

論文審査の結果と要旨

氏名 藤井優成

宇宙のバリオン数の起源は素粒子模型を考える上で重要な問題である。今日多くの研究者に注目されているその起源を説明する理論は、ニュートリノの質量を説明するシーソー機構における熱的過程による宇宙のレプトン数生成（レプトジェネシス）および素粒子の超対称模型におけるアフleck・ダイン機構である。超対称理論ではスクォーク、スレプトンといったバリオン数やレプトン数をもったスカラー場が導入されるが、インフレーションのダイナミクスによりそれらが大幅をもつことでアフleck・ダイン機構は宇宙のバリオン数の生成を行う。本博士論文では、素粒子の標準模型を超える理論として有望視されている超対称模型に着目し、この理論における宇宙のバリオン数生成から来る予言について研究がなされている。特にアフleck・ダイン機構に重点をおいている。

本博士論文では以下のことが示された。まず、シーソー機構をつかった最も簡単なアフleck・ダイン機構では、スカラー場のポテンシャルへの熱浴から寄与を評価することで、宇宙のバリオン数とニュートリノの出ない 2 重ベータ崩壊との強い関係を示した。またより一般化されたアフleck・ダイン機構で Q ボールと呼ばれる非トポロジカル配意が生成される場合に、Z ボゾンやヒックスボゾンの超対称粒子であるウイノやヒッグシーノが宇宙の暗黒物質の候補になることを示した。特にこの場合ある条件下ではアフleck・ダイン機構は宇宙のバリオン数と暗黒物質の量の比を自然に説明できることを示した。さらに、本博士論文では、宇宙の暗黒物質であるウイノやヒッグシーノが Q ボール崩壊といった非熱的過程により生成された場合、暗黒物質探索がどうかわるかを議論している。ウイノやヒッグシーノは超寿命 Q ボールの崩壊過程から生成され、生成される宇宙の温度がそれらの質量に比べ十分に低い。そのため、熱浴から暗黒物質が生成される場合に比べ暗黒物質の対消滅過程の断面積が大きいなど際立った性質をもつ。以上の結論は超対称理論における宇宙の歴史を議論する上で、また将来の超対称性の実験的検証において際立った結論である。

本論文は 5 節から構成される。第 1 節は素粒子論的宇宙論のレビューである。その第 1 章では標準宇宙模型およびインフレーションのレビューがなされ、また第 2 章では素粒子の超対称模型の宇宙の熱史を考えるとときに重要な制限となるグラビティーノ問題のレビューがなされている。第 2 節では宇宙のバリオン数の起源を説明する候補であり本論文のメ

インのテーマである素粒子の超対称模型におけるアフleck・ダイn機構に関する藤井の最近の研究がまとめられている。その第4章ではアフleck・ダイn機構を具体的な模型を元に解説するため、彼と彼の共同研究者の研究であるシーソー機構を使った最も簡単なアフleck・ダイn機構についてまとめられている。そしてこの理論における宇宙のバリオン数とニュートリノの出ない2重ベータ崩壊との強い関係を示した。第5章ではより一般化されたアフleck・ダイn機構についてまとめられている。特に非トポロジカル配意であるQボールおよびアフleck・ダイn機構との関係、およびそこから導かれる結論がまとめられている。第3節では、Qボールを伴うアフleck・ダイn機構から期待されるウイノやヒッグシーノ的な暗黒物質の探索に関する藤井の研究がまとめられている。第7章は直接探索、第8章は異常宇宙線による間接的探索に当てられている。第4節(第9章)では、宇宙のバリオン数の起源を説明するもう一つの候補であるシーソー機構における熱的過程による宇宙のレプトン数生成を超対称模型の枠組みで、特にグラビティーノ問題の観点から議論されている。第5章(第10章)は結論である。

なお、本論文は、浅賀、伊部、浜口、柳田を含む10本の共同研究が元になっているが、論文提出者が主体となって議論および検討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。