

論文の内容の要旨

論文題目 Aspects of High-Scale Supersymmetry in a Singlet-Extended Model

(ゲージ重項超場を含む高スケール超対称模型の現象論)

氏名 北原 鉄平

素粒子標準模型の最後の未発見粒子であったヒッグス粒子が遂に発見された。これにより、電弱対称性の破れを直接実験で確かめることができるようになり、素粒子標準模型を超えた物理の発見にますます期待が持てるようになった。新しい物理の手掛かりは、標準模型の持つ階層性問題である。超対称模型はこの問題の自然な解を与えることができるため、新しい物理の有力な候補として考えられている。しかし、最小超対称模型は μ 問題と呼ばれる階層性問題に似た不自然さを抱えており、これも同様に解決すべきである。最小超対称模型にゲージ重項超場を加えた模型は、この問題にも自然な解を与えることができる。しかしこのような模型は、宇宙論（領域壁問題）と量子補正（tadpole問題）から一般には厳しい制限を受ける。これらの困難は、ゲージ重項超場を加えた模型に離散R対称性を課すことにより自然に解決される。この模型は nearly最小超対称模型（nMSSM）と呼ばれている。

本学位論文は、nMSSM模型が新しい物理の有力な候補であると判断し、この模型における素粒子現象論を論じた。特に、暗黒物質と宇宙の物質と反物質の非対称性に着目した。

nMSSM模型における暗黒物質の現象論を議論した。我々は、超対称性の破れのスケールが高いほど暗黒物質の質量に量子効果が大きな影響を与えることを指摘した。さらにこの寄与を考慮に入れると、現在の暗黒物質の残存量を自然に説明できることを示した。

また、nMSSM模型に適切な粒子と対称性を与える事で、宇宙の物質と反物質の非対称性を説明できることを示した。

これら二つのシナリオは、超対称性の破れのスケールが高い場合は両立できることがわかった。更に、観測されたヒッグス粒子の質量の説明や、フレーバーやCPの破れの観測から来る厳しい制限も回避できることも示した。またこのような場合においても、暗黒物質は将来の直接探索によって、十分観測可能であることを示した。

従って、超対称性の破れのスケールが高い nMSSM 模型は、理論的・宇宙論的な困難を回避しつつ、暗黒物質と宇宙の物質と反物質の非対称性を同時に説明できる優れた模型であることがわかった。また、超対称性の破れのスケールが高いにもかかわらず、暗黒物質は将来の直接探索によって十分観測可能であることが示された。