

論文審査の結果の要旨

氏名 関谷 洋之

本論文は 8 章からなり、第一章は暗黒物質に関する導入的解説、第二章は暗黒物質候補であるニュートラリーノの直接検出について理論的基盤を与え、検出のための実験的アイデアが提唱されている。第三章は直接検出のための検出器として申請者が着目した有機結晶シンチレータについてレビューを行っている。第四章では有機結晶シンチレータの一つであるトランススチルベンについて発光の入射方向依存性の測定を行い、その結果を基に暗黒物質探索の可能性について論じている。また、第五章では前章の結果を用い、暗黒物質探索のパイロット実験を行うための検出器の設計・製作について報告している。第六章では実際に神岡鉱山地下でスチルベン結晶を用いて行われた測定について解説し、第七章で測定データの解析を行う。第八章は結果についての検討を加え、暗黒物質探索の今後の進め方について議論している。

このように、本論文は、前半で有機結晶シンチレータに関する研究開発を行い、後半でそれを用いたパイロット実験について報告している。まず、有機結晶シンチレータについては、以前より粒子の入射方向に対する発光量依存性があることは知られていたが、それを実際に暗黒物質探索に結びつけた研究はなく、まずこの点で画期的である。他の暗黒物質探索が計数の日変動、年変動の絶対値を持って存在を議論しなければならないのに対し、異方性結晶を用いると、その検出器の設置方向による計数の比で存在を証明することが出来る。実際には暗黒物質から反跳を受けたイオンの検出を行わなければならないが、以前知られていたエネルギー領域より低い領域での発光非対称性を確認する必要がある。具体的には、発光非対称性が期待されかつ測定に利用出来る十分な大きさの結晶が入手可能なトランススチルベンを用いた測定を行っている。本論文は、加速器からのビームを用い単色中性子を用いて炭素原子の反跳を測定したもので、数十 keV から 100keV という低い領域で

も有限の非対称性を確認した。この部分についてはすでに Physics Letters B 誌に発表されている。

本論文の後半では実際に入手可能なトランススチルベン結晶を用いて暗黒物質探索実験を計画し測定器を設計製作する。それを神岡鉱山地下に持ち込み低雑音環境で試験的測定を行っている。これはあくまでパイロット実験であり、結果そのものは現在の世界水準には及ばないものであるが、今後の改良点についてもいろいろなアイデアが示されており、有機結晶検出器の有効性を実証したという点で評価出来る。また、本論文では、今回は入手困難で研究対象と出来なかった各種の有機結晶についても検討を進めており、引き続きこの分野の展開が期待出来ることを示している。

暗黒物質探索という興味深いテーマに対し、新しいアイデアでの実験手法を開発し、パイロット実験を通してその有効性を確認したという本論文は博士学位論文にふさわしい内容を備えている。本研究は箕輪 眞・清水 雄輝・井上 慶純・菅沼 亘各氏との共同研究として進められているが、発案から実施、解析に至るまで論文提出者が中心となって進めてきたものであり、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。