

21世紀の量子プローブ「ミュオン」を用いた学際科学の新展開

① ビジョンの概要

我が国におけるミュオン科学の研究分野は従来の自然科学から人文科学、産業利用などに広がってきている。20世紀が電子の時代であったように、21世紀はミュオンを量子プローブとして用いることで、将来、人類が遭遇する問題を解決する力を手にする。その礎となる学際的な人材の育成を、ミュオン科学を通して行う。

② ビジョンの内容

人類は自然現象の中から発見した電気を探究し、電子を駆使した技術開発により飛躍的な発展を遂げた。その反面、環境破壊、人口増加による食料危機など数多くの問題を抱えている。これらの問題解決には、既存の専門分野に捉われず、複数の分野にまたがり専門の教育を受けた人材の育成、分野間の連携を促進するハブとなる組織の存在が必要不可欠である。我々、日本中間子科学会（以下、本会）は量子ビームの一つである「ミュオン」を活用することで新しい科学技術が切り拓かれ、人類が抱える問題を解決に導くことが可能であると考える。

図1に示す我が国のミュオン研究の多様性は研究施設にも表れ、高時間分解測定が得意な大阪大学 RCNP 連続状ミュオン源 MuSIC（以下、MuSIC）と、瞬時測定が得意な世界最大強度のパルス状ミュオン源である J-PARC ミュオン科学実験施設（以下、MUSE）という2つのミュオン源が国内に存在する。本会は幅広い分野の研究者コミュニティの交流プラットフォームの機能を果たし、分野横断型研究を促してきた。しかし、これまでの分野横断型研究は研究者の自発的な交流と努力により支えられ、継続的かつ更なる展開のためには、高い専門性と広い視野をもった人材の育成が不可欠である。次世代ミュオン科学を担う研究者を育成し、人類社会の新たな進展に貢献するミュオン科学を推進することが、本会の示すビジョンである。

③ 学術研究構想の名称

21世紀の量子プローブ「ミュオン」を用いた学際科学の新展開

④ 学術研究構想の概要

本会は、ミュオン科学を基礎とした分野融合研究を推し進めることを目的として、ミュオン科学研究センター（仮称、以下「センター」）を、総合知を有する拠点大学に設立し、ミュオンを用いた21世紀の学際科学の新展開への基盤を構築する。

本センターでは様々な分野を先導する研究を実施するとともに、センター内外の多分野の研究者の国際的な交流を積極的に図る。このような環境に若手研究者を置くことで、広い視野と高い問題解決能力を持つ次世代の研究者を育てる。ミュオン科学とそれを支えてきた研究者集団である本会は経験と関係分野との連携を持ち、本構想を提案し推し進めることが出来る唯一の存在である。

⑤ 学術的な意義

本構想でのセンターにミュオン研究に携わる様々な学術分野の第一線の研究者や技術者が在籍し、互いに連携することで、世界のミュオン科学の中心となる研究拠点を形成する。

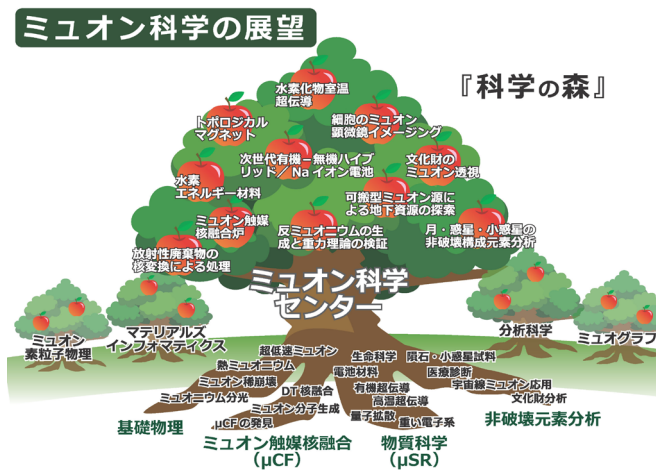


図1 多様なミュオン科学



図2 ミュオン科学研究センターの構成

本センターを基盤とした研究展開によって期待される成果は多岐に渡る。物性分野では、強相関電子系物質の未踏領域であるナノスケールの最表面や接合界面の物理を解明する。本構想は SDGs への貢献も目指す。ミュオンはすでにリチウムイオンの拡散をとらえるプローブとして利用されているが、今後は次世代電池に拡大する。原子炉の使用済み核燃料に含まれる長寿命核種を核変換させることで高レベル放射性廃棄物問題の解決を目指す。さらに、可搬型ミュオン源の開発は本構想の大きな目標である。これによって、原子炉等の内部診断や地下資源の探索が可能になり、持続的社会の構築に大きく貢献する。分野間連携が拓く新たなサイエンスとして、例えば高圧力と強磁場の各コミュニティと連携し、水素がもたらす室温超伝導の発現機構の解明を目指す。ミュオン科学コミュニティはこれまで文化財研究者や考古学研究者と分野融合研究を進めてきており、今後も強力で推進していく。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

2010年代前半まではミュオン研究の中心は欧州・北米の大強度ミュオン施設と MUSE であった。その後 MuSIC が完成しミュオンを多角的に利用する環境を我が国は手に入れた。一方、近年、中国や韓国がミュオンの有用性に着目し、施設の開発に着手している。それらの施設は世界中の施設の長所を取り入れ、得意とする MI 技術を活用することで物質科学分野では既存の施設を超える存在となりえる。センターでは国内の2つの施設を積極的に活用するだけでなく、海外の施設も利用して各国の研究者と連携を深める。

⑦ 社会的価値

ミュオンによる各種分析法と MI との連携で実現する次世代電池技術や水素利用技術は「多くの人々がクリーンエネルギーを利用できる社会」の実現に資するものとなる。また、可搬型ミュオン源による社会インフラ診断技術が実現すれば、大規模災害を未然に防ぐ観点でも極めて高い社会的意義を有しており、「産業と技術革新の基盤」「住み続けられるまちづくり」の実現に貢献できる。

⑧ 実施計画等について

実施計画・スケジュール 本センターでは以下の5つの研究項目を4つの部門が連携して推進する。

1. MuSIC のミュオンビームの増強と高度化、および先端研究への運用

センター専用の装置を建設し、文化財、隕石などの非破壊元素分析、物質生命科学の研究を推進する。

2. MUSE のミュオンビームの増強と高度化、および先端研究への運用

センター専用の装置を建設し、物質生命科学の研究、先端計測システムの開発研究を実施する。

3. 測定システム開発

MI や情報科学分野と連携し、解析の高度化を達成する。また、測定器の専門家と連携し新手法を開発する。

4. 可搬型ミュオン源の開発研究

可搬型ミュオン源の基礎を確立し、実証機による社会インフラ診断の試験を行う。

5. 分野融合推進研究

分野連携研究会、児童・生徒を対象としたミュオンビーム実習、大学生以上を対象とした国際スクールなどを開催し、ミュオン科学分野への新規参入を促す。

実施機関と実施体制 本会は、MuSIC を有し、広範囲の分野の研究者がミュオン科学研究に参画している大阪大学に本センターを設置することを強く望む。本センターには、1) センター専有ビーム活用部門、2) 可搬型ミュオン源開発部門、3) 次世代測定開発部門、4) 分野融合推進部門の4部門を設置する。

各部門は教授・准教授・助教の3名から構成され、センター長がこれを統括する（総員13名の専任教員）。

総経費 50億円

1) 人件費1.3億円×10年（専任教員13名分）13億円、2) MUSE における専用施設建設・運用5億円、3) MuSIC における専用施設建設・運用5億円、4) 可搬型ミュオン源開発12億円、4) 測定器開発10億円、5) 分野融合推進および人材育成諸経費5億円

⑨ 連絡先

久保 謙哉（国際基督教大学）、河村 成肇（高エネルギー加速器研究機構）