

## 平成 23 年度共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：高純度ガス用のラドン濃度測定器の開発

英文：Development of radon detector for purified gases

研究代表者 竹内康雄

参加研究者

神戸大学大学院理学研究科・教授・竹内 康雄

神戸大学大学院理学研究科・M2・大塚 康平

神戸大学大学院理学研究科・M1・細川 佳志

神戸大学大学院理学研究科・M1・北村 拓己

神戸大学大学院理学研究科・M1・村田 亜紀

東京大学宇宙線研究所・助教・関谷 洋之

研究成果概要

神岡宇宙素粒子研究施設では、現在、約1トンの純キセノンを用いた XMASS 実験が進行中である。XMASS 実験では、これまでの 20 倍から 50 倍程度高い感度で暗黒物質を直接検出することを目指しており、そのためには、XMASS 実験で使用するキセノン中のラドンを、1 立方メートル当たり約 7 マイクロベクレルまで低減する必要がある。本研究の目的はこの感度を有する汎用的な純ガス対応のラドン濃度測定器の開発である。

H23 年度、主に神岡坑内の LAB-C 内に設置した真空対応の高感度ラドン濃度測定器を用いて、1. バックグラウンドレベルの評価、2. 真空モードでの高電圧特性の評価を行った。ラドン濃度測定器からの信号は、神戸大学で開発した DAQ システムを用いて取得した。

### 1. バックグラウンドレベルの評価

大気圧の純アルゴンガスを真空対応の高感度ラドン濃度測定器に封入した後、-1.5kV の高電圧をかけて、検出器のバックグラウンドレベルの測定を行った。図1は得られたスペクトルで、核種と対応する  $\alpha$  崩壊のエネルギーをピーク付近に示してある。ピーク付近の緑破線で示した ADC カウント領域をそれぞれ積分して、各核種に対するバックグラウンドカウントレートを求めた。その結果、ウラン系列のラドン ( $^{222}\text{Rn}$ ) の娘核種である  $^{214}\text{Po}$  に対するカウントレートは、 $1.8 \pm 0.2$  [count/day, 以下 cpd] が得られた。これまでの 70L ラドン濃度測定器では、 $^{214}\text{Po}$  のバックグラウンドレベルが低い器体でも 5-10 [cpd] 程度であったので、改善が見られた。一方、トリウム系列のラドン ( $^{220}\text{Rn}$ 、トロンとも呼ぶ) の娘核種である  $^{212}\text{Po}$  は、これまでの 70L ラドン濃度測定器と同様の  $19.0 \pm 0.6$  [cpd] であった。こちらは、今後より低減できるかどうか研究を行う。

## 2. 真空モードでの高電圧特性

真空中での静電捕集の特性を確認するため、真空対応の高感度ラドン濃度測定器に、市販の「ランタンマントル」を封入し、検出器内部を真空引きした後で、高電圧を変化させた。検出器単体ではベーキングなしで1日程度の真空引きで  $10^{-5}$ Pa の真空度を達成できたが、今回の試験では検出器内部にランタンマントルを投入したため、1Pa 程度の真空度しか達成できなかった。この真空度で検出器とPINフォトダイオードの間にかかる高電圧を-0.2kVから-1.5kVまで変化させた。この作業は同じ日に行い、各電圧値で30分程度測定を行った。212Po, 212Bi は半減期が10.6時間の212Pbの下流にあるため、全ての測定に同程度含まれているはずであるが、216Poは0.14秒の半減期で212Pbの上流であるため、各電圧での静電捕集効率を直接示すと考えられる。図2に結果の一部を示す。

まず、-0.3kVまでは安定に動作することが確認された。-0.4kVの図は、216Poのピークが失われているため、静電捕集が動作しなくなったと考えられる。212Bi、212Poのピークのエネルギーの高い側に不自然なテールが認められ、弱い放電とこれらの $\alpha$ 崩壊が重なったと考えられる。-1.5kVも同様に静電捕集が効かず、弱い放電があったと考えられる。-0.5kVでは強い放電があったと考えられる。放電の起こる電圧から、これらは検出器内部でのグロー放電であると考えられる。

今後、希薄な窒素ガス雰囲気中での特性試験などを行って行きたい。

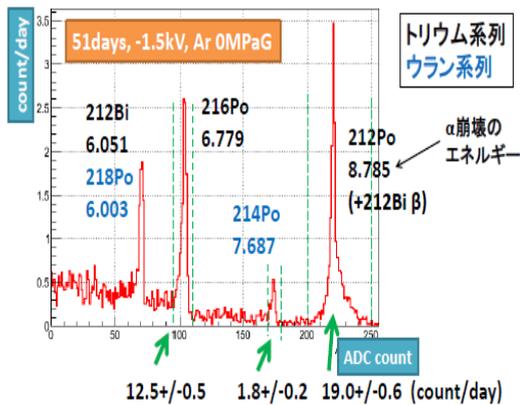


図1 バックグラウンドラドン（純アルゴンガス封じ込め、大気圧）横軸はADCのカウンタ数で、縦軸は1日あたりの事象発生頻度。

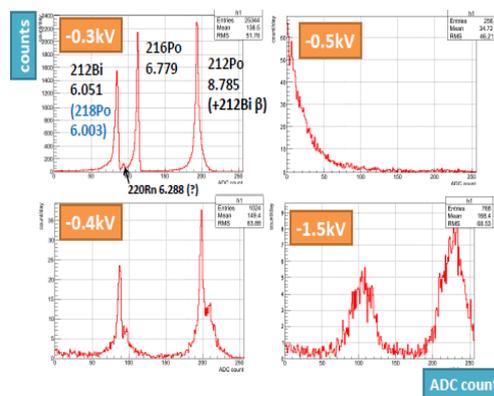


図2 真空中での220Rnの信号（～1Pa、ランタンマントル使用）横軸はADCのカウンタ数で、縦軸は頻度。

整理番号