

平成 29 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：次期 XMASS 実験の検出器構造研究
英文：Study for future XMASS detector

研究代表者 安部 航
参加研究者

研究成果概要

○次期実験において必要とされる極めて微量な放射性不純物量の測定を高精度かつ効率的に行うために、高純度 Ge 検出器の遮蔽体の改良を行った。

前年度に導入した低バックグラウンド Ge 検出器について、十分な厚みの高純度銅 (60mm)、低放射性鉛(225mm)からなり、サンプル交換時の遮蔽体開閉作業を容易にすることができる開閉機構を持つ遮蔽体を導入した。

この開閉機構導入により、予定していた低バックグラウンド Ge 検出器の遮蔽体構造は完成し、各放射性不純物に起因するピーク領域のバックグラウンドについて既存の Ge 検出器と比較して、1桁の改善を行うことができた。

バックグラウンドの低減によって、感度は向上し、既存の Ge と比較して U 系列で 2 倍、Th 系列に対しては 1.4 倍、 ^{40}K は約 3 倍の感度で測定が可能になった。このことは同程度の測定感度を目指すのであれば、既存の Ge 検出器と比較し測定時間を大幅に短縮できることを意味するので、遮蔽体の開閉が容易になりサンプル交換が簡単になったことも含めて非常に効率的に多数のサンプルについて高感度で不純物測定を行うことが可能になった。

また既存の Ge 検出器よりも測定サンプルを設置できるスペースを広げ、およそ 6 倍の体積を確保した。多量のサンプルが設置することで、さらに感度を向上させることを可能とすることができた。

○次期実験において使用することを考え、これまで開発を行ってきたドーム型の光電面を持つ光電子増倍管(PMT)について、放射性不純物量の測定と性能評価を行った。

前述の新たに導入された高感度の Ge 検出器を用いて、次期実験での使用を考えているドーム型光電子増倍管の放射性不純物量の測定を行った。既存の Ge 検出器では 3 本しか設置できなかった光電子増倍管を、新たな Ge 検出器では 13 本設置し、高感度での測定を行った。U 系列、Th 系列については 0.1mBq/PMT の感度での測定に成功した。

従来の Ge 検出器での感度、0.4mBq/PMT から 4 倍の感度となり、最終的に製作された光電子増倍管が、各部品ごとに測定し足し上げを行った 0.39+/-0.10 mBq/PMT (U 系列) と同程度の不純物量であることを確認することができた。部品の測定だけでは最終的な製品の不純物量を保証できない、製品を測定しての確認は最も確実で不可欠な要素である。

またこの光電子増倍管のキセノン中での性能評価を行い、ノイズとなる暗電流パルスやアフターパルスについて調査を進めた。

調査の結果、およそ 4 本に 1 本の割合でキセノンが内部にリークし、大幅なアフターパルスの増加を起こすものがあることが発見された。この問題に関しては、この PMT の開発にあたって新たに導入された高純度のアルミシール部品などが疑われており、現在もまだ調査を行っている状況である。

整理番号 B03