

ダストモニタによる 大気中放射性物質濃度の監視について

令和6年2月15日

宮城県環境放射線監視センター



目次

- 1 令和4年度の報告事項の概要
- 2 放射能濃度の算出方法
- 3 線源効率
- 4 異常値発生時の対応

1 令和4年度の報告事項の概要

1 令和4年度の報告事項の概要

(1) ダストモニタの整備

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)

平成30年4月 原子力規制庁監視情報課策定

原子力施設周辺で実施される平常時の環境放射線 モニタリングの計画、測定、結果評価等に関する指針

大気中放射性物質の濃度の連続測定を**ダストモニタ (※)** により行う旨が本指針に明記された。

令和2年度に飯子浜局と鮫浦局にダストモニタを設置した。

※ダストモニタ

大気浮遊じんを連続採取し、 α 線と β 線を連続測定する装置

1 令和4年度の報告事項の概要

(2) ダストモニタの構造

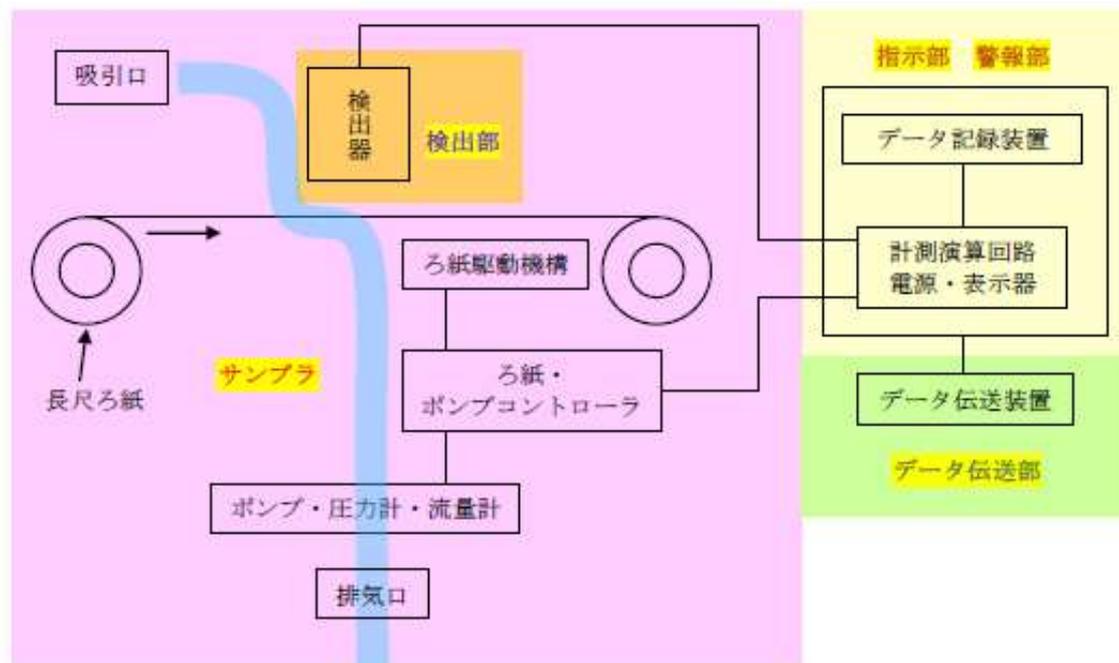


図 3-1 ダストモニタの機器構成例

出典：放射能測定法シリーズNo.36
「大気中放射性物質測定法」

主な仕様

- ろ紙の種類 セルロース・ガラス繊維ろ紙 (HE-40T)
- ろ紙送り方法 6時間毎の間欠送り
- 測定方法 集じん同時測定

1 令和4年度の報告事項の概要

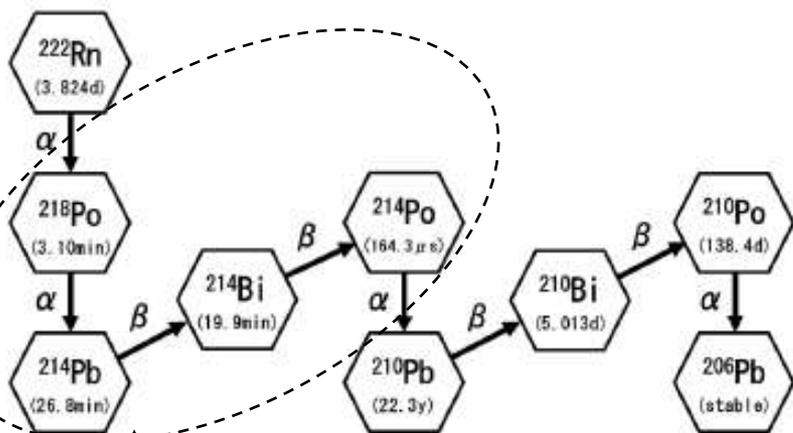
(3) 放射能測定法シリーズ「大気中放射性物質測定法」

放射能測定法シリーズ「大気中放射性物質測定法」

(以降のスライドでは「測定法」と表記する)

令和4年6月 原子力規制庁監視情報課制定

ウラン系列



ダストモニタの測定に
特に寄与すると考えられる核種

β/α 比 (全 β 放射能濃度を 全 α 放射能濃度で除した比) を用いた方法

全 α 放射能濃度と全 β 放射能濃度との間に強い相関関係がある。

(参考) 測定法 p45

3.5.2 確認開始設定値の超過の監視

(1) 評価方法

① β/α 比を用いた方法

1 令和4年度の報告事項の概要

(4) β / α 比を用いた方法

$$\beta_e = \beta_o - (\alpha_o \times r + i)$$

近似直線式と全 α 放射能濃度の実測値から推定した全 β 放射能濃度

β_e : 施設起因全 β 放射能濃度推定値(Bq/m³)

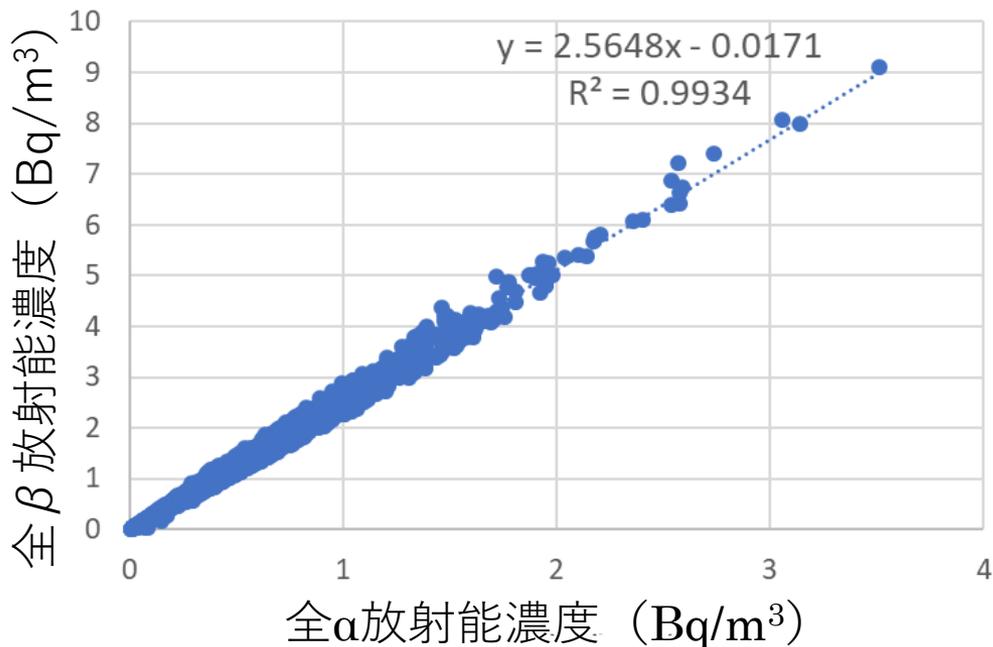
β_o : 全 β 放射能濃度の実測値(Bq/m³)

α_o : 全 α 放射能濃度の実測値(Bq/m³)

r : 全 α 放射能濃度と全 β 放射能濃度の相関図から求めた近似直線の傾き (β / α 比)

i : 近似直線の切片(Bq/m³)

方法A 令和3年度 飯子浜局

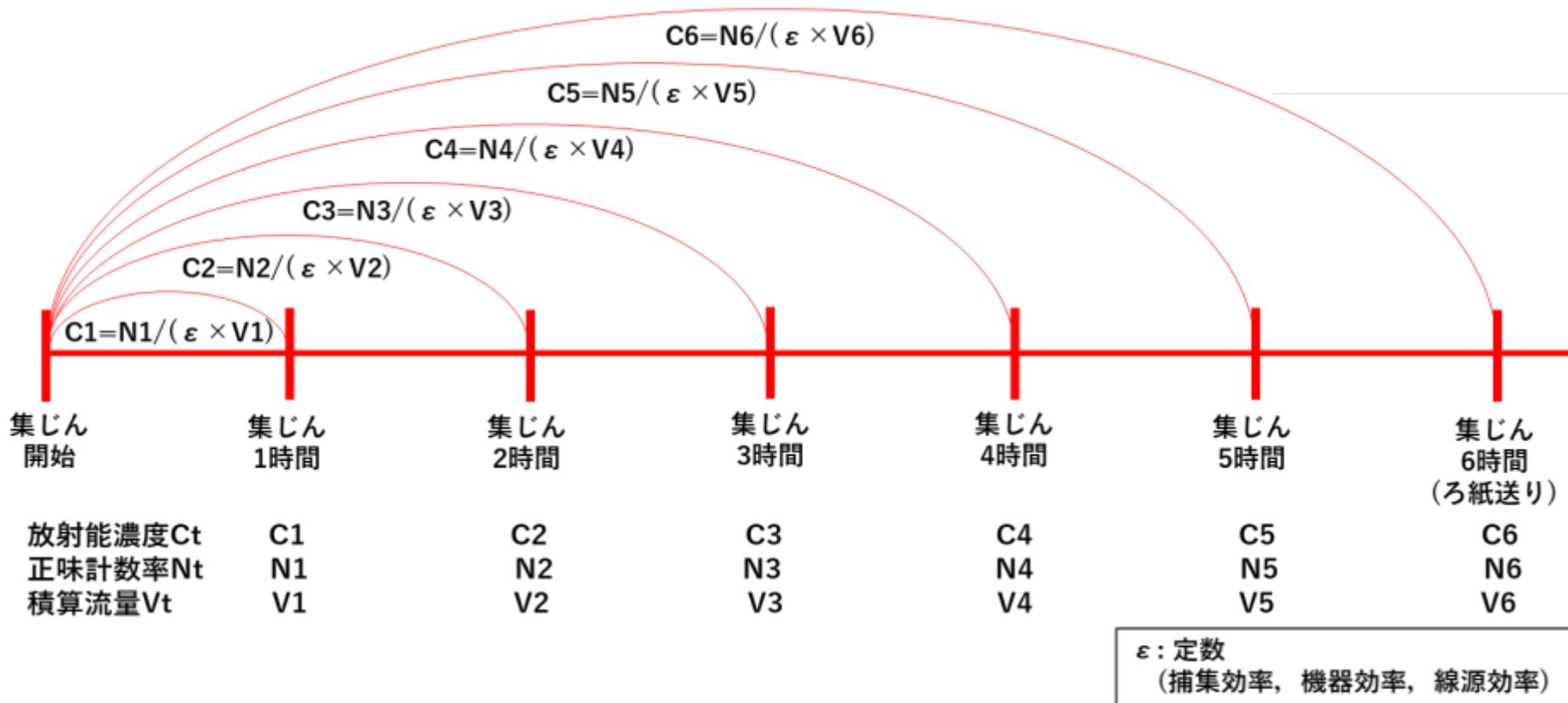


施設起因全 β 放射能濃度推定値が確認開始設定値 **5 Bq/m³** を超過した場合は、原因を調査する。

1 令和4年度の報告事項の概要

(5) 放射能濃度の算出方法

① 方法A ろ紙送りからの平均濃度を求める方法



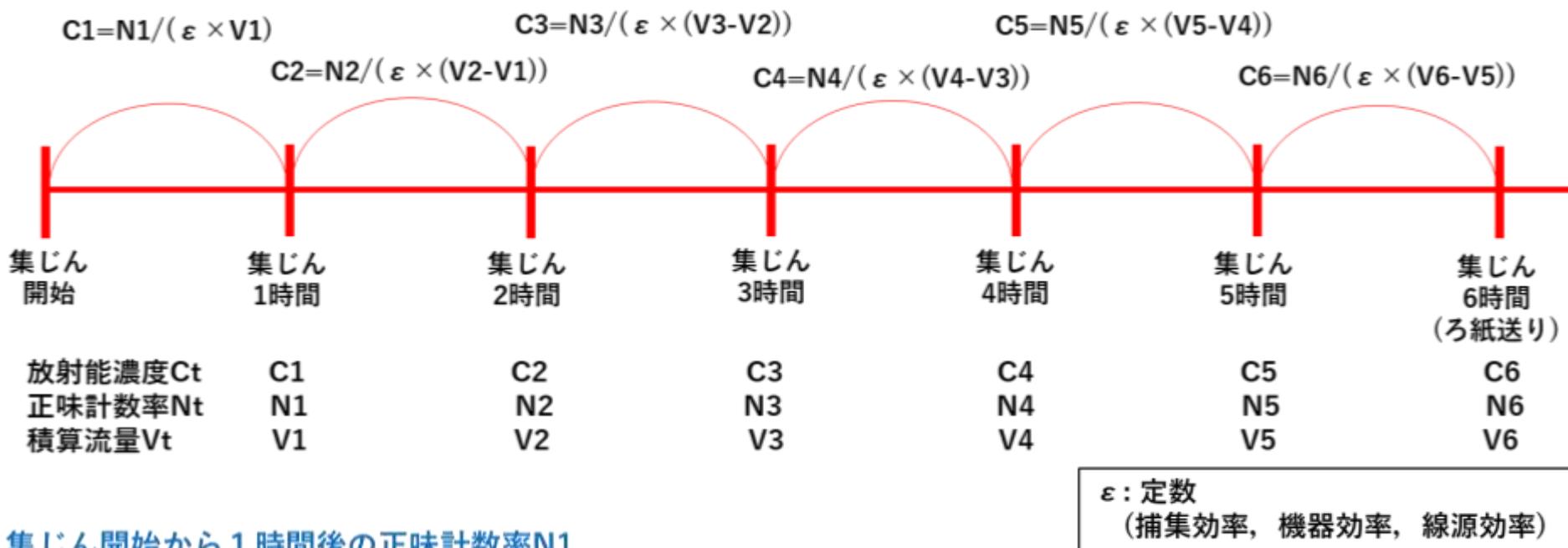
正味計数率Nt

= 「集じん開始からの積算計数」 ÷ 「経過時間 t - 43秒(ろ紙送り時間)」 - バックグラウンド計数率

1 令和4年度の報告事項の概要

(5) 放射能濃度の算出方法

② 方法B 1時間毎の平均濃度を求める方法



集じん開始から1時間後の正味計数率N1

正味計数率N1

= 「集じん開始から1時間の積算計数」 ÷ 「3600秒 (1時間) - 43秒 (ろ紙送り時間)」 - バックグラウンド計数率

集じん開始から2～6時間後の正味計数率Nt (ただし、t = 2,3,4,5,6)

正味計数率Nt (ただし、t = 2,3,4,5,6)

= (「集じん開始から測定時刻までの積算計数」 - 「集じん開始から1時間前までの積算計数」) ÷ 3600秒 (1時間)

1 令和4年度の報告事項の概要

(6) 意見

① 放射能濃度の算出方法

意見

- ・ 方法Bは飛来してきた放射性物質を検知するためには意義がある。
- ・ 緊急時のことを考えれば、他の自治体とデータを比較できるようにしておくことも重要である。
- ・ 人工放射性核種が飛来した場合の施設起因全 β 放射能濃度推定値をシミュレーションし、その結果を踏まえて検討してはどうか。

→ 本県で採用する放射能濃度の算出方法をさらに検討した。

1 令和4年度の報告事項の概要

(6) 意見

② 線源効率

昨年度計算に用いた線源効率 α 線、 β 線ともに 0.5

意見

- ・ ダストモニタのろ紙 (HE-40T) の表面捕集効率が低く、放射性物質がろ紙の内部にまで入り込む。
したがって、 α 線は自己吸収が顕著になると考えられる。
- ・ ラドン及びその子孫核種が放射平衡に達している場合は β/α 比が1になるが、令和4年度に報告した β/α 比は、2.5程度であった。

→ α 線の線源効率を再検討した。

2 放射能濃度の算出方法

(1) 放射能濃度の算出方法の改良

① 方法Aと方法Bのメリット・デメリット

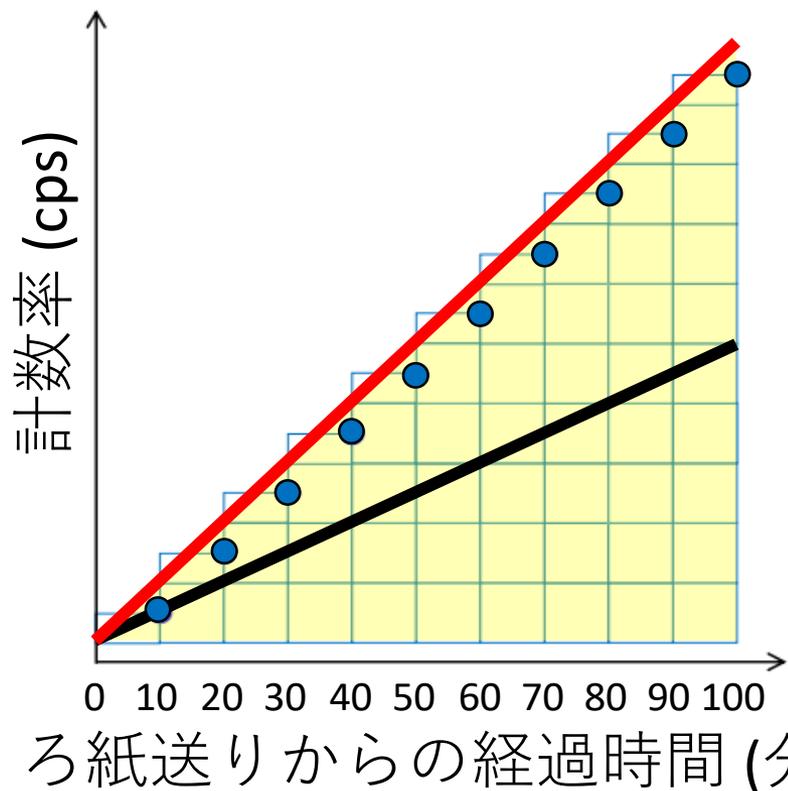
	メリット	デメリット
方法A	測定法に基づく方法である。 他の自治体とデータの比較 や知見の共有ができる。	方法Bに比べると、人工放 射性核種が飛来した場合の 応答性が悪い。
方法B	方法Aに比べると、人工放 射性核種が飛来した場合の 応答性が良い。	施設起因全 β 放射能濃度推 定値が、自然放射性核種の 影響を大きく受ける。 本県独自の方法であるため、 他自治体とのデータの比較 ができない。

測定法をもとに、方法Aの改良を図ることにした。

2 放射能濃度の算出方法

(1) 放射能濃度の算出方法の改良

② 改良の考え方



— 計数率 (瞬時値)

— 方法Aで求める計数率
ろ紙送りからの経過時間までの
積算計数をろ紙送りからの経過
時間で除して得られる計数率

● 改良法で求める計数率
例 10分間の積算計数を
10分で除して得られる計数率

測定法「解説c(2)②イ」を参考に表記を一部変更

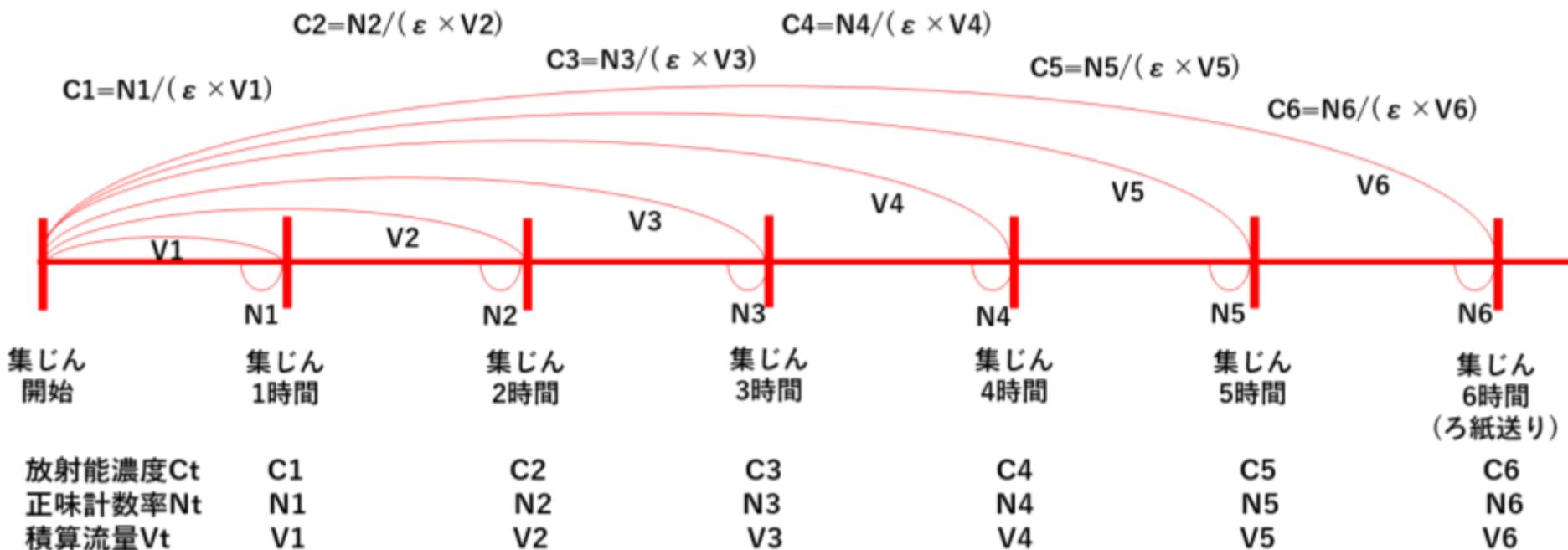
本県では、10分値から計数率を算出することになる。

2 放射能濃度の算出方法

(1) 放射能濃度の算出方法の改良

② 方法C

10分値から算出した計数率と、ろ紙送りからの積算流量を用いる。



ϵ : 定数
(捕集効率, 機器効率, 線源効率)

各時間の正味計数率 N_t (ただし、 $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$)

正味計数率 N_t (ただし、 $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$)

= (「集じん開始から測定時刻までの積算計数」 - 「集じん開始から10分前までの積算計数」) ÷ 600秒 (10分間)

2 放射能濃度の算出方法

(2) シミュレーション

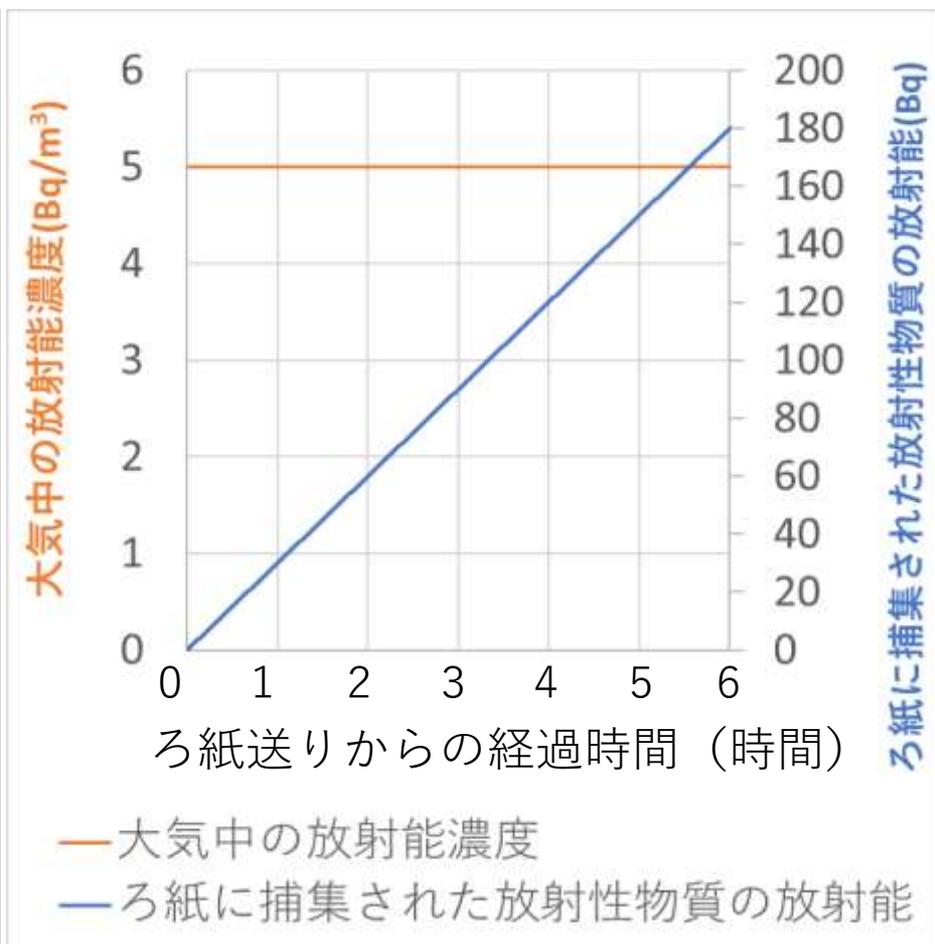
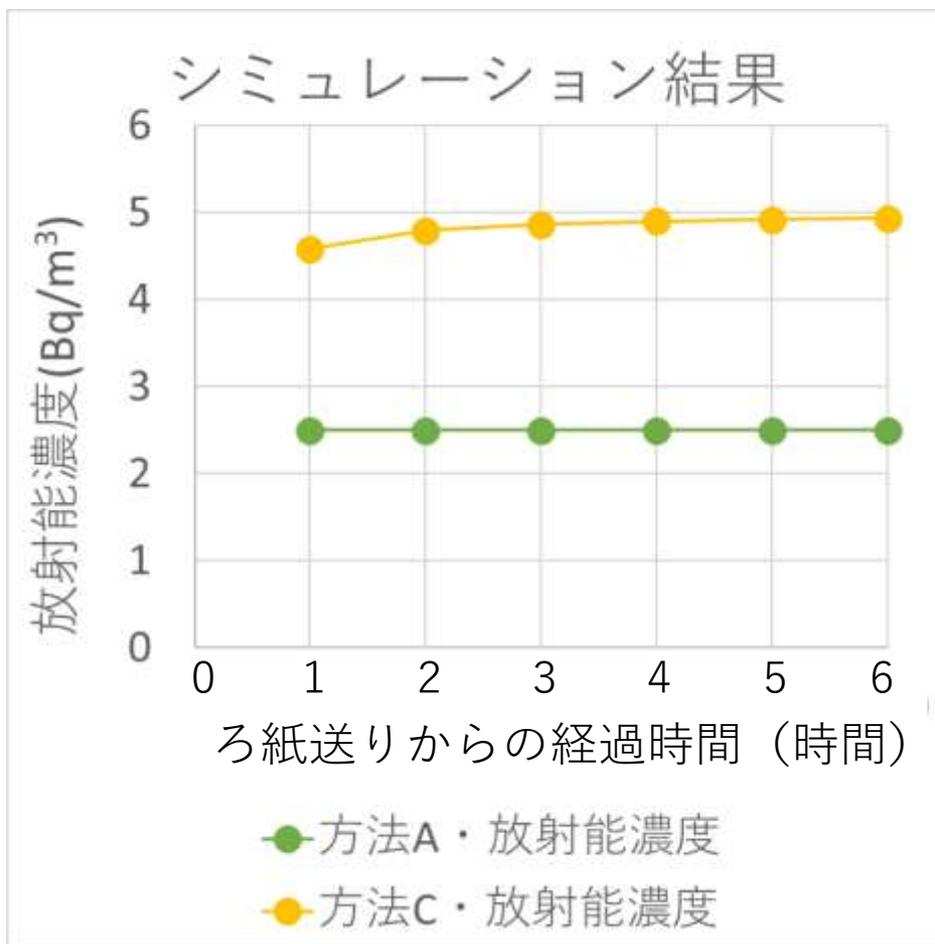
条件

- ・ろ紙の同じ部分に6時間集じんし、集じんと同時に計数を測定するものとした。
- ・捕集効率、機器効率、線源効率は1とした。
- ・ろ紙に捕集された放射性物質は、6時間では放射能が減衰しないものとした。
- ・以下のパターンで計算した。
 - ①大気中の放射性物質の濃度が一定の場合
 - ②大気中の放射性物質が1時間のみ存在した場合

2 放射能濃度の算出方法

(2) シミュレーション

① 大気中の放射性物質の濃度が一定の場合

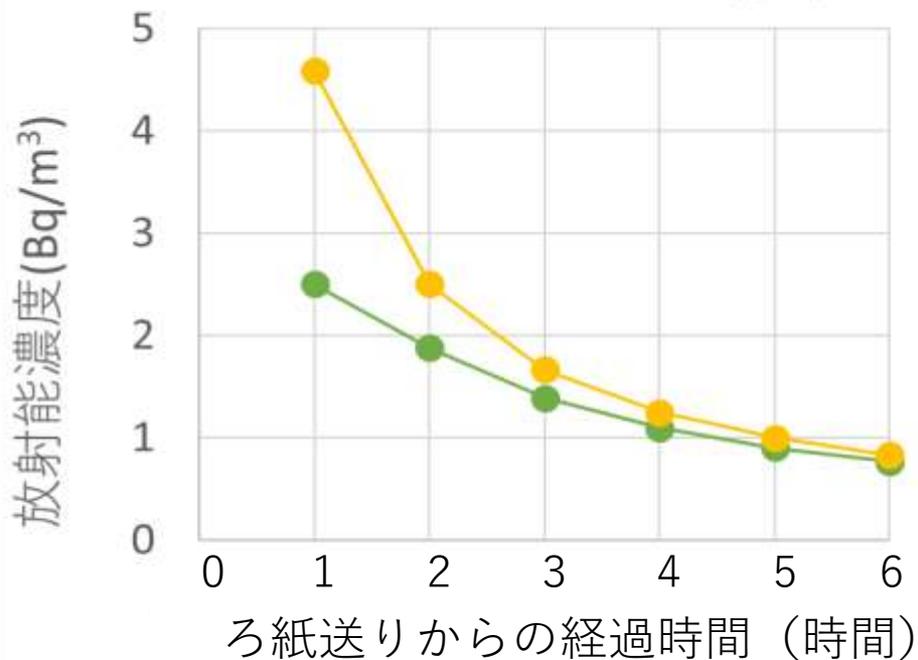


2 放射能濃度の算出方法の検討

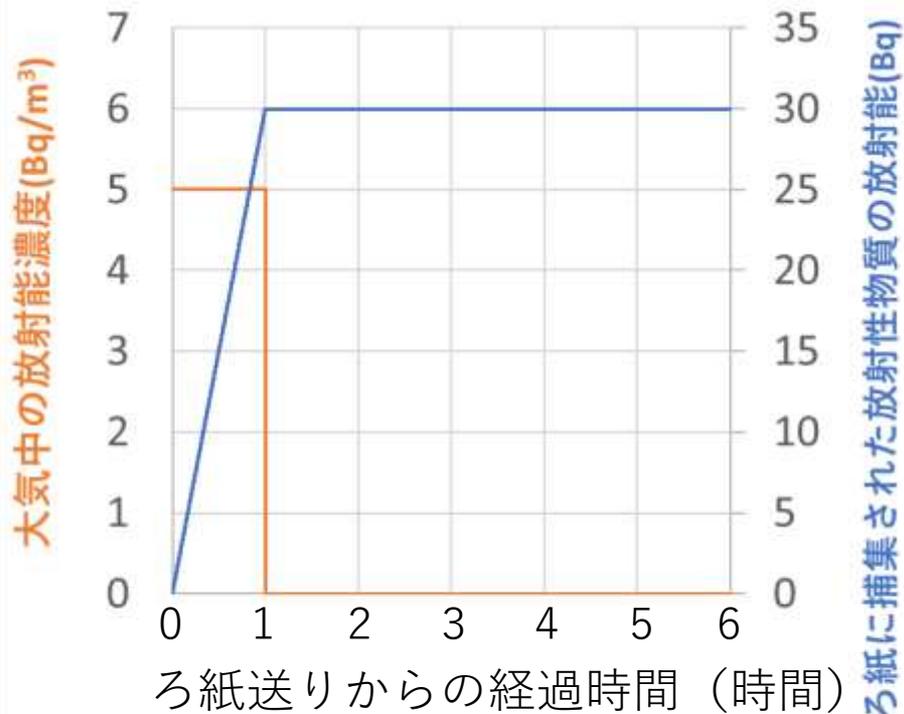
(2) シミュレーション

② 大気中の放射性物質が1時間のみ存在した場合

シミュレーション結果



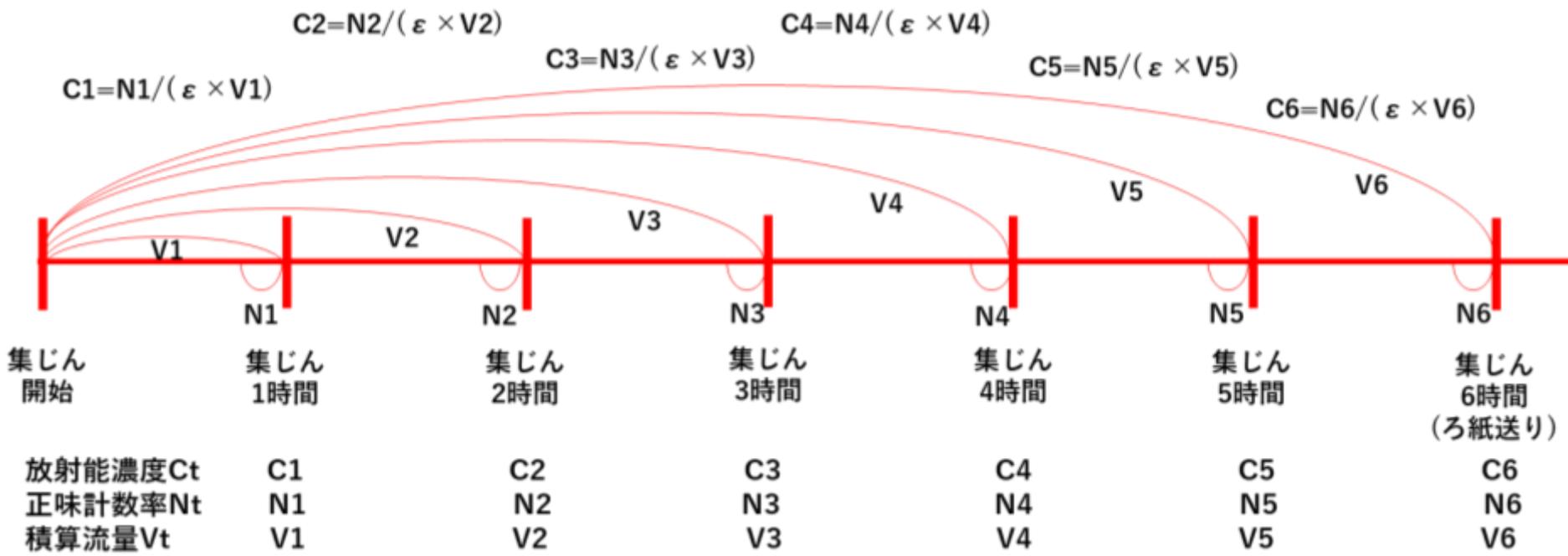
- 方法A・放射能濃度
- 方法C・放射能濃度



- 大気中の放射能濃度
- ろ紙に捕集された放射性物質の放射能

2 放射能濃度の算出方法

(3) 方法Cによる放射能濃度の試算



ϵ : 定数
(捕集効率, 機器効率, 線源効率)

各時間の正味計数率 N_t (ただし、 $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$)

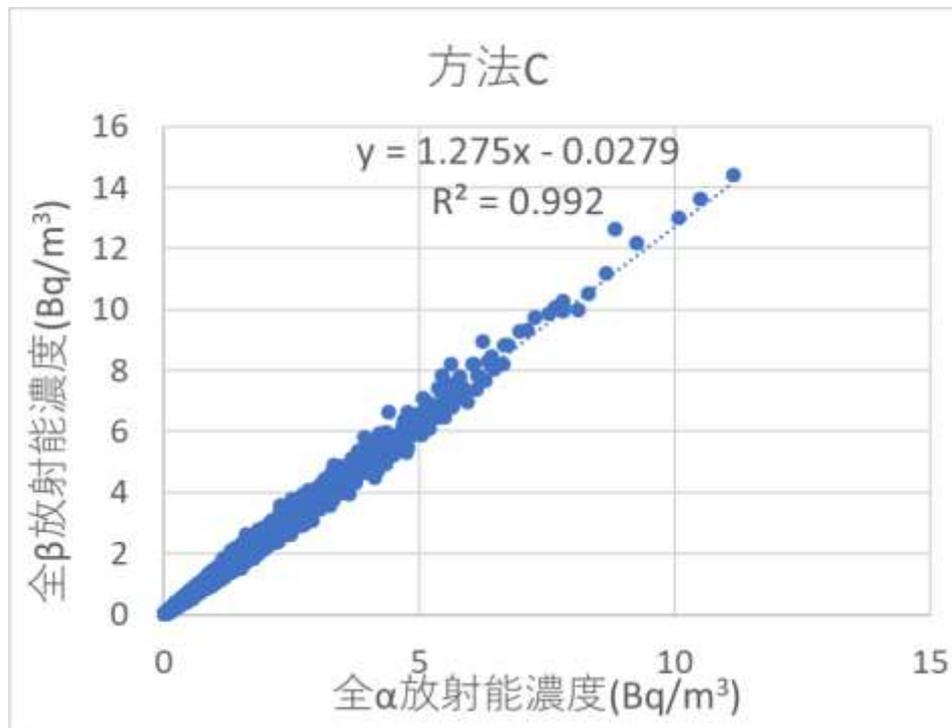
正味計数率 N_t (ただし、 $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$)

= (「集じん開始から測定時刻までの積算計数」 - 「集じん開始から10分前までの積算計数」) ÷ 600秒 (10分間)

2 放射能濃度の算出方法

(3) 方法Cによる放射能濃度の試算

令和3年度の飯子浜局における測定値をもとに放射能濃度と施設起因全β放射能濃度推定値を試算した。



施設起因全β放射能濃度推定値
年間最大値(Bq/m³) **1.43**

確認開始設定値 5 Bq/m³ を
超過しなかった。

今後、方法Cで監視を行いたい。

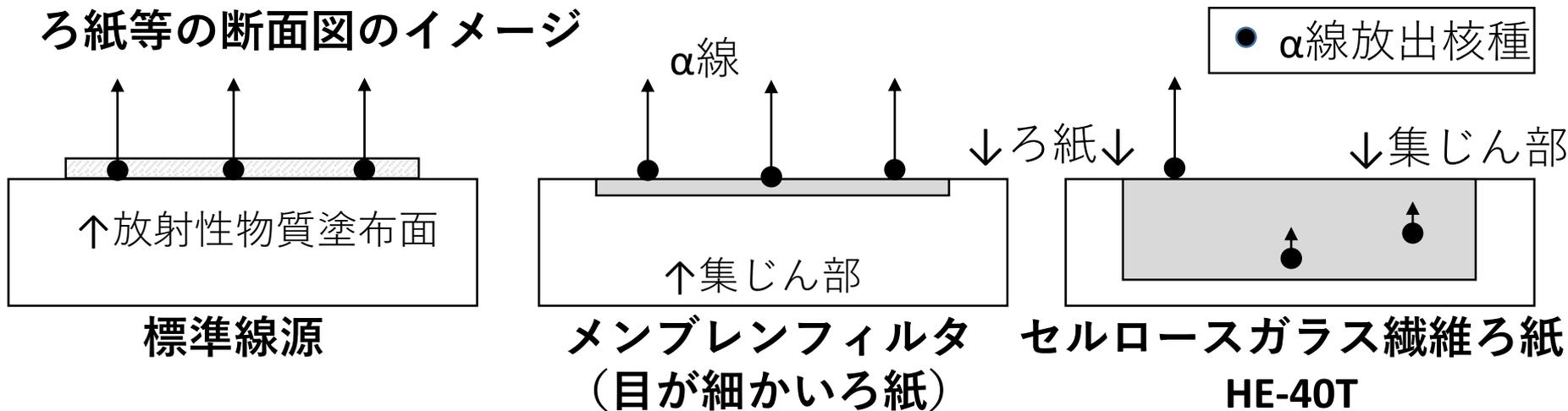
α線の線源効率：0.25、β線の線源効率：0.50

3 線源効率の検討

自己吸収

試料に含まれる放射性物質から放出された放射線の一部が、試料等を通過中に吸収されて、検出器に届かなくなる事象のこと。**α線は自己吸収が顕著である。**

ろ紙等の断面図のイメージ



標準線源

放射性物質が
表面にのみ存在



α線の自己吸収が少ない

メンブレンフィルタ (目が細かいろ紙)

表面捕集効率が高い。
表面捕集効率 90%以上



α線の自己吸収が少ない

セルロースガラス繊維ろ紙 HE-40T (目が粗いろ紙)

表面捕集効率が低い
表面捕集効率 約57%



α線の自己吸収が多い



α線が過小評価される

参考文献

市販の大気中放射性エアロゾル捕集用フィルタの
表面捕集効率及び流量の安定性の評価

玉熊佑紀 他、

Jpn. J. Health Phys., 54 (1), 5 ~ 12 (2019)

3 線源効率の検討

文献名 令和3年度 環境省 環境放射線等モニタリング調査等
業務結果報告書

受託者 公益財団法人 日本分析センター

方法 全国10カ所の測定所付近において、大気浮遊じん
の全 α ・全 β 放射能濃度をダストモニタで連続測定した。

結果 各測定地点の β/α 比の年間平均値 1.3 - 1.4

※文献 p.10 に掲載されているデータを参考にした。

備考 調査に使用しているダストモニタの線源効率
 α 線の線源効率：0.25 β 線の線源効率：0.50

本県のダストモニタで、同様の線源効率を設定した場合の β/α 比

結果 飯子浜局：1.275 鮫浦局：1.275 ※年間平均値

計算条件 放射能濃度算出方法：方法C
期間：令和3年度

線源効率を α 線の線源効率を 0.25、 β 線の線源効率を 0.50 としたい。

3 線源効率の検討

参考

α 線の線源効率のみを変えても、施設起因全 β 放射能濃度推定値は影響を受けない。

α 線の線源効率を0.50から0.25にした場合は、全 α 放射能濃度が2倍になる。その一方で、 β/α 比(r)は1/2倍になる。

$$\begin{aligned}\beta_e &= \beta_o - ((2 \times \alpha_o) \times (r/2) + i) \\ &= \beta_o - (\alpha_o \times r + i)\end{aligned}$$

β_e : 施設起因全 β 放射能濃度推定値(Bq/m³)

β_o : 全 β 放射能濃度の実測値(Bq/m³)

α_o : 全 α 放射能濃度の実測値(Bq/m³)

r : 全 α 放射能濃度と全 β 放射能濃度の相関図から求めた
近似曲線の傾き(β/α 比)

i : 近似曲線の切片(Bq/m³)

4 異常値発生時の対応

施設起因全 β 放射能濃度推定値が確認開始設定値を超過した場合は、ろ紙を回収し、Ge半導体検出器によって、詳細な核種分析を行う。

ろ紙の前処理方法

ろ紙を圧縮して、U8容器に詰めた後、
アクリル板で隙間を埋める。



アクリル板

ろ紙

写真は7日分

5 まとめ

(1) 放射能濃度の算出方法

方法Cにより放射能濃度を算出する。

(2) 線源効率

α 線の線源効率 0.25

β 線の線源効率 0.50

(3) 異常値発生時の対応

ろ紙を圧縮して、U8容器に詰めた後、
アクリル板で隙間を埋めてから、Ge半導体
検出器によって、詳細な核種分析を行う。