

表面汚染検査

表面汚染検査は、汚染の形態をふまえ、直接測定法と間接測定法とがある。スミア法は間接測定法のことをいい、対象物表面の一定面積(通常 100cm^2)を、ろ紙、化学雑巾などでふき取り、付着した放射性物質の量を測定することによって間接的に遊離性の表面汚染の程度を評価する方法である。遊離性(非固定性)の表面汚染は、表面からはく離しがたい固着性(固定性)の汚染に対して、容易に表面から剥離し空気汚染等に移行する汚染を意味する。

表面汚染をサーベイメータ（窓面積 12 cm^2 ）法で測定したとき、総計数率が 3000 cpm 、自然計数率が 25 cpm であった。

表面汚染密度 (Bq/cm^2) に最も近い値はどれか。
ただし、換算係数は $20 \text{ Bq}/\text{cps}$ とする。

- | | | | | | |
|----|------|----|------|----|------|
| 1. | 0.21 | 3. | 82.6 | 5. | 4958 |
| 2. | 12.4 | 4. | 833 | | |

1 cm² あたりの汚染密度は、

$$(3000 - 25) / 12 = 247.9 \text{ (cpm / cm}^2\text{)}$$

60 で割って cps に換算。4.13 (cps / cm²)

測定器の換算係数(計数効率)(Bq / cps)
をかけると、

(測定カウントを 20 倍すると Bq の値になる)

$$4.13 \times 20 = 82.6 \text{ (Bq / cm}^2\text{)}$$

放射性同位元素による表面汚染で正しいのはどれか。2つ選べ。

1. ふき取り面積は 10 cm^2 である。
2. 固着性汚染の場合はスミア法を用いる。
3. α 線を放出する核種の汚染密度限度は 4 Bq/cm^2 である。
4. β 線を放出する核種の汚染密度限度は 40 Bq/cm^2 である。
5. 表面が浸透性の材質ではふき取り効率が非浸透性よりも高い。

表面汚染検査

電離放射線障害防止規則

放射線施設内の人が常時立ち入る場所における物の表面密度限度が、 α 線を放出する核種について $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 α 線を放出しない核種について $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ と定められている。

また、管理区域から持ち出される物品は、放射線管理の手を離れ、一般公衆と直接接触する恐れがあることなどから、表面密度限度の $1/10$ (α 線を放出する核種は $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ 、 α 線を放出しない核種は $4\text{Bq}/\text{cm}^2$)を越えるものはみだりに持ち出さない($1/10$ 以下であれば良い)。

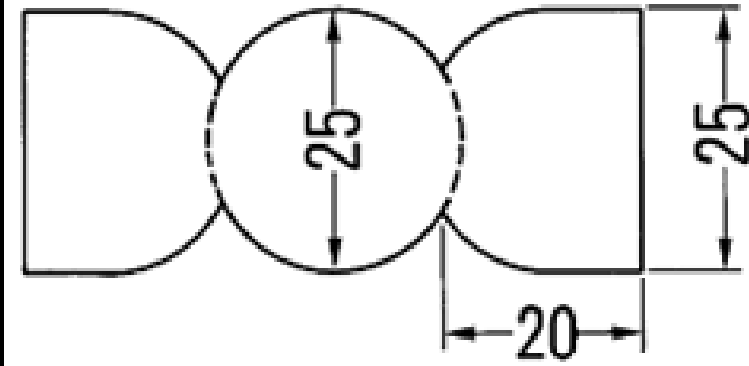
表面密度の測定法は、汚染の形態をふまえ、**直接測定法**と**間接測定法**がある。

直接測定法は**サーベイ法**ともいい、対象物表面を直接、汚染検査用サーベイメータで走査しながら測定する方法。

遊離性と**固着性汚染**の和、すなわち全汚染量の測定ができる。この方法は、点状の汚染の検出や汚染の広がりの程度を調べるのに効果的であるが、**外部放射線の影響を受けやすく**、検出できる最小の表面密度（検出限界）が検出器の**窓面積で制限される**などの欠点もある。

間接測定法は、対象物表面のふき取り面積（通常 100cm^2 ）を直径 2.5cm の円形ろ紙でふき取り、間接的に遊離性汚染を評価する方法（スミア法）。

ふき取り（スミア）用ろ紙



試料の測定は、GM計数管、シンチレーション計数装置を用い、各装置の計数効率（Bq/cps）を考慮する。

外部放射線の影響を受けない利点がある。

ふき取り効率を考慮する必要がある。対象物表面が非浸透性（タイル）の材料は50%、浸透性（木製）の材料は5%、両者の区分を設けないとき（塩化ビニルやプラスチックなど）には10%が用いられる。

2-1 サーベイメータの計数効率の算出

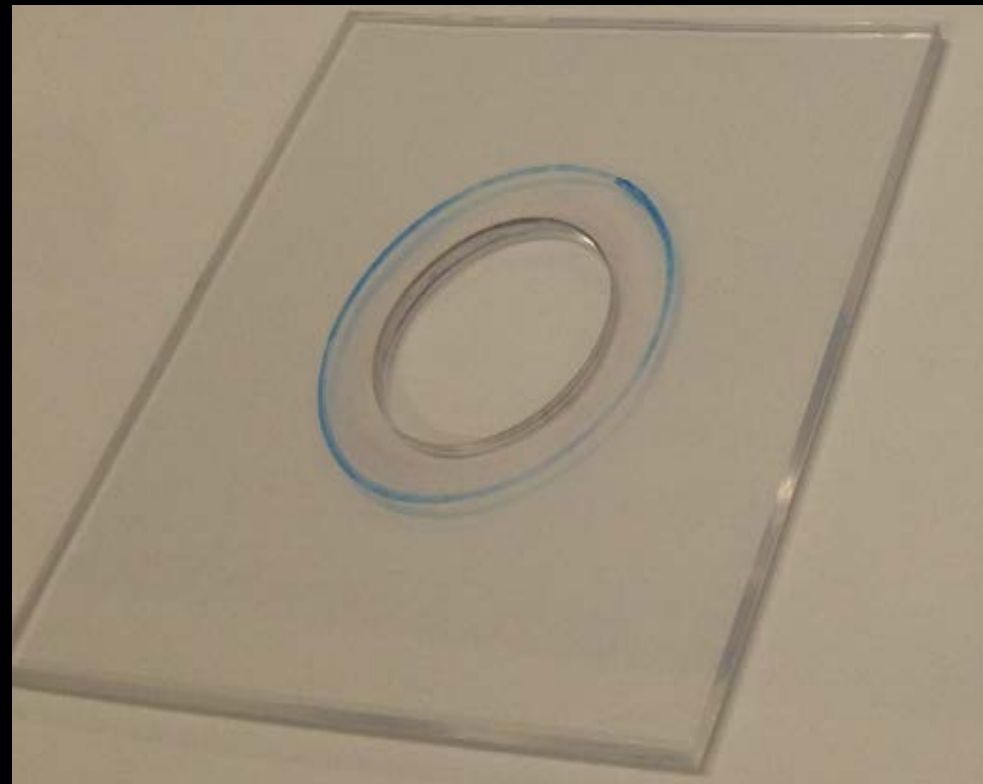
RaDE校正用標準線源が用意されている。

(RaDE) ^{210}Pb \rightarrow ^{210}Bi (ビスマス) β 線放出
半減期 22.3年 (5012日)

1985/3/19検定 895 Bq
(2022/12/13 では 138 Bq)

RaDE線源は素手で持たずゴム手袋をして、ピンセットで白いプラスチック板の穴に入れる。

GM計数管と接触しないようにするため上に5cm径の穴のあいた透明プラスチック板を置いて、GM計数管で測定。





GM計数管の時定数は10秒にして、1分間測定する。
(一般的に測定時間は、測定器の時定数の5倍以上。)
GM計数管のバックグラウンド(BG)を1分間測定。
使用するGM測定器の計数効率(Bq/cps)を算出。
さらにGM測定室のGM計数管のBGを10分間計測。

5cm直径(面積 19.6cm^2)の円が描かれた
タイル板 A, B 塩化ビニル板 C, D を測定。

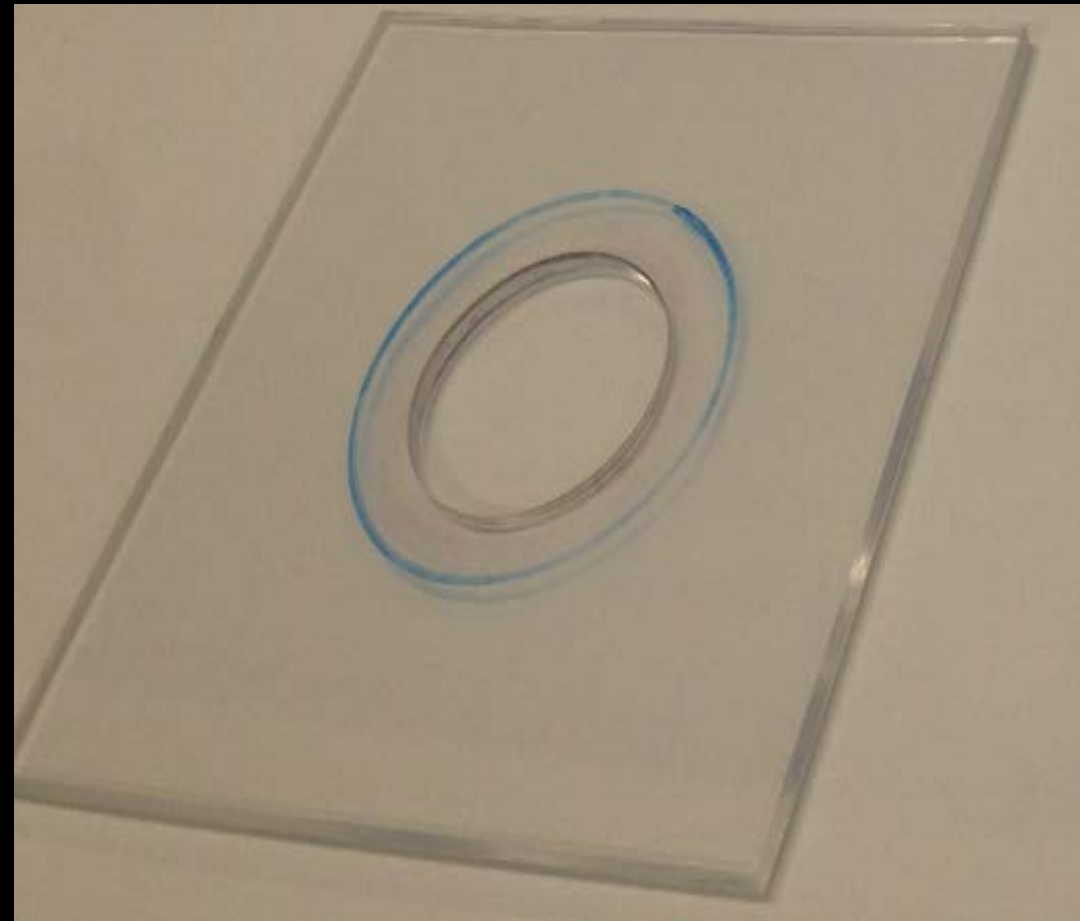
円の中心付近に ^{32}P が付着している。

取扱注意。

タイル板と塩化ビニル板の円の中の ^{32}P
を測定。

GM計数管と付着し
ないように

5cmの穴のあいた
プラスチック板を重
ねる。



5cm直径(面積 19.6cm^2)の円が描かれた
タイル板 A, B 塩化ビニル板 C, D には、
円の中心部付近に
すべて同量の ^{32}P が付着している。

R1/12/1 は 9.20 kBq の ^{32}P が付着している。

円の中は、触れないように注意。

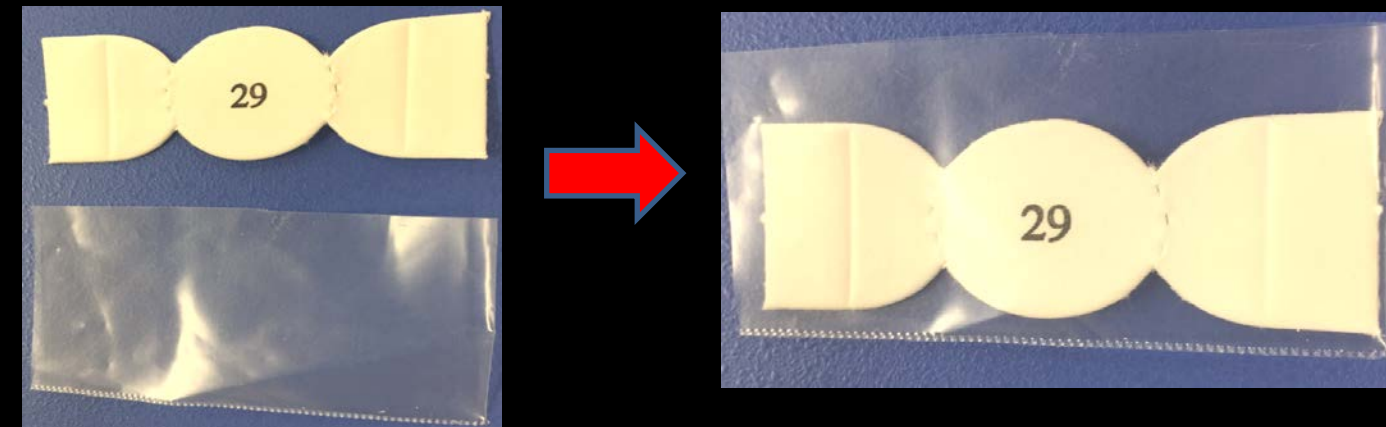
作業は、濾紙を敷いたバット内で行うこと。

2-2

5cm直径(面積 19.6cm^2)の円の中のcpmを測定。
タイル板 A, B 塩化ビニル板C, Dを測定。
時定数10秒で、それぞれ1分間測定。



3-1 タイル板 A, B 塩化ビニル板 C, D の、
5cm直径の円の中心部を、強く2分間程度、
スミア紙をピンセットで持ちスミアする。
(番号印刷されていない面で)(同程度の強さで)
(ゴム手袋をして、バット内で行なう。)
スミアした紙を、小さいポリ袋に入れる。



3-2 スミアした板 A, B, C, D の計測。
5cm穴あきプラスチック板を上に乗せて、
サーベイメータのGM測定器で各1分間計測。

サーベイメータ法でGM計数管から得た
タイル板A,B と 塩化ビニル板C,D の計数率から
スミア法による拭取り効率を計算する。

拭取り効率 =

スミア前の板の計数率 - スミア後の板の計数率

スミア前の板の計数率 - バックグラウンド計数率

拭取り効率は、汚染表面の材質で異なる。

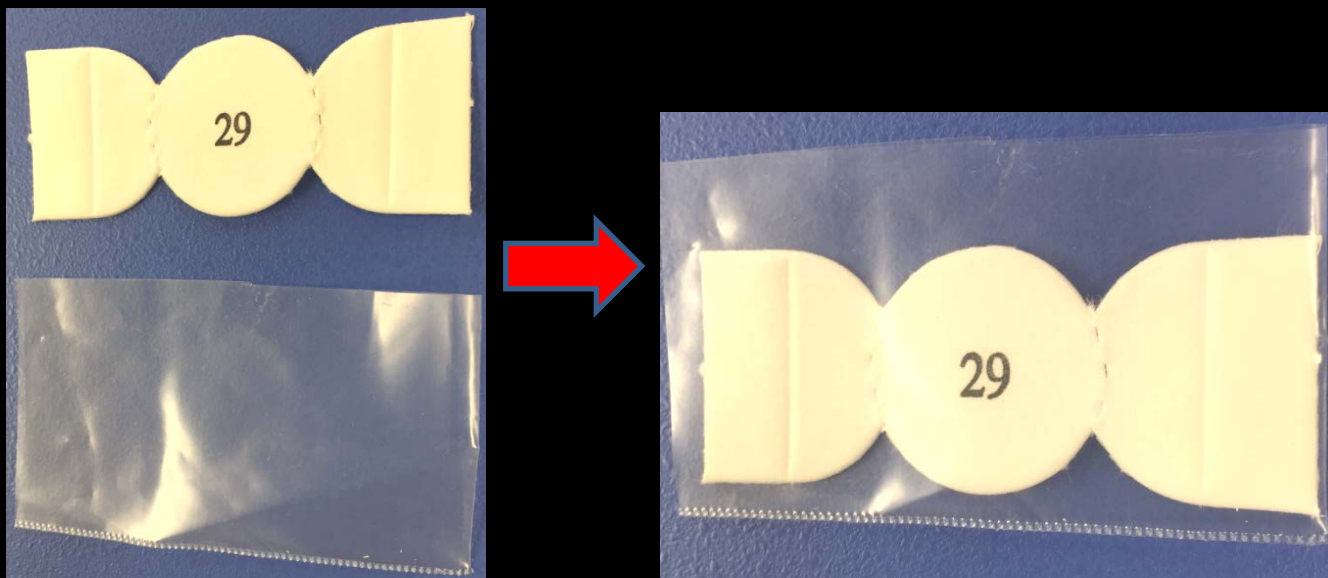
一般的には、タイルで0.5、ビニル板で 0.1

木材やコンクリートで 0.05

(拭取り効率がマイナスならば上記の値を使う)

3-3 スミアした紙を、小さいポリ袋に入れたままGM管計測室のGM測定器で、各5分間計測(10000 カウント以上あればOK)。

番号が印刷されていない面(スミアした面)を上にして計測する。できるだけ紙の曲りを直して平面化し、すべて同じ棚位置で計測。



3-4

RaDE線源をRI測定室のGM測定器で計測。
10分間測定。(移動時は容器に入れて運ぶ)
計数効率 (Bq/cps)を算出 (cpmではない)。

スミア紙の測定と条件を合わせるために
同じポリ袋に入れて、同じ棚位置で測定。

RaDE線源は、2021/11/30 では **143 Bq**

**測定を終えたスミア紙と小さいポリ袋(可燃)は
速やかに可燃ごみ袋に廃棄する。**

3-5 タイル板と塩化ビニル板の

汚染放射能と、表面汚染密度を計算。

汚染放射能 (Bq) =

$$\frac{(\text{スミア紙の計数率 (cps)} - \text{BG (cps)}) \times \text{計数効率 (Bq/cps)}}{\text{拭取り効率}}$$

拭取り効率

(正解は 11/30 では 9.20 kBq)

表面汚染密度 (Bq/cm²) も計算する。

汚染放射能を汚染面積で割る。

(今回は直径5cmの円 19.6cm²)

4-1 5cm直径(19.6cm²)の円の中の除染。
タイル板 A、B と、塩化ビニル板 C、D を、
水、または中性洗剤で浸したペーパータオル
(水滴を下にこぼさない程度)で、
強く拭取る操作を、各 30秒間×5回 繰り返す。
(手袋をしてバット内で。バット外にRIをこぼさない。)

タイル板 A : 水で除染する
タイル板 B : 洗剤で除染する
塩化ビニル板 C : 水で除染する
塩化ビニル板 D : 洗剤で除染する

拭き取ったペーパータオルは、可燃ごみ袋に
速やかに廃棄。

4-1 除染後の計測 直接法

除染後のタイル板 A, Bと塩化ビニル板C, Dを、**直接サーベイメータGM測定器**で測定。
(5cmの穴あきプラスチック板を挟んで測定)
時定数10秒で、それぞれ1分間測定。

4-2 間接法(スミア法)

除染後に再度スミアを行う。スミア紙をピンセットで持ち**各1分間、強くスミア**する。
スミアした紙を、小さいポリ袋に入れて**RI測定室のGM測定器で、5分間計測。**

4-3

タイル板 A, Bと塩化ビニル板C, Dの
除染後の放射能、表面汚染密度を計算し
それぞれの除染係数、除染率を算出。

除染後放射能 (Bq) =

$$\frac{(\text{スミア紙の計数率 (cps)} - \text{BG (cps)}) \times \text{計数効率 (Bq/cps)}}{\text{拭取り効率}}$$

(放射能のバックグラウンド補正を忘れずに)

$$\text{除染係数} = \frac{\text{除染前の表面放射能 (Bq)}}{\text{除染後の表面放射能 (Bq)}}$$

$$\text{除染率} = \frac{\text{除染前 (Bq)} - \text{除染後 (Bq)}}{\text{除染前 (Bq)}} \times 100 (\%)$$

(放射能のバックグラウンド補正を忘れずに)

実習テキストの課題ではなく、
以下の課題を実施して下さい。
レポートは、エクセル用紙をメール提出。
chtgkato.comからダウンロードして、
hokudaikatoh@gmail.com へメール送信。

エクセルシート smear sheet に
実習で計測したとみなした測定値が
記入されているので、
エクセルシートの空欄を計算して
記入して下さい。

検討と考察1～4を記述して下さい。

課題1. サーベイメータ法とスミヤ法で得た表面汚染放射能の測定結果の違いを検討。違いの原因を考察せよ。

課題2. スミヤ法における拭取り効率、タイル板と塩化ビニル板で違いがあったか。タイル0.5、ビニル0.1としてよいか考察せよ。

課題3.

タイル板と塩化ビニル板の**除染率**の違いを考察せよ。

水で除染した場合と洗剤で除染した場合の**除染率の差**を確認し考察せよ。

課題4.

β 線の表面汚染法的限度は $40\text{Bq}/\text{cm}^2$ である。
(放射線管理区域外に持出せない。)

今回の ^{32}P で汚染させたタイル板とビニル板は除染作業により、管理区域外に持出せる表面汚染濃度になったか。検討せよ。