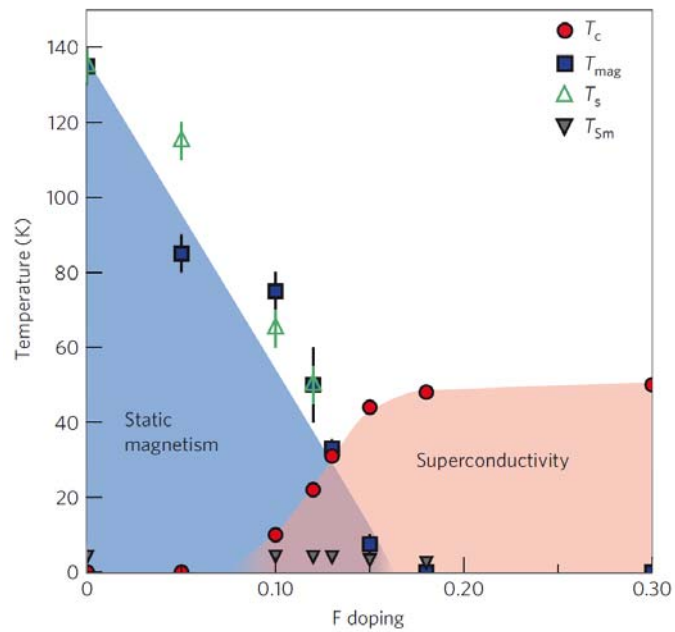
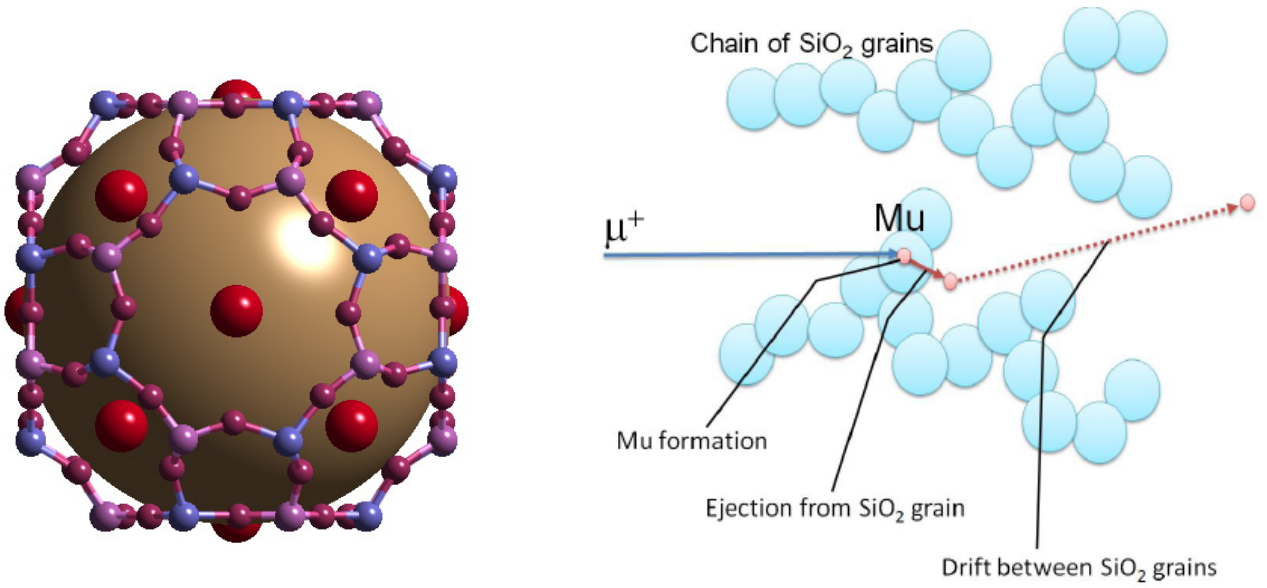


理研-RAL ミュオン施設

第3回 国際諮問委員会 報告書

2011年2月24日-25日

【仮訳】



目次

1. 要旨	
1.1 第3回 IAC 会合の所見と提言 -----	1
2. 緒言	
2.1 レビューの目的 -----	3
2.2. 前回 IAC 報告書の要約及び提言への対応の評価 -----	3
3. 詳細所見:科学的インパクト	
3.1 凝縮物質と分子科学 -----	5
3.2. 低エネルギーミュオンの開発 -----	6
3.3. ミュオン触媒核融合 -----	7
3.4. その他の科学 -----	7
4. 詳細所見:科学的プロジェクトの策定 -----	9
4.1 J-PARC への移行 -----	9
5. 詳細所見:人事管理 -----	11
6. 詳細所見:国際及び国内の研究協力 -----	13
図 1: 理研-RAL ミュオン施設を使用している国内研究グループ -----	14
図 2: 理研-RAL と研究協力関係にある国際グループ -----	14

1. 要旨

第3回国際諮問委員会(以下 IAC)は、2011年2月24日及び25日に理研の仁科センターで開催された。第3回会合の目的は、第1回及び第2回の報告書の所見に立脚して、理研-RAL 施設における前回報告書以降の科学的活動を評価すること、前回 IAC の提言の履行について意見を述べること、及び野依理事長により提起された特定の問題に解答することであった。本委員会は世界と日本の専門家で構成されている。委員の名簿を付録 1(省略)に載せる。

委員会では、論文、年報を含む理研-RAL 施設の研究に係る文書化された資料とともに、理研-RAL 施設の活動に関する種々の報告を聴取した。委員会の議事次第を付録 2(省略)に載せる。本報告書の後続の章節では、理研-RAL 施設の活動によりカバーされる種々の科学分野の各々について、より詳細な所見と提言を与える。主要な所見と提言を次にまとめる。

1.1. 第3回 IAC 会合の所見と提言

IAC は、前回報告書に述べられた結論と提言を引き続き支持するものである。前回 IAC 報告書で同定された 2 つの計画の柱(凝縮物質と分子科学、及び超低速ミュオン開発)における進展が見られると共に、特に、理研-RAL 間の契約が更新されて 2018 年まで延長されたことは喜ばしい。

凝縮物質及び分子科学: 日本及び世界の多くの共同研究グループと共に行われるこの柱は、成功裡の、多様な、かつ生産的計画であると、IACは引続き認めるものである。 μ SR(ミュオンスピン-回転/緩和/共鳴法)研究のための新しいスペクトロメータ(クロノスChronus)の準備は歓迎される。

しかし、委員会は、要員確保の水準、このプログラムに従事する人員のパートタイム的性質、及び短期間での頻繁な交代を心配するものである。クロノスが完全稼働した場合、2 つのスペクトロメータが凝縮系物質及び分子科学のユーザーのプログラムに利用可能となる。ISIS の中性子及びミュオンのユーザー・プログラムにおける測定装置に対する実験支援モデルに基づけば、理研-RAL スペクトロメータについても、技術的試験に加えて、科学的支援を可能とするには 4 人のスタッフが必要である。それゆえ、委員会は、現在の成功の継続を確実にするレベルでの適切な計画支援スタッフの確保を要請するものである。

超低速ミュオン開発: IACは、物質研究及びg-2 測定のための低エネルギー・ミュオン源の開発のための今後の活動に注目している。理研-RAL施設での活動は、J-PARCでの将来の実施を可能とするために必要な踏台となる。IACは、引き続き将来の開発を保証するために、マイルストーンと資源配分を明確にした行動計画を実施に移すことを提言する。研究開発活動のための要員確保のレベルは十分のようである。しかし、委員会は、将来の物質研究計画の科学リーダーを明確に設定することを提言する。

ミュオン触媒核融合(μ CF): IACは、圧力下での μ CF測定の開発のための進行中の研究に注目している。しかし、現在、このプログラムに要求される相当な技術的及び理論的挑戦のために利用可能な十分な資源が無いと委員会は感じており、上記で議論された 2 本の計画の柱に焦点を絞り続けることを提言する。

その他の科学: IACとしては、ミュオンによる核変換の研究を支持しない。

プロジェクト計画策定: J-PARCにおける今後の設備進行にも依存するが、IACは、理研-RAL間の協定が 2018 年まで延長されることにより、ミュオン研究活動のJ-PARCへの計画的かつタイムリーな移行のために適切な時間が与えられたことを評価する。

共同研究活動: IACは、理研-RALミュオン施設が、それ自体本来的に極めて成功した国際協力であることに引続き注目している。加えて、理研-RALを舞台とした理研、国内および国際的研究、並びにISIS及びTRIUMFにおける理研-RAL施設を超えた多種多様な共同研究に注目した。IACは、理研の他のセンターとの共同研究をさらに進めるために、理研-RAL施設の研究活動を広く理研内でよりいっそう宣伝することを提言する。

2. 緒言

2.1. レビューの目的

IAC は、仁科加速器研究センター延與センター長から、過去 4 年間の理研-RAL ミュオン施設の科学的な研究活動を評価すること及び前回提言がいかに行われたかについて IAC の対応を検討するよう諮問を受けた。

さらに、野依理事長から以下の事項について諮問された。

各センターAC への理事長諮問事項

1. センターは、科学的に大きな意義のある業績及び社会的に波及効果の大きな業績を挙げているか。
 - ・ 「凝縮物質及び分子科学」、「超低速ミュオンビーム開発」及び「ミュオン科学のための計測装置」に対する理研-RAL 施設の科学的インパクトを評価する。
2. センター運営にかかわる Plan-Do-Check-Action (PDCA) サイクルは機能しているか。とくにセンターのあるべき姿にむけて、研究室の改廃メカニズムは実効的に機能しているか。
 - ・ 理研-RAL ミュオン施設における科学プロジェクトの計画策定と成果について評価する。
3. 国際水準の研究センターとして、人事のあり方(採用、処遇)は適切かどうか。研究者の質の保証、多様性の担保が高いレベルでなされているか。
 - ・ 理研-RAL ミュオン施設における人事管理について評価する。
4. 理研内外における連携活動の評価及び国際的連携推進の努力の評価。
 - ・ 理研-RAL ミュオンプロジェクトを、国際化の状況及び日本国内の研究協力の状況の中で評価する。

本報告書の構成は、野依理事長から与えられた審議事項に基づいている。

本報告書は、理研仁科センターアドバイザー・カウンシルを通して、野依理事長に提出される。

2.2 前回 IAC 報告書の要約及び提言への対応の評価

IAC は、前回報告書のとりまとめの結論を引続き支持する。その結論とは、すなわち

理研-RAL 施設は、活動的なユーザーコミュニティに奉仕し、競争力のある費用で優れた科学を生み出す、比類のない手段を提供するものである。最先端の装置を開発するために使用されたすばらしい技能は、強力な物理チームの能力と献身的努力に適うものである。理研はそのような成果を誇りとすべきである。

理研仁科センターアドバイザー・カウンシル(NCAC)は、2009 年 1 月の報告書で次のように述べている。

NCAC は、凝縮物質と分子科学及び超低速ミュオン源開発が、将来の理研-RAL 施設のプログラムの 2 つの中心柱として優先づけられ、継続して開発がなされるため十分な資源が与えられるべきであるという理研-RAL IAC の提言を支持する。

NCAC は、さらに、理研-RAL 協定を、2010 年から少なくとも 7 年半延ばして 2018 年まで延長するという IAC の提言を支持する。

これは、前回の理研-RAL IAC (2008 年 11 月) の提言を引継いでいる。

「認識された強さの上に立ち、世界レベルの科学を最も強化し、最もエキサイティングで野心的な将来計画にのみ強力に投資し、ホスト施設との係わりと共に日本と国際的な研究コミュニティとの係わりの増大を促進するような、均衡のとれた将来のプログラムを立ち上げるために、2 つの鍵となるプログラムの柱が同定された: すなわち

1. 凝縮物質と分子科学
2. 超低速ミュオンの開発

委員会は、これらの 2 つの分野により、今の傑出した科学の育成と明日の未来科学への投資の間の健全なバランスを確かなものにする核心的な研究活動の基礎が形成されると確信している。委員会は、継続して成功するためには、理研は資源(人的資源と財政的約束)をこれらの両分野に集中することが必要であると考えている。

これらの 2 つの柱に焦点を絞って理研の世界レベルの科学の発展を確かなものにするため、委員会は、理研-RAL 協定を、2010 年を超えて少なくとも 7 年半、2018 年まで延長することを提言する。」

理研-RAL IAC にとって、2010 年 7 月の RAL での式典で、野依理事長と STFC (科学技術施設評議会) の Mason 筆頭理事とが、理研-RAL 協定を少なくとも 2018 年まで継続する更新に署名したことは喜びである。

IAC は、2 つのプログラムの柱の優先付けのための前回提言を引続き支持する。IAC にとって、これら 2 つの鍵となるプログラム分野で発展が見られたことが喜ばしい。凝縮物質と分子科学の分野で、顕著な成果が理研-RAL 施設から継続して生み出されており、この分野ではまた、日本のみならず世界中で、理研-RAL 施設において強力で多様な研究協力活動が行われている。凝縮物質と分子科学のための新スペクトロメータの建設は、このプログラムの柱の中で理研が確実に研究を進めることになる。超低速ミュオン施設の開発も、レーザーシステムの開発を通して低エネルギー・ミュオン束の増大を図る計画と共に、継続されている。

委員会は、現在の成功を確かなものにするため、十分な資源、特に人的資源がこれら 2 つの柱に優先的に与えられるべきであるという提言を支持する。

3. 詳細所見：科学的インパクト

3.1. 凝縮物質と分子科学

理研-RALミュオン施設では、大変成功した、多様なかつ生産的な凝縮物質と分子科学プログラムが発信され続けている。このプログラムは多くの分野にわたり真に科学的インパクトを与え、極めて質の高い成果が生み出されたという確かな証拠がある。これらの科学的成果により、理研及びそのスタッフはすばらしく輝いている。研究成果は、増大しつつある日本及び国際的な強力な研究グループと理研との提携が深まることにより得られた。μSR研究のための第 2 のスペクトロメータ(クロノスChronus)の建設が、最近の発展として挙げられる。

IAC は、理研-RAL 施設の発表論文において、その質の深さと与える影響の大きさが増してきていることに注目した。凝縮物質プログラムの顕著な成果として以下が挙げられる。

- 砒化鉄超伝導物質の相ダイアグラムの決定
- ゼオライトのナノケージにおける s 電子磁性の発見
- 単鎖磁性体及び単分子磁性体における磁性
- 有機分子を用いた三角格子におけるスピン液体状態
- 分子半導体及びポリマーにおける荷電担体の移動

インパクト(与える影響の大きさ)の一つの尺度は研究論文の引用頻度である(もちろん、これがインパクトの全ての点を捉えているわけではない。それは長年にわたり完全には明らかにならない何かである)。理研-RAL 施設の成果のインパクトを引用頻度の見地から解析すると次の科学的ハイライトが見て取れる。

- 引用頻度最大の仕事—新砒化鉄超伝導物質の研究： *Nature Materials* **8**, 310 (2009) - 今日までの引用頻度 84 ; *Phys. Rev. Lett.* **101**, 097010 (2008) - 今日までの引用頻度 59 [*Fribourg, London, Oxford, PSI, Hefei, RIKEN*].
- 高い頻度で引用された仕事—銅酸化物超伝導物質： *Phys. Rev. B* **67**, 014514 (2003) - 今日までの引用頻度 55 [*Kyoto, Riken*], *Phys. Rev. B* **69**, 184507 (2004) 今日までの引用頻度 40 [*Sendai, Riken, Tsukuba*].
- 高い頻度で引用された仕事—ポリマー中の励起： *Phys. Rev. Lett.* **79**, 2855 (1997) - 今日までの引用頻度 42 [*Riken, Oxford, Tsukuba, Durham*].

これらの引用頻度の大変高い論文により、理研-RAL 施設で生産された他の引用頻度の高い多くの論文と共に、磁性、超伝導性及び分子系のダイナミクスの研究において理研-RAL 施設におけるμSR の特有の能力が実証されている。

IAC は、凝縮物質と分子の研究のために、理研-RAL 施設に大学の研究者を惹きつけ従事させるため理研-RAL 施設のスタッフによる相当な努力がなされてきたことに着目した。いくつかの大学の研究グループにより理研-RAL 施設での研究活動が発表されたことは IAC にとって大変喜ばしいことであった。全ての大学の研究グループが、研究を成功させるために理研-RAL チームの支援が必要不可欠であったと強調されたことは特に注目すべき点であった。このことは、利用者の実験数の増大に対応して支援するための健全な理研-RAL チームの重要性を際立たせるものである。なぜならば、大学の研究者と理研の科学者間の協力は、科学プログラムの成功を継続させるために死活的に重要だからである。第 5 節でさらに議論するように、IAC は、理研-RAL 施設の、特にμSR であるが、要員数のレベルについて強く懸念した。鍵となる提言は、科学プログラムの成功を確固たるものにするために、理研-RAL 施設の実験機器担当の科学者チームに十分な要員が配置されるべきである、というものである。

IAC は、理研-RAL スタッフによる主要な技術開発を通して、ISIS ビームのパルスの構造の優位性のおかげで以下の科学的実験機会が可能になったという点に注目した。

- ミュオンと一緒にしたレーザーにより、スピン電流の研究のために、半導体中のキャリアの光励起を探索するための新手法が提供される。
- 高圧と高磁場により、 μ SR は相ダイアグラムの新領域に踏み込むことができる。
- 希釈冷凍機を使用して得られる温度範囲が広範なので、凝縮物質の基本的な挙動の研究が可能となる。
- 新しい実験のために電場の励起技術が開発されている。
- クロス スペクトロメータの試運転がうまくいって、この新しい能力により、極低バックグラウンドのみならず、高いデータ率と場の補償が提供され、新しい実験を遂行することができる。

IACは、理研-RAL凝縮物質プログラムにおいて、科学の新領域に踏み込み、そのインパクトを強めることになるこれらの新しい技術開発を歓迎する。次のステップは、理研によりなされたこの投資を完全に活かすために、エキサイティングな健全な科学プログラムを生み出すことである。これを達成するために、これらのエキサイティングな新しい開発が日本と世界の科学のためになされるよう、凝縮物質 μ SRグループの要員問題に言及することが極めて重要であろう(第5節参照)。

3.2. 低エネルギー・ミュオンの開発

IAC は、強力な超低速ミュオン(USM)ビームの開発により、凝縮物質及び物質科学、究極的には基礎的な素粒子物理学にとって特有の能力が与えられることを認識した。低エネルギー・ミュオン施設を利用可能にすることにより、既に強力である μ SR プログラムをさらに幅広くより強くすることになる。

PSI(ポール・シェラー研究所:スイス)にある低エネルギー・ミュオン施設では、これらの技術が科学の広範な領域で変革を迫るようなインパクトを持ちうるものが既に実証されている。理研-RAL 施設における低エネルギー・ミュオン施設の独特の能力は、パルス化されたビームとレーザー技術の結びつきに由来している。これにより、小さな試料でもって大きなタイミング分解能を達成する比類のない能力が得られ、理研-RAL 施設で世界初の実験が容易になるのである。

USM 施設の開発は、日本の研究者コミュニティに広く支持されている。ほぼ 50 人の研究者と 20 人の共同研究者のグループが、J-PARC における USM 利用の物質科学プログラムのために政府に提案書を提出した。計測機器とプログラムは KEK/J-PARC の PAC(課題採択委員会)により承認され、理研により支持されている。

理研-RAL 施設における USM 源に対する理研の寄与は非常に大きく、最近のかなりの進展は、ミュオン放出標的探索実験及びレーザー開発において達成されている。現在計画されているレーザー施設の改良で、低エネルギー・ミュオン束の 2 桁の改善(毎秒数百の超低速ミュオン)が期待され、現実味のある物質科学プログラムが開始できた。

理研-RAL 施設における超低速ミュオンに基づく第 1 級の物質科学プログラムの開始により、J-PARC のビームラインが利用可能になった暁には、J-PARC におけるプログラムの速い立ち上げが可能になる。それゆえ、理研-RAL グループには、(a) 技術を開発する、(b) その技術における専門性を磨く、(c) 新技術の可能性を追求する、という非常に強い駆動力が働いている。

g-2 実験は大変野心的であり、物質科学の研究に必要な強度を超えて、さらに 2、3 桁大きな強度の低エネルギー・ミュオンが必要とされるであろう。理研-RAL 施設において USM 源を開拓してきた経験は、g-2 チームにとり計り知れぬほど貴重なものであろう。

理研-RAL 施設における USM に係る活動は、J-PARC におけるこの分野の活動を 2、3 年で開始するという現行の計画によく適合しており、J-PARC での研究のために必要な経験が得られるであろう。USM の研究はまた、理研-RAL 間の契約を 2018 年まで延長することにも良く適合している。それゆえ、J-PARC に引継がれる利益を最大化するために、ISIS での科学が進展する相当の機会が与えられることになる。

IAC は、プロジェクトにおいて、マイルストーン、時刻表、得られる成果を含めた調整のとれた行動計画が確立されること、また進展をモニターするための計量指標を導入することを提言する。

3.3. ミュオン触媒核融合

IAC は、前回の報告書で、このグループの過去の成果について、成果はしっかりしたものであり、ミュオン触媒核融合 (μ CF) について RAL で最先端の施設の開発を行っているとした。しかし、現在理研-RAL 施設で利用可能な限られた資源のために、このプログラムは、もはや理研-RAL プログラムの 2 本の科学の柱の一部ではない。

IAC は、他の研究への肩入れのため、前回の検討以来新たなデータ取得はなかったことに着目した。このグループは、核融合の確率を上げる上で支配的因子と見られる密度依存効果を研究するため新しい高圧固体 D_2 ターゲットを準備している。しかし、この活動を追及するグループの能力は、他の研究への肩入れ次第であることは明らかである。

委員会は、このプログラムの次の段階には挑戦的な技術開発が含まれることになり、相当の資源と理論的支援が必要となるであろうが、いずれも現時点で予測することができないと、繰り返し述べるものである。

3.4. その他の科学

ミュオンビームによる核変換

2 つのプログラムの柱以外の付加的な研究活動として、ミュオン注入後の誘導核分裂によるアクチノイド原子核の核変換の可能性が紹介された。委員会は、前回の報告書で述べたように、核廃棄物問題の重要性を認識しており、この目的のための粒子ビームの応用が有意義であることも認識している。しかし、委員会は、この提案された方法のポテンシャルと技術的実用性のさらなる評価がなされるべきであると勧めるものである。

IAC は、ミュオンを使用した核変換について、実験及び理論を専門とする核物理研究者と議論が始まったことに着目した。ミュオンビームを含む「種々のビームによる核変換」というタイトルの大規模な助成金への提案が提出されたが、うまくいっていない。他の粒子よりもミュオンを使うことが有利なことの詳細については、定量性をもって IAC に説明されることはなかった。

委員会は、この方法の実際性について甚だ憂慮しており、この件に関する活動は継続されるべきでない、と提言する。

μ^- 捕獲反応中のメスバウアガンマ線

$^{59}\text{Co}(\mu^-, 2n)^{57}\text{Fe}$ のミュオン捕獲反応中の ^{57}Fe の 14.4keVメスバウア状態を使用して単一の不純物を埋め込まれた金属のまわりの異常な(エキゾチックな)化学(原子)種を研究するための興味深い考えが紹介された。そのようなスペクトロスコピイが適用され、影響が観測された一つの例として、 $^{56}\text{Fe}(n, \gamma)$ 過程が示された。

しかし、14.4-keV状態のかなり長い半減期を考慮すると、 ^{57}Fe のサイト変化効果に加えて、この方法でどの種類の原子状態が研究できたのか説明されなかった。また、その状態の小さな母集団収量を見ると、ミュオンビーム実験としてさらに進められる前に、これらの化学(原子)状態についてのより正確な理論的見通しが得られるべきである。

委員会は、 μ^- 捕獲実験のための装置はJ-PARCへ移送されて、理研-RAL施設ではこの分野でのさらなる実験は計画されないことを注記する。

4. 詳細所見：科学プロジェクトの策定

IAC は、理研-RAL ミュオン施設での科学プロジェクトの策定について意見を求められた。

IAC は、理研-RAL 協定の 2018 年までの全面的更新に着目し、これを歓迎するものである。このさらなる 7 年半の協定により、理研-RAL 施設での活動を将来にわたり計画することができる。

IAC により先に是認された 2 つのプログラムの柱が優先されている。凝縮物質と分子科学の研究分野では、クロス・スペクトロメータの開発が行われている。超低速ミュオン生成の分野では、近い将来の物質科学を支えることになるレーザー強度の開発が行われており、g-2 測定の基礎が与えられることになろう。

2010 年 12 月の理研 RIBF 課題採択委員会の会合で、右の囲みで示す尺度で等級づけが行われた。理研-RAL IAC もまた、理研-RAL ミュオン施設の研究プロジェクトの提案に関して、委員会の見解を示すためこの尺度を使用することとした。

理研 RIBF 課題採択委員会：課題等級尺度

- S：花形課題、実施すべし、可能な限り早期に。
- A：実験承認、すみやかに行われるべし。
- B：実験承認、十分なビーム時間が利用可能ならば（可能なときに）行うことができる。
- C：実験は不承認、行われるべきでない。
- D：実験先送り。

この尺度を使用して、IACは、凝縮物質と分子科学、及び超低速ミュオン開発の 2 つのプログラムの柱は「花形」課題であり、最優先とされるべきであると考えた。先に述べたように、IACは、超低速ミュオン・プロジェクトを前に進められるよう時間軸を示した実施計画が策定されるべきであると提言する。

ミュオン触媒核融合について言えば、加圧実験の進展が注目される。しかし、理研RIBF尺度を使用すると、IACは、これはB実験、すなわち、2 つの鍵であるプログラムの柱の優先化の後で十分な資源があるときにのみ先に進められることができると考えた。

ミュオン誘起の核変換プログラムはC実験であると考えられるものであり、すなわち、委員会は、前に進めるべきではないと提言する。

IAC は、新しい μ SR スペクトロメータ クロスに道を譲るため、ミュオンの係わる X 線プログラムは J-PARC へ移転されたことに着目した。委員会は、これは良いプログラムの立案と優先化の適切な例であったと感じている。委員会は、ミュオンの係わる X 線プログラムは D 実験で、先送りされるべきであると考えた。

4.1 J-PARC への移行

IAC は、やがて時が来れば、ミュオン活動を J-PARC へ移行させる必要性を認識している。委員会は、理研-RAL 施設は、J-PARC でのミュオン研究活動のために相当の価値があり、J-PARC のミュオン施設が発展するために理研-RAL 施設が必要であるということを認識している。とりわけ、理研-RAL 施設では、以下の事項が継続して可能となるであろう。

- μ SR における日本とアジアのミュオン・コミュニティの成長と発展

- 凝縮物質の研究と $g-2$ 研究の両者にとって、低エネルギーミュオンの鍵となる技術の開発
- ミュオン計測機器の開発及びミュオン科学において鍵となる日本の専門知識の維持と発展

それゆえ、ミュオン研究活動の計画的かつタイムリーな J-PARC への移行が必要であり、これが、J-PARC のミュオン施設の発展によく応えるものである。

5. 詳細所見:人事管理

先の IAC 報告書で述べたように、理研-RAL 施設のスタッフは、科学的にも技術的にもたいへん有能であり、理研-RAL ミュオン施設及びその発展の研究に献身的である。

IAC は、拡大しているユーザー・コミュニティを支援し次世代の研究者を訓練する上で、理研の使命を全うするためには臨界サイズのコア・グループが必要不可欠であると意見を付している。

委員会は、 μ SR プログラムにおけるマンパワー支援に関して懸念があった。このプログラムは大きな可能性を秘めており、その施設を使用する大きなかつ拡大しつつある研究者コミュニティが存在している。新しいクロノス・スペクトロメータは、まさに運用開始されようとしており、低エネルギー・ミュオンの応用研究について大きな潜在可能性が存在している。しかし、この分野にはたった一人の定年制職員しかおらず、他の支援は、交代が頻繁に行われる一時的な研究者により行われている。これらの一時的な研究者の幾人か(Y Ishii, P Bakule, T Suzuki, K Ohishi, Risdiana)は、2010-2011 年の間の比較的短期間のうちに理研-RAL 施設を離れている。それゆえ、理研-RAL 施設の実験プログラムについての専門知識と支援が突然途絶えるのである。これはことに μ SR 分野において甚だしい。IAC は、これは理研-RAL 施設の進行中の活動において持続可能な地位ではないと考えている。

クロノスの導入と共に、施設では、2 つの μ SR スペクトロメータをユーザーの実験に供する予定である。例として通常の ISIS の操業活動に基づくと、2 台の計測装置でユーザープログラムを走らせるには、技術的及び他の支援スタッフに加え、4 人の科学スタッフの必要性が予想されることになる。IAC の会合の時点では、 μ SR プログラムでは、たった一人の定年制スタッフと一人か二人の一時的スタッフが配置されているのみで、かなり要員が足りない。

IACは、それゆえ、 μ SRプログラムの柱には、研究を持続可能な状態におくために、十分な人的資源が配分されることを提言する。

理研-RAL 施設でのパルス型超低速ミュオン(USM)の開発のための人員の活力源には、理研及び KEK のグループに加えて国際共同研究者が含まれる。理研の要素は非常に強く、ミュオニウム放出標的探索実験でかなりの進展が達成された。また一方、理研基幹研究所のレーザーグループは確度の高いレーザー開発計画を産み出した。R&D フェーズのマンパワーは限られているけれども、人員が他の研究活動に流用されなければ、十分であるに違いない。開発の部分におけるリーダーシップと責任はよく見極められている。しかしながら、理研-RAL 施設での超低速ミュオンを使用した競争力のある科学プログラムを育むためには、強いリーダーシップが確立されることが肝要である。これは理研-RAL 施設で USM プログラムを始動させる上で、また、MUSE 源が利用可能になったとき、USM プログラムを J-PARC に移行させる上で、決定的に重要であろう。我々は、この施設に対する強い需要と、強力かつ献身的な科学マネージャーが必要であることを予期している。彼がこのプログラムをサクセス・ストーリーにするのである。

IACは、それゆえ、低エネルギー・ミュオン・プロジェクトのこの観点での科学リーダーシップを確立するために、理研は適切な凝縮物質又は分子科学者を指名することを提言する。

理研-RAL 施設で USM 源を活用した経験は、g-2 チームにとっても計り知れないほど貴重なものであろう。この経験を活かすためには、プロジェクトの資源(資金とマンパワー)の必要性

を含むスケジュールを設定することが、将来何年にもわたるプロジェクトの進展を監視する上で有用であろう。

6. 詳細所見:国際及び国内の研究協力

理研-RAL ミュオン施設の心臓部には研究協力活動がある。基本的に、理研-RAL プロジェクト全体は、理研及び RAL の両者にとって意義のある国際共同研究である。

この点に加え、理研-RAL 科学プログラムの一部として進行している多種多様な研究協力活動がある。

- 理研内：加藤グループが分子システムの研究に係っている。和田グループは、超低速ミュオン生成のためレーザーシステムの開発を指導している。
- 日本国内：多くの日本の大学のグループが理研-RAL 施設を使用している。理研-RAL 施設にはまた、日本の中間子ユーザーグループ(150 人)のためのオフィスがある。
- より広い世界の中で：中国、インドネシア及びアジアの他の地域からの新しいユーザーが、理研-RAL 施設を使用しに来ている。ISIS ミュオン施設アクセス・パネルを通してイギリスとヨーロッパのグループが ARGUS を定期的に使用している。
- TRIUMF との実験協力：これには、クロノスに載せる検出器用シンチレータ及び低エネルギー・ミュオン用のターゲットの開発が含まれる。
- ISIS との科学・技術協力：これには、物質研究用の加圧セルの開発のための ISIS 技術グループとの協力、ISIS の高磁場実験装置の使用及び ISIS ミュオン・グループとの合同討論会が含まれる。

委員会は、関連する科学に係る理研の他の部署との接触をもつために、仁科センターを超えて理研内で理研-RAL ミュオン施設の研究活動を公表する機会が作られることを提言する。

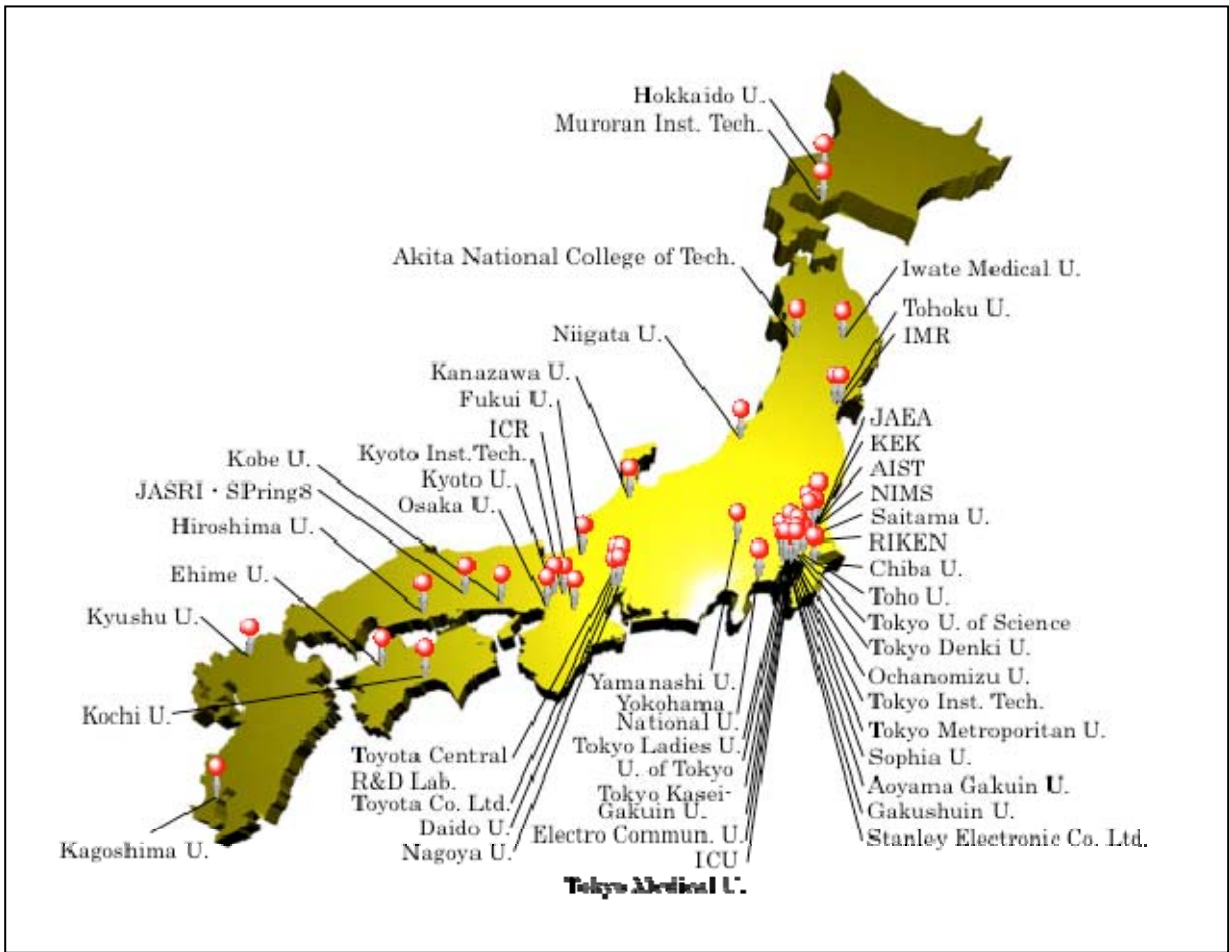


図1: 理研-RAL ミュオン施設を使用している国内研究グループ

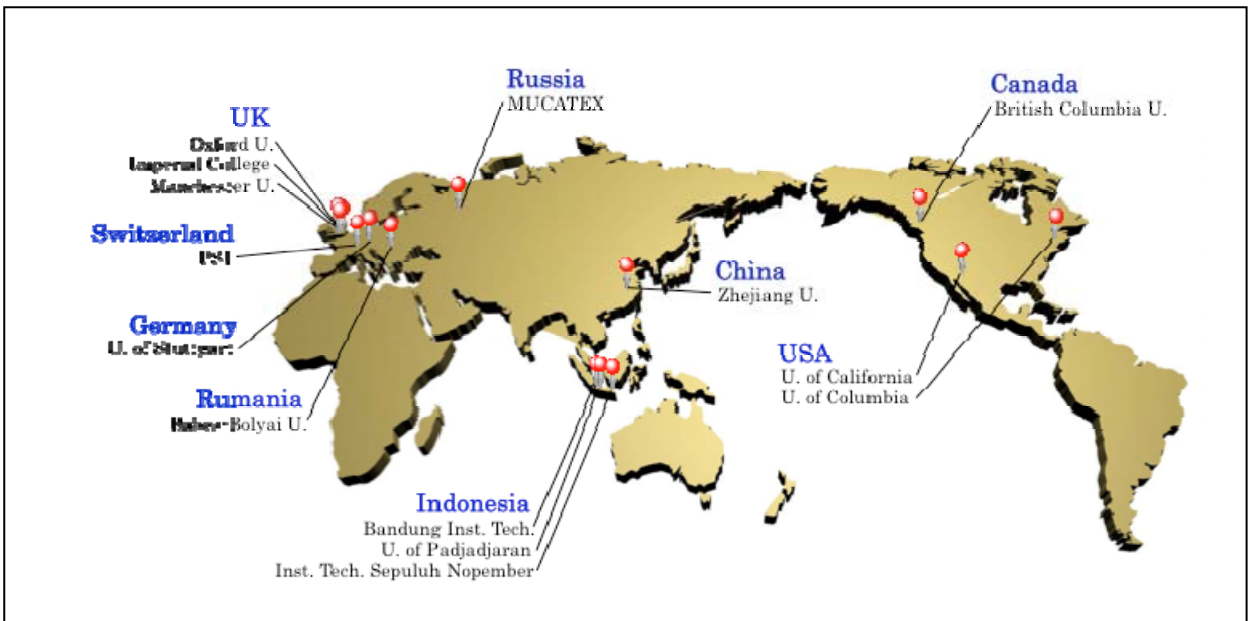


図2: 理研-RAL と研究協力関係にある国際グループ