

審査の結果の要旨

氏名 王 秋薇

いろいろと考案されている放射線検出器のうち、気体を使ったものは、ガイガー管として 100 年近く使われているという歴史からも分かるように、気体は固体や液体とは違いその放射線測定メカニズムもよく知られており、大変に利用し易いということで多様な目的に使用されてきている。このような気体を用いた放射線検出器を、より高感度な放射線計測に応用するため、2 つの試みを行っている。1 つは C-14 年代測定用の検出器を常温用の板状の半導体検出器カドミウムテルライド(CdTe)で包んで逆同時計数(アンチコインシデンス法)によりバックグラウンドを減少させてみている。もう一つはウランウムを含んだ放射性廃棄物のアルファ線計測を電離した気体を流動させながら計るという工夫をした測定方法を開発した。いずれも高感度に放射能を計ろうとする工夫で、従来余り見られないものである。本論文は、原理的には明確な放射線検出器を工夫により高感度な測定器にするプロセスを説明したものであり、5 章から構成されている。

第 1 章は序論で高感度な放射線測定法の必要性のほか、その実現のためにまずバックグラウンドを下げることを示している。そのバックグラウンドの成分について、中性子、ミュオンのほか宇宙線により生ずる 2 次的粒子群のほか、岩石からの成分の挙動について説明し、15 - 5000m の地下実験室でのバックグラウンド放射線の測定例を示している。次に、バックグラウンド放射線を反同時計数により除くというアクティブな方法や、アルファ線測定などで生成したイオンを含むガスを輸送して高感度に測定するという新しい方法などを提案している。

第 2 章は、序論で示したバックグラウンド低減法を C-14 年代測定用のガス検出器に適用したものである。そのため常温で使用できる板状の CdTe 半導体検出器を気体検出器の壁材料として使用する方法を開発し、45mm × 45mm × 45mm の箱状検出器を作成した。使用した検出器ガスはアセチレン(C_2H_2)であり、この検出器の外周を 2cm 厚の無酸素銅や 50cm 厚の中性子遮蔽用パラフィン、その外部を 25cm 厚の鉄遮蔽体で囲んでいる。また、CdTe 検出器は電子と正孔の移動度に差があるので、検出器内の電子・正孔の発生場所により信号波形が変化してしまうので、これをデジタル信号処理法により補正している。この状況で CdTe 検出器による反同時計数による除去率は、外部から Co-60 などガンマ線源を照射してみると 80% だけ、キャンセルされていた。これは、内部のガス検出器を包んでいる CdTe 検出器の幾何学的包含率と同じであった。

第 3 章は、前章で使用したデジタル信号処理法について詳述したものである。ここで信号波形のクラスタリング法により信号をまとめる方法と、波形パターンによるマッチング法による補正法を採用してみたが、後者の方が効率的であった。バックグラウンド

は最終的に 0.10 ± 0.02 cpm を切った。

第4章は、放射性廃棄物のための放射能モニタリング用の基礎研究にマイクロイオン化電離箱を使用したものである。この場合、放射性廃棄物中で生じた電離イオンを気体とともに輸送してガス検出器中に運ぶ方式によって、その電離イオンを測定しようという新しい方法によるものである。この輸送気体中で電離イオン自身がどのように移送されるのかについては、電場による移動、拡散効果、再結合などにより変わるが、それとともに初期の電離イオンの空間分布が寄与するであろう。この初期の電離イオン空間分布を今回開発したマイクロイオン化電離箱により測定し、その後の挙動はモンテカルロ法で解析した。その結果、電離イオンの移送後の検出器でのコレクション効果はバイアス電圧を 800V にすれば 98% になるという形状が可能であることが分った。

第5章は、全体のサマリーで、C-14 年代測定法、CdTe 検出器のデジタル信号処理、放射性廃棄物の放射線モニタリング用の新しい気体輸送法の基礎実験取得に成功したとまとめている。

以上の通り、既存の放射線気体検出器を用いて、アンチコインシデンス法によるバックグラウンド除去や新しい気体輸送法を用いた高感度放射能測定法を開発しており放射線計測学上の寄与は大きいと認める。

よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。