

論文審査の結果の要旨

氏名 片寄 泰佑

本論文は10章からなる。第1章はイントロダクションであり、本論文の主題である暗黒物質研究の歴史的背景が書かれている。第2章では暗黒物質が存在すると考える観測的根拠や、観測からわかる暗黒物質の性質についてまとめられている。第3章は標準的宇宙進化のシナリオについて解説されている。第4章は熱的生成を起源とする暗黒物質について、暗黒物質量を計算する上で重要となるボルツマン方程式とその解の性質について説明されている。第5章は暗黒物質検出のための主要な手法についての説明である。

6章からが、本論文で扱う暗黒物質模型についての説明となる。6章では、熱的に生成される暗黒物質を素粒子標準模型のゲージ量子数で分類している。そして、 $SU(2)_L$ ゲージ1重項フェルミオン暗黒物質に着目し、ヒッグス粒子の媒介で標準模型粒子と相互作用する暗黒物質、Z粒子の媒介で相互作用する暗黒物質（Z-portal 暗黒物質）、そしてレプトンのみと相互作用する暗黒物質（Leptophilic 暗黒物質）に着目する理由が議論されている。それぞれに関する議論が7章以下に与えられている。7章では、ヒッグス粒子の媒介で標準模型粒子と相互作用する暗黒物質について、過去の解析の結果が解説されている。

8章と9章が本論文の主要部分である。8章はZ-portal 暗黒物質についての考察である。Z-portal 暗黒物質は、特に暗黒物質質量がZ粒子質量の半分程度の場合、実験・観測的制限を満たしつつ熱的生成量が暗黒物質量の観測値と一致し得る。本博士論文では、そのような暗黒物質の将来レプトン加速器（ILC）による検証について研究している。本論

文は、特に暗黒物質と光子とが生成されるプロセスに着目し、どのようなパラメータ領域に感度を持つかを定量的に調べた。本研究では暗黒物質と光子生成プロセスの断面積を beam bremsstrahlung や initial state radiation の効果を取り入れて正確に計算し、終状態光子のエネルギー分布を検出器の効果まで考慮して求めている。そこから計算されるシグナル数を背景事象数と比較することで、未だ棄却されていないパラメータ領域に対して ILC が感度を持つことを明らかにした。9章は、Leptophilic 暗黒物質についての研究である。Leptophilic 暗黒物質はレプトンとの相互作用を媒介する粒子の存在を示唆する。本論文は、Leptophilic 暗黒物質に対する過去の探査の結果をまとめたのち、暗黒物質と光子とが生成されるプロセスと媒介粒子生成プロセスとを用いると ILC が未探査のパラメータ領域に感度を持つことを明らかにした。また、Leptophilic 暗黒物質と媒介粒子は μ 粒子の異常磁気能率に対する輻射補正を生じさせるため、現在指摘されている μ 粒子の異常磁気能率のアノマリーの起源である可能性がある。本研究においては、そのようなシナリオに対し、ILC が感度を持つことも指摘されている。

本研究は暗黒物質粒子を探査する上での指針を与えるとともに ILC の有用性を明らかにするもので、重要な成果と言える。なお、本論文第8章は D.K. Ghosh 氏、松本重貴氏、I. Saha 氏、白井智氏、田邊友彦氏との、第9章は松本重貴氏、堀米俊一氏、I. Saha 氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって計算を完成したもので、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。