

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 吉田 哲

論 文 題 目 自然な大統一理論における超対称性の自発的な破れ

論文審査担当者

主 査	名古屋大学素粒子宇宙起源研究所	准教授	博士 (理学)	前川 展祐
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	理学博士	野尻 伸一
委 員	名古屋大学素粒子宇宙起源研究所	教 授	博士 (理学)	久野 純治
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士 (理学)	戸本 誠
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士 (理学)	市来 淨與

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

大統一理論は、自然界における4つの力（重力、電磁気力、強い力、弱い力）のうち、重力を除く3つの力を統一するだけでなく、物質（クォークとレプトン）をも統一する理論である。それぞれの統一に対して実験から間接的な証拠がある。物質の統一に対しては、測定された物質の質量や混合角の階層性の違いが物質の統一の下で理解できる。また、電弱スケールの不安定性を解決するために超対称性と呼ばれるボソンとフェルミオンの間の対称性を導入した超対称大統一理論では、素粒子の標準模型における3つの力の大きさに対する予言と観測値が一致していることが知られている。超対称大統一理論は素粒子の標準模型を超える理論として有望な理論と言える。

一方で、自然界には超対称性は低エネルギーでは存在していないため、超対称性の破れを導入する必要がある。一般的な超対称性の破れを導入すると、標準模型では禁止又は抑制されている現象が予言され実験事実と合わなくなるという現象論的問題がある。また、Large Hadron Collider (LHC)等の実験で精力的に超対称粒子探索が続けられているが、未だに発見されていない。

申請者は「自然な大統一理論」と呼ばれる理論において、大統一理論の対称性が破れるだけでなく、超対称性をも自発的に破れることを発見した。「自然な大統一理論」は超対称大統一理論における様々な問題を少ない仮定で解決するモデルである。従来提案されていた超対称性の破れの機構では、上記の現象論的問題を解決するため、超対称性を自発的に破る隠れたセクターやその破れを我々の世界に伝える媒介セクターを用意する等、複雑な構造が必要とされた。申請者の提案するモデルでは、大統一理論と超対称性の破れのセクターが統一された形になっており、シンプルな構造になっている。また、このモデルではスクォークやスレプトンの質量がより大きく予言されるため、上記の現象論的問題を解決している。

一方で、このモデルではゲージノの質量が小さすぎるという問題があるが、申請者は、更に超重理論の効果を考慮するとゲージノの質量を約100倍大きくできることを示した。

このモデルは二つの現象論的な予言がある。クォーク、レプトンの超対称粒子であるスクォーク、スレプトンの質量スペクトラムに大統一理論における物質の統一の直接的な証拠が現れることと、重たいが長寿命な荷電粒子が予言されることである。スクォーク、スレプトンの質量は100-1000 TeV ととても重く、近い将来の実験での検証は困難であるのに対し、長寿命な荷電粒子はLHCで発見される可能性がある。

申請者は結果として様々なことを同時に説明できる超対称大統一理論における一つのモデルを、大統一理論と超対称性の破れを統一することにより新たに提案したことになり、重要な成果と言える。以上の理由により、申請者は博士（理学）の学位を与えられるに相応しいと認められる。