

## 論文審査の結果の要旨

氏名 張ヶ谷 圭介

本論文は6章からなる。第1章はイントロダクションであり、本論文の研究対象となっている、超対称性理論における「重いスフェルミオン模型」について、 $125\text{GeV}$ のヒッグス粒子や宇宙論的制限が緩くなることなどの動機、および歴史的背景が書かれている。また第1章の後半では本論文での主な結果および本論文の構成がまとめられている。第2章は重いスフェルミオン模型についてのレビューである。2-Aでは $125\text{GeV}$ のヒッグス粒子が重いスフェルミオンを示唆していることについて、2-Bでは **singlet** を用いない超対称性の破れ（量子異常伝達模型）について、2-Cでは暗黒物質や **gravitino** 問題などの宇宙論との整合性について、それぞれ簡潔に要点がまとめられている。

第3章から第5章までが本論文の主要部分であり、論文提出者が査読付き雑誌に発表した一連の論文に基づいている。まず第3章では、本論文の主題であるゲージノの質量を超重力理論の **superspace** 形式で導出している。通常、重いスフェルミオン模型（あるいは量子異常伝達模型）におけるゲージノ質量の導出は **superconformal** 形式でなされているが、ここでは **superspace** 形式の下で、経路積分測度の超ワイル対称性の量子異常からゲージノ質量が導かれることを示している。

第4章では、**MSSM** の他に物質場が存在した場合にゲージノ質量がどのような変更を受けるかについて解析されている。新たな **vector-like matter** が存在した場合や、**QCD axion sector** が存在した場合、ゲージノ（グルイーノ、ウィーノ、ビーノ）の質量比が **MSSM** の場合に比べて大きく変更される事が示されている。これは次の第5章で議論される暗黒物質シナリオも含め、現象論的に重要な帰結である。

第5章は「重いスフェルミオン模型」で実現されている、グルイーノ、ウィーノ、ビーノだけが低エネルギーに存在する場合の暗黒物質シナリオについての解析である。このシナリオで重要な役割を果たすゲージノ同士の **coannihilation** の効果と **Sommerfeld** 効果を取り入れた暗黒物質残存量の詳細な計算がなされており、それにより、暗黒物質残存量が観測されている量と一致するために必要なゲージノ質量の関係が明らかにされている。また各々のシナリオにおいて、**LHC** や宇宙線観測による探索が議論されている。

第6章は結論にあてられている。また本論文にはいくつかの詳細な **Appendix** があり、特に **Appendix B~D** は超重力理論のレビューを含めゲージノ質量の導出に必要な計算が詳細にまとめられている。

本論文の第3章は伊部氏、第4章の一部は伊部氏、柳田氏、第5章は金田氏、松本氏との共同研究に基づいているが、論文提出者が主体となって解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。