つのビームであろう。

この新しい方法の問題点は、十分なルミノシティを達成することである。また、この方法は、ルミノシティが厳しい問題にならないような研究、高イオン化したイオン間の電子移行反応を研究するために有効に応用出来る。

3.2.5 原子・分子研究

MUSES 施設は又原子物理や分子物理においてユニークな興味ある研究の機会

を提供する。MUSES は 14Tm の偏向能力をもっている。一方現在そのような研究に使われている他機関の蓄積リングの偏向能力はかなり低い(～2Tm)。このことは電子ビーム冷却器の電子の最低エネルギーでできまっている蓄積イオンの質量制限を一桁上げれることを意味する。現在の制限は分子解離を含む研究に対して特に厳しい。しかし、電子冷却器中の 2 電子再結合の研究に新しい分野を開く。原子物理と分子物理に対する新しいまったくユニークな可能性は、たとえば蓄積されたイオンの光イオン化、光分解のような現象を研究するために、となりのシンクロトロンから発生する光子(フォトン)を利用することである。引き出されるビームの固体物理への応用は潜在的興味をもつがその利用可能性については今後検討する必要がある。

3.2.6 超臨界場

超臨界場中の QED 過程の研究に関しては、MUSES を使ってクーロン障壁近傍の重心系の衝突エネルギーの条件で完全に裸になったウランイオンビームの寄り添い衝突において生成した陽電子→陰電子ペアの測定を行うことが提案されている。この研究の分野は興味あるが、実験は困難で多くの基礎研究はすでになされている。完全に裸になったイオンであるための有利さと単純さを考えた上、これまでの多くの仕事の困難さや、難しい実験の問題に対して注意深い考察が必要である。実験的な問題が解決できるならば、強い場での衝突ダイナミックスの理論的予言と詳細に比較する機会をもつだろう。

3.2.7 生物科学における境界学問領域の研究

理研が提案している建設中の施設は、低エネルギーから高エネルギーまでの安定核イオンで行う計画及び RI ビームを提供する計画であり、多分野にわたる境界学問領域研究の数多くのプロジェクトに役立つことが出来る。たとえば、本委員会は種々のエネルギーの不安定核ビームで行うことのできる低い放射能の重イオン照射に対する生物的影響についての興味深い研究を聞いた。低いエネルギーでも高いエネルギーでも、安定核及び不安定核ビームの両方に対してもパラスティックな利用を許すような、多分野にわたる学問領域プロジェクトに対する実験施設が作られるべきことを IAC は提言する。

3.3 加速器研究施設運用プラン

提案されている理研 RI ビームファクトリーは、高度に複雑な、非常に多目的に利用できる実験施設であるので、現在行われているデザイン設計と建設の時点でだけでなく、運用時点でもまた非常に注意深い運用プランが必要である。特に RI ビーム実験施設(MUSES 施設)の運用モードの斬新さと複雑さのために、今までどのプロジェクトにおいても経験したことのない、種々の冷却方法及び特に DSR 中の種々の衝突モードの開発に多くの努力を必要とする。

すべての技術的問題を修得するためには、エキスパートの加速器グループとともに強力な実験者グループの形成が、新衝突実験の実験的諸技術を開発するために必要であろう。この点については、すでに提案されている国際重イオン研究センター

の中に高度な重イオン物理に興味をもつ、日本内外のすべての科学者及び学生を集める1つの機関を創設すべき必要性をIACは強調したい。それには、種々の理研の研究室からなる大きな実験グループ及び大学や他の研究機関からつくられる最も重要な日本及び外国の研究グループが含まれるべきである。それに加え、他の研究分野ではすでに理研で経験されているやり方、いくつかのグループのプロジェクト先行型研究体制の形成をIACは強く提言する。

4. RI ビームファクトリーに関する理研国際諮問委員会 (IAC) からの結論と提言

理研 RI ビームファクトリーは、入射粒子破砕又は核分裂による発生と飛行電磁分離によって生成された放射線同位元素のビームを有する、世界で最高の施設であると世界中から認識されている。この施設は高エネルギー破砕片の衝突及び寄り添い、電子と核、X線と核の衝突に対する可能性をもっているため、将来多年にわたり世界で真にユニークな施設である。従って宇宙の元素の生成や陽子及び中性子異常分布（つまり、中性子ハローや中性子スキン）を持つ原子核の性質の探査、核物質の状態方程式のアイソスピン依存性の研究に対して、先例のない機会を提供するであろう。原子核に対する理論モデルがパラメーターの全く知られていない領域で検証されるであろう。又、この新施設で生まれたデータから驚きと新しい洞察が現れると信ずる。

原子核物理分野で今までに大きな進展があったが、大きな課題がこの有望な想像力に富む野心的な計画の将来に残されている。本 IAC はこの計画に対する状況の検討に基づいて、いくつかの具体的提言を以下に述べる。

4.1 理研 RI ビームファクトリー計画における RI ビーム発生系施設は、日本の民間企業との非常に密接な協力関係と国際技術諮問委員会 (TAC) の助言の下で組織的に進められている。この助言は、特に、本施設計画の中で最も挑戦的な部分である超伝導リングサイクロトロン (SRC) の建設に関する提言を含んでいる。TAC との継続的接触の下に異なる設計の超伝導コイルを用いたプロトタイプ磁石のテストを行い、その後、SRC の最終設計がなされることが予定されている。荷電変換器の問題については、最高のエネルギー、質量、強度をもつビームを達成するために、現在すでに開発中のもの以外の方式、例えばイオン源の開発及びガスストリッパーの使用を慎重に考慮することなど、他の観点からも検討されることを本委員会は提言する。

4.2 RI ビーム発生系施設に関連した実験系施設に関する R&D の活動と設計は、全てにわたって強力かつ創造的に進められている。我々は、オンライン同位体分離、及びそれに続く反応研究のための2段の部分から成る2つの RI ビーム生成分離装置 (Big RIPS) の設計に強い印象を持った。高精度の分解能でかつ高計数率をもつ、多くの独創的な軌跡・粒子識別系について学ぶことができたことは我々の喜びとするところであった。細かい位置を決定できる 4π 検出器系にももっと注目すべきと考える。

4.3 本計画における RI ビーム実験系施設 (MUSES 施設) は、原子核の性質に対して潜在的能力に満ちた新しい窓を開く。この窓は世界的に真にユニークなものとなるであろう。この施設は、極めて不安定な原子核、星の中の元素生成に決定的役割を担っている原子核に焦点を絞っている。特に、本施設は、物質のエキゾチックな破砕片の大きさや形を決定する可能性を持っている唯一の施設となるであろう。本 IAC は、この研究施設が新しい物理に対して潜在的能力をもっていることに強い印象を受けた。そして、本計画を現実を開始するために必要な大きな努力を支持する。特に、本 IAC は、MUSES 施設を使った不安定核の大きさや形の測定に関するユニークな実験計画を強く支持する。

4.4 本 IAC は、ビームを生成、捕獲、冷却、加速、蓄積、そしてビーム間の衝突の研究に導くことが可能となる 4 つのリングの印象深い複合体、MUSES の基本設計に関する考察を評価する。これらのリングの 1 つは、RI ビームを冷却するためのものであり、加速するためのシンクロトロンであり、衝突型ビーム実験のための二重蓄積リングである。これは、世界的なユニークな施設であり、その建設と運転は興味ある技術的な挑戦と言える。特に、一般的に最も短寿命な最も興味ある核種に対して位相空間密度をできる限り大きく達成するための鍵となるのは、RI ビームを冷却する種々の装置である。二重蓄積リングにおいて、はじめて RI イオンと X 線、電子、イオンとの高ルミノシティ衝突を行うことができる。設計の詳細と達成可能なルミノシティ、要請される種々の運転モードに対する最適可能な方式などについては率直で建設的な助言を行うことを目的として今後開かれる委員会 TAC での検討過程を経るべき事項である。

4.5 本 IAC は、直ちに RI ビーム実験系施設 (MUSES) について建物と加速器のレイアウトの設計を開始し、また強力な R&D 活動を開始することが、時宜を得たもの考える。この R&D は、実験系施設を含むリングのさらに詳細な概念設計を含むと共に、MUSES における実験計画に対して最も柔軟に対応し、限られた空間を最大限に利用できるよう検討することが非常に重要である。

4.6 RI ビームファクトリーは、極めて不安定な原子核、特に宇宙物理学的興味を持たれている原子核を研究するためのユニークな機会を提供している。本 IAC は、この研究プログラムにおける国際的利用と国際的協力に対する理研の努力を強く支持する。

4.7 本 IAC は、出来る限り多くの大学院生と若い物理学者が興味を持ち、日本内外からこの計画に参加することを実現する方策を持つことを強く提言する。

4.8 RI ビームファクトリーは科学的発見を生み出す非常に大きな可能性を持つので、この施設の集中的な利用を確実にするために適切な方策を直ちに考え始めるべきである。

4.9 RI ビームファクトリーは、日本における卓越した原子核物理センターの 1 つ

であり、ハドロン物理を強調するセンターとは相補的なものである。

4.10 大吉