

測定値から見る放射線測定器の性能 第7報 読み取り誤差による指示値のバラツキ

非破壊検査株式会社
藪下 延樹

1. はじめに

発表者はNPO法人安全安心科学アカデミーHPに本報^{<1><2><3><4>}の詳細版を公開してきたが、福島第1原発事故以来このテーマへの関心が急激に増している。検索最大手yahoo (googleと検索結果は同じ)で”放射線測定器 性能”で検索すると結果は、約150万件中一時は1位、現在(H23.11.4現在)でも図1に示したように、5位以内の実績があり、世間の関心の高さが伺える。

発表者は文部科学大臣登録資格講習機関の講師として、第2種及び第3種放射線取扱主任者候補の指導にあたってきたが、講習実施や「原発事故で発生した測定器による除染確認」のうえでの疑問を感じることもあるので問題点の提起と対策案を提示して諸賢のご叱正を得たい。

今回の疑問点は通常市販の測定器出力は線量率計(レートメータ)で、測定者の目視によってデータを読み取るため、読み取り誤差による指示値のバラツキは避けられない。本報はこの原理的に発生するバラツキによる誤差を小さくするための対策を提案する。

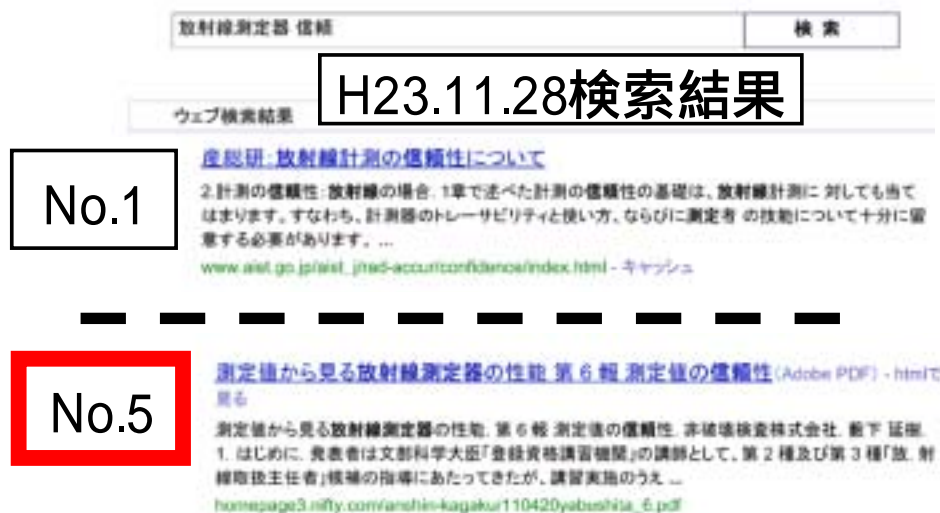
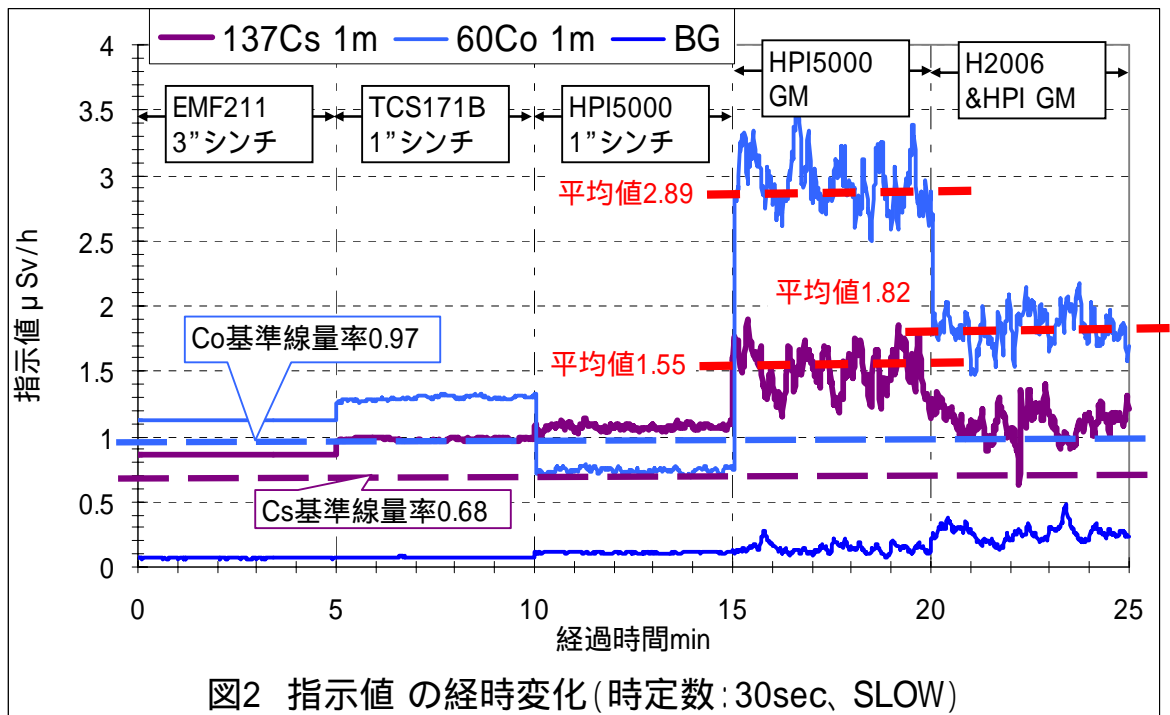


図1 yahoo (googleも同じ結果) ”放射線測定器 性能”での検索結果

2. 読み取り誤差

通常市販の測定器出力はレートメータで、指示値が時々刻々変動するのが普通で、測定者の目視によってデータを読み取る以上、読み取り誤差による指示値のバラツキは避けられない。本報第6報の指示値の例を図2に示した。図2はシンチレーション測定器(以下、シンチ)とGM測定器(以下、GM)の1秒間隔で指示値の経時変化を示したもので、第6報の測定値は5分間、300点の指示値の平均値を演算して用いている。しかし、この演算は測定者の目視によっては能力的に到底実行できなく、レートメータの読み取り値は

精々10秒間程度の平均的（もしくは、代表的）な値を読み取る程度と思われる。従って、元のデータにバラツキ（変動）のあるデータでは、器械で演算処理した測定結果と目視によって得られたレートメータの読み取り結果は当然異なり、読み取り誤差となる。



3. バックグラウンド(以下、BG)時の YouTube 測定値のバラツキ

そこで、器械で得られ指示値のバラツキの程度を求める。

最初は文献調査から始めて、YouTube 掲載 BG 時の 3 機種比較動画測定器指示値のバラツキを図 3 で測定した。測定の詳細を以下に示した。

比較動画の名称：放射線測定器 PA-1000-A2700-PDR-101 の比較動画^{<5>}

YouTube 掲載画面：図 3a

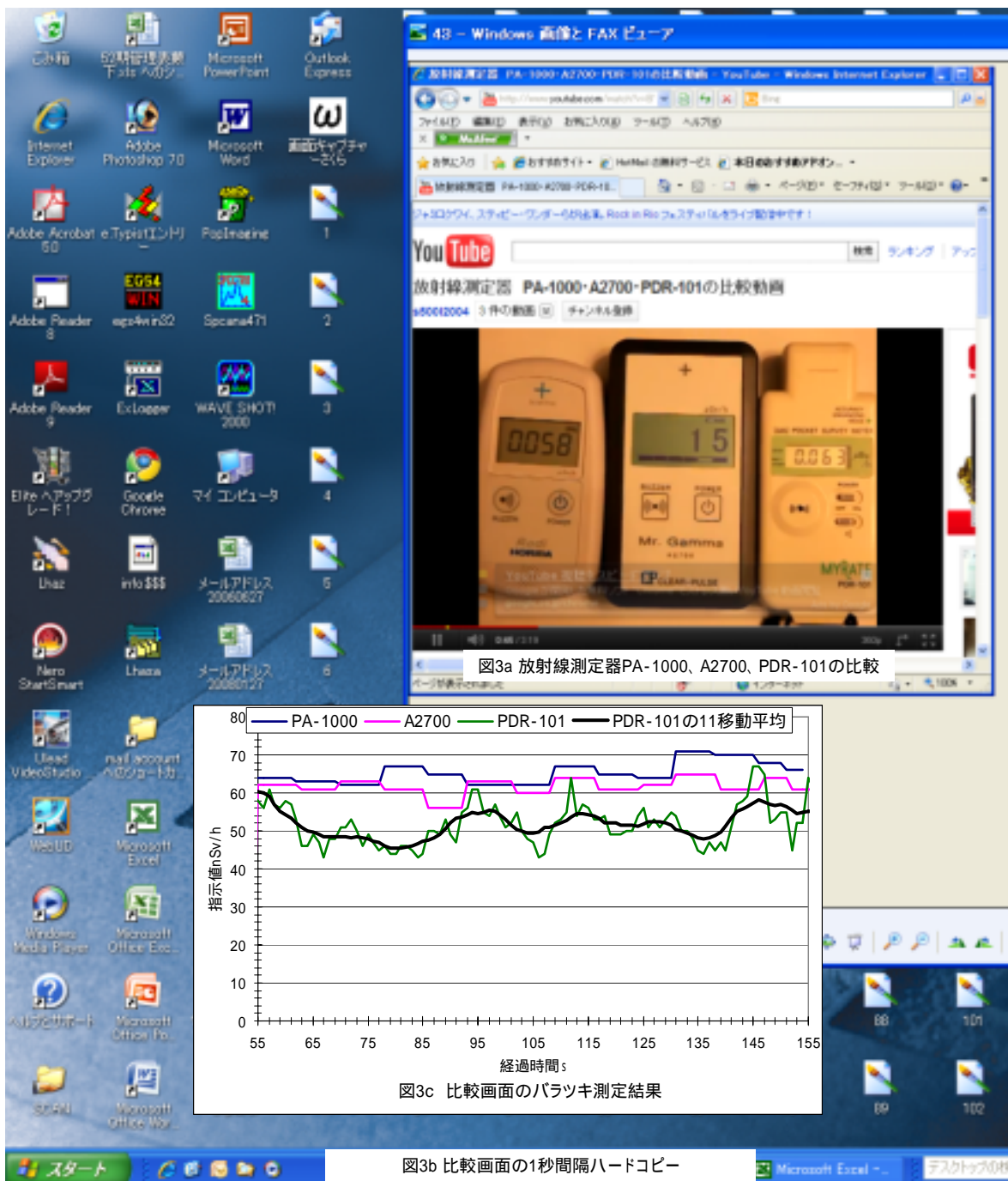
比較動画の 1 秒間隔ハードコピー：図 3b

1 秒間隔ハードコピーソフト：画面キャプチャー“さくら”

ハードコピーソフトの機能：動画を任意の間隔（1 秒以上）で画面キャプチャーし静止画を得る。キャプチャー後静止画を読むので指示値の測定誤差は殆んどない。

比較動画のバラツキ測定結果：図 3c

測定結果の概要：PA-1000 と A2700 はシンチレーション式で、機種は異なるが測定系は同一と考えられ、7、8 秒で測定値を更新するバッチ表示型で測定値は安定している。PDR-101 は GM 式で指示値の変動幅が大きい。この指示値の現象は第 1 報^{<1>}で報告した結果と同一。



4. 異なった線量率時の測定値のバラツキ

自社で保有する6機種測定器の異なった線量率毎の指示値のバラツキを図4のように測定した。基準線量率は校正線源からのガンマ線照射とした。測定の詳細を以下に示した。

測定器：GM 4機種 TGS-111, TGS-121, TGS-131, PM-1603(auto range)

シンチ 2機種 TCS-171B, HPI-5000 シンチ(auto range)

基準線量率：BG×1倍、BG×約10倍、BG×約100倍

校正線源と距離：セシウム137 100MBq at なし、約80cm、約30cm

動画の公開：YouTubeに掲載中。放射線測定器6機種の線量率とバラツキ

<http://www.youtube.com/watch?v=A-9RhbxCZ24>

指示値の採取方法：3項と同じ

結果の表示：バラツキは図 5、応答性は図 6

結果の概要：

バラツキ；2 項と同様に、BG の 1 倍、BG の約 10 倍、約 10 倍の線量率になってもバラツキは大きい。図 5 参照。

応答性；腕時計型の安価 GM 測定器 PM - 1603 は図 6 に示すように、他の GM 測定器よりも反応速度が約 23 秒遅い。



図4 放射線測定器6機種の線量率とバラツキ(YouTubeに掲載中)

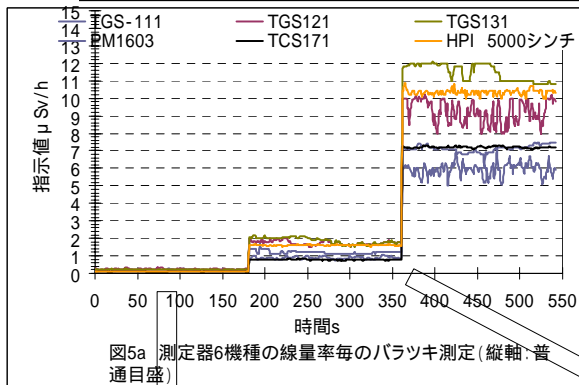


図5a 測定器6機種の線量率毎のバラツキ測定(縦軸:普通目盛)

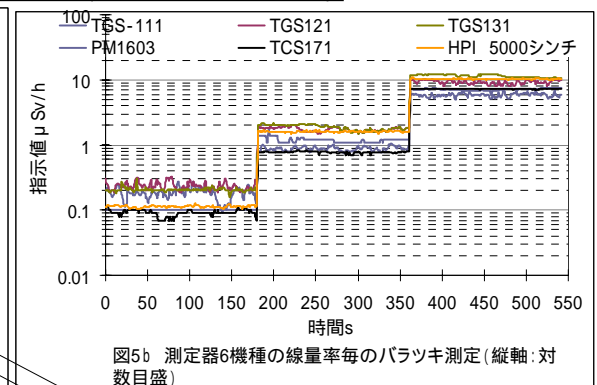


図5b 測定器6機種の線量率毎のバラツキ測定(縦軸:対数目盛)

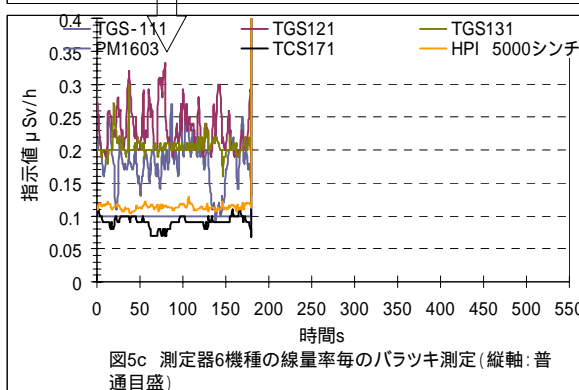


図5c 測定器6機種の線量率毎のバラツキ測定(縦軸:普通目盛)

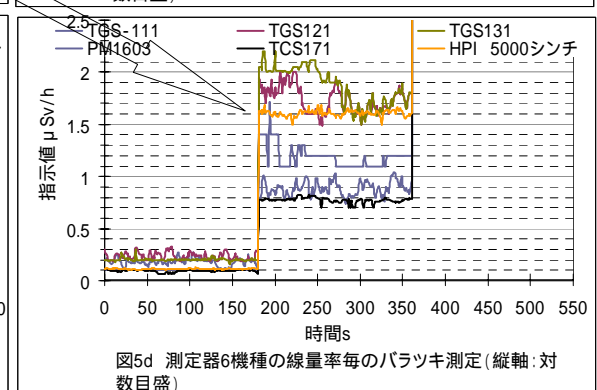
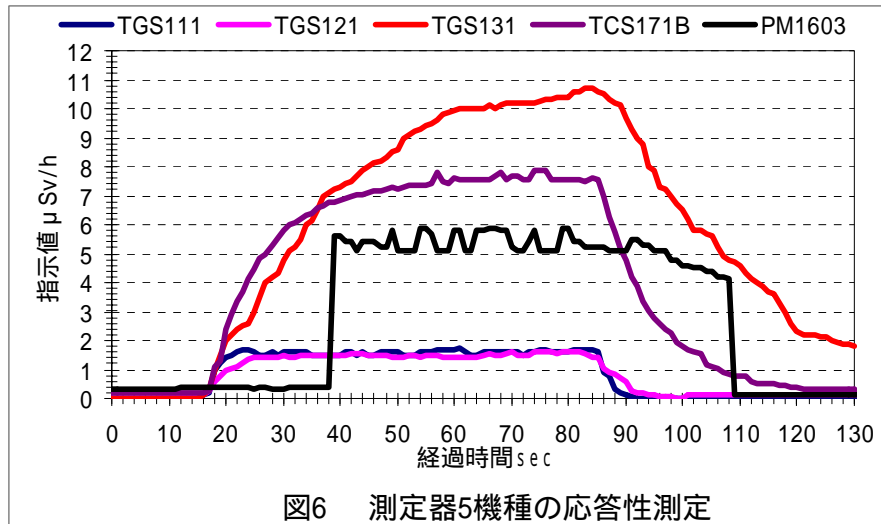


図5d 測定器6機種の線量率毎のバラツキ測定(縦軸:対数目盛)



5. 測定器の目視と器械指示値のバラツキ比較

今まで実験した結果は全て、測定器指示値を測定者の目視によって取得した。この取得方法を器械に変えるとデータ量が約 3,000 倍に増加するので、精度に影響する可能性がある。以下の実験を実施した。

測定器：第 3 報使用のデジタル表示電離箱サーベイメータ ICS-321

実験配置及び方法：図 7 及び図 8 の配置で測定器の指示値をビデオカメラ（動画（図 8））と器械（アナログ出力）で同時に取得した。

目視による指示値の取得：ビデオカメラ（動画）を 18 名の測定者の目視による観察

器械による指示値の取得：第 3 報に記載のアナログ出力を AD(12bit, 200hz)変換して、データログでパソコン処理。図 9 に測定結果を示した。

目視と器械指示値のバラツキ比較：各々の指示値バラツキを標準偏差（ ）で評価。図 10 に測定結果を示した。

指示値バラツキの評価結果：図 10 から指示値バラツキは目視の方が小さく優っているが、まだバラツキの絶対値は大きく満足できるものではない。

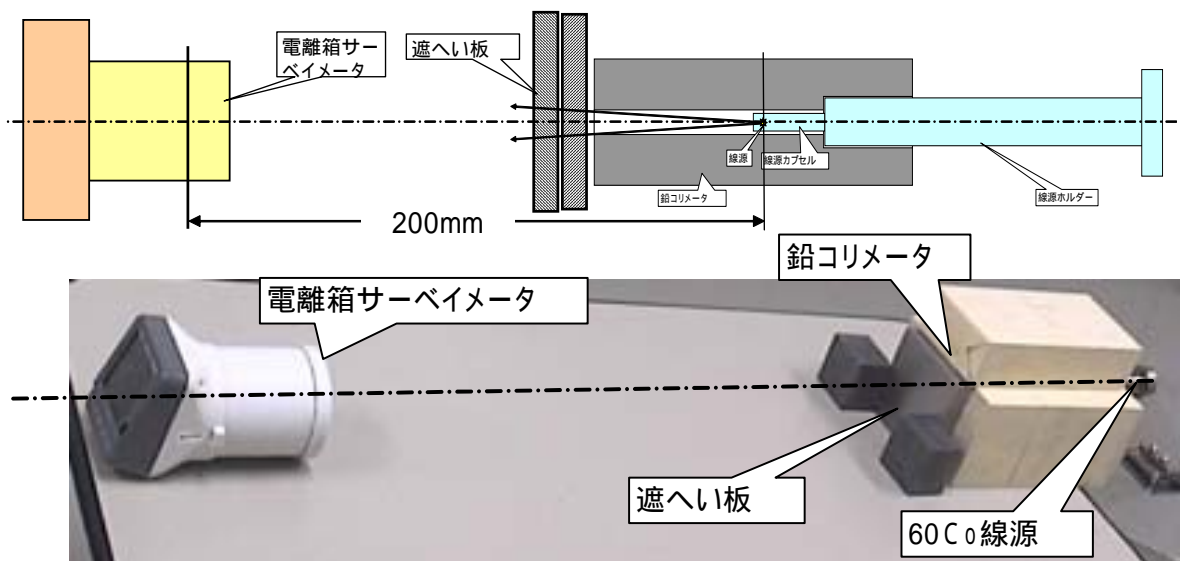
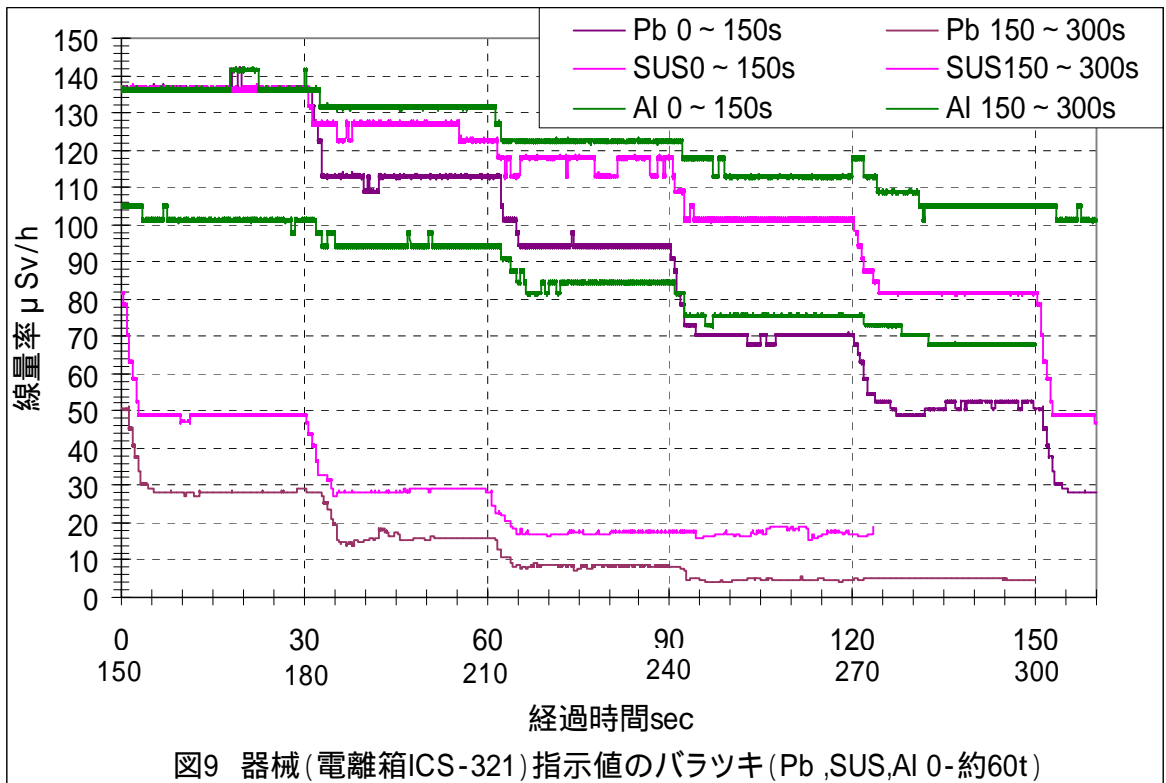


図7 実験配置図及び写真



図8 YouTubeの放射線測定器 ICS-321 のバラツキ動画



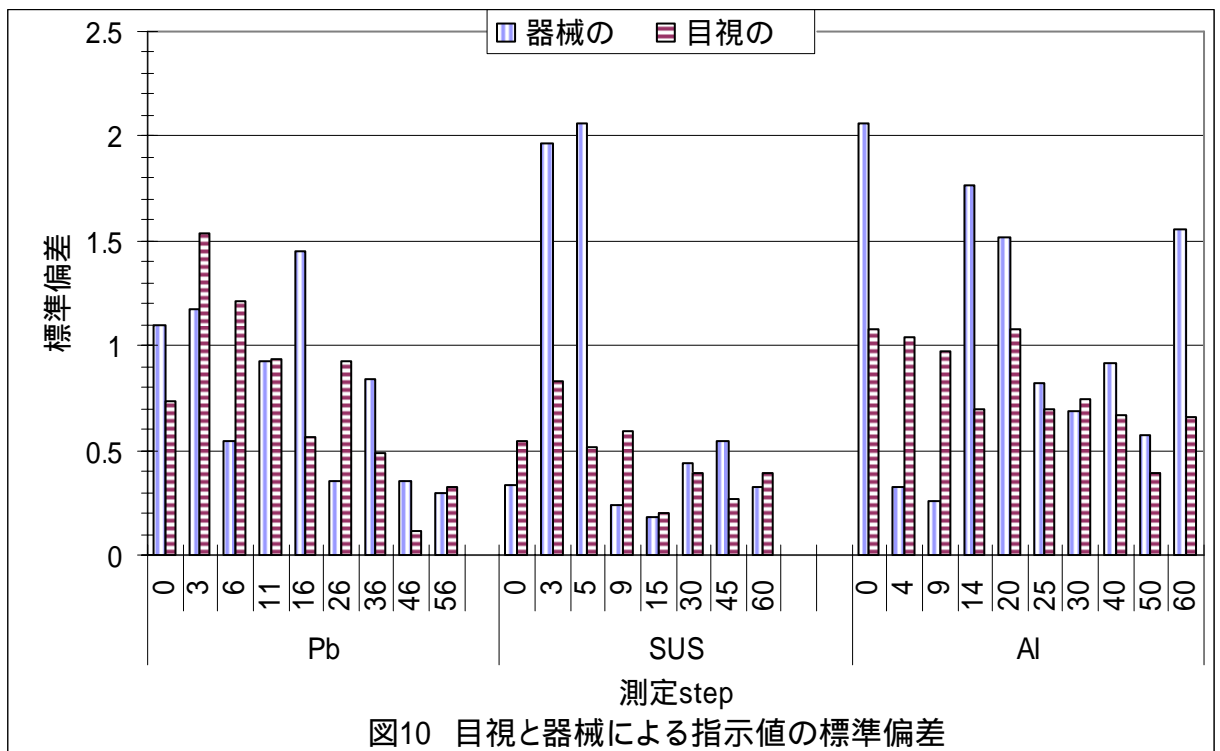


図10 目視と器械による指示値の標準偏差

6. 読み取り誤差を小さくするための対策

読み取り誤差を小さくするための対策の例を第1報で図11のように示した。図11では時定数を大きくして平均化によってバラツキを小さくして、指示値の読み取りを容易にしているが、十分でない。また、時定数を大きくすると図6に示したように、副作用として応答性が悪くなる。

図11のバラツキが異なる3回の指示値の平均値はほぼ一致している。この結果から、指示値の読み取り精度向上を図るには、測定器に変動値を読み取る線量率計を使用せず、静止値を読み取る積算型測定器を用いて、積算時間で割って線量率に換算すればよい。この積算型測定器を用いる方法は高精度測定結果が要求される食品の残留放射能測定やエネルギースペクトロ測定ではごく普通に用いられている。

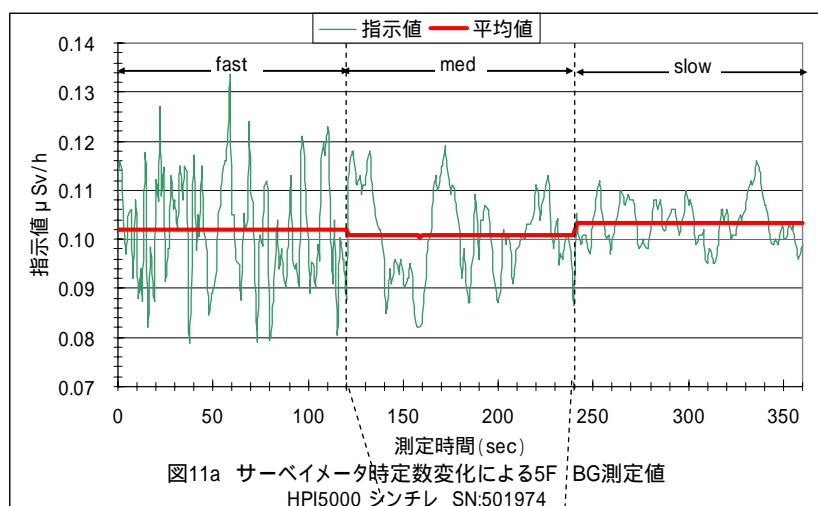


図11a サーベイメータ時定数変化による5F BG測定値
HPI5000 シンチレ SN:501974

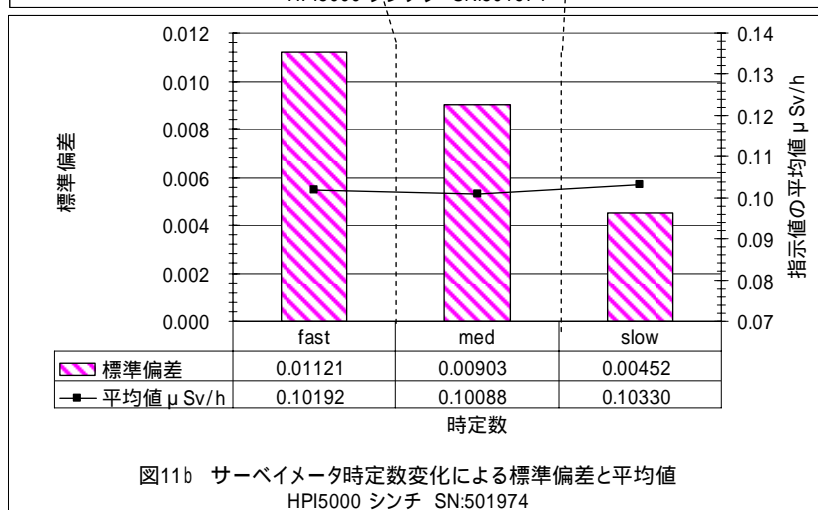


図11b サーベイメータ時定数変化による標準偏差と平均値
HPI5000 シンチレ SN:501974

7. まとめ

測定器の読み取り誤差による指示値のバラツキをなくし、指示値の精度向上を図るには測定器に線量率計を使用せず(又は、併用で)、積算型測定器を用いて、線量率に換算すればよい。

参考文献

- <1>藪下延樹、辻本忠：測定値から見る放射線測定器の性能 第1報 デジタル測定値のバラツキと応答性、JSNDI(社団法人日本非破壊検査協会)放射線分科会資料 10428、(2009)
- <2>藪下延樹、辻本忠：測定値から見る放射線測定器の性能 第2報 測定値のバラツキと応答性、JSNDI 第7回放射線による非破壊検査評価シンポジウム講演概要集 pp.87~92、(2010)
- <3>藪下延樹、辻本忠：測定値から見る放射線測定器の性能 第3報 電離箱サーベイメータ測定器のバラツキと応答性、JSNDI 放射線部門講演会資料 RT-00007、(2010)
- <4>藪下延樹、辻本忠：測定値から見る放射線測定器の性能 第4報 測定値の信頼性、JSNDI 放射線部門講演会資料 RT-00015、(2011)
- <5> s 50012004：放射線測定器 PA-1000-A2700-PDR-101 の比較動画、
<http://www.youtube.com/watch?v=BYr9ySSkKEY>、(2011)