

論文審査の結果の要旨

氏名 福田 朝

暗黒物質の正体が準安定な素粒子であるとする場合、「その素粒子が低エネルギー超対称性シナリオにおける **R-parity** によって安定性が保証された最も軽い超対称性粒子であり、かつその残存量が宇宙膨張に伴って熱平衡から離脱する過程によって決まっている」という可能性は、素粒子理論の立場からはもっとも正統的なものの一つと考えられている。

この可能性の枠内において、その超対称的暗黒物質粒子の質量の上限値は何か、そしてこの世界での超対称的暗黒物質粒子質量がその上限近傍にあった場合に実験的検証の手段として何が有効か、という問いは、理論研究者の中でもすでに十年以上の蓄積がある研究課題となっている。しかし福田氏の博士論文では、その課題において理論的理解のうえで複数の重要な指摘をし、さらに更新された理解に基づいて同課題の再解析を進めた。

博士論文のうち、福田氏およびその共同研究者の手になる結果が記されているのは、3章および4章である。超対称的暗黒物質粒子の質量上限近くでは、その残存量が観測量と合致するためには、超対称粒子のスペクトルが特徴的な形を取る必要があることが知られている。**Higgs funnel** シナリオと呼ばれる特徴的な形のスペクトルの場合について論じたのが3章、そして共消滅シナリオと呼ばれる形のスペクトルの場合について論じたのが4章である。両章ともに共同研究に基づく結果ではあるが、論文提出者が主体となって理論的考察及び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。

3章の **Higgs funnel** シナリオにおいては、質量上限付近の超対称暗黒物質粒子の場合、熱平衡からの離脱が起きる時点において電弱相転移がおきるほどに宇宙温度が低下していないこと、そしてそのため、電弱対称真空での粒子スペクトルと相互作用とを用いて暗黒物質粒子の残存量を計算する必要があることを指摘した。

4章の共消滅シナリオにおいては、共消滅がニュートラリーノとスカラークォークの間で起きる場合、その質量差が **QCD** の相転移温度を下回る場合に、**QCD** 相転移温度より下でハドロン相互作用を通じてこの2粒子が共消滅を再開し、熱平衡からの離脱機構と最終残存量が大きく変わることを指摘した。再解析の結果、超対称暗黒物質粒子の質量上限は **300 TeV** ほどになると結論している。

3章、4章でなされたこれらの指摘は、既存の理論的理解を大きく変えるものである。また、両章ともに、暗黒物質直接検出実験がこれらの質量領域のどの部分をすでに排除しているかの解析も行っている。十分な学術的価値のある成果であると、審査委員会は認めるに至った。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。