

論文審査結果の要旨

氏名 永田 夏海

本論文は5つの章と4つの Appendix よりなる。第1章はイントロダクションであり、標準模型及び本研究の対象である最小超対称標準模型 (MSSM) を導入する。第2章では最近の LHC のデータを受け、超対称性粒子が重い模型について解説する。今まで naturalness の観点から期待されていた TeV 以下の超対称性粒子は見つかっておらず、発見されたヒッグス粒子の質量も MSSM での期待よりも重いことから、物質粒子の超対称パートナーは 100TeV 程度と重い模型が注目されている。Anomaly mediation によって gaugino の質量はループから生まれ、1TeV 程度になる。この模型で 126GeV のヒッグス粒子を自然に説明し、FCNC や EDM の問題が解け、約 3TeV の wino が暗黒物質の候補となることを解説している。

第3章からが永田氏の研究であり、この重い超対称性粒子の模型と最小の SU(5) 大統一理論を組み合わせ、大統一スケールの粒子のスペクトルにデータから制限を加えている。第4章ではこれをふまえ、陽子崩壊の予言を詳細に調べている。特に $p \rightarrow K^+ \nu$ の崩壊モードは今まで実験から排除されていると考えられていたが、超対称性粒子が重いと現在のデータではまだ許されていることを発見した。更にフレーバーを破るパラメータがある場合には違う崩壊モードが重要になる可能性も指摘している。一方超対称性粒子が重くても、 $p \rightarrow e^+ \pi^0$ モードは将来の実験で有望であることも示している。第5章で論文全体の内容をまとめている。

Appendix ではまず A で表記法をきちんと定め、B で計算に使う繰り込み群についてまとめている。C では陽子崩壊を起こす演算子の繰り込みの効果を計算し、D で数値評価に使うインプットとなるデータをリストしている。

この論文で研究されている超対称性と大統一理論の検証は、素粒子物理学の重要な問題である。LHC のデータを受けての新たな解析はタイムリーであり、理論的なアイデアを実験で制限するために詳細な信頼性の高い結果を得ることに成功し、現在進行中の実験にインパクトを与える。研究の手法もよくまとめてあり、他の研究者に取っても有益な論文になっている。

なお、本論文第3章は、久野純治・桑原拓巳との共同研究、第4章一部は久野純治・桑原拓巳・小林大輝・白井智との共同研究、Appendix の一部は久野純治・小林大輝・村松祐との共同研究であるが、論文提出者が主体となり計算及び数値評価を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

従って、博士（理学）の学位を授与出来ると認める。