

論文審査の結果の要旨

氏名 伊部昌宏

本論文は7章からなる。第1章はイントロダクションである。電弱対称性の破れのスケールが大統一模型やプランクスケールに比べなぜ小さいのかという問題が「階層性の問題」である。この階層性問題の1つの解が超対称性の導入である。超対称性を持つように拡張された標準模型(超対称標準模型)は標準模型を超える理論として、今日多くの研究者に注目を集めている。その一方で、その模型を現象論的に矛盾のないような形で超対称性の破れを導入しなければならない。本論文で研究されている超対称性の破れのゲージ伝播模型は、そのような超対称性の破れを導く可能性を持つ模型である。

第2章では、素粒子の標準模型が超対称性を持つように拡張する上で必要な超対称性をもつ場の理論の諸性質についてまとめられている。第3章では、超対称標準模型のレビューが与えられている。3.1から3.5章では超対称標準模型の理論の構成方法およびラグランジアン、この理論における電弱対称性の破れおよび超対称粒子の質量スペクトラム、およびこの理論に対するフレーバー転換中性カレント(FCN C)過程および電子、中性子の異常電気双極子能率からの制限についてまとめられている。3.6章では超対称標準模型における超対称性の破れの起源についてレビューがなされている。FCN C過程の強い制限から超対称性の破れを導くセクターおよびその破れを超対称標準模型に伝播するセクターはフレーバーによらないことが期待される。伝播するセクターに対して提唱されている重力伝播模型、ゲージ伝播模型、アノマリー伝播模型について述べられている。3.7章では、重力子の超対称粒子であるグラビティーノの宇宙論への影響についてレビューがなされている。グラビティーノの質量は超対称性の破れの伝播模型に依存する。この粒子は不安定粒子の場合には長寿命になり、また安定粒子の場合には宇宙の暗黒物質の候補となるため、その性質は宇宙の熱史から制限を受ける。よって、超対称性の破れの伝播模型の現象論的研究をする上で、グラビティーノを込みにした宇宙の熱史の検討は重要である。

第4章では、本博士論文のテーマである超対称性の破れのゲージ伝播模型の現象論的側面についてまとめられている。この模型における超対称粒子の質量スペクトラム、電弱対称性の破れ、および超寿命粒子の存在からくる加速器実験での特徴的なシグナルについてレビューがなされている。

第5章では、宇宙のバリオン数生成の起源として右巻きニュートリノによる宇宙のレ

プトン数生成であると仮定したときに、矛盾のないゲージ伝播模型とその宇宙の熱史のシナリオを提唱している。一般の超対称模型では、宇宙のインフレーション後の再加熱温度が非常に高いとグラビティーノが過剰生成されるため観測と矛盾することが知られおり、ゲージ伝達模型でも困難の一つと考えられていた。しかしながら、真空が安定でグラビティーノ以外に安定な新粒子が存在しない模型を追求することで、そうしたグラビティーノ問題は自動的に解決され得ることを示した。その結果、宇宙の暗黒物質と宇宙のバリオン非対称性の説明と矛盾しないゲージ伝達模型を構成することに成功した。この模型は、宇宙論やFCNC問題の観点から、標準模型を超えた理論の有力な候補の1つになりえる。第6章では安定な真空を持つゲージ伝達模型の特殊な場合として、16 eV以下のグラビティーノを预言する模型についても現象論的考察した。このような軽いグラビティーノは宇宙論で問題を起こさないことが知られている。この場合、超対称粒子の質量が非常に軽くなることを示した。さらにこの模型では、超対称性の破れの伝達に必要な粒子が安定であり、暗黒物質の候補として適当であることを示した。この模型は、LHCで検証可能なスペクトラムを预言しており、将来の検証が可能である。

第7章は本博士論文の結論が述べられている。

なお、本論文第5章の一部は、藤井優成氏および柳田勉氏両氏との共同研究であり、また第6章の一部は戸部和弘氏および柳田勉氏との共同研究であるが、論文提出者が主体的になって分析および検証を行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。