

## 5. 放射線安全管理報告

### 5-1 放射線安全管理報告

#### 1. 令和3年度放射線業務従事者の登録と教育訓練

産研放射線施設業務従事者に対する教育訓練が下記のとおり行われた。

新規・継続・X線装置使用者・核燃料物質使用者（177名）Web等により実施した。

第一回開催 放射線業務従事者（新規）

日時：2021年5月13日（木）14：00 - 15：30

場所：WEBINAR形式

内容：14：00－14：30 概要と管理状況報告

14：30－15：30 放射性同位元素等の規制に関する法律（RI規制法）と  
産研の放射線障害予防規程

参加者：6名

第二回開催 放射線業務従事者（新規）

日時：2021年6月29日（火）13：30 - 15：00

場所：WEBINAR形式

内容：13：30－14：00 概要と管理状況報告

14：00－15：00 放射性同位元素等の規制に関する法律（RI規制法）と  
産研の放射線障害予防規程

参加者：2名

第三回開催 放射線業務従事者（新規）

日時：2021年12月1日（水）13：30 - 15：30

場所：産業科学研究所コバルト棟セミナー室

内容：13：30－14：00 概要と管理状況報告

14：00－15：00 放射性同位元素等の規制に関する法律（RI規制法）と  
産研の放射線障害予防規程

15：00－15：30 RI施設利用方法の現場説明

参加者：4名

放射線業務従事者（継続）：160名（RIセンター主催教育訓練 大阪大学授業支援システム CLE で受講）

- X線使用者（放射線業務従事者以外）：13名
- 核燃料使用者：5名（安全衛生管理部が実施した講習会）

## 2. 放射線施設の検査・点検及び補修等

- ライナック、コバルト棟
  - ◇ 点検を令和3年5月11～28日・6月4日、11月25～26日の2回実施し、サムターンカバーの修繕を行った。
  - ◇ 空間線量測定（45箇所）：毎月行いすべて線量限度以下であった。ただし、RF電子銃ライナック関連実験室は7月、11月、12月および令和4年1月に測定を行い、すべての個所で線量限度以下であった。
- 第2研究棟 S114号室
  - ◇ 点検を令和3年5月17日、11月16日の2回実施し、問題はなかった。
  - ◇ 空間線量測定（8箇所）：施設点検実施日に併せて行い、すべて線量限度以下であった。
- 事業所境界
  - ◇ 空間線量測定（10箇所）：毎月行いすべて線量限度以下であった。

## 3. その他

- 令和4年1月19日に原子力規制庁による立入検査があった。
- 令和4年3月1日に定期検査・定期確認があった。

### 5-2 電子式個人線量計の校正試験

施設利用者の被ばく線量評価のため、電子式個人線量計（半導体式、以下ポケット線量計）の携帯を義務付けている。被ばく線量の評価にはポケット線量計の示す数値が基になるが、導入から長期間経過しており個体による感度差が広がっている可能性があるため、その精度を改めて調べることにした。

線源には Bi-207 を用い、レーザーポインターを使って線源の中心とポケット線量計の検出部を同一線上に配置した。ポケット線量計は線源表面から 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 cm の距離に置き、0.5 cm の位置に置いたとき 100  $\mu$ Sv 計測する時間を記録し、その時間で他の4点でも計測した。これにより計数量と時間に関する相関、及び距離の逆2乗則に従っていることを確認することができる。計数量の距離に関する依存性は距離の逆2乗に比例し、次のように記述できる。

$$f(x) = \frac{I_0}{(x - X_0)^2} + Y_0$$

ここでxは線源から線量計表面までの距離、 $X_0$  はセッティング誤差と本体内部の検出部の位置の誤差による係数、 $I_0$  は照射時間を含んだ感度、 $Y_0$  はバックグラウンドである。線量分布をこの関数形でフィッティングした結果、上記関数できれいにフィッティングできた。線量計の相対感度を求めるため、バックグラウンドについては0と置いても問題ない程度のばらつきであったため、これを0とし、 $X_0$  については計数時間ごとに若干ばらつきを示したが、この平均を取ることにし、個体ごとに  $I_0$  を決めることにした。また全個体でフィッティング

の分散を算出し、これの 95%信頼区間を求めることにより分散の大小、すなわち距離の逆 2 乗則に従っているかいないかを判断する。この結果、全 35 台中 10 台のフィッティングの分散が 95%信頼区間から外れることになり、距離の逆 2 乗則に従っていないと言える。しかしこの 10 台の分散を距離別にみても、ある 1 点だけ分散が大きい等、測定の誤差により分散が大きくなってしまったと考えられる結果が多い。従って再現性を再度測定により確認する。

再現性を高めるために測定系の見直しを行った。これまでレーザーポインターを使用して線源中心と線量計検出部の位置合わせを手作業でしていたが、L 字金具や X 軸ステージを利用して、ポケット線量計と線源が常に同じ位置に設置できるような測定系を作った（図 1）。今後はこの測定系でのセッティング誤差を評価していく。

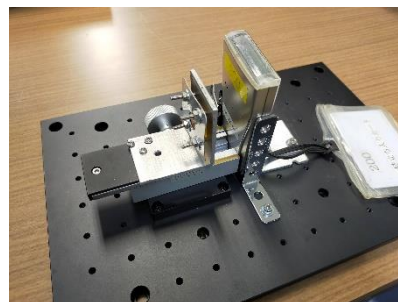


図 1 測定方法

基本的な測定方法は、ポケット線量計と放射線源の距離を変えながら一定の照射時間照射し、照射終了時の測定値を記録する流れである。図 1 のようにブレッドボードにポケット線量計（ZP-144, Panasonic 製）の寸法に合わせた L 字金具をネジで固定し、ポケット線量計の位置の再現性を高めた固定方法をとる。放射線源も金属板で挟み四隅をネジ止めで固定し、これを 0.1 mm の精度で距離を調整できる X 軸ステージを使用してポケット線量計と放射線源間の距離を変えた。

まずポケット線量計自体の測定値誤差を評価するための測定を行った。ポケット線量計と放射線源との距離を 1.0 cm にして、100 分間連続照射をし、その間 20 分ごとに測定値を記録する。この照射を計 4 回繰り返し、20 分毎の測定値のばらつきを評価した。

次にこの測定体系による誤差を評価するための測定を行った。ポケット線量計と放射線源の距離を 0.5 cm とし、100  $\mu\text{Sv}$  カウントする時間を記録する。1 回の測定が終わるたびにポケット線量計を取り外し、再びセットし直す。この測定を計 5 回繰り返し、100  $\mu\text{Sv}$  カウントする時間のばらつきを評価した。

次は、ポケット線量計と放射線源の距離 0.5 cm のときに 100  $\mu\text{Sv}$  カウントする時間を測り、その時間で他の 4 点（1.0, 1.5, 2.0, 2.5 cm）の距離でも照射した。

ポケット線量計自体の測定値誤差を評価する測定では、各 20 分間の測定値の平均値が  $53.15 \pm 0.99 \mu\text{Sv}$  となり、ポケット線量計の指示値が 1  $\mu\text{Sv}$  単位のため、標準偏差が約  $\pm 1 \mu\text{Sv}$  であることは許容できる誤差の範囲であると言える。また 100  $\mu\text{Sv}$  カウントする時間の平均値は  $1210 \pm 17.65$  秒であり、標準偏差を平均値で割った変動係数は 0.0146 である。このことから測定体系による誤差も小さく許容できる範囲であると言える。

次に 5 点の測定点での計測値を次式の形でエクセルのソルバーによるフィッティングを掛

け処理をした。

$I_0$ は照射時間を含んだ感度係数、 $X_0$ はセッティング誤差と本体内部の検出部の位置の誤差による係数、 $Y_0$ はバックグラウンドを示し、本測定では照射時間が短いことから  $Y_0 = 0$  とみなせる。フィッティングを掛け求めた  $f(x)$ と測定値  $y$  の値を同じグラフにしたものを図 2 に示す。図 2 に示した結果は 33 台のうちの 1 台である 204 番を使用した。測定した 33 台全てにおいて、測定値  $y$  に対してフィッティング関数  $f(x)$ の値がほぼ一致しており、また測定値  $y$  も距離の逆二乗則に従った結果を示している。

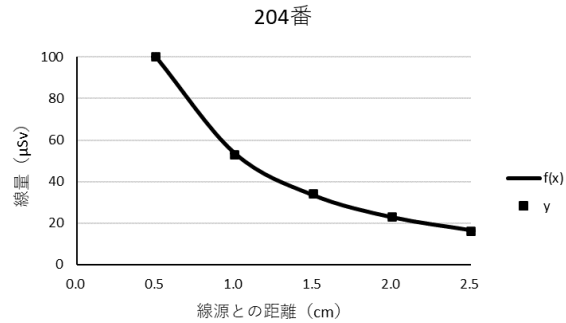


図 2 測定結果の一例

またセッティング誤差と検出器本体内部の検出部の位置の誤差による係数  $X_0$  に関して、33 台の平均値は  $-0.87 \pm$

$0.028 \text{ cm}$  であり、変動係数は  $-0.033$  となったため、 $X_0$  のばらつきが小さく測定できていると言える。ここで  $X_0$  が負の値になっているのは、ポケット線量計本体の表面を  $0 \text{ cm}$  として、放射線源方向が正の値、その反対方向が負の値としているためである。実際の検出部の位置はポケット線量計本体内部に存在しているため、この係数が負の値となる。

照射時間を含んだ感度係数  $I_0$  を照射時間  $t$  で割れば純粋な感度係数となるため、この計算を行い 33 台分の感度係数  $I_0 / t$  の平均値を求めると、 $9.04 \pm 0.414$  となった。同様に変動係数は  $0.046$  であり、こちらもまた  $X_0$  と同水準のばらつきの小ささが示された。

これまでの測定結果より、この測定体系は再現性が高くばらつきの小さい信頼性の高い測定方法であるということが示された。また、測定値が距離の逆二乗則に従っていることから、少なくともポケット線量計の感度に多少の違いはあっても、故障が疑われるほど動作が異常である物は無いと思われる。今後、この測定体系の精度で比較校正や機能確認に使用できるかを検討していく必要がある。