

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 23 日現在

機関番号：13901

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24656568

研究課題名(和文)放射性ストロンチウム・トリチウムなど純核種迅速測定用可搬型検出装置の開発

研究課題名(英文)Development of a portable liquid scintillation counter for rapid measurement of pure beta emitters; radiostrontium, tritium, etc.

研究代表者

緒方 良至(Ogata, Yoshimune)

名古屋大学・医学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：70185502

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：放射性ストロンチウムやトリチウムなどの純核種(線のみを放出する核種)は、通常、液体シンチレーション計測法で測定される。通常の液体シンチレーション検出器の重量は数百kgあり、容易に移動できない。本研究では、重量の主要な割合を占める鉛(外部放射線の遮蔽)に代わり、ガードカウンタを用い、検出器の軽量化を図った。当初、ガードカウンタとしてプラスチックシンチレータを用いたが、線に対する計数効率が低いため、BGO検出器に変更した。この結果、遮蔽性能が向上した。今後の発展が期待される可搬型液体シンチレーションカウンタの実現可能性を実証した。

研究成果の概要(英文)：Pure beta emitters like radiostrontium, tritium, etc. are generally measured by liquid scintillation counting. The weight of conventional liquid scintillation counters is usually round several hundreds of kg, so they cannot be moved easily. The aim of this study is to reduce the weight by using a guard counter instead of the lead shielding. The BGO detector as the guard counting is successfully applied to reduce the background. This study shows the feasibility of the portable liquid scintillation counter.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学・原子力学

キーワード：液体シンチレーション計測法 可搬型 純ベータ核種 ガードカウンタ 放射性ストロンチウム トリチウム 原発事故 バックグラウンド

1. 研究開始当初の背景

福島原発事故では、環境中に放出された放射性物質による環境汚染が深刻な社会問題となった。長半減期の ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{89}Sr 、 ^{90}Sr 、 ^3H などは環境中に残留し、土壌等からの外部被曝や飲料水・食物などからの内部被曝が懸念されている。この内、 ^{89}Sr ・ ^{90}Sr ・ ^3H などの純核種の測定には、時間と熟練した技術・労力を要し、結果を得るまでに1週間以上かかる。線は透過力が弱いので、線のように非破壊で検出することが困難である。また、

線は連続エネルギーであるため核種同定が難しい。加えて、 ^{134}Cs ・ ^{137}Cs などの核種は、同時に線も放出するため、純核種の試料測定前に、これらの核種を化学的に分離しておく必要がある。Srの測定では、測定前に複雑な化学操作を行った上でSrを分離し、試料調整の後に測定する。 ^3H の場合、燃烧・蒸留処理で測定試料を作成することが可能であり、化学処理はSrに比べて容易であるが、線最大エネルギーが低い(18.6 keV)ため、空気中の最大飛程は3 mm程度である。このため、専ら液体シンチレーション計数法装置で計測される。液体シンチレーション検出器は、バックグラウンドを下げるため鉛等での遮蔽されている。このため、通常、数百 kg の重量があり、試料採取現場へ携行することはできない。簡易的であれ、可搬型で迅速に測定できる機器を開発することが求められている。

2. 研究の目的

^{90}Sr 、 ^3H 等の純核種を試料採取現場で簡便かつ迅速に測定できる可搬型検出器を開発することを目的とした。

3. 研究の方法

液体シンチレーションカウンタは、外部からの放射線によるバックグラウンドの影響を低減するために検出部を鉛製の遮蔽体で覆っている。これが、このカウンタの重量を大きくしている原因である。本研究では、ガ

ードカウンタによる逆同時計数をとることによりバックグラウンドを低減させることを試みた。

図 - 1 にガードカウンタの原理図を示す。外部からの放射線は、ガードカウンタ(プラスチックシンチレータ)と液体シンチレータの入った容器の2つの検出器に同時に検出される。従って、ガードカウンタで信号が検出された場合、「試料からの放射線ではない」と判断して計数しないことにより、外部放射線を擬似的に遮蔽するものである。

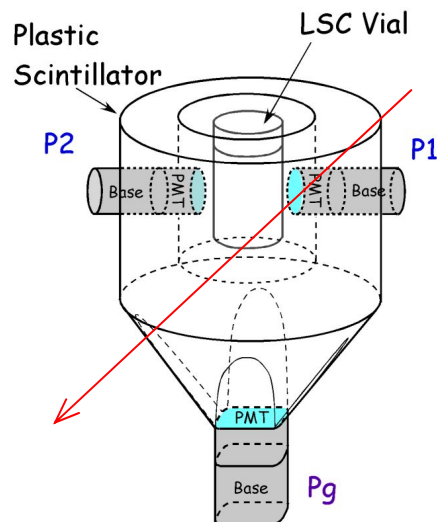


図 - 1 ガードカウンタによる遮蔽の原理

初年度は、基礎的な実験として、簡易的な検出器を作製し、プラスチックシンチレータを加工したガードカウンタを用いた検出器を試作した。この試作機で、

- ・鉛遮蔽を施した場合
- ・鉛遮蔽を除いた場合
- ・ガードカウンタを機能させた場合

に関してバックグラウンドに関する基礎的なデータを得ると共に、 ^3H 、 ^{14}C および ^{32}P を用いて計数効率を測定した。

次年度は、プラスチックシンチレータに代えて、より線に対する計数効率の高いBGOをガードカウンタとして用いると共に、本体の光電子増倍管(PMT)としてより口径の大きいものを用いた。

4. 研究成果

図 - 2 に機器構成を、図 - 3 に機器のブロックダイアグラムを示す。

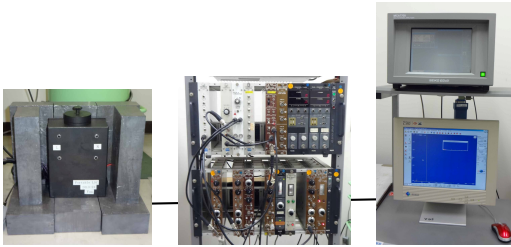


図 - 2 機器構成

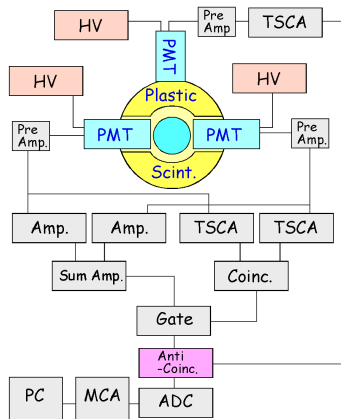


図 - 3 ブロックダイアグラム

バックグラウンドは、

1. PMT 1 本で同時計数をとらない場合
2. PMT 2 本で同時計数を取り、ガードカウンタも遮蔽も施さない場合
3. PMT 2 本で同時計数を取り、ガードカウンタを作動させた場合
4. PMT 2 本で同時計数を取り、5cm 厚の鉛遮蔽を施し、ガードカウンタを作動させない場合

の4種類のを比較した。表1に実験結果を示す。鉛遮蔽は、バックグラウンドの低減にきわめて有効であり、この場合のバックグラウンドを1とすると、バックグラウンドの計数率は、ガードカウンタを作動させた場合4.8倍、PMTの同時件数で5.5倍、同時計数をとらない場合は81倍となった。

表1 バックグラウンド計数率

適用	計数率 (cpm)	比
PMT 1 本 (非同時計数)	2834	81.0
PMT 2 本 (同時計数)	194	5.5
ガードカウンタ	167	4.8
鉛遮蔽	35	1.0

ガードカウンタの効果は、期待していたほど大きくなかった。これは、プラスチックシンチレータの線に対する計数効率がそれほど高くないことに起因する。図 - 4 にこのときのスペクトルを示す。

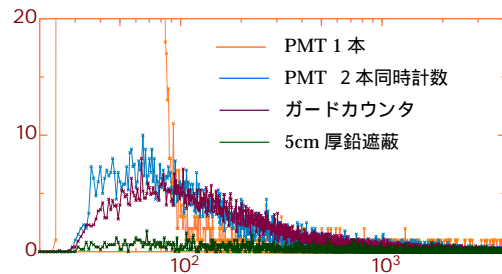


図 - 4 バックグラウンドのスペクトル

次年度は、プラスチックカウンタに代わり、線に対しより効率の良い検出器として BGO を採用した。BGO を用いた検出器での実験は、現在遂行中である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

緒方良至、後藤昌幸、Trial Production of Portable Liquid Scintillation Counter、Advances in Liquid Scintillation Spectrometry; LSC2013、2013.3.18-22、Barcelona、Spain

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

緒方 良至 (OGATA Yoshimune)
名古屋大学・大学院医学系研究科・助教
研究者番号： 70185502

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：