

氏名	桶井 一秀
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	理 学
学位授与番号	博甲第 2185 号
学位授与の日付	平成13年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科物質科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	TL スタック検出器による nuclearite の探索
論文審査委員	教授 中野逸夫    教授 町田一成    教授 小野文久

### 学位論文内容の要旨

これまでに使われていない実験装置、熱ルミネッセンス (TL) シートと医療用 X 線フィルムを使った nuclearite 検出器 (TL スタック検出器) の研究開発を行い、それを用いて nuclearite を探索した。TL シートの nuclearite に対する感度は  $2.3 \times 10^{-4} \leq \beta \leq 6.6 \times 10^{-3}$  のイオン実験データを基に推定した。この際、入射粒子のエネルギー損失を直接のパラメーターとせず、入射粒子によって TL シートにどのような形でエネルギーが蓄積されるかを考慮した。この結果、低速領域でよりロバストな推定値が得られた。

nuclearite 探索は、イタリア、グランサッソー地下研究所に TL スタック検出器を設置して行った。稀にしか起こらないと予想される事象を探索する実験ではバックグラウンド事象の評価が重要である。地下実験における nuclearite 事象のバックグラウンドとして、自然放射性物質および高エネルギーミューオン反応を検討した結果、これらが偽の nuclearite 事象を起こす確率は無視できるほど小さいものであるとわかった。

平均約 994 日の間設置されていた  $6.6 \text{ m}^2$  の TL スタック検出器を解析した結果、nuclearite 事象は見出されなかった。これによりグランサッソー岩石中のエネルギー損失を無視できるような質量および速度の下向き nuclearite フラックスに対する 90 % 信頼水準の上限値、 $1.3 \times 10^{-13} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{sr}^{-1}$  (等方的フラックスに対しては  $6.4 \times 10^{-14} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}\text{sr}^{-1}$ ) が得られた。

本研究で得られた nuclearite フラックスの上限値はこれまでに他の実験グループによって得られた値と比べて最も小さいものではないが、ダークマター候補としての nuclearite フラックスの上限値として十分有意なものである。そしてこれは熱ルミネッセンスシートの蛍光、燐光によって医療用 X 線フィルムを感光させるという実験技術によって得られた初めての結果であり、本研究は我々の銀河の nuclearite フラックスの上限値をより信頼できるものにしたと結論できる。

## 論文審査結果の要旨

学位申請論文は熱ルミネッセンス (TL) シートと医療用 X 線フィルムをスタック (TL スタック) した検出器によるストレンジクォークを含む超重量 ( $10^{10}\text{GeV}/c^2$  以上) のクォーク物質 (nuclearite) の探索を行ったものである。TL スタック検出器による新粒子の探索研究は世界に類を見ないものであり、この研究により、この検出器は nuclearite のような超重量の新粒子探索にとって、バックグラウンドに強いロバストな検出器であることがわかった。また、新粒子に対する検出器の感度の評価においては、従来のように入射粒子のエネルギー損失をパラメーターとせず、検出器にどのような形でエネルギーが蓄積されるかを考慮して行っている。これは、従来の方法を改善し、とりわけ新粒子の低速領域ではより信頼のおけるフラックスの上限値を与えている。本学位申請論文で得られた nuclearite フラックスの上限値は他の実験により得られた値と比べて、最も小さいというものではないが、他と異なる検出器を用い、より信頼のおける上限値を得ている点が評価される。

論文発表会においては、nuclearite の理論的背景に始まり、TL シートへのエネルギー蓄積の計算過程、バックグラウンドの評価、そしてフラックスの上限の評価が発表された。発表に対して、理論への信頼度、TL シートの較正には重イオンより中性子を用いる方がよいのではないか、照射した Xe イオン数、なぜ strange matter がこの世にありふれていないのか、また、今後の改良点は何か等多数の質問がなされた。それぞれの質問に対して的確に回答がなされた。

学位申請論文の内容、論文発表会、参考論文を総合的に審査した結果、本論文は博士學位論文に値するものと認定する。