

平成 27 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：XMASS 検出器の構造改良研究 英文：Study for upgrade of XMASS detector
研究代表者	東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設 助教 安部 航
参加研究者	
研究成果概要	<p>シミュレーションの調整</p> <p>より正確にバックグラウンド事象の再現が行えるよう、シミュレーションの光学過程に関連する部分をより詳細なものへと変更を行った。</p> <p>低エネルギー領域で大きなバックグラウンドとなっている、壁際で発光する事象とクォーツでのチェレンコフ事象に対してより信頼できる評価を行うため、光電子増倍管の反射率、量子効率、液体キセノン中での光の吸収率と散乱率について、光の波長に対する依存性と角度に対する依存性を追加した。</p> <p>チェレンコフ光の発光波長域がシンチレーション光よりも広いため、シミュレーション中で取り扱える波長域を拡大し正確な依存性の導入が必要となる。</p> <p>壁際で発光する事象については光電子増倍管の近くでの発光となるため、入射角度がより内部での発光事象と比べて大きなものとなる。そのため光電面での反射、光電効果などの各過程に対する正確な角度依存性は重要な要素である。</p> <p>測定された複素屈折率等をもとに計算されたこれらの依存性を導入し、バックグラウンドとなるチェレンコフ光、壁際事象両方に対してより正確に再現を行うことができるようにした。</p> <p>位置再構成プログラムの改良</p> <p>現検出器において最も大きなバックグラウンド源となっている、光電子増倍管のアルミシール部とクォーツ窓との間の構造部分に新たにグリッドを位置再構成プログラムに追加した。</p> <p>最適なグリッド位置の決定、シミュレーションによる各グリッドでの光量分布の取得、</p>

再構成プログラムへの取り込みを行い、これまでに蓄積されているデータの位置再構成のやりなおしを行った。

これにより、これまで位置再構成の失敗により内部領域のバックグラウンドとなっていた事象について、1桁程度の低減を行うことに成功した。特に中心から30cm付近に固まって再構成されていた事象が取り除ける状況となっており、有効体積を従来の中心から20cm以内の領域よりも外側へ大幅に拡大することが可能になった。

XMASS1.5 壁際構造の設計

光電子増倍管を取り付ける部分の構造について試作の製作を行い、はめ合いの確認と低温時での収縮の状況についての評価試験を行った。

取り付け部分については可能な限り隙間をなくしていくが必要になる。光電子増倍管を取り付ける部分について、組み立て時に変形させながら取り付けることで隙間をなくす構造を考案し、その試作を行った。また液体キセノン中での使用時には-100度に冷却されるが、光電子増倍管のクォーツ窓と取り付け部の銅は熱膨張率が異なるため冷却時には収縮の状況に差が生じる。試作構造を用いて冷却試験を行い、この影響についても確認を行った。

試作により、はめ合い部が最初の組み立て時に想定通り変形しながら取り付けられることが確認された。冷却試験では、冷却時に銅部分がより収縮することでクォーツ部との隙間がなくなることと、再加温時に確認できる冷却時の熱収縮量の差が直径~50mmで100um程度であることが当初の予想通り確認された。一方で最初に組み立て時に発生している変形によって、もっとも隙間をなくしたい検出器内側になる部分に隙間が残ることが確認され、改善が必要であることがわかった。

また検出器部品を組み立てる際にできてしまう部品同士の隙間を組立後に変形させることで埋められるような工具、機構について検討を進め、実際に工具の試作を行いどの程度隙間を埋めることができるか確認を行った。この機構により、0.2mm程度を埋められることを確認することができた。

整理番号 B03