

# 放射線 測定 の しくみ



# はじめに

平成 23 年 3 月の東日本大震災に伴う東京電力第一原子力発電所の事故により、さまざまな場面で放射線量を測定することが必要になってきました。国や自治体をはじめ、企業、学校等の教育機関、あるいは個人でも測定をする状況はまだしばらく続くでしょう。

本書では、

1. 空間線量率の測定
2. 表面汚染の測定
3. 食品放射能の測定

の 3 つの場面ごとに、正しく放射線を測る手順や注意事項について簡潔にまとめてみました。実際にこれらの測定に関わらない方でも、どのように放射線・放射能が測られているのかを知ることができます。

放射線量の測定には、専用の測定器が必要ですが種類や性能も様々です。正しい使用方法で測定することはもちろん重要ですが、測定器の校正といって少なくとも年に 1 回の定期的な測定機器の調整・メンテナンスをしなければなりません。

# 空間線量率の測定

まずは、空間線量率の測定です。

サーベイメータを用いて、その場所を飛んできているガンマ線の量を測定します。ガンマ線による空間線量率を測定するため、エネルギー補償付きシンチレーションサーベイメータか半導体サーベイメータを準備してください。GM サーベイメータはエネルギー特性が悪いので、一般的に正しい空間線量率を測定することができません。また測定器は校正されているかを確認してください。

## 1. まず電源を入れます。

## 2. 測定とバッテリーチェックの切り替えをします。

バッテリー表示は測定器の種類によって異なりますが、バッテリー残量が十分か確認してください。

## 3. レンジの切り替えをします。

測定レンジの切り替えがある場合は、低い線量まで測定できるレンジに設定してください。

## 4. 時定数の設定をします。

0.1  $\mu\text{Sv/h}$  (マイクロシーベルト・パー・アワー) 程度の放射線量を測定する場合、時定数が設定できる測定器では長い時定数を設定してください。



NaI(Tl) シンチレーションサーベイメータ

# 空間線量率の測定

## 5. サーベイメータは一定の高さに保ちます。

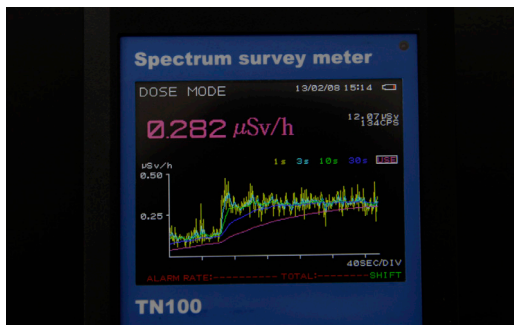
検出部と指示部が離れる機器の場合は、検出部をはずして使用します。

地上から1mなど決まった位置で測定する場合、スケールなどで高さを確認してください。スケールがない場合は棒などで一定の高さに保ちます。通常は、検出部を水平で使用します。検出部の先端を一定の高さに固定することが重要です。



## 6. 指示値を読み取ります。

時定数を設定した場合は、電源を入れてから測定開始するまで**時定数の3倍程度**待つてから読み取りを始めてください。例えば、時定数が10秒の場合は30秒以上待つてからになります。一度値を読み取ったら、同じように時定数の3倍以上の時間をおいて、また、時定数の設定がない測定器の場合は、一定の時間間隔で値を読み取ってください。少なくとも5回以上測定してください。



# 空間線量率の測定

## 7. 空間線量率の決定

読み取った値の平均値を計算し、空間線量率とします。一定間隔で繰り返して測定を行い、得られた平均値がより正確な空間線量率になります。一番大きな値が正しい値ではありません。読み取った値を見て、ばらつきが大きい場合は、繰り返し測定の回数を増やしてください。

測定日	月 日 ( )			時刻	:	天候	
測定値 場所	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均値	備考

### POINT!

- 生活空間の代表的な場所で測る
- 測定器は放射性物質が付着しないようにビニール袋で覆う
- 空間線量率の時間変化を測る場合は同じ条件で測る
- 測定したら記録をつける
- 年間追加被ばく線量 1 ミリシーベルトは、空間線量率の測定値として、0.23 マイクロシーベルト / 時間 相当とされています。
- 詳しくは、環境省「年間追加被ばく線量の算出について」をご覧ください  
[http://osen.env.go.jp/osen/osen\\_05.html](http://osen.env.go.jp/osen/osen_05.html)

# 表面汚染の測定

サーベイメータを用いて、物の表面に付着した放射性物質を測る方法を説明します。表面汚染測定用のサーベイメータは検出部の直径が5センチメートルのGMサーベイメータなど、測定部が大きいものが使いやすいでしょう。測定器は校正されていることを確認してください。



GM サーベイメータ

## 1. 電源を入れます。

- ①まず、電源電圧が正常範囲であることを確認してください。
- ②次に、サーベイメータが正常に動作することを確認するため、測定する対象物から1メートル程度離れて自然放射線によるバックグラウンドの指示値を読みます。
- ③指示値が毎分数十カウント以上あることが確認できれば、測定準備は完了です。

## 2. 測定レンジの設定をします。

- ①目盛のレンジを設定します。目盛の最大値が一番小さいレンジにします。
- ②時定数の設定をします。
  - ・汚染があるかないかを確認したいときは3秒です。
  - ・汚染の程度を知りたいときは10秒から30秒に設定をします。
- ③検出部が汚染しないように薄手のビニールのカバーで覆います。



# 表面汚染の測定

## 3. 測定

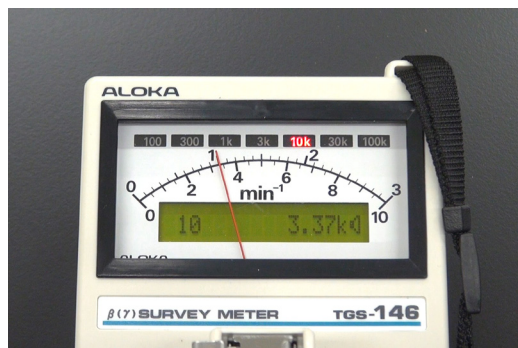
(1) 汚染しているか、いないかを確認する場合の手順です。

- ① 時定数は短めに設定します
- ② 対象物に触れないようにできるだけ近づけます。
- ③ 検出部を毎秒数センチ以下の速さでゆっくりと動かします。
- ④ 対象物の全面をくまなく検査します。



汚染の判定について説明します。

- ・ 検出部の移動を止めて、さらに指示値が大きくなる場合は汚染を疑います。
- ・ 特定の場所に近づけると指示値が大きくなり、離すと小さくなる場合は汚染を疑います。
- ・ 少しその場で待って指示値が下がるようならば汚染ではありません。
- ・ 指針は揺れるが平均値はバックグラウンドと変わらない場合は汚染ではありません。



# 表面汚染の測定

(2) 汚染の程度を知りたい場合の手順です。

- ①時定数は 10 秒から 30 秒の長めに設定します。
- ②対象物にできるだけ近づけます。この時、機器効率の校正条件と同じにします。  
対象物が平面の時は 5 ミリを目安にします。
- ③時定数の 3 倍以上は動かさずに待ち、指針の揺れの中心値を読み取ります。

## ◆注意事項◆

- ・メータの指針は常に揺れていますが、その中心値を読んでください
- ・指針に気を取られて、検出部を対象物にぶつけないように注意してください。
- ・サーベイメータは前面に薄い膜が張られており、鋭いものとがったものが当たると破れてしまうことがあります。この薄い膜が破れると計測できなくなり、修理が必要になりますので注意してください。
- ・対象物にサーベイメータの本体やケーブルが触れて汚染しないように注意してください。
- ・汚染の程度を数値で表す場合は計算が必要です。測定器の機器効率や対象物の線源効率の数値を知っておかなくてはなりません。
- ・対象物に凹凸（おうとつ）がある場合は距離が保てず正確な測定はできません。
- ・灰や木片などで汚染が浸透している場合は正確な測定はできません。



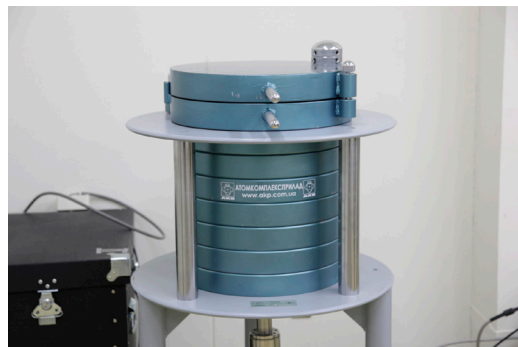
# 食品放射能の測定

食品用放射能測定装置で食品中に基準値以上の放射能が含まれていないかどうかを確認します。原発事故からの時間の経過を考慮すると、測定が必要なのはセシウム 134 とセシウム 137 のふたつの核種に絞られます。

放射線検出器は厚い鉛で環境中のガンマ線を遮蔽して試料を測定します。簡易測定にはヨウ化ナトリウムシンチレータ検出器や、精密測定にはゲルマニウム半導体検出器が使われます。正しい測定値を得るには、検出器は標準ガンマ体積線源を用いた校正がされていなければなりません。ゲルマニウム半導体検出器のほうがヨウ化ナトリウムシンチレーション検出器より高性能ですが、一般的な食品の測定はヨウ化ナトリウムシンチレーション検出器でも十分です。



Nal ヨウ化ナトリウムシンチレーション検出器



Ge ゲルマニウム半導体検出器

# 食品放射能の測定

## 1. 試料の準備

下準備に必要なものは、

●ゴム手袋・ビニール袋・紙製のまな板・紙製の試料容器・カッターの刃・プラスチック製のスプーンです。



準備した試料に濃度分布があると、正確な測定結果が得られません。試料は細かく切断してよく混ぜ合わせて一様な試料にしなければなりません。

- ・玄米や精米したものはそのまま測定試料とします。
- ・魚や肉、果物、葉物野菜などはまず洗浄します。
- ・次に可食部を分離します。
- ・ナイフやカッターで細かく碎きます。
- ・フードプロセッサを使うときは、十分に洗浄します。試料が混じり合わないよう注意します。
- ・茶葉やキノコなどのように乾燥した試料は、乾燥条件を同じようにして含水率をそろえるか、別途測定した水分量で補正することが必要です。



# 食品放射能の測定

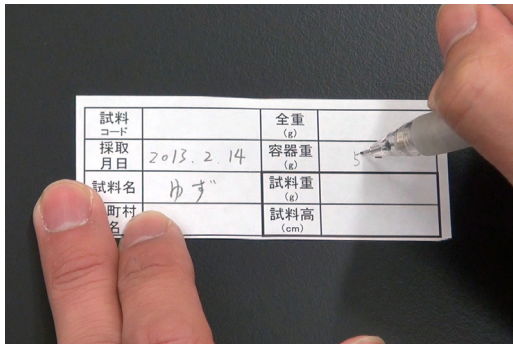
- ①採取した場所や時刻などを記録しておきます。試料の取り違い等のミスがないようタグなどを準備するとよいでしょう。
- ◆下処理をする前にサーベイメーターであらかじめ汚染の状況を確認します。
- ②あらかじめマリネリ容器またはU8（ユーハチ）の風袋の重さを量ります。
- ③試料をハサミ、カッター、包丁等で細切りにします。
- ④ゲルマニウム検出器の場合は容器にできるだけすきまを作らないように決められた高さまで詰め、封をして外側の汚れをペーパータオルでふき取ります。



# 食品放射能の測定

⑤容器の重量を量り、先の風袋重量を差し引き、測定試料重量を求め、記録します。これらの情報をタグまたは容器に記入します。

⑥ビニールテープで封をし、容器をポリエチレン袋に入れます。さらに、装置の汚染を防ぐためにポリエチレン袋を2重にします。



# 食品放射能の測定

- ⑦マリネリ容器を測定器に入れ、鉛の扉をしっかり閉めます。
- ⑧ゲルマニウム検出器の場合は検出器の中心に U8 容器を置き、鉛の扉をしっかり閉めます。
- ◆機器の操作はマニュアルに従ってください。



- ⑨（放射能汚染のない葉菜等を入れた試料容器を用い、）試料と同じ条件で測定したバックグラウンド値を差し引き、正味の値を計算し、記録します。
- ⑩正味の値（cps：シーピーエス）と換算係数（Bq/cps：ベクレル・パー・シーピーエス）と重量（kg：キログラム）からセシウム 134 とセシウム 137 の濃度を求めます。

## 測定の際の注意事項

- ・測定器、パソコンの操作、棚に触れる時には手袋は外します。
- ・手袋をしたまま体を触ったりしないように気を付けてください。

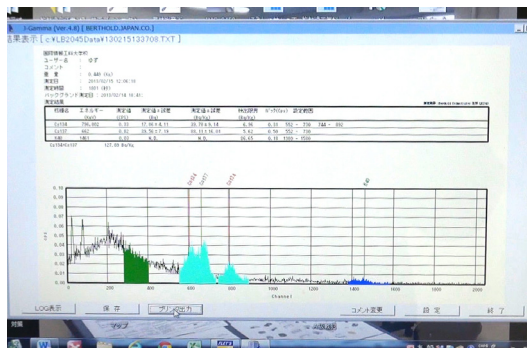
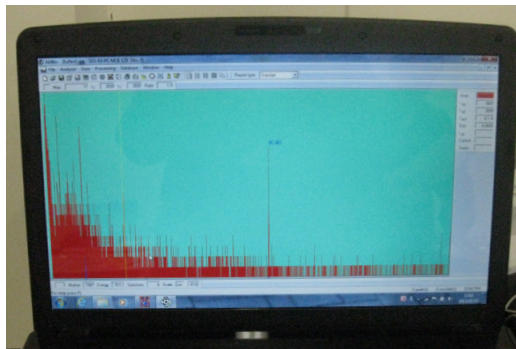


# 食品放射能の測定

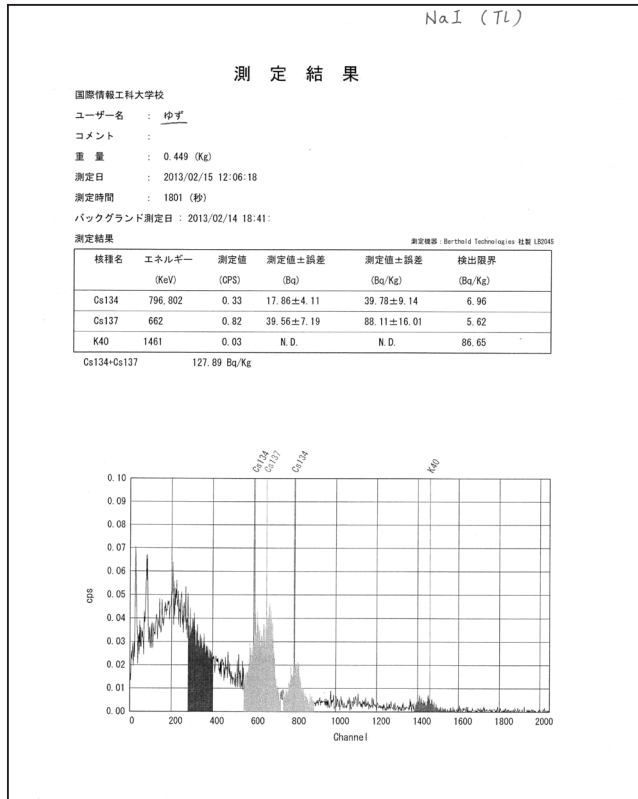
測定結果を見てみましょう。

測定した核種ごとに、

エネルギー (KeV：キロエレクトロボルト)、測定値 (CPS：シーピーエス)、測定値と誤差 (Bq/kg：ベクレル・パー・キログラム)、検出限界 (Bq/kg：ベクレル・パー・キログラム) の値が出ています。事故由来の核種であるセシウム 134、セシウム 137 のそれぞれの値を足した値が規制値の対象となります。下のスペクトルのグラフは、横軸はエネルギー縦軸がカウント数となっていて、核種ごとのピークが分かります。



# 食品放射能の測定



食品衛生法による食品中放射能濃度の新基準値（2012年4月1日）について

一般食品 100Bq/kg

乳幼児用食品・牛乳 50Bq/kg

飲料水 10Bq/kg

これらの値には原発事故から放出された放射性物質のうち、半減期が1年以上の全ての放射性物質が考慮されています。放射性セシウム以外の寄与は10%程度と評価されていますが、放射性セシウムが最も測定しやすい特性を持っていることから、放射性セシウムだけに注目し、100Bq/kgを超えていなければ、他の放射性核種は、比率から考慮しても、全体で被ばく線量が1mSvを超えないという考えに基づいて、基準値が設定されています。

## 校正とは？

測定器は、測定する環境の変化や、部品の劣化によって、示す値がずれることがあります。校正とは、そのずれを修正することです。校正は年1回行うことが必要とされています。通常は計量法に基づく登録事業者及び製造メーカーで行いますが、以下のようにご自分でこのずれを修正（簡易な校正）を行うことが可能です。これにより、簡易な測定器をお持ちの場合でも、その測定値にどの程度の信頼性があるかを確認することができます。

## 簡易的な校正のやり方

校正済みエネルギー補償型シンチレーション式サーベイメータがあれば、ご自分の測定器と比べてどの程度ずれがあるのかわかります。

- ①校正済みの測定器と校正を行う測定器を、同じ条件の場所（実際に使用する地域と同程度の線量の場所）で同時に5回ほど測定します。
- ②校正済みの測定器と校正を行う測定器の測定値の差の平均を計算します。
- ③校正を行う測定器で測定した際には、測定器に表示された値に上記2で出した平均値を加算した値を、測定値とします。誤差が20%以上ある場合は、測定器に十分な信頼性がないものとみなします。

## 性能の確認

- ・誤差と測定範囲を機器の説明書の仕様で確認する
- ・日本工業規格（**JIS Z 4333**）に準拠していることが望ましい

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
校正済み測定器①						①
校正対象の測定器②						②
測定値の差（① - ②の値）						③

③：測定値の差の平均① - ②

$\text{③} / \text{①} \times 100 = \text{割合}(\%) \pm 20\% \text{以下であること}$

## 放射線測定のおしり

■平成24年度 文部科学省 東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材育成支援事業

■放射線の知識を持つ測定技術者の育成及び計測支援事業 ■発行：平成25年3月

■編集・発行：放射線の知識を持つ測定技術者の育成及び計測支援事業推進協議会

■問い合わせ・連絡先：学校法人 新潟総合学院 専門学校 国際情報工科大学校

〒963-8811 福島県郡山市方八町2-4-15 フリーダイヤル 0120-454-443

http://www.wiz.ac.jp E-mail : wiz@nsg.gr.jp