

測定値から見る放射線測定器の性能

第 8 報 比較的安価な測定器の性能評価

非破壊検査株式会社
藪下 延樹

1. はじめに

東京電力福島第一原発事故以来、放射線測定が一般人の関心事となった。毎日のようにマスコミで放射線測定が取り上げられて“マイクロシーベルト”や“ベクレル”が日本人の常識になりつつある。マスコミの報道例を図 1 に示した。

また、本報のバックナンバーを NPO 法人安全安心科学アカデミーHP に掲載しているが、検索最大手 yahoo (google と検索結果は同じ) で”放射線測定器 信頼 (又は“性能”)”で検索すると結果は、約 150 万件中一時は 1 位、現在 (H24. 1. 20 現在) でも図 2 に示したように、4 位以内の実績が続いており、世間の関心の高さが伺える。

そして、比較的安価な放射線測定器が急きょ輸入されて一部では、放射線測定器の性能について疑問の声も上がっている。そこで、独立行政法人国民生活センターから「比較的安価な放射線測定器の性能」⁽¹⁾に関して、放射線を正しく測定できるかについて、9 種類の機器を用いてテストした結果が平成 23 年 9 月公表された。このテストでは、放射線測定器の JIS Z4333 で要求している性能試験のうち、「相対基準誤差」しか実施していない。

本研究では生活センター実施済「相対基準誤差」試験を補足して、JIS Z 4333 の他の試験を追加し、比較的安価な放射線測定器の性能評価を実施した。



図 1 NHK 定時ニュースで“異常な”放射線量を伝える記事例 (H23. 10 月)

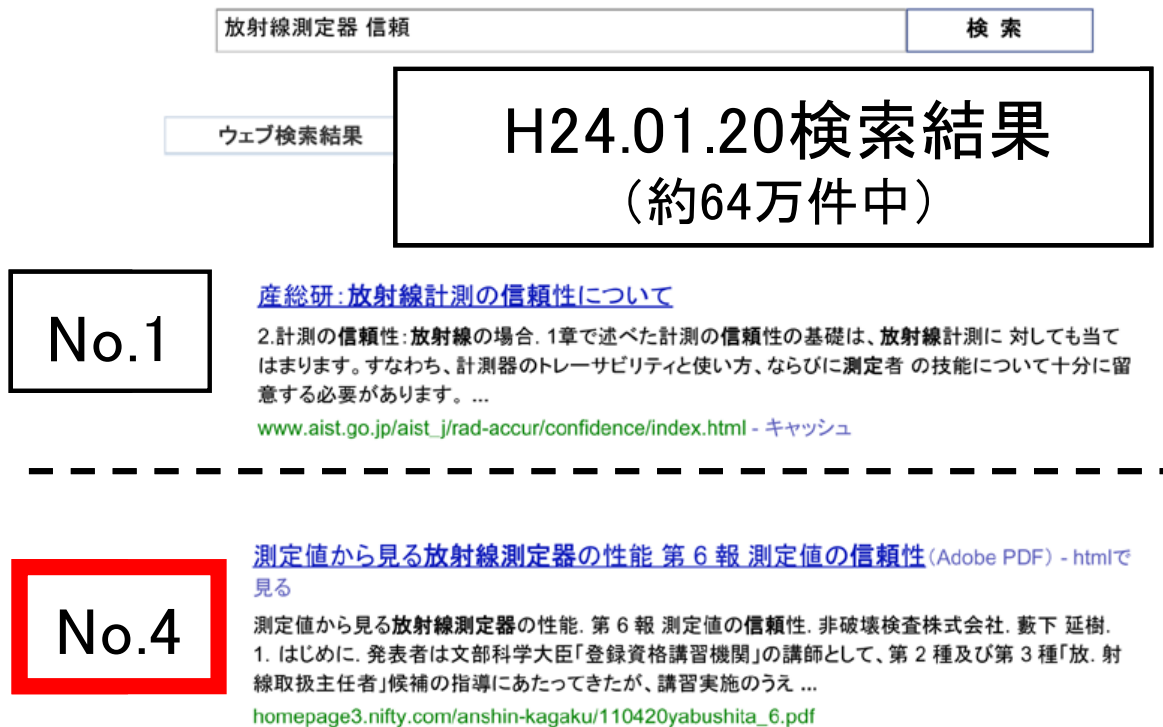


図2 yahoo (google も同じ結果) ”放射線測定器 信頼”での検索結果例

2. バックグラウンド(以下、BG)時の指示値のバラツキ

YouTube 掲載器と所有器の BG 時のバラツキを測定した。

2.1 YouTube 掲載器測定 の条件

YouTube 掲載の下記動画を用いて測定した。

動画からグラフ化の方法は本報第 7 報の通り。

(1) 比較動画の名称

放射線測定器比較 7 Inspector+, PA-1000 Radi, Radex RD1008 RD1706, Pripyat ^{<2>}

(2) 掲載画面：図 3

(3) 1 秒間隔ハードコピーソフト：画面キャプチャー「さくら」(free soft)

(4) 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。キャプチャー後に静止画を読むので、測定誤差は少ない。

(5) 比較動画のバラツキ測定結果

全体：図 4。測定器の台数が 10 台と多くグラフが複雑であるため、測定器回路毎に区別して示した。最も成績の良い（価格の高い）シンチレーション測定器（以下、シンチ）PA-1000 を比較(control)のために各図に挿入している。

変動型（移動平均値を表示）：図 5a。同図に 13 移動平均し、シュミレーションした変動型は図 5 b

バッチ型（一定時間の平均値を一定時間階段状に表示、一般的に時定数(平均化)が大きい）：図 6。

積算型（一定時間の積算値を昇り階段状に表示し、測定値を線量率＝積算値／時間から換算する必要あり）：実測値は図 7a、同図を線量率換算しバッチ表示で図 7 b

(6) 指示値のバラツキ(標準偏差)まとめ：測定器回路別（価格記入）は図 8a、同図の個別ヒストグラム（頻度データ）記入は図 6b～図 6f、同図の頻度データ全体比較を図 6g に示した。

2.2 YouTube 測定結果

- (1) GM 指示値のバラツキ小は図 8 からシンチ、バッチ型、変動型の順序である。
- (2) GM 指示値のバラツキ小は図 9 から一般的に、価格の高いものほど良好である。
- (3) 図 8b～図 8d のバッチ型頻度データではデータの抜けが認められる。



図 3 YouTube BG 時「7 機種比較動画測定器指示値のバラツキ」掲載画面

2.3 所有器のバラツキ測定

(1) 器械取得 GM 及びシンチの測定 2000 データ

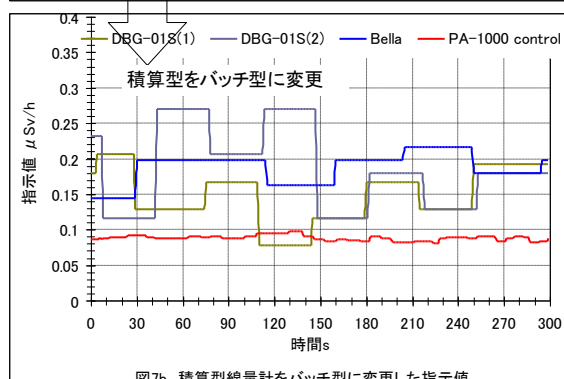
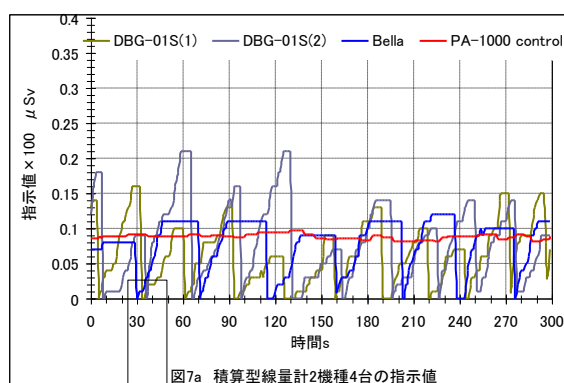
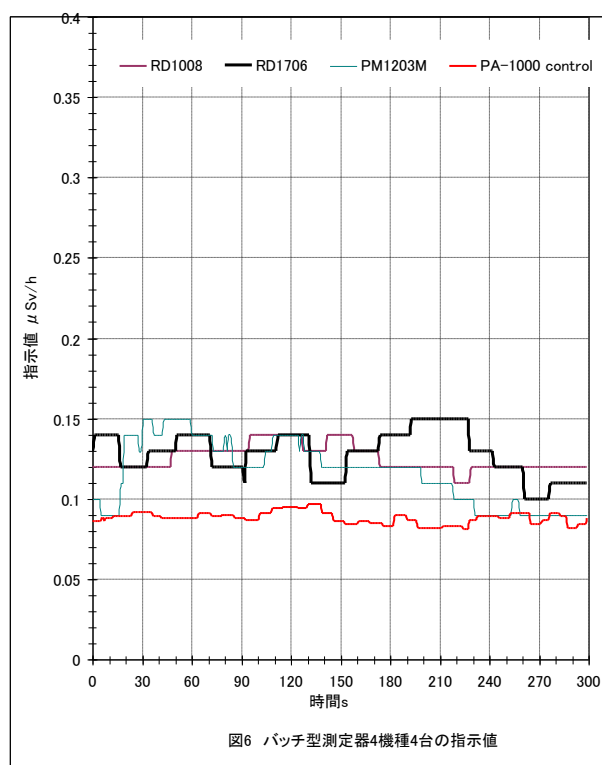
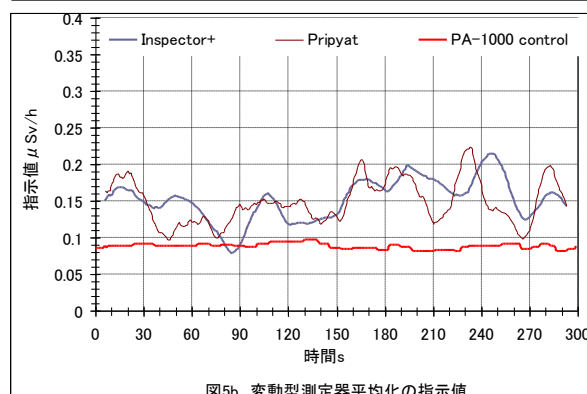
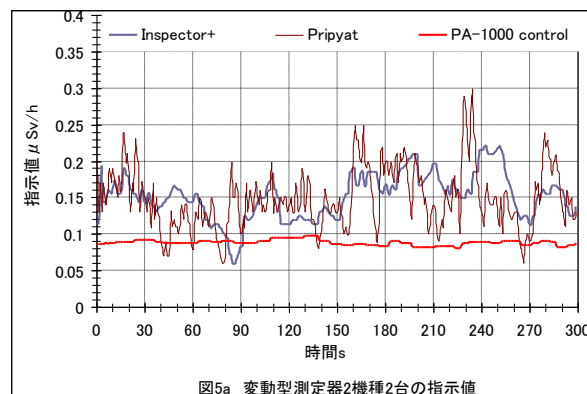
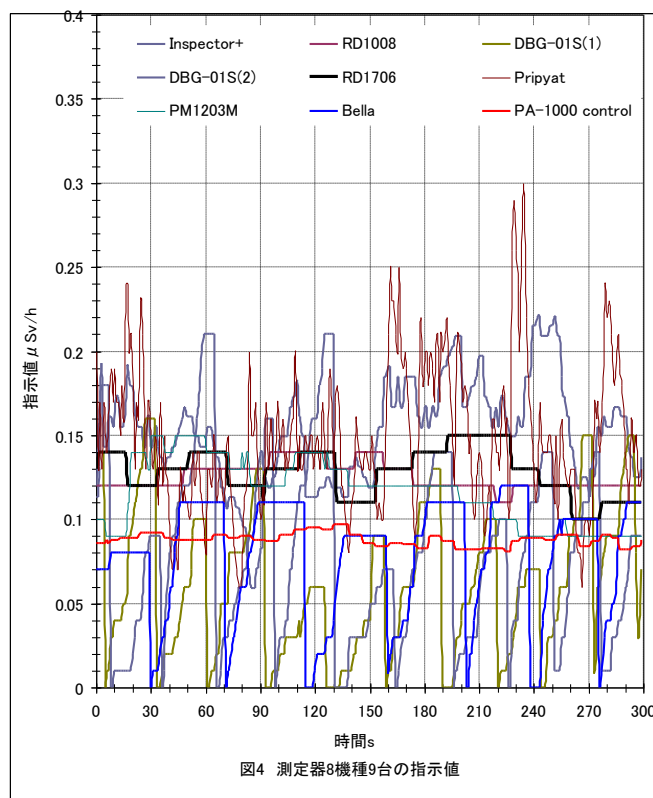
YouTube 掲載器と比較のために、本報第 1 報図 7 で報告済の HPI5000 の GM 及びシンチ測定器（共に変動型で器械データをオンライン取得）のバラツキを図 10 に示した。図 10 からシンチが優秀で、GM のバラツキが大きい。一方、図 10c、d の器械取得の頻度データでは頻度データの抜けがない。

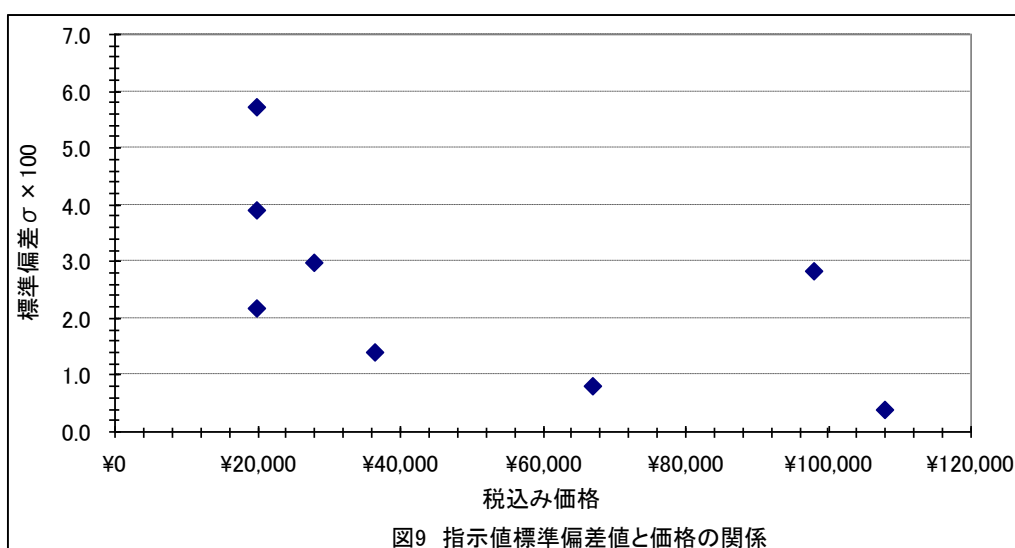
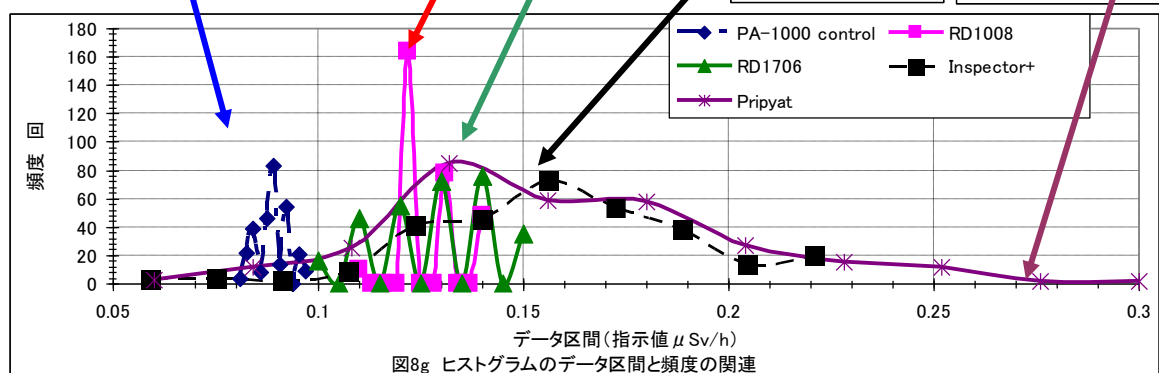
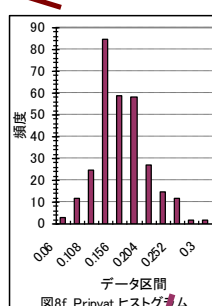
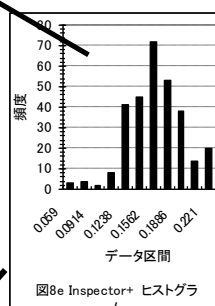
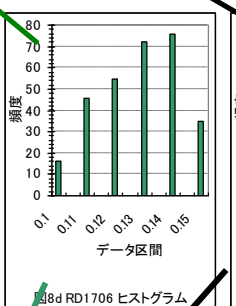
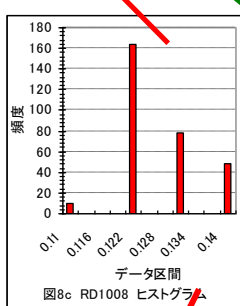
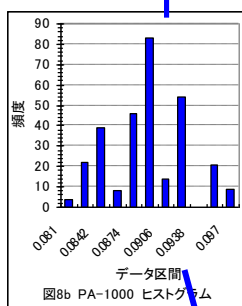
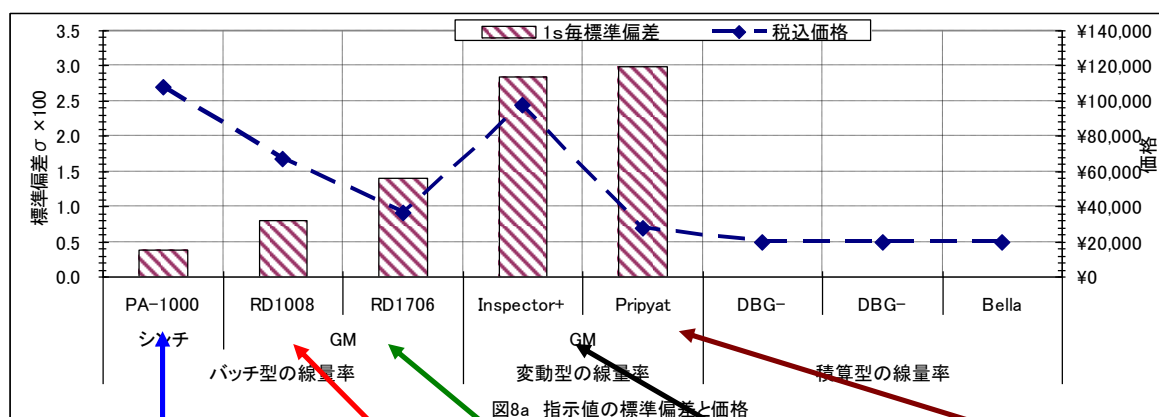
(2) 器械取得シュミレーション 300 データ

図 10 はデータ数が 2000 と多く、YouTube 掲載器データ数 300 と密度が異なるために、結果が異なっている可能性がある。以下にデータ数を合わせる。データ数 2000 の図 10 をシュミレーション（時間的に分割 300/2000×3 図）して、データ数 300 の図 11 を作成した。

2.4 YouTube 器と所有器の頻度データ比較結果

YouTube 器頻度データ（図 8b～図 8d）と所有器頻度データ（図 11b～図 11d）を比較すると、所有器頻度データはデータに抜けがなく、分布曲線も正規分布に近いのに対して、YouTube 器頻度データでは、抜けがあり、非正規分布を示し不自然である。この原因は所有器頻度データではオンラインデータ取得に対して、YouTube 器頻度データでは目視でデータを取得したので、人為的なエラーが生じたと考えられる。





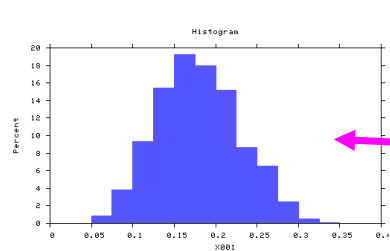


図10c GMのゆらぎヒストグラム(BG)

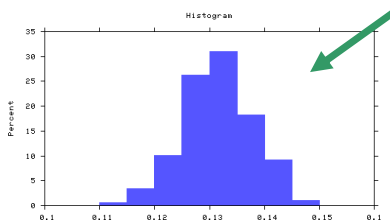


図10d scintiのゆらぎヒストグラム(BG)

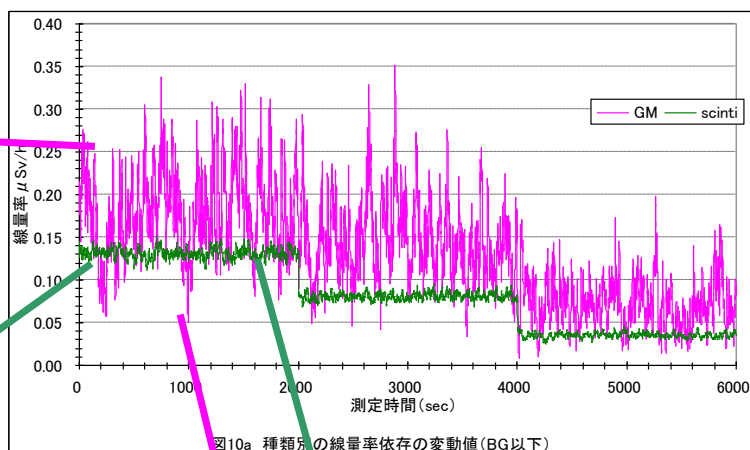


図10a 種類の線量率依存の変動値(BG以下)

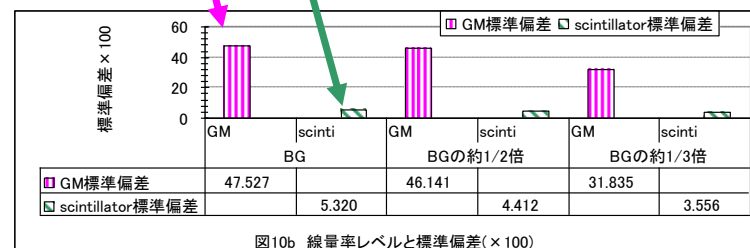


図10b 線量率レベルと標準偏差(×100)



図11a 指示値の標準偏差と価格

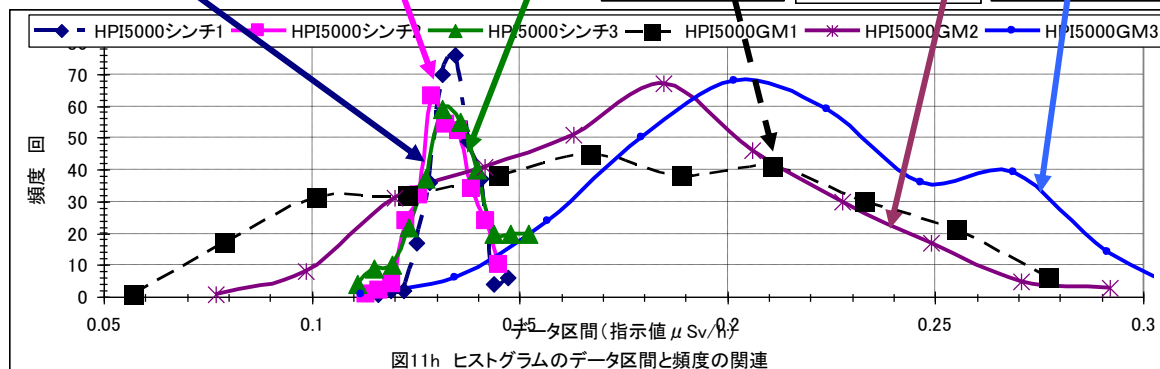
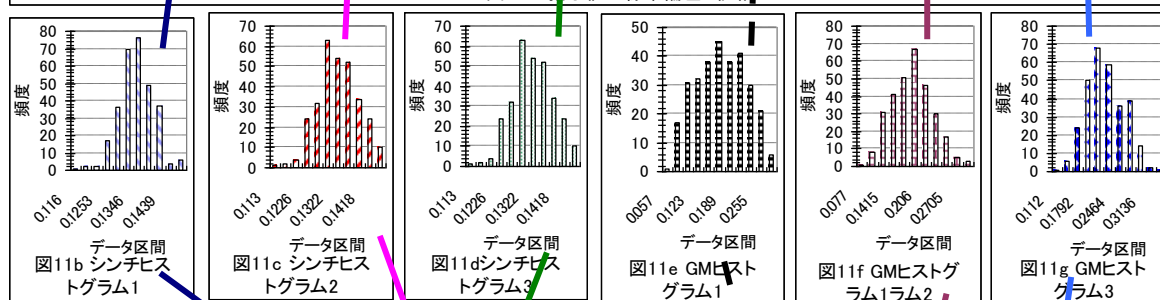


図11h ヒストグラムのデータ区間と頻度の関連

3. 応答性の測定

前節及び第7報で時定数を大きくするとバラツキが小さくなることを示した。しかし、時定数を大きくすると応答性を損ない線量率の変動する時に指示値が追従しないことや、測定作業の能率を低下させる欠点がある。この欠点を実験で確認する。実験は第7報のデータを用いた。

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

シンチレーション式2機種 TCS-171B, HPI-5000 シンチ(auto range)

(2)基準線量率：BG×1倍、BG×約10倍、BG×約100倍

(3)校正線源と距離：線源なし及びセシウム137 100MBq at 約80cm 約30cm

(4)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-9Rhbx CZ24>

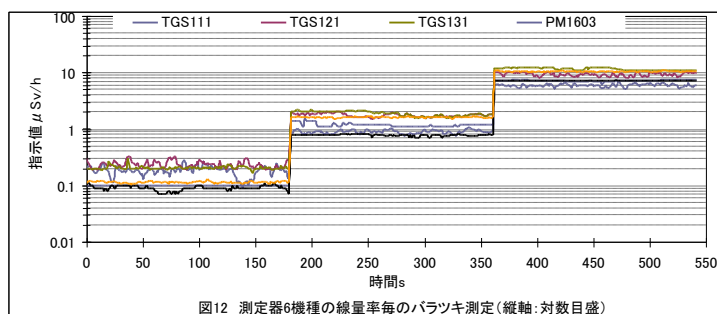


図12 測定器6機種の線量率毎のバラツキ測定(縦軸:対数目盛)

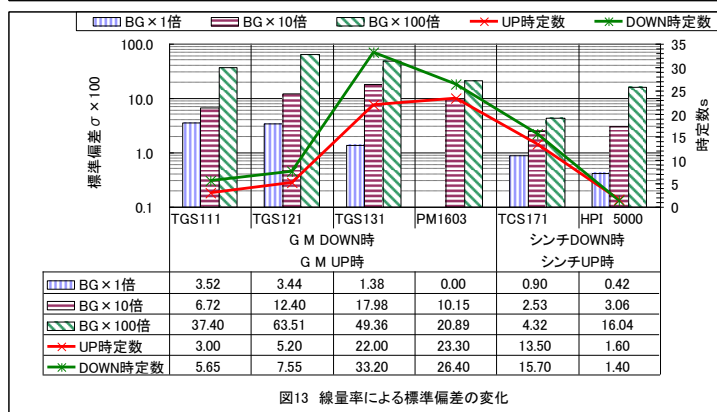


図13 線量率による標準偏差の変化

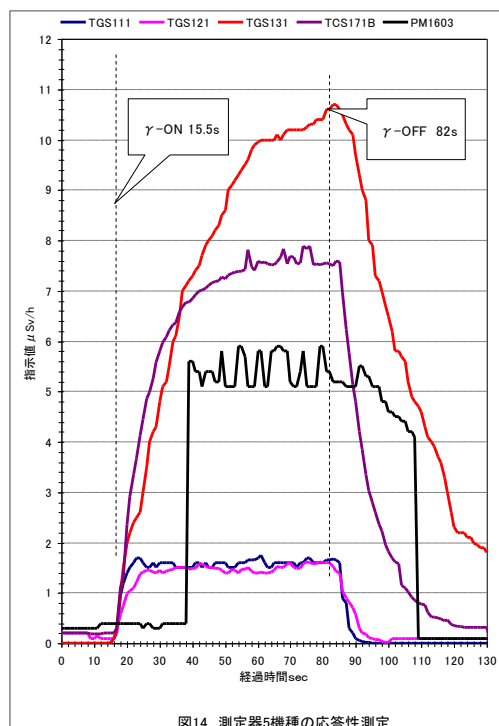


図14 測定器5機種の応答性測定

(5)指示値の採取方法：2.1項と同じ

(6)測定データ：標準偏差（バラツキ）を図12、時定数（応答性）を図14、時定数と標準偏差の関係図を図13に示した。

(7)結果の概要：図13から、時定数を大きくすると標準偏差（バラツキ）は小さくなる。実用上は測定環境に合わせて、時定数を選択する。古い測定器は時定数を選択出来なかったが、新しいタイプは時定数が選択できる。

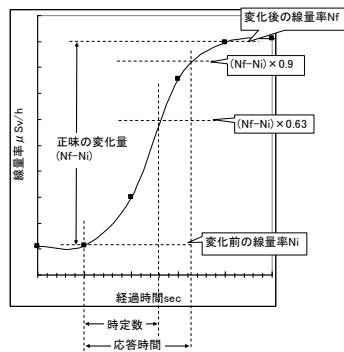


図15 応答性の定義

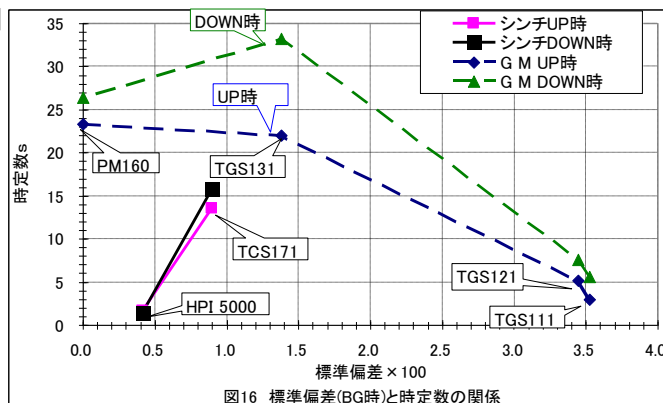


図16 標準偏差(BG時)と時定数の関係

4. 国民生活センター「比較的安価な放射線測定器の性能」^{<1>}の内容

4.1 比較的安価な放射線測定器の性能の概要

平成23年9月公表された国民生活センター（以下、センター）発表「比較的安価な放射線測定器の性能」の概要を図17に示した。

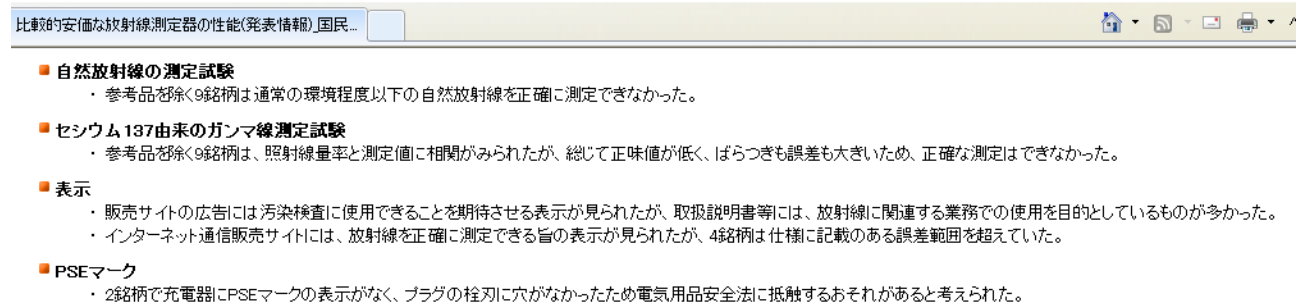
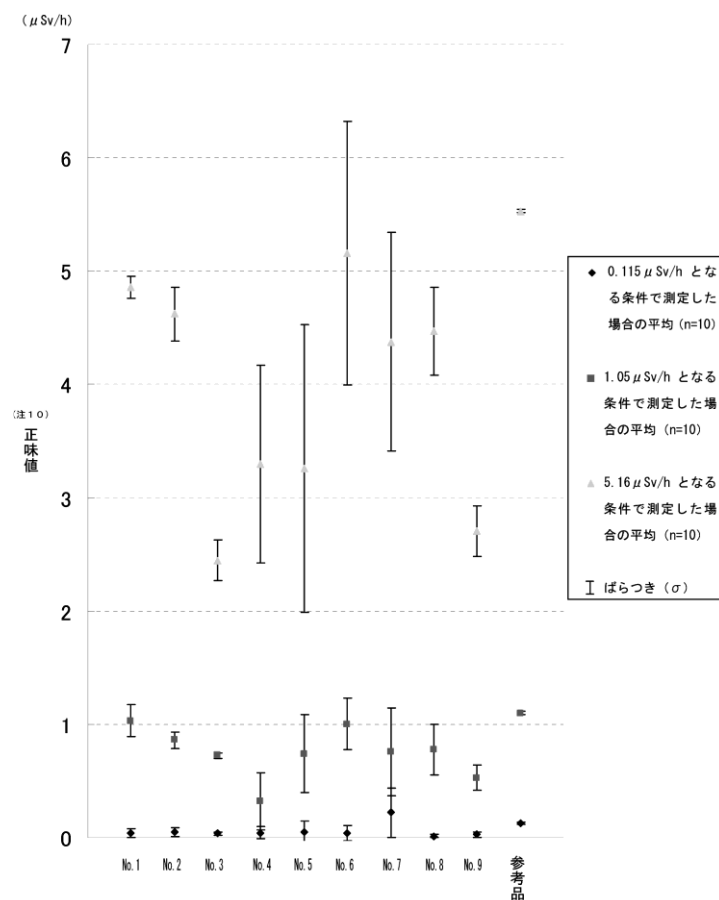


図17 センター発表「比較的安価な放射線測定器の性能」の概要

4.2 センター測定方法と測定結果の概要

センターの測定方法を以下に、測定結果の概要を図18に示した。

測定方法は30秒間隔で10回の計5分間測定している。



(注10) 測定値の平均からバックグラウンドの平均を引いたもの

図18 測定結果の概要

測定結果の概要は10回測定のパラッキ範囲を示すに留まり、標準偏差等の統計処理を実施していない。

4.3 センター測定方法の評価

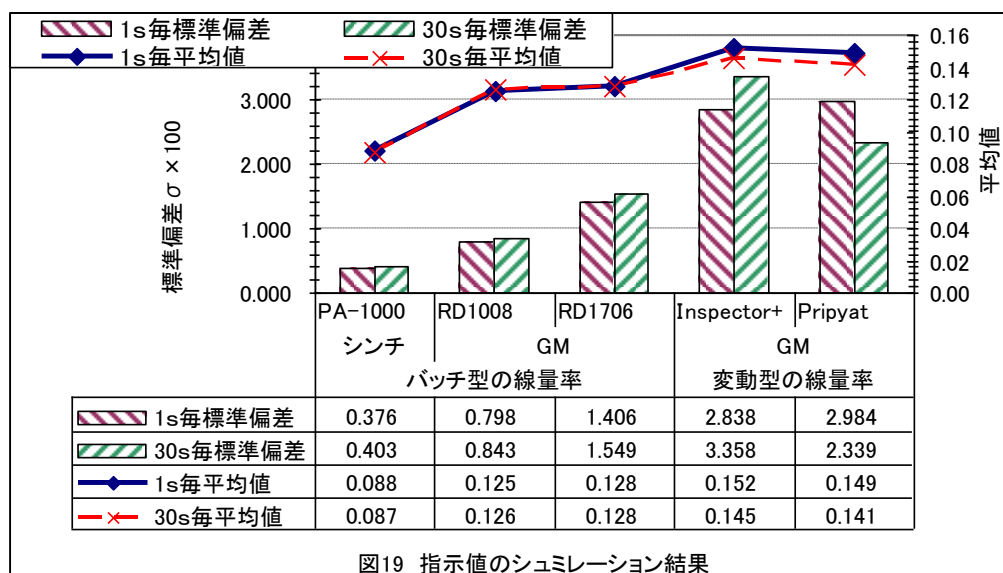
このセンター測定方法で適切なデータ採取が出来ているか否かを図 6 (バッチ型測定器)、図 5a (変動型測定器) のデータを用いて、データ密度による標準偏差の差をシュミレーションにより評価する。

(1) シュミレーション方法

図 6 及び図 5a の 1 秒毎の器械取得連続データからセンター測定方法の 30 秒毎の断続データを抜き取り作成した。図 6 及び図 5a に 30 秒毎に縦破線を挿入している。

(2) 評価結果

評価結果を図 19 に示した。バッチ型測定器では元々の指示値のバラツキが小さいために、1 秒毎、30 秒毎のサンプリングも標準偏差、平均値ともほぼ同一の指示値を得ることが可能である。一方、変動型測定器では逆に指示値のバラツキ大から標準偏差、平均値とも変動が大きい。



5. まとめ

- (1) 図 9 から今回試験した範囲では、指示値のバラツキは測定器の価格にほぼ比例する。
- (2) 図 8a から指示値のバラツキはバッチ型測定器が良好で、特に、シンチレーション測定器が良好である。
- (3) データ密度による標準偏差の差は、図 19 から指示値のバラツキが小さいバッチ型測定器では、サンプリング間隔が変化しても、標準偏差、平均値ともほぼ同一の指示値を得ることが可能である。一方、変動型測定器では逆に指示値のバラツキ大から標準偏差、平均値とも変動が大きい。

参考文献

- <1>独立行政法人国民生活センター：比較的安価な放射線測定器の性能、
http://www.kokusen.go.jp/news/data/n-20110908_1.html、(2011)
- <2> blower70：放射線測定器比較 7 Inspector+, PA-1000 Radi, Radex RD1008 RD1706, Pripyat、
<http://www.youtube.com/watch?v=X-1E0q4Chaw>、(2011)
<http://www.youtube.com/watch?v=BYr9ySSKkEY>、(2011)