

空間積算線量測定方法の変更の検討に係る比較試験の結果について

令和 4 年 6 月 2 日  
 福島県環境創造センター  
 環境放射線センター

空間積算線量の測定法は、原子力災害対策指針補足参考資料<sup>1)</sup>において熱蛍光線量計、蛍光ガラス線量計（以下、「RPLD」という。）及び電子式線量計が測定機器の例として記載されており、本県では RPLD を用いています。RPLD は、前処理等に労力及び時間を要し、本県においては地点数が多いために約 1 週間を要します。一方、電子式線量計は、前処理等が不要かつ操作が簡便であることから、大幅な省力化が期待でき、緊急時においても迅速に被ばく線量を評価することが可能です。

そこで、環境場における電子式線量計と RPLD の同等性について比較試験を実施したところ、良好な結果が得られましたので報告します。

1 結果の概要

環境場での並行試験において、電子式線量計は RPLD と良好な相関を示し、測定値も概ね一致しました。また、両線量計のエネルギー特性及び温度特性の違いによる測定値の挙動について知見を得られました。標準照射場での特性調査においても、積算線量に対する直線性、繰り返し再現性について良好な特性を示しました。以上から、測定方法を電子式線量計に変更することは可能と考えられました。

2 試験の方法

環境場での並行試験は、福島県原子力発電所周辺環境放射能等測定基本計画<sup>2)</sup>に基づく 64 地点を空間積算線量の高・中・低の 3 区分に分け、区分ごとに 3 地点ずつ計 9 地点に電子式線量計を 5 台、RPLD を 3 台ずつ設置して行いました。また、9 地点の内 1 地点にて、設置面による影響調査を行いました。測定は、令和 2 年度第 4 四半期(R2#4)から令和 3 年度第 3 四半期(R3#3)の 4 期約 1 年間行いました。

標準照射場での特性調査は、セシウム-137 線源を用いて積算線量及び照射線量率に対する直線性並びに繰り返し再現性の確認を行いました。

3 使用機器

RPLD に「SC-1 (AGC テクノグラス(株)製)」、電子式線量計に「D-シャトル環境用(株)千代田テクノル製)」を使用しました。電子式線量計 D-シャトル<sup>3)</sup>は、検出部に半導体 (Si-PIN ダイオード) を用いています。表示機で読み取ることで、積算日数、積算線量及び前日の積算線量を簡便に測定することができ、パソコンに測定データを取り込むことで 1 時間及び 1 日毎の積算線量を得ることも可能です。

4 試験結果

環境場での並行試験の測定結果を表 1 に示します。

表 1 環境場での並行試験測定結果 (単位:mGy)

測定地点	R2#4		R3#1		R3#2		R3#3	
	電子式線量計	RPLD	電子式線量計	RPLD	電子式線量計	RPLD	電子式線量計	RPLD
夫沢	7.5	7.1	6.3	6.3	6.0	6.0	6.5	5.8
井手	13	12	12	11	12	11	12	11
小良ヶ浜	3.0	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6	2.6	2.5
野上	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
長塚	0.96	0.95	0.85	0.88	0.79	0.80	0.83	0.79
川房	0.80	0.78	0.76	0.78	0.71	0.72	0.75	0.71
井出	0.26	0.26	0.24	0.25	0.24	0.24	0.24	0.24
下浅見川	0.19	0.20	0.18	0.20	0.18	0.19	0.19	0.19
萱浜	0.14	0.16	0.14	0.16	0.14	0.15	0.14	0.15

## (1) 並行試験

### ア RPLD 及び電子式線量計の相関

RPLD と電子式線量計の相関を図 1 に示します。  
RPLD の測定値が 0.15mGy から 12mGy の範囲で相関係数が 0.999 と良好な相関であることを確認しました。  
なお、電子式線量計は、本検討期間で電池切れ、故障等ないことを確認しました。

### イ RPLD 及び電子式線量計の測定値比較

電子式線量計の測定値を RPLD の測定値で除した測定値比の出現頻度を図 2 に示します。全ての地点で 0.89 から 1.13 の間（平均値 1.01）に分布しており、RPLD と電子式線量計の結果は概ね一致しました。

### ウ 特性の違いによる測定値の挙動

RPLD と電子式線量計の特性の違いによる測定値の挙動の違いについて確認を行いました。

#### ① エネルギー特性による挙動

線量による測定値比の挙動を図 3 に示します。エネルギー特性の違いにより、セシウム-137 の寄与が小さい低線量ほど測定値比は小さくなる傾向にありました。電子式線量計の測定値は、RPLD と比較して低線量では低く、高線量では高い値を示す傾向にあり、その範囲は -11% から +13% の範囲でした。

#### ② 温度特性による挙動

R2#4 から R3#2 の四半期毎の各地点の測定値比を図 4 に示します。なお、R3#3 は機体を交換したため、除外しました。温度特性の違いにより、気温が低い四半期ほど測定値比は大きくなる傾向にありました。電子式線量計の測定値は、RPLD と比較して気温が低い第 3、第 4 四半期に高い値を示す傾向にありました。なお、R3#1 を基準とすると最大で 5.6% 高い値を示しました。

### エ 線量計間のばらつき

環境場での 4 期間の線量計間のばらつきは、電子式線量計は変動係数で 1.4% から 6.8%、RPLD は 0.2% から 1.5% に分布していました。RPLD は使用した線量計が同一ロットであったのに対し、電子式線量計は機体毎に別ロットであるため、線量計間のばらつきは、RPLD と比較して大きなものになったと考えられました。

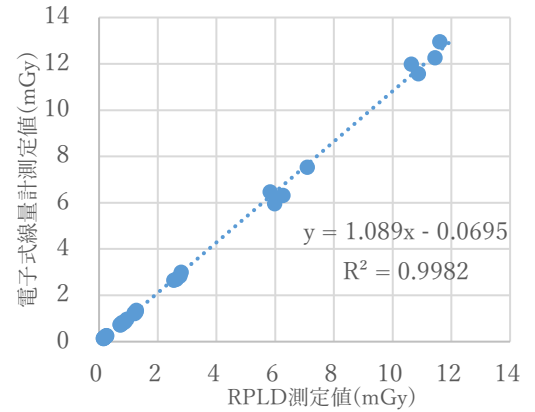


図 1 RPLD と電子式線量計の相関

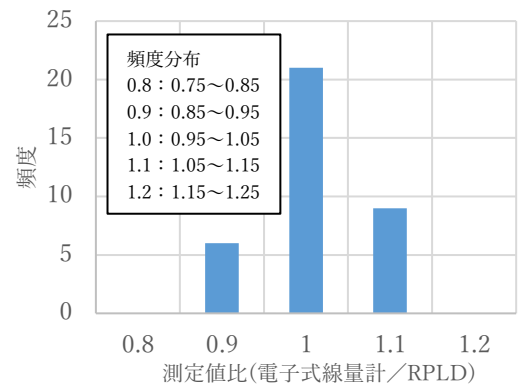


図 2 測定値比の出現頻度

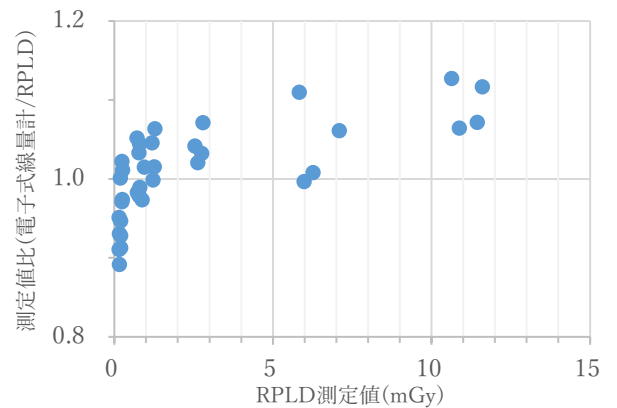


図 3 測定値比の挙動

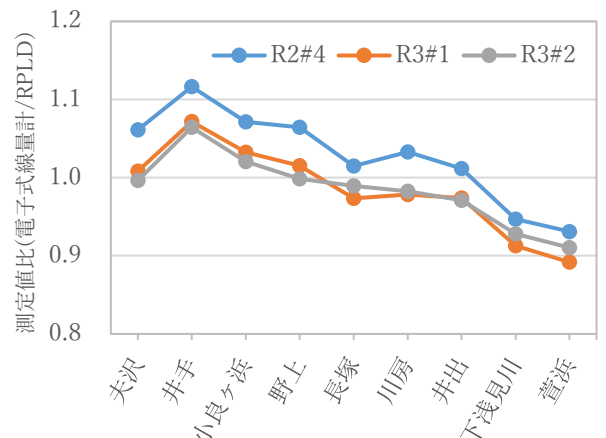


図 4 四半期毎の各地点の測定値比

## オ 機体交換による影響

測定値比の変動を図5に示します。機体交換の前後において、測定値比の上昇が見られましたが、気温低下に伴う電子式線量計の感度上昇によるものと考えられました。R3#3の測定値比を同気温帯のR2#4と比較したところ、平均値で1.04及び1.03であり、ほぼ一致しました。以上から、機体交換による測定値への影響はなく、交換前後にて測定値は連続していると考えられました。

## カ 設置面による影響

右横・左横・正面・裏面・上面の5方向で設置した時のばらつきは、変動係数で3.3%から3.6%の間に分布しており、機体差によるばらつきの範囲内(1.4%から6.8%)にありました。以上から、環境場での設置方向による電子式線量計の測定値への影響について考慮する必要はないと考えられました。

## キ 積算線量のトレンド

大熊町夫沢での電子式線量計の1日毎の積算線量のトレンドを図6に示します。トレンドから積算線量変動した日時を探知でき、具体的な原因調査が可能と考えられました。なお、図6のR2#4の低下は、環境省による工事の影響と判明しました。

## (2) 特性調査

積算線量に対する直線性は、1mGyに対するレスポンスを1として規格化を行ったところ、0.1から16mGyの範囲で相対レスポンスは±5%の範囲内であり、良い直線性を示しました。

照射線量率に対する直線性は、照射線量率0.5から1000 $\mu$ Sv/hの範囲において、5 $\mu$ Sv/hに対するレスポンスを1として規格化を行ったところ、5 $\mu$ Sv/hを境に、高線量率側では相対レスポンスは±6%の範囲内でしたが、低線量率側では約20%の感度上昇が見られました。

また、繰り返し再現性は、照射線量1mGyにより照射・測定を繰り返したところ、変動係数は0.3%となり良好な結果を示しました。

## 5 今後について

空間積算線量の測定を電子式線量計に切替えることは可能と考えられることから、今後運用に向けた測定方法及び精度管理体制の検討を進め、早期の電子式線量計への切替えを行います。

## 6 文献

- 1) 原子力規制庁監視情報課. 平常時モニタリングについて(原子力災害対策指針補足参考資料). 令和3年12月21日改訂
- 2) 福島県. 令和4年度福島県原子力発電所周辺環境放射能等測定基本計画
- 3) 鈴木良一, 大口裕之. 個人向け放射線線量計“D-シャトル”の開発. RADIOISOTOPES, 2018, 67, 447-452,

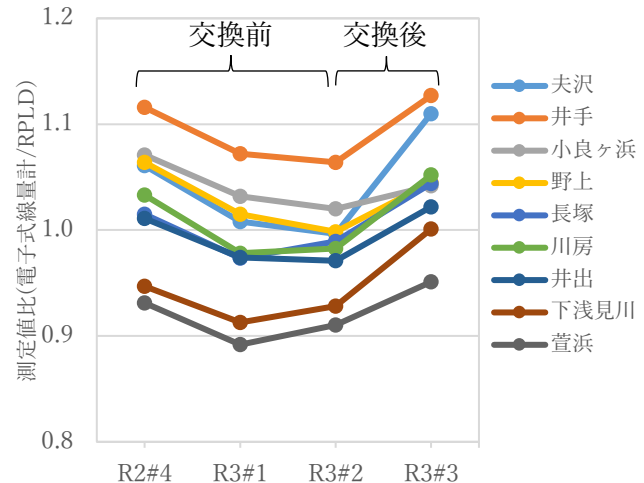


図5 機体交換による測定値比の変動

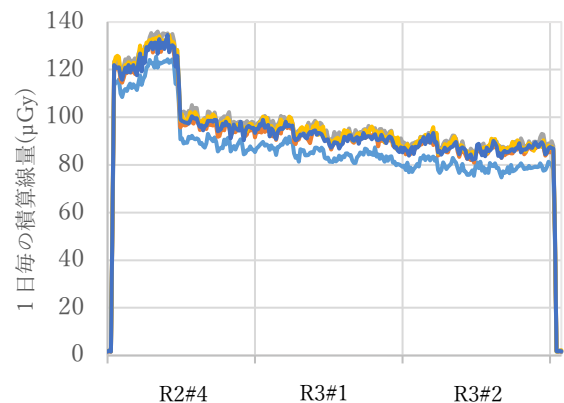


図6 トレンジラフ(大熊町夫沢)