

平成28年度 新学術領域研究（研究領域提案型）事後評価結果（所見）

領域番号	2303	領域略称名	テラスケール物理
研究領域名	先端加速器LHCが切り拓くテラスケールの素粒子物理学～真空と時空への新たな挑戦		
研究期間	平成23年度～平成27年度		
領域代表者名 (所属等)	浅井 祥仁 (東京大学・理学部・教授)		
領域代表者 からの報告	<p>(1) 研究領域の目的及び意義</p> <p>先端加速 LHC を用いて、テラスケール（ TeV のエネルギースケール）に期待されているヒッグス粒子や超対称性粒子などの発見を通し、「物質」や「力」などの研究ばかりでなく、その入れ物となる「真空」や「時空」の新しいパラダイムを構築することが本領域の最終目的である。</p> <p>(1) ヒッグス粒子の確実な発見を行う。この発見は「自発的対称性の破れ」によって、真空にヒッグス場が凝縮し、素粒子の「質量の起源」となったことを示すものである。更に、宇宙が対称性の破れによる相転移を繰り返し、現在の宇宙に至ったという宇宙論の根幹シナリオを裏づけ、自発的に対称性が破れた真空が自然の多様性の起源であること示し、初期宇宙やインフレーションなどの新たな描像をもたらすものである。</p> <p>(2) 標準理論を超えた新たな素粒子現象を発見し、テラスケールの新たな基礎理論を構築する。その中で最も有望視されているのが超対称性である。超対称性は、ボーズ粒子とフェルミ粒子とを交換する最も基本的な対称性である。この超対称性粒子を発見することを目指す。これは、科学史上「反粒子の発見」に匹敵する大きな成果である。超対称性粒子は、宇宙の「暗黒物質（ダークマター）」の最も有力な候補であり、その発見は宇宙物理学にも大きなインパクトを与える。</p> <p>(3) アトラス検出器の性能向上や次世代のエネルギーフロンティア実験へ向けて、加速器・検出器の基礎技術の研究開発を行う。これらにより次世代実験でも日本が主導的な役割を果たすことが可能になる。</p> <p>(2) 研究成果の概要</p> <p>本領域の大きな成果は</p> <p>1) ヒッグス粒子を発見し、質量を <math>125.09 \pm 0.24 \text{ GeV} (0.2\%)</math> の精度で確定した。更に結合定数の測定より、ヒッグス粒子がゲージ粒子のみならず、フェルミ粒子の質量の起源であることが分かった。これにトップクォークの精密測定を加え、現在のヒッグス場は、準安定的な状態である可能性を指摘した。</p> <p>2) 超対称性粒子は、現在のところ発見されておらず、グルイーノの質量の下限 <math>1.5 \text{ TeV}</math> (ニュートラリーノ質量 <math>800 \text{ GeV}</math> 以下で) が得られた。従来考えられていた超対称性理論のモデルやパラメーターに対する厳しい制約が得られ、ヒッグス粒子の質量とあいまって、ナチュラルネス（自然さ）を考え直す大きな成果となった。また暗黒物質に対する制限も厳しいものが得られた。</p> <p>3) 一方、まだ <math>3.9\sigma</math> の確度であるが、質量 <math>750 \text{ GeV}</math> の 2 光子に崩壊する新現象の可能性が指摘された。2016 年以降の実験データでの検証が極めて重要である。</p> <p>4) 次世代の加速器技術の核となる新しい超伝導素材 Nb3Al の開発を行い、J-Parc など次世代実験への応用が可能になった。また半導体検出器では、高放射線環境下でも稼働が可能な n-in-p 型 pixel 検出器はじめ、ミュオン検出器、カロリメーター、高速ハードウェアトリガーシステムなどの基幹技術の開発を行い、LHC のアップグレードなどへの基礎的な技術の開発に成功した。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会 における所見</p>	<p>A+ (研究領域の設定目的に照らして、期待以上の成果があった)</p>
	<p>本研究領域の設定目的の達成に向けて、ヒッグス粒子の発見のみならず、ヒッグス粒子がレプトンの世代を区別する現象や、超対称性粒子に対する質量制限を与えるなど、期待以上の実験的成果が上がっている。これらの成果の背景には、CERN を中心とする世界的な共同研究の中で、本研究領域を中心とした日本チームが重要な貢献を示したことは極めて高く評価できる。さらに、LHC のアップグレードや次世代加速器に資する要素技術の開発にも成功しており、将来の素粒子物理学の研究においても日本チームがさらに大きな貢献ができる基盤を形成できたと判断できる。</p> <p>また、国際的な研究プロジェクトへの参画を通じて、最先端の国際共同研究の場で十分に活躍できる若手研究者の人材育成にも大きく貢献した点も特筆すべき点である。また、ヒッグス粒子の発見に関する報道等により、広く一般に向けて研究成果を普及できたとと言える。</p> <p>今後は、本研究領域における成果や国際的な共同研究により培われたネットワークをさらに発展させ、当該分野において重要な役割を担っていくことが期待される。</p>