

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 重神 芳弘

論 文 題 目

Model-specific predictions and testability in realistic supersymmetric grand unified models

(現実的な超対称大統一理論における模型特有の予言とその検証可能性)

論文審査担当者

| | | | | |
|-----|-----------------|-----|---------|-------|
| 主 査 | 名古屋大学基礎理論研究センター | 准教授 | 博士 (理学) | 前川 展祐 |
| 委 員 | 名古屋大学基礎理論研究センター | 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 | 教 授 | 博士 (理学) | 清水 裕彦 |
| 委 員 | 名古屋大学大学院理学研究科 | 准教授 | 博士 (理学) | 戸部 和弘 |
| 委 員 | 名古屋大学大学院理学研究科 | 准教授 | 博士 (理学) | 居波 賢二 |

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

重力を除くほぼすべての現象の基礎理論となる素粒子の標準模型は、最後の未発見粒子であるヒッグス粒子が 2012 年に発見されたことにより、実験的にも確立したと言える。一方、標準模型が記述する 3 つの力を 1 つに統一する大統一理論は標準模型を超える理論として有望視されてきたが、大統一スケールが直接探索できるエネルギースケールに比べて非常に大きいこともあり、実験的検証は進んでいない。大統一理論の検証可能性の研究は重要な課題と言える。申請者は超対称大統一理論を実験的に検証する可能性を議論した。

力の統一を実現するには、力を媒介するゲージ粒子として標準模型に含まれるグルーオンや弱ボソン、光子以外のゲージ場を導入する必要がある。大統一理論はその新たなゲージ場が引き起こす現象で検証できる。従来精力的に行われてきた陽子崩壊もその現象の一つである。申請者は、陽子崩壊を媒介しないゲージ場が引き起こすフレーバーの破れ現象による大統一理論の検証可能性を議論した。もしそのゲージ場の質量が 10 TeV から 100 TeV の間ならば現在の実験の制限を満足し、更に将来の実験で検証しうることを示した。

超対称大統一理論では、クォーク、レプトンの超対称粒子であるスクォーク、スレプトンの質量に大統一理論の証拠が現れうる。実際に、SU(2)世代対称性を持つ E_6 大統一理論では、自然な超対称性と呼ばれる特徴的な質量スペクトラムを预言する。自然な超対称性は、ストップ粒子の質量がヒッグス粒子の質量に近くなるため、ヒッグス質量を自然に説明できると言う特徴を持ち、超対称粒子が未発見であることと自然にヒッグス質量を説明できることを両立しうる可能性として注目されている。申請者は、水銀や中性子の電気双極子モーメントはCPの破れに感度があることに注目し、自然な超対称性に対するその実験の制限から、ストップ粒子の質量を 7 TeV より大きく取る必要があることを示した。その場合ヒッグスの質量を自然に説明できなくなる。一方で、CP 対称性を自発的に破る E_6 大統一理論においては、ストップ粒子の質量が 1 TeV になり得、その場合、自然にヒッグス質量を説明できることを示した。このことは、1 TeV 程度のストップ粒子が実験で確認された場合、 E_6 大統一理論を強く示唆することを示している。更に申請者は、 E_6 大統一理論においてストップ粒子以外のスクォークやスレプトンの質量が 10 TeV オーダーの場合には、大統一理論における物質の統一の直接的な証拠がスクォークやスレプトンの質量に現れうることを示した。

いずれの研究も、直接検証が困難と従来考えられていた大統一理論が、実験において検証できる場合があることを示した研究であり、重要な研究である。以上の理由により申請者は博士（理学）の学位を授与される資格があるものと認められる。