

論文審査の結果の要旨

氏名 清水 雄輝

本論文ではユーロピウムをドーブしたフッ化カルシウムシンチレータを用いて低放射線バックグラウンド環境下において暗黒物質を探索し、暗黒物質について新たな知見を得た。暗黒物質探索は世界でも数多く行われており、その中でイタリアのグランサッソ研究所で行われたヨウ化ナトリウムを用いた DAMA 実験は暗黒物質によると考えられる信号の季節変化を捕らえたと言っている。これに対してアメリカの CDMS 実験は DAMA 実験を越える感度で実験を行い、否定的な結果を出している。もし、この両者の実験の結果を信じ、その食い違いを説明しようと考えれば、DAMA 実験で捕らえている信号はスピンに依存する反応 (Spin Dependent (SD)) であって、CDMS 実験に感度があるスピンに依存しない反応 (Spin Independent (SI)) においてはヨウ化ナトリウムの反応の大きさが小さいという解釈が考えられる。そこで、清水君は SD 相互作用に最も感度がある物質のひとつであるフッ素を用いた実験装置を建設してデータを取得した。実験結果からは有意な暗黒物質の信号は得られず、暗黒物質と陽子、中性子の相互作用の強さに制限を与えた。これは、上記の解釈によって、DAMA 実験が許している領域に対して、その一部を排除することができた。

論文は7章からなり、まず第1章では銀河の回転曲線や最近の宇宙背景マイクロ波放射の観測から暗黒物質が存在が確実であるということが書かれている。第2章ではその暗黒物質の候補として最も有力な候補であるニュートラリーノについて SUSY モデルからの予想、反応断面積の詳細について書かれている。第3章では今までに行われてきた実験のレビューが書かれており、その結果を基にフッ素を用いた実験の重要性について書かれている。第4章では実験装置を組み上げる上で必要とされる放射性バックグラウンドレベルに対する要件、それを満たす本実験に用いた実験装置材料について書かれている。第5章では実際に取得されたデータの詳細について書かれており、第6章はその測定されたスペクトルを用いて暗黒物質と陽子との反応の強さ (a_p)、暗黒物質と中性子との反応の強さ (a_n) において、制限される領域について書かれている。 a_p と a_n の平面上ではスピンの寄与の関係からヨウ化ナトリウムの場合とフッ化カルシウムの場合には交差する関係にあり、本実験によって DAMA 実験を SD 相互作用による反応であるとした場合に許される範囲の一部を制限することができた。

本論文の研究は東京大学大学院理学系研究科の蓑輪眞教授らとの共同研究ではあるが、本論文の実験の設計、建設、データ解析はすべて論文提出者が行ったものであり、論文内容に対する論文提出者の寄与が十分大きいと判断される。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。