



福島原子力事故関連情報アーカイブ

Fukushima Nuclear Accident Archive

Title	測定精度およびフィールド調査を意図したガンマ線方向線量測定器の開発
Alternative_Title	Development of gamma ray direction dosimeter intended for measurement accuracy and field survey
Author(s)	山守 諒(東北大学), 小林 光(東北大学), 本多 祥平(東北大学), 吉野 博(東北大学), 野崎 淳夫(東北文化学園大学), 一條 佑介(東北文化学園大学), 土方 吉雄(日本大学), 吉田 浩子(東北大学), 古田 琢哉(日本原子力研究開発機構) Yamamori, Ryo(Tohoku Univ.); Kobayashi, Hikaru(Tohoku Univ.); Honta, Shohei(Tohoku Univ.); Yoshino, Hiroshi(Tohoku Univ.); Nozaki, Atsuo(Tohoku Bunka Gakuen Univ.); Ichijo, Yusuke(Tohoku Bunka Gakuen Univ.); Hijikata, Yoshio(Nihon Univ.); Yoshida, Hiroko(Tohoku Univ.); Furuta, Takuya(Japan Atomic Energy Agency)
Citation	第 6 回環境放射能除染研究発表会要旨集, p.44 6th Workshop of Remediation of Radioactive Contamination in Environment
Subject	セッション : 計測技術 1
Text Version	Publisher
URL	http://f-archive.jaea.go.jp/dspace/handle/faa/135373
Right	© 2017 Author
Notes	禁無断転載 All rights reserved. 「第 6 回環境放射能除染研究発表会要旨集」のデータであり、発表内容に変更がある場合があります。 学会は発表の機会を提供しているもので、内容に含まれる技術や研究の成果について保証しているものではないことをお断りいたします。



測定精度およびフィールド調査を意図した γ 線方向線量測定器の開発

○山守諒*,小林光*,本多祥平*,吉野博*,野崎淳夫**,一條佑介**,土方吉雄***,吉田浩子*,古田琢哉****
 *東北大学, **東北文化学園大学, ***日本大学, ****日本原子力開発機構

1. はじめに

筆者らは原発事故由来の放射能汚染が及ぼす建築空間内への影響の解明を目指した研究を進めており、それにはフィールドでの方向線量(特定視野角からの γ 線空間線量)測定が必要である。方向線量測定には鉛製のコリメータを使用するため、大型検出器を用いた方向線量測定器のフィールドでの運用は測定器総重量を考えると並大抵のことでない。また、遮蔽体の大きさは測定精度と相関があり、運用のみを考えた安易な軽量化は行えない。そこで筆者は①フィールドでの運用性 ②測定精度 を同時に満足する測定器の開発に向け放射線解析を用いた検討を実施し、測定器を製作した(図 1)。本報では測定器開発に向け実施した検討を中心に紹介する。



図 1 開発した方向線量測定器

2. 方向線量測定手法について

筆者らは計測面前に鉛遮蔽板を設置・非設置した際の差を方向線量とする測定手法¹⁾(以下、差引法と称する/図2)を採用した。本手法はコリメート法^{注1)}よりも軽量の遮蔽体で測定できるほか、バックグラウンドを含むスペクトル計測に有利である。

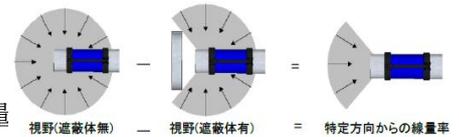


図 2 差引法 の概念

3. 検討方法について

- (1)検討方針 測定器条件は筆者らの測定目的より視野角 90° とし、フィールドでの運用を考え測定器総重量 15kg, 全長 50cm (検出器 3.4kg, 32cm 含) 以下とした。
- (2)検討条件 本測定器は ^{137}Cs による γ 線を対象とし、検出器は 3" $\Phi \times 3$ " NaI(Tl)シンチレータ、遮蔽体は 5cm 厚の鉛円盤を想定している。以上より解析条件(図 3)を設定し放射線解析コード PHITSver.2.85²⁾で γ 線の到来方向(図 3- θ) $-90 \sim 90^\circ$ について解析した。
- (3)検討ケース 視野角は①遮蔽板径 ϕ , ②遮蔽板・計測面の距離 ℓ と相関するため、① ϕ : 3 条件 ($\phi = 10, 15, 20\text{cm}$) \times ② ℓ : 4 条件 ($\ell = 1, 3, 5, 7\text{cm}$) の計 12 ケースの解析を実施した。

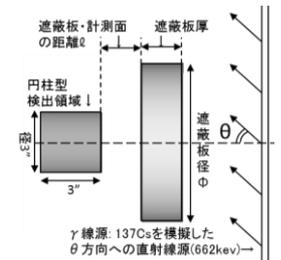


図 3 解析条件

- (4)測定精度の評価 差引法 の概念の下、解析結果を指向図(縦軸:相対レスポンス R ^{注2)}, 横軸: θ)にした(図 4)。図 4 より実視野(細実線)は理想視野(太実線)^{注3)}と形状差があり、視野角は定義しにくい。そのため以下の指標①, ②を導入し、測定精度の評価を行った。

- ①等価視野角 α°] 入射 γ 線量^{注4)}が同等となる理想視野の角度。式(1)で定義される視野角。

$$\int_{-90}^{90} R(\theta) 2\pi r \sin \theta d\theta = \int_{-\alpha/2}^{\alpha/2} 2\pi r \sin \theta d\theta \dots (1) \quad \text{※}r \text{ は任意の半径}$$

- ②感度分散比 $RV[-]$ 等価理想視野(等価視野角を持つ理想視野)に対する実視野の形状の広がり具合。実視野の形状が等価理想視野付近に集中するほど測定精度が高いことより、視野形状を式(2)で評価する。実視野が等価理想視野と一致する際を1とする。等価理想視野に対し広範囲に広がる(図 4 細破線)ほど本値は大きく、近い(図 4 細実線)ほど小さい。

$$\text{感度分散比 } RV = \frac{\text{実視野の分散度合 } V_{\text{real}}}{\text{等価理想視野の分散度合 } V_{\text{ideal}}} = \frac{\int_{-90}^{90} R(\theta)(\theta - 0)^2 d\theta}{\int_{-\alpha/2}^{\alpha/2} (\theta - 0)^2 d\theta} \dots (2)$$

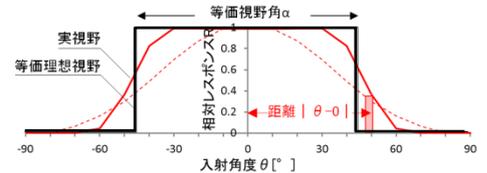


図 4 理想視野角と実視野角

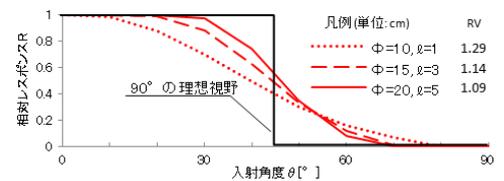


図 5 $\alpha = 90^\circ$ の指向図 ($\theta = 0 \sim 90^\circ$)

4. 結果と考察

12 ケースの内、 $\alpha = \text{約 } 90^\circ$ となった 3 ケースの指向図を図 5 に示したが、同等視野角では ϕ が大きいほど測定精度が良いとわかる。つまり測定精度が良いほどフィールドでの運用性は悪化する。筆者は十分な測定精度を持つだけでなくフィールドでの運用性も考えた測定器を求めており、3 ケースの内最高精度の [$\phi = 20\text{cm}, \ell = 5\text{cm}$] でなく [$\phi = 15\text{cm}, \ell = 3\text{cm}$] が好適と考え、重量 14.4kg の方向線量測定器(遮蔽体 10.0kg+検出器 3.4kg+支持具 1.0kg)の開発に至った。

【謝辞】 本研究は JSPS 科研費 16H04459 の助成を受けて実施しています。

【参考文献】 1) 鏡測英紀ら:空間線量率表示方法,空間線量率測定方法,及び指向性放射線検出器,特開 2015-148590 2) T. Sato et al : Particle and Heavy Ion Transport Code System PHITS, Version 2.52, J. Nucl. Sci. Technol. 50:9, 913-923 (2013)

【注釈】 注 1)測定対象の方向以外全方向を鉛で覆うことで特定方向のみから到達する γ 線を測定する測定手法 注 2)計測器の検出応答。差引法を実施した際検出する、遮蔽体無に対する線量の大きさ。相対レスポンス $R(\theta) = \frac{\text{遮蔽無線量 } D_1(\theta)[\text{Sv}] - \text{遮蔽有線量 } D_2(\theta)[\text{Sv}]}{\text{遮蔽無線量 } D_1(\theta)[\text{Sv}]}$

注 3) 最も高精度な視野,特定角度のみ $R=1$ でその他は 0 注 4) 全方向同一量の γ 線が飛来する際に検出器に入射する γ 線量