

カウントチェッカー “『カウント君』”

取扱説明書

はじめに

このたびは本製品をご購入いただき誠にありがとうございます。この取扱説明書は、本製品の使い方と注意事項について記載しています。ご使用前に必ずお読みいただき、本製品を正しくお使いください。この取扱説明書はお使いになる方がいつでも見られる所に保管してください。

使用上のご注意

本書はお使いになる方が、放射線及び放射線測定器の基礎知識をお持ちであることを前提に作成されています。放射線及び放射線測定器の知識のない方は、本製品を取り扱うために必要な知識を専門書や書籍、ウェブサイトなどを参照して入手してください。

本書の内容は予告無く変更する事があります。

本書内容を無断で転載する事をお断りいたします。

安全上のご注意

本製品を正しくお使いいただき、ご自身や他の人々への危害や財産への損害を未然に防止するために、以下の内容をお守りください。

	<p>本製品を使用する際には、本製品に同梱している取扱説明書の全部をお読みいただき、理解してください。また放射線と放射線測定器に関する基礎的な知識を身につけてください。</p>
	<p>本製品を分解、又は改造をしないでください。 放射体取り付け部に鋭利なもので接触しないでください。 鍵のかかる場所に保管してください。 本製品を使用して得られる結果は、何れの公的検査を代用できるものではありません。本製品を使用して食品等から放射能が検出された場合は、適切な公的機関と相談してください。 故障や破損の原因になる恐れがありますので、以下のような場所での使用・保管しないでください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 常時強い振動や衝撃、直射日光が加わる場所 ● 温度差の激しい場所、熱を発生させる物の近く ● 物が落下してくる危険性のある場所
	<p>本製品は食べ物ではありません。 本製品は、金属とプラスチック製品から出来ています。食べてはいけません。また、乳幼児の手の届く所に置かないでください。 常時身につける事は、避けてください。</p>

1. 内容物の確認

- | | | |
|---|-------------|-----|
| ① | 本体 | 1 個 |
| ② | 取扱説明書（本書です） | 1 部 |
| ③ | 保証書 | 1 部 |



上図に『カウント君』の納品時の外観を示します。
 本体右端の溝に爪を立てて引張ると、
 右図のように放射体を引出す事ができます。
 ガンマ線の線量計を校正する場合は、
 引き出す必要はありません。

放射体格納位置マーク 放射体取付位置



2. 本器の目的

福島原発の事故によって放射能汚染が広がっています。「でもこの測定器は正確？」という疑問が多数あります。また、普通の線量計では食品の放射能汚染を Bq（ヘクトレル）単位では測定できないにもかかわらず、「食品の汚染が測定できる」とうたって売っている線量計もあります。下記は、独立行政法人 国民生活センターが発表した、安価な線量計に関する報告書です。

URL：http://www.kokusen.go.jp/news/data/n-20110908_1.html

カウント君は、安価な線量計を用い、食品などの放射線汚染を Bq 単位に換算する、カウントチェッカーです。カウント君は微量ながら放出エネルギーが公知の正確なガンマ線及び α 粒子を放出しています。放出量は法律に定められた値以下ですので、常時身につけるなどしない限り被曝の心配はありません。この放出線量を、お手持ちの放射線測定器で測定し、これと食品などの線量と比較、換算します。測定器の誤差を除き、測定値から測定対象や環境放射線の危険性を判断できます。

3. 使ってみましょう

3.1. 放射線測定器の用意

放射線測定器を用意します。本器では、 α 粒子とガンマ線測定器の校正・換算ができます。ここでは一般に広く流通しているガンマ線測定器の校正・換算について述べます。 α 線に関しては文末の説明書追補 URL をご覧ください。

まず、測定器が、60keV のエネルギーのガンマ線が測定できる事を確認してください。もし測定できない場合は、第4章「60keV の γ 線が測定範囲外の場合」をご覧ください。

次に測定器の測定単位を確認してください。

ガンマ線測定器の測定単位は通常

- ① CPM (Count Per Minute)
- ② CPS (Count Per Second)
- ③ Sv (シーベルト)またはSv/h (毎時シーベルト)

などの単位が使われます。

まず、放射線の検出回数（CPM, CPS）が表示できる検出器でガンマ線を測定する場合について説明します。

CPM, CPS 単位が無く、Sv または Sv/h 単位のみの場合は 3.2 にお進みください。

CPM、CPS で測定できる測定器の校正手順は以下の通りです。

順序	測定方法
1	電源を入れて安定になるまで待つ（検出器説明書、仕様書参照）。
2	検出器が置いてある環境の放射能（バックグラウンド）を CPM 単位で測定する。
3	カウント君を使用して検出器の「検出効率」を求める。
4	測定対象物を測定する。
5	4の対象物の測定結果を、3の検出効率を使用してBq 単位に換算する。換算値が、対象物から放出されている正しいガンマ線量になる。
6	対象物が野菜などの食物の場合は、その重さを測定する。
7.	4のBq 単位換算値を、重さで割り算をして、安全基準と比較できるBq/kg に換算する。
8	測定対象物を政府等の発表する安全基準などと比較して安全か判断する。

以降、測定器の操作法は、それぞれの測定器の取扱説明書などをご覧ください。

3.1.1. 電源投入

測定器の電源を入れます。測定単位を CPM または CPS にしてください。両方ある場合は CPM にしてください。何も置いていない机、テーブルを拭き掃除して、測定器を置いてください。

通常の測定器では電源投入直後は測定値が安定しません。約3分程度そのままにしてください。紙とペンを用意してください。

3.1.2. 環境放射能の測定

そのまま、CPM または CPS の測定値を測り、記録します。CPS の場合は1秒ごとに出てくる値を60個記録して足し合わせて、CPM 単位に直してください。CPM 単位の場合は1分間測定して測定値を記録してください。また10分、10回程度測定して、平均値を取るともっと正確な校正・

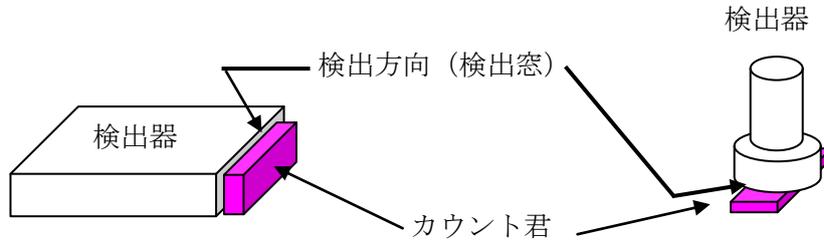
換算ができます。

この値を以降**環境値**と呼びます。

3.1.3. カウント君の放射線を測定する

カウント君が放射するガンマ線を測定します。

まず、カウント君を下図のように、机の上の測定器に近い位置に置きます。測定器の検出部の位置が分かっている場合は、検出部になるべく近い位置に置いてください。



そして3.1.2 と全く同じ方法で CPM 値を測定します。これを以降**カウント値**と呼びます。

さて、カウント君は1秒間におよそ3064個、1分間に183,843個のガンマ線を全方位に放出しています。その内の何%を測定器が検出したか、という検出効率を計算します。

$$\text{検出効率} = (\text{カウント値} - \text{環境値}) \div 183,843$$

3.1.4. 対象を測定する

食品や水などの測定対象から出る放射線を測定します。対象物を清浄なポリ袋にくるみ、先ほどカウント君を置いた位置付近に置きます。そして、3.1.2 と同じ方法で CPM 値を測定します。これを**対象値**と呼びます。

3.1.5. 対象物から出るガンマ線量を計算する

対象物から出ているガンマ線は、以下の式で計算できます。

$$\text{対象物ガンマ線放出量} = (\text{対象値} - \text{環境値}) \div \text{検出効率} [\text{Bq}]$$

3.1.6. Bq/kg を計算する

対象物の重量を kg 単位で測ります。以降これを対象物重量と呼びます。すると、1 kg 当たりの放射能は以下の式で計算できます。

$$\begin{aligned} \text{対象物放射能} &= \text{対象物ガンマ線放出量} \div \text{対象物重量} \\ &= (\text{対象値} - \text{環境値}) \div \text{検出効率} \div \text{対象物重量} [\text{Bq/kg}] \end{aligned}$$

3.1.7. 安全基準と比較する

前節で計算した対象物放射能を、以下の安全基準などを参考にして比較し、食べて安全かどうか、また農産物の出荷などに際し公的な検査を受けるべきかどうかの目安が分かります。以下の URL は政府の暫定規制値の一覧表です。

http://www.caa.go.jp/jisin/pdf/110825_1food_qa.pdf

ただし、この方式を公的な検査に代用する事は出来ませんのでご注意ください。本方式で汚染が疑われる時は、本書とその結果を提示して保健所、市役所などと相談してください。

3.2. シーベルト単位のための測定器の場合

シーベルト表示の計測器を使用する場合は、ご自分の測定器の性能を知る必要があります。一般にシーベルト数値に換算する場合、 ^{60}Co (1173KeV,1332KeV) あるいは ^{137}Cs (661KeV) のエネルギーで換算されていると思われます。シーベルトは、人体に対する吸収線量の単位であって、例えばご自分の測定器の計測値が $1\ \mu\text{Sv/h}$ であった場合は、“今計測器が計測しているガンマ線の量を1時間被爆(吸収)すると、 ^{60}Co 、或いは ^{137}Cs で被爆した場合の $1\ \mu\text{Sv}$ の吸収線量になりますよ”との事を意味しています。通常の放射線測定器はガンマ線の種類を区別する事ができませんので、計測したガンマ線に対して全て ^{60}Co 、或いは ^{137}Cs での換算表示となります。

3.2.1. 電源投入

測定器の電源を入れます。何も置いていない机、テーブルを拭き掃除して、測定器を置いてください。

通常の測定器では電源投入直後は測定値が安定しません。約5分程度そのままにしてください。紙とペンを用意してください。

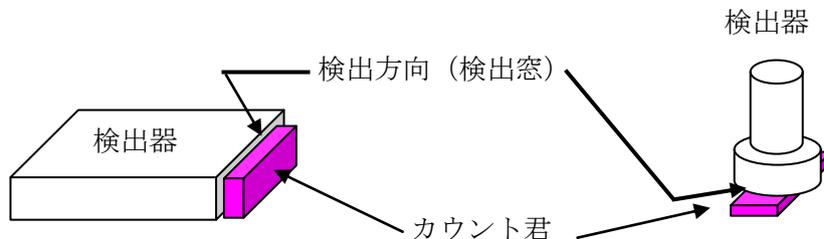
3.2.2. 環境放射能の測定

そのまま、環境の測定値を測り、記録します。測定器の性能に基づき、Sv 値が正しく表示される時間が1分間の測定である場合は、1分間測定して測定値を記録してください。また10分、10回程度測定して、平均値を取るともっと正確な校正・換算ができます。この値を以降環境Sv値(1分)と呼びます。

3.2.3. カウント君の放射線を測定する

カウント君が放射するガンマ線を測定します。

まず、カウント君を下図のように、机の上の測定器に近い位置に置きます。測定器の検出部の位置が分かっている場合は、検出部になるべく近い位置に置いてください。



そして3.2.2 と全く同じ方法でSv値を測定します。これを以降カウントSv値(1分)と呼びます。

さて、カウント君は1秒間におよそ3064個、1分間に183,840個のガンマ線を全方位に放出

しています。この放出量のうち計測器に入射するガンマ線個数を求めます。

まず、カウント君のガンマ線放出部と検出部位置の距離＝Rを求めます

カウント君のガンマ線は球面状に放出されていますので、距離＝R上の球面に検出部があることとなります。

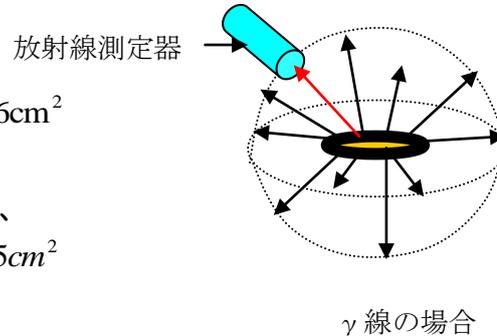
例えば、R＝1 cmとすると、

$$\text{球の面積} = 4\pi R^2 = 4 \times 3.14 \times 1^2 = 12.56 \text{ cm}^2$$

測定器の検出部の直径が 1 cm とすると、

$$\text{検出部の面積} = \pi r^2 = 3.14 \times 0.5^2 = 0.785 \text{ cm}^2$$

$$\text{検出効率} = \frac{0.785}{12.56} = 0.0625$$



カウント君から 1 分間に放出されるガンマ線の数、先に求めたとおり 183,840 個/分であり、この個数が球面方向に放出されます。

よって、測定器には $183,840 \text{ 個} \times 0.0625 = 11,490 \text{ 個/分}$ のガンマ線が入射していることとなります。このカウント君放出ガンマ線が計測器で Sv 値に換算されて表示されていることとなり、この値が**カウント君 Sv 値** (1 分) となります。

3.2.4. 対象を測定する

土壌や環境にある木々、草及び食品などの測定対象から出る放射線を計測器で測定します。これを**対象 Sv 値**と呼びます。測定対象物には可能な限り近接して、想定対象物からのガンマ線の測定器への入射が大きくなるようにして測定し、環境（周り）からの放射能（バックグラウンド）の影響を出来るだけ少なくする事が、測定のポイントです。

3.2.5. 対象物から出るガンマ線量を計算する

対象物から出ているガンマ線個数は、以下の式で概略計算できます。

$$\text{対象物ガンマ線放出量} = (\text{対象 Sv 値} - \text{環境 Sv 値}) \div \text{カウント君 Sv 値} \times 11475 \text{ 個} \\ (\text{いずれも 1 分値})$$

3.2.6. 安全基準と比較する

前節で測定した**対象物 Sv 値**を、国の安全基準などを参考にして比較し、安全な環境にあるか、また想定対象物からの対象物ガンマ線量から対象物の撤去などの判断をする事となります。

ただし、上記の方法は、カウント君と測定器を用いて出来るおおよその判断方法を示しています。この方式を公的な検査に代用する事は出来ませんので、ご注意ください。本方式で環境放射能や測定対象物の放射能が高いと疑われる時は、本書とその結果を提示して、保健所、市役所などと相談してください。

カウント君保証書

保障期間：	お買い上げ後1年間
お買い上げ：	平成23年 月 日
	お客様住所
	お客様氏名
	お客様連絡先
販売店	
お問い合わせ先	
製造元	有限会社 RPG テクニクス 住所 297-0037 千葉県茂原市早野 1820 電話 0475-25-6095

保 証 規 定

1. この保証書は、製造上の理由から本製品が故障した場合、お買い上げの日から1年間無料修理いたしますので、お買い上げの販売店又は当社まで本製品に本書を添えてご持参の上修理をご依頼ください。
2. 販売店、又は当社までご持参いただく場合に際しての諸費用はお客様にご負担いただきます。製品をご送付される場合は、控えが残るよう、宅配便又は書留小堤のご利用をお願いいたします。その際、梱包には十分ご注意ください。
3. 取扱説明書記載の注意事項を護らなかったなど、製造上の理由以外の故障修理に関しては、保証期間内外によらず有償となります。
4. 保証の対象となる部分は本体のみで梱包、ストラップ等の付属品は保証の対象となりません。
5. 本製品の故障に起因する付随的損害については補償いたしかねます。
6. 本保証書の表示について、ご不明な点は販売店にお問合せください。
7. 本保証書は再発行をしませんので、紛失しないよう大切に保管してください。
8. 本保証書に販売店名及び販売日（お買い上げ日）の記入の無いものは無効です。

[製品同梱の取扱説明書に続く]

4. 60keV の γ 線が測定範囲外の場合

まず初めに、お手持ちの測定器が検出できる γ 線のエネルギー範囲を、仕様書や性能表などで確認してください。カウント君は、下記表の通り広範囲の γ 線を放出していますので、この表からお手持ちの測定器で計測できるエネルギー範囲にある γ 線を選択します。

種類	エネルギー	崩壊数に対する放出割合
γ 線	60KeV	36%
γ 線	101KeV	0.04%
γ 線	208KeV	0.0004%
γ 線	335KeV	0.0006%
γ 線	370KeV	0.0004%
γ 線	663KeV	0.0005%
γ 線	722keV	0.0003%

参考として、堀場製作所製の“環境放射線モニタ PA-1000(ラディ)でカウント君を使用した場合を例示します。

同測定器の主な仕様は下記表の通りです。

検出方式	シンチレーション式
測定放射線	γ 線
感度	0.01 μ Sv/h に対して毎分 10 カウント以上
相対指示誤差	$\pm 10\%$ 以内
変動係数	0.1 以下
エネルギー範囲	150keV 以上
エネルギー特性	0.5 \sim 3 \times 1 ¹ (150keV \sim 1.25MeV) ※1 ¹³⁷ Cs(662keV)に対する感度を 1 とした場合の相対感度
有効測定範囲及び表示	0.001 \sim 9.999 μ Sv/h
示	デジタル 4 桁表示(カウント数を μ Sv/h 値に変換)
サンプリング時間	60 秒
表示間隔	60 秒の積算値(移動平均)を 10 秒毎に表示

測定器が検出できる γ 線のエネルギーは 150KeV 以上であるので、カウント君が放出する γ 線の検出可能な範囲を選択（下記表）します。

208KeV	0.0004%
335KeV	0.0006%
370KeV	0.0004%
663KeV	0.0005%
722keV	0.0003%
合計	0.0022%

この範囲のガンマ線が計測できることとなりますので、カウント君から放出される γ 線個数を算出します。
 上記エネルギー範囲にある γ 線放出個数=8500Bqx0.0022%=18.7 個/1秒 となります。

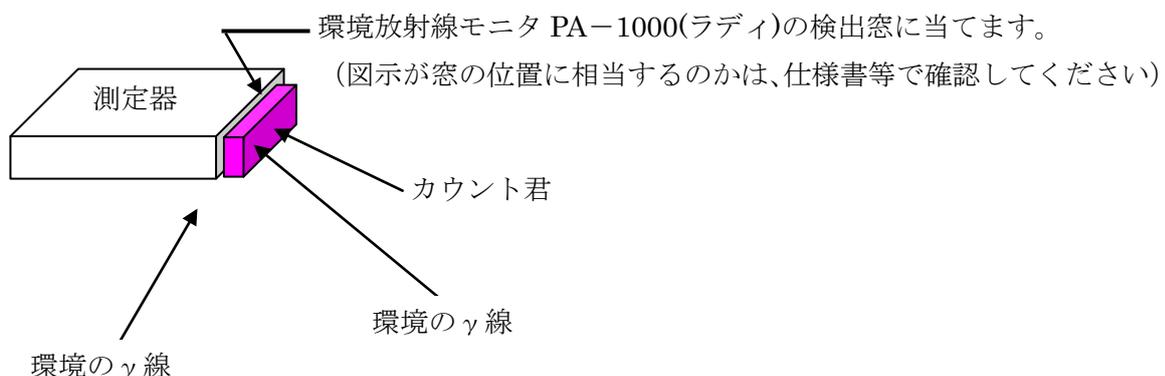
環境放射線モニタ PA-1000(ラディ)を使用した実際の測定は、下記の順序で行います。

順序	測定方法	備考
1	電源を入れて安定になるまで待つ（測定器説明書、仕様書参照）。	
2	測定器が置いてある環境の放射能（バックグラウンド）を測定します。	注記 1 参照
3	カウント君を測定します。測定値はカウント君とカウント君及び測定器を取り巻く環境からの合計のガンマ線による吸収線量を示します。	注記 2 参照
4	カウント君の測定値からバックグラウンドの測定値を差し引き、カウント君の γ 線による数値を求めます。この数値（ μ Sv）がカウント君のガンマ線による Sv 換算相当値となります。	注記 3 参照
5	測定器を測定対象物に近接させて、対象物からの γ 線を測定します。	注記 4 参照
6	測定対象物の測定データと、カウント君の測定データを比較することにより、測定対象物から放出される γ 線の量が推定できます。	

注記 1： 本測定器では、上記測定感度から毎分（60 秒）ごとに 10 カウントとすると、 ^{137}Cs のエネルギー換算で $0.01 \mu\text{Sv/h}$ を表すこととなります。

本測定器では γ 線のエネルギーを選別する事ができないので、入射する γ 線は全て ^{137}Cs の γ 線とみなし、入射個数を Sv/h に換算して表示する事となります。

注記 2： カウント君の測定



上記の方法は、カウント君から測定器に入射する γ 線と環境からの γ 線の両方を測定する事になります。カウント君を取り除いた場合は、バックグラウンド（環境からの放射線）を計測する事になります。（注記1の測定になります）

注記3： 測定器に入射するカウント君からの γ 線個数の推定は以下の計算で求める事ができます。

カウント君の γ 線放出部と検出部位置の距離=Rを求めます

カウント君の γ 線は球面状に放出されていますので、距離=R上の球面に検出部があることとなります。

測定器の面積が球面積の何%になるかを求めれば測定器の効率が求められ、検出部に入射する γ 線量を求める事ができます。

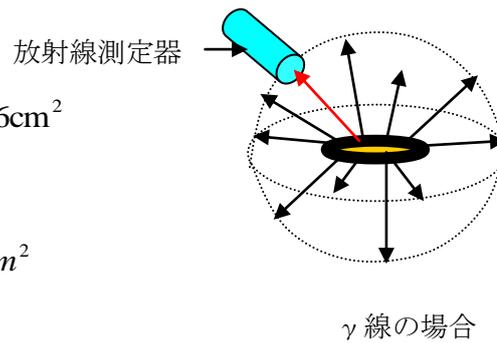
例えば、 $R=1\text{ cm}$ とすると、

$$\text{球の面積} = 4\pi R^2 = 4 \times 3.14 \times 1^2 = 12.56\text{cm}^2$$

測定器の検出部の直径が 1 cm とすると、

$$\text{検出部の面積} = \pi r^2 = 3.14 \times 0.5^2 = 0.785\text{cm}^2$$

$$\text{検出効率} = \frac{0.785}{12.56} = 0.0625$$



カウント君から1秒間に放出される γ 線の数、先に求めたとおり18.7個/秒であり、この個数が球面方向に放出されます。

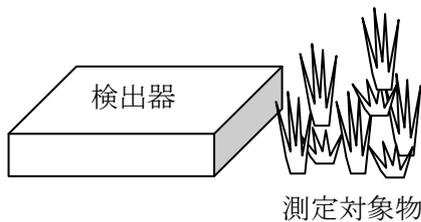
よって、測定器には $18.5 \text{ 個} \times 0.0625 = 1.156 \text{ 個/秒}$ の γ 線が入射していることとなります。

環境放射線モニタ PA-1000(ラディ)は、仕様では60秒ごとに計測して10秒ごとに表示する事になりますので、60秒では $1.156 \times 60 \approx 69$ 個測定する事になり、十分な測定制度で表示する事になります。

つまり、環境放射線モニタ PA-1000(ラディ)に入射する γ 線個数と.Sv値の関係を ^{137}Cs の換算になりますが、概略求める事が出来た事になります。

注記4： 測定対象物を測定する

測定対象物からの汚染が予想される場合は付着の防止のためビニールなどで検出部を保護するのが良いでしょう。



測定器は、検出部の前面ばかりでなく、あらゆる方向（後方、上下方向、横方向等）からの γ 線も計測する事になりますが、検出部に入射する γ 線は距離の2乗に反比例して減少しますので、測定対象物に近づけることにより、測定対象物からの γ 線を計測しているとみなす事が出来ます。

5. 主な仕様

カウント君の主な仕様は、以下の通りです。

5.1. 放射体

放射体：密封 ^{241}Am 8.5KBq（製造誤差 $\pm 15\%$ 、半減期432年）
（IAEA 及び国内法で放射性物質とされない数量）

密封性能は IAEA 準拠（ISO2919、C32222）試験合格済。

崩壊ごとに α 粒子とガンマ線を放出。

崩壊毎に放出される主な α 粒子及びガンマ線の割合は下記表の通り。

種類	エネルギー	崩壊数に対する放出割合
α 粒子	5.49MeV	84%
α 粒子	5.44MeV	13%
種類	エネルギー	崩壊数に対する放出割合
γ 線	60KeV	36%
γ 線	101KeV	0.04%
γ 線	208KeV	0.0004%
γ 線	335KeV	0.0006%
γ 線	370KeV	0.0004%
γ 線	663KeV	0.0005%
γ 線	722keV	0.0003%

6. 『カウント君』の詳細な取扱方法

6.1. 操作方法

● α 粒子が計測できる測定器を使用して、 α 粒子の検出を行う場合

『カウント君』のケースから放射体取り付け部を引き出し、放射体取り付け部を測定器の検出部に近接させて（3cm 以内） α 粒子の計測を行います。 α 粒子は空気中で約 4cm しか通過できないので、必ず近接させる事が必要です。4cm 以上離して測定した場合は、ガンマ線が計測される事になります。

● ガンマ線が計測できる計測器を使用してガンマ線の検出を行う場合

『カウント君』のケースに放射体の収納位置のマークがある位置を測定器の検出部に近接させて測定します。放射体取り付け部を引き出して測定する事も可能です。

6.2. 『カウント君』で出来る事

● シンチレーション方式 (NaI(Tl), CsI(Tl), CdTe 等) を用いた γ 線測定装置

1. シーベルト表示或いは cps、cpm 表示の測定器の場合

エネルギー分布が求められない放射線測定器の場合は、前記 3 項の使用方法と同じですので同項を参照してください。

2. γ 線エネルギー分布が表示できる測定器の場合

食品などに含まれる放射性物質の核種を弁別して、個別にベクレル値を求めるためにシンチレーションカウンターが使われています。セシウム 137 が何ベクレル/kg、セシウム 134 が何ベクレル/kg などと言われる時は、このシンチレーションカウンターが使われています。つまり、 γ 線エネルギー毎に、その γ 線の入射個数を表示できる型式（エネルギー分析、波高分析とも言う）の放射線測定器です。

シンチレーションカウンターでは多数のカウンをもち、 γ 線粒子を検知するたびにそのエネルギーを測り、これに対応した計測チャンネルのカウンターをカウントアップします。よって、計測前に計測チャンネルと γ 線エネルギーとを関係付けるエネルギー校正をしなければ使用できません。

この種のシンチレーションカウンターは、電源の投入の度にエネルギー校正をする必要があります。エネルギー校正をしないと、実際に測定された γ 線のエネルギーを特定する事が出来なくなります。チャンネルのエネルギー校正ができていないと、Cs の γ 線を実際に計測していても他の各種と判断したり、Cs が計測されていないと判断したりする事になります。この判断ミスは NHK の番組「あさイチ」でも発生しています。

<http://www.nhk.or.jp/asaichi/2011/12/15/01.html>

エネルギー校正は、チャンネルとチャンネルに対するエネルギーとの関係を決めるために、多項式を用いて計算しています。多項式は、エネルギーの解った γ 線を計測して、その計測されたチャンネルから係数を逆算して求め、そのシンチレーションカウンターで計測できる範囲のチャンネル全てに適用する多項式を決定しています。よって、測定数が多いほど多項式の正確さが向上します。

一般にシンチレーションカウンターを購入すると、校正用線源として Cs-137 (662KeV) や Co-60 (1173KeV, 1332KeV) の標準線源の購入を進められます。しかし Cs-137 標準線源のみを購入した場合は、662KeV での 1 点校正となります。662KeV を外れた位置での γ 線エネルギーには正確さはなくなります。

Co-60 のみ使用した場合には、1173KeV から 1332KeV の間は正確にエネルギー校正ができますが、1173KeV 以下及び 1332KeV 以上では正確さが欠ける事になります。セシウム 137 が汚染源である場合は、元素を取り違える原因となります。

一方、“カウント君”には放射性元素のアメリカシウム 241 が取り付けられており、その崩壊個数は $8.5\text{KBq} \pm 15\%$ の精度です。Am-241 が放出する γ 線エネルギーと放出割合は、下記表-1 の通りです。

表-1 カウント君の放出 γ 線エネルギーと放出割合

種類	エネルギー	崩壊数に対する放出割合
γ 線	60KeV	36%
γ 線	101KeV	0.04%
γ 線	208KeV	0.0004%
γ 線	335KeV	0.0006%
γ 線	370KeV	0.0004%
γ 線	663KeV	0.0005%
γ 線	722keV	0.0003%

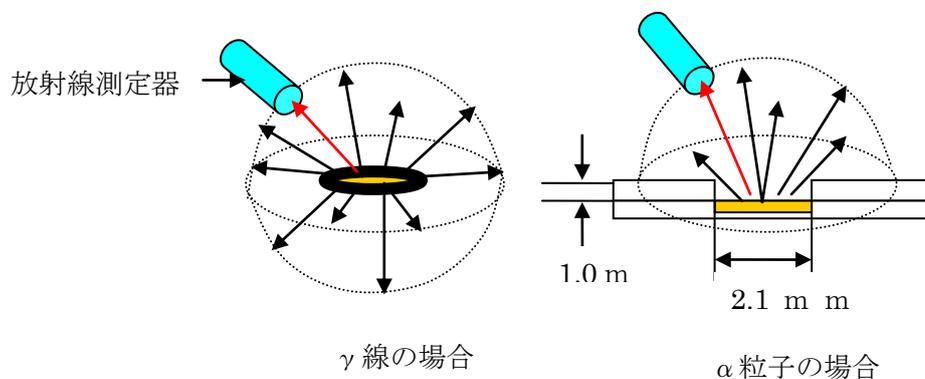
“カウント君”を使用した場合は、7点での校正ができますので、カウント君エネルギーの内挿部分ばかりでなく、外挿部に対しても1点校正や2点校正などと比較してはるかに正確さが向上します。研究機関や大学でもAm-241を用いてエネルギーチャンネル校正をしています。

各機器の校正手順の詳細等については、各機器の取扱説明書をご覧ください。

● 放射線検出器の動作確認

放射線測定器は、いろいろな種類の測定器があります。電源を入れると測定を開始するものが多く、計測器が置かれている場所の環境放射能の計測数値を表示します。自動的に表示されるもののこのような状態では、正常動作をして表示しているのか、誤動作で表示しているのか判断ができません。この様な場合に『カウント君』に取り付けられた放射体からの α 粒子やガンマ線の放出を計測する事により、環境放射能の数値より大きく表示されますので、動作の判断が出来ます。

(当然表示されている数値は、環境の放射能と『カウント君』の放射体からの合計の数値です。よって、『カウント君』の放出量より、バックグラウンド(環境放射能)のほうが多い場合は数値に相違が現れない場合があります。この場合は予めバックグラウンドの低い場所を選び、『カウント君』を使用して放射線計測器の動作を確認する必要があります)



α 粒子及びガンマ線は 4π 方向(球面方向)に放出されています。但し『カウント君』では

α 粒子の放出は上面方向のみで、下面は構造上遮断されています。球面状に放出された α 粒子やガンマ線が検出器窓（検出器本体）に入射した時に検出器に検出されます。 α 放射に関する詳細なディメンション（立体角）は上記図を参照してください。

● α 粒子の検出確認

『カウント君』のケースから放射体取り付け部を引き出して、 α 粒子計測が出来るようにした放射線測定器の検出窓に近接させます。cps（Counts/sec）, 或いは（cpm 表示（Counts/minutes））の放射線検出器であれば、カウント値が上昇し α 粒子の計測値が表示されます。シーベルト表示の放射線検出器も同様に数値が上昇して表示されます。

放射線検出器は、検出する放射線によりいろいろな種類があります。cps 或いは cpm で目盛りであれば、測定器の検出窓に入射した α 粒子の個数を表示しますが、その測定器が検出可能なエネルギー範囲にある α 粒子は、パイルアップ（2つのパルスが重なって1つとカウントされる事）等の数え落し等を除き全て検出する事になります。

● ガンマ線の検出確認

『カウント君』の放射体取り付け位置に、ガンマ線計測が出来るようにした放射線検出器の検出窓を近接させます。cps（Counts/sec）, 或いは（cpm 表示（Counts/minutes））の放射線検出器であれば、カウント値が上昇しガンマ線の計測値が表示されます。シーベルト表示の放射線検出器も同様に数値が上昇して表示されます。

放射線検出器は、検出する放射線によりいろいろな種類があります。cps 或いは cpm で目盛りであれば、測定器の検出窓に入射した γ 線の個数を表示します。測定器が検出可能なエネルギー範囲にある γ 線であっても、計測数が多い場合パイルアップ（2つのパルスが重なって1つとカウントされる事）などの数え落し等に注意が必要です。

シーベルト表示の測定器は製造元で ^{60}Co （1173.228KeV、1332.490KeV）或いは ^{137}Cs （661.657KeV）の γ 線エネルギーで換算したシーベルト値で目盛りされているものがほとんどです。つまり、 ^{137}Cs 或いは ^{60}Co の γ 線を計測した時は目盛り通りの値になりますが、それ以外の γ 線を計測しても、検出器はそのエネルギーに対応する検出効率で検出し換算して指示しますので、正しいシーベルト値になりません。放射線測定器は、 γ 線の種類を選択することができませんので、測定器で検出できるエネルギーの範囲にある γ 線はすべて測定することになります。

従って、カウント君の γ 線エネルギーは上記表の通りですので、カウント君の γ 線は、放射線測定器で ^{60}Co 或いは ^{137}Cs の換算係数で換算されて、表示されていることとなります。言い換えれば、カウント君の γ 線も放射線測定器が正常に検出できている事になります。

● 測定対象の放射線強度の推定

皆様が放射線検出器（測定器）を購入している目的としては、福島第1原子力発電所の事故により放出された核分裂生成物による放射線（ α 粒子、 β 線、ガンマ線等）の測定であると考えます。

放出された核分裂生成物等は ^{137}Cs や ^{60}Co ばかりではなく、ほかの物質も放出されていると考えられます。つまり測定対象のエネルギーが正確に解っていないと、放射線測定器の計測値も正しい値を示さない事になりますが大まかな数値としては利用できると考えられます。

6.3. ガンマ線強度の推定方法

『カウント君』から1秒間に放出されるガンマ線の数、36%放出率の60KeVガンマ線放出が主であり、(60KeVのエネルギーが計測範囲で他のガンマ線放出を省略した場合。ガンマ線エネルギーの計測範囲はそれぞれの検出器の仕様で確認してください。)

$$1\text{秒間の}\gamma\text{線個数}=8.5\times 10^3\times 0.36=3060\text{個}$$

この個数が球面方向に放出されます。

放射線測定器のcpsレンジで測定した結果（環境放射能を除く増加分）が100cpsであったとした場合、この放射線測定器の検出効率は、

$$\text{検出効率}=\frac{100}{3060}\approx 0.0327=3.27\%$$

この放射線測定器の検出効率はおよそ3.27%程度である事がわかります。

この測定器で『カウント君』の測定時と同じディメンション（幾何学的位置）で測定対象物を測定したガンマ線測定結果は、測定物から放出されているガンマ線のおよそ3.27%しか検出されていないこととなります。よって測定物のガンマ線放出量は100%に換算する必要があります。

カウント君と放射線検出器（測定器）を使用して計測をする場合の参考例

計測順序

1. 放射線検出器の電源を入れ、計測状態にしてまず、バックグラウンド（環境放射能）を測定します。
2. 計測する対象物（食品や土壌など）と検出器が同じ距離となる位置にカウント君を置き、上記の方法で検出器の検出効率を求めます。
3. カウント君を取り除き、測定物からの γ 線を計測します。
4. 計測した γ 線計測個数は、使用した計測器の検出効率での値であります。測定物の γ 線総量を100%に換算して求めます。測定対象物が食品であれば、その食品の γ 線の全量が求められた事となります。

シーベルトへの変換は、ガンマ線の個数をカウントしてそのカウント値から換算している測定器と、ガンマ線により計測器内で引き起こされるパルス波高のエネルギーとカウント値からシ

シーベルト値に換算している計測器があると思われます（詳細はそれぞれの放射線測定器の説明書を参照してください）。シーベルト表示と cps 或いは cpm 表示のある放射線測定器は、上記のように検出効率を容易に求める事ができますが、シーベルト表示のみの場合は、『カウント君』を測定したディメンションから計算でおおよその検出効率を求める必要があります。上記のようにガンマ線は球面方向に放出されますから、検出器の検出窓の面積が接すると仮定した球体表面積の割合を求める事で検出効率を概算する事ができません（詳細は参考書等を参照ください）。この検出効率で計測したガンマ線の個数がシーベルト表示された値になります。

6.4. α 粒子放出の推定方法

『カウント君』から 1 秒間に放出される α 粒子の数は、100% (84%+13%=97%ですが、表示されていないエネルギーも含めるとほぼ 100%放出) ですから、

$$1\text{秒間の}\alpha\text{粒子個数}=8.5\times 10^3 \times 1.00=8500\text{個}$$

この個数が球面方向に放出されます。

放射線測定器の cps レンジで測定した結果（バックグラウンドを除く増加分）が 100cps であったとした場合、この放射線測定器の検出効率は、

$$\text{検出効率}=\frac{100}{8500} \approx 0.01176=1.176\%$$

この放射線測定器の検出効率はおおよそ 1.18%程度である事がわかります。

この測定器で『カウント君』の測定時と同じディメンション（幾何学的位置）で測定対象物を測定した α 粒子測定結果は、測定物から放出されている α 粒子のおおよそ 1.18%しか検出されていないこととなります。ですから測定物の α 粒子放出量は 100%に換算する必要があります。（前頁参考例を参照）

放射線測定器は、 α 粒子のエネルギーを選択することが出来ません。計測範囲にあるエネルギーであれば全て計測する事になります。

α 粒子が計測可能な測定器は cps あるいは cpm 表示できるものが多いと考えますが、シーベルト表示しか無いものであれば、上記のように計算で検出効率を求めて測定物の放出量を推定する必要があるかもしれません。 α 粒子のシーベルト値は、ガンマ線の場合と異なりますので注意が必要です。専門書等を参照してください。

以上