

1. 研究領域名：ヒッグス粒子と超対称性の発見が切り拓く 21 世紀の素粒子物理学

2. 研究期間：平成 16 年度～平成 21 年度

3. 領域代表者：駒宮 幸男（東京大学・大学院理学系研究科・教授）

4. 領域代表者からの報告

(1) 研究領域の目的及び意義

本研究領域は、「ヒッグス粒子と超対称性の発見が切り拓く 21 世紀の素粒子物理」と題して、平成 16 年度から 21 年までの 6 年間の研究期間で発足したものである。21 世紀に入り、素粒子の標準理論を超える新粒子や新現象が、最先端加速器実験で発見されるという期待が高まっている。この期待の中心にあるのが、本領域の推進するアトラス実験と MEG 実験である。本特定領域研究は、これら二実験と、これに深く関わる理論研究の優秀な研究者を全国から総結集したものであり、標準理論を超えた超高エネルギーでの物理の原理に総合的に迫る初めての試みである。次世代最高エネルギー陽子・陽子コライダー LHC を用いたアトラス実験ではヒッグス粒子と超対称性粒子の両方が発見されると期待されている。一方、MEG 実験は、超対称性を通じて生ずる μ 粒子の稀崩壊 $\mu \rightarrow e \gamma$ の探索を行い、荷電レプトンの世代混合の発見を目指す。本領域の目的はこれらの発見によって、標準理論を超えた新しい素粒子物理学の新しい方向を確立することである。ヒッグス粒子の発見は、真空の構造がゲージ対称性の破れと質量の起源であることを実証し、真空の相転移に新たな知見をもたらす。また、超対称性は、ゲージ原理と並ぶ宇宙の基本原則と見做されており、その発見は重力を含む超統一理論に決定的な方向性を与える。これらの発見は必然的に宇宙物理学にも大きな影響を与える。最近の観測から宇宙のエネルギー組成の 96% を暗黒物質や暗黒エネルギーが占めていることが判明したが、これらを素粒子物理学によって解明する端緒を開くと期待されている。

(2) 研究の進展状況及び成果の概要

アトラス実験に関しては、 μ 粒子トリガーチェンバー、シリコン飛跡測定器、ソレノイド磁石などの重要な測定器システムを担当し、これらを着実に完成させてきた。現在実験開始に向けて最終的な調整を行っている。また、ヒッグス粒子や超対称性粒子の探索などの極めて重要な物理解析の準備研究も進め国際的に高い評価を受けている。ヒッグス粒子の新たな探索方法を考案し、従来難しいと考えられていた軽いヒッグス粒子の発見能力を著しく向上させた。バックグラウンドの評価は超対称性粒子探索の鍵となる。より正しい方法を用いた研究を行い、バックグラウンドが従来の予測の数倍も寄与することを示し、同時にこれを実験的に評価する方法を考案した。これらの先駆的な研究は、国際学会で発表されると同時に論文として纏めている。一方、MEG 実験においては、実験の中軸として実験のコンセプトの発案から測定器建設まで国際協同実験を牽引してきた。高感度液体キセノン検出器や特定の運動量の陽電子を高い精度で選び出すコブラ磁石など先駆的な検出器を設計・製作し、高い評価や賞を受けてきた。平成 19 年に検出器を完成させ、実験を開始する予定である。

アトラス実験・MEG 実験の計画研究は、理論の計画研究と密な連携をとり、それぞれの実験で期待される物理を最大限に引き出すための実験的・理論的な方法を研究してきた。本特定領域研究の実験・理論の研究者達は、実験がまだ始まっていないにもかかわらず、様々な国際学会において基調講演を行なっている。今年終わりには MEG 実験が開始され、来年にはいよいよ LHC が稼動を始めてアトラス実験が始まる。両実験からの大きな物理の成果に対して、国際的な期待が高まっている。

5. 審査部会における所見

A (現行のまま推進すればよい)

世界最高エネルギーの加速器 LHC を用いた実験 ATLAS と世界最高輝度ミュオンビームを用いた実験 MEG を推進し、ヒッグス粒子の発見・超対称性の発見という明確な目的のもとに、実験装置開発・解析手法の確立・理論研究の進展が着実に進められている。ATLAS では、ミュオントリガーチェンバー、シリコン飛跡検出器等、重要な測定器開発を担当し順調に建設が進展している。また実験開始後速やかに物理結果をだすため、グリッド計算システムを用いた物理解析センターを設置し、軽いヒッグス粒子や超対称粒子を探索するための解析手法を実験に先立ち確立し、国際的にも高い評価が得られていると判断される。MEG では、液体キセノンガンマ線検出器をはじめ、新しい測定器の開発・製作・実証を着実に進めており、実験の提案から測定器建設にいたるまでグループの中軸として国際協同実験を牽引していると評価した。LHC では 4 重極磁石の事故による実験開始の遅れはあるものの、各研究項目の成果を結集し、研究期間内にヒッグス粒子や超対称性の兆候を捕らえられることが期待される。博士や修士の若手育成も進んでおり、国際共同研究におけるグループの存在感も十分と判断した。以上より、現行のまま進行すればよいと判断した。